



عنوان مقالات

آنالیز بیان تعدادی از ژن‌های دفاعی در ژنوتیپ حساس و متحمل ذرت در پاسخ به آلودگی ویروس موزاییک کوتونوکی ذرت ۴۴۹
فروه سادات مصطفوی نیشابوری- سید گاظم صیاغ- احمد یامچی- سید نصراللهزاد- ناصر پنجه کده فروزی تولید آنژریم کیتیناز در چندین جدایهی قارچ فوزاریوم جدا شده از نماتد سیست طلابی سیب زمینی (Globodera rostochiensis) ۴۶۳
خدیجeh عباسی- دوستمراد ظفری ۴۸۱
تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ کش‌ها جهت مهار بیماری گندم بر اساس مراحل رشدی گیاه ۴۸۱
مصطفی عابدی تیزکی- کوروش رضابور- محمد علی آقاجانی- فرداد اسدی- سیاوش سلیمانی ۴۹۵
اثر عصاره استخراج شده با حلایل های مختلف در گیاه استبرق <i>Calotropis procera</i> (Willd) بر دموگرافی سفیدبالک پنبه <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.) ۵۰۹
محمد امین سعیم- مریم نجاتی- مهدی ضرایی ۵۲۷
مقایسه روش‌های مختلف کنترل کنه پیاز گلایبول <i>Rhizoglyphus echinopus</i> (Fumouze & Robin) (Acaridae: Acaridae) در شرایط گلخانه‌ای ۵۴۳
اصغر حسینی- نیا- سعید جوادی خدری- محمد خانجانی- احمد حیدری- محمد کاظم رمضانی- هادی مصلحی نژاد ۵۴۳
بورسی تنوع زیستی گونه‌های سخت بالبوشان خانواده Carabidae در یک مزرعه برنج (آهنجر کلا: قایم شهر) در استان مازندران، شمال ایران ۵۲۱
معصومه درویش متولی- معصومه شایان مهر ۵۶۹
ازربایجانی اثر نوع سمپاش و ذر علف کش تری بدورون- میبل (گاهستار) در کنترل علف‌های هرز پهن برگ اراضی گندم آبی فربید پایع- لیلا علیرمادی- علی اصغر چیت بنده- سعید جاهدی پور ۵۶۹
تأثیر اسید جیربریلیک، رسی و حذف پوشینه بر جوانه‌زنی بذر علف بشمکی ژاپنی (Bromus japonicus Thunb.) ۵۷۹
منصور سارانی- علی قنبری- محمد گلوبی- ابراهیم ایزدی دریندی- محمدمعلی باستانی مبدی ۵۷۹
تفیرات فلور و تنوع گونه‌ای جوامع علف‌های هرز مزارع گندم (Triticum aestivum) استان گلستان پس از یک دهه ۵۷۹
معصومه یونس آبادی- مهدی مین باشی- لیلا حسیان- علیرضا ساوری نژاد- عبدالعزیز حقیقی ۵۷۹
تعیین دماهای کارهای انتقال جوانه‌زنی علف هرز گلارتک وحشی (<i>Carthamus oxyacantha</i>) با استفاده از مدل‌های رگرسیونی مختلف ۵۹۳
فاطمه فخرزاد- علی قنبری- مهدی راستگو ۵۹۳
بورسی قابلیت رقابت سویا در شرایط تداخل با تراکم‌های مختلف کنجد شیطانی (<i>Cleome viscosa</i> L.): علف هرز مهاجم در استان گلستان ۶۰۷
دوسن امامی کنگر- آسمه سیاهمرگوبی- بهنام کامکار- محبوبه بصیری ۶۰۷
تأثیر تراکم کاشت شاهدانه (<i>Cannabis sativa</i> L.) بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز ۶۰۷
چمیش سامانی پور- سهراب محمودی- علی رضا صمدزاده- حسین حمامی ۶۰۷
تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و نیتروژن بر پویایی و رشد جمعیت علف‌های هرز مزرعه پنبه (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) ۶۰۷
سید وحید اسلامی- مجید جامی‌الاحمدی- موسی فرهمند ۶۰۷

Contents

Expression Analysis of Some Defense-related Genes in Susceptible and Tolerant Maize Genotypes in Response to Infection of Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV) 460
F.S. Mostafavi Neishaburi- S.K. Sabbagh- A. Yamchi- S. Nasrollanejad- N. Panjehkeh
Evaluation of Chitinase Enzyme Production in Some of the <i>Fusarium</i> Isolates Obtained from <i>Globodera rostochiensis</i> 478
Kh. Abbasi - D. Zafari
Determination of Optimum Timing of Fungicides Application Based on Growth Stages for Controlling of Wheat Tan Spot 494
M. Abedi-Tizaki- K. Rezapour- M.A. Aghajani- F. Asadi- S. Salimian
Effect of Different Solvent Extracts of <i>Calotropis procera</i> (Willd.) on Demographic Parameters of <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.) 507
M. A. Samih- M. Nejati - M. Zarabi
Comparison of Different Methods for Control of Gladiolus Bulb Mite <i>Rhizoglyphus echinopus</i> (Fumouze & Robin) (Acaridae) under Greenhouse Conditions 518
A. Hoseiniinia- S. Javadi Khederi- M. Khanjani- A. Heidari- M. K. Ramezani- H. Mosalanejad
Biodiversity Evaluation of Carabidae Beetles of a Rice Field (Ahangarkola: Qaemshahr) in Mazandaran Province, Northern Iran 524
M. Darvish-Motevalli- M. Shayanmehr
Evaluation of Sprayer Type Effect and Tribenuron-Methyl (Gyahstar) Herbicide Dosage on Broadleaf Weeds of Water Wheat Fields 540
F. Badie- L. Alimoradi- A.A. Chitband- S. Jahedipour
The Effect of Gibberellic Acid, After-Ripening and Eliminating Glumelle on Germination of Japanese Brome (<i>Bromus japonicus</i> Thunb.) Seeds 552
M. Saran- A. Ghanbari- M. Galavi- E. Izadi Darbandi- M.A. Baghestani Meybodi
Changes of Weed Flora and Species Diversity in Wheat (<i>Triticum aestivum</i>) Field of Golestan Province after One Decade 567
M. Younesabadi- M. Minbashi Moeini- L. Habibian- A. Savarinrad- A. Haghighi
Study of Soybean Competitive Ability under Interference Conditions with Different Densities of Asian Spider Flower (<i>Cleome viscosa</i> L.): Invasive Weed in Golestan Province 592
D. Emami-Kangar- A. Siahmarguee- B. Kamkar- M. Basiri
The Impact of Hemp (<i>Cannabis sativa</i> L.) Plant Density on Critical Period of Weed Control 604
J. Samanipoor- S. Mahmoodi- A.R. Samadzadeh- H. Hammami
Effect of Crop Residue and Nitrogen Management on Weeds Dynamics and Growth in Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Farm 620
S. V. Eslami- M. Jami Al-Ahmadi- M. Farahmand

نشریه حفاظت گیاهان

(علوم و صنایع کشاورزی)

با شماره پروانه 26524 و درجه علمی - پژوهشی شماره 21/2015
از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری 68/4/11
73/10/19
زمستان 1397 شماره 4 جلد 32

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول: رضا ولی زاده

سردبیر: راشد محصل، محمد حسن

اعضای هیئت تحریریه:

استاد - بیماری شناسی گیاهی (دانشگاه تهران - کرج) اخوت، سید محمود

دانشیار - علوم علف های هرز (دانشگاه فردوسی مشهد) ایزدی دربندی، ابراهیم

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

دانشیار - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد) حسینی، مجتبی

استاد - علوم علف های هرز (دانشگاه فردوسی مشهد) راشد محصل، محمد حسن

محقق، اکلوزی حشرات، تکڑا، راشد محصل، آرش

حشره شناس، مدیر کلکسیون بالپولکداران، موزه ایالتی تاریخ طبیعی اشتونگارت (آلمان) رجائی، حسین

استاد - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد) صادقی نامقی، حسین

استاد - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه گیلان) صحراءگرد، احمد

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

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

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 اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

مندرجات

- آقالیز بیان تعدادی از ژن‌های دفاعی در ژنوتیپ حساس و متحمل ذرت در پاسخ به آبودگی ویروس موزاییک
کوتولگی ذرت 449
- فروه سادات مصطفوی نیشابوری - سید کاظم صباح - احمد یامچی - سعید نصراللهزاد - ناصر پنجه که
بررسی تولید آنزیم کیتیناز در چندین جدایه قارچ فوزاریوم جدا شده از نماتد سیست طلایی سیب‌زمینی
(*Globodera rostochiensis*) 463
- خدیجه عباسی - دوستمراد ظفری
تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش‌ها جهت مهار بیماری لکه خرمابی گندم بر اساس مراحل رشدی گیاه 481
- مصطفی عابدی تیزکی - کوروش رضابور - محمد علی آقاجانی - فرداد اسدی - سیاوش سلیمانی
اثر عصاره استخراج شده با حاللهای مختلف در گیاه استبرق (*Calotropis procera* (Willd) 495
- محمد امین سمیع - مریم نجاتی - مهدی ضرابی
مقایسه روش‌های مختلف کنترل کنه پیاز گلایبول (*Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze & Robin) (Astigmata: Acaridae) 509
- در شرایط گلخانه‌ای 509
- اصغر حسینی‌نیا - سعید جوادی خدری - محمد خانجانی - احمد حیدری - محمد کاظم رمضانی - هادی مصلی‌نژاد
بررسی تنوع زیستی گونه‌های سخت‌بالپوشان خانواده Carabidae در یک مزرعه بونج (آهنگر کلا: قایم‌شهر) در استان
مازندران، شمال ایران 521
- مصطفویه درویش متولی - معصومه شایان مهر
ارزیابی اثر نوع سمپاش و ذر علف کش تری بنورون - مدل (گیاه‌ستان) در کنترل علف‌های هرز پهن برگ اراضی گندم آبی 527
- فرید بدیع - لیلا علیرادی - علی اصغر چیت بند - سعید جاهدی پور
تأثیر اسید جیبریلیک، پسری و حذف پوشینه بر جوانه‌زنی بذر علف پشمکی ژاپنی (*Bromus japonicus* Thunb.) 543
- منصور سارانی - علی قنبری - محمد گلوبی - ابراهیم ایزدی دربندی - محمد علی باستانی میبدی
تغییرات فلور و تنوع گونه‌ای جوامع علف‌های هرز مزارع گندم (*Triticum aestivum*) استان گلستان پس از یک دهه 553
- مصطفویه یونس آبادی - مهدی مین باشی - لیلا حسیبیان - علیرضا ساوری نژاد - عبدالعزیز حقیقی
تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی علف‌هرز گلنگ و حشی (*Carthamus oxyacantha*) با استفاده از مدل‌های
رگرسیونی مختلف 569
- فاطمه فخرداد - علی قنبری - مهدی راستگو
بررسی قابلیت رقابت سویا در شرایط تداخل با تراکم‌های مختلف کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.): علف هرز مهاجم
در استان گلستان 579
- دورسن امامی کنگر - آسیه سیاهمرگوبی - بهنام کامکار - محبوبه بصیری
تأثیر تراکم کاشت شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز 593
- جمالی سامانی پور - شهراب محمودی - علی رضا صمد زاده - حسین حمامی
تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و نیتروژن بر پویایی و رشد جمعیت علف‌های هرز مزرعه پنه 607
- سید وحید اسلامی - مجید جامی الاحمدی - موسی فرهمند

آنالیز بیان تعدادی از ژن‌های دفاعی در ژنوتیپ حساس و متحمل ذرت در پاسخ به آلدگی ویروس موزاییک کوتولگی ذرت

فروه سادات مصطفوی نیشابوری^۱- سید کاظم صباح^{۲*}- احد یامچی^۳- سعید نصرالهندزاد^۴- ناصر پنجه که^۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۹

چکیده

ویروس موزاییک کوتولگی ذرت (*Maize dwarf mosaic virus, MDMV*) یکی از بیماری‌های رایج و محدودکننده رشد در ذرت بشمار می‌رود. در این پژوهش به منظور بررسی نقش مقاومت ژنتیکی در القاء مقاومت دو ژنوتیپ حساس (SC705) و هیرید متحمل (شماره ۰۸) به MDMV، بیان تعدادی از ژن‌های مرتبط با مقاومت شامل (*GLP*), *Peroxiredoxin (Prx)*, *GF14-6*, *Germin like protein (GLP)*, *S-adenosylmethionine synthase (SAMS)* با استفاده از روش سنجش کمی در زمان واقعی مورد بررسی قرار گرفت. مایه‌زنی گیاهان با ویروس به روش مکانیکی و در سه تکرار انجام شد. نمونه‌برداری در پنج بازه زمانی انجام شد. آنالیز بیان ژن‌ها نشان داد که بیان همه ژن‌های مورد بررسی در گیاه ذرت متحمل نسبت به حساس افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. اما بیشترین بیان در مورد دو ژن *GLP* و *Peroxiredoxin* در بازه زمانی یک ساعت بعد از مایه‌زنی مشاهده گردید و برای ژن‌های *SAMS* و *GF14-6* بیشترین میزان بیان ژن در بازه زمانی ۲۴ ساعت بعد از مایه‌زنی ثبت شد. کمترین میزان بیان برای ژن‌های بررسی شده ۷۲ ساعت بعد از مایه‌زنی ویروس مشاهده گردید. با توجه به نتایج به دست آمده و الگوی متفاوت بیان ژن‌های مورد بررسی در گیاهان حساس و متحمل می‌توان از این ژن‌ها به عنوان بیومارکرهای مولکولی در جهت انتخاب ارقام مقاوم به بیماری استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: سنجش کمی در زمان واقعی، مقاومت ژنتیکی، ویروس موزاییک کوتولگی ذرت

مقدمه

است که منجر به کاهش قابل توجهی از میزان تولید این محصول و خسارت‌های اقتصادی شده است. بیش از ۴۰ ویروس در ذرت ایجاد بیماری می‌کنند که یکی از آنها ویروس موزاییک کوتولگی ذرت (*Maize dwarf mosaic virus, MDMV*) است (۱۲). MDMV دارای یک قطعه RNA تک لایی مثبت و متعلق به خانواده پوتوی ویریده و جنس پوتوی ویروس می‌باشد (۳۴). ویروس موزاییک کوتولگی ذرت سابقاً نزدیک از ویروس موزاییک نیشکر (*Sugarcane mosaic virus, SCMV*) محسوب می‌شد اما در سال ۱۹۸۹ به صورت یک عضو مستقل از پوتوی ویروس‌ها گزارش شد (۳۰). این ویروس یکی از بیماری مهم و مخرب ذرت با پراکنش نسبتاً وسیع است که در اکثر کشورهایی که ذرت و سورگوم کشت می‌شود وجود دارد و باعث ایجاد علائم موزاییک، کلروتیک یا حالت ابلقی روی بافت‌های سبز (به طور مشخص در برگ‌های جوان) شده و در حالت شدید باعث ایجاد کوتولگی، ایجاد شاخه‌های متعدد و کاهش قدرت بذر می‌شود (۶ و ۱۶). آلدگی به این بیماری ویروسی منجر به کاهش ۱۰-۴۵ درصدی محصول می‌شود اما خسارت ممکن است به ۱۰۰ درصد هم برسد (۳۲). حدود دو سوم ارقام در حال کشت ذرت در

بیش از ۳/۴ درصد انرژی و ۱/۲ درصد پروتئین مورد نیاز بشر از غلات بdest می‌آید (۳). ذرت (*Zea mays*) از خانواده Poaceae و سومین غله جهان می‌باشد. به علت اهمیت غذایی این محصول برای انسان و دام و همچنین قدرت تطابق زیستی آن با شرایط اقلیمی گوناگون، این محصول جزو عمده‌ترین محصولات مناطق معتدل، معتدل‌گرم، نیمه گرمسیر و مرطوب محسوب شده است (۱۵).

کشت بی‌رویه این محصول منجر به تطابق میزانی گستره‌ای بین ویروس‌های بیمارگر گیاهی و طغیان بیماری‌های ویروسی گردیده

۱- دانشجویی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه زابل

۲- دانشیار گروه زیست‌شناسی، پردیس علوم دانشگاه یزد

(*) نویسنده مسئول: Email: sksabbagh@yazd.ac.ir

۳- استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۵- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

DOI: 10.22067/jpp.v32i4.66848

MO17) × KLM75010/4-4-1-1-1-1 (به عنوان ژنوتیپ) متحمل به ویروس موزاییک کوتولگی ذرت جهت انجام این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. بذور فوق از مؤسسه تحقیقات نهال و بذر کرج و مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان تهیه شدند. بذور ذرت با استفاده از کلرامین T (%) به مدت یک و نیم دقیقه ضد عفونی سطحی شده و سپس سه مرتبه با آب مقطر استریل شستشو و در گلدانهای حاوی مخلوط خاک شامل خاک مزرعه و ماسه شسته شده به نسبت ۱:۱ (دو دفعه به مدت یک ساعت سترون شده) کشت داده شدند. گیاهان در گلخانه تحت شرایط کنترل شده دمای ۲۵ درجه و رطوبت ۶۰ درصد کشت شدند و هر هفته به منظور جلوگیری از ورود حشرات سمپاشی صورت گرفت.

طی بازدید از مزارع ذرت استان گلستان نمونه برداری از گیاهان ذرت با علائم موزاییک و کوتولگی انجام شد و جهت اطمینان از آلوده بودن نمونه‌های جمع‌آوری شده به MDMV و عدم وجود آلودگی با ویروس موزاییک ایرانی قیاق *Iranian Johnson grass mosaic virus* (IJMV) که معمولاً همراه با MDMV گیاه است از آزمون الیزای غیرمستقیم با آنتی بادی اختصاصی MDMV و IJMV تهیه شده از مرکز ویروس‌شناسی دانشگاه شیراز استفاده شد (۸). از گیاهانی که در واکنش الیزا نتیجه مثبت نشان دادند و به MDMV آلوده بودند جهت مایه‌زنی به ذرت‌های کشت شده استفاده شد. پس از گذشت ۱۴ روز گیاهان در مرحله سه برگی با عصاره گیاهان آلوده به MDMV که در ۵ حجم بافر فسفات پتابسیم ۰/۰۵ مولار (pH ۷) در هاون سترون عصاره‌گیری شده بودند مایه‌زنی شدند، قبل از مایه‌زنی جهت ایجاد خراش در گیاه برای نفوذ ویروس از پودر کاربوراندوم استفاده شد. گیاهان شاهد به روش آلوده‌سازی ویروسی تنها با بافر فسفات مایه‌زنی شدند. با توجه به لزوم درک واکنش‌های سریع اولیه در دو ژنوتیپ ذرت در پاسخ به آلودگی ویروسی در چهار بازه زمانی (زمان‌های صفر، یک، ۹، ۲۴ و ۷۲ ساعت) بعد از آلوده‌سازی نمونه برداری جهت آنالیز بیان ژن‌های مسئول مقاومت به تنش زیستی برای گیاهان شاهد، حساس و متحمل صورت گرفت. گیاهان جمع‌آوری شده بلا فاصله در نیتروژن مایع قرار گرفته و به فریزر -۸۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند.

استخراج RNA و سنتز cDNA

برای ارزیابی بیان ژن‌ها، استخراج RNA کل با استفاده از کیت Timar با (DNaseI) Fermentas طبق دستورالعمل سازنده انجام شد. پس از کیفیت RNA استخراج شده با دستگاه طیف‌سنجی و الکتروفورز در ژل آگارز تعیین گردید. به منظور ساخت cDNA میزان یک میکروگرم از هر نمونه RNA در واکشن نسخه‌برداری معکوس به همراه آغازگر

دنیا به MDMV حساس هستند و حتی گیاهچه‌های بسیار جوان ارقام مقاوم در مرحله دو تا سه برگی می‌توانند مورد حمله ویروس قرار گرفته و علایم بیماری را نشان دهند (۳۷). در شرایط تنفس زنده، میزان بیان ژن‌های گیاهی مرتبط با ایجاد مقاومت تغییر می‌کند و موجب فعال شدن پاسخ‌های دفاعی گیاه می‌شود. (۱۷). در طی تکثیر ویروس، اندامک‌های مختلف گیاهی آلوده می‌شوند و کاهش عملکرد طی آلودگی مشاهده می‌شود (۳۶). جزئیات مولکولی کاملی از پاسخ ذرت به این ویروس در دسترس نمی‌باشد، با این حال بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که خاموشی ژن، تولید و تغییرات بیان S-adenosylmethionine synthase (SAMS) و Peroxiredoxin (Prx), Germin like protein (GLP) و GF14-6 G-box factor 14-6 مشخص واریته‌های ذرت در مقابل این ویروس هستند (۴، ۵ و ۳۵). در مطالعات ریز آرایه‌ای ذرت آلوده به ویروس موزاییک نیشکر و موزاییک کوتولگی ذرت، ۶۸ ژن در زمان‌های مختلف شناسایی شدند که اختلاف بیان معنی‌داری با گیاه سالم به عنوان گیاه شاهد داشتند که در این میان رونوشت ژن‌های S-adenosylmethionine synthase (SAMS) و Germin like protein (GLP) و G-box factor از بیان ۹۶ پروتئین مختلف بود که پروتئین‌های GF14-6 در گیاه آلوده افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان دادند (۳۵). آنالیز پروتومیکس دو ژنوتیپ حساس و مقاوم ذرت به ویروس موزاییک نیشکر حاکی از بیان ۰/۰۵ مهم‌ترین پروتئین‌های مرتبط با سیگنال‌های تنفس و بیماری‌بایی معرفی شدند، همچنین آنالیز لکه‌گذاری به روش وسترن بلات نشان داد که پروتئین پروکسی‌ردوکسین در ژنوتیپ مقاوم و حساس افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به شاهد در حضور عامل ویروسی داشت (۳۸). تفاوت اصلی گیاهان حساس، مقاوم و متحمل، شناسایی به موقع بیمارگر و فعال‌سازی سریع و مؤثر مکانیسم‌های دفاعی گیاه است. تمام این مسیرها وابسته به رابطه ژن‌های مرتبط با مقاومت در گیاهان است که در پاسخ به بیمارگر فعال یا خاموش می‌شود و در نتیجه بیان آن‌ها افزایش یا کاهش می‌یابد (۱۶). بنابراین تجزیه الگوی بیان ژن‌ها می‌تواند در تفکیک ارقام مقاوم، متحمل و حساس از یکدیگر مناسب باشد (۲). بهمنظور مطالعه نقش تعدادی از ژن‌های دفاعی ذرت به بیمارگر ویروسی موزاییک کوتولگی ذرت در زمان‌های مختلف بعد از آلودگی به ویروس در رقم حساس و هیبرید متحمل، الگوی بیان آن‌ها با استفاده از روش qRT-PCR مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی، آلوده‌سازی ویروسی و نمونه‌برداری بذور SC705 به عنوان ژنوتیپ حساس و هیبرید ۸

طراحی آغازگرها

آغازگرهای مورد استفاده در ارزیابی الگوی بیان ژن‌های *Germin like protein S-adenosylmethionine synthase* و *GF14-6 Peroxiredoxin* بر اساس اطلاعات موجود در پایگاه اطلاعاتی NCBI و Uniprot طراحی شدند. این طراحی با استفاده از نرم افزارهای Oligo7 و AllelID7.0 انجام شد. در بین آغازگرهای طراحی شده به وسیله نرم افزار، آغازگرهای دارای پایین‌ترین میزان درصد بازهای آلی سیتوزین و گوانین انتخاب و جهت سنتز به شرکت سازنده سفارش داده شد (پیشگام، ایران). از ژن *Actin* که دارای بیان یکسانی در تمام مراحل نمونه‌برداری است به عنوان ژن مرجع استفاده شد (۳۵). توالی و مشخصات آغازگرهای اختصاصی مورد استفاده در جدول شماره ۱ آرائه شده است.

Oligo (dT) ۱۸ DEPC، آب تیمار شده با آنزیم، مخلوط نوکلئوتیدها، آنزیم بازدارنده ریبونوکلئاز و آنزیم رونوشتبردار معکوس (Fermentas) M-MuLV Reverse Transcriptase به شرکت فرمنتاز استفاده شد. به منظور تایید cDNA های سنتز شده، تکثیر قطعات با استفاده از واکنش زنجیره‌ای پلی مراز و جفت آغازگر ژن *Actin* انجام شد. PCR محصول TBE در صد ۱/۵ روی ژل آگارز FluoroDye ۶× ماده × گرفت. رنگ آمیزی ژل با استفاده از DNA Loading Dye (SMOBIO) انجام شد.

جدول ۱- مشخصات آغازگرهای مورد استفاده برای واکنش سنجش کمی در زمان واقعی
Table 1- Characteristics of primers used for quantitative real time PCR

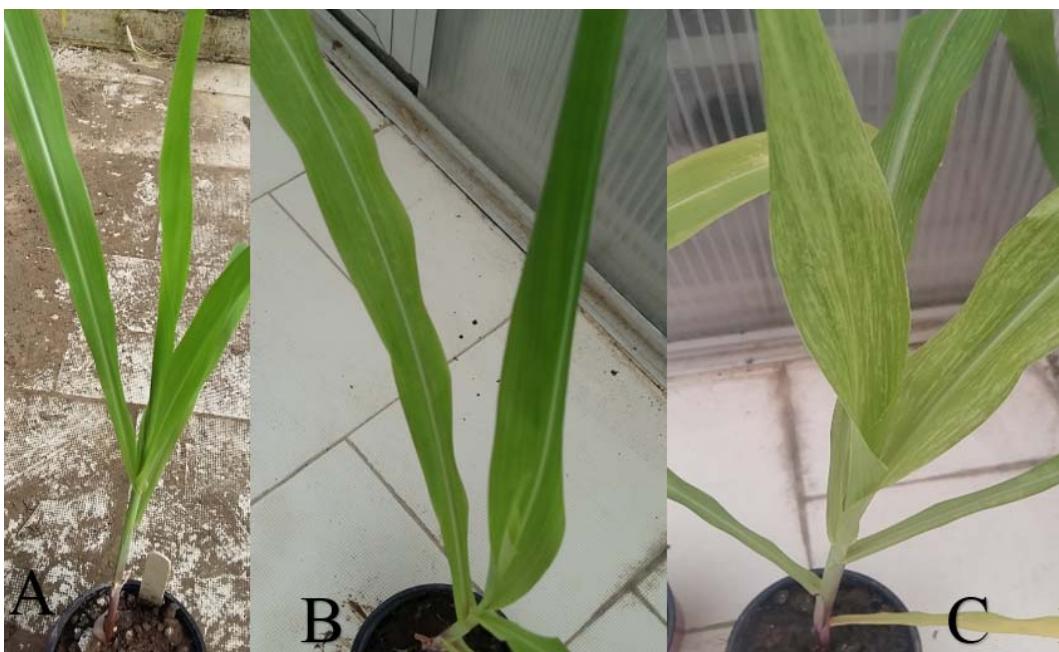
Primer name نام آغازگر	Sequence (5'-3') توالی	Annealing temperature دماي اتصال	Product length (bp) طول محصول (جفت باز)	Accession number رس شمار	Reference منبع
Peroxiredoxin-F	CGGCAAGAAGGTCACTCC	59°C	126	NP001149765	38
Peroxiredoxin-R	AGCAGGATCTCGTCTACA				
GLP-F	CGAGATCATCTCGTCCT	59°C	134	AF032974	35
GLP-R	GTTCTGCTGGAAGTGGAA				
GF14-6-F	GGAGCTGAGAGAAAGGA	59°C	109	P49106	22
GF14-6-R	CCAGTCCAAGCCTAATAG				
SAM-F	GCTGACCACTGCAAGG	59°C	166	BT054969	35,22
SAM-R	GGCTGAGGGGCATCA				
Actin-F	AAGAGAGGCATCCTGACA	59°C	127	J01238	35
Actin-R	CAGGGTGATCTTCAGGC				

کدام به مدت ۱۰ ثانیه تنظیم گردید. هر آزمایش در سه تکرار بیولوژیکی و سه تکرار تکنیکی انجام شد. ارزیابی میزان بیان نسبی ژن‌ها بر اساس رابطه $\Delta\Delta CT$ نسبت به گیاهان کنترل در همان مرحله انجام شد (۳۷). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار GenEx 6 و رسم نمودارها با اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

در گیاهان ذرت حساس و متحمل به ویروس موزاییک کوتولگی ذرت ایجاد علائم موزاییک شدید در رقم حساس بعد از ۱۶ روز و موزاییک خفیف در هیبرید متحمل بعد از ۱۹ روز مشاهده شد (شکل ۱).

آنالیز بیان ژن با روش سنجش کمی در زمان واقعی بررسی بیان ژن‌های مورد مطالعه در ژنتیک‌های ذرت حساس و متحمل به بیماری ویروسی موزاییک کوتولگی ذرت با استفاده از (iQ5, BioRad, USA) iCycler روش کمیت‌سنجی توسط دستگاه (با رقت انجام شد. محلول واکنش شامل سه میکرولیتر cDNA (با رقت ۱:۲۰)، نیم میکرولیتر از هر آغازگر (۱۰ میکرومولار)، ۱۰ میکرولیتر 2X Real Time PCR Master Mix آنالیز (۵ μ l) DMSO، آنزیم (۵ μ l) Taq DNA Polymerase استفاده از آب مقطر دوبار نقطیز عاری از RNase به حجم ۲۰ میکرولیتر تنظیم و برای انجام واکنش مورد استفاده قرار گرفت. چرخه‌های حرارتی واکنش شامل ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت سه دقیقه و به دنبال آن ۴۰ چرخه ۵۹، ۹۴ و ۷۲ درجه سانتی‌گراد هر



شکل ۱- گیاه شاهد بدون علائم (A)، علائم موزاییک خفیف در هیبرید متتحمل ۸ (۱۹ روز بعد از آلودگی ویروسی) (B) و علائم موزاییک شدید در رقم حساس SC705 (۱۶ روز بعد از آلودگی ویروسی) (C)

Figure 1- Control plant without symptoms (A), mild mosaic symptoms in tolerant hybrid 8 (19 days after viral infection) (B) and severe mosaic symptoms in susceptible SC705variety (16 days after viral infection) (C)

نتایج حاصل از استخراج RNA و سنتز مولکول‌های cDNA با استفاده از آغازگرهای طراحی شده نشان داد که مولکول‌های حاصل، کمیت و کیفیت لازم برای انجام مراحل بعدی و استفاده در آنالیز بیان RNA ژن را دارا می‌باشند. مشاهده باندهای مربوط به مولکول‌های استخراج شده نشان داد که استخراج به خوبی صورت گرفته است و می‌توان از آنها برای سنتز رشته اول و همچنین مولکول‌های cDNA استفاده نمود. سپس با استفاده از آغازگرهای طراحی شده علاوه بر تأیید مولکول‌های cDNA، اختصاصی بودن و کارایی آغازگرها نیز مورد ارزیابی قرار گرفت و پس از بررسی توانایی در تکثیر قطعه مورد نظر در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز، از آنها در آنالیز بیان ژن‌ها استفاده گردید.^۳

نتایج حاصل از بررسی منحنی ذوب آغازگرهای مربوط به ژن‌های هستند که آنزیم‌ها، چربی‌ها و DNA را از گونه‌های فعال اکسیدان محافظت می‌کنند و به عنوان پروتئین‌های مهم مرتبط با سیگنال‌های تنفس و بیماری‌زایی معروفی شده‌اند (۱۸). این آنزیم کنترل و آغاز سیگنال‌دهی سلولی مؤثر بر فتوسنتز، بیان ژن‌های هسته‌ای وابسته به کلروپلاست و میتوکندری و فعال‌سازی آنزیم‌های چرخه کلروین را بر عهده دارد (۱۰). انفعال اکسیداتیو پاسخ اولیه به حمله بیمارگ است که منجر به تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) شامل H₂O₂ می‌شود (۳۳). دفاع آنتی اکسیدانی، سم زدایی ROS و القای علامت

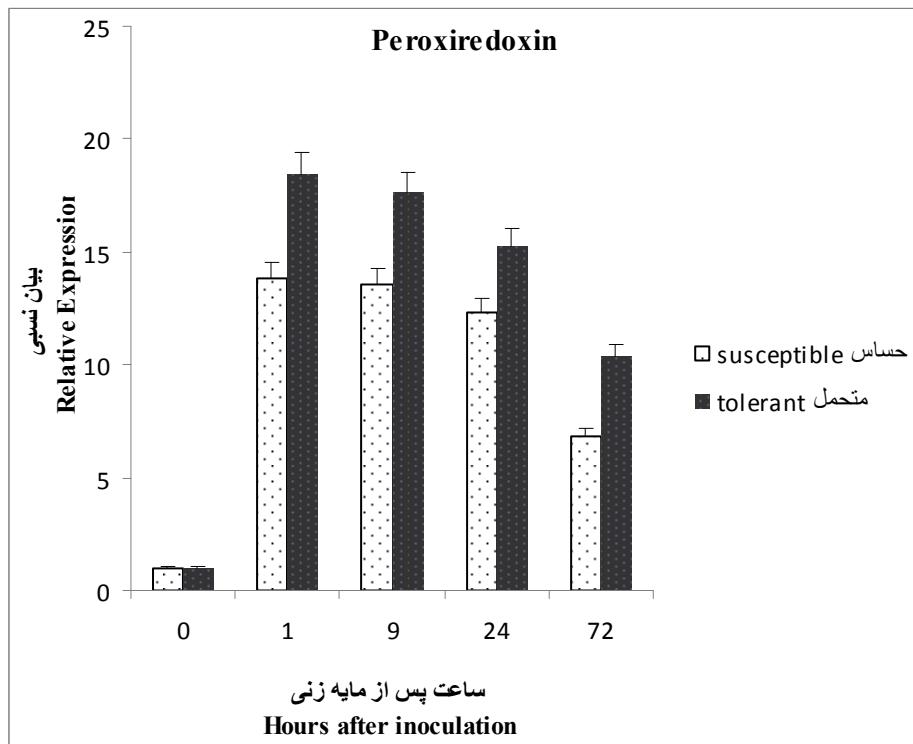
نتایج حاصل از استخراج RNA و سنتز مولکول‌های cDNA با استفاده از آغازگرهای طراحی شده نشان داد که مولکول‌های حاصل، کمیت و کیفیت لازم برای انجام مراحل بعدی و استفاده در آنالیز بیان RNA ژن را دارا می‌باشند. مشاهده باندهای مربوط به مولکول‌های استخراج شده نشان داد که استخراج به خوبی صورت گرفته است و می‌توان از آنها برای سنتز رشته اول و همچنین مولکول‌های cDNA استفاده نمود. سپس با استفاده از آغازگرهای طراحی شده علاوه بر تأیید مولکول‌های cDNA، اختصاصی بودن و کارایی آغازگرها نیز مورد ارزیابی قرار گرفت و پس از بررسی توانایی در تکثیر قطعه مورد نظر در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز، از آنها در آنالیز بیان ژن‌ها استفاده گردید.

نتایج حاصل از بررسی منحنی ذوب آغازگرهای مربوط به ژن‌های هستند که در هیچ یک از نمونه‌های تکثیر شده آلدگی مربوط به توالی‌های ناخواسته DNA گیاهی و یا جفت شدگی آغازگرها وجود ندارد. دمای ذوب برای آغازگرها متفاوت بود و از طیف دمایی ۸۰ - ۹۱ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. دمای ذوب برای ژن پراکسی‌ردوکسین ۸۵ درجه سانتی‌گراد و برای سه ژن دیگر در محدوده ۹۱ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که نشان از اختصاصی عمل کردن این آغازگرها می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی بیان ژن نشان داد که بیان ژن

داشته است ولی میزان افزایش تعداد رونوشت‌ها در ژنوتیپ مقاوم به مراتب بیشتر از حساس بود که مطابق با یافته‌های این مطالعه است (۳۸). این نتایج حکی از نیاز سیستم دفاعی گیاه به سطح بالایی از پروکسید نیتروژن فعال نیز نقش دارد (۱۱). آنالیز پروتئومیکس گیاهان ذرت حساس و مقاوم به ویروس موزاییک نیشکر نشان داد که بیان سلول‌های گیاهی است (۱۱).

در حین تنفس اکسیداتیو و دفاع در برابر عوامل بیماری‌زای گیاهی از جمله فعالیت‌های اثبات شده برای پروکسی‌ردوکسین در گیاهان می‌باشد (۳۳). این آنزیم علاوه بر سمزدایی H_2O_2 در خنثی کردن پروکسید نیتروژن فعال نیز نقش دارد (۱۱). آنالیز پروتئومیکس گیاهان ذرت حساس و مقاوم به ویروس موزاییک نیشکر نشان داد که بیان پروتئین‌پروکسین در هر دو ژنوتیپ افزایش قابل توجهی



شکل ۳- تغییرات بیان ژن *Peroxiredoxin* در گیاهچه‌های ذرت آلوده به ویروس موزاییک کوتوله ذرت در زمان‌های مختلف
Figure 3- Changes of gene expression of *Peroxiredoxin* in maize seedlings infected by maize dwarf mosaic virus in a time courses assay

پاتوژن‌ها را در بر می‌گیرند (۳۵). پروتئین‌های شبه جرمین (GLPs) در گونه‌های متعددی از گیاهان به وسیله خانواده‌های چندزنی کد می‌شوند، بر اساس مطالعات تنظیم بیان ژن و دیدگاه‌های ترسنژنیک پیشنهاد شده است که تعدادی از GLP‌ها در دفاع گیاه علیه بیمارگرهای نقش دارند (۳۵). برخی از اعضای خانواده GLP‌ها فعالیت شبه اگزالت اکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز (تولید H_2O_2) نشان می‌دهند که حاکی از نقش این دسته از پروتئین‌ها در ایجاد مقاومت در برابر حمله پاتوژن‌ها است (۲۶).

تحقیقات نشان داده که افزایش بیان گروه مشخصی از GLP‌ها در گیاه جو منجر به افزایش مقاومت گیاه به بیماری سفیدک پودری (۳۹) و در برنج آلوده به بیماری‌های بلاست و شیت بلاست برنج افزایش بیان پروتئین شبه جرمین خصوصاً زیرخانواده GER4 باعث

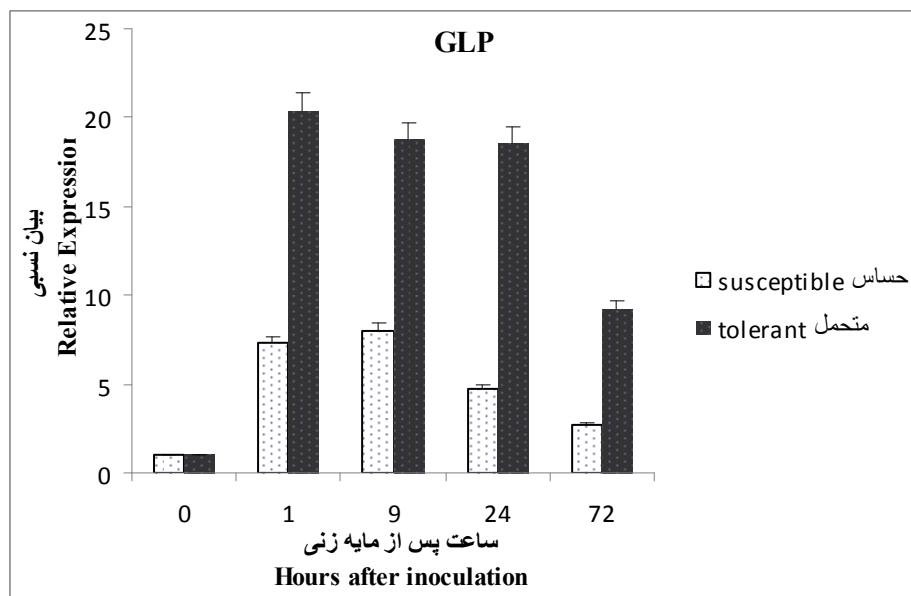
آنالیز بیان ژن با استفاده از روش سنجش کمی در زمان واقعی نشان داد که بیان *Germin like protein* (GLP) در هر دو گیاه حساس و متحمل آلوده به ویروس موزاییک کوتولگی ذرت افزایش قابل توجهی نسبت به شاهد داشته است. نتایج نشان دهنده افزایش در اولین ساعت پس از آلوده‌سازی بود به طوری که یک ساعت پس از آلودگی میزان رونوشت ژن مذکور ۲۱ برابر شاهد بود و میزان بیان با گذشت زمان روند کاهشی پیدا کرد اما در ۷۲ ساعت همچنان افزایش بیان نسبت به گیاه شاهد وجود داشت، در رقم حساس افزایش تعداد رونوشت‌ها به مراتب کمتر از هیبرید متحمل بود به طوری که بیشینه

بیان در گیاه متحمل ۳ برابر حساس بود (شکل ۴). پروتئین‌های جرمین در طی جوانه‌زنی دانه در گیاهچه‌های جوان گندم و جو بیان می‌شوند و در برگ گیاهان بالغ نیز پاسخ به حمله

طبق نتایج Park و همکاران (۲۰۰۴) و مطابق با نتایج این تحقیق، *GLP* در پاسخ دفاعی گیاه علیه آلودگی ویروسی درگیر است. *CaGLP1* در رده جدیدی از خانواده PR پروتئین‌ها به نام PR-16 طبقه‌بندی شده است. مکانیسمی که به وسیله آن *GLP* روی دفاع گیاهان تأثیر می‌گذارد احتمالاً مربوط به تولید گونه‌های فعال اکسیژن توسط گیاه است (۱۴).

مقاومت به این دو بیماری شده است (۲۳).

در گیاه فلفل مقاوم به بیماری ویروسی ایجاد شده به وسیله پاتوتیپ P0 (TMV-P0) بوده است که واکنش فوق حساسیت همراه با افزایش توالی‌های مشابه با پروتئین شبکه جرمنین با نام *Capsicum annuum GLP1* (CaGLP1) بوده است که در گیاه فلفل مقاوم آلودگی به باکتری *Xanthomonas* تعیین گردیده بود (۲۵).



شکل ۴- تغییرات بیان ژن *GLP* در گیاهچه‌های ذرت آلودگی به ویروس موزاییک کوتوله ذرت در زمان‌های مختلف

Figure 4- Changes of gene expression of *GLP* in maize seedlings infected by *maize dwarf mosaic virus* in a time courses assay

و ۱۳). بیان ژن *SAM* به وسیله القاء‌کنندگان بیوستتر اتیلن شامل تنش شوری، الیستیرهای باکتریایی و قارچی و محرك‌های مکانیکی افزایش می‌یابد (۳۱).

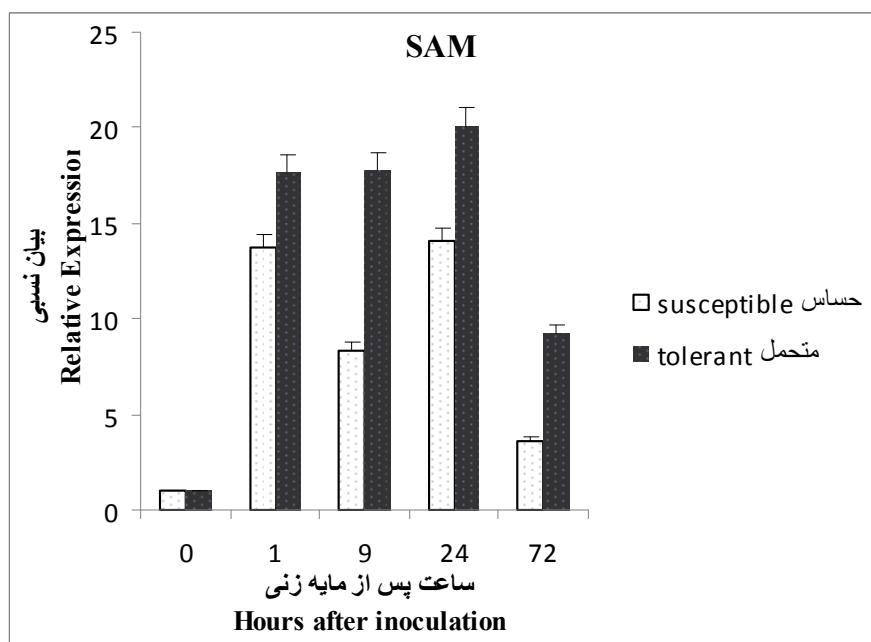
طبق با نتایج این آزمایش، آنالیز نسخه‌برداری به روش ریزآرایه در گیاه ذرت آلودگی به *SCMV* (Sugarcane mosaic virus) نشان دهنده افزایش بیان ژن *S-adenosylmethionine synthase* (*SAMS*) بوده است و همچنین هر دو ژنوتیپ حساس و مقاوم به *SCMV* بوده است. اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم مشاهده شده است (۳۵). نتایج بررسی حاصل از پیش تیمار گیاهان ذرت آلودگی با *MDMV* با ماده *S-methylmethionine synthase* نشان داد که در هفته اول تحریک، بیان ژن *S-adenosylmethionine synthase* افزایش سریع داشته است و در هفته‌های دوم و سوم به تدریج کاهش یافته است، بنابراین پیشنهاد شده است که این ژن به وسیله افزایش تولید *S-adenosylmethionine synthase* در پاسخ به آلودگی با *MDMV* به ویژه در روزهای اولیه آلودگی نقش دارد (۲۲). در ارتباط با القاء مقاومت در گیاهان با استفاده از القاگرهای مختلف لازم است زمان کافی برای

بیان ژن *S-adenosylmethionine synthase (SAMS)* در هر دو ژنوتیپ یک ساعت پس از مایه‌زنی افزایش معنی‌دار داشت، در حالیکه میزان آن در هیبرید متحمل ۲۴ ساعت پس از مایه‌زنی به بالاترین مقدار خود رسید سپس در هر دو ژنوتیپ مورد بررسی تا زمان ۷۲ ساعت پس از آلودگی سیر نزولی طی کرد. میزان رونوشت‌های ژن در زمان بیشینه بیان در هیبرید متحمل ۲۰ برابر و در رقم حساس حدود ۱۴ برابر زمان صفر بود. ضمناً میزان بیان ژن در گیاه متحمل حدود ۱/۵ برابر در مقایسه با میزان بیان در ۲۴ ساعت بعد از آلودگی در گیاه حساس بالاتر بود (شکل ۵).

شکل ۵- مقایسه میزان *S-adenosylmethionine synthase* در گیاهان متحمل و حساس با میزان *S-adenosylmethionine synthase* متابولیسم گیاهان است که از ATP و متیونین تولید *S-adenosylmethionine (SAM)* می‌کند. این ماده به عنوان یک پیش‌ساز در سنتر اتیلن عمل می‌کند. نقش اتیلن در مسیرهای ایجاد مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و همچنین تنش‌های غیرزیستی نظیر زخم‌های مکانیکی، مواد شیمیایی، فلزات سنگین، خشکسالی و افزایش شدید دما به خوبی مشخص و اثبات شده است

ذرت به ویروس نشان دهنده نقش کلیدی این ژن در زمان اولیه مواجهه گیاه با تنفس زنده می‌باشد. برخی بیمارگرها می‌توانند از طریق فعال‌سازی مسیر انتقال سیگنال اتیلن، القا کننده پاسخ‌های دفاعی گیاه باشند و این در حالی است که اگر گیاهان در سیگنال‌دهی اتیلن دچار مشکل شوند حساسیت یا مقاومت آنها به تنفس‌های زیستی و غیر زیستی دچار تغییرخواهد شد (۱۹).

جذب فاکتور تیمار کننده به گیاه داده و نمونه‌برداری حداقل یک هفته بعد از القاء انجام شود تا حداکثر میزان تغییرات قبل اندازه‌گیری باشد ولی در مطالعه حاضر با توجه به رشد و تکثیر حداکثری ویروس در گیاه و لزوم بررسی واکنش‌های مقاومتی در ساعت‌های اولیه بعد از آلودگی، نمونه‌برداری در ساعت‌های اولیه بعد از آلودگی صورت گرفت. افزایش میزان بیان ژن *SAM* در زمان اولیه آلوده‌سازی گیاه



شکل ۵- تغییرات بیان ژن *SAM* در گیاه‌چهای ذرت آلوده به ویروس موzaïek کوتوله ذرت در زمان‌های مختلف

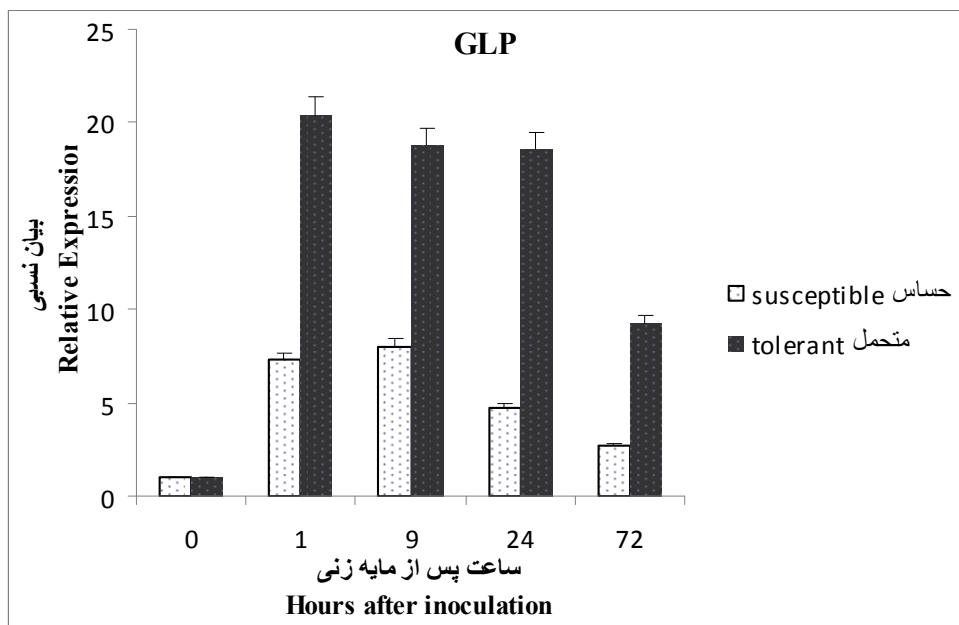
Figure 5- Changes of gene expression of *SAM* in maize seedlings infected by *maize dwarf mosaic virus* in a time courses assay.

اولیه رشد جنینی گیاه تعیین گردید (۴). در این تحقیق بیشترین میزان بیان در ژنوتیپ متحمل در بازه زمانی ۲۴ ساعت بعد از آلودگی ویروسی ثبت گردید ولی ۳ روز بعد از آلودگی به شدت میزان بیان کاهش یافت. افزایش بیان این ژن در هر دو ژنوتیپ و در ساعت‌های اولیه بعد از آلودگی نشان از اهمیت این ژن و محصول پروتئینی آن در القاء مقاومت گیاهان به تنفس‌های زیستی دارد. در مطالعه مشابهی با این مطالعه افزایش میزان بیان دو ژن *GF14-6* و *SAMS* در ذرت آلوده به ویروس MDMV تحت تیمار القاگر در گستره ۰-۷۲ ساعت مطالعه شد (۲۲). در *GF14-6* نشان دادن که در Konagaya و همکاران (۲۰۰۴) تعلقات بین ژن مقاومت در توتون و الیسیتور ویروس موzaïek توتون (TMV) مشارکت دارد که این مسئله نشان دهنده نقش محصول ژن این پروتئین در مقاومت در برابر تنفس زنده است. بر این اساس پروتئین‌های ۳-۱۴ می‌توانند بخشی از پروتئین پوششی TMV را تشخیص دهند و به تخریب آن کمک کنند (۲۰). مکانیسم مشابهی را می‌توان در مورد آلودگی به MDMV نیز متصور شد و

در گیاهان، پروتئین‌های ۳-۱۴ نقش عملکردی در تعاملات پروتئین-پروتئین دارند که بواسطه مسیرهای انتقال سیگنال و تنظیم بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی مانند متabolیسم، هورمون، کنترل چرخه سلولی و پاسخ به تنفس‌ها هستند. پروتئین‌های ۳-۱۴ در تمام موجودات هسته‌دار واقعی دیده می‌شوند و به عنوان تنظیم‌کنندگان مسیرهای سیگنال‌دهی مختلف در گیر در طیف گسترده‌ای از مسیرهای بیولوژیکی مورد بررسی قرار گرفته است (۴). در این مطالعه بیان ژن *GF14-6* در هر دو گیاه حساس و متحمل آلوده به MDMV افزایش نشان داد. بیشینه بیان در رقم حساس ۹ ساعت و در هیبرید متحمل ۲۴ ساعت پس از آلودگی به ویروس بود. در زمان اوج بیان تعداد رونوشت‌های ژن در گیاه متحمل نسبت به گیاه شاهد و حساس به ترتیب ۱۷ و ۱/۳ برابر بود (شکل ۶). تاثیر این گروه از پروتئین‌ها در ایجاد مقاومت به انواع مختلف تنفس‌های متفاوت است به طوری که در برنج آلوده به بیماری قارچی و تنفس‌های شوری و خشکی، الگوی متفاوتی از سطح بیان ژن *ZmGF14-6* مشاهده شده است و بیشترین میزان بیان در مراحل

نقش مهمی در ایجاد مقاومت گیاه در ساعات اولیه آلودگی ایفاء می‌کند در حالی که این افزایش حداکثری برای سایر ژن‌ها در زمان‌های طولانی تری اتفاق افتاد. با توجه به این داده‌ها ژن *Peroxiredoxin* می‌تواند به عنوان یک نشانگر ریستی مطمئن برای ارزیابی سریع واکنش‌های مقاومتی ارقام ذرت به این ویروس مورد توجه قرار گیرد.

پیشنهاد می‌شود که محصول ژن *GF14-6* شناسایی و تخریب پروتئین پوششی MDMV را تنظیم می‌کند (۲۲). با استفاده از تکنیک ریزآرایه Uzarowska و همکاران (۲۰۰۹) *GF14-6* را به عنوان یکی از ژن‌هایی که در پاسخ به آلودگی ذرت با SCMV و القا می‌شود شناسایی کردند (۳۵). بررسی الگوی بیان ژن‌های مورد استفاده در این تحقیق نشان می‌دهد که ژن



شکل ۶- تغییرات بیان *GF14-6* در گیاه‌های ذرت آلوده به ویروس موزاییک کوتوله ذرت در زمان‌های مختلف

Figure 6- Changes of gene expression of *GF14-6* in maize seedlings infected by *maize dwarf mosaic virus* in a time courses assay

تنش بیماری تاثیرگذار باشد. افزایش بیان پروتئین‌های مختلف در گیر در مسیرهای دفاعی در زمان‌های مختلف بعد از تنش نشان می‌دهد که مجموعه‌ای از پروتئین‌ها با مکانیسم‌های مختلف از جمله سهم‌زدایی گونه‌های اکسیژن فعال، در پاسخ گیاه به بیمارگر دخالت دارند. این افزایش در اولین ساعت پس از آلوده‌سازی احتمالاً به دلیل فعالیت سریع ویروس در مونتاژ نسخه‌های جدید با استفاده از پروتئین‌های خود گیاه است به طوریکه بصورت میانگین ۱۰ ساعت پس از مایه‌زنی اولین پیکره‌های کامل ویروسی در گیاه ایجاد می‌شوند (۱). اگر چه برخی از پروتئین‌های مرتبط با بیماری‌زایی به طور طبیعی به میزان اندکی در بافت‌های گیاه بیان می‌شوند، ولی بیان آنها پس از آلودگی با عامل بیماری‌زا و یا تنش‌های محیطی به میزان زیادی افزایش می‌یابد که خود دلیل محکمی بر نقش این پروتئین‌ها در پاسخ و مقاومت به آسیب‌هایی با منشاء عوامل زنده و غیرزنده می‌باشد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ، زمان و اثر متقابل این دو تفاوت‌های معنی‌داری بر بیان ژن‌های مورد بررسی دخیل در مسیرهای دفاعی داشتند (جدول ۲) که نشان دهنده تفاوت و تنوع در بین ژنوتیپ‌ها و نیز واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها تحت تنش ویروسی در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری است. با توجه به داده‌های حاصل از آنالیز واریانس مقادیر مربوط به اختلاف میانگین مربعات در *GLP SAMS* و *GF14-6* در سطح ۱٪ معنادار بوده و این در حالی است که برای ژن *Peroxiredoxin* اختلاف بین میانگین مربعات داده‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار شده است. با توجه به اینکه اختلاف بین مجموع مربعات برای تمام ژن‌ها معنادار بوده است و در تمام موارد تست شده در هر دو ژنوتیپ با گذشت زمان میزان بیان ژن‌ها با کاهش قابل توجهی روبرو بوده است افزایش بازده‌های زمانی بعد از آلودگی ویروسی جهت نمونه‌برداری و تعیین میزان تغییرات بیان ژن‌ها می‌توانست بر روی میزان بیان و درک صحیح پاسخ‌های دفاعی سریع و اولیه گیاه به

جدول ۲- تجزیه واریانس داده‌های بیان ژن‌ها تحت تنش ویروس موزاییک کوتولگی ذرت در زمان‌های مختلف

Table 2- Analysis of variance for gene expression data under maize dwarf mosaic virus stress at different time courses

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean square			
		GF14-6	GLP	SAMS	Peroxiredoxin
زمان Time	4	104.9241**	167.587**	134.6347**	70.8635**
ژنوتیپ Genotype	1	64.8788	59.999**	63.817**	85.95735**
زمان×ژنوتیپ Time × Genotype	4	9.84736**	7.19131**	8.11567**	0.86156*
خطا Error	10	0.398	0.485	0.668	0.469
کل	19	--	--	--	--

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

* and ** Significant differences in 0.05 and 0.01 level respectively

ارقام متحمل و یا نسبتاً مقاوم به این بیماری ویروسی استفاده نمود. با توجه به اهمیت زمان در تشخیص بیماری‌های ویروسی و با توجه به نتایج بدست آمده ژن GLP علاوه بر آن که در بازه زمانی یک ساعت بعد از آلدگی میزان بیان بالاتری را در رقم متحمل نسبت حساس نشان داد اختلاف بیان نسبتاً قابل توجهی هم نسبت به رقم حساس در کل بازه‌ها داشته است و بدین ترتیب نسبت به سایر ژن‌های مورد استفاده در این تحقیق می‌تواند در غربالگری ارقام مقاوم به بیماری‌های ویروسی ذرت مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

بیماری ویروسی موزاییک کوتولگی ذرت یکی از بیماری‌های مخرب ذرت در مناطق زیر کشت این محصول می‌باشد. عدم وجود ارقام مقاوم، کنترل این بیماری را با مشکلات عدیده‌ای روپرتو کرده است. در این تحقیق میزان بیان ژن‌های مورد آزمایش اگر چه در هر دو ژنوتیپ حساس و متحمل نسبت به شاهد غیر آلدگی افزایش داشته است ولی در گیاهان متحمل این افزایش قابل توجه بوده است. لذا با توجه به داده‌های حاصل از این مطالعه چنین نتیجه‌گیری می‌شود که می‌توان از این ژن‌ها به عنوان بیومارکرهای مناسب در جهت انتخاب

منابع

1. Agrios G. 2005. Plant Pathology. 5th Edition. Academic press, USA.
2. Adhikari T.B., Balaji B., Breeden J., and Goodwin S.B. 2007. Resistance of wheat to Mycosphaerella graminicola involves early and late peaks of gene expression. Physiological and Molecular Plant Pathology, 71: 55-68.
3. Beaulieu A., Williams N., and Patience J. 2009. Response to dietary digestible energy concentration in growing pigs fed cereal grain-based diets. Journal of Animal Science, 87: 965-976.
4. Campo S., Peris-Peris C., Montesinos L., Penas G., Messeguer J., and San Segundo B. S. 2012. Expression of the maize ZmGF14-6 gene in rice confers tolerance to drought stress while enhancing susceptibility to pathogen infection. Journal of Experimental Botany, 63(2): 983-99.
5. Chen F., Li Q., Sun L., and He Z. 2006. The rice 14-3-3 gene family and its involvement in responses to biotic and abiotic stress. DNA Research, 13: 53-63.
6. Cheng J., Chen J., and Chen J. 2002. The complete sequence of a Sugarcane mosaic virus isolate causing *Maize dwarf mosaic* disease in China. Journal of Science in China, 45: 322-330.
7. Chevalier D., Morris E.R., and Walker J.C. 2009. 14-3-3 and FHA domains mediate phosphoprotein interactions. Annual Review of Plant Biology, 60: 67-91.
8. Converse R.H., and Martin R.R. 1990. ELISA methods for plant viruses. APS Press. pp. 179-196.
9. Denison F. C., Paul A. L., Zupanska A. K., and Ferl R. J. 2011. 14-3-3 proteins in plant physiology. Seminars in Cell and Developmental Biology, 22:720-727.
10. Dietz K. J. 2008. Redox signal integration: from stimulus to networks and genes. Plant Physiology, 133: 459-468.

11. Fomenko D.E., Koc A., Agisheva N., Jacobsen M., Kaya A., Malinouski M., Rutherford J.C., Siu K.C., Jin D.Y., Winqe D.R., and Gladyshev V.N. 2011. Thiol peroxidases mediate specific genome-wide regulation of gene expression in response to hydrogen peroxide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108: 2729-2734.
12. García-Arenal F., Fraile A., and Malpica J.M. 2001. Variability and genetic structure of plant virus populations. *Annual Review of Phytopathology*, 39: 157-186.
13. Gomez-Gomez L., and Carrasco P. 1998. Differential Expression of the S-Adenosyl-L-Methionine Synthase Genes during Pea Development. *Plant Physiology*, 117: 397-405.
14. Gucciardo S., Wisniewski J., Brewin N., and Bornemann S. 2006. A germin-like protein with superoxide dismutase activity in pea nodules with high protein sequence identity to a putative rhicadhesin receptor. *Journal of Experimental Botany*, 1-11.
15. Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S.M., and Toulmin C. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327: 812-818.
16. Cueto-Ginzo I., Serrano L., Sin E., Rodríguez R., Morales J., Lade S., Medina V., and Achon M. 2016. Exogenous salicylic acid treatment delays initial infection and counteracts alterations induced by *Maize dwarf mosaic virus* in the maize proteome. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 96: 47-59.
17. Hao Z., Wang L., and Tao R. 2010. Defense genes and antioxidant enzymes in stage-dependent resistance to rice neck blast. *Journal of Plant Pathology*, 92(3): 747-752.
18. Hao Z., Wang L., Huang F., and Tao R. 2012. Expression of defense genes and antioxidant defense responses in rice resistance to neck blast at the preliminary heading stage and full heading stage. *Plant Physiology and Biochemistry*, 57: 222-230.
19. Haslekaas C., Viken M.K., Grini P. E., Nygaard V., Nordgard S.H., Meza T.J., and Aalen R.B. 2003. Seed 1-Cysteine Peroxiredoxin Antioxidants Are Not Involved in Dormancy, but Contribute to Inhibition of Germination during Stress. *Plant Physiology*, 133: 1148-1157.
20. Huang Z., Yeakley J.M., Garcia E.W., Holdridge J.D., Fan J.B., and Whitham S.A. 2005. Salicylic acid-dependent expression of host genes in compatible *Arabidopsis*-virus interactions. *Plant Physiology*, 137: 1147-1159.
21. Konagaya K.I., Matsushita Y., Kasahara M., and Nyunoya H. 2004. Members of 14-3-3 protein isoforms interacting with the resistance gene product N and the elicitor of Tobacco mosaic virus. *Journal of General Plant Pathology*, 70: 221-231.
22. Lu G., DeLisle A. J., Vetten N.C., and Ferl R.J. 1992. Brain proteins in plants: An *Arabidopsis* homolog to neurotransmitter pathway activators is part of a DNA binding complex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89: 11490-11494.
23. Ludmerszki E., Almasi A., Racz I., Szigeti Z., Solti A., Olah C., and Rudnay S. 2015. S-methylmethionine contributes to enhanced defense against *Maize dwarf mosaic virus* infection in maize. *Brazilian Journal of Botany*, 38(4):771-782.
24. Manosalva P.M., Davidson R.M., Xiaoyuan Zhu B.L., Hulbert S.H., Leung H., and Leach J. N. 2009. A Germin-Like Protein Gene Family Functions as a Complex Quantitative Trait Locus Conferring Broad-Spectrum Disease Resistance in Rice. *Plant Physiology*, 149: 286-296.
25. Oh C.S., Pedley K.F., and Martin G.B. 2010. Tomato 14-3-3 protein 7 positively regulates immunity-associated programmed cell death by enhancing protein abundance and signaling ability of MAPKKK α . *The Plant Cell*, 22:260-272.
26. Park Ch.J., An J., Shin Y., Kim K., Lee L., and Paek K. 2004. Molecular characterization of pepper germin-like protein as the novel PR-16 family of pathogenesis-related proteins isolated during the resistance response to viral and bacterial infection. *Planta*, 219: 797-806.
27. Patnaik D., and Khurana P. 2001. Germin and Germin like protein: an overview. *Indian Journal of Experimental Biology*, 39:191-200.
28. Pfaffl M.W. 2001. A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. *Nucleic Acids Research*, 29:2002-2007.
29. Ravanel S., Gakiere B., Job D., and Douce R. 1998. The specific features of methionine biosynthesis and metabolism in plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95: 7805-7812.
30. Rose R., Erdmann S., Bovens S., Wolf A., Rose M., Hennig S., Waldmann H., and Ottmann C. 2010. and Identification and structure of small molecule stabilizers of 14-3-3 protein interaction. *Angewandte Chemie International Edition*, 49: 4129-4132.
31. Shukla D.D., Jilka J., Tosic M., Ford R.E., Toler R.W., and Langham M. 1989. Taxonomy of potyviruses infecting maize, sorghum and sugarcane in Australia and the United States as determined by reactivities of polyclonal antibodies directed towards virus-specific N-termini of coat proteins. *Phytopathology*, 79: 223-229.
32. Takusagawa F., Kamitori Sh., Misaki Sh., and Markham G.D. 1996. Crystal Structure of S Adenosylmethionine Synthetase. *The Journal of Biological Chemistry*, 271(1): 136-140.
33. Tobias I., Bakardjieva N., and Palkovics L. 2007. Comparison of Hungarian and Bulgarian isolates of Maize dwarf mosaic virus. *Journal of Cereal Research Communications*, 35(4): 1643-1651.

34. Tripathi B.N., Bhatt I., and Dietz K.J. 2009. Peroxiredoxins: A less studied component of hydrogen peroxide detoxification in photosynthetic organisms. *Protoplasma*, 235: 3-15.
35. Trzmiel K., and Jezewska M. 2008. Identification of *Maize dwarf mosaic virus* in Maize in Poland. *Plant Disease*, 92(6): 981-992. Abstract.
36. Uzarowska A., Dionisio G., Sarholz B., Piepho H.P., Xu M., Ingvarsson C.R., Wenzel G., and Lubberstedt T. 2009. Validation of candidate genes putatively associated with resistance to SCMV and MDMV in maize (*Zea mays L.*) by expression profiling. *BMC Plant Biology*, 9: 1-15.
37. Wei T., Huang T.S., McNeil J.F., Laliberte J.F., Hong J., Nelson R.S., and Wang A. 2010. of the Sequential recruitment endoplasmic reticulum and chloroplasts for plant potyvirus replication. *Journal of Virology*, 84: 799–809.
38. Williams M.M., and Pataky J.K. 2012. Interactions between maize dwarf mosaic and weed interference on sweet corn. *Field Crop Research*, 128: 48–54.
39. Wu L., Wang S., Chen X., Wang X., and Wu L. 2013. Proteomic and Phytohormone Analysis of the Response of Maize (*Zea mays L.*) Seedlings to Sugarcane Mosaic Virus. *PLoS ONE*, 8(7): 1-17.
40. Zimmermann G., Baumlein H., Mock H., Himmelbach A., and Schweizer P. 2006. The multigene family encoding germin-like proteins of barley: regulation and function in basal host resistance. *Plant Physiology*, 142: 181–19.



Expression Analysis of Some Defense-related Genes in Susceptible and Tolerant Maize Genotypes in Response to Infection of Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV)

F.S. Mostafavi Neishaburi¹- S.K. Sabbagh^{2*}- A. Yamchi³- S. Nasrollanejad⁴- N. Panjehkeh⁵

Received: 24-10-2017

Accepted: 10-11-2018

Introduction: Maize (*Zea mays* L.) is one of the most widely cultivated crops worldwide. More than 40 viruses can infect sweet corn. *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV) is a positive-sense single strand RNA potyviruses that cause significant crop yield loss in susceptible sweet corn varieties. Infected young leaves by MDMV show chlorotic spotting which may eventually turn into a mosaic or mottled pattern. Approximately two-thirds of maize varieties are susceptible to MDMV infection, and even young resistant plants may be infected to the virus at 2-3 leaf stage. These symptoms vary greatly depending on the host genotype, time of infection, and on the strain causing the injection. However, the precise molecular details of maize responses to MDMV infection are largely unknown. In sensitive and tolerant plants during viral infection, the expression level of defense -related genes are altered based on plants ability to recognize pathogen attack. The elevated expression of defense-related genes such as *SAMS* and *G-box factor 14-6 (GF146)* leads to production of resistance proteins which are considered as molecular response of maize to variety of biotic stresses. The production of resistance proteins and the enhanced expressions of *Peroredoxin*, *SAMS*, *G-box factor 14-6 (GF14-6)*, and other genes are considered as typical responses in maize varieties. Proteomic analysis in susceptible and tolerant maize seedlings infected by sugarcane mosaic virus showed a high expression of 96 different proteins. In this study, the expression level of some defense genes including *Germin like protein (GLP)*, *Peroxiredoxin (Prx)*, *GF14-6* and *S-adenosylmethionine synthase (SAMS)* was investigated in both susceptible and tolerant maize genotypes against MDMV at different times after inoculation by qRT-PCR.

Material and Methods: The seed of SC705 cultivar and the number of hybrid number 8 (KLM75010/4-4-1-2-1-1-1×MO17) were used as susceptible and tolerant cultivar to MDMV, respectively. All the seeds were sterilized with chloramine T (3%), washed three times with distilled water and then grown in a greenhouse under controlled conditions at 25°C. Leaves of infected plants by MDMV showing macroscopic symptoms were homogenized in phosphate buffer (pH 7.2, 0.06 M) and were used for inoculation using carborundum. The leaves of mock-plants were mechanically injured and infected with phosphate buffer. Sampling was done at 5-time intervals including 0, 1, 9, 24 and 72 hours after plant viral infection. Total RNA was extracted from the leaf tissue and further treated with RNase free *DNaseI* to eliminate any DNA contamination. Reverse transcription reaction was performed using *M-MuLV* reverse transcriptase. Gene expression analysis was done using qRT-PCR method by an iCycler instrument (iQ5, BioRad, USA) using SYBR Green PCR MasterMix and the relative gene expression was calculated according to $\Delta\Delta C_T$ method according to the Pfaffl method. The reaction of PCR was carried out at 50 °C for 2 min, 95 °C for 10 min, followed by 40 cycles of 95 °C for 15 s, 59 °C for 20 s, and 72 °C for 20 s. Reactions were finished with a dissociation step, starting at 55°C to 95 °C by increasing 0.5°C per cycle for 80 cycles.

Results and Discussion: Symptoms of infected susceptible and tolerant plants were monitored for 20 days post inoculation (dpi). The success of infection was verified using the ELISA technique. All the susceptible SC705 cultivars showed visible mosaic symptoms at 16 dpi to MDMV while 8-hybrid plants showed mild mosaic symptoms at 19 dpi. Gene expression analysis showed that the expression level of all tested genes was significantly increased in tolerant

1- Ph.D. Student of Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran

2- Associate Professor, Department of Biology, Campus of Sciences. Yazd University, Iran

(*- Corresponding Author Email: sksabbagh@yazd.ac.ir)

3- Assistant Professor, Department of Plant Breeding & Biotechnology, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources, Iran

4- Associate Professor, Department of Plant Protection, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources, Iran

5- Former Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran

maize in comparing with susceptible maize plants. One hour after maize inoculation an increase of expression level was seen for all tested genes. *Peroxiredoxin* and *GLP* were up-regulated at 1 hpi and then decreased over time. *SAM* and *GF14-6* were up-regulated in the all-time intervals but the highest expression level was noted at 24 hpi. The lowest expression level for all tested genes was observed at 72 hpi. *In the other word*, the expression levels of *SAM* and *GF14-6* genes were elevated in a moderate rate with a continuous increase in the infected maize from first time point after inoculation until last time point of sampling. The rapid induction of defense-related genes is required to activate defense mechanisms and respond to against pathogens attacks. In this research, we tested the expression profile of four genes which have been defined as important proteins related to disease and stress signals.

Conclusion: Based on these results, we can conclude that tested genes in this research could be suitable as biomarkers for the selection of tolerant or relatively tolerant maize cultivars against MDMV. Among them, *GLP* gene was more efficient as a screen able marker.

Keywords: Genetically resistance, Maize dwarf mosaic virus, qRT-PCR



بررسی تولید آنزیم کیتیناز در چندین جدایه‌ی قارچ فوزاریوم جدا شده از نماتد سیست طلایی سیب‌زمینی (*Globodera rostochiensis*)

خدیجه عباسی^{۱*}- دوستمراد ظفری^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۸

چکیده

کیتین ترکیب غالب دیواره تخم نماتدها از جمله نماتدهای سیستی می‌باشد و کیتینازها به عنوان آنزیم‌های تجزیه‌کننده کیتین در دامنه وسیعی از موجودات از جمله قارچ‌ها وجود دارند. در این پژوهش میزان فعالیت کیتینازی ۱۶ جدایه‌ی قارچ فوزاریوم جدا شده از نماتد سیست طلایی سیب‌زمینی *Globodera rostochiensis* مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تعیین توالی نواحی ITS از DNA ریبوزومی، ۱۶ جدایه‌ی مذکور شناسائی و سه گونه‌ی F. equiseti و F. oxysporum Fusarium solani با F12 با فعالیت ویژه ۱/۰۲ واحد بر میلی‌گرم (U/mg) به عنوان فعال‌ترین و جدایه ۱۵ با فعالیت ویژه ۰/۴ واحد بر میلی‌گرم به عنوان ضعیفترین جدایه تعیین شدند. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان از جدایه‌های فعال مورد بررسی در این مطالعه، در کنترل بیولوژیک نماتد سیست طلایی سیب‌زمینی استفاده نمود. همچنین شرایط بهینه جهت تولید آنزیم کیتیناز در جدایه‌های F12 و F15 مورد مطالعه قرار گرفت که عبارت بودند از: pH=۶، زمان ۹۶ ساعت کشت قارچ در دمای ۲۵°C و زمان مناسب برای انجام واکنش بین آنزیم و سوبسترا به مدت یک ساعت.

واژه‌های کلیدی: ایزوزاپ، سوسترا، کنترل بیولوژیک، واکنش آنزیمی

مقدمه

کاهش نسبت کربن به نیتروژن در خاک، ماندگاری در خاک و در نتیجه آلودگی آبهای زیرزمینی و قیمت بالا، ممنوع شده و همچنین در کشورهای توسعه یافته عدم دسترسی به آن‌ها و کاهش تأثیر آن‌ها به سبب استفاده مداوم از این ترکیبات منجر به این تصمیم شده است (۵). به دلیل مضرات ذکر شده، محققان به دنبال دست‌یابی به راههای مناسب برای مهار نماتدها هستند که روش مناسب برای این امر، کنترل به وسیله عوامل آنتاکوئنیستی مطرح شده است و از این روش به عنوان یک روش عملی و امیدبخش یاد می‌شود *Arthrobotrys* spp., *Acremonium* spp., *Dactyellla*, *Cylindrocarpon* spp., *Aspergillus* spp., *Lecanicillium* spp., *Fusarium* spp., *Paecilomyces* spp., *Monacrosporium* spp., *Pochonia*, *Trichoderma* spp., *Pyrenophaeta* spp., *Penicillium* spp. و *Verticillium* spp. شایع‌ترین جنس‌های قارچی مرتبط با پارازیتیسم تخم نماتدها هستند (۳، ۷ و ۲۵). تحقیقات زیادی روی تولید آنزیم‌های خارج سلولی توسط عوامل قارچی بیوکنترل، به طور متفاوت کننده‌ای در گیری شان را در کاهش رشد بیمارگر و آلودگی شان می‌دهد. پروتئازها و کیتینازها جزء آنزیم‌های هیدرولیتیک خیلی مهم در این زمینه هستند (۱۲). از بین قارچ‌های همراه نماتد،

نماتدها از عوامل مهم کاهش عملکرد و بروز خسارت در تولیدات گیاهی محسوب می‌شوند و هر ساله مقدار قابل توجهی از محصولات کشاورزی در سطح جهان به دلیل آلودگی به نماتدها دچار خسارت و کاهش محصول می‌شوند (۱۱). در بین نماتدهای انگل گیاهی، نماتد سیست طلایی سیب‌زمینی *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923; Behrens, 1975) به عنوان مخرب‌ترین خسارت‌زاترین عامل بیماری‌زای این محصول در دنیا محسوب می‌گردد که می‌تواند تا ۱۰۰ درصد باعث خسارت شود (۲). تا چند سال اخیر کاربرد سوم شیمیایی یکی از روش‌های قابل اطمینان در مدیریت این بیماری بوده است (۱۶). در حال حاضر بر اساس توقعات بین‌المللی، استفاده از نماتدکش‌های شیمیایی در بعضی از کشورها به دلایلی از قبیل اثرات مخرب آن‌ها روی انسان و محیط زیست،

۱- دانشجوی سابق دکتری گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه بولی سینا همدان و

استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه ایلام

(*)- نویسنده مسئول: (Email: ma_sarine86@yahoo.com)

۲- استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بولی سینا همدان

DOI: 10.22067/jpp.v32i4.66605

سیست طلایی سیب‌زمینی (*G. rostochiensis*) طی تابستان ۱۳۹۳ از مزارع سیب‌زمینی استان همدان جداسازی و خالص سازی گردید. به این ترتیب که سیست‌های نماد سه بار در آب مقطر شستشو و با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد ضدغوفونی شدند. سپس روی کاغذ صافی سترون آب‌گیری شده و در داخل شستک‌های حاوی محیط کشت آب-آگار (WA) کشت داده شدند. شستک‌های حاوی سیست و تخم نماد در انکوباتور با دمای 25°C نگهداری و قارچ‌های رشد کرده از آن‌ها به محیط کشت‌های PDA (Potato dextrose agar) و CLA (Clove leaf agar) منتقل و جداسازی شدند. برای خالص‌سازی جدایه‌ها از روش تک اسپور و نوک هیف استفاده شد.

شناسایی جدایه‌های قارچی

بررسی‌های مورفولوژیکی: مشخصات ماکروسکوپی و میکروسکوپی برای تشخیص گونه‌های جدایه‌های قارچی با استفاده از کلید شناسایی سیفرت (۱۹) مورد بررسی قرار گرفت.

بررسی‌های مولکولی

استخراج DNA ژنومی: استخراج DNA ژنومی از زیست‌توده میسیلیومی تازه با استفاده از کیت تجاری Qiagen DNAeasy plant mini kit, Hilden, Germany) مطابق با دستورالعمل سازنده انجام شد. تنظیم شرایط PCR با استفاده از آغازگرهای عمومی ITS1-ITS4 (۲۶) در مخلوط واکنشی به حجم ۲۵ میکرولیتر شامل: ۲/۵ میکرولیتر ITS1 (۵ میکرومولار)، ۲/۵ میکرولیتر آغازگر برگشت ITS4 (۵ میکرومولار)، ۶/۵ میکرولیتر آب سترون دو بار تقطیر و یک میکرولیتر DNA الگو صورت گرفت.

تعیین توالی نواحی ITS و تجزیه و تحلیل فیلوجنتیکی: تعیین توالی دوطرفه قطعات DNA تکثیر شده جدایه‌های مورد نظر، در آزمایشگاه منابع ژنومی دانشگاه ماساچوست آمریکا انجام گرفت. در این بررسی جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم کلادوگرام از نرم‌افزار ۵ Mega استفاده شد. به کمک جستجوی بلاست و با توجه به مقالات متعدد در زمینه تاکسونومی جدایه‌های منتخب و Outgroup مناسب انتخاب و بعد از هم‌دیف کردن توالی‌های به دست آمده، کلادوگرام جدایه‌ها با هزار بار نمونه‌گیری کاذب (Bootstrap) رسم گردید.

سنجش فعالیت آنزیم کیتیناز به روش DNS

تهیه محیط کشت پایه جهت تولید آنزیم کیتیناز به روش زیلینگر

گونه‌های تریکودرما ظرفیت بیوکنترلی بالایی دارند و تولید آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند کیتیناز، گلوکاناز و پروتئاز به عنوان مهم‌ترین مکانیسم برای فعالیت‌های بیوکنترلی در این قارچ جهت کنترل نمادهای انگل گیاهی به ویژه نمادهای سیستی مطرح می‌باشد (۱۴). سیفاله و توماس (۱۵) و شارون و همکاران (۲۱) اثر متقابل بین گونه *Trichoderma harzianum* و نماد سیست طلایی سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاه را بررسی کردند و بیان داشتند که قارچ به کمک فعالیت آنزیمی در سیست و تخم داخل آن نفوذ کرده و سبب مرگ لاروها می‌شود. در بررسی‌های انجام شده توسط داکمن (۴) مشاهده شد که گونه‌ی *Verticillium suchlasporium* در دارد تخم‌های *G. rostochiensis* را پس از ده روز پارازیته کرد و این امر ناشی از فعالیت آنزیم‌های پروتئاز و کیتیناز تولید شده توسط قارچ مذکور بود. در مطالعه‌ای که توسط تیکونو و همکاران (۲۴) انجام گرفت تیمار تخم‌های *G. pallida* با کیتیناز CHI43 به دست آمده از قارچ *V. suchlasporium* باعث ایجاد حالت شبیه جای ختم روی تخم شد و اضافه کردن سرین پروتئاز P32 سبب گسترش این حالت به سطح بیشتری از تخم گردید. ایشان نتیجه گرفتند هر دو آنزیم در فرآیند بیماری زایی نماد نقش دارند. اسراوو و همکاران (۲۳) آنزیم‌های chi18-5 و chi18-12 قارچ *T. harzianum* chi18-12 پارازیته کردن تخم نماد *Caenorhabditis elegans* در دخیل دانستند. در مطالعه‌ای انجام شده توسط مانزانیلا لویز و همکاران (۹) روی عملکرد قارچ *Pochonia chlamydosporia* در کنترل نمادهای انگل گیاهی، نقش آنزیم‌های خارج سلولی از جمله پروتئاز و کیتیناز در آسودگی تخم نمادها مهم عنوان شد. همچنین سانتوس و همکاران (۱۸) بیولوژی، پارامترهای رشد و فعالیت آنزیمی چندین جدایه *P. chlamydosporia* جدا شده از نمادهای سیستی سیب‌زمینی و ریشه گرهی را مورد بررسی قرار داده و پروتئازها و کیتینازهای خاصی را از این قارچ جدا کردند. بنابراین با توجه به این کیتین، ترکیب غالب لایه میانی پوسته‌ی تخم نماد می‌باشد و از آن جایی که کیتینازها به عنوان آنزیم‌های تجزیه کننده کیتین در دامنه وسیعی از موجودات از جمله قارچ‌ها وجود دارند، در این پژوهش تلاش شده پتانسیل قابل توجه این آنزیم‌ها در چندین جدایه قارچ فوزاریوم جدا شده از نماد سیست طلایی سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گیرد و با توجه به نتایج حاصل می‌توان از جدایه‌های بالقوه مورد بررسی در این مطالعه در کنترل بیولوژیک این نماد استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

تهیه جدایه‌های قارچ

تعداد ۱۶ جدایه از گونه‌های مختلف قارچ *Fusarium* از نماد

دقیقه با دور ۶۰۰۰ بر دقیقه سانتریفیوژ گردید و بخش رویی (محلول رویی شناور) میکروتیوبها برداشته شد و جذب نوری آنها با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر در دو زمان ۲۴ ساعت و ۹۶ ساعت اندازه‌گیری گردید. برای رسم منحنی استاندارد از ان استیل دی گلوکرزا مین به عنوان استاندارد استفاده شد. جهت محاسبه‌ی فعالیت ویژه‌ی آنزیم و تعیین فعالیت آنزیم به میلی‌گرم پروتئین موجود در عصاره، میزان پروتئین کل موجود در نمونه‌ها به روش برادفورد (۱) تعیین و از سرم آلبومین گاوه (BSA) برای تهیه‌ی منحنی استاندارد پروتئین استفاده گردید. نهایتاً دو جدایه به عنوان فالترین و ضعیفترین جدایه‌ها جهت بررسی‌های بیشتر و تعیین شرایط بهینه تولید آنزیم انتخاب شدند.

سنجه آنزیمی دو جدایه‌ی منتخب با استفاده از کیت
فعالیت آنزیمی در جدایه‌های F12 و F15 که بر اساس سنجش فعالیت ویژه‌ی آنزیم کیتیناز به روش DNS در دو زمان ۲۴ ساعت و ۹۶ ساعت رشد قارچی به ترتیب به عنوان فالترین و ضعیفترین جدایه‌ها شناخته شده بودند، با استفاده از کیت Chitinase assay, Sigma (CS1030) بر اساس fluorimetric تهیه شده از شرکت (Zirb صورت پذیرفت. ترکیب واکنش شامل ۲۰۰ میکرولیتر محلول ۰/۵ میلی‌لیتر از محیط کشت مذکور را در اrlen های ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و روی شیکر با سرعت ۱۲۰ دور بر دقیقه و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج روز قرار داده شدند.

بررسی فعالیت آنزیم کیتیناز به روش مونرال و ریس (۱۰) به شرح زیر می‌باشد. ترکیب واکنش شامل ۲۰۰ میکرولیتر محلول ۰/۵ درصد کیتین کشیده شده در بافر سیترات فسفات ۰/۰۵ مولار (pH=۶/۶) و ۲۰۰ میکرولیتر عصاره‌ی آنزیم بود. مخلوط حاصل برای ۶۰ دقیقه در حمام آب ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از آن، به مخلوط واکنش یک میلی‌لیتر معرف DNS اضافه و به مدت پنج دقیقه در آب در حال جوشیدن قرار گرفت. سپس برای مدت پنج

جدول ۱- سوبسکرهای مورد استفاده جهت بررسی فعالیت سه نوع ایزوژایم کیتینازی
Table 1- The substrates used to assessment of three chitinase isozymes

سوبسکر	ایزوژایم
Substrate	Isozyme
4-Methylumbelliferyl N,N'- diacetyl-β-D-chitobioside	Chitobiosidase (Exochitinase)
4-Methylumbelliferyl N-acetyl-β-D-glucosaminide	β-N-acetylglucosaminidase (Exochitinase)
4-Methylumbelliferyl β-D-N,N',N"-triacetylchitotriose	Endochitinase

بهینه تولید آنزیم برای هر دو جدایه در نظر گرفته شد. بدین منظور از دو جدایه‌ی منتخب، کشت‌هایی در pHهای ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹، ۲۲، ۲۵ و ۳۱ درجه سانتی‌گراد و زمان واکنش بین آنزیم و سوبسکر به مدت یک، شش و ۲۴ ساعت تهیه گردید.

تجزیه آماری داده‌ها
تجزیه واریانس فعالیت ویژه‌ی آنزیم کیتیناز در روز اول و چهارم

بررسی شرایط بهینه تولید آنزیم در دو جدایه‌ی منتخب به منظور بررسی شرایط بهینه تولید آنزیم کیتیناز در دو جدایه‌ی منتخب F12 و F15، نقش تغییرات pH، دما و زمان مورد نیاز جهت انجام واکنش بین آنزیم و سوبسکر به روش DNS مورد بررسی قرار گرفت. چون بر اساس اندازه‌گیری فعالیت آنزیم با استفاده از کیت سنجش، جدایه‌های مذکور در روز چهارم (۹۶ ساعت) بیشترین فعالیت را نشان دادند، روز چهارم به عنوان زمان مناسب جهت بررسی شرایط

هوایی به صورت جانبی تولید شده و زمانی که اسپوردوخیوم تولید شد، در آن سلول‌های مونوفیالید کوتاه و متراکم تولید می‌شوند. ماکروکنیدیوم‌ها در این گونه خمیده بوده و دارای دیواره‌های ضخیم و در دو انتهای باریک شده‌اند. معمولاً سلول انتهایی باریک و بلند است و سلول پایه‌ای به طور بسیار مشخصی پاشنه‌ای شکل و ساقه‌دار می‌باشد. ماکروکنیدیوم‌ها معمولاً ۴-۷ دیواره‌ای هستند. میکروکنیدیوم در این گونه تشکیل نمی‌شود. کلامیدوسپورها در این گونه فراوان، به صورت زنجیره‌ای یا خوش‌های روی ریشه‌های هوایی و یا در محیط کشت تشکیل می‌گردد.

Fusarium oxysporum

از این گونه قارچی تعداد هفت جدایه جداسازی و شناسایی گردیدند و جدایه F16 با کد 2830C IRAN در کلکسیون قارچ‌های زنده در مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی ایران نگهداری می‌شود. میزان رشد پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA پس از ده روز در دمای ۲۵°C به ۸/۵ سانتی‌متر می‌رسد. رنگ پرگنه این قارچ در جدایه‌های مختلف بسیار متنوع بوده و رنگ پرگنه در سطح زیرین محیط کشت PDA از سفید، بنفش متمایل به ارغوانی تا بنفش تیره متغیر بود. ریشه‌های هوایی روی محیط کشت نسبتاً فراوان، پنبه‌ای و ابتدا سفید رنگ بوده، سپس به رنگ صورتی تا بنفش کمرنگ تغییر می‌یابند. در بعضی از جدایه‌ها ریشه‌های هوایی به مقدار بسیار کمی تشکیل شد. کنیدیفورها دارای سلول‌های کنیدیومزای مونوفیالیدی منشعب و غیرمنشعب می‌باشند. کنیدیفورهای اولیه به صورت جانبی و کوتاه روی ریشه‌های هوایی تولید می‌شوند. ابتدا غیرمنشعب بوده و بعداً ممکن است منشعب شوند. سلول‌های کنیدیومزای مونوفیالید در مقایسه با گونه‌ی *F. solani* کوتاه هستند. میکروکنیدیوم‌ها به فراوانی و به صورت سرهای دروغین تشکیل شده و تک سلولی و دو سلولی‌اند. به شکل بیضوی، تخم مرغی تا تقریباً چماقی شکل دیده می‌شوند ولی غالباً بیضوی هستند. دو انتهای ماکروکنیدیوم‌ها کمی باریک شده، سلول انتهایی آن‌ها کمی نوکتیز می‌باشد و سلول پایه‌ای آن‌ها نسبتاً ساق دار است. البته سلول پایه‌ای در بعضی جدایه‌ها به طور مشخص پاشنه‌ای شکل بوده و در بعضی دیگر کاملاً پاشنه‌ای شکل نبودند. اغلب ماکروکنیدیوم‌ها سه دیواره‌ای هستند، اما گاهی چهار دیواره‌ای هم وجود دارد. اسپوردوخیوم‌های نارنجی رنگ معمولاً پس از ۵-۷ روز تولید می‌شوند. کلامیدوسپورهای ریشه‌ای و کنیدیومی به فراوانی و به صورت میانی و انتهایی تشکیل می‌شوند که اغلب سطحی صاف دارند، ولی در برخی هم با سطحی ناصاف مشاهده می‌شوند. به شکل کروی و به صورت منفرد، جفتی و گاهی به صورت توده‌ای تشکیل می‌شوند. به طور کلی تولید میکروکنیدیوم‌ها به صورت سرهای دروغین و روی فیالیدهای کوتاه، تولید کلامیدوسپور و شکل ظاهری ماکروکنیدیوم‌ها از مشخصات عمده‌ی این گونه می‌باشد. قارچ

برای ۱۶ جدایه‌ی قارچی در سه تکرار به صورت طرح پایه کاملاً تصادفی با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. تجزیه واریانس فعالیت ایزو زایم‌های ۱، ۲ و ۳ با استفاده از کیت سنجش کیتیناز در دو جدایه‌ی منتخب به صورت طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی صورت گرفت. علاوه بر این، به منظور بیان تغییرات فعالیت آنزیم نسبت به زمان، از معادله لجستیک-پیک (معادله ۱) استفاده گردید.

$$Y = a + b \times 4 \times (\exp(-(x-c)/d)) / (1 + \exp(-(x-c)/d))^2 \quad (1)$$

در این معادله a: عرض از مبدأ، b: زمان رسیدن به حداقل تولید آنزیم، c: حداقل آنزیم و d: نقطه عطف منحنی که در آن تولید آنزیم وارد مرحله‌ی خطی می‌شود و x: زمان، بر حسب روز است. بررسی تغییرات H_{pH} دما و زمان انجام واکنش در تولید آنزیم در دو جدایه F12 و F15 به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. قبل از انجام تجزیه واریانس، نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS با استفاده از آزمون‌های شاپیرو-والک و کولموگراف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS، رسم نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

شناسایی مورفولوژی و مولکولی

شناسایی ۱۶ جدایه‌ی قارچی بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی بر اساس کلید شناسایی سیفرت، ۱۹۹۶ انجام شد. بلاست حاصل از توالی نواحی ITS نشان دهنده شباهت ۹۹٪ به بالای جدایه‌های مورد بررسی در این پژوهش به جدایه‌های موجود در بانک ژن بود. بر اساس بررسی‌های مورفولوژی و مولکولی انجام شده، ۱۶ جدایه مذکور در سه گونه‌ی *F. oxysporum* *F. solani* و *F. equiseti* و قرار گرفتند (شکل‌های ۱ و ۲).

Fusarium equiseti

از این گونه قارچی تعداد چهار جدایه جداسازی و شناسایی گردیدند و جدایه F5 با کد 2832C IRAN در کلکسیون قارچ‌های زنده در مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی ایران نگهداری می‌شود. میزان رشد پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA پس از ده روز در دمای ۲۵°C برابر هفت سانتی‌متر بوده و رنگ سطح زیرین پرگنه زرد تا قهوه‌ای می‌باشد. ریشه‌های هوایی به فراوانی و به صورت پنبه‌ای رشد کرده و به رنگ سفید تا قهوه‌ای دیده می‌شوند. فقط تولید سلول‌های کنیدیومزای مونوفیالیدیک می‌کنند. ابتدا مونوفیالیدها روی ریشه‌های

فیالیدهای منفرد طویل تشکیل می‌شوند. آن‌ها یک یا دو سلولی و به شکل‌های تخم‌مرغی، بیضوی یا قلوهای شکل می‌باشند. در بعضی جدایه‌ها اسپوردوخیوم‌ها تولید نمی‌شوند و در بعضی دیگر اسپوردوخیوم‌های کرم‌نگ بخش زیادی از پرگنه (به‌خصوص اطراف برگ‌های میخک در محیط کشت CLA) را فرا می‌گیرند. کلامیدوسپورها به فراوانی و به صورت میانی یا انتهایی، منفرد یا جفتی، زنجیرهای یا توده‌ای تشکیل می‌شوند و عموماً دارای سطحی صاف هستند. شکل ماکروکنیدیوم‌ها، طویل بودن فیالیدها و وجود کلامیدوسپور از مشخصات بارز این گونه است. این گونه با تولید فیالیدهای طویل از *F. oxysporum* که فیالیدهای کوتاه تولید می‌کند، متمایز می‌گردد.

فعالیت آنزیمی

فعالیت ویژه آنزیم برای ۱۶ جدایه‌ی مذکور، به صورت میلی‌گرم ان استیل‌دی گلوكزامین آزاد شده در دقیقه به ازای یک میلی‌گرم پروتئین کل موجود در عصاره در دو زمان ۲۴ ساعت و ۹۶ ساعت در سه تکرار تعیین شد. تمام جدایه‌ها دارای فعالیت کیتینازی یوده و فعالیت ویژه آنزیم در تمام جدایه‌ها در روز چهارم نسبت به روز اول دارای سیر صعودی بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فعالیت ویژه‌ی آنزیم در روز اول و چهارم، بین جدایه‌های مختلف فوزاریوم در سطح احتمال ۱/۰ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

F. solani را می‌توان به عنوان یکی از گونه‌های نزدیک به *F. oxysporum* نام برد. فیالیدهای *Fusarium oxysporum* نسبت به *F. solani* کوتاه‌تر و ضخیم‌تر است. ماکروکنیدیوم‌ها نسبت به *F. solani* کمی باریک‌ترند و خمیدگی بیشتری دارند و میکروکنیدیوم‌های آن نیز کوچک‌تر است.

Fusarium solani

از این گونه قارچی، تعداد پنج جدایه جداسازی و شناسایی گردید. میزان رشد پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA پس از ده روز در دمای ۲۵°C برابر هشت ساعتی متر بود. رنگ پرگنه در سطح زیرین، کرم تا بنفش کرم‌نگ بود. ریسه‌های هوایی روی محیط کشت کم و پراکنده و به رنگ قهوه‌ای کرم‌نگ بود. کنیدیفورهای اولیه دارای سلول‌های کنیدیوم‌زای مونوفیالید غیرمنشعب می‌باشند و بعد از ۳-۴ روز، کنیدیفورهای منشعب هم تعدادشان افزایش می‌یابد. کنیدیفورها به صورت جانبی و بلند روی ریسه‌های هوایی تولید می‌شوند. سلول‌های کنیدیوم‌زای مونوفیالید در مقایسه با گونه‌ی *F. oxysporum* بلند هستند. ماکروکنیدیوم‌ها تقریباً سیلندری شکل بوده و قطر آن‌ها زیاد است. ماکروکنیدیوم‌ها کمی خمیده هستند و عمدها دیوارهای ضخیمی دارند. سلول انتهایی آن‌ها تقریباً کوتاه و سلول پایه‌ای آن‌ها کمی فرورفتگی دارد. اغلب ماکروکنیدیوم‌ها سه دیواره‌ای هستند، اما گاهی ۴-۵ دیواره‌ای هم وجود دارد. میکروکنیدیوم‌ها به صورت فراوان و به صورت سرهای دروغین روی

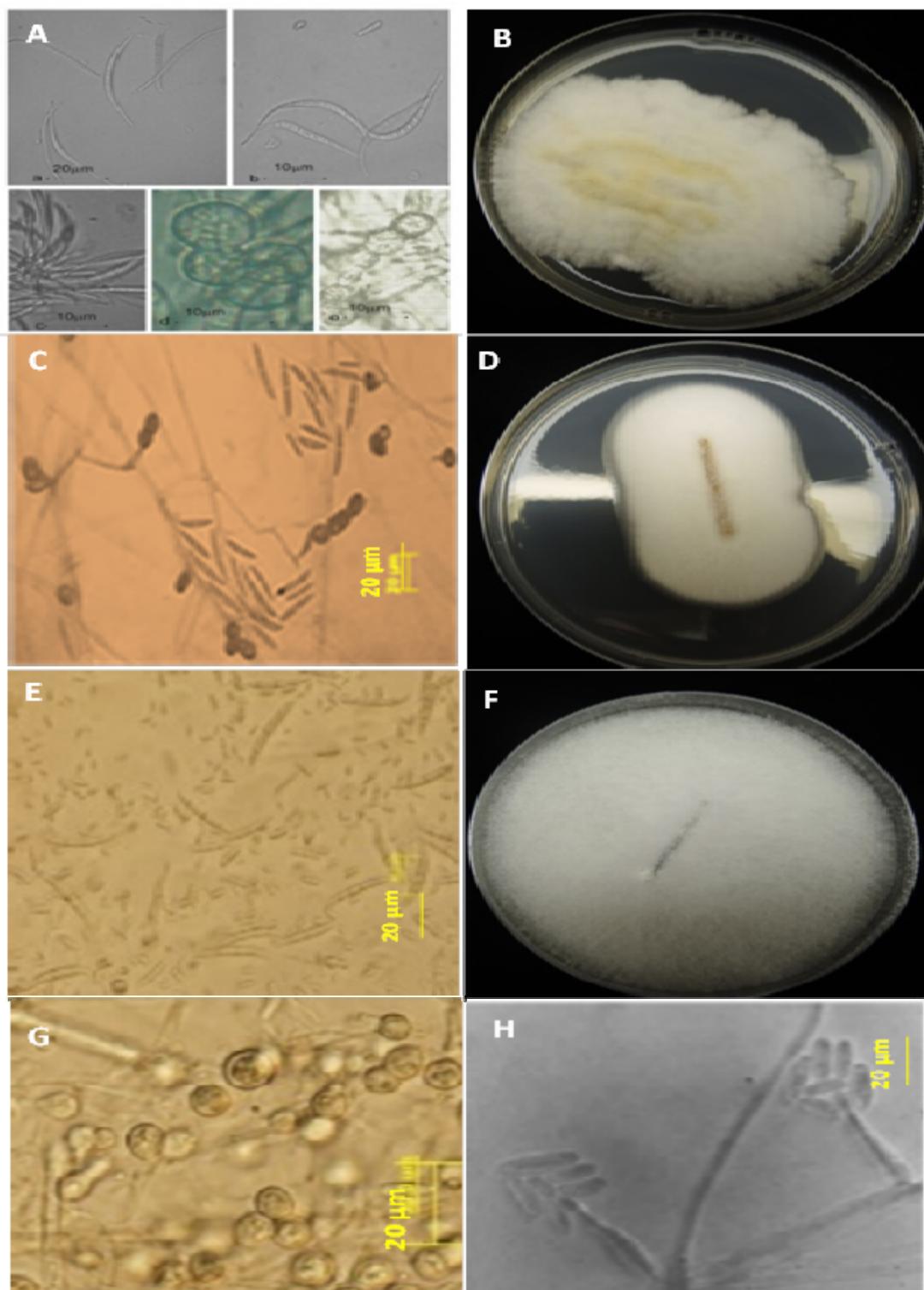
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فعالیت ویژه‌ی آنزیم به روش دی نیتروسالیسیلیک اسید در روز اول و چهارم رشد در ۱۶ جدایه مختلف از قارچ فوزاریوم

Table 2- Analysis of variance (mean square) of the chitinase specific activity by DNS method in 24 h and 96 h after fungal growth among 16 isolates of *Fusarium* spp

منابع تغییرات Sources of variance	درجه آزادی Degree of freedom	فعالیت ویژه (۲۴ ساعت) Specific activity (24 h)	فعالیت ویژه (۹۶ ساعت) Specific activity (96 h)
جدایه Isolate	15	0.009409***	0.085646***
خطا Error	32	0.000099	0.013514
ضریب تغییرات (درصد) CV%	-	4.96	17.84

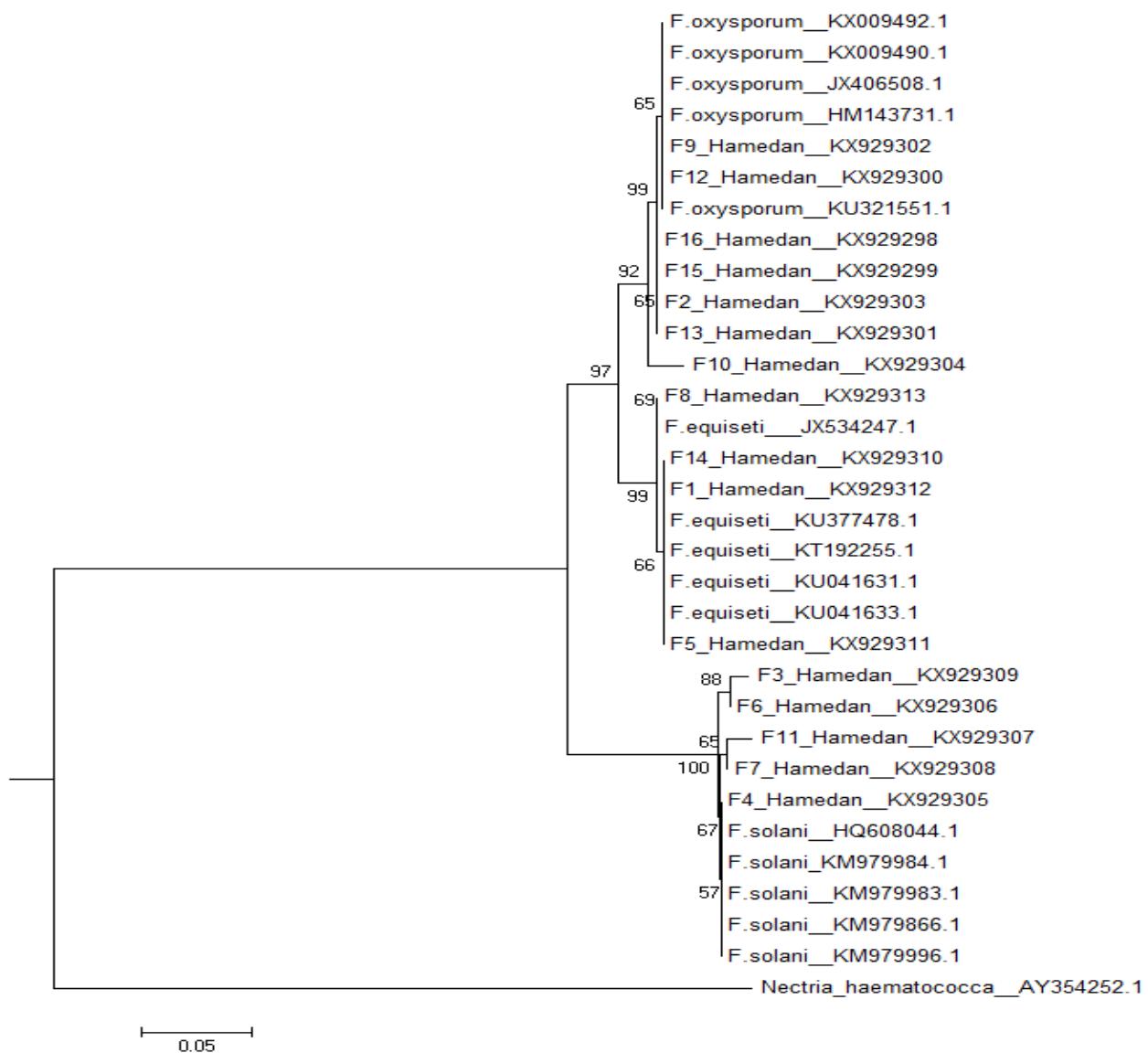
***: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰ درصد

***: Significant at 0.1% level



شکل ۱- گونه‌ی قارچی F. equiseti: A: اشکال کنیدیوم و کلامیدوسپور، B: سطح رویی پرگنه. گونه‌ی قارچی F. solani: C: اشکال کنیدیوم، D: اشکال کنیدیوم و کلامیدوسپور، E: اشکال کنیدیوم، F: سطح رویی پرگنه. گونه‌ی قارچی F. oxysporum: G: کلامیدوسپور، H: سرهای دروغین سطح رویی پرگنه.

Figure 1- Fungal species, *F. equiseti*, A: Conidia and chlamydospores, B: Mycelium. *F. solani*, C: Conidia, D: Mycelium. *F. oxysporum*, E: Conidia, F: Mycelium, G: Chlamydospore, H: False heads



شکل ۲- کلادوگرام به دست آمده از توالی نواحی ITS در ۱۶ جدایه از قارچ فوزاریوم با استفاده از نرم‌افزار ۵ و روش Neighbour-Joining

Figure 2- Cladogram obtained from ITS sequences of 16 isolates of *Fusarium* by Mega 5 software using Neighbour-Joining method

انتخاب شدند. در بررسی‌های مربوط به اندازه‌گیری فعالیت سه ایزوزايم کیتینازی با استفاده از کیت سنجش کیتیناز در دو جدایه F12 و F15 نتایج نشان داد که اثرات زمان رشد قارچ (روز اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم) بر فعالیت ایزوزايم ۱ (Chitobiosidase) (۱)، ایزوزايم ۲ (Endochitinase) (۲) و ایزوزايم ۳ (β-N-acetylglucosaminidase) (۳) در هر دو جدایه معنی دار بود. اثرات جدایه بر فعالیت ایزوزايم ۲ و ایزوزايم ۳ نیز معنی دار گردید (جدول ۳).

بیشترین و کمترین فعالیت ویژه‌ی آنزیم در روز اول به ترتیب در جدایه‌های F12 (۳۷٪)، واحد بر میلی‌گرم) و F8 (۰٪)، واحد بر میلی‌گرم) به دست آمد (شکل ۳). در روز چهارم نیز، بیشترین فعالیت ویژه‌ی آنزیم ۱ (۰٪)، واحد بر میلی‌گرم) در جدایه F12 و کمترین فعالیت ویژه‌ی آنزیم ۴۵٪)، واحد بر میلی‌گرم) در جدایه F15 مشاهده گردید (شکل ۴). نهایتاً براساس نتایج روز چهارم، جدایه‌های F12 و F15 به عنوان فعالترین (دارای بیشترین فعالیت ویژه) و ضعیفترین (دارای کمترین فعالیت ویژه) جدایه‌ها جهت مطالعات بعدی

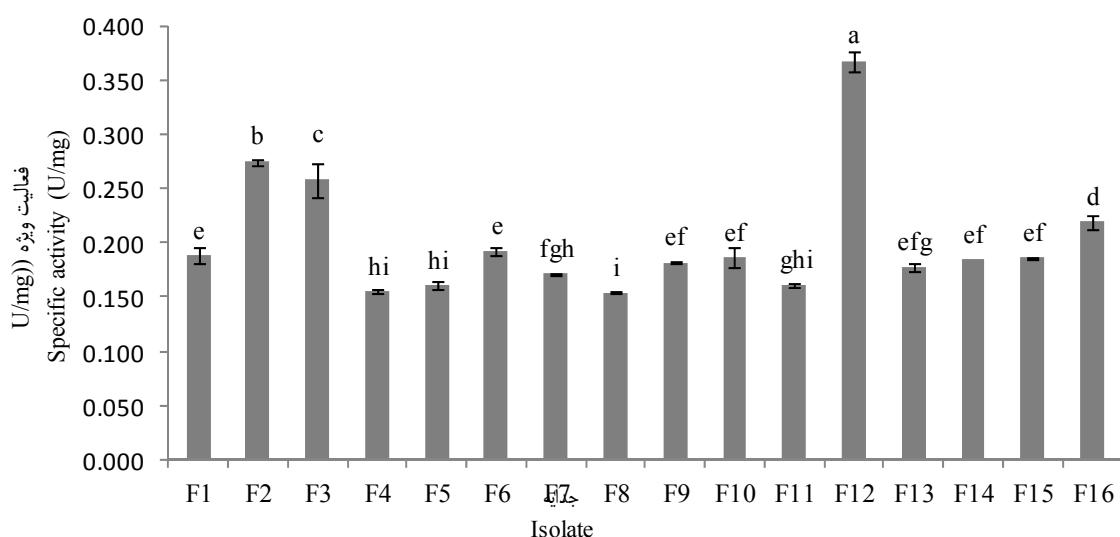
جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فعالیت سه نوع ایزوژایم کیتینازی با استفاده از کیت سنجش در پنج روز متوالی رشد F15 و F12 و بین دو جدایه

Table 3- Variance analysis (mean squares) of the chitinase activity of three isozymes in isolates F12 and F15 in 5 days

منابع تغییرات Sources of variance	درجه آزادی Degree of freedom	ایزوژایم ۱ Isozyme 1	ایزوژایم ۲ Isozyme 2	ایزوژایم ۳ Isozyme 3
بلوک (زمان) Block (time)	4	6.708**	14.089***	2.377*
جدایه Isolate	1	0.588 ns	1.822***	2.330*
خطا Error	4	0.366	0.015	0.229
ضریب تغییرات (درصد) CV%	-	40.18	4.20	27.03

*** و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱ و ۰/۵ درصد

*, **, ***: Significant at 5 %, 1 % and 0.1 % probability levels, respectively



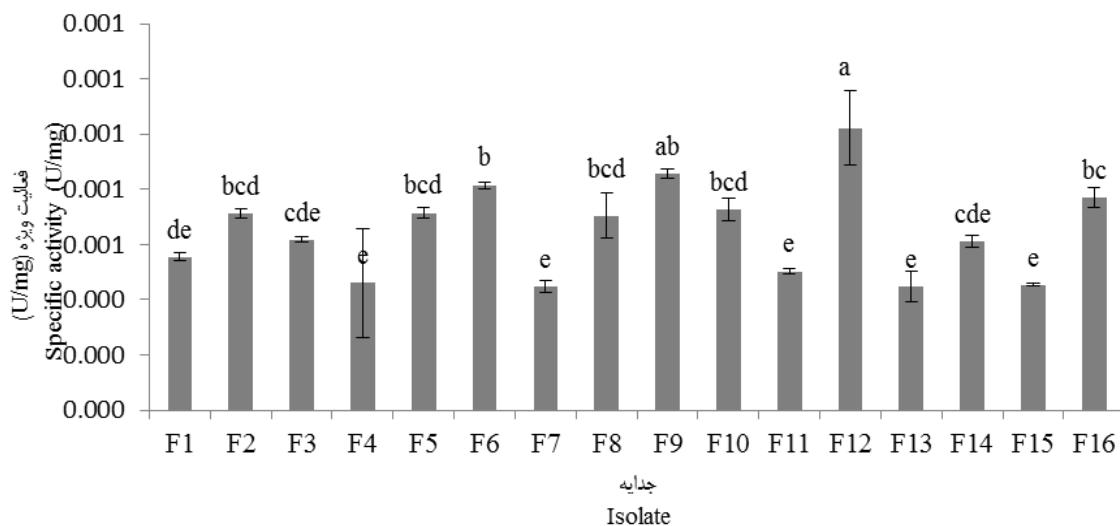
شکل ۳- فعالیت ویژه‌ی آنزیم کیتیناز به روش دی‌نیتروسالیسیلیک اسید در ۲۴ ساعت رشد در ۱۶ جدایه از قارچ فوزاریوم
Figure 3- Chitinase specific activity by DNS method in 24 h after fungal growth among 16 isolates of *Fusarium* spp

جدول ۴- مقایسه میانگین فعالیت سه نوع ایزوژایم کیتینازی با استفاده از کیت سنجش در پنج روز متوالی

Table 4- Mean comparison of the chitinase activity of three isozymes in 5 days

زمان (روز) Time (day)	ایزوژایم ۱ (واحد بر میلی لیتر) Isozyme 1 (U/ml)			ایزوژایم ۲ (واحد بر میلی لیتر) Isozyme 2 (U/ml)			ایزوژایم ۳ (واحد بر میلی لیتر) Isozyme 3 (U/ml)		
1	0.22 ^b			0.7 ^c			0.049 ^b		
2	0.15 ^b			2.1 ^b			3.559 ^a		
3	0.18 ^b			3.4 ^b			10.585 ^a		
4	58.64 ^a			344.5 ^a			13.614 ^a		
5	25.45 ^a			384 ^a			17.207 ^a		

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p \leq 0.01$)



شکل ۴- فعالیت ویژه‌ی آنزیم کیتیناز به روش دی نیتروسالیسیلیک اسید در ۹۶ ساعت رشد در ۱۶ جدایه از قارچ فوزاریوم
Figure 4- Chitinase specific activity by DNS method in 96 h after fungal growth among 16 isolates of *Fusarium* spp

ایزوژایم ۱ نشان داد که تولید آنزیم در هر دو جدایه بعد از سه روز از انکوباسیون دیده شد و در روز چهارم به حداقل مقدار خود رسید و با انکوباسیون بیشتر فعالیت آنزیم کاهش یافت (شکل ۵). ایزوژایم ۲ روند مشابه با ایزوژایم ۱ را در هر دو جدایه نشان داد (شکل ۶) اما فعالیت ایزوژایم ۳ در یک روز بعد از انکوباسیون آغاز و در روز چهارم به حداقل مقدار خود رسید و سپس روند نزولی در پیش گرفت (شکل ۷). بر اساس نتایج به دست آمده از اثرات زمان رشد قارچ (روز اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم) بر فعالیت ایزوژایم ۱، ایزوژایم ۲ و ایزوژایم ۳ بیشترین فعالیت آنزیم برای هر دو جدایه در روز چهارم مشاهده گردید.

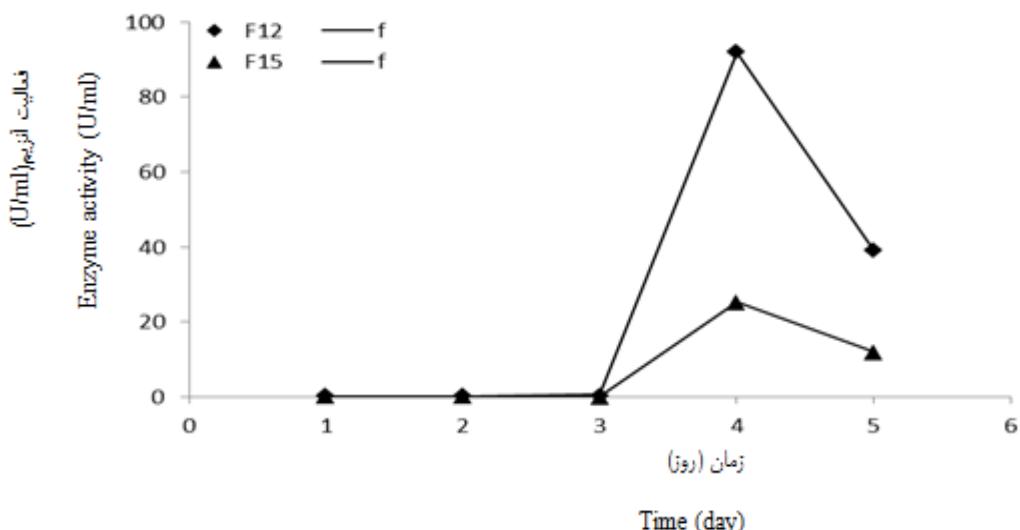
بیشترین فعالیت آنزیم ۱ در روزهای چهارم و پنجم و کمترین مقدار آن در روزهای اول، دوم و سوم مشاهده گردید. بیشترین فعالیت آنزیم ۲ در روزهای چهارم و پنجم و کمترین مقدار آن در روز اول مشاهده گردید. زمان‌های دوم تا پنجم از نظر فعالیت آنزیم ۳ اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و کمترین مقدار در روز اول مشاهده گردید (جدول ۴). در بین دو جدایه‌ی F12 و F15 از نظر فعالیت آنزیم ۱ با هم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین فعالیت آنزیم ۲ و ۳ در جدایه‌ی F12 به دست آمد (جدول ۵).

روند فعالیت ایزوژایم‌های ۱، ۲ و ۳ در زمان‌های مختلف (پنج روز متوالی) بین دو جدایه‌ی F12 و F15 نیز بررسی شد. بررسی فعالیت

جدول ۵- مقایسه میانگین فعالیت سه نوع آنزیم کیتینازی با استفاده از کیت سنجش بین دو جدایه F12 و F15
Table 5- Mean comparison of the chitinase activity of three isozymes in isolates F12 and F15

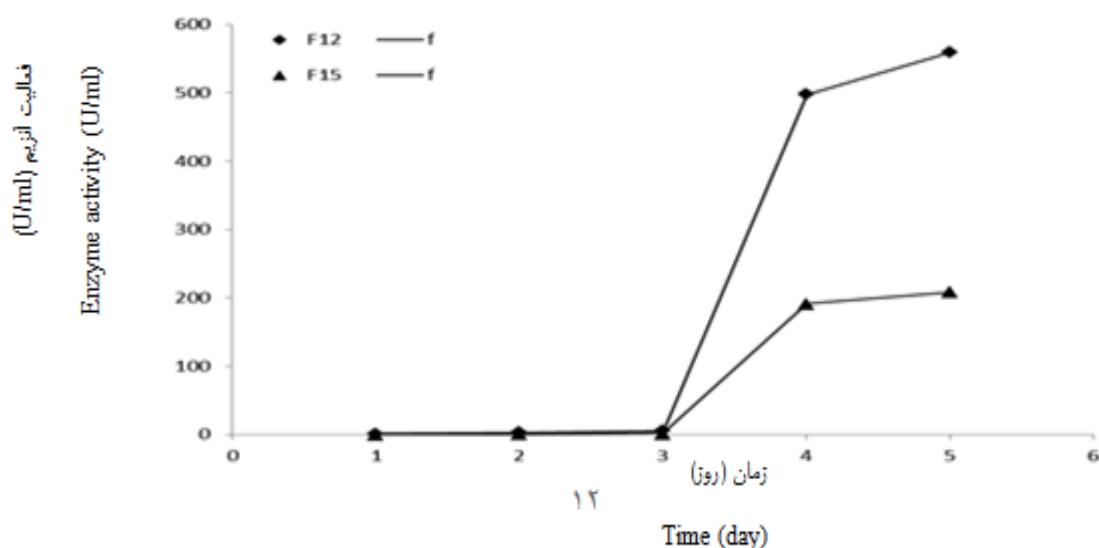
Isolate	آیزوژایم ۱ (واحد بر میلی لیتر) Isozyme 1 (U/ml)	آیزوژایم ۲ (واحد بر میلی لیتر) Isozyme 2 (U/ml)	آیزوژایم ۳ (واحد بر میلی لیتر) Isozyme 3 (U/ml)
F12	26.32 ^a	213.44 ^a	14.359 ^a
F15	7.54 ^a	80.45 ^b	3.646 ^b

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p \leq 0.01$)



شکل ۵- روند فعالیت آنزیم کیتبیناز (Chitobiosidase) بین دو جدایه‌ی F12 و F15 در پنج روز متوالی رشد قارچ بر اساس سوبسترا (4-Methylumbelliferyl N,N'-diacetyl- β -D-chitobioside)

Figure 5- The activity of the isozyme 1 (Chitobiosidase) in isolates F12 and F15 in five successive days based on substrate (4-Methylumbelliferyl N, N'-diacetyl- β -D-chitobioside)

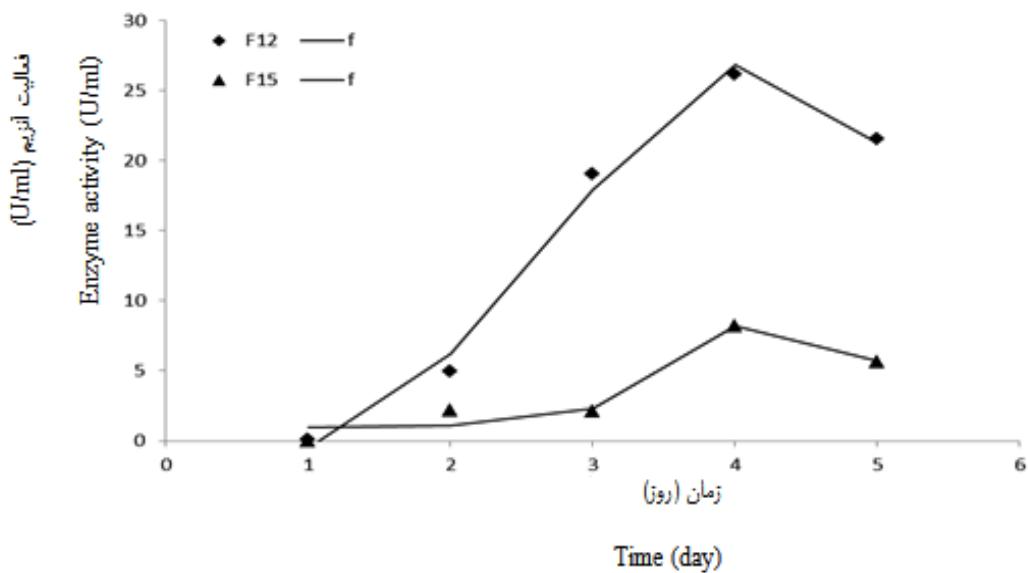


شکل ۶- روند فعالیت آنزیم کیتبیناز (β -N-acetylglucosaminidase) بین دو جدایه‌ی F12 و F15 در پنج روز متوالی رشد قارچ بر اساس سوبسترا (4-Methylumbelliferyl N-acetyl- β -D-glucosaminide)

Figure 6- The activity of the isozyme 2 (β -N-acetylglucosaminidase) in isolates F12 and F15 in five successive days based on substrate (4-Methylumbelliferyl N-acetyl- β -D-glucosaminide)

بیشترین فعالیت ویژه‌ی آنزیم برای در هر دو جدایه‌ی F12 و F15 در دمای 25°C به دست آمد. بنابراین دمای 25°C دمای بهینه جهت تولید آنزیم در هر دو جدایه می‌باشد (شکل ۸).

شرایط بهینه تولید آنزیم
نتایج نشان داد که تأثیر جدایه و دما بر فعالیت ویژه‌ی آنزیم در سطح احتمال ۰/۱ درصد معنی‌دار گردید. همچنین اثرات متقابل تیمارها بر فعالیت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶).



شکل ۷- روند فعالیت آنزیم کیتیناز (Endochitinase) در بین دو جدایهی F12 و F15 در پنج روز متوالی رشد قارچ بر اساس سوبسترا (4-Methylumbelliferyl β -D-N,N',N''-triacetylchitotriose)

Figure 7- The activity of the isozyme (Endochitinase) in isolates F12 and F15 in five successive days based on substrate (4-Methylumbelliferyl β -D-N,N',N''-triacetylchitotriose)

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فعالیت ویژهی آنزیم بین دو جدایهی F12 و F15 در دماهای مختلف.

Table 6- Variance analysis (mean squares) of effect of temperature on chitinase specific activity in 2 fungal isolates, F12 and F15

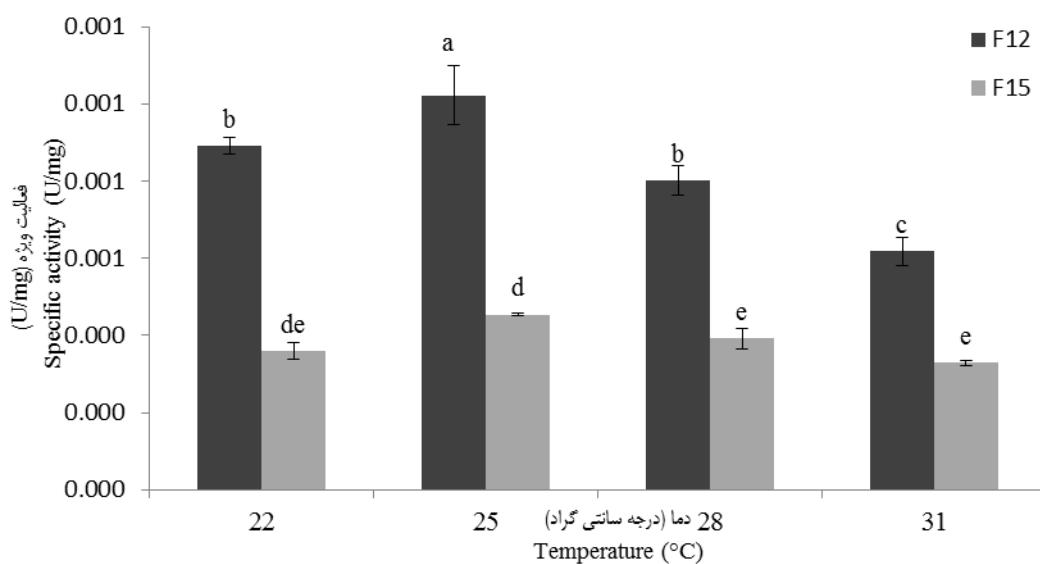
منابع تغییرات Sources of variance	درجه آزادی Degree of freedom	فعالیت ویژه (۹۶ ساعت) Specific activity(96 h)
جدایه Isolate	1	1.2143***
دما Temperature	3	0.0705***
Isolate× Temperature Isolate × Temperature	3	0.0240**
دما × جدایه Temperature × Isolate	3	
خطا Error	16	0.0038
ضریب تغییرات (درصد) Coef. of variation (%)	-	10.18
CV%		

** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۰/۱ درصد

, *: Significant at 1 % and 0.1 % probability levels, respectively

همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فعالیت ویژهی آنزیم تحت تأثیر جدایه، زمان واکنش بین آنزیم و سوبسترا و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۸). در هر دو جدایه، بیشترین فعالیت ویژهی آنزیم در زمان واکنش یک ساعت به دست آمد و در جدایه‌ی F15 بین دو زمان واکنش شش و ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین فعالیت ویژهی آنزیم را دارا بودند (شکل ۱۰).

تأثیر جدایه و اسیدیته بر فعالیت ویژهی آنزیم در سطح ۱/۰ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثرات متقابل آن‌ها بر فعالیت ویژهی آنزیم نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). در جدایه‌ی F12 بیشترین فعالیت ویژهی آنزیم در pH=۶ و کمترین فعالیت ویژهی آنزیم در این جدایه در pH=۳ به دست آمد. همچنین در جدایه‌ی F15 بیشترین فعالیت ویژهی آنزیم در pH=۶ و کمترین مقدار در pH=۴ حاصل گردید (شکل ۹).



شکل ۸- اثر دما بر فعالیت ویژه‌ی آنزیم کیتیناز در جدایه‌های F12 و F15

Figure 8- Effect of temperature on chitinase specific activity in two isolates, F12 and F15

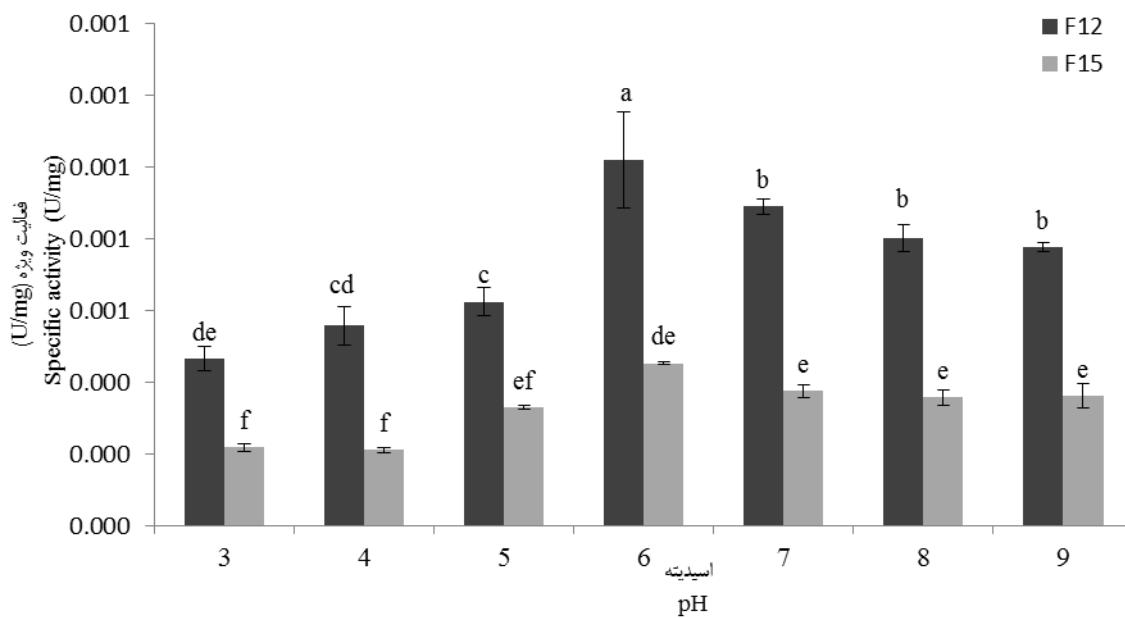
جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فعالیت ویژه‌ی آنزیم بین دو جدایه‌ی F12 و F15 در pHهای مختلف.

Table 7- Variance analysis (mean squares) of effect of pH on chitinase specific activity in 2 isolates F12 and F15

منابع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی Degree of freedom	فعالیت ویژه (۹۶ ساعت) Specific activity(96 h)
جدایه Isolate	1	1.7101***
اسیدیته Ph	6	0.1162***
اسیدیته × جدایه Isolate×pH	6	0.0202**
خطا Error	28	0.0059
ضریب تغییرات (درصد) CV%	-	14.42

** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۰.۱٪ درصد

, *: Significant at 1 % and 0.1 % probability levels, respectively



شکل ۹- اثر pH بر فعالیت ویژه‌ی آنزیم کیتیناز در جدایه‌های F12 و F15
Figure 9- Effect of pH on chitinase specific activity in 2 isolates F12 and F15

جدول ۸- تجزیه واریانس (میانگین مربوطات) فعالیت ویژه‌ی آنزیم بین دو جدایه‌ی F12 و F16 در زمان‌های مختلف واکنش بین آنزیم و سوبسترا

Table 8- Variance analysis (mean squares) of effect of reaction time between enzyme and substrate on chitinase specific activity in 2 isolates, F12 and F15

منابع تغییرات Sources of variance	درجه آزادی Degree of freedom	فعالیت ویژه (۹۶ ساعت) Specific activity(96 h)
جدایه Isolate	1	0.7758***
زمان واکنش Reaction time	2	0.2634***
زمان واکنش × جدایه Isolate×Reaction time	2	0.0443**
خطا Error	12	0.0070
ضریب تغییرات (درصد) CV%	-	15.43

** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۰.۱ درصد

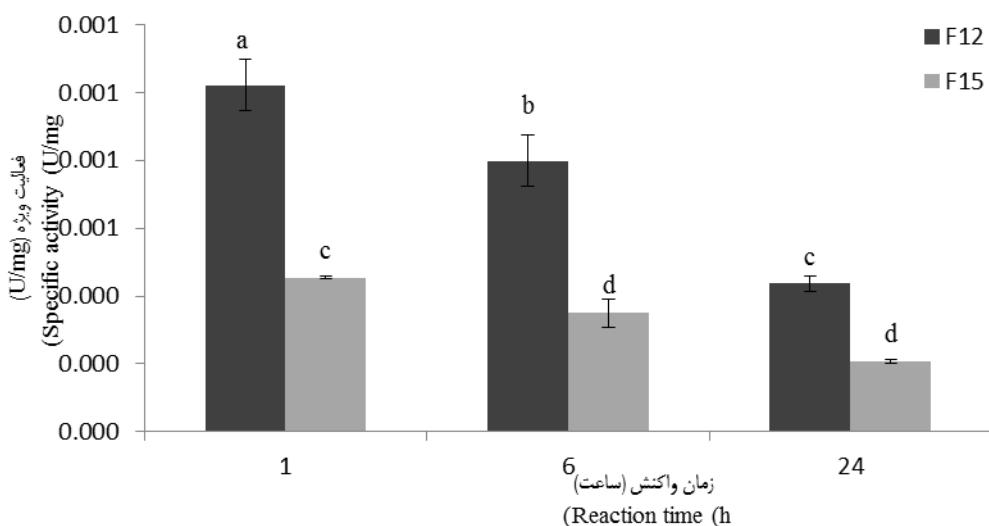
, *: Significant at 1 % and 0.1 % probability levels, respectively

ابراهیم و همکاران (۶) نیز چندین قارچ از تخم و لارو نماتد *M. incognita* بیمارگر گوجه‌فرنگی جداسازی نمودند که شامل قارچ‌های *Rhizoctonia solani*, *Aspergillus* spp., *F. oxysporum*, *V. chlamydosporium* و *P. lilacinus* بودند. تأثیر کنترلی قارچ‌ها سبب کاهش قابل توجه گال‌ها شده به طوری که مایه‌زنی ریشه‌ی گوجه فرنگی با *F. oxysporum* سبب کاهش درصد گال‌ها به میزان ۷/۹۲ درصد نسبت به گیاهان شاهد بدون قارچ شده

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان می‌دهد که قارچ فوزاریوم می‌تواند به عنوان یک عامل بیوکنترلی قوی جهت کنترل نماتد سیستی سیب‌زمینی معرفی گردد که نتایج محققینی که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد مؤید این مهم می‌باشد. سانکانارایانان و همکاران (۱۷) قارچ‌های *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *T. viride* و *Phoma glomerata*, *Paecilomyces lilacinus* از تخم‌های نماتد ریشه‌ی گرهی *M. incognita* جداسازی نموده‌اند.

۳۷/۳ درصد) و *Fusarium* (۳۲/۸ درصد) بودند. جدایه‌های مربوط به قارچ فوزاریوم دارای بیشترین تأثیر روی تفریخ تخم نماد بودند و موجب بیش از ۷۰ درصد مرگ و میر لاروها شدند.

است. در بررسی دیگری که رونپانون و همکاران (۱۳) روی قارچ‌های جدا شده از نماد *M. incognita* انجام داده‌اند، از ۶۷ جدایه‌ی *Penicillium*، جدایه‌های غالب متعلق به قارچ‌های



شکل ۱۰- اثر زمان واکنش بین آنزیم و سوبسترا بر فعالیت ویژه‌ی آنزیم کیتیناز در جدایه‌های F12 و F15

Figure 10- Effect of reaction time between enzyme and substrate on chitinase specific activity in 2 isolates, F12 and F15

به دست آمد.

با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان از جدایه‌های فعال مورد بررسی در این مطالعه، در کنترل بیولوژیک نماد سیست طالبی سیب‌زمینی استفاده نمود و کاربرد قارچ فوزاریوم به عنوان یک عامل بالقوه جهت کنترل نماد سیستی سیب‌زمینی مدنظر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش میزان فعالیت کیتینازی ۱۶ جدایه قارچ فوزاریوم جدا شده از نماد سیست طالبی سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت و شرایط بهینه جهت تولید آنزیم در دو جدایه با بیشترین و کمترین فعالیت آنزیمی به صورت $pH=6$ ، زمان مناسب واکنش بین آنزیم و سوبسترا به مدت یک ساعت و زمان ۹۶ ساعت کشت قارچ در دمای

منابع

- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantification of microgram. Analytical Biochemistry, 72: 248–254.
- Brodie B.B. 1984. Nematode parasites of potato. In: Nickle W.R. (ed.): Plant and Insect Nematodes. Marcell Dekker, Inc, New York and Basel, Pp:169–181.
- Chen S.Y., Dickson D.W., and Whitty E.B. 1996. Fungi associated with egg masses of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* in a Florida tobacco field. Nematropica, 26(2): 153–157.
- Dackman C. 1990. Fungal parasites of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*: isolation and reinfection. Journal of Nematology, 22(4): 594–597.
- Dong J.Y., Zhao Z.X., Cai L., Liu S.Q., Zhang H.R., Duan M., and Zhang K.Q. 2004. Nematicidal effect of fresh water fungal cultures against the pine-nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Fungal Diversity, 15: 125–135.
- Ibrahim G.H., Al Rehiayani S.M., and Bellal M.M. 2009. Use of biocontrol fungi, *Bacillus thuringiensis* and organic soil amendment to control root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in tomato and eggplant. Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 34 (11):10761–10770.
- Kok C.J., Papert A., and Hok A Hin C.H. 2001. Microflora of *Meloidogyne* egg masses: species composition, population density and effect on the biocontrol agent *Verticillium chlamydosporium*. Nematology, 3(8): 729–734.
- Liu T., Wang L., Duan Y. X., and Wang X. 2008. Nematicidal activity of culture filtrate of *Beauveria bassiana* against *Meloidogyne hapla*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24: 113–118.

9. Manzanilla Lopez R.H., Esteves I., Fintti Sialer M.M., Hirsch P.R., Ward E., Devonshire J., and Hidalgo Diaz L. 2013. *Pochonia chlamydosporia*: Advances and challenges to improve its performance as a biological control agent of sedentary endo-parasitic nematodes. *Journal of Nematology*, 45(1): 1–7.
10. Monreal J., and Reese E.T. 1969. The chitinase of *Sarratia marcescens*. *Canadian Journal Microbiology*, 15:689–696.
11. Nicol J.M., Turner S.J., Coyne D.L., den Nijs L., Hockland S., and Tahna Maafi Z. 2011. Current nematode threats to world agriculture. In Jones, J., Gheysen, G., and Fenoll, C (Eds.), *Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions*. Springer Science + Business Media, Pp. 21–43.
12. Pereira L., Noronha E.F., Miller R.N. G., and Franco O.L. 2007. Novel insights in the use of hydrolytic enzymes secreted by fungi with biotechnological potential. *Letters of Applied Microbiology*, 44: 573–581.
13. Ruanpanun P., Tangchitsomkid N., Hyde KD., and Lumyong S. 2010. Actinomycetes and fungi isolated from plant-parasitic nematode infested soils: screening of the effective biocontrol potential, indole-3-acetic acid and siderophore production. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26: 1569–1578.
14. Safari Motlagh M.R., and Samimi Z. 2013. Evaluation of *Trichoderma* spp. as biological agents in some of plant pathogens. *Annals of Biological Research*, 4(3): 173–179.
15. Saifullah and Thomas B.J. 1996. Studies on the parasitism of *Globodera rostochiensis* by *Trichoderma harzianum* using low temperature scanning electron microscopy. *International Journal of Nematology*, 6: 117–122.
16. Saifullah., and Naqibullah khan. 2014. Low temperature scanning electron microscopic studies on the interaction of *Globodera rostochiensis* woll and *Trichoderma harzianum* rifai. *Pakistan Journal of Botany*, 46(1): 357–361.
17. Sankaranarayanan C., Hussaini S. S., Kumar P. S., and Rangeswaran R. 2002. Parasitism of *Meloidogyne incognita* eggs by *Fusarium oxysporum* and other fungi. *Indian Journal of Nematology*, 32: 1 (Abstract).
18. Santos MC., Esteves I., Kerry B., and Abrantes I. 2013. Biology, growth parameters and enzymatic activity of *Pochonia chlamydosporia* isolates from potato cyst and root-knot nematodes. *Nematology*, 15: 493–504.
19. Seifert K. 1996. FusKey: *Fusarium* interactive key. Agriculture and Agri-Food Canada, Research Branch, Eastern Cereal & Oilseed Research Centre.
20. Seyedasli N., Zamani M., Motallebi M., and Harghighi M.J. 2004. The study of chitinase production in *Trichoderma* fungus. *Iran Biology*, 17(3): 227–246.
21. Sharon E., Bar Eyal M., Chet I., Herrera E., Strella A., Klefeld O., and Splege, Y. 2001. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology*, 91: 687–693.
22. Sharon E., Chet I., and Spiegel Y. 2009. Improved attachment and parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* in vitro. *European Journal of Plant Pathology*, 123: 291–299.
23. Szabó M., Csepregi K., Gálber M., Virányi F., and Fekete C. 2012. Control plant-parasitic nematodes with *Trichoderma* species and nematode-trapping fungi: the role of *chi18-5* and *chi18-12* genes in nematode egg-parasitism. *Biological Control*, 63: 121–128.
24. Tikhonov V.E., Lopez Llorca L.V., Salinas J., and Jansson H.B. 2002. Purification and characterization of chitinases from the nematophagous fungi *Verticillium chlamydosporium* and *V. suchlasporium*. *Fungal Genetics and Biology*, 35: 67–78.
25. Verdejo Lucas S., Ornati C., Sorribas F.J., and Stchiegel A. 2002. Species of root-knot nematodes and fungal egg parasites recovered from vegetables in Almeria and Barcelona, Spain. *Journal of Nematology*, 34 (4): 405–408.
26. White T.J., Bruns T.D., Lee S., and Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA., Gelfand D.H., Sninsky J.J., and White T. J (eds) *PCR protocols, a guide to methods and applications*. San Diego, California: Academic Press, 315–322.
27. Zeilinger S., Galhaup C., Payer K., Woo S.L., Mach R.L., Fekete C., Lorito M., and Kubicek C.P. 1999. Chitinase gene expression during mycoparasitic interaction of *Trichoderma harzianum* with its host. *Fungal Genetics and Biology*, 26: 131–140.



Evaluation of Chitinase Enzyme Production in Some of the *Fusarium* Isolates Obtained from *Globodera rostochiensis*

Kh. Abbasi^{1*}- D. Zafari²

Received: 29-04-2018

Accepted: 30-09-2018

Introduction: The plant parasitic nematodes are among the most important agents causing losses in agricultural crops (Nicol *et al.* 2013). The golden cyst nematode, *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923; Behrens, 1975) is the most destructive nematode of potato in the world (Brodie, 1984). Chitin is the most abundant polymer in structure of nematode eggshell. Chitinases are widely distributed in fungi and play important roles in degradation of chitin. The aim of this study was to assay chitinase activity in 16 isolates of various species of *Fusarium* obtained from golden potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*.

Materials and Methods: In the current study, 16 *Fusarium* isolates were recovered from infected eggs of the golden potato cyst nematode, *G. rostochiensis*. These isolates were identified based on morphological (Seifert, 1996) and molecular features including internal transcribed spacer (ITS) regions (ITS1, ITS2 and 5.8S gene) of ribosomal DNA. Total genomic DNA was extracted from lyophilized mycelia with a QIAGEN DNeasy Plant Mini Kit (Germany). ITS regions of ribosomal DNA were amplified with the ITS1 (forward primer) and ITS4 (reverse primer) primers. PCR amplifications were performed with total reaction volume of 25 µl using a Takara EmeraldAmp GT PCR Master Mix. PCR products were separated by electrophoresis technique using 1% agarose gel in 1X Tris-Borate-EDTA (TBE) buffer by adding 12 µl SYBR-safe 10,000X concentrate DNA stain to melted agarose before running the gel and finally visualized under ultraviolet illuminator. The ITS1, ITS2 and 5.8S sequences were obtained by sequencing both strands in opposite directions using the PCR amplification primers, ITS1 and ITS4 in genomics resource laboratory at Massachusetts University, USA. Colloidal chitin was prepared using the procedure of Tikhonov *et al.* (2002). For enzyme assay in liquid media, the 16 isolates were grown in minimal synthetic medium (MSM) containing colloidal chitin (1 g l⁻¹) based on the method described by Zeilinger *et al.* (1999). The culture medium was filtered through Whatman paper No. 3 filter followed by filtration through 0.2-mm Millipore polydifuoropropylene membranes. The filtrate obtained was analyzed for chitinolytic activity. Chitinase activity was determined by measuring the release of reducing saccharides from colloidal chitin by the N-acetyl-glucosamine-dinitrosalicylate method according to the method described by Montreal and Reese (1969). Protein concentration was determined according to Bradford (1976) with bovine serum albumin (Sigma) as the standard. Chitinase specific activity was obtained by dividing the enzyme activity rate by total protein mass. Enzyme assay was done to determine the most promising isolates for biological control of *G. rostochiensis* in 24 and 96 h after fungal growth. The chitinase specific activity data was subjected to analysis of variance (ANOVA) using software SAS, version 9.0 (Statistical Analysis System Institute Inc., USA) in a CRD (completely randomized design) with three replicates.

Two selected isolates were assayed using a chitinase assay, fluorimetric kit-CS1030 (Sigma). The assay included three substrates, 4-Methylumbelliferyl N,N'-diacetyl-β-D-chitobioside, 4-Methylumbelliferyl N-acetyl-β-D-glucosaminide and 4-Methylumbelliferyl β-D-N,N',N"-triacetylchitotriose for the detection of the chitinolytic isozymes Chitobiosidase, β-N-acetylglucosaminidase and Endochitinase. The experiment was a randomized complete block design (RCB) with three replicates. Chitinase activity was subjected to analysis of variance using software SAS, version 9.0. Enzyme activity was expressed over time using the Logistic-Peak, software Slide Write, version 2.0. Two isolates (the strongest and weakest ones) were selected to determine the optimum conditions for chitinase production. The measured conditions were pH, temperature and reaction time between enzyme and substrate in a N-acetyl-glucosamine-dinitrosalicylate method. According to measurements taken by an enzyme activity assay kit, the fourth day (96 h) showed the highest activity for the two selected isolates. We then tested our two isolates at pHs of 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9,

1- Ph.D. Former Student, Department of Plant Protection, Bu-Ali Sina University and Assistant Professor of Plant Protection, Ilam University

(*- Corresponding Author Email: ma_sarine86@yahoo.com)

2- Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

temperatures of 22°C, 25°C, 28°C, 31°C for differing periods of time (1 h, 6 h, and 24 h). The experiment was based on factorial experiment in a completely randomized design with three replicates. Analysis of variance chitinase activity was performed using SAS 9.0 software.

Results and Discussion: Among 16 isolates, F12 (1/02 U/mg) and F15 (0/04 U/mg) had the maximum and minimum amount of specific activity, respectively. According to morphological features and sequencing of ITS regions (ITS1, ITS2 and 5.8S gene) of ribosomal DNA, these 16 isolates were classified in three species i.e. *F. solani*, *F. oxysporum* and *F. equiseti*. The optimum conditions to produce chitinase in isolates of F12 and F15 were pH=6, 96 hours after fungal growth in 25°C and the reaction between the enzyme and substrate during one hour achieved by the N-acetyl-glucosamine-dinitrosalicylate method. As a producer of various chitinase enzymes, the filamentous fungus, *Fusarium* spp. seems to be recommendable to biologically control *Globodera rostochiensis*.

Keywords: Biological control, Enzymatic reaction, Isozyme, Substrate

تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ کش ها جهت مهار بیماری لکه خرمایی گندم بر اساس مراحل رشدی گیاه

مصطفی عابدی تیزکی^{۱*}- کوروش رضاپور^۲- محمد علی آقاجانی^۳- فرداد اسدی^۴- سیاوش سلیمانی^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۴

چکیده

بیماری لکه خرمایی (*Pyrenophora tritici-repentis*) یکی از بیماری های برگی مخربی است که در شرایط اپیدمی خسارت قابل توجهی به گندم وارد می کند و استفاده از قارچ کش ها، روش سریع کنترل این بیماری در سال های اپیدمی می باشد. بدین منظور آزمایشی در مزرعه در قالب طرح کرت های خرد شده (با پایه بلوک های کامل تصادفی) در چهار تکرار طراحی گردید. عامل اصلی آزمایش را ارقام (کوهدهشت و کریم) و عامل فرعی را تیمارهای سمپاشی با قارچ کش های رایج منطقه شامل تیلت، فولیکور، فالکن و رکس دو به ترتیب در چهار زمان T_0 (مرحله اوایل ساقه روی تا تشکیل گره (۱)، T_1 (مرحله تشکیل گره ۲-۳)، T_2 (مرحله ظهر کامل برگ پرچم) و T_3 (مرحله گله دهنده) تشکیل دادند. در این بررسی، تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهر کامل برگ پرچم تا گله دهنده (تیمارهای Tr_3 , Tr_4 , Tr_5 , Tr_6 , Tr_7 ، Tr_8 ، Tr_9 ، Tr_{10} ، Tr_{11} ، Tr_{12} ، Tr_{13} ، Tr_{14} ، Tr_{15} ، Tr_{16} ، Tr_{17} ، Tr_{18} ، Tr_{19} ، Tr_{20})، مقدار AUDPC-I را در رقم کوهدهشت بین ۵/۸-۵/۱۴ درصد و در رقم کریم بین ۶/۷-۶/۳ درصد کاهش دادند در حالی که مقدار AUDPC-S به ترتیب در رقم های کوهدهشت و کریم بین ۷/۴-۷/۳ درصد و ۵/۸-۳/۳ درصد کاهش یافت. بیشترین درصد افزایش عملکرد نیز در تیمارهای مرحله ظهر کامل برگ پرچم تا گله دهنده وجود داشت که به ترتیب در رقم های کوهدهشت و کریم بیش ۳۶ درصد (۱۲/۲ تا ۹/۸ کیلوگرم در هکتار) و ۳۴ درصد (۵/۴-۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش عملکرد مشاهده شد. بر اساس نتایج بدست آمده، تیمار Tr (یکبار سمپاشی در زمان T_2 ، مناسب ترین تیمار از نظر زمان استفاده قارچ کش جهت کاهش تعداد دفعات سمپاشی و فشار بیماری، افزایش عملکرد و سود اقتصادی بود.

واژه های کلیدی: تیمارهای سمپاشی، گندم، لکه خرمایی، مرحله رشدی، *Pyrenophora tritici-repentis*

خاکورزی حفاظتی، شیوع گسترده بیماری لکه خرمایی بر روی لاین و ارقام مختلف گندم گزارش شده است (۹ و ۱۳).

به دلیل افزایش اهمیت اقتصادی بیماری لکه خرمایی، انتشار سریع آن و کاهش شدید عملکرد محصول (بیش از ۵۰ درصد)، راهکارهای مختلفی از جمله کاربرد ارقام مقاوم، تناوب کشت، مدیریت بقايا، پیش آگاهی، کنترل بیولوژیک و بکارگیری قارچ کش ها ارائه شده است (۷، ۱۰، ۱۵). در حال حاضر با بکارگیری گسترده سیستم خاکورزی حفاظتی و به جاماندن بقايا در سطح خاک، استفاده از سومون قارچ کش رایج ترین راهبرد کنترل این بیماری در بیشتر مناطق به شمار می رود.

با توجه به کاربرد خاکورزی حفاظتی در مناطق شمالی ایران (استان گلستان)، این بیماری از همان اوایل پنجمزنی (با مساعد شدن شرایط محیطی) می تواند آسودگی ایجاد کند، اما انتخاب تعداد دفعات و زمان سمپاشی وابسته به عملکرد اقتصادی محصول می باشد. تحت مدیریت تلفیقی بیماری ها (IDM)، استفاده از قارچ کش ها برای کنترل بیماری های برگی بر اساس سطح بیماری (فشار بیماری)، مرحله

مقدمه

بیماری لکه خرمایی گندم توسط قارچ نکروتروفیک *Pyrenophora tritici-repentis* ایجاد می شود که فرم غیرجنسي *Drechslera tritici-repentis* شناخته می شود. این بیماری بذر زی بوده و بعنوان یکی از بیماری های مخرب گندم در بسیاری از نقاط دنیا از جمله آسیا، اروپا و امریکا گزارش شده است (۸). در ایران این بیماری در سال ۱۳۷۱ گزارش شده است (۱۳). در استان گلستان به دلیل شرایط آب و هوایی مساعد و کاربرد

۱- پژوهشگر مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا، تهران، ایران
(*)- نویسنده مسئول:
(Email: M.abeditzaki@gmail.com)

۲- هدینگ مزارع نوین ایرانیان، شرکت سهامی مزرعه نمونه، تهران، ایران
۳- استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
استان گلستان، گرگان، ایران
۴- هدینگ مزارع نوین ایرانیان، شرکت سهامی مزرعه نمونه، گرگان، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v32i4.71983

سمپاشی بر کاهش خسارت بیماری، افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از آن در مراحل مختلف رشدی گندم صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری لکه خرمایی، پژوهشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ در مزرعه تحقیقاتی مهندس آثینه واقع در شرکت مزرعه نمونه گرگان در انبار آلومن (۵۰ کیلومتری شمال گرگان) انجام شد. در این پژوهش دو رقم رایج گندم شامل کوهدهشت و کریم مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد که عامل اصلی رقم و عامل فرعی برنامه سمپاشی در نظر گرفته شد. در قطعاتی از مزرعه که سابقه بیماری لکه خرمایی وجود داشت اقدام به کشت گندم شد. جهت تایید وجود اینوکلوم بیماری در مزارع گندم، اقدام به نمونه برداری از بقایای گندم شد. به دلیل خاکورزی حفاظتی و به جاماندن بقایا، مقادیر بالایی از اینوکلوم بیماری (سودوتیسیوم قارچ) در بقایا یافت گردید. همچنین به دلیل اطمینان از مستقر شدن قارچ عامل بیماری، در مرحله اوایل ساقه‌روی (GS30) با اسپور چهارم بیماری، در مرحله اوایل ساقه‌روی (GS30-31) در زمان‌های T_0 , T_1 , T_2 و T_3 ثبت گردید (جدول ۱).

اعمال تیمارهای سمپاشی براساس زمان مراحل رشدی گندم
 چهار زمان مرحله رشدی گیاه گندم برای انجام سمپاشی با قارچ‌کش‌های رایج منطقه در نظر گرفته شد. زمان اول (T_0) در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱ (GS30-31)، زمان دوم (T_1) در مرحله تشکیل گره ۲-۳ (GS32-33)، زمان سوم (T_2) در مرحله ظهور کامل برگ پرچم (GS39) و زمان چهارم (T_3) در مرحله اوایل گله‌های (GS61) بود (جدول ۱). در این بررسی، ده تیمار سمپاشی و بدون سمپاشی (شاهد) بر اساس زمان مراحل رشدی گندم در نظر گرفته شد. تیمارها بصورت یکبار سمپاشی، دوبار سمپاشی، سه بار سمپاشی و چهار بار سمپاشی انتخاب شدند که تیمارهای دو، سه و چهار بار سمپاشی بصورت ترکیبی از تیمارهای مختلف صورت گرفت تا اثر تعداد دفعات و پیوستگی سمپاشی (اثر کاهش مستمر فشار بیماری بر برگ‌ها) در مراحل مختلف رشدی گندم مشخص گردد (جدول ۱).
 جزئیات تیمارهای سمپاشی و مراحل استفاده آنها بدین شرح بود (جدول ۱):

Tr_1 : تیمار یکبار سمپاشی در مرحله اوایل ساقه‌روی تا گره ۱، Tr_2 : تیمار یکبار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳، Tr_3 : تیمار

رشدی گیاه و تنها برای ارقام حساس به بیماری توصیه می‌شود (۱۵). از آنجایی که معمولاً حداکثر یک یا دو بار سمپاشی در مزارع گندم صورت می‌گیرد، لازم است برای کنترل این بیماری، زمان سمپاشی با توجه به مرحله رشدی گیاه جهت کاهش تعداد دفعات سمپاشی و افزایش عملکرد اقتصادی در نظر گرفته شود (۳ و ۴).

تاکنون قارچ‌کش‌های مختلفی از جمله تری آزوی‌ها (پروپیکونازول، پروتیکونازول، اپوکسی کونازول) و استروبیلورین‌ها (پیراکلستریوین) برای کنترل بیماری لکه خرمایی ارائه شده است (۱۴ و ۱۸)، اما کارایی قارچ‌کش‌های فشار بیماری بر روی برگ‌های زمان مناسب جهت کاهش فشار بیماری بر روی برگ‌های مهمن گیاه از جمله برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن استفاده شود (۳). چهار زمان بر اساس مرحله رشدی گیاه گندم جهت استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری‌های برگی ارائه شده است که زمان اول در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱، زمان دوم در مرحله تشکیل گره ۲-۳، زمان سوم در مرحله ظهور کامل برگ پرچم و زمان چهارم در مرحله گله‌های می‌باشد (۱۸). البته مرحله گله‌های همزمان برای کنترل بیماری‌های برگی و سنبله استفاده می‌شود. هدف از این سمپاشی‌ها کاهش فشار بیماری بر روی برگ‌ها، افزایش سبزینه بویژه برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن، کاهش تعداد دفعات سمپاشی و هزینه‌های ناشی از آن و افزایش عملکرد می‌باشد (۱۸) و قابل توجه است که برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن بیشترین تأثیر (حدود ۶۵ درصد) را در عملکرد نهایی دارند (۲۵). مطالعات متعددی اثر زمان استفاده از قارچ‌کش‌ها را بر کنترل بیماری لکه خرمایی در مراحل مختلف رشدی گندم و افزایش عملکرد نشان داده است. کلی (۱۷) طی یک مطالعه شش ساله کارایی قارچ‌کش پروپیکونازول را در افزایش عملکرد گندم حدود ۷۷ درصد نشان داد. ویگولو و همکاران (۲۲) پی بردنند که بیش از ۴۲ درصد خسارت اقتصادی می‌تواند از طریق استفاده از قارچ‌کش‌های برگی در گندم زمستانه کاهش یابد. داچک و جونز-فلوری (۱۱) پی برد که بهترین زمان کنترل این بیماری بین ظهور برگ پرچم و اواسط گله‌های می‌باشد. ویرسما و متبرگ (۲۴) نشان دادند که بهترین زمان استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل لکه خرمایی در مرحله گله‌های (GS60) می‌باشد و همچنین افزایش قابل توجهی در عملکرد نیز مشاهده می‌شود.

از آنجایی که نتایج استفاده از قارچ‌کش‌ها در مراحل مختلف رشدی گندم متناقض است و در ایران نیاز مطالعه جامعی در مورد زمان استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل این بیماری وجود ندارد، این مطالعه با هدف تصمیم‌گیری و تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش‌های رایج منطقه در چهار مرحله رشدی گندم (مرحله اوایل ساقه‌روی تا گره ۱، مرحله تشکیل گره ۲-۳، ظهور کامل برگ پرچم و گله‌های) جهت کاهش فشار بیماری بر روی برگ‌های بالایی گیاه بویژه پرچم و مقایسه اثر تعداد دفعات (اثر پیوستگی سمپاشی) و زمان

هکتار، سمپاشی سوم (زمان T_2) از قارچکش فالکن (۰/۸ لیتر در هکتار) و سمپاشی چهارم (زمان T_3) از قارچکش رکس دو (۰/۵ لیتر در هکتار) استفاده گردید (جدول ۱).

تعیین شاخص‌های آلدگی (وقوع و شدت بیماری)
پس از کشت گندم و ثبت مراحل رشد گیاه بر اساس شاخص زادوکس و اعمال تیمارهای سمپاشی در مراحل مختلف رشدی دو رقم گندم کوهدهشت و کریم، با ظهور علائم، مقادیر وقوع (I) و شدت بیماری (S) هر هفته یکبار در هر قطعه با ۵ کادر 1×1 متر ثبت گردید. وقوع بیماری بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید:

$$I = \sum \frac{X}{n} \times 100$$

n : تعداد بوته‌های آلدگی، کل بوته‌های ارزیابی شده

یکبار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم، Tr_4 : تیمار یکبار سمپاشی در مرحله گلدهی، Tr_5 : تیمار دو بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ + ظهور کامل برگ پرچم، Tr_6 : تیمار دو بار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم + گلدهی، Tr_7 : تیمار دو بار سمپاشی در مرحله اوایل ساقروی تا تشکیل گره ۱ + تشکیل گره ۲-۳، Tr_8 : تیمار سه بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ + ظهور کامل برگ پرچم + گلدهی، Tr_9 : تیمار چهار بار سمپاشی در مرحله اوایل ساقروی تا تشکیل گره ۱ + تشکیل گره ۲-۳ + ظهور کامل برگ پرچم + گلدهی (جدول ۱).
برای سمپاشی از قارچکش‌های رایج منطقه (تیلت، فولیکور، فالکن و رکس دو) که کارایی آنها برای کنترل بیماری‌های لکه برگی از جمله لکه خرمایی به اثبات رسیده است، استفاده شد (جدول ۱ و ۲). در سمپاشی اول (زمان T_0) از قارچکش تیلت (۱ لیتر در هکتار)، سمپاشی دوم (زمان T_1) از قارچکش فولیکور (۱ لیتر در

جدول ۱- جزئیات تیمارهای سمپاشی، زمان و تعداد دفعات استفاده از قارچکش‌های رایج منطقه با توجه به مرحله رشدی گندم جهت کنترل بیماری لکه خرمایی

Table 1- Details of spraying treatments, timing and frequency of fungicides application according to wheat growth stage for controlling of tan spot disease

نام تیمار Treatments	تعداد دفعات سمپاشی Number of spraying	زمان استفاده از قارچکش با توجه به مراحل رشدی گندم بر اساس شاخص زادوکس Fungicide application timing at growth stages according to Zadoks scale			
		T_0 اوایل ساقه روی تا تشکیل گره ۱	T_1 Node formation 2-3 (GS32-33)	T_2 Full flag leaf emergence (GS39)	T_3 Flowering (GS61)
Tr_1	1				
Tr_2	1				
Tr_3	1				
Tr_4	1				
$Tr_5 (T_1+T_2)$	2				
$Tr_6 (T_2+T_3)$	2				
$Tr_7 (T_0+T_1)$	2				
$Tr_8 (T_1+T_2+T_3)$	3				
$Tr_9 (T_0+T_1+T_2+T_3)$	4				
شاد (Check) Tr_{10}	0				

.(Tr₉ تا Tr₁) مقدار AUDPC تیمارهای سمپاشی (Tr₁ تا Tr₉):

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از ثبت کلیه داده‌ها، ابتدا مفروضات تجزیه واریانس از جمله نرم‌البودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار (V. 9.1 SAS) و رویه univariate مورد بررسی قرار گرفت و پس از اطمینان از برقراری این مفروضات، تجزیه واریانس و پس از آن مقایسه میانگین به روش کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر فاکتور رقم و تیمارهای سمپاشی بر مقادیر وقوع (I) و شدت بیماری (S)، سطح زیر منحنی‌های پیشرفت بیماری (AUDPC)، شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد دارای اختلاف معنی‌داری بود و همچنین اثر مقابل بین فاکتورهای رقم و تیمارهای سمپاشی نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). لذا دو فاکتور رقم و تیمارهای سمپاشی مستقلانه بر روی بر وقوع و شدت بیماری، منحنی‌های پیشرفت بیماری، شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد تأثیر نمی‌گذارند، بلکه دارای اثرات مقابل هستند و باید به روند اثرات ساده آنها توجه نمود (جدول ۲). بنابراین با توجه به معنی‌دار شدن اثرات مقابل رقم و تیمارهای سمپاشی، مقایسه میانگین‌ها به تفکیک دو رقم کوهدشت و کریم صورت گرفت.

مقایسه میانگین مقدار وقوع (I) و شدت بیماری (S).

AUDPC-S و AUDPC-I

نتایج مقایسه میانگین مقادیر درصد وقوع بیماری در تیمارهای سمپاشی مورد استفاده در رقم‌های کوهدشت و کریم نشان داد که بیشترین اختلاف معنی‌دار و کمترین آلودگی از نظر وقوع بیماری به ترتیب در تیمارهای Tr₉ (۱۲/۷٪ و ۱۲٪)، Tr₈ (۱۴٪ و ۱۳٪)، Tr₆ (۲۳/۶٪، ۱۹/۵٪)، Tr₃ (۳۰/۲٪، ۲۳٪) و Tr₅ (۳۲/۱٪، ۲۴٪) نسبت به شاهد Tr₁₀ (۶۳/۵٪، ۷۸/۵٪) وجود داشت (جدول ۳). در هر دو رقم مورد بررسی تیمارهای Tr₇ (۷۲/۷٪، ۵۸/۷٪) و Tr₄ (۶۰/۲٪، ۴۷/۸٪) بیشترین میانگین آلودگی را از نظر وقوع بیماری داشتند (جدول ۳).

کمترین آلودگی از نظر شدت بیماری در هر دو رقم کوهدشت و کریم به ترتیب در تیمارهای Tr₉ (۱۰/۲٪، ۸/۲٪)، Tr₈ (۱۱/۵٪، ۸/۲٪)، Tr₆ (۱۸٪، ۱۵/۲٪)، Tr₃ (۲۵/۲٪، ۲۰٪) و Tr₅ (۲۷٪، ۲۰٪)، Tr₁₀ (۲۱٪، ۲۱٪) مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین درصد نکروز سطح برگ در تیمارهای Tr₁ (۵۷٪، ۵۴/۱٪)، Tr₂ (۵۷٪، ۵۳/۷٪) و Tr₇ (۵۰/۳٪، ۵۴/۱٪) می‌باشد.

شدت بیماری بر اساس درصد سطح نکروز برگ با روش ساری و پرسکات (۲۱) در مقیاس ۰-۹۹ انجام شد که رقم اول (سمت چپ) بیان کننده ارتفاع نسبی بیماری و رقم دوم (سمت راست) بیان کننده میزان شدت بیماری (نکروز سطح برگ) است. داده‌های به دست آمده که شامل اعداد کیفی و معیاری برای بیان شدت بیماری بود، توسط رابطه $Arcsin \frac{y}{2} + 0.5$ به اعداد کمی تبدیل شدند. سطح زیر AUDPC; Area Under the Disease منحنی پیشرفت بیماری (Progress Curve) با استفاده از فرمول زیر برای صفت سطح وقوع و نکروز سطح برگ محاسبه شد:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right] (t_{i+1} - t_i)$$

که در آن n تعداد دفعات یادداشت برداری، y مقدار بیماری، و t زمان (روز) پس از کشت گندم هستند.

اندازه‌گیری صفات و پارامترهای مورد بررسی

پس از رسیدگی کامل گندم، صفات عملکرد و اجزای عملکرد از جمله وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در سطح و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت. جهت برآورد سود اقتصادی حاصل از تعداد دفعات سمپاشی در مراحل مختلف رشدی گیاه، میزان افزایش عملکرد و سود حاصل از آن و هزینه‌های ناشی از سمپاشی در دو رقم کوهدشت و کریم مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین میزان خسارت وارد به تیمارها و اثر تیمارهای سمپاشی بر کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد درصد کاهش و درصد کاهش خسارت در مراحل مختلف رشدی گندم محاسبه گردید. میزان خسارت وارد به تیمارها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{Loss} = \frac{YTr_{max} - YTr}{YTr_{max}} \times 100$$

YTr_{max}: تیمار با عملکرد بهینه (تیمار Tr₉، Tr₁)، YTr: عملکرد تیمارهای سمپاشی (کیلوگرم در هکتار) میزان درصد کاهش خسارت از اختلاف درصد خسارت وارد به تیمار شاهد (Tr₁₀) با تیمارهای مختلف محاسبه شد. اثر تیمارهای سمپاشی بر افزایش عملکرد و اجزای عملکرد با فرمول زیر محاسبه گردید:

$$Y = \frac{T_{Tr_{Sh}} - T_{Tr_0}}{T_{Tr_0}} \times 100$$

Y: تیمارهای سمپاشی (Tr₉ تا Tr₁، Tr_c: تیمار شاهد (Tr₁₀))

اثر تیمارهای سمپاشی بر کاهش مقادیر AUDPC-I و $\frac{AUDPC_{Tr_0} - AUDPC_{Tr}}{AUDPC_{Tr_0}}$ AUDTr = $\frac{AUDPC_{Tr_0} - AUDPC_{Tr}}{AUDPC_{Tr_0}} \times 100$ با فرمول AUDPC-S محاسبه شد. AUDPC_{Tr}: مقدار AUDPC_{Tr} شاهد (Tr₁₀).

تیمارهای Tr₁, Tr₂, Tr₃, Tr₄, Tr₅ و Tr₈ وجود داشت (جدول ۳) در حالی که در هر دو رقم تیمارهای Tr₇ و Tr₉ از بالاترین میانگین AUDPC-S و AUDPC-I برخوردار بودند (جدول ۳).

Tr₄ و Tr₈ (٪ ۴۵/۵ و ٪ ۴۰/۵) وجود داشت که در این تیمارها، برگ‌های پرچم و دو برگ ماقبل آن از آلودگی بالایی برخوردار بودند (جدول ۳). بیشترین اختلاف معنی‌دار و کمترین مقدار AUDPC-S در هر دو رقم نسبت به شاهد (Tr₁₀) در AUDPC-I

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس وقوع و شدت بیماری، منحنی‌های پیشرفت بیماری، شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم گندم کوهدهشت و کریم

Table 2- Results of ANOVA of disease incidence and severity, area under the disease progress curve, yield and yield components in Koohdasht and Karim cultivars

منابع تغییرات Source	درجه آزادی Df	درصد وقوع (I) درصد شدت بیماری (S)	میانگین مربعات MS						عملکرد دانه در هکtar Yield
			AUDPC_I	AUDPC_S	وزن هزاردانه TKW	تعداد دانه در سنبله NKS	تعداد سنبله بارور در واحد سطح NSPA	تعداد سطح NSPA	
بلوک Block	3	123.74	101.6	13270.07	45642.92	6.45	1.02	11.61	5012.57
رقم Cultivar	1	4336.51	239.11**	87233223.61**	239914.51**	195.30**	112.84**	2365.31*	22991.74**
خطای اصلی Main error	3	78.86	65.82	12986.25	323.59	10.19	5.01	17.23	66.23
تیمارهای سمپاشی Spraying treatments	9	3315.84	197.92**	3127509.89**	1306586.73**	100.15**	88.23**	64.56*	26636.49**
رقم × تیمارهای سمپاشی Cultivar × Spraying treatments	9	181.90	151.27**	472325.54**	12308.38**	8.46**	5.41**	3.64*	53.89**
خطای فرعی Sub-main error	54	58.77	48.2	48740.80	649.59	3.11	2.2	1.89	29.97
ضریب تغییرات CV		7.71	6.55	10.1	8.8	4.32	4.12	1.42	10.23

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** Significant difference at 5% and 1 %, respectively

کوهدهشت و کریم در تیمار Tr₁ (۳۰/۷ گرم) مشاهده شد که با شاهد (۳۰/۲ گرم) اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل a-1). بیشترین اختلاف معنی‌دار در تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور در واحد سطح با شاهد در هر دو رقم کوهدهشت و کریم در تیمارهای Tr₅, Tr₆, Tr₇, Tr₈ و Tr₉ مشاهده شد (شکل b-c).

مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد بیشترین مقدار وزن هزاردانه در هر دو رقم کوهدهشت و کریم مربوط به تیمارهای Tr₈ (۴۱/۱، ۳۸/۲ گرم) و Tr₉ (۴۱/۱، ۳۸/۱ گرم) بود و پس از آن تیمارهای Tr₆ (۴۰/۸، ۳۷/۵ گرم)، Tr₃ (۴۰/۸، ۳۷/۱۱ گرم) و Tr₅ (۴۰/۲، ۳۹/۹ گرم) بیشترین میانگین وزن هزاردانه را داشتند (شکل a-1). کمترین مقدار میانگین وزن هزاردانه در رقم

جدول ۳ - نتایج مقایسه میانگین درصد وقوع (I)، شدت بیماری (S)، AUDPC-I و AUDPC-S بیماری لکه خرمایی در دو رقم گندم کوهدشت و کریم

Table 3- The results of mean comparison of incidence (I), severity (S), AUDPC-S and AUDPC-I of tan spot disease in Koohdasht and Karim cultivars

تیمارها Treatments	درصد وقوع بیماری (I)		درصد شدت بیماری (S)		AUDPC-I		AUDPC-S	
	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim						
Tr ₁	75.7 a	62.2 a	57 a	53.7 a	2793.6 a	1772.8 a	4011.3 a	3177.2 a
Tr ₂	74.5 ab	59.7 ab	54.1 b	50.3 b	2744.7 ab	1612.6b	3786.1 b	2889 b
Tr ₃	30.2 d	23 d	25.5 d	20 d	1677 d	1255 d	2815.1 d	2161.5 d
Tr ₄	60.2 c	47.8 c	45.5 c	40.5 c	2324.8 c	1436.1 c	3345.7 c	2733 c
Tr ₅	32.1 d	24 d	27 d	21 d	1716 d	1296.5 d	2889.8 d	2210.8 d
Tr ₆	23.6 e	19.5 de	18 e	15.2 e	1478.8 e	1052.2 e	2600.8 e	1878.2 e
Tr ₇	72.7 b	58.7 b	52.8 b	48.8 b	2732.5 b	1672.6 b	3893.7 b	2935.2 b
Tr ₈	14 f	13 f	11.5 f	8.2 f	579.3 f	481 f	2182.2 e	1367.1 f
Tr ₉	12.7 f	12 f	10.2 f	8.2 f	564 f	439.7 f	2152 e	1354.1 f
Tr ₁₀ (check) (شاهد)	78.5 a	63.5 a	58 a	55.2 a	2896.8 a	1882.5 a	4061.6 a	3226.8 a
مقدار	3.1	3.6	1.5	1.5	151.9	112.4	64.3	50.3

اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد می باشند

Numbers followed by the different letters are significantly difference (P<0.05)

AUDPC-I در رقم کوهدشت بین ۸۰/۵-۳/۶ درصد و در رقم کریم بین ۵/۸-۷۶/۶ درصد یافت در حالی که مقادیر S به ترتیب در رقم های کوهدشت و کریم بین ۱/۲-۴۷ و ۱/۵-۵۸ درصد و درصد کاهش یافت (شکل a, b). قابل توجه است که بیشترین درصد کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S در هر دو رقم مورد بررسی در تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گله مشاهده شد در حالی که کمترین اثرگذاری تیمارهای سمپاشی بر درصد کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S در مرحله تشکیل گره وجود داشت (شکل a, b).

مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد افزایش شاخصهای عملکرد و اجزای عملکرد

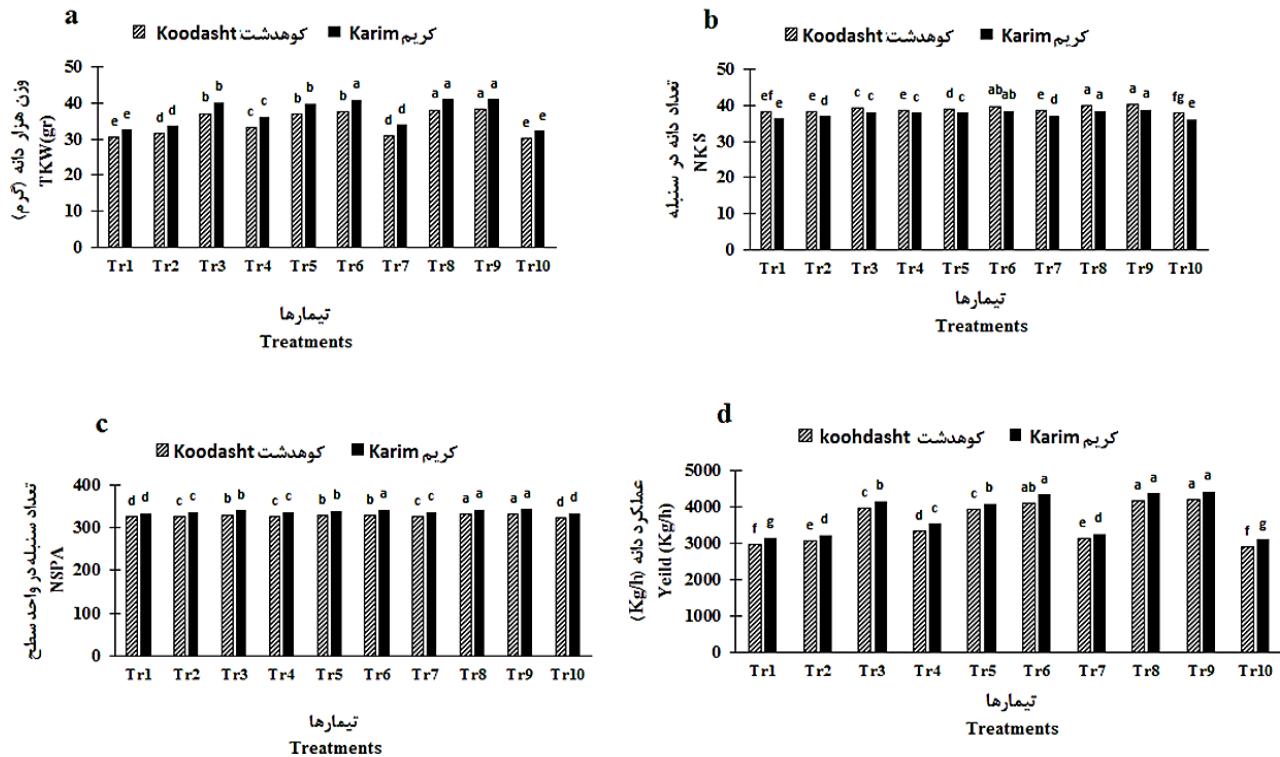
مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد افزایش شاخصهای عملکرد و اجزای عملکرد شامل وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در سطح و عملکرد دانه در رقم های کوهدشت و کریم نشان داد که به ترتیب تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گله یعنی تیمارهای Tr₁, Tr₂, Tr₃, Tr₄, Tr₅ و Tr₆ دارای نسبت به دیگر تیمارها اثر قابل توجهی بر میزان افزایش شاخصهای عملکرد و اجزای عملکرد داشته اند (جدول ۴). در رقم کوهدشت بین ۱/۳-۲۶/۴ درصد افزایش وزن هزاردانه مشاهده شد در حالی که در رقم کریم بین ۱/۲-۲۷/۲ درصد افزایش وزن هزاردانه وجود داشت

از نظر میانگین عملکرد دانه، بیشترین میانگین عملکرد دانه در ارقام کوهدشت و کریم به ترتیب در تیمارهای Tr₉ (۴۲۰۶/۲)، Tr₈ (۴۴۱۳/۱)، Tr₅ (۴۳۷۸/۷)، Tr₄ (۴۱۶۰/۴)، Tr₆ (۴۳۴۰)، Tr₃ (۴۳۷۸/۵)، Tr₁ (۴۰۹۸/۴) کیلوگرم در هکتار، Tr₇ (۴۱۵۳/۷)، Tr₂ (۳۹۴۰/۲)، Tr₁₀ (۳۰۹۹/۲)، Tr₁₁ (۲۹۰۷/۲) کیلوگرم در هکتار، وجود داشت (شکل d-1). تیمار Tr₁ (۳۱۴۸/۲)، Tr₈ (۲۹۶۸/۶) کیلوگرم در هکتار، کمترین مقدار عملکرد دانه را در هر دو رقم مورد بررسی داشت که با شاهد (شکل d-1) با توجه به نتایج بدست آمده، تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گله نگردید (شکل d-1). با توجه به نتایج بدست آمده، تیمارهای AUDPC-S و AUDPC-I (Tr₉ و Tr₈) از درصد وقوع، شدت، AUDPC-S و AUDPC-I (Tr₉ و Tr₈) از درصد عملکرد و اجزای عملکرد بالاتری نسبت به تیمارهای Tr₆، Tr₅ و Tr₃ پاییتر و درصد عملکرد و اجزای عملکرد بالاتری نسبت به تیمارهای Tr₂ و Tr₁ و تیمار Tr₇ (یکبار سمپاشی در مرحله تشکیل گره) بودند و تیمار Tr₄ (یکبار سمپاشی در مرحله گله) بخوردار بودند که نقطه مشترک همه این تیمارها، سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم بود (جدول ۳، شکل ۳-a-d).

مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد کاهش مقادیر AUDPC-S و AUDPC-I در ارقام کوهدشت و کریم بواسطه سمپاشی از مرحله تشکیل گره تا گله، مقادیر

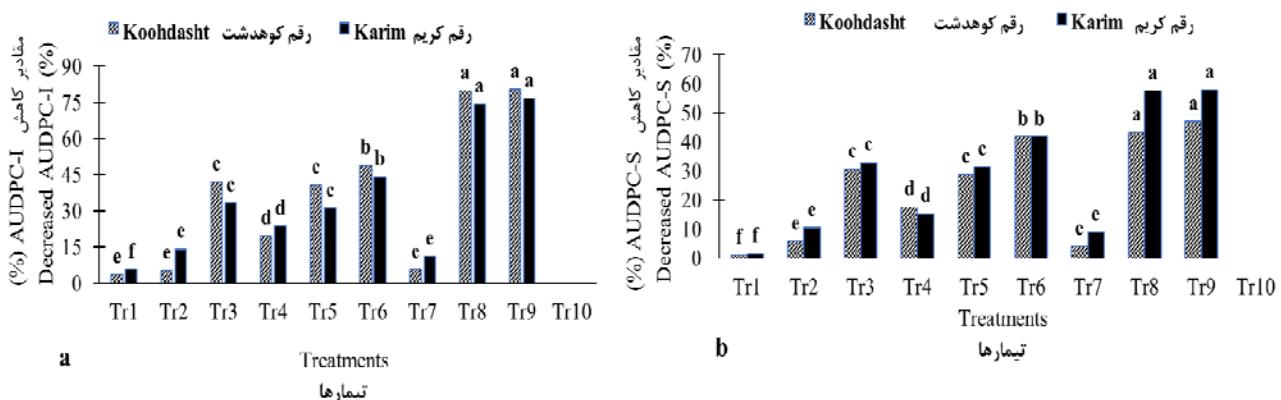
وجود داشت (جدول ۴). از نظر افزایش درصد عملکرد دانه، بین ۰/۱-۴۴/۶ درصد در رقم کوهدهشت و بین ۱/۵-۴۲/۳ درصد در رقم کریم، درصد افزایش عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۴).

(جدول ۴). از نظر تعداد دانه در سنبله در رقم کوهدهشت بین ۰/۵-۵/۷ درصد و در رقم کریم بین ۰/۶-۷/۴ درصد افزایش مشاهده شد (جدول ۴). در ارقام کوهدهشت و کریم به ترتیب بین ۰/۱-۳/۳ درصد افزایش تعداد سنبله بارور در سطح



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن هزاردانه (a)، تعداد دانه در سنبله (b)، تعداد سنبله بارور در واحد سطح (c) و عملکرد دانه (d) در تیمارهای مختلف سempاپاشی در ارقام کوهدهشت و کریم

Figure 1- Mean comparison of thousand kernel weight (a), number of kernels per spike (b), number of spikes per area (c) and yield (d) in different spraying treatments in Koohdasht and Karim cultivars



شکل ۲- مقایسه اثر تیمارهای سmpاپاشی بر درصد کاهش مقادیر (a) و AUDPC-S (b) در دو رقم گندم کوهدهشت و کریم

Figure 2- Comparison of the effect of spraying treatments on the decrease percentage of AUDPC-I (a) and AUDPC-S (b) in Koohdasht and Karim cultivars

کامل برگ پرچم تا گلدهی تأثیر قابل توجهی بر افزایش وزن هزاردانه داشتند و لذا در صورت استفاده از این تیمارهای سمپاشی امکان افزایش پتانسیل عملکرد دانه در هر دو رقم کوهدهشت و کریم وجود دارد (جدول ۴).

قابل توجه است که در هر دو رقم مورد بررسی کمترین درصد افزایش وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در سطح و عملکرد دانه در تیمارهای مرحله تشکیل گره (Tr_1 و Tr_2) و تیمار یکبار سمپاشی شده در مرحله گلدهی (Tr_4) وجود داشت (جدول ۴). بر اساس نتایج بدست آمده، تیمارهای سمپاشی از ظهور

جدول ۴- مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر افزایش درصد عملکرد و اجزای گندم کوهدهشت و کریم

Table 4- Comparison of the effect of spraying treatments on yield and yield components increase in Koohdasht and Karim cultivars

تیمارها Treatments	وزن هزاردانه (%)		تعداد دانه در سنبله (%)		تعداد سنبله بارور در واحد سطح (%)		عملکرد دانه (%)	
	TKW (%)		NKS (%)		NSPA (%)		Yield (%)	
	Koohdasht	Karim	Koohdasht	Karim	Koohdasht	Karim	Koohdasht	Karim
Tr ₁	1.3 f	1.2 e	0.5 fg	0.6 f	0.1 d	0.3 cd	2.1 f	1.5 ef
Tr ₂	4.3 e	4 d	1 f	2.5 e	0.8 c	0.8 c	5.4 e	3.6 e
Tr ₃	22.8 c	24.4 b	3.6 c	5.8 c	1.7 b	2.1 b	36.8 c	34 c
Tr ₄	9.9 d	11.7 c	1.5 e	5.2 cd	0.8 c	0.9 c	14.8 d	14.1 d
Tr ₅	22.5 c	23.5 b	2.6 d	5.2 cd	1.6 b	2 b	35.5 c	323 c
Tr ₆	24.1 b	26.3 a	4.7 ab	6.6 ab	1.7 b	2.6 a	40.9 ab	40 ab
Tr ₇	2.6 e	5.2 d	1.3 e	3 e	0.7 c	0.9 c	7.1 e	5 e
Tr ₈	26.1 a	26.9 a	5.2 a	6.9 a	2 a	2.7 a	43.1 a	41.2 a
Tr ₉	26.4 a	27.2 a	5.7 a	7.4 a	2 a	3.1 a	44.6 a	42.3 a
Tr ₁₀ (check) شاهد	0	0	0	0	0	0	0	0
LSD	1.8	1.9	0.4	0.5	0.3	0.4	2.1	2

اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

Numbers followed by the different letters are significantly difference (P<0.05)

بررسی اثر سهم تیمارهای سمپاشی بر میزان کاهش خسارت مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر میزان کاهش خسارت در دو رقم کریم و کوهدهشت نشان داد که تیمارهای مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی (رقم کریم بین ۲۹/۷ - ۲۳/۸ درصد و رقم کوهدهشت بین ۳۰/۸ - ۲۵/۴ درصد) بیشترین اثر را در کاهش خسارت داشتند در حالی که تیمارهای مرحله تشکیل گره و یکبار سمپاشی در مرحله گلدهی (رقم کریم بین ۹/۹ - ۱/۱ درصد و رقم کوهدهشت بین ۱۰/۲ - ۱/۴ درصد) کمترین اثرگذاری را در کاهش خسارت نشان دادند (جدول ۵). همانطور که جدول ۵ نشان می‌دهد، با افزایش تعداد دفعات سمپاشی‌ها در مرحله تشکیل گره (تیمارهای Tr₁، Tr₂، Tr₇، Tr₂) اختلاف معنی‌داری در کاهش خسارت در هر دو رقم مورد بررسی مشاهده نگردید و این حاکی از آن است که افزایش تعداد سمپاشی‌ها و تلفیق آنها در این مرحله اثر چندانی بر کاهش خسارت بیماری ندارد (جدول ۵). قابل توجه است که با افزایش تعداد سمپاشی‌ها و تلفیق آنها از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی (تیمارهای Tr₃، Tr₄، Tr₅، Tr₆، Tr₈ و Tr₉)، کاهش قابل توجهی در خسارت مشاهده شد که نشان از وجود اثر سینergic است بین این

برآورده درصد خسارت واردہ بر ارقام گندم مورد بررسی برای مقایسه خسارت واردہ بر تیمارهای مختلف، تیمار Tr₉ در هر دو رقم که از بالاترین میزان عملکرد برخوردار بود عنوان عملکرد بهینه در نظر گرفته شد و بقیه تیمارها بر اساس تیمار Tr₉ مقایسه و درصد خسارت محاسبه گردید (جدول ۵). در بین تیمارهای یک بار سمپاشی، تیمار Tr₃ (% ۵/۴، % ۵/۸) از درصد خسارت پایینتری برخوردار بود در حالی که اختلاف معنی‌داری در درصد خسارت در تیمار Tr₄ (% ۲۰/۶، % ۱۹/۸) نسبت به تیمارهای Tr₁ (% ۲۸/۶، % ۲۹/۴) و Tr₂ (% ۲۷/۱، % ۲۷/۱) وجود داشت (جدول ۵). اختلاف معنی‌داری در درصد خسارت واردہ در تیمار Tr₁ با شاهد (Tr₁₀ بدون سمپاشی) (% ۳۰/۸، % ۲۹/۷) مشاهده نگردید (جدول ۵). در تیمارهای دوبار سمپاشی، به ترتیب تیمارهای Tr₆ (% ۲/۵، % ۱/۶)، Tr₇ (% ۲/۵، % ۲/۷)، Tr₅ (% ۲/۷، % ۲/۶)، Tr₄ (% ۲۵/۹، % ۲۶/۲) درصد خسارت پایینی داشتند که اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید (جدول ۵). تیمار سه بار سمپاشی که شامل تیمار Tr₈ (۱٪، ۰٪، ۰٪) بود کمترین درصد خسارت را در بین تیمارها داشت (جدول ۵).

تیمارهای Tr_1 (بکار سمپاشی در زمان T_0 یا مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱)، تیمار Tr_2 (بکار سمپاشی در زمان T_1 یا مرحله تشکیل گره ۲-۳) و تیمار Tr_7 (دو بار سمپاشی در زمان‌های (T_0+T_1) فشار بیماری (شدت نکروز سطح برگ) را بر روی برگ‌های پایینی گیاه کاهش دادند، اما نتوانستند فشار بیماری را بر روی برگ‌های بالایی گیاه مخصوصاً برگ پرچم کاهش دهند و اغلب سطح برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن از آلودگی بالایی برخوردار بود و لذا افزایش فشار بیماری سبب افزایش خسارت در این تیمارها شده است (شکل ۳ a, b، جدول ۵).

تیمارها می‌باشد (جدول ۵).

مقایسه کاهش فشار بیماری (شدت نکروز سطح برگ‌ها) لکه خرمایی و اثر پیوستگی استفاده از قارچ‌کش‌ها در مراحل مختلف رشدی

در واقع کاهش خسارت بواسطه اعمال تیمارهای سمپاشی می‌تواند به دلیل کاهش فشار بیماری بر برگ‌های بالایی گیاه از جمله برگ پرچم باشد. منحنی پیشرفت بیماری بر اساس شدت نکروز سطح برگ در دو رقم کوهدشت و کریم نسبت به تیمارهای مختلف سمپاشی الگوی مشابه داشتند (شکل ۳ a, b). نتایج منحنی پیشرفت بیماری نشان داد که در هر دو رقم کوهدشت و کریم

جدول ۵- میزان خسارت و درصد کاهش خسارت، افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از استفاده از تیمارهای سمپاشی در مراحل مختلف رشدی گندم کوهدشت و کریم

Table 5- Damage and percentage of damage reduction, increasing in yield and economic profit of spraying treatments application at different growth stages of Koohdasht and Karim cultivars

تیمارها Treatments	رقم Cultivar	میزان خسارت واردہ (%) Loss (%)	میزان کاهش خسارت (%) Decreased loss (%)	قیمت تمام شده سپاشی در هکtar (Kg/h) ^a (Toman) ^b Spraying costs (b)	میزان افزایش عملکرد (Kg/h) Increased yield (Kg/h)	سود بدست آمده از افزایش عملکرد ^c (Toman) ^d Profit of increased yield (a)/(Toman)	سود اقتصادی (تومان) (a-b) Economic profit (a-b)
Tr_1	کوهدشت Koohdasht	29.4 a	1.4 f	66000	61.3 f	79690	13690
Tr_1	کریم Karim	28.6 a	1.1 d	66000	49 f	63700	-2300
Tr_2	کوهدشت Koohdasht	27.1 b	3.7 e	135000	158.5 e	206050	71050
Tr_2	کریم Karim	27.1 b	2.5 d	135000	113.5 e	147550	12550
Tr_3	کوهدشت Koohdasht	5.4 d	25.4 c	167000	1071.2 c	1392560	1225560
Tr_3	کریم Karim	5.8 d	23.8 b	167000	1054.5 c	1370850	1203850
Tr_4	کوهدشت Koohdasht	20.6 c	10.2 d	237000	431 d	560300	322200
Tr_4	کریم Karim	19.8 c	9.9 c	237000	437.2 d	568360	331360
Tr_5	کوهدشت Koohdasht	6.3 d	24.5 c	302000	1033 c	1342900	1040900
Tr_5	کریم Karim	7.2 d	22.4 b	302000	992.5 c	1290250	988250
Tr_6	کوهدشت Koohdasht	2.5 e	28.3 ab	404000	1191.1 ab	1548430	1144430
Tr_6	کریم Karim	1.6 e	28.1 a	404000	1240.7 ab	1612910	1208910
Tr_7	کوهدشت Koohdasht	25.9 b	4.9 e	201000	208 e	270400	69400
Tr_7	کریم Karim	26.2 b	3.5 d	201000	156.9 e	203970	2970
Tr_8	کوهدشت Koohdasht	1 e	29.7 a	539000	1253.1 a	1629030	1090030
Tr_8	کریم Karim	0.7 e	28.9 a	539000	1279.5 a	1663350	1124350
Tr_9	کوهدشت Koohdasht	-	30.8 a	605000	1298.9 a	1688570	1083570
Tr_9	کریم Karim	-	29.7 a	605000	1313.8 a	1707940	1102940
Tr_{10} (check) شاهد	کوهدشت Koohdasht	30.8 a	0	0	0	0	0
Tr_{10} (check) شاهد	کریم Karim	29.7 a	0	0	0	0	0
LSD مقدار	کوهدشت Koohdasht	1.5	1.9		68.5		
LSD مقدار	کریم Karim	1.2	1.4		65.2		

۱- هزینه سپاشی شامل هزینه ادوات سپهاسی به همراه قیمت قارچ‌کش می‌باشد.

۲- سود حاصل از افزایش عملکرد گندم با قیمت ۱۳۰۰ تومان محاسبه شد.

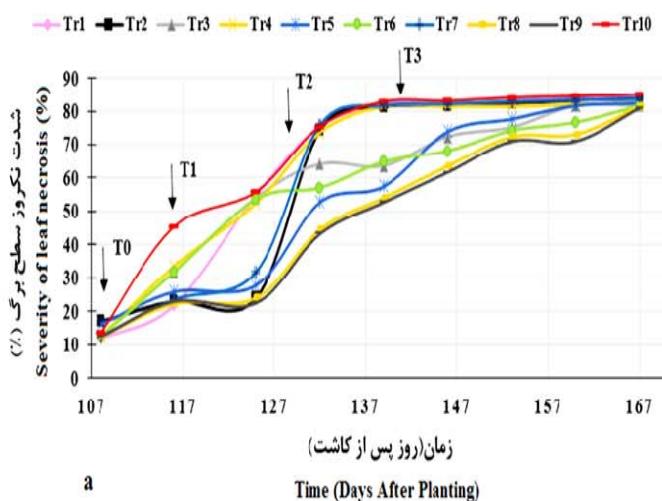
اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

1- Sparying costs includes cost of sparying equipments plus fungicide price

2- Profit of increased of yield calculated with 1300 tomans.

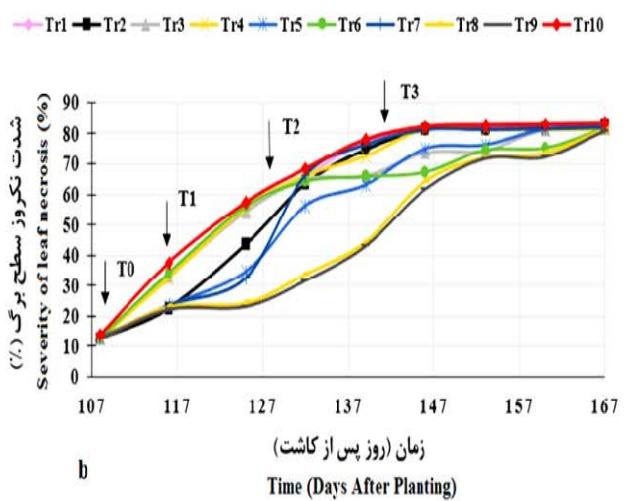
Numbers followed by the different letters are significantly difference ($P<0.05$)

دلیل نقش اثر پیوستگی سمپاشی (دو بار سمپاشی از ظهرور کامل برگ پرچم تا گلدهی) در تیمار T_6 باشد که سبب شده تا سطح سبزینه بیشتری (به دلیل کاهش فشار بیماری) را در اختیار گیاه برای فتوستتر و پرشدن دانه قرار دهد. در واقع افزایش تعداد سمپاشی‌ها و تلفیق آن‌ها از مرحله ظهرور کامل برگ پرچم تا گلدهی می‌تواند علاوه بر اثر سینرژیستی بر کاهش فشار بیماری، سبب افزایش عملکرد نیز شود. در تیمارهای T_8 و T_9 (تیمارهای سه و چهار بار سمپاشی) که ترکیبی از سمپاشی‌ها بودند، توانستند بیشترین سطح سبزینه را برای برگ‌های بالایی گیاه فراهم کنند و از شدت بیماری بطور قابل توجهی بکاهند (شکل ۳ a, b). نقطه مشترک تیمارهای T_8 و T_9 و T_{10} مراحل تشکیل گره ۲-۳ + ظهرور کامل برگ پرچم + گلدهی بود و از آنجایی که تیمارهای قبل از ظهرور کامل برگ پرچم (از جمله T_1 , T_2 و T_7) اثر چندانی بر کاهش فشار بیماری نداشتند و در مقابل تیمارهای ظهرور کامل برگ پرچم تا گلدهی اثر قابل توجهی بر کاهش فشار داشتند، می‌توان نتیجه گرفت که تلفیق مراحل تشکیل گره با مراحل ظهرور برگ پرچم و گلدهی (پیوستگی بین مراحل) می‌تواند اثر سینرژیستی بین تیمارها ایجاد کند و سبب کاهش فشار بیماری و افزایش عملکرد شود (شکل ۳ a, b، جدول ۵).



در رقم‌های کوهدهشت و کریم، تیمار T_4 (یکبار سمپاشی در زمان T_3 یا مرحله گلدهی) به دلیل اینکه سمپاشی تنها در مرحله گلدهی صورت گرفت نیز نتوانست فشار بیماری را بر روی برگ‌های بالایی گیاه کاهش دهد و اکثر سطح برگ پرچم و برگ‌های مقابل آن آلوده بود، اما نسبت آلدگی سطح برگ پرچم در این تیمار نسبت به تیمارهای T_1 و T_2 ، کمتر بود (شکل ۳ a, b). منحنی پیشرفت بیماری نشان داد که در تیمار T_3 (یکبار سمپاشی در زمان T_2 یا مرحله ظهرور کامل برگ پرچم) فشار بیماری روی برگ‌های پرچم بسیار پایین است و در زمان پر شدن دانه سبزینه برگ پرچم بالاست که می‌تواند سبب افزایش فتوستتر و عملکرد نهایی محصول گردد (شکل ۳ a, b).

در تیمارهای دو بار سمپاشی در رقم‌های کوهدهشت و کریم، تیمارهای T_6 (سمپاشی در زمان T_2+T_3) و T_5 (سمپاشی در زمان T_1+T_2 ، برگ‌های بالایی گیاه از فشار آلدگی و خسارت بسیار پایینتری نسبت به تیمار T_7 (سمپاشی در زمان T_0+T_1) برخوردار بودند (شکل ۳ a, b، جدول ۵). نقطه مشترک سمپاشی در تیمارهای T_5 و T_6 مرحله ظهرور برگ پرچم بود، اما مقدار عملکرد دانه در تیمار T_6 نسبت به تیمار T_5 بالاتر بود (شکل ۳ a, b).



شکل ۳- منحنی پیشرفت بیماری لکه خرمایی در دو رقم کوهدهشت (a) و رقم کریم (b) در واکنش به تیمارهای سمپاشی در چهار زمان، T_0 (اوایل ساقه روی تا تشکیل گره ۱)، T_1 (تشکیل گره ۲-۳)، T_2 (ظهرور کامل برگ پرچم) و T_3 (گلدهی). این منحنی بر اساس شدت آلدگی سطح برگ‌ها از مرحله تشکیل گره تا گلدهی ترسیم شده است. در محور عمودی اعداد سمت چپ نماینگر شماره برگ آلوده و عدد سمت راست میزان شدت بیماری آن است. اعداد + تا ۴۹ (برگ چهارم)، اعداد ۵۰ تا ۷۹ (دو برگ زیر پرچم)، اعداد ۸۰ تا ۸۹ (برگ پرچم)

Figure 3- Disease progress curve of tan spot in Koohdasht (a) and Karim (b) cultivars in response to spraying treatments at four-timing, T_0 (early stem elongation to node formation 1), T_1 (node formation 2-3), T_2 (the full emergence of Flag leaf) and T_3 (flowering). This curve was drawn based on the severity of leaf area infection from node formation to flowering. In the vertical axis, the numbers on the left represent the number of the infected leaves and the right number represent the disease severity. The numbers 0 to 49 (fourth leaf), numbers 50 to 79 (two leaves below flag leaf), numbers 80 to 89 (flag leaf).

است (۲، ۴، ۵، ۲۰). عباسی (۱) پی برد که بهترین کارایی قارچ‌کش‌های تیلت، فولیکور، آرت، کاربندازیم و آنتو، در مرحله ظهور برگ پرچم می‌باشد که علاوه بر کاهش بیماری لکه خرمایی، افزایش عملکرد را نیز در پی دارد. الداغی و همکاران (۶) نشان دادند که کاربرد قارچ‌کش‌های اپرودیون، کاربندازیم، سایپروکونازول، تبوکونازول، پروپیکونازول در مرحله ظهور برگ پرچم نسبت به مرحله ظهور سنبله کارایی بیشتری در کنترل بیماری لکه خرمایی و افزایش عملکرد دارند. آقاجانی و همکاران (۷) قارچ‌کش‌های تیلت، فولیکور و فالکن را برای کنترل بیماری لکه خرمایی در استان گلستان استفاده کردند و پی بردنده که کارایی این قارچ‌کش‌ها با توجه به زمان استفاده آنها و میزان فشار بیماری متفاوت است. در این مطالعه با توجه به بررسی‌های انجام شده در رابطه با کارایی قارچ‌کش‌های مختلف ثبت شده (۲ و ۴) جهت کنترل بیماری لکه خرمایی، اقدام به استفاده از این قارچ‌کش‌ها (از جمله تیلت، فولیکور و فالکن) در زمان مختلف رشیدی گندم شد.

بر اساس نتایج بدست آمده از سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم با قارچ‌کش فالکن می‌توان نتیجه گرفت این قارچ‌کش زمانی که در مرحله مناسب یعنی مرحله ظهور کامل برگ پرچم استفاده شود، کارایی آن چندین برابر خواهد شد. در مرحله گلدهی از قارچ‌کش رکس دو استفاده شد که این قارچ‌کش توانایی بالایی در کنترل بیماری‌های برگی و فوزاریوم سنبله گندم دارد (۴) و نتایج نشان داد که استفاده از قارچ‌کش رکس دو به تنها یکی در مرحله گلدهی توانایی چندانی بر کاهش فشار بیماری بر برگ پرچم ندارد، اما زمانی که یک بار در زمان ظهور برگ پرچم با فالکن سمپاشی صورت گیرد و به دنبال آن سمپاشی دیگری در مرحله گلدهی با رکس دو (از جمله تیمارهای Tr₆, Tr₇, Tr₈ و Tr₉) انجام شود، اثرگذاری قارچ‌کش رکس دو بر کاهش فشار بیماری لکه خرمایی مشخص می‌گردد. مطالعات نشان داده است که قارچ‌کش‌های تیلت و فولیکور نیز کارایی بالایی در کنترل بیماری لکه خرمایی دارند (۲ و ۴)، اما در این بررسی احتمالاً به دلیل استفاده این قارچ‌کش‌ها در زمان‌های تشکیل گره کارایی چندانی نشان ندادند. همانطور که مشخص گردید در تیمارهای سه بار سمپاشی (Tr₈) و چهار بار سمپاشی (Tr₉) که این دو قارچ‌کش (تیلت و فولیکور) در ترکیب با دو قارچ‌کش فالکن و رکس دو استفاده شدند، میزان فشار بیماری در این تیمارها در مقایسه با دیگر تیمار پایینتر بود که نشان از آن دارد که این دو قارچ‌کش پتانسیل قابل توجهی در کاهش فشار بیماری لکه خرمایی دارند، اما استفاده آنها در مراحل ابتدایی ساقه‌روی (تشکیل گره) گندم کارایی چندانی بر کنترل بیماری لکه خرمایی ندارد. بنابراین زمان استفاده، تعداد دفعات استفاده و میزان حساسیت ارقام بر روی کارایی قارچ‌کش‌ها اثر قابل توجهی می‌گذارد (۴، ۵ و ۲۰).

مقایسه افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از استفاده تیمارهای سمپاشی در مراحل مختلف رشیدی گندم

بیشترین افزایش عملکرد در تیمارهای یکبار سمپاشی در تیمار Tr₃ (۱۰۷۱/۲، ۱۰۵۴/۵ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید در حالی که تیمارهای دوبار سپاپاشی، به ترتیب تیمارهای Tr₆ (۱۱۹۱/۱، ۱۲۴۰/۷ کیلوگرم در هکتار) و Tr₅ (۱۰۳۳، ۹۹۲/۵ کیلوگرم در هکتار) نسبت به تیمار Tr₇ (۱۵۶/۹ کیلوگرم در هکتار) بیشترین افزایش عملکرد را داشتند (جدول ۵). در تیمارهای سه و چهار بار سمپاشی Tr₉ (۱۲۷۹/۵، ۱۲۵۳/۱ کیلوگرم در هکتار) و Tr₈ (۱۳۱۳/۸، ۱۲۹۸/۴ کیلوگرم در هکتار) بیشترین افزایش عملکرد را در بین تیمارهای Tr₈ (۱۲۷۹/۵، ۱۲۵۳/۱ کیلوگرم در هکتار) و Tr₉ (۱۳۱۳/۸، ۱۲۹۸/۴ کیلوگرم در هکتار) داشتند (جدول ۵). بالاترین سود حاصل از افزایش عملکرد در بین تیمارهای مورد بررسی متعلق به تیمارهای ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی بود (جدول ۵). نکته قابل توجه این بود که در هر دو رقم مورد بررسی تیمارهای Tr₆, Tr₇, Tr₈ و Tr₉ از نظر کاهش درصد خسارت و افزایش درصد عملکرد دانه و سود حاصل از آن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۵) و لذا این حاکی از آن است که افزایش تعداد سمپاشی‌ها به بیش از دو بار از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی تأثیر چندانی بر کاهش درصد خسارت و درصد افزایش عملکرد و سود حاصل از آن نخواهد گذاشت و تنها هزینه‌های سمپاشی را افزایش می‌دهد. بنابراین تصمیم‌گیری برای استفاده از تیمارهای سمپاشی علاوه بر زمان استفاده و تعداد دفعات آن، میزان کاهش فشار بیماری و افزایش عملکرد باید به فاکتور دیگری بنام سود اقتصادی نیز توجه شود.

مقایسه سود اقتصادی در رقم‌های کوهدهشت و کریم نشان داد که استفاده از تیمارهای سمپاشی تشکیل گره (Tr₇ و Tr₂, Tr₁) کمترین سود اقتصادی را به همراه دارد، بطوری که سود اقتصادی در رقم کریم نسبت به رقم کوهدهشت در تیمارهای Tr₁, Tr₂ و Tr₇ بسیار پایینتر و حتی منفی بود. بنابراین با توجه هزینه‌های سمپاشی و میزان افزایش عملکرد پایین در این تیمارهای سمپاشی، استفاده از تیمارهای Tr₁, Tr₂ و Tr₇ برای کنترل بیماری لکه خرمایی صرفه اقتصادی ندارد (جدول ۵). در هر دو رقم مورد بررسی، بیشترین سود اقتصادی حاصل به ترتیب در تیمارهای یکبار سمپاشی Tr₃, تیمار دوبار سمپاشی Tr₆, سه بار سمپاشی Tr₈, چهار بار سمپاشی Tr₉ و تیمار دو بار سمپاشی Tr₅ مشاهده شد (جدول ۵). بطور کلی در هر دو رقم کوهدهشت و کریم، تیمار Tr₃ سود اقتصادی بالاتری به دلیل زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش و کاهش تعداد دفعات سمپاشی (یکبار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم) و هزینه‌های ناشی از آن را داشت (جدول ۵). مطالعات مختلفی در رابطه با کارایی قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری لکه خرمایی انجام شده است و تأثیر هر یک از قارچ‌کش‌ها نیز با توجه به شرایط آب و هوایی، ارقام و زمان استفاده متفاوت بوده

عملکرد در گندم در صورت عدم وجود فشار بیماری بسیار متغیر است (۲۳).

در مطالعه حاضر مشخص شد که استفاده از تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی می‌تواند موجب افزایش پتانسیل عملکرد در هر دو رقم کوهدهشت و کریم (به دلیل حساس بودن به بیماری) گردد. در رقم کوهدهشت میزان افزایش عملکرد از ۱۰۷۱/۲ تا ۱۲۹۸/۲ کیلوگرم در هکتار بود که بطور کلی این تیمارها بطور میانگین بیش از ۳۶ درصد سبب افزایش عملکرد محصول شدند. در رقم کریم میزان افزایش عملکرد از ۱۰۵۴/۵ تا ۱۳۱۳/۸ کیلوگرم در هکتار بود که بطور میانگین بیش از ۳۴ درصد سبب افزایش عملکرد محصول شدند. مک لین (۱۸) پی برداشت که استفاده از قارچ کش‌ها از مرحله ظهور برگ پرچم تا گلدهی سبب افزایش عملکرد از ۳۶۷۶ تا ۴۲۴۶ کیلوگرم در هکتار می‌شود. ویرسما و متبرگ (۲۴) نشان دادند که استفاده از قارچ کش‌ها در مرحله ظهور برگ پرچم تا ۴۲ درصد سبب افزایش عملکرد محصول (از ۲۸۵۴ تا ۴۹۱۰ کیلوگرم در هکتار) می‌گردد. لوپز و همکاران (۱۹) ثابت کردند که استفاده دو یا سه بار از قارچ کش‌ها در طی ساقه‌روی تا گلدهی سبب افزایش محصول بین ۸۰۰ تا ۱۶۹۰ کیلوگرم در هکتار می‌شود. با توجه به نتایج حاصل، مرحله ظهور کامل برگ پرچم بهترین زمان استفاده از قارچ کش جهت کاهش فشار بیماری لکه خرمایی و افزایش سزینه برگ گیاه بود. از آنجایی که یک یا دو بار سمپاشی در مناطق تحت کشت گندم در استان گلستان رایج نیست، لذا می‌توان با شناسایی دقیق مرحله ظهور کامل برگ پرچم و سمپاشی در این مرحله، از تعداد دفعات سمپاشی کاست و علاوه بر کنترل بیماری لکه خرمایی و کاهش فشار بیماری و میزان اینوکلوم برای سال آینده، سبب افزایش راندمان محصول گشت.

خسارتم اقتصادی وارد به گندم توسط بیماری‌های برگی بستگی به شرایط محیطی، روش زراعی و مقاومت ارقام دارد (۲۳). ویگولو و همکاران (۲۲) پی برداشت که بیش از ۴۲ درصد خسارت اقتصادی می‌تواند از طریق استفاده از قارچ کش‌های برگی در گندم زمستانه کاهش یابد. در این بررسی اثر تیمارهای سمپاشی بر کاهش درصد خسارت نشان داد که در رقم کوهدهشت بین ۱/۴-۳۰/۸ درصد و رقم کریم ۱/۱-۲۹/۷ درصد میزان خسارت کاهش یافته است که بیشترین درصد کاهش خسارت در تیمارهای سمپاشی ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی مشاهده شد.

بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از قارچ کش‌ها در مرحله ظهور برگ پرچم اثر قابل توجهی بر کاهش فشار بیماری‌های لکه برگی و افزایش عملکرد دارد. ویگولو و همکاران (۲۳) پی برداشت که بهترین مرحله کنترل بیماری لکه خرمایی مرحله ظهور برگ پرچم می‌باشد و موجب افزایش عملکرد نسبت به مرحله GS31 (تشکیل گره) شد. جورجسن و تیجسن (۱۶) پی برداشت که قارچ کش‌های پیراکلواستروبین، پیکوکسی استتروبین، بروپیکونازول و بروتیوکونازول بیشترین اثر را در کنترل بیماری لکه خرمایی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی دارند.

استفاده از قارچ کش‌ها اغلب برای حفاظت برگ پرچم از آلودگی‌های قارچی بوده است (۲۳). حفاظت برگ پرچم در گندم یک حفاظت کلیدی است و یکی از معیارهایی است که در توسعه و پرشدن بذر و در نهایت افزایش عملکرد نهایی اثرگذار است (۱۹). استفاده از قارچ کش‌ها ممکن است تولید ترکیبات آنتی اکسیدانی گیاه را افزایش دهد که به دنبال آن سرعت تخریب کلروفیل II و پرووتئین‌های برگ کاهش یابد و این امر می‌تواند در افزایش پتانسیل عملکرد محصول تأثیر گذارد (۱۲). به هر حال اثر استفاده از قارچ کش‌های برگی بر

منابع

1. Abbasi A. 2011. Chemical control of tan spot disease of wheat in Mazandaran province. Thesis of MS, Agriculture Faculty, Azad University of Damghan.
2. Abbasi A., Forutan M., and Pirnia M. 2010. Study of the effect of some fungicides recorded on control of wheat tan spot. Proceedings of the 19th Iranian plant Protection Congress, 31-3 Jul. – Aug. 2013, Tehran, Iran.
3. Aghajani M.A. 2013. Guide to identifying and managing wheat diseases in Golestan province. Norozi press. 124 p.
4. Aghajani M.A., Bagherani N., and Mottaki A. 2010. Chemical control of tan spot in golestan province. Proceedings of the 19th Iranian plant Protection Congress, 31-3 Jul. – Aug. 2013, Tehran, Iran.
5. Aghajani M.A., and Talie F. 2007. Technical Journal of Tan Spot of Wheat. Technical Publishing and Scientific Group of Research Center Agriculture and Natural Resources of Golestan Province. 20 pp.
6. Addaghi M., Abbasi A., and Pirnia M. 2016. Study of the effect of some fungicides recorded on control of Tan Spot of Wheat. Applied research in Plant Protection, 5(2):81-93. (In Persian with English abstract)
7. Bailey K.L., Gossen G.P., Watson P.R., and Derkson D. A. 2001. Effect of tillage and crop rotation on root and foliar diseases of wheat and pea in Saskatchewan from 1991 to 1998: univariate and multivariate analysis. Canadian Journal of Plant Science, 81: 789-803.
8. 8-CABI. 2013. *Pyrenophora tritici-repentis* (leaf spot of wheat). CBI Crop Protection Compendium, 57 p.

9. Dehghan M.A. 2010. Investigation on the emergence and spread of wheat tan spot disease in Golestan province and evaluation of resistance of different wheat genotypes to it. Proceedings of the 19th Iranian plant Protection Congress, 31-3 Jul. – Aug. 2013, Tehran, Iran.
10. De Wolf E., Effertz R.J., Ali S., and Franci L.J. 1998. Vistas of tan spot research. Canadian Journal of Plant Pathology, 20: 349-370.
11. Duczek L.J., and Jones-Flory L.L. 1994. Effect of timing of propiconazole application on foliar disease and yield of irrigated spring wheat in Saskatchewan from 1990 to 1992. Canadian Journal of Plant Science, 74: 205–207.
12. Edwards J.T., Hunger R.M., and Payton M.E. 2012. Agronomic and economic response of hard red winter wheat to foliar fungicide in the southern plains. Crop Management, 11(1): 1-10.
13. Forutan A., Dalili A., and Shayegan J. 1995. Isolation of *Drechslera tritic-repentis* from wheat leaf infected in Mazandaran Province. Proceedings of the 12th Iranian plant Protection Congress, 11-16 Sep. 1995, Karaj, Iran.
14. Harvey I.C., Craigie R.A., and McCloy B.L. 2015. The control of tan spot of wheat (caused by *Pyrenophora tritici-repentis*): a possible emerging disease in New Zealand. New Zealand Plant Protection, 68: 428-433.
15. Heger M., Oerke E.C., Dehne H.W., and Hindorf H. 2003. Evaluation of an action threshold-based IPM wheat model in Rheinland (Germany) in 1999/2001. OEPP/EPPO Bull, 33: 397–401.
16. Jørgensen L.N., and Thygesen K. 2006. Should strobilurins still be used in wheat? Danish and foreign experience. Proceedings of the 3rd Danish Plant Congress, 10–11 Jan. 2006, Denmark.
17. Kelley K.W. 2001. Planting date and foliar fungicide effects on yield components and grain traits of winter wheat. Agronomy Journal, 93(2): 380-389.
18. MacLean D. 2016. Evaluating fungicide timing for leaf spot diseases of wheat and Fungicide Resistance in *Pyrenophora tritici-repentis*. Thesis of MS, University of Saskatchewan.
19. Lopez J.A., Rojas K., and Swart J. 2015. The economics of foliar fungicide applications in winter wheat in Northeast Texas. Crop Protection, 67: 35–42.
20. Ransom J.K., and McMullen M.P. 2008. Yield and disease control on hard winter wheat cultivars with foliar fungicides. Agronomy Journal, 100: 1130-1137.
21. Saari E., and Prescott J.M. 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease, 59: 377–380.
22. Wegulo S.N., Breathnach J.A., and Baenziger P.S. 2009. Effect of growth stage on the relationship between tan spot and spot blotch severity and yield in winter wheat. Crop Protection, 28: 696-702.
23. Wegulo S.N., Stevens J., Zwingman M.V., and Baenziger P.S. 2012. Yield response to foliar fungicide application in winter wheat. p. 227-244. In D. Dhanasekaran, N. Thajuddin, and A Panneerselvam (ed.) Fungicides for Plant and Animal Diseases. InTech press, Croatia.
24. Wiersma J.J., and Motteberg C.D. 2005. Evaluation of five fungicide application timings for control of leaf-spot diseases and Fusarium head blight in hard red spring wheat. Canadian Journal of Plant Pathology, 27: 25-37.
25. Zadoks J.C., Chang T.T., and Konzak C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14: 415-421.



Determination of Optimum Timing of Fungicides Application Based on Growth Stages for Controlling of Wheat Tan Spot

M. Abedi-Tizaki^{1*}- K. Rezapour²- M.A. Aghajani³- F. Asadi⁴- S. Salimian⁵

Received: 29-04-2018

Accepted: 06-10-2018

Introduction: Tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) is one of the most destructive leaf diseases that causes significant damages to wheat during epidemic periods. The application of fungicides is a rapid control practice of the disease during epidemic periods. Under the Integrated Management of Diseases (IDM), fungicides application for controlling leaf diseases is recommended based on disease level (disease pressure), plant growth stages, and only for susceptible cultivars. Several fungicides have been proposed for controlling tan spot, but the efficiency of recommended fungicides is effective when they are used to reduce the disease pressure on important plant leaves especially flag leaf. According to growth stages, four timing have been recommended to fungicides application including, T0 (early stem elongation to node forming 1), T1 (node formation 2-3), T2 (the full flag leaf emergence) and T3 (flowering). The results of fungicides application at different growth stages of wheat are inconsistent and also there is no comprehensive study about the timing of fungicides application for controlling this disease in Iran. Therefore, the present study was carried out to determine the appropriate timing of fungicides application at four wheat growth stages.

Materials and Methods: A field experiment was conducted in a split plot design with four replications. The main and sub-main factors of the experiment were cultivars (Karim and Koohdasht) and the spraying treatments, respectively, and common fungicides (such as Tilte, Folicur, Falcon, and Rexduo) were sprayed at four timings including, T0 (early stem elongation to node forming 1), T1 (node formation 2-3), T2 (the full flag leaf emergence) and T3 (flowering). The spraying treatments were as follows: one, two, three and four spraying times. The efficiency of spraying treatments was evaluated one week after the last spraying by determining the disease index (incidence, severity and area under the disease progress curve; AUDPC) and also comparing the yield and yield components.

Results and Discussion: The results showed that spraying treatments from the full flag leaf emergence to flowering stages (Tr3, Tr5, Tr6, Tr8 and Tr9) decreased the values of AUDPC-I by 42.1 to 80.5% and 33 to 76.6% for Koohdasht and Karim cultivars, respectively, whereas the values of AUDPC-S decreased by 30.7 to 47% and 33 to 58% in Koohdasht and Karim cultivars, respectively. The effect of spraying treatments on damage reduction showed that the damage reduction ranged between 1.4-30.8% and 1.1-29.7% in Koohdasht and Karim cultivars, respectively. The highest damage reduction was observed at the full flag leaf emergence to flowering stages. The highest yield increase was observed at the full flag leaf emergence to flowering stages, which was more than 36% (1071.2 to 1298.9 kg/ ha) and 34% (1054.5 to 1313.8 Kg/ ha) in Koohdasht and Karim cultivars, respectively. The spraying treatments at the node formation stages had the least effect on the yield improvement, which were, respectively, 2.1-7.1% and 1.5-5% in Koohdasht and Karim cultivars. In both cultivars, the comparison of economic profit showed that treatment of Tr3 (flag leaf emergence stage), in addition to decreasing the disease severity and yield increase, and reduction of spraying costs had the highest economic profit compared to other spraying treatments (Tr6, Tr8 and Tr9). Spraying prior to the appearance of flag leaf stage (node formation) was not effective for reducing tan spot severity.

Conclusions: The treatment of Tr3 (spraying once at the full flag leaf emergence stage), was the best timing of fungicide application for the disease pressure reduction, and the yield and economic profit increase. In addition to the timing and spraying frequency, the disease pressure reduction rate and yield enhancement, economic profit should be also considered to decide on spraying application.

Keywords: Growth stage, *Pyrenophora tritici-repentis*, Spraying treatments, Tan spot, Wheat

1- Researcher at Etka Research and Innovation Center, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: m.abeditizaki@gmail.com)

2- Mazare Novin Iranian Holding, Mazrae Nemone Joint Stock Company, Tehran, Iran

3- Assistant Professor, Department of Plant Protection Research, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan, Iran

4 and 5- Mazare Novin Iranian Holding, Mazrae Nemone Joint Stock Company, Gorgan, Iran



اثر عصاره استخراج شده با حلال‌های مختلف در گیاه استبرق (*Calotropis procera* (Willd) Bemisia tabaci (Genn.) پنبه

محمد امین سمیع^۱ - مریم نجاتی^۲ - مهدی ضرابی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۷

چکیده

در این پژوهش اثر حلال‌های استتون، اتانول، هگزان و متانول بر عصاره‌گیری گیاه استبرق برمی‌دانیم. *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) را روی گوجه فرنگی بررسی شد. داده‌ها بر اساس جدول زندگی سن-مرحله دوچنی تجزیه شدند. نتایج نشان داد که تیمار استبرق استتونی بیشترین اثر را بر کاهش بقاء حشرات کامل سفیدبالک پنبه داشتند. اثر تیمارها بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (روز-۱)، طول مدت زمان هر نسل (روز) و نرخ ناخالص و خالص تولید مثل (تخم/فرد) در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت برای تیمارهای شاهد و عصاره‌های استتونی، اتانولی، هگزانی و متانولی به ترتیب ۰/۰۴۵، ۰/۰۴۳ و ۰/۰۴۳ بر روز بود. در مورد فراسنجه‌های دوره تخم‌گذاری و تعداد کل تخم به ازای هر حشره ماده تیمار شاهد به ترتیب با مقادیر ۲/۴۵ و ۱۵/۱۳۱ در گروه بیشترین قرار گرفت و تیمار استبرق استتونی با مقادیر ۰/۹۳ و ۰/۵۹ در گروه کمترین قرار گرفت. در این پژوهش کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد توانستند در کاهش دوره تخم‌گذاری و تعداد کل تخم به ازای هر ماده اثر داشته باشند. از بین حلال‌های مختلف برای عصاره‌گیری، استتون و متانول حلال‌های بهتری برای استخراج عصاره‌ی مؤثر بر سفیدبالک پنبه بودند و عصاره‌ی استبرق می‌تواند به عنوان یک گزینه‌ی مناسب در برنامه مدیریت تلفیقی سفیدبالک پنبه مطرح باشد.

واژه‌های کلیدی: عصاره گیاهی، فراسنجه‌های جمعیت حشرات، جدول زندگی، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت

استفاده کرد که کمترین خطر را برای محیط زیست و سلامت انسان، دام و گیاه داشته باشند (۳۶). در سال‌های اخیر، به استفاده از عصاره‌های گیاهی به عنوان جایگزین آفت‌کش‌های شیمیایی در کنترل آفات توجه زیادی شده است (۱۳، ۲۴، ۳۴، ۳۵، ۳۸ و ۴۸). این ترکیبات به صورت کشنده، دورکننده و بازدارنده تغذیه و تخم‌گذاری عمل کرده و رشد جمعیت حشره را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۳۰). گیاهان حاوی ترکیبات متعددی هستند که ساختارهای متفاوتی دارند. استخراج این ترکیبات به عوامل متعددی بستگی دارد که مهم‌ترین آن‌ها حلال و روش استخراج می‌باشند (۱۸، ۲۰ و ۲۸). انتخاب حلال و روش استخراج بستگی به قسمت‌های مختلف یک گیاه و نیز مواد متشکله آن دارد، بسیار مشکل خواهد بود که برای هر دسته از ترکیبات گیاهی حلال مخصوصی انتخاب شود زیرا همراه با این ترکیبات، مواد دیگری نیز وجود دارد که روی درجه حلالیت این مواد تأثیرگذار می‌باشند. برای مثال، بهترین روش برای استخراج ترکیبات فنولی گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) استفاده از حلال متابول: آب (۲۰:۸۰) و روش استخراج گرم (۲ ساعت در دمای ۵۰ درجه سلسیوس) بوده (۲۰) و کلروفرم حلال خوبی برای استخراج ترکیبات

مقدمه

سفیدبالک پنبه^۱ *B. tabaci* به عنوان آفت محصولات گلخانه‌ای در مناطق معتدل و گرم دنیا اهمیت پیدا کرده است (۴ و ۴۳). حشرات کامل و پوره‌ها به دلیل استقرار در پشت برگ‌های میزبان از تأثیر غلاظت‌های کشنده حشره‌کش‌های تماسی در امان می‌مانند. بدین منظور برای حفظ عملکرد و کیفیت، محصول طیف وسیعی از حشره‌کش‌ها به صورت مکرر استفاده می‌شود که سرعت بروز مقاومت و طغیان جمعیت حشره را افزایش می‌دهد (۱۲ و ۱۸).

برای دست یافتن به یک نتیجه مناسب و کنترل منطقی، از آفت-کش‌های شیمیایی نمی‌توان صرف نظر کرد، اما از مصرف بی‌رویه این ترکیبات می‌توان کاست. در این راستا، می‌توان از ترکیبات جانشینی

۱ و ۲- استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان

- نویسنده مسئول: (Email: samia_aminir@yahoo.com)

۳- استادیار گروه مهندسی علوم زیستی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

DOI: 10.22067/jpp.v32i4.45843
4- Sweetpotato whitefly

پژوهشی با شرایط کنترل شده (دماه 27 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی) پرورش داده شدند.

پرورش حشرات

گلدان‌های یکبار مصرف پلاستیکی به قطر ۱۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر با خاک آماده با گا (شرکت دشت سبزآتیه پارک علم و فن آوری دانشگاه تهران، ۱۳۸۹) پر شد و بذر گوجه فرنگی رقم CH به صورت انبوه درون آنها کشت شد. پس از ۲ تا ۴ برگی شدن گیاهان کشت شده، هر یک تا دو نشاء به گلدان‌های جدید منتقل شد. پس از استقرار گیاهان، به منظور عدم آلودگی گلدان‌ها تا زمان رهاسازی جمعیت سفیدبالک، گلدان‌ها به قفس‌هایی با ابعاد $60\times 50\times 80$ cm پس از ۱۵ روز یکبار گلدان‌های قبلی با گلدان‌های جدید از ۱ الی ۲ نسل، هر ۱۵ روز یکبار گلدان‌های شفیره‌های چشم قرمز به قفس‌های جدایگانه عاری گوجه‌فرنگی حاوی شفیره‌های چشم قرمز به قفس‌های جدایگانه عاری از سفیدبالک منتقل گردید. روزانه حشرات کامل خارج شده از این شفیره‌ها جمع‌آوری شد (این حشرات هم‌سن کمتر از ۲۴ ساعت با هم اختلاف سنی داشتند). از کشت به روش هیدروپونیک برای آماده‌سازی گیاهان برای آزمایش‌ها استفاده شد. بدین منظور ساقه جوان میانی بوته‌های گوجه‌فرنگی که دارای رشد مناسب بودند به همراه جوانه از انتهای ساقه جدا شده و از منفذ تعییه شده روی درب لیوان‌های یکبار مصرف با ارتفاع ۱۵ و قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر داخل محلول لیوان گذاشته شدند. گلدان‌ها با استفاده از لیوان‌های مشابه دارای توری به عنوان قفس لیوانی پوشانده شده و دو لبه لیوان‌ها از طریق قرار گرفتن فوم چهار لایه بین آن‌ها به هم متصل شد. بر روی قسمت هوازی، منفذ کوچکی جهت قرارگیری ویال شیشه‌ای برای رهاسازی حشرات کامل ایجاد گردید.

تهیه نمونه‌های گیاهی و عصاره‌گیری

نمونه گیاهی شامل، برگ و گل استبرق *C. procera* در اردیبهشت ۱۳۹۱ از شهرستان جیرفت استان کرمان جمع‌آوری شدند. گونه گیاهان جمع‌آوری شده توسط بخش رده‌بندی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت تشخیص داده شد. گیاهان پس از جمع‌آوری با آب مقطر شست و شو داده شده و در شرایط طبیعی اتاق، دور از تابش نور خورشید خشک گردیدند. برای عصاره‌گیری، از نمونه گیاهی پودر شده و روش ماسرساییون (خیساندن) استفاده شد (۴۱). حلال‌های مورد استفاده شامل آب (۱۰۰:۲۰)، آب:متانول (۸۰:۲۰)، آب: هگزان

روتنونی دو گیاه (*Derris elliptica* (Wallich) Benth.) است (۴۰). جلالی و همکاران (۲۸) نشان دادند که اثر ضد میکروبی عصاره‌های هیدروالکلی، هگزانی، کلروفرمی و متانولی میوه گیاه *Pycnocycla spinosa* Decne. Ex Boiss متفاوت است. قره‌خانی و همکاران (۱۷) نشان دادند که روش‌های مختلف استخراج ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدی از گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.) به همراه سه حلال آب، متانول 80% و کلروفرم میزان اثر آنها را تغییر داده و روش استخراج به کمک مایکروویو با حلال آب و زمان ۹ دقیقه بالاترین قدرت استخراج کنندگی ترکیب‌های فنولی ($11/57\pm 0/41$ میلی‌گرم معادل اسید گالیک به گرم نمونه خشک) را داشته و روش غرقابی با حلال کلروفرم بیشترین میزان ترکیب‌های فلاونوئیدی را استخراج می‌کند. همچنین سه حلال متانول: آب مقطر ($50:50$)، آن هگزان: متانول ($50:50$) و متانول: آن هگزان ($30:70$) بهترین حلال‌ها برای استخراج عصاره گیاه شبیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) بودند (۲). برای به دست آوردن درک بهتری از تأثیر درازمدت آفتکش‌ها بر اکوسيستم‌ها، کاربرد روش‌هایی مانند تجزیه و تحلیل جداول زیستی یا سمشناسی دموگرافیک روی هر دو گروه آفات و گونه‌های مفید، نیاز است (۱۵، ۴۵ و ۴۶).

با توجه به استفاده زیاد آفتکش‌ها در گلخانه‌ها برای کنترل آفات به‌ویژه سفیدبالک‌ها، خطرات زیست محیطی آفتکش‌ها، مقاومت این گونه به برخی آفتکش‌ها و اهمیت محصولات تازه خوری به‌ویژه گوجه‌فرنگی، این پژوهش روی این میزان مرکز شده است. به همین انگیزه در این پژوهش اثر حلال‌های مورد استفاده برای استخراج عصاره گیاه استبرق بر فراستجه‌های زیستی از قبیل پتانسیل تخم‌گذاری، نسبت جنسی، طول دوره رشد و طول عمر حشرات کامل و فراستجه‌های جدول زندگی سفیدبالک پنبه بررسی شد. گیاه استبرق و فراستجه‌های جدول زندگی *Calotropis procera* (Willd.) R. Br. از گیاهان دارویی خانواده بوده که در مناطق جنوبی ایران از جمله حاجی‌آباد، بندرعباس، اورزوییه و بیابان‌های استان بوشهر به صورت وحشی می‌روید. انسانس، عصاره و شیرابه این گیاه دارای خاصیت حشره‌کشی است (۱۳، ۲۴، ۳۵، ۳۶ و ۴۸).

مواد و روش‌ها

حشرات مورد استفاده

حشرات کامل سفیدبالک‌پنبه از جمعیت موجود در گلخانه برداشت شد. این جمعیت در تیر ماه سال ۱۳۸۹ از مزرعه آموزشی پنبه دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان جمع‌آوری و به منظور شناسایی و پرورش به گلخانه منتقل شدند. بر اساس شناسایی شفیره‌ها، این توده، گونه *B. tabaci* تشخیص داده شد (۴۲).

(LC₂₅) استفاده شد.

اثرات زیر کشندۀ عصاره‌های گیاهی

در این ازمايش از دز کشندۀ ۲۵ درصد (LC₂₅) از هر عصاره روی حشرات کامل سفیدبالک پنبه در هشت تکرار (گروه هم‌سن)^۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تعداد ۳۰ حشره کامل هم‌سن سفیدبالک که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود از منبع پرورش حشرات هم‌سن به طور تصادفی با اسپیراتور صید شده و با استفاده از ویال شیشه‌ای به آرامی از طریق دریچه موجود در درب قفس به محیط داخل آن رها شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت حشرات کامل زنده از روی گیاهان جمع‌آوری شده و تخم‌های گذاشته شده روی این گیاهان برای مطالعه بیولوژی نگهداری شدند. بدین منظور هر ۲۴ ساعت یکبار از تعدادی گیاه حاوی تخم که به طور تصادفی انتخاب شدند، بازدید گردید و حد فاصل میان زمان تخم‌گذاری تا تفریخ تخم‌ها به عنوان دوره‌ی انکوباسیون تخم ثبت شد. برگ‌های حاوی تخم‌ها هر روز بوسیله بینوکولر بررسی شد و زمان تفریخ تخم‌ها ثبت شد. بدین ترتیب طول دوره رشد تخم معین شد. پس از تفریخ تخم‌ها و مستقر شدن پوره‌های سن اول در روی برگ، نقشه‌ای از محل استقرار پوره‌های سن اول روی برگ تهیه شد و بر اساس این نقشه طول دوره پورگی بدست آمد. آغاز مرحله شفیرگی بر اساس ظهور چشم‌های قرمز تعیین شد. فاصله بین ظهور چشم‌های قرمز و خروج بالغین به عنوان طول دوره شفیرگی تعیین و محاسبه شد. بدین ترتیب طول دوره رشد از تخم تا بلوغ اندازه‌گیری شد. این دوره برای همه پس از تمام دوره شفیرگی حشرات کامل خارج شده برای مطالعه سایر فراسنجه‌های جدول زندگی به کار برده شدند، بدین منظور نشاهای ۲-۴ برگی گوجه فرنگی انتخاب و بعد از فرو بردن در عصاره‌های گیاهی استخراج شده به روش‌های مختلف به مدت ۵ ثانیه، در داخل قفس‌های لیوانی قرار داده شد. برای تیمار کردن حشرات کامل از روش غوطه‌ورسازی برگ^۲ در عصاره‌های گیاهی استفاده شد و آب به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت. پس از گذشت ۴۸ ساعت حشرات کامل زنده به گیاهان جدید منتقل شده و جنبیت حشرات مرده مشخص گردید و میزان تخم‌گذاری حشرات ماده با استفاده از بینوکولار ثبت شد. این کار تا پایان زندگی آخرین حشره ادامه یافت. تخم‌های گذاشته شده توسط افراد ماده روی همه گیاهان را روزانه بررسی کرده و یادداشت شد. حشرات نر کمی کوچک‌تر از حشرات ماده بوده و دارای یک جفت قلاب و یک استایلی میانی در انتهای شکم هستند و بندهای آخر شکمی به صورت باریک دیده می‌شوند. ماده‌ها دارای تخریز بوده و بندهای انتهایی

(۲۰) گرم از گیاه پودر شده در حلال‌های مختلف خیسانده شده و به مدت ۴۸ ساعت روی شیکر در دمای اتاق و با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس عصاره‌ها از کاغذ صافی رد شده و توسط دستگاه تقطیر در خلاء دوار^۳ در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه تغليط شدند. مایع غلیظ حاصل روی شیشه ساعت پنهن شده و در آون در دمای ۴۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا عصاره به صورت پودر یا خمیر بدست آید. پودر یا خمیر بدست آمده در شیشه‌های درب‌دار تیره رنگ داخل یخچال نگهداری و مشخصات نمونه‌ی گیاهی به همراه تاریخ عصاره‌گیری روی آن‌ها ثبت گردید (۲۹).

آزمایش‌های زیست‌سننجی

در این آزمایش از لیوان‌های یکبار مصرف توضیح داده شده در قسمت پرورش حشرات استفاده شد. برای تیمار کردن حشرات کامل از روش غوطه‌ورسازی برگ در عصاره‌ها استفاده شد (۴۹). برای یکنواختی محلول به آن ۰/۰۲ درصد Tween80 اضافه شد. نشاهای ۲-۴ برگی گوجه فرنگی انتخاب و بعد از فرو بردن در محلول عصاره‌ها به مدت ۱۵ ثانیه، در داخل لیوان‌ها قرار داده شد. تعداد ۲۰ حشره کامل هم‌سن سفید بالک پنبه که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود از منبع پرورش حشرات هم‌سن به طور تصادفی برداشت و با استفاده از ویال شیشه‌ای به آرامی از طریق دریچه موجود در درب قفس به محیط داخل آن تکانده شدند و حشرات تلف شده بعد از گذشت ۴۸ ساعت شمارش شدند. مرگ و میر به صورت درصد حشرات کامل مرده به تعداد اولیه در هر تکرار محاسبه شد. سپس درصد مرگ و میر اصلاح شده محاسبه شد (۱). این آزمایش چندین بار انجام شد تا دامنه غلظت‌های مورد نظر به دست آمد. با انجام آزمایش‌های مقدماتی، دز پایین (مربوط به تلفات ۲۵ درصد) و دز بالا (مربوط به تلفات ۷۵ درصد) عصاره‌ها مشخص و سپس در فاصله لگاریتمی تعداد ۵ تا ۶ غلظت انتخاب گردید. با استفاده از نتایج به دست آمده از این آزمایش، غلظت‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های زیست‌سننجی تعیین شد (۳۹).

آزمایش‌های اصلی برای عصاره استبرق اتانولی در ۵ غلظت (۳، ۷/۲۲۶، ۱۷/۴۰۶، ۴۱/۹۲۹، ۱۰۱)، استبرق متانولی در ۵ غلظت (۴/۵، ۹/۲۴، ۱۸/۹۷۳، ۳/۸/۹۶)، استبرق استونی در ۵ غلظت (۵، ۱۲/۹۴۴، ۲۷/۹۲۸، ۶۰/۲۵۵)، استبرق هنگزانی در ۵ غلظت (۳/۵، ۹۰، ۳۹/۹۶۶، ۱۷/۷۴۸، ۷/۸۸۱)، بر حسب گرم بر لیتر در سه تکرار انجام شد. روش تیمار کردن، مشابه آزمون‌های مقدماتی (که در بالا شرح داده شد) بود و داده‌ها برای محاسبه دز کشندۀ ۲۵ درصد

نتایج و بحث

اثرات زیرکشنده‌ی عصاره‌های گیاهی

نتیجه تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری بین حلال‌های مختلف عصاره‌گیری به عنوان متغیر مستقل و فراسنجه‌های بیولوژیکی به عنوان متغیر وابسته نشان می‌دهد که بین متغیرهای طول دوره زندگی حشرات کامل ماده ($F_{4,674}=23/649$, $P=0.000$)، طول دوره زندگی حشرات کامل نر ($F_{4,575}=19/210$, $P=0.000$)، نسبت جنسی ماده (۰/۰۰۰) ($F_{4,1}=33/884$, $P=0.000$)، دوره تخم‌گذاری (۰/۰۰۰) ($F_{4,1}=13943/400$) و تعداد کل تخم به ازای هر حشره ماده (۰/۰۰۰) ($F_{4,674}=31/450$, $P=0.000$) اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

نتایج نشان داد که کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد میانگین طول دوره حشرات بالغ ماده و نر را کاهش دادند و تیمار استبرق استونی به ترتیب کمترین و تیمار شاهد بیشترین طول دوره حشرات بالغ ماده و نر را داشتند (جدول ۱). بر خلاف استبرق هگزانی، استبرق اتانولی، استبرق مثانولی و استبرق استونی نسبت جنسی ماده را نسبت به شاهد (در سطح ۵٪) به صورت معنی‌داری افزایش دادند. اختلاف معنی‌دار داشت و همگی باعث افزایش این متغیر نسبت به شاهد میانگین شدند. در مورد فراسنجه‌های دوره تخم‌گذاری و تعداد کل تخم به ازای هر حشره ماده تیمار شاهد به ترتیب با مقادیر ۲/۴۵ و ۱۵/۱۳۱ در گروه بیشترین قرار گرفت و تیمار استبرق استونی با مقادیر ۵/۹۶ و ۳/۰۹۳ در گروه کمترین قرار گرفت و سایر تیمارها در گروه میانه قرار گرفتند. در این پژوهش کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد توانستند در کاهش دوره تخم‌گذاری و تعداد کل تخم به ازای هر ماده اثر داشته باشند (جدول ۱).

مقدار نرخ بقا ویژه مرحله سنی (s_{xy}) *B. tabaci* در شکل ۱ احتمال این که یک تخم گذاشته شده تا سن x و مرحله زیستاً خواهد یافت را نشان می‌دهد این منحنی‌ها بقا و تفاوت مراحل، روی هم افتادگی مراحل و تغییرات نرخ رشد بین افراد را نشان می‌دهند (۲۲ و ۵۰). بدلیل این که جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی تغییرات نرخ رشد را در بین افراد در نظر می‌گیرد روی هم افتادگی معنی‌داری در بین مراحل می‌تواند مشاهده شود (۵۰) (شکل ۱). چی و لیو (۷) و چی (۸) نشان دادند که تغییرات نرخ رشد در بین افراد منجر به روی هم افتادگی مراحل در منحنی بقا می‌گردد. اگر منحنی‌های بقا بر اساس میانگین هر مرحله ساخته شوند، روی هم افتادگی مراحل مشاهده نخواهد شد و منجر به ایجاد خطاهایی در منحنی‌های بقا می‌گردد. در پژوهش ما به دلیل این که حشرات کامل تیمار شدنده میانگین مراحل پیش از بلوغ برای تمام تیمارها لحاظ گردیده است (۶).

شکم گرد به نظر می‌رسند (۱۶).

تجزیه داده‌ها

داده‌های بدست آمده بر اساس مدل جدول زندگی سن-مرحله دوجنسی که توسط چی و لیو (۷) و چی (۸) تهیه شده با نرم افزار TWOSEX-MSChart مورد تجزیه آماری قرار گرفت (۱۱)، که در Visual BASIC (version 6, service pack 6) اساس سیستم میانگین (۱) ($\sum_{x=0}^{\infty} e^{-\lambda x} = 1$) براساس معادله اولر-لوتکا ($\lambda = \frac{m_x}{t_x}$) برآورد شد، طوری که سن حشره از روز صفر در نظر گرفته شده است (۱۹). خطای معیار (SE) فراسنجه‌های یاد شده از طریق روش بوتسپ^۱ با ۱۰۰۰ بار تکرار تخمین زده شد (۲۳). برای تشکیل جدول زندگی سن-مرحله دوجنسی وقایع روزانه همه افراد از تولد تا مرگ شامل باروری روزانه ماده‌ها، همچنین مراحل رشدی مانند تخم، پوره، شفیره و حشره کامل و جنسیت تک تک افراد مانند نر، ماده و ناشناخته‌ها مشخص شد (F: حشرات ماده, M: حشرات نر و N: آن‌هایی که قبل از مرحله حشره کامل مرده‌اند) و در نرم افزار Notepad گردید (۸). نرخ بقا ویژه سن (t_x), باروری ویژه سن (m_x), نرخ بقا ویژه سن-مرحله (s_{xy}) (x: سن, t: مرحله)، و فراسنجه‌های جمعیت (z: نرخ ذاتی افزایش جمعیت, λ: نرخ متنابه افزایش جمعیت, R₀: نرخ خالص تولیدمثل، GRR: نرخ ناخالص تولید مثل و T₀: میانگین مدت زمان نسل, بروطی روابط مربوطه محاسبه شدند (۸). داده‌های به دست آمده از آزمایش‌های زیست‌ستجی با استفاده از نرم‌افزار Polo-Plus و روش تجزیه پروبیت تجزیه و تحلیل شد و روابط دز-پاسخ برای عصاره‌ها روی سفیدبالک پنهان تعیین گردید. تجزیه داده‌های مربوط به فراسنجه‌های زیستی و جمعیت پایدار با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0، انجام شد. قبل از تجزیه داده‌ها برقراری شرایط آنالیز واریانس از جهت نرمال بودن و تصادفی بودن خطاهای، همگنی واریانس‌ها و همبستگی واریانس‌ها با میانگین بررسی و تبدیل‌های لازم انجام شد. مقایسات و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

داده‌های مربوط به جدول زندگی توسط نرم‌افزار TWOSEX-MSChart (۱۱) و براساس جدول زندگی دو جنسی ویژه سنی (۷ و ۸) تجزیه شد. منحنی‌ها و نمودارها به کمک نرم‌افزار Sigmav 12.0 رسم گردید.

جدول ۱- مقایسه میانگین های (\pm SE) مربوط به اثر حلال های عصاره گیری گیاه استبرق روی برخی فرآیندهای زیستی سفیدبالک پنبه

Table 1- Comparison of means (\pm SE) related to effects of solvent type of *Calotropis procera* on biological parameters of *Bemisia tabaci*

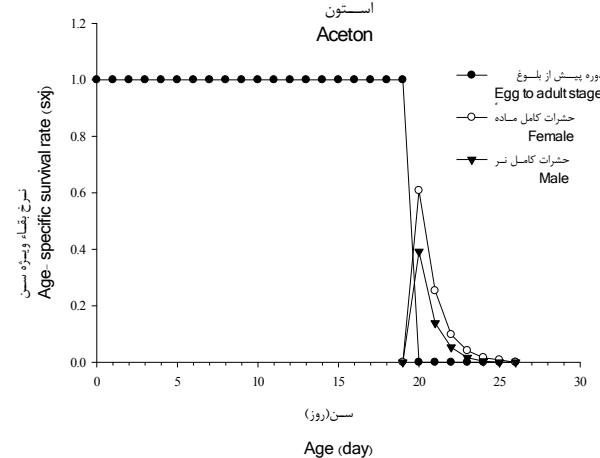
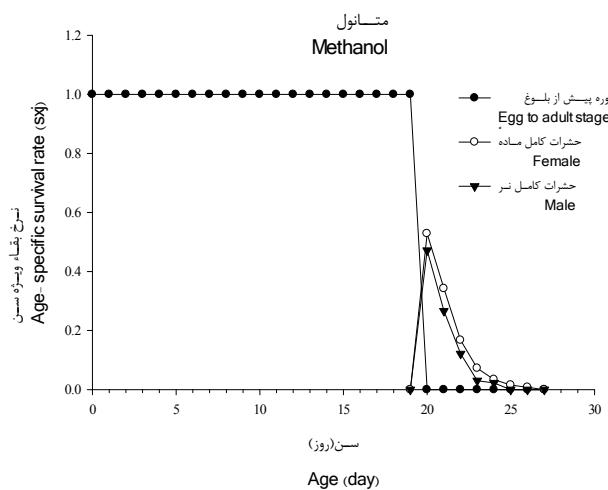
متغیر Variable	تیمار Treatment				
	Control	Hexan	Aseton	Methanol	Ethanol
طول دوره حشره بالغ ماده (روز) Female adult longevity (days)	0.259 ^a \pm 3.585	0.11 ^b \pm 2.302	0.081 ^c \pm 1.715	0.11 ^b \pm 2.2	^{bc} 0.131 \pm 2.336
طول دوره حشره بالغ نر (روز) Male adult longevity (days)	0.192 ^a \pm 2.99	0.106 ^b \pm 2.073	0.081 ^c \pm 1.561	0.087 ^b \pm 1.922	^{bc} 0.091 \pm 1.891
نسبت جنسی ماده Sex ratios (female)	0.48 \pm 0.006 ^c	0.47 \pm 0.006 ^c	0.54 \pm 0.006 ^a	0.52 \pm 0.005 ^b	0.54 \pm 0.006 ^a
دوره تخم‌گذاری (روز) Oviposition period (days)	2.45 \pm 0.006 ^a	1.28 \pm 0.006 ^b	0.59 \pm 0.006 ^c	1.11 \pm 0.006 ^d	1.25 \pm 0.006 ^c
تعداد کل تخم به ازای هر حشره ماده Total fecundity/ female	15.131 \pm 1.72 ^a	6.60 \pm 0.631 ^b	3.093 \pm 0.386 ^c	5.078 \pm 0.502 ^{bc}	5.086 \pm 0.651 ^{bc}

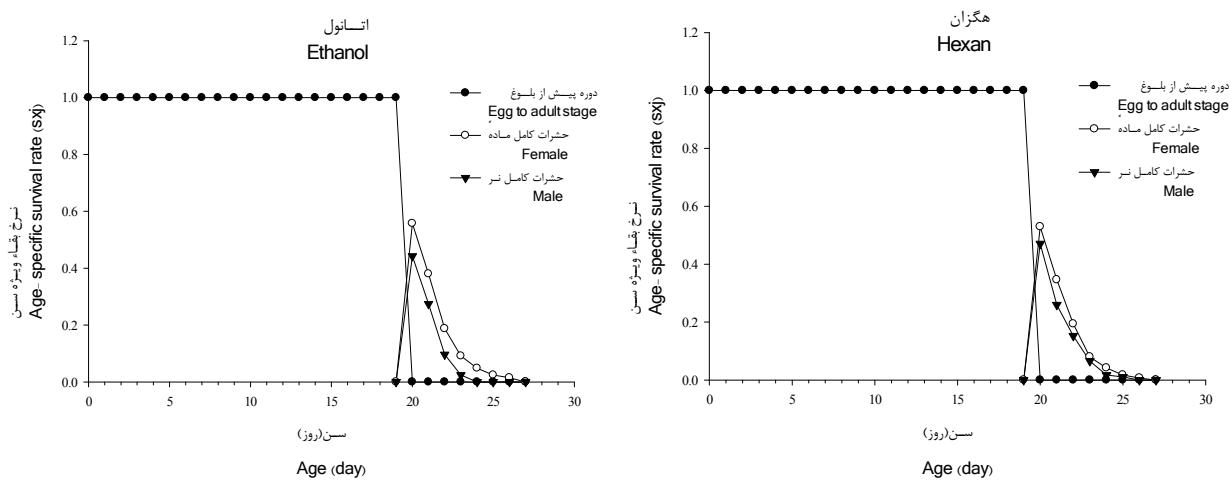
حروف مشابه در یک سطر نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ برای هر فرآیند می‌باشد.

Means within a row followed by the same letter are not significantly different (Duncan's test, P>0.05)

با مقدار ۲۶ روز کمترین است. میانگین تعداد نتاج تولید شده به وسیله افراد مرحله *B. tabaci* در سن x و مرحله ز در هر روز به صورت باروری مرحله سنی (f_{xj}) نشان داده شده است (شکل ۲). به دلیل این که صرفاً ماده ها نتاج را تولید می‌کنند فقط یک منحنی (f_{x4}) ماده ای که در چهارمین مرحله زندگی است (۵۰)، تتابع نشان داد بقا حشرات کامل ماده در تیمارهای شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی به ترتیب ۱۳، ۱۶، ۲۷ و ۲۶ روز بوده است بر این اساس کمترین بقا در تیمار استبرق استونی مشاهده می‌شود و تیمار شاهد دارای بیشترین بقاء بود.

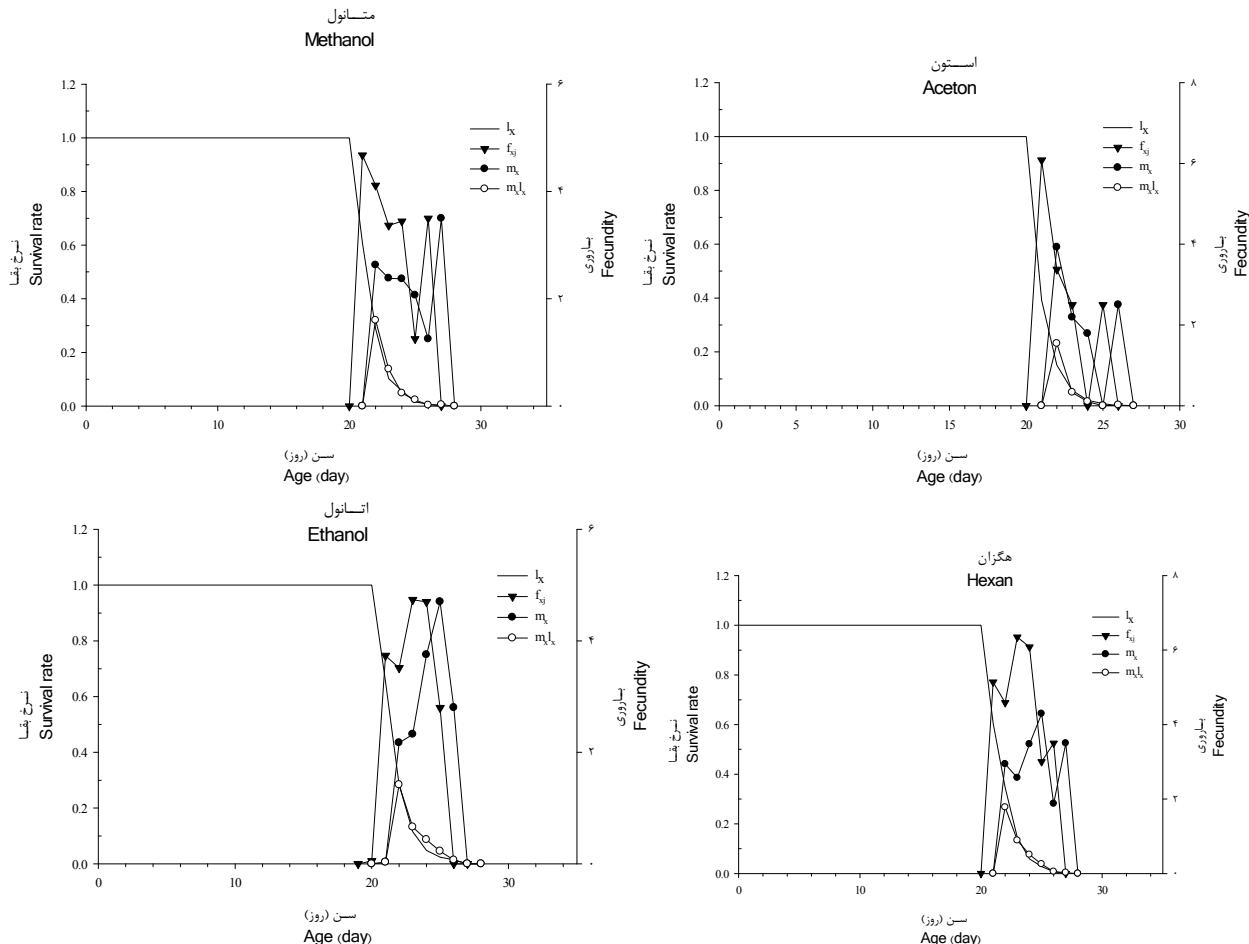
نرخ بقا ویژه سن (f_{x4})، باروری ویژه سنی (m_x) و زادآوری ویژه سن (l_xm_x) در شکل ۲ نشان داده شده است. l_x احتمال بقا یک تخم تازه گذاشته شده تا سن x است و به وسیله یکی کردن بقا همه افراد دو جنس و آنها یی که در طول مراحل پیش از بلوغ مرده‌اند محاسبه می‌شود. منحنی l_x نسخه ساده شده از منحنی های شکل ۱ است. همانطور که مشاهده شد برای تیمارهای شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی یک حشره کامل از تخم تا مرگ به ترتیب ۳۲، ۲۶، ۲۷ و ۲۷ روز زنده مانده است توانایی زنده ماندن در تیمارهای شاهد با مقدار ۳۲ روز بیشترین و در تیمار استبرق استونی





شکل ۱- اثر حلال عصاره‌گیری گیاه استبرق روی بقا ویژه سن (s_{xi}) حشرات کامل سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci*

Figure 1- Effects of several solvent type for extraction of *Calotropis procera* on age- specific survival rate (s_{xi}) of *Bemisia tabaci*



شکل ۲- اثر نوع حلال برای اسخراج عصاره گیاه استبرق روی نرخ بقا ویژه سن (l_x)، باروری ویژه سنی ماده (f_{x4})، باروری ویژه سن (m_x) و زادآوری ویژه سن ($l_x m_x$) حشرات کامل سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci*

Figure 2- Effects of several solvent type for extraction of *Calotropis procera* on age- specific survival rate (l_x), female age- specific fecundity (f_{x4}) (eggs/female), and age- specific maternity ($l_x m_x$) of *Bemisia tabaci*

تولید مثل روز بیست و ششم متوقف شد اماً بقاء تا روز بیست و هفتم ادامه داشت (شکل ۳). به دلیل این که سهم نرها در جمعیت بعدی به- وسیله فیشر (۱۴) مشخص نشده هیچ منحنی‌ای برای نرها وجود نداشت. لیو و استنسلی (۳۲) به این نکته توجه دارند که تغییراتی در میزان حساسیت به حشره‌کش‌ها در بین مراحل مختلف رشدی *B. argentifolii* وجود دارد.

نتایج تجربه واریانس و محاسبات آماری بین عصاره گیاهی استبرق با حلال‌های مختلف به عنوان فاکتور مستقل و فراسنجه‌های جمعیت پایدار به عنوان فاکتور وابسته نشان می‌دهد که بین متغیر نرخ خالص تولیدمثل (*NRR* یا R_0) ($R_0 = 0/000$) ($F_{4,4995} = 14666/36$, $P = 0.000$)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) ($r = 0/000$) ($F_{4,4995} = 11520/18$, $P = 0.000$), نرخ متنهای افزایش جمعیت (λ) ($\lambda = 0/000$) ($F_{4,4995} = 17729/43$, $P = 0.000$) ($F_{4,4995} = 1104/56$, $P = 0.000$) (*GRR*) و متوسط مدت زمان یک نسل (T) به روز ($T = 0/000$) ($F_{4,4995} = 28894/02$, $P = 0.000$) در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. میانگین فراسنجه‌های جمعیت پایدار در (جدول ۳) آمده است. همان‌طور که مشاهده شد برای فراسنجه‌های نرخ خالص تولیدمثل، نرخ خالص تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متنهای افزایش جمعیت و میانگین مدت زمان یک نسل تیمار کنترل با مقدار به ترتیب $21/69$, $22/19$, $22/13$, $21/69$, $23/24$ کمترین استبرق است. همان‌طور که در تیمار شاهد، استبرق ا atanولی، استبرق هگرانی و استبرق متانولی آمید به زندگی در آغاز زندگی به ترتیب گرفتند. فیشر (۱۴) نرخ تولیدمثل را به عنوان سهم یک فرد در جمعیت بعدی مشخص می‌کند. نرخ تولیدمثل *B. tabaci* (v_{ij}) نرخ تولیدمثل مرحله سنی (v_{01}) دقیقاً نرخ متنهای افزایش جمعیت است. نرخ تولیدمثل به طور معنی‌داری وقتی که تولیدمثل شروع شد افزایش یافت. پیک اصلی در فراسنجه‌های تولیدمثلی ماده در تیمارهای شاهد، استبرق ا atanولی، استبرق هگرانی و استبرق متانولی به ترتیب در روزهای 123 ام ($v_{23} = 7.77$, $v_{23} = 7.79$, $v_{21} = 7.77$, $v_{21} = 17.88$) و 10.19 ام ($v_{21} = 7.66$, $v_{21} = 7.61$) بود. پیک و چی (۵۰) و هو و همکاران (۲۲) بیان کردند که افراد در پیک تولیدمثلی می‌توانند بیشتر از یک تخم تازه گذاشته شده در نرخ تولیدمثلی سهیم باشند. برای مثال یک تخم تازه گذاشته شده در تیمار استبرق ا atanولی نرخ تولیدمثلی برابر $1/03$ داشت اما یک ماده در روز 20 ام نرخ تولیدمثل بالاتر، با مقدار $3/14$ داشت. اگر یک حشره ماده نتاجی را تولید نکند نرخ تولیدمثل آن صفر می‌شود ولی ممکن است منحنی بقا هم‌چنان ادامه داشته باشد (۵۰ و ۲۲). برای مثال در تیمار استبرق ا atanولی نرخ

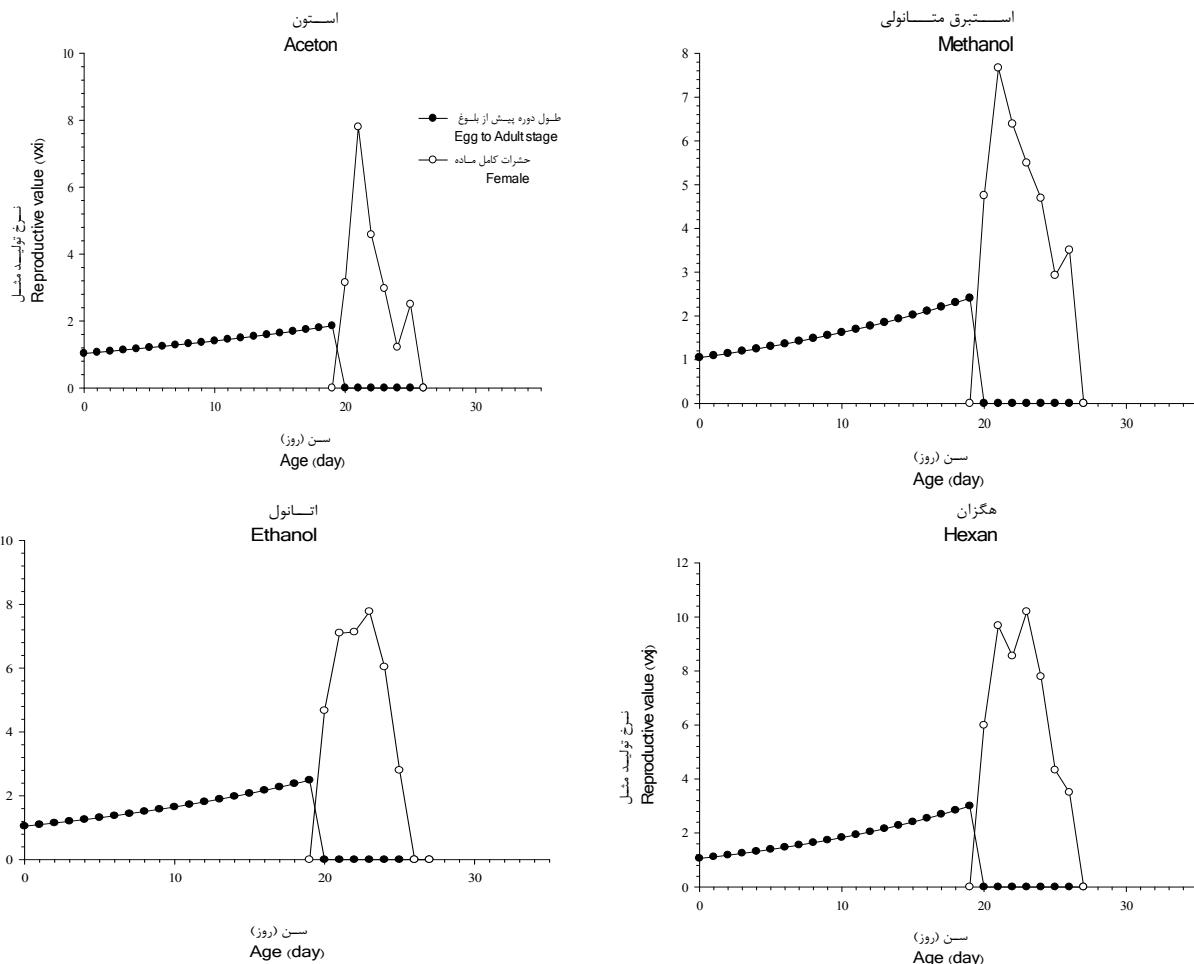
N : تعداد کل افراد به کار برده شده در شروع مطالعه جدول زندگی (تعداد تخم)

N_t : تعداد حشرات ماده خارج شده از N تخم

F : میانگین باروری ماده می‌باشد.

این به این معنی است که $N_f \times F = R_0 \times N$ به عبارت دیگر تعداد کل نتاج تولید شده به‌وسیله همه ماده‌ها با نرخ خالص تولیدمثل ضرایب اندازه cohort مساوی است، این تفاوت‌های کم می‌تواند بروط به گرد کردن اعداد باشد. این روابط، دقت را در آنالیز جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی نشان می‌دهد (۵۰).

آمید به زندگی هر گروه مرحله سنی (e_{xj}) زمان مورد انتظاری که هر فرد از سن x تا مرحله j زنده خواهد ماند را نشان می‌دهد آمید به زندگی با کاربرد نرخ بقا مرحله سنی (e_{xj}) بدون فرض این که جمعیت توزیع مرحله سنی پایداری را به دست آورد، محاسبه شد، بنابراین می‌توانیم بقا یک جمعیت را در هر شرایطی پیش‌بینی کنیم (۵۰). آمید به زندگی در تیمارهای شاهد، استبرق ا atanولی، استبرق هگرانی، استبرق متانولی و استبرق متابولی حشرات ماده در روز 19 (اولین روز خروج حشرات کامل) به ترتیب $1/68$, $3/52$, $2/29$, $2/33$, $1/54$, $2/20$, $1/89$, $1/93$ روز و حشرات نر $1/93$ روز بود. در روز 19 ام کمترین آمید به زندگی ماده مربوط به تیمار استبرق ا atanولی است. آمید به زندگی بر اساس جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی تفاوت بین افراد همان سن اما مراحل مختلف یا جنس‌های مختلف را مشخص می‌کند (۹). آمید به زندگی (e_x) روی x که به معنی متوسط روزهای باقی مانده است که فرد به سن x بررسد نشان داد که در تیمار شاهد، استبرق ا atanولی، استبرق هگرانی و استبرق متانولی آمید به زندگی در آغاز زندگی به ترتیب $21/69$, $22/19$, $22/13$, $21/69$, $23/24$ روز بود. بر این پایه آمید به زندگی در تیمار شاهد با مقدار $23/24$ بیشترین و در تیمار استبرق ا atanولی با مقدار $21/69$ کمترین بود، سایر تیمارها در گروه میانه قرار گرفتند. فیشر (۱۴) نرخ تولیدمثل را به عنوان سهم یک فرد در جمعیت بعدی مشخص می‌کند. نرخ تولیدمثل *B. tabaci* (v_{ij}) نرخ تولیدمثل مراحله سنی (v_{01}) دقیقاً نرخ نشان می‌دهد. نرخ تولیدمثل یک تازه متولد شده (v_{01}) نرخ تهیی افزایش جمعیت است. نرخ تولیدمثل به طور معنی‌داری وقتی که تولیدمثل شروع شد افزایش یافت. پیک اصلی در فراسنجه‌های تولیدمثلی ماده در تیمارهای شاهد، استبرق ا atanولی، استبرق هگرانی و استبرق متانولی به ترتیب در روزهای 123 ام ($v_{23} = 7.77$, $v_{23} = 7.79$, $v_{21} = 7.77$, $v_{21} = 17.88$) و 10.19 ام ($v_{21} = 7.66$, $v_{21} = 7.61$) بود. پیک و چی (۵۰) و هو و همکاران (۲۲) بیان کردند که افراد در پیک تولیدمثلی می‌توانند بیشتر از یک تخم تازه گذاشته شده در نرخ تولیدمثلی سهیم باشند. برای مثال یک تخم تازه گذاشته شده در تیمار استبرق ا atanولی نرخ تولیدمثلی برابر $1/03$ داشت اما یک ماده در روز 20 ام نرخ تولیدمثل بالاتر، با مقدار $3/14$ داشت. اگر یک حشره ماده نتاجی را تولید نکند نرخ تولیدمثل آن صفر می‌شود ولی ممکن است منحنی بقا هم‌چنان ادامه داشته باشد (۵۰ و ۲۲). برای مثال در تیمار استبرق ا atanولی نرخ



شکل ۳- اثر نوع حلال برای استخراج عصاره گیاه استبرق روی نرخ تولید مثل مرحله سنی (v_{xi}) حشرات کامل سفیدبالک پنهان *Bemisia tabaci*
Figure 3- Effects of several solvent type for extraction of *Calotropis procera* on age- stage reproductive value(v_{xi}) of *Bemisia tabaci*

ونگ^۱ (۴۷) منحنی های نرخ بقا ویژه سن و باروری *B. argentifolii* را روی پنج میزبان براساس سن حشرات کامل به کار برند. کالویتی و رمتوی^۲ (۵) جدول زندگی *B. argentifolii* را با کاربرد جدول زندگی ویژه سنی ماده مطالعه کردند و منحنی های نرخ بقا و باروری را براساس سن حشرات کامل ماده رسم کردند در اینجا تفاوت ها در رشد مرحله پیش از بلوغ نادیده گرفته شد و فرض بر این شد که همه حشرات کامل در یک روز یکسان خارج شده اند. چی (۸) و یو و همکاران^۳ (۵۱) به این نکته اشاره کردند که وقتی نرخ بقا و باروری تنها براساس سن حشرات کامل ماده باشد و تفاوت ها در نرخ رشد دوره پیش از بلوغ نادیده گرفته شود و فرض بر این شود که همه حشرات کامل در یک روز یکسان خارج شده اند این فرضیات منجر به ایجاد خطاهایی در منحنی های بقا و باروری می گردد.

نتایج نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل در تیمارهای شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی به ترتیب $۷/۲۲$ ، $۱/۹۹$ ، $۲/۸۵$ ، $۳/۵۰$ و $۲/۶۹$ است و مقادیر F برای تیمارهای فوق به ترتیب $۱۴/۹۴$ ، $۳/۲۸$ ، $۵/۰۸$ و $۱/۶۱$ بود. طبق گزارش یانگ و چی (۵۰) باید $R_0 \leq F$ باشد. اگر مرگ و میر پیش از تخریزی وجود داشته باشد $F < R_0$ است. که پژوهش ما این موضوع $R_0 < F$ را ثابت می کند. لیو و استنسلی (۳۲) و بایهان و همکاران (۳) در گزارش خود بیان کردند که نرخ خالص تولیدمثل بیشتر از میانگین باروری است یعنی $F > R_0$ است. به دلیل این که نرخ خالص تولیدمثل، نرخ بقا ویژه سن را در نظر می گیرد صحیح آن است که $R_0 \leq F$ باشد که این مطالب نشان می دهد در نتایج آن ها خطای وجود دارد. لیو و استنسلی (۳۳) تغییرات نرخ رشد را در بین افراد نادیده گرفتند و منحنی های بقا و باروری را بر اساس سن ماده رسم کردند. تسای و

1- Tsai & Wang
 2- Calvitti & Remotti
 3- Yu et al.

جدول ۲- مقایسه میانگین های ($\pm SE$) وابسته به فراسنجه های جمعیت پایدار حشرات کامل سفیدبالک پنبه تیمار شده به وسیله عصاره استبرق استخراج شده با چند حلال عصاره گیری

Table 2- Comparison of means ($\pm SE$) related to life table parameters of adult *Bemisia tabaci*/treated with extraction of *Calotropis procera* with several solvent type

تیمارها Treatments	فراسنجه های جمعیت پایدار Stable population parameters					نرخ ناخالص تولید مثل (تخم/فرد) The gross reproductive rate (GRR) eggs/individual
	متوسط مدت زمان یک نسل(روز) The mean generation time (T) d	نرخ متناهی افزایش جمعیت(روز-۱) The finite rate of increase (λ) d^{-1}	نرخ ذاتی افزایش جمعیت(روز-۱) The intrinsic rate of increase (r) d^{-1}	نرخ خالص تولید مثل(تخم/فرد) The net reproductive rate (R_0) eggs/individual		
Control	24.087 \pm 0.006 ^a	1.085 \pm 0.000 ^a	0.081 \pm 0.000 ^a	7.218 \pm 0.03 ^a		42.184 \pm 0.225 ^a
Aseton	22.303 \pm 0.002 ^c	1.03 \pm 0.000 ^c	0.03 \pm 0.000 ^c	1.995 \pm 0.009 ^c		10.199 \pm 0.081 ^c
Methanol	22.619 \pm 0.002 ^d	1.044 \pm 0.000 ^b	0.043 \pm 0.000 ^d	2.704 \pm 0.01 ^d		13.716 \pm 0.068 ^d
Ethanol	22.827 \pm 0.004 ^b	1.046 \pm 0.000 ^c	0.045 \pm 0.000 ^c	2.849 \pm 0.012 ^c		15.786 \pm 0.069 ^c
Hexan	22.809 \pm 0.003 ^c	1.056 \pm 0.000 ^b	0.054 \pm 0.000 ^b	3.502 \pm 0.012 ^b		18.122 \pm 0.081 ^b

حروف مشابه در ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ برای هر فراسنجه است.

Means within a row and in the same stage followed by the same letter are not significantly different
(Duncan's test, P>0.05)

حلال های دیگر مورد آزمایش توانست بیشترین تأثیر را روی آفت موردنظر داشته باشد و نرخ ذاتی افزایش جمعیت را به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش دهد. ایران نژاد و همکاران (۲۴) نشان داد که که بالتوری سبز *C. carnea* نسبت به عصاره استبرق مصونیت دارد، با توجه به نتایج مشخص می شود عصاره استبرق می تواند به عنوان یکی از مواد مؤثر علیه آفات در برنامه های IPM به کار رود. نتایج شعبانی^۳ و همکاران (۴۳) و ایران نژاد و همکاران (۲۵) نشان داد که نوع حلال استونی و اتانولی بر کشنندگی عصاره استبرق روی پسیل معمولی پسته اثر گذار بوده است. علت اختلاف بین حلال های مختلف این است که ممکن است متابولیت های ثانویه گیاهی که اثر سمیت را روی حشرات دارا هستند توسط حلال استبرق شده توسط استخراج شوند. به همین دلیل است که عصاره استخراج شده توسط حلال های مختلف اثر سمیت متفاوتی نشان می دهند. نتایج این آزمایش نشان داد که می توان از عصاره استبرق با توجه به توانایی حشره کشی آن و نیز با نگرش به نداشتن اثرات منفی روی موجودات زنده و محیط زیست به جای آفت کش استفاده نمود. تولیدانبوه این ترکیب ها منوط به شناخت ساختار شیمیایی آن ها و گسترش اطلاعات در مورد اثرات آن ها می باشد. نتایج نشان داد که عکس العمل حشره در برابر عصاره استبرق که با حلال های مختلف استخراج شده اند یکسان نبوده است. لیو و استنسلی (۳۲) به این نکته اشاره کردند که تغییراتی در میزان حساسیت به حشره کش ها در بین مراحل مختلف

از آنجایی که I_x به طور یکنواخت در هر مرحله سنی کاهش می یابد $GRR > R_0$ می باشد. لموس و همکاران^۱ (۳۱): یو و همکاران (۵۱) و یانگ و چی (۵۰) روابط بین GRR و R_0 را به صورت $R_0 = GRR > R_0$ نشان دادند. وقتی که $I_x = I$ و $m_x > 0$ شود است (۵۱). همه نتایج ما در تیمارهای مختلف بر پایه این روابط استوار است. چی (۸) و چی و یانگ (۱۰) در جزئیات کار راجع به تفاوت های بین جدول زندگی ویژه سنی ماده و جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی بحث کردند و به خطاهای موجود در منحنی های بقا و باروری بر اساس سن حشره کامل اشاره کردند. با نگرش به نوشته ها، این نخستین گزارش از تاثیر حلال های مختلف عصاره گیری استبرق روی جدول زندگی سفیدبالک پنبه می باشد. البته گزارش هایی از برخی از پژوهش گران وجود دارد که حاکی از تاثیر برخی از عصاره های گیاهی دیگر با یک نوع حلال روی فراسنجه های زیستی سفیدبالک پنبه است. در پژوهش جعفری بگی و همکاران (۲۷) روی حشرات کامل بیوتیپ A سفیدبالک پنبه نشان داد نرخ ذاتی افزایش جمعیت عصاره استبرق استخراج شده توسط روش سوکسله و حلال اتانول ۳۰ درصد روی سفید بالک پنبه ۰/۰۴۹ بر روز بود و در پژوهش حاضر (عصاره استبرق استخراج شده توسط روش ماسرسیون و حلال اتانول ۸۰ درصد) ۰/۰۴۵ بر روز بود. که با اندک اختلاف به دلیل روش عصاره گیری تایید کننده پژوهش حاضر است. در پژوهش حاضر عصاره استبرق استونی در مقایسه با

دوسنستار طبیعت، مطالعات جدول زندگی روی آفات کلیدی و دشمنان طبیعی آنها ضروری است (۵۰). در این پژوهش تئوری جدول زندگی دوچنی ویژه سنی به منظور ارزیابی فراسنجه‌های دموگرافی *B. tabaci* تحت تأثیر عصاره‌های استبرق حاصل از حلال‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در تیمار حشرات کامل با LC₂₅ برآورد شده از آزمایش‌های زیست‌سنجه‌ی برای تیمارهای مختلف عصاره استبرق، اختلاف معنی‌داری در فراسنجه‌های جمعیت پایدار از جمله *r, T, R0, GRR*، λ در سطح ۵٪ با شاهد مشاهده شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (۰)، به عنوان نرخ رشد سرانه‌ی جمعیت بوده و نتیجه‌ی برهم‌کنش بین باروری ویژه سن، نرخ رشدی، طول عمر و بقا می‌باشد. این نرخ به عنوان مهم‌ترین فراسنجه در ارزیابی اثرات زیرکشندگی عصاره استبرق استخراج شده از حلال‌های استون، اتانول، هگزان و متانول بررسی شد. مقدار ۲٪ محاسبه شده برای حشرات کامل در حلال‌های مختلف به صورت استون < متانول > %۵ < هگزان بود. اختلاف تمامی تیمارها با شاهد در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. در پژوهش حاضر استبرق متانولی بیشترین تاثیر را روی زیست‌سنجه سفیدبالک پنبه و استبرق استونی در مقایسه با تیمارهای دیگر بیشترین تأثیر کاهنده را روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت ایجاد کرده، با توجه به قیمت بالای حلال استون و این که بعد از استبرق استونی، استبرق متانولی بیشترین تاثیر کاهنده را روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت داشته است، می‌توان پیشنهاد کرد که برای عصاره‌گیری از این حلال استفاده نمود. گزارش‌هایی وجود دارد که ممکن است متانول سرطانزا باشد بنابراین اگر این فراسنجه را نیز در نظر بگیریم بایستی به استفاده از حلال اتانول الوبت دهیم.

رشدی *B. argentifolii*^۱ وجود دارد. نوا کمبروس و همکاران (۳۷) گزارش کردند که سطح زیان اقتصادی، تابع تراکم و مرحله رشدی سفیدبالک، و دیگر فاکتورهای است. بهدلیل این که حساسیت یک فرد به عوامل کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیک ممکن است به طور گسترده با جنس و مرحله رشدی تغییر کند و جدول زندگی دوچنی قادر به محاسبه دقیق جنس و ساختار مرحله‌ای یک جمیعت دوچنی است، استفاده از جدول زندگی دوچنی می‌تواند به شدت در تصمیم برای تنظیم زمان کنترل آفت مفید باشد (۹). لیو^۲ و همکاران (۳۳) جدول زندگی *Nephaspis oculatus* شکارگر مورد قرار دادند، نتایج آنها نشان داد که مصرف تخم‌های سفیدبالک به وسیله لارو شکارگر از سن اول تا سوم افزایش یافته است، آنها هم‌چنین در یافتند که حشرات کامل ماده به طور متوسط ۷۸ تخم سفیدبالک را در هر روز در طول ۵ هفته مصرف می‌کنند نرها ۱۲۳ تخم در هر روز مصرف می‌کنند. تفاوت‌ها در نرخ شکارگری در بین مراحل و جنس‌ها برای کنترل بیولوژیکی مهم است و می‌تواند دلیلی برای کاربرد مدل دوچنی ساختار سنی باشد (۱۰). هدریک و همکاران (۲۱) جدول زندگی *Er. Eremicus* Rose پارازیتوئید *B. argentifolii* را روی سیب زمینی شیرین و پنبه بررسی کردند آنها دریافتند که تفاوت‌هایی در فراسنجه‌های جدول زندگی پارازیتوئید روی میزبان‌های مختلف وجود دارد. برای کنترل بیولوژیکی صرفاً ضروری نیست که جدول زندگی هم آفت و هم دشمنان طبیعی آنها روی میزبان‌های مختلف بررسی شود اما لازم است تا این که نرخ شکارگری ویژه سن شکارگر یا نرخ پارازیتیسم پارازیتوئیدها را با جدول زندگی دشمنان طبیعی‌شان ترکیب کنند (۱۰). افزایش آگاهی در اهمیت کشاورزی پایدار و مدیریت آفات با عوامل

منابع

- Abbott W.S. 1925. A method of comparing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18: 265–267.
- Amjadian A.A., Arji A. and Kashi A.K. 2012. Determine the best solvent, polar and non-polar fenugreek extract with the highest concentration to the lowest since the bubble solution. First National Conference on Agriculture for Sustainable Development and Healthy Environment. (In Persian with English abstract)
- Bayhan E., Ölmez-Bayhan S., Ulusoy M.R., and Brown J.K. 2005. Effect of temperature on the biology of *Aphis punicae* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) on pomegranate. Environmental Entomology, 34: 22-26.
- Broadbent A.B., Foottit G.S., and Murphy G.D. 1989. Sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae).a potential insect pest in Canada. Canadian Entomologist, 121: 1027-1028.
- Calvitti M., and Remotti P.C. 1998. Host preference and performance of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on weeds in central Italy. Environmental Entomology, 27: 1350-1356.
- Carey J.R. 1993. Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press, New York.
- Chi H. 1990. Timing of control based on the stage structure of pest population: A simulation approach. Journal of Economic Entomology, 83: 1143-1150.

1- Nava-Camberos

2- Liu et al.

8. Chi H. 2013. TWOSEX-MSChart: A computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. <http://140.120.197.173/Ecology/Download/Twosex-MSChart.zip>
9. Chi H. and Liu H., 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, 24: 225-240.
10. Chi H. and Yang T.C. 2003. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Enviromental Entomology, 32: 327-333.
11. Chi H. 1988. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Enviromental Entomology, 17: 26-34.
12. Cock A., Ishaya M.V., and Degheele D. 1995 .Response of Buprefezin susceptible and resistant strains of *Trialeurodes vaporariorum* (Hom.: Aleyrodidae) to pyriproxyfen and diafenturon. Journal of Economic Entomology, 88: 763-767.
13. Esmaeily S., Samih M.A., Zarabi M., and Jafarbeigi F. 2014. Sublethal effects of some synthetic and botanical insecticides on *Bemisia tabaci* (Hem: Aleyrodidae). Journal of Plant Protection Research, 54: 171-178.
14. Fisher R.A. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Clarendon Press, Oxford, UK.
15. Forbes V.E., and Calow P. 1999. Is the per capita rate of increase a good measure of population-level effects in ecotoxicology? Environmental Toxicology and Chemistry, 18: 1544-1556.
16. Gerling D. 1990. Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Managment. Wimborne, UK, Intercept.
17. Gharekhani M., Ghorbani M., Ebrahimzadeh M.A., Jafari S.M., and Sadeghi Mahoonak A.R. 2010. Compare different methods of phenolic and flavonoid compounds extraction from *Urtica dioica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants, 26,3: 389-405. (In Persian with English abstract)
18. Gholami T., Samih M.A. and Nejati M. 2013. Effect of two extraction methods of *Rubia tinctorum* on mortality of cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.). 2nd National Congress on Medicinal Plants. Tehran- Iran, 15- 16 May, 1280
19. Goodman D. 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. American Naturalist, 119:803-823.
20. Hajimehdipoor H., Khanavi M., Shekarchi M., Abedi Z. and Pirali Hamedani M. 2009. Investigation of the best method for extraction of phenolic compounds from *Echinaceae purpurea* L. (Moench). Journal of Medicinal Plants. 8:145-152. (In Persian with English abstract)
21. Headrick D.H., Bellows T.S., and Perring T.M. 1999. Development and reproduction of a population of *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Enviromental Entomology, 28: 300-306.
22. Hu L.X., Chi H., Zhang J., Zhou Q., and Zhang R.J. 2010. Life table analysis of the performance of *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) on two wild rice species. Journal of Economic Entomology, 103:1628-1635.
23. Huang Y.B., and Chi H. 2012. Assessing the application of the jackknife and bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: a case study in *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). Journal of Agriculture and Forestry, 61: 37-45.
24. Irannejad M.K., Samih M.A., Talebi Jahromi K. and Alizadeh A. 2012a. The effect of some pesticides and plant extracts on functional response of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to different densities of *Agonoscena pistaciae* . Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology) 26(3): 316-326. (In Persian with English abstract)
25. Irannejad M.K., Samih M.A., Talebi Jahromi K., and Alizadeh A. 2012b. Investigation on the effects of some pesticides and plant extracts on life table of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neu.: Chrysopidae). Plant protection Science 43(1): 33-46. (In Persian with English abstract)
26. Jafarbeigi F., Samih M. A., Zarabi M., Esmaiili S., and Izadi H. 2011. Study on susceptibility of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Biotype A) to *Caiotropis procera* and *Fumaria parviflora* plant extracts in control conditions. Global Conference on Entomology-(GCE), March 5-9, Chiang Mai, Thailand, 471.
27. Jafarbeigi F., Samih M.A., Zarabi M., and Esmaeily S. 2014. Sublethal effects of some botanical and chemical insecticides on the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hem: Aleyrodidae). Arthropods, 3(3):127-137.
28. Jalali M., Abedi D., Asghari G. and Rezaie Z. 2007. A study of anti-microbial effect of *Pycnocycla Spinosa*'s fruit extracts. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 17(59): 76-86. (In Persian with English abstract)
29. Kesmati M., Raei H., and Zadkarami M. 2006. Comparison between sex hormones effects on locomotor activity behavior in presence of *matricaria chamomilla* hydroalcholic extract in gonadectomized male and female adult mice. *Journal of Iran Biology*, 19: 98-108. (In Persian with English abstract)
30. Koschier E.H., and Sedy K.A. 2003. Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* lindeman. *Crop Protection*, 22: 929-934.
31. Lemos W.P., Ramalho F.S. and Zanuncio J.C. 2003. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Euborella annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) a cotton boll weevil predator in laboratory studies with an artificial diet. Enviromental Entomology, 32: 592-601.

32. Liu T.X. and Stansly P.A. 1995. Life history of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on *Hibiscus rosasinensis* (Malvaceae). Florida Entomologist, 81: 437-445.
33. Liu T.X., Stansly P.A., Hoelmer K.A. and Osborne L.S. 1997. Life history of *Nephaspis oculatus* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America, 90: 776-782.
34. Mahdavi Arab N., Ebadi R., Hatami B. and Talebi Jahromi Kh. 2008. Insecticidal effect of some plant extracts on *Callosobrochus maculates* F. in laboratory and *Laphigma exigua* H. in green house. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 11(42): 221-234. (In Persian with English abstract)
35. Marouf A., Sangari S. and Jabbari L. 2007. An investigation on fumigant effect of the extract of *Origanum vulgare* (Lamiaceae) for control of two stored-product beetles. 27:(2), 29-41. (In Persian with English abstract)
36. Matsumura F. 1985. Toxicology of Insecticides. Plenum Press, New York.
37. Nava-Camberus U., Riley D.G., and Harris M.K. 2001. Density-yield relationships and economic injury levels for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe in Texas. Journal of Economic Entomology, 94: 180-189.
38. Pirmohammadi M., Mahdian K., Samih M.A. and Shahidi S., 2013. Investigation on imidacloprid and plant extractions effects on stable population growth parameters of *Chrysoperla carnea* (Steph.). 2nd National Congress on Medicinal Plants.15, 16 May Tehran- Iran, 1196. (In Persian with English abstract)
39. Robertson J.L., and Preisler, H.K. 1992. Pesticide Biassays with Arthropods. CRC Press, USA.
40. Sae-Yun A., Ovatlarnporn C., Itharat A. and Wiwattanapatapee R. 2006. Extraction of rotenone from *Derris elliptica* and *Derris malaccensis* by pressurized liquid extraction compared with maceration. Journal of Chromatography A, 1125: 172-176.
41. Samareh Fekri M.S., Samih M.A., Imani S. and Zarabi M. 2013. Study of host preference and the comparison of some biological characteristics of *Bemisia tabaci* (Genn) on tomato varieties. Journal of Plant Protection Research, 53: 137-142.
42. Samih M.A., Kamali K., Jalali-Javaran M. and Talebi A.A. 2006. Identification and dispersion of *Bemisia tabaci* (Genn.) and *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring in cotton fields in Iran using RAPD-PCR technique. : Iranian Journal of Agricultural Sciences, 37(3): 13-25. (In Persian with English abstract)
43. Sanderson J.P. 1987. Sweetpotato Whitefly in New York Greenhouse. Long Island Horticultural News, Nov 1-2.
44. Shabani Z., Samih M.A., Irannezhad M.K., and Mirzaii F. 2011. Insecticidal efficacy of acetamiprid, hexaflumuron and *Calotropis procera* extract on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer under Laboratory Conditions. Global Conference on Entomology-(GCE), March 5-9, Chiang Mai, Thailand, 481.
45. Stark J.D. and Banks J.E. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. Annual Review of Entomology, 48: 505-519.
46. Stark J.D., Sugayama R.L., and Kovaleski A. 2007. Why demographic and modeling approaches should be adopted for estimating the effects of pesticides on biocontrol agents. Biological Control, 52: 365-374.
47. Tsai J.H. and Wang K. 1996. Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on five host plants. Environmental Entomology, 25: 810-816.
48. Viana Ramos M., Pavia Banderia G., Teixeria de Freitas C., Nogueira N., Alencar N., Sousa P. and Carvalho A. 2006. Latex constituents from *Calotropis procera* (R. Br.) display toxicity upon egg hatching and larvae of *Aedes aegypti* (Linn.). Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 101: 503-510.
49. Wang S.Q., Guo Y.L., Pang S.T., and Shi Z.H. 2008. Toxicities of different pesticides to B biotype *Bemisia tabaci*. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 20: 367-371.
50. Yang T., and Chi H. 2006. Life table and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. Journal of Economic Entomology, 99: 691-698.
51. Yu J.Z., Chi H. and Chen B.H., 2005. Life table and predation of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a proof on relationship among gross reproduction rate, net reproduction rate and preadult survivorship. Annals of the Entomological Society of America, 98: 475-482.



Effect of Different Solvent Extracts of *Calotropis procera* (Willd.) on Demographic Parameters of *Bemisia tabaci* (Genn.)

M. A. Samih^{1*}- M. Nejati² - M. Zarabi³

Received: 21-04-2015

Accepted: 08-08-2017

Introduction: Cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) is one of the most critical pests of numerous agricultural crops including tomato especially under protected cultivation. The whitefly because of ingestion of phloem sap, secretion of massive honey dew that reduces both the quality of the tomato and the available leaf area for photosynthetic activities, and transmission of plant viruses is considered as destructive agent. Development of alternative methods for chemical compounds seems essential in pest management due to human health and environmental safety. Since plants are rich sources of active chemicals they may be a substitute for pesticides. Recent studies have shown that chemicals with insecticidal properties derived from plants are active against target specific species and are converted to non-toxic materials in environment. In the present study the effect of *Calotropis procera* (Willd.) R. Br. (Asclepiadaceae) extraction on demographic parameters of *B. tabaci* was evaluated. For this purpose four different extracts were prepared, using four different solvents (methanol, ethanol, acetone and hexan). The swallow wort plant, *C. procera* (Asclepiadaceae), is a shrub widely distributed in south of Iran (Haji Abad, Bandar Abbas, and Ourzoeiyh) and other parts of the tropics regions. The plant is erect, tall, large, branched and perennial with milky latex throughout. A large quantity of latex can be easily collected from its green parts. The essential oils and the extracts of this plant have insecticidal properties.

Materials and Methods: Tomato seeds, Var. CH were planted directly in plastic pots filled with sterile plant growth media⁴ (BAGA; Dashte Sabz Atie Co. Iran). Cotton whitefly adults were collected from the Rafsanjan field and transferred onto 2-4 tomato leaves in a greenhouse. Adults of the same age were collected from red-eye pupae and moved to separate plant cages. These adults were used in all the experiments. The toxicity of *C. procera* for adults of cotton whitefly were assayed by the leaf-dip method. For bioassay, we applied five different concentrations in three replicates. Two clear plastic glasses (10 cm diameter, 15 cm height) were put together as a plant cage. The upper one was covered with a fine mesh and the lower one filled with distilled water. Two tomato leaves were dipped in the dilutions for 5s and put in each cage. After drying the treated leaflets, fifteen same age adults were released into the upper part of cage. Mortality was evaluated after 24 h and all of the experiments were carried out at 27±2 °C, photoperiod of 16: 8 (L: D) and with the 50±5 % relative humidity. In this research, the effect of *C. procera* extraction with different solvents; acetone, ethanol, hexan, and methanol was studied on demographic parameters of *B. tabaci* on tomato. Data analyzed by Age-stage, two-sex life table analysis-MSChart software. The experiments were carried out in a completely randomized design (CRD) with at least four replications in controlled conditions. The collected data were analyzed by SPSS16 software and the means compared using Duncan's test. The LC₂₅ was estimated by probit analysis 2011 software. Graphs were drawn using SigmaPlot 11.0.

Results: Different biological parameters including pupa duration ($F_{6,37} = 4.49$, $P < 0.01$) and female ($F_{4,674} = 23.649$, $P < 0.000$) and male adult longevity ($F_{4,575} = 19.21$, $P < 0.000$), sex ratio (male) ($F_{4,10} = 148.33$, $P < 0.000$), sex ratio

1- Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan
(*- Corresponding Author Email: samia_aminir@yahoo.com)

2- Last M.Sc. Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan

3- Associate Professor, Department of Life Sciences Engineering, Faculty of New Sciences & Technologies, University of Tehran, Tehran

4 -Bastare Amadeh Giah Arganic (BAGA) (in Persian)

(female) ($F_{4,10} = 33.884$, $P < 0.000$), oviposition period ($F_{4,10} = 13943.40$, $P < 0.000$) and total fecundity/ female ($F_{4,674} = 31.450$, $P < 0.000$), showed significant difference among extractions derived from various solvents of *C. procera*. The results showed that there are significant differences among treatments on net reproductive rate (R_0 or *NRR*), intrinsic rates of increase (r_m), finite rate of increase (λ), gross reproductive rate (*GRR*) and mean generation times (*T*) at the 5% probability level. The intrinsic rate of increase of the whitefly, in treatments control, and *C. procera* extraction by acetone, ethanol, hexan, and methanol solvents were 0.081, 0.030, 0.045, 0.054 and 0.043 respectively. All of the treatments compared with control reduced the oviposition period and the total number of eggs that laid each female. These two parameters were the least on acetone extraction of *C. procera* (0.59 and 3.093) and the highest on control (2.45 and 15.131) respectively.

Conclusion: The results clearly indicate that the acetone and methanol extract of *C. procera* possesses many useful properties to control insect pests.

Keywords: Active chemicals of plants, *Calotropis procera*, Cotton white fly, Life table

مقایسه روش‌های مختلف کنترل کنه پیاز گلایول (*Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze & Robin) در شرایط گلخانه‌ای (Astigmata: Acaridae)

اصغر حسینی نیا^۱- سعید جوادی خدری^{۲*}- محمد خانجانی^۳- احمد حیدری^۴- محمد کاظم رمضانی^۵- هادی مصلی نژاد^۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۲

چکیده

یکی از مهم‌ترین آفات کورم گلایول، کنه پیاز (*Rhizoglyphus echinopus* (Astigmata: Acaridae)) می‌باشد. ضدغذوی کورمهای رهاسازی کنه شکارگر از روش‌های دارای پتانسیل بالقوه در کنترل این آفت محسوب می‌شوند. لذا با توجه به اهمیت این آفت در کاهش کمی و کیفی محصول و همچنین اثر قابل توجه روش‌های کنترل شیمیایی، بیولوژیک و تلفیقی در کاهش خسارت آن، این مطالعه در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۲۴ تیمار و سه تکرار به بررسی اثر ضدغذوی کورمهای رهاسازی کنه Hypoaspis aculeifer Raumilben (Acari: Laelapidae) (Geolaelaps) بر کنترل کنه *R. echinopus* روی کورم گلایول در شرایط گلخانه‌ای پرداخته است. تیمارهای ضدغذوی شامل تیمارهای شماره ۱۰ و ۳-آبماکتین (۰/۰، ۰/۸ و ۱/۲ میلی‌لیتر بر لیتر)، ۴، ۵ و ۶-اتیون (۱، ۰/۵ و ۲ میلی‌لیتر بر لیتر)، ۷، ۸ و ۹-فنازاكوئین (۱، ۰/۵ و ۱/۵ میلی‌لیتر بر لیتر) بودند که کورمهای پیش از کاشت در هر محلول سمی به مدت ۲۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. تیمارهای ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ کورم‌ها به مدت ۲۵، ۵۰ و ۷۵ دقیقه در آب گرم با حرارت ۴۵ درجه سلسیوس ضدغذوی گردیدند. تیمارهای شماره ۱۳-۱۴ و ۱۵ مربوط به رهاسازی کنه شکارگر *H. aculeifer* به تعداد ۳۰ کنه به ازای ۱۰۰ کورم آلوده به کنه پیاز بودند. تیمارهای شماره ۱۶، ۱۷ و ۱۸ شامل رهاسازی ۱۰۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ کنه شکارگر در مترازی پانزده روز بعد از کاشت؛ تیمارهای ۱۹، ۲۰ و ۲۱-شاهد غوطه‌ور نمودن کورمهای در آب معمولی ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۵ دقیقه؛ تیمار ۲۲ شامل آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۵ دقیقه و سپس رهاسازی ۱۰ کنه شکارگر در مترازی ۲۴ شامل آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس در ۲۵ دقیقه سپس رهاسازی ۱۰ کنه به ازای ۱۰۰ پیاز بعلوه رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در مترازی ۱۵ روز بعد از کاشت بود. در هر تیمار ۱۵۰ کورم در نظر گرفته شد و آلوگی کورمهای برآورد گردید. کرت‌ها حاوی خاک ضدغذوی شده، پلاستیک مجزا و در هر کرت ۳۰ کورم گلایول کاشته شد. نتایج نشان داد که بیشترین شدت آلوگی در تیمارهای شاهد (شماره‌های ۱۹، ۲۰ و ۲۱)، کمترین شدت آلوگی در تیمارهای ۲۲، ۲۳ و ۲۴؛ بیشترین تعداد تولید کورم در تیمار ۲۴؛ بلندترین طول گل آذین در تیمارهای ۱۳ و ۲۴؛ بلندترین میانگین ارتفاع شاخه گل در تیمارهای ۲۴ و ۲۳؛ بیشترین قطر ساقه در تیمارهای ۲۳، ۲۲ و ۲؛ طولانی‌ترین طول عمر گل در تیمارهای ۱۷ و ۲۳؛ بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای ۲۴، ۲۳، ۱۴، ۱۳، ۱۵ و ۱۰ مشاهده شد. تعداد غنچه تحت تأثیر تیمارهای مختلف فاقد اختلاف معنی دار بود. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه و همچنین خصوصیات گیاه گلایول استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک و استفاده همزمان از ضدغذوی کورمهای رهاسازی کنه شکارگر جهت کاهش آلوگی و کنترل کنه *R. echinopus* در قالب کنترل تلفیقی آفت توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ضدغذوی، کنه پیاز، کنترل تلفیقی، گلایول، Hypoaspis (Geolaelaps) aculeifer

- ۱- مریم گروه فناوری و مدیریت تولید، پژوهشکده تحقیقات گل و گیاهان زینتی، مؤسسه علوم تحقیقات باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران و دانشجوی دکتری حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعالی سینا، همدان، ایران
- ۲- فارغ‌التحصیل دکتری حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعالی سینا، همدان
- ۳- نویسنده مسئول: (Email: javadis84@gmail.com)
- ۴- دانشیار بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، دانشگاه بوعالی سینا، همدان
- ۵- استادیار بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۶- استادیار بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v32i4.68661

مقدمه

روش‌های مبارزه اثر مطلوبی روی آفت ندارند. استفاده از تیمارهای پیش از کاشت نظیر ضدغوفونی با آب گرم، ترکیبات آفتکش و همچین استفاده از دشمنان طبیعی در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت می‌تواند نقش مهمی در کاهش آلودگی و خسارت پس از کاشت، صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید و نیز بهبود صادرات محصول ایفا نماید (۱۳). روش‌های مختلفی برای کنترل این آفت استفاده شده است که در این بین می‌توان به ضدغوفونی کورم‌ها با آب گرم (۷)، ضدغوفونی با سmom آفتکش (۱۱، ۲۱)، استفاده از روش آفتاب دهی و پلاستیک به عنوان مالج (۱۱) و استفاده از کنه‌های شکارگر (۸) اشاره نمود. کانجین (۷) گزارش کرد که با قرار دادن کورم‌های گلایول و فرزیا در دمای ۳۹ و ۴۱ درجه سلسیوس جمعیت نمادن و *Aphelenchoïdes Steiner & Buhrer subtenuis* (Cobb) کنه *R. robini* به طور معنی‌داری کاهش می‌پابد. همچنین او مشاهده نمود که با نگهداری پیازهای لیلیوم در دمای منفی دو درجه سلسیوس و تیمار نمودن آن‌ها با آب گرم ۴۱ درجه سلسیوس و ۳۹ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت اکثر کنه‌های آن از بین می‌رود (۷). ضدغوفونی کورم‌ها با محلول پاراتیون ۴۵ درجه سلسیوس تأثیر بیشتری نسبت به محلول پاراتیون با دمای کمتر در کنترل کنه‌ها داشته و در بین سmom تدخینی برای ضدغوفونی کردن کورم‌ها متیل بروماید تأثیر زیادی داشته است و تأثیر سوئی روی گیاه دیده نشده است (۲۲). چن و لو (۶) مشاهده کردند که گونه‌های *R. robini* و *R. setosus* نسبت به آبامکتین و برخی از پپروتروئیدهای مصنوعی متحمل هستند، اما نسبت به اکثر سmom فسفره و کاربامات‌آلی از جمله، آزوسیکلوتین، کاربوفوران و اتیون از خود حساسیت نشان می‌دهند. بعلاوه برخی از محققان با استفاده از روش آفتاب دهی و پلاستیک به عنوان مالج بعد از ۲۰ روز به طور کامل کنه‌های پیاز را در مزرعه بادام زمینی کنترل کردند (۱۱).

گونه‌های جنس *Hypoaspis* طیف وسیعی از طعمه‌های خاکزاد مانند شفیره تریپس‌ها، لارو مگس قارچخوار (Sciaridae)، پادمان، کنه‌های *R. echinopus*, *Tyrophagus putrescentiae* Schrank و *R. robini* را مورد تقدیم قرار می‌دهند (۱، ۱۴). در این میان کنه شکارگر *H. aculeifer* اثر کنترلی خوبی روی جمعیت‌های کم کنه‌های غده‌ی پیاز دارد و به صورت تجاری علیه آن استفاده می‌شود (۱۶، ۱۸). امین و همکاران (۲) به بررسی اثر ۸ دمای ثابت روی دموگرافی این شکارگر در تقدیم از کنه *R. echinopus* پرداختند. که آن‌ها بر اساس مدل آنالیتیس ۲- دمای آستانه‌ی پایینی و بالایی و همچنین دمای بهینه نمو برای این شکارگر را به ترتیب ۱۱/۸، ۱/۱ و ۳۲/۲ درجه سلسیوس تخمین زدند. راگوسا و زنان (۱۸) تقدیم کنه شکارگر *H. aculeifer* از مراحل مختلف زیستی *R. echinopus* مطالعه نمودند و نشان دادند که در دمای ۲۷ درجه سلسیوس هر

آفات مختلفی نظیر تریپس پیاز، کنه تارتن و کنه‌های پیاز بر روی گلایول *Gladiolus grandiflorus* L. فعالیت می‌کنند که در این میان خسارت برخی گونه‌های خانواده Acaridae از *R. echinopus* Fumouze & Robin و *R. robini* Claparède روی اندام‌های زیرزمینی نسبت به خسارت سایر کنه‌های گیاهی در اندام‌های هوایی علائم متفاوتی دارد، به طوریکه خسارت کنه پیاز در مراحل اولیه رشدی گلایول کاملاً محسوس می‌باشد (۱۰). کنه پیاز با تشکیل جمعیت داخل و روی پیاز و همچنین با تقدیم از مرکز پیاز و بین رگبرگ‌ها و زیر لایه اپیدرمی برگ‌ها منجر به زردی، ضعف، کوتولگی، عدم تشکیل گل آذین، پوسیدگی و نرمی پیازها، پژمردگی و سرانجام مرگ گیاه می‌شود (۵). برادران و همکاران (۵) مشاهده کردند که تقدیم دو گونه کنه انباری *R. echinopus* و *R. robini* روی پیاز گیاهان زیستی مانند گلایول و گل مریم باعث کاهش رشد و کاهش قوه نامیه گیاهان آلوه می‌شود. همچنین دیاز و همکاران (۹) گزارش نمودند که این آفت علاوه بر تقدیم از پیاز باعث انتقال قارچ‌های ساپروفتی و سایر عوامل بیماری‌زا نیز می‌شوند و پیازهای گلایول آلوه به کنه *R. echinopus* دچار پوسیدگی، کاهش رشد و نکروزگی می‌شوند. به طور مشابه تاناکا و اینو (۲۱) مشاهده نمودند که در پیازهای آلوه به فوژاریوم خسارت کنه پیاز شدیدتر است و همبستگی مثبتی بین میزان آلوهگی به بیماری پوسیدگی و جعیت این آفت وجود دارد. لازم به ذکر است که این کنه روی پیاز نرگس، ارکیده، سنبل، پیاز لاله، غده‌های کوکب، سیزی‌های پیازدار، پیاز خوراکی گزارش شده است (۹) و روی گیاهانی نظیر لیلیوم، فرزیا، آمارلیس، گلایول، مریم و زنبق منجر به خسارت می‌شود (۱۶). این کنه روی گیاهان پیازی و سیب زمینی سوراخ شده توسط کرم مقتولی ایجاد کلنی می‌نماید و در طول زمستان نیز فعال است. دمای مناسب جهت فعالیت آن‌ها ۲۷ درجه سلسیوس گزارش شده است و میانگین دوره‌های پیش از تخم‌گذاری، تخم‌گذاری، پس از تخم‌گذاری و دوره زندگی تخم تا کنه بالغ به ترتیب ۰/۸۵، ۱/۵، ۱۳/۴ و ۱۳/۵ روز تعیین شده است (۱۵). این آفت در طول سال در مزرعه و سپس در انبار فعال است و حتی با خوردن کاغذ و دیگر مواد آلی قادر به بقا است لذا در صورت وجود غذای کافی، دما و رطوبت مناسب تولید مرحله دئتونمنف یا هیپوپوس آن‌ها بیشتر می‌شود، هیپوپال‌ها به شکل مسافری یا فورزی به حشراتی که روی پیازها می‌آیند، چسبیده و باعث انتشار کنه پیاز می‌شوند (۱۵).

با توجه به اهمیت اقتصادی این آفت ارائه‌ی یک برنامه مدیریتی مناسب جهت کنترل کنه پیاز امری کاملاً ضروری است، اما با توجه به حضور این کنه داخل و روی پیاز و عدم دسترسی به آن، اکثر

Hypoaspis (Geolaelaps) aculeifer

به این منظور، ابتدا کنه شکارگر از شرکت گیاه بذر الوند نماینده شرکت کوپر در ایران خریداری گردید و پس از تأیید گونه کنه *H. aculeifer* ۵۰ گرم از مخلوط همراه تجاری، حاوی کنه *H. aculeifer* روی سبزه‌می‌نی و کورمهای گلایول آلوده به کنه *R. echinopus* درون اتاق رشد (تحت شرایط دمایی 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و بدون نور) رهاسازی و تکثیر شد. به منظور رهاسازی شکارگرها روی تیمارها از نمونه تجاری استفاده گردید و از نمونه تکثیری بعنوان منبع کنه شکارگر استفاده شد.

تیمارها و طرح آزمایشی

آزمایش‌ها در قالب طرح پایه بلوك‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار در سه تکرار انجام و تجزیه و تحلیل گردید (جدول ۱). به این ترتیب که به ازای هر تیمار ۱۰۰ کورم با آلوهگی تقریبی 2 ± 3 درصد از کورمهای از پیش آلوه شده جدا شد و تیمارهای مختلف روی آن‌ها اعمال گردید (جدول ۱). به این صورت که چند کورم آلوه روی کورمهای سالم قرار داده شد و یک ماه پس آلوه‌سازی تحت شرایط رطوبت نسبی ۷۰ درصد، آلوهگی به 35 ± 5 درصد از ۱۰۰ درصد کورمهای شیوع پیدا نمود. از هر بسته ۱۰۰ عددی تیمار شده، سه بسته ۳۰ عددی از کورمهای در پاکتهای کاغذی جدا گردید و هر ۳۰ کورم در یک کرت بعنوان یک تکرار کاشته شد. اندازه هر کرت یک مترمربع در نظر گرفته شد و به منظور جلوگیری از فرار کنه‌های شکارگر به کرت‌های مجاور پلاستیک‌های یک متري در دیواره هر کرت قرار داده شد. لازم به ذکر است که با توجه به نوع تیمار تعداد متفاوتی (۱۰۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ کنه به ازای متر مربع) از مرحله بالغ کنه‌های شکارگر (جدول ۱) در سطح خاک رهاسازی شد. همچنین روی کنه‌های شکارگر رهاسازی شده در هر کرت جعبه پلاستیکی قرار داده شد، آبیاری کرتهای به طور مستقل انجام شد و بین هر کرت نیم مترمربع و بین بلوك‌ها دو مترمربع فاصله در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که برای تهییه آب گرم به منظور ضدغونی کورمهای دستگاه بن‌ماری (ساخت کشور انگلستان، مدل XB2) استفاده شد. همچنین محل مورد مطالعه، قبل از کاشت کورمهای روش آفتاب‌دهی ضدغونی شد.

پیش از تیمار نمونه‌ها، کورمهای آلوه شده را در ۲۶ بسته‌ی ۱۰۰ تایی تقسیم و از هر بسته ۱۰ کورم بصورت تصادفی جدا شد و از وسط به چهار قسمت تقسیم گردید و به مدت ۲۶ ساعت درون قیف بریز قرار داده شد و تعداد کنه‌ها (مراحل متحرک) درون شیشه حاوی الكل ۷۵ درصد جمع‌آوری و شمارش شد. همچنین روی کورمهای طور مجازاً به دقت زیر لوپ مشاهده گردید و تعداد کنه‌های ۱۰ پیاز

دئوتونف ماده این شکارگر برای بالغ شدن از ۶۰ تخم، ۱۳۲ لارو، پروتونف و یا ۴ بالغ *R. echinopus* تقدیمه می‌نماید و کنه برای تکمیل سکیل زندگی و بالغ شدن از ۸۲ تخم، ۱۹۴ لارو، ۴۲ پروتونف و یا ۸ بالغ *R. echinopus* تقدیمه می‌کند. همچنین امین و همکاران (۳) مشاهده نمودند که پوره سن دوم و کنه بالغ این شکارگر بیشترین اثر را در کاهش جمیعت مراحل اولیه رشدی کنه *R. echinopus* دارد. رهاسازی کنه شکارگر *H. aculeifer* و ضدغونی کردن پیازها با آب گرم قبل از کاشت باعث کنترل کنه پیاز شده است و همچنین استفاده از *H. aculeifer* روی سطح خاک جهت کنترل *R. robini* موققیت آمیز بوده است (۸). کانیجن و همکاران (۸) با رهاسازی *H. aculeifer* در گلخانه‌های لیلیوم توانستند به مدت ۲ تا ۳ سال کنه پیاز را کنترل کند.

در مطالعه کنونی با توجه به اهمیت اقتصادی کنه پیاز در کاهش کمی و کیفی محصول گلایول، امکان کنترل آن با استفاده از ترکیبات شیمیایی، رهاسازی کنه شکارگر *H. aculeifer* و همچنین ضدغونی پیازها با آب گرم، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و تکثیر کنه پیاز

ابتدا گلخانه‌های واقع در شهرستان‌های محلات و خمین که آلوهگی آن‌ها به این آفت ثابت شده بود، انتخاب گردیدند و گلایول‌های آلوه به کنه *R. echinopus* که دارای علائم خسارت به صورت زردی، ضعف، کوتاهی بوته، فقدان گل آذین، با طوفه‌ی قهقهه‌ای بودند، به طور تصادفی جمع‌آوری شد و به منظور انجام مطالعات مورد نظر به آزمایشگاه تحقیقاتی گل‌گیاهان زیستی محلات منتقل شدند. کورمهای به تکه‌های کوچک تبدیل شدند و با قیف بریز (۱۲) کنه‌های آن‌ها جدا گردید. از کنه‌های جدا شده جهت شناسایی، تعیین گونه استفاده گردید و از پیازهای آلوه برای آلوه‌سازی کورمهای سالم و تکثیر کنه پیاز استفاده شد. لازم به ذکر است که شناسایی کنه‌ها در آزمایشگاه کنه‌شناسی دانشگاه بوعلی سینا انجام پذیرفت. از کلید شناسایی کینگ‌های و ژی‌کیانگ (۱۷) برای تعیین گونه کنه کنه‌ها در آزمایشگاه کنه‌شناسی از *R. echinopus* استفاده گردید. پس از خالص‌سازی گونه *R. echinopus* روی لایه‌های برش یافته از سیب زمینی (رقم بامبا) رهاسازی شدند و تکثیر اولیه انجام گردید. از نمونه‌های موجود روی سیب زمینی جهت آلوه‌سازی کورمهای استفاده شد. کلیه مراحل تکثیر در اتاق رشد با شرایط دمایی 25 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوری نوری ۲۴ ساعت تاریکی، انجام پذیرفت.

استفاده شد (۱۹). در این فرمول 7 ارزش طبقه، I بالاترین ارزش طبقه، n تعداد بوته یا کورم در هر طبقه و N تعداد کل بوته‌ها یا کورم‌ها است. در این فرمول صفت زردی تا پژمردگی و مرگ از 1 تا 6 طبقه‌بندی شد و شامل سطوح 1 : ضعیف و دارای گل آذین، 2 : ضعیف و فاقد گل آذین، 3 : ضعیف و فاقد گل آذین و زرد کامل، 4 : ضعیف و فاقد گل آذین و زرد کامل با انتهای بوته قهوه‌ای و 5 : بوته مرده بود.

شمارش گردید و درصد آلودگی برآورد شد. علاوه‌بر جمعیت کنه در کورم‌ها پس از اجرای هر تیمار در زمان برداشت پیازها، درصد جوانه‌زنی کورم‌ها یک ماه پس از اعمال تیمارها و همچنین تعداد کورم‌های پژمرده و یا مرده دو ماه پس از انجام تیمارها و همچنین تعداد کورم‌های تشکیل شده در زمان برداشت پیازها، مورد بررسی قرار گرفت. به منظور محاسبه درصد شدت آلودگی بوته‌ها در زمان گلدهی از فرمول تانسوند- هبرگر $\{ \text{درصد آلودگی} = \frac{\sum (n \cdot v)}{\sum (I \cdot N)} \}$ است.

جدول ۱- تیمارهای استفاده شده جهت کنترل کنه پیاز

Table 1. Treatments used for gladiolus bulb mite, *R. echinopus* control

ردیف Row	تیمار Treatment	ردیف Row	تیمار Treatment	ردیف Row	تیمار Treatment
۱	آبامکتین 0.4 میلی لیتر/لیتر abamectin 0.4 ml/lit	۹	فنازوکوئین $1/5$ میلی لیتر/لیتر fenazaquin 1.5 ml/lit	۱۷	رهاسازی 250 شکارگر در مترمربع 15 روز پس از کاشت Release of 250 predator per $1m^2$ 15 days after planting
۲	آبامکتین 0.8 میلی لیتر/لیتر abamectin 0.8 ml/lit	۱۰	آب گرم 45 درجه سلسیوس به مدت 25 دقیقه Hot water 45°C (25 min)	۱۸	رهاسازی 500 شکارگر در مترمربع 15 روز پس از کاشت Release of 500 predator per $1m^2$ 15 days after planting
۳	آبامکتین $1/2$ میلی لیتر/لیتر abamectin 1.2 ml/lit	۱۱	آب گرم 45 درجه سلسیوس به مدت 50 دقیقه Hot water 45°C (50 min)	۱۹	شاهد (آب 30 درجه سلسیوس به مدت 25 دقیقه) Control (tap water 30°C , 25 min)
۴	اتیون 1 میلی لیتر/لیتر ethion 1 ml/lit	۱۲	آب گرم 45 درجه سلسیوس به مدت 75 دقیقه Hot water 45°C (75 min)	۲۰	شاهد (آب 30 درجه سلسیوس به مدت 50 دقیقه) Control (tap water 30°C , 50 min)
۵	اتیون $1/5$ میلی لیتر/لیتر ethion 1.5 ml/lit	۱۳	رهاسازی 10 شکارگر / 100 پیاز آلودہ release of 10 predator/ 100 gladiolus infested bulb	۲۱	شاهد (آب 30 درجه سلسیوس به مدت 75 دقیقه) Control (tap water 30°C , 75 min)
۶	اتیون 2 میلی لیتر/لیتر ethion 2 ml/lit	۱۴	رهاسازی 20 شکارگر / 100 پیاز آلودہ release of 20 predator/ 100 gladiolus infested bulb	۲۲	آب 45 درجه سلسیوس (25 دقیقه) + رهاسازی 100 شکارگر / 100 پیاز آلودہ Hot water 45°C (25 min) + release of 10 predator/ 100 gladiolus infested bulb
۷	فنازوکوئین 0.5 میلی لیتر/لیتر fenazaquin 0.5 ml/lit	۱۵	رهاسازی 30 شکارگر / 100 پیاز آلودہ release of 30 predator/ 100 gladiolus infested bulb	۲۳	آب 45 درجه سلسیوس (25 دقیقه) + رهاسازی 100 شکارگر در مترمربع 15 روز پس از کاشت Hot water 45°C (25 min) + Release of 100 predator per $1m^2$ 15 days after planting
۸	فنازوکوئین 1 میلی لیتر/لیتر fenazaquin 1 ml/lit	۱۶	رهاسازی 100 شکارگر در مترمربع 15 روز پس از کاشت Release of 100 predator per $1m^2$ 15 days after planting	۲۴	آب 45 درجه سلسیوس (25 دقیقه) + رهاسازی 10 شکارگر / 100 آلودہ + رهاسازی 100 شکارگر در مترمربع 15 روز پس از کاشت Hot water 45°C (25 min) + release of 10 predator/ 100 gladiolus infested bulb + Release of 100 predator per $1m^2$ 15 days after planting

۶/۶۸ درصد شدت آلودگی، کمترین شدت آلودگی به کنه پیاز را نسبت به تیمارهای دیگر داشتند، در حالی که تیمار شاهد (آب 30 درجه سلسیوس به مدت 25 دقیقه) با $48/33$ درصد آلودگی بوته بیشترین میزان آن را نشان داد (شکل a). نتایج گروه‌بندی میانگین درصد شدت آلودگی در کورم‌ها نشان داد که تیمار 24 (آب گرم 45 درجه سلسیوس 25 دقیقه) سپس رهاسازی 100 پیاز آلودگی در مترمربع 15 روز پس از کاشت) همچنین رهاسازی 100 کنه شکارگر در مترمربع پس از کاشت بهترین عملکرد در کاهش درصد شدت آلودگی را دارد. همچنین تیمارهای 23 (آب گرم 45 درجه سلسیوس 25 دقیقه) سپس رهاسازی 100 کنه شکارگر در مترمربع بعد از کاشت، (22) (آب گرم 45 درجه سلسیوس 25 دقیقه) سپس رهاسازی 100 کنه به ازای 100 پیاز) در گروه دوم از نظر کاهش شدت آلودگی قرار گرفتند. علاوه

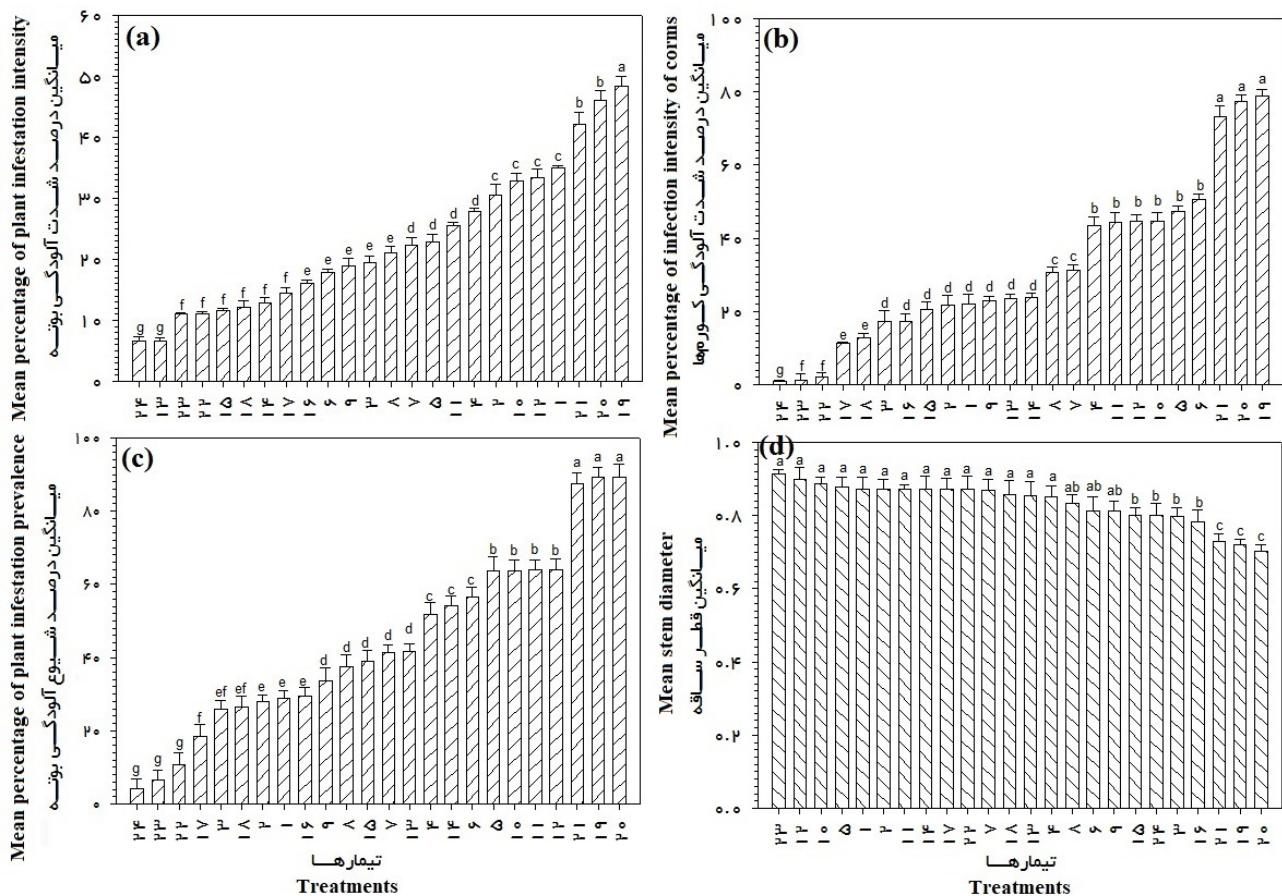
تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، واریانس تیمارهای آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS 21 (تجزیه و تحلیل شد. همچنین در صورت وجود اختلاف معنی‌دار میان تیمارها، با استفاده از آزمون چند دامنه توکی گروه‌بندی شدند).

نتایج

مقایسه میانگین شدت آلودگی در بوته‌ای گلابیول بر اساس نمره کیفی نشان داد که تیمارهای 13 (۱۰ شکارگر / 100 پیاز آلودہ) و 24 (آب 45 درجه سلسیوس 25 دقیقه) سپس رهاسازی 100 شکارگر / 100 آلودہ + 100 شکارگر در متر مربع 1 روز پس از کاشت) به ترتیب با $6/67$ و

شکارگر در متر مربع ۱۵ روز پس از کاشت) به ترتیب کمترین میانگین درصد شیوع آلدگی بوته‌های گلایول را نسبت به تیمارها شاهد نشان دادند (شکل ۲۱). نتایج حاصل از میانگین قطر ساقه در تیمارهای مختلف با اختلاف اندک تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد (۱۹، ۲۰ و ۲۱) نشان داد. بیشترین قطر ساقه در تیمارهای تلفیقی ۲۳ (آب‌گرم و ۲۱) نشان داد. بیشترین قطر ساقه در تیمارهای رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در ۴۵ درجه سلسیوس (شکل ۲۵) بود (دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ کنه برای ۱۰۰ پیاز همچنین رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در متر مربع بعد از کاشت)، تیمار ۱۲ (آب‌گرم ۴۵ درجه سلسیوس ۷۵ دقیقه)، تیمار ۱۰ (آب‌گرم ۴۵ درجه سلسیوس (شکل ۲۵ دقیقه)، تیمارهای شیمیایی ۵ (اتیون ۱/۵ میلی‌لیتر/لیتر) و ۱ (آلامکتین ۰/۴ میلی‌لیتر/لیتر) مشاهده گردید (شکل ۲۱).

پس از آن‌ها تیمارهای رهاسازی کنه شکارگر نظریه تیمارهای ۱۷ (تیمار ۲۵۰ کنه شکارگر در متر مربع ۱۵ روز پس از کاشت) و ۱۸ (تیمار ۵۰۰ کنه شکارگر در متر مربع ۱۵ روز بعد از کاشت) بیشترین اثر را در کاهش درصد شدت آلدگی کورم‌ها نشان دادند (شکل ۲۱). تیمارهای تلفیقی ۲۴ (آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (شکل ۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ کنه برای ۱۰۰ پیاز همچنین رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در متر مربع بعد از کاشت)، ۲۳ (آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (شکل ۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در متر مربع بعد از کاشت)، ۲۲ (آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (شکل ۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در متر مربع بعد از کاشت) و تیمار ۱۷ (آب ۱۰۰ پیاز) و تیمار رهاسازی کنه شکارگر به ازای ۱۰۰ پیاز) به ازای ۱۰۰ پیاز و تیمار رهاسازی کنه شکارگر ۱۷ کنه



شکل ۱- مقایسه میانگین (\pm خطای استاندارد) a) درصد شدت آلدگی بوته، b) درصد شدت آلدگی کورمهای، c) درصد شیوع آلدگی بوته، d) قطر ساقه (سانسی‌متر)، پس از اعمال تیمارهای مختلف

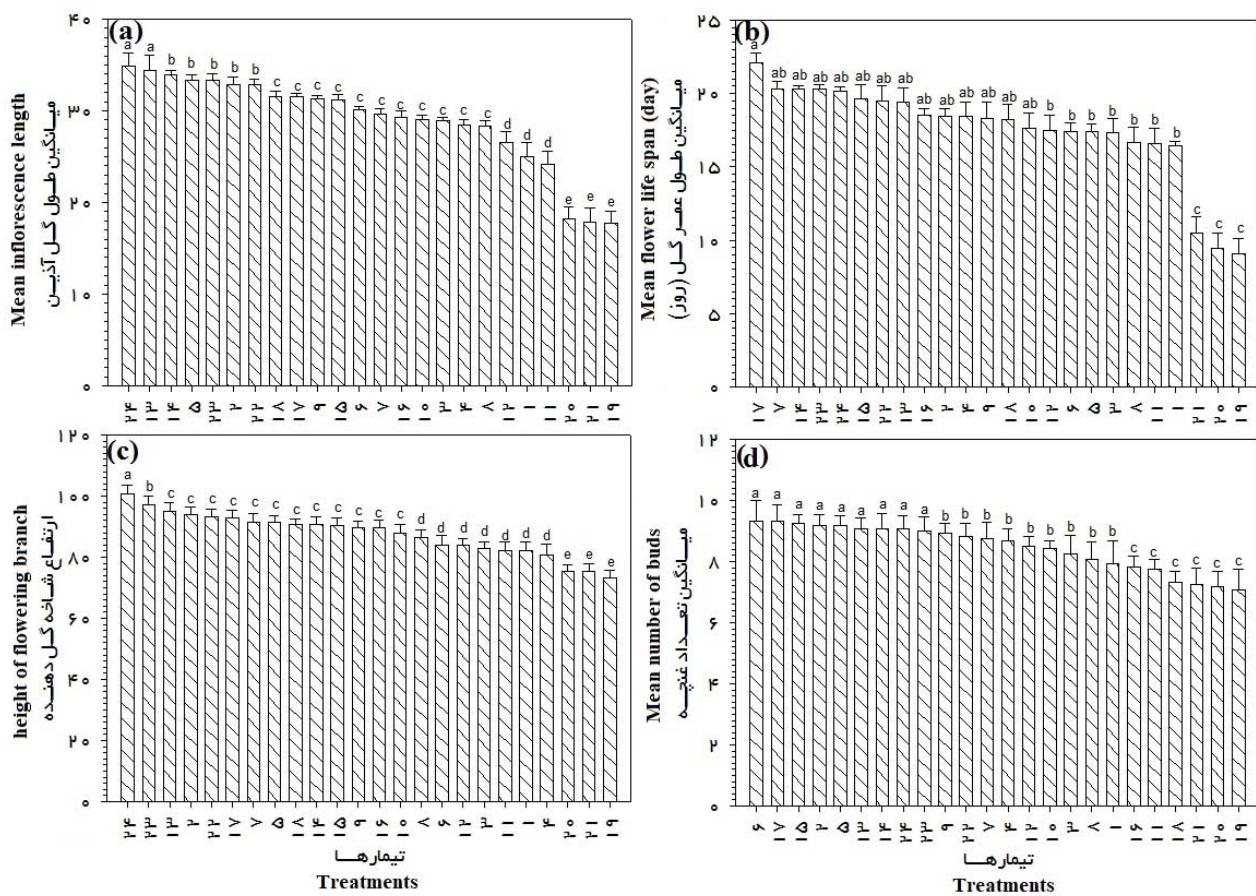
Figure 1. Comparison of means (\pm standard error) a) percentage of plant infestation intensity b) percentage of infection intensity of corms, c) percentage of plant infestation prevalence, d) stem diameter (cm), after applying different treatments

H. aculeifer آلدگی شده، تیمار ۱۳) بیشترین طول گل آذین را داشتند و حاکمی از اهمیت بکارگیری کنترل تلفیقی در کنترل کنه پیاز می‌باشد (شکل ۲۱). بیشترین طول عمر گل تحت تأثیر تیمارهای ۱۷ (تیمار ۲۵۰) نشان داد.

نتایج گروه‌بندی میانگین طول گل آذین در تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار ۲۴ شامل آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ پیاز و همچنین رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در مترمربع بعد از کاشت و تیمار رهاسازی کنه شکارگر

راهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در مترمربع بعد از کاشت) در بهترین حالت منجر به تولید بلندترین ساقه گل دهنده گلابیول شدند. همچنین تیمار راهاسازی کنه شکارگر (۱۳) (کنه شکارگر (۱۳) (کنه شکارگر *H. aculeifer* به نسبت ۱۰۰:۱۰ (ده کنه شکارگر به ازای صد پیاز آلوه) نیز با تفاوت معنی داری از آنها در گروه بعدی قرار گرفت (شکل ۳). نتایج گروههای بندی مقایسه میانگینها در ارتباط با تعداد غنچه نشان داد که بوتهای گلابیول تحت تأثیر برخی از تیمارهای شیمیایی نظیر اتیون ۱۵ دو در هزار و همچنین تیمارهای ۱۷ (۲۵۰ شکارگر در متر مربع ۱۵ روز پس از کاشت) و ۱۵ (۳۰ شکارگر / ۱۰۰ پیاز آلوه) در مقایسه با تیمار شاهد بیشترین تعداد غنچه را تولید می نمایند (شکل ۴).

کنه شکارگر در مترمربع ۱۵ روز بعد از کاشت) مشاهده شد. بعلاوه تیمارهای ۷ (فنازوکوئین یک در هزار)، ۱۴ (کنه شکارگر *H. aculeifer* گرم ۴۵ درجه سلسیوس ۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در مترمربع پس از کاشت) پس از تیمار ۱۷ بهترین اثر را روی طول عمر گل نشان دادند (شکل ۲). نتایج مرتبط با ارتفاع شاخه گل تحت تأثیر تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار تلفیقی ۲۳، ۲۴ به ترتیب (آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس ۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ کنه برای ۱۰۰ پیاز همچنین رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در مترمربع بعد از کاشت و آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (۲۵ دقیقه) سپس



شکل ۲- مقایسه میانگین (\pm خطای استاندارد) a) طول گل آذین (سانتی متر)، b) طول عمر گل (روز)، c) ارتفاع شاخه گل دهنده (سانتی متر)، d) تعداد غنچه، تحت تأثیر تیمارهای مختلف

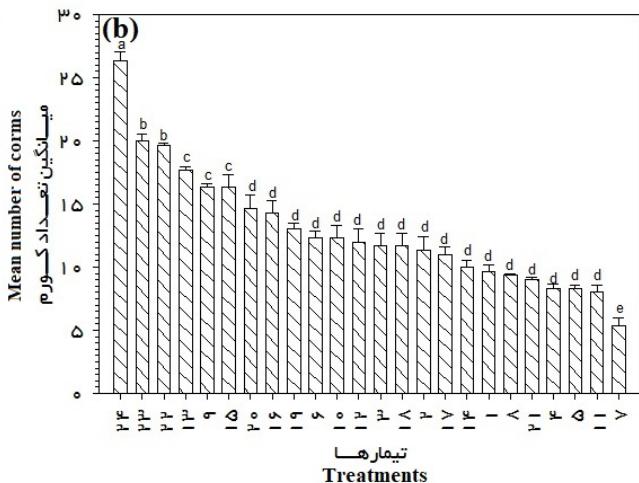
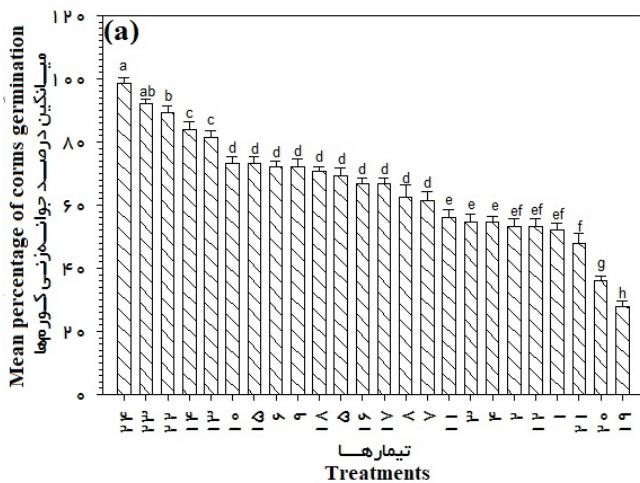
Figure 2- Comparison of means (\pm standard error) a) inflorescence length (cm), b) flower life span (day), c) height of flowering branch (cm), d) number of buds, under the influence of different treatments

کاشت) بهترین اثر را در جوانهزنی کورمهای دارد. همچنین تیمارهای تلفیقی (۲۳ و ۲۲) و استفاده از کنه شکارگر (۱۴ و ۱۳) پس از تیمار ۲۴ بیشترین اثر را روی این فاکتور نشان دادند (شکل ۳). بیشترین تعداد کورمهای تولید شده پس از اعمال تیمارهای مختلف،

نتایج گروه بندی میانگین درصد جوانهزنی کورمهای پس از اعمال تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار تلفیقی (۲۴) (آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس ۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ کنه برای ۱۰۰ پیاز همچنین رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در مترمربع ۱۵ روز پس از

شکارگر در مترمربع ۱۵ روز بعد از کاشت) و ۲۲ (آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰ کنه به ازای ۱۰۰ پیاز + رهاسازی ۱۰ کنه شکارگر در مترمربع از تیمار ۲۴ بهترین اثر را در تولید کورم در گیاه گلایول داشتند (شکل ۳).

در تیمار ۲۴ (آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰ کنه به ازای ۱۰۰ پیاز + رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در مترمربع ۱۵ روز پس از کاشت) مشاهده گردید. لازم به ذکر است که تیمارهای ۲۳ (آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰۰ کنه



شکل ۳- مقایسه میانگین (\pm خطای استاندارد) a) درصد جوانهزنی کورمهای مختلف

Figure 3- Comparison of means (\pm standard error) a) percentage of corms germination, b) number of corms, after applying different treatments

دقیقه می‌باشد. دیاز و همکاران (۹) مشاهده نمودند که غرقاب نمودن پیازها به مدت پنج و چهارده روز به ترتیب منجر به کنترل ۹۶/۱ و ۱۰۰ درصد از کنه‌های پیاز در مزرعه گلایول می‌شود. اگرچه آب گرم با دمای ۳۰ درجه به مدت ۳ ساعت برای کنترل کنه پیاز توصیه شده است اما بیشترین میزان آلدگی در کورمهایی مشاهده گردید که با آب گرم ۳۰ درجه سلسیوس ضدغونی شده بودند. ضدغونی کورمهای فرزیا با آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت موجب نابودی همه کنه‌های *R. robini* نشد اما نگهداری کورمهای در دمای منفی دو درجه سلسیوس، و سپس ضدغونی آن‌ها با آب گرم ۴۱ درجه سلسیوس در ۲ ساعت برای هیرید *Lilium longiflorum* و دمای ۳۹ درجه برای دیگر هیریدهای لیلیوم، اکثر کنه‌های آن را از بین برد (۷). همچنین استفاده از آب گرم ۵۳ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه برای ضدغونی کورمهای تا حدودی باعث کاهش کنه پیاز می‌شود اما ممکن است به قوه نامیه برخی از پیازها آسیب برساند (۲۰). نتایج مطالعات فوق با کنترل ملایم تیمارهای ۱۱، ۱۰ و ۱۲ در مطالعه حاضر مطابقت دارد و نشان می‌دهد که آب گرم نمی‌تواند بطور کلی جمعیت کنه‌های پیاز را از بین ببرد و در جمعیت‌های کمتر تأثیر بهتری از خود نشان می‌دهد. بنابراین میزان دمای آب گرم و طول مدت نگهداری کورمهای در آب گرم در میزان کنترل کنه پیاز تأثیر می‌گذارد.

در مطالعه حاضر تیمارهای ۹-۱ شامل غلظت‌های مختلف

بحث

ضدغونی کورمهای با غلظت‌های مختلف ترکیبات شیمیایی کنه کش (اتیون، آبامکتین و فنازاکوئین) نسبت به ضدغونی کورمهای آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس تأثیر کمتری در کنترل کنه‌های پیاز داشت که شاید نشان دهنده بروز پدیده مقاومت در کنه‌های پیاز نسبت به ترکیبات شیمیایی است. در تحقیقات انجام شده توسط تاناکا و اینو (۲۱) نیز نشان داده است که ضدغونی پیازها با محلول پاراتیون ۴۵ درجه سلسیوس تأثیر بیشتری نسبت به محلول پاراتیون با دمای کمتر در کنترل کنه پیاز داشته است که با نتایج مطالعه حاضر همپوشانی دارد. به طور مشابه چن و لو (۶) مشاهده نمودند که گونه‌های *R. setosus* و *R. robini* نسبت به آبامکتین ۱/۸ درصد EC و بعضی پیروتروپیدهای مصنوعی متتحمل بوده‌اند اما نسبت به اکثر سوم فسفره عالی و کارباماته از جمله، آزوسیکلوتین ۲۵ درصد WP، کاربوفوران ۶۴ درصد F، اتیون ۴۶/۵ درصد EC از خود حساسیت نشان دادند. همچنین رایموند و کلوید مشاهده نمودند که ضدغونی قابل از کاشت کورمهای پیاز با کنه کش دیکوفول (کلتان) در کنترل کنه پیاز *R. echinopus* مؤثر بوده است (۲۰).

بر اساس مطالعه حاضر بهترین دمای آب گرم جهت ضدغونی کورمهای به طوری که به قوه نامیه پیازها نیز آسیب نرساند ۴۵ درجه سلسیوس و بهترین مدت زمان نگهداری کورمهای در آب گرم ۵۰

گونه و نوع خاک کنه شکارگر روی بستر رهاسازی می‌شوند^(۴). بیشترین شدت آلودگی در تیمارهای ۱۹، ۲۰ و ۲۱ که کورمهای به مدت ۲۵، ۵۰ و ۷۵ دقیقه در آب معمولی با درجه حرارت ۳۰ درجه سلسیوس خیس خورده بودند رخ داد. در حالی که کمترین میزان کاهش آلودگی کورمهای بیشترین کنترل کنه پیاز و متعاقباً بهترین کیفیت و کمیت صفات حاصل از کورمهای تیمار شده با روش تلفیقی (تیمارهای ۲۲، ۲۳ و ۲۴) و به ویژه تیمار ۲۴ شامل ضدعفونی کورمهای با آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس (۲۵ دقیقه) سپس رهاسازی ۱۰ کنه به ازای ۱۰۰ پیاز، همچنین رهاسازی ۱۰۰ کنه شکارگر در هر مترمربع بعد از کاشت تیمار شده بودند، حاصل گردید. به طور مشابه ضدعفونی کردن پیازها با آب گرم و رهاسازی کنه شکارگر کنه شکارگر کنترل کنه پیاز شده است^(۸)، به طوری که با رهاسازی کنه شکارگر تیمار ۱۰۰ کنه شکارگر به ازای هر ۱۰۰ پیاز آلوده و رهاسازی روی سطح خاک همزمان با کاشت پیاز گلهای آمارلیس، لیلیوم و فرزیا به میزان ۱۰۰ تا ۵۰۰ کنه شکارگر در مترمربع بسته به میزان خسارت تا ۷۰ درصد منجر به کنترل آفت گردید و تا ۳ سال در گلخانه‌های لیلیوم دوام آورده است. در نهایت روش تلفیقی اول تیمار آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس و سپس رهاسازی کنه شکارگر *H. aculeifer* به عنوان بهترین روش کنترل پیشنهاد شده است^(۸). در پایان براساس نتایج این مطالعه و سایر تحقیقات انجام شده به نظر می‌رسد که بهترین روش در کنترل کنه پیاز استفاده از روش تلفیقی ضدعفونی کورمهای با آب گرم و رهاسازی کنه شکارگر *H. aculeifer* باشد.

آبامکتین، اتیون و فنازوکوین تأثیری کاهنده کمتری نسبت به تیمارهای رهاسازی کنه شکارگر و تلفیقی از خود نشان دادند. به طور مشابه مشاهده شده است که طی تکثیر لیلیوم جهت افزایش کارایی کنه شکارگر *H. aculeifer* در کنترل کنه پیاز به ازای هر ۱۰۰ فلس لیلیوم ۱۰ کنه شکارگر رهاسازی می‌نمایند و اثر کنترلی معنی‌داری داشته است در این روش معمولاً قبل از رهاسازی کنه شکارگر فلس‌ها را با آب گرم تیمار می‌نمایند تا جمعیت کنه‌های پیاز به سطح پایینی برسد^(۴). استفاده از کنه شکارگر *H. aculeifer* در کنترل کنه پیاز *R. echinopus* در جمعیت‌های کم کنه پیاز تأثیر خوبی داشت، به طور مشابه در آزمایشات لسنا و همکاران^(۱۶) نیز گونه *H. aculeifer* روی جمعیت‌های کم کنه پیاز اثر کنترلی خوبی نشان داده است. همچنین رایموند و کلوید مشاهده نمودند که میزان موفقیت کنه شکارگر *H. aculeifer* در کنترل کنه پیاز به تراکم جمعیت کنه پیاز بستگی دارد^(۲۰). بعلاوه توریمینگ و پوهلینگ^(۲۳) به بررسی کنترل تریپس غربی گل به وسیله آزادیرختین و دو گونه کنه شکارگر *A. cucumeris* و *H. aculeifer* مشاهده نمودند که روش استفاده از یک عامل کنترل به تنها یک اثر مشاهده نمودند که روش استفاده از تراکم مختلف کنه‌های شکارگر ۵۴ درصد است و از استفاده تنها از تراکم مختلف کنه‌های شکارگر ۷۰ درصد است و از حداقل کنترل سم با دوز بالا و مدت استفاده ۳ روز یکبار ۸۵ درصد است. این در حالی است که استفاده ترکیبی توانست کنترل را به ۹۸ درصد برساند.

گاهی اوقات به منظور کنترل کنه پیاز، در شروع کاشت پیازها، ۱۰۰ تا ۵۰۰ کنه شکارگر *H. aculeifer* در مترمربع بسته به خسارت،

منابع

- Ali W., George D.R., Shiel R.S. Sparagano O.A.E. and Guy J.H. 2012. Laboratory screening of potential predators of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* and assessment of *Hypoaspis miles* performance under varying biotic and abiotic conditions. Veterinary Parasitology, 187: 341-344.
- Amin M.R., Khanjani M., and Zahiri B. 2014. Life table parameters of *Hypoaspis aculeifer* (Acari: aelapidae) in feeding on *Rhizoglyphus echinopus* (Acari: Acaridae). Agricultural Pest Management, 1(1): 10-22.
- Amin M.R., Khanjani M. and Zahiri B. 2014. Preimaginal development and fecundity of *Gaeolaelaps aculeifer* (Acari: Laelapidae) feeding on *Rhizoglyphus echinopus* (Acari: Acaridae) at constant temperatures. Journal of Crop Protection, 3: 581-587.
- Anonymous. 2009. New predator for the control of the bulb mite. <http://Aculeifer-system-Biologicalsystem.htm>. Received 2016, Accessed 12 March, 2012.
- Baradaran P., Arbabi M., Hosseininia A., and Emami M.S. 2008. Study and importance of fauna mites of ornamental in open and close environment. Applied Entomology and Phytopathology, 21(3): 509-526. (In Farsi)
- Chen J.S. and Lo K.C. 1989. Susceptibility of two bulb mites, *Rhizoglyphus robini* and *Rhizoglyphus setosus* (Acarina: Acaridae), to some acaricides and insecticides. Experimental and Applied Acarology, 6: 55-66.
- Conijn C.G.M. 1992. Hot water treatment and cold storage to control the bulb mite *R. robini* on lily bulb, Acta Horticulture 325. Flower bulb Pp: 797-808.
- Conijn C.G.M., Lesna I., and Altena K. 1997. Biological control of the bulb mite *Rhizoglyphus robini* by predatory mite *Hypoaspis aculeifer* on lilies, Implementation in practice. Proc. Int' symp. On flower bulb, Eds. H. Lilies-Kipnis, a Borochov Acta. Hort, 430. ISHS Pp: 619-624.
- Diaz A., Okabe K., Eckenrode C.J., Villani M.G., and Oconnor B.M. 2000. Biology, ecology and management of

- the bulb mites of the genus *Rhizoglyphus echinopus* (Acari: Acaridae). Experimental and Applied Acarology, 24: 85-113.
10. Fan Q.H., and Zhang Z.Q. 2003. *Rhizoglyphua echinopus* and *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae) from Australia and New Zealand: Identification, host plant and geographical distribution. Systematic and Applied Acarology, 16:1-16.
 11. Gerson U. Yathom S. and Katan J. 1981. A demonstration of bulb mite control by solar heating of the soil. Publication of the Agricultural Research Organization, No.144-E. 1981series Pp. 153-155.
 12. Hajizadeh J., Faraji F., and Rafati Fard M. 2010. Predatory mite of the family phytoseiidae of Iran. Gilan University No. 272, first Edition. 282 p. (In Persian)
 13. Hosseininia A., and Baradaran P. 2005. Introduction of Gladiolus bulb mite *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze and Robini) as potential pest of Mahallat Gladiolus farms, Abstracts of first festival and national seminar of Iran cut flowers, 55-56 (Abst.). (In Persian).
 14. Kasuga S., Kanno H., and Amano H. 2006. Development, oviposition, and predation of *Hypoaspis aculeifer* (Acari: Laelapidae) feeding on *Tyrophagus similis* (Acari: Acaridae). Acarological Society of Japan, 15:139-143.
 15. Khanjani M. and Hadad Irani-Nejad K. 2009. Injurious mites of agricultural crops in Iran, 2nd edn. Bu-Ali Sina University Press Center, Hamadan.
 16. Lesna I., Sabelis M.W., Bolland H.R. and Conijn C.G.M. 1995. Candidate natural enemies for control of *Rhizoglyphus robini* Claparede (Acari: Astigmata) in lily bulb exploration in the field and pre selection in the laboratory. Experimental and Applied Acarology, 19: 655-669.
 17. Qing-Hai F., and Zhi-Qiang Z. 2003. *Rhizoglyphus echinopus* and *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae) from Australia and New Zealand, identification, host plants and geographical distribution, Systematic and Applied Acarology. Special Publication, ISSN 1461-0183 16:1-16.
 18. Ragusa S. and Zedan M.A. 1988. Biology and predation of *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) (Parasitiformes, Dermanyssidae) on *Rhizoglyphus echinopus* (Fum. and Rob.) (Acariformes, Acaridae). Redia, 71: 213-225.
 19. Rahimi H., and Arbabi M. 2006. Effectt of corm and soil acaricide treatement on the control of bulb mites (*Rizoglyphus robini* Claparede (Acari: Acaridae) in saffron fields of Khorasan, Iran, 2nd International Symposium on Soffron Biology and Technology, Ferdosi University, 28th -30 October 2006, Mashhad, Iran, p 19.
 20. Raymond Dr., and Cloyd A. 2013. Bulb Mites: The critters from the deep, Integrated Pest Management, 77(7).
 21. SAS, State of the Art Statistical Institute. 2003. JMP: a guide to statistical and data analysis, Version 6. 12, Cary, Nc.
 22. Tanaka M., and Inoue K. 2009. Studies on bionomics' and control methods of the bulb mite, *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze and Robini) in Japanese. Japanese Society of Applied Entomolgy and Zoology, 6(1): 39-45.
 23. Thoeming G. and Poehling H.M. 2006. Integrating soil-applied azadirachtin with *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and *Hypoaspis aculeifer* (Acari: Laelapidae) for the management of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae. Environmental Entomology, 35(3): 746-756.



Comparison of Different Methods for Control of Gladiolus Bulb Mite *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze & Robin) (Astigmata: Acaridae) under Greenhouse Conditions

A. Hosemininia¹- S. Javadi Khederi^{2*}- M. Khanjani³- A. Heidari⁴- M. K. Ramezani⁵- H. Mosalanejad⁶

Received: 09-12-2017

Accepted: 03-11-2018

Introduction: Bulb mites of genus *Rhizoglyphus* (Acar: Acaridae) have been identified as pest of many crops in storage, greenhouse, and field. The most important hosts are species of family Liliaceae (e.g. *Allium* spp.) *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze & Robin) (Astigmata: Acaridae) is one of the most important pest of gladiolus corms in Mahallat. The mites infest bulbs and corms by penetrating through the basal plate or outer skin layers. Bulb mites may establish in the inner layers, which makes control extremely difficult. Feeding wounds created by bulb mites provide entry sites for soil-borne fungal pathogens such as pythium, rhizoctonia and fusarium. Despite their economic importance and broad distribution, the control of *R. echinopus* remains in a state of confusion and needs a thorough evaluation. In addition, the field biology and ecology of this mite is not well studied, and methods for sampling, monitoring and assessment are limited. Management of bulb mites is complicated because of their short generation time, high reproductive potential, broad food niche, interactions with other pests and pathogens, and unique adaptations for dispersal. Historically, these pests have been controlled by synthetic acaricides and insecticides, which are now limited due to their resistance. Alternative control strategies, including cultural and biological control, have shown limited success, but need to be further developed and implemented.

Materials and Methods: We evaluated the capacity of the soil-dwelling predatory mite, *Hypoaspis (Geolaelaps) aculeifer* (Canestrini) (Mesostigmata: Laelapidae), as well as disinfestations of corms to control attacking bulbs mite. The experiment was performed in 24 treatments and 3 replicates in randomized complete block design. Each plot was separated with plastic and its soil was sterilized by solarization. In addition, 30 gladiolus corms were cultivated in each plot. Disinfestations treatments (corms were soaked in poison solution for 25 minute) include: 1, 2 & 3- abamectin (0.4, 0.8, 1.2 ml/lit); 4, 5 & 6- ethion (1, 1.5, 2 ml/lit); 7, 8 & 9- fenazaquin (0.5, 1, 1.5 ml/lit); 10, 11 & 12- hot water (45°C for 25, 50 and 75 min); 13, 14 & 15- release of predator mite *H. (Gaeolaelaps) aculeifer* 10, 20 and 30 predator for every 100 Gladiolus bulb (previously infested with bulb mites); 16, 17 & 18- release of 100, 250 and 500 predator mites in square meter 15 days after planting; 19, 20 & 21- tap water as control treatments (30°C for 25, 50 and 75 min); 22-

1- Scientific member of Production management and Technology Department of Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran, and Ph.D Student of Entomology in Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran and Ph.D. Student of Entomology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2- Ph.D. Graduate in Entomology, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran

(*- Corresponding Author Email: Javadis84@gmail.com)

3- Professor of Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran

4- Associate of Professor of Research Department of Pesticides, Plant Protection Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

5- Assistant of Professor of Research Department of Pesticides, Plant Protection Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

6- Assistant Professor of Research Department of Pesticides, Plant Protection Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

hot water (45°C for 25 min) and release 10 predator for every 100 gladiolus bulb; 23- hot water (45°C for 25 min) and release of 100 predator mites per square meter; 24- hot water (45°C for 25 min) and release 10 predator for every 100 gladiolus bulb and release of 100 predator mites per square meter 15 day after planting.

Result and Discussion: Significant differences were found among treatments and with control ($\alpha=0.5$). In all cases, the population of predatory mites increased as long as bulb mite densities were not too low. Experiments in the greenhouse showed that in the absence of predatory mite, populations of the bulb mite, *R. echinopus*, on gladiolus corms increased, whereas population growth of bulb mite was slowed down as the predatory mite were released. The highest infestation severity was observed in treatments 19, 20 and 21 (control), while the lowest percentage of corms infestation were recorded in treatments 24, 23 and 22. The highest frequency of corms was produced in treatment 24, also the highest inflorescence length was found in treatments 13 and 24. The height length mean of gladiolus stem was observed in treatments 24, 23 and 13, respectively. The flowers in treatments 7, 14, 17 and 23 lived the greatest. The fastest germination rate was recorded in corms in treatments 24, 23, 22, 14, 15, 13 and 10, respectively. But the number of buds was statistically located in the same group and their differences were not significant. Based on the results and with respect to the gladiolus features, biological and integrated pest control methods could be recommended for reducing *R. echinopus* infestation.

Keywords: Bulb mite, Disinfestation, Integrated pest management, Gladiolus, *H. aculeifer*, *R. echinopus*

مقاله کوتاه پژوهشی

بررسی تنوع زیستی گونه‌های سخت‌بالپوشان خانواده Carabidae در یک مزرعه برنج (آهنگر کلا: قایم شهر) در استان مازندران، شمال ایران

معصومه درویش متولی^۱ - معصومه شایان مهر^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۲

چکیده

به منظور شناسایی گونه‌های سخت‌بالپوشان خانواده کارابیده و تعیین فراوانی و تنوع گونه‌ای آن‌ها در طی یک سال زراعی (۱۳۹۳) چندین بار نمونه برداری با استفاده از تله‌های گودالی در مراحل مختلف رشدی محصول برنج در یک مزرعه برنج (آهنگر کلا) واقع در شهرستان قائم‌شهر (استان مازندران) انجام گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده در قالب ۱۶ گونه متعلق به ۱۳ جنس، نه قبیله و شش زیرخانواده شناسایی گردیدند. گونه‌های *Chlaenius amarae*, *Bembidion octomaculatum* (Goeze, 1777), *Anisodactylus intermedius* (Dejean, 1829), *Pterostichus cursor* (Dejean, 1828), *Elaphropus lucasi* (Jacquelin da Val, 1852), (Andrewes, 1920) و *Scarites subcylindricus* (Chaudoir, 1843) برای اولین بار برای فون مازندران گزارش می‌شوند. در بین گونه‌های شناسایی شده، بیشترین فراوانی به ترتیب مربوط به گونه‌های *Harpalus rufipes* (DeGeer 1774) با ۲۷/۶۵٪ و *Poecilus cupreus* (Linnaeus 1758) با ۲۵/۸۸٪ بود که تقریباً در تمامی مراحل نمونه‌برداری (رشدی گیاه برنج) در مزرعه حضور داشتند. در طول فصل رشد نا برداشت برنج بیشترین تعداد حشرات و گونه‌های کارابیده در هنگام رشد زایشی و خوشه‌دهی در مزرعه مشاهده شد هر چند که مقایسه شاخص تنوع گونه‌ای شانون- وینر تفاوت معناداری برای تنوع گونه‌ای نشان نداد. علاوه بر این جمعیت خانواده کارابیده یک ماه پس از برداشت برنج به شدت کاهش یافت و حداقل فراوانی آن‌ها دو ماه پس از برداشت برنج مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با توجه به حضور و تنوع گونه‌ای مناسب سوسک‌های کارابیده در مزرعه برنج و نیز فعالیت شکارگری این گونه‌ها می‌توان به بررسی نقش آن‌ها در کنترل بیولوژیک آفات برنج بهویژه کرم ساقه‌خوار توجه نمود.

واژه‌های کلیدی: برنج، سوسک شکارگر، مازندران، Carabidae

سخت‌بالپوشان از جمله ۱۳ گونه متعلق به خانواده Carabidae را گزارش نمودند که به عنوان شکارگر تخم و لاروهای سن اول و نیز لاروهای مهاجر و زمستانگذران کرم ساقه‌خوار برنج معرفی شده‌اند (۲ و ۳). همچنین او و همکاران (۲۰۰۹)، ۲۷ گونه سوسک کارابیده از مزارع برنج و حاشیه آن‌ها در شمال ایران جمع‌آوری و گزارش نمودند (۴). آزادبخش و نوذری (۲۰۱۵) با ارائه چکلیستی از نقاط مختلف ایران از جمله شمال ایران، در مجموع ۹۵۵ گونه کارابیده را برای فون ایران معرفی نمودند (۱). بخشی از گونه‌های کارابیده را برای فون ایران معرفی موسسه تحقیقات برنج کشور به عنوان دشمنان طبیعی آفات از توسط مزارع موسسه تحقیقات برنج کشور به عنوان دشمنان طبیعی آفات از مزارع برنج ایران جمع‌آوری و در مجموعه‌ای گردآوری و نگهداری می‌شوند (۵). در این تحقیق به طور متمرکز فون، تنوع و فراوانی گونه‌های خانواده کارابیده بر اساس مراحل رشدی گیاه برنج در یک مزرعه (آهنگر کلا) مورد بررسی قرار گرفت.

مقدمه

مزرعه برنج (L.) (*Oryza sativa*) به عنوان یک اکو‌سیستم زراعی پناهگاه بسیاری از بندپایان از جمله حشرات خانواده سوسک‌های زمینی یا کارابیده Carabidae می‌باشد (۷). مطالعه‌ی فون خانواده کارابیده در ایران از یک پیشینه‌ی طولانی برخوردار می‌باشد که همچنان بسیاری از گونه‌ها از نقاط مختلف ایران از جمله مناطق شمالی گزارش می‌شوند (۶). این گزارش‌ها فراوانند ولی در ارتباط با مزرعه برنج به عنوان مثال قهاری و طبری (۲۰۰۸) با بررسی فون سوسک‌های شکارگر در مزارع برنج استان مازندران ۲۲ گونه از

۱ و ۲- بهترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (Email: m.shayanmehr@sanru.ac.ir) - نویسنده مسئول: DOI: 10.22067/jpp.v32i4.62473

و شناسایی شدند. بیشترین فراوانی مربوط به گونه‌های *Harpalus (Pseudoophonus)* و *Poecilus cupreus* (L.) (*Harpalus rufipes* (De Geer) بود که تقریباً در تمام مراحل نمونه‌برداری در مزرعه حضور داشتند و دو ماه پس از برداشت برنج جمعیت آنها به بیشترین تعداد خود رسید. همچنین کمترین فراوانی مربوط به گونه‌های *Scarites subcylindricus* (Chaudoir 1843) *Harpalus Bembidion octomaculatum* (Goeze 1777) *Acinopus (Acinopus) distinguendus* (Duftschmid 1812) *Anisodactylus picipes* (Olivier 1795) *Pseudodichirius intermedius* (Dejean 1829) بود و به نظر می‌رسد که این گونه‌ها به طور اتفاقی در مزرعه برنج حضور داشته اند (جدول ۱). علاوه بر این بیشترین تعداد (بالاترین درصد فراوانی) حشرات جمع شده، بیشترین تعداد گونه‌ها در طول فصل رشد گیاه برنج در مرحله زایشی (خوشیده‌دهی) دیده شد هرچند که شاخص تنوع گونه‌ای در مراحل مختلف تفاوت معناداری نداشت (جدول ۲). بعد از برداشت برنج و خروج محصول (یک ماه پس از برداشت برنج) نمونه ای از حشرات این خانواده در مزرعه برنج رویت نشد (جدول ۳) در حالی که دو ماه پس از برداشت مجدد جمعیت گونه‌ها افزایش می‌یابد (جدول ۲).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک مزرعه‌ی برنج به وسعت دو هکتار و نیم واقع در قسمت شمالی شهرستان قائم‌شهر، روستای آهنگرکلا^۱ (۴۸° ۵۲' شرقی، ۳۶° ۳۰' شمالی) و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱ متر) در طی سال زراعی ۱۳۹۳ انجام گرفت. نمونه‌برداری‌ها از لحظه کاشت نشاء در مزرعه تا دو ماه پس از برداشت برنج (یک فصل زراعی) به طور متوسط هر ده روز یکبار توسط تله گودالی حاوی اتيلن گلیکول انجام گرفت. حشرات کاراییده توسط استریو میکروسکوپ از سایر حشرات به دام افتاده جداسازی و شمارش شدند. تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص شانون-وینر تعیین گردید. شاخص شانون از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود (که در این معادله H' = شاخص تنوع شانون-وینر، P_i = نسبت تعداد افراد گونه i به تعداد کل افراد (فراوانی نسبی)، N = تعداد کل افراد در هر اکوسیستم و \ln = لگاریتم طبیعی است). محاسبات آماری با استفاده از آزمون تی در نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ انجام گرفت.

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

نتایج و بحث

در این بررسی، در مجموع ۱۷۰ نمونه از خانواده Carabidae شامل ۱۶ گونه از ۱۳ جنس، نه قبیله و شش زیرخانواده جمع‌آوری جدول ۱- لیست و فراوانی گونه‌های سوسک‌های زمینی خانواده Carabidae مازندران (گونه‌های دارای * برای اولین بار برای فون مازندران گزارش می‌شوند)

Figure 1- List and species frequency of Carabidae in a rice field (AhangarKola: Qaemshahr, Mazandaran) (The species were marked by * are new for Mazandaran fauna)

Species/ subfamilies گونه‌ها/ زیرخانواده‌ها	Frequency فراوانی (%)	Species/ subfamilies گونه‌ها/ زیرخانواده‌ها	Frequency فراوانی (%)
<i>Brachinus psophia</i> (Audinet-Serville 1821) (Brachininae)	1.18	<i>Acinopus (Acinopus) picipes</i> (Olivier 1795) (Trebchinae)	1.18
<i>Pterostichus (Argutor) cursor</i> (Dejean 1828) (Pterostichinae)*	11.76	<i>Elaphropus (Tachyura) lucasi</i> (Jacquelina da Val 1852) (Trebchinae)*	1.76
<i>Pterostichus (Platysma) niger</i> (Schaller 1783) (Pterostichinae)	1.76	<i>Bembidion (Trepes) octomaculatum</i> (Goeze 1777) (Trebchinae)*	0.59
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus 1758) (Pterostichinae)	25.88	<i>Anisodactylus (Pseudodichirius) intermedius</i> (Dejean 1829) (Harpalinae)*	0.59
<i>Scarites (Parallelomorphus) subcylindricus</i> (Chaudoir 1843) (Scaritinae)*	0.59	<i>Acupalpus maculatus</i> (Schaum 1860) (Harpalinae)	4.71
<i>Clivina (Leucocara) laevifrons</i> (Chaudoir 1842) (Scaritinae)	1.18	<i>Stenolophus abdominalis persicus</i> (Mannerheim In Chaudoir 1844) (Harpalinae)	4.12
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid 1812) (Harpalinae)	0.59	<i>Chlaenius (Epomis) amarae</i> (Andrewes 1920) (Licininae)*	11.76
<i>Harpalus (Pseudoophonus) rufipes</i> (De Geer 1774) (Harpalinae)	27.65	<i>Chlaenius (Amblygenius) dimidiatus</i> (Chaudoir 1842) (Licininae)	5.29

مزرعه می‌شود که این عامل می‌تواند به نوبه‌ی خود در افزایش جمعیت این سوسک‌ها پس از برداشت برنج موثر باشد.

سپاسگزاری

نویسنده‌گان از دکتر Ron Felix از هلند (51)، Hazelaarlaan 51، XP Berkel Enschot 5056 به خاطر همکاری صمیمانه در تأیید شناسایی گونه‌های این تحقیق کمال تشکر را دارند.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تنوع و تراکم قابل ملاحظه‌ای از سوسک‌های کارابیده در یک مزرعه برنج وجود دارد. با توجه به نقش شکارگری اغلب گونه‌های کارابیده و نیز فعالیت آفات مختلف در مزارع برنج شمال ایران، می‌توان به بررسی نقش گونه‌های شکارگر بر روی این آفات بهویژه کرم ساقه‌خوار برنج پرداخت. بیشترین تنوع و تراکم سوسک‌های کارابیده در مرحله رشد زایشی و خوش‌دهی برنج مشاهده شد که احتمالاً ناشی از بالا بودن جمعیت طعمه‌های این شکارگران می‌باشد. در حدود دو ماه پس از برداشت برنج رشد علف‌های هرز در مزرعه مورد تحقیق سبب افزایش پوشش گیاهی در

جدول ۲- تعداد حشرات، تعداد گونه‌ها، درصد فراوانی و شاخص شانون- وینر برای سوسک‌های Carabidae جمع‌آوری شده در مراحل مختلف رشدی گیاه برنج در مزرعه (آهنگر کلا: قایم‌شهر، استان مازندران)

Table 2- Number of specimens, number of species, percent of abundance and Shannon-Weiner index of collected ground beetles at different growth stages of rice plant in the field (AhangarKola: Qaemshahr, Mazandaran)

Carabidae کارابیده	Planting and vegetative stage مرحله کاشت و رشد رویشی	Reproductive stage مرحله رشد زایشی	Harvest stage مرحله برداشت	A month after harvest یک ماه پس از برداشت	Two months after harvest دو ماه پس از برداشت
Number of specimens تعداد حشرات	9	38	17	0	106
Number of species تعداد گونه‌ها	6	10	7	0	6
Percent of abundance درصد فراوانی	5.29	22.35	10	0	62.35
Shannon-Wiener index شاخص شانون- وینر	1.74a	1.69a	1.65a	0	1.28b

منابع

1. Azadbakhsh S., and Nozari. J. 2015. Checklist of the Iranian Ground Beetles (Coleoptera; Carabidae). Zootaxa, 4024(1): 1-108.
2. Demirsoy A. 1990. Foundation principles of life entomology. Volume II, Meteksan Company, Ankara, Turkey.
3. Ghahari H., and Tabari M. 2008. Predator beetles (Coleoptera) and their population fluctuation in rice fields of Mazandaran. Journal of agriculture, 10(2): 147-159. (In Persian with English abstract)
4. Ghahari H., Jedryczkowski W.B., Kesdek M., Ostovan H., and Tabari M. 2009. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) from rice fields and surrounding grasslands of Northern Iran. Journal of Biological Control, 23(2): 105-109.
5. Ghahari H., and Tabari M. 2010. Natural enemies in Iranian Rice fields. Ministry of Agriculture, Extension organizations, agricultural research and training, Research of Station Rice, Journal of Engineering – Science. 62pp. (In Persian with English abstract)
6. Lobl I., and Smetana A. 2003. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume I. Archostemata- Myxophaga- Adephaga. Apollo Books, 819 p.
7. Mirab-balou M., Pourian H.R., and Pishevar S. 2008. Entomology and pests management. Boundary knowledge, Iran. (In Persian)



Biodiversity Evaluation of Carabidae Beetles of a Rice Field (Ahangarkola: Qaemshahr) in Mazandaran Province, Northern Iran

M. Darvish-Motevali¹-- M. Shayanmehr^{2*}

Received: 07-03-2017

Accepted: 03-11-2018

Introduction: Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most cultivated crop in northern Iran. The rice fields, is harbor a rich composition of insect fauna inhabiting vegetation, water and soil of the rice fields. The insects in this agro-ecosystems play different roles, some are herbivore and some other are natural enemies of herbivores. Ground beetles, Carabidae, are mainly predators and could effect on pest population as biological agent in different agro-ecosystems including rice fields. Since rice has been attacked by various pests, especially stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Pyralidae), therefore identification and protection of the natural enemies in the field are important in reduction of pesticide applications. The Carabidae beetles as polypagous predators of many pests could also take attention in integrated pest management programs (IPM). Although this family is one of the largest family of beetles, it is studied very poorly in different agricultural ecosystems in Iran. Depending on crop and sequencing of growth stages of the crop in agricultural fields, ground beetles may vary among different species. Until 2015, 955 Carabidae species were recorded from different parts of Iran such as northern. For identification of active species of Carabidae in the rice field, present study was conducted.

Materials and Methods: Several samplings were taken with pitfall traps at different growth stages of rice in a one-hectare rice field (Ahangarkola: a.s.l. 11 m, 36°, 30' N, 52°, 48' E) located in the Qaemshahr city (Mazandaran), in the 2015 -crop year. Every 10 days, the contents of pitfall traps were examined and transported to the laboratory and then, the number of the collected beetles were counted and recorded. The samplings were continued till two months after rice harvesting. Percentage of abundance and species diversity (Shannon-Weiner index) were calculated. The statistical tests were performed in Excel 2013. The Shannon-Weiner index was calculated by formula (H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Where P_i is number of individuals of species i /total number of samples and \ln is natural basic logarithm.

Results and Discussion: In sum, 16 species from 13 genera, nine tribes, and six subfamilies of Carabids beetles were collected and identified during crop seasons and two month after rice harvesting. The identified species were *Acinopus (Acinopus) picipes* (Olivier 1795) (1.18%), *Bembidion (Trepanes) octomaculatum* (Goeze 1777) (0.59%) and *Elaphropus (Tachyura) lucasi* (Jacquelina da Val 1852) (1.76%), from subfamily Trechinae, *Brachinus psophia* (Audinet-Serville 1821) (1.18%) from Brachininae, *Pterostichus (Argutor) cursor* (Dejean 1828) (11.76%), *Pterostichus (Platysma) niger* (Schaller 1783) (1.76%) and *Poecilus cupreus* (Linnaeus 1758) (25.88%) from Pterostichinae, *Scarites (Parallelomorphus) subcylindricus* (Chaudoir 1843) (0.59%), *Clivina (Leucocara) laevifrons* (Chaudoir 1842) (1.18%) from Scaritinae, *Harpalus distinguendus* (Duftschmid 1812) (0.59%), *Harpalus (Pseudoophonus) rufipes* (De Geer 1774) (27.65%) *Anisodactylus (Pseudodichirius) intermedius* (Dejean 1829) (0.59%), *Acupalpus maculatus* (Schaum 1860) (4.71%), *Stenolophus abdominalis persicus* (Mannerheim In Chaudoir 1844) (4.12%) from Harpalinae, *Chlaenius (Epomis) amarae* (Andrewes 1920) (11.76%) and *Chlaenius (Amblygenius) dimidiatus* (Chaudoir 1842) (5.29%) from Licininae. Among them *H. rufipes* with 27.65% and *P. cupreus* with 25.88% of all collected specimens were the most frequent species. They were present in all stages of plant growths in the rice field. The species of *S. subcylindricus*, *B. octomaculatum*, *H. distinguendus*, *A. picipes* and *A. intermedius* had the lowest frequency and seems to be occasional species in the rice field. Among 16 species, six species *B. octomaculatum*,

1 and 2- M.Sc. Student of Agricultural Entomology and Associate Professor, Department of Plant Protection, Sari Agricultural Science and Nature Resources University, Sari, Mazandaran, Iran
(* Corresponding Author Email: m.shayanmehr@sanru.ac.ir)

C. amarae, *P. cursor*, *E. lucasi*, *S. subcylindricus* and *A. intermedius* were new for Mazandaran fauna. During the growing season until harvesting time, the highest number of insects and species were observed during reproductive growth and clustering stage in the field, although the comparison of Shannon-Weiner species diversity index did not show a significant difference for species diversity. The population of Carabidae was severely reduced one month after rice harvest, however their maximum abundance was observed two months after harvesting rice. The results of the present study indicates that due to the presence and appropriate diversity of the carabid species in the rice field as well as their predation activity, it is necessary to know more about the role of the carabid species in biological control of rice pests, specially rice stem borer, at future researches.

Keywords: Carabidae, Mazandaran, Predator, Rice

ارزیابی اثر نوع سمپاش و دُز علفکش تری بنورون- متیل (گیاهستان) در کنترل علفهای هرز پهن برگ اراضی گندم آبی

فرید بدیع^۱ - لیلا علیمرادی^۲ - علی اصغر چیت بند^{۳*} - سعید جاهدی پور^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴

چکیده

به منظور ارزیابی سمپاش‌های رایج و دُزهای مختلف علفکش تری بنورون- متیل در کنترل علفهای هرز پهن برگ گندم آبی، تحقیقی در ۷۵ کیلومتری شمال شرق مشهد واقع در مزارع روستای حکیم‌آباد در بهار ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد ۵ نوع سمپاش ((الکترواستاتیک، تراکتوری لاتس‌دار، میکرونر، پشتی اتومایزر و تراکتوری بوم‌دار) به عنوان عامل اصلی و کاربرد علفکش تری بنورون- متیل در مقادیر ۱۵، ۲۰ و ۲۵ گرم در هکتار به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار بطور معنی‌داری منجر به کاهش تراکم وزن خشک تمامی علفهای هرز شده درحالیکه سمپاش پشتی اتومایزر و تراکتوری لاتس‌دار دارای کمترین کارایی بودند. نتایج اثر متقابل کاربرد نوع سمپاش و میزان مصرف علفکش تری بنورون- متیل نیز حاکی از برتری معنی‌دار سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار به همراه دُز مصرفی ۲۵ گرم در هکتار علفکش تری بنورون- متیل در کنترل اغلب علفهای هرز پهن برگ گندم در مقایسه با سایر تیمارها داشته و توانسته بود منجر به افزایش عملکرد گندم آبی به میزان ۵۰.۵ کیلوگرم در هکتار شود. بیشترین میزان مصرف محلول سم مربوط به سمپاش تراکتوری لاتس‌دار (۷۳۲/۸ لیتر در هکتار) و کمترین آن مربوط به سمپاش میکرونر (۳۴/۹ لیتر در هکتار) بود. بهترین ضریب یکنواختی پاشش متعلق به سمپاش بوم‌دار پشتی تراکتوری (VMD/NMD = ۱/۸) و بعد از آن سمپاش میکرونر با ضریب پاشش (۳ = VMD/NMD) تخمین زده شد. بعارت دیگر، سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار نسبت به سمپاش میکرونر دارای کیفیت پاشش یکنواخت‌تری است. همچنین این دو سمپاش نسبت به سایر سمپاش‌های مورد آزمایش دارای برتری بودند. بالاترین درصد لهیبدگی محصول مربوط به سمپاش بوم‌دار پشت تراکتوری (۱۴/۵ درصد) و کمترین آن مربوط به سمپاش میکرونر (۲/۸ درصد) بود. همچنین سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار و میکرونر پشتی به ترتیب با ۱/۱ و ۳/۲ هکتار بر ساعت دارای بیشترین و کمترین ظرفیت مزرعه بودند.

واژه‌های کلیدی: پشت تراکتور بوم‌دار، ضریب یکنواختی پاشش، ظرفیت مزرعه، لهیبدگی محصول، میکرونر

مقدمه

تصحیح روش سمپاشی است که در این زمینه می‌توان به تنظیم دقیق سمپاش‌ها جهت ایجاد قطرات با اندازه مناسب و پاشش یکنواخت اشاره کرد. قطر میانه حجمی (VMD)، قطر میانه عددی (NMD) و نسبت یکنواختی پاشش (QC = VMD/NMD) از معمول‌ترین پارامترهای مورد استفاده در سmom کشاورزی به منظور اندازه‌گیری قطرات پاشیده شده و نیز بررسی کیفیت یکنواختی پاشش هستند (۲ و ۱۶). اغلب پاشش‌ها محتوی طیف وسیعی از اندازه‌های مختلف می‌باشد، بعضی از آنها درشت و دارای مقدار زیادی سم بوده بطوری که از روی برگ گیاهان لغزیده و روی زمین می‌افتد در حالی که بعضی دیگر ممکن است بسیار ریز بوده به طوری که دچار

مدیریت علفهای هرز موضوعی کلیدی در بسیاری از نظامهای کشاورزی است. در حال حاضر کاربرد علفکش‌ها به عنوان رایج‌ترین روش کنترل علفهای هرز در مزارع گندم کشور محسوب می‌شود (۱ و ۲۱) به طوری که سیستم‌های زراعی ایران در طی سال ۱۳۸۵ تقریباً ۱۱/۱ هزار تن علفکش دریافت کردند که بیش از ۵/۵ هزار تن آن در اراضی گندم مصرف شده بود (۴). از راههای کاهش مصرف سموم،

۱- کارشناسی ارشد علوم علفهای هرز، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، مشهد، ایران

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

(*)- نویسنده مسئول: Email: chitband.a.a@lu.ac.ir

۴- دکتری اگرواکولوژی واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v32i4.60326

۱۰-۱۵ لیتر در هکتار کاهش یافته و راندمان سمپاش به علت عدم نیاز بی در پی جهت محلول گیری افزایش می‌یابد (۱۳). سمپاش‌های الکترواستاتیک با استفاده از خاصیت باردارکردن ذرات باعث رسیدن قطرات ریز سم به تمام قسمت‌های گیاه از جمله سطح زیرین برگ‌ها و نهایتاً باعث افزایش سطح تماس سم با علف‌های هرز می‌شوند. ریزتر شدن قطرات سم، کاهش میزان باد برگی، امکان کاهش میزان مصرف سم نفوذ آنها به داخل تاج پوشش گیاهی از ویژگی‌های این سمپاش‌ها هستند (۳۱).

تری بنورون - مตیل با نام تجاری گرانستار علف‌کشی سیستمیک و انتخابی از گروه سولفونیل اوره می‌باشد که جهت مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ مزارع گندم ایران کاربرد زیادی دارد. این گروه از علف‌کش‌ها به سرعت از طریق شاخ و برگ علف‌های هرز پهن برگ جذب و به سلول‌های رویشی واقع در نوک شاخ و برگ و ریشه منتقل شده و با ممانعت از بیوستتر اسیدهای آمینه ضروری والین و ایزولوئین مانع تقسیم سلولی در علف‌های هرز شده و آنها را به نحو مؤثری کنترل می‌نماید. علاوه آن شامل متوقف کردن رشد، زردی، رنگ پریدگی و بافت مردگی است که یک تا دو هفته بعد از سمپاشی در علف‌های ظاهر می‌شود (۱۲). گرامی و همکاران (۱۲) طی تحقیقی جهت مبارزه با علف‌های هرز مزارع گندم در منطقه اردبیل با استفاده از سه نوع سمپاش تراکتوری بومدار، فرغونی لانس دار و میکرونر پشتی بیان کردند که بالاترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به کاربرد سمپاش‌های میکرونر، فرغونی و بومدار بود و از نقطه نظر عوامل فنی، اقتصادی و زیست محیطی سمپاش‌های میکرونر و بومدار جزء بهترین سمپاش‌های مورد استفاده توصیه شدند. حسامی و لرزاده (۱۵) در کاربرد علف‌کش آپیروس در مزارع گندم نشان دادند که بیشترین و کمترین درصد کنترل علف‌های هرز به ترتیب مربوط سمپاش پشت تراکتوری با کاربرد ۳۱ گرم علف‌کش آپیروس و سمپاش میکرونر با کاربرد ۲۶ گرم از علف‌کش آپیروس بود. گیوپتا و همکاران (۱۴) طی تحقیقی در کشور تایلند گزارش کردند که میزان کنترل علف‌های هرز و یکنواختی پاشش در سمپاش الکترواستاتیک به ترتیب ۸۶ و ۹۵ درصد در صورتیکه در سمپاش پشتی موتوری به ترتیب ۷۴ و ۵۷ درصد بوده است. لذا، هدف از اجرای این تحقیق، بررسی مناسب‌ترین روش سمپاشی، تعیین بهترین عملکرد سمپاش‌ها، برآورد بهترین دُرْ مصرف علف‌کش تری بنورون - متیل (گیاه‌ستار) و تأثیر آن بر کاهش جمعیت علف‌های هرز در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی سمپاش‌های رایج و دُرهای مختلف علف‌کش تری بنورون - متیل (گیاه‌ستار، DF ۷۵ درصد، شرکت گیاه) در کنترل علف‌های هرز پهن برگ گندم آبی، تحقیقی در زمینی به مساحت

بادردگی و از محدوده هدف خارج شوند (۲۹) که هر دو صورت سبب افزایش آلودگی محیط، کاهش تأثیر سم بر محل هدف، افزایش مصرف سوم، آسیب دیدن گیاهان مفید و زیان‌های اقتصادی ناشی از آنها می‌شود (۲۵ و ۲۷). کایلی مقدار VMD را از روی بیشترین قطر قطره^۱ که در طیفی پیوسته‌ای از قطرات تولید می‌شود، تخمین می‌زند. این قطره از بین ۵ قطره‌ای که جزء بزرگترین قطرات از لحظه اندازه در نوار پاشش هستند، انتخاب می‌شوند. بدین ترتیب که این قطرات از کوچک به بزرگ در نظر گرفته شده و اولین قطره‌ای که اختلافی بیش از ۳۲ میکرون با قطر قطره بزرگ بعدی نداشته باشد، همان قطره شاخص خواهد بود. VMD با تقسیم نمودن قطر قطره شاخص به یک ضریب تبدیل، تعیین می‌شود. در حالتی که توزیعی نرمال در پخش قطرات وجود داشته باشد، مقدار این ضریب برابر ۲ می‌باشد. با این وجود معمولاً ضریب تبدیل کمی بیشتر از ۲ در نظر گرفته می‌شود (۷).

از روش‌های دیگر کاهش مصرف سوم شیمیایی در مزارع، استفاده از دستگاه سمپاش سالم و به دور از هر گونه نقص می‌باشد. انتخاب هر یک از سمپاش‌ها برای کاربرد به شرایط کاری، فرمولاسیون علف‌کش، و محل مورد استفاده بستگی دارد (۹). براساس بررسی‌های بعمل آمده، از سمپاش‌های مختلفی جهت کنترل علف‌های هرز مزارع استفاده می‌شود. سمپاش پشتی موتوری اتومازیر به علت تولید جریان شدید هوا ذرات بسیار ریزی تولید کرده که منجر به بادردگی و اتلاف قطرات سم، عدم یکنواختی پاشش و آلودگی محیط زیست شده و نتایج خسارت بار آنها در مورد کاربرد علف‌کش‌ها نیز بوضوح دیده شده است (۳۵). در حال حاضر در بیش از ۷۰ درصد مزارع کشور از سمپاش تراکتوری لانس دار استفاده می‌شود. در این سمپاش‌ها محلول سم از یک یا دو لانس با فشار بالا به بوته‌ها برخورد و بیش از ۵۰ درصد از آن روی زمین ریخته می‌شود که علاوه بر آلودگی محیط زیست، تلفات شدید محلول سم را هم در پی دارد. همچنین سمپاشی بصورت زیگزاگ انجام شده که باعث عدم یکنواختی در پوشش دهی قطرات سم می‌شود از سوی دیگر به علت تردد کارگر (تراکتور)، درصد لهیگی محصول افزایش می‌یابد. کاربر نیز داخل توده‌ای از ذرات سم قرار داشته و در نهایت مسمومیت تدریجی و مزمن در این روش اجتناب‌ناپذیر است. در سمپاش‌های تراکتوری بومدار در هر نوبت سمپاشی ۱۳-۸ درصد محصول زیر چرخ‌های تراکتور له شده و باعث افزایش ضایعات محصول می‌شود، درنتیجه کشاورزان بنچار سمپاش‌های پشتی را ترجیح می‌دهند (۲۵). سمپاش میکرونر جزء سمپاش‌های پشتی با نازل‌های سانتریفیوژ بوده که در این نوع سمپاش‌ها، تولید قطرات یکنواخت به گیاه هدف مد نظر است. در صورت استفاده از این سمپاش‌ها مصرف محلول سم به

$$V = \frac{x}{t} \times 3.6 \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن: V : سرعت پیشروی تراکتور بر حسب کیلومتر بر ساعت، x : مسافت پیموده شده بر حسب متر و t : زمان پیمودن مسافت X بر حسب ثانیه می‌باشد. جهت محاسبه دبی خروجی انواع نازل‌های مورد استفاده و دبی آنها در فشارهای مختلف از استوانه مدرج با ظرفیت 300 میلی لیتر و با دقت 10 ± 5 میلی لیتر استفاده شد. بدین منظور میزان دبی خروجی نازل‌ها بر حسب لیتر در دقیقه محاسبه شد. سپس با داشتن ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای، میزان محلول مصرفی در هكتار محاسبه شد. همچنین برای تعیین ظرفیت مزرعه (تعیین سطحی از مزرعه که در واحد زمان سمپاشی شد) از معادله زیر استفاده شد (۲۹).

$$\text{معادله (۲)}$$

= ساعت / هکتار

۱۰/ سرعت پیشروی تراکتور (کیلومتر در ساعت) \times عرض کار (متر)

برای تعیین درصد لهیدگی محصول، در سمپاش‌های تراکتوری بومدار و لانس‌دار در طول 20 متر میزان مساحت مسیر چرخ‌ها تعیین و با داشتن مساحت سمپاشی شده میزان درصد لهیدگی محاسبه گردید. در سمپاش‌هایی که توسط کاربر جابجا می‌شدند در طول 20 متر و با در نظر گرفتن عرض کار سمپاش و میزان مساحت رد پای کاربر، درصد لهیدگی محصول تعیین گردید (۱۲). جهت سنجش قطرات ثبت شده بر روی کاغذهای حساس به آب حاصل از پاشش علفکش تری بنورون- متیل هر آزمایش توسط نرم افزار سنجش ذرات SIBA، کاغذهای مذکور در هر تیمار به طور جداگانه توسط اسکنر با دقت 600 dpi تصویر برداری شدند. با توجه به اینکه واحد دقت dpi تعیین کننده تعداد نقاط (پیکسل^۱) در هر اینچ از تصویر می‌باشد، بنابراین کوچکترین لکه روی کارت‌ها باید حداقل به اندازه یک پیکسل از تصویر باشد و از طرفی هر اینچ برابر 25400 میکرون است، بنابراین dpi براساس کوچکترین قطر قطرات پاشیده شده، از معادله (۳) بدست آمد (۸).

$$dpi = \frac{25400}{D} \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آن D قطر کوچکترین قطره پاشیده شده بر حسب میکرون است. با توجه به حداقل اندازه قطرات با در نظر گرفتن معادله (۲) بایستی از اسکنر با حداقل دقت 50.8 dpi استفاده کرد. ضریب پخش کاغذهای حساس به آب در این تحقیق برابر $1/8$ (بنا به نظر تولید کننده کاغذها) بود و جهت دقت بیشتر در آنالیز تصاویر، از اسکنر کانن^۲ مدل $8600F$ با دقت 6000 dpi استفاده شد (۲۶ و ۲۵).

۱۲۰۰ مترمربع واقع در 75 کیلومتری شمال شرق مشهد در مزارع روستای حکیم‌آباد با طول جغرافیایی $۴۰/۴۵^{\circ}$ ، ۳۶° ، ۵۳° و عرض جغرافیایی $۰۸/۰۸^{\circ}$ ، $۳۶/۰۸^{\circ}$ ، ۵۸° ، متوسط بارندگی منطقه $183/7$ میلی متر با توزیع غیر یکنواخت، میانگین دمای سالانه $16/5$ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 49 درصد در بهار 1393 به اجرا درآمد. قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوك‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در کرت‌های 50 مترمربعی (10×5) انجام شد. پلات‌های اصلی شامل کاربرد انواع سمپاش‌ها (الکترواستاتیک)، تراکتوری لانس‌دار، میکرونر، پشتی اتومایزر و تراکتوری بوم‌دار) و کاربرد علفکش تری بنورون- متیل در مقادیر 15 ، 20 و 25 گرم ماده مؤثره در هكتار به عنوان پلات‌های فرعی بودند.

ابتدا مسیر تقریبی حرکت تراکتور سمپاش و افراد حمل کننده سمپاش‌های پشتی در زمین مذکور مشخص گردید، سپس از پایه‌های فلزی در وسط مسیر و در امتداد عمود بر حرکت سمپاش‌ها به فواصل 2 متر و ارتفاع 15 سانتی‌متر (متوسط ارتفاع گندم در مزرعه) جهت قرار دادن کاغذهای حساس به آب استفاده شد. در انتهای فوقانی این پایه‌ها صفحاتی فلزی به ابعاد کاغذهای حساس به آب (26×76 میلی‌متر) به منظور نصب کاغذها بصورت T شکل ساخته شدند. با توجه به ابعاد هر کرت آزمایشی 50 مترمربعی (10×5) تعداد 4 پایه در هر کرت نصب شد (۱۱ و ۲۳). در هر تیمار، پس از تنظیمات اولیه بر روی سمپاش و تراکتور، سمپاشی در روشهای مشابه با شرایط مزرعه انجام شد. پس از انجام عملیات سمپاشی و خشک شدن کاغذهای حساس به آب، کاغذهای مذکور جمع آوری و شماره‌گذاری شدند. با توجه به شرایط جوی متغیر حدود 240 عدد کاغذ حساس به آب استفاده شد. نمونه‌برداری از علفهای هرز پهن‌برگ در دو زمان 10 و 20 روز پس از سمپاشی با استفاده از کوآدرات 1×1 مترمربعی از هر کرت انجام و به تفکیک گونه تعداد علف‌هرز شمارش و جمع آوری شد. نمونه‌ها در آون در دمای 25 درجه سانتی گراد بمدت 72 ساعت خشک و سپس وزن آنها به تفکیک گونه توزین شدند. در حین انجام آزمایش، شرایط جوی از قبیل سرعت باد، رطوبت و درجه حرارت محیط به طور هم زمان اندازه‌گیری و ثبت گردید (۳۳) داده- EXCEL های حاصل از نمونه‌های علف‌هرز توسط نرم افزار SAS و براساس آزمون LSD و در سطح احتمال 5 درصد مورد آنالیز قرار گرفتند.

برای محاسبه سرعت پیشروی تراکتور و تعیین دبی نازل‌ها در فشارهای مختلف از زمان سنج دیجیتالی با دقت 0.01 ± 0.01 ثانیه استفاده شد. جهت تعیین سرعت پیشروی تراکتور، با نصب دو عدد شاخص در مسیر حرکت تراکتور در زمین به فاصله 30 متر از یکدیگر و اندازه‌گیری زمان پیشروی تراکتور در فاصله مذکور، سرعت پیشروی تراکتور بر حسب کیلومتر بر ساعت با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (۳۳ و ۲۹).

مقایسه با سایر سمپاش‌ها دارد (جدول‌های ۴ و ۳)، بطوریکه کاربرد این سمپاش منجر به کاهش ۳۰/۸۷ و ۳۱/۰۷ به ترتیب نسبت سمپاش پشتی اتومایزر در علف‌های هرز شلمی، سلمه‌تره و ترشک و نیز باعث ۳۰/۶۵، ۲۱/۸، ۳۰/۰۱ و ۳۰/۶ درصد نسبت سمپاش لانس‌دار تراکتوری به در هر یک از علف‌های هرز خردل وحشی، پیچک، هفت بند و تلخه شده بود. تحقیقات انجام شده توسط صفری و همکاران (۲۹) در زمینه ارزیابی کارائی سمپاش‌ها نیز مؤید برتری معنی‌دار سمپاش بومدار پشت تراکتوری نسبت به سایر سمپاش‌ها بود. ایجاد پوشش مناسب توسط سمپاش بومدار پشت تراکتوری به علت قابل تنظیم بودن فاصله بین نازل‌ها و ارتفاع بوم از دلایل برتری این نوع سمپاش‌ها جهت کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شوند (۳۵). طی تحقیق دیگری صفری و همکاران (۳۰) نشان دادند که بین روش‌های مختلف سمپاشی و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری جهت کنترل مؤثر علف‌های هرز وجود دارد ($P<0.01$) و سمپاش پشت تراکتوری بهترین گزینه جهت مبارزه با علف‌های هرز شناخته شده است. زند و همکاران (۳۵) گزارش کردند که نوع پاشش ذرات سم در سمپاش‌های تراکتوری کاملاً یکنواخت است و به علت تزدیکی نازل‌ها، قطرات سم از همپوشانی مناسب برخوردار بوده و میزان بادردگی ذرات سم به حداقل مقدار می‌رسد از این‌رو کنترل قابل قبولی از علف‌های هرز را خواهد داشت. براساس آزمایشات انجام شده تراکتوری گرامی و همکاران (۱۲) مشخص گردید که سمپاش پشت تراکتوری بومدار بطور معنی‌داری توانسته بود منجر به کاهش وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با سمپاش میکرونر شود. حسامی و لرزاده (۱۵) نشان دادند که استفاده از سمپاش پشت تراکتوری بومدار به همراه ۳۱ گرم علف‌کش آپیروس بیشترین کنترل را بر علف‌های هرز مزارع گندم داشته است. امیرشقاقی (۳) گزارش نمود که استفاده از سمپاش‌های پشت تراکتوری، به علت یکنواختی بالا و تولید قطرات با اندازه و تعداد مناسب توصیه می‌گردد. گیوپتا و همکاران (۱۴) نشان دادند که میزان یکنواختی پاشش سم و درصد کنترل علف‌های هرز در سمپاش الکترواستاتیک به ترتیب ۹۵ و ۸۶ درصد و در سمپاش پشتی اتومایزر به ترتیب ۵۷ و ۷۴ درصد است.

پایین‌ترین درصد کنترل جمعیت و کاهش وزن خشک علف‌های هرز خردل آبی، آجیل مزرعه، سلمه‌تره و ترشک در استفاده از سمپاش پشتی اتومایزر و نیز علف‌های هرز خردل وحشی، پیچک، هفت‌بند و تلخه مریبوط به کاربرد سمپاش لانس‌دار تراکتوری مشاهده شد. هر دو نوع سمپاش پشتی اتومایزر و لانس‌دار تراکتوری بعنوان نامطلوب‌ترین سمپاش‌ها جهت کاهش جمعیت و وزن خشک علف‌هرز شلمی شناخته شدند (جدول‌های ۴ و ۳). میزان افزایش تراکم علف‌هرز خردل آبی فام در استفاده از سمپاش پشتی اتومایزر به میزان ۱۸/۷۲ درصد بود که علت آنرا می‌توان به دلیل وجود جریان شدید هوا در این نوع سمپاش‌ها و ایجاد ذرات بسیار ریز سم دانست که

اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط نرم افزار SIBA شامل سطح هر لکه بر روی کاغذهای حساس به آب، قطر واقعی هر قطره، قطرهای میانه عددی (NMD) و قطرهای میانه حجمی (VMD) قطرات، انحراف معيار قطرات، چگالی پاشش، درصد پوشش سطح کاغذ توسط قطرات و نسبت یکنواختی پاشش (VMD/NMD) بود (۱۶). در این روش ابتدا بایستی نمونه کاغذهای حساس به آب را اسکن کرده، سپس به منظور دقت بیشتر و جلوگیری از بروز خطأ، تمامی تصاویر حاصل از اسکن کاغذها در محیط نرم افزاری فتوشاپ ۱ پردازش و ویرایش شدن بطوریکه پس از ویرایش، رنگ اثرات لکه‌های پاشیده شده کاملاً متمایز از رنگ زمینه‌ای کارت‌ها بود (شکل ۱). آنگاه از هر کدام از نمونه‌های پردازشی یک CROP تهیه گردید. پس از برازش کلیه نقاط در نرم افزار SIBA، ساختهای NMD و VMD و محاسبه شد (۸). لازم به ذکر است نسبت VMD/NMD بیانگر کیفیت پاشش بوده و هرچه ضریب کیفیت سمپاشی به رقم یک نزدیکتر باشد، کیفیت پاشش بهتر است. تصاویر ویرایش شده کاغذهای هر تیمار در نرم افزار SIBA به طور جداگانه آنالیز شده و میانگین داده‌های حاصل از سنجش تصاویر هر تیمار توسط نرم افزار SAS مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج و بحث

(الف) تراکم و وزن خشک علف‌های هرز

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد مهمترین گونه‌های علف‌هرز که از نظر ایجاد خسارت از تراکم بالاتری برخوردار بودند، *Rapistrum* sp. (شلمی)، *Erysimum* sp.، *Neslia apiculata* Fisch. (آجیل مزرعه)، *Convolvulus arvensis* L. (پیچک)، *Sinapis arvensis* L. (خشی)، *Acropitilon* (L.)، هفت بند (Polygongum aviculare L.)، *Tellix* (L.)، *Chenopodium album* L. (ترشک)، *Rumex crispus* L. (ترشک) (جدول ۱).

نتایج تجزیه واریانس بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز مهم این آزمایش در جدول‌های ۲ و ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر کاربرد خردل آبی فام (Rapistrum sp.)، آجیل مزرعه (Convolvulus arvensis L.)، آجیل مزرعه (Neslia apiculata Fisch.)، خردل آبی فام (Sinapis arvensis L.)، آجیل مزرعه (Acropitilon) (L.)، هفت بند (Polygongum aviculare L.)، *Tellix* (L.)، *Chenopodium album* L. (repens DC.) و *Rumex crispus* L. (ترشک) (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای انواع سمپاش‌ها نشان داد که سمپاش پشت تراکتوری بومدار تأثیر بهتری در کنترل جمعیت و کاهش وزن خشک تمامی علف‌های هرز مورد بررسی این تحقیق در

سمپاش لانس دار تراکتوری به علت داشتن فشار سمپاشی زیاد و عدم یکنواختی پاشش محلول سم و عدم پوشش مناسب علف هرز به علت حرکات زیگزاگی کاربر در مزرعه فاقد دقت کافی جهت کنترل علفهای هرز مزارع بوده که باعث افزایش مصرف دُز علفکشی نسبت به نوع سمپاش بومدار می شود.^(۳۵)

موجب افزایش میزان فراریت علفکش و هزینه های اقتصادی می شود. لذا این نوع سمپاشها جهت انجام عملیات های سمپاشی در باغات میوه مناسب بوده و برای کنترل علفهای هرز مزارع توصیه نمی شود.^(۳۵) همچنین میزان افزایش تعداد علفهای هرز شلمی و خردل وحشی در سمپاش لانس دار تراکتوری به ترتیب ۲۷/۳۳ و ۲۴/۴ درصد بود. فلاج جدی (۱۰) و زند و همکاران^(۳۵) بیان کرد که

جدول ۱- تجزیه واریانس کاربرد انواع سمپاش و دُز مصرف علفکش بر تراکم علفهای هرز پهنه برگ گندم
Table 1- Results of analysis of variance (mean squares) of sprayer type and herbicide dose application on broadleaf weeds density in wheat

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	خردل آبی فام Wallflower	شلمی Turnip-weed	آجیل مزرعه Mustard	خردل وحشی Mustard	پیچک Binweed	هفت بند Knotweed	تلخه Knapweed	سلمه تره Lambsquarters	ترشک Rhubarb
تکرار Repetition	3	0.49 ns	0.38 ns	0.27 ns	0.39 ns	0.14 ns	0.35 ns	0.23 ns	0.43 ns	0.13 ns
نوع سمپاش (A) Sprayer type (A)	4	4.99*	18.16**	17.91**	13.96**	2.63**	22.19**	12.11**	8.59**	4.72**
خطا (Error)	12	1.07	1.47	1.37	0.94	1.01	1.70	0.96	0.79	0.59
دُز علفکش (B) Herbicide dose (B)	3	60.85**	72.69**	70.10**	59.99**	62.42**	90.34**	50.81**	34.96**	16.55**
اثر متقابل (AxB)	12	2.40**	4.50**	4.43**	3**	4.11**	5.66**	3.20**	2.74**	1.87**
خطا (Error)	45	0.41	0.74	0.74	0.50	0.60	0.96	0.56	0.49	0.28

ns * ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح اختلال ۵ و ۱ درصد
*, ** Non Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۲- تجزیه واریانس کاربرد انواع سمپاش و دُز مصرف علفکش بر وزن خشک علفهای هرز پهنه برگ گندم
Table 2- Results of analysis of variance (mean squares) of sprayer type and herbicide dose application on broadleaf weeds dry weight in wheat

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	خردل آبی فام Wallflower	شلمی Turnip-weed	آجیل مزرعه Mustard	خردل وحشی Mustard	پیچک Binweed	هفت بند Knotweed	تلخه Knapweed	سلمه تره Lambsquarters	ترشک Rhubarb	عملکرد گندم Wheat yield
تکرار Repetition	3	0.28 ns	0.15 ns	0.92 ns	545.43 ns	56.98 ns	0.02 ns	0.005 ns	0.008 ns	0.005 ns	**1081077.54
نوع سمپاش (A) Sprayer type (A)	4	3.60**	4.02**	2.23**	1811.34**	1439.96**	0.36**	0.18**	0.24**	0.02**	112233.11**
خطا (Error)	12	146.63	113.21	57.71	332.44	103.89	0.23	0.11	0.25	0.18	68.96
دُز علفکش (B) Herbicide dose (B)	3	0.92**	0.84**	1.24**	5385.65**	1108.98**	0.02**	0.03**	0.02**	**0.06	221652.32**
اثر متقابل (AxB)	12	0.95**	1.02**	0.68**	773.18**	77.23**	0.08**	0.05**	**0.06	**0.02	17361.24**
خطا (Error)	45	87.64	72.62	33.84	131.37	36.49	0.11	0.06	0.13	0.10	35.77

ns * ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح اختلال ۵ و ۱ درصد
*, ** Non Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

علف هرز خردل آبی فام به مقدار ۶۳/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد شده بود (جدول های ۴ و ۳). داشتن قاعده منشعب و تولید شاخه های گستره خردل آبی فام احتمال نشست قطرات سم را بر روی هدف افزایش داده و درنتیجه کارایی علف کش برای کنترل این علف هرز افزایش می پابد (۲۷).

نتایج تجزیه واریانس تأثیر کاربرد دُزهای علف کش تری بنورون- متیل بر تراکم و وزن خشک کلیه علف های هرز معنی دار بود ($P<0.01$) (جدول های ۲ و ۱). مناسب ترین دُز کاربردی علف کش تری بنورون- متیل جهت کاهش تراکم و وزن خشک علف هرز خردل آبی، ۲۰ گرم در هکتار بود که منجر به کاهش تراکم جمعیت

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین دُزهای مصرفی علف کش تری بنورون- متیل (گرم ماده مؤثره در هکتار) و کاربرد انواع سمپاش و اثرات متقابل آنها بر تراکم علف های هرز پهنه برج گندم آبی

Table 3- The results of mean comparison of doses tribenuron-methyl herbicide (gr a.i. ha⁻¹) application and using type of sprayers and their interactions on broadleaf weeds density in winter wheat

دُز علف کش سمپاش و نوع Herbicide dose and sprayer type	خردل آبی فام Wallflower	شلمی Turnip-weed	اجیل چربه Mustard	خردل و مشنی Mustard	بیچک Binweed	هفت بند Knotweed	تلخه Knapweed	سمله برج Lambquarters	ترشک Rhubarb
0	11 ^a	13 ^a	13 ^a	12 ^a	12 ^a	15 ^a	11.5 ^a	8.9 ^a	6 ^a
15	8.5 ^b	10 ^b	10 ^b	8.5 ^b	9 ^b	11 ^b	8.5 ^b	6.5 ^b	4.8 ^b
20	6.5 ^d	10.5 ^b	11 ^b	9 ^b	9.5 ^b	12 ^b	8.8 ^b	6.6 ^b	4.3 ^c
25	8 ^c	9 ^c	8 ^c	7.5 ^c	7.8 ^c	9.5 ^c	7 ^c	5.5 ^c	3.8 ^d
(Electrostatic) الکترواستاتیک	8.5 ^a	11.8 ^a	11 ^a	9.5 ^a	27 ^{ab}	12 ^a	9.8 ^a	6.9 ^b	4.5 ^b
(Lance) لانس دار	8.7 ^a	12 ^a	11.8 ^a	10 ^a	38 ^a	13 ^a	10 ^a	7 ^{ab}	5.5 ^a
(Microner) میکرونر	8.3 ^a	11.8 ^a	11.5 ^a	10.3 ^a	22 ^{ab}	12 ^a	9.9 ^a	6.8 ^b	4.8 ^b
(Atomizer) پشتی اتومایزر	8.8 ^a	12 ^a	11.7 ^a	10.7 ^a	30a	12.5 ^a	10.2 ^a	7.5 ^a	5.6 ^a
(Boom sprayer) تراکتوری بوم دار	7.5 ^b	9 ^b	8.5 ^b	8 ^b	15b	10 ^b	8 ^b	5.9 ^c	3.9 ^c
0 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	12 ^a	15.5 ^a	15 ^a	13.3 ^a	13.7 ^a	17.1 ^a	12.8 ^a	9.8 ^a	6.5 ^{ab}
0 × (Lance) لانس دار	11.6 ^a	13.8 ^a	13.5 ^a	12.1 ^a	12.1 ^a	14.7 ^a	11.9 ^a	6.7 ^b	5.5 ^{ab}
0 × (Microner) میکرونر	11.8 ^a	14.2 ^a	14.5 ^a	13.1 ^a	13.3 ^a	16.2 ^a	13.2 ^a	10.1 ^a	7.3 ^a
0 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	9.8 ^{bc}	11.9 ^b	11.9 ^b	10.2 ^b	10.5 ^b	12.9 ^b	101 ^b	9.5 ^a	6.3 ^{bc}
0 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم دار	11.5 ^{ab}	12.2 ^{bc}	12.2 ^a	10.9 ^{bc}	13.1 ^a	13.9 ^b	10.3 ^b	7.8 ^b	5.9 ^{cd}
15 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	9 ^{fghi}	11.3 ^{bcd}	11.5 ^{bcd}	9.6 ^{cde}	9.7 ^{bcde}	11.9 ^{bcde}	9.5 ^{fg}	7.5 ^{efg}	4.8 ^{efgh}
15 × (Lance) لانس دار	8.5 ^{def}	11.7 ^{bcd}	10.3 ^{bcd}	9.7 ^{bcde}	10.1 ^{bcd}	12.2 ^{cdef}	11.9 ^{bc}	7.8 ^b	5.2 ^{bc}
15 × (Microner) میکرونر	7.9 ^{efg}	9.8 ^{fghij}	9.9 ^{efg}	9.4 ^{fghij}	9.2 ^{efg}	11.1 ^{efgh}	8.4 ^{defg}	6.2 ^{def}	4.3 ^{efghi}
15 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	9.5 ^{cd}	10.4 ^{bcd}	11.5 ^{bcd}	9.5 ^{cde}	9.7 ^{bcde}	11.9 ^{bcde}	9.4 ^{bcd}	7.8 ^b	5.1 ^c
15 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم دار	8.9 ^{gh}	9.1 ^{ij}	9 ^g	7.9 ^{ij}	9.1 ^{def}	10.1 ^{gh}	7.9 ^{bcd}	5.6 ^{efg}	4.9 ^{fghi}
20 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	7 ^j	9.5 ^{ghij}	9.2 ^{fg}	9.2 ^{ghij}	8.2 ^{fg}	9.8 ^{fg}	8.2 ^{efg}	6.3 ^{bcd}	4.1 ^{defg}
20 × (Lance) لانس دار	7.2 ^{fgh}	11.5 ^{bcd}	10.3 ^{bcd}	9.5 ^{cde}	10.3 ^{bcd}	11.8 ^{bcd}	11.9 ^{bc}	6.3 ^{bcd}	5.9 ^{def}
20 × (Microner) میکرونر	7.5 ^h	10 ^{defgh}	10.4 ^{def}	9.8 ^{efgh}	9.6 ^{cdef}	11.4 ^{defg}	9.7 ^{cdef}	6.5 ^{ef}	4.5 ^{efghi}
20 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	8 ^{def}	11.6 ^{bcd}	10.3 ^{bcd}	9.9 ^{bcd}	10.4 ^{bc}	12.8 ^{bc}	9.8 ^{bc}	7.6 ^{bcd}	5.7 ^{de}
20 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم دار	5 ⁱ	9.8 ^{ghij}	9.2 ^{fg}	8.1 ^{ghij}	9.7 ^{bcde}	10.5 ^{fgh}	8.2 ^{efg}	5.8 ^{fg}	4.2 ^{hi}
25 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	7.8 ^{efgh}	9.3 ^{hij}	9.2 ^{fg}	9.1 ^{hij}	8.2 ^{fg}	9.8 ^{fg}	8.2 ^{efg}	5.8 ^{fg}	4 ^{ghi}
25 × (Lance) لانس دار	8.3 ^{def}	10.1 ^{efghi}	9.9 ^{def}	8.3 ^{efghi}	8.4 ^{def}	9.6 ^{cdef}	8.5 ^{cde}	6.1 ^{bcd}	4.8 ^{efghi}
25 × (Microner) میکرونر	8 ^{def}	8.8 ^j	9.1 ^g	7.9 ^j	7.9 ^g	9.9 ^h	7.9 ^g	5.3 ^g	3.9 ⁱ
25 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	9 ^{cd}	10.3 ^{cdefg}	9.4 ^{cdef}	8.4 ^{defg}	9.6 ^{cdef}	9.6 ^{cdef}	8.5 ^{cde}	6.6 ^{cdef}	5.1 ^{defgh}
25 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم دار	6.8 ^{gh}	5.9 ^k	5.9 ^h	4.9 ^k	5.8 ^h	6.1 ⁱ	4.3 ^h	3.7 ^h	2.3 ^j

Treatments have at least one common letter are not significantly different based on LSD test

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون LSD نیستند

بر روی برگ‌ها احتمال نگهداشت ذره سم را بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. در علف‌هرز آجیل مزرعه مصرف ۲۵ گرم در هکتار از علفکش تری بنوروون- متیل مناسب‌ترین مقدار جهت کنترل جمعیت علفکش وزن خشک علف‌هرز آجیل مزرعه بوده که منجر به کاهش تراکم علف‌هرز آجیل مزرعه به میزان ۵۰/۹۲ درصد شده بود (جدول‌های ۴ و ۳). زند و همکاران (۳۴) بیان کردند که علف‌هرز سریعتر نسبت به سایر علفهای هرز دارای شاخصار مورفولوژیکی مناسب جهت جذب محلول سم می‌باشد.

جدول ۴- نتایج مقایسات میانگین دُزهای مصرفی علفکش تری بنوروون- متیل (گرم ماده مؤثره در هکتار) و کاربرد انواع سمپاش و اثرات متقابل آنها بر وزن خشک علفهای هرز پهنه‌برگ گندم آبی

Table 4- The results of mean comparison of doses tribenuron-methyl herbicide (gr a.i. ha⁻¹) application and using type of sprayers and their interactions on broadleaf weeds dry matter in water wheat

نام علفکش و نوع سمپاش Herbicide dosage and sprayer type	خمدانی Wallflower	سلیمانی Turnip-weed	آجیل مزرعه Mustard	خمدانی وحشی Mustard	بیچاره Binweed	هفت پنجه Knotweed	تازه Knapweed	سلمه‌تره Lambsquarters	رشک Rhubarb	عملکرد گندم (kg/ha) Wheat yield
0	3.14 ^a	2.58 ^a	3.27 ^a	130 ^a	38 ^a	0.66 ^a	0.42 ^a	0.67 ^a	0.30 ^a	4550d
15	2.92 ^b	2.38 ^b	3.25 ^a	40 ^b	20 ^b	0.59 ^b	0.44 ^a	0.63 ^{ab}	0.28 ^a	4700c
20	2.62 ^c	2.39 ^b	3.14 ^a	40 ^b	22 ^b	0.62 ^{ab}	0.40 ^{ab}	0.61 ^b	0.22 ^b	4750b
25	2.81 ^b	2.09 ^c	2.73 ^b	35 ^b	25 ^b	0.59 ^b	0.35 ^b	0.59 ^b	0.18 ^c	4800a
(Electrostatic)	2.86 ^c	2.53 ^b	3.07 ^b	58 ^a	28 ^b	0.65 ^b	0.36 ^c	0.70 ^{ab}	0.22 ^b	4650c
(Lance)	3.03 ^b	2.57 ^b	3.21 ^b	62 ^a	38 ^a	0.74 ^a	0.55 ^a	0.64 ^c	0.22 ^b	4600d
(Microner)	2.93 ^{bc}	2.25 ^c	3.12 ^b	40 ^b	15 ^c	0.66 ^b	0.46 ^b	0.65 ^{bc}	0.28 ^a	4750b
(Atomizer)	3.42 ^a	2.88 ^a	3.57 ^a	60 ^a	29 ^b	0.68 ^b	0.37 ^c	0.73 ^a	0.29 ^a	4630c
(Boom sprayer)	2.11 ^d	1.56 ^d	2.53 ^c	45 ^b	13 ^c	0.35 ^c	0.27 ^d	0.42 ^d	0.22 ^b	4800a
0 × (Electrostatic)	3.24 ^{cd}	2.84 ^{abcd}	3.15 ^{defg}	95 ^c	44 ^{bc}	0.68 ^{bc}	0.37 ^{cdefgh}	0.71 ^{abc}	0.29 ^{bcd}	4520g
0 × (Lance)	3.37 ^{bc}	2.81 ^{abcd}	3.55 ^{abcd}	163 ^a	46 ^b	0.78 ^a	0.52 ^{ab}	0.65 ^{cd}	0.25 ^{def}	4580h
0 × (Microner)	3.07 ^{cde}	2.53 ^{cde}	3.28 ^{bcde}	175 ^a	27 ^{defg}	0.71 ^{abc}	0.55 ^{ab}	0.71 ^{abc}	0.34 ^{ab}	4650f
0 × (Atomizer)	3.02 ^{def}	2.98 ^{ab}	3.63 ^{abc}	125 ^b	55 ^a	0.70 ^{abc}	0.40 ^{cdef}	0.79 ^a	0.37 ^a	4650f
0 × (Boom sprayer)	2.24 ^{hi}	1.75 ^{ij}	2.72 ^{gh}	114 ^b	17 ^{fghi}	0.44 ^d	0.27 ^{gh}	0.49 ^{ef}	0.25 ^{defg}	4500g
15 × (Electrostatic)	2.94 ^{def}	2.71 ^{bcd}	3.24 ^{bcde}	24 ^d	26 ^{efg}	0.63 ^c	0.38 ^{cdefg}	0.71 ^{abc}	0.22 ^{efg}	4690df
15 × (Lance)	3.07 ^{cde}	2.58 ^{cde}	3.33 ^{bcde}	20 ^d	25 ^{fgh}	0.70 ^{abc}	0.57 ^a	0.65 ^{cd}	0.25 ^{def}	4615k
15 × (Microner)	2.89 ^{ef}	2.15 ^{gh}	3.29 ^{bcde}	27 ^d	17 ^{fghi}	0.64 ^c	0.47 ^{abc}	0.71 ^{abc}	0.32 ^{abc}	4720d
15 × (Atomizer)	3.64 ^{ab}	2.89 ^{abc}	3.77 ^a	25 ^d	33 ^{bcde}	0.66 ^{bc}	0.43 ^{bcde}	0.77 ^{ab}	0.37 ^a	4670f
15 × (Boom sprayer)	2.10 ⁱ	1.58 ^j	2.63 ^{hi}	24 ^d	16 ^{fghi}	0.34 ^{ef}	0.33 ^{efgh}	0.41 ^{fg}	0.25 ^{def}	4850bc
20 × (Electrostatic)	2.72 ^{fg}	2.50 ^{defg}	3.11 ^{efg}	22 ^d	20 ^{fghi}	0.66 ^{bc}	0.38 ^{cdefg}	0.72 ^{abc}	0.20 ^{efg}	4735d
20 × (Lance)	2.94 ^{def}	2.63 ^{bcde}	3.20 ^{cdef}	23 ^d	27 ^{defg}	0.74 ^{ab}	0.55 ^{ab}	0.64 ^{cd}	0.20 ^{efg}	4680df
20 × (Microner)	3.07 ^{cde}	2.19 ^{fgh}	3.15 ^{defg}	24 ^d	17 ^{fghi}	0.65 ^{bc}	0.46 ^{abcd}	0.61 ^{cd}	0.26 ^{cde}	4750bc
20 × (Atomizer)	3.24 ^{cd}	3.11 ^a	3.68 ^{ab}	23 ^d	31 ^{cde}	0.68 ^{bc}	0.36 ^{cdefgh}	0.70 ^{abc}	0.24 ^{defg}	4690bf
20 × (Boom sprayer)	2.06 ⁱ	1.49 ^j	2.58 ^{hi}	20 ^d	11 ⁱ	0.37 ^{de}	0.25 ^h	0.44 ^{fg}	0.20 ^{efg}	4800b
25 × (Electrostatic)	2.54 ^{gh}	2.08 ^{hi}	2.76 ^{fgh}	21 ^d	27 ^{def}	0.63 ^c	0.30 ^{fgh}	0.67 ^{bcd}	0.19 ^{fg}	4798c
25 × (Lance)	2.76 ^{efg}	2.27 ^{fgh}	2.76 ^{fgh}	21 ^d	26 ^{efg}	0.75 ^{ab}	0.58 ^a	0.63 ^{cd}	0.18 ^e	4750d
25 × (Microner)	2.72 ^{fg}	2.14 ^{gh}	2.76 ^{fgh}	21 ^d	16 ^{hi}	0.63 ^c	0.34 ^{cdefgh}	0.57 ^{de}	0.20 ^{efg}	4770bc
25 × (Atomizer)	3.77 ^a	2.54 ^{cdef}	3.20 ^{cdef}	22 ^d	35 ^{bcd}	0.67 ^{bc}	0.30 ^{fgh}	0.67 ^{bcd}	0.19 ^{efg}	4798c
25 × (Boom sprayer)	2.06 ⁱ	1.35 ^k	2.19 ⁱ	22 ^d	15 ^{hi}	0.27 ^f	0.25 ^h	0.35 ^g	0.18 ^e	5050a

Treatments have at least one common letter are not significantly different based on LSD test

تبیارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی‌داری براساس آزمون LSD نیستند

بهترین دُز کاربردی علفکش تری بنوروون- متیل جهت کنترل علف‌هرز شلمی، مقدار ۲۵ گرم در هکتار بوده بطوریکه میزان کاهش جمعیت این علف‌هرز نسبت به شاهد ۵۱/۱ درصد بود (جدول ۳). موسوی و همکاران (۲۰) بیان کردند که شکل و طرز قرار گرفتن برگ شلمی بر روی بوته از عوامل مهم نظر تأثیرگذار بر کارایی علفکش هاست و این گیاه بعلت داشتن برگ‌های افقی بر روی ساقه، ذرات سم بیشتری را روی خود نگه می‌دارد. راشد محصل و همکاران (۲۷) گزارش نمودند که وجود شاخ و برگ فراوان در بخش فوقانی گیاه، احتمال برخورد قطرات سم را افزایش داده و کرک‌های نسبتاً ریز

متیل در هکتار مطلوب‌ترین تیمار در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز خردل آبی فام، شلمی، آجیل مزرعه، خردل وحشی، پیچک، هفت بند، تلخه، سلمه‌تره و ترشک بوده و استفاده از سمپاش پشتی اتومایزr به همراه ۲۵ گرم مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل در هکتار بعنوان نامطلوب‌ترین تیمار در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز خردل آبی فام، شلمی، آجیل مزرعه، و هفت بند بودند. همچنین کاربرد ۲۰ گرم مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل در هکتار بوسیله سمپاش پشتی اتومایزr و نیز ۲۵ گرم مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل در هکتار بوسیله سمپاش لانس دار تراکتوری به ترتیب منجر به کاهش کارایی این علف‌کش بر روی خردل وحشی، پیچک، سلمه‌تره، ترشک و تلخه شده بود (جدول‌های ۴ و ۳).

بازو و همکاران (۶) در تحقیقی نشان دادند که استفاده از علف‌کش تری بنورون- متیل به مقدار ۲۰ گرم در هکتار باعث کاهش معنی دار تعداد و وزن خشک علف‌هرز خردل و افزایش عملکرد گندم شده بود. نظام آبادی و همکاران (۲۴) واکنش به ذرهای کابردی تعدادی از علف‌های هرز پهن برگ مزارع گندم به علف‌کش تری بنورون- متیل را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کنترل خردل وحشی با دُر مصرفی ۲۰ گرم در هکتار بصورت مطلوبی صورت گرفت. برجسته و باگستنی (۵) طی آزمایشی نشان دادند که علف‌کش تری بنورون- متیل با دُر حداکثر ۲۵ گرم در هکتار بهترین تأثیر را در کنترل علف‌های هرز پهن برگ چون شلمی و افزایش عملکرد محصول زراعی گندم دارد. منتظری و همکاران (۱۸) گزارش کردند که پهن برگ کش تری بنورون متیل (گرانستار) دارای اثر افزایشی در کنترل علف‌هرز آجیل مزرعه در مزارع گندم است. راشد محصل و همکاران (۲۷) بیان کردند که گیاه خردل وحشی با ویژگی‌های مانند وجود برگ‌های فراوان، نسبتاً کوچک، باعث تشکیل کانوپی نسبتاً متراکم و کرک دار می‌شود و داشتن چنین ویژگی‌هایی عامل مهمی در نگهداشت انبوهی از پاشش قطرات می‌شود. برجسته و باگستنی (۵) در تحقیقی نشان دادند که کاربرد علف‌کش تری بنورون- متیل و اختلاط آن با علف‌کش تاپیک دارای اختلاف معنی داری با سایر علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوردها بر روی میانگین وزن خشک پیچک است. مصلی نزاد و همکاران (۱۹) گزارش نمودند که پیچیدن ساقه این گیاه به دور گندم، اندام هوائی این علف‌هرز را بیشتر در معرض محلول سم قرار می‌دهد. همچنین دمبرگهای بلند پیچک و برگ‌های متناوب آن امکان اصابت قطره علف‌کش را با هدف بیشتر می‌سازد. صفری و همکاران (۲۹) عنوان نمودند که سمپاش پشت تراکتوری بومدار به دلیل ایجاد قطرات درشت سم و فاصله کم پاشش تا سطح گیاه هدف دارای برتری نسبی نسبت به سایر سمپاش‌های موجود در کشور می‌باشد. گرامی و همکاران (۱۲) گزارش نمودند که سمپاش پشت تراکتوری بومدار به میزان ۳۴ درصد نسبت به سمپاش

صرف علف‌کش تری بنورون- متیل با دُر ۲۵ گرم و ذرهای ۲۰ و ۲۵ گرم در هکتار به ترتیب دارای بیشترین تأثیر جهت کاهش تراکم و وزن خشک علف‌هرز خردل وحشی و پیچک بود بطوریکه میزان کاهش جمعیت این علف‌هرز نسبت به شاهد به ترتیب ۵۴/۴ و ۵۳/۲ درصد بود. نظام آبادی و همکاران (۲۴) طی تحقیقی عنوان کردند که استفاده از علف‌کش تری بنورون- متیل به میزان ۲۵ گرم در هکتار باعث کاهش معنی داری در تعداد و وزن خشک خردل وحشی و به دنبال آن افزایش عملکرد گندم شده بود. راشد محصل و همکاران (۲۷) نیز گزارش کردند کنترل شیمیایی علف‌هرز پیچک به علت چند ساله بودن و استفاده از ذخایر ریشه جهت ترمیم دوباره شاخصار، نیازمند به کاربرد مقادیر بالاتری از ذرهای علف‌کش است. بالاترین کارایی از کاربرد علف‌کش تری بنورون- متیل جهت کنترل هر یک از علف‌های هرز هفت‌بند، تلخه، سلمه‌تره و ترشک مصرف ۲۵ گرم در هکتار از این علف‌کش بود. قابل به ذکر است که میزان کاهش جمعیت هر یک از علف‌هرز هفت‌بند، تلخه، سلمه‌تره و ترشک به هنگام استفاده از دُر ۲۵ گرم در هکتار نسبت به شاهد به ترتیب ۵۹/۱، ۵۲/۱، ۵۲/۱، ۵۰/۸ درصد بود (جدول‌های ۴ و ۳). در توضیح هر یک از علف‌های هرز فوق باید ذکر شود که علف‌هرز هفت‌بند بدلیل انشعابات فراوان شاخه، برگ‌های نرم و ملایم و رشد سریع شاخصارهای (۱۸) در صورت پاشش یکنواخت محلول سم از دستگاه سمپاش، بخوبی کنترل می‌گردد. راشد محصل و همکاران (۲۷) بیان کردند که تلخه گیاهی چند ساله و دارای ساقه‌های متعدد با برگ‌های فراوان می‌باشد و همچنین صانعی شریعت پناهی (۳۲) نشان داد که تلخه بدلیل داشتن کرکهای خرزی، برگ‌های تازه و لطیف قادر به ماندگاری محلول سم بیشتری روی بوته و در نهایت منجر به تشدید تأثیر محلول سم بر روی آن می‌گردد.

نظام آبادی و همکاران (۲۴) در تحقیقی عنوان نمودند که کاربرد بالاترین دُر مصرفی تری بنورون متیل (۲۵ گرم در هکتار) بطور معنی داری باعث کنترل علف‌های هرزی مانند پنیرک و خارنه به ترتیب به مقدار ۹۴ و ۹۷ درصد می‌شود. رحیمی و همکاران (۲۶) طی تحقیقی در مورد کارایی علف‌کش‌های گندم گزارش نمودند که علف‌کش تری بنورون- متیل نسبت به سایر سموم این گروه (سولفونیل اوردها) نتوانست ترشک را بخوبی کنترل نماید. همچنین علف‌هرز ترشک دارای برگ‌های بزرگ و ساقه ایستاده‌ای می‌باشد که به همراه دمبرگ‌های طویل احتمال برخورد محلول سم را افزایش می‌دهد (۲۷).

نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل نوع سمپاش و میزان مصرف علف‌کش برای تراکم و وزن خشک تمامی علف‌های هرز معنی دار بود ($P < 0.01$) (جدول‌های ۲ و ۱). براساس آن، کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بومدار به همراه ۲۵ گرم مصرف علف‌کش تری بنورون-

کرتها مورد مصرف شد. این امر نشان از کنترل حداکثری جمعیت علفهای هرز در این سطح نسبت به سایر سطوح بکار گرفته شده علفکش تری بنوروون- متیل و در نتیجه کاهش و یا حذف رقابت گیاه زراعی داشته و باعث افزایش عملکرد گندم آبی را در واحد سطح شد. از اینرو میزان افزایش عملکرد گندم آبی با اعمال دُز ۲۵ گرم در هکتار نسبت به شاهد $5/47$ درصد محاسبه شد (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل کاربرد نوع سمپاش و میزان مصرف علفکش تری بنوروون- متیل بر عملکرد گندم زراعی معنی دار بود ($P<0.01$) (جدول ۲). در مجموع کرتها، کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بومدار به همراه دُز ۲۵ گرم در هکتار علفکش تری بنوروون- متیل دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد گندم آبی بود. کاربرد سمپاش لانس دار تراکتوری به همراه دُز ۱۵ گرم در هکتار از علفکش تری بنوروون- متیل دارای کمترین میزان عملکرد گندم زراعی در واحد سطح بود (جدول ۴). زند و همکاران (۳۵) گزارش کردند که استفاده از سمپاش لانسی در انجام عملیات سمپاشی مناسب نبوده و این نوع سمپاش‌ها به علت داشتن شیلنگ طویل و حرکات زیگزاگ کاربر در مزارع موجب عدم یکنواختی در انجام پاشش سم در مزرعه می‌شوند. همچنین، کاربرد سمپاش تراکتوری بومدار با مصرف ۲۵ گرم در هکتار علفکش تری بنوروون- متیل در مقایسه با استفاده از سمپاش لانسی تراکتوری به همراه مصرف ۱۵ گرم در هکتار این علفکش موجب افزایش $29/7$ درصد در عملکرد گندم آبی شد (جدول ۴).

میکرونر در کنترل علفهای هرز مؤثر بوده است.

ب) عملکرد محصول زراعی

نتایج تجزیه واریانس کاربرد نوع سمپاش بر عملکرد گندم آبی معنی دار شد ($P<0.01$) (جدول ۲). کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بومدار در مقایسه با سایر سمپاش‌های مورد استفاده در تحقیق، برتری داشت و علت را می‌توان در پاشش مناسب و یکنواخت این سمپاش، ایجاد پوشش مناسب و کنترل مطلوب علفهای هرز توسط سمپاش پشت تراکتوری بومدار و تولید بالاترین راندمان گندم در واحد سطح دانست (جدول ۴). فلاح جدی (۱۰) گزارش کرد که قطرات خارج شده از سمپاش الکترواستاتیک معمولاً پس از برخورد به اوین هدف خود جذب می‌شوند. در صورتیکه علف هرز در زیر کانوپی محصول زراعی قرار داشته باشد، امکان اصابت قطرات علفکش بر روی شاخسارها و یا نفوذ سم به داخل تاج پوشش علف هرز در مقایسه با سایر سمپاش‌ها کمتر خواهد بود. و از طرفی سمپاش لانس دار تراکتوری در مقیاس با سایر سمپاش‌ها، به علت کنترل نامطلوب علفهای هرز و حصول کمترین عملکرد زراعی گندم به عنوان نامناسب‌ترین دستگاه سمپاش جهت سمپاشی در مزارع شناخته شد که میزان کاهش عملکرد گندم با این سمپاش در مقایسه با سمپاش پشت تراکتوری بومدار $5/3$ درصد تخمین زده شد. نتایج تجزیه واریانس عملکرد گندم با میزان مصرف علفکش تری بنوروون- متیل معنی دار شد ($P<0.01$) (جدول ۲). کاربرد دُز ۲۵ گرم در هکتار علفکش تری بنوروون- متیل منجر به افزایش عملکرد گندم آبی در

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس انواع سمپاش و مصرف دُز علفکش بر نسبت یکنواختی پاشش (VMD/NMD)، درصد لهیدگی، محلول مصرفی، طوفیت مؤثر مزرعه و بازده مزرعه‌ای

Table 5- Results of analysis of variance (mean squares) of sprayer type and herbicide dose application on consumable solution per hectare, effective capacity, percentage of crop loss and field efficiency

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	یکنواختی پاشش Spray uniformity VMD/NMD	درصد لهیدگی Percentage of crop loss	میزان محلول مصرفی Consumable solution	طوفیت مؤثر مزرعه Effective capacity	بازده مزرعه‌ای Field efficiency
تکرار Repetition	3	0.31	0.03	72.70	0.02	0.32
دُز علفکش (A) Herbicide dose (A)	3	105.60**	0.04 ns	2.84 ns	0.01 ns	0.14 ns
خطا (Error)	9	0.57	0.03	4.99	0.03	2.40
نوع سمپاش (B) Sprayer type (B)	4	236.93 ns	394.43**	1273779.32**	9.92**	2103.25**
اثر متقابل (A×B)	12	11.88 ns	0.06	4.67	0.03	1.59
خطا (Error)	48	0.64	0.06	14.69	0.03	1.38

ns * ** Non Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively
** ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶. نتایج مقایسه میانگین کاربرد انواع سمپاش‌ها بر نسبت یکنواختی پاشش (VMD/NMD)، درصد لهیدگی، محلول مصرفی، ظرفیت مؤثر مزرعه و بازده مزرعه‌ای

Table 6- The results of mean comparison of sprayer types on spraying uniformity (VMD/NMD), percentage of crop loss, consumable solution, field effective capacity and efficiency

ذذ علفکش و نوع سمپاش Herbicide dosage and sprayer type	یکنواختی پاشش Spray uniformity VMD/NMD	درصد لهیدگی Percentage of crop loss	میزان محلول مصرفی Consumable solution	ظرفیت مؤثر مزرعه Effective capacity	بازده مزرعه‌ای Field efficiency
الکترواستاتیک Electrostatic	7 ^a	4 ^b	153.4 ^c	1.4 ^c	63 ^c
لنس دار Lance tractor	7.2 ^a	8 ^c	732.8 ^a	2.2 ^b	52.3 ^d
میکرونر Microner	3 ^b	2.8 ^b	34.9 ^d	1.1 ^c	76.9 ^b
پشتی اتومایزر Atomizer	7.1 ^a	5 ^b	211.3 ^c	1.7 ^c	61 ^c
تراکتوری بومدار Boom sprayer tractor	1.8 ^c	14.5 ^a	395.6 ^b	3.2 ^a	81.3 ^a

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی‌داری براساس آزمون LSD نیستند
Treatments have at least one common letter are not significantly different based on LSD test

یک گروه قرار گرفتند. دلیل بالا بودن درصد لهیدگی در سمپاش‌های بومدار، حرکت تراکتور در داخل مزرعه با چرخ است که به سبب آن درصدی از مساحت محصول لهیده می‌شود (۲۹). همچنین در تحقیقات قبلی نشان داده شده است که سمپاش‌های لنس دار تراکتوری به علت جابجائی لنس و حرکت کاربر در مزرعه بصورت نامنظم، لهیدگی محصول افزایش می‌یابد (۱۰).

(و) میزان محلول مصرفی در هکتار

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که میزان محلول مصرفی در هکتار در بین سمپاش‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0.01$). بیشترین میزان مصرف محلول سم مربوط به سمپاش لنس دار (۷۳۲/۸ لیتر در هکتار) و کمترین آن مربوط به سمپاش میکرونر (۳۴/۹ لیتر در هکتار) بود و سایر سمپاش‌ها در محدوده مابین این دو سمپاش قرار گرفتند (جدول ۶). نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل کاربرد دُزهای مختلف علفکش تری بنورون-متیل بر میزان محلول مصرفی معنی دار نبود. نکته قابل تأمل اینکه نازل‌های استفاده شده در سمپاش لنس دار تراکتوری، غالباً از نوع مخروطی (توپر و توخالی) هستند و به دلیل استهلاک، گرفتگی نوک نازل‌ها و عدم تعویض، گشاد شدن نوک نازل، عدم شستشوی نازل در قبل و بعد از عملیات سمپاشی و نیز عدم آگاهی کاربر منجر به افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان مصرف سم شده بود (۲۸ و ۲۹).

(ز) ظرفیت مؤثر مزرعه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری بین

(ج) نسبت یکنواختی پاشش (VMD/NMD)

نتایج تجزیه واریانس کاربرد انواع سمپاش بر روی معنی‌دار بود ($P<0.01$) (جدول ۵). براساس نتایج، سمپاش پشت تراکتوری بومدار دارای بهترین ضریب کیفیت پاشش (VMD/NMD = ۱/۸) و بعد از آن سمپاش میکرونر با ضریب پاشش (VMD/NMD = ۳) به عنوان مطلوب‌ترین سمپاش‌ها شناخته شدند در حالیکه سمپاش‌های لنس دار تراکتوری، پشتی اتومایزر و الکترواستاتیک به علت بالا بودن ضریب کیفیت پاشش، عدم پاشش یکنواخت محلول سم و حرکت نامناسب کاربر در مزرعه، نامناسب‌ترین سمپاش‌ها محسوب شدند (جدول ۶).

ماتیوس (۱۷) گزارش کرد که نسبت VMD/NMD در نازل دیسک چرخان با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه برابر ۱/۱۳، در نازل بادبزنی با فشار ۲/۸ بار برابر ۲/۶۱ و در نازل مخروطی با فشار ۲/۸ بار برابر ۱/۸۶ بود. ماتیوس (۱۷) همچنین بیان کرد که مقدار کیفیت سمپاشی برای سمپاش‌های میکرونر ۲ و کمتر از ۲ می‌باشد.

(د) درصد لهیدگی

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵)، تیمارهای آزمایشی از نظر درصد لهیدگی محصول اختلاف معنی‌داری با هم داشتند ($P<0.01$). همانطوریکه در جدول (۶) مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین درصد لهیدگی محصول گندم به ترتیب مربوط به کاربرد از سمپاش پشت تراکتوری بومدار با ۱۴/۵ درصد و سمپاش میکرونر با ۲/۸ درصد است. سمپاش‌های پشتی اتومایزر و الکترواستاتیک به دلیل لهیده شدن تنها محل ردپای عبور کاربر، در

از این محدوده قرار داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بالاترین درصد کنترل جمعیت علفهای هرز شاخص، مربوط به سمپاش پشت تراکتوری بومدار بوده که اختلاف معنی‌داری با سایر سمپاش‌ها داشت. این امر می‌تواند بدلیل نزدیکی نازل‌ها با یکدیگر و درنتیجه همپوشانی مناسب نازل‌های پشت تراکتوری بومدار به لحاظ پاشش یکنواخت محلول سم و بدنیال آن نشست بهتر قطرات سم بر علف هرز باشد. سمپاش‌های پشتی اتومایزه و لانس دار تراکتوری دارای کمترین کارائی بر کنترل علفهای هرز داشتند. همچنین دُز کاربردی ۲۵ گرم در هکتار علفکش تری بنورون- متیل مناسب‌ترین دُز جهت مبارزه با علفهای هرز پهن برگ چندساله مانند پیچک، هفت بند، تلخه و ترشک و یکساله‌ایهایی نظیر شلمی، خردل و سلمه‌تره بود. از نظر میزان محلول مصرفی در هکتار، نوع میکرونر مناسب‌ترین سمپاش (کاربرد میزان محلول مصرفی پایین) بود بطوریکه میزان کارایی محلول مصرفی علفکش در هکتار در آن نسبت به نوع لانس دار ۹۶ درصد خواهد بود و در صورت استفاده از غلطت بالا سم، امکان گیاه سوزی گندم وجود خواهد داشت. بیشترین عملکرد گندم آبی مربوط به کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بومدار به همراه مصرف دُز ۲۵ گرم در هکتار با میانگین ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن متعلق به سمپاش لانس دار تراکتوری (۴۶۱۵ کیلوگرم در هکتار) با مصرف دُز ۱۵ گرم در هکتار بود. سمپاش پشت تراکتوری بوم دار به جهت داشتن عرض کار بالا (بوم ۸ متری)، ارتفاع مناسب نازل‌ها با علف هرز و تولید قطرات بزرگ قادر به کنترل درصد بیشتری از جمعیت علفهای هرز و درنتیجه افزایش حصول عملکرد محصول شده بود. در سایر سمپاش‌ها بدلیل عدم همپوشانی مناسب قطرات سم و برخورد آنها با علف هرز و حرکات ناهمانه‌گ کاربر در مزرعه، منجر به کاهش عملکرد زراعی شده بودند.

کاربرد سمپاش‌ها بود ($P<0.01$) (جدول ۵). ظرفیت مزرعه میزان سمپاشی شده در واحد زمان را نشان می‌دهد و تابعی از سرعت سمپاش و عرض کار آن است. سمپاش تراکتوری بومدار با $\frac{3}{2}$ هکتار در ساعت دارای بیشترین ظرفیت مزرعه و سمپاش میکرونر با $\frac{1}{1}$ هکتار در ساعت کمترین ظرفیت مزرعه را در مقایسه با سایر سمپاش‌ها به خود اختصاص دادند. بالا بودن ظرفیت مزرعه سمپاش پشت تراکتوری در مقایسه با سایر سمپاش‌ها را می‌توان به بیشتر بودن عرض کار این نوع سمپاش‌ها نسبت داد. تجزیه واریانس میزان دُز علفکش تری بنورون- متیل بر ظرفیت مزرعه معنی‌دار نبود (جدول ۶). صفری و همکاران (۲۹) طی تحقیقی نشان دادند که سمپاش پشت تراکتوری نسبت به سایر سمپاش‌ها بهترین عملکرد را از لحاظ ظرفیت مزرعه با میانگین $\frac{4}{97}$ هکتار در ساعت به خود اختصاص داد.

ح) بازده مزرعه‌ای

بازده مزرعه‌ای بین سمپاش‌های استفاده شده در این تحقیق دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P<0.01$) (جدول ۵). هر یک از سمپاش‌های پشت تراکتوری بومدار و میکرونر به ترتیب با مقدار $\frac{81}{3}$ و $\frac{76}{9}$ درصد دارای بالاترین بازده مزرعه‌ای و کمترین آن متعلق به سمپاش لانس دار تراکتوری به میزان $\frac{52}{3}$ درصد بود (جدول ۶). از دلایل پائین بودن بازده مزرعه‌ای در این نوع سمپاش‌ها می‌توان به حرکت زیگزاک کاربر و عدم همپوشانی مناسب و جابجایی مداوم شیلنگ (لانس) در حین انجام عملیات سمپاشی اشاره کرد که هر یک از این عوامل خود باعث اتلاف وقت و مقدار سم مصرفی در واحد سطح می‌شوند. در سمپاش‌های پشت تراکتوری و میکرونر به علت دارا بودن بوم و مشخص بودن مسیر سمپاشی از اتلاف وقت به طور مؤثری جلوگیری می‌شود. همچنین بررسی تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر میزان دُز سم بر بازده مزرعه‌ای معنی‌دار نشد. لذا بازده مزرعه‌ای سایر سمپاش‌ها در محدوده بین $55\text{--}80$ درصد متغیر بودند (۳۱) درحالیکه سمپاش لانس دار پایین‌تر

منابع

1. Abasspoor M., Chitband A.A, Rajabzadeh M., and Tavakoli H. 2013. Non chemical weed control methods on pistachio (*Pistachio vera*) in Fezabad. Journal of Plant Protection. 27(2):222-230. (In Persian with English abstract)
2. Afshari M., and Bayatasadi H. 1989. Water sensitive paper and their application in sprayers calibration in Iran. Journal of Plant Pests and Diseases. 57(1): 71-75. (In Persian with English abstract)
3. Amirshaghghi F. 1998. Study on the distribution of spraying in tractor boom sprayers. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tarbiat Modares University. Tehran. Iran. (In Persian with English abstract)
4. Baghestani M.A., Zand E., Soufizadeh S., Eskandari A., PourAzar R., Veysi M., and Nassirzadeh N. 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays L.*). Crop Protection. 26: 936-942.

5. Barjasteh A., and Baghestani M.A. 2008. The evaluation of some new herbicides efficiency on weeds control of wheat fields in Semnan province. P. 257-261. In Proceedings of the 8th Eighteenth Plant Protection Congress, 24-27 Agu. 2008. Bualisina University of Hamedan, Iran.
6. Bazoo M., Montazeri M., Fathi G.A., and Golabi M. 2005. Evaluation the effect of broadleaf herbicides and nozzle type on wild mustard (*Sinapis arvensis*) control in wheat. P. 393-397. In proceeding of the 2th National Congress of Weed Science Congress, 29-30 Jan. 2005. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract)
7. Cayley G.R., Etheridge P., Griffiths D.C., Philips F.T., and Scott G.C. 1988. A review of the performance of electrostatic charged rotary atomizers on different crops. Journal of Crop Protection. 7:125-130.
8. Daneshjoo M. 2007. The design of software for density and particle size diameter solution with image processing. M.Sc. Thesis. Ferdowsi University Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
9. Esehaghbeygi A., Tadayyon A., and Besharati Sh. 2010. Comparison of electrostatic and spinning-discs spray nozzles on wheat weeds control. Journal of American Science. 6(12):529-533.
10. Falahjedi R. 2005. Calibration of conventional sprayers in Iran. First Publish. Publications Office of Instructional Technology Services Branch. Pp. 139.
11. Farshad A. 1998. The use of water-sensitive cards to determine the dispersion spraying. Issue No. 42/78 Plant Protection Organization.
12. Gerami K., Zand E., Borgheie A., and Minaee S. 2005. Investigation of weed control using three kinds of sprayers in wheat (*Triticum aestivum L.*) fields. P. 531-533. In Proceeding of the 1th National Congress of Weed Science, 29-30 Jan. 2005. Tehran University of Mashhad. (In Persian with English abstract)
13. Ghaemmaghami A., Khademolhosaini N., and Lovaimi N. 2008. Evaluation of four mechanisms in wheat spraying. P. 423-427. In Proceedings of the 5th National Conference on Agriculture Machinary Engineering and Mehanization, 27-28 Agu. 2008. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
14. Gupta C.P., Alamban R.B., and Dante E.T. 1996. Development of knapsack electrostatic spinning-disc sprayer for herbicide application in rice. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 25(4): 31-34.
15. Hesami E., and Lorzade Sh. 2008. The Compare of electrostatic and microner sprayers in the application of apyrus herbicide in wheat. P. 368-372. In Proceedings of the 3th area congress of research findings in Agriculture and Natural Resources, 4-5 Mar. 2008. Iran.
16. Jalaee Sadeghyan A. 2004. Simulation of fuzzy control system for sprayers. M.Sc. Thesis. Publications Faculty of Agriculture, Euromeye, Iran. (In Persian with English abstract)
17. Matthews G.A. 1990. Changes in application technique used by the small scale cotton farmer in Africa. Tropical Pest Management. 36(2):166-172.
18. Montazeri M., Zand E., Poorazar R., Bargasteh A.R., Nourouzzadeh S., Vaici M., and Zand E. 2005. An evaluation of efficacy of four wheat selective herbicide in the control of annual dicotyledons weed. Iranian Journal of Weed Science. 1(2):155-162. (in Persian with English abstract)
19. Mosalaneghd H., Norian M., and Mohammadbigi A. 2002. Important of pests, diseases and weeds. Publication of Plant Protection Organization. Pp. 112.
20. Mousavi S.K., Zand E., and Saremi H. 2005. Physiological function and application of herbicides. Zanjan University Press P: 286. (In Persian).
21. Nabizade M., Abbaspoor M., and Chitband A.A. 2013. Evaluation of sweet corn cultivars to new sulfonylurea and mixtures herbicide. Cereal Research. 3(3):227-242. (In Persian with English abstract)
22. Najafi H., Bazoobandi M., and Bagherani N. 2008. The evaluation of the possibility of optimizing the use of sprayer equipment in wheat fields. The final report of research project number is 011-33-16-7901-79002. The Research Center of Agriculture and Natural Resources, Plant Pests and Diseases Research Institute of Khorasan Razavi P: 462. (In Persian)
23. Naseri M. 2008. The survey and evaluation of the factors affecting the performance of sprayer behind tractor farm turbines (Torbuliner). M.Sc. Thesis. Ferdowsi University Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
24. Nezamabadi N., Zand E., Pourazar R., Bagherani N., and Baghestani M.A. 2007. Dose responses of some broadleaf weeds of wheat fields to different tribenuron methyl formulations. Pajouhsh & Sazandegi. 74:99-107. (In Persian with English abstract)
25. Parvin A., and Afshari M. 1995. The evaluation of the efficacy of pesticides based on plant density in the fight against cotton leaf honeydew. Research Institute of pests and plant diseases.
26. Rahimi A., Hossieni A., and Karampoor F. 2007. The evaluation of wheat herbicides. The final report of research project number is 017-48-163601-16002. The Research Center of Agriculture and Natural Resources, Plant Pests and Diseases Research Institute of Boshehr P: 48. (In Farsi). <http://www.Agri dashtestan.blogfa.com>.
27. Rashed Mohassel M.H., Najafi H., and Akbarzadeh M. 2009. Weed biology and control. Mashhad University of Jihad Press P: 404. (In Persian)
28. Safari M. 2008. Technical evaluation conventional and new sprayers in wheat farms in order to determination of methods and proper machine to use in different regions of country. P. 16-20. In Proceedings of the 5th National

- Congress of Agricultural Engineering and Mechanization, 27-28 Agu. 2008. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
- 29. Safari M., Amirshaghghi F., Lovaimi N., and Chaji H. 2010. Evaluation of Conventional Sprayers in Wheat Far. Journal of Agricultural Engineering Research. 10(4):1-12.
 - 30. Safari M., Hedayatipoor A., and Gerami K. 2011. Construction and evaluation of a boom atomizer sprayer to control of sunn pests in a wheat crop. Agronomy Engineering. 34(1):75-86.
 - 31. Salyani M., and serdynski J. 1990. Development of a Spray sensor for deposition assessment. Transactions of the ASAE 33(5):1464-1468.
 - 32. Sanei shariat-panahi M. 2005. The most important broad-leaved weeds and grasses in Iran. Agricultural Training Press P: 318. (In Persian)
 - 33. Sohrabi M.H. 1991. Technical principle sprayer and spraying. Department of Agriculture Bakhtaran.
 - 34. Zand E., Baghestani M.A., Nezamabadi N., Minbashi M., and Hadizade M.H. 2009. A review on the last list of herbicides and the most important weeds of Iran. Iranian Journal of Weed Research. 1(2):83-100.
 - 35. Zand E., Mousavi S.K., and Heidari A. 2008. Herbicides and their application. Mashhad University of Jihad Press P: 567. (In Persian)



Evaluation of Sprayer Type Effect and Tribenuron-Methyl (Gyahstar) Herbicide Dosage on Broadleaf Weeds of Water Wheat Fields

F. Badie¹ - L. Alimoradi² - A.A. Chitband^{3*} - S. Jahedipour⁴

Received: 19-12-2016

Accepted: 03-02-2018

Introduction: Weed management is a key topic in many farming systems. Nowadays, application of herbicides is the most common method to control wheat weeds and maximize yield. Modification of sprayer such as adjusting sprayer for producing droplet with suitable size and uniform can be considered to reduce herbicides usage. For this purpose, the volume median diameter (VMD), numerical median diameter (NMD) and uniform spraying ratio (VMD/NMD) = QC are the common factors. Other method to decrease herbicide usage in field is applying appropriate sprayer. Electrostatic, lance tractor, microner, atomizer and boom sprayer tractor are the common sprayer applying for controlling weeds in wheat fields. Among them, lance tractor sprayer is used at more than 70% of farms in the country. Tribenuron-methyl is a selective post-emergence herbicide for controlling broad leaved weeds in wheat fields. The product is absorbed and transferred by weeds stems and leaves to prevent cell division and kill weeds. Application should be carried out in early spring when weeds are actively growing. Tribenuron-methyl mode of action is inhibiting biosynthesis of the essential amino acids valine and isoleucine, hence stopping cell division and plant growth. Selectivity derives from rapid crop metabolism. Mode of action is rapidly absorbed by foliage and roots and translocated throughout plant. Susceptible plants cease to grow almost immediately after post-emergence treatment and are killed in 7-21 days.

Materials and Methods: To evaluate common sprayer and different doses of tribenuron-methyl herbicide on broadleaf weeds of irrigated wheat, an experiment was carried out in field (with an area of 1200 m²) located in Hakimabad, Mashhad, Iran (latitude 58° 53' N, longitude 36° 46' E) during spring of 2014. The experimental design was split plots based on randomized completed blocks with four replications undertaken in plots with 50 m² (5 × 10) area. The experimental treatments included the main factor with five types of sprayer (Electrostatic, Lance tractor, Microner, Atomizer and Boom sprayer tractor) and sub factor with applying tribenuron-Methyl herbicide (Giahstar, 75% DF, Ariashimi, Iran) at dosage of 15, 20 and 25 gr. ha⁻¹. Broadleaf weeds were sampled in middle of the plots using 1 × 1 quadrat 10 and 20 days after spraying. The weeds biomass and density and wheat yield loss were then assessed. Samples were oven-dried at 75 °C for 72 h and then weighed. Final data were analyzed by SAS 9.1 and EXCEL.

Results and Discussion: The results of experiment showed that both weeds density and weight were significantly reduced by boom sprayer, whereas the lowest efficiency was found for atomizer and lance sprayers. Further, wheat broadleaf weeds were better controlled by boom sprayer with 25 gr/ha tribenuron-methyl application resulting in an increase to 5050 kg/ha for wheat yield. As for solution consumption rate in one hectare, the difference between spraying methods was significant at level of 1%. The highest and lowest herbicide solution rates were found for tractor lance sprayer and microner with 732.8 and 34.9 l.ha⁻¹, respectively. Quality coefficient (VMD/NMD) also was significant at 1% probability level. The best quality coefficients were obtained for tractor boom sprayer (VMD/NMD = 1.8) followed by microner (VMD/NMD = 3). In other words, the tractor boom sprayer had more uniform spray quality than the microner sprayer. Moreover, both sprayers displayed better performance as compared with other sprayers tested. The largest (14.5 %) and lowest (2.8 %) crop losses were determined for tractor boom and microner sprayer, respectively. The highest (3.2 ha⁻¹.h) and lowest (1.1 ha⁻¹.h) field capacities were also obtained for tractor boom and microner sprayer, respectively.

1- M.Sc. of Weed Science, Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Assistant Professor of Weed Science, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Assistant Professor of Weed Science, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran

(*- Corresponding Author Email: chitband.a.a@lu.ac.ir)

4- Assistants Professor of Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Conclusion: The microner sprayer was the best sprayer in terms of solution consumption rate with an efficacy rate of 96 %. The greatest wheat yield (4830 kg.ha^{-1}) was observed for tractor boom sprayer with applying 25 kg.ha^{-1} herbicide. Using tractor lance sprayer applying 15 kg.ha^{-1} herbicide, however, resulted in the lowest wheat yield (4615 kg.ha^{-1}). The greatest and lowest weeds controls were also found for tractor boom and tractor lance sprayer, atomizer sprayer tractor, respectively. Tribenuron-methyl application with dosage of 25 kg.ha^{-1} was the suitable dose for controlling prennial weeds such as bindweed, knotweed, knapweed and rhubarb.

Keywords: Boom sprayer tractor, Crop loss, Field capacities, Quality coefficient, Microner

تأثیر اسید جیبرلیک، پس رسی و حذف پوشینه بر جوانه‌زنی بذر علف پشمکی ژاپنی (*Bromus japonicus* Thunb.)

منصور سارانی^۱- علی قنبری^{۲*}- محمد گلوی^۳- ابراهیم ایزدی دربندی^۴- محمدعلی باغستانی مبیدی^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰

چکیده

علف پشمکی ژاپنی مهم‌ترین علف هرز در مزارع گندم استان سیستان و بلوچستان به شمار می‌رود و پیش‌بینی زمان رفع خفتگی و جوانه‌زنی بذور آن امری ضروری می‌باشد. به منظور تعیین بهترین شرایط جوانه‌زنی در بذور این علف هرز، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل مدت زمان پس رسی در شش سطح (بالاً فاصله پس از برداشت، ۲، ۶، ۹ و ۱۲ ماه پس از برداشت) و پیش‌تیمار با جیبرلیک اسید به مدت ۴۸ ساعت در چهار غلظت (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد. تأثیر سطوح این دو فاکتور برای دو نوع بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه علف پشمکی ژاپنی بررسی شد. پتری‌دیش‌های مربوط به همه تیمارها در انکوپاتور در ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تاریکی کامل قرار داده شدند. پس از ثبت تعداد بذر جوانه زده در هر ۲۴ ساعت، شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی محاسبه گردیدند. حذف پوشینه، غلظت جیبرلیک اسید بالاتر و نگهداری طولانی‌تر پس از برداشت بطور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی را افزایش دادند. سرعت جوانه‌زنی از ۱/۷ در بذرهای پوشینه‌دار به ۱۵/۵ درصد در روز در بذرهای بدون پوشینه افزایش یافت. برای ۳ زمان اول، ۰، ۲ و ۴ ماه پس از برداشت، بذرهای بدون پوشینه میانگین زمان جوانه‌زنی بیشتری نسبت به بذرهای پوشینه‌دار از خود نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: بذر بدون پوشینه، شاخص‌های جوانه‌زنی، علف پشمکی ژاپنی، گندم

هزار مزارع گندم در استان سیستان و بلوچستان مطرح می‌باشد. این

علف هرز به عنوان رقابت‌کننده‌ای مهم در گندم، خصوصاً ارقام نیمه پاکوتاه مطرح است که در مطالعات انجام شده در منطقه سیستان بسته به تراکم و رقم گندم کاهش عملکردی معادل ۲-۲۲ درصد را باعث گردیده است (۲۸). علف پشمکی ژاپنی به طور گسترده‌ای در اروپا، شمال آفریقا، استرالیا، شمال و مرکز اقیانوس آرام، آمریکا و آسیا پراکنده است (۸). در چین تغییر سیستم‌های کشاورزی و استفاده بلند مدت از علف‌کش‌ها در سال‌های اخیر باعث گسترش وسیع آن شده است (۳۱).

این علف‌هرز به دلایلی هم چون تولید بذر فراوان (حدود ۹۴۰۰۰ بذر در متر مربع)، زندگانی بالا در خاک، و توانایی آن در تحمل شرایط ناساعد محیطی، دارای پتانسیل تهاججمی است (۱، ۱۵ و ۳۰). در منطقه‌ی سیستان عمده‌اً گیاه‌چهه‌های علف‌پشمکی ژاپنی در آبان ماه ظاهر شده و در اوایل فروردین تا ۲۰ اردیبهشت ماه سال بعد به مرحله بلوغ رسیده و بذرهای آن ریزش می‌کنند. بذرها به دلیل وزن کم (وزن هزار دانه در حدود ۵ گرم) به راحتی توسط آب و باد منتقل می‌شوند (۲۸).

جوانه‌زنی یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاه

مقدمه

شناخت بوم‌شناسی و زیست‌شناسی بذر علف‌های هرز امری ضروری است، زیرا مطالعه زیست‌شناسی جوانه‌زنی علف‌های هرز با ارائه اطلاعات در زمینه خفتگی بذر، الگوی جوانه‌زنی و سبز شدن گیاه‌چهه در توسعه استراتژی‌های مدیریت دراز مدت و بهبود آنها اهمیت زیادی دارد (۹). علف‌پشمکی ژاپنی^۲ گیاهی باریک برگ و یکساله زمستانه از تیره‌ی گندمیان^۳ است که به عنوان مهم‌ترین علف

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران

۲ و ۴- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: msarani@mail.um.ac.ir)

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زابل، ایران
۵- استاد پخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پژوهشی ایران، تهران، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v32i4.66215

2- *Bromus japonicus* Thunb.

3- Poaceae

تحریک جوانهزنی بذور است که می‌تواند با جایگزینی نیاز سرمایی در جوانهزنی بذرهای دارای خفتگی نقش عمده‌ای داشته باشد (۱۲ و ۱۹).

یکی از اهداف مهم مطالعات جوانهزنی و سبزشدن بذور در علفهای هرز، پیش‌بینی زمان رفع خفتگی و جوانهزنی آنها در شرایط مزرعه‌ای است (۲۱). افزایش دانش در خصوص جوانهزنی بذر علف‌پشمکی ژاپنی می‌تواند چنین امری را در رابطه با مدیریت آن در مزارع محقق کرده و به مدیریت بهتر و پیش‌بینی پتانسیل آن برای گسترش در مناطق جدید کشور کمک زیادی کند (۱۶). بنابراین هدف از پژوهش حاضر ارزیابی مشخصه‌های جوانهزنی بذر علف‌پشمکی ژاپنی در زمان‌های مختلف پس از رسیدگی فیزیولوژیک و بررسی تأثیر جیریلیک اسید بر آنها بود.

مواد و روش‌ها

پانیکول‌های کاملاً رسیده علف‌پشمکی ژاپنی از مزارع گندم آلوه به این علف هرز در منطقه سیستان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک؛ طول جغرافیایی $41^{\circ} 46' E$ ، عرض جغرافیایی $30^{\circ} 54' N$ شمالی؛ ارتفاع از سطح دریا 483 متر) قبل از برداشت گندم در 20 اردیبهشت 1393 جمع‌آوری شدند. سپس، بذرها از پانیکول جدا و با استفاده از دستگاه غربال باد افشارن بوجاری شدند. آزمون جوانهزنی بر روی بذرها در زمان‌های مختلف پس از برداشت شامل بلافضله پس از برداشت، 2 ، 4 ، 6 ، 9 و 12 ماه پس از برداشت صورت گرفت. در طول مدت یکسال آزمایش جوانهزنی، بذرها در محیط اتاق نگهداری ($25 \pm 2^{\circ}C$) شدند. در هر کدام از زمان‌های آزمون جوانهزنی، بذرهای مورد آزمون به دو گروه تقسیم شدند. گروهی به صورت بذر پوشینه‌دار و در گروه دیگر پوشینه بذر با مالش دادن بذرها به هم با دست از سطح بذر جدا شد (بذر بدون پوشینه). بر روی هر کدام از این دو گروه سطوح مختلف جیریلیک اسید اعمال شد.

پیش از قرار دادن بذرها در محیط کشت، با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم 1 درصد به مدت 2 دقیقه ضد عفونی شدند. برای هر گروه از بذرهای ذکر شده، تعداد 100 عدد بذر در داخل پتری دیش‌های 9 سانتی‌متری حاوی دو عدد کاغذ صافی قرار داده شد، پس از قرار دادن بذرها بر روی کاغذ صافی به قطر 10 میلی‌متر، تیمارهای جیریلیک اسید اعمال شد. بدین صورت که بذرها بعد از قرار گرفتن در پتری دیش با استفاده از محلول اسید جیریلیک با غلاظت‌های صفر (آب دو بار تقطیر شده)، 100 ، 200 و یا 300 میلی‌گرم در لیتر به مدت 48 ساعت پیش تیمار شدند.

تمامی پتری دیش‌ها در داخل انکوباتور با دمای ثابت $20^{\circ}C$ و تاریکی کامل برای 14 روز قرار داده شدند (۱۶، ۲۳). شمارش بذرهای

است و هر گونه گیاهی دارای نیازهای محیطی خاصی برای جوانهزنی است (منبع). بنابراین، درک اساسی از فرآیندهای جوانهزنی و سبزشدن در شرایط مختلف محیطی ضروری است (۵). بذر بسیاری از گندمیان در مرحله بلوغ دارای خفتگی است، که در این گونه‌ها اغلب خفتگی با قرار گرفتن مدت زمان کوتاه تا بلند در شرایط خشک (پرسی) برطرف می‌شود، چه این شرایط به طور طبیعی در مزرعه اتفاق بیفت و یا بذر در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی قرار داشته باشد (۲۲).

بر اساس مطالعات صورت گرفته، بذرهای تازه علف‌پشمکی ژاپنی به عنوان بذرهای بدون خفتگی و یا داری خفتگی فیزیولوژیکی پایین دسته‌بندی می‌شوند (۲ و ۱۷). البته قرار گرفتن بذرهای این علف‌هرز در معرض دماهای پایین، منجر به القاء شدن خفتگی ثانویه در آنها خواهد شد (۱). گش و بینگهام (۱۱) نشان دادند که بذرهای جوموشی^۱ که 16 هفته پس از برداشت در شرایط خشک نگهداری شدند، نسبت به آنها بیکاری که بلافضله پس از برداشت تحت آزمایش قرار گرفتند، به طور معنی داری بیشتر جوانه زدند. به طور کلی، نگهداری بذور در انبار به مدت یک هفته پس از برداشت تأثیر کمتری بر رفع خفتگی بذرهای علف‌پشمکی نسبت به نگهداری طولانی مدت آنها داشت (منبع). مطالعات نشان داده‌اند که وضعیت خفتگی بذور جوموشی پس از ریزش تحت کنترل شدید ژنتیکی است و اختلافات عده‌های در میزان خفتگی بین توده‌ها وجود دارد (۲۰ و ۳۲).

رکود ناشی از پوسته بذر ممکن است به دلیل نفوذناپذیری لایه‌های کوتینی موجود در پوسته نسبت به آب و گازها، یا به علت وجود بازدارنده‌های شیمیایی در پوسته باشد (۱ و ۱۰). برای علف‌پشمکی ژاپنی وجود خفتگی فیزیکی (وجود موائع بازدارنده در پوسته بذر جهت رسیدن آب و گازها به جنین) به اثبات نرسیده است (۱).

هورمون‌های گیاهی یا مواد تنظیم کننده رشد در بسیاری از جنبه‌های رشد و نمو گیاه شرکت دارند. تحقیقات نشان داده‌اند که بسیاری از هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین، جیبرلین، سیتوکنین، اتیلن و آبسیزیک از راههای مشخصی که منجر به کنترل عملکرد ژن‌ها می‌شود، در تحریک جوانهزنی یا خفتگی بذر نقش دارند (۱۴). بر طرف شدن خفتگی بذر از طریق تبادل بین مواد بازدارنده رشد مانند ABA و مواد تحریک کننده رشد گیاه مانند جیریلیک اسید حاصل می‌شود. جیبرلین‌ها (GA) تنظیم کننده‌های رشد هستند که بر فرآیندهای نموی مختلف گیاه، از جمله طوبیل شدن ساقه، جوانهزنی، خفتگی بذر، گل‌دهی، القا آنزیمی، پیری برگ و بیان جنسیت تأثیرگذار هستند (۲). تیمار بذر با جیریلیک اسید بر هر دو فرآیند افزایش رشد جنین و جوانهزنی بذرهای با خفتگی فیزیولوژیکی پایین، بسیار تأثیرگذار است (۲۷). همچنین جیریلیک اسید مهم‌ترین هورمون در

1- *Bomus tectorum* L.

(Proc NLIN) در محیط نرم افزار SAS 9.2 روند تغییرات درصد جوانه زنی بررسی گردید. شکل‌ها در محیط نرم‌افزار SigmaPlot 12.5 ترسیم شدند.

نتایج و بحث

برای هر دو گروه بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه، اثرات ساده دو فاکتور آزمایشی بر پارامترهای جوانه زنی معنی دار شد ($P < 0.01$). نتایج نشان داد که برای هر سه شاخص جوانه زنی علف پشمکی ژاپنی در هر دو گروه بذر، زمان پس از برداشت بذر بیشترین سهم از واریانس داده‌ها را به خود اختصاص داد. به بیان دیگر، تأثیر گذاری این عامل نسبت به منابع تغییرات دیگر بیشتر بود. در هیچ کدام از شاخص‌های جوانه زنی، برهمکنش اسید جیبرلیک در زمان پس از برداشت معنی دار نبود (جدول ۱).

درصد جوانه زنی علف پشمکی ژاپنی، با افزایش مقدار جیبرلیک اسید و نیز فاصله گرفتن از زمان جدا شدن از گیاه مادری، چه در گروه پوشینه‌دار و چه گروه بدون پوشینه، افزایش معنی‌داری نشان داد. در بذرهای پوشینه‌دار، درصد جوانه زنی در سطح ۳۰۰ میلی‌گرم پیش تیمار با جیبرلیک اسید افزایش ۷۶ درصدی نسبت به عدم پیش تیمار با آن نشان داد و در بذرهای بدون پوشینه این افزایش به ۱۶ درصد رسید. با برداشته شدن پوشینه از سطح بذر بدون کاربرد جیبرلیک اسید، درصد جوانه زنی بیش از دو برابر افزایش یافت (جدول ۲).

روند تغییرات درصد جوانه زنی در زمان‌های مختلف پس از برداشت در شکل ۱ نشان داده شده است. بطورکلی با افزایش سطح کاربرد جیبرلیک اسید، چه در بذرهای سالم و چه در بذرهای بدون پوشینه، درصد جوانه زنی بیشتر و با سرعت بالاتری به حداقل مقدار خود در ۱۲ ماه پس از برداشت رسید (شکل ۱). همچنین میزان جوانه زنی در بذرهای بدون پوشینه، ۶ ماه پس از برداشت به حداقل مقدار خود رسید، در صورتی که برای بذرهای سالم تا ۱۲ ماه پس از برداشت روند افزایشی مشاهده شد.

مقادیر میانگین مرباعات خطای رگرسیون نشان داد که معادله سیگموئیدی استفاده شده جهت بررسی روند تغییرات درصد جوانه زنی علف‌پشمکی تحت تأثیر فاکتورهای آزمایشی از دقت بالایی برخوردار بود (جدول ۳). در همه سطوح جیبرلیک اسید، مقدار حداقل جوانه زنی برآورد شده برای بذرهای بدون پوشینه بیشتر از بذرهای پوشینه‌دار بود. نکته مهم دیگر اینکه، مدل نشان داد که مدت زمان رسیدن به ۵۰ درصد از جوانه زنی حداقل در بذرهای بدون پوشینه کمتر از یک ماه بود ($T_0 < 1$). در تیمار شاهد (بذر پوشینه‌دار و عدم استفاده از جیبرلیک اسید) حدود ۶ ماه زمان لازم است تا درصد جوانه زنی به ۵۰ درصد از حداقل مقدار آن (۶۳ درصد) در ماه ۱۲ پس از برداشت برسد (جدول ۳).

جوانه زده به صورت روزانه در محیط آزمایشگاه ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) صورت گرفت. با خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر، بذر جوانه زده حساب می‌گردید و پس از شمارش، بذرهای جوانه زده از پتری دیش خارج می‌شدند.

درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و میانگین زمان جوانه زنی با استفاده از معادلات زیر برآورد گردیدند (۲۶). درصد جوانه زنی با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد:

$$\text{معادله (۱)} \quad GP = \frac{\text{میانگین زمان}}{\text{تعداد بذر جوانه زده در روز}} \times 100$$

در این معادله GP درصد جوانه زنی، N تعداد بذر جوانه زده در روز نام و n تعداد کل بذرهای موجود در هر تکرار که برابر ۱۰۰ می‌باشد. سرعت جوانه زنی و میانگین زمان جوانه زنی به ترتیب با استفاده از معادله‌های (۲) و (۳) محاسبه شدند.

$$\text{معادله (۲)} \quad GR = \frac{\text{میانگین زمان}}{\text{تعداد بذر جوانه زده در روز}} \times 100$$

$$\text{معادله (۳)} \quad MGT = \frac{\sum_{i=1}^k N_i T_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$$

که در این معادلات، GR سرعت جوانه زنی، MGT میانگین زمان جوانه زنی، k تعداد روز از ابتدای شمارش بذر تا انتهای آزمایش، N_i تعداد بذر جوانه زده در روز نام و T_i زمان از ابتدای آزمایش تا روز نام می‌باشد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از مدل‌های خطی تعیین یافته از طریق رویه GLM در محیط نرم افزار SAS 9.2 انجام پذیرفت (۱۸). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و تجزیه شد. در اینجا تأثیر دو فاکتور تیمار جیبرلیک اسید و زمان پس از برداشت بذر و برهمکنش آنها با یکدیگر به عنوان اثرات ثابت در نظر گرفته شدند. همچنین اثرات تکرار و تکرار تیمار جیبرلیک اسید \times زمان پس از برداشت به عنوان متغیرهای تصادفی در مدل در نظر گرفته شدند. مقایسه میانگین اثرات ساده فاکتورها و برهمکنش آنها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی دار^۱ فیشر انجام شد. روند تغییرات درصد جوانه زنی علف‌پشمکی ژاپنی برای زمان‌های پس از برداشت بذر با استفاده از معادله سیگموئیدی سه پارامتره تشریح گردید.

$$\text{معادله ۴} \quad G = \frac{G_m}{1 + e^{-(\frac{T - T_0}{b})}}$$

که در آن G جوانه زنی علف‌پشمکی ژاپنی به درصد G_m بیشینه درصد جوانه زنی علف‌پشمکی ژاپنی در تیمار مورد نظر، T زمان آزمون جوانه زنی پس از برداشت بذر، T_0 زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰٪ از جوانه زنی حداقل در تیمار مورد نظر و b شبیه منحنی در نقطه T_0 را نشان می‌دهد. با استفاده از تجزیه رگرسیون غیرخطی

1- Fisher's least significant difference (LSD)

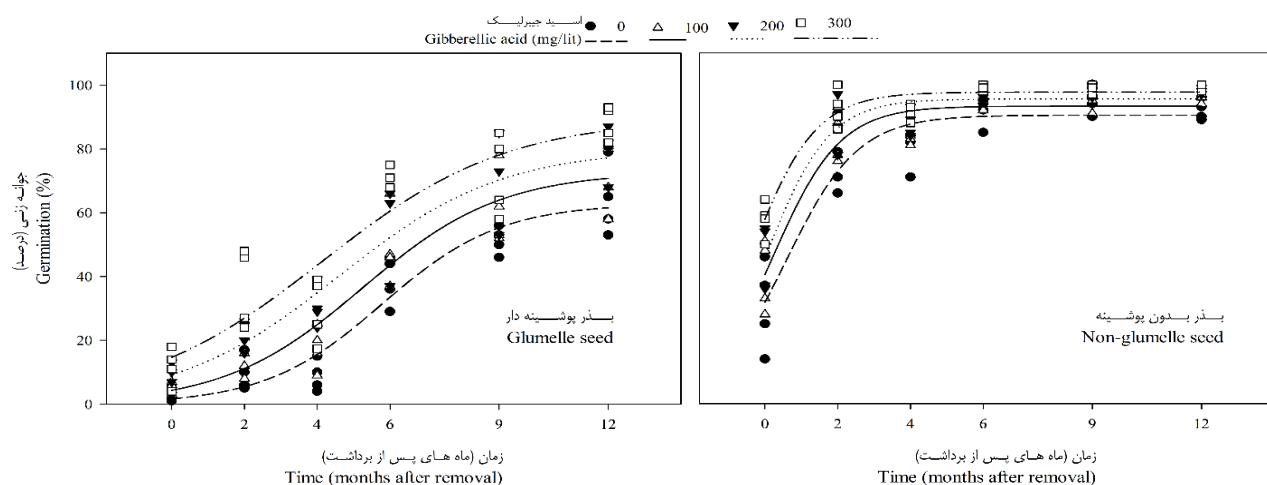
جدول ۱- نتایج تجزیه اجزای متغیرهای جوانهزنی در بذرهای پوشینه‌دار و بدون پوشینه علف‌پشمکی ژاپنی

Table 1- Analysis of variance components for the germination data of *Bromus japonicus* glumelle and non-glumelle seeds

منبع تغییرات Source of variance	بذرهای پوشینه‌دار							
			جوانهزنی (درصد) Germination (%)		سرعت جوانهزنی (درصد در روز) Germination rate (% day ⁻¹)		میانگین زمان جوانهزنی (روز) Mean germination time (day)	
	درجه آزادی df	TTL [†]	Mean of square	TTL	Mean of square	TTL	Mean of square	
جیربیلیک اسید Gibberellic acid (G)	3	9	2205**	15.5	8.4**	11.7	181.8**	
زمان Time (T)	5	82	12074**	70.7	22.9**	77	715.7**	
G×T	15	1.4	68ns	1.5	0.1ns	1.8	5.6ns	
خطا	72	7.6	77	12.3	0.2	9.5	6.1	
Error								
ضریب تغییرات Coefficient of variance			21.8		30.3		22.9	
بذرهای بدون پوشینه								
جیربیلیک اسید Gibberellic acid (G)	3	5.3	692**	4.2	96.7**	11	20.9**	
زمان Time (T)	5	86	6695**	85.2	1184**	50.4	57.4**	
G×T	15	2	50.8ns	2	9.6ns	6.3	2.4ns	
خطا	72	6.7	37.2	8.6	8.2	32.3	2.5	
Error								
ضریب تغییرات Coefficient of variance			7.2		18.4		22.1	

* درصد از کل واریانس تغییرات؛ ns, * و ** به ترتیب تأثیر غیر معنی‌دار و تأثیر معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

† Percentage of total variance; ns, * and ** show non-significant effect and significant in 0.05 and 0.01 level, respectively.



شکل ۱- تغییرات در جوانهزنی علف‌پشمکی تحت زمان‌های مختلف پس از برداشت برای غلظت‌های مختلف جیربیلیک اسید. علاوه‌دادهای مشاهده شده و خطوط مقداری برآراش داده شده توسط معادله (۱) را نشان می‌دهد

Figure 1- Changes in *Bromus japonicus* germination over times after seed removal for different concentrations of gibberellic acid. Symbols are observed data and lines are fitted values obtained from Equation (1)

جدول ۲- میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی علف پشمکی ژاپنی در پاسخ به فاکتورهای آزمایشی
Table 2- Mean responses of *Bromus japonicus* germination indices to experimental factors

فاکتورهای آزمایشی Experimental factors	جوانه‌زنی Germination (%)		سرعت جوانه‌زنی Germination rate (% day ⁻¹)		میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	
	glumelle	Non-glumelle	glumelle	Non-glumelle	glumelle	Non-glumelle
جیبرلیک اسید Gibberellic acid (mg/lit)						
0	29.2 ^d	77.1 ^c	2.5 ^a	18.2 ^a	14.1 ^a	8.5 ^a
100	36.7 ^c	82.1 ^b	1.8 ^b	15.7 ^b	11.7 ^b	7.2 ^b
200	43.8 ^b	85.5 ^b	1.4 ^c	14.7 ^{bc}	9.8 ^c	6.9 ^{bc}
300	51.6 ^a	89.8 ^a	1.2 ^c	13.5 ^c	7.6 ^d	6.3 ^c
زمان (ماه‌های پس از برداشت) Time (months after removal)						
0	7.1 ^e	43.4 ^c	0.5 ^e	3.2 ^e	2.3 ^d	8.8 ^a
2	20.7 ^d	85.2 ^b	0.7 ^{de}	11.1 ^d	5.9 ^c	8.5 ^a
4	21.5 ^d	84.8 ^b	0.8 ^d	11.5 ^d	6.7 ^c	9.2 ^a
6	54.3 ^c	95.2 ^a	2.1 ^c	21.8 ^b	14.8 ^b	5.9 ^b
9	62.5 ^b	96.8 ^a	2.8 ^b	18.5 ^c	15.6 ^b	6.2 ^b
12	75.6 ^a	96.3 ^a	3.3 ^a	27.1 ^a	19.3 ^a	4.5 ^c

در هر ستون و برای هر فاکتور، میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($P < 0.05$).
In each column for any factor, means with a same letter have not significant difference ($P < 0.05$).

جدول ۳- پارامترها، خسایب تبیین و جذر میانگین مربعات خطای رگرسیون مدل سیگموئیدی برآورده شده به داده‌های درصد جوانه‌زنی علف پشمکی ژاپنی

Table 3- Parameters, root mean squared error (RMSE) and coefficients estimated for the sigmoidal model fitted to *Bromus japonicus* germination data

نوع بذر Seed type	جیبرلیک اسید Gibberellic acid (mg/lit)	پارامترها Parameters				
		G_m	T_0	b	R^2	RMSE
Glumelle seed	0	62.9 (4.4)	5.7 (0.4)	1.6 (0.3)	0.90	7.72
	100	72.8 (5.9)	5.2 (0.5)	1.9 (0.4)	0.86	9.79
	200	80.0 (6.3)	4.5 (0.5)	2.2 (0.4)	0.87	9.82
	300	89.6 (8.8)	4.1 (0.7)	2.5 (0.6)	0.80	12.72
No- glumelle seed	0	90.4 (2.5)	0.6 (0.2)	1.0 (0.1)	0.84	9.40
	100	93.2 (2.0)	0.2 (0.1)	1.0 (0.1)	0.88	7.01
	200	95.5 (1.6)	0.07 (0.1)	0.8 (0.1)	0.89	6.24
	300	97.6 (1.1)	0.03 (0.1)	0.8 (0.1)	0.92	4.32

مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد.

Values in parentheses are standard errors.

بود (جدول ۲). به بیان دیگر، با حذف پوشینه در علف پشمکی ژاپنی تأثیرپذیری درصد جوانهزنی بذر به واسطه کاربرد جیبرلیک اسید کاهش پیدا خواهد کرد. قاسمی پیربلوطی و همکاران (۷) در بررسی اثر تیمارهای مختلف در شکستن خفتگی و تحریک جوانهزنی بذر پنج گونه گیاه دارویی منطقه چهارمحال و بختیاری به این نتیجه رسیدند که نیترات پتابسیم با غلظت ۰/۰۰ درصد و جیبرلیک اسید با غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین اثر مثبت بر شکستن خفتگی و تحریک جوانهزنی بذر گونههای آویشن دنایی، زوفا و بادیان رومی داشتند. جیبرلیک اسید یکی از هورمونهای مهم رشد است که نقش بسیار مهمی در شکستن خفتگی بذر، جایگزینی سرمادهی در بذرهای با پوسته سخت و در نهایت جوانهزنی بذر گیاهان دارد (۲۵). بنایان و نجفی (۶) اظهار داشتند که جوانهزنی بذر باریجه^۱ در غلظت‌های بالاتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر از جیبرلیک اسید افزایش یافت. آنها همچنین گزارش کردند که مقادیر کم جیبرلیک اسید تأثیری بر شکستن خفتگی بذر باریجه نداشت ولی مقادیر بالاتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر و افزایش مدت زمان خیساندن از ۴۸ به ۷۲ ساعت باعث بهبود درصد جوانهزنی گردید، به طوری که بیشترین درصد و سرعت جوانهزنی بذر باریجه در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر بدست آمد. همچنین کاربرد جیبرلیک اسید و نیترات پتابسیم سبب تحریک جوانهزنی بذر گونههای مختلف علف مار^۲ شده است.

مکی‌زاده تققی و همکاران (۲۳) گزارش کردند که بالاترین درصد جوانهزنی در تیمار آبشویی بذرها به همراه جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و آبشویی بذرها به همراه جیبرلیک اسید ۵۰۰ میلی گرم در لیتر در گیاه کور^۳ مشاهده شد. در بررسی گزارش نبئی و همکاران (۲۴) بیشترین درصد جوانهزنی در گیاه ریواس در اثر تیمار تلقیقی پیش سرمادهی مرتبط (به مدت ۲۵ روز) و جیبرلیک اسید (۵۰۰ میلی گرم در لیتر) به دست آمد. طوبیلی و همکاران (۲۹) در تحقیقی بر روی گیاه علف شور^۴ اثر تیمارهای مختلف پیش خیساندن نیترات پتابسیم با غلظت ۰/۰ درصد بیشترین اثر مثبت را بر جوانهزنی بذر این گونه گیاهی داشت و مشخص گردید که اثر جیبرلیک اسید ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نیز نزدیک به نتایج حاصل از نیترات پتابسیم ۰/۲ درصد بود. کوچکی و عزیزی (۱۳) تأثیر جیبرلیک اسید بر شکستن خفتگی و افزایش جوانهزنی بذر کلپوره^۵ را معنی دار گزارش کردند. بهرانی و همکاران (۳) بیان نمودند که خراش دهی پوسته بذر کور با سولفوریک اسیدغاییظ و تیمار بذرهای خراش یافته با جیبرلیک

پاسخ سرعت جوانهزنی در دو گروه بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه نسبت به افزایش مقدار جیبرلیک اسید منفی بود، طوری که افزایش سطح پیش تیمار با این هورمون موجب کاهش معنی دار در سرعت جوانهزنی گردید. سرعت جوانهزنی چه در بذرهای پوشینه‌دار و چه در بذرهای بدون پوشینه، به زمان پس از برداشت از گیاه مادری پاسخ مشتبی نشان داد و روند افزایشی مشاهده شد. طوری که در زمان ۱۲ ماه پس از برداشت، سرعت جوانهزنی نسبت به زمان اولیه به ترتیب در بذرهای پوشینه‌دار و بدون پوشینه، افزایش ۷ و ۹ برابری نشان داد (جدول ۲).

هنگامی که سرعت جوانهزنی علف پشمکی ژاپنی، در هر سطح از اسید جیبرلیک برای زمان‌های مختلف پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفت، روند افزایشی این شاخص جوانهزنی برای همه سطوح جیبرلیک اسید در طول زمان‌های پس از برداشت مشاهده گردید. در هر دو گروه بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه، مقدار افزایش سرعت جوانهزنی در سطح عدم کاربرد جیبرلیک اسید بیشتر از سه سطح دیگر بود. بالاترین سرعت جوانهزنی با مقدار حدود ۳۴ بذر در روز برای تیمار عدم کاربرد جیبرلیک اسید و در زمان ۱۲ ماه پس از برداشت مشاهده شد که افزایش ۸ برابری نسبت به زمان جدا شدن از گیاه مادری از نشان داد.

در شرایط عدم اضافه کردن جیبرلیک اسید به محیط جوانهزنی، حذف پوشینه بذر موجب شد تا مقدار میانگین زمان جوانهزنی علف‌پشمکی، از ۱۴/۱ روز به ۸/۵ روز کاهش یابد. بالا بردن غلظت جیبرلیک اسید، موجب کاهش معنی داری در میانگین زمان جوانهزنی در خصوصاً در بذرهای پوشینه‌دار گردید. میانگین زمان جوانهزنی در پاسخ به زمان‌های مختلف پس از برداشت، در دو گروه بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه شرایط متفاوتی نسبت به یکدیگر داشت. بالاترین میانگین زمان جوانهزنی در بذرهای پوشینه‌دار در ۱۲ ماه پس از برداشت (۱۹/۳ روز) ثبت شد در صورتی که بذرهای بدون پوشینه در این زمان کمترین میانگین زمان جوانهزنی (۴/۵ روز) را از خود نشان دادند (جدول ۲). روند تغییرات میانگین زمان جوانهزنی در بذرهای پوشینه‌دار و بدون پوشینه تحت تأثیر زمان‌های مختلف پس از برداشت به دو شکل متفاوت ظاهر شد. در ۳ زمان اول پس از برداشت، بذرهای بدون پوشینه میانگین زمان جوانهزنی بیشتری نسبت به بذرهای پوشینه‌دار از خود نشان دادند و برعکس آن برای ۳ زمان انتهایی پس از برداشت مشاهده گردید (جدول ۳).

در مطالعات زیادی تأثیر مثبت جیبرلیک اسید بر جوانهزنی بسیاری از گونه‌های گیاهی به اثبات رسیده است. در این مطالعه هرچند تأثیر جیبرلیک اسید بر افزایش جوانهزنی مثبت ارزیابی شد و اختلاف بین ۴ سطح کاربرد این هورمون مشاهده گردید (جدول ۱ و ۲)، متنها تأثیر آن بر بذرهای پوشینه‌دار بیشتر از بذرهای بدون پوشینه

1- *Ferula gummosa* Boiss.

2- *Capparis* spp.

3- *Capparis spinosa* L.

4- *Salsola rigida* Pall.

5- *Teucrium polium* L.

میلی‌گرم در لیتر به همراه سرمادهی در ۴ درجه سلسیوس مؤثرترین روش تحریک جوانه‌زنی بذرهاست سخت یونجه‌های یکساله بودند.

اسید نقش بسزایی در تحریک جوانه‌زنی بذر این گیاه دارد. بلوچی و مدرس ثانوی (۴) نتیجه گرفتند که جیبرلیک اسید با غلظت ۷۵۰

جدول ۴- برشن دهی برهمکنش جیبرلیک اسید×زمان برای سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی علف پشمکی ژاپنی بر اساس سطوح مختلف جیبرلیک اسید

Table 4- Slicing gibberellic acid×time interaction by gibberellic acid levels for germination rate and mean germination time of *Bromus japonicus*

Gibberellic acid (mg/lit)	سرعت جوانه‌زنی (درصد در روز)		میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	
	Glumelle	Non-glumelle	Glumelle	Non-glumelle
0				
0	1.4 (0.8) ^c	3.9 (0.1) ^e	3.9 (0.1) ^d	12.4 (1.2) ^a
2	1.3 (0.3) ^c	12.8 (0.3) ^d	10.3 (1.5) ^c	9.4 (0.5) ^{bc}
4	1.5 (0.2) ^c	15.2 (1.3) ^d	10.5 (2) ^c	10.2 (0.3) ^{ab}
6	2.9 (0.1) ^b	23.9 (0.8) ^b	20 (0.8) ^{ab}	6.7 (0.8) ^{cd}
9	3.5 (0.2) ^b	19.8 (0.3) ^c	17.7 (2.1) ^b	7.2 (0.7) ^d
12	4.6 (0.3) ^a	33.9 (6) ^a	22 (1) ^a	5.1 (0.2) ^d
100				
0	0.3 (0.1) ^d	3.3 (0.2) ^d	2.7 (0.7) ^d	8.4 (2.1) ^{ab}
2	0.8 (0.1) ^{cd}	11.4 (0.5) ^c	6.5 (0.8) ^c	8.8 (0.2) ^a
4	1.2 (0.1) ^c	12 (0.6) ^c	8.3 (1.1) ^c	9.1 (0.5) ^a
6	2.2 (0.3) ^b	22.8 (0.6) ^{ab}	16.3 (1.6) ^b	6.3 (0.5) ^{bc}
9	3 (0.3) ^a	19.3 (0.4) ^b	16.2 (2) ^b	6.2 (0.4) ^{bc}
12	3.4 (0.3) ^a	25.7 (0.5) ^a	20.5 (1.4) ^a	4.7 (0.1) ^c
200				
0	0.2 (0) ^c	3.1 (0.4) ^d	1.8 (0.3) ^c	7.5 (2.1) ^{ab}
2	0.6 (0.2) ^c	10.6 (1.4) ^c	4.7 (1.1) ^c	8.5 (0.3) ^a
4	0.6 (0.1) ^c	10.4 (0.6) ^c	5.2 (1.2) ^c	9.1 (0.4) ^a
6	1.9 (0.3) ^b	21.1 (1.4) ^{ab}	13.2 (0.9) ^b	5.6 (0.1) ^{bc}
9	2.5 (0.3) ^{ab}	18.2 (0.3) ^b	15.1 (1.9) ^b	6.1 (0.5) ^{bc}
12	2.8 (0.2) ^a	25.1 (0.5) ^a	19.1 (1) ^a	4.5 (0.1) ^c
300				
0	0.1 (0) ^c	2.8 (0.4) ^d	1 (0.3) ^c	7.2 (1.2) ^{ab}
2	0.4 (0.1) ^c	9.4 (0.8) ^c	2.5 (0.7) ^c	7.4 (0.4) ^{ab}
4	0.3 (0.1) ^c	8.5 (0.8) ^c	2.9 (0.8) ^c	8.4 (0.3) ^a
6	1.4 (0.1) ^b	19.5 (1.2) ^b	10.1 (1.2) ^b	5.2 (0.2) ^{bc}
9	2.2 (0.1) ^a	16.9 (0.9) ^b	13.5 (1.4) ^{ab}	5.4 (0.4) ^{bc}
12	2.7 (0.2) ^a	23.9 (0.7) ^a	15.6 (0.8) ^a	4.1 (0.1) ^c

مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد.

در هر ستون و برای هر سطح جیبرلیک اسید، میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($P < 0.05$).

Values in parentheses are standard errors.

In each column for any level of gibberellic acid, means with a same letter have not significant difference ($P < 0.05$).

جوانه‌زنی بذر علف‌پشمکی می‌گردد. بطورکلی می‌توان بیان کرد که بذرهای علف‌پشمکی ژاپنی موجود در بانک بذر در صورت داشتن زیستایی و نیز حضور عوامل مهم برای جوانه‌زنی شامل عمق مناسب قرار گیری بذر، دما، رطوبت و اکسیژن، می‌توانند جوانه بزنند. این نکته مهمی در رابطه با استفاده برخی تکنیک‌های کنترل در برنامه‌های مدیریتی علف‌پشمکی می‌باشد. طوری که يحتمل با استفاده از روش ایجاد بستر کشت کاذب، عمدۀ گیاهچه‌های آن را در مزرعه کنترل کرد.

این مطالعه نشان داد که برداشتن پوشینه و نگهداری بذر علف‌پشمکی ژاپنی برای مدتی پس از ریزش از گیاه مادری، بیشترین سهم را در رفع خفتگی پایین فیزیولوژیکی این علف هرز دارد (جدول ۱ و ۲). نشان داده شده است که جوانه‌زنی در عمدۀ گیاهان خانواده گندم به آسیب فیزیکی بذر واکنش مشبت معنی‌داری نشان می‌دهد (۳۳). مشخص شده است که خفتگی بذر جمعیت‌های مختلف از گونه‌های دیگر علف‌پشمکی تحت تأثیر انبارسازی خشک کاهش یافته (۳۴). بنابراین این دو فرآیند، برداشته شدن پوشینه در میوه گندمه بذرها و نگهداری برای مدت بیشتر از ۲ ماه، موجب افزایش

منابع

1. Baskin J.M. and Baskin C.C. 1981. Ecology of germination and flowering in the weedy winter annual grass *Bromus japonicus*. Journal of Range Management, 34: 369-372.
2. Baskin, C.C., and Baskin, J.M. 2014. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2nd Eds. Elsevier/Academic Press, San Diego.
3. Bahrani M.J., Ramazani M., Shekafandeh A., and Taghavi M. 2008. Seed germination of wild caper (*Capparis spinosa* L. var *parviflora*) as affected by dormancy breaking treatment and salinity levels. Seed Science and Technology, 36: 779-780.
4. Balouchi H.R., and Modarres Sanavi S.M. 2006. Effect of gibberellic acid, prechiling, sulfuric acid and potassium nitrate on seed germination and dormancy of annual Medics. Pakistan Journal of Biological Science, 9: 2875-2880.
5. Basiri M. 2016. The reaction of grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in competition with Japanese brome (*Bromus japonicus* Thunb.) in Sistan region. PhD Thesis. University of Zabol, Zabol, Iran. (In Persian with English abstract)
6. Bannayan M., and Najafi F. 2004. Final report study of germination in seeds of wild medicinal plants in Iran. Department of Agronomy, College of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
7. Chasemi Pirbalooti A., Golparvar A.R., Riahi Dehkordi M., and Navid A.R. 2006. The effect of different treatment on breaking dormancy and stimulat germination of five species of medicin and aromatic plants in Chaharmahal and Bakhtiari. Research and Development on Natural Resources, 74:185-192. (In Persian with English abstract)
8. Che J.D., Yuan Z.Q., Jin D.H., Wang Y.M., Zhang G.W., Hu X.G., Wu J.Z., and Tian Z.Y. 2010. Study report of *Bromus japonicas* Thunb. biological characteristics. Beijing Agric, 36: 41-43.
9. Eslami S.W., Afghani F., and Mahmoodi S. 2008. Effect of environmental factors on germination and longevity of downy brome (*Bromus tectorum*) seeds. Iranian Society of Seed Science, 2:47-57. (In Persian with English abstract)
10. Finch-Savage W.E., and Leubner-Metzger G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New phytologist, 171: 501-523.
11. Gasch C., and Bingham R. 2006. Variation in seed germination characteristics among population of *Bromus tectorum* in the Gunnison Basin. Bios, 77: 7-12.
12. Greipsson S. 2001. Effects of stratification and GA3 on seed germination of a sand stabilizing grass (*Leymus arenarius* L.) used in reclamation. Seed Science and Technology, 29: 1-10.
13. Koochaki A., and Azizi G. 2005. Effect of different treatments on seed germination dormancy in *Teucrium polium*. Iranian Journal of Field Crop Research, 3: 81-88. (In Persian with English abstract)
14. Koornneff M., Bentsink L., and Hilhorst H. 2002. Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology, 5: 33-36.
15. Karl M.G., Heitschmidt R.K., and Haferkamp M.R. 1999. Vegetation biomass dynamics and patterns of sexual reproduction in a norther mixed-grass prairie. American Midland Naturalist, 141: 227-237.
16. Li Q., Tan J., Li W., Yuan G., Du L., Ma S., and Wang J. 2015. Effect of environmental factors on seed germination and emergence of Japanese Brome (*Bromus japonicas*). Weed Science, 63: 641-646.
17. Liu K., Baskin J.M., Baskin C.C., Bu H., Liu M., Liu W., and Du G. 2011. Effect of storage conditions on germination of seeds of 489 species from high elevation grasslands of the eastern Tibet Plateau and some implications for climate change. American Journal of Botany, 98: 12-19.

18. Littell R.C., Stroup W.W., Milliken G.A., Wolfinger R.D., and Schabenberger O. 2006. SAS for mixed models. SAS institute.
19. Macchia M.L., Angelini G., and Ceccarini L. 2001. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia*. *Scientia Horticulturae*, 89: 317-324.
20. Meyer S.E., and Allen P.S. 1999. Ecological genetics of seed germination regulation in *Bromus tectorum*: I. Phenotypic variance among and within population. *Oecologia*, 19: 225-239.
21. Meyer S.E., and Allen P.S. 2009. Predicting seed dormancy loss and germination timing for *Bromus tectorum* in a semi-arid environment using hydrothermal time models. *Seed Science Research*, 19: 225-239.
22. Meyer S.E., Allen P.S., and Beckstead J. 1995. Patterns of seed after-ripening in *Bromus tectorum* L. *Journal of Experimental Botany*, 46: 1737-1744.
23. Makizadeh Tafti M., Farhoodi R., Rastifar M., and Sadat Asilan K. 2011. Seed dormancy breaking methods in *Caparis spinosa*. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 8:569-577. (In Persian with English abstract)
24. Naebi M., Roshandel P., and Mohammadkhani A. 2011. Study of methods in dormancy breaking and enhancing germination in *Rhum ribes*. *Iranian Journal of Medicine and Aromatic Plants Research*, 17: 212-223. (In Persian with English abstract)
25. Najafi M., Bannayan M., Tabrizi L., and Rastgoo M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *ferula gammusa* and *Teucrium polium*. *Journal of Arid Environments*, 4:542-547.
26. Ranal M.A., and Santana D.G. 2006. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botanica*, 29: 1-11.
27. Rhie Y.H., Lee S.Y., and Kim K.S. 2015. Seed dormancy and germination in *Jeffersonia dubia* (Berberidaceae) as affected by temperature and gibberellic acid. *Plant Biology*, 17: 327-334.
28. Sarani M. 2005. Evaluation of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in competition with Japanese brome (*Bromus japonicus* Thunb.). MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract).
29. Tavili A., Safari B., and Saberi M. 2010. The effect of gibberellic acid and potassium nitrate on improving germination of (*Salsola rigida*). *Journal of Range Research*, 3: 272-285. (In Persian with English abstract)
30. Whisenant S.G., and Steven G. 1990. Post-fire population dynamic of *Bromus japonicas* American Midland Naturalist, 123: 301-308.
31. Wei M. 2010. Biological characteristics of Japanese brome observed in the wheat of Zhuangland country. *Gansu Agricultural Science Technology*, 8: 30-31.
32. Beckstead J., Meyer S.E., and Allen P.S. 1996. *Bromus tectorum* seed germination: between-population and between-year variation. *Canadian Journal of Botany*, 74: 875-882.
33. Salimi H., and Termeh F. 2000. A study on seed dormancy and germination in ten species of grass weeds. *Rostaniha*, 3:11-23.
34. Serrano C., Chueca M.C., and Garcia-Baudin J.M. 1992. A study of germination in *Bromus* spp. p. 217-221. In Proceedings of the 1992 Congress of the Spanish Weed Science Society.



The Effect of Gibberellic Acid, After-Ripening and Eliminating Glumelle on Germination of Japanese Brome (*Bromus japonicus* Thunb.) Seeds

M. Saran¹- A. Ghanbari^{2*}- M. Galavi³- E. Izadi Darbandi⁴- M.A. Baghestani Meybodi⁵

Received: 13-08-2017

Accepted: 09-01-2018

Introduction: Japanese brome (*Bromus japonicus* Thunb.) is one of the most important annual narrow leaf weeds in wheat fields of Sistan and Baluchistan province. About 2 to 22 percent of yield loss depends on density and wheat cultivar. Fresh seeds of *B. japonicus* are classified on non-dormant or non-deep physiological dormant seeds. Treating by gibberellic acid is highly effective in both the embryo growth and seed germination processes in this type of dormancy. One of the important goals of germination and emergence studies in weed science is prediction of the dormancy longevity and germination time in field conditions. Therefore, the aim of this study was to evaluate germination properties of seeds at different times after physiological examination under the effect of gibberellic acid.

Materials and Methods: An experiment was carried out as factorial based on randomized complete block design in 2013. Experimental factors were included six levels of 1- period of after ripening (immediately after harvest, 2, 4, 6, 9 and 12 months after harvest) and 2- pre-treatment by gibberellic acid for 48 hours in four concentrates (0, 100, 200, 300 mg lit⁻¹). The effect of these factors was evaluated for two types of Japanese brome seeds; glumelle and non-glumelle. Samples placed into the incubator and temperature was kept on 20°C in dark condition. Germination percentage, germination rate and mean germination time were recorded in every 48 hours. Analysis of data was performed using PROC GLM procedure of SAS (Version 9.2; SAS Institute, Cary, NC, USA). A three parameter sigmoidal model was fitted to the data using PROC NLIN of SAS to find the relationship between germination percentage and gibberellic acid concentration.

Results and Discussion: The results showed that the effect of all experimental factors on germination properties was significant ($P < 0.01$). Removal of glumelle, increasing the concentration of gibberellic acid and keeping more time after harvesting significantly increased germination percentage. The fitted model showed that the time to reach 50% of maximum germination in non-glumelle seeds was less than one month ($T_0 > 1$). In glumelle seeds, it takes about 6 months to reach 50% of its maximum (63%) in the 12th month after harvest. Germination rate increased from 1.7% per day in glumelle seeds to 15.5% per day in non- glumelle seeds. The duration of seed storage had a significant effect on its germination rate, so that at 12 months after harvest, it was approximately 15 times higher than harvest time. For the first three times after harvest; 0, 2 and 4 months after harvest, non-glumelle seeds showed a higher mean germination time than intact seeds, and vice versa, for the second three times; 6, 9 and 12 months after harvest.

Conclusion: In this study, although the effect of gibberellic acid on enhancing germination was positive and there was significant differences among the four levels of this hormone, but its effect on glumelle seeds was higher than non-glumelle seeds. In other words, by removing glumelle, the effect of seed germination is reduced by the use of gibberellic acid. This experiment showed that removing glumelle and keeping seeds of the Japanese for 2 months and more have the greatest contribution to reduce non-deep physiological dormancy of this weed.

Keywords: Germination indices, Japanese brome, Non-glumelle seeds, Wheat

1- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Sistan Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Zabol, Iran

2 and 4- Associate Professors, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(*- Corresponding Author Email: ghambari@um.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran

5- Professor of Weed Research Institute, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran

تغییرات فلور و تنوع گونه‌ای جوامع علف‌های هرز مزارع گندم (*Triticum aestivum*) استان گلستان پس از یک دهه

معصومه یونس آبادی^{۱*}- مهدی مین باشی^۲- لیلا حبیبیان^۳- علیرضا ساوری نژاد^۴- عبدالعزیز حقیقی^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۷

چکیده

به منظور شناسایی فلور و بررسی تنوع گونه‌ای، کارکردی و ساختار جوامع علف‌های هرز و همچنین بررسی تغییر فلور مزارع گندم استان گلستان طی یک دهه، جمعیت علف‌های هرز در شهرستان‌های مختلف استان طی سال زراعی ۱۳۹۳-۹۴ مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج با بررسی‌های انجام شده طی دهه گذشته مقایسه گردید. نمونه‌برداری‌ها به صورت تصادفی، و در ادامه به روش سیستماتیک و طبق الگوی W انجام شد. در این مطالعه ۵۱ گونه علف‌هز متعلق به ۲۰ خانواده‌ی گیاهی شناسایی گردید. بیشترین تعداد گونه به ترتیب در خانواده‌های Poaceae (۱۴ گونه)، Fabaceae (۷ گونه) و Asteraceae (۶ گونه) مشاهده شد. نتایج نشان داد که ۷۸/۴۳ درصد علف‌های هرز یک‌ساله، ۱۹/۶۰ درصد چندساله و ۱/۹۶ درصد نیز دوساله بودند. یولاف و حشی مهمترین علف‌هز از باریک‌برگان و خردل‌وحشی مهتمرین علف‌هز از پهن‌برگان بود. مقایسه نتایج با گذشته نشان داد که تراکم علف‌های هرز یولاف‌وحشی، خردل‌وحشی، علف‌خونی، چچم، علف هفت‌بند، شاهته و سیزاب ایرانی با گذشته زمان افزایش یافته در حالیکه تراکم علف‌های هرز پیچک‌بند و یونجه‌وحشی به مرور زمان کاهش یافته است. بیشترین تعداد گونه در خان‌بین (۲۶ گونه) و کمترین در کردکوی (۸ گونه) مشاهده گردید. بیشترین شاخص تنوع شانون در گندم (۲/۴۸) و خان‌بین (۲/۴۴) و خان‌بین (۱/۱۸) مشاهده شد. بیشترین شاخص تنوع سیمپسون متعلق به کلاله (۰/۴۳) و مینودشت (۰/۴۰) و کمترین آن متعلق به گندم (۰/۱۱) و خان‌بین (۰/۱۱) بود. از نظر درصد پکنواختی و درصد فراوانی علف‌های هرز، شهرستان‌های مختلف در ۷ خوشی‌جداگانه قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تراکم، شاخص سیمپسون و شانون، فراوانی نسبی، فرکانس، یکنواختی

مقدمه

خسارت علف‌های هرز ۱۰-۱۵ درصد عملکرد قابل حصول محصولات زراعی اقتصادی و غذایی اصلی می‌باشد (۱۵). در ایران خسارت علف‌های هرز در مزارع گندم اقلیم‌های سرد مانند استان‌های آذربایجان غربی و کرمانشاه ۲۷ درصد، در اقلیم‌های معتدل مانند استان‌های تهران و خراسان ۱۷ درصد، در اقلیم‌های گرم مانند استان‌های خوزستان و فارس ۲۳ درصد، در اقلیم‌های خزری مانند استان گلستان ۲۸ درصد و میانگین خسارت علف‌های هرز در مزارع گندم کشور حدود ۲۳ درصد گزارش شده است (۳۲). بیشتر کشاورزان از راهبردهای مدیریتی برای به حداقل رساندن خسارت علف‌های هرز استفاده می‌کنند. چنین اعمال مدیریتی می‌تواند آثار مستقیم یا غیرمستقیم بر تنوع زیستی در بوم نظامهای زراعی داشته باشد (۲۲).

علف‌های هرز به عنوان یکی از اجزای مکمل بوم‌نظامهای زراعی و جزئی جدایی ناپذیر در سیستم‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. به دلیل آثار مخرب ناشی از رقابت بر عملکرد محصولات زراعی، این گیاهان هرز از دیر باز به عنوان جزئی نامطلوب از بوم نظامهای کشاورزی شناخته شده و یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده‌ی میزان محصول به شمار می‌روند (۶). تلفات عملکرد جهانی ناشی از

۱، ۳، ۴ و ۵- به ترتیب استادیار پژوهش، کارشناسان ارشد علف هرز و مربی پژوهشی، بخش تحقیقات گیاه‌پژوهشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران (Email: myounesabadi@yahoo.com)

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پژوهشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

DOI: 10.22067/jpp.v32i4.67754

غالب و همچنین با هدف مقایسه فلور جدید با گزارشات قبلی موجود در زمینه فلور علفهای هرز مزارع گندم در طی ۱۰ سال گذشته در استان گلستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی فلور و ارزیابی ترکیب و تنوع گونه‌ای، کارکردی و ساختار جوامع علفهای هرز، جمعیت علفهای هرز در مزارع گندم استان گلستان طی سال زراعی ۱۳۹۳-۹۴ مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب تعداد مزارع در هر شهرستان با توجه به سطح زیر کشت گندم و به طور تصادفی انجام شد. نمونه‌برداری‌ها به روش سیستماتیک و طبق الگوی W (۲۷) با استفاده از کادرهای 0.5×0.5 مترمربعی و در مرحله ساقه‌دهی گندم صورت گرفت. در نهایت علفهای هرز موجود در هر کوادرات به تفکیک جنس و گونه شناسایی و شمارش شدند. سپس با کمک نرم‌افزار Excel، شاخص‌های تراکم، میانگین تراکم، یکنواختی، فرکانس، میانگین تراکم نسبی، یکنواختی نسبی، فرکانس نسبی و فرداونی (غالبیت) نسبی علفهای هرز موجود در هر مزرعه و کل مزارع مورد بازدید با استفاده از معادلات ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ محاسبه شد (۱۸) و سپس اطلاعات بدست آمده به منظور تعیین تغییرات فلور علفهای هرز مزارع گندم طی ده سال گذشته با نتایج بررسی فلور علفهای هرز طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۳ (۳۱) مقایسه گردید. شاخص تشابه بین شهرستان‌ها با استفاده از معادله ۹ و شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون و سیمپسون نیز به ترتیب با استفاده از معادلات ۱۰ و ۱۱ محاسبه گردید. سپس شهرستان‌های استان بر اساس هر یک از شاخص‌های فوق الذکر با استفاده از تجزیه خوش‌های و به روش Average linkage method با استفاده از نرم‌افزار SAS گروه‌بندی شدند.

$$DK = \frac{\Sigma Z_j}{M} \times 4 \quad \text{معادله ۱}$$

در این معادله تراکم (D) بیانگر تعداد بوته در واحد سطح در مزرعه، DK تراکم (تعداد بوته در متر مربع) گونه Z_j تعداد گیاهان در کادر 0.25×0.25 متر مربع) و m تعداد کادر پرتاب شده می‌باشد.

$$MFD_{ki} = \frac{\sum^n D_{ki}}{n} \quad \text{معادله ۲}$$

در این معادله میانگین تراکم (MFD_{ki}) نشان دهنده میانگین تعداد گیاهان در واحد سطح در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در این معادله MFD_{ki} بیانگر میانگین تراکم گونه k ، D_{ki} تراکم (تعداد بوته در متر مربع) برای گونه k در مزرعه شماره i و n تعداد مزارع مورد مطالعه می‌باشد.

$$U_k = \sum_{m \times n}^n x_{ij} \quad \text{معادله ۳}$$

چند گونه‌ی غالب بیانگر فراهم شدن شرایط لازم برای سازش این گونه‌ها به عملیات زراعی رایج می‌باشد (۷). ترکیب فلور جوامع علفهای هرز در سیستم‌های زراعی تحت تاثیر تغییرات فصلی، تناوب زراعی، تغییرات دراز مدت محیطی مثل فرسایش خاک و تغییرات اقلیمی قرار می‌گیرد (۸).

حقیقین با بررسی جوامع علفهای هرز در مزارع غلات و دانه‌های روغنی طی ۴ سال، حضور ۴۰ گونه علف‌هرز را در گیاهان زراعی مورد نظر تحت شرایط اقلیمی و خاکی متفاوت مورد ارزیابی قرار دادند و تغییرات گونه‌های مختلف علفهای هرز را عمدهاً مربوط به نوع خاک و اقلیم دانستند (۴). طی مطالعه‌ای در کانادا، نقشه پراکنش علفهای هرز در محصولات زراعی مختلف تهیه گردید و با تعیین فراوانی نسبی، یکنواختی نسبی، تراکم نسبی، تنوع گونه‌ای و شاخص تشابه برای هر یک از گونه‌های هرز، جنبه‌های مختلف حضور علفهای هرز در محصولات زراعی مختلف مورد بررسی قرار گرفت (۲۷). در مطالعه‌ای در پاکستان ۳۷ گونه علف‌هرز متعلق به ۱۷ خانواده‌ی گیاهی در مزارع گندم شناسایی گردید (۲۹). در مطالعه فلور علفهای هرز گندم در ترکیه نیز ۹۰ گونه علف‌هرز متعلق به ۲۴ خانواده‌ی گیاهی شناسایی گردید (۳). در بررسی فلور علفهای هرز مزارع گندم و جو در نیوزیلند بیش از ۵۷ گونه علف‌هرز متعلق به ۴۹ جنس مختلف از ۲۳ خانواده گیاهی گزارش شده است (۲). حقیقین طی مطالعات خود تعداد علفهای هرز مزارع گندم در استان سیستان و بلوچستان را ۲۰ گونه متعلق به ۱۰ خانواده گیاهی اعلام نمودند (۱۰). تعداد علفهای هرز موجود در مزارع گندم کشور نیز ۷۲ گونه متعلق به ۲۳ خانواده گیاهی گزارش شده است (۱۴).

گندم به عنوان یک محصول استراتژیک جایگاه خاصی در بین تولیدات کشاورزی کشور دارد و بیشترین سطح زیر کشت را در کشور به خود اختصاص داده است. در استان گلستان سطح زیر کشت گندم در سال زراعی ۱۳۹۳-۹۴ برابر با ۳۸۲ هزار و ۷۸۸ هکتار بوده و میزان تولید آن یک میلیون و ۵۰ هزار تن برآورد شده که مقام دوم را در کشور به خود اختصاص داده است (۱). خسارت علفهای هرز و عدم مدیریت صحیح پیش‌گیری و کنترل آنها، یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار در کاهش کمیت و کیفیت محصول گندم در کشور می‌باشد. شناخت دقیق فلور و مطالعه تنوع گونه‌ای و کارکردی و ساختار جوامع علفهای هرز نقش ویژه‌ای در مدیریت مبارزه با علفهای هرز و ایجاد تعادل در جمعیت آنها در مزارع گندم دارد و می‌تواند نقش اساسی در افزایش عملکرد و صرفه اقتصادی محصول داشته باشد (۲). با اطلاع از وجود علفهای هرز یک منطقه و بررسی تراکم و ترکیب گونه‌ای آنها می‌توان در مورد مدیریت مطلوب و در صورت لزوم نوع و میزان مصرف سومون علف‌کش تصمیم‌گیری نمود (۱۷). این مطالعه به منظور بررسی فلور علفهای هرز، ارزیابی تنوع گونه‌ای، کارکردی و ساختار جوامع علفهای هرز، تعیین گونه‌های

گونه‌های ظاهر شده ۷۰/۵۸ درصد، علفهای هرز دولپه (۳۶ گونه) و ۲۹/۴۱ درصد، علفهای هرز تک‌لپه (۱۵ گونه) بودند. همچنین ۴۲ گونه از علفهای هرز مسیر فتوستزی سه کربنه، ۳ گونه مسیر فتوستزی چهار کربنه داشتند و ۱ گونه نیز جزء گیاهان CAM بود. از نظر چرخه زندگی، علفهای هرز یک‌ساله با ۴۰ گونه ۷۸/۴۳ درصد از تعداد کل گونه‌ها را به خود اختصاص دادند. علفهای هرز چندساله و دوسراله نیز با ۱۰ و ۱ گونه به ترتیب ۱۹/۶۰ و ۱/۹۶ درصد از کل گونه‌ها را شامل شدند. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که ۲۹/۴۱ درصد علفهای هرز گزارش شده جزو پهنه برگان و ۲۹/۴۱ درصد باقیمانده در گروه باریک برگان جای گرفتند (جدول ۱). طی بررسی فلور علفهای هرز مزارع گندم استان خراسان ۱۲۰ گونه متعلق به ۲۶ خانواده گیاهی را گزارش گردید که در بین آن‌ها تعداد گونه‌های دولپه ۹۵ (گونه) بیشتر از تک‌لپه (۲۵ گونه) بود. علفهای هرز یک‌ساله با ۸۹ گونه دارای بیشترین تنوع بودند و علفهای هرز دوسراله نیز با ۷ گونه از کمترین تنوع برخوردار بودند (۲۲). در مزارع گندم و جو منطقه جام‌خانه ساری ۲۲ گونه علف‌هرز متعلق به ۹ خانواده گیاهی گزارش شده است (۳۰). طی مطالعه‌ی علفهای هرز بخشی از شهرستان گرگان نیز ۲۷ گونه علف‌هرز از مزارع گندم و ۲۹ گونه از مزارع جو گزارش گردید (۲۵).

در این مطالعه خانواده‌های Poaceae و Fabaceae به ترتیب با ۱۴ و ۶ گونه متنوع‌ترین خانواده‌های Asteraceae موجود در مزارع گندم استان بودند اما مطالعات نشان می‌دهد که تعداد گونه معيار مناسبی برای تعیین اهمیت خانواده‌های گیاهی نیست. از نظر فراوانی نسبی، خانواده‌های Poaceae و Polygonaceae به ترتیب مهم‌ترین خانواده‌های گیاهی بودند که سهم ۱۱/۷۷ و ۱۳/۳۶٪ را از فراوانی نسبی کل به ترتیب ۴۰/۳۲ و ۲۰/۳۶٪ درصد بود (جدول ۲). طی تحقیقی خانواده‌های Asteraceae و Brassicaceae در مزارع گندم استان خراسان گزارش گردید (۲۲). در مزارع Dolpه و خانواده Poaceae با ۲۵ گونه متنوع‌ترین خانواده علفهای هرز تک‌لپه در مزارع گندم استان خراسان گزارش گردید (۲۲). در مزارع گندم آبی کشور نیز متتجاوز از ۴۰۰ گونه‌ی گیاهی متعلق به ۴۴ خانواده‌ی گیاهی گزارش شد که ۷۴ درصد این گونه‌ها در هفت تیره گیاهی قرار گرفت. خانواده‌های گیاهی Poaceae، Brassicaceae، Asteraceae، Fabaceae، Convolvulaceae، Chenopodiaceae و Polygonaceae گونه‌های علفهای هرز مزارع گندم آبی ایران را در خود جای دادند (۱۹).

در این معادله UK بیانگر یکنواختی مزرعه برای گونه k_{ij} حضور (۱) یا عدم حضور گونه k در کادر شماره i در مزرعه شماره j ، n تعداد مزارع مورد بازدید و m تعداد کارت‌های پرتاب شده می‌باشد.

$$Fk = \frac{\sum y_i}{n} \quad (4)$$

در این معادله Fk بیانگر فرکانس گونه k ، y_i حضور (۱) یا عدم حضور (۰) گونه k در مزرعه i می‌باشد. و n تعداد مزارع مورد بازدید می‌باشد.

$$Dk = \frac{\frac{K}{\text{مجموع تراکم گونه}} \times 100}{\frac{\text{مجموع تراکم تمام گونه}}{\text{مجموع تراکم تمام گونه}}} \quad (5)$$

$$Ruk = \frac{\frac{K}{\text{مجموع یکنواختی گونه}} \times 100}{\frac{\text{مجموع یکنواختی تمام گونه}}{\text{مجموع تراکم تمام گونه}}} \quad (6)$$

$$RFk = \frac{\frac{K}{\text{فرکانس گونه}} \times 100}{\frac{\text{مجموع فرکانس تمام گونه}}{\text{مجموع تراکم تمام گونه}}} \quad (7)$$

$$(RAK) = RFk + Ruk \quad (8)$$

در این معادله RAK بیانگر فراوانی نسبی برای گونه K می‌باشد.

$$S = \frac{2 * k_{ij}}{k_{ij} + k} \quad (9)$$

در این معادله S بیانگر شاخص تشابه، i تعداد گونه‌های موجود در شهر a ، k تعداد گونه‌های موجود در شهر b و k_{ij} تعداد گونه‌های مشترک شهر a و b می‌باشد.

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{k_i}{k} \ln \frac{k_i}{k} \quad (10)$$

در این معادله H بیانگر شاخص تنوع گونه‌ای شانون، k تعداد کل جمعیت افراد، k_i تعداد افراد جمعیت گونه i ام و s تعداد کل گونه‌ها می‌باشد.

$$D = \sum_{i=1}^{kt} \frac{k_i (k_i - 1)}{kt (kt - 1)} \quad (11)$$

در این معادله D بیانگر شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون، k_i تعداد افراد جمعیت گونه i ام و kt تعداد کل افراد می‌باشد.

نتایج و بحث

در این مطالعه تعداد ۵۱ گونه علف‌هرز متعلق به ۲۰ خانواده‌ی گیاهی در مزارع گندم استان گلستان شناسایی گردید که در میان

جدول ۱- گروههای کارکردی علفهای هرز مزارع گندم استان گلستان به تفکیک گونه و خانواده

Table 1- Functional groups of weeds in wheat fields of Golestan province based on species and family

نام علمی علفهای Weed scientific name	نام فارسی علفهای Weed persian name	خانواده Family	فرم رویشی Vegetative form	مسیر فتوسنتزی Photosynthetic pathway	سیکل رویشی Vegetative cycle	نوع برگ Leaf
<i>Bifora radians</i>	گشنیزک	Apiaceae	دولپه	*	یکساله	پهن برگ
<i>Artemisia annua</i>	موره	Asteraeae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Centaurea sp.</i>	گل گندم	Asteraeae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Circium arvense</i>	کنگر صحراوی	Asteraeae	دولپه	C3	چندساله	پهن برگ
<i>Lactuca seriola</i>	کاموی وحشی	Asteraeae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Silybum marianum</i>	کنگر ابلق	Asteraeae	دولپه	C3	دوساله	پهن برگ
<i>Sonchus asper</i>	شیرتیغک	Asteraeae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	کیسه کشیش	Brassicaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Rapistrum rugosum</i>	شمیبک	Brassicaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Sinapis arvensis</i>	خردل وحشی	Brassicaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Stellaria media</i>	گندمک	Caryophillaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Spergularia sp.</i>	دانالو	Caryophillaceae	دولپه	*	یکساله	پهن برگ
<i>Chenopodium album</i>	سلمه‌تره	Chenopodiaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Salsola sp.</i>	علفسور	Chenopodiaceae	دولپه	C4	یکساله	پهن برگ
<i>Convolvulus arvensis</i>	پچک	Convolvulaceae	دولپه	C3	چندساله	پهن برگ
<i>Alhagi camelorum</i>	خارشتر	Fabaceae	دولپه	C3	چندساله	پهن برگ
<i>Brassica napus</i>	کلزا	Fabaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Lathyrus aphaca</i>	خلر	Fabaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Melilotus officinalis</i>	بونجه وحشی	Fabaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Vicia narborensis</i>	ماشک بزرگ پهن	Fabaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Vicia villosa</i>	ماشک گل خوش‌های	Fabaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Vicia peregrina</i>	ماشک	Fabaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Fumaria officinalis</i>	شاهتره	Fumariaceae	دولپه	*	یکساله	پهن برگ
<i>Geranium mulle</i>	شمعدانی وحشی	Geraniaceae	دولپه	CAM	یکساله	پهن برگ
<i>Juncus bufonius</i>	سازو	Juncaceae	تکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Lamium amplexicaule</i>	پنجه کلاگی	Labiateae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Mentha sp.</i>	پونه	Labiateae	دولپه	C3	چندساله	پهن برگ
<i>Malva neglecta</i>	پنیرک	Malvaceae	دولپه	C3	چندساله	پهن برگ
<i>Oxalis corniculata</i>	شیدر چهاربرگ	Oxalidaceae	دولپه	C3	چندساله	پهن برگ
<i>Agrostis sp.</i>	ارواه سفید	Poaceae	نکلپه	C4	چندساله	باریک برگ
<i>Alopecurus myosuroides</i>	دم رویاهی کشیده	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Avena ludoviciana</i>	بولاف وحشی زمستانه	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Cynodon dactylon</i>	پنجه مرخی	Poaceae	نکلپه	C4	چندساله	باریک برگ
<i>Hordeum morinum</i>	جو موشی	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Hordeum vulgar</i>	جو	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Lolium rigidum</i>	چشم	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Polypogon monspeliensis</i>	شال دم	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Parapholis incurva</i>	اگرجه	Poaceae	نکلپه	*	یکساله	باریک برگ
<i>Phalaris minor</i>	بذرک	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Phalaris paradoxa</i>	دانه قناری	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Phalaris barachystachys</i>	خونی واش	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Poa annua</i>	چمن یکساله	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Secale cereale</i>	چاودار	Poaceae	نکلپه	C3	یکساله	باریک برگ
<i>Polygonum convolvulus</i>	پیچک بند	Polygonaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Polygonum aviculare</i>	علف هفت‌بند	Polygonaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Rumex obtusifolia</i>	ترشک	Polygonaceae	دولپه	C3	چندساله	پهن برگ
<i>Anagallis arvensis</i>	آناغالیس	Primulaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Ranunculus arvensis</i>	الله	Ranunculaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Rubus caesius</i>	تمشک	Rosaceae	دولپه	C3	چندساله	پهن برگ
<i>Galium sp.</i>	بی‌تیراخ	Rubiaceae	دولپه	C3	یکساله	پهن برگ
<i>Veronica persica</i>	سیزاب ایرانی	Scrophulariaceae	دولپه	*	یکساله	پهن برگ

* مسیر فتوسنتزی آنها مشخص نیست-

جدول ۲- فراوانی نسبی و سهم نسبی ۲۰ خانواده گیاهی ثبت شده در سطح استان گلستان در سال ۱۳۹۳
Table 2- Relative abundance and relative ratio of 20 weed families recorded in Golestan province in 2014

خانواده	تعداد گونه	فراوانی نسبی	سهم نسبی هر خانواده از فراوانی نسبی کل
Family	Species number	Relative abundance	Relative ratio of each family from total relative abundance
Poaceae	14	121.83	40.32
Polygonaceae	3	40.08	13.36
Brassicaceae	4	35.31	11.77
Scrophulariaceae	1	27.96	9.32
Caryophyllaceae	2	23.67	7.89
Fabaceae	7	21.24	7.08
Asteraceae	6	7.53	2.51
Fumariaceae	1	5.60	1.86
Chenopodiaceae	2	3.07	1.02
Rubiaceae	1	2.80	0.93
Geraniaceae	1	2.33	0.77
Ranunculaceae	1	2.26	0.75
Convolvulaceae	1	2.17	0.72
Lamiaceae	2	1.14	0.38
Malvaceae	1	1.05	0.35
Juncaceae	1	0.86	0.29
Apiaceae	1	0.79	0.26
Primulaceae	1	0.38	0.12
Rosaceae	1	0.35	0.11
Oxalidaceae	1	0.35	0.11

خوزستان علفهای هرز خردل وحشی (*S. arvensis*)، پنیرک (*A. ludoviciana*) و بولاف وحشی (*Malva neglecta Wallr.*) به عنوان علفهای هرز غالب از نظر فراوانی، یکنواختی و تراکم معرفی شدند (۲۳).

نتایج نشان داد در بین کل شهرستان‌های مورد مطالعه میانگین تراکم کل علفهای هرز ۱/۱۵ بوته در مترمربع، میانگین یکنواختی ۳/۸۷ درصد و میانگین فراوانی ۸۸/۵ درصد بود. علفهای هرز *Veronica persica* *poir.* *A. ludoviciana*, *P. minor* و *Stellaria media* (L.) Vill. به ترتیب بیشترین میانگین تراکم را در سطح استان داشتند. بیشترین یکنواختی نیز به ترتیب متعلق به *P. minor*, *S. arvensis*, *A. ludoviciana*, *A. ludoviciana*, *S. arvensis* و *V. persica* بود. علفهای هرز *P. minor* و *V. persica* به ترتیب دارای بیشترین فرکانس در سطح استان بودند. علفهای هرز *P. minor*, *A. ludoviciana*, *S. arvensis* و *V. persica* نیز به ترتیب بیشترین فراوانی نسبی را در سطح استان داشتند (جدول ۳). در بررسی فلور علفهای هرز مزارع گندم استان گلستان طی ۱۰ سال گذشته توسط نگارنده نیز *A. ludoviciana* (با فراوانی نسبی ۳۰/۶۲ درصد) به عنوان مهمترین علفهای باریکبرگ معرفی گردید. در واقع این گیاه مانند سال‌های گذشته به عنوان مهمترین علفهای باریکبرگ در مزارع گندم استان مطرح می‌باشد و تراکم آن نیز افزایش یافته است. طبق گزارش

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه بولاف وحشی (*Phalaris minor Retz.*) و علف خونی (*A. ludoviciana*) مهمترین علفهای هرز از گروه باریکبرگان بودند که سهم فراوانی نسبی آن‌ها از فراوانی کل به ترتیب ۴۰/۲۱ و ۳۷/۱۱ درصد بود. علف هرز خردل وحشی (*S. arvensis*) نیز با فراوانی نسبی ۳۲/۴۲ درصد مهمترین علف هرز از گروه پهن برگان در مزارع استان گلستان بود. طی مطالعه‌ای علفهای هرز *A. ludoviciana*, *P. minor* و *S. arvensis* به عنوان مهمترین علفهای هرز گندم و جو در منطقه گرگان گزارش شد (۲۰). در بررسی فلور علفهای هرز مزارع گندم شهرستان ترکمن ۵۷ گونه علف هرز متعلق به ۲۲ خانواده گیاهی را گزارش گردید که علفهای هرز *Melilotus* (L.) Pall., *P. minor*, *Lolium* Gaud., *Polygonum aviculare* L., *officinalis* S. *arvensis* و *rigidum* به ترتیب علفهای هرز غالب در مزارع گندم این شهرستان بودند (۱۶). در مطالعه‌ای مشابه تعداد ۱۳۶ گونه متعلق به ۲۸ خانواده گیاهی را در مزارع گندم آذربایجان شرقی شناسایی شد که دمروباها گیاهی کشیده (*Alopecurus myosuroides Huds.*)، *P. aviculare* (C. *album*), هفت‌بند (C. *album*), *F. officinalis* sp., شیرپنیر (*Adonis* sp.), شاه‌تره (*D. sophia*), خاکشیر (*G. tricornutum*) و چاودار (*C. cereale*) مهمترین گونه‌های موجود در این مزارع بودند (۲۱). در بررسی فلور مزارع گندم و جو استان

فراوانی نسبی بوده و مهمترین علف‌هرز پهنه‌برگ این مزارع محسوب می‌شد در حالی که اکنون *A. ludoviciana* و گونه‌های مختلف علف‌خونی (*P. paradoxa* و *P. minor*) مهمترین علف‌های هرز این شهرستان به شمار می‌روند. در شهرستان کردکوی علف‌های هرز دارای *P. annua* و *S. media* است. *P. paradoxa* بیشترین فراوانی نسبی بودند در حالی که غالبیت علف‌های هرز مزارع کردکوی اکنون تغییر یافته و گونه‌های مختلف علف‌خونی (*P. paradoxa* و *P. minor*) به ترتیب مهمترین علف‌های هرز این مزارع هستند. *A. ludoviciana* در شهرستان کلاله *P. convolvulus* همچنان به عنوان علف‌هرز مشکل‌ساز و مهم مطرح می‌باشد. نتایج مطالعه اخیر نشان می‌دهد که تراکم و فراوانی نسبی این علف‌هرز در مزارع کلاله افزایش یافته است (تراکم از ۱۸/۱۳ بوته به ۲۳/۵۲ بوته در متر مربع رسیده است). در شهرستان مینودشت قبلاً علف‌هرز *P. convolvulus* بیشترین تراکم و فراوانی نسبی بود در حالیکه اکنون تراکم آن کاهش یافته و علف‌هرز *A. ludoviciana* به عنوان مهمترین علف‌هرز در این مزارع جایگزین آن شده است. گزارشات متعدد نشان می‌دهد که فلور علف‌های هرز در بین مزارع، مناطق، شرایط اقلیمی و سیستم‌های کشت مختلف متفاوت می‌باشد (۵). ظهور و غالبیت گونه‌های مختلف علف‌های هرز با تغییر عوامل و شرایط محیطی و مدیریت‌های زراعی، به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۲). کاربرد علف‌کش‌ها در مقایسه با سایر روش‌های کنترل تأثیر بیشتری روی تراکم، ترکیب گونه‌ها و تغییر فلور علف‌های هرز داشته است (۱۳). بیشترین میانگین تراکم علف‌های هرز در شهرستان بندرگز با ۴/۱۷ بوته در متر مربع و کمترین میانگین تراکم نیز در شهرستان‌های گرگان و کلاله به ترتیب با ۰/۷۶ و ۰/۷۵ بوته در متر مربع مشاهده گردید. مقایسه‌ی میانگین تراکم علف‌هرز *A. ludoviciana* در شهرستان‌های مختلف استان نشان داد که این علف‌هرز در شهرستان کردکوی با تراکم ۶۹/۳۳ بوته دارای بیشترین و در شهرستان کلاله با تراکم ۱۰/۰ بوته دارای کمترین میانگین تراکم بود. بیشترین و کمترین میانگین تراکم علف‌هرز *P. minor* نیز به ترتیب در شهرستان‌های بندرگز و کلاله مشاهده گردید. *S. arvensis* نیز در شهرستان گرگان با تراکم ۱۳/۷۹ بوته دارای بیشترین میانگین تراکم و در شهرستان بندرگز با تراکم ۱۰/۰ بوته دارای کمترین میانگین تراکم بود. بیشترین آلودگی علف‌هرز *A. ludoviciana* به عنوان مهمترین علف‌هرز باریک‌برگ در شهرستان‌های مینودشت، گبد و کلاله مشاهده گردید که به ترتیب ۷۵، ۶۰ و ۵۰ درصد مزارع را آلوده کرده بود. بیشترین آلودگی علف‌هرز *P. minor* به عنوان دومین علف‌هرز مهم در سطح مزارع استان به ترتیب در شهرستان‌های کردکوی و خان‌بیان مشاهده گردید که به ترتیب ۱۰۰ و ۵۰ درصد مزارع را آلوده کرده بود. *S. arvensis* که مهمترین علف‌هرز از گروه پهنه‌برگان در سطح مزارع استان بود در شهرستان‌های خان‌بیان، کلاله و گندد دارای بیشترین درصد آلودگی

یونس‌آبادی (۳۱) *P. convolvulus* مهمترین علف‌هرز از گروه پهنه‌برگان با فراوانی نسبی ۴۰/۵۹ درصد بود در حالی که طبق نتایج مطالعه‌ی اخیر علف‌هرز پیچک‌بند با فراوانی نسبی ۲۱/۷۱ درصد در مزارع استان ظاهر گردید و در الوبت چهارم قرار گرفت. مقایسه‌ی تراکم این گیاه هرز با گذشته نشان می‌دهد که تراکم آن در مزارع گندم کاهش یافته است (جدول ۳). از دلایل کاهش تراکم علف‌هرز پیچک‌بند را می‌توان استفاده مداوم از سوم پهنه‌برگ کشی مانند تری بنورون-متیل (گرانستار)، بروموسینیل + ام سی پی آ (برومایسید). ام آ) و تو،فور-دی (یو ۴۶ دیفلوئید) دانست که در کنترل این علف‌هرز موفق عمل نموده‌اند. در واقع استفاده وسیع این علف‌کش‌ها در مزارع غلات طی سال‌های متعددی تا حدی باعث کنترل و کاهش جمیت برخی علف‌های هرز یک‌ساله نظیر پیچک‌بند شده است. در مطالعات گذشته علف‌هرز *S. arvensis* با فراوانی ۲۴/۴۲ درصد ظاهر شده بود و از نظر اهمیت نسبی در الوبت سوم قرار داشت در حالی که در بررسی اخیر خردل‌وحشی با تراکم ۳۲/۴۱ درصد مهمترین علف‌هرز از گروه پهنه‌برگان بود که این موضوع حاکی از افزایش تراکم این علف‌هرز در مزارع گندم می‌باشد. دلایل توسعه جمیعت این گیاه‌هرز را می‌توان به بروز مقاومت به علف‌کش‌های خانواده سولفونیل اوره از جمله تری بنورون-متیل و مت سولفوروں متیل + سولفوسولفوروں (وتال) نسبت داد که در سال‌های اخیر به طور مداوم در مزارع گندم مصرف شده‌اند. مطالعات نشان می‌دهد کاهش تناوب زراعی و روی آوردن به سیستم تک کشته گندم باعث شده جمیعت برخی از علف‌های هرز گسترش وسیعی بیابد. بیشتر علف‌های هرز پهنه‌برگ یک‌ساله توسط علف‌کش‌های شیمیایی کنترل می‌شوند اما وجود برخی گونه‌های یک‌ساله‌ای که به علف‌کش‌ها مقاومت داشته و یا در طول زمان احتمال آلوده بودن بذور کنزا به بذور خردل‌وحشی و عدم کنترل مناسب این علف‌هرز در مزارع کلزا و در نتیجه افزایش بانک‌بذر خاک نیز می‌تواند از دلایل دیگر افزایش تراکم این گیاه‌هرز طی سال‌های اخیر باشد. وضعیت تراکم، یکنواختی، فرکانس و فراوانی نسبی مهمترین علف‌های هرز به تفکیک در شهرستان‌های تحت پوشش استان گلستان در جدول ۴ نشان داده شده است.

مطالعات ۱۰ سال گذشته‌ی نگارنده نشان می‌دهد که اگرچه *M. officinalis* همچنان به عنوان مهمترین علف‌هرز در شهرستان آق‌قلا محسوب می‌شود اما فراوانی نسبی آن به مرور زمان کاهش یافته است. تراکم این علف‌هرز نیز از ۱۱/۷۳ بوته طی سال‌های گذشته به ۴/۹۱ بوته در متر مربع رسیده است. فراوانی نسبی *L. rigidum* نیز که در گذشته به عنوان دومین علف‌هرز مشکل ساز در مزارع آق‌قلا مطرح بود کاهش یافته و تراکم آن از ۹/۸۲ بوته به ۴/۶۶ بوته در متر مربع رسیده و در الوبت پنجم قرار گرفته است. در شهرستان علی‌آباد در گذشته علف‌هرز *V. persica* دارای بیشترین

شخم، گونه‌ی زراعی، روش کنترل علفهای هرز و کوددهی موجب تغییر در الگوی طبیعی توزیع و دسترسی منابع و در نتیجه تغییر در مسیر سازگاری گونه‌های علفهای هرز شده به نحویکه منجر به حذف بعضی گونه‌ها و ظهور برخی از گونه‌های دیگر و در نتیجه تغییر در ترکیب و ساختار گونه‌های گیاهی می‌شود (۱۱ و ۹).

بود که به ترتیب در ۴۰ و ۵۰ درصد مزارع گندم این شهرستان‌ها ظاهر گردید. بیشترین آلودگی علفهای *V. persica* به عنوان دومین علفهای هرز مهم از گروه پهنه برگان، در شهرستان‌های گرگان و بندرگز مشاهده گردید که در هر دو شهرستان ۸۰ درصد مزارع گندم به این گیاه‌های هرز آلود بودند. محققین معتقدند که عملیات زراعی مانند سیستم

جدول ۳- میانگین تراکم، یکنواختی، فرکانس و فراوانی نسبی علفهای هرز ثبت شده در مزارع گندم استان گلستان طی سال‌های زراعی ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳

Table 3- Mean density, uniformity, frequency and relative abundance of weeds that recorded in wheat fields of Golestan province in 2004 and 2014

نام علمی Scientific name	میانگین تراکم Mean density		یکنواختی Uniformity		فرکانس Frequency		فراوانی نسبی Relative abundance	
	۱۳۹۳ 2004	۱۳۸۳ 2015	۱۳۸۳ 2004	۱۳۹۳ 2015	۱۳۸۳ 2004	۱۳۹۳ 2015	۱۳۸۳ 2004	۱۳۹۳ 2015
<i>Agrostis</i> sp.	-	0.32	-	0.32	-	1.06	-	0.66
<i>Alhagi camelorum</i>	-	0.01	-	0.16	-	1.06	-	0.35
<i>Anagallis arvensis</i>	0.01	0.03	0.3	0.16	2.04	1.06	0.67	0.39
<i>Alopecurus myosuroides</i>	0.48	0.36	4.23	0.97	-	2.13	-	1.62
<i>Avena ludoviciana</i>	3.2	9	16.41	29.15	42.18	41.49	30.62	40.21
<i>Artemisia annua</i>	0.48	0.32	4.23	2.74	10.37	8.51	0.86	4.02
<i>Bifora</i> sp.	-	0.06	-	0.32	-	2.13	-	0.79
<i>Brassica napus</i>	-	0.04	-	0.48	-	2.13	-	0.83
<i>Brassica</i> sp.	1.36	-	17.6	-	39.97	-	19.56	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0.01	0.05	0.42	1.13	2.38	4.25	0.13	1.70
<i>Centaurea</i> sp.	-	0.03	-	0.32	-	1.06	-	0.47
<i>Chenopodium album</i>	0.6	0.10	8.55	1.93	20.75	6.38	7.98	2.71
<i>Circium arvense</i>	0.19	0.21	1.4	0.97	7.65	3.19	0.17	1.63
<i>Convolvulus arvensis</i>	1.01	0.13	9.50	1.29	19.90	5.32	11.14	2.18
<i>Cynodon dactylon</i>	0.43	0.64	0.51	0.16	3.57	1.06	0.43	0.45
<i>Daucus carota</i>	0.03	-	0.79	-	3.57	-	1.52	-
<i>Fumaria officinalis</i>	0.08	0.77	2.26	4.35	4.76	8.51	5.31	5.60
<i>Galium</i> sp.	0.47	0.61	4.59	1.45	7.14	4.26	4.64	2.81
<i>Geranium mulle</i>	-	0.43	-	1.61	-	3.19	-	2.33
<i>Glaucium</i> sp.	0.02	-	0.42	-	2.38	-	0.13	-
<i>Hordeum morinum</i>	0.57	0.08	4.87	0.16	17.86	1.06	9.56	0.47
<i>Hordeum vulgar</i>	-	0.05	-	0.48	-	2.13	-	0.84
<i>Juncus bufonius</i>	-	0.16	-	0.65	-	1.06	-	0.86
<i>Lamium amplexicaule</i>	0.16	0.04	2.55	0.32	10.37	2.13	4	0.75
<i>Lactuca seriola</i>	-	0.01	-	0.16	-	1.06	-	0.47
<i>Lathyrus aphaca</i>	0.41	0.99	1.61	4.51	10.37	8.51	3.45	6.05
<i>Lolium rigidum</i>	1.48	4.01	6.05	9.34	15.65	19.15	9.38	16.24
<i>Lolium temulentum</i>	0.26	-	2.26	-	7.14	-	3.25	-
<i>Lophochloa</i> sp.	0.69	-	4.2	-	7.14	-	1.50	-
<i>Malva neglecta</i>	-	0.07	-	0.81	-	2.13	-	1.05
<i>Melilotus officinalis</i>	7.17	0.73	12.16	6.12	23.81	14.89	20.43	7.99
<i>Mentha</i> sp.	-	0.03	-	0.16	-	1.06	-	0.40
<i>Oxalis corniculata</i>	-	0.01	-	0.16	-	1.06	-	0.35
<i>Papaver</i> sp.	0.08	-	1.22	-	4.76	-	0.59	-
<i>Parapholis incurva</i>	-	1.14	-	0.81	-	1.06	-	2.60
<i>Plantago</i> sp.	0.01	-	0.30	-	2.04	-	0.67	-
<i>Poa annua</i>	7.96	0.98	8.40	6.92	9.52	22.34	6.52	10.56

ادامه جدول ۳

نام علمی Scientific name	میانگین تراکم Mean density		یکنواختی Uniformity		فرکانس Frequency		فراوانی نسبی Relative abundance	
	۱۳۹۳ 2004	۱۳۸۳ 2015	۱۳۸۳ 2004	۱۳۹۳ 2015	۱۳۸۳ 2004	۱۳۹۳ 2015	۱۳۸۳ 2004	۱۳۹۳ 2015
<i>Polygonum convolvulus</i>	8.75	5.17	23.39	13.69	32.14	24.47	40.59	21.72
<i>Polygonum aviculare</i>	0.64	1.88	2.86	9.98	6.80	23.40	5.08	14
<i>Polygonum persicaria</i>	0.06	-	0.38	-	2.38	-	0.87	-
<i>Polypogon monspeliensis</i>	0.06	0.29	0.84	0.32	2.38	1.06	0.26	0.92
<i>Phalaris minor</i>	1.33	9.33	5.94	21.90	19.90	41.49	6.89	37.11
<i>Phalaris paradoxa</i>	0.25	2.02	3.05	3.54	7.14	6.38	2.78	6.78
<i>Phalaris barachystachys</i>	-	0.1	-	3.54	-	2.13	-	1.02
<i>Phleum sp.</i>	0.04	-	0.42	-	2.38	-	0.14	-
<i>Ranunculus arvensis</i>	0.01	0.44	0.42	1.45	2.38	3.19	0.13	2.26
<i>Rumex obtusifolia</i>	0.04	0.37	0.84	0.16	4.76	1.06	0.25	4.37
<i>Rapistrum rugosum</i>	-	0.01	-	0.16	-	1.06	-	0.36
<i>Rubus sp.</i>	-	0.01	-	0.16	-	1.06	-	0.35
<i>Salsola sp.</i>	-	0.01	-	0.16	-	1.06	-	0.36
<i>Secale cereale</i>	-	0.16	-	1.13	-	2.13	-	1.37
<i>Silybum marianum</i>	-	0.06	-	0.64	-	1.06	-	0.7
<i>Sinapis arvensis</i>	1.09	5.01	14.96	26.57	37.93	42.55	24.72	32.42
<i>Solanum nigrum</i>	2.04	-	0.61	-	0.07	-	1.17	-
<i>Sonchus asper</i>	-	0.01	-	0.16	-	1.06	-	0.35
<i>Sonchus sp.</i>	0.14	-	1.99	-	3.57	-	2.37	-
<i>Sorghum halepense</i>	1.17	-	2.04	-	3.57	-	-	4.46
<i>Stellaria media</i>	12.99	6.05	11.85	13.20	18.71	23.53	12.42	23.22
<i>Spergularia sp.</i>	-	0.06	-	0.16	-	1.06	-	0.45
<i>Thlaspi sp.</i>	0.08	-	1.26	-	2.38	-	0.38	-
<i>Veronica persica</i>	3.17	6.63	13.22	18.03	24.83	30.85	14.97	27.96
<i>Vicia narborensis</i>	-	0.05	-	0.64	-	3.19	-	1.20
<i>Vicia villosa</i>	-	0.6	-	3.38	-	9.57	-	5.08
<i>Vicia peregrine</i>	-	0.04	-	0.48	-	1.06	-	0.57
<i>Vicia sp.</i>	0.44	-	2.77	-	10.71	-	4.39	-

خاک در این مزارع بسیار ضعیف می‌باشد و بسیاری از گونه‌های علف‌های هرز قدرت سازگاری با این شرایط را ندارند ولی اگر علف‌هزی با این شرایط سازگار باشد به دلیل کم بودن رقبا می‌تواند با تراکم بسیار زیاد در مزارع ظاهر شود، شاید بتوان غنای کم و جمعیت بالای هر گونه را در این شهرستان‌ها به این موضوع نسبت داد. اندازه‌گیری شاخص تشابه علف‌های هرز در شهرستان‌های مختلف استان نشان داد که شهرستان‌های کالله و مینودشت دارای تشابه درصد بودند. شهرستان‌های گرگان و خان‌بیین، بندرگز و کردکوی، بندرگز و گرگان بهترتب با شاخص تشابه ۷۱ و ۶۱ درصد در الوبیت‌های بعدی قرارداشتند (جدول ۶). محاسبه شاخص تنوع شانون نشان داد که شهرستان‌های گبند، خان‌بیین و علی‌آباد بهترتب با ۲/۴۸ و ۲/۳۱ بیشترین و شهرستان‌های کالله و کردکوی بهترتب با ۱/۲۲ و ۱/۱۸ کمترین شاخص تنوع گونه‌ای را دارا بودند. همچنین مشخص گردید که شهرستان‌های کالله و مینودشت بهترتب با ۰/۴۳ و ۰/۴۰ بیشترین و شهرستان‌های گبند و خان‌بیین هر دو با کمترین شاخص تنوع سیمپسون را به خود اختصاص دادند (جدول ۷).

از نظر غنای گونه‌ای شهرستان‌های خان‌بیین، گبند و گرگان بهترتب با ۲۶، ۲۳ و ۲۲ گونه بیشترین غنای گونه‌ای را در میان شهرستان‌های استان به خود اختصاص دادند. شهرستان کردکوی نیز با ۸ گونه از کمترین غنای گونه‌ای برخوردار بود (جدول ۵). طبق نتایج بیشترین تراکم علف‌های هرز در شهرستان‌های کردکوی و بندرگز وجود داشت در حالی که این شهرستان‌ها بهترتب دارای کمترین غنای گونه‌ای بودند لذا بهنظر می‌رسد بین تعداد گونه و تراکم آن همبستگی منفی وجود دارد. به طور کلی می‌توان گفت غنای گونه‌ای علف‌های هرز در مزارع گندم شهرستان‌های مختلف استان تفاوت زیادی داشت (۸ تا ۲۶ گونه). در واقع شرایط اقلیمی، سطح زیر کشت و روش مدیریت می‌توانند از مهمترین عوامل تأثیرگذار در تعیین غنای گونه‌ای در هر شهرستان باشند. با توجه به درجه شباهت شهرستان‌ها با شرایط اقلیمی مختلف و طول و عرض‌های جغرافیایی متفاوت می‌توان اقلیم را مهمترین فاکتور در میزان غنای گونه‌ای دانست (۲۲). در بسیاری از مزارع گندم شهرستان‌های بندرگز و کردکوی در طول فصل رشد شرایط ماندابی حاکم می‌گردد و تهويه

جدول ۴ - وضعیت تراکم، یکنواختی، فرکانس و فراوانی نسبی مهمترین علفهای هرز در شهرستان‌های تحت پوشش استان گلستان طی سال زراعی ۱۳۹۴

Table 4- Status of density, uniformity, frequency and relative abundance of important weeds in Golestan province cities in 2015

شهرستان Cities	نام علمی علفهای هرز Scientific name	میانگین تراکم Mean density	یکنواختی Uniformity	فرکانس Frequency	فراوانی نسبی Relative abundance
آق‌قلاء Aq Qala	<i>Melilotus officinalis</i>	4.91	41.66	87.5	56.78
	<i>Avena ludoviciana</i>	12.16	33.33	37.5	54.72
	<i>Phalaris minor</i>	11.75	16.66	37.5	45.10
	<i>Polygonum aviculare</i>	6.25	28.08	50	41.78
	<i>Lolium rigidum</i>	4.66	22.91	37.5	31.65
بندرگز Bandargaz	<i>Phalaris minor</i>	101.28	52	60	83.84
	<i>Veronica persica</i>	70.08	52	80	73.96
	<i>Poa annua</i>	3.04	28	60	27.57
	<i>Stellaria media</i>	3.84	24	60	26.25
	<i>Polygonum convolvulus</i>	24.46	20	20	24.79
خان‌بین Khanbebin	<i>Avena ludoviciana</i>	8.48	24	40	23.67
	<i>Sinapis arvensis</i>	9.28	40.35	60	50.98
	<i>Stellaria media</i>	11.2	16.78	30	35.36
	<i>Phalaris minor</i>	5.92	25.35	50	35.18
	<i>Avena ludoviciana</i>	4.95	28.21	40	32.46
علی‌آباد Aliabad	<i>Veronica persica</i>	4.81	19.64	36	26.74
	<i>Lolium rigidum</i>	6.75	11.07	20	22.26
	<i>Avena ludoviciana</i>	11.8	45	62.5	65.11
	<i>Phalaris minor</i>	6.5	27.5	37.5	37.99
	<i>Phalaris paradoxa</i>	3.5	22.5	37.5	28.77
کردکوی Kordkoy	<i>Sinapis arvensis</i>	2.2	20	37.5	24.62
	<i>Lolium rigidum</i>	3.1	15	25	20.92
	<i>Secale cereale</i>	2.5	17.5	25	20.76
	<i>Alopecurus myosuroides</i>	5	12.5	12.5	20.69
	<i>Phalaris paradoxa</i>	60.8	46.66	66.66	77.08
کلاله Kalaleh	<i>Phalaris minor</i>	21.86	60	100	67.52
	<i>Avena ludoviciana</i>	69.33	33.33	33.33	67.49
	<i>Stellaria media</i>	3.73	26.66	33.33	23.20
	<i>Melilotus officinalis</i>	1.06	20	33.33	18.58
	<i>Polygonum convolvulus</i>	23.52	58.82	66.66	108.72
گنبد Gonbad	<i>Polygonum aviculare</i>	9.41	41.17	50	58.61
	<i>Avena ludoviciana</i>	1.05	20.58	50	25.85
	<i>Fumaria officinalis</i>	0.94	20.58	50	25.55
	<i>Sinapis arvensis</i>	1.29	11.76	50	21.70
	<i>Avena ludoviciana</i>	9.84	39.32	60	60.08
گرگان Gorgan	<i>Sinapis arvensis</i>	2.51	23.59	50	31.32
	<i>Fumaria officinalis</i>	4.40	19.10	30	28.50
	<i>Phalaris minor</i>	3.37	14.60	40	25.67
	<i>Parapholis incurva</i>	7.95	5.61	10	24.18
	<i>Veronica persica</i>	15.51	63.79	80	89.26
مینودشت Minoodasht	<i>Polygonum convolvulus</i>	8.68	34.48	60	53.01
	<i>Stellaria media</i>	6.27	34.48	60	46.81
	<i>Avena ludoviciana</i>	31.48	48.38	75	104.25
	<i>Polygonum convolvulus</i>	13.03	45.16	75	68.30
	<i>Phalaris minor</i>	3.35	19.35	25	23.36

جدول ۵- غنای گونه‌ای در شهرستان‌های مختلف استان گلستان
Table 5- Species richness in various cities of Golestan province

شهرستان Cities	کردکوی Kordkoy	بندرگز Bandargaz	آق قلا AqQala	گرگان Gorgan	خانبین Khanbebein	علیآباد Aliabad	کلاله Kalaleh	مینودشت Minoodasht	گند Gonbad
غناهای گونه‌ای Species richness	8	11	13	22	26	18	12	12	23

جدول ۶- شاخص تشابه علفهای هرز مزارع گندم شهرستان‌های استان گلستان
Table 6- Weed similarity index in wheat fields of Golsetan province cities

شهرستان Cities	کردکوی Kordkoy	بندرگز Bandargaz	آق قلا Aq Qala	گرگان Gorgan	خانبین Khanbebein	علیآباد Aliabad	کلاله Kalaleh	مینودشت Minoodasht	گند Gonbad
کردکوی	1								
بندرگز	0.63	1							
آق قلا	0.45	0.40	1						
گرگان	0.40	0.61	0.46	1					
خانبین	0.41	0.59	0.45	0.71	1				
علیآباد	0.31	0.48	0.32	0.30	0.41	1			
کلاله	0.20	0.43	0.38	0.47	0.53	0.40	1		
مینودشت	0.20	0.43	0.38	0.53	0.53	0.47	1	1	
گند	0.39	0.35	0.43	0.40	0.45	0.54	0.40	0.40	1

جدول ۷- شاخص‌های شانون و سیمپسون در شهرستان‌های مختلف استان گلستان
Table 7- Shanon and Sympson indices in various cities of Golestan province

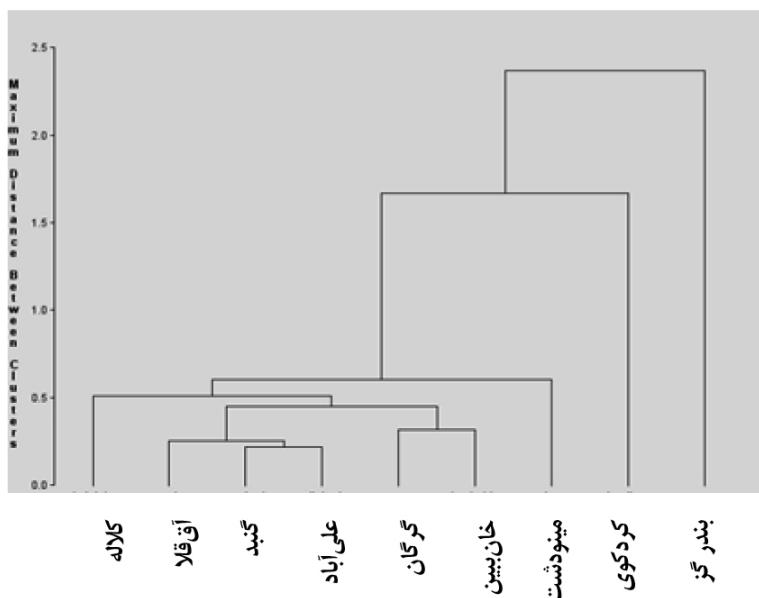
شهرستان Cities	کردکوی Kordkoy	بندرگز Bandargaz	آق قلا AqQala	گرگان Gorgan	خانبین Khanbebein	علیآباد Aliabad	کلاله Kalaleh	مینودشت Minoodasht	گند Gonbad
شاخص شانون Shanon index	1.18	1.28	1.91	1.83	2.44	2.31	1.22	1.28	2.48
شاخص سیمپسون Sympson index	0.35	0.34	0.18	0.23	0.11	0.13	0.43	0.40	0.11

می‌رسد که بودن تنوع گونه‌ای در کردکوی و بندرگز، رقابت بین گونه‌ای علفهای هرز را کاهش داده و شرایط را برای گسترش علفهای هرز موجود در این شهرستان‌ها فراهم آورده است بطوريکه میانگین تراکم علفهای هرز ظاهر شده در این شهرستان‌ها بیشتر از سایر شهرستان‌ها گزارش شده است. با خوشبندی شهرستان‌ها از نظر میانگین یکنواختی و فرکانس، این شهرستان‌ها در ۷ خوشه جدگانه قرار گرفته‌اند به طوریکه شهرستان‌های گرگان و بندرگز از نظر میانگین یکنواختی و همچنین شهرستان‌های گرگان و بندرگز از نظر میانگین یکنواختی و فرکانس علفهای هرز بیشترین شباهت را با هم داشته و هرکدام به طور جدگانه در یک خوشه طبقه‌بندی شدند. شهرستان‌های گرگان،

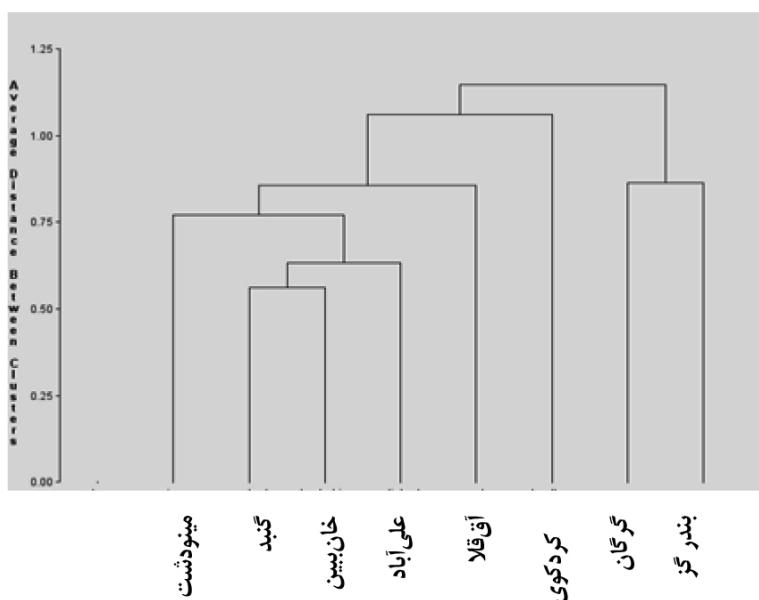
خوشبندی شهرستان‌های استان از نظر میانگین تراکم نشان داد که این شهرستان‌ها در ۸ خوشه جدگانه قرار گرفتند. طبق نتایج به دست آمده شهرستان‌های گند و علیآباد و همچنین شهرستان‌های گرگان و خانبین از نظر میانگین تراکم علفهای هرز بیشترین تشابه را با هم داشته و هرکدام به طور جدگانه در یک خوشه قرار گرفتند. از سوی دیگر بندرگز و کردکوی بیشترین تفاوت را از نظر میانگین تراکم علفهای هرز با سایر شهرستان‌ها نشان دادند (شکل ۱). تعداد کم گونه در مزارع گندم کردکوی و بندرگز و افزایش تراکم، فراوانی و یکنواختی علفهای هرز ظاهر شده در شهرستان‌های فوق الذکر می‌تواند دلیل قرارگیری آنها در یک خوشه مجزا باشد (۲۲). به نظر

شهرستان‌های استان از نظر فراوانی نیز خوشبندی شدند و در ۷ خوشه جداگانه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که شهرستان‌های گنبد و علی‌آباد و همچنین شهرستان‌های گرگان و بندگز از نظر فراوانی علفهای هرز بیشترین شباهت را با هم داشته و در یک خوشه قرار گرفتند. از سوی دیگر شهرستان‌های مینودشت، بندگز و گرگان بیشترین تفاوت را از نظر فراوانی علفهای هرز با سایر شهرستان‌ها نشان دادند (شکل ۱).

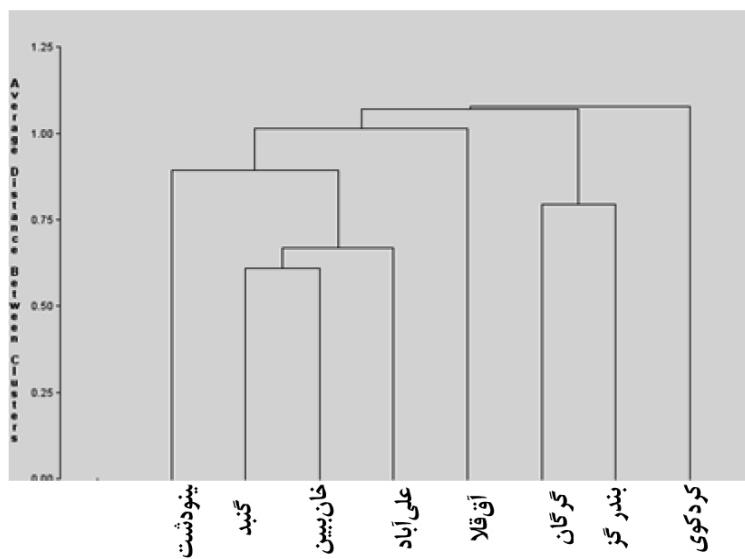
بندرگز و کردکوی بیشترین تفاوت را از نظر میانگین یکنواختی علفهای هرز با سایر شهرستان‌ها نشان دادند (اشکال ۲ و ۳). از نظر درصد فرکانس علفهای هرز کردکوی بیشترین تفاوت را با بقیه شهرستان‌ها داشت و در یک خوشه مجزا قرار گرفت که این موضوع می‌تواند به کم بودن درصد فرکانس کل علفهای هرز در این شهرستان نسبت به شهرستان‌های دیگر مرتبط باشد که خود می‌تواند متأثر از مدیریت بهتر مزارع به دلیل ارتباط تنگاتنگ کشاورزان این شهرستان با کارشناسان کشاورزی و بالا بودن سطح آگاهی آنها باشد.



شکل ۱- خوشبندی شهرستان‌های استان گلستان از نظر میانگین تراکم علفهای هرز گندم
Figure 1- Clustering of cities based on mean density of wheat weeds

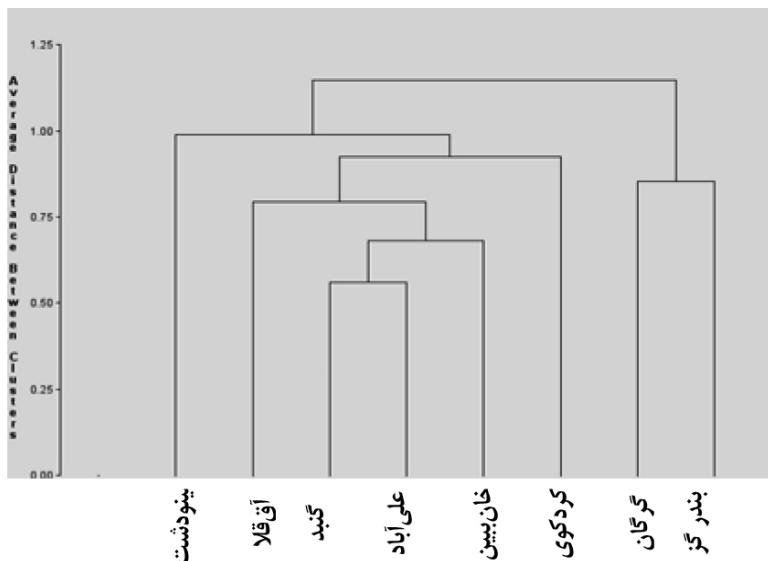


شکل ۲- خوشبندی شهرستان‌های استان گلستان از نظر میانگین یکنواختی علفهای هرز گندم
Figure 2- Clustering of cities based on mean uniformity of wheat weeds



شکل ۳- خوشبندی شهرستان‌های استان گلستان از نظر فرکانس علف‌های هرز گندم

Figure 3- Clustering of cities based on frequency of wheat weeds



شکل ۴- خوشبندی شهرستان‌های استان گلستان از نظر فراوانی علف‌های هرز گندم

Figure 4- Clustering of cities based on abundance of wheat weeds

علف‌های ظاهر شده در هر شهرستان و همچنین در راستای کنترل این علف‌های هرز انجام شود تا از مصرف نامناسب و بی رویه علف‌کش‌ها و آلودگی روز افزون محیط زیست جلوگیری بعمل آید. از آنجایی که مبارزه با علف‌های هرز مهم ممکن است شرایط را برای گسترش علف‌های هرز کم اهمیت‌تر فراهم نماید، مطالعه بیولوژی علف‌های هرزی که به تازگی در برخی از شهرستان‌های استان ظاهر شده‌اند نظیر گشنیزک، تلخه، شمعدانی وحشی، آلاله، دانه قناری کوتاه سنبل و چاودار نیز باید در زمرة اولویت‌های بعدی تحقیقاتی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این بررسی نشان می‌دهد که یولافوحشی، علف‌خونی، چچم، چمن یکساله و دانه قناری به ترتیب مهمترین علف‌های هرز باریکبرگ و خردل‌وحشی، سیزاب، گندمک، پیچک‌بند، هفت‌بند، یونجه‌وحشی، خلر، ماشک و شاهتره به ترتیب مهمترین علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع گندم استان گلستان هستند. مطالعه روش‌های کنترل این علف‌های هرز باید در رأس الویت‌های تحقیقات کشاورزی و دانشگاهی استان قرار گیرد و توزیع علف‌کش‌های شیمیایی در کشور و همچنین استان باید بر مبنای این اطلاعات و

منابع

1. Ahmadi K., Gholizadeh H., Ebadzadeh H., Hoseinpoor F., Hatami F., Fazli B., Kazemian A. and Rafiee M. Agriculture Statistics Book. 2013-2014. (1). Agricultural crops. (In Persian)
2. Bourdot G.W., Hurrell G.A. and Saville D.J. 1998. Weed flora of cereal crops in Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 26: 233-247.
3. Bukun B. 2004. The Weed flora of winter wheat in sanilifura, Turkey. Pakistan Journal of Biological Science, 7: 1530-1534.
4. Dale M.R.T. and Thomas A.G. 1987. The structure of weed communities in Saskatchewan fields. Weed Science, 35: 348-355.
5. Dale, M.R.T., Thomas, A.G., and John E.A. 1992. Environmental factors including management practices as correlates of weed community composition in spring seeded crops. Canadian Journal of Botany, 70: 1931-1939.
6. Delafuente E.B., Suarez S.A., and Ghersa C.M. 2006. Soybean weeds community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). Agriculture Ecosystem and Environment, 115: 229-236.
7. Dutoit T., Gerbaud E., Buisson E., and Roche P. 2003. Dynamics of a weed community in a cereal field created after ploughing a seminatural meadow: Roles of the permanent seed bank. Ecoscience, 10: 225-235.
8. Derksen D.A., Anderson R.L., Blackshaw R.E., and Maxwell B. 2002. Weed dynamics and management strategies for cropping systems in the northern Great Plains. Agronomy Journal, 94: 174-185.
9. Doucet C., Weaver S.E., Hamill A.S., and Zhang J. 1999. Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. Weed Science, 47: 729-735.
10. Edim H., Sarani M., and MinbashiMoeini M. 2010. Determining weed maps and population characteristics of irrigated wheat fields for Sistan and Baluchestan province. Weed Research Journal. 2 (1): 1-14. (In Persian)
11. Eiszner H., Salazar D., and Pohlan J. 1996. The effect of crop rotation and weed control on the weed seed bank in the soil. Tropenlandwirt, 97: 63-73.
12. Frick B., and Thomas A.G. 1992. Weed survey in different tillage systems in Southeastern Ontario field crops. Canadian Journal of Plant Science, 72: 1337-1347.
13. Hume L. 1987. Long-term effects of 2, 4-D application on weed community in wheat crop Canadian Journal of Botany, 65: 2530- 2536.
14. Koocheki A., NasiriMahalati M., Tabrizi L., Azizi G. and Jahan M. 2006. Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat and sugar beet fields of various provinces in Iran. Journal of Agronomy Research of Iran, 1(1): 105-129.(In Persian with English abstract)
15. Koocheki A., Kamkar B., JamiAlahmadi M., Mahdavi Damghani A., Farsi M., Rezani P., and Barzegar A. 2006. Agriculture Biodiversity (Translation). Ferdosi Mashhad University Publications.(In Persian)
16. Kossali A. 2014. Evaluation of weeds distribution and diversity in wheat fields (*Triticum aestivum*) in Turkmen. M.Sc. thesis. Islamic Azad University, Gorgan Branch. (In Persian with English abstract)
17. Kooler M., and Lanini W.T. 2005. Site-specific herbicide applications based on weed maps provide effective control. California Agriculture, 59: 182-187.
18. Minbashi Moeini M., Baghestani M.A., and Mashhadi H.R. 2008. Introducing an abundance index for assessing weed flora in survey study, Weed Biology & Management, 8: 172-180.
19. Minbashi Moeini M. 2012. Producing of weed map for irrigated wheat fields of Iran using Geographic Information System (GIS). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 95: 22-31. (In Persian with English abstract)
20. Montazeri M. 2007. Wheat and barley weeds and their chemical control in Gorgan. Proceeding of Iranian Plant Protection Congress, pp 208. (In Persian with English abstract)
21. Narimani V., Minbashi Moeini M. and Mohamadi Poor M. 2006. Evaluation and determination weed dominance with quantitative index in wheat and barley fields in Eastern Azarbaijan. The 9th Iranian Crop Sciences Congress, Abouryhan Campus, University of Tehran. (In Persian with English abstract)
22. Norozzadeh Sh., Rashed Mohasel M.H., Nassiri Mahallati M., Koocheki A., and Abbas Pour M. 2008. Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat fields of Northern, Southern and Razavi Khorasan provinces. Journal of Agronomy Research of Iran, 6(2): 471-485. (In Persian with English abstract)
23. Poorazar R., and Minbashi Moeini M. 2007. Identification and evaluation density, abundance and uniformity of wheat and barley weeds in Khozestan province. Proceedings of 15th Iranian Plant Protection Congress, pp 13. (In Persian with English abstract)
24. Poggio S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture Ecosystems and Environment, 109: 48-58.
25. Soodmand M.A. 1999. Identification main crop weeds of part of Gorgan and preparation seed and seedling key for them. M.Sc. thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. (In Persian with English abstract)

26. Tahbaz F. and Sanei Shariat Panahi M. 1985. Weed Biology. Tehran University Publications, pp. 297. (In Persian)
27. Thomas A.G. 1985. Weed survey system used in Saskathevan for cereal and oilseed crops. *Weed Science*, 33: 34-43.
28. Veisi M., Rahimian Mashhadi H., Alizadeh H., Minbashi Moeini M. and Oveisi M. 2014. Weed flora change in irrigated wheat fields of Kermanshah after a decade. *Iranian Journal of weed science*, (10).pp. 1-20. (In Persian with English abstract)
29. Waheed A., Qureshi R. and Jakhar G.S. 2009. Weed community dynamics in wheat crop of district Rahim Yar Khan, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 41: 247-254.
30. Yazdani M., Hematallah P. and Esmaeili M.A. 2009. Evaluation species diversity, density and dominant weeds in wheat and barley fields in sari. Proceedings of 18th Iranian Plant Protection Congress, pp 21. (In Persian with English abstract)
31. Younesabadi M. 2004. Annual report of identification and producing weed map for irrigated wheat and barley fields of Iran using Geographic Information System (GIS). Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Golestan Province, Gorgan. (In Persian)
32. Zand E., Baghestani M.A., and Mighani F. 2009. Sustainable weed management. Printed in new agriculture book (Kocheki, A & M, Khajehoseini). Publications of Jehade-daneshgahi Mashhad. (In Persian)

Changes of Weed Flora and Species Diversity in Wheat (*Triticum aestivum*) Field of Golestan Province after One Decade

M. Younesabadi^{1*}- M. Minbashi Moeini²- L. Habibian³- A. Savarinrjad⁴- A. Haghghi⁵

Received: 23-10-2017

Accepted: 18-09-2018

Introduction: Wheat, as a strategic crop, has a special place in agricultural production of Iran and it has the highest cultivation area in the country. One of the most important limiting factors of wheat production in the world and in the country is weeds. Having comprehensive knowledge of the flora and species diversity of weeds is one of great importance for wheat management and it perceived as a primary need for production management and effective method of weed control in wheat farming program. In order to study of weed flora and evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat field of Golestan province, weeds population were surveyed at different cities during 2015 and the results were compared with the findings of last decade surveys.

Material and Methods: Randomized sampling method as W shape was conducted systematically using 0.5×0.5 m quadrate. All weeds in each quadrate were identified, counted and recorded for subsequent data entry and analysis. Mean density, frequency and uniformity percentage and relative abundance were calculated based on Thomas, 1985. Species Similarity index between different cities and Shannon and Simpson species diversity indices in each city were calculated based on available formula. Then cluster analysis based on average linkage method is carried out by SAS 9.2 for clustering different cities on basis of calculated traits that mentioned above.

Result and Discussion: In this study, 51 plant species from 20 families were recorded. The most number of weeds were recorded in Poaceae, Fabaceae and Asteraceae families with 14, 7 and 6 weed species, respectively, but Poaceae, Polygonaceae and Brassicaceae were the most important weed families in wheat fields of Golestan province, based on their relative abundance, respectively. The results showed that 78.43 % of recorded weeds were annual and the rest were perennial, 29.41 % of weeds were monocotyledons and 70.48% were dicotyledones. *Avena ludoviciana* and *Phalaris minor* with 40.21 and 37.11% relative abundance were the most important weed from narrow-leaved weeds and *Sinapis arvensis* with 32.42% relative abundance was the most important weed from broad-leaved weeds. *P. minor*, *A. ludoviciana* •*Veronica persica* poir. and *Stellaria media* (L.) Vill. had the highest mean density in wheat fields of province, respectively. The result of this study showed that the density of *Avena ludoviciana*, *Sinapis arvensis*, *Phalaris minor*, *Lolium rigidum*, *Polygonum aviculare*, *Fumaria officinalis* and *Veronica persica* has increased while the density of *Polygonum convolvulus* and *Melilotus officinalis* decreased over time gradually. Increase of narrow-leaved weeds than last decade may be related to continuous application of aryloxy phenoxy propionate herbicides for the years and resistance of weeds to this group of herbicides. Decrease of *P. convolvulus* density than last decade can be contributed to successful control of this weed by available herbicides such as tribenuron methyl, bromicid M.A. (bromoxinil+MCPA) and 2, 4, D. The most uniformity index was observed in *A. ludoviciana* (29.15), *S. arvensis* (26.57), *P. minor* (21.90) and *V. persica* (18.03), respectively. *S. arvensis*, *A. ludoviciana*, *P. minor* and *V. persica* with 42.55, 41.49, 41.49 and 30.85 % had the most frequency, respectively.

The highest richness (the number of species) was observed in Khan Bebin (26 species) and the lowest (8 species) was in Kord Koy. Low richness in Kord Koy may be contributed to poor drainage of soil in this city that many of weed species cannot adapt with this condition. The highest and Shannon diversity index was observed in Gonbad (2.48) and Khan Bebin (2.44) and the lowest value was observed in Kord Koy (1.18). The highest Simpson diversity index was observed in Kalaleh (0.43) and Minoo Dasht (0.4) and the lowest value was observed in Gonbad (0.11) and Khan Bebin

1, 3, 4 and 5- Assistant Professor, Weed Expert and Weed Researchers, Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Golestan, AREEO, Gorgan, Iran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: myounesabadi@yahoo.com)

2- Associate Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

(0.11). Different cities of Golestan Province were grouped in 7 clusters for weed uniformity and weed abundance but for weed density they were grouped in 8 clusters.

Conclusion: The most important weed in Aq qala, Bandargaz, Khan Bebin, Kord Koy, Kalaleh and Gorgan cities were *Melilotus officinalis*, *P. minor*, *S. arvensis*, *Phalaris paradoxa*, *P. convolvulus*, *V. persica*. *A. ludoviciana* was the most important weed in Ali Abad, Gonbad and Minoo Dasht cities. In general *A. ludoviciana* (40.21), *P. minor* (37.11), *S. arvensis* (32.42), and *V. persica* (27.96) had the most relative abundance in wheat fields and study of their control methods must be considered as research priorities in Golestan province.

Keywords: Density, Frequency, Relative abundance, Simpson and Shannon index, Uniformity



تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی علف‌هرز گلنگ‌وحشی (*Carthamus oxyacantha*) با استفاده از مدل‌های رگرسیونی مختلف

فاطمه فخرراد^۱ - علی قبری^{۲*} - مهدی راستگو^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۲۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دما بر درصد و سرعت جوانه‌زنی و تعیین دمای کاردینال جوانه‌زنی علف‌هرز گلنگ‌وحشی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دماهای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. به منظور ارزیابی تأثیر دما بر سرعت جوانه‌زنی بذور از سه مدل رگرسیونی خطوط متقارن، چند جمله‌ای درجه دوم و پنج پارامتری بتا استفاده شد. نتایج آزمایش نشان داد که دما تأثیر معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. کمترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه (۲۳ درصد) مشاهده شد، در حالی که کمترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۶۲) در دمای ۵ درجه اتفاق افتاد. بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در دامنه‌دمایی ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمد و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد هیچ بذری جوانه نزد. بر اساس مدل‌های رگرسیون مورد استفاده، درجه حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی به ترتیب در دامنه (۵-۲۰)، (۴/۴۱-۱۹/۹۱) و (۳۳/۶۶-۲۸/۴۰) بدست آمد. بهترین مدل برآش داده شده برای تعیین دمای کاردینال گلنگ‌وحشی بر مبنای جذر میانگین مربعات خطای آزمایش، ضربیت تعیین و مقادیر باقیمانده حاصل از برآش، مدل خطوط متقارن تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: درجه حرارت بهینه، سرعت جوانه‌زنی، مدل خطوط متقارن

آن ضروری به نظر می‌رسد.

جوانه‌زنی فرآیندی فیزیولوژیکی است که از رشد گیاه‌چه آغاز شده و با نفوذ گیاهک به داخل بافت‌های پوششی بذر کامل می‌شود، بنابراین زمان جوانه‌زنی حد فاصل بین ورود آب به داخل بذر تا خروج بافت گیاهک از پوسته بذر می‌باشد (۶).

از آنجا که جوانه‌زنی از بحرانی‌ترین مراحل نمو یک گیاه و تعیین‌کننده موقوفیت یک علف‌هرز در بوم‌نظام زراعی است (۳۱)، شناخت بهتر جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌هرز در جهت توسعه برنامه‌های کنترلی و اعمال تیمارهای کنترل مکانیکی و بیولوژیکی ضروری است، از این رو نیاز برای مصرف علف‌کش‌ها را کاهش می‌دهد (۲۰). در واقع درک بیشتر عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، توسعه مدیریت‌زراعی مؤثر بر علف‌های هرز را از طریق ممانعت از جوانه‌زنی یا تحریک جوانه‌زنی در زمانی که گیاه‌چه‌ها به راحتی کنترل می‌شوند، را تسهیل می‌کند (۳۸). هم‌چنین، آگاهی از خصوصیات جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز پتانسیل توسعه آن‌ها را در مناطق جدید پیش‌بینی می‌کند (۱۴).

جوانه‌زنی فرآیند فیزیولوژیک پیچیده است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار می‌گیرد (۲۱). عوامل محیطی مختلفی مانند نور، اکسیژن، آب و دما بر جوانه‌زنی مؤثرند که این میان، دما

مقدمه

گلنگ‌وحشی (*Carthamus oxyacantha*, L.) از تیره کاسنی (Asteraceae) و بومی نواحی مدیترانه و مناطق غرب آسیا می‌باشد (۳). در جنس گلنگ تقریباً ۲۵ گونه و زیر گونه وجود دارد (۹). در ایران دو گونه *C. lanatus* و *C. oxyacantha* پیشترین نوع، پراکنش و سازگاری را با شرایط اقلیمی ایران داشته‌اند (۲۴). تحقیقات نشان داده در صورتی که بذرهای این گیاه مورد حمله باکتری‌ها قرار نگیرند، می‌توانند تا هشت سال قدرت حیات خود را حفظ کنند و بذرهای این گیاه در پاییز و یا اوایل زمستان جوانه‌زده و گیاه فصل زمستان را به صورت رزت سپری می‌کند. دوره گل‌دهی این گیاه از تیر تا آبان بوده و بذرهای رسیده در همان سال اول قادر به جوانه‌زنی هستند (۲۴). علی‌رغم فواید دارویی زیادی که این علف‌هرز دارد، حضور آن در محصولات زراعی باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌شود، لذا، شناخت عوامل مؤثر در مراحل نمو این علف‌هرز در مدیریت صحیح

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیاران گروه اکرووتکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(Email: Ghambari@um.ac.ir)
- نویسنده مسئول:
DOI: 10.22067/jpp.v32i4.66879

شروع آزمایش، بستر بذر (کاغذ واتمن شماره ۱) در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت استریل شد. بذرها با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۲ دقیقه ضدغوفونی و پس از شستشوی با آب مقطر به مدت ۳ دقیقه، تعداد ۲۵ بذر داخل پتری دیش‌هایی با قطر ۹ سانتی‌متری روی دو لایه کاغذ صافی گذاشته شدند و به مقدار ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها اضافه گردید آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در دماهای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد در شرایط تاریکی و رطوبت نسبی ۶۰ درصد انجام شد. جهت حفظ رطوبت مورد نیاز در طی آزمایش، کاغذ صافی درون پتری دیش‌ها مرطوب نگهداشته شد. مبنای جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه از پوسته بذر و قابل رویت بودن آن با چشم غیرمسلح بود. شمارش بذرهاي جوانه زده بعد از ۲۴ ساعت به صورت روزانه انجام شد و تا زمانی که صد درصد جوانه‌زنی یک حد ثابت رسید (تا ۱۴ روز) و یا زمانی که صد درصد جوانه‌زنی حاصل شد به طور مرتب و مداوم صورت گرفت. درصد و سرعت جوانه‌زنی در هر درجه حرارت محاسبه گردید. اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذور (بذر در روز) با استفاده از معادله ۱ انجام شد . (۱۹)

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{Si}{Di} \quad (۱)$$

در این معادله R سرعت جوانه‌زنی (برحسب تعداد بذر جوانه‌زنده در روز)، S_i تعداد بذر جوانه‌زنده در روز i و D_i تعداد روز تا شمارش i ام (روز)، تعیین درجه حرارت‌های کاردینال (کمینه، بهینه و بیشینه) با استفاده از مدل‌های رگرسیونی بین سرعت جوانه‌زنی و درجه حرارت‌های مختلف صورت گرفت که در آن‌ها درجه حرارت‌های مختلف عنوان متغیر مستقل (محور X) و سرعت جوانه‌زنی به عنوان متغیر وابسته (محور Y) در نظر گرفته شد. مدل‌های رگرسیون مورد بررسی شامل خطوط متقطع (ISL) (معادله ۲) (۵)، مدل ۵ پارامتری (FPB) (معادله ۳) (۴) و مدل چند جمله‌ای درجه ۲ (QPN) (معادله ۴) (۲۷) بود.

$$f = \text{if } (T < T_0, \text{region1}(T), \text{region2}(T)) \quad (۲)$$

$$\text{region1}(T) = b(T - T_b)$$

$$\text{region2}(T) = c(T_m - T)$$

$$f = \exp(\mu)(T - T_b)\alpha(T_m - T)\beta \quad (۳)$$

$$T_0 = (\alpha T_m + \beta T_b) / (\alpha + \beta)$$

$$f = a + bT + cT^2 \quad (۴)$$

$$T_0 = b + 2cT$$

لازم به ذکر است که در معادله ۵ پارامتری بتا و چند جمله‌ای درجه دوم، درجه حرارت بهینه (T_0) از مشتق‌گیری استفاده شد. در تمامی مدل‌های ذکر شده، f سرعت جوانه‌زنی (تعداد/روز)، T درجه حرارت (درجه سانتی گراد)، T_b ، T_0 و T_m به ترتیب درجه حرارت‌های

عامل مهمی است که جوانه‌زنی و خواب بذر را کنترل می‌کند (۱۱). بطور کلی اثر دما بر جوانه‌زنی بر حسب درجه حرارت‌های کاردینال یعنی دمای حداقل، مطلوب و حداقل بیان می‌شوند درجه حرارت حداقل یا پایه (Tb) بر حسب تعریف کمترین درجه حرارتی است که در آن جوانه‌زنی اتفاق می‌افتد، درجه حرارت بهینه (To) دمایی است که در آن بیشترین درصد جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین دوره زمانی اتفاق می‌افتد و درجه حرارت حداکثر (Tm) بالاترین دمایی است که بذور قادر به جوانه‌زنی می‌باشد (۳۷). درجه حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی، عموماً بستگی به دامنه سازگاری محیطی یک گونه دارد و تطابق زمان جوانه‌زنی با شرایط مطلوب برای مرحله بعدی رشد و توسعه گیاهچه را تضمین می‌کند (۲).

به منظور کمی‌سازی تأثیر دما بر جوانه‌زنی گیاهان مدل‌های رگرسیونی زیادی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که درجه حرارت‌های کاردینال (پایه، بهینه و بیشینه) را تعیین می‌کنند (۸، ۱۱، ۲۹، ۳۵). عموماً، افزایش خطی در سرعت جوانه‌زنی مرتبط با افزایش دما از دمای پایه به دمای بهینه پیش می‌رود و با افزایش دما بعد از دمای بهینه سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (۶ و ۲۵).

با توجه به گسترش علف‌هرز گلنگ‌وحشی در مناطق آبیش و زمین‌های زعفران شهرستان بردسکن (خراسان‌رضوی) و کاهش عملکرد زعفران به علت حضور این علف هرز در مزارع، ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی و تعیین درجه حرارت‌های کاردینال در راستای مدیریت و کنترل علف‌هرز مذکور ضروری به نظر می‌رسد. این آزمایش به منظور بررسی تأثیر دما بر درصد و سرعت جوانه‌زنی علف‌هرز گلنگ‌وحشی و تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذور این علف‌هرز و همچنین ارزیابی مدل‌های مورد استفاده در تعیین دماهای کاردینال انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی رفتار جوانه‌زنی علف‌هرز گلنگ‌وحشی آزمایشی در آزمایشگاه تحقیقات علوم علوفه‌های هرز دانشکده کشاورزی داشتگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۵ انجام شد. بدین منظور، بذور گلنگ‌وحشی در مردادماه سال ۱۳۹۴ از مزارع زعفران شهرستان بردسکن با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۷۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۹۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۸۶۲ متری از سطح دریا، جمع‌آوری شدند. سپس بذور تمیز و خشک شده، در دمای اتاق در پاکت‌های کاغذی به مدت زمان ۵ تا ۶ ماه جهت شکستن خواب بذور نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت زمان، برای اطمینان از جوانه‌زنی مطلوب، قوه نامیه بذور در دمای محیط و همچنین آزمون تترزاولیوم بر روی بذور این گیاه انجام شد. نتایج آزمون نشان‌دهنده جوانه‌زنی بالای بذور و عدم وجود خواب بذر در آن‌ها بود. قبل از

بذری از گلنگ‌وحشی جوانه نزد درصدهای جوانه‌زنی این گیاه در محدوده دمایی ۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد (جدول ۱) نشان دهنده حضور بیشتر این علف‌هرز در اوایل فصل رشد در مقایسه با اواخر فصل رشد است و همچنین با توجه به درصد و سرعت بالای جوانه‌زنی این گیاه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌توان گفت که بهترین زمان مبارزه و انجام عملیات کنترلی با این علف‌هرز در اوایل فصل رشد و در زمانی است که دمای محیط حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد، زیرا در این وضعیت درصد زیادی از بذور گلنگ‌وحشی با سرعت زیاد جوانه زده و انجام عملیات زراعی و مکانیکی نیز جهت مبارزه با علف‌هرز از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه است. عکس العمل بذور گیاهان مختلف به درجه حرارت، بستگی به نوع گونه، رقم، منطقه رشد و مدت زمان بذور از برداشت دارد، به نظر می‌رسد فقدان جوانه‌زنی و مرگ بذور برخی از گونه‌های گیاهی در درجه‌حرارت‌های بالا، می‌تواند مرتبط با ایجاد و یا تحمیل خواب ثانویه در بذور از طریق ایجاد لایه‌فیزیکی نفوذناپذیر در آندوسپرم با پریکارپ و در نتیجه عدم جذب آب و عدم خروج ریشه‌چه در شرایط نامطلوب باشد (۷). در آزمایش تأثیر و همکاران (۳۳) که به منظور بررسی اثر عوامل محیطی بر جوانه‌زنی علف‌هرز گلنگ‌وحشی انجام شد، افزایش دما از ۱۵ به ۲۵ درجه درصد جوانه زنی گلنگ‌وحشی را افزایش داد. در آزمایشی بذرهای گلنگ‌وحشی در همکاران (۳) نیز انجام شد جوانه‌زنی بذرهای گلنگ‌وحشی در دماهای ۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرد و دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد، دماهای مطلوب جوانه‌زنی این علف‌هرز گزارش شدند. در آزمایش وانگ و همکاران (۳۶) با افزایش دما از ۵ درجه سانتی‌گراد به ۲۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی علف‌هرز هفت بند از ۲۰ درجه سانتی‌گراد، جوانه‌زنی آن کاهش و در ۳۰ درجه سانتی‌گراد به صفر رسید.

کمینه، بهینه و بیشینه و همچنین μ , a , β , c و b به عنوان ضرایب رگرسیون بودند.

پارامترهای مختلفی مانند تحلیل نمودار باقیمانده‌ها، جذر میانگین مربع خطأ (RMSE) ضریب همبستگی (R^2) و R^2_{adj} به منظور سازگاری و تطابق سرعت جوانه‌زنی با مدل‌های رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفته است (۱، ۲ و ۲۷). در این آزمایش نیز بعد از برآش معادلات مذکور، نمودارهای باقیمانده هر مدل رسم شد. مبنای مقایسه مدل‌ها ضریب همبستگی (R^2)، تحلیل نمودار باقیمانده و R^2_{adj} (معادله ۴) معادله بود.

$$R^2_{adj} = 1 - \sum \frac{(O_i - P_i)^2}{(O_i - \bar{O})^2} \quad (معادله ۴)$$

که در این معادله O_i و P_i به ترتیب مقادیر اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده و \bar{O} میانگین مشاهدات می‌باشد. داده‌های آزمایش، قبل از آنالیز آماری، بر اساس تبدیل جذری $(\sqrt{O_i + 0.5})$ نرمال شدند و آنالیز واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. جهت برآش مدل‌های رگرسیونی نیز از نرم‌افزار SigmaPlot ver. 12.5 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که دما تأثیر معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت (جدول ۱). دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین سرعت (بهترتب ۶/۴۴ و ۹/۹۲) و درصد جوانه‌زنی (بهترتب ۸۳ و ۱۰۰) را داشتند. کمترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه (۲۳ درصد) بود، در حالی که کمترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۶۲) در دمای ۵ درجه اتفاق افتاد. به طور کلی با افزایش دما از ۵ درجه به ۲۰ درجه سانتی‌گراد درصد و سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و از دمای ۲۰ درجه به بعد دچار کاهش شد بطوری که در دمای ۳۵ درجه هیچ

جدول ۱- درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور علف‌هرز گلنگ‌وحشی در دماهای مختلف

Table 1- Germination rate and percentage of *Carthamus oxyacantha* in different temperatures

Temperature (°C)	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	جوانه‌زنی کل (درصد) Total germination (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر/روز) Germination rate (Seed/day)
5		25 ^e	0.62 ^f
10		50 ^d	2.74 ^d
15		83 ^b	6.44 ^b
20		100 ^a	9.92 ^a
25		68 ^c	5.19 ^c
30		23 ^f	1.47 ^e
35		0	0

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means followed by at least same letter are not significantly differentns by Duncan Test ($P<0.05$)

برتری مدل خطوط متقطع نسبت به دو مدل دیگر بود (جدول ۲). به طور مشابه در آزمایش حسینی و همکاران (۱۷) نیز، مدل خطوط متقطع برای تعیین دماهای کاردینال جو دره (Hordeum spontaneum Koch.)، بهترین مدل بود.

با توجه به مقدار R^2_{adj} مدل خطوط متقطع (۰/۸۷)، پنج پارامتره بتا (۰/۵۶) و چندجمله‌ای درجه دوم (۰/۶۹) به ترتیب مناسب‌ترین مدل بودند. بر مبنای میزان جذر میانگین مرربع خطا نیز مدل خطوط متقطع با داشتن کمترین میزان این پارامتر (۰/۷۶) در مقایسه با مدل پنج پارامتره بتا (۰/۹۱) و چندجمله‌ای درجه دو (۱/۸۰) بهترین مدل بود. در آزمایش خلاج و همکاران (۱۸) مقایسه مدل‌های رگرسیونی (شامل خطوط متقطع، دندانهای و بتا) بر مبنای میزان ضریب همبستگی (R^2) و میزان جذر میانگین مرربع خطا (RMSE) در سه گیاه یولاف وحشی (*Sinapis arvensis*), خردل وحشی (*Avena fatua*) و خاکشیر (*Descurainia sophia*) نشان داد، نمودار خطوط متقطع با بالاترین میزان ضریب همبستگی و کمترین پرمون و همکاران (۲۲) مدل بتا در هر سه گیاه بود. اما در آزمایش پرمون و همکاران (۲۲) مدل بتا بهترین مدل برای تخمین دماهای کاردینال گیاه خارمریم (*Silybum marianum*) بود. سلطانی و همکاران (۲۸) مدل دندانه مانند را به عنوان مدل برتر در پیش‌بینی سبز شدن گیاه نخود (*Cicer arietinum L.*) در دماها و عمق‌های مختلف معروفی کردند. در آزمایشی که توسط قادری فر و همکاران (۱۲) به منظور ارزیابی مدل‌های رگرسیون غیرخطی برای توصیف سرعت جوانه‌زنی کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo L.*)، گاویزان (*Nigella sativa L.*) و سیاه دانه (*Borago officinalis*) نسبت به دما و با استفاده از پارامترهای مقدار جذر میانگین مرربع انحرافات (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a و b) انجام شد، مدل بتا در گیاه گاویزان و مدل‌های بتا و دندان مانند در کدو تخم کاغذی و سیاه دانه بهترین برازش را بین سرعت و دما داشتند.

جدول ۲- مقادیر درجه حرارت‌های کاردینال بذور گلنگ وحشی و نیز برشی از پارامترهای دیگر حاصل از برازش مدل‌های خطوط متقطع، چند جمله‌ای درجه دو و پنج پارامتره بتا به داده‌های رابطه سرعت جوانه‌زنی بذور گلنگ وحشی و دما

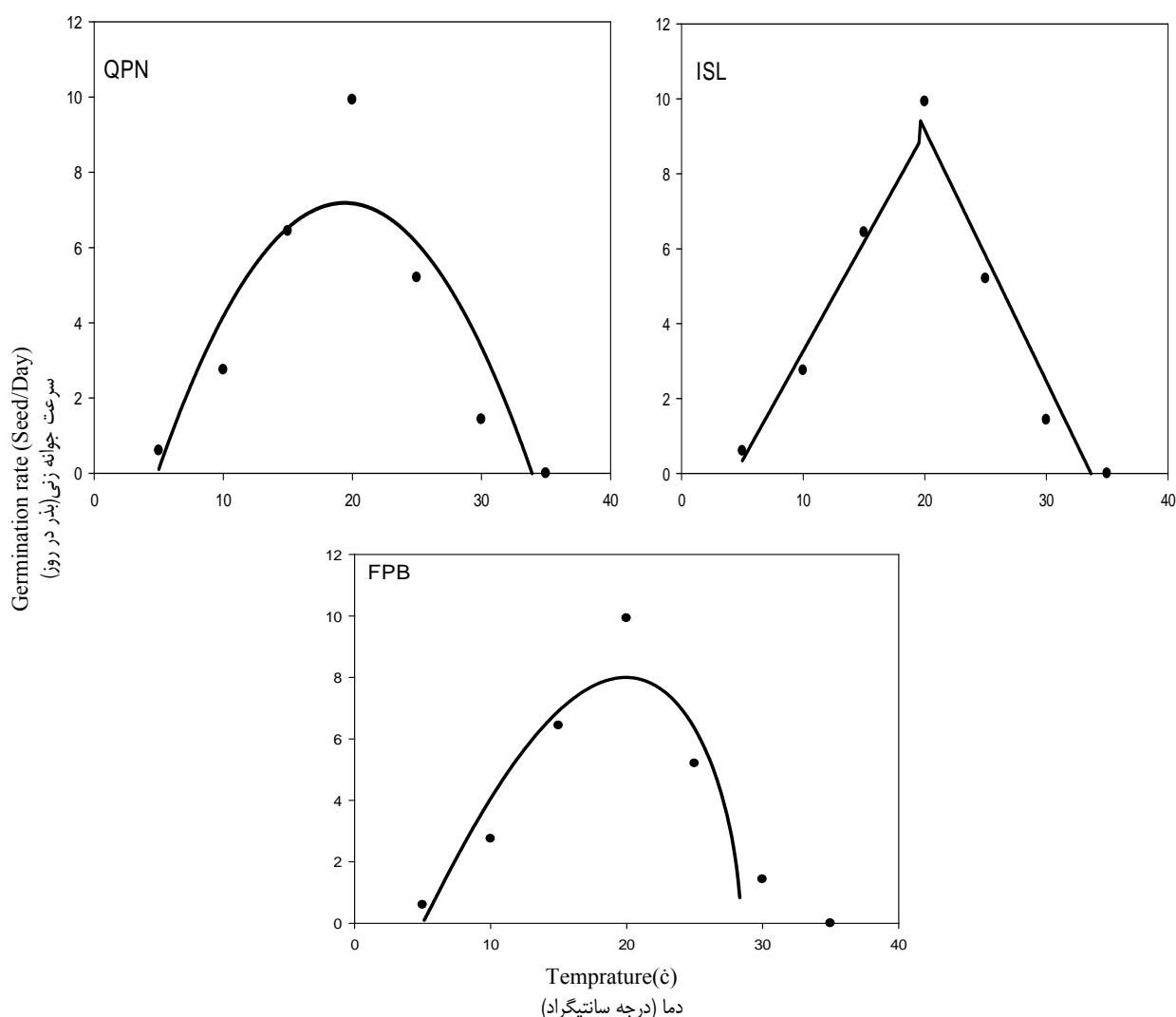
Table 2- Cardinal temperatures and parameters from, fitting ISL,QPN and FPB models on germination rate of *C. oxyacantha* seeds at different temperatures

مدل model	دما کمینه (درجه سانتی گراد) Base temperature (°C)	دماهای بهینه (درجه سانتی گراد) Optimum temperature (°C)	دماهای بهینه (درجه سانتی گراد) Maximum temperature (°C)	R^2	R^2_{adj}	RMSE
خطوط متقطع (ISL)	4.41	19.60	33.66	0.95	0.87	0.76
چند جمله‌ای درجه دوم (QPN)	4.90	19.41	33.80	0.79	0.69	1.80
پنج پارامتره بتا (FBN)	5.00	19.97	28.40	0.85	0.56	0.91

در آزمایش طاهرآبادی و همکاران (۳۲) دماهای کاردینال (دماهای پایه، بهینه و بیشینه) برای گیاه بیگدانه (*Hyoscyamus niger*) به ترتیب ۰/۶۵، ۰/۳۱ و ۰/۴۱ درجه سانتی گراد، برای گیاه تاج الملوك (*napellus Aconitum*) و ۱۱/۴۸، ۲/۸۴ درجه سانتی گراد و برای گیاه شاهدانه به ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۴۲ درجه سانتی گراد تعیین شد و نتایج آزمایش محققان نشان داد که وجود دامنه دماهای متفاوت در جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز در استقرار و رقابت پذیری آن‌ها مؤثر است. در آزمایش قادری فر و همکاران (۱۳) دماهای پایه، بهینه و بیشینه برای گیاه یونجه زرد (*Melilotus officinalis*) به ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۶۴ درجه سانتی گراد بدست آمد.

درجه حرارت‌های مختلف با تأثیری که بر روی جوانه‌زنی می‌گذارند، ممکن است برای ارزیابی ویژگی‌های جوانه‌زنی و پتانسیل استقرار گونه‌های گیاهی مفید باشند. سرعت جوانه‌زنی در بحث استقرار گیاه اهمیت بیشتری از درصد جوانه‌زنی دارد زیرا هرچه جوانه‌زنی سریع‌تر باشد احتمال خروج ریشه‌چه و از خاک و جذب رطوبت خاک و استقرار بهتر گیاهچه افزایش می‌یابد (۱۶). در شرایط طبیعی، استفاده از شاخص سرعت جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف گیاهی جهت برازش مدل‌های رگرسیونی، برای تعیین دماهای کاردینال مؤثر است (۲۳). در شکل الف و جدول ۲، درجه حرارت‌های کاردینال (کمینه، بهینه و بیشینه) با استفاده از برازش سه مدل خطوط متقطع، چندجمله‌ای درجه دوم و ۵ پارامتری بتا تعیین شدند. بر اساس نتایج بدست آمده از تخمین این سه مدل، مقادیر درجه حرارت‌های کمینه، بهینه و بیشینه به ترتیب در دامنه ۵-۰ (۰/۴۱)، ۰/۹۱-۰/۱۹ (۰/۶۶) و ۰/۴۰-۰/۲۸ (۰/۶۶) سانتی گراد بدست آمد، که این مقادیر در سه مدل مورد مطالعه تقریباً با یکدیگر مطابقت داشتند، اما ضریب همبستگی (R^2) در مدل خطوط متقطع بیشتر بود، بطوری‌که در مدل خطوط متقطع میزان ضریب همبستگی ۰/۹۵ و این مقدار برای مدل‌های درجه دو و پنج پارامتره بتا به ترتیب ۰/۷۹ و ۰/۸۵ بود که نشان‌دهنده

جدول ۲- مقادیر درجه حرارت‌های کاردینال بذور گلنگ وحشی و نیز برشی از پارامترهای دیگر حاصل از برازش مدل‌های خطوط متقطع، چند



شکل ۱- برازش مدل‌های خطوط متقطع، چندجمله‌ای درجه دوم و پنج پارامتره‌ی بتا به رابطه دما و سرعت جوانه‌زنی بذور گلنگ‌وحشی

Figure 1- Fitting, Intersected-lines (ISL), Quadratic Polynomial (QPN) and Five-parameter Beta (FPB) models on germination rate of *C. oxyacantha* at different temperature

مقایسه با سایر مدل‌ها بود. در آزمایش عسگرپور و همکاران (۱) نیز بر مبنای پارامتر ضریب همبستگی (R^2) و هم چنین تحلیل نمودار باقیمانده‌ها، مدل خطوط متقطع برای توده علف شور خراسان شمالی مناسب‌ترین برازش را بین داده‌های دما و سرعت نشان دادند.

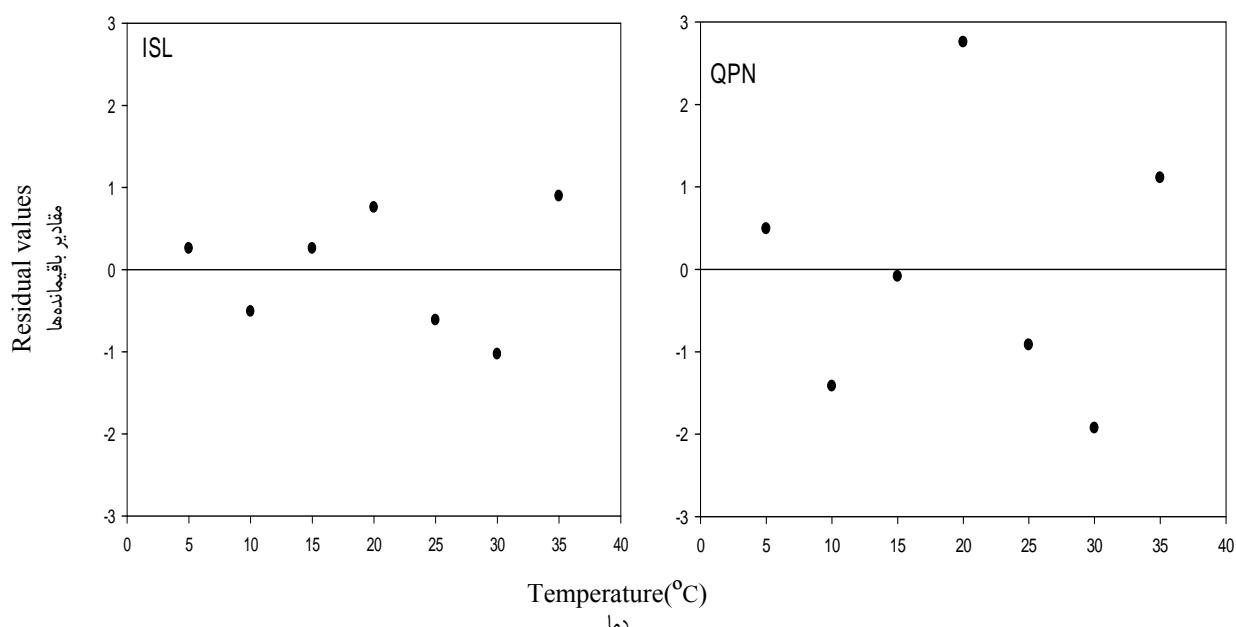
نتیجه‌گیری

هرچند با توجه به نتایج این آزمایش، درجه حرارت نزدیک به ۵ درجه سانتی‌گراد برای شروع جوانه‌زنی این گیاه لازم است و به تدریج با بالارفتن دما تا حد مشخصی جوانه‌زنی آن افزایش می‌یابد و پس از اوج جوانه‌زنی در درجه حرارت بهینه (نزدیک ۲۰ درجه سانتی‌گراد)، با گرم شدن هوا و القای خواب در بذرهای گلنگ‌وحشی میزان

با توجه به اینکه نمودار باقیمانده‌ها (اختلاف بین مقادیر مشاهده شده آزمایش و داده‌های پیش‌بینی شده توسط مدل) نشان‌دهنده‌ی میزان خطا در پیش‌بینی مدل است، در این آزمایش نیز، از این نمودار برای انتخاب بهترین مدل با کمترین خطا بین داده‌ها استفاده شد (لازم به ذکر است در آزمایش حاضر نمودار پنج پارامتره بتا برای مقادیر مشاهده شده دمای ۵، ۳۰ و ۳۵ درجه نتوانست مقادیر پیش‌بینی کند، درنتیجه به علت عدم داشتن باقیمانده برای رسم نمودار، مقایسه در این باره بین دو مدل دیگر انجام شد). تحلیل نمودار باقیمانده‌ها (شکل ۲، نشان داد در مدل خطوط متقطع، کمترین نوسانات در مقادیر باقیمانده در اطراف میانگین مشاهده شد و این مطلب تأییدی دیگر در صحت برتری مدل خطوط متقطع در

با شرایط جدید تطابق یافته و ممکن است درجه حرارت‌های کار دینال این گیاه نیز در سازگاری با شرایط جدید تغییر یابد.

جوانه‌زنی این گیاه کاهش می‌یابد، اما این نکته قابل توجه است که با تغییر شرایط آب و هوایی و تغییر اقلیم، گیاهان از جمله گلرنگ وحشی



شکل ۲- مقادیر باقیمانده حاصل از برازش مدل‌های خطوط متقطع و مدل چند جمله‌ای درجه دوم به داده‌های سرعت جوانه‌زنی گلرنگ وحشی در دمای مختلف

Figure 2- Residual values from fitting Intersected-lines (ISL) and Quadratic Polynomial (QPN) models to seed germination rate in *C. oxyacantha* at different temperatures

منابع

1. Asgarpour R., Mijani S., and Ghorbani R. 2013. Effect of temperature on germination rate of two passion grasses (*Salsola kali* L.) based on regression models, Journal of Plant Protection (Agriculture Sciences and Technology), 7(4): 476-483. (In Persian with English abstract)
2. Alvarado V., and Bradford K.J. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. Journal of Plant, Cell and Environment, 25: 1061-1069.
3. Bassiri A., Rouhani I., and Ghorashy S.R. 1975. Effect of temperature and scarification on germination and emergence of wild safflower, *Carthamus oxyacantha*. Agricultural Science, 84: 239-243.
4. Behdani M.A., Koocheki A., Nassiri M., and Rezvani P. 2008. Models of predict flowering time in the main Saffron production regions of Khorasan province. Applied Sciences, 8 :907-909.
5. Bewley J.D., Bradford K.J., Hilhorst H.W.M., and Nonogaki H. 2012. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy, Third Edition. Press, Springer New York, Heidelberg Dordrecht London.
6. Bradford K.J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science, 50: 248–260.
7. Cave R.L, Birch C.J., Hammer G.L., Erwin J.E., and Johnston M.E. 2011. Cardinal temperature and thermal time for seed germination of *Brunonia australis* (Goodeniaceae) and *Calandrinia* sp. (Portulacaceae). HortScience, 46:753–758.
8. Dashti M., Kafi M., Tavakkoli H., and Mirza M. 2015. Cardinal temperatures for germination of *Salvia leriiifolia* Benth. herba polonica, 60: 5-18.
9. Dittrich M., Petrak F., Rechinger K.H., and Wagenitz G. 1979. Compositae Cynareae. In: Rechinger, K.H. (ed.), Flora Iranica, Pp: 139-468. Journal of Echology, 18:1216–1220.
10. Ebrahimi E., and Eslami S.V. 2012. Effect of environmental factors on seed germination and emergence of invasive *Ceratocarpus arenarius*. Weed Research, 52: 50–59.

11. Forcella F., Benech-Arnold R.L., Sanchez R., and Ghersa C.M. 2000. Modelling seedling emergence. *Field Crops Research*, 67: 123-139.
12. Ghaderi-Far F., Soltani A., and Sadeghi-pour H.R. 2009. Evaluation of nonlinear regression models in quantifying germination rate of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) *Journal of Plant Protection (Agriculture Sciences and Technology)*, 16(4): 1 - 19. (In Persian with English abstract)
13. Ghaderi-Far F., Gherekhloo J., and Alimaghram M. 2010. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*). *Planta Daninha*, 28: 463-469.
14. Ghersa C.M., Benech-Arnold R.L., Sattore E.H., and Martinez-Ghersa M.A. 2000. Advances in weed management strategies. *Field Crop Research*, 67: 95-104.
15. Hakansson I., Myrbeck A., and Erarso A. 2002. A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. *Soil Tillage Research*, 64: 23-40.
16. Hashemi A., Baruti S.H., and Tavakolafshari R. 2017. Determine the cardinal temperatures of Marguerite seed (*Chrysanthemum maximum* Ramond). *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 5: 77-84. (In Persian)
17. Hosseini M., Mojtab M., and Zamani G.H. 2017. Cardinal temperatures for seed germination of wild barley, barley grass and hoary cress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63: 352-361.
18. Khalaj H., Allahdadi I., Iranejad H., Akbari G.A., MinBashi M., Baghestani M.A., Labbafi M., and Mehrafarin A. 2015. Using nonlinear regression model for estimation of cardinal temperatures in three medicinal plants. *Journal of Kasetsart -Natural Science*, 49: 165 – 173.
19. Maguire J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2: 176-177.
20. Masin R., Zuin M.C., Archer D.W., Forcella F., and Zanin G. 2005. A predictive model to aid control of annual summer weeds in turf. *Weed Science*, 53:193-201.
21. Meyer S.E., and Pendleton R.L. 2000. Genetic regulation of seed dormancy in *Purshia tridentata* (Rosaceae). *Annals of Botany*, 85: 521-529.
22. Parmoona G.H., Hamed Akbarib S.A., and Ebadi A. 2015. Quantifying cardinal temperatures and thermal time required for germination of *Silybum marianum*. *Journal of Seed and Crop*, 3: 145-151.
23. Pourreza J., and Bahrani S.A. 2012. Estimating Cardinal Temperatures of Milk Thistle (*Silybum marianum*) Seed Germination. *Agriculture and Environment Science*, 12: 1030-1034.
24. Rashed Mohsen M., Najafi H., and Akbarzadeh M. 2001. *Biology and Weed Control*. Ferdowsi University Press, Mashhad. (In Persian)
25. Rowse H.R., and Finch-Savage W.E. 2003. Hydrothermal threshold models can describe the germination response of carrot (*Daucus carota*) and onion (*Allium cepa*) seed populations across both sub-and supra-optimal temperatures. *New Phytologist*, 158: 101–108.
26. Shafii B., and PriceSource W.J. 2001. Estimation of cardinal temperatures in germination data analysis. *Journals of Agriculture Biology and Environments Statistics*, 6: 356–366.
27. Saeidnejad A. H., Kafi M., and Pessarakli M. 2012 Evaluation of cardinal temperatures and germination responses of four ecotypes of *Bunium persicum* under different thermal conditions. *Agriculture and Crop Science*, 4: 1266-1271.
28. Soltani A., Robertson M.J., Torabi B., Yousefi-Daz M., and Sarparast R. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as affected by temperature and sowing depth. *Agricultural and Forest Meteorology*, 138: 156-167.
29. Soltani A., and Sinclair T.R. 2012. *Modeling physiology of crop development, growth and yield*. Oxford shire: CABI Press; p.322.
30. Steckel L.E., Sprague C.L., Stoller E.W., and Wax L.M. 2004. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. *Weed Science*, 52: 217-221.
31. SitiAishah H., Saberi A.R., Halim R.A., and Zaharah A.R 2010. Salinity effects on germination of 585 forage sorghumes. *Journal of Agronomy*, 9: 169-174
32. Taherabadi S.H., Goldani M., Taherabadi S.H., and Fazeli Kakhki S.F. 2015. Determination of cardinal temperatures of germination of weed seeds of *Hyoscyamus niger*, *Aconitum napellus* and *Cannabis sativa*. *Journal of plant protection*, 29: 16-22. (In Persian)
33. Tanveer A., Muhammad Zeshan Farid M., Tahir M., Mansoor Javaid M., and Khaliq A. 2012. Environmental factors affecting the germination and seedling emergence of *Carthamus oxyacantha* M. Bieb. (Wild Safflower). *Pakistan Journal of Weed Science and Research*, 18: 221-235.
34. Wang R., Bai Y., and Tanino K. 2004. Effect of seed size and sub-zero imbibitions-temperature on the thermal time model of winterfat (*Eurotia lanata* (Pursh) Moq.). *Journal of Environmental and Experimental Botany*, 51: 183-187.

35. Wang R. 2006. Seedling emergence of winterfat (*Krascheninnikovia lanata* (Pursh) A.D.J. Meeuse & Smit) in the field and its prediction using the hydrothermal time model. *Journal of Arid Environments*, 64: 37-53.
36. Wang L., Jin S., Wu L., Zhou X., Liu X., and Bai L. 2016. Influence of Environmental Factors on Seed Germination and Emergence of Asia Minor Bluegrass (*Polypogon fugax*). *Weed Technology*, 30: 533-538.
37. Zarif-ketabi H., Kazaei H.R., and A Nezami A. 2016. Estimation of the cardinal temperatures for germination of four *Satureja* species growing in Iran. *Herba Polonica*, 62: 7-21.
38. Zhou J., Deckard E.L., and Ahrens W.H. 2005. Factors affecting germination of hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) seeds. *Weed Science*, 53: 41-45



Estimation of Cardinal Temperatures of *Carthamus oxyacantha* Germination Using Different Regression Models

S. F. Fakhrrad¹- A Ghanbari^{2*}- M. Rastgoo³

Received: 15-11-2017

Accepted: 14-07-2018

Introduction: The genus *Carthamus* includes 25 species and subspecies in Iran, the two species *C. oxyacantha* and *C. lanatus* have the most diversity, distribution and adaptation to the climatic conditions of Iran. *C. oxyacantha* is a broadleaf weed and belongs to sunflower (Asteraceae) family. As seed germination is the beginning of the life cycle of plants, seedling emergence is critical for the establishment of plant populations. Germination and early seedling growth of many plants are the most sensitive stages to environmental stresses. Environmental factors, such as temperature, soil solution osmotic potential, solution pH, light quality, management practices and seed location in the soil seed bank, affect weed seed germination and emergence. Temperature is the most important environmental factors that control plant development, growth and yield. All biological processes respond to temperature, and all responses can be summarized in terms of three cardinal temperatures, namely the base or minimum (T_{\min}), the optimum (T_{opt}), and the maximum (T_m) temperatures. Modeling of seed germination is considered an effective approach to determining cardinal temperatures for most plant species. Determination of cardinal temperatures could be a useful guidance to introduce new species in a new area or in selection of the sowing time. A clear understanding of cardinal temperatures could also be the first step for domestication of new species. There are various mathematical models describing seed germination responses to temperature, among which three have been used more often: intersected lines (ISL), quadratic polynomial (QPN) and five parameters beta (FPB).

Material and Methods: In order to investigate percentage and germination rate of *C. oxyacantha* seeds, a laboratory experiment was conducted in complete randomized design (CRD) with four replications and under 7 constant temperatures 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C. Seeds were sterilized with 0.5% sodium hypochlorite solution for 1 min. Followed by washing with distilled water. Then, they were transferred to 9 cm diameter sterilized petri dish containing single layer of filter paper (Wathman #1). The germinated seeds were counted daily and continued until a cumulative germination reached a fixed amount (up to 14 days) or when 100% germination was achieved. Seeds were considered as germinated if the radicle was visible. To estimate the effects of temperature on germination rate of *C. oxyacantha* seeds, three regression models included: Five-parameters Beta (FPB), Intersected-lines (ISL) and Quadratic Polynomial (QPN), were used. The germination data were tested for normality before analysis of variance. Data were analyzed using SAS 9.1 and Microsoft Excel 2007, and figures were designed by SigmaPlot 12.5.

Results and Discussion: The results of the experiment showed that the temperature had a significant effect on the percentage and rate of germination. The lowest germination percentage was at 30°C (23%), while the lowest germination rate (0.62) occurred at 5°C. The highest germination percentage and germination rate occurred in 15-20 °C. Generally, by increasing temperature from 5 °C to 20 °C, the percentage and germination rate increased and decreased after 20 °C, so that at 35 °C, no seeds of wild safflower germinated. Based on the regression models the cardinal temperatures (T_{base} , T_{opt} and T_{\max}) were (4.4-5), (19.6-19.91) and (28.4-33.66) °C, respectively. ISL was the best model to estimate cardinal temperature of *C. oxyacantha* based on the root-mean-square error, determination coefficient and residual values. According this model, the base, optimum and maximum temperatures were estimated as 4.41°C, 19.6°C and 33.3 °C. Khalaj *et al* (2015) modeled the germination rate of three medicinal plants, including wild oat (*Avena fatua* L.), wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and *Descurania Sophia* (L.). They showed that the segmented model was the best. But parmoor *et al* (2015) showed that the beta model was found to be the best model for predicting the germination rate and cardinal temperature of milk thistle (*Silybum marianum* L.). Soltani *et al* (2006) showed that the response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) emergence to temperature is best described by a dent-like function.

1, 2 and 3- Ph.D. Student and Associate Professors, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: Ghambari @um.ac.ir)

Conclusion: The result of this experiment showed the best model to estimate cardinal temperature of *C. oxyacantha* was ISL. According this model T_b , T_o and T_m were estimated as 1.4.41°C, 19.6°C and 33.3°C, respectively. It should be noted that although according to the results of this experiment, the optimum germination temperature in the wild safflower was about 20 °C and high temperatures were effective in reducing germination percentage and consequently inducing dormancy in the safflower seedlings, with climate change, plants such as wild safflower adapted to the new conditions, and the cardinal temperatures of this plant may also be changed in accordance with the new conditions.

Keywords: Germination rate, Intersected line model, Optimum temperature

بررسی قابلیت رقابت سویا در شرایط تداخل با تراکم‌های مختلف کنجد شیطانی (*Cleome viscosa L.*): علف هرز مهاجم در استان گلستان

دورسن امامی کنگر^۱- آسیه سیاهمرگوبی^{۲*}- بهنام کامکار^۳- محبوبه بصیری^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۱

چکیده

به منظور بررسی قدرت رقابتی سویا (رقم دی پی ایکس) در شرایط تداخل با تراکم‌های مختلف علف‌هرز کنجد شیطانی (صفر، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰) در شهرستان کالله به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تتابع ۴۵ بوته در متر مربع) آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ در شهرستان کالله به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. نشان داد مرحله اولیه رشد ارتفاع کنجد شیطانی کمتر از سویا بود؛ اما به تدریج ارتفاع آن افزایش و در انتهای فصل رشد، بیش از سویا بود. حداکثر تجمع ماده خشک سویا در رقابت با کنجد شیطانی کاهاش یافت. با توجه به مدل برازش یافته، حداکثر تجمع ماده خشک کنجد شیطانی به طور متوسط در ۸۳ روز بعد از کاشت حاصل شد؛ این در حالی بود که حداکثر تجمع ماده خشک سویا بسته به تیمار تداخلی بین ۵۳ تا ۶۰ روز تغییر نمود. با افزایش تراکم علف هرز، حداکثر تجمع ماده خشک سویا در زمان کوتاه‌تری حاصل شد. حداکثر شاخص سطح برگ سویا در شرایط عدم تداخل ۶۳ روز بعد از کاشت حاصل شد. اما حداکثر شاخص سطح برگ کنجد شیطانی بـ ۰/۹۶ بود که در ۵۳ روز بعد از کاشت حاصل شد. درصد شاخص سطح برگ سویا و کنجد شیطانی به ترتیب در لایه‌های ۲۰ و ۴۰-۲۰ سانتی متر متصرف بود که نشان دهنده موفق‌تر بودن کنجد شیطانی در دریافت نور است. مقدار کاهاش عملکرد دانه و بیولوژیک سویا در شرایط ورود اولین بوته علف هرز به ترتیب ۸/۳۹ و ۷/۹۴ درصد تعیین شد و با افزایش تراکم این علف هرز، عملکرد دانه و بیولوژیک سویا به ترتیب به میزان ۴۲/۶۰ و ۵۲/۵۴ درصد کاهاش یافت.

واژه‌های کلیدی: توزیع سطح برگ، خصوصیات مورفولوژیکی، رقابت، کاهاش عملکرد دانه، مدل کوزنس

می‌توان جهت تعیین قابلیت رقابت گونه‌ها در شرایط تداخل بهره جست (۱۲ و ۱۳). نتایج مطالعه اثرات تداخلی تراکم‌های مختلف تاج‌خرروس (*Amaranthus retroflexus*) بر آنالیزهای رشد سویا حاکی از کاهاش معنی‌دار عملکرد ماده خشک و شاخص سطح برگ سویا بود (۱۸). حسینی و همکاران (۶) گزارش کردند که با افزایش تراکم علف هرز تاج‌خرروس عملکرد ارقام پابلند (کلارک) و پاکوتاه سویا (انترپرایز) کاهاش یافت؛ ولی نسبت کاهاش در رقم پاکوتاه (انترپرایز) بیشتر بود. نایبردگان علت این تفاوت را به بیشتر بودن ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک و طولانی‌تر بودن دوره رشد رقم کلارک (پابلند) نسبت دادند. یدوی و همکاران (۲۰) با بررسی اثر تراکم‌های مختلف تاج‌خرروس بر ذرت دریافتند که ۹۹ روز پس از سبز شدن گیاه زراعی، حضور علف هرز در تراکم‌های ۸ و ۱۲ بوته در متر مربع به ترتیب ۲۳، ۲۳ و ۴۰ درصد کاهاش وزن خشک ذرت را در پی داشت. رضوانی و همکاران (۱۱) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراکم خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) از ۴ به ۳۲ بوته در متر مربع، زیست‌توهده خردل وحشی افزایش یافت و همچنین در این مطالعه مشاهده شد که عملکرد دانه بیشتر از عملکرد

مقدمه

یکی از عوامل کاهاش عملکرد محصولات کشاورزی، علف‌های هرز هستند که به دلیل بوم سازگار بودن و دیگر ویژگی‌های خاص خود به شدت با گیاه زراعی رقابت کرده و عملکرد محصول را کاهاش می‌دهند (۲۱). تراکم یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی می‌باشد (۱). در واقع با تغییر تراکم، منابع موجود بین گونه‌های رقیب تقسیم شده و منجر به بروز و پاسخ‌های مختلف در رشد می‌گردد (۲۱). بررسی‌های متعدد نشان داده که از پارامترهای آنالیز رشد شامل تغییرات ماده خشک تجمعی و ویژگی‌های ساختار تاج‌بوشش، مانند ارتفاع، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم علف‌های هرز، استادیار و استاد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
(*)- نویسنده مسئول: Emai: Siahmarguee@gau.ac.ir
۴- دانش آموخته دکترا زراعت، دانشگاه زابل
DOI: 10.22067/jpp.v32i4.68919

اندام‌های هوایی و اندام‌های زیرزمینی شود در نتیجه باعث اثر گذاری منفی در گیاه زراعی شود (۸). تاکنون تحقیقی در زمینه میزان خسارت‌زایی این علف هرز در منطقه انجام نشده است، ازاین‌رو این تحقیق با هدف بررسی خصوصیات مرتبط با ساختار کانوپی سویا (رقم دی‌پی‌ایکس) و علف هرز کنجد شیطانی و همچنین توانایی رقابت سویا در شرایط تداخل با تراکم‌های مختلف این علف هرز انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ در شهرستان کالله واقع در استان گلستان با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۲۹ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه‌ی شمالی با ارتفاع ۱۹۴ متر از سطح دریا و بارندگی سالانه $594/3$ میلی‌متر انجام شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمار مورد بررسی تراکم‌های مختلف علف هرز کنجد شیطانی در سطوح صفر، ۳ ، ۵ ، ۱۰ ، ۱۵ ، ۲۰ ، ۳۰ و ۴۵ بوته در متر مربع بود. خاک مزرعه تا عمق ۳۰ سانتی‌متر دارای $۱/۳۵$ درصد ماده آلی، اسیدیته $7/۹$ بافت سیلی رسی لوم بود.

عملیات آماده‌سازی زمین، شامل شخم و دیسک در تیرماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. ابعاد هر کرت آزمایشی $4 \times ۴/۵$ متر در نظر گرفته شد. کاشت سویا در تیرماه سال ۱۳۹۵ با استفاده از دستگاه ردیفار روى خطوطی با فواصل بین و روی ردیف ۵۰ و ۷ سانتی‌متر انجام شد. همزمان بذور کنجد شیطانی (که در آبان ماه ۹۴ از مزارع سویای استان گلستان جمع‌آوری شده بودند)، به صورت دست‌پاش بر روی فواصل بین ردیف و روی ردیف سویا، بر روی خاک پاشیده شدند و توسط شن کش در عمق ۲ الی ۳ سانتی‌متری خاک کشت شدند. به دلیل ریز بودن بذر کنجد شیطانی (وزن هزار دانه $1/۰۵$ گرم) و در جهت پخش یکنواخت، ابتدا بذرها با ماسه مخلوط و سپس کشت شدند. لازم به ذکر است که درصد جوانه‌زنی بذور کنجد شیطانی در زمان کاشت ۶۸ درصد بود. پس از اطمینان از سبز شدن مطلوب، عملیات تنک کنجد شیطانی در مرحله سه تا چهار برگی انجام و تراکم‌های مورد نظر اعمال شد. در طول فصل رشد، علف‌های هرز موجود در مزرعه به جز کنجد شیطانی، به طور مستمر وجود داشتند. لازم به ذکر است که این آزمایش در شرایط عدم محدودیت آب و عناصر غذایی اجرا گردید. آبیاری هر ۱۰ تا ۱۵ روز یک بار بسته به شرایط آب و هوایی (گرما و بارندگی) صورت گرفت. با توجه به نتایج تجزیه خاک و نیاز گیاه سویا، کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوبر فسفات مورد استفاده قرار گرفت.

جهت نمونه‌برداری، ابتدا هر کرت به دو نیم تقسیم شد و یک قسمت به نمونه‌برداری تخریبی و قسمت دیگر به محاسبه عملکرد و

بیولوژیک تحت تأثیر رقابت قرار گرفت. سعادتیان و همکاران (۱۴) گزارش کردند که با افزایش تراکم چاودار وحشی (*Secale cereale*)، عملکرد بیولوژیک و دانه ارقام گندم کاهش یافت. همانطور که گفته شد ویژگی‌های ساختاری تاج پوشش که خود به عواملی نظیر شاخص سطح برگ، سرعت توسعه و دوام سطح برگ، توزیع فضایی و زمانی سطح برگ در عمق تاج پوشش، زاویه برگ‌ها و همچنین ویژگی‌های مورفو‌بیولوژیکی مانند ارتفاع، تعداد پنجه یا شاخه‌های جانبی و غیره بستگی دارد، تعیین کننده قابلیت رقابت گونه‌ها برای بهره‌گیری مطلوب‌تر از نور می‌باشد (۱۰). کوزنس و همکاران (۳) بیان داشتند که تداخل علف هرز با گیاه زراعی موجب رقابت در دریافت نور و کاهش نور مؤثر در فتوستنتز گیاه مغلوب شده و سایر عوامل رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ در این میان آرایش تاج پوشش گیاه زراعی و علف هرز به ویژه ارتفاع گیاه، تعیین کننده رقابت برای نور بوده و عامل مؤثر بر عملکرد گیاه زراعی به شمار می‌رود. نتایج مطالعه صفا‌هانی و همکاران (۱۷) نشان داد که رقم زرفام به دلیل دارا بودن سطح برگ و ارتفاع بیشتر و همچنین توزیع مناسب سطح برگ در لایه‌های کانوپی در شرایط رقابت با علف هرز خردل وحشی، توانایی بالایی در جلوگیری از کاهش عملکرد خود در شرایط رقابت با خردل وحشی داشته و از طرفی بیomas و مقدار بذر علف هرز را نیز تا حد زیادی کاهش خواهد داد. سعادتیان و همکاران (۱۳) نشان دادند که ویژگی‌هایی همچون نحوه توزیع عمودی شاخص سطح برگ، ارتفاع نهایی و سرعت افزایش آن در شرایط تداخل، سبب افزایش توان رقابتی رقم الوند (گندم) در شرایط رقابت با علف هرز خردل وحشی و چاودار شد. نامردگان اظهار داشتند که علی‌رغم ارتفاع کمتر خردل وحشی نسبت به چاودار، نحوه توزیع سطح برگ و ساختار کانوپی این علف هرز باعث افزایش توانایی رقابت نوری و سایه‌اندازی بیشتر آن بر گیاه زراعی شد؛ به گونه‌ای که اثرات زیان‌ناشی از حضور تک بوته‌های این علف هرز در تراکم‌های مورد بررسی، بیشتر از چاودار وحشی بود.

یکی از چالش‌های جدید در کشاورزی تغییر فلور علف‌های هرز و ورود گیاهان جدید به منطقه است. در حال حاضر یکی از مهمترین و مشکل سازترین گیاهان مهاجم در استان گلستان به‌ویژه در مزارع سویا، کنجد شیطانی (*Cleome viscosa L.*) است. کنجد شیطانی با نام علمی (*Cleome viscosa L.*) از خانواده کور (*Capparidaceae*) می‌باشد. این گیاه یک ساله و بوته‌ای بوده و ارتفاع آن به $۱/۵$ متر نیز می‌رسد. برگ‌های آن به صورت مرکب، سه برگچه‌ای بوده و در سطح پایین و بالای آنها، موهای چسبنده و غده‌ای وجود دارد. این گیاه خاصیت دارویی فراوانی داشته و عصاره آن به عنوان چاشنی غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹). این گیاه با داشتن خاصیت آللپاتیک و ایجاد مکانیسم‌های مختلف درون ساختار گیاهان زراعی که در تداخل با این علف هرز هستند، می‌تواند باعث کاهش رشد گیاه‌چه‌ها،

در این رابطه، Y: درصد کاهش عملکرد بیولوژیک یا دانه گیاه زراعی؛ X: تراکم علف هرز بر حسب بوته در متر مربع؛ I: کاهش عملکرد بیولوژیک یا دانه سویا به ازای ورود تک بوته علف هرز کنجد شیطانی و A: حداقل کاهش عملکرد بیولوژیک یا دانه سویا در تراکم‌های بالای علف هرز است.

محاسبات آماری و تجزیه واریانس با استفاده از نرمافزار SAS و برآنش مدل‌ها و محاسبه ضرایب مربوط با استفاده از نرمافزار Sigmaplat نسخه ۱۲/۵ انجام شد.

نتایج و بحث

تغییرات ارتفاع سویا (رقم دی پی ایکس) در طی فصل زراعی در شرایط تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز کنجد شیطانی روند سیگموئیدی نشان داد (شکل ۱). در همه تیمارهای آزمایشی، ارتفاع سویا در مراحل اول نمونه‌برداری کم بود، اما به تدریج در طی زمان افزایش یافت، به طوری که در تیمار بدون علف هرز حداقل ارتفاع به ۱۰۶ سانتی‌متر رسید. این در حالی بود حداقل ارتفاع سویا در تیمار تداخل با بوته در متر مربع کنجد شیطانی، به میزان جزئی کاهش و به ۱۰۲ سانتی‌متر رسید (جدول ۱).

رونده راشه شده در شکل ۱ نشان می‌دهد که شب افزایش ارتفاع کنجد شیطانی در مراحل اولیه رشد بسیار کمتر از سویا بود. افزایش ارتفاع کنجد شیطانی در همه تیمارها قبل از ۶۰ روز بعد از کشت بسیار کندر از سویا (چه در تیمار تداخل و چه در تیمار عاری از علف هرز) بود. اما با گذشت زمان ارتفاع و شب افزایش ارتفاع کنجد شیطانی افزایش یافت، به طوری که به خصوص در تیمارهای تداخل با تراکم‌های بالا، ارتفاع این علف هرز به میزان قابل توجهی افزایش یافت. با توجه به خروجی مدل در همه تراکم‌های تداخلی، ارتفاع این علف هرز در مقایسه با سویا تفاوت معنی‌داری داشته و از ۱۰۲ تا ۱۲۵ سانتی‌متر در نوسان بود (جدول ۱). در اکثر گونه‌های زراعی، رابطه مستقیم و مثبتی بین ارتفاع گیاه و قدرت رقابتی آن وجود دارد (۱). سعادتیان و همکاران (۱۳) با بررسی تغییرات ارتفاع ارقام مختلف گندم در شرایط تداخل با تراکم‌های مختلف خردل‌وحشی و چاودار گزارش کردند که ارتفاع چاودار به دلیل اختلاف زیاد با ارتفاع ارقام مختلف گندم و عدم نیاز به افزایش آن برای جذب نور تغییر نکرد. اما ارتفاع خردل‌وحشی تحت تأثیر گندم قرار گرفت و افزایش قابل توجهی یافت.

اجزای عملکرد اختصاص یافت. نمونه‌برداری تخریبی، ۲۵ روز پس از کاشت، در ۸ مرحله (۲۷، ۳۴، ۴۰، ۴۶، ۵۲، ۶۴، ۷۷ و ۹۰ روز پس از کاشت) و با درنظر گرفتن اثر حاشیه‌ای صورت گرفت. در هر مرحله نمونه‌برداری نمونه‌ها برای اندازه‌گیری سطح برگ و ارتفاع و وزن خشک به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

برای تعیین توزیع برگ در تاج پوشش سویا و علف هرز در مرحله گله‌ی پس از بسته شدن تاج پوشش، بعد از برداشت بوته‌های سویا و کنجد شیطانی، ابتدا ارتفاع بوته‌ها به فواصل ۲۰ سانتی‌متری تقسیم و سطح برگ و وزن خشک هر قطعه به طور جداگانه اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی میزان عملکرد دانه و بیولوژیک سویا و کنجد شیطانی در مرحله رسیدگی نهایی، عملیات برداشت از مساحتی معادل یک متر مربع انجام و جهت انجام اندازه‌گیری‌های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شدند.

برای برآنش داده‌های مربوط به تغییرات ارتفاع، وزن خشک و سطح برگ سویا در طی زمان به ترتیب از مدل‌های سه پارامتره گامپرتر (رابطه ۱)، سیگموئیدی (رابطه ۲) و سیگموئیدی لجستیک (رابطه ۳) استفاده شد.

$$Y = H_{\max} / (1 + \exp(-(x - x_0)/b)) \quad \text{رابطه (۱)}$$

Y: ارتفاع سویا یا کنجد شیطانی (برحسب سانتی‌متر)؛ H_{\max} : بیشترین ارتفاع تخمینی آخر فصل گیا؛ x: روز پس از کاشت؛ x_0 : زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداقل ارتفاع و b: ضریب معادله می‌باشد.

$$Y = (W_{\max} / (1 + (\exp(-k * (X - T_{\max})))))) \quad \text{رابطه (۲)}$$

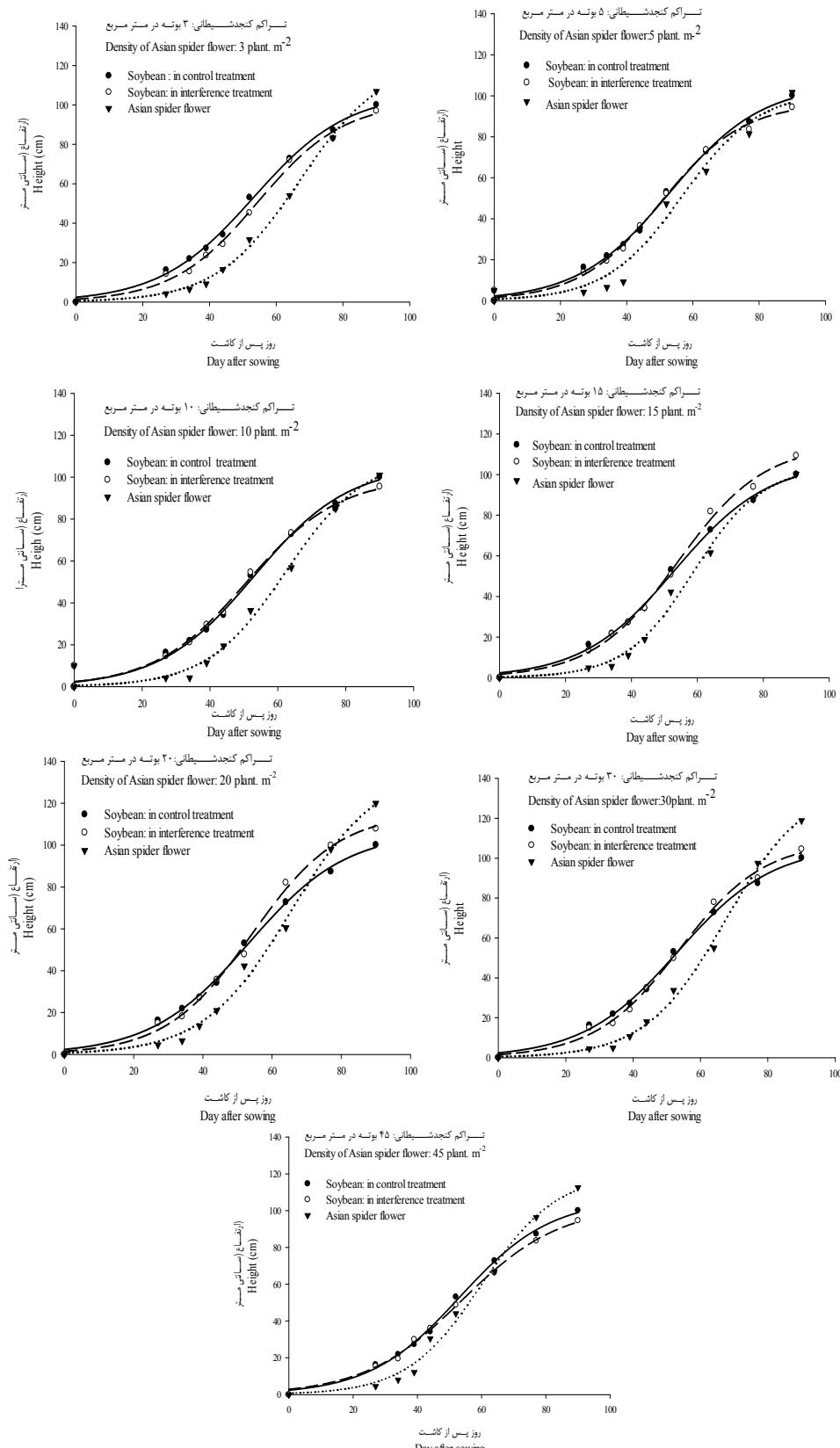
Y: وزن خشک تجمعی (برحسب گرم در متر مربع)؛ W_{\max} : بیشترین وزن خشک تجمعی تخمینی آخر فصل گیا؛ K: شب افزایش ماده خشک؛ T_{\max} : زمانی که گیاه به ۵۰ درصد حداقل تجمع ماده خشک خود می‌رسد و X: روز پس از کاشت است.

$$Y = ((a * \exp((-a) * (X - b))) * c) / ((1 + \exp((-a) * (X - b)))^2) \quad \text{رابطه (۳)}$$

Y: شخص سطح برگ؛ X: روز پس از کاشت؛ a، b و c ضرایب معادله می‌باشند.

برای برآنش مدل‌ها به داده‌های به دست آمده و تخمین کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه سویا در سطوح مختلف علف هرز کنجد شیطانی، از مدل دو پارامتری کاهش عملکرد - تراکم (۲) (رابطه ۴) استفاده شد.

$$Y = \left(\frac{I * X}{1 + \left(\frac{I * X}{A} \right)} \right) \quad \text{رابطه (۴)}$$



شکل ۱- ارتفاع سویا و کنجدشیطانی در تراکم‌های مختلف کنجدشیطانی در طی فصل رشد

Figure 1- Height of soybean and Asian spider flower in different densities of Asian spider flower during growing season

جدول ۱- ضرایب مدل برآش داده شده به ارتفاع سویا و کنجدشیطانی در شرایط تداخل

Table 1- The coefficients of the fitted model to height of soybeans and Asian spider flower in interference conditions

تراکم Density	سویا Soybean					کنجدشیطانی Asian spider flower				
	$H_{max} \pm SE$	$b \pm SE$	$X_0 \pm SE$	R^2	P-value	$H_{max} \pm SE$	$b \pm SE$	$X_0 \pm SE$	R^2	P-value
0	106.6±3.51	14.14±0.96	53.27±1.42	0.99	0.0001	-	-	-	-	-
3	101.61±4.23	12.87±1.12	54.55±1.71	0.99	0.0001	122.4±5.12	12.36±0.73	66.88±1.49	0.99	0.0001
5	96.67±2.74	12.37±0.86	50.42±1.16	0.99	0.0001	102.43±10.19	11.57±2.43	56.82±3.86	0.97	0.0001
10	99.79±4.92	13.59±1.51	50.77±2.09	0.99	0.0001	109.64±8.27	11.6±1.54	62.33±2.09	0.98	0.0001
15	114.81±4.16	13.04±0.99	54.26±1.46	0.99	0.0001	103.92±4.86	10.36±1.06	58.77±1.70	0.99	0.0001
20	115.46±4.09	12.59±0.59	54.31±1.43	0.99	0.0001	125.36±4.28	11.43±1.01	62.58±1.52	0.99	0.0001
30	108.6±3.91	12.64±0.99	53.74±0.006	0.99	0.0001	123.83±3.91	10.57±0.9	64.18±1.34	0.99	0.0001
45	102.69±3.62	15.24±1.01	53.92±1.56	0.99	0.0001	120.07±7.22	11.72±1.33	60.06±2.27	0.99	0.0001

H_{max} : بیشترین ارتفاع تخمینی گیاه در آخر دوره رشد، b: ضریب معادله، X_0 : زمان تا رسیدن به ۵۰٪ درصد حداکثر ارتفاع

H_{max} : maximum of height in end of season, b: coefficient of equation,

m: time required for 50% maximum of height (day after planting)

همانگونه که مشاهده می‌شود، در طول فصل رشد، تجمع ماده خشک کنجد شیطانی کمتر از سویا بود و زمان رسیدن به حداکثر تجمع ماده خشک نیز طولانی تر بود. سعادتیان و همکاران (۱۳) گزارش کردند که گندم (رقم سایسون) در شرایط عدم تداخل، دارای ماده خشک تجمیعی زیادی بود، اما در شرایط تداخل، ماده خشک تجمیعی این رقم در تراکم‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته چاودار به ترتیب ۱۲/۵، ۲۲/۷، ۲۶/۱ و ۲۷/۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت.

نتایج مطالعه فروغی و همکاران (۴) نیز نشان داد، که با افزایش تراکم توق (Xanthium strumarium L.) مدت زمانی که کنجد به ۵۰٪ درصد حداکثر مقدار ماده خشک خود می‌رسد، کاهش می‌یابد. در این تحقیق شاخص سطح برگ سویا و کنجد شیطانی در طی فصل رشد روندی سیگموئیدی داشت (اشکال ۳ و ۴). حداکثر شاخص سطح برگ سویا در شرایط عدم تداخل با کنجد شیطانی ۰/۱ بود که در ۶۳ روز بعد از کاشت حاصل شد. در شرایط تداخل با ۴۵ بوته علف هرز، شاخص سطح برگ سویا کاهش و به ۰/۷ رسید. در ضمن این هرز، شاخص سطح برگ، در ۵۷ روز بعد از کاشت حاصل گردید (جدول ۳). بنابراین در شرایط تداخل با علف هرز علاوه بر کاهش شاخص سطح برگ، زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ نیز کاهش یافته است. در تایید این امر فروغی و همکاران (۴) نیز دریافتند که با افزایش تراکم علف هرز توق زمان تا رسیدن به ۵۰٪ درصد حداکثر شاخص سطح برگ کنجد کاهش یافت. به نظر می‌رسد این امر نوعی مکانیزم در کاهش اثرات منفی ناشی از تراکم‌های بالای علف هرز در سویا باشد. در این شرایط گیاه زراعی نسبت به توسعه سریع تر سایه انداز خود برای استفاده مناسب از عوامل محیطی

تولید ماده خشک هر گونه گیاهی نسبت سهم آن گونه از منابع مشترک با گونه‌های دیگر جامعه گیاهی را بیان می‌کند که طی رقابت کسب می‌شود (۷). در این تحقیق ماده خشک تجمیعی سویا و کنجد شیطانی در طی فصل رشد روندی سیگموئیدی داشت (شکل ۲). حداکثر وزن خشک تجمیعی تخمینی آخر فصل سویا در تیمار عاری از علف هرز، ۸۷۰ گرم در متر مربع بود. با ورود علف هرز کنجدشیطانی به جامعه گیاهی، ماده خشک تجمیعی سویا، تحت تأثیر تیمارهای مختلف علف هرز کنجدشیطانی قرار گرفت و با افزایش تراکم این علف هرز، روند کاهشی نشان داد (جدول ۲).

همچنین شاخص (T_{max}) که نشان‌دهنده زمان رسیدن به ۵۰٪ درصد حداکثر تجمع ماده خشک است، نشان داد که با افزایش تراکم علف هرز در سویا، مقدار این شاخص در گیاه سویا کاهش یافت. بر این اساس ۵۰٪ درصد حداکثر تجمع ماده خشک سویا در شرایط عاری از علف هرز ۵۸ روز بعد از کاشت بدست آمد، اما در شرایط تداخل با تراکم ۴۵ بوته در متر مربع (حداکثر تراکم مورد مطالعه) به ۵۵ روز کاهش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد در شرایط عدم تداخل و یا تداخل با تراکم‌های کمتر علف هرز، به علت عدم وجود رقابت، دوام سطح برگ، طول دوره رشد گیاه افزایش می‌یابد و به تبع آن، وقوع حداکثر سرعت رشد و در نتیجه تجمع ماده خشک در زمان دیرتری اتفاق می‌افتد.

این در حالی بود که ۵۰٪ درصد حداکثر تجمع ماده خشک کنجدشیطانی در تراکم ۳ بوته در متر مربع کنجدشیطانی در ۹۳ روز بعد از کاشت حاصل شد و با افزایش تراکم به ۴۵ بوته در متر مربع، تجمع ماده خشک در ۷۴ روز بعد از کاشت به دست آمد (جدول ۲).

از تراکم‌های بالای علف هرز فرار کند.

تولید از جمله نور، آب و دما اقدام می‌نماید و در واقع با افزایش سرعت رشد خود، طول دوره رشد خود را کاهش داده تا از تنفس ناشی

جدول ۲- ضرایب مدل برآذش داده شده به وزن خشک سویا و کنجدشیطانی در شرایط تداخل

Table 2- The coefficients of the fitted model to dry matter of soybeans and Asian spider flower in interference conditions

تراکم Density	سویا Soybean					کنجدشیطانی Asian spider flower				
	W _{max} ±SE (g/m ²)	T _{max} ±SE (day)	K±SE	R ²	P-value	W _{max} ±SE (g/m ²)	T _{max} ±SE (day)	K±SE	R ²	P-value
0	780.10±43.75	58.65±2.61	0.06±0.008	0.98	0.0001	-	-	-	-	-
3	794.21±73.82	58.28±3.86	0.07±0.012	0.98	0.0001	99.62±55.20	93.01±16.64	0.06±0.01	0.98	0.0001
5	763.32±38.91	59.05±2.06	0.07±0.008	0.99	0.0001	95.65±50.05	83.60±17.78	0.06±0.01	0.96	0.0001
10	759.37±58.80	58.85±3.27	0.06±0.009	0.99	0.0001	127.22±21.83	73.31±5.60	0.07±0.01	0.98	0.0001
15	657.71±43.33	58.15±3.16	0.06±0.007	0.99	0.0001	260.79±67.51	83.55±7.88	0.07±0.01	0.99	0.0001
20	640.46±60.30	59.72±4.21	0.06±0.008	0.98	0.0001	374.67±156.96	92.28±13.55	0.05±0.009	0.99	0.0001
30	509.30±26.37	52.97±2.19	0.07±0.008	0.99	0.0001	322.53±99.22	78.41±10.99	0.06±0.01	0.97	0.0001
45	526.58±24.90	55.71±2.03	0.06±0.006	0.99	0.0001	346.85±63.44	74.62±6.87	0.06±0.01	0.98	0.0001

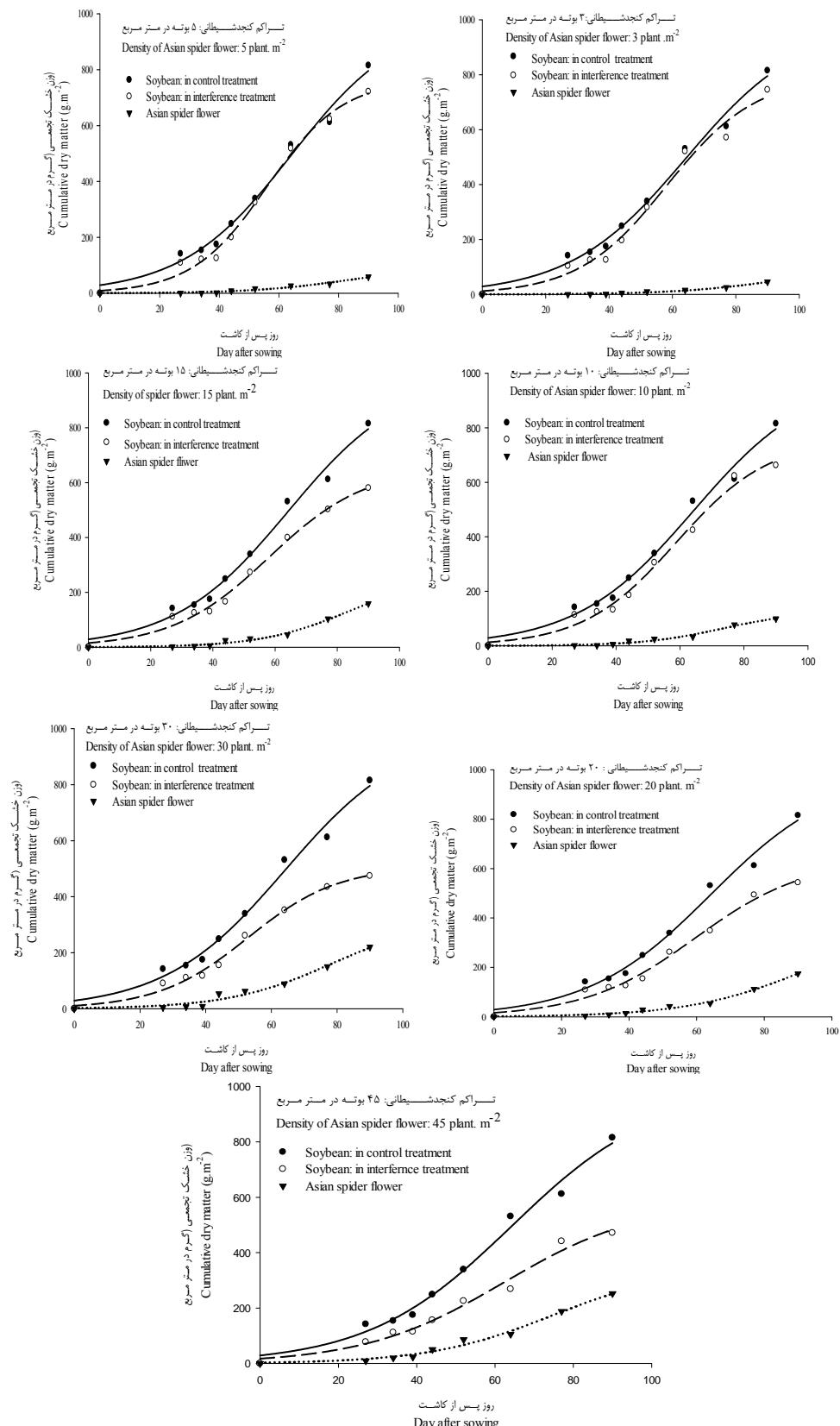
W_{max}: حداکثر تجمع ماده خشک (گرم در متر مربع) تخمینی، T_{max}: زمان لازم برای رسیدن به ۵۰٪ درصد حداکثر ماده خشک، K: پارامتر مدل

W_{max}: maximum of total dry matter (g.m⁻²), T_{max}: time required to reach 50% maximum of total dry matter, K: coefficient of equation

بین این دو برقرار کرد. بدین ترتیب که هر چه فضای اشغال شده روی زمین توسط سایه برگ‌ها بیشتر باشد؛ یعنی توزیع برگ‌ها در پیکره گیاه بهتر صورت گرفته است. همچنین سرعت بیشتر در بستن کانونپی از طریق صرف زمان کمتر در رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ، منجر به دریافت بیشتر نور مطلوب برای فتوستز بهینه شده و این امر منجر به افزایش عملکرد در گیاه می‌شود؛ در نتیجه تنها داشتن سطح برگ زیاد، نمی‌تواند عامل موققیت گیاه در رقبابت نور (که فاکتور مهم در امر رقبابت می‌باشد) باشد؛ بلکه زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ در هر گیاه نیز نقش مهمی در برتری رقباتی ایفا می‌کند. در این راستا الیور (۹) اثر تاریخ کاشت سویا را بر قابلیت رقبابت آن با گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) مورد مطالعه قرار داد و دریافت که حداکثر شاخص سطح برگ سویا تقریباً دو برابر گاوپنبه بود اما این میزان سطح برگ در سویا در هفته دهم و در گفت نمو سریع تر این علف هرز در مقابل گیاه زراعی از جمله عوامل برتری دهنده رقباتی این گیاه در مقابل سویا می‌باشد.

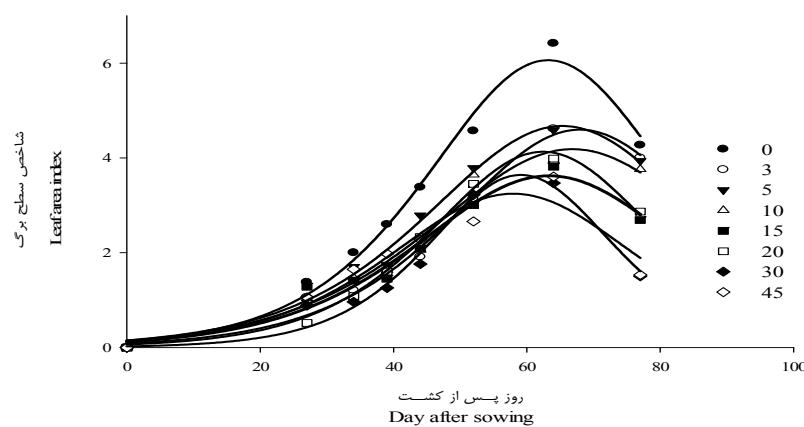
در همه تیمارها حداکثر شاخص سطح برگ کنجدشیطانی در مقایسه با سویا، بسیار کمتر بود (شکل ۴). کمترین شاخص سطح برگ این علف هرز در تراکم ۳ بوته در متر مربع برابر ۶۰٪ بود که در ۶۲ روز پس از کاشت حاصل شد. این مقدار با افزایش تراکم تغییر یافت به طوریکه در حداکثر تراکم علف هرز (۴۵ بوته در متر مربع کنجدشیطانی) برابر با ۹۶٪ بود که در ۵۳ روز بعد از کاشت حاصل شد (جدول ۲). با توجه به خروجی مدل برآذش یافته حداکثر تولید سطح برگ سویا بسته به تیمار تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز از ۵۸ تا ۶۸ روز پس از کاشت در نوسان بود. این در حالی بود که حداکثر سطح برگ کنجدشیطانی در روزهای ۵۳ تا ۶۴ روز حاصل شد. این نتایج نشان می‌دهد که کنجدشیطانی سریع تر از سویا به حداکثر ظرفیت فتوستزی خود دست یافته است؛ و به نظر می‌رسد دلیل افزایش قابل توجه تجمع ماده خشک این گیاه در روز ۶۰ام پس از کاشت همین عامل باشد.

با توجه به تعاریف شاخص سطح برگ (نسبت سطح برگ به زمین اشغال شده) و بسته شدن کامل کانونپی (توزیع مناسب برگ‌ها به صورت حداکثر در پیکره‌ی یک گیاه) می‌توان رابطه‌ی مستقیمی



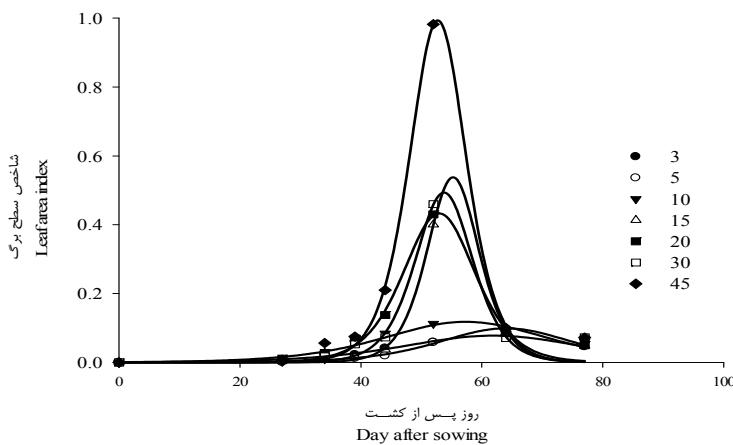
شکل ۲- وزن خشک سویا و کنجدشیطانی در تراکم‌های مختلف کنجد شیطانی در طی فصل رشد

Figure 2- Dry matter of soybean and Asian spider flower in different densities of Asian spider flower during growing season



شکل ۳- شاخص سطح برگ سویا در تراکم‌های مختلف کنجد شیطانی در طی فصل رشد.

Figure 3- Leaf area index of soybean in different densities of Asian spider flower during growing season



شکل ۴- شاخص سطح برگ کنجدشیطانی در تراکم‌های مختلف در طی فصل رشد

Figure 4- Leaf area index of Asian spider flower in different densities during growing season

جدول ۳- ضرایب مدل برآورد شده به شاخص سطح برگ سویا و کنجدشیطانی در شرایط تداخل

Table 3- The coefficients of the fitted model to LAI of soybeans and Asian spider flower in interference conditions

تراکم Density	سویا Soybean					کنجدشیطانی Asian spider flower				
	A±SE	b±SE	c±SE	LAI _{max}	R ²	A±SE	b±SE	c±SE	LAI _{max}	R ²
0	0.082±0.005	63.18±0.95	294.56±13.72	6.01	0.98	-	-	-	-	-
3	0.079±0.005	67.93±1.49	234.07±12.47	4.51	0.98	0.099±0.008	61.88±1.16	3.13±0.02	0.06	0.96
5	0.073±0.004	65.32±1.05	254.44±11.77	4.63	0.99	0.13±0.004	64.02±0.04	2.95±0.85	0.09	0.99
10	0.07±0.007	66.83±2.01	237.86±19.96	4.12	0.97	0.1±0.17	57.35±1.84	4.22±0.5	0.1	0.98
15	0.075±0.008	63.31±1.72	192.39±15.31	3.60	0.96	0.34±0.05	55.24±0.77	6.25±0.65	0.39	0.97
20	0.089±0.003	62.42±0.48	185.97±4.21	4.11	0.99	0.25±0.017	52.95±0.66	6.93±0.52	0.42	0.97
30	0.108±0.008	59.09±0.93	134.96±7.85	3.39	0.96	0.31±0.03	53.75±1.11	6.33±0.86	0.45	0.95
45	0.081±0.011	57.93±1.95	160.91±16.37	3.07	0.91	0.31±0.02	52.72±0.66	12.56±1.02	0.96	0.99

ضرایب معادله پیش‌بینی تغییرات شاخص سطح برگ، LAI_{max} : حد اکثر شاخص سطح برگ،

A; b and c: The coefficients of the prediction equation for changes in leaf area index, Maximum leaf area index

خواهد شد. همچنین ایشان گزارش کردند حساسیت بیشتر عملکرد زیست توده و دانه رقم غیررقب گندم در شرایط رقابت با هر دو گونه علف هرز چاودار و خردل وحشی را ناشی از عدم ثبات ارتفاع و ساختار نامناسب تاج پوشش دانستند و بیان داشتند که نقش توزیع عمودی سطح برگ گیاه زراعی در دریافت و تبدیل نور، عامل تعیین کننده عملکرد نهایی است.

عملکرد دانه سویا در شرایط عدم تداخل با علف هرز، ۳۷۴/۹ گرم در متر مربع بود. این مقدار با افزایش تراکم علف هرز کاهش پیدا کرد (شکل ۶). بر اساس خروجی مدل برآذش یافته به داده‌های عملکرد دانه سویا، مقدار شبیب اولیه کاهش (میزان خسارت عملکرد دانه به ازاء ورود تک بوته علف هرز کنجد شیطانی) برابر با ۸/۳۹ درصد بود. همچنین میزان حداکثر خسارت ناشی از وجود تراکم‌های بالای علف هرز کنجد شیطانی به عملکرد دانه، ۶۰/۴۲ درصد به دست آمد. گزارشات محققان نشان دهنده وجود رابطه غیرخطی بین افزایش تعداد بوته علف هرز و کاهش عملکرد دانه گیاه زراعی است (۱۳). صفاهانی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که در شرایط تداخل با ۳۰ بوته خردل وحشی در متر مربع، عملکرد دانه ارقام رقیب کلزا تا ۵۲ درصد کاهش یافت.

در شرایط عدم تداخل سویا با علف هرز کنجد شیطانی، عملکرد بیولوژیک سویا ۷۳۴/۳ گرم در متر مربع بود. اما افزایش تراکم علف هرز عملکرد بیولوژیک سویا را به شکل غیرخطی کاهش داد (شکل ۶). به طوری که به ازاء ورود اولین بوته علف هرز عملکرد بیولوژیک سویا به میزان ۷/۹۴ درصد افت داشت. مقدار به دست آمده برای حداکثر افت تخمینی عملکرد بیولوژیک در بالاترین تراکم‌های این علف هرز برابر با ۵۴/۵۲ درصد بود که حاکی از آثار کاهشی علف هرز بر صفت مورد نظر است. مقایسه پارامترهای به دست آمده برای صفات عملکرد دانه و بیولوژیک نشان داد که تولید ماده خشک کل در مقایسه با عملکرد دانه (اقتصادی) سویا کمتر تحت تأثیر اثرات تداخلی علف هرز کنجد شیطانی قرار گرفت. صفاهانی و همکاران (۱۷) علت این امر را حساسیت بیشتر رشد زایشی گیاهان به تنش‌ها در مقایسه با رشد رویشی و کوتاه بودن طول دوره تشکیل دهنده عملکرد دانه نسبت به دوره تشکیل دهنده عملکرد بیولوژیک دانستند.

یکی از ویژگی‌های مورفولوژیک مؤثر در رقابت که به عنوان معیار مناسبی در تعیین توانایی جذب نور و مطالعه برای رقابت نور مصرفی بیان شده است، نحوه توزیع سطح برگ در لایه‌های مختلف تاج پوشش مخلوط علف هرز و گیاه زراعی می‌باشد (۶ و ۱۸).

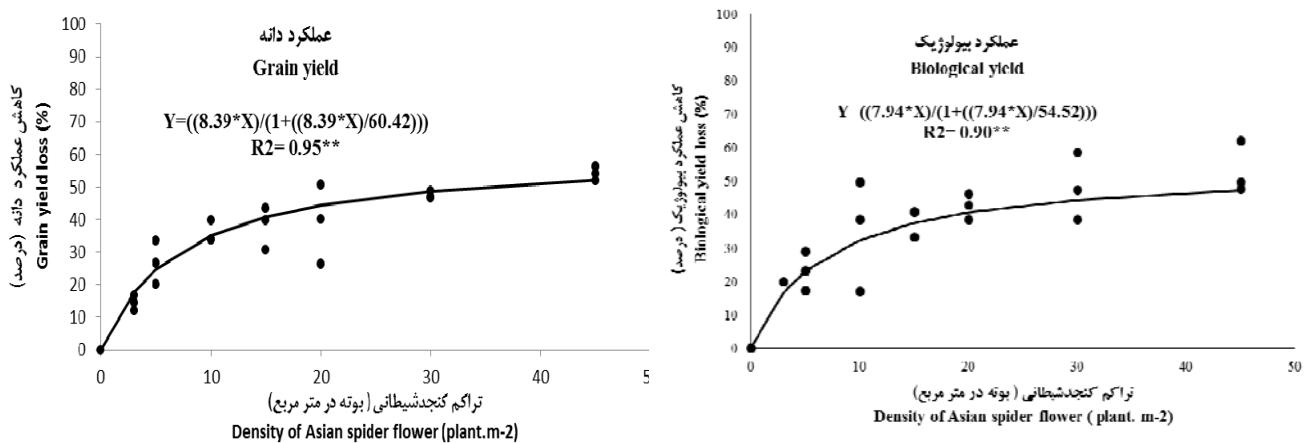
در شکل ۵ نحوه توزیع عمودی درصد شاخص سطح برگ در لایه‌های مختلف تاج پوشش سویا و کنجد شیطانی در مرحله گلدهی نشان داده شده است. علی‌رغم تفاوت قابل توجه در شاخص سطح برگ سویا و کنجد شیطانی، در تمامی تیمارهای آزمایشی، عمدۀ سطح برگ سویا در لایه پایین ۲۰ - ۰ سانتی‌متری تمرکز شده است. با افزایش تراکم علف هرز، سویا سعی در تمرکز سطح برگ خود در لایه‌های بالاتر (۲۰-۴۰ سانتی‌متری) داشته است که این امر با مقایسه اشکال مربوط به تداخل ۳ و ۴۵ بوته کاملاً مشهود است (شکل ۵).

برخلاف سویا بیشترین درصد شاخص سطح برگ کنجد شیطانی در لایه‌های ۴۰ - ۲۰ سانتی‌متری بوته قرار داشت. اگرچه درصد شاخص سطح برگ کنجد شیطانی در لایه ۶۰ سانتی‌متر پایین بود، اما در همه تیمارهای تداخلی، شاخص سطح برگ کنجد شیطانی در این ارتفاع تاج پوشش بیشتر از سویا بود. این امر حاکی از استقرار سطح برگ بیشتر کنجد شیطانی در ارتفاع بالاتر تاج پوشش در مقایسه با سویا است. در رقابت بین دو گونه گیاهی علاوه بر میزان شاخص سطح برگ، توزیع سطح برگ در نیمرخ پوشش گیاهی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

بنابراین می‌توان گفت که اگرچه سطح برگ کنجد شیطانی کمتر از سویا بود، اما به دلیل نمود سریعتر و رسیدن به حداکثر شاخص سطح در زمانی کوتاه‌تر و همچنین توزیع سطح برگ در ارتفاع بالاتر می‌تواند به عنوان رقابت نوری در مقایسه با سویا ایفای نقش نماید. سعادتیان و همکاران (۱۴) نیز در تغییرات لایه‌های تاج پوشش تراکم‌های مختلف چاودار وحشی در تداخل با گندم دریافتند که سهم لایه‌های نیمه پایینی تاج پوشش علف هرز با افزایش تراکم آن کاهش یافت. آنان رقابت نوری و به دنبال آن افزایش ارتفاع پنجه‌های علف هرز در نتیجه کاهش نور قابل در دسترس را از عوامل مهم این تغییر دانستند و بیان داشتند که رقابت نوری شدیدتر، میزان کاهش سهم لایه‌های پایینی تاج پوشش چاودار وحشی را افزایش داده و در مقابل سهم لایه‌های بالایی تاج پوشش برای دریافت مؤثرتر نور بیشتر



شکل ۵- توزیع عمودی درصد شاخص سطح برگ در لایه‌های مختلف تاج پوشش سویا و کنجد شیطانی در مرحله گلدهی در همه تیمارها.
Figure 5- Vertical leaf area index distribution in different layers canopy soybean and Asian spider flower at flowering stage in all treatments

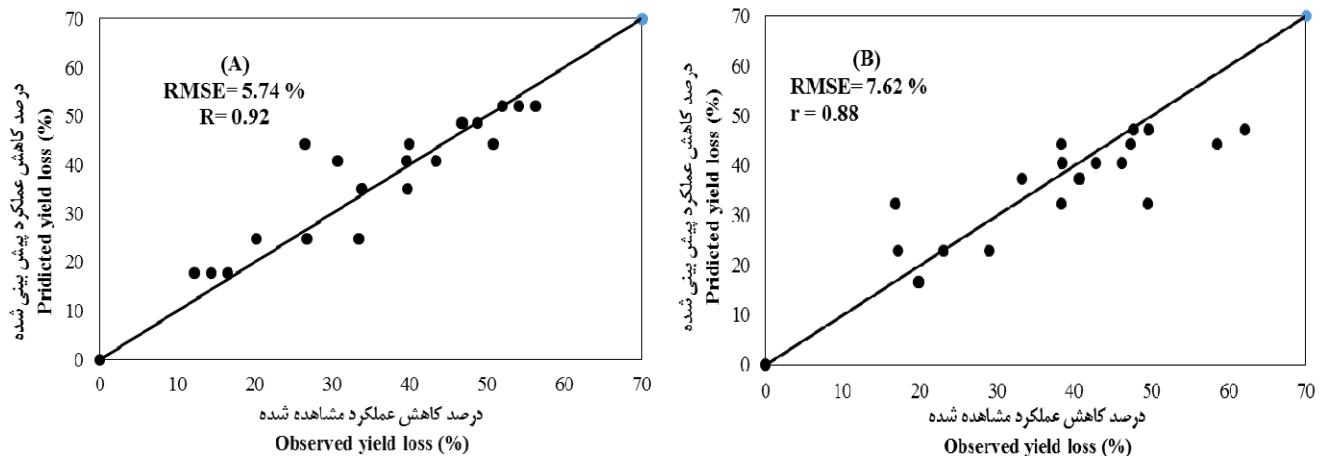


شکل ۶- روند کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک سویا در شرایط تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز کنجد شیطانی با استفاده از مدل دو پارامتری کاهش عملکرد - تراکم کوزنس

Figure 6- Trend of grain and biological yield loss of soybean (DPX cultivar) interference condition with different densities of Asian spider flower using couzens density-yield loss model

شده است. بر اساس نتایج حاضر می‌توان گفت مدل حاضر از دقت مناسبی برخوردار بوده و خروجی آنها نیز قابل استناد است.

در شکل ۷ پراکندگی نقاط پیش‌بینی شده و مشاهده شده عملکردهای دانه و بیولوژیک سویا در اطراف خط يك به یک همراه با مقادیر میانگین جذر مربعات ریشه و همبستگی بین آنها نشان داده



شکل ۷- مقادیر درصد کاهش عملکرد دانه (A) و بیولوژیک (B) مشاهده شده سویا در مقابل درصد کاهش پیش بینی شده با استفاده از مدل دو پارامتری کاهش عملکرد - تراکم کوزنس

Figure 7- Observed grain yield loss (A) and Biological yield loss (B) of soybean instead of predicted grain and biological yield loss using couzens density-yield loss model

سویا بود؛ اما ۴۵ روز پس از کاشت، شبی افزایش ارتفاع این علف هرز به میزان قابل توجهی افزایش یافت به نحوی که در ۸۰ روز بعد از کاشت ارتفاع آن بیش از سویا بود. با افزایش تراکم علف هرز، مقدار و زمان نیاز برای رسیدن به حداقل تجمع ماده خشک در سویا کاهش یافت. با توجه به مدل برآش یافته، حداقل تجمع ماده خشک

نتیجه‌گیری

مطالعه شاخص‌های رشدی سویا (رقم دی‌پی‌ایکس) در تراکم‌های مختلف علف هرز کنجد شیطانی نتایج متفاوتی نشان داد. ارتفاع سویا تحت تأثیر تداخل با تراکم‌های مختلف کنجد شیطانی قرار نگرفت. اگرچه در مراحل اولیه رشد، ارتفاع کنجد شیطانی کمتر از

بود؛ این در حالی بود که بیشترین درصد شاخص سطح برگ کنجد شیطانی در لایه‌های ۴۰-۲۰ سانتی‌متری بوته قرار داشت. که این امر نقش مؤثری در افزایش کارایی مصرف نور و در نتیجه افزایش قدرت رقابتی این علف هرز دارد. بنابراین می‌توان گفت که اگرچه سطح برگ کنجد شیطانی کمتر از سویا بود، اما به دلیل نمو سریعتر و رسیدن به حداکثر شاخص سطح در زمانی کوتاهتر و همچنین توزیع سطح برگ در ارتفاع بالاتر می‌تواند به عنوان رقیب موفق‌تری در مقایسه با سویا ایفای نقش نماید، که نتیجه آن کاهش شدید عملکرد، در حضور تراکم‌های مختلف این علف هرز است. به نحوی که میزان خسارت به عملکرد دانه و بیولوژیک سویا به ازای ورود تک بوته علف هرز کنجد شیطانی به ترتیب برابر با $8/39$ و $7/94$ درصد و حداکثر خسارت ناشی از وجود تراکم‌های بالای علف هرز به ترتیب $54/52$ و $60/42$ درصد بود.

کنجد شیطانی به طور متوسط در ۸۳ روز بعد از کاشت حاصل شد؛ این در حالی بود که حداکثر تجمع ماده خشک سویا بسته به تیمار تداخلی، بین ۵۳ تا ۶۰ روز در نوسان بود. در مورد حداکثر شاخص سطح برگ سویا نیز روند مشابهی دیده شد. به عبارت دیگر در شرایط تداخل با علف هرز علاوه بر کاهش شاخص سطح برگ، زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ نیز کاهش یافت. مقایسه تغییرات شاخص سطح برگ کنجدشیطانی نشان داد که مقدار عددی این صفت در کنجدشیطانی به میزان قابل توجهی کمتر از سویا بود ($0/96$ در مقابل $6/41$) بود؛ اما این مقدار شاخص سطح برگ در زمان بسیار کوتاهتری حاصل شده است (۵۳ در مقابل ۶۳ روز پس از کاشت). در ضمن علی‌رغم تفاوت قابل توجه بین شاخص سطح برگ سویا و کنجد شیطانی، در تمامی تیمارهای آزمایشی، عمدۀ سطح برگ سویا در لایه‌های پایین تاج پوشش (۰-۲۰ سانتی‌متری) متوجه شده

منابع

- Blackshaw R.E. 1993. Downy brome (*Bromus tectorum*) density and relative time of emergence affects interference in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Sciences*, 41: 551-556. 37.
- Cousens R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*, 107(25): 239-252.
- Cousens R.D., Weaver S.E., Martin T.D., Blair A.M., and Wilson J. 1991. Dynamics of competition between wild oat (*Avena fatua L.*) and winter cereals. *Weed Research*, 37: 203-210.
- Foroughi A., Gerekhloo J., and Ghaderifar F. 2005. Evaluation of competitive ability in two sesame (*Sesamum indicum L.*) cultivars with cocklebur (*Xanthium strumarium L.*) in different crop row spacing. *Electronic Journal of Crop Protection*, 8(3):19-40. (In Persian with English abstract)
- Kropff M., and Van laar H.H. 1993. Modeling Crop-Weed Interactions. CAB international. Wallingford. UK.
- Hosseini P., Rahimian Mashhadi H., and Alizadeh H. 2011. Competition of Red Root Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with Two Soybean (*Glycine max*) Cultivars under Sole and Intercropping Systems Soybean Yield and Redroot Pigweed Growth Analysis *Iranian Journal of Weed Science*, 7(3):13-24. (In Persian with English abstract)
- Locke M.A., Reddy K.N., and Zablotowicz R.M. 2002. Weed management in conservation crop production systems. *Weed Biology and Management* 2: 123-132.
- Norouzi N., Niakan M., and Siahmarguee A. 2017. Study of the allelopathic effect of *Cleome viscosa* on the level of antioxidant enzymes in canola and wheat. 7th Iranian Weed Science Congress, 27-29 August. Gorgan, Iran. (In Persian with English abstract)
- Oliver L.R. 1979. Influence of soybean (*Glycine max*) planting date on velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) competition. *Weed Sciences*, 24: 43-46.
- Rajcan I., and Swanton C.J. 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research*, 71:139-150.
- Rezvani H., Asghari J., Ehteshami S.M.R., and Kamkar B. 2013. Study the response of yield and component yield of wheat cultivars in competition with wild mustard in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Protection*, 6(4): 187-214. (In Persian with English abstract)
- Roush M.L., and Radosevich S.R. 1985. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. *Journal Applied Ecology*, 22: 895-905.
- Saadatian B., Ahmadvand G., and Soleimani F. 2011. The study of canopy structure and growth characteristics of two variety of wheat in competition condition on economic damage threshold and yield of rye (*Secale cereale L.*) and wild mustard (*Sinapis arvensis L.*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9(3): 494-504. (In Persian with English abstract)
- Saadatian B., Kafi M., Soleimani F., and Ahmadwand G. 2013. Evaluating empirical models to predict yield loss of winter wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivars in interference with feral rye (*Secale cereale*) *Cereal Research*, 3(1): 69-82. (In Persian with English abstract)
- Saadatian B., Kafi M., and Soleimani F. 2014. Evaluation of canopy characteristic role on tolerance index of wheat

- cultivars in interference with feral rye (*Secale cereale*). Journal of Plant Production Research, 21(19): 10- 24. (In Persian with English abstract)
- 16. Safahani Langerodi A.R., Ayenehband A., Zand E., Nourmohammadi Gh., Baghestani Meybodi M.A., and Kamkar B. 2008. Evaluation of Competitive Power of Different Varieties of Canola (*Brasica napus*) with wild mustard (*Sinapis arvensis*) and its relationship with the extent and distribution of leaf area in the canopy. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15(2): 68-98. (In Persian with English abstract)
 - 17. Safahani A., Kamkar B., Zand E., Bagherani N., and Bagheri M. 2008. The effect of growth indices in competitive ability of some canola (*Brasica napus*) cultivars against wild mustard (*Sinapis arvensis*). Iranian Journal of Field Crops Research, 9 (4): 356-370. (In Persian with English abstract)
 - 18. Samaey M., Akbary G.R., and Zand E. 2006. The Study of density and competition of Red root Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on morphological characteristics, Yield and Yield Components of Soybean (*Glycine max*) Cultivars. Agricultural Sciences, 12(1): 41-55.(In Persian with English abstract)
 - 19. Shirdel M., Siahmarguee A., and Yones Abadi, M. 2016. Effect of temperature and water potential on seed germination of Asian spider flower (*Cleome viscosa* L.): an invasive weed in Golestan province. Journal of Plant Protection, 30(2): 292-303.
 - 20. Yadavi A.R., Agha Alikhani M., Ghalavand A., and Zand E. 2006. Effect of plant density and planting arrangement on grain yield and growth indices of corn under redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) competition. Agricultural Research Water, Soil and Plant in Agriculture, 6(3): 31-46. (In Persian with English abstract)
 - 21. Zand E., Rahimian Mashhadi H., Koochaci A., Kharaghani J., Mosavi K., and Ramezani K. 2004. Weed Ecology (Management applications). Jahad Daneshgahi of Mashhad Press, 558p. (In Persian with English abstract)



Study of Soybean Competitive Ability under Interference Conditions with Different Densities of Asian Spider Flower (*Cleome viscosa L.*): Invasive Weed in Golestan Province

D. Emami-Kangar¹- A. Siahmarguee^{2*} - B. Kamkar³- M. Basiri⁴

Received: 09-12-2017

Accepted: 12-09-2018

Introduction: Competition with weeds is the most important factor that reduces agricultural crop yield worldwide. The magnitude of yield loss is affected by numerous agronomic and environmental factors, such as weed density, time of emergence, morphological characteristics of weed and crops and etc. Several studies have shown that the crop and weed growth parameters including height, total dry matter, leaf area index and its distribution in the canopy are major determinants of the capability of species competition under interference conditions. Asian spider flower (*Cleome viscosa L.*) is a summer annual weed of the Capparidaceae family. Currently, very high densities of this weed grow in the fields of eastern Golestan province. There is no report on the extent of damaging of this weed in this province. So, current study was conducted to achieve these goals: 1) Investigate the effect of different densities of Asian spider flower on growth characteristics of soybean. 2) Determine the soybean yield loss due to competition with different densities of this weed species.

Materials and Methods: In order to investigate the soybean competitive ability (cultivar D P X) under interference condition with different densities of Asian spider flower (0, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 45 plant m⁻²); an experiment was established based on randomized complete blocks design with three replications in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources in 2015–2016 growing season. Sampling was done 25 days after planting in eight stages. In each sampling, leaf area, dry weight of soybean and Asian spider flower plants were measured. Vertical distribution of leaf area in canopy profiles of soybean and Asian spider flower was studied, too. For this purpose, plants were divided into segments in 20- cm interval and leaf area of each layer was measured separately. A two parameter rectangular hyperbolic function (Equation 1) used for estimating grain and biological crop yield loss. Finally the accuracy of the model was confirmed based on RMSE, r and the dispersion of the observed and predicted grain and biological yield loss of soybean around the one to one line.

$$Y_L = \frac{ID}{1 + ID/A}$$

Equation (1)

Where Y_L is percent yield loss, D is weed density (plants m⁻²), and I and A, are model parameters. Parameter I is the percent yield loss per unit weed as $D \rightarrow 0$, and A is the asymptotic yield loss as $D \rightarrow \infty$.

Results and Discussion: The results showed that soybean height was not affected by interference with different densities of Asian spider flower. But maximum accumulation of dry matter of soybean and leaf area index were reduced under competition conditions. According to the fitted model, the maximum accumulation of the dry matter of Asian spider flower was obtained at 83 days after planting, while the maximum soybean dry matter accumulation, depending on the interference treatment, varied between 53 and 60 days after planting. The maximum leaf area index of soybean (in weed free treatment) and Asian spider flower were 6.41 and 0.96, and were obtained at 63 and 53 days after planting, respectively. Although Leaf area index of Asian spider flower was lower than soybean, but maximum percentage of leaf area of Asian spider flower was located at higher canopy layers than soybean (20-40 compare to 0-20 cm). The results showed that the maximum soybean grain and biological yield loss due to high densities of Asian spider flower were 60.42% and 54.52%, respectively. Also, soybean grain and biological yield reduction were 8.39 and 7.94, respectively, in case the first weed. Based on the results of this study (RMSE, r and correlation between observed and predicted grain and biological yield loss), it can be concluded that the present model has a good accuracy and its outputs can be cited. In general it can be said the competition effect of Asian spider flower on soybean biological yield was lower than grain yield.

Discussion: Overall our results showed that Asian spider flower weed could be considered as a strong competitor to soybean. According to the results, it seems that some characteristics of Asian spider flower including 1) representing greater height at the end of the growing season, 2) requiring a shorter time to reach maximum leaf area index and 3) arranging a greater part of plant leaf area at higher canopy layers compared to soybean, were the most important factors to increasing the competitive ability of this weed.

Keywords: Competition, Cousens model, Grain yield loss, Leaf area distribution, Morphological characteristics

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student of Weed Science, Assistant Professor and Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Protection, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, respectively

(*- Corresponding Author Email: siahmarguee@gau.ac.ir)

4- Ph.D. Gradated Student of Agronomy, Zabol University, Zabol, Iran

تأثیر تراکم کاشت شاهدانه (*Cannabis sativa L.*) بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز

جمشید سامانی پور^۱ - سهراب محمودی^۲ - علی رضا صمدزاده^۳ - حسین حمامی^{۴*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۱

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم کاشت شاهدانه (*Cannabis sativa L.*) بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در منطقه بیرونی، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرونی انجام شد. عامل اول تراکم در دو سطح ۸ و ۱۶ بوته در متر مربع شاهدانه و عامل دوم تداخل علف‌های هرز، که در دو گروه دوره‌ی رقابت علف‌های هرز و دوره‌ی فقدان علف‌های هرز بود انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش دوره تداخل گیاه زراعی و علف‌های هرز عملکرد دهای دانه و بیولوژیک کاهش پیدا می‌کند. همچنین، با افزایش تراکم بوته شاهدانه عملکرد دانه در هکتار بیشتر شده و عملکرد بیولوژیک در تک بوته کاهش پیدا می‌کند. طبق نتایج آزمایش دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، با افزایش درصد افت عملکرد گیاه زراعی و افزایش تراکم کاهش پیدا کرد. به طوری که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز با ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد در تراکم ۸ بوته شاهدانه در متر مربع به ترتیب بین روزهای ۱۸ تا ۵۶ و ۲۱ تا ۵۰ روز پس از سبز شدن و در تراکم ۱۶ بوته شاهدانه در متر مربع بین روزهای ۲۰ تا ۵۱ و ۲۳ تا ۴۲ روز پس از سبز شدن بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: تداخل، خسارت علف‌های هرز، رقابت، گیاه دارویی

مقدمه

طوری که رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی همواره یکی از مهمترین مشکلات اساسی در راستای رسیدن به حداقل عملکرد در کنار حفظ عملکرد کیفی گیاهان زراعی در نظر گرفته می‌شود (۸). بنابراین مدیریت علف‌های هرز به منظور افزایش تولید امری ضروری است (۲۴). افزایش تراکم گیاه زراعی یکی از راه‌کارهای کاهش خسارت علف‌های هرز می‌باشد. محققان زیادی افزایش میزان تراکم گیاه زراعی را در محدود ساختن اثرات رقابتی ناشی از علف‌های هرز را گزارش نموده‌اند (۱۹ و ۲۶). به اعتقاد وان اکر و همکاران (۲۸) تراکم گیاهی تعادل رقابتی بین علف‌های هرز و گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار داده و افزایش تراکم گیاه زراعی، سبب کاهش رشد علف‌های هرز و کاهش چشمگیر تلفات عملکرد ناشی از رقابت می‌شود. از طرفی تعیین بهترین زمان کنترل علف‌های هرز جایگاه ویژه‌ای را در کارآمدی عملیات کنترل علف‌های هرز دارد. مفهوم دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز در حدود ۴۰ سال پیش مطرح شد. اساس این دوره بر این فرض استوار است که علف‌های هرز در سراسر دوره رشد گیاه زراعی به یک اندازه بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر منفی نداشت، بلکه در بعضی مراحل رشد، رقابت علف‌های هرز اثرات شدیدتری بر گیاه زراعی تحمیل می‌کند (۱۰). از این رو با تعیین دوره بحرانی برای هر گیاه و در هر منطقه می‌توان در زمان مناسب اقدام به کنترل علف‌های هرز کرد که در نهایت منجر به کاهش هزینه‌ها، کاهش

بیش از ۳۵۰۰۰ گونه گیاهی تاکنون شناخته شده است که حدوداً ۷۰۰۰ گونه از آنها در سراسر جهان برای اهداف دارویی استفاده می‌شوند. گیاهان دارویی در تغذیه، مواد ساختمانی، رنگ و ادویه‌جات نیز ایفای نقش می‌کنند (۹). براساس اعلام سازمان بهداشت جهانی، بیش از ۸۰ درصد جمعیت جهان در کشورهای در حال توسعه برای تامین نیازهای بهداشت اولیه خود به طب گیاهی (گیاهان دارویی) وابسته هستند (۲۹). محمد ابن زکریای رازی چکاندن روغن شاهدانه را در گوش سبب خشک چرک گوش ذکر کرده و سردرد را از علایم زیاده‌روی در خوردن آن می‌داند. در نوشتۀ‌های این بیطار به اثرات خدکرم گیاه شاهدانه و در کتب این میمون به روغن دانه شاهدانه و تأثیرات دارویی اش اشاره گردیده است. الکنی نیز در مورد آثار شلکنندی عضلانی شاهدانه، مطالی ارایه نموده است (۱۵). در اکوسیستم‌های کشاورزی علف‌های هرز یکی از عوامل اصلی کاهش کمی و کیفی محصول می‌باشد، به

۱، ۲، ۳ و ۴- بهترتب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار، مربی و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرونی
(*- نویسنده مسئول: Email: Hhammami@birjand.ac.ir DOI: 10.22067/jpp.v32i4.70982

شاخه نهاندانگان از راسته اورتیکال^۲ و متعلق به خانواده کاناپیناسه^۳ است (۷). جنس کاناپیس دارای چهار گونه‌ی *indica*, *sativa*, *afghanica* و *ruderale* می‌باشد (۲۲). این گیاه برگ‌های پنج‌لایی با پنج تا هفت برگ‌چه دندانه دارد (۳۰). گل‌های ماده و نر این گیاه بر روی پایه‌های جدآگانه (دوپایه) قرار دارند و عموماً گل‌های نر زودتر از گل‌های ماده تشکیل می‌شوند (۷). با توجه به این که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز شاهدانه در ایران بررسی نشده است، لذا هدف این تحقیق تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برای گیاه دارویی شاهدانه در شرایط اقلیمی بیرونی بود. در آینده بتوان مدیریت علف‌های هرز مزارع شاهدانه را براساس آن و نتایج به دست آمده از مناطق دیگر تنظیم نمود. در واقع این تحقیق بدنبال آن است که با تعیین این دوره در زراعت شاهدانه منطقه، خسارت علف‌های هرز و هزینه‌های تولید آن را کاهش دهد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تراکم کاشت شاهدانه بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در منطقه بیرونی با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۸۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۲ دقیقه، دارای ۱۴۹۱ متر ارتفاع از سطح دریا و میانگین بارندگی $168/5$ میلی‌متر آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه‌ای با آلودگی طبیعی به علف‌های هرز در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرونی در سال ۱۳۹۵ انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تراکم کاشت شاهدانه و تداخل علف‌های هرز با گیاه زراعی (در ۱۲ تیمار) بود. تراکم‌ها در دو سطح ۸ و ۱۶ بوته در متر مربع بود. تیمارهای تداخل علف‌های هرز نیز شامل دو گروه بود. گروه اول، دوره آلودگی به علف‌های هرز در ۶ سطح ۸، ۶، ۴، ۲ و ۱۰ هفته پس از سبز شدن و کل دوره رشد شاهدانه) و گروه دوم، دوره فقدان علف‌های هرز در ۶ سطح (۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته پس از سبز شدن و کل دوره رشد شاهدانه) بود (شکل ۱). بدین ترتیب تیمارهای رقابت علف‌های هرز در دو گروه ۶ تابی قرار گرفت که گروه اول برای تعیین زمان شروع دوره بحرانی علف‌هرز و گروه دوم برای تعیین زمان اتمام دوره بحرانی علف‌هرز (اجزای دوره بحرانی) می‌باشد.

کنترل علف‌های هرز در تمام تیمارها بصورت وجین دستی انجام شد. در تیمارهای گروه اول، علف‌های هرز از ابتدای فصل با گیاه زراعی تداخل داشته ولی از مراحل مذکور وجین شدن و گیاه زراعی تا پایان فصل رویش، عاری از علف‌هرز بود و در تیمارهای گروه دوم، کرت‌های تا مراحل مذکور وجین شده و عاری از علف هرز بود، سپس به

فرسایش خاک و همچنین کاهش عوارض زیست محیطی ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها می‌شود (۱۱). دو سری تیمار برای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به کار می‌رود؛ در سری اول، مزروعه تا مدت معینی از علف‌های هرز عاری شده و بعداً اجازه داده شود که علف‌هرز تا پایان دوره رشد با محصول زراعی رقابت داشته باشد. در سری دوم، به علف‌های هرز تا مدت معینی اجازه داده می‌شود و سپس تا پایان فصل رشد از طریق وجین با علف‌هرز مبارزه می‌گردد. گونه و تراکم گیاه زراعی و علف‌هرز، زمان رقابت، شرایط محیطی (درجه حرارت، رطوبت و حاصلخیزی خاک) و عملیات زراعی از عوامل تأثیرگذار بر این دوره هستند (۵ و ۸). از جمله مزایای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز می‌توان به کاهش اتكاء به علف‌کش‌های دارای پسمانده و اتكاء بیشتر به کاربرد به موقع علف‌کش‌ها، بهبود زمان بندی کاشت گیاهان پوششی، کاربرد علف‌کش‌ها با راندمان بالاتر اشاره کرد (۱۱). قادری و همکاران (۲) دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در پنجه را بین مرحله ۴-۵ برگی تا رویش دومین شاخه زایا گزارش کردند. در آزمایشی در دانشگاه بیرونی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در ذرت با احتساب ۲/۵ درصد افت عملکرد قابل قبول ۱۴-۵۹ روز پس از سبز شدن (۴-۱۷ برگی) و با احتساب پنج درصد افت عملکرد بین ۱۹-۵۵ روز پس از سبز شدن (۵-۱۵ برگی) بدست آمد (۱۸). مارتین و ویلیامز (۲۰) بهترین دوره کنترل علف‌های هرز ذرت را با در نظر گرفتن پنج درصد افت عملکرد قابل قبول از ۲ تا ۶ برگی و با در نظر گرفتن ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول از ۴ تا ۶ برگی برآورد کردند. خان و همکاران (۱۳) در نتیجه‌گیری حاصل از آزمایش خود، دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز در اسفناج هندی (*Basella alba*) را بین ۲۰ تا ۳۰ روز پس از نشاكاری این گیاه تشخیص داده و اظهار داشتند که به منظور کسب حداقل سود از کشت اسفناج، کنترل علف‌های هرز در این گیاه باید تا ۳۰ روز پس از نشاكاری ادامه یابد. تحقیقات اورمن و همکاران (۶) و اگوستینو و همکاران (۱) در جریان تعیین دوره بحرانی زراعت بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) که این دوره را ۳-۸ هفته و ۷-۶۵ روز پس از کاشت بادام زمینی گزارش دادند. کرامتی و همکاران (۱۲) شروع و پایان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز سویا را به ترتیب ۲۶ و ۶۳ روز پس از کاشت این گیاه تشخیص دادند. نگویاجیو و همکاران (۲۵) گزارش کردند که جهت جلوگیری از کاهش عملکرد تره فرنگی (*Allium porrum*) بیش از پنج درصد، این گیاه باید بین ۷ تا ۸۵ روز پس از نشاء کاری عاری از علف‌های هرز باشد. شاهدانه با نام علمی *Cannabis sativa L.* و نام انگلیسی کاناپیس، در زبان اسپانیایی ماری‌جوانا^۱ نامیده می‌شود، گیاهی علفی، یکساله، دوپایه، دوپایه و از

کرت به دو نیمه مساوی تقسیم شد که یک نیمه برای اندازه‌گیری صفات مرفولوژیکی و نیمه دیگر برای اندازه‌گیری عملکرد نهایی اختصاص پیدا کرد. نمونه برداری با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای انجام گرفت. برداشت شاهدانه پس از رسیدن دانه‌ها و در ۲۰ آبان یعنی در حدود ۱۸۰ روز پس از سبز شدن و از نیمه دوم هر کرت انجام شد (به طور کل و در تمام سطح مزرعه چیزی در حدود ۳۰-۴۰ درصد بوته‌ها ماده بودند و بقیه نر بودند).

علفهای هرز اجازه رویش و رقابت با گیاه زراعی تا پایان فصل رشد داده می‌شد. عملیات کاشت در ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ انجام شد. نوع کشت ردیفی با فواصل بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ۲۰ ردیف ۱۰ سانتی‌متر (برای تراکم ۱۶ بوته در متر مربع) و ۲۰ سانتی‌متر (برای تراکم ۸ بوته در متر مربع) بود. هر کرت ۳ متر عرض و ۶ متر طول داشت. تعداد خطوط کاشت در هر کرت ۶ خط بود. برای اندازه‌گیری صفات مرتبط با رشد و عملکرد شاهدانه در ابتدا هر

تیمارها Treatments	14 DAE	28 DAE	42 DAE	56 DAE	70 DAE	Harvest
عاری از علفهای هرز تا ۱۴ روز پس از سبز شدن Weed free until 14 DAE (WF ₂)						
عاری از علفهای هرز تا ۲۸ روز پس از سبز شدن Weed free until 28 DAE (WF ₄)						
عاری از علفهای هرز تا ۴۲ روز پس از سبز شدن Weed free until 42 DAE (WF ₆)						
عاری از علفهای هرز تا ۵۶ روز پس از سبز شدن Weed free until 56 DAE (WF ₈)						
عاری از علفهای هرز تا ۷۰ روز پس از سبز شدن Weed free until 70 DAE (WF ₁₀)						
عاری از علفهای هرز در کل فصل رشد Weed free whole season (WFC)						
آلوده به علفهای هرز تا ۱۴ روز پس از سبز شدن Weed infested until 14 DAE (WI ₂)						
آلوده به علفهای هرز تا ۲۸ روز پس از سبز شدن Weed infested until 28 DAE (WI ₄)						
آلوده به علفهای هرز تا ۴۲ روز پس از سبز شدن Weed infested until 42 DAE (WI ₆)						
آلوده به علفهای هرز تا ۵۶ روز پس از سبز شدن Weed infested until 56 DAE (WI ₈)						
آلوده به علفهای هرز تا ۷۰ روز پس از سبز شدن Weed infested until 70 DAE (WI ₁₀)						
آلوده به علفهای هرز در کل فصل رشد Weed infested whole season						
		Weed free عاری از علفهای هرز				
		Weed infested آلوده به علفهای هرز				

شکل ۱- تیمارهای عاری و آلوده به علفهای هرز
Figure 1- Weed free and weed infested treatments

سبز شدن و درجه روز رشد (GDD)^۱ طبق فرمول زیر گزارش شد.

برای تعیین دوره بحرانی کنترل علفهای هرز نیز عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و در نهایت بر حسب روز پس از

$$GDD = \frac{(دما\ بیشینه + دما\ کمینه)}{2} - دما\ پایه\ شاهدانه$$

ترتیب بیشترین عملکرد را داشتند. کمترین عملکرد را نیز تیمارهای WF₂, WIC, WF₁₀ و WI₈ به واسطه رقابت بیشتر با علفهای هرز داشتند. تیمار WFC نسبت به تیمار C, به میزان ۲۸۰/۲۸ درصد افزایش و عملکرد دانه‌ی بیشتری داشت (شکل ۲). مارtin و همکاران (۲۱) مشابه نتایج این آزمایش، کاهش یا افزایش عملکرد دانه را در اثر کاهش یا افزایش طول دوره رقابت گیاه زراعی با علف هرز گزارش کردند. تراکم نیز در عملکرد دانه تاثیر داشته و عملکرد دانه در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع، ۵۶/۵۷ درصد بیشتر از عملکرد دانه در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع شد (شکل ۳). این افزایش عملکرد دانه در تراکم ۱۶ گل در متر مربع دانست که باعث بالا رفتن عملکرد دانه شده است. مطابق با نتایج آزمایش کونی، میرزاوی و مدحچ (۲۳) نیز گزارش کردند که با کاهش فواصل بین و روی ریشه‌های کاشت، عملکرد دانه در واحد سطح افزایش و در واحد تک بوته کاهش پیدا می‌کند.

عملکرد بیولوژیک

طبق نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک در تک بوته (جدول ۱) اثر ساده تراکم و رقابت در سطح ۱ درصد ($P<0.01$) معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل تراکم و رقابت معنی‌دار نشد. تیمارهای WFC, WF₂, WF₆, WF₈ و WF₁₀ بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشتند که همه تیمارها بیشتر دوره فصل رشد خود را عاری از علف هرز بودند. همچنین کمترین عملکرد بیولوژیک را تیمارهای WF₂ و WI₁₀ داشتند که این تیمارها نیز بیشتر دوره فصل رشد خود را در تداخل و رقابت با علفهای هرز بودند (شکل ۴). تراکم ۸ بوته در مترمربع با افزایش ۱۴/۸۶ درصدی نسبت به تراکم ۱۶ بوته در متر مربع عملکرد بیولوژیک بالاتری را داشت (شکل ۵). درصد کاهش محصول به نوع گیاه زراعی، تراکم و طول دوره رقابت علفهای هرز بستگی دارد (۴). تحقیقات محمودی و همکاران (۱۷) نشان داد که در کشت پنبه، افزایش طول دوره تداخل علف هرز از طریق کاهش تجمع ماده خشک و تعداد شاخه در بوته، بیوماس و عملکرد گیاه زراعی را کاهش می‌دهد.

دما پایه برای شاهدانه ۱/۵ درجه سانتی‌گراد و دما بیشینه ۳۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (۱۶).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش وایازی غیرخطی^۲ و توابع گامپرتر^۳ (۱) و لجستیک^۴ (۲) به کمک نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD محافظت شده در سطح ۵ درصد توسط نرم‌افزار SAS انجام شد و برای رسم نمودار نیز از نرم‌افزارهای EXCEL 2013 و SIGMA 11 PLOT نسخه استفاده شد.

(۱) (معادله گامپرتر)

$$Y=A \exp(-B \exp(-KT))$$

(۲) (معادله لجستیک)

$$Y=[(1/D \exp(K(T-X))+F)+((F-1)/F)] \times 100$$

که در توابع فوق

Y: عملکرد دانه (درصد از شاهد عاری از علف هرز)

A: مجانب بالای منحنی

B: پارامترهای تعیین کننده شکل منحنی

X: نقطه عطف بر حسب روز

T: روزهای پس از سبز شدن

F, D, K: مقادیر ثابت مدل ها می‌باشد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که عملکرد دانه در هکتار در اثر ساده تراکم و رقابت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد ولی اثر متقابل تراکم در رقابت معنی‌دار نشد. بیشترین عملکرد دانه را تیمارهایی داشتند که بیشتر دوره رشد خود را عاری از علفهای هرز بودند. بیشترین عملکرد دانه در هکتار را تیمار WF₂ با ۲۶۷۶/۴۴ کیلوگرم داشت. پس از آن نیز تیمارهای WFC, WF₁₀ و WF₈ به

1- Growth degree day

2- Nonlinear regression

3- Logistic equation

4- Gompertz equation

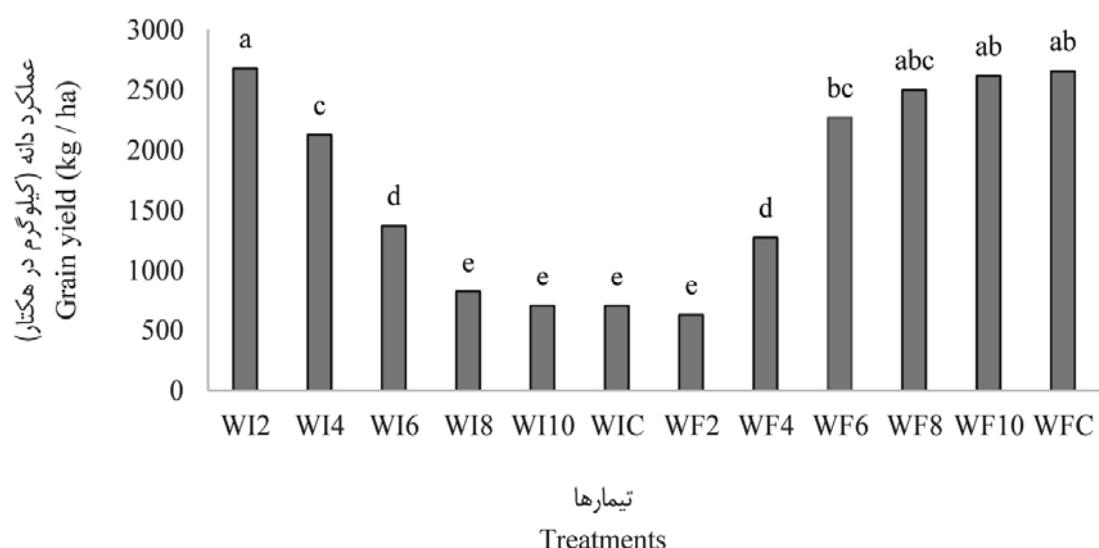
جدول ۱- میانگین مربuat عملکرد گیاه شاهدانه در پایان فصل رشد

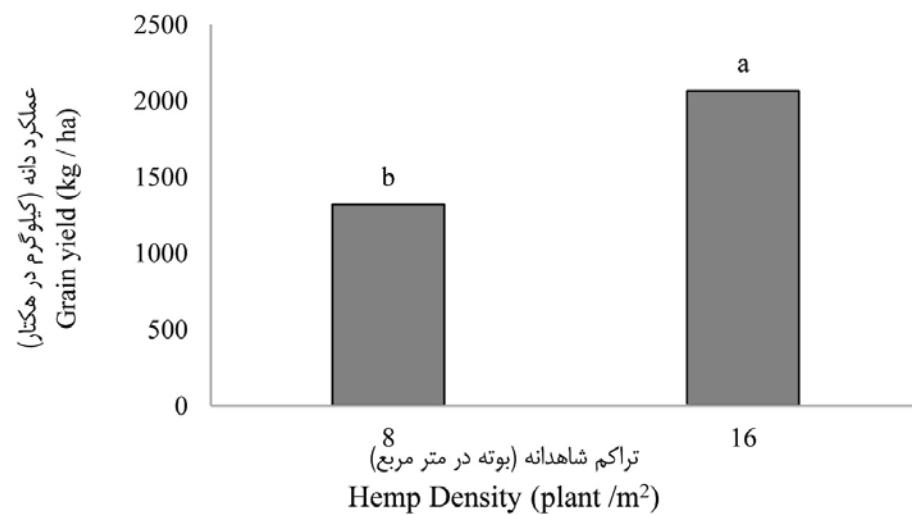
Table 1- Mean square of hemp plant yield at the end of growing season

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربuat	
		عملکرد دانه در تکبوته (کیلوگرم) Biological yield (kg)	عملکرد بیولوژیک در تکبوته (کیلوگرم) Seed yield (kg)
بلوک Block	2	247289.60	8522.86
تراکم Density	1	10014769.24**	63009.54**
رقابت Competition	11	48416632.39**	57025.95**
تراکم × رقابت Density * Competition	11	168785.13	10979.60
خطا Residual	46	531857.16	6113.150
CV %		20.10	18.21

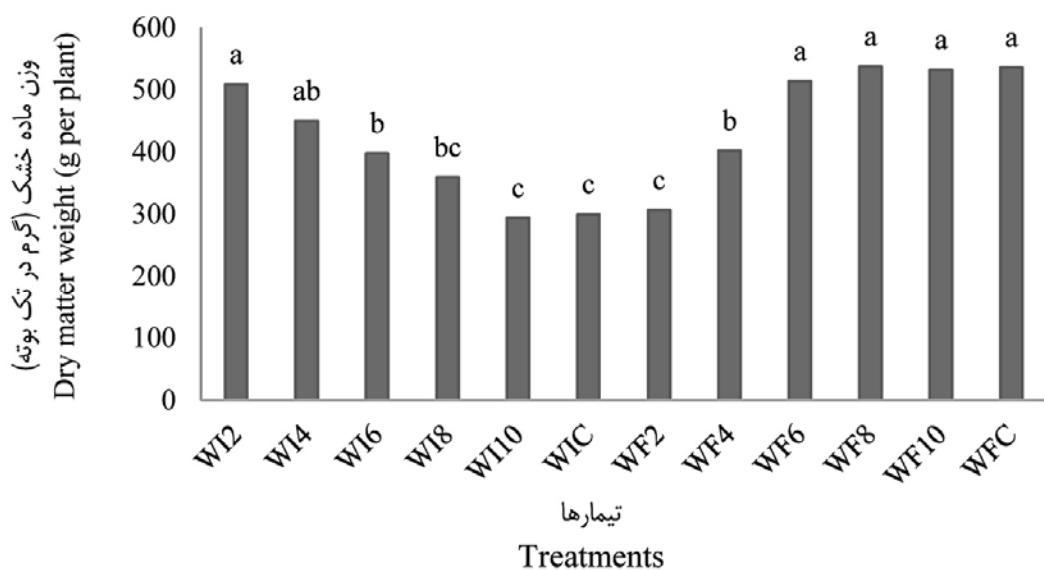
* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

* and ** significant at 1% and 5% level of probability respectively

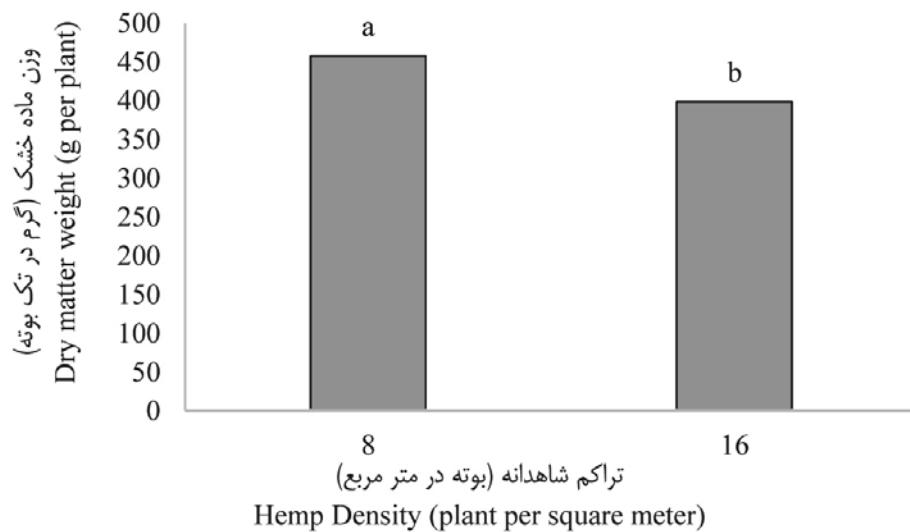
شکل ۲- عملکرد دانه شاهدانه در تیمارهای رقابت و عاری از علفهرز
و WF: به ترتیب دوره‌های تداخل و عاری از علفهرز بر حسب هفته. C: شاهدFigure 2- Grain yield of hemp in competitive and weed free treatments
WI and WF: Weed infested and weed free periods per week respectively. C: Control



شکل ۳- عملکرد دانه شاهدانه در دو تراکم ۸ و ۱۶ بوته در متر مربع
Figure 3- Grain yield of Hemp in the densities of 8 and 16 plants.m⁻²



شکل ۴- عملکرد بیولوژیک شاهدانه در تیمارهای رقابت و عاری از علف هرز
WF و WF: به ترتیب دوره های تداخل و عاری از علف هرز بر حسب هفتة. C: شاهد
WI and WF: Weeds infested and weed free periods per week respectively. C: Control

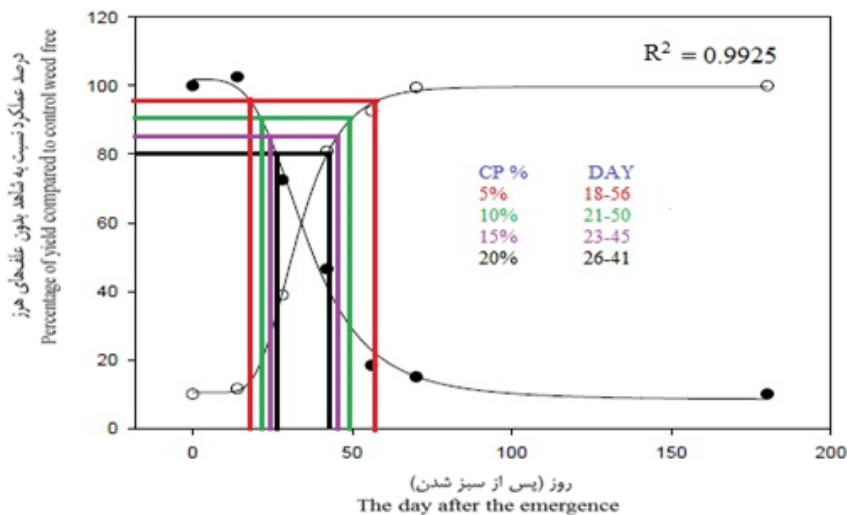


شکل ۵- عملکرد بیولوژیک شاهدانه در دو تراکم ۸ و ۱۶ بوته در متر مربع
Figure 5- Biological yield of hemp in the densities of 8 and 16 plant.m⁻²

بحرانی نتیجه آن بود. زیاد شدن طول دوره بحرانی کنترل علفهای هرز با کاهش درصد افت عملکرد به خاطر کنترل بیشتر علفهای هرز می‌باشد که این موضوع با افزایش تراکم شدت می‌پذیرد و طول دوره بحرانی کمتر می‌شود. دلیل کوتاه‌تر شدن دوره بحرانی علفهای هرز با افزایش تراکم نیز به دلیل بسته شدن زودتر کانوپی و در نتیجه افزایش قدرت رقابت در تراکم ۱۶ بوته نسبت داد (۳ و ۱۴). همچنین نقطه عطف در تراکم ۸ بوته در متر مربع برابر ۳۴ و در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع برابر ۳۲ روز پس از سبز شدن بود. کاهش طول دوره بحرانی با افزایش تراکم را می‌توان به قدرت رقابت بالاتر این تراکم با علفهای هرز نسبت به تراکم ۸ بوته در متر مربع نسبت داد. طبق نتایج رجبیان و همکاران (۲۷) دروغ بحرانی کنترل علفهای هرز در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع کلزا با احتساب ۱۰ و ۵ درصد افت مجاز عملکرد، به ترتیب بین روزهای ۳۱/۵ تا ۱۰/۸ روز پس از سبز شدن عملکرد، به ترتیب بین روزهای ۱۳۹/۴ تا ۱۳/۵ روز پس از سبز شدن بدست آمد. در تراکم ۵۷ بوته در متر مربع کلزا نیز با در نظر گرفتن ۱۰ و ۵ درصد افت عملکرد به ترتیب بین روزهای ۲۵/۵ تا ۱۱۵ روز پس از کاشت و ۴ تا ۱۴۳ روز پس از کاشت تعیین شد.

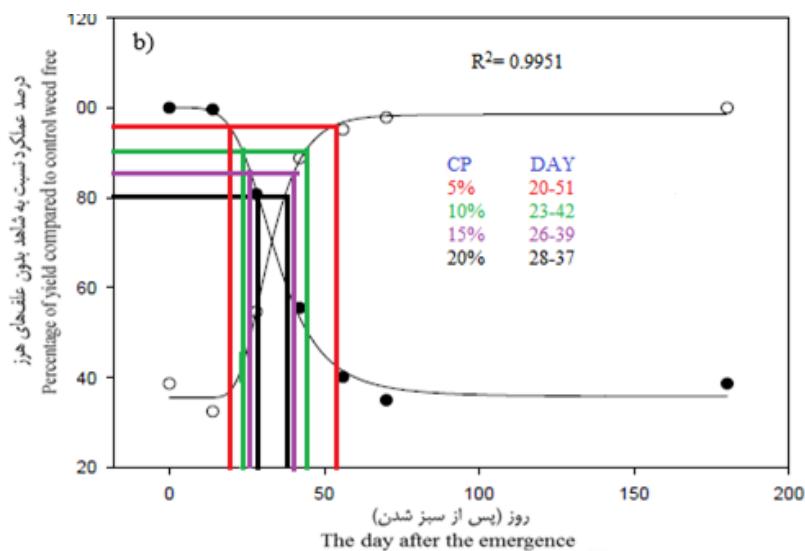
دوره بحرانی کنترل علفهای هرز

با توجه به ضریب تبیین مدل‌ها، نمودارهای دوره بحرانی از برآش خوبی برخوردار بودند. طول دوره بحرانی علفهای هرز که باعث می‌شد در تیمار شاهدانه در تراکم ۸ بوته در متر مربع و ۱۶ بوته در متر مربع، ۵ درصد کاهش عملکرد مشاهده شود به ترتیب از ۱۸ و ۵۱ روز پس از سبز شدن (۶۱۶ و ۶۶۷/۵ درجه روز رشد) تا ۵۶ و ۵۱ روز پس از سبز شدن (۹۸۸ و ۸۸۹ درجه روز رشد) بود. با کاهش عملکرد از ۵ به ۱۰ درصد طول دوره بحرانی کمتر شد و برای تراکم ۸ بوته در متر مربع به ۲۱ (۵۴۷ درجه روز رشد) و برای تراکم ۱۶ بوته در متر مربع به ۲۳ روز پس از سبز شدن (۶۱۶ درجه روز رشد) در اول دوره و آخر دوره نیز برای تراکم ۸ بوته در متر مربع و ۱۶ بوته در متر مربع به ترتیب به ۵۰ و ۴۲ روز پس از سبز شدن (۹۳۵/۵ - ۱۰۹۳ درجه روز رشد رسید. (شکل‌های ۶ و ۷)، (جدول‌های ۲، ۳ و ۵). مقادیر پارامتری بدست آمده برای فرم‌های گامپرتر و لجستیک نیز در جدول آمده است (جدول ۴). با توجه به نتایج بدست آمده با افزایش درصد افت عملکرد و افزایش تراکم، دوره بحرانی علفهای هرز دیرتر شروع شده و زودتر نیز به پایان رسید که کوتاه شدن طول دوره



شکل ۶- دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز بر اساس روزهای پس از سبز شدن شاهدانه در تراکم ۸ بوته در متر مربع

Figure 6- Critical Period of weed control based on the days after the emergence of cannabis at a density of 8 plants.m⁻²



شکل ۷- دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز بر اساس روزهای پس از سبز شدن شاهدانه در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع

Figure 7- Critical Period of weed control based on the days after the emergence of cannabis at a density of 16 plant.m⁻²

جدول ۲- میانگین مربعات فرم گامپرتر و فرم لجستیک در دو تراکم ۸ و ۱۶ بوته در متر مربع

Table 2- Mean of squares Logistic and Gompertz form at 8 and 16 plants.m⁻²

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean of squares			
		فرم لجستیک در تراکم ۸ بوته در متر مربع Logistic form at 8 plants.m⁻²	فرم لجستیک در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع Logistic form at 16 plants.m⁻²	فرم گامپرتر در تراکم ۸ بوته در متر مربع Gompertz form at 8 plants.m⁻²	فرم گامپرتر در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع Gompertz form at 16 plants.m⁻²
مدل Model	3	950.7**	11286.8**	12213.5**	13817.8**
خطا Residual	4	26.9628**	5.6367**	39.2619**	154.2**

جدول ۳- دوره بحرانی کنترل علفهای هرز شاهدانه بر حسب روز پس از سبز شدن و درجه حرارت روز
Table 3- Critical period of weed control in hemp according to the day after emergence and GDD

تراکم Density	درصد کاهش عملکرد Percentage of yield loss	روز پس از سبز شدن Day after emergence	GDD(سانتی گراد) GDD (°C)
8	5	18-56	616-988
	10	21-50	547-1093
16	5	20-51	667.5-889
	10	23-42	616-935.5

جدول ۴- مقادیر پارامتری برای فرم گامپرتز (دوره بحرانی عاری از علفهای هرز) بر اساس روزهای پس از سبز شدن در تراکم‌های مختلف

Table 4- Parametric values for Gompertz form (weed free critical period) based on days after emergence in different densities

تراکم Density	پارامتر Parameter	مقدار پارامتر Parameter value	خطای استاندارد Standard error	ضریب تبیین مدل Coefficient of determination
8	A	101.8	4.80	
	B	7.91	3.56	0.99
	K	0.08	0.02	
16	A	106	11.61	
	B	1.4	0.39	0.99
	K	0.04	0.01	

: پارامترهای مدل هستند.

A, B, K: Model parameters

جدول ۵- مقادیر پارامتری برای فرم لجستیک (دوره بحرانی تداخل با علفهای هرز) بر اساس روزهای پس از سبز شدن در تراکم‌های مختلف

Table 5- Parametric values for logistic form (weed interference critical period) based on days after emergence in different densities

تراکم Density	پارامتر Parameter	مقدار پارامتر Parameter value	خطای استاندارد Standard error	ضریب تبیین مدل Coefficient of determination
8	F	0.12	0.03	
	K	36.30	2.09	0.99
	D	1.13	0.05	
16	F	0.14	0.02	
	K	31.72	1.16	0.99
	D	1.58	0.04	

: پارامترهای مدل هستند.

F, K, D: Model parameters

نتیجه‌گیری

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در شاهدانه، در تراکم ۸ بوته در متر مربع و با در نظر گرفتن عملکرد در هکتار با کاهش ۱۰ درصد عملکرد بین روزهای ۲۱ و ۵۰ روز پس از سبز شدن بدست آمد. دوره بحرانی این کاهش عملکرد در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع نیز بین روزهای ۲۳ و ۴۲ روز پس از سبز شدن بدست آمد. با توجه به انجام این آزمایش و نتایج بدست آمده کاشت شاهدانه در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع و با توجه به کوتاه بودن دوره کنترل علف‌های هرز (دوره بحرانی) و عملکرد بالا در این تراکم و صرف هزینه کمتر کنترل علف‌های هرز در بازه کمتر، بهتر است این گیاه در تراکم ۸ بوته در متر مربع در شرایط کشت شود.

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که قدرت رقابت شاهدانه در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع در مقایسه با تراکم ۸ بوته در متر مربع بیشتر بوده و این عامل باعث کم شدن وزن خشک علف‌های هرز و همچنین سرکوب زودتر و شدیدتر علف‌های هرز شده است. در تیمارهایی که در رقابت بیشتری با علف‌های هرز بودند تراکم ۱۶ بوته در متر مربع موفق تر بوده و عملکرد بالاتری داشت. ولی در تیمارهایی که تا بخش خاصی از فصل و مرحله رشدی گیاه عاری از علف‌هرز بودند تراکم ۸ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد را داشت. با توجه به علف‌های هرز منطقه، شرایط آب و هوایی و تراکم‌های مختلف کشت،

منابع

- Agostinho F.H., Gravena R.P., Alves L.C.A, Salgado T.P., and Mattos E.D. 2006. The effect of cultivar on critical periods of weed control in peanuts. Peanut Science, 33: 29-35.
- Akramghaderi F., Ghajari A., Younessabadi M., and Sohrabi B. 2005. Determination of critical period of weed control in cotton (*Gossypium hirsutum*) in Gorgan. Iranian Journal Agriculture Science, 12: 85-96.
- Asghari J., and Cheraghi G.H.R. 2003. The critical period of weed control in two late and medium maturity grain maize (*Zea mays*) cultivars. Iranian Journal of Agriculture, 5:285-302. (In Persian with English abstract).
- Bosnic A.C., and Swanton C.J. 1997. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). Weed Science, 45: 276-282
- Erman M., Tepe I., Büükün B., Yergin R., and Taşkesen M. 2008. Critical period of weed control in winter lentil under non-irrigated conditions in Turkey. African Journal of Agriculture Research, 3: 523-530.
- Everman W.J., Burke I.C., Clewis S.B., Thomas W.E., and Wilcut J.W. 2008. Critical period of weed interference in peanut. Weed Technology, 22: 63-67.
- FloResearch-Sanchez I.J., and Verpoorte R. 2008. Secondary metabolism in cannabis, phytochem review, 7: 615-639.
- Hamzei J., Mohammady Nasab A.D., Khoie F.R., Javanshir A., and Moghaddam M. 2007. Critical period of weed control in three winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 31: 83-90.
- Hazekamp A., Bastola K., Rashidi H., Bender J., and Verpoorte R. 2007. Cannabis tea revisited: A systematic evaluation of the cannabinoid composition of cannabis tea. Journal of Ethno pharmacology, 1139: 85-90.
- Ivanek-Martincic M., Ostojic Z., Baric K., and Gorsic M. 2010. Importance of critical period of weed competition for crop growing. Poljoprivreda/Agriculture, 16: 57-61
- Kenzevic S.Z., Evans S.P., Blankenship E., Evan Aker R.C., and Lindquist J.L. 2002. Critical period for weed control: The concept and data analysis. Weed Science, 50: 773-786.
- Keramati S., Pirdashti H., Esmaili M.A., Abbasian A., and Habibi M. 2008. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* L.) In north of Iran conditions. Pakistan Journal of Biological Science, 11: 463-467.
- Khan M.S.A., Hossain M.A., Nural-Islam M., Mahfuza S.N., and Uddin M.K. 2008. Effect of duration of weed competition and weed control on the yield of Indian spinach. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 33: 623-629.
- Khoshnam M. 2007. Effect of row spacing on critical period of weed control in canola. M.Sc. Thesis.University of Guilan, Iran.
- Lambert D.M. 2009. Cannabinoids in nature and medicine. Zurich: Verlag Helvetica Chimica Acta, 15: 141-155.
- Lisson S.N., Mendham N.J., and Carberry P.S. 2000. Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model. 1. General introduction and the effect of temperature on the pre-emergent development of hemp. Australian journal of experiment agriculture, 40: 405-411.
- Mahmodi S., Hejazi A., and Rahimian Mashhadi H. 1999. Determination of Critical Period of Weed Control in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in Varamin Area. Journal of Agricultural Sciences and Technology, 13:2 (In Persian)

18. Mahmoodi S., and Rahimi A. 2009. The critical period of weed control in corn in Birjand region, Iran. International Journal of Plant Production, 3: 91-96.
19. Makarian H., Banaian M., Rahimian H., and Izadi Darbandi E. 2003. Planting date and population density influence on competitiveness of corn (*Zea mays* L.) with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Iran Journal of Crop Research, 2: 271-279.
20. Martin M., and Williams M. 2006. Planting date influences critical period of weed control in sweet corn. Weed Science, 54: 928-933.
21. Martin S.G., Van Acker R.C., and Friesen L.F. 2001. Critical period of weed control in spring canola. Weed Science, 49: 326-333.
22. McPartland J.M., Clarke R.C., and Watson D.P. 2000. Hemp diseases and pests: management and biological control. CABI Publishing, Wallingford, UK.
23. Mirzaei A., and Madjh A. 2004. Effect of different planting arrangements on grain yield and yield components of *Vigna radiata* Gohar cultivar in environmental conditions of Ilam province. Summary of Articles of the First Iranian National Cereals Congress. Ferdowsi University of Mashhad Institute of Plant Sciences, 78-80. (In Persian)
24. Mousavi S.K., Zand E., and Baghestani M.A. 2005. Effects of crop density on interference of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and weeds. Applied Entomology Phytopathology, 73: 79-92.
25. Ngouadio M., Tursun N., Bükün B., Karacan S.C., and Mennan H. 2007. Critical period for weed control in leek (*Allium porrum* L.). Hort Science, 42: 106-109.
26. Nurse E.R., and Ditomaso A. 2005. Corn competition alters the germin ability of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seeds. Weed Science, 53: 479-488.
27. Rajabian M., Asghari J., Ehteshami M. R., and Rabiei M. 2007. Effect of plant density on critical period of weed control in canola (*Brassica napus* L.) in Rasht area. Iranian Journal of Weed Journal, 5: 13-30 (In Persian)
28. Van Acer R.C., Weise C.F., and Swanton C.J. 1993. Influence of interference from a mixed weed species stand on soybean (*Glycine max* L.) growth. Plant Science, 73: 1293-1304.
29. Vines G. 2004. Herbal harvests with a future: towards sustainable sources for medicinal plants. Plant life International.
30. Yoshimatsu K., Iicla O., and Kitazawa T. 2004. Growth characteristics of *Cannabis sativa* cultivated in a phytotron and in the field. Bulletin on Natural Instruction of Health Science, 122: 16-20.



The Impact of Hemp (*Cannabis sativa L.*) Plant Density on Critical Period of Weed Control

J. Samanipoor¹- S. Mahmoodi²- A.R. Samadzadeh³- H. Hammami^{4*}

Received: 03-03-2018

Accepted: 12-09-2018

Introduction: Industrial hemp (*Cannabis sativa L.*) is an annual herbaceous crop of Asian origin considered to be one of the oldest crops known to man and it is traditionally grown in many regions of Europe for its fiber production. In agricultural ecosystems, weeds known as a main factor that reduces quantity and quality of products. The competition of weeds with crop is always one of the most important problems in achieving maximum yield. Therefore, weed management is essential to increase production. Increasing plant density is one of the strategies to reduce weed damage. The critical period of weed control refers to a part of crop growing season in which weeds should be removed in order to prevent crop loss due to weed competition. Crop density may be shorten weed critical period. Therefore, this study was conducted for evaluating the impact of crop density on hemp weed critical period.

Materials and Methods: A field experiment was conducted in 2016 at the Agricultural Research field of University of Birjand, Birjand. The experiment was conducted as a factorial design with the treatments arranged in a randomized complete block design with three replications. The experimental factors consisted of a quantitative series of both increasing duration of weed interference (WI) and length of weed-free (WF) periods, and hemp plant density at two levels, 8 and 16 plant m⁻². Hemp seeds were planted on May 5, 2017. Each plot consisted of six rows spaced at 60 cm between rows and 10 cm (16 plant m⁻²) and 20 cm (8 plant m⁻²) inter row. Each plot consisted of 3 m wide and 6 m long (18 m²). Each plot divided two parts, one part used for measuring morphological traits, and the other part used for measuring final yield. 180 days after sowing the hemp plants was harvested. Equations describing crop yield response to weed interference were fitted to the hemp yield data using a nonlinear regression. The Gompertz equation was used to describe the effect of increasing duration of weed-free period and the logistic equation was used to describe the effect of increasing lengths of weed-infested period on the seeds yield of hemp.

Results and Discussion: Analysis of variance results showed that grain yield per hectare was significantly affected by plant density and competition at 1% level, but the interaction effect of density in competition was not significant (Table 1). The highest grain yield was obtained from treatments that most of the growth was free of weeds. The highest grain yield was WI₂, WFC, WF₁₀ and WF₈ treatments were respectively the highest yield. WF₂, WIC, WI₁₀ and WI₈ treatments had the lowest yield due to more weed competition. WFC treatment increased the grain yield by 258.28% and WIC compared to WIC (Fig. 2). Martin et al. (21) reported a decrease or increase in grain yield due to the reduction or prolongation of the agronomic competition with weed. Density also had a significant effect on grain yield. The grain yield was 16 plants m⁻², 56.57% higher than 8 plants density (Fig. 3). Martin et al. (21) reported that decrease or increase of grain yield by prolongation or reduction of the crop competition with weed. The grain yield of 16 plants m⁻² was 56.57% higher than grain yield at 8 plants m⁻² (Fig. 3). This increase in grain yield at 16 plants m⁻² can be attributed to more plant number and more flower per square meter, which increases grain yield. Likewise results of this study, Mirzai and Madhajj (23) reported that decreasing the intervals between and within rows increases the grain yield per unit area and decreases in each plant. According to the results of analysis of variance, biological yield per plant (Table 2) had a significant effect on density and competition at 1% level ($P < 0.01$), but the interaction between density and competition was not significant. Biological yield per plant at 8 plants m⁻² density of was 14.86% higher than 16 plants m⁻² (Fig. 5). The results of the present study indicated that to prevent yield losses higher than 5%, an “efficient” weed control for the hemp could be achieved by keeping the crop weed free between 616 and 988 GDD for 8 plant m⁻² and 667.5-889 GDD for 16 plant m⁻², respectively. To prevent yield losses higher than 10%, an “efficient” weed control for

1, 2, 3 and 4- Former M.Sc. Student, Associate Professor, Instructor and Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: Hhammami@birjand.ac.ir)

the Hemp could be achieved by keeping the crop weed free between 547 and 1093 GDD for 8 plant m⁻² and 616-935.5 GDD for 16 plant m⁻², respectively.

Conclusions: According to the results of this study, grain yield per hectare was significantly affected by plant density and competition at 1% level, but the interaction effect of density in competition was not significant. The results of this study revealed that weed critical period was decreased in 5% yield losses from 38 days (8 plant m⁻²) to 31 (16 plant m⁻²) and in 10% yield losses from 29 days (8 plant m⁻²) to 19 (16 plant m⁻²). These finding support the early suppression of the weeds in order to avoid dramatic crop yield losses.

Keywords: Competition, Interference, Medicinal plant, Weed damage

تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و نیتروژن بر پویایی و رشد جمعیت علف‌های هرز مزرعه پنبه (*Gossypium hirsutum L.*)

سید وحید اسلامی^{۱*}- مجید جامی الاحمدی^۲- موسی فرهمند^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۱

چکیده

اجرای سیستم‌های کشاورزی حفاظتی که دربردارنده استفاده مؤثر از بقایای محصول قبلی و روش‌های کم‌خاکورزی است در مناطق خشکی چون خراسان جنوبی که مقدار ماده آلی خاک بسیار پایین است از ضروریات انکارانپذیر است. طبیعی است در حرکت به سوی چنین سیستم‌هایی، ارکان مختلف بوم نظام‌های زراعی از جمله وضعیت رشدی علف‌های هرز تغییر خواهد نمود. با توجه به این مهم، جهت بررسی مدیریت بقایای گیاهی و نیتروژن بر پویایی و رشد جمعیت علف‌های هرز مزرعه پنبه، تحقیقی مزرعه‌ای به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی نوع شخم شامل خاکورزی معمول (شخم برگردان دار) و کم خاکورزی (شخم با دیسک) و عامل فرعی شامل دو سطح نیتروژن (۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و پنج سطح میزان بقایای جو (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بترتیب معادل صفر، ۱۵۴، ۳۳۱، ۳۰۸ گرم بقایای جو در متر مربع) بود که به صورت فاکتوریل در کرته‌های فرعی به صورت تصادفی توزیع گردید. برآیند تناییح تحقیق حاضر نشان داد شخم برگردان دار به همراه مصرف نیتروژن کمتر، موجب کاهش معنی‌داری در وزن خشک (۴۵٪)، تراکم (۵۰٪) و شاخص سطح برگ (۷۰٪) علف‌های هرز در مقایسه با شخم با دیسک و مصرف نیتروژن زیاد شد. همچنین استفاده از مقدار بالای بقایای گیاهی جو موجب کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشدی و تراکم علف‌های هرز در طول فصل شد. به نظر مرسد برگردان کامل بقایای گیاهی جو همراه با مصرف مقدار کم نیتروژن در سیستم شخم برگردان راهکار مناسبی جهت کاهش فشار علف‌های هرز در مزرعه پنبه خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: شخم برگردان، شخم کاهشی، کشاورزی پایدار، کشاورزی حفاظتی

مقدمه

وجود علف‌های هرز سیز در مزرعه پنبه در دوران رسیدگی محصول

موجب کاهش کیفیت الیاف پنبه می‌گردد (۳۷). همچنین شخم مکرر زمین و کاربرد ادوات و ماشین‌آلات سنگین در کنار سوزاندن بقایای گیاهی و مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در مزارع از جمله مهم‌ترین دلایل تخریب خاک و محیط زیست در نظام‌های کشاورزی رایج می‌باشد. به‌منظور مهار این مشکلات، تغییر شیوه‌های مدیریت اراضی از درجه اهمیت بالایی برخوردار بوده و اجتناب‌نپذیر می‌باشد. در این راستا، جایگزینی نظام‌های کشاورزی حفاظتی به‌جا نظام رایج به‌عنوان یک راهکار مهم، مطرح و پذیرش جهانی را به دنبال داشته است (۲۹). طبق تحقیقات انجام شده در حدود ۶۰٪ از انرژی مکانیکی در کشاورزی مکانیزه برای عملیات خاکورزی مصرف می‌گردد (۲۰). خاکورزی حفاظتی سیستم شخم قابل اجرا برای کاهش مصرف سوخت است و روش‌های متعددی از قبیل سیستم بدون شخم، کاشت

علف‌های هرز جزء محدود کننده‌های اصلی عملکرد در بیشتر سیستم‌های کشاورزی هستند که عملیات کنترل آنها در جوامع گیاهی به‌طور معمول با دو هدف جلوگیری از کاهش عملکرد محصول مرتبط است. دلیل رقابت علف‌های هرز در کوتاه‌مدت و پایین نگهداشتن جمعیت علف‌های هرز در درازمدت انجام می‌شود (۴). پنبه یکی از محصولات استراتژیک کشور است که بیشترین رشد خود را در شرایط بدون تداخل علف‌های هرز دارد (۴۳). گزارش شده است که علف‌های هرز موجود در مزارع پنبه علاوه بر خسارت مستقیم به عملکرد محصول زراعی از طریق رقابت، میزان آفاتی همچون شته پنبه (*Aphis gossypi* G.) در اوایل فصل و میزان عسلک پنبه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیاران و دانش آموخته کارشناسی ارشد آگراکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(Email: sveslami@birjand.ac.ir) - نویسنده مسئول:
DOI: 10.22067/jpp.v32i4.72484

برگردان دار باعث صرفه‌جویی در هزینه، انرژی، وقت، افزایش ذخیره رطوبت و مواد آلی خاک می‌شود (۴۲). کمبود شدید مواد آلی خاک در مناطق خشکی همچون خراسان جنوبی، توجه به حفظ و افزودن بقایای گیاهی به خاک را ضروری می‌سازد. کشاورزان منطقه خراسان جنوبی از شخم برگردان برای آماده‌سازی زمین جهت کشت و کار استفاده می‌کنند و بقایای محصول قبلی را معمولاً به مصرف علوفه رسانده و به خاک برنمی‌گردانند، لذا استفاده از روش‌های کشاورزی حفاظتی که در بردارنده استفاده از سیستم کم‌خاک‌ورزی و اضافه نمودن بقایای گیاهی محصول قبل به خاک است، در این منطقه اهمیت بسیار زیادی دارد. با این وجود باید توجه داشت که تغییر در نوع عملیات زراعی، منجر به تحول در کل مجموعه تحت مدیریت (منجمله واکنش علوفه‌ای هرز) خواهد شد و از این جهت، لزوم بررسی همه‌جانبه آن ضروری به نظر می‌رسد (۳۹). لذا هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و نیتروژن بر پویایی و رشد جمعیت علوفه‌ای هرز مزرعه پنجه در منطقه بیرجند بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در کیلومتر ۵ جاده بیرجند-کرمان، با عرض گرافیابی 5° و 32° شمالی، طول گرافیابی 13° و 59° شرقی و 1480 متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. منطقه بیرجند دارای آب و هوای گرم و خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد می‌باشد. به منظور تعیین بافت خاک قبل از عملیات کاشت نمونه‌گیری از عمق $0-30$ سانتی‌متری خاک صورت گرفت و بافت آن در آزمایشگاه تعیین شد. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت لومی بود که مشخصات آن در جدول ۱ آمده است.

این تحقیق به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی نوع شخم شامل خاک‌ورزی معمول (شخم برگردان دار) و کم خاک‌ورزی (شخم با دیسک) بود. عامل فرعی شامل دو سطح نیتروژن (50 و 150 کیلوگرم در هکتار) و پنج سطح میزان بقایای جو (صفر، 25 ، 50 ، 75 و 100 درصد ترتیب معادل صفر، 77 ، 154 ، 231 و 308 گرم بقایای جو در مترمربع) بود که به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی به صورت تصادفی توزیع گردید. کرت‌های آزمایشی دارای 6 متر طول و $2/5$ متر عرض با چهار ردیف کشت با فاصله بین ردیف 60 سانتی‌متر، فاصله روی ردیف 15 سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها 120 سانتی‌متر بود. زمین آزمایش قبل از شروع تحقیق زیر کشت جوی دانه‌ای قرار داشت.

پشتهدای و کاشت در مالج را شامل می‌شود (۱). محققین اظهار داشتند که سامانه خاک‌ورزی بر پویایی جمعیت علوفه‌ای هرز تأثیر معنی‌داری دارد به‌طوری که تراکم علوفه‌ای هرز در سامانه بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی متداول و کم خاک‌ورزی بیشتر می‌باشد (۴۵). این محققین دلیل این پدیده را وجود بذر علوفه‌ای هرز بیشتر روی سطح خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی و همچنین اثرات مخرب کاربرد ادوات شخم بر بذرها جوانه‌زده علوفه‌ای هرز در خاک، کمی قبل از کاشت در سیستم‌های خاک‌ورزی متداول و کم خاک‌ورزی دانستند. مخلوط کردن بقایای گیاهی به جای مانده از کشت قبلی می‌تواند مشایه تناوب زراعی به صورت معنی‌داری از پویایی جمعیت علوفه‌ای هرز بکاهد (۲۶).

نتایج تحقیقات مختلف بیانگر این مطلب است که روش‌های مختلف خاک‌ورزی از طریق تأثیر بقایای گیاهی بر محیط جوانه‌زنی بذور در خاک، تغییر رطوبت و دمای خاک و تغییر توزیع بذور علوفه‌ای هرز در خاک باعث تغییرات در فلور علوفه‌ای هرز می‌شود (۲ و ۱۳). نظام کشاورزی حفاظتی خود یک بوم نظام است و کاهش یا حذف عملیات خاک‌ورزی و به جای گذاشتن بقایای گیاهی بر روی سطح خاک می‌تواند تمامی اجزای این بوم نظام و چگونگی کارکرد آن را تحت تأثیر قرار دهد (۳۹). بقایای گیاهی علاوه بر تأثیری که روی خاک دارند می‌توانند بر جوانه‌زنی، بقا، رشد و توانایی رقابتی علوفه‌ای هرز و گیاهان زراعی نیز مؤثر بوده و باعث تغییر ساختار و کاهش جمعیت علوفه‌ای هرز شوند (۱۸ و ۲۴).

با وجود اثرات مثبت بقایای گیاهی، هنگامی که این بقایا بالافاصله قیل از کشت به خاک اضافه می‌شود، به دلیل کُند شدن سرعت تجزیه بقایا، نیتروژن خاک غیر متحرک می‌گردد. نیتروژن عموماً به عنوان یک عامل کلیدی در تولید محصولات کشاورزی شناخته می‌شود که مدیریت کاربرد آن یکی از روش‌های زراعی مهم در کنترل علوفه‌ای هرز به شمار می‌رود. تغییر سطح نیتروژن در خاک، از یک سو روی برهمکش رقابت بین علوفه‌ای هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵). از طرفی علوفه‌ای هرز مصرف کننده‌های لوکس عناصر غذایی به شمار می‌روند و کاربرد کودهای شیمیایی ممکن است رشد و نمو آن‌ها را بیش از گیاهان زراعی افزایش دهد (۲۸). توجه به این تغییرات در مدیریت علوفه‌ای هرز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از راههای مؤثر جهت تجزیه بقایای گیاهی، استفاده از نیتروژنی متناسب با افزایش کاربرد بقایا است. با مصرف 1000 کیلوگرم بقایا در هکتار جهت حفظ تناسب کردن به نیتروژن، 10 گیاهی، سیستم خاک‌ورزی حفاظتی و بدون شخم در مقایسه با شخم

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش
Table 1- Characteristics of the soil of the experiment site

ساختمان خاک Soil structure	نیتروژن (%) N (%)	بافت خاک Soil texture	درصد اجزای بافت خاک Soil texture particles (%)			جرم مخصوص ظاهری Bulk density	EC (dS/m)	pH
			شن Sand	سیلت Silt	رس Clay			
نسبتاً توده‌ای متراکم Relatively dense mass	0.025	لومی Loam	38	44	18	1.5	3.2	7.4

نتایج و بحث

مشخصات کونه‌های علف‌هرز شناسایی شده

در مجموع ۱۰ گونه مختلف علف‌هرز در کرت‌ها مشاهده شد که عده آن‌ها یک ساله بودند. ۴۰ درصد علفهای هرز باریک برگ مشتمل بر جو خودرو (*Hordeum vulgare*), گندم خودرو (*Echinochloa crus-galli*)، سوروف (*Triticum aestivum*) و چسبک (*Setaria viridis*) و ۶۰ درصد آنها پهن برگ شامل سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، تاج خروس ریشه قرمز (*Solanum nigrum*، تاجریزی سیاه (*Amaranthus retroflexus*))، خرفه (*Heliotropium portulaca oleracea*، آفتاب پرست (*Portulaca oleracea*) و پیچک صحراخای (*Convolvulus arvensis*) و پیچک صحراخای (*lasiocarpus arvensis*) بودند.

تراکم علفهای هرز

نتایج نشان داد که اثر اصلی نوع شخم، میزان بقایا و سطوح کود نیتروژن و همچنین اثر متقابل شخم در بقایا در هر چهار مرحله نمونه برداری بر تراکم علفهای هرز معنی دار بودند. اثرات متقابل دوگانه شخم در نیتروژن، و بقایا در نیتروژن نیز به جز مرحله اول، تاثیر معنی داری بر تراکم علفهای هرز داشتند. اثر متقابل سه‌گانه شخم در بقایا در نیتروژن تنها در مرحله دوم تأثیر معنی داری بر تراکم علفهای هرز داشت (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). در تمامی مراحل نمونه برداری شخم برگ‌دان بطور معنی داری موجب کاهش تراکم علفهای هرز در مقایسه با شخم با دیسک شد، این میزان کاهش در ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۴۰ روز پس از کاشت به ترتیب برابر ۴۰/۰۴، ۵۱/۷۸، ۵۲/۲۰ و ۴۸/۶۲ درصد بود (شکل ۱). عموماً روش‌های مختلف خاک‌ورزی، موجب تغییر در ویژگی‌های سطح خاک و توزیع عمودی علفهای هرز می‌شوند. در شرایط استفاده از خاک‌ورزی حداقل، بذر علفهای هرز به سطح خاک نزدیک‌تر بوده و بنابراین شرایط مساعدتری برای جوانه‌زنی دارند (۴۴). همچنین دیده شده است که تراکم بذور سلمه در بانک بذر سطح خاک در شرایط شخم با گاوآهن برگ‌دان دار نسبت به روش‌های بدون شخم کمتر بود (۱۱).

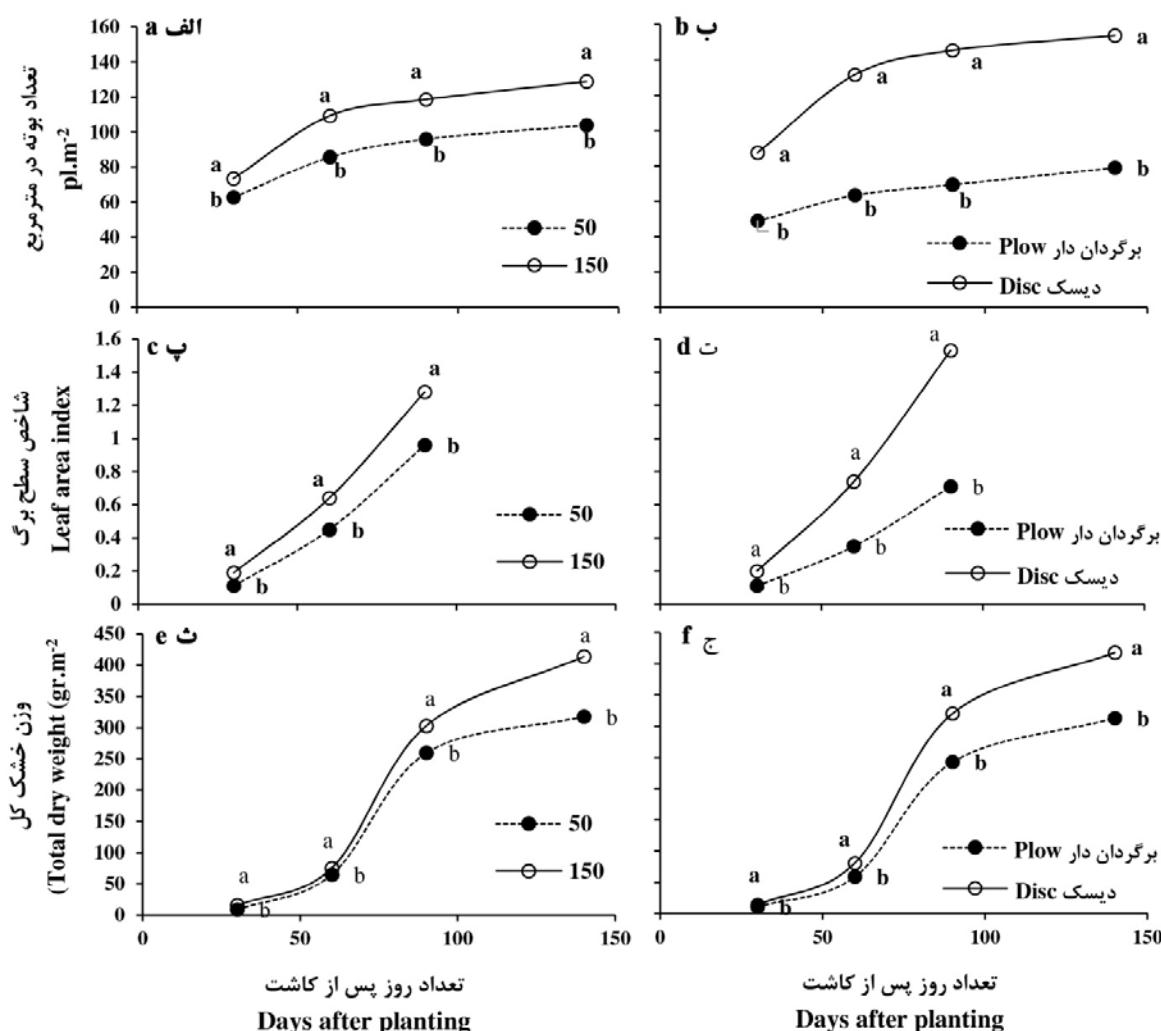
بعد از برداشت محصول جو، در خردادماه ۹۲ تیمارهای خاک‌ورزی مشتمل بر شخم معمول بهوسیله گاوآهن برگ‌دان دار تا عمق ۳۰ سانتی‌متری و کم خاک‌ورزی بهوسیله دیسک اعمال شد و با استفاده از فاروئر ریفهای کاشت ایجاد شد. کاشت پنبه با بذر سوپرالیت «رقم خرداد» در تاریخ ۳۰ خرداد ۹۲ صورت گرفت. کود مصرفی شامل کود اوره (به نسبت ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و کود سوپرفسفات‌تریپل (به نسبت ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با کاشت) بود که کودکاری با استفاده از فوکا در هر دو طرف پشته انجام گرفت. کود نیتروژن به نسبت مساوی در سه مرحله تقسیط شد (یک‌سوم در هنگام کاشت، بعد از تنک نهایی و دو هفته پس از تنک نهایی)، برای اینکه کود به بقیه کرت‌ها انتقال پیدا نکند، جوی‌های آب ورودی و زه‌آب برای هر بلوک جداسازی گردید. بالاصله بعد از کاشت آبیاری صورت گرفت و در طول فصل رشد نیز آبیاری بر اساس عرف منطقه (هر ۷ روز یک‌بار) انجام پذیرفت.

تراکم گونه‌های مختلف علفهای هرز در چهار مرحله به فاصله ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از کاشت و همزمان با برداشت گیاه زراعی (۱۴۰ روز پس از کاشت) با استفاده از کوادراتی (نیم متر در نیم متر) که به صورت ثابت در هر کرت نصب شده بود، مشخص شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک علفهای هرز، کوادرات در ابعاد نیم متر در نیم متر به صورت تصادفی در هر پلات پرتاب و علفهای هرز موجود در آن به تفکیک گونه برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه سطح برگ و وزن خشک علفهای هرز تعیین گردید. جهت تعیین سطح برگ از دستگاه Leaf area meter مدل WD3 DELTA T کشور انگلستان استفاده شد. جهت تعیین وزن خشک نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند.

پس از جمع‌آوری داده‌ها آزمون نرمال‌سازی با استفاده از نرم‌افزار Sigma-plot انجام شد و در صورت نیاز تبدیل مناسب بر روی آن‌ها انجام شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver 8.1 و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون حداقل اختلاف معنی دار (FLSD) و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

علفهای هرز ناشی از بازدارندگی جوانهزنی و در نتیجه رشد علفهای هرز تحت اثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پوشش مالج در سطوح بالایی خاک است (۸). استفاده از بقایای گیاهانی مانند جو (Secale cereal L.), چاودار (Hordeum vulgare L.)، تریتیکاله (X Triticosecale Wittmack) که دارای توانایی آزادسازی مواد دگرآسیب فیتوکسین در محیط هستند به عنوان مالج گیاه پوششی، می‌تواند از جوانهزنی و استقرار علفهای هرز جلوگیری کند (۷). این بقایا همچنین از طریق تأثیر بر محتوی نیترات، تعدیل درجه حرارت، ممانعت از نفوذ نور و تعدیل محتوی رطوبتی خاک رشد و نمو علفهای هرز را کاهش می‌دهند (۲۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح نیتروژن نشان داد که در تمامی مراحل نمونه‌گیری، تراکم علفهای هرز در سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱). محققین نشان دادند استفاده از کود نیتروژن باعث افزایش جمعیت علفهای هرز خردل وحشی (Sinapis arvensis L.) شد (۳۳). کاربرد ۷۷ گرم بقایا در متر مربع باعث شد تراکم علفهای هرز در طول دوره رشد افزایش یابد، ولی افزایش بیشتر بقایا سبب کاهش تراکم علفهای هرز شد به حدی که تراکم علفهای هرز در سطح ۲۳۱ گرم در متر مربع با شاهد (بدون بقایا) تقریباً برابر شده و کاربرد ۳۰۸ گرم در متر مربع (سبب کاهش شدید تراکم علفهای هرز شد (شکل ۲). به نظر می‌رسد این کاهش تراکم



شکل ۱- تغییرات تراکم، شاخص سطح برگ و مجموع وزن خشک علفهای هرز مزرعه پنبه در طی دوره زمان تحت تأثیر سیستم‌های شخم و سطوح کود نیتروژن (در هر زمان نمونه‌برداری میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون FLSD می‌باشند)

Figure 1- Variations of density, LAI and total dry matter of weeds of cotton field influencing by tillage systems and nitrogen levels over time (similar letters at each sampling time do not have significant difference at 5% probability level based on FLSD)

سیستم شخم افزایش پیدا کرد و میزان افزایش تراکم علفهای هرز در سطح بدون بقايا در مرحله چهارم نسبت به اول تفاوت چندانی بین دو سیستم شخم نداشت (۱۴۵/۸ و ۱۴۶/۷ درصد به ترتیب در دیسک و شخم برگردن دار، جدول ۳). اين میزان افزایش تراکم علفهای هرز در طول فصل بسیار بیشتر از میزان افزایش تراکم با کاربرد بقايا بود، به طوری که با کاربرد ۷۷، ۱۵۴، ۲۳۱ و ۳۰۸ گرم بقايا در متر مربع، تراکم علفهای هرز در سیستم دیسک به ترتیب ۹۴، ۹۵/۶ و ۴۶/۳ و ۴۷/۵ درصد و در سیستم شخم برگردن دار ۵۰، ۴۰ و ۴۰/۶ درصد افزایش نشان دادند که اولاً نشانگر افزایش کمتر با کاربرد سیستم شخم برگردن دار بوده و ثانیاً نشانگر موفقیت سطوح بالای بقايا در سرکوب علفهای هرز است (جدول ۳).

بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل شخم در بقايا جو بر تراکم علفهای هرز نشان داد که به طور کلی در تمامی سطوح بقايا، تراکم علفهای هرز در سامانه کم خاک ورزی (دیسک) در تمامی مراحل نمونه‌گیری بیشتر از سیستم شخم برگردن بود (جدول ۳). تراکم علفهای هرز در شرایط بدون بقايا در مراحل اولیه نمونه‌برداری کم بود. محققین دیگر نیز به اين نتیجه رسیدند که در تیمار بدون بقايا جمعیت علفهای هرز نسبت به تیمارهای بقايا گیاهی گندم (Brassica napus L.) و کلزا (Triticum aestivum L.) به صورت معنی‌داری کمتر بود (۱۹). البته به نظر مى‌رسد با توجه به پویایي جمعیت علفهای هرز، پایش جمعیت آنها در طی فصل امری ضروری باشد، زيرا در اين آزمایش به تدریج تراکم علفهای هرز در سطح بدون بقايا به مقادیری بیش از سطوح بالای بقايا در هر دو

جدول -۲- مقایسات میانگین اثر اصلی میزان بقايا بر تراکم، شاخص سطح برگ و وزن خشک کل علفهای هرز در زمان‌های مختلف (در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون FLSD می‌باشند)

Table 2- Mean comparisons of main effect of residue amount on density, LAI and total dry matter of weeds at different times (means with similar letter in each column do not have significant difference at 5% probability level based on FLSD)

صفت Trait	میزان بقايا (گرم در مترمربع) Residue amount (g m^{-2})	روزهای پس از کاشت Days after planting			
		30	60	90	140
تراکم علفهای هرز (بوتنه در متر مربع)	0	42.66 e	81.00 cd	93.00 c	105.00 c
Weed density (pl m^{-2})	77	88.25 a	142.66 a	155.33 a	162.66 a
	154	78.00 b	101.33 b	111.33 b	124.00 b
	231	71.33 c	88.00 c	97.00 c	102.66 c
	308	60.66 d	74.66 d	80.33 d	88.00 d
شاخص سطح برگ علفهای هرز Weed LAI	0	0.11 d	0.35 d	0.75 d	
	77	0.25 a	0.79 a	1.77 a	
	154	0.18 b	0.65 b	1.38 b	
	231	0.14 c	0.56 c	1.03 c	
	308	0.10 d	0.39 d	0.67 d	
وزن خشک کل علفهای هرز (گرم در متر مربع)	0	8.27 e	63.84 c	259.73 cd	369.72 c
Total weed dry matter (g m^{-2})	77	20.53 a	88.97 a	338.00 a	434.26 a
	154	14.28 b	73.94 b	299.77 b	391.74 b
	231	10.11 c	66.08 c	272.60 c	339.36 d
	308	8.95 d	59.31 d	236.73 d	292.45e

موفقیت کاربرد بقايا را در سرکوب و کاهش تراکم علفهای هرز نشان داد. بیشتر بودن تراکم علفهای هرز در اوایل فصل در سطوح مختلف بقايا می‌تواند به دلایلی چون حفظ رطوبت بیشتر در زیر بقايا در هوای گرم اوایل تابستان مربوط باشد. اگرچه بقايا از ورود نور جلوگیری و سبزشدن علفهای هرز وابسته به نور را ممانعت می‌کند،

تأثیر بازدارنده بقايا بر سبزشدن علفهای هرز با گذشت زمان در طی فصل می‌تواند با افزایش تجزیه بقايا در خاک در طی زمان و آزاد شدن ترکیبات دگرآسیب آنها مرتبط باشد. اگرچه در تحقیق حاضر تراکم علفهای هرز در ابتدای رشد در تیمار بدون بقايا تحت هر دو سیستم خاک ورزی کمتر از کلیه سطوح بقايا بود، لیکن گذر زمان

می‌شوند (۲۷). باید توجه داشت که واکنش جوانهزنی بذور علفهای هرز به بقایای گیاهی محصول قبل در سیستم کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی، بستگی به میزان بقایای، موقعیت بذر (عمودی یا صاف و سطح خاک یا عمق خاک)، پتانسیل الولوپاتی برخی از بقایای و زیست‌شناسی علفهای هرز دارد (۱۲). کنترل علفهای هرز تحت تأثیر بقایای گیاهان پوششی احتمالاً ناشی از کمیت بقایای تولیدی (۳۰)، ترشرح ترکیبات دگر آسیب (۴۴)، بهبود رشد گیاه زراعی و در نتیجه افزایش قابلیت رقابت با علفهای هرز (۱۰) می‌باشد. از طرفی با توجه به حداقل اختلال خاک در خاک‌ورزی حفاظتی، بذر بسیاری از علفهای هرز در سطح خاک پس از محصول کشت شده باقی می‌ماند (۲۱).

لیکن حفظ رطوبت به ویژه در شرایط ابتدایی رشد که رطوبت سطح خاک در هوای گرم پایین است ممکن است سبز شدن بیشتر علفهای هرز را بدنبال داشته باشد. محققین دلیل کاهش جوانهزنی علفهای هرز در تیمار باقی گذاشتن بقایای را ترجیح یک سری مواد به دنبال تجزیه بقایای گیاهی و اثر سوء آن بر جوانهزنی بذور علفهای هرز دانسته‌اند که درنهایت سبب کاهش تراکم و وزن خشک علفهای هرز می‌شود (۳۱).

روش‌های مختلف خاک‌ورزی از طریق تأثیر بقایای گیاهی بر میزان رطوبت، دما و نور بر نوع و تراکم علفهای هرز اثر می‌گذارند و با ایجاد آشیان اکولوژیک که برای برخی از علفهای هرز مطلوب و برای برخی نامطلوب است، موجب تغییر در تنوع علفهای هرز منطقه

جدول ۳- مقایسات میانگین اثر متقابل شخم در بقایای جو و شخم در نیتروژن در مراحل مختلف نمونه‌برداری بر تراکم علفهای هرز (در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون FLSD می‌باشد)

Table 3- Mean comparisons for interaction effects of tillage by barley residue and tillage by nitrogen on weed density at different sampling stages
(means with similar letter in each column do not have significant difference at 5% probability level based on FLSD)

روزهای پس از کاشت Days after planting	دیسک Disk				برگردان دار Mouldboard plow			
	30	60	90	140	30	60	90	140
میزان بقایای Residue amount	0	55.33 f	100 cd	120.67 cd	136 c	30 h	62.00 f	65.33 fg
	77	113.83 a	196.67 a	215.33 a	222.67 a	62.67 e	88.67 e	95.33 e
	154	100.00 b	141.33 b	154 b	164 b	56.00 f	61.34 f	68.67 f
	231	89.33 c	117.33 c	127.33 c	130.67 cd	53.33 f	58.67 fg	66.67 f
میزان نیتروژن Nitrogen amount	308	78.67 d	102.67 cd	109.33 de	116 de	42.67 g	46.67 g	74.67 fg
	50	-	112.53 b	128 b	136 b	-	58.93 d	64.27 d
	150	-	150.66 a	162.67 a	171.73 a	-	68 c	74.67 c

برگردان در سرکوب علفهای هرز بود به طوری که با کاربرد شخم برگردان، تراکم علفهای هرز حتی در بالاترین سطح نیتروژن بسیار کمتر از سطح کم نیتروژن در سیستم دیسک بود (جدول ۳). در سیستم دیسک، با افزایش میزان نیتروژن کاربردی از ۵۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، تراکم علفهای هرز در مراحل دوم، سوم و چهارم نمونه‌گیری به ترتیب $\frac{33}{9}$ ، $\frac{33}{9}$ ، $\frac{27}{1}$ و $\frac{26}{3}$ درصد افزایش یافت، در حالی که این افزایش در سیستم شخم برگردان دار به ترتیب $\frac{15}{4}$ ، $\frac{16}{2}$ و $\frac{19}{6}$ درصد بود. بنابراین گرچه وجود نیتروژن می‌تواند جوانهزنی بذر علفهای هرز را تحریک نموده و موجب افزایش تراکم

در یک تحقیق مشخص شد تراکم علف هرز تاج خروس و سلمک (گونه‌های علف هرز پهن برگ) در سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم بمراتب کمتر از سیستم‌های کم خاک‌ورزی بود (۴۰). با توجه با اینکه این گونه از علفهای هرز دارای بذور ریزی بوده و برای جوانهزنی نیازمند نور هستند، درروش کم خاک‌ورزی بی خاک‌ورزی حضور کاه و کلش حاصل بقایای محصول قبلی مانع از رسیدن نور به این بذور می‌شوند و جوانهزنی آن‌ها کاهش می‌یابد.

مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه نوع سامانه خاک‌ورزی در سطوح کود نیتروژن بر تراکم علفهای هرز نشان دهنده برتری شخم

تراکم علفهای هرز در این سیستم نسبت به شخم برگردان باشد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل میزان بقايا در سطوح کود نیتروژن بر تراکم علفهای هرز نشان داد که در کل با افزایش میزان بقايا و کاهش نیتروژن از تراکم علفهای هرز کاسته شد و در مجموع بیشترین تراکم علفهای هرز در میزان بقايا ۷۷ گرم در مترمربع و نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۴). بالاترین سطح بقايا به ویژه در ترکيب با نیتروژن اندک کمترین میزان تراکم علفهای هرز را باعث شد و بیشترین میزان افزایش تراکم در آخرين نمونه برداری نسبت به نمونه برداری دوم به ترتیب در سطوح ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در شرایط عدم کاربرد بقايا حاصل شد.

علفهای هرز شود (۱۵)، لیکن سطح واکنش بستگی به نوع سیستم شخم دارد. تأثیرگذاری متفاوت شخم برگردان و دیسک در توزیع عمودی بذر علفهای هرز در خاک نیز بر سبز شدن و تراکم متفاوت علفهای هرز مؤثر است. در تحقیقی مشخص شد که انجام یک بار شخم برگردان سبب ایجاد نوعی توزیع زنگوله‌ای نامتقارن در بذور علفهای هرز در بانک بذر خاک شد، در حالی که انجام یک بار دیسک نوعی کاهش یکنواخت را در توزیع عمودی بذور علفهای هرز از سطح به عمق خاک به همراه داشت (۱۶). به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر نیز در سیستم دیسک، بخش اعظم بذور علفهای هرز در سطح خاک توزیع شده و لذا می‌تواند دلیلی بر افزایش سبزشدن و

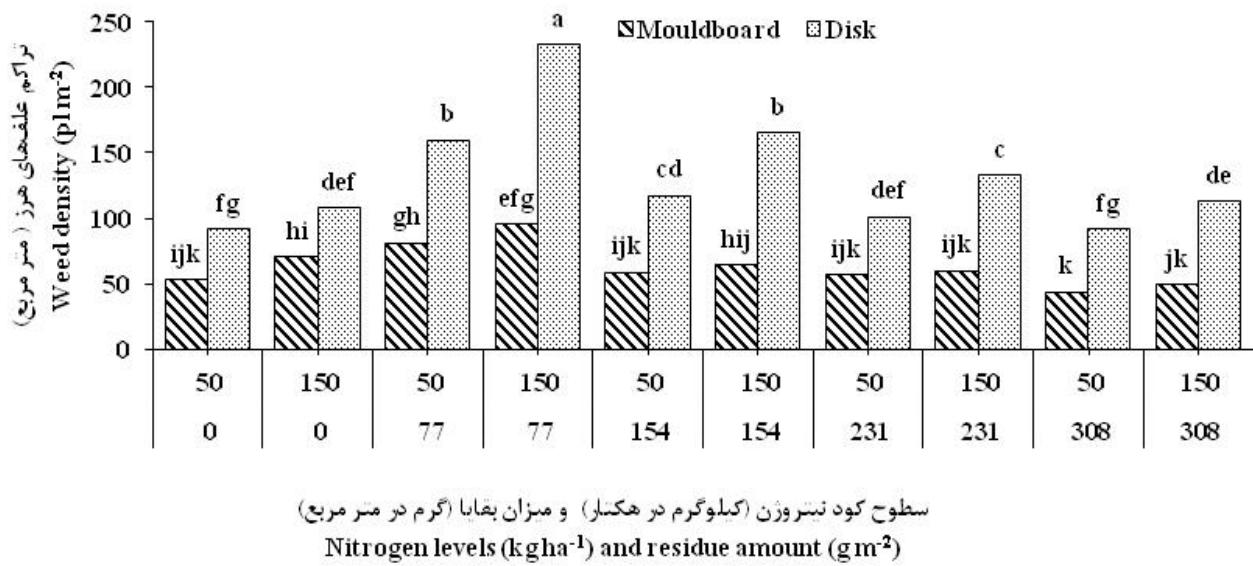
جدول ۴- مقایسات میانگین اثر متقابل میزان بقايا در سطوح نیتروژن بر تراکم علفهای هرز (در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون FLSD می‌باشند)

Table 4- Mean comparisons for interaction effects of barley residue and nitrogen on weed density (means with similar letter in each column do not have significant difference at 5% probability level based on FLSD)

Nitrogen (kg ha ⁻¹)	میزان نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	میزان بقايا (گرم در مترمربع)	روزهای پس از کاشت Days after planting		
			60	90	140
50	0	0	72.67 def	84.67 ef	92.67 d
		77	120.67 b	133.33 b	140 b
		154	86 cd	98 cde	108.67 c
		231	79.33 de	90.67 cde	93.33 d
		308	68 e	74 f	85.33 d
	150	0	89.33 cd	101.33 cd	117.33 c
		77	164.67 a	177.33 a	185.33 a
		154	114.67 b	124.67 b	139.33 b
		231	96.67 c	103.33 c	112 c
		308	81.33 de	86.67 def	90.67 d

محدود می‌کند. لذا استفاده از این نوع گیاهان و یا بقايا آن‌ها می‌تواند موجب کاهش مصرف علف کش‌ها شود (۳۲). مقایسه میانگین اثر متقابل شخم در بقايا در نیتروژن در مرحله دوم نمونه برداری نشان داد که کمترین تراکم علفهای هرز به میزان ۴۴ بوته در مترمربع در شخم برگردان و بقايا ۳۰.۸ گرم در مترمربع و نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و با کاهش بقايا و فراهمی بیشتر نیتروژن افزایش تراکم علفهای هرز بیشتر قابل مشاهده بود، به طوری که بیشترین تراکم علفهای هرز در سیستم شخم با دیسک و بقايا ۷۷ گرم در مترمربع به میزان ۲۳۳ بوته در مترمربع حاصل شد (شکل ۲). البته لازم به ذکر است که در شرایط استفاده از گاوآهن برگردان در همه سطوح بقايا، تفاوت معنی‌داری از نظر تراکم علفهای هرز بین سطوح نیتروژن وجود نداشت.

بقایای گیاهان پوششی همچون شبدر (*Trifolium* sp.), جو، و چاودار به عنوان تولیدکنندگان مواد دگرآسیب بازدارنده رشد شناخته شده‌اند. کشت گیاهان پوششی زمستانه و برگرداندن بقايا آن‌ها با روش‌های خاک‌ورزی مناسب می‌تواند به کنترل علفهای هرز به طور مطلوبی کمک کند (۳۵). نتایج مطالعات قبلی نشان داد که بقايا غلات دانه‌ریز می‌تواند از جوانهزنی و رشد علفهای هرز در نظامهای زراعی جلوگیری نماید که این امر باعث کاهش تعداد گونه علف هرز می‌شود (۷). در این راستا، استفاده از ویژگی ال‌لوباتی گیاهان دگر آسیب می‌تواند نقش مهمی در مدیریت و کنترل علفهای هرز ایفا کند. این گیاهان از طریق تولید متابولیت‌های ثانویه که به محیط اطراف خود رها می‌کنند، تأثیر منفی بر جوانهزنی و رشد گیاهان هرز مجاور گذاشته و از این طریق رشد و تراکم آن‌ها را



شکل ۲- مقایسات میانگین اثر متقابل شخم در بقایای جو در سطح نیتروژن بر تراکم علف‌های هرز در ۶۰ روز پس از کاشت (در هر ستون میانگین‌هایی که حداکثر در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون FLSD می‌باشد)

Figure 2- Means comparison of interaction effects of tillage by barley residue by nitrogen levels on weed density at 60 days after planting (means with similar letter in each column do not have significant difference at 5% probability level based on FLSD)

بیشترین شاخص سطح برگ علف‌های هرز در طول دوره رشد در سطح بقایای ۷۷ گرم در مترمربع حاصل شد و کاربرد بیشتر بقایای سبب کاهش شاخص سطح برگ شد (جدول ۲)، که احتمالاً می‌تواند مربوط به کاهش تراکم بوته باشد به نحوی که تراکم بوته در سطح ۳۰۸ گرم بقایای در مترمربع به کمترین میزان بیاند شاخص سطح برگ علف‌های هرز را به کمترین میزان برساند (شکل ۱). کمترین میزان افزایش شاخص سطح برگ علف‌های هرز در آخرین نمونه گیری نسبت به نمونه گیری اول در همین سطح ۳۰۸ گرم بقایای در مترمربع مشاهده شد (جدول ۲)، که می‌تواند نشان دهد که اثر منفی سطوح بالای بقایای جو بر رشد و توسعه سطح برگ علف‌های هرز نیز در کاهش شاخص سطح برگ علف‌های هرز تأثیرگذارد است. در بین سطوح نیتروژن نیز شاخص سطح برگ علف‌های هرز تحت تأثیر فراهمی نیتروژن افزایش یافت (شکل ۱). به نظر می‌رسد فراهمی بیشتر نیتروژن شرایط را برای رشد و توسعه بیشتر سطح برگ علف‌های هرز فراهم نموده که با توجه به حصول تراکم بیشتر علف‌های هرز در سطح بالاتر نیتروژن، طبیعتاً شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات متقابل خاکورزی در بقایای در نیتروژن بر روی شاخص سطح برگ علف‌های هرز نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ علف‌های هرز در سیستم خاکورزی دیسک در بقایای ۷۷ گرم در مترمربع و نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین شاخص سطح برگ علف‌های هرز در سیستم

کاهش تراکم علف‌های هرز در کرت‌هایی که بقایای گیاهی استفاده شده بود ممکن است ناشی از ممانعت فیزیکی بقایای گیاهی از جوانه‌زنی و رشد و نمو علف‌های هرز و یا نتیجه رهاسازی مواد دگرآسیب باشد (۲۸). کوددهی در اوایل فصل رشد به گیاهان می‌تواند باعث تحریک بذر علف‌های هرز برای جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد آن‌ها شود. جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز به وسیله عوامل مختلفی از جمله دمای خاک، رطوبت خاک، نور و نیتروژن تحریک می‌شود (۹). در تحقیقی دیگر نیز گزارش شد استفاده از کود نیتروژن در بهار، رشد علف‌های هرز را افزایش داد که این مسئله به گونه علف‌های هرز، منبع بذر و شرایط محیطی وابسته بود (۴۱).

شاخص سطح برگ علف‌های هرز

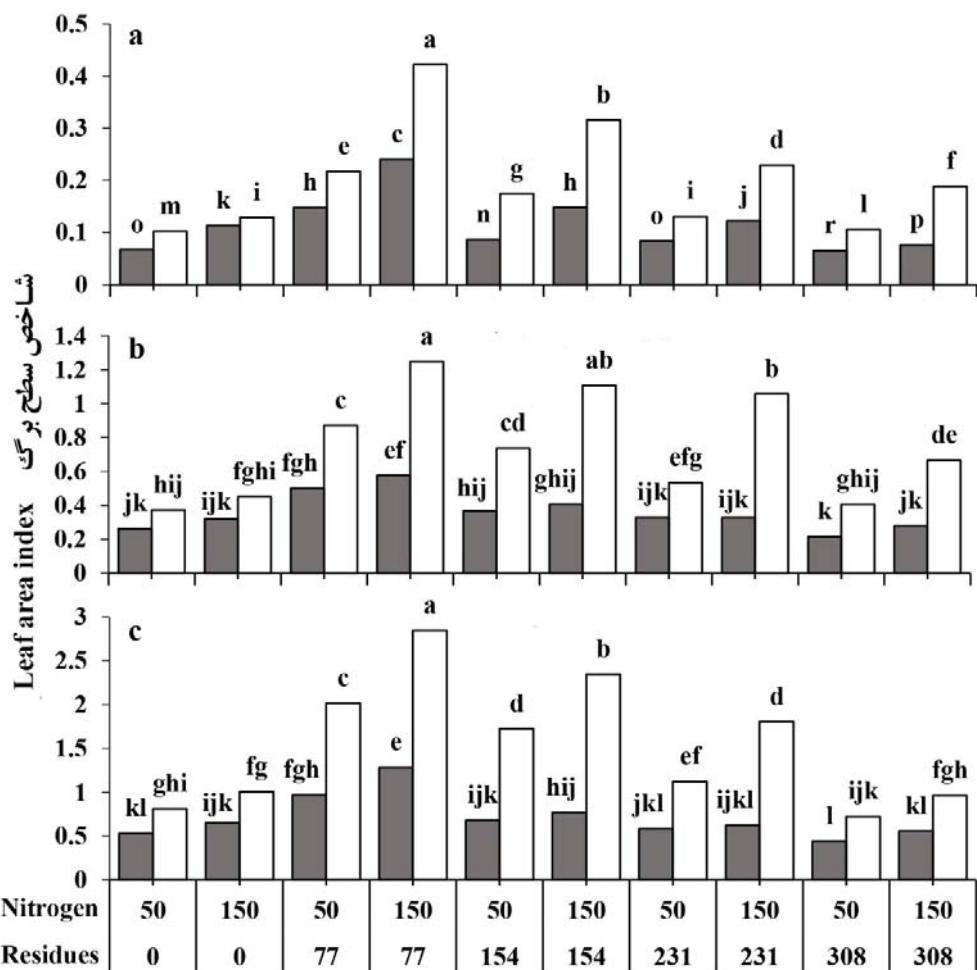
نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که به جز اثر متقابل بقایای \times نیتروژن در مرحله دوم نمونه‌برداری، تمامی اثرات اصلی و متقابل در هر سه مرحله تأثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ علف‌های هرز داشتند (نتایج نشان داده نشده‌اند). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی نوع شخم بر شاخص سطح برگ علف‌های هرز نشان داد که در تمامی مراحل در سیستم شخم کم خاکورزی (دیسک) شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به سیستم شخم معمول (برگردان‌دار) حاصل شد (شکل ۱). همچنین در طی فصل رشد، میزان افزایش شاخص سطح برگ علف‌های هرز تحت تأثیر شخم با دیسک بیشتر از شخم برگردان بود.

و تاج خروس ریشه قرمز را کاهش دهدن (۳).

وزن خشک کل علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نوع شخم، میزان بقاوی و سطوح کود نیتروژن در تمامی مراحل نمونه‌برداری بر وزن خشک علف‌های هرز معنی دار بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). همچنین در مراحل اول و دوم تمامی اثرات متقابل معنی دار شدند در حالی که وزن خشک علف‌های هرز در مرحله سوم تحت تأثیر هیچ کدام از اثرات متقابل قرار نگرفت. در مرحله آخر نیز تنها اثر متقابل بقاوی در نیتروژن بر روی وزن خشک علف‌های هرز معنی دار نشد.

خاکورزی برگردان در بقاوی‌ای ۳۰۸ گرم در مترمربع و نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۳). این نتایج مؤید این است که با افزایش میزان بقاوی در هر دو سامانه شخم شاد کاهش شاخص سطح برگ علف‌های هرز بودیم و در نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز شاخص سطح برگ نسبت به نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار برتری داشت. محققین با اثرات دگرآسیبی آفت‌بارگردان (Helianthus annuus) بر جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز (*Amaranthus retroflexus*) و سلمه تره (*Chenopodium album*) گزارش کردند که بقاوی‌ای تازه آفت‌بارگردان وقتی با خاک مخلوط شوند قادرند سطح برگ علف‌های هرز سلمه تره



شکل ۳- تغییرات شاخص سطح برگ علف‌های هرز در ۳۰ (a)، ۶۰ (b) و ۹۰ (c) روز پس از کاشت تحت تأثیر اثرات متقابل مقادیر مختلف بقاوی‌ای جو (صفر، ۷۷، ۱۵۴، ۲۳۱، ۳۰۸ و ۳۰۸ گرم در مترمربع) و کود نیتروژن (۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در دو سیستم خاکورزی با دیسک (ستون‌های روشن) و شخم برگردان دار (ستون‌های تیره). در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون FLSD می‌باشند.

Figure 3- LAI variations of weeds at (a) 30, (b) 60 and (c) 90 days after planting influencing by interaction effects of different barley residues (0, 77, 154, 231 and 308 g m⁻²) and nitrogen (50 and 150 kg ha⁻¹) under two tillage systems including disking (white bars) and mouldboard plowing (black bars). Means with similar letter in each column do not have significant difference at 5% probability level based on FLSD.

وزن خشک علفهای هرز حاصل شد ولی در سیستم شخم دیسک وزن خشک علفهای هرز بیشتر بود، به طوری که در بقایای ۷۷ گرم در مترمربع و نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن خشک علفهای هرز حاصل شد (شکل ۴).

علفهای هرز نه تنها باعث کاهش نیتروژن در دسترس گیاه می‌گردد بلکه رشد بسیاری از علفهای هرز در حضور نیتروژن افزایش می‌یابد (۶). در یک تحقیق مشخص شد وزن خشک و توان رقابت علف قناری (*Phalaris minor*) با گندم در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن نسبت به عدم مصرف کود نیتروژن به شکل معنی‌داری افزایش یافت (۱۶).

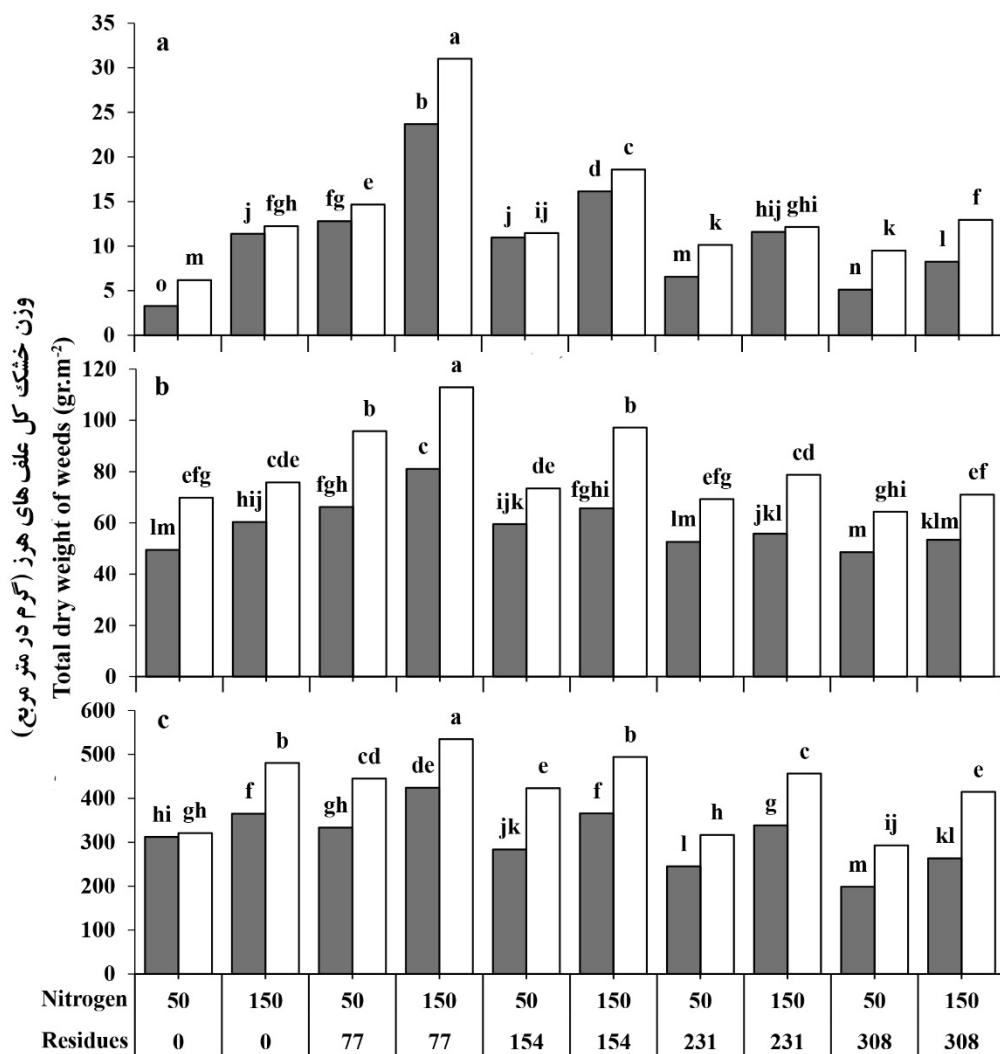
افزایش وزن خشک علفهای هرز در سیستم بدون خاک ورزی را می‌توان به کاهش تراکم گیاه زراعی به دنبال استقرار ضعیف گیاهچه و در نتیجه، هجوم بیشتر علفهای هرز، تجمع بانک بذر علفهای هرز در لایه‌های سطحی خاک و همچنین عدم آسیب ریشه آن‌ها به دلیل زبرو و نشدن خاک نسبت داد که در نهایت سبب افزایش تراکم علفهای هرز و وزن خشک آن‌ها می‌شود (۲۵). این در حالی است که کلمنت و همکاران (۱۳) نشان دادند که جمعیت علفهای هرز با کاهش تراکم گیاه زراعی، افزایش یافته و یک پوشش گیاهی تک در مقایسه با یک پوشش متراکم، به هجوم علفهای هرز حساس‌تر است. در یک تحقیق مشخص شد کاشت سویا و آفت‌ابگردان در پی آمیختن بقایای چاودار با خاک، وزن علفهای هرز سلمه‌تره و تاج خروس را به ترتیب ۹۹ و ۹۶ درصد کاهش داد (۳۶). همچنین بیشتر علفهای هرز بیش از میزان موردنیاز از عناصر غذایی استفاده می‌کنند و در نتیجه این مصرف کننده‌های لوکس ممکن است بیشتر از گیاه زراعی از کود بپره ببرند. با وجود اینکه عناصر غذایی موجب بهبود رشد گیاه زراعی می‌شوند، مطالعات زیادی نشان داده‌اند که افزودن کود بیشتر به نفع علفهای هرز بوده است (۲۳). کود دهی جهت بهبود رشد گیاه زراعی صورت می‌گیرد، اما ممکن است سبب حادتر شدن مشکل علفهای هرز شود. شواهد زیادی در مورد افزایش تلفات گیاه زراعی در اثر کود دهی در حضور علفهای هرز وجود دارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد اگر چه به کارگیری سامانه‌های کم خاک ورزی راه مناسبی برای رسیدن به کشاورزی پایدار است، در زمینه تأثیر این سامانه‌ها و تعزیه گیاهی بر قدرت رقابت و تراکم علفهای هرز، انجام تحقیقات گسترش‌تر الزامی است. با توجه به زراعت گندم و جو پاییزه در سطح وسیعی از اراضی کشور، به نظر می‌رسد به جای رویه نادرست آتش زدن بقایا که هنوز در مناطق وسیعی از اراضی زراعی کشور مرسوم است، اختلاط این بقایا با خاک در سیستمهای خاک ورزی رایج و کم خاک ورزی جهت مهار علفهای هرز ضروری است. طبق نتایج این تحقیق، مدیریت مناسب نیتروژن نیز در این امر بسیار تأثیرگذار است.

در تمامی مراحل نمونه‌برداری، وزن خشک علفهای هرز در سامانه شخم با دیسک بیشتر از سامانه شخم معمول (برگردان دار) بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر، خاک ورزی مرسوم، با دفن بذور علفهای هرز در اعماق بیشتر، موجب کاهش تراکم و سبزشدن علفهای هرز و از این طریق کاهش وزن خشک علفهای هرز در واحد سطح گردیده است.

به طور کلی، با کاربرد ۷۷ گرم بقایا در متر مربع، وزن خشک کل علفهای هرز افزایش نشان داد، ولی با افزایش بیشتر بقایای گیاهی شاهد کاهش وزن خشک علفهای هرز بودیم به طوری که در سطح ۳۰۸ گرم بقایا در مترمربع، کمترین میزان وزن خشک علفهای هرز حاصل شد (جدول ۲). با افزایش سطوح نیتروژن از ۵۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار وزن خشک علفهای هرز افزایش چشمگیری نشان داد (شکل ۱). گزارش شده که بسیاری از علفهای هرز به طور مساوی یا حتی بیشتر از گیاه زراعی به سطوح بالای کود مصرفی واکنش نشان می‌دهند. تحقیقات نشان داده که به طور کلی میزان تجمع عناصر غذایی در علفهای هرز نسبت به گیاهان زراعی بیشتر بوده، به طوری که درصد عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در اندام‌های رویشی علفهای بیشتر ولی غلظت کلسیم معمولاً کمتر بود (۶).

نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات متقابل شخم در بقایای جو در سطوح کود نیتروژن بر روی وزن خشک علفهای هرز نشان داد که در مرحله اول نمونه‌برداری، بالاترین وزن خشک علفهای هرز در کم خاک ورزی (دیسک) و بقایای ۷۷ گرم در مترمربع و نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و کمترین میزان وزن خشک علفهای هرز در سیستم شخم برگردان در بقایای صفر و نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۴). در تمام سطوح بقایای گیاهی، مصرف مقدار بالاتر کود نیتروژن با تولید حداکثر زیست‌توده علفهای هرز همراه بود. در مرحله دوم نمونه‌برداری، علفهای هرز در هر دو سیستم شخم با افزایش بقایای گیاهی و در نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به کاهش میزان بقایای استفاده شده در کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار وزن خشک کمتری تولید کردند، به طوری که بیشترین وزن خشک کل علفهای هرز در سامانه شخم کم خاک ورزی در بقایای ۷۷ گرم در مترمربع و نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۱۱۲/۹۰ گرم در مترمربع و کمترین میزان وزن خشک کل علفهای هرز در شخم برگردان و بقایای ۳۰۸ گرم در مترمربع و نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۴). در مرحله چهارم نمونه‌برداری نیز در سیستم شخم برگردان با افزایش بقایای وزن خشک کل علفهای هرز کاهش یافت که این کاهش در شرایط کمیود نیتروژن مشهودتر بود به طوری که در سطح کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار در بقایای ۳۰۸ گرم در مترمربع کمترین



شکل ۴- تغییرات وزن خشک کل علف‌های هرز در ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از کاشت تحت تأثیر متقابل مقادیر مختلف بقاوی‌ای جو (صفر، ۷۷، ۱۵۴، ۲۲۱، ۳۰۸ و ۳۰۰ گرم در متر مربع) و کود نیتروژن (۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در دو سیستم خاکورزی با دیسک (ستون‌های روشن) و شخم برگداندار (ستون‌های تیره). در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون FLSD می‌باشند.

Figure 4- Dry matter variations of weeds at (a) 30, (b) 60 and (c) 90 days after planting influencing by interaction effects of different barley residues (0, 77, 154, 231 and 308 g m⁻²) and nitrogen (50 and 150 kg ha⁻¹) under two tillage systems including disking (white bars) and mouldboard plowing (black bars). Means with similar letter in each column do not have significant difference at 5% probability level based on FLSD.

منابع

1. Ahmadi M., and Aghaalikhani M. 2012. Energy use analysis of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production in Golestan Province and a few strategies for increasing resources productivity. Journal of Agroecology, 4: 151-158. (In Persian with English abstract)
2. Anderson R.L., Tanaka D.L., Black A.L., and Schweizer E.E. 1998. Weed community and species response to crop rotation, tillage and nitrogen fertility. Weed Technology, 12: 531-536.
3. Arooji K., Rashed Mohassel M.H., Ghorbani R., and Azizi M. 2008. Studying the allelopathic effects of sunflower

- on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and common lambsquarters (*Chenopodium album*). Journal of Plant Protection, 22: 121-128. (In Persian with English abstract).
4. Batlla D., and Benech – Arnold R.L. 2007. Predicting changes in dormancy level in weed seed soil banks: Implications for weed management. Crop Protection, 26: 189-197.
 5. Blackshaw R.E. 2005. Nitrogen fertilizer, manure and compost effects on weed and competition with spring wheat. Agronomy Journal, 97: 1672-1621.
 6. Blackshaw R.E., Brandt R.N., Janzen H.H., Ents T., Grant C.A., and Derksen D.A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. Weed Science, 51: 532-539.
 7. Blum U., King L., Gerig T., Lehman M., and Wosham A.D. 1997. Effects of clover and small grain cover crops and tillage techniques on seedling emergence of some dicotyledonous weed species. American Journal of Alternative Agriculture, 12: 146-161.
 8. Bond W., and Grundy C. 2001. Non- chemical weed management in organic farming systems. Weed Research, 41: 383-405.
 9. Booth B.D., Murphy S.D., and Swanton C.J. 2003. From seed to seedling. p. 81–99. In B. D. Booth, S. D. Murphy, and C. J. Swanton, (eds.) *Weed Ecology in Natural and Agricultural Ecosystems*. Cambridge, MA: CABI.
 10. Boquet D.J., Hutchinson R.L., and Breitenbeck G.A. 2004. Long-term tillage, cover crop, and nitrogen rate effects on cotton: plant growth and yield components. Agronomy Journal, 96: 1443–1452.
 11. Cardina J., Sparrow D.H., and Mccoy E.L. 1996. Spatial relation-Ships between seed bank seedling population of command lambs quarters (*Chenopodium album*) and annual grasses. Weed Science, 44: 208-398.
 12. Chauhan B.S., Gill G., and Preston C. 2006. Tillage systems affect trifluralin bioavailability in soil. Weed Science, 54: 941-947.
 13. Clements D.R., Benoit D.L., Murphy S.D., and Swanton C.J. 1996. Tillage effects on weed seed return and seed bank composition. Weed Science, 44: 314-322.
 14. Cousens R., and Moss S.R. 1990. A model of the effects of cultivations on the vertical distribution of weed seeds within the soil. Weed Research, 30: 61–70.
 15. Davis A.S. 2007. Nitrogen fertilizer and crop residue effects on seed mortality and germination of eight annual weed species. Weed Science, 55: 123-128.
 16. Dhima K., and Eleftherohorinos I. 2003. Nitrogen effect on competition between winter cereals and littleseed canarygrass. Phytoparasitica, 31(3): 252-264.
 17. Dhima K.V., Vasilakoglou I.B., Eleftherohorinos I.G., and Lithourgidis A.S. 2006. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. Crop Science, 46: 345-352.
 18. Duppong L.M., Delate K., Liebmen M., Horton R., Kraus G., Petrich J., and Chowdbury P.K. 2004. The effect of natural mulches on crop performance, weed suppression and biochemical constituents of catnip and St. Johns Wort. Crop Science, 44: 861-869.
 19. Hejazi A., Kazemeini S.A., and Bahrani M.J. 2010. Effects of nitrogen rates and plant residue on biomass of rapeseed crop in two tillage system. In Proceedings of 3rd Iranian Weed Science Congress, Babolsar, Iran. (In Persian with English abstract)
 20. Hemmat A., and Eskandari A. 2004. Tillage system effects upon productivity of dryland winter wheat-chickpea rotation in the northwest region of Iran. Soil and Tillage Research, 78(1): 37-52.
 21. Hulme P. E. 1994. Post-dispersal seed predation in grassland: its magnitude and sources of variation. Journal of Ecology, 81: 652-654.
 22. Judice W.E., Griffin J.L., Etheredge L.M., and Jones C.A. 2007. Effects of crop residue management and tillage on weed control and sugarcane production. Weed Technology, 21: 606-611.
 23. Lindquist J.L., Barker D.C., Knezevic S.Z., Martin A.R., and Walters D. T. 2007. Comparative nitrogen uptake and distribution in corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Science, 55: 102-110.
 24. Maldonado J.A., Osornio J.J., Barragan A.T., and Anaya A.L. 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. Agronomy Journal, 93: 27-36.
 25. Marwat K., Arif B. M., and Azim Khan M. 2007. Effect of tillage and zinc application methods on weeds and yield of maize. Pakistan Journal of Botany, 39(5): 1583-1591.
 26. Menan H., Ngouajio M., Isik D., and Kaya E. 2006. Effect of alternative management systems on weed populations in hazelnut (*Corylus avellana* L.). Crop Protection, 25: 835-841.
 27. Mirshekari B. 2006. Weeds and Their Management. Azad University of Tabriz Publications. (In Persian)
 28. Mohammaddost Chamanabad H. 2011. Weed Control. Jahad Daneshgahi Publications. (In Persian)
 29. Najafi H., and Zand E. 2008. Weed management approaches in conservation agriculture systems. In Proceedings of 12th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, Tehran, Iran. (In Persian with English abstract)

30. Price A.J., Reeves D.W., and Patterson M.G. 2006. Evaluation of weed control provided by three winter cereals in conservation-tillage soybean. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 21: 159-164.
31. Rabiee M., and Rajabian M. 2012. Effect of tillage systems and rice residue management on morphological traits and yield of winter rapeseed (*Brassica napus L.*) as second crop after rice in Rasht. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21: 105-121. (In Persian with English abstract)
32. Rashed Mohassel M. H., Najafi H., and Akbarzadeh M. 2009. *Weed Biology and Control*. University of Mashhad Publication. (In Persian)
33. Rastgoo M., Ghanbari A., Banayan M., and Rahimian H. 2005. Effect of nitrogen rate and time of application and weed density on wild mustard (*Sinapis arvensis*) seed production in winter wheat. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 3: 45-56. (In Persian with English abstract)
34. Sadeghi H. 2005. Effect of different rates of residues and nitrogen levels on yield and yield components of two dryland farming wheat cultivars. PhD dissertation, Faculty of Agriculture, Shiraz University.
35. Saini M., Price A.J. and van Santen E. 2006. Cover crop residue effects on early-season weed establishment in a conservation-tillage corn-cotton rotation. p. 175-178. In Proceedings of 28th Southern Conservation Tillage Conference, USA.
36. Samadani B., and Montazeri M. 2009. *Using Cover Crops in Sustainable Agriculture*. Published by Iranian Crop Protection Institute. (In Persian)
37. Sardar M., Behdani M.A., Eslami S.V., and Mahmoudi S. 2015. The effect of different soil disturbance methods and weed control on cotton yield after wheat. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4: 784-792. (In Persian with English abstract)
38. Showler A.T., and Greenberg M.S. 2003. Effect of weed on selected arthropod herbivore and natural enemy population and yield. *Environmental Entomology*, 32: 39-50.
39. Swanton C.J., Clements D.R., and Derkens D.A. 1993. Weed Succession under Conservation Tillage: A Hierarchical Framework for Research and Management. *Weed Technology*, 2: 286-297.
40. Swanton C.J., Sherestha A., Knezevic S.Z., Roy R.C., and Ball-Coelho B.R. 2000. Influence of tillage type on vertical weed seed bank distribution in a sandy soil. *Canadian Journal of Plant Science*, 80:455-457.
41. Sweeney A.E., Renner K.A., Laboski C., and Davis A. 2008. Effect of fertilizer nitrogen on weed emergence and growth. *Weed Science*, 56: 714– 721.
42. Waddell J.T., and Weil R.R. 2006. Effects of fertilizer placement on solute leaching under ridge tillage and no tillage. *Soil and Tillage Research*, 90: 194-204.
43. Wilcut J.W., York A.C., and Jordan D.L. 1995. Weed management systems from oil seed crops. p. 343-400. In: A.E. Smith,(ed.) *Handbook of Weed Management Systems*. New York: Marcel bokker.
44. Yenish J.P., Worsham A.D., and York A.C. 1996. Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 10: 815- 821.
45. Zewdie K., and Suwanketnikom R. 2005. Relative Influence of tillage, fertilizer, and weed management on weed associations in wheat cropping systems of Ethiopian Highlands. *Kasetsart Journal (Natural Science)*, 39 : 569–575

Effect of Crop Residue and Nitrogen Management on Weeds Dynamics and Growth in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Farm

S. V. Eslami^{1*}- M. Jami Al-Ahmadi²- M. Farahmand³

Received: 30-05-2018

Accepted: 12-09-2018

Introduction: Conservation agriculture is an appropriate strategy for maintaining and improving agricultural resources which increases crop production and stability and also provides environmental protection. This attitude contributes to the conservation of natural resources (soil, water, and air) and it is one of the most effective ways to overcome the drought crisis, water management and compensation of soil organic matter in arid and semi-arid regions. Practicing the conservation agricultural systems, which requires an effective usage of previous crop residues and reduced tillage methods, is an irrefutable necessity for arid regions like South Khorasan with low soil organic matter. The addition of crop residues to the soil in conservation agricultural systems, however, might immobilize nitrogen as an important nutritional element affecting plant growth. The transition from traditional to conservation agricultural systems, nevertheless, would affect different constituents of agroecosystems including weeds dynamics and growth, which would eventually affect the crop production in these systems.

Given that South Khorasan farmers still use traditional methods of cultivation and they do not return the previous crop residues to the soil in their farming systems, the aim of this study was to investigate the effect of crop residue management and nitrogen on dynamics and growth of weeds of cotton farm.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of crop residue management and nitrogen on the growth and dynamics of weeds of cotton farm, an experiment was carried out as split factorial design based on RCBD with three replications at the research field of Faculty of Agriculture, University of Birjand in 2013. In this experiment, the main plot was two tillage methods, including conventional tillage (moldboard plowing) and reduced tillage (disking) and the subplot consisted of a factorial combination of two nitrogen levels (50 and 150 kg ha⁻¹) and five barley residue levels (0, 77, 154, 231 and 308 g m⁻²) which have been randomly distributed as a factorial in subplots. Weed samplings were performed at four stages including 30, 60, 90 days after planting and also at harvest time and after each sampling, weed density, dry matter and leaf area were measured.

Results and Discussion: Results showed that plow type, residual amount levels and nitrogen fertilizer rate had significant effects on measured traits of weed species including density and dry matter of weeds as well as their leaf area. Increasing the residue amount significantly reduced weeds growth traits. The greatest density, dry matter and leaf area of weeds were observed with disk plow, while mouldboard plowing significantly reduced these traits. A lower disturbance of soil in conservation agricultural systems, which is the case with our study where disking was applied, often results in most weed seeds to accumulate on the upper soil layers and eventually might ends up with a higher weed density. The greater rate of nitrogen resulted in higher density, dry matter and leaf area of weeds. The stimulatory influence of nitrogen on weed emergence has been previously substantiated. Moreover, the interaction effects of studied factors were significant on weeds growth traits. The interaction effects of plow type by residue amount showed that the lowest weed densities were observed with mouldboard plow under all residue amount and the using greatest residue amount (308 g m⁻²) resulted in the lowest weed density under both tillage regimes. The control treatment (no residue) interestingly showed a lower amount of weed density compared with residue amounts of 77 and 154 g m⁻². Weed control by crop residues is probably due to different factors like prevention of light penetration to the soil surface, exuding allelopathic substances, influencing soil nitrate content and moderating soil temperatures and improving crop growth. Our study, however, showed that lower amounts of residues on the soil surface cannot provide enough inhibitory effects to suppress weeds and might even stimulate weed emergence through maintaining more moisture under

1, 2 and 3- Associate Professors and Former M.Sc. Student of Agroecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Respectively

(*- Corresponding Author Email: sveslami@birjand.ac.ir)

the residue layer at hot air of early summer.

Conclusions: The results of this study revealed that although employment of conservation tillage systems is a suitable method to achieve sustainable agriculture, more extensive research studies are needed on the effects of these systems on weed density and their competition with crop plants. Thus, cover crops and conservation tillage systems can be used as a promising solution for the development of sustainable agriculture and protecting the health of ecosystems. Due to widespread cultivations of wheat and barley in our country, it seems that incorporating the cereal crop residues into the soil might inhibit weeds growth in cropping systems. Our study also showed that nitrogen management is very important strategy in regard to weeds growth in these systems.

Keywords: Conservation agriculture, Mouldboard plow, Reduced tillage, Sustainable agriculture

Contents

Expression Analysis of Some Defense-related Genes in Susceptible and Tolerant Maize Genotypes in Response to Infection of Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV)	460
F.S. Mostafavi Neishaburi- S.K. Sabbagh- A. Yamchi- S. Nasrollanejad- N. Panjehkeh	
Evaluation of Chitinase Enzyme Production in Some of the <i>Fusarium</i> Isolates Obtained from <i>Globodera rostochiensis</i>.....	478
Kh. Abbasi - D. Zafari	
Determination of Optimum Timing of Fungicides Application Based on Growth Stages for Controlling of Wheat Tan Spot	494
M. Abedi-Tizaki- K. Rezapour- M.A. Aghajani- F. Asadi- S. Salimian	
Effect of Different Solvent Extracts of <i>Calotropis procera</i> (Willd.) on Demographic Parameters of <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.)	507
M. A. Samih- M. Nejati - M. Zarabi	
Comparison of Different Methods for Control of Gladiolus Bulb Mite <i>Rhizoglyphus echinopus</i> (Fumouze & Robin) (Acaridae: Astigmata) under Greenhouse Conditions	518
A. Hoseinia- S. Javadi Khederi- M. Khanjani- A. Heidari- M. K. Ramezani- H. Mosalanejad	
Biodiversity Evaluation of Carabidae Beetles of a Rice Field (Ahangarkola: Qaemshahr) in Mazandaran Province, Northern Iran	524
M. Darvish-Motevalli- M. Shayanmehr	
Evaluation of Sprayer Type Effect and Tribenuron-Methyl (Gyahstar) Herbicide Dosage on Broadleaf Weeds of Water Wheat Fields	540
F. Badie- L. Alimoradi- A.A. Chitband- S. Jahedipour	
The Effect of Gibberellic Acid, After-Ripening and Eliminating Glumelle on Germination of Japanese Brome (<i>Bromus japonicus</i> Thunb.) Seeds	552
M. Saran- A. Ghanbari- M. Galavi- E. Izadi Darbandi- M.A. Baghestani Meybodi	
Changes of Weed Flora and Species Diversity in Wheat (<i>Triticum aestivum</i>) Field of Golestan Province after One Decade	567
M. Younesabadi- M. Minbashi Moeini- L. Habibian- A. Savarinrjad- A. Haghghi	
Study of Soybean Competitive Ability under Interference Conditions with Different Densities of Asian Spider Flower (<i>Cleome viscosa</i> L.): Invasive Weed in Golestan Province	592
D. Emami-Kangar- A. Siahmarguee- B. Kamkar- M. Basiri	
The Impact of Hemp (<i>Cannabis sativa</i> L.) Plant Density on Critical Period of Weed Control	604
J. Samanipoor- S. Mahmoodi- A.R. Samadzadeh- H. Hammami	
Effect of Crop Residue and Nitrogen Management on Weeds Dynamics and Growth in Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Farm	620
S. V. Eslami- M. Jami Al-Ahmadi- M. Farahmand	

Plant Protection

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol . 32 No. 4 2019

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:

Izadi Darbandi, E.	Weed Science	Asso. Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Okhovvat, M.	Plant Pathology	Prof. Tehran University.
Pourjam, E.	Plant Pathology	Asso. Prof. Tarbiat Modares University.
Jafarpour, B.	Plant Pathology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Hatami, B.	Entomology	Prof. Isfahan University of Technology.
Hosseini, M.	Agricultural Entomology	Asso. Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
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