



عنوان مقالات

- ۱ برهمکنش دز علف‌کش ایمازتاپیر و ارقام لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در کنترل علف‌های هرز.....
- علی باقری - حمید رحیمیان - مصطفی اویسی
- ۱۱ تأثیر آفتاب‌دهی خاک بر کنترل علف‌پشمکی (*Bromus tectorum* L.) در منطقه بیرجند.....
- سید اسماعیل روانگرد - سید وحید اسلامی - سهراب محمودی
- ۲۱ ارزیابی اختلاط علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون با علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌ا در کنترل علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.).....
- وحید سرابی - علی قنبری - محمدحسن راشد محصل - مهدی نصیری محلاتی - مهدی راستگو
- ۲۹ تأثیر علف‌کش‌های سولفونیل اووره و بقایای گیاهی بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.).....
- سیحی غفارپور - سید عبدالرضا کاظمینی - حبیب ا. حمزه زرقانی - زینب السادات هاشمی
- ۳۹ واکنش ژنوتیپ‌های آفتابگردان به نژادهای رنگ *Puccinia helianthi* در ایران.....
- سیامک رحمانپور - علیرضا نبی پور - ابوالقاسم خدایند
- ۴۹ بررسی جدایه‌های عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه فوزاریومی خیار گلخانه‌ای با استفاده از آزمون بیماری‌زایی، گروه‌های سازگاری رویشی و نشانگر مولکولی.....
- موسی نجفی نیا - ایمان شهبانی - سعید رضائی
- ۵۹ بررسی فلور و پراکنش علف‌های هرز باغ‌های پسته (*Pistacia vera* L.) شهرستان کرمان.....
- ابراهیم ایزدی دربندی - مهناز میرزائی - هادی مهدیخانی نهرخلجی
- ۷۱ واکنش سی رقم جو نسبت به پاتوتیپ‌های رنگ زرد جو و گندم در مراحل گیاهچه و بالغ.....
- صفرعلی صفوی
- ۸۳ بررسی فیتوشیمیایی و توان دگراسیبی اسانس برگ بنگرو (*Vitex pseudo-negundo*) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبیرک و چاودار.....
- محمدرضا بازاریار - محمود عطارزاده - محمود دژم - غلامرضا نیک‌فرجام
- ۹۱ سنجش دگراسیبی برخی از گیاهان با استفاده از روش ساندویچ.....
- سمیه امینی - خدایار همتی - حسن نوروزی
- ۱۰۱ اثرات اللواتیک عصاره ابی سورگوم و تلخه بر رشد گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در گندم، چغندرقد، سلمه‌تره و تاج خروس.....
- اعظم حاتمی همیا - عبدالله جوانمرد - محمدتقی آل ابراهیم - امید سفالیان
- ۱۲۱ ارزیابی نه پودر گیاهی برای کنترل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبت *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col.: Bruchidae).....
- حدیث محمدی نوری - جهانشیر شاکرمی - شهریار جعفری - نرگس عینی
- ۱۲۹ ارزیابی آزمایشگاهی مواد مغذی افزودنی به عنوان محرک‌های تغذیه‌ای برای موربانه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae).....
- مرجان اختلاط - پنهان حبیب پور - معصومه ضیایی - لادن پورسرتیپ
- ۱۳۹ سنتز سبز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره برگ علف هرز تاج خروس و بررسی اثر آنتی‌باکتریایی.....
- یاسر نیک پرست - رضا قربانی - حسین احمدزاده - قربانعلی اسدی
- ۱۴۷ رابطه اجزای آناتومیک ریشه با مقاومت در ژنوتیپ‌های چغندرقد به نماتد سیست *Heterodera schachtii* Schmidt 87.....
- لیلا مطبیان - مهدی نصرافهانی - مجید اولیا

Contents

- 1 The Effect of Interaction between Imazethapyr Herbicide Dose and Bean Cultivars (*Phaseolus vulgaris*) on Weed Control.....
- A. Bagheri - H. Rahimian- M. Oveisi
- 3 Effect of Soil Solarization on Downy Brome (*Bromus tectorum* L.) Control in Birjand Area.....
- S. E. Ravangard - S. V. Eslami - S. Mahmoodi
- 5 Evaluation of Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) Control Using Nicosulfuron + Rimsulfuron in Mixture with -D + MCPA.....
- V. Sarabi - A. Ghanbari- M.H. Rashed Mohassel- M. Nassiri Mahallati- M. Rastgoo
- 7 Effect of Sulfonyleurea Herbicides and Crop Residues on Weed Control and Wheat Hrain Yield.....
- S. Ghafarpour - S. A. Kazemeini - H. Hamzehzarghani- Z. Hashemi
- 9 Reaction of Sunflower Genotypes against Physiological Races of Rust Disease Caused by *Puccinia helianthi* in Iran.....
- S. Rahmanpour - A. Nabipour - A. Khodabandeh
- 11 Study Isolates of *Fusarium* Stem and Root Rot Disease of Greenhouse Cucumber Using Pathogenicity Tests, Vegetative Compatibility Groups and Molecular Marker.....
- M. Najafiniya - I. Shahabi- S. Rezaee
- 13 Evaluation of Flora and Distribution of Weeds in Pistachio (*Pistacia vera*) Orchards of Kerman City.....
- E. Izadi-Darbandi - M. Mirzaei- H. Mehdikhani
- 14 The Reaction of Barley Cultivars against Pathotypes of Barley and Wheat Stripe Rust at Seedling and Adult Plant Stages.....
- S. Safavi
- 16 The Photochemical Survey and Allelopathic Ability of the Leaf Essence in *Vitex pseudo-negundo* and its Effect on the Germination and the Growth of *Malva neglecta* and *Secale montanum*.....
- M. R. Baziar - M. Attarzadeh - M. Dejam - Gh. Nikfarjam
- 18 Evaluation of Allelopathic Effects of Some Plants Using Sandwich Method.....
- S. Amini - Kh. Hemmati - H. Norouzi
- 20 Allelopathic Effects of Aqueous Extracts from Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and Russian Knapweed (*Acroptilon repens* L.) on Seedling Growth and Enzymes Activity of Wheat, Sugar beet, Common Lambsquarters and Redroot Pigweed.....
- A. Hatami Hampa - A. Javanmard - M. T. Alebrahim - O. Sofalian
- 22 Evaluation of Nine Botanical Powders against Infestation of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col.: Bruchidae).....
- H. Mohammadi Nori - J. Shakarami - S. Jafari- N. Eini
- 24 Laboratory Assay of Nutrient Additives as the Feeding Stimulants for *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae).....
- M. Ekhtelat - B. Habibpour - M. Ziaee - L. Poursartip
- 26 Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Amarantus retroflexus* and Its Antibacterial Effect.....
- Y. Nikparast - R. Ghorbani- H. Ahmadzadeh- Gh. Asadi
- 28 Correlation of Root Anatomical Components with Resistance in Sugar Beet Genotypes to Cyst Nematode *Heterodera schachtii* Schmidt 87.....
- L. Motieciai - M. Nasr Esfahani- M. Olia

نشریه حفاظت گیاهان

(علوم و صنایع کشاورزی)

با شماره پروانه 21/2015 و درجه علمی - پژوهشی شماره 26524 از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
68/4/11 73/10/19

جلد 32 شماره 1 بهار 1397

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول:

رضا ولی زاده

سر دبیر:

راشد محصل، محمد حسن

اعضای هیئت تحریریه:

استاد - بیماری شناسی گیاهی (دانشگاه تهران - کرج)	اخوت، سید محمود
دانشیار - بیماری شناسی گیاهی (دانشگاه تربیت مدرس تهران)	پور جم، ابراهیم
استاد - بیماری شناسی گیاهی (دانشگاه فردوسی مشهد)	جعفر پور، بهروز
استاد - حشره شناسی (دانشگاه صنعتی اصفهان)	حاتمی، بیژن
استاد - علوم علف های هرز (دانشگاه فردوسی مشهد)	راشد محصل، محمد حسن
محقق، اکولوژی حشرات، تگزاس	راشد محصل، آرش
حشره شناس، مدیر کلکسیون بالپولکداران، موزه ایالتی تاریخ طبیعی اشتوتگارت (آلمان)	رجائی، حسین
استاد - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)	صادقی نامقی، حسین
استاد - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه گیلان)	صحراگرد، احد
استاد - بیوتکنولوژی و به نژادی گیاهی (دانشگاه فردوسی مشهد)	مرعشی، سید حسن
استاد - بیماری شناسی گیاهی (دانشگاه فردوسی مشهد)	مهدیخانی مقدم، عصمت
استاد - ژنتیک مولکولی گیاهی (موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج)	مظفری، جواد

چاپ: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد

ناشر: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد - کد پستی 91775 صندوق پستی 1163

دانشکده کشاورزی - دبیرخانه نشریات علمی - نشریه حفاظت گیاهان

پست الکترونیکی جهت مکاتبات: Jpp1@um.ac.ir نمابر: 0511-8787430

این نشریه در پایگاههای زیر نمایه شده است:

پایگاه استنادی علوم ایران (ISC) پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) بانک اطلاعات نشریات کشور (MAGIRAN)

مقالات این شماره در سایت <https://jm.um.ac.ir> به صورت مقاله کامل نمایه شده است .

این نشریه به صورت فصلنامه (4 شماره در سال) چاپ و منتشر می شود.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

صفحه	عنوان مقاله
1	برهمکنش دز علف کش ایماز تاپیر و ارقام لوبیا (<i>Phaseolus vulgaris</i>) در کنترل علف های هرز علی باقری - حمید رحیمیان - مصطفی اویسی
11	تأثیر آفتاب دهی خاک بر کنترل علف پشمکی (<i>Bromus tectorum</i> L.) در منطقه بیرجند سید اسماعیل روانگرد - سید وحید اسلامی - سهراب محمودی
21	ارزیابی اختلاط علف کش نیکوسولفورون + ریم سولفورون با علف کش توفوردی + ام سی پی آ در کنترل علف هرز تاج خروس ریشه قرمز (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.) وحید سربابی - علی قنبری - محمدحسن راشد محصل - مهدی نصیری محلاتی - مهدی راستگو
29	تأثیر علف کش های سولفونیل اوره و بقایای گیاهی بر کنترل علف های هرز و عملکرد دانه گندم (<i>Triticum aestivum</i> L.) سبحه غفارپور - سید عبدالرضا کاظمینی - حبیب الله حمزه زرقانی - زینب السادات هاشمی
39	واکنش ژنوتیپ های آفتابگردان به نژادهای زنگ <i>Puccinia helianthi</i> در ایران سیامک رحمانپور - علیرضا نبی پور - ابوالقاسم خدابنده
49	بررسی جدایه های عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه فوزاریومی خیار گلخانه ای با استفاده از آزمون بیماریزایی، گروه های سازگاری رویشی و نشانگر مولکولی موسی نجفی نیا - ایمان شهابی - سعید رضائی
59	بررسی فلور و پراکنش علف های هرز باغ های پسته (<i>Pistacia vera</i> L.) شهرستان کرمان ابراهیم ایزدی دربندی - مهناز میرزائی - هادی مهدیخانی نهرخلجی
71	واکنش سی رقم جو نسبت به پاتوتیپ های زنگ زرد جو و گندم در مراحل گیاهچه و بالغ صفرعلی صفوی
83	بررسی فیتوشیمیایی و توان دگرآسیبی اسانس برگ بنگرو (<i>Vitex pseudo-negundo</i>) بر جوانه زنی و رشد گیاهچه پنبرک و چاودار محمد رضا بازاریار - محمود عطازاده - محمود دژم - غلامرضا نیک فرجام
91	سنجش دگرآسیبی برخی از گیاهان با استفاده از روش ساندویچ سمیه امینی - خدایار همتی - حسن نوروزی
101	اثرات آللوپاتیک عصاره آبی سورگوم و تلخه بر رشد گیاهچه و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در گندم، چغندر قند، سلمه تره و تاج خروس اعظم حاتمی همپا - عبدالله جوانمرد - محمدتقی آل ابراهیم - امید سفالیان
121	ارزیابی نه پودر گیاهی برای کنترل سوسک چهار نقطه ای حبوبات (<i>Callosobruchus maculatus</i> (F.) (Col.: Bruchidae) حدیث محمدی نوری - جهان شیر شاکرمی - شهریار جعفری - نرگس عینی
129	ارزیابی آزمایشگاهی مواد مغذی افزودنی به عنوان محرک های تغذیه ای برای موربانه <i>Microcerotermes diversus</i> Silvestri (Isoptera: Termitidae) مرجان اختلاط - بهزاد حبیب پور - معصومه ضیایی - لادن پورسرتیپ
139	سنتز سبز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره برگ علف هرز تاج خروس و بررسی اثر آنتی باکتریایی یاسر نیک پرست - رضا قربانی - حسین احمدزاده - قربانعلی اسدی
147	رابطه اجزای آناتومیکی ریشه با مقاومت در ژنوتیپ های چغندر قند به نماتد سیست 87 <i>Heterodera schachtii</i> Schmidt لیلا مطبیان - مهدی نصرافهانی - مجید اولیا
157	ارزیابی اثر دگرآسیبی دوره های پوسیدگی اندام های مختلف گوش بره (<i>Chrozophora tinctoria</i> L.) بر رشد گیاهچه گوجه فرنگی (<i>Lycopersicon esculentum</i> mill.) حسین حمامی - آرمن آزادی - رضا صدرآبادی



برهمکنش دز علفکش ایمازتاپیر و ارقام لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در کنترل علفهای هرز

علی باقری^{۱*} - حمید رحیمیان^۲ - مصطفی اویدی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دزهای کاهش یافته علفکش ایمازتاپیر بر علفهای هرز لوبیا، آزمایشی مزرعهای به صورت کرت‌های خرد شده در سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های علفکش ایمازتاپیر (۱ لیتر در هکتار فرآورده تجاری با نام پرسوئیت با فرمولاسیون ۱۰٪ SL به عنوان غلظت ۱۰۰ درصد و غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد از غلظت توصیه شده به همراه تیمار وجین (شاهد عاری از علفهای هرز)) به عنوان کرت‌های اصلی و کشت جداگانه و مخلوط ارقام اختر (ایستاده) و گلی (رونده) به صورت ردیفی و با نسبت (۱:۱)، به عنوان کرت‌های فرعی اجرا شد. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر دزهای کاهش یافته علفکش در کاهش زیست‌توده علفهای هرز بسته به نوع گونه علف‌هرز و رقم لوبیا متفاوت است. در بین علفهای هرز غالب، حساسیت تاج خروس وحشی نسبت به سلمه‌تره و تاجریزی سیاه در برابر افزایش دز بیشتر بود. در تیمارهایی که از رقم رونده استفاده شد، به دلیل قدرت پوشاندگی بالاتر، وزن خشک علفهای هرز کاهش بیشتری نشان داد. در میان تیمارهای آزمایش، بالاترین میزان عملکرد دانه از رقم گلی با ۴۲۳۷ کیلوگرم در هکتار از دز کامل به دست آمد. کاربرد ۷۵ درصد دز توصیه شده باعث حصول عملکرد بالای ۴۰۰۰ کیلوگرم در رقم گلی شد، و در همین دز مقدار عملکرد از رقم اختر و کشت مخلوط به ترتیب ۳۶۱۷ و ۳۶۴۱ کیلوگرم، حاصل شد. همچنین با توجه به نتایج مجموع عملکرد نسبی (RYT)، این شاخص در دزهای ۷۵، ۱۰۰ و تیمار وجین به ترتیب ۰/۹۵، ۰/۸۷ و ۱/۰۰۱ بدست آمد. با توجه به این نتایج، می‌توان گفت که امکان استفاده از دزهای کاهش یافته این علفکش تنها در صورتی که گیاه زراعی با توانایی رقابت بالا بتواند قدرت رقابتی علفهای هرز را کاهش دهد، امکان‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: دزهای کاهش یافته، رقم، کشت مخلوط

مقدمه

هرز علاوه بر رقابت با لوبیا بر سر عوامل مختلفی همچون نور، آب و مواد غذایی، با داشتن رطوبت در زمان برداشت اختلال ایجاد کرده و علاوه بر عملکرد کمی، عملکرد کیفی محصول را هم تحت تأثیر قرار خواهند داد، به خصوص در مورد بعضی از گیاهان از جمله تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*) که همزمان با لوبیا بذر تولید نموده و در زمان برداشت از ارزش محصول می‌کاهند (۶). از طرف دیگر تک‌بوته‌ی گیاهان تاج‌خروس وحشی یا ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و تاجریزی سیاه، به ترتیب توان تولید ۲۵۰ هزار بذر در گیاه، ۱۹۲ هزار بذر در متر مربع (۱۱) و ۴۵ هزار بذر در گیاه (۷) را دارند، لذا وجود تک بوته‌ی آن‌ها در سال‌های بعد، موجب تقویت بانک بذر خاک خواهند شد.

استفاده از علف‌کش‌ها یکی از مؤثرترین، اما در عین حال خطرناک‌ترین شیوه‌های مدیریت علفهای هرز به حساب می‌آید. نگرانی در مورد اثرات جانبی علف‌کش‌ها و ترس از به خطر افتادن سلامت جوامع، باعث حذف چند علف‌کش از بازار و همچنین استفاده از دزهای کاهش یافته علف‌کش‌ها شده است (۱۸). با توجه به اینکه در بسیاری از کارخانه‌های سازنده، علف‌کش‌ها به نحوی برچسب

لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) از حبوبات مهم جهان محسوب می‌شود که به خاطر درصد بالای پروتئین و فیبر می‌تواند جایگزین مناسبی برای پروتئین حیوانی باشد (۱). لوبیا به دلیل داشتن توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفر، به عنوان گیاهی مهم در تناوب با گندمیان شناخته می‌شود. در کنار حساسیت این گیاه به تنش‌های غیرزنده، عوامل تنش‌زای زنده از جمله آفات، بیماری‌ها و علفهای هرز از جمله موانع مؤثر در تولید این محصول به حساب می‌آیند. از میان این عوامل، علفهای هرز نقش ویژه‌ای دارند، زیرا با توجه به اینکه اکثر این گونه‌ها تابستانه و اغلب C₄ و گرمادوست می‌باشند، با داشتن سرعت رشد بالا، توانایی رقابت بالایی داشته، لذا لوبیا راه سختی در رقابت با علفهای هرز پیش رو خواهد داشت. علفهای

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران

(Email: Alibagheri696@yahoo.com)

(*)- نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jpp.v32i1.42750

می‌خورند که بتوانند در شرایط مختلف از جمله تراکم‌های بالای علف هرز، مراحل مختلف فنولوژی گیاه و شرایط مختلف اقلیمی از نظر کنترل علف‌های هرز، رضایت کشاورز را فراهم گردانند (۸ و ۱۵)، از این رو در اغلب شرایط، استفاده از علف‌کش‌ها با غلظت‌های پایین‌تر از حد توصیه شده، امکان‌پذیر است. امروزه کشاورزان به منظور کاهش هزینه‌ها نسبت به کاربرد دزهای کاهش یافته، تمایل مثبت نشان می‌دهند. تحقیقات نشان می‌دهد که همسو با روش‌هایی که بتوان توان رقابتی گیاهان را بالا برد، می‌توان غلظت سموم را تا حدی کاهش داد (۸ و ۱۸).

استفاده از ارقام دارای قدرت رقابت بالا، تنظیم فاصله‌ی ردیف‌های کشت، افزایش تراکم و استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط، به عنوان عوامل افزایش دهنده‌ی توان رقابتی گیاهان زراعی مطرح می‌باشند (۵ و ۸). استفاده از دزهای کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر در تحقیقات مختلف بر روی گیاهان مختلف صورت گرفته است. واشقانی فراهانی و همکاران (۲) حساسیت بالاتر توق به *Xanthium strumarium* علف‌کش ایمازتاپیر در مرحله ی ۲ برگی لوبیا نسبت به مراحل ۳ و ۴ برگی را گزارش کردند. و اویسی و همکاران (۱۲) نیز حساسیت تاج خروس نسبت به توق را بالاتر عنوان نمودند، از این رو استفاده از نوع علف‌کش و همچنین دزهای کاهش یافته، باید براساس ترکیب گونه‌ای مزرعه و همچنین مرحله‌ی حساس رشدی علف‌هرز صورت گیرد. با توجه به مطالب مذکور، تحقیق حاضر با هدف تأثیر دزهای کاهش یافته‌ی علف‌کش ایمازتاپیر (علف‌کش در حال ثبت لوبیا) در ارقام ایستاده و رونده‌ی لوبیا قرمز به همراه کشت مخلوط این ارقام، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران با مشخصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه‌ی شرقی و ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه‌ی شمالی، در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. عملیات تهیه‌ی بستر بذر در پاییز سال ۱۳۹۱ با زدن یک شخم توسط گاواهن برگردان‌دار آغاز و در بهار ۱۳۹۲، عملیات آماده‌سازی بستر بذر با انجام دو دیسک عمود بر هم آغاز و نهایتاً با انجام یک کولتیواتور تکمیل شد. اندازه‌ی کرت‌های آزمایشی ۵ متر طول در ۲/۵ متر عرض (شامل پنج ردیف لوبیا) در نظر گرفته شد. ارقام لوبیا با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع با فاصله بین ردیف ۵۰ و روی ردیف ۵ سانتی‌متر و عمق ۴ تا ۵ سانتی‌متر بر روی خطوطی که به وسیله‌ی کج بیل ایجاد شد، به صورت دستی کشت گردید. عملیات وجین در کرت‌های عاری از علف‌هرز در طول فصل و با دست انجام گرفت. آبیاری هر پنج روز یک بار و به صورت بارانی و همچنین مصرف کود بر اساس آزمون خاک صورت گرفت. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت لومی-

رسی، pH خاک مزرعه ۷/۵، هدایت الکتریکی آن ۱/۲۳ dS/m و دارای ۰/۰۸۱ درصد نیتروژن، ۰/۷۷ درصد کربن آلی، ۶۱/۴ mg/kg فسفر قابل جذب، ۱۰۸ mg/kg پتاسیم قابل جذب بود.

طرح آزمایشی به صورت خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل پنج دز علف‌کش ایمازتاپیر به صورت ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده (۱ لیتر در هکتار فرآورده تجاری با نام پرسوئیت با فرمولاسیون ۱۰٪ SL به عنوان غلظت ۱۰۰ درصد) بود، از طرفی با این فرض که اگر دز ۱۰۰٪ قادر به کنترل کامل علف‌های هرز نباشد و از سوی دیگر به دلیل پوشاندن اثر گیاهسوزی احتمالی این علف‌کش در دزهای بالاتر، یک کرت وجین دستی به تیمارها اضافه شد (۲). کرت‌های فرعی شامل تک کشتی ارقام اختر (تیپ رشدی ایستاده) و گلی (تیپ رشدی رونده) و کشت مخلوط این دو رقم در کنار هم به صورت ردیفی، به صورت یک در میان و با نسبت (۱:۱) بود. ارقام دارای تیپ رشدی رونده دارای خاصیت پوشاندگی و تسخیر فضا و قدرت رقابت بالا با علف‌های هرز می‌باشد، اما برداشت آن‌ها به سختی صورت می‌گیرد، در طرف مقابل ارقام ایستاده که از نظر قدرت رقابتی ضعیف می‌باشند ولی از نظر برداشت، مناسب کشت‌های مکانیزه می‌باشد قرار دارد. کشت مخلوط با این فرض در بین تیمارهای آزمایش قرار گرفت که کشت این دو تیپ ارقام در کنار هم، می‌تواند کاستی‌های یکدیگر را پوشش داده و ضمن اینکه برداشت رقم رونده ساده‌تر گردد، رقابت‌پذیری رقم ایستاده افزایش یابد (۳).

به منظور تأثیر علف‌کش بر روی علف‌های هرز از آلودگی طبیعی مزرعه استفاده شد. دزهای علف‌کش ایمازتاپیر با یک سمپاش پشتی شارژی (مدل Matabi 12v Electric Backpack Sprayer, Agratech, UK) مجهز به نازل شره‌ای که با فشار ۲۴۰ کیلوپاسکال و حجم ۲۵۰ لیتر در هکتار تنظیم شده بود، در مرحله‌ی ۲ تا ۴ برگی لوبیا پاشیده شد.

ارزیابی صفات علف‌های هرز و گیاه زراعی یک بار قبل از پاشش علف‌کش و پس از آن هر دو هفته یک بار توسط یک کادر ۱۰۰*۲۵ سانتی‌متری از دو ردیف میانی انجام گرفت. در هر مرحله نمونه‌های داخل هر کادر کف‌بر شد و در آزمایشگاه به تفکیک هر گونه وزن خشک آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور بررسی اثر دز علف‌کش و سیستم کاشت، نمونه‌برداری در زمان شکل‌گیری کانوپی (۶ هفته پس از سمپاشی) انجام شد و علف‌های هرز به تفکیک گونه جداسازی و پس از شمارش، وزن خشک آن‌ها به همراه وزن خشک ارقام لوبیا اندازه‌گیری شد تا نقش ارقام و سیستم کشت بر کارایی علف‌کش‌ها مشخص گردد. در پایان فصل به منظور تعیین عملکرد، از یک کادر ۱*۱ متر استفاده شد و در آزمایشگاه پس از جداسازی دانه‌ها، عملکرد

Aa و Ab : غالبیت گیاه a نسبت به گیاه b و برعکس
Yab و Yba : عملکرد گیاه a و b در کشت مخلوط
Ya و Yb : عملکرد گیاه a و b در کشت خالص
Zab و Zba : نسبت گیاه a و b در کشت مخلوط

نتایج و بحث

جمعیت عمده‌ی علف‌های هرز موجود در مزرعه را سه گونه‌ی تاج خروس وحشی یا ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus*) سلمه تره (*Chenopodium album*) و تاج‌ریزی سیاه (*Solanum nigrum*) که همگی جزء گیاهان یکساله و تابستانه به شمار می‌آیند، تشکیل می‌داد. در بین آنها تراکم تاج‌خروس در اول فصل نسبت به سایر گونه‌ها از فراوانی بالاتری برخوردار بود (تراکم گونه‌های تاج خروس وحشی، سلمه تره و تاج‌ریزی سیاه به طور متوسط و به ترتیب ۵۰۰، ۵۰ و ۴۰ بوته در متر مربع بود). تغییرات وزن خشک علف‌های هرز نسبت به غلظت‌های مختلف علف‌کش در زیر، به تفکیک گونه‌ها آورده شده است.

تاج خروس وحشی

مدل سه پارامتری دز- پاسخ، به خوبی نحوه‌ی تأثیرپذیری تاج‌خروس از دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر را توصیف نمود. بر اساس این مدل میزان دز لازم برای کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک تاج‌خروس وحشی در ارقام اختر (تیپ ایستاده)، گلی (تیپ رونده) و کشت مخلوط به ترتیب ۲۲/۵، ۲۰/۱ و ۲۳/۸ درصد بدست آمد که نشان‌دهنده‌ی حساسیت بالای علف‌هرز تاج‌خروس وحشی به علف‌کش ایمازتاپیر حتی در دزهای پایین است (جدول ۱). با توجه به این موضوع، به نظر می‌رسد در صورتی که ترکیب تشکیل‌دهنده‌ی علف‌های هرز مزرعه‌ای تنها تاج‌خروس وحشی باشد، می‌توان تا حد زیادی غلظت علف‌کش را کاهش داد، اما با توجه به اینکه جمعیت تشکیل‌دهنده‌ی علف‌های هرز مزارع معمولاً از چندین گونه تشکیل یافته، لذا در کاربرد دزهای کاهش‌یافته باید حساسیت سایر گونه‌ها را نیز مورد توجه قرار داد. وزن خشک تاج‌خروس وحشی در دزهای ۲۵ و ۵۰ درصد دز توصیه شده نسبت به شاهد بسیار کمتر بود، اما نسبت به دزهای بالاتر نسبتاً زیاد بود. با توجه به اینکه علف‌های هرز در مزرعه معمولاً به صورت همزمان جوانه نمی‌زنند، لذا حساسیت علف‌های هرز در مراحل مختلف فنولوژی نسبت به دزهای مختلف متفاوت خواهد بود.

واشقانی فراوانی و همکاران (۲) در بررسی دزهای کاهش‌یافته‌ی ایمازتاپیر در مراحل مختلف فنولوژی سویا عنوان نمودند که با تأخیر در زمان مصرف علف‌کش، برای کاهش وزن خشک علف‌هرز توق نیاز به کاربرد دزهای بالاتر می‌باشد. همچنین آسکالنیس و همکاران

به صورت کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. محاسبه‌ی آماری داده‌ها از طریق تجزیه‌ی رگرسیون غیرخطی انجام گرفت. برای بدست آوردن منحنی‌های واکنش علف‌های هرز به دزهای علف‌کش ایمازتاپیر، داده‌ها از طریق نرم افزار Sigma plot (ver.11) با معادله‌ی دز- پاسخ استاندارد (معادله ۱) برازش داده شد (۱۴).

$$W = w_0 / (1 + (Ed50/dose)^b) \quad (\text{معادله ۱})$$

که در این معادله W متغیر وابسته، W_0 برابر با وزن خشک علف‌های هرز در حالتی که دز علف‌کش صفر باشد، ED50 برابر است با دزی از علف‌کش که باعث کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک علف‌های هرز می‌شود و b برابر با شیب منحنی در ناحیه‌ای است که روند نمودار خطی می‌گردد. برآورد عملکرد نیز با معادله سه پارامتره لجستیک (معادله ۲) انجام گرفت.

$$F = a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b)) \quad (\text{معادله ۲})$$

در این معادله a برابر است با حداکثر عملکرد، b شیب خط و x_0 بیانگر دزی از علف‌کش که در آن عملکرد به ۵۰ درصد خود می‌رسد. در زمان برازش مدل، به دلیل اینکه احتمال داشت دز صد در صد نتواند به طور کامل علف‌های هرز را کنترل کند از این رو تیمار وجین در جهت مقایسه با دز کامل در نظر گرفته شد.

همچنین برای ارزیابی کارایی و سودمندی کشت مخلوط از معیار مجموع عملکرد نسبی (RYT) استفاده شد (معادله ۳).

$$RYT = (Y_{ab}/Y_{aa}) + (Y_{ba}/Y_{bb}) \quad (\text{معادله ۳})$$

در این معادله،

Y_{ab} = عملکرد گونه a در کشت مخلوط، Y_{aa} = عملکرد گونه a در کشت خالص، Y_{ba} = عملکرد گونه b در کشت مخلوط، Y_{bb} = عملکرد گونه b در کشت خالص

مجموع عملکرد نسبی (RYT) از مجموع عملکرد نسبی اجزای گونه‌های تشکیل‌دهنده مخلوط، حاصل می‌شود. اگر RYT برابر با یک باشد، هیچ گونه افزایش یا کاهش محصولی از کشت مخلوط بدست نمی‌آید. چنانچه بیش از یک باشد، مقدار محصول در کشت مخلوط بیش از تک کشتی است و اگر کمتر از یک باشد، نشان دهنده‌ی تأثیر منفی کارایی کشت مخلوط است (۱۷).

برای ارزیابی میزان غالبیت ارقام در کشت مخلوط از معادله شاخص غالبیت (۱۷) استفاده شد. با استفاده از این شاخص رابطه رقابتی بین دو گیاه در کشت مخلوط تعیین می‌شود. جهت تعیین شاخص غالبیت گیاه a که با گیاه b به صورت مخلوط کشت شده است و برعکس، از معادلات زیر استفاده شد.

$$Aa = (Yab / Ya \times Zab) - (Yba / Yb \times Zba) \quad (\text{معادله ۴})$$

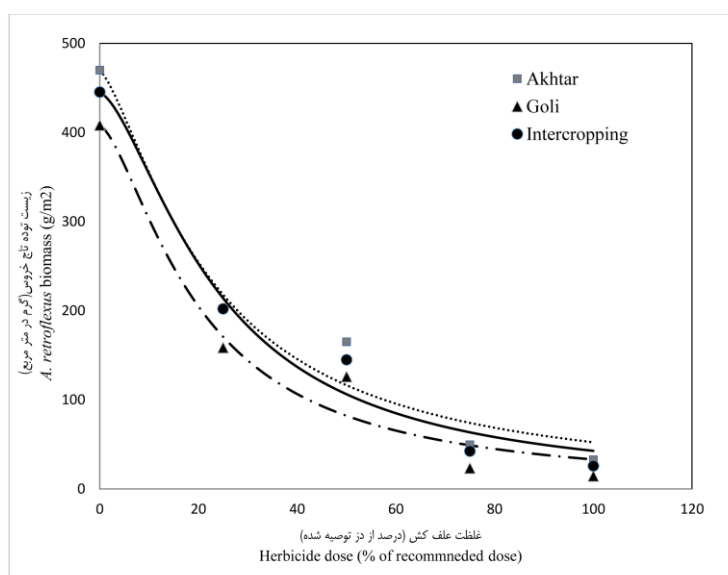
$$Ab = (Yba / Yb \times Zba) - (Yab / Ya \times Zab) \quad (\text{معادله ۵})$$

که در آن:

آن هنگام به صورت ناگهانی کم می‌شود، اما در مورد تاج‌خروس وحشی که حتی دز ۲۵ درصد آن هم بر روی زیست‌توده علف‌های هرز تأثیر بارز دارد، روند منحنی با شیب یکنواخت کاهش پیدا خواهد نمود (شکل ۱).

تأثیر رقم و نوع کشت نیز در کاهش زیست توده علف هرز بدون دخالت علف‌کش قابل توجه بود، به نحوی که پارامتر W که نشانگر توان رقابتی هر سیستم کشت مورد آزمایش در صورت عدم مصرف علف‌کش می‌باشد در ارقام اختر، گلی و کشت مخلوط به ترتیب ۴۶۸، ۴۰۷ و ۴۴۴ گرم بدست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که توان رقابتی رقم گلی نسبت به رقم اختر بالاتر است و می‌توان در سیستم‌هایی که بر پایه‌ی آن نیاز است به منظور کاهش مصرف علف‌کش، گیاه زراعی دارای قدرت رقابت بالایی باشد از آن استفاده نمود.

(۴) پس از ارزیابی تأثیر دزهای مختلف علف‌کش موستانگ (Mustang) در زمان‌های مختلف بر روی علف‌های هرز مزرعه‌ی گندم بهاره عنوان نمودند که هر چه زمان مصرف علف‌کش زودتر صورت گیرد، احتمال موفقیت دزهای پایین‌تر بالاتر می‌رود. با توجه به این نتایج، می‌توان انتظار داشت که با وجود حساسیت بالای تاج‌خروس وحشی به علف‌کش ایمازتاپیر، در صورتی که سمپاشی در مراحل اولیه‌ی رشد این علف‌هرز صورت گیرد، امکان موفقیت کامل از دزهای پایین این علف‌کش دور از انتظار نخواهد بود. شیب منحنی یا روند کاهش ماده خشک علف‌هرز با توجه به افزایش یک واحد در دز علف‌کش در ارقام ایستاده، رونده و کشت مخلوط به ترتیب ۱/۵، ۱/۴ و ۱/۵ محاسبه شد. در صورتی که علف‌کش نسبت به دزهای پایین متحمل باشد، هنگامی که از دزهای بالاتر استفاده شود، وزن خشک علف‌های هرز به یک باره کاهش می‌یابد، لذا شیب منحنی در



شکل ۱- رابطه بین زیست‌توده تاج‌خروس وحشی با افزایش غلظت‌های علف‌کش ایمازتاپیر با کمک رابطه دز-پاسخ استاندارد
Figure 1- Relationship between pigweed biomass and increasing dose of Imazethapyr herbicide described by standard dose-response model

جدول ۱- پارامترهای مربوط به مدل دز- پاسخ رابطه‌ی بین زیست‌توده تاج‌خروس وحشی و غلظت‌های مختلف علف‌کش ایمازتاپیر در ارقام مختلف لوبیا قرمز

Table 1- Parameter estimates of the relationship between Imazethapyr dose and pigweed biomass described by logistic function

ارقام لوبیا Bean cultivar	W0*	Ed50 (e)**	b ***	R ²
اختر Akhtar	468.7(21.2)*	22.5(3.4)	1.39(0.2)	0.95
گلی Goli	407.4(20.3)	20.1(3.5)	1.5(0.33)	0.94
مخلوط Intercropping	444.3(16.4)	23.8(2.5)	1.5(0.2)	0.96

*زیست توده علف هرز تاج خروس وحشی بدون مصرف علف‌کش **غلظت مورد نیاز علف‌کش (%) جهت کاهش زیست توده‌ی تاج خروس وحشی به ۵۰ درصد
*** شیب خط

* Pigweed biomass with no herbicide ** Effective dose to decrease pigweed biomass by 50% *** Slope of the curve

سلمه تره

را نشان می‌دهد در ارقام اختر، گلی و کشت مخلوط به ترتیب ۹۰/۲، ۸۵/۷ و ۷۹/۵ به دست آمد که رقابت بالاتر رقم رونده را هم در کشت خالص و هم در کشت مخلوط نشان می‌دهد.

تاجریزی سیاه

میزان دز لازم برای کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک تاج ریزی سیاه در ارقام اختر، گلی و کشت مخلوط به ترتیب ۶۲/۷، ۵۹/۹ و ۶۸/۸ درصد بدست آمد (جدول ۳). این گیاه نیز مانند سلمه‌تره در دزهای پایین تحمل بالایی به این علف‌کش دارد و دزهای پایین تقریباً اثری بر روی آن ندارند. تاجریزی سیاه گیاهی است که طول دوره بحرانی آن ۹ ماه می‌باشد (۶). همچنین در صورتی که رطوبت در طول فصل مهیا باشد، قادر است در طول سال جوانه‌زنی داشته باشد (۱۳). به همین دلیل مدیریت این علف‌هرز باید در طول فصل ادامه پیدا کند. این گیاه به دلیل تولید انشعابات حجیم، بر سر منابع مختلف از جمله نور، با گیاه زراعی رقابت نموده و بر روی عملکرد تأثیر خواهد گذاشت، لذا استفاده از ارقامی که قدرت تسخیر فضای بالایی دارند می‌تواند در رقابت با این گیاه بسیار مؤثر واقع شوند (۷). در آزمایش انجام گرفته این ویژگی در رقم گلی با تیپ رویشی رونده بارز بود. به نحوی که شیب منحنی یا روند کاهش ماده خشک علف هرز به ازای افزایش یک واحد در دز علف‌کش به ترتیب در ارقام اختر، گلی و کشت مخلوط ۲/۰، ۴/۹ و ۴/۲ بدست آمد. رقم گلی هم در حالت تک کشتی و هم در کشت مخلوط، وزن خشک علف‌های هرز را همسو با اثر دز، با شتاب بالاتری کاهش داد (شکل ۳). تأثیر رقم و نوع کشت بدون مصرف علف‌کش (W_0) به ترتیب در ارقام اختر، گلی و کشت مخلوط ۵۵/۵، ۴۷/۴ و ۴۹/۳ بدست آمد که قدرت رقابت رقم گلی را در کشت خالص و مخلوط تأیید می‌کند. از این رو در مدیریت این علف هرز باید دقت شود که ارقام فضا پرکن به همراه دزهای کاهش یافته علف‌کش، می‌تواند به عنوان ترکیب مدیریتی مناسبی برای کنترل این علف‌هرز قرار گیرد.

میزان دز لازم برای کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک سلمه تره در ارقام اختر، گلی و کشت مخلوط به ترتیب ۶۳/۹، ۶۰/۷ و ۶۰/۱ (%) بود که نشان از حساسیت نه چندان بالای این علف‌هرز به دزهای پایین علف‌کش ایمازتاپیر دارد (جدول ۲). همچنین شیب منحنی یا روند کاهش وزن خشک سلمه‌تره با توجه به افزایش یک واحد در دز علف‌کش در ارقام ایستاده، رونده و کشت مخلوط به ترتیب ۳/۵، ۶/۶ و ۳/۹ به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که رقم رونده با دارا بودن توان پوشاندگی سریع، فضا را از سلمه‌تره گرفته و می‌تواند از این خاصیت در کنار مصرف دزهای پایین‌تر از حد توصیه شده، در کاهش زیست توده این علف هرز استفاده نمود. همچنین با توجه به حساسیت نه چندان زیاد سلمه‌تره به دزهای ۲۵ و ۵۰ درصد، ضریب b ، نسبت به آنچه که در مورد تاج‌خروس وحشی به دست آمد، در همه‌ی ارقام حداقل ۳ برابر بیشتر بود. سلمه‌تره علف‌هرزی است که در شرایط مختلف محیطی قادر به ایجاد اختلال در بسیاری از گیاهان زراعی می‌باشد (۹).

عوامل متعددی در توجیه عامل موفقیت این علف هرز عنوان شده که از مهمترین آن‌ها می‌توان به قدرت تولید بذر زیاد، جوانه‌زنی در طیف وسیعی از شرایط محیطی (۱۱) و قدرت ماندگاری بالای بذر در خاک اشاره کرد. این علف‌هرز علاوه بر رقابت بر سر منابع در طول فصل و کاهش عملکرد محصول، در زمان برداشت نیز با اندام‌های سبز خود عملکرد کیفی محصول را کاهش می‌دهد، همچنین به دلیل قدرت تولید بذر زیاد (۱۹۲ هزار بذر در متر مربع) (۱۱) حضور تک‌بوته‌ی آن نیز می‌تواند در سال‌های بعد موجب تقویت بانک بذر گردد. در این تحقیق، هر چند وزن خشک سلمه‌تره در دز ۷۵ درصد تفاوت چندانی با دز ۱۰۰ درصد نداشت (شکل ۲)، ولی عدم کنترل کامل این علف هرز، از جمله در رقم ایستاده و کشت مخلوط نکته‌ی قابل تأملی است. لذا در مدیریت این علف هرز با دزهای کاهش‌یافته باید دقت کرد که از قدرت رقابت گیاه زراعی، استفاده نمود. با توجه به اینکه پارامتر W که قدرت رقابت گیاه زراعی بدون مصرف علف‌کش

جدول ۲- پارامترهای مربوط به مدل دز- پاسخ رابطه‌ی بین زیست‌توده سلمه تره و غلظت‌های مختلف علف‌کش ایمازتاپیر در ارقام مختلف لوبیا

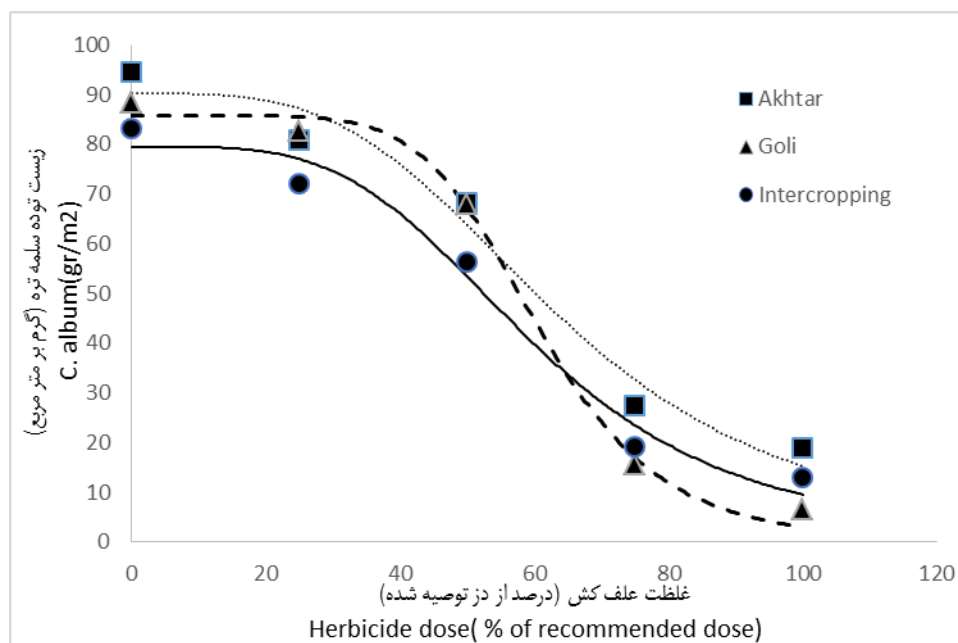
قرمز

Table 2- Parameter estimates of the relationship between Imazethapyr dose and lambsquare biomass described by logistic function

ارقام لوبیا Bean cultivars	W_0^*	$Ed50 (e)^{**}$	b^{***}	R^2
اکتار Akhtar	90.22(4.4)*	63.2(4.06)	3.5(0.7)	0.90
گلی Goli	85.7(2.5)	60.7(1.8)	6.6(0.87)	0.97
مخلوط Intercropping	79.53(4.7)	60.1(4.4)	3.9(0.96)	0.88

*زیست توده علف هرز سلمه تره بدون مصرف علف‌کش **غلظت مورد نیاز علف‌کش (%) جهت کاهش زیست توده‌ی سلمه تره به ۵۰ درصد ***شیب خط

* Lambsquare biomass with no herbicide ** Effective dose to decrease lambsquare biomass by 50 *** Slope of the curve



شکل ۲- رابطه بین زیست توده سلمه تره با افزایش غلظت های علف کش ایمازتاپیر با کمک رابطه دز- پاسخ استاندارد
Figure 2- Relationship between lambsquarter biomass and increasing dose of Imazethapyr herbicide described by standard dose-response model

جدول ۳- پارامترهای مربوط به مدل دز- پاسخ رابطه ی بین زیست توده تاج ریزی سیاه و غلظت های مختلف علف کش ایمازتاپیر در ارقام مختلف لوبیا قرمز

Table 3- Parameter estimates of the relationship between Imazethapyr dose and nightshade biomass described by logistic function

ارقام لوبیا Bean cultivars	W0*	Ed50 (e)**	b ***	R ²
Akhtar اختر	55.5(4.1)	62.7(8.1)	2(0.54)	0.81
Goli گلی	47.4(2.3)	59.9(3.3)	4.95(1.06)	0.91
Intercropping مخلوط	49.3(2.5)	68.8(4.35)	4.02(0.93)	0.88

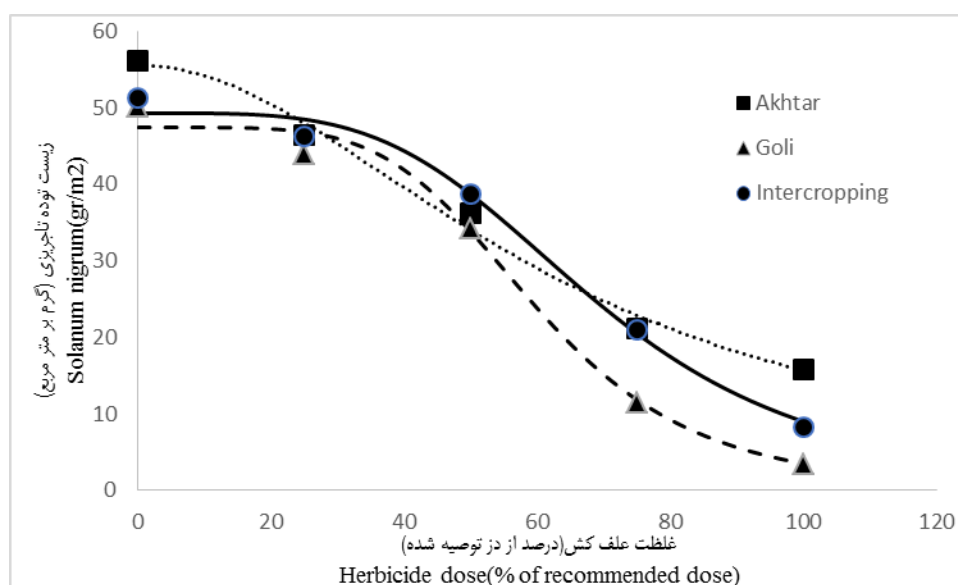
*زیست توده علف هرز تاج ریزی سیاه بدون مصرف **غلظت مورد نیاز علف کش (%) جهت کاهش زیست توده ی تاج ریزی سیاه به ۵۰ درصد *** شیب خط

* Nightshade biomass with no herbicide ** Effective dose to decrease nightshade biomass by 50% *** Slope of the curve

عملکرد لوبیا و مجموع عملکرد نسبی (RYT)

نتایج حاصل از برازش مدل سه پارامتره لجستیک، تأثیر دزهای کاهش یافته ی علف کش بر عملکرد ارقام لوبیا در سیستم های کشت مختلف را به خوبی نشان داد. به طوری که میزان عملکرد در شرایط بدون علف هرز (پارامتر a) در بین ارقام اختر (تیپ رشدی ایستاده)، گلی (تیپ رشدی رونده) و کشت مخلوط به ترتیب ۴۴۷۸، ۴۲۱۶ و ۴۱۶۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۴). از میان دزهای کاهش یافته، تنها در رقم گلی استفاده از دز ۷۵ درصد عملکرد بالایی ۴۰۰۰ کیلوگرم داشت و میزان عملکرد در کاربرد دز ۷۵ درصد در رقم اختر و کشت مخلوط به ترتیب ۳۶۱۷ و ۳۶۴۱ کیلوگرم به دست آمد. مقدار پارامتر X0 یا میزان دز لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد از

عملکرد در ارقام ایستاده، رونده و کشت مخلوط به ترتیب ۵۱/۰۷، ۳۲/۰۱ و ۴۱/۲٪ به دست آمد که نشان دهنده ی قدرت رقم رونده، در رقابت با علف های هرز و پتانسیل تولید حتی در دزهای پایین است. از طرف دیگر عدم مصرف علف کش در همه ی تیمارها عملکرد را به شدت کاهش داد. به طوری که مقدار عملکرد در ارقام ایستاده، رونده و کشت مخلوط در تیمارهای بدون مصرف علف کش به ترتیب ۲۵۷، ۲۶۷ و ۲۷۰ کیلوگرم به دست آمد که نشان دهنده ی قدرت رقابت بسیار ضعیف این محصول در حالتی است که علف کش مصرف نشود. زیرا با مصرف تنها ۲۵ درصد از دز توصیه شده، عملکرد در ارقام ذکر شده به ترتیب ۱۵۰۷، ۲۱۴۸ و ۱۸۹۳ کیلوگرم به دست آمد. این نتایج با توجه به حساسیت تاج خروس وحشی نسبت به دزهای پایین قابل توجیه می باشد (شکل ۴).



شکل ۳- رابطه بین زیست توده تاج ریزی با افزایش غلظت های علف کش ایمازتاپیر با کمک رابطه غلظت-پاسخ استاندارد
Figure 3- Relationship between nightshade biomass and increasing dose of Imazethapyr herbicide described by standard dose-response model

به نحوی که این شاخص در تیمارهای ۷۵، ۱۰۰ و وجین به ترتیب ۰/۹۵، ۰/۸۷ و ۱ بدست آمد که نشان دهنده کارایی منفی کشت مخلوط در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده است (جدول ۵). احتمالاً با توجه به پتانسیل بالای تولید توسط رقم اختر، عملکرد این رقم در کشت مخلوط به دلیل رقابت با علف های در اول فصل و پوشانده شدن توسط رقم گلی در آخر فصل کاهش یافت.

انتظار می رفت که، کشت مخلوط به عنوان یک تیمار مناسب، بتواند با افزایش توان رقابت گیاه زراعی، زیست توده ی علف های هرز را کاهش داده و موجب افزایش عملکرد شود، هر چند زیست توده ی علف های هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص رقم اختر کاهش بیشتری یافت، اما با توجه به نتایج مجموع عملکرد نسبی (RYT) کشت مخلوط تأثیر چندانی بر روی افزایش عملکرد نداشت.

جدول ۴- پارامترهای معادله ی لجستیک رابطه ی دز علف کش ایمازتاپیر و عملکرد دانه

Table 4- Logistic equation parameters, the relationship between imazethapyr dose and grain yield

ارقام لوبیا Bean cultivars	a*	Ed50** (e)	(b) ***	R ²
اختر Akhtar	4478.5(296)	51.07(5.2)	22.6(4.1)	0.93
گلی Goli	4216(187.8)	32.01(3.7)	18.3(3.3)	0.92
مخلوط Intercropping	4165(283.2)	41.2(5.7)	23.7(4.9)	0.90

* حداکثر عملکرد ** دزی از علف کش که باعث کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک علف های هرز می شود *** شیب خط

* Maximum yield, ** Dose of herbicide where the yield reaches 50 percent *** b is the slope of the curve

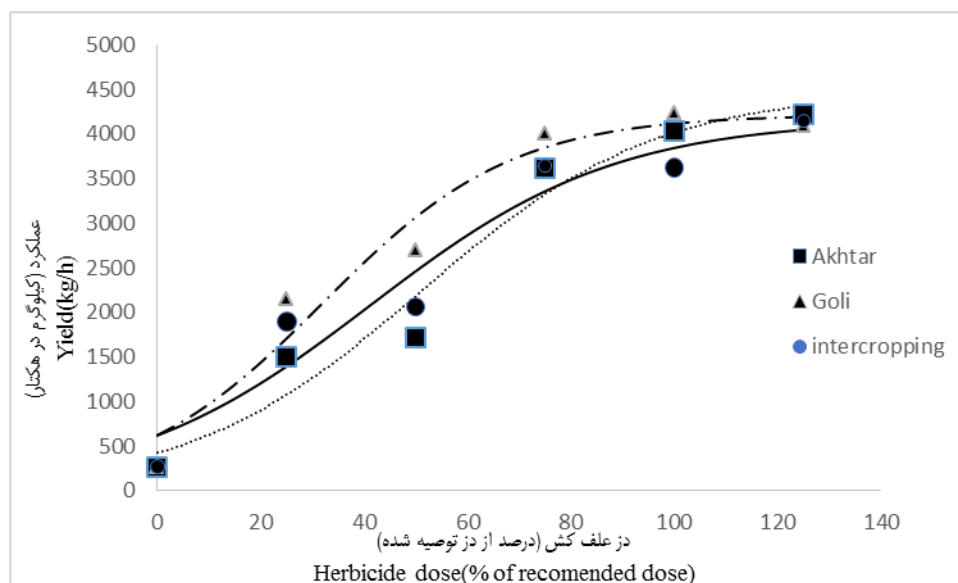
اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می باشد.

Values in parenthesis present standard errors

جدول ۵- مجموع عملکرد نسبی (RYT) در کشت مخلوط ارقام ایستاده و رونده لوبیا قرمز

Table 5- RYT in pure stand and intercropping of Goli (creeping) and Akhtar (upright) bean cultivars.

غلظت توصیه شده Recommended dosag	%0	25%	50%	75%	100%	وجین Weed free
RYT	1.03	1.03	0.94	0.95	0.87	1



شکل ۴- تأثیر غلظت‌های کاهش یافته‌ی علف‌کش ایمازتاپیر بر عملکرد ارقام اختر (ایستاده) و گلی (رونده) در حالت خالص و مخلوط
Figure 4- Effect of Reduced doses of Imazethapyr herbicide in pure stand and intercropping of Goli (creeping) and Akhtar (upright) bean cultivars

انتظار می‌رفت، به واسطه‌ی اینکه رقم اختر مورد تهاجم رقم گلی قرار گرفت، حاصل نشد. اما این شاخص در مورد رقم گلی مثبت به دست آمد، لذا انتظار می‌رود در صورتی که در این سیستم کشت مخلوط از یک رقم ایستاده‌ی دیگر که پتانسیل عملکرد کمتر ولی پایداری عملکرد بالاتری داشته باشد استفاده گردد، علاوه بر اینکه سودمندی کشت مخلوط افزایش پیدا کند، برداشت رقم رونده نیز تسهیل گردد.

شاخص غالبیت یا درجه تهاجم

با توجه به نتایج حاصل شده، غالبیت یا درجه‌ی تهاجم رقم رونده‌ی گلی نسبت به رقم ایستاده‌ی اختر در اغلب غلظت‌ها بیشتر بود. همچنین بالاترین مقدار این تهاجم در تیمار وجین به میزان ۰/۲۳ به دست آمد. با توجه به پتانسیل بالای عملکرد در رقم ایستاده اختر، این رقم در کشت مخلوط مورد تهاجم رقم رونده‌ی گلی قرار گرفت، لذا سودمندی نسبی عملکردی که در تیمار کشت مخلوط

جدول ۶- میزان غالبیت رقم گلی نسبت به رقم اختر در کشت مخلوط ارقام ایستاده و رونده لوبیا قرمز
Table 6- Dominant rate of Goli to the Akhtar in pure stand and intercropping of bean cultivars.

غلظت توصیه شده Recommended dose	0%	25%	50%	75%	100%	وجین Weed free
شاخص غالبیت Dominance index	0.01	0.02	-0.03	0.09	0.07	0.23

این علف‌کش، باید حساسیت علف‌های هرز را مد نظر قرار داد. استفاده از رقم لوبیا دارای قدرت رقابت بالا که بتواند سطح زمین را با گسترش تاج پوشش خود، پوشانده و با علف‌های هرز رقابت نماید، می‌تواند مکمل خوبی در تلفیق با غلظت‌های کاهش یافته باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که در این رابطه رقم رونده‌ی گلی، پتانسیل بهتری دارد که در تلفیق با غلظت‌های کاهش یافته‌ی علف‌کش ایمازتاپیر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که حساسیت علف‌های هرز به دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر با توجه به نوع گونه متفاوت است، به نحوی که زیست توده تاج خروس وحشی نسبت به سلمه تره و تاجریزی سیاه، در پاسخ به دزهای کاهش یافته این علف‌کش بیشتر تحت تأثیر قرار گرفت و حتی کاربرد ۲۵ درصد از دز توصیه شده این علف‌کش، زیست توده‌ی تاج خروس وحشی را بیش از ۵۰ درصد کاهش داد. از این رو در استفاده از دزهای کاهش یافته‌ی

- 1- Amini R. A., and Fateh E. 2011. Effect of Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on Growth Indices and Yield of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris*) Cultivars. Journal of Agricultural and Sustainable, (University of Tabriz) WinterR, Volume 20/2, Number 4; Page(s).
- 2- Auskalnys A., and Kadzys A. 2006. Effect of timing and dosage in herbicide application on weed biomass in spring wheat. Agronomy Research. (Special issue): Page, 133-136.
- 3- Bastiaans L., Kropff M. j., Goudriaan J., and Van Laar H. H. 2000. Design of weed management systems with a reduced reliance on herbicides poses new challenges and prerequisites for modeling crop±weed interactions. Field Crop Research, 67: 161-179.
- 4- Blackshaw R. E., and Esau R. 1991. Control of annual broadleaf weeds in pinto beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology, 5: 532-538.
- 5- Blackshaw R. E., Louis J., Molnar H., Henning M., Saindon G., and Xiangju L. 2000. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology, 14: 327-336.
- 6- Blackshaw R. E., O'Donovan J. T., Harker K. N., Clayton G. W., and Stougaard R. N. 2006. Reduced herbicide doses in field crops: a review. Weed Biology and Management, 6: 10-17.
- 7- Gibson K. D., Johnson W. G., and Hillger D. E. 2005. Farmer perceptions of problematic corn and soybean weeds in Indiana. Weed Technology, 19: 1065-1070.
- 8- Kim D. S., Brain P., Marshall E. J. P., and Caseley J. C. 2000. Modelling herbicide dose and weed density effects on crop: weed competition, Weed Research.
- 9- Mulugeta D., and Stoltenberg D. E. 1998. Influence of cohorts on *Chenopodium album* demography. Weed Science, 46: 65-70.
- 10- Oveisi M., Rahimian Mashhadi H., Yousefi A. R., Alizade H., Baghestani M. A., and Gonzalez-Andujar J. L. 2013. Predicting maize yield in a multiple species competition with *X. strumarium* and *A. retroflexus*: Comparing of approaches to modeling herbicide performance. Volume, 45: 15-21.
- 11- Quakenbush L. S., and Andersen R. N. 1984. Distribution and biology of two nightshades (*Solanum* spp.) in Minnesota. Weed Science, 32: 529-533.
- 12- Ritz C., and Streibig J. C. 2005. Bioassay Analysis using R. J. Statist. Software, Vol 12, Issue 5.
- 13- Swanton C. J., and Weise S. F. 1991. Integrated weed management. Ontario Crop Producer-Special Issue, P. 21.
- 14- Wiley R.W. 1979. Intercropping: Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantage. Field Crop Abstract, 32: 1-410.
- 15- Zhang Z.H., Weaver S.E., and Hamill A.S. 2000. Risks and reliability of using herbicides at below-labelled rates. Weed Technol, 14: 106-115.

تأثیر آفتاب‌دهی خاک بر کنترل علف‌پشمکی (*Bromus tectorum* L.) در منطقه بیرجند

سید اسماعیل روانگرد^۱ - سید وحید اسلامی^{۲*} - سهراب محمودی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۹

چکیده

این آزمایش جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک بر کنترل علف‌هرز علف‌پشمکی (*Bromus tectorum* L.) آزمایشی در تابستان سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل شامل ۱- تعداد لایه پلاستیک شفاف در سه سطح (شاهد بدون پوشش پلاستیک، یک لایه پلاستیک و دو لایه پلاستیک) ۲- مدت زمان آفتاب‌دهی با سه سطح (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) ۳- عمق دفن بذر علف‌هرز علف‌پشمکی در چهار سطح (صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری خاک) در سه تکرار اجرا شد. نمونه‌های بذر به ترتیب پس از دوره‌های مختلف آفتاب‌دهی از اعماق مختلف خاک به آزمایشگاه منتقل شدند. بذرهایی که در مزرعه جوانه زده بودند شمارش، و آزمایش جوانه‌زنی سایر بذور در تمام تکرارها و تیمارها پس از آماده‌سازی در ژرمیناتور انجام شد. در طول دوره جوانه‌زنی، شاخص‌های همچون سرعت جوانه‌زنی، درصد زوال و درصد بذور جوانه‌زده اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد آفتاب‌دهی خاک سبب افزایش قابل توجه دما (به میزان ۶/۳ تا ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد) نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین درصد زوال بذور در تیمار دو لایه پلاستیک بدست آمد. درصد زوال بذر با طولانی‌تر شدن زمان آفتاب‌دهی افزایش، و با عمیق‌تر شدن دفن کاهش یافت. به طور کلی آفتاب‌دهی قابلیت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز علف‌پشمکی را کاهش، و در نهایت باعث کنترل معنی‌دار آن شد. با توجه به نتایج این تحقیق آفتاب‌دهی می‌تواند به عنوان یک روش کنترل غیرشیمیایی برای مهار علف‌هرز علف‌پشمکی به ویژه در نقاط گرم و خشک کشور به کار رود.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، زوال بذر، کنترل غیرشیمیایی، مالچ

مقدمه

علف‌های هرز یکی از اجزای مهم سیستم‌های تولید گیاهان زراعی هستند که به منظور استفاده بیشتر و بهتر از منابعی مانند خاک، آب، مواد غذایی و نور به طور مستقیم و غیرمستقیم با گیاهان زراعی رقابت نمود و در اغلب موارد کمیت و کیفیت محصول را کاهش می‌دهند. اختلاط دانه علف‌های هرز به خصوص انواع سمی و اندام‌های رویشی آنها با گیاهان زراعی در موقع برداشت، کیفیت و ارزش محصول را کاهش می‌دهند (۱۰). علف‌های هرز در سیستم‌های زراعی خسارت‌های قابل توجهی بر کشاورزان تحمیل می‌کنند. خسارت علف‌های هرز به محصولات زراعی از ۱۰ درصد (در شرایطی با آلودگی کم) تا ۱۰۰ درصد (در شرایطی با آلودگی بالا) و بسته به گونه علف‌هرز، گیاه زراعی و همچنین نوع روش مدیریتی متغیر می‌باشد (۲۲).

علف‌های هرز از مواد غذایی و رطوبت خاک، انرژی خورشیدی و

فضایی که در صورت عدم وجود آنها در اختیار محصول اصلی قرار می‌گرفت استفاده می‌کنند. همچنین میزبان تعداد زیادی از آفات و بیماری‌های گیاهی هستند که موجب دگرآسیبی، کاهش کیفیت محصول و افزایش هزینه‌های تولید می‌شوند (۹). علف‌پشمکی (*Bromus tectorum* L.) از علف‌های هرز مهم مزارع توتون، گندم، جو، پنبه و چغندر قند به شمار می‌رود. این علف‌هرز یکساله به ارتفاع ۱۰ تا ۷۵ سانتی‌متر، که غلاف و پهنک برگ‌های آن از کرک‌های نرم و فشرده‌ای پوشیده شده و دارای زبانک کوتاه است. گل آذین آن خوشه‌ای مرکب باریک و آویزان بوده و دارای سنبلچه‌های شمشیری و کشیده با ریشک‌های یک تا یک و نیم سانتی‌متری بنفش است. علف‌پشمکی فقط از راه بذر قابل تکثیر است (۳). گلدهی اواسط فروردین تا اواسط تیر ماه و علف‌هرز اکثر محصولات سرتاسر منطقه خاورمیانه است (۲۵). هرچند از دهه ۱۹۴۰ میلادی به بعد و به دنبال تولید علف‌کش‌های انتخابی، تحول قابل توجهی در مدیریت علف‌های هرز حاصل شد، اما امروزه مشکل مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، از بین رفتن گونه‌های مفید و آلودگی محیط زیست از جمله مواردی هستند که ضرورت کاهش مصرف سم و جایگزینی آن با روش‌های غیرشیمیایی مدیریت علف‌های هرز را دو چندان می‌سازند

۱- مربی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور

۲ و ۳- دانشجویان گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

(Email: sveslami@birjand.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jpp.v31i4.44074

(۱). با توجه به مشکلات ناشی از کاربرد علفکش‌ها، امروزه تمایل زیادی برای توسعه راهکارهای جایگزین برای مدیریت علف‌های هرز به وجود آمده است. یکی از روش‌های مدیریت علف‌های هرز در مناطق با تابش بالا، آفتاب‌دهی خاک است (۲۷). آفتاب‌دهی خاک یکی از روش‌های فیزیکی و مبتنی بر دو عامل دما و رطوبت است. دمای زیاد خاک و مدت زمان قرار گرفتن بذور علف‌هرز در معرض این دما، عوامل اصلی کاهش دهنده جمعیت بذور علف‌هرز در خاک مرطوب هستند (۷). آفتاب‌دهی با افزایش دمای سطح خاک، زوال بذور را افزایش داده و سازوکارهای فرعی ناشی از مرگ حرارتی شامل غیرفعال سازی آنزیم‌های تنفسی، تخریب سنتز پروتئین و نیز خسارت به اسیدهای نوکلئیک را سبب می‌شود (۲۷). این روش شامل حرارت دادن خاک با گرفتن انرژی تابشی از خورشید به مدت چهار تا شش هفته در طول دوره تابستان که خاک حداکثر نور مستقیم خورشید را دریافت می‌کند می‌باشد. این فن‌آوری هیچگونه پسماندهای شیمیایی سمی در خاک به جا نمی‌گذارد و روشی ساده، بی‌خطر و سازگار با محیط زیست است و براحتی آن را در باغ‌ها و مزارع در مقیاس کوچک یا بزرگ اعمال کرد (۱۵). آفتاب‌دهی خاک هم راستا با تولید محصولات ارگانیک بوده و افزایش قیمت این محصولات، هزینه آفتاب‌دهی خاک را جبران می‌کند (۲۸). در فلوریدای آمریکا بعد از یک دوره آفتاب‌دهی روی کرت‌ها محصولات مختلفی کشت کردند. تراکم علف‌های هرز در کرت‌هایی که بعد از دوره آفتاب‌دهی در آنها گوجه فرنگی کشت شده بودند ۷/۸ درصد و در کرت‌های شاهد ۳۴/۹ درصد بود یعنی تراکم علف‌های هرز در کرت‌های آفتاب‌دهی شده نسبت به کرت‌های شاهد ۲۷/۱ درصد کمتر بودند. همچنین بعد از یک سال جمعیت علف‌های هرز در کرت‌های آفتاب‌دهی شده کمتر بود (۲۳). آفتاب‌دهی با کاهش ورود ماشین آلات به داخل زمین برای وجین و سمپاشی علف‌های هرز، سبب بهبود ساختمان خاک می‌شود که در نتیجه آن ساختمان خاک کمتر تخریب شده و هزینه‌های ماشین آلات هم کاهش می‌یابد (۲۰). با توجه به دماهای بالا و روزهای آفتابی در طی تابستان در مناطق خشک و نیمه خشک کشور و همچنین اهمیت روش‌های مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز، این مطالعه جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک، روی کنترل علف‌هرز علف پشمکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک بر وضعیت جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌هرز علف‌پشمکی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در تابستان سال ۱۳۸۹ اجرا شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل تعداد لایه پلاستیک شفاف در سه سطح شامل صفر (زمین بدون

پوشش، شاهد)، یک و دو لایه پلاستیک و عامل مدت زمان آفتاب دهی با سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز و عامل عمق دفن بذر علف‌هرز علف‌پشمکی در چهار سطح صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر در سه تکرار اجرا شد. جمع‌آوری نمونه‌های بذر علف‌هرز علف‌پشمکی در آبان ماه سال ۱۳۸۸ از میان مزارع پنبه روستای امیرآباد و مزارع تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. بذور مورد نظر تا زمان انجام آزمایش‌ها در شرایط تاریکی در آزمایشگاهی با شرایط طبیعی و دمای $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ نگهداری شدند. قبل از شروع آزمایش آزمون جوانه‌زنی صورت گرفت و مشخص شد که ۳۰ درصدی از بذور داری خواب هستند. شکستن خواب با روش سرمادهی مرطوب به مدت دو هفته و در دمای $+1$ و -8 درجه سانتی‌گراد انجام شد. آزمون جوانه‌زنی بعد از شکستن خواب نشان داد بیش از ۹۵ درصد بذور در ژرمیناتور جوانه زدند. آزمایش آفتاب‌دهی خاک، در دو بخش مزرعه‌ای و آزمایشگاهی انجام شد.

بخش مزرعه‌ای

به منظور تعیین بافت خاک، PH، EC و عناصر غذایی خاک قبل از عملیات کاشت، نمونه‌گیری از اعماق صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت و خصوصیات خاک در آزمایشگاه تعیین شد. در آخر دوره آفتاب‌دهی، آزمایش خاک انجام شد تا اثرات آفتاب‌دهی روی تغییرات EC و عناصر غذایی مشخص گردد. قبل از اعمال تیمارها زمین را شخم و دیسک زده، سپس تمام مزرعه به روش غرقابی آبیاری شد بطوری که تا عمق حداقل ۵۰ تا ۶۰ سانتی متری خاک مرطوب شد. آب مورد نیاز از چاه آب شیرین در مزرعه تحقیقاتی تأمین شد. زمین مورد نظر سال قبل از کاشت به صورت آیش بود و در سال اجرای تحقیق هیچ کودی به آن داده نشد. در ۱۵ تیرماه ۱۳۸۹ بعد از آماده‌سازی بستر و کرت‌بندی زمین، بذور به طور تصادفی در هر تیمار یک کیسه (توری‌های مشبک از جنس پلاستیک) به ابعاد ۷ در ۷ سانتی‌متر حاوی ۲۵ عدد بذر در اعماق مورد نظر دفن شد. برای استقرار و پیشگیری از جابجایی کیسه‌های سطح خاک (در کرت‌های شاهد) توسط باد از شاخص‌های فلزی استفاده شد. بعد از آبیاری مجدد پوشش‌های پلاستیکی شفاف به ضخامت ۰/۵ میلی‌متر، بر روی هر کرت قرار گرفت. ابعاد قطعات که روی آنها پلاستیک کشیده شد $1/5 \times 1/5$ متر بود و حاشیه‌های پلاستیک (از هر طرف ۲۵ سانتی‌متر) نیز با خاک مزرعه پوشانده شدند تا اتلاف حرارت حاصل از تابش آفتاب کاهش یابد. هاگان و گازاوی (۱۱) بیان کردند که لبه‌های پلاستیک باید ۷/۵ تا ۱۵ سانتی متر زیر خاک برده شود تا تبادل حرارتی صورت نگیرد و همچنین توسط باد کنده و پاره نشود. درجه حرارت زیر پوشش‌های پلاستیکی یک لایه، دو لایه و شاهد در طول زمان اجرای طرح بصورت روزانه

Genstat 9th^۲ و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

اثرات آفتاب‌دهی خاک بر میزان تغییرات عناصر غذایی و درجه حرارت خاک

بر طبق داده‌های آزمایش، خاک دارای بافت لومی و ساختمان توده‌ای متراکم بود. بافت خاک شامل ۲۵ درصد رس، ۳۲ درصد سیلت و ۴۳ درصد شن بود. نتایج نشان داد که آفتاب‌دهی باعث ایجاد تغییرات در خصوصیات و عناصر موجود در خاک شد (جدول ۱). چن و کاتان (۶) بیان داشتند با افزایش دمای خاک سرعت تجزیه و معدنی شدن مواد آلی خاک زیاد می‌شود و این موضوع باعث افزایش ضریب هدایت الکتریکی محلول خاک بعد از آفتاب‌دهی می‌گردد. آفتاب‌دهی تغییرات زیادی در خاصیت بیولوژیک، فیزیکی و شیمیایی خاک ایجاد می‌کند (۱۳).

نتایج نشان داد بیشترین اختلاف دمایی بین تیمار شاهد (بدون پوشش) و تیمار دو لایه پلاستیک در روز ششم آفتاب‌دهی و در سطح خاک به میزان ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد (دو لایه ۵۹/۹ و شاهد ۴۴/۸ درجه سانتی‌گراد) بود و میزان اختلاف دما در تیمار یک لایه پلاستیک و شاهد در همین روز ۸/۳ درجه سانتی‌گراد (یک لایه ۵۱/۶ درجه سانتی‌گراد) شد. در همین زمان اختلاف دما بین تیمار دو لایه پلاستیک و تیمار شاهد در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک ۶/۳ درجه سانتی‌گراد بود که نشان دهنده کاهش درجه حرارت با افزایش عمق خاک می‌باشد. در آزمایشی پوشش پلاستیکی، سبب افزایش دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد در کرت‌های آفتاب‌دهی شده، در مقایسه با کرت‌های آفتاب‌دهی نشده گردید. در کرت‌های آفتاب‌دهی شده درجه حرارت در ساعت دو بعد از ظهر در عمق پنج سانتی‌متری ۵۲ درجه سانتی‌گراد، و در کرت‌های آفتاب‌دهی نشده ۳۶ درجه سانتی‌گراد بود (۱۶). در مطالعه دیگری اختلاف دمای بین تیمار شاهد و آفتاب‌دهی را ۸ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند (۲۶).

تأثیر آفتاب‌دهی خاک بر درصد جوانه‌زنی و زوال بذور علف‌پشمکی

نتایج نشان داد که اثر آفتاب‌دهی خاک بر بیشتر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری، شامل درصد جوانه‌زنی در مزرعه و آزمایشگاه و درصد زوال بذور معنی‌دار بود (جدول ۲).

در ساعت یک بعد از ظهر به وسیله دماسنج قابل حمل خاک در عمق‌های مربوطه ثبت گردید. دماسنج مربوطه دارای یک سنسور اسنوانه‌ای فلزی، با طول ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۰/۳ سانتی‌متر بود که با فرو بردن در عمق مربوطه دما را اندازه‌گیری می‌کرد و بلافاصله سوراخ مربوطه در تیمارهای با پوشش‌های پلاستیکی با چسپ نواری ترمیم شد. طول هر بلوک ۳۰ متر، عرض آن ۱/۵ متر، فاصله بین بلوک‌ها از یکدیگر ۱/۵ متر و تعداد کرت در هر بلوک نیز ۳۶ عدد بود. اندازه هر کرت ۰/۷۵ × ۰/۷۵ متر یا ۰/۵۶ متر مربع بود. نمونه‌های بذور به ترتیب در تاریخ‌های پایان تیر ماه، ۱۵ مرداد ماه و پایان مرداد ماه از اعماق مختلف خاک بیرون آورده (در همان روز نمونه‌برداری) و به آزمایشگاه منتقل شدند. بذرهایی که در مزرعه جوانه‌زده بودند از بذرهایی دیگر جدا و سپس شمارش شدند (۵).

بخش آزمایشگاهی

جهت انجام آزمایش‌های جوانه‌زنی بذور در آزمایشگاه از دستگاه ژرمیناتور^۱ با درجه حرارت ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد (شب/روز) استفاده گردید. در طول دوره جوانه‌زنی، فاکتورهای سرعت جوانه‌زنی، درصد زوال و درصد بذور جوانه‌زده در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذور از روش ماگویر (۱۳) استفاده شد.

$$GR = (G1T1 - 1 + G2T2 - 1 + \dots + GnTn - 1) \quad (۱)$$

GR: سرعت جوانه‌زنی بذور

G: تعداد بذور جوانه‌زده در روز nام

T: زمان (روز ۱ تا nام پایان جوانه‌زنی)

بذور جوانه‌زده جداگانه خشک و با استفاده از فشار با انبرک کوچک (پنس)، بذور زوال یافته مشخص شدند. بدین معنی که اگر بذور زیر فشار ملایم انبرک ثابت باقی ماند و از هم نپاشید به معنای سالم بودن بذور در نظر گرفته می‌شد (۱۳). البته در مرحله نهایی جهت اطمینان از زوال یا زنده بودن بذور از آزمون تترازولیوم استفاده شد. این آزمون بر اساس قابلیت حیات بیوشیمیایی است و فعالیت متابولیکی و تنفسی را در سلول‌های بذور در حال آبنوشی یا جذب آب تعیین می‌کند (۸). در این راستا ابتدا بذرها به طور جانبی برش داده شد تا جنین بهتر در معرض ماده شیمیایی قرار گیرد. سپس در محلول یک درصد تترازولیوم با pH شش تا هفت، در دمای ۳۰ درجه انکوباتور و در پوشش فویل آلومینیومی به مدت سه تا چهار ساعت خیس‌اندازه شدند. پس از ظهور رنگ محلول تترازولیوم تخلیه و بذور دو تا سه مرتبه در آب شستشو و مورد بررسی قرار گرفتند. بذوری که تمام سطح آن یا دو سوم آن رنگ گرفته بود، سالم و در غیر این صورت مرده تلقی گردیدند (۲). تجزیه آماری داده‌ها به وسیله نرم‌افزار

۲- یکی از رایجترین نرم‌افزارهای آماری در علوم کشاورزی

جدول ۱- خصوصیات خاک محل آزمایش قبل و بعد از اجرای آفتاب‌دهی خاک

Table 1- Soil properties tested before and after the implementation of soil solarization

خصوصیات خاک Soil properties	EC (dS/m)	pH	غلظت Na (mEq/L)	غلظت Ca با Mg (mEq/L)	SAR (mmol/L) ^{0.5}
قبل از آفتاب‌دهی (Before soil solarization)	7.2	7.8	43	32	10.75
بعد از آفتاب‌دهی (After soil solarization)	8.2	7.4	50	37	11.62

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات عوامل آفتاب‌دهی خاک بر درصد جوانه‌زنی در مزرعه، آزمایشگاه و زوال بذر علف‌پشمکی

Table 2- Analysis of variance (mean squares) of the effects of soil solarization factors on the germination percentage in the field, laboratory and decay of downy brome seed

میانگین مربعات (MS)				
منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	درصد جوانه‌زنی در مزرعه Germination in field (%)	درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه Germination in laboratory (%)	بذور زوال یافته Seed decay (%)
بلوک (Block)	2	2.81	5.48	3.11
Solarization times (T) مدت زمان آفتاب‌دهی	2	59.70 ^{ns}	491.25 ^{**}	883.11 ^{**}
Plastic layers (L) تعداد لایه پلاستیک	2	5209.92 ^{**}	14382.81 ^{**}	44325.77 ^{**}
Burial depth (D) عمق دفن	3	11869.43 ^{**}	2965.48 ^{**}	5524.69 ^{**}
T x L	4	70.59 ^{ns}	21.25 ^{ns}	112.88 [*]
T x D	6	452.98 ^{**}	126.22 ^{**}	165.28 ^{**}
D x L	6	2105.43 ^{**}	4350.22 ^{**}	1983.06 ^{**}
T x D x L	12	206.98 ^{**}	44.96 ^{**}	75.54 [*]
خطا (Error)	70	40.14	11.88	32.06

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند
^{ns}, * and ** Non-significant and significant at 5% and 1% level of probability respectively

جدول ۳- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و پوشش پلاستیک روی درصد جوانه‌زنی بذر علف‌پشمکی در مزرعه

Table 3- The Interactions between the three factors of burial depth, solarization times and number of layers of plastics on the percentage of downy brome seed germination in the field

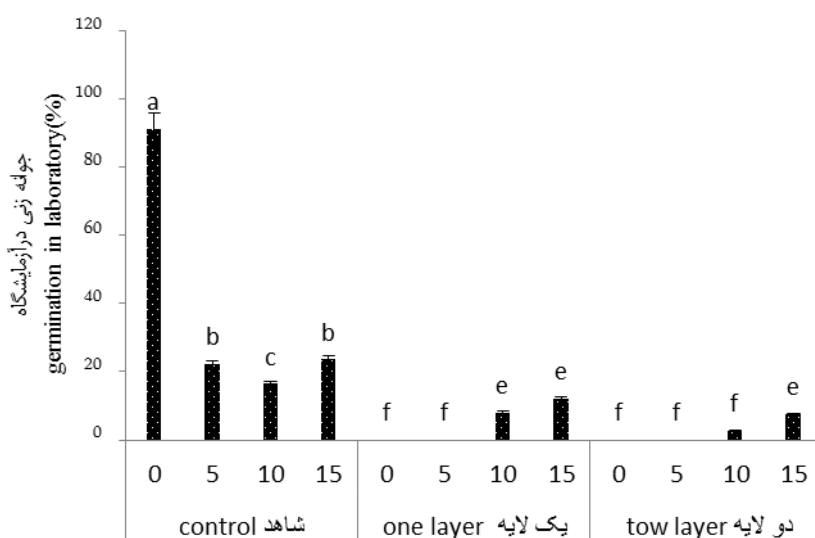
مدت آفتاب‌دهی Solarization times (day)	پوشش پلاستیک (Plastic cover)	عمق دفن (cm) Burial depth			
		0	5	10	15
15	شاهد (Uncovered)	2.66 ^{op}	76 ^{ab}	81.33 ^a	66.66 ^{bc}
	یک لایه (1-layer)	37.33 ^{hig}	32 ^{jk}	34.66 ^{ijk}	37.33 ^{hig}
	دو لایه (2-layer)	26.66 ^{op}	20 ^{lm}	46.66 ^{efgh}	42.66 ^{ghi}
30	شاهد (Uncovered)	8 ^{nop}	76 ^{ab}	81.33 ^a	69.33 ^{bc}
	یک لایه (1-layer)	12 ^{mno}	18.66 ^{lm}	49.33 ^{efg}	49.33 ^{efg}
	دو لایه (2-layer)	8 ^{nop}	14.66 ^{mn}	52 ^{defg}	53.33 ^{def}
45	شاهد (Uncovered)	16 ^{mn}	73.33 ^{ab}	76 ^{ab}	72 ^{ab}
	یک لایه (1-layer)	1.33 ^p	18.66 ^{lm}	45.33 ^{fgh}	60 ^{cd}
	دو لایه (2-layer)	0 ^p	8 ^{nop}	46.66 ^{efgh}	60 ^{cd}

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
 Similar letters indicate a don't have significant differences at the 5% probability level

بذور در مزرعه در اعماق پایین خاک مشاهده شد با توجه به اینکه در این اعماق مقدار درجه حرارت خاک کمتر از سطح خاک بوده بذور

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد در تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک بیشترین درصد جوانه‌زنی

آزمایشگاه در تیمار شاهد مشاهده شد و بین تیمار شاهد و تیمارهای یک و دو لایه پلاستیک در تمامی اعماق آزمایش اختلاف معنی‌دار بود. در سطح خاک و در عمق پنج سانتی‌متری در تیمارهای یک و دو لایه پلاستیک هیچ کدام از بذره‌های علف‌پشمکی قادر به جوانه زنی در آزمایشگاه نبودند به نظر می‌رسد که درجه حرارت حاصل از آفتاب‌دهی خاک بذور علف‌پشمکی را در تیمارهای مورد اشاره از بین برده است (شکل ۱). لایه هوای بین دو لایه پلاستیک به عنوان عایق عمل کرده و از هدر رفتن گرمای زیر پلاستیک جلوگیری می‌کند (۲۰).



شکل ۱- اثر متقابل عمق دفن بذرها (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری خاک) و تعداد لایه پلاستیک بر درصد جوانه‌زنی بذور علف‌پشمکی در آزمایشگاه. ستون‌ها با حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند (خطوط عمودی خطای استاندارد داده‌های مشاهده شده را نشان می‌دهد)

Figure 1- Interaction effects burial depth (0, 5, 10 and 15 cm of soil) and number of layers plastic of on the percentage of downy brome seed germination in the laboratory. Columns with the same letter at least one least significant difference test (FLSD) are not any significant difference in the level of 5% (The vertical lines indicate the standard error of the observed data)

متری خاک کافی است اما برای از بین بردن بذور اعماق ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری دوره ۴۵ روزه آفتاب‌دهی خاک لازم است. رستم و همکاران (۲۴) گزارش کردند که پاسخ گونه‌های مختلف به مدت آفتاب‌دهی متفاوت است. در آزمایشی درصد جوانه‌زنی سلمه تره (*Chenopodium album*) در ۲، ۴ و ۶ هفته آفتاب‌دهی نسبت به شاهد بدون آفتاب‌دهی به ترتیب ۳۰، ۸۲ و ۸۶ درصد کاهش یافت که این روند برای خرفه (*Portulaca oleracea* L.) ۳۵، ۶۶ و ۷۷ درصد و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) ۳۸، ۷۲ و ۸۲ درصد و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) ۶۵، ۸۴ و ۸۵ درصد بود با توجه به اینکه خردل وحشی یک گونه زمستانه است احتمالاً تحمل پذیری کمتری به دمای بالای خاک دارد. کومار و

کمتر آسیب دیده‌اند. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور در مزرعه در تیمار شاهد (در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک به میزان ۸۱/۳۳ درصد)، و کمترین میزان به ترتیب در تیمار دو لایه (صفر) و یک لایه پلاستیک (هشت درصد) در ۴۵ روز پس از آفتاب‌دهی در سطح خاک مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد دمای زیاد حاصل از مدت زمان آفتاب‌دهی خاک از جوانه‌زنی ممانعت کرده و این بذور قوه نامیه خودشان را از دست داده‌اند. افزایش زمان آفتاب‌دهی موجب کنترل بهتر علف‌های هرز نسبت به شاهد می‌شود (۲). نتایج نشان داد بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی بذور در

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه در تیمار شاهد در سطح خاک، پس از ۱۵ روز آفتاب‌دهی بدست آمد. به نظر می‌رسد عدم وجود رطوبت کافی در سطح خاک بدون پوشش (شاهد) مانع جوانه‌زنی بذور این علف‌هرز در سطح خاک مزرعه شده و زمانی که دوباره در آزمایشگاه شرایط جوانه‌زنی برای آنها فراهم شد جوانه زدند. در ۳۰ روز پس از آفتاب‌دهی در عمق ۱۰ سانتی‌متری و ۴۵ روز پس از آفتاب‌دهی در تمام اعماق تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک هیچ کدام از بذره‌های علف‌پشمکی قادر به جوانه‌زنی در آزمایشگاه نبودند (جدول ۴). می‌توان نتیجه گرفت که دوره ۱۵ روزه آفتاب‌دهی خاک برای از بین بردن بذور سطح خاک و عمق پنج سانتی-

شارما (۱۷) نیز نتایج مطلوبی از آفتاب‌دهی خاک در کنترل اکثر علف‌های هرز، مخصوصاً علف‌های هرز یکساله گرفتند اما در کنترل *Cyperus esculentus* L.) نتایج رضایت بخش نبود. از تمامی بذور علف‌های هرزی که سالانه وارد بانک بذر می‌شود ۹۵ درصد را علف‌های هرز یکساله تشکیل می‌دهند و تنها چهار درصد از آنها جزء علف‌های هرز چند ساله می‌باشند (۲۷).

جدول ۴- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و تعداد لایه پلاستیک روی درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه بذر علف‌پشمکی
Table 4- The Interactions between the three factors of effects burial depth, solarization times and number of layers plastic of on the percentage of downy brome seed germination in the laboratory

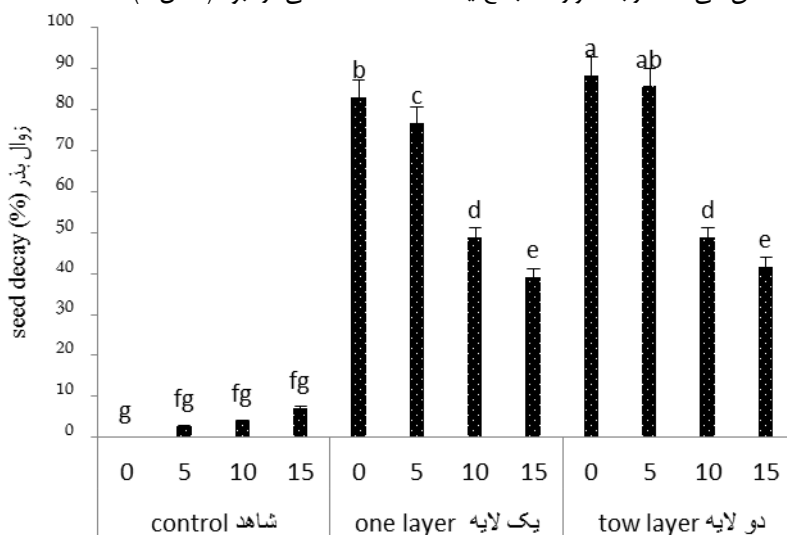
مدت آفتاب‌دهی Solarization times (day)	پوشش پلاستیک (Plastic cover)	عمق دفن (cm) Burial depth (cm)			
		0	5	10	15
15	شاهد (Uncovered)	97.33 ^a	22.66 ^{de}	16 ^{fg}	29.33 ^c
	یک لایه (1-layer)	0 ^j	0 ^j	18.66 ^{defg}	22.66 ^{de}
	دو لایه (2-layer)	0 ^j	0 ^j	8 ^{hi}	16 ^{fg}
30	شاهد (Uncovered)	92 ^a	21.33 ^{def}	14.66 ^g	24 ^{cd}
	یک لایه (1-layer)	0 ^j	0 ^j	5.33 ^{ij}	13.33 ^{gh}
	دو لایه (2-layer)	0 ^j	0 ^j	0 ^j	6.66 ⁱ
45	شاهد (Uncovered)	84 ^b	22.66 ^{de}	18.66 ^{defg}	17.33 ^{efg}
	یک لایه (1-layer)	0 ^j	0 ^j	0 ^j	0 ^j
	دو لایه (2-layer)	0 ^j	0 ^j	0 ^j	0 ^j

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Similar letters indicate a don't have significant differences at the 5% level probability

در زیر پوشش پلاستیک باعث افزایش درصد زوال شده است. کمترین درصد زوال بذر در تیمار شاهد مشاهده شد؛ به طوری که در سطح خاک زوال بذر مشاهده نشد و در اعماق پایین‌تر نیز تفاوت معنی‌دار نبود (شکل ۳).

بیشترین درصد زوال در سطح خاک و عمق پنج سانتی‌متری، بترتیب در تیمارهای دو لایه و یک لایه پلاستیک رخ داد اما در اعماق پایین‌تر تفاوت معنی‌داری بین استفاده از یک یا دو لایه پلاستیک مشاهده نشد. که نشان می‌دهد درجه حرارت تجمع یافته



شکل ۲- اثر متقابل عمق دفن (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری خاک) و تعداد لایه پلاستیک روی درصد زوال بذر علف‌پشمکی. ستون‌ها با حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند (خطوط عمودی خطای استاندارد داده‌های مشاهده شده را نشان می‌دهد)

Figure 2- Interaction effects burial depth (0, 5, 10 and 15 cm of soil) and number of layers plastic of on the percentage of downy brome seed decay. Columns with the same letter at least one least significant difference test (FLSD) are not any significant difference in the level of 5% (The vertical lines indicate the standard error of the observed data)

پلاستیک پس از ۴۵ روز آفتاب‌دهی و یک لایه پلاستیک تفاوت معنی‌داری نداشت. در تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک با افزایش عمق خاک درصد زوال کاهش یافت که به نظر می‌رسد در این اعماق دمای حاصل از آفتاب‌دهی خاک کمتر بوده است (جدول ۵). حیدر و سید احمد (۱۲) گزارش کردند که با افزایش زمان آفتاب‌دهی از دو به شش هفته میزان زوال بذر بیشتر شد به طوری که تعداد بذور سبز شده در تیمار شش هفته آفتاب‌دهی ۱۰۰ درصد کاهش یافت. آنها بیان کردند که اثر آفتاب‌دهی بر بذور علف‌های هرزی که آب جذب کرده بودند بیشتر از سایر تیمارها بود. لارنی و بلاکشو (۱۸) با بررسی اثر کمپوست کود گاوی روی بقای بذور علف‌های هرز مشاهده کردند که بذور گونه‌های علف‌پشمکی، نوک لک لکی *Erodium* (*cicutarium* L.) و خردل وحشی در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد از بین رفتند.

محققان بیان کردند که میزان زوال بذور در لایه‌های فوقانی خاک نسبت به لایه‌های تحتانی بیشتر است و گونه‌های زمستانه نسبت به تابستانه‌ها حساسیت بالاتری به آفتاب‌دهی دارند و راحت‌تر از بین می‌روند (۱۹). افزایش دمای خاک منجر به تجزیه مواد آلی و همچنین افزایش سوخت و ساز بذرها در خاک گشته و بدنبال آن حجم گازهای سمی خاک افزایش می‌یابد. از طرف دیگر افزایش دمای خاک سبب فعالیت بیشتر و حمله میکروارگانیسم‌ها به بذور و اندام‌های پایای علف‌های هرز می‌گردد. تمامی این اثرات منجر به افزایش مرگ و میر و کاهش تراکم علف‌های هرز می‌شود (۱۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و پوشش پلاستیک روی درصد زوال بذور علف‌پشمکی نشان داد که بیشترین درصد زوال در سطح خاک و در تیمار دو لایه پلاستیک، پس از ۴۵ روز آفتاب‌دهی (۱۰۰ درصد) اتفاق افتاد که البته با درصد زوال پس از ۳۰ روز آفتاب‌دهی و تیمار یک لایه

جدول ۵- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و تعداد لایه پلاستیک روی درصد زوال بذور علف‌پشمکی

Table 5- The Interactions between the three factors of effects burial depth, solarization times and number of layers plastic on the percentage of downy brome seed decay

مدت آفتاب‌دهی Solarization times (day)	پوشش پلاستیک (Plastic cover)	عمق دفن (cm) Burial depth			
		0	5	10	15
15	شاهد (Uncovered)	0 ^m	1.33 ^m	2.66 ^{lm}	4 ^{lm}
	یک لایه (1-layer)	62.67 ^{fg}	68 ^{ef}	46.67 ^{hig}	40 ^{jk}
	دو لایه (2-layer)	73.33 ^{de}	80 ^{cd}	45.33 ^{ijk}	41.33 ^{jk}
30	شاهد (Uncovered)	0 ^m	2.66 ^{lm}	4 ^{lm}	6.66 ^{lm}
	یک لایه (1-layer)	88 ^{bc}	81.33 ^{cd}	45.33 ^{ijk}	37.33 ^k
	دو لایه (2-layer)	92 ^{ab}	85.33 ^{cd}	48 ^{hij}	40 ^{jk}
45	شاهد (Uncovered)	0 ^m	4 ^{lm}	5.33 ^{defg}	10.67 ^l
	یک لایه (1-layer)	98.67 ^a	81.33 ^{cd}	54.67 ^j	40 ^{jk}
	دو لایه (2-layer)	100 ^a	92 ^{ab}	53.33 ^j	44 ^{jk}

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Similar letters indicate a don't have significant differences at the 5% probability level

نشان داد که بذور موجود در سطح خاک و عمق پنج سانتی‌متری در تیمار یک لایه و دو لایه پلاستیک بدلیل زوال بذور قادر به جوانه‌زنی در آزمایشگاه نبودند و لذا سرعت جوانه‌زنی قابل محاسبه نبود. بذوری که مدت زمان بیشتری در معرض درجه حرارت بالای آفتاب‌دهی خاک قرار گرفته بودند سرعت جوانه‌زنی کمتری داشتند و با افزایش عمق دفن در مزرعه، سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد و در سطح خاک مشاهده شد (جدول ۷).

بررسی اثر آفتاب‌دهی خاک بر سرعت جوانه‌زنی بذور علف‌پشمکی

نتایج نشان داد که اثر تعداد لایه پوشش پلاستیکی، مدت زمان آفتاب‌دهی و عمق دفن و همچنین اثرات متقابل دوگانه (به غیر از اثر متقابل دوگانه مدت زمان آفتاب‌دهی - تعداد لایه پوشش پلاستیکی) و اثرات متقابل سه گانه بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه بر سرعت جوانه‌زنی

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات مدت زمان آفتاب‌دهی، تعداد لایه پلاستیک و عمق دفن، بر سرعت جوانه‌زنی بذور علف‌پشمکی

Table 6- Analysis of variance (mean squares) of the effects of solarization times, plastic layer and burial depth on the germination rate on downy brome seed

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed per day)
Solarization times (T) مدت زمان آفتاب‌دهی	2	5.99**
Plastic layers (L) تعداد لایه پلاستیک	2	106.85**
Burial depth (D) عمق دفن	3	15.84**
T x L	4	0.24 ^{ns}
T x D	6	1.14**
D x L	6	25.83**
T x D x L	12	0.77**
خطا (Error)	72	0.14

^{ns} و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند

^{ns} and ** Non-significant and significant at %5 level of probability respectively

جدول ۷- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و تعداد لایه پلاستیک روی سرعت جوانه‌زنی بذور علف‌پشمکی در آزمایشگاه

Table 7- The Interactions between the three factors of effects burial depth, solarization times and number of layers plastic effects on the germination rate of downy brome seed in the laboratory

مدت آفتاب‌دهی Solarization times (day)	پوشش پلاستیک (Plastic cover)	عمق دفن (cm) Burial depth (cm)			
		0	5	10	15
15	شاهد (Uncovered)	8.61 ^a	2.17 ^{de}	1.72 ^{ef}	2.83 ^c
	یک لایه (1-layer)	0 ⁱ	0 ⁱ	1.94 ^{def}	2.25 ^{cde}
	دو لایه (2-layer)	0 ⁱ	0 ⁱ	0.88 ^{gh}	1.63 ^{ef}
30	شاهد (Uncovered)	6.89 ^b	2 ^{de}	1.37 ^{fg}	2.36 ^{cd}
	یک لایه (1-layer)	0 ⁱ	0 ⁱ	0.61 ^{hi}	1.36 ^{fg}
	دو لایه (2-layer)	0 ⁱ	0 ⁱ	0 ⁱ	0.83 ^{gh}
45	شاهد (Uncovered)	6.43 ^b	2.25 ^{cde}	1.94 ^{def}	1.88 ^{def}
	یک لایه (1-layer)	0 ⁱ	0 ⁱ	0 ⁱ	0 ⁱ
	دو لایه (2-layer)	0 ⁱ	0 ⁱ	0 ⁱ	0 ⁱ

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Similar letters indicate a don't have significant differences at the 5% probability level

یک لایه پلاستیک رخ داد که نشان می‌دهد درجه حرارت تجمع یافته در زیر پوشش پلاستیک باعث افزایش درصد زوال شده است. در سطح خاک و در عمق پنج سانتی‌متری در تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک هیچ کدام از بذره‌های علف‌پشمکی قادر به جوانه‌زنی در آزمایشگاه نبودند به نظر می‌رسد که دمای زیاد حاصل از آفتاب‌دهی خاک بذور علف‌پشمکی را در تیمارهای با پوشش پلاستیکی از بین برده باشد. دوره ۱۵ روزه آفتاب‌دهی خاک برای از بین بردن بذور سطح خاک و عمق پنج سانتی‌متری خاک کافی است اما برای از بین بردن بذور اعماق ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری دوره ۴۵ روزه آفتاب‌دهی خاک لازم است. در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد استفاده از آفتاب‌دهی در مناطق خشک و با شدت نور بالا همچون بیرجند به عنوان یک روش غیرشیمیایی جهت مهار علف‌پشمکی مؤثر بوده و می‌توان از آن در برنامه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز استفاده نمود.

جهت اطمینان از خواب یا زنده بودن بذره‌های باقیمانده علف‌پشمکی که در آزمایشگاه جوانه نزده بودند از آزمون تترازولیوم استفاده شد. نتایج نشان داد که تمامی بذور باقیمانده علف‌پشمکی که روی آنها آزمون تترازولیوم صورت گرفت قوه نامیه خودشان را از دست داده بودند و یا به عبارت دیگر زوال یافته بودند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که آفتاب‌دهی خاک به مقدار قابل توجهی سبب افزایش دما شد، به طوری که پوشش خاک با دو لایه پلاستیک منجر به افزایش درجه حرارت خاک تا حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد گردید. در تمام طول مدت آفتاب‌دهی کمترین درصد زوال در تیمار شاهد و بیشترین درصد زوال به ترتیب در تیمار دو لایه و

- 1- Abdin O.A., Zhou X.M., Cloteir D., Coulman D.C., Faris M.A., and Smith D.L. 2000. Cover crop and inter row tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). European Journal of Agronomy, 12:93-102.
- 2- Akram Ghaderi F., kamkar B., and Soltani A. 2008. Seed Science and Technology. Mashhad University Jahad publications, (In Persian).
- 3- Asghari J., and Mahmoudi A. 1999. Important weeds in fields and pastures Iran. Gilan University publications, (In Persian).
- 4- Chauhan B.S., and Janson D.E. 2009. Seed germination ecology of (*Portulaca oleracea* L). an important weed of rice and upland crops. Annals of Applied Biology, 155:61-69.
- 5- Chauhan B.S., Gill G., and Preston C. 2006. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). Weed Science, 54: 1004-1012.
- 6- Chen Y., and Katan J. 1985. Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties, Soil Science. 130:271-277.
- 7- Durant A., and Caocolo L. 1988. Solarization in weed control for onion (*Allium cepa* L.). Advances in Horticulture, 2:104-108.
- 8- Ghaderifar F., and Soltani A. 2010. Seed Control and Certification. Mashhad University Jahad publications, (In Persian).
- 9- Ghosh P., and Kumar Dolai A. 2014. Soil solarization, an eco-physiological method of weed control. Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary. Department of Agriculture, Government of West Bengal, India, 14:42-44.
- 10- Gupta O.P. 2000. Modern Weed Management. Agrobios published, India.
- 11- Hagan A.K., and Gazaway W.S. 2000. Soil Solarization for the Control of Nematodes and Soil borne Diseases. Alabama Cooperative Extension System, pp:1-4.
- 12- Haidar M.A., and Sidahmed M.M. 2000. Soil solarization and chicken manure for the control of *Orobanche crenata* and other weeds in Lebanon. Crop Protection, 19:169-173.
- 13- Hartman H., Kester D., and Davis F. 1990. Plant propagation, principle and practices, Prentice Hall Imitational Editions.
- 14- Horowitz M., Regev Y., and Herzlinger G. 1983. Solarization for weed control. Weed Science, 31:170-179.
- 15- Kapoor R.T. 2013. Soil Solarization: Eco-friendly technology for farmers in agriculture for pest management. 2nd International Conference on Advances in Biological and Pharmaceutical Sciences (ICABPS'2013), Sept 17-18, 2013 Hong Kong.
- 16- Khanzada M.A., Lodhi A.M., and Shahzad S. 2009. Effects of soil solarization on mango decline pathogen, lasiodiplodia theobromae. Pakistan. Journal Botany, 41:3179-3184.
- 17- Kumar R., and Sharma J. 2005. Effects of soil solarization on true potato (*Solanum tuberosum* L.) seed germination, seedling growth, weed populations and tuber yield. Potato Research, 48:15-23.
- 18- Larney F.J., and Blackshaw R.E. 2003. Weed seed viability composted beef cattle feedlot manure. Journal of Environmental Quality, 32:1105-1113.
- 19- Marengo R.A., and Lustosa D.C. 2000. Soil solarization for weed control in carrot, Brasilia. 35:2025-2032.
- 20- Marquez J., and Wang K.H. 2014. Soil solarization as an organic pre-emergent weed-management tactic. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i at Mānoa, 14:1-7.
- 21- Moradi B., Bahrami Kamangar S., Kamangar C.L., and Kamangar M.C. 2008. Solarization method for controlling pests, diseases and weeds of strawberry fields in Kurdistan .Agricultural Research Center of Kurdistan Province, Pp.20-40.(In Persian).
- 22- Najafi H. 2007. Non-chemical methods of weed management weeds. Publications Inquiry knowledge , 198 p. (In Persian).
- 23- Ozores-Hampton M., and Stansly Ph.A. 2004. Solarization Effects on Weed Populations in Warm Climates Southwest Florida. Research and Education Center, Pp:197-200.
- 24- Rustam J., Nabavi Kalat S.M., and Sadrabadi Haghighi R. 2010. Effect of type and duration solarization on germination percentage of four weed species.. Iranian Journal of Field Crops Research, 8:26-33. (In Persian).
- 25- Sanei Shariat Panahi M. 1997. Common weeds in the Near East. Publication of Agricultural Education, (In Persian).
- 26- Saremi H., and Ashrafi S.A. 2006. New technology in the control of plant diseases using soil solarization to reduce pesticide use and protect the health of the environment. Future studies conferences, technology and development prospects, 11 to 14 June, Amirkabir University of Tehran. Pp. 1-6. (In Persian).
- 27- Talebi M.R., and Golparvar A.R. 2013. Survey effect of solarization duration and thickness of polyethylene plastic sheets on the characteristics and seed bank of weeds. Scientia Agriculturae. 2:26-32.
- 28- Yaron D., Regev A., and Spector R. 1991. Economic Evaluation of Soil Solarization and Disinfestation, in Soil Solarization. Boca Raton, Florida. Pp: 171-190.

ارزیابی اختلاط علف کش نیکوسولفورون + ریم سولفورون با علف کش توفوردی + ام سی پی آ در کنترل علف هرز تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)

وحید سرابی^{۱*} - علی قنبری^۲ - محمدحسن راشد محصل^۳ - مهدی نصیری محلاتی^۴ - مهدی راستگو^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۲

چکیده

سولفونیل اوره‌ها علف‌کش‌هایی دومنظوره هستند، ولی خصوصیات باریک برگ‌کشی بیشتری نسبت به پهن برگ‌کشی دارند. از این‌رو، بهتر است این علف‌کش‌ها با دیگر علف‌کش‌های پهن برگ که جایگاه هدف متفاوتی دارند، مخلوط شوند. به منظور ارزیابی اثرات اختلاط علف‌کش نیکوسولفورون + ریم سولفورون با علف‌کش توفوردی + ام سی پی آ در کنترل علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در مرحله رشدی چهار تا شش برگگی کامل، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۰ انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت دُز مختلف از علف‌کش‌ها در چهار تکرار به اجرا درآمد. نسبت‌های اختلاط بین دو علف‌کش از ۱۰۰:۰، ۸۷/۵:۱۲/۵، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۱۲/۵:۸۷/۵ و ۰:۱۰۰ متغیر بود. نتایج پاسخ به دُز منحنی‌ها در مخلوط علف‌کشی با کاهش ۵۰ و ۹۰ درصدی در وزن خشک علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در مدل افزایشی دُز مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که اختلاط علف‌کش توفوردی + ام سی پی آ با علف‌کش نیکوسولفورون + ریم سولفورون نسبت به کاربرد هر یک از علف‌کش‌ها به تنهایی کنترل کمتری را روی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در پی دارد، بطوری‌که در اختلاط این دو علف‌کش تمامی مشاهدات صرف‌نظر از سطح پاسخ بیرون از خط آیزوبول قرار گرفتند و هم‌گامی شدیدی بین دو علف‌کش اختلاط یافته مشاهده شد. از این‌رو، اختلاط علف‌کش توفوردی + ام سی پی آ با علف‌کش نیکوسولفورون + ریم سولفورون برای کنترل این گونه علف‌هرزی توصیه نمی‌شود، زیرا مقدار علف‌کش بیشتری را به محیط وارد می‌کند.

واژه‌های کلیدی: علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوره، علف‌کش‌های گروه فنوکسی، علف‌هرز پهن برگ، مخلوط دوتایی، مدل افزایشی دُز

مقدمه

گروه سولفونیل اوره است که برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ و برخی پهن برگ‌ها نظیر تاج خروس، خرفه^۷، آفتابپرست^۸، شیرتیغی^۹، سلمه تره^{۱۰} و پیچک صحرایی^{۱۱} در ذرت بکار می‌رود (۲۸). علف‌کش‌های جدید معرفی شده نظیر نیکوسولفورون + ریم سولفورون ضمن کنترل مناسب برخی از علف‌های هرز، قادر به کنترل قابل قبول برخی از علف‌های هرز خسارت‌زا در محصول ذرت نیستند و همین موضوع سبب ایجاد خسارت علی‌رغم مصرف علف‌کش مزبور در زراعت ذرت می‌شود (۱). زند و همکاران (۳۱) مشاهده کردند که علف‌کش نیکوسولفورون + ریم سولفورون در دُز ۱۷۵ گرم در هکتار در شرایط کرمانشاه و ورامین وزن خشک علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز را به ترتیب ۶۳/۰۸ و ۷۵/۸۹ درصد نسبت به شاهد کاهش می‌

به جرأت می‌توان علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز^۶ را به عنوان یکی از مهمترین علف‌های هرز رایج در مزارع ذرت به حساب آورد، چرا که توانایی تولید بذر فراوانی داشته و جمعیت‌های مقاوم به علف‌کش در آن بسیار مشاهده شده است (۲۹ و ۳۳). مطالعات نشان داده‌اند که سبز شدن همزمان این علف‌هرز با ذرت در تراکم ۵ بوته در متر مربع، می‌تواند عملکرد ذرت را در حدود ۵۰ درصد کاهش دهد (۱۰). علف‌کش نیکوسولفورون + ریم سولفورون یکی از علف‌کش‌های

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

(*)- ایمیل نویسنده مسئول: (Email: Sarabi20@azaruniv.edu)

۲، ۳، ۴ و ۵- به ترتیب دانشیار، استاد، استاد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/jpp.v32i1.46418

6- *Amaranthus retroflexus* L.

7- *Portulaca oleracea* L.

8- *Heliotropium europaeum* L.

9- *Sonchus* sp.

10- *Chenopodium album* L.

11- *Convolvulus arvensis* L.

دهد.

از اختلاط علف کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با علف کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون برای مهار بهتر علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز و مطالعه اثرات افزایشی، هم‌افزایی و یا هم کاهی ناشی از اختلاط علف‌کش‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات اختلاط علف کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون (اولتیم، WG ۷۵ درصد، شرکت شیمیایی گل‌سم گرگان، گرگان، ایران) با علف کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (یو-۴۶ کمبی فلوئید، SL ۶۷/۵ درصد، شرکت شیمیایی زی‌جیانگ، هانگ‌زو، چین) در کنترل علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت دُز مختلف از علف‌کش‌ها و در چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۰ انجام شد. پس از خواب‌شکنی با قرارگیری به مدت ۲ دقیقه در اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد)، بذور تاج خروس ریشه قرمز در سینی‌های ۲۰۰ سلولی پر شده با پیت‌ماس کاشته شدند. گیاهچه‌ها پس از سبز شدن در سینی‌های کشت و رسیدن به مرحله دو برگی حقیقی به گلدان‌های یک لیتری منتقل شدند. دمای گلخانه در این آزمایش ۲۰ درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شب و میزان روشنایی در طول شبانه‌روز ۱۴ ساعت در نظر گرفته شد. پس از رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله دو برگی کامل، گیاهچه‌های اضافی تک شده و در هر گلدان ۳ عدد از آنها نگهداری شد. خاک مورد استفاده در این آزمایش از یک سوم خاکبرگ، یک سوم ماسه و یک سوم خاک معمولی تشکیل شده بود. رطوبت خاک گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی و نزدیک به آن حفظ شد و گلدان‌ها هر دو روز یکبار آبیاری شدند. علف‌های هرز در مرحله ۴ تا ۶ برگی کامل بوسیله سمپاش ریلی با خروجی ۲۰۰ لیتر در هکتار و با فشار پاشش ۳۰۰ کیلوپاسکال و مجهز به نازل بادبزنی یکنواخت (۸۰۰۲) سمپاشی شدند. قبل از آزمایشات اختلاط و در قالب آزمایشات پیش تیمار، مقدار دُز لازم برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در مورد علف کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با کاربرد دُزهای ۲۰/۲۵، ۵۰/۶۲۵، ۱۰۱/۲۵، ۲۰۲/۵، ۴۰۵، ۶۰۷/۵، ۸۱۰ و ۱۰۱۲/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار و در مورد علف کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون با کاربرد دُزهای ۱۸/۷۵، ۳۷/۵، ۵۶/۲۵، ۷۵، ۹۳/۷۵، ۱۱۲/۵ و ۱۳۱/۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بدست آمد که نتایج آن در مطالعات سراسری و همکاران (۲۴) به چاپ رسیده است، بطوری‌که مقدار دُز لازم از علف‌کش‌های توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون در کاربرد خالص برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز به ترتیب برابر با ۵۵/۹۸ و ۲۲/۳۳ گرم ماده مؤثره در هکتار بود. بر این اساس، تیمارهای اختلاط

از سوی دیگر، با توجه به محدود بودن علف‌کش‌های موجود در کشور برای کنترل علف‌های هرز ذرت و به دلیل کاربرد بیش از اندازه علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوره به احتمال زیاد در آینده‌ای نزدیک مسأله مقاومت به این گروه علف‌کشی به طور گسترده پیش خواهد آمد. البته راهکارهای متفاوتی برای جلوگیری یا تأخیر تکامل مقاومت به علف‌کش‌ها و کاهش تهدید مقاومت چندگانه در علف‌های هرز توصیه شده‌اند که تناوب زراعی، تناوب علف‌کش‌های با نحوه عمل متفاوت، کاربرد روش‌های کنترل مکانیکی و زراعی (در برنامه‌هایی که مدیریت آن به خوبی تدوین شده و قدرت رقابتی محصول در برابر علف‌های هرز را بالا می‌برند) و نیز مخلوط علف‌کش‌ها از آن جمله‌اند (۳، ۵ و ۳۰). تحقیقات نشان داده‌اند که علف‌کش‌های تنظیم کننده رشد زمانی که با علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم ALS مخلوط شوند، موجب کنترل بهتر علف‌های هرز پهن برگ می‌شوند (۶، ۱۱، ۱۴، ۱۸ و ۲۲). اختلاط علف کش 2,4-DB با اسیفلورفن، بنتازون، کلریموران، لاکتوفن، فومسافن و یا ایمازاکوئین، علف‌هرز نیلوفرپیچ هندی^۱ را بهتر از کاربرد خالص آنها کنترل کرد (۲ و ۱۲). ایساکس و همکاران (۱۳) نیز گزارش کردند که اثرات اختلاط علف‌کش‌های هالوسولفورون و توفوردی بر علف‌هرز سلمه تره در مرحله‌ای که گیاهچه‌ها ۷/۵ تا ۹ سانتیمتر ارتفاع داشتند، از نوع هم‌افزایی بوده است. با این حال، برخی از تحقیقات انجام گرفته نشان داده‌اند که صرف‌نظر از نوع گونه و علف‌کش، اثرات هم‌کاهی چندین برابر بیشتر از اثرات هم‌افزایی رخ می‌دهند (۳۲). از این رو، مخلوط علف‌کش‌ها ممکن است همیشه کنترل مؤثری از علف‌های هرز را در پی نداشته باشد و در برخی موارد منجر به کاهش کارایی آنها روی علف‌های هرز شود. زمانی‌که پهن برگ‌کش‌ها با باریک برگ‌کش‌های پس‌رویشی نظیر آریل‌اکسی فنوکسی پروپیونات‌ها و سیکلوهاگزان‌دیون‌ها و یا سولفونیل اوره‌ها و ایمیدازولینون‌ها مخلوط شدند، کنترل باریک برگ‌ها کاهش یافت (۷، ۸، ۹، ۱۹ و ۲۰). هارت و واکس (۸) گزارش کردند که اختلاط علف کش دایکمبا با ایمازتاپیر در مخزن سمپاش، جذب و متعاقباً کارایی آن را روی دم روباهی کبیر^۲، حلفه^۳ و سورگوم دانه‌ای^۴ کاهش می‌دهد. همچنین دابلز و کاپوستا (۴) مشاهده کردند هنگامی که نیکوسولفورون با آترازین، بنتازون، بروموکسینیل و یا دایکمبا به همراه آترازین در مخزن سمپاش مخلوط می‌شود، کنترل دم روباهی کبیر کاهش می‌یابد.

بر این اساس، تحقیق حاضر با هدف دسترسی به ترکیب مناسبی

1- *Ipomoea hederacea* var. *integriuscula*

2- *Setaria feberi* Herrm.

3- *Imperata cylindrica* (L.) Beauv.

4- *Sorghum bicolor* (L.) Moench

شده و با شکل آیزوبول مدل ADM مقایسه شدند. همچنین ارزیابی شد که آیا ED₅₀ یا ED₉₀ تخمین زده شده در مخلوط علف‌کش‌ها در ۹۵ درصد فاصله اطمینان از ED₅₀ یا ED₉₀ پیش‌بینی شده قرار دارد یا خیر؛ بطوری‌که اگر انحراف معنی‌دار ED₅₀ یا ED₉₀ تخمین زده شده از ED₅₀ یا ED₉₀ پیش‌بینی شده، بالاتر از خط آیزوبول قرار گیرد، اثر هم‌کاهی را نشان خواهد داد و اگر این انحراف معنی‌دار، پایین‌تر از خط آیزوبول قرار گیرد، اثر هم‌افزایی را نشان خواهد داد و چنانچه بر روی خط آیزوبول قرار گیرد، نشان‌دهنده اثرات افزایشی خواهد بود.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از منحنی‌های دُز-پاسخ (شکل ۱)، تأثیر اختلاط علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون در تمامی نسبت‌های اختلاط بر علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز بدتر از کاربرد خالص هر یک از علف‌کش‌ها بود. بر این اساس، کاربرد ۶۰/۷۹ و ۶۳۹/۵۹ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و ۹/۹۰ و ۱۰۴/۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون به ترتیب موجب کاهش ۵۰ و ۹۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در نسبت اختلاط ۱۲/۵:۸۷/۵ شد، درحالی‌که برای کاهش ۵۰ و ۹۰ درصدی وزن خشک این علف‌هرز به ۵۵/۹۸ و ۳۷۵/۲۶ گرم ماده مؤثره در هکتار از تیمار خالص علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ نیاز بود. در نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ برای کاهش ۹۰ درصدی وزن خشک تاج خروس ریشه قرمز به کاربرد ۷۲۲/۲۷ گرم ماده مؤثره از علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و ۲۸۰/۸۸ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون نیاز بود که مقدار کاربرد علف-کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ نسبت به اختلاط ۱۲/۵:۸۷/۵ بیشتر بوده و تأثیر بدتری نیز داشته است. در نسبت‌های اختلاط ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۸۷/۵:۱۲/۵ علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون نیز با وجودیکه مقدار دُز مورد نیاز علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ برای کاهش ۹۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز کاهش یافته است، ولی مقدار دُز مورد نیاز علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون به یکباره افزایش نشان داده است، بطوری‌که در این نسبت‌های اختلاط به ترتیب به ۶۴۹/۷۲، ۹۲۹/۷۱ و ۱۴۱۰/۰۲ گرم ماده مؤثره در هکتار از این علف‌کش نیاز بوده است که نشان‌دهنده اثرات تداخلی بیشتر از سوی علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ روی علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون است (جدول ۲).

علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون در نظر گرفته شدند. نسبت بین علف‌کش‌ها از ۱۰۰:۰، ۱۲/۵:۸۷/۵، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵، ۸۷/۵:۱۲/۵ بود. هفت دُز برای هر نسبت اختلاط در نظر گرفته شد و هر دُز شامل چهار تکرار بود که دُزهای بدست آمده برای هر نسبت اختلاط در جدول ۱ آمده است. منحنی‌های دُز-پاسخ برای هر نسبت اختلاط با توجه به تخمین نه‌چندان دقیق پارامترها و ردّ آزمون عدم برازش مدل چهار پارامتره، با مدل ۳ پارامتری گامپرتز (معادله ۱) بنابر جمع مربعات باقیمانده کمتر (RSS^۱) نسبت به مدل سه پارامتره لُجستیک در بسته drc و با استفاده از نرم‌افزار R نسخه ۲۰۱۰ رسم شدند (۲۷):

$$f(x, (b, d, e)) = \frac{d}{1 + \exp\{b(\log(x) - \log(e))\}} \quad (۱)$$

که در آن d ، حد بالای منحنی پاسخ وزن خشک به علف‌کش در دُز صفر از علف‌کش خالص یا اختلاط مورد نظر، b شیب نسبی در محدوده e و e پارامتری است که ED₅₀ را بیان کرده و مقدار علف‌کشی است که نصف پاسخ بین حد مجانب بالا (d) و پایین (صفر) را ایجاد کند. پارامتر ED₅₀ می‌تواند بوسیله هر ED_x دیگری جایگزین شود، بطوری‌که مدل سه پارامتری انتخاب شده برای تخمین مقدار علف‌کش مورد نیاز برای بدست آوردن کاهش ۵۰ و ۹۰ درصدی (ED₅₀ و ED₉₀) وزن خشک علف‌هرز نسبت به تیمار شاهد مورد استفاده قرار گرفت. صحت و دقت مدل و منحنی برازش داده شده با آزمون عدم برازش^۲ مورد ارزیابی قرار گرفته و با استفاده از نمودار باقیمانده‌ها یکنواختی و عدم یکنواختی واریانس بررسی شد (۲۳). همچنین تبدیل دو طرفه‌ای (Box-Cox) برای یکنواختی واریانس در مواردی که مورد نیاز بود، انجام شد. دُز ED₅₀ و ED₉₀ پیش‌بینی شده مخلوط مطابق با مدل ADM^۳ (برای مثال ED_{50mix}) می‌تواند به آسانی بر پایه ED₅₀ دُز علف‌کش‌های بکار رفته به تنهایی و نسبت علف‌کش‌ها در مخلوط محاسبه شود:

$$ED_{50mix} = \frac{ED_{50A}}{(\alpha + (1 - \alpha)R)} \quad (۲)$$

که در آن ED_{50A}، دُز ED₅₀ علف‌کش A، α نسبت علف‌کش A در مخلوط و R پتانسیل نسبی بین علف‌کش‌های A و B است که نرخ بیولوژیکی بین علف‌کش‌ها را زمانی‌که به تنهایی بکار برده شوند، بیان می‌کند (۲۶). شکل آیزوبول مدل ADM با مشخص کردن ED₅₀ یا ED₉₀ دُز هر یک از علف‌کش‌ها در مخلوط، روی محورهای x و y وصل کردن یک خط راست بین آنها رسم شد، بطوری‌که خط راست پاسخ پیش‌بینی شده شکل آیزوبول مدل ADM را نشان می‌دهد. دُزهای ED₅₀ و ED₉₀ مشاهده‌ای نیز روی شکل کشیده

1- Residual Sum of Squares

2- Lack-of-fit test

3 Additive Dose Model (ADM)

جدول ۱ - تیمارهای علف کشی با نسبت های مختلف اختلاط بر علف هرز تاج خروس ریشه قرمز بر حسب گرم ماده مؤثره در هکتار طی آزمایش های گلخانه ای
Table 1- Herbicide treatments based on g a.i./ha in various fixed-ratio binary mixtures on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L) at the greenhouse studies

علف کش Herbicide	نسبت های اختلاط Mixture ratios					ذرات هر علف کش در مخلوط (گرم ماده مؤثره در هکتار) Herbicide doses in mixture (g a.i. ha ⁻¹)				
	(۱۰۰:۰) (100:0)	(۸۷/۵ : ۱۲/۵) (87.5:12.5)	(۷۵ : ۲۵) (75:25)	(۵۰ : ۵۰) (50:50)	(۲۵ : ۷۵) (25:75)	(۱۲/۵ : ۸۷/۵) (12.5:87.5)	(۰:۱۰۰) (0:100)			
توفردی + امسی بی + نیکوسولفورون 2,4-D+MCPA	50.625 +0	129.58 +21.09	111.97 +43.54	76.47 +89.77	38.80 +137.58	20.14 +162.95	0 +18.75			
+ nicosulfuron+rimsulfuron	101.25	259.15	223.95	152.95	77.61	40.28	0			
"	+0	+42.19	+87.09	+179.55	+275.17	+325.90	+37.5			
"	202.5	388.74	335.92	229.43	116.42	60.42	0			
"	+0	+63.28	+130.64	+269.33	+412.75	+488.85	+56.25			
"	405	518.32	447.90	305.9	155.22	80.56	0			
"	+0	+84.38	+174.18	+359.1	+550.34	+651.80	+75			
"	607.5	647.91	559.87	382.37	194.03	100.70	0			
"	+0	+105.47	+217.73	+448.87	+687.92	+814.75	+93.75			
"	810	777.49	671.85	458.85	232.83	120.84	0			
"	+0	+126.56	+261.27	+538.65	+825.50	+977.70	+112.5			
"	1012.5	907.03	783.87	535.34	271.64	140.98	0			
"	+0	+147.65	+304.83	+628.45	+963.11	+1140.66	+131.25			

جدول ۲- مقادیر دُز مؤثر مورد نیاز علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون در اختلاط با علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ در نسبت‌های مختلف برای بدست آوردن کاهش ۵۰ و ۹۰ درصدی در وزن خشک علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در مرحله چهار تا شش برگی کامل
Table 2- Doses required of nicosulfuron plus rimsulfuron in mixture with 2,4-D plus MCPA in various fixed-ratio binary mixtures for 50 and 90 % reduction in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) aboveground dry matter at four-to six-true leaf stage

علف‌کش Herbicide	نسبت اختلاط Mixture ratio	دُز مؤثر (گرم ماده مؤثره در هکتار) Effective dose (g a.i. ha ⁻¹)	
		ED ₅₀	ED ₉₀
توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ 2,4-D + MCPA	100:0	55.98 (10.02)	375.26 (82.04)
نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون + توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ 2,4-D + MCPA plus nicosulfuron + rimsulfuron	87.5:12.5	60.79+9.90 (20.18+3.28)†	639.59+104.12 (74.67+12.16)
"	75:25	57.40+22.32 (19.55+7.61)	722.28+280.88 (98.81+38.42)
"	50:50	43.06+50.55 (13.76+16.16)	553.46+649.72 (85.98+100.94)
"	25:75	20.72+73.47 (6.52+23.11)	262.23+929.71 (44.20+156.72)
"	12.5:87.5	12.25+99.15 (3.81+30.85)	174.27+1410.02 (33.82+273.66)
نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون Nicosulfuron + rimsulfuron	0:100	22.33 (6.70)	266.94 (99.01)

† خطاهای استاندارد در داخل پرانتز گزارش شده‌اند

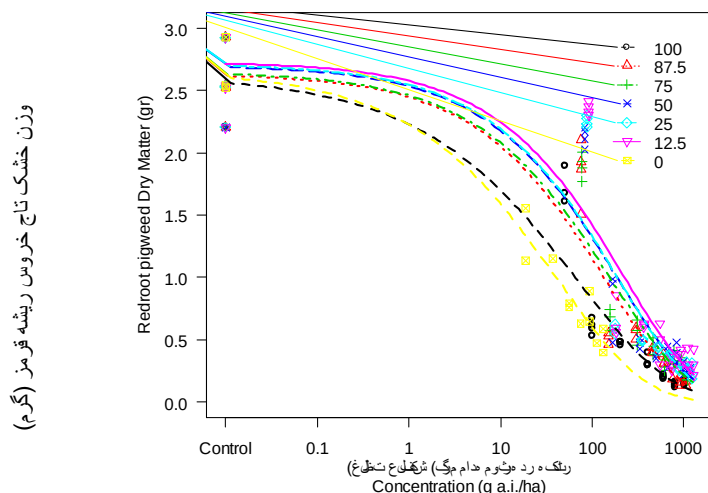
† Standard errors are in parentheses

می‌یابد (۲۵).

اجزاء و نوع فرمولاسیون علف‌کش‌ها در مخلوط علف‌کشی می‌تواند منجر به افزایش یا کاهش کارایی علف‌کش‌ها نسبت به مقدار پیش‌بینی شده مطابق با خط آیزوبول و ADM شود (۱۶). نوع فرمولاسیون می‌تواند نقش محوری را در جذب ماده فعال علف‌کش به گیاه بازی کند و به نظر می‌رسد که نوع فرمولاسیون در یک علف‌کش می‌تواند روی جذب ماده فعال دیگر فرمولاسیون در مخلوط علف‌کشی نیز تأثیر بسزایی داشته باشد (۱۶). احتمال می‌رود بخشی از اثرات کمتر علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون روی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز به دلیل فرمولاسیون این علف‌کش باشد که به صورت گرانول‌های پخش شونده در آب بوده و با تأثیر علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ در اختلاط پذیری و حلالیت آن، از میزان جذب و اثرگذاری آن کاسته شده است که این تأثیر در اختلاط‌هایی که نسبت علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون در آنها بیشتر بوده، نمود بیشتری داشته است. نالواجا و ماتیسپاک (۲۱) گزارش کردند که برخی از فرمولاسیون‌های نمکی علف‌کش توفوردی در اختلاط با علف‌کش گالیفوسیت بیشتر از دیگر فرمولاسیون‌ها حالت هم‌کاهی نشان می‌دهند. همچنین کودسک و ماتیسپاک (۱۵) بیان داشتند که فعالیت شاخ و برگ علف‌کش ایمازامتابنز-متیل در علف‌هرز یولاف وحشی^۱ زمانی که با فرمولاسیون نمک ام‌سی‌پی‌آ، مکوپروپ و یا فرمولاسیون نمک یا اِستر بروموکسینیل و بنتازون مخلوط شود، کاهش می‌یابد.

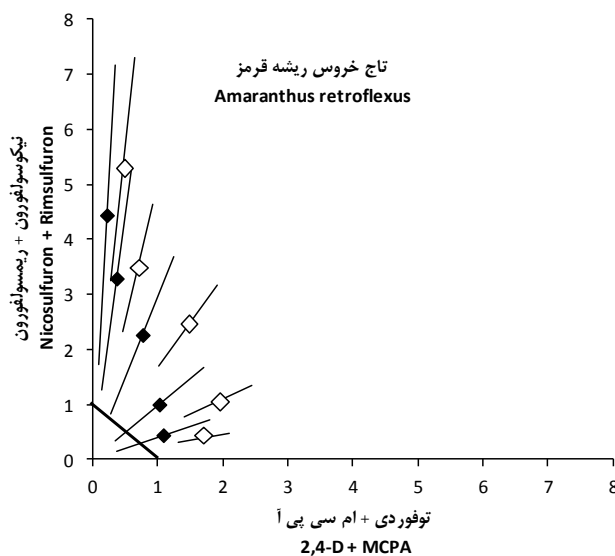
بر اساس نتایج این تحقیق، در اختلاط علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون، تمامی مشاهدات در سطوح پاسخ ED₅₀ و ED₉₀ بیرون از خط آیزوبول قرار گرفتند و اختلاط‌های انجام گرفته کمتر از حد انتظار مطابق با ADM فعال و مؤثر بودند. سه تا از ۵ نسبت اختلاط در سطح پاسخ ED₅₀ و تمامی ۵ نسبت اختلاط در سطح پاسخ ED₉₀ به طور معنی‌داری بالاتر از ED₅₀ و ED₉₀ دُز پیش‌بینی شده مورد انتظار مطابق با ADM قرار گرفتند و تنها دو تا از اختلاط‌ها (نسبت‌های اختلاط ۸۷/۵؛ ۱۲/۵ و ۷۵/۲۵) در سطح پاسخ ED₅₀ بر اساس ۹۵ درصد فاصله اطمینان جانبی انحراف معنی‌داری از خط ADM نداشتند. با این حال، اگر دو تا از نسبت‌های اختلاط نیز از دیگر اختلاط‌ها متمایز باشند، می‌توان نتیجه گرفت که اختلاط توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون از ADM پیروی نکرده است. این امر نشان می‌دهد که صرف‌نظر از سطوح پاسخ، در اختلاط علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون هم‌کاهی شدیدی بین دو علف‌کش ایجاد می‌شود (شکل ۲). برخی از محققین گزارش کرده‌اند که اختلاط آترازین با علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوره موجب حالت هم‌کاهی می‌شود (۴ و ۷). هارت و پیر (۷) گزارش کردند که این حالت هم‌کاهی به خاطر کاهش انتقال علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوره در دم روباهی کبیر بوده و هیچ اثری روی جذب یا متابولیسم آن ندارد. در مقابل، نتایج دیگر محققین نیز نشان داده است که جذب علف‌کش نیکوسولفورون و ریم‌سولفورون در دم روباهی سبز و دم روباهی زرد زمانی که این علف‌کش‌ها با مزوتریون و یا مزوتریون به همراه آترازین بکار روند، کاهش

1- *Avena fatua* L.



شکل ۱- منحنی‌های پاسخ وزن خشک علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز به دزهای علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و علف‌کش نیکوسولفورون + ریمسولفورون در کاربرد خالص و اختلاط با نسبت‌های مختلف در مرحله چهار تا شش برگی کامل. نسبت‌های اختلاط بر اساس نسبت علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ در مخلوط نشان داده شده‌اند

Figure 1- Dose-response curves of 2,4-D + MCPA and nicosulfuron + rimsulfuron applied alone or in different mixture ratios on redroot pigweed at the four- to six-true leaf stage. Mixture ratios has been shown based on 2,4-D + MCPA ratio in mixture



شکل ۲- آیزوبول و اطلاعات مربوط به اختلاط علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و علف‌کش نیکوسولفورون + ریمسولفورون در سطوح پاسخ ED_{50} و ED_{90} روی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز. تمامی تیمارها در نسبت‌های اختلاط با بکار بردن فرمولاسیون تجاری علف‌کش‌ها انجام شده‌اند. میله‌ها (بارها) فاصله اطمینان ۹۵ درصدی برای دزهای ED_{50} و ED_{90} تخمینی را نشان می‌دهند. دزها روی محورهای x و y استاندارد شده‌اند، بطوری‌که دز ED_{50} و ED_{90} علف‌کش‌های بکار رفته به صورت خالص روی ۱ ثابت شده است

Figure 2- Isoboles and data for fixed-ratio binary mixtures of 2,4-D + MCPA with nicosulfuron + rimsulfuron at the ED_{50} (◆) and ED_{90} (◇) response levels. All treatment in mixture ratios were done with commercial formulations using redroot pigweed as test plant. Bars indicate 95% confidence intervals for the estimated ED_{50} and ED_{90} doses. The doses have been scaled, so that the doses of the herbicides applied separately are 1.0

به طور کلی، علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون در اختلاط با علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ تأثیر کمتری نسبت به تیمار خالص هر یک از علف‌کش‌ها روی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز داشت، بطوری که حتی کاهش ۹۰ درصدی در وزن خشک این علف‌هرز در دُزهای بالاتر از دُز توصیه شده علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون بدست آمد. کارایی کاهش یافته این اختلاط می‌تواند به سبب ناسازگاری فیزیوشیمیایی یا عدم سازگاری بیولوژیکی باشد، بطوری که نوع فرمولاسیون و طریقه عمل هر یک از علف‌کش‌ها موجب محدودیت جذب و انتقال علف‌کش دیگر شده است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و مسئولین گلخانه تحقیقاتی آن دانشکده در ازای فراهم نمودن تسهیلات و امکانات آزمایشی مورد لزوم در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

در آزمایشی دیگر، ماتیاسن و کودسک (۱۷) در کاربرد شاخ و برگ مخلوط کلروسولفورون یا مت‌سولفورون و ام‌سی‌پی‌آ به صورت نمک دی‌متیل آمین هم‌کاهی شدیدی را در سطوح پاسخ ED_{50} و ED_{90} گزارش کردند.

حضور دُز مؤثر علف‌کش‌ها در جایگاه هدف بسیار مهم است. به دلیل رقابت و تداخل علف‌کش‌ها در جذب و انتقال، به نظر می‌رسد هیچ یک از علف‌کش‌ها نتوانسته‌اند در دُز مؤثر به جایگاه هدف انتقال یابند. از سوی دیگر، در اثر کاهش جذب و انتقال به جایگاه هدف، گیاه‌هرز در غلظت‌های کمتر علف‌کشی فرصت داشته تا مولکول‌های علف‌کش را متابوله کند و در کاربرد غلظت‌های بیشتر علف‌کشی نیز به مدت زمان زیادی نیاز بوده تا علف‌کش‌ها بتوانند در غلظت مؤثر به جایگاه هدف رسیده و علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز را کنترل کنند. از این‌رو، وزن خشک این علف‌هرز در تیمارهای اختلاط در مقایسه با تیمار خالص علف‌کش‌ها کاهش کمی داشته است. به عبارت دیگر، در تیمارهای اختلاط در مقایسه با کاربرد خالص هر یک از علف‌کش‌ها به مقدار دُز بیشتری نیاز بوده است.

منابع

- 1- Baghestani M.A., Zand E., Pourazar R., Esfandiari H., and Mamnouie A. 2009. Effect of various herbicides in corn fields. Iranian Research Institute of Plant Protection. (In Persian with English abstract)
- 2- Barker M.A., Thompson L., Jr., and Godley F.M. 1984. Control of annual morningglory (*Ipomoea* spp.) in soybeans (*Glycine max*). Weed Science, 32:813–818.
- 3- Cavan G., Cussans J., and Moss S.R. 2000. Modelling different cultivation and herbicide strategies for their effect on herbicide resistance in *Alopecurus myosuroides*. Weed Research, 40:561–568.
- 4- Dobbels A.F., and Kapusta G. 1993. Post-emergence weed control in corn (*Zea mays*) with nicosulfuron combinations. Weed Technology, 7:844–850.
- 5- Gressel J. 1990. Synergizing herbicides: Review. Weed Science, 5:49–82.
- 6- Hart S.E. 1997. Interacting effects of MON 12000 and CGA-152005 with other herbicides in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Science, 45:434–438.
- 7- Hart S.E., and Penner D. 1993. Atrazine reduces primisulfuron transport to meristems of giant foxtail (*Setaria faberi*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Science, 41:28–33.
- 8- Hart S.E., and Wax L.M. 1996. Dicamba antagonizes grass weed control with imazethapyr by reducing foliar absorption. Weed Technology, 10:828–834.
- 9- Hart S.E., Kells J.J., and Penner D. 1992. Influence of adjuvants on the efficacy, absorption, and spray retention of primisulfuron. Weed Technology, 6:592–598.
- 10- Hartley M.J., and Popay A.J. 1992. Yield losses due to weeds in sugarbeet, corn and dwarf beans. p. 52-54. Proceedings of the 45th Newzeland plant protection conference, 11-13 Aug. 1992. Wellington, Newzeland.
- 11- Himmelstein F.J., and Durgy R.J. 1996. Common ragweed control in field corn with postemergence herbicides. Proceedings, Northeastern Weed Science Society, 50: 161.
- 12- Hope J.H. 1986. Performance of combinations of 2,4-DB with new postemergence broadleaf and grass herbicides in soybeans. Proceedings, Southern Weed Science Society, 39: 84–85.
- 13- Isaacs M.A., Hatzios K.K., Wilson H.P., and Toler J. 2006. Halosulfuron and 2,4-D Mixtures' Effects on Common lambsquarter's (*Chenopodium album*). Weed Technology, 20:137–142.
- 14- Kalnay P.A., Glenn S., and Phillips II. W.H. 1995. Hemp dogbane and lambsquarters control in no-till corn with MON 12037 tank mixtures. Proceedings, Northeastern Weed Science Society, 49: 38.
- 15- Kudsk P., and Mathiassen S.K. 1994. Effect of broadleaf herbicides on imazamethabenz-methyl performance on wild oat (*Avena fatua* L.). Weed Research, 34:251–263.
- 16- Kudsk P., and Mathiassen S.K. 2004. Joint action of amino acid biosynthesis-inhibiting herbicides. Weed Research, 44:313–322.

- 17- Mathiassen S.K., and Kudsk P. 1993. Joint action of sulfonylurea herbicides and MCPA. *Weed Research*, 33:441-447.
- 18- Menbere H., and Ritter R.L. 1995. Postemergence control of triazine-resistant common lambsquarters in no-till corn. *Proceedings, Northeastern Weed Science Society*, 49: 92.
- 19- Mueller T.C., Witt W.W., and Barrett M. 1989. Antagonism of johnsongrass (*Sorghum halepense*) control with fenoxaprop, haloxyfop, and sethoxydim by 2,4-D. *Weed Technology*, 3:86-89.
- 20- Myers P.F., and Coble H.D. 1992. Antagonism of graminicide activity on annual grass species by imazethapyr. *Weed Technology*, 6:333-338.
- 21- Nalewaja J.D., and Matysiak R. 1992. 2,4-D and salt combinations affect glyphosate phytotoxicity. *Weed Technology*, 6:322-327.
- 22- Parks R.J., Curran W.S., Roth G.W., Hartwig N.L., and Calvin D.D. 1995. Common lambsquarters (*Common lambsquarters*) control in corn with postemergence herbicides and cultivation. *Weed Technology*, 9:728-735.
- 23- Ritz C., and Streibig J.C. 2005. Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12 (5):1-22.
- 24- Sarabi V., Ghanbari A., Rashed Mohassel M.H., Nassiri Mahallati M., and Rastgoo M. 2014. Evaluation of broadleaf weeds control with some post-emergence herbicides in maize (*Zea mays* L.) in Iran. *International Journal of Plant Production* 8 (1):19-32.
- 25- Schuster C.L., Al-Khatib K., and Dille J.A. 2007. Mechanism of antagonism of mesotrione on sulfonylurea herbicides. *Weed Science*, 55:429-434.
- 26- Streibig J.C., Kudsk P., and Jensen J.E. 1998. A general joint action model for herbicide mixtures. *Pesticide Science*, 53:21-28.
- 27- Streibig J.C., Rudemo M., and Jensen J.E. 1993. Dose-response models. p. 29-55. In J.C. Streibig, and P. Kudsk (eds.) *Herbicide Bioassay*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- 28- Vencill W. 2002. *Herbicide Handbook*. 8th ed. Weed Science Society of America, Lawrence, KS.
- 29- Weaver S.E. 1983. Pigweed (*Redroot, Green and Smooth*). Factsheet ND: AGDEX 642. Ministry of Agriculture and food, Ontario, Canada.
- 30- Wrubel R.P., and Gressel J. 1994. Are mixtures useful for delaying the rapid evolution of resistance? A case study. *Weed Technology*, 8:635-648.
- 31- Zand E., Baghestani M.A., Pourazar R., Sabeti P., Gezeli F., Khayyami M.M., and Razzazi A. 2009. Efficacy evaluation of ultima (nicosulfuron + rimsulfuron), lumax (mesotrione + S metolachlor + terbuthylazine) and amicarbazone in comparison with current herbicides to control of weeds in corn. *Journal of Plant Protection* 23, 42-55. (In Persian with English abstract)
- 32- Zhang J., Hamill A.S., and Weaver S.E. 1995. Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies. *Weed Technology*, 9:86-90.
- 33- Zimdahl R.L. 1993. *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press, INC.

تأثیر علف‌کش‌های سولفونیل اوره و بقایای گیاهی بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.)

سبحه غفارپور^۱ - سید عبدالرضا کاظمینی^{۲*} - حبیب ا... حمزه زرقانی^۳ - زینب السادات هاشمی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰

چکیده

به منظور مقایسه اثر سه علف‌کش سولفونیل اوره در مقادیر مختلف بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد گندم در شرایط کاربرد بقایای گیاهی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با ۴ تکرار در دانشگاه شیراز، انجام شد. فاکتور اصلی شامل نگهداری بقایای گندم و حذف بقایا و فاکتور فرعی شامل کاربرد علف‌کش‌های توتال، آپروس و آتلاتیس هر کدام در دو مقدار توصیه شده و ۳۰ درصد بیشتر از مقدار توصیه شده آنها و یک کرت بدون علف‌کش به عنوان شاهد بود. طبق نتایج بدست آمده وزن خشک علف‌های هرز در تیمار وجود بقایای گندم ۴۱/۱ درصد بیشتر از تیمار بدون بقایا بود. در مقایسه بین علف‌کش‌ها و مقدار مصرف آنها، علف‌کش توتال در دز افزوده بیشترین (۵۸/۴ درصد) و علف‌کش آتلاتیس در دز توصیه شده کمترین (۱۹/۳ درصد) میزان کنترل علف هرز را در مقایسه با تیمار شاهد (بدون علف‌کش) نشان داد. همچنین دز افزوده علف‌کش توتال موجب افزایش عملکرد دانه گندم از ۳۳۲۹/۸۸ کیلوگرم در تیمار شاهد به ۵۲۸۳/۱۹ کیلوگرم در هکتار شد و پس از آن دز توصیه شده توتال و دز افزوده آپروس بیشترین عملکرد دانه گندم را نشان دادند. علف‌کش آتلاتیس نیز در دز توصیه شده کمترین (۱۷/۳ درصد) میزان افزایش عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد سبب شد. به طور کلی بیشترین کنترل علف‌های هرز در تیمار برهمکنش کاربرد علف‌کش توتال در شرایط بدون بقایا بدست آمد و وزن خشک علف‌های هرز را ۵۸/۵ و ۵۴/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد، به ترتیب در دز افزوده و توصیه شده، کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: سولفوسولفورون، مت سولفورون، مزو سولفورون، مقدار علف‌کش، وزن خشک علف هرز

مقدمه

عوامل کاهش دهنده عملکرد محصولات زراعی به شمار می‌روند که از طریق رقابت و رها ساختن عناصر شیمیایی، باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی و افزایش هزینه کشاورزی می‌شوند (۳۲). به طور کلی روش‌های کنترل علف‌های هرز گندم، دارای اهمیت ویژه‌ای بوده و کاربرد علف‌کش‌ها تأثیر قابل توجهی در افزایش عملکرد دارد (۱ و ۲). علف‌کش‌های بازدارنده‌ی سنتز استولاکنات مانند سولفونیل اوره ها، گروه مهمی از علف‌کش‌ها هستند که بقایای آن‌ها برای مدت طولانی‌تری در خاک فعال است. این گروه از علف‌کش‌ها ترکیباتی هستند که برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز در گیاهان زراعی پهن‌برگ و باریک‌برگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. تحمل بالای گیاهان زراعی، کنترل مناسب علف‌های هرز در مقدار مصرف کم و سمیت پائین برای پستانداران، علت افزایش مقبولیت این گروه از علف‌کش‌ها است (۲۲). استولاکنات سینتاز (ALS) آنزیمی کلیدی در ساخت اسیدهای آمینه زنجیره‌ای شاخه‌دار است. سولفونیل اوره‌ها و ایمیدازولینون‌ها به آنزیم ALS متصل می‌شوند و از فعالیت آن جلوگیری می‌کنند. جلوگیری از فعالیت این آنزیم منجر به کاهش مقدار اسیدهای آمینه‌ای مانند لوسین، والین و ایزولوسین می‌شود. البته

گندم با نام علمی *Triticum aestivum*، مهم‌ترین غله دنیاست که تولید جهانی آن در سال ۲۰۱۴ میلادی، حدود ۷۳۰ میلیون تن و در ایران حدود ۱۱ میلیون تن بوده است (۱۰). در ایران نیز از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی است و افزایش محصول آن روز به روز مورد توجه قرار گرفته و از نظر اقتصادی و تأمین غذای اصلی از اهمیت بسیاری برخوردار است (۹). افزایش عملکرد گندم در واحد سطح تابع عوامل خاصی است که یکی از این عوامل، مدیریت صحیح کنترل علف‌های هرز جهت کاهش خسارت آن‌ها می‌باشد (۲۹). علف‌های هرز بدون شک یکی از مهم‌ترین

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم علف‌های هرز، دانشیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم علف‌های هرز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

(*)- نویسنده مسئول: (Email: kazemin@shirazu.ac.ir)

۳- دانشیار بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
DOI: 10.22067/jpp.v32i1.56428

تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در فاصله ۱۸ کیلومتری شمال شرقی شیراز (باجگاه)، با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا، انجام گرفت. برخی از خصوصیات خاک منطقه مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

طرح آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. تیمار نگهداری بقایای گندم در سطح خاک (۱۸۵۰ کیلوگرم در هکتار) و بدون بقایا (صفر کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و تیمار نوع و مقدار علف‌کش شامل علف‌کش‌های توتال (مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون، ۸۰ WG) به میزان ۴۰ و ۵۰ گرم ماده تجاری در هکتار، آپروس (سولفوسولفورون، ۷۵ WG) به میزان ۲۶/۶ و ۳۵ گرم ماده تجاری در هکتار، آتلاتنیتس (مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایر، ۱/۲ OD) به میزان ۱/۵ و ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. همچنین یک تیمار بدون کنترل علف‌هرز به عنوان شاهد در طرح قرار داده شد.

زمین مورد نظر در سال قبل از اجرای آزمایش زیر کشت گندم بود که پس از برداشت محصول، بقایای آن در نیمی از مزرعه باقی گذاشته (۱۸۵۰ کیلوگرم در هکتار) و در نیمی دیگر به طور کامل از بین برده شد. پس از عملیات خاک‌ورزی معمولی (شخم و دیسک)، مزرعه مرزبندی گردید و ابعاد هر کرت ۲۵ متر مربع در نظر گرفته شد. گندم رقم شیراز به وسیله بذرکار غلات بر اساس ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار، در اواخر مهر ماه کشت گردید. کوددهی مزرعه بر اساس میزان ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در دو نوبت (زمان کاشت و پنجه زنی گندم)، و ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل در هکتار انجام شد و آبیاری هر ۱۰ روز یکبار صورت گرفت. در اواخر مرحله پنجه زنی گندم، تیمارهای علف‌کش توسط سم‌پاش پستی ۱۵ لیتری با نازل بادبزی تی‌جت و فشار ۲ بار اعمال گردید. سم‌پاش بر اساس میزان ۳۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد.

۱۵ روز پس از سم‌پاشی با استفاده از کوادرات ۱×۱ متر، علف‌های هرز هر کرت شمارش و از نزدیک سطح زمین قطع شدند. وزن خشک نمونه‌ها پس از قرار گرفتن به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. علف‌های هرز مزرعه شامل غریبلک^۹، خارتاتاری^{۱۰}، خاکشیر طبی^{۱۱}، دم روباهی^{۱۲} و کاهوی وحشی^{۱۳} بود.

مرگ گیاه فقط به دلیل کمبود ناشی از این اسیدهای آمینه نیست. با مصرف این علف‌کش‌ها، از تقسیم سلولی نیز جلوگیری می‌شود (۲۰). کاربرد علف‌کش‌های مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون^۱ و بروموکسینیل^۲ + MCPA همراه با کلودینافوپ پروپارژیل^۳ نتایج رضایت‌بخشی در کنترل علف‌های هرز و عملکرد دانه گندم داشت (۳۱). ارزیابی تأثیر مقدار کاهش یافته علف‌کش‌های مت‌سولفورون متیل و کلودینافوپ پروپارژیل در تلفیق با قدرت رقابتی گندم در کنترل علف‌هرز چچم^۴ نیز نشان داد با افزایش میزان علف‌کش مت‌سولفورون متیل، بیوماس علف‌هرز کاهش می‌یابد (۵).

از آنجایی که مدیریت پسماندهای گیاهی یک عامل مهم در سیستم‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز محسوب می‌شود و بیشتر تحقیقات نشان می‌دهد که پسماند گیاهان پوششی به تنهایی برای کنترل پایدار علف‌های هرز کافی نمی‌باشد. در نتیجه، بایستی تحقیقاتی برای مشخص کردن تأثیر گیاهان پوششی در ترکیب با دیگر عملیات کنترل به‌ویژه علف‌کش‌ها، در ارتقای مدیریت علف‌هرز انجام شود (۲۴). یکی از اولین تأثیرات پسماندهای سطحی در علف‌کش‌ها، جذب بیشتر آن‌ها است که نتیجه‌ی آن، کاهش تماس علف‌کش به خاک می‌شود. این موضوع در پسماندهای سنگین (بیش از ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشهودتر است (۲۵). همچنین، جمعیت میکروبی فعال در خاک که همبستگی نزدیکی با پسماند گیاهی دارد ممکن است سبب افزایش متابولسیم علف‌کش و در نتیجه غیرفعال شدن آن شود (۱۳). به گزارش محققان، مالچ کاه گندم، فعالیت علف‌کش متالاکلر^۵ را کاهش داد و بقایای ذرت^۶ نیز باعث جذب علف‌کش‌های آلاکلر^۷ و آترازین^۸ گردید (۵). این مطالعه به منظور بررسی کارایی سه علف‌کش توتال (مت‌سولفورون + سولفوسولفورون)، آپروس (سولفوسولفورون) و آتلاتنیتس (مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایر) در شرایط نگهداری بقایای گندم و بدون بقایای گندم بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد گندم صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر علف‌کش‌های سولفونیل اوره و بقایای گیاهی بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد گندم آزمایشی در مزرعه

- 1- Metsulfuron-Methyl + Sulfosulfuron
- 2- Bromoxynil
- 3- Clodinafop-Propargyl
- 4- Lolium
- 5- Metolachlor
- 6- Zea mays
- 7- Alachlor
- 8- Atrazine

- 9- *Lamium amplexicaule*
- 10- *Carduus nutans*
- 11- *Descurainia Sophia*
- 12- *Alopecurus pratensis*
- 13- *Lactuca scariola*

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک محل آزمایش

Table 1- Some characteristics of soils of experience place

خاک Soil	بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon (%)	ماده آلی Organic mater (%)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر Phosphoru (mg kg ⁻¹) s	پتاسیم Potassiu m (mg kg ⁻¹)	هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	اسیدیته pH
با بقایا With Residue	سیلتی رسی Silt-clay	1.287	2.218	0.068	28	330	0.581	7.87
بدون بقایا Without Residue	سیلتی رسی Silt-clay	1.209	2.084	0.060	15	300	0.562	7.88

۱۹/۳۱ درصدی وزن خشک علف‌های هرز، به ترتیب در دز افزوده و توصیه شده، از کارایی کمتری نسبت به دو علف‌کش دیگر برخوردار بود (جدول ۲).

در برهمکنش بقایا و علف‌کش، بیشترین کنترل علف‌های هرز در تیمار کاربرد علف‌کش توتال در شرایط بدون بقایا بدست آمد که ۴۸/۱ درصد وزن خشک علف هرز را نسبت به تیمار نگهداری بقایا کاهش داد (شکل ۱).

همچنین، علف‌کش‌های آپروس و آتالانتیس در شرایط بدون بقایای گندم کارایی بالاتری داشته و وزن خشک علف هرز را نسبت به تیمار نگهداری بقایا کاهش دادند (جدول ۳). این طور به نظر می‌رسد که وجود بقایای گیاهی، سبب کاهش تماس علف‌کش‌های مصرفی با سطح خاک شده و علف‌کش‌های باقی مانده بر روی پسماندهای گیاهی، ممکن است به وسیله‌ی بارندگی شسته و به خاک برده شوند، اما علف‌کش‌هایی که به وسیله‌ی نور خورشید تجزیه می‌شوند یا فرار هستند، ممکن است پیش از بارندگی زوده شوند. حتی پس از باران نیز، علف‌کش‌ها می‌توانند روی پسماندهای گیاهی برجا بمانند. در نتیجه مهار علف‌های هرز به دلیل کاهش میزان علف‌کش، کاهش می‌یابد (۱۹). در تحقیقی با افزایش سطوح پسماند گندم، از کارایی علف‌کش تریفلورالین کاسته شد و علف‌های هرزی که قادر به جوانه زنی در کاه و کلش گندم بودند، رشد بهتری در مقایسه با کرت‌های بدون پسماند داشتند (۱۷).

علف‌کش توتال در مقدار ۴۰ و ۵۰ گرم در هکتار وزن خشک علف‌های هرز را به ترتیب ۶۵ و ۶۲ درصد در سطح بدون بقایا و ۴۸ و ۵۶ درصد در سطح نگهداری بقایا نسبت به شاهد کاهش داد (شکل ۱). مقدار ۲۶/۶ و ۳۵ گرم علف‌کش آپروس نیز به ترتیب ۳۸ و ۴۸ درصد در تیمار بدون بقایا و ۴۷ درصد (در هر دو مقدار) در تیمار نگهداری بقایا، علف‌های هرز را کنترل کرد و بعد از علف‌کش توتال بیشترین تأثیر بر کاهش وزن خشک علف‌هرز داشت.

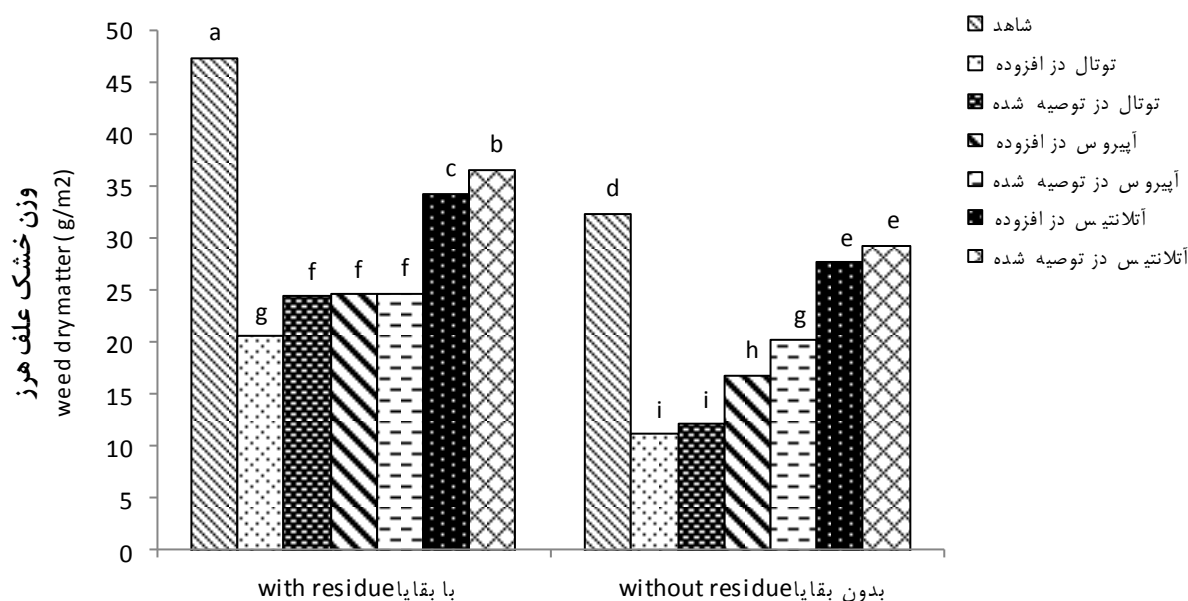
در انتهای فصل رشد و در مرحله رسیدن با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای از هر کرت مساحت یک متر مربع (با استفاده از کوادرات ۱×۱ متر به صورت تصادفی) انتخاب و بوته‌های گندم برداشت شد. برای محاسبه اجزای عملکرد گندم شامل تعداد سنبله در هر بوته، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه، ۱۵ بوته به صورت تصادفی انتخاب و شمارش گردید. داده‌های آزمایش پس از نرمال‌سازی، توسط نرم‌افزار آماری SAS System Ver. 9.0 مورد تجزیه قرار گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده گردید.

نتایج و بحث

وزن خشک علف‌های هرز

نتایج حاصل نشان داد که اثر بقایا، علف‌کش و برهمکنش آنها بر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار بود (جدول ۲). نگهداری بقایای گندم در خاک سبب افزایش وزن خشک علف‌های هرز به میزان ۴۱/۴ درصد نسبت به تیمار بدون بقایا شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد نگهداری بقایا شرایط رطوبتی بهتری برای سبز شدن و رشد گیاهچه های علف هرز به وجود می‌آورد (۱۸ و ۲۳).

کاربرد تمامی تیمارهای علف‌کش در کاهش وزن خشک علف‌های هرز مؤثر بود. دز افزوده علف‌کش توتال، کمترین (۱۶/۳۷ گرم در متر مربع) و تیمار شاهد بدون علف‌کش (۳۹/۴۱ گرم در متر مربع) بیشترین وزن خشک علف هرز را نشان داد (جدول ۲). پس از توتال، علف‌کش آپروس بیشترین تأثیر را در کاهش وزن خشک علف‌های هرز داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد علف‌کش توتال به دلیل دارا بودن مواد مؤثر علف‌کش آپروس (مقدار ED₅₀^۱ سولفوسولفورون در آپروس ۷۰ درصد و در توتال ۷۵ درصد) و اضافه بر آن ترکیب مت‌سولفورون‌متیل در دامنه وسیع‌تری در مقایسه با آپروس، علف‌های هرز را کنترل می‌کند (۲۶). آتالانتیس نیز با کاهش ۲۷ و



شکل ۱- برهمکنش سطح بقایا، نوع و مقدار علف کش بر وزن خشک علف هرز
 Figure 1- Interaction of residue, herbicide and dose on weed dry weight
 اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی باشند
 Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$)

به زمین بدون بقایای گندم می شود (۹).

تعداد سنبله در متر مربع

میانگین تعداد سنبله گندم بطور معنی داری تحت تأثیر بقایای گندم و نوع و مقدار علف کش قرار گرفت (جدول ۲). وجود بقایا موجب کاهش تعداد سنبله در متر مربع به میزان ۱۰/۸ درصد نسبت به تیمار بدون بقایا شد (جدول ۳). به نظر می رسد که افزایش میزان علف های هرز و رقابت آن ها با گیاه زراعی می تواند علت اصلی این کاهش باشد. در مقایسه میانگین تیمارهای علف کش، دز افزوده توتال با میانگین ۴۴۵، بیشترین و تیمار شاهد (حضور علف هرز) با میانگین ۳۱۲/۵، کمترین تعداد سنبله در متر مربع را تولید نمود (جدول ۳). به طور کلی بهترین شرایط کنترل علف هرز در کاربرد علف کش توتال در هر دو دز مصرفی حاصل گردید و به عبارت دیگر کنترل بهتر علف های هرز، کاهش رقابت و در نتیجه بهبود شرایط به نفع گندم، عامل مهمی در افزایش تعداد سنبله در تیمار توتال نسبت به دو علف کش دیگر بود. اگرچه بین دز توصیه شده توتال و دزهای افزوده توصیه شده علف کش آپروس اختلاف معنی داری دیده نشد اما درصد کنترل علف کش آپروس کمتر از علف کش توتال بود (جدول ۳). آتلاتیس نیز در مقایسه با دو علف کش دیگر از کارایی کمتری برخوردار بود اما در مقایسه با تیمار شاهد، موجب افزایش ۳۱ و ۲۳ درصدی تعداد سنبله گندم به ترتیب در دز افزوده و توصیه شده گردید

در حالی که علف کش آتلاتیس هم در سطح نگهداری بقایا و هم بدون بقایا کمترین میزان کنترل علف های هرز را در این تحقیق نشان داد (شکل ۱). مقدار توصیه شده آتلاتیس در سطح بدون بقایا (۲۹/۴ گرم در متر مربع)، بیشترین وزن خشک علف هرز را پس از تیمار شاهد (۳۲/۴۵ گرم در متر مربع)، نسبت به سایر علف کش ها تولید نمود (شکل ۱). محققان گزارش کردند کاربرد علف کش توتال به میزان ۴۵ گرم در هکتار بیشترین کاهش در وزن خشک و تراکم علف های هرز را نسبت به علف کش های آپروس، آتلاتیس، شوالیه و مگاتن با مقادیر مختلف سبب می گردد (۲۱). همچنین آزمایشی به منظور مقایسه علف کش های توتال و آپروس در کنترل جودره^۱، نشان داد که علف کش توتال ۹۱ درصد و علف کش آپروس ۷۱ درصد سبب کاهش وزن خشک جودره گردید و در مجموع علف کش توتال کارایی بهتری در کنترل جودره نسبت به آپروس داشت (۱۶).

ارتفاع گندم

در بررسی ارتفاع گندم، تنها اثر اصلی بقایای گندم معنی دار بود (جدول ۲). نگهداری بقایای گندم در مزرعه، ارتفاع گندم را به میزان ۷/۷ درصد نسبت به تیمار بدون بقایا کاهش داد (جدول ۲). وجود بقایای گندم تجزیه نشده در لایه های سطحی خاک، استقرار و رشد مناسب گیاه را کند نموده و سبب کاهش ارتفاع و پنجه زنی آن نسبت

(جدول ۳). بنابراین افزایش مقدار مصرف این علف‌کش سبب افزایش ۶/۵ درصدی سنبله در واحد سطح شد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر بقایای گیاهی و نوع و دز علف‌کش بر برخی از صفات اندازه‌گیری شده در گندم

Table 2- Analysis of variance effects of wheat residue, type and concentration of herbicide on some of traits in wheat									
Sources of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square					عملکرد دانه گندم Wheat grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت HI
		وزن خشک علف هرز Weed dry weight (g/m ²)	ارتفاع گندم Wheat height (cm)	تعداد سنبله در متر مربع Spikelet number per m ²	تعداد دانه در سنبله Seed per spikelet	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)			
بلوک Block	3	0.21 ^{ns}	8.24 ^{ns}	35.92 ^{ns}	2.19 ^{ns}	2.23 ^{ns}	23766.40 ^{ns}	605363.6 ^{ns}	3.39 ^{ns}
بقایای گندم Wheat residue	1	1088.56 ^{□□**}	493.55 ^{**}	24948.64 ^{**}	89.63 ^{**}	178.64 ^{**}	20302126.8 ^{**}	89272378.2 ^{**}	107.22 ^{**}
خطای فاکتور اصلی Main plot error	3	1.22	1.84	171.26	0.01	1.83	39789.7	837453.7	2.50
علفکش Herbicide	6	603.09 ^{**}	39.43 ^{ns}	16743.51 ^{**}	31.65 ^{**}	12.43 ^{**}	4192067.78 ^{**}	28117548.0 ^{**}	6.62 ^{**}
علفکش × بقایای گندم Wheat residue × Herbicide	6	26.28 ^{**}	21.53 ^{ns}	401.76 ^{ns}	5.6 ^{ns}	2.27 ^{ns}	35066.9 ^{ns}	58249.4 ^{ns}	0.65 ^{ns}
خطای فاکتور فرعی Sub split error	36	1.47	19.98	127.98	6.69	2.60	19381.7	131856.7	1.39

Ns Non-significant, * Significant at the 5% level and ** Significant at the 1% level

درصد

ns غیر معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها بر وزن خشک علف هرز، ارتفاع، عملکرد و اجزای عملکرد گندم

Table 3- Mean comparison of treatments main effects on weed dry weight, height, yield and yield component of wheat									
تیمار Treatment	فاکتور Factor	وزن خشک علف هرز Weed dry weight (g/m ²)	ارتفاع گندم Wheat height (cm)	تعداد سنبله در متر مربع Spikelet number per m ²	تعداد دانه در سنبله Seed per spikelet	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه گندم Wheat grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص پرداخت HI
بقایا Residue	نگهداری بقایا With residue	30.25 ^a	77.04 ^b	385.28 ^b	29.38 ^b	34.78 ^b	3896.19 ^b	12340.40 ^b	31.47 ^b
	بدون بقایا Without residue	21.43 ^b	82.98 ^a	427.50 ^a	31.91 ^a	38.35 ^a	5100.41 ^a	14865.60 ^a	34.24 ^a
نوع و دوز علف کش Type and dose of herbicide	توتال دز افزوده Total Additive dose	16.37 ^g	78.87 ^b	445.00 ^a	34.13 ^a	38.75 ^a	5283.19 ^a	15761.1 ^a	33.38 ^{abc}
	توتال دز توصیه شده Total Recommended dose	17.97 ^f	78.31 ^b	435.00 ^{ab}	31.90 ^{ab}	37.08 ^b	5090.99 ^b	15019.6 ^b	33.79 ^a
	آپیروس دز افزوده Apirus Additive dose	20.76 ^e	78.31 ^b	431.00 ^b	31.38 ^b	37.02 ^b	5058.68 ^b	14996.0 ^b	33.67 ^{ab}
	آپیروس دز توصیه شده Apirus Recommended dose	22.34 ^d	78.25 ^b	424.75 ^b	30.13 ^{bc}	36.82 ^{bc}	4665.26 ^c	14110.9 ^c	32.98 ^{abc}
	آتلانتیس دز افزوده Atlantis Additive dose	31.01 ^c	80.31 ^{ab}	411.62 ^c	29.88 ^c	35.72 ^{bc}	4154.71 ^d	12750.3 ^d	32.43 ^c
	آتلانتیس دز توصیه شده Atlantis Recommended dose	33.03 ^b	82.21 ^{ab}	384.87 ^d	28.65 ^c	35.33 ^c	3905.39 ^e	11929.4 ^e	32.56 ^{bc}
شاهد Control		39.41 ^a	83.81 ^a	312.50 ^e	28.48 ^c	35.23 ^c	3329.88 ^f	10653.8 ^f	31.16 ^d

Means with the same letter for each parameter are not significantly different (Duncan%5)

میانگین‌های با حروف مشابه برای هر عامل آزمایشی اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن %5)

تعداد دانه در سنبله

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که عدم کاربرد بقایای گندم، تعداد دانه در سنبله را ۷/۵ درصد نسبت به شرایط نگهداری بقایا، افزایش داد (جدول ۳). در بررسی بین سه علف‌کش بکار برده شده در این آزمایش، مشاهده شد که دز افزوده علف‌کش توتال با میانگین ۳۴/۱۳، بیشترین و دز توصیه شده علف‌کش آتالانتیس با میانگین ۲۸/۶۵ کمترین تعداد دانه در سنبله را تولید نموده است (جدول ۳). علف‌کش آپروس نیز پس از توتال، بیشترین افزایش تعداد دانه در سنبله را سبب شد (جدول ۳). این افزایش می‌تواند به دلیل کاهش رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز در اثر کنترل آن‌ها توسط علف‌کش باشد. در آزمایش مشابهی، علف‌کش توتال موجب افزایش ۵۶ درصدی تعداد دانه در سنبله شد (۱۲).

بین دز توصیه شده و دز افزوده هیچ یک از علف‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳).

وزن هزار دانه گندم

با توجه به نتایج به دست آمده وزن هزار دانه گندم به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع و مقدار علف‌کش و بقایای گندم قرار گرفت (جدول ۲). علف‌کش توتال در دز افزوده با ۳۸/۷۵ و تیمار شاهد بدون علف‌کش با ۳۵/۲۳ گرم، به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه گندم را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). پس از علف‌کش توتال، بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار کاربرد علف‌کش آپروس در هر و دز افزوده و توصیه شده بود (جدول ۳). آتالانتیس نیز کمترین تأثیر را بر وزن هزار دانه گندم داشت، به طوری که بین دز توصیه شده این علف‌کش و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳). به نظر می‌رسد رقابت شدید علف‌های هرز با گیاه زراعی و محدود کردن منابع برای پر شدن دانه گندم موجب تولید کمترین وزن هزار دانه در این دو تیمار شده است (۳۲). نگهداری بقایای گندم، وزن هزار دانه را ۹/۶ درصد در مقایسه با عدم کاربرد بقایا کاهش داد (جدول ۳). بقایای گیاهان زراعی و پوششی حاصل از کاشت گیاهان قبلی بر روی سطح خاک می‌توانند اثرات معنی‌داری بر رفتار و فعالیت علف‌کش‌ها داشته باشند (۲۵). یکی از اولین اثرات بقایای گیاهی سطحی بر روی علف‌کش‌ها، جذب بیشتر آن‌ها می‌باشد، که نتیجه آن، کاهش رسیدن علف‌کش به خاک می‌شود (۲۵ و ۲۶). همچنین، جمعیت میکروبی فعال در خاک همبستگی نزدیکی با بقایای گیاهی دارد و ممکن است که افزایش متابولیسم علف‌کش و در نتیجه غیرفعال شدن آن را سبب شود (۱۳).

عملکرد دانه گندم

نتایج نشان داد که وجود علف‌های هرز به طور معنی‌داری بر

عملکرد دانه گندم مؤثر بوده و موجب کاهش آن شده است (جدول ۳). انتخاب علف‌کش مناسب با کنترل بهینه علف‌های هرز، توانست باعث افزایش عملکرد دانه شود، به گونه‌ای که علف‌کش توتال با بهترین کنترل، سبب افزایش ۵۶ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. پس از آن علف‌کش‌های آپروس و آتالانتیس باعث افزایش ۴۶ و ۲۱ درصدی عملکرد دانه شدند. کنترل علف‌های هرز با افزایش مقدار مصرفی علف‌کش‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت. دز افزوده توتال، نسبت به سایر تیمارها عملکرد بالاتری از دانه گندم را به خود اختصاص داد (جدول ۳). از سویی دیگر، علف‌کش آتالانتیس با تولید ۴۱۵۴/۷ و ۳۹۰۵/۴ کیلوگرم دانه در هکتار به ترتیب در دز افزوده و توصیه شده نسبت به علف‌کش توتال به میزان ۲۱/۳، ۲۳/۳ درصد و در مقایسه با علف‌کش آپروس به میزان ۱۷/۹، ۱۶/۳ درصد کنترل کمتری از علف‌های هرز را نشان داد.

افزایش رشد علف‌های هرز در تیمار نگهداری بقایا با تأثیر کاهشی بر تعداد سنبله گندم، سبب کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون بقایا شد (جدول ۳). دلیل این امر نیز احتمالاً وابسته به جذب علف‌کش‌ها توسط مواد آلی خاک و یا نقش فیزیکی بقایا در کاهش اثربخشی علف‌کش‌ها بر کنترل علف‌های هرز می‌باشد. همچنین پژوهشگران بیان کردند که در شرایط آب و هوایی استان فارس پس از برداشت گندم به دلیل کم بودن میزان رطوبت در لایه‌های سطحی خاک عملاً امکان پوسیدن بقایا بسیار کم است. در چنین شرایطی باقی گذاردن بقایا در سطح خاک طی سال‌های متمادی باعث انباشته شدن آن‌ها در سطح خاک خواهد شد، به نحوی که امکان استقرار بذر در بستر مناسب از دست می‌رود و به همین دلیل تراکم بوته‌ها در واحد سطح کاهش یافته که نتیجه آن افت عملکرد می‌باشد (۹).

عملکرد بیولوژیک

اثرات اصلی بقایا و علف‌کش بر عملکرد بیولوژیک گندم معنی‌دار بود (جدول ۲). بقایای گندم بطور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد بیولوژیک گندم به میزان ۳۷/۹ درصد گردید (جدول ۳). کاربرد علف‌کش‌های توتال، آپروس و آتالانتیس به ترتیب ۳۰/۷، ۲۶/۸ و ۱۳/۶ درصد عملکرد بیولوژیک را نسبت به تیمار شاهد (حضور علف هرز) افزایش داد (جدول ۳).

در هر سه علف‌کش افزایش میزان مصرف به طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک را نسبت به مقدار توصیه شده آنها، بهبود بخشید (جدول ۳). دز افزوده علف‌کش توتال با افزایش ۴۸ درصدی عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد (۱۰۶۵۳/۸ کیلوگرم در هکتار)، بهترین تیمار برای کنترل علف‌های هرز گندم در این آزمایش بود (جدول ۳). مقدار افزوده علف‌کش توتال، آپروس و آتالانتیس به ترتیب ۴/۹، ۶/۳

زراعی را کاهش دهد. بطور کلی علف‌کش توتال در مقایسه با سایر علف‌کش‌های به کار برده شده کارایی بیشتری داشت. بعلاوه، با کاهش وزن خشک علف‌های هرز تا ۵۸ درصد توانست عملکرد دانه گندم را در مقایسه با تیمار شاهد (حضور علف‌هرز) تا ۵۶ درصد افزایش دهد. افزایش مقدار علف‌کش باعث کنترل بهتر علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه می‌شود. از سویی دیگر نیز بایستی بر تأثیر پسمان آن‌ها بر گیاه زراعی بعدی در تناوب دقت نمود. بدیهی است که انتخاب درست علف‌کش، مقدار مناسب و تأثیر بر ماندگاری آن در خاک از اهمیت زیادی برخوردار است.

بعلاوه، برهمکنش بقایای گیاهی با کاربرد علف‌کش نیز نقش بسیار مهمی در کارایی آن خواهد داشت. از این‌رو، به نظر می‌رسد با افزودن بقایای گندم به خاک و جذب قطرات علف‌کش‌ها توسط ماده آلی یا بقایای گندم، کاهش کارایی در علف‌کش‌ها ایجاد می‌شود. بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان گفت کاربرد علف‌کش توتال با مقدار ۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار بهترین تیمار در کنترل علف‌های هرز بوده و سبب افزایش عملکرد گندم شده است.

امروزه کاربرد بقایای گیاهی اهمیت زیادی در توسعه و گسترش سیستم‌های کشاورزی پایدار دارد. بقایای گیاهی علاوه بر تأثیری که روی خاک دارند می‌توانند بر جوانه‌زنی، بقا، رشد و توانایی رقابتی علف‌های هرز و گیاهان زراعی نیز مؤثر باشد. بقایای گیاهی با تأثیر بر مقدار نیتрат خاک، تعدیل دمای خاک، مانع از نفوذ نور و مقدار رطوبت خاک می‌توانند رشد و نمو علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین ممکن است دارای خاصیت آلوپاتی باشند و از این طریق نیز از جوانه‌زنی و یا رشد و نمو گیاهان از جمله علف‌های هرز جلوگیری نمایند.

اما تأثیر بقایای گیاهی در کنترل علف‌های هرز و عملکرد گیاهان زراعی متفاوت است. به طوری که طبق آزمایشات انجام شده برای کنترل مؤثر علف‌های هرز کشیده برگ ذرت نیاز به ۶/۸ تن در هکتار بقایای گندم بود، در حالی که حداکثر عملکرد دانه ذرت به هنگام کاربرد ۴/۴ تن بقایای گندم در هکتار به دست آمد. این موضوع نشان‌دهنده آن است که بقایای گیاهی به تنهایی نمی‌توانند در کنترل علف‌های هرز مؤثر باشند و بر ای کنترل موفق آنها و رسیدن به حداکثر عملکرد، می‌توان از بقایای گیاهی به عنوان یکی از اجزای کنترل تلفیقی در کنار سایر روش‌های کنترل علف‌های هرز استفاده کرد.

و ۶/۹ درصد عملکرد بیولوژیک را نسبت به مقدار توصیه شده افزایش داد. در نتیجه با افزایش مقدار مصرف آتلاتیس، اثر کنترلی این علف‌کش در مقایسه با دو علف‌کش دیگر به طور قابل توجهی افزایش یافت (جدول ۳). نتایج تحقیقی دیگر در همین راستا نشان داد، بیشترین عملکرد بیولوژیک گندم (۱۶/۳۳ تن در هکتار) در تیمار شاهد وحین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد عدم کنترل علف‌هرز با ۹/۷۲ تن در هکتار حاصل گردید. این موضوع حاکی از اثرات بسیار منفی تداخل علف‌های هرز با گندم می‌باشد (۸).

شاخص برداشت

بقایای گندم و علف‌کش بر شاخص برداشت به طور معنی‌داری مؤثر بود (جدول ۲). شاخص برداشت بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین اجزای رویشی گیاه و دانه می‌باشد. بنابراین، با توجه به آنکه یکی از اجزای شاخص برداشت، عملکرد دانه می‌باشد لذا هر گونه تغییر در عملکرد دانه می‌تواند منجر به تغییر در شاخص برداشت گردد. بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از علف‌کش‌ها موجب افزایش شاخص برداشت گندم شد. به طوری که علف‌کش توتال و تیمار شاهد به ترتیب بیشترین (۳۳/۵۸ درصد) و کمترین (۳۱/۱۷ درصد) شاخص را نشان دادند (جدول ۳). اثر کاربرد علف‌کش توتال بر افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک گندم سبب افزایش شاخص برداشت نسبت به سایر تیمارها گردید. اگرچه علف‌کش آپروس نیز از نظر عملکرد دانه و بیولوژیک اختلاف معنی‌داری با توتال داشت اما افزایش بیشتر عملکرد دانه گندم نسبت به عملکرد بیولوژیک در این علف‌کش باعث شد تا در شاخص برداشت گندم اختلاف معنی‌داری با علف‌کش توتال نداشته باشد (جدول ۳). طبق گزارش‌های، کمترین شاخص برداشت در تیمار شاهد عدم کنترل علف‌هرز، مشاهده شد (۳). همچنین، نگهداری بقایای گیاهی در این تحقیق سبب کاهش ۷/۹ درصدی شاخص برداشت گردید (جدول ۳). وجود بقایای گیاهی با کاهش اثر علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز، بر عملکرد دانه و بیولوژیک گندم تأثیر منفی گذاشته و موجب کاهش آنها و در نتیجه کاهش شاخص برداشت شد.

نتیجه‌گیری کلی

کنترل نامناسب یا ضعیف علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد گندم می‌تواند به طور چشمگیری عملکرد و اجزای عملکرد گیاه

منابع

- 1- Anderson R.L. 1997. Cultural systems can reduce reproductive potential of winter annual grasses. Weed Technology, 11: 608-613.
- 2- Anonymous. 2000. Farm Chemical Handbook. Biesterfeld US Inc. New York, USA. Company.

- 3- Ashiq M., Muhammad N., and Ahmad N. 2006. Comparative efficacy of different herbicides to control grassy weeds in wheat. *Pakistan journal of Weed Science Research*, 12: 157- 161.
- 4- Baghestani M.A., Zand E., Soufizadeh S., Jamali M., and Maighany F. 2007. Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. *Crop protection*, 26(9): 1385-1389.
- 5- Bazyar S., Vazan S., Oveisi M., and Paknejad F. 2010. Optimization herbicides of Mesosulfuronmethyl (Atlantis) and Clodinafop propargyl (Tapic) for control of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in competition with wheat. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41(4): 755-761. (In Persian)
- 6- Curran W.S., Hoffman L.D., and Werner E.L. 1994. The Influence of a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop on weed control and corn (*Zea mays* L) Growth and Yield. *Weed Technology*, 8:777-784.
- 7- Dastgheib F., and Field R.J. 1998. Acetolactate a synthase activity and chlorosulfuron sensitivity of wheat cultivates. *Weed Research*, 38: 63- 68.
- 8- Ebrahimpour F., Mosaviyan N., Mosavi H., Chaab A., and Anafjeh Z. 2010. Efficacy evaluation of managerial dual purpose herbicides Metsulfuron methyl+Sulfosulfuron (Total) and mixed herbicides Tribenorun methyl (Granestar) and Pinoxaden (Acisyal) in growth difference stage of wheat. P. 485. The 3rd Iranian Weed Science Congress. Babolsar.
- 9- Emam Y., Kheradnam M., Bahrani M.G., Asad M.T., and Ghadiri H. 2000. The effects of residue management on the grain yield and its components of winter wheat in continuous irrigated wheat cropping. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 31(4): 830-850. (In Persian with English abstract)
- 10- F. A. O. 2017. Statistical database. Available at <http://www.FAO.Org>.
- 11- Golparvar P., Mirshekari B., and Borhani P. 2012. Application of herbicides with limited dose can play a major role in suitable weed control in saffron fields. *World Applied Sciences Journal*, 9: 1266-1269.
- 12- Hollaway K.I., Kookana R.S., Noy D.M., Smith J.G., and Wilhelm N. 2006. Crop damage caused by residual Acetolactate synthase herbicide in the soils of South-eastern Australia, 46: 1323- 1331.
- 13- Hall L., Bechie H., and Wolf T.M. 1999. How Herbicides Work- Biology to Application. Alberta Agriculture, Food & Rural Development Publishing Branch, Canada.
- 14- Lair K., and Redente E.F. 2004. Influence of auxin and sulfonylurea herbicides on seeded native communities. *Journal of Range Management*, 57(2): 211-218.
- 15- Locke M.A., and Bryson C.T. 1997. Herbicide-soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. *Weed Science*, 45:307–320
- 16- Mirvakili S.M., Baghestani M.A., and Fallah H. 2010. Study on effect of Sulfosulfuron (Apyrus) and Metsulfuron methyl+sulfosulfuron (Total) on morphological characters of Wild barley (*Hordeum spontaneum*). P. 93.19th Iranian Plant Protection Congress.
- 17- Mojab M., Zamani GH., and Eslami S.V. 2010. The effect of Trifluralin herbicide doses and wheat residue on weed species composition in birjand. *Journal of Plant Protection*, 24(3): 294-302. (In Persian)
- 18- Mohler C.L., and Teasdale J.R. 1993. Response of weed emergence to rate of *Vicia villosa* Roth and *Secale cereale* L. residue. *Weed Research*, 33: 487-499.
- 19- Monaco T.J., Ashton F.M., and Weller S.C. 1991. *Weed Science: principles and practices*. John Wiley & Sons Inc.
- 20- Mousavi S.K., Zand E., and Saremi H. 2011. *Physiological Function and Application*. Zanzan university publisher.
- 21- Sabeti P., Zand E., and Veisi M. 2010. Efficacy evaluation of sulfonylurea to control weeds in wheat fields of Kermanshah. P. 85.19th Iranian Plant Protection Congress.
- 22- Secor J. 1994. Inhibition of barnyardgrass 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase by sulcotrione. *Plant Physiology*, 106:1429-1433.
- 23- Shilling D.G., Brecke B.J., Hiebsch C., and Macdonald G. 1995. Effect of soybean (*Glycine max*) cultivar, tillage and rye (*Secale cereale*) mulch on sicklepod (*Senna obtusifolia*). *Weed Technology*, 9:339-342.
- 24- Sij J.W., Olson B.L.S., Ott J.P., and Malinowski D.P. 2016. Tolerance of three wheatgrass cultivars to sulfosulfuron herbicide. *Texas Journal of Agriculture and Natural Resources*, 20: 32-41.
- 25- Teasdale J.R., Pillai P., and Collins R.T. 2005. Synergism between cover crop residue and herbicide activity on emergence and early growth of weeds. *Weed Science*, 53: 521-527.
- 26- Teasdale J.R., Shelton D.R., Sadeghi A.M., and Isensee A. 2003. Influence of hairy vetch residue on atrazine and metolachlor soil solution concentration and weed emergence. *Weed Science*, 51:628–634.
- 27- Yaghoubi S.R., Ebrahimi M., and Haghani S. Total effective herbicide against of wild barley weed (*Hordeum Spontaneum* C.Koch). Third Millennium Agricultural Development Co.
- 28- Yasin M., Tanveer A., Iqbal Z., and Ali A. 2010. Effect of herbicides on narrow leaved weeds and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Academi of Science, Engines and Technology*, 68(2): 1280-1282.
- 29- Young F.L., and Ogg A.G. 1994. Tillage and weed management effects on winter wheat yield in an integrated pest management system. *Agronomy Journal*, 86:147-154.
- 30- Zadpour M.H., Baghestani M.A., and Zand E. 2007. Wheat injuries oriented from herbicide Mixturs. 1: 451- 454. 2nd National Weed Sci Con. Yasin M., Tanveer A., Iqbal Z., and Ali A. 2010. Effect of herbicides on narrow leaved weeds and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Academi of Science, Engines and Technology*. 44.

- 31- Zand E., Baghestani M.A., AghaAlikhani M., Soufizadeh S., Khayami. M.M., Pourazar R., Sabeti P., Jamali M., Bagherani N., and Foroozesh S. 2010. Chemical control of weeds in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop Protection, 29: 1223-1231.
- 32- Zimdahl R.L. 1999. Fundamentals of weed science. 2nd ed. Academic press, San diego, CA. 556pp.



واکنش ژنوتیپ‌های آفتابگردان به نژادهای زنگ *Puccinia helianthi* در ایران

سیامک رحمانپور^{۱*} - علیرضا نبی بور^۲ - ابوالقاسم خدابنده^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳

چکیده

بیماری زنگ آفتابگردان یکی از مهم‌ترین عوامل تهدید کننده این گیاه در نواحی مهم کشت در ایران بوده و منابع مقاومت به آن در ژرم پلاسما میزبان دست یافتنی می‌باشد. طی سال ۱۳۸۹ نمونه‌های برگ آفتابگردان آلوده به بیماری زنگ از استان‌های گلستان و آذربایجان غربی جمع‌آوری شده و در مجموع هشت جدایه از این مناطق برای شناسایی نژادهای فیزیولوژیک روی رقم حساس رکورد مایه‌زنی گردیدند. سپس با روش تک پوستول کردن، عمل خالص‌سازی صورت گرفت. جدایه‌های قارچ پس از تولید انبوه در اتاقک‌های مجزای گلخانه بر روی سری نه تایی ارقام افتراقی آفتابگردان مایه‌زنی گردیدند. نتایج به دست آمده حاکی از تفاوت فیزیولوژیک جدایه‌های این دو منطقه و وجود دو نژاد مستقل می‌باشند. با توجه به تشابهات بیماری زایی روی لاین‌های افتراقی مشترک، نژادهای شماره ۳۰۲ و ۳۰۰ به ترتیب برای مناطق گلیداغ (گلستان) و خوی در استان آذربایجان غربی معرفی می‌شوند. بررسی‌های مقاومت ژرم پلاسما آفتابگردان به بیماری زنگ نیز در شرایط کنترل شده گلخانه صورت پذیرفت. این آزمایش‌ها با کاربرد روش مایه-زنی گردپاشی با پودر تالک و استفاده از نژادهای شناسایی شده به اجرا در آمدند. نتایج حاصل نشان داد که هیبرید قاسم و لاین نگهدارنده باروری آن به نژاد ۳۰۲ و هیبرید برزرگ و لاین مربوطه آن به هر دو نژاد زنگ مقاوم هستند. از میان شش عدد تک بوته‌های مقاوم رقم گابور تنها ژنوتیپ G-445 در مقابل هر دو نژاد بیمارگر مقاومت داشت.

واژه‌های کلیدی: جدایه، ژنوتیپ، لاین‌های افتراقی، مقاومت، نژادهای فیزیولوژیک

مقدمه

آفتابگردان روی هیبریدهای تجاری تا اوایل دهه ۹۰ در کانادا افزایش پیدا کرده بود به طوری که شدت آن در مزارع آلوده در طول سال‌های ۸۹-۱۹۸۸ تا ۶۰ درصد گزارش شده و مزارع بسیار آلوده فقط در برخی موارد و انتهای فصل زراعی بوده است (۲۰). بنابر عقیده گولیا و ماسیرویچ (۴)، زنگ سیاه ناشی از *Puccinia helianthi* گسترش جهانی روی آفتابگردان زراعی و همه گونه‌های *Helianthus* دارد (۶ و ۷ و ۲۵).

عباسی و عزیزاده (۱) در بررسی‌های خود مناطق بهشهر، کلاله، گلیداغ، دشت کالپوش و گنبد کاووس را از استان‌های مازندران و گلستان آلوده گزارش کردند. در حال حاضر زنگ آفتابگردان یکی از شایع‌ترین بیماری‌های قارچی میزبان در بیشتر مناطق عمده کشت آن در ایران است و در برخی شرایط موجب خسارت سنگینی به این محصول می‌شود. بیماری هر چند سال یک بار به صورت اپیدمی در می‌آید. یکی از شدیدترین این اپیدمی‌ها در سال ۱۳۷۳ در گلستان رخ داد که ۱۰ درصد کل محصول و ۹/۸ درصد روغن استحصالی، ارزیابی شده است (۲).

نخستین منابع مقاومت به زنگ آفتابگردان به طور تصادفی در سال‌های ۱۹۴۹ و ۱۹۵۱ در کانادا یافت شده‌اند (۲۱). مطالعات ژنتیکی نشان داد که مقاومت در این منابع توسط دو ژن غالب R1 و

زنگ یکی از مهم‌ترین بیماری‌های آفتابگردان در سرتاسر دنیا بوده و تغییرات سریع در خصوصیات بیماری‌زایی جمعیت‌های آن در مناطق تهدید مداومی برای ارقام و هیبریدهای مقاوم به بیماری شده است (۶، ۹، ۱۶ و ۲۴). بنابر این راهبرد توسعه لاین‌های دارای مقاومت پایدار به آن لازم و ضروری می‌باشد (۹). این بیماری ناشی از قارچ *Puccinia helianthi* اولین بار به سال ۱۸۲۲ میلادی از روی نمونه‌های جمع‌آوری شده از جنوب شرقی ایالات متحده آمریکا، شناسایی و توصیف گردید (۲۱). عامل بیماری یک زنگ تک پایه، هتروتال و بلند چرخه است (۲۳ و ۹). درصد و شدت بیماری زنگ

۱- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(*) نویسنده مسئول: Email:sirahmanpour@spii.ir

۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت مازندران، آمل، ایران
۳- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

برای واکنش به زنگ تحت شرایط آلودگی طبیعی به ترتیب در سال های ۱۹۸۸، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ ارزیابی کرد. عده‌ای از پژوهشگران برای ارزیابی واکنش ژرم پلاسما آفتابگردان اقدام به گروه‌بندی واکنش آن-ها بر اساس میزان و اندازه جوش‌های زنگ در سطح برگ‌ها نمودند. مقیاس عددی این واکنش‌ها از صفر (معادل واکنش فوق حساسیت یا مصونیت) تا حداکثر ۴ (یوردینیوسپورهای بزرگ با قطر بیش از ۰/۶ میلی‌متر) تغییر می‌کرد (۱۱، ۱۴ و ۲۰).

گولیا و همکاران (۵) با کاربرد دیاگرام‌های دامنه پوشش جوش های زنگ رده‌بندی را انجام دادند. در این رده‌بندی صفر (بدون جوش یا مصون) و ۱/۰ درصد پوشش جوش‌ها (خیلی مقاوم) برای گیاهان مقاوم و پوشش جوش بالای ۵/۰ درصد را به عنوان حساس در نظر گرفتند. ایشان در ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های مورد آزمایش از مخلوط‌های حجمی نژادهای آمریکای شمالی و نژادهای رایج استرالیایی به طور جداگانه استفاده کردند. اولین طبقه‌بندی پنج گانه واکنش آفتابگردان به زنگ به سال ۱۹۶۲ ارائه شده و در سال ۱۹۸۶ اصلاح گردید که در آن گروه‌های مصون، خیلی مقاوم، مقاوم، حساس، و خیلی حساس بر اساس میزان تولید جوش و نیز قطر آن‌ها همراه با پتانسیل اسپورزایی از هم تفکیک شدند (۱۰). گولیا با ارزیابی چندین هزار لاین و رقم اصلاح شده آفتابگردان دریافته است که مقاومت اغلب به وسیله تعداد کاهش یافته‌ای از جوش‌ها بیان می‌شود که ممکن است هر اندازه‌ای داشته باشند. با کاربرد دیاگرام‌های رایانه ای، گولیا و ماسیرویچ (۱۰) گیاهان را بر اساس درصد تقریبی پوشانده شده سطوح برگ با جوش‌ها طبقه‌بندی کردند. ایشان با فرض آلودگی مناسب (۱۰-۵ درصد سطوح برگ پوشیده شود) روی شاهد‌های حساس، تنها سه دسته را ترجیح دادند: مصون: بدون جوش زنگ، خیلی مقاوم: با نزدیک به ۵/۰ درصد پوشش جوش، و حساس: با پوشش یک درصدی یا بالاتر توسط جوش.

در ایران نیز مجیدی قاسمی و همکاران (۱۲) در ارزیابی‌های صحرایی واکنش ۲۰ رقم و لاین آفتابگردان مقابل زنگ، رقم گابور^۱ و لاین R-43 را متحمل معرفی کرده‌اند. علیزاده و عباسی (۲) با استفاده از ارزیابی قطر جوش‌های زنگ و تراکم آن‌ها در واحد سطح اقدام به بررسی واکنش ۵۴ ماده ژنتیکی آفتابگردان در شرایط گلخانه نمودند. ایشان با استفاده از این مقیاس ژرم پلاسما آفتابگردان را در پنج گروه مصون، بسیار مقاوم، مقاوم، حساس و بسیار حساس گروه بندی کردند. بر این اساس هیبریدهای هایسان ۳۴۱۲، هایسان ۳۴۶، هایسان ۴۴۵، هایسان ۵۳۶ و لاین‌های R-55، R-2 واکنش مصونیت

R2 کنترل می‌شود (۲۳). با شناسایی این دو ژن امکان شناسایی چهار نژاد فیزیولوژیک فراهم گردید (۱۳ و ۲۰). این شناسایی بر اساس سه لاین افتراقی کانادایی یعنی CM-90RR با ژن مقاومت R1، کراس ۳-۲۹ دارنده ژن مقاومت R2 و رقم حساس S37-388 صورت گرفته بود. بنابراین نژادهای یک تا چهار در مانیتوبای کانادا تا پیش از سال ۱۹۶۰ شناسایی شدند. شناسایی چهار نژاد آمریکایی در ابتدا با کاربرد سه لاین افتراقی ذکر شده میسر گردید و به دنبال آن فهرست لاین‌های افتراقی به حداقل ۲۵ مورد رسید که بیشتر آنها واکنش‌های یکسانی در مقابل زنگ داشتند (۴).

در حال حاضر چندین ژن عامل مقاومت در مقابل زنگ در آفتابگردان شامل R1، R2، R3، R4، R5، Pu6، Radv شناسایی شده‌اند. همچنین ارزیابی‌های مقاومت صورت گرفته در قاره آمریکا به شناسایی تعداد زیادی منابع مقاوم در مقابل نژادهای مختلف بیماری از جمله ۳۳۶ و ۷۷۷ منتهی شده است (۷، ۸ و ۱۶).

کونگ (۱۰) نیز تعداد ۲۲ لاین افتراقی را برای شناسایی نژادهای فیزیولوژیک زنگ معرفی نموده است. نیاز به گروه مختصر و متمایز استاندارد به عنوان ارقام افتراقی، گولیا و ماسیرویچ (۴) را بر آن داشت تا نه لاین افتراقی را پیشنهاد کنند. این لاین‌ها الگوهای متفاوت واکنش به زنگ را داشته و همگی از نتایج مختلف به طور افتراقی حاصل شده‌اند. لامبرید و میلر (۱۱) برای بررسی بیماریزایی جدایه‌های زنگ از ۱۳ ژنوتیپ افتراقی آفتابگردان استفاده کردند. با استفاده از این نه لاین افتراقی تعداد ۲۹ نژاد فیزیولوژیک قابل شناسایی هستند. در برخی موارد پژوهشگران اقدام به افزودن لاین های افتراقی تکمیلی حاصل از برنامه‌های بهنژادی خودشان در کنار لاین‌های اصلی نموده اند (۱۶).

اگرچه ورود هیبریدهای آفتابگردان دارای مقاومت به زنگ شدت بیماری را کاهش داد ولی حضور این منابع مقاوم به تعدد نژادهای بیماریزای روی ژنوتیپ‌های مقاوم منجر شد. به طوری که در استرالیا نژاد سه روی هیبریدهای حامل ژن R1 گسترش پیدا کرد. همچنین بازدهی‌های انجام شده توسط رشید (۲۰) در ایالت مانیتوبای کانادا افزایش سریعی را در میزان و شدت زنگ آفتابگردان نشان داده و تغییر در بیماریزایی جمعیت زنگ را مشخص نمود. جمعیت *P. helianthi* در آرژانتین شامل چهار نژاد آمریکای شمالی به علاوه نژادهای دیگر با الگوهای متفاوت بیماریزایی می باشد (۱ و ۲۰). رشید (۲۰) در بررسی‌های نژادهای زنگ، از لاین‌های کانادایی CM-90RR، 29-3، S37-388 و آمریکایی HA-R1، HA-R2، HA-R3، HA-R4، HA-R5 استفاده کرد. رحمانپور (۱۹) در آخرین مطالعات انجام گرفته و با استفاده از این مجموعه لاین‌های افتراقی نژاد شماره ۳۰۲ را در منطقه گلیداغ و نژاد شماره دو آمریکایی (۳۰۰) را برای منطقه خوی و آذربایجان معرفی نمود.

رشید (۲۰) در مجموع ۶۰، ۵۷ و ۶۸ هیبرید تجاری آفتابگردان را

1- Gabor

2- Hysun 341

3- Hysun 46

4- Hysun 45

5- Hysun 36

(پرهیز از احتمال آلودگی زنگ به قارچ‌های ساپروفیت^۳) از اختلاط احتمالی جدایه‌ها ممانعت به عمل آورد. ۱۰-۱۵ روز پس از مایه‌زنی که جوش‌های حاوی اسپور زنگ ظاهر شدند، هر جدایه به روش تک جوش خالص گردید. برای این کار گیاهچه‌های حساس رکورد در مرحله ۲ برگی با اسپورهای حاصل از یک جوش منفرد مایه‌زنی شدند (۶). در نهایت جدایه‌های خالص شده به منظور ازدیاد اسپور طی چند مرحله پیاپی (دوره‌های حداقل یک ماهه) بر روی رقم رکورد (حساس) مایه‌زنی شدند (جدول ۱).

در نهایت با توجه به محدودیت در نگهداری جدایه‌ها در اتاقک های مستقل، از مناطق گلیداغ (استان گلستان) ۲ جدایه و خوی (واقع در شمال غرب کشور) ۳ جدایه انتخاب شده و جهت شناسایی نژادهای فیزیولوژیک قارچ عامل بیماری (بر روی رقم حساس رکورد) تکثیر شدند (۶). یوردینیوسپورهای تولیدی روی رقم رکورد، دو هفته پس از مایه‌زنی، با کاربرد جاروبرقی مجهز به قطعه مخصوص جمع آوری شده و به مدت ۲۴ ساعت در دیسیکاتور دارای سیلیکاژل به منظور جذب رطوبت و خشک کردن نگهداشته شدند. اسپورها جهت نگهداری طولانی مدت درون شیشه‌های درب‌دار مخصوص در فریزر قرار داده شدند و یا بلافاصله در آزمایش‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفتند.

شناسایی نژادهای فیزیولوژیک بیمارگر

به منظور شناسایی نژادهای فیزیولوژیک قارچ عامل بیماری (*Puccinia helianthi*) از سری نه تایی لاین‌های افتراقی کانادایی (P-386; 803-1; QHP1) و آمریکایی (HA-R1; HA-R2; HA-335; HAR-4; RHA-265) استفاده گردید (۴). این لاین‌ها واکنش‌های متفاوتی در مقابل بیماری زنگ دارند. اسامی لاین‌های افتراقی مورد استفاده عبارت بودند از پرودوویک^۴، HA-R1, 803-1, HA-R2, P-386, RHA-265, QHP1, HAR-4, HA-335.

بذرهای ارقام افتراقی (در هر گلدان پنج عدد) پس از ضد عفونی سطحی (پنج دقیقه) با محلول پنج درصد هیپوکلریت سدیم (آب ژاول خانگی) در گلدان‌های حاوی خاک پاستوریزه کشت شدند. مایه‌زنی گیاهچه‌ها در مرحله رشدی V2 یعنی زمانی که نخستین برگ‌های حقیقی به رشد کامل خود رسیده بودند، انجام شد. ۲۴ ساعت پس از مایه‌زنی، گلدان‌ها از شرایط تاریکی خارج شده و در شرایط کنترل شده گلخانه نگهداری شدند. شرایط نگهداری بوته‌های مایه‌زنی شده همانند مرحله تولید انبوه جدایه‌های عامل بیماری بود. ۱۲ تا ۱۴ روز پس از مایه‌زنی، واکنش لاین‌های افتراقی بر اساس درصد پوشش جوش‌های زنگ در سطح برگ‌ها (۴ و ۹) یادداشت‌برداری شد.

نشان دادند. شش هیبرید خارجی و ۱۷ لاین برگشت دهنده باروری و رقم گابور در گروه بسیار مقاوم قرار گرفتند. همچنین یادآور شدند که هیبریدهای داخلی گلشید، گلدیس و آذرگل واکنش متغیری نسبت به بیماری نشان دادند و توصیه نمودند که مطالعات بیشتری در این خصوص صورت پذیرد. آخرین اطلاعات حاصل از پژوهش روی مقاومت ژنوتیپ‌های آفتابگردان توسط رحمانپور (۱۹) حاکی از آن است که دو و ۳۶ ژنوتیپ به ترتیب به عنوان مصون و خیلی مقاوم در شرایط کنترل شده شناسایی شدند.

شناسایی ژرم پلاسما مقاوم به نژاد یا نژادهای جدید زنگ آفتابگردان برای مؤسسات مجری تحقیق روی لاین‌های مادری سازگار در مناطقی که احتمال شیوع بیماری وجود دارد از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۲۳). اساس و پایه مقاومت حاصل از منابع جدید مقاومت به اقدام متخصصان اصلاح نباتات و ژنتیک در انتخاب ژرم پلاسما اختصاصی گیاه نیاز دارد که در برنامه‌های اصلاحی آنان قرار گیرد. این دانش همچنین متخصص اصلاح‌گر را در طراحی روش‌های مناسب برای وارد کردن مؤثر مقاومت درون لاین‌های آفتابگردان یاری خواهد کرد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و تکثیر اسپور بیمارگر

نمونه‌های برگ آفتابگردان آلوده به زنگ در طول فصل زراعی از مناطق کشت آفتابگردان در مناطق گلیداغ و خوی به ترتیب از استان های گلستان و آذربایجان غربی جمع آوری گردیدند. بدین ترتیب که برگ‌های دارای جوش‌های بیماری درون پاکت‌های کاغذی خشک قرار داده شده و در شرایط خنک به آزمایشگاه بیماری‌شناسی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج منتقل شدند. نمونه‌های زنگ پس از انتقال به گلخانه بر روی رقم حساس رکورد با منشاء کشور رومانی مایه‌زنی شدند. برای مایه‌زنی ابتدا سطح رویی برگ‌ها در مرحله دو برگی یا حداکثر چهار برگی با استفاده از مه پاش حاوی آب مقطر و یک قطره توپین ۱۲۰ یا توپین ۱۰۰^۲ به حدی خیسانده شدند که قطرات روی آن‌ها به هم چسبیده و جاری نشوند. سپس با استفاده از گوش پاک کن خیس اسپورهای روی برگ‌ها به صورت مالشی جدا شده و به همان طریق روی سطح برگ‌ها مالش داده شدند. شرایط تاریکی، رطوبت اشباع و دمای حداکثر ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت فراهم شدند تا عمل جوانه‌زنی و نفوذ قارچ در بافت میزبان صورت گیرد. پس از این مدت پلاستیک‌های مشکی برداشته شده و سرپوش‌های شفاف به حالت مایل در روی گلدان‌ها قرار داده شدند تا ضمن کاهش رطوبت

3- Saprophyte

4- Prodovic

1- Tween 20

2- Tween 100

بود (جدول ۱). با توجه به این که سری کامل لاین‌های افتراقی در دسترس نبود، لاین‌های موجود افتراقی با هدف دستیابی به نتایج مشابه جایگزین شدند. به عبارت بهتر لاین‌های HA-R1, P-386, HAR-4, و HA-R2 با لاین‌های اصلی مشترک بوده و دیگر لاین‌ها به عنوان مشابه مورد استفاده قرار گرفتند. از آنجایی که ژنوتیپ‌های استاندارد حساس آفتابگردان به تمامی نژادهای فیزیولوژیک قارچ عامل بیماری آلوده می‌شوند و در واقع برای اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های زنگ کاربرد دارند، رقم موجود و استاندارد پرودویک به علت نداشتن ژن مقاومت به عنوان لاین حساس جایگزین لاین حساس S-37-388 (نا موجود) گردید (جدول ۱).

برای نام‌گذاری نژادهای فیزیولوژیک از روش پیشنهادی گولیا و ماسیرویچ (۴) که شامل یک سیستم کدگذاری سه رقمی با استفاده از واکنش نه لاین افتراقی بود، استفاده گردید. در این سیستم، نه لاین افتراقی در سه زیر گروه طبقه‌بندی می‌شوند. اگر اولین لاین در هر زیر گروه حساس باشد عدد یک به آن تعلق می‌گیرد و اگر لاین‌های دوم حساس باشند، دارنده امتیاز عددی دو هستند. اگر سومین لاین در یک زیر گروه حساس باشد، عدد چهار را شامل می‌شود و عدد سه زمانی حاصل می‌شود که اولین و دومین لاین‌ها حساس باشد. بنابراین اگر تمامی سه لاین در یک زیر گروه حساس باشند، بیماری‌زایی آن جدایه زنگ برای آن زیر گروه هفت می‌شود. حال اگر بقیه لاین‌های افتراقی واکنش مقاومت نشان دهند نژاد شناسایی شده ۷۰۰ خواهد

جدول ۱- لاین‌های افتراقی استفاده شده برای شناسایی نژادهای فیزیولوژیک قارچ عامل بیماری زنگ آفتابگردان و واکنش آن‌ها

Table 1- Differential lines for identifying sunflower rust physiological races and their reaction pattern								
واکنش به نژادهای اصلی								
Reaction to main races								
Line	1	2	3	4	A	B	C	D
Prodivic	+	+	+	+	+	+	+	+
HA-335	+	+	+	+	+	+	+	+
803-1	?	?	?	?	?	?	?	?
RHA-265	-	?	?	?	?	?	?	?
QHP1	?	?	?	?	?	?	?	?
P-386	-	-	-	-	+	-	-	-
HA-R1	-	-	-	-	+	-	+	-
HA-R2	-	-	-	-	-	-	+	+
HA-R4	-	-	-	-	-	-	-	+
کد سه رقمی	?	?	?	?	?	?	?	?
Triple code	?	?	?	?	?	?	?	?

A-D: اسامی نژادهای نامگذاری شده در اروپا، ۱-۴: اسامی نژادهای نامگذاری شده در آمریکای شمالی، +: حساسیت -: مقاومت

زنی با اسپور زنگ، سطح برگ‌ها به خوبی با آب مقطر همراه با یک قطره امولسیون کننده Tween 20 مه‌پاشی شد به طوری که قطرات بسیار ریز آب مقطر به طور یکنواخت در سطح برگ‌ها وجود داشتند. پس از آن با استفاده از قلم موی نرمی مخلوط پودر تالک و اسپور به نسبت وزنی یک‌هزارم (در این حالت پودر تالک در اختلاط با اسپور زنگ تقریباً کرم رنگ دیده می‌شود) به صورت یکنواخت روی سطح برگ‌ها پاشیده شد به نحوی که کاملاً با پودر پوشانده شوند. روی هر گلدان سرپوش پلاستیکی شفاف به منظور تأمین رطوبت لازم برای جوانه‌زنی اسپورها قرار داده شد. رطوبت فضای داخلی این سرپوش‌ها با استفاده از یک مه پاش دستی به حالت اشباع درآمد. همزمان زیر گلدان‌های مورد استفاده از آب پر شدند تا با افزایش تعریق و ترقق بوته‌های مایه‌زنی شده این فضاها رطوبت بالایی داشته باشند. دمای گلخانه روی ۱۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم و روی تمام سرپوش‌ها با کیسه پلاستیکی مشکی به مدت ۴۸ ساعت به جهت تأمین شرایط تاریکی پوشانده شد. پس از این مدت سطح برگ‌ها به کمک یک مه

ارزیابی مقاومت ژرم پلاسما آفتابگردان به زنگ در شرایط کنترل شده (گلخانه)

در این پژوهش، مجموعاً مقاومت ۲۳ هیبرید و لاین آزمایشی آفتابگردان شامل هیبریدهای جدید ایرانی، لاین‌های گرده دهنده (رستور)، و تک بوته‌های انتخابی رقم گابور از بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال دریافت و مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول‌های ۴ تا ۶). خاطر نشان می‌شود که این مواد ژنتیکی پس از تشخیص مقاومت‌شان در برابر بیماری سفیدک کرکی در مقابل نژادهای شناسایی شده زنگ ارزیابی شدند. با توجه به وجود دو نژاد فیزیولوژیک زنگ در دو منطقه شمال غرب و شمال شرق کشور، هر دو نژاد شناسایی شده در ارزیابی‌های مقاومت مورد استفاده قرار گرفتند.

برای اجرای آزمایش‌ها از بوته‌های ۱۵-۱۸ روزه استفاده گردید. در این مرحله رویشی، بوته‌ها دو تا چهار برگي هستند. پیش از مایه

گلیداغ تفاوت نشان می‌داد. با مقایسه واکنش لاین‌های افتراقی مشابه بررسی نژادهای فیزیولوژیک زنگ توسط رحمانپور (۱۷ و ۱۹) چنین بر می‌آید که نژاد شناسایی شده در جدایه‌های خوی مشابه نژاد ۳۰۰ آمریکایی و نژاد غالب موجود در منطقه گلیداغ نیز به شماره ۳۰۲ نزدیک تر است.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که در حال حاضر دو نژاد متفاوت در دو منطقه شمال غرب و شمال شرق کشور وجود دارند. با مقایسه واکنش لاین‌های افتراقی تفاوت این دو نژاد در ایجاد واکنش بر روی دو لاین RHA-265 و QHP1 محرز گردید (جدول ۲ و ۳).

ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های آفتابگردان به زنگ در شرایط گلخانه

۲۳ ماده ژنتیکی آفتابگردان در شرایط آزمایشگاه و گلخانه مقابل نژادهای شناسایی شده زنگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارقام هیبرید ایرانی برزگر و قاسم در مقابل نژاد موجود گلیداغ (معادل ۳۰۲ عددی) مقاومت بالایی داشتند. حال آنکه نژاد غالب منطقه خوی (معادل ۳۰۰ عددی) بر روی هیبرید قاسم ایجاد حساسیت کرده بود (جدول ۴). از طرفی در میان لاین‌های رستورر یا برگشت دهنده باروری (گرده دهنده) لاین‌های پدری R-14، R-43 و R-1031 در مقابل نژاد منطقه گلیداغ خیلی مقاوم بودند. در این میان دو لاین R-43 و R-1031 به هر دو نژاد کاملاً مقاوم بودند (جدول ۵). بیشتر تک بوته های رقم گابور در مقابل هر دو نژاد حساسیت نشان دادند. این در حالی است که تنها تک بوته شماره Ga-445 مقاومت کامل در مقابل هر دو نژاد شناسایی شده زنگ داشت.

بحث

بیماری زنگ آفتابگردان یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای این گیاه در نواحی مهم کشت در ایران به شمار می‌رود. در حال حاضر مزارع آفتابگردان در نواحی گلیداغ از استان گلستان، کالپوش از استان سمنان، و خوی و مرنده از استان‌های آذربایجان به صورت گسترده‌ای به این بیماری آلودگی نشان می‌دهند. ارقام متداول آفتابگردان آجیلی در مناطق آذربایجان منبع مقاومتی به زنگ ندارند. لذا قارچ عامل بیماری زنگ در این مناطق شدت بالایی دارد. در مناطق گلیداغ و کالپوش (استان سمنان) نیز کشت آفتابگردان از سابقه‌ای طولانی برخوردار است. زنگ آفتابگردان نیز به مدت طولانی در این مناطق وجود داشته و ایجاد خسارت می‌کند. بر اساس آخرین اطلاعات موجود نژاد غالب زنگ در استان آذربایجان غربی و با کاربرد مجموعه لاین های افتراقی استاندارد، شماره ۳۰۰ و یا همان آمریکایی شناسایی شده است. رحمانپور (۱۹) در بررسی‌های خود نژادهای ۳۰۰ و ۳۰۲ را به ترتیب برای استان‌های آذربایجان غربی و گلستان گزارش کرده بود.

پاش دستی با آب مقطر شستشو گردید تا پودر تالک موجود در سطح برگ‌ها حذف شود. سپس سرپوش‌های پلاستیکی شفاف به صورت کمی مایل روی گلدان‌ها دوباره تعبیه شده و کیسه‌های مشکی دور گذاشته شدند. ۱۶ ساعت روشنائی در شبانه روز و دمای ۱۸-۲۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲-۱۴ روز پس از مایه‌زنی، تیمار مورد استفاده برای تمامی آزمایش‌های بررسی مقاومت بود. در کلیه آزمایش‌ها برای هر ماده ژنتیکی سه تکرار مایه‌زنی با اسپور زنگ و پودر تالک و یک گلدان نیز مایه‌زنی با پودر تالک بدون اسپور زنگ (به عنوان شاهد هر ژنوتیپ) در نظر گرفته شد (۲ و ۳). همچنین رقم حساس رکورد با همین شرایط و تکرار به عنوان شاهد مثبت جهت نشان دادن بیماری‌زایی طبیعی یوردینیوسپوره‌های زنگ و تأثیر مناسب مایه، در هر آزمایش مورد استفاده قرار گرفت.

۱۲-۱۴ روز پس از عمل مایه‌زنی، ارزیابی واکنش مواد ژنتیکی آفتابگردان بر اساس درصد پوشش جوش‌های زنگ در سطح برگ‌ها و روش پیشنهادی گولیا و ماسیروویچ (۴) صورت گرفت. درصد پوشش جوش‌ها با استفاده از الگوی رایانه‌ای درصد‌های آلودگی سطح برگ تعیین شد. این درصد‌ها عبارت بودند از ۱/۰٪، ۵/۰٪، ۱٪، ۲٪، ۵٪ و ۱۰٪ (۴). بر این اساس مواد ژنتیکی بررسی شده با استفاده از مقیاس‌های عددی میزان تراکم جوش‌های زنگ (PCP) بر روی برگ‌های آفتابگردان، در سه گروه مصون (PCP=0%)، خیلی مقاوم (0% < PCP < 1%) و حساس (PCP > 1%) طبقه‌بندی شدند.

نتایج

شناسایی نژادهای فیزیولوژیک زنگ آفتابگردان

همه جدایه‌های زنگ جمع‌آوری شده از مناطق خوی در استان آذربایجان غربی و گلیداغ در استان گلستان روی رقم پرودوویک که فاقد ژن مقاومت است، ایجاد بیماری‌زایی و جوش‌های متراکم زنگ کردند. این واکنش حاکی از قدرت بیماری‌زایی جدایه‌ها بود. علاوه بر آن تمامی جدایه‌ها روی لاین‌های HA-335 و 803-1 ایجاد بیماری کردند. جدایه‌های منطقه گلیداغ (G1، G2) قادر به ایجاد بیماری‌زایی روی لاین‌های RHA-265 و QHP1 نبودند و این در حالی بود که دو لاین اخیر در مقابل جدایه‌های منطقه خوی حساسیت نشان دادند. لاین‌های P-386، HA-R1، HA-R2، HA-R4 و HA-R4 در مقابل همگی جدایه‌ها مقاومت از خود به نمایش گذاشتند (جدول ۲). بنابراین جدایه‌های دو منطقه در ایجاد یا عدم ایجاد بیماری روی دو لاین RHA-265 و QHP1 با یکدیگر تفاوت بیماری‌زایی داشتند. در مجموع واکنش لاین‌های افتراقی در مقابل جدایه‌های منطقه خوی از الگوی یکسانی برخوردار بود و با الگوی واکنش به جدایه‌های منطقه

آمریکایی را در ترکیه شناسایی کرده است که در سیستم جدید نامگذاری به ترتیب نژادهای ۱۰۰ و ۳۰۰ بوده (۹) و در واقع نژاد ۳۰۰ مشابه نژاد شناسایی شده بیماری در ناحیه همسایه آن یعنی آذربایجان غربی (خوی) می باشد.

بنابراین در طول سال های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ تغییرات بیماریزایی مشاهده نگردیده است. عباسی و علیزاده (۱) با استفاده از نامگذاری قدیمی نژاد غالب زنگ در استان های مازندران و گلستان را شماره سه معرفی کرده بودند. تان (۲۴) نیز در بررسی های خود دو نژاد یک و سه

جدول ۲- واکنش لاین های افتراقی آفتابگردان به جدایه های زنگ (خوی: Kh و گلیداغ: G)

Table 2- Reaction of sunflower differential lines to rust isolates (Kh: Khoy and G: Golidagh)

Differential line لاین افتراقی	Isolates جدایه ها				
	G1	G2	Kh1	Kh2	Kh3
Prodovic	S	S	S	S	S
HA-335	S	S	S	S	S
803-1	S	S	S	S	S
RHA-265	R	R	S	S	S
QHP1	R	R	S	S	S
P-386	R	R	R	R	R
HA-R1	R	R	R	R	R
HA-R2	R	R	R	R	R
HA-R4	R	R	R	R	R

R: Resistance; S: Susceptibility

جدول ۳- بیماریزایی جدایه ها (جدایه های موجود G1, Kh1)، (جدایه های پیشین KH و GO) و نژادهای شناسایی شده زنگ روی لاین های افتراقی استاندارد (ستون چپ) و موجود (ستون سمت راست) آفتابگردان (۲۲ و ۴)

Table 3- Pathogenicity of sunflower rust isolates (present Kh1, G1), isolates 300 and 302) and identified races on standard differential lines

Differential line*	Race/Representative isolate												Differential line**
لاین افتراقی	نژاد یا جدایه نماینده												لاین افتراقی
	1	2	3	4	A	B	C	D	KH	GO	Kh1	G1	
S37-388	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Prodovic
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CM90RR	0	2	0	2	0	2	2	2	2	2	?	?	HA-335
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
MC29	0	0	4	4	0	0	0	4	0	0	?	?	803-1
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	+	+	
P-386	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	?	?	P-386
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	-	-	
HA-R1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	?	?	HAR-1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HA-R2	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	?	?	HA-R2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HA-R3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	?	?	QHP1
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	+	-	
HA-R4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	?	?	HA-R4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HA-R5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	?	?	RHA-265
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	+	-	
Race triple code	100	300	500	700	130	305	364	747	300	302	#300	#302	Race triple code

*سری لاین های افتراقی استاندارد (لاین ها و واکنش آن ها در مقابل نژادهای زنگ با حروف و اعداد پر رنگ مشخص شده اند)، ** سری لاین های افتراقی موجود استفاده شده (واکنش لاین ها با

حروف و نشانه های کم رنگ تفکیک شده اند)

0: Ristance; 1,2, and 4: Susceptibility

جدول ۴- هیبریدهای ایرانی آفتابگردان و واکنش آن‌ها به نژادهای بیماری زنگ در شرایط کنترل شده

Table 4- Reaction of Iranian sunflower hybrids to rust physiological races under controlled conditions

ژنوتیپ Genotype	واکنش Reaction			
	PCP	Race 302	PCP	Race 300
Barzegar (CMS19*R-1031)	0.5	HR	0.5	HR
Ghasem (CMS1221/1*R-14)	0.5	HR	2	S

PCP: Pustul Coverage Percentage; HR: Highly Resistant; S: Susceptible

جدول ۵- واکنش لاین‌های رستورر آفتابگردان در مقابل نژادهای بیماری زنگ در گلخانه

Table 5- Reaction of sunflower restorer lines against rust disease physiological races under greenhouse conditions

ژنوتیپ Genotype	واکنش Reaction			
	PCP	Race 302	PCP	Race 300
R-14	0.5	HR	2	S
R-43	0.5	HR	0.5	HR
R-217	2	S	2	S
R-232	2	S	2	S
R-864	2	S	2	S
R-1031	0.5	HR	0.5	HR
R-N1-72	2	S	0.5	HR

PCP: Pustul Coverage Percentage; HR: Highly Resistant; S: Susceptible

جدول ۶- تک بوته‌های انتخابی رقم گابور و واکنش آن‌ها به نژادهای زنگ در شرایط کنترل شده

Table 6- Single plants of sunflower Gabor cultivar and their reaction to rust races under controlled conditions

ژنوتیپ Genotype	واکنش Reaction			
	PCP	Race 302	PCP	Race 300
Ga-424	0	IM	2	S
Ga-425	2	S	0.5	HR
Ga-426	2	S	2	S
Ga-429	2	S	2	S
Ga-430	2	S	2	S
Ga-431	0.5	HR	2	S
Ga-432	2	S	2	S
Ga-436	2	S	2	S
Ga-437	2	S	2	S
Ga-440	0.5	HR	2	S
Ga-443	2	S	2	S
Ga-444	2	S	2	S
Ga-445	0.5	HR	0.5	HR
Ga-446	0.5	HR	2	S

PCP: Pustul Coverage Percentage; HR: Highly Resistant; S: Susceptible; IM: Immune

قاره به صورت معنی‌داری از استرالیا متفاوت باشد (۶). با توجه به عدم دسترسی به سری کامل این لاین‌ها در پژوهش اخیر و در اختیار داشتن چند لاین مشترک، امکان قضاوت کامل در زمینه شماره نژاد با استفاده از سیستم کدگذاری وجود نداشته است. در مورد نژاد غالب موجود در منطقه گلستان نیز چنین وضعیتی حاکم است. ولی باید یادآور شد که هر دو نژاد موجود شناسایی شده از گروه ۳۰۰ به شمار می‌آیند. مسئله مهمی که در این مورد نمایان است، تفاوت محرز فیزیولوژیک بین جدایه‌های دو منطقه می‌باشد. به عبارت بهتر دو نژاد فیزیولوژیک در دو ناحیه قابل شناسایی هستند. این اختلاف

در حال حاضر نژاد گروه ۳۰۰ در نواحی مغولستان مرکزی کشور چین نیز نژاد غالب معرفی شده است (۹). همچنین نژادهای گروه ۷۰۰ شامل ۷۰۰، ۷۰۴، ۷۲۰، ۷۴۰، ۷۴۴، ۷۶۰ و ۷۷۷ در قاره‌های آمریکای شمالی (ایالات متحده) و جنوبی (آرژانتین) شناسایی و معرفی شده‌اند که به محصول آفتابگردان خسارت وارد می‌کنند (۹). در ایالات متحده و کاربرد نه لاین افتراقی استاندارد ۳۹ نژاد غالب و یا نادر شناسایی شده‌اند. از آنجایی که منشأ گسترش آفتابگردان از آمریکای شمالی بوده و به دنبال آن خاستگاه عامل بیماری نیز به شمار می‌آید این انتظار وجود دارد که گسترش عامل بیماری در این

بیماری‌زایی و فیزیولوژیک در واکنش لاین‌های RHA-265 و QHP1 به جدایه‌های خوی و گلیداغ با نشان دادن به ترتیب حساسیت و مقاومت مشخص بود. از آنجایی که مناطق آذربایجان و گلستان جزو مناطق مهم کشت آفتابگردان به شمار می‌آیند، لذا شناسایی نژادهای غالب بیماری زنگ در آن‌ها لازم و ضروری می‌نماید.

در برنامه‌های ارزیابی کلکسیون نژادهای زنگ موجود در ایالات متحده آمریکا بین سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ تعداد ۳۹ نژاد فیزیولوژیک شناسایی شدند. از میان آن‌ها نژادهای ۳۳۴ و ۳۳۶ منشأ گرفته از نژاد ۳۰۰ (نژاد سه قدیمی) در دو سال پیاپی غالب بودند. نژاد ۳۳۶ قادر به آلوده کردن شش لاین افتراقی بود. به علاوه نژاد ۷۷۷ منشأ گرفته از نژاد ۷۰۰ یا شماره چهار قدیمی از فراوانی کمتری برخوردار بوده ولی بیشترین قدرت بیماری‌زایی را دارا است. تمامی نه لاین افتراقی آفتابگردان به این نژاد حساس هستند (۱۶) تنها لاین HA-R6 اخیراً معرفی شده است که به نژادهای ۳۳۶ و ۷۷۷ مقاومت نشان داده است (۳). شناسایی نژادهای فیزیولوژیک در دنیا به ۵۰ سال گذشته بر می‌گردد که با یافتن ژن‌های مقاومت به زنگ در ارقام و لاین‌های کانادایی عملی شد. تهیه ارقام افتراقی نیز بر اساس منابع موجود مقاومت و به صورت مجزا از هم در مناطق مختلف صورت پذیرفت. و به دنبال آن سیستم نامگذاری در قاره اروپا و آمریکا دچار دوگانگی گردید. لزوم استفاده از یک سیستم واحد برای شناسایی نژاد به سیستم کدگذاری عددی منتهی شد. در این راستا بیشترین تعداد نژادهای زنگ از ایالات متحده آمریکا، کانادا، فرانسه، مجارستان، استرالیا، هندوستان و ترکیه گزارش شده‌اند. وجود ارقام و هیبریدهای مقاوم آفتابگردان در نواحی آلوده خود می‌تواند به عنوان عامل فشار ژنتیکی واکنش‌های مقاومت فیزیولوژیک را در جمعیت قارچ عامل بیماری زنگ به بار آورد.

چندین ژن عامل مقاومت به زنگ در آفتابگردان شناسایی شده‌اند. ژن R1 مقاومت به نژادهای یک و دو آمریکایی را باعث می‌شود. ژن R2 مقاومت به نژادهای یک و سه، ژن R4 و R5 مقاومت به نژاد چهار، ژن Pu6 مقاومت به نژادهای یک تا چهار، و بالاخره ژن‌های Ph1, Ph2, Ph2a در ترکیب با Ph3 مقاومت به جدایه شماره ۳۴۰ آرژانتین را به وجود می‌آورند. علاوه بر این‌ها چهار ژن دیگر نیز شناسایی شدند که عامل مقاومت به نژادهای یک تا چهار بودند (۱۱). در حال حاضر ژن‌های مقاومت R₁₂, R₁₁, R_{adv}, Pu6, R₅, R₄, R₃, R₂, R₁ که هر کدام به تعداد معدودی از نژادهای فیزیولوژیک مقاوم هستند شناسایی و معرفی شده‌اند (۳).

یکی از بهترین و دست یافتنی‌ترین روش‌های کنترل خسارت بیماری زنگ در دنیا استفاده از ارقام و هیبریدهای آفتابگردان با منابع

مقاومت است. اینبرد لاین‌ها و لاین‌های بین گونه‌ای زیادی معرفی شده‌اند که به بیماری زنگ مقاومت دارند (۳). برای ارزیابی مقاومت هم گولیا و ماسبرویچ (۴) ادعان داشته‌اند که بهترین روش ارزیابی محاسبه همزمان اندازه جوش، میزان پوشش سطح برگ و اندازه انتشار زنگ در گیاه کامل می‌تواند باشد. وجود دو نژاد متفاوت در این دو منطقه این ضرورت را نیز به دنبال دارد که در مقوله مقاومت بایست ژنوتیپ‌های آفتابگردان در فرآیند اصلاح برای مقاومت نسبت به هر دوی آن‌ها آزمایش شوند. خوشبختانه دو رقم هیبرید جدید آفتابگردان هر کدام حداقل به یک نژاد مقاومت نشان داده‌اند. به عبارت بهتر هیبرید قاسم (CMS1221/1*R-14) در مقابل نژاد غالب موجود در منطقه خوی و هیبرید برزگر (CMS19*R-1031) در مقابل هر دو نژاد غالب موجود در گلیداغ از استان گلستان و خوی از استان آذربایجان غربی مقاومت قابل قبولی نشان دادند. وجود لاین‌های گرده دهنده مقاوم در برابر این نژادها نیز نقطه قوت دیگری است که پژوهشگران اصلاح نباتات می‌توانند در برنامه‌های به نژادی آفتابگردان جهت نیل به ارقام هیبرید مقاوم به زنگ از آن‌ها استفاده کنند. شناسایی تک‌بوته Ga-445 در توده ژنتیکی رقم آزاد گرده افشان گابور مقاوم به هر دو نژاد موجود نشانگر آن است که منبع مقاومت به نژادهای زنگ در میان توده‌های ژنتیکی آفتابگردان وجود دارد. در حال حاضر هسته مرکزی توده ژنتیکی رقم گابور در راستای دستیابی به مقاومت به زنگ پروژه اصلاحی را طی می‌کند. از آنجایی که گزارشات متعددی در سرتاسر دنیا مبنی بر بروز حساسیت ارقام آزاد گرده افشان و هیبرید آفتابگردان در مقابل نژادهای ۳۰۰ عامل بیماری زنگ ارائه می‌گردند و این گروه در شرایط ایران غالب می‌باشد، لازم و ضروری است که نسبت به شناسایی متناوب نژادهای جدید و نیز منابع جدید مقاومت اقدام کرد. همچنین نشانگرهای ملکولی برای شناسایی ژن‌های مقاومت گزارش شده‌اند که در برنامه‌های به نژادی لاین‌ها و ژرم پلاسما آفتابگردان استفاده می‌شوند (۲۲). وجود منابع مقاوم به زنگ دسترسی به معرفی رقم آزاد گرده افشان مناسب برای مناطق مستعد بیماری را سرعت خواهد بخشید.

سپاسگزاری

از آقایان مهندس دوجی، قدیمی و خانم مهندس خیرگو در مراکز تحقیقات کشاورزی و منبع طبیعی گلستان و آذربایجان غربی به خاطر جمع‌آوری و ارسال نمونه‌های زنگ قدردانی می‌شود. پژوهش اخیر بخشی از پروژه تحقیقاتی به شماره ۸۸۰۷۶-۸۸۰۷۶-۰۳-۰۳ در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد.

- 1- Abbasi S., and Alizadeh A. 2000. Histological study of sunflower rust and identification of its race 3 in Mazandaran and Golestan provinces. Iranian Journal of Plant Pathology. 36 (3-4): 207-219. (In Persian with English abstract)
- 2- Alizadeh A., and Abbasi S. 2001. Evaluation of some genetic materials for resistance to the prevalent race of *Puccinia helianthi* in Mazandaran and Golestan provinces. Iranian Journal of Plant Pathology. 37 (1-2): 15-27. (In Persian with English abstract)
- 3- Bulos M., Ramos M.L., Altieri E., and Sala C.A. 2013. Molecular mapping of a sunflower rust resistance gene from HAR6. Breeding Science 63: 141-146.
- 4- Gulya T.J., and Masirevic S. 1995. Proposed methodologies for inoculation of sunflower with *Puccinia helianthi* and for disease assessment. The FAO European Research Network on Sunflower 31:31-47.
- 5- Gulya T.J., Kong G., and Brothers M. 2000. Rust resistance in wild *Helianthus annuus* and variation by geographic origin, P. 138-42, Proceedings of the 15th International Sunflower Conference, Toulouse, France.
- 6- Friskop A.J., Gulya T.J., Jordahl J., Ramsett M., Humann R., Acevedo M., Harveson R., and Markell S. 2012. Determination of *Puccinia helianthi* races in the United States Northern Great Plains. Proceedings of 18th International Sunflower Conference. 27 February-1 March. Mar del Plata, Argentina. Vol.2: 1-4.
- 7- Friskop A.J., Gulya T.J., Halley S.A., Schatz B.G., Schaefer J.P., Jordahl J.G., Meyer S.M., Misek K.W., Hendrickson P., and Markell S.G. 2015a. Effect of fungicide and timing of application on management of sunflower rust. Plant Disease. 99: 1210-1215.
- 8- Friskop A.J., Gulya T.J., Harveson R.M., Humann R.M., Acevedo M., and Markell S.G. 2015b. Phenotypic diversity of *Puccinia helianthi* (sunflower rust) in the United States from 2011 and 2012. Plant Disease. 99:1604-1609.
- 9- Jing L., Xu X., Jing J., Li L., and Navi S.S. 2015. Determination of physiological races and evaluation of sunflower for resistance to *Puccinia helianthi* Schw. Journal of Phytopathology 163: 507-512.
- 10- Kong G. 1999. Briefing notes for sunflower rust characterization. Information on techniques used for study of rust, P.5, Farming Systems Institute, Toowoomba, Queensland.
- 11- Lambrides C.J., and Miller J.F. 1994. Inheritance of rust resistance in a source of MC29 sunflower germplasm. Crop Science 34:1225-1230.
- 12- Madjidieh-Ghassemi Sh., Malihipour A., and Khiyawi M. 1995. Evaluation of tolerance in some sunflower cultivars to *Puccinia helianthi* Schw. in field condition. Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress. 2-7 September, Karaj, Iran. 116.
- 13- Miller J.F., Rodriguez R.H., and Gulya T.J. 1992. Evaluation of genetic materials for inheritance of resistance to race 4 rust in sunflower, P. 361-365, Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, Pise, Italy.
- 14- Patil P.V., Kachapur M.R., and Anahosur K.H. 1998. Identification of physiological races of *Puccinia helianthi* in India. Indian Phytopathology 51(4):376-378.
- 15- Qi L.L., Gulya T., Seiler G.J., Hulke B.S., and Vick B.A. 2011a. Identification of resistance to new virulent races of rust in sunflowers and validation of DNA markers in the gene pool, Phytopathology 101:241- 249.
- 16- Qi L.L., Hulke B.S., Vick B.A., and Gulya T.J. 2011b. Molecular mapping of the rust resistance gene R4 to a large NBS-LRR cluster on linkage group 13 of sunflower, Theoretical Applied Genetics 123:351-358.
- 17- Rahmanpour S. 2010. Identification of physiological races of sunflower rust and reaction of the genotypes to the disease in Iran, P: 176-180, Proceedings of International Symposium of Sunflower Breeding on Resistance to Diseases, Krasnodar, Russia.
- 18- Rahmanpour S. 2004a. Study on the resistance to rust, *Puccinia helianthi*, in sunflower germplasm under controlled conditions. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress. Tabriz, Iran. Vol. 2:294. (In Persian with English abstract)
- 19- Rahmanpour S. 2004b. An investigation on physiological variation in races of sunflower rust, *Puccinia helianthi*, and downy mildew, *Plasmopara halstedii*. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress. Tabriz, Iran. Vol. 2:300. (In Persian with English abstract)
- 20- Rashid K.Y. 1992. New virulent pathotypes of sunflower rust in Canada, P. 772-778, Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, Pise, Italy.
- 21- Sackston W.E. 1992. Managing the major sunflower diseases: From cultural practices to breeding for resistance, P. 667-669, Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, Pise, Italy.
- 22- Sendall B.C., Kong G.A., Goulter K.C., Aitken E.A.B., Thompson S.M., Mitchell H.M., Kochman J.K., Lawson W., Shatte T., and Gulya T.J. 2006. Diversity in the sunflower: *Puccinia helianthi* pathosystem in Australia. Australasian Plant Pathology. 35:657-670.
- 23- Skoric D. 1988. Breeding for resistance to diseases and pests, Journal of Edible Oil Industry 25:25-40.
- 24- Tan A.S. 2010. Identification of rust (*Puccinia helianthi* Schw.) races in sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Turkey. Helia 33: 181-190.
- 25- Vicente P.M., and Zazzerini A. 1997. Identification of sunflower rust (*Puccinia helianthi*) physiological races in Mozambique. Helia 20(27):25-30.



بررسی جدایه‌های عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه فوزاریومی خیار گلخانه‌ای با استفاده از آزمون بیماریزایی، گروه‌های سازگاری رویشی و نشانگر مولکولی

موسی نجفی نیا^{۱*} - ایمان شهابی^۲ - سعید رضائی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷

چکیده

بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه خیار ناشی از قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* یکی از بیماری‌های مهم و محدود کننده کشت خیار در دنیا و برخی مناطق ایران است. به منظور مطالعه و بررسی تنوع ژنتیکی این بیمارگر در منطقه جیرفت و کهنوج در سال‌های زراعی ۱۳۹۲ - ۱۳۸۹ تعداد ۴۵ نمونه خیار دارای علائم به آزمایشگاه منتقل و اقدام به جداسازی بیمارگر گردید. تنوع ژنتیکی جدایه‌ها با استفاده از آزمون بیماریزایی، گروه‌های سازگاری رویشی و نشانگر مولکولی RAPD مورد بررسی قرار گرفت. اغلب جدایه‌های به دست آمده در این تحقیق قدرت بیماریزایی بالایی نشان دادند. در بررسی سازگاری رویشی، ۲۸۸ جهش یافته نیت به دست آمد که ۵۳/۴٪ از جهش‌یافتگان نیت در کلاس فنوتیپی *nit1* ۲۵/۲٪ در کلاس فنوتیپی *nit 3* و ۲۱/۴٪ آن‌ها در کلاس فنوتیپی *nit M* قرار گرفتند. سه گروه سازگاری رویشی شناسایی و به صورت اختیاری باندهایی در گستره ۲۵۰ تا ۲۵۰۰ جفت باز گردید. نتایج تجزیه خوشه‌ای، جدایه‌ها را در سطح تشابه ۸۴ درصد در دو خوشه قرار داد که بیانگر تشابه ژنتیکی بالای جدایه‌ها است. این اولین مطالعه بررسی تنوع ژنتیکی در جدایه‌های قارچ *Forc* با استفاده از گروه‌های سازگاری رویشی و نشانگر مولکولی RAPD در جمعیت‌های این گونه در ایران است.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی ریشه و ساقه، تنوع ژنتیکی، خیار، فوزاریوم

مقدمه

انجام آزمون بیماریزایی به روش غوطه‌ورسازی ریشه و نگهداری در دمای خنک ۱۷ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد و نشانگر AFLP به شناسایی فرم ویژه قارچ *Forc* کمک می‌نماید (۸ و ۹). در بلغارستان بر اساس علائم و دامنه میزبانی در میان گونه‌های گیاهی خانواده کدوئیان و خصوصیات مورفولوژیکی جدایه‌های بررسی شده، قارچ *Forc* شناسایی و گزارش گردید (۲۳). برای فرم تخصص یافته *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen. (*Foc*) (قارچ عامل بیماری پژمردگی خیار)، سه نژاد با نام‌های نژاد یک، دو و سه گزارش شده است (۳). نتایج تحقیقات انجام شده بر روی جدایه‌های فرم تخصصی *Forc*، با استفاده از بررسی سازگاری‌های رویشی، آن‌ها را در دو گروه سازگاری رویشی (VCG) و استفاده از نشانگر مولکولی RAPD، جدایه‌های مورد مطالعه را در یک خوشه قرار داده است (۲۰). همچنین تحقیقات انجام شده روی فرم تخصصی *Foc*، جدایه‌های مورد مطالعه را در هشت گروه سازگاری رویشی (VCG) و استفاده از نشانگر مولکولی RAPD، جدایه‌ها را در دو خوشه قرار داده است (۱). کاربرد نشانگر مولکولی RAPD جهت مطالعات فیلوژنتیکی، فرم‌های تخصص یافته *Foc* و *Forc* را در شاخه‌های

بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه فوزاریومی خیار گلخانه‌ای برای اولین بار از کشور یونان گزارش شد و قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* D.J.Vakalounakis (*Forc*) به عنوان عامل بیماری معرفی گردید (۱۹). این بیماری سپس از کشورهای کانادا، فرانسه و اسپانیا گزارش و به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا در گلخانه‌های خیار گزارش گردید (۵، ۱۰، ۱۶ و ۲۲). نتایج بررسی‌های انجام شده در گلخانه‌های خیار ترکیه، نشان داده علاوه بر صفات مورفولوژی و نحوه تولید کنیدی و کلامیدوسپور،

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت

(*)- نویسنده مسئول: (Email: m.najafinia@areeo.ac.ir)

۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

DOI: 10.22067/jpp.v32i1.59637

فیلوژنتیکی جداگانه قرار داده است (۱ و ۲۰). نتایج تحقیقات در کانادا نشان داده میزان تولید آنزیم پکتولیتیک تولید شده در شرایط آزمایشگاه در فرم *Forc* بیشتر از فرم *Foc* بوده است و بکارگیری نشانگر RAPD توانسته است دو فرم تخصص یافته مذکور را از یکدیگر تفکیک نماید (۱۶).

در ایران، بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه خیار یکی از عوامل محدود کننده کشت خیار است و برای اولین بار در سال ۱۳۸۴-۱۳۸۳ از گلخانه‌های منطقه ورامین و پیشوا جداسازی و شناسایی گردید (۱۷). تحقیقات نشان داده است از نظر محتوی و میزان ترکیبات پکتولیتیکی، بین ارقام مقاوم و حساس خیار به بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه خیار تفاوت وجود دارد (۱۸). بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه فوزاریومی خیار در کشت‌های زیرپوشش پلاستیک منطقه جیرفت و کهنوج باعث کاهش محصول به میزان قابل توجهی گردیده است (۱۱). از دیدگاه کاربردی، داشتن اطلاعات کافی از پراکنش پاتوتیپ‌ها و تنوع ژنتیکی پاتوژن، یک نیاز ضروری و پایه جهت انتخاب و یافتن ارقام مقاوم، مناسب و پایدار در مناطق زیر کشت خیار است. این تحقیق به منظور بررسی بیماری‌زایی و تنوع ژنتیکی جدایه‌های فرم تخصص یافته قارچ *Forc* عامل پوسیدگی ریشه و ساقه خیار در منطقه جنوب استان کرمان با استفاده از نشانگر مولکولی به همراه آزمایش‌های بیماری‌زایی و گروه‌های سازگاری رویشی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از گلخانه‌های تحت کشت خیار در منطقه جیرفت و کهنوج در سال‌های زراعی ۱۳۹۲-۱۳۸۹ به صورت تصادفی انجام پذیرفت. نمونه‌های مشکوک دارای علائم پژمردگی و پوسیدگی طوقه، ساقه و ریشه، در شرایط مناسب به آزمایشگاه منتقل گردید. همچنین تعداد زیادی نمونه بذر از بازار تهیه و اقدام به جداسازی قارچ فوزاریوم از بذور مذکور شد. پس از شستشوی نمونه‌ها زیر آب معمولی، قطعات سه تا پنج میلی‌متری از ناحیه ریشه، ساقه و طوقه نمونه‌های مشکوک جدا و با هیپوکلریت سدیم ۱٪ به مدت دو دقیقه ضدعفونی سطحی گردید. پس از شستشو با آب مقطر سترون در سه مرتبه متوالی و آبگیری، به محیط کشت PDA منتقل گردید. جدایه‌های به دست آمده به روش تک اسپور خالص و روی محیط کشت جهت مطالعات بعدی نگهداری شدند. شناسایی قارچ *F. oxysporum* با استفاده از کلید شناسایی معتبر انجام گرفت (۱۴). بدین صورت که برای تشخیص *F. oxysporum* جدایه‌ها در محیط PDA جهت بررسی رنگ و نحوه رشد پرگنه، و در محیط کشت برگ میخک آگار CLA جهت بررسی فیالیید، میکروکنیدی، ماکروکنیدی و کلامیدوسپور کشت داده شدند. آزمون بیماری‌زایی با استفاده از

گیاهچه‌های خیار رقم نگین و به صورت غوطه‌ورسازی ریشه‌ها در سوسپانسیون اسپور با غلظت 1×10^6 اسپور در میلی‌لیتر، به مدت ۳۰-۲۰ دقیقه انجام شد. گیاهچه‌های مایه‌زنی شده بلافاصله به گلدان‌هایی حاوی خاک سترون (۱: خاک‌برگ، ۱: ماسه، ۱: خاک) منتقل و در شرایط دمایی ۲۱-۱۷ درجه سلسیوس با ۱۲ ساعت روشنائی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری شدند. گیاهچه‌های مایه‌زنی شده در آب مقطر با شرایط مشابه، به عنوان شاهد در نظر گرفته شد (۱۸). گلدان‌ها بر حسب نیاز، آبیاری و هیچ کودی استفاده نشد. وقوع بیماری به صورت روزانه با شمارش و یادداشت گیاهچه‌های دارای علائم انجام شد. ارزیابی نهایی، یک ماه پس از مایه‌زنی، انجام و بروز علائم مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در دو گلخانه مجزا و در دمای ۲۱-۱۷ و دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۵۰ درصد انجام شد (انتخاب دو دامنه دمایی متفاوت جهت تفکیک دو فرم تخصص یافته *Foc* و *Forc* است). هیچ گونه رقم افتراقی بومی ایران جهت تفکیک این دو فرم تخصص یافته در کشور معرفی نشده است. نمره دهی و تعیین شدت بیماری‌زایی با استفاده از سیستم نمره‌دهی صفر تا سه (گیاهان سالم نمره صفر، پوسیدگی اولیه ریشه اصلی، ریشه فرعی، طوقه و تغییر رنگ اولیه آوندهای بخش پائین ساقه نمره یک، پوسیدگی شدید ریشه اصلی، فرعی و طوقه همراه با تغییر رنگ شدید آوندهای ساقه و شروع پژمردگی نمره دو و مرگ گیاهچه نمره سه) انجام شد (۲۰). میانگین شاخص بیماری‌زایی روی ۱۰ گیاه چه خیار برای هر جدایه یادداشت و عدد حاصل جهت نمره‌دهی استفاده شد در صورتی که شاخص نمره کمتر از یک بود، جدایه غیر بیماری‌زا تلقی شد. نمره یک تا کوچکتر از دو به عنوان جدایه با بیماری‌زایی ضعیف، دو تا کوچکتر از سه، به عنوان جدایه با بیماری‌زایی متوسط و سه و بیشتر از سه به عنوان جدایه با بیماری‌زایی قوی شناخته شد (۲).

به منظور تأیید فرم تخصصی جدایه‌های *F. oxysporum* که روی خیار بیماری‌زا بودند، گیاهان فلفل، گوجه‌فرنگی، خربزه، هندوانه، طالبی و گرمک انتخاب و توسط جدایه‌های مورد نظر و طبق روش ذکر شده، مایه‌زنی شدند. در این تحقیق، با توجه به غالبیت جدایه‌های به دست آمده از گلخانه‌های خیار، تعیین گروه‌های سازگار رویشی صرفاً روی فرم تخصص یافته *Forc* انجام پذیرفت. جهت تولید موتانت‌های نیت از کلیه جدایه‌های *Forc*، از روش کارل و همکاران (۶) استفاده شد. بدین منظور از محیط‌های MMC و PDC حاوی کلرات پتاسیم یک و نیم درصد استفاده و سکتورهای با رشد قوی و مقاوم به کلرات انتخاب و به محیط حداقل (MM) انتقال و بر اساس فرم رشدی، موتانت‌های نیت شناسایی شدند. بر اساس فرم رشدی روی منابع متفاوت ازت (نیترات، نیتريت، هیپوگزانتین، نیترات آمونیم و اسید اوریک) فنوتیپ موتانت‌های نیت تعیین و با کمک آزمون‌های

ساخت شرکت کپازن، استخراج DNA از جدایه‌ها انجام شد. از میان ۲۵ جفت پرایمر بررسی شده، پرایمرهای با چند شکلی بیشتر و تکرارپذیر (جدول ۱) انتخاب گردید. مرحله تکثیر با دستگاه PCR برابر با برنامه دمایی جدول (۲) انجام و تولیدات PCR با استفاده از ژل آگارز یک درصد تفکیک شدند. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار کامپیوتری NtSys-Pc. 2.2 انجام و دندروگرام مربوطه با استفاده از ضریب تشابه DICE و روش UPGMA ترسیم و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مکمل‌سازی گروه‌های سازگار رویشی شناسایی و جدایه‌های قارچی گروه‌بندی شدند (۶ و ۱۵). با توجه به اینکه امکان دسترسی به جدایه استاندارد و نیت مرجع نبود، نحوه تلاقی به این نحو انجام که پس از تعیین فنوتیپ موتانت‌های نیت، از میان گروه‌های یکسان تعدادی نماینده انتخاب و تلاقی انجام گردید (۱۵). Nit1 با nitM و در برخی جدایه‌ها، nit3 با M تلاقی و موتانت‌های مکمل هم در گروه سازگار رویشی یکسان قرار داده شدند. جهت مطالعات ملکولی، تعداد ۱۸ جدایه به صورت تصادفی انتخاب و با استفاده از کیت استخراج DNA

جدول ۱- توالی آغازگرهای RAPD مورد استفاده در تحقیق (ساخت شرکت SBS Genetech)

Table 1- Sequences of primers used for RAPD (SBS Gentech Company)

توالی پرایمر 5'_3' (Sequence)	اسامی پرایمر (Primers)
AGT CAG CCA C	SBSA-03
AAT CGG GCT G	SBSA-04
TTC CGA ACC C	SBSA-15
GTT TCG CTC C	SBSB-01
TGA TCC CTG G	SBSB-02
CAT CCC CCT G	SBSB-03
TGC TCT GCC C	SBSB-06
TTC GAG CCA G	SBSC-01
GAT GAC CGC C	SBSC-05
GTC CCG ACG A	SBSC-07

جدول ۲- برنامه حرارتی مورد استفاده در تکنیک RAPD

Table 2- Thermo cyclor program used for RAPD

مرحله (Stage)	حرارت °C (Temperature)	زمان (Time)	تعداد سیکل (Number of cycles)
Initial denaturation (واسرشت سازی اولیه)	94	5 min	1
Denaturation (واسرشت سازی)	94	1 min	35
Annealing (اتصال)	36	1 min	35
Extension (توسعه)	72	2 min	35
Final Extension (توسعه نهایی)	72	10min	1
Storage (نگهداری)	4		

نتایج و بحث

بر اساس مشخصات مورفولوژی از ۴۵ جدایه جمع‌آوری شده از گلخانه‌های منطقه جیرفت و کهنوج ۴۲ جدایه *F. oxysporum* و سه جدایه *Fusarium* sp شناسایی شد (جدول ۳). آزمون بیماری‌زایی در دو دامنه دمایی متفاوت نشان داد که از ۴۲ جدایه، ۳۶ جدایه در دمای ۱۷ تا ۲۱ درجه روی خیار رقم نگین بیماری‌زا بودند و به‌عنوان *F. oxysporum* f. sp. *radicis- cucumerinum* شناسایی و شش جدایه در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه روی خیار بیماری‌زا و به‌عنوان *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* شناسایی شدند. فرم تخصصی غالب در گلخانه‌های خیار منطقه جیرفت، قارچ *F. oxysporum* f.

روز پس از مایه‌زنی، علائم زردی و مرگ گیاه چه مشاهده شد (شکل ۱). دو تا سه هفته پس از مایه‌زنی، ظهور اندام‌های قارچی به رنگ سفید و سپس نارنجی روی ساقه مشاهده شد. نتایج آزمون بیماری‌زایی نشان دهنده بیماری‌زا بودن ۳۶ جدایه *Foc* و شش جدایه *Foc* بر روی گیاه خیار بود و هیچ گونه علائمی در سایر گیاهان مایه‌زنی شده (فلفل، گوجه‌فرنگی، خربزه، هندوانه، طالبی و گرمک) مشاهده نشد و این موضوع مؤید تخصصی بودن جدایه‌ها می‌باشد.

جدول ۳- جدایه‌های فوزاریوم به‌دست‌آمده از بوته‌های خیار دارای علائم پژمردگی، پوسیدگی ریشه و ساقه

Table 3- *Fusarium* isolates recovered from cucumber infected to wilt, stem and root rot

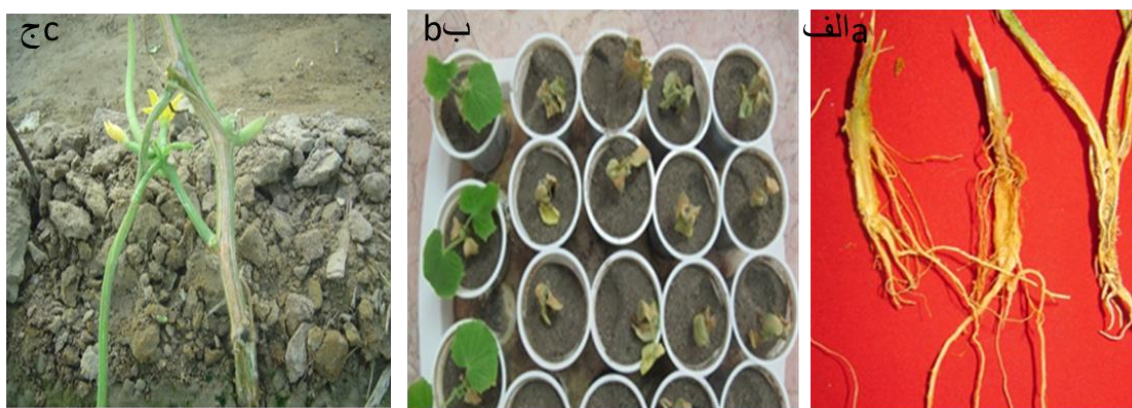
گروه سازگار رویشی VCG	شاخص بیماری‌زایی Disease index	قارچ جداشده Isolated fungus	رقم خیار Cucumber cultivar	محل جمع‌آوری Place of sampling	کد جدایه Isolate code
A	۳ ^H	Forc	زحل Zohal	دریاچه daryacheh	F1
A	۳ ^H	Forc	زحل Zohal	دریاچه Daryacheh	F2
A	۳ ^H	Forc	روپال Royal	چمن Chaman	F3
-	۰.۸ ^{np}	<i>Fusarium</i> sp	روپال Royal	سیلو silo	F4
-	۰.۵ ^{np}	<i>Fusarium</i> sp	گرین مجیک Green magic	سیلو silo	F5
A	۳ ^H	Forc	گاوریش Gavrish	بند سراجی band saraji	F6
B	۲ ^M	Forc	گاوریش Gavrish	بند سراجی band saraji	F7
B	۳ ^H	Forc	روپال Royal	بند سراجی band saraji	F8
A	۳ ^H	Forc	روپال Royal	بند سراجی band saraji	F9
C	۳ ^H	Forc	روپال Royal	هوکرد Hokerd	F10
A	۲ ^M	Forc	روپال Royal	تم گاوان Tom gavan	F11
A	۲ ^M	Forc	روپال Royal	تم گاوان Tom gavan	F12
A	۲ ^{عM}	Forc	روپال Royal	تم گاوان Tom gavan	F13
-	۰.۵ ^{np}	<i>Fusarium</i> sp	روپال Royal	تم گاوان Tom gavan	F14
A	۳ ^H	Forc	روپال Royal	تم گاوان Tom gavan	F15
-	۲ ^M	Foc	گاوریش Gavrish	تم گاوان Tom gavan	F16
-	۳ ^H	Foc	گاوریش Gavrish	تم گاوان Tom gavan	F17
C	۳ ^H	Forc	ندا Neda	بند سراجی band saraji	F18
A	۳ ^H	Forc	ندا Neda	بند سراجی band saraji	F19
-	۲ ^M	Foc	روپال Royal	بند سراجی band saraji	F20
-	۳ ^H	Foc	روپال Royal	بند سراجی band saraji	F21
C	۳ ^H	Forc	روپال Royal	سیلو silo	F22
A	۳ ^H	Forc	روپال Royal	جنگل آباد Jangal abad	F23
A	۳ ^H	Forc	روپال Royal	جنگل آباد Jangal abad	F24
A	۱ ^L	Forc	روپال Royal	جنگل آباد Jangal abad	F25
B	۳ ^H	Forc	زحل Zohal	دولت‌آباد dowlat abad	F26
B	۳ ^H	Forc	روپال Royal	دریاچه Daryacheh	F27
B	۳ ^H	Forc	روپال Royal	دریاچه Daryacheh	F28
A	۳ ^H	Forc	روپال Royal	دولت‌آباد dowlat abad	F29
A	۳ ^H	Forc	نگین Negin	باقرآباد Baqer abad	F30
A	۲ ^{عM}	Forc	زحل Zohal	باقرآباد Baqer abad	F31
-	۳ ^H	Foc	زحل Zoha	باقرآباد Baqer abad	F32
-	۲ ^{عM}	Foc	هلل Halil	بند سراجی band saraji	F33
A	۳ ^H	Forc	زحل Zohal	بند سراجی band saraji	F34
A	۳ ^H	Forc	زحل Zohal	بند سراجی band saraji	F35
B	۲ ^{عM}	Forc	روپال Royal	بند سراجی band saraji	F36
A	۱ ^L	Forc	زحل Zohal	بند سراجی band saraji	F37
B	۲ ^{عM}	Forc	روپال Royal	بند سراجی band saraji	F38
A	۳ ^H	Forc	روپال Royal	سیلو silo	F39
B	۳ ^H	Forc	روپال Royal	کریم‌آباد Karim abad	F40
A	۴ ^H	Forc	هلل Halil	جنگل آباد Jangal abad	F41
A	۲ ^{عM}	Forc	زحل Zohal	باقرآباد Baqer abad	F42
A	۳ ^H	Forc	روپال Royal	سیلو silo	F43
A	۳ ^H	Forc	نگار Negar	باقرآباد Baqer abad	F44
C	۲ ^{عM}	Forc	روپال Royal	دشت کوچ Dasht koch	F45
-	-	-	روپال Royal	چینه chineh	F46
-	-	-	روپال Royal	چینه chineh	F47

- = آزمون بیماری‌زایی / سازگاری رویشی انجام‌نشده است، L=بیماری‌زایی ضعیف، M=بیماری‌زایی متوسط، H=بیماری‌زایی قوی

VCG= Vegetative Compatibility Group, Foc=*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, Forc= *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis- cucumerinum*

بیماری‌زا بود. نوار نارنجی رنگ روی بوته‌های مایه‌زنی شده مشاهده نگردید. این نتایج با گزارش‌ها سایر محققین مطابقت دارد (۱۶). نتایج آزمون بیماری‌زایی نشان داد، شدت بیماری‌زایی اغلب جدایه‌های به‌دست آمده در این تحقیق بالای دو است و نشان دهنده قدرت بالای بیماری‌زایی جدایه‌های منطقه و تنوع اندک بین جدایه‌ها از نظر قدرت بیماری‌زایی است. بالغ بر ۶۰ درصد جدایه‌ها در گروه بیماری‌زایی قوی، حدود ۲۴ درصد جدایه‌ها در گروه بیماری‌زایی متوسط، حدود ۴/۵ درصد در گروه بیماری‌زایی ضعیف و بقیه غیربیماری‌زا بودند. (جدول ۳). درصد جداسازی جدایه‌ها در ماه‌های سردتر (آذر، دی و بهمن) بیشتر و با بیولوژی قارچ *Forc* همخوانی نشان داد.

دو فرم تخصص یافته *Foc* و *Forc* به خیار حمله می‌کنند که در حال حاضر تفکیک این دو بر اساس علائم ظاهری، دمای بهینه رشد و دامنه میزبانی انجام می‌شود (۸). نتایج آزمون بیماری‌زایی در دو دامنه دمایی، نشان داد فرم تخصص یافته *Forc* در دماهای ۲۱-۱۷ درجه سانتی‌گراد بیماری‌زایی داشته و در دماهای بالاتر (۳۰-۲۵ درجه) بیماری‌زایی نشان نداد و علائم در مرحله گیاه چه ای به‌صورت پوسیدگی ساقه و ریشه و نهایتاً مرگ بوته بروز نمود. ظهور نوار نارنجی رنگ در مراحل پیشرفته بیماری در بوته بالغ مشاهده شد (شکل ۱). فرم *Foc* در دماهای پائین (۲۱-۱۷ درجه) روی گیاه خیار بیماری‌زایی نشان نداد ولی در دماهای بالاتر (۳۰-۲۵ درجه)



شکل ۱- علائم پوسیدگی ریشه و ساقه (الف) مرگ گیاهچه (ب) و ظهور نوار نارنجی رنگ ناشی از قارچ فوزاریوم (ج) روی خیار
Figure 1- Fusarium stem and root rot of cucumber (a, b) orange stripe (c)

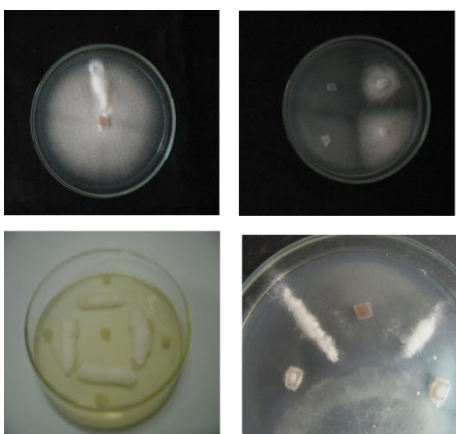
نحوه ورود فرم تخصص یافته جدید به کشور ایران که عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه خیار است نامشخص می‌باشد. در خصوص فرم تخصص یافته *Forc* عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه خیار، آلوده شدن بذر هنوز گزارش نگردیده است. در بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی ناشی از قارچ *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* که یک بیمارگر مشابه عامل بیماری روی خیار است، بذرزاد بودن قارچ عامل بیماری گزارش شده است (۲۲). تقریباً بالای ۹۰ درصد بذور خیار گلخانه‌ای مورد استفاده در منطقه جیرفت وارداتی بوده و به‌احتمال قریب به‌یقین فرم تخصص یافته *Forc* از سایر کشورها وارد ایران شده است هرچند تلاش نگارندگان برای جداسازی این قارچ از بذور تجاری موجود در بازار موفق آمیز نبوده است. نتایج تحقیقات در کانادا نشان داده است که آلودگی از بذر و بستر کاشت آلوده شروع می‌شود و بیان شده که وجود زخم روی ریشه و دمای پائین در طول مرحله گیاه چه ای و بلوغ باعث تشدید بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه خیار می‌شود (۱۶). نتایج تحقیقات در بلغارستان نشان داده است قارچ عامل بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه

سرعت رشد پرگنه جدایه‌های قارچ مورد بررسی در این تحقیق، روی محیط کشت PDA و در دامنه دمایی 2 ± 25 درجه سانتی‌گراد ۱۵-۴ میلی‌متر در روز اندازه‌گیری شد. پرگنه قارچ دارای میسیلیوم هوایی فراوان و پنبه‌ای بود. رنگ میسیلیوم هوایی از سفید تا بنفش کم‌رنگ متغیر نشان داد. میکروکنیدی‌ها یک تا دوسلولی، گرد و یا بیضوی شکل به فراوانی در سرهای دروغین تشکیل شدند. ماکروکنیدی‌ها خمیده، داسی شکل و غالباً دارای سه تا پنج دیواره عرضی بودند. کلامیدوسپورها اغلب کروی منفرد و گاهی چندتایی به‌صورت میانی و یا انتهایی مشاهده شدند. از نظر مورفولوژیکی و میکروسکوپی تفکیک دو فرم تخصص یافته *Forc* و *Foc* مشکل بود.

هیچ گونه جدایه قارچ فوزاریوم از بذور مورد بررسی در این تحقیق (بذور خیار ارقام فستیوال، ویلمورین ۰۳، سوپر، نیکرسون، رقم با کد RZ ۵۲۰-۲۲، زحل، نداء، رویال، اورگرین، گرین مجیک، گاوریش، بارز، نگین، نگار و هلیل) که از رقم‌های رایج در کشت گلخانه‌ای منطقه جیرفت می‌باشند، جداسازی نشد. منشأ پیدایش یا

هوایی و اسپور زایی اندک بود. این حالت رشد به خاطر عدم توانایی این جهش یافته در استفاده از نیترات موجود در محیط کشت به عنوان تنها منبع نیتروژنی محیط بود. این جهش یافته به عنوان جهش یافته نیت شناخته شدند. بر اساس نحوه رشد جهش یافته نیت روی محیط های حاوی نیترات، نیتريت، هیپوزانتین، اسید اوریک و آمونیوم کلاس فنوتیپی آنها تعیین شد. جهش یافته نیت در سه کلاس فنوتیپی *nit1*، *nit3* و *NitM* قرار گرفتند. کلاس فنوتیپی *nit1* شامل ۵۳/۴٪ موتانت ها و ۲۵/۲٪ در کلاس فنوتیپی *nit3* و ۲۱/۴٪ در کلاس فنوتیپی *NitM* قرار گرفتند. با استفاده از آزمون های مکمل سازی (شکل ۲) سه گروه سازگاری رویشی در جمعیت جدایه های قارچ *Forc* شناسایی و به طور اختیاری به اسامی VCG-A، VCG-B و VCG-C نام گذاری شدند. بیش از ۶۶٪ از جدایه ها متعلق به VCG-A بودند. در این تحقیق هیچ گونه بررسی در خصوص سازگاری یا عدم سازگاری رویشی میان جدایه های *Forc* و *Foc* انجام نپذیرفت. نتایج بررسی ها نشان داده جدایه های *F. oxysporum* f. sp. *melonis* با جدایه های *radicis-cucumerinum* سازگار بوده اند (۲۱).

خيار توانایی انتشار از طریق هوا را نیز دارد (۲۴). مصرف زیادی کود در گلخانه های خيار منطقه جیرفت در ماه های سرد که ریشه گیاه جذب چندانى نداشته، منجر به تجمع عناصر و املاح در خاک و باعث افزایش نمک در اطراف طوقه خيار شده و این امر سبب ایجاد ترک و زخم در ناحیه طوقه شده و احتمالاً ورود قارچ را به میزبان تسهیل می نماید. در خصوص قارچ فوزاریوم، تأثیر شوری بر شدت بیماری، بسته به میزبان و فرم تخصص یافته قارچ فوزاریوم، متفاوت گزارش شده است و در گیاه گوجه فرنگی باعث تشدید بیماری شده است (۲۵). تحقیقات تکمیلی در خصوص اثر شوری و تجمع املاح بر تشدید یا تضعیف بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه خيار مورد نیاز است. در بررسی گروه های سازگاری رویشی در جمعیت قارچ *Forc* تمام جدایه های بیمارگر در محیط کشت های PDC و MMC با غلظت یک و نیم تا سه درصد کلرات پتاسیم سکتور تولید کردند. این جدایه ها از لحاظ فراوانی سکتوردهی با یکدیگر متفاوت بودند. در ابتدا رشد قارچ در این محیط کشت ها محدود بود اما پس از گذشت هفت تا ده روز سکتورهای مقاوم به کلرات از پرگنه به صورت سریع رشد و نامتقارن شروع به رشد نمودند (شکل ۲). رشد این سکتورها روی محیط کشت MM به صورت میسلومی نازک و گسترده بدون ریشه



شکل ۲- تولید سکتور سریع رشد روی محیط حاوی کلرات پتاسیم (a)، تعیین فنوتیپ موتانت نیت (b)، آزمون مکمل سازی موتانت نیت و تعیین گروه سازگار رویشی (c, d)

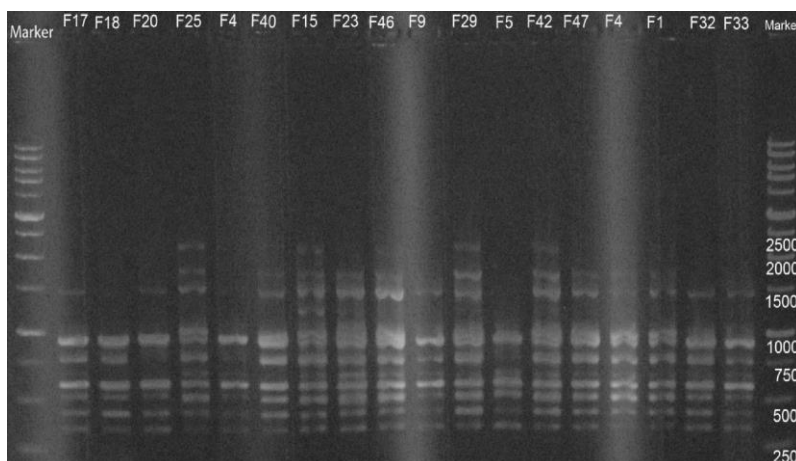
Figure 2- Fast growing sector on medium containing chlorate (a), growing pattern on nitrate source medium (b), (complementation tests (c, d)

(F33) از جدایه های فرم تخصص یافته *Forc* و جدایه های غیر بیماری زا روی خيار تفکیک گردیدند (شکل ۴). جدایه های مربوط به *Forc* در سطح تشابه ۹۳ درصد در یک گروه قرار گرفتند. در این تحقیق با توجه به محدودیت های اعتباری، تعداد ۱۸ جدایه در مطالعات تنوع ژنتیکی مورد استفاده قرار گرفت. دو جدایه غیر بیماری زا (کدهای F4، F5) هرچند تشابه ۸۸ درصد با جدایه های مربوط به فرم تخصص یافته *Forc* نشان دادند ولی در کنار هم و در

نقش الکتروفورزی محصولات واکنش زنجیره ای مربوط به ۱۸ جدایه فوزاریوم در شکل ۳ نشان داده شده است. ده آغازگر مورد استفاده، چندشکلی بین جدایه های قارچ *Forc* و *Foc* با باندهایی در گستره ۲۵۰ تا ۲۵۰۰ جفت باز با ۷۶ درصد پلی مورفیسم نشان دادند. تجزیه خوشه ای نتایج حاصل از RAPD با استفاده از ضریب تشابه Dice و روش UPGMA نشان داد در سطح تشابه ۸۴ درصد جدایه های مربوط به فرم تخصص یافته *Foc* (کدهای F17، F20، F32،

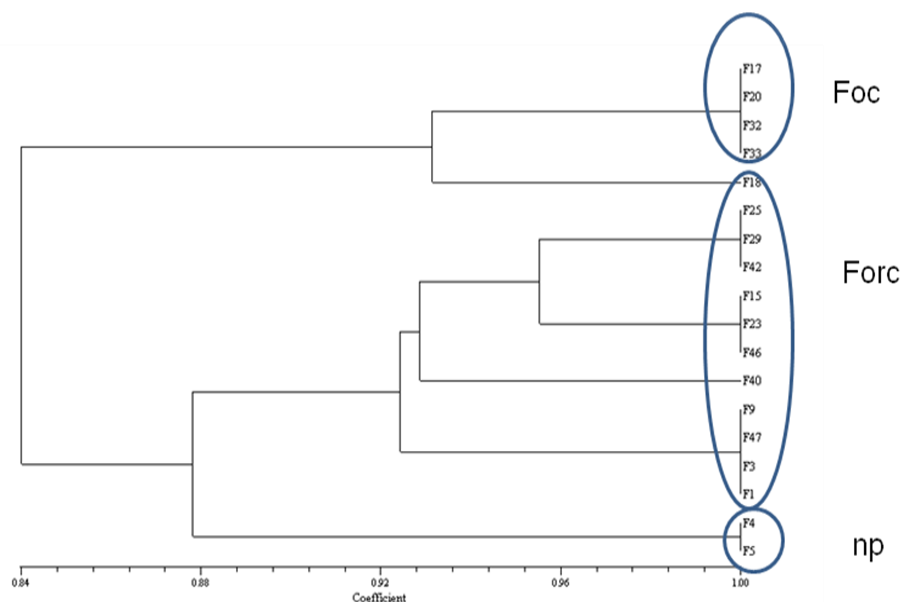
داده که فرم تخصصی *Forc* با فرم تخصصی *Foc* از نظر علائم بیماری، اپیدمیولوژی و حساسیت ارقام، تفاوت دارد (۱۹ و ۹). نتایج برخی از محققین نشان داده جدایه‌های غیر بیماری‌زا به‌دست آمده از گیاه خیار شباهت بیشتری به جدایه‌های *Forc* در مقایسه با قارچ *Foc* جدا شده از خیار و حتی *Fom* جدا شده از خربزه دارند (۲۰).

یک گروه قرار گرفتند. جدایه *Forc* ۱۸ تشابه بالایی (در حد ۹۳ درصد) با جدایه‌های *Foc* نشان داد و در یک گروه مشترک قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد شباهت زیادی بین جدایه‌های فرم تخصص یافته فوزاریوم عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه خیار با جدایه‌های عامل بیماری پژمردگی خیار (*Foc*) و حتی جدایه‌های غیر بیماری‌زا روی خیار وجود دارد. نتایج تحقیقات در ترکیه و یونان نشان



شکل ۳- نقوش الکتروفورزی محصول PCR جدایه های فوزاریوم خیار با استفاده از آغازگر SBS-06 (کدهای F4 و F5 جدایه‌های غیر بیماری‌زای فوزاریوم، کدهای F17, F20, F32, F33 مربوط به جدایه‌های *Foc* و کدهای F1, F3, F9, F15, F18, F23, F25, F29, F40, F42, F46, F47 مربوط به *Forc*)

Figure 3- Electrophoresis patterns of Fusarium isolates using SBS-06 primer, nonpathogenic fusarium (F4, F5), *Foc* isolates (F17, F20, F32, F33), *Forc* isolates (F1, F3, F9, F15, F18, F23, F25, F29, F40, F42, F46, F47)



شکل ۴- دندروگرام گروه‌بندی و تشابه ۱۸ جدایه قارچ فوزاریوم (۱۲ جدایه *Forc*، چهار جدایه *Foc* و دو جدایه غیر بیماری‌زا (np)) با استفاده از نشانگر RAPD با روش UPGMA

Figure 4- Similarity dendrogram of 18 Fusarium isolates using RAPD marker with UPGMA method (12 isolates of *Forc*, 4 isolates *Foc* and 2 nonpathogenic)

محققین در تفکیک فرم‌های تخصص یافته *F. oxysporum* مطابقت داشت (۱۳، ۱۶ و ۲۰). این اولین مطالعه تنوع ژنتیکی در جدایه‌های قارچ *Forc* با استفاده از گروه‌های سازگار رویشی و نشانگر مولکولی RAPD در جمعیت‌های این گونه در ایران است. تحقیقات تکمیلی به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی جدایه‌های سایر مناطق ایران در این خصوص ضروری است. به دلیل تنوع ژنتیکی این بیمارگر و مکانیسم‌های تغییرپذیری این قارچ، استفاده از ارقام مقاوم با مکانیسم مقاومت چندژنی به منظور مدیریت بیماری پوسیدگی ریشه و ساقه خیار توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور به خاطر تأمین اعتبار پروژه به شماره مصوب ۸۱۱۴-۱۶-۷۰-۲ و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان به لحاظ همکاری در اجرای پروژه مذکور تشکر و قدردانی نمایند.

تحقیقات در یونان و هند نشان داده است دلیل این تشابه می‌تواند این باشد که احتمال تغییر از یک فرم تخصص یافته به فرم دیگر وجود دارد و یا اینکه برخی از جدایه‌های بیماری‌زا به جدایه‌های غیر بیماری‌زا تغییر پیدا کرده‌اند (۲۰ و ۱۲). دندروگرام حاصل نشان داد، جدایه‌های بیماری‌زا خوشه اول شامل پنج جدایه *Forc-17*, *Forc-33*, *Forc-32*, *Forc-20*, *Forc-18* بود که همگی از گلخانه‌های یک منطقه در روستای بند سراجی واقع در ناحیه شمالی جیرفت جداسازی شدند. گروه دوم شامل ۱۳ جدایه *Forc-3*, *Forc-45*, *Forc-9*, *Forc-40*, *Forc-25*, *Forc-4*, *Forc-5*, *Forc-1*, *Forc-44*, *Forc-20*, *Forc-23*, *Forc-15*, *Forc-42* از گلخانه‌های دیگر منطقه به دست آمد. رابطه مشخصی بین پراکنش جغرافیایی و گروه‌های سازگار رویشی و RAPD مشاهده نگردید.

نتایج تحقیقات انجام شده در هند، جدایه‌های فوزاریوم فرم تخصصی *Foc* بدست آمده از خیار را از نظر گروه‌های سازگاری رویشی (VCG) به پنج گروه سازگار رویشی گروه‌بندی نموده‌اند (۱۳). نتایج استفاده از نشانگر مولکولی RAPD در این تحقیق با نتایج سایر

منابع

- 1- Ahn I. P., Chung H. S., and Lee Y. H. 1998. Vegetative compatibility groups and pathogenicity among isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. Plant Disease, 82: 244-246.
- 2- Alves Santos F. M., Martinez B. D., Rodriguez M. M. C., and Diez J. J. 2007. Cultural characteristics, pathogenicity and genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from tobacco fields in Spain. Physiological and molecular Plant Pathology, 71: 26-32.
- 3- Armstrong G. M., and Armstrong J. K. 1978. Formae specialis and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt of Cucurbitaceae. Phytopathology, 68: 19- 28.
- 4- Bouhot D. 1981. Some aspects of the pathogenic potential in formae specialis and races of *Fusarium oxysporum* on cucurbitaceae. Pages 318-326 in: *Fusarium: Disease, Biology, and Taxonomy*. P. E. Nelson T. A. Toussoun and R. J. Cook eds. Pennsylvania State University Press, University Park.
- 5- Cerkaskas R. F., Brown J., and Ferguson G. 2001. First report of *Fusarium* stem and root rot of greenhouse cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in Ontario. Plant Disease, 85(9): 1028-1028
- 6- Correll J. C., Klittich C. J. R., and Leslie J. F. 1987. Nitrate nonutilizing mutants of *Fusarium oxysporum* and their use in vegetative compatibility tests. Phytopathology, 77: 1640- 1646.
- 7- Gerlagh M., and Blok W. J. 1988. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucurbitacearum* n. f. embracing all formae specialis of *F. oxysporum* attacking cucurbitaceous crops. Netherlan Journal of Plant Pathology, 94: 17-31.
- 8- Karaca G., and Kahveci E. 2010. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumbers in Turkey. Plant Pathology, 59(6): 1173-1174
- 9- Mehmet T. F., and Kurt S. 2010. Pathogenicity, vegetative compatibility and amplified fragment length polymorphism (AFLP) analysis of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* isolates from Turkish greenhouses. Phytoparasitica, 83(3): 253-260.
- 10- Moreno A., Alferez A., Aviles M., Dianez F., Blanco R., Santos M., and Tello J. C. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain. Plant Disease, 85(11): 1206-1206.
- 11- Najafiniya M., and Shahabi I. 2013. Genetic diversity among Iranian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* using vegetative compatibility groups and RAPD molecular marker. Asian Mycological Congress 2013 and the 13th International Marine and Freshwater Mycology symposium. China National Convention Center (CNCC), Beijing, China, August 19-23, 2013, p56.
- 12- Najafinia M., and Sharma P. 2009. Cross pathogenicity among isolates of *Fusarium oxysporum* causing wilt in cucumber and muskmelon. Indian phytopathology, 62(1): 9-13.
- 13- Najafinia M., and Sharma P. 2011. Characterization of Indian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* using vegetative compatibility groups (VCGs) and RAPD assay. Indian phytopathology, 64(1): 12-18.
- 14- Nelson P. E., Toussoun T. A., and Marasas W. F. O. 1983. *Fusarium* species: A Illustrated manual for

- identification. The Pennsylvania State University Press, 226 pp.
- 15- Puhalla J. E. 1985. Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of Vegetative Compatibility. Canadian Journal of Botany, 63: 179-183.
- 16- Punja Z. K., and Parker M. 2000. Development of *Fusarium* root and stem rot, a new disease on greenhouse cucumber in British Columbia, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*. Canadian Journal of Plant Pathology, 22: 349-63.
- 17- Shahriari D., and Zare R. 2006. *Fusarium* stem and root rot of greenhouse cucumber. Proceedings of the 17th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran (In Persian).
- 18- Shahriari D., Molavi E., Aminian H., and Etebarian H. R. 2011. Histopathological response of resistant and susceptible cultivars of cucumber to *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, the causal agent of *Fusarium* stem and root rot. Seed and Plan Production Journal 27(1): 375-391. (In Persian with English summary)
- 19- Vakalounakis D. J. 1996. Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* f. sp. nov. Plant Disease, 80: 313-316.
- 20- Vakalounakis D. J., and Fragkiadakis G. A. 1999. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility and RAPD fingerprinting. Phytopathology, 89: 161-168.
- 21- Vakalounakis D. J., Doulis A. G., and Klironomou E. 2005. Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* attacking melon under natural conditions in Greece. Plant Pathology, 54: 339-346.
- 22- Vakalounakis DJ., Wang Z., Fragkiadakis GA., Skaracis GN., and Li D-B. 2004. Characterization of *Fusarium oxysporum* isolates obtained from cucumber in China by pathogenicity, VCGs and RAPD. Plant Disease, 88: 645-9.
- 23- Vatchev T. D. 2007. First report of *Fusarium* root and stem rot of greenhouse cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* in Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 13: 151-152.
- 24- Vatchev T. D. 2015. *Fusarium* root and stem rot of greenhouse cucumber: aerial distribution of inoculum. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21: 650-654.
- 25- Woltz SS., Jones JP., and Scott JW. 1992. Sodium chloride, nitrogen source, and lime influence *Fusarium* crown rot severity in tomato. HortScience, 27: 1087-1088.



بررسی فلور و پراکنش علف‌های هرز باغ‌های پسته (*Pistacia vera* L.) شهرستان کرمان

ابراهیم ایزدی دربندی^{۱*} - مهناز میرزائی^۲ - هادی مهدیخانی نهرخلجی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۲۸

چکیده

به منظور بررسی فلور وضعیت پراکنش علف‌های هرز باغ‌های پسته (*Pistacia vera*) شهرستان کرمان، تعداد ۱۹ باغ از چهار بخش این شهرستان به طور تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری علف‌های هرز با استفاده از کوآدرات ۵×۵ متر مطابق الگوی W در سال ۱۳۹۳ انجام شد. سپس علف‌های هرز موجود در هر کوآدرت به تفکیک جنس و گونه شناسایی و تعداد علف‌های هرز هر گونه داخل کادر نیز شمارش شد. شاخص‌های فراوانی گونه، یکنواختی پراکنش، میانگین تراکم گونه و شاخص غالبیت به علاوه فراوانی نسبی، یکنواختی پراکنش نسبی، میانگین تراکم نسبی و شاخص غالبیت نسبی برای هر گونه محاسبه شدند. در نهایت جهت گروه‌بندی علف‌های هرز از روش تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی استفاده شد. در این تحقیق ۵۷ گونه علف هرز از ۱۸ خانواده گیاهی شناسایی شد که دو لپه‌ای‌ها با ۴۵ گونه متنوع‌تر از گونه‌های تک لپه با ۱۱ گونه بودند. پنج علف هرز جو موشی (*Hordeum murinum* L.)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.)، تلخه (*Acroptilon repense* L.)، پنجه مرغی (*Cynodon dactylon* L.) و اسفناج وحشی (*Atriplex* sp.) به ترتیب بیشترین فراوانی را داشتند و با بیشترین شاخص غالبیت، مهم‌ترین علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان کرمان شناخته شدند. تجزیه خوشه‌ای گونه‌های شناسایی شده را به چهار گروه تقسیم کرد که به ترتیب اهمیت از پایین به بالای دندروگرام قرار گرفتند. نتایج این تقسیم‌بندی شباهت زیادی به نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌های اندازه‌گیری شده داشت.

واژه‌های کلیدی: باغ پسته، تراکم، غنای گونه‌ای، فراوانی، شاخص غالبیت

مقدمه

کشاورزی، می‌تواند زمینه را برای مدیریت هر چه مطلوب‌تر آنها در راستای استفاده بهینه از منابع تولید در مزارع و باغات کشاورزی فراهم نماید (۱۲). روش‌هایی برای پایش علف‌های هرز در محصولات کشاورزی معرفی شده که در این بین استفاده از فراوانی نسبی، یکنواختی نسبی و تراکم نسبی برای تعیین جنبه‌های مختلف حضور علف‌های هرز در محصولات زراعی و باغی مرسوم می‌باشد (۳).

الهی و همکاران (۳) به منظور بررسی ساختار و تنوع گونه‌ای جوامع علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان بردسکن، ۳۳ باغ پسته این شهرستان را بررسی نمودند. بر اساس گزارش نامبردگان، علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، انگشتی (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) و دم روباهی سبز (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) به عنوان مهم‌ترین علف‌های هرز یک‌ساله و اوپارسلام (*Cyperus rotundus* L.)، پنجه مرغی و پیچک صحرایی به عنوان مهم‌ترین علف‌های هرز چندساله معرفی شدند. فلاح مهرجردی و همکاران (۵) شاخص‌های جمعیتی علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان‌های اردکان و میبد در استان یزد را تعیین و نقشه پراکنش علف‌های هرز را تهیه نمودند. نامبردگان در فلور علف‌های هرز این محصول، ۴۳ گونه متعلق به ۱۶ خانواده گیاهی را

پراکنش علف‌های هرز و توان انتشار آن‌ها از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر موفقیت گیاهان باغی و زراعی محسوب می‌شوند. ترکیب جوامع علف‌های هرز تحت تأثیر عوامل زراعی، محیطی و مدیریتی قرار می‌گیرند. فلور علف‌های هرز موجود در یک منطقه نیز در نتیجه ظهور گونه‌های جدید، سازگاری‌های درون گونه‌ای و همچنین انجام عملیات زراعی مختلف تغییر می‌کند که اطلاع و شناخت آن از اصول اولیه مدیریت علف‌های هرز است (۷). مدیریت کلان علف‌های هرز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است بطوری که تعیین فلور و تعیین وضعیت پراکنش جغرافیایی علف‌های هرز از اطلاعات پایه در این جهت به شمار می‌روند (۱۱). در برآورد میزان خسارت علف‌های هرز و برنامه‌ریزی جهت مدیریت آن‌ها اطلاع از پراکنش و میزان انتشار علف‌های هرز حائز اهمیت است (۵). در مجموع، شناخت دقیق تنوع گونه‌ای، ساختاری و کارکردی علف‌های هرز در بوم‌نظام‌های

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار و دانش آموختگان دکتری علوم علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: e-izadi@um.ac.ir)

(*)- نویسنده مسئول:

شهرستان کرمان بر اساس تقسیمات کشوری دارای شش بخش شامل مرکزی، راین، ماهان، چترود، شهداد و گلباف می‌باشد. بر اساس آمارنامه جهاد کشاورزی استان کرمان (۱)، سطح زیر کشت باغات پسته شهرستان کرمان، ۴۹۲۵۲ هکتار می‌باشد (جدول ۱). با توجه به سطح زیر کشت باغات پسته و بر اساس استاندارد ارائه شده توسط مین باشی معینی و همکاران (۱۰)، ۱۹ باغ از ۴ بخش مرکزی، راین، ماهان و چترود به طور تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری علف‌های هرز با استفاده از کوآدرات ۵×۵ متر مطابق الگوی W انجام شد (جدول ۱). یک گوشه از باغ انتخاب و از آن نقطه ۲۰ قدم به موازات یکی از اضلاع حرکت انجام سپس با تشکیل زاویه ۹۰ درجه بیست قدم به داخل باغ به عنوان نقطه شروع نمونه‌برداری انتخاب شد. با توجه به الگوی شکل W، پنج نقطه روی آن انتخاب شد به طوری که فاصله هر دو نقطه متوالی ۲۰ قدم بود (۸). از دو بخش شهداد و گلباف به دلیل سطح زیر کشت بسیار کم و پراکندگی و کوچک بودن باغ‌ها نمونه‌گیری انجام نشد.

ابتدا از علف‌های هرز موجود در هر کوآدرات نمونه‌های شاخص از هر گونه تهیه و به تفکیک جنس و گونه شناسایی شدند و تعداد علف‌های هرز هر گونه داخل کادر نیز شمارش شد. سپس از این اطلاعات برای تعیین تنوع کارکردی و محاسبه شاخص‌های مختلف استفاده شد.

برای تعیین تنوع کارکردی ابتدا گونه‌های شناسایی شده بر اساس چرخه زندگی (یک‌ساله و چند ساله)، فرم رویشی (تک لپه و دو لپه) و مسیر فتوسنتزی (سه کربنه و چهار کربنه) طبقه‌بندی شدند. فراوانی جوامع علف‌های هرز در شهرها و دهستان‌های مختلف نیز تعیین شد. سپس برای تعیین اهمیت علف‌های هرز در باغ‌های پسته شهرستان کرمان، شاخص‌های فراوانی (معادله ۱)، یکنواختی پراکنش (معادله ۲)، تراکم (معادله ۳)، میانگین تراکم (معادله ۴) و شاخص غالبیت (معادله ۵) برای هر گونه با استفاده از نرم‌افزار Excel برآورد گردید (۹).

$$F_K = \frac{\sum Y_i}{n} \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

F_K : فراوانی گونه k ، Y_i : حضور (۱) یا عدم حضور (۰) گونه K در باغ شماره i و n : تعداد باغ نمونه‌برداری شده

$$U_K = \frac{\sum_1^n \sum_1^m x_{ij}}{\sum_1^m m} \quad \text{معادله (۲)}$$

U_K : یکنواختی باغ برای گونه k ، X_{ij} : حضور (۱) یا عدم حضور (۰) گونه K در کادر شماره i و باغ شماره j ، m : تعداد کادر پرتاب شده

$$D_{ki} = \frac{\sum_1^m z_j}{m} \times 4 \quad \text{معادله (۳)}$$

شناسایی کردند و پیچک صحرایی، گل قاصد (*Taraxacum syriacum* Boiss.)، تلخه، خارشتر (*Alhagi camelorum* Fisch.) و علف شور خاردار (*Salsola kali* L.) را به عنوان علف‌های هرز پهن برگ غالب و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu.)، جو موشی، خونی‌واش (*Phalaris minor* Retz.) و پنجه مرغی را به عنوان علف‌های هرز باریک برگ غالب شناسایی کردند.

پسته یکی از محصولات مهم اقتصادی است که به عنوان یک محصول استراتژیک، جایگاه خاصی در بین تولیدات کشاورزی کشور دارا است و مقام دوم صادرات غیرنفتی را به خود اختصاص داده است. کشور ایران بزرگترین تولید کننده و صادر کننده پسته در دنیا می‌باشد و بیش از ۵۰ درصد از محصول تولیدی صادر می‌شود (۴). در حال حاضر سطح زیر کشت پسته حدود ۳۱۶ هزار هکتار می‌باشد که استان کرمان با مجموع بیش از ۲۰۰ هزار هکتار باغ‌های بارور و غیربارور، بیش از ۶۰ درصد سطح زیر کشت این محصول را به خود اختصاص داده است که با تولید بیش از ۹۲۰۰۰ تن پسته حدود ۴۰ درصد محصول کل کشور را تولید می‌کند و به عنوان مهم‌ترین منطقه پسته‌کاری کشور محسوب می‌شود (۱). از نظر گیاه‌شناسی، پسته گیاهی است دو پایه و دگرگشن از خانواده سماق (*Anacardiaceae*) که جزو درختان خزان کننده محسوب می‌شود (۳). یکی از مشکلات جدی باغ‌های پسته، وجود علف‌های هرز است که از طریق ایجاد رقابت با محصول، مشکلاتی را ایجاد و هزینه‌هایی را به کشاورزان تحمیل می‌کنند. از طرفی برخی علف‌های هرز میزبان برخی آفات از جمله انواع سن‌ها بوده که بخشی از چرخه زندگی خود را روی علف‌های هرز سپری می‌کنند. مطالعات انجام شده حاکی از این است که علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده شاخص پایداری اکولوژیک در باغ‌های پسته می‌باشد (۱۶). شناسایی گونه‌ها و بررسی پراکنش و تراکم علف‌های هرز می‌تواند نقش موثری در مدیریت علف‌های هرز ایفا نماید (۱۳). با توجه به اهمیت و سطح وسیع زیر کشت این گیاه، تحقیقی به منظور بررسی فلور و تعیین وضعیت پراکنش علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان کرمان به منظور استفاده در مدیریت بهینه علف‌های هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش فلور و پراکنش علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان کرمان در خرداد ماه سال ۱۳۹۳ مورد ارزیابی قرار گرفت. شهرستان کرمان با وسعت ۱۳ هزار هکتار در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۶ دقیقه شرقی قرار گرفته است. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۷۵۵ متر می‌باشد و متوسط بارندگی سالیانه ۱۵۲/۹ میلی‌متر در سال است.

جدول ۱- سطح زیر کشت پسته در بخش‌های مختلف شهرستان کرمان و تعداد باغ‌های مورد ارزیابی
Table 1- Area under cultivation of pistachio in different parts of the Kerman county and number of the evaluated orchards

County name نام شهرستان	Cultivated area (ha) سطح زیر کشت (هکتار)	No. of studied orchards تعداد باغ‌های مطالعه شده	Studied cities and rural district شهرها و روستاهای مطالعه شده
Markazi مرکزی	27613	11	Ekhtiar Abad (اختیار آباد), Baghein and Zangi Abad (باغین و زنگی آباد)
Chatrod چترود	16780	4	Chatrod and Hotak (چترود و هوتاک)
Rain راین	2693	2	Rain
Mahan ماهان	2100	2	Mahan
Golbaf گلباف	58	-	-
Shahdad شه‌داد	8	-	-
Total کل	49252	19	

به روش وارد و با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی با نرم‌افزار SPSS 16.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

تنوع گونه‌ای و گروه‌های کاربردی

بعد از تهیه نمونه‌های شاخص و شناسایی گونه‌های علف هرز، ۵۷ گونه علف هرز متعلق به ۱۸ خانواده گیاهی در باغ‌های پسته شهرستان کرمان شناسایی شد که در این میان ۱۶ خانواده متعلق به دو لپه‌ای‌ها و فقط دو خانواده گندمیان (Poaceae) و اوپارسلام (Cyperaceae) جزء تک لپه‌ای‌ها بودند. گونه‌های دو لپه با ۴۵ گونه (۷۸/۹۵ درصد) متنوع‌تر از گونه‌های تک لپه با ۱۱ گونه (۱۹/۳ درصد) بودند. از نظر اهمیت خانواده‌های گیاهی در تشکیل جوامع گیاهی، خانواده کاسنی (Asteraceae) با ۱۲ گونه علف هرز، گندمیان با ۱۰ گونه، اسفناج (Chenopodiaceae) با هشت گونه و بقولات (Fabaceae) با هفت گونه به ترتیب بیشترین حضور را در باغ‌های پسته شهرستان کرمان داشتند در حالی که از سایر خانواده‌ها، یک یا حداکثر دو گونه علف هرز در باغ‌های پسته مشاهده شد (جدول ۲). بطور کلی مطالعات مرتبط با فلور و پراکنش علف‌های هرز در باغات نسبت به مزارع یکساله کمتر است. با این وجود در اغلب مطالعات انجام شده نتایج مشابهی در خصوص غالبیت خانواده‌های گیاهی کاسنی و گندمیان گزارش شده است. در مطالعه ابراهیمی و همکاران (۲) که به منظور بررسی فلور علف‌های هرز باغات انگور، انار و پسته و نیز مزارع زعفران شهرستان بردسکن انجام شد، گزارش شده است که در بین خانواده‌های گیاهی، علف‌های هرز متعلق به خانواده‌های گندمیان،

D_{ki} : تراکم (تعداد بوته در متر مربع) گونه K در باغ شماره i , Z_j :

تعداد بوته هر گونه در کادر، m : تعداد کادر پرتابی

$$MFD_{ki} = \frac{\sum_1^n D_{ki}}{n} \quad \text{معادله (۴)}$$

MFD_{ki} : میانگین تراکم (تعداد بوته در متر مربع) گونه K , D_{ki} :

تراکم (تعداد بوته در متر مربع) گونه K در باغ شماره i , n : تعداد باغ نمونه‌برداری شده

$$AI_k = F_k + U_k + MFD_k \quad \text{معادله (۵)}$$

AI_k : شاخص غالبیت گونه K

به علاوه شاخص‌های فراوانی نسبی (معادله ۶)، یکنواختی پراکنش نسبی (معادله ۷)، میانگین تراکم نسبی (معادله ۸) و شاخص غالبیت نسبی (معادله ۹) برای هر گونه نیز محاسبه شد.

$$RF_k = \frac{F_k}{F_t} \times 100 \quad \text{معادله (۶)}$$

RF_k : فراوانی نسبی گونه k , F_k : فراوانی گونه k , F_t : مجموع فراوانی همه گونه‌ها

$$RU_k = \frac{U_k}{U_t} \times 100 \quad \text{معادله (۷)}$$

RU_k : یکنواختی نسبی گونه k , U_k : یکنواختی گونه k , U_t : مجموع یکنواختی همه گونه‌ها

$$RMFD_k = \frac{MFD_k}{MFD_t} \times 100 \quad \text{معادله (۸)}$$

$RMFD_k$: میانگین تراکم نسبی گونه k , MFD_k : میانگین تراکم گونه k , MFD_t : مجموع میانگین تراکم همه گونه‌ها

$$RA_k = RF_k + RU_k + RMFD_k \quad \text{معادله (۹)}$$

RA_k : شاخص غالبیت نسبی گونه K

در نهایت جهت گروه‌بندی علف‌های هرز از روش تجزیه خوشه‌ای

حالی که در شهرستان اردکان فراوانی گونه‌های چندساله (۵۸/۸۲ درصد) بیشتر بود (۵).

در مقایسه بین بخش‌های مختلف مشخص شد که بخش مرکزی با ۴۵ گونه علف هرز، بیشترین تنوع گونه‌ای را در بین بخش‌ها داراست. در بخش چترود ۳۴ گونه، ماهان ۲۰ و راین ۱۸ گونه علف هرز شناسایی شد. به نظر می‌رسد یک همبستگی مستقیم مثبت و معنی‌داری بین سطح زیر کشت و تعداد گونه علف هرز وجود دارد به طوری که بخش مرکزی و چترود با بیشترین سطح زیر کشت به ترتیب بیشترین تنوع گونه‌ای را نیز داشتند. در بررسی دهستان‌های مختلف نیز مشخص شد که در دهستان زنگی‌آباد در بخش مرکزی بیشترین تعداد علف هرز شناسایی شد و در دهستان‌های ماهان و راین نیز کمترین تنوع گونه‌ای وجود داشت. اعتقاد بر این است شناخت دقیق ترکیب گونه‌ای و تنوع زیستی علف‌های هرز موجود در یک محصول باغی می‌تواند نقش مهمی در مدیریت این محصولات داشته باشند (۱۴). بطور کلی غالبیت گونه‌های علف هرز در محیط‌های مختلف تابعی از روند و راهبرد تکاملی و نیز شرایط اقلیمی، خاکی و روش‌های مدیریت آن‌ها و محصولات زراعی و باغی است. انتظار است که در باغ‌های میوه به دلیل تخریب کمتر خاک و محیط به دلیل عملیات خاک‌ورزی کمتر نسبت به محصولات زراعی یک‌ساله، عمدتاً علف‌های هرزی که بر اساس راهبرد رقابت- تحمل تنش تکامل یافته‌اند جزو گونه‌های غالب باشند که این گیاهان بیشتر گیاهان دائمی یا چند ساله هستند، در صورتی که در مزارع، به خصوص مزارع گیاهان زراعی یک‌ساله عملیات خاک‌ورزی مکرر منجر به غالبیت گونه‌های علف هرز یک ساله‌ای می‌شود که تابع راهبرد تکاملی فرارکننده- رقابت کننده هستند (۱۸). اما بر خلاف انتظار، مشاهده شد که بیش از نیمی از علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان کرمان از علف‌های هرز یک‌ساله هستند. این نتایج با نتایج برخی از مطالعات انجام شده در این ارتباط در تطابق است. در مطالعه‌ای که توسط الهی و همکاران (۳) در باغ‌های پسته شهرستان بردسکن انجام شد نیز بیش از ۶۰ درصد علف‌های هرز باغ‌های پسته جزء گونه‌های یک‌ساله بودند و فقط ۳۰ درصد علف‌های هرز، چندساله بودند. در باغ‌های پسته شهرستان میبد نیز فراوانی گونه‌های یک‌ساله بیشتر بود در حالی که در شهرستان اردکان فراوانی گونه‌های یک‌ساله ۴۱/۱۷ درصد بود. در مطالعه ابراهیمی و همکاران (۲) نیز ۷۳/۵ درصد علف‌های هرز مشاهده شده یک‌ساله بودند. به نظر می‌رسد یکی از مهمترین دلایل این مهم در باغات پسته مربوط به ورود و استفاده از کودهای آلی نپوسیده آلوده به بذر علف‌های هرز یک‌ساله از استان‌های خراسان رضوی و شمالی باشد که در سال‌های اخیر یکی از منابع آلودگی باغات پسته کرمان به علف‌های هرز باشد (مذاکرات شخصی با باغداران و مروجین کشاورزی شهرستان کرمان).

شب بو (Brassicaceae) و کاسنی بیشترین علف‌های هرز را به خود اختصاص داده بودند. ایزدی و همکاران (۶) نیز در بررسی فلور علف‌های هرز مزارع زعفران شهرستان کاشمر، علف‌های هرز پهن برگ را به عنوان علف‌های هرز غالب موجود در مزارع مذکور گزارش کردند. بر اساس گزارش نامبردگان، از بین ۸۲ گونه علف هرز مشاهده شده، خانواده‌های گیاهی کاسنی، گندمیان و میخک (Caryophyllaceae) بیشترین فراوانی علف‌های هرز را به خود اختصاص داده بودند. در مطالعه مشابه دیگری در باغ‌های پسته شهرستان اردکان ۳۴ گونه علف هرز متعلق به ۱۲ خانواده و در شهرستان میبد ۳۶ گونه متعلق به ۱۵ خانواده گیاهی شناسایی شد که در بین آنها خانواده‌های گیاهی کاسنی و گندمیان بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند (۴). در مطالعه الهی و همکاران (۳) ۴۴ گونه متعلق به ۱۵ خانواده گیاهی شناسایی شد که سه خانواده گندمیان با ۱۲ گونه، اسفناج با نه گونه و کاسنی با پنج گونه به ترتیب خانواده‌های گیاهی غالب در باغ‌های پسته شهرستان بردسکن بودند. همچنین در مطالعه فلاح مهرجردی و همکاران (۵) چهار خانواده گندمیان و کاسنی هر کدام با هفت گونه، بقولات و اسفناج هر کدام با چهار گونه خانواده‌های گیاهی غالب در باغ‌های پسته شهرستان میبد نیز خانواده‌های گندمیان، کاسنی و حبوبات به ترتیب با هشت، شش و چهار گونه پنجاه درصد از کل گونه‌های علف هرز را به خود اختصاص دادند (۵). با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه در مجموع به نظر می‌رسد که غنای گونه‌ای علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان کرمان از شهرستان‌های میبد، اردکان و بردسکن بیشتر است. از سوی دیگر هر چند در این مطالعه با توجه به ویژگی شورپسند بودن پسته و خاک شور اغلب باغ‌های پسته شهرستان کرمان انتظار می‌رفت گیاهان خانواده اسفناج که اکثراً گیاهان شورپسند هستند در قیاس با سایر خانواده‌های گیاهی فراوانی بیشتری را داشته باشند، اما سهم این خانواده از مجموع علف‌های هرز مشاهده شده فقط ۸ گونه بود. این نتایج نشان از نقش تأثیرگذار عوامل دیگری به غیر از عوامل خاکی است.

بر اساس مسیر فتوسنتزی، تنوع علف‌های هرز سه کربنه با ۳۸ گونه (۶۶/۶۷ درصد) بیش از دو برابر علف‌های هرز چهار کربنه با ۱۶ گونه (۲۸/۰۷ درصد) بود. همچنین علف‌های هرز یک‌ساله با ۳۲ گونه (۵۶/۱۴ درصد) تنوع بیشتری نسبت به علف‌های هرز چندساله با ۲۴ گونه (۴۲/۱۰ درصد) داشتند (جدول ۱). در باغ‌های پسته شهرستان بردسکن نیز، فراوانی بیشتر گونه‌های یک‌ساله (۶۳/۶ درصد)، سه کربنه (۵۹ درصد) و دو لپه‌ای (۷۰ درصد) گزارش شده است (۲ و ۳). در مطالعه‌ای دیگر فراوانی گونه‌های دو لپه‌ای در شهرستان‌های میبد و اردکان نیز به ترتیب ۸۳/۳ و ۷۹/۴ بود. از سوی دیگر فراوانی گونه‌های یک‌ساله در شهرستان میبد بیشتر از چند ساله‌ها بود در

جدول ۲- گروه‌های کارکردی علف‌های هرز مشاهده شده در باغ‌های پسته شهرستان کرمان

Table 2- Weeds functional groups in Pistachio orchards of Kerman county

No. ردیف	Family خانواده	Weed specie گونه علف هرز	Functional groups		
			Vegetative form شکل رویشی	Photosynthetic pathway مسیر فتوسنتزی	Life cycle چرخه زندگی
1	Asteraceae	<i>Acroptilon repense</i>	D	C ₃	P
2	Asteraceae	<i>Achillea wilhelmsii</i>	D	C ₃	P
3	Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i>	D	C ₃	A
4	Asteraceae	<i>Tragopogon graminifolius</i>	D	C ₃	A
5	Asteraceae	<i>Sonchus</i> sp.	D	C ₃	A
6	Asteraceae	<i>Carthamus oxyacantha</i>	D	C ₃	A
7	Asteraceae	<i>Centaurea bruguierana</i>	D	C ₃	A
8	Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i>	D	C ₃	A
9	Asteraceae	<i>Launaea capitata</i>	D	C ₃	A
10	Asteraceae	<i>Launea acanthodes</i>	D	C ₃	A
11	Asteraceae	<i>Senecio vulgaris</i>	D	C ₃	A
12	Asteraceae	<i>Scorzonera tortuosissima</i>	D	C ₃	P
13	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	M	C ₄	P
14	Poaceae	<i>Phalaris minor</i>	M	C ₄	A
15	Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	M	C ₄	A
16	Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	M	C ₄	P
17	Poaceae	<i>Lolium</i> sp.	M	C ₃	A
18	Poaceae	<i>fatua Avena</i>	M	C ₃	A
19	Poaceae	<i>Bromus tectorum</i>	M	C ₄	A
20	Poaceae	<i>Bromus danthoniae</i>	M	C ₄	A
21	Poaceae	<i>Tragus racemosus</i>	M	C ₄	A
22	Poaceae	<i>Setaria</i> sp	M	C ₄	A
23	Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i> sp.	D	C ₃	P
24	Chenopodiaceae	<i>Salsola kali</i>	D	C ₄	A
25	Chenopodiaceae	<i>Salsola</i> sp.	D	C ₄	A
26	Chenopodiaceae	<i>Kochia scoparia</i>	D	C ₃	A
27	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	D	C ₃	A
28	Chenopodiaceae	<i>Suaeda</i> sp.	D	C ₄	A
29	Chenopodiaceae	<i>Anabasis</i> sp.	D	C ₃	A
30	Chenopodiaceae	<i>Salsola incanescens</i>	D	C ₄	A
31	Fabaceae	<i>Alhagi camelorum</i>	D	C ₃	P
32	Fabaceae	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	D	C ₃	P
33	Fabaceae	<i>Prosopis farcta</i>	D	C ₃	P
34	Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	D	C ₃	P
35	Fabaceae	<i>Sophura alopecuroides</i>	D	C ₃	P
36	Fabaceae	<i>Melilotus officinalis</i>	D	C ₃	A
37	Fabaceae	<i>Vicia villosa</i>	D	C ₃	P
38	Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum fabago</i>	D	-	P
39	Zygophyllaceae	<i>Peganaum harmala</i>	D	C ₃	P
40	Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	D	C ₄	A
41	Brassicaceae	<i>Descurainia sophia</i>	D	C ₃	A
42	Brassicaceae	<i>Cardaria draba</i>	D	C ₃	P
43	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	D	C ₃	P
44	Convolvulaceae	<i>Cressa cretica</i>	D	C ₃	P
45	Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>	D	C ₃	A
46	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	D	C ₃	P
47	Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>	D	C ₄	A

No. ردیف	Family خانواده	Weed specie گونه علف هرز	Functional groups		
			Vegetative Form شکل رویشی	Photosynthetic Pathway مسیر فتوسنتزی	Life cycle چرخه زندگی
48	Apocynaceae	<i>Cynanchum acutum</i>	D	CAM	P
49	Boraginaceae	<i>Anchusa strigosa</i>	D	C ₃	A
50	Caryophyllaceae	<i>Vaccaria pyramidata</i>	D	C ₃	A
51	Cuscutaceae	<i>Cuscuta</i> sp.	D	C ₃	P
52	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	M	C ₄	P
53	Malvaceae	<i>Malva neglecta</i>	D	C ₃	P
54	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	D	C ₄	A
55	Solanaceae	<i>Hyoscyamus pusillus</i>	D	C ₃	P
56	-	<i>Londesia eriantha</i>	-	-	-
57	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	D	C ₃	P

M: Monocotyledon (تک لپه) ; D: Dicotyledon (دو لپه); A: Annual (یک ساله) ; P: Perennial (چند ساله)

بررسی شاخص‌های مورد مطالعه در علف‌های هرز

در بین ۵۷ گونه علف هرز مشاهده شده در باغ‌های پسته شهرستان کرمان، فقط هشت گونه (۱۴/۰۳ درصد) دارای فراوانی بیش از ۵۰ درصد بودند که سه گونه یک‌ساله و پنج گونه چندساله بودند. در این بین جو موشی، پیچک صحرایی، تلخه، پنجه مرغی، اسفناج وحشی، خارشتر، کاهوی وحشی (*Lactuca serriola* L.) و علف هفت بند (*Polygonum aviculare* L.) به ترتیب بیشترین حضور در باغ‌های پسته را داشتند (جدول ۳). همچنین ۱۴ گونه نیز فراوانی ۵/۲۶ درصد را داشتند که فقط در یکی از باغ‌های مورد بازدید مشاهده شدند که از نظر مدیریتی این گونه‌ها دارای اهمیت نمی‌باشند (جدول ۳). در بین علف‌های هرز شناسایی شده پنجه مرغی، جو موشی، تلخه و اسفناج وحشی با میانگین تراکم بالای ۱۰ بوته در متر مربع بیشترین اهمیت را داشتند و میانگین تراکم برای چهار گونه یاد شده به طور مشخصی بیشتر از سایر گونه‌ها بود (جدول ۳). در رتبه بعدی پیچک صحرایی قرار داشت که تراکمی معادل ۵/۵۹ بوته در هر متر مربع داشت و گونه‌های علف خرس (*Cynanchum acutum* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، خونی‌واش، قیاق (*Sorghum halepense* L.)، سوئدا (*Suaeda* sp. L.)، کاهوی وحشی، شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.)، کرزا (*Cressa cretica* L.) و علف جارو (*Kochia scoparia* L.) نیز با تراکم بالای دو بوته در متر مربع در درجه بعدی اهمیت قرار داشتند.

در این بین، ۳۴ گونه علف هرز با تراکم کمتر از یک بوته در متر مربع وجود داشت - که در اکثر موارد این علف‌های هرز کمترین فراوانی و شاخص غالبیت را نیز داشتند - که هر چند از نظر کنترل و خسارت به پسته اهمیت کمتری داشته باشند، اما با توجه به اهمیت بانک بذر و احتمال بروز مشکلات آبی و غالبیت آنها در سال‌های بعدی، اقدامات پیشگیرانه و کنترلی در خصوص این علف‌های هرز نیز پیشنهاد می‌شود. این مهم بویژه با در نظر گرفتن منبع آلودگی

علف‌های هرز که غالباً از طریق ورود کودهای آلی از استان‌های خراسان است، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بطوری‌که بر اساس اطلاعات موجود و اظهار نظر باغداران مشکلات مربوط به علف‌های هرز غالب و نوظهور موجود در باغات از زمان ورود کودهای آلی ایجاد شده است. در بین علف‌های هرز شناسایی شده در سطح باغ‌های پسته شهرستان کرمان بالاترین سطح یکنواختی پراکنش به تلخه (۴۵/۸۱ درصد)، اسفناج وحشی (۴۳/۲۳ درصد) و جو موشی (۳۹/۳۵ درصد) اختصاص داشت که از این حیث با سایر گونه‌ها اختلاف زیادی داشتند در رتبه بعدی به ترتیب علف‌های هرز پیچک صحرایی، خارشتر، پنجه مرغی، علف هفت بند، سلمه‌تره، کاهوی وحشی و شاهی وحشی (*Cardaria draba* L.) قرار داشتند که یکنواختی پراکنش بالای ۱۰ درصد را داشتند. ۴۷ گونه نیز دارای یکنواختی پراکنش کمتر از ۱۰ درصد بودند (جدول ۳). از نظر شاخص غالبیت، پنج علف هرز جو موشی، تلخه، اسفناج وحشی، پیچک و پنجه مرغی نسبت به سایر علف‌های هرز به ترتیب بیشترین غالبیت را داشتند. در رتبه بعدی سه علف هرز خارشتر، علف هفت بند و کاهوی وحشی قرار داشتند که شاخص غالبیت تقریباً مشابهی داشتند. در درجه سوم اهمیت نیز علف‌های هرز علف شور، خونی‌واش، سلمه‌تره، شنگ (*Tragopogon graminifolius* DC)، شیرین بیان و از مک قرار داشتند.

با توجه به این که شاخص غالبیت برآیندی از سه شاخص فراوانی، یکنواختی و تراکم گونه است در ارزیابی فلور علف‌های هرز اهمیت بیشتری دارد لذا بر این اساس می‌توان پنج علف هرز جو موشی، تلخه، اسفناج وحشی، پیچک صحرایی و پنجه مرغی را مهم‌ترین علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان کرمان معرفی نمود. از این‌رو کنترل این گونه‌های علف هرز بایستی در اولویت برنامه‌های مدیریتی در باغ‌های پسته شهرستان کرمان باشد.

جدول ۳- شاخص‌های مختلف برآورد شده در علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان کرمان

Table 3- Estimated parameters in weeds of pistachio orchards in Kerman county

Weed specie گونه علف هرز	U	F	MFD	AI	RU	RF	RD	A
<i>Achillea wilhelmsii</i>	0.65	5.26	0.02	5.92	0.15	0.35	0.01	0.51
<i>Acroptilon repense</i>	45.81	78.95	14.03	138.79	10.50	5.23	12.75	28.48
<i>Alhagi camelorum</i>	24.52	63.16	1.47	89.14	5.62	4.18	1.33	11.13
<i>Amaranthus retroflexus</i>	6.45	31.58	1.72	39.75	1.48	2.09	1.56	5.13
<i>Anabasis</i> sp.	0.65	5.26	0.12	6.03	0.15	0.35	0.11	0.60
<i>Anchusa strigosa</i>	0.65	5.26	0.04	5.95	0.15	0.35	0.04	0.53
<i>Atriplex</i> sp.	43.23	73.68	12.24	129.15	9.91	4.88	11.11	25.90
<i>Avena</i> sp.	2.58	10.53	0.78	13.89	0.59	0.70	0.71	2.00
<i>Bromus danthoniae</i>	1.29	10.53	0.04	11.86	0.30	0.70	0.04	1.03
<i>Bromus tectorum</i>	0.65	5.26	0.04	5.95	0.15	0.35	0.04	0.53
<i>Cardaria draba</i>	13.55	36.84	1.82	52.21	3.11	2.44	1.66	7.20
<i>Carthamus oxyacantha</i>	1.94	15.79	0.07	17.79	0.44	1.05	0.06	1.55
<i>centaurea bruguierana</i>	0.65	5.26	0.04	5.95	0.15	0.35	0.04	0.53
<i>Chenopodium album</i>	14.84	42.11	2.91	59.85	3.40	2.79	2.64	8.83
<i>Cichorium intybus</i>	1.29	10.53	0.13	11.94	0.30	0.70	0.11	1.11
<i>Convolvulus arvensis</i>	27.74	84.21	5.96	117.91	6.36	5.57	5.41	17.35
<i>Cressa cretica</i>	6.45	26.32	2.02	34.79	1.48	1.74	1.84	5.06
<i>Cuscuta</i> sp.	5.16	36.84	0.19	42.19	1.18	2.44	0.17	3.79
<i>Cynanchum acutum</i>	7.74	21.05	3.13	31.92	1.78	1.39	2.84	6.01
<i>Cynodon dactylon</i>	18.71	78.95	17.18	114.84	4.29	5.23	15.61	25.13
<i>Cyperus rotundus</i>	3.87	10.53	1.61	16.01	0.89	0.70	1.47	3.05
<i>Descurainia sophia</i>	8.39	26.32	1.26	35.96	1.92	1.74	1.14	4.81
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	12.90	42.11	2.03	57.04	2.96	2.79	1.84	7.59
<i>Hordeum murinum</i>	39.35	89.47	15.65	144.48	9.02	5.92	14.22	29.16
<i>Hyoscyamus pusillus</i>	1.29	10.53	0.07	11.88	0.30	0.70	0.06	1.05
<i>Kochia scoparia</i>	6.45	36.84	2.00	45.29	1.48	2.44	1.82	5.74
<i>Lactuca serriola</i>	14.19	57.89	2.24	74.33	3.25	3.83	2.04	9.12
<i>Launea acanthodes</i>	0.65	5.26	0.04	5.95	0.15	0.35	0.04	0.53
<i>Launaea capitata</i>	1.29	5.26	0.03	6.59	0.30	0.35	0.03	0.67
<i>Lolium</i> sp.	3.87	15.79	0.36	20.03	0.89	1.05	0.33	2.26
<i>Londesia eriantha</i>	0.65	5.26	0.02	5.93	0.15	0.35	0.02	0.52
<i>Malva neglecta</i>	1.94	15.79	0.16	17.89	0.44	1.05	0.15	1.64
<i>Medicago sativa</i>	4.52	21.05	0.89	26.46	1.04	1.39	0.81	3.23
<i>Melilotus officinalis</i>	0.65	5.26	0.02	5.93	0.15	0.35	0.02	0.52
<i>Peganaum harmala</i>	4.52	36.84	0.23	41.59	1.04	2.44	0.21	3.69
<i>Phalaris minor</i>	9.68	47.37	2.87	59.92	2.22	3.14	2.61	7.97
<i>Plantago lanceolata</i>	4.52	26.32	0.86	31.69	1.04	1.74	0.78	3.56
<i>Polygonum aviculare</i>	15.48	57.89	1.50	74.88	3.55	3.83	1.36	8.74
<i>Portulaca oleracea</i>	2.58	15.79	0.35	18.72	0.59	1.05	0.31	1.95
<i>Prosopis farcta</i>	26.32	8.39	4.23	0.56	1.74	1.92	35.32	0.62
<i>Rumex crispus</i>	15.79	2.58	1.70	0.06	1.05	0.59	18.44	0.07
<i>Salsola incanescens</i>	10.53	0.65	1.03	0.19	0.70	0.15	11.38	0.21
<i>Salsola kali</i>	47.37	10.97	7.12	1.47	3.14	2.51	59.95	1.62
<i>Salsola</i> sp.	21.05	5.16	2.94	0.36	1.39	1.18	26.61	0.40
<i>Senecio vulgaris</i>	5.26	0.65	0.57	0.08	0.35	0.15	5.99	0.08
<i>Setaria</i> sp.	10.53	1.29	1.80	0.80	0.70	0.30	12.70	0.88
<i>Scorzonera tortuosissima</i>	5.26	0.65	0.57	0.08	0.35	0.15	5.99	0.08
<i>Sonchus</i> sp.	10.53	1.29	1.06	0.07	0.70	0.30	11.89	0.07
<i>Sophura alopecuroides</i>	31.58	12.26	6.21	1.31	2.09	2.81	45.28	1.44

ادامه جدول ۳-

Weed species گونه علف هرز	U	F	MFD	AI	RU	RF	RD	RA
<i>Sorghum halepense</i>	10.53	3.87	4.03	2.45	0.70	0.89	17.09	2.69
<i>Setaria</i> sp.	10.53	1.29	1.80	0.80	0.70	0.30	12.70	0.88
<i>Scorzonera tortuosissima</i>	5.26	0.65	0.57	0.08	0.35	0.15	5.99	0.08
<i>Sonchus</i> sp.	10.53	1.29	1.06	0.07	0.70	0.30	11.89	0.07
<i>Sophura alopecuroides</i>	31.58	12.26	6.21	1.31	2.09	2.81	45.28	1.44
<i>Sorghum halepense</i>	10.53	3.87	4.03	2.45	0.70	0.89	17.09	2.69
<i>Suaeda</i> sp.	26.32	5.81	5.36	2.29	1.74	1.33	34.64	2.52
<i>Tragopogon graminifolius</i>	47.37	9.03	6.48	1.27	3.14	2.07	57.80	1.40
<i>Tragus racemosus</i>	5.26	0.65	0.53	0.04	0.35	0.15	5.95	0.04
<i>Tribulus terrestris</i>	10.53	2.58	2.17	0.88	0.70	0.59	14.08	0.97
<i>Vaccaria pyramidata</i>	5.26	0.65	0.53	0.04	0.35	0.15	5.95	0.04
<i>Vicia villosa</i>	5.26	0.65	0.76	0.27	0.35	0.15	6.20	0.29
<i>Zygophyllum fabago</i>	36.84	7.74	4.67	0.45	2.44	1.78	45.08	0.50

uniformity (U), frequency (F), mean field density (MFD), abundance index (AI), relative uniformity (RU), relative frequency (RF), relative density (RD) and relative abundance (RA)

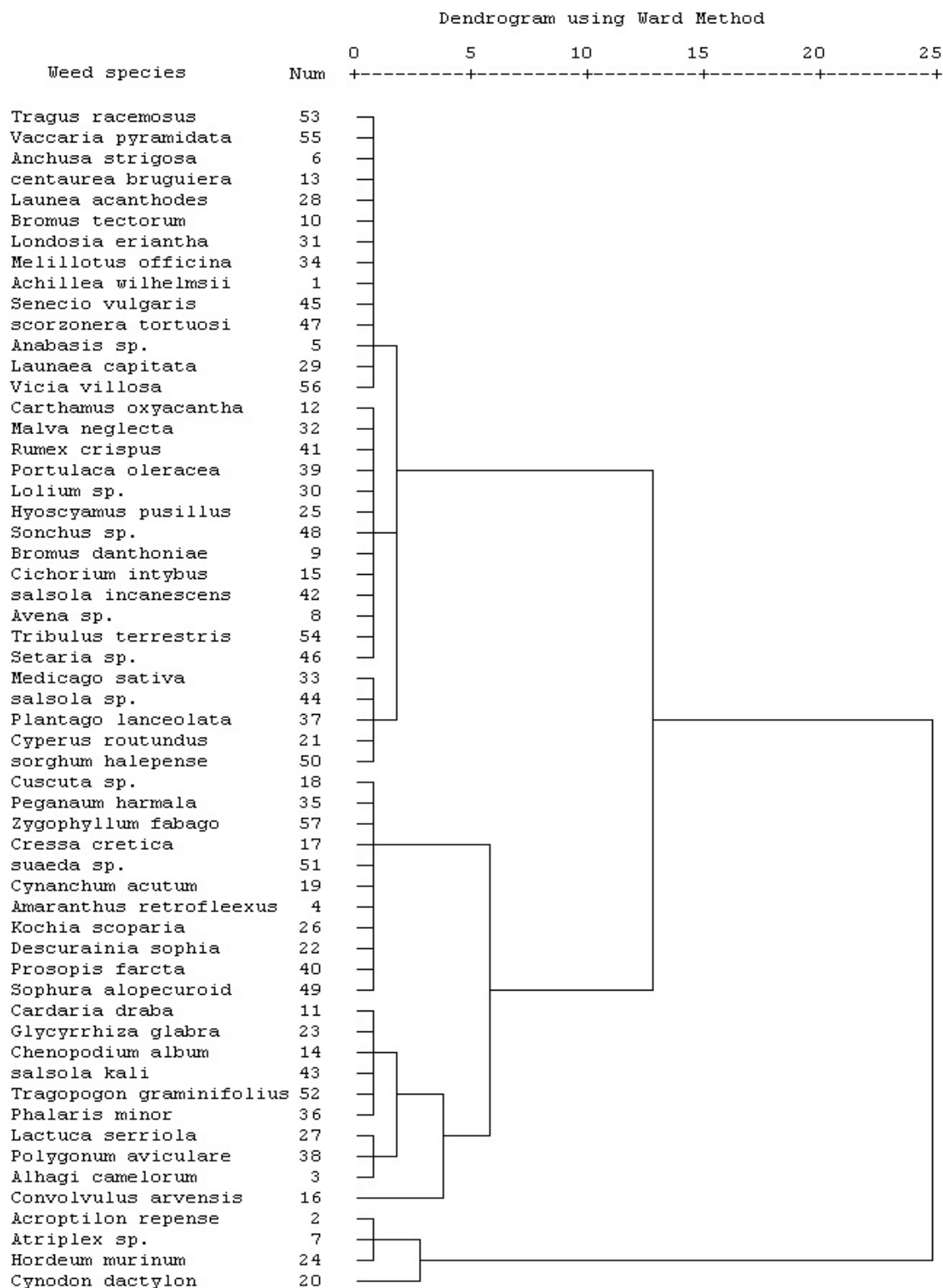
پیچک صحرایی به عنوان مهم‌ترین علف‌های هرز چندساله معرفی شدند. فلاح مهرجردی و همکاران (۵) پیچک، گل قاصد، تلخه، خارشتر و علف شور خاردار را به عنوان علف‌های هرز پهن برگ غالب و یولاف وحشی، جو موشی، خونی‌واش و پنجه مرغی را به عنوان علف‌های هرز باریک برگ غالب باغ‌های پسته شهرستان‌های اردکان و میبد در استان یزد معرفی کردند.

تقسیم‌بندی علف‌های هرز بر اساس تجزیه خوشه‌ای

خوشه‌بندی گونه‌های علف هرز شناسایی شده بر اساس میزان شباهت در تمامی شاخص‌های مورد مطالعه نشان داد که این ۵۷ گونه در چهار گروه مختلف قرار گرفتند (شکل ۱). چهار گونه علف هرز شامل تلخه، پنجه مرغی، جو موشی و اسفناج وحشی در یک گروه در پایین دندروگرام قرار گرفتند (شکل ۱). در گروه دوم، ۱۰ گونه قرار گرفتند که این گروه خود به سه زیر گروه تقسیم شد. پیچک صحرایی در یک زیر گروه، سه گونه خارشتر، علف هفت بند و کاهوی وحشی در زیر گروه دوم و شش گونه خونی‌واش، سنگ، علف شور، سلمه‌تره، شیرین بیان و ازمک نیز در زیر گروه سوم قرار گرفتند (شکل ۱). در مجموع علف‌های هرز این دو گروه از مهم‌ترین علف‌های هرز باغ‌های پسته شهرستان کرمان بودند و به ترتیب اهمیت در پایین‌ترین قسمت دندروگرام قرار گرفتند. ۱۱ گونه در گروه اول که از علف‌های هرز مهم بودند و گروه چهارم که اهمیت چندانی نداشتند قرار گرفتند (شکل ۱).

از آنجایی که عوامل متعددی از جمله عوامل خاکی و اقلیمی در فلور و غالبیت علف‌های هرز مؤثر هستند، اما با توجه به نتایج حاصل و اظهار نظر باغداران بررسی و ارتباط نقش هر یک از عوامل در بروز نتایج حاصل مشکل است. در مورد گونه‌های چند ساله‌ای از قبیل تلخه، پیچک و پنجه مرغی چند ساله بودن آنها و مقاومت آنها در مقابل عملیات کنترل شیمیایی و نیز نقش عملیات شخم در گسترش پراکنش آنها از طریق اندام‌های رویشی می‌تواند در گسترش و غالبیت آنها مؤثر باشد (۱۵) با این وجود بر اساس اظهارات منتشر نشده اغلب باغداران فلور علف‌های هرز با شروع ورود کودهای دامی از سایر استان‌های کشور به منطقه مذکور دچار تغییرات اساسی شده است. بطوری که بر اساس اظهار نظر نامبردگان غالبیت علف‌های هرز باغات شهرستان به خانواده گیاهی اسفناجیان اختصاص داشته است. لذا این فرضیه محتمل و قوی وجود دارد که در سال‌های اخیر مهاجرت علف‌های هرز از طریق کودهای دامی به عنوان یکی از مهمترین عامل در ورود گونه‌های جدید به منطقه باشد. لذا مدیریت کودهای آلی و بویژه کودهای دامی می‌توانست در این راستا بسیار مؤثر و مانع از بروز مشکلات پیش آمده باشد. در این ارتباط در سایر مطالعات نیز به نقش پراکنش علف‌های هرز از طریق ورود و توزیع کودهای دامی نپوسیده گزارش شده است (۲، ۵، ۱۷ و ۸). با این توضیح به نظر می‌رسد در کنار سایر روش‌های کنترل علف‌های هرز در باغات به مدیریت پیشگیرانه علف‌های هرز از طریق رعایت مدیریت کود آلی باید توجه بیشتری شود.

در مطالعه الهی و همکاران (۳) در باغ‌های پسته شهرستان بردسکن، علف‌های هرز سوروف، علف انگشتی و دم روباهی سبز به عنوان مهم‌ترین علف‌های هرز یک‌ساله و اویارسلام، پنجه مرغی و



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۵۷ گونه علف هرز شناسایی شده در باغ‌های پسته شهرستان کرمان

Figure 1- Dendrogram of cluster analysis of 57 weed species in pistachio orchards of Kerman county

۱۴ گونه بود (شکل ۱). گونه‌های موجود در گروه چهارم اهمیت چندانی در باغ‌های پسته شهرستان کرمان نداشتند و در این بین ۱۴

گروه چهارم که در بالای دندروگرام قرار داشت شامل ۳۲ گونه بود که خود به سه زیر گروه تقسیم شد که به ترتیب شامل ۵، ۱۳ و

گروه زیر گروه سوم که در بالاترین قسمت دندروگرام قرار داشتند کمترین اهمیت را داشتند. به طور کلی علف‌های هرز شناسایی شده از پایین به بالای دندروگرام بر اساس ترتیب اهمیت قرار داشتند و نتایج این تقسیم‌بندی شباهت زیادی به نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌های اندازه‌گیری شده داشت.

نتیجه‌گیری کلی

هرچند انتظار می‌رفت با توجه به کشت پسته در زمین‌های شور و امکان آبیاری این گیاه با آب‌های شور، علف‌های هرز شورزیست مانند علف جارو، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، علف شور خاردار، سوئدا، قیچ لوبیایی (*Zygophyllum fabago* L.)، اسفناج وحشی و سلمه‌تره در باغ‌های پسته شهرستان کرمان جزء علف‌های هرز غالب و با اهمیت باشند ولی در این بین فقط اسفناج وحشی جزء علف‌های هرز غالب و مهم بود. هر چند تعداد علف‌های هرز شورزیست در باغ‌های پسته شهرستان کرمان قابل توجه بود ولی از نظر فراوانی حضور و تراکم نسبی اهمیت چندانی نداشتند. همانطور که اشاره شد به نظر می‌رسد غالبیت سایر گونه‌ها نسبت به گونه‌های شورزیست و بومی منطقه مربوط به انتقال کودهای آلی از سایر استان‌ها بویژه استان‌های خراسان رضوی و شمالی باشد که فلور علف‌های هرز در مزارع و باغات آنها منطبق با نتایج حاصل از این مطالعه است (۳ و ۱۳). بسیاری از گونه‌های علف هرز قادر به رشد در شرایط محیطی مختلف هستند و رشد آنها کمتر به شرایط رشدی وابسته است. لذا حضور برخی گونه‌های علف هرز در تمامی مناطق بیانگر امکان رشد آنها تحت شرایط محیطی مختلف است (۸، ۱۷، ۱۵ و ۱۸) بر این

اساس حضور گونه‌هایی مانند جو موشی، پیچک صحرایی، تلخه، پنجه مرغی، خارشتر، کاهوی وحشی و علف هفت بند در بسیاری از باغ‌های پسته را می‌توان به وابسته نبودن رشد این گونه‌ها به شرایط محیطی نسبت داد. در مجموع نتایج حاصل نشان از بالا بودن تراکم علف‌های هرز در باغات پسته دارند که شناخت آنها می‌تواند در روش‌های کنترل آنها مفید باشد. بطور کلی به نظر می‌رسد که مدیریت علف‌های هرز در باغات پسته شهرستان کرمان بدلائل مختلفی از جمله عدم شناخت باغداران با علف‌های هرز و روش‌های کنترل آنها، فن آوری نامناسب کنترل و مبارزه شیمیایی و نبود علف‌کش‌های انتخابی در وضعیت مطلوبی نیست. بر اساس اطلاعات به دست آمده در این پژوهش ساختار جوامع علف‌های هرز باغات پسته در بخش‌های مورد مطالعه شهرستان متفاوت است و این مهم می‌تواند در برنامه‌ریزی مدیریت و روش‌های کنترل آنها بویژه با تأکید بر ویژگی‌های زیست‌شناسی و چرخه زندگی آنها مفید باشد (۱۵).

سپاسگزاری

این مقاله حاصل نتایج طرح پژوهشی شماره ۴۴۲۸۴ مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی است که بدین وسیله از حمایت‌های آن معاونت محترم جهت تأمین هزینه‌های مربوطه تشکر و قدردانی می‌شود.

بدینوسیله از مدیریت محترم سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان و شرکت نهایت سازه کرمان که در اجرای این تحقیق همکاری‌های لازم را مبذول داشتند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- 1- Agricultural Statistics. 1393. 2015. Ministry of Agriculture, planning and Economic Department, Center of Information and Communication Technology, Volume 3, Gardening Products.
- 2- Ebrahimi E., Izadi Darbandi E., and Rashed Mohassel M. H. 2017. Weed flora identification of saffron farms and grapevine, pomegranate and pistachio orchards of Bardaskan. 7th Iranian Weed Science Congress, Gorgan.
- 3- Elahi S., Sadrabadi Haghighi R., and Alimoradi L. 2010. Evaluation of special, functional and structural diversity of weeds community in pistachios (*Pistacia vera* L.) orchards of Bardaskan county. Journal of Agroecology 2: 574-586. (In Persian with English Abstract).
- 4- Esmaeilzadeh M., Talaie A. R., Lesani H, Javanshah A., and Hokmabadi H. 2014. Effect of shoot girdling, fruit thinning and foliar application of urea, zinc sulfate and sucrose on yield, leaf chlorophyll content, photosynthesis rate and nut quantitative characteristics of Pistachio CV. 'Ohadi'. Journal of Horticulture Science 28: 277-287. (In Persian with English Abstract).
- 5- Fallah Mehrjardi H., Minbashi Moeini M., and Mirvakili S. M. 2011. Weed mapping of Pistachio gardens by using geographic information system (GIS) in Meibod & Ardekan counties. 4th Iranian Weed Science Congress. Ahvaz, 393-396. (In Persian with English Abstract). Ferdowsi University Press. 404 p. (In Persian)
- 6- Izadi-Darbandi E., and Hosseini Evani Z. 2017. Study of Flora and structure of weed communities of saffron fields in Kashmar and Khalil Abad counties. Journal of Saffron Research. 4: 249-265
- 7- Lass L. W., and Callhan R. H. 1993. GPS and GIS for weed survey and management. Weed Technology 7: 249-254.
- 8- McCully K.M., Simpson G., Watson A.K. 1991. Weed survey of Nova Scotia Lowbush (*Vaccinium angustifolium*) fields. Weed Science. 39, 180-185.
- 9- Minbashi Moeini M., Baghestani M. A., and Rahimian Mashhadi H. 2008. Introducing abundance index for

- assessing weed flora in survey studies. *Weed Biology and Management* 8: 172-180.
- 10- Minbashi Moeini M., Baghestani M. A., Rahimian H., and Aleefard M. 2008. Weed Mapping for Irrigated Wheat Fields of Tehran Province using Geographic Information System (GIS). *Iranian Journal of Weed Science* 4: 97-118. (In Persian with English Abstract).
- 11- Mousavi S. K., Sori N., Zeidali A. A., Azadbakht N., and Ghiasvand M. 2010. Compare of Flora and determine the status of weeds in the orchards of Khorramabad County. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8: 252-268. (In Persian with English Abstract).
- 12- Mousawi Toghani S. Y., Rezvani Moghaddam P., Nasiri Mahalti and Damavandian M. R. 2015. Structural and functional diversity of weed species in organic and conventional rice agro-ecosystems. *Iranian Journal of Field Crops Research* 13: 496-512. (In Persian with English Abstract).
- 13- Norozzadeh S., Rashed Mohasel M. H., Nassiri Mahallati M., Koochehi A., and Abbas poor M. 2009. Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat fields of Northern, Southern and Razavi Khorasan provinces. *Iranian Journal of Field Crops Research* 6: 471-485. (In Persian with English Abstract).
- 14- Radosevich S. R., and Holt J. 1984. *Weed Ecology: Implications for Vegetation Management*. New York: Wiley.
- 15- Rashed Mohassel M. H., Najafi H., Akbarzadeh M. D. 2001. *Weed Biology and Control*. Ferdowsi University Press. 404 p. (In Persian)
- 16- Rezaeinejad Ashkvari H., Mousavi S. N., and Najafi B. 2015. Factors affecting ecological and economic sustainability of pistachio in Kerman. *Journal of Agricultural Economics Researches* 7: 1-23. (In Persian with English Abstract).
- 17- Thomas A.G., and Donaghy D.I. 1991. A survey of the occurrence of seedling weeds in spring annual crops in Manitoba. *Canadian Journal of Plant Science*. 71: 811-820.
- 18- Zand E., Rahimian H., Koochehi A. R., Khalaghani J., Moosavi S. K., and Ramezani K. 2004. *Weed Ecology* (Translation). Jehade Daneshgahi of Mashhad Press (In Persian).



واکنش سی رقم جو نسبت به پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو و گندم در مراحل گیاهچه و بالغ

صفرعلی صفوی^{*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰

چکیده

زنگ زرد یکی از بیماری‌های مهم جو در بیشتر نواحی کشت این محصول در جهان بوده و در برخی سال‌ها در نتیجه همه‌گیری بیماری خسارت‌های شدیدی را موجب می‌شود. در ایران نیز این بیماری به دلیل کشت ارقام حساس و با ظهور پاتوتیپ‌های جدید، در برخی نواحی کشور در حال گسترش است. در این پژوهش واکنش‌های گیاهچه‌ای و بالغ ۲۹ رقم جو همراه با شاهد حساس ارزیابی شدند. واکنش گیاهچه‌ای در شرایط گلخانه‌ای با استفاده از پاتوتیپ‌های (PSH-89 و PSH-85، PSH-74، PSH-51) زنگ زرد جو و (6E150A+, Yr27) زنگ زرد گندم ارزیابی شد. واکنش بوته‌های بالغ نیز با دو بار آلودگی مصنوعی در شرایط مزرعه در طی سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ با مایه زنی زادمایه زنگ زرد جو و گندم در حومه اردبیل انجام شد. نتایج ارزیابی واکنش‌ها نشان داد که سه رقم Asterix، Emir و ماکوئی در هر دو مرحله گیاهچه‌ای و بالغ نسبت به تمام پاتوتیپ‌ها مقاوم هستند. شش رقم در مرحله گیاهچه حداقل نسبت به پاتوتیپ PSH-85 مقاوم و در مرحله بلوغ حساسیت نشان دادند. سیزده رقم در مرحله گیاهچه حداقل نسبت به یک پاتوتیپ حساس و در مرحله بلوغ واکنش نیمه حساس تا نیمه مقاوم نشان دادند. ارقام مقاوم شناسایی شده می‌توانند به عنوان والد مقاوم در برنامه تولید ارقام مقاوم جو به این بیماری مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: جو، زنگ زرد، پاتوتیپ‌ها، مقاومت گیاهچه‌ای، مقاومت گیاه کامل

است (۱۷ و ۶۳).

مقدمه

زنگ زرد جو در اروپا و آسیا از سال‌ها پیش وجود داشته و همه‌گیری‌های شدیدی از این بیماری در کشورهای شمال غربی و مرکزی اروپا، هندوستان، بنگلادش، نپال، چین و ژاپن گزارش گردیده است (۱۱). در سال ۱۹۷۵ عامل بیماری از اروپا به آمریکا نیز منتقل و بیشتر کشورهای آمریکایی را فرا گرفت (۱۴). این بیماری از ایران ابتدا توسط اسفندیاری در سال ۱۳۲۶ گزارش شده است (۱۵). کاهش عملکرد ناشی از بیماری روی جو در کشورهای نواحی آند از ۳۰ تا ۷۰ درصد متغیر بوده است (۱۴). بیماری مذکور در ایران در برخی نقاط به ویژه استان‌های اردبیل، خراسان، فارس و خوزستان در حال افزایش است (۵۰). در یک بررسی انجام شده توسط صفوی و همکاران (۴۶) کاهش اجزاء عملکرد ناشی از بیماری زنگ زردجو در اردبیل روی ارقام حساس و دارای مقاومت تدریجی (Slow rusting resistance) به ترتیب ۵۰٪ و ۲۰٪ برآورد گردیده است.

کشت ارقام مقاوم مؤثرترین، اقتصادی‌ترین و از لحاظ محیطی سالم‌ترین روش مدیریت بیماری است (۳۱). دو نوع مقاومت کمی و کیفی در چندین پاتوسیستم زنگ- غلات گزارش گردیده است (۵۳). بکارگیری ژن‌های مقاومت کیفی (اختصاصی- نژاد) کنترل مؤثر و کاملی در برابر بیماری فراهم می‌کند (۵۵). اما این نوع مقاومت که به

زنگ زرد غلات دانه ریز توسط عامل قارچی *Puccinia striiformis* Westend ایجاد می‌شود که در سراسر جهان یافت می‌شود (۲۲). قارچ *Puccinia striiformis* یک عامل بیماریزای بیوتروف (Biotroph)، انگل اجباری و دو میزبان (Heteroecious) است (۲۳). تا همین اواخر تصور می‌شد این قارچ کوتاه چرخه (Microcyclic) باشد، اما وجود مرحله تولیدمثل جنسی آن روی گونه‌های *Berberis* و *Mahonia aquifolium* به اثبات رسیده است (۲۵، ۶۲ و ۶۴). زنگ زرد جو به وسیله *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* (Psh) ایجاد می‌شود. فرم اختصاصی جدیدی بنام *Puccinia striiformis* f. sp. *pseudo-hordei* (Psp-h) که موجب بیماری زنگ زرد روی جوهای وحشی در استرالیا می‌شود، در سال ۲۰۰۰ تشریح شد (۶۳). این فرم اختصاصی اساساً روی گونه‌های جو وحشی دیده شده است و روی بیشتر ارقام گندم و جو غیر بیماریزا

۱- استادیار پژوهش بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل
(*) - نویسنده مسئول: (Email: Safaralisafavi@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jpp.v32i1.60206

از ۲۶۹ رقم مختلف که در شرایط آلودگی طبیعی و مصنوعی در سه مکان ارزیابی شدند، ۲۶ رقم درجه بالایی از مقاومت یا تحمل به پاتوژن در شرایط مزرعه‌ای از خود نشان دادند. ارقام EB7948, Gaines, RDISN416, EP79A, Ab.14 با واکنش تیپ 10R، مصون از بیماری و دارای مقاومت چند ژنی بودند (۱۸).

از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۷ بیش از ۴۴ هزار لاین در برابر زنگ زرد جو در آزمایشات انتخاب مزرعه‌ای در بولیویا، کلرادو آمریکا، اکوادور، آلمان، مکزیک و پرو ارزیابی شدند. لاین‌های جو مقاوم در تمام این مکان‌ها در سال دوم نیز کاشته شدند که در نهایت ارقام مختلف از جمله Bancroft (P.I 65474) در سال ۲۰۰۰ معرفی شدند (۸).

در ایران نیز بررسی‌های مختلفی در زمینه ارزیابی مقاومت لاین‌ها و ارقام جو تحت شرایط مزرعه‌ای انجام گرفته است (۳۵ و ۴۵)، اما تا به حال در زمینه بررسی واکنش گیاهچه‌ای ارقام جو نسبت به پاتوتیپ‌های مختلف زنگ زرد جو و گندم پژوهشی انجام نشده است و بنابراین پژوهش حاضر برای اولین بار در ایران انجام می‌گیرد تا ضمن تعیین واکنش گیاهچه‌ای و گیاه کامل ۳۰ رقم جو نسبت به زنگ زرد جو و گندم، منابع مقاومت اختصاصی-نژاد و غیر اختصاصی-نژاد (Race- non specific resistance) نیز شناسائی شوند.

مواد و روش‌ها

ارزیابی واکنش گیاهچه‌ای: برای بررسی واکنش

گیاهچه‌ای ۳۰ ژنوتیپ جو استفاده شد (جدول ۱)، که از بین آنها ۲۵ رقم دریافتی از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و چهار رقم دریافتی از آمریکا (شامل دو رقم Asterix و Emir بعنوان ارقام دارای مقاومت اختصاصی-نژاد، یک رقم حساس به نام Topper و یک رقم دارای مقاومت HTAP به نام Bancroft، که دارای خصوصیات مطلوب زراعی بودند)، و یک رقم شاهد حساس به نام ترش بود. برای این منظور از هر رقم تعداد ۷-۵ بذر در هر گلدان که حاوی ترکیب خاک، پیت ماس و شن به نسبت‌های ۵:۵:۵ بود، کاشته شدند. ده روز بعد از کاشت گلدان‌ها، مایه‌زنی با چهار پاتوتیپ زنگ زرد جو (PSH-51، PSH-74، PSH-85، PSH-89) تهیه شده از چهار استان مختلف کشور (جدول ۲)، که قبلاً توسط صفوی و همکاران (۵۰) در تحقیق دیگری تعیین پاتوتیپ شده بودند، و یک پاتوتیپ زنگ زرد گندم (6E150A+, Yr27) از طریق اسپورپاشی گیاهچه‌ها با مخلوط اسپور با پودر تالک (به نسبت ۱ به ۴) انجام شد. به منظور جلوگیری از اختلاط آلودگی گیاهچه‌های مایه‌زنی شده با یک پاتوتیپ مشخص، گلدان‌های مایه‌زنی شده با هر پاتوتیپ در محفظه جداگانه‌ای نگهداری شدند. گلدان‌ها به مدت ۲۴ ساعت در

تشخیص اختصاصی بین فراورده ژن مقاومت میزبان (R) و فراورده ژن غیر بیماریزائی پاتوژن (Avr) بستگی دارد، از تئوری ژن برای ژن پیروی می‌کند (۱۶). این نوع مقاومت پایدار نبوده و به زودی شکسته می‌شود (۵). برخلاف مقاومت کیفی، مقاومت کمی (غیراختصاص-نژادی) اساس چندژنی داشته و اغلب بعنوان مقاومت تدریجی و یا مقاومت نسبی تعریف شده و مقاومت پایداری می‌باشد (۲۰ و ۳۸).

تقریباً ۲۶ ژن مقاومت Rps برای مقاومت به زنگ زرد جو شناسائی و بکار گرفته شده‌اند (۱۰). با وجود این، بیشتر این ژن‌ها اختصاصی-نژاد (Race-specific) بوده و با ظهور نژادهای جدید غیر مؤثر خواهند شد. میانگین طول عمر ژن‌های مقاومت اختصاصی-نژاد در سطح جهانی ۵ سال برآورد می‌شود (۲۷). دو نوع از مقاومت کمی، یعنی مقاومت تدریجی و مقاومت گیاه کامل در دمای بالا (High Temperature Adult Plant =HTAP) بطور وسیعی بررسی شده‌اند (۳۰). مقاومت ارقام در مرحله گیاه کامل با اندازه‌گیری شدت بیماری در مرحله مشخصی از رشد گیاه، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (Area under disease progress curve=AUDPC)، نرخ آلودگی ظاهری (Aparent infection rate) و متوسط ضریب آلودگی (Coefficient of infection=CI) برآورد می‌شوند (۶ و ۳۹). محققین مختلفی با استفاده از این پارامترها مقادیر کمی مقاومت ارقام و لاین‌ها را در سطح مزرعه مشخص کرده‌اند. در بررسی‌های این محققین همبستگی بالای پارامترهای شدت نهائی بیماری (Final rust severity=FRS)، ضریب آلودگی و سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری با یکدیگر مشخص گردیده است (۳، ۱۹، ۴۴، ۴۴، ۵۳، ۵۵ و ۵۶).

تاکنون در زمینه ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های جو نسبت به زنگ زرد تحقیقات متعددی در نقاط مختلف دنیا صورت گرفته است. در یک بررسی انجام شده در هندوستان از سال‌های ۱۹۸۱ تا ۱۹۸۳ تعداد ۷۰۰ لاین تحت شرایط آلودگی طبیعی ارزیابی شدند که از میان آنها ۱۵ لاین عاری از آلودگی، ۱۱ لاین با آلودگی جزئی و مقاوم و بقیه مواد آزمایشی درجات متفاوتی از حساسیت را نشان دادند (۳۲).

در بررسی دیگری ۵۰۰ لاین پیشرفته حاصل از برنامه‌های به نژادی سیمیت-ایکاردا (ICARDA/CIMMYT) در مکزیک در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل ارزیابی شدند. اغلب لاین‌های پیشرفته (۸۵/۸٪) در مرحله گیاهچه‌ای واکنش حساسیت نشان دادند، در صورتی که آلودگی در مرحله گیاه کامل کمتر بود که نشان می‌دهد لاین‌های پیشرفته دارای مقاومت کمی بالایی بودند (۵۲). در ارزیابی ژرم پلاسماهای جو در تگزاس، تعدادی از ارقام شامل Norbert, Hazen, Hudson, Kamiak, Kenate, Keowee, Maury, Barsoy, Betzes, Boxer, Clayton, Compana, Custer و Vanguard مقاومت گیاهچه‌ای از خود نشان دادند (۴۱).

در تحقیق دیگری در هندوستان در طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۳

(Infection=CI و شدت نهائی بیماری (Final rust severity=FRS) در مرحله گیاه کامل تحت شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. این پژوهش طی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل (واقع در فاصله ۱۵ کیلومتری جنوب غربی جاده اردبیل-خلخال با طول جغرافیائی ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه و عرض جغرافیائی ۳۸ درجه و ۲۲ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۹ متر) به اجرا درآمد. از بذر هر رقم به میزان ۱۰ گرم روی دو خط یک متری با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از همدیگر روی یک پشته کاشته شد بعد از هر ۱۰ رقم و نیز در کنار حاشیه آزمایش روی دو خط یک متری (یک پشته) رقم حساس افضل کشت گردید. آزمایش مزرعه‌ای در دو تکرار انجام شد. در طول فصل زراعی عملیات داشت شامل آبیاری غرقابی (یک بار در فصل پاییز و ۵ نوبت در فصل بهار با فاصله هر ۱۰ روز یکبار)، وجین علف‌های هرز و کودپاشی انجام گردید.

اتاق تاریک در ۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس به گلخانه با درجه حرارت ۱۵-۱۸ درجه سانتی‌گراد با ۱۶ ساعت روشنائی و ۸ ساعت تاریکی منتقل گردیدند. هجده تا بیست روز بعد از مایه‌زنی، واکنش گیاهچه‌ها بر اساس معیار ۰-۹ به روش لاین و کیوم (۲۹) یادداشت‌برداری شد (جدول ۳). در این روش تیپ‌های آلودگی ۷ یا بیشتر به عنوان حساس و تیپ‌های آلودگی ۴-۶ متوسط و تیپ‌های آلودگی کمتر از ۴ به عنوان مقاوم در نظر گرفته شدند. آزمایش بررسی واکنش گیاهچه‌ای برای هر یک از ارقام دو بار تکرار گردید. گروه‌بندی ارقام در واکنش به پاتوتیپ‌های مختلف به کمک نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۸)، با تجزیه خوشه‌ای بر اساس روش Ward و با در نظر گرفتن حداقل فاصله اقلیدسی بین نمونه‌ها انجام گرفت (۳).

ارزیابی واکنش گیاه کامل در شرایط مزرعه‌ای: ۳۰

ژنوتیپ جو مطالعه شده تحت شرایط گلخانه‌ای، برای ارزیابی پارامترهای کمی مقاومت شامل ضریب آلودگی (Coefficient of

جدول ۱- ارقام جو مورد استفاده برای ارزیابی مقاومت، تیپ سنبله، تیپ رشد و منشأ آنها
Table 1- Barley cultivars used for resistance evaluation, their spike types, growth habit and origin

مشخصات ارقام جو مورد مطالعه				
Characteristics of barley cultivars				
ردیف No.	ارقام Cultivars	تیپ سنبله Spike type	تیپ رشد Growth habit	منشأ Origion
1	Emir	2-rows	Spring	Netherlands
2	Asterix	6-rows	Winter	France
3	Makouee	6-rows	Winter	Italy
4	Dasht	2-rows	Facultative	France
5	Arass	2-rows	Spring	Netherlands
6	Bancroft	2-rows	Spring	USA
7	Fasih	6-rows	-	-
8	Walfajre	6-rows	Facultative	Egypt
9	Sahand	2-rows	Facultative	ICARDA
10	Abidar	2-rows	Facultative	ICARDA
11	Rihane	6-rows	Winter	ICARDA
12	Karron	6-rows	Facultative	USA
13	Yousef	6-rows	Spring	ICARDA
14	Jonob	6-rows	Facultative	CIMMYT
15	Shirin	6-rows	-	-
16	Torkaman	6-rows	Spring	ICARDA
17	Zarjow	6-rows	Winter	Iran
18	Bahman	6-rows	Winter	ICARDA
19	Sina	6-rows	Facultative	-
20	Kavir	6-rows	Facultative	USA
21	Eram	6-rows	Winter	Iran
22	D10	6-rows	-	-
23	Shori-4	6-rows	-	-
24	Shori-5	6-rows	-	-
25	Fajre 30	6-rows	Facultative	-
26	Nosrate	6-rows	Facultative	Iran
27	Topper	6-rows	Spring	Netherlands
28	Afzal	6-rows	Facultative	Iran
29	Goharjow	6-rows	Facultative	Iran
30	Torsh	6-rows	-	-

*= Spring= بهاره , Winter= زمستانه , Facultative= بینابین

جدول ۲- پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو و گندم استفاده شده در ارزیابی مقاومت گیاهچه‌ای

Table 2- Pathotypes of barley and wheat yellow rust used in evaluation of seedling resistance

منطقه	فرمول بیماری‌زایی / غیربیماری‌زایی*	میزبان	پاتوتیپ	جدایه	ردیف
Origin	Aviulence/Virulence formula	Host	Pathotype	Isolate	No.
پاسارگاد (Pasargad)، فارس (Fars)	2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12/1, 5, 7	Barley	PSH-51	92-4	1
نیشابور (Neyshabur)، خراسان رضوی (Khorasan Razavi)	2, 3, 4, 8, 9, 12/1, 5, 6, 7, 10, 11	Barley	PSH-84	92-8	2
اردبیل (Ardebil)، اردبیل (Ardebil)	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12/1, 4, 11	Barley	PSH-85	92-27	3
میان‌دواب (Miandoab)، آذربایجان غربی (West Azerbaijan)	2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11/1, 5, 10, 12	Barley	PSH-89	92-36	4
زرقان (Zarghan)، فارس (Fars)	-	Wheat	6E150A+, Yr27	92-51	5

* = Based on the results of Safavi et al. (2014)

* = براساس نتایج صفوی و همکاران (۵۰)

ویرولان‌س روی ژن‌های *Yr2*، *Yr6*، *Yr7*، *Yr9*، *Yr22*، *Yr23*، *Yr24*، *Yr25*، *Yr26*، *Yr27*، *YrA* و *YrSU* بودند (۴۳).

یادداشت‌برداری از شدت بیماری زنگ زرد از زمان ظهور بیماری تا سطح ۵۰ درصد روی رقم حساس براساس مقیاس اصلاح شده کاب پیشنهادی پیترسون و همکاران (۴۰) انجام شد. همچنین از واکنش گیاه (تیپ آلودگی) بر اساس روش رولفز و همکاران (۴۲) انجام شد. سپس داده‌های مربوط به شدت بیماری و واکنش میزبان با هم ترکیب شده و از ترکیب آنها ضریب آلودگی (CI) محاسبه گردید. ضریب آلودگی از ضرب کردن شدت بیماری در ضریب ثابت مربوط به عکس‌العمل میزبان (R=0.2, MR=0.4, M=0.6, MS=0.8, S=1) بدست می‌آید (۵۹).

عملیات مایه‌زنی مصنوعی خزانه در فاصله بین زمان ساقه‌دهی تا قبل از ظهور برگ پرچم (Gs 36) با مخلوط اسپور زنگ زرد (که در فصل زراعی سال قبل جمع‌آوری و در یخچال نگهداری شده بودند) و پودر تالک به کمک گردپاش و در هنگام غروب آفتاب انجام گردید. در سال ۱۳۸۹ اینوکولوم زنگ زرد جو و گندم به ترتیب از روی ارقام حساس جو (افضل و تاپر) و گندم (موروکو)، توسط دستگاه اسپور جمع‌کن جمع‌آوری گردیدند. اسپورهای جمع‌آوری شده در دستگاه دسیکاتور حاوی سلیکاژل مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند تا خشک شوند سپس به منظور استفاده در سال بعد (جهت اسپورپاشی در مزرعه) در دمای 20°C یا 80°C درجه نگهداری شدند. اینوکولوم زنگ زرد جو در شرایط مزرعه‌ای دارای ویرولان‌س روی ژن‌های *rps2*، *rps15*، *Rps3* و *Rps1.b* (۴۶) و اینوکولوم زنگ زرد گندم دارای

جدول ۳- توصیف واکنش میزبان و تیپ‌های آلودگی گیاهچه‌ای در ارزیابی مقاومت نسبت به زنگ زرد

Table 3- Description of host reaction and seedling infection types in resistance evaluation against yellow rust

علائم میزبان Host symptoms	تیپ آلودگی Infection type		واکنش میزبان Host reaction
	(عددی)	(اختصاری انگلیسی)	
هیچگونه آلودگی قابل رویت نیست	0	0	ایمن (Immune)
لکه‌های (flecks) سوخته/رنگ پریده، بدون اسپورزائی	1	VR	خیلی مقاوم (Very Resistant)
نوارهای (strips) سوخته/رنگ پریده، بدون اسپورزائی	2	R	مقاوم (Resistant)
اسپورزائی جزئی، نوارهای سوخته/رنگ پریده	3	MR	نیمه مقاوم (Moderately Resistant)
اسپورزائی کم (light)، نوارهای سوخته/رنگ پریده	4	LM	متوسط پایین (Low Moderate)
اسپورزائی بینابین (intermediate)، نوارهای سوخته/رنگ پریده	5	M	متوسط (Moderate)
اسپورزائی متوسط (moderate)، نوارهای سوخته/رنگ پریده	6	HM	متوسط بالا (High Moderate)
اسپورزائی فراوان، نوارهای سوخته/رنگ پریده	7	MS	نیمه حساس (Moderately Susceptible)
اسپورزائی فراوان، همراه با رنگ پریدگی	8	S	حساس (Susceptible)
اسپورزائی فراوان، بدون رنگ پریدگی	9	VS	خیلی حساس (Very Susceptible)

حساس بودند، بیمارزائی داشت. وجود ویروالانس برخی پاتوتیپ‌های گندم روی برخی ارقام جو در بررسی کومار و همکاران (۲۸) و هولتز و همکاران (۲۱)، نیز دیده شده است. در بررسی واکنش گیاهچه‌ای ارقام جو در برابر پاتوتیپ‌های گندم توسط نیکس و همکاران (۳۷) نیز مشخص گردید که ۱۰٪ ارقام زراعی جو در مرحله گیاهچه‌ای نسبت به پاتوتیپ‌های زنگ زرد گندم حساس هستند.

در این بررسی همچنین مشخص گردید که پاتوتیپ PSH-51 با داشتن ویروالانس روی ۲۳ رقم دارای طیف ویروالانس وسیع و پاتوتیپ PSH-84 با داشتن ویروالانس روی ۱۱ رقم طیف ویروالانس محدودی دارد.

بطور کلی با در نظر گرفتن نتایج واکنش مزرعه‌ای ارقام (تحت شرایط اردبیل) و نتایج واکنش مرحله گیاهچه‌ای، ارقام در چهار گروه قرار می‌گیرند:

گروه اول: ارقامی که در مرحله گیاهچه‌ای حداقل نسبت به یک پاتوتیپ حساس و در مرحله گیاه کامل نیمه مقاوم یا نیمه حساس بودند، این ارقام مهم هستند زیرا حامل ژن یا ژن‌های مقاومت گیاه کامل می‌باشند. ارقام دارای ژن‌های مقاومت گیاه کامل از مقاومت پایداری برخوردارند. سیرده رقم دشت، Bancroft، فصیح، والفجر، سهند، آیدر، ریحان، کارون، یوسف، جنوب، شیرین، ترکمن و فجر ۳۰ در این گروه قرار می‌گیرند.

گروه دوم: ارقامی که در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل مقاوم هستند. این گروه دارای ژن‌های مقاومت اختصاصی- نژاد یا ژن‌های مقاومت تمام مرحله‌ای (All-stage resistance genes) هستند. این ژنوتیپ‌ها ممکن است ژن‌های مقاومت غیراختصاصی- نژاد نیز داشته باشند، اما بوسیله ژن‌های مقاومت مؤثر اختصاصی- نژاد پوشیده می‌مانند (۹ و ۱۲). ارقام این گروه شامل Asterix، Emir و ماکوئی هستند (جدول ۴).

گروه سوم: گروهی که در مرحله گیاهچه‌ای حساس و در مرحله گیاه کامل دارای شدت آلودگی بالا و تیپ آلودگی حساس یا نیمه حساس تا حساس (MSS) هستند. این گروه فاقد ژن‌های مقاومت گیاه کامل بوده و ژن مقاومت اختصاصی- نژاد در مقابل پاتوتیپ یا پاتوتیپ‌های استفاده شده ندارند. ارقام ترش، افضل، Topper، ارم، و شوری ۴ در این گروه قرار می‌گیرند.

گروه چهارم: گروهی که در مرحله گیاهچه‌ای (حداقل نسبت به یک نژاد) مصون یا مقاوم و در مرحله گیاه کامل واکنش حساس (تیپ آلودگی S) یا نیمه حساس تا حساس (تیپ آلودگی MSS) نشان دادند. مانند رقم کویر و گوهر جو که به ترتیب در برابر نژادهای PSH-84 و PSH-85 در شرایط گلخانه واکنش مقاوم، در حالی که تحت شرایط مزرعه‌ای واکنش نیمه حساس تا حساس و یا حساس نشان دادند. این حالت نشان می‌دهد که این ارقام فاقد ژن‌های مرحله گیاه کامل هستند.

گروه‌بندی ارقام براساس روش علی و همکاران (۱ و ۳)، پاتان و پارک (۳۹) و براساس مقادیر ضریب آلودگی، شدت نهائی بیماری و تیپ آلودگی گیاهچه‌ای انجام گردید. همچنین به کمک نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۸)، گروه بندی نمونه‌ها با تجزیه خوشه‌ای بر اساس روش Ward و با در نظر گرفتن حداقل فاصله اقلیدسی بین نمونه‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج بررسی واکنش گیاهچه‌ای در گلخانه: واکنش

گیاهچه‌ای ۳۰ ژنوتیپ جو نسبت به چهار پاتوتیپ زنگ زرد جو از چهار استان مختلف کشور، و یک پاتوتیپ زنگ زرد گندم از طریق مایه‌زنی گیاهچه‌ها تحت شرایط کنترل شده ارزیابی گردید. نتیجه این آزمایش در جدول ۴ آورده شده است. در بررسی واکنش گیاهچه‌ای نسبت به یک پاتوتیپ (مانند PSH-85)، نتایج کاملاً متفاوتی در قیاس با واکنش آنها نسبت به چهار پاتوتیپ از چهار منطقه مختلف بدست آمد. همانطور که در جدول ۴ و شکل ۲ دیده می‌شود، اگر واکنش گیاهچه‌ای صرفاً با در نظر گرفتن یک پاتوتیپ (حتی پاتوتیپ قوی با تیپ‌های آلودگی بالا روی ارقام) ارزیابی شود، در مقایسه با واکنش گیاهچه‌ای نسبت به چند پاتوتیپ و واکنش گیاه کامل نتایج صحیحی بدست نمی‌آید. وجود چنین حالتی برای ارقامی که فقط دارای ژن‌های مقاومت اختصاصی- نژاد هستند، کاملاً طبیعی است. زیرا ارقام دارای ژن‌های مقاومت اختصاصی- نژاد در برابر یک پاتوتیپ معین مقاوم و در برابر پاتوتیپ دیگر حساسیت نشان می‌دهند (۹).

در بررسی حاضر رقم ترش بدلیل حساسیت به تمام پاتوتیپ‌های مورد مطالعه و دارا بودن مقادیر بالای ضریب آلودگی و شدت نهائی بیماری، بعنوان رقم شاهد در نظر گرفته شد. اما در بررسی صفوی و همکاران (۵۰) رقم ترش نسبت به برخی پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو واکنش مقاومت نشان داد در حالی که رقم افضل در برابر تمام پاتوتیپ‌ها حساس بود. به عبارت دیگر، در بررسی‌های بعدی برای زنگ زرد جو می‌توان از رقم افضل به عنوان رقم حساس برای تمام پاتوتیپ‌ها استفاده کرد.

در بررسی واکنش گیاهچه‌ای علاوه بر دو ژنوتیپ خارجی Asterix و Emir، ارقام ماکوئی و ارس نسبت به تمام پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو واکنش مقاومت نشان دادند (جدول ۴)، بنابراین این ارقام دارای ژن‌های مقاومت اختصاصی- نژاد هستند. سه رقم کویر، زرجو و دشت تنها در برابر یک نژاد واکنش حساسیت نشان دادند. ارقام سهند، آیدر، ریحان، کارون، شوری ۴، ارم، تاپر، افضل و ترش در برابر تمام نژادهای مورد استفاده در این مطالعه واکنش حساسیت نشان دادند. پاتوتیپ زنگ زرد گندم (6E150A+, Yr27) تنها روی دو رقم جو ارم و افضل که در برابر همه پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو

جدول ۴- نتایج واکنش گیاهچه‌ای و گیاه کامل ارقام جو نسبت به پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو و گندم

Table 4- Results of seedling and adult plant reactions against pathotypes of barley and wheat yellow rust

نتایج واکنش گیاهچه‌ای نسبت به پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو و گندم*									
Results of seedling reaction to pathotypes of barley and wheat yellow rust									
No. ردیف	Cultivars ارقام	پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو Barley yellow rust pathotypes				پاتوتیپ زنگ زرد گندم Wheat yellow rust patjotype 6E150A+, Yr27	نتایج ارزیابی مزرعه‌ای (۱۳۹۰)** The results of field- based assessment		
		PSH-85	PSH-51	PSH-84	PSH-89		تیپ آلودگی Infection type	شدت نهائی بیماری FRS	ضریب آلودگی Coefficient of infection
1	Emir	0	0	0	0	0	R	1	0.2
2	Asterix	5	0	0	0	0	R	1	0.2
3	Makouee	4	4	2	0	0	R	1	0.3
4	Dasht	5	7	0	2	0	M	30	18
5	Arass	0	0	0	0	0	M	30	18
6	Bancroft	0	4	0	7	0	MS	20	16
7	Fasih	8	7	0	7	0	M	30	18
8	Walfajre	5	8	8	7	0	MS	40	32
9	Sahand	9	9	9	9	0	MS	40	32
10	Abidar	9	9	8	8	0	MS	40	32
11	Rihane	6	7	7	7	5	MS	40	32
12	Karoon	7	8	7	7	0	MS	50	40
13	Yousef	8	7	0	8	0	MS	40	32
14	Jonob	8	7	7	2	0	MS	50	40
15	Shirin	9	0	6	0	0	MS	60	48
16	Torkman	8	8	0	5	0	MS	50	40
17	Zarjow	0	8	0	0	3	MSS	50	45
18	Bahman	9	8	0	7	0	MSS	50	45
19	Sina	9	8	0	0	0	MSS	60	54
20	Kavir	0	7	0	6	3	MSS	60	54
21	Eram	9	8	7	8	7	MSS	70	63
22	D10	7	8	0	0	0	S	60	60
23	Shori-4	7	9	7	7	3	MSS	40	36
24	Shori-5	7	8	0	5	0	S	60	60
25	Fajre 30	7	0	0	0	0	MR	20	8
26	Nosrate	9	7	5	6	0	MSS	60	54
27	Topper	7	7	7	7	0	S	60	60
28	Afzal	9	8	7	7	9	S	70	70
29	Goharjow	7	9	0	7	0	S	90	90
30	Torsh	9	7	7	7	0	S	100	100

* = Seedling infection types based on Line and Qayoum (1992).

* = تیپ آلودگی گیاهچه‌ای بر اساس روش لاین و کیوم (۲۹).

** = Adult plant infection types based on Roelfs et al. (1992).

** = تیپ‌های آلودگی ارقام بر اساس روش رولفز و همکاران (۴۲)

می‌شوند. بعبارت دیگر دارای ژن‌های مقاومت اختصاصی- نژاد هستند. جمعیت این پاتوتیپ یا پاتوتیپ‌ها تحت تأثیر شرایط گلخانه‌ای

با وجود داشتن واکنش مقاومت در مرحله گیاهچه‌ای، بوسیله پاتوتیپ یا پاتوتیپ‌های از پاتوژن که در مزرعه موجود هستند آلوده

روش‌های مناسب ارزیابی ذکر شده است (۳۳). با وجود این، در این بررسی برای مقایسه ارقام علاوه بر استفاده از معیار ضریب آلودگی از شدت نهائی بیماری نیز استفاده گردیده است. به منظور قضاوت در خصوص مقاومت غیراختصاصی - نژادی ارقام مورد بررسی، واکنش گیاهچه‌ای نیز تحت شرایط گلخانه‌ای بررسی شد.

در بررسی‌های متعددی همبستگی بالای ضریب آلودگی و شدت نهائی بیماری با سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (Area Under Disease Progress Curve=AUDPC) ثابت شده است (۱، ۴۸، ۵۳ و ۵۵). سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) معیار کمی از کل مقاومت بوده و تمام مؤلفه‌های مقاومت نظیر فراوانی آلودگی، دوره نهان آلودگی، اندازه ارودیوم ر اسپورزائی را در یک سطح مشخص می‌سازد (۳۴).

در بررسی حاضر داده‌های پارامترهای ضریب آلودگی و شدت نهائی بیماری نشان دادند که گروه‌های مختلف ارقام واکنش‌های متفاوتی نسبت به فشار بیماری نشان می‌دهند (جدول ۴) که در بخش‌های جداگانه‌ای بطور تفصیلی در خصوص تنوع هر یک از پارامترهای مقاومت در ارقام مختلف جو بحث می‌شود.

تنوع پارامتر ضریب آلودگی: به منظور محاسبه ضرایب آلودگی، ترکیب داده‌های شدت بیماری و واکنش میزبان استفاده شدند. براساس روش علی و همکاران (۱) و پاتان و پارک (۳۹) ارقام یا لاین‌هایی با مقادیر ضریب آلودگی ۲۰-، ۴۰-۲۱، ۶۰-۴۱ به ترتیب دارای سطح بالا، متوسط و پایین مقاومت تدریجی (Slow rusting) در نظر گرفته می‌شوند. در این بررسی ارقام ماکوئی، دشت، ارس، فصیح، فجر ۳۰ و ارقام خارجی Emir، Asterix و Bancroft در دسته اول (گروه دارای سطح بالای مقاومت تدریجی) قرار گرفتند (جدول ۴). البته بایستی توجه داشت که ارقام ماکوئی و ارقام خارجی Emir، Asterix هر چند در گروه اول قرار گرفته‌اند ولی این ارقام از یک طرف بدلیل داشتن تیپ آلودگی پایین در مرحله گیاهچه‌ای (۴-۰) حتماً دارای مقاومت اختصاصی - نژاد هستند اما از طرف دیگر، از آنجا که ژن‌های مقاومت غیراختصاصی - نژاد توسط ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای پوشیده می‌مانند (۹) احتمال دارد دارای ژن‌های مقاومت گیاه کامل نیز باشند، لذا برای اثبات مقاومت تدریجی آنها نیاز به مطالعات کاملتری است.

ارقام ریحان، یوسف، والفجر، کارون، شوری ۴، آبیدر و سپند بعنوان ارقام دارای سطح متوسط مقاومت تدریجی گروه‌بندی شدند. ارقام سینا، شیرین، بهمن، زرجو، ترکمن، کویر، نصرت، جنوب و یوسف دارای سطح پایین مقاومت تدریجی بودند. ارقام ارم، D10، افضل، گوهرجو همراه با تاپر و ترش مقادیر ضریب آلودگی بالاتر از ۶۰ نشان دادند که بعنوان گروه حساس در نظر گرفته شدند. با توجه به مقادیر ضریب آلودگی سی رقم حساس (جدول ۴)

پایین است و یا از مزرعه جمع‌آوری نشده است ولی تحت شرایط مزرعه در مدت زمان طولانی اثر بیشتری روی رقم دارد.

گروه‌بندی‌های مشابهی برای واکنش ارقام گندم در برابر زنگ‌ها در بررسی‌های دادرزائی و همکاران (۱۲)، هاف مولر (۲۳) و طریق خان و عرفان الحق (۶۰) دیده می‌شود.

ژن‌های مقاومت گیاه کامل در مرحله گیاهچه‌ای بیان نمی‌شوند ولی ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای در تمام مراحل رشدی گیاه بیان می‌گردند (۹). تکیه بر آزمایشات بررسی‌های گیاهچه‌ای برای تعیین منابع مقاومت به دو دلیل کافی نیست (۵۲). زیرا، اولاً منابع ارزشمند مقاومت کمی ممکن است با مقاومت مرحله گیاهچه‌ای همپوشانی داشته باشند. برخی از نتایج نشان می‌دهند ارقامی که در مرحله گیاهچه‌ای در گروه حساس طبقه‌بندی می‌شوند، ممکن است سطح بالائی از مقاومت کمی گیاه کامل را دارا باشند. ثانیاً مشخص گردیده است که مقاومت کمی موجود در چنین لاین‌هایی نسبت به مقاومت اختصاصی - نژاد (که در مرحله گیاهچه‌ای تعیین می‌شود) پایدارتر است.

در بررسی برخی محققین اگر چه تصور می‌شود مقاومت برخی ارقام غیراختصاصی است، اما تغییر در پاتوتیپ‌های بیمارگر موجب شکسته شدن مقاومت بسیاری از این ارقام نسبت به زنگ زرد شده است که نشان دهنده ناپایداری مقاومت می‌باشد (۴۲). ناپایداری مقاومت در ارقام، متخصصین به نژادی را در جهت جستجوی مقاومت تدریجی در برنامه‌های به نژادی تشویق کرده است. مقاومت تدریجی، که به نظر می‌رسد مقاومت غیراختصاصی و پایدار باشد، در گندم بطور وسیعی مطالعه و پیدا شده است (۱، ۴۸ و ۵۵) و تلاش در جهت یافتن ارقام جو دارای این نوع مقاومت در طی چندین سال گذشته ادامه داشته است (۵۲ و ۵۳). در آمریکا ارقامی نظیر Bancroft، Tango، Kold و Strider که چند سال قبل معرفی گردیده اند، دارای مقاومت بهتری نسبت به زنگ زرد جو هستند و برخی دیگر نظیر Baronesse دارای مقاومت تدریجی می‌باشند (۳۰).

ارقام آلوده شده با *Puccinia striiformis* که دارای مقاومت تدریجی می‌باشند، دوره نهان طولانی‌تر، اوردینوم‌های کوچکتر و کمتر، و تولید اسپور کمتر نسبت به ارقام حساس دارند (۴۲). دوره نهان آلودگی یکی از مهمترین مؤلفه‌های مقاومت تدریجی است (۱۳). در مطالعات دهقانی و مقدم (۱۳) اهمیت اثر افزایشی و غالب ژن‌های کنترل کننده دوره نهان نشان داده است.

نتایج بررسی واکنش گیاه کامل تحت شرایط مزرعه‌ای

علاوه بر بررسی‌های گیاهچه‌ای در شرایط گلخانه، بررسی‌های مزرعه‌ای (واکنش گیاه کامل) نیز به منظور تعیین منابع مقاومت پایدار انجام شدند. روش مقایسه ضریب آلودگی به علت همبستگی با کاهش محصول در اثر آلودگی به زنگ‌های غلات به عنوان یکی از

مقادیر شدت نهائی بیماری در آنها ۳۰-۱٪، ۵۰-۳۱٪ و ۷۰-۵۱٪ بود. ارقام ماکوئی، دشت، ارس، فصیح، فجر ۳۰، Emir، Asterix و Bancroft در گروه اول قرار گرفتند. ریحان، والفجر، آیدر و سهند در گروه دوم یعنی ارقام دارای سطح متوسط مقاومت نسبی قرار گرفتند. ارقام سینا، شیرین، بهمن، زرجو، ترکمن، جنوب و یوسف بعنوان ارقام دارای سطح پایین مقاومت تدریجی دسته‌بندی شدند. بروئرز و همکاران (۶) و علی و همکاران (۲) نیز برای گروه‌بندی ارقام لاین‌ها از ارزیابی مزرعه‌ای مقاومت کمی استفاده نمودند. این محققین دریافتند که مقاومت ارقام یا لاین‌ها بر اساس شدت نهائی بیماری و پارامترهای دیگر از سطح خیلی پایین تا سطح خیلی بالا متغیر بودند.

ارقامی که در این بررسی تحت شرایط مزرعه‌ای آلودگی جزئی داشته و یا اصلاً آلودگی نداشتند احتمال دارد مقاومت این ارقام به علت ژن‌های مقاومت اختصاصی - نژاد بوده و یا به دلیل اثر افزایشی چند ژن مقاومت بزرگ اثر (Major genes) باشد که به صورت اختصاصی - نژاد عمل می‌کنند (۲۶). با توجه به تجربه سال‌های قبل در زمینه معرفی ارقام مقاوم به زنگ زرد گندم، ارقامی که دارای ژن‌های مقاومت اختصاصی - نژادی باشند احتمال شکست آنها در اثر تغییر ویروالانس عامل بیماری بالا خواهد بود (۳۶). بنابراین در انتخاب چنین ارقامی باید دقت نمود تا در صورت وجود ژن‌های مقاومت دیگر (بویژه مقاومت پایدار) آنها را به عنوان منبع مقاوم معرفی کرد. برای اثبات وجود ژن‌های دیگر به آزمایشات دقیق تجزیه ژنتیکی و یا استفاده از نشانگرهای مولکولی نیاز خواهد بود.

ارقامی که آلودگی متوسط (با واکنش‌های MR، MS و M) دارند احتمال اینکه چنین ارقامی دارای ژن‌های کوچک اثر بوده و به صورت افزایشی عمل کنند بالا می‌باشد (۷، ۳۶ و ۵۸). در این ارقام احتمال وجود ژن‌های کنترل کننده مقاومت تدریجی و ژن‌های مقاومت گیاه کامل در دمای بالا (HTAP) زیاد است. از آنجا که این نوع مقاومت‌ها به دلیل اثر افزایشی ژن‌ها مدت زمان زیادی دوام می‌آورند (۱۳ و ۵۴)، بنابراین بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرند. همانطوری که در مورد ارقام کاملاً مقاوم نیز اشاره شد برای اثبات وجود ژن‌های مقاومت HTAP و مقاومت تدریجی آزمایشات تجزیه ژنتیکی دقیق و یا استفاده از نشانگرهای مولکولی ضروری می‌باشد.

تنوع ژنتیکی بر اساس تجزیه خوشه‌ای: تجزیه خوشه‌ای

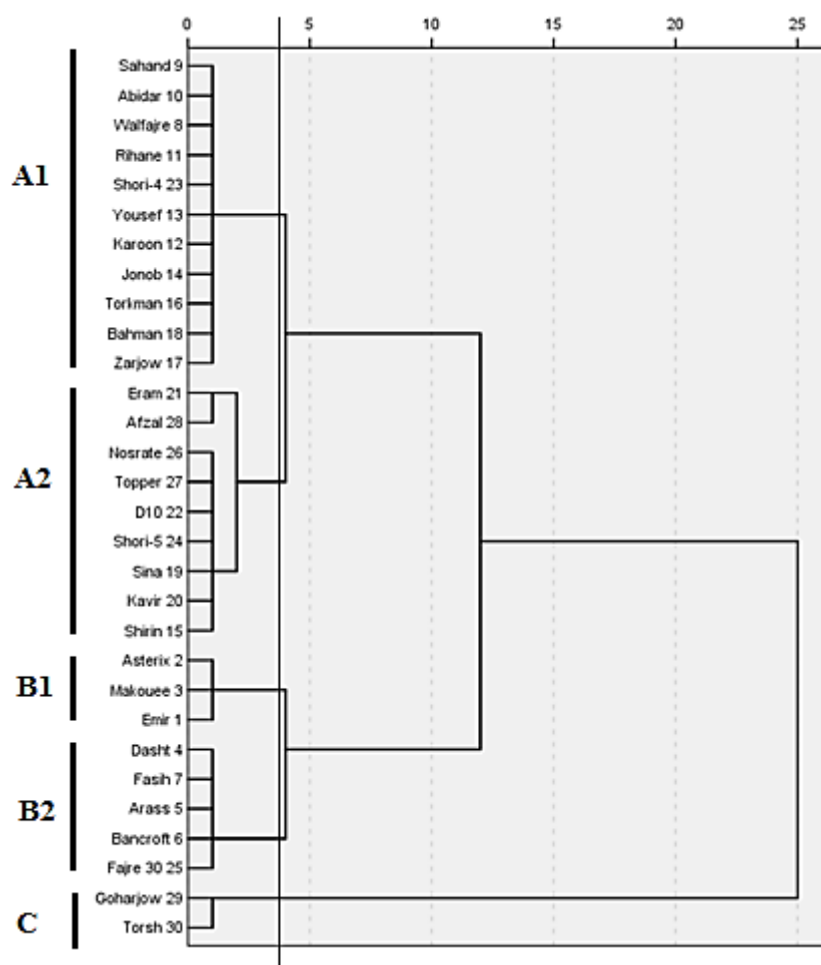
ارقام که براساس داده‌های واکنش مرحله گیاه کامل و گیاهچه‌ای انجام گرفت، سه گروه اصلی را برای ارقام مورد مطالعه مشخص ساخت. دو رقم گوهر جو و ترش با بیشترین فاصله ژنتیکی از بقیه ارقام جدا شدند و در گروه جداگانه‌ای قرار گرفتند (شکل ۲، گروه C)، بقیه ارقام در دو گروه اصلی و چهار گروه فرعی قرار گرفتند.

فشار بیماری بطور قابل توجهی بالا بود. بیشترین مقدار ضریب آلودگی ثبت شده در بین ارقام بررسی شده بین ۹۰-۶۰ درصد رقم حساس بود که مربوط به ارقام ارم، D10، شوری ۵، تاپر، افضل و گوهرجو بود. در حالی که بقیه ۱۹ رقم تا ۵۴ درصد رقم حساس ضریب آلودگی داشتند. براساس این نتایج پاتوتیپ/پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو اردبیل روی بیشتر ارقام ارزیابی شده دارای قدرت بیماری‌زایی می‌باشند (جدول ۴). با توجه به واکنش گیاهچه‌ای و گیاه کامل ارقام بررسی شده در این مطالعه و براساس نتایج محققین دیگر (۱ و ۲۶)، ارقام ماکوئی، دشت و ارس ژن‌های مقاومت اختصاصی - نژاد یا ترکیبی از ژن‌های مقاومت اختصاصی - نژاد را حمل می‌کنند که در برابر طیف بیماری‌زایی عامل بیماری در شرایط مزرعه‌ای اردبیل مؤثر هستند. توجه به این نکته ضروری است که ارقام دارای مقاومت اختصاص - نژادی اغلب در عرض چند سال بعد از معرفی حساس می‌شوند. این حالت به علت تکامل سریع نژادهای بیماری‌زای بیمارگر است (۶۱). برای جلوگیری از شکستن مقاومت چنین ارقامی بهتر است ترکیب دو نوع مقاومت اختصاص - نژادی و غیراختصاصی - نژاد در یک رقم بکار گرفته شود. وجود حداقل ۵-۴ ژن مقاومت غیراختصاصی - نژاد در یک رقم باعث مقاومت رقم در حد مصونیت خواهد بود (۵۷).

ارقام یا لاین‌های دارای درجه قابل قبولی از مقاومت تدریجی سرعت پیشرفت بیماری را کاهش داده و بطور مستقیم روی تغییر نژادها اثرگذار نیستند. با وجود این، مقاومت این ارقام یا لاین‌ها توسط چندین ژن کوچک اثر (Minor genes) کنترل می‌شوند، که غلبه بر آن در مزرعه زمان طولانی‌تری را خواهد گرفت. زنگ‌های غلات توانایی تغییر توسط عوامل مختلفی نظیر موتاسیون، نوترکیبی حاصل از تولیدمثل جنسی یا هیبریداسیون، مهاجرت در مسافت‌های طولانی و فشار انتخابی ژنوتیپ میزبان روی بیمارگر را دارند (۲۴). با توجه به این توانایی بیمارگر در تغییر بیماری‌زایی، محققین بایستی مقاومت غیراختصاصی - نژاد یا ترکیب مقاومت غیراختصاصی - نژاد با مقاومت اختصاصی - نژاد را بجای استفاده تنها از مقاومت اختصاصی - نژاد بکار گیرند.

تنوع ارقام در شدت نهائی زنگ زرد: داده‌های شدت

نهائی (FRS) بیماری در ۲۹ رقم همراه با رقم حساس (ترش) در جدول ۴ نشان داده شده است. فشار بالای شدت بیماری در محل اجرای این پژوهش برای ارقام مورد آزمایش نشان داد که بیشترین آن برابر ۱۰۰ درصد و مربوط به رقم ترش بود. برای ارقام گوهر جو، افضل، ارم به ترتیب ۹۰٪، ۷۰٪ و ۷۰٪ برآورد شد که بعنوان ارقام حساس گروه‌بندی شدند. بر اساس داده‌های FRS و مطابق روش علی و همکاران (۲)، ارقام بررسی شده در این مطالعه در سه گروه دارای مقاومت تدریجی بالا، متوسط و پایین قرار گرفتند که به ترتیب



شکل ۲- گروه‌بندی ارقام جو بر اساس واکنش گیاهچه‌ای و گیاه کامل آنها نسبت به پاتوتیپ‌های زنگ زرد جو و گندم با استفاده از تجزیه خوشه‌ای

Figure 2- Classification of barley cultivars based on their seedling and adult plant reactions to pathotypes of barley and wheat yellow rust using cluster analysis

بالا در بین ارقام مورد مطالعه دارد. علی و همکاران (۱)، صفوی و محمد زاده (۴۹) هم بر اساس داده‌های مختلف بیماری تنوع بالایی را بین ارقام یا لاین‌های مورد مطالعه گندم نسبت به زنگ زرد گزارش کردند. تنوع مشاهده شده در این مطالعه می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی نسبت به زنگ زرد جو بکار گرفته شود. این کار از کشت ارقام دارای تنوع ژنتیکی پایین در مقاومت نسبت به زنگ زرد جلوگیری خواهد کرد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ارقام مورد مطالعه واکنش‌های متنوعی نسبت به زنگ زرد نشان دادند که از کاملاً مقاوم تا حساس متغیر بود. بیشتر ارقام ارزیابی شده تحت شرایط آلودگی بالا واکنش

در گروه اصلی اول، دو زیر گروه قرار گرفتند ۱۱ رقم که دارای مقادیر پایین واکنش گیاه کامل و بنابراین سطح متوسط مقاومت تدریجی بودند در زیر گروه اول (گروه A1) و نه رقم دیگر که دارای سطح پایین یا بدون مقاومت تدریجی بودند، در زیر گروه دوم قرار گرفتند (گروه A2). در گروه اصلی دوم نیز دو زیر گروه قرار گرفتند که بطور کلی داده‌های پایین در واکنش مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل داشتند. در زیر گروه اول سه رقم قرار گرفتند (گروه B1) که دارای مقاومت مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل بودند و در زیر گروه دوم پنج رقم با مقادیر پایین داده‌های واکنش گیاه کامل، دارای سطح مطلوب مقاومت تدریجی بودند (گروه B2). تنوع بین ارقام بر اساس داده‌های واکنش گیاهچه‌ای و گیاه کامل بالا بود و تجزیه خوشه‌ای بر اساس داده‌های بیماری این تنوع را تأیید کرد که اشاره به تنوع ژنتیکی

بیماری‌های مهم دیگر جو نیز مد نظر قرار گیرند تا ارقام از تولید پایداری برخوردار باشند.

سپاسگزاری

واکنش‌های گیاهچه‌ای این تحقیق در گلخانه‌های واحد بیماری‌های غلات بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و با حمایت مالی بخش انجام شد. از جناب آقای دکتر اسماعیل زاده رئیس بخش تحقیقات غلات و از خانم زهره حسن بیات کارشناس واحد بیماری‌های غلات برای همکاری و فراهم کردن امکانات تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

متوسطی (نیمه مقاوم تا نیمه حساس) نسبت به بیماری نشان دادند. در بین ارقام بررسی شده تیپ‌های مقاومت از نوع مقاومت کامل و مقاومت تدریجی (غیراختصاصی - نژاد) مشاهده گردید. ۱۳ رقم (شامل ارقام دشت، Bancroft، فصیح، والفجر، سهند، آبیدر، ریحان، کارون، یوسف، جنوب، شیرین، ترکمن و فجر ۳۰) که در مرحله گیاهچه‌ای (حداقل نسبت به یک پاتوتیپ) حساس و در مرحله گیاه کامل واکنش متوسط (MR, M, MS) نشان دادند، به احتمال زیاد دارای درجات متفاوتی از مقاومت تدریجی (مقاومت غیراختصاصی - نژاد یا پایدار) می‌باشند. در صورت جمع شدن ۴-۵ ژن مقاومت غیراختصاصی - نژاد، مقاومت ارقام نزدیک به مقاومت کامل یا مصون خواهد بود. در معرفی ارقام مقاوم علاوه بر تأکید بر مقاومت پایدار نسبت به زنگ زرد، بهتر است مقاومت پایدار نسبت به زنگ قهوه‌ای و

منابع

- 1- Ali S., Shah S.J.A., and Ibrahim M. 2007. Assessment of wheat breeding lines for slow yellow rusting (*Puccinia striiformis* West. *tritici*). Pakistan Journal of Biological Sciences, 10: 3440-3444.
- 2- Ali S., Shah S.J.A., Khalil I.H., Rahman H., Maqbool K., and Ullah W. 2009b. Partial resistance to yellow rust in introduced winter wheat germplasm at the north of Pakistan. Australian Journal of Crop Science, 3: 37-43.
- 3- Ali S., Shah S.J.A., and Rahman H. 2009a. Multi-location variability in Pakistan for partial resistance in wheat to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. Phytopathologia Mediterranea, 48: 269-278.
- 4- Bariana H. S., and McIntosh R. A. 1995. Genetics of adult plant resistance in four Australian and the French cultivar Hybrid de Bersee. Plant Breeding, 114: 485-491.
- 5- Boyd L.A. 2005. Centenary review: can Robigus defeat an old enemy? -Yellow rust of wheat. The Journal of Agricultural sciences, 143: 233-243.
- 6- Broers L.H.M., Cuesta-Subias X., and Lopez-Atilano R.M. 1996. Field assessment of quantitative resistance to yellow rust in ten spring bread wheat cultivars. Euphytica, 90:9-16.
- 7- Brown W. M. J., Hill J. P., and Velasco V. R. 2001a. Barley yellow rust in North America. Annual Review of Phytopathology, 39: 367-384.
- 8- Brown W. M., Hill J. P., and Velasco V.R. 2001b. Identification of barley rust resistance in the Americas: A case study of successful international cooperation. Abstracts of First Regional Yellow Rust Conference for Central & West Asia and North Africa. 8- 14 May 2001, Karaj, Iran. Pages 8-9.
- 9- Chen X. M. 2005. Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat. Canadian Journal of Plant Pathology, 27: 314-337.
- 10- Chen X. M., and Line R.F. 2003. Identification of genes for resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* in 18 barley genotypes. Euphytica, 129: 127-145.
- 11- Chen X. M., Line R. F., and Leung H. 1995. Virulence and polymorphic DNA relationships of *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* to other rusts. Phytopathology, 85: 1335-1342.
- 12- Dadrezaie S. T., Lababidi S., Nazari K., Mohammadi E., Afshari F., Alo F., Shams-Bakhsh M., and Safaei N. 2013. Molecular genetic diversity in Iranian populations of *Puccinia triticina*, the causal agent of wheat leaf rust. American Journal of Plant Science, 4: 1375-1386.
- 13- Dehghani H., and Moghaddam M. 2004. Genetic analysis of latent period of stripe rust in wheat seedlings. Journal of Phytopathology, 122: 325-330.
- 14- Dubin H. J., and Stubbs R. W. 1986. Epidemic spread of barley stripe rust in South America. Plant Disease, 70: 141-144.
- 15- Esfandiari E. 1947. Les rouilles de cereales en Iran [Cereal rusts in Iran]. Applied Entomology and Phytopathology, 4: 67-76.
- 16- Flor H.H. 1956. The complementary genetic systems in flax and flax rust. Advanced Genetics, 8: 29-54.
- 17- Golegaonkar P. G., Wellings C. R., Singh D., and Park R.F. 2013. Genetic and molecular analysis of resistance to a variant of *Puccinia striiformis* in barley. Journal of Applied Genetics, 54: 1-9.
- 18- Gulati S. C., Varma N. S., Jdin K. B. L., and Chaudhary H. B. 1988. Sources of resistance to yellow rust (*Puccinia striiformis* West.) in barley. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 48: 271-274.
- 19- Hei N., Shimelis H. A., Laing M., and Admassu B. 2015. Assessment of Ethiopian wheat lines for slow rusting

- resistance to stem rust of wheat caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Journal of Phytopathology, 163: 353-363.
- 20- Herrera-Fossel S.A., Singh R.P., Huerta-Espino J., Crossa, J., Djurle A., and Yuen J. 2007. Evaluation of slow rusting resistance components to leaf rust in CIMMYT durum wheats. Euphytica, 155: 361-369.
- 21- Holtz M. D., Kumar K., Zantinge J. L., and Xi K. 2013. Virulence phenotypes of *Puccinia striiformis* in Alberta from 2009-2011. Canadian Journal of Plant Pathology, 35: 241-250.
- 22- Holtz M. D., Kumar K., Zantinge J. L., and Xi K. 2014. Genetic diversity of *Puccinia striiformis* from cereals in Alberta, Canada. Plant Pathology, 63: 415-424.
- 23- Hovmøller M. S. 2007. Sources of seedling and adult plant resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *Tritici* in European wheats. Plant Breeding, 126: 225-233.
- 24- Hovmøller M. S., Sørensen C. K., Walter S., and Justesen A. F. 2011. Diversity of *Puccinia striiformis* on Cereals and Grasses. Annual Review of Phytopathology, 49: 197-217.
- 25- Jin Y. 2011. Role of *Berberis* spp. as alternate hosts in generating new races of *Puccinia graminis* and *P. striiformis*. Euphytica, 179: 105-108.
- 26- Johnson R. 1988. Durable resistance to yellow (stripe) rust in wheat and its implications in plant breeding. In: Simmonds N. W. and Rajaram S. (eds.) Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat, p. 63-75. Mexico, D. F. CIMMYT.
- 27- Kilpatrick R. A. 1975. New cultivars and longevity of rust resistance, 1971-1975. U.S Agricultural Research Service, ARS-NE 64, 20 pp.
- 28- Kumar K., Holtz M. D., Xi K., and Turkington T. K. 2012. Virulence of *Puccinia striiformis* on wheat and barley in central Alberta. Canadian Journal of Plant Pathology, 34: 551-561.
- 29- Line R. F. 2002. Stripe rust of wheat and barley in North America: A retrospective historical review. Annual Review of Phytopathology, 40: 75-118.
- 30- Line R. F., and Chen X.M. 1995. Success in breeding for and managing durable resistance to wheat rusts. Plant Disease, 79: 1254-1255.
- 31- Line R., and Qayoum A. 1992. Virulence, aggressiveness, evolution, and distribution of races of *Puccinia striiformis* (the cause of stripe rust of wheat) in North America, 1968-87. USDA-ARS Tech. Bull. 1788. 44 pp.
- 32- Mathur A. K., and Siradhana B. S. 1990. Screening of indigenous and exotic barley germplasm against Indian races of yellow rust. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology, 20: 182.
- 33- McIntosh R. A., Wellings C. R., and Park R. F. 1995. Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes. Csiro, Australia, 200 pp.
- 34- Milus E.A., and Line R.F. 1986. Gene action for inheritance of durable, high- temperature, adult plant resistances to stripe rust in wheat. Phytopathology 76: 435-441.
- 35- Moshiri Sh. 1995. Determination of resistance sources to common barley diseases in Khorasan. Proceeding of the 12th Iranian plant protection congress, 28 Aug- 1Sep, Karaj, Iran. pp: 53. (In Persian).
- 36- Nazari K., Torabi M., Hassanpour-Hosnei M., Kashani A., Hoshyar R., and Ahmadian-Moghaddam M. S. 2000. Evaluation of resistance to yellow rust in advanced wheat lines suitable for dryland areas at seedling and adult-plant stages. Seed and Plant, 16: 252-262. (In Persian).
- 37- Niks R. E., Heyzen S., Szabo L. J., and Alemu S. K. 2013. Host status of barley to *Puccinia coronata* from couch grass and *P. striiformis* from wheat and brome. European Journal of Plant Pathology, 136: 393-405.
- 38- Parlevliet J.E. 1979. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. Annual Review of Phytopathology, 17: 203-222.
- 39- Pathan A. K., and Park R. F. 2006. Evaluation of seedling and adult plant resistance to leaf rust in European wheat cultivars. Euphytica, 149: 327-342.
- 40- Peterson R. F., Campbell A. B., and Hannah A. E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stems of cereals. Canadian Journal of Research, 26: 496-500.
- 41- Roelfs A. P., and Huerta- Espino J. 1994. Seedling resistance in *Hordeum* to barley stripe rust from Texas. Plant Disease, 78: 1046-49.
- 42- Roelfs A. P., Singh R. P., and Saari E. E. 1992. Rust diseases of wheat: Concepts and Methods of Diseases Management. Mexico, D.F.CIMMYT.81.pp.
- 43- Safavi S. A., Afshari F., and Yazdanehpas A. 2013a. Effective and ineffective resistance genes to wheat yellow rust during six years monitoring in Ardabil. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 46: 774-780.
- 44- Safavi S. A., and Afshari F. 2012a. Quantitative resistance of some Elite wheat lines to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, Archives of Phytopathology and Plant Protection, 45:740-749.
- 45- Safavi S. A., Atahossaini S. M., and Torabi M. 2004. Study on resistance reaction of elite barley lines to *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*. Proceeding of the Second regional yellow rust conference for Central & West Asia and North Africa, 22-26 March, Islamabad, Pakistan. pp:
- 46- Safavi S. A., Babai-Ahari A., Afshari F., and Arzanlou M. 2012. Effect of yellow rust on yield components of barley cultivars with race-specific and slow rusting resistance to yellow rust. Archives of Phytopathology and Plant

- Protection, 45:1488–1498.
- 47- Safavi S. A., Jahani-Jelodar Y., and Ebrahimnejad Sh. 2013b. Virulence patterns of barley yellow rust and effective resistance genes to *Puccinia striiformis* in three parts of Iran, Archives of Phytopathology and Plant Protection, 46: 903-910.
- 48- Safavi S.A., and Afshari F. 2012b. Identification of resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in some elite wheat lines. Journal of Crop Protection, 1: 293-302.
- 49- Safavi S.A., and Mohammadzadeh J. 2013. Race non-specific resistance to yellow rust in some promising wheat lines. Cereal Research, 3: 197-209. (In Persian)
- 50- Safavi S.A., Babai Ahari A., Afshari F., and Arzanlou M. 2014. Virulence genes and pathotypes of *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*, causing yellow rust on barley in some areas of Iran. Seed and Plant Improvement Journal, 30: 733-760.
- 51- Saleem K., Arshad H. M. I., Shokat S., and Manzo B. 2015. Appraisal of wheat germplasm for adult plant resistance against stripe rust. Journal of Plant Protection Research, 55: 405-414.
- 52- Sandoval-Islas J. S., Broers L. H. M., Vivar H., and Osada K. S. 1998. Evaluation of quantitative resistance to yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) in the ICARDA/CIMMYT barley breeding program. Plant Breeding, 117: 127-130.
- 53- Sandoval-Islas J.S., Broers L.H.M., Mora-Aguilera G., Parlevliet J.E., Osada K.S. and Vivar H.E. 2007. Quatitative resistance and its components in 16 barley cultivars to yellow rust, *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*. Euphytica, 153:295-308.
- 54- Schultz T. R., and Line R. F. 1992. High– temperature, adult plant resistances to wheat stripe rust and effects on yield components. Agronomy Journal, 84: 170-175.
- 55- Shah S. J. A., Muhammad M., and Hussain S. 2010. Phenotypic and molecular characterization of wheat for slow rusting resistance against *Puccinia striiformis* Westend. f. sp. *tritici*. Journal of Phytopathology, 158: 393-402.
- 56- Singh K. V., Singh G. P., Singh P. K., and Aggarwal H. R. 2017. Assessment of slow rusting resistance components to stripe rust pathogen in some exotic wheat germplasm. Indian Phytopathology, 70: 52-57.
- 57- Singh R. P., Huerta-Espino J., Bhavani S., Herrera-Foessel S. A., Singh D., Singh P. K., Velu G., Mason R. E., Jin Y., Njau P., and Crossa J. 2011. Race non-specific resistance to rust diseases in CIMMYT spring wheats. Euphytica, 179:175–186.
- 58- Singh R.P., Huerta-Espino J., and William H.M. 2005. Genetics and breeding for durable resistance to leaf and stripe rusts in wheat. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 121-127.
- 59- Stubbs R. W., Prescott J. M., Saari E. E., and Dubin H. J. 1986. Cereal Disease Methodology Manual. CIMMYT: Mexico, D. F. 46pp.
- 60- Tariq-Khan M., and Irfan Ul-Haque M. 2011. Elite-II synthetic hexaploid wheats as a potential source of resistance against yellow rust. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 44:1165-1170.
- 61- Wan A. M., and Chen X. M. 2012. Virulence, frequency, and distribution of races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* and *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* identified in the United States in 2008 and 2009. Plant Disease, 96: 67-74.
- 62- Wang M. N., and Chen X. M. 2013. First report of Oregon grape (*Mahonia aquifolium*) as an alternate host for the wheat stripe rust pathogen (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) under artificial inoculation. Plant Disease, 97: 839.
- 63- Welling C. R., Burdon G. G., McIntosh R. A., Wallwork H., Raman H., and Murrery G. M. 2000. A new variant of *Puccinia striiformis* causing stripe rust on barley and wild *Hordeum* species in Australia. Plant Pathology, 49: 803.
- 64- Zhao J., Wang L., Wang Z., Chen X., Zhang H., Yao J., Zhan G., Chen W., Huang L., and Kang Z. S. 2013. Identification of Eighteen *Berberis* species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* and virulence variation in the pathogen isolates from natural infection of barberry plants in China. Phytopathology, 103: 927-934.



بررسی فیتوشیمیایی و توان دگرآسیبی اسانس برگ بنگرو (*Vitex pseudo-negundo*) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنیرک و چاودار

محمدرضا بازاریار^۱ - محمود عطارزاده^{۲*} - محمود دژم^۳ - غلامرضا نیک‌فرجام^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳

چکیده

کاربرد مواد دگرآسیب در مدیریت علف‌هرز سودمند است و به همین دلیل توجه زیادی را در دو دهه‌ی اخیر به خود جلب کرده است. پس از جمع‌آوری نمونه‌هایی از برگ بنگرو، عملیات اسانس‌گیری در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شیراز صورت گرفت. سپس پتانسیل دگرآسیبی این اسانس بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های علف‌هرز پنیرک (*Malva neglecta*) و چاودار (*Secale montanum*) مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. فاکتور اول شامل علف‌های هرز پنیرک و چاودار و فاکتور دوم شامل غلظت‌های صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از اسانس برگ بنگرو بود. در این پژوهش، آنالیز اسانس برگ بنگرو به‌دست آمده به‌روش تقطیر با آب به وسیله کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی امکان شناسایی ۵۳ ترکیب که در برگ‌برنده ۹۸/۹۱ درصد کل اسانس بود را فراهم ساخت. بیشترین جوانه‌زنی پنیرک و چاودار با میزان ۸۷/۶ درصد در شرایط بدون اسانس بنگرو (شاهد) و همچنین بیشترین سرعت جوانه‌زنی در پنیرک و چاودار به ترتیب با ۱۰/۹ و ۱۲/۱ بذر در روز در شرایط شاهد بدست آمد. با افزایش غلظت اسانس بنگرو، درصد و سرعت جوانه‌زنی در پنیرک و چاودار روند کاهشی را نشان داد، به‌طوری‌که کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. همچنین با افزایش غلظت اسانس درختچه بنگرو، سبب کاهش در میانگین وزن خشک پنیرک و چاودار شد. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که اسانس بنگرو دارای توان دگرآسیبی بالایی بر روی گیاهان پنیرک و چاودار است و علف‌هرز پنیرک حساسیت بیشتری نسبت به چاودار به اسانس بنگرو نشان داد.

واژه‌های کلیدی: شاخص بنیه گیاهچه، علف‌هرز، کروماتوگرافی گازی، وزن خشک گیاهچه

مقدمه

اسانس این گیاه شناسایی نمودند که ۹۴/۵ درصد ترکیبات را شامل می‌شد. ترکیبات عمده اسانس شامل ۱ و ۸-سینئول (۲۴/۹۸٪)، سابینین (۱۳/۴۵٪)، آلفاپینن (۱۰/۶۰٪)، آلفاترینیل استات (۶/۶۶٪) و (Z)-β-فارنسن (۵/۴۰٪) بود.

گیاهان ترکیبات شیمیایی متعددی را در طول دوره رشد و نمو خود تولید می‌کنند. این ترکیبات یا به شکل گاز هستند که از سطح اندام‌های هوایی آزاد یا آبشویی می‌شوند و یا ترشحات ریشه‌ها و یا در اثر تجزیه بقایای گیاهی در محیط آزاد می‌شوند که این ترکیبات مختلف مواد شیمیایی دگرآسیب^۵ باعث بوجود آمدن خاصیت دگرآسیبی^۶ می‌شود (۱۰). هدف اصلی تحقیقات دگرآسیبی، آرایه‌ی دلیلی برای تداخل مواد شیمیایی در شرایط طبیعی و معرفی ترکیبات مختلف دگرشیمیایی است که رشد گیاهان دیگر را در اکوسیستم‌های

درختچه بنگرو یا هنده‌بید با نام علمی *Vitex pseudo-negundo* از خانواده Malvaceae، با ارتفاع ۱ الی ۲ متر، با شاخه‌های چهار گوش و دارای گل‌آذین پانیکول بزرگ انتهایی می‌باشد. برگ‌های این گیاه قلبی شکل با رگبرگ‌های مشخص و برجسته به صورت کرک‌دار می‌باشد (۱۳). ساریکوروکو و همکاران (۱۵) در پژوهشی به بررسی ترکیب شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس و عصاره‌های تهیه شده با حلال‌های متفاوت گیاه *Vitex agnus-castus* L. پرداختند. این محققان ۲۷ ترکیب مختلف را از

۱، ۳ و ۴- به ترتیب استادیاران و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فسا

۲- دانشگاه فنی و حرفه‌ای، آموزشکده فنی کشاورزی فسا

(*) - نویسنده مسئول: (Email: attarzadeh2012@yahoo.com)

DOI: 10.22067/jpp.v32i1.61473

5- Allelochemical

6- Allelopathy

طبیعی یا زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. هدف دیگر این علم، جداسازی و شناسایی ترکیبات مختلف دگرشیمیایی گیاهان است. نقش دگرآسیبی در مدیریت کنترل علف‌های هرز سودمند است و توجه پژوهشگران زیادی را به خود جلب کرده است. بازدارندگی رشد علف‌هرز در دوران استقرار اولیه توسط دگرآسیبی گیاهان می‌تواند نیاز به علف‌کش‌های تجاری و کاربرد آن‌ها را در اوایل فصل کاهش دهد و پس از آن گیاه زراعی با تشدید کردن رقابت، علف‌هرز را کنترل کند (۱۴).

جوانه‌زنی بذر مرحله مهمی در چرخه زندگی گیاهان می‌باشد. علاوه بر عامل درونی و بیرونی، ترکیبات شیمیایی موجود در خاک نیز ممکن است روی جوانه‌زنی بذر و استقرار اولیه گیاهچه تأثیرگذار باشد. با مطالعه سمیت نسبی این ترکیبات در گیاهان زراعی و علف‌های هرز امکان توسعه علف‌کش‌های جدید نیز وجود دارد (۶). کاویتا و همکاران (۷) اثر دگرآسیبی *Vitex negundol* را بر جوانه‌زنی و رشد ماش سبز (*Vigna radiata*) مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که غلظت‌های بالای عصاره‌های آبی برگ این گیاه (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد)، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه‌ها را کاهش داد، در حالی که غلظت‌های پایین آن باعث تحریک جوانه‌زنی و رشد این گیاه گردید. با توجه به موارد مذکور، شناخت اثرات دگرآسیبی گیاهان می‌تواند در شرایط حاضر که تلاش گسترده‌ای به منظور افزایش عملکرد در گیاهان زراعی در سطح جامعه‌ی جهانی وجود دارد، سبب کمک شایانی در مدیریت‌های صحیح کنترل علف‌های هرز در قالب اصول کشاورزی پایدار تعیین کند. در نتیجه این پژوهش با هدف شناسایی ترکیبات متشکله اسانس برگ درختچه بنگرو و همچنین بررسی پتانسیل دگرآسیبی غلظت‌های مختلف اسانس درختچه بنگرو بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های علف‌های هرز پنی‌رک و چاودار در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های برگ درختچه بنگرو از درختچه‌های خودرو در مراتع شهرستان فسا با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری گردید. جهت استخراج اسانس، ابتدا برگ‌های جمع‌آوری شده در سایه خشک گردید و سپس توسط آسیاب برقی پودر شدند. در هر مرحله صد گرم نمونه پودر شد. عملیات استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت صورت گرفت. در پایان هر مرحله اسانس‌گیری، میزان اسانس بدست آمده توزین گردید و در پایان بازده اسانس به صورت درصد وزنی محاسبه شد. بازده اسانس برگ بنگرو به روش تقطیر با آب ۰/۴ درصد وزنی بود. عملیات اسانس‌گیری در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس در شیراز صورت گرفت. جهت آنالیز و

بررسی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس، یک میلی‌لیتر از نمونه به دستگاه کروماتوگراف گازی^۱ مدل Agilent-7890 دارای آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای^۲ و دستگاه کروماتوگراف گازی کوپل شده با طیف نگار جرمی^۳ مدل Agilent-5975C تزریق گردید. در این پژوهش از نرم‌افزار Chemstation ورژن B برای تعیین نوع ترکیبات و محاسبه میزان آن‌ها استفاده شد. برای شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازدارندگی کوآتس که با تزریق هیدروکربن‌های نرمال ۸ تا ۲۴ کربنه تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها صورت گرفت و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود، مقایسه شد. ترکیبات اسانس با استفاده از شاخص‌های بازدارندگی آلکان‌های مختلف که در شرایط کروماتوگرافی یکسانی با اسانس تزریق گردیدند، محاسبه شدند. شناسایی ترکیبات اسانس با مقایسه طیف جرمی و شاخص‌های بازدارندگی آن‌ها با اطلاعات مربوط به نمونه‌های اصلی ترکیبات (۱) انجام شد. درصد مساحت نسبی هر ترکیب اسانس، بدون در نظر گرفتن فاکتور تصحیح، برای تعیین میزان هر ترکیب موجود در نمونه اسانس مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز روی یک ستون سیلیسی-HP-5 به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر انجام شد. برنامه‌ریزی دمایی ستون از ۶۰ تا ۲۱۰ درجه سلسیوس با افزایش دمای ۳ درجه سلسیوس در دقیقه و سپس تا ۲۴۰ درجه سلسیوس با سرعت ۲۰ درجه سلسیوس در دقیقه بود و به مدت ۸/۵ دقیقه در دمای نهایی نگهداری شد. دمای تزریق‌کننده و آشکارساز به ترتیب ۲۸۰ و ۲۹۰ درجه سلسیوس بود. همچنین از گاز حامل نیتروژن با سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد.

در بخش دیگری از این پژوهش، بررسی پتانسیل دگرآسیبی اسانس برگ درختچه بنگرو بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های علف هرز پنی‌رک و چاودار مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. فاکتور اول شامل علف‌های هرز پنی‌رک و چاودار و فاکتور دوم شامل غلظت‌های صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از اسانس برگ درختچه بنگرو بود. قبل از شروع آزمایش‌های اصلی، نمونه‌ی بذر در پتری‌دیش کشت گردید تا از جوانه‌زنی و عدم وجود خواب در بذور اطمینان حاصل شود. برای تهیه غلظت‌های مورد نظر ابتدا مقدار مورد نیاز از اسانس توزین گردیده و با کمک سمپلر متغیر برداشته و پس از حل کردن آن در حلال دی‌متیل‌سولفوکسید، با آب مقطر به حجم لازم رسانده شد.

جهت انجام آزمایش ابتدا بذرها با محلول یک درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی و با آب مقطر شستشو شدند. تعداد ۲۵ عدد بذر در هر پتری‌دیش که حاوی دو برگ کاغذ

1- Gas chromatography

2- Flame Ionization Detector

3- Gas Chromatography Mass Spectrometry

هیدروکربنه، ۶/۳۲۰ درصد سزکویی‌ترین‌های اکسیژنه و ۰/۳۹۷ درصد سایر ترکیبات بود. در این پژوهش ترکیبات اصلی و غالب تشکیل دهنده اسانس برگ درختچه بنگرو به ترتیب شامل α -Terpinyl acetate (۲۲/۰۰۷ درصد)، α -Pinene (۱۶/۳۷۸ درصد)، (E)-Caryophyllene (۱۱/۷۲۴ درصد) و Limonene (۹/۷۲ درصد)، (Z)-b-Farnesene (۴/۷۱ درصد) بودند (جدول ۱). ساریکوروکو و همکاران (۱۵) در پژوهشی ۲۷ ترکیب مختلف را به کمک آنالیز GC و GC-MS از اسانس گیاه *Vitex agnus castus* L. شناسایی نمودند که ۹۴/۵ درصد ترکیبات را شامل می‌شد. ترکیبات عمده این اسانس شامل ۸-سینئول (۲۴/۹۸ درصد)، ساینین (۱۳/۴۵ درصد)، آلفاپینن (۱۰/۶۰ درصد)، آلفاترپینیل‌استات (۶/۶۶ درصد) و (Z)- β -فارنسن (۵/۴۰ درصد) بود. اسدادی و همکاران (۳) با بررسی ترکیبات شیمیایی روغن دانه *Vitex agnus-castus* L. گزارش کردند که ترکیبات β -sitostrol و stigmasterol به عنوان ترکیبات غالب روغن دانه بنگرو شناسایی شده و مجموعاً ۶۹ درصد از کل استرول این عصاره را تشکیل دادند. کوکرا و همکاران (۸) در پژوهشی ترکیبات اسانس *Vitex negundo* Linn. را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها ترکیبات اصلی را در اسانس برگ شامل δ -guaiane، ethyl-hexadecenoate و carryophyllene epoxide، germacren-، carryophyllene epoxide، α -selinene، 4-ol و (E)-nerolidol شامل β -، α -cedrene و germacrene D، hexadecanoic acid گزارش شد.

درصد و سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی نشان داد که اثر سطوح مختلف غلظت اسانس درختچه بنگرو و نوع علف‌هرز و اثر متقابل آن‌ها درصد جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری ($P < 0/01$) تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی پنی‌رک در شرایط بدون اسانس درختچه بنگرو (شاهد) با میانگین ۸۷/۶ درصد بود که نسبت به غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس درختچه بنگرو اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). همچنین درصد جوانه‌زنی در چاودار در شرایط بدون اسانس درختچه بنگرو (شاهد) با ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو اختلاف معنی‌داری نشان نداد. با افزایش غلظت اسانس درختچه بنگرو، درصد جوانه‌زنی در پنی‌رک و چاودار روند کاهشی را نشان داد، به‌طوری‌که کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو در پنی‌رک سبب اختلال بیشتری در فرآیند جوانه‌زنی نسبت به چاودار شده است که در نهایت باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی گردیده است (جدول ۳).

صافی بود، قرار داده شد. از هر کدام از غلظت‌های تهیه شده ۵ میلی‌لیتر به پتری‌دیش‌ها اضافه شده و نمونه‌ها در دمای 20 ± 5 درجه سلسیوس و در شرایط ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی در ژرمیناتور قرار داده و به مدت ۱۴ روز به صورت روزانه تعداد بذور جوانه‌زده شمارش شدند. بذری جوانه‌زده در نظر گرفته شد که ریشه‌چه‌ی آن دو میلی‌متر از پوسته‌ی بذر خارج شده بود. در نهایت شاخص‌هایی از جمله درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی (۱۱ و ۹) با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید.

(معادله ۱) $100 \times (\text{تعداد بذر اولیه در پتری‌دیش} / \text{تعداد کل بذر جوانه‌زده}) = \text{درصد جوانه‌زنی}$

به منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی در فواصل زمانی ۲۴ ساعته تعداد بذورهای جوانه‌زده شمارش و سپس از طریق محاسبه تعداد بذر جوانه‌زده در روز (ظهور ریشه‌چه) و با استفاده معادله ۲ محاسبه شد (۲).

(معادله ۲) $\text{تعداد روز تا آخرین شمارش} / \text{تعداد بذر جوانه‌زده} + \dots + \text{تعداد روز تا اولین شمارش} / \text{تعداد بذر جوانه‌زده} = \text{سرعت جوانه‌زنی}$

طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه به کمک خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری گردید. وزن خشک آن‌ها با قرار دادن در آون با ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، تعیین گردید. همچنین شاخص بنیه گیاهچه از طریق معادله ۳ بدست آمد (۱۶).

(معادله ۳) $(\text{طول ریشه‌چه} + \text{طول ساقه‌چه}) \times 100 / \text{درصد جوانه‌زنی} = \text{شاخص بنیه گیاهچه}$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار تجزیه و تحلیل آماری^۱ SAS نسخه ۹،۱،۳ و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

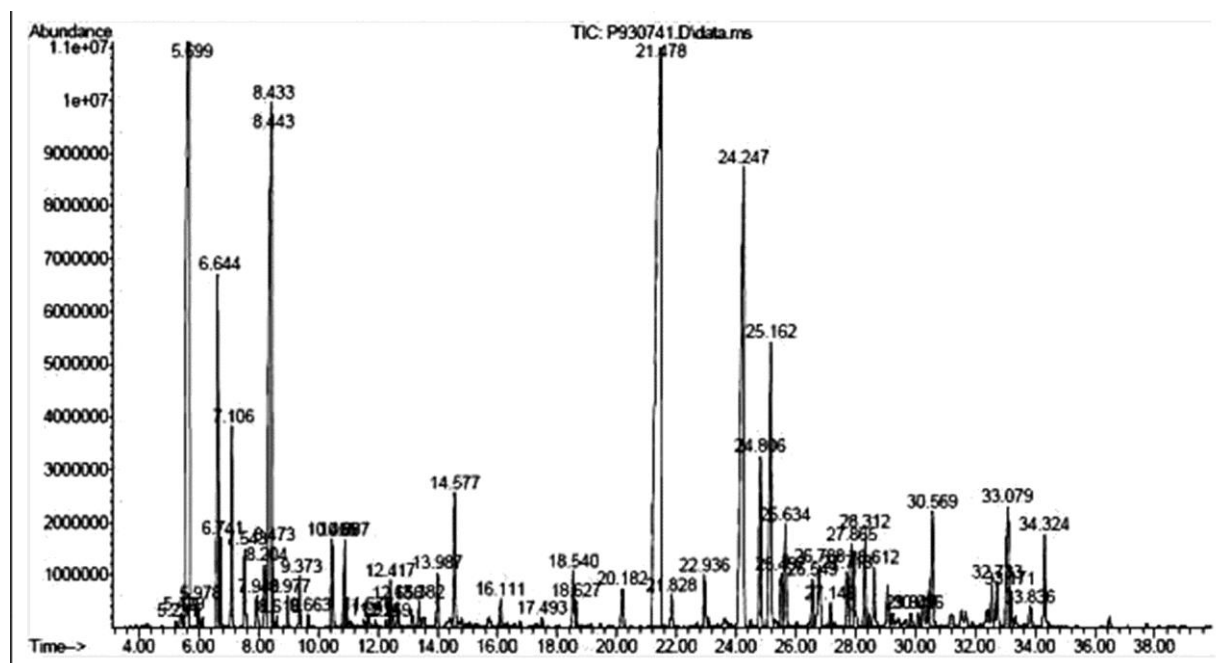
نتایج و بحث

در این پژوهش آنالیز اسانس برگ درختچه بنگرو به‌دست آمده به روش تقطیر با آب به وسیله کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی امکان شناسایی ۵۳ ترکیب که در برگ‌برنده ۹۸/۹۱ درصد کل اسانس بود را فراهم ساخت (جدول ۱ و نمودار ۱). آنالیز کروماتوگرافی نشان داد که اسانس برگ درختچه بنگرو در این پژوهش مخلوطی پیچیده از ترکیبات تریپنی مختلف بود، هرچند مونوترپن‌ها بخش عمده اسانس را تشکیل دادند (۶۷/۰۰۲ درصد). در مجموع اسانس برگ درختچه بنگرو در این پژوهش در برگ‌برنده ۳۷/۷۴۳ درصد مونوترپن‌های هیدروکربنه، ۲۸/۸۶۵ درصد مونوترپن‌های اکسیژنه، ۲۵/۵۸۵ درصد سزکویی‌ترین‌های

جدول ۱- نوع، درصد و شاخص بازداری ترکیبات اسانس برگ بنگرو

Table 1- The type, percent and retention index essential oil leaf *Vitex pseudo negundo*

شماره Number	نوع ترکیبات Type compounds	Retention index شاخص بازداری	Percent درصد
1	Tricyclene	918	0.065
2	a-Thujene	926	0.225
3	a-Pinene	936	16.378
4	Camphene	946	0.222
5	Sabinene	971	3.205
6	b-Pinene	975	0.644
7	Myrcene	988	1.744
8	a-Phellandrene	1004	0.756
9	a-Terpinene	1015	0.403
10	p-Cymene	1022	0.850
11	Limonene	1026	9.720
12	b-Phellandrene	1029	0.997
13	1,8-Cineole	1030	0.288
14	(Z)-b-Ocimene	1034	0.093
15	(E)-b-Ocimene	1044	0.278
16	g-Terpinene	1055	0.510
17	cis-Sabinene hydrate	1063	0.124
18	Terpinolene	1086	0.985
19	Linalool	1097	0.979
20	trans-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	1117	0.188
21	a-Campholenal	1123	0.101
22	cis-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	1131	0.084
23	trans-Pinocarveol	1135	0.534
24	cis-Verbenol	1141	0.256
25	Pinocarvone	1159	0.270
26	Terpinene-4-ol	1174	0.640
27	a-Terpineol	1188	1.644
28	Citronellol	1225	0.379
29	Methyl citronellate	1257	0.125
30	Bornyl acetate	1282	0.641
31	Methyl geranate	1321	0.608
32	a-Terpinyl acetate	1347	22.007
33	neo iso-Dihydro carveol acetate	1360	0.391
34	7-epi-Sesquithujene	1387	0.668
35	(E)-Caryophyllene	1419	11.724
36	trans-a-Bergamotene	1433	2.178
37	(Z)-b-Farnesene	1441	4.718
38	a-Humulene	1450	0.671
39	(E)-b-Farnesene	1453	1.322
40	g-Curcumene	1476	0.567
41	b-Selinene	1484	1.137
42	a-Selinene	1490	0.377
43	b-Bisabolene	1505	0.676
44	b-Curcumene	1511	1.065
45	b-Sesquiphellandrene	1520	1.150
46	(E)-Nerolidol	1560	0.223
47	(3Z)-Hexenyl benzoate	1566	0.185
48	Caryophyllene oxide	1578	1.612
49	epi-a-Cadinol	1636	0.668
50	b-Eudesmol	1646	1.649
51	a-Eudesmol	1648	0.382
52	epi-b-Bisabolol	1666	0.357
53	a-Bisabolol	1679	1.244



شکل ۱- طیف آنالیز ترکیبات اسانس برگ بنگرو

 Figure 1- The chromatogram of analysis essential oil leaf *Vitex pseudo negundo*

اسانس درختچه بنگرو (شاهد) ۱۰/۹ عدد در روز بود که نسبت به تیمار ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو (به ترتیب ۱۰/۱ و ۹/۶ عدد در روز) تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳).

اثر سطوح مختلف غلظت اسانس درختچه بنگرو و نوع علف هرز و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد بر سرعت جوانه زنی معنی دار بود (جدول ۱). سرعت جوانه زنی پیرک در تیمار بدون

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات مورد بررسی

Table 2- Analysis of variance (mean square) for studied traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination rate	طول ریشه چه Radicle length	طول ساقه چه Plumule length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص بنیه گیاهچه Seedling vigor index
تکرار Repeatlication	3	69.10 ^{ns}	23.94 ^{**}	1.82 ^{ns}	20.02 [*]	1.10 ^{ns}	4.60 ^{ns}
اسانس Essential oil	4	388.8 ^{**}	13.08 ^{**}	5905.2 ^{**}	5603.6 ^{**}	1.40 ^{ns}	13517 ^{**}
علف هرز Weeds	1	2523.6 ^{**}	96.75 ^{**}	210.7 ^{**}	159.5 ^{**}	38.5 ^{**}	1323.4 ^{**}
اسانس × علف هرز Essential oil × Weeds	4	1261.2 ^{**}	45.2 ^{**}	756.8 ^{**}	712.2 ^{**}	17.5 ^{**}	2199.1 ^{**}
خطا Error	30	43.7	0.91	3.99	6.04	0.66	4.9
ضریب تغییرات C.V (%)	—	9.5	11.93	9.2	12.6	12.3	7.3

*, **, و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار

**, *, and ns is significant at the 5 and 1 percent probability level, respectively and non-significant

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش نوع علف هرز و غلظت اسانس برگ بنگرو بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنبه گیاهچه پنیرک و چاودار

Table 3- The comparison of the mean interactions weeds type and oil concentration leaf *Vitex pseudo negundo* on germination percentage, germination rate, radicle length, plumule length, seedling dry weight and seedling vigor index of *Malva neglecta* and *Secale montanum*

علف‌هرز Weeds	غلظت اسانس (گرم در لیتر) Essential oil concentration (g/l)	جوانه‌زنی (درصد) Germination (percent)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed per day)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling dry weight (mg)	شاخص بنبه گیاهچه Seedling vigor index
پنیرک <i>Malva neglecta</i>	شاهد	87.6 a	10.9 bc	12.6 e	13.7 e	9.4 a	23.1 ef
	Control						
	250	82.7 ab	10.1 cd	11.4 e	12.9 e	8.7 a	20.1 f
	500	81.3 ab	9.6 cd	7.3 f	11.3 ef	6.1 b	15.2 g
	1000	49.6 c	4.4 ef	4.4 fg	10.5 fg	4.0 cd	7.2 h
چاودار <i>Secale montanum</i>	2000	28.3 d	1.6 g	2.2 g	7.2 f	2.9 d	2.5 i
	شاهد	87.6 a	12.9 a	43.6 a	45.2 a	9.2 a	77.8 a
	Control						
	250	83.0 ab	12.1 ab	41.1 a	44.8 ab	8.4 a	71.3 b
	500	76.6 ab	9.1 d	37.3 b	40.6 b	6.7 b	59.7 c
	1000	71.0 b	6.1 e	31.0 c	35.0 c	5.2 bc	44.8 d
	2000	47.3 c	3.3 f	25.3 d	26.6 d	3.7 d	24.7 e

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan test at 5% probability level

همچنین طول ریشه‌چه چاودار در شرایط بدون اسانس درختچه بنگرو (شاهد) با تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو اختلاف معنی‌داری نشان نداد. نتایج بدست آمده دیگر نشان می‌دهد که با افزایش غلظت اسانس درختچه بنگرو، طول ریشه‌چه در پنیرک و چاودار روند کاهشی را نشان داد، به‌طوری‌که کمترین طول ریشه‌چه در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد (جدول ۳).

اثر سطوح مختلف غلظت اسانس درختچه بنگرو و نوع علف‌هرز و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد بر طول ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۲). طول ساقه‌چه پنیرک در تیمار بدون اسانس درختچه بنگرو (شاهد) ۱۳/۷ میلی‌متر بود که نسبت به تیمار ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو (به ترتیب ۱۲/۹ و ۱۱/۳ میلی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). کمترین طول ساقه‌چه پنیرک در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد که با تیمار ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو تفاوت معنی‌داری نشان نداد. نتایج این پژوهش نشان داد که در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر درختچه بنگرو، طول ساقه‌چه چاودار ۴۰/۶ میلی‌متر بود که نسبت به تیمار شاهد (۴۵/۲ میلی‌متر) کاهش معنی‌داری نشان داد. همچنین کمترین طول ساقه‌چه چاودار با میانگین ۲۶/۶ میلی‌متر بود در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو بدست آمد (جدول ۳).

با افزایش غلظت اسانس درختچه بنگرو، سرعت جوانه‌زنی در پنیرک و چاودار روند کاهشی را نشان داد، به‌طوری‌که کمترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که در تیمار ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو، سرعت جوانه‌زنی در پنیرک و چاودار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. همچنین در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو، سرعت جوانه‌زنی در پنیرک ۱/۶ عدد در روز بود که نسبت به چاودار (۳/۳ عدد در روز) کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

اثر سطوح مختلف غلظت اسانس درختچه بنگرو و نوع علف‌هرز و اثر متقابل آن‌ها طول ریشه‌چه را به طور معنی‌داری ($P < 0.01$) تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). بیشترین طول ریشه‌چه پنیرک در شرایط بدون اسانس درختچه بنگرو (شاهد) با میانگین ۱۲/۶ میلی‌متر بود که نسبت به غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس درختچه بنگرو (۱۱/۴ میلی‌متر) اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). از سوی دیگر طول ریشه‌چه در پنیرک در شرایط تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو ۴/۴ میلی‌متر بود که با تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۲/۲ میلی‌متر) اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر

اثر سطوح مختلف غلظت اسانس درختچه بنگرو در سطح احتمال ۵ درصد و نوع علف‌هرز و اثر متقابل غلظت اسانس درختچه بنگرو و نوع علف‌هرز در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک گیاهچه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن خشک گیاهچه پنی‌رک در شرایط بدون اسانس درختچه بنگرو (شاهد) با میانگین ۹/۴ میلی‌گرم و کمترین مقدار این صفت در ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو با میانگین ۲/۹ میلی‌گرم بدست آمد (جدول ۳). همچنین با افزایش غلظت اسانس درختچه بنگرو، سبب کاهش در میانگین وزن خشک گیاهچه پنی‌رک و چاودار شد. نتایج بدست آمده دیگر نشان می‌دهد که وزن خشک گیاهچه پنی‌رک با چاودار در سطوح مختلف با غلظت یکسان اسانس درختچه بنگرو اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳).

اثر سطوح مختلف غلظت اسانس درختچه بنگرو و نوع علف‌هرز و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص بنیه بذر معنی‌دار بود (جدول ۲). شاخص بنیه بذر پنی‌رک و چاودار با افزایش غلظت اسانس روند کاهشی را نشان داد، به‌طوری‌که کمترین شاخص بنیه بذر در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غلظت اسانس درختچه بنگرو بدست آمد (جدول ۳). اما بیشترین شاخص بنیه بذر در تیمار بدون اسانس درختچه بنگرو (شاهد) در پنی‌رک و چاودار به ترتیب با میانگین ۲۳/۱ و ۷۷/۸ بدست آمد (جدول ۳).

به‌طور کلی مکانیزمی که سبب کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تأثیر مواد دگرآسیبی می‌شود به‌طور کامل شناسایی نشده است. مواد دگرآسیب مترشحه از گیاهان در بسیاری فرآیندهای زیستی از جمله توقف جذب مواد غذایی، کاهش تقسیم و بزرگ شدن سلول،

کند کردن فرآیندهای تنفس، فتوسنتز و فعالیت‌های آنزیمی نقش دارند که در نهایت به کاهش رشد گیاهان منجر خواهد شد (۵). کاهش بیشتر طول ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه در این پژوهش ممکن است بیانگر این نکته باشد که ریشه‌چه اولین اندامی است که از بذر خارج می‌شود و در تماس مستقیم با مواد دگرآسیبی می‌باشد و ممکن است بیشتر تحت تأثیر این مواد قرار گیرد. بنابراین از طریق ممانعت از سنتز جیبرلین و ایندول استیک اسید، طولی شدن سلول‌ها به وسیله عوامل دگرآسیبی تحت تأثیر قرار گرفته است (۱۲). نقش مواد دگرآسیب بر روی جوانه‌زنی از طریق اختلال در متابولیسم سلولی و فعالیت آنزیم‌هایی است که روی انتقال ترکیبات ذخیره‌ای در طی جوانه‌زنی اثر می‌گذارد. همچنین نقش دیگر آلوکیمیکال از طریق ایجاد خسارت به اندامک‌ها که در نهایت منجر به کاهش تجمع مواد ذخیره‌ای در گیاهچه‌ها می‌گردد (۴). سوسنو و همکاران (۱۷) در پژوهشی به منظور بررسی اثر دگرآسیبی عصاره برگ *Vitex negundo* بر *Lolium multiflorum* و *Cymbopogon tortilis* اعلام داشتند که عصاره برگ این گیاه دارای ترکیبات بازدارنده‌ای در ارتباط با جوانه‌زنی بذر گیاهان مورد بررسی داشته و جوانه‌زنی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که اسانس درختچه بنگرو دارای توان دگرآسیبی بالایی بر روی گیاهان پنی‌رک و چاودار است و علف‌هرز پنی‌رک حساسیت بیشتری نسبت به اسانس درختچه بنگرو نشان داد. همچنین با افزایش غلظت عصاره‌ها، این شدت بازدارندگی افزایش یافت، به گونه‌ای که در تمامی صفات اندازه‌گیری شده، بیشترین بازدارندگی در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد.

منابع

- Adams R.P. 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography/ mass spectrometry. 4th ed. Allured Publ., Carol Stream, IL.
- Agrawal R.L. 1982. Seed Technology. New Delhi, India, 685 p.
- Asdadi A., Idrissi Hassani L.M., Chebli B., Moutaj R., Gharby S., Harhar H., Salghi R., and Hadek M.E.L. 2014. Chemical composition and antifungal activity of *Vitex agnus-castus* L. seeds oil growing in morocco. Journal of Materials and Environmental Science, 5(3): 823-830.
- Hayat E., Mahe M., Mata M., Mighri Z., Laurent G., and MahJoub A. 2010. Biological activities of *Peganum harmala* leaves. African Journal of Biotechnology, 3: 8199-8205.
- Inderjit W. J., and Duke S.O. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy. Planta, 217(4): 125-132.
- Ishii-Iwamoto E L., Coelho E. M. P., Reis B., Moscheta I. S., and Bonato C.M. 2012. Effect of monoterpenes on physiological processes during seed germination and seedling growth. Current Bioactive Compounds, 8: 50-64.
- Kavitha D., Prabhakaram J., and Arumugam K. 2012. Allelopathic influence of *Vitex negundo* L. on germination and growth of Greengram (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) and Blackgram (*Vigna mungo* (L.) Hepper). International Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine, 2(1): 163-170.
- Khokra S.L., Prakash O., Jain S., Aneja K.R., and Dhingra Y. 2008. Essential oil composition and antibacterial studies of *Vitex negundo* Linn. Extracts. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, 70(4): 522-526.
- Maguire J.D. 1962. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science, 2:176-177.
- Mandal A., Tarai P., Kaushik S., Mahata A., and Chakarborti P. 2013. Allelopathic action of *Rauwolfia tetraphylla*

- L. root extracts on gram (*Cicer arietinum* L.) seeds. Journal of Crop and Weed, 9: 72-75.
- 11- Nichols M. A., and Heydecker W. 1986. Two approaches to the study of germination date. Proc. International. Seed Test, 33:531-540
- 12- Nilda R., and Talbert E. 2000. Differential activity of allelochemical from secale cereale in seedling bioassays. Weed Science, 48(3): 302-310.
- 13- Pakravan M., and Nemati S. 2012. Cladistic analysis of the genus *Malva* L. in Iran based on morphological characters. Journal of Applied Biology, 23: 31-40. (In Persian with English abstract).
- 14- Sangeetha C., and Baskar P. 2015. Allelopathy in weed management: A critical review. African Journal of Agricultural Research, 10(9): 1004-1015.
- 15- Sarikurkcü C., Arisoy K., Tepe B., Cakir A., Abali G., and Mete E. 2009. Studies on the antioxidant activity of essential oil and different solvent extracts of *Vitex agnus castus* L. fruits from Turkey. Food and Chemical Toxicology, 47: 2479-2483.
- 16- Soltani A., Zeinali E., Galeshi S., and Latifi N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Science and Technology, 29: 653- 662.
- 17- Soo Seo B., Phil Mun S., and Hoon Son J. 2001. A study on the effect of allelopathy of *Vitex negundo* var. *incisa* leaves extracts. Korean Journal of Environment and Ecology, 15(2): 173-185.



سنجش دگرآسیبی برخی از گیاهان با استفاده از روش ساندویچ

سمیه امینی^{۱*} - خدایار همتی^۲ - حسن نوروزی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۱

چکیده

امروزه بدلیل ظهور علف‌های هرز مقاوم و ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی، محققین به دنبال کاهش وابستگی کشاورزی به علف‌کش‌ها می‌باشند که یکی از جایگزین‌های مناسب در این زمینه، استفاده از گیاهان آلوپاتی است. هدف از تحقیق حاضر، غربال اولیه گیاهان از نظر ویژگی‌های دگرآسیبی می‌باشد. در این پژوهش، با استفاده از روش ساندویچ ویژگی‌های دگرآسیبی ۵۵ گونه گیاهی (۵۹ نمونه) متعلق به ۲۷ خانواده، مورد بررسی قرار گرفت. روش ساندویچ، از جمله روش‌های جدید زیست‌سنجی گونه‌های گیاهی است که برای ارزیابی فعالیت ترکیبات سمی بقایای گیاهان به کار می‌رود. با این روش می‌توان تعداد زیادی گیاه را در مدت زمانی کوتاه و با حداقل نمونه گیاهی از نظر قابلیت آلوپاتی، ارزیابی کرد. نتایج نشان داد از بین گیاهان مورد بررسی، برگ گیاهان *Mentha spicata*، *Nepeta cataria* و *Nepeta glomerulosa* بیشترین اثر بازدارندگی را بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دانه‌ال کاهو داشتند. همچنین، بقایای برگ گیاه *Leptorhabdos parviflora* و بذر گیاه *Allium oschanini* نیز اثرات دگرآسیبی نسبتاً شدیدی را به صورت بازدارندگی رشد، نشان دادند. از گیاهان معرفی شده در این تحقیق می‌توان در راستای تحقق کشاورزی ارگانیک و تولید علف‌کش‌های با ماده مؤثره طبیعی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آلوپاتی، بازدارندگی رشد، ترکیبات ثانویه، گیاهان دارویی

مقدمه

سمت جایگزین کردن فن آوری‌های کنترل علف هرز مبتنی بر تولیدات طبیعی افزایش یافته است (۱۲). بنابراین درحال حاضر به علف‌کش‌های جدیدی نیاز است که برای محیط زیست بی‌خطر بوده و کارایی بیشتری داشته باشند و با داشتن نحوه عمل جدید بتوانند علف‌های هرز مقاوم را کنترل کنند. در این راستا مطالعه دگرآسیبی گیاهان می‌تواند راهکار مناسبی جهت معرفی این‌گونه علف‌کش‌ها باشد (۱۱).

اخیراً فرضیه دگرآسیبی ثابت کرده است ترکیبات ثانویه در گیاهان، به عنوان یک ابزار دفاعی عمل کرده و گیاهان را در برابر سایر گیاهان و موجودات مهاجم اطراف محافظت می‌کنند و سبب حفظ و بقاء آنها می‌گردند (۱). ترکیبات طبیعی نسبت به ترکیبات مصنوعی، اختصاصی‌تر عمل می‌کنند (۸) این ترکیبات را می‌توان به طور مستقیم به عنوان علف‌کش استفاده کرد و یا اینکه از ساختار آنها برای تولید علف‌کش کمک گرفت (۹). تولیدات طبیعی با منشا گیاهی، از نظر زیستی قابل تجزیه بوده و از نظر ساختاری متنوع و پیچیده می‌باشند. در ساختار این ترکیبات، برخلاف ترکیبات شیمیایی، اتم‌های هالوژنی وجود ندارند (۹). در نتیجه نسبت به علف‌کش‌های مصنوعی موجود، اثرات مخرب کمتری دارند (۱۵). ترکیبات دگرآسیب به علت اینکه منشا طبیعی دارند از نیمه عمر پایینی برخوردار بوده و آلودگی

تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی، سبب ایجاد مشکلاتی در کمیت و کیفیت محصولات می‌گردد (۶). از این رو مدیریت و کنترل علف‌های هرز در تداوم کشاورزی پایدار امری اجتناب‌ناپذیر است. روش‌های گوناگونی برای کنترل علف‌های هرز به کار می‌رود که کنترل شیمیایی از آن جمله می‌باشد. اما این راهکار نه تنها همیشه موفقیت‌آمیز نیست، بلکه کیفیت آب، خاک و سایر اجزا محیط زیست را به مخاطره می‌اندازد (۴). همچنین، استفاده مکرر از علف‌کش‌های شیمیایی منجر به گسترش هر چه بیشتر علف‌های هرز مقاوم می‌شود. اخیراً ۲۹۶ بیوتیپ علف هرز مقاوم به علف‌کش‌ها متعلق به ۱۷۸ گونه توسعه پیدا کرده است (۸) که برای مدیریت آنها نیاز به طراحی و ساخت علف‌کش‌های جدید و کارآمد می‌باشد. به علت نگرانی‌های موجود و افزایش تقاضا برای تولید محصولات ارگانیک، توجه به

۱ و ۲- دانشجوی دکتری گیاهان دارویی و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(*)- نویسنده مسئول: (Email: S.amini@gau.ac.ir)

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند

کمتری در مقایسه با علف‌کش‌های سنتزی ایجاد می‌کنند (۱۷). علاوه بر آن، این ترکیبات دارای نقاط عمل جدیدی می‌باشند که از این ویژگی آنها می‌توان برای ساخت علف‌کش‌های جدید و کنترل علف‌های هرز مقاوم شده به علف‌کش‌ها استفاده کرد (۸) بنابر دلایل ذکر شده، استفاده از ترکیبات دگرآسیب بعنوان علف‌کش‌های طبیعی رهیافت جدیدی بمنظور کاهش اثرات نامطلوب علف‌کش‌های شیمیایی بر محیط زیست و جلوگیری از مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها می‌باشد (۲۳) و در آینده می‌توان با به کارگیری این راهبرد مصرف علف‌کش‌های شیمیایی را در خاک کاهش داده و علف‌کش‌های زیستی را جایگزین آنها نمود (۳).

گیاهان دارویی، به دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه، پتانسیل استفاده در نظام‌های کشاورزی ارگانیک به عنوان آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها را دارا می‌باشند (۱۹) تاکنون تحقیقات گسترده‌ای پیرامون اثر گیاهان دارویی بر ممانعت از رشد علف‌های هرز انجام شده است. همچنین ترکیبات طبیعی متعددی به عنوان ترکیبات آللوپات در گیاهان دارویی شناسایی شده‌اند (۵، ۲، ۱۶ و ۱۹). در تحقیق حاضر نیز برای انتخاب گیاهان، بیشتر بر روی گیاهان دارویی تمرکز شد. در این پژوهش با استفاده از روش ساندویچ، قابلیت دگرآسیبی ۵۵ گونه گیاهی (۵۹ نمونه) متعلق به ۲۷ خانواده بررسی شد. در این روش می‌توان با حداقل نمونه گیاهی تأثیر دگرآسیبی تعداد زیادی گیاه را در مدت زمانی کوتاه ارزیابی نمود. به علت حساسیت بالای بذر کاهو واریته *Lactuca sativa* L. var Great (lake 366) به ترکیبات شیمیایی ویژگی‌های دگرآسیبی گیاهان بر رشد دانهال این رقم از کاهو بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۵ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه کشت بافت گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. برای انجام آزمایش نمونه‌های گیاهی در فصل بهار و تابستان از مناطق مختلف جمع‌آوری و بعد از شناسایی از نظر ویژگی‌های دگرآسیبی مورد بررسی قرار گرفتند.

برای انجام آزمایش از ظروف ۶ خانه‌ای^۱ استفاده شد. خانه‌های این ظروف با شماره از هم تفکیک شده و فاصله از مرکز هر خانه تا مرکز خانه مجاور یکسان (قطر هر خانه ۳/۵ سانتی‌متر) است. نمونه‌های گیاهی بعد از جمع‌آوری در آون با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس استفاده شدند. در یک ردیف از خانه‌ها، ۱۰ میلی‌گرم نمونه گیاهی و در ردیف دیگر، ۵۰ میلی‌گرم قرار داده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر آگار (۰/۵ w/v) با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد

روی نمونه‌ها ریخته شده و بعد از ۴۵ دقیقه که آگار سرد شد و سطح آن سفت گردید، ۵ میلی‌لیتر دیگر آگار روی نمونه‌ها ریخته شد. بدین طریق نمونه‌های گیاهی در بین دو لایه آگار قرار گرفت و مواد مؤثره خود را به درون آگار منتقل کرد. سپس به آرامی و به کمک پنس بذره‌های کاهو به صورت عمودی در آگار فرو برده شد، به صورتی که یک سوم انتهایی بذرها در آگار قرار گرفت. نهایتاً درب ظروف محکم شده و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در درون انکوباتور به مدت ۳ روز در شرایط تاریکی قرار داده شدند. برای تهیه نمونه شاهد از آگار به تنهایی (بدون نمونه گیاهی) استفاده گردید. بعد از سه روز طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد (۱۰).

نتایج اولیه مربوط به درصد بازدارندگی، با استفاده از فرمول‌های تعریف شده در نرم‌افزار Excel بدست آمد. سپس برای مقایسه گونه‌های گیاهی، خوشه‌بندی آنها به روش Average، با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد.

نتایج و بحث

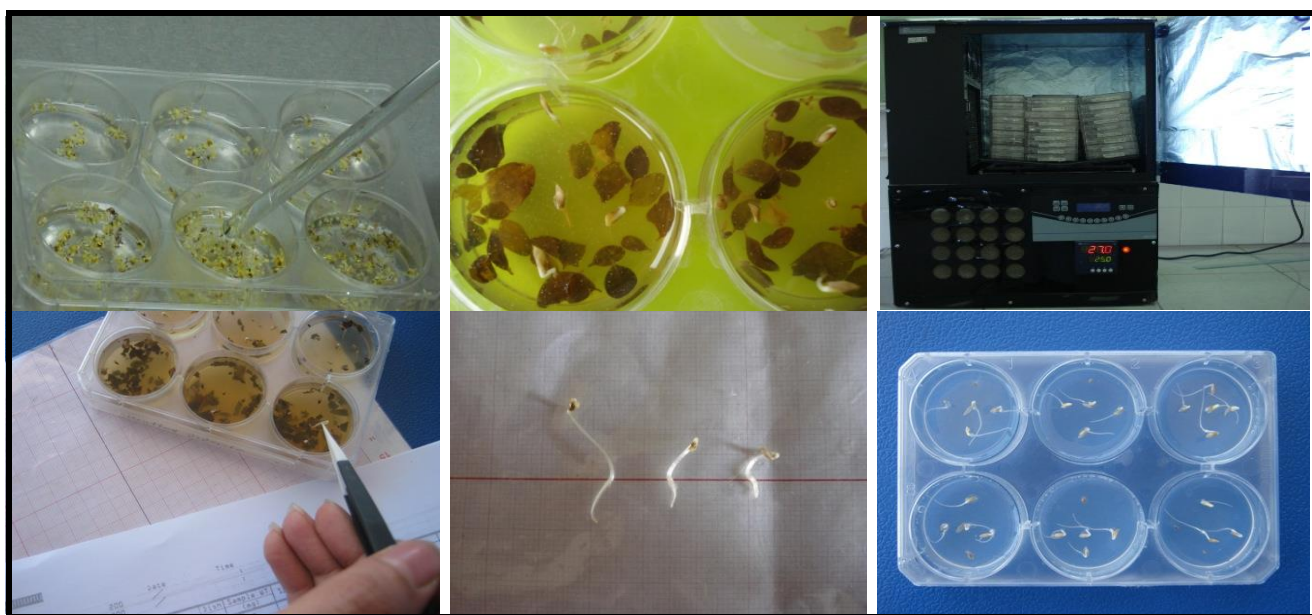
نتایج اولیه (جدول ۱) این تحقیق بیانگر تأثیر دگرآسیبی بخش‌های مورد استفاده گیاهان (برگ، ساقه، بذر، ریزوم، گل) به میزان ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم نمونه گیاهی خشک، بر روی میزان رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه دانهال کاهو بود. اعداد منفی نشان دهنده تحریک‌کنندگی رشد و اعداد مثبت بیانگر بازدارندگی رشد می‌باشد.

در مرحله بعد جهت سهولت مقایسه گیاهان با یکدیگر، تجزیه خوشه‌ای انجام شد. نتایج حاصل از این مرحله تجزیه، در جدول شماره ۲ و همچنین دندروگرام شماره ۱ ارائه گردیده است. در تصویر دندروگرام، محلی که خط افقی روی نمودار، خطوط عمودی را قطع کرده است یک خوشه محسوب می‌شود و گیاهان مشترک با آن نقطه در یک خوشه قرار می‌گیرند که از نظر ویژگی‌های دگرآسیبی به میزان ۹۰ درصد به یکدیگر شبیه می‌باشند. ۵۹ نمونه گیاه مورد بررسی در غلظت‌های ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم با مقایسه رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دانهال کاهو در ۲۲ خوشه متفاوت قرار گرفتند (جدول ۲). نتایج حاصل از خوشه‌بندی نشان داد، گیاهان موجود در خوشه ۹ (شامل ۳ گیاه)، خوشه ۱ (شامل ۲ گیاه)، خوشه ۴ (شامل ۶ گیاه) و خوشه ۵ (شامل ۱۲ گیاه) بالاترین درصد بازدارندگی را داشتند. از بین این ۴ خوشه، خوشه ۹ با سه گیاه *Nepeta*، *Mentha spicata* و *Nepeta glomerulosa* بالاترین اثر بازدارندگی رشد ریشه‌چه (۹۶/۴ درصد) و ساقه‌چه (۹۴/۸ درصد) را نشان دادند. خوشه ۱ شامل بقایای برگ گیاه *Leptorhabdos parviflora* و بذر گیاه *Allium oschanini* بود. در این دو گیاه، میانگین اثر بازدارندگی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دانهال کاهو به ترتیب ۹۱ و ۸۵/۲ درصد بود. گل‌های گیاه *Viola tricolor* که در خوشه ۷ قرار داشت، اثرات

1- Nunc company

Rheum, *Melilotus officinalis*, *Eremurus inderiensis* گل‌های *Haplophyllum perforatum*, *Reseda lutea*, *ribes*, *Lavandula* و *Papaver pavonium*, *Robinia pseudocacia* vera و پوست درخت *Cinnamomum zeylanicum* نیز، بازدارندگی رشد قابل توجهی را نشان دادند. گرچه قدرت بازدارندگی آنها همواره کمتر از خوشه ۱ و ۹ بود.

بازدارندگی شدیدی (۹۰ درصد) بر رشد ریشه‌چه دانه‌ال کاهو داشت، در حالی که اثر بازدارندگی رشد ساقه‌چه در آن قابل توجه نبود. خوشه شماره ۴ شامل برگ‌های گیاهان *Aloe*, *Hyssopus angustifolius*، *Solanum nigrum*, *Datura stramonium*, *barbadensis*، *Lippia citrodora* و گل‌های گیاه *Rosa damascena* بود. همچنین ۱۲ گیاه موجود در خوشه ۵ شامل برگ‌های گیاهان *Marrubium vulgare*, *Citrus aurantium*, *Lavandula vera*



شکل ۱- مراحل انجام روش ساندویچ
Figure 1- Steps of Sandwich Method

خاک مانع از رشد علف‌های هرز شوند (۵). عمده‌ترین ترکیبات موجود در اندام‌ها و اسانس این گیاه، کارون^۲، لیمونن^۳ و ۱ و ۸ سینئول^۴ می‌باشند (۷). در گزارشی اثر آللوپاتی اسانس چندین گیاه دارویی بر جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. از بین گیاهان مورد بررسی، گیاه *Mentha spicata* از جمله گیاهانی بود که بیشترین اثر بازدارندگی رشد را داشت. در مرحله بعد ترکیبات اسانس گیاهانی که بیشترین بازدارندگی را داشتند ارزیابی شد. نتایج نشان داد ترکیباتی همچون تیمول^۵، کارواکرول^۶ و کارون بیشترین بازدارندگی رشد علف‌های هرز را داشتند. این ترکیبات حتی در غلظت‌های بسیار پایین توانستند از رشد علف‌های هرز جلوگیری کنند. گرچه گونه علف هرز در میزان بازدارندگی این ترکیبات بسیار مؤثر بود (۲).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد برگ سه گیاه از خانواده نعنائیان^۱ *Mentha* (*Nepeta glomerulosa* و *Nepeta cataria*, *spicata*) بیشترین بازدارندگی را بر جوانه‌زنی و رشد بذر و دانه‌ال کاهو داشت. به طور میانگین بازدارندگی این سه گیاه بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دانه‌ال کاهو به ترتیب ۴/۹۶ و ۸/۹۴ درصد بود. خانواده نعنائیان دارای ۲۰۰ جنس و ۴۰۰۰ گونه گیاهی است. اکثر جنس‌های این خانواده دارای خواص دارویی و یا کاربرد غذایی می‌باشند. جنس *Mentha* دارای ۳۰ گونه می‌باشد که گونه *Spicata* با نام انگلیسی Spearmint بیشتر در مناطق معتدله، مدیترانه‌ای و نیمه گرمسیری کشت می‌شود (۲۲). این گونه، گیاهی علفی، دائمی، خزنده و ریزوم‌دار است، که از برگ‌های آن به صورت تازه، خشک‌شده و یا از اسانس آن در صنایع غذایی و دارویی و آرایشی استفاده می‌شود (۲۴). قابلیت دگرآسیبی بقایای این گیاه در مزرعه قبلاً به اثبات رسیده است. محققین توانستند با اضافه کردن بقایای این گیاه به

2- Carvone
3- Limonene
4- 1,8 Cineol
5- Thymol
6- Carvacrol

1- Lamiaceae

جدول ۱- اثر دگرآسیبی گیاهان در غلظت‌های ۱۰ و ۵۰ میلی گرم بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دانه‌ها (درصد)

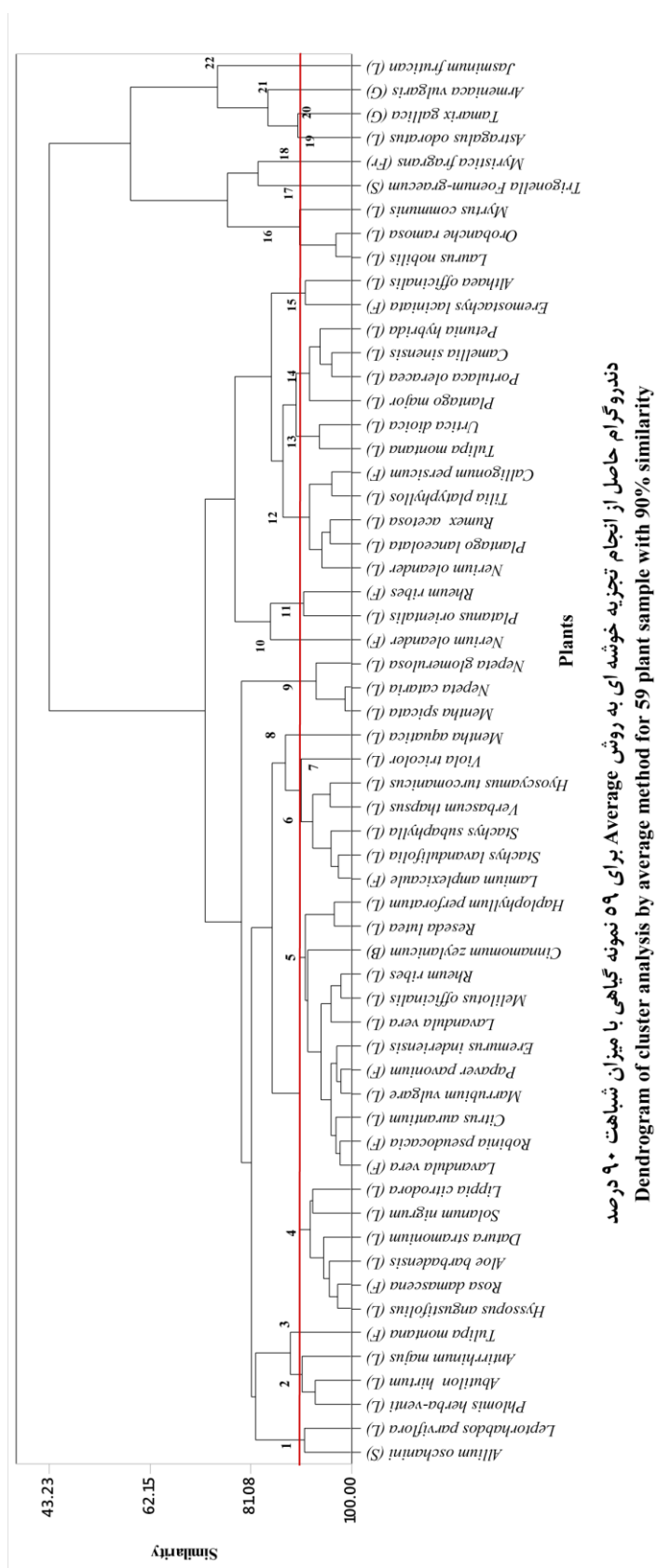
ردیف Row	خانواده Family	نام علمی Scientific name	قسمت استفاده شده Part used	۵۰ میلی گرم (نمونه گیاهی) 50 mg (plant sample)				معیار Criteria (*)
				۱۰ میلی گرم (نمونه گیاهی) 10 mg (plant sample)		۵۰ میلی گرم (نمونه گیاهی) 50 mg (plant sample)		
				ریشه چه Radicle	ساقه چه Hypocotyl	ریشه چه Radicle	ساقه چه Hypocotyl	
1	Amaryllidaceae	<i>Allium oschaninii</i> O.fedtsch	Seed	93.3	86.7	89.0	71.0	**
2	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Flower	55.3	22.0	61.3	27.0	
			Leaf	56.7	43.3	76.3	51.7	
3	Lamiaceae	<i>Eremostachys laciniata</i> (L.) Bunge	Flower	56.3	15.7	88.7	58.0	
		<i>Hyssopus angustifolius</i> M.B.	Leaf	79.0	66.3	90.7	83.0	
		<i>Lamium amplexicaule</i>	Flower	75.0	51.3	91.0	78.7	
		<i>Lavandula vera</i>	Flower	89.7	69.3	97.0	92.0	
		<i>Marrubium vulgare</i> L.	Leaf	83.0	63.3	97.3	95.0	
		<i>Mentha aquatica</i>	Leaf	86.3	73.7	94.7	94.0	
4	Lauraceae	<i>Mentha spicata</i> L.	Leaf	60.0	51.0	94.7	89.0	***
		<i>Nepeta cataria</i>	Leaf	98.0	97.7	99.7	99.7	
		<i>Nepeta glomerulosa</i> Boiss.	Leaf	97.3	97.0	98.7	98.3	
		<i>Phlomis herba-venti</i> L.	Leaf	94.0	89.7	95.7	90.3	
5	Leguminosae	<i>Stachys lavandulifolia</i> Vahl	Leaf	79.0	59.7	88.7	66.3	***
		<i>Stachys subaphylla</i> Rech.f.	Leaf	78.3	49.7	91.3	76.3	
		<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Nees.	Leaf	78.3	56.3	91.7	80.7	
		<i>Laurus nobilis</i> L.	Bark	75.3	62.0	99.0	98.7	
		<i>Astragalus odoratus</i> Lam.	Leaf	34.0	2.0	80.7	57.0	
6	Liliaceae	<i>Robinia pseudocacia</i> L.	Leaf	0.3	-7.7	22.3	1.0	***
		<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Flower	88.0	69.0	93.7	91.0	
		<i>Trigonella Foenum-graecum</i> L.	Leaf	82.7	65.3	96.0	87.7	
7	Malvaceae	<i>Tulipnella Foenum-graecum</i> L.	Seed	12.3	29.0	42.7	37.0	
		<i>Tulipa montana</i> Lindl.	Leaf	72.7	25.0	94.3	79.7	
		<i>Abutilon hirtum</i> (Lam.) Sweet	Flower	79.7	58.7	75.3	46.0	
		<i>Althaea officinalis</i> L.	Leaf	79.7	57.7	77.0	61.7	
		<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Leaf	51.0	12.7	88.3	73.3	
			Leaf	71.7	37.0	87.3	57.3	

ادامه جدول ۱

8	Myristicaceae	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.	Fruit	-2.3	7.0	59.7	48.3
9	Myrtaceae	<i>Myrtus communis</i> L.	Leaf	17.7	3.7	79.7	50.0
10	Oleaceae	<i>Jasminum fruticans</i> L.	Leaf	46.7	6.3	6.3	-23.7
11	Orobanchaceae	<i>Leptorhabdos parviflora</i> (Benth.) <i>Orobanche ramosa</i> L.	Leaf	88.7	83.7	78.7	59.0
12	Papaveraceae	<i>Papaver pavonium</i> C.A. Mey.	Flower	35.0	6.7	78.0	57.0
13	Plantaginaceae	<i>Antirrhinum majus</i> L. <i>Plantago major</i> L.	Leaf	88.0	75.3	97.3	94.7
14	Platanaceae	<i>Platanus lanceolata</i> L. <i>Platanus orientalis</i> L.	Leaf	63.3	58.0	80.0	64.3
15	Polygonaceae	<i>Calligonum persicum</i> <i>Rumex acetosa</i> L.	Leaf	51.7	34.7	88.7	72.0
16	Portulacaceae	<i>Rheum ribes</i> L.	Leaf	61.0	37.7	77.3	57.0
17	Resedaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L. <i>Reseda lutea</i> L.	flower	64.3	39.0	67.0	40.3
18	Rosaceae	<i>Rosa damascena</i>	Leaf	68.3	40.7	86.0	62.0
19	Rutaceae	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam. <i>Citrus aurantium</i> L.	Leaf	65.7	42.7	77.3	60.7
20	Scrophulariaceae	<i>Haplophyllum perforatum</i> <i>Verbascum thapsus</i> L.	Leaf	81.3	62.3	96.3	88.7
21	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L. <i>Petunia hybrida</i> Vilm. <i>Hyoscyamus turcomanicus</i> Pojark. <i>Solanum nigrum</i> L.	Flower	78.3	40.0	75.7	36.0
22	Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i> L.	Leaf	83.0	68.3	92.0	83.0
23	Theaceae	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	Gum	23.3	6.7	31.3	10.0
24	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Leaf	87.0	70.0	96.0	87.0
25	Verbinaceae	<i>Lippia citrodora</i> (Palau) Kunth	Leaf	86.0	80.0	99.0	100.0
26	Violaceae	<i>Viola tricolor</i> L.	Leaf	80.0	44.7	95.0	83.3
27	Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe barbadensis</i> Mill. <i>Eremurus indierensis</i> (steven) Boiss.	Leaf	80.7	68.7	87.3	75.0
			Gum	62.7	43.7	86.3	73.3
			Leaf	77.3	38.3	95.3	85.7
			Leaf	92.0	74.0	94.0	74.0
			Leaf	15.7	-8.7	13.0	-5.7
			Leaf	66.3	34.3	92.7	76.7
			Leaf	67.0	18.7	93.7	72.3
			Leaf	82.7	80.0	89.0	80.7
			Leaf	90.0	46.0	96.0	70.7
			Leaf	85.7	63.0	93.7	80.0
			Leaf	87.7	70.3	98.0	95.7

R* (اثرات بازدارندگی رشد ریشه‌چه)
 (Intense inhibitory effects) **
 (اثرات بازدارندگی شدید)
 (Very Intense inhibitory effects) ***

R*



جدول ۲- نتایج حاصل از خوشه‌بندی گیاهان

Table 2- Results of clustering of plants

۵۰ میلی گرم نمونه گیاهی 50 mg (plant sample)		۱۰ میلی گرم نمونه گیاهی 10 mg (plant sample)		تعداد گیاه در هر خوشه Number of plants per cluster	شماره خوشه Cluster number
درصد بازدارندگی رشد ساقه‌چه Inhibitory Percentage of hypocotyl growth	درصد بازدارندگی رشد ریشه‌چه Inhibitory Percentage of radicle growth	درصد بازدارندگی رشد ساقه‌چه Inhibitory Percentage of hypocotyl growth	درصد بازدارندگی رشد ریشه‌چه Inhibitory Percentage of radicle growth		
65.0	83.58	85.2	91.0	2	1
64.1	81.9	58.4	74.0	3	2
46.0	75.3	58.7	79.7	1	3
79.2	91.1	70.05	83.85	6	4
93.6	96.6	70.3	85.35	12	5
80.9	92.8	48.06	77.7	5	6
70.7	96.0	46.0	90.0	1	7
89.0	94.7	51.0	60.0	1	8
96.1	98.03	94.8	96.4	3	9
27.0	61.3	22.0	55.3	1	10
38.15	71.35	39.5	71.3	2	11
57.74	80.84	40.28	64.54	5	12
76.0	94.0	21.85	69.85	2	13
73.9	88.6	36.75	61.6	4	14
65.65	88.5	14.2	53.6	2	15
54.6	79.4	4.1	28.9	3	16
37.0	42.7	29.0	12.3	1	17
48.3	59.7	7.0	-2.3	1	18
1.0	22.3	-7.7	0.3	1	19
-5.7	13.0	-8.7	15.7	1	20
10.0	31.3	6.7	23.3	1	21
-23.7	6.3	6.3	46.7	1	22

درختچه *Salvia leucophylla* انجام پذیرفت، اثرات آللوپاتی مشاهده شده در این گیاه را به ترکیبات بتا پاین، ۱۸ سینئول و کامفور^۵ نسبت دادند و ترکیب آلفا پاین تأثیری در ایجاد پدیده دگرآسیبی نداشت (۱۶). گرچه در گزارشی دیگر آلفا پاین به وسیله افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن، افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها، تخریب نفوذپذیری غشا و افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و در نتیجه ایجاد آسیب‌های اکسایشی به ریشه گیاهان می‌تواند مانع از رشد ریشه گیاهان شده و اثرات علف‌کشی ایجاد کند (۲۱).

در تحقیق دیگری بقایای برگی گیاه *Nepeta glomerulosa* اثرات دگرآسیبی بسیار شدیدی بر دانه‌های کاهو اعمال کرد. تاکنون گزارشی پیرامون اثرات آللوپاتی این گیاه ارائه نگردیده است. اجزا اصلی اسانس بدست آمده از این گیاه شامل کارواکرول، بتاکاریوفیلین^۶ و جرانیول^۷ می‌باشد (۱۴). بتاکاریوفیلین از جمله ترکیباتی است که می‌تواند مانع از تولید ریشه دانه‌های گیاه شده و با اثرگذاری بر

از دیگر گیاهانی که در این تحقیق اثرات بازدارندگی شدیدی نشان داد *Nepeta cataria* می‌باشد. اصلی‌ترین ترکیبات موجود در اسانس این گیاه شامل نپتالاکتون^۱، آلفا پاین^۲ و بتا پاین^۳ بود. محققین اثرات دگرآسیبی اسانس این گیاه را بر روی جوانه‌زنی و رشد تعدادی علف‌هرز مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که غلظت اسانس، اجزا اسانس و گونه علف‌هرز در ایجاد دگرآسیبی تأثیر بسزایی دارند (۱۹). در تحقیقی که بر روی گیاه *Prangos ferulacea* صورت پذیرفت، اثرات علف‌کشی اسانس بدست آمده از پیکره رویشی این گیاه بر رشد کاهو در دو مرحله رویشی و زایشی بررسی شد. این گیاه در مرحله رویشی سرشار از ترکیب آلفا پاین بوده ولی اثرات علف‌کشی قابل ملاحظه‌ای از خود نشان نداد. در مرحله زایشی اسانس بدست آمده سرشار از آنتول^۴ بود و اثر علف‌کشی بسیار شدیدی اعمال کرد. این تحقیق نشان داد که آلفا پاین نمی‌تواند تأثیر علف‌کشی داشته باشد (۱۸). در تحقیقی دیگر که بر روی

- 1- Nepetalactone
- 2- α-Pinen
- 3- β- Pinen
- 4- Anethol

5- Camphor

6- β-caryophyllene

7- Geraniol

فرآیند فتوسیستم ۲ موجب کلروز در برگ‌های گیاه شود (۲۰). اثرات آللوپاتی مشاهده شده در این گیاه احتمالاً مربوط به وجود بتاکاریوفیلین می‌باشد. محققین اثرات دگرآسیبی گیاه *Haplophyllum perforatum* را با روش دیش^۱ پک مورد ارزیابی قرار دادند. روش دیش پک جهت بررسی گیاهان از نظر ترکیب یا ترکیبات آللوپات فرار، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه با اینکه خاصیت بازدارندگی بر رشد کاهو ایجاد کرد ولی اثر آن شدید گزارش نشد (۱). در حالی که در تحقیق حاضر که با روش ساندویچ اثرات دگرآسیبی این گیاه مورد بررسی قرار گرفت، بقایای برگی این گیاه بازدارندگی نسبتاً شدیدی بر رشد دانهال کاهو ایجاد کردند.

دانهال کاهو اعمال کردند عمدتاً حاوی ترکیباتی چون کارون، لیمونن، ۸۰۱ سینئول، تیمول، آنتول، کامفور، آلفا پاینن، بتا پاینن، نپتا لاکتون، بتا کاریوفیلین و جرانول بودند که اثرات علف‌کشی برخی از این ترکیبات قبلاً نیز گزارش گردیده است (۲، ۷، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱). یافته‌های این تحقیق می‌تواند گام اول در معرفی گیاهانی باشد که قابلیت استفاده جهت تولید علف‌کش‌ها را دارند. هرچند مطالعات بیشتری در زمینه شناسایی ترکیب یا ترکیبات آللوپات موجود در این گیاهان، بررسی کارایی علف‌کشی این ترکیبات و همچنین قابلیت انتخابی عمل نمودن علف‌کش‌های حاصل از این ترکیبات و طیف کنترل علف‌های هرز توسط آن‌ها می‌بایست مورد بررسی و تحقیق قرار گیرد.

نتیجه‌گیری نهایی

گیاهانی که در این تحقیق اثرات دگرآسیبی بسیار شدیدی بر رشد

منابع

- 1- Amini S., Azizi M., Joharchi M.R., Shafei M.N., Moradinezhad F., and Fujii Y. 2014. Determination of allelopathic potential in some medicinal and wild plant species of Iran by dish pack method. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 26(3):189-199.
- 2- Azirak S., and Karaman S. 2007. Allelopathic effect of some essential oils and components on germination of weed species. *Soil and Plant Science*, 58(1): 88-92.
- 3- Bais H.P., Vepachedu R., Gilroy S., Callaway R.M., and Vivanco J.M. 2003. Allelopathy and Exotic Plant Invasion: From Molecules and Genes to Species Interactions. *Science*, 301:1377-1380.
- 4- Bertholdsson N.O., and Tuveesson S. 2005. Possibilities to use marker assisted selection to improve allelopathic activity in cereals. p. 67-71. *Proceedings of the COST SUSVAR/ECO-PB Workshop on Organic Plant Breeding Strategies and the Use of Molecular Markers*. 17-19 Janury, 2005. Driebergen, the Netherlands.
- 5- Chalkos D., Kadoglidou K., Karamanoli K., Fotiou C., Pavlatou-Ve A.S., Eleftherohorinos I.G., Constantinidou H.I.A., and Vokou D. 2010. *Mentha spicata* and *Salvia fruticosa* composts as soil amendments in tomato cultivation. *Plant and Soil*, 332(1):495-509.
- 6- Charudattan R., and Dinooor A. 2000. Biological Control of Weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations. *Crop Protection*, 19:691-695.
- 7- Chauhana R.S., Kaula M.K., Shahia A.K., Kumara A., Rama G., and Tawa A. 2009. Chemical composition of essential oils in *Mentha spicata* L. accession [IIIM (J) 26] from North-West Himalayan region. *Industrial Crops and Products*, 29:654-656.
- 8- Duke S.O., Duyan F.E., and Rimando A.M. 1998. Natural product as tools for weed management. *Japan Weed Science*, 3:1-11.
- 9- Duke S.O., Dayan F.E., Romagni J.G., and Rimando A.M. 2000. Natural products as sources of herbicides: current status and future trends. *Weed Research*, 40:99-111.
- 10- Fujii Y., Parvez S.Sh., Parvez M.M., Ohmae Y., and Iida O. 2003. Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. *Weed Biology and Management*, 3:233-241.
- 11- Hijazi A. 2000. *Allelopathy: Self-Essay and Dexromatism (Interactions of Beings with Each Other)*, Tehran University Institute Press.
- 12- Isik D., Kaya E., Ngouajio M., and Mennan H. 2009. Cover crops for weed management and yield improvement in organic lettuce (*Lactuca sativa*) production. *Phytoparasitica*, 37:193-203.
- 13- Kadioglu I., Yanar Y., and Asav U. 2005. Allelopathic effects of weeds extracts against seed germination of some plants. *Environmental Biology*, 26 (2):169-73.
- 14- Kalantari N., Aberoomand A.P., and Larijani K. 2015. Volatile components of *Perovskia abrotanoides* and *Nepeta glomerulosa* from Iran. *Applied and Basic Sciences*, 9 (10):1686-1690.
- 15- Macias F.A., Molinillo J.M., Varela R.M., and Galindo J.C. 2007. Allelopathy – a natural alternative for weed control –Review. *Pest Management Science*, 63:327-348.

1- Diah-pack method

- 16- Nishida N., Tamotsu S., Nagata N., Saito C., and Sakai A. 2005. Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: Inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. *Chemical Ecology*, 31(5):1187-203.
- 17- Qian H., Xu X., Chen W., Jiang H., Jin Y., Liu W., and Fu Z. 2009. Allelochemical stress causes oxidative damage and inhibition of photosynthesis in *Chlorella vulgaris*. *Chemosphere*, 75:368–375.
- 18- Razavi S.M. 2012. Chemical Composition and Some Allelopathic Aspects of Essential Oils of (*Prangos ferulacea* L.) Lindl at Different Stages of Growth. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14:349-356.
- 19- Saharkhiz M.J., Zadnour P., and Kakouei F. 2016. Essential oil analysis and phytotoxic activity of catnip (*Nepeta cataria* L.). *Essential Oils and Natural Products* 4(1):40-45.
- 20- Sanchez-Munoz B.A., Aguilar M.I., King-Diaz B., Rivero J.F., and Lotina-Hennsen B. 2012. The Sesquiterpenes β -Caryophyllene and Caryophyllene Oxide Isolated from *Senecio salignus* Act as Phytogrowth and Photosynthesis Inhibitors. *Molecules*, 17:1437-1447.
- 21- Singh H.P., Batish D.R., kaur Sh., Arora K., and Kohli R.K. 2006. α -Pinene Inhibits Growth and Induces Oxidative Stress in Roots. *Annals of Botany*, 98:1261–1269.
- 22- Snoussi M., Noumi E., Trabelsi N., Flamini G., Papetti A., and De Feo V. 2015. *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of *Vibrio* spp. *Strains. Molecules*, 20(8):14402-14424.
- 23- Xuan T.D., Elzaawely A.A., Deba F., Fukuta M., and Tawata S. 2006. Mimosine in *Leucaena* as a potent bio-herbicide. *Agronomy for Sustainable Development*, 26:89–97.
- 24- Znini M., Bouklah M., Majidi L., Kharchouf S., Aouniti A., Bouyanzer A., Hammouti B., Costa J., and Al-Deyab S.S. 2011. Chemical Composition and Inhibitory Effect of *Mentha spicata* Essential Oil on the Corrosion of Steel in Molar Hydrochloric Acid. *International Journal of Electrochemical Science*, 6:691 –704.



اثرات آللوپاتیک عصاره آبی سورگوم و تلخه بر رشد گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در گندم، چغندرقد، سلمه‌تره و تاج خروس

اعظم حاتمی همپا^۱ - عبدالله جوانمرد^{۲*} - محمدتقی آل ابراهیم^۳ - امید سفالیان^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱۶

چکیده

امروزه در سیستم کشاورزی پایدار استفاده از توانایی آللوپاتیک گیاهان به عنوان روشی سودمند در مدیریت علف‌های هرز پیشنهاد شده است. در همین راستا، به منظور ارزیابی عکس‌العمل گندم، چغندرقد، سلمه‌تره و تاج‌خروس به اثرات آللوپاتیک عصاره آبی اندام هوایی سورگوم و تلخه، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. تیمارها شامل عصاره آبی اندام هوایی تلخه و سورگوم و غلظت عصاره (شاهد، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی) بودند. نتایج نشان داد وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گندم، وزن تر و خشک ریشه سلمه‌تره تحت تأثیر ترکیب تیماری نوع عصاره با غلظت قرار گرفتند. در حالی که صفات رشدی چغندرقد و تاج‌خروس فقط تحت تأثیر غلظت عصاره واقع شدند. علاوه بر این، کاهش صفات رشدی تاج‌خروس با کاربرد عصاره آبی سورگوم بیشتر از عصاره تلخه بود. در حالی که اثر بازدارندگی عصاره آبی تلخه روی صفات رشدی گندم، چغندرقد و سلمه‌تره بیشتر از عصاره سورگوم بود. همچنین فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز و پلی فنل اکسیداز، غلظت پرولین و میزان قند محلول تحت تأثیر غلظت عصاره آبی سورگوم و تلخه قرار گرفتند، به طوری که با افزایش غلظت عصاره فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت پراکسیداز، کاتالاز، پلی فنل اکسیداز و غلظت پرولین افزایش معنی‌داری پیدا کردند. بر اساس میانگین، کاربرد ۲۰ درصد عصاره آبی تلخه و سورگوم فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و غلظت پرولین گیاهان را به ترتیب ۱۰۰/۸۵، ۶۲/۰۲، ۲۴/۹۴ و ۱۴۳/۶۱ درصد نسبت به شاهد (عدم مصرف عصاره) افزایش داد. براساس کاهش رشد گیاهچه و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که عصاره آبی سورگوم و تلخه می‌توانند به کنترل رشد علف‌های هرز به عنوان علف‌کش زیستی کمک نمایند.

واژه‌های کلیدی: پرولین، علف‌کش زیستی، غلظت عصاره، کاتالاز، کشاورزی پایدار

مقدمه

وجود دارد که رایج‌ترین شیوه، استفاده از علف‌کش‌ها است. آنچه که موجب رواج علف‌کش‌ها شده کارآیی، صرفه‌جویی در وقت، نیروی انسانی و امکان استفاده از سیستم‌های شخم حداقل است، اما اعتماد بیش از حد به این روش، خطرناک بوده است. افزایش مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و مشکلات زیست‌محیطی نظیر آلودگی آب‌های زیرزمینی منجر به اتخاذ راهکارهای مدیریتی جهت کاهش مصرف علف‌کش‌های شیمیایی و تولید علف‌کش‌های جدید بر اساس مواد طبیعی شده است (۲۸). آللوکمیکال‌ها به عنوان متابولیت‌های ثانویه، معمولاً اثرهای سوئی بر گیاهان اطراف خود دارند. آللوکمیکال‌ها به روش‌های مختلفی مانند شستشو از برگ‌ها^۵، ترشح ریشه‌ای^۶، تجزیه توسط ریزجانداران^۷ و تبخیر^۱ از سطح تاج‌پوشش آزاد می‌شوند

کاهش پتانسیل تولید گیاهان زراعی ناشی از رقابت مستقیم و غیرمستقیم علف‌های هرز بسته به شرایط اکولوژیکی در حدود ۹۵-۴۵ درصد می‌باشد، لذا وجود علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی بوده و بدون شک کاهش تولید نتیجه مستقیم رقابت، آللوپاتی و یا فعالیت توأم آن دو با هم می‌باشد (۲۹ و ۳۴). روش‌های متفاوتی برای کنترل علف‌های هرز

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد اکرواکولوژی و دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

(*)- نویسنده مسئول: (Email: a.javanmard@maragheh.ac.ir)

۳- دانشیار گروه علوم علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۴- دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

5- Leaching
6- Exudation
7- Decomposition

(۳۵). این پدیده غالباً بیشتر از رقابت برای نور، آب و مواد غذایی باعث کاهش رشد و نمو گیاهان اطراف می‌شود (۳۰). همچنین آللوکیمیکال‌ها دارای اثرات عمدتاً منفی بر روی گیاهان شامل تأخیر و یا مهار جوانه‌زنی، کاهش تراکم بوته، کاهش توان گیاهچه، کاهش پنجه‌زنی، کلروزه شدن، پژمردگی و افزایش ابتلا به بیماری‌ها می‌باشد، این رویکرد می‌تواند عاملی برای حفاظت از محیط زیست و توسعه کشاورزی باشد (۳۸). متابولیت‌های ثانویه گیاهی به عنوان مواد آلوشیمیایی، تنها بر یک عمل فیزیولوژیک مؤثر نبوده، بلکه بر جنبه‌های متعددی از جمله میزان رنگدانه‌ها و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت اثر دارند و حتی تغییر ژنتیکی در گیاهان می‌تواند تحت تأثیر این مواد قرار گیرد (۲۹). ترکیبات دگرآسیب سبب تغییر در مسیر بیان ژن‌ها، بازدارندگی جوانه‌زنی، تقسیم میتوز و فتوسنتز در گیاهان اطراف خواهند شد. همچنین این ترکیبات با اختلال در فعالیت آنزیم‌های حیاتی گیاهان نظیر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، آلفا آمیلاز و ساکارز سنتتاز موجب آسیب‌پذیری سایر گیاهان می‌شوند (۱۸). آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله آنزیم‌هایی است که از سلول‌ها در برابر پراکسید هیدروژن محافظت می‌کنند و برای برخی از سلول‌ها حتی در شرایط طبیعی ضروری است. کاتالاز نقش مهمی در کسب مقاومت در برابر تنش اکسایشی در واکنش‌های تطبیقی سلول‌ها بازی می‌کند و پراکسیداز در گیاهان دارای نقش‌های چندگانه‌ی فیزیولوژیک و بیوشیمیایی است و در ایجاد پیوند با مولکول‌های دیواره‌ی سلولی، اکسایش اکسین، تولید لیگنین و پاسخ به تنش‌های زنده و غیرزنده دخالت دارد (۳۱). اوراسز و همکاران (۲۷) نتیجه گرفتند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پراکسیداز و کاتالاز تحت تأثیر ترکیبات دگرآسیب آفتابگردان در گیاهچه خردل وحشی کاهش یافت که منجر به عدم توانایی گیاهچه در دفع رادیکال‌های آزاد اکسیژن و در نتیجه تخریب غشای سلولی شد.

عملکرد آللوکیمیکال‌ها به دو صورت می‌باشد: بعضی با تحریک فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده رادیکال‌های آزاد از افزایش صدمات جلوگیری می‌کنند و بعضی دیگر با مهار مستقیم آنزیم‌ها سبب آسیب شدید سلول‌های گیاهی می‌شوند. اهرابی و انتشاری (۱) مشاهده کردند کومارین به‌عنوان یک ماده دگرآسیب باعث کاهش جوانه‌زنی، میزان کلروفیل و رشد گیاهچه‌های کلزا شد. درحالی‌که میزان آنتی‌اکسیدان‌هایی با وزن مولکولی کم نظیر آنتوسیانین و کاروتنوئیدها افزایش معنی‌داری پیدا کردند. همچنین کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز در حضور غلظت‌های کومارین از نظر آماری معنی‌دار نبود. فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز به عنوان یک آنزیم آنتی‌اکسیدان با افزایش غلظت این ترکیب فنلی افزایش نشان داد. نیاکان و همکاران (۲۶) مشاهده کردند فعالیت آنزیم‌های نیترات‌ردوکتاز، کاتالاز و پراکسیداز

در ریشه و اندام هوایی سویا تحت تأثیر عصاره آبی کلزا به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. ولی در گندم تنها از فعالیت آنزیم پراکسیداز کاسته شد و آنزیم کاتالاز با کاربرد عصاره کلزا روند افزایشی پیدا کرد. همچنین آللوکیمیکال‌ها به عنوان بازدارنده فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز، سلولاز، پلی‌گالاکتوروناز، آمیلاز و تعدادی آنزیم‌های دیگر می‌باشند. گزارش شده است که گونه‌های براسیکا محتوی یک نوع آللوکیمیکال ویژه به‌نام گلوکوزینولات هستند که پس از هیدرولیز توسط آنزیم میروزیناز به ترکیبات بازدارنده مانند ایزوتیوسیانات، تیوسیانات و نیتریل تبدیل می‌شوند (۱۳).

سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) به‌عنوان پنجمین غله در رژیم غذایی به‌عنوان تولیدکننده مواد آللوپتیک جهت کنترل علف‌های هرز استفاده می‌شود. سورگوم دارای ۹ ترکیب آللوکیمیکالی همچون اسید فرولیک، کافیک اسید، گالیک اسید، فسفو کوماریک اسید، ام کوماریک اسید، کلروژنیک اسید، وانیلیک اسید، فنولیک و هیدروکسی بنزوئیک اسید است که جوانه‌زنی، سبز شدن، تراکم و بیوماس علف‌های هرز همچون تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، ترشک (*Rumex dentatus* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و خونی‌واش (*Phalaris minor* Retz.) را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (۴). سورگولون موجود در سورگوم به‌عنوان بازدارنده فتوسنتز از طریق توقف چرخه انتقال الکترون عمل کرده و نقش بازدارندگی آن در فتوسیستم II بیشتر از علف‌کش آترازین می‌باشد (۴). کاربرد ۵ درصد محلول سورگاب ۳۰ روز بعد از کاشت گندم، عملکرد گندم را ۱۴ درصد افزایش و بیوماس علف‌های هرز را ۴۰-۲۰ درصد کاهش داد (۱۵). همچنین محلول‌پاشی سورگاب بطور قابل توجهی باعث کاهش ۳۹-۲۲ درصدی جمعیت سلمه تره، پیچک، خونی‌واش، جو دوسر و ترشک نسبت به تیمار شاهد گردید (۱۴). وستون و همکاران (۳۷) مشاهده کردند که بقایای سورگوم دارای اثرات آللوپاتی قوی در مهار علف‌های هرز در سیستم‌های تک کشتی و یا چندکشتی می‌باشد.

تلخه با نام علمی *Acroptilon repens* L. گیاه چندساله علفی متعلق به خانواده آستراسه و بومی آسیا از جمله ایران می‌باشد. توان رقابتی بالای تلخه به‌دلیل داشتن ریزوم، ترکیبات آللوپتیک و سازگاری وسیع اکولوژیکی، این گیاه را به عنوان یک علف هرز مهاجم در جهان معرفی کرده است. تلخه دارای ترکیباتی همچون فلاونوئید و ۷-۸ بنزوفلاوین است که در غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰ میکروگرم در لیتر اثر بازدارندگی بر گیاهان، باکتری‌ها و پستانداران دارند (۲ و ۳۰).

جستجو و توسعه برای علف‌کش‌های جدید، جداسازی، شناسایی و سنتز ترکیبات جدید از گیاهان دارای توان آللوپاتی سطح دیگری از تحقیقات می‌باشد که با شناسایی توان آللوپاتیک گیاهان آغاز می‌شود. از پتانسیل آللوپاتی گیاهان در تحقیقات برای یافتن علف‌کش‌های

گیاهچه‌ها، به مدت ۱۴ روز گلدان‌ها به مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از سطوح عصاره آبی تلخه و سورگوم محلول‌پاشی شدند. ۱۰ روز بعد از محلول‌پاشی، نمونه‌برداری از برگ‌های توسعه یافته برای سنجش آنزیم‌های پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز، کاتالاز، قند و پرولین صورت گرفت. بعد از جدا کردن ریشه‌ها از اندام هوایی، ۵ نمونه به صورت تصادفی انتخاب و طول ریشه، طول اندام هوایی، مجموع طول ریشه و اندام هوایی، وزن تر ریشه و اندام هوایی اندازه‌گیری شد. سپس جهت تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آونی با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد (۳۴).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از روش کار و میشر (۲۲) اندازه‌گیری شد، به این ترتیب که ۶۰ میکرولیتر از عصاره پروتئینی را در ۲/۵ میلی‌لیتر بافر تریس ۵۰ میلی‌مولار با pH=۷ و ۰/۳ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۵ میلی‌مولار در حمام یخ اضافه نموده و منحنی تغییرات جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر قرائت شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز به روش کار و میشر (۲۲) انجام شد به طوری که ۵۰ میکرولیتر عصاره پروتئینی را در ۲/۵ میلی‌لیتر بافر استخراج که شامل بافر تریس ۱۰۰ میلی‌مولار و آب اکسیژنه ۵ میلی‌مولار و پیروگال ۱۰ میلی‌مولار بود در حمام یخ افزوده و منحنی جذب تغییرات در طول موج ۴۲۵ نانومتر قرائت شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز

فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز نیز به روش کار و میشر (۲۲) اندازه‌گیری شد، به این ترتیب که ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره پروتئینی را در ۱/۵ میلی‌لیتر تریس ۰/۲ مولار و ۰/۳ میلی‌لیتر پیروگال ۰/۲ میلی‌مولار حل نموده و سپس ترکیب حاصله را در حمام بن‌ماری با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه قرار داده و سپس میزان جذب در طول موج ۴۲۰ نانومتر یادداشت شد.

اندازه‌گیری پرولین

اندازه‌گیری پرولین از جوانترین برگ‌ها با استفاده از روش باتس و همکاران (۸) انجام گرفت. به این صورت که مقدار ۰/۱ گرم بافت برگ در دو میلی‌لیتر سولفوسالسیلیک اسید ۳/۳ درصد سائیده شده و با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس در لوله جداگانه دیگری، به ۲ میلی‌لیتر از عصاره حاصل، ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و دو میلی‌لیتر اسیداسیتیک گلاسیال خالص اضافه شده و لوله‌ها به مدت یک ساعت

طبیعی می‌توان استفاده نمود، بطوری که این ترکیبات اختصاصی‌تر عمل کرده و نسبت به علف‌کش‌های مصنوعی موجود، عوارض نامناسب زیست محیطی کمتری خواهند داشت. همچنین کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز روشی است که ضمن رعایت اصول اکولوژیکی می‌تواند تراکم علف‌های هرز را زیر سطح خسارت اقتصادی نگه دارد (۲۹ و ۳۴). تقریباً همه گزارشات بر اثرات آللوپاتی روی پارامترهای جوانه‌زنی متمرکز شده است. در حالی که، چندین مطالعه نشان داده است جهت ارزیابی اثرات آللوپاتی، صفات رشدی در مرحله گیاهچه‌ای حساس‌تر از شاخص‌های جوانه‌زنی و در نتیجه پارامترهای مناسب‌تری جهت سنجش درجه سمی بودن مواد آللوکمیkal می‌باشد (۲۸). مهدوی کیا و همکاران (۲۵) بیان کردند رشد ریشه و ساقه حساس‌تر از مرحله جوانه‌زنی به عصاره آبی حاصل از گیاهان دارای توانایی آللوپاتیک می‌باشند و اظهار داشتند که حتی اگر گیاه در حضور عصاره آبی توانایی جوانه‌زنی داشته باشد در مراحل بعدی، رشد گیاهچه آن دچار مشکل خواهد شد. در همین راستا پژوهشی با هدف بررسی پتانسیل آللوپاتیک عصاره آبی بخش هوایی گیاه زراعی سورگوم و علف‌هرز تلخه به عنوان علف‌کش طبیعی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گندم، چغندرقد، سلمه‌تره و تاج‌خروس در مرحله گیاهچه‌ای اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل ۲ فاکتوره در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. در این آزمایش اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و تلخه (*Acroptilon repens*) به عنوان ماده دگرآسیب در چهار سطح صفر (آب مقطر)، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد روی دو گیاه زراعی چغندرقد (*Beta vulgaris* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) و دو علف‌هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) مورد بررسی قرار گرفتند. برای تهیه عصاره، اندام‌های هوایی تلخه و سورگوم از مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه جمع‌آوری و در سایه نگهداری شدند تا کاملاً خشک شوند. پودر نمونه‌های خشک شده به مقدار صفر (شاهد)، ۵۰ گرم (۵ درصد)، ۱۰۰ گرم (۱۰ درصد) و ۲۰۰ گرم (۲۰ درصد) بصورت جداگانه در یک لیتر آب مقطر حل و به مدت ۴۸ ساعت بر روی شیکر قرار داده سپس بوسیله کاغذ واتمن صاف و در دمای ۵- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۱۵). آزمایش‌های گلخانه‌ای در گلدان‌های یک بار مصرف به قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر حاوی خاک مزرعه انجام شد. ابتدا بذرهایی چغندرقد، گندم، تاج‌خروس و سلمه‌تره جوانه‌دار شده و از هر کدام ۲۵ جوانه به گلدان‌ها انتقال داده شد. بعد از ۲۰ روز آبیاری با آب و رشد

در بن ماری قرار گرفت. پس از اضافه کردن چهار میلی لیتر تولوئن به هر کدام از لوله‌ها، به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه ورتکس گردید. پس از تشکیل دو فاز جداگانه، فاز بالایی رنگی، با دقت جدا و مقدار جذب در دستگاه اسپکتروفتومتری با طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد.

اندازه‌گیری مقدار قند محلول

برای اندازه‌گیری قند محلول طبق روش آریگون و همکاران (۲۳)، ابتدا عصاره الکلی از برگ‌ها تهیه شد. بدین صورت، ابتدا ۵/۰ گرم از بافت برگ در هاون چینی کاملاً هموژن گردید. سپس ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه و به لوله آزمایش درب‌دار منتقل شده و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شد. مایع رویی جدا و به لوله دیگری منتقل شده و سپس دو بار و در هر بار پنج میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد به بخش جامد باقی‌مانده اضافه و کاملاً شستشو گردید و بخش مایع رویی به لوله آزمایش منتقل شده و در نهایت ۱۵ میلی لیتر از عصاره به دست آمد. عصاره‌ی حاصل، به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. بعد از جداسازی روشناور، ۱/۰ میلی لیتر از عصاره‌ی الکلی انتخاب و داخل لوله‌های آزمایشی ریخته شد. سپس سه میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده به آن اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. پس از خنک شدن نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت بعد از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه داده‌ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها هم با استفاده از Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک اندام هوایی و وزن تر و خشک ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات رشدی گندم (جدول ۱) نشان داد که وزن تر و خشک اندام هوایی آن تحت تأثیر معنی‌دار غلظت و ترکیب تیماری عصاره با غلظت قرار گرفت. همچنین وزن تر و خشک ریشه گندم تحت تأثیر معنی‌دار نوع عصاره، غلظت و ترکیب تیماری عصاره با غلظت واقع شد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) حاکی از آن است که با افزایش غلظت عصاره سورگوم و تلخه، وزن تر و خشک اندام هوایی و وزن تر و خشک ریشه گندم کاهش معنی‌داری پیدا می‌کنند. کمترین وزن تر و خشک اندام هوایی گندم در غلظت ۲۰ درصد سورگوم و بعد از آن در غلظت ۲۰ درصد تلخه مشاهده شد، به‌طوری‌که وزن تر و خشک اندام هوایی گندم در غلظت ۲۰ درصد سورگوم نسبت به شاهد به‌ترتیب ۶۲/۵ و ۶۲/۴۷ درصد کاهش داشتند. بررسی رابطه رگرسیونی (شکل‌های ۱- الف و ۱- ب) نشان می‌دهد میزان این دو صفت گیاهچه گندم همزمان با افزایش غلظت عصاره آبی سورگوم و تلخه به صورت خطی کاهش یافته و در بالاترین غلظت به حداقل ممکن رسیدند. همچنین کمترین وزن تر و خشک ریشه گندم به غلظت ۲۰ درصد تلخه و بعد از آن به غلظت ۲۰ درصد سورگوم تعلق داشت (جدول ۲). بررسی روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره و وزن تر و خشک ریشه (شکل‌های ۱- ج و ۱- د) این موضوع را تأیید می‌کنند که با کاربرد عصاره تلخه و همزمان با غلیظ‌تر شدن آن، وزن تر و خشک ریشه گندم کاهش شدیدتری پیدا کردند.

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی گندم تحت تأثیر عصاره آبی سورگوم و تلخه

Table 1- Analysis of variance of wheat growth indices as influenced by sorghum and knapweed aqueous extract

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
عصاره Extract	1	0.0009 ^{ns}	0.00011 ^{ns}	2.84*	0.044*
غلظت Concentration	3	23.47**	0.28**	21.45**	0.33**
عصاره*غلظت Concentration* Extract	3	1.05**	0.013**	8.81**	0.137**
خطا Error	16	0.16	0.0019	0.15	0.002
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		6.48	6.48	5.99	5.99

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

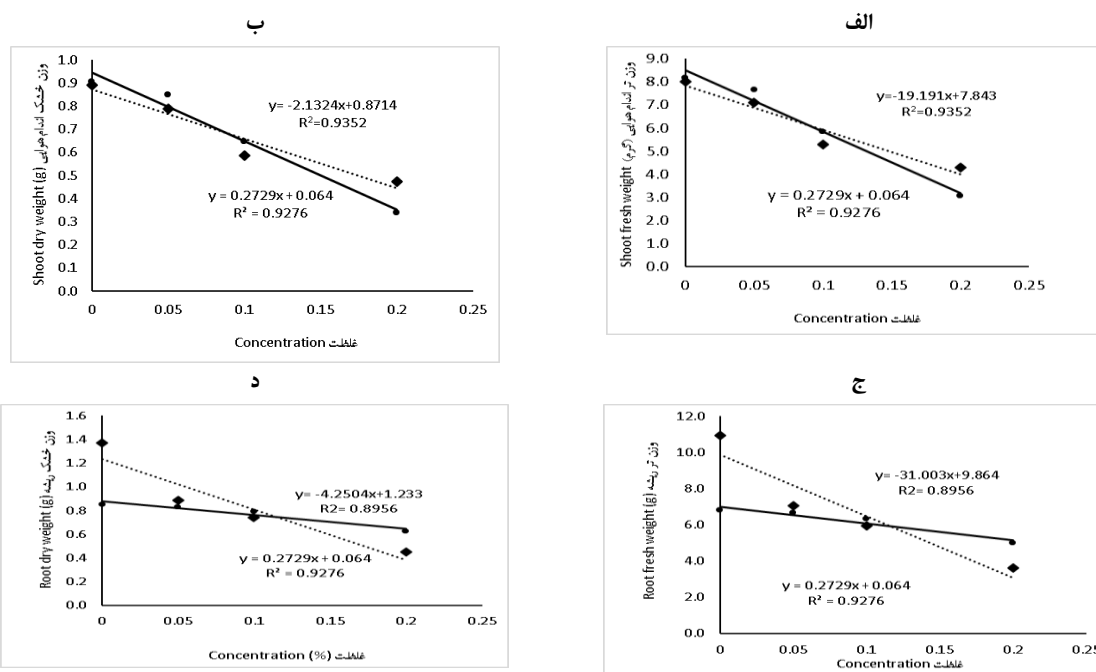
^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- میانگین شاخص‌های رشدی گندم (گرم) تحت تأثیر ترکیب تیماری نوع عصاره با غلظت

Table 2- Mean of wheat growth indices (g) as influenced by treatment combination of extract and concentration

عصاره Extract	غلظت Concentration	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weigh
سورگوم Sorghum	0	8.16 ^a	0.906 ^a	10.6 ^a	1.22 ^a
	5%	7.64 ^{ab}	0.84 ^{ab}	6.65 ^{bc}	0.83 ^{bc}
	10%	5.84 ^c	0.64 ^c	6.35 ^{cd}	0.79 ^{cd}
	20%	3.06 ^e	0.34 ^e	5 ^e	0.62 ^e
تلخه Russian Knapweed	0	8.01 ^a	0.89 ^a	10.95 ^a	1.36 ^a
	5%	7.09 ^b	0.78 ^b	7.065 ^b	0.88 ^b
	10%	5.28 ^c	0.58 ^c	5.94 ^d	0.74 ^d
	20%	4.27 ^d	0.47 ^d	3.6 ^f	0.45 ^f

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است
Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column



شکل ۱- روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره با وزن تر اندام هوایی (الف)، وزن خشک اندام هوایی (ب)، وزن تر ریشه (ج) و وزن خشک ریشه (د) گندم. سورگوم (●)، تلخه (■)

Figure 1- Linear regression relationships between concentration with shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, root dry weight of wheat. Sorghum (●), Russian Knapweed (■)

مقادیر صفات رشدی چغندر قند کاهش شدیدتری یافتند. تجزیه واریانس صفات تاج‌خروس (جدول ۵) نشان داد که صفات رشدی آن فقط تحت تأثیر معنی‌دار غلظت عصاره واقع شدند. کمترین وزن تر و خشک اندام هوایی گیاهچه تاج‌خروس در غلظت ۲۰ درصد عصاره بدون تفاوت معنی‌دار با غلظت ۱۰ درصد مشاهده شد. همچنین کمترین وزن تر و خشک ریشه تاج‌خروس به غلظت ۲۰ درصد عصاره آبی سورگوم و تلخه تعلق داشت و بعد از آن به غلظت

وزن تر و خشک ریشه و وزن تر و خشک اندام هوایی چغندر قند فقط تحت تأثیر معنی‌دار غلظت عصاره قرار گرفتند (جدول ۳). مقایسه میانگین صفات رشدی گیاهچه چغندر قند (جدول ۴) نشان داد که کمترین مقادیر صفات مورد مطالعه در غلظت‌های ۲۰ و ۱۰ درصد عصاره آبی سورگوم و تلخه مشاهده شد. با توجه به شکل‌های ۲-الف، ۲-ب، ۲-ج و ۲-د، اثر عصاره آبی تلخه بیشتر از عصاره آبی سورگوم بوده است، به‌طوری‌که با افزایش غلظت عصاره آبی تلخه،

۱۰ درصد عصاره مربوط بود (جدول ۶). بررسی روابط رگرسیونی بازنندگی عصاره آبی سورگوم روی صفات رشدی تاج خروس بیشتر خطی (شکل‌های ۳-الف، ۳-ب، ۳-ج و ۳-د) نشان داد که اثر از عصاره تلخه بوده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی چغندر قند تحت تأثیر عصاره آبی سورگوم و تلخه

Table 3- Analasis of variance of sugar beet growth indices as influenced by sorghum and knapweed extract

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares			
		وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
عصاره Extract	1	0.809 ^{ns}	0.00002 ^{ns}	0.0024 ^{ns}	0.00004 ^{ns}
غلظت Concentration	3	6.41 ^{**}	0.0782 ^{**}	0.67 ^{**}	0.0137 ^{**}
عصاره*غلظت Concentration* Extract	3	0.0082 ^{ns}	0.00008 ^{ns}	0.026 ^{ns}	0.00049 ^{ns}
خطا Error	16	0.22	0.0028	0.023	0.00049
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		7.26	7.37	11.97	12.12

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- میانگین شاخص‌های رشدی چغندر قند (گرم) تحت تأثیر غلظت عصاره

Table 4- Mean of sugar beet growth indices (g) as influenced by concentration of extract

غلظت Concentration	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
0	7.68 ^a	0.85 ^a	1.72 ^a	0.244 ^a
5%	7.11 ^a	0.78 ^b	1.38 ^b	0.195 ^b
10%	5.87 ^b	0.65 ^c	1.12 ^c	0.159 ^c
20%	5.48 ^b	0.607 ^c	0.94 ^c	0.133 ^c

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است

Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی تاج خروس تحت تأثیر عصاره آبی سورگوم و تلخه

Table 5- Analasis of variance of redroot pigweed growth indices as influenced by sorghum and knapweed extract

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares			
		وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
عصاره Extract	1	0.89 ^{ns}	0.011 ^{ns}	0.0013 ^{ns}	0.000037 ^{ns}
غلظت Concentration	3	2.62 [*]	0.032 [*]	0.17 ^{**}	0.0049 ^{**}
عصاره*غلظت Concentration* Extract	3	0.049 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.0033 ^{ns}	0.00009 ^{ns}
خطا Error	16	0.351	0.0043	0.0023	0.000064
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		13.8	13.8	4.39	4.39

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

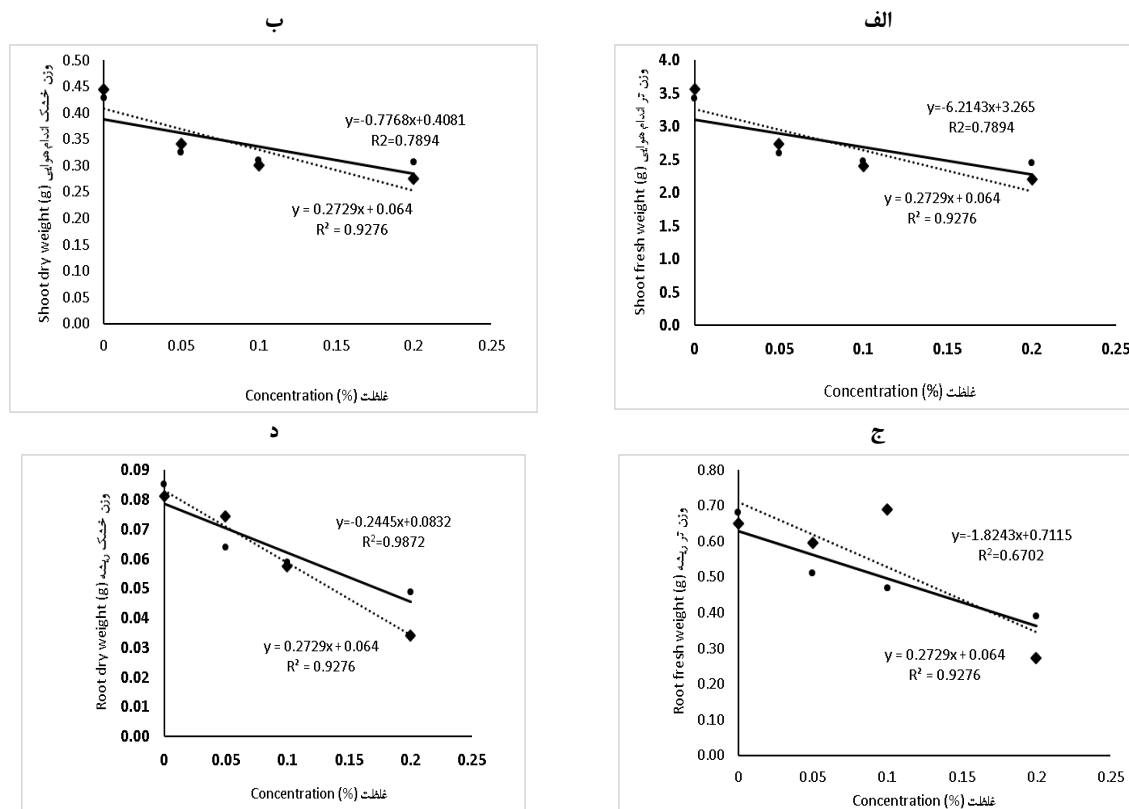
^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

آن علاوه بر اثر عصاره و غلظت تحت تأثیر ترکیب تیماری نوع عصاره با غلظت هم واقع شدند (جدول ۷). با توجه به شکل‌های ۴-

وزن تر و خشک اندام هوایی سلمه‌تره فقط تحت تأثیر اثرات اصلی نوع عصاره و غلظت قرار گرفتند. ولی وزن تر و خشک ریشه

درصد کاهش یافتند. همچنین با توجه به این که کمترین وزن تر و خشک ریشه سلمه‌تره در غلظت ۲۰ درصد عصاره آبی تلخه و ۲۰ درصد عصاره سورگوم بدون تفاوت معنی‌دار با غلظت‌های ۱۰ و ۵ درصد عصاره تلخه مشاهده شد (جدول ۹)، می‌توان بیان کرد که اثر بازدارندگی عصاره تلخه بیشتر از عصاره سورگوم بوده است. روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره و وزن تر و خشک ریشه (شکل‌های ۴- و ۴-ه) این مطلب را تأیید می‌کند.

الف و ۴- ب و ۴- ج و ۴- د، اثر بازدارندگی عصاره آبی تلخه روی وزن تر و خشک اندام هوایی بیشتر از عصاره سورگوم بوده است و با افزایش غلظت عصاره اثر بازدارندگی هر دو عصاره به ویژه عصاره تلخه بیشتر شده است. طبق مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸)، کمترین وزن تر و خشک اندام هوایی سلمه‌تره به غلظت ۲۰ درصد عصاره آبی سورگوم و تلخه تعلق داشت. به‌طوری‌که در غلظت ۲۰ درصد عصاره، وزن تر و خشک اندام هوایی سلمه‌تره به‌ترتیب ۲۷/۱۶ و ۲۶/۹۵



شکل ۲- روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره و وزن تر اندام هوایی (الف)، وزن خشک اندام هوایی (ب)، وزن تر ریشه (ج) و وزن خشک ریشه (د) چغندر قند. سورگوم (●)، تلخه (■)

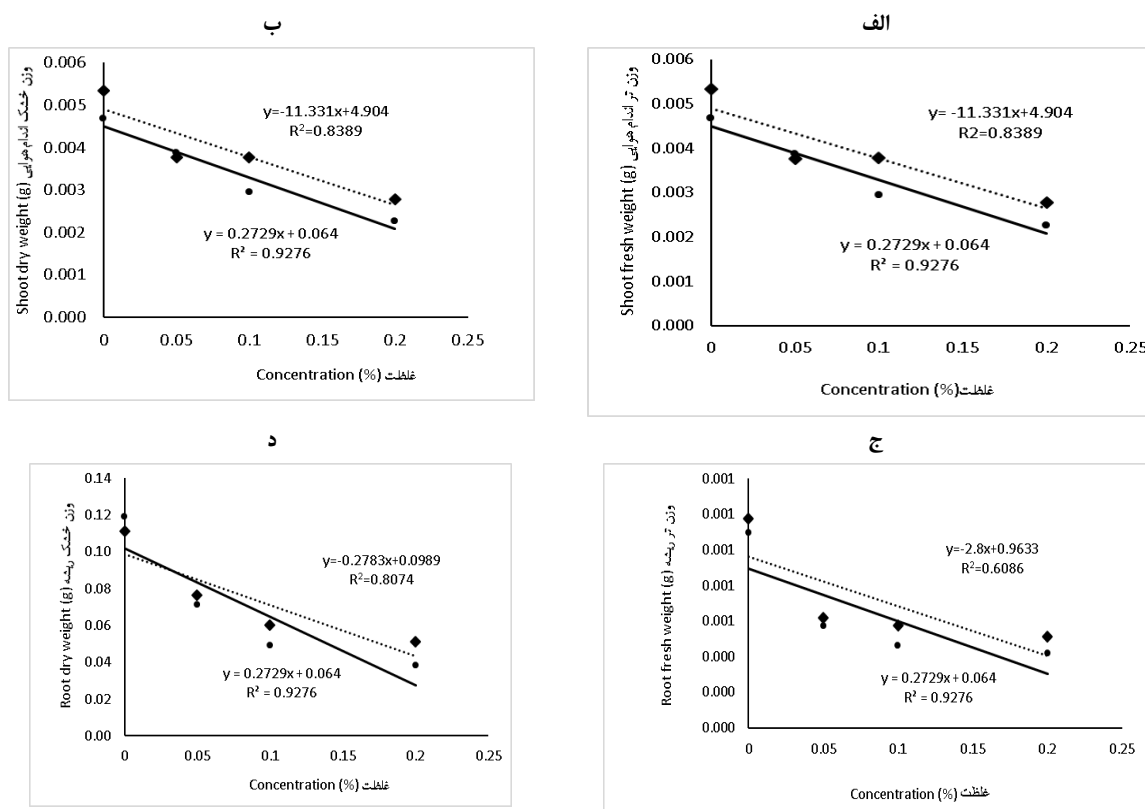
Figure 2- Linear regression relationships between concentration with shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, root dry weight of sugar beet. Sorghum (●), Russian Knapweed (■)

جدول ۶- میانگین شاخص‌های رشدی تاج خروس (گرم) تحت تأثیر غلظت عصاره

Table 6- Mean of redroot pigweed growth indices (g) as influenced by concentration of extract

غلظت Concentration	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
0	5.07 ^a	0.563 ^a	1.31 ^a	0.218 ^a
5%	4.53 ^{ab}	0.504 ^{ab}	1.15 ^b	0.191 ^b
10%	4.04 ^{bc}	0.448 ^{bc}	1.007 ^c	0.167 ^c
20%	3.53 ^c	0.392 ^c	0.917 ^d	0.152 ^d

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است
Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column



شکل ۳- روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره و وزن تر اندام هوایی (الف)، وزن خشک اندام هوایی (ب)، وزن تر ریشه (ج) و وزن خشک ریشه (د) تاج خروس. سورگوم (●)، تلخه (■)

Figure 3- Linear regression relationships between concentration with shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, root dry weight of redroot pigweed. Sorghum (●), Russian Knapweed (■)

عدم رشد ریشه‌های اولیه و برگ‌های لپه‌ای پیدا می‌کنند. همچنین به دلیل نبود مواد مترشح از کلاهک ریشه و در نتیجه کمی لعاب نوک ریشه، مواد آلوکمیkal به راحتی به دیواره‌های سلولی نفوذ می‌کنند. مواد آلوکمیkal علاوه بر اینکه مانع جذب یون می‌شوند، به طور معنی‌داری تراوش یون از ریشه را افزایش داده، که این بر اختلال در عملکرد غشای سلولی سلول‌های ریشه دلالت دارد (۲۸). علاوه بر این، آلوکمیkal‌ها می‌توانند از طریق واکنش مستقیم با جزء اصلی غشا یا اختلال در برخی از کارکردهای ضروری متابولیسم محافظ کننده کارکرد غشاء، به غشای سلولی خسارت برسانند. از طرفی ممکن است مواد آلوپاتی مانع از رشد و نمو اندام هوایی و همین طور اختلال در عملکرد روزنه‌ها شده که نهایتاً فرآیند فتوسنتز و تنفس مختل خواهد شد (۲۹). پژوهش دسترس و همکاران (۱۷) بیانگر عکس‌العمل متفاوت وزن تر و خشک گیاهان زراعی به غلظت‌های مختلف عصاره پیچک صحرایی و تلخه‌بیان بود. در بین گیاهان زراعی، جو با ۸۷/۲۱ درصد و ذرت با ۳۰/۸۷ درصد بازدارندگی به ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین به عصاره آبی پیچک صحرایی

نتایج یک پژوهش نشان داد که شاخص سطح برگ و وزن اندام هوایی در نتیجه وجود مواد آلوکمیkal در عصاره به دلیل جلوگیری از تقسیم و توسعه سلولی کاهش معنی‌داری پیدا کرد (۳). کاهش صفات رشدی در گیاهان بر اثر تنش‌های زیستی و غیر زیستی را می‌توان به کاهش میزان پروتئین کل و تجزیه آن به آمینو اسیدها نسبت داد (۲۹). همچنین پژوهشگران علت کاهش رشد گیاهان تحت تاثیر مواد آلوپاتیک را ناشی از کاهش فتوسنتز، تخریب غشای کلروپلاست سلول و کاهش تقسیم میتوز بیان نمودند که در نهایت منجر به توقف شدید میتوز در سلول‌های مریستمی ریشه‌چه، ساقه‌چه و در نهایت کاهش وزن ریشه و ساقه می‌گردد (۱۲ و ۳۶). آمو و همکاران (۶) هم بیان کردند بر اثر مصرف آلوکمیkal، توانایی گیاهان برای رشد نرمال در نتیجه کاهش طویل شدن ریشه‌چه و نکروزه شدن آن به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و بیان کردند که طول ریشه شاخص حساسی نسبت به فیتوتوکسین‌ها می‌باشد. پودلکو و همکاران (۲۹) نتیجه گرفتند در غلظت‌های بیش از ۵ درصد عصاره، گیاهچه‌های لوپن حالت غیرنرمال (کاهش طول ریشه و ساقه، زمین‌گرایی منفی،

بودند. همچنین سلام و همکاران (۳۳) گزارش دادند پاسخ صفات گیاهان مختلف به ترکیبات اللوپاتیک متفاوت می‌باشد و شدت و تاثیر آن بر برخی از صفات بیشتر و در برخی از صفات کمتر می‌باشد. برای مثال در آزمایش پدالکو و همکاران (۲۹) بیشترین طول ریشه گندم به تیمار شاهد تعلق داشت و با افزایش غلظت عصاره کنف (*Cannabis sativa* L.) به بیشتر از ۵ درصد طول ریشه گندم کاهش معنی‌داری یافت. در حالی که طول ریشه چاودار و لوپن تا غلظت ۱۰ درصدی عصاره کنف تحت تاثیر واقع نشدند. از اثرات مهم ترکیبات اللوکمیکال‌ها می‌توان به مهار یا توقف سرعت جوانه‌زنی، تیرگی و تورم بذر، کاهش طول ریشه و ساقه، تورم یا نکروزه شدن ریشه، پیچش محور ریشه، تغییر رنگ و عدم تولید ریشه‌های مؤین، کاهش وزن خشک و در نتیجه کاهش ظرفیت تولید مثل اشاره کرد (۹). الگندابی و الداربر (۳) نتیجه گرفتند که وزن خشک گیاهچه *Medicago polymorpha* تحت تاثیر عصاره آبی *Achilla santolina* L. *Artemisia monosperma* Del. *Pituranthus tortuosus* L. و *Thymus capitatus* L. در همه غلظت‌ها به دلیل وجود مواد آلوکمیکال در عصاره کاهش معنی‌داری یافت. گزارش‌های فراوانی از اثر مواد آلوکمیکال بر آنزیم‌های متصل به غشا مانند پمپ

بودند. همچنین سلام و همکاران (۳۳) گزارش دادند پاسخ صفات گیاهان مختلف به ترکیبات اللوپاتیک متفاوت می‌باشد و شدت و تاثیر آن بر برخی از صفات بیشتر و در برخی از صفات کمتر می‌باشد. برای مثال در آزمایش پدالکو و همکاران (۲۹) بیشترین طول ریشه گندم به تیمار شاهد تعلق داشت و با افزایش غلظت عصاره کنف (*Cannabis sativa* L.) به بیشتر از ۵ درصد طول ریشه گندم کاهش معنی‌داری یافت. در حالی که طول ریشه چاودار و لوپن تا غلظت ۱۰ درصدی عصاره کنف تحت تاثیر واقع نشدند. از اثرات مهم ترکیبات اللوکمیکال‌ها می‌توان به مهار یا توقف سرعت جوانه‌زنی، تیرگی و تورم بذر، کاهش طول ریشه و ساقه، تورم یا نکروزه شدن ریشه، پیچش محور ریشه، تغییر رنگ و عدم تولید ریشه‌های مؤین، کاهش وزن خشک و در نتیجه کاهش ظرفیت تولید مثل اشاره کرد (۹). الگندابی و الداربر (۳) نتیجه گرفتند که وزن خشک گیاهچه *Medicago polymorpha* تحت تاثیر عصاره آبی *Achilla santolina* L. *Artemisia monosperma* Del. *Pituranthus tortuosus* L. و *Thymus capitatus* L. در همه غلظت‌ها به دلیل وجود مواد آلوکمیکال در عصاره کاهش معنی‌داری یافت. گزارش‌های فراوانی از اثر مواد آلوکمیکال بر آنزیم‌های متصل به غشا مانند پمپ

فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز

طبق تجزیه واریانس (جدول ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶) فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز گیاهان مورد مطالعه فقط تحت تاثیر غلظت عصاره واقع شدند. مشاهده می‌شود با افزایش غلظت عصاره بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پلی‌فنل‌اکسیداز و پراکسیداز در همه گیاهان افزوده شده است. به‌طوری‌که بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز گندم در غلظت ۲۰ درصد عصاره مشاهده شد و کمترین فعالیت به تیمار شاهد و بعد از آن به غلظت ۵ درصد عصاره مربوط بود (جدول ۱۱).

جدول ۷- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی سلمه تره تحت تاثیر عصاره آبی سورگوم و تلخه

Table 7- Analysis of variance of common lambsquarters growth indices as influenced by sorghum and knapweed aqueous extract

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares			
		وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
عصاره Extract	1	0.307*	0.0037*	0.075*	0.0011*
غلظت Concentration	3	1.39**	0.017**	0.213**	0.0033**
عصاره*غلظت Concentration* Extract	3	0.031 ^{ns}	0.00039 ^{ns}	0.0221*	0.00034*
خطا Error	16	0.011	0.00014	0.0061	0.00009
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		3.08	3.08	5.69	5.69

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۸- میانگین شاخص‌های رشدی سلمه تره (گرم) تحت تاثیر غلظت عصاره

Table 8- Mean of common lambsquarters growth indices (g) as influenced by concentration of extract

غلظت Concentration	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight
0	4.16a	0.46a
5%	3.63b	0.403b
10%	3.34c	0.371c
20%	3.03d	0.336d

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است

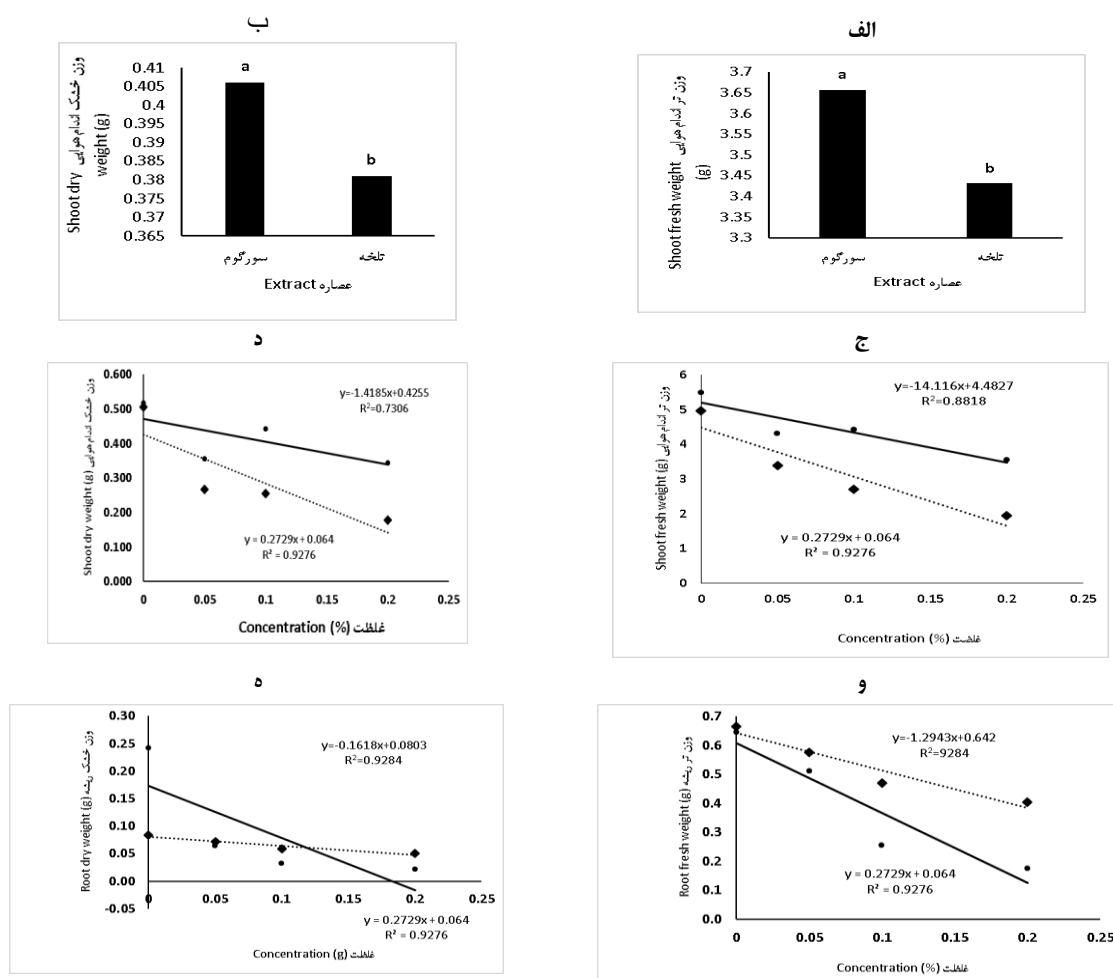
Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column

جدول ۹- میانگین وزن تر و خشک ریشه سلمه تره (گرم) تحت تأثیر ترکیب تیماری نوع عصاره و غلظت

Table 9- Mean of root fresh and dry weight of common lambsquarters as influenced by treatment combination of extract and concentration

عصاره Extract	غلظت Concentration	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weigh
سورگوم Sorghum	0	1.64 ^a	0.205 ^a
	5%	1.55 ^a	0.193 ^a
	10%	1.37 ^b	0.171 ^b
	20%	1.16 ^c	0.145 ^c
تلخه Russian Knapweed	0	1.58 ^a	0.197 ^a
	5%	1.26 ^{bc}	0.158 ^{bc}
	10%	1.27 ^{bc}	0.157 ^{bc}
	20%	1.15 ^c	0.144 ^c

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است
Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column



شکل ۴- مقایسه میانگین وزن تر و خشک اندام هوایی با کاربرد عصاره آبی تلخه و سورگوم (۴- الف و ۴- ب) و روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره و وزن تر اندام هوایی (الف)، وزن خشک اندام هوایی (ب)، وزن تر ریشه (ج) و وزن خشک ریشه (د) سلمه تره. سورگوم (●)، تلخه (■)

Figure 4- Mean comparison of shoot fresh weight, shoot dry weight by application of sorghum and knapweed aqueous extract. Linear regression relationships between concentrations with shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, root dry weight of lambsquarters. Sorghum (●), Russian Knapweed (■)

همچنین بیشترین فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز و کاتالاز گیاهچه گندم به غلظت‌های ۲۰ و ۱۰ درصد عصاره مربوط بودند. روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره با فعالیت این آنزیم‌ها این مطلب را تأیید می‌کند که با افزایش غلظت عصاره بر میزان فعالیت این آنزیم‌ها در گندم افزوده شده است و نشان می‌دهد که اثر هر دو عصاره مشابه بوده است (شکل‌های ۵-الف، ۵-ب و ۵-ج). در گیاهچه چغندر قند میزان آنزیم پراکسیداز فقط در غلظت ۲۰ درصد با بقیه سطوح متفاوت بود و میزان آنزیم پلی فنل اکسیداز روندی مشابه گیاهچه گندم داشت ولی آنزیم کاتالاز آن نسبت به گندم افزایش معنی‌داری با افزایش غلظت پیدا کرد (جدول ۱۳ و شکل ۶-الف، ۶-ب و ۶-ج). روند افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در تاج خروس و سلمه تره مشابه گندم و چغندر قند بود. به‌طوری‌که آنزیم‌های پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و کاتالاز گیاهچه تاج خروس در غلظت ۲۰ درصد عصاره نسبت به شاهد به ترتیب ۶۴/۰۵، ۲۲/۳۴ و ۱۱۸/۲۱ درصد افزایش داشتند (جدول ۱۵) و در گیاهچه سلمه‌تره هم میزان این آنزیم‌ها در غلظت ۲۰ درصد نسبت به شاهد به‌ترتیب ۶۵/۹۷، ۲۵/۰۷ و ۱۱۱/۷ درصد بودند (جدول ۱۷). بررسی روابط رگرسیونی خطی در گیاهچه تاج خروس (شکل ۷-الف، ۷-ب و ۷-ج) نشان داد که اثر عصاره تلخه در افزایش کاتالاز کمی بیشتر از عصاره سورگوم بوده ولی در مورد آنزیم پراکسیداز اثر عصاره تلخه در غلظت‌های بالا بیشتر بوده است. همچنین اثرگذاری عصاره سورگوم در افزایش میزان آنزیم کاتالاز سلمه‌تره بیشتر از عصاره تلخه بوده است (شکل ۸-الف). ولی روند افزایش آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز مشابه بقیه گیاهان بود (شکل ۸-ب و ۸-ج). بیان شده که سمیت‌زدایی مواد دگرآسیب جذب شده توسط سلول‌های گیاهی منجر

به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود (۲۵ و ۴۰). همچنین برخی از مواد آللوکمیkal به طور مستقیم در تولید ROS دخالت دارند و افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند پاسخ ثانویه در برابر افزایش رادیکال‌های آزاد باشد (۲۵). یو و همکاران (۳۹) مشاهده کردند عصاره حاصل از برگ و ریشه خیار میزان هدایت روزنه‌ای، تعرق برگ و فتوسنتز خالص را کاهش ولی فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز را افزایش داد. به‌طوری‌که میزان فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز به ترتیب ۹۱-۱۰ و ۱۱۹-۶۱ درصد با افزایش تدریجی غلظت عصاره افزایش یافتند. همچنین میزان آنیون سوپراکسید در ریشه خیار با افزایش غلظت عصاره افزایش پیدا کرد. گزارش شده برخی از آللوکمیkal‌ها فعالیت آنزیم‌هایی مانند کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز را افزایش و برخی از فعالیت این آنزیم‌ها می‌کاهند (۲۵). کاهش فعالیت آنزیم‌ها ممکن است باعث افزایش تجمع اکسیژن فعال (ROS) در گیاه شود که این عمل موجب پراکسیداسیون لیپید و در انتها منجر به تخریب سیستم‌های غشایی و از هم پاشیده شدن رشته های DNA می‌گردد (۷). مشاهدات فرهودی و همکاران (۱۸) بیانگر کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز و پراکسیداز یولاف وحشی تحت محلول‌پاشی عصاره آبی گندم بود. البته غلظت ۲۵ درصد عصاره آبی گندم سبب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم پراکسیداز در مقایسه با شاهد گردید. لورنز و همکاران (۲۴) مشاهده نمودند که محلول پاشی عصاره گیاه آکاسیا موجب کاهش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، تخریب غشاهای سلولی گیاهچه و در انتها کاهش وزن تر می‌گردد.

جدول ۱۰- تجزیه واریانس آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پرولین و قند گیاه گندم تحت تأثیر عصاره آبی سورگوم و تلخه
Table 10- Analasis of variance of wheat antioxidant enzymes, proline and carbohydrate as influenced by sorghum and knapweed aqueous extract

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares				
		قند Soluble sugar	پرولین Proline	کاتالاز Catalase	پلی فنل اکسیداز Polyphenol oxidas	پراکسیداز Peroxidase
عصاره Extract	1	0.0002 ^{ns}	0.000012 ^{ns}	0.00027 ^{ns}	0.015 ^{ns}	0.00032 ^{ns}
غلظت Concentration	3	0.0044 ^{**}	0.0089 ^{**}	0.108 [*]	0.123 ^{**}	0.0313 ^{**}
عصاره*غلظت Concentration* Extract	3	0.00027 ^{ns}	0.000074 ^{ns}	0.00018 ^{ns}	0.0014 ^{ns}	0.00043 ^{ns}
خطا Error	16	0.00028	0.00031	0.013	0.0082	0.00031
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		9.55	16.15	25.14	6.37	4.36

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۱۱- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی سورگوم و تلخه بر صفات فیزیولوژیک گندم

Table 11- Effect of different concentrations of sorghum and knapweed aqueous extract on wheat physiological characteristics

غلظت Concentration	قند Soluble sugar ($\mu\text{molg}^{-1}\text{FW}$)	پرولین Proline ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	کاتالاز Catalase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	پلی فنل اکسیداز Polyphenol oxidase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	پراکسیداز Peroxidase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)
0	0.143c	0.071c	0.308c	1.26b	0.329d
5%	0.165b	0.86c	0.392bc	1.34b	0.368c
10%	0.193a	0.122b	0.504ab	1.49a	0.437b
20%	0.203a	0.157a	0.616a	1.58a	0.491a

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است
Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column

جدول ۱۲- تجزیه واریانس برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پرولین و قند گیاه چغندر قند تحت تأثیر عصاره آبی سورگوم و تلخه

Table 12- Analysis of variance of sugar beet antioxidant enzymes activity, proline and carbohydrate as influenced by sorghum and knapweed aqueous extract

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares				
		قند Soluble sugar	پرولین Proline	کاتالاز Catalase	پلی فنل اکسیداز Polyphenol oxidase	پراکسیداز Peroxidase
عصاره Extract	1	0.00006 ^{ns}	0.000096 ^{ns}	0.0075*	0.001 ^{ns}	0.0037 ^{ns}
غلظت Concentration	3	0.0028**	0.012**	0.076**	0.142*	0.0452*
عصاره*غلظت Concentration* Extract	3	0.000057 ^{ns}	0.000044 ^{ns}	0.0017 ^{ns}	0.0014 ^{ns}	0.0017 ^{ns}
خطا Error	16	0.000026	0.00028	0.00084	0.011	0.0048
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		5.97	13.88	5.79	7.65	18.74

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد
^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۱۳- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی سورگوم و تلخه بر صفات فیزیولوژیک چغندر قند

Table 13- Effect of different concentrations of sorghum and knapweed aqueous extract on sugar beet physiological characteristics

غلظت Concentration	قند Soluble sugar ($\mu\text{molg}^{-1}\text{FW}$)	پرولین Proline ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	کاتالاز Catalase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	پلی فنل اکسیداز Polyphenol oxidase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	پراکسیداز Peroxidase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)
0	0.056 ^d	0.072 ^d	0.376 ^d	1.266 ^b	0.289 ^b
5%	0.084 ^c	0.101 ^c	0.441 ^c	1.34 ^b	0.34 ^b
10%	0.094 ^b	0.139 ^b	0.559 ^b	1.51 ^a	0.374 ^b
20%	0.108 ^a	0.175 ^a	0.626 ^a	1.6 ^a	0.488 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است
Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column

پرولین

تجزیه واریانس (جدول ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶) نشان داد که میزان پرولین برگ گیاهان مورد مطالعه فقط تحت تأثیر غلظت عصاره قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱۱، ۱۳، ۱۵ و ۱۷) و روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره و میزان پرولین نشان دادند با افزایش غلظت عصاره تا ۲۰ درصد، میزان پرولین در همه گیاهان افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند. به‌طوری‌که کمترین و بیشترین میزان پرولین در همه گیاهان به‌ترتیب در تیمار شاهد و غلظت ۲۰ درصد عصاره آبی سورگوم و تلخه مشاهده شد. با توجه به شکل‌های ۵- د و

۶- د مشاهده می‌شود در گیاهان زراعی گندم و چغندر قند میزان اثرگذاری عصاره تلخه در افزایش پرولین به طور جزئی بیشتر از عصاره سورگوم است ولی در علف هرز سلمه‌تره (شکل ۸- د) و تا حدودی در تاج‌خروس (شکل ۷- د) در غلظت‌های پایین، اثر عصاره تلخه در افزایش میزان پرولین بیشتر از عصاره سورگوم بوده ولی با افزایش غلظت، تأثیر عصاره سورگوم بیشتر شده است. تجزیه پروتئین و تبدیل آن به آمینو اسیدهایی از قبیل پرولین بر اثر مواد دگرآسیب را دلیل افزایش پرولین تحت شرایط تنش آلودگی ذکر شده است (۲۰). همچنین مهدوی کیا و همکاران (۲۵) تجمع پرولین در گیاه تربچه

را نشانگر خسارت سلولی ایجاد شده توسط ROS با کاربرد عصاره آبی نعنای فلفلی می‌دانند. زیرا مواد آللوکمیkal حاصل از نعنای فلفلی تنش اکسیداتیو را از طریق تولید ROS و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت بوجود می‌آورد. پرولین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی نقش مهمی در حفاظت گیاه داشته و نشانگری برای شرایط تنش در گیاهان در نظر گرفته می‌شود. پرولین در این شرایط یا از گلوتامات سنتز می‌شود و یا اینکه در اثر افزایش پروتئولیز میزان پرولین افزایش می‌یابد (۱۰).

جدول ۱۴- تجزیه واریانس آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پرولین و قند گیاه تاج خروس تحت تأثیر عصاره آبی سورگوم و تلخه

Table 14- Analasis of variance of redroot pigweed antioxidant enzymes, proline and carbohydrate as influenced by sorghum and knapweed aqueous extract

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares				
		قند Soluble sugar	پرولین Proline	کاتالاز Catalase	پلی فنل اکسیداز Polyphenol oxidas	پراکسیداز Peroxidase
عصاره Extract	1	0.0006**	0.0001 ^{ns}	0.00006 ^{ns}	0.0015 ^{ns}	0.0024 ^{ns}
غلظت Concentration	3	0.0014**	0.015**	0.137**	0.096**	0.045**
عصاره*غلظت Concentration* Extract	3	0.00007*	0.00017 ^{ns}	0.0047 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	0.00084 ^{ns}
خطا Error	16	0.000009	0.00014	0.007	0.0024	0.00083
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		6.92	10.56	17.44	3.38	7.38

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۱۵- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره سورگوم و تلخه بر صفات فیزیولوژیک تاج خروس

Table 15- Effect of different concentrations of sorghum and knapweed extract on redroot pigweed characteristics

غلظت Concentration	پرولین Proline ($\mu\text{g g}^{-1}\text{FW}$)	کاتالاز Catalase ($\mu\text{g g}^{-1}\text{FW}$)	پلی فنل اکسیداز Polyphenol oxidas ($\mu\text{g g}^{-1}\text{FW}$)	پراکسیداز Peroxidase ($\mu\text{g g}^{-1}\text{FW}$)
0	0.0655 ^d	0.302 ^c	1.32 ^d	0.306 ^c
5%	0.087 ^c	0.434 ^b	1.4 ^c	0.341 ^c
10%	0.126 ^b	0.534 ^b	1.508 ^b	0.146 ^b
20%	0.18 ^a	0.659 ^a	1.615 ^a	0.502 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است
Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column

جدول ۱۶- تجزیه واریانس آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پرولین و قند گیاه سلمه‌تره تحت تأثیر عصاره آبی سورگوم و تلخه

Table 16- Analasis of variance of lambsquarters antioxidant enzymes, proline and carbohydrate as influenced by sorghum and knapweed aqueous extract

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares				
		قند Soluble sugar	پرولین Proline	کاتالاز Catalase	پلی فنل اکسیداز Polyphenol oxidas	پراکسیداز Peroxidase
عصاره Extract	1	0.00057*	0.00004 ^{ns}	0.0041 ^{ns}	0.022 ^{ns}	0.00029 ^{ns}
غلظت Concentration	3	0.0027**	0.0127**	0.145**	0.116**	0.0466**
عصاره*غلظت Concentration* Extract	3	0.0005 ^{ns}	0.00002 ^{ns}	0.0012 ^{ns}	0.0011 ^{ns}	0.00012 ^{ns}
خطا Error	16	0.000046	0.00014	0.0046	0.0064	0.0032
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		7.95	9.31	14.6	5.63	14.99

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

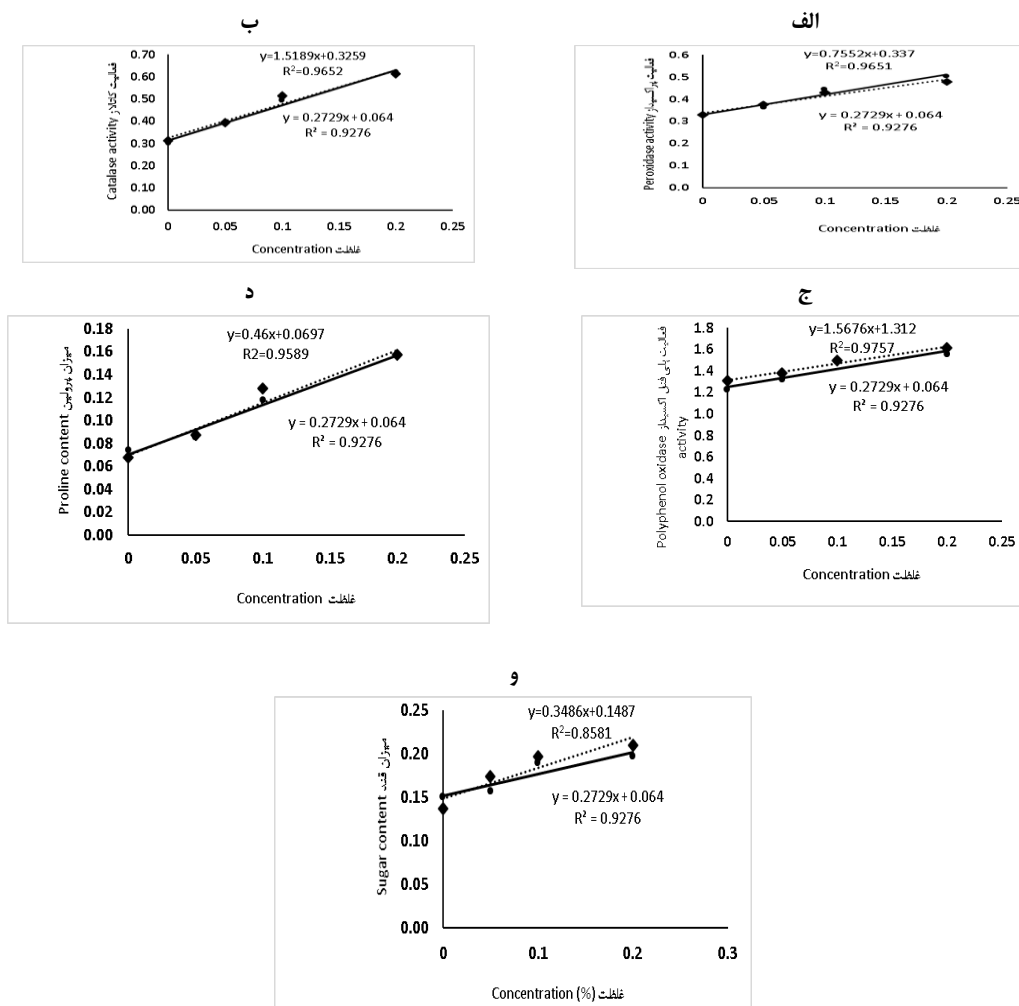
^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۱۷- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی سورگوم و تلخه بر صفات سلمه‌تره

Table 17- Effect of different concentrations of sorghum and knapweed aqueous extract on lambsquarters properties

غلظت Concentration	قند Soluble sugar ($\mu\text{mol g}^{-1}\text{FW}$)	پرولین Proline ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	کاتالاز Catalase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	پلی فنل اکسیداز Polyphenol oxidase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)	پراکسیداز Peroxidase ($\mu\text{gg}^{-1}\text{FW}$)
0	0.06 ^d	0.079 ^d	0.316 ^c	1.28 ^c	0.291 ^b
5%	0.077 ^c	0.106 ^c	0.379 ^c	1.34 ^c	0.329 ^b
10%	0.095 ^b	0.142 ^b	0.503 ^b	1.45 ^b	0.427 ^a
20%	0.109 ^a	0.186 ^a	0.669 ^a	1.601 ^a	0.483 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد است

Means with the same letters are not significantly different based on the LSD test ($p < 0.05$) in each column

شکل ۵- روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره با میزان پراکسیداز (الف)، کاتالاز (ب)، پلی فنل اکسیداز (ج)، پرولین (د)، قند محلول (و) در گندم. عصاره سورگوم (●)، عصاره تلخه (■)

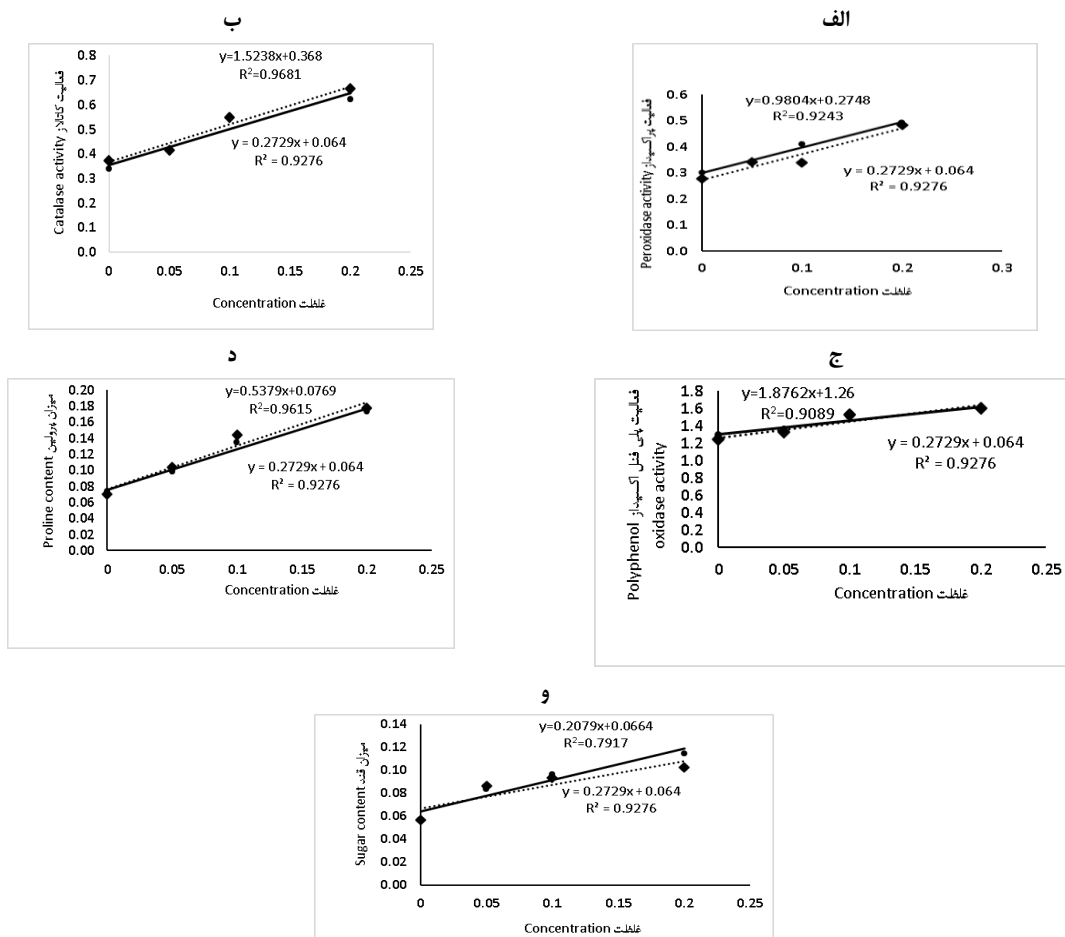
Figure 5- Linear regression relationships between concentration with soluble sugar, proline, catalase, polyphenoloxidase and peroxidase of wheat. Sorghum (●), Russian Knapweed (■)

آلوپاتی با تولید انواع اکسیژن‌های واکنشگر نوعی تنش اکسیداتیو ثانوی ایجاد می‌کند، به منظور حفظ یکپارچگی غشا تحت شرایط تنش، باید از دنا توره شدن پروتئین‌ها جلوگیری شود، پرولین با آنزیم‌ها برهمکنش کرده و به این ترتیب ساختار پروتئین‌ها و فعالیت‌های

پرولین علاوه بر نقش اسمولیت، در محافظت از آنزیم‌ها در برابر تخریب شدن، حفظ حالیت پروتئین‌ها، تثبیت فسفولیپیدهای غشایی، تنظیم کننده اسیدیته سیتوپلاسمی، از بین برنده رادیکال‌های آزاد و تنظیم پتانسیل ردوکس نقش مهمی دارد (۳۲). از آنجایی که استرس

پرویلین نقش حفاظتی را هم ایفا می‌کند، زیرا می‌تواند به عنوان پذیرنده الکترون عمل کند و در زمان بازدارندگی نوری ناشی از اکسیژن‌های فعال از آسیب سیستم نوری جلوگیری کند (۵).

مربوط به آن‌ها را حفظ می‌کند (۳۲). پرویلین به عنوان یک اسمولیت سازگار عمل می‌کند، زیرا می‌تواند بدون اینکه مولکول‌های بزرگ سلول را خراب کند، در غلظت‌های زیاد در سلول تجمع یابد. همچنین



شکل ۶- روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره با میزان پراکسیداز (الف)، کاتالاز (ب)، پلی فنل اکسیداز (ج)، پرویلین (د)، قند محلول (و) در گیاه چغندر قند. عصاره سورگوم (●)، عصاره تلخه (■)

Figure 6- Linear regression relationships between concentration with soluble sugar, proline, catalase, polyphenoloxidase and peroxidase of sugar beet. Sorghum (●), Russian Knapweed (■)

با توجه به شکل ۵- و مشاهده می‌شود با افزایش غلظت عصاره، اثرگذاری عصاره تلخه در افزایش قندهای محلول گندم بیشتر از عصاره سورگوم بوده است ولی در چغندر قند (شکل ۶- و) تأثیر عصاره سورگوم در افزایش قندهای محلول آن بیشتر بود.

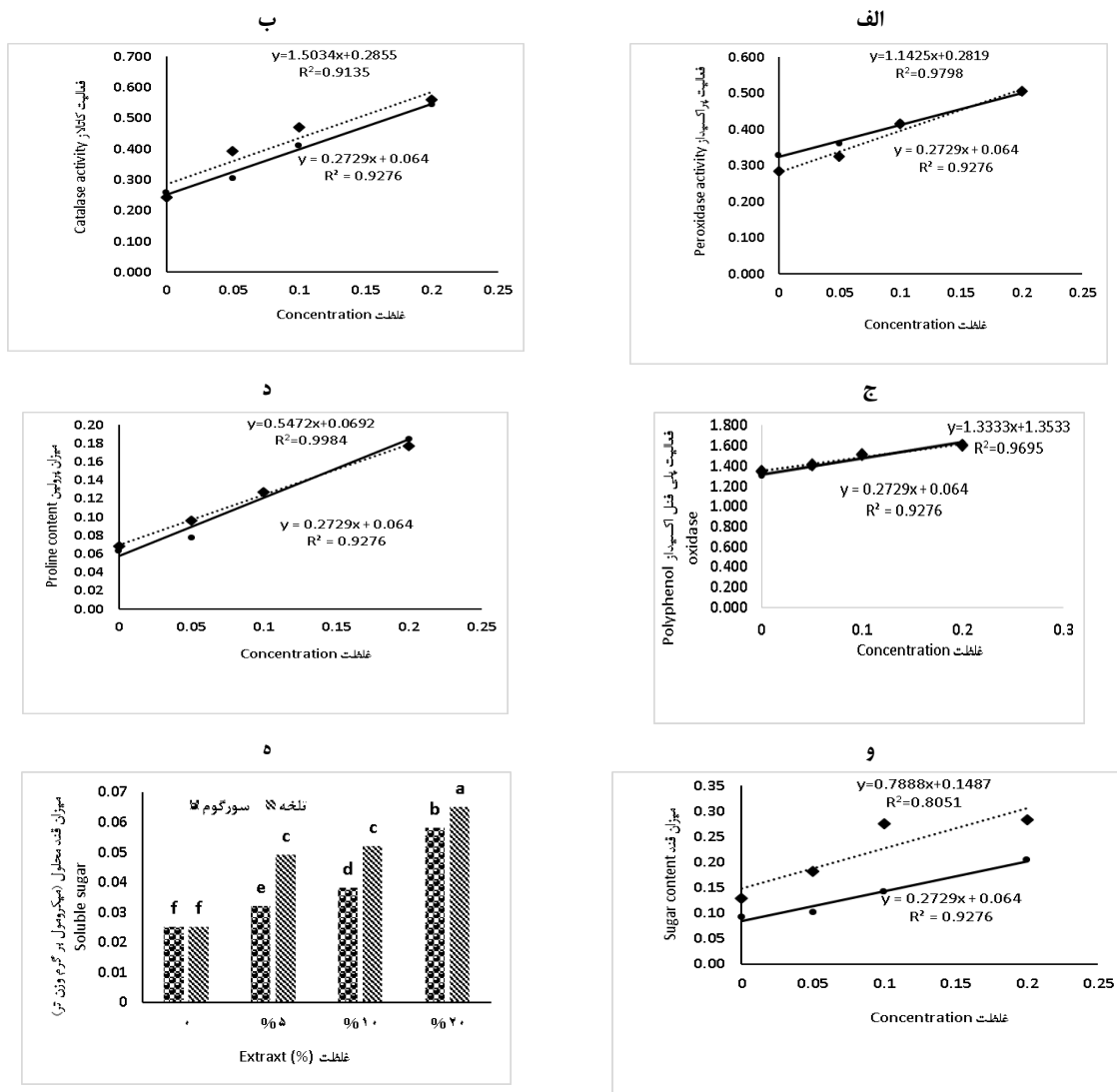
همچنین بیشترین میزان قند محلول تاج‌خروس به غلظت ۲۰ درصد عصاره تلخه و بعد از آن به غلظت ۲۰ درصد عصاره سورگوم تعلق داشت. غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد عصاره تلخه در رتبه سوم قرار گرفتند (شکل ۷- ه). مشاهده می‌شود در همه سطوح به استثنای شاهد، میزان قند محلول تاج‌خروس با کاربرد عصاره تلخه بیشتر از عصاره سورگوم بوده است. روابط رگرسیونی بین غلظت و میزان قند

قند محلول

میزان قندهای محلول در گیاهان زراعی گندم و چغندر قند فقط تحت تأثیر معنی‌دار غلظت عصاره قرار گرفتند (جدول ۱۰ و ۱۲) ولی میزان قند محلول در علف هرز تاج‌خروس تحت تأثیر نوع عصاره، غلظت و ترکیب تیماری عصاره با غلظت واقع شد (جدول ۱۴) و در سلمه تره هم تحت تأثیر نوع عصاره و غلظت قرار گرفت (جدول ۱۶). با توجه به جداول ۱۱ و ۱۳، با افزایش غلظت عصاره آبی تلخه و سورگوم، میزان قندهای محلول در گیاهان زراعی گندم و چغندر قند افزایش معنی‌داری پیدا کرده‌اند. به‌طوری‌که بیشترین میزان قند محلول در هر دو گیاه زراعی به غلظت ۲۰ درصد عصاره تعلق داشت.

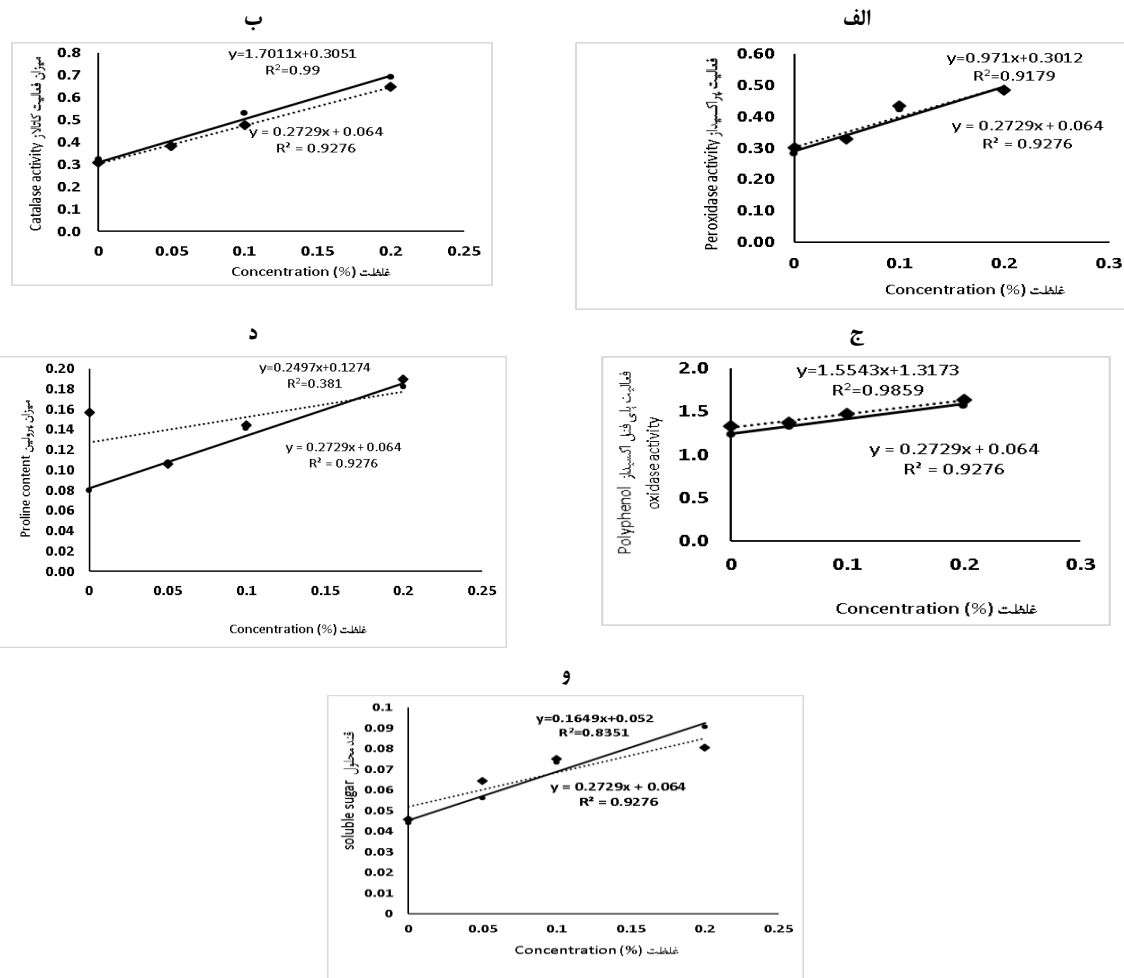
تعدادی از آنزیم‌های تنفسی و کاهش مصرف قند در شرایط تنش آلوپاتی می‌دانند (۲۵). همچنین افزایش قندهای محلول در تنش آلوپاتی ممکن است به دلیل اثرات مثبت ABA روی انتقال آسمیلات‌ها باشد (۲۱). در تناقض با نتایج این آزمایش، الگندابی و الداریر (۲) گزارش کردند که میزان کربوهیدرات‌های کل قابل دسترس گونه‌های مورد مطالعه با افزایش غلظت عصاره کاهش معنی داری پیدا می‌کنند.

محلول (شکل ۷- و) تأیید کننده این مطلب است که اثرگذاری عصاره تلخه در افزایش قند محلول تاج خروس بیشتر بوده است. در علف هرز سلمه‌تره هم با افزایش غلظت عصاره بر میزان قند محلول آن افزوده شده است (جدول ۱۷). روابط رگرسیونی (شکل ۸- و) نشان می‌دهد افزایش قند محلول سلمه‌تره با کاربرد عصاره تلخه بیشتر از کاربرد عصاره سورگوم است و با افزایش غلظت، اثرگذاری عصاره تلخه بیشتر شده است. افزایش میزان قندهای محلول در گیاه تربچه بر اثر کاربرد عصاره آبی نعنای فلفلی را به کاهش فعالیت



شکل ۷- روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره با میزان پراکسیداز (الف)، کاتالاز (ب)، پلی فنل اکسیداز (ج)، پرولین (د)، قند محلول (و) در علف هرز تاج خروس. عصاره سورگوم (●)، عصاره تلخه (■). میانگین قند محلول تاج خروس در ترکیب تیماری عصاره با غلظت (ه)

Figure 7- Linear regression relationships between concentration with soluble sugar, proline, catalase, polyphenoloxidase and peroxidase of redroot pigweed. Sorghum (●), Russian Knapweed (■)
Mean of redroot pigweed soluble sugar at treatment combination of extract with concentration.



شکل ۸- روابط رگرسیونی خطی بین غلظت عصاره میزان پراکسیداز (الف)، کاتالاز (ب)، پلی فنل اکسیداز (ج)، پرولین (د)، قند محلول (و) در علف هرز سلمه‌تره. عصاره سورگوم (●)، عصاره تلخه (■)

Figure 8- Linear regression relationships between concentration with soluble sugar, proline, catalase, polyphenoloxidase and peroxidase of lambsquarters. Sorghum (●), Russian Knapweed (■)

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که اندام هوایی سورگوم و تلخه به دلیل دارا بودن ماده بازدارنده رشد موجب کاهش معنی‌دار صفات مورد بررسی در گیاهان زراعی و علف‌های هرز شدند. با افزایش غلظت عصاره اثرات بازدارندگی آن‌ها افزایش بیشتری پیدا کرد، به طوری که بیشترین اثر بازدارندگی به غلظت ۲۰ درصد عصاره تلخه و سورگوم مربوط بود. همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، پلی‌فنل اکسیداز و کاتالاز دلیل وجود مواد دگرآسیب در عصاره آبی سورگوم و تلخه می‌باشد. بنابراین با توجه به اثرات بازدارندگی در گیاهان مورد مطالعه می‌توان از عصاره آبی سورگوم و تلخه به‌عنوان علف‌کش زیستی جهت کنترل و مدیریت علف‌های هرز استفاده کرد. در ضمن جهت بهتر مشخص شدن کارایی این گیاهان در مدیریت علف‌های هرز پیشنهاد می‌شود اجزای تشکیل دهنده عصاره گیاهان تعیین شده

آنها چنین کاهشی را به اثرات بازدارندگی مواد دگرآسیب بر سنتز پیگمان‌های فتوسنتزی نسبت دادند. همچنین برنات و همکاران (۱۱) مشاهده کردند کاهش کل کربوهیدرات‌های قابل دسترس^۱ در *Sinapis alba* under تحت تنش آللوپاتی به کاهش سطح برگ فتوسنتزی و فراوانی روزنه‌ای بر می‌گردد. به‌علاوه به اثرات بازدارندگی مواد آللوکمیکال بر آسیمیلایون و انتشار دی‌اکسیدکربن و کاهش انتقال مواد فتوسنتزاتی ناشی از اثرات تخریبی مواد دگرآسیب بر غشای پلاسمایی و عناصر آوندی نسبت داده می‌شود. همچنین کاهش کربوهیدرات‌های قابل دسترس در گیاهچه‌های ذرت تحت شرایط تنش آللوپاتی به مصرف اغلب مواد حاصل از فتوسنتز در تنفس برای تولید انرژی و حمایت از فرایندهای فیزیولوژیکی نسبت داده می‌شود (۱۹).

1- Total available carbohydrates

و در شرایط مزرعه‌ای نیز اثرات آن‌ها به صورت جداگانه و ترکیبی بر رشد علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی مورد بررسی قرار گیرند.

منابع

- 1- Ahrabi F., and Enteshari S. 2012. Effect of coumarin on some biochemical and physiological responses of canola, Hyola 401 cultivar. Iranian Journal of Plant Biology, 3 (10): 23-36.
- 2- Alford E.R., Perry L.G., Qin B.O., Vivanco J.M. and Paschke M.V. 2007. A putative allelopathic agent of Russian knapweed occurs in invaded soil. Soil Biology and Biochemistry, 39: 1812-1815.
- 3- Algandaby M.M., and El-Darier S.M. 2016. Management of the noxious weed; *Medicago polymorpha* L. via allelopathy of some medicinal plants from Taif region, Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences. In press.
- 4- Alsaadawi I.S., Al-Khateeb T.A., Hadwan H.A., and Lahmood N.R. 2015. A chemical basis for differential allelopathic potential of root exudates of *Sorghum bicolor* L. (Moench) cultivars on companion weeds. Journal of Allelochemical Interactions, 1 (1): 49-55.
- 5- Amini Z. 2014. Effect of Water Deficit on Proline Content and Activity of Antioxidant Enzymes among Three Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars. Journal of Plant Researches, 27(2): 156- 167.
- 6- Amoo S.O., and Ojo A.U., and Staden J.V. 2008. Allelopathic potential of *Tetrapleura tetraptera* leaf extracts on early seedling growth of five agricultural crops. South African Journal of Botany, 74: 149-152.
- 7- Bais H.P., Epechedu R.V Gilroy S., Callaway R.M., and Vivanco J.M. 2003. Allelopathy and exatrac palnt invasion: from molecules and genes to species interactions. Science, 301: 1377-1380.
- 8- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.
- 9- Bhadoria P.B.S. 2011. Allelopathy: A natural way towards weed management. American Journal of Experimental Agriculture, 1: 7-20.
- 10- Behdad A., Abrishamchi P., and Jankju M. 2016. Relation to phonology, phenolics content and alleopathic effect of *Artemisia khorassanica* Krash. On growth and physiology of *Bromus kopetdaghensis* Drobov. Journal of Plant Researches, 28(2): 243-256.
- 11- Bernat W., Gawronska H., and Gawronski S. W. 2004. Physiological effects of allelopathic activity of sunflower on mustard. Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych, 496: 275-287.
- 12- Bohm P.A.F., Zanardo F.M.L., and Ferrarese O. 2006. Peroxidase activity and lignification in soybean root growth-inhibition by juglone. Biology Plantarum, 50: 315-317.
- 13- Bones A.M., and Rossiter J.T. 1996. The myrosinase-glucosinolate system.its organization and biochemistry. Physiologia plantarum, 97:194-208.
- 14- Cheema Z.A., Asim M., and Khaliq A. 2000. Sorghum allelopathy for weed control in cotton (*Gossypium arboreum* L.). International Journal of Agriculture and Biology, 37-41.
- 15- Cheema Z.A., and Khaliq A. 2000. Use of sorghum allelopathic properties to control weed in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab. Agriculture. Ecosystems and Environment, 79:105-112.
- 16- Chon S., Choi S., Jung S., Jang H., Pyo B., and Kim S. 2002. Effects of Alfalfa leaf extracts and phenolic allelochemical on early seedling growth and root morphology of Alfalfa and Barnyard grass, Crop Protection, 21: 1077-1082.
- 17- Dastras, E., Safari, M., and maghsoudi, A.L. 2015. Allelopathic effects of aqueous extract of pagoda tree (*Sophora alopecuriodes*. L) and creeping jenny (*Convolvulus arvensis* L.) on five crop plants at seedling growth stage. Journal of Plant Process Function Iranin Sociiety of Plant Physiology, 4(11): 45-58.
- 18- Farhoudi R., Koreshnejad N., and Modhej A. 2014. Effect of Wheat Aquatic Extract (*Triticum aestivum* cv. Chamran) on Germination, Vegetative Growth, Cell Membrane Damage, α -amylase Enzyme and Sucrose Synthetesis Enzymes Activity of Winter Wild Oat (*Avena ludoviciana*). Journal of Plant protection, 28: 147-150.
- 19- Gniazdowska, R.M., and Bogatek R. 2005. Allelopathic interactions between plants. Multisite action of allelochemicals. Acta Physiologiae Plantarum, 27: 395-407.
- 20- Hoque M.A., Banu M.N.A., Okuma E., Amako K., Nakamura Y., Shimoishi Y., and Murata Y. 2007. Exogenous proline and glycinebetaine increase NaCl-induced ascorbate–glutathione cycle enzyme activities, and proline improves salt tolerance more than glycinebetaine in tobacco Bright Yellow-2 suspension-cultured cells. Journal of Plant Physiology, 164: 1457-1468.
- 21- Kamal J. 2011. Impact of allelopathy of sunflower (*Helianthus annuus* L.) roots extract on physiology of wheat (*Triticum aestivum* L.). African Journal of Biotechnology, 10 (65), 14465–14477.
- 22- Kar M., and Mishra D. 1976. Catalase, peroxidase and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. Plant Physiology, 578: 315-319.
- 23- Irigoyen J.J., Emerich D.W., and Sanchez-Diaz M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline

- and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants. *Plant Physiology*, 84: 55-60.
- 24- Lorenzo P., Palomera-Pe´rez A., Reigosa M.J., and Gonza´l L. 2011. Allelopathic interference of invasive *Acacia dealbata* Link on the physiological parameters of native understory species. *Plant Ecology*, 212:403-411.
- 25- Mahdavia F., Saharkhiz M.J., and Karami A. 2017. Defensive response phenolic compounds of radish seedlings to the oxidative stress arising from in the extract of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Scientia Horticulturae*, 214: 133–140.
- 26- Niakan M., and Saberi K. 2009. Effect of Eucalyptus allelopathy on growth characters and antioxidant enzyme activity in Phalaris weed. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8(6): 440-446.
- 27- Oracz K., Bailly C., Gniazdowska A., Côme D., Corbineau D., and Bogatek R. 2007. Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. *Journal of Chemical Ecology*, 33: 251-264.
- 28- Ozpinar H., Dag S., and Yigit E. 2017. Allelopathic effects of benzoic acid, salicylic acid and leaf extract of *Persica vulgaris* Mill. (Rosaceae). *South African Journal of Botany* 108: 102-109.
- 29- Pudelko K., Majchrzak L., and Narozna D. 2014. Allelopathic effect of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) on monocot and dicot plant species. *Industrial Crops and Products* 56: 191–199.
- 30- Quintana N., Weir T.L., Du J., Brockling C.D., Rieder J.P., Stermitz F.R., Pasckke M.W., and Vivanco J.M. 2008. Phytotoxic polyacetylenes from roots of Russian Knapweed (*Acroptilone repens* L.). *Phytochemistry*, 69: 2572–2578.
- 31- Quiroga M., Guerrero C., Botella M.A., Barcelo A., Amaya I., Medina M.I., Alonso F.J., De Forchetti S.M., Tigier H., and Valpuesta V. 2000. A tomato peroxidase involved in the synthesis of lignin and suberin. *Plant Physiology*, 122: 1119-1127.
- 32- Rhodes D. 2004. Main pathway of praline synthesis in higher plants. *Horticulture and Landscape Architecture*. Purdue University School of Agriculture.
- 33- Salam I.U., Ahmed M., and Tariq-Ali S. 2011. Allelopathic effect of scarlet pimpernel (*Anagallis Arvensis*) on seed germination and radical elongation of mung bean and pearl millet. *Pakistan Journal of Botany*, 43 (1): 351-355.
- 34- Sturm D.J., Kunz C. and Grehards R. 2016. Inhibitory effects of cover mulch on germination and growth of *Stellaria media* (L.) Vill. *Chenopodium album* L. and *Matricaria chamomilla* L. *Crop Protection*, 90: 121-130 .
- 35- Tigre R.C., Silva N.H., Santos M.G., Honda N.K., falcao E.P.S., and Pereira E.C. 2012. Allelopathic and bioherbicidal potential of (*Cladonia verticillaris*) on the germination and growth of *lactuca sativa*. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 84: 125 – 132.
- 36- Turk M. A., and Tawaha A. M. 2003. Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.). *Crop Protection* 22: 673–677.
- 37- Weston L.A., Alsaadawi I.S., and Baerson S.R. 2013. Sorghum allelopathy – from ecosystem to molecule. *Journal of Chemical Ecology*, 39:142-153.
- 38- Yongqing M.A. 2005. Allelopathic studies of common wheat (*Triticum aestivum* L). *Weed Biological Management*, 5: 93104.
- 39- Yu J. Q., Ye S. F., Zhang M. F., and Hu W. H. 2003. Effects of root exudates and aqueous root extracts of cucumber (*Cucumis sativus*), and allelochemicals on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber. *Biochemical Systematics Ecology*, 31:129-139.
- 40- Ziaebrahimi L., Khavari-Nejad R.A., Fahimi H., and Nejadstari T. 2007. Effects of aqueous eucalyptus extracts on seed germination, seedling growth and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in three wheat cultivar seedlings (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (19), 3415–3419.



ارزیابی نه پودر گیاهی برای کنترل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col.: Bruchidae)

حدیث محمدی نوری^۱ - جهانشیر شاکرمی^{۲*} - شهریار جعفری^۳ - نرگس عینی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰

چکیده

مشکلات سموم تدریجی متداول شامل نگرانی‌های زیست‌محیطی، سمیت برای انسان، اثر روی موجودات غیر هدف، گسترش مقاومت آفات و هزینه بالا موجب تلاش برای دستیابی به روش‌های کم‌خطر و ارزان برای کنترل آفات انباری شده است. در این تحقیق سمیت تنفسی و بازدارندگی تخم‌ریزی پودر گیاهان بابونه، بومادران، آویشن، پونه، چویل، شبت، دارچین، ریحان و زنجبیل روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در شرایط دمایی 30 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و تاریکی انجام شد. هر ترکیب در پنج غلظت و پنج تکرار به همراه شاهد مورد بررسی قرار گرفت. غلظت‌ها با توجه به آزمایشات اولیه انجام شدند و برای ترکیبات مختلف متفاوت بودند. بر اساس نتایج، همه پودرهای گیاهی بطور معنی‌داری روی این آفت سمیت تنفسی و بازدارندگی تخم‌ریزی داشتند. پودر گیاه پونه بیش‌ترین تأثیر حشره‌کشی را روی این آفت داشت و در غلظت یک گرم بر لیتر موجب مرگ‌ومیر ۹۶ درصدی این آفت شد. بر اساس نتایج غلظت کشنده ۵۰ درصد (LC_{50}) پودر پونه، دارچین، زنجبیل و ریحان از نظر سمیت تنفسی به ترتیب ۰/۳۱، ۲/۴۷، ۴/۰۱ و ۴/۸۱ گرم بر لیتر هوا برآورد شد. پودر پونه، دارچین و زنجبیل در غلظت یک گرم بر لیتر به ترتیب ۹۱/۷۴، ۹۰/۲۵ و ۹۰/۰۸ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی داشت. به نظر می‌رسد پودر این گیاهان بخصوص پونه می‌تواند به عنوان آفت‌کش کم‌خطر و ارزان در مناطق روستایی توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: آفت انباری، آفت کش گیاهی، بازدارندگی تخم‌ریزی، سمیت تنفسی

مقدمه

صورت می‌گیرد. بذور لوبیا پس از گذشت چند ماه در انبارهای سنتی به طور کامل توسط این آفت از بین می‌رود (۶ و ۱۵). تاکنون روش‌های مختلفی شامل استفاده از اشعه گاما، دماهای کشنده، امواج و غیره برای کنترل آفات انباری استفاده شده‌است که معمولاً هزینه بالا داشته و بعلاوه نیاز به تخصص بالا توسط کشاورزان قابل اجرا نیستند (۱۰، ۱۲ و ۱۹). حشره‌کش‌های شیمیایی مهم‌ترین ترکیباتی هستند که برای حفاظت محصولات انباری در برابر حشرات استفاده می‌شوند ولی استفاده بی‌رویه از این ترکیبات مشکلاتی از جمله بروز مقاومت آفات، باقیمانده سم در محصول غذایی و اثرات سوء زیست‌محیطی را به همراه دارد و ضروری است که ترکیبات کم‌خطر جایگزین سموم شیمیایی شود (۱۳ و ۱۴).

استفاده از ترکیبات گیاهی برای کنترل آفات انباری از زمان‌های گذشته در برخی از کشورهای آسیایی و آفریقایی متداول بوده است (۲۷). در کشور هندوستان از زمان‌های گذشته تاکنون قسمت‌های مختلف درخت چریش (پودر برگ، دانه، میوه و روغن) برای محافظت از محصولات انباری استفاده شده است (۱۳) و یا برخی از کشاورزان آفریقایی از پودر ریشه گیاه *Zanha africana* (Radlk.) برای

بخش مهمی از محصولات کشاورزی انبار شده هر ساله در اثر خسارت کمی و کیفی آفات، بخصوص حشرات از بین می‌رود (۶ و ۱۳) و گاهی در انبارهای سنتی همه محصول بوسیله آفات انباری غیر قابل مصرف می‌شود (۲۰). این آفات علاوه بر زیانهای کمی و کیفی، بهداشت مصرف‌کنندگان اعم از انسان، دام و طیور را به خطر می‌اندازند و گاهی تغذیه از محصولات آلوده، اختلالات گوارشی شدیدی ایجاد می‌کند (۶).

سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (*Callosobruchus maculatus* F.) از جمله آفات مهم حبوبات در دنیا است. لوبیا چشم‌بلبلی حساس‌ترین نوع حبوبات در برابر این آفت است و حدود ۹۰ درصد خسارت آفات انباری روی دانه‌های لوبیا چشم‌بلبلی بوسیله این حشره

۱، ۲ و ۳ - به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیاران و دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

(*) - نویسنده مسئول: (Email: Shakarami.j45@gmail.com)

DOI: 10.22067/jpp.v32i1.64236

عطاری‌های شهر خرم‌آباد تهیه شدند. نمونه‌های گیاهی در آزمایشگاه در شرایط سایه و تهویه مناسب خشک شدند. گیاهان خشک شده با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی پودر و پس از الک کردن تا زمان استفاده در ظروف دربسته در یخچال نگهداری شدند.

پرورش حشرات

سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، *C. maculatus*، از آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان تهیه و در شرایط دمایی 30 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و تاریکی روی دانه‌های لوبیا چشم‌بلبلی غیر آلوده پرورش داده شد.

سمیت تنفسی پودرهای گیاهی

آزمایش در ظروف شیشه‌ای درپوش‌دار به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر در شرایط دمایی 30 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و تاریکی انجام شد. برای انتخاب غلظت‌ها ابتدا آزمایش‌های اولیه انجام و بر این اساس غلظت‌های ۰/۱ تا ۱ گرم بر لیتر پودر گیاه پونه، ۰/۵ تا ۵ گرم بر لیتر پودر دارچین، ۱ تا ۱۰ گرم بر لیتر پودر بومادران، ریحان و زنجبیل و ۱ تا ۱۵ گرم بر لیتر پودر چویل و شبت تهیه شد. پودر بابونه و آویشن به دلیل بالا بودن غلظت‌ها و کشندگی پایین روی حشرات کامل در این تحقیق استفاده نشدند. به‌منظور انجام آزمایش، مقادیر مورد نظر از پودرهای گیاهی را درون کیسه کوچک نخی ریخته و بسته حاوی پودر گیاهی با چسب گیاهی درون درپوش شیشه‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری چسبانده شد. تعداد ۱۰ حشره کامل ۱ تا ۳ روزه (نر و ماده) سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات با استفاده از قلم‌موی نازک داخل شیشه‌های آزمایش قرار داده شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت تعداد حشرات زنده و مرده درون شیشه‌های آزمایش شمارش و ثبت شد. در تیمار شاهد از هیچ ترکیبی استفاده نشد. در این آزمایش درصد مرگ و میر اصلاح شده بر اساس تلفات در ظروف شاهد طبق فرمول Abbott انجام شد (۱). در این تحقیق حشراتی که قادر به حرکت دادن پا و شاخک نبودند مرده تلقی شدند.

خاصیت بازدارندگی تخم‌ریزی پودرهای گیاهی

بر اساس آزمایش‌های اولیه غلظت‌های ۰/۱ تا ۱ گرم بر لیتر پودر پونه، دارچین و زنجبیل، ۰/۵ تا ۵ گرم بر لیتر پودر بابونه، چویل و شبت و ۱ تا ۱۰ گرم بر لیتر پودر بومادران، آویشن و ریحان تهیه شد. در این آزمایش مقادیر مورد نظر از پودر گیاهی درون کیسه کوچک نخی ریخته و درون درپوش شیشه‌های آزمایش چسبانده شد. سپس مقدار ۱۰ گرم بذر لوبیا چشم‌بلبلی درون شیشه‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و با استفاده از قلم‌موی نرم دو جفت حشره نر و ماده یک روزه سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات به هر یک از ظروف اضافه شد.

حفاظت دانه‌های انباری در برابر آفات حشره‌ای استفاده نموده‌اند (۳). استفاده از فرآورده‌های مختلف گیاهی از جمله اسانس‌های گیاهی، ادویه‌ها و پودرهای مختلف گیاهی توسط کشاورزان و محققان در مبارزه با آفات انباری اغلب موفقیت‌آمیز بوده است (۴، ۵، ۹ و ۱۱). گزارش‌های متعدد نشان می‌دهد مخلوط کردن پودر برگ، پوست، ریشه و دانه برخی از گیاهان با محصولات انباری مختلف سبب مرگ و میر حشرات بالغ، دورکنندگی، کاهش تخم‌ریزی، مرگ و میر مراحل نابالغ و در مجموع کاهش خسارت بندپایان آفت می‌شود (۸، ۹، ۱۱، ۱۶ و ۲۸). بر اساس گزارشات پودر گیاهان *Achillea biebersteinii* Afan. و *A. fragrantissima* (Forssk) در نسبت ۲۰ گرم بر کیلوگرم مخلوط با بذر، باعث مرگ و میر کامل شپشه آرد شدند (۲۱). و پودر زنجبیل در نسبت چهار درصد مخلوط باعث تلفات ۶۶/۶ درصدی شپشه دندانه‌دار برنج شده است (۴). بر اساس مطالعات اسانس گیاهان آویشن، بومادران و شوید روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات بازدارندگی تخم‌ریزی قابل توجهی دارند (۳۱ و ۲۸). مدرس نجف آبادی و همکاران پودر بذر و برگ اکالیپتوس را روشی کم هزینه و مؤثر برای کنترل آفات انباری معرفی نموده‌اند (۲۰). همچنین مطالعات نشان می‌دهد که اسانس گونه‌های جنس *Ocimum* سمیت تنفسی شدیدی روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات دارند (۲۳) و یا گیاهان جنس *Thymus* دارای ترپنوئیدهای شناخته شده حشره‌کش مانند تیمول، آلفا-پینن و ۱ و ۸-سینئول هستند (۱۷). تاکنون بیش از یک‌صد هزار متابولیت ثانویه با خاصیت حشره‌کشی از گیاهان مختلف شناسایی شده است (۱۳ و ۱۴) که برخی از این ترکیبات گیاهی می‌توانند به عنوان جانشین سموم شیمیایی در کنترل آفات مورد توجه قرار گیرند (۱۴). لذا در این تحقیق تأثیر سمیت تنفسی و بازدارندگی تخم‌ریزی پودر گیاهان بابونه، بومادران، آویشن، پونه، چویل، شبت، دارچین، ریحان و زنجبیل روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در شرایط آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه پودرهای گیاهی

گونه‌های گیاهی بابونه *Chamaemelum nobilis* L.، آویشن وحشی *Thymus serpyllum* L. و چویل *Ferulago angulate* (Schlecht) Boiss. از ارتفاعات سفیدکوه خرم‌آباد، بومادران *Achillea millefolium* L. و پونه *Mentha pulegium* L. از ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان خرم‌آباد و شبت *Anethum graveolens* L. و ریحان *Ocimum basilicum* L. از مزارع سراب چنگایی شهرستان خرم‌آباد جمع‌آوری شدند. پودر دارچین *Cinnamomum zeylanicum* Blume و زنجبیل *Zingiber officinale* Rosc. از

درصد مرگ و میر در غلظت یک گرم بر لیتر بود (جدول ۱). مطالعات راجا و همکاران نیز سمیت ترکیبات شیمیایی گونه‌های مختلف پونه شامل *M. spicata*, *M. piperata* و *M. arvensis* را روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات تأیید می‌کند (۲۶) و به‌نظر می‌رسد خاصیت حشره‌کشی گونه‌های مختلف *Mentha* بعلت وجود ترکیبات مختلف ترپنوئیدی است (۲۶).

بر اساس مطالعات کتیس (۲۰۱۳) پودر پونه نسبت به دیگر پودرهای مورد مطالعه کمترین تلفات را روی حشرات کامل شبشه دندانه‌دار برنج *Oryzaephilus surinamensis* L. داشته است (۱۶) در حالی که در تحقیق حاضر پونه سمی‌ترین پودر مورد مطالعه روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات بود (جدول ۱). علت اختلافات به دست آمده می‌تواند در اثر تفاوت گونه گیاهی، حساسیت متفاوت دو آفت، منطقه و مرحله رشدی گیاه باشد.

همچنین در این تحقیق حاضر پودر *C. zeylanicum* در غلظت پنج گرم بر لیتر باعث تلفات ۹۴ درصدی حشرات کامل این آفت شد (جدول ۱). نتایج تحقیقات آشوری و شایسته نشان داده است که پودر دارچین در غلظت پنج گرم بر لیتر باعث تلفات ۵۵/۴۳ درصدی حشرات کامل سوسک کشیش روی گندم شد و مقدار LC_{50} محاسبه شده در این تحقیق سه درصد وزنی محاسبه شد است (۵) ولی در تحقیق حاضر پودر دارچین در غلظت تقریباً مشابه درصد تلفات بالاتری را روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات داشت (جدول ۱).

بر اساس نتایج کمترین تلفات ایجاد شده مربوط به پودر گیاهان *F. angulata* و *A. graveolens* بود بطوری که فقط در غلظت بالا (۱۵ گرم بر لیتر) تلفات قابل توجهی روی حشرات مورد مطالعه شدند (جدول ۱). مقادیر LC_{50} در سمیت تنفسی پودرهای گیاهی بومادران، پونه، چویل، دارچین، ریحان، زنجبیل و شبت به ترتیب ۸/۳۳، ۰/۳۱، ۷/۱۴، ۲/۴۷، ۴/۸۱، ۴/۰۱ و ۵/۵۳ گرم بر لیتر محاسبه شد و با در نظر گرفتن حدود اطمینان ۹۵ درصد مشاهده شد که LC_{50} پودر گیاهی *M. pulegium* با میزان ۰/۳۱ گرم بر لیتر نسبت به سایر پودرهای گیاهی روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات دارای اختلاف معنی‌داری است (جدول ۲).

همچنین بر اساس مطالعه انجام شده در رابطه با تأثیر پودر دانه گیاهان *Piper guineense* Schum، *Syzygium aromaticum* L.، *Aframomum citraturum* L.، *O. basilicum*، and *Thonn* پودر برگ‌های *Cyperus aequalis* Vahl و *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات مشخص شد که بیش‌ترین درصد تلفات این آفت مربوط به پودر گیاهان *S. aromaticum* و *P. guineense* به ترتیب با ۱۰۰ و ۹۸/۷۵ درصد بود که درصد تلفات ایجاد شده توسط این دو پودر در غلظت تقریباً مشابه بیش‌تر از تلفات ایجاد شده در اثر پودر پونه در

تشخیص حشرات نر و ماده بر اساس روش Bandra and Saxena (1995) (۷) انجام شد. پس از گذشت پنج روز تعداد تخم‌های گذاشته شده روی بذور لوبیا چشم‌بلبلی با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش و درصد بازدارندگی تخم‌ریزی با استفاده از روش Chaubey (2008) محاسبه شد (۹):

$$Oviposition\ Deterrence = \left(1 - \frac{NE_t}{NE_c}\right) 100$$

معادله ۱:

که در این معادله NE_t : تعداد تخم در تیمار، NE_c : تعداد تخم در شاهد

تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج غلظت و پنج تکرار انجام شد. داده‌های آزمایش قبل از آنالیز با استفاده از فرمول $\sqrt{\frac{x}{100}}$ Arcsine نرمال و سپس با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه آماری شدند. میانگین‌ها در صورت داشتن اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد مقایسه آماری شدند. برای محاسبه غلظت کشنده ۵۰ درصد (LC_{50}) پودرهای گیاهی ابتدا بر اساس آزمایشات مقدماتی غلظت‌های دارای کشندگی ۵ و ۹۵ درصد تعیین و پس از محاسبه ثابت لگاریتمی سه غلظت دیگر به صورت لگاریتمی انتخاب و با استفاده از نرم‌افزار POLO-PC مقادیر LC_{50} محاسبه شد.

نتایج و بحث

سمیت تنفسی پودرهای گیاهی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس غلظت‌های مختلف پودرهای گیاهی شامل بومادران ($F_{(4, 20)} = 22.42$; $P < 0.01$)، پونه ($F_{(4, 20)} = 75.80$; $P < 0.01$)، چویل ($F_{(4, 20)} = 42.96$; $P < 0.01$)، دارچین ($F_{(4, 20)} = 38.89$; $P < 0.01$)، ریحان ($F_{(4, 20)} = 44.75$; $P < 0.01$)، زنجبیل ($F_{(4, 20)} = 23.58$; $P < 0.01$) و شبت ($F_{(4, 20)} = 32.21$; $P < 0.01$) روی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات اختلاف معنی‌داری را نشان داد. نتایج سایر محققان نیز تأیید می‌کند پودر برخی از گیاهان دارویی روی آفات انباری سمیت تنفسی بالایی دارد (۸، ۹، ۱۶ و ۲۲). بر اساس نتایج این تحقیق با افزایش غلظت پودرهای گیاهی درصد تلفات افزایش یافت و بیش‌ترین درصد تلفات حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در بالاترین غلظت هر پودر بدست آمد (جدول ۱) و بیشتر محققین افزایش غلظت و زمان را عامل مهمی برای افزایش سمیت ترکیبات گیاهی ذکر نموده‌اند (۴ و ۱۶). بر اساس نتایج از بین پودرهای گیاهی مورد مطالعه بیش‌ترین سمیت تنفسی مربوط به پودر گیاهی *M. pulegium* با میانگین ۹۶

سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات باعث ۷۰ درصد مرگ و میر حشرات کامل شد (۳۱) که نسبت به پودر گیاه پونه و دارچین در تحقیق حاضر سمیت تنفسی کمتر ولی نسبت به سایر پودرهای مطالعه در تحقیق حاضر سمیت بیشتری را داشته است (جدول ۱).

تحقیق حاضر است شاید علت آن وجود ترکیبات ایزوبوتیل آمید مانند *piperine* و *pipericide*، *guineensine* در پودر این گیاهان است که گزارشاتی وجود دارد که این ترکیبات خاصیت حشره‌کش قابل-توجهی دارند (۲۲). مطالعات پارما و همکاران نشان داد پودر گیاه *Chenopodium ambrosioides* L. در غلظت پنج گرم بر لیتر روی

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) تلفات حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در غلظت‌های مختلف پودر گیاهی

Table 1- Mean (± SE), mortality of <i>C. maculatus</i> adults exposed to seven plant powders at different concentrations						
پودر گیاهی Botanical powder	غلظت (گرم بر لیتر) Concentration (g/L)	میانگین تلفات (± خطای معیار) %Mortality ±SE	پودر گیاهی Botanical powder	غلظت (گرم بر لیتر) Concentration (g/L)	میانگین تلفات (± خطای معیار) %Mortality ±SE	میانگین تلفات (± خطای معیار) %Mortality ±SE
<i>M. pulegium</i>	0.1	24.00±2.45c	<i>Z. officinale</i>	1	16.00±2.45d	
	0.17	26.00±4.00c		1.77	24.22±5.87cd	
	0.31	32.00±2.00c		3.16	42.00±7.35bc	
	0.56	66.00±4.00b		5.62	52.00±5.83b	
	1	96.00±2.45a		10	89.77±4.48a	
<i>C. zeylanicum</i>	0.5	12.22±1.96c	<i>F. angulata</i>	1	14.00±2.45c	
	2.51	48.00±3.74b		1.96	14.00±2.45c	
	3.16	54.00±4.00b		3.87	24.00±2.45c	
	3.97	54.00±6.78b		7.62	46.00±6.78b	
	5	94.00±4.00a		15	80.00±4.47a	
<i>A. millefolium</i>	1	20.00±3.16b	<i>A. graveolens</i>	1	14.00±2.45d	
	1.77	20.00±4.47b		1.96	26.00±5.10cd	
	3.16	26.00±6.67b		3.87	32.66±3.71bc	
	5.62	34.00±5.10b		7.62	44.88±5.00b	
	10	80.00±4.47a		15	90.00±3.16a	
<i>O. basilicum</i>	1	16.44±2.66d				
	1.77	24.00±2.45cd				
	3.16	34.00±2.45bc				
	5.62	40.88±3.28b				
	10	84.00±5.10a				

* Means followed by the same letter for each botanical powder are not significantly different.

جدول ۲- برآورد سمیت هفت پودر گیاهی روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات

Table 2- Estimation of seven botanical powders on *C. maculatus* adults

پودر گیاهی Botanical powder	N	$\chi^2(df)$	b $\pm$ SE	LC ₅₀ (g/l) (Confidence limits)
<i>A. millefolium</i>	500	4.56(3)	1.56 $\pm$ 0.33	8.33 (6.04-14.99)
<i>M. pulegium</i>	500	15.73(3)	2.13 $\pm$ 0.58	0.31 (0.9-1.54)
<i>F. angulate</i>	500	7.62(3)	1.69 $\pm$ 0.37	7.14 (3.76-31.79)
<i>A. graveolens</i>	500	12.43(3)	1.71 $\pm$ 0.44	5.53 (2.25-43.85)
<i>C. zeylanicum</i>	500	2.86(3)	1.66 $\pm$ 0.27	2.47 (1.92-3.12)
<i>O. basilicum</i>	500	11.43(3)	2.15 $\pm$ 0.52	4.81 (2.53-22.87)
<i>Z. officinale</i>	500	6.27(3)	2.19 $\pm$ 0.30	4.01 (3.30-4.96)

nor-hopanes دارای ترکیباتی مانند *Zanha africana* (Radlk.) است که برای سوسک‌های انباری اثر بازدارندگی تخم‌ریزی است (۳۰) و در تحقیق حاضر نیز مشخص شد که پودر گیاهان مورد مطالعه باعث کاهش معنی‌دار تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات می‌شوند (جدول ۳). نتایج نشان داد با افزایش غلظت پودرهای گیاهی درصد بازدارندگی تخم‌ریزی افزایش یافت و این موضوع با یافته‌های سایر محققان مطابقت دارد (جدول ۳).

بر اساس مطالعات انجام شده پودر گیاهان *Piper nigrum* L., *Curcuma longa* L. و *Ocimum sanctum* Linn *Allium sativum* L. در بالاترین غلظت (یک گرم بر لیتر) به ترتیب باعث ۳۸/۵۴، ۳۶/۹۸، ۵۳/۷۷ و ۴۰/۵۶ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات شدند (۲۹) و در تحقیق حاضر پودر پونه، زنجبیل و دارچین در غلظت مشابه به ترتیب باعث ۹۱/۷۴، ۹۰/۰۸ و ۹۰/۲۵ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی، تأثیر بازدارندگی بیشتری را روی این آفت داشتند (جدول ۳). گزارشات آدسینا و همکاران نشان داد که پودر گیاه *Aframomum melegueta* اثر بازدارندگی تخم‌ریزی شدیدی روی حشرات ماده سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات دارد و این محققین سمیت این گیاه را بعلت وجود ترکیبات ترپنئیدی مختلف بخصوص مونوترپنئید ۸ و ۸- سینثول ذکر نموده‌اند (۲) که این ترکیب ترپنئیدی در بسیاری از گیاهان معطر وجود دارد (۲۲).

بر اساس نتایج تقی زاده ساروکلائی و محرمی پور، اسانس *Thymus persicus* در غلظت ۷۱/۴۰ پی‌پی‌ام باعث ۷۵/۳۱ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات شد و در تحقیق حاضر پودر آویشن در غلظت ۱۰ گرم بر لیتر باعث ۸۶/۷۳ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی این آفت گردید (۳۱). همچنین بر اساس مطالعات رفیعی کهرودی و همکاران از بین اسانس‌های مورد مطالعه آویشن و بومادران بیشترین و شویید کمترین اثر بازدارندگی تخم‌ریزی را روی شب پره هندی داشته است (۲۵) ولی در تحقیق حاضر پودر شویید اثر بازدارندگی تخم‌ریزی بیشتری از آویشن و بومادران روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات داشته است (جدول ۳).

همچنین ال-کتهانی و همکاران پودر زنجبیل را سمی‌ترین ترکیب مورد مطالعه علیه شپشه دندانه‌دار برنج معرفی نمودند بطوری که پودر این گیاه در نسبت ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۲ و ۴ درصد به ترتیب باعث ۴۹/۱۵، ۵۹/۵، ۶۱/۴، ۶۳/۲ و ۶۶/۶ درصد تلفات شپشه دندانه‌دار برنج شد و نسبت به پودر رازیانه و هل سبز سمیت تنفسی بیشتری را روی این آفت موجب شد (۴) و در تحقیق حاضر نیز مشخص شد که پودر این گیاه در غلظت ۱۰ گرم بر لیتر باعث تلفات ۸۹/۷۷ درصدی حشرات بالغ سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات گردید (جدول ۱). محققین مختلفی تأثیر حشره‌کشی پودرهای مختلف گیاهی را گزارش نموده‌اند (۹، ۱۶ و ۲۲) و در تحقیق حاضر نیز مشخص شد که پودرهای گیاهی مورد مطالعه سمیت تنفسی قابل توجهی روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات دارند (جدول ۱ و ۲).

بازدارندگی تخم‌ریزی پودرهای گیاهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین غلظت‌های مختلف پودر گیاهان بومادران ($F_{(4, 20)} = 95.02$; $P < 0.01$)، آویشن ($F_{(4, 20)} = 108.84$; $P < 0.01$)، بابونه ($F_{(4, 20)} = 114.40$; $P < 0.01$)، پونه ($F_{(4, 20)} = 172.22$; $P < 0.01$)، چوبل ($F_{(4, 20)} = 278.68$; $P < 0.01$)، دارچین ($F_{(4, 20)} = 223.29$; $P < 0.01$)، ریحان ($F_{(4, 20)} = 101.14$; $P < 0.01$)، زنجبیل ($F_{(4, 20)} = 136.85$; $P < 0.01$)، شبت ($F_{(4, 20)} = 88.23$; $P < 0.01$)، از نظر بازدارندگی تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. در این تحقیق مشخص شد که همه پودرهای گیاهی مورد مطالعه نسبت به شاهد باعث کاهش معنی‌دار تخم‌ریزی این آفت شده‌اند (جدول ۳). بر اساس نتایج پودر پونه، زنجبیل و دارچین در غلظت یک گرم بر لیتر به ترتیب باعث ۹۱/۷۴، ۹۰/۲۵ و ۹۰/۰۸ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات شده‌اند (جدول ۳).

مطالعات نشان می‌دهد که پودر برخی از گیاهان معطر بعلت داشتن ترکیبات فرار گیاهی باعث کاهش تخم‌ریزی سوسک‌های حبوبات و بعضی دیگر از حشرات انباری مهم می‌شوند (۱۷). نتایج مطالعات استونسون و همکاران نشان می‌دهد که پوست ریشه گیاه

جدول ۳ - میانگین (± خطای معیار) درصد بازدارندگی تخم‌ریزی نه پودر گیاهی روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حیوانات در غلظت‌های مختلف

Table 3- Mean (± SE), oviposition deterrence percent of nine herbal powders on <i>C. maculatus</i> adults at different concentrations					
پودر گیاهی	غلظت (گرم بر لیتر)	غلظت (g/L)	%Mortality ±SE	میانگین تلفات (± خطای معیار)	میانگین تلفات (± خطای معیار)
Botanical powder	Concentration	(g/L)	%Mortality ±SE	Concentration	(g/L)
<i>M. pulegium</i>	0.1	0.1	20.79±3.29e	0.5	19.33±2.88e
	0.17	0.17	37.50±0.91d	2.51	33.43±1.13d
	0.31	0.31	48.64±1.48c	3.16	48.94±3.48c
	0.56	0.56	59.28±1.94b	3.97	60.73±3.34b
	1	1	91.74±0.74a	5	88.15±2.03a
<i>C. zeylanicum</i>	0.1	0.1	21.44±1.19e	1	21.42±1.91e
	0.17	0.17	35.40±1.99d	1.77	35.11±1.89d
	0.31	0.31	48.52±2.21c	3.16	46.97±2.36c
	0.56	0.56	60.63±1.33b	5.62	62.98±2.85b
	1	1	90.25±1.43a	10	90.34±0.91a
<i>Z. officinale</i>	0.1	0.1	24.99±1.31e	1	22.36±3.09e
	0.17	0.17	33.94±1.59d	1.77	31.83±1.11d
	0.31	0.31	48.92±2.91c	3.16	50.51±2.91c
	0.56	0.56	59.47±2.54b	5.62	59.97±1.63b
	1	1	90.08±1.86a	10	86.73±1.85a
<i>A. nobilis</i>	0.5	0.5	17.28±3.44e	1	21.60±2.84e
	2.51	2.51	31.64±1.93d	1.77	35.38±1.39d
	3.16	3.16	51.42±1.70c	3.16	48.52±2.16c
	3.97	3.97	61.92±1.30b	5.62	63.56±2.86b
	5	5	86.66±1.34a	10	86.97±2.11a
<i>F. angulate</i>	0.5	0.5	14.87±2.71e		
	2.51	2.51	36.49±2.09d		
	3.16	3.16	47.47±0.98c		
	3.97	3.97	63.28±1.45b		
	5	5	87.37±1.59a		

سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات سمیت تنفسی و بازدارندگی تخم‌ریزی دارند. پودر پونه بیش‌ترین سمیت تنفسی و بازدارندگی تخم‌ریزی را روی این آفت دارد. به نظر می‌رسد با توجه به بومی بودن، دسترسی آسان، کاربرد راحت و کم‌خطر بودن برای انسان می‌توان در مناطق روستایی برای کنترل آفات انباری از این پودرهای گیاهی استفاده نمود.

همچنین بر اساس مطالعات روف و همکاران پودر برگ و دانه چریش سبب کاهش معنی‌دار تخم‌ریزی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات شده است (۲۷) ولی در غلظت مشابه پودر گیاهان پونه، زنجبیل، دارچین و بومادران مورد مطالعه در تحقیق حاضر اثر بازدارندگی تخم‌ریزی بیشتری را روی این آفت داشته‌اند (جدول ۳).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که پودرهای گیاهی مورد مطالعه روی

منابع

- Abbott W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Adesina J.M., Jose A.R., Rajashaker Y., and Afolabi L.A. 2015. Entomotoxicity of *Xylopi aethiopica* and *Aframomum melegueta* in suppressing oviposition and adult emergence of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae) infesting stored cowpea seeds. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 8(4): 263-268.
- Akinneye J.O., Adedire C.O., and Arannilewa S.T. 2006. Potential of *Cleisthopholis patens* Elliot as a maize protectant against the stored product moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera; Pyralidae). *African Journal of Biotechnology*, 5(25): 2510-2515.
- Al-Qahtani A.M., Al-Dhafar Z.M., and Rady M.H. 2012. Insecticidal and biochemical effect of some dried plants against *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera-Silvanidae). *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 65 (1):88-93.
- Ashouri S.H., and Shayesteh N. 2010. Effects of three spices powders on mortality and progeny of adults of lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Entomological Research*, 2(1), 31-38. (In Persian with English abstract).
- Bagheri-Zenouz A. 2007. Pests of stored products and management to maintain. Sepehr Publishing Centre, Iran. (In Persian).
- Bandra K.A., and Saxena R.C. 1995. A technique for handling and sexing *Callosobruchus maculatus* (F.) adults (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 31(1): 97-100.
- Boeke S., Van Loon J., Van Huis A., Kossou D., and Dicke M. 2001. The use of plant material to protect stored seeds against seed beetles: a review. *Wageningen University Papers*.
- Chaubey M.K. 2008. Fumigant toxicity of essential oils from some common spices against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Oleo Science*, 57: 171-179.
- Fatemizadeh A. 2003. Effect of cobalt 60 gamma-ray pulses on different developmental stages *Callosobruchus maculatus* (F.). MS thesis, College of Agriculture, Tehran University (In Persian with English abstract).
- Hougourou D., Agossa C.H., Zoclanclounon Y., Nassarai M., and Agbaka A. 2016. Efficacy of two plant powders as cowpea grain protectants against *Callosobruchus maculatus* Fabricius. *Journal of Applied Biosciences*, 105: 10152-10156.
- Ibrahim H., Fawki S., Abd El-Bar M., Abdou M., Mahmoud D., and El-Gohary E. 2017. Inherited influence of low dose gamma radiation on the reproductive potential and spermiogenesis of *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. (In press).
- Isman M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.
- Jacobson M. 1989. Botanical Pesticides Past, Present and Future. *Insecticide of Plant Origin*, ACS Symp.
- Keita S., Vincentb C., Schmita J., Arnasonc J., and Blanger A. 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research*, 37:339-349.
- Ktys M. 2013. The effect of herbs on some pest beetle species in grain warehouses and stores. *Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Krakow*.
- Lee S., Peterson C.J., and Coats J.R. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. *Journal of Stored Products Research*, 39: 77-85.
- Madrid F.J., White N.D., and Loschivo S.R. 1990. Insect in stored cereals and their association with forming

- practices in Southern manitoba. Canberra Entomology, 122: 289- 298.
- 19- Maharjan R., Yi H., Young Y., Jang Y., Kim K., and Bae S. 2017. Effects of low temperatures on the survival and development of *Callosobruchus chinensis* under different storage durations. Journal of Asia-Pacific Entomology, 20(3): 893-900.
- 20- Modarres Najafabadi S., Fanai H., and Ghlamian G. 2006. Study on Eucalyptus Product Uses (Seed and Leaf Powder) on Stored Product Pests of Wheat and Barley in Sistan Region-Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(2): 117-127.
- 21- Nenaah G.E. 2014. Bioactivity of powders and essential oils of three Asteraceae plants as post-harvest grain protectants against three major coleopteran pests. Journal of Asia-Pacific Entomology, 17: 701-7-9.
- 22- Ntonifor N., Oben E., Esther O., and Konje C. 2010. Use of selected plant derived powders and their combinations to protect stored coepea grains against damageby *Callosobruchus maculatus*. Journal of Agricultural and Biological Science, 5(5): 13-21.
- 23- Ogendo J.O., Kostyukovsky M., Ravid U., Matasyoh J.C., Deng A.L., Omolo E.O., and Shaaya E. 2008. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* oil and two constituents against five insect pests attacking stored food products. Journal of Stored Products Research, 44: 328–334.
- 24- Paneru R.B., Lee Patourel G.N., and Kennedy S.H. 1997. Toxicity of *Acorus calamus* rhizome powder from Eastern Nepal to *Sitophilus granarius* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Crop Protection, 16: 759–763.
- 25- Rafiei-Karahroodi Z., Moharramipour S., Farazmand H., and Karimzadeh-Esfahani J. 2001. Oviposition deterreny and ovicidal activity of eighteen medicinal plant essential oils on *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(3): 460-470.
- 26- Raja N., Albert S., Ignacimuthu S., and Dorn S. 2001. Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. Journal of Stored Products Research, 37:127-132.
- 27- Rouf F.M., Sardar M.A., and Ahmed K.S. 1996. Individual and combined effect of some plant materials for protection of lenthil seeds against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. Bangladesh Journal of Entomology, 6: 13-21.
- 28- Shakarami J., Falahzadeh M., and Almasi S. 2010. Fumigation toxicity and oviposition deterreny of four plant essential oils on cowpea beetle. Plant Protection Journal. 2(4): 265-276.
- 29- Singh R. 2011. Evaluation of some plant products for their oviposition deterrent properties against the *Callosobruchus maculatus* (F.) on Chik pea seeds. Journal of Agricultural Technology, 7(5):1363-1367.
- 30- Stevenson P., Green P., Veitch N., Farrell I., Kusolwa P., and Belmain S. 2016. Nor-hopanes from *Zanha africana* root bark with toxicity to bruchid beetles. Phytochemistry, 123: 25-32.
- 31- Taghizadeh Saroukolai A., and Moharramipour S. 2011. Oviposition deterrence and persistence of essential oils from *Thymus persicus* (Roniger ex Reach F.) compared to *Prangos acaulis* (Dc.) Bornm against *Callosobruchus maculatus* F. in laboratory. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(2): 202-211.
- 32- Tripathi A., Prajapati V., Verma N., Bahl J.R., Bansal R.P., Khanuja S.P., and Kumar S. 2002. Bioactivites of the leaf essential oil of *Curcuma longa* on three species of stored product beetles (Coleoptera). Journal Economic Entomology, 95(1),183-189.



ارزیابی آزمایشگاهی مواد مغذی افزودنی به عنوان محرک‌های تغذیه‌ای برای موریهانه

Microcerotermes diversus Silvestri (Isoptera: Termitidae)

مرجان اختلاط^۱ - بهزاد حبیب پور^{۲*} - معصومه ضیایی^۳ - لادن پورسرتیپ^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴

چکیده

گونه‌های مختلف موریهانه جنس *Microcerotermes* خسارت اقتصادی زیادی را به لوازم چوبی در ساختمان‌ها در کشور وارد می‌کنند. استفاده از طعمه‌های مسموم به عنوان یک روش بی‌خطر برای محیط زیست در کنترل موریهانه‌های زیر زمینی پذیرفته شده است. مواد مختلفی جهت ساختن طعمه‌های جذاب برای موریهانه‌های زیر زمینی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. در این تحقیق، واکنش تغذیه‌ای موریهانه هدف به کاغذهای صافی (بسترهای سلولزی) تیمار شده با غلظت‌های مختلف ملاس (۱ تا ۶ درصد)، اوره (۰/۱ تا ۱ درصد)، مخمر (۰/۱ تا ۱ درصد) و روغن سویا (۰/۱ تا ۱۰ درصد) در قالب آزمون‌های انتخابی و غیرانتخابی در چهار تکرار در شرایط آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای نمونه شاهد از بسترهای سلولزی تیمار نشده (بدون مواد افزودنی) استفاده شد. بسترهای سلولزی هر تیمار به طور جداگانه درون ظروف پتری قرار گرفت و پس از مرطوب کردن با آب مقطر، تعداد ۵۰ موریهانه کارگر در آن قرار داده شد. واحدهای آزمایشی به مدت دو هفته در انکوباتور تاریک در دمای 28 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 90 ± 5 درصد نگهداری و در این مدت مرگ و میر موریهانه‌ها شمارش شدند. پس از پایان دوره آزمایش، کاهش وزن هر یک از بسترهای سلولزی مربوط به هر واحد آزمایشی تعیین شد. براساس نتایج بدست آمده از آزمون‌های انتخابی و غیرانتخابی، غلظت‌های مختلف ملاس و مخمر از لحاظ تأثیر بر زنده‌مانی موریهانه اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند اما از لحاظ تغذیه غلظت‌های ۴ و ۶ درصد ملاس بیشترین میزان تغذیه را داشتند و در مخمر نیز بیشترین میزان تغذیه را تیمار ۱ درصد داشت. غلظت‌های مختلف اوره و روغن سویا از لحاظ زنده‌مانی و تغذیه اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. بنابراین از لحاظ تغذیه و زنده‌مانی غلظت‌های ۴ درصد ملاس و ۱ درصد مخمر انتخاب و جهت استفاده در تولید طعمه‌های سمی، جهت جلب هر چه بیشتر موریهانه و مصرف بیشتر طعمه توسط آنها، پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اوره، روغن سویا، طعمه موریهانه، مخمر، ملاس

مقدمه

ساختمان‌ها و بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیر به لوازم چوبی مشاهده شده است (۶). موریهانه‌های موجود در این استان به گروه موریهانه‌های زیرزمینی تعلق دارند که مهمترین موریهانه که به لوازم چوبی حمله می‌کند گونه *Microcerotermes diversus* Silvestri است. این موریهانه به عنوان حریص‌ترین و مخرب‌ترین گونه موجود در استان خوزستان دارای حوزه جستجوگری غذایی وسیع بوده و توانایی ایجاد اجتماعات ثانویه در دیوارها و سقف اماکن و نیز روی درختان را دارد، لذا ریشه‌کشی و کنترل آن توسط روش‌های رایج مانند عملیات دریل‌کاری و تزریق حشره‌کش به داخل زمین، با مشکلاتی مواجه بوده و در برخی موارد کارایی لازم را ندارد، در حالی که سالانه مبالغ هنگفتی صرف کنترل این موریهانه می‌شود (۱۰). بنابر مشکلات موجود یکی از روش‌های مؤثر مبارزه استفاده از سیستم‌های طعمه‌گذاری است که اخیراً به عنوان یک راه فن مهم برای حفاظت درازمدت ساختمان‌ها و الوار در برابر آسیب موریهانه‌ها استفاده می‌شود (۳، ۸ و ۱۱). در این راه فن از رفتارهای ذاتی موریهانه مانند جستجوگری،

موریهانه‌ها از مهمترین آفات لوازم چوبی و سلولزی موجود در اماکن مسکونی در سراسر مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان هستند (۴، ۵ و ۱۸). گونه‌های مختلف جنس *Microcerotermes* سالانه خسارت اقتصادی زیادی را به لوازم چوبی در مناطق مسکونی و غیرمسکونی در کشور وارد می‌کنند. در استان خوزستان از دیرباز به دلیل عدم رعایت اصول پیشگیری در هنگام ساختمان‌سازی و نیز عدم بکارگیری مواد محافظت کننده از چوب، هجوم موریهانه‌ها به داخل

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکترای حشره‌شناسی کشاورزی، دانشیار و استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*) نویسنده مسئول: Email: habibpour_b@scu.ac.ir

۴- استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان

تیمار به طور جداگانه درون ظروف پتری به قطر ۹ سانتی‌متر قرار گرفت و پس از مرطوب کردن با آب مقطر، تعداد ۵۰ موریانه کارگر در آن قرار داده شد. واحدهای آزمایشی به مدت دو هفته در انکوباتور در دمای 28 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 90 ± 5 درصد و شرایط تاریک نگهداری و مرگ و میر روزانه حشرات طی مدت ۱۴ روز شمارش شدند. پس از پایان دوره آزمایش، کاغذهای صافی به مدت ۲۴ ساعت در فضای آزاد خشک و سپس وزن آنها یادداشت و کاهش وزن هر یک از کاغذهای صافی مربوط به هر واحد آزمایشی تعیین شد.

پس از انجام تبدیلات درصد به $\sqrt{x\%}$ ، Arcsine، تجزیه واریانس داده‌های انواع ملاس روی درصد زنده مانی و میزان تغذیه با طرح فاکتوریل (فاکتور اول نوع ملاس و فاکتور دوم غلظت) در قالب طرح پایه کامل تصادفی انجام گرفت. تجزیه واریانس داده‌های اوره، روغن سویا و مخمر با طرح کامل تصادفی (ANOVA One Way) صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌های آزمایش‌های غیرانتخابی با آزمون توکی در سطح $\alpha = 5\%$ با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

آزمون انتخابی تغذیه‌ای

براساس نتایج زیست‌سنجی‌های آزمایشگاهی، بیشترین تیمارهای مصرف شده با استفاده از یک آزمون انتخابی تعیین شدند. تیمارهای اوره، ملاس و مخمر توسط آب مقطر و روغن سویا توسط اتانول رقیق شدند. کاغذهای صافی واتمن شماره ۱ با این محلول‌ها تیمار شده و برای نمونه شاهد از آب مقطر و حلال مربوطه استفاده گردید. سپس کاغذهای صافی تیمار شده و شاهد در یک محیط غذایی^۳ قرار داده شدند که شامل سه ظرف پتری بود که توسط سه بازوی پلاستیکی به شکل T وصل شده‌اند. در یک پتری کناری کاغذ صافی شاهد و در پتری دیگر کاغذ صافی تیمار شده قرار گرفت. ظرف پتری مرکزی دارای یک بستر مرطوب خاک مزرعه و ورمیکولایت به نسبت ۲ به ۱ بود (شکل ۱). سپس تعداد ۱۰۰ موریانه به ظرف پتری مرکزی اضافه و اجازه داده شد که موریانه‌ها آزادانه در ظروف حرکت نمایند. واحدهای آزمایشی در انکوباتور و شرایط آزمایشی که قبلاً ذکر گردید به مدت دو هفته نگهداری شدند. کاغذهای صافی پس از خشک شدن وزن و کاهش وزن هر یک از کاغذ صافی‌های مربوط به هر واحد آزمایشی تعیین شد. این آزمایش در ۴ تکرار انجام گرفت. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون t برای دو نمونه جفت شده (آزمون‌های انتخابی) انجام شد.

سیستم انتقال غذا (تروفالاکسیس^۱)، تیمارگری، همخواری^۲، مصرف پوست انداخته شده بوسیله موریانه‌ها که منجر به انتقال و توزیع حشره‌کش در کلنی می‌شود، برای کاهش یا حذف جمعیت کلنی از یک منطقه استفاده می‌شود (۳، ۷، ۹ و ۱۷). موریانه‌ها از بوها و علائم شیمیایی موجود در طعمه برای تعیین موقعیت غذا در محیط استفاده می‌کنند. یکی از راه‌هایی که طعمه را برای موریانه جذاب و دلپذیر می‌کند، استفاده از محرک‌های غذایی از قبیل ترکیبات نیتروژن دار، هیدرات‌های کربن، روغن‌های گیاهی، فرمون‌ها و سایر ترکیبات جلب کننده دیگر می‌باشد (۱، ۲ و ۲۰). جذابیت طعمه نسبت به سایر منابع غذایی موجود در محیط، می‌تواند بر رفتار جستجوگری برای کشف طعمه اثر بگذارد (۱۴). در واقع طعمه مناسب احتمال حمله را افزایش و زمان جستجوگری را کاهش می‌دهد (۱۶، ۱۹، ۲۱، ۲۲ و ۲۴). تاکنون مواد مختلفی جهت ساختن طعمه‌های مناسب و جذاب برای موریانه‌های زیرزمینی در خارج از کشور مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، اما از آنجایی که موریانه‌های مختلف در مناطق جغرافیایی متفاوت دارای ترجیح غذایی و رفتار غذایی متفاوت هستند (۱۳) و از طرف دیگر این طعمه‌ها از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشند، لذا به منظور تولید یک فرمولاسیون مناسب و مؤثر طعمه جهت کنترل موریانه مخرب *M. diversus* در کشور، این تحقیق انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمون غیرانتخابی تغذیه‌ای

ملاس تولید شده در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان در سه غلظت با میزان ساکارز بالا (۵۴ درصد) شامل ملاس نوع A، ساکارز متوسط (۴۸ درصد) شامل ملاس نوع B و ساکارز پایین (۳۳ درصد) شامل ملاس نوع C تهیه گردید (۱۵). پس از انجام آزمون‌های مقدماتی، دامنه‌ای از غلظت‌ها برای هر یک از مواد افزودنی تهیه گردید:

برای اوره، مخمر و ملاس از حلال آب مقطر و در مورد روغن سویا از اتانول استفاده شد. آزمایش در ۴ تکرار و برای هر تکرار، کاغذهای صافی واتمن شماره ۱ (به قطر ۹ سانتی‌متر) با ۱/۷ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف ملاس (۱ تا ۶ درصد)، اوره (۰/۱ تا ۱ درصد)، مخمر (۰/۱ تا ۱ درصد) و روغن سویا (۰/۱ تا ۱۰ درصد) توسط پیپت مدرج تیمار گردید. برای نمونه شاهد اوره، مخمر و ملاس، از آب مقطر و در مورد نمونه شاهد روغن سویا از اتانول استفاده شد. کاغذهای صافی ۲۴ ساعت بعد از تیمار (که در فضای آزاد خشک شدند) با ترازوی دیجیتالی وزن شدند. کاغذهای صافی هر

1- Trophallaxis

2- Cannibalism

3- Feeding arena

نتایج

آزمون غیرانتخابی تغذیه‌ای

از لحاظ درصد زنده‌مانی اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف سه نوع ملاس با شاهد مشاهده نشد. بین ملاس‌های مختلف (سه نوع ملاس) و اثر متقابل غلظت و نوع ملاس نیز به ترتیب از لحاظ زنده‌مانی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($df=6$ و 39)، $F=1/494$ ، $P=0/206$ (جدول ۱). مقایسه میانگین میزان تغذیه از کاغذهای صافی تیمار شده با غلظت‌های مختلف سه نوع ملاس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف سه نوع ملاس با شاهد وجود دارد و با افزایش غلظت قند در هر ملاس میزان

تغذیه افزایش یافته است. از طرف دیگر در ملاس نوع C که نسبت به دو ملاس دیگر ساکارز کمتری دارد میزان تغذیه نسبت به دو نوع ملاس دیگر افزایش یافته است که نشان دهنده این می‌باشد که موریانه مذکور به محدوده خاصی از میزان قند گرایش دارد. بر اساس نتایج به دست آمده، ملاس ۶ درصد نوع B و ملاس ۴ و ۶ درصد نوع C دارای بیشترین میزان تغذیه بوده و اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان دادند. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل غلظت و نوع ملاس نیز اختلاف معنی‌دار نشان داد (39 و $df=6$ ، $P=0/007$ ، $F=3/521$) (جدول ۱).



شکل ۱- محیط غذایی T شکل در آزمون انتخابی تغذیه‌ای

Figure 1- T-shape feeding arena in choice test

غلظت‌های مختلف روغن سویا نیز نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف ۱ و ۱/۰، ۰/۱ و ۰/۰۱ با شاهد وجود نداشت؛ اما بین غلظت ۱۰ درصد روغن سویا با شاهد از لحاظ تغذیه اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($df=4$ و 15)، $F=13/487$ ، $P=0/000$ (جدول ۳). از لحاظ درصد زنده‌مانی بین غلظت‌های مختلف اوره با شاهد به استثنای غلظت ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان داد و میزان زنده‌مانی در این غلظت نسبت به شاهد و سایر غلظت‌ها کاهش یافته است ($df=5$ و 18)، $F=5/287$ ، $P=0/004$ (جدول ۴). مقایسه میانگین میزان تغذیه از کاغذهای صافی تیمار شده با غلظت‌های مختلف اوره نیز، اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان ندادند ($df=5$ و 18)، $P=0/226$ ، $F=1/546$ (جدول ۴).

آزمون انتخابی تغذیه‌ای

از لحاظ درصد زنده‌مانی اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف مخمر با شاهد مشاهده نشد ($df=3$ و 12)، $P=0/201$ ، $F=1/800$ (جدول ۲). مقایسه میانگین میزان تغذیه از کاغذهای صافی تیمار شده با غلظت‌های مختلف مخمر تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد بدین ترتیب که با افزایش غلظت مخمر میزان تغذیه افزایش یافت (جدول ۲). بر اساس نتایج به دست آمده، مخمر ۱ درصد دارای بیشترین میزان تغذیه بوده و اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت ($df=3$ و 12)، $F=39/759$ ، $P=0/000$ (جدول ۲). از لحاظ درصد زنده‌مانی بین غلظت‌های مختلف روغن سویا با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما غلظت ۱۰ درصد روغن سویا اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان داد بدین ترتیب که با افزایش غلظت روغن سویا (در غلظت ۱۰ درصد) میزان تغذیه و درصد زنده‌مانی به شدت کاهش یافت ($df=4$ و 15)، $F=232/523$ ، $P=0/000$ (جدول ۳). مقایسه میانگین میزان تغذیه از کاغذهای صافی تیمار شده با

مختلف روغن سویا و اوره اختلاف معنی‌داری از لحاظ تغذیه با شاهد نشان ندادند اما جهت بررسی و تأیید مجدد این نتایج، از این غلظت‌ها در آزمون انتخابی استفاده گردید. مقایسه میانگین میزان تغذیه (بر حسب میلی گرم) در آزمون انتخابی تیمار شاهد- ملاس نشان داد که موربانه‌ها ۷ برابر بیشتر از شاهد از تیمار ملاس تغذیه نمودند ($df=3$ و $P=0.006$ ، $t=7.182$) (شکل ۲). مقایسه میانگین میزان تغذیه در آزمون انتخابی تیمار شاهد- مخمر نیز نشان داد که موربانه‌ها تقریباً ۵ برابر بیشتر از شاهد از تیمار مخمر تغذیه نمودند ($df=3$ و $P=0.006$ ، $t=6.990$) (شکل ۳).

براساس نتایج زیست سنجی‌های غیر انتخابی آزمایشگاهی، تیمارهایی که دارای بیشترین میزان مصرف بودند، متعاقباً با استفاده از یک آزمون انتخابی تعیین شدند. برای آزمون انتخابی تیمار شاهد- ملاس از غلظت ۴ درصد نوع C که دارای بیشترین میزان تغذیه بود استفاده شد.

برای آزمون انتخابی تیمار شاهد- مخمر نیز چون غلظت ۱ درصد دارای بیشترین میزان تغذیه بود استفاده گردید. برای آزمون انتخابی تیمار شاهد- روغن سویا از غلظت ۰/۰۱ روغن سویا و برای تیمار شاهد- اوره نیز از غلظت ۰/۰۱ اوره استفاده شد (اگر چه غلظت‌های

جدول ۱- میانگین $\pm$ خطای معیار درصد زنده‌مانی و میزان مصرف کاغذ صافی (میزان تغذیه) موربانه *M. diversus* بعد از مدت ۱۴ روز تغذیه از غلظت‌های مختلف سه نوع ملاس

Table 1- Mean ($\pm$ standard error) of survival percentage and matrix weight loss (feeding) for different concentrations of molasses for *M. diversus* for two weeks

تیمار (Treatment)	غلظت (درصد) Concentrations (%)	درصد زنده‌مانی Survival (%)	میزان تغذیه (mg) Feeding (mg)
شاهد (Control)	-	$(72.47 \pm 6.10) a$	$(5.50 \pm 2.60) f$
ملاس نوع A (Molasses A)	1	$(70.81 \pm 4.95) a$	$(9.00 \pm 0.00) def$
	2	$(76.27 \pm 2.12) a$	$(14.50 \pm 0.28) bcd$
	4	$(72.03 \pm 2.58) a$	$(16.25 \pm 0.75) bc$
	6	$(72.53 \pm 2.60) a$	$(18.00 \pm 1.47) b$
ملاس نوع B (Molasses B)	1	$(69.93 \pm 4.79) a$	$(7.75 \pm 0.25) ef$
	2	$(67.24 \pm 0.78) a$	$(12.00 \pm 1.87) cde$
	4	$(67.48 \pm 2.24) a$	$(15.25 \pm 0.25) bc$
	6	$(76.26 \pm 3.26) a$	$(20.25 \pm 1.54) ab$
ملاس نوع C (Molasses C)	1	$(69.25 \pm 2.56) a$	$(7.50 \pm 0.64) ef$
	2	$(73.67 \pm 3.84) a$	$(11.50 \pm 1.19) cde$
	4	$(68.83 \pm 2.57) a$	$(19.50 \pm 0.95) ab$
	6	$(63.70 \pm 5.74) a$	$(24.25 \pm 1.43) a$

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

The means followed by the same letters are not significantly different ($P<0.05$)

جدول ۲- میانگین $\pm$ خطای معیار درصد زنده‌مانی و میزان مصرف کاغذ صافی (میزان تغذیه) موربانه *M. diversus* بعد از مدت ۱۴ روز تغذیه از غلظت‌های مختلف مخمر

Table 2- Mean ($\pm$ standard error) of survival percentage and matrix weight loss (feeding) for different concentrations of yeast for *M. diversus* for two weeks

تیمار (Treatment)	غلظت (درصد) Concentrations (%)	درصد زنده‌مانی Survival (%)	میزان تغذیه (mg) Feeding (mg)
شاهد (Control)	-	$(72.47 \pm 6.10) a$	$(5.50 \pm 2.06) c$
مخمر (Yeast)	0.01	$(76.02 \pm 1.41) a$	$(12.75 \pm 1.18) b$
	0.1	$(75.83 \pm 3.56) a$	$(13.25 \pm 1.93) b$
	1	$(64.61 \pm 3.37) a$	$(29.25 \pm 0.85) a$

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

The means followed by the same letters are not significantly different ($P<0.05$)

جدول ۳- میانگین $\pm$ خطای معیار درصد زنده‌مانی و میزان مصرف کاغذ صافی (میزان تغذیه) موریانه *M. diversus* بعد از مدت ۱۴ روز تغذیه از غلظت‌های مختلف روغن سویا

Table 3- Mean ($\pm$ standard error) of survival percentage and matrix weight loss (feeding) for different concentrations of soybean oil for *M. diversus* for two weeks

تیمار (Treatment)	غلظت (درصد) Concentrations (%)	درصد زنده‌مانی Survival (%)	میزان تغذیه (mg) Feeding (mg)
شاهد (Control)	-	(70.06 $\pm$ 2.27) a	(19.25 $\pm$ 1.11) a
	0.01	(69.84 $\pm$ 3.10) a	(19.50 $\pm$ 2.99) a
روغن سویا (Soybean oil)	0.1	(71.39 $\pm$ 2.08) a	(16.25 $\pm$ 0.48) a
	1	(70.78 $\pm$ 1.53) a	(17.25 $\pm$ 1.49) a
	10	(0.00 $\pm$ 0.00) b	(4.25 $\pm$ 1.49) b

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

The means followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$)

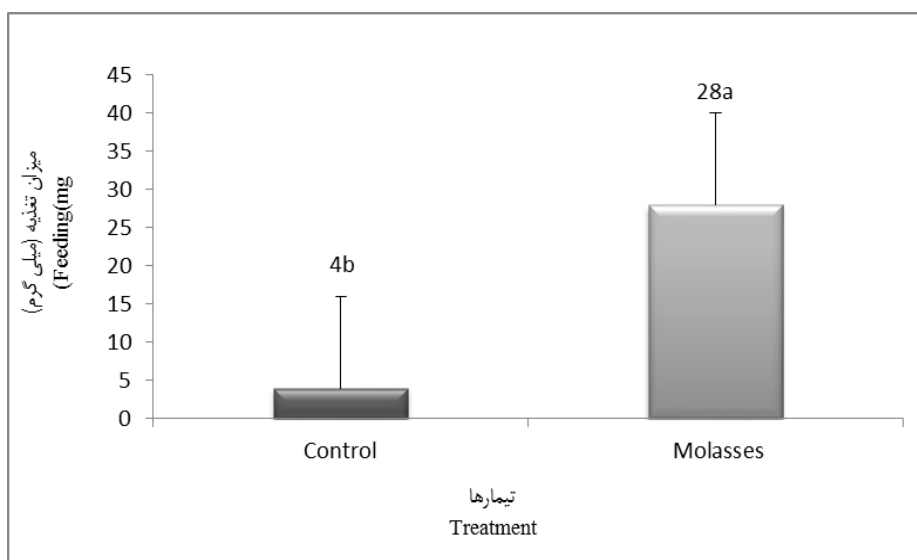
جدول ۴- میانگین $\pm$ خطای معیار درصد زنده‌مانی و میزان مصرف کاغذ صافی (میزان تغذیه) موریانه *M. diversus* بعد از مدت ۱۴ روز تغذیه از غلظت‌های مختلف اوره

Table 4- Mean ($\pm$ standard error) of survival percentage and matrix weight loss (feeding) for different concentrations of urea for *M. diversus* for two weeks

تیمار (Treatment)	غلظت (درصد) Concentrations (%)	درصد زنده‌مانی Survival (%)	میزان تغذیه (mg) Feeding (mg)
شاهد (Control)	-	(71.25 $\pm$ 1.52) ab	(14.25 $\pm$ 2.66) a
	0.01	(72.45 $\pm$ 2.32) a	(12.50 $\pm$ 1.26) a
	0.05	(69.18 $\pm$ 2.38) ab	(14.00 $\pm$ 1.35) a
اوره (Urea)	0.1	(76.93 $\pm$ 2.17) a	(15.50 $\pm$ 1.19) a
	0.5	(68.05 $\pm$ 0.68) ab	(10.25 $\pm$ 0.63) a
	1	(62.33 $\pm$ 2.90) b	(13.75 $\pm$ 0.63) a

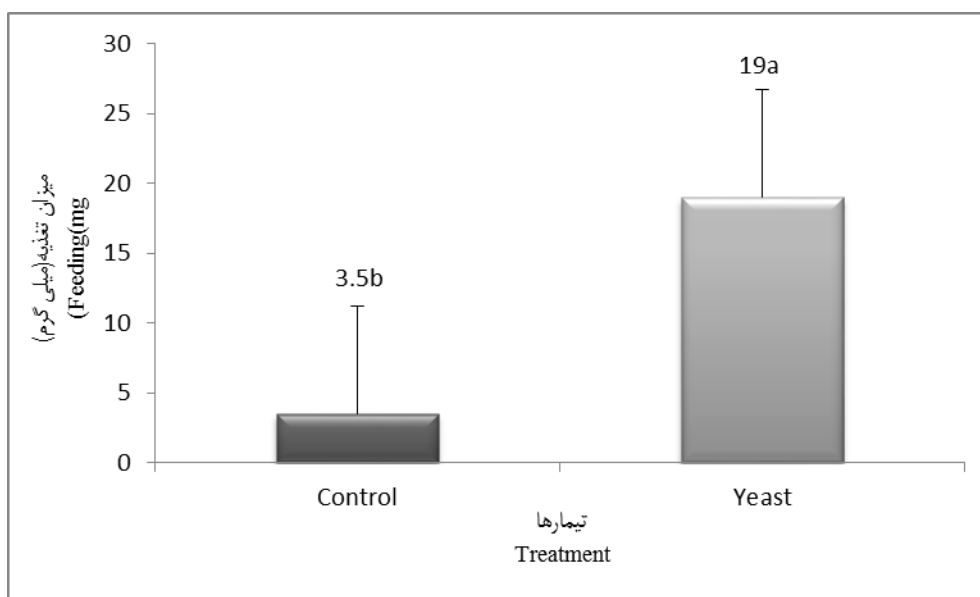
میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

The means followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$)

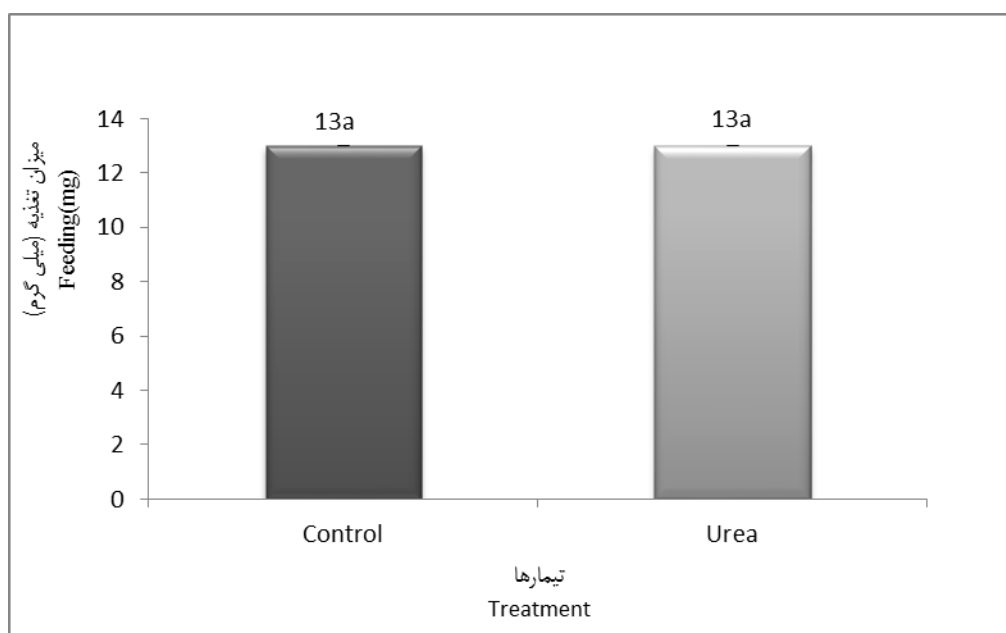


شکل ۲- مقایسه میانگین میزان تغذیه (بر حسب میلی گرم) از بستر سلولزی تیمار شده با ملاس و شاهد در آزمون انتخابی

Figure 2- The mean comparison of molasses treatment with control through feeding (mg) in choice test



شکل ۳- مقایسه میانگین میزان تغذیه (بر حسب میلی گرم) از بستر سلولزی تیمار شده با مخمر و شاهد در آزمون انتخابی
Figure 3- The mean comparison of yeast treatment with control through feeding (mg) in choice test



شکل ۴- مقایسه میانگین میزان تغذیه (بر حسب میلی گرم) از بستر سلولزی تیمار شده با اوره و شاهد در آزمون انتخابی
Figure 4- The mean comparison of urea treatment with control through feeding (mg) in choice test

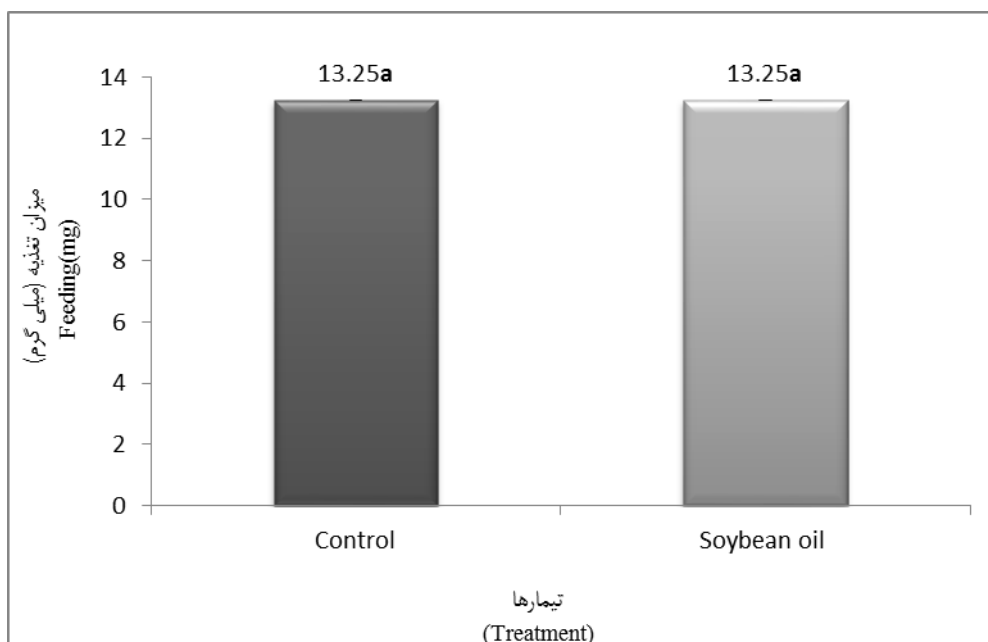
بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج بدست آمده، دو ماده ملاس و مخمر به عنوان یک محرک غذایی عمل نموده و سبب افزایش جلب و تغذیه بیشتر موربانه هدف از کاغذهای صافی در هر دو آزمون انتخابی و

بررسی مقایسه میانگین میزان تغذیه در آزمون انتخابی تیمار شاهد- روغن سویا و تیمار شاهد- اوره نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود ندارد و موربانه‌ها به یک نسبت به سمت تیمارها جلب شده‌اند ($t=0/000$ ، $P=1/000$ و $df=3$) (شکل ۴) و ($t=0/000$ ، $P=1/000$ و $df=3$) (شکل ۵). این نتایج تأییدی بر نتایج به دست آمده از آزمون غیرانتخابی بود.

معدنی می‌باشد. ملاس نیشکر از نظر مقدار قند خیلی غنی‌تر از ملاس چغندر قند است (۶۵ درصد در مقابل ۴۵ درصد).

غیرانتخابی شدند. ملاس عصاره‌ای غلیظ، تیره و چسبناک و یک محصول جانبی در روند تهیه شکر از چغندر قند و یا نیشکر است که به طور متوسط دارای ۴۵-۶۵ درصد قند و در حدود ۱۰ درصد مواد



شکل ۵- مقایسه میانگین میزان تغذیه (بر حسب میلی گرم) از بستر سلولزی تیمار شده با روغن سویا و شاهد در آزمون انتخابی
Figure 5- The mean comparison of soybean oil treatment with control through feeding (mg) in choice test

معنی‌داری بیشتر مصرف می‌کنند.

دو ماده اوره و روغن سویا از لحاظ جلب موربانه هدف اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. غذای موربانه‌ها عموماً غنی از سلولز بوده ولی از نظر میزان نیتروژن ضعیف است. یکی از نکات مهم در تهیه طعمه سمی، میزان غلظت مواد مغذی نیتروژن‌دار موجود در آن است (۱۱). از اوره به عنوان یکی از مواد نیتروژن‌دار مغذی در این تحقیق استفاده گردید اما نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف اوره اختلاف معنی‌داری با شاهد از لحاظ تغذیه نداشتند و حتی با افزایش غلظت اوره میزان تلفات نیز افزایش می‌یابد. البته تأثیر اوره بر افزایش پذیرش طعمه سمی در غلظت‌های مختلف به گونه موربانه نیز بستگی دارد (۱۱). والر (۲۳) اثر سمی و قابلیت پذیرش ۳ ترکیب آمبی سیلین، تتراسایکلین و اوره را برای موربانه زیرزمینی *R. flavipes* و *R. virginicus* بررسی و بیان نمود که محلول‌های ۰/۱، ۱ و ۵ درصد اوره در آزمون‌های انتخابی برای موربانه‌ها جذاب بود اما محلول ۵ درصد اوره در آزمون غیرانتخابی میزان زنده‌مانی و تعداد پروتوزن‌ها را کاهش داد. در تجزیه شیمیایی چوب‌های مورد علاقه موربانه‌ها، اسیدهای چرب در غلظت‌های بالاتری نسبت به سایر چوب‌ها اندازه‌گیری شده است (۱۱). لستین به عنوان ماده تأمین کننده اسید چرب مورد نیاز موربانه‌ها توسط حبیب

بنابراین ملاس نیشکر به دلیل دارا بودن مواد قندی سبب جلب و تغذیه بیشتر موربانه‌ها گردید. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده موربانه مذکور به محدوده خاصی از میزان قند گرایش دارد. موربانه‌ها همچنین غذاهایی که در اثر تخمیر تجزیه می‌شوند و سطح pH کمتر از ۵ و ترجیحاً کمتر از ۴/۵ را تولید می‌کنند، ترجیح می‌دهند. چون این شرایط برای میکروارگانیسم‌های موجود در روده موربانه‌ها شامل پروتوزن‌ها و باکتری‌ها که سلولز را تجزیه می‌کنند، مطلوب می‌باشد (۲۰)، به همین دلیل در این تحقیق از مخمر استفاده گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که مخمر به عنوان یک محرک غذایی عمل نموده و سبب افزایش جلب و تغذیه بیشتر موربانه هدف از کاغذهای صافی در هر دو آزمون انتخابی و غیرانتخابی شدند. این نتایج با نتایج به دست آمده توسط سایر محققین مطابقت دارد. والر و همکاران^۱ (۲۴) در آزمایش‌های صحرایی نشان دادند که موربانه‌های *Reticulitermes flavipes* Kollar و *R. Virginicus* Banks طعمه‌های حاوی ساکارز و مخمر را بیشتر از طعمه‌های فاقد این مواد انتخاب و اشغال می‌کنند. سوبادا (۲۲) نیز نشان داد که گونه‌های موربانه *Reticulitermes* spp طعمه‌های کاغذی حاوی فروکتوز، گالاکتوز، گلوکز، ساکارز، را نسبت به شاهد به طور

پور (۱۱) در شرایط آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفت و تحریک کنندگی به تغذیه برای موریهان *M. diversus* در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام به اثبات رسید اما در غلظت‌های ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری در میزان تغذیه نسبت به شاهد مشاهده نشد. لسیتین یا فسفاتیدیل کولین از نظر شیمیایی جزء فسفولیپیدهاست و در حال حاضر منبع اصلی لسیتین در جهان، دانه سویا است که مقدار آن در دانه سویا حدود ۲ تا ۴ درصد است (۱۱). به همین دلیل در این تحقیق از روغن سویا استفاده گردید. بر اساس نتایج به دست آمده، غلظت‌های مختلف روغن سویا از لحاظ زنده‌مانی و تغذیه اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند و حتی با افزایش غلظت روغن سویا کاهش در میزان تغذیه و زنده‌مانی مشاهده شد. از آنجا که طبق نتایج حبیب پور در شرایط آزمایشگاهی (۱۱) تحریک کنندگی به لسیتین در بعضی غلظت‌ها برای موریهان مذکور گزارش شده است این احتمال وجود دارد که چون در روغن سویا به غیر از لسیتین مواد دیگری هم وجود دارند ممکن است این مواد نیز در نتیجه آزمایش تأثیرگذار باشند که نیازمند بررسی و تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌باشد. نتایج به دست آمده از تحقیق و پژوهش سایر محققین نشان می‌دهد که ترجیح غذایی بر حسب گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. های فیگ و همکاران^۱ (۱۳) ترجیح غذایی موریهان‌های *Coptotermes gestroi* Wasmann و *Heterotermes tenuis* Hagen را نسبت به کاغذهای تیمار شده

منابع

- 1- Castillo V. P., Sajap A. S., and Sahri M. H. 2013. Feeding response of subterranean termites *Coptotermes curvignathus* and *Coptotermes gestroi* (Blattodea: Rhinotermitidae) to baits supplemented with sugars, amino acids, and cassava. Journal of Economic Entomology, 106 (4): 1794-1801.
- 2- Cornelius M. L. 2003. Evaluation of semiochemicals as feeding stimulants for the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). Sociobiology, 41 (3): 583-591.
- 3- Dhang P. 2011. A preliminary study on elimination of colonies of the mound building termite *Macrotermes gilvus* (Hagen) using a chlorfluazuron termite bait in the Philippines. Insects, 2:486-490.
- 4- Ekhtelat M. 2009. Investigation on feeding behavior and estimating foraging population of *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae). M. S. Dissertation, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. 131pp. (In Persian with English abstract)
- 5- Ekhtelat M., Habibpour B., Kocheili F., and Mossadegh M.S. 2009. Evaluation of two Mark-Release-Recapture dyes for marking *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera:Termitidae). Scientific Journal of Agriculture, 32 (2): 25-36. (In Persian with English abstract)
- 6- Fathollahi Z. 2010. Comparative laboratory efficacy of Boric acid and Thiamethoxam on biology and behavior of *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera:Termitidae). M. S. Dissertation, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. 144pp. (In Persian with English abstract)
- 7- Gautam B., and Henderson G. 2014. Comparative evaluation of three chitin synthesis inhibitor termite baits using multiple bioassay designs. Sociobiology, 61 (1): 82 -87.
- 8- Grace J. K., and Su N. Y. 2001. Evidence supporting the use of termite baiting systems for long- term structural protection (Isoptera). Sociobiology, 37(2): 301 -310.

با محلول ساکارز، مخمر و اوره مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمودند که موریهان *C. gestroi* کاغذهای تیمار شده با محلول ساکارز و مخمر را بیشتر ترجیح می‌دهند در حالی که *H. tenuis* کاغذهای تیمار شده با ۰/۰۱۵ اوره را انتخاب نمودند بنابراین به این نتیجه رسیدند که ترجیح غذایی دو موریهان برای بعضی مواد غذایی مشابه متفاوت می‌باشد و پیشنهاد نمودند که از شکر و مخمر در طعمه‌ها برای کنترل *C. gestroi* و از اوره برای کنترل *H. tenuis* استفاده شود. بنابراین تعیین و کشف ماده‌ای که سبب جلب و تغذیه هر چه بیشتر یک گونه موریهان از طعمه می‌شود هدف اصلی مطالعات موریهان‌های زیرزمینی است.

بنابراین در این تحقیق از لحاظ تغذیه و زنده‌مانی غلظت‌های ۴ درصد ملاس و ۱ درصد مخمر انتخاب و جهت استفاده در تولید تجاری طعمه‌های سمی، جهت جلب هر چه بیشتر موریهان و مصرف بیشتر طعمه توسط آنها، پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر فراهم آوردن بخشی از امکانات مالی و اجرایی این طرح صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

- 9- Green J. M. 2008. Horizontal transmission of fipronil in the Eastern subterranean termite from Indiana. Ph.D. Dissertation, University of Purdue, West Lafayette, Indiana. 134pp.
- 10- Habibpour B. 1994. Termites (Isoptera) Fauna, Economic Importance and Their Biology in Khuzestan, Iran. M. S. Dissertation, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. 143pp. (In Persian with English abstract)
- 11- Habibpour B. 2006. Laboratory and field evaluation of bait-toxicants for suppression of subterranean termite populations in Ahvaz. PhD Dissertation, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. 150pp. (In Persian with English abstract)
- 12- Haifig I., Marchetti F. F., and Costa-Leonardo A.M. 2010. Nutrients affecting food choice by the pest subterranean termite *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae). International Journal of Pest Management, 56(4): 371-375.
- 13- Haifig I., Costaleonardo A. M., and Marchetti F. F. 2008. Effects of nutrients on feeding activities of the pest termite *Heterotermestenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Applied Entomology 132: 497-501.
- 14- Henderson G., Collum K. S. M., and Dunaway C. D. 1998. Subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) attack on ground monitors around an apartment complex in fixed pattern placements versus conducive placements. Florida Entomologist, 81(3): 461 -464.
- 15- Hugot E. 1986. Handbook of cane sugar engineering. Elsevier Science Publishing Company INC. Netherland. 1166p.
- 16- Jordan B.W., Bayer B. E., Koehler P. G., and Pereira R. M. 2013 .Bait evaluation methods for urban pest management. Insecticides- Development of Safer and More Effective Technologies. [http:// dx. Doi.org/10.5772/53421](http://dx.doi.org/10.5772/53421).16:447-471.
- 17- Ngee P. S., Yoshimura T., and Lee C. Y. 2004. Foraging populations and control strategies of subterranean termites in the urban environment, with species reference to baiting. Journal of Environmental Entomology, 15(3): 197- 215.
- 18- Omid bakhsh M. 2002. Distribution and damage of the *Psammotermes hybostoma* Desneux (Isoptera: Rhinotermitidae) on planted trees in sand dunes of Khuzestan province. M. S. Dissertation, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. 120pp. (in Persian with English abstract)
- 19- Paysen E. S., Zungoli P. A., Benson E. P., and Demark J. J. 2004. Impact of auxiliary stations in a baiting program for subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Florida Entomologist, 87(4): 623-624.
- 20- Rojas G.M., Morales-Ramos J. A., and King E.G. 2003. Termite bait matrix. Patent No. US 6,585,991B1.
- 21- Sattar A., Salihah Z., and Farid A. 2009. Screening of chemical compounds for slow-acting toxicant characteristics against subterranean termites. Suranaree Journal of Science Technology. 16 (1):63-78.
- 22- Swoboda L. E. 2004. Environmental influences on subterranean termite foraging behavior and bait acceptance. Ph.D. Dissertation, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, USA. 143pp.
- 23- Waller D. A. 1996. Ampicillin, tetracycline and urea as protozoocides for symbionts of *Reticulitermes flavipes* and *R. virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae). Bulletin of Entomological Research.86:77-81.
- 24- Waller D. A., Morlino S.E., and Matkins N. 1999. Factors affecting termite recruitment to bait in laboratory and Field studies. Proceeding of the 3rd International Conference on Urban Pests, Virginia, and USA. pp. 597- 600.



سنتز سبز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره برگ علف هرز تاج خروس و بررسی اثر آنتی باکتریایی

یاسر نیک پرست^۱ - رضا قربانی^{۲*} - حسین احمدزاده^۳ - قربانعلی اسدی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۰۳

چکیده

عصاره گیاهان به عنوان یک کاهنده گیاهی برای تولید سبز، آسان، غیرسمی و دوستدار محیط زیست نانوذرات نقره مورد استفاده قرار گرفته است. در این مطالعه سنتز زیستی نانوذرات نقره با استفاده از عصاره برگ علف هرز تاج خروس ریشه قرمز *Amaranthus retroflexus* به عنوان کاهنده و پایدار کننده در سنتز نانوذرات نقره مورد استفاده قرار گرفت. تأثیر پارامترهای مختلف از جمله اسیدیته مخلوط واکنش، زمان تماس، نسبت عصاره به محلول نیترات نقره بر روی سنتز نانوذرات نقره مورد مطالعه قرار گرفت. تشکیل نانوذرات در داخل محلول نیترات نقره در ابتدا با استفاده از طیف‌نگاری در دامنه طول موج ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر توسط دستگاه طیف‌نگار UV-vis مورد تأیید قرار گرفت. مورفولوژی نانوذرات تشکیل شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد شکل نانوذرات کروی بوده و مونودیسپرس بوده و دامنه اندازه ذرات آن بین ۲ تا ۳۰ نانومتر بود. ساختار کریستالی نانوذرات به روش XRD مورد بررسی قرار گرفت و گروه‌های عاملی مسئول کاهش و پایداری نانوذرات نقره با استفاده از طیف‌سنجی FT-IR مورد ارزیابی قرار گرفت. حداکثر سنتز نانوذرات در نسبت حجمی (v/v) عصاره به محلول نیترات نقره ۰/۱، pH=۹ و مدت زمان واکنش ۲۴۰ دقیقه مشاهده شد. بعد از تولید نانوذرات نقره زیستی، خاصیت ضدباکتریایی آن بر روی برخی پاتوژن‌های مقاوم انسانی؛ *E. coli* (Migula 1895) و *Pseudomonas aeruginosa* (Schroter 1872) و همچنین پاتوژن‌های مقاوم گیاهی *Pseudomonas syringae* (Van Hall, 1904) و *Xanthomonas oryzae* (Ishiyama 1922) مورد مطالعه قرار گرفت و با باکتری کش سیپروفلوکسازین مقایسه شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گیاه تاج خروس گزینه مناسبی برای تولید نانوذرات نقره بوده و نانوذرات تولید شده به این روش دارای خواص آنتی‌باکتریایی هستند. نانوذرات تولید شده دارای شکل کروی بوده و میانگین اندازه آنها ۱۰/۷۴ نانومتر بود که با نتایج حاصل از آنالیز XRD همخوانی داشت. نتایج FTIR نشان داد که آلکالوئیدها و سایر ترکیبات ثانویه گیاه مسئول اصلی سنتز نانوذرات هستند. پارامترهای مختلف مورد مطالعه بر سنتز نانوذرات تأثیرگذار بودند. محیط‌های قلیایی برای سنتز نانوذرات مناسب تر بوده و درصد عصاره به نیترات نقره ۰/۱ بهترین کارایی را داشت. تأثیر زمان بعد از ۱ ساعت اختلاف معناداری نداشت.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌باکتری، تولید زیستی، عصاره گیاهی، نانوذرات نقره

مقدمه

با چندین روش مختلف فیزیکی و شیمیایی تولید شوند؛ با این وجود این روش‌ها چندان دوستدار محیط زیست نیستند (۳). بعلاوه، از آنجا که بکارگیری اصول شیمی سبز، در نانوتکنولوژی می‌تواند هم ایمنی و هم کارایی را تضمین کند، چنین رهیافت‌هایی ضروری به نظر می‌رسد (۴). سنتز سبز نانوذرات نقره با استفاده عصاره گیاهان بطور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است (۵ و ۶). زیست مولکول‌هایی که در گیاهان یافت می‌شوند کاهش یون‌های Ag^+ نیترات نقره به نانوذرات نقره را باعث می‌شوند.

این فرآیند کاهش خارج سلولی و سریع است که منجر به توسعه سنتز زیستی نانوذرات نقره شده است (۵). برخی از مهمترین ترکیبات فعالی موجود در عصاره گیاهان که مسئول کاهش یون‌های نقره

نانوذرات نقره از جمله مواد مهمی است که به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است. این نانوذرات دارای خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی منحصر به فردی هستند که از این جمله می‌توان به خواص آنتی‌باکتریایی آن اشاره کرد (۱ و ۲). این نانوذرات می‌توانند

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانش آموزانه دکتری، استاد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه شیمی تجزیه، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

(*)- نویسنده مسئول: (Email: Reza-ghorbani@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/jpp.v31i4.64232

تولید نانوذرات نقره

برای کاهیدن یون‌های نقره، عصاره گیاهی با نسبت‌های حجمی (v/v) مختلف به محلول نیترات نقره ۱ mM افزوده شد و در دمای اتاق بر روی استیرر به هم زده شد. مخلوط واکنش محلول آبی یون‌های نقره و عصاره برگ از بی رنگ به قرمز نزدیک به قهوه‌ای تغییر پیدا کرد. محلول نانوکلوئیدی نهایی سه بار متوالی در دور ۱۲۰۰۰ در دقیقه برای مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد تا مولکول‌های زیستی اضافی از کلوئید جدا شوند (۱۶). سپس قرص‌های حاصل در آون خلا خشک شدند. نانوذرات نقره خشک شده برای تعیین خواص و ویژگی‌های آنها خرد شده و نگهداری شدند.

بهینه‌سازی سنتز نانوذرات نقره

تولید زیستی نانوذرات نقره از نظر تأثیر پارامترهای مختلف بر واکنش مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نسبت‌های حجمی (v/v) عصاره گیاهی به نیترات نقره (۱ mM) در اندازه‌های ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ مورد بررسی قرار گرفت. بازه‌های زمانی ۱۰، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ دقیقه و دامنه pH بین ۵ تا ۱۰ جهت مشاهده اثر زمان و pH مورد مطالعه قرار گرفت.

تعیین خصوصیات نانوذرات تولید شده

کاهش یون‌های نقره Ag^+ در محلول واکنش با انجام اندازه گیری طیف جذب UV محلول با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری UV-vis در طیف طول موج ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر مورد مشاهده قرار گرفت. بعد از افزودن عصاره برگ به محلول نیترات نقره با نسبت‌های حجمی مختلف، تغییر رنگ محلول از بی رنگ به زرد کم رنگ و سپس به قرمز مایل به قهوه‌ای مشاهده شد. بنابراین جذب مخلوط واکنش در دامنه pH ۵ تا ۱۰ و نسبت‌های حجمی بین ۰/۰۵ تا ۰/۶ در بازه‌های مختلف زمانی برای بررسی تشکیل نانوذرات نقره مشاهده شد. طیف جذب نوری در طول موج ۴۳۰ نانومتر پیک نشان داد. تغییرات سطح زیر پیک به عنوان شاخصی از سنتز نانوذرات نقره مورد مطالعه قرار گرفت (۱، ۲ و ۳).

آنالیز XRD

روش پراش اشعه X برای مطالعه ماهیت فلزی نانوذرات تولید شده استفاده شد. بعد از کاهش زیستی، محلول نانوذرات نقره حاصل شده با انجام سانتریفیوژ در دور ۸۰۰۰ برای مدت ۵ دقیقه و سپس انحلال مجدد پلیت حاصل شده در ۱۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه استریل شده و انجام و سانتریفیوژ برای ۳ مرتبه خالص‌سازی شده و پلیت حاصل در آون خلا به مدت ۲۴ ساعت خشک شد. سپس ساختار و

هستند عوامل آنتی‌اکسیدانی محلول در آب مانند اسید آسکوربیک، کربوهیدرات‌ها، ترکیبات ثانویه همچون کتون‌ها و آلدئیدها شامل می‌شوند (۵). چندین مکانیسم برای توصیف چگونگی تولید نانوذرات نقره با استفاده عصاره گیاهی ارائه شده است. به عنوان مثال یون‌های تک ظرفیتی نقره در ابتدا توسط گروه OH- ترکیبات فعال عصاره برگ کاهیده می‌شود و سپس این گروه‌ها خود به گروه‌های کربونیل اکسید می‌شوند. برگ سبز بسیاری از گیاهان دارای مقادیر قابل توجهی از مواد آلی همچون اکسالیک اسید، تانیک اسید و غیره می‌باشند که دارای توانایی ایفای نقش عامل کاهنده می‌باشند (۷).

در سال‌های اخیر، توجه دانشمندان به خواص آنتی‌باکتریایی نانوذرات نقره جلب شده است (۸ و ۹). ترکیبات نقره تک ظرفیتی برای دهه‌های متوالی به عنوان درمان عفونت‌های باکتریایی به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گرفته است و مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که نانوذرات نقره نیز این خواص را دارا هستند. و همچنین نشان داده شده است که سمیت نانوذرات نقره برای میکروارگانیسم به مراتب بیش از سلول‌های انسانی است. به دلیل نسبت سطح به حجم بالاتر نانوذرات نسبت به نقره فلزی به صورت توده خواص ضدباکتریایی نانوذرات نقره به مراتب بیشتر است. منابع بسیاری به خواص آنتی‌باکتریایی نانوذرات نقره اشاره داشته‌اند (۲، ۹ و ۱۱).

در بین باکتری‌های مختلف برخی از باکتری‌ها نسبت به آنتی بیوتیک‌ها مقاوم شده‌اند و این مسئله به یک چالش جدی بدل شده است (۱۲ و ۱۳). این مسئله به همراه مقاومت‌های چندگانه دانشمندان را واداشته است تا عوامل ضدباکتری جدید و مؤثری بیابند، که مقاومتی برای آنها وجود نداشته باشد و در همین حال از نظر اقتصادی قابل توجیه باشند (۱۴). بر این اساس در این مطالعه نانوذرات نقره با روشی دوستدار محیط زیست و سبز با استفاده از یکی از علف‌های هرز بسیار مهاجم در سطح جهان به نام تاج خروس ریشه قرمز تولید شد و خواص آنتی‌باکتریایی آن بر روی برخی از سویه‌های مقاوم باکتریایی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی عصاره آبی

نمونه‌های برگ تاج خروس جمع‌آوری شده توسط آب دی‌یونیزه سه بار شستشو شدند تا گرد و غبار آن پاک شوند. سپس برگ‌های تازه به قطعات کوچک بریده شدند و خرد شدند. ۵ گرم از برگ‌های خرد شده به ارلن حاوی ۱۰۰ ml آب دی‌یونیزه در دمای جوش اضافه شد و به مدت ۵ دقیقه بر روی همزن به هم زده شد. سپس مخلوط واکنش با استفاده از فیلتر کاغذی واتمن شماره ۱ صاف شد. عصاره باقی مانده برای ادامه واکنش در دمای ۴ درجه ذخیره شد (۱۵).

ترکیب نانوذرات حاصل شده با استفاده از XRD آنالیز شد.

نتایج و بحث

طیف‌سنجی UV

بعد از افزودن عصاره گیاه به محلول نیترات نقره، تغییر رنگ کامل محلول واکنش بعد از دو ساعت حاصل شد و در طی واکنش محلول از زرد کم رنگ به قهوه‌ای تیره تبدیل شد. برای کنترل و اطمینان از تولید نانوذرات نقره، پیک جذبی نانوذرات در فواصل زمانی مشخص با استفاده از دستگاه طیف‌سنج فرابنفش مرئی در محدوده طول موج ۲۰۰ تا ۹۰۰ نانومتر، اندازه‌گیری شد. همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، جذب نانوذرات در طول موج ۴۱۰ nm آشکار شد که نشان دهنده سنتز نانوذرات نقره می‌باشد. محلول کنترل هیچ پیکی در بازه ۳۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر نشان نداد. در تیمارهای مختلف آزمایش شدت جذب نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و به عنوان شاخصی از تولید نانوذرات در نظر گرفته شد.

الگوی پراش اشعه X (XRD)

الگوی پراش اشعه X نانوذرات سنتز شده (شکل ۲) پس از شستشو و حذف مواد زائد، نشان داد که نانوذرات از جنس نقره فلزی (Ag0) بودند. پیک‌های مشخصی در زاویه‌های ۳۸، ۴۴/۳، ۶۴/۴ و ۷۷/۴ درجه حاصل شد.

مورفولوژی نانوذرات تولید شده

برای مطالعه مورفولوژی نانوذرات تولید شده، تکنیک عکس برداری میکروسکوپی TEM جهت مشخص کردن اندازه و شکل نانوذرات استفاده شد. تصویر میکروگراف (شکل ۳) نشان داد که شکل نانوذرات تقریباً کروی و از نظر اندازه تقریباً هموزن هستند. دامنه اندازه نانوذرات بین ۴ تا ۴۰ نانومتر بود و میانگین اندازه نانوذرات ۱۰/۷۴ نانومتر محاسبه شد که با میانگین اندازه حاصل از محاسبات XRD همخوانی داشت.

مطالعات FTIR نانوذرات

آنالیز طیف‌سنجی FTIR برای شناسایی مولکول‌های زیستی مسئول به عنوان عامل پوشش دهنده نانوذرات سنتز شده انجام شد. نمونه نانوذرات در شکل ۴ نشان داده شده است. در این طیف، پیک‌هایی در موقعیت‌های ۳۳۵۹-۳۳۹۸ (مربوط به پیوندهای NH، آمیدها)، ۲۹۲۲-۲۹۲۴ (مربوط به پیوندهای CH، آلکان‌ها)، ۱۶۳۲-۱۶۳۸ (مربوط به آمینواسیدهای دارای گروه‌های NH₂، پیوند آمین نوع I)، ۱۴۱۵-۱۴۰۱ (به دلیل تغییر شکل C-H، کتون‌ها و استرها)، ۱۱۵۴-۱۱۴۷ (مربوط به ارتعاش اسکلتی دی متیل) و ۱۰۲۱-۱۰۱۹ (مربوط به پیوندهای کششی P-O (۴). این داده‌ها نشان می‌دهد که گروه‌های آمیدها، کربوکسیل، آمینی و بقایای آمینو اسیدهای حاضر در

آنالیز FTIR

برای تعیین عوامل گیاهی مؤثر در کاهش یون‌های نقره، از آنالیز FTIR (Thermo Nicolet; AVATAR 370) استفاده شد. پودر خشک شده نانوذرات تولید شده و همین‌طور پودر عصاره برگ همراه با KBr پلیت شده و با استفاده از دستگاه مورد بررسی قرار گرفت.

تعیین شکل، توزیع و اندازه ذرات

برای تعیین شکل و اندازه نانوذرات تولید شده، تصویربرداری میکروسکوپ الکترونی TEM انجام شد. بعد از انحلال نانوذرات تولید شده در آب دیونیزه، یک قطره از محلول نانوذره نقره بر روی گریدهای کربنی پوشیده شده با مس قرار داده شد. به نمونه قرار گرفته روی گریدهای کربنی TEM، اجازه داده شد تا خشک شود. سپس شکل و اندازه ذرات مورد بررسی قرار گرفت و توزیع اندازه ذرات با استفاده از دستگاه Particle sizer انجام شد.

انجام مطالعات ضد باکتریایی

گونه باکتریایی *Pseudomonas aeruginosa* به باکتری نمونه جهت مطالعات ضد باکتریایی مورد استفاده قرار گرفت. روش رقت سازی سرمی مضاعف^۱ در محیط کشت NB (Qlab Canada) به کارگرفته شد. ۱۰۰ µl از سوسپانسیون باکتری به ۷۰۰ µl از محیط کشت دارای نانوذرات نقره منتقل شد تا به غلظت نهایی ۱ CFU ml-1 برسد. سپس ۲۰۰ µl از هر سوسپانسیون تلقیح شده به هر یک از خانه‌های یک میکروتیت پلیت ۹۶ خانه در سه تکرار منتقل شد و در دمای ۳۷°C در شیکر انکوباتور (۱۲۰ rpm) انکوبه شد. رشد کشت‌ها با اندازه‌گیری معیار چگالی نوری ۲ در طول موج ۶۳۰ nm (OD630) توسط دستگاه میکروپلیت ریدر (Biotech ELX 800) بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون، مورد بررسی قرار گرفت. رشد سوسپانسیون باکتریایی در حضور نانوذرات نقره با رشد سلول‌های باکتریایی در غیاب نانوذرات (کنترل مثبت) مقایسه شد. پایین‌ترین غلظت نانوذرات نقره‌ای که رشد را پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون بازداشت، به عنوان MIC نانوذرات نقره برای باکتری‌های مورد آزمایش ثر نظر گرفته شد. برای اجتناب از تداخل نوری در محیط کشت بدلیل خصوصیات پراکنده کنندگی نور نانوذرات محیط کشت مشابه فاقد باکتری و دارای غلظت‌های مشابه از نانوذرات نیز انکوبه شدند.

۱- رقت‌های سرمی مضاعف

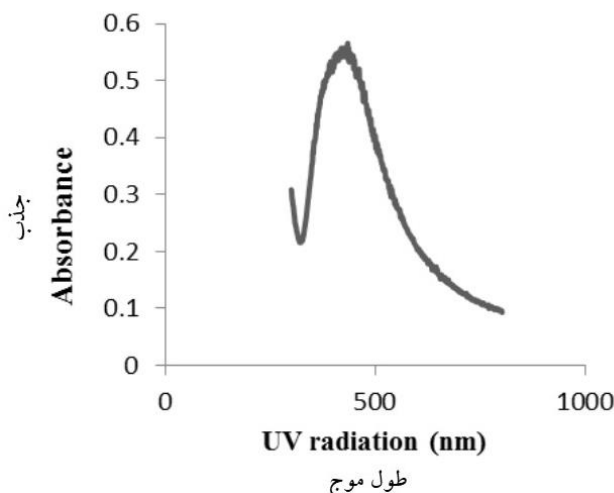
2- Optical density value

عصاره برگ در سنتز نانوذرات نقره نقش دارند.

اثر زمان تماس بر روی سنتز نانوذرات نقره

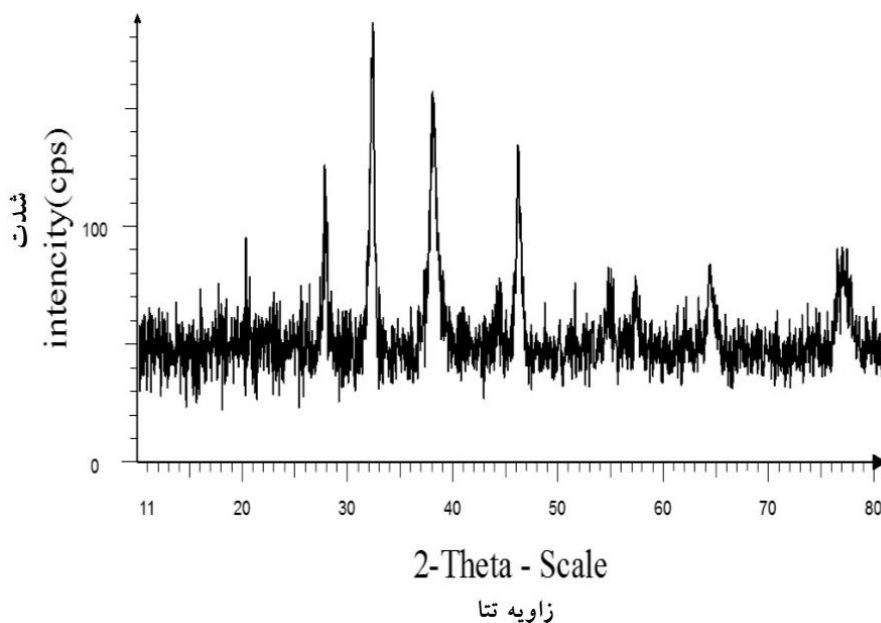
واکنش بین یون‌ها نقره Ag^+ و ترکیبات کاهنده موجود در عصاره برگ در طی ۲۴۰ دقیقه مورد مشاهده قرار گرفت. شکل ۵، طیف UV-vis نانوذرات نقره در زمان‌های مختلف بعد از افزودن عصاره برگ *A. retroflexu* را نشان می‌دهد. افزایش زمان واکنش

به افزایش تدریجی طیف جذبی همراه با افزایش شدت رنگ محلول واکنش منجر شد. آنالیز واکنش در دوره‌های زمانی مختلف آشکار ساخت که بیشترین سنتز نانوذرات نقره در زمان ۲۴۰ دقیقه بود. همچنین نتایج جذب اتمی نشان داد که شدت جذب با افزایش زمان واکنش کاهش یافت، که تأیید کننده کاهش یون‌ها نقره در محلول واکنش است.



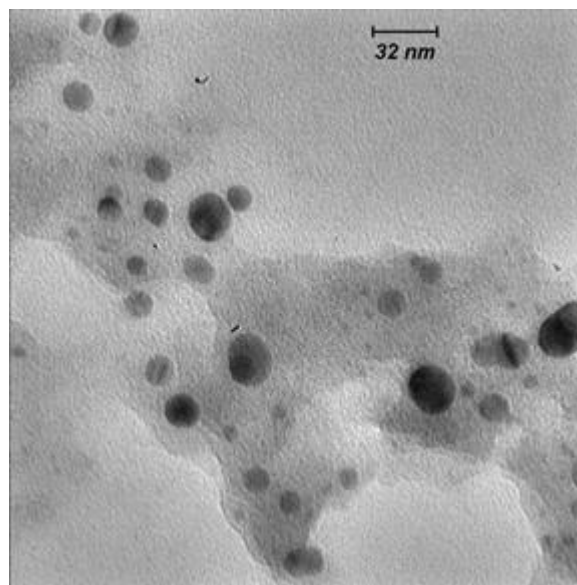
شکل ۱- طیف جذبی نانوذرات نقره در دامنه ۳۰۰ تا ۸۰۰

Figure 1- The absorption spectrum of silver nanoparticles in the range of 300 to 800

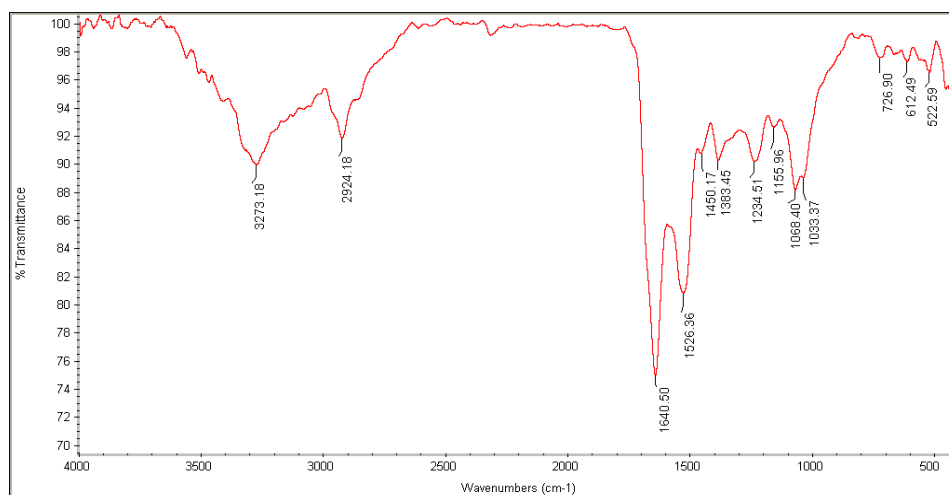


شکل ۲- الگوی پراش اشعه X نانوذرات سنتز شده

Figure 2- X-ray diffraction patterns of synthesized nanoparticles



شکل ۳- تصویر میکروسکوپ TEM نانوذرات سنتز شده
Figure 3- TEM microscope graph of synthesized nanoparticles

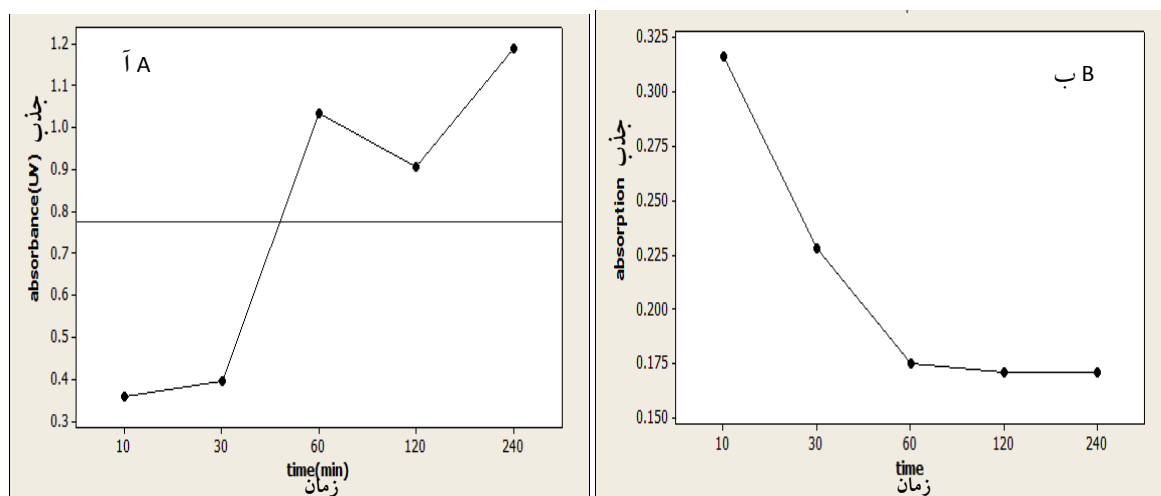


شکل ۴- طیف FTIR نانوذرات نقره سنتز شده
Figure 4- FTIR Spectrum of Synthesized Silver Nanoparticles

شدن یک عامل کاهنده، واکنش کاهش یون نقره (Ag^+) به نقره فلزی (Ag^0) در سطح کلونیدهای موجود در سیستم اتفاق می‌افتد. نتایج سایر مطالعات تشکیل ذرات کوچکتر در pH های بالاتر را نشان داده‌اند. همچنین در برخی مطالعات اشاره شده است که وجود یک محیط بازی برای استفاده مؤثر از یک ترکیب کاهنده فعال مورد نیاز است. خلیل و همکاران (۲۰۱۳) بیان کرد که جذب از pH تا ۸ افزایش یافت و بعد از آن کاهش یافت.

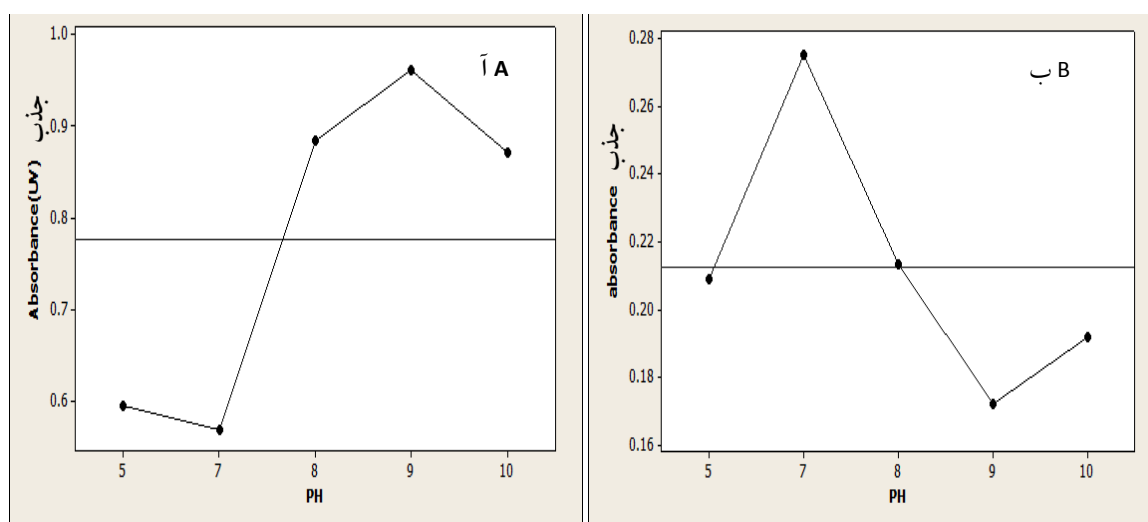
اثر pH بر روی سنتز نانوذرات

برای بررسی تأثیر pH، pH محلول حاوی نیتрат نقره و عصاره برگ با استفاده از اسید هیدروکلریک و هیدروکسید سدیم در بازه ۲ تا ۱۱ تنظیم شد. نتایج طیف‌سنجی UV-vis و جذب اتمی نشان داد که حداکثر تولید زیستی نانوذرات نقره در pH=۹ انجام گرفت (شکل ۶) شکل و اندازه تولید شده با استفاده از گیاهان می‌تواند با تغییر pH کنترل شود. پیشتر مطالعات نشان داده که تولید زیستی نانوذرات در pH های بازی بهتر و بیشتر انجام می‌گیرد. هنگامی که محلول نیترات نقره با محلول NaOH ترکیب می‌شود، در ابتدا اکسید نقره خالص (Ag_2O) تشکیل شده و رسوب می‌کند و در صورت افزوده



شکل ۵- تأثیر زمان بر روی سنتز نانوذرات نقره؛ «آ» میزان جذب اندازه گیری شده توسط دستگاه طیفسنجی فرابنفش و مرئی و «ب» میزان جذب اندازه گیری شده توسط دستگاه طیفسنجی جذب اتمی

Figure 5- The effect of time on the synthesis of silver nanoparticles; (A) measured UV-vis absorbance (B) absorption measured by the atomic absorption spectrometry

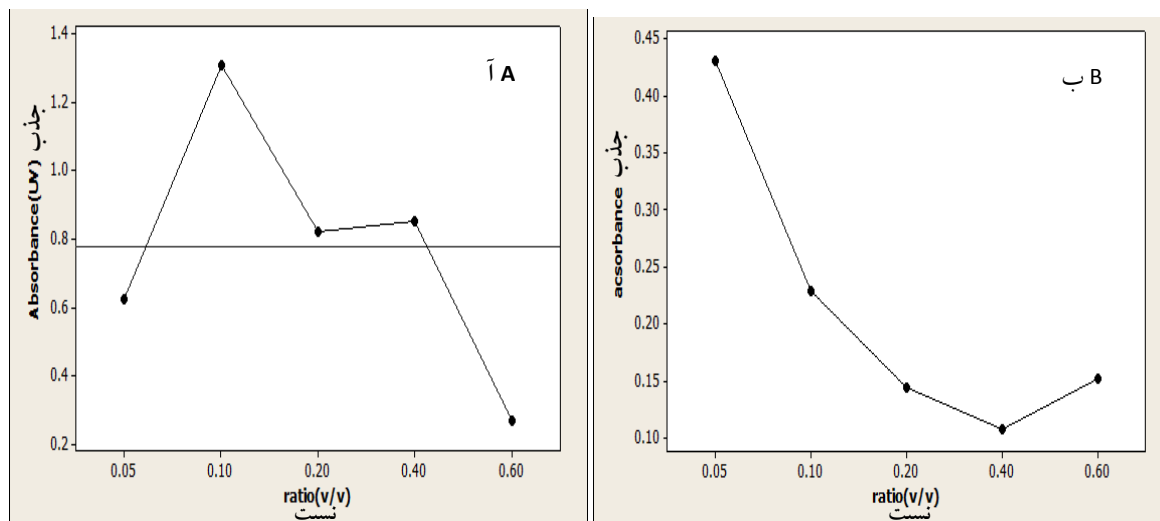


شکل ۶- تأثیر pH بر روی سنتز نانوذرات نقره؛ «آ» میزان جذب اندازه گیری شده توسط دستگاه طیفسنجی فرابنفش و مرئی و «ب» میزان جذب اندازه گیری شده توسط دستگاه طیفسنجی جذب اتمی

Figure 6- The effect of pH on the synthesis of silver nanoparticles; (A) measured UV-vis absorbance (B) absorption measured by the atomic absorption spectrometry

واکنش شده و دلیل این امر می تواند به ترسیب یون های نقره در داخل باقی مانده عصاره باشد. سایر مطالعات نیز نشان داده اند که غلظت نیترات نقره در تشکیل نانوذرات نقره نقش دارد (۵). بررسی جذب عصاره برگ بدون نیترات نقره به عنوان کنترل انجام شد و هیچ طیف جذبی مشاهده نشد.

اثر نسبت عصاره به نیترات نقره در سنتز نانوذرات نتایج نشان داد که افزایش نسبت عصاره برگ گیاه به نیترات نقره (v/v) از ۰/۰۵ تا ۰/۱ باعث افزایش شدت جذب شد (شکل ۷). حداکثر پیک جذبی در نسبت ۰/۱ مشاهده شد و کاهش جذب بعد از این نسبت مشاهده شد. نتایج آنالیز جذب اتمی داد که افزایش نسبت حجمی عصاره به نیترات نقره منجر به کاهش یون نقره در محلول



شکل ۷- تأثیر نسبت عصاره به نیترات نقره بر روی سنتز نانوذرات نقره؛ «آ» میزان جذب اندازه گیری شده توسط دستگاه طیفسنجی فرابنفش و مرئی و «ب» میزان جذب اندازه گیری شده توسط دستگاه طیفسنجی جذب تمی

Figure 7- The effect of extract to silver nitrate ratio on the synthesis of silver nanoparticles; (A) measured UV-vis absorbance (B) absorption measured by the atomic absorption spectrometry

باکتری های مورد آزمایش نشان نداد.

نتیجه گیری

طبق نتایج به دست آمده، نانوذرات نقره می توانند با استفاده از عصاره گیاه تاج خروس ریشه قرمز به عنوان ماده کاهنده تولید شوند. بر اساس نتایج TEM، شکل نانوذرات کروی بوده و از نظر اندازه و توزیع ذره ای، بیشترین درصد فراوانی را بین ۱۰ تا ۳۰ نانومتر نشان می دهند. از آنجا که روش سنتز شیمیایی نسبت به سایر روش های تولید نانوذرات، ساده، کم هزینه و سازگار با محیط زیست می باشند و در کنار آن استفاده از گیاه تاج خروس برای تولید این نانوذرات که از جمله علف های هرز سمج بوده که به آسانی و وفور قابل تولید است، این روش برای تولید نانوذرات نقره قابل توصیه است.

کاربرد نانوذرات نقره در غلظت ۱۲ μg/ml، زنده ماندن سلول های باکتری *P. aeruginosa* را در مقایسه با کنترل بعد ۲۴ ساعت انکوباسیون به طور معناداری کاهش داد. بنابراین نانوذرات نقره سنتز شده به روش زیستی می تواند به دلیل خواص آنتی باکتریایی آن در زمینه های پزشکی کاربرد داشته باشد.

اثرات ضدباکتریایی نانوذرات

اثرات ضدباکتریایی نانوذرات نقره بر باکتری گرم منفی *Pseudomonas aeruginosa* که یک پاتوژن انسانی مقاوم به دارو است مورد مطالعه قرار گرفت. غلظت های مختلفی از نانوذرات نقره بین ۴۰۰ تا ۱/۵۶ μg/ml همراه با سلول های باکتری در محیط کشت مایع انکوبه شد. رشد سلول های باکتریایی در حضور نانوذرات نقره با رشد سلول های باکتری در غیاب نانوذرات (کنترل مثبت) مقایسه شد. درصد بازدارندگی رشد باکتری در غلظت های مختلف نانوذرات نقره ارزیابی شد و MIC گونه باکتریایی اندازه گیری شد. رشد سلول های باکتریایی در غلظت ۱۲/۵ μg/ml نانوذرات نقره متوقف شد و این غلظت به عنوان MIC در نظر گرفته شد. فعالیت ضدباکتریایی نانوذرات نقره با آنتی بیوتیک های استاندارد از جمله سیپروفلوکسازین و سفتازیدیم مقایسه شد. MIC آنتی باکتری سیپروفلوکسازین برای پاتوژن های مورد مطالعه ۰/۱۲۵ μg/ml بود که نسبت به نانوذرات نقره فعالیت ضدباکتریایی بیشتری داشت. در مقابل، تنها بازدارندگی ۵۰ درصدی رشد باکتریایی در غلظت ۲۵۶ μg/ml از سفتازیدیم مشاهده شد. بنابراین، فعالیت ضدباکتریایی نانوذرات نقره بر روی باکتری *P. aeruginosa* قوی تر از سفتازیدیم بود. عصاره برگ تاج خروس ریشه قرمز به تنهایی هیچ گونه فعالیت ضدباکتریایی روی

منابع

- 1- Khalil M.M., Ismail E.H., El-Baghdady K.Z., and Mohamed D. 2014. Green synthesis of silver nanoparticles using olive leaf extract and its antibacterial activity. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(6), pp.1131-1139.
- 2- Le Ouay B., and Stellacci F. 2015. Antibacterial activity of silver nanoparticles: a surface science insight. *Nano Today*, 10(3), pp.339-354.

- 3- Majdalawieh A., Kanan M.C., El-Kadri O., and Kanan S.M. 2014. Recent advances in gold and silver nanoparticles: synthesis and applications. *Journal of nanoscience and nanotechnology*, 14(7), pp.4757-4780.
- 4- Mulvihill M.J., Beach E.S., Zimmerman J.B., and Anastas P.T. 2011. Green chemistry and green engineering: a framework for sustainable technology development. *Annual review of environment and resources*, 36, pp.271-293.
- 5- Duhan J.S., and Gahlawat S.K. 2014. Biogenesis of nanoparticles: a review. *African Journal of Biotechnology*, 13(28).
- 6- Poulose S., Panda T., Nair P.P., and Theodore T. 2014. Biosynthesis of silver nanoparticles. *Journal of nanoscience and nanotechnology*, 14(2), pp.2038-2049.
- 7- Barua S., Konwarh R., Bhattacharya S.S., Das P., Devi K.S.P., Maiti T.K., Mandal M., and Karak N. 2013. Non-hazardous anticancerous and antibacterial colloidal 'green' silver nanoparticles. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 105, pp.37-42.
- 8- Pérez-Díaz M.A., Boegli L., James G., Velasquillo C., Sanchez-Sanchez R., Martinez-Martinez R.E., Martínez-Castañón G.A., and Martinez-Gutierrez F. 2015. Silver nanoparticles with antimicrobial activities against *Streptococcus mutans* and their cytotoxic effect. *Materials Science and Engineering: C*, 55, pp.360-366.
- 9- Rai M., Yadav A., and Gade A. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology advances*, 27(1), pp.76-83.
- 10- Ip M., Lui S.L., Poon V.K., Lung I., and Burd A. 2006. Antimicrobial activities of silver dressings: an in vitro comparison. *Journal of medical microbiology*, 55(1), pp.59-63.
- 11- Rawani A., Ghosh A., and Chandra G. 2013. Mosquito larvicidal and antimicrobial activity of synthesized nano-crystalline silver particles using leaves and green berry extract of *Solanum nigrum* L. (Solanaceae: Solanales). *Acta tropica*, 128(3), pp.613-622.
- 12- Watkins R.R., and Bonomo R.A. 2016. Overview: global and local impact of antibiotic resistance. *Infectious Disease Clinics*, 30(2), pp.313-322.
- 13- Bos J., Zhang Q., Vyawahare S., Rogers E., Rosenberg S.M., and Austin R.H. 2015. Emergence of antibiotic resistance from multinucleated bacterial filaments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(1), pp.178-183.
- 14- Berendonk T.U., Manaia C.M., Merlin C., Fatta-Kassinos D., Cytryn E., Walsh F., Bürgmann H., Sørum H., Norström M., Pons M.N., and Kreuzinger N. 2015. Tackling antibiotic resistance: the environmental framework. *Nature Reviews Microbiology*, 13(5), p.310.
- 15- Singhal G., Bhavesh R., Kasariya K., Sharma A.R., and Singh R.P. 2011. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Ocimum sanctum* (Tulsi) leaf extract and screening its antimicrobial activity. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(7), pp.2981-2988.
- 16- Nazeruddin G.M., Prasad N.R., Waghmare S.R., Garadkar K.M., and Mulla I.S. 2014. Extracellular biosynthesis of silver nanoparticle using *Azadirachta indica* leaf extract and its anti-microbial activity. *Journal of Alloys and Compounds*, 583, pp.272-277.



رابطه اجزای آناتومیکی ریشه با مقاومت در ژنوتیپ‌های چغندر قند به نماتد سیست

Heterodera schachtii Schmidt 1871

لیلا مطیان^۱ - مهدی نصر اصفهانی^{۲*} - مجید اولیا^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳

چکیده

چغندر قند *Beta vulgaris* L. از محصولات مهم صنعتی به شمار می‌آید. نماتد سیست، *Heterodera schachtii* از عوامل محدود کننده رشد این گیاه می‌باشد. در این تحقیق، مقاومت و ویژگی‌های آناتومیکی ریشه ۷۰ ژنوتیپ چغندر قند نسبت به این نماتد مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا، میزان مقاومت ژنوتیپ‌های چغندر قند، بر اساس واکنش به نماتد سیست بررسی شد و بر اساس تعداد سیست تولید شده برای هر ژنوتیپ، در پنج طیف مقاوم، نسبتاً مقاوم، متحمل، نسبتاً حساس و حساس قرار داده شدند. سپس، اجزای آناتومیکی ریشه، شامل ضخامت پریدرم و ضخامت لایه پارانشیم پوست، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پریدرم ژنوتیپ مقاوم ۳۳ (SB32) با ۵۳۶/۲۷ میکرون، بیشترین ضخامت را داشته و سپس، دیگر ژنوتیپ‌های مقاوم ۶۰ (F-20747)، ۶۱ (F-20746)، ۵ (SB31-HSF-2) و ۳ (SB27-HSF-10)، به ترتیب با میانگین ۴۸۰، ۴۴۵/۸۷، ۴۳۶ و ۴۱۹/۴۷ میکرون قرار گرفتند. در صورتی که ژنوتیپ‌های حساس ۲۳ (SB35-HSF-8)، ۶۲ (F-20583) و ۳۵ (SB35) به ترتیب با کمترین میانگین ضخامت پریدرم ۱۹۴/۱۳، ۲۵۸/۶۷ و ۳۱۹/۴۷ میکرون بودند. در ضخامت پارانشیم پوست، بیشترین مقدار در ژنوتیپ مقاوم ۶۱ (F-20746) با ۴۲۸/۹۳ میکرون مشاهده شد و سپس، ژنوتیپ‌های مقاوم ۳ (SB27-HSF-10)، ۶۰ (F-20747)، ۶۲ (F-20583)، ۲۹ (7112*SB36)*S1-11 و ۸ (SB31-HSF-7) به ترتیب با میانگین ۴۰۳/۲۰، ۴۰۲/۴۰، ۳۶۰/۵۳، ۳۴۴/۲۷ و ۳۲۳/۷۳ میکرون قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های حساس ۱۹ (SB32-HSF-10) و ۶۳ (F-20603) با میانگین ضخامت پارانشیم پوست ۲۱۰/۱۳ و ۲۱۳/۳۳ میکرون، کمترین ضخامت را دارا بودند. مابقی ژنوتیپ‌های مربوطه، در رابطه با صفات مذکور در طیف میانی این دو گروه مقاوم و حساس واقع شدند. این نتایج، مؤید یک رابطه مستقیم بین این صفات و میزان مقاومت برخی از ژنوتیپ‌های مورد بررسی به نماتد سیست چغندر قند، *H. schachtii* می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آناتومی ریشه، چغندر قند، نماتد مولد سیست، مقاومت

مقدمه

می‌شود و غده چغندر به عنوان مخزنی جهت ذخیره قند اضافه بر نیاز گیاه عمل می‌کند. فرآیند رشد و تجمع قند در ریشه همزمان صورت می‌گیرد (۱۲) مشکل عملکرد شکر در واحد سطح، مربوط به پنج عامل مدیریت مزرعه، مسایل گیاه‌پزشکی، مسایل اقتصادی، اجتماعی، اصلاح رقم و در نهایت محدودیت‌های اقلیمی می‌شود (۳۵).

از بیمارگرهای مهم چغندر قند، نماتد سیست با نام علمی *Heterodera schachtii* Schmidt 1871 می‌باشد. نماتد سیست چغندر قند سال ۱۸۵۰ توسط هرمان شاخت در آلمان مشاهده و در سال ۱۸۷۱ به وسیله آدولف اشمیت نامگذاری گردید (۲). خسارت محصول در قسمتهایی از مزرعه که آلودگی بالایی دارند به صورت پژمردگی در اوقات گرم روز نمایان می‌شود. در گیاهان مبتلا، ریشه اصلی کوتاه و ریشه‌های فرعی متعددی ایجاد می‌شود. سیستم‌های سفید یا شیری رنگ روی ریشه‌های فرعی با چشم غیرمسلح قابل رؤیت است. کاهش خلوص شربت خام با افزایش املاح معدنی در ریشه از دیگر مکانیسم‌های خسارت نماتد سیست است که در نهایت

چغندر قند، گیاهی دو ساله از خانواده *Chenopodiaceae* و با نام علمی *Beta vulgaris* L. که در سال اول کاشت، ریشه آن رشد می‌کند و در سال دوم پس از گذراندن دوره سرما، بوته‌ها ساقه‌دار شده و گل و بذر می‌دهد. چغندر قند، یکی از گیاهان مهم صنعتی است که علاوه بر تولید قند و شکر، از نظر تولید سایر فرآورده‌ها مانند ملاس و تفاله نقش مهمی در صنعت و تهیه غذای دام و طیور دارد (۱۲). قند تولیدی در برگ‌های چغندر، عمدتاً صرف فرآورده‌های متابولیکی گیاه

۱ و ۳- کارشناس ارشد و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه شهرکرد

۲- دانشیار بیماری‌شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

(*)- نویسنده مسئول:

Email: mne2011@gmail.com

DOI: 10.22067/jpp.v32i1.67304

منجر به کاهش کیفیت محصول می‌شود (۲۴). روش‌های کنترل، شامل به کارگیری روش‌های زراعی از جمله تناوب و استفاده از گیاهان تله، کاشت زود هنگام و استفاده از سموم نماتدکش است. به طور کلی، بهترین روش مبارزه با این نماتد تناوب ۳ تا ۷ ساله با گیاهان غیرمیزبان و ارقام مقاوم می‌باشد (۳۴).

روش‌های مختلفی در مبارزه با نماتد سیستم چغندر قند اعمال می‌گردد. ولی، هر روش مبارزه‌ای باید اقتصادی، قابل اجرا در سطح وسیع و با کمترین اثرات سوء زیست محیطی باشد. استفاده از ارقام مقاوم در مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی و بالاخص نماتد سیستم چغندر قند از روش‌هایی است که کمترین هزینه را برای کشاورز داشته و قابل اجرا در سطح وسیع می‌باشد. همچنین، فاقد اثرات سوء زیست محیطی با توجه به استانداردهای تولید محصولات است. مقاومت به نماتد سیستم چغندر، در گونه‌های وحشی *B. procumbens*، *B. webbiana* و *B. pattellaris* به صورت کامل و غالب و در گونه *B. maritime* به صورت مغلوب به ارث می‌رسد (۱۹). مطالعات زیادی در سراسر جهان در بررسی ژنوتیپ‌های چغندر قند و معرفی ارقام مقاوم به این بیماری صورت گرفته است (۳، ۶، ۹، ۱۱ و ۱۶).

رحمانی و همکاران در سال ۲۰۱۳ توانستند، نشانگر مربوط به ژن و ژن‌های مقاوم به نماتد سیستم چغندر قند را با آغازگرهای انتخابی OP و Sat-121 ویژه مشخص نمایند و بیان داشتند که این آغازگرها، قادر به تشخیص ژن‌های مرتبط با مقاومت به نماتد سیستم چغندر قند می‌باشند (۲۷). همچنین، در کشور آلمان، ژن مقاوم در دو ژنوتیپ چغندر قند تحت عنوان Hs1-2 شناسایی و انتقال یافته است (۳ و ۱۱). کایو و همکاران در سال ۲۰۱۳ توانسته‌اند ژن مقاوم به نماتد سیستم چغندر قند را از چغندر وحشی کلون نمایند (۲۵).

بررسی‌های معدودی در خصوص اجزای آناتومیکی مقاومت گیاه نسبت به بیماری‌های مختلف، بالاخص قارچی گزارش شده است، ولی تاکنون گزارشی دال بر چگونگی اثر اجزای آناتومیکی ریشه گیاه چغندر قند در برابر نفوذ نماتد سیستم ارایه نگردیده است. لذا، در این راستا، در خصوص اجزای آناتومیکی مقاومت به سایر بیمارگرها، اشاراتی به شرح ذیل شده است.

گزارشات در خصوص اجزای آناتومی مقاومت نشان داده است که فراوانی کرک‌ها در سطح گیاه به عنوان سدی فیزیکی، باعث جلوگیری از نفوذ قارچ‌ها به درون بافت‌های گیاه می‌شود (۱۵ و ۲۰). همچنین، مشخص شده است که مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا، با ضخامت اجزای آناتومی، شامل لایه‌های اپیدرم سطح گیاه، موم، کوتیکول و کلانشیم ارتباط مستقیم دارد (۲۰، ۲۱ و ۲۹). نفوذ عوامل بیماری‌زا به سطوح مختلف برگ، از طریق روزنه‌ها انجام می‌شود (۵). بنابراین، روزنه‌ها نقش مهمی در آلوده شدن گیاه به عامل بیماری دارند. با این حال، نفوذ از طریق روزنه‌ها مستلزم عبور از سدهای

فیزیکی اپیدرم برگ است (۲۰ و ۲۲).

مکانیسم‌های دفاعی گیاه در برابر عامل بیماری‌زا، پیچیده و همراه با واکنش‌های موضعی و سیستمیک بسیاری است (۷) که نمایانگر تأثیر آن‌ها در ایجاد آلودگی نماتد می‌باشد (۷). چرا که طول تیغه و یا استابلیت نماتدهای سیستم ۲۰ الی ۳۰ میکرون گزارش گردیده است. همچنین، دیواره سلول گیاهی مانع اصلی مکانیسم نفوذ و مهاجرت نماتدهای داخلی می‌باشد که برای تخریب دیواره سلولی ریشه، انواع مختلف آنزیم‌ها را ترشح می‌کنند و به وسیله حرکت دادن استابلیت نیروی مکانیکی وارد می‌نمایند. بدین ترتیب، اغلب اجزای آناتومی، تعیین کننده مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زا بوده و در بین این اجزاء، کوتیکول، موم، کرک، لایه کلانشیم، پریدرم و ضخامت پارانشیم پوست، ایجاد و توسعه بیماری را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۷ و ۱۵).

لذا، با توجه به اهمیت نماتد سیستم در زراعت چغندر قند در کشور، حساسیت ۷۰ ژنوتیپ چغندر قند به این بیماری و نیز چگونگی اجزای آناتومی آن‌ها شامل ضخامت پریدرم و ضخامت پارانشیم پوست و همبستگی بین ژنوتیپ‌ها، مورد بررسی قرار داده شده است.

مواد و روش‌ها

مواد ژنتیکی

در این مطالعه، ۷۰ ژنوتیپ مورد آزمون از مؤسسه تحقیقات چغندر قند کشور (کرج) تهیه گردید.

کشت ژنوتیپ‌ها در گلخانه و مزرعه

ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی، در اوایل خرداد ماه ۱۳۹۲ در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار در گلدان‌های حاوی خاک استریل (خاک + ماسه) در شرایط گلخانه کشت گردید. گلدان‌ها در هفته اول کشت هر روز آبیاری شدند. پس از سبز شدن بوته‌ها، هر دو روز یکبار آبیاری صورت گرفت و در هر گلدان فقط پنج بوته چغندر قند نگهداری شد (۱۶).

به منظور تهیه مایه‌ی تلقیح نماتد، مزرعه‌ای با سابقه آلودگی به نماتد در منطقه خوراسگان در اطراف کارخانه قند اصفهان انتخاب و مزرعه آلوده به چهار بخش فرضی تقسیم شد. از هر بخش، نمونه‌های مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه گردید (۸). مقدار ۲۰۰ گرم از خاک هر نمونه (که در هوای معمولی خشک شده بود) با استفاده از روش فنویک و الک ۶۰ مش (۲۵۰ میکرون) شسته شد و سیستم‌های موجود در خاک با استفاده از نوارهای کاغذی مخصوص و الک جدا گردیدند (۸). جهت تهیه لارو نماتد، سیستم‌های جدا شده را با استفاده از سیستم خردکن خرد کرده و هر یک از

مضاعف انتخاب گردید (۳۲). برای رنگ آمیزی بافت‌های سلولزی از رنگ کارمن زاجی و بافت‌های چوبی از رنگ سبز متیل استفاده گردید. پس از انجام رنگ‌آمیزی، چندین مقطع مناسب روی یک لام قرار داده شد و برای بررسی‌های آناتومیکی در زیر میکروسکوپ نوری تنظیم گردید. سپس، صفات آناتومیکی شامل ضخامت پریدرم و ضخامت پارانشیم پوست به تفکیک اندازه‌گیری و درج گردید. صفات مورد مطالعه در ۳ تکرار با عدسی شی X۱۰ میکروسکوپ نوری، مورد ارزیابی قرار گرفتند (۳۲).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه‌ی واریانس صفات آناتومیکی مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به وسیله‌ی آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۰/۰۱ انجام شد. برای دسته‌بندی میانگین‌ها در بین ژنوتیپ‌ها و ترسیم دندروگرام مربوطه از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده گردید (۲۸).

نتایج

مطالعات انجام گرفته جهت بررسی سطح مقاومت و اجزای آناتومی ریشه ژنوتیپ‌های مورد آزمون چغندر قند به نماتد سیست چغندر قند تفاوت‌های قابل توجه و معنی‌داری را از نظر میزان آلودگی به نماتد سیست و ضخامت پریدرم و ضخامت پارانشیم پوست نشان داد.

بررسی‌های انجام شده در تعیین میانگین حساسیت ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط گلخانه و مزرعه نشان داد که ایجاد و توسعه‌ی نماتد سیست روی ریشه‌های ژنوتیپ‌های چغندر قند با یکدیگر متفاوت و معنی‌دار بودند. نتایج حاصله نشان داد که تعداد سیست، لارو و تخم و نیز فاکتور تولیدمثل از درجات مختلفی برخوردار می‌باشند (جدول ۲ و ۳) ($P=0.01$).

در این خصوص، ژنوتیپ ۳۵ (SB35) با بیشترین تعداد سیست یعنی ۲/۴۸ عدد در گرم خاک، در رأس قرار گرفت که در یک گروه مجزا و با اثر معنی‌دار واقع شده است. سپس، ژنوتیپ‌های ۵۰ (NE-0910-HSF-43) و ۲۰۶۰۳ (F-20603) به طور مشترک با ۱/۵۴ عدد سیست در گرم خاک و ژنوتیپ‌های ۲ (SB27-HSF-2) و ۱۹ (SB32-HSF-10) هر دو با ۱/۴۴ در گرم خاک در گروه دوم و با اثر معنی‌دار و در یک گروه آماری جدا واقع شدند. همچنین، ژنوتیپ‌های ۵۳ (SB-2)، ۶۹ (NE 0911) و ۵۴ (SB-3)، ۱۶ (SB32-HSF-5) به ترتیب با ۰/۱۷ و ۰/۱۸ عدد سیست در گرم خاک، کمترین تعداد سیست را در این بررسی‌ها داشتند. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها در خصوص تعداد لارو و تخم در گرم خاک و فاکتور تولیدمثل در گلخانه و مزرعه و در مجموع هر دو مشخص نمود که واکنش لاین‌ها و

گیاهچه‌های چغندر قند داخل گلدان‌ها در مرحله چهار تا شش برگی در چهار نوبت با ۱۰۰۰ لارو نماتد مایه‌زنی شدند (۱۷). بررسی‌ها در مزرعه نیز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار برای هر ژنوتیپ انجام پذیرفت.

تعیین واکنش ژنوتیپ‌ها

جهت بررسی میزان مقاومت ژنوتیپ‌های مورد بررسی به نماتد سیست چغندر قند و تعیین پیشرفت بیماری در هر ژنوتیپ، تعداد سیست و تخم و لارو سن دو و نیز فاکتور تولیدمثل نماتد مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد آزمون از نظر مقاومت، از روش اسمیت و شانون در سال ۱۳۹۲ استفاده گردید. در این‌جا، گروه‌بندی‌ها با شاخص ماده کمتر از ۱۰٪ به عنوان مقاوم، بین ۱۰ تا ۳۰٪ به عنوان نسبتاً مقاوم، بین ۳۰ تا ۶۰٪ نسبتاً حساس و بیشتر از ۶۰٪ به عنوان کاملاً حساس می‌باشد که با تغییراتی اعمال گردید (جدول ۱) (۲۹).

جدول ۱- ارزیابی مقاومت بر اساس شاخص تعداد تخم و لارو
Table 1- Assessment of resistance based on the number of eggs and larvae

شاخص تعداد تخم و لارو	درجه مقاومت
Index number of eggs and larvae	Degree of resistance
0-5	مقاوم Resistant
5-10	نسبتاً مقاوم Moderately resistant
10-25	متحمل Tolerant
25-50	نسبتاً حساس Moderately sensitive
More than 50	حساس Susceptible

تعیین آناتومی مقاومت

جهت بررسی آناتومیکی ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد آزمون، تعداد ۵ عدد ریشه‌ی یک ماهه از هر یک از ژنوتیپ‌های شاهد که فاقد آلودگی بود انتخاب گردید. پس از قطع کردن ریشه‌های هر ژنوتیپ با تیغ‌های سترون توسط الک و شعله، جهت سخت شدن بافت‌ها، در شیشه‌های مجزا حاوی آب و الک به نسبت ۱:۱، قرار داده شد. روی هر شیشه، برچسب نام ژنوتیپ نصب گردید. شیشه‌ها به مدت یک هفته در آزمایشگاه، نگهداری شد تا بافت، استحکام لازم را جهت مقطع‌گیری بدست آورد. جهت تهیه مقطع عرضی ریشه، چندین ریشه‌ی همسان از هر گیاه انتخاب شد و برش‌های عرضی نازک تهیه گردید. این برش‌ها درون شیشه ساعت حاوی آب مقطر قرار داده شد و نازک‌ترین و سالم‌ترین مقاطع، جهت انجام مراحل رنگ‌آمیزی

پریدرم ۴۳۶/۲۷، ۴۸۰، ۴۴۵/۸۷، ۴۳۶ و ۴۱۹/۴۷ میکرون هستند که از ژنوتیپ‌های مقاوم در این تحقیق بودند. در صورتی که ژنوتیپ‌های حساس ۲۳ (SB35-HSF-8)، ۶۲ (F-20583) و ۳۵ (SB35) به ترتیب با ۱۹۴/۱۳، ۲۵۸/۶۷ و ۳۱۹/ میکرون، کمترین ضخامت پریدرم را دارا می‌باشند. سایر ژنوتیپ‌ها در طیف حد واسط قرار گرفتند (جدول ۵) ($P=0.01$).

ضخامت پارانشیم پوست

تجزیه آماری داده‌های مربوط به ضخامت پارانشیم پوست ریشه چغندر قند نشان داد که اختلاف قابل توجه و معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود دارد (جدول ۴) ($P=0.01$). به طوری که ژنوتیپ‌های مقاوم ۶۱ (F-20746)، ۶۰ (F-20747)، ۳ (SB27-HSF-10)، ۶۲ (F-20583)، ۲۹ (F-7112*SB36)*S1-11) و ۸ (SB31-HSF-7) با ضخامت پارانشیم پوست ۴۳۸/۹۳، ۴۰۲/۴۰۳، ۳۶۰/۵۳، ۳۴۴/۲۷ و ۳۲۳/۷۳ میکرون به ترتیب بیشترین ضخامت را داشتند. در صورتی که ژنوتیپ‌های حساس ۱۹ (SB32-HSF-10) و ۶۳ (F-20603) با ضخامت ۲۱۰/۱۳ و ۲۱۳/۳۳ میکرون، بیشترین ضخامت پارانشیم پوست را دارا بودند (جدول ۵) ($P=0.01$).

ژنوتیپ‌های مورد بررسی با یکدیگر در خصوص تعداد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثل با یکدیگر متفاوت و قابل توجه بودند. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل در تجزیه مرکب گلخانه و مزرعه نشان داد که دامنه تغییرات تعداد تخم و لارو از ۱۲۳ عدد در ژنوتیپ ۱۹ (SB32-HSF-10) تا ۲/۸۶ در ژنوتیپ ۱۶ (SB32-HSF-5) متغیر بود. در مورد فاکتور تولیدمثل نیز از همین روند پیروی می‌کند، به طوری که دامنه تغییرات آن از ۲۹/۱۹ در ژنوتیپ ۱۹ (SB32-HSF-10) تا ۰/۶۹ در ژنوتیپ ۱۶ (SB32-HSF-5) نیز متغیر بوده است که این امر نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت به نماتد می‌باشد (جدول ۲ و ۳).

ضخامت پریدرم

جمع‌بندی نتایج حاصل از تجزیه واریانس و میانگین مربوط به ضخامت پریدرم ریشه نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون چغندر قند از نظر صفت ضخامت پریدرم ریشه تفاوت معنی‌داری وجود دارد و ژنوتیپ‌ها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند (جدول ۴) ($P=0.01$). بررسی ضخامت پریدرم نشان داد که بیشترین مقدار در ژنوتیپ‌های ۲۳ (SB32)، ۶۰ (F-20747)، ۶۱ (F-20746)، ۵ (SB31-HSF-2) و ۳ (SB27-HSF-10) به ترتیب با ضخامت

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب تعداد سیست، تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل در ژنوتیپ‌های چغندر قند در مزرعه و گلخانه
Table 2- Variance analysis of cysts, eggs and larvae and reproduction factor on sugar beet genotypes in the field and greenhouse

تعداد سیست در گرم خاک مزرعه و گلخانه The number of cysts per gram of field soil and greenhouses			تعداد تخم و لارو در گره خاک مزرعه و گلخانه The number of eggs and larvae per gram of field soil and greenhouses		فاکتور تولیدمثل Reproduction	
منابع تغییرات Sources of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares
مکان Place	1	0.79**	1	2743/91**	1	47/41**
تکرار Repeat	4	0.0002 ^{ns}	4	25.67**	4	7.84**
تیمار Treatment	69	1.04**	69	4858.51**	69	276.73**
مکان * تیمار Place* Treatment	69	0.004 ^{ns}	69	59.96**	69	1.89**
خطا Error	276	0.009	276	2.93	276	0.23

ns and **: Not significant, significant at 1% levels of probability, respectively

ns و * * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

CV. 14.76 6.43 7.69

جدول ۳- میانگین تعداد سیست، تعداد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند به نماتد سیست در گرم خاک مزرعه و گلخانه

Table 3- Average number of cysts, the number of eggs and larvae and Reproduction of factor of different genotypes of sugar beet cyst nematode per gram of soil field and greenhouse

ردیف S.No.	ژنوتیپ Genotype	اسامی ژنوتیپ‌ها Genotypes names	تعداد سیست The number of cysts	تعداد لارو و تخم The number of larvae and eggs	فاکتور تولیدمثل Reproduction factor
1	19	SB32-HSF-10	1.44g	123a	29.19a
2	35	SB35	2.48a	116.26b	27.78b
3	62	F-20583	1.20j	111.61c	26.68c
4	63	F-20603	1.54f	94.44d	22.56d
5	23	SB35-HSF-8	0.89np	80.46e	19.23e
6	39	191	0.97l	78.06ef	18.67e
7	70	S1-89134	1.14k	77.78f	18.58e
8	41	SB28-HSF-14	0.77pq	67/32g	16/09f
9	50	NE-0910-HSF-43	1.54f	66.66g	15.94f
10	34	SB33	1.19jk	53.93h	12.86g
11	2	SB27-HSF-2	1.44g	53.88h	12.83g
12	24	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-3	0.77pq	49.39i	11.78h
13	67	SB30	0.66qs	39.69j	9.48i
14	55	SB-4	0.57st	37.04k	8.86j
15	47	SB34-HSF-28	1.22j	36.07k	8.63j
16	42	SB34-HSF-1	0.63s	35.99k	8.60j
17	43	SB34-HSF-2	0.52t	35.09k	8.38j
18	13	(7112*SB36)*SB31	0.56st	31.57l	7.55k
19	36	SB32-HSF-2	0.87pq	31.46l	7.52k
20	33	SB32	0.94n	30.18l	7.21l
21	51	NE-0910-HSF-46	0.97l	30.01m	7.17m
22	22	SB35-HSF-4	0.82p	27.61n	6.57mn
23	48	NE-0910-HSF-21	0.63s	27.05n	6.45mn
24	40	SB28-HSF-2	0.43u	25.98n	6.21n
25	37	(7112*SB36)*SB32	0.72q	22.62o	5.42o
26	59	F-20701	0.90n	19.47p	4.63p
27	15	SB32-HSF-4	0.89np	19.27p	4.60p
28	18	SB32-HSF-9	1.34h	19.17p	4.55q
29	21	SB35-HSF-1	0.54t	17.93q	4.30q
30	10	SB31-HSF-9	0.68qs	17.42r	4.16r
31	68	SB34	0.36ux	17.41r	4.14r
32	32	SB31	0.36ux	17.19r	4.11s
33	46	SB34-HSF-13	0.35ux	17.01s	4.06t
34	12	SB32-HSF-1	0.22y	16.21st	3.87u
35	17	SB32-HSF-8	0.31x	14.90t	3.56v
36	57	SB-3	0.65qs	14.59t	3.48v
37	54	SB28	0.18z	14.32tu	3.41w
38	65	SB29	0.67qs	14.25tu	3.39w
39	27	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-20	0.27xy	14.15tu	3.38w
40	11	SB31-HSF-10	0.32x	14.09tu	3.36w
41	66	SB29	0.70q	13.91u	3.31w
42	53	SB-2	0.17z	13.80u	3.29 w
43	25	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-11	0.70q	13.39uv	3.20 w
44	49	NE-0910-HSF-38	0.51t	13.38uv	3.19x
45	7	SB31-HSF-6	0.44u	12.24v	2.93 x
46	14	SB32-HSF-3	0.79pq	11.54v	2.74 x
47	69	NE 0911	0.17jk	10.79v	2.56 x
48	28	(7112*SB36)*S1-3	0.94n	10.54v	2.51xy
49	64	NE-0910-HSF-38	0.64s	8.69w	2.06xy
50	44	(7112*SB36)*S1-16	0.23y	8.56w	2.05xy
51	30	(7112*SB36)*S1-16	0.48t	8.46w	2.01xy
52	4	SB31-HSF-1	0.83p	7.86xw	1.88y
53	31	(7112*SB36)*S1-20	0.51t	7.61xw	1.81y
54	58	F-20710	0.30x	7.32x	1.74y
55	26	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-16	0.71q	7.18x	1.71y
56	1	SB27-HSF-1	0.33x	6.79x	1.62y
57	6	SB31-HSF-5	0.30x	6.56xy	1.57y
58	45	SB34-HSF-10	0.68qs	6.17xy	1.46yz
59	9	SB31-HSF-8	0.33x	5.87y	1.41yz
60	56	F-20656	0.27xy	5.76y	1.36yz
61	38	S1-89074	0.33x	5.66y	1.35yz
62	52	SB-1	0.47tu	5.09yz	1.21z
63	20	SB33-HSF-1	0.39ux	5.04yz	1.20z
64	8	SB31-HSF-7	0.21y	4.90z	1.17z
65	61	F-20746	0.27xy	4.66z	1.11z
66	۱۹	(7112*SB36)*S1-11	0.21y	4.53z	1.08z
67	۶۰	F-20747	0.68qs	4.01z	0.96z
68	3	SB27-HSF-10	0.27xy	3.89z	0.93z
69	5	SB31-HSF-2	0.39ux	3.38z	0.81z
70	16	SB32-HSF-5	0.18z	2.86z	0.69z

- اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اثر معنی‌دار هستند - Numbers with the same letters are not statistically significant

جدول ۴- تجزیه واریانس ضخامت پریدرم و پارانشیم پوست ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند

Table 4- Variance analysis of the thickness of periderm and skin parenchyma of sugar beet genotypes

ضخامت پریدرم Periderm thickness			ضخامت پارانشیم پوست Skin parenchyma thickness	
منابع تغییرات Sources of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares
تکرار Repeat	2	98.82**	2	40.76**
تیمار Treatment	69	22784.13**	69	13773.72**
خطا Error	138	8.94	138	6.11

** معنی‌دار در سطح یک درصد

** Significant at the level of one percent

CV. 0.84

0.84

توانسته‌اند ژن مقاوم، یعنی همان ژن HS1PRO1 را به برخی از ژنوتیپ‌ها انتقال داده و در آن‌ها تثبیت نمایند. تحقیقات رحمانی و همکاران روی ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند نیز مقاومت را در برخی ژنوتیپ‌ها با معرفی ژنوتیپ‌های w-1009، w-1010 و رقم تجاری نمائیل مشاهده کرده‌اند (۲۷). اخیراً نیز در میشیگان آمریکا، دو رقم مقاوم به این نماتد با نام‌های B- 18RR4N و B- 19RR1N معرفی گردیده که با نتایج در این تحقیق موافق و هماهنگ است (۶). در این راستا، ژن مقاوم HS1PRO1 در ژنوتیپ‌های مقاوم به نماتد سیست چغندر قند، توالی‌یابی و معرفی شده است (۳، ۱۱ و ۲۷). از مکانیزم‌های مقاومت در این خصوص، این که تراکنش میزبان و بیمارگر، موجب پاسخ دفاعی حساسیت شدید و یا همان فوق حساسیت شده و در نتیجه‌ی افزایش فنول اکسیدازها و اکسیژن‌های واکنشی (ROS)، موجب مرگ سلول‌های حاشیه‌ای نقطه آلودگی در گیاه می‌گردد و در نهایت مرگ بیمارگر را در آن موضع در پی خواهد داشت (۱۳ و ۳۱).

در خصوص ضخامت لایه‌ی پریدرم، مشاهده گردید که ضخامت لایه‌ی پریدرم ژنوتیپ‌های مقاوم، حدود سه برابر بیشتر نسبت به ضخامت لایه‌ی پریدرم ژنوتیپ‌های حساس بوده است. ضخامت پارانشیم پوست نیز به همان گونه محاسبه شده که نمایانگر تأثیر آن‌ها در کاهش ایجاد آلودگی نماتد سیست چغندر قند، *H. Schachtii* روی این ژنوتیپ‌ها می‌باشد. این ضخامت‌ها 20-25 برابر بیشتر، در مقایسه با طول تیغه نماتدهای سیست با ۲۰ الی ۳۰ میکرون می‌باشند. دیواره سلول گیاهی، مانع اصلی در مکانیسم نفوذ و مهاجرت نماتدهای داخلی بوده و نماتدهای انگلی گیاهی، برای تخریب دیواره سلولی ریشه، انواع مختلف آنزیم‌های تخریب کننده دیواره را ترشح کرده و به وسیله حرکت دادن تیغه خود، نیروی مکانیکی وارد می‌سازند.

آنالیز خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها

تجزیه‌ی آماری خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را بر اساس صفات آناتومیک مورد بررسی در ریشه، به پنج گروه متمایز آماری تقسیم‌بندی نمود و همان طور که مشخص است، ترتیب گروه‌ها بر اساس تشابهات صفات آناتومیک ریشه‌ی ژنوتیپ‌ها بوده است (نمودار ۱). هم‌چنین، می‌توان این ژنوتیپ‌ها را با توجه به این که از نظر طیف مقاومت با یکدیگر متفاوت هستند در این جا نیز به پنج گروه متفاوت تقسیم‌بندی نمود که این ژنوتیپ‌ها در گروه‌های متفاوتی شامل طیف مقاوم، نسبتاً مقاوم، متحمل، حساس و نسبتاً حساس قرار می‌گیرند (نمودار ۱).

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق، در خصوص تعداد سیست، لارو و تخم در گرم خاک و فاکتور تولیدمثل نماتد *H. schachtii* در گلخانه و مزرعه، مشخص نمود که واکنش لاین‌ها و ژنوتیپ‌های چغندر قند با یکدیگر متفاوت هستند. این نتایج، با گزارشات دونی و ویتنی در آمریکا و هایبروک در هلند، در این که در ژرم پلاسماها و مواد اصلاحی چغندر قند فعلی، *Beta vulgaris* منبع مقاومتی به نماتد سیست وجود ندارد، در تضاد بوده و مغایرت دارد (۶ و ۹). همان طوری که مشاهده گردید، در بین ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی، در واکنش به نماتد سیست، *H. schachtii* ژنوتیپ‌هایی هستند که کمترین آلودگی را نسبت به این نماتد داشته‌اند. در همین راستا، نتایج حاصل از بررسی‌های اویاعو و همکاران، از تلاقی بین گونه‌ای چغندر قند با گونه‌های وحشی که مقاومت کامل و تک‌ژنی به این نماتد داشته‌اند، مشخص نمود که ژنوتیپ B883 مقاومت نشان داده است که با نتایج در این تحقیق هم‌خوانی و موافقت دارد (۲۵). اکثر ژنوتیپ‌های مورد بررسی در اثر تلاقی‌های گوناگون ایجاد شده‌اند و

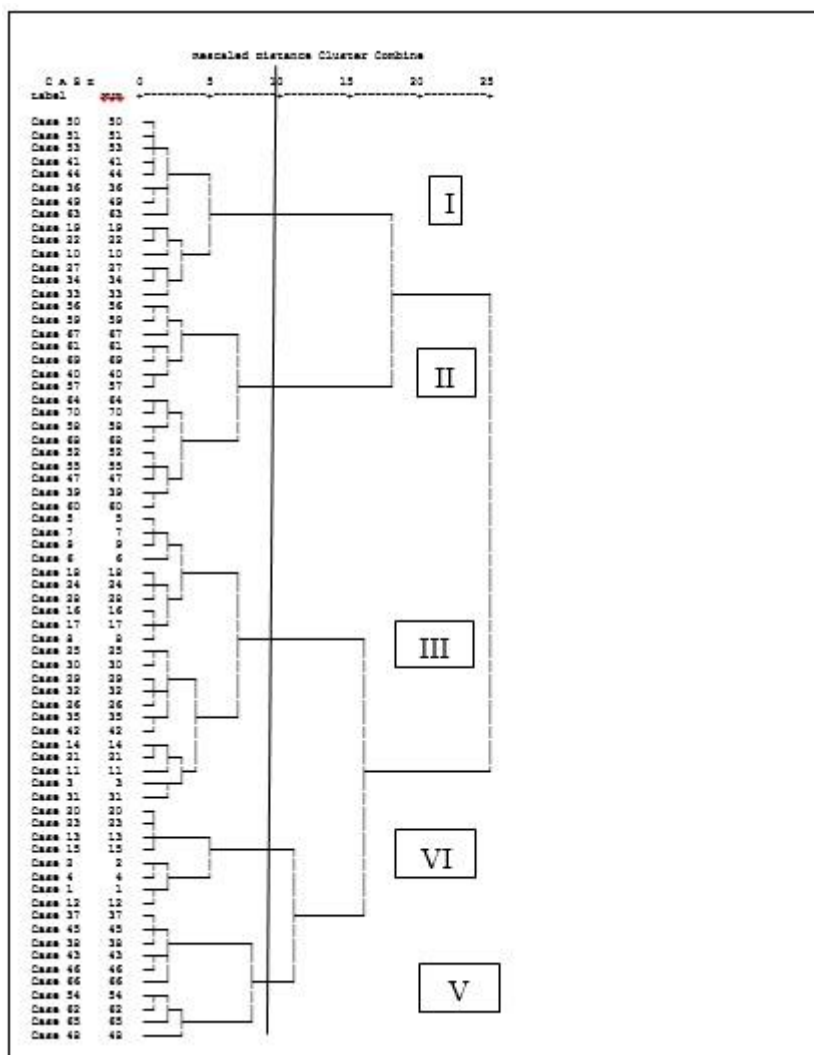
جدول ۵- مقایسه میانگین ضخامت پریدرم و ضخامت پارانشیم پوست ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند

Table 5- Comparison of the thickness of the periderm and skin parenchyma of sugar beet genotypes

ردیف S.No.	ژنوتیپ Genotype	اسامی ژنوتیپ‌ها Genotypes names	ضخامت پریدرم (میکرون) Periderm thickness (micron)	ضخامت پارانشیم پوست (میکرون) Skin parenchyma thickness (micron)
1	33	SB32	536.27a	219.47s
2	6	SB31-HSF-5	482.13b	266.13n
3	40	SB28-HSF-2	481.07b	400.53b
4	39	S1-89134	480.80b	319.20fh
5	57	F-20732	480.27b	401.87b
6	60	F-20747	480.00b	403.20b
7	27	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-20	450.67c	239.81pr
8	41	SB28-HSF-14	450.67c	254.93o
9	34	SB33	448.27c	274.67m
10	61	F-20746	445.87cd	438.93a
11	53	SB-2	440.53de	256.00o
12	36	(7112*SB36)*SB31	439.73de	202.40v
13	44	SB34-HSF-5	439.47de	238.93pr
14	49	NE-0910-HSF-38	439.47de	203.73v
15	5	SB31-HSF-2	436.00e	314.13h
16	51	NE-0910-HSF-46	423.73f	237.60qr
17	3	SB27-HSF-10	419.47fg	402.40b
18	10	SB31-HSF-9	418.93fg	162.40w
19	50	NE-0910-HSF-43	415.73g	236.27r
20	63	F-20603	404.00h	213.33t
21	56	F-20656	403.47hi	362.40d
22	7	SB31-HSF-6	402.93hi	282.67kl
23	9	SB31-HSF-8	401.87hi	346.93e
24	47	SB34-HSF-28	401.87hi	298.67j
25	22	SB35-HSF-4	401.60hi	242.40pq
26	31	(7112*SB36)*S1-20	400.53hj	402.40b
27	28	(7112*SB36)*S1-3	399.73hj	319.73fh
28	69	NE 0911	399.73hj	434.67a
29	68	SB34	397.87hj	287.47k
30	52	SB-1	396.53ij	321.33fg
31	19	SB32-HSF-10	394.13j	210.13tu
32	59	F-20701	385.87k	397.33b
33	18	SB32-HSF-9	377.07l	321.33fg
34	55	SB-4	373.07l	321.60fg
35	24	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-3	361.33m	322.93f
36	58	F-20710	358.68m	280.27l
37	4	SB31-HSF-1	354.93mn	202.13v
38	2	SB27-HSF-2	350.13no	253.87o
39	16	SB32-HSF-5	347.20o	282.40kl
40	37	(7112*SB36)*SB32	338.13p	240.00pr
41	8	SB31-HSF-7	322.93q	323.73f
42	45	SB34-HSF-10	322.93q	241.87pr
43	42	SB34-HSF-1	322.67q	322.40fg
44	17	SB32-HSF-8	322.40q	282.13kl
45	64	SB26	322.40q	316.80gh
46	29	(7112*SB36)*S1-11	321.60q	344.27e
47	38	S1-89074	321.60q	202.67v
48	67	SB30	320.27q	375.20c
49	70	191	320.27q	305.07i
50	26	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-16	320.00q	320.27fg
51	35	SB35	319.47q	281.87kl
52	21	SB35-HSF-1	317.07q	376.27c
53	14	SB32-HSF-3	305.60r	362.93d
54	32	SB31	304.27r	359.47d
55	1	SB27-HSF-1	282.93s	201.87v
56	43	SB34-HSF-2	282.13s	205.07uv
57	66	SB29	261.33t	200.27v
58	62	F-20583	258.67t	360.53d
59	12	SB32-HSF-1	258.40t	241.33pr
60	25	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-11	243.20u	358.40d
61	11	SB31-HSF-10	241.87u	316.53gh
62	30	(7112*SB36)*S1-16	240.00u	296.27j
63	46	SB34-HSF-13	240.00u	202.67v
64	54	SB-3	240.00u	360.53d
65	20	SB33-HSF-1	201.87v	243.20pq
66	65	SB28	200.80 v	402.93b
67	23	SB35-HSF-8	194.13w	243.73e
68	13	SB32-HSF-2	186.93x	241.87pr
69	15	SB32-HSF-4	163.47y	282.40kl
70	48	NE-0910-HSF-21	159.73y	282.93kl

Numbers with the same letters are not statistically significant

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار هستند



نمودار ۱- دندوگرام صفات آناتومیکی ریشه ژنوتیپ‌های چغندرقدق
Figure 1- Cluster analysis of the root anatomical characteristics of sugar beet genotypes

خانواده‌ی گیاهی گزارش شده است (۱). حضور پروتئین کینازهای مرتبط با دیواره‌ی سلول و پروتئین کینازهای درون غشایی، موجب شناسایی ملکول‌های الیستور بیمارگر شده و موجی از تغییرات سلولی، مانند تولید انواع اکسیژن‌های واکنشی (ROS) و تغییر در سطح رونویسی، به راه می‌اندازد (۱۸ و ۳۱). البته، در رابطه با این موضوع در خصوص چغندرقدق در منابع، گزارشی مشاهده نگردید. ولی، در سایر گیاهان، مثل برنج در خصوص ضخامت اپیدرم توسط دنگ و همکاران (۴)، پیاز در مقابله با بیماری پوسیدگی ریشه و طبق در اثر *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (۱۰ و ۲۲) و همچنین، لایه پارانیشیم و آندودرم در گیاه درمنه (۲۵) می‌توان اشاره نمود. در سایر موارد نیز به اجزای فیزیکی مقاومت اشاره شده است که در این‌جا چندان مصداق نخواهد داشت (۱۴، ۳۱ و ۳۳).
با توجه به نتایج این تحقیق و یافته‌های گذشته، به نظر می‌رسد

لذا، با توجه به ضخامت پریدرم بین ۴۲۰ الی ۵۳۶ میکرون برای ژنوتیپ‌های مقاوم و نیز کماکان به همین ترتیب در ضخامت پارانیشیم پوست در این ژنوتیپ‌ها، در مقایسه با طول تیغه نماتدهای سیست، به نظر می‌رسد که نفوذ نماتد را با مشکل مواجه می‌سازد. البته، در این‌جا، این دو فاکتور در همه‌ی ژنوتیپ‌های مورد آزمون صادق نبوده است. لذا، نشان دهنده این است که ژنوتیپ‌هایی که در این تحقیق، مقاومت نسبت به نماتد سیست نشان داده‌اند و از ضخامت قابل توجه برخوردار نبوده‌اند، بایستی، ممانعت‌های بیوشیمیایی را در نظر داشت. چون که مقاومت در گیاه به دو صورت ممکن است ظاهر شود، یکی به صورت فیزیکی، مثل وجود ضخامت قابل توجه لایه‌های موم، پریدرم و پارانیشیم ریشه و یا سایر موارد و دوم این‌که به صورت ممانعت‌های بیوشیمیایی مثل فیتوالکسین‌ها شامل ریشیتین، مدیکاگین، پیساتین، زیبالکسین، کالاکسین می‌باشد که در ۱۷

سپاسگزاری

بدین وسیله از جناب آقای دکتر سید باقر محمودی در تهیه و ارسال بذور ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این تحقیق، تقدیر و تشکر می‌گردد. همچنین، از بخش تحقیقات گیاه پزشکی اصفهان که امکانات لازم در اختیار این تحقیق قرار داده است قدردانی می‌گردد.

که استفاده از ارقام مقاوم امری اجتناب‌ناپذیر است و به سهولت می‌توان به آن دستیابی نمود و حداقل می‌توان ارقام مقاوم، نسبتاً مقاوم و حتی متحمل را شناسایی کرد. همچنین، در این تحقیق نشان داده شد که ارقام مقاوم دارای ویژگی‌های آناتومیکی بوده که بایستی بدان توجه خاصی مبذول داشت.

منابع

- 1- Ahuja I., Kissen R., and Bones A.M. 2012. Phytoalexins in defense against pathogens. Trendsence, 17 (2): 73-90.
- 2- Akhyani A., Damadzadeh M., and Ahmadi A.R. 2000. Distribution and severity of nematode infection *Heterodera schachtii* in the sugar beet fields in Isfahan. Pests and Plant Pathology, 68:142-137. (In Persian with English abstract).
- 3- Capistrano G.G. 2010. A candidate sequence for the nematode resistance gene Hs1-2 in sugar beet. PhD thesis, Plant Breeding Institute, University of Kiel, Kiel, Germany.
- 4- Dan Deng A.B., Sheng- Chun Wu B., Fu- Yong Wu B., Hong Deng A.C., and Ming- Hung Wong B. 2010. Effects of root anatomy and Fe plaque on arsenic uptake by rice seedlings grown in solution culture. Environmental Pollution, 158 (8): 2589-95.
- 5- Dita Rodriguez M.A., Brommonsclienkel S.H., Matsuoka K., and Mizubuti E.S.G. 2006. Components of resistance to early blight in four potato cultivars: Effect of leaf position. Phytopathology, 154: 230-235.
- 6- Doney D., and Whitney E.D. 1969. Screening sugar beet for resistance to *Heterodera schachtii* Sch. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologie, 15: 546-552.
- 7- Felle H.H., Herrmann A., Hanstein S., Huckelhoven R., and Kogel KH. 2004. Apoplastic pH signaling in barley leaves attacked by powdery mildew fungus *Blumeria graminis* sp. *hordei*. Molecular Plant-Microbe Interactions, 17: 118-123.
- 8- Fenwick D.W. 1940. Methods for recovery and counting of *H. schachtii* from soil. J. Helminthologia, 18: 155-177.
- 9- Heijbroek W. 1977. Partial resistance of sugar beet to beet cyst eelworm. Euphytica, 26: 257-262.
- 10- Holz G., and Knox-Davies P.S. 1985. Production of pectic enzymes by *Fusarium oxysporum* fsp. *cepae* and its involvement in onion bulb rot. Phytopathology, 112: 69-80
- 11- Jäger S. 2013. Hybrid Assembly of Whole Genome Shotgun Sequences of Two Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Translocation Lines Carrying the Beet Cyst Nematode Resistance Gene Hs1-2 and Functional Analysis of Candidate Genes, Doctoral Thesis, Christian-Albrechts University of Kiel.
- 12- Khoochehi A. 1985. Agronomy in dry regions. Jahad of Ferdowsi University of Mashhad, 202 pp.
- 13- Laloi C., Apel K., and Danon A. 2004. Reactive oxygen signaling: the latest news. Curr. Opin. Plant Biology, 7: 323-328.
- 14- Maiti R., Rajkumar D., and Vidyasagar P. 2014. Morpho-anatomical study of 100 tomato lines. International Journal of Bio-resource and Stress Management, 5: 78- 81.
- 15- Martin C., and Glover B.J. 2007. Functional aspects of cell patterning in aerial epidermis. Current Opinion in Plant Biology, 10: 70-78.
- 16- Mc Farlane J.S., Savitsky H., and Steele A.E. 1982. Breeding for resistance to the sugar beet nematode. Journal of the a.s.s.b.t., 21 (4): 311-323.
- 17- Mesbah M. 1977. Characterization of alien chromosomes in monosomic additions of Beta. Ph.D. Thesis. Wageningen Agricultural University, the Netherlands. 106p.
- 18- Morris E., and Walker J. 2003. Receptor-like protein kinases, the keys to response. Plant Biology, 4: 339-342.
- 19- Muller J. 1998. New pathotypes of the beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*) Nematology, 21 (5): 519-52.
- 20- Nasr Esfahani M., Alizadeh Moghaddam G., and Karimkhah M. A. 2017. The relation of leaf micro-morphological components with early blight resistant potatoes varieties. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 39 (4): 51-64.
- 21- Nawrath C. 2002. The biopolymers cutin and suberin. The Arabidopsis book. pp.1-14.
- 22- Niks S.R.E., and Rubiales D. 2002. Potentially durable resistance mechanisms in plant to specialized fungal pathogens. Euphytica, 124 (2): 201-216.
- 23- O'Connell R.J., and Pasturage R. 2006. Tete a tete inside a plant cell: establishing compatibility between plants and biographic fungi and Oomycetes. New Phytologist, 171: 699-713.
- 24- Parvizi R., Eshtiahi H., and Kheyri M. 1993. Distribution areas of *Heterodera schachtii* in West Azarbaijan. App. Ent. and Phytopath. 60: 73-79. (In Persian with English abstract).
- 25- Qiao F., Jung C., and Defan B. 2013. Cloning of a beet cyst nematode resistance gene from the wild beet

- Patellifolia procumbens* http://www.plantbreeding.unikel.de/de/forschung/cloning_of_a_nematode_resistance_gene_from_the_wild_beet_patellifolia_procumbens.
- 26- Rabie M., Jalili A., and Zarrinkamar F. 2005. Anatomical characteristics of five *Artemisia* species in the north of Iran. *Pajouhesh and Sazandegi Journal*, 70: 79- 87. (In Persian with English abstract).
- 27- Rahmani N., Mesbah M., and Norouzi P. 2013. Identification of molecular markers linked to sugar beet cyst nematode resistance gene(s). *Journal of Sugar Beet*, 28(2): 81-85. (In Persian with English abstract).
- 28- SAS Institute. 2008. SAS/STAT User's Guide. Version 9.1.3. Cary: SAS Institute Inc.
- 29- Schmitt D.P., and Shannon G. 1992. Differentiating soybean responses to *Heterodera glycines* races. *Crop Sci.* 32, 275-7
- 30- Schreiber L., Skrabs M., Hartmann K., Becker D., Cassagne C., and Lessire R. 2000. Biochemical and molecular characterization of corn (*Zea mays* L.) root elongases. *Biochem. Soc. Trans*, 28: 647-649.
- 31- Serrano M., Coluccia F., Torres M., L' Haridon F., and Métraux J.P. 2014. The cuticle and plant defense to pathogens. *Frontiers Plant Science* 5: 274.
- 32- Seyed Mozafari F. 2007. Plant morphology and anatomy laboratory. Six edition. Payame Noor University, 76-90.
- 33- Staskawicz B. 2001. Genetics of plant-pathogen interactions specifying plant disease resistance. *Plant Physiology*, 125: 73-76.
- 34- Steele A.E., and Savitsky H. 1981. Resistance of transonic and diploid hybrids of *Beta vulgaris* and *B. procumbens* the sugar beet nematode, *Heterodera schachtii*. *Journal of Nematology*, 13: 352-257.
- 35- Taleghani F., Sadeghzadeh S., and Mesbah M. 2010. National strategic document of sugar beet. Improvement Research Institute of sugar beet seed. 520 p.



ارزیابی اثر دگرآسیبی دوره‌های پوسیدگی اندام‌های مختلف گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* L.) بر رشد گیاه چه گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* mill.)

حسین حمای^{۱*} - آرمین آزادی^۲ - رضا صدرآبادی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۵

چکیده

به منظور بررسی اثرات دوره‌های پوسیدگی اندام‌های مختلف گیاه گوش‌بره بر رشد گیاهچه گوجه‌فرنگی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در سال ۱۳۹۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آزمایش دارای ۲ عامل اندام‌های گوش‌بره در ۴ سطح (ریشه، ساقه، برگ و گیاه کامل بدون گل‌آذین) و دوره‌های پوسیدگی در ۸ سطح (۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز پوسیدگی و نیز شاهد) بود. نتایج نشان داد که دوره‌های پوسیدگی، نوع اندام و همچنین اثرات متقابل دوره‌های پوسیدگی و نوع اندام اثر معنی‌داری بر وزن خشک گوجه‌فرنگی داشتند. افزایش دوره پوسیدگی تا ۴۵ روز منجر به کاهش وزن خشک گوجه‌فرنگی شد درحالی‌که با افزایش دوره پوسیدگی از ۴۵ روزه بعد افزایش تدریجی وزن خشک مشاهده شد. بیشترین شدت کاهش وزن خشک تولیدی مربوط به برگ‌های پوسیده بود.

واژه‌های کلیدی: برگ، دوره پوسیدگی، وزن خشک

مقدمه

از زمانی که انسان‌ها سکونت در یک مکان را برای زندگی برگزیدند و کشت و کار گیاهان زراعی را به صورت تک‌کشتی آغاز کردند، گام‌های بلندی برای رشد و توسعه کشاورزی برداشته شد. یکی از مهم‌ترین اولویت‌هایی تحقیقاتی کشاورزی که توجه‌ها بر روی آن متمرکز شده است کاهش تأثیر عوامل محدود کننده تولید نظیر آفات و علف‌های هرز می‌باشد (۳).

امروزه علف‌کش‌ها به یکی از مهم‌ترین نهادهای ضروری تولید در سیستم‌های کشت پیشرفته تبدیل شده‌اند (۸) اما توجه به مشکلات ناشی از کاربرد مواد شیمیایی همچون مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، آلودگی آب و خاک و اثرات نامطلوب بر سلامت انسان و محیط زیست (۴) کاربرد آنها را جهت افزایش تولید با چالشی

جدی مواجه ساخته است. تلاش‌های بسیار زیادی برای استفاده از روش‌های مدیریتی جایگزین صورت گرفته است (۳). آگاهی و بهره‌گیری از توانایی دگرآسیبی علف‌های هرز و گیاهان زراعی به عنوان یک روش مناسب و دوستدار محیط زیست برای مدیریت علف‌های هرز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۱). آگاهی از ترکیب مواد دگرآسیب و علف‌های هرز دارای خاصیت دگرآسیبی نه تنها می‌تواند باعث کاهش اثر منفی تولید این مواد بر عملکرد گیاهان زراعی شود بلکه با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته امروزی می‌توان به تولید علف‌کش‌های زیستی با استفاده از مواد دگرآسیب رسید (۱). با توجه به هجوم گیاه گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* L.) به زمین‌های زراعی که شخم زده شده و پس از مدتی رها شده‌اند و یا در واقع آیش گذاشته شده‌اند و همچنین تداخل در رشد گیاهان زراعی به نظر می‌رسد بررسی جنبه‌های مختلف اثرگذاری این گیاه بر اکوسیستم‌های زراعی ضروری است. از آنجاکه گوش‌بره دارای ترکیبات فنولی مانند تانن، ساپونین، کومارین، فیل پروپانویید و ... است دارای پتانسیل کافی جهت اثرات دگرآسیبی بر گیاهان زراعی است (۵ و ۸). بنابراین از آنجاکه گیاه گوش‌بره به عنوان گیاه هرز در زمین‌های کشت شده و همچنین آیش به مقدار زیاد در مزارع استان

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

(*)- نویسنده مسئول: (Email: homamihosseini@gmail.com)

۲ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

خراسان رضوی مشاهده می‌شود این مطالعه با هدف بررسی اثرات دگرآسیبی حاصل از دوره‌های مختلف پوسیدگی اندام‌های مختلف گیاه گوش بره بر رشد گوجه‌فرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار انجام شد. عامل اول این آزمایش، اندام‌های مختلف گوش بره در چهار سطح (ریشه، ساقه، برگ و گیاه کامل بدون گل‌آذین) و عامل دوم، دوره‌های مختلف پوسیدگی در هشت سطح (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز پوسیدگی و نیز شاهد) بود. نمونه‌های گیاهی به طور جداگانه پس از آسیاب به نسبت یک درصد وزنی با خاک گلدان‌های ۳ لیتری مخلوط شد و سپس به منظور اعمال دوره‌های پوسیدگی به ترتیب صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز پس از اضافه کردن بقایا، تعداد ۱۰ عدد بذر گوجه‌فرنگی رقم فلات در هر گلدان کشت شد. به منظور اعمال تیمار دوره‌های پوسیدگی مقدار نمونه گیاهی به خاک مورد نیاز برای تیمار ۹۰ روز پوسیدگی اضافه شد. ۱۵ روز بعد، نمونه‌های گیاهی تیمار ۷۵ روز پوسیدگی به خاک مورد نیاز اضافه شد. بقیه تیمارها نیز با فاصله هر ۱۵ روز اعمال شد. به این ترتیب پس از گذشت ۹۰ روز، خاک مورد نیاز برای تیمارهای دوره پوسیدگی آماده شد (نمونه‌ها در شرایط محیط گلخانه با دمای ۲۸ درجه در روز و ۲۰ درجه در شب دوره پوسیدگی را طی کردند) (۱۰ و ۱۱). پس از گذشت ۷۵ روز از زمان سبز شدن گیاهچه‌ها (قبل از گلدهی)، برداشت گیاهان از سطح خاک انجام شد. سپس نمونه‌ها

در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شده و به وسیله ترازویی با دقت ده‌هزارم توزین شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌های وزن خشک گیاهچه‌ها، داده‌ها به میلی گرم تبدیل شد. برای آنالیز آماری از نرم‌افزار SAS 9.1 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. مقایسه‌های میانگین نیز با آزمون LSD محافظت شده در سطح ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس وزن خشک گوجه‌فرنگی در دوره‌های پوسیدگی بقایای گوش بره را نشان می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد که وزن خشک گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی به صورت معنی‌داری تحت تأثیر دوره‌های پوسیدگی و نوع اندام پوسیده و همچنین اثرات متقابل دوره‌های پوسیدگی در نوع اندام پوسیده قرار گرفته است. نتایج مطالعات بسیاری از محققین نشان‌دهنده تأثیر دوره‌های پوسیدگی و همچنین تفاوت شدت اثر بقایای پوسیده و تازه دارای خاصیت دگرآسیبی بر وزن خشک گیاهان مورد تیمار است (۷، ۹ و ۱۰). افزایش بسیار زیاد دوره‌های پوسیدگی می‌تواند باعث کاهش اثر منفی بقایای پوسیده اندام‌های مختلف از طریق فراریت مواد دگرآسیب و همچنین تجزیه این مواد به ترکیبات فاقد اثرات دگرآسیبی شود (۱). بنابراین درک درست و دقیق از تأثیر دوره‌های پوسیدگی بقایا می‌تواند رهیافتی پایدار و اکولوژیک در جهت مدیریت علف‌های هرز باشد (۳، ۶ و ۱۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس وزن خشک گوجه‌فرنگی در دوره‌های پوسیدگی بقایای گوش بره
Table 1- Analysis of variance of decay duration on dry weight of giradol

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی Degree of freedom	وزن خشک Dry weight
دوره‌های پوسیدگی Decay duration	7	4.5946 ***
اندام پوسیده Decay organ	3	0.0932 ***
دوره‌های پوسیدگی * اندام پوسیده Decay organ * Decay duration	21	0.0261 ***
خطا Error	96	0.00860
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variance	-	11.789

*** معنی‌داری در سطح احتمال یک‌دهم درصد می‌باشد.

*** significant different at the 0.1% probability level

بیشترین اثر کاهشی معنی‌دار را بر وزن خشک گیاهچه گوجه داشته است. بطوری‌که در اولین غلظت منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک شده است درحالی‌که این وضعیت در مورد بقیه تیمارها در مورد روز

جدول ۲ نشان‌دهنده اثرات متقابل دوره‌های پوسیدگی و نوع اندام پوسیده بر وزن خشک تولیدی توسط اندام‌های هوایی گوجه‌فرنگی است. نتایج اثرات متقابل نشان می‌دهد که بقایای پوسیده برگ

۹۰ روز کاهش شدت تأثیر بقایای پوسیده کرچک مشاهده شد. نتایج آزمایش انجام شده توسط سیدی و همکاران (۱۱) نشان داد که پوسیدگی بقایای کرچک حتی منجر به افزایش وزن خشک و طول گیاهچه سس شد.

اول پوسیدگی مشاهده نمی‌شود. در مورد بقایای پوسیده ریشه و ساقه حتی در دوره ۱۵ روز پوسیدگی کاهش معنی‌داری در وزن خشک مشاهده نمی‌شود. نتایج سیدی و همکاران (۱۱) نشان داد که دوره‌های پوسیدگی برگ کرچک تا ۴۵ روز منجر به کاهش ۱۰۰ درصدی وزن خشک سس شد. درحالی‌که دوره‌های پوسیدگی ۷۵ و

جدول ۲- اثرات متقابل دوره‌های پوسیدگی و نوع اندام گیاهی پوسیده گوش‌بره در صفت وزن خشک گوجه‌فرنگی
Table 2- Interaction effects of decay duration and type of giradol organs on dry weight of tomato

	اندام گوش‌بره Giradol organs			
	برگ Leaf	ریشه Root	ساقه Stem	کل اندام گیاهی Total plant
	control	1,509 ^a	1,472 ^{ab}	1,449 ^{ab}
دوره پوسیدگی (روز) Decay duration (day)	1	1,272 ^{cd}	1,467 ^{ab}	1,315 ^{b-e}
	15	1,160 ^e	1,442 ^{a-c}	1,209 ^{de}
	30	0,774 ^{fg}	0,902 ^f	0,775 ^{fg}
	45	0,491 ^{h-k}	0,653 ^{gh}	0,551 ^{h-j}
	60	0,258 ^{m-p}	0,336 ^{k-n}	0,313 ^{l-o}
	75	0,150 ^{op}	0,223 ^{m-p}	0,145 ^{op}
	90	0,102 ^p	0,158 ^{op}	0,459 ^{i-l}
LSD=0.1723				

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different at the 1% probability level using less significant difference test

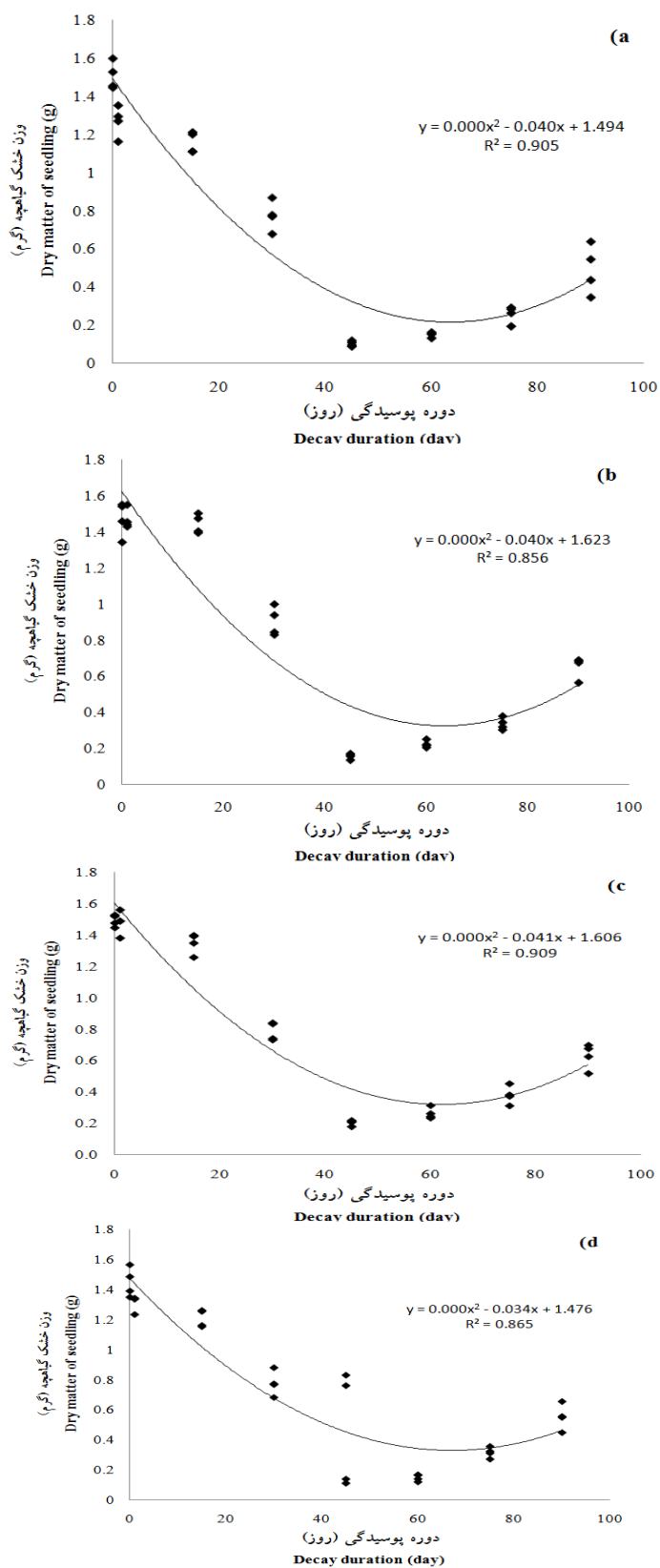
است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که دوره‌های پوسیدگی، نوع اندام و همچنین اثرات متقابل دوره‌های پوسیدگی و نوع اندام اثر معنی‌داری بر وزن خشک تولیدی توسط گیاهچه گوجه‌فرنگی داشتند. افزایش دوره پوسیدگی تا ۴۵ روز منجر به کاهش زیست‌توده تولیدی توسط گوجه‌فرنگی شد درحالی‌که با افزایش دوره پوسیدگی از ۴۵ روز به بعد افزایش تدریجی زیست‌توده مشاهده شد. بیشترین شدت کاهش زیست‌توده تولیدی توسط گیاهچه گوجه‌فرنگی مربوط به برگ‌های پوسیده بود. بنابراین به نظر می‌رسد که مدیریت مناسب علف‌های هرز می‌تواند منجر به کاهش خسارت ناشی از حضور آن‌ها از طریق دگرآسیبی و دوره‌های پوسیدگی بقایا شود. همچنین افزایش فاصله زمانی کاشت بین گیاهان زراعی می‌تواند منجر به کاهش اثر دگرآسیبی گوش‌بره از طریق افزایش تجزیه و فراربت ترکیبات دگرآسیب شود.

شکل ۱ روند تغییرات وزن خشک گیاه چه گوجه‌فرنگی در حضور بقایای گوش‌بره را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد اندازه کوچک بذر باعث افزایش نسبت سطح به حجم شده و در نتیجه بیشتر تحت تأثیر عوامل خارجی نظیر مواد دگرآسیب قرار می‌گیرند (۷) ازاین‌رو کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گوجه و درنهایت کاهش زیست‌توده تولیدی، می‌تواند به دلیل کوچک بودن بذر و افزایش جذب مواد دگرآسیب باشد. بیشترین کاهش وزن خشک در دوره پوسیدگی ۴۵ روز برای تمامی اندام‌های گیاه گوش‌بره مشاهده می‌شود. از ابتدا تا ۴۵ روز پوسیدگی روند کاهش را در وزن خشک نشان داد. درحالی‌که با افزایش روزهای پوسیدگی به ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز افزایش وزن خشک مشاهده شد.

گوش‌بره حاوی ترکیبات فنولی مانند تانن و ساپونین (۸)، کومارین، فنیل پروپانئوئید گلیدوزید و ... است (۵). اینهلینگ (۲) و بلوم (۱) بیان کردند که ترکیبات فنولی از طریق تخریب غشا و اختلال در فعالیت برخی آنزیم‌ها یکی از عوامل اصلی ایجاد خاصیت دگرآسیبی هستند. بنابراین به نظر می‌رسد که فراربت و تجزیه ترکیبات دگرآسیب دلیل کاهش اثر بقایای گوش‌بره پس از ۴۵ روز پوسیدگی



شکل ۱- رابطه بین دوره‌های پوسیدگی اندام‌های مختلف گوش بره و وزن خشک گیاهچه گوجه‌فرنگی: (a) برگ؛ (b) ریشه؛ (c) ساقه و (d) کل گیاه
Figure 1- The relationship between decay duration period of Giradol on dry weight of tomato seedling a) Leaf, b) Root, c) Stem, and d) whole plant

منابع

- 1- Blum U. 2014. Plant-Plant Allelopathic Interactions II Laboratory Bioassays for Water-Soluble Compounds with an Emphasis on Phenolic Acids. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. Pp 322.
- 2- Einhelling F.A. 2004 Mode of allelochemical action of phenolic compounds. In: Allelopathy. Macias FA. Galindo JCG. Molinillo JMG. Cutler HG. CRC press, pp: 217-238.
- 3- Ghorbani R., Rashed Mohasel M.H., Hosseini A., Mosavi K., and Haj Mohammadnia Ghalibaf K. 2009. Sustainable weed management. Publishers University of Mashhad.
- 4- Li Y., Sun Z., Zhuang X., Xu L., Chen S., and Li M. 2003. Research progress on microbial herbicides. Crop Protection, 22: 247-252.
- 5- Mohamed K.M. 2001. Phenylpropanoid glucosides from *Chrozophora obliqua*. Phytochemistry, 58(4):615-618.
- 6- Najafi H., Hassanzadeh Deloie M., Rashed Mohasel M.H., Zand E., and Baghestani M.A. 2006. Ecological weed management. Publishers Plant Pests and Diseases Research Institute.
- 7- Orouji K., Khazaei H.R., Rashed Mohasel M.H., Ghorbani R., and Azizi M. 2008. Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and initial growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and common lambsquarter (*Chenopodium album*). Journal of Plant Protection 22: 119-128. (In Persian with English Summary)
- 8- Usman H., Musa Y.M., Ahmadu A.A., and Tijjani MA. 2007. Phytochemical and Antimicrobial Effects of *Chrozophora Senegalensis*. The African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative medicines, 4, 488-494.
- 9- Raoof Fard F., and Omidbeigi R. 2011. The survey of allelopathic characteristic shoot of Angelica (*Angelica archangelica*) herb plant. Journal of Horticultural science 25 (3): 261-266. (In Persian with English Summary)
- 10- Seyyedi S.M., Rezvani Moghaddam P., Shahriari R., Azad M., and Jafari L. 2014. Allelopathy effect of aqueous extract and duration decay of sunflower (*Helianthus annuus*) organs on decreasing seed germination and seedling growth of dodder (*Cuscuta campestris*). Journal of Agroecology 6 (1): 1-10. (In Persian with English Summary)
- 11- Seyyedi S.M., Rezvani Moghaddam P., Shahriari R., and Azad M. 2015. Effect of allelopathy different organs of Castor bean (*Ricinus communis*) on decreasing seed germination and seedling growth of dodder (*Cuscuta campestris*). Journal of Agroecology 7 (2): 156-167. (In Persian with English Summary)
- 12- Xuan T.D., Shinkichi T., Khanh T.D., and Chung I.M. 2005. Biological control of weeds and plant pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy: An overview. Crop Protection 24: 197- 206.

period. Biological synthesized silver nanoparticles could be of immense use in the medical field for their efficient antimicrobial function.

Keywords: Antibacterial, Biosynthesis, Leaf extract, Nanoparticle



Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Amarantus retroflexus* and Its Antibacterial Effect

Y. Nikparast¹- R. Ghorbani^{2*}- H. Ahmadzadeh³- Gh. Asadi⁴

Received: 13-08-2017

Accepted: 25-09-2017

Introduction: Silver nanoparticles are important materials that have been studied extensively. They have unique physical, chemical and biological properties such as potential antibacterial activity. They can be synthesized by several physical, chemical methods. However, these methods are not environmentally friendly. Therefore, it is desirable to develop an eco-friendly method such as utilizing the biological species plant extracts for the synthesis of various environmental friendly metal nanoparticles. In addition, the integration of green chemistry principles into nanotechnology is essential. The biomolecules found in plants induce the reduction of Ag⁺ ions from silver nitrate to AgNPs. The process of reduction is extra cellular and fast leading to the development of easy biosynthesis of silver nanoparticle. The green synthesis of AgNPs using plants [6]–[11] have been before reported. Plant extract have been used as a natural reductant to produce green, non-toxic and environmentally friendly silver Nano particles.

Materials and Methods: to biosynthesis silver nanoparticles, *Amaranthus retroflexus* leaf extract was used as reductant and stabilizer agent. The effect of various parameters such as pH of the reaction solution, contact time, ratio of extract to silver nitrate solution on the synthesis of silver nanoparticles was studied. For reduction of silver ions, 1 mM silver nitrate was added to the weed leaves extracts with different ratio (v/v) of extract to silver nitrate with constant stirring under room temperature. The final nano-colloidal solution was subjected to repeat centrifugation (thrice) to get rid of any uninteracted biological molecules at 12,000 rpm for 15 min and the pellet were dried in vacuum oven. Formation of nanoparticles in the silver nitrate solution primarily was detected using UV-vis spectrometer (wavelength range 200 to 800 nm). The morphology of the nanoparticles studied using transmission electron microscopy. The crystalline structure of nanoparticles was studied by XRD and functional groups responsible for the reduction and stabilization of silver nanoparticles was evaluated using FT-IR spectroscopy. *Pseudomonas aeruginosa* was used as a sample bacteria for antibacterial studies. The antibacterial activity of AgNPs was investigated against gram negative drug resistant *P. aeruginosa*. For this reason, various concentrations of AgNPs from 400 to 1.56 µg/ml were incubated with cells of pathogenic bacteria in liquid medium. Growth of bacterial cells at the presence of AgNPs was compared with the growth of bacterial cells (positive control) in the absence of NPs. percentage of bacterial growth inhibition was evaluated at different AgNPs concentrations and MIC was determined against *P. aeruginosa*.

Results: The results of TEM showed that the nanoparticles were spherical and monodispersed with the particle size between 2 and 30 nm. The maximum nanoparticles synthesis occurs in silver nitrate to extract ratio (v / v) of 0.1, pH 9 and reaction time of 240 minutes. The FTIR result indicated the involvement of amides, carboxyl, amino groups and amino acid residues present in leaf extract in the NP synthesis. The XRD confirmed the structure of silver as a face-centered cubic structure [14]. Therefore, the XRD data clearly demonstrated the presence and crystal structure of the silver in the *A. retroflexus* leaf extract. Growth of bacterial cells was completely inhibited at the 200 µg/ml of AgNPs considered as the MIC. The antibacterial activity of AgNPs compared favorably with standard antibiotics including ciprofloxacin and cephtazidim. MIC of ciprofloxacin toward tested pathogen were 0.125 µg/ml which shows stronger antimicrobial activity in comparison with AgNPs. In contrast, only 50% of bacterial growth inhibition was observed at the 256 µg/ml of cephtazidim. Thus, the antibacterial activity of AgNPs was stronger than cephtazidim against *P. aeruginosa*. Leaves extract alone did not display any antimicrobial activity against tested microorganism.

Conclusion: AgNPs were successfully synthesized using *Amaranthus retroflexus* leaf extract as a reducing and capping agents. The structural, morphological and elemental studies of biologically synthesized AgNPs were characterized by UV-vis spectrometry, atomic absorption, XRD, FTIR, and TEM. The presence of AgNPs (200 µg/ml) was significantly reduced the cell viability of *P. aeruginosa* compared to control after 24 h incubation

1, 2 and 4- Ph.D. Graduate Student, Professor and Associate Professor of Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*- Corresponding Author Email: Reza-ghorbani@um.ac.ir)

3- Associate Professor of Department of Chemistry, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad

and degradation of the combining compounds can explain the reduced allelopathic effects of giradol residue after 45 days of decay. In general, accurate understanding of decay duration residue of allelopathic plants can applied as an ecological method for weed management.

Conclusions: The results revealed that decay duration and interactions between periods of decay and body type had a significant effect on tomato seedling dry matter. Our findings also demonstrated that selection of proper plant date can decrease allelopathic effects of residue giradol on tomato growth.

Keywords: Decay duration, Dry weight, Leafy



Evaluation of Allelopathic Effects of Decay Duration of Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) on Seedling Growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.)

H. Hammami^{1*}- A. Azadi²- R. Sadrabadi Haghighi³

Received: 05-11-2016

Accepted: 14-02-2018

Introduction: Plants communicate and influence the growth of other plants (or even microorganisms) through excretion of certain chemical compounds (allelochemicals) which is known as allelopathy. A number of allelochemicals has been reported from different plant species. Allelochemicals include phenolic compounds, benzoxazinoids, sorgoleone, glucosinolates, terpenes, alkaloids, momilactones, and etc. Knowledge of the composition of allelopathic materials and weeds with allelopathic properties not only can reduce the negative impacts on crop yield production but also can be used to produce bio-herbicide by allelochemicals as active ingredient. Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) is an annual summer plant that belongs to Euphorbiaceae family. Giradol contains phenolic components including tannins, saponins (8), coumarins, phenylpropanoid glycosides (5) and flavonoids. Einhelling (2) reported that phenolic compounds are the most active compounds involved in allelopathy. Therefore, giradol has allelopathic characteristic. Giradol can be found in the wide range of fields in Khorasan Razavi. The abundant presence of phenolic compounds and giradol makes the study of giradol allelopathic effects on crops necessary in this region.

Materials and Methods: In order to evaluate allelopathic potential of giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) organs on growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.), a study was conducted by using a completely randomized design (CRD) with factorial arrangement with four replications. This experiment was carried out in pots and consisted of organs at 4 levels (root, stem, leaf and total plant without inflorescence) and decay durations at 8 levels (0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days decay and control). Samples of different organ plant of giradol were mixed separately with 3-liter pots with 1% m/m ratio. In order to apply decay period treatments, plant samples were added to the soil for 90 days of decay treatment. 15 days later, plant samples of 75 days of treatment were added to the required soil. The remaining treatments were applied at intervals of 15 days. Therefore, after 90 days, the soil was prepared for treatments of decay period (samples under the greenhouse condition at 28 °C / day and 20 °C per night during decay period). Then, the number of 10 Tomato seeds of falat cultivar were cultivated at the surface of soil in each pot. After 75 days (before flowering), the plants were harvested from the soil surface. The plant samples were oven-dried at 75 °C for 24 hours and weighed accurately by weight measuring tools with a precision of 0.0001 g. SAS 9.1 software was used for statistical analysis and Excel software for preparing graphs. Mean comparisons were performed with a protected LSD test at the level of 1%.

Results and Discussion: Analysis of variance of decay duration of giradol on dry weight of tomato showed the significant effects ($p < 0.01$). The response of tomato seedling depended on decay duration. Increasing decay duration to 45 days decreased the tomato seedling dry weight. However, decay duration increase from 60 to 90 days gradually enhanced dry weight as compared to 45 days decay duration. Others works showed allelopathic effects of decay and fresh residue on dry weight of treated plants. Increasing decay duration can decline negative effect of allelopathic materials by decomposition and evaporation. The results of interaction effects indicated that leaf residual decay had the most significant decreasing effect on the dry weight of tomato plant. At the first concentration of leaf residual, the weight decreased significantly, while this condition was not observed for the first day of decay in other plant organs. In the case of root and stem decay residues, there was no significant decrease in tomato dry weight during 15 days of decay. The results of Seyyedi et al. (11) showed that the periods of castor oil decay up to 45 days resulted in 100% reduction in the dry weight of the dodder. Giradol organs have phenolic compounds such as tannin and saponin, coumarin, phenylpropanoid glycoside. Einhelling (2) and Bloom (1) pointed out that phenolic compounds are the main components having allelopathic effects by membrane degradation and disturbance in the activity of certain enzymes. Therefore, it seems that the volatility

1- Assistant Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

(*- Corresponding Author Email: homamihosseini@gmail.com)

2 and 3- Professor and M.Sc. Student, Agronomy and Plant Breeding Department, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Geraniol. The results suggested that introduced plants may fulfill the organic farming and production of naturally originated herbicides. Therefore, more attention is needed for the future research focusing on finding the allelopathic responsible compounds by GC-MS and NMR techniques for using in organic agriculture. It is also necessary to investigate the ability of herbivorous of these compounds specifically.

Keywords: Allelopathy, Inhibition of growth, Medicinal plants, Secondary metabolites



Evaluation of Allelopathic Effects of Some Plants Using Sandwich Method

S. Amini^{*1}- Kh. Hemmati²- H. Norouzi³

Received: 07-02-2017

Accepted: 10-02-2018

Introduction: Widespread use of herbicides in agriculture has led to loss of natural habitats, increase in pollution, generating herbicide-resistant weeds, risk of food poisoning and lower food quality. So new approaches are required in management, production, and utilization of the existing agricultural practices for sustainable agriculture. There are several techniques in this regard including allelopathy. Use of allelopathic compounds is a new approach for lowering undesirable effects of herbicides on the environment and fighting weeds resistant to herbicides. Recently allelopathy knowledge has been developed because of innovative methods and collaboration among scientists and achievements in suitable bioassays. Nowadays, old methods such as petri dishes or activated charcoal method have been replaced by new methods such as dish pack, sandwich, rhizosphere, and plant box. Researchers have indicated that many problems might be solved in allelopathy studies through these methods. Sandwich method is considered as one of the alternative methods for the old ones and is a very useful tool for screening the allelopathic effect of leaf litter under laboratory conditions. This method is a less time-consuming bioassay method and could be applied to screen more samples. Besides, allelopathic properties of many plants are evaluated using fewer plant samples through this method.

Materials and Methods: In this study, using a sandwich method, allelopathic properties of 55 plant species (59 samples) from 27 families were studied. The majority of plants were collected in 2016 from the different regions of South Khorasan province, Iran. The samples authenticated. Then, different parts of plants used for laboratory studies at Agricultural Researches Institute in Birjand University, Iran. Lettuce (*Lactuca sativa* L. var Great Lake 366) was used as an index because of its seeds sensitivity in chemical compounds, and allelopathic properties on the growth of seedlings of these lettuce varieties were evaluated. To investigate the allelopathic activity, an experiment was conducted as a completely randomized design with 3 replications. In order to assess the allelopathic activity of the selected plants, multi-dishes were used with 6 holes. Each hole had 3.5 cm diameter (Nunc Company, Japan). Ten milligrams of dried samples were placed in all three wells in the upper row and fifty milligrams was placed in rest of three lower wells of the six-well multi-dish plate. For the preparation of the growth medium, commercially available agar was applied. The medium was prepared as 0.5 % (w/v) and autoclaved at 115 °C for 20 min. 5 mL of autoclaved agar was added to each well of the multi-dish plate containing plant samples. After gelatinizing the agar within 30–45 min at room temperature, 5 mL agar was added again to all wells as the second layer and left at room temperature for gelatinized again. This made a sandwich of dried leaves by two layers of agar. Five lettuce seeds were put on the agar surface of the wells and all treatments were replicated three times. Each side of the prepared multi-dishes was then sealed by parafilm and wrapped in aluminum foil to protect them from light penetration and then were placed in an incubator (25°C). After 3 days, length of radicle and hypocotyl were recorded and monitored compared to control samples. Agar medium without plant samples was used as the control.

Results and Discussion: Growth of radicle and hypocotyl of lettuce seedling was present in the form of either inhibition (positive value) or promotion (negative value). The results showed that among the studied plants, *Mentha spicata*, *Nepeta cataria*, and *Nepeta glomerulosa* herbs highly affected growth inhibitory on radicle (96.4 %) and hypocotyl (94.8 %) of lettuce seedlings. Moreover, leaves of *Leptorhabdus parviflora* and *Allium oschanini* seeds strongly showed allelopathic effects by inhibiting the growth of radicle (91.0 %) and hypocotyl (85.2 %) of lettuce. *Viola tricolor* flowers plant had allelopathic effect as a deterrent growth only on radicle growth (90.0 %) and did not have significant effects on hypocotyl. In the current research, the introductory screening was done on 55 plants to recognize the suspected plants containing allelopathic compounds. However, further research is needed on these plants to figure out their effects on weeds.

Conclusions: The plants introduced in this research are mainly contain compounds such as Carvone, Limonene, α -Pinen, β -Pinen, 1,8 cineol, Thymol, Anethol, Camphor, Nepetalactone, β -caryophyllene and

1 and 2- Ph.D. Student of Medicinal Plants and Associate Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

(*- Corresponding Author Email: S.amini@gau.ac.ir)

3- Graduated M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Birjand Branch, Birjand

Conclusion:

1- It was found that, there are resistant genotypes among the tested sugar beet lines for cultivation and or breeding program.

2- It also was found that, there is certain and direct correlation coefficient between the sugar beet root anatomical features and the resistance of some genotypes.

3- The thickness of the periderm and cortex parenchyma as a physical barrier plays an important role in resistant of sugar beet to cyst nematode.

Keywords: Cyst Nematode, Resistance, Root Anatomy, Sugar beet



Correlation of Root Anatomical Components with Resistance in Sugar Beet Genotypes to Cyst Nematode *Heterodera schachtii* Schmidt 1871

L. Motieeian¹ - M. Nasr Esfahani^{2*} - M. Olia³

Received: 24-10-2017

Accepted: 13-01-2018

Introduction: Sugar beet cyst nematode (SBCN), *Heterodera schachtii* Schmidt 1871, marked as one of the most damaging disease of sugar beet worldwide. This is also an important disease pathogen of sugar beet which had an irreversible damage to this particular crop in Isfahan Province, Iran. Thus, the nematode - infested fields of sugarbeet in the province is to be threatened. This nematode has a wide host range, over 218 plant species from 95 genera, belonging to 23 families, including field crops, ornamentals and weeds as the hosts, which have been identified and introduced so far. The SBCN management's strategies are included as a long term crop rotation, use of catch crops, soil solarization, early planting and the use of nematicides. In general, the best method to control SBCN is use of resistant sugar beet cultivars.

Materials and Methods: In this study, the resistance and anatomical components of 70 sugar beet genotypes were screened against sugar beet cyst nematode (SBCN), *Heterodera schachtii*. Thus, the susceptibility of 70 sugar beet genotypes were assessed to sugar beet cyst nematode, *H. schachtii* in a completely randomized design in greenhouse and a complete randomized block design under the field conditions. The data were subjected to statistical analysis using SAS software and the means were compared using Duncan's multiple test range. Cluster analysis was performed by the SPSS software. The initial population of SBCN in the infested soil was determined, before treating the selected field. Then, 200 g of soil were selected, out of which several samples collected from each plot and was air dried and in the file system, the cysts were extracted using Fenwick. Eggs and the second larvae in a 200 g of soil were calculated accordingly. Reproductive factors and the percent decrease and or increase in SBCN populations in each genotype were calculated relative to the initial population of the same treatment. Then, the comparison of means was done by Duncan tests. For the greenhouse experiments, the same treated soils from each treatment in field were poured into the clay pots with a capacity of 5 kg of soil. Initially, the genotypes based on sensitivity spectral to sugar beet cyst nematode were classified into 5 distinct groups of resistant, moderately resistant, tolerant, moderately susceptible and susceptible ones. Then, the root anatomical components of the sugar beet genotypes, such as the thickness of periderm, and skin parenchyma thickness were determined in microns.

Results and Discussion: The screening of sugar beet genotypes resulted in identifying the resistant and or susceptible ones to *H. schachtii* with a high significant difference under the field and greenhouse conditions. The combined results of greenhouse and field experiments coupled with cluster groups showed that, the genotypes 53 (SB-2), 69 (NE 0911), 16 (SB32-HSF-5) had the minimum number of cysts and the genotype of 16 (SB32-HSF-5) and 5 (SB31-HSF-2) had the lowest rates of eggs and larvae and reproductive factors. So, the two lines of 16 (SB32-HSF-5) and 5 (SB31-HSF-2), were identified as the most resistant genotypes and were located in the same cluster group in these studies. Therefore, it can be concluded that, these genotypes can be used as the nematode resistant genotypes and also, in breeding programs. The maximum thickness of the periderm was in the resistant genotype SB32 with 536.27 micron and was followed by resistant genotypes F-20747, F-20746, SB31-HSF-2, and SB27-HSF -10, with 480, 445.87, 436 and 419.47 microns respectively. The minimum thickness of the periderm was in susceptible genotypes SB35-HSF-8, F-20583 and SB35 with, 194.13, 258.67, and 319.47 microns, respectively. Also, the maximum thickness of the cortex parenchyma was in genotype F-20746 with 438.93 micron, followed by the genotypes 3 (SB27-HSF-10), 62 (F-20583), 29 ((7112 * SB36) * S1-11) and 8 (SB31-HSF-7) with 403.20, 402.40, 360.53, 344.27 and 323.73 microns, respectively. The minimum cortex parenchyma thickness was in susceptible genotypes SB32-HSF-10 and F-20603 with an average of 210.13 and 213.33 microns respectively. The other genotypes were located in between these two ranges. These results suggest a direct correlation coefficient between these characteristics of anatomical features and the resistance of some genotypes tested for the sugar beet cyst nematode disease.

1 and 3- Master and Associate Professor of Department of Plant Protection, Shahrekord University, Shahrekord

2- Associate Professor, Plant Protection Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Isfahan, Iran

(*- Corresponding Author Email: mne2011@gmail.com)

concentration of soybean oil was significantly different compared with control. With increasing concentration of soybean oil, the rate of feeding and survival of termites were greatly decreased. The mean comparison of treatments with control through feeding in choice test showed that selective concentrations of molasses (4%) and yeast (1%) had significant differences with control, but selective concentrations of urea (0.01%) and soybean oil (0.01%) did not have significant differences with control. These results confirmed the results of the no-choice test. Overall, matrices with 4% and 6% molasses concentrations and 1% yeast sustained the greatest feeding weight losses. Termite survival and matrix weight losses for different concentrations of urea and soybean oil were not significantly different with controls.

Conclusions: Adding of 4% molasses (w:w) and 1% yeast (w:w) to bait matrix is proposed to be used in a commercial production to increase consumption of toxic bait.

Keywords: Feeding additives, Molasses yeast, Subterranean termite, Toxic bait



Laboratory Assay of Nutrient Additives as the Feeding Stimulants for *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae)

M. Ekhtelat¹- B. Habibpour^{2*}- M. Ziaee³- L. Poursartip⁴

Received: 20-07-2017

Accepted: 03-02-2018

Introduction: Termites are the common destructive pests of wood and cellulosic products in world-wide structures. In Iran, several *Microcerotermes* species regularly cause economic damages to wooden structures and building components in non-residential and residential areas. *Microcerotermes diversus* is a serious wood-destroying termite that exists in Khuzestan Province. This species has a broad scope of food foraging and also has the ability to create secondary communities within building walls and ceilings, as well as on trees. Eradication and control of this species by common methods such as the operation of drilling and injection of insecticides into the ground is faced with problems and in some cases is not always effectiveness. According to these problems, one of the effective methods of control is the use of baiting systems in which application of poisoned bait is an effectiveness control method for subterranean termites' control. A variety of materials and toxicants have been tested to build suitable and attractive bait matrices against termites. The current research was carried out to produce a suitable formulation of toxic bait for control of subterranean termite *M. diversus* in Iran.

Materials and Methods: In this research, feeding responses of tested termite were evaluated to different cellulosic matrix substrates (filter papers) treated with different concentrations of molasses (ranging from 1 to 6%), urea (ranging from 0.01 to 1%), yeast (ranging from 0.01 to 1%) and soybean oil (ranging from 0.01 to 10%) additives. Non-treated filter papers were considered as control. Choice and no-choice laboratory tests were conducted. In no-choice tests, each matrix was treated with its assigned additive and allowed to be stabilized for 24 hours before recording pre-trial weight. Each test matrix was separately placed in a Petri dish (9 cm in diameter) and wetted with distilled water prior to adding the termites. Then fifty termite workers were added to the Petri dishes. Experimental units were kept in a dark incubator ($90 \pm 5\%RH$; $28 \pm 2^\circ C$) for two weeks, and termite mortality was periodically determined. The choice tests were performed following the same no-choice laboratory tests. Each experimental unit consisted of a 9cm plastic container connected to two other 9 cm plastic containers by a T-shaped tube. The central container included a mixture of soil and vermiculite (in the ratio of 2:1) moistened with distilled water, and a filter paper disc measuring 9 cm in diameter was placed in each two other plastic containers, one treated with selected concentrations of molasses, urea, yeast and soybean oil of no-choice tests and another with distilled water. Groups of foragers comprising 100 workers were placed in the central container. Experimental units were kept in a dark incubator ($90 \pm 5\%RH$; $28 \pm 2^\circ C$) for two weeks. All experiments were conducted with four replicates. At the end of the trials, each test matrix (filter papers) was individually dried and weighed to determine feeding losses. Data analysis was done by SPSS software (version 16.0). Means were compared by Tukey's test (no-choice test), and t-tests for two-sample paired (choice tests) ($\alpha=0.05$).

Results and Discussion: The mean comparison of treatments with control through survival (after transformation the percentages to $\text{Arcsin } \sqrt{x\%}$) showed that different concentrations of molasses and yeast did not had significant differences with compared to control. Also, there were not significant differences between soybean oil and urea and control, however 10% concentration of soybean oil and 1% concentration of urea was significantly different compared with control and these two concentrations had lower survival compared with control. The mean comparison of treatments with control through feeding in no-choice test indicated that different concentrations of molasses and yeast had significant differences with control. By increasing the concentration of sugar in the molasses feeding rate is increased. Also with increasing concentration of yeast, the rate of feeding increased. The mean comparison of treatments with control through feeding showed that different concentrations of soybean oil and urea did not have significant differences with control, whereas 10%

1, 2 and 3- Ph.D. Student of Entomology, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: habibpour_b@scu.ac.ir)

4- Assistant Professor, Department of Wood and Paper Industries, College of Natural Resources, Khatam Alanbia University of Behbahan, Iran

period. Biological synthesized silver nanoparticles could be of immense use in the medical field for their efficient antimicrobial function.

Keywords: Antibacterial, Biosynthesis, Leaf extract, Nanoparticle



Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Amarantus retroflexus* and Its Antibacterial Effect

Y. Nikparast¹- R. Ghorbani^{2*}- H. Ahmadzadeh³- Gh. Asadi⁴

Received: 13-08-2017

Accepted: 25-09-2017

Introduction: Silver nanoparticles are important materials that have been studied extensively. They have unique physical, chemical and biological properties such as potential antibacterial activity. They can be synthesized by several physical, chemical methods. However, these methods are not environmentally friendly. Therefore, it is desirable to develop an eco-friendly method such as utilizing the biological species plant extracts for the synthesis of various environmental friendly metal nanoparticles. In addition, the integration of green chemistry principles into nanotechnology is essential. The biomolecules found in plants induce the reduction of Ag⁺ ions from silver nitrate to AgNPs. The process of reduction is extra cellular and fast leading to the development of easy biosynthesis of silver nanoparticle. The green synthesis of AgNPs using plants [6]–[11] have been before reported. Plant extract have been used as a natural reductant to produce green, non-toxic and environmentally friendly silver Nano particles.

Materials and Methods: to biosynthesis silver nanoparticles, *Amaranthus retroflexus* leaf extract was used as reductant and stabilizer agent. The effect of various parameters such as pH of the reaction solution, contact time, ratio of extract to silver nitrate solution on the synthesis of silver nanoparticles was studied. For reduction of silver ions, 1 mM silver nitrate was added to the weed leaves extracts with different ratio (v/v) of extract to silver nitrate with constant stirring under room temperature. The final nano-colloidal solution was subjected to repeat centrifugation (thrice) to get rid of any uninteracted biological molecules at 12,000 rpm for 15 min and the pellet were dried in vacuum oven. Formation of nanoparticles in the silver nitrate solution primarily was detected using UV-vis spectrometer (wavelength range 200 to 800 nm). The morphology of the nanoparticles studied using transmission electron microscopy. The crystalline structure of nanoparticles was studied by XRD and functional groups responsible for the reduction and stabilization of silver nanoparticles was evaluated using FT-IR spectroscopy. *Pseudomonas aeruginosa* was used as a sample bacteria for antibacterial studies. The antibacterial activity of AgNPs was investigated against gram negative drug resistant *P. aeruginosa*. For this reason, various concentrations of AgNPs from 400 to 1.56 µg/ml were incubated with cells of pathogenic bacteria in liquid medium. Growth of bacterial cells at the presence of AgNPs was compared with the growth of bacterial cells (positive control) in the absence of NPs. percentage of bacterial growth inhibition was evaluated at different AgNPs concentrations and MIC was determined against *P. aeruginosa*.

Results: The results of TEM showed that the nanoparticles were spherical and monodispersed with the particle size between 2 and 30 nm. The maximum nanoparticles synthesis occurs in silver nitrate to extract ratio (v / v) of 0.1, pH 9 and reaction time of 240 minutes. The FTIR result indicated the involvement of amides, carboxyl, amino groups and amino acid residues present in leaf extract in the NP synthesis. The XRD confirmed the structure of silver as a face-centered cubic structure [14]. Therefore, the XRD data clearly demonstrated the presence and crystal structure of the silver in the *A. retroflexus* leaf extract. Growth of bacterial cells was completely inhibited at the 200 µg/ml of AgNPs considered as the MIC. The antibacterial activity of AgNPs compared favorably with standard antibiotics including ciprofloxacin and cephtazidim. MIC of ciprofloxacin toward tested pathogen were 0.125 µg/ml which shows stronger antimicrobial activity in comparison with AgNPs. In contrast, only 50% of bacterial growth inhibition was observed at the 256 µg/ml of cephtazidim. Thus, the antibacterial activity of AgNPs was stronger than cephtazidim against *P. aeruginosa*. Leaves extract alone did not display any antimicrobial activity against tested microorganism.

Conclusion: AgNPs were successfully synthesized using *Amaranthus retroflexus* leaf extract as a reducing and capping agents. The structural, morphological and elemental studies of biologically synthesized AgNPs were characterized by UV-vis spectrometry, atomic absorption, XRD, FTIR, and TEM. The presence of AgNPs (200 µg/ml) was significantly reduced the cell viability of *P. aeruginosa* compared to control after 24 h incubation

1, 2 and 4- Ph.D. Graduate Student, Professor and Associate Professor of Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*- Corresponding Author Email: Reza-ghorbani@um.ac.ir)

3- Associate Professor of Department of Chemistry, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad

activity against cowpea weevil and at the concentration of 1 g/l_{air} caused 96% mortality of this pest. The LC₅₀ values estimated for the plants, *M. pulegium*, *C. zeylanicum*, *Z. officinale* and *O. basilicum* were 0.31, 2.47, 4.01 and 4.81 g/l_{air}, respectively. Powders of *M. pulegium*, *Z. officinale* and *C. zeylanicum* at concentration of 1 g/l_{air} caused 91.74, 90.08 and 90.25% oviposition deterrent of *C. maculatus*, respectively. Overall, the powder of these plants, especially *M. pulegium*, could be recommended as low-risk and inexpensive pesticides in rural areas.

Conclusion: The results demonstrated that all the botanical powders exhibited insecticidal activity and oviposition deterrent against the *C. maculatus*. The results indicated that the powder of *M. pulegium* (LC₅₀ = 0.34 µL/L_{air}) is the most toxic plant powder against *C. maculatus*.

Keywords: Botanical pesticide, Oviposition deterrency, Storage pest



Evaluation of Nine Botanical Powders against Infestation of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col.: Bruchidae)

H. Mohammadi Nori¹ - J. Shakarami^{2*} - S. Jafari³ – N. Eini⁴

Received: 20-07-2017

Accepted: 10-01-2018

Introduction: Insect pests of stored products are responsible for considerable economic losses to stored grains. In many storage systems, fumigants are the most economical and convenient tool for managing stored-grain pests not only for their ability to kill a broad spectrum of pests but also for their easy penetration into the commodity while leaving minimal residues. There are major setback to use the synthetic insecticides including the risk to the consumer, high cost of procurement, effects on non-targeted, as well as development of pest resistant strains and toxic residue in crops. Thus, there is an urgent need to develop economic, safe and environmental friendly fumigant alternatives. Recent studies has been indicated that plant secondary metabolites that may significantly affect plant resistance to parasites. Many researchers have studied insecticidal and oviposition deterrent effects of plant materials and have reported some compounds as appropriate agents in controlling pest infestation in stored products. In comparison with chemical pesticides, plant materials are less harmful not only to the environment but, in most cases, to humans and at times, may be used in treating human diseases as well. The present study was performed to evaluate the fumigant toxicity of dried leaf powders from nine medicinal plants against cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae).

Materials and Methods: The individuals of *C. maculatus* was obtained from laboratory stock cultures maintained in the Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran. The beetles were reared on cowpea seeds and one to three- day- old male and female adults were used for bioassay tests.

Plant materials: The fresh leaves of *Chamaemelum nobilis* L., *Thymus serpyllum* L. and *Ferulago angulate* (Schlecht) Boiss. were collected from Sephid Kouh in west Khorramabad. The aerial parts of *Achillea millefolium* L., and *Mentha pulegium* L. were collected from 30km north of Khoramabad and *Anethum graveolens* L. and *Ocimum basilicum* L. were collected from Serab-Changai farms, Khoramabad. Collected leaves were shadow dried under good ventilation and milled into fine powder using electric blender. Powders of two common spices, *Cinnamomum zeylanicum* Blume and *Zingiber officinale* Rosc were purchased from local market in Khorramabad.

Inhalation toxicity- Tests: Fumigant toxicity of the botanical powders was tested against 1-3 days old adults of *C. maculatus*. 10 adults of *C. maculatus* was placed inside glass vials (volume: 100 ml) without considering the sex ratio. Since, according to the trial experiment, fumigant toxicity of the studied botanical powders significantly differed, therefore, different concentrations were prepared. This experiment was carried out in completely randomized design with five replicates incubated in the dark at $30 \pm 2^\circ\text{C}$ and $65 \pm 5\%$ RH. After 48 h of exposure period, the number of dead and live insects in each bottle was counted. Insects were considered whether they were dead if they could not move their appendages. Insect mortality percentage was calculated using the Abbott correction formula for natural mortality in untreated controls. Data were transformed to reduce variance heterogeneity. Data were analyzed using one-way analysis of variance followed by Duncan test to estimate statistical differences between means. Based on the mortality data obtained from different concentrations, LC_{50} values were determined using POLO-PC program.

Oviposition deterrence was studied with two pairs of new adults beetles treated with different concentrations of botanical powders. After five days, number of eggs was recorded in treatments and control and oviposition deterrence was calculated as follows:

$$\text{Oviposition deterrence} = (1 - \text{NE}_t / \text{NE}_c) 100$$

Where: N_t = Number of eggs in treatment

N_c = Number of eggs in control

Results and Discussion: Results showed that all the tested plant powders showed insecticidal and oviposition deterrent activity against *C. maculatus*. *M. pulegium* powder showed the strongest insecticidal

1, 2, 3 and 4- Former M.Sc. Student, Associate Professor, Associate Professor and Former M.Sc. Student of Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Respectively

(*- Corresponding Author Email: Shakarami.j45@gmail.com)

the activity of some respiratory enzymes and reduced consumption of sugar in low-growing plants. These results are in line with the findings of Abdulghader et al. (2008) where the level of soluble sugar in radish leaves was increased by heliotrope allelochemicals. In contrast, the soluble sugar content of seeds was reduced in the presence of the leaf litter leachates of some selected tree species. Our results showed that, by increasing concentration of the extract, there was an increase in the activity of antioxidant enzymes in the aerial parts of crops. This indicates that oxidative stress could play a role in phytotoxic phenomenon. Any increase in the activity of antioxidant enzymes demonstrates that sorghum and Russian knapweed water extract exposure causes excessive generation of O_2^- , resulting in oxidative stress. Increased activity of these scavenging enzymes can be due to the induction of secondary defensive mechanism against oxidative stress caused by sorghum and Russian knapweed allelochemicals. Allelochemicals absorbed by plant cells should be detoxified. The detoxification and the response of plant cells to it result in increased activity of antioxidant enzymes.

Conclusion: Application of aqueous extract of sorghum and Russian knapweed at 20% concentration increased the activity of catalase, peroxidase, polyphenol oxidase enzymes and proline concentration by 100.85, 62.02, 24.94 and 143.61%, respectively over control. On basis of the decrease in seedling growth and increase in activity of antioxidant enzymes, it could therefore, be concluded that sorghum and Russian Knapweed shoot aqueous extract as bioherbicide may help control growth of weeds.

Keywords: Bioherbicide, Catalase, Extract concentration, Proline, Sustainable agriculture



Allelopathic Effects of Aqueous Extracts from Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and Russian Knapweed (*Acroptilon repens* L.) on Seedling Growth and Enzymes Activity of Wheat, Sugar beet, Common Lambsquarters and Redroot Pigweed

A. Hatami Hampa¹- A. Javanmard^{2*}- M. T. Alebrahim³- O. Sofalian⁴

Received: 07-03-2017

Accepted: 21-10-2017

Introduction: The continued use of synthetic herbicides has resulted in herbicide-resistant weeds as well as in negative impacts upon human health and the environment. Nowadays, agricultural techniques are focused on sustainable agricultural production. Allelopathy is defined as any direct or indirect positive or negative effect of one plant on the other plant species through the release of chemicals into the environment. It plays a significant role in agroecosystems, and affects the growth, quality and quantity of the produce. A number of plant species have been reported to have an allelopathic effect on other plant species. Allelochemicals produced by one crop species can influence the growth, productivity, and yield of other crops. Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) is reported as one of the most allelopathic crops used extensively as cover and smother crops and is also incorporated into the soil for weed suppression. Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) has also been shown to produce phytotoxic compounds, which may contribute to its competitive behavior. Studies of the extract from Russian knapweed has suggested the presence of plant growth inhibitors.

Material and Methods: In order to evaluate the response of wheat (*Triticum aestivum* L.), sugar beet (*Beta vulgaris* L.), common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) to allelopathic effects of shoot aqueous extract of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.), a greenhouse experiment as factorial experiment based on randomized completely design with three replications was conducted in Faculty of Agriculture, University of Maragheh in 2016. The factors were included shoot aqueous extract of sorghum and Russian Knapweed and extract concentrations at 0 (distilled water as control), 5, 10 and 20% (m/v). In order to make the required aqueous extract, the maceration method was used according to the previously described method with some modifications. Briefly, the aerial parts of sorghum and Russian knapweed were dried under shade and powdered mechanically. For making the stock extract, 50, 100 and 200 g of the powdered plants were added to 1 l of distilled water and was placed in a closed container for 48 h with frequent agitation until the soluble matter was dissolved. The extract was filtered through Whatman filter paper. The concentration of the resulting extract was 5, 10 and 20% (v/v).

Results and Discussion: Seedlings growth was measured in terms of shoot fresh and dry weight and root fresh and dry weight. The lowest shoot dry and fresh weight were observed in 20% extract concentration of Russian knapweed and sorghum. Growth indices loss in redroot pigweed was greater with application of 20% extract of sorghum. However, growth loss in wheat, sugar beet and common lambsquarters was greater with application by extract of Russian knapweed. The results revealed that the sorghum and Russian knapweed aqueous extract had stimulatory effect on the proline content of the seedlings. Enhanced proline along with increase in water extract concentration suggests an allelochemical induced stress. Accumulation of proline indicates cellular damage in the target tissue caused by the ROS generated by peppermint allelochemicals. The present study concludes that peppermint allelochemicals induce oxidative stress in tomato through generation of ROS and upregulation of the activities of some scavenging enzymes. This result is in agreement with the findings of Batish et al. (8). They noted that proline enhances tolerance and provides protection against abiotic stress by avoiding ROS-induced damage to photosystems, membranes and proteins. Different concentrations of water extract had significant effect on the sugar contents of crops seedling. In comparison with the control, the sugar contents was generally increased in all treatments. Increase in sugar content is an indication of reduction in

1 and 2- M.Sc. Student of Agroecology and Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

(*- Corresponding Author Email: A.javanmard@maragheh.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Weed Science, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

4- Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

show any significant difference with *Vitex pseudo-negundo* when the concentrations are equal. The seed vigor index of *Malva neglecta* and *Secale montanum* were decreased with the increase of the essence concentration. The lowest seed vigor index was obtained in the essence concentration of 2000 mg/l. The highest seed vigor index in the no essence treatment of *Vitex pseudo-negundo* (control) in *Malva neglecta* and *Secale montanum* were 23.1 and 77.8 consecutively.

Results: The results of this research showed that the essential oil of *Vitex pseudo-negundo* has a high allelopathic ability on *Malva neglecta* and *Secale montanum* weeds. The *Malva neglecta* weed had a higher sensitivity to the concentration of the essential oil. There has been a widespread effort to the degree of inhibition increased with an increase in the concentration of the essential oil so that in all the measured characteristics, the highest prevention was observed at 2000 ml. In the present situation that there has been a widespread effort to improve the performance of the crops, knowing the allelopathic effects of the plants can be a great help in the suitable management of sustainable agriculture and weed control methods.

Keywords: Gas chromatography, Seedling vigor index, Seedling dry weight, Weed



The Photochemical Survey and Allelopathic Ability of the Leaf Essence in *Vitex pseudo-negundo* and its Effect on the Germination and the Growth of *Malva neglecta* and *Secale montanum*

M. R. Baziar¹- M. Attarzadeh^{2*}- M. Dejam³- Gh. Nikfarjam⁴

Received: 07-02-2017

Accepted: 13-01-2018

Introduction: The role of allelopathy in weed management is useful and has attracted a lot of attention in the last two decades. The main goal of the allelopathic research is to find a reason for the interference of chemicals in natural circumstances and to introduce allelochemicals that affect the growth of other plant's in farm or natural ecosystems. The other aim of this science is to identify and separate the plants allelochemicals. The prevention of weed growth by the crop allelopathy in the primary stages of establishment can reduce the need for commercial herbicides used at the beginning of the planting season. After that by increasing the competition, the crop can control the weed. The aim of this research is to identify the constituents of the leaf essence of *Vitex pseudo-negundo* and also to survey the allelopathic potential of different concentrations of the essence of *Vitex pseudo-negundo* in the prevention of the germination and the growth of *Malva neglecta* and *Secale montanum* weed bushes in the laboratory.

Material and Methods: The leaf samples of *Vitex pseudo-negundo* were collected from wild in Fasa, Fars province in 2016. To extract the essence, the leaves were collected and dried in the shade and then the essence was extracted. The extraction of the essence was done in the laboratory of the agricultural research and natural resources center of Shiraz. To analyze and survey the constituents of the essence, the gas chromatograph device with Flame Ionization detector and coupled chromatograph with mass spectrometer were used. In another part of this research, the potential of the allelopathy of the essence of the leaf of *Vitex pseudo-negundo* on the seed germination and the growth of *Malva neglecta* and *Secale montanum* were surveyed. This research was done in the form of factorial in the randomized complete block design with 4 repetitions in 2015. The first factorial included *Malva neglecta* and *Secale montanum* weeds and the second factorial included the essence of *Vitex pseudo-negundo* with the concentrations of 0, 250, 500, 1000, 2000 ml. To analyze the data the statistical analysis software was used. To compare the means the Duncan test with 5 percent probability was used.

Results and Discussion: In this research, the analysis of the leaf essence of *Vitex pseudo-negundo* which was gained by distillation using gas chromatography and also gas chromatography attached to mass spectrometer made it possible to identify 53 compounds which constituted 98.91 percent of the essence. In this research, the essence of *Vitex pseudo-negundo* consisted of 37.743 percent Hydro carbonic monoterpenes, 28.865 percent Oxygen monoterpenes, 25.858 percent Sesquiterpene of Hydrocarbons, 6.32 percent Sesquiterpene Oxygen and 0.397 of other compounds. The most important constituents were α -Terpinyl acetate (22.007 percent) , α -Pinene (16.378 percent) ,(E)-Caryophyllene (11.724 percent) and Limonene (8.68 percent). The highest percentage and rate of germination of *Malva neglecta* and *Secale montanum* were obtained in no essence condition of *Vitex pseudo-negundo* (control) with the increase of the essence concentration of *Vitex pseudo-negundo*, the percentage and rate of germination were decreased in *Malva neglecta* and *Secale montanum* so that lowest germination which was obtained in the treatment was 2000 ml. The length of the radical in *Malva neglecta* in the treatment was 1000 ml and the concentration of *Vitex pseudo-negundo* essence was 4.4 ml which showed a significant difference with 2000 ml treatment (2.2 ml). The length of the radical in *Secale montanum* in no essence condition of *Vitex pseudo-negundo* (control) showed a significant difference with 250 mg/l of the treatment *Vitex pseudo-negundo*. The shortest length of the radical of *Secale montanum* was 26.6 mm in average in the 2000 ml evidence of the essence of *Vitex pseudo-negundo*. The increase of the essence of *Vitex pseudo-negundo* caused the decrease of the wet weight average of *Malva neglecta* and *Secale montanum*. The other obtained results show that the wet weight of *Malva neglecta* with *Secale montanum* in different levels does not

1, 3 and 4- Assistant Professors and M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Fasa Branch, Islamic Azad University, Respectively

2- Technical and Vocational University, Agricultural Technical University of Fasa

(*- Corresponding Author Email: Attarzadeh2012@yahoo.com)

parameters and seedling infection types revealed different groups/clusters which indicate considerable diversity for a level of resistance of these barley cultivars.

Keywords: Adult plant resistance, Barley, Pathotypes, *Puccinia striiformis*, Seedling resistance



The Reaction of Barley Cultivars against Pathotypes of Barley and Wheat Stripe Rust at Seedling and Adult Plant Stages

S. Safavi^{1*}

Received: 19-12-2016

Accepted: 17-01-2018

Introduction: Stripe (yellow) rust of barley (*Hordeum vulgare* L.), caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*, is one of the most important diseases of barley in many parts of the world which can cause yield losses due to severe epidemics. Stripe rust of barley is become increasingly important in some parts of Iran due to the cultivation of susceptible cultivars and or appearing new pathotypes. Yield losses of 30 to 70 % occurred in these regions. New, more effective fungicides are available to control yellow rust, but the most efficient, economical, and environmentally friendly approach, is to grow resistant cultivars. It should be noted that the majority of designated Yr-genes are race-specific and therefore become ineffective in combating current pathogen populations due to development of new races. The average lifetime of the genes conferring race-specific resistance is estimated to be five years on the global basis. An alternative procedure for wheat breeders is the use of quantitative resistance. Two types of quantitative resistance, including high-temperature adult-plant (HTAP) resistance and slow rusting resistance, have been intensively investigated. Although several studies have been carried out for assessment of different barley genotypes to yellow rust in Iran, no research has been reported on the screening of barley cultivars for different pathotypes of barley and wheat yellow rusts.

Materials and Methods: In order to, resistance evaluation, seedling and adult plant reactions of 30 barley cultivars were evaluated to yellow rust. The seedling reaction was evaluated in a greenhouse using four barley pathotypes (PSH-51, PSH-84, PSH-85, and PSH-89) and one wheat pathotype (6E150A+, Yr27). The seedling reactions were recorded under greenhouse conditions, based on a 0-to-9 scale. Race population was considered avirulent on the differential set when there were either no symptoms (IT 0) or there were necrotic or chlorotic flecks (IT 1), necrotic or chlorotic blotches without sporulation (IT 2), or necrotic or chlorotic blotches with only a trace to slight sporulation (IT 3 to 4). Race population was considered to be virulent if it caused moderate to abundant sporulation, with or without necrosis or chlorosis (IT 5, 6, 7, 8, or 9).

Adult plant resistance was also evaluated by measuring final rust severity (FRS) and coefficient of infection (CI) under natural infection conditions with two times artificial inoculations. Artificial inoculation, during 2010-2011 cropping years, was carried out by barley and wheat yellow rust inoculum. Percent severity was recorded three times, starting when check reached 50% severity according to the modified Cobb's scale, and reaction based on Roelfs et al. (1992). The coefficient of infection (CI) was calculated by multiplying disease severity (DS) and constant values of infection type (IT). The constant values for infection types were used based on; resistant (R) =0.1, moderately resistant (MR)=0.25, moderate or moderately resistant to moderately susceptible (M)=0.5, moderately susceptible (MS)=0.75, susceptible (S)=1.

Results and Discussion: Results of evaluations for resistance parameters showed that cultivars Eram, D10, Shori-5, Topper, Afzal, Goharjow and Torsh had susceptible reaction at seedling stage and the high values of FRS and CI, therefore were selected as susceptible cultivars. The cultivars Emir, Asterix and Makouee were resistant both at the seedling and adult plant stages, so they carry race-specific resistance genes against all used-pathotypes. Six cultivars showed resistant at seedling at least against pathotype PSH-85, but moderate or susceptible reactions at adult plant stage in Ardabil. The thirteen cultivars (entries; 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 26), was susceptible at the seedling at least against one pathotype, but had moderate (MR, M or MS) reactions at adult plant stages.

Conclusions: The results of the current study showed that the cultivars had a diversity of reactions, ranging from complete resistance to full susceptibility. Most of the evaluated cultivars exhibited moderate or low performance under high disease pressure shown by the susceptible check. The resistance of all categories (including complete resistance, to partial resistance) to stripe rust was observed. The cultivars having the low level of different parameters supposed to be having gene/s for varying degrees of slow rusting resistance or high-temperature adult-plant (HTAP) resistance. Cluster analysis of barley cultivars based on adult plant resistance

1- Assistant Professor of Crop and Horticultural Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ardabil, Iran
(*- Corresponding Author Email: Safaralisafavi@yahoo.com)

aggressiveness and genetic diversity, it is proposed to use multigene resistant cultivars to achieve better control management. This work is the first attempt to assess genetic diversity among *Fusarium* isolates causing cucumber root and stem rot based on pathogenicity test, VCG and RAPD molecular markers in Kerman province, Iran.

Keywords: Cucumber, *Fusarium*, Genetic diversity, Stem and root rot



Study Isolates of *Fusarium* Stem and Root Rot Disease of Greenhouse Cucumber Using Pathogenicity Tests, Vegetative Compatibility Groups and Molecular Marker

M. Najafiniya^{1*} - I. Shahabi² - S. Rezaee³

Received: 05-11-2016

Accepted: 17-01-2018

Introduction: Crops Production under greenhouse condition has been increased during the last decade in Iran. Two formae speciales of *Fusarium oxysporum* including *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*), causing stem and root rot and *F. oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (*Foc*) causing wilt in cucumber are the most important diseases of cucumber worldwide. Root and stem rot disease of cucumber caused by *Forc* is a very important disease of cucumber, recorded for the first time in Greece over 1989. Root and stem rot have been recorded on cucumber in Canada in 1994, in France in 1998, in China in 1999, and in Spain in 2000, causing significant yield losses. Using resistant varieties is the best and durable control method of this disease. Having knowledge on the variability and genetic diversity among the population of pathogen is necessary for screening cucumber cultivars to find resistant varieties. The objective of this research was to characterize the isolates of *Forc* causing stem and root rot of greenhouse cucumber in Jiroft region using pathogenicity test, vegetative compatibility groups and molecular marker assay.

Material and Methods: To study the genetic diversity among isolates of *Fusarium* on cucumber, many greenhouses were investigated for wilt, stem and root rot disease in Jiroft and Kahnuj, Kerman, Iran. *Fusarium* isolates were recovered from symptomatic cucumber plants during 2009-2011 growing season. The pathogenicity test, vegetative compatibility groups (VCGs) and RAPD marker were used to study the genetic diversity among isolates. Isolated fungi was inoculated on seedlings of commercial susceptible variety of cucumber (Negin) at four leaves stage and two different temperatures under greenhouse condition for separating two different mentioned *Fusarium* formae speciales. The *Forc* and *Foc* are, respectively, pathogenic at 17-21 °C and 25-30 °C. One to two weeks after inoculation, the results of pathogenicity tests were reported. Different plant species such as tomato, pepper, watermelon, melon, and cantaloupe were used to confirmed forma specialis of cucumber. To determine vegetative compatibility groups (VCGs), *Fusarium* Nit mutants were produced and complementation tests were carried out using Puhalla (1985) and Correll et al (1987) methods. RAPD primers series SBS was employed to study genetic diversity at molecular level.

Results and Discussion: Overall, 45 *Fusarium* isolates were recovered from infected cucumber. 42 isolates were identified as *F. oxysporum* and three isolates as *Fusarium* sp. Based on pathogenicity test, cultural and morphological characters, symptoms expression, experimental host range on some other plant species, 36 isolates were identified as *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* and six isolates as *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. These cultural and morphological characteristics were similar to those of *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* described by Vakalounakis (1996) and later in other works (Punja & Parker, 2000; Cerauskas et al., 2001; Vatchev, 2007). Most of isolates showed high degree of disease severity index. *Fusarium* stem and root rot disease of greenhouse cucumber in Jiroft occurring mainly at bearing and harvesting time. A stripe shape stem lesion started from soil level and progress toward aerial parts. A whitish to pink/orange color due to mycelia mat and spore formation of *Fusarium oxysporum* on surface of stem were also observed. The causal fungal pathogen was easily isolated from infected roots, crown and stem. In total, 288 nit mutants were recovered from 36 isolates. Among these, 53.4% belonged to *nit1*, 25.2% to *nit3*, and 21.4% to *NitM*. Three VCGs groups were identified and arbitrary designated as VCG-A, VCG-B and VCG-C. PCR reactions were conducted using RAPD primers. High polymorphism among fungal isolates was found. The size of amplified bands ranged from 250 to 2500 bp. Cluster analysis of RAPD data using UPGMA method and Dice's coefficient distinguished two main groups at 84% similarity level.

Conclusions: Our results showed that the *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* is more prevalent forma specialis in greenhouse cucumber at Jiroft region. Due to difference among isolates of *Forc* in terms of

1- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft

(*- Corresponding Author Email: m.najafinia@areeo.ac.ir)

2 and 3- Former M.Sc. Student and Assistant Professor, Department of Plant Pathology, College of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Conclusions: Occurrence and distribution of physiological races of sunflower rust has importance in plant breeding research; as the process of breeding for resistant genotypes would be broken without considering the variation and distribution of the disease physiological races. In addition, genetic resistance to rust is controlled by dominant genes. Thus, access to new resistant sources in sunflower breeding is more likely. Among 23 lines and individuals of sunflower derived at the breeding processes, 16 resistant ones could help breeders to improve and release new hybrids or varieties containing resistance sources to the rust.

Keywords: Differential Lines, Genotype, Isolate, Physiological Races, Resistance



Reaction of Sunflower Genotypes against Physiological Races of Rust Disease Caused by *Puccinia helianthi* in Iran

S. Rahmanpour^{1*} - A. Nabipour² - A. Khodabandeh³

Received: 18-07-2016

Accepted: 13-01-2018

Introduction: Sunflower rust is one of the most important diseases of the host in main cropping areas of Iran and resistance sources among the plant germplasm are accessible. Sunflower rust disease caused by *Puccinia helianthi* was reported first time at 1822 on collected samples from Eastern south areas of United States. It is considered as an important disease for sunflower cropping areas of South and North America, Argentina, Africa, India, China, and Australia and has been reported on the host worldwide. Incidence and severity of the disease on commercial hybrids had been increased up to early 1990s in Canada. Between 1988-89, the incidence on crop was reported up to 60 percent; whilst highly infected fields were appeared at the end of crop season. *Puccinia helianthi* has a worldwide distribution on sunflower and all species of *Helianthus*. There are also four other species which cause rust on cultivated and wild sunflowers. *P. enceliae* and *P. masalis* have been reported on wild sunflower and composites from southwest of United States. *P. xanthi* with a worldwide distribution on *Xanthium* Spp from Australia and *Coleosporium helianthi* from eastern areas of U.S. have been reported. Investigations reported some areas of Mazandaran and Golestan provinces showing infection including Behshahr, Kalaleh, Golidagh, Kalpoosh plain and Gonbad. Sunflower rust in Iran is considered as one of the important diseases which cause economic losses every few years. For instance, it caused 10 percent yield loss and 9.8 percent loss for oil yield. Genetic studies revealed that resistance is controlled by two dominant genes R_1 and R_2 . By these identified genes, four physiological races of the pathogen became determinable. The presence of several resistant sunflower lines to rust with different origins reveals genetic variation for resistance to the disease. In this study, the variation of physiological races of sunflower rust was investigated to identify possible new races of the pathogen, *Puccinia helianthi*, and reaction of the host genotypes was also evaluated to the identified races.

Materials and Methods: Rust-infected leaf samples were collected from provinces Golestan and West Azarbayjan in 2010, and 8 isolates were inoculated on susceptible cultivar Record for physiological race identification purpose. Employing single pustule technique, the isolates were purified. The isolates after mass-production in separate chambers were inoculated on 9 standard differential lines. Inoculation and incubation methods were the same as for race identification procedure. The reaction of sunflower genotypes was evaluated by measuring pustule coverage percentage (PCP) according to computer-generated leaf diagrams depicting various percentages of leaf area covered with rust pustules. The interpreting resistance method proposed by Gulya and Masirevic (1995) was used in which three reaction patterns are defined as follows: immune (PCP=0%), highly resistant ($0.5\% < PCP < 0\%$) and susceptible (PCP.1%).

Results and Discussion: All collected isolates from the two main areas (i.e. Khoy and Golidagh) infected the non-resistant Perodovic cultivar indicating the pathogenicity of them. In addition, lines HA-335 and 803-1 were susceptible to all isolates. Lines RHA-265 and QHP1 demonstrated resistance to isolates collected from Golidagh, whereas the isolates of Khoy infected both lines. The results showed physiological differences between the main collection areas and presence of two dominant races. On the basis of pathogenicity similarities on common differential lines, races 302 and 300 were determined as dominant for Golidagh (Golestan) and Khoy (West Azarbayjan), respectively. Resistance evaluation of sunflower germplasm against rust disease was done under controlled greenhouse condition. The genotypes were tested by powdering the plants with mixture of the races' spore and Talc powder. The results demonstrated that 10 and 6 sunflower genotypes including hybrids Ghasem and Barzegar, their restorer lines and cultivar Gabor individuals were resistant against races 302 and 300, respectively.

1- Research Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

(*- Corresponding Author Email: sirahmanpour@spii.ir)

2- Research Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mazandaran Branch, Amol, Iran

3- Researcher, Seed and Plant Improvement Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

Conclusions: All herbicide treatments increased wheat biological and grain yield as compared with the weed infested control. Application of Atlantis did not provide acceptable weed control in wheat. It is concluded that the most effective herbicide treatment was Total that provided maximum reduction in overall weed dry matter and obtained maximum grain yield. Atlantis had the lowest effect on weed control compared with the other herbicides (Total and Apyrus) and this could be due to poor weed control of the herbicide at both doses.

Keywords: Dose, Mesosulfuronm metsulfuron, Sulfosulfuron, Weed dry weight



Effect of Sulfonylurea Herbicides and Crop Residues on Weed Control and Wheat Grain Yield

S. Ghafarpour¹- S. A. Kazemeini^{2*}- H. Hamzehzarghani³- Z. Hashemi⁴

Received: 06-06-2016

Accepted: 10-01-2018

Introduction: Wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most important crops among cereals. Many factors could be responsible for low yield in wheat, but one of the major causes is weed infestation. The efficacy of any herbicide primarily depends on selectivity and the dose of application. Use of herbicides is an effective and efficient means of weed management. In many cases, there are no practical alternatives to chemical weed control methods. However, not only all kinds of weeds do not control by one type of herbicide and continuous use of that, but also lead to increase weed resistance to herbicides over the time (Hall et al. 1999). Of the many weeds that infest wheat fields across southern Iran, wild barley (*Hordeum spontaneum* L.), foxtail (*Setaria viridis* L.) and wild oat (*Avena fatua* L.) are the major weeds causing economic losses. Baghestani et al. (2007) reported that sulfosulfuron at 19.95 and 24.90 g a.i. ha⁻¹ were proper application rates for broadleaf and grass weed control in wheat fields. Sij et al. (2016) reported that sulfonylurea herbicides were more efficient in terms of weed control. Lair and Redente (2004) reported that sulfonylurea herbicide application increased stability and biomass of crop as much as 43% over auxin herbicide and simultaneously reduced the grass weeds up to 71%. Golparvar et al. (2012) reported that limited doses of herbicides provided the same yield as weed free plots, therefore, this could be recommended to the farmers. The present study initiated to investigate the effect of some sulfonylurea herbicides on weed control and grain and biological yield of winter wheat under with/without wheat residue treatments.

Materials and Methods: A field experiment was carried out in split-plot arrangement based on randomized complete block design with four replicates at College of Agriculture, Shiraz University, in 2014 growing season. Treatments included wheat residue at two levels (0 and 1850 kg/ha) as main plot in combination with each of the three of herbicides (Total, Apyrus and Atlantis) in two concentrations (recommended dose and 30% over the recommended dose) as Subplots. A weed infest plot (no herbicide application) was used as control. Wheat (Shiraz cultivar) planted on 5th November 2014, by Pneumatic planter at the rate of 200 kg ha⁻¹ and maintaining 20 cm distance between crop rows. The plot size was 5m × 5m. Measurement of the effects included weed dry weight, weed density, wheat height, grain yield and its components. The data were subjected to the analysis of variance using SAS statistical software and means were compared by Duncan multiple range test (DMRT) at the 0.05 level of significance.

Results and Discussion: Investigation on the effects of different application doses of Total, Apyrus and Atlantis to control weeds in wheat fields under applied wheat residue showed that the wheat residue had negative effect on the efficiency of three types of herbicides and increased weed dry weight by 41.4 percent, as compared to without wheat residue. Wheat residue incorporated to soil, reduced biological yield (from 14865.60 to 12340.40 kg ha⁻¹) in comparison to without residue treatment. Three herbicides reduced weed biomass and the highest (43.56%) and lowest (18.7%) weed control recorded compared to weedy check. In comparison to weed infest control, Total increased wheat grain yield (from 3329.88 to 5283.19 kg ha⁻¹), followed by Apyrus and Atlantis with 46 and 21 % increase in wheat grain yield, respectively. Application of Total, Apyrus and Atlantis herbicides, had increased wheat biological yield in comparison with weed infest control by 30.7, 26.8 and 13.6 %, respectively. Additive dose of herbicides application had better effect on weeds control and increased wheat grain and biological yield more than the recommended dose. Baghestani et al. (2007) reported that the wheat yield increased with increasing application dose of herbicide without any crop injury. Wheat grain yield for Total applied at the recommended dose was 5090.99 kg ha⁻¹ but no significant effect was observed when an additive dose of the Apyrus herbicide was applied. This could be due to strong weed control effect of the Total herbicide at this dose. Interaction effect of herbicides and application dose indicated that Total at additive dose resulted in highest seed yield and weed control. Wheat residue had negative effect on weed control and the highest weed dry weight (~48.5%) observed when Total was applied under no residue conditions.

1, 2 and 4- M.Sc. of Weed Science, Associate Professor of Agronomy and M.Sc. of Weed Science College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Respectively

(*- Corresponding Author Email: kazemin@shirazu.ac.ir)

3- Associate Professor of Plant Protection Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz

in aboveground dry matter of redroot pigweed. Therefore, the efficiency of herbicides has been reduced in mixture compared to applied herbicides alone.

Mixture of 2,4-D + MCPA with nicosulfuron + rimsulfuron does not recommend to control of this weed, because impose more herbicides rates to environment. Therefore, other binary mixtures must be evaluated using nicosulfuron + rimsulfuron in mixture with synthetic phenoxy herbicides or other broadleaf herbicides.

Keywords: Additive dose model, Binary mixtures, Broadleaved weeds, Phenoxy herbicides, Sulfonylurea herbicides



Evaluation of Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) Control Using Nicosulfuron + Rimsulfuron in Mixture with 2,4-D + MCPA

V. Sarabi^{1*} - A. Ghanbari² - M.H. Rashed Mohassel³ - M. Nassiri Mahallati⁴ - M. Rastgoo⁵

Received: 16-06-2015

Accepted: 01-02-2016

Introduction: A few herbicides have been registered to control broadleaf weeds in Iran. Sulfonylureas are dual purpose herbicides to control narrow and broadleaf weeds, but these herbicides control narrow-leaf weeds better than broadleaf weeds. Hence, it is better to mix these herbicides with other broadleaf herbicides by different site of action to control broadleaf weeds effectively. Although the most of herbicide mixtures have been antagonism, but studies have shown that phenoxy herbicides have supplementary effects on broadleaf weeds in mixture with sulfonylureas.

Materials and Methods: In order to study the effect of nicosulfuron + rimsulfuron (Ultima) in mixture with 2,4-D + MCPA (U46 Combi Fluid) on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) at the four-to six-true leaf stage, an experiment was done in 2012 at the greenhouse of Agricultural Faculty of Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad-Iran. Experiment was performed as a randomized complete block design with seven rates of herbicide mixtures and four replicates. The plants were sprayed using a greenhouse bench sprayer equipped by 8002 single nozzle with an even spray pattern delivering 200 L ha⁻¹ at 300 kPa and boom height of 50 cm. Herbicides doses in mixture were considered based on effective dose required for 50% reduction in aboveground dry matter of redroot pigweed in pre-test experiments and joint action model calculations. ED₅₀ doses of nicosulfuron + rimsulfuron and 2,4-D + MCPA applied alone were 22.33 and 55.98 g a.i. ha⁻¹, respectively. The ratio of the herbicides in binary mixtures were 100:0, 87.5:12.5, 75:25, 50:50, 25:75, 12.5:87.5 and 0:100. The dose-response curves in binary fixed-ratio mixture were fitted simultaneously within each treatment using a three-parameter Gompertz model (with the lower limit equal to zero) available in the drc add-on package to the R programme. A Box-Cox transform-both-sides approach was performed to achieve variance homogeneity. The goodness-of-fit was assessed by graphical analyses of residuals and F-test for lack-of-fit. The results of dose-response curves of herbicides in mixture by 50 and 90 percent reduction in aboveground dry matter of redroot pigweed were plotted on the graph and compared to the ADM isobole. Points above the isoboles indicate that the joint action of a mixture is lower than predicted by ADM, while points below the isoboles indicate a joint action higher than predicted by ADM. In the present study, we examined whether the predicted ED₅₀ and ED₉₀ doses of the herbicide mixture was contained in the 95% confidence interval of the estimated ED₅₀ and ED₉₀ doses. This approach inevitably overestimates the number of significant deviations, because it does not incorporate a variation around the isobole. Significant deviations were termed antagonism if higher and synergism if lower than the corresponding estimated ED₅₀ and ED₉₀ doses. As the results with the herbicide mixtures originate from this experiment, it was necessary to standardize the x- and y-axes so that the ED₅₀ and ED₉₀ doses of the herbicides applied separately were always fixed to 1.

Results and Discussion: Results revealed that 2,4-D + MCPA in mixture with nicosulfuron + rimsulfuron has lower effect on redroot pigweed in comparison with where herbicides applied alone. So that all of observations were located outside of isobole line, irrespective of response level and strong antagonism was observed in mixture of two herbicides. Interference was observed more especially in mixtures that nicosulfuron + rimsulfuron ratios was higher than or equal with 2,4-D + MCPA. In these mixture ratios, observations were located far from isobole line at ED₅₀ and ED₉₀ response levels in comparison with higher mixture ratios of 2,4-D + MCPA. There may be interference between two herbicides in mixture for absorption into and translocation to site of action. Herbicides formulation and adjuvants may be led to increase or decrease in efficiency of herbicides in mixture according to ADM. Studies have shown that formulation of one herbicide in mixture has important effect on active ingredient absorption of herbicides into the plants. Therefore, it is possible plants have had a chance to detoxify herbicide molecules in mixture at the same rates that herbicides applied alone. Hence, it was required higher rates in mixture to reach an effective dose at the site of action by 50 or 90 percent reduction

1- Assistant Professor from Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

(*- Corresponding Author Email: Sarabi20@azaruniv.edu)

2, 3, 4 and 5- Associate Professor, Professor, Professor and Associate Professor from Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Respectively

chemical method for downy brome control especially in arid regions of the country. According to the results of this study, covering the soil with two-layer plastic sheet was the most effective and the best method of solarization.

Keywords: Decayed seed, Germination, Mulch, Non-chemical control



Effect of Soil Solarization on Downy Brome (*Bromus tectorum* L.) Control in Birjand Area

S. E. Ravangard¹- S. V. Eslami^{2*}- S. Mahmoodi³

Received: 21-04-2015

Accepted: 21-10-2017

Introduction: Weeds are important components of agricultural ecosystems that compete with agricultural crops to capture resources and caused irreparable damage to the crops. By producing herbicides, a significant change was created in the management of weeds. But now days some new problems such as resistance of weeds to herbicides, loss of useful species and environmental pollutions have forced farmers to employ non-chemical weed management methods. An important non-chemical method for seed control of weeds is soil solarization, which has been used as a way for controlling weeds, pests and diseases. South Khorasan enjoys plenty of solar radiation during the summer which can be used as a useful tool for weed control.

Materials and Methods: To evaluate the effect of soil solarization on downy brome (*Bromus tectorum* L.) control, an experiment was conducted at the research farm of College of Agriculture, University of Birjand during the summer of 2010. The factorial experiment was performed as a randomized complete block design with three factors including the number of clear plastic layers (uncovered as the control, one-layer and two-layer plastic sheets), duration of coverage (15, 30 and 45 days) and seed burial depth (0, 5, 10 and 15 cm) with three replications. Seeds were buried at different soil depths in the field and experimental plots were covered with the corresponding plastic layers. The seed samples alternatively were pulled out of different depths of soil and transported to the research laboratory. The seeds which were germinated in the field were counted, and the rest of them were incubated in a germinator set at 25/15°C for day/night. During the germination period, some index such as; germination rate, percentage of decayed and germinated seeds were measured. Tetrazolium test was used to examine the viability of not germinated seeds.

Results and Discussion: Results showed that solarization significantly increased soil temperature (as much as 6.3 to 15.1°C) compared to the control. The percentage of germination in the field decreased by increasing the layers of plastic coverage, as well as by increasing burial depths. The maximum percentage of decayed seeds were observed at two-layer plastic, one-layer plastic and control treatments, respectively. The percentage of decayed seeds increased by increasing solarization duration and it decreased by increasing burial depth. During the whole period of solarization, the lowest decay percentage was observed in the control treatment, while the greatest corresponding values were obtained from the seeds placed under one and two-layer plastic sheets, indicating that accumulated temperatures under these sheets caused an increased decay percentage. At the soil surface and 5 cm burial depth, none of the downy brome seeds in 1- and 2-layer plastic sheet could germinate in the laboratory. It seems that the high temperatures generated by soil solarization have destroyed downy brome seeds under plastic covered treatments. A soil solarization period of 15 days was sufficient for destroying the seeds on the soil surface and those buried at 5 cm depth, while a solarization period of 45 days was required to destroy the seeds buried at 10 and 15 cm depths. Seeds that had been exposed to high temperatures caused by solarization for a longer period, had a lower germination rate. The greatest germination rate was observed in the control treatment and on the soil surface. The results of Tetrazolium test showed that all none germinated downy brome seeds which were subjected to Tetrazolium test had lost their viability, or in other words, were decayed. After finishing the solarization experiment we found that the concentration of sodium, calcium, and magnesium and sodium uptake ratio and soil pH decreased under solarized plots. Moreover, electrical conductivity (EC) increased.

Conclusion: Overall, the results showed that solarization reduced the downy brome seed germinability and ultimately led to an effective method to control of this weed. It appears that solarization can be used as a non-

1- Lecturer, Department of Agriculture, Payam Noor University

2 and 3- Associate Professors, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Birjand

(*- Corresponding Author Email: sveslami@birjand.ac.ir)

doses of imazethapyr. The application of 25 percent of the recommended dose of this herbicide reduced *A. retroflexus* dry weight more than 50 percent. It seems that if the dominant weed in a field was the *A. retroflexus*, the farmer could greatly reduce dose of imazethapyr. However, usually weed community of fields are consisted of several species, therefore, to use reduced herbicide doses, sensitivity of all species should be considered. Also, using bean cultivars that potentially have high competitive ability, it could be a good supplement in combination with reduced doses of herbicide. In this experiment, Goli cultivar presented more potential to combine with reduced doses of imazethapyr.

Keywords: Bean cultivars, Competition ability, Herbicide reduced doses, Intercropping



The Effect of Interaction between Imazethapyr Herbicide Dose and Bean Cultivars (*Phaseolus vulgaris*) on Weed Control

A. Bagheri^{1*}- H. Rahimian²- M. Oveisi³

Received: 25-01-2015

Accepted: 06-01-2018

Introduction: Weed management is an important agronomic practice. It would be takes 40% of time of small holder farmers, if carried out by hand. Farmers have being interested in more comprehensive programs for weed management that reduce weed populations over time and the use of reduced herbicide doses in order to diminish their production costs. Integrated weed management takes advantages of various methods to suppress weeds in a more common and environmental natural way. Today, it is understood that chemical herbicides are not free of problem. So researchers are working on integrated weed management, which brings all possible methods to control weeds. The use of reduced herbicide doses will cost a fraction of full dose and make them even more affordable to poor farmers who have a limited amount of resources. Researches indicate that there is good potential to reduce the number of herbicide applications and utilize lower herbicide doses within competitive cropping systems. Crop competitiveness advantage is a great potential for weed suppression that provides reducing herbicide dose to avoid its environmental and economic suffers. Therefore, a field experiment was conducted to evaluate the effect of reduced dose of imazethapyr on weed control when two bean cultivars grown in pure stand and intercropping together.

Materials and Methods: The field experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design at the Research Farm of University of Tehran located in Karaj during 2013–2014. Main plots were five doses of imazethapyr (0, 25, 50, 75 and 100 percent of the recommended dose) and sub-plots comprised pure stands and intercropping of two bean cultivars include: Akhtar (the growth habit is upright) and Goli (the growth habit is creeping). Also there is a plot as weed free (control). When the plants were at the third trifoliate stage, determined doses of imazethapyr were sprayed. Weed dry weight and bean yield were analyzed by nonlinear regression. In order to obtain the response curves to the doses of imazethapyr, data were fitted by SigmaPlot software (version 11) according to the standard dose-response equation:

$$W = \frac{w_0}{1 + \left(\frac{ED_{50}}{dose}\right)^b}$$

Where W is the dependent variable, ED_{50} is equivalent to a dose of herbicide that reduces weed dry matter by 50 percent and b is the curve slope where the trend is linear. The yield data were fitted using a three-parameter logistic equation:

$$F = \frac{a}{1 + e^{\frac{-(x-x_0)}{b}}}$$

where a is maximum yield, x_0 represents a dose of herbicide in which the yield reaches 50 percent and b is the slope of the curve.

Results and Discussion: The community of weeds in the field mostly consisted of three species; *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* and *Solanum nigrum* that all are summer annual weeds. The dose-response model well described the effect of doses of herbicide on weed dry weight. Results indicated that weed species response to herbicide doses differently in bean cultivars and their intercropping. Among dominant weeds, *A. retroflexus* was determined high sensitive to increasing doses. Bean cultivars were solely different in competition with weeds, as creeping cultivar i.e. Goli with more competitive ability (like: fast early growth and area coverage) was more successful in weed suppression. Herbicide application at reduced dose could also be efficient when we used 75 percent of the recommended dose because led to a yield more than 4000 kg/ha in pure stand of Goli. Pure stand of Akhtar and intercropping showed yields of 3617 and 3641 kg/ha, respectively at 75 percent of the recommended dose. Relative yield total (RYT) for doses of 75 and 100 percent of the recommended dose and weed free control were 0.95, 0.87 and 1.03, respectively.

Conclusion: The results of experiment showed that weed sensitivity to herbicide doses vary differently by species. So that, *A. retroflexus* dry weight was more affected than *C. album* and *S. nigrum* in response to reduced

1, 2 and 3- M.Sc. Graduated, Professors and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Faculty of Agriculture, University of Tehran, Respectively

(* - Corresponding Author Email: Alibagheri696@yahoo.com)

Contents

The Effect of Interaction between Imazethapyr Herbicide Dose and Bean Cultivars (<i>Phaseolus vulgaris</i>) on Weed Control	1
A. Bagheri- H. Rahimian- M. Oveisi	
Effect of Soil Solarization on Downy Brome (<i>Bromus tectorum</i> L.) Control in Birjand Area	3
S. E. Ravangard- S. V. Eslami- S. Mahmoodi	
Evaluation of Redroot Pigweed (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.) Control Using Nicosulfuron + Rimsulfuron in Mixture with , -D + MCPA	5
V. Sarabi- A. Ghanbari- M.H. Rashed Mohassel- M. Nassiri Mahallati- M. Rastgoo	
Effect of Sulfonyleurea Herbicides and Crop Residues on Weed Control and Wheat Hrain Yield	7
S. Ghafarpour- S. A. Kazemeini- H. Hamzehzarghani- Z. Hashemi	
Reaction of Sunflower Genotypes against Physiological Races of Rust Disease Caused by <i>Puccinia helianthi</i> in Iran	9
S. Rahmanpour- A. Nabipour- A. Khodabandeh	
Study Isolates of <i>Fusarium</i> Stem and Root Rot Disease of Greenhouse Cucumber Using Pathogenicity Tests, Vegetative Compatibility Groups and Molecular Marker	11
M. Najafiniya- I. Shahabi- S. Rezaee	
Evaluation of Flora and Distribution of Weeds in Pistachio (<i>Pistacia vera</i>) Orchards of Kerman City	13
E. Izadi-Darbandi- M. Mirzaei- H. Mehdikhani	
The Reaction of Barley Cultivars against Pathotypes of Barley and Wheat Stripe Rust at Seedling and Adult Plant Stages	14
S. Safavi	
The Photochemical Survey and Allelopathic Ability of the Leaf Essence in <i>Vitex pseudo-negundo</i> and its Effect on the Germination and the Growth of <i>Malva neglecta</i> and <i>Secale montanum</i>	16
M. R. Baziar- M. Attarzadeh- M. Dejam- Gh. Nikfarjam	
Evaluation of Allelopathic Effects of Some Plants Using Sandwich Method	18
S. Amini - Kh. Hemmati - H. Norouzi	
Allelopathic Effects of Aqueous Extracts from Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L.) and Russian Knapweed (<i>Acroptilon repens</i> L.) on Seedling Growth and Enzymes Activity of Wheat, Sugar beet, Common Lambsquarters and Redroot Pigweed	20
A. Hatami Hampa- A. Javanmard- M. T. Alebrahim- O. Sofalian	
Evaluation of Nine Botanical Powders against Infestation of <i>Callosobruchus maculatus</i> (F.) (Col.: Bruchidae)	22
H. Mohammadi Nori- J. Shakarami - S. Jafari – N. Eini	
Laboratory Assay of Nutrient Additives as the Feeding Stimulants for <i>Microcerotermes diversus</i> Silvestri (Isoptera: Termitidae)	24
M. Ekhtelat- B. Habibpour- M. Ziaee- L. Poursartip	
Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using <i>Amarantus retroflexus</i> and Its Antibacterial Effect	26
Y. Nikparast- R. Ghorbani- H. Ahmadzadeh- Gh. Asadi	
Correlation of Root Anatomical Components with Resistance in Sugar Beet Genotypes to Cyst Nematode <i>Heterodera schachtii</i> Schmidt 87	28
L. Motieeian- M. Nasr Esfahani- M. Olia	
Evaluation of Allelopathic Effects of Decay Duration of Giradol (<i>Chrozophora tinctoria</i> L.) on Seedling Growth of Tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i> mill.)	30
H. Hammami- A. Azadi- R. Sadrabadi Haghighi	

Plant Protection

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol . 32

No. 1

2018

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
Editor in charge: Valizadeh, R. (Ruminant Nutrition) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
General Chief Editor: Rashed- Mohassel, M.H. (Weed Science) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

Editorial Board:

Okhovvat, M.	Plant Pathology	Prof. Tehran University.
Pourjam, E.	Plant Pathology	Asso. Prof. Tarbiat Modarres University.
Jafarpour, B.	Plant Pathology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Hatami, B.	Entomology	Prof. Isfahan University of Technology.
Rashed- Mohassel, M.H.	Weed Science	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Rashed- Mohassel, A.	Insect ecology	Post-Doctoral Research Associate ,Texas A&M AgriLife Extension Service
Rajaei, H.	Entomologist	Assis,Department Entomology State Museum of Natural History Stuttgart Rosenstein 1, 70191 Stuttgart, Germany
Sadeghi Namaghi, H.	Agricultural Entomology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Sahragard, A.	Agricultural Entomology	Prof. Guilan University.
Mahdikhani Moghadam, E	Plant Pathology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Marashi, S.H.	Biotechnology & Plant Breeding	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Mozafari, J.	Plant Molecular Genetics	Prof. Seeds& Plant Improvement Institute.

Publisher: Ferdowsi University of Mashhad.
Printed by: Ferdowsi University of Mashhad, press.
Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
P.O.BOX: 91775- 1163
Fax: +98 -0511- 8787430
E-Mail: Jpp1@um.ac.ir
Web Site: <http://jm.um.ac.ir>