



عنوان مقالات

- شناسایی سه گونه نماتد انگل گیاهی از خانواده *Tylenchidae* در باغات میوه شهرستان ارومیه ۱۶۳
جهان عبدزاده آغله بوب - عصمت مهدیخانی مقدم - حمید روحانی - علیرضا چاوشین
- ارزیابی عکس العمل تعدادی از ارقام سویا نسبت به نماتد ریشه گریه *Meloidogyne javanica* ۱۷۳
طیبه سلیمانی - مجید اولیاء - فریبا حیدری - محمودرضا تدین
- سبب شناسی و انتقال فیتوبلاسمای همراه با فیلودی لوبیا چشم بلبل از استان آذربایجان شرقی ۱۸۵
سارا قارونی کاردانی - الهام جمشیدی
- بررسی تأثیر سطوح مختلف دما و pH بر چندگونه *Trichoderma* در کنترل بیولوژیکی پرمزدگی فوزاریومی
گوجه فرنگی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه (مقاله کوتاه پژوهشی) ۱۹۵
رقیه حبیبی - کامران رهنما - میثم تقی نسب
- ردیابی ویروس موزایک زرد کدو از کدوئیان استان گیلان و شهرستان ارومیه (مقاله کوتاه پژوهشی) ۲۰۱
محمد احمدزاده زاویه جیکی - احمد روحی بخش - مینا راستگو
- بررسی اثر کشندگی سیرینول (*Sirinol*) و اسپیرودیکلوفن (*Envidor*) روی
Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه ای ۲۰۵
بهنام امیری بشلی - مهدی کبیری رئیس آباد
- بررسی مقاومت ژنوتیپ چغندر قند به شته ریشه *Pemphigus fuscicornis* Koch (Hem.: Aphididae) و ارزیابی
تأثیر آن بر کاهش عیار قند در رقم دورتی ۲۱۵
امیر محسنی امین
- شته های گال زای صنوبر در استان خراسان رضوی با معرفی دو گونه جدید برای فون ایران ۲۲۱
اکرم نجیمی - حسین صادقی نامقی - لیدا فکرت
- شدت حضور علف های هرز باریک برگ گندم وحشی یونانی (*Triticum boeoticum* Boiss) و جودره
(*Hordeum spontaneum* K.Koch) در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان ۲۳۱
سید کریم موسوی - علی قنبری - رضا قربانی - محمدعلی باغستانی
- کارایی برخی از علف کش ها در کنترل پیژور (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) در مزارع برنج شمال
ایران ۲۴۵
هاشم امین پناه - بیژن یعقوبی
- تأثیر تنش شوری حاصل از آب آبیاری و خاک بر خصوصیات رشدی علف هرز اویارسلام ارغوانی
(*Cyperus rotundus* L.) ۲۵۷
نصرت اله کربمی آرپناهی - سید وحید اسلامی - رحمت اله دهقان خلیلی - محمد جواد بابائی زارچ
- دما و نور بر جوانه زنی و کمون ثانویه بذر کلزای (*Brassica napus* L.) خودرو ۲۶۹
علی شایان فر - فرشید قادری فر - رحمت الله بهرام - افشین سلطانی - حمیدرضا صادقی پور
- ارزیابی قدرت رقابت ژنوتیپ های ذرت (*Zea mays* L.) با علف های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن ۲۷۹
عادل مدحج - علی کیهانی
- طبقه بندی ارقام گندم بر اساس توانایی رقابت با علف های هرز ۲۸۹
سیده مریم مظفری - حمیدرضا محمد دوست چمن آباد - حمیدرضا نیکخواه

Contents

- Identification of Three Species Plant-Parasitic Nematodes Belonging to the Family Tylenchidae from Orchards in Urmia County, West Azerbaijan Province, Iran 32
J. Abdzade Aghlebob- E. Mahdikhani Moghadam- H. Rohani- A. Chavshin
- Evaluation the Reaction of some Soybean Cultivars to Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica* 34
T. Solimani- M. Olia- F. Heydari- M. Tadayon
- Etiology and Transmission of Cowpea Phyllody Associated Phytoplasma in East Azarbaijan Province of Iran 36
S. Gharouni Kardani- E. Jamshidi
- Investigation on the Effect of Different Levels of Temperature and pH of some *Trichoderma* Isolates for Biological Control of Tomato Wilt Disease under Laboratory and Greenhouse Conditions (Short Paper) 38
R. Habibi- K. Rahnema- M. Taghinasab
- Detection of *Zucchini yellow mosaic virus* from Cucurbits of Guilan Province and Urmia County (Short Paper) 40
M. Ahmadzadeh Zaveyeh Jiki- A. Rouhibakhsh- M. Rastgou
- The Survey Effects of Garlic Extract *Sirinol*® and Chemical Acaricide Spirodiclofen *Envidor*® on Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) under Laboratory and Field Conditions 42
B. Amiri Besheli- M. Kabiri Raeis Abad
- Resistance of Sugarbeet Genotypes to Sugar Beet Root Aphid, *Pemphigus fuscicornis* (Hem.: Pemphigidae) and Assessment of the Pest Effect on Sugar Content in Doreti Variety 44
A. Mohseni Amin
- Gall-Inducing Aphids of *Populus* spp. in Razavi Khorasan Province, with Introducing Two New Species for Iranian Fauna 46
A. Najmi- H. Sadeghi Namaghi- L. Fekrat
- The Presence Severity of Wild Wheat (*Triticum boeoticum* Boiss) and Wild Barley (*Hordeum spontaneum* K.Koch) Weeds in the Rainfed Wheat Fields of Lorestan Province 48
S. K. Mousavi- A. Ghanbari- R. Ghorbani- M. A. Baghestani
- Efficacy of some Herbicide for Bulrush (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla Control in Paddy Fields of Northern Iran 50
H. Aminpanah- B. Yaghoubi
- Evaluating the Effect of Salinity Stress Due to Irrigation Water and Soil on Growth Characteristics of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) 52
N. Karimi Arpanahi- S.V. Eslami- R. Dehghan Khalili- M.J. Babaie Zarch
- Temperature and Light Effects on Volunteer's Rapeseed (*Brassica napus* L.) Secondary Dormancy and Germination 53
A. Shayanfar- F. Ghaderi-far- R. Behmaram- A. Soltani- H. R. Sadeghipour
- Evaluating the Competitive Ability of Maize (*Zea mays* L.) Genotypes against Weeds under Different Nitrogen Rates 55
A. Modhej- A. Kaihani
- Ranking the Wheat Cultivars Based on Competitive Ability with Weeds 57
S. M. Mozafari- H. R. Mohammaddoust Chamanabad- H. R. Nikkheh
- Continue Content in Cover

نشریه حفاظت گیاهان

(علوم و صنایع کشاورزی)

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

جلد 32 شماره 2 تابستان 1397

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول:

رضا ولی زاده

سر دبیر:

راشد محصل، محمد حسن

اعضای هیئت تحریریه:

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

چاپ: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد

ناشر: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد - کد پستی 91775 صندوق پستی 1163

دانشکده کشاورزی - دبیرخانه نشریات علمی - نشریه حفاظت گیاهان

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

این نشریه در پایگاههای زیر نمایه شده است:

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

صفحه	عنوان مقاله
163	شناسایی سه گونه نماتد انگل گیاهی از خانواده <i>Tylenchidae</i> در باغات میوه شهرستان ارومیه جهان عبدزاده آغله بوب - عصمت مهدیخانی مقدم - حمید روحانی - علیرضا چاوشین
173	ارزیابی عکس العمل تعدادی از ارقام سویا نسبت به نماتد ریشه گرهی <i>Meloidogyne javanica</i> طیبه سلیمانی - مجید اولیاء - فریبا حیدری - محمودرضا تدین
185	سبب شناسی و انتقال فیتوپلاسمای همراه با فیلودی لوییا چشم بلبلی از استان آذربایجان شرقی سارا قارونی کاردانی - الهام جمشیدی
195	بررسی تأثیر سطوح مختلف دما و pH بر چندگونه <i>Trichoderma</i> در کنترل بیولوژیکی پژمردگی فوزاریومی گوجه فرنگی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه (مقاله کوتاه پژوهشی) رقیه حبیبی - کامران رهنما - میثم تقی نسب
201	ردیابی ویروس موزایک زرد کدو از کدویان استان گیلان و شهرستان ارومیه (مقاله کوتاه پژوهشی) محمد احمدزاده زاویه جیکی - احمد روحی بخش - مینا راستگو
205	بررسی اثر کشندگی سیرینول (<i>Sirinol®</i>) و اسپیرودیکلوفن (<i>Envidor®</i>) روی <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae) در شرایط آزمایشگاهی و مزرعهای بهنام امیری بشلی - مهدی کبیری رئیس آباد
215	بررسی مقاومت ژنوتیپ چغندر قند به شته ریشه <i>Pemphigus fuscicornis</i> Koch (Hem.: Aphididae) و ارزیابی تأثیر آن بر کاهش عیار قند در رقم دورتی امیر محسنی امین
221	شته های گال زای صنوبر در استان خراسان رضوی با معرفی دو گونه جدید برای فون ایران اکرم نجمی - حسین صادقی نامقی - لیدا فکرت
231	شدت حضور علف های هرز باریک برگ گندم وحشی یونانی (<i>Triticum boeoticum</i> Boiss) و جودره (<i>Hordeum spontaneum</i> K.Koch) در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان سید کریم موسوی - علی قنبری - رضا قربانی - محمدعلی باغستانی
245	کارایی برخی از علف کش ها در کنترل پیروز (<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla) در مزارع برنج شمال ایران هاشم امین پناه - بیژن یعقوبی
257	تأثیر تنش شوری حاصل از آب آبیاری و خاک بر خصوصیات رشدی علف هرز اویارسلام ارغوانی (<i>Cyperus rotundus</i> L.) نصرت اله کریمی آرپناهی - سید وحید اسلامی - رحمت اله دهقان خلیلی - محمد جواد بابائی زارچ
269	دما و نور بر جوانه زنی و کمون ثانویه بذر کلزای (<i>Brassica napus</i> L.) خودرو علی شایان فر - فرشید قادری فر - رحمت الله بهرام - افشین سلطانی - حمیدرضا صادقی پور
279	ارزیابی قدرت رقابت ژنوتیپ های ذرت (<i>Zea mays</i> L.) با علف های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن عادل مدحج - علی کیهانی
289	طبقه بندی ارقام گندم بر اساس توانایی رقابت با علف های هرز سیده مریم مظفری - حمیدرضا محمد دوست چمن آباد - حمیدرضا نیکخواه
299	انتخاب نازل مناسب به منظور پاشش ستوکسیدیم در دو سرعت باد برای کنترل علف هرز یولاف وحشی زمستانه (<i>Avena sterilis</i> ssp. <i>ludoviciana</i>) اکبر علی وردی



شناسایی سه گونه نماتد انگل گیاهی از خانواده *Tylenchidae* در باغات میوه شهرستان ارومیه

جهان عبدزاده آغله بوب¹ - عصمت مهدیخانی مقدم^{2*} - حمید روحانی³ - علیرضا چاووشین⁴

تاریخ دریافت: 1394/03/25

تاریخ پذیرش: 1396/11/01

چکیده

به منظور شناسایی نماتدهای انگل گیاهی درختان میوه هسته‌دار شهرستان ارومیه، طی سال‌های 1392 و 1393، تعداد 85 نمونه خاک جمع‌آوری گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، شستشوی خاک و استخراج نماتدها با استفاده از روش تغییر یافته تلفیق الک و سانتریفیوژ جن کینز (1964) و تثبیت و انتقال آنها به گلیسرین طبق روش دگریس (1969) انجام شد. سپس از نماتدهای جدا شده به تفکیک جنس، اسلایدهای میکروسکوپی تهیه گردید. پس از بررسی‌های میکروسکوپی، اندازه‌گیری‌های لازم و رسم تصاویر مورد نیاز، شناسایی گونه‌ها با استفاده از منابع و کلیدهای موجود انجام گرفت و تعداد 11 گونه نماتد متعلق به 7 جنس شناسایی گردید که عبارتند از: *Basiria duplexa*, *B. macrostriata*, *Boleodorus thylactus*, *Coslenchus costatus*, *C. gracilis*, *Discotylenchus longicauda*, *Filenchus cylindricaudus*, *F. vulgaris*, *Iranitylenchus clavidorus*, *Psilenchus aestuarius*, *P. iranica* از بین جنس و گونه‌های شناسایی شده، گونه *Basiria macrostriata* از بخش نازلو، گونه‌های *Discotylenchus* و *Coslenchus gracilis* از بخش صومای برادوست شهرستان ارومیه برای فون نماتدهای ایران جدید بوده و برای اولین بار از ایران گزارش و شرح داده می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: درختان میوه هسته‌دار، شهرستان ارومیه، نماتدهای انگل گیاهی

مقدمه

درختان هسته‌دار از خانواده Rosaceae، زیر خانواده Prunoideae و جنس *Prunus* بوده که میوه آن‌ها از نوع شفت و دارای یک پذر می باشند (11).

بسیاری از گونه‌های *Prunus* از نظر پیوند سازگار می‌باشند. این گونه سازگاری در تولید میوه تجارتي بسیار مهم است. هدف استفاده از ترکیبات پایه - پیوندی این است که مواد گیاهی به انواع خاک‌ها و شرایط آب و هوایی سازگاری داشته باشند (12).

طبق آمارنامه کشاورزی در سال 1392، استان آذربایجان غربی با دارا بودن 99205,97 هکتار از سطح تولید محصولات باغی، 3/82 درصد از کل اراضی تولید این محصولات را در کشور دارا می‌باشد که از این حیث در رتبه هفتم کشوری قرار دارد. همچنین در همین سال با تولید 1075465,73 تن محصول، 6/74 درصد از کل میزان تولید محصولات باغی و رتبه سوم کشوری را به خود اختصاص داده است.

در سال 92، میزان 8/74 درصد از کل سطح تولید محصولات باغی کشور (حدود 227 هزار هکتار) مربوط به درختان هسته‌دار می‌باشد که از این سطوح 1,89 میلیون تن محصول بدست آمده است که حدود 11/84 درصد کل تولید محصولات باغی کشور است. در استان آذربایجان غربی 2677,06 هکتار از سطوح غیربارور و 1911,20 هکتار از سطوح بارور مختص محصولات هسته‌دار است که از این اراضی 105575,26 تن محصول میوه هسته‌دار تولید شد (1).

نماتدهای پارازیت داخلی و پاتوژن هستند که از نظر اقتصادی در ایران اهمیت زیادی دارند. نماتد مولد زخم ریشه گیلاس تحت نام علمی *Pratylenchus valnus* که برای اولین بار در سال 1377 از اطراف ریشه چنار از تهران جمع‌آوری، سپس از روی گیلاس، آلو و گردو از مغان جمع‌آوری و معرفی شد. این نماتد اقتصادی بوده و باعث خشک شدن درختان گیلاس مسن می‌گردد. همچنین نماتد قلوهای شکل تحت عنوان علمی *Rotylenchus parvus* و *R. reniformis* اولین بار در سال 1370 در جنوب ایران و نماتد *Tylenchulus semipenetrans* در ایران اولین بار در سال 1374 از ملاثانی اهواز از روی درختان مرکبات گزارش کردند (3).

رفیعی و همکاران در سال 1384، به منظور شناسایی نماتدهای انگل گیاهی باغات میوه در کشت صنعت و دامپروری مغان در طی

1 و 2 - به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادان بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*) - نویسنده مسئول: Email: mahdikhani-e@um.ac.ir

4 - دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

سال‌های 1383 و 1384 در مجموع تعداد 120 نمونه خاک از ریزوسفر درختان هسته‌دار و سیب منطقه جمع‌آوری کرده و پس از بررسی آنها 28 گونه متعلق به 19 جنس، مورد شناسایی قرار دادند که از میان گونه‌های معرفی شده، دو گونه *Aphelenchoides cyrtus* و *Paraphelenchus acontoides* برای اولین بار از ایران و منطقه گزارش شد (14).

نشاط و همکاران در سال 1390، به منظور شناسایی نماتدهای انگل درختان پسته در منطقه سیرجان، 50 نمونه خاک و ریشه از مناطق مختلف پسته کاری سیرجان جمع‌آوری نمودند. پس از بررسی و مطالعه 23 گونه نماتد متعلق به 16 جنس شناسایی شد که گونه *Rotylenchus whiteheadi* برای اولین بار از ایران گزارش گردید (13).

قهرمانی نژاد میانجی و همکاران در سال 1390 در طی بررسی که به منظور شناسایی نماتدهای انگل گیاهی مزارع و باغات دشت اردبیل شامل شهرستان‌های نیر، نمین و اردبیل صورت گرفت، در مجموع تعداد 26 گونه نماتد شناسایی شد که 22 گونه متعلق به زیر راسته *Tylenchina* و چهار گونه از زیر راسته *Dorylaimina* بوده و از بین آنها گونه‌های *Pratylenchoides magnicauda* از باغ سیب، *Tophurus minnesotensis* از مزارع سیب زمینی، کلزا، گندم و یونجه، *Xiphinema basilgoodeyi* از باغات سیب و گردو برای فون نماتدهای ایران جدید گزارش شد (8).

قادری و همکاران در سال 1392 در بررسی نماتدهای جمع‌آوری شده از مزارع و باغات مناطق مختلف ایران، هفت گونه از جنس *Paratylenchus* شامل *P. colinus*، *P. arcuatus*، *P. neoprojectus*، *P. conicephalus* و *P. straeleni*، *P. similis*، *P. veruculatus* شناسایی کردند. در بین گونه‌های شناسایی شده، سه گونه *P. colinus* از فراریشه درخت سیب در شهرستان دیواندره، استان کردستان، *P. neoprojectus* از فرا ریشه درختان غیرمثمر در تبریز و نیز درختان زردآلو در سهندج و *P. veruculatus* از مزارع نیشکر استان خوزستان جمع‌آوری شده و برای فون نماتدهای ایران جدید معرفی گردید (7). نماتدهای انگل گیاهی از جمله مهم‌ترین و خطرناک‌ترین عوامل بیماری‌زای محسوب می‌شوند که با تغذیه از میزبان و با تغییراتی که در جذب مواد معدنی و ترکیبات آلی ایجاد می‌کنند باعث کاهش محصول می‌شوند بدیهی است قبل از شناسایی انواع نماتدهای مضر گیاهی، نمی‌توان به بررسی سایر جنبه‌های مربوطه از قبیل: زیست شناسی، اکولوژی و از همه مهم‌تر برنامه‌ریزی در جهت کنترل صحیح و مؤثر آن‌ها اقدام نمود (14).

از دیدگاه اقتصادی درختان میوه هسته‌دار از محصولات پر ارزش کشاورزی به شمار می‌آید که در اکثر نقاط کشور کشت می‌شود.

شهرستان ارومیه یکی از تأمین کنندگان عمده میوه کشور می‌باشد. بنابراین با توجه به اهمیت نماتدها از جنبه‌های مختلف مانند تنوع زیاد آن‌ها، خسارت اقتصادی به گیاهان در جمعیت‌های بالا، تشدید خسارت سایر عوامل بیماری‌زا در گیاهان و با در نظر گرفتن بررسی‌های اندک انجام شده به ویژه در زمینه نماتدهای انگل گیاهی ریزوسفر درختان میوه هسته‌دار استان آذربایجان غربی، هدف اصلی در این تحقیق، شناسایی فون نماتدهای انگل ریزوسفر درختان هسته‌دار شهرستان ارومیه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور شناسایی نماتدهای انگل گیاهی درختان میوه هسته‌دار شهرستان ارومیه، طی سال‌های 1392 و 1393، تعداد 85 نمونه خاک از منطقه ریزوسفر و ناحیه سایه‌انداز درختان جمع‌آوری گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، شستشوی خاک و استخراج نماتدها با استفاده از روش تغییر یافته تلفیق الک و سانتریفیوژ جن کینز (10) و تثبیت و انتقال آنها به گلیسرین طبق روش دگریس (4) انجام شد. اسلایدهای دائمی از نماتدهای کرمی شکل تهیه شد و جهت شناسایی نماتدها، خصوصیات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی آن‌ها مورد بررسی و مطالعه میکروسکوپی قرار گرفت و با استفاده از منابع و کلیدهای موجود به تشخیص گونه‌ها پرداخته شد (5، 6 و 15).

نتایج و بحث

در این بررسی تعداد 11 گونه نماتد انگل گیاهی متعلق به 7 جنس مختلف، از فروراسته *Tylenchomorpha*، مورد شناسایی قرار گرفت (جدول 1) که عبارتند از:

Basiria duplexa, *B. macrostriata*, *Boleodorus thylactus*, *Coslenchus costatus*, *C. gracilis*, *Discotylenchus longicauda*, *Filenchus cylindricaudus*, *F. vulgaris*, *Irantylenchus clavidorus*, *Psilenchus aestuarius*, *P. iranicus*

از بین جنس و گونه‌های شناسایی شده، گونه *Basiria macrostriata* از بخش نازلو، گونه‌های *Coslenchus gracilis* و *Discotylenchus longicauda* از بخش صومای برادوست شهرستان ارومیه برای فون نماتدهای ایران جدید بوده و برای اولین بار از ایران گزارش و توصیف می‌گردد (جدول 1). در این تحقیق طبقه‌بندی دی‌لی و بلکستر که تا سطح خانواده ارائه شده است (5)، مد نظر قرار گرفته و برای سطوح پایین‌تر بر حسب نیاز از سایر منابع معتبر استفاده شده که در داخل متن عنوان شده‌اند.

جدول 1- اطلاعات مربوط به گونه‌های شناسایی شده از باغات میوه درختان هسته‌دار شهرستان ارومیه

Table 1- List of plant parasitic nematode species identified from stone fruit trees in Urmia area, Iran

گونه Species	منطقه جمع‌آوری نمونه Sampling region	میزبان Host	روش آبیاری Irrigation method
<i>Basiria duplexa</i>	نازلو (Nazlo)، سیلوانا (Silvana)	زردآلو (<i>Prunus armeniaca</i>)، آلبالو (<i>Prunus cerasus</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
* <i>B. macrostriata</i>	نازلو (Nazlo)	هلو (<i>Prunus persica</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
<i>Boleodorus thylactus</i>	مرکزی (Markazi)، انزل (Anzal)	گیلاس (<i>Prunus avium</i>)، آلبالو (<i>Prunus cerasus</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
<i>Coslenchus costatus</i>	نازلو (Nazlo)، سیلوانا (Silvana)	آلو (<i>Prunus subg. Prunus</i>)	غرقابی (Flood irrigation)، قطره‌ای (Drip irrigation)
* <i>C. gracilis</i>	صومای برادوست (Somay Bradost)	شلیل (<i>Prunus persica</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
* <i>Discotylenchus longicauda</i>	صومای برادوست (Somay Bradost)	گیلاس (<i>Prunus avium</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
<i>Filenchus cylindricaudus</i>	مرکزی (Markazi)، سیلوانا (Silvana)	شلیل (<i>Prunus persica</i>)، زردآلو (<i>Prunus armeniaca</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
<i>F. vulgaris</i>	سیلوانا (Silvana)، صومای برادوست (Somay Bradost)	زردآلو (<i>Prunus armeniaca</i>)، آلو (<i>Prunus subg. Prunus</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
<i>Irantylenchus clavidorus</i>	مرکزی (Markazi)، انزل (Anzal)	<i>Prunus</i> ، گیلاس (<i>Prunus avium</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
<i>Psilenchus aestuarius</i>	مرکزی (Markazi)، نازلو (Nazlo)	آلبالو (<i>Prunus cerasus</i>)، گیلاس (<i>Prunus avium</i>)، زردآلو (<i>Prunus armeniaca</i>)	غرقابی (Flood irrigation)
<i>P. iranicus</i>	سیلوانا (Silvana)	آلو (<i>Prunus subg. Prunus</i>)، گیلاس (<i>Prunus</i>)، آلبالو (<i>Prunus cerasus</i>)، هلو و شلیل (<i>Prunus persica</i>)	غرقابی (Flood irrigation)

* برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود

* It is reported for the first time in Iran

ناحیه وسط بدن، سطوح جانبی بدن دارای چهار شیار طولی مضرس، سر گرد و در امتداد بدن، طول سر 3/5 تا چهار میکرومتر و عرض آن در قاعده سر 5/5 تا شش میکرومتر، منافذ آمفیدی بصورت شکاف مورب در ناحیه جلوی سر قرار دارد، استایلیت 10 تا 11 میکرومتر، محل ریزش غده پشتی مری 2/5 تا 3 میکرومتر پایین‌تر از گره‌های استایلیت قرار دارد. حباب میانی مری بیضی شکل، دایره‌ها نامشخص، فاصله منفذ دفعی - ترشچی از ناحیه سر 89 (91-87) میکرومتر، حباب انتهایی مری گلابی شکل و با روده حالت اتصالی دارد، مری به طول 115 (118-112) میکرومتر، دارای یک تخمدان که به سمت جلوی بدن کشیده شده، کیسه ذخیره اسپرم کشیده دارای اسپرم، تخمک‌ها در یک ردیف، کیسه عقبی رحم کوتاه، دم نخی شکل به طول 93/5 تا 97/5 میکرومتر، فاسمیدها نامشخص.

نر: شکل عمومی بدن شبیه به ماده‌ها، اندام تناسلی نر به طول 18/5 تا 20 میکرومتر، گوبرناکولوم ساده و هلالی شکل به طول 4/5 تا پنج میکرومتر، بورسا کوچک با حاشیه دندانهای و محدود به منطقه کلواک، فاسمیدها نامشخص.

گونه *Basiria macrostriata* Hashim, 1985

(شکل 1)

اندازه‌ها

♀ N= 4, L= 622±21 (571-683) μm, a=34.1±1.2 (31.88-36.33), b=5.39±0.9 (4.88-5.9 1), c=6.59±0.5 (5.92-7.26), c'=9.21±0.57 (8.56-9.87), Stylet=10.5±0.3 (10-11) μm, MB=46±1.3 (43.5-48.5), M= 52.25±1.4 (50-54.54), O=21.91±1.1 (20.55-23.27), PUS=11±0.4 (10-12) μm, V=64.12±1.3 (62.5-65.75), V'=78.29±0.9 (77.14-79.44), G₁=30.43±1.1 (28.31-32.55), Tail length=95.5±2.5 (93.5-97.5) μm.

♂ N= 2, L= (0.51و0.58) mm, a= (39.5و41.5), b= (5.62و5.94), c= 6.5, c'= (9.35و9.65), Spicule= (18.5و20) μm, Gubernaculum= (4.5و5) μm, Stylet= 9.5 (n=1) μm, Tail length= (92.5و95) μm.

مشخصات

ماده: بدن بعد از تثبیت به طرف شکمی خمیدگی پیدا می‌کند. پوست دارای شیارهای عرضی درشت به اندازه 1/8 تا دو میکرومتر در

مشخصات

ماده: بدن بعد از تثبیت شدن بصورت مستقیم و بسیار باریک، پوست دارای شیارهای عرضی درشت به اندازه $2/2$ تا $2/5$ میکرومتر در ناحیه وسط بدن، سطوح جانبی بدن دارای چهار شیار طولی بوده که علاوه بر آن 14 شیار طولی دیگر در کل بدن دیده می شود که شیارهای عرضی را قطع کرده اند و به پوست حالت مشبک داده است. سر صاف و باریک، عرض آن در قاعده $4/5$ میکرومتر، استایلت 10 تا 11 میکرومتر، گره های استایلت گرد و کوچک، محل ریزش غده پشتی مری یک تا دو میکرومتر پایین تر از گره های استایلت قرار دارد. حباب میانی مری کروی شکل، حباب انتهایی مری کوچک و با روده به صورت اتصال، مری به طول 89 تا 98 میکرومتر، فاصله منفذ دفعی - ترشخی از ناحیه سر 66 تا 72 میکرومتر، روزنه تناسلی کمی فرو رفته در بدن، پرده کوتیکولی اطراف روزنه تناسلی به اندازه دو تا سه شیار عرضی طول دارد. دارای یک تخمدان که به سمت جلوی بدن کشیده شده، کیسه ذخیره اسپرم گرد یا کشیده، دارای اسپرم، تخمک ها در یک ردیف، کیسه عقبی رحم بسیار کوتاه به طول $4/5$ تا 7 میکرومتر، دم بلند و باریک، بصورت نخعی شکل به طول 118 تا 124 میکرومتر.

نر: شکل عمومی بدن نر مشابه ماده بوده ولی کمی باریک تر است. سطوح جانبی بدن دارای چهار شیار طولی، اسپیکول کوچک، کمی خمیده به سمت شکمی، گوبرناکولوم هلالی شکل، منفذ دفعی - تناسلی دارای لبه برآمده، بورسا رشد یافته و شیاردار می باشد.

بحث: بر اساس کلید شناسایی گرارت (6) مشخصات و اندازه های نمونه های مورد بررسی با گونه *C. gracilis* مطابقت نشان می دهد. مشخصات و اندازه های گونه مورد مطالعه در شرح اصلی با مقادیر و شرحی که توسط آندراسی (1982) ارائه شده است، مقایسه گردید. دارای اختلافات جزئی از قبیل: فاکتور c' (شرح اصلی گونه 16-14 در مقابل 13/9-13/3)، طول مری (شرح اصلی گونه 85-77 در مقابل 98-89 میکرومتر) می باشد. اما در سایر موارد کاملاً با هم مشابه هستند. مشخصات نمونه های جمع آوری شده با گونه های مشابه *C. costatus* و *C. pycnocephalus* نیز مورد مقایسه قرار گرفت. گونه *C. costatus* از جهت بیشتر بودن فاکتور c ($7/5-4/2$ در مقابل $4/28-3-89$)، بیشتر بودن فاکتور v ($71-60$ در مقابل $61-57/5$)، همچنین مشخصاتی چون سر صاف و بدون شیار، کیسه ذخیره اسپرم خالی از گونه مورد مطالعه تفکیک می گردد. گونه *C. pycnocephalus* نیز با استایلت بزرگتر ($13-11$ در مقابل $12-11$)، فاکتور MB بیشتر ($50-47$ در مقابل $46/1-43/4$ درصد)، طول دم کوتاه تر ($107-94$ در مقابل $124-118$ میکرومتر)، فاکتور c' کمتر ($11-9$ در مقابل $13/85-13/3$)، فاکتور v بیشتر ($67-64$ در مقابل $61-57/5$) و مشخصاتی همچون شبکه

بحث: بر اساس کلید شناسایی گرارت (6) مشخصات و اندازه های نمونه های مورد بررسی با گونه *B. macrostriata* مطابقت نشان می دهد. تمام مشخصات افراد نمونه در شرح اصلی با گونه مذکور مطابقت نشان داد. قابل ذکر است که در گونه مذکور دایرید مشاهده نشده و در شرح اصلی این گونه نیز هیچ اشاره ای به دایرید نشده است، به علت وجود شباهت بین جمعیت مورد مطالعه و گونه های *B. berylla*، *B. elegans*، *B. brevia* و *B. binaria* مقایسه ای بین آنها صورت گرفت. گونه *B. berylla* به دلیل وجود شیارهای عرضی ظریف تر نسبت به گونه مورد نظر، داشتن فاکتور MB کمتر ($38-36$ در مقابل $48/5-43/5$ درصد)، طول دم بیشتر ($128-119$ در مقابل $97/5-93/5$ میکرومتر)، کمتر بودن فاکتور c و بیشتر بودن فاکتور c' و همچنین حباب انتهایی مری استوانه ای شکل، گونه *B. elegans* به دلیل داشتن داشتن طول بدن بیشتر ($90/0-0/75$ در مقابل $0/68-0/57$ میلی متر)، استایلت بلندتر ($13-11$ در مقابل $11-10$ میکرومتر)، کمتر بودن فاکتورهای c ، v ، v' و بیشتر بودن فاکتور c' ، گونه *B. brevia* به دلیل کوتاه بودن طول بدن ($42/0-0/39$ در مقابل $68/0-57/0$ میلی متر)، استایلت کوتاه تر ($5/8-7/5$ در مقابل $11-10$ میکرومتر)، دم کوتاه تر ($74-71$ در مقابل $97/5-93/5$ میکرومتر) و فاکتور c کمتر، گونه *B. binaria* نیز همانند گونه قبلی مقایسه شده با دارا بودن فاکتور L کمتر ($42/0-0/37$ در مقابل $68/0-57/0$ میلی متر)، استایلت کوتاه تر ($5/7-6/5$ در مقابل $11-10$ میکرومتر)، طول مری کمتر ($82-79$ در مقابل $118-112$ میکرومتر)، دم کوتاه تر ($68-66$ در مقابل $97/5-93/5$ میکرومتر) از گونه *B. macrostriata* جدا شده اند.

این گونه برای اولین بار توسط هشیم در سال 1985 جمع آوری و شناسایی شد (9). در این بررسی، گونه ی مذکور از خاک اطراف ریشه های درختان هلو در بخش نازلو شهرستان ارومیه جمع آوری و مورد شناسایی قرار گرفت و برای اولین بار از ایران گزارش می شود.

گونه *Coslenchus gracilis* Andrassy, 1982

(شکل 2)

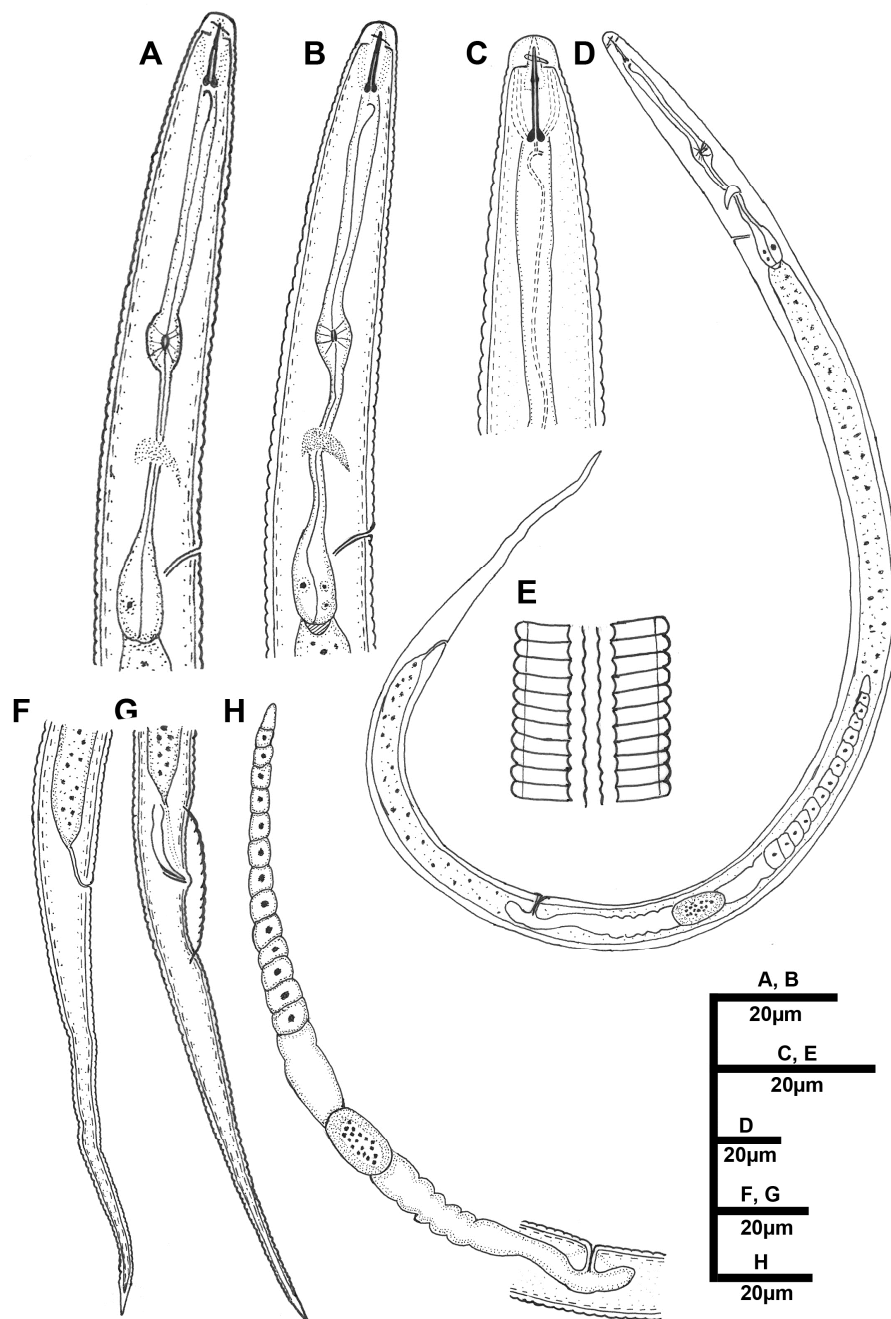
اندازه ها

♀ $N=5$, $L=492\pm16$ (470-521) μm , $a=34.5\pm0.2$ (34.2-34.8) 34.5, $b=5.37\pm0.1$ (5.2-5.4), $c=4\pm0.1$ (3.8-4.2), $c'=13.5\pm0.2$ (13.3-13.8), $Stylet=11.50.3$ (11-12) μm , $MB=44.7\pm1.1$ (43.4-46.1), $M=45\pm1.3$ (43.8-46.2), $O=12.8\pm2.3$ (9-16.6), $PUS=5.75\pm1.1$ (4.5-7) μm , $V=59.2\pm0.7$ (57.5-60.8), $V'=79.2\pm1.1$ (78.1-80.4), $G_1=23.25\pm1.5$ (21.5-25), $Tail\ length=121\pm2$ (118-124) μm .

♂ $N=1$, $L=0.46\ mm$, $a=29.3$, $b=5$, $c=6.5$, $c'=4.6$, $Spicule=15\ \mu m$, $Gubernaculum=5\ \mu m$, $Stylet=10.5\ \mu m$, $Tail\ length=106\ \mu m$.

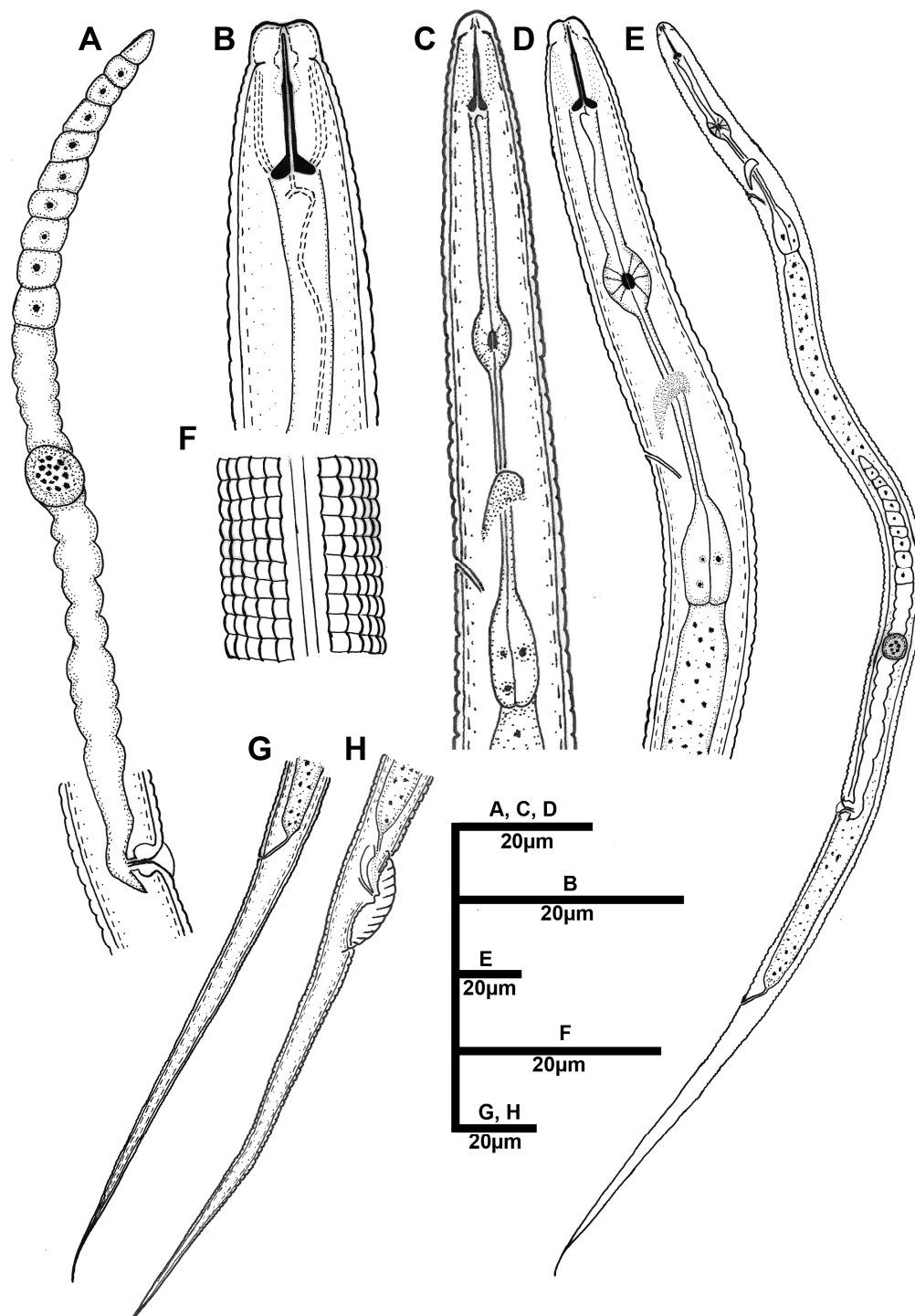
بدون شیار از مشخصات اصلی تشخیص گونه *C. gracilis* در کلید شناسایی مورد استفاده این جنس می باشد (13).

کوتیکولی سر قوی و شیاردار بودن سر از گونه مورد مطالعه متمایز می شود. بطور کلی، 14 تا 15 شیارهای طولی کوتیکول، گسترش فرج به اندازه دو تا سه شیار بدن، دم نخی شکل، بدن باریک و سر صاف و



شکل 1- گونه *Basiria macrostriata*, A: بخش جلویی بدن نر، B: بخش جلویی بدن ماده، C: سر و استایلت، D: شکل کلی بدن، E: شیارهای طولی سطوح جانبی بدن، F: دم ماده، G: دم نر، H: لوله جنسی نماتد ماده

Figure 1- *Basiria macrostriata*, A: Anterior region of female body, B: Anterior region of male body, C: Head and stylet, D: Entire female, E: lateral field, F: Female tail; G: Male tail, H: Female reproductive system



شکل 2- گونه *Coslenchus gracilis*. A: لوله جنسی نماتد ماده، B: سر و استایلت، C: بخش جلویی بدن نر، D: بخش جلویی بدن ماده، E: شکل کلی بدن، F: مشبک بودن پوست و شیارهای طولی سطوح جانبی بدن، G: دم ماده، H: دم نر

Figure 2- *Coslenchus gracilis*, A: Female reproductive system, B: Head and stylet, C: Anterior region of male body, D: Anterior region of female body, E: Entire female, F: Lateral field; G: Female tail, H: Male tail

گونه، فاکتور MB 47 تا 50 درصد اما در نمونه‌های مورد مطالعه کمتر بوده 43/5 تا 48 درصد، منفذ دفعی ترشچی در شرح اصلی 60 تا 67 میکرومتر در مقابل نمونه مورد مطالعه 69 تا 76 میکرومتر، طول مری در شرح اصلی 80 تا 90 میکرومتر ذکر شده اما در نمونه مورد مطالعه 94 تا 103 میکرومتر بوده، طول دم در شرح اصلی گونه 140 تا 188 میکرومتر اما در نمونه مورد مطالعه 137/5 تا 151/5 میکرومتر دارای اختلافات ناچیزی می‌باشند. در سایر موارد خصوصیات ریخت‌سنجی گونه مورد مطالعه مشابه شرح اصلی است. بر اساس کلید شناسایی مورد استفاده، دم دراز و نخی شکل، وجود دو شیار طولی در سطوح جانبی بدن از مشخصه اصلی جدا کننده *D. longicauda* از سایر گونه‌های این جنس می‌باشد. به علت وجود شباهت بین گونه مذکور و گونه‌های *D. discolabialis* و *D. azadkashmirensis* مقایسه‌ای بین آنها صورت گرفت. گونه *D. discolabialis* با داشتن فاکتور L کمتر (0/32 - 0/27 در مقابل 0/54 - 0/51 میلی‌متر)، فاکتور a کمتر (35 - 28 در مقابل 44/5 - 42/11)، طول مری کمتر (73 - 60 در مقابل 103 - 94 میکرومتر)، طول دم کوتاه‌تر (90 - 69 در مقابل 151/5 - 137/5 میکرومتر)، فاکتور c' کمتر (16 - 12 در مقابل 26/5 - 19)، گونه *D. azadkashmirensis* نیز با دارا بودن فاکتور L کمتر (0/46 - 0/35 در مقابل 0/54 - 0/51 میلی‌متر)، استایلت بلندتر (9 - 8 در مقابل 7/5 - 6 میکرومتر)، طول مری کوتاه‌تر (90 - 85 در مقابل 103 - 94 میکرومتر)، فاکتور c' کمتر (13 - 10 در مقابل 26/5 - 19)، فاکتور v بیشتر (61 - 57 در مقابل 65/55 - 52 درصد) و طول دم کوتاه‌تر (100 - 105 در مقابل 151/5 - 137/5 میکرومتر) از گونه مورد مطالعه *D. longicauda* متمایز می‌گردد. همچنین بر اساس کلید شناسایی استفاده شده سه گونه دیگر این جنس، گونه‌های *D. brevicaudatus*، *D. attenuatus*، و *D. discretus* بواسطه داشتن چهار شیار طولی در سطوح جانبی بدن، طول دم و اندازه استایلت از سه گونه قبلی که با هم مقایسه شدند جدا می‌گردند. این گونه اولین بار توسط مقبول و شاهینا در سال 1985 از شهر سیند پاکستان گزارش گردید. همچنین توسط صدیقی و لال در سال 1992 معرفی شد. در ایران نیز تاکنون یک گونه از این جنس، *D. brevicaudatus* توسط عتیقی و همکاران در سال 1389 از باغات میوه خراسان شمالی گزارش شده است. در این بررسی گونه مورد مطالعه از خاک اطراف ریشه‌های درختان گیلاس در بخش صومای برادوست شهرستان ارومیه جمع‌آوری و شناسایی گردیده و برای اولین بار از ایران گزارش می‌گردد.

همچنین در کلید مذکور نر ناشناخته ذکر شده ولی در این مطالعه نر نیز همراه با مشخصات آن شرح داده شد. در این پژوهش گونه مذکور از خاک اطراف ریشه درختان شلیل در بخش صومای برادوست شهرستان ارومیه جمع‌آوری شده و برای فون نماتدهای ایران جدید می‌باشد.

گونه *Discotylenchus Siddiqi & Lal, 1992*
longicauda (Maqbool & Shahina, 1985)
(شکل 3)

اندازه‌ها

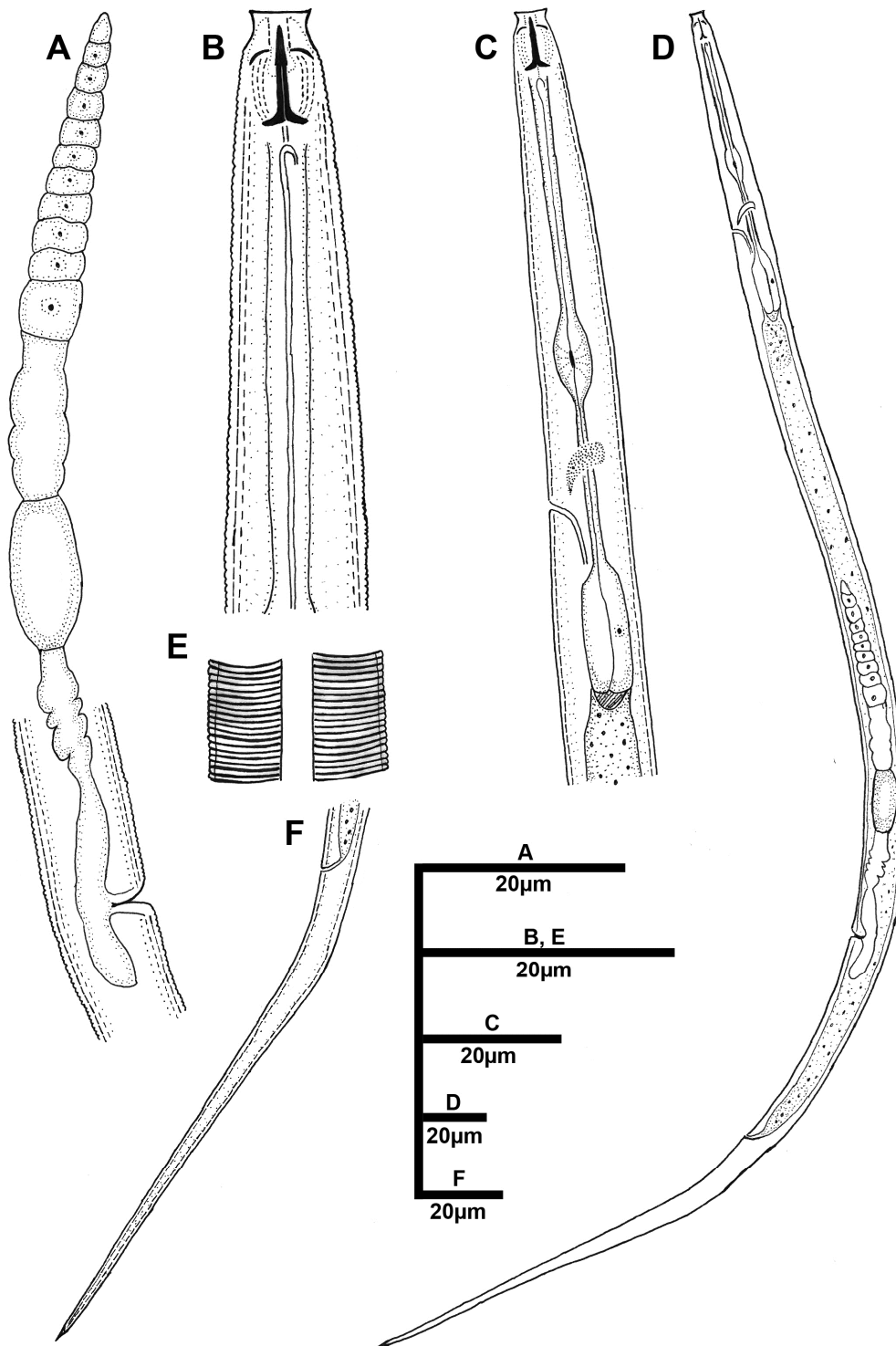
♀N= 3, L=526±12 (510-541) 0.52 μm, a=43.3±1.1 (42.1-44.5), b=5.5±0.2 (5.2-5.9), c=3.52±0.3 (3.2-3.85), c'=22.75±1.6 (19-26.5), Stylet =6.75±0.4 (6-7.5) μm, MB=45.75±1.5 (43.5-48.), M=53.25±2.1 (51-55.54), O=15.58±1.1 (14.28-16.88), PUS=12±0.8 (9.5-14), V=53.82±1.2 (52-55.65), V'=63.29±1.7 (61.14-65.44), G₁=21±2.2 (18.55-23.55), Tail length=144.5±3.5 (137.5-151.5) μm.

در نمونه‌های مورد بررسی نر یافت نشد.

مشخصات

ماده: بدن نماتد بعد از تثبیت بصورت مستقیم، پوست دارای شیارهای عرضی ظریف، سطوح جانبی بدن دارای دو شیار طولی صاف، سر صاف و در امتداد بدن ولی در ناحیه دیسک لبی با کاهش تدریجی به صورت فرورفته نسبت به بدن در می‌آید، استایلت ظریف به طول 6 تا 7/5 میکرومتر با گره‌های گرد، قسمت مخروطی استایلت یک سوم طول استایلت، محل ریزش غده پشته مری یک تا 1/5 میکرومتر پایین‌تر از گره‌های استایلت قرار دارد. مری به طول 94 تا 103 میکرومتر، حباب انتهایی مری کشیده و بلند به طول 20 تا 24 میکرومتر و عرض 4/5 تا 7 میکرومتر و بصورت اتصالی با روده، فاصله منفذ دفعی - ترشچی از ناحیه سر 69 تا 76 میکرومتر، دارای یک تخمدان که به سمت جلوی بدن کشیده شده، کیسه ذخیره اسپرم کشیده و دارای اسپرم، تخم‌ها در یک ردیف، کیسه عقبی رحم کوتاه و کمتر از یک یا هم عرض بدن در ناحیه فرج، دم کشیده و بلند به طول 93/5 تا 97/5 میکرومتر، انتهای دم نخی شکل نمی‌باشد، فاسمیدها نامشخص.

بحث: بر اساس کلید شناسایی گرارت (6) مشخصات و اندازه‌های نمونه‌های مورد بررسی با گونه *D. longicauda* مطابقت نشان می‌دهد. مشخصات و اندازه‌های گونه مورد مطالعه در شرح اصلی با مقادیر و شرحی که توسط مقبول و شاهینا در سال 1985 و نیز صدیقی و لال (1992) ارائه داده‌اند مقایسه گردید. در شرح اصلی



شکل 3- گونه *Discotylenchus longicauda*, A: لوله جنسی نماد ماده، B: سر و استایلت، C: بخش جلویی بدن، D: شکل کلی بدن، E: شیارهای طولی سطوح جانبی بدن، F: ناحیه مخرج و دم

Figure 3- *Discotylenchus longicauda*, A: Female reproductive system, B: Head and stylet, C: Anterior region of female body, D: Entire female, E: Lateral field; F: Female tail

- 1- Ahmadi K. 2013. Agricultural Statistics. Vol. 3: Garden products, Iranian Ministry of Agriculture, 144pp.
- 2- Andr ssy, I. 1982. The genera and species of the family Tylenchidae  rley, 1880 (Nematoda). The genus *Coslenchus* Siddiqi, 1978, Acta Zoologica Hungarica, 28: 193-232.
- 3- Barooti S., and Alawi A. 1381. Plant Nematology (Principles and nematodes parasites and quarantine Iran), Application of Agricultural Science, 277 pp.
- 4- De Grisse A. T. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisees dans l'etude des nematodes phytoparasitaires, Meded Rijksfaculteit der landbouwetenschappen Gent, 34: 351-369.
- 5- De Ley P., and Blaxter M. L. 2002. Systematic position and phylogeny. In: D. L. Lee (Ed.). The Biology of Nematodes, London, Taylor and Francis, 1-30 pp.
- 6- Geraert E. 2008. Tylenchidae of the world, Academic press, 540 p.
- 7- Ghaderi R., and Kargarbydeh A. 1392. The introduction of several species (*Paratylenchus* Nematoda: *Tylenchulidae*) from Iran, Journal of Plant Diseases, 49 (2): 237-250.
- 8- Ghahremani Nejad E., Niknam Gh., and Tanha Moafi Z. 1390. Introduction of *Pratylenchoides magnicauda*, *Tophurus minnesotensis* and *Xiphinema basilgoodeyi* from fields and gardens in the plains of Ardebil, Journal of Plant Pests and Diseases, 79 (2): 237-250.
- 9- Hashim Z. 1985. The status of *Neobasiria Javed*, 1982 and a re-diagnosis of *Basiria* Siddiqi, 1959 (Nematoda: Tylenchida), Nematologica, 30 (1984), 238-241.
- 10- Jenkins W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil, Plant Disease Reporter, 48, 692 pp.
- 11- Khadivi E. 1390. Fruits Cultivations (general and specialized). Publications, Training and Agriculture Extension of Tehran, 468 pp.
- 12- Moeen Rad H. 1392. Fruits Growing. Sokhan Goster Publications and Department of Science and Technology of Islamic Azad University of Mashhad. 1139 pp.
- 13- Neshat S., Khazini F., Rezaee S., and Barooti Sh. 1390. Nematodes fauna of pistachio trees in Sirjan, Journal of Plant Disease, 1 (2): 25-32.
- 14- Rafeae S., Poorjam A., and Niknam Gh. 1389. Identification of nematodes associated with fruit trees in the area of the Magi, Journal of Plant Protection, 24 (1): 69-79.
- 15- Sturhan D., and Brzeski V. 1991. *Ditylenchus*. In: Nickle W.R. (ed.) Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker Inc., New York, pp: 423-464.

ارزیابی عکس العمل تعدادی از ارقام سویا نسبت به نماتد ریشه گری *Meloidogyne javanica*

طیبه سلیمانی^۱ - مجید اولیاء^{۲*} - فریا حیدری^۳ - محمودرضا تدین^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴

چکیده

شناسایی و استفاده از ارقام مقاوم به عنوان یکی از اقتصادی‌ترین و بی‌خطرترین روش‌های مدیریتی در اولویت می‌باشد. در این تحقیق به منظور ارزیابی عکس‌العمل تعدادی از ارقام سویا نسبت به نماتد ریشه گری (*Meloidogyne javanica*)، نمونه‌های ریشه آلوده به نماتد ریشه گری از یک گلخانه گوجه فرنگی در استان اصفهان جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. توده تخم منفرد جدا شده از گال‌ها، برای تکثیر در مجاورت ریشه‌های سالم نشاء گوجه فرنگی رقم PS در گلدان‌های حاوی خاک سترون قرار داده شدند. جهت تشخیص و شناسایی گونه نماتد از خصوصیات ریخت‌شناسی و نشانگرهای مولکولی استفاده گردید و با توجه به الگوی خطوط شبکه کوتیکولی انتهای بدن ماده‌های بالغ، تکثیر باند ۶۷۰ جفت بازی از DNA استخراجی از تخم، گونه نماتد *M. javanica* شناسایی گردید. عکس‌العمل ارقام مختلف سویا شامل سحر، الیت، ویلیامز، ۰۳۳، L-17، DPX و JK به این گونه در آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور در مرحله ۵-۴ برگی ارقام سویا، تعداد ۸۰۰۰ تخم در ۲/۵ کیلوگرم خاک اطراف ریشه این گیاهان تلقیح شد. ۸۰ روز پس از تلقیح صفات رشدی و فیزیولوژیک گیاهان شامل وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی به همراه طول ریشه و اندام هوایی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه، نسبت سطح برگ (LIR)، شاخص سطح برگ (LIA) اندازه‌گیری شد. سپس برای ارزیابی میزان مقاومت ارقام، از سیستم مبتنی بر دو فاکتور تولیدمثل نماتد و میزان آلودگی ریشه استفاده شد. نتایج نشان داد که رقم JK حساس و ارقام الیت و ویلیامز متحمل می‌باشند و چهار رقم ۰۳۳، L-17، DPX و سحر مقاوم شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: سویا، مقاومت، نماتد ریشه گری

مقدمه

خود اختصاص داده‌اند (۱۴). این گیاه مورد حمله‌ی آفات و بیماری‌های متعددی قرار می‌گیرد. از جمله‌ی این بیماری‌ها می‌توان به نماتد سیست سویا و نماتد ریشه‌گری اشاره کرد (۶). نماتدهای ریشه‌گری *Meloidogyne spp.* از نظر اقتصادی مهم‌ترین نماتدهای پارازیت گیاهی در سطح جهان می‌باشند که به اغلب محصولات زراعی حمله می‌کنند (۱۱). پراکندگی جهانی، وسعت دامنه‌ی میزبانی و تعامل با سایر بیمارگرهای گیاهی در کمپلکس بیماری، آن‌ها را به عنوان یکی از ۵ عامل درجه اول بیماری‌زا در رده‌ی مهم‌ترین بیمارگرهای گیاهی، قرار داده است. این موفقیت چشمگیر بیمارگر، باعث کاهش حدود ۵٪ در تولید محصولات کشاورزی در سطح جهان شده و یکی از عمده‌ترین موانع تولید غذای مناسب در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آید (۳۳). گونه *M. javanica* در سرتاسر جهان پراکنده است و بعد از *M. incognita* دومین گونه مهم نماتد ریشه‌گری در جهان است و در ایران مهم‌ترین گونه این نماتد به شمار می‌رود. با توجه به این‌که اغلب روش‌های کنترل نماتدها یا کارایی لازم را نداشته و یا در برخی موارد نظیر مبارزه شیمیایی برای سلامتی انسان و محیط زیست مضر

سویا (*Glycine max*) در خانواده Leguminosae و جنس گلیسین طبقه‌بندی می‌شود (۴) و مهم‌ترین گیاه تیره حبوبات در دنیاست که به دلیل مقادیر بالای روغن و پروتئین در دانه، در بین گیاهان زراعی دانه‌ای بی‌رقیب است (۱۴). سویا به عنوان گیاه دانه روغنی در فرآورده‌های غذایی استفاده می‌شود. کنجاله سویا نیز جهت خوراک انسان یا دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصرف روغن و کنجاله سویا دو دلیل عمده‌ی گسترش توسعه‌ی این گیاه به عنوان یک محصول اساسی می‌باشد (۴). سطح زیر کشت این گیاه در ایران در سال زراعی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ حدود ۸۲۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن ۱۲۹۵۳۱ تن برآورد شده است. استان‌های گلستان، مازندران و اردبیل به ترتیب ۶۲/۱، ۳۰ و ۷/۴۴ درصد از سطح زیر کشت این گیاه را به

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه شهرکرد، ایران
(Email: olia100@yahoo.com)
(*)- نویسنده مسئول:

۴- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، ایران

مواد و روش‌ها

شناسایی گونه و تهیه جمعیت نماتد

جهت تهیه نماتد در سال ۱۳۹۲ نمونه‌های گوجه فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی از یک گلخانه در استان اصفهان جمع‌آوری شد. پس از شستشوی ریشه، تک توده تخم‌ها از آن جدا شده و در روی گوجه فرنگی رقم حساس PS تکثیر گردید. تشخیص ریخت‌شناسی گونه نماتد، پس از تهیه اسلاید دائمی، با استفاده از نقوش انتهایی بدن ماده و خصوصیات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی ماده و لاروهای سن دوم (J_2) صورت پذیرفت. برای شناسایی مولکولی گونه نماتد با استفاده از پرایمرهای اختصاصی، DNA به روش سیلوا و همکاران (۳۳) استخراج گردید. برای انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمرز، از یک جفت آغازگر اختصاصی (OPAFjav/OPARjav) معرفی شده توسط زایلسترا و همکاران (۳۹) استفاده شد. پس از شناسایی گونه مورد نظر، جهت تکثیر نهایی برای به دست آوردن جمعیت نماتد، از بوته‌های گوجه فرنگی ۲۰ روزه رقم PS استفاده گردید و پس از گذشت ۶۰ روز جمعیت کافی جهت مایه‌زنی به دست آمد.

ارزیابی ارقام

به منظور ارزیابی مقاومت، ارقام سویا شامل سحر، البت، ویلیامز، ۰۳۳، L-17، DPX و JK در گلدان‌های ۲/۵ کیلوگرمی خاک شنی لوم (۶۰٪ شن، ۲۶٪ سیلت و ۱۴٪ رس) ضد عفونی شده با متیل بروماید کشت گردیدند. پس از استخراج و ضد عفونی تخم‌ها به وسیله هیپوکلریت سدیم، تعداد ۸۰۰۰ تخم نماتد در نزدیکی ریشه بوته‌های سویا که ۲۷ روز از کاشت آن‌ها می‌گذشت مایه‌زنی شد (۲۶). در طول آزمایش دمای گلخانه بین ۲۲ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. مقدار کلی سبزی‌گی برگ‌ها پس از گذشت دو ماه از زمان تلقیح با دستگاه کلروفیل متر مدل CL-01 اندازه‌گیری شد. پس از گذشت ۸۰ روز از زمان تلقیح، بوته‌های سویا از گلدان بیرون آورده شده و هر یک در تشت بزرگ حاوی آب شستشو داده شدند. وقتی ریشه‌ها کاملاً تمیز شدند، در روی کاغذ خشک کن آب آن‌ها گرفته شده و شاخص‌های رشدی گیاه از جمله وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی به همراه طول ریشه و اندام هوایی اندازه‌گیری شد. صفات فیزیولوژیک ارقام سویا از جمله تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، LAR (نسبت سطح برگ)، LAI (شاخص سطح برگ) تعیین شد. شاخص‌های آلودگی به نماتد شامل تعداد گال، تعداد توده تخم، تعداد تخم داخل هر توده و تعداد لارو سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک که به روش جنکینز (۱۷) از خاک استخراج شدند، اندازه‌گیری شد. شاخص گال و فاکتور تولیدمثل (R_f) نماتد تعیین گردید. فاکتور تولیدمثل از طریق فرمول $R_f = Pf/Pi$ که در آن R_f

شناخته شده‌اند و همچنین حساسیت رقم‌های سویا به یک گونه نماتد معین، به مقدار قابل توجهی متفاوت است. لذا شناسایی و استفاده از ارقام مقاوم به نماتد به عنوان اقتصادی‌ترین و بی‌خطرترین روش‌های مدیریتی امری لازم و ضروری است (۱۹). نیبلاک و همکاران (۲۹) تأثیر شرایط آب و هوایی، سطوح مایه تلقیح نماتد ریشه‌گرهی ($M. incognita$) و ژنوتیپ سویا را بر روی برهمکنش نماتد و سویا بررسی کردند. کین‌لوک و همکاران (۲۱)، ۴۱ رقم سویا را برای کشت در خاک‌های آلوده به نماتد ریشه‌گرهی $M. incognita$ از نظر میزان محصول و تعداد گال‌های روی ریشه مورد مقایسه قرار دادند و از بین آن‌ها ۱۳ رقم برای کشت در زمین‌های آلوده مناسب معرفی شدند. کیرک پاتریک و مای (۲۲) مناسبیت میزبانی ارقام مختلف سویا برای نماتدهای $M. Incognita$ و $M. arenaria$ را مورد ارزیابی قرار دادند. در مطالعه‌ای، تعدادی از ارقام سویا از نظر میزان مقاومت به دو نژاد از $M. arenaria$ مورد سنجش قرار گرفتند (۲۳). در شمال غربی آرژانتین، میزان مقاومت لاین‌ها و ارقام مختلف سویا به نماتد ریشه‌گرهی ($M. javanica$) ارزیابی شد و از بین ۱۹ رقم مورد بررسی ۱۰ رقم کمی مقاوم و بقیه حساس بودند (۱۲). مطالعه‌ای در خصوص پاسخ تعدادی از ارقام سویا به نماتد $M. javanica$ و نژادهای ۱، ۲، ۳ و ۴ نماتد $M. incognita$ صورت پذیرفت (۲۸). اگباجی و اوولولا (۳۰) عکس‌العمل ارقام سویا به نماتد ریشه‌گرهی ($M. javanica$) را ارزیابی کردند. تغییرات سه عنصر نیتروژن، فسفر و کلسیم در سویای آلوده به نماتدهای $M. incognita$ و $M. javanica$ توسط کارنرو و همکاران مورد مطالعه قرار گرفت (۱۰) و اثر کود اوره بر نماتد ریشه‌گرهی سویا ($M. javanica$) توسط اگو بررسی شد (۱). خالق اوزاما (۲۰) تأثیر سطوح مایه تلقیح نماتد ریشه‌گرهی ($M. javanica$) را بر رشد و باروری سویا مطالعه کرد. در مطالعه‌ای دیگر، واکنش ارقام سویا و پنبه به جمعیت‌هایی از نماتد $M. javanica$ و $M. incognita$ در زیمبابوه مورد ارزیابی قرار گرفت (۲۴). استیرلینگ و همکاران (۳۵) واکنش ارقام سویا و دیگر لگوم‌ها را به $M. incognita$ و $M. javanica$ مورد بررسی قرار دادند، به جز رقم استوارت، روی ریشه همه‌ی ارقام سویای مورد مطالعه، گال‌های زیادی ایجاد شد. اگو (۲) اثر کشت مخلوط را روی نماتد ریشه‌گرهی سویا ارزیابی کرد. بررسی منابع علمی نشان می‌دهد که تاکنون در ایران به ارزیابی برهمکنش نماتد ریشه‌گرهی و سویا پرداخته نشده است. اما، نیاز تولیدکنندگان سویا در راستای کاهش میزان خسارت نماتد ریشه‌گرهی و محدودیت استفاده از مبارزه شیمیایی، همچنین، طیف وسیع ارقام مورد استفاده برای کاشت این محصول، جستجوی دقیق‌تر منابع مقاومت برای شناسایی و معرفی ارقام مقاوم به این نماتد را ضروری می‌سازد. هدف از این پژوهش ارزیابی عکس‌العمل ۷ رقم سویای رایج در ایران نسبت به نماتد ریشه‌گرهی $M. javanica$ و معرفی ارقام مقاوم یا متحمل نسبت به این نماتد است.

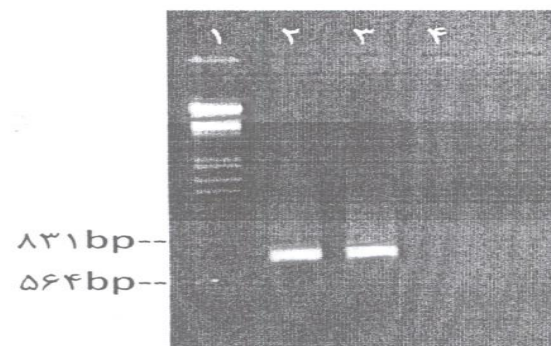
نتایج تحلیل داده‌ها نشان دهنده افزایش طول ریشه‌های سالم ارقام سویا نسبت به ریشه‌های آلوده بوده است و بیشترین طول ریشه را رقم سحر داشته است (شکل ۲). هورمون اکسین، باعث القای ریشه‌زایی می‌شود لیکن، پس از ریشه‌زایی، افزایش غلظت اکسین و در صورت باقی ماندن در ریشه، مانع از رشد ریشه می‌شود. در نتیجه طول ریشه‌های آلوده به نماتد نسبت به ریشه‌های سالم کوتاه‌تر است. با توجه به شکل ۳ می‌توان دریافت که بیشترین وزن تر ریشه را تیمارهای آلوده به نماتد داشته‌اند که با تیمار سالم کاملاً تفاوت معنی داری را داشته است و این افزایش وزن تر ریشه در رقم JK مشهودتر است که با رقم الیت تفاوت معنی‌داری دارد (شکل ۳). همزمان با ورود لارو سن دو نماتد ریشه گرهی به ریشه، نماتد آنزیم پروتئاز را ترشح می‌کند که باعث شکستن پروتئین‌های گیاه میزبان به اسیدهای آمینه می‌شود. افزایش اسیدهای آمینه به خصوص تریپتوفان، که پیش نیاز تولید ایندول استیک اسید است، موجب تجمع اکسین و عدم تعادل هورمونی در محل تغذیه نماتد می‌گردد. در این مکان‌ها به جای رشد طولی سلول‌های پارانشیمی پوست، رشد عرضی اتفاق می‌افتد و موجب هایپرتروفی شده و ایجاد گال یا غده در محل ورود لارو سن دوم می‌کند (۱۵). همچنین افزایش ریشه‌های فرعی (واکنش میزبان نسبت به وجود نماتد) توسط نماتد ریشه‌گرهی، عامل اصلی افزایش وزن در ریشه تیمارهای آلوده می‌باشد. به دلیل اینکه نماتد ریشه‌گرهی دائماً باعث تحریک تولید اکسین می‌شود (۸)، بنابراین همیشه در ریشه اکسین وجود دارد. از طرفی، به دلیل اینکه سلول‌های غول‌آسا قسمت زیادی از مواد غذایی تولید شده توسط گیاه را در اختیار نماتد می‌گذارند (۸)، کل سیستم ریشه گیاه با ضعف مواد غذایی روبه‌رو می‌شود و در نتیجه اختلالات رشدی ایجاد شده، رشد طولی ریشه تیمارهای آلوده نسبت به تیمارهای سالم کاهش می‌یابد. به طبع بیشترین وزن خشک ریشه نیز مانند وزن تر ریشه، مربوط به تیمارهای آلوده است (شکل ۴). همچنین کاهش رشد ریشه را می‌توان مربوط به اختلالات ایجاد شده در نوک ریشه دانست. زیرا نماتد ریشه‌گرهی با حمله به نوک ریشه باعث توقف رشد طولی در قسمت‌های مورد حمله می‌گردد و گیاه را به تولید ریشه‌های فرعی تحریک می‌کند اما با تشکیل ریشه‌های فرعی، نماتد به آن‌ها نیز حمله کرده و از رشد آن‌ها ممانعت می‌کند و به این ترتیب باعث کوتاهی ریشه‌ها می‌گردد (۳۳). در نتیجه کاهش طول ریشه جذب مواد غذایی نیز کمتر می‌شود. از طرف دیگر بخشی از مواد غذایی که توسط ریشه جذب شده توسط نماتدها و قسمتی هم توسط سلول‌های غول‌آسا مصرف می‌شود. وزن تر و طول شاخساره به دلیل کاهش جذب مواد غذایی و کاهش میانگین‌ها در تیمارهای آلوده کاهش یافت (شکل ۵ و ۶). در مورد وزن خشک ساقه نیز با بررسی آنالیزها می‌توان به این نتیجه رسید که تیمارهای سالم دارای بهترین و بیشترین وزن خشک بوده و از سویی با تیمارهای آلوده تفاوت کاملاً معنی‌داری را دارند (شکل ۷).

برابر با فاکتور تولیدمثل، Pf برابر جمعیت نهایی و Pi جمعیت اولیه است، محاسبه گردید (۳) و شاخص گال به روش هاسی و جنسن (۱۶) و براساس سیستم درجه بندی ۵-۰ محاسبه شد. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار پایه‌ریزی و به مرحله اجرا درآمد. کلیه داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی آنالیز شدند. جدول تجزیه واریانس رسم شده و میانگین‌های معنی‌دار شده در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون Fishers LSD مورد مقایسه قرار گرفت. عکس‌العمل میزبان با توجه به میزان گال ایجاد شده و تولیدمثل نماتد بر اساس سیستم کانتوسنز (۹) ارزیابی شد.

نتایج و بحث

شناسایی گونه

با استفاده از اندازه‌گیری‌های ریخت‌سنجی و بررسی‌های ریخت‌شناسی نماتدهای ماده و مقایسه این مشخصات با منابع (۱۸) گونه مورد نظر شناسایی شد. جفت آغازگر OPAFjav/OPARjav یک قطعه ۶۷۰ جفت بازی را در گونه *M. javanica* تکثیر نمود (شکل ۱) که با نتایج به دست آمده توسط عسکریان و همکاران (۷) مطابقت دارد.



شکل ۱- تکثیر قطعه ۶۷۰ جفت بازی با استفاده از جفت آغازگرهای

اختصاصی OPAFjav و OPARjav

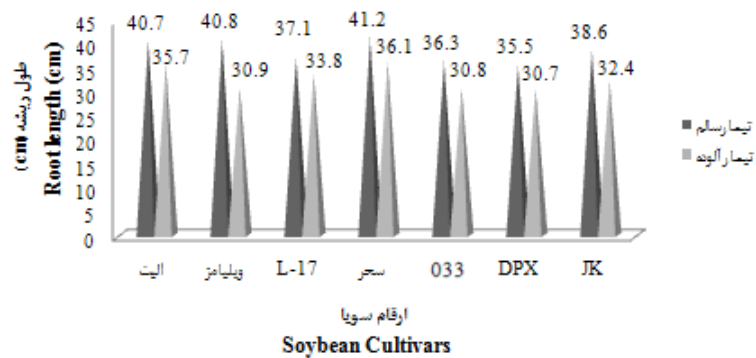
Figure 1- Amplification of the 670 bp of PCR product respectively using primers OPAFjav and OPARjav

ارزیابی عکس‌العمل ارقام سویا

الف) ارزیابی ارقام بر اساس مقایسه صفت‌های رشدی

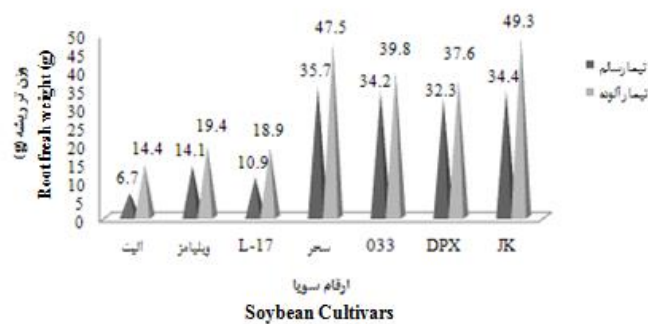
گیاه میزبان

صفات رشدی گیاه میزبان مانند وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی به همراه طول ریشه و اندام هوایی ارقام سویا در تیمارهای شاهد و آلوده به نماتد مورد بررسی قرار گرفتند.



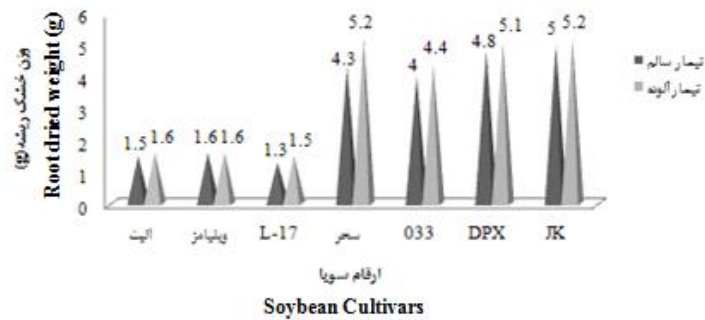
شکل ۲- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر طول ریشه ارقام سویا

Figure 2- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on root length of soybean cultivars



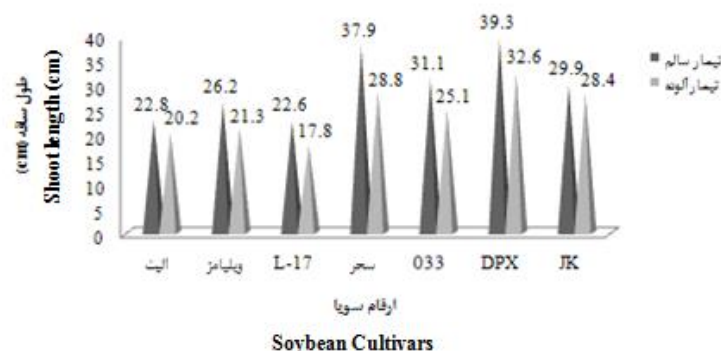
شکل ۳- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر وزن تر ریشه ارقام سویا

Figure 3- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on root fresh weight of soybean cultivars



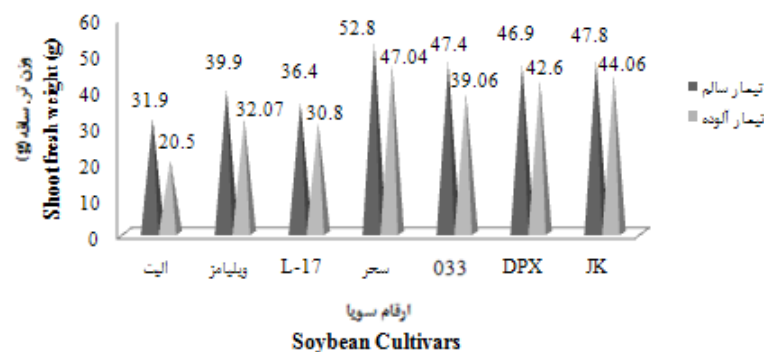
شکل ۴- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر وزن خشک ریشه ارقام سویا

Figure 4- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on root dried weight of soybean cultivars



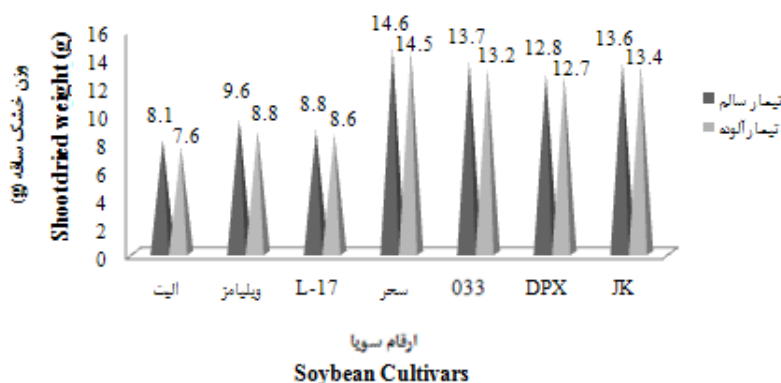
شکل ۵- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر طول ساقه ارقام سویا

Figure 5- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on shoot length of soybean cultivars



شکل ۶- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر وزن تر ساقه ارقام سویا

Figure 6- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on shoot fresh weight of soybean cultivars



شکل ۷- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر وزن خشک ساقه ارقام سویا

Figure 7- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on shoot dried weight of soybean cultivars

بوته‌های سالم و آلوده به نماتد در صفت مذکور تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۸). تعداد غلاف در بوته از ویژگی‌های مربوط به رقم گیاه می‌باشد، با توجه به شکل می‌توان دریافت که در هر دو سطح تیمارها، رقم سحر به نسبت سایر ارقام، دارای بیشترین تعداد

ب) ارزیابی ارقام بر اساس مقایسه صفات فیزیولوژیک گیاه میزبان

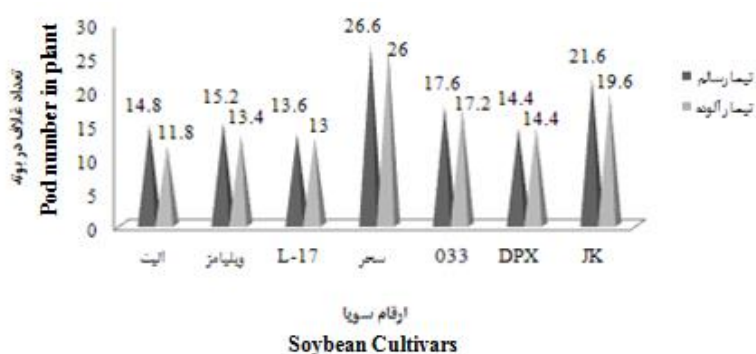
با بررسی مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته تعیین شد که بین

میزان آب لازم برای گیاه خواهد شد به نوعی که گیاه حالت پژمردگی و کم آبی را در خود نشان می‌دهد و یکی از آثار کم آبی، کاهش رشد سلولی و بنابراین کاهش نسبت و حتی شاخص سطح برگ شده است چرا که شاخص سطح برگ برابر است با نسبت سطح برگ به سطح خاک اشغال شده و نسبت سطح برگ برابر است با سطح برگ به وزن خشک برگ (cm^2/g) که این میزان در تیمارهای آلوده بسیار پایین است. از طرف دیگر در تیمارهای سالم در هر دو صفت اندازه گیری شده، رقم سحر دارای بیشترین میزان نسبت و شاخص سطح برگ است (شکل ۱۲ و ۱۳). از آنجایی که ریشه‌های آلوده نمی‌توانند وظیفه خود را به خوبی انجام دهند و کم آبی در گیاه به وجود می‌آید، بنابراین گیاه برای حفظ بقا و فرار از تنش کم آبی مکانیسم‌هایی را به کار می‌گیرد. برگ‌ها ممکن است سرعت تعرق و دریافت انرژی ناشی از تابش خورشید را بوسیله لوله‌ای شدن کاهش دهند. یکی از اثرات دیگر کم آبی، کاهش رشد سلولی و در نتیجه کاهش گسترش سطح برگ است (۳۶). وقتی گیاهان با کم آبی مواجه می‌شوند، انعطاف‌پذیری دیواره سلول‌های در حال رشد برگ‌ها و ساقه‌ها عمدتاً کم شده و با کاهش تورژسانس سلولی توسعه سلول و در نتیجه رشد برگ کاهش می‌یابد (۵).

ج) ارزیابی ارقام بر اساس شاخص‌های آلودگی به نماتد

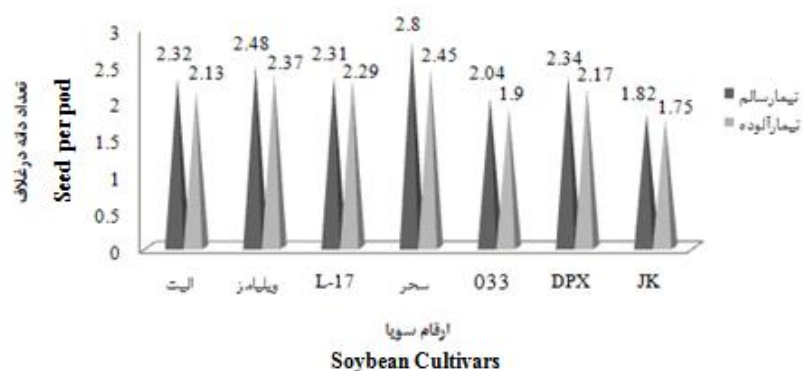
میانگین‌های به دست آمده برای هر رقم با آزمون Fishers LSD مقایسه شدند که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. همان‌طور که در این جدول دیده می‌شود رقم JK بیشترین و رقم سحر کمترین میزان جمعیت نهایی نماتد را دارا هستند. برای ارزیابی میزان مقاومت ارقام از دو فاکتور تولید مثل و شاخص گال استفاده شد (جدول ۲).

غلاف در بوته است. ویور و همکاران (۳۸) گزارش کردند که ارقام رشد محدود سویا به علت داشتن شاخه‌های فرعی بیشتر و در نتیجه داشتن مکان‌های تشکیل غلاف افزون‌تر، می‌توانند تعداد غلاف بیشتری در هر بوته تولید کنند. تعداد دانه در غلاف هم صفتی وابسته به ژنوتیپ و تا حد زیادی مستقل از عوامل محیطی می‌باشد و تنش‌های محیطی خاصی در دوره تشکیل دانه بر آن تأثیر می‌گذارند. ضمن اینکه این قبیل تنش‌ها نیز بیش از آنکه باعث کاهش تعداد دانه در غلاف شوند موجب ریزش گل‌ها و غلاف‌ها و در نتیجه کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شوند و اگر در دوره پر شدن دانه رخ دهند کاهش وزن دانه‌ها را در پی دارند (۱۳). در این خصوص نتایج نشان داده است که تعداد دانه در غلاف صفتی کاملاً ژنتیکی است که بین ارقام تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهد ولی ارقام تحت تأثیر آلودگی به نماتد قرار نگرفته‌اند (شکل ۹). صفت وزن صد دانه در بررسی‌ها تعیین شد که رقم L-17 دارای بیشترین وزن بوده که حتی در تیمارهای آلوده و سالم این رقم، رقم بهتری بوده است (شکل ۱۰). وزن صد دانه صفتی است که وابستگی بیشتری به ویژگی‌های ژنتیکی ارقام دارد و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۲۵). وزن صد دانه جزء با ثبات عملکرد دانه می‌باشد که در اکثر گیاهان زراعی تغییرات آن در حد کم و ناچیز می‌باشد و وزن هر دانه در یک رقم معین، ویژگی تا حدی ثابتی است (۳۲). پوناویت و همکاران (۳۱) نشان دادند که وزن دانه در تنظیم عملکرد دانه جزء مؤثری می‌باشد اما نسبت به سایر اجزای عملکرد از حساسیت کمتری برخوردار است. تیمارهای آلوده دارای میزان بسیار پایینی از کلروفیل بوده که میزان کلروفیل در رقم الیت کمتر از سایر ارقام است (شکل ۱۱). زردی برگ‌ها از علائم عمومی حمله نماتدها به گیاه می‌باشد. ملاکبرهان و همکاران (۲۷)، کاهش مقدار فتوسنتز را بر اساس کاهش مقدار کلی کلروفیل در گیاه لوبیا می‌دانند. حضور نماتد در کنار گیاه سبب کاهش



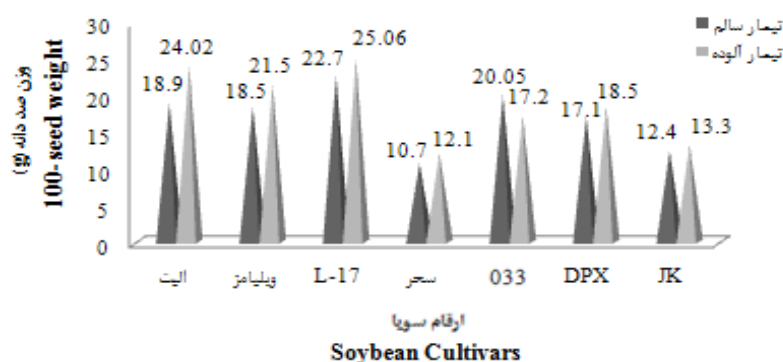
شکل ۸- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر تعداد غلاف در بوته ارقام سویا

Figure 8- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on pod number in plant of soybean cultivars



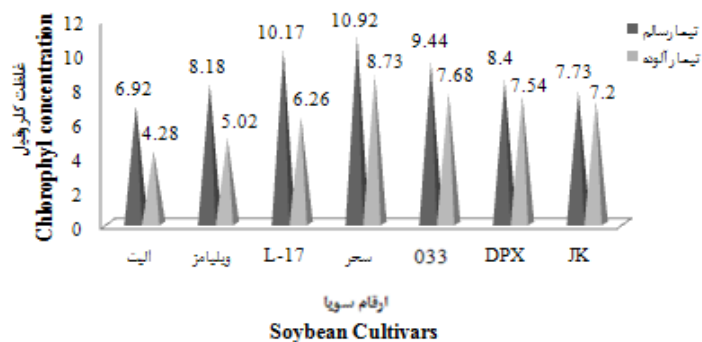
شکل ۹- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر تعداد دانه در غلاف ارقام سویا

Figure 9- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on seed per pod of soybean cultivars



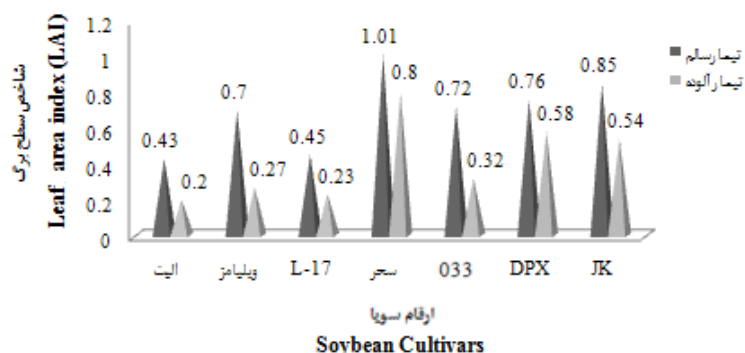
شکل ۱۰- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر وزن صد دانه ارقام سویا

Figure 10- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on 100- seed weight of soybean cultivars



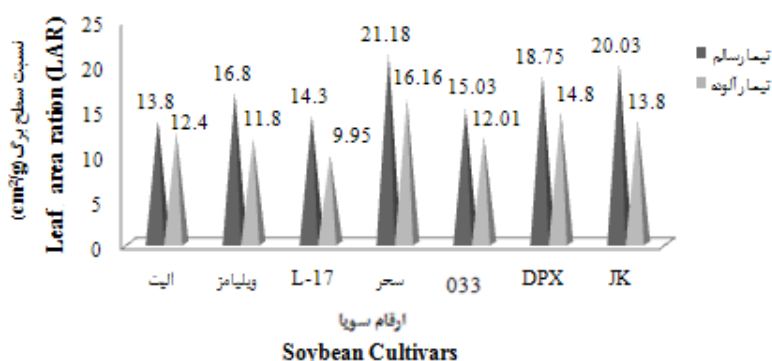
شکل ۱۱- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر غلظت کلروفیل ارقام سویا

Figure 11- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on chlorophyll concentration of soybean cultivars



شکل ۱۲- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر شاخص سطح برگ ارقام سویا

Figure 12- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on leaf area index of soybean cultivars



شکل ۱۳- مقایسه عددی تأثیر تیمارهای سالم و آلوده به نماتد بر نسبت سطح برگ ارقام سویا

Figure 13- Mean numeral of effect of healthy and infested by nematode treatments on leaf area ration of soybean cultivars

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص‌های نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica* در ارقام سویا

Table 1- Mean comparison of effect of treatments on the indices of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in soybean cultivars

Cultivars							شاخص گال Gall Index
تیمار ارقام Cultivars Treatment	تعداد گال در یک گرم ریشه No. of gall/1 g root	تعداد توده تخم در یک گرم ریشه No. of egg mass/ g root	تعداد تخم در توده تخم No. of Egg/egg mass	جمعیت لارو سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک J2/100 g soil	جمعیت نهایی Final population	فاکتور تولید مثل Reproductive factor	
JK	37 ^a	381.4 ^a	5.6 ^a	70.2 ^a	90981.2 ^a	11.37 ^a	2.65 ^a
الیت (Elit)	11.4 ^{bc}	176 ^b	3.8 ^b	57.2 ^{ab}	8700 ^b	1.088 ^b	0.9 ^{bc}
ویلیامز (Williams)	16.8 ^b	61.06 ^b	3 ^{bc}	55.2 ^a	8620 ^b	1.08 ^b	1.3 ^b
L-17	17.6 ^b	154 ^b	2.6 ^c	46.6 ^{bc}	7150 ^c	0.89 ^c	1.36 ^b
۰۳۳ (033)	13.4 ^{bc}	71.2 ^c	1 ^d	44.6 ^{bc}	3120 ^e	0.38 ^e	1.06 ^{bc}
DPX	14.2 ^{bc}	101.4 ^c	1.2 ^d	39.2 ^{bc}	3690 ^d	0.46 ^d	1.1 ^{bc}
سحر (Sahar)	8.2 ^c	0 ^d	0 ^e	32.6 ^c	9910 ^f	0.00 ^f	0.6 ^c

اعداد میانگین پنج تکرار هر تیمار می‌باشند؛ ستون‌های دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون Fishers LSD دارای اختلاف معنی‌دار نیستند

Data are means of five replicates; Bars with the same letters are not significantly different at 5% level according to Fishers LSD test

جدول ۲- ارزیابی ارقام بر اساس سیستم کانتو سنز (۱۹۸۵)

Table 2- Evaluate of cultivars on Canto-Saenz (1985)

درجه مقاومت	شاخص گال	فاکتور تولید مثل	تیمار ارقام
Resistance grade	Gall index	Reproductive factor	Cultivars treatment
Sensitive	2.65	11.37	JK
Tolerance	0.9	1.088	الیت (Elit)
Tolerance	1.3	1.08	ویلیامز (Williams)
Resistance	1.36	0.89	L-17
Resistance	1.06	0.38	۰۳۳ (033)
Resistance	1.1	0.46	DPX
Resistance	0.6	0.00	سحر (Sahar)

همکاران (۲۴)، نشان دادند ارقام Soma, Viking, Gazelle, Prima و Storm, SNK 60, Solitaire, Soprano نسبت به نماتدهای *M. javanica* و نژادهای ۱ و ۳ *M. incognita* حساس‌اند و رقم A 7119 تنها به نژاد ۱ *M. incognita* مقاوم می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین ارقام مختلف سویا درجات متفاوتی از حساسیت، تحمل تا مقاومت به نماتد ریشه‌گرهی وجود دارد. این موضوع نشان می‌دهد که پژوهشگران می‌توانند با اصلاح و اصول به‌نژادی، ارقام متحمل و یا مقاوم به نماتد سویا را تولید نمایند و کشاورزان می‌توانند با انتخاب ارقام مقاوم سویا به نماتد ضمن کاهش خسارت این آفت به گیاهان و جلوگیری از کاهش عملکرد، از بکارگیری روش‌های شیمیایی کنترل نماتد اجتناب نمایند. این موضوع با توجه به اینکه تاکنون در ایران مطالعه‌ای در این خصوص صورت نگرفته است، اهمیت بیشتری دارد. با توجه به اهمیت مقاومت به نماتد ریشه‌گرهی پیشنهاد می‌گردد که تعداد واریته‌های بیشتری از گیاه سویا نسبت به نماتد ریشه‌گرهی مورد ارزیابی قرار گیرد تا ارقام مقاوم شناخته شده و به کشاورزان معرفی گردند و یا در برنامه‌های اصلاحی به عنوان منابع مقاومت به این نماتد استفاده شوند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای دکتر علی اکبر فدایی تهرانی، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد که در انجام این تحقیق کمک شایانی نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

بر این اساس رقم JK با داشتن بیشترین شاخص گال و فاکتور تولید مثل، نسبت به نماتد *M. javanica* حساس بوده و دو رقم الیت و ویلیامز به ترتیب با داشتن ۰/۹ و ۱/۳ شاخص گال، متحمل بوده و ارقام L-17، ۰۳۳، DPX و سحر مقاوم به این نماتد شناخته شدند. در واقع معیار بسیار مهمی که بتوان بر اساس آن تعیین کرد که کدام رقم گیاه نسبت به نماتدهای ریشه‌گرهی بیشتری یا کمترین مقاومت را دارد، شاخص‌های گال و میزان زادو ولد نماتد ماده است. نظر به جدول فوق می‌توان دریافت که مقاوم‌ترین رقم سویا نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica*، رقم سحر می‌باشد که بر اساس تعریف رقمی مقاوم است که عامل بیمارگر توان تولید مثل و تکثیر را در گیاه میزبان نداشته باشد که در این مطالعه نیز در رقم سحر این موضوع مشهود و نمایان بوده است. نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در سایر کشورها نشان داده است ارقام EEAOC 1, SPS 5x9 RR, DM 8473, SRM 6900 RR, EEAOC 2, SRM 4901 RR, EEAOC 3, EEAOC 4, EEAOC 5, EEAOC 6, EEAOC 7, EEAOC 8 و NS 7211 RG به نماتد *M. javanica* کمی مقاوم و واریته‌های TJ 2175 RR, TJ, Munasqa RR, RA 744 RR, DM 8576 RR, EEAOC 6, DM 2264 RR, EEAOC 7, EEAOC 8 و NS 7211 RG حساس هستند (۱۲). در آزمایشی که توسط مندرس و رودریگوئز (۲۸) انجام شد، ارقام FT-29, BR-30, EMGOPA-306, BR-30, GOBR-25, MSBR-34, Cometa و Palmetto نسبت به نماتد *M. javanica* مقاوم معرفی شدند. در مطالعات اگباجی و اوولولا (۳۰) سه رقم میان‌رس TGX 297-10F و TGX 539-5E، TGX 536-02D و نسبت به نماتد *M. javanica* مقاوم شناخته شدند. کاتیوایو و

منابع

- 1- Ago C.M. 2002. Effect of Urea Fertilizer on Root-Gall Disease of *Meloidogyne javanica* in Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). Sustainable Agriculture, 20:95-100.
- 2- Ago C.M. 2008. Effects of intercropping on Root-Gall Nematode Disease on Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). Vol.

- I. New York Science Journal.
- 3- Alan Walter S., Wehner T.C., and Barker K.R. 1999. Green house and field resistance in cucumber to root-knot nematode. *Nematology*, 1:279-284.
- 4- Amani F. 2006. Effects of sulfur on the gland packing, biological nitrogen fixation and absorption of some nutrients in two soybean cultivars. Thesis of Soil Sciences. Faculty of Agriculture. Shahrekord. (In Persian).
- 5- Amarjit S., and Basra R. 1958. Mechanisms of environmental stress resistance in plants. Thenetherlands by Harwood Academic Publishers.
- 6- Arthur Geoffrey N. 1950. Soybean Physiology agronomy and utilization. New York: Academic Press.
- 7- Asgarian H., Sharifnabi B., Olia M., Mehdikhani-moghadam A., and Akhavan A. 2009. Identified *Meloidogyne javanica* by using f morphological and morphmeterical and spesies specific primers in Kerman. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 47: 279-289. (In Persian).
- 8- Berg R.H., and Tylor C.G. 2008. Cell biology of plant nematode Parasitism. Heidelberg. Germany.
- 9- Canto-Saenz M. 1985. The nature of resistance to *M. incognita*. In: J.N. Sasser and C.C. Carter (Eds.), an advanced treaties on *Meloidogyne*. Vol. I. North Carolina State University Graphics, Raleigh, USA, pp: 225-231.
- 10- Carneiro R.G., Mazzafera P., Ferraz L.C.C.B., Muraoka T., and Trevelin P.C.O. 2002. Uptake and translocation of nitrogen, phosphorus and calcium in soybean infected with *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Fitopatologia Brasileira*, 27:141-150.
- 11- Chen P., and Robert P.A. 2003. Virulence in *Meloidogyne hapla* differtiat by resistance in root-knot nematode. *International Nematology Network Newsletter*, 7:13-14.
- 12- Coronel N.B., Devani M.R., Ledesma F., and Sanchez J.R. 1998. Evaluation for resistance in soybean breeding lines and cultivars to *Meloidogyne javanica* in Northwest Argentine.
- 13- Egli D.B. 1975. Rate of accumulation of dry weight in seed of soybeans and its relationship to yield. *Can. J. Plant*, 55: 215-219.
- 14- Heydari R., Pourjam A., tanha-maafi Z., and Safai N. 2008. Evaluation of some common soybean cultivars to the major type of the soybean cyst nematode of Iran, *Heterodera glycines* HG Type 0. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 44: 319-329. (In Persian).
- 15- Hirshmann H. 1985. The genus *Meloidogyne* and morphological characters differentiating its species. In: Sasser J.N. and Carter C.C. (eds), *An University Graphics*, pp: 79-93.
- 16- Hussey R.S., and Jenssen G.J.W. 2002. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species. In: Starr J.L. Cook R. and Brige j. (eds), *Plant resistance to parasitic nematodes*, CAB International, pp. 69-76.
- 17- Jenkins W.R. 1964. A rapid centrifugal-floatation technique for separating nematode from soil. *Planta disease*, 48:692-700.
- 18- Jepson S.B. 1987. Identification of root-knot nematode (*Meloidogyne* species). C.A.B. International, Wallingford, Oxon, United Kingdom, pp: 265.
- 19- Kaplan D. 1982. Plant resistance to nematode symposium introduction. *Nematology* 14:1-2.
- 20- Khalequzzaman K.M. 2003. Effect of Inocula Levels of *Meloidogyne javanica* and *Sclerotium rolfsii* on the Growth, Yield and Galling Incidence of Soybean. *Plant Pathology Journal*, 2:56-64.
- 21- Kinloch R.A., Hiebsch C.K., and Peacock H.A. 1987. Evaluation of soybean cultivars for production in *Meloidogyne incognita*-infested soil. *Annals of applied Nematology*, 1: 32-34.
- 22- Kirkpatrick T.L., and May M.L. 1989. Host suitability of soybean cultivars for *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*. *Supplement to Journal of Nematology*, 21: 666-670.
- 23- Koenig S.R., and Barker K.R. 1992. Field evaluation of selected soybean cultivars for resistance to two races of *Meloidogyne arenaria*. *Supplement to journal of Nematology*, 24: 735-737.
- 24- Kutywayo V., Kutywayo D., and Gwata E. 2006. Reaction of cotton and soybean cultivars to populations of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* in Zimbabwe. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 4:223-227.
- 25- Lafond G.P. 1994. Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero-tillmanagement. *Can. Plant Sci.*, 74:703-711.
- 26- Maleki Ziarati H., Roostai A., Sahebai N., Etebarian H., and Aminian H. 2010. Study of Biological Control of Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica* (Trube) Chitwood, in Tomato by *Trichoderma harzianum* Rifai in Greenhouse and Quantitative Changes of Phenolic Compounds in Plant. *Seed and Plant Production Journal*, 2:1-25. (In Persian with English abstract)
- 27- Melakeberhan H., Webster J.M., Brooke R.C., Dauria J.M., and Cackette M. 1987. Effect of *Meloidogyne incognita* on plant nutrient concentration and its influence on the physiology of beans. *Journal of Nematology*, 19:324-330.
- 28- Mendes M., and Rodriguez P.B.N. 2000. Remove from marked records reaction of soybean cultivars to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* races 1, 2, 3 and 4. *Nematologia Brasileira*, 24: 211-217.
- 29- Niblack T.L., Hussey R.S., and Boerma H.R. 1986. Effects of Environments, *Meloidogyne incognita* Inoculum Levels, and *Glycine max* Genotype on Root-knot Nematode-Soybean Interactions in Field Microplots. *J Nematol*, 18:338-346.
- 30- Ogbuji R.O., and Awolola T.A. 2001. Studies on the reactions of soybean cultivars to the root-knot nematode,

- Meloidogyne javanica* infections and their nodulation ability in the soil. Agro-Science, 1: 63-66.
- 31- Penleit C.G., Egli D.B., Cornelius P.L., and Reikosky D.A. 1980. Variation and association of kernel growth characteristics in maize populations. Crop Sci., 20:766-770.
- 32- Robert K. M., Hay J., and Porter R. 2006. The Physiology of Crop Yield. New York.
- 33- Sadegh-moosavi Sh., Karegar A., and Deljo A. 2006. Responses of some common cucumber cultivars in Iran to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, under greenhouse conditions. Iranian Journal of Plant Pathology, 42: 241-252. (In Persian).
- 34- Silva A.T., Penna J.C.V., Goulart L.R., Santos M.A., and Arantes N.E. 2000. Genetic variability among and within races of *Heterodera glycines* ichinohe assessed by RAPD markers. Genet. Mol. Biol., 23: 323-329.
- 35- Stirling G.R., Berthelsen J.E., Garside A.L., and James A.T. 2006. The reaction of soybean and other legume crops to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), and implications for growing these crops in rotation with sugarcane. Australasian plant pathology, 30:707-714.
- 36- Tadayon M.R. 2009. Physiological responses of plants to environmental stresses. Publishers of shahrekord university, Iran.
- 37- Walters S.A., Wehner T.C., and Barker K.R. 1999. Greenhouse and field resistance in cucumber to root-knot nematode. Nematology, 1: 279-284.
- 38- Weaver D.B., Akridge R.L., and Thomas C.A. 1991. Growth habit, planting date and row spacing effects on late planted soybean. Crop Sci., 31: 805-810.
- 39- Zijlstra C., Donkers-Venne T.M., and Fargette M. 2000. Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterized amplified region (SCAR) based PCR assays. Nematology, 2: 847-853.



سبب شناسی و انتقال فیتوپلاسمای همراه با فیلودی لوبیا چشم بلبلی از استان آذربایجان شرقی

سارا قارونی کاردانی^{1*} - الهام جمشیدی²

تاریخ دریافت: 1396/11/09

تاریخ پذیرش: 1397/01/26

چکیده

در بررسی‌های انجام شده از مزارع لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*) استان آذربایجان شرقی در تابستان 1395، در برخی از بوته‌ها علائم ریز برگ، خشبی شدن برگ‌ها، فیلودی گل‌ها، ضخیم شدن و کتابی شدن ساقه، ازدیاد جوانه و کوتولگی بوته مشاهده شد. در گلخانه عامل بیماری به وسیله سس به پروانش انتقال داده شد و در پروانش مایه‌زنی شده علائم گل سبزی، برگسانی و کاهش فاصله میانگره‌ها ظاهر گردید. با استفاده از آغازگرهای عمومی P1/P7 و آغازگرهای آشیانه‌ای R16F2n/R16R2 در واکنش زنجیره‌ای پلی مرز (پی سی آر) از کلیه نمونه‌های دارای علائم قطعات 1830 جفت باز در پی سی آر عمومی و 1245 جفت باز در پی سی آر آشیانه‌ای تکثیر شد. در حالی که در نمونه‌های گیاهان سالم، قطعه‌ای تکثیر نگردید. محصول واکنش زنجیره‌ای پلی مرز پس از همسانه‌سازی، تعیین ترادف گردید. جستجو با برنامه Blast، آنالیز فیلوژنتیکی و بررسی چند شکلی طولی قطعات برشی (RFLP) محصول پی سی آر دو مرحله‌ای، با آنزیم‌های برشی *HinfI*, *RsaI*, *AluI*, *TaqI*, *HpaII* و مقایسه نقوش حاصله نشان داد که فیتوپلاسمای همراه با فیلودی لوبیا چشم بلبلی بیشترین نزدیکی را با اعضای گروه افزولش شبدر (Clover proliferation group, 16SrVI) دارد. همچنین آنالیز توالی‌ها با استفاده از نرم‌افزار iPhyClassifier و انجام RFLP مجازی با استفاده از 17 آنزیم برشی، علاوه بر تأیید نتایج آنالیزهای RFLP فیزیکی و تبارزایی نشان داد که فیتوپلاسمای مورد بررسی در گروه 16SrVI-A (با ضریب تشابه 1) قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز فیلوژنتیکی، چند شکلی طولی قطعات برشی، فیتوپلاسمای لوبیا چشم بلبلی

(12)

مقدمه

استان آذربایجان شرقی یکی از مستعدترین نقاط شمال غرب کشور به لحاظ کشاورزی می‌باشد. حبوبات در سطح وسیعی در مزارع این استان کشت می‌شود و دارای اهمیت اقتصادی بالایی است. در سال‌های اخیر علائم ریزبرگی و فیلودی در مزارع حبوبات و بوته‌های لوبیا چشم بلبلی این استان فزونی یافته لیکن در رابطه با عامل بیماری اطلاعی در دست نیست.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌های مشکوک به آلودگی

طی بازدید از مزارع کاشت لوبیا در استان آذربایجان شرقی (تبریز، قراملک، شبستر، نظرلو، جلفا، هادیشهر و سیه سران) در تابستان 1395، در مزارع تبریز، شبستر و نظرلو نمونه‌های گیاهی مشکوک به آلودگی فیتوپلاسمایی مشاهده شد. یک بوته مشکوک به آلودگی داخل گلدان قرار داده شد و به گلخانه منتقل گردید تا به عنوان منبع عامل بیماری در مطالعات انتقال عامل بیماری مورد استفاده قرار گیرد. سایر نمونه‌ها داخل پاکت‌های جداگانه قرار داده شدند و بر روی یخ به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه‌ها تا زمان آزمایش در دمای 4°C و

فیتوپلاسمها پروکاریوت‌های فاقد دیواره سلولی هستند و عامل عمده محدودیت کشت بسیاری از گیاهان سبزی، صیفی، زیتنی، زراعی و درختان مثمر و غیرمثمر می‌باشند (1، 13 و 22). این میکروارگانیسم‌ها محدود به آوندهای آبکشی گیاه بوده و به وسیله حشرات تغذیه کننده از آوندها انتقال می‌یابند (22).

این بیمارگر بر اساس ترادف ژن 16S rRNA و چند شکلی قطعات برشی (RFLP) حاصل از آن به 33 گروه تقسیم شده در هر گروه حداقل یک گونه *Candidatus phytoplasma* وجود دارد که بر اساس مشخصات بیولوژیکی، بیماری شناسی گیاهی و صفات ژنتیکی تعیین می‌شوند و هر گروه نیز شامل زیرگروه‌هایی است (1 و

1- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

(*) - نویسنده مسئول: (Email: s.gharooni@areeo.ac.ir)

2- دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

در طولانی مدت در دمای 20°C - و یا به صورت خشک شده نگهداری شدند.

انتقال عامل بیماری از طریق سس به گیاه پروانش

عامل بیماری در گلخانه به کمک گیاه انگل سس به بوته‌های بذری پروانش انتقال داده شد. برای تهیه ریشه‌های سس (*Cuscuta campestris*) سالم، بذور این گیاه بر روی دستمال کاغذی مرطوب رشد داده شدند و ساقه‌های حاصل از جوانه‌زنی این بذور بر روی بوته‌های جوان پروانش منتقل گردیدند. سپس رشته‌های سس بر روی بوته لوبیا چشم بلبلی با علائم خشی شدن برگ‌ها و فیلودی ارتباط داده شدند و پس از استقرار سس بر روی بوته آلوده، ارتباط آنها با گیاه مادری قطع شد. دو هفته پس از استقرار سس بر روی بوته‌های لوبیا با علائم فیلودی، ریشه‌ها به بوته‌های بذری پروانش متصل شدند. بعد از طی یک ماه این بوته‌ها عاری از سس شده و برای بروز علائم در شرایط رطوبتی و حرارتی مناسب در گلخانه و در زیر توری نگهداری شدند.

استخراج دی.ان.ای و واکنش زنجیره‌ای پلی مرز

به منظور تعیین ماهیت عامل بیماری، استخراج دی.ان.ای با استفاده از بافر CTAB به روش ژانگ و همکاران از رگبرگ‌های برگ‌های دارای علائم ریز برگی، خشی شدن برگ‌ها و فیلودی انجام شد (23).

از آغازگرهای عمومی

(AAGAGTTTGATCCTGGCTCAGGATT)P7 و (CGTCCTTCATCGGCTCTT) (19) و (GAAACGACTGCTAAGACTGG) R16F2n و (TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG) برای ردیابی عامل بیماری استفاده گردید (11).

در واکنش زنجیره‌ای پلی مرز $1/5$ میکرولیتر دی.ان.ای الگو با 2 میکرولیتر از هر یک از آغازگرها با غلظت 5 پیکومول، $2/5$ میکرولیتر بافر واکنش با غلظت 10 برابر، $1/25$ میکرولیتر کلرید منیزیم 50 میلی‌مولار، $0/5$ میکرولیتر مخلوط dNTPs (10 میلی‌مولار) و $0/25$ میکرولیتر آنزیم Taq DNA Polymerase (با غلظت 5 واحد در میکرولیتر) در حجم نهائی 25 میکرولیتر مخلوط شد. پروفایل دمایی واکنش شامل 94°C به مدت 2 دقیقه بعنوان واسرشته‌سازی آغازین و به دنبال آن، 35 چرخه شامل 94°C به مدت 30 ثانیه، 55°C به مدت 90 ثانیه، 72°C به مدت 2 دقیقه و یک چرخه انتهایی به مدت 7 دقیقه در دمای 72°C به عنوان تکمیل پلیمریزاسیون بود. محصول این مرحله به نسبت $1:30$ با آب مقطر استریل رقیق گردید و یک میکرولیتر از این رقت به عنوان دی.ان.

ای قالب با اجزاء یاد شده در مرحله دوم پی سی آر بکار برده شد. شرایط دمائی پی سی آر آشیانه‌ای مشابه قبل بود لیکن دمای اتصال آغازگرها 50 درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد.

آزمون چند شکلی طول قطعات برشی (RFLP) محصول پی سی آر آشیانه‌ای

هضم آنزیمی محصول پی سی آر با استفاده از آنزیم‌های *HinfI*، *HpaII*، *RsaI*، *AluI*، *TaqI* طبق دستور شرکت سازنده آنها (Fermentas) انجام شد (12). محصولات RFLP در ژل آگارز 2% درصد الکتروفورز شدند و الگوهای بدست آمده از این روش با الگوهای موجود در منابع و الگوی بدست آمده از شاهد مثبت (8) مقایسه شد.

چند شکلی طولی قطعات برشی مجازی (Virtual RFLP) محصول پی سی آر آشیانه‌ای

با استفاده از برنامه iPhyClassifier در تارنمای <http://plantpathology.ba.ars.usda.gov/cgi-bin/resource/iphyclassifier.cgi>، ناحیه تکثیر شده با جفت آغازگر R16F2n/R16R2 در جدایه‌های آذربایجان شرقی و گروه‌های فیتوپلاسمایی (جدول 1) با 17 آنزیم شامل: *HaeIII*، *Sau3AI*، *MseI*، *AluI*، *BamHI*، *BfaI*، *BstUI*، *DraI*، *EcoRI*، *RsaI*، *SspI*، *TaqI*، *HhaI*، *HinfI*، *HpaI*، *HpaII*، *KpnI*، داده شد و جایگاه فیتوپلاسمای همراه با بیماری فیلودی لوبیا چشم بلبلی تعیین گردید (24).

همسانه‌سازی و تعیین ترادف

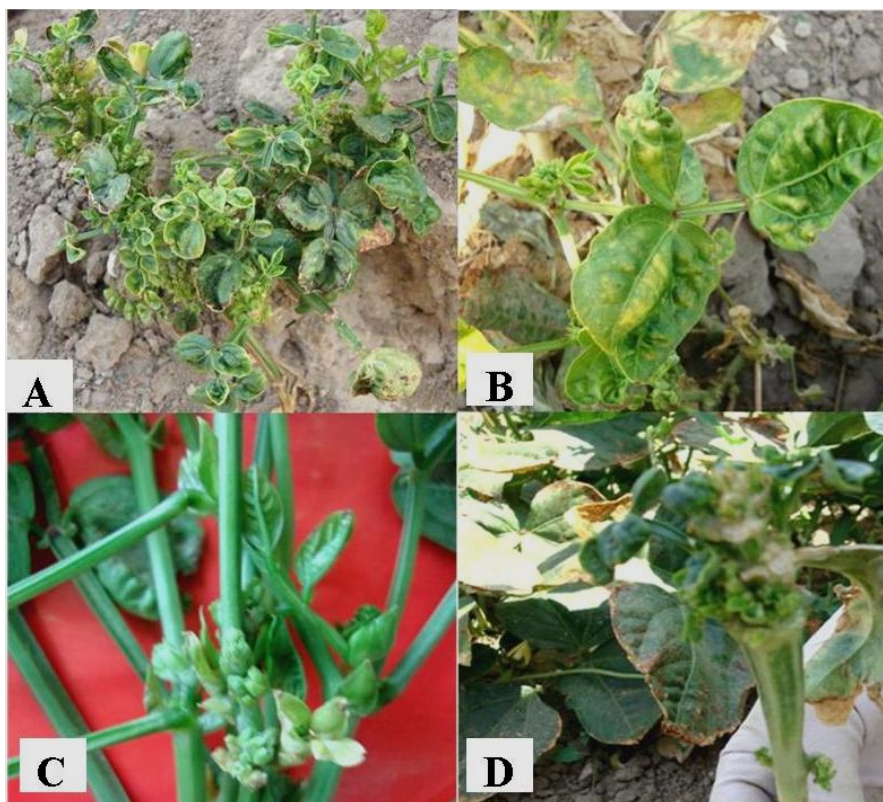
همسانه‌سازی محصول واکنش زنجیره‌ای پلی مرز، با استفاده از کیت Ins T/A cloneTM PCR Cloning Kit (Fermentas) طبق دستورالعمل شرکت سازنده در ناقل پلاسمیدی pTZ57R/T و سویه *DH5α* باکتری *Escherichia Coli* انجام شد. سپس پلاسمیدهای نو ترکیب استخراج شده توسط شرکت ماکروژن (کره جنوبی) تعیین ترادف گردیدند. کلیه توالی‌های خوانده شده مربوط به هر جدایه با استفاده از نرم‌افزار DNA Baser (V.3.2.5) به یک توالی نهایی تبدیل شدند.

آنالیز فیلوژنتیکی توالی‌های نوکلئوتیدی جدایه‌ها و نزدیکی آنها ابتدا با گروه‌های فیتوپلاسمایی و سپس با زیرگروه‌های فیتوپلاسمایی (جدول 2) با استفاده از نرم‌افزار Mega7 نسخه β و به روش الحاق همسایه‌ها با 1000 تکرار در ارزیابی Bootstrap انجام شد (10). از *Acholeplasma laidlawii* نیز به عنوان برون گروه استفاده گردید.

نتایج و بحث

فیتوپلاسم، یکی از مهمترین بیمارگرهای گیاهی است که باعث کاهش میزان تولید چندین محصول اقتصادی می‌شود (3). در بوته‌های لوبیا چشم بلبلی آلوده، علائم کوچک ماندن، ضخیم شدن، چروکیدگی و بدشکلی برگ‌ها، سبز شدن گلبرگ‌ها، ضخیم شدن ساقه، عدم تشکیل میوه و کوتولگی مشاهده شد. بوته‌ها، ظاهری

فشرده و زرد رنگ با برگ‌هایی پیچیده، کوچک، خشبی و سخت نسبت به بوته‌های سالم هم شرایط داشتند (شکل 1). با استفاده از سس، عامل بیماری از بوته لوبیای آلوده به بوته‌های پروانش سالم منتقل شد و در پروانش‌های مایه‌زنی شده بعد از حدود یک ماه، علائم فیلودی ظاهر شد (شکل 2).



شکل 1- علائم کوچک ماندن، ضخیم شدن، چروکیدگی و بدشکلی برگ‌ها (A و B)، سبز شدن گلبرگ‌ها (C)، کتابی شدن ساقه (D) در گیاه لوبیا چشم بلبلی آلوده به فیتوپلاسم در مزارع استان آذربایجان شرقی

Figure 1- Symptoms of phytoplasma associated with phyllody cowpea showing little, thickened, wrinkled and malformed leaves (A,B), phyllody (C) and stem fasciation (D) collected from East Azarbaijan province

آنزیمی قطعه 1245 جفت بازی با آنزیم *AluI* قطعات 280، 700 و 150، با آنزیم *HinfI* قطعات 800 و 450، با آنزیم *HpaII* قطعات 850، 350 و 150، با آنزیم *RsaI* قطعات 700 و 500 و با آنزیم *TaqI* قطعات 800 و 380 جفت بازی تولید شد. مقایسه الگوی برشی بدست آمده با الگوهای موجود در منابع نشان داد که فیتوپلاسمای همراه با فیلودی لوبیا چشم بلبلی در گروه افزولش شبدر (Clover proliferation group, 16SrVI) قرار می‌گیرد (24).

همچنین آنالیز RFLP مجازی قطعه 1245 جفت بازی نشان داد که فیتوپلاسمای عامل فیلودی لوبیا در استان آذربایجان شرقی

از نمونه‌های دارای علائم فیلودی و خشبی شدن برگ‌ها در آزمون‌های پی سی آر و پی سی آر آشیانه‌ای قطعات 1830 و 1245 جفت باز تکثیر شدند در حالی که از نمونه سالم باندی سنتز نشد (شکل‌های 3 و 4). همانندسازی قطعه 1830 جفت باز، بوسیله آغازگرهای P1 و P7 و قطعه 1245 جفت باز به وسیله آغازگرهای R16F2n/R16R2 در لوبیای دارای علائم و فقدان آن در گیاه سالم نشان دهنده کننده آلودگی نمونه‌های لوبیا به فیتوپلاسم بود. الگوی RFLP حاصل از قطعه تکثیر شده در پی سی آر آشیانه‌ای، در تمام جدایه‌ها، مشابه یکدیگر بود (شکل 5). از هضم

استرین رفرنس زیر گروه A از گروه 16SrVI (AY390261) مشابه و فیتوپلاسمای همراه با فیلودی لوبیا متعلق به زیر گروه 16SrVI-A می باشد (شکل 6).

مشابه با گونه *Candidatus Phytoplasma trifolli* (GenBank accession: AY390261) می باشد. الگوی مجازی برش آنزیمی توالی حاصل از جدایه های توالی یابی شده (جدول 1) نشان داد که با

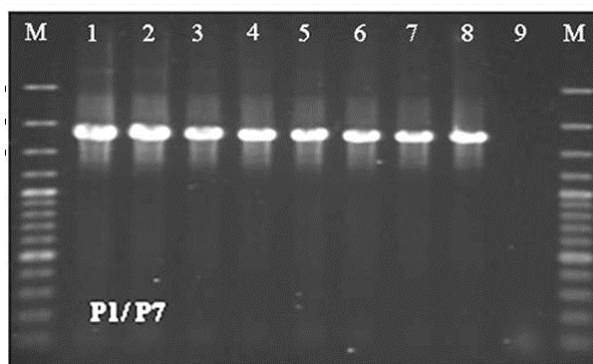


شکل 2- علائم فیلودی ناشی از انتقال فیتوپلاسمای همراه با فیلودی لوبیا چشم بلبلی از طریق سس به گیاه پروانش، بعد از یک ماه
Figure 2- Periwinkle plant infected by cowpea phyllody phytoplasma showing phyllody after one month

جدول 1- مشخصات جدایه های توالی یابی شده در تحقیق حاضر

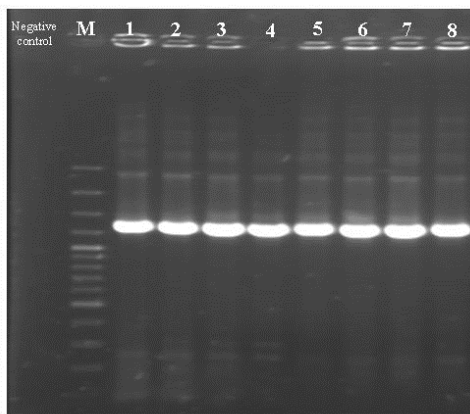
Table 1- Characteristics of the sequences identified in this study

Isolates name نام جدایه	Location موقعیت	Host plant نام میزبان	GenBank acc No. رس شماره
Iranian vigna virescence phytoplasma isolate Nazarlou-182	Nazarlou, East Azarbayejan provinces نظرلو، آذربایجان شرقی	<i>Vigna unguiculata</i>	KC633092
Iranian vigna virescence phytoplasma isolate Shabestar	Shabestar, East Azarbayejan provinces شبهستر، آذربایجان شرقی	<i>Vigna unguiculata</i>	KC633093
Iranian vigna virescence phytoplasma isolate Tabriz-172	Tabriz, East Azarbayejan provinces تبریز، آذربایجان شرقی	<i>Vigna unguiculata</i>	KC633094



شکل 3- نقوش الکتروفورزی محصول پی سی آر با آغازگرهای P1/P7 از گیاهان لوبیا آلوده به فیتوپلاسمای در ژل آگارز یک درصد، ستون یک کنترل مثبت، 2-7 نمونه های لوبیا آلوده به فیتوپلاسمای، ستون 8 پروانش آلوده شده از طریق سس در گلخانه، ستون 9 کنترل منفی، M نشانگر 100bp

Figure 3- Result of electrophoresis of PCR product from cowpea infected by cowpea phyllody phytoplasma using P1/P7 phytoplasma specific primer pairs in 1 % agarose gel. Lane 1 positive control, lanes 2-7 infected cowpea, lane 8 infected Periwinkle by dodder in greenhouse, lane 9 negative control, M 100bp DNA ladder



شکل 4- نقوش الکتروفورزی محصول پی سی آر با آغازگرهای R16F2n/R16R2 از گیاهان لوبیا چشم بلبلی آلوده در ژل آگارز یک درصد، ستون اول از سمت چپ کنترل منفی، M نشانگر 100bp، ستون یک کنترل مثبت، ستون‌های 2-7 لوبیا چشم بلبلی آلوده به فیتوپلاسم، ستون 8 پروانش آلوده شده در گلخانه

Figure 4- Electrophoresis pattern of nested PCR using primer pairs R16F2n/R16R2 from infected cowpea in 1 % agarose gel. Left first lane negative control, M 100bp DNA ladder, lane 1 positive control, Lanes 2-7 infected cowpea, lane 8 infected Periwinkle by dodder in greenhouse

جدول 2- نام و شماره دسترسی گروه‌های فیتوپلاسمایی استفاده شده در آنالیزهای فیلوژنتیکی

Table 2- List of Phytoplasmas with group designations and GenBank accession numbers used in phylogenetic study

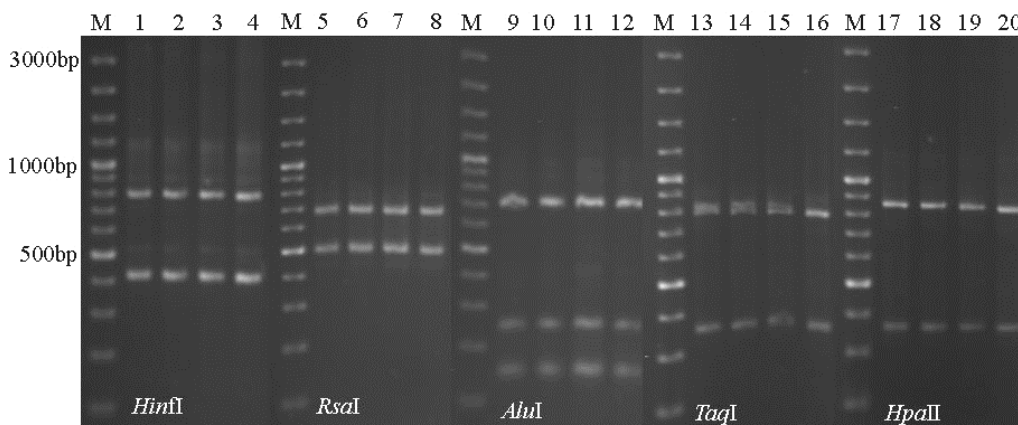
Phytoplasma	16S rRNA Group and subgroup	GenBank acc No.
Vinca virescence phytoplasma	16SrVI-A	AY500817
Strawberry multiplier disease	16SrVI-B	AF190224
Illinoise elm yellows	16SrVI-C	AF409070
Periwinkle little leaf	16SrVI-D	AF228053
Centauria solstitialis virescence	16SrVI-E	AY270156
Catharanthus phyllody phytoplasma	16SrVI-F	EF186819
Portulaca little leaf phytoplasma	16SrVI-H	EF651786
'Candidatus Phytoplasma sudamericanum'	16SrVI-I	GU292081
'Candidatus Phytoplasma asteris'	16SrI-I	M30790
Behshahr(Iran) periwinkle phyllody	16SrVI-A	KC661072
Zanjan tomato big bud	16SrVI-A	KR150879
Khorasan Razavi tomato big bud	16SrVI-A	JF508509
'Candidatus Phytoplasma aurantifolia'	16SrII	U15442
'Candidatus Phytoplasma trifolii'	16SrVI	AY390261
'Candidatus Phytoplasma fraxini'	16SrVII	AF092209
'Western X-disease'	16SrIII	L04682
'Candidatus Phytoplasma ulmi'	16SrV-A	AY197655
'Candidatus Phytoplasma australiense'	16SrXII	L76865
'Candidatus Phytoplasma palmarum'	16SrIV	U18753
'Candidatus Phytoplasma luffae'	16SrVIII	AF086621
'Candidatus Phytoplasma cynodontis'	16SrXIV	AJ550984
'Candidatus Phytoplasma solani'	16SrXII	AF248959
'Candidatus Phytoplasma oryzae'	16SrXI	AB052873
'Candidatus Phytoplasma mali'	16SrX	AJ542541
'Vigna unguiculata' flat stem phytoplasma	16SrXIV-A	KY439870
Iranian potato witches-broom phytoplasma	16SrVI-A	FJ427295
Columbia Basin potato purple top phytoplasma	16SrVI	AY692279
'Vigna radiata' phyllody phytoplasma	16SrII-D	KY439871
Acholeplasma laidlawii	-----	M23932

کرد. میزان تشابه نوکلئوتیدی ترادف‌های به دست آمده از نمونه‌های توالی یابی شده در تحقیق حاضر با یکدیگر کاملاً مشابه

نتایج تعیین ترادف قطعه تکثیر شده با آغازگرهای P1/P7 ماهیت فیتوپلاسمایی عامل همراه با فیلودی لوبیا چشم بلبلی را مشخص

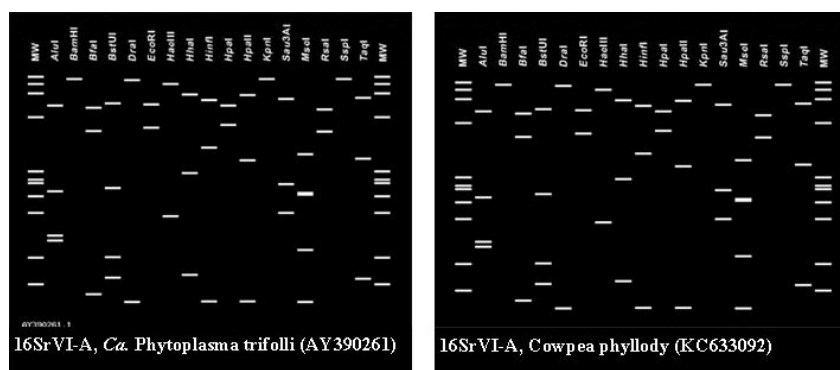
زمینی در ایران است (7).
آنالیز فیلوژنی نیز نشان داد که جدایه‌های توالی‌یابی شده در این تحقیق متعلق به گروه 16SrVI بوده و دارای رابطه نزدیکی با *Vinca virescence* phytoplasma (AY500817) می‌باشد (شکل 7). در دندروگرام ترسیم شده بر اساس زیر گروه‌های موجود در گروه 16SrVI، فیتوپلاسمای عامل فیلودی لوبیا در ایران نیز دارای رابطه نزدیکی با اعضاء زیر گروه A از گروه 16SrVI بود (شکل 8).

بودند و ترادف سه نمونه از آنها تحت رس شماره‌های KC633092 تا KC633094 در بانک جهانی ژن (NCBI) ثبت شدند (جدول 1).
از مقایسه ترادف‌های بدست آمده با ترادف موجود در بانک ژن بوسیله نرم‌افزار Blast مشخص شد که فیتوپلاسمای عامل فیلودی لوبیا دارای 99 درصد همولوژی با فیتوپلاسماهای *Vinca virescence* (AY500817) و *Columbia Basin potato purple* (AY692279) top است. همچنین فیتوپلاسمای فیلودی لوبیا دارای 99% شباهت با فیتوپلاسمای عامل زردی کلم (17) و جارونی سیب



شکل 5- نقوش الکتروفورزی چند شکلی طولی (RFLP) محصول پی سی آر آشیانه‌ای با جفت آغازگر (R16F2n/R16R2) از شاهد مثبت و سه جدایه توالی‌یابی شده در تحقیق حاضر (جدول 1) به ترتیب از مناطق تبریز، نظرلو و شبستر با آنزیم‌های برشی *HinfI*, *RsaI*, *AluI*, *TaqI*, و *HpaII* ستون‌های 1، 5، 9، 13 و 17 شاهد مثبت، M نشانگر 100b

Figure 5- RFLP pattern of nested PCR using R16F2n/R16R2 primer pair from positive control and three infected cowpea isolates (Table 1) from Tabriz, Nazarlou and Shabestar with *HinfI*, *RsaI*, *AluI*, *TaqI*, and *HpaII* restriction enzymes; Lanes 1, 5, 9, 13 and 17 are positive control; M: 100bp DNA ladder



شکل 6- نقوش حاصل از RFLP مجازی با استفاده از نرم‌افزار iPhyClassifier بر اساس ترادف نوکلئوتیدی 1245 جفت باز از ژن آر. ان. ای ریبوزومی 16S فیتوپلاسمای همراه با فیلودی لوبیا چشم بلبلی توالی‌یابی شده در تحقیق حاضر (سمت راست) و فیتوپلاسمای مرجع زیر گروه 16SrVI-A (سمت چپ)

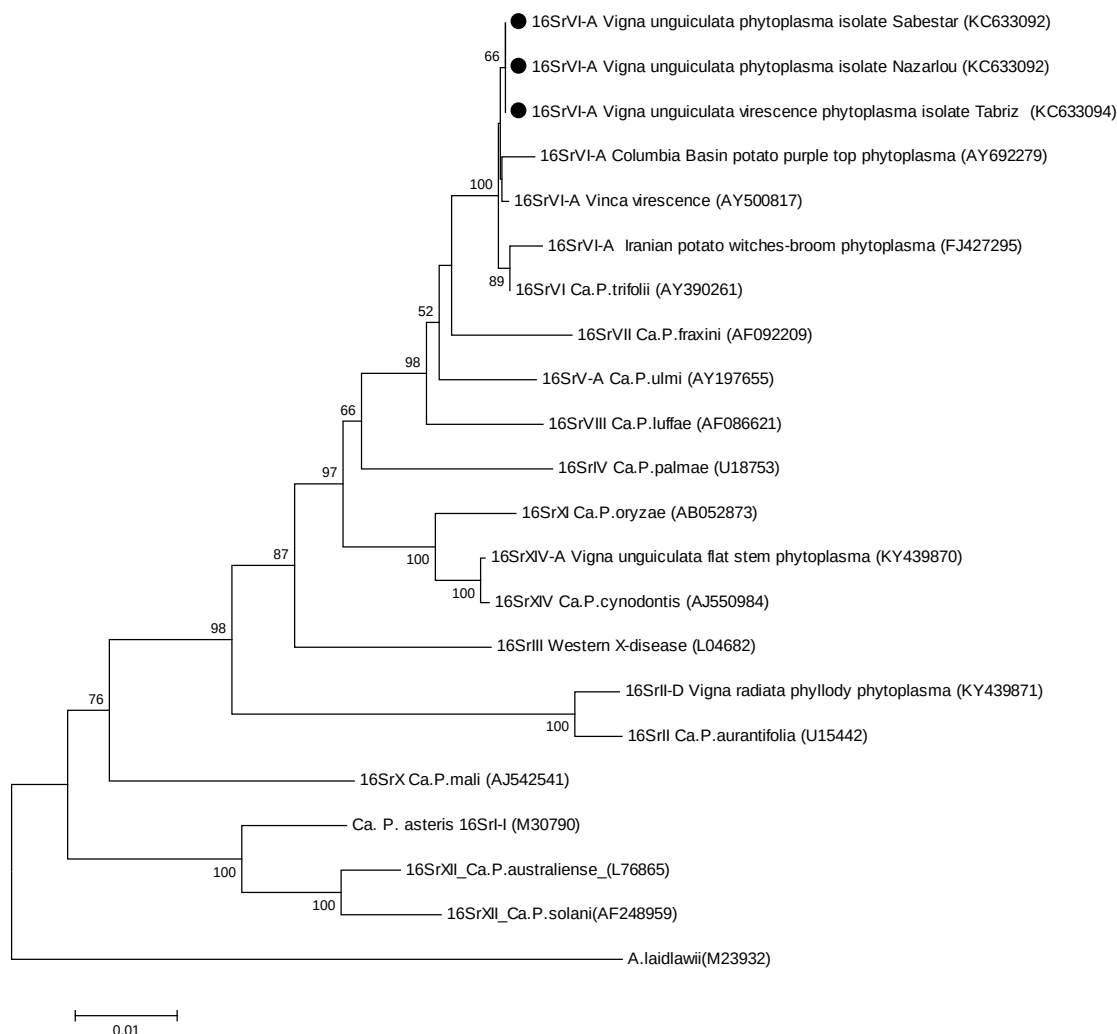
Figure 6- Virtual RFLP patterns of 1245 bp fragment of 16S ribosomal RNA gene from cowpea phyllody phytoplasma (Right) and reference isolate of 16SrVI-A subgroup of phytoplasmas (Left)

عنوان عامل بیماری فیتوپلاسمایی تورم جوانه گوجه فرنگی در

در ایران پیش‌تر فیتوپلاسماهایی از زیر گروه 16SrVI-A به

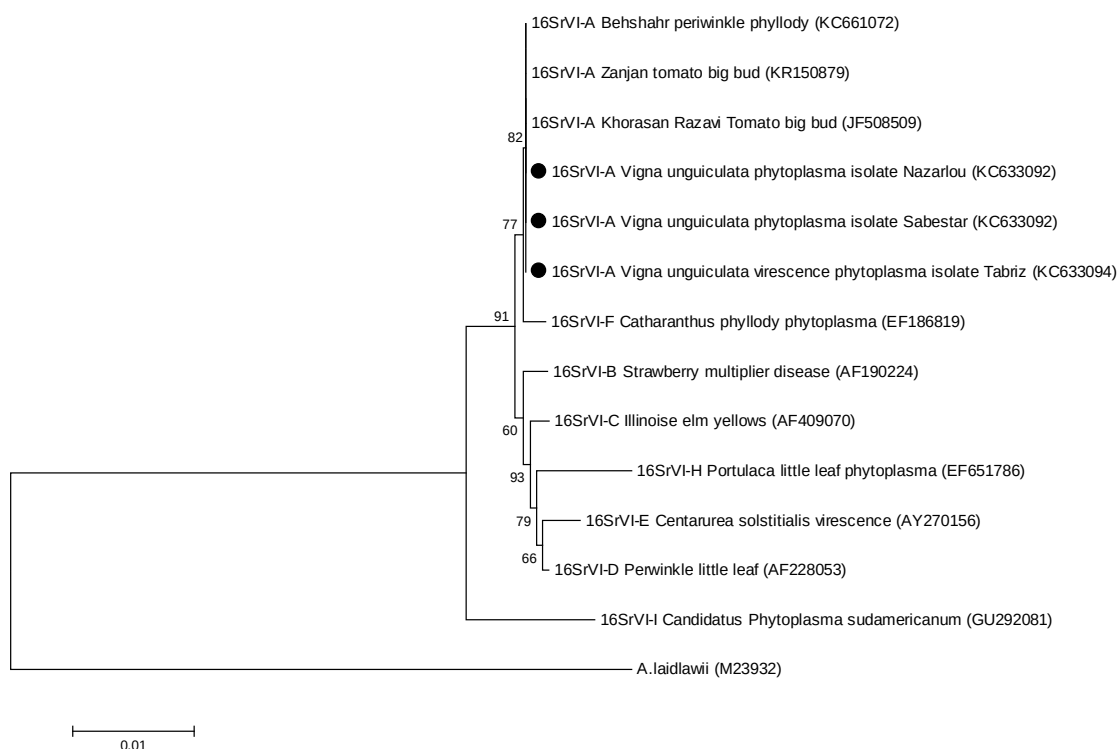
کوتولگی ذرت توسط زیبا دوست و همکاران از آذربایجان غربی گزارش شده است (25). بررسی حاضر اولین گزارش از وجود فیتوپلاسمای همراه با فیلودی لوبیا چشم بلبلی از مزارع لوبیا در ایران است.

استان‌های آذربایجان شرقی، خراسان رضوی، کرمانشاه، کردستان (8)، زنجان (16)، آذربایجان غربی (25)، فیتوپلاسمای جاروئی سیب زمینی (7)، فیلودی پروانش در مازندران (5)، فیلودی خیار از خراسان شمالی (6)، یزد (4) و آذربایجان غربی (25) گزارش شده‌اند. همچنین اخیراً ذرت نیز به عنوان میزبان طبیعی جدید بیماری فیتوپلاسمایی زردی و



شکل 7- دندروگرام رسم شده در برنامه Mega7 با استفاده از الگوریتم الحاق همسایه‌ها Neighbor-joining ($Bt \times 1000$) بر اساس توالی بخشی از ناحیه 16S، توالی کامل ناحیه جداکننده (SR) و قسمتی از 23S برای تعیین نزدیکی سه جدایه توالی یابی شده در تحقیق حاضر (جدول 1) که با علامت ● مشخص شده‌اند با سایر گروه‌های فیتوپلاسمایی. *Acholeplasma laidlawii* به عنوان برون گروه انتخاب شده است. شماره دسترسی مربوط به هر جدایه در جدول 2 آورده شده است

Figure 7- A neighbor-joining tree ($Bt \times 1000$) constructed by Mega7 program using the 16S rRNA, intergenic spacer region (SR) and portion of 23S rRNA of three phytoplasmas strains (Table 1) used in this study (showed with ●) associated with some phytoplasmas groups selected phytoplasmas from GenBank. The sequence of *Acholeplasma laidlawii* served as an out group. See Table 2 for abbreviations and accession numbers



شکل 8- دندروگرام رسم شده در برنامه Mega7 با استفاده از الگوریتم الحاقی همسایه‌ها Neighbor-joining (Bt × 1000) بر اساس زیر گروه‌های فیتوپلاسمایی 16SrVI. جدایه‌های توالی‌یابی شده در تحقیق حاضر که با علامت ● مشخص شده‌اند. *Acholeplasma laidlawii* به عنوان برون گروه انتخاب شده است. شماره دسترسی مربوط به هر جدایه در جدول 2 آورده شده است

Figure 8- A neighbor-joining tree (Bt × 1000) constructed by Mega7 program using subgroups of 16SrVI group. Strains used in this study (showed with ●). The sequence of *Acholeplasma laidlawii* served as an out group. See Table 2 for abbreviations and accession numbers

شناسایی دیگر میزبان‌های آن که از نظر اپیدمیولوژی و کنترل این بیماری اهمیت دارد باید مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. گروه 16SrVI از نظر تعداد اعضا، اهمیت اقتصادی و گسترش، یکی از گروه‌های مهم فیتوپلاسمایی است (5). تاکنون فیتوپلاسمایی از این گروه به عنوان عامل بیماری در درختان، سبزیجات، گیاهان زینتی و زراعی و علف‌های هرز (1 و 21) گزارش شده است. همراهی فیتوپلاسمایی از زیر گروه 16SrVI-A در گیاه لوبیا در این استان نشان می‌دهد که احتمالاً سایر بیماری‌های فیتوپلاسمایی در استان آذربایجان شرقی قابل ردیابی است.

تا بحال از سایر نقاط جهان، فیتوپلاسمایی از دیگر گروه‌ها و زیر گروه‌های آر. ان. ای ریوزومی، همراه با لوبیا چشم بلبلی شامل 16SrII-D و 16SrXIV-A، 16SrI -B از بوته‌های لوبیا چشم بلبلی در هندوستان (9، 15، 20) و گروه‌های 16SrV (2) و 16SrXII-B از استرالیا (18) گزارش شده‌اند. همچنین از گروه 16SrVI-A لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris*) از آمریکا گزارش شده است (14).

به دلیل ماهیت فیتوپلاسمایی و کاهش محصول در بوته‌های آلوده و در نتیجه پتانسیل انتقال با ناقل (ناقلین) هوایی، تحقیق بیشتر جهت تعیین میزان پراکنش این فیتوپلاسم در سایر نقاط کشور،

منابع

- 1- Bertaccini A., Duduk B., Paltrinieri S., and Contaldo N. 2014. Phytoplasmas and phytoplasma diseases: a severe threat to agriculture. America Journal of Plant Science, 5:1763-1788.
- 2- De La Rue S., Padovan J., and Gibb K. 2001. Stylosanthes is a host for several phytoplasmas, one of which shows unique 16S 23S intergenic spacer region heterogeneity. Journal of Phytopathology, 149, 613-619.
- 3- Deeley J.W., Stevens A., and Fox R.T.V. 1979. Use of Dienes's stain to detect plant diseases induced by

- mycoplasma like organisms. *Phytopathology*, 69:1169-1171.
- 4- Esmailzadeh Hosseini S.A., Salehi M., Mirchenari S.M., Tarizeh D., and Gholampoor H. 2015. First report of a 16SrVI group related phytoplasma associated with cucumber phyllody in a greenhouse in Iran. *New Disease Report*, 32:35.
- 5- Fattahi M., Salehi M., Sharzehi A., and Esmailzadeh Hosseini S.A. 2016. Partial biological and molecular characteristics of a phytoplasma associated with Behshahr (Mazandaran) periwinkle phyllody. *Iranian Journal of Plant Pathology* 52(1), Pages 135-141. (In Persian with English abstract).
- 6- Gharouni Kardani S., and Jamshidi E. 2018. First report of 16SrVI group phytoplasma on cucumber (*Cucumis sativus*) in North Khorasan province of Iran. International conference on Agricultural Science, Medicinal Plants and Traditional medicine. Mashhad. Iran (In Persian with English abstract).
- 7- Hosseini P., Bahar M., Madani G., and Zirak L. 2011. Molecular Characterization of a Phytoplasma Associated with Potato Witches-broom Disease in Iran. *Journal of Phytopathology*, 159:120-123.
- 8- Jamshidi E., Jafarpour B., Rouhani H., and Salehi M. 2014. Association of members of clover proliferation (16SrVI) and pigeon pea witches' broom (16SrIX) phytoplasma groups with tomato big bud disease in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 50:79-89.
- 9- Kumar S., Singh V., and Lakhanpaul S. 2012. A '*Candidatus* Phytoplasma asteris' isolate associated with bud proliferation disease of cowpea in India. *New Disease Reports*, 25, 28.
- 10- Kumar S., Stecher G., and Tamura K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33:1870-1874.
- 11- Lee I.M., Hammond R.W., Davis R.E., and Gundersen D.E. 1993. Universal amplification and analysis of pathogen 16S rDNA for classification and identification of mycoplasma like organisms. *Phytopathology*, 83: 834-842.
- 12- Lee I.M., Gundersen-Rindal D. E., Davis R. E., and Bartoszyk I. M. 1998. Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 48: 1153-1169.
- 13- Lee I.M., Davis R.E., and Gundersen-Rindal D.E. 2000. Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. *Annual Review of Microbiology*, 54, 221-55.
- 14- Lee I.M., Bottner K.D., Miklas P.N., and Pastor-Corrales M.A. 2004. Clover proliferation group (16SrVI) subgroup A (16SrVI-A) phytoplasma is a probable causal agent of dry bean phyllody disease in Washington. *Plant Disease*, 88:429.
- 15- Rao G.P., Madhupriya Kumar M., Tomar S., Maya B., Singh S. K., and Johnson J.M. 2018. Detection and identification of four 16Sr subgroups of phytoplasmas associated with different legume crops in India. *European Journal of Plant Pathology*, 150: 507-513.
- 16- Salehi E., Salehi M., and Masoumi M. 2016. Biological and molecular characterization of the phytoplasma associated with tomato big bud disease in Zanjan province, Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 52 (3):415-427. (In Persian with English abstract).
- 17- Salehi M., Izadpanah K., and Siampour M. 2007. Characterization of a phytoplasma associated with cabbage yellows in Iran. *Plant Disease*, 91: 625-630.
- 18- Saqib M., Bayliss K.L., and Jones M.G.K. 2006. Identification of sweet potato little leaf phytoplasma associated with *Vigna unguiculata* Var. sesquipedalis and *Lycopersicon esculentum*. *Australasian Plant Pathology*, 35, 293-296.
- 19- Schneider B., Seemuller E., Smart C.D., and Kirkpatrick B.C. 1995. Phylogenetic classification of plant pathogenic mycoplasma-like organisms or phytoplasmas. In: Razin S, Tully JG. (eds) *Molecular and diagnostics procedures in Mycoplasma*, Vol I. San Diego, CA, Academic Press, pp 369-380.
- 20- Thorat V., Bhale U., Sawant V., More V., Jadhav P., Mane S.S., Nandanwar R.S., Tripathi S., and Yadav A. 2016. Alternative weed hosts harbors 16SrII group phytoplasmas associated with little leaf and witches' broom diseases of various crops in India. *Phytopathogenic Mollicutes*, 6(1), 50-55.
- 21- Wei W., Lee I.M., Davis R.E., Suo X., and Zhao Y. 2007c. Virtual RFLP analysis of 16S rDNA sequences identifies new subgroups in the clover proliferation phytoplasma group. *Bulletin of Insectology*, 60:349-350.
- 22- Weintraub P.G., Jones P., (eds). 2010. *Phytoplasmas: Genomes, Plant Hosts and Vectors* CAB International. 348 pages.
- 23- Zhang Y.P., Uyemoto J.K., Kirkpatrick B.C. 1998. A small-scale procedure for extracting nucleic acids from woody plants infected with various phytopathogens for PCR assay. *Virology Method*, 71: 45-50.
- 24- Zhao Y., Wei W., Lee I.M., Shao J.X., and Davis R.E. 2009. Construction of an interactive online phytoplasma classification tool, iPhyClassifier, and its application in analysis of the peach X-disease phytoplasma group (16SrIII). *International Journal of Systemic and Evolutionary Microbiology*, 59: 2582-2593.
- 25- Zibadoost S., Rastgou M., Asghari S., Tazehkand S.A. 2016. Detection and molecular identification of '*Candidatus* phytoplasma trifoli' infecting some cultivated crops and vegetables in West Azarbaijan province. *Australasian Plant Disease Notes*, 11: 3.



بررسی تأثیر سطوح مختلف دما و pH بر چندگونه *Trichoderma* در کنترل بیولوژیکی پژمردگی فوزاریومی گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

رقیه حبیبی^{۱*} - کامران رهنما^۲ - میثم تقی نسب^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۸

چکیده

پژمردگی آوندی گوجه‌فرنگی ناشی از *Fusarium oxysporum* یکی از مشکلات اساسی در تولید این محصول است. به منظور بررسی اثر دما و pH بر فعالیت آنتاگونیستی چند گونه *Trichoderma* بومی مزارع جالیز، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه‌ای انجام شد. نتایج کشت متقابل نشان داد تمام پنج جدایه بومی این قارچ قادر به کاهش رشد میسلیمی بیمارگر در شرایط آزمایشگاه بودند. توانایی گونه‌های *Trichoderma* در بازدارندگی از رشد بیمارگر، با هم و در دما و pHهای متفاوت اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. گونه *T. harzianum* (Ah90) با ۵۸/۳۳ درصد بازدارندگی از رشد در دمای ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد و pH ۶/۵ بالاترین فعالیت آنتاگونیستی را داشت. در آزمایشات گلخانه‌ای پس از گذشت ۳۵ روز اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی بوته‌های گوجه‌فرنگی مربوط به هر تیمار اختلاف معنی‌داری با شاهد در هر دو روش تزریق سوسپانسیون و اختلاط عوامل بیوکنترل با خاک نشان داده شد. با توجه به گروه‌بندی آماری، توان کنترل‌کنندگی تیمار آنتاگونیست *T. harzianum* (Ah90) به همراه بیمارگر نسبت به دو گونه دیگر در مقایسه با شاهد آلوده به مراتب بیشتر بوده و به ترتیب با ۲/۰۲ و ۲/۱۴ گرم در افزایش وزن تر و وزن خشک اندام‌هوایی و ۲/۳۲ سانتی‌متر در افزایش ارتفاع گیاه همراه بود.

واژه‌های کلیدی: پژمردگی آوندی، جدایه‌های *Trichoderma*، کنترل زیستی، محرک رشد گیاه

مقدمه

مایکوپارازیتی این گونه‌ها می‌باشد. دما نیز یکی دیگر از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در خصوصیات فیزیولوژیکی قارچ‌ها می‌باشد و تاکنون تأثیر آن بر میزان رشد رویشی، توانایی اسپورزایی، بیماری‌زایی و تولید توکسین‌های بیماری‌زای گیاهی در برخی از عوامل بیماری‌زای گیاهی به اثبات رسیده است (۸). بنابراین در این مطالعه با هدف مقایسه جدایه‌های مختلف از گونه‌های *Trichoderma* و تأثیر عوامل محیطی pH و دما بر رشد میسلوم و بررسی رفتارهای آنتاگونیستی *Trichoderma* علیه عامل بیماری‌زای پژمردگی آوندی *F. oxysporum* این مطالعه دارای اهمیت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

رشد گونه‌های *Trichoderma* در سطوح مختلف دما و pH و کشت متقابل در شرایط آزمایشگاهی

جدایه‌های *Trichoderma* مورد استفاده در این تحقیق شامل: *T. atroviridae* (6022)، *Trichoderma koningii* (1-3)، *T. virens* (6011)، *T. harzianum* (Ah90) و یک جدایه *Fusarium oxysporum* بود. کلیه آزمایش‌ها در شرایط

بیماری‌های قارچی گیاهان، یک نگرانی بزرگ در تولید غذایی کشاورزی در سرتاسر جهان هستند. گونه‌ها و فرم‌های اختصاصی قارچ *Fusarium* بیماری‌های مهمی را در سیستم آوندی گیاهان تحت عنوان پژمردگی آوندی به وجود می‌آورند. از طرفی هدف از مبارزه بیولوژیک استفاده از میکروارگانیسم‌های آنتاگونیست به منظور کم کردن یا جایگزین کردن عوامل بیماری‌زای گیاهی از طریق اضافه کردن آن‌ها به خاک می‌باشد (۱۰). قارچ *Trichoderma* در سال‌های اخیر به عنوان قارچ کش بیولوژیک مطرح بوده که اغلب در خاک و ریزوسفر گیاهان یافت می‌شوند. این گونه‌ها با فعالیت‌های ضدقارچی نظیر آنزیم‌های سلولاز، کیتیناز و گلوکاناز نقش عمده‌ای در برهمکنش با عامل بیمارگر این قارچ‌ها دارند (۵). شرایط pH خاک یکی از مهم‌ترین پارامترهای محیطی تأثیرگذار بر فعالیت‌های

۱ و ۲ - به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و مربی گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

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

هوایی و ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی بودند. داده‌های حاصل از بررسی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و ۵ تکرار با نرم‌افزار SAS (9.0 Portable) و آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۱ درصد ($P \leq 0.01$) انجام گرفت.

نتایج

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که بیشترین درصد بازدارندگی در سه طیف دمایی و pH با ۵۸/۳۳ درصد، ۳۲/۹۲ درصد، ۳۰/۴۳ درصد، ۲۷/۲۷ درصد و ۱۶/۶۶ درصد به ترتیب به *T. harzianum* (Ah90)، *T. atroviridae* (1-3)، *T. virens* (6011)، *T. koningii* و *T. atroviridae* (جدول ۱).

در بررسی میکروسکوپی (شکل ۱) بعد از رسیدن ریشه‌ها به هم تماس *Trichoderma* با پیچش^۳ به دور ریشه بیمارگر مشاهده و باعث تخریب^۴ میسلیمی قارچ بیمارگر شدند. از طرفی در محل برخورد *Trichoderma* و عامل بیماری ریشه‌های دو قارچ بسیار فشرده و کم تراکم مشاهده شدند. این پدیده در کلیه pH و دماها مشاهده شد. پیچش به دور ریشه‌های بیمارگر و تشکیل ساختارهای حلقه‌مانند توسط برخی گونه‌های *Trichoderma* در کارهای سایر محققین نیز گزارش شده است (۱).

با توجه به جدول ۲ تأثیر گونه‌های مختلف *Trichoderma* بر بیمارگر *Fusarium* در کاربرد آن‌ها به روش سوسپانسیون در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد. در تیمار قارچ *T. harzianum* (Ah90) به‌همراه *F. oxysporum* نسبت به *F. oxysporum* تنها (شاهد آلوده) به‌ترتیب افزایش ۱/۹۴ و ۱/۵۰ گرمی در وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاه به‌دست آمد. در همین تیمار به‌ترتیب افزایش ۲/۷ و ۱/۵۵ گرمی در وزن خشک ریشه و اندام‌هوایی گیاه به‌دست آمد. مطابق با این جدول مشخص شد که قارچ *T. atroviridae* (1-3) در بین این سه گونه کم‌ترین تأثیر را داشته ولی نسبت به شاهد افزایش رشد مشاهده گردید. بیشترین اثر رشدی با گونه *T. harzianum* (Ah90) و *T. virens* (6011) به‌دست آمد که از لحاظ آماری در یک گروه قرار داشته و تفاوت معنی‌داری باهم ندارند. در استفاده از روش مایه تلقیح گونه‌های آنتاگونیست و بیمارگر، در تیمار قارچ *T. harzianum* (Ah90) به‌همراه *F. oxysporum* نسبت به *F. oxysporum* (شاهد آلوده) تنها به‌ترتیب افزایش ۲/۹۸ و ۱/۷۲ گرمی در وزن تر ریشه و اندام‌هوایی گیاه به‌دست آمد. در عملکرد تیمارهای مورد بررسی به روش اختلاط با خاک در ارتفاع گیاه مورد آزمون، سه تیمار *T. atroviridae* (1-3)، *T. virens* (6011) و شاهد سالم فاقد اختلاف معنی‌دار بوده و در یک گروه آماری قرار داشتند. نتایج آماری

آزمایشگاه و بر روی محیط کشت سیب‌زمینی - دکستروز - آگار انجام شد. تعیین pH مورد نظر (۴، ۵ و ۶/۵) با اضافه کردن HCL و NaOH ۰/۱ نرمال تنظیم شد (۳). از کشت ۴۸ ساعته هر یک از گونه‌های قارچی استفاده و تست‌ها در شرایط تاریکی و دماهای مورد نظر در اتاقک رشد (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری و میزان رشد شعاعی این قارچ‌ها به‌طور روزانه اندازه‌گیری شد (۸). به منظور بررسی رقابت تغذیه‌ای جدایه‌های *Trichoderma* با قارچ بیمارگر از کشت دو طرفه^۱ و غیرهمزمان آنتاگونیست و بیمارگر استفاده شد. میزان درصد بازدارندگی رشد براساس فرمول ۱ (۱)، اندازه‌گیری شد. آزمایش در چهار تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل انجام گردید. نحوه پارازیت شدن گونه *Fusarium* توسط گونه‌های *Trichoderma* در محل برهمکنش به روش کشت روی لام‌های میکروسکوپی استریل انجام و زیر میکروسکوپ نوری (Olysia Bio Report) مورد بررسی قرار گرفت (۵).

فرمول ۱: درصد بازدارندگی رشد (IP): درصد بازدارندگی از رشد، RGC: رشد شعاعی بیمارگر در شاهد، RGT: رشد شعاعی بیمارگر در تیمار

$$IP = \frac{(RGC - RGT)}{RGC} * 100$$

کاربرد سوسپانسیون و مایه تلقیح قارچ *Trichoderma* و *Fusarium* در شرایط گلخانه‌ای

خاک مورد نیاز در گلخانه پاستوریزه شد و اندازه‌گیری و تنظیم pH خاک به روش الکترومتری (۶) و تعدیل آن با استفاده از گوگرد پودری صورت گرفت (۷). از نشا گیاه گوجه‌فرنگی^۲ رقم Early urbana در شرایط دمای ۳۳ درجه سانتی‌گراد با شرایط نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی در گلخانه استفاده شد. به منظور تهیه سوسپانسیون اسپور *Trichoderma* از کشت ده روزه جدایه‌های *Trichoderma* به غلظت 3×10^7 اسپور در هر میلی‌لیتر به صورت مجزا برای هر کدام از جدایه‌های *T. atroviridae* (1-3)، *T. virens* (6011) و *T. harzianum* (Ah90) تهیه و سوسپانسیون اسپور بیمارگر نیز به غلظت معادل 3×10^5 اسپور در هر میلی‌لیتر تهیه شد (۲). در روش تهیه مایه تلقیح برای گونه‌ی *Fusarium* بر ۱۰۰ گرم بذر گندم انجام و پودر بدست آمده به مقدار ۱۴ گرم در کیلوگرم خاک اضافه گردید (۴). برای تهیه مایه تلقیح عوامل بیوکنترل از کشت سه روزه میسلیم قارچ به روش ذکر شده در بالا استفاده گردید. پس از گذشت ۳۵ روز از مایه‌زنی، علائم ایجاد شده روی برگ‌ها و ساقه‌ها در هر دو روش شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. پارامترهای مورد ارزیابی شامل، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک اندام

3- Coiling
4- Lysis

1- Dual culture
2- *Solanum lycopersicum*

درجه سانتی‌گراد و pH ۶/۵ در شرایط آزمایشگاهی رخ داد. در محل تماس ریشه جدایه‌های *Trichoderma* و عامل بیماری‌زا رشد میسلیم‌های آن‌ها بسیار کم و اندک شده و میزان اسپور عامل بیماری‌زا در مقایسه با شاهد کاهش پیدا کرده بود. pH‌های کمتر از ۴، رشد رویشی را در قارچ آنتاگونیست کاهش داده و شرایط را برای تولید کلامیدوسپور فراهم می‌کند.

از طرفی کاربرد آنتاگونیست در شرایط گلخانه‌ای به دلیل استقرار زودتر و جذب بهتر آب و عناصر غذایی توسط گیاه سبب افزایش سیستم رشدی گیاه گردید. در روش افزودن مایه *Trichoderma* به خاک قبل از کشت تأثیر بیشتری در کنترل بیماری نسبت به تزریق سوسپانسیون در خاک دارد زیرا حضور اسپورهای آنتاگونیست در حالت سوسپانسیون به مدت طولانی در اختیار ریشه قرار نگرفته و از دسترس ریشه خارج می‌گردد. در حالی که در کاربرد مایه تلقیح به صورت آغشته در خاک به طور معنی‌داری از پژمردگی گوجه‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد که این نتایج با تحقیقات رضانی (۸) مطابقت داشت.

جدول ۲ حاکی از این است که با توجه به گروه‌بندی آماری، توان کنترل کنندگی گونه‌ی آنتاگونیست *T. harzianum* (Ah90) نسبت به دو گونه دیگر (*T. virens* (6011) و *T. atroviridae* (1-3)) به مراتب بیشتر بوده و تفاوت معنی‌داری در افزایش عملکرد اجزای رویشی و ارتفاع در بین این دو گروه آنتاگونیستی در جهت کنترل موفق عامل بیماری *F. oxysporum* به کار رفته در مطالعات گلخانه‌ای در گیاه گوجه‌فرنگی وجود دارد.

بحث

در آزمون کشت متقابل مشاهده شد که توان بیوکنترلی گونه‌های آنتاگونیست وابسته به نوع جدایه *Trichoderma*، شرایط دمایی و pH متفاوت می‌باشد. بنابراین با مقایسه دامنه فعالیت رشد قارچ بیمارگر، پایداری *T. harzianum* (Ah90) و *T. virens* (6011) در مقابل قارچ عامل بیماری از نظر حیات و سازگاری برتری نشان می‌دهد از طرفی پارامترهای محیطی مانند دما و pH بر جوانه‌زنی و رشد لوله تندش در گونه‌های آنتاگونیست، رشد میسلیم، توانایی رقابت ساپروفیتی مؤثر می‌باشد. سریع‌ترین رشد و کلنیزاسیون در دمای ۳۰

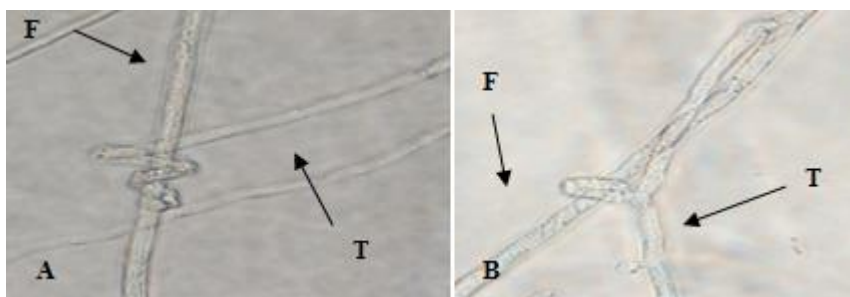
جدول ۱- میانگین درصد بازدارندگی از رشد و گروه‌بندی گونه‌های *Trichoderma* در کشت متقابل با *F. oxysporum* در سه سطح دمایی (۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و pH (۴، ۵ و ۶/۵) در محیط کشت PDA

Table 1- The mean percentage of inhibition of growth and classification of *Trichoderma* species in dual culture with *F. oxysporum* in three temperature levels (20, 25 and 30 °C) and pH (4, 5 and 6.5) in PDA

دما Temperature	pH	<i>T. koningii</i>	<i>T. atroviridae</i> (6022)	<i>T. atroviridae</i> (1-3)	<i>T. virens</i> (6011)	<i>T. harzianum</i> (Ah90)
20	4	9.09 ^{ab} ± 2.65	27.27 ^a ± 2.63	09.09 ^c ± 2.65	9.09 ^{cd} ± 2.65	27.27 ^{bcd} ± 3.99
20	5	8.53 ^{ab} ± 1.76	20.73 ^{ab} ± 1.79	26.82 ^{ab} ± 0.00	32.92 ^a ± 1.76	39.02 ^b ± 0.00
20	6.5	8.33 ^{ab} ± 2.40	5.00 ^c ± 0.48	16.66 ^{bc} ± 2.40	8.33 ^{cd} ± 1.79	31.67 ^{bc} ± 2.28
25	4	5.97 ^{ab} ± 1.51	9.40 ^{bc} ± 2.53	10.24 ^c ± 1.40	4.27 ^{cd} ± 0.76	14.52 ^{de} ± 0.00
25	5	14.52 ^{ab} ± 0.70	5.97 ^c ± 0.24	07.69 ^c ± 0.76	10.25 ^{cd} ± 0.20	12.81 ^{de} ± 0.49
25	6.5	16.66 ^a ± 1.33	13.24 ^{bc} ± 1.10	16.66 ^{bc} ± 1.33	9.25 ^{cd} ± 0.50	35.18 ^b ± 2.67
30	4	1.70 ^b ± 0.60	8.54 ^{bc} ± 2.62	04.27 ^c ± 0.76	2.56 ^d ± 0.50	7.69 ^f ± 2.41
30	5	6.34 ^{ab} ± 1.60	3.96 ^c ± 0.48	06.24 ^c ± 1.37	12.69 ^{bc} ± 0.20	20.63 ^{cde} ± 2.80
30	6.5	9.93 ^{ab} ± 0.35	13.03 ^{bc} ± 0.89	30.43 ^a ± 1.79	32.92 ^a ± 1.76	58.33 ^a ± 2.40

اعداد با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند

Values marked with the same letter are not significantly different (P<0.05)



شکل ۱- تأثیر رفتارهای میکوپارازیتیسم جدایه‌های *Trichoderma* بر ریشه بیمارگر *F. oxysporum* و تشکیل ساختار حلقه‌مانند و پیچش به دور ریشه بیمارگر در *T. atroviridae* (1-3) (بزرگ‌نمایی نمایی x۴۰۰)

Figure 1- The effect of *Trichoderma* mycoparasitism behavior mechanism on *F. oxysporum* hyphae. A and B ring like structure and twisting around pathogen mycelia of *F. oxysporum* by *T. atroviridae*(1-3) (x400)

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف در کارکرد گونه‌های *Trichoderma* و *F. oxysporum* بر روی میانگین وزن تر، خشک و ارتفاع گیاه به روش تزریق سوسپانسیون و روش اختلاط با خاک در شرایط گلخانه

Table 2- Comparison the mean effect of the various treatments in *Trichoderma* species and *F. oxysporum* on average fresh and dry weight and plant height by suspension injection and soil inoculation method in greenhouse

Treatment تیمار	Suspension injection method روش تزریق سوسپانسیون						Soil inoculation method روش تلقیح در خاک					
	Root fresh weight (g) وزن تر ریشه (گرم)	Shoot fresh weight (g) وزن تر اندام هوایی (گرم)	Root dry weight (g) وزن خشک ریشه (گرم)	Shoot dry weight (g) وزن خشک اندام هوایی (گرم)	Total dry weight (g) وزن خشک کل (گرم)	Plant height (cm) ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	Root fresh weight (g) وزن تر ریشه (گرم)	Shoot fresh weight (g) وزن تر اندام هوایی (گرم)	Root dry weight (g) وزن خشک ریشه (گرم)	Shoot dry weight (g) وزن خشک اندام هوایی (گرم)	Total dry weight (g) وزن خشک کل (گرم)	Plant height (cm) ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)
<i>T. h</i> (Ah90)	15.84 ^a	27.08 ^a	8.18 ^a	13.57 ^a	21.75 ^a	25.37 ^a	13.22 ^a	25.1 ^a	5.58 ^a	11.26 ^a	17.00 ^a	23.44 ^a
<i>T. h</i> (Ah90)+ <i>F. o</i>	15.24 ^{ab}	25.90 ^{ab}	7.56 ^{ab}	12.54 ^{ab}	19.60 ^a	24.10 ^{bc}	12.96 ^a	24.82 ^a	5.30 ^a	10.96 ^a	16.44 ^a	22.08 ^{ab}
<i>T. v</i> (6011)	15.32 ^{ab}	26.80 ^a	7.64 ^{ab}	13.00 ^{ab}	20.64 ^a	24.20 ^{ab}	13.32 ^a	23.14 ^b	4.62 ^b	9.32 ^b	13.88 ^b	20.50 ^{bc}
<i>T. v</i> (6011)+ <i>F. o</i>	13.08 ^c	25.07 ^{abc}	5.34 ^c	11.46 ^{bc}	16.80 ^b	22.00 ^c	11.46 ^b	19.20 ^{de}	3.74 ^c	5.36 ^d	9.06 ^d	18.68 ^d
<i>T. a</i> (1-3)	13.46 ^{ab}	24.20 ^{bc}	5.78 ^{bc}	10.38 ^{cd}	16.16 ^b	22.48 ^{ab}	11.08 ^b	21.16 ^c	3.44 ^c	7.30 ^c	10.72 ^c	18.34 ^d
<i>T. a</i> (1-3)+ <i>F. o</i>	10.00 ^d	23.17 ^c	2.48 ^d	9.34 ^{de}	11.82 ^c	20.03 ^d	10.88 ^b	19.40 ^d	3.26 ^c	5.54 ^d	8.78 ^d	18.90 ^{cd}
Non infected control*	10.82 ^d	20.89 ^d	5.16 ^c	10.38 ^{cd}	15.54 ^b	19.56 ^d	8.16 ^c	18.20 ^e	0.47 ^d	7.14 ^c	7.60 ^e	17.26 ^d
Infected **	7.84 ^e	17.19 ^e	2.80 ^d	8.06 ^e	10.86 ^c	12.68 ^e	4.34 ^d	14.36 ^f	0.013 ^d	5.12 ^d	5.12 ^f	9.5 ^e
control LSD	1.14	1.45	0.47	0.95	1.28	1.48	1.60	1.45	0.45	0.86	1.39	2.08

اعداد با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

***به ترتیب فقط خاک استریل شده و خاک آلوده به قارچ *F. oxysporum* که فاقد سایر آنتاگونیست‌ها است

Values marked with the same letter are not statistically different (P<0.05)

*,**Respectively only sterile soil and the soil is contaminated with *F. oxysporum* which no other antagonists

harzianum (Ah90) جداسازی شده از مزارع جالیز استان خراسان، در دامنه دمایی ۳۳ درجه سانتی‌گراد و اسیدیته خاک ۶/۵ در کاربرد این قارچ به روش اختلاط با خاک به عنوان مناسب‌ترین گونه معرفی و منجر به کاهش بیماری و افزایش اندام رویشی گیاه در شرایط گلخانه گردید.

این یافته‌های نوین در شرایط خاک پاستوریزه و نزدیک به شرایط طبیعی خاک توانایی قارچ *Trichoderma* را در شرایط همراه با عامل بیماریزا و سایر میکروارگانیسم‌ها در خاک در خصوص بازداري از رشد و توسعه به رشد بیشتر در برابر سایر عوامل مانند باکتری‌ها در خاک نشان از پایداری آن‌ها در شرایط تنش‌زا می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن موارد فوق و نتایج حاصل از مطالعات گلخانه‌ای گونه *T.*

منابع

- 1- Abdollahi M, Ommati F., and Zaker M. 2012. The in vitro efficacy of *Trichoderma* isolates against *Pythium aphanidermatum*, the causal agent of sugar beet root rot. Journal of Research in Agricultural Science, 8: 79-87.
- 2- Baghani F., Rahnama K., Aqajani M.A., and Dehghan M.A. 2012. Biological control of *Fusarium* head blight (*Fusarium graminearum*) by application of three native *Trichoderma* species in field. Journal of Plant Production Researches, 19: 123-139.
- 3- Begoude B.A.D., Lahlali R., Friel D., Tondje P.R., and Jijakli H.M. 2006. Response surface methodology study of the combined effects of temperature, pH, and a_w on the growth rate of *Trichoderma asperellum*. Journal of Applied

- Microbiology, 103: 845-854.
- 4- Clarkson J.P., Phelps K., Whipps J.M., Young C.S., Smith J.A., and Watling M. 2004. Forecasting *Sclerotinia* disease on lettuce: Toward developing a prediction model for carpogenic germination of *Sclerotinia*. *Phytopathology*, 94: 268-279.
 - 5- Habibi R., Rahnema K., and Taghinasab M. 2015. Evaluating the effectiveness of native *Trichoderma* species in production of extracellular enzymes during interaction with plant pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 4: 1-13.
 - 6- Mahmoudi Sh., and Hakimian M. 2001. In Soil Basics translation. Tehran University Press. In: artistic D. feet. (Author), pp. 506- 554.
 - 7- Najafi S., Mirseyed Hosseini M., and Alaei A. 2012. Study of the effect of micronutrient enriched sulfur fertilizer application in a calcareous soil. *Journal of Water and Soil*, 26: 95-103.
 - 8- Ramezani H. 2010. Antagonistic effects of *Trichoderma* spp. against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* causal agent of tomato wilt. *Plant Protection Journal*, 2: 167-173.
 - 9- Romero Arenas O., Huato M.Á.D., Treviño I.H., Parraguire Lezama J.F.C., García A.A., and Victoria Arellani A.D. 2012. Effect of pH on growth of the mycelium of *Trichoderma viride* and *Pleurotus ostreatus* in soil cultivation medium. *African Journal of Agricultural Research*, 7: 4724-4730.
 - 10- Shahsavari A., Pyrdshy H., Motaghiyan A., and Tajik Ghanbari M.A. 2010. Response growth and yield characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.) to the use of farmyard manure, *Trichoderma* species (*Trichoderma* spp.) and *Pseudomonas* (*Pseudomonas* spp.). *Journal of Agro Ecology*, 2: 448-458.



ردیابی ویروس موزاییک زرد کدو از کدویان استان گیلان و شهرستان ارومیه

محمد احمدزاده زاویه جیکی^۱ - احمد روحی بخش^۲ - مینا راستگو^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹

چکیده

ویروس موزاییک زرد کدو (*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV) و ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (*Tomato spotted wilt orthotospovirus*, TSWV) از ویروس‌های آلوده‌کننده کدویان می‌باشند. به منظور ردیابی ZYMV و TSWV طی سال زراعی ۹۳، تعداد ۴۵۷ نمونه‌ی برگ‌ی کدو، خیار، خربزه، هندوانه و طالبی مشکوک به آلودگی به این ویروس‌ها از مزارع کدویان در استان گیلان و شهرستان ارومیه جمع‌آوری و با استفاده از آزمون الیزای مستقیم بررسی شدند. هیچکدام از نمونه‌ها آلودگی به TSWV را نشان ندادند. ZYMV نیز فقط در ۳۹ نمونه‌ی کدو شناسایی شد. نمونه‌های کدوی آلوده به ZYMV به گیاهان محک مایه‌زنی شدند. جهت ردیابی مولکولی، از آزمون RT-PCR با استفاده از آغازگرهای اختصاصی مربوط به ناحیه پروتئین پوششی ZYMV انجام و قطعه‌ای به اندازه ۴۵۸ جفت باز تکثیر و تبارزایی ۳ جدایه از روی کدو نشان داد که این جدایه‌ها در گروه A که شامل جدایه‌های اروپایی و ایرانی است قرار می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: توالی‌یابی، DAS-ELISA، RT-PCR، TSWV، ZYMV

مقدمه

ایران گزارش گردید (۲). TSWV متعلق به جنس ارتوتوسپوویروس (*Orthotospovirus*) از تیره *Tospoviridae* می‌باشد (۴). پیکره ویروس گرد (spherical) بوده و به قطر ۸۰-۱۱۰ نانومتر می‌باشد. ژنوم ویروس بصورت RNA تک لا و سه قسمتی است که RNA بزرگ (LRNA) قطبیت منفی (negative) دارد و RNA متوسط (MRNA) و RNA کوچک (SRNA)، متضاد (ambisense) می‌باشند. (۱۲). این ویروس در ایران از روی کدویان فقط از روی خیار گلخانه‌ای در جیرفت گزارش شده است (۱۶). علی‌رغم کشت وسیع کدو و گزارش ویروس موزاییک زرد کدو از استان گیلان و شهرستان ارومیه تاکنون هیچ جدایه‌ای از میزبان کدو در این دو منطقه تعیین توالی نشده است. بنابراین در تحقیق حاضر وقوع و انتشار دو ویروس موزاییک زرد کدو و ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی در مزارع کدویان این دو منطقه با استفاده از آزمون سرولوژیکی و مولکولی مورد بررسی قرار گرفت تا ترادف جدایه‌هایی از این دو ویروس مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌های برگ

جهت ردیابی و بررسی میزان آلودگی کدویان به ویروس موزاییک زرد کدو و ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی در سال

کشت کدویان از جمله کدو، خربزه، هندوانه و خیار در ایران از اهمیت خاصی برخوردار است. بیماری‌های ویروسی یکی از عوامل محدودکننده تولید کدویان در دنیا محسوب می‌شوند (۱۸). تاکنون بیش از ۵۹ ویروس از روی کدویان شناسایی شده‌اند که تعداد زیادی از این ویروس‌ها ایجاد بیماری‌های مهمی در کدویان می‌نمایند (۱۱). ویروس موزاییک زرد کدو (*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV) از جمله ویروس‌های مهم کدویان در سراسر دنیا محسوب می‌شود (۱۲). ZYMV متعلق به جنس *Potyvirus* از تیره *Potyviridae* می‌باشد. پیکره ویروس بصورت میله‌ای خم‌شده با طول ۷۵۰ نانومتر و ۱۱ نانومتر عرض می‌باشد. ژنوم ویروس از نوع RNA تک لای مثبت و تقریباً ۹۶۰۰ نوکلئوتید طول دارد (۶). در ایران این ویروس برای اولین بار در سال ۱۳۶۷ از مزارع کدو و طالبی استان تهران گزارش شد (۱۰). ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (*Tomato spotted wilt orthotospovirus*, TSWV) اولین بار در سال ۱۹۱۹ از استرالیا (۳) و در سال ۱۳۷۵ از روی گوجه‌فرنگی در

۱ و ۲- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه گیلان

۳- استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(Email: m.rastgou@urmia.ac.ir)

(*)- نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jpp.v32i2.67619

مزارع کدوی تمام شهرستان‌های نمونه‌برداری شده در استان گیلان و شهرستان ارومیه به نسبت‌های مختلف وجود دارد و از مجموع ۴۵۷ نمونه جمع‌آوری شده که علایم مشکوک به این ویروس‌ها در آن‌ها دیده می‌شد، ۳۹ نمونه‌ی کدو آلودگی به ZYMV را نشان دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که بیشترین آلودگی ZYMV (۱۲/۷۶ درصد) مربوط به منطقه کیشهر از مزارع استان گیلان و کمترین درصد آلودگی مربوط به شهر ضیابر (۲/۲۷ درصد) می‌باشد. درصد آلودگی مزارع کدویان شهرستان ارومیه به ZYMV در حدود ۱۳/۶ درصد برآورد شد. در بررسی سرولوژیکی، TSWV ردیابی نگردید.

نتایج حاصل از آزمون RT-PCR و توالی‌یابی

بر اساس نتایج حاصل از آزمون RT-PCR ردیابی مولکولی ویروس موزاییک زرد کدو (ZYMV) روی گیاه کدو با موفقیت صورت گرفت و جفت آغازگر رفت و برگشت یک قطعه ۴۵۸ جفت بازی از ژن CP ویروس را تکثیر کرد. در تأیید نتایج سرولوژیکی، TSWV در آزمون RT-PCR نیز ردیابی نشد. اندازه قطعه تکثیر شده مربوط به دو جدایه گیلان (F09، E09) که بترتیب از آستانه و کیشهر استان گیلان و از روی کدو جدا شده بودند بعد از حذف دو انتهای خوانده نشده، ۳۷۹ نوکلئوتید و جدایه ارومیه ۳۸۹ نوکلئوتید تعیین شد و با برنامه BLASTn نزدیک بودن آنها با جدایه‌های مختلف ویروس موزاییک زرد کدو به اثبات رسید. توالی نوکلئوتیدی جدایه‌های F09، E09 (گیلان) و B12 (ارومیه) بترتیب با رس شماره‌های MF804836 تا MF804838 در بانک ژن ثبت شد. بعد از رسم درخت تبارزایی مشخص شد که جدایه‌های گیلان (F09، E09) با جدایه‌های کشور جمهوری چک و ایران (جدایه فارس)، بیشترین شباهت (۹۸ درصد) و جدایه ارومیه (B12) با جدایه اسلواکی و جمهوری چک (۹۹ درصد) بیشترین تشابه را دارند و همگی در گروه A که شامل جدایه‌های اروپایی و ایرانی است قرار می‌گیرند.

بحث

ZYMV قبلاً با روش سرولوژیکی از استان گیلان (۸) و مزارع اطراف ارومیه (۱۵) گزارش شده بود. یک جدایه از این ویروس نیز از روی خیار از شهر رشت تعیین توالی شده است (۱۳). اما در این تحقیق با روش مولکولی وجود این ویروس در استان گیلان (کیشهر و آستانه) و شهرستان ارومیه و از روی میزبان کدو برای اولین بار گزارش گردید. ZYMV روی خیار، طالبی، هندوانه و خربزه از این دو منطقه جغرافیایی متفاوت ردیابی نشد. در این تحقیق هیچکدام از نمونه‌های جمع‌آوری شده آلودگی به TSWV را نشان ندادند. در تحقیق حاضر در درخت تبارزایی جدایه‌ها در ۳ گروه عمده قرار گرفتند که جدایه‌های تعیین توالی شده در این تحقیق در گروه A که حاوی

زراعی ۱۳۹۳ از مزارع کدویان استان گیلان و شهرستان ارومیه تعداد ۳۳۲ نمونه کدو (*Cucurbita pepo* L.)، خیار (*Cucumis sativus* L.)، طالبی (*C. melo* L. var. *cantalupenesis*) و هندوانه (*C. citrulus* L.) از شهرهای مختلف استان گیلان از جمله رشت، صومعه‌سرا، لاهیجان، آستانه، کیشهر، لنگرود و بندرانزلی و تعداد ۱۲۵ نمونه کدو، خیار و خربزه (*C. melo* L.) از مزارع اطراف شهرستان ارومیه دارای علایم ویروسی مانند موزاییک، تاولی شدن، بدشکلی برگ، بند کفشی شدن و رگبرگ‌نوازی نمونه‌برداری شد و برای تشخیص از آزمون سرولوژیکی الیزای مستقیم (Double Antibody Sandwich-Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay, (DAS-LISA) و آنتی‌سرم‌های چندهمسانه‌ای (polyclonal) اختصاصی هر دو ویروس تهیه شده از مؤسسه IVV ایتالیا بر اساس روش کلی توصیفی توسط کلارک و آدامز استفاده گردید (۵) و نمونه‌هایی که میزان جذب آنها از آستانه محاسبه شده براساس فرمول ($\bar{X} + 3SD$) میانگین جذب گیاهان سالم) بیشتر بود، به عنوان نمونه آلوده در نظر گرفته شدند.

ردیابی ZYMV و TSWV با استفاده از آزمون مولکولی

به‌منظور تایید نتایج آزمون سرولوژیکی، از روش آر.تی.پی.سی.آر. (Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction, RT-PCR) جهت ردیابی مولکولی ZYMV و TSWV استفاده شد. برای ردیابی ZYMV از آغازگرهای اختصاصی که ناحیه‌ای به طول ۴۸۵ جفت‌باز از ژن پروتئین پوششی این ویروس را تکثیر می‌کنند استفاده شد (۷). برای ردیابی TSWV از جفت آغازگر مشتق شده از آر.ان.ای بزرگ (L-RNA) استفاده شد. ترادف‌های حاصل، در پایگاه اطلاعاتی NCBI با برنامه BLASTn با ترادف‌های موجود در GenBank مقایسه شدند. مقایسه هم‌ردیف‌سازی چندگانه^۱ ترادف نوکلئوتیدی بین جدایه‌های این ویروس‌ها و سایر جدایه‌های ثبت شده از ایران و دنیا در بانک ژن با روش ClustalW و رسم درخت تبارزایی حاصل از هم‌ردیف‌سازی چندگانه به روش Neighbor joining به وسیله برنامه MEGA6 و بر اساس ۱۰۰۰ تکرار (bootstrap) انجام شد (۱۷).

نتایج

نتایج آزمون سرولوژیکی الیزا (ELISA)

علایم موزاییک، تاولی شدن، بدشکلی، بندکفشی شدن برگ و رگبرگ‌نوازی از علایم ویروسی مشاهده شده روی گیاهان کدو، خیار، خربزه، هندوانه و طالبی در مناطق نمونه‌برداری بود. نتایج حاصل از آزمون الیزا روی نمونه‌های دارای علائم نشان داد که ZYMV در

جدایه‌های ایرانی و اروپایی است و بیشترین پراکنش جغرافیایی را دارد، قرار گرفتند که با توجه به بذرد بودن این ویروس و احتمال انتقال این ویروس از طریق بذر از کشورهای اروپای مرکزی به ایران دور از انتظار نیست (۱ و ۹). داده‌های حاصل از این تحقیق می‌تواند در مدیریت این بیماری‌های ویروسی بخصوص در زمینه تولید ارقام مقاوم و پایدار مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- 1- Azarfar A., Izadpanah K., Afsharifar A., and Masumi M. 2012. Purification and the complete genome sequence of *Zucchini yellow mosaic virus*- Fars isolate. Iranian Journal of Plant Pathology, 48, 403-409. (In Farsi with English abstract).
- 2- Bananej K., Shahraeen N., and Ahoonmanesh A. 1996. Distinguishing and determining the characteristics of *Tomato spotted wilt virus* in Varamin farms. Iranian Journal of Plant Pathology, 32 (1-2): 42-45.
- 3- Brittlebank C.C. 1919. Tomato diseases. Journal of Agriculture, Victoria, 27:231-235.
- 4- Briese T., Alkhovskiy S., Beer M.H., Calisher C., Charrel R., Ebihara H., Jain R., Kuhn J., Lambert A., Maes P., Nunes M., Plyusnin A., Schmaljohn C.B. Tesh R., Yeh S., Elbeaino T., Digiaro M., Martelli G., Muehlbach H., and Junglen S. 2016. Create a new order, Bunyavirales, to accommodate nine families (eight new, one renamed) comprising thirteen genera.
- 5- Clark M. F., and Adams S. A. N. 1997. Characteristics of microplates method of enzyme-linked-immunosorbent assay for detection of plant viruses. Journal of General Virology, 34: 475-483.
- 6- Desbiez C., and Lecoq H. 1997. *Zucchini yellow mosaic virus*. Plant Pathology, 46: 809-829.
- 7- Desbiez C., Wipf-Scheibel C., and Lecoq H. 2002. Biological and serological variability, evolution and molecular epidemiology of *Zucchini yellow mosaic virus* with special reference to Caribbean Islands. Virus Research, 85: 5-16.
- 8- Gholamalizadeh R., Vahdat A., Keshavarz T., Elahinia S. A., Shahraeen N., and Bananej K. 2008. Occurrence and distribution of ten viruses infecting cucurbit plants in Guilan province, Iran. Acta Virologica, 52:113-118.
- 9- Gholizadeh-Roshanagh S., Nourinejhad Zarghani Sh, Aminian H., Jafari M., and Ramshini H. 2017. Imported infected cucurbit seeds cause of establishment and distribution of central Europe isolates of *Zucchini yellow mosaic virus* in Varamin. Genetic Engineering and Biosafety Journal, 5 (2):91-99.
- 10- Ghorbani S. 1988. Isolation of *Zucchini yellow mosaic virus* in the Tehran province. Iran Journal of Plant pathology, 24:25-34.
- 11- Lecoq H., and Desbiez C. 2012. Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean region: an ever-changing picture. Advances in Virus Research, 84: 67-126.
- 12- Lecoq H., Wipf-Scheibel C., Chandeysson C., Le Van A., Fabre F., and Desbiez C. 2009. Molecular epidemiology of *Zucchini yellow mosaic virus* in France: an historical overview. Virus Research, 141:190-200.
- 13- Massumi H., Shaabani M., Heydarnejad J., Hosseinipour A., and H. Rahimian H. 2011. Host range and phylogenetic analysis of Iranian isolates of *Zucchini yellow mosaic virus*. Journal of Plant Pathology, 93: 187-193.
- 14- Nascimento L. C., Pensuk V., Costa N. P., Deom C. M., and Sherwood J. 2006. Evaluation of peanut genotypes for resistance to *Tomato spotted wilt virus* by mechanical and thrips inoculation. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41: 937-942.
- 15- Rastgou M., Koohi Habibi M., Izadpanah K., and Mosahebi Gh. 2010. Frequency of cucurbit viruses around Urmia and first report of *Zucchini yellow fleck virus*. Proceeding of 19th Iranian Plant Protection Congress .31 July-3 August. p.755.
- 16- Shaabani M., Massumi H., Hosseinipour A., Heydarnejad J., and Poramini N. 2005. Detection and distribution of *Zucchini yellow mosaic virus* based on Immunocapture RT-PCR in some parts of Iran, The Fourth National Biotechnology Conference Islamic Republic of Iran, Kerman. P. 2098.
- 17- Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., and Kumar S. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. Molecular Biology and Evolution, 30: 2725-2729.
- 18- Zitter T. A., Hopkins D. L., and Thomas C. E. 1996. Compendium of cucurbit diseases. APS press. 87pp.

بررسی اثر کشندگی سیرینول (Sirinol®) و اسپیرودیکلوفن (Envidor®) روی *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای

بهنام امیری بشلی^{۱*} - مهدی کبیری رئیس آباد^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۸

چکیده

کنه تارتن دو نقطه‌ای یکی از آفات مهم و اقتصادی در مزارع لوبیا است. در این تحقیق، اثر آفت‌کش گیاهی سیرینول و کنه‌کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن روی تخم و بالغ این آفت در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. از دستگاه برج پاشش برای زیست‌سنجی‌ها استفاده شد. از سوی دیگر، به منظور بررسی غلظت‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام از آفت‌کش سیرینول و غلظت‌های ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام از کنه‌کش اسپیرودیکلوفن، آزمایشی در شرایط مزرعه‌ای با ۷ تیمار و ۴ تکرار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام گرفت. نمونه‌برداری از جمعت آفت یک روز قبل، سه، هفت، چهارده و بیست و یک روز پس از تیمار انجام گرفت. میزان LC_{50} آفت‌کش سیرینول برای تخم و کنه بالغ با گذشت ۷۲ ساعت از زمان تیمار به ترتیب ۱۱۹۲/۳ و ۵۹۲/۳ پی‌پی‌ام و میزان LC_{50} کنه‌کش اسپیرودیکلوفن به ترتیب ۲۸۹/۸ و ۱۷۲/۹ پی‌پی‌ام برآورد شد. بر این اساس، کنه‌های بالغ نسبت به تخم‌ها حساسیت بیشتری در برابر هر دو ترکیب ذکر شده داشتند. نتایج زیست‌سنجی مزرعه‌ای نشان دهنده دوام اثر طولانی‌تر آفت‌کش سیرینول بود. به‌طوری‌که ۲۱ روز پس از تیمار، میزان کشندگی غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای این ترکیب برای کنه تارتن بالغ ۹۲/۱۱ درصد بود. همچنین سمیت این ترکیب برای کنه شکارگر *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot بسیار کمتر از کنه‌کش اسپیرودیکلوفن بود. بر اساس معیارهای IOBC، آفت‌کش سیرینول در نمونه‌برداری‌های ۲۱ روز پس از تیمار و در غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای در گروه سموم با خطر کم و کنه‌کش اسپیرودیکلوفن در گروه سموم خطرناک برای این دشمن طبیعی دسته‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: اسپیرودیکلوفن، زیست‌سنجی، سیرینول، کنه تارتن دو نقطه‌ای

مقدمه

این گونه به تعداد زیادی از آفت‌کش‌ها، کنه تارتن دو نقطه‌ای به عنوان گونه مقاوم در بسیاری از مناطق جهان شناخته شده است (۳). از طرفی به دلیل هزینه بالای کاربرد ترکیبات شیمیایی برای کنترل و همچنین بروز مشکلاتی از جمله پایداری در طبیعت و آلودگی محیط زیست، تقاضا برای روش‌های کنترل سازگار با محیط زیست افزایش یافته است. بنابراین طی سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در مورد آفت‌کش‌های طبیعی انجام گرفته است (۲۱). گیاهان منبع غنی از آفت‌کش‌های تجدید پذیر هستند. ترکیبات استخراج شده از گیاهان جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌های شیمیایی بوده و با دشمنان طبیعی نیز سازگاری بیشتری دارند. این ترکیبات مزایای مهمی چون کاهش تجمع زیستی، افزایش امنیت برای کارگران، افزایش سلامت غذا، کاهش مقاومت به آفت‌کش‌ها و افزایش سودآوری در تولید دارند (۱۲). آفت‌کش سیرینول (Sirinol®) ترکیب طبیعی بر پایه عصاره سیر است که در آزمایش‌های مختلف کارایی خود را به عنوان یک حشره‌کش به اثبات رسانده است. در تحقیق قانع جهرمی و همکاران آفت‌کش سیرینول اثرات دورکنندگی بالایی برای سوسک دانه غلات

کنه تارتن دو نقطه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) یک گونه همه‌جازی است که در مناطق وسیعی از جهان وجود دارد و از گونه‌های مختلف گیاهی تغذیه می‌کند (۳۱). این آفت سبب کاهش معنی‌دار محصول در بسیاری از محصولات از جمله میوه‌ها، پنبه، سبزیجات و محصولات آرایشی می‌شود (۳۳) و (۳۵). کنترل جمعیت کنه تارتن با استفاده از کنه‌کش‌ها و همچنین حشره‌کش‌های شیمیایی انجام می‌گیرد. تکرار استفاده از ترکیبات شیمیایی از یک سو و کوتاه بودن طول دوره زندگی و توانایی تعداد نسل بالای کنه تارتن از سوی دیگر منجر به مقاومت این آفت در برابر ترکیبات شیمیایی رایج شده است (۵، ۲۰ و ۳۴). به دلیل مقاومت

۱- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(*)-نویسنده مسئول: (Email: behnamamiri39@yahoo.com)

۲- دانشجوی دکتری حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) نگهداری شد.

پرورش کنه تارتن دو نقطه‌ای

کلنی اولیه کنه تارتن از مزارع آلوده به این آفت در شهرستان ساری جمع‌آوری و به آزمایشگاه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد. برای به دست آوردن یک جمعیت هم‌سن از بالغین، کنه‌های بالغ روی برگ‌های گیاه لوبیا (۳ هفته پس از جوانه‌زنی بذر) قرار داده شد و پس از گذشت ۲۴ ساعت، کنه‌های بالغ از برگ‌ها جدا شدند. گیاهان آلوده به تخم‌های کنه تارتن دونه‌ای درون ژرمیناتور قرار داده شد و با گذشت ۱۲ روز و ظهور کنه‌های بالغ و هم‌سن، از آن‌ها برای آزمایش‌های زیست‌سنجی استفاده شد.

ترکیبات مورد استفاده

در این تحقیق از آفت‌کش گیاهی سیرینول (Sirinol®) و کنه کش شیمیایی اسپیرودیكلوفن (Envidor®) استفاده شد. مشخصات ترکیبات مورد استفاده در تحقیق در جدول ۱ ذکر شده است.

Sitophilus oryzae و شپشه برنج *Rhizopertha dominica* (F.) داشت (۱۴). کنه کش اسپیرودیكلوفن (Envidor®) ترکیب جدیدی است که برای کنترل مراحل مختلف زیستی کنه تارتن دونه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۲). کبیری رئیس آباد (۱۸) اثر حشره‌کشی سه ترکیب گیاهی پالیزین، سیرینول و تنداکسیر را روی حشرات کامل پسپل پسته و دو گونه از مهمترین دشمنان طبیعی این آفت بررسی کرده و نشان داد این ترکیبات به خوبی پسپل پسته را کنترل کرده و تأثیر سوئی روی دشمنان طبیعی این آفت ندارند. تاکنون هیچ مطالعه‌ای اثر آفت‌کش گیاهی سیرینول را روی کنه تارتن دو نقطه‌ای بررسی نکرده است؛ لذا در این تحقیق اثر کشندگی این آفت‌کش روی کنه تارتن دو نقطه‌ای در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و میزان تأثیر آن با کنه‌کش شیمیایی اسپیرودیكلوفن مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان

گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در گلدان‌های پلاستیکی کاشته شد و در دمای $25 \pm 2^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی $65 \pm 5\%$ و دوره نوری

جدول ۱- آفت‌کش‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 1- Pesticides used in research

شماره NO	نام عمومی Common name	نام تجاری Trade name	گروه شیمیایی Chemical group	فرمولاسیون Formulation	غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای RFC* (ppm)	دوز کشنده ۵۰ درصد LD ₅₀	شرکت Company
1	Garlic extract	Sirinol®	Biorational insecticide	EC	1000-2000	> 5000 mg/kg	Kimia Sabzavar
2	spirodiclofen	Envidor®	Tetronic acid	SC	500-1000	245-480 mg/kg	Afrasam

* Recommended Field Concentration

اصلی گیاه لوبیا تهیه شده و سپس تعداد ۱۵ عدد کنه بالغ هم‌سن روی هر کدام از دیسک‌ها قرار داده شد. در ادامه مقدار ۵۰۰ میکرولیتر از هر کدام از غلظت‌های تهیه شده با استفاده از دستگاه برج پاشش روی برگ‌ها پاشیده شد. سپس دیسک‌های برگ‌ی به ظروف پتری حاوی پنبه مرطوب منتقل شده و ظروف در ژرمیناتور با دمای $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $65 \pm 5\%$ و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) قرار گرفتند. پس از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از زمان تیمار، تعداد کنه‌های مرده و زنده روی برگ‌ها شمرده و ثبت شد. کنه‌هایی که با وجود تحریک با سوزن پس از گذشت ۵ ثانیه قادر به راه رفتن نبودند (۱۹) مرده تلقی می‌شدند. این آزمایش به همراه شاهد چهار مرتبه تکرار شد.

آزمایش‌های زیست‌سنجی در شرایط آزمایشگاهی

کنه بالغ

به منظور به دست آوردن بالاترین و پایین‌ترین غلظت کشندگی هر کدام از ترکیبات، ابتدا یکسری آزمایش‌های مقدماتی انجام شد. سپس بر اساس نتایج به دست آمده دو غلظت حداقل و حداکثر در نظر گرفته شده و پنج غلظت که به صورت لگاریتمی تهیه شدند (۲۹). بین این دو غلظت منظور و آزمایش‌های نهایی با هفت غلظت برای هر کدام از سموم و منظور نمودن تیمار شاهد انجام شد. غلظت‌های مورد استفاده برای آفت‌کش سیرینول ۲۵۰، ۳۸۱، ۵۹۳، ۹۲۲، ۱۴۳۴، ۲۲۳۰ و ۳۵۰۰ پی‌پی‌ام و برای کنه کش اسپیرودیكلوفن ۱۰۰، ۱۳۴، ۱۸۰، ۲۴۲، ۳۲۶، ۴۳۸ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام بود. روش کار به این صورت بود که دیسک‌های برگ‌ی به قطر ۳۰ میلی‌متر از برگ‌های

تخم کنه

برای به دست آوردن تخم‌های هم‌سن کنه، تعداد ۳۰ عدد کنه بالغ روی گیاهان سالم لوبیا رها شده و پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان رهاسازی، کنه‌ها جدا شدند و سپس برگ‌ها زیر بینوکلر به دقت بررسی و برگ‌هایی که حاوی ۴۰ عدد تخم کنه بودند برای آزمایش در نظر گرفته شدند. در صورت وجود تعداد بیشتری تخم روی هر برگ، تخم‌های اضافی با استفاده از قلم مو ظریف زیر بینوکلر حذف شدند. غلظت‌های مورد استفاده برای آفت‌کش سیرینول ۵۰۰، ۸۰۹، ۱۳۱۰، ۲۱۲۱، ۳۴۳۳، ۵۵۵۹ و ۹۰۰۰ پی‌پی‌ام و برای کنه‌کش اسپیرودیکلوفن ۱۲۰، ۱۶۷، ۲۳۴، ۳۲۸، ۴۵۹، ۶۴۳ و ۹۰۰ بودند. روش کار مشابه بررسی اثر سموم روی کنه بالغ بود.

آزمایش‌های مزرعه‌ای

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان بهشهر (عرض جغرافیایی ۱۰° ۳۵' ۵۳" شرقی و ۳۹° ۴۱' ۳۶" شمالی) انجام گرفت. ابعاد زمین برای هر تیمار به صورت قطعاتی با طول ۵ و عرض ۴ متر بود. بذرهای لوبیا (*P. vulgaris*) پس از خیساندن به مدت ۲۴ ساعت، روی پشته‌هایی به عرض ۲۰ با عمق ۵ و با فواصل روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند. فواصل ردیف‌های کاشت از هم ۵۰ سانتی‌متر بود. نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی با توجه به دمای هوا و بر اساس نیاز آبی گیاه هر ۸-۷ روز یکبار انجام شد. علف‌های هرز طی فصل رشد به صورت دستی وجین شدند. با رشد گیاه لوبیا و آلوده شدن توسط کنه تارتن، عملیات سم‌پاشی در مزرعه انجام گرفت. عملیات سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی و سرلانس معمول صورت گرفت. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با هفت تیمار (غلظت‌های پیشنهاد شده مزرعه‌ای، نصف غلظت‌های پیشنهاد شده مزرعه‌ای، دو برابر غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای سموم و تیمار آب پاشی) و چهار تکرار انجام شدند. تیمارهای مورد آزمایش شامل ۱- سیرینول ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام ۲- سیرینول ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام ۳- سیرینول ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام ۴- اسپیرودیکلوفن ۳۰۰ پی‌پی‌ام ۵- اسپیرودیکلوفن ۶۰۰ پی‌پی‌ام ۶- اسپیرودیکلوفن ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام ۷- شاهد (آب‌پاشی) بودند. نمونه‌برداری از جمیع آفت در پنج نوبت شامل: یک روز قبل از سم‌پاشی، سه، هفت، چهارده و بیست‌ویک روز پس از سم‌پاشی انجام شد. با توجه به فعالیت شبانه‌روزی کنه در پشت برگ‌ها محدودیتی برای زمان نمونه‌برداری در طول روز وجود نداشت ولی با این حال سعی شد نمونه‌برداری‌ها در ساعات معینی از روز انجام گیرد. در هر مرتبه نمونه‌برداری، تعداد ۱۰ بوته با حذف نیم متر از حاشیه‌ها به طور تصادفی انتخاب شد. سپس از سه ارتفاع (بالا، وسط و پایین) هر بوته سه عدد برگ چیده شد و درون کیسه‌های پلاستیکی

جداگانه‌ای که دارای برچسب مشخصات بودند قرار گرفتند. کیسه‌های پلاستیکی داخل یخدان حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه تراکم جمعیت کنه تارتن *T. urticae* و همچنین کنه شکارگر *P. persimilis* از طریق شمارش مستقیم کنه‌های بالغ و تخم‌های آن‌ها در سطح پشتی و رویی برگ توسط استریومیکروسکوپ تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در صورت وجود مرگ‌ومیر در شاهد، مرگ‌ومیر سایر تیمارها توسط فرمول ابوت (۱۳) اصلاح و سپس به روش تجزیه پروبیت و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶، LC₅₀ و LC₉₀ ترکیبات محاسبه گردید. در آزمایش مزرعه‌ای درصد تأثیر هر یک از سموم با استفاده از فرمول هندرسون-تیلیتون تعیین گردید (۱۷).

$$100 \left(\frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca} - 1 \right) = \text{درصد تلفات}$$

در این فرمول Tb = میانگین تعداد آفت در قطعه تیمار قبل از آزمایش، Ta = میانگین تعداد آفت در قطعه تیمار بعد از آزمایش، Cb = میانگین تعداد آفت در قطعه شاهد قبل از آزمایش و Ca = میانگین تعداد آفت در قطعه شاهد بعد از آزمایش می‌باشد. به منظور نرمال شدن داده‌های مربوط به درصد تلفات، با استفاده از رابطه $\text{Arcsin}\sqrt{x}$ و به کمک نرم افزار Excel تبدیل داده‌ها صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌های زیست‌سنجی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصدی صورت گرفت. برای تقسیم‌بندی اثر سموم روی کنه شکارگر از تقسیم‌بندی انجام شده توسط سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک IOBC استفاده شد. این تقسیم‌بندی به این صورت است. I: بی‌خطر (<25 درصد مرگ‌ومیر)، II: با خطر کم ($25-50$ درصد مرگ‌ومیر)، III: با خطر متوسط ($51-75$ درصد مرگ‌ومیر)، IV: خطرناک (>75 درصد مرگ‌ومیر) (۱۶).

نتایج

زیست‌سنجی آزمایشگاهی

نتایج تجزیه پروبیت داده‌های زیست‌سنجی دو آفت‌کش سیرینول و اسپیرودیکلوفن روی کنه تارتن بالغ در جدول ۲ ذکر شده است. میزان LC₅₀ دو ترکیب ذکر شده با گذشت ۷۲ ساعت از زمان تیمار به ترتیب ۵۹۲/۳ و ۱۷۲/۹ پی‌پی‌ام و میزان LC₉₀ به ترتیب ۳۳۴۱/۷ و ۶۱۱/۵ پی‌پی‌ام برآورد شد. با مد نظر قرار دادن هر دو غلظت کشنده ۵۰ و ۹۰ درصدی و محدوده اطمینان ۹۵ درصدی مشخص شد سمیت کنه‌کش اسپیرودیکلوفن به طور معنی‌داری بالاتر از آفت‌کش سیرینول است.

جدول ۲- نتایج تجزیه پروبیت داده‌های زیست سنجی روی بالغ کنه تارتن *T. urticae*Table 2- Probit analysis of bioassay data on *T. urticae* adult

آفت‌کش Pesticides	زمان ساعت Time (h)	تعداد کل Total	LC ₅₀ (ppm) (CI*)	LC ₉₀ (ppm) (CI)	Slope (±SE)	χ^2	p-value
Sirinol	24	480	1173.57 (943.3- 1499.8)	10832.1 (6369.4-25934.6)	1.32 (±0.17)	1.57	0.9
	48	480	791.1 (644.2- 958.5)	5404.3 (3705.9- 9611.4)	1.53 (±0.17)	1.49	0.91
	72	480	592.3 (479.7- 708.7)	3341.7 (2479.9-5169.2)	1.7 (±0.18)	1.32	0.93
Spirodiclofen	24	480	258.7 (227.6- 295.5)	921.5 (705.4- 1383.4)	2.32 (±0.26)	0.29	0.99
	48	480	213.3 (186.9- 241.1)	722.2 (573.7- 1016.9)	2.42 (±0.26)	0.51	0.99
	72	480	172.9 (147.4-197.1)	611.5 (490.1-853.03)	2.33 (±0.27)	0.2	0.99

*CI: denote confidence

پی‌پی‌ام رسید. میزان LC₅₀ کنه‌کش اسپیرودیكلوفن در زمان‌های ذکر شده به ترتیب ۳۲۷/۸ و ۲۸۹/۸ پی‌پی‌ام برآورد شد. بر اساس نتایج، کنه‌کش اسپیرودیكلوفن در هر دو غلظت کشنده ۵۰ و ۹۰ درصدی سمیت بالاتری نسبت به آفت‌کش سیرینول برای تخم کنه داشت.

میزان LC₅₀ آفت‌کش سیرینول روی تخم کنه تارتن با گذشت ۲۴ ساعت از زمان تیمار ۱۷۶۵/۷ پی‌پی‌ام برآورد شد (جدول ۳). با گذشت زمان میزان مرگ‌ومیر افزایش و در نتیجه شاخص ذکر شده کاهش یافت. چنانچه ۷۲ ساعت پس از تیمار این شاخص به ۱۱۹۲/۳

جدول ۳- نتایج تجزیه پروبیت داده‌های زیست سنجی روی تخم کنه تارتن *T. urticae*Table 3- Probit analysis of bioassay data on *T. urticae* egg

آفت‌کش Pesticides	زمان ساعت Time (h)	تعداد کل Total	LC ₅₀ (ppm) (CI*)	LC ₉₀ (ppm) (CI)	Slope (±SE)	χ^2	p-value
Sirinol	24	1280	1765.7 (1290.2- 2824.1)	11538.9 (5761.4-50082.1)	1.57 (±0.15)	1.88	0.001
	48	1280	1458.5 (1126.3- 2030.7)	10705.9 (5901.9- 31716.9)	1.48 (±0.11)	1.83	0.02
	72	1280	1192.3 (1045.2- 1373.8)	10515.9 (7467.8-16653)	1.35 (±0.1)	1.07	0.68
Spirodiclofen	24	1280	327.8 (301.1- 360.4)	1253.3 (1012.08- 1660.9)	1.84 (±0.12)	4.89	0.42
	48	1280	305.7 (281.6- 334.4)	1151.8 (940.4- 1502.2)	2.22 (±0.16)	2.22	0.81
	72	1280	289.8 (266.9-316.4)	1109.2 (907.1-1443.8)	2.19 (±0.16)	1.74	0.88

*CI: denote confidence limits

با گذشت زمان میزان تأثیر کنه‌کش شیمیایی کاهش یافت. چنانچه میزان تلفات ایجاد شده در تخم کنه تارتن در نمونه‌برداری‌های ۲۱ روز پس از تیمار و در قطعات تیمار شده با غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای این ترکیب به ۳۲/۲۱ درصد رسید که به طور معنی‌داری کمتر از تلفات ایجاد شده توسط غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای آفت‌کش گیاهی سیرینول بود.

زیست‌سنجی مزرعه‌ای

نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای نشان داد میزان مرگ‌ومیر ایجاد شده در تخم کنه تارتن توسط غلظت‌های بالای دو ترکیب سیرینول و اسپیرودیكلوفن (به ترتیب ۴۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام) در تمام زمان‌های پس از تیمار بالاتر از ۹۸ درصد بود (جدول ۴). غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای (۶۰۰ پی‌پی‌ام) از کنه‌کش اسپیرودیكلوفن در نمونه‌برداری سه روز پس از تیمار ۹۲/۱۹ درصد تلفات در تخم کنه تارتن ایجاد نمود که به طور معنی‌داری بالاتر از تلفات ایجاد شده توسط غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای (۲۰۰ پی‌پی‌ام) آفت‌کش سیرینول بود (F₅,

جدول ۴- میانگین درصد مرگ و میر (±خطای استاندارد) کنه تارتن دو نقطه‌ای در قطعات تیمار شده با کنه کش اسپیرودیكلوفن و آفت کش سیرینول در آزمایش مزرعه‌ای

Table 4- Mean mortality% (±SE) of two spotted spider mite in plots that treated with spiroticlofen and sirinol in field trial

آفت کش Pesticides	غلظت پی پی ام Concentration (ppm)	زمان پس از تیمار (روز) Time after treatment (day)	مرحله Stage	
			تخم Egg	بالغ Adult
Sirinol	1000	3	68.1±0.26 ^{f (A)*}	66.68±0.27 ^{d (A)}
		7	63.78±0.44 ^{g (B)}	59.09±0.3 ^{f (A)}
		14	50.77±0.48 ^{h (A)}	62.68±0.58 ^{e (B)}
		21	52.17±0.38 ^{h (A)}	51.72±0.31 ^{g (B)}
	2000	3	88.99±0.4 ^{cd (A)}	91.8±0.44 ^{b (B)}
		7	90.7±0.4 ^{bc (A)}	93.93±0.91 ^{b (B)}
		14	87.28±0.34 ^{d (A)}	89.05±0.59 ^{c (B)}
		21	91.75±0.38 ^{b(A)}	92.11±0.53 ^{b (B)}
	4000	3	99.57±0.22 ^{a (A)}	99.05±0.27 ^{a (B)}
		7	98.45±0.26 ^{a (A)}	98.62±0.21 ^{a (B)}
		14	98.6±0.36 ^{a (A)}	98.49±0.25 ^{a (B)}
		21	99.06±0.31 ^{a (A)}	99.03±0.25 ^{a (B)}
Spiroticlofen	300	3	51.82±0.51 ^{h (A)}	61.11±0.43 ^{ef (B)}
		7	51.82±0.51 ^{h (A)}	59.3±0.47 ^{f (B)}
		14	22.02±0.64 ^{j (A)}	36.51±0.59 ^{h (B)}
		21	18.67±0.24 ^{k (A)}	12.05±0.56 ^{k (B)}
	600	3	92.19±0.39 ^{b (A)}	88.68±0.48 ^{c (B)}
		7	74.75±0.37 ^{e (A)}	66.61±0.54 ^{d (B)}
		14	50.14±0.6 ^{h (A)}	32.86±0.97 ^{i (B)}
		21	32.21±0.7 ^{i (A)}	29.4±0.42 ^{j (B)}
	1200	3	99.77±0.14 ^{a (A)}	99.35±0.27 ^{a (B)}
		7	99.03±0.36 ^{a (A)}	99.34±0.22 ^{a (B)}
		14	99.3±0.29 ^{a (A)}	99.06±0.34 ^{a (B)}
		21	99.18±0.33 ^{a (A)}	98.74±0.32 ^{a (B)}

حروف کوچک و بزرگ غیر مشابه به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر ستون و سطر می باشند

*Different lowercase and uppercase letters showed significant differences in each column and row respectively (P<0.05)

قطعات تیمار شده با پایین ترین غلظت به کار برده شده از آفت کش گیاهی سیرینول در زمان های مختلف نمونه برداری به طور معنی داری کمتر از تلفات ایجاد شده توسط کنه کش شیمیایی اسپیرودیكلوفن بود. غلظت پیشنهاد شده مزرعه ای کنه کش اسپیرودیكلوفن نیز سمیت بسیار بالایی برای تخم این کنه داشت. چنانچه در تمامی زمان های نمونه برداری میزان تلفات ایجاد شده در این مرحله رشدی بالاتر از ۹۵ درصد بود که این میزان تلفات به طور معنی داری بالاتر از تلفات ایجاد شده توسط غلظت پیشنهاد شده مزرعه ای آفت کش سیرینول بود (F_{5,15}= 4992.28; P= 0.0001). کنه کش اسپیرودیكلوفن در غلظت ۱۲۰۰ پی پی ام سمیت بسیار بالایی برای تخم کنه شکارگر داشت. چنانچه در نمونه برداری های سه روز پس از تیمار هیچ تخم

هر دو غلظت های ۴۰۰۰ و ۱۲۰۰ پی پی ام از دو ترکیب سیرینول و اسپیرودیكلوفن مرگ و میر بالایی در کنه تارتن بالغ ایجاد کردند. غلظت پیشنهاد شده مزرعه ای از آفت کش سیرینول دوام اثر بالایی داشت. چنانچه در نمونه برداری ۲۱ روز پس از تیمار، میزان تلفات ایجاد شده در کنه تارتن بالغ ۹۲/۱۱ درصد بود که به طور معنی داری بالاتر از تلفات ایجاد شده توسط غلظت پیشنهاد شده مزرعه ای کنه کش شیمیایی اسپیرودیكلوفن (۲۹/۴ درصد) در این زمان بود (F_{5,15}= 3063.94; P= 0.0001). غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام از حشره کش گیاهی سیرینول نیز در تمامی زمان های نمونه برداری مرگ و میر بالایی ۵۰ درصد را در کنه تارتن بالغ ایجاد نمود. میزان تلفات ایجاد شده در تخم کنه شکارگر *P. persimilis* در

و چهارده روز پس از تیمار در گروه سموم با خطر متوسط و در نمونه برداری‌های بیست و یک روز پس از تیمار در گروه سموم کم خطر برای تخم و بالغین کنه شکارگر *P. persimilis* دسته‌بندی شد. در حالی که کنه‌کش شیمیایی اسپیرودیگلوفن در غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای و در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری در گروه سموم خطرناک برای هر دو مرحله رشدی این دشمن طبیعی قرار گرفت.

زنده‌ای از این دشمن طبیعی در قطعات تیمار شده با این ترکیب مشاهده نشد. در مورد بالغین کنه شکارگر *P. persimilis* نیز میزان تلفات ایجاد شده توسط کنه‌کش اسپیرودیگلوفن بالاتر از آفت‌کش سیرینول بود ($F_{5,15} = 4573.64$; $P = 0.0001$). بر اساس معیارهای IOBC در تقسیم بندی اثر سموم روی دشمنان طبیعی، غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای آفت‌کش سیرینول در نمونه‌برداری سه، هفت

جدول ۵- میانگین درصد مرگ‌ومیر ($\pm$ خطای استاندارد) کنه شکارگر *P. persimilis* در قطعات تیمار شده با کنه‌کش اسپیرودیگلوفن و آفت‌کش سیرینول در آزمایش مزرعه‌ای

Table 5- Mean mortality % ($\pm$ SE) of *P. persimilis* in plots that treated with spiroticlofen and sirinolin field trial*

آفت‌کش Pesticides	غلظت (پی‌پی‌ام) Concentration (ppm)	زمان پس از تیمار (روز) Time after treatment (day)	(مرحله) Stage			
			تخم Egg	گروه IOBC IOBC Group	بالغ Adult	گروه IOBC IOBC Group
Sirinolin	1000	3	31.79 $\pm$ 0.52 ^{j (A)*}	II	31.61 $\pm$ 0.53 ^{l (A)}	II
		7	19.64 $\pm$ 0.39 ^{k (B)}	I	16.89 $\pm$ 0.41 ^{m (A)}	I
		14	12.73 $\pm$ 0.36 ^{l (A)}	I	9.01 $\pm$ 0.27 ^{n (B)}	I
		21	8.85 $\pm$ 0.39 ^{m (A)}	I	4.67 $\pm$ 0.36 ^{o (B)}	I
	2000	3	78.24 $\pm$ 0.52 ^{e (A)}	III	76.86 $\pm$ 0.47 ^{f (B)}	III
		7	71.52 $\pm$ 0.63 ^{f (A)}	III	69.91 $\pm$ 0.52 ^{g (B)}	III
		14	59.11 $\pm$ 0.36 ^{h (A)}	III	55.47 $\pm$ 0.7 ^{j (B)}	III
		21	48.03 $\pm$ 0.38 ^{i (A)}	II	43.54 $\pm$ 0.43 ^{k (B)}	II
	4000	3	91.29 $\pm$ 0.59 ^{d (A)}	IV	89.26 $\pm$ 0.33 ^{e (B)}	IV
		7	79.91 $\pm$ 0.56 ^{e (A)}	IV	78.84 $\pm$ 0.47 ^{f (B)}	IV
		14	70.02 $\pm$ 0.54 ^{f (A)}	III	69.65 $\pm$ 0.38 ^{g (B)}	III
		21	59.1 $\pm$ 0.38 ^{h (A)}	III	58.72 $\pm$ 0.47 ^{i (B)}	III
	300	3	78.86 $\pm$ 0.33 ^{e (A)}	IV	76.94 $\pm$ 0.9 ^{f (B)}	IV
		7	67.75 $\pm$ 0.41 ^{g (A)}	III	65.4 $\pm$ 0.41 ^{h (B)}	III
		14	67.64 $\pm$ 0.43 ^{g (A)}	III	69.19 $\pm$ 0.45 ^{g (B)}	III
		21	67.2 $\pm$ 0.36 ^{g (A)}	III	63.62 $\pm$ 0.46 ^{h (B)}	III
Spiroticlofen	600	3	97.65 $\pm$ 0.42 ^{bc (A)}	IV	98.24 $\pm$ 0.29 ^{abc (B)}	IV
		7	96.81 $\pm$ 0.31 ^{c (A)}	IV	94.41 $\pm$ 0.41 ^{d (B)}	IV
		14	98.5 $\pm$ 0.35 ^{abc (A)}	IV	97.57 $\pm$ 0.3 ^{bc (B)}	IV
		21	98.02 $\pm$ 0.19 ^{abc (A)}	IV	96.81 $\pm$ 0.25 ^{c (B)}	IV
	1200	3	100 $\pm$ 0 ^{a (A)}	IV	99.81 $\pm$ 0.1 ^{a (B)}	IV
		7	99.76 $\pm$ 0.2 ^{ab (A)}	IV	99.25 $\pm$ 0.31 ^{ab (B)}	IV
		14	98.91 $\pm$ 0.24 ^{abc (A)}	IV	99.14 $\pm$ 0.37 ^{ab (B)}	IV
		21	99.9 $\pm$ 0.1 ^{a (A)}	IV	99.33 $\pm$ 0.16 ^{ab (B)}	IV

حروف کوچک و بزرگ غیر مشابه به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در هر ستون و سطر می باشند

*Different lowercase and uppercase letters showed significant differences in each column and row respectively ($P < 0.05$)

بحث

ناپذیری از جمله از بین رفتن دشمنان طبیعی و طغیان مجدد آفت می‌شود (۱۱، ۳۰ و ۳۲). با استفاده از کنه‌کش‌های انتخابی که با شکارگرها و پارازیتوئیدها سازگاری دارند می‌توان جمعیت دشمنان طبیعی را حفظ کرده و کنترل بیولوژیکی را افزایش داد (۲۴). این

کاربرد کنه‌کش‌های رایج یکی از اجزاء ضروری برای کنترل جمعیت کنه تارتن *T. urticae* در محصولات مختلف است. اما استفاده غیراصولی از این ترکیبات منجر به اثرات جانبی جبران

اولین تحقیق در ارتباط با اثر آفت کش گیاهی سیرینول روی کنه تارتن دونقطه‌ای در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای بود. نتایج زیست سنجی آزمایشگاهی نشان داد، هر دو ترکیب شیمیایی و طبیعی به کار برده شده قابلیت کشندگی برای تخم و کنه تارتن بالغ داشتند، اما سمیت کنه کش اسپیرودیکلوفن بالاتر از آفت کش سیرینول بود. متفاوت بودن سمیت آفت کش‌ها برای کنه‌ها به عوامل مختلفی از جمله ترکیبات شیمیایی آفت کش‌ها، دوز مصرفی، شرایط آب و هوایی و مرحله رشدی کنه‌ها بستگی دارد (۴ و ۸). مقایسه سمیت ترکیبات ذکر شده روی تخم و بالغ کنه تارتن نشان داد تخم نسبت به کنه‌های بالغ حساسیت کمتری دارد. تخم یکی از مراحل مقاوم در چرخه زیستی کنه تارتن دونقطه‌ای است و از این جهت بسیاری از ترکیبات کنه کش قادر به از بین بردن تخم نیستند (۶).

کنه تارتن نرخ زاد و ولد بالایی دارد و قادر است بر اثرات آفت کش‌ها غلبه کند. زیرا کنه‌هایی که پس از عملیات سم‌پاشی باقی می‌مانند در مقایسه با گونه‌های با باروری کم نتایج بیشتری تولید می‌کنند (۷). از این رو کاربرد آفت کشی با نحوه اثر متفاوت می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار جمعیت شود. این موضوع در مطالعه اخیر و با کاربرد آفت کش گیاهی سیرینول نشان داده شد. آفت کش سیرینول نشان داد، سمیت قابل توجهی برای کنه تارتن دو نقطه‌ای که یکی از آفات مهم محصولات کشاورزی می‌باشد، دارد. احمدی و همکاران (۲) چنین تأییدی را روی شپشک آرد آلود مرکبات *Planococcus citri* (Risso) مشاهده کردند. در بررسی این محققین نیز مشخص شد آفت کش سیرینول با مرگومیر ۵۳/۹۴ درصدی چهار روز پس از تیمار، بیشترین سمیت را برای این آفت مهم داشت. همچنین کبیری رئیس آباد (۱۸) نشان داد LC₅₀ آفت کش سیرینول برای پسیل معمولی پسته *Agonoscena Burckhardt and Lauterer* برابر با ۱۱۳ پی‌پی‌ام است. در حالی که میزان LC₅₀ همین ترکیب روی کنه تارتن بالغ ۵۹۲/۳ پی‌پی‌ام برآورد شد. با مد نظر قرار دادن سمیت کشنده ۵۰ درصدی مشخص شد کنه تارتن حساسیت پایین‌تری نسبت به پسیل پسته در برابر آفت کش سیرینول دارد (۱۰).

اسپیرودیکلوفن کنه کشی از گروه تترونیک اسیدها است که از بیوسنتز چربی‌ها جلوگیری می‌کند (۳۷). این کنه کش قابلیت کنترل چندین گونه کنه گیاهخوار را روی محصولات مختلف داراست (۲۹ و ۳۵). نتایج تحقیق رائدونیز (۲۷) نشان داد این کنه کش سمیت بالایی برای کنه تارتن روی توت فرنگی دارد. در تحقیق حاضر غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای این کنه کش در نمونه‌برداری‌های سه روز پس از تیمار تلفات ۹۲/۹ و ۸۸/۶۸ درصدی را به ترتیب در تخم و کنه تارتن بالغ ایجاد نمود. با گذشت زمان دوام اثر این ترکیب کاهش یافت. در حالی که غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای آفت کش سیرینول با گذشت ۲۱ روز پس از تیمار حفاظت مؤثری در لوبیا ایجاد نمود و این موضوع نشان می‌دهد این ترکیب دوام اثر طولانی‌تری دارد. تعداد کنه

تارتن در قطعات تیمار شده با کنه کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن در مقایسه با قطعات تیمار شده با حشره کش سیرینول در نمونه‌برداری‌های ۲۱ روز پس از تیمار افزایش یافت. این موضوع می‌تواند به دلیل سمیت بالای کنه کش اسپیرودیکلوفن برای کنه شکارگر *P. persimilis* باشد. چنین الگوی مشابهی نیز در باغات سیب مشاهده شده است (۲۸).

میزان سمیت کنه کش اسپیرودیکلوفن برای تخم و بالغ کنه شکارگر *P. persimilis* بسیار بیشتر از سمیت ایجاد شده توسط آفت کش سیرینول بود. مشابه چنین نتایجی را هاردمن و همکاران (۱۵) بدست آورده و نشان دادند کنه کش اسپیرودیکلوفن سمیت بالایی برای کنه شکارگر *Typhlodromu spyri* Chant دارد. حشره کش سیرینول مورد استفاده در تحقیق نشان داد علاوه بر کنترل مؤثر کنه تارتن سمیت کمتری برای کنه شکارگر *P. persimilis* دارد از این رو ترکیب ذکر شده می‌تواند به عنوان آفت کش انتخابی برای کنترل کنه تارتن دو نقطه‌ای مطرح باشد. همچنین این ترکیب برای دشمنان طبیعی دیگری از جمله زنبور *Ferrière Psyllaephagus pistaciae* کفش‌دوزک *Oenopiacon globata* L. و *Mulsant Cryptolaemus montrouzieri* سمیت چندانی نداشته است (۱ و ۱۸). مشابه چنین نتایجی را اوسورنه و پیت (۲۴) به دست آوردند. این محققین نشان دادند کاربرد صابون‌های حشره کش سه روز بعد از رهاسازی کنه شکارگر *P. persimilis* اثرات مضر روی جمعیت این دشمن طبیعی نداشت و از طغیان جمعیت کنه تارتن دونقطه‌ای جلوگیری نمود. از آنجایی که توانایی کنترل کنه‌های گیاهخوار با استفاده از کنه‌های شکارگر در محصولات مختلف اثبات شده است (۲۳، ۲۵ و ۳۷). لذا آفت کش‌های انتخابی می‌توانند شرایط مناسبی را برای استفاده همزمان رهاسازی شکارگرها و کاربرد ترکیبات گیاهی برای کنترل کنه تارتن ایجاد نمایند. تعداد زیادی از مطالعات مزرعه‌ای که ترکیب کنه شکارگر *P. persimilis* و آفت کش‌های انتخابی را برای کنترل کنه تارتن بررسی کرده‌اند این موضوع را به اثبات رسانده‌اند که تلفیق رهاسازی دشمن طبیعی و استفاده از آفت کش انتخابی نسبت به کاربرد هر کدام از این عوامل به صورت جداگانه، کارایی بالاتری دارد (۹). در این تحقیق دو آفت کش - کنه کش از دو گروه مختلف مورد بررسی قرار گرفتند؛ اما هر دو ترکیب به کار برده شده به طور معنی‌داری جمعیت کنه تارتن روی لوبیا را کاهش دادند. آفت کش سیرینول با توجه به دوام اثر طولانی‌تر در شرایط مزرعه‌ای و همچنین سمیت کمتر برای یکی از مهمترین دشمنان طبیعی این آفت مهم، می‌تواند گزینه جایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی در مزارع لوبیا باشد. با توجه به مؤثر بودن سایر روش‌های کنترل از جمله رهاسازی کنه‌های شکارگر و استفاده از ارقام مقاوم (۳۸ و ۳۹) تلفیق حشره کش گیاهی سیرینول با این روش‌ها می‌تواند باعث کنترل مؤثرتر کنه تارتن شود.

منابع

- 1- Ahmadi M., and Amiri-Besheli B. 2015. Comparison of the toxicity of three botanical extracts on the second nymph of the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) under nursery and laboratory conditions. Arab Journal of Plant Protection, 33:88-92.
- 2- Ahmadi M., Amiri-Besheli B., and Hoseini S.Z. 2012. Evaluating the effect of some botanical insecticides on the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). African Journal of Biotechnology, 11:11620-11624.
- 3- Attia S., Grissa K.L., Lognay G., Bitume E., Hance T., and Mailleux A.C. 2013. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. Journal of Pest Science, 86:361- 386.
- 4- Auger P., Guichou S., and Kreiter S. 2003. Variations in acaricidal effect of wettable sulfur on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of temperature, humidity and life stage. Pest Management Science, 59:559-565.
- 5- Ay R., and Yorulmaz, S. 2010. Inheritance and detoxification enzyme levels in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) strain selected with chlorpyrifos. Journal of Pest Science, 83:85-93.
- 6- Beers E.H., Riedl H., and Dunley J.E. 1998. Resistance to abamectin and reversion to susceptibility to fenbutatinoxide in spider mite (Acari: Tetranychidae) populations in the Pacific Northwest. Journal of Economic Entomology, 91:352-360.
- 7- Bernardi D., Botton M., Silva da Cunha U., Bernardi O., Malausa T., Silveira Garcia M., and Edson Nava D. 2012. Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. Pest Management Science, 69: 75-80.
- 8- Bostanian N.J., Vincent C., Hareman J.M., and Larocque N. 2004. Toxicity of indoxacarb to two species of predacious mites and predacious mired. Pest Management Science, 60(5):483-486.
- 9- Cashion G.J., Bixler H., and Price J.F. 1994. Nursery IPM trials using predatory mites. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 107:220-222.
- 10- Danay-Tous A-H., Farazmand H., Oliaei-Torshiz A., and Sirjani M. 2014. Effect of red pepper and garlic extract on pistachio psylla nymph, *Agonoscena pistaciae* in field conditions. Bio Control in Plant Protection, 1:91-99.
- 11- Devine G.J., Barber M., and Denholm I. 2001. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). Pest Management Science, 57:443-448.
- 12- Erdogan P., Yildirim A., and Sever B. 2012. Investigation on the effect of five different plant extract on the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnidae: Tetranychidae). Psyche: A Journal of Entomology (2012), Article ID 125284, 5 pages.
- 13- Finney D.J. 1971. Probit Analysis, 3rd Edition. Cambridge University Press, London, UK.
- 14- Ghaneh Jahromi M., Pourmirza A.A., and Safaralizadeh M.H. 2011. Repellent activity of Sirinol® (Garlic emulsion) on adults of *Rhizopertha dominica* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.) with two laboratory methods. South Asian Journal of Experimental Biology, 1:268-276.
- 15- Hardman J.M., Franklin J.L., Moreau D.L., and Bostanian N.J. 2003. An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trials. Pest Management Science, 59:1324- 1332.
- 16- Hassan S.A., Bigler F., Bogenschutz H., Boller E., Brun J., Calis J.N.M., Coremans-Pelseneer J., Duso C., Grove A., Heimbach U., Helyer N., Hokkanen H., Lewis G.B., Mansour F., Moreth L., Polgar L., Samsøe- Petersen L., Sauphanor B., Stäubli A., Sterk G., Vainio A., Vander Veire M., Viggiani G., and Vogt H. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-working group Pesticides and Beneficial Organisms. Entomophaga, 39:107-119.
- 17- Henderson C.F., and Tilton E.W. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology, 48:157-161.
- 18- Kabiri Raeis Abad M. 2012. The effect of three botanical insecticides Palizin, Sirinol and Tondexir on the common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* and their two natural enemies. Msc thesis. Sari agricultural Science and Natural Resources University. (In Persian).
- 19- Kheradmmand K., Beynaghi S., Asgari S., and Sheykhi Garjan A. 2015. Toxicity and repellency effects of three plant essential oils against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Agricultural Science and Technology, 17:1223-1232.
- 20- Kumral N.A., Cobanog˘lu S., and Yalcin C. 2010. Acaricidal, repellent and oviposition deterrent activities of *Datura stramonium* L. against adult *Tetranychus urticae* (Koch). Journal of Pest Science, 83:173-180.
- 21- Martinez-Villar E., Saenz-De-Cabezón F., Moreno-Grijalba F., Marco V., and Perez-Moreno I. 2005. Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, 35:215-222.
- 22- Rauch N., and Nauen R. 2002. Spirodiclofen resistance risk assessment in *Tetranychus urticae* (Acari:

- Tetranychidae): a biochemical approach. Pesticide Biochemistry and Physiology, 74:91-101.
- 23- Osakabe M.H. 2002. Which predatory mite can control both a dominant mites pest, *Tetranychus urticae* and latent mite pest, *Eotetranychus asiaticus* on strawberry? Experimental and Applied Acarology, 26:219-230.
 - 24- Osborne L.S., and Pettitt F.L. 1985. Insecticidal soap and the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), used in management of the two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse grown foliage plants. Journal of Economic Entomology, 78:687-691.
 - 25- Prischman D.A., Croft B.A., and Luh H.K. 2001. Biological pri control of spider mites on grape by *Phytoseiid* mites (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae): emphasis on regional aspects. Journal of Economic Entomology, 95:340- 347.
 - 26- Raudonis L. 2006. Comparative toxicity of spiroadiclofen and lambdacihalotrin to *Tetranychus urticae*, *Tarsonemus pallidus* and predatory mite *Amblyseius andersoni* in strawberry site under field conditions. Agronomy Research, 4:317-322.
 - 27- Raudonis L., Surviliene E., and Valiuskaite, A. 2004. Toxicity of pesticides to predatory mite and insect in apple-tree site under field condition. Environmental Toxicology, 19: 291-295.
 - 28- Raudonis L., Valiuskaitė A., and Survilienė E., 2005. Effects of spiroadiclofen on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberries. Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Horticulture and Vegetable Growing, 24:43-53.
 - 29- Robertson J.L., Russell R.M., Preisler H.K., and Savin N.E. 2007. Bioassays with Arthropods. Boca Raton, CRC Press.
 - 30- Sato M.E., Miyata T., Da Silva M., Raga A., and De Souza Filho M.F. 2004. Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, cross resistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Applied Entomology and Zoology, 39:293-302.
 - 31- Stavrinides M.C., and Hadjistyli M., 2009. Two-spotted spider mite in Cyprus: ineffective acaricides, causes and considerations. Journal of Pest Science, 82:123-128.
 - 32- Stumpf N., and Nauen R. 2001. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology, 94:1577-1583.
 - 33- Stumpf N., Zebitz C.P.W., Kraus W., Moores G.D., and Nauen, R. 2001. Resistance to organophosphates and biochemical genotyping of Acetylcholinesterases in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 69:131-142.
 - 34- Tao B., Yuan S.T., Wang J.Z., Shi L.Z., and Wei G.S. 2013. Effect of 240g/L spiroadiclofen SC to control *Panonychus ulmi* Koch. In field. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 17:54-81.
 - 35- Van Leeuwen T., Van Pottelberge S., Nauen R., and Tirry L. 2007. Organophosphate insecticides and acaricides antagonize bifenazate toxicity through esterase inhibition in *Tetranychus urticae*. Pest Management Science, 63:1172-1177.
 - 36- Van Pottelberge S., Khajehali J., Van Leeuwen T., and Tirry L. 2009. Effect of spiroadiclofen on reproduction in a susceptible and resistant strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, 47:301-309.
 - 37- Waite G.K. 2002. Advances in the management of spider mites in field-grown strawberries in Australia. Acta Horticulturae, 567:679-682.
 - 38- Walsh D.B., Zalom F.G., Welch N.C., Pickel C., and Shaw D.V. 1997. Pretransplant cold storage of strawberries: effects on plant vigor, yield and spider mite (Acari: Tetranychidae) abundance. Journal of Economic Entomology, 90:818-823.
 - 39- Yu H.M., Zhao M.Z., and Cai W.J. 2012. Field evaluation of strawberry cultivar “Ningyu” resistance to the two-spotted spider mite. Jiangsu Agricultural Sciences, 40:162-163.



بررسی مقاومت ۱۲ ژنوتیپ چغندر قند به شته ریشه

Pemphigus fuscicornis Koch (Hem.: Aphididae) و ارزیابی تأثیر آن بر کاهش عیار قند

در رقم دورتی

امیر محسنی امین^{*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹

چکیده

شته ریشه چغندر قند *Pemphigus fuscicornis* Koch یکی از مهم‌ترین آفات چغندر قند در بسیاری از کشورها می‌باشد. در این پژوهش عکس العمل آفت روی ۱۲ ژنوتیپ چغندر قند در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. بذور چغندر قند نخست در یک قطعه زمین در مزرعه کشت و بوته‌ها در مرحله شش برگ حقیقی به آزمایشگاه منتقل و پس از اطمینان از عدم آلودگی ریشه‌ها به شته، روی هر ریشه تعداد چهار عدد شته ماده جوان بالغ بی بال قرار گرفت و در گلدان‌های پلاستیکی داخل مخلوط پیت-ورمیکولیت به نسبت ۵۰:۵۰ کشت و در داخل انکوباتور با دمای 20 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 75 ± 5 درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. گیاهان به صورت هفتگی آبیاری شده و پس از ۶۰ روز جمعیت شته در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش شمارش شد. نتایج نشان داد که از میان ۱۲ ژنوتیپ مورد آزمایش، لاین 19610 در گروه خیلی حساس، OtypeA37.1 و سیمین ۲ در گروه حساس، Polyrave Jit13، 19584، و OtypeA1 در گروه نیمه حساس، زرقان، شیرین و OtypeC2 در گروه نیمه مقاوم و دو رقم Branco و Chincko در گروه ارقام مقاوم به شته ریشه چغندر قند جای گرفتند. همچنین نتایج نشان داد که در شرایط زراعی، شته عیار قند را در رقم دورتی به شکل معنی‌داری کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، ژنوتیپ، شته ریشه *Pemphigus fuscicornis*، مقاومت

مقدمه

شته ریشه چغندر قند، *Pemphigus fuscicornis* Koch ایران برای اولین بار در سال ۱۳۷۴ از اصفهان گزارش شد (۱). گونه فوق آفت مهم چغندر قند در کشورهای شرقی اروپا مانند لهستان، هلند، اسلواکی، مجارستان، بلغارستان، رومانی، صربستان، کرواسی، یونان، اکراین و روسیه (۵) و در کشورهای آسیایی نظیر گرجستان، ارمنستان، قزاقستان، قرقیزستان و ایران است (۲، ۴، ۵، ۸، ۱۷ و ۱۸). شته ریشه چغندر قند *P. betae* در کشورهای مثل آلمان و آمریکا دومی‌زبان و Holocyclic است. شته *P. fuscicornis* در آلمان زمستان را در گال‌های روی برگ‌های صنوبر یعنی جایی که فرم‌های

جنسی شته نمو می‌یابد، سپری نموده و سپس شته‌های مهاجر و مؤسس به مزارع چغندر قند حمله می‌کنند. شرایط آب و هوایی خشک برای توسعه جمعیت شته روی چغندر قند و ایجاد خسارت بسیار مطلوب می‌باشد (۳).

شته‌های ریشه *Pemphigus* spp. به تعداد زیاد روی ریشه‌های فرعی چغندر قند مستقر شده و با تغذیه از شیر گیاهی موجب کوتولگی و پژمردگی گیاه می‌شوند. در آلودگی بالای ریشه چغندر قند به این آفت، ریشه‌های ثانویه از بین رفته و ریشه‌های اصلی پژمرده می‌شوند. علائم ظاهری بوته‌ها شبیه استرس خشکی بوده و برگ‌ها زرد شده و رشد بوته متوقف می‌شود. در آلودگی سنگین ممکن است تا بیش از ۶۰۰۰ شته روی هر ریشه دیده شود. شته ریشه موجب کاهش وزن ریشه و همچنین ۳۰ تا ۳۶ درصد کاهش عیار قند می‌شود. در ایالات متحده آمریکا استفاده از ارقام مقاوم به این آفت بسیار معمول می‌باشد (۲).

زمستان‌گذرانی *P. fuscicornis* عموماً در عمق ۱۰-۳۰ سانتی متری خاک سپری می‌شود. وقتی دمای خاک به ۷-۹ درجه سلسیوس

۱- دانشیار پردیس تحقیقات و آموزش کشاورزی بروجرد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بروجرد، ایران

(Email: a.mohseni@areeo.ac.ir
DOI: 10.22067/jpp.v32i2.63543

(*) نویسنده مسئول:

نیمه مقاوم جای گرفتند.

در ایالات متحده آمریکا و غرب کانادا در صورت فراهم بودن شرایط رشد و نمو شته *P. betae*، خسارت آن به محصول چغندر قند اقتصادی خواهد بود. نتایج بررسی مقاومت دو لاین SP 471001-0 (Strain A) و GW 674 (Strain B) به شته ریشه در شرایط کاربرد و عدم کاربرد سم گرانوله فورات نشان داد که استفاده یا عدم استفاده از سم فورات تأثیری بر نتیجه آزمایش نداشت، به طوری که در هر دو آزمایش جمعیت شته *P. betae* روی ریشه لاین B دو درصد جمعیت شته روی ریشه لاین A بود و در هر دو آزمایش لاین B مقاومت بیش‌تری نسبت به این آفت نشان داد. در این پژوهش به منظور بررسی جمعیت شته ریشه، در هر کرت تعداد سه ریشه از زمین خارج شده و تعداد شته‌های آن‌ها شمارش گردید (۱۹).

به عقیده خامریو و داوونپورت (۱۲) در ازبکستان به منظور کاهش خسارت لارو سوسک‌های Scarabaeidae و Elateridae، آفت *Atomaria linearis* (Stephens) شته ریشه *P. fuscicornis* و دیگر آفات چغندر قند، باید در حد امکان در کاشت محصول تسریع نموده و در صورت نیاز به کاربرد سموم حشره کش، این سموم را به همراه کودهای خاک کاربرد در اطراف بذر مصرف نمود. همچنین در مناطق بسیار آلوده به شته ریشه *P. fuscicornis*، به منظور جلوگیری از هجوم شته‌ها از مزارع چغندر قند همجوار، کاربرد دو تا سه بار سموم 40% nugar (۰/۵ تا ۱ لیتر در هکتار)، 40% Danadim (۰/۵ تا ۱ لیتر در هکتار) یا 50% Carbofos (۰/۶ تا ۰/۸ لیتر در هکتار) الزامی است. بر اساس گزارش فوق، پس از برداشت محصول، باید باقیمانده ریشه‌های چغندر قند و دیگر میزبان‌های گیاهی که محل زمستان‌گزینی شته ریشه هستند از بین برود. شخم عمیق پاییزه کاهش معنی‌دار مگس *Pegomya betae* (Curtis) و شته *P. fuscicornis* را به دنبال خواهد داشت.

نتایج یک پژوهش در شوروی سابق نشان داد که حداکثر تولید مثل شته ریشه چغندر قند در خاک دارای رطوبت ۴۰ درصد اتفاق می‌افتد (۶). شرایط خشکی آب و هوا در یونان و حمله زود هنگام شته ریشه طی ماه می، ۳۰ تا ۵۰ درصد و حمله آفت در ماه ژوئیه بین ۲۰ تا ۳۰ درصد خسارت ایجاد می‌کند. انتشار شته ریشه در نواحی که دارای شرایط آب و هوایی خشک بوده و تناوب زراعی رعایت نمی‌شود و دارای علف‌های هرز اختصاصی باشد، بیش‌تر است (۱۱).

به دلیل شرایط خاص زندگی شته در زیر خاک، و تأثیر ترشحات سفید مومی شته بر عدم خیساندن خاک توسط محلول سم و همچنین به دلیل نبود یک سم سیستمیک مناسب، استفاده از سموم شیمیایی به صورت خاک‌آب در کنترل این آفت توصیه نمی‌شود (۲۱). با توجه به بروز خشکسالی در مناطق مختلف کشور، امکان افزایش خسارت این شته در آینده به دور از تصور نیست. بنابراین بررسی ژنوتیپ‌های مقاوم به این آفت بسیار حائز اهمیت است. این پژوهش با هدف

یابالتر می‌رسد، فعالیت حشره مجدداً آغاز می‌گردد. انتشار این شته در زیر خاک معمولاً توسط پوره‌های جوان فعال و از طریق تونل‌های ایجاد شده توسط کرم‌های خاکی و یا در سطح زمین توسط باد یا عملیات خاک‌ورزی انجام می‌گیرد. میزان تولید مثل حشره بستگی به بافت، رطوبت، دما و تهویه خاک دارد. شته‌ها در خاک‌های شنی و سبک به راحتی حرکت نموده و تشکیل کلنی می‌دهند، اما خاک‌های سنگین و فشرده برای فعالیت شته و تشکیل کلنی نامساعد است. رطوبت بالا برای فعالیت این آفت و به خصوص حرکت پوره‌های کوچک نامساعد می‌باشد (۲).

بررسی مقاومت به شته ریشه *P. betae* در نه ژنوتیپ چغندر قند و یک گونه علف هرز سلمه تره *Chenopodium album* L. (به عنوان میزبان حساس) در آمریکا نتایج نشان داد که تراکم جمعیت شته بالغ در چهار لاین HM 9155، HMTX-18، HM16A، و ACH 184 از نظر آماری پائین‌تر از سایر ارقام و به خصوص *Ch. album* بود، به طوری که روی رقم HM 9155 هیچ حشره‌ای به سن بلوغ نرسید. آلودگی به این آفت در شرایط مزرعه نیز به خصوص در زمان برداشت محصول پائین بود ولی در ژنوتیپ KW 3580 بالا و به ۵۲/۲ درصد می‌رسید. ژنوتیپ HM LSR-88 در شرایط مزرعه آلودگی نشان نداد، اما در گلخانه جمعیت شته بالا بود. دلیل این مقاومت ظاهراً وجود مکانیسم آنتی‌زنوز گزارش شده است. وارسته‌هایی که هم در مزرعه و هم در گلخانه مقاوم بودند دارای مقاومت چندگانه و به خصوص آنتی‌بیوز بودند (۴). بررسی زیست‌شناسی شته ریشه *P. fuscicornis* در اصفهان نشان داد که زمستان‌گزینی آفت به شکل ماده‌های بالغ با شاخک شش بندی، روی چغندر قندهای دوساله بذری که میزبان مهم شته‌های زمستان‌گذران هستند، و همچنین روی ریشه علف‌های هرز خانواده *Chenopodiaceae* و به خصوص سلمه تره *Ch. album* ریشه‌های علف‌های هرز *Asteraceae* به خصوص گونه *Sonchus arvensis* L. یا در خاک مزرعه و در مجاورت بقایای گیاهان خانواده *Crassulaceae* سپری می‌گردد. این آفت در اصفهان دارای چهار سن پورگی بوده و به طور متوسط سالانه ۱۳ نسل ایجاد می‌کند (۱۴ و ۱۵).

کاهش رطوبت خاک تأثیر قابل توجهی بر شدت خسارت این آفت دارد، بر همین اساس در کشت‌هایی که به روش نشتی (فارویی) آبیاری می‌شوند، خسارت شته در قسمت‌های مختلف مزرعه متفاوت خواهد بود زیرا در قسمت‌های اول کرت که آب بیش‌تری دریافت می‌کند، خسارت آفت کمتر از قسمت‌های پایین‌تر کرت می‌باشد (۷ و ۲۰).

محیسنی و همکاران (۱۳) تعداد نه ژنوتیپ چغندر قند را از نظر میزان مقاومت به شته ریشه مورد بررسی قرار داده‌اند که نتایج پژوهش آن‌ها نشان داده است که ارقام سیمین ۱ و بیستون در گروه ارقام خیلی حساس و دو رقم دز الیت و Polyrave در ردیف ارقام

از رشد و تکثیر بیش‌تر شته‌ها، دمای ژرمیناتور را یکبار به زیر پنج درجه سلسیوس رسانده و جمعت شته‌ها با استفاده از شناور نمودن ریشه و خاک آن‌ها در داخل یک ظرف آب پلاستیکی سفیدرنگ به قطر ۵۰ سانتی‌متر جمع‌آوری و شمارش شد. سپس با استفاده از اندازه و شکل ظاهری، شته‌ها به دو گروه بالغ و پوره تقسیم بندی شدند. البته در این پژوهش مجموع بالغ و پوره برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است.

هاچیسون و همکاران (۹) وضعیت خسارت شته ریشه چغندر قند را تحت شرایط مزرعه‌ای در شاخه‌های ۵- و به شرح دسته‌بندی نمودند:

- ۰- روی ریشه کلنی شته و ماده سفید مومی وجود ندارد.
- ۱- یک کلنی، ماده سفید مومی یا هر دو، لکه‌ای به قطر کمتر از ۲/۵ سانتی‌متر را روی ریشه ایجاد نموده است.
- ۲- دو یا بیش از دو کلنی، ماده سفید مومی یا هر دو روی ریشه وجود دارد که قطر هر کلنی کمتر از ۲/۵ سانتی‌متر بوده و مجموع کلنی‌ها کمتر از ۵۰٪ از سطح ریشه را پوشانیده‌اند.
- ۳- یک یا بیش از یک کلنی شته، ماده سفید مومی یا هر دو روی ریشه وجود دارد، هر کلنی با قطر بیش از ۲/۵ سانتی‌متر بوده که کمتر از ۵۰٪ سطح ریشه را پوشانیده‌اند.
- ۴- کلنی‌های شته یا مواد سفید مومی یا هر دو در هم آمیخته شده و ۹۵-۵۰ درصد سطح ریشه را پوشانیده‌اند.
- ۵- کلنی‌های شته یا مواد سفید مومی یا هر دو در هم آمیخته شده و بیش از ۹۵٪ سطح ریشه را پوشش داده‌اند.

روش بررسی تأثیر شته ریشه چغندر قند P.

fuscornis بر کاهش عیار قند در مزرعه

به منظور ارزیابی تأثیر درصد آلودگی ریشه چغندر قند به شته P. *fuscornis* بر درصد عیار قند رقم دورتی که در سال ۱۳۹۰ به صورت گسترده در شهرستان بروجرد کشت شده بود، آزمایشی با چهار تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل نمونه‌های با ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد آلودگی ریشه به تارهای مومی و عسلک شته فوق و یک تیمار شاهد (بدون آلودگی) بود. این میزان آلودگی بر اساس روش هاچیسون و همکاران (۹) از شاخص ۲ به بالا برای هر واحد آزمایشی ۱۰ عدد ریشه چغندر قند تقریباً هم وزن اختصاص یافت. عیارسنجی نمونه‌ها در کارخانه قند لرستان انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌ها پس از تبدیلات لازم با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح ۰/۰۵ انجام شد و بر اساس نتایج گروه‌بندی‌ها،

ارزیابی مقاومت در ۱۲ ژنوتیپ چغندر قند به این شته و بررسی تأثیر این آفت بر عیار قند در چغندر قند رقم دورتی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی مقاومت ژنوتیپ‌های چغندر قند به شته ریشه، در زمان برداشت محصول با مراجعه به مزارع چغندر قند، چند ریشه‌های آلوده به شته انتخاب و برای آلوده‌سازی گیاهان به آزمایشگاه منتقل شدند.

تهیه بذور چغندر قند

در این پژوهش، تعداد ۱۰ ژنوتیپ چغندر قند از بخش تحقیقات به‌نژادی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند به همراه رقم نسبتاً مقاوم Polyrave (۱۳) و یک رقم حساس سیمین ۲ (مجموعاً ۱۲ ژنوتیپ - Jit13, 19584, Simin2, OtypeA37.1, 19610, OtypeA1, Polyrave, Shirin, Zarghan, OtypeC2, Chinock, Branco) مورد بررسی قرار گرفتند.

روش‌های آزمایشگاهی

روش پژوهش مطابق روش کمبل و هاچیسون (۴) و محیسنی و همکاران (۱۳) بود. به همین منظور در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰، حدود دو ماه قبل از زمان برداشت محصول در منطقه، از هر ژنوتیپ یک خط یک متری در شرایط مزرعه کشت شد. پس از حدود ۶۰ روز، در مرحله پنج تا شش برگی از هر ژنوتیپ تعداد ۱۴ بوته سالم انتخاب و به گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۱ سانتی‌متر محتوی مخلوط پیت-ورمیکولیت (به نسبت ۵۰:۵۰) انتقال داده شدند. در طول آزمایش از هیچ کود شیمیایی یا حیوانی استفاده نشد، زیرا عناصر غذایی باعث تغییر در میزان حساسیت گیاه می‌شوند و گیاهان مواد غذایی مورد نیاز خود را از پیت و ورمیکولیت دریافت می‌کردند. قبل از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان، ریشه‌ها با دقت مورد بررسی قرار گرفته تا از آلوده نبودن آن‌ها به شته ریشه اطمینان حاصل شود. سپس به کمک یک قلم موی نرم و ظریف تعداد چهار عدد شته بالغ جوان و مشابه روی ریشه هر گیاه قرار گرفت و گیاهان آلوده به داخل گلدان‌ها منتقل شدند. گلدان‌ها تحت شرایط یکسان در داخل انکوباتور و دمای 20 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 75 درصد و ۱۶ ساعت روشنائی قرار گرفتند. آبیاری گلدان‌ها به فاصله هفتگی و با مقدار مورد نیاز آب انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به اجرا درآمد. هر تکرار در یک طبقه از ژرمیناتور قرار گرفت و بین گلدان‌ها فاصله‌ای منظور نگردید. اما برای ایجاد شرایط نسبتاً یکسان برای همه گلدان‌ها، محل تکرارها به صورت هفتگی جابجا می‌شد. پس از گذشت ۶۰ روز از زمان انتقال گیاهان به گلدان‌ها، به منظور شمارش شته‌های تکثیر یافته روی ارقام، و به خاطر جلوگیری

ارقام به گروه‌های اصلی خیلی حساس، حساس، نیمه حساس، نیمه مقاوم و مقاوم دسته‌بندی شدند.

نتایج و بحث

در این پژوهش بررسی ژنوتیپ‌ها تحت شرایط آزمایشگاهی و بر اساس شمارش جمعیت شته روی ریشه‌ها نشان داد که پس از گذشت ۶۰ روز از زمان آلوده‌سازی ریشه‌ها به شته ریشه، جمعیت شته در ژنوتیپ‌ها از نظر آماری معنی‌دار ($F=10.56$, $df=11, 43$, $P<0.01$) بود. این موضوع نشان داد که حساسیت ژنوتیپ‌های مورد آزمایش نسبت به شته ریشه متفاوت بود. نتایج این بررسی نشان داد که از میان ۱۲ ژنوتیپ مورد آزمایش، لاین 19610 در گروه خیلی حساس، OtypeA37.1 و سیمین ۲ در گروه حساس، 19584، Polyrave Jit13 و OtypeA1 در گروه نیمه حساس، زرقان، شیرین و OtypeC2 در گروه نیمه مقاوم و دو رقم Chinock و Branco در گروه ارقام مقاوم به شته ریشه جای گرفتند (جدول ۱).

همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، دو رقم Chinock و Branco نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها مقاومت بیش‌تری در مقابل تکثیر جمعیت شته ریشه از خود نشان داده‌اند. محیسنی و همکاران (۱۳) در بررسی مقاومت نه ژنوتیپ چغندر قند (سیمین ۱، بیستون، BR1 کرج، CMS ۷۲۳۳P29×، PP22، IC3، ۷۲۳۳P12، دز الیت و Polyrave) به شته ریشه، دو رقم دز الیت و Polyrave را به عنوان ارقام نیمه مقاوم و دو رقم سیمین ۱ و بیستون را به عنوان ارقام حساس معرفی می‌نمایند. در این پژوهش رقم Polyrave در گروه ارقام نیمه حساس جای گرفته که با ارقام نیمه مقاوم اختلاف آماری ندارد. همچنین رقم سیمین ۲ که در این آزمایش به عنوان رقم حساس معرفی شده است در گزارش پژوهشگران فوق (البته رقم سیمین ۱) در گروه خیلی حساس قرار گرفته است. با توجه به اینکه مقاومت نسبی است (۱۶)، بنابراین در هر آزمایش بسته به تعداد و نوع ژنوتیپ‌ها، گروه‌بندی‌ها متفاوت خواهند بود. به عبارت دیگر نتایج این پژوهش با گزارش محیسنی و همکاران (۱۳) کاملاً مطابقت دارد. به عقیده اسمیت (۱۶) ما در مقاومت به دنبال مقاومت‌های ژنتیکی یا حقیقی هستیم. یعنی وقتی یک نتیجه در یک جا گرفته شد، باید در همه جا همان نتیجه را بگیرند نه اینکه یک واریته در یک آزمایش مقاوم و در یک آزمایش حساس گزارش گردد. به همین دلیل در پژوهش حاضر از کودهای شیمیایی برای تغذیه گیاهان آزمایشی استفاده نگردید و تغذیه گیاهان توسط مواد غذایی موجود در پیت و ورمیکولیت انجام شد. زیرا کودهای شیمیایی میزان حساسیت گیاهان را در مقابل حشرات تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۳). کودهای نیتروژنه با افزایش غلظت نیتروژن در شیره گیاهی، معمولاً تأثیر مثبتی بر افزایش جمعیت حشرات مکنده مانند شته‌ها داشته و کودهای پتاسه

با تغییر در سختی دیواره گیاهان میزبان، موجب بروز مقاومت القایی در گیاهان می‌شود. بنابراین در این پژوهش به خاطر یافتن منابع ژنتیکی مقاومت، از هیچگونه مواد غذایی شیمیایی استفاده نشده است. به همین دلیل دو رقم Simin1 و Polyrave که در آزمایش محیسنی و همکاران (۱۳) در مقایسه با ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به ترتیب در گروه ارقام بسیار حساس و نیمه مقاوم قرار گرفته‌اند، در این پژوهش نیز ارقام Simin2 و Polyrave به ترتیب در گروه‌های حساس و نیمه حساس جای گرفته‌اند. به عبارت دیگر ترتیب قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در این دو آزمایش همخوانی دارد. البته مقاومت‌های دروغی که شامل مقاومت‌های اکولوژیکی و مقاومت القایی می‌شوند بسیار مفید و در IPM کاربرد دارند.

در آمریکا نیز تعداد ۱۲ ژنوتیپ به همراه میزبان حساس *Ch. album* در شرایطی مشابه از نظر مقاومت به شته *P. betae* مورد بررسی قرار گرفت و پس از ۵۰ روز آلوده‌سازی ریشه‌ها به شته، تراکم جمعیت حشره بالغ در ژنوتیپ‌های HM 9155، HMTX-18، HM16A و ACH 184 از نظر آماری پائین‌تر از سایر ارقام و به خصوص *Ch. album* بود، به طوری که روی ژنوتیپ HM 9155 هیچ حشره‌ای به سن بلوغ نرسید (۴).

در مزارعی که از نظر مدیریت آبیاری ضعیف هستند، آلودگی به مراتب بیش‌تر از مزارع معمولی با مدیریت آبیاری مناسب است (۱۶). بنابراین نحوه مدیریت آبیاری مزارع تعیین کننده میزان آلودگی به شته ریشه می‌باشد. این موضوع توسط بسیاری از پژوهشگران (۶، ۱۱ و ۲۱) نیز مورد تأیید قرار گرفته است.

بررسی تأثیر شته ریشه چغندر قند *P. fuscicornis*

برکاهش عیار قند در مزرعه

نتیجه عیارسنجی تیمارها نشان داد که این آفت تأثیر معنی‌داری بر عیار قند ($F=42.05$, $df=3, 8$, $P<0.01$) داشت. به طوری که عیار قند در تیمارهای آلوده حدود پنج واحد نسبت به تیمارهای شاهد کاهش یافت. تجزیه و تحلیل آماری تیمارها نیز نشان داد که سه تیمار آلوده همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند و اختلاف آن‌ها با تیمار شاهد معنی‌دار بود (جدول ۳).

ضرابی (۲۱) عقیده دارد که خسارت شته *P. fuscicornis* به عملکرد وزن ریشه چغندر قند در ایران برخلاف گونه *P. betae* در کانادا (۹) اقتصادی نیست. مطالعات پژوهشگر فوق در شمال اصفهان بر اساس شش مقیاس خسارت صفر و ۱ تا ۵ به ترتیب بدون آلودگی، کمتر از ۲۵، بین ۲۵ تا ۵۰، بین ۵۰ تا ۷۰، بین ۷۰ تا ۹۰ و بیش از ۹۰ درصد آلودگی ریشه به کلنی‌ها و ترشحات مومی شته نشان داد که در مقیاس‌های آلودگی یک تا سه (یعنی تا ۷۰ درصد آلودگی ریشه) کاهش قند در ریشه معنی‌دار نمی‌شود.

جدول ۱- آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش توکی مربوط به جمعیت شته *Pemphigus fuscicornis* روی ۱۲ ژنوتیپ چغندر قند در دمای $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $75 \pm 5\%$ و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی

Table 1- Means comparison of *Pemphigus fuscicornis* population on 12 sugarbeet genotypes at $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ RH and 16L: 8D photoperiod (by Tukey's test)

ژنوتیپ Genotypes	مجموع پوره و حشره کامل Adults + Nymphs	درجه بندی مقاومت گیاه Grading of plant resistance
19610	$4.5^a \pm 28.00$	خیلی حساس Highly Susceptible
OtypeA _{37.1}	$4.07^b \pm 13.50$	حساس Susceptible
Simin2	$2.09^b \pm 12.67$	حساس Susceptible
19584	$4.36^{bc} \pm 9.00$	نیمه حساس Moderately Susceptible
Jit13	$2.52^{bc} \pm 8.28$	نیمه حساس Moderately Susceptible
Polyrave	$1.37^{bc} \pm 8.00$	نیمه حساس Moderately Susceptible
OtypeA ₁	$1.34^{bcd} \pm 5.5$	نیمه حساس Moderately Susceptible
Shirin	$1.95^{cde} \pm 3.50$	نیمه مقاوم Moderately Resistance
Zarghan	$1.58^{cde} \pm 3.14$	نیمه مقاوم Moderately Resistance
OtypeC ₂	$0.31^{de} \pm 1.20$	نیمه مقاوم Moderately Resistance
Chinock	$0.33^e \pm 0.33$	مقاوم Resistance
Branco	$0.18^e \pm 0.286$	مقاوم Resistance

اعدادی که در هر ستون با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد اختلاف آماری ندارند
Numbers followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$)

اما در مقیاس چهار (بیش از ۷۰ درصد آلودگی ریشه) ممکن است خسارت اقتصادی باشد. سایر پژوهشگران مانند هاجسون و کمپل (۹) و (۱۰) عقیده بر کاهش عملکرد محصول در اثر خسارت *P. betae* دارند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که آلودگی بیش از ۱۵ درصد ریشه‌ها به این آفت باعث کاهش معنی‌دار عیار قند در رقم دورتی خواهد شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌ها تاثیر میزان آلودگی ریشه چغندر قند به شته *Pemphigus fuscicornis* بر عیار قند در رقم دورتی (به روش توکی)
Table 2- Means comparison of rate of sugarbeet root infestation to *Pemphigus fuscicornis* on the sugar content (by Tukey's test) in Doreti variety

تیمارها Treatments	درصد عیار قند %the sugar content
شاهد Control	$0.39^a \pm 20.32$
۱۵ درصد آلودگی %15 infestation	$0.25^b \pm 16.38$
۳۰ درصد آلودگی %30 infestation	$0.37^b \pm 16.03$
۴۵ درصد آلودگی %45 infestation	$0.29^b \pm 15.83$

اعدادی که در هر ستون با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد اختلاف آماری ندارند
Numbers followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$)

چنانچه برای کشت چغندر قند در مناطق آلوده به این شته، از ژنوتیپ‌های مقاوم مانند Chinock و Branco یا از ارقام نیمه مقاوم مانند OtypeC₂، Zarghan و Shirin استفاده شده و از کاشت ارقام حساس جلوگیری گردد، در آن صورت با اجرای مدیریت صحیح آبیاری و جلوگیری از بروز استرس آبی و به خصوص در خاک‌های سبک شنی و ماسه‌ای، بدون نیاز به استفاده از سموم شیمیایی، مهار این آفت امکان‌پذیر خواهد بود.

منابع

- Ahmadi A., Akhiani A., and Hadjat S. H. 1995. The first record of sugar beet root aphid from Esfahan, Iran. The 1st Congress of Sugar Beet in Iran. Esfahan. P 40. (In Persian with English abstract)
- Anonymous. 2007. *Pemphigus fuscicornis* (Koch). Sugar Beet Root Aphid. Available in: <http://www.agroatlas.ru>

/en/content/pests/Pemphigus_fuscicornis/

- 3- Bosch B., and Duda A. 1994. Overwintering behavior of the sugar beet root aphid. Zuckerrube, 433(3): 188-189.
- 4- Campbell C.D., and Hatchiosn W.D. 1995. Sugar beet resistance to Minnesota population of sugar beet root aphid (Homoptera: Aphidiade). Journal of Sugar beet Research, 32(1): 37-46.
- 5- Camprag D., Sekulic R., and Keresi T. 2003. Sugar beet aphid (*Pemphigus fuscicornis* Koch) with a survey to integrated control against the most important sugar beet pests. *Poljopriveredni fakultet*, Institut za zastitut bilja i zivotne sredine. Novi Sad, pp. 133.
- 6- Fedorenko V.P. 1991. The optimal humidity regime for the Beet root aphid. Zashchita-Rastenii, 12: 26-27.
- 7- Harveson R.M., Hein L., Smith J.A., Wilson R.G., and Yonts C.D. 2002. An integrated Approach to cultivar evaluation and selection for improving Sugar Beet Profitability. A Successful case study for the central high plains. Plant Diseases, 86(3): 192-204.
- 8- Heie O.E. 1980. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark Scandinavian Scince Press Ltd., Klampenborg, Denmark, pp. 236.
- 9- Hutchison W.D., and Campbell C.D. 1994. Economic Impact of sugar beet Root Aphid (Homoptera: Aphidiae) on sugar beet Yield and Quality in Southern Minnesota. Annales of Entomological Society of America, 87(2): 465-475.
- 10- Hutchison W.D., and Campbell C.D. 1995. Sugar beet root aphid research in Minesota, 1990-1994: recommendations for future research. In: Proceeding 1994 Sugar beet research and extension reports. N. Dakota State University. Extension Service. NDSU. Fargo, 25: 175-177.
- 11- Ioannidis P.M. 1996. The effect of the root aphid *Pemphigus fuscicornis* Koch on sugar beet. Canadian Entomologists, 95: 269-276. Rastenii. 9: 36.
- 12- Khamraev A.Sh., and Davenport C.F. 2004. Identification and control of agricultural plant pests and diseases in Khorezm and the Republic of Karakalpakstan, Uzbekistan. Economic and Ecological Restructuring of Land and Water Use in Uzbekistan/Khorezm: A Pilot Program in Development Research. 124 pp.
- 13- Mohiseni A., Rahnamaeian M., and Ghaed Rahmati M. 2010. Resistance to sugar beet root aphid, *Pemphigus fuscicornis* (Hem.: Aphididae), in nine sugar beet genotypes at laboratory conditions. Plant Protection Journal, 2(1): 25-34. (In Persian with English abstract)
- 14- Rezaei V. 1996. Sugar Beet Root Aphid in Esfahan, Iran. M.Sc. Thesis, Agricultural Entomology, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. (In Persian with English abstract)
- 15- Rezvani A. 1993. The Fauna of Sugar Beet Root Aphids in Iran. Journal of Entomological Society of Iran, 15: 45-51. (In Persian with English abstract).
- 16- Smith C.M. 1989. Plant resistance to insects. John Wiley and Sons.
- 17- Toth P., Tancik I., Tothova M., and Pacuta V. 2006. Distribution, host plant and natural enemies of Sugar beet Root Aphid (*Pemphigus fuscicornis*) in Slovakia. Proceedings of the National Academy of Sciences. Matica Srpska Novi Sad, 110, 221—226.
- 18- Toth P., Tothova M., and Tancik J. 2004. First records of *Pemphigus fuscicornis* (Homoptera, Pemphigidae) from Slovakia, 59(2): 271-272.
- 19- Wallis R.L., and Gaskil J.O. 1963. Sugar-Beet Root Aphid Resistance in Sugar Beet. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists, 571- 572.
- 20- Winter S.R. 1999. Root aphid infestation relationship to agronomic performance and field position in furrow irrigated sugar beet cultivar comparisons. The Journal of Sugar Beet Research, 36: 1- 13.
- 21- Zarrabi M. 2007. Effect of sugar beet root aphid, *Pemphigus fuscicornis* (Homoptera: Pemphigidae), on sugar beet yield and quality in Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(19): 3462-3465.



شته‌های گال‌زای صنوبر در استان خراسان رضوی با معرفی دو گونه جدید برای فون ایران

اکرم نجمی^۱ - حسین صادقی نامقی^{۲*} - لیدا فکرت^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۵

چکیده

شته‌های جنس *Pemphigus* Harting (Hemiptera: Aphididae: Eriosomatinae) از مهم‌ترین شته‌های گال‌زای درختان صنوبر به شمار می‌روند. علی‌رغم اهمیت اقتصادی خسارت شته‌های گال‌زا روی درختان صنوبر، تاکنون مطالعه اختصاصی برای معرفی آنها انجام نشده است. در بررسی‌هایی که در بهار ۱۳۹۶ بر روی درختان صنوبر استان خراسان رضوی صورت گرفت، تعداد ۹ گونه شته گال‌زا از روی درختان صنوبر به شرح زیر جمع‌آوری و شناسایی شدند:

Pemphigus borealis Tullgren, 1909*; *P. bursarius* Linnaeus, 1758*; *P. immunis* Buckton, 1896; *P. passeki* Börner, 1952*; *P. populi* Courcey, 1879*; *P. populinigrae* Schrank, 1801*; *P. protospirae* Lichtenstein, 1885*; *P. spyrothecae* Passerini, 1856*; *P. vesicarius* Passerini, 1861.

در بین گونه‌های شته جمع‌آوری شده، گونه‌هایی که با یک ستاره و دو ستاره مشخص شده‌اند به ترتیب برای اولین بار از خراسان رضوی و ایران گزارش می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: ایران، بندپایان، درختان صنوبر، خراسان رضوی، شته گال‌زا

مقدمه

شناخت تنوع گونه ای بندپایان و تعیین نقش اکولوژیک آنها از نظر خسارت‌زا بودن و یا مفید بودن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گروهی از بندپایان و بخصوص حشرات باعث ناهنجاری رشد و ایجاد گال روی اندام‌های مختلف گیاهان می‌شوند. شناسایی حشرات گال‌زا از نظر تنوع زیستی، محصولات فرعی جنگل‌های کشور، ارائه الگویی برای مطالعات اکولوژیک حشرات و نیز خسارت‌زا و آفت بودن برخی از گونه‌ها، دارای اهمیت است (۲۰). برخی گال را شامل همه تظاهرات رشدی گیاه خواه مثبت یا منفی و همین‌طور تمایزات غیرطبیعی می‌دانند که توسط حیوانات یا پارازیت‌های گیاهی روی گیاه میزبان ایجاد می‌شود. معمولاً این رشد غیرطبیعی در گال‌ها، می‌تواند در اثر افزایش تعداد (هیپرپلازی) یا اندازه (هیپرتروفی) سلول‌های گیاهی در محل گال بوجود آید (۱۴). گروه‌های مختلف حشرات گال‌زا عموماً گال‌های خود را روی میزبان‌های گیاهی خاصی ایجاد می‌کنند. در مقابل برخی از گروه‌های گیاهی نیز وجود دارند که توسط

گروه‌های متعددی از حشرات گال‌زا مورد حمله قرار می‌گیرند (۱). خانواده‌هایی که دارای بیشترین تعداد گال هستند شامل Fagaceae (بلوط، راش)، Rosaceae (گل رز، تمشک جنگلی)، Salicaceae (درختان بید، صنوبر) و Compositae (خارشتر و بابونه) اند، اما این الگوی توزیع در سراسر جهان تغییر می‌کند (۱۸).

شته‌های زیرخانواده Eriosomatinae از مهم‌ترین شته‌های خسارت‌زای درختان بید و صنوبر هستند که عامل ایجاد گال روی این گیاهان می‌باشند (۱۲). از مجموع حدود ۴۴۰۰ گونه شته شناخته شده در سراسر جهان تقریباً ۲۵۰ گونه از آفات مهم نباتات زراعی و باغی به شمار می‌آیند. بیش از ۷۰ گونه شته در جنس *Pemphigus* Harting با پراکنش وسیع در اروپا وجود دارد که بیش از ۴۵ گونه از آنها توانایی ایجاد گال بر روی میزبان‌های گیاهی مثل درختان صنوبر *Populus* L. را دارند (۵). این شته‌ها معمولاً گال‌هایی بر روی شاخه‌ها، دم‌برگ و یا پهنک برگ درختان صنوبر بویژه *Populus nigra* ایجاد می‌کنند (۱۰). فقط تعداد کمی از گونه‌ها تک‌میزبانه (monoecious) هستند و چرخه زندگی خود را تنها بر روی یک گونه صنوبر تکمیل می‌کنند. با این حال اغلب گونه‌های این زیر خانواده از شته‌ها دو میزبانه (heteroecious) هستند. میزبان اول آن‌ها درختان صنوبر است که مشخصاً گال‌های خود را در اندازه و شکل مختلف بر

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، استاد و

دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: sadeghin@um.ac.ir

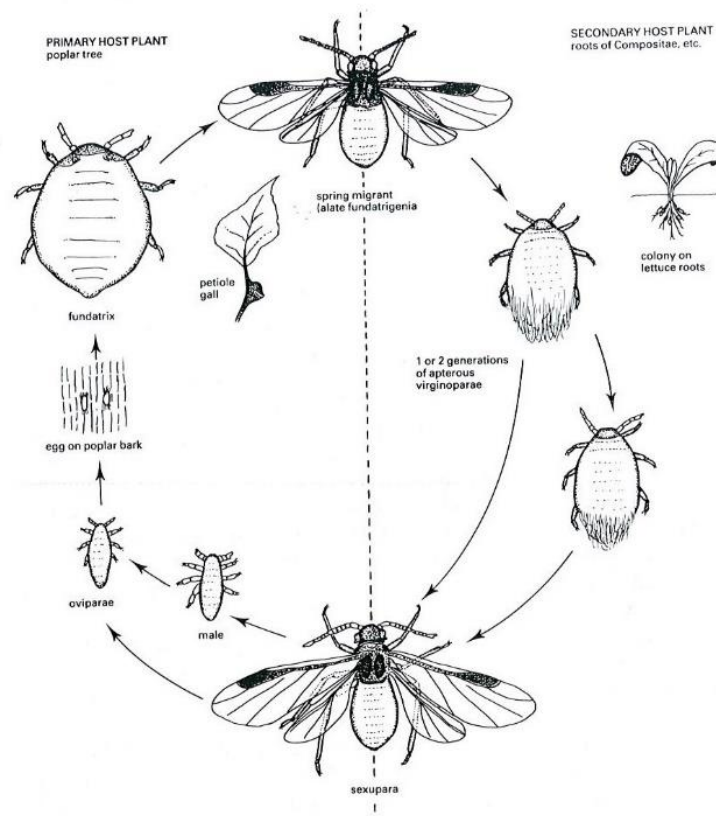
*) نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jpp.v32i2.70787

Euphorbiaceae، Chenipodiaceae، Fabaceae
و Ranunculaceae هستند (۱۰ و ۲۳).

روی آن‌ها تشکیل می‌دهند و میزبان ثانویه آن‌ها بخش‌های زیرزمینی گیاهان خانواده Brassicaceae، Asteraceae، Apiaceae

Introductory section



شکل ۱- سیکل زندگی شته‌های دومیزبانه (شته *Pemphigus bursarius*) (۳)
Figure 1- Life cycle of a heteroecious aphid (*Pemphigus bursarius*) (3)

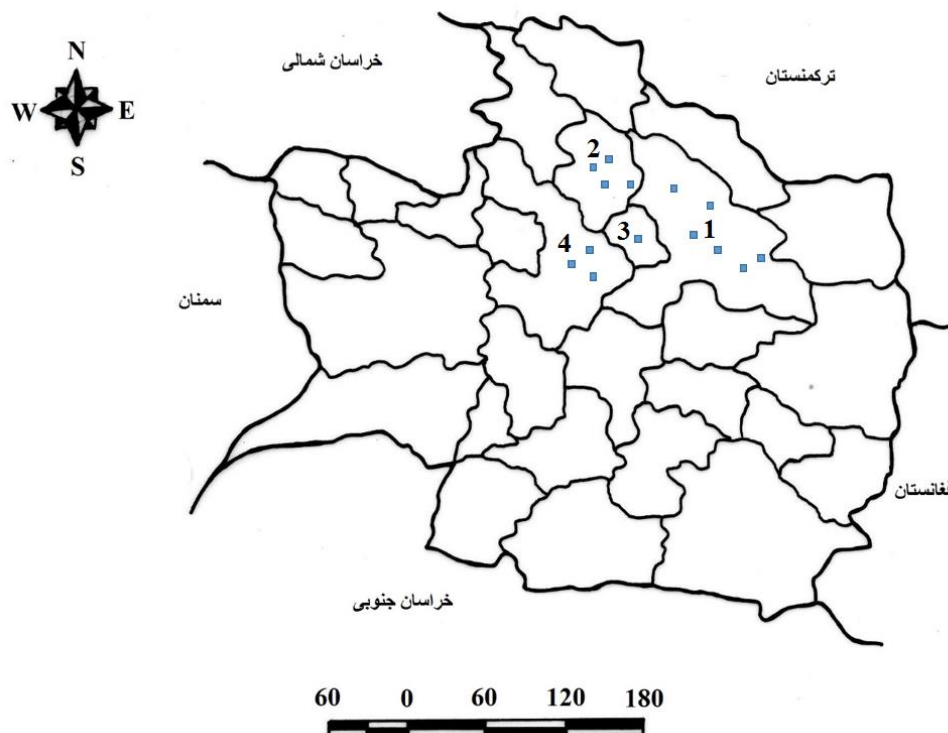
P. vesicarius و *spyrothecae* می‌باشد. از این تعداد تنها دو گونه ی آنها قبلا از مناطق صنوبرکاری استان خراسان رضوی گزارش شده بودند (۱۹).

مواد و روش‌ها

این مطالعه در طول فصل رویشی سال ۱۳۹۶ در بخش‌هایی از استان خراسان رضوی (۳۵،۱۰۲۰° شمالی و ۵۹،۱۰۴۲° شرقی) انجام گردید. در این بررسی درختان صنوبر ۱۴ منطقه شامل پارک بسیج، بهشت رضا، پارک پردیس قائم، پارک رجاء، پارک جنگلی طرق و روستای النگ در شهرستان مشهد، چناران، رادکان، شیرحصار و روستای کلاته شیخها از توابع شهرستان چناران، شهرستان طرقبه و سعداباد، بوژان و قدمگاه در شهرستان نیشابور مورد بازدید قرار گرفت و در تاریخ‌های مختلف اقدام به یافتن گال روی اندام‌های مختلف تهیه نمونه از روی میزبان‌های گیاهی شد.

معمولا میزبان ثانویه آنها گیاهانی مانند گندم، چغندرقد، هویج و کاهو هستند که به طور وسیعی کشت می‌شوند (۱۰). این شته‌ها علاوه بر خسارت مستقیمی که از طریق تغذیه از شیر گیاهی و ضعف گیاه ایجاد می‌کنند با ترشح بزاق خود به داخل گیاه، باعث پیچیدگی شدید برگ می‌شوند. همچنین تعدادی از گونه‌ها توانایی انتقال ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی را دارند. بنابراین، این شته‌ها از مهم‌ترین آفات خطرناک گیاهان زراعی تلقی می‌شوند (۱۱). همچنین گال‌های گونه‌های مختلف Eriosomatinae می‌توانند ارزش زیبایی شناختی درختان سایه‌دار و تربیتی را نیز کاهش دهند (۱۳ و ۲۴).

در ایران تاکنون ۴۸۵ گونه شته از روی گیاهان مختلف جمع‌آوری و گزارش شده است (۹) که از این تعداد ۷ گونه متعلق به شته‌های گال‌زای صنوبر می‌باشد (۱۵). گونه‌های گال‌زایی که تاکنون از روی درختان صنوبر گزارش شده است شامل *P. borealis*، *P. bursarius*، *P. protospirae*، *P. populi*، *P. immunitis*، *P.*



شکل ۲- نقشه استان خراسان رضوی، مناطق نمونه‌برداری شده با مربع نشان داده شده‌اند. (۱- شهرستان مشهد، ۲- شهرستان چناران، ۳- شهرستان طرقبه، ۴- شهرستان نیشابور)

Figure 2- Map of Razavi Khorasan province, sampling localities are indicated by squares. (1- Mashhad, 2- Chenaran, 3- Torghabe, 4. Neyshabour)

گال‌ها با توجه به محل ایجادشان از روی برگ‌ها، دمبرگ و شاخه‌ها جمع‌آوری شدند و از آن‌ها عکس تهیه می‌شد. شته‌های فونداتریکس و مهاجر توسط قلم مو از درون گال‌ها جمع‌آوری شده و به داخل شیشه‌های محتوی الکل ۷۵٪ انتقال یافتند. بر روی شیشه‌های محتوی شته‌ها، نام گونه‌ی میزبان گیاهی، تیپ خسارت، تاریخ و منطقه جمع‌آوری نوشته می‌شد. شفاف‌سازی و آماده‌سازی نمونه‌ها با توجه به روش بلک‌من و ایستاپ (۵) انجام شد. شناسایی اولیه گونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی بلک‌من و ایستاپ (۵) انجام و با ارسال نمونه‌ها برای دکتر رامن هلاج (Roman Halaj) از کشور لهستان، شناسایی نمونه‌ها قطعی شد.

نتایج

در این بررسی تعداد ۹ گونه شته از قبیله Pemphigini و جنس *Pemphigus* H. از اندام‌های هوایی درختان صنوبر شامل برگ، دمبرگ و شاخه‌ها جمع‌آوری و شناسایی گردید که در بین آن‌ها دو گونه *Pemphigus* و *Pemphigus passeki* Börner, 1952

خانواده Aphididae

زیرخانواده Eriosomatinae

قبیله Pemphigini

جنس *Pemphigus* Harting, 1839

گونه *Pemphigus borealis* Tullgren, 1909

شکل‌شناسی: رنگ افراد موسس سبز مایل به خاکستری همراه با پوشش گرد سفید مومی، در افراد بال‌دار شاخک‌ها شش‌بندی، طول آنها حداکثر برابر نصف طول بدن. تعداد ریناریای ثانوی روی بند سوم شاخک‌ها ۱۳-۱۹، چهارم ۴-۵، پنجم ۶-۹ و ششم ۶-۱۰ عدد که حلقوی شکل هستند (شکل ۴-۴).

زیست‌شناسی: گال‌های این گونه روی شاخه‌های تبریزی کوزه‌ای شکل به نظر می‌آیند (شکل ۳-۲). افراد بال‌دار در اوایل تابستان از گال‌ها خارج و به طرف میزبان ثانوی که در ایران مشخص نیست

روی بند سوم شاخک‌ها ۸-۱۰، چهارم ۲-۳ و پنجم در برخی از موارد تنها یک عدد (شکل ۴-۳). ریناریای اصلی روی بند پنجم شاخک‌ها تمام عرض انتهایی بند را دربرگرفته است (۱۹). زیست‌شناسی: برای این گونه تاکنون میزبان واسط شناخته نشده است (۲۰). گال‌های ایجاد شده توسط این گونه قلوهای شکل، به اندازه فندق تا کمی بزرگ‌تر از گردو که سطح خارجی آنها کاملاً خشبی و مانند پوست درخت و در انتها دارای شکاف است (شکل ۳-۱). افراد بال‌دار در اوایل تابستان از طریق آن خارج شده و به طرف میزبان‌های واسط مهاجرت می‌نمایند (۱۹).

پراکنش: این گونه در اروپا، شمال آفریقا، جنوب‌غربی و آسیای مرکزی، پاکستان، شمال غرب هندوستان و چین (۲۲) پراکنش دارد. در ایران نیز در تمام مناطقی که *Populus nigra* وجود دارد یافت می‌شود (۱۹).

نمونه‌های بررسی شده: در این بررسی، این گونه از بهشت رضا، پارک پردیس قائم، پارک رجا، پارک جنگلی طرق (مشهد)، قدمگاه، سعدآباد، روستای رادکان (نیشابور) و طریقه در تاریخ‌های ۱۳ خرداد ۱۳۹۶، ۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۶، ۷ خرداد ۱۳۹۶، ۱۸ فروردین ۱۳۹۶، ۲۹ تیر ۱۳۹۶، ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶ و ۷ مرداد ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد.

گونه *Pemphigus passeki* Börner, 1952

شکل‌شناسی: شاخک‌ها در افراد مهاجر شش بندی است. ریناریای اولیه در بند ششم شاخک بسیار بزرگ‌تر از ریناریای ثانویه است و تشکیل گروه گسترده‌ای را داده است که دور شاخک را فرا گرفته است. تعداد ریناریای ثانوی روی بند سوم شاخک ۱۲-۱۶، چهارم ۳-۵، پنجم ۴-۶ و ششم ۶-۸ عدد است (شکل ۴-۵) (۵). زیست‌شناسی: افراد مؤسس در اوایل بهار گال‌هایی را بر روی برگ‌های درختان صنوبر *Populus nigra* ایجاد می‌کنند. این گال‌ها با تورم نیمه انتهایی دم‌برگ شکل می‌گیرند و در طول پهنک برگ کشیده می‌شوند که در قسمت ابتدایی معمولاً متورم‌تر و عریض‌ترند (شکل ۳-۹). میزبان ثانویه این شته ریشه‌های گیاه *Carium carvi* L. است (۱۶).

پراکنش: این گونه در شمال غرب، شمال و بخش‌های مرکزی اروپا (۵) و بلاروس (۶) گسترش دارد. وجود این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌گردد.

نمونه‌های بررسی شده: این گونه از منطقه قدمگاه در شهرستان نیشابور در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد.

مهاجرت می‌کنند. افراد جنسی در اواخر پاییز ظاهر می‌شوند (۱۹). پراکنش: این گونه در منطقه پالئارتیک در سراسر قسمت‌های شمالی از سوئد تا چین و ژاپن انتشار دارد (۵). همچنین از انگلستان و ایالات متحده آمریکا نیز گزارش شده است (۸). در ایران نیز از اطراف کرج، مناطق البرز مرکزی و اطراف سمنان جمع‌آوری شده است (۲۰). نمونه‌های بررسی شده: در این مطالعه، این گونه از پارک بسیج، پارک پردیس قائم، پارک جنگلی طرق (مشهد)، قدمگاه و سعدآباد (نیشابور) در تاریخ‌های ۷ خرداد ۱۳۹۶، ۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۶، ۱۸ فروردین ۱۳۹۶ و ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶ جمع‌آوری گردید.

گونه *Pemphigus bursarius* Linnaeus, 1758

شکل‌شناسی: در افراد مؤسس رنگ بدن در نمونه‌های زنده سبز مایل به خاکستری همراه با گرد سفید مومی. در افراد مهاجر شاخک‌ها شش‌بندی. تعداد ریناریای ثانوی روی بند سوم شاخک‌ها ۷-۱۵، چهارم ۲-۹، پنجم ۳-۵ و ششم ۳-۷ عدد. شکل ریناریاها بیضی تا حلقوی است.

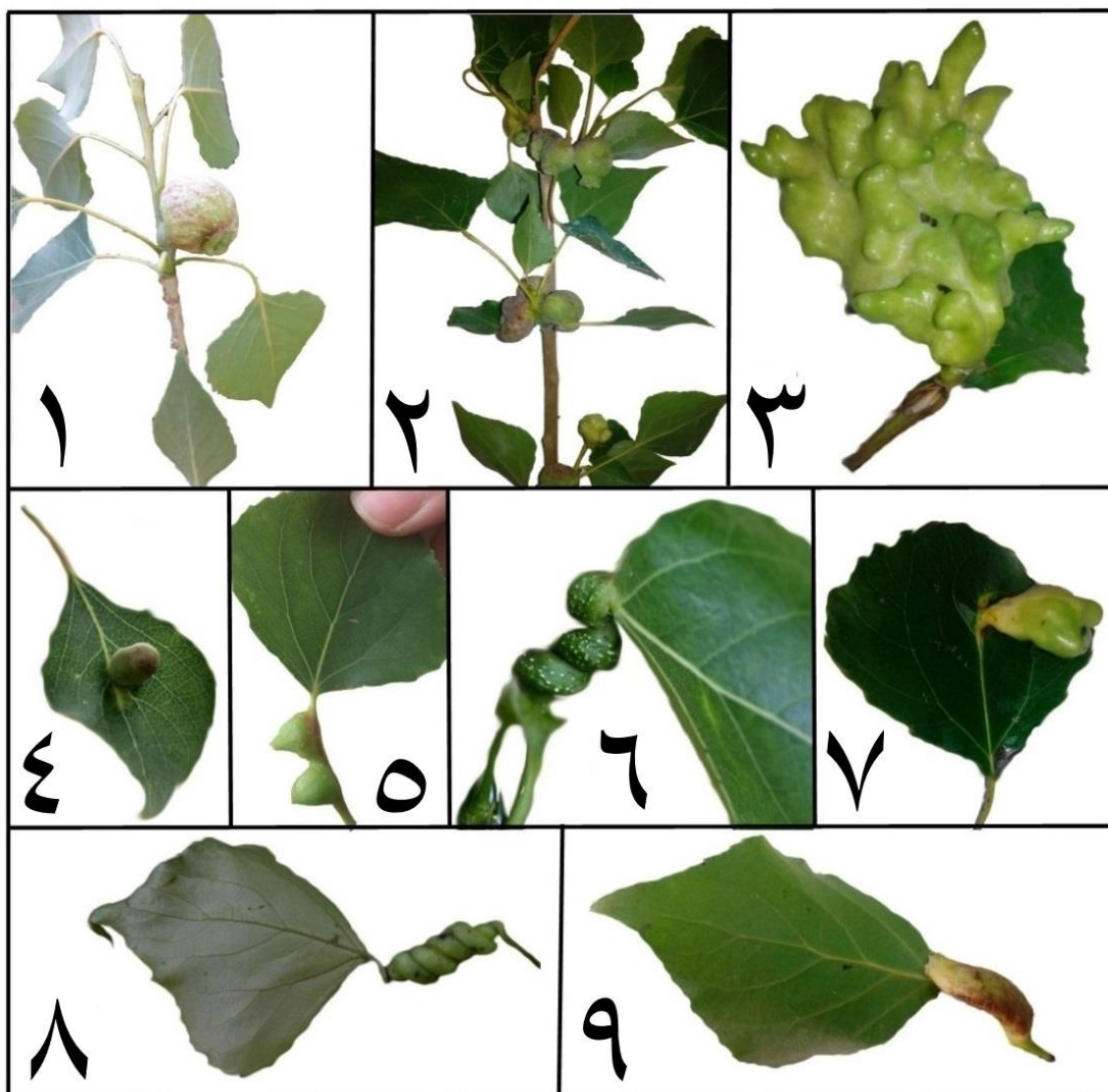
زیست‌شناسی: فعالیت این گونه با گونه *P. borealis* همزمان شروع می‌شود. افراد مؤسس در اوایل بهار با رشد برگ‌ها، روی دم‌برگ‌ها گال‌هایی فلاسکی شکل و توخالی که اندازه آن‌ها در حدود فندق یا کمی بزرگتر است ایجاد می‌کنند (شکل ۳-۵). میزبان واسط برای این گونه در ایران شناخته نشده است ولی در اروپا گیاهان خانواده Asteraceae از جمله کاهو و گیاهان خانواده Chenopodiaceae مانند سلمه‌تره به عنوان میزبان واسط گزارش گردیده شده‌اند (۱۹).

پراکنش: این گونه در اروپا، آسیای غربی و مرکزی، شمال و جنوب آفریقا، آمریکای شمالی و جنوبی و احتمالاً در استرالیا و نیوزلند انتشار دارد (۴). در ایران تاکنون از اطراف قزوین، همدان، مناطق البرز مرکزی و اطراف تهران گزارش شده است (۱۹).

نمونه‌های بررسی شده: در این مطالعه، این گونه از پارک بسیج، بهشت رضا، پارک رجا، پارک جنگلی طرق، روستای النگ (مشهد)، بوژان، قدمگاه، سعدآباد (نیشابور)، روستای شیرحصار، شهر چناران (چناران) و طریقه در تاریخ‌های ۷ خرداد ۱۳۹۶، ۱۳ خرداد ۱۳۹۶، ۱۸ فروردین ۱۳۹۶، ۲۹ تیر ۱۳۹۶، ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹۶، ۳۱ فروردین ۱۳۹۶، ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶، ۶ خرداد ۱۳۹۶ و ۷ تیر ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد.

گونه *Pemphigus immunis* Buckton, 1896

شکل‌شناسی: در افراد مؤسس رنگ بدن سبز تیره و گاهی مایل به خاکستری با پوششی از گرد سفید مومی. شاخک‌ها در افراد بال‌دار شش بندی، بند ششم تقریباً برابر با بند سوم. تعداد ریناریای ثانوی



شکل ۳- انواع و محل ایجاد گال در شته‌های جنس *Pemphigus* spp. ۱- *P. immunis*، ۲- *P. borealis*، ۳- *P. vesicarius*، ۴- *P. populinigrae*، ۵- *P. bursarius*، ۶- *P. spyrothecae*، ۷- *P. populi*، ۸- *P. protospirae*، ۹- *P. passeki* (شکل‌ها از نگارنده اول)

Figure 3- Type and location of gall forming in *Pemphigus* spp. Aphids: 1- *P. immunis*, 2- *P. borealis*, 3- *P. vesicarius*, 4- *P. populinigrae*, 5- *P. bursarius*, 6- *P. spyrothecae*, 7- *P. populi*, 8- *P. protospirae*, 9- *P. passeki* (Photos from first author)

گال‌های نخودی شکلی که اندازه آن‌ها به بزرگی نخود و یا حداکثر فندق می‌رسد توسط افراد مؤسس بوجود می‌آید. این گال‌ها ممکن است به صورت انفرادی یا دسته‌جمعی باشند که به رنگ سبز تا قرمز دیده می‌شوند (شکل ۳-۷). در اواسط تا اواخر تیرماه در انتهای گال‌ها شکاف ایجاد شده و شته‌های داخل که بال‌دار هستند خارج و به طرف میزبان ثانوی که در ایران شناخته نیست مهاجرت می‌نمایند گال‌ها پس از خروج شته‌ها می‌ریزند. بر اساس منابع در اروپا میزبان ثانوی گیاهان خانواده Fabaceae مانند *Medicago lupulina* L. و *Lathyrus pratensis* L. می‌باشند (۱۶).

گونه *Pemphigus populi* Courchet, 1879

شکل‌شناسی: در افراد مؤسس رنگ نمونه‌های زنده سبز تیره با جلای آبی و پوشیده از گرد سفید مومی. در بال‌دارهای مهاجر شاخک‌ها شش بندی. تعداد ریناریای ثانوی روی بند سوم شاخک‌ها ۴-۷، چهارم ۲-۴ و پنجم ۲-۳ عدد. شکل ریناریاها بیضی، دوکی و یا حلقوی. طول بند سوم شاخک‌ها از مجموع طول بندهای چهارم و پنجم بلندتر است و بند ششم تقریباً برابر با طول مجموع بندهای چهارم و پنجم (شکل ۴-۶).

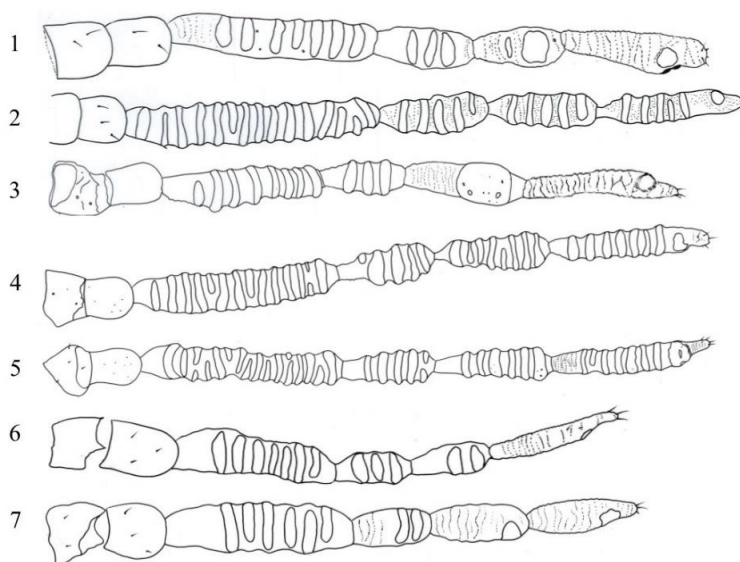
زیست‌شناسی: در اوایل بهار روی رگبرگ میانی *Populus nigra*

است. در افراد بال دار تعداد ریناریای ثانویه روی بند سوم شاخک ۱۲-۱۸، بند چهارم ۳-۷، پنجم ۴-۷ و ششم ۲-۸ عدد است (شکل ۴-۲). زیست‌شناسی: گال‌های این گونه گرد و با سطحی صاف به رنگ سبز تا مایل به زرد و قرمز در امتداد رگبرگ اصلی تشکیل می‌شوند (شکل ۴-۳). افراد بال دار در اوایل مرداد ماه به سمت میزبان ثانویه که *Gnaphalium* L. و *Filago* L. است مهاجرت می‌کنند (۵). پراکنش: این گونه در سراسر اروپا، شمال آفریقا، جنوب غربی آسیا، آسیای مرکزی و در سراسر شرق سибیری پراکنده است (۱۷). این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌گردد. نمونه‌های بررسی شده: این گونه از مناطق چناران و شیرحصار در تاریخ‌های ۷ تیر ۱۳۹۶ و ۶ خرداد ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد.

پراکنش: این گونه در اروپا، جنوب غربی و آسیای مرکزی و از شرق تا چین پراکنش دارد (۷). در ایران این گونه قبلاً از منطقه بلده واقع در مناطق کوهستانی نور (البرز مرکزی) و اطراف تهران جمع‌آوری شده است (۱۹). نمونه‌های بررسی شده: این گونه از پارک جنگلی طرق (مشهد)، بوژان، قدمگاه، سعدآباد (نیشابور)، روستای شیرحصار، چناران و روستای شیخها (چناران) در تاریخ‌های ۱۸ فروردین ۱۳۹۶، ۳۱ فروردین ۱۳۹۶، ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶، ۶ خرداد ۱۳۹۶، ۷ تیر ۱۳۹۶ و ۱۶ خرداد ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد.

گونه *Pemphigus populinigrae* Schrank, 1801

شکل‌شناسی: در افراد مؤسس رنگ نمونه‌های زنده سبز تیره



شکل ۴- ویژگی‌های ریخت‌شناسی شاخک شته‌های مهاجر در تعدادی از گونه‌های جنس *Pemphigus* Hartig. ۱- *P. vesicarius* ۲- *P. populinigrae* ۳- *P. immunitis* ۴- *P. borealis* ۵- *P. passeki* ۶- *P. populi* ۷- *P. spyrothecae* (شکل‌ها از نگارنده اول)
Figure 4- Morphological traits of antennae on fundatrigeniae of *Pemphigus* Hartig: 1- *P. vesicarius* 2- *P. populinigrae* 3- *P. immunitis* 4- *P. borealis* 5- *P. passeki* 6- *P. populi* 7- *P. spyrothecae* (Photos from first author)

غرب سيبیری تا آسیای مرکزی و چین نیز پراکنده است (۷). در ایران نیز در بخش‌های مرکزی کشور پراکنده است. نمونه‌های بررسی شده: این گونه از منطقه بوژان در تاریخ ۳۱ فروردین ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد.

گونه *Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856

شکل‌شناسی: در افراد مؤسس رنگ نمونه‌های زنده خاکستری روشن تا مایل به کرم و گاهی زرد و پوشیده از گرد سفید مومی. در افراد بی‌بال نسل بعد از مؤسس بدن کشیده و دوکی. روزنه کورنیکول دیده می‌شود. در افراد مهاجر شاخک‌ها شش بندی، طول بند سوم

گونه *Pemphigus protospirae* Lichtenstein, 1885

شکل‌شناسی: در افراد بال دار شاخک‌ها شش بندی است. تعداد ریناریای ثانویه بند سوم شاخک ۹-۱۴، چهارم ۲-۵، پنجم ۲-۴ و بند ششم ۲-۸ عدد است. زیست‌شناسی: این شته در اوایل بهار گال‌هایی به رنگ سبز و یا سبز با لکه‌های قرمز رنگ به صورت مارپیچی بر روی دمبرگ برگ‌های درختان صنوبر *Populus nigra* ایجاد می‌کنند. این گال‌ها اغلب نازک‌تر و تعداد پیچ‌خوردگی‌های آن بیشتر از گونه *P. spyrothecae* است (شکل ۳-۸). پراکنش: در اروپا به طور گسترده‌ای توزیع شده است، همچنین از

۳- گال‌ها روی دمبرگ و پهنک برگ
 (۱) ۲- گال‌ها اغلب کروی، با دیواره ضخیم و سطحی ناهموار و چین و چروک و اغلب ترک خورده به اندازه گردو. قطری در حدود ۴ سانتی‌متر. معمولاً بصورت جداگانه و کمتر به صورت گروهی (۱-۴) *P. immunis* Buckton.....
 - گال‌ها نسبت به گونه قبلی بسیار کوچک‌تر (حدود ۵،۲ سانتی متر). تقریباً بیضی شکل با سطحی صاف و اغلب به صورت گروه‌های ۴-۶ تایی (حتی تا ۱۰ عدد)، با مناطق خروجی جدا از هم *P. borealis* Tullgren.....
 (۱) ۳- گال‌ها روی دمبرگ
 - گال‌ها روی پهنک برگ.....
 (۳) ۴- گال‌ها بر روی دمبرگ. دارای کمی انحنا، بصورت گلابی شکل یا کیسه‌ای شکل در رنگ‌های سبز، زرد-سبز و گاهی اوقات به رنگ قرمز-قهوه‌ای *P. bursarius* Linnaeus.....
 - گال‌ها به شکل‌های دیگر: شانه مانند، تاج مانند و مارپیچی.....
 (۴) ۵- گال‌ها شانه مانند، تاج مانند و یا گرز مانند و همیشه دارای مراحل مختلف رشدی شته هستند *P. vesicarius* Passerini.....
 - گال‌ها مارپیچی.....
 (۵) ۶- گال‌ها به صورت پهن و پیچ خورده بر روی دمبرگ. اغلب تعداد پیچ‌خوردگی کمتر از ۵ دور (۳-۴). گال‌ها به رنگ سبز، زرد-سبز تا قهوه‌ای-قرمز. باز شدن گال‌ها در انتهای تابستان و آغاز پاییز *P. spyrothecae* Passerin.....
 - گال‌ها به صورت پهن و به شدت مارپیچی بر روی دمبرگ. معمولاً پیچ‌خوردگی‌ها از نظر اندازه کوچک اما دارای تعداد بیشتری پیچ‌خوردگی نسبت به *P. spyrothecae* (بیش از ۵ دور). گال‌ها اغلب در تمام سطح دمبرگ و پایه پهنک برگ. معمولاً براق و به رنگ سبز یا سبز با لکه‌های قرمز. باز شدن گال‌ها اغلب در آغاز تابستان تا اواسط تابستان *P. protospirae* Lichtenstein.....
 (۳) ۷- گال‌ها بر روی پهنک برگ و در امتداد رگبرگ اصلی.....
 - گال‌ها بر روی پهنک برگ، تقریباً کروی یا بیضی شکل و با لبه‌هایی نامنظم. همیشه قسمت پایینی باریک‌تر از قسمت بالایی. گلابی شکل یا شبیه چوب بیس‌بال، روی رگبرگ اصلی و نزدیک به دمبرگ قرار گرفته. بزرگتر از فندق و اغلب سبز رنگ *P. populi* Curchet.....
 (۷) ۸- گال‌ها در امتداد رگبرگ اصلی طویل شده اما در قسمت پایه خود طویل‌تر (به دمبرگ و پهنک برگ متصل)..... *P. passeki* Borner
 - گال‌ها در امتداد رگبرگ اصلی گسترش یافته. آبله مانند و به اندازه فندق. نسبتاً صاف. در اغلب موارد رنگی مایل به قرمز روشن و

شاخک‌ها برابر با مجموع طول بندهای چهارم و پنجم. بند ششم شاخک‌ها طویل‌تر از بند پنجم. ریناریای ثانوی بیضی شکل تا حلقوی، تعداد آنها روی بند سوم ۴-۷، چهارم ۱-۴ و پنجم ۰-۱ عدد (شکل ۴-۷) (۱۹).

زیست‌شناسی: مؤسس‌ها در هنگام ظهور برگ‌ها روی دمبرگ‌ها مستقر و بتدریج دمبرگ‌ها را به حالت مارپیچی و ضخیم در می‌آورند که بیش از سه پیچیدگی ندارند. رنگ گال‌هایی که به طرف آفتاب قرار دارند اغلب قرمز است (شکل ۳-۶). گال‌ها به طور کامل بسته نبوده و شته‌ها از یک شکاف موجود در امتداد گال‌ها به بیرون راه پیدا می‌کنند (۲۱). این گونه تغییر میزبان نمی‌دهد.

پراکنش: دارای پراکنش گسترده‌ای در اروپا، شمال آفریقا، غرب سبیری، پاکستان و بخش‌هایی از کانادا می‌باشد (۵). در تمام مناطق کوهستانی و هر کجا که درخت تبریزی باشد پیدا می‌شود (۱۹). نمونه‌های بررسی شده: این گونه از منطقه سعدآباد در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶ جمع‌آوری گردید.

گونه *Pemphigus vesicarius* Passerini, 1861

شکل‌شناسی: در افراد مؤسس بدن به رنگ آبی با پوشش گرد سفید مومی. در افراد بال‌دار شاخک‌ها شش بندی، تعداد ریناریای ثانوی روی بند سوم شاخک‌ها ۶-۱۱، چهارم ۱-۴ و پنجم ۰-۲ عدد است (شکل ۴-۱).

زیست‌شناسی: گال‌ها در اوایل اردیبهشت به تدریج تشکیل می‌شوند. این گال‌ها در ابتدا گرد و سبز رنگ که روی جوانه‌های تازه روئیده درختان تبریزی قرار گرفته‌اند و با رشد تدریجی، شکل مرجانی به خود می‌گیرد که از به هم پیوستن چند گال تشکیل می‌گردد (شکل ۳-۳). در اوایل تابستان با ایجاد شکاف در انتهای گال‌ها بال‌دارها خارج و به طرف میزبان واسط نامشخص مهاجرت می‌نمایند. گال‌ها پس از خروج بال‌دارها خشک شده و مدت‌ها روی درخت باقی می‌مانند.

پراکنش: در جنوب اروپا، الجزایر، جنوب غربی و آسیای مرکزی، شرق تا پاکستان و هند پراکنده است (۴). در ایران نیز در هر کجا که *Populus nigra* وجود داشته باشد پیدا می‌شود (۱۹). نمونه‌های بررسی شده: این گونه از مناطق قدمگاه، سعدآباد (نیشابور) روستای شیخ‌ها (چناران) و طبقه در تاریخ ۲۹ تیر ۱۳۹۶، ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶ و ۱۶ خرداد ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد.

کلید شناسایی شته‌های گال‌زای صنوبر جمع‌آوری شده در مطالعه حاضر بر اساس شکل و محل تشکیل گال با استفاده از حلاج و اوسیدادچ (۱۰)

۱- گال‌ها روی شاخه‌ها ۲

هستند که در اغلب موارد شناختی کافی در ارتباط با میزبان ثانویه آن ها در دسترس نمی باشد. قابل ذکر است که میزبان ثانویه برخی از گونه‌ها دارای کشت گسترده‌ای هستند و برای کشاورزی اهمیت دارند که از آن جمله می‌توان به چغندر، هویج و کاهو اشاره کرد. بنابراین شناخت و بررسی زیست‌شناسی این شته‌ها می‌تواند در کنترل آن‌ها بسیار مؤثر باشد.

سپاسگزاری

به این وسیله از کلیه عزیزانی که نگارندگان را در انجام این پژوهش یاری نمودند و به ویژه آقای دکتر رامین هلاج (آزمایشگاه حشره‌شناسی انجمن طبیعی سیلسیای شمالی لهستان) برای کمک در شناسایی نمونه‌های شته، آقای مهندس علی محمد ملوندی که در جمع‌آوری نمونه‌ها ما را یاری نمودند قدردانی می‌شود. این مطالعه قسمتی از پایان‌نامه نگارنده اول بوده که با حمایت مالی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت و بدینوسیله قدردانی می‌گردد.

به ندرت مایل به سبز و در بیشتر موارد دارای رنگ زرد مختصری. فقط تا حدی از بخش پایینی پهنک برگ باز شده..... *P. populinigrae* Schran شته‌های جنس *Pemphigus* از نظر زیست‌شناسی، از جمله مرفولوژی گال بسیار متفاوت هستند. همچنین شکل گال‌های این شته‌ها دارای ثبات قابل توجهی است که شناسایی قابل اعتماد و سریعی را توسط حشره‌شناسان از روی شکل ظاهری گال‌ها امکان پذیر می‌کند (۲).

از ۱۴ گونه شته‌ای که در اروپا باعث انواع مختلفی گال می‌شوند، ۱۳ گونه دارای چرخه کامل هستند و سیکل زندگی خود را بر روی دو میزبان تکمیل می‌کنند. تنها گونه‌ی *Pemphigus spyrothecae* چرخه زندگی خود را روی صنوبر کامل می‌کند (۱۰). مطالعات انجام شده در آمریکای شمالی نشان داده است که شته *P. bursarius* روی کاهو، *P. betae* روی چغندر قند و *P. populitransversus* روی کلم باعث آسیب جدی به این محصولات می‌شوند (۲). در ایران نیز تمامی گونه‌ها به جز *P. spyrothecae* دارای دو میزبان

منابع

- 1- Abrahamson W. G., and Weis A. E. 1987. Nutritional ecology of arthropod gall makers. p. 235-258. In F. Slansky, Jr. & Rodriguez, J. G.(ed.) Nutritional ecology of insects, mites, spiders & related invertebrates. John Wiley & Sons Press, New York.
- 2- Alleyne E. H., and Morrison F. O. 1977. Some Canadian poplar aphid galls. The Canadian Entomologist, 109(3): 321-328
- 3- Blackman R.L., and Eastop V.F. 1989. Aphids on the World's Crops: an Identification Guide. A Wiley. New York.
- 4- Blackman R.L., and Eastop V.F. 2000. Aphids on the World's Crops: an Identification and Information Guide, Second ed., Wiley Publication, New York.
- 5- Blackman R.L., and Eastop V.F. 2011. Aphids on the World's Plants. <http://www.aphidsonworldsplants.info>. Visited: 2017/11/25.
- 6- Buga S. V., Zhorov D. G., Leshchinskaya N. V., and Stekolshchikov A. V. 2016. Aphids of the family Eriosomatidae (Insecta: Homoptera) in Belarus, Zoosystematica Rossica, 25(2): 226-232
- 7- Chang G., and Zhong T. 1979. Five new species of *Pemphigus* H. from China. Acta entomologica sinica 22: 324-332.
- 8- Foster W.A. 1975. A new species of *Pemphigus* Hartig from Western Europe. Journal of Entomology, 44: 255-263.
- 9- Ghafouri-Moghaddam M., Lotfalizadeh H., and Rakhshani E. 2014. A survey on hyperparasitoids of the poplar spiral gall aphid, *Pemphigus spyrothecae* Passerini (Homoptera: Aphididae) in Northwest Iran. Journal Crop Protection, 3(3): 369-376
- 10- Hałaj R., and Osiadacz B. 2013. European gall-forming *Pemphigus* (Aphidoidea: Eriosomatidae), Zoologischer Anzeiger, 252: 417-423.
- 11- Harris K.F., and Maramorosch K. 1980. Vectors of Plant Pathogens. Academic Press, New York-London.
- 12- Hasanshahi G. H., Jahan F., Abbasipour H., and Japoshvili G. 2013. The first report of *Protaphelinus nikolskajae* (Yasnosh, 1963) (Chalcidoidea: Aphelinidae) parasitoid of *Pemphigus immunis* popular aphid from Iran. Journal of Plant Protection, 28(2): 274-276. (In Persian).
- 13- Ignoffo C.M., and Granovsky A.A. 1961. Life history and development of *Mordwilkoja vagabonda* (Homoptera: Alpididae) on *Populus deltoides*. Annals of the Entomological Society of America, 54:486-499.
- 14- Meyer J. 1987. Plant galls and gall inducers. Berlin & Stuttgart: Borntraeger.
- 15- Mortazavi Z. S., Sadeghi H., Aktac N., Depa L., and Fekrat L. 2015. Ants (Hymenoptera: Formicidae) and their aphid partners (Homoptera: Aphididae) in Mashhad region, Razavi Khorasan Province, with new records of aphids and ant species for Fauna of Iran. HALTERES, 6: 4-12.
- 16- Osiadacz B., and Hałaj R. 2014. First records of gall-inducing aphid *Pemphigus populi* (Homoptera: Aphidoidea,

- Eriosomatidae) in Poland with gall-based key to Central and North European species of the genus. *Entomologica Fennica*, 25: 16-25.
- 17- Pashchenko N.F. 1988. Suborder Aphidinea – aphids. In: Lehr, P.A. (ed.) *Keys to the Identification of Insects of the Soviet Far East Vol. 2, Hemiptera and Heteroptera*. 'Nauka', Leningrad, pp.546-686.
- 18- Redfern M. 1992. What are galls? *Cecidology* 7: 81-83.
- 19- Rezwani A. 2004. *Aphids on Trees & Shrubs in Iran*. Plant pests & diseases research Institute. Tehran.
- 20- Sadeghi S. E., Assareh M. H., and Tavakoli M. 2009. Oak gall wasps of Iran. Research Institute of forest and rangelands. Tehran.
- 21- Tarasi J., Sadeghi S. E., and Moradi P. 2007. Study and comparing of density of spiral gall aphid, *Pemphigus spirothecae* (Hom. Pemphigidae) on ten clones of black poplar, *Populus nigra* and its natural enemies in Zanjan province. *Pajouhesh & sazanegi* No77 pp: 130-134. (In Persian with English abstract)
- 22- Tseng S., and Tao C.C. 1936. New *Chaitophorus* spp. *Entomology Phytopathology*, 4: 120-176.
- 23- Urban J. 2002. Occurrence, development and natural enemies of *Pemphigus spyrothecae* (Homoptera, Pemphigidae), *Journal of Forest Science*, 48(6): 248–270.
- 24- Wool D. 1984. Gall-forming aphids. In T.N Ananthakrishnan (ed.), *Biology of gall Insect*. pp. 11-58. Oxford & IHB Publ. Co., India.



شدت حضور علف‌های هرز باریک‌برگ گندم وحشی یونانی (*Triticum boeoticum* Boiss) و جودره (*Hordeum spontaneum* K.Koch) در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان

سیدکریم موسوی^{۱*} - علی قنبری^۲ - رضا قربانی^۳ - محمدعلی باغستانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۲

چکیده

به منظور تعیین کانون‌های آلودگی علف‌های هرز باریک‌برگ گندم وحشی و جودره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان شاخصی با عنوان شاخص شدت حضور علف هرز تعریف شد. شاخص شدت حضور گویای سهم هر مزرعه از کل آلودگی موجود در ناحیه مورد نظر است. ارتفاع بهینه حضور برای گندم وحشی ۱۸۵۶ متر و برای جودره ۱۷۰۳ متر از سطح دریا برآورد شد. دامنه ارتفاعی مشاهده علف هرز جودره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان ۸۱/۳ درصد بیشتر از دامنه ارتفاعی مشاهده علف هرز گندم وحشی بود. این موضوع گویای احتمال تهاجم بیشتر علف هرز جودره در گستره ارتفاعی وسیع‌تری است. مناطق شمال شرق خرم‌آباد، شرق الیگودرز، نواحی مرکزی سلسله و شرق با داشتن مزارع آلوده با شاخص شدت حضور بیشتر از ۰/۳ درصد به عنوان مهمترین کانون‌های آلودگی علف هرز گندم وحشی در سطح استان لرستان شناسایی شدند. در بین شهرستان‌های آلوده به علف هرز گندم وحشی بیشترین میانگین شاخص اهمیت نسبی (۴۴ درصد) به شهرستان دلفان تعلق داشت، که این موضوع گویای اهمیت بیشتر آلودگی علف هرز گندم وحشی در مقایسه با سایر علف‌های هرز باریک‌برگ در این شهرستان است. میانگین اهمیت نسبی علف هرز گندم وحشی برای شهرستان الیگودرز ۳۴/۶ درصد، سلسله ۳۴/۲ درصد و خرم‌آباد ۲۰/۶ درصد بود. میانگین شاخص شدت حضور علف هرز جودره برای شهرستان خرم‌آباد ۰/۴۵ درصد، دورود ۰/۴۴ درصد، کوهدشت ۰/۳۴ درصد و سلسله ۰/۲۸ درصد بود. مزارع گندم دیم واقع در نیمه شمالی شهرستان خرم‌آباد، نواحی شرقی شهرستان کوهدشت، نواحی مرکزی شهرستان سلسله و نواحی شرقی دورود به عنوان کانون‌های اصلی آلودگی علف هرز جودره در استان لرستان شناسایی شدند. بالاترین سطح میانگین شاخص اهمیت نسبی علف هرز جودره (۵۰/۷) به شهرستان کوهدشت مربوط بود، که گویای اهمیت بیشتر علف هرز جودره در مقایسه با سایر علف‌های هرز باریک‌برگ در این شهرستان است.

واژه‌های کلیدی: پراکنش علف هرز، کانون آلودگی، علف‌های هرز باریک‌برگ

مقدمه

قائل شد. گستره وقوع گویای کل ناحیه‌ای است که درون کرانه‌های بیرونی یک گستره قرار می‌گیرد (۱۶). سطح اشغال بیانگر ناحیه‌ای درون گستره وقوع است که گونه به طور واقعی در آن پدیدار می‌شود. پراکنش بالقوه گویای ناحیه‌ای است که در آن عوامل غیرزنده به گونه امکان زنده‌مانی می‌دهند. پراکنش گونه امر پویایی است به طوری که طی زمان بر اثر عواملی از قبیل اقلیم (مانند تغییر اقلیم)، انسانی (مانند تغییر بهره‌برداری از زمین) یا اکولوژیکی (مثل توالی و طغیان بیماری‌ها) تغییر می‌یابد. شناخت وضعیت پراکنش گونه‌های علف هرز در نظام‌های زراعی از جمله مهم‌ترین اهداف علوم علف‌های هرز است. وفور معیاری از تعداد یا فراوانی در واحد سطح و پراکنش گویای گستره جغرافیایی گونه‌های علف هرز است. تراکم و فراوانی دو روش ساده و مهم اندازه‌گیری وفور هستند. مطالعه وفور و پراکنش جمعیت‌های علف هرز در تعیین چگونگی تغییر جمعیت طی زمان در

پراکنش گونه علف هرز گویای گستره جغرافیایی طبیعی و به عبارتی بیانگر مکان‌های رخداد طبیعی گونه است (۱۵). از آنجا که یک گونه همیشه تمام مکان‌های ممکن را که در آنها قادر به زنده‌مانی است، اشغال نمی‌کند، بنابراین ضروری است که بین سه مفهوم بنیادین گستره وقوع^۵، سطح اشغال^۶ و پراکنش بالقوه^۷ تمیز

۱- استادیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران (*- نویسنده مسئول: Email: skmousavi@gmail.com)

۲ و ۳- دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استاد مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

DOI: 10.22067/jpp.v31i3.55439

5- Extent of occurrence

6- Area of occupancy

7- Potential distribution

پاسخ به فشارهای انتخاب ناشی از عملیات زراعی سودمند است (۳۰). معمولاً عملیات زراعی مشتمل بر بهره‌گیری از فناوری‌های در دسترس از قبیل علف‌کش‌ها سبب کاهش تنوع گیاهی در نظام‌های زراعی می‌شود. گونه‌های علف‌هرزی که قادر به جان سالم به در بردن از این فشارهای انتخاب زراعی باشند از نظر اکولوژیکی سازگاری یافته و مدیریت آنها دشوار می‌شود. علاوه بر این کاهش تنوع گیاهی درون بوم نظام زراعی منجر به مستعد شدن برای پذیرش گونه‌های مهاجم جدید می‌شود (۳۰).

چندین عامل زیستی و زراعی در موفقیت توسعه علف‌های‌هرز کشیده‌برگ در مزارع گندم مؤثر هستند. علف‌های‌هرز کشیده برگ دارای چرخه‌های زندگی شبیه گندم زمستانه (*Triticum aestivum*) هستند که این امر کنترل شیمیایی انتخابی آن‌ها را بسیار دشوار می‌سازد (۳۷). افزایش استفاده از کودهای نیتروژنی، علف‌کش‌های پهن‌برگ‌کش و عملیات خاک‌ورزی حداقل به نفع علف‌های‌هرز کشیده برگ است. چنین فشار انتخابی سبب شده تا علف‌های‌هرز کشیده برگ به اجزای غالب بذر علف‌هرز مزارع گندم دیم تبدیل شوند (۱۱، ۲۰، ۲۸ و ۳۷). تناوب زراعی نقش مهمی در افزایش کارایی بهره‌گیری از زمین و فرونشانی علف‌های‌هرز دارد. عملیات مدیریتی از قبیل شخم، تناوب زراعی و علف‌کش‌ها به صورت غربالی عمل می‌نمایند که ترکیب و فراوانی گونه‌های علف‌هرز در سطح مزارع را تعیین می‌نمایند. این غربال عملیات مدیریتی گویای برخی ویژگی‌های خاص گیاهی است که مسیر تغییرات جمعیتی را تعیین می‌کند. ویژگی‌های گیاهی که منجر به حذف یا ماندگاری گونه‌ای در جمعیت می‌شود به طور دقیق معلوم نشده‌اند اما به نظر می‌رسد ویژگی‌های فیزیکی دانه (اندازه، شکل و سازگارهای صورت گرفته برای پراکنش) یا صفات فیزیولوژیکی (نوع خفگی، نیازهای جوانه‌زنی و طول عمر) را در بر می‌گیرد. مکانیسم فیلتر شامل پراکنش، محیط و محدودیت‌های داخلی است (۶). برای مثال دوسیت و همکاران (۱۲) نتیجه گرفتند که روش مدیریت علف‌هرز در مقایسه با تناوب زراعی نقش مهم‌تری در تعیین تراکم و تنوع علف‌هرز دارد. نتایج بررسی کاردینا و همکاران (۸) نشان داد که تناوب و شخم هر دو عوامل پالایش محیطی مهمی هستند و تعامل آنها تعیین‌کننده فراوانی و ترکیب بانک بذر علف‌های‌هرز است. بنابراین بانک بذر هم علت و هم بی‌آمد کشت موجود و انعکاس مدیریت گذشته و جاری است ضمن این که گویای تصویری از وضعیت بالقوه کشت بعدی است (۸).

پراکنش سریع گونه‌های مهاجم تنوع زیستی بومی در جای‌جای جهان را با تهدید مواجه ساخته و همچنین زیان‌های اقتصادی هنگفتی در پی داشته است (۲۶). تهاجم زیستی بعد از تخریب زیستگاهی به دومین عامل مهم زوال تنوع زیستی تبدیل شده است (۲۱).

اقلیم از طریق اعمال محدودیت‌های اکوفیزیولوژیکی در تعیین محدوده پراکنش گونه‌های گیاهی نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۷). عوامل بسیاری موفقیت استقرار گونه‌های مهاجم را تحت تاثیر قرار می‌دهند که از جمله آنها می‌توان به ترکیب و غنای گونه‌ای موجود، رقابت‌کننده‌ها، عوامل شکارگر، فراهمی عناصر غذایی و فعالیت‌های انسانی اشاره کرد (۳۸). عوامل خاکی و برهم‌کنش‌های زیستی ممکن است به رغم مساعد بودن شرایط اقلیمی از کلنی‌سازی برخی گونه‌ها ممانعت به عمل آورند (۷ و ۳۵). رهیافت سلسه مراتبی پیشنهاد شده که در آن پراکنش گونه‌ها به وسیله عوامل غیرزیستی نظیر اقلیم در مقیاس وسیع تعیین می‌شود، در حالی که در مقیاس خرد سایر عوامل به تدریج اهمیت پیدا کرده منجر به ایجاد مجموعه‌ای از مکان‌های اشغال شده و اشغال نشده به وسیله گونه مورد نظر در نواحی مناسب از نظر اقلیمی می‌شوند (۳۱).

مؤسسه جهانی اطلاعات تنوع زیستی^۱ که مهمترین پایگاه اطلاعاتی ثبت گونه‌ها در دنیا به شمار می‌رود (۳) برای گندم وحشی *T. boeoticum* Boiss در مجموع ۳۶۰ مورد در سطح جهان شامل کشورهای اسپانیا، یونان، بلغارستان، اسلواکی، آلمان، آندورا، روسیه، مجارستان، اوکراین، سوئیس، لهستان، صربستان، ارمنستان، آذربایجان، ترکیه، ژاپن، استرالیا، ایالات متحده آمریکا، سوریه، عراق و ایران به ثبت رسانده است. بر همین اساس گندم وحشی *T. boeoticum* subsp. *boeoticum* برای ۲۴ مکان در کشورهای ترکیه، ارمنستان، آندورا، یونان، بلغارستان، آلمان و آذربایجان ثبت شده است (۳).

گونه جودره ارتباط ژنتیکی بسیار نزدیکی با جو زراعی (*Hordeum vulgare*) دارد و جد جو زراعی شناخته می‌شود و منشأ آن مناطق مدیترانه و ایران تورانی است (۴۰). مناطق انتشار این گونه یونان، مصر، جنوب غربی آسیا به طرف شرق، ایران، افغانستان، غرب پاکستان و جنوب تاجیکستان گزارش شده است (۱۹).

مصرف متوالی تعدادی علف‌کش خاص سبب بروز مقاومت در برخی از علف‌های‌هرز و از سوی دیگر باعث تغییر غالبیت علف‌های‌هرز شده است. گونه‌های مختلف جو وحشی و جو خودرو علاوه بر مزارع گندم و جو، در برخی از محصولات زراعی دیگر نظیر حبوبات، چغندرقد، سیب‌زمینی، آفتاب‌گردان، یونجه، صیفی، زیره، زعفران و حتی در باغ‌ها گزارش شده است. بر اساس گزارش‌های متعدد گونه‌های مختلف این علف‌هرز در استان‌های تهران، آذربایجان شرقی و غربی، خراسان، سیستان، فارس، اصفهان، خوزستان، ایلام، سمنان، آذربایجان شرقی، کرمان، کرمانشاه، کردستان، اردبیل، کهگیلویه و بویراحمد، یزد و چهارمحال بختیاری یافت شده که باعث کاهش عملکرد دانه گندم، کاهش کیفیت بذر تولیدی و همچنین

1- Global biodiversity information facility (GBIF)

نسبی این گونه‌ها در مقایسه با سایر علف‌های هرز باریک‌برگ از جمله اهداف این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

به منظور تبیین اهمیت آلودگی علف‌های هرز باریک‌برگ گندم وحشی و جودره در مقایسه با سایر علف‌های هرز باریک‌برگ و شناسایی کانون‌های آلودگی این دو علف هرز، طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ وضعیت پراکنش علف‌های هرز باریک‌برگ در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان مورد ارزیابی قرار گرفت. طی دو سال زراعی یاد شده در مجموع ۳۹۷ مزرعه با پراکنش مناسب به طور تصادفی در سطح مزارع گندم دیم مناطق مختلف ۱۰ شهرستان استان لرستان انتخاب شد و ارزیابی لازم به منظور بررسی وضعیت آلودگی علف‌های هرز باریک‌برگ صورت گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- وضعیت پراکنش ۳۹۷ مزرعه گندم دیم انتخابی به طور تصادفی برای بررسی سطح آلودگی علف‌های هرز کشیده برگ در استان لرستان
Figure 1- Distribution of 397 wheat fields chosen at random to study the grass weeds in Lorestan province

تدریج در فصل بهار از مناطق جنوبی استان با اقلیم گرم شروع و به مناطق سرد شمالی ختم شد.

در هر مزرعه در پنج نقطه به فواصل ۲۰ گام، طبق الگوی M، تعداد سنبله علف‌های هرز باریک‌برگ به تفکیک گونه در کادر ۵/۵×۰/۵ متر شمارش شد. مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا در هر مزرعه با استفاده از GPS مدل گارمین ثبت شد. برای آگاهی از پتانسیل تولید بذر در شرایط طبیعی با برداشت پنج نمونه تصادفی ۵/۵×۰/۵ متر در سطح سه مزرعه آلوده به هریک از علف‌های هرز گندم وحشی و جودره، پتانسیل تولید بذر این علف‌های هرز در کشت

کاهش کیفیت آرد حاصل می‌گردد (۵). همانند سایر مناطق زاگرس، در اراضی دیم استان لرستان نیز گندم رایج‌ترین محصول قابل کشت و کار است. در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ حدود ۶۲/۵ درصد کل سطح برداشت گندم در کشور معادل ۴ میلیون هکتار به کشت دیم اختصاص داشت. در بین استان‌های کشور رتبه هشتم سطح زیرکشت (۲۰۳ هزار هکتار) و رتبه پنجم عملکرد در واحد سطح (میانگین یک تن در هکتار) گندم دیم به استان لرستان اختصاص داشت (۲). تناوب زراعی رایج مشتمل بر کشت گندم در اغلب مناطق دیم‌کاری لرستان شامل تناوب‌های گندم - نخود، گندم - آیش و کشت متوالی گندم است.

علف‌های هرز و به خصوص علف‌های هرز باریک‌برگ به دلیل دشواری کنترل از جمله چالش‌های مهم تولید در مزارع گندم دیم استان لرستان به شمار می‌روند. بررسی شدت حضور و تعیین کانون‌های آلودگی علف‌های هرز باریک‌برگ گندم وحشی و جودره در سطح مزارع گندم دیم مناطق مختلف استان لرستان و تعیین اهمیت

ابتدا فهرستی از مناطق مهم کشت گندم دیم در شهرستان‌های مختلف استان تهیه شد، سپس متناسب با برآورد سطح زیر کشت گندم دیم در هر شهرستان تعدادی مزرعه برای نمونه‌برداری به طور تصادفی انتخاب شد. پایش مزارع به نحوی بود که همه مناطق مهم کشت گندم دیم در استان را در بر گرفته و با عبور از جاده‌های اصلی و فرعی و راه‌های روستایی انتخاب مزارع به فاصله تقریبی ۵-۳ کیلومتر از یکدیگر بسته به وجود کشت گندم دیم صورت گرفت. بدین ترتیب عملاً تعداد مزارع انتخابی متناسب با سطح زیر کشت گندم دیم در هر ناحیه بود. بازدید مزارع بعد از ظهور سنبله گندم به

گندم ارزیابی شد. برای هر نمونه تعداد سنبله، وزن خشک سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه اندازه‌گیری شد.

شاخص شدت حضور^۱: برای تبیین اهمیت و تعیین کانون‌های آلودگی علف هرز شاخصی با عنوان شاخص شدت حضور (PI) علف هرز تعریف شد (۲۹). شاخص شدت حضور گویای سهم هر مزرعه از کل آلودگی موجود در ناحیه مورد نظر است. در شرایطی که بررسی وضعیت پراکنش یک گونه علف هرز خاص در یک منطقه صرف‌نظر از سایر گونه‌ها در جمعیت مد نظر باشد، با استفاده از شاخص شدت حضور می‌توان به تبیین اهمیت آلودگی علف هرز در مزارع مختلف در مقایسه با یکدیگر پرداخت. برای محاسبه شدت حضور، دو شاخص نسبت تراکم و نسبت فراوانی تعریف شد (معادله ۱). نسبت تراکم برابر سهم تراکم هر گونه در هر مزرعه از مجموع تراکم آن گونه در همه مزارع است (معادله ۲). به همین ترتیب نسبت فراوانی (معادله ۳) نیز برابر سهم فراوانی هر گونه در هر مزرعه (معادله ۴) از مجموع فراوانی آن گونه در همه مزارع است.

$$PI_{ij} \% = \frac{DF_{ij} + FF_{ij}}{2} \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن PI_{ij} شدت حضور گونه i برای مزرعه j ، DF_{ij} نسبت تراکم گونه i در مزرعه j و FF_{ij} نسبت فراوانی گونه i در مزرعه j است.

$$DF_{ij} \% = \frac{D_{ij}}{\sum D_{ij}} \times 100 \quad \text{معادله (۲)}$$

که در آن DF_{ij} نسبت تراکم گونه i برای مزرعه j ، D_{ij} تراکم گونه i در مزرعه j و $\sum D_{ij}$ مجموع تراکم گونه i در کل مزارع است.

$$FF_{ij} \% = \frac{F_{ij}}{\sum F_{ij}} \times 100 \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آن FF_{ij} نسبت فراوانی گونه i برای مزرعه j ، F_{ij} فراوانی گونه i در مزرعه j و $\sum F_{ij}$ مجموع فراوانی گونه i در کل مزارع است.

$$F_{ij} = \frac{\sum Z_i}{n} \times 100 \quad \text{معادله (۴)}$$

که در آن F_{ij} فراوانی گونه i در مزرعه j ، Z_i نمره حضور یا غیاب گونه i در هر کادر نمونه‌برداری (حضور = یک، غیاب = صفر) و n تعداد کادر نمونه‌برداری در هر مزرعه است (۳۰).

ارتفاع بهینه حضور: از مشتق معادله سه پارامتری هیل (معادله ۵) برازش داده شده به روند تجمعی شاخص شدت حضور به ازای ارتفاع محل از سطح دریا برای تعیین ارتفاع بهینه حضور علف هرز استفاده شد. برای تعیین گستره ارتفاعی دارای بالاترین سطح شدت

حضور یا به عبارتی دامنه ارتفاعی دارای بیشترین سطح شباهت با ارتفاع بهینه از ویژگی‌های منحنی نرمال کمک گرفته شد. براساس خصوصیات منحنی نرمال ۱۰ درصد جمعیت دارای بیشترین شباهت با میانگین در دامنه ± 0.8125 از میانگین، ۲۰ درصد جمعیت دارای بیشترین شباهت با میانگین در دامنه ± 0.825 از میانگین و ۲۵ درصد جمعیت دارای بیشترین شباهت با میانگین در دامنه ± 0.832 از میانگین قرار می‌گیرد.

$$PI = \frac{a \times x^b}{c^b + x^b} \quad \text{معادله (۵)}$$

که در آن PI شاخص شدت حضور گونه علف هرز، x ارتفاع مزرعه از سطح دریا و a ، b و c پارامترهای معادله هستند.

گستره ارتفاعی حضور: از برازش معادلات دو قسمتی (معادله ۶) به میانگین تراکم سنبله علف‌های هرز باریک‌برگ در دامنه‌های ارتفاعی ۱۰۰ متری برای تعیین گستره ارتفاعی حضور علف هرز گندم وحشی و جودره استفاده شد.

$$\text{معادله (۶)} \quad \text{Regional 1 (a)} = \frac{D_0 \times (a - A_b)}{A_0 - A_b}, a \leq A_0; \text{Regional 2 (a)} = \frac{D_0 \times (A_m - a)}{A_m - A_0}, a \geq A_0$$

که در آن D_0 بیشینه میانگین تراکم سنبله علف هرز، A_b کمینه ارتفاع حضور علف هرز، A_m بیشینه ارتفاع حضور علف هرز، A_0 ارتفاع بهینه حائز حداکثر میانگین تراکم سنبله است.

اهمیت نسبی: برای تعیین اهمیت نسبی هر یک از گونه‌های علف هرز گندم وحشی و جودره در مقایسه با دیگر گونه‌های باریک‌برگ از شاخص اهمیت نسبی استفاده شد. شاخص اهمیت نسبی برای هر گونه برابر با میانگین تراکم نسبی و فراوانی نسبی آن است (معادله ۷). تراکم نسبی هر گونه گویای تراکم هر گونه نسبت به سایر گونه‌ها و فراوانی نسبی گویای فراوانی گونه مورد نظر در مقایسه با سایر گونه‌هاست.

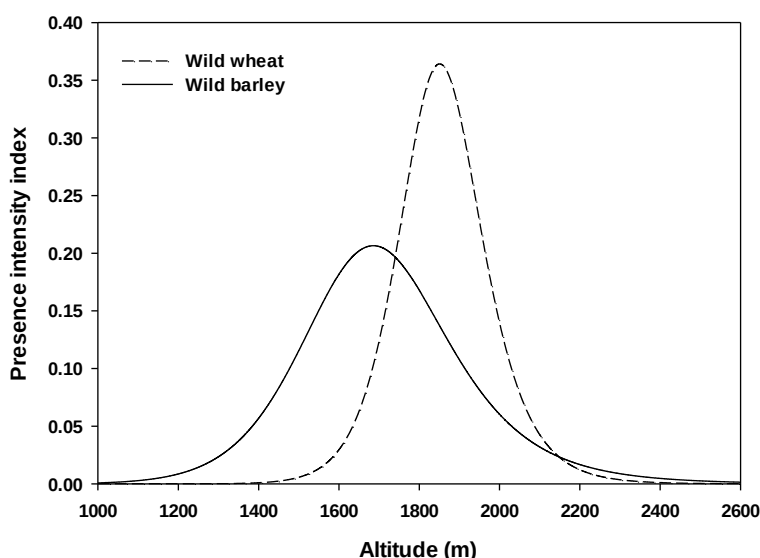
معادله (۷)

۲/ (درصد فراوانی نسبی + درصد تراکم نسبی) = درصد اهمیت نسبی
برای برازش معادلات از نرم‌افزار 12.3 Sigmaplot و برای ترسیم نقشه‌های جغرافیایی پراکنش علف‌های هرز از نرم‌افزار 10.1 ArcMap استفاده شد. در ترسیم نقشه‌های جغرافیایی، گروه‌بندی داده‌ها طبق الگوریتم دسته‌بندی طبیعی جنکز^۲ با حداقل واریانس درون گروهی و حداکثر واریانس بین گروهی صورت گرفت. تعداد طبقات در گروه‌بندی‌ها برابر پنج طبقه منطبق بر دسته‌بندی کیفی (۱- بسیار کم، ۲- کم، ۳- متوسط، ۴- زیاد و ۵- خیلی زیاد) انتخاب شد.

نتایج و بحث

بر اساس مشتق معادله سه پارامتری هیل برازش داده شده به روند تجمعی شاخص شدت حضور، ارتفاع بهینه حضور علف هرز جودره برابر ۱۷۰۳ متر از سطح دریا برآورد شد (شکل ۲). برای ۱۰ درصد مزارع دارای بالاترین سطح شدت حضور علف هرز جودره، دامنه ارتفاعی ۱۶۵۲-۱۷۵۴ متر از سطح دریا، برای ۲۰ درصد مزارع دارای بالاترین سطح شدت حضور علف هرز جودره، دامنه ارتفاعی ۱۵۹۹-۱۸۰۶ متر از سطح دریا و برای ۲۵ درصد مزارع دارای بالاترین سطح شدت حضور علف هرز جودره، دامنه ارتفاعی ۱۸۳۳-۱۵۷۳ متر از سطح دریا برآورد شد. بر اساس مشتق معادله سه پارامتری هیل، گستره ارتفاعی حضور ۹۵ درصد جمعیت علف هرز جودره در استان لرستان ۲۱۰۹-۱۲۹۷ متر از سطح دریا برآورد شد ($\bar{X} \pm \delta$).

ارتفاع بهینه حضور علف هرز: بر اساس مشتق معادله سه پارامتری هیل برازش داده شده به روند تجمعی شاخص شدت حضور، ارتفاع بهینه حضور علف هرز گندم وحشی برابر ۱۸۵۶ متر از سطح دریا برآورد شد (شکل ۲). بر این اساس ۱۰ درصد مزارع دارای بالاترین سطح شدت حضور علف هرز گندم وحشی در دامنه ارتفاعی ۱۸۱۶-۱۸۹۶ متر از سطح دریا، ۲۰ درصد مزارع دارای بالاترین سطح شدت حضور علف هرز گندم وحشی در دامنه ارتفاعی ۱۷۷۴-۱۹۳۸ متر از سطح دریا و ۲۵ درصد مزارع دارای بالاترین سطح شدت حضور علف هرز گندم وحشی در دامنه ارتفاعی ۱۷۵۳-۱۹۵۹ متر از سطح دریا قرار داشتند. بر اساس مشتق معادله سه پارامتری هیل، گستره ارتفاعی حضور ۹۵ درصد جمعیت علف هرز گندم وحشی در استان لرستان ۲۱۷۷-۱۵۳۵ متر از سطح دریا برآورد شد ($\bar{X} \pm \delta$).



شکل ۲- برآورد ارتفاع بهینه حضور علف‌های هرز گندم وحشی و جودره با استفاده از مشتق معادله سه پارامتری هیل برازش داده شده به روند تجمعی شاخص شدت حضور آنها

Figure 2- Wild wheat and wild barley optimal altitude estimate base on the derivation of three-parameter Hill equations fitted to the cumulative presence severity index

برازش داده شده به تابعیت میانگین تراکم سنبله علف هرز از میانگین ارتفاع مزارع در دامنه ارتفاعی ۱۰۰ متری، گستره ارتفاعی حضور علف هرز گندم وحشی ۲۳۷۳/۱-۱۴۹۶/۸ متر برآورد شد. دامنه ارتفاع مشاهده جودره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان ۱۹۸۲-۸۸۵ متر با میانگین ۱۵۸۷ متر از سطح دریا بود. براساس معادلات دو قسمتی برازش داده شده گستره ارتفاعی برای علف هرز جودره ۲۱۶۴/۷-۸۳۰/۴ متر برآورد شد. بر مبنای معادلات دو قسمتی، گستره ارتفاعی حضور علف هرز جودره ۵۲ درصد بیشتر از گستره ارتفاعی حضور علف هرز گندم وحشی بود (شکل ۳).

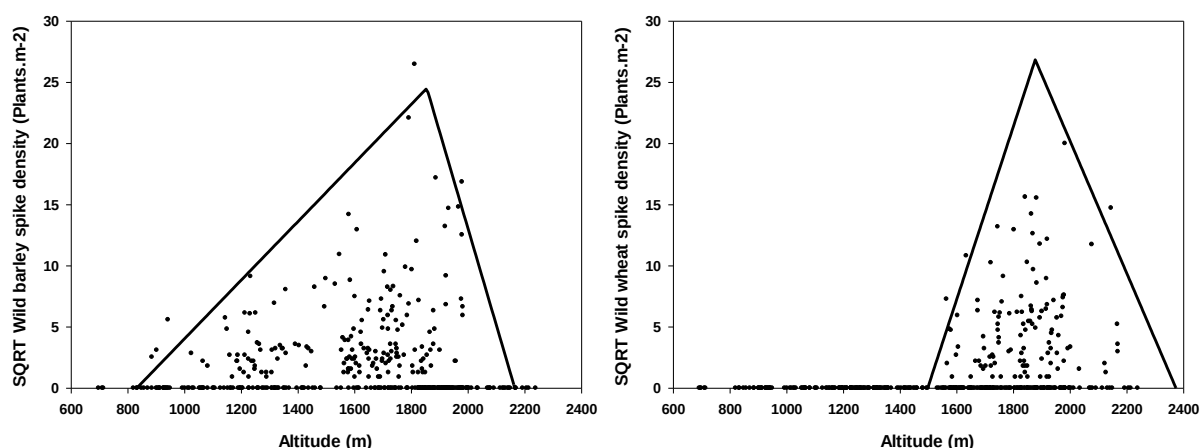
شدت حضور: در شهرستان‌های دارای اقلیم گرم در استان

میانگین ارتفاع مزارع آلوده به علف هرز گندم وحشی به طور معنی‌داری بیشتر از میانگین ارتفاع مزارع آلوده به علف هرز جودره بود ($P < 0.0001$). دامنه ارتفاعی مشاهده علف هرز جودره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان ۸۱/۳ درصد بیشتر از دامنه ارتفاعی مشاهده علف هرز گندم وحشی بود. این موضوع گویای احتمال تهاجم بیشتر علف هرز جودره در گستره ارتفاعی وسیع‌تری است.

گستره ارتفاعی حضور: دامنه ارتفاع مشاهده گندم وحشی در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان ۲۱۶۹-۱۵۶۴ متر با میانگین ۱۸۳۹ متر از سطح دریا بود. دامنه ارتفاع کل مزارع مورد بازدید از ۲۲۳۹-۶۹۷ متر از سطح دریا بود. براساس معادلات دو قسمتی

(۰/۱۹) (۰/۴۰ و خرم‌آباد (۰/۰۶) (۰/۳۵ درصد بود (خطای استاندارد در داخل پراکنش ذکر شده است). بالاترین سطح شاخص شدت حضور علف هرز گندم وحشی برای شهرستان‌های دلفان ۳/۳۱، سلسه ۱/۹۵، الیگودرز ۳/۰۲ و خرم‌آباد ۴/۹۸ درصد بود. بر این اساس مناطق شمال شرق خرم‌آباد، شرق الیگودرز، نواحی مرکزی سلسه و شرق دلفان با داشتن مزارع آلوده با شاخص شدت حضور بیشتر از ۰/۳ درصد به عنوان مهم‌ترین کانون‌های آلودگی علف هرز گندم وحشی در سطح استان لرستان شناسایی شدند (شکل ۴).

لرستان شامل پلدختر، کوهدشت و دوره چگنی علف هرز گندم وحشی در سطح مزارع دیم اصلاً مشاهده نشد. در بین ۳۹۷ مزرعه گندم دیم مورد بررسی در سطح استان لرستان، بالاترین سطح شاخص شدت حضور علف هرز گندم وحشی به مزرعه‌ای در روستای وزله در شرق شهرستان خرم‌آباد تعلق داشت. میانگین شاخص شدت حضور علف هرز گندم وحشی برای شهرستان‌های دورود (۰/۰۱) (۰/۰۱، ازنا (۰/۰۲) (۰/۰۲ و بروجرد (۰/۰۷) (۰/۰۷ پایین بود. میانگین شاخص شدت حضور علف هرز گندم وحشی برای مزارع شهرستان‌های دلفان (۰/۱۲) (۰/۵۶، سلسه (۰/۰۷) (۰/۴۲، الیگودرز



شکل ۳- برآورد گستره ارتفاعی حضور علف‌های هرز گندم وحشی (چپ) و جودره (راست) براساس معادلات دو قسمتی برازش داده شده به تابعیت میانگین تراکم سنبله علف هرز از میانگین ارتفاع مزارع در دامنه ارتفاعی ۱۰۰ متری. مجذور تراکم سنبله علف‌های هرز همه مزارع نشان داده شده است. ضریب تبیین معادلات برازش داده شده برای گندم وحشی و جودره به ترتیب برابر ۰/۶۷ و ۰/۷۹ بود

Figure 3- The estimation of wild wheat and wild barley altitude presence domain base on the two part equations fitted to the dependency of weed spike density of field average altitude in a 100 meters range. Square root of grass weed spike density has been shown for all fields. The r^2 for equations fitted to wild wheat and wild barley presence domain were 0.67 and 0.79 respectively



شکل ۴- شدت حضور علف هرز گندم وحشی در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان

Figure 4- Presence intensity index of wild wheat in the rainfed wheat fields of Lorestan province

مترمربع بود. حداکثر تراکم سنبله علف هرز گندم وحشی برای شهرستان‌های خرم‌آباد ۴۰۰، دلفان ۲۴۴ و الیگودرز ۲۱۷ سنبله در مترمربع بود (شکل ۵). با توجه به میانگین تعداد ۱۵ دانه در هر سنبله گندم وحشی بر مبنای اندازه‌گیری پتانسیل تولید بذر در شرایط طبیعی، میانگین ریزش بذر در سطح مزارع آلوده استان برابر ۶۳۲ بذر در متر مربع برآورد شد.

میانگین تراکم سنبله برای مزارع آلوده به علف هرز گندم وحشی در سطح استان برابر ۴۲/۱ سنبله در مترمربع بود. در بین مزارع آلوده به علف هرز گندم وحشی در سطح استان لرستان بیشترین میانگین تراکم سنبله به شهرستان‌های خرم‌آباد، الیگودرز و دلفان به ترتیب با تراکم ۵۴/۷، ۵۱/۴ و ۴۵/۱ سنبله در مترمربع تعلق داشت. میانگین تراکم سنبله علف هرز گندم وحشی در سطح مزارع گندم دیم آلوده شهرستان‌های سلسله و ازنا نیز به ترتیب برابر ۲۰/۴ و ۶/۰ سنبله در



شکل ۵- میانگین تراکم سنبله علف هرز گندم وحشی در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان
Figure 5- Wild wheat spike density in the rainfed wheat fields of Lorestan province

گندم وحشی وجود داشت (شکل ۷). در مزارع گندم دیم مورد بازدید در شهرستان‌های ازنا و الیگودرز علف هرز جودره اصلاً مشاهده نشد. بر اساس شاخص شدت حضور، میزان آلودگی علف هرز جودره در مزارع گندم دیم شهرستان‌های پلدختر، بروجرد، دلفان و دوره چگنی نیز چندان قابل توجه نبود (میانگین شدت حضور کمتر از ۰/۱ درصد). بالاترین سطح شاخص شدت حضور علف هرز جودره (۶/۱) به مزرعه‌ای در منطقه چغلوندی شهرستان خرم‌آباد مربوط بود. میانگین شاخص شدت حضور علف هرز جودره برای شهرستان خرم‌آباد ۰/۴۵ درصد، دورود ۰/۴۴ درصد، کوهدشت ۰/۳۴ درصد و سلسله ۰/۲۸ درصد بود. حداکثر شاخص شدت حضور علف هرز جودره برای شهرستان سلسله ۱/۵۷، دورود ۱/۳۷ و کوهدشت ۱/۱۹ بود. بر این اساس مزارع گندم دیم واقع در نیمه شمالی شهرستان خرم‌آباد، نواحی شرقی شهرستان کوهدشت، نواحی مرکزی شهرستان سلسله و نواحی شرقی دورود به عنوان کانون‌های اصلی آلودگی علف هرز جودره در استان لرستان شناسایی شدند (شکل ۸).

میانگین فراوانی علف هرز برای هر مزرعه معیاری از یکنواختی پراکنش در سطح مزرعه محسوب می‌شود. میانگین فراوانی علف هرز گندم وحشی برای مزارع آلوده کل استان برابر ۶۴/۵ درصد بود. میانگین فراوانی علف هرز گندم وحشی برای مزارع آلوده شهرستان خرم‌آباد ۷۱ درصد، دلفان ۶۷ درصد، الیگودرز ۵۸ درصد، سلسله ۵۷ درصد و ازنا ۲۰ درصد بود (شکل ۶).

در بین شهرستان‌های آلوده به علف هرز گندم وحشی بیشترین میانگین شاخص اهمیت نسبی (۴۴ درصد) به شهرستان دلفان تعلق داشت، که این موضوع گویای اهمیت بیشتر آلودگی علف هرز گندم وحشی در مقایسه با سایر علف‌های هرز باریک‌برگ در این شهرستان است. میانگین اهمیت نسبی علف هرز گندم وحشی برای شهرستان الیگودرز ۳۴/۶ درصد، سلسله ۳۴/۲ درصد و خرم‌آباد ۲۰/۶ درصد بود. این در حالی بود که اهمیت نسبی علف هرز گندم وحشی در مقایسه با سایر علف‌های هرز باریک‌برگ برای شهرستان‌های بروجرد ۵/۶ درصد و ازنا ۳/۷ درصد بود. در شهرستان‌های الیگودرز، سلسله، دلفان، خرم‌آباد و بروجرد مزارع حائز اهمیت نسبی ۱۰۰ درصد برای علف هرز



شکل ۶- فراوانی سنبله علف هرز گندم وحشی در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان
Figure 6- Wild wheat frequency in the rainfed wheat fields of Lorestan province



شکل ۷- اهمیت نسبی علف هرز گندم وحشی در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان
Figure 7- Relative importance of wild wheat in the rainfed wheat fields of Lorestan province



شکل ۸- شدت حضور علف هرز جو دره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان
Figure 8- Presence intensity index of wild barley in te rainfed wheat fields of Lorestan province

مختلف، بیشترین میانگین تراکم سنبله (۵۴ سنبله در مترمربع) به شهرستان خرم‌آباد تعلق داشت. میانگین تراکم سنبله جو دره مزارع آلوده برای شهرستان دورود ۵۲، کوهدشت ۱۹، سلسله ۱۸، دلفان ۹، پلدختر ۸، دوره چگنی ۶ و بروجرد ۶ سنبله در مترمربع بود (شکل ۹).

میانگین تراکم سنبله برای مزارع آلوده به علف هرز جو دره در سطح استان برابر ۴۲ سنبله در متر مربع بود. با توجه به میانگین تعداد ۱۱ دانه در هر سنبله جو دره بر مبنای اندازه‌گیری پتانسیل تولید بذر در شرایط طبیعی، میانگین ریزش بذر در سطح مزارع آلوده استان برابر ۴۰۴ بذر در مترمربع برآورد شد. در بین مزارع آلوده شهرستان‌های



شکل ۹- میانگین تراکم سنبله علف هرز جو دره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان
Figure 9- Wild barley spike density in the rainfed wheat fields of Lorestan province

در سطح مزارع گندم دیم شهرستان‌های پلدختر، دوره چگنی، دلفان، بروجرد و سلسله یکنواختی پراکنش کمتری داشت (فراوانی کمتر از ۵۰ درصد) (شکل ۱۰).

میانگین فراوانی علف هرز جو دره برای مزارع آلوده کل استان برابر ۵۴/۸ درصد بود. میانگین فراوانی علف هرز جو دره در سطح هر مزرعه برای مزارع آلوده شهرستان‌های دورود، خرم‌آباد و کوهدشت به ترتیب برابر ۷۳/۳، ۶۰/۵ و ۵۶/۸ درصد بود. آلودگی علف هرز جو دره



شکل ۱۰- فراوانی علف هرز جو دره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان
Figure 10- Wild barley frequency in the rainfed wheat fields of Lorestan province

شهرستان دورود ۴۳/۶ درصد، خرم‌آباد ۴۱/۶ درصد و سلسله ۳۴/۳ درصد بود. بر اساس این شاخص، آلودگی علف هرز جودره در مقایسه با سایر علف‌های هرز باریک‌برگ در شهرستان‌های پلدختر، دلفان، بروجرد و دوره چگنی اهمیت کمتری داشت (شکل ۱۱).

بالاترین سطح میانگین شاخص اهمیت نسبی علف هرز جودره به شهرستان کوهدشت مربوط بود، که گویای اهمیت بیشتر علف هرز جودره در مقایسه با سایر علف‌های هرز باریک‌برگ در این شهرستان است. میانگین شاخص اهمیت نسبی علف هرز جودره برای



شکل ۱۱- اهمیت نسبی علف هرز جودره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان
Figure 11- Relative importance of wild barley in the rainfed wheat fields of Lorestan province

است. یک نژاد تک بذر نسبتاً کوچک خاص مناطق سرد بالکان و آناتولی غربی موسوم به *T. boeoticum* subsp. *aegilopoides* و نژاد دیگر *T. boeoticum* subsp. *thaoudar* دارای دو دانه بزرگ‌تر که در نواحی با تابستان‌های گرم و خشک جنوب ترکیه، عراق و ایران یافت می‌شود (۲۷). در منطقه آناتولی انواع جمعیت‌های حدواسط بین این دو نژاد در پوشش‌های مخلوط مشاهده می‌شود (۳۹).

لازم به ذکر است که گندم‌های وحشی دارای صفات جالبی برای سازگاری به تغییرات اقلیمی در ناحیه مدیترانه هستند (۲۷)، که می‌تواند در بهبود ارقام گندم زراعی مورد استفاده قرار گیرد. ناحیه گسترش فعلی گندم وحشی ممکن است گسترده‌تر از هزار سال پیش باشد که این گونه‌ها به صورت مخلوط با بذر گونه‌های زراعی پراکنده شده‌اند. برخی گونه‌ها از قبیل *T. Hordeum spontaneum* و *Triticum urartu* *boeoticum* به صورت علف‌های هرز کاملاً سازگار با مزارع غلات پدیدار گشتند (۳۴). رویز و همکاران (۳۴) گردآوری جمعیتی از گندم وحشی در ناحیه متروکه‌ای در مادرید اسپانیا در سال ۲۰۱۰ را گزارش دادند. این محققان اقلیم منطقه یاد شده را اقلیم مدیترانه‌ای با زمستان سرد و تابستان گرم و خشک با میانگین درازمدت بارش سالانه ۴۰۴ میلی‌متر و دمای میانگین سالانه ۱۴ درجه سانتی‌گراد گزارش دادند. احتمالاً این گونه به صورت علف هرز گندم اینکورن کاشته شده در آن ناحیه حداقل تا نیمه اول قرن نوزدهم میلادی وارد شده است.

گندم‌های دیپلوئید شامل دو گونه وحشی *Triticum urartu* و *T. boeoticum* و گونه زراعی *T. monococcum* هستند. این سه گونه دارای شباهت نزدیکی با ژنوم A گندم‌های پلی‌پلوئید هستند. گونه‌های وحشی منابع ژنتیکی برای تامین ژن‌های صفات سودمند برای بهبود گندم زراعی از قبیل صفات مقاومت به بیماری‌ها، تحمل تنش‌ها و صفات کیفی از قبیل محتوای گلوتن به شمار می‌روند (۴). اکثر گندم‌های اینکورن ابتدا در ناحیه شمالی هلال حاصلخیز خاورمیانه^۱ پراکنده شده‌اند (۲۷)، اما ناحیه پراکنش آنها محدودتر از اینکورن‌های زراعی است. از این رو برخی جمعیت‌های گندم وحشی دیپلوئید در کشورهای شرقی مدیترانه مانند یونان، بلغارستان، لبنان، سوریه و ترکیه مشاهده شده است (۲۳)، اما منشأ جمعیت‌های گندم وحشی مربوط به کشورهای غربی ایتالیا، فرانسه، اسپانیا و پرتغال نامعلوم است (۳۴).

گندم‌های وحشی دیپلوئید در گستره وسیعی از زیستگاه‌های طبیعی از سطح دریا در مقدونیه تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری در ایران و عراق در اراضی مستعد زراعی و در مناطق بکر و اراضی آیش یافت می‌شوند (۱۰ و ۲۷).

دو نژاد^۲ اصلی اکوجغرافیایی برای *T. boeoticum* شناسایی شده

1- Fertile Crescent
2-Race

تناوب در جلوگیری از توسعه گونه‌های غالب و سمج اطلاعات حیاتی کمی در مورد اثرات احتمالی بر ترکیب گیاهان علف‌هرز به دنبال رها کردن تناوب در دسترس است. به هر حال، شکی نیست که تشدید نظام تک‌کشتی غلات موجب سادگی گیاهان علف‌هرز می‌شود، بدین ترتیب که تعداد کمی گونه‌های سازگار به نظام تک‌کشتی غالب می‌شوند (۱۳). عدم به کارگیری تناوب در صورت گرایش به تک‌کشتی موجب پدیدار شدن مقلدان گیاهان زراعی می‌شود (۲۵). در نظام‌های شخم کاهش یافته به خصوص در سطوح پایین نهاده مدیریت، افزایش تنوع گیاهان زراعی موجود در تناوب زراعی موجب کاهش معنی‌دار تولید بذر باریک‌برگ‌ها و علف‌های هرز پهن‌برگ می‌شود (۲۲). شاید زمان کاشت گیاه زراعی، عامل اصلی در تعیین ترکیب گیاهان علف‌هرز باشد. اگرچه گونه‌های علف‌هرز اساساً برای غلات پاییزه و بهاره یکسان می‌باشند اما نسبت گونه‌های موجود به‌طور اساسی متفاوت هستند. تغییر دادن زمان کاشت اثر متناقضی بر جمعیت‌های ارزنی دارد، اما معمولاً تأخیر در کاشت با تعداد گل‌آذین کمتر ملازمت دارد (۱۳).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش گستره ارتفاعی حضور ۹۵ درصد جمعیت علف هرز گندم وحشی در استان لرستان در دامنه ۲۱۷۷-۱۵۳۵ متر از سطح دریا و برای جودره در دامنه ۲۱۰۹-۱۲۹۷ متر از سطح دریا برآورد شد. دامنه ارتفاعی مشاهده علف هرز جودره در سطح مزارع گندم دیم استان لرستان ۸۱/۳ درصد بیشتر از دامنه ارتفاعی مشاهده علف هرز گندم وحشی بود. این موضوع گویای احتمال تهاجم بیشتر علف هرز جودره در گستره ارتفاعی وسیع‌تری است. مناطق شمال شرق خرم‌آباد، شرق الیگودرز و شرق دلفان با داشتن مزارع آلوده با شاخص شدت حضور بالاتر نسبت به سایر مناطق به عنوان مهمترین کانون‌های آلودگی علف هرز گندم وحشی در سطح استان لرستان شناسایی شدند. مزارع گندم دیم واقع در نیمه شمالی شهرستان خرم‌آباد، نواحی شرقی شهرستان کوهدشت، نواحی مرکزی شهرستان سلسه و نواحی شرقی دورود نیز به عنوان کانون‌های اصلی آلودگی علف هرز جودره در استان لرستان شناسایی شدند. توجه هر چه بیشتر به مدیریت این علف‌های هرز در مناطق آلوده و ممانعت از انتشار آنها به سایر نواحی غیرآلوده به خصوص از طریق کمباین‌های برداشت محصول و محموله‌های بذری ضروری است.

طی ۴۰ سال گذشته، استفاده مداوم و گسترده از علف‌کش‌ها موجب تغییرات معنی‌داری در گیاهان علف‌هرز زمین‌های زراعی شده است. تعداد و فراوانی گونه‌های برگ‌پهن کاسته شده، در حالی‌که باریک‌برگ‌ها افزایش یافته‌اند. ممکن است چنین نتیجه‌گیری شود که به طور ویژه معرفی علف‌کش‌های انتخابی علیه علف‌های هرز برگ پهن از سال ۱۹۴۰ به بعد احتمالاً در نتیجه تخفیف تداخل بین علف‌های هرز منجر به افزایش باریک‌برگ‌ها به خصوص یولاف وحشی و ارزنی شده است. علف‌کش‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای ترکیب جمعیت‌های علف‌هرز را تغییر داده‌اند (۹ و ۱۸).

تناوب گیاهان زراعی با چرخه‌های زندگی متفاوت، به دلیل قطع پیوستگی علف‌هرز به مدیریت علف‌های هرز کمک می‌نماید. تلفیق گیاهان زراعی با چرخه‌های زندگی متفاوت در یک تناوب، منجر به تنوع جمعیت علف‌هرز و مانع غالبیت هر یک از گونه‌ها به تنهایی می‌شود (۱ و ۳۲). انتخاب گیاه زراعی و تناوب به طرق گوناگون بر پویایی جوامع علف‌هرز تأثیر می‌گذارد. انتخاب گیاه زراعی تعیین‌کننده نوع علف‌کش است، گیاهان زراعی متنوع، موجبات کاربرد طیف گسترده‌ای از علف‌کش‌ها را فراهم می‌آورند. تناوب‌های در بردارنده چندین گیاه زراعی در مقایسه با نظام‌های تک‌کشتی برای مرتفع نمودن مشکلات علف‌های هرز ارجحیت دارند. موضوع غالبیت علف‌های هرز به اثرات متقابل بین ویژگی‌های محل و اشکال برهم زدگی به وجود آمده بر اثر نظام‌های زراعی مختلف مربوط است. برخی از گونه‌ها از قبیل *Elytrigia repens* صرف نظر از محل دارای پاسخ نسبتاً ثابتی به عوامل مدیریتی می‌باشند. سایر گونه‌ها از قبیل گراس‌های یکساله، دارای ثبات کمتری هستند و در هر محل در تیمارهای متفاوتی غالبیت کسب می‌نمایند. در تشریح حضور و غیاب گونه‌های خاص علف‌هرز صرف نظر از مباحث مدیریتی، همچنین جنبه‌های بیولوژی علف‌های هرز (اندازه بذر، پراکنش، تولید، نیازهای جوانه‌زنی، طول عمر ذخیره بذر در خاک و ...) حائز اهمیت است (۲۴). تناوب‌های زراعی از طریق فرآیندهای زیادی جمعیت‌های علف‌هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مخصوصاً تغییر گیاه زراعی تعیین کننده علف‌کش‌ها و قابلیت رقابت در برابر علف‌های هرز است و تناوب‌های زراعی که شامل ۱-۳ سال تولید علوفه بودند موجب وقوع تراکم‌های بالاتر علف‌های هرز یکساله پهن برگ و چند ساله در گیاهان زراعی بعدی گردیدند (۳۶).

دو عامل مهم در تعیین ترکیب گیاهان علف‌هرز، تداوم خواب بذر و جوانه‌زنی ادواری گونه‌هاست. بنابراین گیاهان زراعی خاص، علف‌های هرز همراه ویژه‌ای خواهند داشت. به رغم ارزش آشکار

منابع

- 1- 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.

- 2- Anonymous. 2015. Agricultural statistics. The first volume: Crops, Year 2012-13. Ministry of Agriculture. 156 pages.
- 3- Anonymous. 2016. GBIF Backbone Taxonomy. Global Biodiversity Information Facility. <http://www.gbif.org>.
- 4- Appels R., and Lagudah Es. 1990. Manipulation of chromosomal segments from wild wheat for the improvement of bread wheat. *Functional Plant Biology*, 17:253-266.
- 5- Baghestani M.A., Zand E., Minbashi M., and Atri A.R. 2007. A review of studies on wild barley control in wheat fields. Iranian Weed Science Conference, Mashhad, Volume 3: Key Articles, Page 45-61.
- 6- Belyea L.R., and Lancaster J. 1999. Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos*, 402-416.
- 7- Bullock J.M., Edwards R.J., Carey P.D., and Rose R.J. 2000. Geographical separation of two *Ulex* species at three spatial scales: does competition limit species' ranges? *Ecography*, 23: 257-271.
- 8- Cardina J., and Herms C.P., and Doohan D.J. 2002. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed Science*, 50: 448- 460.
- 9- Causens R., and Mortimer M. 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge, Great Britain: Cambridge University Press.
- 10- Damania A.B. 1998. Domestication of cereal crop plants and in situ conservation of their genetic resources in the Fertile Crescent. Proc. of the Harlan Symp, The origins of agriculture and crop domestication, Aleppo (Syria), May 10-14, pp: 307-316.
- 11- Donald W.W., and Ogg A.G. 1991. Biology and control of jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*), a review. *Weed Technology*, 5: 3-17.
- 12- 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*, 729-735.
- 13- Froud-williams R.J. 1988. Changes in weed flora with different tillage and agronomic management systems. p 213-236. In Altieri M.A. and Liebman M. (ed.). *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. Boca Raton, Fl: CRC press.
- 14- Gale M.D., and Miller T.E. 1987. The introduction of alien genetic variation in wheat. p 173-200. In Lupton F.GH. (ed.). *Wheat breeding: its scientific basis*. London Chapman and Hall.
- 15- Gaston K.J. 1991. How large is a species' geographic distribution? *Oikos*, 61:434-437
- 16- Gaston K.J., and Fuller R.A. 2009. The sizes of species' geographic ranges. *Journal of Applied Ecology*, 46:1-9.
- 17- Grinnell J. 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *The Auk*, 34: 427-433.
- 18- Haas, H., and Streibig J.C. 1982. Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. In LeBaron, H.M., Gressel. J. (ed.). *Herbicide Resistance in Plants*. John Wiley and Sons, New York.
- 19- Harlan J. R., and Zohary D. 1966. Distribution of wild wheats and barley. *Science*, 153: 1074-1080.
- 20- Horn S.W., Warren B., and Jefferson M. 1990. Jointed Goatgrass Task Force Report. Denver, CO: Colorado Department of Agriculture, 46 p.
- 21- Keane R.M., and Crawley M.J. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology and Evolution*, 17: 164-170.
- 22- Kegode G.O., Forcella F., and Clay S. 1999. Influence of crop rotation, tillage, and management inputs on weed seed production. *Weed Science*, 47: 175-183.
- 23- Kimber G., and Feldman M. 1987. Wild wheat: an introduction. Special reports 353, University of Missouri, Columbia, Mo, USA.
- 24- Legrere A., and Samson N. 1999. Relative influence of crop rotation , tillage , and weed management on weed associations in spring barley cropping systems. *Weed Science*, 47: 112-122.
- 25- Liebman M. 1988. Ecological suppression of weed in intercropping systems : a review. p 197-212. In Altieri M.A., and Liebman M. (ed.). *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. Boca Raton, Fl : CRC Press.
- 26- Liu X, Guo Z., Ke Z., Wang S., and Li Y. 2011. Increasing potential risk of a global aquatic invader in Europe in contrast to other continents under future climate change. *PLoS One* 6.
- 27- Mac Key J. 2005. Wheat: its concept, evolution and taxonomy. In Royo C., Nachit M., Di Fonzo N. (ed.). *Durum wheat breeding: Current approaches and future strategies* (Haworth Press, Inc, NY, USA, vol 1, pp: 3-61.
- 28- Morrow L.A., and Stahlman P.W. 1984. The history and distribution of downy brome (*Bromus tectorum*) in North America. *Weed Science*, 32 (Suppl. 1): 2-6.
- 29- Mousavi S.K. 2015. Biology and ecology of wild wheat (*Triticum boeoticum*) and wild barely (*Hordeum spontaneum*) and their potential distribution under current and future climates. PhD Dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 30- Nkoa R., Owen M.D., and Swanton C.J. 2015. Weed abundance, distribution, diversity, and community analyses. *Weed Science*, 63 (sp1), 64-90.
- 31- Pearson R.G., and Dawson T.P. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography*, 12: 361-371.
- 32- Quintanilla C.F. 1997. Forecasting growth of weed populations. Expert consultation on weed Ecology and

- management. FAD. Rome. Italy
- 33- Rogers W.J., Miller T.E., Payne P.I. Seekings J.A. Sayers E.J. Holt L.M., and Law C.N. 1997. Introduction to bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and assessment for bread-making quality of alleles from *T. boeoticum* Boiss. ssp. *thaoudar* at *Glu-A1* encoding two high-molecular-weight subunits of glutenin. *Euphytica*, 93: 19-29.
- 34- Ruiz M., Fite R., Novillo M.A., and Labarga J.M. 2012. Short communication. Collection and characterisation of a population of *Triticum boeoticum* Boiss., a wild wheat species not previously found in the Mediterranean western region. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10 (4), 1070-1074.
- 35- Soberón J. 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecological Letter*, 10: 1115-1123.
- 36- Swanton C.J., A. Shrestha Roy R.C., Ball-Coelho B.R., and Knezevic S.Z. 1999. Effect of tillage system, N, and cover on the composition of weed flora. *Weed Science*, 47: 457-461.
- 37- Young F.L., Gealy D.R., and Morrow L.A. 1984. Effect of herbicides on germination and growth of four grass weeds. *Weed Science*, 32:489-493.
- 38- Zhu G., Bu W., Gao Y., and Liu G. 2012. Potential geographic distribution of brown marmorated stink bug invasion (*Halyomorpha halys*). *PLoS One*, 7(2), e31246.
- 39- Zohary D. 1969. The progenitors of wheat and barley in relation to domestication and agricultural dispersal in the Old World. In: *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*. Ucko, P.J., and Dimbleby, G.W. (eds.). Duckworth, London, UK. pp: 47-66.
- 40- Zohary D., Hopf M., and Weiss E. 2012. *Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*. Fourth Edition. Oxford University Press.

کارایی برخی از علف‌کش‌ها در کنترل پیزور (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) در

مزارع برنج شمال ایران

هاشم امین پناه^{۱*} - بیژن یعقوبی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲

چکیده

پیزور علف‌هرزی چند ساله و مقاوم به غرقاب از خانواده اویارسلام است که در سال‌های اخیر جمعیت آن در مزارع برنج شمال کشور رو به افزایش است. به منظور کنترل شیمیایی پیزور در برنج، آزمایش مزرعه‌ای طی دو سال متوالی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت اجرا شد. در سال اول، کارایی علف‌کش‌های رایج مزارع برنج شامل پرتیلاکتر، بوتاکتر، بن‌سولفورون‌متیل، اکسادیراژیل و تیوبنکارب در کنترل پیزور مطالعه شد. بر مبنای نتایج سال اول، کارایی برخی علف‌کش‌های انتخابی و جدید از گروه سولفونیل اوره‌ها (ALS ها) مزارع برنج از جمله فلوستوسولفورون، پنوکسولام، مت‌سولفورون‌متیل و نیز علف‌کش پیرازولیت از خانواده پیرازول‌ها در مقایسه با بن‌سولفورون‌متیل در سال دوم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج سال اول نشان داد که حداقل زیست‌توده پیزور در کرت‌های تیمار شده با بن‌سولفورون‌متیل (۱/۵ گرم بر متر مربع) و پرتیلاکتر (۱۰/۶ گرم بر متر مربع) در شش هفته پس از نشاکاری مشاهده شد، درحالی‌که سایر علف‌کش‌ها کارایی مطلوبی در کنترل پیزور نداشتند. نتایج آزمایش سال دوم مشابه نتایج آزمایش اول، یعنی کارایی بسیار خوب بن‌سولفورون‌متیل (۹۷٪) در کنترل پیزور بود. بعلاوه، نتایج نشان داد که کاربرد فلوستوسولفورون و پیرازولیت سبب کاهش معنی‌دار زیست‌توده پیزور (۹۱٪) در مقایسه با شاهد عدم کنترل گردید، درحالی‌که علف‌کش‌های پنوکسولام و مت‌سولفورون تأثیر بسیار کمی در کاهش زیست‌توده پیزور (۴۹٪) داشتند. با توجه به مکانیزم عمل متفاوت علف‌کش‌های جدید و سازگاری آنها با برنج، کاربرد آنها در تناوب با علف‌کش‌های موجود برای کنترل شیمیایی پیزور و اجتناب از مقاومت در صورت ثبت در کشور توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنج، علف‌هرز، کاهش عملکرد، کنترل شیمیایی

مقدمه

از خانواده اویارسلام^۴ و مقاوم به غرقاب است که پس از سوروف مهمترین علف‌هرز مزارع برنج شمال کشور محسوب می‌شود (۳۷). پیزور به علت سرعت رشد زیاد از توانایی بالایی در رقابت با برنج برخوردار است و تعداد زیادی غده تولید می‌کند. این علف‌هرز در مزارع ماندابی ظهور پیدا می‌کند و دارای قدرت جذب سریع عناصر غذایی می‌باشد. مهمترین روش‌های تکثیر این علف‌هرز به ترتیب از طریق غده، استولون و بذر است. جهت جلوگیری از خسارت اقتصادی پیزور، لازم است که مزرعه برنج تا چهار هفته عاری از این علف‌هرز باشد (۲). گزارش شده است که در صورت رقابت پیزور با برنج در تمام فصل رویش، عملکرد محصول ۶۰-۱۰۰ درصد کاهش یافت (۲). مامون و همکاران نیز (۱۹) گزارش کردند که عملکرد دانه برنج در اثر رقابت با علف‌های هرز تا ۵۰ درصد کاهش یافت.

مدیریت مبتنی بر کنترل سوروف در مزارع برنج شمال کشور (زمان پادلینگ، غرقاب، نوع علف‌کش‌های مصرفی، زمان مصرف علف‌کش و زمان وجین‌دستی)، شرایط اقلیمی شمال کشور و وجود

علف‌های هرز یکی از عوامل اصلی کاهش دهنده عملکرد محصولات زراعی از جمله برنج محسوب می‌شوند. میزان خسارت علف‌های هرز در مزارع برنج در صورت عدم کنترل، از ۳۶ تا ۵۶ درصد در فیلیپین (۲۵)، ۴۰ تا ۱۰۰ درصد در کره جنوبی (۱۵)، ۳۰ تا ۴۰ درصد در بنگلادش (۲۰) و تا ۷۹ درصد در ایران (۱۷) گزارش شده است. بیش از ۲۵ گونه علف‌هرز، که عمدتاً از گندمیان و جگن‌ها و شبه‌پهن‌برگ‌ها هستند، در مزارع برنج ایران گزارش شده است (۲۱). پیزور^۳ (پیزور دریایی یا سیرپوس) علف‌هرزی چند ساله، رطوبت‌پسند

۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

(*)- نویسنده مسئول: (Email: aminpanah@iaurasht.ac.ir)

۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v32i2.57583

3- *Bolboschoenus maritimus* (L.) Lye. syn. *Scirpus maritimus* L

بارندگی‌های سیلابی در نیمه دوم سال که بعثت پست و آبگیر بودن مزارع برنج منجر به ایجاد شرایط با تلاقی در این مزارع می‌شود، سبب شده است که در سالیان اخیر تراکم علف‌های‌هرز مقاوم به غرقاب از جمله پیروز به‌طور چشمگیری افزایش پیدا کند (۱۷). بنابراین تشدید شرایط غرقابی تقریباً در کلیه فصول سال در مزارع برنج موجب گسترش علف‌هرز پیروز به درون مزارع می‌شود (۱۸). در ضمن، بر خلاف علف‌های‌هرز یک‌ساله خانواده جگن مانند اوپارسلام بذری^۱ که به گراس‌کش‌های مزارع برنج حساس هستند، علف‌های‌هرز چند ساله این خانواده مانند پیروز فقط به برخی از گراس‌کش‌ها (پرتیلاکلر و اکسادیازیل) حساسیت نسبی دارند (۲)، و برخی گراس‌کش‌های دیگر همانند تیونیکارب سبب تحریک جوانه‌زنی و رشد غده‌های پیروز می‌شوند (۱۰)، که این عوامل نیز می‌توانند بر گسترش پیروز تأثیرگذار باشند. همچنین، جوانه‌زنی دیر هنگام علف‌های‌هرز چند ساله ریزوم‌دار سبب افزایش احتمال فرار آنها از عملیات مدیریتی نظیر شخم، تسطیح و ماله‌کشی، غرقاب و علف‌کش در مقایسه با علف‌های‌هرز یک‌ساله بذری می‌گردد (۳۷). ضمن این‌که کارایی وجین‌دستی در کنترل پیروز به‌دلیل قرار گرفتن اندام‌های رویشی آن در عمق‌های پایین‌تر، کم می‌باشد (۲۹).

اگرچه در سال‌های اخیر مصرف علف‌کش‌ها به دلیل مخاطرات زیست‌محیطی و افزایش بروز مقاومت در علف‌های‌هرز نگرانی‌های جدی بوجود آورده است، اما عملکرد انتخابی خوب علف‌کش‌ها در برنج، کارایی مطلوب آنها در کنترل علف‌های‌هرز، کمبود و گرانی کارگر جهت وجین دستی علف‌های‌هرز در مزارع برنج و کاهش هزینه‌های تولید در مقایسه با وجین دستی سبب شده است که اساس مدیریت علف‌های‌هرز مزارع برنج همچنان بر کنترل شیمیایی استوار باشد. گزارش شده است که در حال حاضر حدود ۹۹ درصد برنجکاران حداقل از یک علف‌کش جهت کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز در مزارع برنج بهره می‌جویند (۳۷). در طی چهار دهه گذشته، ۱۴ علف‌کش شامل "باریک‌برگ‌کش‌ها"، "پهن‌برگ‌کش‌ها و جگن‌کش‌ها" و علف‌کش‌های دومنظوره جهت کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز مزارع برنج به ثبت رسیده‌اند (۳۷). با این حال، بوتاکلر، پرتیلاکلر، تیونیکارب، اکسادیازیل و بن‌سولفورون متیل از مهم‌ترین علف‌کش‌های ثبت شده مزارع برنج کشور در دو دهه اخیر بودند که در سال‌های اخیر بیش از ۹۰ درصد علف‌کش‌های مزارع برنج به بوتاکلر (یا پرتیلاکلر) و بن‌سولفورون متیل منحصر شده است (۳۷).

بن‌سولفورون متیل^۲ یک علف‌کش انتخابی از گروه سولفونیل‌اوره (بازدارنده سنتز آنزیم ALS) جهت کنترل پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها در

مزارع برنج است (۲۴). بن‌سولفورون متیل دارای تأثیر نسبی در کنترل سوروف و کارایی بسیار خوب در کنترل جگن‌ها و پهن‌برگ‌های مزارع برنج است. با این حال، مصرف مداوم این علف‌کش در مزارع برنج سبب بروز مقاومت در علف‌های‌هرز به آن گردیده است (۱۲). مت‌سولفورون متیل^۳ از علف‌کش‌های نسبتاً قدیمی برنج در دنیا از این گروه است که در ایران ثبت نشده است. فلوسوسولفورون^۴ هم علف‌کش دیگری از این گروه است که در سال ۲۰۰۳ معرفی شد (۳)، که جهت کنترل پهن‌برگ‌ها، برخی گراس‌ها و جگن‌ها در مزارع برنج و سایر غلات بکار می‌رود (۱۳). از مهم‌ترین مشخصات علف‌کش‌های این گروه کنترل طیف وسیعی از علف‌های‌هرز با مصرف مقادیر بسیار کم، خاصیت انتخابی بالا و سمیت بسیار کم آن برای حیوانات و انسان می‌باشد (۲۷).

تیونیکارب^۵ علف‌کشی سیستمیک و پیش‌رویشی از گروه تیوکاربامات‌ها است. این علف‌کش توسط ریشه و ساقه گیاهچه‌های هرز حساس جذب و مانع رشد و تقسیم سلولی در مرستم اندام‌های هوایی می‌شود. مصرف این علف‌کش در شرایط غیرغرقاب و یا قبل از نشاکاری سبب ایجاد گیاه‌سوزی و اختلالات فیزیولوژیک در برنج و در نهایت سبب کاهش شدید عملکرد گردید (۹). در حال حاضر مشکل کوتولگی بوته‌های برنج به این علف‌کش نسبت داده شده و این گزارشات کاهش شدید مصرف آن را به دنبال داشته است (۳۸). اکسادیازیل^۶ علف‌کش پیش‌رویشی از خانواده اکسادیازول‌ها است که جهت کنترل پهن‌برگ‌ها و باریک‌برگ‌ها در مزارع برنج مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸).

بوتاکلر^۷ و پرتیلاکلر^۸ علف‌کش‌هایی از گروه استانیلیدها هستند که عمدتاً جهت کنترل سوروف در مزارع برنج مورد استفاده قرار می‌گیرند، اگرچه این علف‌کش‌ها و بویژه پرتیلاکلر کارایی نسبی بر کنترل پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها نیز دارند. امروزه نگرانی‌های متعدد زیست‌محیطی ناشی از مصرف کلرواستامیدها سبب شده است که مصرف این علف‌کش در برخی کشورهای تولیدکننده برنج دنیا با محدودیت جدی مواجه شود، به‌طوری‌که در حال حاضر کمتر از ۵ درصد مزارع برنج ژاپن با این علف‌کش تیمار می‌شوند. همچنین در

3- 2-[(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl) amino] carbonyl] amino] sulfonyl] benzoic acid

4- 1-[3-[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl) amino] carbonyl] amino] sulfonyl]-2-pyridinyl]-2-fluoropropyl methoxyacetate

5- S-[(4-chlorophenyl)methyl]diethylcarbamothioate
6- 3-[2,4-dichloro-5-(2-propynyloxy)phenyl]-5-(1,1-dimethylethyl)-1,3,4-oxadiazol-2(3H)-one

7- N-(butoxymethyl)-2-chloro-N-(2,6-diethylphenyl)acetamide

8 - 2-Chloro-N-2',6'-diethylphenyl-N-(2-propoxyethyl)acetanilide

1- *Cyperus difformis* L.

2- 2-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-carbamoylsulfamoyl)-o-toluic acid methyl ester

مربوطه صورت گرفت. بدین صورت که در ابتدا اطراف هر کرت پشته‌بندی صورت گرفت و پشته‌ها به دقت با پوشش پلاستیکی مخصوص به عمق حدود ۲۰ سانتی‌متر پوشانده شدند تا از نشر و خروج آب هر کرت به کرت‌های مجاور و نیز جوی‌های زهکشی جلوگیری شود. سپس ارتفاع آب در هر کرت به میزان ۵ الی ۷ سانتی‌متر ثابت نگه داشته شد و پنج روز پس از نشاکاری علف‌کش‌های مورد بررسی به طور یکنواخت و به میزان مورد نظر در هر کرت به روش قطره‌پاشی پخش گردیدند. ارتفاع آب در کلیه کرت‌ها در طول دوره رشد برنج در حدود ۵-۷ سانتی‌متر ثابت نگه داشته شد. دو هفته قبل از رسیدگی محصول نسبت به قطع آبیاری کرت‌ها اقدام گردید. میزان کود مورد استفاده در زمین اصلی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که ۵۰ درصد در زمان نشاکاری و ۵۰ درصد بقیه در زمان تشکیل اولین جوانه پانیکول در غلاف به خاک داده شد. همچنین در مرحله نشاکاری، ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلو گرم سولفات پتاسیم در هکتار به خاک اضافه شد. جهت مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج، از حشره‌کش دیازینون (دیازینون آریا، فرمولاسیون گرانول ۱۰ درصد، شرکت آریاشیمی) به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. وجین‌دستی کلیه علف‌های هرز بجز پیזור در ۳ و ۵ هفته پس از نشاکاری صورت گرفت.

تیمارهای آزمایش اول (سال ۱۳۹۲) شامل مصرف علف‌کش‌های رایج مزارع برنج به میزان توصیه شده در کنترل پیזור بود که جزئیات آن در جدول ۲ آمده است. در ضمن، در هر تکرار یک کرت شاهد تمام وجین و یک کرت شاهد تمام تداخل به تیمارهای آزمایشی اضافه شد.

در آزمایش دوم (سال ۱۳۹۳)، با توجه به کارایی بسیار خوب بن‌سولفورون متیل (از خانواده سولفونیل‌اوره‌ها) در کنترل پیזור و تنوع علف‌کش‌های مزارع برنج از این خانواده که هنوز در ایران ثبت نشده‌اند، کارایی برخی از علف‌کش‌های این خانواده از قبیل فلوستوسولفورون، پنوکسولام و مت‌سولفورون متیل و نیز علف‌کش پیرازولیت از خانواده پیرازول‌ها که هنوز در ایران ثبت نشده‌اند، مورد بررسی قرار گرفت. ضمن اینکه در این آزمایش نیز، در هر تکرار یک کرت شاهد تمام وجین و یک کرت شاهد تمام تداخل به تیمارهای آزمایشی اضافه شد (جدول ۳).

ارزیابی گیاه‌سوزی تیمارهای علف‌کشی بر برنج در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری به روش چشمی انجام شد (۳۹). در این روش ارزیابی، کلروز، نکروز، شادابی، وضعیت استقرار و ارتفاع گیاهچه‌ها بعنوان معیار ارزیابی بوده و به بوته‌های در حال مرگ، عدد ۱۰۰ و بوته‌های شاداب بدون علف‌کش، صفر اختصاص داده شده و سایر تیمارها در مقایسه با آنها سنجیده شدند (۳۹).

حال حاضر مصرف این علف‌کش در ایالات متحده آمریکا ممنوع است (۲۲). این عوامل سبب شده است که معرفی علف‌کش‌های جدید با مکانیسم عمل متنوع و سازگار با محیط‌زیست در مزارع برنج کشور ضروری به نظر برسد.

پنوکسولام^۱ علف‌کش انتخابی مزارع برنج است (۱۶) که کارایی خوبی بر سوروف، جگن‌های یک‌ساله و برخی پهن‌برگ‌ها دارد (۵). این علف‌کش از خانواده تریازولوپیریمیدین سولفونامید و بازدارنده سنتز اسیدهای آمینه است (۲۶). پیرازولیت^۲ علف‌کشی از خانواده پیرازول‌ها است که برای کنترل گراس‌ها، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها در مزارع برنج استفاده می‌شود (۳۲). این علف‌کش از سنتز کارتنوئیدها در گیاهان حساس جلوگیری می‌کند (۳۴).

با توجه به اهمیت پیזור به عنوان یکی از علف‌های هرز مهم مزارع برنج و افزایش آلودگی مزارع برنج شمال کشور به این علف‌هرز در سال‌های اخیر و نیز تحمل این علف‌هرز به شرایط غرقاب و هزینه‌بر بودن وجین‌دستی در کنترل آن، ثبت علف‌کش‌های جدید و مناسب جهت کنترل آن ضروری است. بنابراین هدف از اجرای این آزمایش، بررسی کارایی علف‌کش‌های رایج مزارع برنج و نیز برخی از علف‌کش‌های جدید که ممکن است در آینده نزدیک در ایران به ثبت برسند، جهت کنترل شیمیایی پیזור بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت با طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی در قالب دو آزمایش با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار اجرا شد. قبل از انجام آزمایش از خاک مزرعه آزمایشی نمونه‌برداری صورت گرفت که نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ آمده است.

عملیات آماده‌سازی زمین اصلی شامل شخم زمستانه در اواسط دی ماه، شخم دوم در فصل بهار، گلخاری و تسطیح کرت‌ها بود. در هر دو آزمایش، خزانه برنج در تاریخ ۲۸ فروردین احداث و گیاهچه‌های رقم هاشمی در تاریخ دوم خرداد به زمین اصلی منتقل و به تعداد سه گیاهچه در هر کپه در کرت‌هایی به ابعاد ۶ × ۳ متر و با فاصله کاشت ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر بصورت دستی نشاء گردیدند. رقم هاشمی یک رقم بومی است که عملکرد کمتری در مقایسه با ارقام اصلاح شده تولید می‌کند و در ضمن از دوره رشد کوتاهتری نیز برخوردار است. کاربرد علف‌کش‌های مورد بررسی بر طبق دستورالعمل

1- 2-(2,2-difluoroethoxy)-N-(5,8-dimethoxy [1,2,4] triazolo [1,5-c] pyrimidin-2-yl)-6-(trifluoromethyl) benzenesulfonamide
2- 4-(2,4-dichlorobenzoyl)-1,3-dimethyl-5-pyrazolyl p-toluenesulfonate

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (۰-۳۰ سانتی متر)

Table 1- Some physico-chemical properties of soil in field (0-30 cm)

کربن آلی	شن	سیلت	رس	اسیدیته	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
Organic carbon (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH	Total nitrogen (%)	Phosphorus (ppm)	Potassium (ppm)
2.4	4	52	44	7.2	2.2	8.6	172

جدول ۲- تیمارهای آزمایش سال اول (۱۳۹۲)

Table 2- Treatments for first experiment (2013)

نام عمومی	نام تجاری	دز مصرفی	کارخانه سازنده
Common name	Trade name	Dose (g a.i. ha ⁻¹)	Manufacturer
Butachlor (EC 60%)	Machete	1800	Aria Shimi, Iran
Oxadiazyl (EC 3%)	Topstar	105	Kavoshkimia, Iran
Pretilachlor (EC 50%)	Rifit	1000	Aria Shimi, Iran
Thiobencarb (EC 50%)	Saturn	2500	Kavoshkimia, Iran
Bensulfuron-methyl (DF 60%)	Londax	75	Golsam, Iran
Hand weeded	-	-	-
Weedy check	-	-	-

در سال اول در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری و در سال دوم در چهار و ۱۲ هفته پس از نشاکاری از سطحی معادل ۰/۲۵ متر مربع (کوآدرات ۰/۵ × ۰/۵ متر) در چهار نقطه از هر کرت انجام و سپس وزن خشک آن با قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه به مدت ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شد.

ارزیابی چشمی کنترل علف‌های هرز در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری انجام شد. برای این منظور به تیمار شاهد وجین‌دستی نمره ۱۰۰ و تیمار شاهد بدون وجین و بدون علف‌کش، نمره صفر اختصاص داده شد (۳۹). سایر تیمارها نسبت به این دو تیمار سنجیده شدند. جهت اندازه‌گیری زیست‌توده پیروز، نمونه‌برداری

جدول ۳- تیمارهای آزمایش سال دوم (۱۳۹۳)

Table 3- Treatments for second experiment (2014)

نام عمومی	نام تجاری	دز مصرفی	کارخانه سازنده
Common name	Trade name	Dose (g a.i. ha ⁻¹)	Manufacturer
Flucetosulfuron (WG10%)	FLOXO	20	LG, Korea
Flucetosulfuron (WG10%)		30	
Penoxsulam (SC 240)	Granite™	30	Dow AgroScience Co., USA
Penoxsulam (SC 240)		40	
Pyrazolate (G 10%)	Sanbird	3000	Sankyo co., Japan
Pyrazolate (G 10%)		4000	
Thiobencarb	Saturn	2500	Kavoshkimia, Iran
Bensulfuron-methyl (DF 60%) *	Londax	50	Golsam, Iran
Bensulfuron-methyl (DF 60%) *		75	
Metsulfuron- methyl (WP 60%)*	Bosman	10	Shanghai Bosman Industrial Co., China
Metsulfuron- methyl (WP 60%)*		15	
Hand weeded	-	-	-
Weedy check	-	-	-

* با توجه به کارایی اندک بن‌سولفورون‌متیل و مت‌سولفورون‌متیل بر سوروف و به دلیل آلودگی شدید مزرعه آزمایشی به سوروف، تیوبنکارب در دز توصیه شده همراه با این علف‌کش‌ها مصرف شد

یک متر مربع کف‌بر و پس از آن به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس با توزین آن زیست‌توده برنج تعیین شد. همچنین با تقسیم وزن خشک دانه به زیست‌توده برنج، شاخص برداشت محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (ver. 9.1) و

در زمان رسیدگی گیاه، عملکرد دانه برنج اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه پس از حذف حاشیه، از مساحتی به اندازه ۵ متر مربع (۲ متر در ۲/۵ متر) در هر کرت نمونه‌برداری صورت گرفت و سپس عملکرد دانه بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. برای اندازه‌گیری زیست‌توده برنج، در هر کرت بوته‌ها از مساحتی معادل

بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد (۲۸). قابل ذکر است که فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار مذکور مورد بررسی قرار گرفت و نرمال بودن داده‌ها تأیید شد.

نتایج و بحث

سال اول

ارزیابی چشمی و زیست‌توده پی‌زور

سوروف معمولی (*Echinochloa crus-galli*)، سوروف هوشمند (*Echinochloa oryzoides*)، پی‌زور (*Bolboschoenus maritimus*)، اویارسلام یکساله (*Cyperus difformis*)، سل‌واش (*Monochoria vaginalis*)، گوشاب یا روغن‌واش (*Potamogeton nodusus*) از مهم‌ترین علف‌های هرز در کرت شاهد عدم کنترل بودند. نتایج نشان داد که میزان کنترل پی‌زور با استفاده از شاخص ارزیابی چشمی در بین علف‌کش‌های رایج برنج از لحاظ آماری متفاوت بود (جدول ۴). در ارزیابی کنترل چشمی پی‌زور مشخص شد که اگرچه در ابتدا تیوبنکارب و اکسادیارژیل کارایی خوبی در کنترل پی‌زور داشتند، اما با گذشت زمان میزان کارایی آنها به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (جدول ۴). بوتاکلر نیز در ابتدا کارایی خوبی (۹۸ درصد) در کنترل پی‌زور نشان داد، با این حال با گذشت زمان کارایی آن در کنترل پی‌زور کاهش یافت، به طوری که در چهار و شش هفته پس از نشاکاری، شاخص ارزیابی چشمی به ترتیب به ۸۲ و سپس به ۶۰ درصد کاهش یافت. حداکثر کارایی کنترل پی‌زور در شش هفته پس از نشاکاری در تیمار علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل و سپس در تیمار علف‌کش پرتیلاکلر مشاهده شد (جدول ۴)، به طوری که در این

تیمارها کنترل چشمی پی‌زور به ترتیب به میزان ۹۸ و ۸۵ درصد بود. این امر سبب شد که وزن خشک علف‌هرز پی‌زور در این تیمارها به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارهای علف‌کشی و شاهد تمام تداخل گردد (جدول ۴). مطابق با نتایج این آزمایش، کارایی بسیار خوب بن‌سولفورون‌متیل در صورت کاربرد ۸-۶ روز پس از کشت برنج در کشت نشایی برنج در کنترل پی‌زور گزارش شده است (۴). اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد در میزان زیست‌توده پی‌زور در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل با شاهد عدم وجین مشاهده نشد (جدول ۴). حداکثر وزن خشک پی‌زور در دو و شش هفته پس از نشاکاری به ترتیب به میزان ۶/۸ و ۶۳/۲ گرم در متر مربع در کرت‌های تیمار شده با تیوبنکارب بود. زیست‌توده پی‌زور در کرت‌های تیمار شده با تیوبنکارب به‌طور معنی‌داری (۷۵٪) بیشتر از مقدار آن در تیمار شاهد بدون وجین بود (جدول ۴). این نتیجه احتمالاً به دلیل کارایی خوب تیوبنکارب در حذف سوروف از رقابت و در نتیجه دسترسی بیشتر پی‌زور به منابع بود. معاذی کجیل و همکاران (۱۷) گزارش کردند که علف‌کش‌های باریک‌برگ‌کش با کنترل سوروف و ایجاد فضای خالی در آشیانه اکولوژیک، سبب ظهور و رشد بیشتر دیگر علف‌های هرز متحمل به غرقاب در کشت نشایی برنج می‌گردند که این علف‌های هرز در تیمار شاهد بدون علف‌کش کمتر حضور دارند. به‌طور کلی نتایج مقایسه میانگین در جدول ۴ در خصوص وزن خشک پی‌زور نشان داد که کارایی علف‌کش‌های تیوبنکارب، اکسادیارژیل و بوتاکلر در کنترل پی‌زور ضعیف بوده و رضایت‌بخش نیست.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر علف‌کش‌ها بر برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 4- Mean comparison of the effect of herbicides on some measured traits

تیمارها Treatments	ارزیابی چشمی کنترل پی‌زور Bulrush control based on visual rating			زیست‌توده پی‌زور Bulrush biomass (g m ⁻²)		
	2-WAT	4-WAT	6-WAT	2-WAT	4-WAT	6-WAT
Pretilachlor	97a	94b	85b	0.2c	3.3b	10.6c
Bensulfuron-methyl	92b	98a	98a	0.1c	2.8b	1.5c
Butachlor	98a	82c	60c	2.3b	27.0a	38.9b
Thiobencarb	95a	83c	33e	6.8a	20.4a	63.2a
Oxadiargyl	97a	84c	40d	2.4b	23.6a	40.5b
Handweed	-	-	-	-	-	-
Weedy check	-	-	-	2.2b	27.9a	36.2b

WAT= Week After Transplanting

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (LSD≤0.05) با یکدیگر ندارند

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fischer's Protected LSD test

ارزیابی گیاه‌سوزی تیمارهای علف‌کشی گیاه برنج

نتایج نشان داد که اثر علف‌کش‌های رایج مزارع برنج بر گیاه‌سوزی برنج متفاوت بود. علف‌کش‌های بن‌سولفورون‌متیل، پرتیلاکلر و بوتاکلر سازگاری خوبی با برنج داشتند و سبب حداقل گیاه‌سوزی در برنج گردیدند. میزان گیاه‌سوزی برنج در دو هفته پس از نشاکاری در اثر کاربرد علف‌کش اکسادیارژیل در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، هر چند که با گذشت زمان میزان گیاه‌سوزی برنج در این تیمار علف‌کشی به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. در مقابل، کاربرد علف‌کش تیونیکارب سبب شد که با گذشت زمان میزان گیاه‌سوزی برنج به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) افزایش یابد (جدول ۵).

عملکرد دانه، زیست توده و شاخص برداشت برنج

حداکثر عملکرد دانه در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های پرتیلاکلر (۴۲۳۱ کیلوگرم در هکتار) و بن‌سولفورون‌متیل (۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۵). عملکرد دانه در تیمار وجین‌دستی (۳۳۷۶ کیلوگرم در هکتار) و کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های بوتاکلر (۳۱۱۶ کیلوگرم در هکتار)، تیونیکارب (۳۰۳۸ کیلوگرم در هکتار) و اکسادیارژیل (۲۵۸۶ کیلوگرم در هکتار) در گروه

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر علف‌کش‌ها بر برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 5- Mean comparison of the effect of herbicides on some measured traits

تیمارها Treatments	آسیب دیدگی برنج Rice injury			عملکرد دانه Grain yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد زیستی Biologic yield (kg ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)
	2-WAT	4-WAT	6-WAT			
Pretilachlor	5b	2b	1c	4231a	8046ab	52.4a
Bensulfuron-methyl	3b	1b	1c	4000ab	8930a	44.7c
Butachlor	4b	2b	1c	3116c	6243c	50.0 ab
Thiobencarb	5b	12a	18a	3038c	6806bc	45.3bc
Oxadiargyl	15a	13a	5b	2586c	5504c	46.7bc
Handweed	-	-	-	3376bc	6931bc	48.8abc
Weedy check	-	-	-	809d	2072d	39.2c

WAT= Week After Transplanting; هفته پس از نشاکاری

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($LSD \leq 0.05$)

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fischer's Protected LSD test

سال دوم

ارزیابی چشمی و زیست توده پیروز

بر اساس ارزیابی چشمی مشخص شد که اگرچه مصرف علف‌کش فلوستوسولفورون به میزان ۲۰ گرم در هکتار کارایی مطلوبی در کنترل پیروز در دو هفته پس از نشاکاری (۹۱/۶ درصد) داشت، اما با گذشت زمان کارایی آن اندکی کاهش یافت، به‌طوری‌که در شش هفته پس از نشاکاری به ۸۱/۶ درصد رسید (جدول ۶). افزایش دُر

آماري بعدی قرار گرفتند. برخی از محققان اظهار کردند که وجین‌دستی زمانی انجام می‌شود که علف‌های هرز به اندازه کافی رشد کرده باشند تا بیرون کشیدن آنها از خاک به آسانی صورت پذیرد. در نتیجه، وقوع رقابت بین برنج و علف‌های هرز قبل از انجام وجین نیز می‌تواند منجر به کاهش عملکرد گردد (۷). عملکرد دانه در تیمار شاهد بدون مصرف علف‌کش در مقایسه با شاهد وجین‌دستی به میزان ۷۶ درصد کاهش یافت که این امر نشان‌دهنده آلودگی شدید مزرعه آزمایشی به علف‌های هرز می‌باشد. مشابه با عملکرد دانه، حداکثر زیست‌توده برنج نیز با کاربرد علف‌کش‌های پرتیلاکلر (۸۰۴۶ کیلوگرم در هکتار) و بن‌سولفورون‌متیل (۸۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. رقابت شدید علف‌های هرز با بوته‌های برنج در تیمار شاهد بدون وجین منجر به کاهش زیست‌توده برنج به میزان ۷۰ درصد نسبت به شاهد وجین‌دستی گردید (جدول ۵). حداکثر شاخص برداشت هم در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های پرتیلاکلر (۵۲/۴ درصد)، بوتاکلر (۵۰ درصد) و تیمار شاهد وجین‌دستی (۴۸/۸ درصد) و حداقل آن در تیمار شاهد بدون وجین (۳۹/۲ درصد) مشاهده گردید (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط رقابت با علف‌های هرز، میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه کاهش می‌یابد.

مصرفی این علف‌کش از ۲۰ به ۳۰ گرم در هکتار منجر به بهبود کنترل پیروز (۸۸/۳ درصد) گردید، هرچند که از لحاظ آماری معنی‌دار ($P \leq 0.05$) نبود. مصرف علف‌کش پنونکسولام با دُر ۳۰ و ۴۰ گرم در هکتار، علف‌کش تیونیکارب و مت‌سولفورون‌متیل تأثیر مطلوبی بر کنترل پیروز نداشت (جدول ۶). با افزایش دُر مصرفی علف‌کش پیرازولیت از سه کیلوگرم به چهار کیلوگرم در هکتار، کارایی آن در کنترل پیروز به نحو چشمگیری افزایش یافت و به سطح مطلوب

(۸۵٪) در شش هفته پس از نشاکاری رسید.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر علف‌کش‌ها بر برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 6- Mean comparison of the effect of herbicides on some measured traits

تیمارها Treatments	دوز علف‌کش Dose (g ai ha ⁻¹)	ارزیابی چشمی کنترل پیروز Bulrush control based on visual rating			زیست‌توده پیروز Bulrush biomass (g m ⁻²)	
		2-WAT	4-WAT	6-WAT	4-WAT	6-WAT
Flucetosulfuron	20	91.6a	88.3a	81.6a	2.0 (92)c	7.2 (88)d
Flucetosulfuron	30	97.6a	96.6a	88.3a	0.1(99)c	5.5 (91)d
Penoxsulam	30	23.3d	13.3e	5.0c	21.5(11)a	45.2 (27)b
Penoxsulam	40	45.0c	28.3cd	15.0c	13.4(44) b	31.3 (49)c
Pyrazolate	3000	68.3b	36.6c	36.6b	14.9(38)b	32.9 (47)c
Pyrazolate	4000	93.3a	86.6a	85.0a	2.6(89)d	4.7 (92)d
Thiobencarb	2500	26.6d	16.6de	13.3de	12.2(49)b	27.9 (55)c
Bensulfuron-methyl	50	93.6a	85.0a	81.6a	1.5(93)c	13.8 (77)d
Bensulfuron-methyl	75	98.6a	95.0a	90.0a	0.7(97)c	4.1(93)d
Metsulfuron-methyl	10	68.0b	41.6c	11.6c	21.3 (12)a	46.6 (25)b
Metsulfuron-methyl	15	70.0b	60.0b	28.3b	21.7 (11)a	32.4 (47)c
Hand weeded	-	95.0a	86.6a	83.3a	0.1(99)c	3.9 (93)d
Weedy check	-	-	-	-	24.3a	62.3a

WAT= Week After Transplanting; هفته پس از نشاکاری

اعداد بیرون پرانتز مقدار صفت و اعداد داخل پرانتز مقدار آن بر حسب درصد نسبت به شاهد بدون علف‌کش است

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (LSD≤0.05) با یکدیگر ندارند

Data are expressed as a percentage of the non-treated control for the respective treatment in the parentheses
Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fischer's Protected LSD test

قبیل سوروف، پیروز و قاشق‌واش داشت (۱۴). اگرچه کارایی پنوکسولام در کنترل جگن‌های یکساله مؤثر گزارش شده است (۳۵)، اما با توجه به چند ساله و ریزوم‌دار بودن جگن‌های غالب مزارع برنج شمال کشور از جمله پیروز، علف‌کش پنوکسولام نمی‌تواند گزینه مناسبی جهت کنترل آنها باشد (۱۷). علف‌کش متسولفورون متیل کارایی ضعیفی در کنترل پیروز داشت (۲۸٪)، هر چند که گزارش‌های سایر محققان نشان می‌دهد که علف‌کش مذکور توانایی مطلوبی در کنترل بیوتیپ‌های قاشق‌واش مقاوم به سایر علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره داشت (۶). نکته قابل توجه دیگر در جدول ۶، عدم امکان کنترل کامل پیروز از طریق وجین‌دستی می‌باشد. برخی محققان گزارش کردند که غده‌های پیروز نسبت به بذر علف‌های هرز یکساله بذری از اعماق پایین‌تر خاک مزارع برنج جوانه زده و در نتیجه حذف کامل آن با وجین‌دستی امکان‌پذیر نیست (۳۷).

ارزیابی گیاه‌سوزی تیمارهای علف‌کشی بر برنج

میزان اختلالات رشدی در مرحله رویشی و گیاه‌سوزی برنج در تیمارهای علف‌کشی مورد بررسی متفاوت بود. در دو هفته پس از نشاکاری، حداکثر گیاه‌سوزی برنج (۱۸ درصد) در تیمار علف‌کشی مصرف ۳۰ گرم در هکتار فلوسولفورون مشاهده شد (جدول ۷).

مصرف مخلوط علف‌کش تیوبنکارب + بن‌سولفورون متیل به میزان ۵۰ گرم در هکتار اگرچه در اوایل رشد برنج سبب کنترل مطلوب پیروز گردید، اما در ادامه فصل رشد کارایی آن در کنترل پیروز کاهش یافت (جدول ۶). با افزایش مصرف علف‌کش بن‌سولفورون متیل به میزان ۷۵ گرم در هکتار، کنترل پیروز به نحو رضایت‌بخشی (۹۰٪) بهبود یافت. گزارش شده است که علف‌کش بن‌سولفورون متیل ممکن است در دُزهای پایین‌تر از دُز توصیه شده سبب بروز پدیده هورمیزس^۱ و تحریک رشد علف‌های هرز گردد (۳۳). کاهش کارایی بن‌سولفورون متیل در حداقل دُز توصیه شده برای پیروز ممکن است به علت پدیده مذکور باشد. حداکثر بیومس پیروز در هر دو مرحله نمونه‌برداری (۴ و ۱۲ هفته پس از نشاکاری) در تیمارهای علف‌کشی مصرف پنوکسولام به میزان ۳۰ گرم در هکتار و مخلوط علف‌کش تیوبنکارب + متسولفورون متیل مشاهده شد، درحالی‌که حداقل بیومس پیروز هم در هر دو مرحله از نمونه‌برداری در تیمارهای علف‌کشی مصرف فلوسولفورون به میزان ۲۰ و ۳۰ گرم در هکتار، پیرازولیت چهار کیلوگرم در هکتار و مخلوط علف‌کش تیوبنکارب + بن‌سولفورون متیل مشاهده شد (جدول ۶).

محققان گزارش کردند که مخلوط تیوبنکارب با بن‌سولفورون متیل کارایی مطلوبی (۹۵ درصد) در کنترل علف‌های هرز مزارع برنج از

البته با گذشت زمان، میزان گیاه‌سوزی برنج در این تیمار علف‌کشی به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت و به ۸ درصد رسید. حداکثر میزان گیاه‌سوزی برنج در شش هفته پس از نشاکاری در تیمار علف‌کشی مخلوط تیونیکارب + مت‌سولفورون متیل ۱۵ گرم در هکتار (۲۶٪) و پس از آن در تیمار علف‌کشی مخلوط تیونیکارب + بن‌سولفورون متیل ۷۵ گرم در هکتار (۲۱٪) مشاهده شد (جدول ۷). علف‌کش‌های پیرازولیت و پنوکسولام نیز سازگاری خوبی با برنج نشان دادند. محققان گزارش کردند که میزان گیاه‌سوزی برنج بسته به رقم، نوع علف‌کش و دُز آن متفاوت است. به عنوان مثال، گزارش شده است که رقم هاشمی سازگاری بالایی نسبت به علف‌کش پنوکسولام دارد (۱۷). در مقابل، یعقوبی و همکاران (۳۸) اختلالات رشدی و ظهور خوشه‌های دفرمه در برنج رقم هاشمی در اثر تیمار با علف‌کش تیونیکارب را گزارش کردند. ترکاشوند و همکاران (۳۱) گزارش کردند که گیاه‌سوزی برنج در اثر کاربرد علف‌کش مت‌سولفورون متیل سبب کاهش عملکرد رقم هاشمی گردید، درحالی‌که گیاه‌سوزی حاصل از کاربرد علف‌کش‌های فلوستوسولفورون، پنوکسولام، پیرازولیت، بن‌سولفورون متیل و تیونیکارب سبب کاهش عملکرد برنج نگردید.

عملکرد دانه، زیست توده و شاخص برداشت برنج

حداکثر عملکرد دانه (۵۲۷۱ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های تیمار شده با مخلوط علف‌کش‌های تیونیکارب + بن‌سولفورون متیل ۵۰ گرم در هکتار حاصل شد، هر چند که بین عملکرد دانه در این تیمار با عملکرد دانه در تیمارهای فلوستوسولفورون ۳۰ گرم در هکتار، مخلوط علف‌کش‌های تیونیکارب + بن‌سولفورون متیل ۷۵ گرم در هکتار، و مصرف پیرازولیت به میزان ۴ کیلوگرم در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۷). واکنش زیست‌توده برنج به تیمارهای مورد آزمایش هم تقریباً مشابه با عملکرد دانه بود. حداکثر زیست‌توده برنج در کرت‌های تیمار شده با مخلوط علف‌کش‌های تیونیکارب + بن‌سولفورون متیل ۷۵ و ۵۰ گرم در هکتار حاصل شد (جدول ۷).

علت بالا بودن عملکرد دانه و زیست‌توده برنج در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های فلوستوسولفورون و پیرازولیت، کنترل مطلوب پیروز می‌باشد. همچنین بالا بودن عملکرد دانه و زیست‌توده برنج در کرت‌های تیمار شده با مخلوط علف‌کش‌های تیونیکارب + بن‌سولفورون متیل به علت کنترل مطلوب طیف وسیعی از علف‌های هرز مزارع برنج شامل باریک‌برگ‌ها، پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها در این تیمارهای علف‌کشی بوده است. تیونیکارب علف‌کشی است که سوروف را به نحو مطلوبی کنترل می‌کند، در حالی‌که بن‌سولفورون متیل کارایی خوبی در کنترل پهن‌برگ‌ها و جگن‌های

مزارع برنج دارد. این امر منجر به کاهش رقابت برنج و علف‌های هرز بر سر نور و عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد گردید. درضمن، کنترل مطلوب طیف وسیعی از علف‌های هرز در این تیمار، نیاز به وجین علف‌های هرز را کاهش داد. نکته قابل‌توجه دیگر، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در تیمار شاهد وجین‌دستی نسبت به اکثر تیمارهای کنترل شیمیایی مذکور بود (جدول ۷) که در این خصوص نتایج مشابهی در آزمایش سال اول نیز مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که کاربرد علف‌کش‌های چند منظوره و یا مخلوط باریک‌برگ‌کش‌ها با "پهن‌برگ‌کش‌ها و جگن‌کش‌ها" در مزارع برنج ضمن کاهش تعداد دفعات وجین عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد وجین‌دستی افزایش می‌دهد. همانطور که قبلاً هم ذکر شد احتمالاً شروع رقابت بین برنج و علف‌های هرز قبل از وجین‌دستی (۷) منجر به کاهش عملکرد در کرت شاهد وجین‌دستی گردید. همچنین عملکرد دانه در کرت‌های تیمار شده با تیونیکارب و پنوکسولام به دلیل عدم کارایی مؤثر این علف‌کش‌ها در کنترل پیروز به‌طور معنی‌داری کمتر از عملکرد دانه در کرت‌های تیمار شده با سایر علف‌کش‌ها بود (جدول ۷). معاذی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که علف‌کش خاک مصرف پنوکسولام به میزان ۴۸ گرم ماده مؤثره در هکتار کارایی ضعیفی در کنترل پیروز داشت. عملکرد دانه در تیمار شاهد عدم وجین در مقایسه با تیمار شاهد وجین‌دستی و تیمار کاربرد مخلوط علف‌کش‌های تیونیکارب + بن‌سولفورون متیل ۵۰ گرم در هکتار به ترتیب به میزان ۵۱ و ۶۲ درصد کاهش یافت (جدول ۷). این موضوع نشان‌دهنده خسارت شدید پیروز در مزرعه برنج در صورت عدم کنترل می‌باشد. با توجه به وجود آب کافی در مزارع برنج نشایی، کاهش عملکرد دانه عمدتاً به علت رقابت بین علف‌های هرز و برنج بر سر نور و مواد غذایی می‌باشد. سایر محققان نیز کاهش عملکرد دانه برنج در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز را گزارش کردند (۱، ۱۵، ۲۰ و ۲۵). همچنین نتایج نشان داد که اگرچه شاخص برداشت در تیمار شاهد وجین‌دستی نسبت به اغلب تیمارهای شیمیایی کمتر بود، اما از لحاظ آماری این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۷). حداقل شاخص برداشت هم در تیمار شاهد عدم وجین مشاهده شد (جدول ۷). مطابق با نتایج این آزمایش، برخی از محققان (۱۱) گزارش کردند که شاخص برداشت برنج در اثر رقابت آن با علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در مقابل، ژائو و همکاران (۴۰) اعلام کردند که شاخص برداشت تحت تأثیر معنی‌دار رقابت با علف‌های هرز قرار نگرفت. با توجه به فرمول شاخص برداشت، نسبت عملکرد دانه به زیست‌توده برنج، به نظر می‌رسد که رقابت شدید بین علف‌های هرز و برنج در صورت عدم وجین آنها اثر سوء بیشتری بر عملکرد دانه نسبت به تجمع زیست‌توده برنج دارد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر علفکش‌ها بر برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 7- Effect of different herbicides on some measurements

تیمارها Treatments	دوز علفکش Dose (g ai ha ⁻¹)	آسیب دیدگی برنج Rice injury			عملکرد دانه Grain yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد زیستی Biologic yield (kg ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)
		2-WAT	4-WAT	6-WAT			
Flucetosulfuron	20	10.0cde	5.0g	3.4gh	4247bc	9628abc	44.5ab
Flucetosulfuron	30	18.3ab	15.0e	8.3ef	4810ab	10281ab	46.7a
Penoxsulam	30	1.7f	5.0g	13.3cd	1991e	4375e	45.5ab
Penoxsulam	40	11.6cd	11.6f	16.6c	2958cd	6834de	43.9ab
Pyrazolate	3000	5.0ef	0.1h	8.3ef	3325c	7823bcd	42.5ab
Pyrazolate	4000	11.6cd	11.6f	16.6c	4422ab	9784abc	44.5ab
TB	2500	5.3ef	6.0g	8.3ef	3028cd	6557de	46.0ab
Bensulfuron-methyl	50	5.0ef	16.6de	10.0de	5271a	11324a	46.9a
Bensulfuron-methyl	75	10.0cde	21.6b	21.6b	4678ab	11558a	40.5ab
Metsulfuron-methyl	10	8.3de	20.0bc	5.0fg	3112cd	7444cd	41.8ab
Metsulfuron-methyl	15	14.0bc	27.0a	26.6a	3172cd	7680bcd	41.3ab
Hand weeded	-	-	-	-	2980cd	6843de	43.7ab
Weedy check	-	-	-	-	1445e	4690e	32.6c

WAT= Week After Transplanting; هفت‌هفته پس از نشاکاری

 در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ($LSD \leq 0.05$) با یکدیگر ندارند

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fischer's Protected LSD test

برنج، بن‌سولفورون متیل و پرتیلاکلر کارایی بالایی در کنترل پیزور داشتند. از بین علفکش‌های جدید مورد بررسی، علفکش‌های فلوسولفورون و پیرازولیت ضمن دارا بودن سازگاری خوب با برنج سبب کاهش قابل توجه زیست‌توده پیزور نسبت به شاهد بدون کنترل نیز گردیدند. این نتایج نشان داد که عملکرد شلتوک در کرت‌های تیمار شده با این علفکش‌ها نیز از لحاظ آماری ($P \leq 0.05$) تفاوت معنی‌داری با حداکثر عملکرد شلتوک (در کرت‌های تیمار شده با مخلوط علفکش‌های تیوبنکارب + بن‌سولفورون متیل) نداشت. در مقابل، نتایج نشان داد که علفکش‌های پنوکسولام و مت‌سولفورون متیل تأثیر بسیار کمی در کاهش زیست‌توده پیزور داشتند.

در هر دو آزمایش (جدول‌های ۴ و ۶) مشخص شد که می‌توان هم از ارزیابی چشمی کنترل علف‌های هرز و هم از اندازه‌گیری زیست‌توده علف‌های هرز در مطالعه کارایی علفکش‌ها بهره جست و به نتایج مشابهی دست یافت. بنابراین روش ارزیابی چشمی می‌تواند در نمونه‌برداری‌های مکرر و غیرتخریبی در آزمایش‌های کنترل علف‌هرز کاربرد داشته باشد (۲۳). ضمن اینکه این روش برای مطالعه کارایی علفکش‌ها در شرایط باتلاقی مزارع برنج به دلیل سهولت و ارزانی قابل توصیه است (۳۶). نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (۲۳ و ۳۰).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که از بین علفکش‌های رایج مزارع

منابع

- 1- Aminpanah H., Sharifi P., Mohaddesi A., Abbasian A., and Javadi M. 2014. Rice grain yield and weed growth as affected by plant density and pretilachlor rate. *Philippine Agricultural Scientist*, 97(3): 266–272.
- 2- Ampong-Nyarko K., and De Datta S.K. 1991. A handbook for weed control in rice. International Rice Research Institute, Philippines, 113 pp.
- 3- Appleby A.P. 2005. A history of weed control in the United States and Canada—a sequel. *Weed Science*, 53: 762–768.
- 4- Bernasor P.C., and De Datta S.K. 1986. Chemical and cultural control of bulrush (*Scirpus maritimus* L.) and annual weeds in lowland rice (*Oryza sativa* L.). *Weed Research*, 26:233–244.

- 5- Bond J.A., Walker T.W., Webster E.P., Buehring N.W., and Dustin L.H. 2007. Rice cultivar response to penoxsulam. *Weed Technology*, 21: 961-965.
- 6- Calha I.M., Osuna M.D., Serra C., Moreira I., De Prado R., and Rocha F. 2007. Mechanism of resistance to bensulfuronmethyl in *Alisma plantago-aquatica* biotypes from Portuguese rice paddy fields. *Weed Research*, 47: 231-240.
- 7- Chauhan B.S. 2012. Weed management in direct-seeded rice systems. International Rice Research Institute, Pp. 25.
- 8- Farzan S., Yaghoubi B., Asghari J., Mohammadvand E. and Farahpour A. 2013. Response of rice and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to rates and timings of some paddy herbicides. *Iranian Crop Sciences*, 44: 467-478. (in Persian with English abstract)
- 9- Farzan S., Yaghoubi B., Asghari J., Rabiee B., Mohammadvand E. 2015. Flooding and application time effects on thiobencarb herbicide efficacy in paddy rice. *Electronic Journal of Crop Production*, 8(4): 1-23. (In Persian with English abstract)
- 10- Flore J.A., and Bukovac M.J. 1976. Pesticide effects on the plant cuticle: II. EPTC effects on leaf cuticle morphology and composition in *Brassica oleracea* L. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 101: 586-590.
- 11- Heafele S.M., Johnson D.E., M'Bodj D., Wopereis M.C.S., and Miezian K.M. 2004. Field screening of diverse rice genotypes for weed competitiveness in irrigated lowland ecosystems. *Field Crops Research*, 88: 39-56.
- 12- Itoh K., Wang G.X., and Ohba S. 1999. Sulfonylurea resistances in *Lindernia micrantha*, an annual paddy weed in Japan. *Weed Research*, 39: 413-423.
- 13- Kim D.S., Koo S.J., Lee J.N., Hwang K.H., Kim T.Y., Kang K.G., Hwang K.S., Joe G.H., Cho J.H., and Kim D.W. 2003. Flucetosulfuron: a new sulfonylurea herbicide. The BCPC International Congress: Crop Science and Technology, Volumes 1 and 2. Proceedings of an international congress held at the SECC, Glasgow, Scotland, UK, 10-12 November 2003 pp. 87-92.
- 14- Kim S.C., and Im I.B. 2002. Change in weed control studies of rice paddy fields in Korea. *Weed Biology and Management*, 2: 65-72.
- 15- Kim S.C., and Ha W.G. 2005. Direct seeding and weed management in Korea. In: *Rice is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century*. Proc. of the World Rice Res. Conf., 4-7 November 2005, Tsukuba, Japan, pp. 181-184.
- 16- Lassiter R. B., Haygood R. A., Mann R. K., Richburg J. S., and Walton L. C. 2006. Penoxsulam for postflood weed control in southern U.S. Rice Proceedings of Southern Weed Science Society of America, 59: 13.
- 17- Maazi Kajal V., Yaghoubi B., Farahpour A., Mehrpouyan M., and Vahedi A. 2012. Comparison of the efficacy of penoxsulam with some common paddy rice herbicides. *Cereal Research*, 2: 223-235. (In Persian with English abstract)
- 18- Mahelka V. 2006. Response to flooding intensity in *Elytrigia repens*, *E. intermedia* (Poaceae: Triticeae) and their hybrid. *Weed Research*, 46: 82-90.
- 19- Mamun M.A., Shultana R., Rana M.M., and Mridha A.J. 2013. Economic threshold density of multi species weed for direct seeded rice. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 3(8): 523-531.
- 20- Mamun A. A. 1990. Weeds and their control: A review of weed research in Bangladesh. *Agricultural and Rural Development in Bangladesh*. Japan Intl. Co-operation Agency, Dhaka, Bangladesh, JSARD, 19: 45-72.
- 21- Mohammad Sharifi M. 2002. Applied guide for weed control in paddy field of Iran. Extension deputy of Jehade Agriculture Ministry Pp. 114. (In Persian with English abstract)
- 22- Naylor R. 1996. Herbicides in Asian rice transitions in weed management: Stanford University. 270 Pp.
- 23- Nkurunziza L., and Milberg P. 2007. Repeated grading of weed abundance and multivariate methods to improve the efficacy of on-farm weed control trials. *Weed Biology and Management*, 7: 132-139.
- 24- Okamoto Y., Fisher R.L., Armbrust K.L., and Peter C.J. 1998. Surface water monitoring survey for bensulfuron-methyl applied in paddy fields. *Journal of Pesticide Science*, 23:235-240.
- 25- Rao A.N., and Moody K. 1994. Ecology and Management of Weed in Farmer' Direct seeded Rice (*Oryza sativa* L.) Fields. IRRI, Los Banos, Philippines.
- 26- Richburg J.S., Lassiter R.B., Langston V. B., Mann R.K., and Walton L.C. 2005. Weed control spectrum of penoxsulam in southern U.S. rice Proceeding of Southern Weed Science Society, 58: 268.
- 27- Saeki M., and Toyota K. 2004. Effect of bensulfuron-methyl (a sulfonylurea herbicide) on the soil bacterial community of a paddy soil microcosm. *Biology and Fertility of Soils*, 40: 110-118.
- 28- SAS. 2004. SAS Institute, version 9.1.3. Cary, NC, USA.
- 29- Singh S., Bhushan L., Ladha J.K., Gupta R.K., Rao A.N., and Sivaprasad B. 2006. Weed management in dry-seeded rice (*Oryza sativa*) cultivated in the furrow-irrigated raised-bed planting system. *Crop Protection*, 25(5): 487-495.
- 30- Singh V., Jat M.L., Ganie Z.A., Chauhan B.S., and Gupta R. 2016. Herbicide options for effective weed management in dry direct seeded rice under scented rice-wheat rotation of western Indo-Gangetic Plains. *Crop Protection*, 81:168-176.
- 31- Torkashvand B., Yaghoubi B., and AminPanah H. 2013. Evaluation the efficacy of some Sulfonylurea herbicides in

- chemical control of [*Potamogeton nodosus*]. P. 1072–1075. Proceeding of the 5th Iranian weed congress, 24-26 Aug 2013. Iranian Weed Sci. Soc., Karaj, Iran.
- 32- Usui K. 2001. Metabolism and selectivity of rice herbicides in plants. *Weed Biology and Management*, 1: 137–146.
- 33- Vidotto F., Tesio F., Tabacchi M., and Ferrero A. 2007. Herbicide sensitivity of *Echinochloa* spp. accessions in Italian rice fields. *Crop Protection*, 26: 285–293.
- 34- Wakabayashi K., and Boger P. 2004. Phytotoxic sites of action for molecular design of modern herbicides (Part 1): The photosynthetic electron transport system. *Weed Biology and Management*, 4: 8–18.
- 35- Walton L.C., Langston V.B., Lassiter R.B., Mann R.K., and Richburg J.S. 2005. Penoxsulam EUP and concept results from 2004 in southern U.S. *Rice Proceedings*, Southern Weed Science Society of America, 58: 269.
- 36- Yaghoubi B. 2015. Chemical Control of Pondweed (*Potamogeton nodosus*) and Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Paddy Fields. *Iranian Journal of Weed Science*, 11: 195-207.
- 37- Yaghoubi B., Alizadeh H., Rahimian H., Baghestani M., Sharifi M., and Davatgar N. 2010. Key paper A review on researches conducted on paddy field weeds and herbicides in Iran. 3rd Iranian weed sci. congress. Babolsar, Mazandaran, Iran. pp 2-11. (In Persian with English abstract)
- 38- Yaghoubi B., Baghestani M.A., Alizadeh H., Rahimian H., Davatgar N., and Farahpour A. 2013. Study the effect of thiobencarb method of application on causing dwarfism in rice. *Iranian Journal of Weed Science*, 8: 1–16. (In Persian with English abstract)
- 39- Zhang W., Webster E.P., Blouin D.C., and Linscombe S.D. 2004. Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) varieties to clomazone. *Weed Technology*, 18: 73–76.
- 40- Zhao D.L., Atlin G.N., Bastiaans L., and Spiertz J.H.J. 2006, Comparing rice germplasm for growth, grain yield, and weed-suppressive ability under aerobic soil conditions. *Weed Research*, 46: 444–452.



تأثیر تنش شوری حاصل از آب آبیاری و خاک بر خصوصیات رشدی علف هرز (*Cyperus rotundus* L.) اویارسلام ارغوانی

نصرت اله کریمی آرپناهی^۱ - سید وحید اسلامی^{۲*} - رحمت اله دهقان خلیلی^۳ - محمد جواد بابائی زارچ^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش شوری حاصل از آب آبیاری و خاک بر خصوصیات رشدی علف هرز اویارسلام ارغوانی، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. آزمایش اول شامل پنج سطح شوری آب آبیاری (صفر، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر) و آزمایش دوم شامل پنج سطح شوری خاک (۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر) بود. نتایج آزمایش شوری آب نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع بوته (۷۱ سانتی‌متر)، سطح برگ (۷۹٫۷۵ سانتی‌متر مربع)، تعداد ساقه (۶٫۶۶ ساقه در گلدان)، وزن خشک اندام هوایی (۴٫۶۹۳ گرم در بوته)، تعداد غده (۹٫۶۶ غده در گلدان) و وزن خشک اندام زیرزمینی (۴٫۳۲۸ گرم در بوته) در سطح شاهد حاصل شد که با افزایش شوری آب آبیاری به ۹ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با ۴۶٫۵، ۷۵٫۲، ۸۵، ۸۳٫۱، ۱۰۰ و ۸۰٫۸ درصد کاهش همراه بوده است. در آزمایش شوری خاک نیز بیشترین میزان ارتفاع بوته (۷۹٫۶ سانتی‌متر)، سطح برگ (۶۳٫۷۵ سانتی‌متر مربع)، تعداد ساقه (۷ ساقه در گلدان)، وزن خشک اندام هوایی (۳٫۴۵۴ گرم در بوته)، تعداد غده (۸٫۳۳ غده در گلدان) و وزن خشک اندام زیرزمینی (۳٫۶۵۵ گرم در بوته) در سطح یک دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد، که با افزایش شوری خاک به ۹ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با ۴۴٫۳، ۸۰٫۸، ۹۵، ۸۷٫۱، ۷۶ و ۷۵٫۳۸ درصد کاهش همراه بود. به‌طور کلی به نظر می‌رسد غده و ریزوم‌های اویارسلام در شرایط تنش شوری قادر به جوانه‌زنی و تکثیر رویشی نیستند، که این حاکی از حساسیت بالای این علف‌هرز نسبت به تنش شوری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رشد رویشی، شوری، کلرید سدیم، مدیریت علف‌هرز

مقدمه

تنش شوری، یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده‌ای است که اثر بسیار شدیدی روی تولید تمام گیاهان در سراسر جهان گذاشته است. برآوردها حاکی از آن است که بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از زمین‌های قابل کشت در جهان تحت تأثیر تنش شوری هستند (۱۶). شوری عبارت است از حضور بیش از اندازه نمک‌های قابل حل و عناصر معدنی در محلول آب و خاک که منجر به تجمع نمک در ناحیه ریشه گیاه شده و گیاه در جذب کافی آب از محلول‌های خاک با مشکل روبرو می‌شود (۱۰). شوری بر جنبه‌های مختلف رشد گیاهان مختلف از مرحله جوانه‌زنی گرفته تا تولید بذر تأثیرگذار است، ولی پاسخ

گیاهان مختلف به تنش شوری متفاوت بوده و به میزان سمیت و پتانسیل اسمزی نمک و مدت زمان تنش بستگی دارد. خسارت شوری در گیاهان از طریق بروز تنش یونی و اسمزی است که معادل کاهش میزان آب، اثر سمیت ویژه یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی می‌باشد (۲۹). وجود تنش شوری آب و خاک باعث کاهش جوانه‌زنی (۳۷)، کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه و گیاهچه (۳۸)، تغییر در رشد رویشی (۱۲) و رشد زایشی گیاه (۲۱)، کاهش رشد اندام‌های زیرزمینی (۳۳ و ۳) کاهش رشد اندام‌های هوایی (۱۳ و ۲۵) و در نهایت کاهش ماده خشک نهایی گیاه (۶ و ۲۱) می‌گردد.

علاوه بر خسارت حاصل از تنش شوری آب و خاک روی رشد و تولید گیاهان مختلف، هزینه‌ای که کشاورزان برای مدیریت علف‌های هرز موجود در مزارع خود انجام می‌دهند نیز قابل ملاحظه می‌باشد، بنابراین برای مدیریت صحیح علف‌های هرز در مناطق با شرایط نامساعد محیطی، هم‌چون وجود تنش شوری خاک و آب آبیاری باید خصوصیات رشدی این گیاهان نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. چرا که با در دست داشتن اطلاعاتی در مورد اثرات شرایط محیطی روی

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

(Email: sveslami@birjand.ac.ir)

DOI: 10.22067/jpp.v32i2.61666

(*) نویسنده مسئول:

و رفتار گونه‌های مختلف علف‌های هرز برای مدیریت آنها برنامه‌ریزی نمود (۳۴). کنترل اصولی علف‌های هرز نیازمند درک اثر عوامل محیطی بر بیولوژی آنها می‌باشد. به همین جهت به نظر می‌رسد که شناخت بیولوژی و اکولوژی این علف‌ها بتواند در کنترل موفق آن تأثیر بسزایی داشته باشد. با شناخت تأثیر عوامل محیطی و با مدیریت صحیح این عوامل می‌توان روش مناسبی جهت کنترل آن پیدا کرد. از آنجایی که تاکنون آزمایش‌های محدودی روی ویژگی‌های رشدی علف‌ها و اویارسلام ارغوانی تحت تأثیر تنش شوری صورت گرفته است لذا این آزمایش با هدف ارزیابی تأثیر تنش شوری بر ویژگی‌های رشدی اویارسلام جهت انتخاب روش‌های کنترلی بهتر انجام شده است. همچنین برای بدست آوردن درک کاملی از اثر شوری بر رشد گیاه، علاوه بر تنش شوری خاک، تأثیر آبیاری با آب شور نیز روی این گیاه مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش شوری حاصل از آب آبیاری و خاک بر رشد علف‌ها و اویارسلام ارغوانی در سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. آزمایش اول شامل سطوح مختلف شوری آب آبیاری به همراه آب مقطر (به عنوان شاهد) بود. برای اعمال سطوح شوری آب، محلول‌هایی با سطوح شوری ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر با حل کردن مقدار مشخص NaCl مرک آلمان^۱ با خلوص ۹۹ درصد در آب با استفاده از رابطه (۱) (۲۲) تهیه شد. جهت اطمینان از سطوح شوری مورد نظر از دستگاه EC متر استفاده شد. در این آزمایش پس از دوره استقرار بوته‌ها (یک هفته پس از سبز شدن)، بسته به تیمار شوری مورد نظر محلول نمک به گلدان مربوطه اضافه گردید.

$$\text{NaCl (mgL}^{-1}\text{)} = \text{EC (dSm}^{-1}\text{)} \times 640 \quad \text{رابطه (۱)}$$

آزمایش دوم شامل سطوح مختلف شوری خاک (۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر) بود. برای اعمال سطوح شوری خاک، ابتدا عناصر و املاح موجود در خاک اندازه‌گیری شد و بعد از مشخص شدن هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک مورد آزمایش، تیمارهای شوری مورد نظر با توجه به تعیین درصد رطوبت اشباع و ظرفیت زراعی خاک، با استفاده از نمک کلرید سدیم (NaCl مرک آلمان با خلوص ۹۹ درصد) اعمال گردید. در طول مدت این آزمایش آبیاری با آب مقطر با توزین روزانه گلدان‌ها بر اساس درصد رطوبت ظرفیت زراعی انجام شد.

این آزمایشات در شرایط محیطی گلخانه کنترل شده با طول

خصوصیات علف‌های هرز می‌توان علت گسترش این گیاهان به مناطق جدید را بررسی و برنامه‌های مدیریتی بهتری برای کنترل علف‌های هرز در دراز مدت ارائه داد (۱۷ و ۴۴).

مطالعات نشان می‌دهد که تنش شوری روی جوانه‌زنی سه بیوتیپ علف‌ها (چچم (*Lolium rigidum* L.) شامل مقاوم، نیمه مقاوم و حساس به علف‌کش ACCase اثر گزار بوده و جوانه‌زنی بیوتیپ حساس نسبت به بیوتیپ‌های مقاوم و نیمه مقاوم بیشتر بوده است (۳۶). یابائی زارچ و محمودی (۶) گزارش دادند که با افزایش تنش شوری خاک از ۴ به ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر ماده خشک گندم (*Triticum aestivum* L.) به ترتیب ۳/۳۶ و ۸۵ درصد، و ماده خشک علف‌ها (چاودار (*Secale cereal* L.) به ترتیب ۸/۴۵ و ۹۰ درصد کاهش داشته است. حمیددوی و همکاران (۱۹) گزارش دادند کاهش ۵۰ درصدی جوانه‌زنی ریزوم‌های علف‌ها و سمج حلفه برمتری حاصل شده است. موس‌کالو و همکاران (۳۰) گزارش دادند که گیاه *Panicum clandestinum* می‌تواند تا شوری ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید را تحمل کند اما این در حالی است که رشد آن در شوری ۱۰۰ میلی مولار سدیم کلرید چندان تحت تأثیر قرار نگرفته است. دبز و همکاران (۱۱) گزارش دادند که افزایش شوری تا ۲۰۰ میلی مولار سدیم کلرید هیچ گونه اثری روی گیاه *Aeluropus lagopoides* در مقایسه با تیمار شاهد نداشته است. همچنین گزارشی وجود دارد که دیگر علف‌های هرز چندساله هم‌چون چایر آبی (*Paspalum distichum* L.) (۷)، مرغ (*Cynodon dactylon*) (۲۳)، خورنال (*Cenchrus pennisetiformis* Hochst.) و گیاه *Panicum turgidum* (Forssk.) (۴) و اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) (۴۰) نسبت به تنش شوری دارای مقاومتی در سطح متوسط هستند.

اویارسلام ارغوانی یکی از علف‌های هرز سمج و از جدی‌ترین علف‌های هرز مشکل‌ساز در بسیاری از نقاط جهان است (۳۹) و منطقه خراسان جنوبی می‌باشد، که اطلاعات بسیار کمی در مورد بیولوژی آن موجود است. اویارسلام ارغوانی گیاهی است از تیره جگنیان (*Cyperaceae*)، چند ساله، با تیپ رشدی C₄ به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر که به صورت جنسی (بذر) و غیرجنسی (غده و ریزوم) تکثیر می‌گردد (۲۷) که غده‌ها اصلی‌ترین روش تکثیر این علف‌ها است سمج می‌باشد (۲۴). اویارسلام ارغوانی از جمله علف‌های هرزی است که گسترش وسیعی داشته و بسیاری از محصولات زراعی یک‌ساله و چندساله تابستانه، باغ‌ها و تاکستان‌ها را آلوده می‌کند (۲۷).

از آنجایی که علف‌های هرز از لحاظ عادت رشدی، نحوه تکثیر، نوع خسارتی که وارد می‌کنند و همچنین واکنش به روش‌های مختلف کنترلی متفاوتند، ابتدا باید رفتارهای رشدی و پاسخ علف‌های هرز مختلف را نسبت به عوامل محیطی شناسایی و سپس بسته به ماهیت

شب/ روز ۱۶/۸ ساعت، رطوبت نسبی ۶۵ درصد و دمای شب/ روز ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. خاک مورد استفاده پس از جمع‌آوری، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of soil which used in experiment

بافت خاک Soil texture	رس Sand	سیلت Silt	ظرفیت آب خاک Clay Field capacity	مواد آلی Organic matter	کربن آلی Organic carbon	آهک کل Total limestones	کلر Ma	کلسیم Ca	سدیم Cl	اسیدیته Na (pH)	شوری (EC) (dS/m)		
				(%)				(meq/l)					
Sandy Loam	67.2	4.21	11.4	13.2	0.27	0.17	15	4.4	4.8	6.6	2.6	8.1	0.98

حداکثر مقدار صفات مورد بررسی طبق برآورد مدل و b شیب صفات مورد مطالعه است.

$$Y=a*\exp(-b*x)$$

رابطه (۲)

رسم اشکال با استفاده از نرم افزارهای Sigma Plot Ver. 11.0 و Excel Ver. 2013 صورت گرفت.

نتایج و بحث

آزمایش اول

اثر تنش شوری آب آبیاری بر رشد علف‌هرز اویارسلام ارغوانی نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که صفات ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد ساقه در گلدان، وزن خشک اندام هوایی و زیر زمینی و تعداد غده در گلدان و وزن خشک اندام زیر زمینی اویارسلام ارغوانی تحت تأثیر معنی‌دار شوری آب آبیاری قرار گرفته است ($P<0.01$).

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۷۱ سانتی‌متر) در تیمار شاهد بدون تنش شوری به دست آمده است. برآزش مدل کاهشی نمایی بیانگر یک روند کاهشی در ارتفاع بوته متناسب با افزایش سطوح شوری بود به گونه‌ای که با افزایش سطوح شوری از صفر به ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با ۳۵/۶۹، ۴۲/۷۳ و ۴۶/۴۷ درصد کاهش همراه بود (شکل ۱ الف). نباتی و همکاران (۳۱) گزارش کردند افزایش سطوح شوری موجب کاهش ارتفاع بوته‌های علف جارو (*Kochia scoparia* L.) شده است که این کاهش ارتفاع در سطوح شوری ۱۰/۵ و ۲۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب برابر با ۱/۱۴ و ۳/۳۶ سانتی‌متر بود. یزدی (۴۵) گزارش کرد که ارتفاع گیاه از ویژگی‌های مورفولوژیکی است که به شدت تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تورژسانس مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتز شده

جهت تقویت خاک از کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص)، سوپر فسفات تریپل (حاوی ۴۶ درصد اکسید فسفر) و سولفات پتاسیم (حاوی ۴۴ درصد پتاس) به ترتیب به مقدار ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (به ترتیب معادل ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک) استفاده شد. سه نوع تیمار کودی به صورت محلول قبل از کاشت به خاک گلدان‌ها اضافه گردید و بطور یکنواخت با خاک مخلوط شدند. غده‌های اویارسلام ارغوانی در شهریور ماه سال ۱۳۹۲ از نهالستان دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند جمع‌آوری و بلافاصله پس از جمع‌آوری، غده‌ها تمیز و شسته شده و غده‌های هم‌اندازه با وزن حدود یک گرم انتخاب شدند. این غده‌ها در پاکت‌های کاغذی در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس جهت اطمینان از عدم وجود خواب، با قرار دادن غده‌ها در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، مشخص شد غده‌ها خواب نداشته و غده‌های جوانه‌دار شده مستقیماً به گلدان‌ها منتقل شدند. بدین منظور در عمق ۲/۵ سانتی‌متری هر گلدان (ارتفاع ۲۰ و قطر دهانه و کف بترتیب ۲۰ و ۱۴ سانتی‌متر) یک غده جوانه‌دار کشت شد.

هر دو آزمایش در انتهای مرحله رشد رویشی علف‌هرز اویارسلام ارغوانی (۱۰۵ روز پس از سبز شدن) به پایان رسید و ارتفاع، تعداد ساقه فرعی، تعداد برگ و سطح برگ گیاهان اندازه‌گیری شد. در همین زمان اندام هوایی از سطح گلدان برداشت و در آن خشک و توزین شد. همچنین اندام زیرزمینی (تعداد پیش غده (قطر کمتر از ۲ میلی‌متر)، تعداد غده، ریشه و ریزوم) به روش شستشو از خاک جدا و وزن خشک آن‌ها توسط ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم گرم توزین شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها با نرم‌افزار آماری Genstat Ver. 9 و مقایسات میانگین به روش LSD حفاظت شده و در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد. به منظور بررسی ویژگی‌های رشدی اویارسلام ارغوانی نسبت به تنش شوری از یک مدل نمایی کاهشی دو پارامتره^۱ (رابطه ۲) استفاده شد. در این مدل a

جهت مقابله با تنش، کوتاه شدن دوره رشد گیاه و نیز مکانیزم‌های فرار از تنش همگی می‌توانند مانع از توسعه عادی سلول‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه شوند (۴۵).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر شوری آب آبیاری بر ویژگی‌های رشدی علف هرز اویارسلام ارغوانی
Table 2- Analysis of variance for the effect of irrigation water salinity on growth characteristics of purple nutsedge

میانگین مربعات (MS)							منابع تغییرات
وزن خشک اندام زیرزمینی	تعداد غده در گلدان	وزن خشک اندام هوایی	تعداد ساقه در گلدان	سطح برگ Leaf Area	ارتفاع Height	درجه آزادی df	S.O.V
Underground dry weight	Tuber number per plot	Shoot dry weight	Stem number per plot				
0.6578	2.0667	0.2127	0.2667	26.6773	102.87	2	بلوک (Block)
5.7902**	44.433**	7.7976**	15.733**	1757.6**	530.1**	4	تیمار (Treatment)
0.6387	2.9833	0.4455	0.4333	42.5138	18.2	8	خطا (Error)
28.24	24.8	22.5	24.08	16.89	8.55	-	CV

** : Means significant at 1% probability levels.

** : معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

سطح برگ

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین و کمترین سطح برگ اویارسلام ارغوانی به میزان ۷۹/۷۵ و ۱۹/۷۷ سانتی‌متر مربع به ترتیب در سطوح شوری شاهد و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد. آبیاری با سطوح شوری ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر سطح برگ این علف هرز را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۶۵/۳۱، ۶۸/۰۸ و ۷۵/۲۱ درصد کاهش داد (شکل ۱ ب). کاهش سطح برگ یکی از اولین واکنش‌های گیاهان در برابر تنش شوری می‌باشد (۲ و ۷). به این دلیل که تجمع ماده خشک و سطح برگ توسط شوری به طور پیوسته کاهش می‌یابد، ممکن است کاهش سطح برگ یکی از دلایل کاهش رشد در اثر شوری باشد. پیامد سریع تنش شوری، کاهش میزان توسعه سطح برگ به موازات افزایش غلظت نمک است (۴۲). کاهش سطح برگ را می‌توان در نتیجه کاهش سرعت گسترش سلول‌ها و یا کاهش سرعت تقسیم سلولی به علت کم شدن آماس سلولی بیان نمود (۴۱).

تعداد ساقه

نتایج حاصل از برازش مدل، حاکی از کاهش نمایی تعداد ساقه اویارسلام در اثر افزایش سطوح شوری بود. در سطوح شوری ۵ و ۷ دسی‌زیمنس بر متر تعداد ساقه اویارسلام نسبت به تیمار شاهد به ترتیب با ۶۹/۹۶ و ۸۰/۰۳ درصد کاهش همراه بود و بیشترین کاهش این صفت (۸۴/۹۸ درصد) در اثر اعمال شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد (شکل ۱ پ). بابایی و همکاران (۵) در آزمایشی که به منظور بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات برخی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و شیمیایی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) انجام دادند گزارش کردند با افزایش سطوح شوری آب

آبیاری، تعداد ساقه جانبی آویشن کاهش یافت.

تعداد غده

مدل کاهشی نمایی برازش داده شده نشان داد با افزایش سطوح شوری، تعداد غده اویارسلام بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت، بطوری که در سطح ۹ دسی‌زیمنس بر متر غده‌ای تولید نشد. بیشترین میزان این صفت در سطح شاهد حاصل شد که برابر با ۹/۶۶ غده در گلدان بود. سطوح شوری ۳، ۵ و ۷ دسی‌زیمنس بر متر تعداد غده اویارسلام ارغوانی را نسبت به شاهد به ترتیب ۵۵/۱۷، ۶۸/۹۴ و ۹۳/۱۶ درصد کاهش داد (شکل ۱ ت). اگرچه اویارسلام ارغوانی با بذر و ریزوم نیز تکثیر می‌گردد ولی غده‌ها اصلی‌ترین روش تکثیر آن می‌باشند (۲۴). غده‌های جدید در طول ریزوم حاصل از اولین غده جوانه زده، تشکیل می‌شوند (۴۳). بنابراین برای تشکیل غده، جوانه‌زنی ریزوم‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای شروع فعالیت متابولیکی به منظور جوانه‌زنی لازم است که ابتدا میزان معینی آب توسط اندام تکثیری (بذر، ریزوم و غده) جذب شود که بسته به ترکیب شیمیایی و نفوذپذیری آنها متفاوت است. شوری بر کارایی نفوذپذیری غشای پلاسمایی و دیواره سلولی تأثیری منفی گذاشته و ورود و خروج یون‌ها به سلول را مختل می‌کند. چنین به نظر می‌رسد که کاهش جوانه‌زنی در اثر تنش شوری به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی یا تخریب مراحل متابولیکی جوانه‌زنی و افزایش ترکیبات فنولی می‌باشد. افزایش این ترکیبات باعث کاهش جذب آب در طی مرحله آبنوشی شده و در نهایت باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد. شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و بالطبع کاهش جذب آب توسط اندام تکثیری و همچنین سمیت یون‌های سدیم و کلر موجب کاهش

۵ دسی‌زیمنس بر متر میزان وزن خشک اندام زیرزمینی را نسبت به شاهد به ترتیب ۴۳/۸۸ و ۶۱/۰۱ درصد کاهش داد. هم‌چنین بیشترین میزان کاهش این صفت تحت سطوح ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که به ترتیب برابر با ۷۳/۰۱ و ۸۰/۸۱ درصد بود (شکل ۱ ج). کاهش وزن خشک ریشه همانند سایر اندام‌های گیاهی در نتیجه اثرات منفی تنش شوری روی می‌دهد که ریشه‌ها و ساقه‌های کم وزن‌تری توسط گیاهچه تولید می‌شود. سمیت یونی، عدم تعادل عناصر غذایی و به هم خوردن تنظیم اسمزی از اثرات تنش شوری است. ریشه اندامی است که وظیفه جذب آب و املاح معدنی را به عهده دارد و تنش شوری بیشتر از ناحیه ریشه به گیاه وارد می‌شود. بنابراین ریشه اولین اندامی است که با تنش شوری مواجه می‌شود. یکی از شاخص‌های مؤثر در تحمل به شوری حفظ آماس سلولی است و تنظیم اسمزی در اثر جذب نمک (یون‌های نمکی) و ساختن مواد آلی انجام می‌شود. گیاهان برای ساختن مواد آلی (گلیسین بتائین، سوربیتول، پرولین و مانیتول) انرژی زیادی صرف می‌کنند که با صرف انرژی زیاد جهت تنظیم اسمزی برای مقابله با شوری باعث کاهش کارایی ریشه در تأمین عناصر غذایی و آب برای سایر اندام‌ها می‌شود و رشد اندام‌های هوایی کاهش یافته و در نتیجه تنش شوری باعث کاهش اندام زایی و تولید ماده خشک شده و در نهایت کاهش انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به محور جنینی را به دنبال داشته و در نتیجه کاهش وزن ریشه و وزن ساقه را منجر می‌شود (۲۰).

آزمایش دوم

اثر تنش شوری خاک بر رشد علف هرز اوپارسلام ارغوانی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که صفات ارتفاع، سطح برگ، تعداد ساقه در گلدان، وزن خشک اندام هوایی، تعداد غده در گلدان و وزن خشک اندام زیر زمینی ($P < 0.01$) علف هرز اوپار سلام تحت تأثیر معنی‌دار شوری خاک قرار گرفت.

ارتفاع بوته

نتایج مقایسه میانگین نشان داد میزان کاهش این صفت در سطوح پایین شوری (۱ و ۳ دسی‌زیمنس بر متر) در مقایسه با سطوح بالاتر آن کمتر بود. به گونه‌ای که ارتفاع اوپارسلام ارغوانی در شوری ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب ۳۴/۳۰ و ۴۴/۳۵ درصد کاهش یافت (شکل ۲ الف). دره‌کی و همکاران (۱۰) گزارش کردند با افزایش سطوح شوری خاک، ارتفاع علف‌هرز تاج خروس کاهش یافت. این محققین بیان کردند ارتفاع بوته در شوری یک دسی‌زیمنس بر متر بیشترین مقدار را داشته و با افزایش شوری به ۳ دسی‌زیمنس بر متر کاهش ۶/۶۶ درصدی و در شوری ۹ دسی‌زیمنس

جوانه‌زنی می‌شود (۱۹). در مجموع به نظر می‌رسد ریزوم‌های اوپارسلام در شرایط تنش شوری قادر به جوانه‌زنی و تکثیر رویشی نیستند که نشان می‌دهد این علف هرز نسبت به تنش شوری حساس می‌باشد. این مورد توسط شمسی و احمد (۴۰) نیز گزارش شده است که این گیاه در شرایط وجود تنش شوری مقاومت بسیار زیادی ندارد.

وزن خشک اندام هوایی

با افزایش سطوح شوری، میزان وزن خشک اندام هوایی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان این صفت در سطوح شاهد و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد که مقدار آن به ترتیب برابر با ۴/۶۹۳ و ۰/۷۹۱ گرم در بوته بود. سطوح شوری ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر میزان وزن خشک اندام هوایی را نسبت به شاهد به ترتیب ۴۷/۳۰ و ۷۲/۵۹ درصد کاهش داد. هم‌چنین میزان این صفت تحت سطوح ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۷۸/۲۶ و ۸۳/۱۴ درصد کاهش یافت (شکل ۱ ث). در آزمایشی گزارش شد حداکثر وزن خشک بوته علف‌هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) در شوری یک دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد و با افزایش شوری مقدار وزن خشک بوته کاهش یافت بطوری که در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر به مقدار ۱۶/۳۱ درصد و بیشترین مقدار کاهش در شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۳۱/۳۳ درصد مشاهده گردید (۱۰). کاهش وزن بیوماس کل به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده، کاهش طول مدت فعال فتوسنتزی برگ و کاهش انتقال مواد بررسی با ذخیره‌ای از ریشه به اندام هوایی می‌باشد. سطح اندام‌های فتوسنتز کننده در اثر تنش شوری بر اثر مرگ تعدادی از برگ‌ها بسیار کاهش می‌یابد و راندمان فتوسنتز برگ‌های باقی‌مانده نیز زیاد نمی‌باشد. از طرفی انتقال کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی از ریشه به اندام هوایی در شرایط شوری نسبت به شرایط طبیعی کمتر است، در نتیجه زیست توده کل تولید شده در اثر تنش شوری کاهش می‌یابد. دلیل دیگر کاهش وزن بیوماس کل می‌تواند ناشی از هزینه انرژی متابولیک مربوط به سازگاری در شرایط تنش، کاهش نرخ فتوسنتز در واحد سطح برگ، کاهش جذب کربن، صدمه به بافت‌ها و رسیدن به حداکثر غلظت نمکی باشد که گیاه آن را تحمل می‌کند (۲). کاهش وزن خشک اندام هوایی در اثر افزایش سطوح شوری نشان دهنده حساس بودن علف‌هرز اوپارسلام ارغوانی به تنش شوری در مراحل اولیه رشد رویشی می‌باشد.

وزن خشک کل اندام زیرزمینی

براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین و کمترین میزان این صفت در سطوح شاهد و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد که مقدار آن به ترتیب برابر با ۴/۳۳۲ و ۰/۸۳۱ گرم در بوته بود. سطوح شوری ۳ و

بر متر حداکثر کاهش ارتفاع، به میزان ۱۰/۲۲ درصد حاصل شد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری خاک بر ویژگی‌های رشدی علف هرز اوپارسلام ارغوانی
Table 3- Analysis of variance for the effect of soil salinity on growth characteristics of purple nutsedge

میانگین مربعات (MS)						
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	سطح برگ Leaf area	تعداد ساقه در گلدان Stem number per plot	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن خشک اندام زیرزمینی Underground dry weight
بلوک (Block)	2	92.867	102.545	1.6667	1.6394	1.3096
تیمار (Treatment)	4	562.6**	1180.69**	21.233**	4.0629**	3.2328**
خطا (Error)	8	37.2	21.4444	1.0833	0.2363	0.0686
CV		10.07	12.49	21.86	22.53	12.53

*، **: Means significant at 5 and 1% probability levels

*و **: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

سطح برگ

برازش مدل کاهشی نمایی نشان داد متناسب با افزایش سطوح شوری خاک به تدریج سطح برگ علف‌هرز کاهش یافته است. میزان کاهش این صفت در سطوح ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۲۴/۳۹ و ۵۴/۳۵ درصد بود. در سطوح دیگر تیمارهای شوری، کمترین میزان این صفت در اثر اعمال شوری ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد که نسبت به شاهد به ترتیب ۵۸/۵۴ و ۸۰/۸۹ درصد کاهش داشت (شکل ۲ ب). محققین اظهار داشتند که افزایش سطوح شوری موجب کاهش طول و عرض برگ و به دنبال آن کاهش سطح برگ می‌شود (۳۳). در بررسی دیگری، با ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های مختلف گندم (۱۴) کاهش سطح برگ و وزن خشک گیاه همراه با افزایش سطح شوری گزارش شده است.

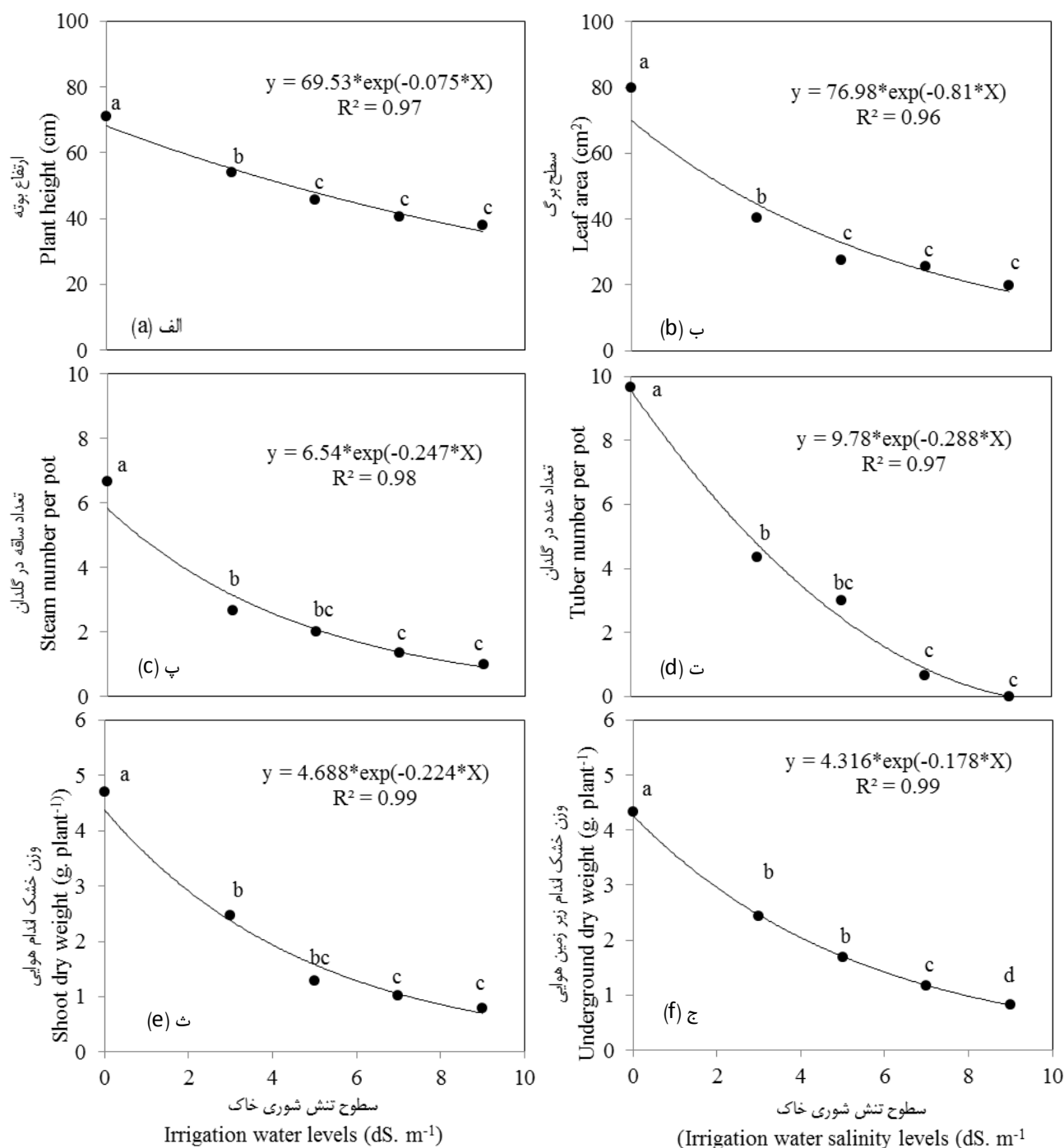
تعداد ساقه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین تعداد ساقه در سطح شاهد و کمترین میزان این صفت در سطوح ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد. تعداد ساقه در سطوح ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب ۳۳/۴۲ و ۵۷/۱۴ درصد کاهش یافت. بیشترین کاهش تعداد این صفت در اثر اعمال سطوح شوری ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۸۱ و ۹۵/۲۸ درصد بود. این نتیجه نشان می‌دهد که تولید ساقه اوپارسلام ارغوانی تحت تأثیر اثرات مضر شوری قرار گرفته است (شکل ۲ پ). شوری خاک باعث کاهش رشد و تعداد ساقه گیاه و در غلظت‌های زیاد نمک منجر به توقف آشکار رشد می‌شود. علت این امر کاهش پتانسیل آب موجود در خاک یا اثر اسمزی ناشی از حضور نمک در خاک است که جذب آب توسط ریشه را محدود می‌سازد. با کاهش رشد ساقه در شرایط شور، وزن ساقه و در نهایت ماده خشک گیاه کاهش می‌یابد (۲۶). اثر

تنش شوری و پاسخ گیاهان به آن بسیار پیچیده است. این پاسخ از غلظت نمک، نوع یون‌ها، عوامل مختلف محیطی و مرحله رشد و نمو گیاه تأثیر می‌پذیرد. تنش شوری جذب عناصر غذایی و فعالیت‌های سوخت و سازی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاهش آب قابل دسترس در شرایط شوری به همراه ایجاد اثر سمیت یونی برخی عناصر (از جمله سدیم و کلر) و عدم تعادل غذایی، موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود (۲۸).

تعداد غده

غده‌دهی در اوپارسلام به شدت تحت تأثیر شوری خاک (املاح خاک) قرار گرفت، بنابراین غلظت نمک موجود در خاک می‌تواند غده‌دهی علف‌هرز را تحت تأثیر قرار دهد. مدل کاهشی نمایی برازش داده شده نشان داد با افزایش تنش شوری، تعداد غده اوپارسلام بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. بیشترین تعداد این صفت در سطح شاهد تولید شد که برابر با ۸/۳۳ غده در گلدان بود. تعداد غده در سطوح ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب با ۳۶/۰۱ و ۵۱/۹۸، ۶۳/۹۸ و ۷۵/۹۹ درصد کاهش همراه بود (شکل ۲). شوری خاک از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم، کلر و هم‌چنین کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز گیاه مانند کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زنی ریزوم‌ها و رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارد که نتیجه آن عدم تولید غده می‌باشد (۱۹). در این آزمایش نیز مشاهده شد با افزایش غلظت نمک خاک تعداد غده اوپارسلام کاهش یافت بطوری‌که کمترین تعداد این صفت (۲ غده در گلدان) در سطح ۹ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد.



شکل ۱- تأثیر شوری آب آبیاری بر ارتفاع (الف)، سطح برگ (ب)، تعداد ساقه (پ)، تعداد غده (ت)، وزن خشک اندام هوایی (ث) و وزن خشک اندام زیرزمینی (ج) علف‌هرز اوپارسلام ارغوانی؛ نقاط نشانگر مقادیر واقعی صفات اندازه‌گیری شده و خط رسم شده نمایانگر مدل کاهشی نمایی برازش داده شده است. داده‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون FLSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (a=0.05)

Figure 1- The effect of irrigation water salinity on the height (a), leaf area (b), stem number (c), tuber number (d), shoot dry weight (e), and underground dry matter (f) of purple nutsedge. The points indicate the actual measured values and plotted curve indicates the fitted exponential decay model. Data with the same letters show no significant difference (a= 0.05) based on FLSD test

وزن خشک اندام هوایی

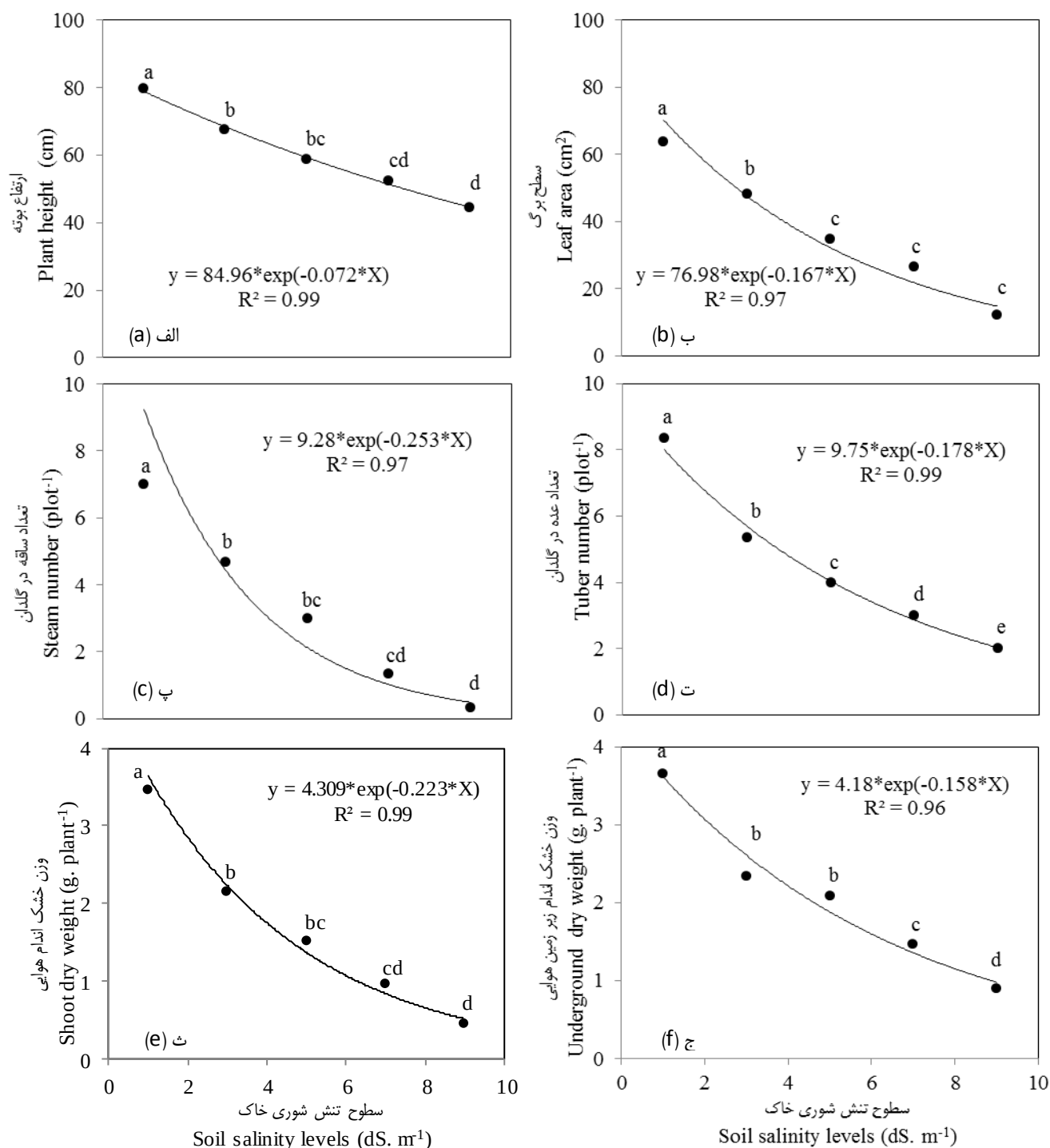
مدل کاهشی نمایی برازش داده شده نشان داد افزایش سطوح شوری منجر به کاهش وزن خشک اندام هوایی شده است. بیشترین میزان این صفت (۳/۴۵۴ گرم در بوته) در سطح شاهد بدست آمد. در مقایسه با شاهد، میزان کاهش وزن خشک اندام هوایی در سطوح ۳ و ۵ دسی‌زیمنس برمتر به ترتیب ۳۷/۹۸ و ۵۶/۴۵ درصد بود. همچنین بیشترین میزان کاهش این صفت در سطوح ۷ و ۹ دسی‌زیمنس برمتر مشاهده شد که نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۷۱/۹۴ و ۸۷/۰۸ درصد بود (شکل ۲ ت). دادرس و همکاران (۹) بیان کردند کاهش سطوح فتوسنتز کننده و مصرف بیش از حد انرژی برای کنترل و کاهش اثر تنش شوری افزایش غلظت کلرید سدیم برای برقراری تعادل یونی و اسمزی به منظور جلوگیری از سمیت یون‌ها و نیز حفظ آماس سلولی می‌تواند از علل عمده کاهش عملکرد ماده خشک در بسیاری از گیاهان باشد. حمیدآوی و همکاران (۱۹) نیز کاهش ماده خشک علف هرز حلفه را تحت تأثیر تنش شوری گزارش داد. بابایی زارچ و همکاران (۶) نیز گزارش دادند که با افزایش شوری خاک از ۴ به ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر کاهش ۹۰ درصدی ماده خشک علف‌هرز چاودار اتفاق افتاده است. کاهش جذب آب توسط گیاه و نیز اثرات سمی یون‌های Na^+ و Cl^- ناشی از حضور غلظت‌های زیاد این یون‌ها در محلول خاک از جمله دلایل کاهش بیوماس گیاه در این شرایط عنوان شده است. همچنین رودریگز و همکاران (۳۵) کاهش بیوماس در گیاهان تنش دیده (تنش شوری) را در نتیجه کاهش وزن خشک ریشه و ساقه و برگ گیاه عنوان نمودند.

وزن خشک کل اندام زیرزمینی

با افزایش سطوح شوری میزان وزن خشک اندام زیرزمینی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان این صفت در سطوح ۱ و ۹ دسی‌زیمنس برمتر بدست آمد که مقدار آن به ترتیب برابر با ۳/۶۵۵ و ۰/۹۰۲ گرم در بوته بود. سطوح شوری ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر میزان وزن خشک اندام زیرزمینی را نسبت به سطح ۱ دسی‌زیمنس برمتر به ترتیب ۳۶/۰۸ و ۴۲/۸۴، ۵۹/۹۱ و ۷۵/۳۲ درصد کاهش داد (شکل ۲ ج). در این راستا حیدری و همکاران (۱۸) نیز گزارش دادند که با افزایش تجمع املاح نمک در محیط ریشه از رشد و توسعه بسیاری از گیاهان کاسته می‌شود. دلیل این کاهش مرتبط با کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک یا محلول غذایی است که مانع جذب آب و املاح مورد نیاز توسط ریشه گیاه می‌شود. عدم تعادل عناصر غذایی و نیز سمیت برخی از یون‌ها همانند سدیم و کلر در گیاهان از دیگر دلایل کاهش رشد در این شرایط به شمار می‌رود (۲۹).

نتیجه‌گیری

اگرچه واکنش گونه‌های گیاهی به تنش شوری بسیار متفاوت است، لیکن نتایج مطالعات متعدد در این زمینه، امکان تقسیم‌بندی کلی گیاهان به لحاظ میزان حساسیت به تنش شوری را فراهم نموده است. طبق تحقیقات قبلی، رشد گلیوکوفیت‌ها که شامل اکثر گیاهان زراعی هستند در محدوده شوری ۱۰ تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر کاهش شدید یافته و یا کاملاً متوقف و در نهایت منجر به مرگ گیاه می‌شود. در حالی که هالوفیت‌ها در شوری‌های ۳۰ تا ۵۰ دسی‌زیمنس بر متر زنده می‌مانند (۱). بطور کلی گیاهان متحمل به شوری همچون چغندرقد در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر تنها ۲۰ درصد کاهش وزن خشک دارد، در حالی که گیاه هالوفیت سوئدا (*Suaeda maritima*) در این محدوده شوری بدون هیچ کاهش رشدی، به رشد مطلوب خود ادامه می‌دهد. در همین محدوده، گیاه نیمه حساس پنبه ۶۰ درصد کاهش وزن خشک داشته و گیاه حساسی همچون سویا در این شوری خواهد مرد (۲۸). نتایج حاصل از تحقیق حاضر در ارتباط با شوری خاک و آب آبیاری نشان داد که تنش شوری باعث ایجاد آثار منفی شدید بر کلیه ویژگی‌های رشدی علف‌هرز اویارسلام ارغوانی شد تا جایی که در شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر در هر دو شرایط شوری آب و خاک، حدود ۸۵ درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی را داشتیم. همچنین تولید غده در سطح شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر در آزمایش شوری خاک کاهش شدید (۷۶ درصد) و در آزمایش شوری آب توقف کامل را تجربه نمود. لذا بطور کلی می‌توان گفت این علف هرز سمج در گروه علف‌های هرز حساس و یا حداقل نیمه حساس به شوری قرار می‌گیرد. بر اساس نتایج این تحقیق انتظار می‌رود اندام‌های هوایی، غده‌ها و ریزوم‌های اویارسلام در شرایط تنش شوری کاهش رشد شدیدی را تجربه کرده و دامنه گسترش این علف هرز سمج در شرایط آب و خاک شور محدود گردد و با گسترش شورشدن خاک‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک، در آینده شاهد کاهش حضور این علف هرز در بوم نظام‌های کشاورزی باشیم. نتایج این تحقیق از سوی دیگر نشان می‌دهد جهت کنترل تلفیقی این علف هرز در مناطق با گسترش زیاد می‌توان از آبیاری با آب شور استفاده نمود که خود مستلزم برنامه ریزی دقیق و کشت گیاهان زراعی متحمل به شوری همچون جو زراعی است. البته باید توجه داشت خصوصیات توده‌های مختلف علف‌های هرز از نظر تحمل به شوری و خشکی در بسیاری از موارد متفاوت بوده که این تفاوت‌ها ممکن است متاثر از محیط رشد گیاه مادری، عوامل ژنتیکی و یا هر دو باشد (۱۵). لذا باید توجه داشت که ممکن است میزان تحمل این توده از اویارسلام با توده‌های دیگر مناطق متفاوت باشد و لذا تکرار این تحقیقات بر روی توده‌های مناطق دیگر قابل توصیه است.



شکل ۲- تأثیر تنش شوری خاک بر ارتفاع (الف)، سطح برگ (ب)، تعداد ساقه (پ)، وزن خشک اندام هوایی (ت)، تعداد غده (ث) و وزن خشک اندام زیرزمینی (ج) علف هرز اویارسلام ارغوانی؛ نقاط نشانگر مقادیر واقعی صفات اندازه گیری شده و خط رسم شده نمایانگر مدل کاهشی نمایی برازش داده شده است. داده های با حروف مشابه براساس آزمون FLSD اختلاف معنی داری با هم ندارند (a=0.05)

Figure 2- The effect of soil salinity on the height (a), leaf area (b), stem number (c), tubers number (d), shoot dry weight (e), and underground dry matter (f) of purple nutsedge. The points indicate the actual measured values and plotted curve indicates the fitted exponential decay model. Data with the same letters show no significant difference (a=0.05) based on FLSD test

منابع

- 1- Acosta-Motos J., Ortuño M., Bernal-Vicente A., Diaz-Vivancos P., Sanchez-Blanco M., and Hernandez J. 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7: 1-38.
- 2- Akbari Ghogdi E., Izadi-Darbandi A., Borzouei A., and Majdabadi A. 2011. Evaluation of morphological changes in some wheat genotypes under salt stress. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 1 (4):71-83. (In Persian).
- 3- Archangi A., Khodambashi M., and Mohamadkhani A. 2013. The effect of salt stress on morphological characteristics and Na⁺, K⁺ and Ca⁺ ion contents in medicinal plant fenugreek (*Trigonella foenum gracum*) under hydroponic culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 10: 33-40. (In Persian).
- 4- Ashraf M., and Naqvi M.I. 1991. Responses of three arid zone grass species to varying Na⁺/Ca²⁺ ratios in saline sand culture. *New Phytologist*, 119: 285-290.
- 5- Babaie K., Amini Dehaghi M., Modares Sanavi A.M., and Jabbari R. 2010. Effect of saline stress on morphological, physiologic and chemical characteristics of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Agronomy Journal* (Pajouhesh & Sazandegi), 86: 71-79. (In Persian with English Summary).
- 6- Babaie Zarch M.J., and Mahmoodi S. 2013. Competition of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale*) under different levels of soil salinity using replacement series experiment. *Cereal Research*, 3(4), 281-290. (In Persian with English Summary).
- 7- Babaie Zarch M.J., Mahmoodi S., Eslami S.V., and Zamani Gh. R. 2017. Effect of salinity stress on growth characteristics of common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) in the hydroponic system. 7th Iranian weed science congress. 27-29 August 2017. Iran, Gorgan.
- 8- Bodla M.A., Chaudhry M.R., Shamsi S.R.A., and Baig M.S. 1995. Salt tolerance in some dominant grasses of Punjab. In: M.A. Khan and I.A. Ungar. (Eds.), *Biology of Salt Tolerant Plants*. Chelsea, Michigan: Book Crafters. 190-198 pp.
- 9- Dadras N., Besharati H., and Ketabchi S. 2012. The effects of NaCl salinity on growth and biological nitrogen fixation in three soybean cultivars. *Iranian Journal of Soil Research*, 26(2): 165-174. (In Persian).
- 10- Dare-kordi GH. R. 2014. Effect of salt stress on morpho-physiological characteristics of pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). MSc Thesis in Weed Science, College of Agriculture, university of Birjand. Iran. (In Persian with English Summary).
- 11- Debez A., Hamed K.B., Grignon C., and Abdelly C. 2004. Salinity effects on germination, growth, and seed production of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant and Soil*, 262: 179-189.
- 12- Dolatabadian A., Modarres sanavy S.A.M., and Ghanati F. 2011. Effect of Salinity on Growth, Xylem Structure and Anatomical Characteristics of Soybean. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(1): 41-45.
- 13- Eker S., Comertpay G., Konuskan O., Can Ulger A., Ozturk L., and Cakmak I. 2006. Effect of Salinity Stress on Dry Matter Production and Ion Accumulation in Hybrid Maize Varieties. *Turk Journal Agriculture*, 30: 365-373.
- 14- El-Hendawy S. E., Yuncai H., Yakoutb G.M., Awad A.M., Hafiz S.E., and Schmidhalter U. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *Europa Journal Agriculture*, 22: 243-253.
- 15- Eslami S.V. 2011. Comparative germination and emergence ecology of two populations of common lambsquarters from Iran and Denmark. *Weed Science*, 59: 90-97.
- 16- FAO. 2014. Extent of salt affected soils, <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-someproblem-soils/salt-affected-soils/more-information-on-saltaffected-soils/en/> (last accessed 03 December 2014).
- 17- Ghaderi-far F., Gherekhloo J., and Alimagham M. 2010. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover. *Planta Daninha*, 28: 463-469.
- 18- Haidari M., Abdolzade A., and Farzane F. 2011. Effect of Different Levels of Salinity and Nitrogen Sources on Growth and Chemical Contents in *Psyllium* (*Plantago ovata* F). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(1): 199-207. (In Persian).
- 19- Hamidavi H. 2014. The effects of environmental factors on germination and emergence of rhizomes cogon grass (*Imperata cytindrica* L. Beauv). MSc Thesis in Weed Science, College of Agriculture, university of birjand. Iran. (In Persian with English Summary).
- 20- Kafi M., and Stuart D.A. 2001. The effects of salinity on growth and yield of wheat cultivars. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 12(1): 75-88. (In Persian).
- 21- Kaya C., Higgs D., and Kirnak H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *BULG. Journal Plant Physiology*, 27(3-4): 47-59.
- 22- Khan M.B., Hussain N., and Iqbal M. 2001. Effect of water stress on growth and yield components of maize variety YHS 202. *Journal of Research Science*, 12: 15-18.
- 23- Kumar A. 1990. Forage yield of grasses as affected by the degree of soil sodicity and soil amelioration caused by their growth. In: A. Kumar. (Ed.), *Proceedings of Indo-Pak workshop on soil salinity and water management*. pp.

- 434-445. Islamabad, Pakistan: PARC.
- 24- Lati R.N., Filin S., and Eizenberg H. 2011. Temperature and radiation-based models for predicting spatial growth of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science*, 59(4): 476-482.
- 25- Mahmoodzadeh H.M., and Naeini M.B. 2007. Effects of salinity stress on the morphology and yield of two cultivars of canola (*Brassica napus* L.). *Agronomy Journal*, 6: 409-414.
- 26- Mirmohammadi Meybodi A.M., and Ghareyazi B. 2002. Physiological aspects of racial tension and salinity. Nshrdanshghah Center of Technology, Pp. 61-68. (In Persian).
- 27- Mousavi M.R. 2011. Weed control (Principles and Methods). Third edition. Publication of Marze Danesh. (In Persian).
- 28- Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ*, 25: 659-671.
- 29- Munns R., James R.A., and Lauchli A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57(5): 1025-1043.
- 30- Muscolo A., Panuccio M.R., and Sidari, M. 2003. Effects of salinity on growth, carbohydrate metabolism and nutritive properties of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst). *Plant Science*, 164: 1103-1110.
- 31- Nabati J., Kafi M., Nezami Rezvani Moghaddam P., Masoumi A., and Zare Mehrjerdi M. 2011. Effect of Salinity on Morphological Characteristics, Yield and Yield Components of Kochia (*Kochia scoparia* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(4): 735-743. (in Persian).
- 32- Naghizadeh M., Gholami Shabestari M., and Shamsaddin S, M. 2013. The study of some physiological responses of three Iranian saffron (*Crocus sativus* L.) landraces to salinity stress. *Saffron Agronomy & Technology*, 2(3): 127-136. (In Persian with English Summary).
- 33- Pirzad A., Ghadernajad R., Hashem Hadi A., and Tousi P. 2014. Effect of Soil Salinity on Morphological Characteristics and Oil Yield of Sunflower Cultivars (*Helianthus annuus* L.). *Research in Crop Ecosystems*, 1(1): 11-21. (In Persian).
- 34- Rastegar M. 2005. Weed and different methods of controlling them. Publishing Center of Tehran University. (In Persian).
- 35- Rodriguez P., Torrecillas A., Morales M.A., Ortuno M.F., and Sanchez-Blanco M.J. 2005. Effects of NaCl salinity and water stress on growth and leaf water relations of *Asteriscus maritimus* plants. *Environ Experimental Botany*, 53: 113-123.
- 36- Sabet Zangeneh H., Mohammaddus Chamanabad H. R., Zand S., Asgheri A., and Alamisaieid K. 2016. Salt and water stress of ACCase herbicides resistant and susceptible populations of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 4(1): 40-47.
- 37- Sakina A., Ahmed I., Shahzad A., Iqbal M., and Asif M. 2016. Genetic Variation for Salinity Tolerance in Pakistani Rice (*Oryza sativa* L.) Germplasm. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 202: 25-36.
- 38- Salami M.R., Safarnejad A., and Hamidi H. 2006. Effect of salinity stress on morphological characters of *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis*. *Pajouhesh & Sazandegi*, 72: 77-83. (In Persian with English Summary).
- 39- Shabana Y.M., Charudattan R., Abou-Tabl A.H., Morales-Payan J.P., Roskopf E.N., and Klassen W. 2010. Production and application of the bioherbicide agent *Dactylaria higginsii* on organic solid substrates. *Biological Control Journal*, 54: 159- 165.
- 40- Shamsi S.R.A., and Ahmad B. 1986. Studies on salt tolerance of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Indian Journal of Experimental Biology*, 24: 499-504.
- 41- Volkmar K.M., Hu H., and Stephun H. 1997. Physiological responses of plants to salinity: A review. *Journal Plan Science*, 78: 19-27.
- 42- Wang Y., and Nil N. 2000. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus* sp. Tricolor leaves during salt stress. *Journal Horticulture Science Biotechnology*, 75: 623-627.
- 43- Webster T.M., Grey T.L., Davis J.W., and Culpepper A.S. 2008. Glyphosate hinders purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) tuber production. *Weed Science*, 56:735-742.
- 44- Wei S., Zhang C., Li X., Cui H., Huang H., Sui B., Meng Q., and Zhang H. 2009. Factors affecting Buffalobur (*Solanum rostratum*) seed germination and seedling emergence. *Weed Science*, 57:521-525.
- 45- Yazdi M. 2004. Evaluation of Tolerance Safflower cultivars using salt of saline water. MSc Thesis in Agronomy Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Iran. (In Persian with English Summary).

نقش دما و نور بر جوانه‌زنی و کمون ثانویه بذر کلزای (*Brassica napus* L.) خودرو

علی شایان فر^۱ - فرشید قادری فر^{۲*} - رحمت الله بهرام^۳ - افشین سلطانی^۴ - حمیدرضا صادقی پور^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۸

چکیده

بذرهای کلزا پس از ریزش در بانک بذر خاک، کمون ثانویه در آنها القا می‌شود. در فصل زراعی بعد با رفع کمون آنها، تهدیدی برای گیاهان زراعی بعد در نتیجه تظاهر کلزای خودرو خواهند بود. در این مطالعه بذرهای با سطوح کمون ثانویه کم (Gor-O-16 و Gor-H-4)، متوسط (زرغام و RGS003) و زیاد (Gor-O-6 و Gor-O-4) کلزا ابتدا در معرض شرایط القای کمون ثانویه و سپس تحت تیمارهای مختلف دما و نور قرار گرفتند. پس از القای کمون ثانویه، حداکثر درصد جوانه‌زنی در بذرهای با کمون کم در دمای ثابت در تاریکی و نور ثبت گردید و کاهش درصد کمون ثانویه در بذرهای با سطوح کمون متوسط با افزایش دما از ۲۰ به ۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی مشاهده شد که روند کاهشی بیشتری را در تیمار نور نشان داد. در بذرهای با سطوح کمون بالا، روند کاهشی مشابه با بذر کمون متوسط در تاریکی و نور بود، اما در بذر با کمون بالا (Gor-O-6) بیشتر ناشی از پاسخ آنها به افزایش دما و در دیگری (Gor-O-4) بیشتر متأثر از پاسخ به نور بود. رفع کامل کمون ثانویه بذرهای با کمون بالا، در تیمار ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی بیانگر جایگزین شدن دمای متناوب با نیاز نوری آنها بود، اما عدم رفع کامل کمون در تیمار ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد نشان دهنده رفع کمون برخی از بذرها توسط دمای متناوب و نیاز نوری کسری از بذرها به نور است. نتایج حاکی از فتوبلاستیک شدن بذرهای کلزا پس از القای کمون است که بر نقش فیتوکرومها بر رفع کمون ثانویه بذر کلزا اشاره دارد.

واژه‌های کلیدی: بانک بذر خاک، فیتوکرومها، علف هرز

مقدمه

که موانع پایانی برای جوانه‌زنی بذرهایی که درجه کمون آنها به میزان زیادی کاهش پیدا کرده است، را حذف می‌کنند (مانند نور، دماهای متناوب و غلظت نیترات) (۵).

بذرهای موجود در بانک بذر خاک با سطوح کمون متفاوت، زمان تظاهر آنها به میزان زیادی به تغییرات پویای فصلی بستگی دارد (۵). دما یکی از مهم‌ترین عوامل دخیل در تظاهر گیاهان علف هرز است (۲۱ و ۴۶). مشخص شده است که محدوده دماها و پتانسیل‌های آب مجاز برای جوانه‌زنی در جمعیت‌های بذری دارای کمون، ناچیز است که با رفع کمون، بذرهای طیف‌های متنوعی از دما و پتانسیل آب جوانه‌زنی می‌کنند (۴)، اما از طرف دیگر، تیمار بذرهای گیاهان تاج خروس *Amaranthus palmeri* و علف هفت‌بند *Polygonum aviculare* در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، سبب القای کمون ثانویه بذرهای شده است (۳ و ۲۸). در کنار دمای ثابت، دمای متناوب بر تعدادی از فرآیندهای مرتبط با جوانه‌زنی تأثیر دارد که می‌توان به نفوذپذیری غشا و آنزیم‌های سیتوسولی غشا اشاره کرد (۲۸ و ۵۲). مشخص شده است که دما از سه راه جوانه‌زنی را کنترل می‌کند، (۱) تعیین ظرفیت و درصد جوانه‌زنی، (۲) کاهش کمون اولیه و یا ثانویه و (۳) القای کمون ثانویه (۹). دما به عنوان یک دریچه موقتی برای

بذرهای تحت تأثیر عوامل مختلفی کمون در آنها القا می‌شود. دو نوع کمون در بذرهای شناخته شده است که عبارتند از کمون اولیه که به بذرهای در زمانی که بر روی گیاه مادری قرار دارند، القا می‌شود و کمون ثانویه که پس از جدا شدن بذر از گیاه مادری و قرارگیری در شرایط محیطی در آنها القا می‌شود (۴). در رابطه با عوامل محیطی تأثیرگذار بر کمون ثانویه، شرایط محیطی مختلفی مشخص شده است که تأثیر می‌گذارند. در علف‌های هرز موجود در بانک بذر خاک دو سناریو در رابطه با اثر عوامل محیطی بر کمون آنها وجود دارد که عبارتند از: الف) آنهایی که درجه کمون هر بذر در جمعیت را تغییر می‌دهند (مانند دما و اثر متقابل آن با شرایط آبی خاک)، و ب) آنهایی

۱، ۲ و ۴ - به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

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

۳ - استادیار مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

۵ - دانشیار گروه زیست، دانشگاه گلستان

مطالعه این است که بذرهای کلزای موجود در بانک بذر خاک می توانند پس از القای کمون ثانویه با درجه حرارت‌های مختلف اعم از کم، بالا و متناوب مواجه شوند، همچنین قرارگیری بذر در سطوح مختلف خاک، می‌تواند تاثیر نور و یا تاریکی در تغییرات دمایی طی شبانه روز را بیشتر آشکار سازد، لذا در این مطالعه به ارزیابی عوامل محیطی مذکور بر روی پاسخ جوانه‌زنی بذرهای کلزا با سطح کمون متفاوت در شرایط آزمایشگاهی پرداخته شد تا بتوان فهم مناسبی را از پاسخ جوانه‌زنی و کمون ثانویه بذر کلزا بدست آورد و از این اطلاعات در مدیریت پاسخ‌های فیزیولوژیک بذر کلزا در مزرعه استفاده کرد و در کنار اطلاعات حاصل از مزرعه، بتوان با مشکل ناشی از کلزای خودرو مقابله کرد.

مواد و روش‌ها

بر اساس آزمایش‌های قبلی بر روی تنوع ژنتیکی کمون ثانویه بذرهای ۴۶ لاین و رقم کلزا، جمعاً تعداد شش لاین و رقم کلزا با سطح کمون ثانویه متفاوت انتخاب شدند (۵۰). بذرهای مورد مطالعه شامل دو لاین به نام‌های Gor-H-4 و Gor-O-16 با کمون کم، دو رقم به نام‌های RGS003، زرفام با کمون متوسط و همچنین از دو لاین Gor-O-4 و Gor-O-6 با کمون زیاد استفاده شد (۵۰). بذرهای این شش لاین و رقم از مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان گلستان تهیه شدند. قبل از شروع آزمایش، بذرهای خالی یا بذرهای با نشانه‌های بیماری از نمونه‌ها با استفاده از بینوکولار حذف شدند و تنها بذرهای سالم برای این مطالعه استفاده شدند. جهت بررسی کمون اولیه بذرهای لاین‌ها و رقم‌های کلزا، تحت آزمون جوانه‌زنی استاندارد اولیه قرار گرفتند. بدین منظور تعداد ۳ تکرار ۵۰ بذری از هر لاین و یا رقم کلزا در ظرف‌های پتری ۱۵ سانتی‌متری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی درون انکوباتور قرار داده شدند و جوانه‌زنی نهایی آنها پس از هشت روز یادداشت شد. بذرهایی جوانه زده محسوب شدند که ریشه‌چه آنها حداقل ۲ میلی‌لیتر بود (۴۹).

روش القای کمون ثانویه در لاین‌ها و ارقام کلزا

جهت القای کمون ثانویه در بذرهای کلزا، از روش گروبر و همکاران، (۲۰۰۴) (۲۴) استفاده شد. مقدار ۳۵۴/۳۷ گرم پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در یک لیتر آب مقطر (پتانسیل ۱۵- بار)، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد حل شد. سه تکرار یکصد بذری به ازای هر نمونه در ظرف‌های پتری ۱۰ سانتی‌متری با دولایه کاغذ صافی قرار داده و ۸ میلی‌لیتر از این محلول به هر پتری اضافه شد. این مرحله در تاریکی و نور سبز (۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر) انجام شد. سپس ظرف‌های پتری به جعبه‌ای مهر و موم شده به انکوباتور با دمای کنترل شده ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت زمان ۱۴ روز منتقل گردید. پس از ۱۴ روز از

جوانه‌زنی محسوب می‌شوند و بر روی میزان درصد کمون بذر و حساسیت به سیگنال‌های محیطی از جمله نور و نیترات تأثیر می‌گذارند (۱۱ و ۱۴)، در صورتی که این سیگنال‌ها دریافت نشوند، بذر دوباره کمون را کسب خواهند کرد و به کمون ثانویه وارد خواهند شد و تا زمانی که بذر در شرایط محیطی مناسب قرار نگیرند، کمون آنها رفع نخواهد شد (۲۰).

گزارش شده است که دماهای ثابت و متناوب با عامل محیطی دیگری به نام نور اثر متقابل دارند که بر جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارند (۱۳، ۳۰ و ۵۱). جوانه‌زنی بذرهای نیازمند نور را مرتبط به فعالیت فیتوکروم دانسته‌اند که برای نخستین بار توسط بورثویک و همکاران (۱۹۵۲) به آن اشاره شده است (۱۰). نیاز جوانه‌زنی بذر گیاهان مختلف متفاوت است به گونه‌ای که برخی از گیاهان برای جوانه‌زنی به دمای ثابت و نور، برخی به دمای متناوب همراه با نور یا تاریکی نیاز دارند (۱). در بذرهای نیازمند به نور، شکست کمون به شرایط کمون بذر، تیمار نوری (ترکیب طیف نوری، شدت تابش و مدت زمان) و شرایط محیطی دیگر بستگی دارد که در نهایت می‌تواند به جوانه‌زنی یا عدم جوانه‌زنی یا عدم تأثیرپذیری از نور در بذر منجر شود (۱۱). بذرهای گیاه سلمه‌تره *Chenopodium bonus-henricus* که در محلول‌های پتانسیل پایین آب قرار گرفتند، توانایی خود را برای جوانه زنی در تاریکی از دست دادند (۳۲)، بلعکس ممانعت از جوانه‌زنی ناشی از قرارگیری طولانی مدت در نور که نسبت بالایی از نور قرمز دور دارد، سبب تحریک نیاز نوری ثانویه در بذر می‌شود (۱۸).

گیاه کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی در دنیا محسوب می‌شود. بذرهای این گیاه در مرحله برداشت، به میزان زیادی مستعد ریزش هستند. تخمین زده شده است که میانگین ۳۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار خلا عملکرد یا معادل ۱۰۰۰۰ بذر بر مترمربع ریزش می‌کنند (۳۶ و ۴۳). به مانند بسیاری از گیاهان اهلی شده، این گیاه کمون اولیه اندکی دارد و بیشتر بذرهای ریزش یافته در بانک بذر خاک می‌توانند جوانه‌زنی کنند، اما برخی از بذر در نتیجه قرارگیری در شرایط خشک و تاریک خاک ماه‌های تابستان، کمون ثانویه در آنها القا می‌شود و بذر می‌توانند برای مدت حتی ۱۰ سال در خاک زنده باقی بمانند (۳۶).

با شروع فصل زراعی بعد، برخی از بذرهای کلزای موجود در بانک بذر خاک، کمون ثانویه آنها رفع می‌شود و به صورت کلزای خودرو در مزرعه نمایان می‌شوند. کلزای خودرو می‌تواند مشکلات عدیده‌ای را ایجاد نماید که از جمله می‌توان به علف هرز بودن آن در محصول بعد (۲)، انتقال ژن‌های هدف از گیاه زراعی به سایر گیاهان خویشاوند و علف‌های هرز طی گرده‌افشانی (۴۹)، کاهش کیفیت و عملکرد بذر تولیدی (۴۳) و در نهایت کاهش خلوص بذر (۱۲) اشاره کرد. بنابراین در این مطالعه دو عامل مهم دخیل در رابطه با کمون ثانویه بذر کلزا شامل دما (ثابت و متناوب) و نور بررسی شد. فرضیه

(۲۴) و در این مطالعه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد تا دیگر شرایط نور و دمایی با آن مقایسه شود.

روش‌های آماری

داده‌های درصدهای جوانه‌زنی، کمون ثانویه در تیمارهای مختلف دمای ثابت و یا متناوب به همراه نور و یا تاریکی با نرم افزار R آنالیز شدند. جهت آنالیز داده‌ها از پکیج *agricolae* استفاده شد. داده‌ها با *Shapiro.test* در نرم افزار R، نرمال بودن آن‌ها بررسی شد. رسم شکل‌ها با نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها براساس خطای استاندارد مشخص شد.

نتایج

میانگین جوانه‌زنی اولیه پیش از القای کمون ثانویه در تمامی بذره‌های رقم‌ها و لاین‌های کلزا مورد مطالعه بالای ۹۸ درصد بود که بیانگر عدم کمون اولیه در تمامی بذره‌های کلزای مورد بررسی در این مطالعه بود (شکل ۱).

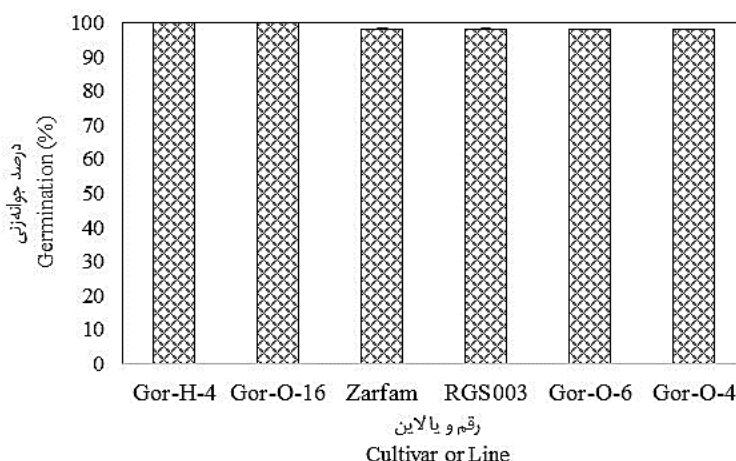
در این مطالعه پاسخ‌های جوانه‌زنی متفاوتی را از شش بذر کلزا پس از القا کمون و قرارگیری در معرض دماهای ثابت یا متناوب و به همراه نور یا تاریکی مشاهده شد که بیانگر رفتار جوانه‌زنی متفاوت آنها به تیمارهای دمایی و نوری بعد از شرایط القای کمون ثانویه بود (شکل ۲ و ۳)، همچنین برای درک بهتر و ساده‌تر واکنش کمون ثانویه ارقام یا لاین‌های کلزا با سطوح مختلف کمون به تیمارهای مختلف دمایی و نوری، دیاگرامی در شکل ۴ رسم شد.

القای کمون ثانویه، سطح بذرها با آب مقطر شسته و به ظرف‌های پتری جدید با دولایه کاغذ صافی حاوی ۶ میلی‌لیتر آب مقطر در تاریکی و نور سبز منتقل شدند.

پس از انتقال بذرها به بستر جوانه‌زنی استاندارد، در مرحله بعد در تیمارهای مختلف دمای ثابت یا متناوب همراه با نور و یا تاریکی قرار گرفتند که در زیر به آن اشاره شده است.

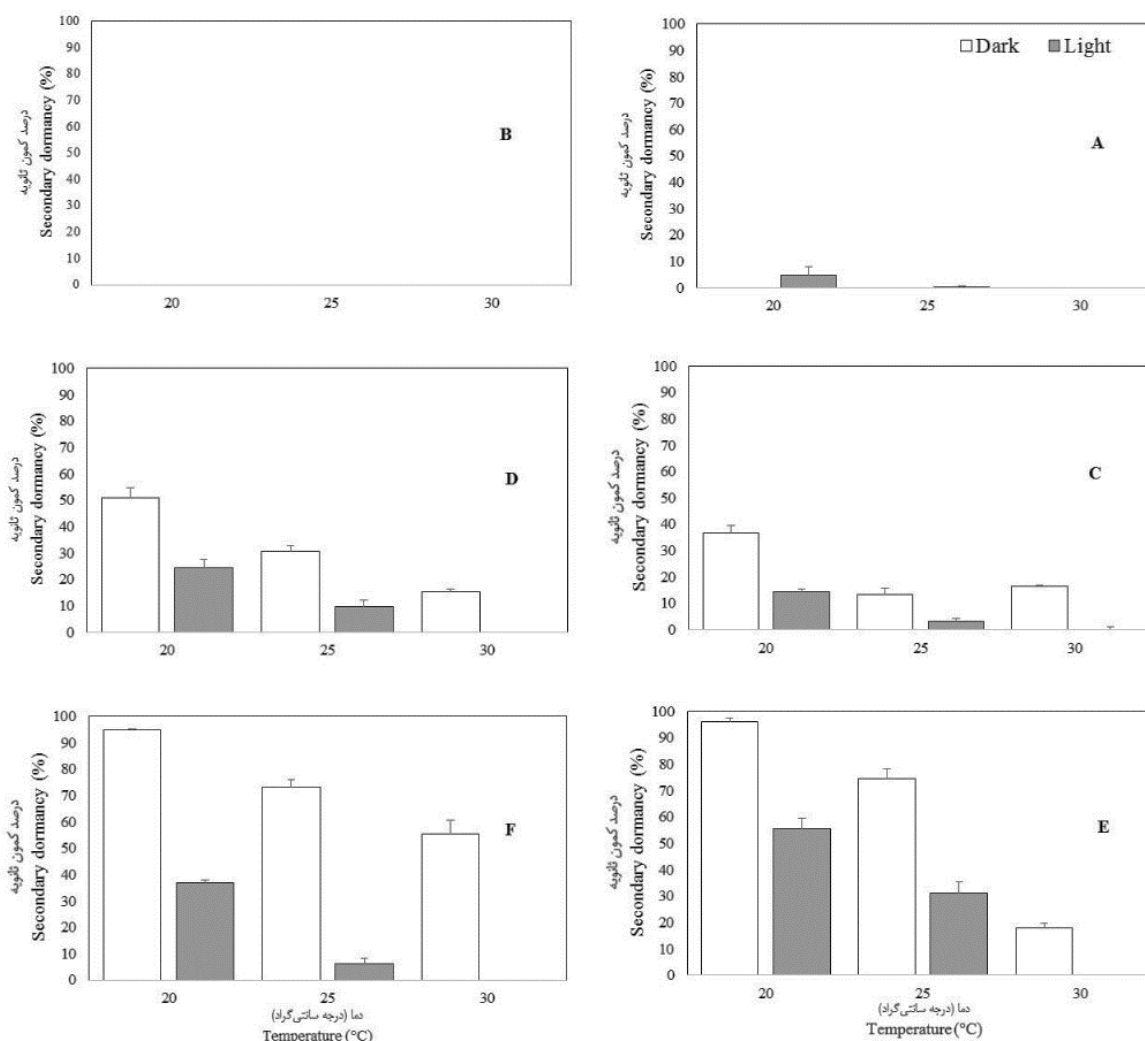
روش‌های تیمار دما و نور/تاریکی

سه تکرار ۱۰۰ بذری از بذره‌های مذکور، پس از القای کمون ثانویه که در بالا به آن اشاره شد، تحت تیمارهای دمایی مختلف ۲۰ (تاریکی)، ۲۰ (نور)، ۲۵ (تاریکی)، ۲۵ (نور)، ۳۰ (تاریکی)، ۳۰ (نور)، ۳۰-۳ (تاریکی)، ۳۰-۳ (۱۲/۱۲ ساعت)، ۳۰-۳ (تاریکی-نور ۱۲/۱۲ ساعت)، ۳۰-۲۰ (تاریکی)، ۳۰-۲۰ (۱۲/۱۲ ساعت) و ۳۰-۲۰ (تاریکی-نور ۱۲/۱۲ ساعت) درجه سانتی‌گراد، روی دو لایه کاغذ صافی ۹ سانتی‌متری در ظرف‌های پتری ۱۰ سانتی‌متری قرار گرفتند و ۶ میلی‌لیتر آب مقطر به هر ظرف پتری اضافه شدند. در جهت محاسبه میزان کمون ثانویه بذره‌های جوانه نرزه پس از اعمال تیمارهای مختلف دما و نور یا تاریکی، در معرض دمای متناوب ۳۰ و ۳ درجه سانتی‌گراد (به ترتیب نور/تاریکی ۱۲/۱۲ ساعت) قرار داده شدند. قرارگیری بذرها در این تیمار دمایی-نوری سبب رفع کمون ثانویه بذره‌های باقی مانده شد و بذره‌های جوانه‌زده در این مرحله به عنوان بذره‌های دارای کمون ثانویه محسوب شدند. لازم به ذکر است تیمار ۳۰-۳ درجه سانتی‌گراد (تاریکی-نور ۱۲/۱۲ ساعت) براساس مطالعات قبل به عنوان تیمار رفع کمون در کلزا مشخص گردیده است



شکل ۱- درصد جوانه‌زنی اولیه بذرها یا ارقام کلزا

Figure 1- Seed germination percentage of rapeseed lines or cultivars



شکل ۲- درصد کمون ثانویه در لاین‌ها و ارقام مختلف کلزا در شرایط نور یا تاریکی در دمای ثابت. تفاوت تیمارهای مختلف با خطای استاندارد نشان داده شده است. پاسخ کمون ثانویه بذره‌های دو لاین با کمون کم (A) Gor-H-4، (B) Gor-O-16، دو رقم با کمون متوسط (C) زرفام، (D) RGS003 و دو لاین با کمون بالا (E) Gor-O-6 و (F) Gor-O-4 ارائه شده است

Figure 2- Seed secondary dormancy of different rapeseed lines and cultivars under constant temperatures. Difference between treatments are shown with standard error. Secondary dormancy responses of two lines with low secondary dormancy, Gor-H-4 (A) and Gor-O-16 (B), two cultivars with medium secondary dormancy, Zarfam (C) and RGS003 (D) and two lines with high secondary dormancy, Gor-O-6 (E) and Gor-O-4 (F) are shown

شرایط تاریکی متفاوت بود (شکل ۲ و ۳، F-C). در دمای ثابت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی، بیشترین درصد کمون ثانویه در بذره‌های با سطح کمون متوسط و بالا مشاهده شد که با افزایش دمای ثابت از ۲۰ به ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد، درصد کمون ثانویه به‌طور معنی داری کاهش یافت، به جز در رقم زرفام که تفاوتی کمی بین دمای ثابت ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده نشد. پاسخ بذره‌های دو لاین با کمون بالا به دمای ثابت متفاوت بود، با افزایش دما از ۲۰ به ۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی، درصد کمون ثانویه لاین Gor-O-6 از ۹۶ به ۱۸ درصد رسید، اما در لاین Gor-O-4، از ۹۴ به ۵۵ درصد رسید که بیانگر این موضوع بود که رفع کمون ثانویه در بذره‌های لاین

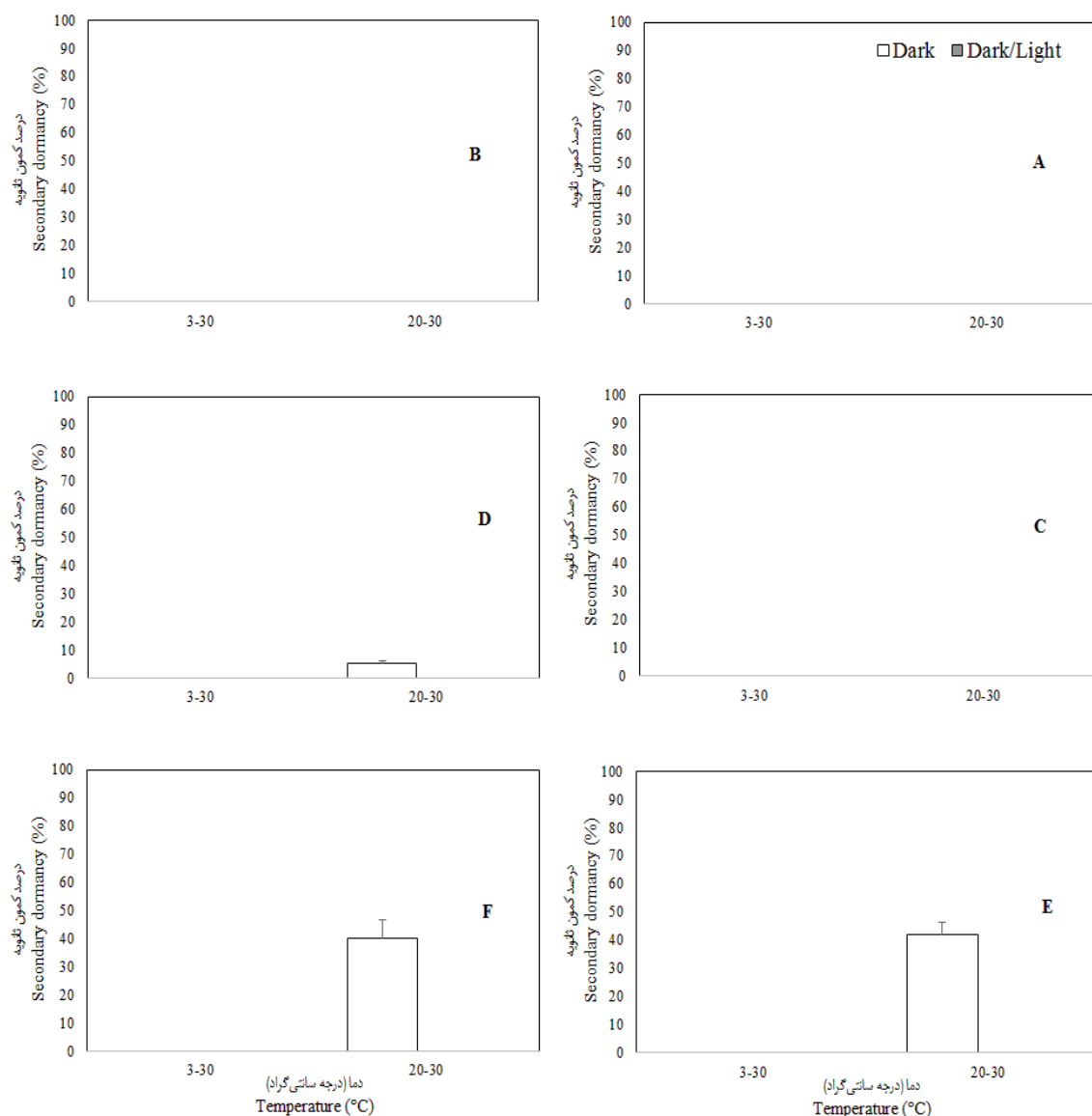
پاسخ جوانه‌زنی بذرها به دمای ثابت و متناوب تحت شرایط تاریکی. بذره‌های دو لاین با سطح کم کمون، Gor-H-4 و Gor-O-16، پاسخ مشابهی را به تمامی تیمارهای دمایی (ثابت و متناوب) پس از شرایط القای کمون در تاریکی، نشان دادند و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد و حداکثر درصد جوانه‌زنی در آنها دیده شد (شکل ۲ و ۳، B-A)، به عبارت دیگر، این دو لاین در تمامی تیمارها جوانه‌زنی نزدیکی بهم داشتند و کمون ثانویه بسیار پایینی داشتند و تحت تأثیر شرایط دمایی و تاریکی قرار نگرفتند. واکنش بذره‌های با سطح کمون متوسط، زرفام و RGS003 با سطح بالا کمون، Gor-O-6 و Gor-O-4، به شرایط دمایی ثابت و متناوب در

درجه سانتی‌گراد در تاریکی بیشتر بود و در این دما کمون ثانویه بذرها به‌طور کامل رفع نشد (شکل ۳ F-C).

پاسخ کمون ثانویه بذرها به دمای ثابت و متناوب تحت شرایط نور یا تاریکی/نور. بذرها با سطح کمون کم، درصد کمون ثانویه آنها در تمام تیمارهای دمایی و نوری، صفر بود و تنها در شرایط نور و دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۵ و ۳/۰ درصد کمون مشاهده شد (شکل ۲ B-A).

Gor-O-6 متأثر از افزایش دما بود (شکل ۲، F-C).

درصد کمون ثانویه در هر دو سطح کمون متوسط و بالا در شرایط ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی به صفر رسید، اما در دمای متناوب ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد، درصد کمون در دو رقم با کمون متوسط کاهش یافت، اما تفاوت معنی‌داری را با تیمار دمای متناوب ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد نشان نداد، اما در بذرها با کمون بالا در دمای ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد، درصد کمون ثانویه نسبت به ۳-۳۰



شکل ۳- درصد کمون ثانویه در لاین‌ها و ارقام مختلف کلزا در شرایط تاریکی/نور یا تاریکی در دمای متناوب. تفاوت تیمارهای مختلف با خطای استاندارد نشان داده شده است. پاسخ کمون ثانویه بذرها دو لاین با کمون کم (A) Gor-H-4، (B) Gor-O-16، دو رقم با کمون متوسط (C) زرفام، (D) RGS003 و دو لاین با کمون بالا (E) Gor-O-6 و (F) Gor-O-4 در شکل بالا ارائه شده است

Figure 3- Seed secondary dormancy of different rapeseed lines and cultivars under alternative temperatures. Difference between treatments are shown with standard error. Secondary dormancy responses of two lines with low secondary dormancy, Gor-H-4 (A) and Gor-O-16 (B), two cultivars with medium secondary dormancy, Zarfam (C) and RGS003 (D) and two lines with high secondary dormancy, Gor-O-6 (E) and Gor-O-4 (F) are shown

در شرایط نور، بیشترین درصد کمون ثانویه در بذره‌های با کمون متوسط و بالا، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و بیشترین درصد کمون ثانویه در این شرایط در دو لاین Gor-O-4 و Gor-O-6 با ۵۵/۷ و ۳۷/۰ درصد مشاهده شد (شکل ۲ F-C). با افزایش دمای ثابت به ۲۵ درجه سانتی‌گراد، از درصد کمون ثانویه بذره‌های دو سطح کمون متوسط و بالا کاسته شد تا در نهایت در دیگر تیمار دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به صفر رسید (شکل ۲ F-C). همانند شرایط تاریکی، کاهش معنی‌دار با افزایش دما از ۲۰ به ۳۰ درجه سانتی‌گراد (دمای ثابت) در شرایط نور در دو رقم با کمون بالا مشاهده شد. عدم کمون ثانویه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در لاین Gor-O-4، بیانگر این موضوع است که رفع کمون در این لاین وابستگی بیشتری به نور نسبت به Gor-O-6 داشته است (شکل ۲ F-E).

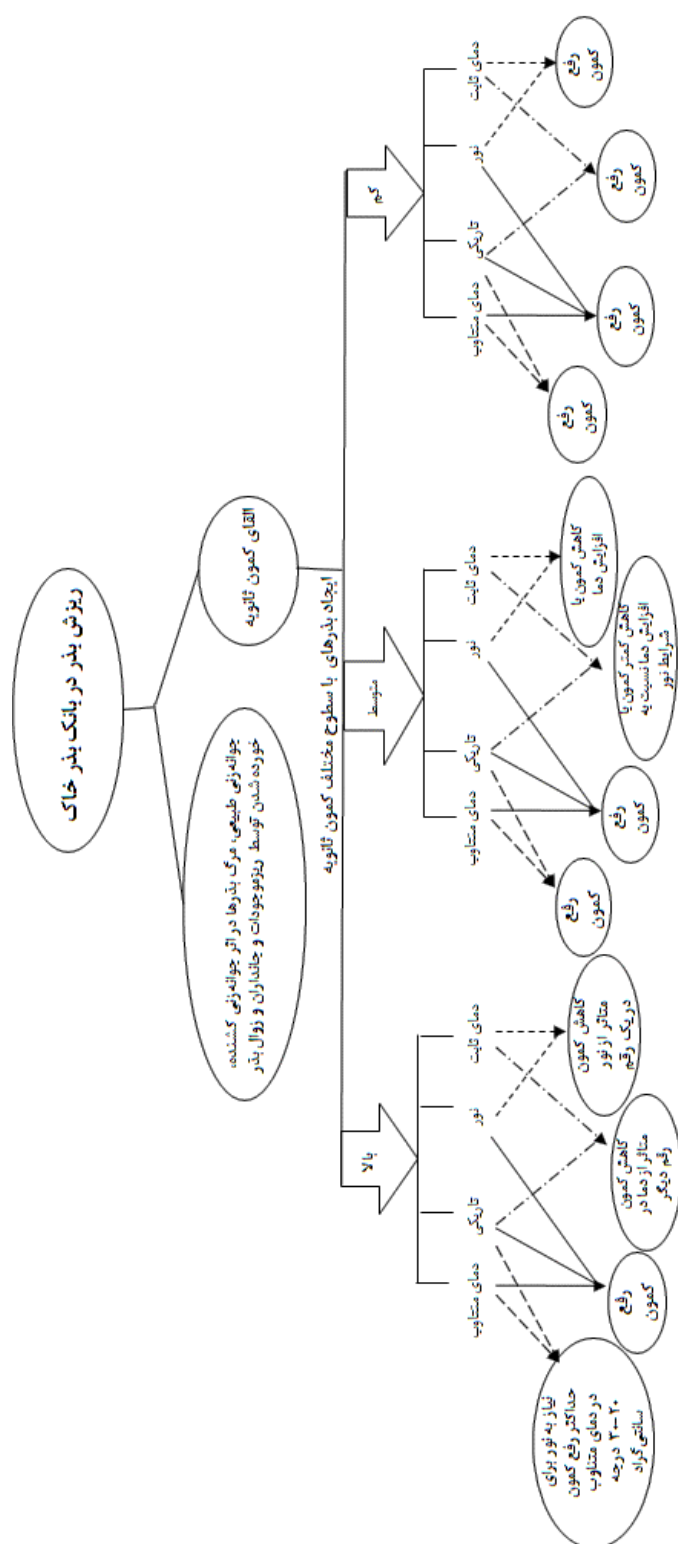
در شرایط دمای متناوب، بذره‌های با کمون کم، در پاسخ به تیمار تاریکی/نور، کمون ثانویه ناچیز آنها به‌طور کامل رفع شد و هیچ‌گونه کمون ثانویه در بذره‌های آنها مشاهده نشد (شکل ۳ B-A). در بذره‌های با کمون متوسط (زرفام و RGS003)، کمون ثانویه آنها به‌طور چشمگیری در هر دو تیمار دمای متناوب ۳-۳۰ و ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد در نور کاهش یافت و به صفر رسید، همچنین در بذره‌های با کمون ثانویه بالا، در پاسخ به تیمار تاریکی/نور در دمای متناوب، کمون ثانویه آنها به‌طور کامل رفع گردید (شکل ۳ F-C).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که بذره‌های کلزا پس از جداسدن از گیاه مادری، کمون اولیه اندکی دارند که در اثر قرارگرفتن در سطح خاک و وجود شرایط محیطی مناسب، جوانه‌زنی می‌کنند (شکل ۱). دیگر محققان نیز بر عدم وجود کمون اولیه در بذره‌های کلزا، پس از جداسدن از گیاه مادری اذعان داشته‌اند (۲۶، ۲۷، ۳۵، ۳۶ و ۳۷). مشخص شده است که هورمون آبسزیک اسید در مراحل نمو و به ویژه در مرحله پسابش بذر و در انتهای نمو بر کنترل القای کمون اولیه در رسیدگی بذره‌های کلزا تأثیر شایان توجهی را دارد (۱۵ و ۱۹) و یکی از دلایل افزایش جوانه‌زنی و کاهش کمون اولیه در بذره‌های کلزا را کاهش احتمالی آبسزیک اسید درونی گزارش کرده‌اند (۳۹).

تغییرات دمایی با تفاوت بین حداقل و حداکثر دما، میانگین دما و مدت زمان قرارگیری در آن دما در رابطه با جوانه‌زنی بذرها در ارتباط است (۴۷). دما عامل مهمی در فرآیند جوانه‌زنی جمعیت‌های بذری کلزا است (۲۴). دما بر کمون بذر موجود در بانک بذر از طریق موازنه بیوستنز آبسزیک اسید/جیبرلیک اسید تأثیر می‌گذارد (۲۰ و ۳۱). نتایج این تحقیق نشان داد که در دمای متناوب ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد (تاریکی/نور)، کمون به‌طور کامل رفع می‌گردد (شکل ۳ B-A)، که با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد (۲۴، ۳۶ و ۴۳)، اما نکته مهم در

تحقیق این بود که در دمای ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی نیز، کمون به‌طور کامل حذف گردید. در واقع بذره‌های کلزا برای رفع کمون، تنها به دمای متناوب ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد نیاز داشتند. دماهای متناوب ممکن است جوانه‌زنی در تاریکی را تحریک کند و این حالت از طریق تولید شکل فعال فیتوکروم (*Pfr*) رخ دهد (۴۴ و ۴۵). در بسیاری از گونه‌های گیاهی، دماهای متناوب ممکن است، جایگزین نیاز نوری بذر برای جوانه‌زنی شوند (۶). دمای متناوب ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی، نیز باعث کاهش کمون ثانویه در بذره‌های کلزای با کمون ثانویه متوسط و زیاد نسبت به دماهای ثابت شد، اما در قیاس با دمای ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی که سبب رفع کامل کمون گردید، به‌طور کامل نتوانست کمون را در بذره‌های با کمون بالا، رفع کند (شکل ۳ F-C)، که می‌توان این گونه نتیجه‌گیری نمود که با افزایش دما و در تاریکی درصد کمون ثانویه کاهش می‌یابد، اما برای رفع کامل کمون، بذرها به نور نیاز داشتند. همچنین دو پاسخ متفاوت بذره‌های با کمون بالا که یکی (Gor-O-6) به افزایش دما و دیگری (Gor-O-4) به نور، در کاهش کمون پاسخ دادند، بیانگر این موضوع می‌تواند باشد که شاید در لاین Gor-O-6، نیاز نوری آن از طریق قرارگیری در دماهای بالا کاهش یافته باشد، اما بذره‌های Gor-O-4 برای کاهش کمون خود، نیاز به قرارگیری در دماهای بالا به‌همراه نور داشتند. بنابراین بذره‌های Gor-O-6 در صورت قرارگیری در بانک بذر خاک و دریافت دماهای بالای سطح خاک، جوانه‌زنی بیشتری خواهند داشت. در مطالعه‌ای دیگر مشخص شده است که نیاز نوری بذره‌های توتون قرارگرفته در دمای بالا، در نتیجه سنتز دونوو پروتئین‌های شوک حرارتی رفع شده است (۳۳). در نتیجه بذره‌های با کمون بالای قرارگرفته در دمای متناوب ۲۰-۳۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد برای رفع کامل کمون خود نیازمند نور شده‌اند. مشخص شده است که برخی بذره‌های با سطح کمون بالاتر، برای رفع کمون خود نیاز به قرارگیری در معرض نور دارند (۱۶ و ۱۷). پس از قرارگیری بذرها در معرض نور قرمز مشخص شده است که سبب تغییر شکل فیتوکروم از حالت غیرفعال (*Pr*) به فعال (*Pfr*) می‌شود که بر روی پروتئین PIL5 (PHYTOCHROME INTERACTING FACTOR3-LIKE5) پروتئین‌ها تأثیر گذاشته که سبب ممانعت از فعالیت آن می‌شود، این پروتئین با افزایش بیان ژن‌های دخیل در غیرفعال‌سازی جیبرلیک اسید از جمله (*GA2ox*)، بیوستنز آبسزیک اسید (*NCED6*) و توقف بیوستنز *GA* (*GA3ox*) و غیرفعال‌سازی آبسزیک اسید (*CYP707A2*)، بر موازنه هورمونی جیبرلیک اسید و آبسزیک اسید تأثیر می‌گذارد (۳۸، ۴۱ و ۴۲). در بذره‌های جو (*Hordeum vulgare* 'Betzes') مشخص شده است که بذره‌های دارای کمون قرارگرفته در تاریکی نسبت به بذره‌های قرار گرفته در نور، میزان آبنوشی بالاتر، همچنین میزان بیان ژن‌های دخیل در سنتز ABA بیشتر و سنتز *GA* کمتری داشتند (۲۵).



شکل ۴- سرنوشت بذرها کلزای ریش‌بافته در بانک بذر خاک و تاثیر نور و دما بر پاسخ‌های جوانه‌زنی، رفع و یا القای کمون ثانویه سه سطح از بذرها با کمون ثانویه مختلف

Figure 4- Fate of shattered rapeseed into soil seed bank and temperature and light effects on germination, elimination and/or induction of secondary dormancy responses in three levels of rapeseed secondary dormancy

شرایط تاریک و خشک خاک، می‌تواند سبب تبدیل *Pfr* به *Pr* شود که منجر به القای کمون ثانویه در بذرهای خواهد شد (۳۴). بنابراین شرایط محیطی خاک پس از قرارگیری بذرهای در بانک بذر خاک به میزان زیادی می‌تواند در پاسخ‌های جوانه‌زنی، رفع و یا القای کمون ثانویه آنها تأثیر بگذارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه پاسخ‌های متفاوت بذرهای با سطوح مختلف کمون پس از قرارگیری در بانک بذر خاک، در شرایط آزمایشگاه با تأکید بر دو عامل محیطی مهم دما و نور بود. نتایج این مطالعه نشان داد که بذرهای با سطوح مختلف کمون در کلزا، در پاسخ به افزایش دمای ثابت در شرایط تاریکی، پاسخ مشابهی را می‌دهند که کاهش کمون در آنها مشهود بود، بنابراین قرارگیری بذرهای در سطوح بالای بانک بذر خاک و با افزایش دمای تابستان، می‌تواند جمعیت بسیاری از بذرهای را در نتیجه رفع کمون ثانویه و در نهایت جوانه‌زنی کاهش دهد. رفع کامل کمون ثانویه بذرهای در پاسخ به دمای متناوب ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد، چه در شرایط تاریکی و چه در شرایط تاریکی/نور رخ داد. به نظر می‌رسد دمای متناوب ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی می‌تواند نیاز نوری بذرهای را پس از القای کمون ثانویه رفع کند، اما دماهای ۲۰-۳۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی، تنها کمون بخشی از بذرهای را رفع می‌کند و کسری از بذرهای موجود برای رفع کمون خود، نیاز به قرارگیری در شرایط نوری را دارند، بنابراین در صورتی که بذرهای تنها تیمار دمایی دماهای ۲۰-۳۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی در بانک بذر خاک را دریافت کنند، کمون ثانویه در آنها به‌طور کامل رفع نمی‌شود. براساس نتایج موجود می‌توان این‌گونه استنباط کرد که بذرهای کلزا برای رفع کمون ثانویه خود، نیاز به نور دارند و پس از القای کمون ثانویه در آنها، فتوبلاستیک می‌شوند و رفع کامل کمون در آنها در وهله اول منوط به قرارگیری در شرایط دمایی ثابت بالا (۳۰ درجه سانتی‌گراد) به همراه نور است، اما قرارگیری در دماهای متناوب ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی، نیز می‌تواند جایگزین نیاز نوری بذرهای شود. به نظر می‌رسد که در هر دو شرایط مذکور، رفع کامل کمون وابسته به فعالیت فیتوکرومها باشد. دمای متناوب ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی محتمل است به مانند دیگر تیمارهای (۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد (تاریکی/نور)، ۳۰ درجه سانتی‌گراد (نور) و ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد (نور))، که کمون را به‌طور کامل رفع کردند، از طریق تأثیر بر سیستم فیتوکروم، سبب تبدیل *Pfr* به *Pr* در بذرهای شود که نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه وجود دارد.

مشخص شده است که نور سطح بیان ژن‌های آنابولیکی جیبرلیک اسید (GA)، *GA3ox1* و *GA3ox2* را افزایش و بیان ژن کاتابولیسم *GA2ox2* را متوقف می‌کند. پنج نوع فیتوکروم در بذرهای شناخته شده است، اما به نظر می‌رسد بیش از یک نوع فیتوکروم در رابطه با رفع و یا القای کمون در هر دمایی نقش داشته باشد (۹، ۲۲ و ۲۳). در مطالعه دیگر ژن *BnaDOG1* نیز در القای کمون ثانویه در بذرهای *Brassica napus* L. شناسایی شده است (۴۰)، از آنجایی که این ژن در پایین‌دست فیتوکروم B قرار دارد، محتمل است بر فعالیت فیتوکروم تأثیرگذار باشد (۲۹). دمای کمینه در تیمار ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد با تیمار ۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۱۷ درجه سانتی‌گراد بالاتر است، در مطالعه‌ای مشخص شده است که در بذرهای کلزا هر چه تفاوت بین دمایی که القای کمون در آن انجام گرفته است با دمای بستر جوانه‌زنی پس از القای کمون بیشتر باشد، درصد کمون ثانویه کمتر و یا درصد جوانه‌زنی بیشتری مشاهده می‌شود (۴۳). بذرهای گیاه خوشه افشان *Leptochloa chinensis* با افزایش فاصله دو دمای متناوب اعمال شده، جوانه‌زنی آنها در تاریکی افزایش یافت (۷ و ۸). بیشترین میزان القای کمون ثانویه در بذرهای کلزا پس از قرارگیری آنها در معرض نور مادون قرمز نسبت به تاریکی در پلی اتیلن گلیکول مشاهده شد که بیانگر نقش سیستم فیتوکروم در جوانه‌زنی بذرهای کلزا می‌باشد و تحریک کمون ثانویه در بذرهای قرارگرفته در پلی اتیلن گلیکول تحت شرایط تاریکی یا نور مادون قرمز، ممکن است به علت تبدیل *Pfr* به *Pr* باشد (۳۴).

نتایج این تحقیق، رفتار متفاوت لاین‌ها و ارقام کلزا با کمون ثانویه مختلف را نشان داد که به شرایط محیطی خاک بعد از برداشت و ریزش بذرهای در خاک بستگی دارد. به‌طور کلی، بذرهای فاقد کمون، به دلیل عدم القای کمون در آنها، در صورت مناسب بودن دیگر فاکتورهای مورد نیاز برای جوانه‌زنی، جوانه‌زنی کرده و بذر در مواجهه با شرایط نامناسبی محیطی محتمل، از بین می‌روند، اما بذرهایی که دارای کمون ثانویه می‌باشند، کمون ثانویه در آنها القا می‌گردد و پاسخ متفاوتی به شرایط محیطی حاکم نشان می‌دهند. بذرهای که در عمق خاک قرار دارند، کمتر جوانه‌زنی می‌کنند، اما بذرهای موجود در سطح خاک، دمای متناوب و نسبت بالاتری از نور قرمز به مادون قرمز دریافت می‌کنند، لذا کمون آنها بیشتر رفع می‌شود و جوانه‌زنی می‌کنند (شکل ۴). همچنین بذرهای کلزا پس از ریزش در سطح خاک، نور کافی برای جوانه‌زنی در اختیار دارند، اما رطوبت مناسب برای جوانه‌زنی در ماه‌های تابستان پس از برداشت را در اختیار ندارند، با وجود اینکه *Pfr* کافی برای جوانه‌زنی در بذر وجود دارد، اما جوانه‌زنی نمی‌کنند، با عملیات شخم خاک، بذرهای در خاک خشک قرار گرفته و

- 1- Amritphale D., Iyengar S., and Sharma R.K. 1989. Effect of light and storage temperature on seed germination in *Hygrophila auriculata* (Schumach.) Haines. Journal of Seed Technology, 13:39-43.
- 2- Anderson R.L., and Soper G. 2003. Review of volunteer wheat (*Triticum aestivum*) seedling emergence and seed longevity in soil. Weed Technology, 17:620-626.
- 3- Batlla D., Grundy A., Dent K.C., Clay H.A., and Finch-Savage W.E. 2009. A quantitative analysis of temperature-dependent dormancy changes in *Polygonum aviculare* seeds. Weed Research, 49:428-438.
- 4- Batlla D., Kruk B.C., and Benech-Arnold R.L. 2004. Modelling changes in dormancy in weed soil seed banks: implications for the prediction of weed emergence. In: Benech-Arnold R.L., and Sanchez R.A. (Eds.), Handbook of Seed Physiology. Applications to Agriculture. Haworth Press, Inc., New York, pp. 245-264.
- 5- Benech-Arnold R.L., Sanchez R.A., Forcella F., Kruk B.C., and Ghera C.M. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crops Research, 67:105-122.
- 6- Benítez-rodríguez J., Orozco-segovia A., and Rojasarchiga M. 2004. Light effect on seed germination of four Mammillari species from the Tehuacán-cuicatlán valley, central Mexico. Southwest. Nationalist Journal, 49(1):11-17.
- 7- Benvenuti S., and Macchia M. 1995. Effect of hypoxia on buried weed seeds germination. Weed Research, 35:343-351.
- 8- Benvenuti S., Dinelli G., and Bonetti A. 2004. Germination ecology of *Leptochloa chinensis*: a new weed in the Italian rice agroenvironment. Weed Research, 44:87-96.
- 9- Bewley J.D., Bradford K.J., Hilhorst H.W.M., and Nonogaki H. 2013. In Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. Springer. Chapter, 6:287-288.
- 10- Borthwick H.A., Hendricks S.B., Parker M.W., Toole E.H., and Toole V.K. 1952. A reversible photoreaction controlling seed germination. Proceedings of National Academy of Sciences (USA), 38:662-666.
- 11- Botto J.F., Sanchez R.A., and Casal J.J. 1998. Burial conditions affect light responses of *Datura ferox* seeds. Seed Science Research, 8:423-429.
- 12- Chadoeuf R., Darmency H., Maillet J., and Renard M. 1998. Survival of buried seeds of interspecific hybrids between oilseed rape, hoary mustard and wild radish. Field Crops Research, 58:197-204.
- 13- Cristaudo A., Gresta F., Lucianai F., and Restuccia A. 2007. Effects of after-harvest period and environmental factors on seed dormancy of *Amaranthus* species. Weed Research, 47:327-334.
- 14- Derkx M.P.M., and Karssen C.M. 1993. Changing sensitivity to light and nitrate but not to gibberellins regulates seasonal dormancy patterns in *Sisymbrium officinale* seeds. Plant, Cell and Environment, 16:469-479.
- 15- Fei H., Tsang E., and Cutler A.J. 2007. Gene expression during seed maturation in *Brassica napus* in relation to the induction of secondary dormancy. Genomics, 89:419-428.
- 16- Finch-Savage W.E., and Footitt S. 2012. To germinate or not to germinate: a question of dormancy relief not germination stimulation. Seed Science Research, 22:243-248.
- 17- Finch-Savage W.E., and Leubner-Metzger G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171:501- 523.
- 18- Finch-Savage W.E., Cadman C.S.C., Toorop P.E., Lynn J.R., and Hilhorst H.W.M. 2007. Seed dormancy release in *Arabidopsis Cvi* by dry after-ripening, low temperature, nitrate and light shows common quantitative patterns of gene expression directed by environmentally specific sensing. The Plant Journal, 51:60-78.
- 19- Finkelstein R.R. 2010. The role of hormones during seed development and germination. Pages 549-573. In Davies PJ, ed. Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Ithaca, New York: Springer.
- 20- Footitt S., Douerelo-Soler I., Clay H., and Finch-Savage W.E. 2011. Dormancy cycling in *Arabidopsis* seeds is controlled by seasonally distinct hormone-signaling pathways. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 108:20236-20241.
- 21- Forcella F., Benech-Arnold R.L., Sanchez R.A., and Ghera C.M. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crops Research, 67:123-139.
- 22- Goggin D.E., Powles S.B., Toorop P.E., and Steadman K.J. 2011. Dark mediated dormancy release in stratified *Lolium rigidum* seeds is associated with higher activities of cell wall modifying enzymes and an apparent increase in gibberellin sensitivity. Journal of Plant Physiology, 168:527-533.
- 23- Goggin D.E., Steadman K.J., and Powles S.B. 2008. Green and blue light photoreceptors are involved in maintenance of dormancy in imbibed annual ryegrass (*Lolium rigidum*) seeds. New Phytologist, 180:81-89.
- 24- Gruber S., Pekrun C., and Claupein W. 2004. Population dynamics of volunteer oilseed rape (*Brassica napus* L.) affected by tillage. European Journal of Agronomy, 20: 351-361.
- 25- Gubler F., Hughes T., Waterhouse P., and Jacobsen J. 2008. Regulation of Dormancy in Barley by Blue Light and After-Ripening: Effects on Absciscic Acid and Gibberellin Metabolism. Plant Physiology, 147:886-896.
- 26- Gulden R.H., Shirliffe S.J., and Thomas A.G. 2003. Secondary seed dormancy prolongs persistence of volunteer canola in western Canada. Weed Science, 51:904-913.
- 27- Haile T.A., and Shirliffe S.J. 2014. Effect of Harvest Timing on Dormancy Induction in Canola Seeds. Weed

- Science, 62:548–554.
- 28- Jha P., Norsworthy J.K., Riley M.B., and Bridges Jr.W. 2010. Annual changes in temperature and light requirements for germination of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seeds retrieved from soil. *Weed Science*, 58:426–432.
- 29- Jiang Z., Xu G., Jing Y., Tang W., and Lin R. 2015. Phytochrome B and REVEILLE1/2-mediated signaling controls seed dormancy and germination in *Arabidopsis*. *Nature Communications*, 1:10.
- 30- Kambizi L., Adebola P.O., and Afolayan A.J. 2006. Effects of temperature, pre-chilling and light on seed germination of *Withania somnifera*; a high value medicinal plant. *South African Journal of Botany*, 72:11–14.
- 31- Kendall S.L., Hellwege A., Marriot P., Whalley C., Graham I.A., and Penfield S. 2011. Induction of dormancy in *Arabidopsis* summer annuals requires parallel regulation of DOG1 and hormone metabolism by low temperature and CBF transcription factors. *Plant Cell*, 23:2568–2580.
- 32- Khan A.A., and Karssen C.M. 1980. Induction of secondary dormancy in *Chenopodium bonus-henricus* L. seeds by osmotic and high temperature treatments and its prevention by light and growth regulators. *Plant Physiology*, 66:175–181.
- 33- Koo H.J., Park S.M., Kim K.P., Pill K., Suh M.C., Lee M.O., Lee S-K., Xinli X., and Hong C.B. 2015. Small Heat Shock Proteins Can Release Light Dependence of Tobacco Seed during Germination. *Plant Physiology*, 167:1030–1038.
- 34- López-Granados F., and Lutman, P.J.W. 1998. Effect of Environmental Conditions on the Dormancy and Germination of Volunteer Oilseed Rape Seed (*Brassica napus*). *Weed Science*, 46(4):419–423.
- 35- Lutman P.J.W. 1993. The occurrence and persistence of volunteer oilseed rape (*Brassica napus*). *Aspect of Applied Biology*, 35:29–36.
- 36- Lutman P.J.W., Freeman S.E., and Pekrun C. 2003. The long-term persistence of seeds of oilseed rape (*Brassica napus*) in arable fields. *Journal of Agricultural Science*, 141:231–240.
- 37- Mallory-Smith C., and Zapiola M. 2008. Gene flow from glyphosate-resistant crops. *Pest Management Science*, 64:428–440.
- 38- Martin R.C., Pluskota W.E., Nonogaki H. 2010. Interaction of ABA and GA metabolism. In: Pua EC, Davey MR (eds) *Plant developmental biology: biotechnological perspectives*. Springer, Heidelberg, 383–404.
- 39- Nambara E., Okamoto M., Tatematsu K., Yano R., Seo M., and Kamiya Y. 2010. Absciscic acid and the control of seed dormancy and germination. *Seed Science Research*, 20:55–67.
- 40- Nee G., Obeng-Hinne E., Sarvari P., and Nakabayashi K. 2015. Secondary dormancy in *Brassica napus* is correlated with enhanced *BnaDOG1* transcript levels. *Seed Science Research*, 25(2):221–229.
- 41- Oh E., Yamaguchi S., Hu J., Yusuke J., Jung B., Paik I., Lee H-S., Sun T., Kamiya Y., and Choia G. 2007. Phytochrome downstream signaling. *Plant Cell*, 19:1192–1208.
- 42- Oh E., Yamaguchi S., Kamiya Y., Bae G., Chung W-I., and Choi G. 2006. Light activates the degradation of PIL5 protein to promote seed germination through gibberellin in *Arabidopsis*. *The Plant Journal*, 47:124–139.
- 43- Pekrun C., Lutman P.J.W., and Lopez-Granados F. 1996. Population dynamics of volunteer rape and possible means of control. *Proceedings of the Second International Weed Control Congress*. Copenhagen, 1–6.
- 44- Pons T.L. 2000. Seed responses to light. In *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (Fenner M., ed.). CABI, London, p. 237–260.
- 45- Probert R.J. 2000. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. In *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (M. Fenner, ed.). CABI, London, p. 261–292.
- 46- Rizzardi M.A., Luiz A.R., Roman E.S., and Vargas L. 2009. Effect of cardinal temperature and water potential on Morning Glory (*Ipomoea triloba*) seed germination *Planta Daninha*, 27:13–21.
- 47- Roberts H.A., and Lockett P.M. 1978. Seed dormancy and field emergence in *Solanum nigrum* L. *Weed Research*, 18:231–241.
- 48- Saatkamp A., Affre L., Baumberger T., Dumas P.J., Gasmi A., Gachet S., and Arene F. 2011. Soil depth detection by seeds and diurnally fluctuating temperatures: different dynamics in 10 annual plants. *Plant and Soil*, 349:331–340.
- 49- Schatzki J., Allam M., Kloppel C., Nagel M., Borner A., and Mollers C. 2013. Genetic variation for secondary seed dormancy and seed longevity in a set of black-seeded European winter oilseed rape cultivars. *Plant Breeding*, 132:174–179.
- 50- Shayanfar A., Ghaderi-Far F., Behmaram R., Soltani A., and Sadeghipour, H.R. 2017. Assessment of germination and secondary dormancy behaviours of lines and cultivars of canola. *Agricultural Crop Management*, (In Press with English abstract). In Press.
- 51- Singh K.K., Gurung B., Rai L.K., and Nepal L.H. 2010. The influence of temperature, light and pre-treatment on the seed germination of critically endangered Sikkim Himalayan Rhododendron (*R. niveum* Hook. f.). *Journal of American Science*, 6:172–177.
- 52- Tlig T., Gorai M., and Neffati M. 2008. Germination responses of *Diploaxis harra* to temperature and salinity. *Flora*, 203:421–428.



ارزیابی قدرت رقابت ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) با علف‌های هرز در مقادیر مختلف

نیترژن

عادل مدحج^{۱*} - علی کیهانی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹

چکیده

رقابت علف‌های هرز با ذرت به عواملی نظیر نوع هیبرید، مراحل رشد گیاه، تراکم و نوع علف‌های هرز و میزان عناصر غذایی بستگی دارد. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و چهار تکرار انجام شد. در کرت‌های اصلی سه مقدار کود نیترژن ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیترژن خالص در هکتار و بدون کود، و در کرت‌های فرعی چهار هیبرید ذرت SC.704، DKC6589، مبین و SC.640 قرار گرفتند. هر کرت فرعی به صورت فرضی به دو بخش مساوی عاری از علف هرز و با علف هرز تقسیم شد. نتایج نشان داد که رقابت علف‌های هرز میانگین صفات وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و تعداد دانه در ردیف را به ترتیب ۵/۳، ۲۱/۷، ۲۴ و ۱۰ درصد نسبت به شرایط وجین کاهش داد. افزایش میزان نیترژن، اثر رقابت علف‌های هرز بر ذرت را افزایش داد. لاین DKC6589 به دلیل عملکرد دانه بالا در هر دو شرایط تداخل و وجین علف‌هرز (به ترتیب ۱۲۲۲ و ۹۰۸ گرم در متر مربع)، دارای شاخص تحمل رقابت با علف‌هرز (۱/۲۷) بالاتری نسبت به سایر هیبریدها بود. بطور کلی، هیبرید SC704 و لاین DKC5689 از شاخص رقابت (به ترتیب ۱/۸۳ و ۱/۰۸) بالایی برخوردار بودند. هیبریدهای مبین و SC.640 شاخص CI کمتری نسبت به SC.704 و DKC6589 داشتند. بنابراین، اگرچه دو هیبرید متوسط‌ترس مبین و SC.640 دارای شیب خسارت عملکرد کمتری در شرایط تداخل علف‌هرز بودند، اما لاین دیررس و پرمحصول DKC6589 و همچنین هیبرید SC.704 از عملکرد بالا و قدرت پایداری عملکرد بیشتری در شرایط رقابت با علف‌هرز برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: تداخل علف‌هرز، ژنوتیپ، شاخص‌های رقابت

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی چهارکرنه است که با توجه به پتانسیل بالای تولید دانه و علوفه در ایران جهت تغذیه دام و طیور توسعه زیادی یافته و کشت آن در اغلب استان‌های کشور رونق پیدا کرده است. مطالعات نشان می‌دهد که در حدود ۲۵ تا ۳۰ علف‌های هرز مشکل ساز در مزارع ذرت رشد می‌کنند که شامل انواع یکساله و چند ساله می‌باشند (۲۱ و ۲۴). اگر علف‌های مزارع ذرت کنترل نشوند، ممکن است عملکرد دانه بسته به تعداد و نوع علف‌هرز در حدود ۱۵ تا ۱۰۰ درصد کاهش یابد (۱۴). رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی از موانع مهم تولید به شمار می‌رود، بنابراین یکی از زمینه‌های تحقیقاتی مؤثر در افزایش تولید مواد غذایی، مطالعه رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی است (۱۲). در نظام‌های کشت نوین ذرت، علف‌های

هرز بیشترین کاهش عملکرد و بالاترین هزینه تولید را به همراه دارند. رقابت علف‌های هرز با ذرت به عواملی نظیر نوع هیبرید، مراحل رشد گیاه، تراکم و نوع علف‌های هرز و میزان مواد غذایی بستگی دارد (۱۴ و ۲۰). کنترل زراعی علف‌های هرز از جمله کم هزینه‌ترین روش‌های کنترل علف‌های هرز به شمار می‌روند که در بسیاری از موارد بسیار مؤثر نیز هستند. استفاده از هیبریدهای رقیب و مدیریت صحیح عناصر غذایی به ویژه نیترژن بر افزایش توان رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز و کاهش خسارت‌های ناشی از رقابت مؤثر است (۱۶، ۱۸ و ۲۱). هیبریدهای ذرت به دلیل ویژگی‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی متفاوت از قدرت رقابت متفاوتی نسبت به علف‌های هرز برخوردارند. رشد سریع در مراحل اولیه، شاخص سطح برگ بهینه، آرایش برگ مناسب و ارتفاع بوته از ویژگی‌های مرتبط با رقابت گیاه زراعی هستند (۳۱). استفاده از ژنوتیپ‌های رقیب با علف‌های هرز موجب کاهش نیاز به مصرف علف‌کش‌ها می‌شود از سوی دیگر علاوه بر افزایش میزان تولید در مزرعه هزینه‌های مربوط به کنترل علف‌های هرز و در نتیجه هزینه تولید را کاهش می‌دهد (۲). نیترژن در اغلب مزارع ذرت در ایران به کار می‌رود، اما تحقیقات

۱- دانشیار گروه زراعت، واحد سوسنگرد، دانشگاه آزاد اسلامی، سوسنگرد، ایران
(*) ایمیل نویسنده مسئول: (Email: adelmodhej2006@yahoo.com)

۲- دانش آموخته گروه شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

زیادی در مورد اثر نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بر عملکرد ذرت انجام نشده است. برخی مطالعات زیادی نشان می‌دهند که علف‌های هرز مقادیر بیشتری از عناصر معدنی را در مقایسه با گیاهان زراعی جذب کرده و باعث کاهش حاصلخیزی خاک و نهایتاً کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند (۱ و ۲۵). عملکرد گیاهان زراعی بطور عمده در نتیجه رقابت با علف‌های هرز برای آب، عناصر غذایی، نور و دی اکسید کربن کاهش می‌یابد (۲۲). در این میان، رقابت برای جذب نیتروژن گسترده‌ترین شکل رقابت درون گونه‌ای در گیاهان زراعی و رقابت برون گونه‌ای در رقابت علف‌هرز- گیاه زراعی است. از این رو شناخت نحوه جذب و تخصیص نیتروژن در گیاهان در حال رقابت، می‌تواند به عنوان یک ابزار کلیدی در بهبود راهبردهای مدیریت علف‌های هرز عمل به شمار آید (۷). اگرچه نیتروژن ماده غذایی اصلی است که جهت افزایش عملکرد محصول مصرف می‌شود (۵)، اما گزارش شده است که مصرف بیش از حد این کود می‌تواند رابطه رقابتی علف‌های هرز و گیاهان زراعی را تغییر دهد که در این صورت واکنش بهتر علف‌های هرز نسبت به نیتروژن منجر به افزایش تداخل و قابلیت رقابت آنها در برابر گیاهان زراعی می‌شود (۳). صوفی زاده و همکاران (۲۲) نتیجه گرفتند که در مزارع ذرت که علف‌های هرز رقیب نظیر تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) در آن غالب است، مصرف مقادیر بالای نیتروژن نه تنها بر افزایش عملکرد ذرت مؤثر نبود بلکه قدرت رقابت علف‌هرز را افزایش داده و منجر به کاهش عملکرد ذرت گردید.

از آنجا که گیاهان زراعی و علف‌های هرز نیاز غذایی مشابهی دارند، افزایش توان رقابتی گیاه زراعی با علف‌هرز بخش مهمی از نظام‌های تلفیقی مدیریت زراعی به شمار می‌رود. از سوی دیگر هیبریدهای رقیب ذرت باعث کاهش توان رقابت علف‌های هرز و

خسارت آنها می‌شوند. واکنش این هیبریدها به نیتروژن در مقایسه با علف‌های هرز ممکن است متفاوت باشد. لذا، این تحقیق به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر رقابت سه هیبرید و یک لاین جدید ذرت با علف‌های هرز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شهرستان اندیمشک از توابع استان خوزستان با عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی، اجرا شد. محل انجام آزمایش دارای اقلیم گرم و خشک با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم و خشک بود. میانگین بارندگی سالانه در این منطقه حدود ۳۷۵ میلی است. بافت خاک مزرعه لومی رسی و میزان مواد آلی خاک کمتر از یک درصد بود. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و چهار تکرار اجرا شد. در کرت‌های اصلی سه مقدار کود نیتروژن ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و بدون کود (شاهد)، و در کرت‌های فرعی چهار ژنوتیپ ذرت SC.704، DKC6589، مبین و SC.640 قرار گرفتند. هر کرت فرعی شامل پنج خط کشت به طول چهار متر بود. هر کرت فرعی به صورت فرضی به دو بخش مساوی تقسیم و یک سمت آن تا پایان دوره رشد ذرت عاری از علف‌هرز نگه داشته شد. علف‌های هرز بخش دیگر کرت، تا پایان رشد ذرت کنترل نشد. برابر نتایج آزمون خاک توصیه شده کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۲۰ کیلو گرم P_2O_5 در هکتار و کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار قبل از کشت به صورت پایه مصرف شد.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

Table 1- Soil characteristics of the experimental field

عمق نمونه‌برداری (سانتی متر) Depth (cm)	کربن آلی (درصد) OC (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds. m ⁻¹)	اسیدیته pH	پتاسیم قابل جذب (بی‌بی‌ام) K (ppm)	فسفر قابل جذب (بی‌بی‌ام) P (ppm)	نیتروژن (درصد) N (%)
0-30	0.45	2.9	6.7	16.8	23.9	0.61

مزرعه شامل قیاق (*Sorghum halepense*)، عروسک پشت پرده (*Portulaca oleracea*)، خرفه (*Physalis alkekengi*)، سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) و دم روباهی (*Alopecurus myosuroides*) بودند. مزرعه مورد آزمایش در فصل قبل زیر کشت گندم بود. در این آزمایش از علف‌کش استفاده نشد و علف‌های هرز تا پایان دوره وجین دستی شدند. در زمان رسیدگی کامل، جهت تعیین عملکرد دانه ذرت و صفات وابسته به آن، پس از حذف حاشیه‌های بالا و پایین خطوط

تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۱۷ سانتی‌متر و عمق کاشت در حدود ۴-۵ سانتی‌متر بود. کشت ذرت با توجه به شرایط محیطی منطقه و توصیه‌های تحقیقاتی، در تاریخ شش مردادماه انجام شد. نیمی از کود نیتروژن همراه کشت با ایجاد شیارهای باریکی در فاصله ۳-۵ سانتی‌متری زیر بذر در کرت‌های آزمایشی توزیع گردید. نیم دیگر کود نیتروژن در مرحله شش برگی ذرت به صورت سرک توزیع شد. آبیاری با استفاده از سیفون انجام گرفت. علف‌های هرز غالب در

حضور علف‌های هرز متفاوت بود. به نحوی که هیبرید SC.604 و لاین DKC6589 به ترتیب بیشترین و کمترین تغییرات تعداد ردیف را در رقابت با علف‌های هرز نسبت به شرایط وجین به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

بطور کلی، تداخل علف‌های هرز میانگین تعداد ردیف در بلال را در تمامی تیمارها ۵/۳ درصد کاهش داد. این صفت کمتر از سایر اجزای عملکرد دانه تحت اثر رقابت با علف‌های هرز قرار گرفت. میرشکاری و همکاران (۱۲) گزارش دادند که اثر تداخل علف‌های هرز بر تعداد ردیف در بلال معنی‌دار نبود.

افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در ردیف شد (جدول ۴)، اگرچه این صفت بین تیمارهای ۹۰ کیلوگرم و بالاتر از آن معنی‌دار نبود. نتایج کوستا^۴ و همکاران (۶) نشان داد که کاهش نیتروژن از ۸۰ کیلوگرم در هکتار به صفر، از طریق افزایش تعداد گل‌های عقیم، موجب کاهش تعداد دانه در ردیف شد.

افزایش میزان نیتروژن، درصد کاهش تعداد دانه در شرایط تداخل علف‌هرز را افزایش داد. برخلاف تعداد ردیف در بلال، بیشترین کمترین تعداد دانه در ردیف به ترتیب به لاین DKC6589 و هیبرید SC.640 اختصاص یافت. بطور کلی، تعداد دانه در ردیف در شرایط تداخل علف‌هرز در حدود ۱۰ درصد نسبت به شرایط وجین کاهش یافت. زارعی و همکاران (۳۰) با بررسی اثر تیمارهای تداخل و کنترل کامل علف‌های هرز در ذرت بهاره گزارش دادند که تعداد دانه در ردیف در شرایط تداخل در حدود ۳۵ درصد کاهش یافت.

واکنش وزن دانه به تیمار نیتروژن در شرایط وجین معنی‌دار نبود، اما اثر نیتروژن بر این صفت در شرایط حضور علف‌های هرز حضور علف‌های هرز معنی‌دار شد (جدول ۲ و ۳). بنابراین، به نظر می‌رسد صفاتی که در شرایط عاری از علف‌های هرز کمتر به نیتروژن واکنش نشان می‌دهند، در هنگام تداخل با علف‌های هرز به دلیل تغییرات ایجاد شده در سایر اجزای عملکرد به ویژه تعداد دانه، تحت اثر قرار می‌گیرند. محدوده درصد تغییرات وزن ۱۰۰ دانه در شرایط تداخل علف‌های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن بین ۲/۳-۹/۷ درصد بود. برخلاف تعداد ردیف و دانه در ردیف، افزایش میزان مصرف نیتروژن اثر منفی تداخل علف‌های هرز بر وزن صد دانه را کاهش داد. به نظر می‌رسد این واکنش به دلیل اثر نیتروژن بر تغییرات کاهشی تعداد دانه و ردیف در بلال بود.

نتایج نشان داد که افزایش کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی در هر دو شرایط وجین و تداخل علف‌هرز شد (جدول ۵).

کشت، از دو خط سه متری در وسط کرت فرعی، بوته‌ها برداشت و پس از خشک شدن در آون، توزین شدند. عملکرد دانه و صفات وابسته به آن از بوته‌های برداشت شده محاسبه شدند. وزن ۱۰۰ دانه از طریق شمارش و توزین چهار نمونه ۱۰۰ بذری محاسبه گردید.

شاخص تحمل رقابت با علف‌هرز ($WITI^1$) با استفاده از معادله ۱ ارزیابی شد (۱۵). GY_{pure} ، GY_{interf} و GY_{pure} به ترتیب عملکرد دانه در شرایط عدم تداخل و تداخل علف‌هرز و مربع میانگین عملکرد دانه در شرایط بدون رقابت هستند.

$$WITI = \frac{GY_{pure} \times GY_{interf}}{GY_{pure}} \quad \text{معادله (۱)}$$

شاخص رقابت با علف‌هرز (CI^2) با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد (۲۶ و ۲۹):

$$CI = \frac{(GY_i)/(GY)}{(TDM_{wi})/(TDM_w)} \quad \text{معادله (۲)}$$

در این رابطه، GY_i و GY به ترتیب میانگین عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها در شرایط تداخل علف‌هرز، میانگین عملکرد ژنوتیپ در شرایط تداخل و TDM_{wi} و TDM_w به ترتیب وزن خشک علف‌های هرز در یک ژنوتیپ خاص و میانگین وزن خشک علف‌های هرز در تمام ژنوتیپ‌ها می‌باشند. شاخص علف‌هرز (WI^3) نیز با استفاده از معادله ۳ محاسبه شد.

$$WI = \frac{GY_{pure} - GY_{interf}}{GY_{pure}} \times 100 \quad \text{معادله (۳)}$$

برای تجزیه واریانس صفات مورد بررسی از نرم‌افزار آماری SAS ver.9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر نیتروژن بر تعداد ردیف در بلال در وجین معنی‌دار نبود اما در شرایط رقابت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲ و ۳). با افزایش میزان نیتروژن، درصد کاهش تعداد ردیف در بلال در واکنش به حضور علف‌های هرز افزایش یافت (جدول ۴). این صفت بیشتر وابسته به ژنوتیپ بوده و کمتر تحت اثر نیتروژن و علف‌هرز قرار گرفت. میرشکاری و همکاران (۱۳) گزارش دادند که تعداد ردیف دانه بیشتر تحت اثر عوامل ژنتیکی است و کمتر به عوامل محیطی واکنش نشان می‌دهد. محدوده تغییرات کاهش تعداد ردیف در بلال در شرایط تداخل علف‌های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن بین ۲/۹ تا ۴/۴ درصد بود. واکنش ژنوتیپ‌های ذرت به

1- Weed interference tolerance index

2- Competition index

3- Weed index

4- Costa

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های ذرت در شرایط عدم رقابت با علف‌هرز
Table 2- Analysis of variance of the effect of nitrogen rates on grain yield and some morphological traits of corn genotypes under weed free conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df.	Mean square میانگین مربعات				
		تعداد ردیف در بالا Row per ear	تعداد دانه در ردیف Grain per ear row	وزن ۱۰۰ دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield
Block بلوک	2	0.03	2.06	5.08	26369	165033
Nitrogen (N) نیتروژن	3	1.6 ^{ns}	163.35*	33.35**	177240**	1744591**
Error a اشتباه الف	6	0.28	1.06	2.08	11770	43386
Genotype (G) ژنوتیپ	3	4.01*	309.91**	42.57**	211761**	210124*
G*N ژنوتیپ×نیتروژن	9	0.76 ^{ns}	6.47 ^{ns}	7.22*	14780 ^{ns}	58992 ^{ns}
Error اشتباه	24	0.34	2.63	2.25	18110	65518
ضریب تغییرات CV(%)		4.16	5.06	5.00	14.4	8.4

n.s و * و **: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح آماری پنج و یک درصد هستند

ns, * and **: indicate an insignificant and significant differences at the P=0.05 and 0.01 level, respectively

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های ذرت در شرایط رقابت با علف‌هرز
Table 3- Analysis of variance of the effect of nitrogen rates on grain yield and some morphological traits of corn genotypes under competition conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df.	Mean square میانگین مربعات				
		تعداد ردیف در بالا Row per Ear	تعداد دانه در ردیف Grain per ear row	وزن ۱۰۰ دانه 100 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield
Block بلوک	2	0.37	1.31	0.27	60407	433756
Nitrogen (N) نیتروژن	3	2.04**	51.77**	14.46 ^{ns}	391846**	1773760**
Error a اشتباه الف	6	0.10	2.73	1.04	12185	30427
Genotype (G) ژنوتیپ	3	2.53**	65.03**	66.90**	620613**	2170547**
G*N ژنوتیپ×نیتروژن	9	1.05**	10.44**	5.20 ^{ns}	71654**	233136**
Error اشتباه	24	0.49	1.57	2.79	10054	49809
ضریب تغییرات CV(%)		5.2	4.3	5.9	13.8	9.8

n.s و * و **: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح آماری پنج و یک درصد هستند

ns, * and **: indicate an insignificant and significant differences at the P=0.05 and 0.01 level, respectively

در هکتار به دست آمد که فاقد تفاوت معنی‌دار با ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن بود. در شرایط عدم تداخل، بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی به ترتیب به هیبرید دیررس ۷۰۴ و مبین اختصاص داشت. اگرچه طول دوره رشد لاین DKC6589 از سبز شدن تا ظهور گل تاجی و تلقیح به ترتیب ۶ و ۱۴ روز کمتر از SC.704 بود، اما تفاوت عملکرد بیولوژیکی این دو هیبرید معنی‌دار نشد.

بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی در تیمار نیتروژن به ترتیب به عدم مصرف کود و مصرف ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت. اما تفاوت بین دو تیمارهای ۹۰، ۱۸۰ با تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط وجین معنی‌دار نبود. در شرایط تداخل علف‌هرز، دو تیمار کودی ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشتند. اینامولاه^۱ و همکاران (۱۰) گزارش دادند که حداکثر عملکرد بیولوژیکی با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف در شرایط وجین و تداخل علف‌های هرز
Table 4- Mean comparison of nitrogen rates and genotypes on grain row per ear and grain per ear row under weedy and weeding conditions

weeding conditions						
تیمارها Treatments	تعداد ردیف در بلال		درصد کاهش Reduction (%)	تعداد دانه در ردیف		درصد کاهش Reduction (%)
	Row per Ear			Grain per ear row		
	وجین	رقابت		وجین	رقابت	
	Weeding	Weedy		Weeding	Weedy	
N (Kg.ha ⁻¹) (کیلوگرم در هکتار)						
0	13.5	12.9	4.4	27	26	3
90	13.8	13.4	2.9	33	30	9
180	14.4	13.9	3.4	34	31	9
260	14.2	13.6	4.2	35	29	17
ژنوتیپ Genotype						
SC.704	14.3	13.3	6.9	33	29	12
DKC6589	13.9	13.3	4.3	39	39	18
Mobeen	13.2	14.2	7.5	29	29	7
SC.640	14.5	13.2	8.9	29	29	3
میانگین Mean	14	13.3	5.3	32	29	10
LSD (%)	0.69	0.83		1.93	1.46	

LSD: Least significant differences

LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

(*album* L.) بر عملکرد دانه و عملکرد زیست توده ذرت دانه‌ای نشان داده شده است که با افزایش تراکم این علف‌هرز در رشد گیاه ذرت تداخل به وجود آمد و عملکرد دانه و عملکرد زیست توده کاهش یافت (۱۹).

بطور کلی، عملکرد بیولوژیکی در شرایط تداخل علف‌هرز نسبت به شرایط وجین در حدود ۲۴ درصد کاهش یافت (جدول ۵). رقابت با علف‌های هرز برای دریافت منابع غذایی، نور و آب منجر به کاهش منابع مورد نیاز رشد رویشی و زایشی در ذرت شد. در تحقیقی روی اثر زمان نسبی سبز شدن و تراکم علف‌هرز سلمه تره (*Chenopodium*

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه و بیولوژیکی در شرایط وجین و تداخل علف‌های هرز
Table 5- Mean comparison of nitrogen rates and genotypes on 100 grain weight, grain yield and biological yield row under weedy and weeding conditions

تیمارها Treatments	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 grain Weight (g)		درصد کاهش Reduction (%)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Grain yield (g.m ⁻²)		درصد کاهش Reducti on (%)	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع) Biological yield (g.m ⁻²)		درصد کاهش Reductio n (%)
	وجین	رقابت		وجین	رقابت		وجین	رقابت	
	Weeding	Weedy		Weeding	Weedy		Weeding	Weedy	
	weedy and weeding conditions								
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N (Kg.ha ⁻¹)									
0	28.8	26.0	9.7	670	542	17.6	2416	1732	28
90	20.8	29.2	5.2	956	782	18.2	2992	2240	25
180	31.0	29.7	4.1	1042	810	22.2	3183	2510	21
260	29.2	28.5	2.3	1061	754	28.9	3721	2567	31
ژنوتیپ Genotype									
SC.704	28.3	26.8	5.3	993	664	33.1	3415	2299	32
DKC6589	33.2	30.9	6.9	1222	908	25.6	3225	2350	27
Mobeen	28.1	27.0	3.9	763	600	21.3	2507	2067	17
SC.640	30.1	28.7	4.6	785	707	13.0	2765	2334	15
میانگین Mean	29.9	28.3	5.3	932	722	21.7	3028	2262	24
LSD (%)	1.78	2.0		160	119		305	266	

LSD: Least significant differences

LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

با این وجود روند کاهش زیست توده ذرت در تراکم‌های بالا کندتر از تراکم‌های پایین تر بود که دلیل آن رقابت درون گونه‌ای و همجواری بوته‌های سلمه تره گزارش شد، به طوری که افزایش تراکم علف‌هرز تاحدی توانست زیست توده را کاهش داده و پس از آن اثر چندانی بر این صفت نداشت.

نتایج نشان داد، بیشترین اثر تداخل علف‌هرز بر عملکرد بیولوژیکی بود و به نظر می‌رسد کاهش رشد رویشی و عملکرد دانه در تداخل با علف‌های هرز دلیل این کاهش بود. محمدی و همکاران (۱۶) دلایل کاهش زیست توده ذرت در تداخل با علف‌های هرز را کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ و عملکرد دانه دانستند. غلامشاهی و همکاران (۸) نیز گزارش دادند که رقابت ذرت با علف‌های هرز از طریق کاهش وزن خشک بلال و ویژگی‌های رویشی نظیر ارتفاع بوته و سطح برگ‌ها منجر به کاهش عملکرد زیست توده شد. این گزارش با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

نتایج نشان داد که میانگین عملکرد دانه هیبریدهای ذرت در شرایط تداخل علف‌های هرز نسبت به شاهد ۲۲/۵ درصد کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در واکنش به رقابت با علف‌های هرز عمدتاً به دلیل کاهش معنی‌دار تعداد دانه در ردیف (۱۰ درصد) و عملکرد بیولوژیکی بود (۲۵/۳ درصد) بود (جدول ۴ و ۵). بیشترین عملکرد دانه در شرایط تداخل و عدم تداخل به ترتیب به تیمارهای کودی ۲۶۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت. اگرچه در هر دو شرایط، تفاوت بین تیمارهای کودی ۹۰ و بالاتر از آن معنی‌دار نبود. بنابراین، در شرایط تداخل علف‌هرز، افزایش کود نیتروژن از ۱۸۰ به ۲۶۰ کیلوگرم، عملکرد دانه را کاهش داد. مدحج و کیهانی (۱۴) با مطالعه اثر نیتروژن و تراکم‌های مختلف علف‌هرز در کلزا، نتیجه گرفتند که افزایش میزان نیتروژن در تراکم‌های بالای هرز موجب کاهش عملکرد دانه شد. نتایج مشابه توسط ایزدی و همکاران (۱۱) در گیاه ارزن گزارش شده است.

افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش درصد کاهش عملکرد دانه در شرایط حضور علف‌های هرز نسبت به شاهد شد. عملکرد دانه در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در شرایط تداخل علف‌هرز نسبت به عدم تداخل ۲۸/۹ درصد کاهش یافت. این نتایج پیش از این توسط برخی تحقیقات گزارش شده است (۴ و ۱۴). تفاوت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت در هر دو شرایط تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز معنی‌دار بود (جدول ۲ و ۳). بیشترین و کمترین عملکرد دانه در هر دو محیط به ترتیب به لاین DKC6589 و مبین اختصاص داشت. تفاوت ژنوتیپ‌های ذرت در شرایط تداخل علف‌هرز معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین کاهش میانگین عملکرد دانه در شرایط تداخل به ترتیب به هیبرید دیررس SC.704 و هیبرید متوسطرس SC.640 اختصاص داشت. کمترین تغییرات تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه

و عملکرد بیولوژیکی نیز در هیبرید SC.640 مشاهده شد (جدول ۴ و ۵). به هر حال، در شرایط تداخل علف‌هرز تفاوت بین عملکرد دانه هیبریدهای SC.704، مبین و سینگل کراس ۶۴۰ معنی‌دار نبود. عملکرد دانه لاین DKC6589 در شرایط تداخل و عدم تداخل از عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر هیبریدها برخوردار بود.

نتایج برهمکنش ژنوتیپ و نیتروژن برای عملکرد دانه در شرایط تداخل و عدم تداخل نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌ها با افزایش کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت اما واکنش ژنوتیپ‌های مختلف به نیتروژن متفاوت بود (جدول ۶). بنحوی که تحت شرایط عدم تداخل علف‌هرز، در هیبرید ۷۰۴، بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که تفاوت آن با تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن معنی‌دار نبود. در لاین DKC6589 تفاوت عملکرد دانه در سه تیمار کودی ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم معنی‌دار نبود. بطور کلی، هیبریدهای ۷۰۴ و ۶۴۰ به ترتیب بیشترین و کمترین واکنش را به افزایش نیتروژن نشان دادند، به نحوی که با افزایش میزان نیتروژن از صفر به ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه هیبرید ۷۰۴ به ترتیب ۴۳/۸، ۵۹/۹ و ۶۰/۴ درصد افزایش داشت. این افزایش در هیبرید ۶۴۰ نسبت به کود صفر، به ترتیب ۱۴/۳، ۱۹/۳ و ۲۰/۱ درصد بود. بیشترین عملکرد دانه در شرایط تداخل علف‌هرز به لاین DKC6589 و تیمار کودی ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت که تفاوت آن با تیمار ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در همین لاین معنی‌دار نبود.

اثر منفی تداخل علف‌هرز بر عملکرد دانه در تمامی ژنوتیپ‌های ذرت به استثنای هیبرید زودرس SC.640 با افزایش میزان نیتروژن مصرفی به ۲۶۰ کیلوگرم، افزایش یافت (جدول ۶). به نحوی که در ژنوتیپ‌های مذکور، افزایش میزان نیتروژن موجب افزایش شاخص علف‌هرز (WI) تا سطح کود ۱۸۰ کیلوگرم و کاهش این شاخص در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شد. محمدی و همکاران (۱۶) نتیجه گرفتند در کشت‌زارهایی که علف‌های هرز نیتروژن دوست غالبیت بیشتری دارند، افزایش میزان کود مصرفی (نسبت به میزان بهینه) نه تنها موجب افزایش عملکرد ذرت نمی‌شود، بلکه ضمن کاهش عملکرد دانه تولیدی، موجب آلودگی بیشتر محیط زیست را فراهم می‌کند. گزارش شده است که کاربرد بیشتر نیتروژن می‌تواند قابلیت رقابت علف‌های هرز و گیاهان زراعی را تغییر دهد که واکنش بهتر علف‌های هرز نسبت به نیتروژن منجر به افزایش تداخل و قابلیت رقابت آن‌ها در برابر گیاهان زراعی می‌شود (۹).

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثر نیتروژن بر عملکرد دانه (گرم در متر مربع) و شاخص رقابت ژنوتیپ‌های ذرت

 Table 6- Means comparison of nitrogen rates on grain yield (g.m^{-2}) and weed index

Table 2: Means comparison of weeding rates on grain yield (g/m ²) and weed index												
Treatments تیمارها	SC.704		شاخص علف‌هرز WI	DKC6589		شاخص علف‌هرز WI	Mobeen		شاخص علف‌هرز WI	SC.704		WI
	وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy	
	Weeding	Weedy		Weeding	Weedy		Weeding	Weedy		Weeding	Weedy	
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N (Kg.ha ⁻¹)												
0	509	464	8.8	897	741	17.4	522	465	15.7	654	497	24.0
90	907	776	14.4	1290	891	31.1	828	705	15.0	793	656	17.2
180	1270	805	36.6	1358	961	29.2	947	684	27.7	842	790	6.1
260	1288	612	52.4	1338	1037	22.5	765	545	29.0	851	786	8.0
Mean میانگین	933	664	33.0	1222	907	25.6	765	599	21.3	785	707	13.0
LSD (%)	160.5	119.6		160.5	119.6		160.5	119.6		160.5	119.6	

LSD: Least significant differences حداقل اختلاف معنی‌دار

جدول ۷- مقایسه شاخص‌های رقابت ژنوتیپ‌های ذرت با علف‌های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن

Table 7- Competition indices of corn genotypes under different nitrogen rates

Nیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N (Kg.ha^{-1})	SC.640			Mobeen			DKC6589			SC.704		
	WI	WITI	CI	WI	WITI	CI	WI	WITI	CI	WI	WITI	CI
0	24.0	0.36	0.39	15.7	0.28	0.41	17.4	0.75	0.90	8.8	0.26	1.13
90	17.2	0.58	0.55	15.0	0.65	0.81	31.1	1.30	0.85	14.4	0.79	2.77
180	6.1	0.75	0.98	27.7	0.73	1.02	29.1	1.47	1.11	36.6	1.15	2.00
260	8.0	0.75	0.90	29.0	0.47	0.94	22.5	1.56	1.48	52.4	0.89	1.43
Mean میانگین	13.0	0.61	0.70	21.3	0.53	0.79	25.6	1.27	1.08	33.0	0.77	1.83

WI، WITI و CI: به ترتیب شاخص رقابت، شاخص تحمل رقابت با علف‌هرز و شاخص علف‌هرز

تداخل و عدم تداخل علف‌هرز، دارای شاخص WITI بالاتری نسبت به سایر هیبریدها بود. عملکرد دانه بالا در این لاین به دلیل تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف و وزن دانه بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود. بنابراین، اگرچه این لاین به طور معنی‌دار تحت اثر تداخل علف‌هرز قرار گرفت اما ویژگی‌های مرفولوژیکی و فنولوژیکی مطلوب آن باعث شد که در شرایط رقابت نیز از عملکرد بالایی برخوردار باشد. به نظر می‌رسد که اگرچه شاخص WITI را می‌توان برای معرفی ژنوتیپ‌های پرمحصول در شرایط تداخل و عاری از علف‌های هرز معرفی نمود اما این شاخص شیب تغییرات کاهش عملکرد دانه در شرایط تداخل را به خوبی نشان نمی‌دهد. هیبرید مبین یک ژنوتیپ اصلاح شده در ایران است که دارای طول دوره رشد کمتری نسبت به SC.704 به عنوان هیبرید متداول در منطقه است. اما این هیبرید از عملکرد نسبتاً پایین در هر دو شرایط تداخل و وجین و همچنین شاخص WITI پایین نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بود (جدول ۷). هیبرید SC.704 و لاین DKC5689 از شاخص CI

هیبرید متوسط‌سرس SC.640 بر خلاف سایر ژنوتیپ‌ها واکنش مثبتی به کود نیتروژن در شرایط تداخل علف‌هرز نشان داد بطوری‌که شاخص علف‌هرز در این هیبرید با افزایش مصرف کود نیتروژن کاهش یافت. به نظر می‌رسد دلیل این واکنش، زودرسی این هیبرید در مقایسه با سایر هیبریدها بود. بررسی شاخص‌های مربوط به رقابت نشان داد که هیبرید SC.640 دارای شاخص WI کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۷). ییم^۱ و همکاران (۲۶) گزارش دادند که هیبریدهای دیررس به دلیل شاخص سطح برگ و زیست توده بالا، قدرت رقابت بیشتری با علف‌های هرز دارند، اما به اعتقاد این محققان، هیبریدهای زودرس نیز می‌توانند از طریق سازوکار فرار و تداخل کمتر با مراحل رشد علف‌های هرز، ممکن است درصد کاهش عملکرد دانه پایین‌تری داشته باشند.

لاین DKC6589 به دلیل عملکرد دانه بالا در هر دو شرایط

بالایی برخوردار بودند. به این معنی که در شرایط حضور علف‌هرز، عملکرد را بالاتر از سایر هیبریدها نگه داشتند. اگرچه زیست توده علف‌های هرز رشد کرده با هیبریدهای مبین و SC.640 کمتر از دو ژنوتیپ دیگر بود اما این هیبریدها شاخص CI کمتری نسبت به SC.704 و DKC6589 داشتند. با افزایش میزان نیتروژن مصرفی اگرچه درصد کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها افزایش یافت اما شاخص رقابت با علف‌هرز ژنوتیپ‌های ذرت در هنگام افزایش نیتروژن تا مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش و پس از آن در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. عملکرد دانه اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط تداخل در کود ۲۶۰ کیلوگرم نسبت به ۱۸۰ کیلوگرم کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تداخل علف‌های هرز، صفات وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و تعداد دانه در ردیف را به ترتیب، ۵/۳، ۲۱/۷، ۲۴ و ۱۰ درصد نسبت به شرایط وجین کاهش داد. کاهش عملکرد دانه در شرایط تداخل به دلیل کاهش تعداد دانه در بلال و عملکرد بیولوژیکی بود. افزایش میزان نیتروژن، اثر رقابت علف‌های هرز بر ذرت را افزایش داد. در شرایط تداخل با علف‌های هرز، عملکرد ذرت تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار

منابع

افزایش و در ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای واکنش متفاوت به رقابت با علف‌های هرز بودند. بطوری‌که، لاین DKC6589 به دلیل عملکرد دانه بالا در هر دو شرایط تداخل و وجین علف‌هرز، دارای شاخص WITI بالاتری نسبت به سایر هیبریدها بود. هیبرید SC.704 و لاین DKC5689 از شاخص CI بالایی برخوردار بودند. به این معنی که در شرایط حضور علف‌هرز، عملکرد را بالاتر از سایر هیبریدها داشتند. اگرچه زیست توده علف‌های هرز رشد کرده با هیبریدهای مبین و SC.640 کمتر از دو ژنوتیپ دیگر بود اما این هیبریدها شاخص رقابت CI کمتری نسبت به SC.704 و DKC6589 داشتند. بنابراین، اگرچه دو هیبرید مبین و SC.640 از شیب خسارت عملکرد کمتری در شرایط تداخل علف‌هرز برخوردار بودند، اما لاین پرمحصول DKC6589 از عملکرد بالا و قدرت پایداری عملکرد بیشتری در شرایط تداخل علف‌هرز برخوردار بود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی است. بدین وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوسنگرد سپاسگزاری می‌شود.

- 1- Abouziena H.F., El-Karmany M.F., Singh M., and Sharma S.D. 2007. Effect of nitrogen rates and weed control treatments on maize yield and associated weeds in sandy soils. *Weed Technol.*, 21:1049-1053.
- 2- Azeez J.O., and Adetunji M.T. 2007. Nitrogen use efficiency of maize genotypes under weed pressure in tropical Alfisol in northern Nigeria. *Tropiculture*, 25 (3): 174-179.
- 3- Barker D. C., Knezevic S. Z., Martin A. R., Walters D. T., and Lindquist J. L. 2006, Effect of nitrogen addition on the comparative productivity of corn and velvetleaf, *Weed Science*, 54: 354-363.
- 4- Blackshaw R.E., Brandt R.N., Janzen H.H., Entz T., Grant C., and Derksen D.A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Science*, 51: 532-539.
- 5- Booth B., Murphy S.D., and Swaton C.J. 2003. Weed ecology in influence threshold values of green publishing. Canada. P. 303.
- 6- Costa C., Dwyer L.M., Stewart D.W., and Smith D.L. 2002. Nitrogen effects on grain yield and yield components of leafy and non-leafy maize genotypes. *Crop Science*, 42: 1556-1563.
- 7- Gastal F., and Lemaire G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *Journal of Experimental Botany*, 53:789-799.
- 8- Gholamshahi M., Ghanbari A., Saffari M., Izadi Darbandi E., and Samaie M. 2016. Effect of nitrogen fertilizer on weeds growth and emergence and yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Protection*, 6: 416-425. (In Persian with English abstract)
- 9- Harbur M.M., and Owen M.D. 2006. Influence of relative time of emergence on nitrogen responses of corn and velvetleaf. *Weed Science*, 54, 917-922.
- 10- Inamullah N., Rehman N.H., Shah M., Arif M.S., and Mian I. 2011. Correlations among grain yield and yield attributes in corn hybrids in various nitrogen levels. *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(4): 531-538.
- 11- Izadi F., Bagheri A.R., and Miri H.R. 2017. The effect of nitrogen and weeds interference on millet (*Panicum miliaceum*) yield and yield components. *Journal of Plant Ecophysiology*. 5 (12): 85-94. (In Farsi with English abstract)
- 12- Mirshekari B., Shahi Ahmad Abad H., Valad Abadi A., and Dabbage Mohammadi Nasab A. 2009. Response of yield related traits in three grain corn hybrids to weed competition periods. *Crop Ecology*, 5 (2): 89-99. (In Persian)

- with English abstract)
- 13- Mirshekari B., Farahvash F., and Jvanshir A. 2010. Phenology and grain yield of maize cv. hybrid 604 at interference with Lambsquarters (*Chenopodium album* L.). Seed and Plant Production Journal, 4 (2-26): 365-385. (In Persian with English abstract)
- 14- Modhej A., and Kaihani A. 2013. Effect of nitrogen rates on canola (*Brassica napus* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition. Iranian Journal of Field Crop Research, 11 (2): 357-364. (In Persian with English abstract)
- 15- Mohammaddoust Chamanabad H., Hemmati K., Asghari A., and Barmaki M. 2014. Effect of nitrogen and weed interference on some agronomic traits, five cultivars wheat yield and yield components. Agriculture and Sustainable Production Science, 23 (4): 131-140. (In Persian with English abstract)
- 16- Mohammadi V., Kambouzia J., Zand E., Soufizadeh S., and Rahimi Moghaddam S. 2017. The effect of different levels of N fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) under competition with different densities redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 47 (3): 437-449. (In Persian with English abstract)
- 17- Oerke E.C., and Steiner U. 1996. Abschätzung der Ertragsverluste im Maisanbau. In: Ertragsverluste und Pflanzenschutz Die Anbausituation f.r die wirtschaftlich wichtigsten Kulturpflanzen.-German Phytomedical Society Series, Band, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. 6: 63-79.
- 18- Safahani Langroudi A. R., and Kamkar B. 2009. Field screening of canola (*Brassica napus*) cultivars against wild mustard (*Sinapis arvensis*) using competition indices and some empirical yield loss models in Golestan Province, Iran. Crop Protection, 28 (7): 577-582.
- 19- Sarabi V., Nassiri Mahalati M., Nezami A., and Rashed Mohassel M.H. 2011. Effect of the relative time of emergence and the density of common lambsquarters (*Chenopodium album*) on corn (*Zea mays*) yield. Weed Biology and Management, 11 (3): 127-136.
- 20- Siadat A., Modhej A., and Esfahani M. 2013. Cereals. Jahad Daneshgahi Mashhad. Iran. Pp: 372. (In Farsi)
- 21- Silva P.S.L., Silva P.I.B., Silva K.M.B., Olivera V.R. and Pontes Filho F.S.T. 2011. Corn growth and yield in competition with weeds. Planta Daninha, Viçosa-MG, 29 (4): 793-802.
- 22- Soufizadeh S., AghaAlikhani M., Bannayan M., Zand S., Hoogenboom G., and Manschadi A. 2011. The effect of nitrogen on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) under competition with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and proso-millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Ecophysiology, 1 (2): 17-33. (In Persian with English abstract)
- 23- Thomas J.M., Weller S.C., and Ashton F.M. 2002. Weed Science. Principles and practices. 4th ed. United States of America.
- 24- Vafabakhs F. 1995. The effect of different control methods on weed competition, grain yield and yield component of grain corn. MSc thesis. Ferdousi Mashhad University. (In Persian with English summery)
- 25- Vengris J., Colby W.G., and Drake M. 1955. Plant nutrient competition between weeds and corn. Agronomy Journal, 47: 213-216.
- 26- Wall D. 1994. Weed research report. Morden, Manitoba: Agriculture and Agri-Food Canada. p.20.
- 27- Yim F.S., Williams M.M., Pataky J.K., and Davis A.S. 2009. Principal canopy factors of sweet corn and relationships to competitive ability with wild-proso millet (*Panicum miliaceum*). Weed Science, 57 (3): 296-303.
- 28- Williams M.M., Boydston R.A., Davis A.S., and Pataky Y.S. 2007. Competitive interactions between sweet corn (*Zea mays*) hybrids differing in canopy architecture and wild proso millet (*Panicum iliaceum*). Proceeding of 14th EWRS Symposium, Hamar, Norway, pp. 84.
- 29- Zand E., Kouchaki A. R., Rahimian Mashhadi H. R., Deyhimfard R., Soufizadeh S., and Nasiri Mahalati M. 2005. Studies on some ecophysiological traits associated with competitiveness of old and new Iranian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars against wild oat (*Avena ludoviciana* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 2 (2): 160-174. (In Persian with English Abstract).
- 30- Zarei Z., Modhej A., and Lorzadeh S. 2014. Effect of integrated weed management (chemical+mechanical) on corn grain yield hybrid SC.700. Iranian Journal of Field Crops Research, 12 (1): 73-79. (In Persian with English abstract)
- 31- Zerner M.C., Gill G.S., and Vandeleur R.K. 2008. Effect of height on competitive ability of wheat with oats. Agronomy Journal, 100: 1729-1734.
- 32- Zimdhal R. L. 1993. Fundamentals of weed science. Academic Press, Inc. Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

طبقه‌بندی ارقام گندم بر اساس توانایی رقابت با علف‌های هرز

سیده مریم مظفری^۱ - حمیدرضا محمد دوست چمن آباد^{۲*} - حمیدرضا نیکخواه^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۲

چکیده

امروزه، شناسایی ارقام گیاهان زراعی با توانایی رقابت بالا راه حل آسان و ارزانی برای مدیریت علف‌های هرز در سیستم‌های کشاورزی پایدار به شمار می‌رود. به همین منظور آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. برای این منظور ۲۵ رقم گندم، از ارقام پاییزه، بهاره و بینابین در حضور و عدم حضور علف‌های هرز در شرایط طبیعی کشت شد. مساحت هر کرت ۱۰ متر مربع (۵×۲) بود که هر کرت پس از کاشت بذرها به دو قسمت مساوی (۲×۲/۵) تقسیم شد. در یک قسمت علف‌های هرز در طول فصل رشد کنترل شد و در قسمت دیگر علف‌های هرز در طول فصل رشد حضور داشتند. طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. برای طبقه‌بندی ارقام گندم صفاتی از جمله بیومس، ارتفاع و درصد پوشش اولیه ارقام، ارتفاع نهایی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام در هر دو شرایط رقابت و بدون رقابت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بین تراکم علف‌های هرز با صفات اولیه رشد ارقام گندم (وزن خشک، درصد پوشش و ارتفاع) هیچ همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی که همبستگی منفی بالایی بین وزن خشک علف‌های هرز با این صفات وجود داشت. در بین این صفات، درصد پوشش اولیه بیشترین همبستگی منفی ($R^2 = -0.70^{**}$) را با وزن خشک علف‌های هرز داشت. همچنین، بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام گندم با تراکم علف‌های هرز همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی که با وزن خشک علف‌های هرز همبستگی منفی بالایی داشتند. ارقام گندم بر اساس صفات مورد مطالعه و با استفاده از تجزیه کلاستر و بای پلات در چهار گروه اصلی قرار گرفتند. گروه اول ارقامی با پتانسیل تولید نسبتاً بالا و حساس به علف هرز بودند، بطوری که میانگین عملکرد آنها در شرایط عاری از علف هرز ۱/۸ برابر بیش از عملکرد در شرایط رقابت بود. گروه دوم شاخص تحمل بالایی داشتند و افت عملکرد در آنها نسبتاً پایین و بین ۲۰ تا ۳۰ درصد بود. ارقام سوم دارای پتانسیل تولید پایین و حساسیت بالا نسبت به علف‌های هرز بودند. در این ارقام افت عملکرد بیش از ۵۰ درصد بود. گروه چهارم که فقط رقم سیوند قرار داشت پایین‌ترین افت عملکرد و بالاترین شاخص رقابت را در بین ارقام مورد مطالعه داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که طبقه‌بندی ارقام گندم ایرانی براساس توانایی رقابت می‌تواند به عنوان یک ابزار با ارزش برای مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در اختیار کشاورزان قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارقام، شاخص رقابت، محصول سالم، مدیریت تلفیقی

مقدمه

تلفیقی^۴ (IWM) علف‌های هرز است که هزینه اضافی نیز دربر ندارد و امروزه، این ویژگی ارقام گیاهان زراعی در برنامه‌های مدیریت درازمدت علف‌های هرز بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

تولید گندم به عنوان یک گیاه اصلی در جیره غذایی اهمیت زیادی دارد. در ایران گندم بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است، بطوری که در سال ۱۳۹۴-۹۵ با سطح زیر کشت بیش از ۴ میلیون هکتار مقام اول را در بین محصولات کشاورزی داشته است (۱). علف‌های هرز یک مانع مهم برای تولید گیاهان زراعی بویژه در سیستم‌های کشاورزی آلی و کم نهاده است. برآورد شده است که این گیاهان ناخواسته در سال ۲۰۰۶ سالانه بیش از ۲۵-۱۵ درصد به گندم خسارت وارد کرده‌اند (۲۱) که بیش از خسارت

بروز مشکلات زیست محیطی و زارعی ناشی از اعتماد بیش از حد به کنترل شیمیایی موجب شده است که محققین برای مدیریت علف‌های هرز بدنبال راهکارهای غیرشیمیایی باشند. انتخاب ارقام با توانایی رقابتی بالا یک تکنیک با پتانسیل کنترل بالا در مدیریت

۱ و ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۳- استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(*)- نویسنده مسئول: (Email: hr_chamanabad@yahoo.com)

آفات و بیماری‌های گیاهی است (۱۸).

آزمایش‌های زیادی تفاوت توانایی رقابت در ارقام مختلف گیاهان زراعی را اثبات کرده است (۹، ۱۲، ۲۱ و ۲۳). لمرلی و همکاران (۱۲) نشان دادند که ارقام کلزا با توانایی رقابت بالا بیومس علف‌های هرز را ۵۰ درصد کاهش داد که سودمندی زیادی در کاهش زادآوری علف‌های هرز و در نتیجه کاهش بانک بذر دارد. جاکوب و همکاران (۹) نیز دریافتند که ارقام نخودی که توانایی رقابت بالایی داشتند از عملکرد بالاتری در شرایط رقابت با علف‌های هرز برخوردار بودند. واتسون و همکاران (۲۱) در مطالعه خود بر روی ۲۹ رقم جو دریافتند که افت عملکرد ناشی از رقابت علف‌های هرز بین ۶ تا ۷۹ درصد متفاوت بود که به توانایی رقابت متفاوت آنها مربوط می‌شود. در خصوص گندم نیز بیش از چهار دهه است که تفاوت بین ارقام گندم از نظر توانایی حفظ عملکرد در رقابت با علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفته است (۲، ۱۰، ۱۳، ۱۹ و ۲۲). در یونان توسعه و کشت ارقام با توانایی رقابت بالا ۵۰ درصد مصرف علفکش‌ها در گندم را کاهش داده است (۲۰).

برای ارزیابی توانایی ارقام در سرگوبگری و تحمل علف‌های هرز بیشتر از دو شاخص رقابت^۱ (CI) و تحمل^۲ (WITI) استفاده می‌شود که از نظر ژنتیکی و زراعی با یکدیگر تفاوت دارند. شاخص رقابت به توانایی گیاه زراعی و یا رقم در کاهش رشد و زادآوری علف‌های هرز اطلاق می‌شود. شاخص تحمل به توانایی گیاه زراعی یا رقم در تولید عملکرد بالا در شرایط رقابت گفته می‌شود و بالا بودن این شاخص ضرورتاً به معنی کاهش رشد و نمو علف‌های هرز نمی‌باشد. به همین خاطر، اگرچه در تنش‌های محیطی شاخص تحمل بالا حایز اهمیت است، اما در بحث مدیریت درازمدت علف‌های هرز شاخص رقابت اهمیت بیشتری دارد. اعتماد به شاخص تحمل به تنهایی می‌تواند منجر به افزایش شدید بانک بذر علف‌های هرز شود که شاید ارقام با تحمل بالا نیز نتوانند آن را تحمل کنند. این دو شاخص ضرورتاً با همدیگر در یک رقم وجود ندارند. اگرچه فریدنیا و همکاران (۶) و لمرلی و همکاران (۱۱) گزارش کردند که بین شاخص تحمل و شاخص رقابت همبستگی بالایی وجود دارد. فریدنیا و همکاران (۶) نشان دادند که ارقام نیک‌نژاد، آزادی و شیراز دارای شاخص رقابت و تحمل بالایی بودند. محمددوست‌چمن‌آباد و همکاران (۱۳) توانایی تحمل و رقابت را در ۱۸ رقم گندم بررسی کردند و گزارش کردند که تنها در رقم الوند هر دو شاخص تحمل و رقابت بالا بود. شاخص رقابت بالا با صفاتی از جمله رشد قوی و سریع، پتانسیل آللوپاتی، درصد پوشش بالا، ارتفاع و شاخص سطح برگ مرتبط است (۴، ۱۳، ۱۵، ۲۲ و ۲۳). برثولدستون (۴) بیومس اولیه و خاصیت آللوپاتیک

ژنوتیپ‌های جو و گندم را تنها ویژگی‌های مؤثر در توانایی رقابت آنها بیان کرد. محمددوست‌چمن‌آباد و بخشی (۱۴) در مطالعه‌ای با ۱۸ رقم گندم دریافتند ارقامی که ارتفاع بیشتر و سطح برگ بالاتر داشتند در رقابت موفق‌تر بودند.

بررسی‌های فوق نشان داد که ارقام موجود در هر گونه گیاهی از نظر توانایی رقابت دارای تنوع زیادی هستند و گویای این مطلب است که می‌توان از طریق به نژادی ارقامی تولید نمود که توانایی رقابت بالایی با علف‌های هرز داشته باشد که راه حل آسان و ارزانی برای مدیریت علف‌های هرز در سیستم‌های کشاورزی پایدار خواهد بود. هدف از این تحقیق نیز طبقه‌بندی ارقام گندم ایرانی بر اساس صفات مرتبط با شاخص‌های رقابت و تحمل و بررسی ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها با عملکرد و اجزای عملکرد بود.

مواد و روش‌ها

به منظور طبقه‌بندی ارقام گندم براساس توانایی رقابت با علف‌های هرز، این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در ۱۵ کیلومتری شهر اردبیل اجرا شد. برای این منظور ۲۵ رقم گندم (سیروان، پیشگام، پیشتاز، پارس، سیون، مهدوی، چمران ۲، بهرننگ، شیرنگ، الوند، بم، سایسون، زارع، بک کراس روشن، اروم، شیراز، حیدری، آریا، مرودشت، گاسگوژن، میهن، بهار، ارگ، افق، نارین) که از مؤسسه نهال و بذر کرج تهیه شده بود در حضور و عدم حضور علف‌های هرز در شرایط طبیعی کشت شد. مشخصات ارقام مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. مساحت هر کرت ۱۰ متر مربع (۵×۲) در نظر گرفته شد که در هر کرت ۱۰ ردیف گندم به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و طول ۵ متر کشت شد. بذر هر یک از ارقام گندم به مقدار مورد نیاز با توجه به وزن هزار دانه و تراکم یکسان (۳۵۰ بوته در متر مربع) کشت شد. هر کرت به دو قسمت مساوی تقسیم شد که در یک قسمت آن علف‌های هرز در طول فصل رشد کنترل شدند و در قسمت دیگر علف‌های هرز در طول فصل رشد باقی ماندند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آبیاری در زمان مورد نیاز به روش سطحی انجام شد. کود فسفر مورد نیاز (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیمی از کود اوره (بر اساس ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کاشت و بقیه اوره مورد نیاز در مرحله به ساقه رفتن گندم مورد استفاده قرار گرفت.

در کرت‌های آلوده به علف‌های هرز سه واحد نمونه‌برداری (کوادرات) به مساحت ۰/۲۵ متر مربع به منظور مطالعه تراکم و وزن خشک علف‌های هرز مشخص شد. با شروع بهار از هر کرت یک نمونه از بوته‌های گندم از سطح ۰/۲۵ متر مربع برداشت شد و پس از خشک کردن در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک

1- Competitive Index

2- Weed Interference Tolerance Index

$$WITI = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(Y_P)^2} \quad \text{شاخص تحمل (۳)}$$

$$CId = \left(\frac{V_i}{\bar{V}} \right) / \left(\frac{D_i}{\bar{D}} \right) \quad \text{شاخص رقابت (۴)}$$

در معادلات بالا $\bar{Y}_P$, $\bar{Y}_S$, Y_P , Y_S به ترتیب عملکرد در شرایط رقابت و عدم رقابت برای هر رقم و میانگین عملکرد در شرایط رقابت و عدم رقابت برای کلیه ارقام می‌باشد. V_i عملکرد رقم i در شرایط رقابت علف هرز، $\bar{V}$ متوسط عملکرد همه ارقام در حضور علف هرز، D_i وزن خشک علف‌های هرز مربوط به رقم i و $\bar{D}$ متوسط وزن خشک علف‌های هرز در همه ارقام می‌باشد. تجزیه‌های آماری و دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد.

اولیه ارقام مشخص شد. همچنین، درصد پوشش گندم به روش چشمی و ارتفاع ۱۰ بوته آن در مرحله پنجه‌زنی مشخص شد. در زمان رسیدگی محصول و برای اندازه‌گیری وزن خشک علف‌های هرز، شاخص رقابت و شاخص تحمل ارقام، در هر کرت علف‌های هرز و بوته‌های گندم موجود از یک متر مربع میانی هر کرت برداشت شد. پس از برداشت، علف‌های هرز بمدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد. نمونه‌های گندم نیز پس از خرمکوبی، دانه از کاه جدا و عملکرد در واحد سطح محاسبه شد. برای محاسبه افت عملکرد، شاخص تحمل و شاخص رقابت از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$YI = \left(1 - \frac{(Y_S)}{(Y_P)} \right) \times 100 \quad \text{افت عملکرد (YI) (۱)}$$

$$SI = 1 - \frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P} \quad SSI = \frac{1 - (Y_S)/(Y_P)}{SI} \quad \text{شاخص حساسیت (۲)}$$

جدول ۱- خصوصیات ارقام گندم مورد مطالعه

Table 1- Characteristics of wheat cultivars studied

Table 1. Characteristics of wheat cultivars studied									
ارقام گندم Wheat cultivars		ارتفاع بوته Plant height (cm)	رسیدگی Maturity	سال معرفی Introduction year	تاریخ کاشت Planting date		تپ رشد Growth habit		
Shabrang	شبرنگ	91	Mid- early	نیمه‌زود	2013	Nov..	آبان	Spring	بهاره
Zareh	زارع	98	Mid- late	نیمه‌دیر	2010	Oct.	مهر	Winter	زمستانه
Uroum	اروم	88	Mid- late	نیمه‌دیر	2010	Oct.	مهر	Intermediate	بینابین
Marvdasht	مرودشت	102.5	Medium	م رس	1998	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Shiraz	شیراز	101	Medium	م رس	2002	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Ofogh	افق	80	Mid- early	نیمه‌زود	2012	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Bahar	بهار	94	Mid- early	نیمه‌زود	2007	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Mahdavi	مهدوی	95	Medium	م رس	1996	Nov.	آبان	Intermediate	بینابین
Alvand	الوند	88	Mid- late	نیمه‌دیر	1996	Oct..	مهر	Intermediate	بینابین
Hedari	حیدری	86	Mid-late	نیمه‌دیر	2014	Oct.	مهر	Intermediate	بینابین
Parsi	پارسی	97	Medium	م رس	2008	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Chamran	چمران	90	Early	زودرس	1988	Dec.	آذر	Spring	بهاره
Back cros.	ب.گ.روشن	94	Medium	م رس	1989	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Mihan	میهن	84	Mid-late	نیمه‌دیر	2010	Oct.	مهر	Winter	زمستانه
Sirvan	سیروان	94	Early	زودرس	2011	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Pishtaz	پیش‌تاز	92	Early	زودرس	2002	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Sysoon	سایسون	88	Late	دیررس	1995	Oct.	مهر	Winter	زمستانه
Arg	ارگ	85	Medium	م رس	2009	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Narin	نارین	85	Medium	م رس	2013	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Sivand	سیوند	92	Medium	م رس	2009	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Behrang	بهرنگ	94	Early	زودرس	2009	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Kaskozhen	کاسکوژن	85	Late	دیررس	1989	Oct.	مهر	Winter	زمستانه
Aria	آریا	95	Early	زودرس	2002	Nov.	آبان	Spring	بهاره
Pishgam	پیش‌گام	94	Mid-late	نیمه‌دیر	2008	Oct.	مهر	Intermediate	بینابین
Bam	بم	80	Medium	م رس	2006	Nov.	آبان	Spring	بهاره

م = متوسط، زود = زودرس و دیر = دیررس

نتایج و بحث

گونه‌های علف هرز مشاهده شده در مزرعه ارشته خطایی، گوش-بره، کنگرو حشی، خردل وحشی، گاوزبان بدلی، سلمه‌تره، گل‌آتشین، شاه‌تره و پیچک بودند که در بین آنها گونه‌های ارشته خطایی و سلمه‌تره غالبیت بیشتری داشتند. داده‌های جدول ضرایب همبستگی نشان داد که برخلاف تراکم علف‌های هرز که همبستگی معنی‌داری با صفات اولیه رشد (وزن خشک، ارتفاع پنجه‌زنی و درصد پوشش اولیه) نداشت، همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری بین این صفات و وزن خشک علف‌های هرز مشاهده شد (جدول ۲) و بیشترین همبستگی منفی را با درصد پوشش اولیه ارقام ($R^2 = -0.70^{**}$) داشت. بنابراین، هر عاملی که موجب بسته شدن سریع کانوپی شود، می‌تواند رشد و نمو علف‌های هرز به‌ویژه وزن خشک آنها را کاهش دهد. درصد پوشش اولیه بالا می‌تواند ناشی از ارتفاع اولیه بالا، سطح برگ اولیه بالا، جوانه‌زنی و رشد سریع اولیه و یا پنجه‌زنی بیشتر باشد. هاد و همکاران (۸) و هانسن و همکاران (۷) نشان دادند که شاخص سطح برگ در مراحل اولیه رشد همبستگی بالایی با شدت سرکوبگری علف‌های هرز داشت. مورفی و همکاران (۱۵) نیز کاهش ارتفاع ارقام جدید را عامل کاهش توانایی رقابت آنها بیان نمودند.

ضرایب همبستگی نشان داد که هیچ همبستگی معنی‌دار مثبت یا منفی بین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم با تراکم علف‌های هرز مشاهده نشد. برعکس، بین وزن خشک علف‌های هرز با عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه همبستگی منفی بسیار بالایی وجود داشت (جدول ۲). اگرچه روابط زیادی بین تراکم علف‌های هرز و عملکرد دانه گیاهان زراعی ارایه شده است، اما عده‌ای معتقدند که به دلیل تأثیر شرایط محیطی و زمان سبز شدن متفاوت علف‌های هرز این روابط ناپایدار و اساس اکوفیزیولوژیکی ندارد و وزن خشک علف‌های هرز را صفت مناسب‌تری برای بیان تأثیر علف‌های هرز بر گیاه زراعی می‌دانند (۲۴). داده‌های جدول نشان داد که در بین اجزای عملکرد، تعداد سنبله همبستگی منفی بالاتری ($R^2 = -0.88^{**}$) نسبت به بقیه صفات با وزن خشک علف‌های هرز داشت که این موضوع ممکن است نتیجه تأثیر رقابت علف‌های هرز بر کاهش توان پنجه‌زنی و یا ممانعت از باروی آنها در اثر تخلیه منابع رشد بویژه آب و عناصر غذایی باشد.

عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه همبستگی مثبت بالایی با صفات اولیه رشد داشت که می‌تواند نتیجه تأثیر این صفات رشد بر سرکوب علف‌های هرز و کاهش رقابت آنها باشد. در بین دو صفت وزن خشک و درصد پوشش اولیه، درصد پوشش همبستگی بالاتری با عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در واحد سطح و در نهایت عملکرد دانه داشت (جدول ۲). از طرفی، عملکرد

دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد بیولوژیک ($R^2 = 0.92^{**}$) و تعداد سنبله ($R^2 = 0.72^{**}$) داشت و سایر اجزای عملکرد نقش تعیین‌کننده‌ای بر عملکرد نهایی نداشتند. بر خلاف تراکم علف‌های هرز، بین وزن خشک علف‌های هرز با افت عملکرد دانه همبستگی مثبت بالایی ($R^2 = 0.53^{**}$) وجود داشت (جدول ۲). در بین اجزای عملکرد نیز افت عملکرد همبستگی منفی بالایی با عملکرد بیولوژیک ($R^2 = -0.81^{**}$) داشت (جدول ۲). بنابراین، ارقامی که پتانسیل تولید عملکرد بیولوژیک بالایی داشته باشند، می‌توانند افت عملکرد ناشی از رقابت علف‌های هرز را کاهش دهند. این امر ممکن است نتیجه تأثیر آنها در سرکوب علف‌های هرز و یا ممکن است نتیجه تخصیص مواد به دانه باشد. همبستگی منفی بین وزن خشک علف‌های هرز با عملکرد بیولوژیک مشاهده شد. مورفی و همکاران (۱۵) با مطالعه بر روی ۶۳ ژنوتیپ گندم همبستگی منفی بین وزن خشک علف‌های هرز با ارتفاع ژنوتیپ‌ها مشاهده کردند موسوی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که در شرایط نرمال صفات تعداد سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه، و در شرایط تنش صفات تعداد سنبله، تعداد سنبلچه، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه داشتند.

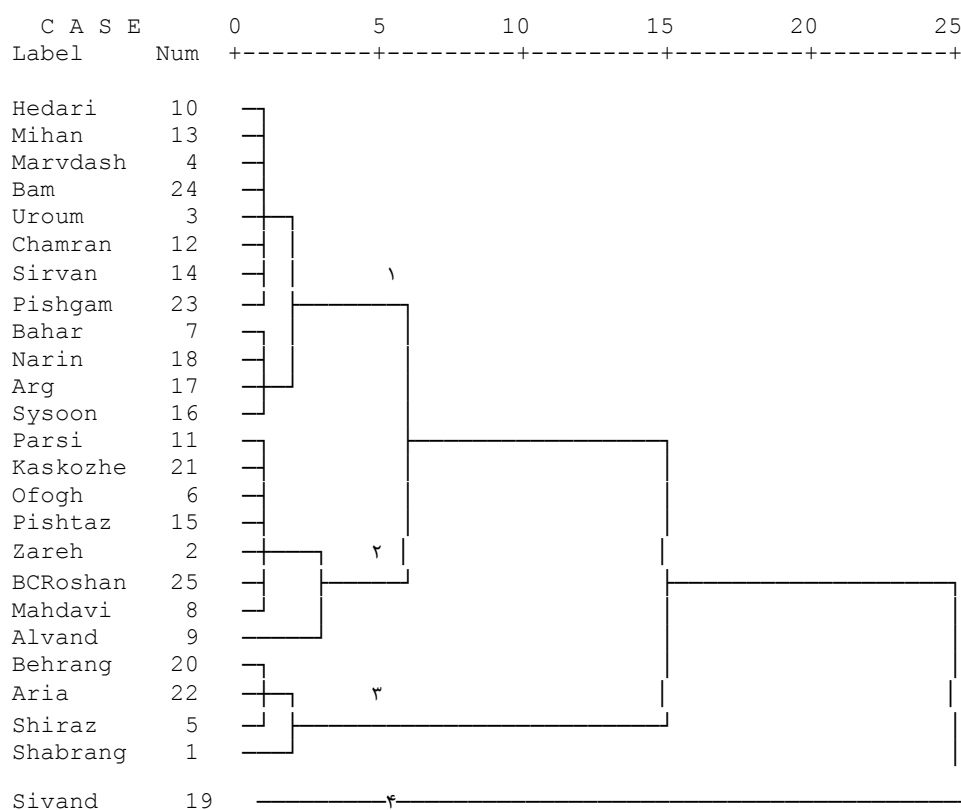
در بین شاخص‌های مورد بررسی، عملکرد دانه با شاخص حساسیت همبستگی منفی بالایی ($R^2 = -0.68^{**}$) و با شاخص‌های رقابت و تحمل همبستگی مثبت بالایی داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که همبستگی مثبت بالایی بین عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله و عملکرد دانه با دو شاخص رقابت CI_d و CI_m وجود داشت. در بین شاخص‌های مورد بررسی نیز سه شاخص حساسیت، تحمل و شاخص رقابت CI_m با اکثر شاخص‌ها دارای همبستگی بودند. با توجه به همبستگی این شاخص‌ها با عملکرد دانه بر مطلوبیت استفاده هم‌زمان این شاخص‌ها در گزینش ارقام می‌افزاید.

ارقام موجود در هر گونه گیاهی دارای تنوع زیادی هستند و قضاوت بر اساس یک یا چند صفت مورفولوژیکی صحیح به نظر نمی‌رسد. لذا محققین جهت انتخاب بهترین ارقام از روش‌های مختلف آماری از جمله تجزیه خوشه‌ای و یا نمودارهای بای‌پلات و سه‌بعدی استفاده می‌کنند. تجزیه کلاستر با استفاده از روش وارد^۱ یا روش حداقل واریانس ارقام گندم را بر اساس صفات مورد مطالعه به چهار گروه اصلی تقسیم‌بندی نمود که در شکل ۱ نشان داده شده است. گروه اول شامل ارقام حیدری، میهن، مرودشت، بم، اروم، چمران، سیروان، پیشگام، بهار، نارین، ارگ و سایسون بود. ارقام این گروه شامل ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل تولید نسبتاً بالا و حساس به علف هرز و توان رقابتی نسبتاً پایین نسبت به علف‌های هرز بودند. این ارقام

عملکرد را در بین ارقام مورد مطالعه داشت. این رقم در هر دو شرایط با و بدون رقابت از عملکرد بالایی برخوردار بود. بطوری‌که، در مقایسه با میانگین عملکرد ارقام حساس (گروه سوم) عملکرد آن در شرایط رقابت بیش از ۴ برابر بیشتر بود. این در حالی بود که تفاوت عملکرد آنها در شرایط عاری از علف هرز کمتر از ۳۷ درصد بود. شاخص رقابت در این رقم بیش از ۳ بود که موجب کاهش شدید رشد و نمو علف‌های هرز شده بود، بطوری‌که میانگین وزن خشک علف‌های هرز آن ۲/۵ برابر کمتر از ارقام گروه حساس بود.

برای مطالعه روابط بین بیش از سه متغیر، یک شکل حاصل از نمایش چند متغیره مانند نمایش بای‌پلات با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مفید می‌باشد. تجزیه بای‌پلات ابزار مفیدی به منظور بررسی هم‌زمان کلیه شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد در هر دو شرایط با و بدون تنش می‌باشد. با داشتن جدولی شامل ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های مختلف تحمل به تنش و با استفاده از روش بای‌پلات می‌توان روابط بین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های تحمل به تنش را در یک شکل واحد رسم نمود (شکل ۲).

بجز بم و ارگ، در شرایط عاری از علف هرز عملکرد بالایی تولید کردند، اما در شرایط رقابت عملکرد آنها پایین بود، بطوری‌که میانگین عملکرد آنها در شرایط عاری از علف هرز ۱/۸ برابر بیش از عملکرد در شرایط رقابت بود. گروه دوم شامل ارقام پارسی، کاسکوژن، افق، پیشتاز، زارع، یک‌کراس روشن، مهدوی و الوند بود. ارقام این گروه شاخص تحمل بالایی داشتند و افت عملکرد در آنها نسبتاً پایین و بین ۲۰ تا ۳۰ درصد بود. گروه سوم شامل ارقام بهرننگ، آریا، شیراز و شیرنگ بود. ارقام این گروه دارای پتانسیل تولید پایین و حساسیت بالا نسبت به علف‌های هرز بودند و در نتیجه از توان رقابتی پایینی نسبت به علف‌های هرز برخوردار بودند. در این ارقام افت عملکرد بیش از ۵۰ درصد بود. این ارقام را می‌توان به‌عنوان ارقام حساس به علف‌های هرز در نظر گرفت، بطوری‌که شاخص حساسیت آنها بیش از ۱/۵ بود. میانگین وزن خشک علف‌های هرز ارقام این گروه ۷۷۳ گرم در متر مربع بود. در گروه چهارم فقط رقم سیوند قرار داشت که به عنوان بهترین رقم در بین ارقام مورد مطالعه از نظر رقابت با علف‌های هرز شناخته شد و در رقابت با علف‌های هرز پایین‌ترین افت



شکل ۱- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای در فاصله ۵ تا ۱۰ برای صفات مورد مطالعه در ۲۵ رقم گندم در شرایط رقابت با علف‌های هرز
Figure 1- Dendrograms of cluster analysis in the range of 5 to 10 for the studied traits in 25 wheat cultivars under weed competition

جدول ۲- همبستگی بین صفات رشدی و شاخص‌های رقابت ۲۵ رقم گندم

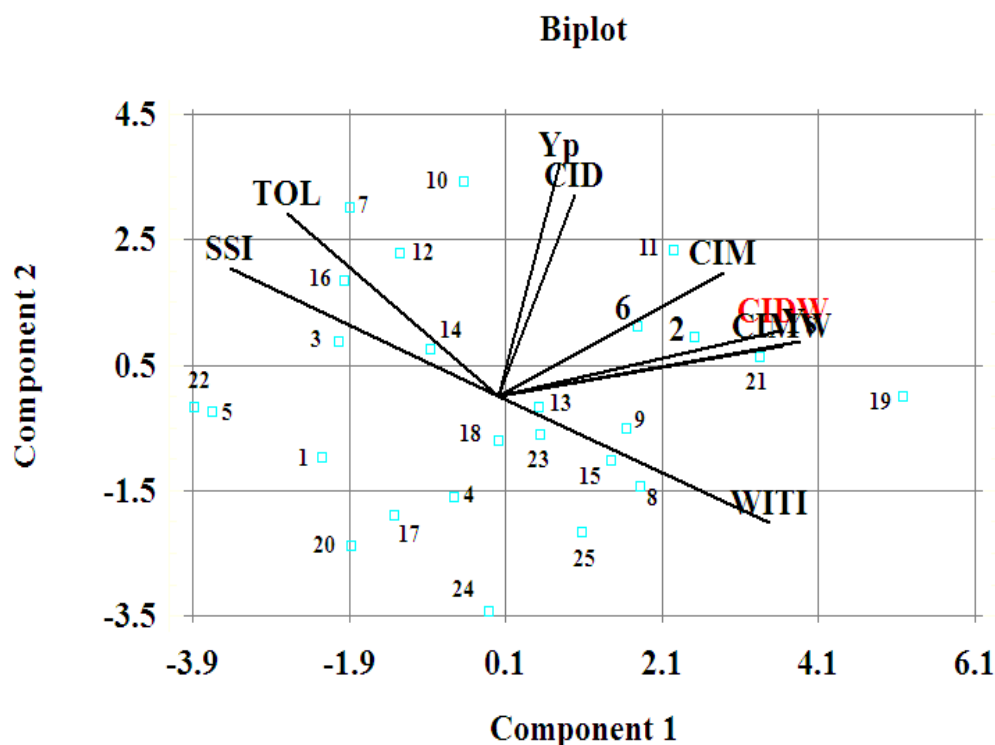
Table 2- Correlation among traits and competitive index in 25 wheat cultivars

	وزن خشک اولیه	درصد پوشش	Initial height	ارتفاع نهایی	ارتفاع اولیه	تراکم علفهای هرز	Weed density	وزن خشک علفهای هرز	Weed dry mass	عملکرد بیولوژیک	No. spike	تعداد دانه در سنبله	No. grain spike	وزن هزار دانه	1000 grain weight	عملکرد دانه	Grain yield	افت عملکرد	Yield loss	SSI	Cl _m	Cl _d
وزن خشک اولیه	1																					
Initial dry weight	1																					
درصد پوشش	0.74**	1																				
Coverage		1																				
ارتفاع اولیه	0.10	0.33	1																			
Initial height			1																			
ارتفاع نهایی	-0.03	0.04	0.10	1																		
Final height				1																		
تراکم علفهای هرز	0.11	-0.34	0.06	-0.19	1																	
Weed density						1																
وزن خشک علفهای هرز	-0.55**	-0.70**	-0.45*	0.28	-0.04		1															
Weed dry mass								1														
عملکرد بیولوژیک	0.57**	0.65**	0.03	0.12	0.02	-0.68**			1													
Biological yield										1												
تعداد سنبله	0.65**	0.75**	0.23	-0.10	-0.05	-0.88**			0.80**		1											
No. spike												1										
تعداد دانه در سنبله	0.06	-0.30	-0.50**	0.02	0.23	0.46**			0.01	-0.43*			1									
No. grain spike									0.02		-0.23			1								
وزن هزار دانه	-0.20	-0.22	0.16	0.15	0.04	0.10			0.92**			0.07			1							
1000 grain weight																1						
عملکرد دانه	0.52**	0.50**	0.03	-0.03	0.05	-0.65**				0.72**		0.13		0.24								
Grain yield																	1					
افت عملکرد	-0.39	-0.38	-0.02	-0.16	0.08	0.53**			-0.81**		-0.62**	0.01		-0.11		-0.74**		1				
Yield loss																			1			
SSI	-0.28	0.21*	0.01	-0.20	0.08	0.44*			-0.75**		-0.50*	-0.04		-0.16		-0.68**			0.97**			
Cl _m	0.53**	0.54**	0.31	-0.27	0.09	-0.83**			0.78**		0.74**	-0.13		0.16		0.82**			-0.63**		1	
Cl _d	0.41*	0.47*	0.01	0.06	-0.43*	-0.55**			0.81**		0.65**	0.05		0.16		0.86**			-0.67**		0.69**	1
WITI	0.31	0.23	0.02	0.23	-0.09	-0.44*			0.76**		0.50*	0.02		0.15		0.68**			-0.98**		0.58**	0.62**

جدول ۳- مقادیر ویژه، میزان درصد واریانس، درصد تجمعی و بردارهای ویژه برای شاخص‌های حساسیت و تحمل به علف‌های هرز در ژنوتیپ‌های مختلف گندم

Table 3- Eigen values, cumulative variance and coefficients of stress indices in different wheat genotypes under weed stress conditions

PC	مقادیر ویژه Eigen Value	درصد مقادیر ویژه Eigen Value (%)	درصد تجمعی مقادیر ویژه Cumulative Variance (%)	WITI	CI _{dw}	CI _d	CI _{mw}	CI _m	SSI	Y _s	Y _p
PC ₁	4.823	53.60	53.60	0.38	0.40	0.11	0.40	0.32	-0.38	0.43	0.09
PC ₂	3.010	33.45	87.04	-0.29	0.15	0.47	0.11	0.28	0.30	0.13	0.54



شکل ۲- نمودار بای پلات دو مؤلفه اول تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (۱- شبرنگ ۲- زارع ۳- اروم ۴- مرودشت ۵- شیراز ۶- افق ۷- بهار ۸- مهدوی ۹- الوند ۱۰- حیدری ۱۱- پارسی ۱۲- چمران ۱۳- میهن ۱۴- سیروان ۱۵- پishtaz ۱۶- سایسون ۱۷- ارگ ۱۸- نارین ۱۹- سیوند ۲۰- بهرنک ۲۱- کاسکوژن ۲۲- آریا ۲۳- پیشگام ۲۴- بم ۲۵- بک‌کراس روشن)

Figure 2- Distribution of wheat varieties on principal components bi-plot for stress tolerant indices in weed stress conditions. (1- Shabrang, 2- Zareh, 3- Uroum, 4- Marvdasht, 5- Shiraz, 6- Ofogh, 7- Bahar, 8- Mahdavi, 9- Alvand, 10- Hedari, 11- Parsi, 12- Chamran, 13- Miham, 14- Sirvan, 15- Pishtaz, 16- Sysoon, 17- Arg, 18- Narin, 19- Sivand, 20- Behrang, 21- Kaskozhen, 22- Aria, 23- Pishgam, 24- Bam, 25- Back cros)

توان دو مؤلفه را به صورت دو محور عمود بر هم نمایش داد و ژنوتیپ‌ها را بر اساس این دو مؤلفه در سطح نمودار توسط نقاطی مشخص نمود (شکل ۲).

در این بررسی اولین مؤلفه ۵۳/۵۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کند و همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد تحت تنش (Y_s)، شاخص‌های CI_d ، CI_m و WITI داشت. از این رو می‌تواند بعنوان مؤلفه با قابلیت توانایی رقابت و تحمل بالا به رقابت علف‌های

داده‌های جدول ۳ نشان داد که بیشترین تغییرات مورد نظر بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اول بیان شد (۸۷/۰۴ درصد). استفاده از این دو مؤلفه و چشم پوشی از سایر مؤلفه‌ها تنها موجب از دست رفتن بخش بسیار ناچیزی از تغییرات شده و تفسیر نتایج بر اساس دو مؤلفه اول و دوم دارای کارایی بالا می‌باشد و بدین لحاظ ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه اول صورت گرفت. از آنجایی که مؤلفه اول تغییراتی را در برمی‌گیرد که توسط مؤلفه دوم تبیین نمی‌شوند و بالعکس، می-

واقع شده و جزء رقم‌های برتر شناخته شد. موسوی و همکاران (۱۶) در مطالعه خود بر روی ۱۰ رقم گندم، ارقام مورد مطالعه را به چهار گروه نیمه حساس، متوسط، نیمه متحمل و متحمل گروه‌بندی نمودند. در این گروه‌بندی ارقام جدید چمران، دز، ویریناک و فلات در گروه نیمه حساس و رقم مارون به عنوان رقم سرکوبگر در رقابت با علف هرز یولاف وحشی معرفی شد.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که برخلاف تصور، رابطه مشخصی بین تراکم علف‌های هرز و عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم وجود نداشت. همچنین، صفات اولیه رشد ارقام گندم همبستگی بالایی با توانایی سرکوبگری علف‌های هرز داشت. براساس صفات مورد مطالعه ارقام گندم در چهار گروه طبقه‌بندی شدند که واکنش آنها به رقابت علف‌های هرز بسیار متفاوت بود. در گروه حساس افت عملکرد ناشی از رقابت علف‌های هرز بیش از ۵۰ درصد و در گروه با توانایی رقابت بالا افت عملکرد کمتر از ۵ درصد بود.

هرز نامگذاری شود. این مؤلفه ژنوتیپ‌هایی با توان تحمل و رقابت بالا با علف‌های هرز را از ژنوتیپ‌های با توانایی رقابت پایین و حساس به علف‌های هرز جدا می‌کند. دومین مؤلفه ۳۳/۴۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تفسیر نموده و همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد بدون تنش (Y_p) و شاخص SSI و همبستگی منفی با شاخص WITI داشت. بنابراین، مؤلفه دوم را می‌توان بعنوان مؤلفه با توانایی رقابت پایین و حساس به علف‌های هرز که ژنوتیپ‌های با تحمل پایین در شرایط تنش و میزان‌های بالای SSI را جدا می‌کند در نظر گرفت. با توجه به دو مؤلفه، رقم‌ها در درون گروه‌های مشخص قرار می‌گیرند که مرتبط با میانگین عملکردشان و تحمل به تنش آنها است. با توجه به زوایای خطوطی که شاخص‌ها نمایش می‌دهند ملاحظه می‌شود که شاخص SSI همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش (Y_s) و شاخص‌های CI_d ، CI_m ، WITI و همبستگی مثبت با عملکرد در شرایط بدون تنش (Y_p) و شاخص SSI دارند. همین طور شاخص‌های CI_d و CI_m با هر دو عملکرد تنش و بدون تنش همبستگی مثبت دارند. با توجه به توضیحات بالا، رقم سیوند در ناحیه با قابلیت توانایی رقابت و تحمل بالا به علف‌های هرز (قسمت پایین و سمت راست)

منابع

- 1- Anonymous. 2016. Agricultural Statistics. I: Crop products. Ministry of Agriculture-Jahad.
- 2- Appleby A. P., Olson P. D., and Colbert D. R. 1976. Winter-wheat yield reduction from interference by Italian ryegrass. *Agronomy Journal*, 68 (2):463-466.
- 3- Balyan R. S. R. K., Malik R., Pawner S., and Sing S. 1991. Competitive ability of wheat cultivars with wild oat (*Avena ludoviciana*). *Weed Science*, 39 (1): 154-158.
- 4- Bertholdsson N. O. 2005. Breeding spring wheat for improved allelopathic potential. *Weed Research*, 50 (1): 49-57.
- 5- Fao. 2014. Statistical data. www.faostat.fao.org.
- 6- Farbodnia A., Baghestani M. A., Zand E., and Noormohammadi G. 2009. Evaluation of competitive ability of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) against tansy mustard (*Descurainia sophia*). *Journal of Plant Protection*, 23(2): 74-81. (In Persian with English Summary).
- 7- Hansen PK., Kristensen K., and Willas J. 2008. A weed suppressive index for spring barley (*Hordeum vulgare*) varieties. *Weed Research*, 48 (1): 225-236.
- 8- Hoad S., Topp C., and Davies K. 2008. Selection of cereals for weed suppression in organic agriculture a method based on cultivar sensitivity to weed growth. *Euphytica*, 163: 355-366.
- 9- Jacob C. E., Johnson E. N., Dyck M. F., and Willenborg C. J. 2016. Evaluating the competitive ability of semileafless field pea cultivars. *Weed Science*, 64(1):137-145.
- 10- Lemerle D., Verbeek B., Cousens R. D., and Combes N. E. 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research*, 36 (2):505-513.
- 11- Lemerle D., Gill G. S., Murphy C. E., Walker S. R., Cousens R. D., Mokhtari S. S., Peltzer J., and Coleman D. J. 2001. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. *Aust. J. Agric. Res.*, 52: 527-548.
- 12- Lemerle D., Luckett D. J., Lockley P., Koetz E., and Wu H. 2014. Competitive ability of Australian canola (*Brassica napus*) genotypes for weed management. *Crop and Pasture Science*, 65(12):1300-1310.
- 13- Mohammaddoust Chamanabad H. R., Bakhshi M., Asghari A., and Mohammad Nia S. 2014. Evaluation of weed tolerance and competition indices of 18 wheat genotypes. *Iranian Journal of Weed Science*, 10: 155-166. (In Persian with English Abstract).
- 14- Mohammaddoust Chamanabad H. R., and Bakhshi M. 2016. Study of effective morpho-physiological characteristics on wheat competitive ability against weeds. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 26(1):57-66. (In Persian with English Abstract).
- 15- Murphy K.M., Dawson J.C., and Jones S.S. 2008. Relationship among phenotypic growth traits, yield and weed

- suppression in spring wheat landraces and modern cultivars. *Field Crops Research*, 105: 107–115.
- 16- Musavi S. H., Siadat S. A., Alami-Saeid K. H., Zand E., and Bakhshandeh M. A. 2013. Evaluation of competitive performance of spring bread wheat cultivars with wild oat weed. *Iranian Journal of Crops Science*, 14(4): 358-369. (In Persian with English Abstract).
- 17- Musavi S. H., Siadat S. A., Alami-Saeid K. H., Zand E., and Bakhshandeh M. A. 2017. Investigation of actual relationships between effective morphophysiological traits of spring bread wheat cultivars tolerance to wild oat. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(4):618-630. (In Persian with English Abstract).
- 18- Oerke E. C. 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144:31-43.
- 19- Reeves T. G., and Brooke H. D. 1977. The effect of genotype and phenotype on the competition between wheat and annual ryegrass (*Lolium rigidum*). Sixth Asian-Pacific Weed Science Society Conference. Jakarta, Indonesia.
- 20- Travlos I. S. 2012. Reduced herbicide rates for an effective weed control in competitive wheat cultivars. *International Journal of Plant Production*, 6: 1-13.
- 21- Watson P.R., Derksen D. A., and Van Acker R. C. 2006. The ability of 29 barley cultivars to compete and withstand competition. *Weed Science*, 57(4):783-792.
- 22- Worthington M., and Reberg-Horton C. 2013. Breeding cereal crop for enhanced weed suppression optimizing allelopathy and competitive ability. *Journal Chemistry and Ecology*, 39:213-231.
- 23- Zerner M. C., Rebetzke J., and Gill G. S. 2016. Genotypic stability of weed competitive ability for bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in multiple environments. *Crop and Pasture Science*, 67 (7):695-702.
- 24- Zimdahl R. A. 2004. *Weed-crop Competition*. Blackwell. Asia.



انتخاب نازل مناسب به منظور پاشش ستوکسیدیم در دو سرعت باد برای کنترل علف هرز یولاف وحشی زمستانه (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*)

اکبر علی وردی^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۹

چکیده

برای کاربرد ایمن و بهینه‌ی علف‌کش‌ها لازم است که بادبردگی به بیرون از منطقه‌ی سمپاشی^۲ و هدرروی آن در درون منطقه سمپاشی^۳ به حداقل رسانده شود. در این ارتباط، یک تصمیم‌مدیریتی بحرانی می‌تواند انتخاب نازل مناسب برای پاشش علف‌کش در شرایط بادی مختلف باشد. در یک آزمایش دُر-پاسخ، شش مقدار از ستوکسیدیم با استفاده از چهارده نوع نازل ۱۱۰۰۲ در دو سرعت وزش باد ۰/۵ و ۹/۵ متر در ثانیه بر روی یولاف وحشی زمستانه در مرحله پنچ برگی پاشیده شد. نازل بادبزی استاندارد دوقلو و نازل بادبزی دوقلوی الفاکنده هوا ۳۰۷۰ به ترتیب در سرعت وزش باد ۰/۵ و ۹/۵ متر در ثانیه به عنوان مناسب‌ترین نازل برای پاشش ستوکسیدیم با یک حجم حامل استاندارد ۲۱۰ لیتر در هکتار علیه یولاف وحشی زمستانه تعیین شدند. در سرعت وزش باد ۰/۵ متر در ثانیه، با افزایش اندازه قطرات ایجاد شده به وسیله نازل‌ها (کیفیت قطرک‌سازی)، مقدار ستوکسیدیم مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف وحشی زمستانه افزایش یافت که نشان دهنده آن است که کارایی علف‌کش کاهش یافت. در سرعت وزش باد ۹/۵ متر، با افزایش اندازه قطرات ایجاد شده به وسیله نازل‌ها از بسیار ریز تا درشت مقدار ستوکسیدیم مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف وحشی زمستانه کاهش یافت که نشان دهنده آن است که کارایی علف‌کش افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: بادبردگی، دُر-پاسخ، دو بادبزنه، علف‌کش، یک بادبزنه

مقدمه

بیش از ۶۰ نوع مختلف نازل طراحی و معرفی کرده‌اند که برای استفاده در موقعیت‌های مختلف در دسترس هستند. در بین چهار نقش نازل، نقش اصلی یک نازل قطرک‌سازی محلول پاشش است که به منظور نشست یکنواخت و مؤثر محلول پاشش بر روی سطح هدف لازم و ضروری است (۸). کیفیت قطرک‌سازی محلول پاشش به نوع فرمولاسیون علف‌کش (۸)، مواد افزودنی (۲۰)، فشار سمپاشی (۱۲)، شماره نازل (۱۱) و نوع نازل (۱۴) بستگی دارد. تمامی انواع نازل‌های هیدرولیکی دامنه وسیعی از اندازه قطرات را با یک توزیع نرمال تولید می‌کنند (۱۰). سرنوشت هر یک از قطرات بستگی به اندازه آنها دارد. دو سرنوشت کلی برای قطرات بعد از تشکیل می‌توان متصور بود، بدین گونه که یا آنها بر روی سطح هدف نشست می‌کنند و یا به سطح غیر هدف فرار می‌کنند (۱۰). قطرات ریز با قطر کمتر از ۱۰۰ میکرون و قطرات درشت با قطر بیش از ۵۰۰ میکرون اغلب پتانسیل بسیار بالایی برای فرار دارند. قطرات ریز به احتمال زیاد از طریق بادبردگی به بیرون از منطقه‌ی سمپاشی فرار خواهند کرد (۱۰)، بخصوص زمانی که سرعت وزش باد در زمان کاربرد بیشتر از ۱/۵ متر

اگرچه کاربرد علف‌کش‌ها به عنوان نگرانی حقوق بشر جهانی مطرح شده است (۲۴)، ولی آنها می‌توانند امنیت غذایی بشر را تضمین نمایند به شرط اینکه تکنیک کاربرد منطقی علف‌کش مورد توجه قرار گیرد (۷). اصول اساسی در تکنیک کاربرد منطقی علف‌کش شامل کیفیت انتخابی علف‌کش، کاربرد در زمان مناسب و دقت تجهیزات کاربرد است (۴). در تجهیزات (سمپاش‌ها) رایج کاربرد علف‌کش‌ها، نازل هیدرولیکی به عنوان یک جزء کلیدی و تأثیرگذار بر دقت سمپاشی مطرح است (۱۷). به همین دلیل، فناوری تولید نازل همیشه در حال بهبود بوده و در حال حاضر شاهد آن هستیم که تولیدکنندگان

۱- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا
همدان، همدان، ایران
(*)- نویسنده مسئول:

(Email: a.aliverdi@basu.ac.ir
DOI: 10.22067/jpp.v32i2.68476
2- Exo-drift
3- Endo-drift

بر ثانیه باشد (۱۴). قطرات درشت به احتمال زیاد به دلیل پَرش یا پرتاب از روی هدف پس از برخورد در درون منطقه سمپاشی هدر خواهند رفت (۱۰)، بخصوص زمانی که هدف یک علف‌هرز باریک برگ مانند یولاف وحشی باشد که دارای سطح برگ قائم با خیس پذیری اندک است (۲).

علف‌کش‌های پس رویشی نفوذی نظیر ستوکسیدیم، بازدارنده‌ی آنزیم استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز، باید زمانی بکار برده شوند که سرعت وزش باد کمتر از ۱/۵ متر بر ثانیه باشد (۱۴). برای چنین شرایط محیطی، تولیدکنندگان استفاده از نازلی را توصیه می‌کنند که در فشار مورد نظر دارای کیفیت قطرک‌سازی بسیار ریز (با قطر قطرات بین ۶۱ تا ۱۰۵ میکرون)، ریز (با قطر قطرات بین ۱۰۶ تا ۲۳۵ میکرون)، متوسط (با قطر قطرات بین ۲۳۶ تا ۳۴۰ میکرون) یا درشت (با قطر قطرات بین ۳۴۱ تا ۴۰۳ میکرون) باشد تا هدرروی علف‌کش در درون منطقه‌ی سمپاشی به حداقل برسد (۵). در وضعیتی که سرعت وزش باد در زمان کاربرد علف‌کش‌های پس رویشی نفوذی بیشتر از ۱/۵ متر بر ثانیه باشد، باید از نازلی استفاده شود که در فشار مورد نظر دارای کیفیت قطرک‌سازی درشت، بسیار درشت (با قطر قطرات بین ۴۰۴ تا ۵۰۲ میکرون)، به شدت درشت (با قطر قطرات بین ۵۰۳ تا ۶۶۵ میکرون) یا فوق‌العاده درشت (با قطر قطرات بیش از ۶۶۵ میکرون) باشد تا میزان فرار قطرات به بیرون از منطقه‌ی سمپاشی به حداقل برسد (۵). این دسته‌بندی در رابطه با کیفیت قطرک‌سازی نازل‌ها به وسیله انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (۳) انجام گرفته است.

با توجه به تنوع بسیار زیاد نازل‌ها، بحث انتخاب نازل مناسب برای پاشش انواع علف‌کش‌ها برای کنترل گونه‌های مختلف علف‌هرز می‌تواند باعث سردرگمی شود. در این پژوهش، عملکرد ۱۴ نازل مختلف بر کارایی ستوکسیدیم در کنترل علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه تحت دو سرعت وزش باد مجاز و غیرمجاز برای پاشش این علف‌کش مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

بذور یولاف وحشی زمستانه (۱۸) از محوطه‌ی دانشگاه بوعلی سینا همدان در اواخر بهار ۱۳۹۴ جمع‌آوری شدند. در اواخر تابستان ۱۳۹۵، ابتدا پوسته در بر دارنده بذور از آنها جدا شد و ضد عفونی سطحی بذور با محلول هیپوکلرید ۵ درصد و به مدت ۵ دقیقه صورت گرفت. بذور درون پتری دیش‌هایی با قطر ۱۱ سانتیمتر که حاوی یک لایه کاغذ صافی بودند، قرار داده شدند. سپس، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۰/۲ گرم نیترات پتاسیم در لیتر به هر یک از پتری دیش‌ها، به منظور شکسته شدن خواب بذور، اضافه شد. پتری دیش‌های حاوی بذور به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد در تاریکی

مطلق در درون یخچال نگهداری شدند. پس از اعمال سرما، پتری دیش‌ها درون ژرمیناتور با ۱۶ ساعت تاریکی با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و ۸ ساعت تاریکی با دمای ۱۰ درجه سانتیگراد، به ترتیب با رطوبت نسبی ۴۵ و ۶۵ درصد جوانه‌دار شدند (۲). سپس، تعداد ۱۰ گیاهچه با طول کولتوپیتیل یک سانتی‌متری در درون گلدان‌های پلاستیکی قهوه‌ای رنگ با مقطع مربعی (۲۵۶ سانتی‌متر مربع مساحت و ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع) در عمق یک سانتی‌متری خاک کاشته شدند. خاک مورد استفاده در تهیه‌ی بستر کاشت حاوی ۲۸/۹ درصد رس، ۴۷/۰ درصد سیلت، ۲۳/۶ درصد شن و ۰/۶ درصد ماده آلی بود. گلدان‌ها به درون گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا منتقل شدند و هر پنج روز آبیاری شدند. در مرحله یک برگی کامل، تعداد بوته‌های درون هر گلدان به ۶ بوته تقلیل یافتند.

تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از ۶ مقدار از علف‌کش ستوکسیدیم که با استفاده از ۱۴ نوع نازل مختلف در ۲ سرعت وزش باد در ۴ تکرار بر روی گیاهچه‌های پنج برگی یولاف وحشی زمستانه پاشیده شدند. مقادیر علف‌کش بکار رفته شامل ۰، ۲۳/۵، ۴۷، ۹۴، ۱۸۷/۵ و ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بود که آخرین دُز کاربردی مقدار توصیه شده بر روی برچسب علف‌کش است. نام و کیفیت قطرک‌سازی نازل‌ها در فشار ۳ بار در شکل ۱ ذکر شده است. شماره تمامی نازل‌ها ۱۱۰۰۲ بود. این نازل‌ها به وسیله TeeJet آمریکا، ASJ ایتالیا یا Albus فرانسه تولید می‌شوند. تیمارهای بالا در دو سرعت وزش باد طبیعی حدوداً ۰/۵ و ۹-۹/۵ متر بر ثانیه در فضای آزاد بیرون گلخانه پاشیده شدند.

در یک روز بادی (بعد از ظهر ۲۲ مهر ۱۳۹۵) که سرعت وزش باد ۹/۵ متر بر ثانیه بود، تیمارهای مربوط به سرعت وزش باد غیر مجاز برای سمپاشی پاشیده شدند. در این زمان، دمای هوا و رطوبت نسبی به ترتیب برابر ۱۶ سانتی‌گراد و ۳۵ درصد بود. بعد از ظهر روز آینده (۲۳ مهر ۱۳۹۵) که سرعت وزش باد حدوداً ۰/۵ متر بر ثانیه بود، تیمارهای مربوط به سرعت وزش باد مجاز برای سمپاشی پاشیده شدند. در این زمان، دمای هوا و رطوبت نسبی به ترتیب برابر ۱۷ درجه سانتی‌گراد و ۳۱ درصد بود. در هر دو روز سمپاشی، هیچ لکه ابری در آسمان مشاهده نشد. جهت وزش باد عمود بر راستای مسیر حرکت نازل بود. تیمارها با استفاده از ۲۱۰ لیتر آب در هکتار به وسیله سمپاش پشته‌ی فشاری در فشار ۳ بار بکار برده شدند. ارتفاع نازل تا سطح خاک گلدان حدوداً ۰/۵ متر بود. در روزهای سمپاشی، گیاهان موجود در درون ۴ گلدان از سطح خاک برداشت شدند و پس از توزین وزن خشک آنها، به عنوان وزن اولیه گیاهان در زمان اعمال تیمارها در نظر گرفته شدند. پس از سمپاشی، گلدان‌ها مجدداً در درون گلخانه قرار داده شدند.

						
بادبزی القاکننده هوا فشار Twin Fan Air به شدت درشت Extremely Coarse	بادبزی القاکننده هوا متراکم Compact Fan Air درشت Coarse	بادبزی ضد بادبردگی دوقلو Twin Fan Low Drift بسیار درشت Very Coarse	بادبزی ضد بادبردگی Fan Low Drift ریز Fine	بادبزی دوقلوی توربو Turbo Twin Flat درشت Coarse	بادبزی استاندارد دوقلو Twin Fan Standard بسیار ریز Very Fine	بادبزی استاندارد Standard Flat Fan ریز Fine
نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type
کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality

						
بادبزی القاکننده هوا فشار Low Pressure Air پایین درشت Coarse	بادبزی دوقلوی القاکننده هوا فشار پایین Low Pressure Air Induction Twin Flat درشت Coarse	بادبزی دوقلوی القاکننده هوا ۳۰۷۰ Air Induction Twin Fan 3070 درشت Coarse	بادبزی القاکننده هوا دوقلوی توربو Air Induction Turbo Twin Flat بسیار درشت Very Coarse	بادبزی القاکننده هوا متراکم زاویه دار Compact Fan Air-Tilt درشت Coarse	بادبزی القاکننده هوا توربو Turbo Air Induction Flat فوق العاده درشت Ultra Coarse	بادبزی زاویه گسترده توربو Turbo Wide Angle Flat متوسط Medium
نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type	نوع نازل Nozzle type
کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality	کیفیت قطر کساری Atomization quality

شکل ۱- نازل‌های مورد استفاده در پژوهش و کیفیت قطر کساری آنها در فشار ۳ بار.
Figure 1- The nozzles used in research and their atomization quality at 3 bar.

چهار هفته پس از سمپاشی، گیاهان تیمار شده از سطح خاک برداشت شدند و وزن خشک آنها پس از ۲ روز خشک کردن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد توزین شد. در مقادیر بالای کاربرد علف کش، بخصوص در مقادیر ۱۸۷/۵ و ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، گیاهان اغلب مرده بودند ولی در مقدار ۲۳/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار تمامی گیاهان زنده بودند. داده‌های بدست آمده در ابتدا تقسیم بر ۶ (تعداد بوته در هر گلدان) و سپس منهای ۰/۱۵ گرم (وزن اولیه هر بوته در زمان اعمال تیمارها) شدند. سپس، پاسخ وزن خشک علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه به تیمارها با تکنیک آنالیز رگرسیون غیرخطی با مدل چهار پارامتری لجستیک (معادله ۱) و با استفاده از نرم‌افزار R نسخه ۲،۶،۲ تجزیه و تحلیل شد (۱۹):

$$Y = \frac{C + (D - C)}{\{1 + \exp[B(\log X - \log ED)]\}} \quad \text{معادله ۱}$$

در این معادله: Y بیانگر وزن خشک یولاف وحشی زمستانه، D و C حد مجانب بالا و پایین وزن خشک در مقادیر صفر و بی‌نهایت ستوکسیدیم، ED₅₀ بیانگر مقدار علف‌کش لازم (x) برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک علف‌هرز بین حدود بالا و پایین (D و C) است، و B متناسب با شیب منحنی در محدوده ED₅₀ می‌باشد. شیب منحنی‌ها بین ۰/۹۹ در نازل بادبزی دوقلوی القاننده هوا فشار پایین در سرعت باد ۰/۵ متر در ثانیه تا ۲/۱۳ در نازل بادبزی القاننده هوا دوقلو در سرعت باد ۹/۵ متر در ثانیه در نوسان بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از آنجایی که اهمیت پارامتر ED₅₀ در مطالعات دُز-پاسخ علف‌کش‌ها بیشتر از سایر پارامترها (مانند ED₁₀ و ED₉₀) است (۱۹)، از اینرو؛ فقط نتایج مربوط به پارامتر ED₅₀ ارائه شد.

دسته‌بندی نازل‌ها بر اساس کیفیت قطرک‌سازی به وسیله انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (۳) انجام گرفته است.

نتایج و بحث

مقادیر پارامتر ED₅₀ به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع نازل و سرعت وزش باد قرار گرفت (جدول ۱). در زمانیکه سمپاشی در سرعت وزش باد ۰/۵ متر در ثانیه انجام گرفت، کمترین و بیشترین مقدار ED₅₀ به ترتیب در کاربرد نازل بادبزی استاندارد دوقلو و نازل بادبزی القاننده هوا توربو بدست آمد، بدین صورت که برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف وحشی زمستانه با استفاده از نازل‌های بادبزی استاندارد دوقلو و بادبزی القاننده هوا توربو به ترتیب ۱۲/۸۱ و ۶۲/۷۲ گرم ماده مؤثره ستوکسیدیم مورد نیاز بود. در چنین وضعیتی از سرعت وزش باد، عملکرد نازل‌ها بر اساس پارامتر ED₅₀ به صورت زیر بود: بادبزی القاننده هوا توربو <

بادبزی القاننده هوا دوقلو < بادبزی القاننده هوا فشار پایین < بادبزی ضد بادبردگی دوقلو < بادبزی دوقلوی القاننده هوا فشار پایین < بادبزی القاننده هوا دوقلوی توربو < بادبزی القاننده هوا متراکم < بادبزی القاننده هوا متراکم زاویه دار < بادبزی ضد بادبردگی < بادبزی دوقلوی توربو < بادبزی زاویه گسترده توربو < بادبزی دوقلوی القاننده هوا ۳۰۷۰ < بادبزی استاندارد < بادبزی استاندارد دوقلو. در این رتبه‌بندی، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر پارامتر ED₅₀ حاصل از نازل‌های بادبزی استاندارد دوقلو و بادبزی استاندارد وجود داشت. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین نازل‌های بادبزی القاننده هوا فشار پایین و بادبزی زاویه گسترده توربو، بین نازل بادبزی القاننده هوا دوقلو و هر یک از نازل‌های بادبزی القاننده هوا دوقلوی توربو و بادبزی القاننده هوا توربو وجود داشت. عملکرد عالی نازل بادبزی استاندارد دوقلو بدون شک با کیفیت قطرک‌سازی آن در ارتباط است. این نازل قطرات ریزتری در مقایسه با سایر نازل‌ها ایجاد می‌کند. همانطور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، با افزایش اندازه قطرات ایجاد شده به وسیله نازل‌ها (کیفیت قطرک‌سازی)، مقدار دُز مورد نیاز از علف‌کش ستوکسیدیم برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف وحشی زمستانه افزایش یافت. به عبارتی دیگر، همبستگی منفی قوی ($R^2 = 0.96$) بین کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی زمستانه با اندازه قطرات ایجاد شده به وسیله نازل‌ها وجود داشت. عوامل تأثیرگذار بر میزان نشست قطره بر روی سطح هدف (برگ علف‌هرز) عبارتند از: ریخت‌شناسی سطح برگ (۲۱)، حجم حامل پاشش (۱۷)، کشش سطحی محلول پاشش (۱) و اندازه قطرات (۲۳). محققان به خوبی ثابت کرده‌اند که هنگامی که سرعت وزش باد پایین (مجاز برای سمپاشی) است، میزان نشست قطرات ریز در مقایسه با قطرات درشت بر روی سطح هدف بیشتر است. متعاقباً، با افزایش میزان نشست قطرات بر روی سطح هدف، کارایی علف‌کش شاخ و برگ مصرف نیز افزایش می‌یابد. در مقابل، قطرات درشت به احتمال زیاد پس از برخورد با سطح هدف در طی فرایند پُرش از روی سطح هدف به هدر خواهند رفت. به همین دلیل، کارایی علف‌کش شاخ و برگ که با قطرات درشت پاشیده شده کمتر از زمانی است که با قطرات ریز پاشیده شود (۶، ۱۵ و ۱۶). به همین دلیل، بهترین و بدترین کارایی ستوکسیدیم در کنترل علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه در سرعت وزش باد پایین به ترتیب در کاربرد نازل بادبزی استاندارد دوقلو با کیفیت قطرک‌سازی بسیار ریز (با قطر قطرات بین ۶۱ تا ۱۰۵ میکرون) و نازل بادبزی القاننده هوا توربو با کیفیت قطرک‌سازی فوق العاده درشت (با قطر قطرات بیش از ۶۶۵ میکرون) بدست آمد.

جدول ۱- مقادیر پارامتر ED₅₀ برای علف کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی زمستانه که با ۱۴ نوع نازل تحت دو سرعت باد مختلف بکار برده شده است

Table 1- Estimated ED₅₀ values for sethoxydim on the control of winter wild oat which it was applied with 14 nozzle types at two wind speeds

سرعت باد (متر بر ثانیه) Wind speed (m s ⁻¹)		نوع نازل (11002)
9.5	0.5	
65.42 (5.05)	19.23 (3.96)	بادبزی استاندارد Standard Flat Fan
64.13 (12.10)	27.09 (4.52)	بادبزی القاکننده هوا متراکم زاویه دار Compact Fan Air-Tilt
76.89 (11.28)	26.30 (2.69)	بادبزی ضد بادبردگی Fan Low Drift
58.70 (8.29)	31.68 (5.75)	بادبزی القاکننده هوا متراکم Compact Fan Air
62.08 (6.79)	22.40 (3.77)	بادبزی زاویه گسترده توربو Turbo Wide Angle Flat
71.67 (10.64)	62.72 (7.05)	بادبزی القاکننده هوا توربو Turbo Air Induction Flat
61.69 (12.06)	42.32 (7.24)	بادبزی القاکننده هوا فشار پایین Low Pressure Air Induction Flat
87.35 (6.56)	12.81 (4.53)	بادبزی استاندارد دوقلو Twin Fan Standard
61.45 (5.83)	37.23 (5.28)	بادبزی ضد بادبردگی دوقلو Twin Fan Low Drift
66.27 (4.07)	43.60 (7.22)	بادبزی القاکننده هوا دوقلو Twin Fan Air
55.98 (9.88)	25.22 (3.41)	بادبزی دوقلوی توربو Turbo Twin Flat
58.88 (8.95)	31.91 (4.16)	بادبزی القاکننده هوا دوقلوی توربو Air Induction Turbo Twin Flat
45.13 (5.63)	21.96 (3.74)	بادبزی دوقلوی القاکننده هوا ۳۰۷۰ Air Induction Twin Fan 3070
53.13 (7.78)	32.73 (8.79)	بادبزی دوقلوی القاکننده هوا فشار پایین Low Pressure Air Induction Twin Flat

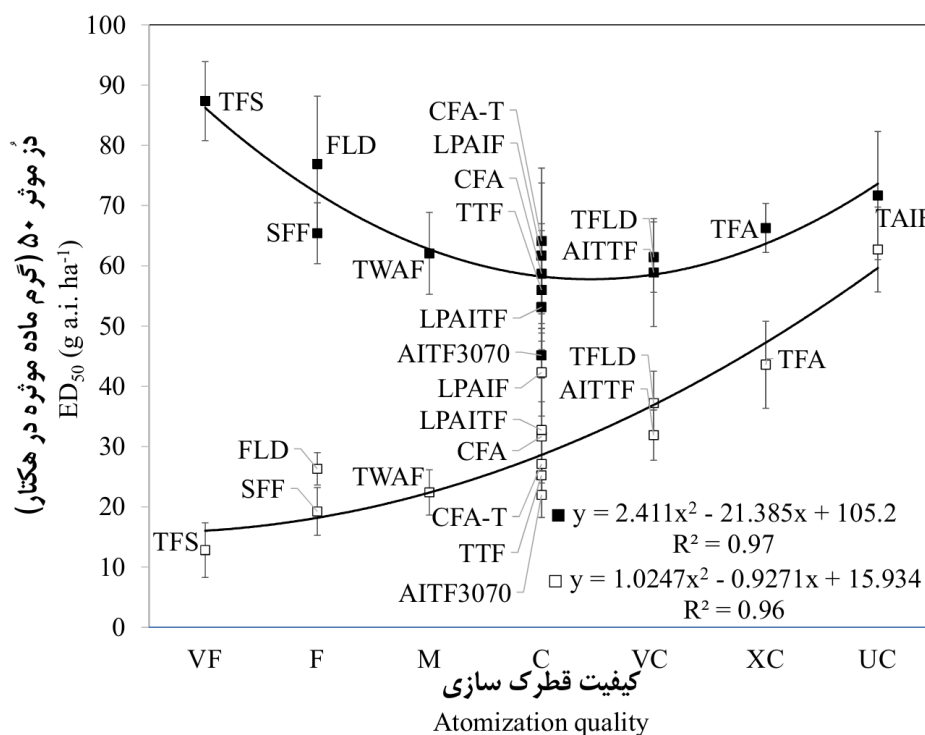
اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند

بادبزی دوقلوی القاکننده هوا ۳۰۷۰ و نازل بادبزی استاندارد دوقلو به ترتیب به ۴۵/۱۳ و ۸۷/۳۵ گرم ماده‌ی مؤثره از علف کش ستوکسیدیم مورد نیاز بود. در سرعت وزش باد ۹/۵ متر در ثانیه، عملکرد نازل‌ها بر اساس پارامتر ED₅₀ به صورت زیر بود: بادبزی استاندارد دوقلو < بادبزی ضد بادبردگی < بادبزی القاکننده هوا توربو < بادبزی القاکننده هوا دوقلو < بادبزی استاندارد < بادبزی القاکننده هوا متراکم زاویه دار < بادبزی زاویه گسترده توربو < بادبزی القاکننده هوا فشار پایین < بادبزی ضد بادبردگی دوقلو < بادبزی القاکننده هوا دوقلوی توربو < بادبزی القاکننده هوا متراکم < بادبزی دوقلوی

سمپاشی در سرعت وزش باد ۹/۵ متر در ثانیه باعث افزایش معنی‌دار در مقادیر پارامتر ED₅₀ در تمامی نازل‌ها بجز نازل بادبزی القاکننده هوا توربو شد. به عبارتی دیگر، با افزایش سرعت وزش باد به مقادیر بیشتری از علف کش برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف وحشی زمستانه نیاز بود. در زمانیکه سمپاشی در سرعت وزش باد ۹/۵ متر در ثانیه انجام گرفت، کمترین و بیشترین مقدار ED₅₀ به ترتیب با استفاده از نازل بادبزی دوقلوی القاکننده هوا ۳۰۷۰ و نازل بادبزی استاندارد دوقلو بدست آمد، بدین صورت که برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف وحشی زمستانه با استفاده از نازل

افزایش یافته است. عملکرد نازل‌هایی که قطرات ریزتری ایجاد می‌کند به شدت تحت تأثیر سرعت وزش باد است، چون قطرات ریز به راحتی از طریق بادبردگی فرار می‌کنند (۱۰). از اینرو، عملکرد نازل بادبزی استاندارد دوقلو با کیفیت قطرک‌سازی بسیار ریز (با قطر قطرات بین ۶۱ تا ۱۰۵ میکرون) در مقایسه با سایر نازل‌ها به شدت تحت تأثیر وزش باد قرار گرفت و باعث شد که کمترین کارایی علف کش ستوکسیدیم بدست آید. با این حال، با افزایش اندازه قطرات ایجاد شده به وسیله نازل‌ها از درشت (C) تا فوق العاده درشت (UC) کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی زمستانه کاهش یافت. به نظر می‌رسد که حجم حامل پاشش عامل محدود کننده در عملکرد چنین نازل‌هایی و در چنین سرعت وزش بادی باشد.

توربو < بادبزی دوقلوی القاکنده هوا فشار پایین < بادبزی دوقلوی القاکنده هوا ۳۰۷۰. در این رتبه‌بندی، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر پارامتر ED_{50} حاصل از نازل‌های بادبزی استاندارد دوقلو و بادبزی استاندارد وجود داشت. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین نازل بادبزی ضد بادبردگی و هر یک از نازل‌های بادبزی زاویه گسترده توربو و بادبزی القاکنده هوا دوقلو وجود داشت. اختلاف معنی‌داری بین نازل بادبزی دوقلوی القاکنده هوا ۳۰۷۰ و هر یک از نازل‌های بادبزی القاکنده هوا دوقلو، بادبزی ضد بادبردگی و بادبزی زاویه گسترده توربو وجود داشت. همانطور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، در سرعت وزش ۹/۵ متر در ثانیه، با افزایش اندازه قطرات ایجاد شده به وسیله نازل‌ها از بسیار ریز (VF) تا درشت (C) مقدار ستوکسیدیم مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف وحشی زمستانه کاهش یافت که نشان دهنده آن است که کارایی علف‌کش



شکل ۲- همبستگی بین مقادیر ED_{50} علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی زمستانه در سرعت وزش باد ۰/۵ متر در ثانیه (□) و ۹/۵ متر در ثانیه (■) و کیفیت قطرک‌سازی نازل‌ها که عبارت بودند از TFS: بادبزی استاندارد دوقلو؛ FLD: بادبزی ضد بادبردگی؛ SFF: بادبزی استاندارد؛ TWAF: بادبزی زاویه گسترده توربو؛ LPAITF: بادبزی دوقلوی القاکنده هوا فشار پایین؛ LPAIF: بادبزی القاکنده هوا فشار پایین؛ CFA: بادبزی القاکنده هوا متراکم؛ CFA-T: بادبزی القاکنده هوا متراکم زاویه‌دار؛ TTF: بادبزی دوقلوی توربو؛ AITF3070: بادبزی دوقلوی القاکنده هوا ۳۰۷۰؛ TFLD: بادبزی ضد بادبردگی دوقلو؛ AITTF: بادبزی القاکنده هوا دوقلوی توربو؛ TFA: بادبزی القاکنده هوا دوقلو؛ TAIF: بادبزی القاکنده هوا توربو

Figure 2- A correlation between the ED_{50} values of sethoxydim against winter wild oat at two wind speeds of 0.5 (□) or 9.5 m s^{-1} (■) and the atomization quality of nozzles, including TFS: Twin Fan Standard; FLD: Fan Low Drift; SFF: Standard Flat Fan; TWAF: Turbo Wide Angle Flat; LPAITF: Low Pressure Air Induction Twin Flat; LPAIF: Low Pressure Air Induction Flat; CFA: Compact Fan Air; CFA-T: Compact Fan Air-Tilt; TTF: Turbo Twin Flat; AITF3070: Air Induction Twin Fan 3070; TFLD: Twin Fan Low Drift; AITTF: Air Induction Turbo Twin Flat; TFA: Twin Fan Air; TAIF: Turbo Air Induction Flat

باریک برگ نیز قائم بودن برگ آنهاست (۲). نازل‌هایی که بادبزنی زاویه‌داری ایجاد می‌کنند، بخصوص در مورد نازل‌های دوقلو، امکان برخورد عمودی قطرات به سطح برگ‌های علف‌های هرز باریک برگ و متعاقباً کاهش پُرش قطره از سطح آنها را فراهم می‌سازند. علاوه بر این، نازل‌های دوقلو امکان خیس‌سازی قسمت پشت و جلوی علف‌های هرز در مسیر حرکت نازل را نیز فراهم می‌کنند (۱۱). در مقایسه با ۶ نوع نازلی که کیفیت قطرک‌سازی درشتی دارند، نازل دوقلوی القاکننده هوا ۳۰۷۰ به دلیل جهت دادن مناسب به قطرات ایجاد شده بهترین عملکرد را در هر دو سرعت وزش باد به نمایش گذاشت (شکل ۲). جنسن (۱۳) نیز گزارش کرد نازل‌های دوبادبزنی (دوقلو) در مقایسه با نازل‌های یک بادبزنی (یک قلو) باعث بهبود کارایی علف-کش‌ها شد.

به عنوان جمع‌بندی نهایی، نازل‌های بادبزنی استاندارد دوقلو و نازل بادبزنی دوقلوی القاکننده هوا ۳۰۷۰ به ترتیب در سرعت وزش باد پایین و بالا به عنوان مناسب‌ترین نازل برای پاشش ستوکسیدیم با حجم حامل استاندارد ۲۱۰ لیتر در هکتار علیه یولاف وحشی زمستانه تعیین شدند. احتمالاً، در صورتی می‌توان از نازل‌هایی با کیفیت قطرک‌سازی درشت تا فوق‌العاده درشت بهره بیشتری در سرعت وزش باد بالا برد که از حجم حامل پاشش بیشتری استفاده شود. این موضوع باید در پژوهش‌های آتی به اثبات برسد.

سپاسگزاری

از آقایان Francesco Barbotto، Mahmoud Sbeity و Patrick Levesque به ترتیب مدیریت فروش شرکت‌های TeeJet در آمریکا، ASJ در ایتالیا و Albuz در فرانسه که علاوه بر نازل‌های مورد آزمایش، نمونه‌ای رایگان از تمامی انواع نازل‌های تولیدی خود را جهت آموزش به دانشجویان و نیز پژوهش در اختیار بنده قرار دادند قدردانی می‌کنم. همچنین، از بانوان نسرین زنده‌پاک، سمیه ابراهیم پور فرجی، مهیا المیر، کوثر عبدالحسینی و مرواید صالحی که در زمان سمپاشی کمک فراوانی کرده‌اند تشکر می‌کنم.

تحقیقات نشان داده‌اند که وقتی از نازل‌هایی با کیفیت قطرک‌سازی بسیار درشت تا فوق‌العاده درشت استفاده شود، کارایی علف-کش کوئیزالوفوپ پی اتیل در کنترل علف‌هرز سورروف با افزایش حجم حامل پاشش افزایش یافت (۲۲). در مقابل، زمانی که از نازل‌هایی با کیفیت قطرک‌سازی بسیار ریز تا متوسط استفاده شود، کارایی علف‌کش‌های فورام سولفورون و بنتازون در کنترل سورروف با افزایش حجم حامل پاشش کاهش یافت (۱۶). از اینرو، احتمالاً با افزایش شماره نازل از ۰۲ زرد رنگ به ۰۳ آبی رنگ یا ۰۴ قرمز رنگ می‌توان عملکرد نازل‌هایی با کیفیت قطرک‌سازی بسیار درشت تا فوق‌العاده درشت را بهبود بخشید که این موضوع باید در پژوهش‌های بعدی به اثبات برسد.

یک نقش دیگر نازل می‌تواند جهت دادن به قطرات ایجاد شده باشد (۸). هفت نازل لیست شده در ابتدای جدول ۱ جزو نازل‌های یک بادبزنی و هفت نازل بعدی جزو نازل‌های دو بادبزنی هستند. بجز در نازل بادبزنی القاکننده هوای متراکم زاویه‌دار، در تمامی نازل‌های یک بادبزنی (نازل‌هایی که دارای یک روزنه خروجی هستند و الگوی پاشش آنها به صورت بادبزنی است) جهت بادبزنی عمود بر سطح زمین است. در نازل بادبزنی القاکننده هوای متراکم زاویه‌دار جهت بادبزنی به میزان ۱۳ درجه به سمت مسیر حرکت نازل منحرف است. در نازل‌های دو بادبزنی (نازل‌هایی که دارای دو روزنه خروجی هستند و الگوی پاشش آنها به صورت بادبزنی مضاعف است) محلول پاشش از دو روزنه خارج می‌شود و دو بادبزنی ایجاد می‌کند. در نازل بادبزنی دوقلوی القاکننده هوا ۳۰۷۰، زاویه یکی از بادبزنی‌ها به میزان ۳۰ درجه در جهت مسیر حرکت نازل و زاویه بادبزنی دیگر به میزان ۷۰ درجه برخلاف جهت حرکت نازل است. در سایر نازل‌های دو بادبزنی، زاویه یکی از بادبزنی‌ها به میزان ۳۰ درجه در جهت مسیر حرکت نازل و زاویه بادبزنی دیگر به میزان ۳۰ درجه برخلاف جهت حرکت نازل است. از آنجایی که برگ‌های علف‌های هرز باریک برگ به صورت نسبتاً قائم قرار دارند به همین دلیل در صورتی که قطرات پاشش به طور عمود بر زمین پاشیده شود، خیس‌پذیری برگ‌های این گونه از علف‌های هرز پایین خواهد بود. علت اصلی خیس‌پذیری اندک برگ علف‌های هرز

منابع

- 1- Aliverdi A., and Hammami H. 2016. The effect of cationic and nonionic surfactants on the efficacy of ALS-inhibitor herbicides against *Avena sterilis*. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103(3):289-296.
- 2- Aliverdi A., Rashed-Mohassel M.H., Zand E., and Mahallati M.N. 2009. Increased foliar activity of clodinafop-propargyl and/or tribenuron-methyl by surfactants and their synergistic action on wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Weed Biology and Management*, 9(4):292-299.
- 3- ASAE. 2009. Spray nozzle classification by droplet spectra. *The American Society of Agricultural Engineers*, S572.1, 4 p.
- 4- Asogwa E.U., and Dongo L.N. 2009. Problems associated with pesticide usage and application in Nigerian cocoa production: a review. *African Journal of Agricultural Research*, 4(8):675-683.

- 5- AST. 2017. Spray nozzles and accessories for crop protection. Agrotop Spray Technology, Cataloge 109E, p. 7.
- 6- Brown L., Soltani N., Shropshire C., Spieser H., and Sikkema P.H. 2007. Efficacy of four corn (*Zea mays* L.) herbicides when applied with flat fan and air induction nozzles. *Weed Biology and Management*, 7(2):55-61.
- 7- Cobb A.H., and Reade J.P.H. 2010. *Herbicides and plant physiology*. 2nd ed. John Wiley & Sons Inc. UK.
- 8- Contiero R.L., Biffe D.F., Constantin J., de Oliveira R.S., Braz G.B.P., Lucio F.R., and Schleier J.J. 2016. Effects of nozzle types and 2,4-D formulations on spray deposition. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 51(12):888-893.
- 9- Creech C.F., Henry R.S., Fritz B.K., and Kruger G.R. 2014. Influence of herbicide active ingredient, nozzle type, orifice size, spray pressure, and carrier volume rate on spray droplet size characteristics. *Weed Technology*, 29(2):298-310.
- 10- Czaczuk Z., Kruger G., and Hewitt A. 2012. Droplet size classification of air induction flat fan nozzles. *Journal of Plant Protection Research*, 52(4):415-420.
- 11- Ferguson J.C., Chechetto R.G., Hewitt A.J., Chauhan B.S., Adkins S.W., Kruger G.R., and O'Donnell C.C. 2016. Assessing the deposition and canopy penetration of nozzles with different spray qualities in an oat (*Avena sativa* L.) canopy. *Crop Protection*, 81:14-19.
- 12- Hewitt A.J., Solomon K.R., and Marshall E.J.P. 2009. Spray droplet size, drift potential, and risks to nontarget organisms from aerially applied glyphosate for coca control in Colombia. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, 79(15):921-929.
- 13- Jensen P.K. 2012. Increasing efficacy of graminicides with a forward angled spray. *Crop Protection*, 32:17-23.
- 14- Kruger G.R., Klein R.N., and Ogg C.L. 2013. Spray drift of pesticides. NebGuide G1773, UNL Extension. <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1773.pdf> (visited 16 October 2017).
- 15- Kudsk P. 2008. Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. *Environmentalist*, 28(1):49-55.
- 16- Lesnik M., Kramberger B., and Vajs S. 2012. The effects of drift-reducing nozzles on herbicide efficacy and maize (*Zea mays* L.) yield. *Zemdirbyste-Agriculture*, 99(4):371-378.
- 17- Meyer C.J., Norsworthy J.K., Kruger G.R., and Barber T.L. 2016. Effect of nozzle selection and spray volume on droplet size and efficacy of Engenia tank-mix combinations. *Weed Technology*, 30(2):377-390.
- 18- Moss S. 2015. Identification of wild-oats. Rothamsted Research, Harpenden, Herts AL5 2JQ, UK.
- 19- Ritz C., Baty F., Streibig J.C., and Gerhard D. 2015. Dose-Response Analysis Using R. *PLoS One*, 10(12):e0146021
- 20- Sasaki R.S., Teixeira M.M., Alvarenga C.B., Santiago H., and Maciel C.F.S. 2013. Spectrum of droplets produced by use adjuvants. *Idesia*, 31(1):27-33.
- 21- Sanyal D., Bhowmik P.C., and Reddy K.N. 2006. Influence of leaf surface micro morphology, wax content, and surfactant on primisulfuron droplet spread on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Science*, 54(4):627-633.
- 22- Sikkema E.H., Brown L., Shropshire C., Spieser H., and Soltani N. 2008. Flat fan and air induction nozzles affect soybean herbicide efficacy. *Weed Biology and Management*, 8:31-38.
- 23- Stagnari F., Chiarini M., and Pisante M., 2007. Influence of fluorinated surfactants on the efficacy of some post-emergence sulfonyleurea herbicides. *Journal of Pesticide Science*, 32(1):16-23.
- 24- UN. 2017. Report of the Special Rapporteur on the right to food. United Nations, General Assembly, Human Rights Council, A/HRC/34/48.



The Selection of Proper Nozzle for Spraying Sethoxydim at Two Wind Speeds to Control Winter Wild Oat (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*)

A. Aliverdi^{1*}

Received: 09-12-2017

Accepted: 28-02-2018

Introduction: Although “the pesticides are a global human rights concern” (24), they can secure global food security provided that the rational herbicide application technique is taken into consideration (7). The principal elements of rational herbicide application technique include the selectivity of herbicide, the application of appropriately timed herbicide and the accuracy of application equipment (4). The hydraulic spray nozzle atomizes the spray solution into droplets (9). Thus, it is a key component to influence on the accuracy of spraying (17). The nozzle technology is always improving, resulting in the introduction of more than 60 nozzle types that all are available to apply in different situations. High nozzle diversity can cause some difficult to select a proper nozzle, particularly when wind speed at time of application is authorized or unauthorized for spraying. The present study aims to compare 14 nozzle types in relation to the efficacy of sethoxydim to control winter wild oat at two wind speeds.

Materials and Methods: The seeds of winter wild oat (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*) were treated to germinate (2). Then, the 9 seedlings were planted within each pot and grown in the Research Greenhouse of Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran and thinned to 6 plant pot⁻¹ at the one-leaf stage. At the five-leaf stage, they were treated with 0, 23.5, 47, 94, 187.5, and 375 g sethoxydim ha⁻¹ using 14 nozzle types at two wind speeds of 0.5 and 9.5 m s⁻¹ in outdoor conditions. A standard 210 L ha⁻¹ carrier volume was sprayed at a pressure of 3 bar with the 11002 yellow nozzles of Twin Fan Standard (TFS), Fan Low Drift (FLD), Standard Flat Fan (SFF), Turbo Wide Angle Flat (TWAF), Low Pressure Air Induction Twin Flat (LPAITF), Low Pressure Air Induction Flat (LPAIF), Compact Fan Air (CFA), Compact Fan Air-Tilt (CFA-T), Turbo Twin Flat (TTF), Air Induction Twin Fan 3070 (AITF3070), Twin Fan Low Drift (TFLD), Air Induction Turbo Twin Flat (AITTF), Twin Fan Air (TFA), Turbo Air Induction Flat (TAIF). Four weeks after spraying, the dry weight of plants were obtained and the data were fitted to analyze using a four-parameter log-logistic model to estimate the Effective Doses (ED) (19).

Results and Discussion: The ED₅₀ values of sethoxydim on the control of winter wild oat were affected significantly by nozzle type or wind speed. When spraying was done at 0.5 m s⁻¹ wind speed, the lowest and the highest ED₅₀ values were obtained with the TFS and TAIF nozzles, requiring 12.81 and 62.72 g sethoxydim ha⁻¹ to give a 50% reduction in dry weight of winter wild oat, respectively. In such a situation of wind speed, the ranking of the nozzle types based on the sethoxydim dose required to give a 50% reduction in dry weight of winter wild oat was TAIF > TFA > LPAIF > TFLD > LPAITF > AITTF > CFA > CFA-T > FLD > TTF > TWAF > AITF3070 > SFF > TFS (Table 1). It can be concluded that the endo-drift by TFS nozzle at low wind speed is lower than other nozzles. When spraying was done at 9.5 m s⁻¹ wind speed, the lowest and the highest ED₅₀ values were obtained with the AITF3070 and TFS nozzles, requiring 45.13 and 87.35 g sethoxydim ha⁻¹ to give a 50% reduction in dry weight of winter wild oat, respectively. In such a situation of wind speed, the ranking of the nozzle types based on the sethoxydim dose required to give a 50% reduction in dry weight of winter wild oat was TFS > FLD > TAIF > TFA > SFF > CFA-T > TWAF > LPAIF > TFLD > AITTF > CFA > TTF > LPAITF > AITF3070. It can be concluded that the exo-drift by TFS nozzle at high wind speed is higher than other nozzles. It seems that a limiting factor for the performance of nozzles categorized as VC to UC at high wind speed can be the spray carrier volume.

Conclusions: As a proper nozzle to spray sethoxydim with 210 L carrier volume ha⁻¹ at a pressure of 3 bar to control winter wild oat at low and high wind speed, the TFS and AITF3070 nozzles can be applied to obtain an optimal herbicide efficacy, respectively.

Keywords: Drift, Dose-response, Dual flat, Herbicide, Single flat

1- Assistant Professor Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(* - Corresponding Author Email: a.aliverdi@basu.ac.ir)

was more than 3 in this group. The classification of Iranian wheat cultivars base on CI is one of the most valuable tools for IWM.

Keywords: Competitive index, Cultivars, Health produce, Integrated weed management



Ranking the Wheat Cultivars Based on Competitive Ability with Weeds

S. M. Mozafari²⁰ - H. R. Mohammaddoust Chamanabad^{2*} - H. R. Nikkheh³

Received: 09-12-2017

Accepted: 23-05-2018

Introduction: Weeds are an important challenge to crop production, particularly in sustainable agriculture. Today, identification of highly competitive cultivars is an easy and inexpensive method for weed management in sustainable agriculture systems. Watson et al. in their study of 29 barley varieties found that yield loss due to weed competition varied from 6 to 79 percent, which is related to their ability to compete. In the case of wheat, for more than four decades, the difference of the weed competitive ability between wheat cultivars has been investigated. Two aspects of cultivar competitiveness can be defined, competitive index (CI) and weed interference tolerance index (WITI). CI is the ability of a cultivar to reduce weed growth and WITI is the ability of a cultivar to achieve high yield despite weed competition. These traits differ based on genetical and agronomical aspects. CI is often associated with traits including vigorous growth, allelopathic potential, crop cover, and height and leaf area. Although for environmental stresses high tolerance indexes are important, the competitive index is more important in the long-term management of weed management. Trusting the tolerance index alone can lead to a sharp increase in the weed seed bank, which may not tolerate high-tolerance cultivars. So, the present study was carried out to classify Iranian wheat cultivars based on traits related to competition and tolerance indices and to determine the correlation between indices with yield and yield components.

Material and Methods: This experiment was conducted to classify Iranian wheat cultivars based on traits related to competition and tolerance indices and to determine the correlation between indices with yield and yield components in the agricultural research farm of the faculty of agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili at 2015-2016 growing season. For this purpose, 25 wheat cultivars were tilled in November 2015 under with or without weed competition. In each plot, 10 wheat lines were cultivated at a distance of 20 cm and a length of 5 m. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. At the beginning of spring, from each plot, a sample of wheat plants was harvested at a surface area of 0.25 m², dried at 75 ° C for 48 hours in order to measure the initial dry weight of the cultivars. Sampling from weeds was conducted before the end of growing season. Wheat plants harvested at maturity stage from 1 m² and seed yield was reordered. To determine the yield loss, CI and WITI was used appropriate formulas.

Results and Discussion: The results showed that there was no significant correlation between weed density with growth traits of wheat cultivars, while there was a significant negative correlation between weed dry weight and these traits. The highest correlation was found between the primary cover with dry weeds weight ($R^2 = -0.70$; $P < 0.01$). Also, there was no significant correlation between wheat yield and grain components with weed density, while there was a significant negative correlation with weeds dry weight. The data showed that among of yield components, the number of spikes had a higher negative correlation ($R^2 = -0.88$) with the weed dry weight. Biological yield, spike number and grain yield had a high positive correlation with early growth traits especially with crop cover. In contrast to weed density, there was a significant positive correlation between weed dry weight and grain yield loss. Grain yield had a high positive correlation with the sensitivity index and a negative significant correlation with competition and tolerance indices. The results showed that there was a high positive correlation between biological yield, number of spikes and grain yield with two indices of CI_d and CI_m . Among the indices, three sensitivity, tolerance and index of CI_m competition were correlated with most of the indices. Cluster analysis based on studied traits classified wheat cultivars into four main groups. The first group was cultivars with relatively high yield potential and susceptible to weed competition, so that the average yield in weed free conditions was 1.8 times more than under competitive conditions. The second group consisted of Parsi, Cascogen, Ofogh, Pishtaz, Zare, Back Cross, Mahdavi and Alvand cultivars with high tolerance index so that yield loss were relatively low and between 20 and 30%. Third group cultivars had low yield potential and high sensitivity to weeds. In these cultivars, the yield loss was more than 50%. The fourth group only was consisted Sivand cultivar that had the lowest yield loss among the studied cultivars. The competition index (CI)

1 and 2- Graduated M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil

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

3- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

DKC6589 line due to higher grain yield in both weedy and weed-free plots. Competition index was higher in Sc. 704 and DKC6589 than other genotypes. Although Mobeen and Sc.640 hybrids had lower grain yield reduction trend under weed competition conditions, but DKC6589 and Sc.704 showed a high grain yield potential and high ability to withstand weed competition.

Keywords: Competition indices, Genotypes, Weed interference



Evaluating the Competitive Ability of Maize (*Zea mays* L.) Genotypes against Weeds under Different Nitrogen Rates

A. Modhej^{18*}- A. Kaihani¹⁹

Received: 21-10-2017

Accepted: 30-05-2018

Introduction: Maize is among the world's three most important cereal crops. Weeds are one of the most important factors that reduce maize production. They cause important yield losses worldwide with an average of 12.8% despite weed control applications and 29.2% in the case of no weed control. Weeds compete with crops when they remove a portion of a resource from a shared resource pool, leaving the crop with less of the resource than is needed for optimum growth. Competition may occur for water, creating or exacerbating water stress. It may occur for nutrients such as nitrogen, leading to chlorosis, leaf senescence and yield loss. Increasing the ability of a crop to compete with weeds has been considered an approach to improving weed management in recent years. The importance of weed competition in maize depends on the maize genotype, weed species, crop growth stage, the weed density, the level of water, and nutrient stress. Some crops can significantly suppress weeds by their ability to grow faster than weeds or to endure greater sowing densities. The plant competitive ability can be expressed in the following two modes: First, the crop weed suppressive ability (WSA) that results in the reduction of weed biomass and second, the crop tolerance ability (CTA) to tolerate weed effects and to have high yields at the same time. Crop tolerance to weed interference aims to improve stability of yield and quality in weedy fields, whereas weed-suppressive ability targets the long-term management of weed populations by reducing seedbank size. Several traits, including the growth intensity in the initial developmental stages, rapid development of a high leaf structure, the plant height, maximum LAI, rate of canopy closure, height of LAI, and leaf architecture, may improve weed-suppressive ability and dent maize tolerance to weed interference. Therefore, the objective of this experiment was to evaluating the competitive ability of maize (*Zea mays* L.) genotypes against weeds under different nitrogen rates.

Materials and Methods: Experiments were carried out on clay loam soil with low organic matter content (less than 1%) and a pH of 2.9 at south west Iran in 2011-2012 growing season. The experiment site had a hot climate with a moderate winter and dry and hot summer. Treatments consisted of a split-plot with randomized complete blocks design and three replicates. Nitrogen rates (0, 90, 180 and 260 kgNha⁻¹) were the main plots and four dent maize hybrids Sc.704, DKC6589, Mobeen and Sc.640 were planted in sub-plots. DKC6589, Mobeen and Sc.640 are an early-season hybrids, whereas Sc.704 is relatively late-season hybrid. Plots consisted of 6 maize rows (distance between and within the rows 75 and 18 cm, respectively) and 6 m long. Maize hybrids were sown on 1st Jun. Fields received 100 kgP₂O₅ha⁻¹ and 150 kg K₂Oha⁻¹. The P and K were supplied in the form of single superphosphate and potassium sulfate, respectively. Nitrogen treatments were applied in two equal splits as urea (46% N) at two and six weeks after planting by side placement. Each plot was divided into two parts hypothetical. One part was maintained weed-free and another weedy for the all maize duration growth stages. In weed-free parts, weed removal was started immediately after crop emergence and the plots were kept weed-free for different growth stage durations until physiological maturity of maize. The experiment was properly monitored and irrigated whenever water was needed. Weed plants were harvested at the R₁ (silking) growth stage of maize using 0.5×0.5m quadrat, and weed biomass obtained by drying tissues at 68 C to constant mass. Weed density and species also, determined. Interference of maize and weed was quantified by calculating weed index (WI), weed interference tolerance index (WITI) and competition index (CI). Statistical analysis was made using the SAS statistical software. Differences between traits means were assessed using Duncan's Multiple Range Test.

Results and Discussion: The percent loss of grain yield, 100 grain weight, biological yield and grain number per rows under weed interference conditions were 21.7, 5.3, 24 and 10%, respectively. Grain yield reduction in weedy plots was resulted from decreasing grain number per rows and biological yield. Negative impact of weeds on maize yield was enhanced under higher rates of nitrogen. When maize competed with weeds, the reduction of grain yield at 260 kg N ha⁻¹ treatment was more compared to 180 kg N ha⁻¹maize. Maize genotypes were different in response to weed competition. The highest weed tolerance interference index was obtained in

18- Associate Professor, Sousangerd Branch, Islamic Azad University, Sousangerd, Iran

(* - Corresponding Author Email: adelmodhej2006@yahoo.com)

19- M.Sc. Former Student Department of Weed Science, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

temperature in darkness. However, secondary dormancy was only eliminated in some parts of seed population by 20-30°C and 30°C. In addition, light was observed as a critical factor for breaking for the others. It can be thus concluded that light was required for eliminating secondary dormancy in rapeseeds and seeds became photoblastic after the induction. Therefore, secondary dormancy can be removed before next growing season by being exposed to mentioned temperature and light.

Keywords: Phytochrome, Soil seed bank, Weed



Temperature and Light Effects on Volunteer's Rapeseed (*Brassica napus* L.) Secondary Dormancy and Germination

A. Shayanfar¹⁷ - F. Ghaderi-far^{2*} - R. Behmaram³ - A. Soltani⁴ - H. R. Sadeghipour⁵

Received: 20-07-2017

Accepted: 28-04-2018

Introduction: Rapeseeds are susceptible to shattering during harvest increasing soil seed bank. Secondary dormancy is induced in shattered seeds due to dryness and darkness conditions of soil in summer season and its level is different based on the seed types. Germination may be observed in seeds with low level of secondary dormancy. Before initiation of the next growing season and under undesirable environmental conditions seedlings will die. In contrast, high level of secondary dormancy in the other seeds is not eliminated and then they will emerge in the next growing season along with the crops as rapeseed volunteers. Rapeseed volunteers are considered as weeds in the next growing season and transfer target genes from crops to relative plants and weeds during pollination causing a decrease in quality, yield, and eventually purity of produced seeds.

Materials and Methods: Six rapeseeds cultivars and lines were selected with different secondary dormancy levels of low (Gor-o-16 and Gor-H-4), medium (Zarfam and RGS003), and high (Gor-o-4 and Gor-o-6) among 46 lines and/or cultivars of the previous study. Three replications of different seeds were placed in incubator at 20°C in darkness before induction of secondary dormancy (primarily secondary dormancy was determined). In fact, three replications of seeds with different levels of secondary dormancy were first exposed to inducing condition of secondary dormancy (-15 bar potential for 14 days) and then exposed to different treatments of temperature and light i.e. 20°C (darkness), 20°C (light), 25°C (darkness), 25°C (light), 30°C (darkness), 30°C (light), 3-30°C (darkness, 12/12 hours), 3-30°C (darkness/light (12/12 hours)), 20-30°C (darkness, 12/12 hours) and 20-30°C (darkness/light (12/12 hours)). Finally, secondary dormancy responses were analyzed.

Result and Discussion: Average primary germination in all seeds including cultivars and lines of rapeseeds before secondary dormancy induction was higher than 98% implying the absence of primary dormancy. After secondary dormancy induction, the highest germination was shown in the seeds with low level of seeds secondary dormancy at constant temperature in darkness and light. It was decreased in those with medium level of secondary dormancy by increasing temperature from 20 to 30°C in darkness, even though decreasing process was higher in light treatment. But it was the same in the seeds with secondary dormancy in comparison with medium levels of secondary dormancy in darkness and light. High level of secondary dormancy in G-O-6 and G-O-4 can be attributed to their responses to increased temperature and the light, respectively. Secondary dormancy was eliminated in seeds with high level of secondary dormancy by being exposed to 3-30°C treatment in darkness that implied replacement of alternative temperature with light requirement. Secondary dormancy was not completely eliminated for 20-30°C and 30°C treatments as some parts of seed population need alternative temperature and the others require light for complete elimination. Some studies suggested that light is required for complete elimination of secondary dormancy as it influences hormonal balance indirectly through phytochromic pathways. Moreover, the other studies reported that secondary dormancy can be partially eliminated by impacting heat shock proteins and light requirement. Rapeseeds appear to be photoblastic after inducing secondary dormancy. Further studies are required on the roles of phytochromes and hormonal balance pathways of ABA and GA in eliminating secondary dormancy of rapeseeds.

Conclusion: Different rapeseed responses with different levels of secondary dormancy after being placed in soil seed bank were simulated by laboratory conditions with emphasis on two environmental factors of temperature and light. The same response was shown by increasing constant temperature in rapeseed with different levels of secondary dormancy. Decrease in secondary dormancy was obvious in them and a greater increase was found for mentioned treatment in light. Secondary dormancy in all seeds was entirely eliminated after being exposed to alternative temperature and light. Complete elimination of secondary dormancy was observed in response to 3-30°C alternative temperature whether in darkness or darkness/light conditions. It was found that light requirement can be removed after induction of secondary dormancy by 3-30°C alternative

17, 2 and 4- Ph.D. Student, Associate Professor and Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Respectively

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

3- Assistant Professor of Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center

5- Associate Professor of Biology Department, Golestan University



Evaluating the Effect of Salinity Stress Due to Irrigation Water and Soil on Growth Characteristics of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.)

N. Karimi Arpanahi¹⁶- S.V. Eslami^{2*}- R. Dehghan Khalili³- M.J. Babaie Zarch⁴

Received: 07-02-2017

Accepted: 20-01-2018

Introduction: Salinity is one of the most important abiotic stresses that cause severe effects on crop production around the world. Estimates indicate that more than 800 million hectares of arable lands in the world are affected by salinity. Salinity impacts on various aspects of growth from germination to seed production in plants. Plants' responses to salinity, however, are different and depend on the toxicity, osmotic potential, as well as the stress duration. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) is one of the noxious weeds. This weed belongs to sedge family, and is a C4 perennial plant which reproduce by sexual (seeds) and asexual (tubers and rhizomes) means. It can cause tremendous damage on summer crop fields such as onion, potato, maize, sunflower, and so on. Evaluation of weed growth responses to saline condition came about by water and soil can provide for us very important information by which we choose appropriate weed control strategies. Since a few experiments have been evaluated growth characteristics of purple nutsedge under salinity stress, this study was conducted to evaluate the salinity effects on growth characteristics of purple nutsedge.

Material and Methods: To evaluate the effect of irrigation water and soil salinity on growth characteristics of purple nutsedge, two separate experiments were conducted in a randomized complete block design with three replications in the greenhouse of Faculty of Agriculture at University of Birjand in 2013. The first experiment contained five salinity levels of water including 0, 3, 5, 7 and 9 dS.m⁻¹ and in the second experiment, there were five salinity levels of soil including 1, 3, 5, 7 and 9 dS.m⁻¹. The salinity levels of water were prepared through solving a certain amount of NaCl in water based on this equation: NaCl (mg. L⁻¹) = EC (dS.m⁻¹) × 640. Following determination of soil electrical conductivity, soil salinity levels were prepared by adding NaCl to the soil based on saturation moisture percent and field capacity. A tuber of purple nutsedge was planted at 2.5 cm depth in each pot. Experiments were terminated at the end of the vegetative growth stage of purple nutsedge (105 days after emergence). Measured traits were plant height, stem number per pot, leaf area, and tuber number per pot, shoot and underground dry weight. After collecting the data, ANOVA was performed using Genstat Ver. 9 and mean comparisons were performed using Fisher's least significant difference test at 5% significant level. In order to evaluate purple nutsedge growth response to salinity stress, an exponential decay model was used; $Y = a \exp(-b \cdot x)$, theta in this model, a and b represents the maximum amount of studied traits and the slope of curve according to the model estimation, respectively.

Results and Discussion: The results of both experiments showed that the growth characteristics of purple nutsedge (plant height, stem number per pot, leaf area, tubers number per pot, shoot and underground dry weight) were significantly affected under soil ($P < 0.01$) and water salinity ($P < 0.01$). Results of water salinity experiment showed that the greatest plant height (71 cm), leaf area (79.7 cm²), stem number (6.7 stem pot⁻¹), shoot dry weight (4.7 gr plant⁻¹), tuber number (9.7 tuber pot⁻¹) and underground dry weight (4.3 gr plant⁻¹) was observed in the control treatment, and increasing water salinity to 9 dS.m⁻¹ caused 46.5, 75.2, 85, 83.1, 100 and 80.8 % reduction in these traits, respectively. Results of soil salinity experiment showed that the highest plant height (79.6 cm), leaf area (63.7 cm²), stem number (7 stem pot⁻¹), shoot dry weight (3.5 g. plant⁻¹), tuber number (8.3 tuber pot⁻¹) and underground dry weight (3.7 g. plant⁻¹) was observed in 1 dS.m⁻¹ salinity level, and increasing soil salinity to 9 dS.m⁻¹ led to 44.3, 80.8, 95, 87.1, 76 and 75.4 % decrease in these traits, respectively.

Conclusion: Generally, increasing salinity level in both types of stress application methods decreased all characteristics of weed growth, particularly its underground growth (rhizomes and tubers). So it seems tubers and rhizomes of purple nutsedge cannot sprout and propagate under salt stress. Therefore, it indicate a high sensitivity to salinity stress.

Keywords: Sexual and asexual reproduction, Soil electrical conductivity, Vegetative growth

16, 2, 3 and 4- M.Sc. Graduate, Associate Professor, M.Sc. Graduate and Ph.D. Student, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: sveslami@birjand.ac.ir)

reduced under weedy condition. The result of the second experiment also confirmed the result of the first one and indicated that bensulfuron-methyl had good efficacy ($\geq 85\%$) on bulrush control. The result also indicated that bulrush was controlled very well by flucetosulfuron (88%) and pyrazolate (85%). In contrast, penoxulam and metsulfuron-methyl had fair efficacy ($\leq 49\%$) on bulrush control. Moreover, flucetosulfuron, and pyrazolate showed good compatibility with rice, and grain yield in these treatments did not statistically differ with grain yield in plots treated with thiobencarb + bensulfuron-methyl. Grain yield was significantly lower in weed-free plot compared to plots treated with bensulfuron-methyl, flucetosulfuron, and pyrazolate. This may be due to that manual weeding can be performed only when weeds have reached a sufficient size to be pulled out easily by hand. By that time, yield losses may have already occurred. At the same time, it seems that weed control by 2- or 3-times hand weeding induced severe stress on rice plant, resulted in a decrease in grain yield. Grain yield in a weedy plot was reduced by 51 and 62% compared with weed-free plots and with plots treated with thiobencarb + bensulfuron-methyl, respectively. These results indicate the importance of bulrush control in paddy fields.

Conclusion: Of the current paddy registered herbicides in Iran, bensulfuron-methyl was the most effective herbicide for bulrush control followed by pretilachlor with partial efficacy on bulrush. Newly investigated herbicides, flucetosulfuron, and pyrazolate, could be registered as good options for bulrush control in paddy rice. In respect to the different mechanism of action of new herbicides and their compatibility with rice, the alternative application of new and current herbicide is recommended for controlling bulrush and delaying weed resistance to the herbicide.

Keywords: Chemical control, Rice, Weed, Yield loss



Efficacy of some Herbicide for Bulrush (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla Control in Paddy Fields of Northern Iran

H. Aminpanah^{14*} – B. Yaghoubi¹⁵

Received: 01-10-2016

Accepted: 03-03-2018

Introduction: Weeds are the major constraint on rice production. It has been reported that weeds cause rice yield losses by 30-40% in Bangladesh, 36 to 56% in the Philippines, 40 to 100% in South Korea and up to 90% in Iran. Extensive application of graminicides, flooding, and continuous hand weeding have increased the population of more problematic weed species like bulrush (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla in rice fields of northern Iran. Bulrush is a perennial weed belongs to cyperaceae family and resistant to most paddy herbicides, flooding and also hand weeding. Yield reduction of rice was estimated up to 100% due to bulrush competition. Despite environmental concerns, the effect of herbicides on non-target organisms, and the increase of herbicide-resistance weeds, chemical control is still the most commonly used and reliable method for weeds control in paddy rice production in Iran.

Materials and Methods: Field experiments were conducted at Rice Research Institute of Iran during 2013 and 2014, Rasht, (36° 54' N, 40° 50' E, -21 masl) to assess the efficacy of paddy herbicides for bulrush control. In the first experiment (2013), commonly used paddy herbicides in Iran including bensulfuron-methyl, butachlor, oxadiargyl, pretilachlor, and thiobencarb were evaluated for bulrush control. Two control treatments (hand weeded and weedy check) were also included for comparison. Based on the result of the first experiment, second experiment (2014) was designed to evaluate the efficacy of some new herbicides including flucetosulfuron, penoxulam, metsulfuron-methyl, pyrazolate and also bensulfuron-methyl for bulrush control. Both experiments were conducted as a randomly selected complete block design with three replications. Individual plots were 3m wide by 3m long and rice seedlings (cv. Hashemi) manually were transplanted on 23 May 2013 and 2014, with planting distance of 20cm × 25cm. Visual injury evaluation for rice (chlorosis, and growth stunting) and visual weed control (chlorosis, necrosis, and plant stand reduction) was conducted at 2, 4 and 6-WAT (a week after transplanting) in each plot. Visual ratings of rice toxicity and weed control were based on a scale of 0 to 100%, where 0 means no injury or no weed control and 100 means complete death or complete weed control. Also, bulrush biomass was determined at 2, 4 and 6- WAT in the first experiment and 4 and at 12-WAT in the second experiment from a randomly selected 1m² quadrat in each plot. Weed samples were oven dried at 70 °C for 72 h and weighted. At the maturity stage, rice grain yield (based on 14% humidity), and rice biomass was determined from 5 and 1 m² per plot, respectively. Rice biomass from each plot was dried at 75°C for 96 h and weighted. Harvest index was calculated by dividing the dry weight of the grain by the dry weight of aboveground (biological yield). Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and means were compared using Fisher's protected LSD test at the 0.05 probability level. All statistical analyses were conducted using SAS (ver. 9.1) software program.

Results and Discussion: Results of the first experiment showed excellent control of bulrush by bensulfuron-methyl (≥98) followed by pretilachlor (≥85%) at 6-WAT, at the end of critical weed control period in transplanting rice. The efficacy of other herbicides was ≤60%. The lowest biomass of bulrush was recorded for plots treated with bensulfuron-methyl (1.5 g m⁻²) and pretilachlor (10.6 g m⁻²). Results also showed that the highest grain yields were observed in plots treated with bensulfuron-methyl (4000 kg ha⁻¹) or pretilachlor (4231 kg ha⁻¹). This was mainly due to optimum weed control in these plots. Grain yield in weedy plots reduced by 76% compared to hand weeded plots, indicating the severe infestation of the plots to bulrush and the ability of this weed to cause rice yield loss. The reduction in grain yield in weedy plots could be mainly due to severe competition for nutrient, especially nitrogen, and light. Because of adequate moisture in paddy fields, reduction in rice growth due to weed-crop competition for water is negligible. The highest harvest indices were observed in plots treated with pretilachlor (52.4%) and butachlor (50%) and weed-free plots (48.8%), while the lowest one was recorded for weedy plots. This result indicates that assimilate partitioning to grain or photosynthesis is

14- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

(*- Corresponding Author Email: aminpanah@iaurasht.ac.ir)

15- Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

importance of wild barley compared to other grass weeds in this area. Wheat fields located in the northern of Khorramabad, the eastern areas of Kuhdasht, the central area of the Selseleh and Chegeni and the northeast areas of Delfan were identified as the main spots of wild barley infestation in the Lorestan province.

Conclusions: The Presence altitude domain for wild barley in rainfed wheat fields of Lorestan was 81.3% more than wild wheat that demonstrate the more possibility of wild barley invasion in a broader altitude scope.

Keywords: Grass weeds, Infestation hotspots, Weed distribution



The Presence Severity of Wild Wheat (*Triticum boeoticum* Boiss) and Wild Barley (*Hordeum spontaneum* K.Koch) Weeds in the Rainfed Wheat Fields of Lorestan Province

S. K. Mousavi^{13*} - A. Ghanbari² - R. Ghorbani³ - M. A. Baghestani⁴

Received: 06-06-2016

Accepted: 21-01-2017

Introduction: Distribution characteristics of weed species are key variables for weed management. Abundance and frequency show the number of individuals of a population in a given area. Distribution is a measure of the geographical domain of weeds. Identification of environmentally suitable areas for invasive of weed species is a great opportunity for management of weed invasion.

Materials and Methods: In order to specify the infection hotspots of wild wheat (*Triticum boeoticum* Boiss) and wild barley (*Hordeum spontaneum* K.Koch) weeds in rainfed wheat fields of Lorestan province, Iran, an indicator of the presence severity was defined. Presence Severity Index (PSI) indicates the portion of each field of the total contamination for a weed species in a given area. Data on grass weed species occurrence in rainfed wheat were collected in spring 2014 and 2015 from the 397 rainfed wheat fields throughout Lorestan province. Equations were fitted by Sigmaplot 12.3 and the ArcMap 10.1 software was used to drawing geographic weed maps. In drawing geographic weed maps, data grouped according to Jencks natural classification algorithm with minimal variance within groups and maximize variance between classes.

Results and Discussion: The optimum altitude for the presence of wild wheat and wild barley were estimated 1856 and 1703 m above sea level, respectively. The average altitude of wild wheat-infested wheat fields was significantly higher than the average altitude of wheat fields contaminated with wild barley. The range of altitude for the wild wheat presence in the wheat fields was from 1564 to 2169 m with an average of 1839 m above sea level. The range for the wild barley presence in the wheat fields was from 885 to 1982 m with an average of 1587 m above sea level. However, the range of altitude of all sampled wheat fields was from 697 to 2239 m above sea level. Generally wild wheat was not observed in all wheat fields of Poldokhtar, Kuhdasht and Doreh Chegeni. Among the 397 studied rainfed wheat fields in Lorestan, the highest level of presence severity index of wild wheat belonged to a wheat field in Vazl village in the east of Khorramabad. The average wild wheat spike density of infected wheat fields was 42.1 spikes per square meter. Among the wild wheat-infested wheat fields, the highest spike density were belonged to the wheat fields in Khorramabad, Aligoudarz and Delfan, with a density of 54.7, 51.4 and 45.1 spikes per square meter, respectively. The north-east areas of Khorramabad and the east of Aligoudarz and Delfan, with infested fields by presence severity index of more than 3%, were identified as the most important spots of this grass weed infestation in Lorestan province. Among the wild wheat-contaminated areas, the highest relative importance mean (44%) belonged to the Delfan, which showed the higher importance of wild wheat infestation compared to the other grass weeds in this area. The relative importance mean for wild wheat in Aligoudarz, Selseleh, and Khorramabad were 34.6%, 34.2% and 20.6%, respectively. Wild barley was not found at all visited wheat fields in Azna and Aligoudarz. Based on the presence severity index, the contamination of wild barley in the wheat fields of Poldokhtar, Borujerd, Delfan and Doreh Chegeni also was not significant (the average of presence severity index of less than 1.0%). The highest level of presence severity index for wild barley (6.1) was observed for a wheat field in the Chaghalvandy area of Khorramabad. The average spike density of wild barley in wheat fields of Lorestan was 42 spikes per square meter. If we consider the average of 11 seeds per spike for wild barley, weed seed rain on the infected wheat fields of this province was estimated to 404 seeds per square meter. The presence severity index of wild barley for Khorramabad, Dorood, Kuhdasht, and Selseleh were 0.45%, 0.44%, 0.34%, and 0.28%, respectively. The highest level of wild barley relative importance index (50.7%) was belonged to Kuhdasht, which show the higher

13- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Khorramabad, Iran

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

2 and 3- Associate Professor and Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

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

Conclusions: This preliminary research on gall-inducing aphids and their host plants in NE Iran added two new records of species to Iranian aphid fauna and 5 new records to Razavi Khorasan province. Previously about 485 aphid species were known for Iran. By the present study, the Iranian aphid fauna has at least 487 species. However, the number of insects especially aphids recorded from Iran is far from complete. Most probably due to the fact that the Iranian fauna has been poorly investigated and many areas have been sampled only sporadically.

Keywords: Aphid fauna, Gall maker aphids, Iran, Poplar trees



Gall-Inducing Aphids of *Populus* spp. in Razavi Khorasan Province, with Introducing Two New Species for Iranian Fauna

A. Najmi¹² - H. Sadeghi Namaghi^{2*} - L. Fekrat³

Received: 25-02-2018

Accepted: 26-05-2018

Introduction: Poplar trees in Iran are hosts to a number of aphid species, some of which cause excrescences on leaves and other growing parts. These abnormal growths are classified as either galls or pseudogalls but innumerable gradations between the apparently normal and abnormal plant structures have made differentiation difficult. Galls are vegetable excrescences resulting from insect activities and usually sheltering the immature stages of the producers. The aphid genus *Pemphigus* Hartig, 1839 (Hemiptera: Sternorrhyncha) contains over 70 species widely distributed in the Holarctic, of which, 46 are known to form galls on leaves or twigs of *Populus* L. Aphids of the genus *Pemphigus* are usually holocyclic and heteroecious between a primary host, and several herbaceous secondary hosts. The majority of the family representatives are dioecious or heteroecious. Such species migrate from primary hosts (tree species) where they form galls characteristic in their size and shape to roots of secondary hosts (herbs or tree species). Only few species are monoecious, i.e. with life cycle occurring on one host species. Reviewing taxonomic related literature showed that the knowledge of Iranian galling aphids is still limited. So far 7 species e.g. *P. borealis* Tullgren, 1909, *P. bursarius* Linnaeus, 1758, *P. immunis* Buckton, 1896, *P. populi* Courcey, 1879, *P. protospirae* Lichtenstein, 1884, *P. spyrothecae* Passerini, 1856 and *P. vesicarius* Passerini, 1861 have been reported from Iran.

Materials and Methods: This study was conducted during the growing season of 2017. The study area, Razavi Khorasan province (35.1020° N, 59.1042° E) is located in the North eastern Iran, where no study has previously been carried out. The galls were collected from the leaves, petioles and branches of poplars, according to their location, and taken from them. Also some galls with aphids were put into vials filled with 75% alcohol for morphological studies. Sampling, preparation and identification of specimens were done according to the Blackman and Eastop (2000)). Specimens was approved by Dr. Roman Halaj in Entomological Laboratory of the Upper Silesian Nature Society of Poland. Systematic knowledge, host plants, and synonyms of determined species were taken from Blackman and Eastop (2000) and Rezvani (2001).

Results and Discussion: Nine gall-inducing aphid species belonging to genus *Pemphigus*, Tribe Pemphigini and subfamily Eriosomatinae were found on four host plants. The occurrence of *Pemphigus passeki* (Börner), 1952 (Hem.: Aphididae) and *Pemphigus populinigrae* (Schrank), 1801 (Hem.: Aphididae) on *Populus nigra* in Iran are reported for the first time. The other recorded gall aphids are: 1-*Pemphigus borealis* which its galls are more or less oval in shape with a rather smooth surface galls, often merged into groups of 4-6 at the base (even up to 10). 2-*Pemphigus bursarius* with galls of more or less spherical, pear-shaped or pouch-like, green, yellow-green, sometimes red-brown in color. 3- *Pemphigus immunis* which its galls are walnut shape (c.a 4 cm in diameter), with thick walls and uneven, wrinkled and often cracked surface, usually occurring individually, less often in small groups but always separated from one another. 4- *Pemphigus passeki* with galls at the base of the lamina, this gall was collected only from Neyshabour city. 5- *Pemphigus populi* with gall of more or less spherical or oval, more or less irregularly blobbed, almost always narrower at the base than at the top, pear-shaped or even slenderer, placed on the upper side of the lamina on the main nerve usually close to its base, size of a hazelnut, most often green in color. 6- *Pemphigus populinigrae* Schrank, 1801 with elongated galls and running along the main nerve, rather smooth, in their majority bright reddish and rather without yellowish tint, only partly open from the bottom side of the lamina. 7- *Pemphigus protospirae* with flattened and strongly spirally twisted galls, the twists are smaller and more numerous (more than 5) than those formed by *P. spyrothecae*. Galls very often on all the petiole and the base of lamina, shiny, green or green with red spot. 8- *Pemphigus spirothecae* with galls in the form of flattened and spirally twisted petiole, with the number of twists not exceeding 5 (usually 3-5). Galls are green, yellow-green to red-brown. 9- *Pemphigus vesicarius* with galls of combe-like, crown like or club-shaped, always with very distinct processes.

1, 2 and 3- M.Sc. Student of Agricultural Entomology, Professor and Associate Professor Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

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

infestation need to be standardized to breed for plant resistance to this pest. Insecticides have been unsuccessful for controlling root aphid, *P. fuscicornis* and for chemical control to be effective, a soil drench or systemic action through the sugarbeet plant may be necessary .

Keywords: Genotypes, *Pemphigus fuscicornis*, Resistance, Sugar beet



Resistance of 12 Sugarbeet Genotypes to Sugar Beet Root Aphid, *Pemphigus fuscicornis* (Hem.: Pemphigidae) and Assessment of the Pest Effect on Sugar Content in Doreti Variety

A. Mohseni Amin^{11*}

Received: 21-02-2018

Accepted: 30-05-2018

Introduction: Plant resistance to insect pests as a method of pest control in the context of IPM has a greater potential than any other method of pest suppression. Development of crop varieties resistant to insect pests and diseases has been the major research thrust at ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) for sustainable crop production. The most attractive feature of host plant resistance (HPR) is the simplest seed-based technology for which farmers do not need any extra skills concerning the application, and any additional cash investments. Sugar beet root aphid *Pemphigus fuscicornis* Koch (Hem.: Aphididae) is one of the most important pests of sugar beet, *Beta vulgaris* L. in many countries. Variability in response to root aphids by commercial varieties is demonstrated by Campbell and Hutchison (1995). Sugar beet variety trials in the western plains region have shown that sugar beet varieties vary greatly in the level of resistance to sugar beet root aphid feeding. Correlative data from these trials in Nebraska, Wyoming and Colorado indicate that varieties being susceptible to root aphids had the yield reductions as much as 30% compared to those varieties with a high level of resistance. Cultivars resistant to root aphid, *Pemphigus* spp. have been highly successful and the resistance has been stable for more than 30 years in Texas or other areas. Several seed companies have had trouble developing resistant cultivars and even those companies with resistant parental lines required an evaluation of new hybrids.

Materials and Methods: In this research that was carried out during 2010- 2011, the responses of *Pemphigus fuscicornis* to 12 sugar beet genotypes (19610, OtypeA37.1, Simin2, 19584, Jit13, Polyrave, OtypeA1, Shirin, Zarghan, OtypeC2, Chinock, Branco) were examined under the laboratory conditions. The sugar beet seeds were planted in the field, and plants were grown to 6 true leaf stages, then were transplanted into a peat-vermiculite mix (50:50) in pots. Four young adult aphids were placed in the root mass before placement into the pot. The plants were irrigated weekly and the incubator was set at $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ and 16 h in the artificial light. Sixty days after root infestation, the aphid populations were evaluated by floating aphids out of the root mass in 20-cm diameter bowls and they were classified as adults and nymphs based on the presence of the sub-genital plate as an indicator of maturity. Therefore, all count data were transformed by $\log(x+1)$ before the analysis. Statistical analyses were performed using SAS statistical software (SAS Institute Inc, Version 9.1) and means comparison of treatments were done by Tukey's tests.

Results and Discussion: Sugar beet variety trials in the laboratory conditions have shown that sugar beet varieties vary significantly in the level of resistance to *P. fuscicornis* feeding. There was a significant difference among aphid population densities with regard to different host plant varieties ($F=10.56$, $df=11, 43$, $P=0.0001$). Out of 12 genotypes, line 19610 was highly susceptible, OtypeA37.1 and Simin2 were susceptible, 19584, Jit13, Polyrave and OtypeA1 were moderately susceptible, Zarghan, Shirin and OtypeC2 were moderately resistance and Chincko and Branco were resistance to *P. fuscicornis* at laboratory condition. Also, the effect of root aphid infestation on the sugar content of plant showed that, *P. fuscicornis* significantly decreased the sugar content ($F=42.05$, $df=3$, $P=0.0001$) in Doreti variety at field conditions. So, more than 15 percent of infestation to root aphid at harvest time significantly decreased the sugar content .

Conclusions: Based of the present results, it is concluded that planting of resistant varieties (Chincko and Branco) or moderately resistant varieties (Zarghan, Shirin and OtypeC2) will have a significant effect on reducing the aphid damage in this area. However, it is recommended that these varieties to be examined under greenhouse or field conditions. In this research, screening for resistance has been carried out under laboratory conditions. Laboratory tests are useful to confirm the resistance observed under field conditions. Procedures for infestation and evaluation of resistance under field, greenhouse or laboratory conditions using artificial

11- Associate Professor, Borujerd Agricultural Research and Education Campus, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Borujerd, Iran

(*- Corresponding Author Email: a.mohseni@areeo.ac.ir)

T. urticae respectively. According to IOBC standards, 21 days after treatment sirinol and spiroticlofen at the recommended field concentration were categorized at slightly harmful and harmful for eggs and adults of the predatory mite respectively.

Conclusions: the botanical pesticide used in this research caused high mortality on both eggs and adults of *T. urticae* and its persistency was proper. Also, its toxicity was less than spiroticlofen to the predatory mite and can be replaced to chemical acaricides in the bean fields.

Keywords: Bioassay, Sirinol, Spiroticlofen, Two-spotted spider mite



The Survey Effects of Garlic Extract Sirinol[®] and Chemical Acaricide Spirodiclofen Envidor[®] on Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) under Laboratory and Field Conditions

B. Amiri Besheli^{10*} - M. Kabiri Raeis Abad²

Received: 01-05-2017

Accepted: 28-04-2018

Introduction: The two-spotted spider mite is a cosmopolitan species that exist in wide areas of the world and fed from different varieties of plants. The control of this pest was done by chemical pesticides and acaricides. Due to the high cost of chemical compound and problems such as durability and environmental pollution, alternative control means are necessary. Plants may provide potential alternatives to currently used insect control agents. Plant materials have several advantages over traditional pest control agents; such as specificity, biodegradability and low mammalian toxicity. Sirinol is a natural compound based on garlic extract. Spirodiclofen with a trade name of Envidor[®] is a broad spectrum acaricide acting via lipid biosynthesis inhibition (LBI) with no cross-resistance to currently available acaricides and with additional insecticidal properties. Envidor is positive IPM listed but in the frame of resistance, management limited to one application per season. In pear growing Envidor constitutes an important tool in pear sucker control in a tandem strategy with abamectin. In this research, the effect of this compound was investigated on the egg and adult of *T. urticae* under laboratory and field condition.

Materials and Methods

Rearing of *T. urticae*: An initial mite colony was collected from infected fields in Sari and was transferred to the laboratory in Sari Agricultural Science and Natural Resource University, plant protection department. The adult mites were released on the bean leaves (3 weeks after leaves germination) and removed 24 h after treatment. Infected plants to mite eggs were placed in a growth incubator at 25±2°C, 65±5% RH and 16:8 photoperiods. 12 days after treatment and emerging of adults, they were used for the bioassay.

Bioassay: First of all, primary experiments were performed to determine the minimum and maximum concentrations. Then, seven concentrations and also control were considered. The concentrations used for sirinol were 250, 381, 593, 922, 1434, 2230 and 3500 ppm and for spirodiclofen were 100, 134, 180, 242, 326, 438 and 600 ppm. The original bean leaf discs (30 mm diameter) were cut and 15 adults of *T. urticae* were released on each leaf. Then, 500 microliters of each concentration was sprayed on the leaves using spray potter tower and the leaves were put on the petri plates containing moist cotton. The treatments were placed in a growth incubator at 25±2°C, 65±5% RH and 16:8 photoperiods. The number of dead mites was counted at 24, 48 and 72 hours post-treatment. To evaluate the effect of three concentrations 1000, 2000 and 4000 ppm of sirinol and 300, 600 and 1200 ppm of spirodiclofen an experiment with seven treatment and four replications was conducted in a randomized complete design under field condition. The numbers of *T. urticae* and *P. persimilis* (egg and adult) on leaf samples were counted one day before treatment and 3, 7, 14 and 21 days after treatment.

Statistical analyses: The mortality results were analyzed statistically using SPSS data processing software. Significant differences among the groups were determined using the unpaired Duncan-test. A value of P<0.05 was taken as an indication of statistical significance. In field trials, the percentage of population reduction in the treatments was corrected in relation to the control (water) by Henderson and Tilton's formula.

Results and Discussion: The use of common acaricides to control of *T. urticae* is one of the most component goals in pest management. Although they are effective, their repeated use has disrupted natural biological control systems and led to the resurgence of this pest, resulted in the development of resistance and had undesirable effects on nontarget organisms. The probit analysis of bioassay data showed that the LC₅₀ of sirinol and spirodiclofen on the adult of *T. urticae* were 592.3 and 172.9 ppm, 72 h after treatment respectively. The LC₅₀ values of these compounds on the egg were 1192.3 and 289.3 ppm respectively. The eggs were more susceptible than adults to both compounds. The results of field bioassay showed the field recommended the concentration of sirinol has a long persistence and 21 days after treatment cause 91.75 and 92.11% mortality on eggs and adults of

10- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari

(*- Corresponding Author Email: Behnamamiri39@yahoo.com)

2- Ph.D. Student of Agricultural Entomology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil

The data obtained in this study will be beneficial to improve control strategies for this virus in Iran and are the base for further work on ecology, epidemiology, and diversity of these viruses in these two regions. Further studies on ZYMV isolates from different geographic regions and hosts of these two regions and genetic diversity evaluation of the virus will be useful for breeders to make more efficient and durable resistant cultivars. TSWV was not detected in cucurbits of these two regions during this study. It has been reported only in Malaysia on cucurbits.

Keywords: DAS-ELISA, RT-PCR, Sequencing, TSWV, ZYMV



Detection of Zucchini yellow mosaic virus from Cucurbits of Guilan Province and Urmia County

M. Ahmadzadeh Zaveyeh Jiki⁷ - A. Rouhibakhsh⁸ - M. Rastgou^{9*}

Received: 23-10-2017

Accepted: 09-06-2018

Introduction: Cucurbit plays an important role in human nutrition because of an ingredient of vitamin and other dietary substances. Cucurbit crops are very sensitive to viral infection. Over 35 viruses from *Cucurbitaceae* family have been reported. Plant viral diseases are major limiting factors for successful cultivation causing major yield losses in agricultural crops worldwide. Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) is a member of the genus *Potyvirus*, in the family *Potyviridae* has flexuous filamentous particles of about 750 nm in length and consists of a single-stranded RNA about 9.5kb. It was first reported in Italy in 1981. ZYMV is transmitted by certain species of aphids, by plant sap containing the virus and through infected seeds. ZYMV is one of the major pathogens of the family *Cucurbitaceae*. The common symptoms of ZYMV infection are local lesions, chlorotic mosaic, vein banding, yellowing, and stunting. Thrips-transmitted tospoviruses are economically important viruses affecting a wide range of field and horticultural crops worldwide. *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) is the type member of the *Orthospovirus* genus in the family *Tospoviridae* with a broad host range of more than 900 plant species. TSWV has tripartite, ambisense, and single-stranded (ss) RNA genome transmitted by thrips in propagative and persistent manner and is ranked second among the top ten economically important viruses in the world. The aim of this research was to serological and molecular detection of ZYMV and TSWV on cucurbits of Guilan province and Urmia county and concerning their phylogenetic relationship with other isolates of the world.

Materials and Methods: In order to detect ZYMV and TSWV during the growing season of 2014, a total of 457 leaf samples of squash, watermelon, cucumber, melon and cantaloupe showing virus symptoms were collected from different fields of Guilan province and Urmia vicinity. DAS-ELISA was carried out on all samples using specific polyclonal antisera and samples with values at least twice the value of the negative control value according to the absorbance at 405 nm was accepted as positive. The samples which showed positive result in ELISA test were inoculated to *Chenopodium amaranticolor* Coste et Reyn., *C. quinoa* Wild., *Cucumis melo* L., *Cucurbita pepo* L., *Lycopersicon esculentum* L., *Nicotiana rustica*, *N. tabacum* var. Samsun and *Gomphrena globosa* L. Total RNA were extracted from positive samples in ELISA (for ZYMV) using RNXTM (-Plus) kit and RT-PCR was performed using ZYMV and TSWV specific primers corresponding to the CP and L-gene of these viruses, respectively. PCR positive products were sent for sequencing from both sides. Sequences were compared to data available in GenBank and multiple alignments of the nucleotide sequences and a phylogenetic tree were constructed by MEGA6 using the neighbor-joining method with a 1000 replicate bootstrap search.

Results and Discussion: Among 457 symptomatic samples collected from cucurbit fields of Guilan province and Urmia vicinity showing viral symptoms, 39 squash samples were infected by ZYMV but none of them by TSWV in ELISA test. Almost all inoculated plants showed symptoms of infection by ZYMV described in literature them. But this was different symptoms. An amplicon of the expected size (458 bp) was generated from ELISA positive samples during RT-PCR using specific primers but not from the healthy sample and no positive result for TSWV. Two PCR-positive samples of Guilan province and one Urmia isolate were sequenced and submitted to BLASTn. The results revealed that the PCR-amplified fragments of all samples belonged to ZYMV. The Kiashahr and Astaneh isolates showed maximum similarity (98%) with Czech Republic and Iran (Fars) isolates, and Urmia isolates showed the highest homology (99%) with Slovakia isolate in group A.

Conclusions: Viruses are known to greatly reduce cucurbitaceous yield. ZYMV is one of the most destructive and widespread plant pathogens. In this study, for the first time, molecular detection of ZYMV in squash fields of Guilan province and Urmia vicinity has been reported concerning its phylogenetic relationship with other isolates of the virus available in the GenBank. Phylogenetic analyses based on CP gene indicated that the Iranian ZYMV isolates are closer to European isolates plus one Iranian isolate and clustered in group a clade.

7 and 2- Graduated Plant Pathology Master Student and Associate Professor of Plant Protection Department, Guilan University, Guilan

3- Assistant Professor of Plant Protection Department, Urmia University, Urmia

(*- Corresponding Author Email: m.rastgou@urmia.ac.ir)

harzianum (Ah90) isolated from cucurbit fields in Khorasan province was found to be the most suitable species leading to reduced disease and increasing the vegetative parts of the plant under greenhouse conditions.

Keywords: Biological control, Plant growth promoting, *Trichoderma* species, Vascular wilt



Investigation on the Effect of Different Levels of Temperature and pH of some *Trichoderma* Isolates for Biological Control of Tomato Wilt Disease under Laboratory and Greenhouse Conditions

R. Habibi^{6*} - K. Rahnema² - M. Taghinasab³

Received: 05-11-2016

Accepted: 28-04-2018

Introduction: Vascular wilt caused by *Fusarium oxysporum* is one of the most important problems in producing tomato. Recently, using the method of biological control by beneficial microorganisms of plant pathogens has an important role in crop management programs. A number of *Trichoderma* species are now available commercially to be used (discretely or in combination with reduced amount of chemical pesticides) for plant pathogens control. These biocontrol agents include strains belonging to the fungal genera such as *Trichoderma* and *Gliocladium*, which these species are the most intensively studied species. They are the most isolated soil-borne fungi commonly found in plant root ecosystem and these opportunistic, a virulent plant symbionts are also antagonistic towards many phytopathogenic fungi. Depending upon the strain, the application of *Trichoderma* has been proven to improve root and plant growth and induce resistance in plants, as well. In order to utilize the full potential of *Trichoderma* species in specific applications, precise identification and characterization of these fungi is vital. *Trichoderma* species are saprophytic fungi with minimal nutritional needs, which secrete a wide range of secondary metabolites conferring major ecological benefits to their host plants.

Materials and Methods: In this study, the fungal isolates were cultured using dual culture to assess the nutritional competitiveness, colonization and mean percentage of growth inhibition between *Trichoderma* isolates and *Fusarium oxysporum* in three temperature levels (20, 25 and 30°C) and pH (4, 5 and 6.5) in PDA. If one colony has a faster growth rate than the other, a curve in the contact zone would most probably be observed. Then, the effect of growth indices were measured in both methods of cell suspensions injection and mixing the biocontrol agent (*Trichoderma* species) into the soil in comparison with control in greenhouse condition. In order to evaluate the effect of temperature and pH on the antagonistic activity of native *Trichoderma* species from kitchen garden crops on the pathogen and greenhouse studies, a factorial experiment was designed in a randomized complete block in vitro and greenhouse.

Results and Discussion: The results showed that the biocontrol characteristic of antagonistic species depended on the type of *Trichoderma* isolate, temperature conditions and pH. This study indicated that all five native species isolates can reduce mycelia growth of *F. oxysporum* in dual culture in vitro. As for the ability of *Trichoderma* species in growth inhibition, there was significantly different in the level of %1 for temperature and pH treatments. *T. harzianum* (Ah90) had the highest antagonistic activity with 58.33% inhibition of growth at 30°C in pH 6.5. On the other hand, environmental parameters such as temperature and pH were effective on germination and growth of the germ tube in antagonistic species and mycelia growth. As to the contact of *Trichoderma* isolates and the pathogenic agent, the growth of mycelia was very low and the amount of spore in the pathogen was reduced compared with the control. After 35 days, there were significant differences in the growth indices (average fresh and dry weight and plant height) in both injection of suspension and mixing the biocontrol agent by soil with control in greenhouse condition. Using antagonists in greenhouse conditions caused an increase in plant growth system due to earlier deployment and better absorption of water and nutrients by the plant. According to the statistical analysis, antagonistic activity of *T. harzianum* (Ah90) plus pathogen were greater than the other two species compared with infected control and increased total dry weight by 2.14 g and plants height by 2.32 cm. Adding *Trichoderma* to soil prior to cultivation had a greater effect on disease control than suspension injection in the soil as the antagonist spores in suspension were not available to the root in long term and removed from the root. While in soil application, soil immersion significantly decreased tomato wilt compared to control treatment.

Conclusion: In a temperature range of 33 °C, soil pH of 5.6 and by application of soil inoculation, *T.*

6, 2 and 3- M.Sc. Student, Associate Professor and Instructor, Department of Plant Pathology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Respectively

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

cabbage (*Brassica oleracea*) and periwinkle (*Catharanthus roseous*) were reported as hosts for 16SrVI phytoplasma group in Iran. Recently, maize (*Zea mays*) has also been reported as a natural host of the 16SrVI group. In addition, different phytoplasma groups and subgroups were reported infecting cowpea crops from different countries over the globe. A 16SrXII-B strain of 'Ca. Phytoplasma australiense' associated with witches' broom and small leaves of *V. unguiculata* var. *sesquipedalis* in Australia. A *Vigna* little leaf phytoplasma belonging to group 16SrV has also been reported from Australia. In India, different phytoplasmas associated with cowpea from 16S rDNA groups 16SrI-B, 16SrXIV-A and 16SrII-D, have been characterized. Identification of the causal agent of phyllody of cowpea in Iran should facilitate studies concerned with epidemic aspects of the disease, and could contribute to knowledge of the genetic diversity of phytoplasmas in Iran. To the best of the present study authors' knowledge, it is the first report of the *Vigna unguiculata* infection with phytoplasmas related to the "Clover Proliferation Group" from East Azarbaijan province of Iran.

Keywords: Cowpea (*Vigna unguiculata*), Phylogenetic analyses, Phytoplasma, RFLP



Etiology and Transmission of Cowpea Phyllody Associated Phytoplasma in East Azarbaijan Province of Iran

S. Gharouni Kardani^{5*} - E. Jamshidi²

Received: 29-01-2018

Accepted: 15-04-2018

Introduction: Phytoplasmas were first discovered in 1967 and named mycoplasma-like organisms or MLOs. They are wall-less prokaryotes of the class Mollicutes causing diseases in many economically important plant species. Phytoplasmas are transmitted by phloem-feeding leafhoppers and planthoppers. Plants infected by phytoplasmas exhibit variety of symptoms suggesting profound disturbances to the normal plant physiology. Restriction fragment length polymorphism (RFLP) and sequence analyses of rDNA have been used for the taxonomic characterization and phylogenetic analysis of phytoplasmas. Because of the high economic losses, in particular those of cultivated crops, annuals and high-value vegetables, detection of phytoplasmas is very important. Cowpea (*Vigna unguiculata*) is an important vegetable crop cultivated in Iran. Progressive growth abnormalities and phyllody symptoms with high economic loss have been observed in cowpea fields of East Azarbaijan province. Causal agent of the disease is, however, unclear. This study was, therefore, carried out to identify pathogen associated with cowpea phyllody in East Azarbaijan province of Iran.

Materials and Methods: Infected cowpea plants were collected from fields in East Azarbaijan province of Iran in summer of 2016. The disease agent was transmitted by dodder to periwinkle plants under controlled greenhouse conditions. Leaf midribs from healthy control and naturally-infected hosts were used for DNA extraction. Total DNA was extracted from midrib of six symptomatic cowpeas, inoculated periwinkle plants using CTAB buffer as previously described by Zhang *et al.*, 1998. The universal primer pair P1/P7 was employed in first round PCR to amplify an 1830 bp fragment of 16S rDNA. A 30-fold dilution of the first round PCR product was then used as template for nested PCR using primer pair R16F2n/R16R2 which amplified an internal fragment of 1245 bp from the 16S rDNA. PCR products were ligated into pTZ57R/T using InsT/Aclone™ PCR Product Cloning Kit and transformed to *Escherichia coli* DH5α cells. The recombinant plasmids were sequenced. The sequences were assembled using DNA baser V. 3 program. About 100 ng of DNA from R16F2n/R16R2 primed PCR product from each province was separately digested with 2.5 μL of *AluI*, *HaeIII*, *HpaII*, *HinfI*, *RsaI* and *TaqI* restriction enzymes according to the manufacturer's instructions. Restricted DNA fragments were analyzed by electrophoresis through a 2% agarose gel. Phylogenetic tree was generated using neighbour-joining method with MEGA7 software. *Acholeplasma laidlawii*, a culturable mollicute that is phylogenetically related to the phytoplasmas, was designated as the out-group to root the tree. The reliability of the tree was assessed by bootstrap analysis with 1000 times replication. Further, the sequences of the 16S rRNA gene were subjected to virtual restriction fragment length polymorphism (RFLP) using iPhyClassifier software (<http://plantpathology.ba.ars.usda.gov/cgi-bin/resource/iphyclassifier.cgi>) to determine ribosomal group affiliation.

Results and Discussion: Cowpea plants collected from East Azarbaijan province showed disease symptoms similar to those caused by phytoplasmas. In infected cowpea plants, symptoms of little and thickened leaves, phyllody, proliferation of shoot, wrinkled and malformed leaves, stem fasciation and stunting were observed. Inoculated periwinkles showed little leaf, internode shortening, yellowing, virescence, phyllody, stem and floral proliferation and witches' broom. Amplification of 1830 and 1245 bp fragments in PCR and nested-PCR, respectively, and Blast analysis of the fragment sequences confirmed phytoplasma infection of cowpea plant associated with phyllody symptoms. No band was found at healthy control. Consensus sequences of 1,830 bp of three isolates (Tabriz, Nazarlou, Shabestar) were submitted in the NCBI GenBank under accession numbers KC633092 to KC633094. Phylogenetic analyses and restriction fragment length polymorphism (RFLP) of 1245 bp fragment with 17 restriction endonucleases using iPhyClassifier software indicated that phytoplasma associated with cowpea phyllody belong to Clover proliferation group or 16SrVI A subgroup (similarity coefficient 1.00).

Conclusions: Tomato (*Solanum lycopersicum*), potato (*Solanum tuberosum*), cucumber (*Cucumis sativus*),

5- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

(*- Corresponding Author Email: s.gharooni@areeo.ac.ir)

2- Ph.D. Student, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

nematode damage would get reduced. The use of resistant soybean cultivars is the most efficient and adequate control measure.

Keywords: Glycine max, Meloidogyne javanica, Resistant cultivar



Evaluation the Reaction of some Soybean Cultivars to Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica*

T. Solimani¹- M. Olia^{*2}- F. Heydari³- M. Tadayon⁴

Received: 19-12-2016

Accepted: 03-02-2018

Introduction: Using nematode-resistant cultivars is the most economical and environmentally friendly management strategy for the management of the pathogens like nematodes known for causing great yield losses. Root knot nematode (*Meloidogyne javanica*) is distributed in all soybeans - producing regions of the world and can result in yield losses in almost all soybean-growing areas. The most important species in Iran is *M. javanica*, which has the widest host ranges of any of the root-knot nematodes. Control of *M. javanica* is accomplished through the use of pesticides, crop rotation and resistant cultivars. Resistance to nematodes is usually defined as a plant's ability to inhibit nematode reproduction. Soybean, *Glycine max* (L.) Merrill, which had economic and nutritional significance, is currently the most important oil - seed crop cultivated in the world. The relationship between crop yield response and initial nematode densities is an important property of a crop resistance. The purpose of the current study was to determine damage functions of *M. javanica* for some soybean cultivars.

Materials and Methods: The experiments were conducted under greenhouse conditions and temperature maintained at 25±3°C. Pots (2500 grams) were fumigated with methyl bromide to eliminate existing biotic factors prior to planting and then were filled with a sterile soil composed of sand 60%, clay 14%, silt 26%, at pH 7. For evaluating the reaction of some soybean cultivars to the target nematode, infected roots collected from Isfahan province, identified using morphological methods, perineal pattern of adult females as well as molecular markers, amplification of 670 bp band of extracted DNA from egg and larvae using single egg mass culture. Then the nematode mass was cultured around the roots of 2-4 leaf stage tomato cultivar Ps using completely randomized design with five replications. Soybean plants inoculated with 8000 eggs of *M. javanica* per 2.5 kg of soil. After 80 days, the growth and physiologic factors of host plant such as root length, root fresh and dried weight, shoot length, shoot fresh and dried weight, pod number in plant, seed per pod, 100- seed weight, chlorophyll concentration, leaf area index (LAI) and leaf area ratio (LAR) as well as gall index, egg mass and reproductive factors of nematode was measured.

Results and Discussion: The purpose of this study was to determine damage function of *M. javanica* for some resistant and susceptible soybean cultivars. Similar to *M. javanica*, the other nematode species was identified using morphological as well as molecular markers as. In greenhouse condition, results showed that the root weight of the infected soybean cultivars increased in comparison to that of healthy roots and the reason is the hormonal imbalance and the gall formation in the roots by the target nematode. The shoot length and shoot fresh weight in infected plants decreased due to the absorption of nutrients and internodes distance reduction. Seed per pod is dependent characteristics on the genotype, and largely is independent of environmental factors and specific environmental stresses may affect grain formation period. The number of seeds per pod was completely genetic trait, indicating significant differences among cultivars, but the cultivars were not affected by nematode infection. The JK cultivar has the most final population of nematodes and Sahar cultivar has the least one. The JK cultivar was sensitive to 2.65 gall index and Williams and Elit cultivars were tolerant and showed less gall index and Sahar, L- 17, 033 along with DPX were recognized as resistant soybean cultivar, among which Sahar cultivar with 0 reproductive factor and 0.6 gall index was most resistant one. The use of resistant soybean cultivars is the most efficient and control methods for root- knot nematode.

Conclusions: The different soybean cultivars have varying degrees of sensitivity, tolerance and resistance to root-knot nematode infection. The present research indicates that using breeding methods as well as biotechnological techniques, tolerant and resistant cultivars can be produced and the farmers can choose the resistant ones to reduce application of hazardous chemicals. On the other hand it is necessary that by a thorough examination of nematode resistant genes in soybean plants and their incorporation in the sensitive plant, the

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student, Associate Professor and Former M.Sc. Student, Department of Plant Pathology, Shahrood University, Shahrood, Iran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: olia100@yahoo.com)

4- Associate Professor, Department of Agriculture, Shahrood University, Shahrood, Iran

anteriorly directed. Spermatheca bilobed and containing minute sperm. Annulation on tail indistinct. *Discotylenchus longicauda* was identified by body straight, maximum width 9-11(μ m). cuticular annuli indistinct. The Lateral field comprising a single ridge formed by two smooth incisures. Stylet thin, cone 1/3 of its length. Median bulb spindle-shaped. Vulva transverse, open. Tail straight, elongated, filiform, gradually tapering to the rounded tip.

Conclusion: Among these species in this research, from 11 species of seven different genera of plant parasitic nematodes, *Basiria macrostriata*, *Coslenchus gracilis*, and *Discotylenchus longicauda* were identified for the first time from Iran.

Keywords: Plant-parasitic nematodes, Stone fruit trees, Urmia county



Identification of Three Species Plant-Parasitic Nematodes Belonging to the Family Tylenchidae from Orchards in Urmia County, West Azerbaijan Province, Iran

J. Abdzade Aghlebob¹ - E. Mahdikhani Moghadam^{2*} - H. Rohani³ - A. Chavshin⁴

Received: 15-06-2015

Accepted: 21-01-2018

Introduction: The rose family includes many economically important fruit trees known as stone fruits in the genus *Prunus*, with a basic chromosome number $x=8$, within the subfamily Pronoidae. The subfamily is unique among the rosaceous subfamilies, in bearing a fleshy fruit called a drupe with a hard endocarp, often called the stone. Many *Prunus* species are compatible with the link. This adaptation is very important in the production of commercial fruit. The purpose of using base-link compounds is that plant materials adapt to soil types and climatic conditions. There are different genera of plant parasitic nematodes in rhizosphere such as *Amplimerlinius*, *Basiria*, *Boleodorus*, *Coslenchus*, *Discotylenchus*, *Filenchus* and *Psilenchus*. Some of them are endoparasites and others ectoparasites. From the economic point of view, fruit-bearing trees are considered to be high-value agricultural products that are cultivated in most parts of the country. Urmia city is one of the major suppliers of fruit in the country. According to Agricultural Statistics in 2013, West Azerbaijan province with 99205.97 hectares of garden products produces 82.3 percent of the total land production in the country, which is ranked seventh in the country. Also in the same year, producing 1075465.73 tons of produce, 74.6% of the total production of garden products and the third rank of the country. In the year 92, the total amount of the country's garden products (about 227 thousand hectares) is related to the nuclear trees, of which 1.89 million tons were obtained, accounting for 11.84 percent of the total production of horticultural products Country is West Azerbaijan province has 2677.06 hectares of unpolluted levels and 1911.20 hectares of fertilized surfaces dedicated to nuclear products, of which 105575.26 tons of nuclear fruit production were produced from these lands. Therefore, due to the importance of nematodes from different aspects such as their high diversity, economic damage to plants in high populations, the intensification of damage to other pathogens in plants, and with regard to the few studies carried out, in particular in the field of plant-parasitic nematodes of the rhizosphere of nucleated fruit trees in West Azerbaijan Province. The aim of this research was to investigate the plant parasitic nematodes associated with stone fruit trees in the Urmia county.

Material and Methods: In order to identify plant-parasitic nematodes of stone fruits in Urmia, 85 soil samples were collected during 2013 and 2014. Soil samples were washed and then extracted by centrifugal flotation technique, killed, fixed and transferred to Glycerin by using the method of De Grisse 1969 and Jenkins 1969. The permanent slides were prepared and nematodes were studied by light microscopy, based on morphological and morphometric characters.

Result and Discussion: In this research, 11 species of seven different genera of *Tylenchidae* family were identified as follows:

Basiria duplexa, *B. macrostriata*, *Boleodorus thylactus*, *Coslenchus costatus*, *C. gracilis*, *Discotylenchus longicauda*, *Filenchus cylindricaudus*, *F. vulgaris*, *Irantylenchus clavidorus*, *Psilenchus aestuarius* and *P. iranicus*.

In this research, the categorization of the Daily and Blacksters, which is provided up to the family level, is considered, and for lower levels, other sources are used as needed, as stated in the text. Among these identified species, *Basiria macrostriata* from Nazlou and *Coslenchus gracilis* and *Discotylenchus longicauda* from Somaybradoust were reported as a new record for Iran. *Basiria macrostriata* was identified by these characters: cuticle coarsely striated being 1.8-2 (μm) apart on mid-body region. Lateral field with four crenate incisures. Head almost continuous and rounded. A Slender stylet with the flanged knob. Basal bulb more or less pyriform. Excretory pore situated at 89 (μm) from anterior end. Spermatheca sac-like and elongate. Slender filiform tail with a pointed terminus. *Coslenchus gracilis* was identified by cuticular annuli flattened indistinct. Stylet knobs small, 7-8(μm), rounded or slightly elongated. Median bulb spherical, Vagina strongly swollen, slightly

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student and Professors, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

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

4- Associate Professor, Faculty of Public Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia

Contents

Identification of Three Species Plant-Parasitic Nematodes Belonging to the Family Tylenchidae from Orchards in Urmia County, West Azerbaijan Province, Iran	32
J. Abdzade Aghlebob- E. Mahdikhani Moghadam- H. Rohani- A. Chavshin	
Evaluation the Reaction of some Soybean Cultivars to Root-Knot Nematode, <i>Meloidogyne javanica</i>	34
T. Solimani- M. Olia- F. Heydari- M. Tadayon	
Etiology and Transmission of Cowpea Phyllody Associated Phytoplasma in East Azarbaijan Province of Iran	36
S. Gharouni Kardani- E. Jamshidi	
Investigation on the Effect of Different Levels of Temperature and pH of some <i>Trichoderma</i> Isolates for Biological Control of Tomato Wilt Disease under Laboratory and Greenhouse Conditions (Short Paper)	38
R. Habibi- K. Rahnama- M. Taghinasab	
Detection of <i>Zucchini yellow mosaic virus</i> from Cucurbits of Guilan Province and Urmia County (Short Paper)	40
M. Ahmadzadeh Zaveyeh Jiki- A. Rouhibakhsh- M. Rastgou	
The Survey Effects of Garlic Extract Sirinol® and Chemical Acaricide Spirodiclofen Envidor® on Two-Spotted Spider Mite <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae) under Laboratory and Field Conditions	42
B. Amiri Besheli- M. Kabiri Raeis Abad	
Resistance of Sugarbeet Genotypes to Sugar Beet Root Aphid, <i>Pemphigus fuscicornis</i> (Hem.: Pemphigidae) and Assessment of the Pest Effect on Sugar Content in Doreti Variety	44
A. Mohseni Amin	
Gall-Inducing Aphids of <i>Populus</i> spp. in Razavi Khorasan Province, with Introducing Two New Species for Iranian Fauna	46
A. Najmi- H. Sadeghi Namaghi- L. Fekrat	
The Presence Severity of Wild Wheat (<i>Triticum boeoticum</i> Boiss) and Wild Barley (<i>Hordeum spontaneum</i> K.Koch) Weeds in the Rainfed Wheat Fields of Lorestan Province	48
S. K. Mousavi- A. Ghanbari- R. Ghorbani- M. A. Baghestani	
Efficacy of some Herbicide for Bulrush (<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla Control in Paddy Fields of Northern Iran	50
H. Aminpanah- B. Yaghoubi	
Evaluating the Effect of Salinity Stress Due to Irrigation Water and Soil on Growth Characteristics of Purple Nutsedge (<i>Cyperus rotundus</i> L.)	52
N. Karimi Arpanahi- S.V. Eslami- R. Dehghan Khalili- M.J. Babaie Zarch	
Temperature and Light Effects on Volunteer's Rapeseed (<i>Brassica napus</i> L.) Secondary Dormancy and Germination	53
A. Shayanfar- F. Ghaderi-far- R. Behmaram- A. Soltani- H. R. Sadeghipour	
Evaluating the Competitive Ability of Maize (<i>Zea mays</i> L.) Genotypes against Weeds under Different Nitrogen Rates	55
A. Modhej- A. Kaihani	
Ranking the Wheat Cultivars Based on Competitive Ability with Weeds	57
S. M. Mozafari- H. R. Mohammaddoust Chamanabad- H. R. Nikkheh	
The Selection of Proper Nozzle for Spraying Sethoxydim at Two Wind Speeds to Control Winter Wild Oat (<i>Avena sterilis</i> ssp. <i>ludoviciana</i>)	59
A. Aliverdi	

Plant Protection

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol . 32

No. 2

2018

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
Editor in charge: Valizadeh, R. (Ruminant Nutrition) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
General Chief Editor: Rashed- Mohassel, M.H. (Weed Science) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

Editorial Board:

Okhovvat, M.	Plant Pathology	Prof. Tehran University.
Pourjam, E.	Plant Pathology	Asso. Prof. Tarbiat Modarres University.
Jafarpour, B.	Plant Pathology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Hatami, B.	Entomology	Prof. Isfahan University of Technology.
Rashed- Mohassel, M.H.	Weed Science	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Rashed- Mohassel, A.	Insect ecology	Post-Doctoral Research Associate ,Texas A&M AgriLife Extension Service
Rajaei, H.	Entomologist	Assis,Department Entomology State Museum of Natural History Stuttgart Rosenstein 1, 70191 Stuttgart, Germany
Sadeghi Namaghi, H.	Agricultural Entomology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Sahragard, A.	Agricultural Entomology	Prof. Guilan University.
Mahdikhani Moghadam, E	Plant Pathology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Marashi, S.H.	Biotechnology & Plant Breeding	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Mozafari, J.	Plant Molecular Genetics	Prof. Seeds& Plant Improvement Institute.

Publisher: Ferdowsi University of Mashhad.
Printed by: Ferdowsi University of Mashhad, press.
Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
P.O.BOX: 91775- 1163
Fax: +98 -0511- 8787430
E-Mail: Jpp1@um.ac.ir
Web Site: <http://jm.um.ac.ir>