

نشریه علمی حفاظت گیاهان

(علوم و صنایع کشاورزی)



شماره ۳

جلد ۳۳

Vol.33

No.3

سال ۱۳۹۸

2019

شماره پیاپی: ۴۵

عنوان مقالات

- ردیابی ویروس سوختگی سیاه برگ چغندر (*Beet black scorch virus*) و سایر ویروس‌های خاک‌زاد همراه و تعیین برخی خصوصیات مولکولی آن‌ها ۲۴۵
جمشید سلطانی ایدلیکی- محسن مهرور- محمد زکی عقل- سید باقر محمودی- منصور صلاتی
- بررسی تغییرات جمعیت شته (*Sitobion avenae* (Hem.: Aphididae) (Fabricius) و دشمنان طبیعی آن در مزرعه گندم در منطقه سرپل ذهاب ۲۴۵
رسول زارعی سرچقا- نوشین زندی سوهانی- لایلا رمضانی
- واکنش تابعی وابسته به دما در کفشدوزک (*Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae) نسبت به ششک آردآلود مرکبات، (*Planococcus citri* (Hem.: Pseudococcidae) ۲۶۷
مهدی حسن‌پور- محبویه مرادی
- مقاله کوتاه پژوهشی
مشخصات الکترون میکروسکوپی معده در بیوتیپ B سفیدبالک *Bemisia tabaci* ناقل بگوموویروس‌ها ۲۸۱
مریم رسنگار- مرتضی الهیاری- سارا قارونی کاردانی
- ارزیابی اثرات کودهای آلی و زیستی بر ماندگاری علف‌کش تریفلورالین در خاک با استفاده از روش گاز کروماتوگرافی ۲۸۹
مجید بروزبی- ابراهیم ایزدی دربندی- محمد حسن راشد محصل- مهدی راستگو- محمد حسن زاده خیاط
- بررسی کارایی برندهای جدید علف‌کش کلتودیم (الکتیو و سوپرپاور) در کنترل علف‌های هرز پیاز (*Allium cepa*) در جنوب کرمان ۳۰۱
ابراهیم ممنوعی- علی رضا عطری
- تأثیر میزان بقایای گیاهی و مصرف علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز در روش کاشت بدون شخم در تناوب جو-پنبه-گندم ۳۱۳
مجید عباس‌پور- مسعود قدسی
- مقایسه تحلیلی فلور علف‌های هرز مزارع سویا (*Glycine max* L.) در دو منطقه کوهستانی و دشت شرق مازندران ۳۳۱
حمید صالحیان
- ارزیابی تأثیر روغن‌های گیاهی بر بهبود کنترل قیاق (*Sorghum halepense* L.) توسط ستوکسیدیم ۳۴۵
حسین حمامی- سید سجاد محمودی
- مقاله کوتاه پژوهشی
اثر طول دوره همجواری، تعداد و نوع گونه‌ی همجوار بر بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در لویا قرمز (*Phaseolus vulgaris*) ۳۵۵
علی باقری- قربانعلی اسدی- علی قنبری

نشریه علمی حفاظت گیاهان

جلد ۳۳ شماره ۳ سال ۱۳۹۸

2019

Vol.33 No.3

Journal of Plant Protection

Journal of Plant Protection

(Agricultural Science and Technology)

ISSN:2008-4749

Contents

- Detection of *Beet black scorch virus* and other Associated Soil-borne Viruses and Determining of their Molecular Aspects 258
J. Soltani Idliki- M. Mehrvar- M. Zakiagh- S.B. Mahmoudi- M. Salati
- Population Dynamics of *Sitobion avenae* (Hem.: Aphididae) (Fabricius) and its Natural Enemies in a Wheat Fields in Sar-Pole Zahab Region 258
R. Zarei Sarchogha- N. Zandi-Sohani- L. Ramezani
- Temperature-dependent Functional Response of *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae) to the Citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Hem.: Pseudococcidae) 280
M. Hassanpour - M. Moradi
- Details of Digestive Organ of *Bemisia tabaci* Biotyp B, the Vector of Begomoviruses by Electron Microscopy 287
M. Rastegar- M. Allahyari- S. Gharouni Kardani
- The Effect of Organic and Biological Fertilizers on Persistence of Trifluralin Herbicide in Soil Using Gas Chromatography Method 299
M. Barzoei - E. Izadi- Darbandi - M.H. Rashed Mohassel- M. Rastgoo- M. Hassanzadeh
- Efficacy of New Brands of Clethodum in Control of Weeds of Onion (*Allium cepa*) in South Kerman 311
E. Mamnoie - A.R. Atri
- Crop Residue and Herbicide Application Effects on Weed Control in No-tillage System under Barley-Cotton-Wheat Rotation 329
M. Abbaspoor - M. Ghodsi
- Comparative Analysis of Soybean (*Glycine max* L.) Weed Flora in Mountain and Plain Regions in the East of Mazandaran Province 343
H. Salehian
- Evaluation of Vegetable Oils Effects on Johnsongrass (*Sorghum halepense* L.) Control by Sethoxydim 356
H. Hammami - S.S. Mahmoodi
- Effects of Time, Number and Type of Neighboring Plant on Shade Avoidance Syndromes on Red Bean 361
A.Bagheri-Gh. Asadi- A. Ghanbari

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

پاییز 1398

شماره 3

جلد 33

بر اساس مصوبه وزارت عتف از سال 1398، کلیه نشریات دارای درجه "علمی-پژوهشی" به نشریه "علمی" تغییر نام یافتند.

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول: رضا ولی زاده استاد - تغذیه نشخوارکنندگان (دانشگاه فردوسی مشهد)

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

اعضای هیئت تحریریه:

ایزدی دربندی، ابراهیم	دانشیار - علوم علف های هرز (دانشگاه فردوسی مشهد)
پور جم، ابراهیم	دانشیار - بیماری شناسی گیاهی (دانشگاه تربیت مدرس تهران)
حسینی، مجتبی	دانشیار - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
راشد محصل، محمد حسن	استاد - علوم علف های هرز (دانشگاه فردوسی مشهد)
راشد محصل، آرش	محقق، اکولوژی حشرات، تگزاس
راضی، هومن	دانشیار - ژنتیک مولکولی (دانشگاه شیراز)
رجائی، حسین	حشره شناس، مدیر کلکسیون بالپولکداران، موزه ایالتی تاریخ طبیعی اشتوتگارت (آلمان)
صادقی نامقی، حسین	استاد - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
صبوری، علیرضا	استاد - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه تهران)
صحراگرد، احد	استاد - حشره شناسی کشاورزی (دانشگاه گیلان)
مرعشی، سید حسن	استاد - بیوتکنولوژی و به نژادی گیاهی (دانشگاه فردوسی مشهد)
مهدیخانی مقدم، عصمت	استاد - بیماری شناسی گیاهی (دانشگاه فردوسی مشهد)

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
245	ردیابی ویروس سوختگی سیاه برگ چغندر (<i>Beet black scorch virus</i>) و سایر ویروس‌های خاک‌زاد همراه و تعیین برخی خصوصیات مولکولی آن‌ها جمشید سلطانی ایدلیکی - محسن مهرور - محمد زکی عقل - سید باقر محمودی - منصور صلاتی
259	بررسی تغییرات جمبع شته (<i>Sitobion avenae</i> (Hem.: Aphididae) (Fabricius) و دشمنان طبیعی آن در مزرعه گندم در منطقه سرپل ذهاب رسول زارعی سرچقا - نوشین زندی سوهانی - لیلا رضانی
267	واکنش تابعی وابسته به دما در کفشدوزک (<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> (Col.: Coccinellidae) نسبت به شپشک آردآلود مرکبات، (<i>Planococcus citri</i> (Hem.: Pseudococcidae) مهدی حسن‌پور - محبوبه مرادی
281	مقاله کوتاه پژوهشی مشخصات الکترون میکروسکوپی معده در بیوتیپ B سفیدبالک <i>Bemisia tabaci</i> ناقل بگومو ویروس‌ها مریم رستگار - مرتضی الهیاری - سارا قارونی کاردانی
289	ارزیابی اثرات کودهای آلی و زیستی بر ماندگاری علف کش تریفلورالین در خاک با استفاده از روش گاز کروماتوگرافی مجید برزویی - ابراهیم ایزدی دربندی - محمد حسن راشد محصل - مهدی راستگو - محمد حسن زاده خیاط
301	بررسی کارایی برندهای جدید علف کش کلتودیم (الکتیو و سوپرپاور) در کنترل علف‌های هرز پیاز (<i>Allium cepa</i>) در جنوب کرمان ابراهیم ممنوعی - علی رضا عطری
313	تأثیر میزان بقایای گیاهی و مصرف علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز در روش کاشت بدون شخم در تناوب جو-پنبه-گندم مجید عباس‌پور - مسعود قدسی
331	مقایسه تحلیلی فلور علف‌های هرز مزارع سویا (<i>Glycine max</i> L.) در دو منطقه کوهستانی و دشت شرق مازندران حمید صالحیان
345	ارزیابی تأثیر روغن‌های گیاهی بر بهبود کنترل قیاق (<i>Sorghum halepense</i> L.) توسط ستوکسیدیم حسین حمامی - سید سجاد محمودی
355	مقاله کوتاه پژوهشی اثر طول دوره همجواری، تعداد و نوع گونه‌ی همجوار بر بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در لوبیا قرمز (<i>Phaseolus vulgaris</i>) علی باقری - قربانعلی اسدی - علی قنبری

ردیابی ویروس سوختگی سیاه برگ چغندر (*Beet black scorch virus*) و سایر ویروس‌های خاک‌زاد همراه و تعیین برخی خصوصیات مولکولی آن‌ها

جمشید سلطانی ایدلیکی^۱ - محسن مهرور^{۲*} - محمد زکی عقل^۳ - سید باقر محمودی^۴ - منصور صلاتی^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۸

چکیده

تاکنون در ایران ویروس‌های خاک‌زاد متعددی از جمله ویروس رگبرگ زرد نکروتیک چغندر (*Beet necrotic yellow vein virus*; BNYYV) و ویروس سوختگی سیاه برگ چغندر (*Beet black scorch virus*; BBSV) و ویروس Q چغندر (*Beet virus Q*; BVQ) و ویروس BSBV) روی ریشه چغندر شناسایی شده است. ویروس رگبرگ زرد نکروتیک چغندر، ویروس اصلی عامل ایجاد سندروم ریشه ریشی (ریزومانی) است. با اینکه در بررسی‌های انجام‌شده در بعضی از نمونه‌های دارای علائم ریشه ریشی چغندر، هر سه ویروس مذکور و یا تعدادی از آن‌ها همراه BNYYV یافت شده، اما تاکنون علائم سوختگی روی برگ چغندر در هیچ‌یک از مزارع کشت چغندر گزارش نشده است. اخیراً علائم سوختگی روی برگ‌ها و علائمی مشابه ویروس عامل بیماری ریزومانی روی ریشه برخی از ارقام چغندر در مزارع چغندر استان خراسان رضوی مشاهده شده است. به‌منظور بررسی این موضوع، چغندرهای دارای علائم ریشه ریشی و یا سوختگی برگ از مزارع مناطق مختلف استان شامل: مشهد، فریمان، چناران، جلگه رخ و جوبین جمع‌آوری و پس از استخراج ریبونوکلیک اسید (RNA) کل آن‌ها، دئوکسی ریبونوکلیک اسید مکمل (cDNA) سنتز شد. با استفاده از واکنش پلیمرز با ترانویسی معکوس در همه نمونه‌ها BBSV ردیابی گردید، اما از سه ویروس خاک‌زاد دیگر تنها BNYYV در نمونه‌های مشهد، جلگه رخ و جوبین ردیابی شد. از بین سه تیپ مختلف BNYYV شناسایی شده در دنیا، جدایه‌های مورد مطالعه از نوع تیپ A تشخیص داده شد. نوع تتراد ویروس ریزومانی در جدایه‌های مشهد و جلگه رخ از نوع ACHG بوده اما در جدایه جوبین، AHHG بود که در اسیدآمینه شماره ۶۸ آن از سیستمین (C) به هیستیدین (H) در پروتئین p25 تغییر یافته بود که می‌توان جدایه را به‌عنوان یک جدایه شکننده مقاومت این ویروس محسوب نمود. در نتیجه کشت متوالی ارقام مقاوم چغندر دارای ژن مقاومت *Rz1* با تغییرات در اسیدآمینه‌های ناحیه تتراد پروتئین p25 و ویروس، جدایه‌های شکننده مقاومت جدیدی از ویروس ایجاد می‌کند که کشت چغندر را در این مزارع در سال‌های آتی با مشکل جدی مواجه خواهد نمود؛ بنابراین تحقیقات بیشتر در مورد بیماری‌زایی BNYYV و کنترل آن از طریق استفاده از منابع مقاومت جدید و روش‌های کنترل تلفیقی ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر اینکه، BBSV در حضور BNYYV موجب تشدید ریشه ریشی، نکروز آوندی و سوختگی برگ می‌گردد حال آنکه به‌تنهایی موجب نکروز آوندی در ریشه و سوختگی برگ می‌شود. این مطلب می‌تواند در تشخیص بیماری بر اساس علائم و جلوگیری از خطا در ارزیابی مقاومت ارقام چغندر در مزرعه بسیار حائز اهمیت باشد.

واژه‌های کلیدی: چغندر، ریزومانی، ویروس سوختگی سیاه برگ چغندر

مقدمه

کشت چغندر در دنیا تحت تأثیر بیماری‌های متعددی از جمله ویروس‌های خاک‌زاد ریشه است. تاکنون ویروس‌های خاک‌زاد

۱- دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و مربی پژوهشی، بخش تحقیقات چغندر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۲ و ۳- به‌ترتیب دانشیار و استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
*(نویسنده مسئول)
(Email: mehrvar@um.ac.ir)

۴- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۵- استادیار، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

مختلفی در دنیا روی ریشه چغندر قند از جمله ویروس رگبرگ زرد نکروتیک چغندر قند (*Beet necrotic yellow vein virus*; BNYVV) (۳)، ویروس موزاییک خاک زاد چغندر قند (*Beet soil-borne mosaic virus* (BSBMV) (۳۱)، ویروس سوختگی سیاه برگ چغندر (*Beet black scorch virus*; BBSV) (۸)، ویروس خاک زاد چغندر (*Beet soil-borne virus*; BSBV) (۱۸) و ویروس Q چغندر (*Beet virus Q*; BVQ) (۱۹ و ۲۲) گزارش شده است. بیماری ریزومانیای ابتدا در اوایل دهه ۵۰ میلادی در شمال ایتالیا گزارش شد (۳) و هم اکنون در اکثر نواحی کشت چغندر قند در دنیا، گسترش داشته (۳۳) و به عنوان یک بیماری مهم اقتصادی که باعث کاهش شدید عملکرد قند می شود، شناخته می شود (۲) در آلودگی های شدید ناشی از این بیماری روی رقم حساس، عملکرد شکر بین ۵۰ تا ۶۰ درصد و در مواردی تا ۹۰ درصد کاهش می یابد (۱ و ۱۵). عامل اصلی این بیماری، ویروس زرد نکروتیک رگبرگ چغندر قند بوده (۴۷) که توسط شبه قارچ *Polymyxa betae* Keskin منتقل می شود (۱۱). این ویروس از اعضاء جنس *Benyvirus* و خانواده *Benyviridae* بوده، ذرات آن میله ای شکل و دارای ژنوم چند قسمتی (Multipartite genome) است (۴۱). ژنوم ویروس از چهار یا پنج ریبونوکلیک اسید تک رشته ای مثبت ($ssRNA^+$) تشکیل شده و ۱۲ یا ۱۳ پروتئین را کد می نماید (۲۹). اسید ریبونوکلیک سوم ویروس به طول ۱۷۷۵ نوکلئوتیدی مسئول ایجاد بیماری زایی در میزبان است (۴۸). پروتئین p25 (۲۵ کیلو دالتون) به عنوان مهم ترین پروتئین عملکردی RNA3 ویروس در ارتباط با ایجاد علائم و شدت بیماری زایی در ریشه چغندر قند محسوب می شود (۳۸). اسید آمینه های موقعیت ۶۷-۷۰ به نام تتراد (۴۳) و موقعیت ۱۳۵ (۴۲) این پروتئین بسیار تغییر پذیر هستند. مطالعات مولکولی نشان داده است که جدایه های این ویروس در چهار تیپ به نام های A، B، P و J گروه بندی می شوند (۶ و ۴۴). تیپ A و B ویروس از نظر بیماری زایی تفاوتی ندارند و تنها تیپ P این ویروس قدرت بیماری زایی (حتی در ارقام مقاوم) بالایی دارد (۱۶). این بیماری در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۷۵ توسط ایزدپناه و همکاران از استان فارس گزارش گردید (۱۷) و امروزه تقریباً در تمام مناطق کشت چغندر قند در کشور، گسترش دارد (۲۴). بر اساس تحقیق انجام شده توسط مهرور و همکاران در سال ۱۳۸۸، تیپ غالب در ایران از نوع A بوده و در تعداد محدودی جدایه (هشت درصد) تیپ P فاقد RNA5 با تتراد SYHG مشابه جدایه های گزارش شده از فرانسه، قزاقستان، انگلستان و آمریکا یافتند (۳۴). ویروس موزاییک خاک زاد چغندر قند مشابه BNYVV، از جنس *Benyvirus* و خانواده *Benyviridae* بوده و ناقل مشترکی با آن دارد. این ویروس تاکنون به غیر از آمریکا از سایر نقاط دنیا بخصوص ایران گزارش نشده است (۳۵). ویروس

خاک زاد چغندر و ویروس Q چغندر که از جنس *Pomovirus* و خانواده *Virgaviridae* هستند، دارای پیکره های میله ای شکل با ژنوم RNA چندبخشی بوده، در میزبان و ناقل با BNYVV اشتراک دارند و به طور فراوانی در آلودگی های توأم در ریشه های چغندر قند وجود دارند (۳۶). اگرچه BSBV مستقل از BNYVV است ولی BVQ برای تکثیر به حضور BNYVV نیاز دارد (۷). این دو ویروس برای اولین بار در ایران توسط فرزادفر و همکاران به ترتیب در سال های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۴ گزارش شدند (۹ و ۱۰). ویروس خاک زاد سوختگی سیاه برگ چغندر، از جنس *Betanecrovirus* و خانواده *Tombusviridae* بوده (۵) و ناقل آن در طبیعت قارچ *Olpidium brassicae* است (۱۹ و ۳۹). این ویروس پیکره ای بیست وجهی داشته و ژنوم آن RNA تک رشته ای با سنس مثبت بوده که متشکل از شش قالب باز خواندنی (ORF) است. ژنوم BBSV فاقد CAP و دنباله PolyA است، ولی به دلیل داشتن ساختارهای ثانویه در انتهای 3'UTR عمل تکثیر و ترجمه ژن ها به طور مؤثری در آن انجام می گیرد (۴۵). این ویروس برای اولین بار در اواخر سال ۱۹۸۰ میلادی در مغولستان و چین شناسایی شد (۳۲). سپس از آمریکا (۵۱)، ایران (۲۳) و برخی کشورهای اروپایی (۱۳) نیز گزارش شد. در مزارع چغندر قند چین، علائم به صورت ایجاد لکه های نکروز شدید به رنگ سیاه روی برگ ها و نکروز در ریشه چغندر قندهای آلوده به این ویروس بروز می کند (۵ و ۱۴). جدایه های BBSV آمریکا، علائم سوختگی سیاه در برگ چغندر قند را نشان نمی دهد؛ بلکه این ویروس ظاهراً علائم بیماری ریزومانیای مانند تکثیر ریشه های فرعی را تشدید می کند (۵۱). در اسپانیا نیز در تعدادی از نمونه ها علیرغم وجود علائم بیماری ریزومانیای، ویروس عامل ریزومانیای در آن ها تشخیص داده نشده و فقط BBSV جداسازی شده است (۱۳). کویینگ و همکاران برای اولین بار، این ویروس را از مزارع کشت چغندر قند ایران (تربت حیدریه خراسان رضوی) گزارش نمودند (۲۳). این ویروس در حال حاضر در ایران وجود این ویروس در مزارع ده استان دارای کشت چغندر قند (خراسان رضوی، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، لرستان، اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، قزوین، همدان، کرمان، کرمانشاه و زنجان) تأیید گردیده است (۴۳). در تحقیقی دیگر، مهرور و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که بعضی از جدایه های این ویروس در مزرعه هیچ گونه علائم سوختگی بر روی برگ چغندر قند نشان نداده، اما همراه BNYVV موجب تولید ریشه های فرعی فراوان می گردد (۳۴). چند سال اخیر در مزارع چغندر قند استان خراسان سوختگی برگی چغندر قند (به خصوص در ارقام حساس به ریزومانیای) بیشتر مشاهده می شود (مشاهدات نگارندگان). برای مطالعه این موضوع تحقیقی در این زمینه، صورت گرفت که هدف اصلی آن جداسازی و شناسایی ویروس سوختگی سیاه چغندر قند و ویروس های همراه آن

از جمله BNYVV، BVQ و BSBV در نمونه‌های چغندرقند استان خراسان رضوی و تعیین برخی خصوصیات مولکولی آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها

استخراج اسید ریبونوکلیک کل

استخراج اسید ریبونوکلیک کل از ریشه‌های چغندرقند دارای علائم ریشه ریشی و یا سوختگی برگ جمع‌آوری شده از مزارع مناطق مشهد، فریمان، چناران، جلگه رخ و جوین با کیت استخراج (RNeasy Mini Kit) شرکت کیاژن بر اساس پروتکل شرکت سازنده (QIAGEN-Germany) انجام شد. پنج میکرولیتر از آن برای بررسی‌های کمی کیفی در معرض ژل الکتروفورز قرار گرفت.

شناسایی ویروس‌های همراه با BBSV در نمونه‌های

جمع‌آوری شده

برای ردیابی مولکولی ویروس‌های BSBV، BVQ و BNYVV که ناقل مشترک (*Polymyxa betae*) دارند، از واکنش زنجیره‌ای پلیمرز با ترانویسی معکوس چندگانه (MultiplexRT-PCR) پیشنهاد شده توسط مونی و همکاران (۱۳۸۲) استفاده شد (۳۶). در این روش برای سنتز cDNA از کیت یک مرحله‌ای RevertAid Reverse Transcriptase بر اساس پروتکل شرکت سازنده آن (Thermo Scientific-USA) و با استفاده از سه آغازگر برگشتی اختصاصی مربوط به هر ویروس، استفاده شد. پس از آن، آزمون واکنش زنجیره‌ای پلیمرز با ترانویسی چندگانه با استفاده از سه جفت آغازگر مستقیم و معکوس اختصاصی طراحی شده توسط مونی و همکاران (۱۳۸۲) شامل: جفت آغازگر BNYVV2 که قطعه ۵۴۵ جفت بازی از ژن کد کننده پروتئین

p75 در RNA2 ویروس BNYVV، جفت آغازگر BSBV2 که قطعه ۳۹۹ جفت بازی از RNA2 ویروس BSBV و جفت آغازگر BVQ1 که قطعه ۲۹۲ جفت بازی از RNA1 ویروس BVQ را تکثیر می‌کنند (جدول ۱)، انجام شد. این آزمون با استفاده از دو میکرولیتر از cDNA ساخته شده به عنوان الگو، یک میکرولیتر از یک از آغازگرهای اختصاصی مستقیم و معکوس (هر یک با غلظت ۱۰ میکرومولار) و ۱۲/۵ میکرولیتر از مخلوط واکنش Taq DNA Polymerase Master Mix Red-Ampliqon در حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر انجام شد. چرخه دمایی این آزمون شامل: واسرشت سازی اولیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت سه دقیقه، ۳۵ چرخه متوالی شامل ۹۴ درجه سانتی‌گراد برای ۳۰ ثانیه، دمای اتصال آغازگر ۶۳ درجه سانتی‌گراد برای ۳۰ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد برای دو دقیقه و در نهایت مرحله گسترش نهایی برای پنج دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد بود.

برای ردیابی BBSV در نمونه‌های مورد مطالعه، cDNA با کیت RevertAid Reverse Transcriptase و با استفاده از آغازگر Random hexamer primer (شرکت دنا زیست) ساخته شد. آزمون زنجیره‌ای پلیمرز تکی برای تکثیر قطعه ۳۰۵ نوکلئوتیدی ناحیه انتهای 3'UTR ژنوم، با استفاده از آغازگرهای اختصاصی BBSV-f و BBSV-r (جدول ۱) با کیت Master Mix Red-Ampliqon انجام شد. این آزمون بر برنامه دمایی شامل: سه دقیقه به منظور واسرشتگی ابتدائی در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد و به دنبال آن ۴۰ چرخه شامل: ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت یک دقیقه و در انتها به مدت ۵ دقیقه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد برای تکمیل ساخت رشته مکمل، اجرا شد.

جدول ۱- آغازگرهای اختصاصی استفاده شده جهت ردیابی ویروس‌های *Beet necrotic yellow vein virus*، *Beet soil-borne virus*، *Beet virus Q* و *Beet black scorch virus* در ریشه چغندرقند

Table 1- Specific primers pairs used for detection of *Beet necrotic yellow vein virus*، *Beet soil-borne virus*، *Beet virus Q* and *Beet black scorch virus* in sugar beet root

Black shosh virus in sugar beet root				
آغازگر	توالی ۵' به ۳'	طول قطعه	منبع	
Primer	Sequence (5' to 3')	Amplification lenght	Reference	
BNYVV2-F	ACATTTCTATCCTCCTCCAC	545bp	36	
BNYVV2-R	ACCCAACAAACTCTCTAAC			
BSBV2-F	CTTACGCTGTTCACTTTTATGCC			
BSBV2-R	GTCCGCACTCTTTTCAACTGTTC	399bp		
BVQ1-F	GCTGGAGTATATCACCGATGAC	292bp		35
BVQ1-R	AAAATCTCGGATAGCATCCAAC			
BBSV-f	ATTAGATCCCACATCCTGGTGTGGTTAATC	305bp		
BBSV-r	GGGCACCTGGAAGACCAGGTATATAAG			

شناسایی تیپ‌های BNYVV

پس از استخراج اسید ریبونوکلیک کل، cDNA ویروس با استفاده از آغازگر Oligo dT-20 (شرکت دنزیست) و کیت Easy™ cDNA Synthesis Kit بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده آن (پارس طوس) به عنوان الگو ساخته شد. به منظور شناسایی تیپ A و B ویروس BNYVV، از روش واکنش زنجیره‌ای چندگانه DuplexRT-PCR استفاده شد. در این واکنش از دو جفت آغازگر اختصاصی RhizoA (تکثیر قطعه ۳۲۴ جفت بازی مشخص کننده

تیپ A) و RhizoB (تکثیر قطعه ۱۷۸ جفت بازی بیانگر تیپ B) که ناحیه Triple Gene Block (TGB) از قطعه RNA2 ویروس را تکثیر می‌کنند (۴۰)، استفاده شد (جدول ۲). به منظور ردیابی تیپ P و به دنبال آن حضور RNA5 ویروس عامل ریزومانی، از آغازگرهای اختصاصی BNYVV5 طراحی شده توسط شیمر و همکاران (2005) که ناحیه کد شونده P26 در قطعه RNA5 به طول ۸۸۶ جفت بازی را تکثیر می‌کند (۴۴)، استفاده شد (جدول ۲).

جدول ۲- توافاد آغازگرهای استفاده شده در این بررسی برای تفکیک تیپ‌های A، B و P ویروس BNYVV

Table 2- Specific primers pairs which used for detection of BNYVV types A, B and P

منبع	طول قطعه	توالی ۵' به ۳'	آغازگر
Reference	Amplification lenght	Sequence (5' to 3')	Primer
40	324 bp	TAATAGTATCACTGTTACAACGATTAAGA	RhizoA-f
		GTCACCTCTTTTACCATTATATCAG	RhizoA-r
	178 bp	TTGGGCAGCAACTTA	RhizoB-f
		ACGGTGAGTACAACATACTGA	RhizoB-r
44	886 bp	GTTTTCCGGTCGCAGCACAAG	BNYVV5-f
		CGAGCCCCGTAAACACCGCATA	BNYVV5-r

محصولات همه واکنش‌های زنجیره‌ای پلیمرز صورت گرفته در این مطالعه در ژل آگارز یک و نیم درصد رنگ‌آمیزی شده با گرین ویور (TMDNA Green Viewer) (شرکت پارس طوس- ایران) با غلظت یک میکرولیتر در میلی‌لیتر با استفاده از دستگاه الکتروفورز Bio-Rad، ساخت شرکت (PowerPac™ Basic Power) USA، از هم جدا شدند. پس از آن با استفاده از دستگاه Gel-Doc (AlphaImager Mini System)، از ژل حاوی باندهای تفکیک شده عکس‌برداری و سپس آن‌ها با استفاده از کیت (QIAquick Gel Extraction) بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده آن (کیژن) خالص‌سازی گردیدند.

تکثیر ژن کد کننده پروتئین p25 از ژنوم RNA3 ویروس BNYVV

cDNA رشته RNA3 دو جدایه BNYVV با استفاده از کیت رونوشت برداری با ترانویسی معکوس PrimeScript™ Reverse Transcriptase بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده آن (Takara) به عنوان الگو ساخته شد. برای تکثیر قطعه RNA3 ویروس، از آزمون پلیمرز زنجیره‌ای با استفاده از کیت PrimeSTAR GXL DNA Polymerase شرکت تاکارا و بر اساس دستورالعمل سازنده آن و یک جفت آغازگر اختصاصی مستقیم و معکوس طراحی شده توسط پیفرمنجنز (2007) که قطعه‌ای به طول ۹۰۶ جفت بازی را تکثیر می‌کند، انجام شد (جدول ۳).

جدول ۳- توافاد آغازگرهای اختصاصی استفاده شده برای تکثیر ژن p25 واقع در RNA3 ویروس BNYVV

Table 3- Specific primer pairs used for amplification of BNYVV RNA3 (p25 gene)

منبع	طول قطعه	توالی ۵' به ۳'	آغازگر
Reference	Amplification lenght	Sequence (5' to 3')	Primer
38	906bp	TCGGAATATACAAGTTTAAAAAG	BNYVV3-F
		GTCCCAACCAGATCAACAA	BNYVV3-R

برای انجام این واکنش به چهار میکرولیتر از محصول واکنش زنجیره‌ای پلیمرز با انتهای صاف هر ویروس به عنوان الگو، یک میکرولیتر از آنزیم TaqDNA polymerase (5u/μl)، شش دهم میکرولیتر از $MgCl_2$ (25 mM)، یک میکرولیتر بافر PCR Buffer 10x، دو میکرولیتر dATP (1mM) اضافه شد. در ادامه،

واکنش آدنین‌دار کردن (A-Tailing) رشته RNA3 ویروس BNYVV

برای آدنین کردن رشته تکثیر شده با انتهای صاف (Blunt end) ژن کد کننده پروتئین p25 (۹۰۶ جفت بازی) در رشته RNA3 سه جدایه BNYVV از روش کوبز و همکاران (1988) استفاده شد.

توسط مهرور و همکاران در ۳/۷ درصد از نمونه‌ها هر سه ویروس BNYVV، BVQ و BBSV موجود بودند و در هیچ‌یک از نمونه‌ها ویروس BBSV به همراه BBSV نبوده است که دلیل آن ممکن است رقابت دو ویروس بر سر اشغال سایت‌های تکثیری در میزبان باشد (۳۴). بر این اساس از پنج منطقه کشت چغندر قند استان خراسان رضوی با علائم متفاوت در اندام‌های هوایی و ریشه جمع-آوری (شکل ۱) و برای ردیابی این ویروس‌ها و تعیین برخی خصوصیات آن‌ها تلاش گردید.

در نمونه‌های برگ و ریشه‌های چغندر قند، با استفاده از آزمون پلیمرز زنجیره‌ای چندگانه، آلودگی‌های دوگانه با BNYVV و یا چندگانه با سایر ویروس‌های خاک زاد چغندر قند BVQ و BBSV مورد بررسی قرار گرفتند. از الکتروفورز محصول آزمون پلیمرز زنجیره‌ای جدایه‌های پنج منطقه مورد بررسی فقط قطعه ۵۴۵ بازی مورد انتظار برای BNYVV، از نمونه‌های ریشه سه منطقه شامل: مشهد، جوی و جلگه رخ که ریشه‌های چغندر قند دارای علائم ریشه ریشی بودند، به دست آمد. در نمونه‌های ریشه چغندر قند سه منطقه ذکر شده و دو منطقه فریمان و چناران (ریشه‌ها فاقد علائم ریشه ریشی)، هیچ‌یک از قطعات ۳۹۹ و ۲۹۲ جفت بازی مورد انتظار به ترتیب مربوط به BBSV و BVQ به دست نیامد. این نتایج نشان می‌دهد که نمونه‌های سه منطقه از پنج منطقه، آلودگی به BNYVV بوده و دو ویروس همراه دیگر در آن‌ها ردیابی نگردید (شکل ۲). نتایج بررسی و ردیابی ویروس‌ها در برگ‌های چغندر قند دارای علائم نکروز مناطق نشان داد که هیچ‌یک از ویروس‌های ذکر شده حضور ندارند. این نتیجه حاکی از آن است که عوامل دیگری در بروز این علائم نقش داشته باشد.

واکنش آماده‌شده در ترموسایکر با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه انکوبه گردید (۲۰). سپس از محصول به‌دست‌آمده چهار میکرولیتر بدون خالص‌سازی برای واکنش لیگاسیون در ناقل pGEM-T Easy Vector Systems (Promega- USA) استفاده شد.

همسانه‌سازی و تعیین ترادف ژن کد کننده پروتئین p25 رشته RNA3 ویروس BNYVV

جهت تعیین ترادف نوکلئوتیدی پروتئین p25 از رشته RNA3 ویروس BNYVV، عمل همسانه سازی در داخل حامل پلاسمید pGEM-T Easy Vector Systems انجام شد. پلاسمیدهای نوترکیب، به داخل سلول‌های مستعد *Escherichia coli* سویه DH5α تراریخت شدند. همسانه‌ها از طریق کلونی پی‌سی‌آر (Colony PCR) با استفاده از آغازگرهای عمومی M13 شناسایی شدند. پلاسمیدهای نوترکیب با استفاده از کیت GenetBio-Kit (PrimPrep Plasmid DNA isolation Korea) استخراج شده و جهت تعیین ترادف، به شرکت ماکروژن کره ارسال گردید. توالی‌های حاصل، با نرم‌افزار Chromas آنالیز و با استفاده از نرم‌افزار MEGA-X به روش Muscles (۲۵) هم‌ترازی شدند.

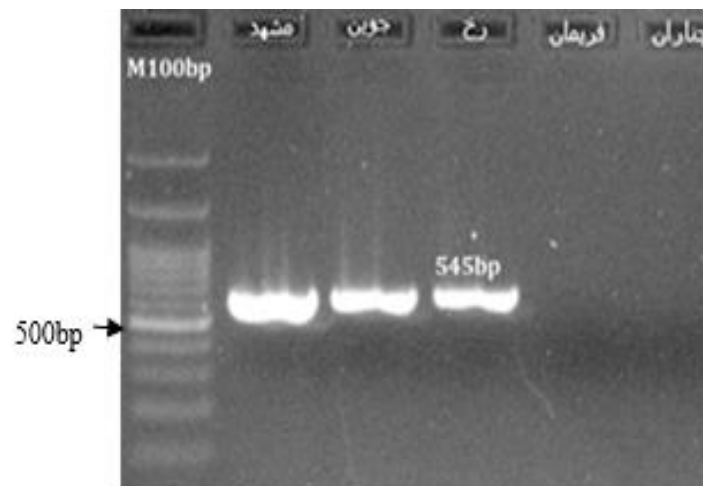
نتایج و بحث

ویروس‌های خاک زاد متعددی از جمله BNYVV، BVQ، BBSV و BBSV روی ریشه چغندر قند ایجاد بیماری می‌کنند. این ویروس‌ها به‌صورت آلودگی مخلوط در مزرعه روی ریشه چغندر قند دیده می‌شود (۳۶ و ۴۰). بنا بر بررسی‌های انجام‌شده در سال ۱۳۸۸



شکل ۱- علائم BNYVV به همراه BBSV روی ریشه (الف) و برگ چغندر قند (ب) در یک مزرعه چغندر قند در مشهد، ج: علائم نکروتیک برگ (بدون علائم ریشه ریشی) ناشی از BBSV در یک مزرعه چغندر قند در فریمان

Figure 1- A: Proliferation symptoms on root caused by BNYVV and BBSV, B: Necrosis on sugar beet leaves in a Mashhad field, C: Necrosis symptoms on leaves (without rootlet beardedness in root) by BBSV in a Fariman sugar beet field



شکل ۲- نقوش الکتروفورزی حاصل از واکنش زنجیره‌ای پلیمرز چندگانه ویروس‌های BNYVV، BSBV و BVQ. تکثیر قطعه ۵۴۵ جفت بازی نشان دهنده ویروس BNYVV، M: نشانگر با وزن مولکولی هزار جفت باز (SMOBIO، تایوان)

Figure 2- Agarose gel electrophoresis of mRT-PCR for detection of BNYVV, BSBV and BVQ viruses, 545bp fragment belonging to BNYVV. M: 1kb DNA ladder (SMOBIO, Taiwan)

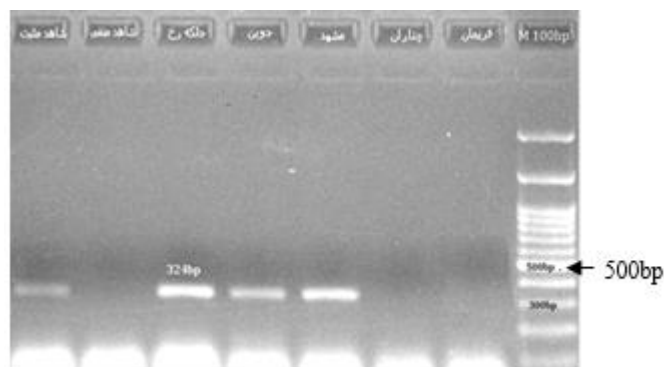
فاقد RNA5 بود، اما تاکنون تیپ P دارای RNA5 این ویروس از ایران گزارش نشده است (۳۵). کوتلوک ییلماز و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که بیش از ۸۰ درصد نمونه‌های ترکیه‌ای حاوی تیپ A بوده و ۲۰ درصد از آن‌ها، تیپ P دارای RNA5 هستند. بعلاوه این محققین، اظهار کردند که هیچ‌گونه تعاملی بین ایجاد علائم و نوع تیپ این ویروس وجود ندارد (۲۷). در این مطالعه نیز سه جدایه از نظر RNA5 با استفاده از آزمون پلیمرز زنجیره‌ای مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس آغازگرهای اختصاصی استفاده شده، قطعه ۸۸۶ جفت بازی مورد انتظار، در ژل الکتروفورزی به دست نیامد، در نتیجه جدایه‌های مورد بررسی فاقد RNA5 بودند (شکل ۴).

در ادامه این تحقیق برای مشخص شدن نوع تتراد جدایه‌ها، پس از همسانه سازی ژن کد کننده پروتئین p25 رشته RNA3 ویروس و استخراج پلاسمید نو ترکیب آن، برای تعیین توالی ارسالی و استفاده از نرم افزار MEGA7 به روش ClustalW هم ترازی شدند (۲۵). نتایج بررسی چهار اسید آمینه بسیار تغییرپذیر ۶۷-۷۰ (ناحیه تتراد پروتئین p25) RNA3 جدایه‌ها نشان داد که این ناحیه در جدایه‌های مشهد و جلگه رخ از نوع ACHG (تتراد وحشی ویروس) است (شکل ۵)؛ این بدان معنی است که در ناحیه تتراد جدایه‌های مشهد و جلگه رخ جهشی صورت نگرفته است، تاکنون این تتراد از بسیاری از کشورها از جمله: یونان (۳۷)، ترکیه (۶ و ۲۸)، اسپانیا (۴۴)، فرانسه (۱۲)، بلغارستان، ایتالیا، سوئیس (۲۲) و چین (۵۳) گزارش شده است. کوتلوک ییلماز و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی اظهار کردند که این تتراد در جدایه‌های ترکیه در شرایط گلخانه موجب شکست مقاومت ارقام مقاوم دارای ژن مقاومت RZ1 شده است. مهرور و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که این تتراد در همه استان‌های کشور،

بعد از تأیید وجود ویروس BNYVV در نمونه‌های مناطق: مشهد، جلگه رخ و جوبین، تفکیک تیپ A از B ویروس بر اساس ناحیه TGB (Triple Gene Block) رشته RNA2 ویروس که بسیار حفاظت شده است، انجام گرفت. محصول آزمون پلیمرز زنجیره ای دوگانه بر اساس اندازه قطعه مورد انتظار (۳۲۴ جفت بازی) روی ژل الکتروفورز برای نمونه‌های سه منطقه به دست آمد و نشان داد که تیپ این جدایه‌ها از نوع A است و هیچ‌یک از جدایه‌ها، قطعه‌ای به اندازه ۱۷۸ جفت بازی که نشان دهنده تیپ B باشد، نشان ندادند (شکل ۳). این نتیجه با نتایج مهرور و همکاران که بیان کردند تیپ بیش از ۹۰ درصد جدایه‌های ایران از نوع A است، مطابقت دارد. تیپ B در ایران قبلاً توسط سوهی و مالکی در سال ۱۳۸۳ گزارش شد (۴۶)، اما تاکنون گزارش دیگری مبنی بر حضور این تیپ در ایران ارائه نشده است. بر اساس اظهار محققین در یک منطقه، فقط تیپ A یا فقط تیپ B حضور خواهد داشت؛ درحالی‌که آلودگی مخلوط با هر دو تیپ فقط در نواحی مرزی این دو تیپ یافت می‌شود. تاکنون این تیپ در تعداد محدودی از کشورهای اروپایی از جمله آلمان و فرانسه گزارش شده است (۲۶). تشخیص تیپ P از A و B از طریق آزمون پلیمرز زنجیره‌ای ژن کد کننده پروتئین P26 در RNA5 اضافی BNYVV امکان‌پذیر است (۲۱). این تیپ ویروس قدرت بیماری‌زایی بسیار بالاتری (حتی در ارقام مقاوم) نسبت به سایر تیپ‌ها دارد. دو نوع از این تیپ ویروس در دنیا گزارش شده: گروه اول BNYVV است که نوع تتراد در آن SYHG بوده و دارای اسید ربیونوکیک اضافی پنج را داراست و گروه دوم فاقد این اسید نوکلئیک بوده و فقط نوع تتراد آن مشابه تیپ نوع اول است. مهرور و همکاران (۱۳۸۸) از ایران تیپ P این ویروس را گزارش کردند که

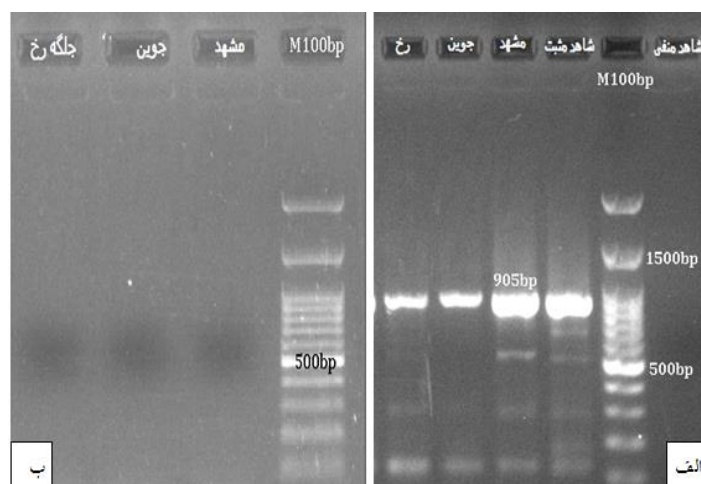
نیاز به بررسی بیشتر دارد. نتایج توالی یابی جدایه جوین نشان داد که در اسیدآمینه ۶۸ (a68) جهش رخ داده است بطوریکه اسیدآمینه سیستئین (C) به اسیدآمینه هیستیدین (H) تبدیل شده است (شکل ۵).

بخصوص در استان خراسان فراوانی بالاتری نسبت به سایر تترادهای دارد. با توجه به غالب بودن این تتراد، احتمال می‌رود که در مناطقی از کشت چغندر قند به عنوان یک جدایه شکننده مقاومت عمل کند، اگرچه این موضوع در این ایران بررسی نشده است، برای اثبات آن



شکل ۳- نقوش الکتروفورزی حاصل از تکثیر قطعه ۳۲۴ جفت‌بازی از ناحیه RNA2 TGB ویروس BNYVV نشان‌دهنده تیپ A ویروس در سه جدایه مشهد، جوین و جلگه رخ، M: نشانگر با وزن مولکولی صد جفت باز (SMOBIO، تایوان)

Figure 3- Agarose gel electrophoresis of 324bp fragment of BNYVV RNA2 TGB region which represents type A of the virus in Mashhad, Jovein and Jolge-Rokh isolates, M: 100bp DNA ladder (SMOBIO, Taiwan)



شکل ۴- الف: نقوش الکتروفورزی حاصل از تکثیر توالی ۹۰۶ نوکلئوتیدی p25، ب: ۸۸۶ نوکلئوتیدی توالی P26 ویروس BNYVV از جدایه‌های مشهد، جوین و جلگه رخ، M: نشانگر با وزن مولکولی صد جفت باز (SMOBIO، تایوان)

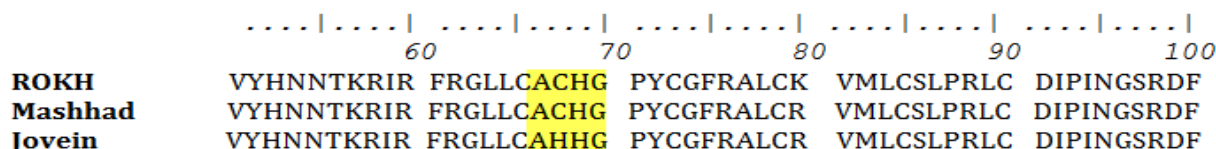
Figure 4- Agarose gel electrophoresis showing a 906bp fragment of p25(a) and 886 bp fragment of P26 (b) in BNYVV genome in from Mashhad, Jovein and Jolge-Rokh isolates, M: 100bp DNA ladder (SMOBIO, Taiwan)

می‌توان به عنوان یک جدایه شکست مقاومت محسوب نمود. در ایران بیش از ۹۰ درصد ارقام چغندر قند وارداتی دارای یک ژن مقاومت به ریزومانیا هستند. گسترش بیماری ریزومانیا به مناطق جدید کشت (به دلیل عدم رعایت بهداشت زراعی) و قلیایی شدن اراضی کشت با استفاده بی‌رویه از آب چاه‌ها (تحریک ناقل بیماری ریزومانیا به تکثیر)، به همراه کشت متوالی ارقام چغندر قند مقاوم (دارای ژن مقاومت Rz1) در اراضی، به دلیل فشار انتخابی نسبتاً قوی روی جمعیت

این تتراد قبلاً از ایران (مهرور و همکاران، ۱۳۸۸) و دنیا (۶، ۲۴ و ۳۰) گزارش شده است. چپیا و همکاران در سال ۱۳۹۰ بیان کردند که دو تتراد ACHG و AHHG در برخی از کشورها می‌تواند به عنوان یک جدایه شکست مقاومت (Resistance Breaking-RB) شوند. جدایه‌های شکست مقاومت ممکن است با تغییر در یک اسیدآمینه تتراد یا در دیگر اسیدآمینه‌های پروتئین p25 ظهور کنند (۳). در نتیجه با توجه به جهش رخ داده در این ناحیه از ژنوم RNA3 ویروس را

بنابراین تحقیقات بیشتر در مورد بیماری‌زایی BNYVV و کنترل آن از طریق استفاده از منابع مقاومت جدید و روش‌های کنترل تلفیقی ضروری به نظر می‌رسد.

ویروس (۵۰)، موجب شکست مقاومت آن‌ها گردیده و با تغییرات در اسیدآمینه‌های ناحیه تتراد پروتئین p25 ویروس، جدایه‌های شکست مقاومت جدیدی از ویروس ایجاد خواهد شد که کشت چغندر قند را در این مزارع در سال‌های آتی با مشکل جدی مواجه خواهد نمود؛



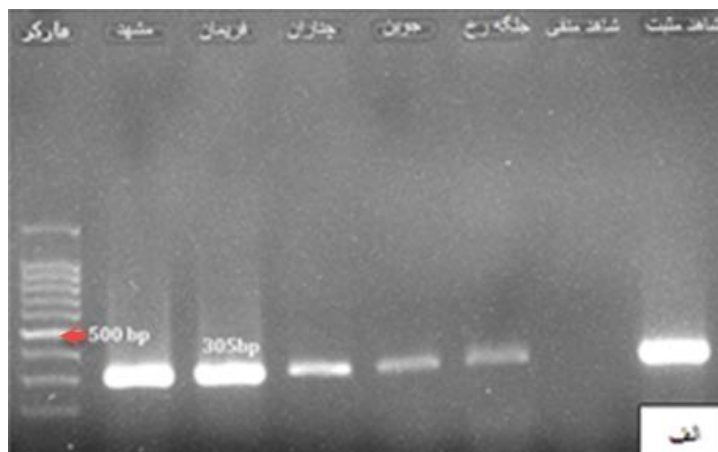
شکل ۵- هم‌ردیف سازی توالی اسیدآمینه پروتئین p25 ویروس BNYVV جدایه‌های مشهد، جلگه رخ و جوین با نرم‌افزار MEGA7
Figure 5- Multiple sequences alignment of (amino acid) of BNYVV RNA3 p25 protein in Mashhad, Jolge-rokh and Jovein isolates with MEGA X software

جدایه آمریکا، بدون ایجاد علائم نکروز برگ‌گی موجب ریشه ریشی شدن ریشه اصلی چغندر قند (۱۳) می‌شوند (جدول ۴). برای بررسی نمونه‌های مورد مطالعه برای ردیابی BBSV، از آغازگرهای که ناحیه 3'UTR این ویروس را تکثیر می‌کند، استفاده شد. نتایج الکتروفورز این بررسی نشان داد که قطعه ۳۰۵ نوکلئوتیدی مورد انتظار برای همه جدایه‌ها به دست آمد (شکل ۶) در نتیجه هر پنج نمونه دارای این ویروس بودند. نتایج این بررسی نشان داد که نمونه‌های مشهد، جلگه رخ و جوین که دارای ویروس عامل بیماری ریزومانیا (BNYVV) بودند BBSV را هم نیز، به همراه دارند. حال آنکه از نمونه‌های فریمان دارای علائم سوختگی در برگ و نکروز آوندی در ریشه (شکل ۲) و چناران که هیچ‌گونه علائم روی ریشه وجود نداشت فقط سوختگی برگ قابل رؤیت بود و به‌تنهایی BBSV تشخیص داده شد.

در مزارع خراسان رضوی علائم سوختگی در برگ‌های چغندر قند بخصوص در ارقام حساس به ریزومانیا (شریف، جلگه، پایا و ...)، به همراه علائم ریشه ریشی (نمونه مشهد) یا بدون علائم ریشه ریشی (نمونه چناران) در ریشه‌های آلوده جمع‌آوری شده، مشاهده گردید (شکل ۱). در نمونه فریمان علاوه بر سوختگی در برگ رقم داخلی شکوفا (واجد ژن *Rz1* مقاوم به ریزومانیا) نکروز آوندی ریشه بدون علائم ریشه ریشی، مشاهده گردید (شکل ۱). محققین در چین اظهار نمودند که جدایه‌های چینی BBSV علاوه بر ایجاد نکروز در آوند ریشه، سبب ایجاد لکه‌های نکروتیک روی برگ‌های آلوده می‌شوند، با گسترش این لکه‌ها بعد از یک هفته موجب از بین رفتن کامل آن‌ها می‌شوند (۱۴). جدایه‌های آمریکایی بدون ایجاد نکروز در برگ و ریشه چغندر قند موجب تولید ریشه‌های فرعی فراوان مشابه بیماری ریزومانیا می‌گردند (۵۱) و در نمونه‌های چغندر قند اروپا نیز مشابه

جدول ۴- مقایسه نمونه‌های آلوده به BBSV ایرانی، آمریکایی، چینی و اروپایی از لحاظ علائم و آلودگی روی ریشه و برگ چغندر قند
Table 4-Comparison of the Iranian, American, Chinese and European BBSV isolates in terms of symptoms induction on roots and leaves of sugar beet

ردیف Row	جدایه Isolate	سوختگی سیاه برگ‌ها Black scorched leaves	نکروز آوندی ریشه Root vascular necrosis	ریشه ریشی Root proliferation	همراهی با BNYVV Accompanied by BNYVV
1	IR-Mashhad	+	+	+	+
2	IR-Fariman	+	+	-	-
3	IR-Chenaran	+	-	-	-
4	IR-Jovein	+	+	+	+
5	IR-Jolgeh-rokh	+	+	+	+
6	China	+	+	-	-
7	USA-CO	-	-	+	-
8	Europa(Spain)	-	+	+	-



شکل ۶- نقوش الکتروفورزی حاصل از تکثیر قطعه ۳۰۵ جفت بازی از ویروس سوختگی سیاه برگ چغندر در جدایه‌های مشهد، فریمان، چناران، جوین و جلگه رخ. M: نشانگر با وزن مولکولی صد جفت باز (SMOBIO، تایوان)

Figure 6- Agarose gel electrophoresis showing a 305bp fragment of the Beet black scorch virus in Mashhad, Fariman, Chenaran, Jovein and Jolge-rokh isolates; M: 100bp DNA ladder (SMOBIO, Taiwan)

بررسی خصوصیات مولکولی هریک از آن‌ها قبل از ارزیابی ژنوتیپ‌ها در مزرعه آزمایشی ضروری به نظر می‌رسد. این مطلب می‌تواند در تشخیص نوع عامل بیماری و جلوگیری از خطا در ارزیابی مقاومت ارقام چغندر قند در مزرعه بسیار حائز اهمیت باشد.

سپاسگزاری

اجرای این تحقیق میسر نبود مگر با همکاری‌های بی‌شائبه رؤسا و همکاران بخش‌های تحقیقات گیاه‌پزشکی و چغندر قند مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، که بدین وسیله از زحمات کلیه این عزیزان قدردانی می‌گردد.

قبلاً نیز محققین در اسپانیا و آمریکا نیز علیرغم وجود علائم بیماری ریزومانیا، BNYVV در آن‌ها تشخیص داده ندادند و فقط BBSV جداسازی نمودند (۱۳ و ۵۱). مطالعات اخیر نشان داده است که تغییرات آمینواسیدها در پروتئین پوششی این ویروس موجب بروز علائم مختلف در گیاه میزبان می‌گردد (۴۹ و ۵۲).

یکی از فعالیت‌ها در زمینه تهیه و اصلاح بذر چغندر قند، ارزیابی و غربالگری مقاومت ژنوتیپ‌های به‌دست آمده از مرحله اصلاحی در مزرعه آلوده به بیماری است. با توجه به حضور همزمان دو ویروس یادشده در ریشه چغندر قند در مزارع آلوده، می‌تواند این ارزیابی‌ها را دچار خطا کند. محققین معتقد هستند که یکی از عوامل شکسته شدن مقاومت ارقام چغندر قند دارای ژن (*Rz1*) یا ژن‌های مقاومت (*Rz1+Rz2*) به BNYVV می‌تواند ناشی از حضور BBSV باشد (۵۰). در نتیجه ردیابی و شناسایی ویروس‌های همراه با BNYVV و

منابع

- 1- Asher MJC. 1993. Rhizomania. In: Cooke DA, Scott RK (eds) The sugar beet crop: science into practice. Chapman & Hall, London, pp 311–346.
- 2- Borodynko N., Hasiow-Jaroszewska B., and Pospieszny H. 2009. Evidence for the presence of Beet necrotic yellow vein virus types A and B in Poland. Journal of Plant Diseases and Protection 116(3): 106-108.
- 3- Bornemann K., and Varrelmann M. 2009. The variability of Beet necrotic yellow vein virus p25 pathogenicity factor previously allocated to geographically distinct isolates can be retrieved in single representative A- and B-type soils. Institute of Sugar Beet Research (IFZ) In DPG AK Pflanzenvirologie.
- 4- Canova A. 1959. Appunti di patologia della barbabietola. Informatore Fitopatologico 9(20): 390–396.
- 5- Cao Y., Cai Z., Ding Q., Li D., Han C., Yu J., and Liu Y. 2002. The complete nucleotide sequence of Beet black scorch virus (BBSV), a new member of the genus Necrovirus. Archives of Virology 147(12): 2431-2435.

- 6- Chiba S., Kondo H., Miyanishi M., Andika I.B., Han C., and Tamada T. 2011. The evolutionary history of *Beet necrotic yellow vein virus* deduced from genetic variation, geographical origin and spread, and the breaking of host resistance. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 24(2): 207-218.
- 7- Crutzen F., and Bragard C. 2010. Pomoviruses associated with the rhizomania syndrome: a reverse genetic approach of the genome and multiplication requirements in planta. Thèse de doctorat à l'Université catholique de Louvain. Belgique.
- 8- Cui X. 1988. An icosahedral virus found in sugar beet. *J Xinjiang Shihezi Agric College* 10: 73-78.
- 9- Farzadfar S., Pourrahim R., Golnaraghi A.R., and Shahraeen N. 2002. First report of *Beet soil-borne virus* in Iran. *Plant Disease* 86: 187.
- 10- Farzadfar S., Pourrahim R., Golnaraghi A.R., and Ahoonmanesh A. 2005. First report of *Beet virus Q* in sugar beet in Iran. *Plant Disease*. 88: 1359.
- 11- Fujisawa I., and Sugimoto T. 1977. Transmission of *Beet necrotic yellow vein virus* by *Polymyxa betae*. *Japanese Journal of Phytopathology* 43(5): 583-586.
- 12- Galein Y. 2013. The epidemiology of rhizomania in the Pithiviers region of France (Doctoral dissertation, UCL-Université Catholique de Louvain).
- 13- González-Vázquez M., Ayala J., García-Arenal F., and Fraile A. 2009. Occurrence of *Beet black scorch virus* infecting sugar beet in Europe. *Plant Disease* 93(1): 21-24.
- 14- Guo L.H., Cao Y.H., Li D.W., Niu S.N., Cai Z.N., Han C.G., Zhai Y.F., and Yu J.L. 2005. Analysis of nucleotide sequences and multimeric forms of a novel satellite RNA associated with *Beet black scorch virus*. *Journal of Virology* 79(6): 3664-3674.
- 15- Henry C. 1996. British Sugar beet review. *British Sugar Beet Review* (Vol. 64). I.J. Schapring.
- 16- Heijbroek W., Musters P.M.S., and Schoone A.H.L. 1999. Variation in pathogenicity and multiplication of *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) in relation to the resistance of sugar-beet cultivars. *European Journal of Plant Pathology* 105(4): 397-405.
- 17- Izadpanah, K., Hashemi, P., Kamran, R., Pakniat, M., Sahandpour, A. and Masumi, M., 1996. Widespread occurrence of rhizomania-like disease of sugarbeet in Fars. *Iranian Journal of Plant Pathology* 32(3/4): 200-206. (In Persian)
- 18- Ivanovic M., Macfarlane I., and Woods R.D. 1983. Viruses of sugar beet associated with *Polymyxa betae*. *Annual Report of Rothamsted Experimental Station for, 1982: 189-190.*
- 19- Junxi J., Jingfeng Z., Shaochen C., Dajin Y., Jialin Y., Zhunan C., and Yi L. 1999. Transmission of *Beet black scorch virus* by *Olpidium brassicae*. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*. 21(4): 525-528.
- 20- Kobs G. 1997. Cloning blunt-end DNA fragments into the pGEM®-T Vector Systems. *Promega Notes*, 62, pp.15-18.
- 21- Koenig R., and Loss S. 1997. Beet soil-borne virus RNA1: genetic analysis enabled by a starting sequence generated with primers to highly conserved helicase-encoding domains. *J. gen.Virol.* 78: 3161-3165.
- 22- Koenig R., Pleij C.W., Beier C., and Commandeur U. 1998. Genome properties of *Beet virus Q*, a new furo-like virus from sugarbeet, determined from unpurified virus. *Journal of General Virology* 79(8): 2027-2036.
- 23- Koenig R., and Valizadeh J. 2008a. Molecular and serological characterization of an Iranian isolate of *Beet black scorch virus*. *Archives of Virology* 153(7): 1397-1400.
- 24- Koenig R., Kastirr U., Hotschulte B., Deml G., and Varrelmann M. 2008b. Distribution of various types and p25 subtypes of *Beet necrotic yellow vein virus* in Germany and other European countries. *Archives of Virology* 153: 2139-2144.
- 25- Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., and Tamura K. 2018. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35(6): 1547-1549.
- 26- Kutluk-Yilmaz N.D. 2016. Identification of strain types of some *Beet necrotic yellow vein virus* isolates determined in Northern and Central Parts of Turkey. *Eurasian Journal Soil Science* 5(3): 241-248.
- 27- Kutluk-Yilmaz N.D.K., Arli-Sokmen M., and Kaya R. 2018. p25 pathogenicity factor deletion mutants of *Beet necrotic yellow vein virus* occurring in sugar beet fields in Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection* 125(1): 89-98.
- 28- Kruse M., Koenig R., Hoffmann A., Kaufmann A., Commandeur U., Solovyev A.G., Savenkov I., and Burgermeister W. 1994. Restriction fragment length polymorphism analysis of reverse transcription-PCR products reveals the existence of two major strain groups of *Beet necrotic yellow vein*. *Journal of*

- General Virology 75(8): 1835-1842.
- 29- Lennefors B.L. 2006. Molecular breeding for resistance to rhizomania in sugar beets. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.Uppsala 2006. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. ISSN 1652-6880.
- 30- Li M., Liu T., Wang B., Han C., Li D., and Yu J. 2008. Phylogenetic analysis of *Beet necrotic yellow vein virus* isolates from China. *Virus Genes* 36(2): 429-432.
- 31- Liu H.Y., and Duffus J.E. 1988. The occurrence of a complex of viruses associated with rhizomania of sugarbeet. *Phytopathology*, 78, p.1583.
- 32- Liu J., and Xian H. 1995. Preliminary report on *Beet black scorch virus*. *China Sugar Beet* 3: 30-31.
- 33- Liu, H.Y., Sears, J.L. and Lewellen, R.T., 2005. Occurrence of resistance-breaking *Beet necrotic yellow vein virus* of sugar beet. *Plant Disease* 89(5): 464-468.
- 34- Mehrvar M., and Bragard C. 2011. Iranian diversity of *Beet black scorch virus* and satellite. In *Proceedings of the Eighth Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors*, Louvain-La-Neuve, Belgium, 6-8 July, 2011(pp. 41-46). International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors.
- 35- Mehrvar M., Valizadeh J., Koenig R., and Bragard C.G. 2009. Iranian *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV): pronounced diversity of the p25 coding region in A-type BNYVV and identification of P-type BNYVV lacking a fifth RNA species. *Archives of Virology* 154(3): 501-506.
- 36- Meunier A., Schmit J.F., Stas A., Kutluk N., and Bragard C. 2003. Multiplex reverse transcription-PCR for simultaneous detection of *Beet necrotic yellow vein virus*, *Beet soilborne virus*, and *Beet virus Q* and their vector *Polymyxa betae* Keskin on sugar beet. *Appl. Environ. Microbiology* 69(4): 2356-2360.
- 37- Pavli O., Prins M., Goldbach R., and Skaracis G.N. 2011. Efficiency of Rz1-based rhizomania resistance and molecular studies on BNYVV isolates from sugar beet cultivation in Greece. *European Journal of Plant Pathology* 130(2): 133-142.
- 38- Pferdmenges F. 2007. Occurrence, spread and pathogenicity of different *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) isolates (Vol. 23). Cuvillier Verlag.
- 39- Russo M., Martelli G.P., and Di Franco A. 1981. The fine structure of local lesions of *Beet necrotic yellow vein virus* in *Chenopodium amaranticolor*. *Physiological Plant Pathology* 19(2): 237-IN11.
- 40- Ratti C., Clover G.R., Autonell C.R., Harju V.A., and Henry C.M. 2005. A multiplex RT-PCR assay capable of distinguishing *Beet necrotic yellow vein virus* types A and B. *Journal of Virological Methods* 124(1-2): 41-47.
- 41- Rush C.M. 2003. Ecology and epidemiology of *Benyviruses* and plasmodiophorid vectors. *Annual review of Phytopathology* 41(1): 567-592.
- 42- Rush C.M., Liu H.Y., Lewellen R.T., and Acosta-Leal R. 2006. The continuing saga of rhizomania of sugar beets in the United States. *Plant Disease* 90(1): 4-15.
- 43- Samiei A., Mehrvar M., and Zakiaghl M. 2017. Genetic diversity and distribution of *Beet black scorch virus* in some provinces of Iran, 20(4): 540-547. (In Persian with English abstract)
- 44- Schirmer A., Link D., Cognat V., Moury B., Beuve M., Meunier A., Bragard C., Gilmer D., and Lemaire O. 2005. Phylogenetic analysis of isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* collected worldwide. *Journal of General Virology* 86(10): 2897-2911.
- 45- Shen R., and Miller W.A. 2007. Structures required for poly (A) tail-independent translation overlap with, but are distinct from, cap-independent translation and RNA replication signals at the 3' end of *Tobacco necrosis virus* RNA. *Virology* 358(2): 448-458.
- 46- Sohi H., and Maleki M. 2004. Evidence for presence of types A and B of *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) in Iran. *Virus Genes* 29(3): 353-358.
- 47- Tamada T. 1975. *Beet necrotic yellow vein virus*. CMI/AAB Descriptions of plant viruses, 144(4).
- 48- Tamada T., Shirako Y., Abe H., Saito M., Kiguchi T., and Harada T. 1989. Production and pathogenicity of isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* with different numbers of RNA components. *Journal of General Virology* 70(12): 3399-3409.
- 49- Wang X., Zhang Y., Xu J., Shi L., Fan H., Han C., Li D., and Yu J. 2012. The R-rich motif of *Beet black scorch virus* P7a movement protein is important for the nuclear localization, nucleolar targeting, and viral infectivity. *Virus Research* 167(2): 207-218.
- 50- Webb K.M., Wintermantel W.M., Kaur N., Prenni J.E., Broccardo C.J., Wolfe L.M., and Hladky L.L. 2015. Differential abundance of proteins in response to *Beet necrotic yellow vein virus* during

- compatible and incompatible interactions in sugar beet containing Rz1 or Rz2. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 91: 96-105.
- 51- Weiland J.J., Van Winkle D., Edwards M.C., Larson R.L., Shelver W.L., Freeman T.P., and Liu H.Y. 2007. Characterization of a US isolate of *Beet black scorch virus*. *Phytopathology* 97(10): 1245-1254.
- 52- Zhang Y., Zhang X., Niu S., Han C., Yu J., and Li D. 2011. Nuclear localization of *Beet black scorch virus* capsid protein and its interaction with importin α . *Virus Research* 155(1): 307-315.
- 53- Zhuo N., Jiang N., Zhang C., Zhang Z.Y., Zhang G.Z., Han C.G., and Wang Y. 2015. Genetic diversity and population structure of *Beet necrotic yellow vein virus* in China. *Virus Research* 205: 54-62.



Detection of *Beet black scorch virus* and other Associated Soil-borne Viruses and Determining some of their Molecular Aspects

J. Soltani Idliki¹ - M. Mehrvar^{2*} - M. Zakiaghl³ - S.B. Mahmoudi⁴ - M. Salati⁵

Received: 04-11-2018

Accepted: 28-04-2019

Introduction: Soil-borne sugar beet viruses are responsible for the destructive diseases of sugar beet. They can cause significant yield losses worldwide. Four of the soil-borne sugar beet viruses consisted of *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV), *Beet soil-borne mosaic virus* (BSBMV), *Beet soil-borne virus* (BSBV) and *Beet virus Q* (BVQ) are transmitted by the protist *Polymyxa betae*, a common root infecting parasite which ensures the long-term persistence of the viruses in the soils and one consisted of *Beet black scorch virus* (BBSV), is transmitting by *Olpidium brassicae*. So far, four out of five aforementioned viruses have been reported (except for BSBMV) in Iran. BNYVV is the causal agent of the rhizomania disease which has been reported in mixed-infections with BSBV, BVQ and/or BBSV. In previous studies, BSBV, BVQ and BBSV have been found alongside the BNYVV in some root samples. Nevertheless, up to now, no field has been spotted with black scorch symptoms of sugar beet leaves. Recently, we observed symptoms of burns on leaves and similar signs of rhizomania disease in the roots of some sugar beet cultivars in the fields of Khorasan Razavi province. The purpose of this study was to detect soil-borne viruses of sugar beet and determine some of their molecular aspects.

Materials and Methods: In this study, sugar beet with bearded roots and black scorching of leaves symptoms were collected from Mashhad, Fariman, Chenaran, Jolgeh-Rokh, and Jovein sugar beet fields. Total RNA was extracted from 100 mg of rootlets using RNeasy Mini Kit (Qiagen-Germany) based on the manufacturer's protocol. The presence of three viruses of BSBV, BVQ and BNYVV were analyzed by multiplex reverse transcription-polymerase chain reaction (mRT-PCR). However, For BBSV detection, simplex RT-PCR was used to detect of the 3'-UTR of the genomic RNA. For the molecular characterization of the BNYVV isolates, the BNYVV type (A or B) was determined with duplex RT-PCR (dRT-PCR), using A/B-type-specific primers pairs for the triple gene block (TGB) gene in RNA-2 and the partial p25 gene of the RNA-3 segment of the virus. RT-PCR was done using the PrimeScript™ Reverse Transcriptase kits and the PrimeSTAR GXL DNA Polymerase (Takara, Japan). The PCR products were cloned in pGEM®-T Easy Vector (Promega-USA). The recombinant plasmids were extracted using PrimPrep Plasmid DNA isolation kit (GenetBio-Korea) and then sequenced (Macrogen, South Korea). Nucleotide sequences data were analyzed using Chromas (version 1.45) and MEGA7 softwares.

Results and Discussion: The results showed that in the three samples with bearded root symptoms (Mashhad, Jovein, and Jolgeh-rokh), only BNYVV (A-type) was present and there were no BSBV and BVQ in the tested samples. In addition, in the two samples (Fariman and Chenaran), none of the three viruses was detected. The results showed that the two BNYVV isolates had 'ACHG' (Mashhad and Jolgeh-Rokh isolates) or 'AHHG' (Jovein isolate) residues in the tetrad position. So that the amino acid cysteine (C) in a₆₈ position was converted to histidine (H). Although this A-type tetrad has been previously reported by Mehrvar et al. (2009) in Khorasan Razavi and Northern Khorasan, Semnan, Qazvin, Zanjan, Ilam, Hamedan, and West Azarbaijan

1- Ph.D. Student of Plant Pathology, Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Research Instructor, Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

2 and 3- Associate Professor and Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

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

4- Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karadj, Iran

5- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad, Iran

provinces. In this study, BBSV was detected in all samples. In Mashhad, Jolge-rokh, and Jovein samples, BNYVV was present accompanied by BBSV. However, BBSV was detected alone from Fariman (holding black scorching of the leaves and vascular necrosis of root symptoms) and Chenaran (black scorching of the leaves) samples. These results are consistent with the results of other researchers from Spain and the United States who reported the presence of rhizomonia symptoms in the BBSV infected roots.

Conclusion: While most of the farmers in Khorasan province cultivate resistant cultivars of sugar beet carrying the *Rz1* gene for successive years in a field, the breakdown of the resistance and emerging of new resistance breaking (RB) variant of the virus have occurred via amino acid changes. However, more research on BNYVV pathogenicity by the use of additional sources of resistance and alternative disease control majors is needed to have a suitable conclusion. In addition, the results of this study showed that the presence of both viruses (BBSV and BNYVV) together could exacerbate the Rhizomania syndrome symptoms while single infection by BBSV could just cause vascular necrosis in the root and black scorching symptoms of the leaves. This could be very important in symptoms based diagnosing of the disease and preventing errors in evaluating the resistance of sugar beet cultivars in the field.

Keywords: *Beet necrotic yellow vein virus, Beet black scorch virus, Sugar beet*

بررسی تغییرات جمعیت شته *Sitobion avenae* (Hem.: Aphididae) (Fabricius) و دشمنان

طبیعی آن در مزرعه گندم در منطقه سرپل ذهاب

رسول زارعی سرچقا^۱ - نوشین زندی سوهانی^۲ - لیلا رضائی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۴

چکیده

در این پژوهش تغییرات فصلی جمعیت شته *Sitobion avenae* و دشمنان طبیعی آن در یک مزرعه گندم آبی رقم بهرنگ در منطقه سرپل ذهاب استان کرمانشاه طی سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۹۴ و ۱۳۹۴-۹۵ بررسی شد. به این منظور مزرعه‌ای به وسعت یک هکتار و بدون سمپاشی در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری از جمعیت شته‌ها با حرکت در دو قطر مزرعه از حدود اوایل اسفند آغاز شد و تا پایان فصل رشد گندم ادامه یافت. در هر قطر مزرعه، تعداد ۱۵ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و شته‌ها برای شمارش به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌برداری از جمعیت شکارگرها با استفاده از تور حشره‌گیری استاندارد انجام شد. در سال اول نمونه‌برداری از تاریخ ۲۱ اسفند ۹۳ تا ۱۰ اردیبهشت ۹۴ بیشترین جمعیت شته‌ها با نوسانات کم در هر هفته، در مزرعه مشاهده گردید. در سال دوم در تاریخ‌های ۲۷ اسفند ۱۳۹۴ و ۵ فروردین ۱۳۹۵ به علت سرمای شدید هوا در هفته‌های قبل، هیچ شته‌ای در نمونه‌برداری‌ها مشاهده نشد. در نمونه‌برداری‌های بعد مجدداً جمعیت شته‌ها افزایش یافته به طوری که در تاریخ ۲۶ فروردین ۱۳۹۵ به بالاترین تعداد خود (۳۶/۹ شته در خوشه) رسید. شکارگرهایی شامل کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* L.، مگس گل *Eupeodes corolla* (Fabricius) و بالتوری *Chrysoperla carnea* (Stephens) در مزرعه شناسایی شدند. اوج جمعیت شکارگرها در اواخر اردیبهشت مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: پاراتیتوئید، تغییرات فصلی، شکارگر، غلات، Aphididae

مقدمه

گندمیان وحشی و در استان‌های مختلف از جمله استان کرمانشاه گزارش شده است (۱۲).

بررسی دینامیسم جمعیت هر آفت به منظور شناخت عوامل مؤثر و کلیدی در کنترل جمعیت آن از اصول مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌شود. شناسایی گونه‌های شته‌های گندم و دشمنان طبیعی آنها و نیز ارزیابی فراوانی نسبی آنها، همچنین کسب اطلاعاتی در زمینه پراکندگی، دینامیسم جمعیت و چرخه زندگی آنها اولین گام در راه اجرای عملیات مهار زیستی شته‌ها و کاهش مصرف سموم شیمیایی خواهد بود (۴). در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات گندم، اطلاع از تغییرات فصلی تراکم جمعیت آفات یکی از اصول اساسی برای تصمیم‌گیری در مدیریت آفات است. تاکنون در ایران و جهان مطالعات متعددی در زمینه شناسایی و بررسی تغییرات جمعیت شته‌های غلات و دشمنان طبیعی آنها صورت گرفته است (۱، ۳، ۴، ۸، ۱۶ و ۱۷).

مطالعات انجام شده در پاکستان روی شش رقم گندم نشان دهنده شروع فعالیت شته *Schizaphis graminum* (Rondani) از هفته‌های اول ماه دسامبر بوده و به تدریج و همراه با رشد رویشی

شته‌ها از مهم‌ترین آفات گیاهی در تمام نقاط دنیا محسوب می‌شوند و هرساله با تغذیه از گیاهان، انتقال ویروس‌های گیاهی، ترشح عسلک، کاهش فتوسنتز و تغییر فیزیولوژی گیاه خسارت زیادی وارد می‌آورند. به طوری که از حدود شش میلیارد دلار که سالانه صرف مدیریت آفات گیاهی می‌شود، دو میلیارد دلار آن برای مبارزه با حشرات مکنده از جمله شته‌ها صرف می‌شود (۶). شته‌ها از آفات درجه‌ی دوم مزارع غلات به شمار می‌آیند که در بعضی سال‌ها جمعیت برخی از گونه‌های آنها افزایش یافته و خسارت قابل توجهی به مزارع گندم و جو وارد می‌کنند. شته *Sitobion avenae* (Fabricius) از آفات مهم مزارع گندم در ایالات متحده آمریکا، کشورهای اروپایی و آسیا است (۳). این شته در ایران از روی گندم، جو، یولاف و سایر

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشجویان حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
(Email: zandi@asnruk.ac.ir)

(*)-نویسنده مسئول:

مناسب‌ترین مرحله رشدی شته *S. avenae* برای نمونه‌برداری و همچنین بررسی تغییرات فصلی این شته و دشمنان طبیعی آن در مزارع گندم در منطقه سرپل ذهاب استان کرمانشاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

انتخاب مزرعه و نمونه‌برداری

این پژوهش در یک مزرعه گندم آبی رقم پهرنگ به وسعت یک هکتار طی دو سال زراعی ۱۳۹۳-۹۴ و ۱۳۹۴-۹۵ در منطقه سرپل ذهاب استان کرمانشاه انجام شد. در مزرعه انتخابی هیچ گونه سمپاشی علیه حشرات آفت انجام نشد. بازدید و نمونه‌برداری از جمعیت شته‌ها در هر دو سال زراعی از حدود اوایل اسفند آغاز شد و تا پایان فصل رشد گندم در منطقه، حدود اوایل خرداد ادامه یافت. برای نمونه‌برداری از جمعیت شته‌ها، ضمن حرکت روی دو قطر مزرعه، در هر قطر به‌طور تصادفی تعداد ۱۵ بوته (جمعاً ۳۰ بوته) انتخاب شد و به همراه اتیکت داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفته و برای شمارش شته‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌برداری‌ها از زمان شروع آزمایشات به صورت هفتگی و تا زمان مشاهده شته‌ها در مزرعه انجام شد. در آزمایشگاه، بوته‌ها در زیر استریومیکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت و جمعیت شته‌های روی آن به تفکیک پوره‌ها، حشرات کامل بالدار و حشرات کامل بدون بال شمارش شد.

به منظور بررسی خروج احتمالی زنبورهای پارازیتوئید، شته‌های جمع‌آوری شده به مدت دو هفته درون پتری‌دیش در آزمایشگاه نگهداری شدند تا پارازیتوئیدهای احتمالی خارج شده و سپس نتایج ثبت گردید. نمونه‌برداری از جمعیت حشرات بالغ شکارگرها با استفاده از تور حشره‌گیری استاندارد انجام شد. تور زنی در دو قطر مزرعه انجام شد و در هر قطر ۱۵ بار تور زده شد. حشرات جمع‌آوری شده در هر بار تورزنی برای تفکیک و شناسایی درون شیشه‌های دردار به آزمایشگاه منتقل شدند. شته‌ها و دشمنان طبیعی جمع‌آوری‌شده پس از شناسایی برای تأیید به مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور ارسال شد.

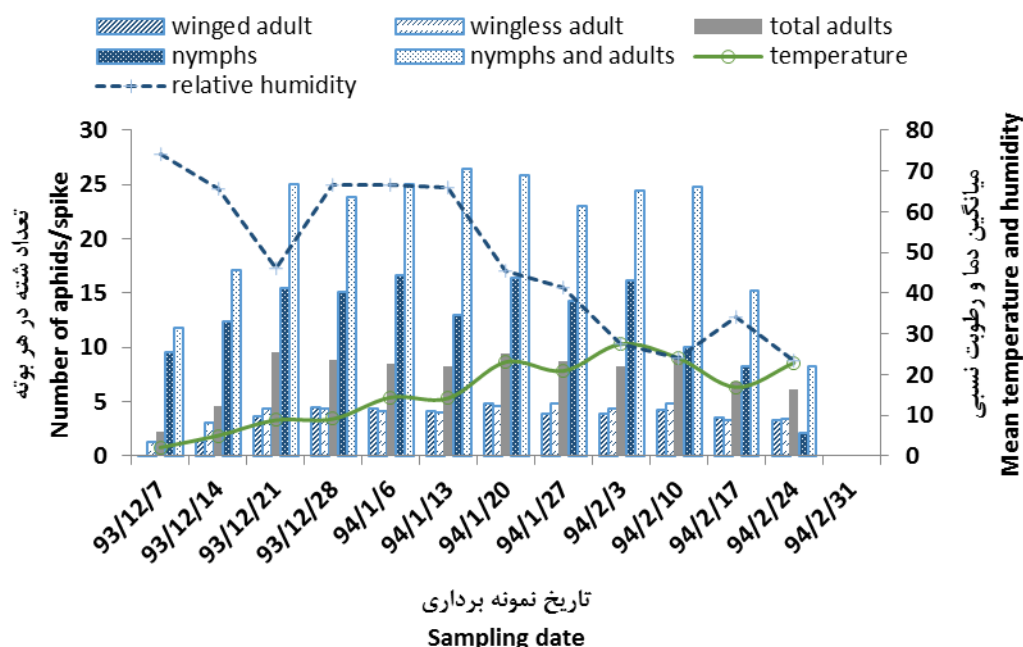
نتایج

تغییرات جمعیت شته *S. avenae*

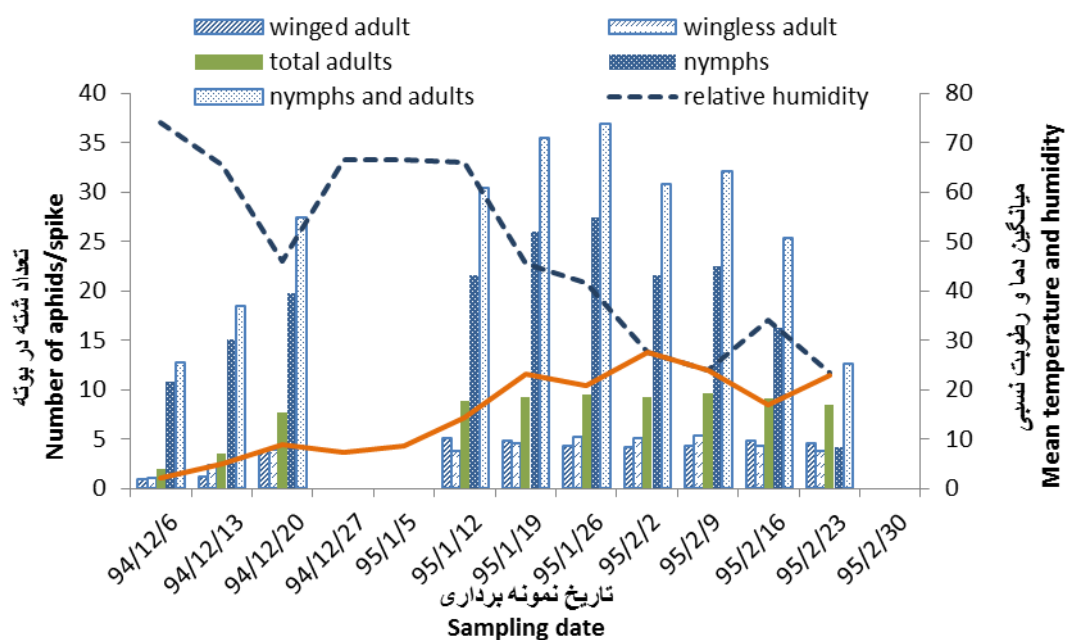
تغییرات جمعیت شته *S. avenae* در مزرعه گندم سرپل‌ذهاب طی سال‌های ۱۳۹۳-۹۴ و ۱۳۹۴-۹۵ در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در اولین تاریخ نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۳ (۷ اسفند)، تعداد بسیار کمی شته بالغ در مزرعه حضور داشتند. در نمونه‌برداری‌های بعدی مجموع جمعیت شته به تدریج افزایش یافت و از تاریخ ۲۱ اسفند ۹۳ تا ۱۰ اردیبهشت ۹۴ بیشترین جمعیت شته‌ها با

میزبان، جمعیت شته افزایش یافت (۱۶). در بررسی‌های انجام شده در کشور آرژانتین، گندم در مرحله پنجه‌زنی به شته روسی گندم (*Duraphis noxia* (Mordvilko) آلوده شده و بهترین زمان برای مهار شیمیایی این آفت در همین زمان توصیه شده است (۱). مطالعات انجام شده در کشور آمریکا نیز نشان می‌دهد شته‌های *S. graminum* و *S. avenae* مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین شته‌های گندم در این کشور بوده و خسارت این گونه‌ها با مراحل رشدی گندم وابستگی زیادی نشان می‌دهد (۸). همچنین در بررسی‌هایی در کشور روسیه، تغییرات فصلی جمعیت شته‌های غلات روی ارقام گندم مقاوم و حساس به شته روسی گندم مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۷). در مطالعه ترکیب گونه‌ای شته‌های گندم و پارازیتوئیدهای آنها و تغییرات فصلی جمعیت گونه‌های غالب در منطقه شیراز طی سال‌های ۸۴-۱۳۸۳، شته‌های *Metopolophium dirhodum* (Wlk) و *Rhopalosiphum padi* (L.) به ترتیب با فراوانی نسبی ۳۳/۹۴ و ۳۱/۳۳ درصد به عنوان گونه‌های غالب تعیین شدند. اوج جمعیت شته‌ها بین ۲ تا ۱۶ خرداد و بیشینه جمعیت پارازیتوئیدهای آنها یک تا سه هفته بعد از شته‌ها بود (۴). بررسی تغییرات فصلی جمعیت شته‌های مهم گندم در مزارع گندم بروجرد طی سال‌های ۸۴-۱۳۸۲ نشان‌دهنده وجود دو اوج جمعیتی مشخص برای *S. avenae* بود (۱۹). بررسی تغییرات فصلی جمعیت شته سبز گندم در منطقه سیستان نشان داد که اوج تراکم شته‌ها از نیمه دوم اسفند تا اواسط اردیبهشت بود (۱۳). تراکم شته‌های *S. graminum* و *S. avenae* روی خوشه گندم در منطقه گرگان طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ بررسی شد و بیشترین جمعیت شته‌ها در نیمه دوم اردیبهشت شمارش شد (۳). در بررسی های کمانگر و ملکشی (۱۰) دو گونه از کفشدوزک‌ها شامل *Coccinella* L. و *Hippodamia variegata* Goeze بیشترین جمعیت شکارگرها را در مزارع گندم استان کرمانشاه روی شته‌ها داشتند. در پژوهش انجام شده در استان خوزستان شش گونه کفشدوزک، شش گونه مگس سیرفید و بالتوری سبز (*Chrysoperla carnea* (Stephens) و همچنین زنبورهای پارازیتوئیدی از خانواده‌های Aphelinidae، Aphidiidae، Cynipidae و Megaspilidae، Cyrtidae، در مزارع گندم و جو شناسایی شدند (۱۵). در مزارع گندم اطراف شیراز دو گونه پارازیتوئید *Aphidius rhopalosiphii* De Stefani-Perez و *Praon volucre* (Hal.) به عنوان گونه‌های غالب روی شته‌های *Metopolophium dirhodum* و *Rhopalosiphum padi* L. (Wlk) جمع‌آوری و شناسایی شدند (۴). از بین شته‌های جمع‌آوری شده از مزارع گندم شهرستان مشهد، دو گونه *S. avenae* و *Schizaphis graminum* و از بین کفشدوزک‌های شناسایی شده در این مزارع، دو گونه *C. septempunctata* و *H. variegata* بیشترین فراوانی را داشتند (۹). هدف این مطالعه، بررسی و تعیین

نوسانات کم در مزرعه مشاهده گردید. بیشترین جمعیت شته‌های بالغ در تاریخ ۲۰ فروردین ماه ۱۳۹۴ (۹/۵ شته در خوشه) و اوج جمعیت پوره‌ها در ۶ فروردین ماه ۱۳۹۴ (۱۶/۶ عدد پوره در خوشه) مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- تغییرات فصلی جمعیت شته *Sitobion avenae* در یک مزرعه گندم در منطقه سرپل‌ذهاب در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴
Figure 1- Seasonal fluctuation of *Sitobion avenae* population in a wheat field in Sar-Pole Zahab, Kermanshah, during 2015



شکل ۲- تغییرات فصلی جمعیت شته *Sitobion avenae* در یک مزرعه گندم در منطقه سرپل‌ذهاب در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵
Figure 2- Seasonal fluctuation of *Sitobion avenae* population in a wheat field in Sar-Pole Zahab, Kermanshah, during 2016

بیشترین تراکم شته‌ها در تاریخ ۱۳ فروردین ۱۳۹۴ (۲۶/۴ عدد در خوشه) بود و پس از این تاریخ جمعیت شته در مزرعه رو به کاهش نهاد و در تاریخ ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴ به صفر رسید.

در سال دوم نمونه‌برداری الگوی تغییرات جمعیت شته متفاوت بود. فعالیت جمعیت شته از تاریخ ۶ اسفند در مزرعه آغاز شد. برخلاف افزایش تدریجی جمعیت که در سال اول مشاهده شد، در اثر سرمای شدید که در دو هفته متوالی در زمان نمونه‌برداری‌ها رخ داده بود، در تاریخ‌های ۲۷ اسفند ۱۳۹۴ و ۵ فروردین ۱۳۹۵، شته‌ای در نمونه‌برداری‌ها شمارش نشد. در نمونه‌برداری‌های بعد به تدریج جمعیت شته افزایش یافته به طوری که در تاریخ ۲۶ فروردین ۱۳۹۵ به بالاترین میزان خود (۳۶/۹ شته در خوشه) رسید و پس از آن کاهش تدریجی در جمعیت شته‌ها مشاهده شد (شکل ۲).

براساس نتایج پژوهش حاضر گونه *S. avenae* در هر دو سال بررسی از اواسط اسفند تا اواخر اردیبهشت در مزرعه حضور داشته و اوج جمعیت آن در اردیبهشت بود. در اواخر اردیبهشت با شروع سفت شدن دانه‌ها و گرم شدن هوا افراد بالغ بالدار در جمعیت ظاهر شده، مهاجرت کرده و جمعیت پوره‌ها نیز به شدت کاهش یافت.

در بررسی انجام شده روی تغییرات جمعیت شته‌ها در مزرعه گندم کارولینای شمالی شته‌های *S. graminum* و *Rhopalosiphum rufiabdominalis* Sasaki در ماه‌های آذر و دی حداکثر جمعیت را داشتند. جمعیت شته *R. padi* در بهمن و اسفند به بیشینه خود رسید و شته *S. avenae* در تمام فصل روی گندم کلنی تشکیل داد (۷). کانت (۱۱) نشان داد جمعیت شته‌های *Macrosiphum miscanthi* Aphid، *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)، *Takahashi* و *S. graminum*، *craccivora* Koch با افزایش دما و رشد محصول افزایش شد و مدت حضور آن در مزرعه از سالی به سال دیگر متفاوت بود (۱۱). رستگاری (۱۱) نیز با وجود تفاوت در موقعیت جغرافیایی شهرستان شیراز (29.5918° N, 52.5837° E) با منطقه انجام پژوهش حاضر (34.4514° N, 45.8612° E)، گونه غالب در مزارع را *S. avenae* شناسایی کرد. تراکم جمعیت این شته در اواسط اردیبهشت در آلوده‌ترین نقاط مزارع به حداکثر ۱۰۰ شته در هر ساقه و خوشه رسید که نسبت به تراکم جمعیت گزارش شده در منطقه سرپل ذهاب در پژوهش حاضر بسیار بیشتر بود. به علاوه فعالیت دو گونه *R. maidis* و *S. graminum* نیز از مزارع غلات شیراز گزارش شده است (۱۴). در منطقه گرگان، شته‌های *S. graminum* و *avenae* مهم‌ترین شته‌های فعال روی خوشه‌های گندم بودند. جمعیت این دو شته همزمان با پیدایش خوشه‌های گندم در حدود اواخر فروردین، مستقر شده و تا اواخر خرداد (شروع سفت شدن دانه‌ها) به فعالیت ادامه دادند. جمعیت این شته در تاریخ اوج جمعیت به ۱۶/۰۱ عدد شته در خوشه رسید که نسبت به جمعیت شته *S. avenae* در پژوهش حاضر در تاریخ اوج جمعیت پایین تر بود (۳).

براساس مطالعات عالیچی و همکاران (۴) شته‌های *R. padi* و *M. dirodum* بیشترین پراکندگی و تراکم جمعیت را در مناطق نمونه‌برداری شده در اطراف شیراز داشتند (۴). همچنین دو شته *S. avenae* و *D. noxia* در مزارع گندم استان‌های لرستان و تهران، به‌عنوان گونه‌های غالب گزارش شده‌اند (۱۸).

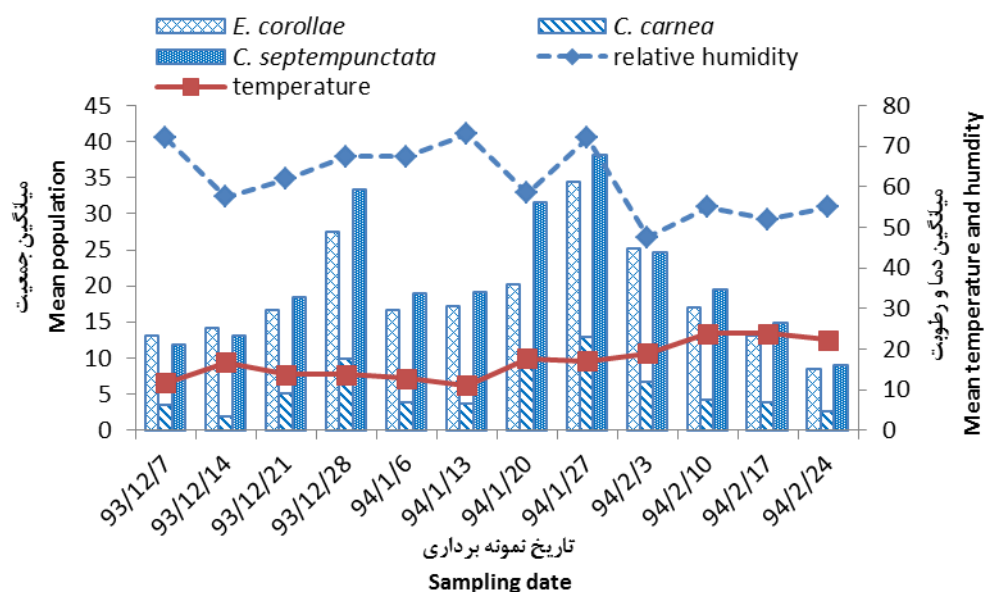
شناسایی گونه‌ها و تغییرات جمعیت شکارگرها

شکارگرهای جمع‌آوری شده از مزرعه گندم نمونه‌برداری شده شامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae)، مگس گل *Eupeodes corolla* (Diptera: Syrphidae) (Fabricius)، و بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) بودند.

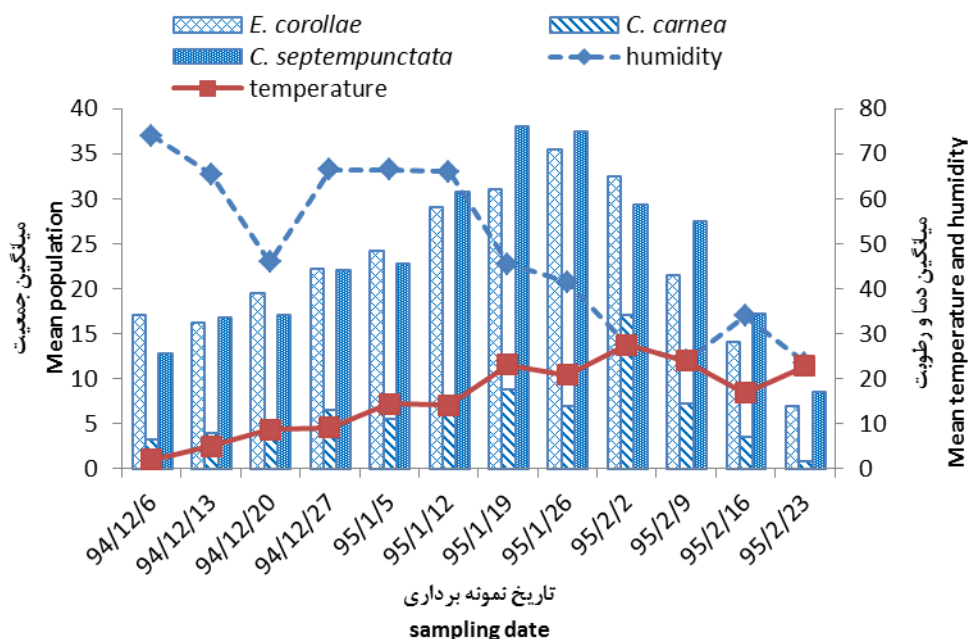
نوسانات جمعیت مگس گل *E. corolla* در سال اول نشان داد که این شکارگر از آغاز نمونه‌برداری (۷ اسفند ۱۳۹۳ و ۶ اسفند ۱۳۹۴) در مزرعه حضور داشت. در نمونه‌برداری‌های بعدی جمعیت آن به تدریج افزایش یافت و دو اوج جمعیتی مشخص در تاریخ‌های ۲۸ اسفند ۹۳ (۳۳/۵ عدد حشره بالغ در تور) و ۲۷ فروردین‌ماه ۱۳۹۴ (۳۴/۵ عدد حشره بالغ در تور) برای این شکارگر ثبت گردید (شکل ۳). بررسی نوسانات جمعیت این شکارگر در سال دوم نشان داد که در اولین روز نمونه‌برداری تعداد قابل توجهی مگس گل (۱۷ عدد حشره بالغ در تور) در مزرعه حضور داشتند و به تدریج بر تعداد آن‌ها افزوده شده تا جایی که در تاریخ ۲۶ فروردین ۱۳۹۵ به اوج خود (۳۵/۵ عدد حشره بالغ در تور) رسید و بعد از آن به تدریج تا آخر فصل روند تغییرات جمعیت آن کاهشی بود (شکل ۴).

در سال ۱۳۹۳ میانگین جمعیت حشرات بالغ کفشدوزک هفت نقطه‌ای در اولین نمونه‌برداری، ۱۲ عدد بوده که به تدریج بر تعداد کفشدوزک‌ها افزوده شد و در تاریخ‌های ۲۸ اسفند ۱۳۹۳ (۳۳/۵ عدد حشره کامل در تور) و ۲۷ فروردین ۱۳۹۴ (۳۸/۲۵ عدد حشره کامل در تور) به اوج خود رسید (شکل ۳). همچنین بررسی نوسانات جمعیت این کفشدوزک در سال دوم نشان داد که تراکم جمعیت آن در مزرعه در تاریخ ۲۶ فروردین ۱۳۹۵ (۳۷/۵ عدد حشره کامل در تور) بود و سپس تراکم جمعیت آن رو به کاهش نهاد (شکل ۴).

براساس نتایج بررسی نوسانات جمعیت بالتوری سبز در سال اول (شکل ۳) جمعیت این شکارگر از اولین نمونه‌برداری (۷ اسفند ۱۳۹۳) در مزرعه مشاهده شد و در طول فصل دارای دو اوج جمعیتی مشخص بود. اوج حضور این حشره در مزرعه در تاریخ ۲۸ اسفند ۱۳۹۳ (۳ عدد حشره بالغ در تور) و ۲۷ فروردین ۱۳۹۴ (۱۳ عدد حشره بالغ در تور) بود. در سال زراعی دوم جمعیت تراکم جمعیت بالتوری سبز با گذشت زمان افزایش یافت و در تاریخ ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵ به اوج خود (۱۷ عدد حشره بالغ در تور) رسید (شکل ۴).



شکل ۳- تغییرات فصلی جمعیت شکارگرهای شته *Sitobion avenae* در یک مزرعه گندم منطقه سرپل ذهاب در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴
Figure 3- Seasonal fluctuation of predators of *Sitobion avenae* in a wheat field in Sar-Pole Zahab region in 2015



شکل ۴- تغییرات فصلی جمعیت شکارگرها در یک مزرعه گندم در منطقه سرپل ذهاب در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵
Figure 4- Seasonal fluctuation of predators of *Sitobion avenae* in a wheat field in Sar-Pole Zahab region in 2015

گندم در منطقه سیستان نیز وجود دارد. همچنین در مطالعات انجام شده در استان کردستان روی شته‌های گندم و کفشدوزک‌های شکارگر آنها، کفشدوزک‌های *Hippodamia variegata* Goeze و *C. septempunctata* به ترتیب با ۶۰ و ۳۷ درصد بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (۱۰). علاوه بر پژوهشگران مذکور، در

در بررسی‌های انجام شده در منطقه سیستان برای شناسایی دشمنان طبیعی شته سبز گندم، گونه‌هایی از کفشدوزک‌ها، مگس‌های سیرفید و بالتوری‌ها شناسایی شدند (۱۳). مقایسه گونه‌های شناسایی شده در پژوهش مذکور و مطالعه حاضر نشان داد که سه گونه شکارگر شناسایی شده در منطقه سرپل ذهاب، در لیست شکارگرهای مزرعه

برخی مطالعات دیگر نیز کفشدوزک هفت نقطه‌ای به عنوان شکارگر مهم شته‌های غلات معرفی شده است (۲، ۵، ۹ و ۱۵). براساس مقایسه نمودارهای تغییرات جمعیت شته و کفشدوزک هفت نقطه‌ای در پژوهش حاضر، می‌توان چنین فرض کرد که تغییرات جمعیت کفشدوزک‌ها تحت تأثیر دو عامل تراکم جمعیت شکار و دمای محیط قرار دارد. با افزایش جمعیت شته‌ها و دمای محیط جمعیت شکارگرها هم افزایش نشان داده و کاهش جمعیت شته‌ها در پایان فصل تأثیر مستقیم بر جمعیت شکارگرها داشت.

شناسایی گونه‌های پارازیتوئیدها

از شته‌های جمع‌آوری شده از مزرعه گندم طی دو سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ و ۱۳۹۴-۱۳۹۵، هیچ گونه پارازیتوئیدی خارج نشد. سه نمونه زنبور پارازیتوئید شامل گونه *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) و دو نمونه از خانواده‌های Ichneumonidae و Pompilidae ضمن نمونه‌برداری از شکارگرها در تور حشره‌گیری جمع‌آوری و شناسایی شدند ولی چون این زنبورها، پارازیتوئیدهای شته نبودند، تغییرات فصلی جمعیت آنها در این مقاله بررسی نشد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج بالا در سال اول نمونه‌برداری، دشمنان طبیعی در

منابع

- 1- Acciaresi H.A., Dellone B., Chidichimo H.O., and Arriaga H.O. 1999. Russian Wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mord) effect on Argentinean bread Wheat according to feeding period. *Cereal Research Communication* 27(1): 139-145.
- 2- Afshari A. 2010. Relative abundance, spatial distribution and sequential sampling for four main predators of cereal aphids in winter wheat fields of Gorgan, northern Iran. p.61. In: S.H. Manzari (ed.) *Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress*. 31 July-3 August 2010. Tehran. (In Persian with English Abstract)
- 3- Afshari A., and Dastranj M. 2009. Density, spatial distribution and sequential sampling plans for cereal aphids infesting wheat spike in Gorgan, northern Iran. *Journal of Plant Protection* 32(2): 89-102. (In Persian with English Abstract)
- 4- Alich M., Shishehbor P., Mossadegh M.S., and Soleiman Nejadian E. 2008. Species and distribution of wheat aphids and their parasitoids in Shiraz region, and seasonal dynamics of the dominant species. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 45: 287-295. (In Persian with English Abstract)
- 5- Alizadeh E., and Malkeshi S.H. 2010. Study on the dynamism of dominant cereal aphid lady beetles species population in West-Azərbayjan. p.57. In: S.H. Manzari (ed.) *Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress*. 31 July-3 August 2010. Tehran. (In Persian with English Abstract)
- 6- Blackman R.L., and Eastop V.F. 2000. *Aphids on the Worlds Crops. An Identification and Information Guide*. 2nd ed., John Wiley and Sons Pub., New York.
- 7- Chapin J., Thomas J., Gray S., Smith D., and Halberd S. 2001. Seasonal abundance of aphids (Hemiptera: Aphididae) in wheat and their role as barley yellow dwarf virus vectors in the South Carolina coastal plain. *Journal of Economic Entomology* 94(2): 410-421.
- 8- Elliott N.C., and Kieckhefer R.W. 1987. Spatial distributions of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in winter wheat and spring oat in South Dakota. *Environmental Entomology* 16(4): 896-901.
- 9- Farahi S., and Sadeghi Namghi H. 2009. Fauna of aphids and their Coccinellid predators of wheat fields in Mashhad region (Razavi Khorasan province). *Journal of Plant Protection* 23(2): 89-95. (In Persian with English Abstract)
- 10- Kamangar S., and Malkeshi S.H. 2001. Fauna of cereal aphids and their Coccinellid predators and investigation on

طی دوران نمونه‌برداری دو اوج جمعیت جداگانه را نشان دادند که می‌تواند به معنی وجود دونسل متفاوت از دشمن طبیعی باشد. این موضوع می‌تواند به خاطر مناسب بودن شرایط دمایی برای رشد و نمو حشرات و در دسترس بودن جمعیت‌های شته در طول فصل زراعی باشد. هر چند در سال دوم نمونه‌برداری به دلیل سرمای هوا در هفته‌های چهارم و پنجم، جمعیت شته‌ها کاهش شدیدی نشان داد. دو عامل سرمای هوا و همچنین عدم وجود جمعیت شته در دسترس طی دو هفته متوالی ممکن است یکی از دلایل کاهش تعداد نسل دشمنان طبیعی نمونه‌برداری شده در سال دوم باشد. چنانچه مشاهده می‌گردد، در همه دشمنان طبیعی مورد مطالعه در سال دوم نمونه‌برداری فقط یک اوج جمعیتی مشاهده شد. همچنین به دلیل وجود دشمنان طبیعی فعال با جمعیت بالا، به خصوص شکارگرها، در مزارع گندم منطقه سرپل‌دهاب به نظر می‌رسد که هر گونه سمپاشی در مزارع، برای جمعیت شکارگرها آسیب‌رسان بوده و در صورت لزوم سمپاشی، این کار باید خارج از زمان اوج جمعیتی دشمنان طبیعی انجام شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مدیریت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت‌های مالی در انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

- the efficiency and population dynamics of the dominant species in Kurdistan province. *Journal of Entomological Research* 2(4): 279-293.
- 11- Kant K. 2007. Development of aphid population on wheat in Kashmir. *Journal of Plant Protection and Environment* 4(2): 147-148.
- 12- Khanjani M. 2000. Field crop pests in Iran. Bu-Ali Sina University. Pp.720.
- 13-Modarres Najafabadi S.S., and Gholamian Gh. 2007. Seasonal Population Changes of Wheat Green Aphid (*Schizaphis graminum*) and Introduction of its Natural Enemies in Sistan Region. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 10(4):367-380. (In Persian with English Abstract)
- 14- Rastegari N. 1993. A faunistic survey of wheat and other Poaceae family species' aphids in Shiraz region. MSc. Thesis. Shahid Chamran University of Ahvaz. 146p. (In Persian with English Abstract)
- 15- Rezaei N., Mosaddegh M.S., and Hodjat S.H. 2006. Aphids and Their Natural Enemies in Wheat and Barley Fields in Khuzestan. 29(2): 127-137. (In Persian with English Abstract)
- 16- Rustamani M.A., Sheikh S.A., Memon N., Leghari M.H., and Dhaunroo M.H. 1999. Impact of wheat phenology on development of green bug *Schizaphis graminum* Rodani. *Pakistan Journal of Zoology* 31(9): 245-248.
- 17-Schotzko D.J., and Bosque-Perez N.A. 2000. Seasonal dynamics of cereal aphids, Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae), on Susceptible and resistant wheats. *Journal of Economic Entomology* 93(3): 975-981.
- 18- Shekarian B., and Rezvani A. 2002. Wheat aphids, their population percentage and natural enemies in wheat and barley fields of Lorestan province. P.23. In: S.H. Manzari (ed.) *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress*. 7-11 September, 2010. Tehran. (In Persian with English Abstract)
- 19- Yarahmadi F., Soleiman Nejadia E., and Mohissen A. 2007. Investigating seasonal population dynamics, sampling methods and sample universe of the important wheat aphids in wheat rain fed fields in Boroujerd. *Journal of Plant Protection* 30(4): 107-115. (In Persian with English Abstract)



Population Dynamics of *Sitobion avenae* (Hem.: Aphididae) (Fabricius) and its Natural Enemies in a Wheat Fields in Sar-Pole Zahab Region

R. Zarei Sarchogha¹- N. Zandi-Sohani^{2*}- L. Ramezani³

Received: 23-10-2017

Accepted: 05-11-2019

Introduction: Aphids are small insects which are famous as pests in agriculture, horticulture and forestry. They cause economic damages directly by feeding plants' sap and indirectly by transmitting plant viruses. *Sitobion avenae* (F.) is one the important pests in the United States, Europe and Asia. In Iran, it has been reported on wheat, barley, and the other cereals from the different provinces including Kermanshah. Investigating on the population dynamics of pests is a major factor in evaluation of the pest management. The aim of the present study was to determine the most appropriate life stage of *S. avenae* for sampling to investigate its population dynamics and identify natural enemies of *S. avenae* in Sar-Pole Zahab region in Kermanshah province.

Materials and Methods: This study was conducted in a wheat field in Sar-Pole Zahab region in Kermanshah province during years 2015 and 2016. None of pesticides were used to control the insect pests during experiments. Population survey and sampling were began each year in the middle of February and continued weekly until the end of wheat growth season in the middle of June. Sampling pattern was X-shaped and totally 30 samples were collected from the field. The selected plants were separately put in plastic bags and transferred to the laboratory for counting the number of nymphs, winged and wingless adults. To examine probable emergence of parasitoids, the aphids were kept in Petri-dishes in laboratory for two weeks and the results were recorded. A standard insect collecting net was used for sampling of the predators. The collected predators were transferred to the laboratory in glass jars for identification. The aphids and collected natural enemies were sent to Plant Protection Research institution in Tehran for confirmation.

Results and Discussion: At the first sampling date in 2015, there were a few adult aphids in the field. However, the population of adults and nymphs were gradually increased and the highest population of aphids was observed between March 12th 2015 and April 30th 2015. The peak density of adult aphids was on April 9th 2015 (9.5 aphids per spike) and for nymphs, it occurred a week earlier, on April 2nd 2015. In the second year, however, the population fluctuation pattern was very different. Although some aphid colonies were seen in the field from 25th of February, 2016, the number of aphids was decreased due to severe cold happened in March, thus no aphids was found in the samples in the next two weeks. The peak population of adult aphids was observed on 14th of April 2016 (36.9 aphids in spike) and then gradually decreased during the next weeks. *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), *Eupeodes corolla* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) and *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) were reported as aphid's predators in the field. All predators were present at the field from the first sampling date. In the first year, *E. corolla* showed two distinct peak in its population during sampling including 19th of March 2015 and 16th of April 2015. In the second year, there were 17 adult flies per net in the first day of sampling, but the number of flies was increased gradually and reached to a maximum of 35.5 flies per net on 14th April 2016. *C. septempunctata* and *C. carnea* populations' dynamics also followed the same patterns and showed two peaks in the first year and one peak in the second year of studies. No parasitoid was emerged from the aphids in Petri dishes.

Conclusion: Due to presence of active predators in the wheat fields of Sar-Pole Zahab region and their high population, using of chemical pesticide should be restricted. Thus, if spray of pesticides is essential, the most appropriate time is when it has the least detrimental effects on natural enemies.

Keywords: Aphididae, Parasitoid, Poaceae, Predator, Seasonal dynamics

1, 2 and 3- Graduated M.Sc. Student and Associate Professors of Entomology, Department of Plant Protection, Agriculture Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, respectively.

(*)- Corresponding Author Email: zandi@asnrkh.ac.ir)



واکنش تابعی وابسته به دما در کفشدوزک

Cryptolaemus montrouzieri (Col.: Coccinellidae) نسبت به شپشک آردآلود مرکبات،

Planococcus citri (Hem.: Pseudococcidae)

مهدی حسن پور^{۱*} - محبوبه مرادی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۸

چکیده

کفشدوزک شکارگر *Cryptolaemus montrouzieri* یکی از شکارگرهای مهم شپشک آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* می‌باشد. در این تحقیق، تأثیر دماهای مختلف روی واکنش تابعی لارو سن چهارم و حشره‌ی ماده‌ی کامل کفشدوزک کریپتولموس نسبت به تغییرات تراکم افراد ماده‌ی کامل شپشک آردآلود مرکبات مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در تراکم‌های ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ عددی از طعمه در داخل ظروف پتری حاوی برگ نارنج در دماهای ثابت ۱۸، ۲۳، ۲۷، ۳۲ و 37 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در ۱۰ تکرار انجام شد. تعداد طعمه‌های زنده مانده پس از ۲۴ ساعت شمارش و ثبت شد. تعیین نوع واکنش تابعی با استفاده از رگرسیون لجستیک و تخمین پارامترها با استفاده از رگرسیون غیرخطی انجام شد. واکنش تابعی هر دو مرحله‌ی زیستی شکارگر در تمام دماها از نوع دوم بود. بیشترین مقدار عددی نرخ حمله برای لارو و حشره‌ی ماده‌ی کامل شکارگر در دمای ۳۷ درجه‌ی سلسیوس و کمترین مقدار عددی زمان دستیابی این دو مرحله‌ی زیستی شکارگر به ترتیب در دماهای ۲۷ و ۳۲ درجه‌ی سلسیوس تخمین زده شد. در تمام دماهای مورد آزمایش، بیشترین مقدار نرخ حمله در مقایسه‌ی بین دو مرحله‌ی زیستی مورد بررسی شکارگر، مربوط به حشرات ماده‌ی کامل بود. این تحقیق نشان داد که کفشدوزک شکارگر *C. montrouzieri* در دماهای بالاتر مورد مطالعه از کارایی بیشتری در کنترل شپشک آردآلود مرکبات، *P. citri* برخوردار می‌باشد. با این حال، لازم است مطالعات تکمیلی در مورد اثر دما روی رفتار جستجوگری این شکارگر روی این آفت در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نیز مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: دما، واکنش تابعی، *Cryptolaemus montrouzieri*، *Planococcus citri*

مقدمه

گیاهان میزبان را مورد حمله قرار می‌دهند. شپشک آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* (Risso)، در غرب مازندران از اهمیت زیادی برخوردار است (۴۰). فعالیت این شپشک روی مرکبات با تولید مقادیر زیادی عسلک همراه است و در تراکم‌های بالای آفت، میوه‌ها می‌ریزند (۱۲). این آفت با دارا بودن بیش از ۱۸۳ میزبان گیاهی از مهمترین آفات اقتصادی به شمار می‌آید. به دلیل پوشش مومی، آردی و سفید رنگ روی بدن شپشک آردآلود، مقاومت آن‌ها در مقابل حشره‌کش‌های شیمیایی فوق‌العاده زیاد است و به همین دلیل تاکنون روش‌های مختلف کنترل شیمیایی این آفت موفقیت‌آمیز نبوده است (۱۶). با توجه به مضرات استفاده از سموم به دلیل مسائل زیست‌محیطی و موفق نبودن این روش برای کنترل این آفت، استفاده از روش‌های دیگر مانند کنترل بیولوژیک که بتواند نتایج قابل قبول‌تری را در جهت کاهش جمعیت آفت داشته باشد ضروری است (۹).

امروزه تولید انواع مرکبات اهمیت بسزایی داشته و علاوه بر ارزش غذایی بالا، اهمیت اقتصادی آن‌ها از دیگر دلایل عمده‌ی تولید این محصولات در کشورهای مرکبات‌خیز می‌باشد (۴). مرکبات در مناطقی کشت می‌شوند که رطوبت و دمای نسبی بالایی دارند و معمولاً در معرض آفات و بیماری‌های مختلفی قرار می‌گیرند. از میان آفات مرکبات، شپشک‌های گیاهی به خصوص در نوار ساحلی شمال و مناطق گرم جنوب ایران، که دما و رطوبت برای رشد حداکثری آنها فراهم است، اهمیت فراوانی دارند. این آفات تقریباً تمام قسمت‌های

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*) نویسنده‌ی مسئول: Email: hassanpour@uma.ac.ir
DOI: 10.22067/jpp.v33i3.79292

کفشدوزک‌ها نقش بسیار مهمی در کنترل بیولوژیک آفات مختلف دارند و به دلیل این که هر دو مرحله‌ی زیستی لارو و حشره‌ی کامل دارای فعالیت شکارگری هستند، نسبت به سایر دشمنان طبیعی از اهمیت بیشتری برخوردارند (۴۸). مطالعات نشان داده است که لاروهای سن سوم، چهارم و حشرات کامل کفشدوزک‌ها از قدرت تغذیه‌ای بالایی برخوردار بوده و مهم‌ترین مراحل زیستی این شکارگر در کنترل بیولوژیک آفات محسوب می‌شوند (۲۲). کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant از جمله شکارگرهای مهم و موفق شپشک آردآلود در باغات مرکبات شمال (۳۷) و جنوب ایران (۴۴) به شمار می‌رود. مراحل لاروی و حشره‌ی کامل این کفشدوزک به صورت موفقیت‌آمیزی به شپشک آردآلود حمله کرده و از آن تغذیه می‌کنند (۱۵). همچنین این کفشدوزک به عنوان مهم‌ترین شکارگر گونه‌های مختلف شته‌ها از روی محصولات مختلف مانند فلفل (بلغارستان)، ذرت (اکراین)، توت‌فرنگی (ایتالیا)، غلات (هند) و پنبه (ترکمنستان) گزارش شده است (۳۴). فعالیت شکارگری این گونه از اکثر نقاط ایران و از روی آفات مختلف گزارش شده است (۵۵).

معیارهای مختلفی برای ارزیابی و انتخاب عوامل کنترل بیولوژیک وجود دارد که یکی از آن‌ها مطالعه‌ی واکنش تابعی آن‌ها می‌باشد. اصطلاح واکنش تابعی اولین بار توسط سولومون (۶۱) جهت توصیف واکنش رفتاری یک دشمن طبیعی نسبت به تغییرات تراکم طعمه مورد استفاده قرار گرفت و سپس توسط هولینگ (۲۳) توسعه داده شد. عوامل مختلف زیستی (مانند ویژگی‌های گیاه میزبان، گونه-ی طعمه، جنسیت دشمن طبیعی، سن و مراحل مختلف زیستی شکار و شکارگر و نیز میزان گرسنگی شکارگر) (۱۰، ۱۹، ۲۰، ۳۵ و ۵۱) و غیر زیستی (مانند دما و رطوبت نسبی) (۳۱ و ۶۷) می‌توانند نوع واکنش تابعی و پارامترهای آن را تحت تاثیر قرار دهند. تاثیر دما روی واکنش تابعی دشمنان طبیعی مختلف توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته است (۱۴، ۲۶، ۳۹، ۵۰، ۵۹، ۶۲ و ۶۷). همچنین تاثیر دماهای مختلف روی واکنش تابعی کفشدوزک کریپتولموس نسبت به طعمه‌های مختلف توسط برخی محققین بررسی شده است (۶، ۴۲ و ۵۶). در اکثر این مطالعات، واکنش تابعی مراحل مختلف زیستی کفشدوزک از نوع دوم گزارش شده است.

با توجه به اهمیت دما روی رفتارهای دشمنان طبیعی نسبت به طعمه‌های آن‌ها و نیز اهمیت کفشدوزک شکارگر *C. montrouzieri* در کنترل شپشک آرد آلود مرکبات، *P. citri*، در این تحقیق تاثیر دماهای مختلف روی واکنش تابعی لاروهای سن چهارم و افراد ماده-ی کامل این کفشدوزک نسبت به افراد ماده‌ی کامل شپشک آردآلود مرکبات مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق می‌تواند بخشی از برهمکنش‌های بین این شکارگر- شکار را برای ما روشن بکند. این نتایج در کنار سایر مطالعات می‌تواند در تدوین برنامه‌های مدیریت

تلفیقی این آفت مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و پرورش حشرات

جمعیت اولیه‌ی شپشک آردآلود از روی درختان نارنج در منطقه‌ی مهمانسرا واقع در شهرستان قائم‌شهر تهیه شد. کلنی شپشک روی کدو حلواپی، *Cucurbita maxima* Duchesne، در اتاقک رشد در دمای ثابت 27 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی برای ۳ نسل پرورش داده شد.

جمعیت اولیه‌ی کفشدوزک کریپتولموس از انسکتاریوم بهاران دشت ساحل شهرستان ساری تهیه شد. قبل از شروع آزمایش‌ها، کلنی کفشدوزک روی شپشک آردآلود پرورش یافته روی کدو حلواپی در داخل ظروف پلاستیکی (به ابعاد $20 \times 25 \times 35$ سانتی‌متر) تهویه‌دار مشابه شرایط فوق برای ۲ نسل پرورش داده شد.

روش انجام آزمایش

بعد از انجام آزمایش‌های مقدماتی، تراکم‌های ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ عددی از طعمه به صورت جداگانه در اختیار لارو سن چهارم و افراد ماده‌ی کامل (حداکثر ۴۸ ساعته) شکارگر قرار داده شد. شکارگرها ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش گرسنه نگهداشته شده بودند. آزمایش در دماهای ثابت ۱۸، ۲۳، ۲۷، ۳۲ و 37 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در ظروف پتری (با قطر ۱۰ سانتی‌متر) در داخل اتاقک رشد انجام شد. در هر دما تراکم‌های مورد نظر طعمه روی برگ نارنج (به مساحت تقریبی ۳ سانتی‌متر مربع)، در داخل ظروف پتری قرار داده شد. برای تهیه روی سرپوش ظروف پتری سوراخی تعبیه و با پارچه‌ی توری پوشانده شده بود. بیست و چهار ساعت پس از شروع آزمایش، شکارگرها از ظروف پتری حذف و پس از شمارش تعداد افراد زنده مانده، تعداد طعمه‌های خورده شده محاسبه و ثبت شد. آزمایش برای هر تراکم در هر دما و هر مرحله‌ی زیستی مورد بررسی شکارگر در ۱۰ تکرار انجام شد.

تجزیه‌ی داده‌ها

تجزیه‌ی داده‌ها براساس روش دو مرحله‌ای جولیانو (۲۹) در نرم-افزار SAS انجام شد (۵۷). در مرحله‌ی اول، نوع واکنش تابعی از طریق مدل چندجمله‌ای لجستیک براساس نسبت طعمه‌های خورده شده به تراکم اولیه‌ی طعمه تعیین شد، بدین صورت که داده‌ها به یک تابع چند جمله‌ای به شرح زیر برازش داده شدند:

از نوع دوم تعیین شد. به عبارت دیگر، مشخص شد که در تمام دماهای مورد بررسی این دو مرحله‌ی زیستی شکارگر نسبت به تراکم‌های مختلف طعمه به صورت وابسته به تراکم معکوس عمل کرده‌اند (شکل ۱).

پارامترهای نرخ حمله (a) و زمان دستیابی (T_h) لارو سن چهارم و افراد ماده‌ی شکارگر در هر یک از دماهای مورد بررسی در جداول ۲ و ۴ نشان داده شده‌اند. پارامتر نرخ حمله نشان می‌دهد که با افزایش تراکم شکار، شیب منحنی نرخ شکارگری چگونه تغییر می‌کند. این پارامتر به ویژه در تراکم‌های پایین طعمه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با استفاده از زمان دستیابی نیز می‌توان آستانه‌ی سیری شکارگر را تخمین زد (۵۲). نرخ حمله‌ی لاروهای سن چهارم شکارگر بین برخی از دماهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۵) و بیشترین مقدار نرخ حمله‌ی لاروهای سن چهارم شکارگر در دمای ۳۷ درجه‌ی سلسیوس به دست آمد (جدول ۲). در پارامتر زمان دستیابی نیز بین اغلب دماها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵). کمترین مقدار زمان دستیابی شکارگر در دمای ۲۷ درجه‌ی سلسیوس به دست آمد (جدول ۲). اختلاف در پارامتر نرخ حمله‌ی حشرات کامل شکارگر بین دماهای ۱۸، ۳۲ و ۳۷ و نیز ۲۷ و ۳۷ درجه‌ی سلسیوس معنی‌دار و در سایر موارد غیر معنی‌دار بود. در پارامتر زمان دستیابی نیز اختلاف بین برخی از دماها معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین مقدار نرخ حمله و کمترین مقدار زمان دستیابی حشرات ماده‌ی کامل شکارگر به ترتیب در دماهای ۳۷ و ۳۲ درجه‌ی سلسیوس به دست آمد (جدول ۴). منحنی واکنش تابعی در شرایط آزمایشگاهی می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلف مانند شدت نور، گیاه میزبان و دما تغییر کند (۱۰ و ۳۶). در تحقیق حاضر، دما پارامترهای واکنش تابعی کفشدوزک *C. montrouzieri* را نسبت به تراکم شپشک آرد آلود *P. citri* تحت تأثیر قرار داد که می‌تواند به دلیل تغییرات وابسته به دما در متابولیسم و نیز فعالیت شکارگر و شکار باشد (۳۸).

واکنش تابعی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های رفتاری دشمنان طبیعی می‌باشد که اثرات متقابل شکارگر-شکار و پارازیتوئید-میزبان را نشان می‌دهد (۲۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که واکنش تابعی لارو سن چهارم و حشرات ماده‌ی کامل کفشدوزک کریپتولموس در دماهای مختلف مورد مطالعه از نوع دوم است. عبداللہی آهی و همکاران (۱) واکنش تابعی لارو سن چهارم و افراد ماده‌ی کامل این کفشدوزک را نسبت به تراکم‌های مختلف حشرات ماده‌ی شپشک آردآلود مرکبات در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی $50 \pm 8\%$ درصد از نوع دوم گزارش کردند. همچنین واکنش تابعی تعداد زیادی از کفشدوزک‌ها مانند *Scymnus syriacus* (Marseul) (۱۱)، *Stethorus Exochomus nigromaculatus* (Goeze) (۴۷)، *Hippodamia variegata* (Mulsant) (۲۵ و ۶۰)،

$$\frac{N_e}{N_0} = \frac{\exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}{1 + \exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)} \quad \text{رابطه‌ی ۱}$$

در این رابطه، N_e تعداد طعمه‌های خورده شده؛ N_0 تعداد اولیه‌ی طعمه و P_0, P_1, P_2, P_3 پارامترهایی هستند که توسط مدل تخمین زده می‌شوند. این رگرسیون میزان شیب و منفی یا مثبت بودن شیب سه قسمت اصلی منحنی یعنی قسمت‌های خطی، درجه‌ی دو و درجه‌ی سه را نشان می‌دهد. علامت مثبت بخش خطی نشان دهنده‌ی واکنش تابعی نوع دوم و علامت منفی بخش خطی نشان دهنده‌ی نوع سوم است. در مرحله‌ی دوم، به وسیله‌ی برازش داده‌ها با مدل راجرز و با استفاده از رگرسیون غیرخطی، پارامترهای نرخ حمله (a) و زمان دستیابی (T_h) برآورد شدند. به دلیل عدم جایگزینی طعمه‌های خورده شده در طول آزمایش، از مدل ارائه شده توسط راجرز (۵۴) برای واکنش تابعی نوع دوم به شرح زیر استفاده شد:

$$N_e = N_0 \{1 - \exp[a(T_h N_e - T)]\} \quad \text{رابطه‌ی ۲}$$

در این رابطه، N_e تعداد طعمه‌های خورده شده؛ N_0 تعداد اولیه‌ی طعمه، a نرخ حمله، T_h زمان دستیابی و T کل مدت زمان آزمایش می‌باشد.

برای مقایسه‌ی پارامترهای واکنش تابعی مراحل زیستی لارو و حشره‌ی کامل شکارگر از معادله‌ی زیر استفاده شد:

$$N_e = N_0 \{1 - \exp[-(a + D_a(J))(T - (T_h + D_{Th}(J))N_e)]\} \quad \text{رابطه‌ی ۳}$$

در این معادله، J متغیری است که برای داده‌های تیمار اول عدد صفر و برای داده‌های تیمار دوم عدد یک برای آن در نظر گرفته می‌شود. از محدوده‌ی اطمینان پارامترهای D_a و D_{Th} برای تشخیص وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در مقادیر a و T_h بین دو تیمار مورد بررسی استفاده شد. به عبارت دیگر، نرخ حمله برای یک تیمار a و برای تیمار دیگر $a + D_a$ در نظر گرفته شد. تفاوت معنی‌دار D_a با صفر نشان دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار بین a و $a + D_a$ بوده و بنابراین اختلاف در نرخ حمله‌ی شکارگر بین دو تیمار معنی‌دار خواهد بود. زمان دستیابی بین تیمارها نیز مشابه نرخ حمله مقایسه شد (۲۹). نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از برازش داده‌ها در مدل لجستیک و مقادیر برآورد شده برای سه قسمت منحنی (خطی، درجه‌ی ۲ و درجه‌ی ۳) نسبت طعمه‌ی (افراد ماده‌ی شپشک آردآلود مرکبات) خورده شده توسط لارو سن چهارم و افراد ماده‌ی کامل کفشدوزک شکارگر در دماهای مختلف در جداول ۱ و ۳ ارائه شده است. با توجه به این که اعداد برآورد شده برای قسمت خطی منحنی در تمام دماها منفی بود، واکنش تابعی لارو سن چهارم و افراد ماده‌ی کفشدوزک کریپتولموس

به عنوان مثال، شرایط آزمایش از جمله اندازه‌ی کوچک فضای ظروف پتری می‌تواند باعث افزایش نرخ برخورد شکارگر- شکار (به ویژه در تراکم‌های پایین شکار) و وقوع واکنش تابعی نوع دوم شود (۶۴).
Coelophora inaequalis (Fabricius)، (۴۱ و ۱۳، ۵) (Goeze)
Coccinella transversalis (Fabricius)، (۵۲) و
Harmonia axyridis (Pallas) (۵۸) از نوع دوم گزارش شده است.
 دلایل مختلفی ممکن است باعث وقوع واکنش تابعی نوع دوم شود.

جدول ۱- رگرسیون لجستیک نسبت شپشک آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* خورده شده توسط لارو سن چهارم کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* در تراکم‌های متفاوت طعمه در دماهای مختلف

Table 1- Logistic regression of the proportion of *Planococcus citri* eaten by fourth instar larvae of *Cryptolaemus montrouzieri* as a function of initial prey density at different temperatures

دما (°C) Temperature	پارامتر Coefficient	مقدار برآورد شده Estimate	خطای معیار SE	χ^2	P-value
18	عرض از مبدا Constant	-0.0644	0.3673	0.03	0.8608
	قسمت خطی Linear	-0.0971	0.0526	0.0526	0.0648
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00158	0.0014	0.0014	0.2630
23	عرض از مبدا Constant	1.8063	0.8140	4.92	0.0265
	قسمت خطی Linear	-0.5686	0.2258	6.34	0.0118
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.0390	0.0171	5.21	0.0225
	درجه‌ی ۳ Cubic	-0.00076	0.00035	4.76	0.0291
27	عرض از مبدا Constant	1.8063	0.8140	4.92	0.0265
	قسمت خطی Linear	-0.5686	0.2258	6.34	0.0118
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.0390	0.0171	5.21	0.0225
	درجه‌ی ۳ Cubic	-0.00076	0.0003	4.76	0.0291
32	عرض از مبدا Constant	0.7446	0.3521	4.47	0.0345
	قسمت خطی Linear	-0.1073	0.0488	4.83	0.0279
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.0020	0.0012	2.41	0.1204
37	عرض از مبدا Constant	3.5335	1.0281	11.81	0.0006
	قسمت خطی Linear	-0.6457	0.2672	5.84	0.0157
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.0409	0.0195	4.39	0.0362
	درجه‌ی ۳ Cubic	0.0426	0.0003	4.11	0.0426

جدول ۲- پارامترهای واکنش تابعی لارو سن چهارم کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* نسبت به شپشک آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* در دماهای مختلف

Table 2- Functional response parameters of fourth instar larvae of *Cryptolaemus montrouzieri* to *Planococcus citri* at different temperatures

دما (°C) Temperature	نرخ حمله (h) (a±SE)	محدوده‌ی اطمینان %۹۵ (CI)	زمان دستیابی (h ⁻¹) (Th±SE)	محدوده‌ی اطمینان %۹۵ (CI)	بیشترین نرخ شکارگری نظری (T/Th)	ضریب تبیین (r ²)
18	0.0229±0.0027	0.0175-0.0283	2.9273±0.3290	2.2686-3.5959	8.20	0.80
23	0.0228±0.0024	0.0179-0.0276	0.8331±0.2430	0.3520-1.3141	28.81	0.86
27	0.0206±0.0022	0.0161-0.0251	0.5480±0.2616	0.0244-1.0716	43.80	0.86
32	0.0343±0.0037	0.0268-0.0418	1.2106±0.1843	0.8417-1.5794	19.82	0.85
37	0.0779±0.0108	0.0563-0.0996	1.6625±0.1351	1.3921-1.9330	14.44	0.82

جدول ۳- رگرسیون لجستیک نسبت شپشک آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* خورده شده توسط حشرات ماده‌ی کامل کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* در تراکم‌های متفاوت طعمه در دماهای مختلف

Table 3- Logistic regression of the proportion of *Planococcus citri* eaten by adult female of *Cryptolaemus montrouzieri* as a function of initial prey density at different temperatures

دما (°C) Temperature	پارامتر Coefficient	مقدار برآورد شده Estimate	خطای معیار SE	χ^2	P-value
18	عرض از مبدا Constant	0.1163	0.3526	0.11	0.7416
	قسمت خطی Linear	-0.0642	0.0459	1.68	0.1953
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00060	0.0013	0.21	0.6467
23	عرض از مبدا Constant	3.3083	0.9731	11.56	0.0007
	قسمت خطی Linear	-0.6210	0.2553	5.91	0.0150
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.0340	0.0188	3.28	0.0700
	درجه‌ی ۳ Cubic	-0.00061	0.0003	2.54	0.1109
27	عرض از مبدا Constant	3.1018	0.9292	11.14	0.0008
	قسمت خطی Linear	-0.2633	0.2475	6.55	0.0105
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.0346	0.0184	3.55	0.0596
	درجه‌ی ۳ Cubic	-0.00061	0.0003	2.63	0.1050
32	عرض از مبدا Constant	0.2078	0.4204	27.58	0.0001
	قسمت خطی Linear	-0.1833	0.0551	11.06	0.0009
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.0034	0.0014	5.85	0.0156
37	عرض از مبدا Constant	3.3737	0.518	42.23	0.0001
	قسمت خطی Linear	-0.2778	0.0646	18.48	0.0001
	درجه‌ی ۲ Quadratic	0.00529	0.0016	10.56	0.0012

می‌باشد. نوع واکنش تابعی و پارامترهای آن می‌تواند توسط عوامل مختلفی از قبیل گیاه میزبان، گونه‌ی شکار، دما، رطوبت نسبی، سن و جثه‌ی دشمن طبیعی تغییر کند (۲، ۳، ۳۰ و ۶۵). دما مهم‌ترین عامل محیطی می‌باشد که نشوونما (۸)، پویایی و نوسانات جمعیتی فصلی حشرات، کنه‌ها و دشمنان طبیعی آن‌ها (۲۴) را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دما همچنین علاوه بر تأثیر مستقیم روی فعالیت جستجوگری دشمنان طبیعی، با تأثیر روی فعالیت‌های مختلف آفات می‌تواند به صورت غیرمستقیم نرخ شکارگری دشمنان طبیعی را تحت تأثیر قرار دهد.

واکنش تابعی نوع سوم در تعداد کمی از کفشدوزک‌ها گزارش شده است. محصصیان و همکاران (۴۲) واکنش تابعی لارو سن سوم *C. montrouzieri* را نسبت به شپشک آردآلود مرکبات در دمای ۴۰ درجه‌ی سلسیوس از نوع سوم گزارش کردند. همچنین عبداللهی آهی و همکاران (۱) واکنش تابعی لارو سن چهارم کفشدوزک *C. montrouzieri* را روی پوره‌های سنین دوم و سوم شپشک آردآلود مرکبات از نوع سوم به دست آوردند. در کنترل بیولوژیک مطالعه‌ی واکنش تابعی قبل از رهاسازی دشمن طبیعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (۷). واکنش تابعی یکی از اجزای مهم پویایی شکارگری حشرات بوده و نوع آن یکی از عوامل مهم در انتخاب دشمن طبیعی مناسب برای استفاده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک

جدول ۴- پارامترهای واکنش تابعی حشرات ماده‌ی کامل کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* نسبت به شپشک آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* در دماهای مختلف

Table 4- Functional response parameters of adult female of *Cryptolaemus montrouzieri* to *Planococcus citri* at different temperatures

دما (°C) Temperature	نرخ حمله (h) (a±SE)	محدوده‌ی اطمینان ۹۵٪ (CI)	زمان دستیابی (h ⁻¹) (T _h ±SE)	محدوده‌ی اطمینان ۹۵٪ (CI)	بیشترین نرخ شکارگری نظری (T/T _h)	ضریب تیین (r ²)
18	0.0332±0.0050	0.0232-0.0433	2.4747±0.3100	1.8542-3.0952	9.70	0.80
23	0.0701±0.0114	0.0473-0.0929	2.6196±0.2048	2.2096-3.0296	9.17	0.78
27	0.0518±0.0099	0.0319-0.0717	2.6371±0.2974	2.0419-3.2324	9.10	0.76
32	0.0716±0.0102	0.0511-0.0921	1.2996±0.1380	1.0233-1.5758	18.47	0.92
37	0.0948±0.0082	0.0782-0.1114	1.3394±0.0677	1.2040-1.4749	17.92	0.94

خواهد بود (۲۱ و ۶۳). در تحقیق حاضر نیز بیشترین مقدار نرخ حمله برای هر دو مرحله‌ی زیستی شکارگر در دمای بالا (۳۷ درجه‌ی سلسیوس) به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که افراد بالغ شکارگر در دماهای بالاتر (۳۲ و ۳۷ درجه‌ی سلسیوس) با داشتن نرخ حمله‌ی بیشتر و زمان دستیابی کوتاه‌تر، که از جنبه‌های مثبت شکارگری کفشدوزک در این دماها محسوب می‌شود، می‌تواند به خوبی فعالیت کرده و تراکم جمعیت آفت را کاهش دهد، همچنان‌که بیشترین نرخ شکارگری نظری این مرحله‌ی زیستی شکارگر نیز در این دماها محاسبه شد. در مقابل، بیشترین نرخ شکارگری نظری لارو سن چهارم شکارگر در دماهای ۲۳ و به ویژه ۲۷ درجه‌ی سلسیوس به دست آمد که به ترتیب ۳/۱۴ و ۴/۸۱ برابر مقادیر متناظر به دست آمده برای افراد بالغ شکارگر بود. این نتایج نشان دهنده‌ی تأثیر متفاوت دما روی واکنش رفتاری مراحل مختلف زیستی شکارگر نسبت به تغییر تراکم طعمه است.

بررسی‌های انجام شده در رابطه با تأثیر دما روی واکنش تابعی کفشدوزک‌ها شامل واکنش تابعی کفشدوزک *Adalia bipunctata* (L.) در سه دمای ۱۹، ۲۳ و ۲۷ درجه‌ی سلسیوس روی شته‌ی سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer) (۲۷)، واکنش تابعی کفشدوزک *Agonoscena pistaciae* variegata روی پسیل پسته، Burckhardt and Lauterer در دو دمای ۲۵ و ۳۰ درجه‌ی سلسیوس (۵) و واکنش تابعی کفشدوزک *Coccinula elegantula* Weise روی شته‌ی جالیز، *Aphis gossypii* Glover در سه دمای ۱۸، ۲۵ و ۳۲ درجه‌ی سلسیوس (۵۳) نشان داده‌اند که تغییر دما تأثیری روی نوع واکنش تابعی این کفشدوزک‌ها نداشت و واکنش تابعی این‌ها در دماهای مورد آزمایش از نوع دوم بود. در این بررسی‌ها با افزایش دما نرخ حمله افزایش و زمان دستیابی کاهش یافت. هر چه نرخ حمله‌ی (a) دشمن طبیعی بیشتر و زمان دستیابی (T_h) آن کوتاه‌تر باشد اثرات جمعیتی آن روی آفت بیشتر بوده و در کنترل آفت موثرتر

جدول ۵- پارامترهای تخمین زده شده با معادله ترکیبی برای مقایسه نرخ حمله و زمان دستیابی لارو سن چهارم کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* نسبت به شیشک آردآلود مرکبات *Planococcus citri* در دماهای مختلف

Table 5- The estimated parameters using combined equation for comparison of attack rate and handling time of fourth instar larvae of *Cryptolaemus montrouzieri* to *Planococcus citri* at different temperatures

دما (°C) Temperature	پارامتر Parameter	برآورد Estimate	خطای معیار (SE)	محدوده اطمینان ۹۵ درصد Approximate 95% CI*	
				حد پایین Lower	حد بالا Upper
18-23	D_a	-0.00183	0.00439	-0.0105	0.00687
	D_{Th}	-2.4719	0.4962	-3.4547	-1.4892
18-27	D_a	-0.00225	0.00469	-0.0115	0.00705
	D_{Th}	-2.3331	0.5347	-3.3920	-1.2741
18-32	D_a	0.0104	0.00497	0.000534	0.0202
	D_{Th}	-1.9544	0.4684	-2.8823	-1.0266
18-37	D_a	0.0540	0.00976	0.0346	0.0733
	D_{Th}	-1.5025	0.5044	-2.5016	-0.5034
23-27	D_a	-0.00042	0.00376	-0.00786	0.00702
	D_{Th}	0.1389	0.3974	-0.6483	0.9261
23-32	D_a	0.0122	0.00452	0.00324	0.0212
	D_{Th}	0.5175	0.3181	-0.1127	1.1476
23-37	D_a	0.0558	0.0105	0.0350	0.0766
	D_{Th}	0.9694	0.3073	0.3607	1.5781
27-32	D_a	0.0126	0.00476	0.00319	0.0220
	D_{Th}	0.3786	0.3476	-0.3098	1.0670
27-37	D_a	0.0562	0.0109	0.0346	0.0778
	D_{Th}	0.8306	0.3372	0.1627	1.4984
32-37	D_a	0.0436	0.0109	0.0221	0.0651
	D_{Th}	0.4520	0.2362	-0.0158	0.9197

*Confidence Interval

P. citri به این نتیجه رسیدند که دماهای بالای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس برای نشوونما و تولیدمثل این شکارگر مناسب نیست. گلدسته و همکاران (۱۷) در بررسی اثر دماهای مختلف روی پارامترهای رشد جمعیت *P. citri* روی گیاه حسن یوسف گزارش کردند که کوتاهترین طول دوره‌ی قبل از بلوغ آفت در دماهای ۲۵ تا ۳۲ درجه‌ی سلسیوس (بدون اختلاف معنی‌دار) به دست آمد، ولی بیشترین مقدار r_m آفت در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس به دست آمد. از سوی دیگر، بیشترین میزان فعالیت این آفت در نواحی مرکزی استان مازندران به طور معمول در اواخر خرداد و تیرماه است که میانگین دما بالای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس بوده و در این بازه‌ی زمانی کفشدوزک *C. montrouzieri* برای کنترل این آفت رهاسازی می‌شود (مشاهدات شخصی). بنابراین، به نظر می‌رسد بررسی جنبه‌های مختلف زیستی آفت و ویژگی‌های زیستی و شکارگری دشمن طبیعی با انجام آزمایش‌های همزمان و با یک جمعیت مشخص از شکار و شکارگر به ویژه در شرایط مزرعه‌ای بتواند نتایج جالب توجهی در این زمینه ارائه نماید.

در تمام دماهای مورد آزمایش، بیشترین مقدار نرخ حمله در مقایسه‌ی بین دو مرحله‌ی زیستی مورد بررسی شکارگر، مربوط به حشرات ماده‌ی کامل بود. با توجه به طول عمر حشره در هر یک از این دو مرحله و این که هر چه نرخ حمله‌ی یک شکارگر نسبت به شکارگر دیگر بیشتر باشد، آن شکارگر از کارایی بیشتری روی آن طعمه برخوردار خواهد بود، می‌توان این طور نتیجه گرفت که با وجود موثر بودن هر دو مرحله‌ی زیستی مورد مطالعه‌ی این شکارگر، حشرات ماده‌ی کامل کفشدوزک در مقایسه با لارو سن چهارم آن از توان شکارگری بالاتری به ویژه در دماهای بالاتر برخوردار است. نتایج مشابهی نیز توسط کائور و ورک (۳۳) و سلجوقی و همکاران (۵۶) به دست آمد. با توجه به زمان اوج فعالیت شیشک‌های آردآلود می‌توان انتظار داشت که استفاده از این کفشدوزک برای کنترل شیشک آردآلود مرکبات در فصول و مناطق گرم‌تر موفقیت بیشتری در پی داشته باشد. با این حال، توجه به سایر پارامترها و ویژگی‌های زیستی شکار و شکارگر در دماهای مختلف نیز بسیار مهم است. به عنوان مثال، مرتضوی ملک‌شاه و همکاران (۴۳) در بررسی اثر دما روی پارامترهای زیستی کفشدوزک *C. montrouzieri* در تغذیه از

جدول ۶- پارامترهای تخمین زده شده با معادله‌ی ترکیبی برای مقایسه‌ی نرخ حمله و زمان دستیابی حشرات کامل کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* نسبت به شپشک آردآلود مرکبات *Planococcus citri* در دماهای مختلف

Table 6- The estimated parameters using combined equation for comparison of attack rate and handling time of adult female of *Cryptolaemus montrouzieri* to *Planococcus citri* at different temperatures

دما (°C) Temperature (°C)	پارامتر Parameter	برآورد Estimate	خطای معیار (SE)	محدوده‌ی اطمینان ۹۵ درصد Approximate 95% CI*	
				حد پایین Lower	حد بالا Upper
18-23	D_a	0.0233	0.0144	-0.00532	0.0518
	D_{Th}	0.0399	0.1480	-0.2531	0.3330
18-27	D_a	0.0186	0.0107	-0.00251	0.0397
	D_{Th}	0.1624	0.4417	-0.7124	1.0372
18-32	D_a	0.0383	0.0108	0.0169	0.0597
	D_{Th}	-1.1752	0.3912	-1.9500	-0.4004
18-37	D_a	0.0616	0.0105	0.0408	0.0824
	D_{Th}	-1.1352	0.2896	-1.7088	-0.5617
23-27	D_a	-0.0183	0.0156	-0.0491	0.0126
	D_{Th}	0.0175	0.3551	-0.6858	0.7209
23-32	D_a	0.00146	0.0162	-0.0306	0.0335
	D_{Th}	-1.3201	0.2705	-1.8558	-0.7843
23-37	D_a	0.0247	0.0140	-0.00299	0.0524
	D_{Th}	-1.2802	0.1987	-1.6737	-0.8866
27-32	D_a	0.0197	0.0143	-0.00865	0.0481
	D_{Th}	-1.3376	0.3398	-2.0105	-0.6646
27-37	D_a	0.0430	0.0137	0.0158	0.0702
	D_{Th}	-1.2977	0.2645	-1.8216	-0.7737
32-37	D_a	0.0233	0.0144	-0.00532	0.0518
	D_{Th}	0.0399	0.1480	-0.2531	0.3330

*Confidence Interval

جدول ۷- پارامترهای تخمین زده شده با معادله‌ی ترکیبی برای مقایسه‌ی نرخ حمله و زمان دستیابی لارو سن چهارم و حشرات ماده‌ی کامل کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* نسبت به شپشک آردآلود مرکبات *Planococcus citri* در دماهای مختلف

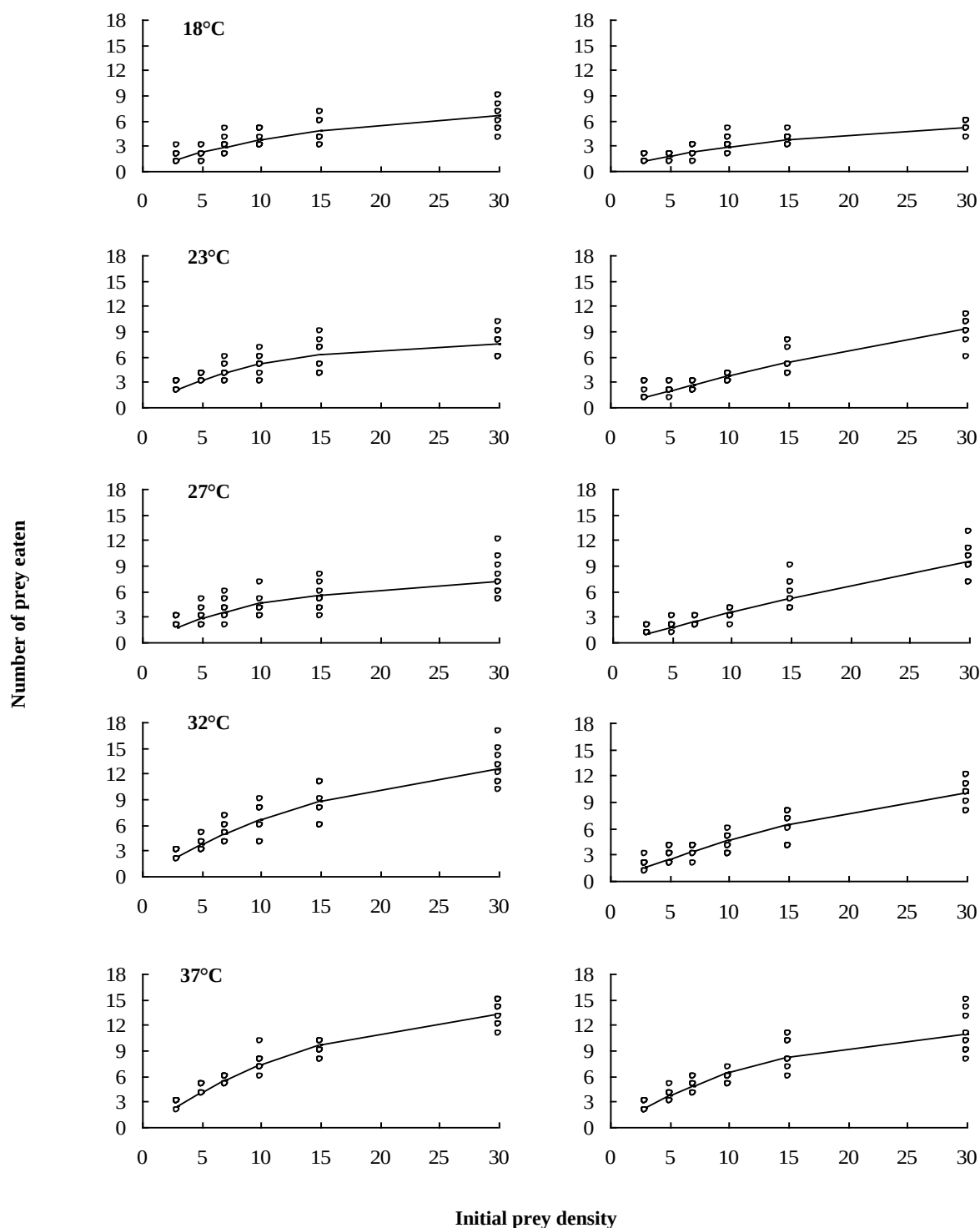
Table 7- The estimated parameters using combined equation for comparison of attack rate and handling time between fourth instar larvae and adult females of *Cryptolaemus montrouzieri* to *Planococcus citri* at different temperatures

تیمار (دما °C) Treatment (°C)	پارامتر Parameter	برآورد Estimate	خطای معیار (SE)	محدوده‌ی اطمینان ۹۵ درصد Approximate 95% CI*	
				حد پایین Lower	حد بالا Upper
لارو سن چهارم- حشره‌ی ماده‌ی کامل (۱۸) Fourth instar larvae-adult female (18)	D_a	0.00927	0.00571	-0.00205	0.0206
	D_{Th}	-0.6903	0.5118	-1.7040	0.3233
لارو سن چهارم- حشره‌ی ماده‌ی کامل (۲۳) Fourth instar larvae-adult female (23)	D_a	0.0480	0.0116	0.0249	0.0710
	D_{Th}	1.9265	0.3313	1.2702	2.5827
لارو سن چهارم- حشره‌ی ماده‌ی کامل (۲۷) Fourth instar larvae-adult female (27)	D_a	0.0301	0.00989	0.0105	0.0497
	D_{Th}	1.8051	0.4269	0.9597	2.6506
لارو سن چهارم- حشره‌ی ماده‌ی کامل (۳۲) Fourth instar larvae-adult female (32)	D_a	0.0372	0.0100	0.0173	0.0571
	D_{Th}	0.0890	0.2510	-0.4082	0.5861
لارو سن چهارم- حشره‌ی ماده‌ی کامل (۳۷) Fourth instar larvae-adult female (37)	D_a	0.0169	0.0140	-0.0108	0.0445
	D_{Th}	-0.3231	0.1436	-0.6074	-0.0387

*Confidence Interval

عوامل متعددی در شرایط مزرعه‌ای رفتار جستجوگری دشمنان طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند که از آن جمله می‌توان به گیاهان میزبان مختلف، محدوده‌ی جستجوی وسیع، حضور طعمه‌های دیگر و رقابت با سایر دشمنان طبیعی اشاره کرد (۳۱ و ۴۶).

همچنین ذکر این نکته ضروری است که نتایج آزمایش‌های واکنش تابعی انجام شده در محیط‌های محدود آزمایشگاهی مانند ظروف پتری به تنهایی نمی‌تواند برای نشان دادن کارایی دشمنان طبیعی در شرایط مزرعه‌ای مورد استناد قرار گیرد (۳۲ و ۴۹)، چرا که



شکل ۱- منحنی‌های واکنش تابعی لاروهای سن چهارم (راست) و حشرات ماده‌ی کامل (چپ) کفشدوزک شکارگر *Cryptolaemus montrouzieri* نسبت به شپشک آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* در دماهای مختلف نقاط و خطوط به ترتیب نشانگر مقادیر مشاهده شده و تخمین زده شده با مدل می‌باشند.

Figure 1. Functional response curves of fourth instar larvae (right) and adult females (left) of *Cryptolaemus montrouzieri* to the citrus mealybug, *Planococcus citri* at different temperatures

The points and solid lines represent the observed response and the model prediction, respectively.

آفات ضروری است. با این حال، مطالعات آزمایشگاهی می‌تواند برای نشان دادن برخی از برهم‌کنش‌های شکارگر-شکار که ممکن است در شرایط طبیعی به وقوع بپیوندد، مؤثر واقع شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد که بدین‌وسیله قدردانی می‌شود.

در شرایط ساده‌ی آزمایشگاهی، نرخ حمله‌ی شکارگر عمدتاً توسط رفتار تغذیه‌ای و در شرایط مزرعه‌ای توسط رفتار جستجوگری آن محدود می‌شود (۶۶). همچنین، دشمنان طبیعی در اکوسیستم‌های کشاورزی با نوسانات دمایی متعددی مواجه هستند که به نوبه‌ی خود می‌تواند رفتار جستجوگری و فعالیت شکارگری آن‌ها را در ساعات مختلف روز تحت تأثیر قرار دهد (۴۵). بنابراین، انجام تحقیقات در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای و بررسی رفتار و توانایی کنترل آفت توسط یک شکارگر برای استفاده از آن در برنامه‌های کنترل بیولوژیک

منابع

- 1- Abdollahi Ahi G., Afshari A., Baniameri V., Dadpour Moghanloo H., Assadeh Gh., and Yazdani M. 2012. Functional response of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) to citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hom.: Pseudococcidae) under laboratory conditions. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture) 35: 1-14. (In Persian)
- 2- Allahyari H., Fard P.A., and Nozari J. 2004. Effects of host on functional response of offspring in two populations of *Trissolcus grandis* on the Sunn pest. Journal of Applied Entomology 128: 39-43.
- 3- Amiri-Jami A.R., and Sadeghi-Namaghi H. 2014. Responses of *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae) in relation to prey density and predator size. Journal of Asia-Pacific Entomology 17: 207-211.
- 4- Ardestani M., Toossi M., and Khaledi K. 2010. Surveying orange domestic marketing in North of Iran. Agricultural Economics and Development 18: 47-68. (In Persian)
- 5- Asghari F., Samih M.A., Mahdian K., Basirat M., and Izadi H. 2010. Functional response of *Hippodamia variegata* (Goeze), predator of common pistachio psylla, under laboratory conditions. P. 36. In Sh. Manzari (ed.) Proceeding of 19th Iranian Plant Protection Congress, 1-3 Aug. 2010. Tehran, Iran. (In Persian)
- 6- Atif J.Y.M., Naser K.S.A., Elsherif M.E., and Al-Humiari A.A. 2011. Functional response of the Adult predator of *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), reared on the third nymphal instar of *Planococcus citri* (Risso). Egyptian Journal of Pest Control 21: 267-270.
- 7- Bernal J.S., Bellows T.S., and Gonzalez D. 1994. Functional response of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hym.: Aphididae) to *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Hom.: Aphididae) hosts. Journal of Applied Entomology 118: 300-309.
- 8- Campbell A., Frazer B.D., Gilbert N., Gutierrez A.P., and Makauer M. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. Journal of Applied Ecology 11: 431-438.
- 9- Delfosse E.S. 2005. Risk and ethics in biological control. Biological Control 35: 319-329.
- 10- Ding-Xu L., Juan T., and Zuo-Rui S. 2007. Functional response of the predator *Scolothrips takahashi* to howthorn spider mite, *Tetranychus viennensis*: Effect of age and temperature. Biocontrol 52: 47-67.
- 11- Emami M. S., Sahragard A., and Hajizade J. 1999. Effect of different temperatures on development of *Scymnus syriacus* (Col.: Coccinellidae). Journal of Applied Entomology and Phytopathology 17: 35-40.
- 12- Esmaeili, M. 2007. The most important pests of fruit trees. Publishing Center Sepehr. (In Persian)
- 13- Farhadi R., Allahyari H., and Juliano S.A. 2010. Functional response of larval and adult stages of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) to different densities of *Aphis fabae* (Hem.: Aphididae). Environmental Entomology 39(5): 1586-1592.
- 14- Flinn P.W., and Hagstrum D.W. 2002. Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. Journal of Stored Products Research 38: 185-190.
- 15- Ghafoor A., Saba I., Khan S., and Farooq H. 2011. Predatory potential of *Cryptolaemus montrouzieri* for cotton mealybug under laboratory conditions. Journal of Animal and Plant Sciences 21: 90-93.
- 16- Gill H.K., Goyal G., and Gillett-Kaufman J. 2012. Citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Insecta: Hemiptera: Pseudococcidae). EENY-537. Entomology and Nematology, Florida Cooperative Extension Service. University of Florida IFAS.
- 17- Goldasteh S., Talebi A.A., Fathipour Y., Ostovan H., Zamani A., and Vafaei Shoushtari R. 2009. Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) on coleus [*Solenostemon scutellarioides* (L.) Codd.]. Archives of Biological Science Belgrade 61(2): 329-336.
- 18- Gotoh T., Nozawa M., and Yamaguchi K. 2004. Prey consumption and functional response of three acarophagous species to egg of the two-spotted spider mite in the laboratory. Applied Entomology and Zoology 39: 97-105.

- 19- Hassanpour M., Bagheri M., Golizadeh A., and Farrokhi S. 2016. Functional response of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) to *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae): Effect of different host plants. *Biocontrol Science and Technology* 26: 1489-1503.
- 20- Hassanpour M., Maghami R., Rafiee Dastjerdi H., and Golizadeh A. 2015. Predation activity of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) upon *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae): Effect of different hunger levels. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 18: 297-302.
- 21- Hassell M. 1982. Patterns of parasitism by insect parasitoids in patchy environments. *Ecological Entomology* 7:365-377.
- 22- Hodek I., and Honek A. 1996. Ecology of coccinellidae. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, 464.
- 23- Holling C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist* 91: 385-398.
- 24- Huffaker C., Berryman A., and Turchin P. 1999. Dynamics and regulation of insect populations. p. 269-305. In C.B. Huffaker et al. (ed.) *Ecological Entomology*. 2nd ed. Wiley, New York.
- 25- Imani Z., Shishebor P., and Mosadegh M.S. 2010. Functional response of *Stethorus gilvifrons* Mulsant (Col.: Coccinellidae) to different developmental stages of *Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae). *Plant Protection* 33:1-10. (In Persian)
- 26- Jafari S., Fathipour Y., and Faraji F. 2012. The influence of temperature on the functional response and prey consumption of *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Entomological Society of Iran* 31(2): 39-52.
- 27- Jalali M.A., Tirry L., and De Clercq P. 2010. Effect of temperature on the functional response of *Adalia bipunctata* to *Myzus persicae*. *BioControl* 55: 261-269.
- 28- Jeschke J.M., Kopp M., and Tollrian R. 2004. Consumer- food systems: why type I functional responses are exclusive to filter feeders. *Biology Review* 79: 337-349.
- 29- Juliano S.A. 2001. Non-linear curve-fitting: predation and functional response curves, p. 178-196. In S.M. Scheiner et al. (ed.) *Design and Analysis of Ecological Experiments*. 2nd ed. Chapman and Hall, New York.
- 30- Kalinkat G., Schneider F.D., Digel C., Guill C., Bjorn C., Rall B.C., and Brose U. 2013. Body masses, functional responses and predator-prey stability. *Ecology Letters* 9: 1126-1134.
- 31- Kalyebi A., Overholt W.A., Schulthess F., Mueke J.M., and Hassan S.A. and Sithanonthan, S. 2005. Functional response of six indigenous trichogrammatid egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Kenya: influence of temperature and relative humidity. *Biological Control* 32: 164-171.
- 32- Kareiva P. 1990. The special dimension in pest-enemy interaction. p. 213-227. In M. Mackauer et al. (ed.) *Critical Issues in Biological Control*. Intercept, Anover, Hants.
- 33- Kaur H., and Virk J.S. 2012. Feeding potential of *Cryptolaemus montrouzieri* against the mealybug *Phenacoccus solenopsis*. *Phytoparasitica* 40: 131-136.
- 34- Kontodimas D.C., and Stathas G.J. 2005. Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. *BioControl* 50: 223-233.
- 35- Madadi H., Enkegaard A., Brodsgaard H.F., Kharrazi-Pakdel A., Ashouri A., and Mohaghegh-Neishabouri J. 2007. Host plant effects on the functional response of *Neoseiulus cucumeris* to onion thrips larvae. *Journal of Applied Entomology* 131: 728-733.
- 36- Mahdian K., Vantornhout I., Tirry L., and De Clercq P. 2006. Effects of temperature on predation by the stinkbugs *Picromerus bidens* and *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on noctuid caterpillar. *Bulletin of Entomological Research* 96: 489-496.
- 37- Malkeshi S.H. 2010. Mass rearing of *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) with the farmers participation for biological control of mealybug, *Pseudococcus viburni* at tea orchards in Guilan and Mazandaran provinces. Iranian Research Institute of Plant Protection, Final report of project, approved number: 04-16-16-87088, 77.
- 38- McCoull C.J., Swain R., and Barnes R.W. 1998. Effect of temperature on the functional response and components of attack rete in *Naucoris congrex* Stal (Hemiptera: Naucoridae). *Australian Journal of Entomology* 37: 323-327.
- 39- Moayeri H.R.S., Madadi H., Pouraskar H., and Enkegaard A. 2013. Temperature dependent functional response of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) to the Cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *European Journal of Entomology* 110: 109-113.
- 40- Moghaddam M. 2017. The scale insects of citrus in Iran. (Identification, Biology, Natural Enemies and Distribution). Iranian Research Institute of Plant Protection 179. (In Persian)
- 41- Mohajeri Parizi A., Madadi H., Allahyari H., and Mehrnejad M.R. 2010. Functional response of different life stages of *Hippodamia variegata* to 4th instar nymphs of *Aphis gossypii* under microcosm condition. p. 37. In Sh. Manzari (ed) *Proceeding of 19th Iranian Plant Protection Congress*, 31 Jul - 3 Aug. 2010. Tehran, Iran.
- 42- Mohasesian E., Ranjbar Aghdam H. and Pakyari H. 2015. Temperature-dependent functional response of mealybug destroyer, *Cryptolaemus montrouzieri* on citrus mealybug, *Planococcus citri*. *BioControl in Plant Protection* 2(2): 1-11. (In Persian with English abstract)

- 43- Mortazavi Malekshah S.A., Rahjbar Aghdam H., Khalaghani J., and Rezapanah M. 2015. Effect of temperature on life table parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant feeding on citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso). Journal of Applied Researches in Plant Protection 4(2): 145-160. (In Persian with English abstract)
- 44- Mossadegh M.S., Eslamizadeh R., and Esfandiari M. 2008. Biological study of mealybug *Nipaecoccus viridis* (New.) and possibility of its biological control by *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant in citrus orchards of North Khuzestan. p. 35. In Sh. Manzari (ed) Proceeding of 18th Iranian Plant Protection Congress, 24-27 Aug. 2008. Hamedan, Iran.
- 45- Munyaneza J., and Obrycki J.J. 1994. Functional response of *Coleomegilla maculata* (Col.: Coccinellidae) to Colorado potato beetle eggs (Col.: Chrysomelidae). Biological Control 8: 215-224.
- 46- Murdoch W.W. 1973. The functional response of predators. Journal of Applied Ecology 14: 335-347.
- 47- Nazari A., Hajizadeh J., and Sahragard A. 2004. Functional response of *Exochomus nigromaculatus* (Col.: Coccinellidae) to different densities of *Aphis nerii* and *Aphis craccivora*. Entomology and Phytopathology 72:85-94. (In Persian)
- 48- Omkar O., and Pervez A. 2016. Ladybird Beetles. p. 281-310. In Omkar (ed) Ecofriendly Pest Management for Food Security. Academic Press.
- 49- O'Neil P.J. 1989. Comparison between laboratory and field measurements of the functional response of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Journal of the Kansas Entomological Society 62: 148-155.
- 50- Pakyari H., Fathipour Y., Rezapanah M., and Kamali K. 2009. Temperature-dependent functional response of *Scolothrips longicornis* (Thysanoptera: Thripidae) preying on *Tetranychus urticae*. Journal of Asia-Pacific Entomology 12: 23-26.
- 51- Parajulee M.N., Phillips T.W., and Hogg D.B. 1994. Functional response of *Lyctocoris campestris* (F.) adults: effects of predator sex, prey species, and experimental habitat. Biological Control 4: 80-87.
- 52- Pervez A. and Omkar O. 2005. Functional response of coccinellid predators: An illustration of a logistic approach. Journal of Insect Science 5: 1-6.
- 53- Rahimi R., Mahdian K., and Shahidi Nouqani S. 2017. Effect of temperature on functional response of coccinellid (*Coccinula elegantula*) on *Aphis gossypii*. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 7: 125-134. (In Persian with English abstract)
- 54- Rogers D.J. 1972. Random search and insect population models. Journal of Animal Ecology 41:369-383.
- 55- Sadeghi A. 1991. An investigation on the coccinellids fauna of alfalfa fields and determination of species at Karaj. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (In Persian with English abstract)
- 56- Saljoqi A.U.R., Nasir M., Khan J., Ehsan-Ul-Haq M., Salim M., Nadeem Z., Huma H., Saeed G., Ahmad B., and Sadur-Rehman Z. 2015. Functional response study of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) fed on cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley under laboratory conditions. Journal of Entomology and Zoology Studies 3: 411-415.
- 57- SAS Institute Inc. 2004. SAS/ STAT User's guide, version 9.1, vols 1 and 2. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- 58- Seko T., and Miura K. 2008. Functional response of the lady beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Col.: Coccinellidae) on the aphid *Myzus persicae* Sulzer (Hom.: Aphididae). Applied Entomology and Zoology 43: 341-345.
- 59- Skrivin D.J., and Fenlon J.S. 2003. The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology 31: 37-49.
- 60- Sohrabi F., and Shishebor P. 2007. Functional and numerical response of *Stethorus gilvifrons* Mulsant feeding on strawberry spider mite, *Tetranychus turkestanii* Ugarov and Nikolski. Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 4563-4566.
- 61- Solomon M.E. 1949. The natural control of animal population. Journal of Animal Ecology 18: 1-35.
- 62- Tazerouni Z., Talebi A.A., and Rakhshani E. 2012. Temperature-dependent functional response of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae). Journal of the Entomological Research Society 14: 31-40.
- 63- Van Alphen J.J.M., and Jervis M.A. 1996. Foraging behavior. p. 1-62. In M. Jervis et al. (ed.) Insect Natural Enemies, Practical Approaches to Their Study and Evaluation. Chapman and Hall, London, U.K.
- 64- van Lenteren J.C., and Baker K. 1976. Functional response in invertebrates. Netherlands Journal of Zoology 26: 567-572.
- 65- Vucic-Pestic O., Rall B.C., Kalinkat G., and Brose U. 2010. Allometric functional response model: body masses constrain interaction strengths. Journal of Animal Ecology 79: 249-256.
- 66- Wiedenmann R.N., and O'Neil R.J. 1991. Laboratory measurement of the functional response of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). Environmental Entomology 20: 610-614.
- 67- Zamani A.A., Talebi A.A., Fathipour Y., and Baniamery V. 2006. Temperature-dependent functional response of two aphid parasitoids, *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae), on the cotton aphid. Journal of Pest Science 79: 183-188.



Temperature-dependent Functional Response of *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae) to the Citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Hem.: Pseudococcidae)

M. Hassanpour^{1*}- M. Moradi²

Received: 10-03-2019

Accepted: 30-09-2019

Introduction: The citrus mealy bug, *Planococcus citri* (Risso) is one of the major pests of citrus and many other orchards crops, as well as ornamental plants in subtropical and tropical regions of the world, including Iran. Due to the harmful effects of chemical pesticides on biological control agents and non-target organisms, along with developing resistance to various pesticides by the pests, there has been an increasing interest in integrating biological control methods in the pest management programs. The predatory ladybird, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant is one of the most widely used biological control agents. It is an important natural enemy of many species of mealybugs such as *P. citri*. Functional response of a predator that refers to the number of prey consumed per predator as a function of a prey density is the important characteristic of predator-prey interactions. Temperature can affects the consumption behaviour of the predators. The aim of the present study is to evaluate the effects of temperature on the functional response of *C. montrouzieri* to different densities of *P. citri*. Improving our understanding about predator-prey interactions between *C. montrouzieri* and *P. citri* may be helpful to optimize biological control of the mealy bug.

Materials and Methods: The colony of *P. citri* was collected from bitter orange in Mehmansara region, Ghaemshahr, Mazandaran province, and was reared on pumpkin, *Cucurbita maxima*. The laboratory colony of *C. montrouzieri* was obtained from Baharan Dasht Sahel insectarium in Sari, Mazandaran province, and was reared on *P. citri*. The functional response experiments were performed with fourth instar larvae and adult females of *C. montrouzieri* to the adult female of *P. citri*. The experiments were conducted at the temperatures of 18, 23, 27, 32 and 37±1 °C, 60±10% RH and L16:D8 h. Prey in densities of 3, 5, 7, 10, 15 and 30 was offered to the predators. The predators used for the experiments were < 48 h old and were starved for 24 h before starting the tests. A single bitter orange leaf disc (3 cm²) was centred upside down in each ventilated Petri dish (10 cm diameter). Ten replicates were conducted for each prey density. After 24 h, the predators were removed from the experimental arena and the number of consumed prey was recorded and they were not replaced during the functional response tests. The type of the functional response was determined by logistic regression analysis (SAS/STAT, CATMOD-procedure) of the proportion of prey killed in relation to prey offered. To determine the type of functional response, the sign of the linear coefficient was estimated by the logistic regression. The negative sign is evident to a functional response type II, whereas a positive sign reveals a type III functional response. Parameters of attack rate and handling time were estimated using the PROC NLIN procedure of SAS and compared through the indicator variable method.

Results and Discussion: The logistic regression for fourth instar larvae and adult females of *C. montrouzieri* to *P. citri* at all temperatures showed a negative linear parameter and the proportion of prey eaten by the predators declined with increasing prey density. This suggested that fourth instar larvae and females of *C. montrouzieri* exhibited a type II functional response to change in *P. citri* density at all tested temperatures. The highest attack rate and lowest handling time of fourth instar larvae were estimated at 37 and 27 °C, respectively. Whereas the highest attack rate and lowest handling time of adult females were estimated at 37 and 32 °C, respectively. At the same temperature, the attack rate estimated for the adult female was higher than that of the larval instar of the predator, showing higher predation potential of adult female in compared to the fourth larval instar of the predator. Theoretical maximum attack rates (T/T_h) for fourth larval instar of the predator at above-mentioned temperatures were respectively estimated 8.20, 28.81, 43.80, 19.82 and 14.44 and for adult female predator were 9.70, 9.17, 9.10, 18.47 and 17.92, respectively.

Conclusion: Temperature affected significantly functional response parameters of fourth instar larvae and

1 and 2- Associate Professor and Ph.D. Student of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: hassanpour@uma.ac.ir)

adult females of *C. montrouzieri* to *P. citri* densities. Although the last instar larvae and adult females of *C. montrouzieri* showed high predation potential at all temperatures, adult females of the predator was more voracious compared to the last instar larvae of the predator especially at higher temperatures.

Keywords: *Cryptolaemus montrouzieri*, Functional response, *Planococcus citri*, Temperature



مقاله کوتاه پژوهشی

مشخصات الکترون میکروسکوپی معده در بیوتیپ B سفیدبالک *Bemisia tabaci* ناقل

بگومو ویروس ها

مریم رستگار^{۱*} - مرتضی الهیاری^۲ - سارا فارونی کاردانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۴

چکیده

سفیدبالک *Bemisia tabaci* از آفات مهم محصولات زراعی و باغی، به صورت مستقیم با تغذیه و به طور غیرمستقیم با انتقال ویروس به گیاه خسارت می زند. ویروس های جنس *Begomovirus* از تیره *Geminiviridae* توسط *B. tabaci* به حالت گردشی و پایا انتقال می یابند. مطالعه آناتومی داخلی ناقلین، سلول ها و ارگان های درگیر در انتقال، یک پیش نیاز برای بررسی برهم کنش تعیین کننده های ویروسی و سلولی در تداوم گیرش و انتقال ویروس است. در بعضی ناقل ها مانند شته ها، مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته است، ولی در *B. tabaci* اطلاعات موجود اندک می باشد. به منظور تعیین جزئیات دستگاه گوارش این حشره و تعیین بخش های درگیر در انتقال ویروس، از قسمت های مختلف دستگاه گوارش بیوتیپ B این حشره، مقاطع نازک تهیه و با میکروسکوپ الکترونی تصویربرداری گردید. مشخص شد که در سلول های دیواره معده میانی، جلویی و عقبی میکروویلی های (MV) وجود دارد، که کاملاً به هم چسبیده اند. به علاوه غشاهای تغییر یافته پرمیکروویلار (MDMV) به صورت وزیکل های کوچک از لایه لای میکروویلی ها به درون فضای معده فرستاده می شوند. در این مطالعه MPMV برای اولین بار در مورد *B. tabaci* توصیف می شود. غشاهای MV و MDMV ممکن است محل اتصال ویروس ها و در واقع جایگاه گیرنده بگومو ویروس ها باشد. در راستای جداسازی این غشاهای مطالعات بیشتر روی آن ها، لازم است از آنزیم های متصل به غشاهای به عنوان مارکر استفاده شود. برای این منظور میزان فعالیت ویژه دو آنزیم آلفا و بتا گلوکزیداز مورد بررسی قرار گرفت، که قابل توجه نبود؛ لذا احتمالاً این آنزیم ها متصل به غشاهای مذکور در *B. tabaci* نمی باشند. به دلیل اهمیت موضوع، آنزیم های دیگری مانند آمینوپپتیداز نیز باید مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند.

واژه های کلیدی: بافت شناسی حشرات، ساختار معده، سفیدبالک، ویروس پیچیدگی برگ زرد گوجه فرنگی

مقدمه

سفیدبالک ها (*Homoptera: Aleyrodidae*) برای تغذیه از

آوندهای آبکشی گیاهان، تخصص یافته اند. اغلب بیماری های ویروسی که در دو دهه گذشته شناخته شده اند، توسط این حشرات انتقال می یابند. از سوی دیگر پراکنش جهانی ویروس هایی که توسط آن ها منتقل می شوند، در حال افزایش است. *B. tabaci* مهم ترین گونه سفیدبالک به عنوان ناقل ویروس های گیاهی است. این حشره پلی فاژ و با گسترش جهانی است. بیش از ۱۱۴ ویروس به وسیله سفید بالک ها انتقال می یابند، که *B. tabaci* اغلب آن ها را انتقال می دهد. درک کاملی از آناتومی داخلی سفید بالک و سلول ها و ارگان های درگیر در انتقال، یک پیش نیاز برای بررسی برهم کنش تعیین کننده های ویروسی و سلولی ناقل در تداوم کسب و انتقال ویروس توسط سفیدبالک می باشد (۲، ۴ و ۹). دستگاه گوارش این حشرات دارای سه بخش متوالی است. بخش جلویی شامل دهان، گلو، مری و پیش معده و بخش میانی یا معده محل گوارش و جذب غذا می باشد.

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

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

۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v33i3.81507

غشاهای میکروویلی محل احتمالی گیرنده بگوموویروس‌ها عنوان شده است. به دلایل فوق از قسمت‌های مختلف دستگاه گوارشی بیوتیپ B. tabaci که بیشترین کارایی در انتقال بگوموویروس‌ها را دارا است، توسط الکترون میکروسکوپی تصویر برداری شد (۶ و ۸ و ۹).

آنزیم‌های گوارشی

در جانوران تشریح آنزیم‌های گوارشی از سلول‌های معده بلافاصله پس از ساخته شدن به درون معده صورت می‌گیرد. بیشتر هضم نهایی توسط آنزیم‌های متصل به غشاهای میکروویلی انجام می‌گردد. به منظور جداسازی غشاهای میکروویلی سلول‌های معده میانی، می‌توان از آنزیم‌های متصل به غشاهای به عنوان مارکر استفاده کرد (۹، ۱۰ و ۱۱). آلفا آمیلاز یک اندو-آنزیم است و باعث تبدیل نشاسته و گلیکوژن به دکسترین‌های کوچک‌تر می‌شود. لفاگلوکوزیداز و ایزومالتاز باعث هضم بیشتر این دکسترین‌ها و تولید گلوکز می‌شوند و این دو آنزیم از آنزیم‌های گوارشی هستند. بسیاری از حشرات یک یا چندین آلفا و بتا گلوکوزیداز دارند که طیف وسیعی از کربوهیدرات‌های کوچک‌تر را تجزیه می‌کنند (۸). به منظور جداسازی لایه غشایی میکروویلی در معده سفید بالک که محل احتمالی پروتئین گیرنده ویروس‌ها، به‌ویژه ویروس خسارت‌زای پیچیدگی برگ زرد گوجه‌فرنگی می‌باشد، از آنزیم‌های متصل به این غشا می‌توان به عنوان مارکر استفاده کرد. برای این منظور دو آنزیم آلفا و بتا گلوکوزیداز که در حشرات مشابه، به عنوان آنزیم‌های متصل به غشاء میکروویلی، گزارش شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفت.

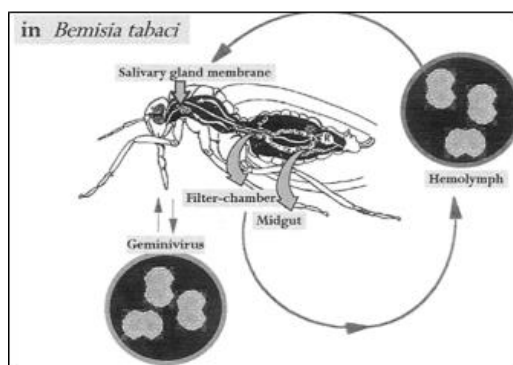
مواد و روش‌ها

تصویر الکترون میکروسکوپی از معده Bemisia tabaci

برای تهیه تصویر الکترون میکروسکوپی، بخش اول معده میانی جدا و پس از برش طولی در محلول تثبیت کننده کارنوسکی قرار داده شد. بعد از نگهداری در این محلول به مدت ۸ ساعت، تثبیت بافت در محلول یک درصد اسمیوم تتراکسید (مرک) به مدت ۱/۵ ساعت ادامه یافت و پس از آن در بافر کاکودیلات (سیگما) شستشو داده شد. آب‌گیری در محلول‌های الکل اتیلیک انجام و نمونه‌ها به مدت نیم ساعت در محلول پروپیلن اکسید (مرک) نگهداری و پس از آن در میکروتیوب‌های کوچک در رزین قرار داده شد. پس از خشک شدن رزین، برش‌هایی به ضخامت ۵۰ نانومتر با استفاده از یک دستگاه اولترا میکروتوم U3 تهیه و برش‌ها در محلول یورانیل استات و سیترات سرب رنگ آمیزی و با الکترون میکروسکوپ فیلپس مدل CM10 مشاهده و عکس‌برداری گردید.

پیوسته‌هایی مانند لوله‌های کور (سیکوم)^۱ نیز وجود دارند. یک لایه سلول‌های پوششی سطح درونی لوله غذا را می‌پوشاند. در قسمت میانی لوله گوارش لایه کوتیکولی وجود ندارد و عمل جذب غذا در این محل انجام می‌شود. در برخی از حشرات از جمله سفیدبالک‌ها، قسمت آخر بخش جلویی لوله گوارش به قسمت انتهایی معده پیوسته است و سبب پدید آمدن ساختمان ویژه‌ای به نام اتاق پالایش^۲ شده است. قسمت جلویی معده میانی وارد اتاق پالایش شده و شامل سلول‌های بسیار ضخیم اپی‌تلیال همراه با میکروویلی‌های بزرگ در اطراف یک مجرای کوچک‌تر می‌باشد. بخش عقبی لوله غذا دارای سه قسمت روده باریک، راست روده و روده بزرگ می‌باشد. قسمتی از روده باریک دور زده و وارد اتاق پالایش می‌شود تا غذا سریعاً تغلیظ گردد. سلول‌های اپی‌تلیال سیستم گوارشی سفیدبالک، کانال معده و هموسل را که کل بدن را اشغال کرده از هم جدای می‌کند. سفیدبالک‌ها دارای یک جفت غده بزاقی حقیقی و یک جفت غده بزاقی ضمیمه - که کوچک‌تر و کمی جلوتر از غدد بزاقی حقیقی قرار گرفته می‌باشند. غدد بزاقی اصلی و ضمیمه دارای لومن و لایه‌های میکروویلی می‌باشند. غدد بزاقی، انشعابی از لوله گوارش می‌باشند (۶ و ۸ و ۹). ویروس‌های جنس Begomovirus توسط سفیدبالک به‌طریق پایا منتقل می‌شوند و در استایل، سر، معده میانی، همولنف و غدد بزاقی ردیابی شده‌اند (شکل ۱). بگوموویروس‌ها در اتاق پالایش تجمع یافته و از آن‌جا بیشترین مقدار ویروس وارد همولنف می‌شود. موانع اصلی از معده به همولنف و همولنف به غدد بزاقی وجود دارد. عبور از این موانع یک فرایند فعال است و پس از تشخیص پروتئین پوششی (CP) توسط گیرنده‌های درون میکروویلی^۳ و حمل‌ونقل ویریون‌ها درون وزیکل‌های پوشش‌دار رخ می‌دهد. پیکره‌های ویروسی از دیواره معده میانی از طریق لایه غشایی میکروویلی یا اپیکال پلاسما عبور کرده و سپس از طریق همولنف به سیستم بزاقی وارد می‌شود. پس از عبور از این مانع در طول تغذیه از گیاه، ویروس انتقال داده می‌شود. جزئیات این رابطه و موقعیت گیرنده ویروس هنوز به خوبی روشن نشده است. لذا مطالعه این جزئیات در طراحی استراتژی‌های جدید و موثر، به منظور کنترل بیماری‌های ناشی از بگوموویروس‌ها موثر خواهد بود. به منظور شناسایی موقعیت گیرنده‌ها در انتقال گردشی بگوموویروس‌ها در سفید بالک ناقل لازم است که جزئیات سلول‌ها و بافت‌های حشره‌ای درگیر در این فرایند توصیف گردد، لایه غشایی میکروویلی که اطراف لومن (قسمت درونی معده)، قسمت‌های مختلف معده را احاطه کرده‌اند، در حقیقت کنترل‌کننده‌های اصلی نقل و انتقال مولکول‌های معدنی و آلی از فضای درون معده به همولنف و برعکس می‌باشند. بسیاری از عوامل زنده از جمله باکتری‌ها و ویروس‌ها نیز در اثر تعاملاتی که با این غشاهای دارند، قادرند وارد بدن حشره شوند.

- 1- Caecum
- 2- Filter Chamber
- 3- Micovilli, MV



شکل ۱- مسیر عبور بگوموویروس‌ها با رفتار گردشی در سفیدبالک *B. tabaci* (۸)

Figure 1- Circulative pathway of begomoviruses in *B. tabaci*

اللهیاری و همکاران (۱) مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش در ۲۵۰ میکرولیتر محلول واکنش اندازه‌گیری شد. میزان جذب در طول موج ۴۰۵ نانومتر توسط یک دستگاه میکروپلیت ریدر خوانده شد و ثبت گردید. مقدار پارانیتروفنول تولید شده، با استفاده از پارامترهای یک منحنی استاندارد که رابطه میزان جذب نور و غلظت پارانیتروفنول را نشان می‌داد و در همین شرایط محاسبه شده بود، تخمین زده شد. شیب خط پارانیتروفنول تولید شده در چهار زمان مذکور مقدار تولید این ماده را در واحد زمان (دقیقه) نشان می‌دهد (۱).

اندازه‌گیری میزان پروتئین

میزان پروتئین در محلول به روش برادفورد، با استفاده از یک منحنی استاندارد به‌دست آمده از غلظت‌های مختلف آلبومین سرم گاوی تخمین زده شد. میزان جذب نور در طول موج ۶۰۰ نانومتر اندازه‌گیری و ثبت گردید.

نتایج و بحث

به منظور شناسایی موقعیت گیرنده‌ها در انتقال گردشی بگوموویروس‌ها در مگس سفید ناقل لازم بود که جزئیات سلول‌ها و بافت‌های حشره در این فرآیند توصیف گردد. تصویر میکروسکوپی از مقطع اتاقک پالایش در شکل ۲ نشان داده شده است. میکروویلی‌ها در این قسمت مشابه معده میانی بالارونده^۲ توسعه یافته هستند. فضای درون لومن وزیکول‌های مختلف از ماده‌ای پر شده که تیره‌تر به نظر می‌رسد، همان‌طور که مشخص است، این مواد در سیتوپلاسم سلول‌ها تولید شده و از لابه‌لای میکروویلی‌ها به فضای درون لومن ترشح می‌شوند. مقاطع مربوط به معده میانی بالارونده (شکل ۲، A و B) و معده میانی پائین رونده (شکل ۲، C) نشان داده شده است. در

مواد و محلول‌های مورد نیاز

به‌منظور مطالعه و تشخیص گیرنده‌های احتمالی بگوموویروس‌ها، لازم است غشاهای درون معده جدا و خالص گردند. به‌منظور جداسازی لایه غشایی میکروویلی در معده سفیدبالک که محل احتمالی پروتئین گیرنده بگوموویروس‌ها، به ویژه ویروس خسارت‌زای پیچیدگی برگ زرد گوجه‌فرنگی می‌باشد، می‌توان از آنزیم‌های متصل به این غشا به‌عنوان مارکر استفاده کرد. به‌منظور شناسایی آنزیم‌های موجود در غشاهای معده سفید بالک فعالیت آنزیم آلفا گلوکوزیداز که در معده شته‌ها فعال است، مورد بررسی قرار گرفت.

ماده زمینه آلفا گلوکوزیداز - برای فعالیت آنزیم آلفا گلوکوزیداز نیاز به ماده زمینه آلفا- پارا نیتروفنیل گلوکوپایرانوزاید می‌باشد، که طبق روش اللهیاری و همکاران (۱) با استفاده از غلظت ۵ میلی مولار ماده زمینه در بافر سیترات-فسفات (PH=۵) اندازه‌گیری شد.

محلول متوقف کننده فعالیت آنزیم - یک گرم سدیم لوریل سولفات، ۲/۱ گرم بی کربنات سدیم و ۲/۶ گرم کربنات سدیم در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شد. از این محلول برای متوقف کردن فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا گلوکوزیداز و اسید فسفاتاز استفاده گردید (۱).

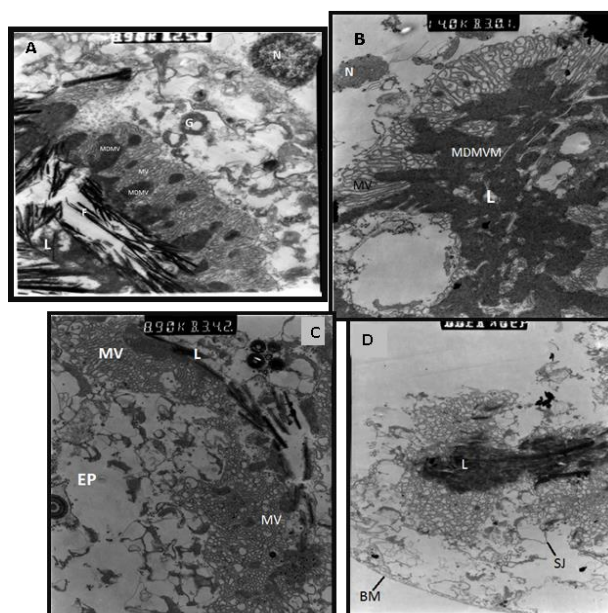
معرف برادفورد - برای تهیه این معرف، کوماسی بلو^۱ به نسبت ۱۰۰ میلی گرم در ۵۰ میلی لیتر الکل اتیلیک ۹۵٪ حل شد و سپس ۱۰۰ میلی لیتر اسید فسفریک غلیظ به آن افزوده و حجم محلول با آب دیونیزه به ۲۰۰ میلی لیتر رسانده شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های گوارشی

فعالیت دو آنزیم گوارشی آلفا و بتا گلوکوزیداز با استفاده از روش

قسمت‌ها به‌طور فشرده کنار هم قرار گرفته‌اند. به‌طوری‌که بیشتر نوک میکروویلی‌ها با فضای داخلی معده در تماس است. به‌نظر می‌رسد دیواره‌های جانبی میکروویلی‌ها با اتصالاتی که تیره‌تر دیده می‌شوند به هم دیگر چسبیده‌اند.

این مقاطع کریستال‌هایی در فضای درونی لوله دیده می‌شود، درحالی‌که در مقطع مربوط به معده میانی پائین رونده این کریستال‌ها تشکیل نشده‌اند. محل اتصال غشاء پائینی سلولهای مختلف، که به طرز خاصی به هم متصل شده‌اند، در شکل ۲ مشخص شده است. همان‌طور که در شکل ۲ قسمت B مشاهده می‌شود، میکروویلی‌ها در همه



شکل ۲- قسمت‌های مختلف معده: A و B- مقطع عرضی معده بالارونده (Ascending midgut)، C- مقطع عرضی معده پائین رونده (Descending midgut) و D- مقطع عرضی اتاقک پالایش (filter chamber). F- باقی‌مانده‌های کریستالی غذا (شکل A - مقطع عرضی Ascending midgut)، L- قسمت درونی معده (lumen)، G- اجسام گلژی، N- هسته، MV- میکروویلی، MDMVM (modified perimicrovillar membrane). A و B معده میانی- جلویی، در این ناحیه میکروویلی‌ها بلندتر هستند. میکروویلی‌ها به یکدیگر کاملاً چسبیده‌اند که در این حالت Lamellae نامیده می‌شوند. در واقع میکروویلی‌ها توسط زوائدی به نام Trabeculae به هم متصل شده‌اند. C و D معده میانی عقبی: در این ناحیه میکروویلی‌ها کوتاه‌تر هستند. SJ- محل اتصال سلول‌های اپی تلیال، EP- سلول اپی تلیال، BM- غشاء پایه سلول اپی تلیال (برای توضیحات بیشتر به متن مراجعه شود).

Figure 2- Different parts of midgut: A and B- Cross section of Ascending midgut, C- Cross section of Descending midgut, D- Cross section of filter chamber. F- Food Crystal (Fig A. Cross section of ascending midgut), L. lumen. G- Golgi bodies, N- Nucleus, MN- Microvilli, MDMVM- modified perimicrovillar membrane. A and B Ascending midgut, microvilli are longer in this area. Microvilli are completely stuck together which called Lamellae, C and D- Descending midgut, EP- Epithelial cells. BM-Basal membrane.

غشاهای پریمیکروویلار تغییر یافته^۲ هستند. غشاهای پریمیکروویلار غشایی هستند که در راسته نیم‌سخت‌بال‌پوشان (Hemiptera) دیده شده‌اند و وظیفه مهمی در فرایندهای هضم و جذب دارند، ولی در شته‌ها به صورت غشاهای پریمیکروویلار تغییر یافته مشاهده می‌شوند. شته‌ها و سفید بالک‌ها هر دو، در گروه Sternorrhyncha قرار داده شده‌اند. این حشرات از آوند آبکش تغذیه کرده و به همین دلیل

این ساختمان در شته‌ها نیز دیده شده است و ساختاری به نام ترابیکول^۱ موجب اتصال بین دیواره‌های جانبی میکروویلی است (۱۰ و ۱۱). وزیکل‌هایی در اطراف هسته (N) دیده شد که حاوی غشاهای در هم پیچیده و متراکمی هستند (شکل ۲ قسمت A). در شته *Acyrtosiphon pisum* نشان داده شده است که این غشاها همان

پری میکروویلار تغییر یافته متصل هستند. یک عمل اصلی نسبت داده شده به این آلفا گلوکوزیداز تجزیه ساکارز است که پس از جذب فروکتوز از فشار اسمزی غذای بلعیده شده کاسته می شود (۳). همچنین نشان داده شده است که *B. tabaci* می تواند پروتئین های موجود در غذای مصنوعی را جذب کند، ولی هیچ گونه فعالیت آنزیمی مربوط به آنزیم تجزیه کننده پروتئین در معده آن مشاهده نشده است (۶). در این مطالعه هیچ فعالیتی از آنزیم آلفا گلوکوزیداز در معده *B. tabaci* مشاهده نشد. فعالیت دو آنزیم آلفا و بتا گلوکوزیداز که در غشاهای معده میانی شته ها فعال است، مورد بررسی قرار گرفت که فعالیت ویژه آنزیم آلفا گلوکوزیداز ۳۴٪ و بتا گلوکوزیداز ۵۳٪ به دست آمد، که این میزان فعالیت ویژه قابل توجه نیست و به نظر می رسد این آنزیم ها متصل به غشاهای مذکور در دستگاه گوارشی *B. tabaci* بیوتیپ B نمی باشند و آنزیم های دیگری مانند آمینوپپتیداز نیز باید آزمایش گردد.

غشاهای تغییر یافته پری میکروویلار به صورت وزیکل های کوچک از لابه لای میکروویلی ها به درون فضای معده فرستاده می شوند. غشاهای پری میکروویلار تغییر یافته MDMVM، تاکنون در مگس های سفید توصیف نشده اند که در شکل ۲ مشاهده می شوند. غشاهای میکروویلی MV و پری میکروویلار تغییر یافته MDMV احتمالاً محل اتصال ویروس و در واقع جایگاه گیرنده بگومو ویروس های گردشی است (۶).

از اهداف آینده نگر برای کنترل بگومو ویروس ها اخلاص در انتقال توسط ناقل می باشد. این اهداف با جداسازی غشاهای درگیر در مسیر گردشی بگومو ویروس ها و شناخت و جداسازی گیرنده های این ویروس ها در بدن سفیدبالک ناقل امکان پذیر می گردد. پاتوژن های قابل انتقال با ناقلین حشره ای مانند بگومو ویروس های گیاهی جزء مخرب ترین بیمارگرها هستند، چرا که این بیمارگرها توسط ناقلین خود قادرند در زمان کوتاه در نواحی وسیعی منتشر شوند. از همین رو تعداد ناقلین حشره ای که می توانند چنین بیمارگرهایی را منتقل کنند از عوامل تعیین کننده نقش پاتوژن در ایجاد خسارت می باشند. مطالعات انجام شده در مورد پاتوژن های قابل انتقال با ناقلین نشان داده که گیرنده های اختصاصی در بدن حشره ناقل و لیگاند های هم کنش کننده با این گیرنده ها در پاتوژن مسئول برقراری ارتباط اختصاصی هستند که شرط لازم انتقال است. گیرنده ها به عنوان درجه بالای اختصاصیت ناقلی شمرده می شوند و شناسایی آن ها اهمیت زیادی دارند زیرا باعث فرصت هایی برای کنترل بیماری های ویروسی گیاهان می شوند.

غلظت سوکروز در درون معده آنها تا یک مولار می رسد (۶، ۷، ۸ و ۹). این غلظت از سوکروز فشار اسمزی تا حدود سه برابر فشار اسمزی همولنف ایجاد می کند و بنابراین می تواند موجب انتقال آب از همولنف و سلول های اپی تلیال به درون معده گردد. در شته ها و سفیدبالک ها برای اینکه با این فشار اسمزی مقابله گردد، میکروویلی ها با اتصالات محکمی به هم دیگر چسبیده اند (شکل ۲). به دلیل وجود این ساختار، غشاهای پری میکروویلار که در حشرات راسته جوربالان تکامل یافته اند، به شکل تیپیک خود وجود ندارند. در عوض غشاهایی که در سیتوپلاسم سلول های (اجسام گلژی) ساخته می شوند، از لابه لای میکروویلی ها به درون فضای معده راه می یابند (شکل ۲، A).

در شکل (۲، A و B) تصویر بخشی از معده میانی بالارونده نمایش داده شده است. در این بخش از معده میانی میکروویلی ها بلندتر و منظم تر کنار هم قرار گرفته اند و فضای درونی معده وسیع تر و از کریستال های غذایی پر شده است. در اینجا نیز غشاهای تغییر یافته پری میکروویلار (MDMVM) در وزیکل هایی در درون سیتوپلاسم ظاهر شده و سپس از لابه لای میکروویلی ها وارد فضای داخلی معده شده اند.

دستگاه گوارش در این حشرات این گونه تکامل یافته که بخشی از روده عقبی که قابلیت دفع آب و مواد ناخواسته را دارد، به ابتدای معده میانی در ساختمان پیچیده ای به نام اتاق پالایش متصل شده است. تحقیقات قبلی نشان داده که وجود ویروس ها در اتاق پالایش بیشترین جمعیت را دارد و پس از آن بیشترین تعداد ویروس ها در معده میانی دیده شد. اگر ویروس ها در انتهای معده میانی بالارونده وارد سلول نشوند، مقصد بعدی آن ها روده عقبی خواهد بود و سپس دفع می شوند. بنابراین به احتمال زیاد گیرنده های اصلی ویروس ها باید در ابتدای معده میانی یعنی معده میانی پایین رونده باشد. این گیرنده ها می توانند پروتئین های مختلف متصل به غشاء میکروویلی ها باشند. به دلیل اینکه در شته ها و سفیدبالک ها برخلاف سایر حشرات نیم سخت بال پوش غشاهای پری میکروویلار از نوک میکروویلی ها رها شده و ارتباط فیزیکی خود را با میکروویلی حفظ نمی کنند، احتمال اینکه گیرنده های ویروس روی این غشاها باشد کاهش پیدا می کند (۶، ۷، ۸ و ۹). برای پی بردن به ماهیت این گیرنده ها لازم است غشاهای مختلف معده میانی پایین رونده، از جمله غشاهای پایینی که در تماس با همولنف هستند، خالص شده و پروتئین های متصل به آنها استخراج شوند. مطالعه آنزیم های متصل به غشاء در سلول های معده میانی می تواند به مشخص شدن جایگاه دقیق این گیرنده ها کمک کند. در شته *Acyrtosiphon pisum* مشخص شد که آنزیم های آلفا گلوکوزیداز و یک سیستئین پروتئیناز شبیه کاتپسین ها به غشاهای

منابع

- 1- Allahyari M., Bandani A.R., and Habibi-Rezaei M. 2010. Subcellular fractionation of midgut cells of the sunn pest *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae): enzyme markers of microvillar and perimicrovillar membranes, *Journal of Insect Physiology* 56(7): 710-717.
- 2- Blanc S., Uzest M., and Drucker M. 2011. New research horizons in vector-transmission of plant viruses. *Current Opinion in Microbiology* 14: 483-491.
- 3- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72: 248-254.
- 4- Castillo J.N., Olive E.F., and Campos F.F. 2011. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual Review of Phytopathology* 49: 219-48.
- 5- Cristofolletti P.T., Ribeiro A.F., Derasion C., Rahbe Y., and Terra W.R. 2003. Midgut adaptation and digestive enzyme distribution in a phloem feeding insect, the pea aphid *Acythosiphon pisum*. *Journal of Insect Physiology* 49: 11-24.
- 6- Czosnek H., Ghanim M., and Ghanim M. 2002. The circulative pathway of begomoviruses in the whitefly vector *Bemisia tabaci* insights from studies with Tomato yellow leaf curl virus. *Association of Applied Biologists* 140: 215-231.
- 7- De Barro P.J., Liu S.S., Boykin L.M., and Dinsdale A.B. 2011. *Bemisia tabaci*: A statement of species status. *Annual Review of Entomology* 56: 1-19.
- 8- Ghanim M., Rosell R.C., Campbell L.R., Czosnek H., Brown J.K., and Ullman D.E. 2001. Digestive, salivary, and reproductive organs of *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) (Hemiptera: Aleyrodidae) B type. *Journal of Morphology* 248: 22-40.
- 9- Kanakala S., and Ghanim M. 2018. "Whitefly-transmitted begomoviruses and advances in the control of their vectors," In B.L. Patil. *Genes, Genetics and Transgenics for virus resistance in plants*. Ciaster Academic Press., U.K. 201-220.
- 10- Salvucci M.E. 2000. Effect of the β -glucosidase inhibitor, bromoconduritrol, on carbohydrate metabolism in the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 45: 117-128.
- 11- Silva C.P., Ribeiro A.F., and Terra W.R. 1996. Enzyme markers and isolation of the microvillar and perimicrovillar membranes of *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae) midgut cells. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 26: 1011-1018.



Details of Digestive Organ of *Bemisia tabaci* Biotype B, the Vector of Begomoviruses by Electron Microscopy

M. Rastegar^{1*}- M. Allahyari²- S. Gharouni Kardani³

Received: 26-06-2019

Accepted: 05-11-2019

Introduction: Whitefly, *Bemisia tabaci* Bemisia (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) is the key pest of many crops worldwide, directly damages the plant by feeding and indirectly by transmitting the virus. The *Begomoviruses* in the family *Geminiviridae* are transmitted by *B. tabaci* through a circulative and persistent manner. For some insect vectors of plant viruses like aphids, information has been collected regarding their digestive tract anatomy and cell structure in relation to the formation of virus receptor for successful transmission. In *B. tabaci*, such structural details are poorly understood. This study was performed to determine the details of the digestive organs of *B. tabaci*.

Materials and Methods: Ultrathin sections from important regions of the digestive tract of the insect were prepared and studied by electron microscopy according to a conventional procedure (Cristofaletti *et al.*, 2003). After dissection of the alimentary tract, the tissue was fixed in Karnovsky solution and Osmium tetroxide, 8 and 1.5 hours, respectively. After rinsing in sodium cacodylate buffer, the tissue was dehydrated in successive alcohols grades. Then the tissue was embedded in resin and ultrathin sections (50 nm) were prepared using a U3 ultra-microtome. These sections were stained in Uranyl acetate and Lead Citrate then were examined by a Philips CM10 electron microscope.

Alimentary canal of *B. tabaci* was dissected in a few drops of 260 mM NaCl buffer located on a microscope slide on top of an ice block. Dissected tissues were homogenized in a motorized potter-elvehjem homogenizer (Teflon pestle, 0.1 mm clearance) for 3 minutes at 500 rpm. Enzyme assay methods were according to (Allahyari *et al.*, 2010). Briefly, α and β -glucosidase activity were measured using 5 mM α and β -D, 4-nitrophenyl glucopyranoside in 50 mM citrate-phosphate buffer pH 5.0, respectively, based on the appearance of p-nitrophenol in the solution. Protein concentration was measured according to the method of Bradford (1976), using bovine serum albumin (Bio-Rad, Munchen, Germany) as a standard.

Results and Discussion: Observations showed that ascending and descending midgut are composed of thick epithelial cells with microvilli (MV) extending into the large lumen. These microvilli appeared to join each other and tighten by trabeculae. Furthermore, the Modified Premicrovillar Membranes (MDPMV) are sent into the lumen through the inter-lamellar space in the form of small vesicles between microvilli (fig. 2, A). These membranes are synthesized in Golgi cisternae and then fused with the microvillar membrane at the base of microvilli. Based on our knowledge this is the first report describing MPMV in *B. tabaci*. The receptor position for begomoviruses is probably on microvillar membrane as reported by other vectors however, MDPMV may have some roles in virus transmission processes. In order to study the possibility of isolating these membranes, we measured the activity of membrane-bound enzymes, α and β -glycosidase reported in other Hemipteran insects (Silva *et al.*, 1996). Assessing specific activities of these enzymes showed that they were not present or active in *B. tabaci* gut. The specific activity of α and β -glycosidase in the gut homogenate of *B. tabaci* were 0.34 and 0.053 mU/mg protein whereas in *Eurygaster integriceps* first part of midgut homogenate mean specific activity of these enzymes were 316.97 and 27.93, respectively (Allahyari *et al.*, 2010). Previous research also found that other enzymes may be involved in trehalose formation and decreasing osmotic pressure due to high sucrose concentration in phloem sap (Salvucci, 2000).

Conclusion: Binding sites of the virus particles on an inner surface of the alimentary canal, which most probably has a role in the absorbing region of this organ, the midgut and the inner surface of the midgut are covered by microvilli. Thus the virus particles firstly must be bind to the microvillar membrane. Glycoproteins and other transmembrane proteins are possible binding sites. Modified perimicrovillar membranes also may have

1- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Isfahan, Iran,

(*- Corresponding Author Email: m.rastegar@areeo.ac.ir)

2- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Shiraz, Iran

3- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Mashhad, Iran

an important role in virus transmission and digestion. In the process of digestion free amino acids that are abundant in phloem sap are trapped in the MDPMV and in this way making amino acid absorption easier by increasing the concentration of amino acids (Cristofolletti *et al.*, 2003). In order to study the physiology of virus interaction with midgut, it is necessary to isolating microvillar and perimicrovillar membrane. Investigations using other candidate enzymes like aminopeptidase and also lectin binding properties are powerful markers to isolate these membranes for future studies.

Keywords: *Bemisia tabaci*, Histology, Midgut structure, TYLCV

ارزیابی اثرات کودهای آلی و زیستی بر ماندگاری علف کش تریفلورالین در خاک با استفاده از روش گاز کروماتوگرافی

مجید برزویی^۱ - ابراهیم ایزدی دربندی^{۲*} - محمد حسن راشد محصل^۳ - مهدی راستگو^۴ - محمد حسن زاده خیاط^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و زیستی بر پایداری علف کش تریفلورالین در خاک آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد کودهای آلی (اسید هیومیک ۸۵ درصد و اسید فولیک ۱۲ درصد)، کودهای زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲) و مخلوط آن‌ها و مقادیر کاربرد تریفلورالین در سه سطح صفر، ۴۸۰ و ۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (ترفان تجاری با خلوص ۴۸ درصد) بودند. برای تعیین غلظت تریفلورالین در خاک، ۰، ۳، ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از کاربرد آن، نمونه‌گیری از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. استخراج باقیمانده تریفلورالین از خاک به روش میکرو استخراج مایع-مایع با چگالی کم انجام و باقیمانده آن با استفاده از دستگاه GC تعیین شد. نتایج نشان دادند که ماندگاری تریفلورالین در خاک، با کاربرد کودهای آلی و زیستی کاهش یافت. بطوری که کمترین نیمه عمر آن (۵۵/۲۶ و ۴۱/۲۶ روز) به ترتیب در تیمار مربوط به کود آلی و کود زیستی و مقدار کاربرد ۴۸۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار و بیشترین نیمه عمر آن (۱۰۶/۶۴ و ۷۸/۷۷ روز) به ترتیب در کاربرد ۹۶۰ و ۴۸۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین و در شرایط بدون کاربرد کود مشاهده شد. بطور کلی بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش کاربرد کودهای آلی و بویژه کودهای زیستی می‌تواند نقش مهمی در کاهش ماندگاری علف کش تریفلورالین در خاک داشته باشند. این کودها بویژه در مزارعی که خطر خسارت پسماند این علف کش در محصولات تناوبی وجود دارد، می‌توانند نقش مهمی در کاهش آن داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: بقایای علف کش، پایداری، زیست سنجی، نیمه عمر

مقدمه

آزمایش مزرعه‌ای که توسط گروینگ و مکرچر (۸) انجام شد بقایای تریفلورالین در خاک یک سال بعد از کاربرد آن مشاهده شد. در آزمایش مزرعه‌ای دیگر توسط کوربین و همکاران (۶) بقایای تریفلورالین (۰/۰۰۶-۰/۱۴ کیلوگرم در هکتار) را ۳۰ ماه پس از کاربرد تریفلورالین گزارش کردند. باقیمانده تریفلورالین در خاک به عوامل بسیار زیادی از جمله به خصوصیات اقلیمی مانند دما، مقدار کاربرد علف کش و عمق خاک بستگی دارد (۲۴) و در شرایطی که ماندگاری آن در خاک افزایش یابد، امکان آسیب ناشی از بقایای آن بر محصولات تناوبی از جمله گندم افزایش می‌یابد. موريسون و همکاران (۱۵) گزارش کردند که با افزایش بقایای تریفلورالین در خاک خسارت آن بر گندم در تناوب افزایش یافته است. بطوری که در بیشترین مقدار باقیمانده تشخیص داده شده آن در خاک (یک میلی گرم در کیلوگرم خاک) عملکرد گندم ۳۵ تا ۴۵ درصد کاهش یافت. بطور کلی پس از کاربرد تریفلورالین در خاک سرنوشت آن در خاک تحت تأثیر سه فرایند مهم تجزیه زیستی (بیولوژیکی) تبخیر و تجزیه نوری قرار می‌گیرد و در بین آنها تجزیه زیستی از مهمترین فرایندهای

تریفلورالین علف کشی است پیش کاشت که در محصولات مختلفی از جمله دانه‌های روغنی و سبزیجات، پنبه، گوجه فرنگی و سویا برای کنترل انتخابی علف‌های یک ساله و پهن برگ‌ها بکار می‌رود (۱). علی‌رغم کارایی قابل قبول آن در کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در محصولات مختلف، باقیمانده آن در خاک از مهمترین تبعات ناشی از کاربرد آن می‌باشد که علاوه بر تأثیر سوء بر ریز جانداران خاک به محصولات تناوبی هم خسارت وارد می‌کند (۷ و ۱۴). گزارش شده است که تریفلورالین جزو علف کش‌های با نیمه عمر متوسط به بالا می‌باشد (۱۲ و ۴). در

۱، ۲، ۳ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف هرز، دانشیار، استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(Email: e-izadi@um.ac.ir)
(*) نویسنده مسئول:

۵ - استاد دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

مهم و تعیین کننده سرنوشت آن محسوب می شوند. از آنجا که امکان و سرعت انجام فرایندهای تجزیه زیستی در خاک تحت تأثیر جمعیت و فعالیت ریزموجودات خاک است. به نظر می رسد تقویت جمعیت میکروبی و نیز فعالیت آنها در خاک در تجزیه تریفلورالین نقش مهمی دارند. از این رو هر گونه دست کاری در خاک از جمله افزودن کودهای آلی به خاک، که منجر به بهبود شرایط مذکور شود، در فعالیت میکروارگانیسم ها مؤثر بوده و شرایط لازم را برای افزایش تجزیه علف کش ها بخصوص علف کش های خاک مصرفی از قبیل تریفلورالین را فراهم می کند. در این ارتباط، راند و همکاران (۱۸) نشان دادند که استفاده از کودهای دامی باعث کاهش بقایای علف کش های دی نیتروآنیلین در خاک می شوند. نامبردگان، استفاده از کودهای آلی را به عنوان روشی مؤثر برای افزایش جمعیت ریزجانان تجزیه کننده علف کش ذکر کرده اند. جینی و خانا (۱۳) در آزمایش خود نشان دادند که کودهای زیستی حاوی باکتری ریزوبیوم و باکتری های تثبیت کننده فسفر می توانند تأثیرات سوء علف کش های دی نیتروآنیلین را کاهش داده و استفاده از آنها به عنوان کودهای بیولوژیکی باعث افزایش عملکرد محصول نیز می شوند. ترنتافلیدس و همکاران (۲۵) در آزمایش تعیین بقایای تریفلورالین در خاک با استفاده از روش آنالیز دستگاهی در مزرعه نشان دادند که بقایای تریفلورالین در خاک بدون کاشت گیاه ۴۰ تا ۷۰ درصد و در خاکی که گیاه زراعی در آن کشت شده ۱۶ تا ۲۳ درصد مقدار کاربرد اولیه آن بود. نامبردگان نشان دادند که ریشه گیاهان نیز می تواند بقایای علف کش تریفلورالین را در خاک تحت تأثیر قرار دهند. لذا با توجه به نتایج مذکور استفاده از کودهای زیستی می تواند علاوه بر کاهش بقایای علف کش تریفلورالین از طریق افزایش جمعیت میکروبی باعث افزایش گسترش ریشه گیاهان به عنوان عامل ثانوی مؤثر بر جمعیت میکروبی و تجزیه تریفلورالین،

افزایش عملکرد محصول را نیز سبب شوند. از آنجایی که تریفلورالین یکی از علف کش های مهم کشور است که در محصولات مختلفی از جمله پنبه بکار می رود و با توجه به این که در ارتباط با ماندگاری علف کش تریفلورالین در خاک مطالعه ای در کشور انجام نشده است این مطالعه با هدف بررسی ماندگاری و نیمه عمر آن در خاک و ارزیابی تأثیر مواد آلی و زیستی مختلف بر پایداری آن در خاک، در شرایط مزرعه ای انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش به منظور تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی و مقدار کاربرد علف کش تریفلورالین بر تجزیه و نیمه عمر آن در خاک در زراعت پنبه در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی ۳۶° ۱۴۴۳۳' و عرض جغرافیایی ۵۹° ۴۰۳۴۱' شمالی و ارتفاع ۹۵۴ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۵۲ میلی متر، متوسط درجه حرارت سالانه ۱۶ درجه سانتی گراد و حداکثر و حداقل مطلق سالانه به ترتیب ۳۹ و ۲۱- درجه سانتی گراد می باشد. متوسط درجه حرارت در فصل تابستان ۲۶ درجه سانتی گراد و در فصل زمستان ۷ درجه سانتی گراد است. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک تعیین شده است (۱۶). قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک به طور تصادفی نمونه گیری و به منظور تعیین میزان ماده آلی خاک، میزان عناصر نیتروژن، فسفر، PH و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of soil testing

نسبت (%)	سیلت (%)	ماده آلی (%)	رس (%)	شن (%)	نیتروژن (ppm)	فسفر (ppm)	PH	EC (ds/m)
Silt (%)	Organic (%)	Clay (%)	Sand (%)	Nitrogen (ppm)	Phosphorus (ppm)			
46	0.96	18	38	490	106.38	7.76	2.4	

ورزی در قطعه زمین مورد نظر شامل گاوآهن در پاییز سال قبل بود و دیسک و لولر در بهار سال زراعی جاری انجام شد. برای آماده سازی بهتر خاک برای اختلاط علف کش، با خاک یک دیسک به عمق ۱۰ سانتی متر زده شد. پس از قطعه بندی زمین مورد آزمایش و پیاده کردن نقشه محل کرت های طرح، اقدام به اعمال سمپاشی ترفلان شد. مقادیر مورد نظر تریفلورالین توسط سمپاش پشتی مدل ماتابی با نازل تی جت و با حجم آب ۳۰۰ لیتر در هکتار به کار برده شد. ابعاد کرت های آزمایش ۵×۳ متر بودند، که بین هر کرت علاوه بر جوی

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد کودهای آلی (اسید هیومیک ۸۵ درصد و اسید فولیک ۱۲ درصد)، کودهای زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲) و مخلوط آنها و مقادیر کاربرد تریفلورالین در سه سطح صفر، ۴۸۰ و ۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (ترفلان تجاری با خلوص ۴۸ درصد) بودند. برای این منظور قطعه زمینی که به مدت ۵ سال بدون سابقه کاربرد کود شیمیایی، آلی، زیستی و آفت کش بود، انتخاب شد، که تناوب دو سال قبل آن آیش و جو بود. عملیات خاک

میکرو تیوب سرپیچ دار منتقل تا زمانی که هگزان کاملاً تبخیر شود. نمونه‌های آماده شده تا زمان تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی در فریزر و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در زمان تزریق نمونه به دستگاه گاز کروماتوگرافی، ۵۰ میکرو لیتر هگزان اضافه و ۳ میکرو لیتر آن با سرنگ هامیلتون ۱۰ میکرو لیتری به دستگاه تزریق شد. نمونه در فاصله تزریق در دمای ۵ درجه زیر صفر در فریزر نگهداری شد، تا از تبخیر هگزان جلوگیری شود (۱۱).

شرایط GC در زمان تزریق نمونه‌ها

دمای محفظه تزریق ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و دمای اولیه آون ۹۰ درجه سانتی‌گراد بود، که برای یک دقیقه در این دما باقی مانده و سپس با سرعت ۱۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسید، و مدت ۸ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد بود سپس با سرعت ۲۸ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای نهایی ۲۲۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم و به مدت ۵ دقیقه در آن باقی بود، مدت زمان یک آنالیز GC، ۲۶ دقیقه بود. دمای آشکار ساز ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. گازهای مورد استفاده در آشکار ساز: هیدروژن خالص ۹۹/۹۹ درصد با سرعت جریان ۳۰ میلی‌لیتر بر دقیقه و هوای خالص ۹۹/۹۹٪ با سرعت جریان ۳۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه بودند. که هر دو از شرکت سیلان تهیه شده بودند.

تهیه محلول‌های استاندارد

جهت کالیبره کردن دستگاه و رسم منحنی استاندارد، محلول مادر^۱ تریفلورالین با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در هگزان از ماده تکنیکال ۹۵٪ جامد آن تهیه شده و دور از نور و در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد. سپس محلول‌های ۱/۵، ۲، ۳، ۴، ۵ پی‌پی‌ام از رقیق نمودن از محلول مادر در هگزان تهیه شدند. سپس به دستگاه GC تزریق و محل ظهور، زمان بازپایی (۱۵/۵۲) و سطح زیر منحنی محلول‌های استاندارد مشخص شد (جدول ۲). واسنجی استاندارد تریفلورالین بر حسب غلظت در زیر منحنی با نرم‌افزار اکسل و بر اساس نتایج حاصل و معادله خط با یک همبستگی برابر با ۰/۹۸ به دست آمد (شکل ۱). مبنای تعیین غلظت نمونه‌های مجهول، معادله بدست آمده از منحنی محلول‌های استاندارد بود که با بدست آوردن سطح زیر منحنی نمونه‌های مجهول، غلظت آن‌ها بدست آمد.

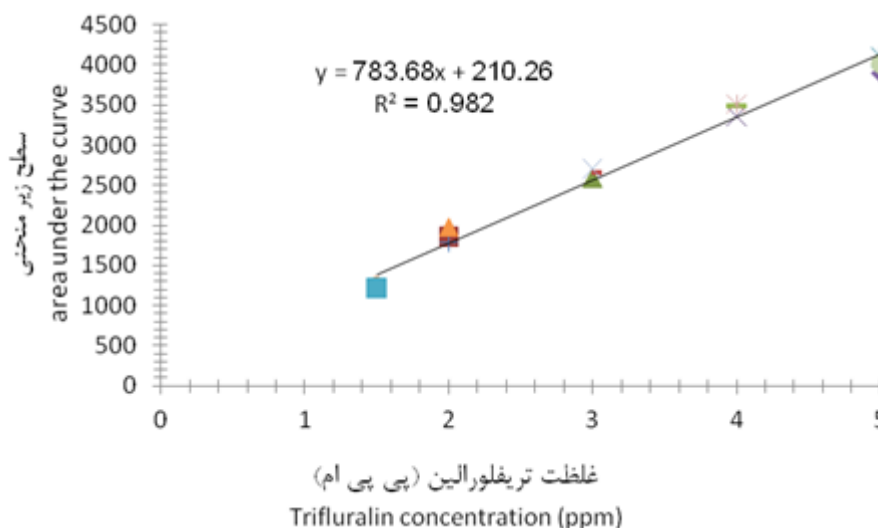
آب، داخل بلوک یک جوی برای ممانعت از ورود فاضلاب بلوک‌های بالا دست به کرت‌های بلوک بعدی در نظر گرفته شد. یک هفته بعد از سمپاشی اقدام به کشت پنبه، رقم ورامین به صورت دستی با فواصل ۴۰ سانتی‌متر و تراکم ۶۲ هزار بوته در هکتار شد. در طول فصل میزان آبیاری کرت‌ها با دبی ۰٫۵ لیتر در دقیقه به مدت ۵ دقیقه برای هر تیمار یکسان بود. یک روز پس از کاشت، همزمان با آبیاری اول، سطوح مختلف کودهای آلی به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار (اسید هیومیک و اسید فولیک) و کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارو ۲ به ترتیب ۵ لیتر و ۱۰۰ گرم در هکتار به خاک اعمال شد. نمونه‌گیری از خاک در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری و توسط یک مته به قطر ۳ سانتی‌متر، بلافاصله پس از کاربرد، ۳، ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از کاربرد تریفلورالین انجام شد. در هر بار نمونه‌گیری ۱۰ نقطه از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و پس از اختلاط نمونه‌های خاک، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور کاهش تجزیه نوری تریفلورالین، نمونه‌گیری در غروب آفتاب انجام شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه به منظور جدا کردن ذرات شن، سنگ و بقایای گیاهی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس یک نمونه خاک ۱۰۰ گرمی از هر نمونه آن به پلاستیک‌های مخصوص ریخته و در فریزر در دمای ۲۲- درجه سانتی‌گراد تا زمان استخراج تریفلورالین نگهداری شدند و بقیه خاک‌ها در آزمایش زیست‌سنجی در گلخانه تحقیقاتی مورد استفاده قرار گرفتند.

استخراج تریفلورالین از خاک

برای این منظور ابتدا ۵ گرم از نمونه خاک (مخلوط سه تکرار مزرعه) را به لوله‌های سانتریفوژ ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و ۱۰ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه شد و با استفاده از دستگاه اولتراسونیک مدل برانسون ۱۵۱۰ به مدت ۲۰ دقیقه در معرض امواج فراصوت قرار داده شدند، تا به طور کامل با هم مخلوط شوند (امواج فراصوت به محلول کمک می‌کند تا حلال با کیفیت بهتر و بیشتری در معرض علف‌کش تریفلورالین قرار گیرند و عملیات استخراج علف‌کش از خاک با کارایی بیشتری صورت گیرد (۱۱)). سپس به مدت ۱۱ ساعت در یخچال در دمای ۴ درجه نگهداری شد. پس از آن به مدت ۵ دقیقه با استفاده از دستگاه سانتریفوژ مدل sigma 3/30k با دور ۵۰۰۰ سانتریفوژ شد. سپس ۶ میلی‌لیتر از متانول سانتریفوژ شده را از لوله به بالن ۱۰ میلی‌لیتری منتقل و ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال به آن اضافه شد و به مدت ۱ دقیقه بشدت تکان داده و ۴ میلی‌لیتر آب دیونیزه به بالن اضافه و ۲۰ دقیقه با ۳۵۰ دور در دقیقه شیک شدند. بعد از اتمام این مرحله ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال را از بالن به میکروتیوب ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل و به مدت ۶۰ ثانیه با ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ انجام شد تا ذرات احتمالی معلق در آب ته نشین شوند. ۰/۵ میلی‌لیتر از هگزان را به

جدول ۲- خصوصیات و زمان بازیابی منحنی استاندارد تریفلورالین
Table 2- Characteristics and retention time of trifluralin standard curve

نام منحنی Curve name	سطح زیر منحنی area under the curve	غلظت (پی پی ام) Concentration (ppm)	زمان بازیابی Retention time
استاندارد تریفلورالین Trifluralin standard	2474	1.50	15.50



شکل ۱- منحنی کالیبراسیون مربوط به واسنجی استاندارد علف کش تریفلورالین
Figure 1- Calibration curve of trifluralin herbicide standard

شده و s^2b_1 و s^2b_2 انحراف معیار آن‌ها می‌باشند.

$$T = \frac{b_2 - b_1}{\sqrt{s^2b_1 + s^2b_2}} \quad \text{معادله ۴}$$

نتایج و بحث

تأثیر مقدار کاربرد تریفلورالین بر ماندگاری آن

بر اساس نتایج حاصل از برازش داده‌ها به معادله سینتیکی درجه اول، سرعت تجزیه تریفلورالین در مقادیر کاربرد آن در شرایط بدون کاربرد کود، روند متفاوت و معنی‌داری نداشت، اما این روند در تیمارهای کودی معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۳). در حالی‌که اختلاف معنی‌داری در باقیمانده تریفلورالین در مقادیر کاربرد آن در طول فصل مشاهده شد (شکل ۲). از سوی دیگر مقایسه نیمه عمر تریفلورالین در مقادیر کاربرد آن نشان داد که پایداری تریفلورالین در تیمار ۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (۱۰۶/۶۴) اختلاف معنی‌داری با تیمار ۴۸۰ گرم

جهت تحلیل نتایج آزمایش، آنالیز رگرسیون داده‌های حاصل از برازش میانگین داده‌های مربوط به تکرارهای تیمارهای آزمایش به معادله سینتیکی درجه اول (معادله ۱) در نرم‌افزار Sigma plot Ver ۱.۱ استفاده شد.

$$C_t = C_0 \exp^{-kt} \quad \text{معادله ۱}$$

که در آن C_t غلظت تریفلورالین در زمان t ، C_0 غلظت اولیه تریفلورالین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) و K سرعت تجزیه (میلی گرم در کیلوگرم خاک در روز) هستند. نیمه عمر و زمان لازم برای تجزیه ۹۰ درصد تریفلورالین (DT_{90}) نیز با توجه به سرعت تجزیه تریفلورالین در معادله فوق از معادله‌های (۲) و (۳) محاسبه شدند (شانر و هنری، ۲۰۰۷).

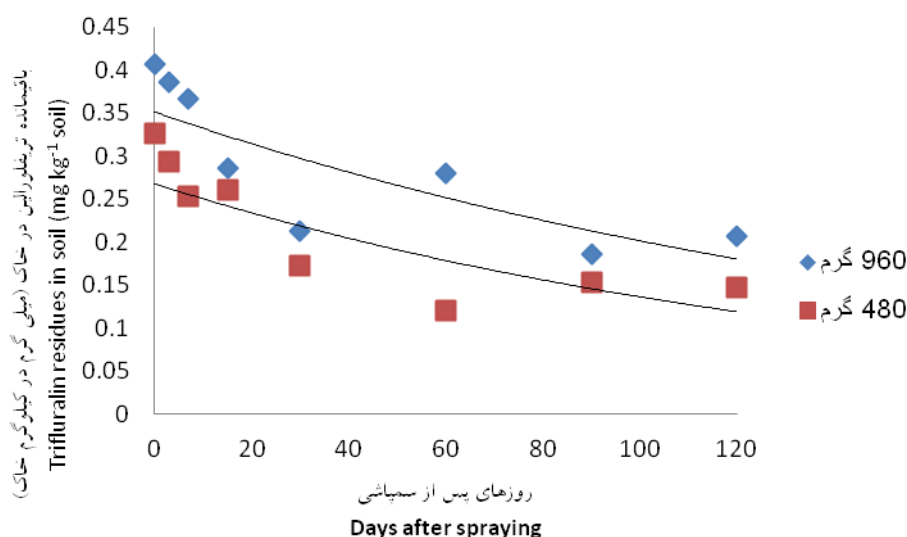
$$DT_{50} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.693}{k} \quad \text{معادله ۲}$$

$$DT_{90} = \frac{\ln 10}{k} = \frac{2.3}{k} \quad \text{معادله ۳}$$

از معادله ۴ نیز به منظور بررسی اختلاف معنی‌داری خطوط برازش شده استفاده شد. که در آن b_1 و b_2 شیب خطوط برازش داده

ماده مؤثره در هکتار (۷۸/۷۷) داشت (جدول ۲). با این وجود، روند تغییرات باقیمانده تریفلورالین در خاک در این آزمایش از معادله سینتیکی درجه اول تبعیت می کرد که در تطابق با گزارش های سایر محققین است. در این ارتباط راند و همکاران (۱۸) گزارش کردند که مقدار کاربرد علف کش های تریفلورالین و پندیمتالین بر نیمه عمر و پایداری علف کش های مذکور مؤثر است و سرعت تجزیه آن ها در شرایط مزرعه ای و روند تغییرات باقیمانده این علف کش ها در خاک از معادله سینتیکی درجه اول پیروی می کرد. حال اینکه برگر و همکاران (۴) در بررسی تأثیر مقادیر مختلف کاربرد علف کش های تریفلورالین، متابینزیاورون و مت سولفورون متیل بر پایداری آن ها نشان دادند که مقدار کاربرد فقط بر علف کش متابینزیاورون تأثیرگذار بود، بطوری که نیمه عمر آن از ۱۴۹ روز در مقدار توصیه شده به ۲۶۶ روز در تیمار ده

برابر مقدار توصیه افزایش یافت. بطور کلی اعتقاد بر این است که کاربرد آفت کش ها در مقادیر بیشتر از توصیه شده بر سرعت تجزیه و غلظت نهایی آن ها تأثیرگذار است و منجر به افزایش باقیمانده آن در محیط می شود (۲۳) که در تطابق با نتایج این آزمایش می باشد. در این ارتباط ساختار مولکول علف کش و شرایط محیطی که علف کش در آن به کار می رود بی تأثیر نیست (۲۷). تورگیت و همکاران (۲۸) نیز در مطالعات خود بر روی علف کش تریفلورالین گزارش کردند که با وجود کاربرد کم این علف کش، احتمال خسارت آن بر محصولات تناوبی بدلیل زیست ماندگاری بالای آن زیاد است و افزایش کاربرد علف کش باعث صدمه و خسارت به محصولات حساسی مانند ذرت می شود.



شکل ۲- تأثیر مقدار کاربرد تریفلورالین بر بقایای آن در خاک در طول زمان، در تیمار شاهد بدون کاربرد کود
Figure 2- The effect of trifluralin application rate on its soil residue over time, in control treatment without fertilizers

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده توسط معادله سینتیکی درجه اول و طول عمر تریفلورالین در تیمارهای مربوط به مقادیر کاربرد تریفلورالین

Table 3- Estimated parameters by first order kinetic equation and trifluralin half life affected by trifluralin application rate

مقدار کاربرد علف کش (گرم ماده مؤثره در هکتار) Herbicide rate (g a.i. ha ⁻¹)	K (میلی گرم در کیلوگرم خاک در روز) (mg kg ⁻¹ soil)	C ₀ (%) C 0 (%)	DT ₅₀ (روز) (day)	DT ₉₀ (روز) (day)	سطح احتمال Probability level	R ²
480	0.0088(0.0023)*	103.87	78.77	261.65	0.0083	0.87
960	0.0065(0.0019)	96.14	106.64	354.24	0.00143	0.84

*خطای استاندارد

DT₅₀ و DT₉₀ به ترتیب نشانگر مدت زمانی است که ۵۰ و ۹۰ درصد علف کش تجزیه می شود.

K ضریب تجزیه (میلی گرم در کیلوگرم خاک در روز) و C₀ غلظت اولیه تریفلورالین در خاک (درصد نسبت به شاهد)

*standard error

DT₅₀ and DT₉₀ time indicator is respectively 50 and 90% of herbicides decomposed.

K, coefficient of degradation (mg kg⁻¹ soil day) and C₀ initial concentration of trifluralin in soil (%to control)

یولداگ و همکاران (۲۹) در مطالعات خود بر روی این علف‌کش، نیمه عمر آن را ۱۲۰ روز گزارش کردند آن‌ها همچنین نشان دادند که رطوبت، بافت خاک، و دما از دیگر عوامل مؤثر بر پایداری آن در خاک می‌باشند، به طوری که در کشت ذرت بعد از پنبه ۷۰ درصد خسارت به محصول ذرت مشاهده شد. از این رو توجه به مقدار مورد نیاز کاربرد علف‌کش در مزرعه با توجه به نوع محصول در تناوب و شرایط اقلیمی و خاک مهم می‌باشد.

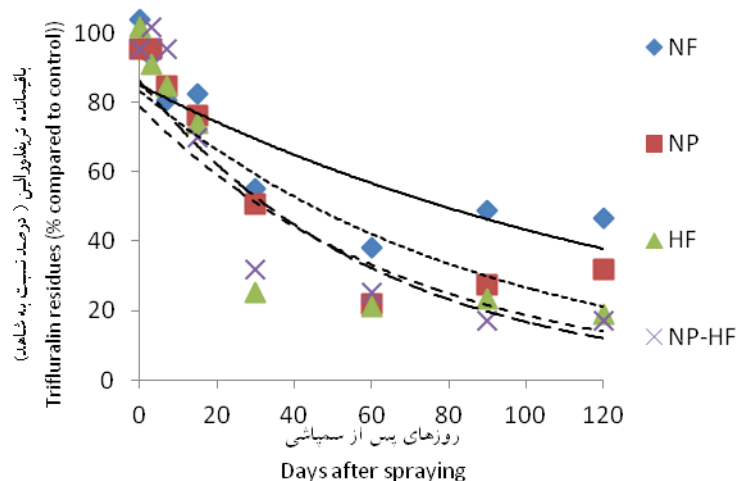
تأثیر کاربرد کودهای آلی بر روند تجزیه و ماندگاری تریفلورالین در خاک

بر اساس یافته‌های حاصل از آزمایش، کاربرد کود آلی و زیستی منجر به افزایش سرعت تجزیه تریفلورالین در خاک شدند (شکل‌های ۲ و ۳). بطوری که در همه تیمارهای دارای کود آلی (اسید هیومیک و اسید فولیک) و کود زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲) و مخلوط آن‌ها سرعت تجزیه تریفلورالین نسبت به تیمار فاقد کود، بیشتر بود. همچنین پایداری تریفلورالین در همه تیمارهای دارای کود آلی و زیستی و مخلوط آن‌ها کمتر بود (جدول‌های ۳ و ۴). احتمالاً به نظر می‌رسد یکی از دلایل مهم کاهش پایداری تریفلورالین به دلیل فعالیت بیشتر باکتری‌های تجزیه کننده در تیمارهای دارای کود آلی و زیستی می‌باشد. نتایج نشان دادند که در بین تیمارهای کودی بکار برده شده در خاک، کود آلی که حاوی اسید هیومیک و اسید فولیک بود نسبت به کود زیستی که حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و فسفر بود، تأثیر بیشتری بر تجزیه تریفلورالین در خاک داشت و در تیمارهای مذکور، تریفلورالین نیمه عمر کمتری داشت. با توجه به نتایج حاصل ضریب تجزیه تریفلورالین در شرایط کاربرد کود آلی نسبت به تیمار شاهد، در دو سطح ۴۸۰ و ۹۶۰ گرم تریفلورالین در هکتار به ترتیب ۲/۹ و ۲/۱ برابر بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۲). نیمه عمر تریفلورالین در تیمار کاربرد ۴۸۰ گرم در هکتار از ۷۸ روز در تیمار شاهد به ۲۶/۵ روز در تیمار کود آلی کاهش یافت؛ حال اینکه این روند برای تیمار ۹۶۰ گرم تریفلورالین در هکتار از ۱۰۶ به ۴۹ روز در تیمار کود آلی رسید. زمان لازم برای تجزیه ۹۰ درصد غلظت اولیه تریفلورالین (DT₉₀) نیز در تیمار کود آلی نسبت به سایر تیمارها کاهش داشت. همانطور که نتایج نشان می‌دهند نیمه عمر تریفلورالین در تیمار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در تیمار کود آلی، نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) ۳ برابر کمتر است و در تیمار ۹۶۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار این میزان ۲/۲ برابر نسبت به تیمار کود آلی است (جدول ۲). بر اساس نتایج سایر محققین نیز مواد آلی در خاک موجب افزایش جذب و تجزیه زیستی آن‌ها می‌شود (۱۷ و ۱۳). اعتقاد بر این است که کمبود عناصر غذایی و منابع انرژی مورد نیاز ریز جانداران خاک، در شرایط طبیعی محیط، سرعت تجزیه آفت‌کش

ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو افزودن کودهای آلی و زیستی به خاک‌های کشاورزی موجب تحریک رشد ریز جانداران خاک و افزایش تجزیه زیستی آن‌ها می‌شود (۱۳). در این رابطه ریز جاندارانی مانند باکتری‌های خانواده زدوموناس، برادی ریزوبیوم جاپونیکم^۱ و ازتوباکترچروکوکم^۲، به عنوان باکتری و قارچ‌های خاکری پیکلو مایسس و فیکو مایست مایکوکفا تجزیه کننده مولکول تریفلورالین شناخته شده‌اند (۲، ۵، ۸ و ۲۶)، لذا تقویت جمعیت و فعالیت‌های میکروبی خاک بویژه برای گونه‌های تجزیه کننده از طریق افزودن کودهای آلی و زیستی باعث کاهش پایداری این علف‌کش در خاک می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، مشاهده شد که تجزیه تریفلورالین در روزهای آغازین پس از کاربرد این علف‌کش در خاک از سرعت کمی برخوردار است ولی پس از گذشت یک هفته تجزیه تریفلورالین از روند سریعتری برخوردار شد. با توجه به این که نمونه برداری‌های اول تا سوم زمانی انجام شده که هنوز عملیات کشت انجام نشده بود و رطوبت خاک مزرعه به دلیل عدم آبیاری در حد کافی برای شروع فرآیندهای تجزیه نبود این مساله دور از انتظار نیست و این نتیجه با آزمایشات سایر محققین منطبق است (۱۹ و ۳۰). لذا به نظر می‌رسد پس از آبیاری اول مزرعه پنبه، با فراهم شدن آب برای تنفس و تغذیه ریز جانداران جمعیت و فراوانی باکتری‌ها و قارچ‌های تجزیه کننده افزایش یافته و روند تجزیه علف‌کش سرعت یافته است. در این ارتباط بیلناسو و همکاران (۲) در مطالعه خود با استفاده از باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس نشان دادند که این باکتری‌ها با فراهم شدن شرایط محیطی از جمله رطوبت، از مولکول علف‌کش به عنوان منبع کربن و نیتروژن استفاده کردند. نامبردگان همچنین نشان دادند که این باکتری‌ها نقش مؤثری در تجزیه زیستی این علف‌کش در خاک داشته باشند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه مشاهده شد که با افزایش مقدار کاربرد تریفلورالین در تیمار فاقد کود اختلاف معنی‌داری در روند تجزیه تریفلورالین مشاهده شد و این روند در تیمارهای کاربرد کود آلی و زیستی و مخلوط آن با افزایش مقدار کاربرد تریفلورالین در هکتار اختلاف معنی‌داری با تیمار فاقد کود بود (جدول ۳ و شکل‌های ۳ و ۴) بطوری که ضریب تجزیه (K) آنها در مقدار کاربرد ۴۸۰ گرم در هکتار در تیمارهای کود آلی، زیستی و مخلوط آن‌ها به ترتیب ۲/۹، ۱/۹، ۲/۸۶ برابر تیمار فاقد کود و در کاربرد ۹۶۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار ضریب تجزیه تریفلورالین در تیمارهای مذکور به ترتیب ۲/۲، ۱/۶، ۱/۹ برابر تیمار فاقد کود آلی بود (جدول ۲).

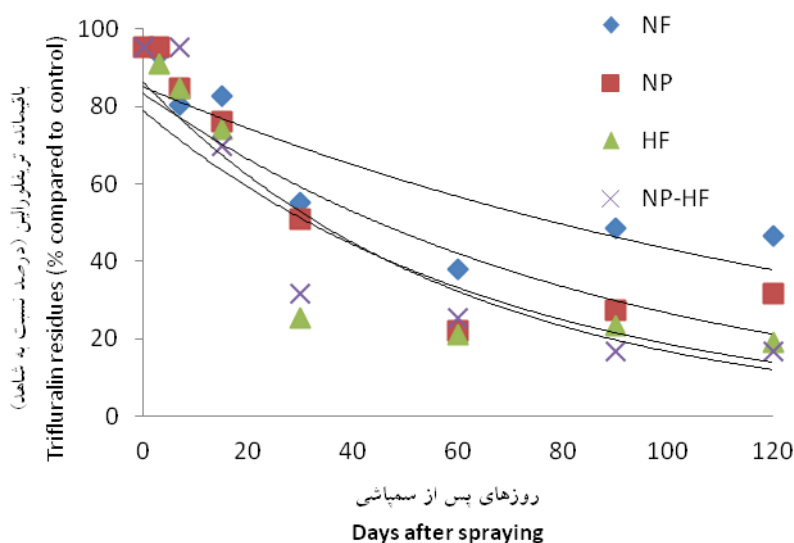
1- *Bradyrhizobium japonicum*

2- *Azotobacter chroococcum*



شکل ۳- روند تجزیه تریفلورالین در خاک در شرایط کاربرد کودهای آلی و زیستی، در کاربرد ۴۸۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار (NF: تیمار شاهد بدون کود، NP: کود زیستی، HF: کود آلی، NP-HF: کود آلی و زیستی)

Figure 3- Trend of trifluralin degradation in soil affected by organic and bio-fertilizers when trifluraline rate was 480 g a.i. ha⁻¹ (NF: control treatment without fertilizer, NP: bio-fertilizer, HF: organic fertilizers, NP-HF: organic and biological fertilizers)



شکل ۴- روند تجزیه تریفلورالین در مزرعه در شرایط کاربرد کودهای آلی و زیستی در کاربرد ۹۶۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار (NF: تیمار شاهد بدون کود، NP: کود زیستی، HF: کود آلی، NP-HF: کود آلی و زیستی)

Figure 4- Degradation of organic fertilizers and bio trifluralin in field conditions on the use of trifluralin of 960 g ai ha (NF: control without fertilizers, NP: bio-fertilizer, HF: organic fertilizers, NP-HF: organic and biological fertilizers)

جدول ۴- پارامترهای برآورد شده توسط معادله سینتیکی درجه اول و طول عمر تریفلورالین در تیمارهای آزمایش

Table 4- Estimated parameters by first order kinetic equation and trifluralin longevity affect by treatments of experiment

مقدار کاربرد علف کش (گرم ماده مؤثره در هکتار) Herbicide rate (g a.i. ha ⁻¹)	مواد آلی Organic materials	K (میلی گرم در کیلوگرم خاک در روز) (mg kg ⁻¹ soil)	C ₀ (%) C 0 (%)	DT ₅₀ (روز) (day)	DT ₉₀ (روز) (day)	سطح احتمال Probability level	R ²
480	NF	0.0088(0.0023)*	103.87	77.78	261.65	0.0019	0.84
	NP	0.0168(0.0034)	95.23	41.26	137.05	0.0025	0.94
	HF	0.0261(0.0059)	101.58	26.55	88.22	0.0046	0.95
	NP-HF	0.0252(0.0048)	95.23	51.27	37.91	0.0018	0.97
960	NF	0.0065(0.0019)	96.14	106.64	354.24	0.0143	0.88
	NP	0.0106(0.0019)	96.12	65.39	217.23	0.0016	0.94
	HF	0.0141(0.0030)	100.77	49.16	163.30	0.0036	0.93
	NP-HF	0.0125(0.0032)	94.57	55.45	184.21	0.007	0.89

*خطای استاندارد

DT₅₀ و DT₉₀ به ترتیب نشانگر مدت زمانی است که ۵۰ و ۹۰ درصد علف کش تجزیه می شود.K ضریب تجزیه (میلی گرم در کیلوگرم خاک در روز) و C₀ غلظت اولیه تریفلورالین در خاک (درصد نسبت به شاهد)

*standard error

NF: control without fertilizers, NP: bio-fertilizer, HF: organic fertilizers, NP-HF: organic and bio-fertilizers

DT₅₀ and DT₉₀ time indicator is respectively 50 and 90% of herbicides decomposed.K Factor Analysis (mg kg⁻¹ soil day) and C₀ initial concentration of trifluralin in soil (%to control)

جدول ۵- مقادیر t و مقایسه خطوط برازش داده شده در تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی و مقادیر مختلف کاربرد تریفلورالین در خاک

Table 5- The amount of t and comparison of fitted lines in organic and bio- fertilizers treatment and different application of trifluralin in soil

تیمار (Treatment)	NFH2	NPH2	HFH2	NP-HFH2
NFH1	0.79 ^{ns}	0.60 ^{ns}	1.34 ^{ns}	0.94 ^{ns}
NPH1	*2.64	1.58 ^{ns}	0.60 ^{ns}	0.91 ^{ns}
HFH1	**3.16	*2.5	1.8 ^{ns}	2.02 ^{ns}
NP-HFH1	**3.56	*2.8	1.98 ^{ns}	*2.22

ns, ** و * به ترتیب معنی دار نبودن و معنی داری در سطح یک درصد و ۵ درصد را نشان می دهد.

NF: تیمار شاهد بدون کود، NP: کود زیستی، HF: کود آلی، NP-HF: کود آلی و زیستی

H1: کاربرد ۴۸۰ گرم تریفلورالین در هکتار. H2: کاربرد ۹۶۰ گرم تریفلورالین در هکتار

ns, * and **: Significant at the 1% and 5% levels of probability and non-significant, respectively.

NF: control treatment without fertilizers, NP: bio-fertilizer, HF: organic fertilizers, NP-HF: organic and bio- fertilizers

H1: of 480 and H2: 960 g ai. ha⁻¹ of trifluralin

جینی و خانا (۱۳) در آزمایش خود نشان دادند که کودهای زیستی حاوی باکتری ریزوبیوم و و باکتری های تثبیت کننده فسفر علاوه بر بهبود عملکرد گیاهان زراعی می توانند تأثیر سوء بقایای علف کش های دی نیتروآنیلین را کاهش داده و از طرفی منجر به بهبود کنترل علف های هرز می شوند. ترنتافلیدس و همکاران (۲۵) نشان دادند که بقایای تریفلورالین در خاک مزرعه نکاشت، ۴۰ تا ۷۰ درصد و در خاکی که گیاه زراعی در آن کشت شده بود ۱۶ تا ۲۳ درصد مقدار کاربرد اولیه آن بود. نامبردگان نشان دادند که ریشه گیاهان نیز می تواند بقایای علف کش تریفلورالین را در خاک تحت تأثیر قرار دهند. با توجه به موارد مذکور به نظر می رسد استفاده از کودهای آلی و زیستی می تواند علاوه بر کاهش بقایای علف کش تریفلورالین احتمالا

به نظر می رسد این نتیجه حاصل تأثیر تجزیه زیستی و شیمیایی (هیدرولیز) بالاتر در تیمار کاربرد کود آلی باشد؛ اعتقاد بر این است که اسیدهای هیومیک و اسید فولیک علاوه بر داشتن کربن و نیتروژن فراوان در ساختار مولکولی دارای گروه های کتوزی، کربوکسیلازی، هیدروکسیلازی، فنولی و آمینی هستند که می توانند علاوه بر افزایش جمعیت میکروبی، فعالیت آنها را از طریق فراهم آوردن انرژی لازم برای این ریز جانداران را افزایش دهند (۹، ۱۵، ۲۰ و ۲۲). در این رابطه راند و همکاران (۱۸) در آزمایش خود که با استفاده از کودهای دامی انجام شد، نیمه عمر چهار علف کش از خانواده دی نیترو آنیلین را در مزرعه اندازه گیری کرد و نشان داد که پایداری این علف کش ها از جمله تریفلورالین در کاربرد کود نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت.

پنبه است علاوه بر کنترل علف‌های هرز در مراحل ابتدایی رشد و افزایش محصول آن، باعث کاهش پایداری علف‌کش در خاک می‌شود و در نتیجه احتمالاً آسیب به محصول پنبه و همچنین محصول بعدی را کاهش می‌دهد. به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده، مدیریت استفاده همزمان از علف‌کش تریفلورالین همراه با کودهای آلی و بیولوژیکی علاوه بر کنترل مؤثر علف‌های هرز باعث افزایش سرعت تجزیه تریفلورالین در خاک می‌شود.

از طریق افزایش جمعیت میکروبی در افزایش گسترش ریشه گیاهان به عنوان عامل ثانوی مؤثر بر جمعیت میکروبی و تجزیه تریفلورالین، مؤثر باشند. به نظر می‌رسد با توجه به نتایج بدست آمده ناشی از افزایش سرعت تجزیه تریفلورالین در خاک‌های داری کودهای آلی و زیستی، این فرضیه را که عامل اصلی تجزیه علف‌کش تریفلورالین در خاک، تجزیه زیستی باشد را تقویت و تأیید می‌کند. استفاده از این کودها که روشی عملی و مقرون به صرفه از نظر اقتصادی در زراعت

منابع

- 1- Anonymous. 1993. Crop rotation systems in potato production in Atlantic Canada. Eastern Canada Soil and Water Conservation Centre, Grand Falls, New Brunswick. 33 pp.
- 2- Bellinaso M.L., Greer C.V., Peralba M., Henriques J., and Gaylard E.C. 2006. Biodegradation of the herbicide trifluralin by bacteria isolated from soil. FEMS Microbiology Ecology 43: 191-194.
- 3- Benoit P., Barriuso E., and Scolas G. 1999. Degradation of 2,4-dichlorophenol, and 4-chlorophenol in soil after sorption on humified and nonhumified organic matter. Journal of Environmental Quality 28: 1127-1135.
- 4- Berger B.M., Bernd T., Menne H.J., Hackfield U., and Siebert C.F. 1996. Effects of crop management on the fates of three herbicides in soil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44: 1905-1900.
- 5- Carter G.E., and Camper N.D. 1975. Soil enrichment studies with trifluralin. Weed Science 23: 71-74.
- 6- Corbin B.R., McClelland M., Frans R.E., Talbert R.E., and Horton D. 1994. Dissipation of fluometuron and trifluralin residues after long-term use. Weed Science 42: 445-438.
- 7- Gerwing P.D., and McKercher R.B. 1992. The relative persistence of trifluralin (545 EC and 5 G) and ethafluralin in prairie soils. Canadian Journal of Soil Science 72: 255-266.
- 8- Gillespie William E., Czapar George F., and Hager Aaron G. 2011. Pesticide Fate in the Environment: A Guide for Field Inspectors. Illinois State Water Survey. Institute of Natural Resource Sustainability. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- 9- Hang M., Zhongyun C., Yuhua Z., and Meichi Min C. 2001. Effects of trifluralin on soil microbial population and the nitrogen activities. Journal of Environmental Science and Health 36: 569-579.
- 10- Helena C. 2011. Humic Acids Product Guide. California Edition. Review of Humus and Humic Acids. Research Series No. 145, March L. 1973. The South Carolina Agricultural Experiment station, Clemson University.
- 11- Helling C.S. 2005. The science of soil residual herbicides. Pages 3-22 in R.C. Van Acker, ed. Soil Residual Herbicides: Science and Management. Topics in Canadian Weed Science, Volume 3. Sainte-Anne-de Bellevue, Québec: Canadian Weed Science Society.
- 12- Jalal Hassan J., Farahanib A., Shamsipur M., and Damerchili F. 2010. Rapid and simple low density miniaturized homogeneous liquid-liquid extraction and gas chromatography/mass spectrometric determination of pesticide residues in sediment. Journal of Hazardous Materials 184: 869-871
- 13- Jeenie P., and Khanna S.V. 2011. In Vitro Sensitivity of *rhizobium* and phosphate solubilizing bacteria to herbicides. Indian Journal of Microbiology 51: 230-233.
- 14- Kanissery, R.G., Gerald, K. S. 2011. Biostimulation for the Enhanced Degradation of Herbicides in Soil. Review Article .Hindawi Publishing Corporation .Applied and Environmental Soil Science.10: 843-450.
- 15- Morrison I.N., Nawolsky K.M., Marshall G.M., and Smith A.E. 1989. Recovery of spring wheat (*Triticum aestivum*) injured by trifluralin. Weed Science 37: 784-789.
- 16- National Weather Service statistics.2000.<http://www.irimo.ir>
- 17- Pignatello J.J. 1989. Sorption dynamics of organic compounds in soils and sediments. In Reactions and Movements of Organic Chemicals in Soils. Pages 45-80. SSSA Special Publication Number 22. Madison, Wisconsin.
- 18- Rathod P.H. Patel R.B., and Jhala A.J. 2010. Persistence and management of dinitroaniline herbicides residues in sandy loam soil. International Journal of Environment and Sustainable Development 9: 53-57.
- 19- Rice C.P., Nochetto C.B., and Zara P. 2002. Volatilization of trifluralin, atrazine, metolachlor, chlorpyrifos, Endosulfan from freshly tilled soil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 4009-4017.
- 20- Senesi N. 1992. Binding mechanisms of pesticides to soil humic substances. Science Total Environment 12: 63-76.
- 21- Shaner D. L., and Henry W.B. 2007. Field history and dissipation of atrazine and metolachlor in Colorado Journal of Environmental Quality 36: 128-134.
- 22- Spanoghe P., Claeys J., Pinoy L., and Steurbaut W. 2005. Rainfastness and adsorption of herbicides on hard

- surfaces. *Pest Management Science* 61: 793–798.
- 23- Streck H.J. 2005. The science of dupotion, soil residual herbicides in Canada. Conference paper. Page 31-44 *Soil Residual Herbicides: Science and Management. Topics in Canadian Weed Science, Volume 3*. Sainte-Anne-de Bellevue, Québec: Canadian Weed Science Society.
- 24- Smith A.E., and Aubin A.J. 1994. Carry-over of granular and emulsifiable concentrate formulations of trifluralin in Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science* 74: 439-442.
- 25- Triantafyllidis V., Dimitra S.M., George H., and Konstantinou M. 2010. Persistence of trifluralin in soil of oilseed rape fields in Western Greece. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 90: 344-356.
- 26- Tiryaki O., Ülkü Y., and Sezen G. 2004. Biodegradation of Trifluralin in Harran Soil. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes* 39:747-756.
- 27- Tiryaki O., and Temur C. 2010. The Fate of Pesticide in the Environment. *J. Biol. Environ. Sci.* 4: 29-38.
- 28- Turgut C., Erdogan O., Ates D., Gokbulut D., and Cutright T.J. 2010. Persistence and behavior of pesticides in cotton production in Turkish soils. *Environmental Monitoring and Assessment* 162: 201-208.
- 29- Uludag A., Ilhan U.A.C., Ulger B., and Cakir E. 2006. The use of maize as replacement crop in trifluralin treated cotton fields in Turkey. *Crop Protection* 25: 275–280



The Effect of Organic and Biological Fertilizers on Persistence of Trifluralin Herbicide in Soil Using Gas Chromatography Method

M. Barzoei¹- E. Izadi- Darbandi^{*2}- M.H. Rashed Mohassel³- M. Rastgoo⁴- M. Hassanzadeh⁵

Received: 16-07-2016

Accepted: 08-08-2017

Introduction: Herbicides that persist in soil are of benefit to farmers seeking to control late emerging weeds in cultivated crops, and to managers looking for long-term vegetation control on rights-of-ways and industrial sites. Herbicides that persist in soil can also create problems for farmers who want to diversify their rotation into subsequent crops which may be sensitive to certain herbicide residues. Several factors mainly soil factors, climatic conditions, and herbicide properties determine the herbicides persistence in soil. Trifluralin is one of the important soil applied selective, pre-sowing or pre-emergence herbicide used to control many annual grasses and broadleaf weeds in a large variety of crops. It is a generally regarded as a moderately persistence herbicide with a half-life time of 1.5 to 6.5 months. Some studies, however, have reported higher half-life times varying from 7.5 to longer than 12 months. These results have been generally obtained at sites with very dry or very cold climates in which soil is frozen over winter. Normally Residual herbicides extend the period of weed control, increasing the efficiency of weed management practices. However, they may persist longer than desired and injure or kill subsequent rotational crops. Thus, most herbicide labels include crop rotation guidelines, but rotational restrictions are often not listed for many crops. This experiment was carried out to determine trifluralin soil persistence affected by its dose and application some organic and biofertilizers.

Materials and Methods: In order to study the effect of some organic and biofertilizers on trifluralin herbicide persistence in soil, an experiment was conducted as a factorial arrangement in completely randomized block design with three replications in a cotton field at Ferdowsi University of Mashhad. Experimental factors included trifluralin (EC 48 %) dose at two levels (480 and 960 g a.i. ha⁻¹), application of organic fertilizers at two levels (Humic acid (85 %) and folic acid (12 %) and biofertilizers application at two levels (Nitroxin and fertile phosphate²). To determine the trifluralin soil residue, soil samples were taken from 0 to 10 cm soil depth during 3, 7, 15, 30, 60, 90 and 120 days after herbicide application and were kept in a freezer (-18 °C). For trifluralin soil residue, gas chromatography technique was used. The trifluralin value recovered from soil at different time intervals for each treatment was fitted in the first order kinetic equation according to:

$$C = C_0 e^{-kt} \quad (1)$$

Where C denotes the amount of trifluralin recovered from soil at time t , C_0 is the amount of trifluralin recovered at $t = 0$ interval; k represents the degradation constant, and t is time in days. The DT50 (half-life) and DT90 (the time required to disappear 90 % of herbicide) were calculated as follows:

$$DT_{50} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.693}{k} \quad (2)$$

$$DT_{90} = \frac{\ln 10}{k} = \frac{2.3}{k} \quad (3)$$

Results and Discussion: Results showed that application of organic and biofertilizers significantly reduced trifluraline persistence in soil. The lowest trifluralin half-life time was observed for organic and bio-fertilizer application equal to 55.26 and 41.26 days, respectively, at the dose of 480 g a.i ha⁻¹ of trifluralin. The highest half-life times equal to 106.64 and 78.77 days were observed in control treatment without application of fertilizers for the trifluralin dose of 960 and 480 g. a.i ha⁻¹, respectively. Application of organic and biofertilizers plays important role in reducing of trifluralin soil residue and persistence. Therefore, the mentioned fertilizers have positive effects in fields where there is a risk of damage of trifluralin residue for rotational crops.

Keywords: Bioassays, Bio-fertilizer, Organic fertilizer, Sorghum

1, 2, 3 and 4- Former M.Sc. Student, Associate Professor, Professor and Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

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

5- Professor, Faculty of Pharmacy Mashhad University of Medical Sciences

بررسی کارایی برندهای جدید علف کش کلتودیم (الکتیو و سوپرپاور) در کنترل علف‌های هرز پیاز (*Allium cepa*) در جنوب کرمان

ابراهیم ممنوعی^{۱*} - علی رضا عطری^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۸

چکیده

به منظور بررسی کارایی کنترل علف‌های هرز پیاز با استفاده از باریک برگ‌کش‌های جدید الکتیو و سوپرپاور، پژوهشی به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در سال ۹۷-۱۳۹۶ جنوب کرمان انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از کاربرد علف‌کش‌های جدید الکتیو (کلتودیم ۲۴ درصد EC) با ساختار شیمیایی جدید به مقدار ۱/۲ لیتر در هکتار، علف‌کش جدید سوپرپاور (کلتودیم ۱۲ درصد EC) با ساختار شیمیایی جدید به مقدار ۱/۲ لیتر در هکتار، علف‌کش سلکت (کلتودیم ۲۴ درصد EC) به مقدار ۱/۲ لیتر در هکتار، گالات سوپر (هالوکسی فوپ-پی-متیل ۱۰/۸ درصد EC) به مقدار ۰/۷۵ لیتر در هکتار، نابواس (سیتوکسیدیم ۱۲/۵ درصد EC) به مقدار ۳ لیتر در هکتار، فوکوس (سیکلوکسیدیم ۱۰ درصد EC) به مقدار ۲ لیتر در هکتار، و شاهد وجین (بدون علف‌هرز) بود. کشت به صورت نشایی انجام شد. بیشترین فراوانی نسبی علف‌های هرز به ترتیب شغال‌دم^۲، علف‌پشمکی^۴، چچم^۵، علف مدیترانه‌ای^۶، علف قناری^۷ بودند. بر اساس نتایج آزمایش، اثر تیمارهای علف‌کش تاثیر معنی‌داری بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز مذکور داشت. به طوری که با کاربرد علف‌کش‌های فوکوس، سلکت و گالات سوپر زیست‌توده علف‌پشمکی، شغال‌دم، چچم، علف قناری و کل علف‌هرز بیش از ۹۴ درصد کاهش یافت. کارایی علف‌کش سوپرپاور و الکتیو در کاهش زیست‌توده علف‌های هرز آزمایش به ترتیب در علف‌پشمکی ۶۸، ۷۵ درصد، شغال‌دم ۸۰، ۷۹ درصد، چچم ۷۵، ۷۹ درصد، علف قناری ۷۹، ۷۰ درصد، کل علف‌هرز ۸۰، ۷۱ درصد بودند. با کاربرد علف‌کش‌های فوکوس، سلکت، و گالات سوپر عملکرد پیاز نسبت به شاهد بیش از ۲۵۰ درصد افزایش یافت. در حالی که با کاربرد علف‌کش سوپرپاور و الکتیو عملکرد پیاز به ترتیب با مقادیر ۵۵ و ۴۹ تن در هکتار نسبت به شاهد ۲۰۱ و ۱۶۲ درصد افزایش نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: تراکم، زیست‌توده، سیکلوکسیدیم، علف‌هرز باریک برگ، علف‌کش

مقدمه

پیاز یکی از محصولات مهم زراعی در ایران و جنوب کرمان است که سطح زیر کشت آن در ایران ۶۳ هزار هکتار و در جنوب استان

کرمان ۷/۵ هزار هکتار بوده است که بعد از خوزستان بیشترین سطح زیر کشت در کشور دارد (۳). یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید این گیاه علف‌های هرز است که از طریق رقابت بر سر آب، نور و مواد غذایی با گیاه زراعی سبب کاهش تولید در گیاه می‌گردد (۳۳). با توجه به اینکه، پیاز گیاهی کند رشد و از جثه‌ای ضعیفی برخوردار است به خصوص در مراحل اولیه رشد قدرت رقابت بسیار کمی با علف‌های هرز دارد. حضور علف‌های هرز باریک برگ بخصوص باریک برگ‌های چند ساله قادرند مشکلات جدی در زراعت این محصول ایجاد کند به طوری که سالانه خسارت زیادی به این محصول وارد کرده‌اند. در این ارتباط، لوکان هاترمن والنتی (۱۵، ۱۶) معتقد است رقابت علف‌های هرز در اوایل فصل قادر است خسارت پایدار در پیاز ایجاد کند. در همین راستا، گزارش‌های قبل نشان داده است که مقدار خسارت علف‌های هرز در پیاز ۴۶ درصد (۵)، ۶۲ درصد (۲۰) تا ۸۶ (۲۸) درصد می‌باشد. از مهم‌ترین علف‌های هرز باریک‌برگ پیاز می

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

(*)- نویسنده مسئول: (Email: e.mamnoie@areeo.ac.ir)

۲- مربی بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v33i3.74242

3- *Polypogon monspeliensis* L.

4- *Bromus tectorum* L.

5- *Lolium perenne* L.

6- Mediterranean-hair grass (*Lophochloa phleoides* (Vill.) Reichb)

7- *Phalaris brachystachys* L.

توان به، گونه‌های دمرابه‌ای کشیده^۱، یولاف وحشی^۲، علف پشمکی^۳، علف پنجه‌مصری^۴، سوروف^۵، پنجه‌مرغی^۶، اویارسلام^۷، جو وحشی^۸، چچم^۹، ارزن وحشی^{۱۰} اشاره کرد (۳۴).

کنترل شیمیایی یکی از متداول‌ترین روش کنترل علف‌های هرز در دنیا و ایران است. به طوری که، کاربرد علف‌کش‌ها از لحاظ اقتصادی و صرفه جویی در بکارگیری نیروی کارگری به عنوان یک ضرورت محسوب می‌شود. از باریک برگ‌کش ثبت‌شده در ایران می‌توان به هالوکسی فوپ ار متیل استر (گالانت سوپر)، ستوکسیدیم (نابواس)، سیکلوکسیدیم (فوکوس) و کلتودیم (سلکت) اشاره نمود (۳۴). در ارتباط با کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز مزارع پیاز تحقیقات متعددی انجام شده است. در این راستا، شیمی و نوری مقدم (۲۴) گزارش کردند علف‌کش‌های سیکلوکسیدیم، ستوکسیدیم و فلوازیفوپ (فوزیلید) قادرند علف‌های هرز باریک برگ پیاز بیش از ۵۰ درصد کنترل کنند. شیمی (۲۳) در گزارش دیگری، اظهار کرد ستوکسیدیم کارایی مطلوبی در کنترل باریک برگ پیاز دارد. ممنوعی و عطری (۱۷) نیز نشان دادند که کاربرد علف‌کش فوکوس و نابواس در پیاز قادر است علف هرز پوآ^{۱۱} به ترتیب ۷۱ و ۶۱ درصد کنترل کند. سلطانا و داس (۳۱) ادعان داشتند کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن و کوئیزالوفوپ اتیل (تارگا) کارایی مطلوبی در کنترل علف‌های هرز پنجه مرغی^{۱۲}، سوروف، الیوسین^{۱۳}، عروسک پشت پرده^{۱۴}، سلمه تره^{۱۵} دارد. در گزارش پاوال و همکاران (۱۹) نیز مشاهده شد که اکسی‌فلورفن توانست علف‌های هرز سلمک، آناگالیس، پیچک، اویارسلام و پنجه مرغی بیش از ۷۰ درصد کنترل کرد. کلینک و همکاران (۱۱) نیز بیان کردند که متولاکلر و بنتازون قادر است اویارسلام را پیاز کنترل کند. همچنین، ساروا و همکاران (۲۷) نشان داد که کاربرد کوئیزالوفوپ اتیل در پیاز علف‌های هرز پوآ^{۱۶} ۸۵ درصد کنترل می‌کند. در تحقیقات کومار و همکاران (۱۳، ۱۴) مشخص شد کاربرد کوئیزالوفوپ پی‌اتیل به همراه اکسی‌فلورفن (قبل از نشاء) قادر است تراکم و زیست‌توده

علف‌های هرز پیاز به طور مطلوبی کاهش دهند.

علف‌کش کلتودیم از بازدارنده‌های استیل‌کوآنزیم-آ-کربوکسیلاز (ACCase) و جزو خانواده سیکلوهگززان دیون‌ها است. این علف‌کش کارایی بسیار مطلوبی در کنترل علف‌های هرز باریک برگ‌های یکساله و چند ساله در محصولات زراعی متعددی از جمله پیاز دارد. برندهای جدیدی از علف‌کش کلتودیم با نام‌های تجاری الکتیو و سوپرپاور تولید شده است که از نظر ساختار شیمیایی با علف‌کش سلکت (کلتودیم) تفاوت دارد. ادعا شده که کارایی علف‌کش‌های الکتیو و سوپرپاور در کنترل علف‌های هرز پیاز مشابه با علف‌کش سلکت است. این آزمایش با هدف ارزیابی کارایی این دو علف‌کش در کنترل علف‌های هرز باریک برگ مزارع پیاز و مقایسه آنها با سایر باریک برگ‌کش‌ها ثبت شده در مزارع پیاز کشور انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی و ثبت علف‌کش‌های جدید الکتیو و سوپرپاور جهت کنترل علف‌های هرز باریک برگ‌ها پیاز، پژوهشی در سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ در اراضی تحقیقاتی مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان با مختصات جغرافیایی ۵۷°/۳۲/۳۱ طول شرقی و ۲۸°/۳۲/۴۸ عرض شمالی، ارتفاع ۶۲۸ متر از سطح دریا، میانگین بارندگی ۱۶۰ میلی‌متر و بافت خاک لوم شنی با اسیدیته ۷/۴ انجام شد.

آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تیمارها آزمایش عبارتند بودند از علف‌کش‌های جدید الکتیو (کلتودیم ۲۴ درصد EC) به مقدار ۱/۲ لیتر در هکتار از ماده تجاری معادل ۲۸۸ گرم ماده مؤثره در هکتار، علف‌کش جدید سوپرپاور (کلتودیم ۱۲ درصد EC) به مقدار ۱/۲ لیتر در هکتار از ماده تجاری، معادل ۱۴۴ گرم ماده مؤثره در هکتار، علف‌کش سلکت (کلتودیم ۲۴ درصد EC) به مقدار ۱/۲ لیتر در هکتار از ماده تجاری، معادل ۲۸۸ گرم ماده مؤثره در هکتار، گالانت سوپر (هالوکسی فوپ-پی-متیل ۱۰/۸ درصد EC) به مقدار ۰/۷۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری، معادل ۸۱ گرم ماده مؤثره در هکتار، نابواس (سیتوکسیدیم ۱۲/۵ درصد EC) به مقدار ۳ لیتر در هکتار از ماده تجاری، معادل ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، فوکوس (سیکلوکسیدیم ۱۰ درصد EC) به مقدار ۲ لیتر در هکتار از ماده تجاری معادل ۲۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، و شاهد وجین (بدون علف هرز) بود.

جهت اجرای آزمایش ابتدا خزانه‌ای در قطعه زمینی مناسب به ابعاد ۵ × ۱۰ متر در مورخ ۱۳۹۶/۷/۱۱ به صورتی دستی تهیه شد. رقم مورد استفاده نگزارس ارلی ویت^{۱۷}، (شرکت هورت سید آمستردام،

- 1- *Alopecurus* sp
- 2- *Avana fatua* L.
- 3- *Bromus* spp.
- 4- *Dactyloctenium aegypticum* (L.) P.Beauv
- 5- *Echinochloa colonum* (L.) Link
- 6- *Cynodon dactylon* L. Pers.
- 7- *Cyperus esculentus* L.
- 8- *Hordeum* spp.
- 9- *Lolium* spp.
- 10- *Setaria viridis* L.
- 11- *Eragrostis poaeoides* L.
- 12- *Cynodon dactylon* L.
- 13- *Eleusine indica* L.
- 14- *Physalis minima*
- 15- *Chenopodium album* L.
- 16- *Poa annua* L.

گرفت. سایر عملیات آماری با استفاده از نرم افزار Excel 2007 و SAS (نسخه ۹.۱) انجام گرفت.

$$WCE = \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100 - 100 \quad (\text{معادله ۱})$$

$$\% Y_i = 100 \times \frac{Y_f}{Y_w} \quad (\text{معادله ۲})$$

نتایج و بحث

علف‌های هرز غالب در زمین مورد آزمایش شامل ۸ گونه باریک برگ بود (جدول ۱). با توجه به نتایج بدست آمده، بیشترین فراوانی نسبی مربوط به علف هرز شغال‌دم، علف پشمکی، چچم، علف مویی مدیترانه‌ای، علف قناری، جو موشی، یولاف، سوروف بود (جدول ۱). نتایج جدول تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده حاکی از آن است که تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز علف پشمکی، شغال‌دم، چچم، علف مویی مدیترانه‌ای، علف‌قناری و کل علف‌های هرز داشتند (جدول ۲ و ۳). بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، کاربرد علف‌کش‌ها سبب کاهش معنی‌دار تراکم و زیست‌توده علف پشمکی و شغال‌دم گردید. به طوری که با کاربرد علف‌کش‌های فوکوس، سلکت و گالانت سوپر تراکم و زیست‌توده علف پشمکی به ترتیب ۱۰۰ و ۹۵ درصد کاهش یافت و با شاهد وجین در یک گروه آماری قرار گرفتند. پس از آن، علف‌کش سوپر پاور توانست تراکم و زیست‌توده این علف هرز به ترتیب با مقادیر ۳/۲۹ بوته در متر مربع و ۰/۷۵ گرم در متر مربع نسبت به شاهد متناظر (نیمه بدون کنترل علف هرز) به ترتیب ۸۳ و ۷۵ درصد کاهش دهد و با علف‌کش‌های فوکوس، سلکت و گالانت سوپر در یک گروه آماری قرار دارد. با کاربرد علف‌کش الکتیو تراکم و زیست‌توده علف پشمکی نسبت به شاهد متناظر ۶۱ و ۶۸ درصد کاهش داشت که با علف‌کش نابواس در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۴).

کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف هرز شغال‌دم مشابه با علف پشمکی بود. به طوری که با کاربرد علف‌کش‌های فوکوس، سلکت و گالانت سوپر، تراکم علف هرز شغال‌دم به ترتیب با ۰/۷۵، ۰/۷۵، ۰/۷۵ بوته در متر مربع نسبت به شاهد متناظر به ترتیب ۹۴، ۹۴، ۹۴ درصد کنترل شد، و زیست‌توده آنها به ترتیب با مقادیر ۱۲/۵، ۱۴/۷، ۱۳/۲ گرم در متر مربع نسبت به شاهد متناظر ۹۲، ۹۳ و ۹۳ درصد کاهش یافت. پس از آن‌ها، کارایی علف‌کش سوپر پاور و الکتیو در کاهش تراکم علف‌هرز مذکور به ترتیب ۸۱ و ۷۸ درصد بود و زیست‌توده آن به ترتیب ۸۰ و ۷۹ درصد کاهش دادند و با علف‌کش نابواس در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴).

نتایج نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها مورد آزمایش تأثیر مطلوبی در کنترل علف‌های هرز چچم و علف قناری دارند. به طوری

ه‌لند) از ارقام رایج کشت در منطقه بود. مراقبت زراعی در طول مدت نگهداری نشاء انجام شد. همزمان عملیات تهیه بستر کاشت در زمین اصلی که شامل شخم، دیسک، لولر و تهیه فارو انجام شد. نشاء‌ها در مورخ ۱۳/۹/۱۳۹۶ در مرحله دو تا سه برگی پیاز به زمین اصلی انتقال داده شد. کاشت در دو طرف پشته‌های به عرض ۳۰ سانتی‌متر با دست انجام شد. طول خطوط کاشت ۷ متر و فاصله بوته‌ها روی خط ۱۰ سانتی متر بود. هر کرت آزمایشی دارای ۵ پشته کشت در مجموع هر واحد آزمایش (کرت) دارای ده خط کاشت بود. آبیاری بصورت قطره‌ای با نوار تیپ‌های ۲۰ سانتی متری انجام شد. کرت‌های آزمایشی توسط یک پشته نکاشت از یکدیگر جدا شدند و فاصله بین بلوک‌ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد.

برای افزایش دقت آزمایش از کرت‌های متناظر (کرت‌ها به دو نیمه مساوی تقسیم، نیمه اول بعنوان شاهد بدون سمپاشی و نیمه دوم سمپاشی) استفاده شد. اعمال تیمار سمپاشی در مرحله ۴-۳ برگی علف‌های هرز باریک برگ و در مرحله ۳ تا ۴ برگی پیاز با استفاده از سمپاش پستی لانس‌دار ماتابی فشار ثابت مجهز به نازل بادبزی ۸۰۰۲ با فشار ۲۰۰ کیلوپاسگال با حجم پاشش ۳۵۰ لیتر در هکتار انجام شد. کلیه علف‌های هرز پهن برگ در زمان اجرای آزمایش با دست وجین شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعیین فراوانی نسبی علف‌های هرز، درصد کنترل تراکم، زیست‌توده علف‌های هرز و عملکرد و درصد تغییرات عملکرد پیاز بود. شمارش تراکم بوته ۳۰ روز پس از سمپاشی و تعیین زیست‌توده علف‌های هرز نیز در انتهای فصل به تفکیک گونه در یک کادر ثابت به ۷۰ سانتی متر مربع در هر نیم کرت آزمایشی انجام شد. بعد از برداشت نمونه‌ها و انتقال به آزمایشگاه در آون، در دمای ۷۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک و توزین شد.

جهت تعیین عملکرد و درصد تغییرات عملکرد پیاز بعد از حذف اثر حاشیه، از مساحت سه متر مربع در هر نیم کرت آزمایش برداشت و توزین شد. تعیین درصد مهار علف‌هرز (1WCE) بر اساس تراکم و وزن خشک با استفاده از معادله یک محاسبه شد. در این معادله، WCE درصد کاهش وزن خشک (تراکم) علف‌های هرز، A و B به ترتیب بیانگر وزن خشک علف‌های هرز شمارش شده در کادر قسمت سمپاشی نشده و سمپاشی شده می‌باشند. همچنین، برای تعیین درصد افزایش وزن پیاز در زمان برداشت از معادله دو محاسبه گردید. در معادله دو Y_i درصد تغییرات عملکرد پیاز، Y_f عملکرد در کرت‌های که سمپاشی شده و Y_w تیمار شاهد بدون کنترل علف‌هرز بود. قبل از انجام تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد، مقایسه میانگین با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار^۲ در سطح پنج درصد صورت

1- Weed Control Efficacy

2- LSD (Least Significant Difference)

که، با کاربرد علف‌کش‌های فوکوس، گالانت سوپر و سلکت، تراکم و زیست‌توده علف هرز چچم به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۲۵، ۰/۲۵ بوته در متر مربع و زیست‌توده ۱/۳۸، ۱/۴۲، ۱/۴۷ گرم در متر مربع نسبت به شاهد متناظر به ترتیب بیش از ۹۴، ۹۴، ۹۴ درصد کاهش دادند و با شاهد وجین در یک گروه آماری قرار داشتند. پس از آن علف‌کش سوپر پاور و الکتیو توانستند تراکم و زیست‌توده علف‌هرز چچم را به ترتیب ۸۵، ۷۹ و ۸۳، ۷۵ درصد کاهش دهند و با علف‌کش نابواس در یک گروه آماری بودند (جدول ۵).

جدول ۱- فهرست و فراوانی نسبی علف‌های هرز پیاز در محل آزمایش

Table 1- List and relative frequency of onion weeds in the experiment location

نام علمی Scientific name	تیره Family	نام فارسی Persian name	فراوانی نسبی Relative frequency
<i>Polypogon monspeliensis</i> L.	Poaceae	شغال دم	25.24
<i>Bromus tectorum</i> L.	Poaceae	علف پشمکی	14.96
<i>Phalaris brachystachys</i> L.	Poaceae	علف قناری	10.29
<i>lolium perenne</i> L.	Poaceae	چچم	13.09
<i>Lophochloa phleoides</i> (Vill.) Reichb	Poaceae	علف موی مدیترانه‌ای ^۱	11.22
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	Poaceae	سوروف	5.61
<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	جو موشی	7.48
<i>Avena fatua</i> L.	Poaceae	یولاف وحشی بهاره	6.55
Other Weeds -	-	سایر علف‌های هرز	4.68

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم و زیست‌توده علف پشمکی، شغال دم و چچم در مزرعه پیاز مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای علف‌کش

Table 2- ANOVA (Mean Squares) results of weed density and biomass of *B. tectorum*, *P. monspeliensis* and *L. perenne* in onion field affected by herbicides treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	چچم <i>L. perenne</i>		شغال دم <i>P. monspeliensis</i>		علف پشمکی <i>B. tectorum</i>	
		Density	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass
Rep.	3	4.42*	0.97 ^{ns}	0.48 ^{ns}	98.89 ^{ns}	1.64 ^{ns}	8.45**
Treatment	6	7.59**	14.83**	6.06**	2376.53**	5.04**	15.13**
Error	18	1.25	3.35	0.62	113.28	1.04	1.61

*, **, ^{ns}: ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، غیر معنی‌دار
ns, * and **: not significant, significant at 0.05 and 0.01, respectively

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم و زیست‌توده علف قناری، علف موی مدیترانه‌ای و کل علف‌های هرز مزرعه پیاز مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای علف‌کش

Table 3- ANOVA (Mean Squares) results of weed density and biomass of *P. brachystachys*, *L. phleoides* and Weed total in onion field affected by herbicides treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	علف قناری <i>P. brachystachys</i>		علف موی مدیترانه‌ای <i>L. phleoides</i>		کل علف هرز Total weed	
		Density	Biomass	Density	Biomass	Density	Biomass
Rep.	3	0.8 ^{ns}	4.95 ^{ns}	0.23 ^{ns}	1.31 ^{ns}	5.47 ^{ns}	328.5 ^{ns}
Treatment	6	0.87**	25.04**	0.23**	0.4**	45.58**	6487.86**
Error	18	0.19	4.7	0.23	1.39	3.05	148.87

*, **, ^{ns}: ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، غیر معنی‌دار
ns, * and **: not significant, significant at 0.05 and 0.01, respectively

Table 4- Effect of herbicide treatments on weed density and biomass of *P. monspeliensis* and *B. tectorum* in onion field

در هر ستون میانگین‌های مربوط به هر تیمار با حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد است. (اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد کنترل نیست به نیمه شاهد)

هرز مذکور را به ترتیب ۸۳ و ۷۹ درصد نسبت به شاهد متناظر کاهش دهد. تیمار سوپر پاور با تیمارهای کاربرد علف‌کش‌های فوکوس، گالانت سوپر و سلکت در یک گروه آماری قرار داشت. در مقابل کمترین کارایی در کنترل علف هرز قناری از کاربرد علف‌کش الکتیو حاصل شد، با این وجود، علف‌کش الکتیو توانست تراکم و زیست‌توده این علف هرز به ترتیب ۷۶ و ۷۰ درصد نسبت به شاهد متناظر کاهش دهد (جدول ۵).

مطلوب ترین تیمار در کنترل علف قناری بعد از شاهد وجین، کاربرد تیمارهای علف کش فوکوس، گالانت سوپر و سلکت بودند. این تیمارها توانستند تراکم این علف هرز را به ترتیب با مقادیر ۰/۲۵، ۰/۲۵، ۰/۲۵ بوته در متر مربع نسبت به شاهد متناظر ۹۸، ۹۸، ۹۷ درصد و زیست توده آن به ترتیب با مقادیر ۰/۹۰، ۰/۹۴، ۱/۰۵ گرم در متر مربع نسبت به شاهد متناظر به ترتیب ۹۵، ۹۴، ۹۳ درصد کاهش دهند. پس از آن علف کش سوپر یاور توانست تراکم و زیست توده علف

Table 5- Effect of herbicide treatments on weed density and biomass of *L. perenne* and *P. brachystachys* in onion field

در هر ستون میانگین‌های مربوط به هر تیمار با حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.
(اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد کنترل نسبت به نیمه شاهد)

تراکم و زیست توده این عف هرز را به ترتیب بیش از ۹۳ و ۹۱ درصد نیست به شاهد متناظر کاهش دهند و با شاهد وحش در یک گروه

تأثیر تیمارهای علف‌کش بر علف‌مویی مدیریت‌های بسیار مطلوب بود. به طوری که کل تیمارهای علف‌کش‌های کاربردی توانستند

سیکلوکسیدیم، هالوکسی فوپ آر متیل، اگزادیازون، پندی متالین در کنترل علف‌های هرز دیجیتاریا^۸، اسپیجلیا^۹ ۵۰ درصد می‌باشد. در گزارش بابیکر و احمد (۵) نیز مشاهده شد که علف‌کش‌های اگزادیازون، پندی متالین، اکسی فلورفن، کلروتال دی متیل قادرند علف‌های هرز گرامینه‌ها (سوروف^{۱۰}، براچیاریا^{۱۱}، دینبریا^{۱۲}) ۸۶ تا ۱۰۰ درصد کنترل کنند. در گزارش‌های دیگر مشخص شد، کاربرد باریک برگ‌کش‌های پروپاکویزافوپ (۳۲) یا کوپیزالفوپ اتیل (۲۱، ۱۸) با علف‌کش‌های اکسی فلورفن یا پندی متالین می‌تواند کارایی کنترل علف‌هرز پیاز افزایش دهند.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای علف‌کش اثر معنی‌داری بر عملکرد و درصد تغییرات آن دارند ($P \leq 0.01$) (جدول ۷). بر اساس نتایج آزمایش بیشترین عملکرد پیاز بعد از تیمار شاهد وجین، از کاربرد علف‌کش‌های فوکوس، سلکت و گالانت سوپر حاصل شد. به طوری که با کاربرد علف‌کش‌های مذکور مقدار عملکرد پیاز به ترتیب ۶۷/۶۹، ۶۷/۲۹، ۶۷/۰۹ تن در هکتار بود که نسبت به شاهد متناظر ۲۵۷، ۲۵۴ و ۲۵۲ درصد افزایش نشان دادند. پس از آنها علف‌کش سوپر پاور توانست عملکرد پیاز با ۵۵/۴۹ تن در هکتار نسبت به شاهد متناظر ۲۰۱ درصد افزایش دهد. کمترین عملکرد از کاربرد علف‌کش نابواس و الکتیو به ترتیب با مقادیر ۵۲ و ۴۹ تن در هکتار حاصل شد که نسبت به شاهد متناظر ۱۹۱ و ۱۶۲ درصد افزایش نشان دادند (جدول ۸). بر اساس نتایج بدست آمده از آیین آزمایش، به نظر می‌رسد، علف‌کش‌های فوکوس، گالانت سوپر و سلکت در درجه اول و علف‌کش سوپرپاور در درجه بعدی با کنترل مطلوب علف‌های هرز توانستند رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز به طور قابل توجهی کاهش دهند و سبب افزایش عملکرد پیاز شوند. اگر چه علف‌کش نابواس و الکتیو در مقایسه با علف‌کش‌های کاربردی کارایی نسبتاً ضعیفی در کنترل علف‌های هرز داشتند. با این وجود، با کاربرد این دو علف‌کش عملکرد پیاز نسبت به شاهد بدون کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافت. بر اساس نتایج آزمایش‌های قبل، کاربرد علف‌کش تاثیر مطلوبی در افزایش عملکرد پیاز بدنبال داشته است. در همین راستا، شیرزاد و بلندنظر (۲۶) اظهار کردند، کاربرد علف‌کش‌های اکسادیازون به همراه ایوکسنیل قادر است علف‌های هرز پیاز را به طور مطلوب کنترل کند و عملکرد پیاز افزایش دهند. بابیکر و احمد (۵) نیز گزارش کردند که کاربرد علف‌کش‌های اگزادیازون، پندی متالین، اکسی فلورفن، کلروتال دی‌متیل می‌تواند عملکرد را ۸۰ تا ۱۲۶ درصد افزایش دهد.

آماری قرار گرفتند (جدول ۶). بر اساس نتایج بدست آمده، مطلوب‌ترین تیمار برای کنترل کل علف‌های هرز بعد از شاهد وجین، کاربرد علف‌کش‌های فوکوس، گالانت سوپر و سلکت بود. به طوری که با کاربرد علف‌کش‌های مذکور تراکم کل علف هرز به ترتیب با مقادیر ۲، ۲/۲۵، ۲/۲۵ بوته در متر مربع نسبت به شاهد متناظر ۹۵، ۹۴، ۹۴ درصد کاهش یافت. همچنین، زیست‌توده کل علف‌هرز به ترتیب ۲۹، ۳۱/۷۵، ۳۳/۵ گرم در متر مربع بود که نسبت به شاهد متناظر به ترتیب ۹۴، ۹۳، ۹۳ درصد کاهش یافت. پس از آن، علف‌کش سوپر پاور توانست تراکم و زیست‌توده کل علف‌هرز به ترتیب با مقادیر ۵/۷۵ بوته در متر مربع و ۸۵/۵ گرم در متر مربع نسبت به شاهد متناظر به ترتیب ۸۳ و ۸۰ درصد کاهش دهد. کمترین کارایی علف‌کش در کنترل کل علف‌های هرز از کاربرد علف‌کش الکتیو حاصل شد. با این وجود با کاربرد این علف‌کش تراکم و زیست‌توده کل علف‌هرز به ترتیب ۷۹ و ۷۱ درصد نسبت به شاهد متناظر کاهش یافت. همچنین کارایی علف‌کش الکتیو در کنترل کل علف‌های هرز مشابه با علف‌کش نابواس بود و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۶).

بر اساس مطالعه‌های قبل، با کاربرد علف‌کش مناسب می‌توان علف‌های هرز پیاز را به طور مطلوبی کنترل نمود. در این ارتباط، کولکارینی و همکاران (۱۲) گزارش کردند کاربرد پروپاکویزافوپ با اکسی فلوروفن قادر است علف‌های هرز پیاز بیش از ۸۰ درصد کنترل کند. در گزارش اظهار شده، با کاربرد علف‌کش کوپیزالفوپ متیل با پندی متالین، تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز باریک برگ پیاز به ترتیب ۴۶ و ۳۳ درصد کنترل نمودند (۷). در گزارشی بیان شده که کاربرد علف‌کش‌های کوپیزالفوپ با علف‌کش‌های پندی‌متالین یا اکسی‌فلوروفن قادر است تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز پنجه مرغی، سوروف، اویارسلام،^۱ پاراتنیوم^۲، تاج خروس خاردار^۳، پیچک^۴، فریون^۵ بطور معنی‌داری کاهش دهد (۲۷). شیرنگراپ و همکاران (۲۵) نیز اذعان کردند که کاربرد علف‌کش‌های فلوزیفوپ پی اتیل، کوپیزالفوپ اتیل، پروپاکویزالفوپ در پیاز توانست علف‌های هرز سوروف، پوا^۶، اراگروستیس^۷ و پنجه مرغی بیش از ۶۳ درصد کنترل کنند. سوزان و همکاران (۲۹) هم مشاهده کردند که کاربرد علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل با علف‌کش‌های ایوکسنیل، بنتازون، اگزادیازون یا فلوکسازون، کارایی مطلوبی در کنترل علف‌های هرز در پیاز دارند. کامبو و همکاران (۱۰) نیز متذکر شدند که کارایی علف‌کش‌های

- 1- *Cyperus rotundus* L.
- 2- *Parthenium hysterophorus* L.
- 3- *Amaranthus spinosus* L.
- 4- *Convolvulus arvensis* L.
- 5- *Euphorbia* sp.
- 6- *Poa annua* L.
- 7- *Eragrostis major* L.

- 8- *Digitaria horizontalis*
- 9- *Spigelia anthelmia* L.
- 10- *Echinochha colonum* (L.) Link,
- 11- *Brachiaria eruciformis* (J. E. Smith) Grises
- 12- *Dinebra retroflexa* (Vahl.) Panz

جدول ۶- اثر تیمارهای علف کش بر تراکم و زیست توده علف موی مدیترانه‌ای و کل علف هرز در مزرعه پیاز مورد بررسی

Table 6- Effect of herbicide treatments on weed density and biomass of *L. perenne* and Total weed in onion field

تیمار Treatment		علف مدیترانه‌ای <i>L. phleoides</i>		کل علف هرز Total weed	
		Density (plant/ m ²)	Biomass (g/m ²)	Density (plant/m ²)	Biomass (g/m ²)
Elective	الکتیو	0.5 ^a (93)	0.88 ^a (91)	9.5 ^a (79)	104 ^a (71)
Super power	سوپر پاور	0.25 ^a (96)	0.77 ^a (92)	5.75 ^b (83)	85.5 ^b (81)
Select	سلکت	0 ^a (100)	0.55 ^a (95)	2.25 ^c (94)	33.5 ^c (93)
Gallant super	گالانت سوپر	0 ^a (100)	0.9 ^a (95)	2.25 ^c (94)	31.75 ^c (93)
Nabu-S	نابواس	0.5 ^a (94)	0.82 ^a (92)	7 ^{ab} (81)	96.25 ^{ab} (79)
Focus	فوکوس	0 ^a (100)	0.68 ^a (96)	2 ^c (95)	29.03 ^c (94)
Hand weeded	شاهد وجین	0 ^a (100)	0 ^a (100)	0 ^c (100)	0 ^d (100)
LSD (0.05)		0.71 (9)	1.75 (13)	0.71 (0.71)	0.71 (0.71)

در هر ستون میانگین‌های مربوط به هر تیمار با حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

(اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد کنترل نسبت به نیمه شاهد)

In each column, means followed by the same letter in each treatment are not significantly different by LSD test at 5% level
(The number in parentheses indicates the percentage of control than half of without herbicide)

است که با کاربرد علف‌کش‌های پندیمتالین (۳۰)، اکسی فلورفن (۱)، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۵، ۲۰ و ۳۲، اگزادیازون (۲۰)، ایوکسنیل (۴) عملکرد پیاز افزایش یافت. در مقابل، هرمان و همکاران (۹) اظهار نمودند با کاربرد علف‌کش بنتازون به مقدار ۱/۱ کیلو گرم ماده مؤثره در هکتار عملکرد پیاز کاهش یافت.

کولکارینی و همکاران (۱۲) نیز اذعان کردند که با کاربرد پروپاکویبازفوپ به همراه اکسی فلوروفن بیشترین عملکرد پیاز حاصل شد. گزارش‌های متعددی نشان داده است که با کاربرد علف‌کش کوئیزالفوب اتیل به همراه اکسی فلوروفن عملکرد پیاز افزایش می‌یابد (۱۳، ۱۴، ۱۸، ۳۱). همچنین، نتایج تحقیقات دیگری نیز حاکی از آن

جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و درصد تغییرات عملکرد تحت تاثیر تیمارهای علف‌کش

Table 7- ANOVA (Mean Squares) results of yield and variation of onion yield affected by herbicides treatments

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد پیاز	درصد تغییرات عملکرد
S.O.V	df	Onion yield	Percentage of yield changes
Rep.	3	9.54 ^{ns}	318 ^{ns}
Treatment	6	287 ^{**}	738 ^{**}
Error	18	65.6	3018

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

ns, * and **: not significant, significant at 0.05 and 0.01, respectively

جدول ۸- اثر تیمارهای علف‌کش بر عملکرد پیاز و درصد تغییرات آن

Table 8- Effect of herbicide treatments on onion yield and percentage of yield change

تیمار Treatment		عملکرد پیاز	درصد تغییرات عملکرد
		Onion yield (ton/ha)	Percentage of yield changes (%)
Elective	الکتیو	49.73 ^c	162.61 ^c
Super power	سوپر پاور	55.49 ^{bc}	201.14 ^{a-c}
Select	سلکت	67.29 ^{ab}	254.91 ^{ab}
Gallant super	گالانت سوپر	67.09 ^{ab}	252.87 ^{ab}
Nabu-S	نابواس	52.26 ^c	191.87 ^{bc}
Focus	فوکوس	67.69 ^a	257.12 ^{ab}
Hand weeded	شاهد وجین	70 ^a	278.53 ^a
LSD (0.05)		12.04	209.23

در هر ستون میانگین‌های مربوط به هر تیمار با حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

In each column, means followed by the same letter in each treatment are not significantly different by LSD test at 5% level.

نتیجه گیری

توانست عملکرد پیاز را نسبت به شاهد متناظر ۲۰۱ درصد افزایش دهد. همچنین علف کش های نابواس و الکتیو، اگر چه کارایی ضعیف تری نسبت به سایر علف کش ها در کنترل علف های هرز داشت. اما، عملکرد پیاز را نسبت به شاهد بدون کنترل به ترتیب ۱۹۰ و ۱۶۰ درصد افزایش دادند. با توجه به نتایج حاصل، به نظر می رسد علف کش سوپر پاور می تواند در کنار علف کش های پر کاربرد علف کش فوکوس، سلکت، و گالانت سوپر در مزارع پیاز مورد استفاده قرار گیرد.

براساس نتایج آزمایش، مطلوب ترین تیمارهای از نظر کارایی کنترل علف های هرز و افزایش عملکرد پیاز بعد از تیمار شاهد، کاربرد علف کش های فوکوس، سلکت، و گالانت سوپر بودند. تیمارهای مذکور توانستند تراکم و زیست توده علف های هرز شغال دم، علف پشمکی، چچم، علف موی مدیترانه ای، علف قناری و کل علف های هرز را به طور مطلوبی کنترل کنند و عملکرد پیاز را بیش از ۲۵۷ درصد نسبت به شاهد متناظر افزایش دهند. پس از تیمارهای مذکور علف کش سوپر پاور نیز با کنترل مطلوب علف های هرز مذکور

منابع

- 1- Abbaszadeh A., Dejam M., Khaleghi S.S., and Hasanzadeh H. 2014. Effect of transplanting date and reduced doses of oxyfluorfen herbicide on weed control, yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) in south of Iran, Indian Journal Agriculture Research 48: 6: 453-458.
- 2- Aien A., and Mamnoie E. 2014. Chemical control of weeds in fall transplanting onions in southern Kerman province. Journal of Weed Ecology 2(1): 1-10. (In Persian with English Abstract)
- 3- Anonymous. 2015. Crop Production. Agriculture of Statistic Database. Agriculture Products. Ministry of Jihad-e-Agric. 1.137. Available online at <http://www.agri-jahad.ir>
- 4- Babaeinejad B., Rostami M., and Dadkhah A.R. 2017. The effect of mevhanical weed control on the yield of onion (*Allium cepa* L.) seedling cultivated in Hormozgan province. Weed Research Journal 8(2): 79-91. (In Persian with English Abstract)
- 5- Babiker A.G.T., and Ahmed M.K. 1986. Chemical weed control in transplanted onion (*Allium cepa* L.) in the Sudan Gezira. Weed Research 26: 133-137.
- 6- Carvalho D.R., Lima M.F.P., Freitas F.C.L., Silva M.G.O., Rocha P.R.R., and Grangeiro L.C. 2014. Efficiency of oxyfluorfen in controlling weeds in onion irrigated by the drip system, Revista Agro@mbiente 8(1): 127-133.
- 7- Chattopadhyay N., Mahalanabish S., Hore J.K., and Maity T.K. 2016. Effect of different herbicides on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) Journal of Crop and Weed 12(1): 112-115.
- 8- Doohan D., and Felix J. 2012. Crop Response and Control of Common Purslane (*Portulaca oleraceae*) and Prostrate Pigweed (*Amaranthus blitoides*) in Green Onion with Oxyfluorfen. Weed Technology 26: 714-717.
- 9- Herrmann C.M., Goll M.A., Phillippo C.J., and Zandstra B.H. 2017. Post emergence Weed control in onion with Bentazon, Flumioxazin, and Oxyfluorfen. Weed Tecnology 31(2): 279-290.
- 10- Kambou G., Ouattara B., and Kini F. 2014. Herbicide activity of an onion weeding-earthling up machine and its effects on ferruginous soil microorganisms, in Burkina Faso. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 3, 4: 2319-1473.
- 11- Keeling J.W., Bender D.A., and Abernathy JR. 1990. Yellow nutsedfe (*Cyperus esculantus*) management in transplanted onions. Weed Technology 41(1): 68-70.
- 12- Kulkarni S., Biradad S.A., and Chittapur BM. 2017. Bio- efficacy of herbicides against weeds complex in onion (*Allium cepa*). Environmental and Ecology 351: 540-543.
- 13- Kumar S.S., Radhey S., Shanta C., and Yadav L.M. 2016. Weed management in onion. Indian Journal of Weed Science 48(2): 199- 201.
- 14- Kumar U., Birendra P., and Girish Ch. 2014. Effect of different herbicides on growth, yield and weed flora of onion (*Allium cepa* L.). Journal of Hill Agriculture 5(2): 207-210.
- 15- Loken J.R., and Hatterman Valenti H.M. 2010. Multiple applications of reduced-rate herbicides for weed control in onion. Weed Technology 24: 153-159.
- 16- Loken J.R., and Hatterman Valenti H.M. 2013. Early-Season Weed control using herbicides with adjuvants in direct-seeded onion. Weed Technology 27: 369-372.
- 17- Mamnoie E., and Atri A.R. 2010. Evaluation of efficiency herbicides of germicides in control *Eragrostis poaeoides* on onion. 15th National Iranian Crop Science Congress. Shahid Beheshti University, 24-26, July, Tehran, Iran.
- 18- Panse R., Gupta A., Jain P.K., Sasode D.S., and Sharma S. 2014. Efficacy of different herbicides against flora in Onino (*Allium cepa*. Lindeman). Journal of Crop and Weed 10(1): 163-166.
- 19- Poewal M.K., and Singh M.M. 1993. Effect of nitrogen and weed management on onion. Indian Journal of

- Agronomy 38(1): 740-77.
- 20- Qasem J.R. 2006. Chemical weed control in seedbed sown onion (*Allium cepa* L.). Crop Protection 25: 618-622
- 21- Reddy M.V., Umajyothi K., Reddy P.S., and Sasikala K. 2015. Effect of pre and post emergence herbicides on weed dynamics in onion (*Allium cepa* L.) cv.n-53. The Journal Research. Pjtsau 43(4): 16-21.
- 22- Sankar V., Thangasamy A., and Lawanda K.E. 2015. Weed management studies in onion (*Allium cepa* L.) cv N2-4-1 during Rabi Season. National Academy of Agricultural Science (NAAS) 33(2): 627-631.
- 23- Shimi P. 2000. Oxyclophen as a dual purpose herbicide on onion. 6th National Iranian Crop Science Congress 3-6, September, Babolsar, Iran. (In Persian with English Abstract)
- 24- Shimi P., and Noory R. 1996. Investigation of two new herbicides in weeds Control of Onion. Seed and Plant Journal 12(3): 34-38. (In Persian with English Abstract)
- 25- Shingrup P.V., Deshmukh J.P., Gholap A.N., Thakare S.S., Chirde P.N., and Bhale V.M. 2015. Efficacy of different herbicides against weed flora in onion. 25th Asian-Pacific Weed Science Society Conference on Weed Science for Sustainable Agriculture, Environment and Biodiversit, 13-16 October, 2015, Hyderabad, India.
- 26- Shirzad A., and Sahaba B. 2002. Effect of two post-vegetative herbicides and their mixture on weed control and yield of onion (*Allium cepa* L.). Agricultural Knowledge Quarterly, 12(4): 55-61. (In Persian with English Abstract)
- 27- Sinare B.T., Gautam M., and Gavit M.G. 2015. Efficacy of different herbicides for weed management in onion. 25th Asian-Pacific Weed Science Society Conference on Weed Science for Sustainable Agriculture, Environment and Biodiversit, 13-16 October, 2015, Hyderabad, India.
- 28- Sinha T.D., and Lagoke S.T.O. 1983. Pre-transplant herbicides for weed control in irrigated onion in Northern Nigeria. Crop Protction 1: 411-441.
- 29- Souza J.I., Maciel C.D.G., Jadoski S.O., Silva A.A.P., and Matias J.P. 2015. Response to sequential herbicides application in delayed post-emergence in onion crop transplanted in distinct plants densities. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science 8(2): 25-33.
- 30- Sraw P.K., Kaur B., Kaur A., and Singh K. 2016. Efficacy of different herbicides for controlling weeds in onion. Journal of Crop and Weed 12(1): 125-128.
- 31- Suitana S., and Das S. 2015. Weed control efficacy of some herbicides in trasplanted onion. Environmental and Ecology 33(4): 1604-1607.
- 32- Vishnu V., Asodaria K.B., and Suthar A. 2015. Weed management in rabi onion (*Allium cepa* L.). Agricultural Science Digest., 35(2): 130-133.
- 33- Wilson R.G. 1997. Downy brome (*Bromus tectorum*) control in established Alfalfa (*Medicago sativa*). Weed Technology 11: 277-282.
- 34- Zand E., Baghestani M.A., Nezamabadi N., and Shimi P. 2010. A guide for herbicides in Iran. University Press Center, 143pp. (In Persian with English Abstract)



Efficacy of New Brands of Clethodium in Control of Weeds of Onion (*Allium cepa*) in South Kerman

E. Mamnoie^{1*} - A.R. Atri²

Received: 17-09-2018

Accepted: 30-07-2019

Introduction: Onion (*Allium cepa* L.) is a monocot and bulbous perennial plant belongs to the Amaryllidaceae family. It is one of the most important crops in Iran and Southern Kerman. The total area cultivation of this crop is about 63 thousand hectares in Iran and 7.5 thousand hectares in Southern Kerman. Weeds are one of the greatest limiting factors in crop production. Onion is more susceptibility to weed competition in compared to many crops due to its inherent characteristics such as slow germination, extremely slow growth in the early stage, non-branching habit, sparse foliage and shallow root system. Weed competition can reduce average onion yield by 46- 86% compared to weed-free control. The most important weeds of onion fields in Iran are *Alopecurus* spp, *Avena fatua* L., *Bromus* spp., *Dactyloctenium aegypticum* (L.) P.Beauv, *Echinochloa colonum*. (L.) Link, *Cyperus esculentus* L., *Cynodon dactylon* L. Pers., *Hordeum* spp., *Lolium* spp., *Setaria viridis* L. Application of herbicides is the most prevalent method of weed control in onion fields. Oxyfluorfen, oxadiazon, ioxynil, clethodium, haloxyfop-r-methyl ester, sethoxydim, and cycloxydim are the commonly used herbicides for weed control in onion fields in Iran.

Materials and Methods: In order to study the efficacy of herbicides to control narrow leaf weeds of onion fields, an experiment was conducted at South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Jiroft, during 2016- 2017 growing season. Plots were located on a sandy loam soil with pH 7.4. Experiment was carried out in randomized complete block design with 4 replications. Treatments included clethodium (Elective 24% EC) at 1.2 lit ha⁻¹ equivalent 288 g a.i. ha⁻¹, clethodium (Superpower 12% EC), at 1.2 lit ha⁻¹ equivalent 144 g a.i. ha⁻¹, clethodium (Select 24% EC), at 1.2 lit ha⁻¹ equivalent 288 g a.i. ha⁻¹, haloxyfop-r-methyl ester (Gallant-Super 10.8% EC) at 750 ml ha⁻¹ equivalent 81 g a.i. ha⁻¹, sethoxydim (Nabu-S 12.5% EC) at 2 lit ha⁻¹ equivalent 375 g a.i. ha⁻¹, cycloxydim (Focus 10% EC) at 2 lit ha⁻¹ equivalent 200 g a.i. ha⁻¹, and hand weeded as control treatment. Broadleaf weeds were hand removed during the season. The herbicides were applied 30 days after planting of onion transplants when onion plants were at the 3-4 leaf stage and weeds were at 5-10 cm in height. The herbicides were applied using a Matabi sprayer equipped with an 8002 flat fan nozzle tip delivering 350 L ha⁻¹ at 2 bar spray pressure. Weed density and dry weight were determined in a 0.70 m² quadrat per each plot randomly. Fresh weight of onion bulbs was recorded for a 2.5 m² quadrat per each plot. Statistical analysis of data were done by SAS ver.9 and comparison of means were tested using the LSD test at 95% level of significant.

Results and Discussion: Dominated narrow-leaf weeds were *Polypogon monspeliensis* L., *B. tectorum* L., *Phalaris brachystachys* L., *L. perenne* L., *Lophochloa phleoides* (Vill.) Reichb, *E. colonum* (L.) Link, *H. murinum* L., *A. fatua* L. Visual observation confirmed that the most of the weeds were effectively controlled by herbicide treatments. The statistical analysis of the data on the weed density and biomass indicated that herbicides in onion significantly decreased the weed density and biomass. Results also showed that application of Focus, Select and Gallant-super provided excellent control of the dominant weeds. These treatments reduced biomass of *P. monspeliensis*, *B. tectorum*, *P. brachystachy*, *L. perenne* and total weeds more than 94%. Application of Superpower and Elective reduced weed biomass in *B. tectorum* about 75% and 68%, respectively. The results also showed that the weed biomass of *P. monspeliensis* were decreased about 80% and 79% using Superpower and Elective, respectively. The decreasing effect for Superpower and Elective on weed biomass of *L. perenne* and *P. brachystachy* were about 79 and 75%, respectively. The effect of Superpower and Elective on total weed biomass were approximately 80 and 71%, respectively. Onion yield in the plots treated by Focus, Select and Gallant-super increased about 250%. Onion yield for Superpower and Elective treatments was 55 and 46 ton ha⁻¹, respectively, that showed an increasing in yield approximately 201% and 162%, respectively.

Conclusion: Results showed that the best herbicide treatments were Focus, Select and Gallant-super. These

1- Assistant Professor of Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran

(*- Corresponding Author Email: e.mamnoie@areeo.ac.ir)

2- Department of Weed Research, Plant Pest and Disease Research Institute, AREEO, Tehran, Iran

treatments decreased density and biomass of weeds and increased onion yield. In general, Superpower was superior to Elective in control of the dominant weeds and increased onion yield.

Keywords: Biomass, Cycloxydim, Density, Herbicide, Narrow leaf weed

تأثیر میزان بقایای گیاهی و مصرف علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز در روش کاشت بدون شخم در تناوب جو-پنبه-گندم

مجید عباس‌پور^{۱*} - مسعود قدسی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۶

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر میزان بقایای گیاهی و مصرف علف‌کش‌ها بر کنترل علف‌های هرز در روش کشاورزی بدون شخم در قالب آزمایش کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سیستم تناوبی جو-پنبه-گندم به مدت سه سال در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نه تیمار شامل مدیریت میزان بقایای گیاهی در کرت‌های اصلی در سه سطح ۱- بدون بقایا، ۲- حفظ ۳۰ درصد بقایای محصول (۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از بقایای محصول قبلی) و ۳- حفظ ۶۰ درصد بقایای محصول (۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از بقایای محصول قبلی) و مهار علف‌های هرز در کرت‌های فرعی در سه سطح شامل ۱- کنترل شیمیایی (در جو و گندم برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ از علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (۶۷/۵ SL) به میزان ۱۰۱۲/۵ میلی‌لیتر ماده مؤثره در هکتار و برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ از علف‌کش پینوکسادن (EC ۱۰) به میزان ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به صورت پیش‌آمیخته با ۳۷/۵ گرم ماده مؤثره از ماده ایمن‌کننده کلوکوئینتوست و در پنبه از علف‌کش تری فلوکسی‌سولفورون سدیم (WG ۷۵) به میزان ۱۱/۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به صورت پیش‌آمیخته با سیتوگیت ۰/۲ درصد حجمی، ۲- وجین دستی علف‌های هرز و ۳- بدون کنترل علف‌های هرز بود. کاشت گیاهان زراعی با بذرکار کشت مستقیم انجام شد. نتایج نشان داد وجود بقایای گیاهی محصول زراعی قبلی در سطح خاک تأثیر مناسبی بر عملکرد جو، پنبه و گندم داشت و بنابراین به نظر می‌رسد روش کاشت بدون شخم با حفظ حداقل ۳۰ درصد (تا ۶۰ درصد) بقایا در سطح خاک به همراه مصرف علف‌کش‌های رایج در هر محصول قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، مدیریت بقایا، وش پنبه

مقدمه

حفاظتی درواقع مفهومی از تولید محصولات کشاورزی بر پایه حفظ منابع است که سعی دارد ضمن حفاظت از محیط زیست و سایر منابع تولید، به تولید پایدار و توأم با سود قابل قبول دست یابد (۱۶). استفاده از سیستم‌های کشاورزی حفاظتی و بدون شخم بر اساس جدیدترین آمار سازمان فائو در سطح دنیا به بیش از ۱۵۷ میلیون هکتار رسیده است (۲۰). شخم بیش از حد، کشاورزی متداول را در معرض نابودی قرار داده است (۲۵). ورهالت و همکاران (۴۱) تخمین زده‌اند فرسایش خاک سطحی بر اثر فعالیت‌های بشر ۲۶ میلیون تن در سال است که این میزان ۲/۶ برابر سرعت طبیعی آن است. همچنین آن‌ها افزایش هزینه‌های تولید و استفاده ناکارآمد از نهاده‌ها را از دیگر نتایج اعمال روش‌های فوق دانستند. پای منتل و همکاران (۳۲) اظهار داشتند روش‌های به‌کاررفته در کشاورزی متداول موجب اتلاف آب و عناصر غذایی می‌شوند و پیش‌بینی کردند اگر روش جایگزینی برای آن تعیین نشود، عملکرد گیاهان زراعی در آمریکا هرسال به‌طور میانگین ۸ درصد کاهش خواهد یافت. نتایج یک بررسی طولانی مدت (۵۰ ساله)

کشاورزی حفاظتی^۳ به عنوان راه‌حلی برای جلوگیری از فرسایش خاک و پایداری تولید، در دهه ۴۰ میلادی مطرح گردید و هم‌اکنون به عنوان یک ضرورت در سرتاسر جهان مورد توجه قرار گرفته است. سازمان خواربار جهانی (فائو) یکی از بهترین تعاریف را در خصوص کشاورزی حفاظتی ارائه می‌کند. بر اساس تعریف فائو، کشاورزی

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

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

۲- دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد

نشان داد میزان ماده آلی خاک و غلظت عناصر آهن و منگنز در خاک در روش بدون شخم بالاتر از شخم متداول و شخم حداقل بود (۲۸). در یک مطالعه ده ساله مشخص شد شخم حفاظتی اثر مثبتی بر بهبود خصوصیات شیمیایی خاک (کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر در دسترس) در لایه بالایی (۰ تا ۱۵ سانتی متری) داشت و باعث افزایش ماده خشک گندم تا مرحله پنجه زنی شد (۳۱). در مطالعات متعددی گزارش شده است که باقی گذاشتن حداقل ۲۰٪ بقایای محصول بر سطح خاک و استفاده از روش کشت بدون شخم (شخم بدون برگردان خاک) باعث تثبیت خاک شده و باعث کاهش فرسایش خاک (۷، ۲۴) کاهش مصرف انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود (۳). جمتوس و همکاران (۱۷) پس از چهار سال تحقیق نتیجه گرفتند کاهش میزان شخم موجب بهبود قابل ملاحظه ساختمان خاک گردید و سطح ماده آلی آن را افزایش داد. ظرفیت حفظ رطوبت در خاک در تیمار شخم حفاظتی، نسبت به تیمارهای پرشخم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت؛ اما جمعیت علف‌های هرز در تیمارهای کم‌شخم نسبت به تیمارهای پرشخم افزایش یافت. دقیقاً به همین دلیل بخش قابل توجهی از کشاورزان هنوز روش‌های شخم حفاظتی و کاهش یافته را قابل اجرا نمی‌دانند و معتقدند در این نظام‌ها، غلبه‌ی علف‌های هرز موجب کاهش تولید می‌شود. شواهدی هم که این نظریه را تأیید می‌کنند کم نیستند. به طور مثال در ذرت باز زایی علف‌های هرز در نظام بدون شخم نسبت به کم‌شخم و شخم متداول بیشتر بوده است (۱۰) و غلبه علف‌های هرز در نظام بدون شخم، موجب تخلیه بیشتر عناصر P ، N و K خاک، نسبت به نظام پرشخم، شدند (۱۱). در یک بررسی پس از گذشت چندین سال از اجرای شخم حفاظتی بالاترین تراکم علف هرز در روش شخم حفاظتی (شخم حداقل و بدون شخم) مشاهده شد. همچنین تراکم بذر و تنوع گونه‌ای بذور علف‌های هرز در خاک افزایش یافت (۳۴). البته این واقعیت که نظام‌های کم‌شخم نسبت به پرشخم با هجوم بیشتر علف‌های هرز روبرو می‌شوند، سال‌ها قبل به اثبات رسیده است (۴ و ۸). به این سبب مدیریت علف‌های هرز در نظام‌های حفاظتی کم‌شخم نسبت به نظام‌های متداول پرشخم متمایز و پیچیده‌تر است. در نظام‌های حفاظتی معمولاً علف‌های هرز در زمان کاشت گیاه زراعی حضور دارند و برای رفع مزاحمت باید نابود یا سرکوب شوند در غیر این صورت فرایند کاشت با مشکل جدی مواجه خواهد شد. به این دلیل مدیریت علف‌های هرز در این نظام‌ها بیش از نظام‌های متداول به علف‌کش‌ها وابسته هستند که این امر احتمالاً خطر بروز مقاومت را افزایش می‌دهد. نورث ورتی (۲۷) در یک تحقیق چهار ساله روی تناوب سویا-ذرت ثابت کرد که بانک بذر شدیداً تحت تأثیر سیستم شخم قرار می‌گیرد و با کاهش فشار شخم ذخیره بانک بذر شدیداً کاهش می‌یابد. در یک تحقیق دیگر رفیل و هارترلر (۳۳) نشان دادند که در تیمارهای بدون شخم، بذور تاج خروس

در سطح خاک متمرکز شدند درحالی‌که در شخم با چپزل بیشتر بذور این علف هرز در عمق ۹ تا ۱۵ سانتی متری خاک استقرار یافتند و بذوری که از سطح خاک جمع‌آوری شدند در مقایسه با بذور عمق خاک دیرتر جوانه زدند. این موضوع اگرچه می‌تواند برای زراعت کوتاه قامت مانند لوبیا و جالیز در دوسر ساز باشد اما برای زراعت بلند قامت مثل ذرت یک مزیت محسوب می‌شود. تأخیر در جوانه زنی علف هرز می‌تواند موجب استقرار بهتر گیاه زراعی گردد. نتایج یک تحقیق نشان داد که بذور یولافی که در عمق بیش از ۵ سانتی متر خاک مستقر می‌شوند نسبت به بذور مستقر شده در سطح خاک قوه نامیه بیشتری دارند (۵). گولد و همکاران (۱۸) هم نشان دادند که بذور کلزا که در هنگام برداشت ریزش می‌کنند در صورت استقرار در عمق خاک وارد فاز خواب ثانویه شده و برای سال‌ها در خاک زنده می‌مانند. همچنین تعداد بذور زنده در عمق خاک در شخم سنتی بیشتر از نظام بدون شخم بود. در نظام بدون شخم، بخش عمده بذور علف‌های هرز در سطح خاک مستقر می‌شوند و توسط انواع عوامل بیولوژیکی مانند مورچه‌ها، حشرات و جوندگان به عنوان غذا مصرف می‌شوند. به این ترتیب در دراز مدت میزان ذخیره بذر کاهش می‌یابد. کاهش شخم در دراز مدت موجب تغییرات جمعیتی علف‌های هرز می‌شود. به‌طور مثال چایلد و همکاران (۹) گزارش کردند در نظام بدون شخم گونه‌های پهن‌برگ یک‌ساله‌ی ریزدانه و گونه‌های چندساله بیشتر از سایر گونه‌ها غالب می‌شوند. دوردو و لوپز ماندو (۱۴) دریافتند که علف‌های هرز هفت‌بند و فالاریس به تخریب خاک پاسخ بهتری دادند و جمعیت آن‌ها در تیمارهای گاواهن برگردان افزایش یافت درحالی‌که جمعیت خردل وحشی، بابونه و چچم در تیمارهای کم‌شخم افزایش یافت. دمجانوا و همکاران (۱۳) طی هفت سال مطالعه تغییرات جمعیتی علف‌های هرز در یک نظام شخم حفاظتی نتیجه گرفتند تنها مزیت شخم متداول بر شخم کاهش یافته، از این نظر، کاهش شدید جمعیت گونه‌های چندساله در نظام‌های پرشخم است. نورث ورتی (۲۷) هم دریافت که کاهش فشار شخم موجب غالبیت گونه‌های چندساله می‌شود. لگره و سامسون (۲۲) نشان دادند که غالبیت نسبی گونه‌های علف هرز تحت تأثیر تیمارهای شخم تغییر می‌کند. و حضور و فراوانی گونه‌ها در نظام‌های شخم به درجه تحمل آن‌ها به علف‌کش مورد استفاده بستگی دارد. نتایج آزمایش سردار و همکاران (۳۵) در مورد تأثیر علف‌کش تری‌فلوکسی‌سولفورون در تلفیق با روش‌های مختلف خاک‌ورزی در مدیریت علف‌های هرز پنبه نشان داد که بیشترین کاهش تراکم علف‌های هرز پس از تیمار وچین دستی، در تیمار کاربرد علف‌کش مشاهده شد. موسوی و همکاران (۲۶) در آزمایش خود دریافتند که عملکرد و اجزای عملکرد گندم آبی در روش خاک‌ورزی متداول بیشتر از خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی بود. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در بدون خاک‌ورزی بیشتر از خاک‌ورزی حداقل بود. مصرف علف‌کش با دوز کاهش یافته در نظام کم‌شخم

گندم روند افزایش جمعیت پهن‌برگ‌ها را در طول چهار سال تحقیق متوقف کرده است اما برای فرونشانی چندساله‌ها کافی نبود (۲۱). مشکل دیگر در نظام‌های کم‌شخم می‌تواند از جانب بقایا به وجود آید. بقایا معمولاً مقدار زیادی از علف‌کش‌ها را به خود جذب می‌کنند. البته این امر باعث آزادسازی آهسته علف‌کش می‌شود که به این وسیله اثر آن طولانی‌تر می‌گردد. همچنین شواهد دیگری هم وجود دارند که نشان می‌دهند کاهش میزان تخریب خاک در بلندمدت موجب کاهش جمعیت کلی علف‌های هرز شده است (۲، ۲۹، ۳۰). شریستا و همکاران (۳۶) طی چند سال تحقیق روی نظام‌های شخم حفاظتی نتیجه گرفتند که تغییرات جمعیتی علف‌های هرز، در بلندمدت، تحت تأثیر اثرات متقابل عواملی چون شخم، محیط، تناوب، گیاه زراعی، زمان مهار علف‌های هرز و روش به‌کاررفته در مهار آن‌ها قرار می‌گیرند. یکی از اهداف اصلی شخم در طول قرن‌ها مدیریت علف‌های هرز بوده است. در سال‌های اخیر به‌منظور حفاظت بیشتر خاک، به عنوان مهم‌ترین منبع تولید، ایده شخم حفاظتی موردتوجه بسیاری قرار گرفته است. بخش عمده تحقیقات انجام‌شده در این زمینه مربوط به کشورهای هستند که شرایط اقلیمی آن‌ها با ما متفاوت است. به نظر می‌رسد در کشور ما با توجه به ارزان بودن سوخت در بخش کشاورزی، تاکنون کار در این زمینه جزو اولویت‌ها نبوده است و گزارشات محدود منتشرشده در این خصوص قادر به ارائه پاسخ به ابتدایی‌ترین سؤالات مطرح‌شده نیستند.

علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (با نام تجاری توفوردی + ام‌ث‌پ‌آ مشکفام ۶۷/۵٪ SL) از گروه علف‌کش‌های شبه اکسینی است که به منظور کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ در گندم و جو ثبت شده است. علف‌کش پینوکسان (با نام تجاری اکسیال ۱۰٪ EC) به همراه پیش اختلاط با ایمن‌کننده کلوکوئینتوست از گروه علف‌کش‌های بازدارنده ساخت اسیدهای چرب و از خانواده فنیل‌پیرازولین‌هاست که برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ در گندم و جو ثبت شده است. علف‌کش تری‌فلوکسی‌سولفورون‌سدیم (با نام تجاری انوک ۷۵٪ WG) به‌صورت پیش اختلاط با سیتوگیت (۲۰٪ حجمی) از گروه بازدارنده‌های ساخت اسید آمینه (بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز) است که برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در پنبه ثبت شده است (۴۲).

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر وجود بقایای محصول قبلی در روش کاشت بدون شخم بر جمعیت علف‌های هرز و کارایی کنترل شیمیایی آن‌ها در محصول بعدی در طی سه سال مطالعه در تناوب جو-پنبه-گندم بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر میزان بقایای گیاهی و کارایی

مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز در سیستم بدون‌شخم در قالب طرح کرت‌های خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سیستم تناوبی جو-پنبه-گندم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی با سه تکرار انجام شد. انتخاب زمین محل اجرای آزمایش بر اساس محلی با پراکنش یکنواخت علف‌های هرز در واحدهای آزمایشی که به‌طور طبیعی نماینده واقعی جمعیت علف‌های هرز منطقه باشد صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل مدیریت میزان بقایای گیاهی در کرت‌های اصلی در سه سطح ۱- بدون بقایا، ۲- حفظ ۳۰ درصد بقایای محصول (۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از بقایای محصول قبلی) و ۳- حفظ ۶۰ درصد بقایای محصول (۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از بقایای محصول قبلی) (توضیح آنکه جهت اعمال تیمارهای مدیریت بقایا، از روش وزن ماده خشک استفاده شد به این ترتیب که برای هر گیاه زراعی قبل از برداشت محصول با استفاده از نمونه‌های تصادفی نسبت به توزین عملکرد بیولوژیک (عملکرد کل ماده خشک) اقدام شد و پس از خرمن‌کوبی و اندازه‌گیری عملکرد دانه نسبت به محاسبه میزان کاه و کلش اقدام‌شده و بر آن اساس تیمارهای ۳۰ درصد و ۶۰ درصد بقایا به‌صورت پخش بر روی سطح خاک اعمال شد). و مهار علف‌های هرز در کرت‌های فرعی شامل ۱- کنترل شیمیایی (استفاده از علف‌کش‌های توصیه‌شده رایج برای هر محصول)، ۲- وجین دستی علف‌های هرز و ۳- بدون کنترل علف‌های هرز بود. جهت کنترل شیمیایی علف‌های هرز در پنبه از علف‌کش تری‌فلوکسی‌سولفورون‌سدیم (انوک ۷۵٪ WG) به میزان ۱۱/۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌صورت پیش‌آمیخته با سیتوگیت (۲۰٪ حجمی) تولید شرکت بی‌آس‌اف (BASF) آلمان و برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ در جو و گندم از علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (توفوردی + ام‌ث‌پ‌آ مشکفام ۶۷/۵٪ SL) به میزان ۱۰۱۲/۵ میلی‌لیتر ماده مؤثره در هکتار ساخت شرکت مشکفام فارس (MFC) و برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ از علف‌کش پینوکسان (اکسیال ۱۰٪ EC یا همان EC ۱۰۰) به میزان ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌صورت پیش‌آمیخته با ۳۷/۵ گرم ماده مؤثره از ماده ایمن‌کننده کلوکوئینتوست تولید شرکت سینجنتا (Syngenta) آلمان، که از طریق دفتر نمایندگی توزیع این شرکتها در تهران در شروع آزمایش تهیه و استفاده شد. سیستم تناوبی موجود در این بررسی برگرفته از سیستم تناوب زراعی رایج منطقه است که علاوه بر ساده بودن و تمایل به تک‌کشتی، بیشتر متکی بر کشت غله (گندم و جو) می‌باشد و اغلب از یک محصول تابستانه مانند پنبه بعد از برداشت جو استفاده می‌شود. تیمارهای مهار علف‌های هرز با سمپاش شارژی پشتی ماتابی که براساس ۳۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شده بود، سم‌پاشی شد. همچنین تیمار وجین دستی نیز در کرت‌های موردنظر صورت گرفت. تهیه زمین به‌صورت بدون شخم بود که کاشت گیاهان زراعی موجود

در تناوب به طور مستقیم با بذرکار کشت مستقیم برزگر همدان استفاده شد. ارقام تجاری رایج منطقه شامل جو رقم نصرت، گندم رقم پارسی و پنبه رقم خرداد کشت شد. سمپاشی جو و گندم در اوایل بهار در مرحله ۴ تا ۶ برگ علف‌های هرز و در پنبه نیز در اواسط بهار در مرحله ۴ تا ۶ برگ علف‌های هرز انجام شد. کاداندازی (به ابعاد ۱×۱ متر) در کرت‌ها جایی که بیانگر نماینده علف‌های هرز آن کرت باشد صورت گرفت. نمونه برداری از علف‌های هرز در دو مرحله (مرحله اول ۳۰ روز پس از سمپاشی علف‌کش‌ها و مرحله دوم در آخر فصل هنگام برداشت) انجام شد. جهت جلوگیری از تداخل بقایای علف‌های هرز باقی‌مانده در کرت‌ها با تیمار بقایای محصول، بقایای علف‌های هرز در انتهای فصل از کرت‌ها جمع‌آوری شدند. اطلاعات مربوط به زمان‌های مختلف عملیات زراعی در جدول ۱ آورده شده است. در دوره زمانی پس از برداشت محصول قبلی و پیش از کاشت محصول بعدی در صورت وجود علف‌های هرز برای کنترل آن‌ها از علف‌کش گلایفوسیت (راندپ) به میزان ۶ لیتر در هکتار (بسته به تراکم و گونه علف‌های هرز) استفاده شد. برای خردکردن بقایای پنبه از ماشین ساقه‌خردکن استفاده شد. برداشت و ش پنبه در دو چین انجام شد و پس از قرار گرفتن در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸

ساعت وزن خشک و ش پنبه اندازه‌گیری شد. مجموع عملکرد هر دو چین در آنالیز لحاظ شد. میزان کود مصرفی بر اساس نتایج تجزیه خاک بود. ۱۰۰ کیلوگرم اوره (نیتروژن)، ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم (فسفر) و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (پتاسیم) همزمان با کاشت مصرف شد. کود سرک نیتروژنه از منبع اوره در دو مرحله (هر مرحله ۵۰ کیلوگرم در هکتار) طی فصل رشد مصرف شد. بذور ارقام مورد بررسی قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام ضدعفونی شد. آبیاری با استفاده از سیستم تحت فشار قطره‌ای با لوله‌های نواری (تیپ) با فواصل آبیاری حدود ۱۰ روز انجام شد. ابعاد واحدهای آزمایشی ۳×۱۰ متر بود. گونه‌های علف‌هرز در هر کادر شناسایی و تراکم و سپس وزن خشک آن‌ها پس از قرار گرفتن در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، اندازه‌گیری شد. صفات مربوط به گیاهان زراعی شامل عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه برای گندم و جو و عملکرد و ش برای پنبه اندازه‌گیری شد. پس از تبدیل داده‌ها برحسب نیاز (تبدیل لگاریتمی یا جذری) (۳۸، ۴۰) تجزیه واریانس و سپس مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ در نرم‌افزار SAS (9.2) انجام شد.

جدول ۱- تاریخ کاشت، تراکم کاشت، زمان سمپاشی و نمونه‌برداری از علف‌های هرز و تاریخ برداشت گیاهان زراعی موجود در تناوب

Table 1- Planting date and density, spraying and weed sampling dates and harvesting date of crops in rotation

گیاه زراعی در تناوب Crop in rotation	تاریخ کاشت Planting date	تراکم کاشت Planting density (no.ha ⁻¹)	تاریخ سمپاشی Spraying date	تاریخ نمونه‌برداری علف‌های هرز Weed sampling dates		تاریخ برداشت Harvesting date
				۳۰ روز پس از سمپاشی 30 days after spraying	آخر فصل End of season	
جو Barley	1392/08/29	450000	1393/01/11	1393/02/10	1393/04/02	1393/04/02
پنبه Cotton	1394/02/15	100000	1394/03/05	1394/04/04	1394/08/05	1394/08/05
گندم Wheat	1394/10/10	450000	1395/01/17	1395/02/16	1395/03/17	1395/03/17

نتایج

جو

علف‌های هرز غالب مزرعه در اوایل فصل ازمک (*Cardaria* *draba* L. و درشتوک (*Malcolmia africana* L.) بودند؛ و علف‌های هرز غالب در آخر فصل علف هرز تلخه (*Acroptylon repense* L.) و خارشتر (*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.)) بودند. علف‌های هرز باریک‌برگ در مزرعه ناچیز بودند با این وجود سمپاشی برای علف‌های هرز باریک‌برگ نیز انجام شد. روش مبارزه با علف‌های هرز در ۳۰ روز پس از سمپاشی بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز ازمک و درشتوک معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر بقایا بر

کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در ۳۰ روز پس از سمپاشی در مورد هیچ کدام از علف‌های هرز معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است). مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز باعث کاهش معنی‌دار تراکم ازمک و وزن خشک علف‌های هرز ازمک و درشتوک نسبت به شاهد بدون مبارزه شد (جدول ۳). در مورد تراکم علف‌های هرز بایستی به این نکته اشاره کرد که به علت رشد مجدد علف‌های هرز تازه جوانه‌زده در فاصله سمپاشی و اندازه‌گیری تراکم (۳۰ روز) در بررسی تراکم لحاظ می‌شوند ولی از نظر وزن خشک قابل ملاحظه نیستند و در رقابت تأثیر چندانی ندارند. بنابراین در مواقعی کاهش تراکم علف‌های هرز در اثر مصرف علف‌کش‌ها معنی‌دار نیست اما

نشده است)، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه جو معنی‌دار نبود (جدول ۴). اثر روش مبارزه با علف‌های هرز بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه جو معنی‌دار بود (جدول ۴) اما بر وزن ۱۰۰۰ دانه جو معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است). در تیمار شاهد و جین دستی و تیمار مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بدون مبارزه بود (جدول ۵).

وزن خشک علف‌های هرز به‌شدت در اثر مصرف علف‌کش‌ها کاهش نشان داد. در زمان برداشت جو (آخر فصل) علف‌های هرز غالب مزرعه تلخه و خارشتر بودند. اثر بقایا و روش مبارزه با علف‌های هرز بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز آخر فصل معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است). با توجه به اینکه در زمان مصرف علف‌کش‌ها علف هرز تلخه و خارشتر در مزرعه جو حضور نداشتند اختلاف بین تیمارهای شاهد بدون مبارزه و مبارزه شیمیایی معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است). اثر بقایا بر وزن ۱۰۰۰ دانه (داده‌ها نشان داده

جدول ۲- تجزیه واریانس تراکم و وزن خشک علف‌های هرز (تبدیل لگاریتمی) ۳۰ روز پس از سم‌پاشی در جو
Table 2- Analysis of variance (log-transformed) of weed density and dry weight 30 days after spraying in barley
میانگین مربعات (MS)

گونه علف هرز Weed species	منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	وزن خشک Weed dry weight	
			تراکم Weed density	
ازمک <i>Cardaria draba</i>	تکرار Replication	2	0.01795781 ^{ns}	0.07829717 ^{**}
	بقایا Residue	2	0.00358607 ^{ns}	0.00715689 ^{ns}
	تکرار × بقایا Residue × Replication	4	0.00561001 ^{ns}	0.00645812 ^{ns}
	روش مبارزه Weed control method	2	0.08808243 ^{***}	0.10547219 ^{**}
	بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	2	0.00169452 ^{ns}	0.00217680 ^{ns}
	خطا Error	12	0.00554321	0.00968488
	ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		6.84	8.88
درشتوک <i>Malcolmia africana</i>	تکرار Replication	2	0.00089599 ^{ns}	0.00571049 ^{ns}
	بقایا Residue	2	0.00063773 ^{ns}	0.00082385 ^{ns}
	تکرار × بقایا Residue × Replication	4	0.00018716 ^{ns}	0.00411030 ^{ns}
	روش مبارزه Weed control method	2	0.00012002 ^{***}	0.02589771 ^{***}
	بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	2	0.01163433 ^{ns}	0.00026852 ^{ns}
	خطا Error	12	0.00019300	0.01939424
	ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		2.87	3.82

***، ** و ^{ns} به ترتیب اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۰/۱٪ و غیر معنی‌دار هستند.

***, ** and ^{ns} are standing for significant differences at 1%, 0.1% probability level and no significant differences, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر روش مبارزه بر تراکم (تعداد در متر مربع) و وزن خشک (گرم در متر مربع) علف‌های هرز ۳۰ روز پس از سم‌پاشی در جو

Table 3- Effect of weed control method on weed density (no.m⁻²) and dry weight (g.m⁻²) 30 days after spraying in barley

گونه علف هرز Weed species	روش مبارزه Weed control method	تراکم (تعداد در متر مربع) Weed density (no.m ⁻²)	وزن خشک (گرم در متر مربع) Weed dry weight (g.m ⁻²)
ازمک <i>Cardaria draba</i>	شاهد بدون مبارزه Weedy check	6.333 ^a	7.767 ^a
	شاهد وجین دستی Hand weeding	0 ^b	0 ^c
	مبارزه شیمیایی Chemical control	1.778 ^b	3.078 ^b
درشتوک <i>Malcolmia africana</i>	شاهد بدون مبارزه Weedy check	1.444 ^a	2.956 ^a
	شاهد وجین دستی Hand weeding	0 ^b	0 ^c
	مبارزه شیمیایی Chemical control	1.667 ^a	1.171 ^b

حروف مشابه در هر ستون و عدم درج حروف در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانکن ۵٪).
Same letters or no letter in each column showing no significant differences at 5% level.

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک (تبدیل لگاریتمی) و عملکرد دانه جو

Table 4- Analysis of variance of biological yield (log-transformed) and seed yield of barley

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	2	0.71277649 *	725922.81 **
بقایا Residue	2	0.06679884 ^{ns}	60395.26 ^{ns}
تکرار × بقایا Residue × Replication	4	0.10113691 ^{ns}	6707593.04 ***
روش مبارزه Weed control method	2	0.9172658 *	*963250.48
بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	4	0.13236105 ^{ns}	290106.37 ^{ns}
خطا Error	12	0.10818235	140194.52
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		9.88	20.45

***، ** و^{ns} به ترتیب اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار هستند.

***, ** and^{ns} are standing for significant differences at 5%, 0.1% probability level and no significant differences, respectively.

پنبه

کاهش معنی‌دار تراکم و وزن خشک علف هرز تلخه نسبت به شاهد بدون مبارزه در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی شد (جدول ۷). اثر بقایا بر تراکم و وزن خشک علف هرز تلخه در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است). در زمان برداشت پنبه علف‌های هرز غالب مزرعه تلخه و خارشتر بودند.

علف هرز غالب مزرعه در ابتدای فصل تلخه بود و علف‌های هرز غالب در آخر فصل دو علف هرز تلخه و خارشتر بودند. اثر روش مبارزه با علف‌های هرز در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی بر تراکم و وزن خشک علف هرز تلخه معنی‌دار بود (جدول ۶). مبارزه شیمیایی باعث

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر روش مبارزه بر عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) جو

Table 5- Effect of weed control method on biological yield (kg ha⁻¹) and seed yield (kg ha⁻¹) of barley

روش مبارزه Weed control method	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)
شاهد بدون مبارزه Weedy check	2166.7 ^b	1622.4 ^b
شاهد وجین دستی Hand weeding	3800 ^a	2592.2 ^a
مبارزه شیمیایی Chemical control	3977.8 ^a	2628.4 ^a

حروف مشابه در هر ستون و عدم درج حروف در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانکن $\alpha=5\%$).
Same letters or no letter in each column showing no significant differences at 5% level.

تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در آخر فصل نیز معنی‌دار بود (جدول ۱۴). اثر روش مبارزه با علف‌های هرز بر وزن خشک و پنبه معنی‌دار بود (جدول ۱۵). وزن خشک و پنبه در تیمار شاهد وجین دستی و مبارزه شیمیایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بدون مبارزه بود (جدول ۱۷). اثر بقایا بر وزن خشک و پنبه معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است).

اثر بقایا بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در آخر فصل معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است). اثر روش مبارزه با علف‌های هرز بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در آخر فصل معنی‌دار بود (جدول ۱۲). با توجه به چندساله بودن علف‌های هرز غالب مزرعه و با عنایت به اینکه در زمان مصرف علف‌کش در پنبه در اوایل خردادماه علف هرز تلخه و خارشتر در مزرعه حضور داشتند، اختلاف بین تیمارهای شاهد بدون مبارزه و مبارزه شیمیایی از نظر

جدول ۶- تجزیه واریانس تراکم و وزن خشک علف هرز تلخه (تبدیل جذری) ۳۰ روز پس از سم‌پاشی در پنبه

Table 6- Analysis of variance of *Acroptylon repense* density and dry weight (square root-transformed) 30 days after spraying in cotton

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)	
		تراکم Weed density	وزن خشک Weed dry weight
تکرار Replication	2	0.84799641 *	9.2618407 *
بقایا Residue	2	0.17501328 ^{ns}	0.0963256 ^{ns}
تکرار × بقایا Residue × Replication	4	0.14163440 ^{ns}	0.9500881 ^{ns}
روش مبارزه Weed control method	۲	18.41526284 ***	159.0393366 ***
بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	2	0.05637155 ^{ns}	0.6304301 ^{ns}
خطا Error	12	0.14609899	1.3495745
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		23.47	24.37

***، ** و * به ترتیب اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و ۰.۱٪ و غیر معنی‌دار هستند.

***, ** and * are standing for significant differences at 5%, 0.1% probability level and no significant differences, respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر روش مبارزه بر تراکم (تعداد در متر مربع) و وزن خشک (گرم در متر مربع) علف هرز تلخه ۳۰ روز پس از سمپاشی در پنبه

Table 7- Effect of weed control method on *Acrotylon repense* density (no. m⁻²) and dry weight (g m⁻²) 30 days after spraying in cotton

روش مبارزه Weed control method	تراکم (تعداد در متر مربع) Weed density (no.m ⁻²)	وزن خشک (گرم در متر مربع) Weed dry weight (g.m ⁻²)
شاهد بدون مبارزه Weedy check	7.556 ^a	65.378 ^a
شاهد وجین دستی Hand weeding	0 ^c	0 ^c
مبارزه شیمیایی Chemical control	5 ^b	42.844 ^b

حروف مشابه در هر ستون و عدم درج حروف در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار می باشد (دانکن $\alpha=5\%$).
Same letters or no letter in each column showing no significant differences at 5% level.

جدول ۸- تجزیه واریانس تراکم و وزن خشک (تبدیل لگاریتمی) علف های هرز در آخر فصل در پنبه

Table 8- Analysis of variance of weed density and dry weight (log-transformed) at the end of season in cotton

گونه علف هرز Weed species	منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)	
			تراکم Weed density	وزن خشک Weed dry weight
تلخه <i>Acrotylon repense</i>	تکرار Replication	2	0.00605822 **	0.02947237 ^{ns}
	بقایا Residue	2	0.00056949 ^{ns}	0.05972766 ^{ns}
	تکرار × بقایا Residue × Replication	4	0.00032642 ^{ns}	0.03762730 ^{ns}
	روش مبارزه Weed control method	2	0.05201490 ***	1.23144197 ***
	بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	2	0.00038222 ^{ns}	0.01962501 ^{ns}
	خطا Error	12	0.00065514	0.02087418
	ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		2.37	10.45
	تکرار Replication	2	0.00088266 ^{ns}	0.06586764 ^{ns}
	بقایا Residue	2	0.00060156 ^{ns}	0.07425380 ^{ns}
	تکرار × بقایا Residue × Replication	4	0.00044447 ^{ns}	0.12956186 *
خارشتر <i>Alhagi psedualhagi</i>	روش مبارزه Weed control method	2	0.02206807 ***	2.22037844 ***
	بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	2	0.00085920 ^{ns}	0.04691026 ^{ns}
	خطا Error	12	0.00042697	0.03584300
	ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		1.96	12.35

*** و ** به ترتیب اختلافات معنی دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی دار هستند.

***, ** and ^{ns} are standing for significant differences at 5%, 0.1% probability level and no significant differences, respectively.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر روش مبارزه بر تراکم (تعداد در مترمربع) و وزن خشک (گرم در متر مربع) علف‌های هرز در آخر فصل در پنبه
Table 9- Effect of weed control method on weed density (no. m⁻²) and dry weight (g m⁻²) at the end of season in cotton

گونه علف هرز Weed species	روش مبارزه Weed control method	تراکم (تعداد در متر مربع) Weed density (no.m ⁻²)	وزن خشک (گرم در متر مربع) Weed dry weight (g.m ⁻²)
تلخه <i>Acrotylon repense</i>	شاهد بدون مبارزه Weedy check	4.222 ^a	49.156 ^a
	شاهد وجین دستی Hand weeding	0 ^c	0 ^c
	مبارزه شیمیایی Chemical control	2.333 ^b	18.456 ^b
خارشتر <i>Alhagi psedualhagi</i>	شاهد بدون مبارزه Weedy check	2.556 ^a	115.99 ^a
	شاهد وجین دستی Hand weeding	0 ^c	0 ^c
	مبارزه شیمیایی Chemical control	1.556 ^b	36.88 ^b

حروف مشابه در هر ستون و عدم درج حروف در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانکن ۵٪).
Same letters or no letter in each column showing no significant differences at 5% level.

جدول ۱۰- تجزیه واریانس وزن خشک و ش پنبه (تبدیل جذری)

Table 10- Analysis of variance of cotton boll dry weight

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	وزن خشک و ش پنبه Cotton boll dry weight
تکرار Replication	2	800.815222 ***
بقایا Residue	2	115.954386 ^{ns}
تکرار × بقایا Residue × Replication	4	108.334828 ^{ns}
روش مبارزه Weed control method	2	276.617168 *
بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	4	73.606143 ^{ns}
خطا Error	12	49.604516
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		20.42

***، * و^{ns} به ترتیب اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار هستند.

***, * and^{ns} are standing for significant differences at 5%, 0.1% probability level and no significant differences, respectively.

گندم

از سم‌پاشی شد (جدول ۱۳). اثر بقایا بر تراکم و وزن خشک علف هرز تلخه در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی معنی‌دار نبود (جدول ۱۲). تأثیر روش مبارزه بر کاهش تراکم و وزن خشک تلخه در آخر فصل نیز معنی‌دار بود (جدول ۱۴) و کاهش معنی‌داری در تراکم و وزن خشک تلخه نسبت به شاهد بدون مبارزه مشاهده شد (جدول ۱۵). اثر بقایا بر تراکم و وزن خشک علف هرز تلخه در آخر فصل معنی‌دار نبود (جدول ۱۴). تأثیر روش مبارزه بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم معنی‌دار بود (جدول ۱۶). عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم

علف هرز غالب مزرعه گندم، تلخه بود. علف‌های هرز باریک‌برگ در مزرعه ناچیز بودند با این وجود سم‌پاشی برای علف‌های هرز باریک‌برگ نیز انجام شد. نتایج نشان داد تأثیر روش مبارزه بر کاهش تراکم و وزن خشک تلخه ۳۰ روز پس از سم‌پاشی معنی‌دار بود (جدول ۱۲). تأثیر بروموکسینیل + ام سی پی آ بر روی علف‌های هرز تلخه سبب خشکیدگی کامل شاخ و برگ شد و باعث کاهش معنی‌دار تراکم و وزن خشک تلخه نسبت به شاهد بدون مبارزه در ۳۰ روز پس

در تیمار مبارزه شیمیایی و شاهد وجین دستی به طور معنی داری بیشتر عملکرد دانه گندم معنی دار نبود (جدول ۱۶). از شاهد بدون مبارزه بود (جدول ۱۷). اثر بقایا بر عملکرد بیولوژیک و

جدول ۱۱ - مقایسه میانگین اثر روش مبارزه بر وزن خشک وش پنبه (کیلوگرم در هکتار)

Table 11- Effect of weed control method on cotton boll dry weight (kg.ha⁻¹)

روش مبارزه Weed control method	وزن خشک وش پنبه (کیلوگرم در هکتار) Cotton boll dry weight (kg.ha ⁻¹)
شاهد بدون مبارزه Weedy check	1215.2 ^b
شاهد وجین دستی Hand weeding	1644.7 ^a
مبارزه شیمیایی Chemical control	1768.7 ^a

حروف مشابه در هر ستون و عدم درج حروف در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار می باشد (دانکن $\alpha=5\%$).
Same letters or no letter in each column showing no significant differences at 5% level.

جدول ۱۲ - تجزیه واریانس تراکم و وزن خشک (تبدیل لگاریتمی) علف هرز تلخه ۳۰ روز پس از سم پاشی در گندم

Table 12- Analysis of variance of *Acrotylon repense* density and dry weight (log-transformed) 30 days after spraying in wheat

میانگین مربعات (MS)			
منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تراکم <i>A. repense</i> density	وزن خشک <i>A. repense</i> dry weight
تکرار Replication	2	0.25453053 ^{ns}	0.10185851 ^{ns}
بقایا Residue	2	0.03326567 ^{ns}	0.1564078 ^{ns}
تکرار × بقایا Residue × Replication	4	0.03366541 ^{ns}	0.03192138 ^{ns}
روش مبارزه Weed control method	2	4.20639596 ^{***}	17.56741527 ^{***}
بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	2	0.01380321 ^{ns}	0.03807324 ^{ns}
خطا Error	12	0.03379502	0.05216281
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		23.77	14.30

*** و ^{ns} به ترتیب اختلافات معنی دار سطح احتمال ۱٪ و غیر معنی دار هستند.

*** and ^{ns} are standing for significant differences at 0.1% probability level and no significant differences, respectively.

بحث

همکاران (۳) در یک بررسی گزارش کردند که روش شخم ترکیب و رفتار عملی جمعیت علف های هرز را تحت تأثیر قرار می دهد. جمعیت علف های هرز در روش شخم کاهش یافته قدرت رقابت کمتری دارند؛ زیرا علف های هرز کوتاه ترند و دسترسی محدودتری به مواد غذایی دارند.

بر اساس یافته های این تحقیق مشخص شد که با گذشت زمان از اجرای آزمایش، ترکیب جمعیت علف های هرز غالب مزرعه که در ابتدا علف های هرز ازمک و درشتوک بودند به علف های هرز چندساله تلخه و خارشتر تغییر یافت. به طوری که در سال آخر اجرای آزمایش علف هرز تلخه در مزرعه گندم تراکم بسیار بالایی داشت. آرمنگوت و

جدول ۱۳- مقایسه میانگین اثر روش مبارزه بر تراکم (تعداد در متر مربع) و وزن خشک (گرم در متر مربع) علف هرز تلخه ۳۰ روز پس از سم‌پاشی در گندم

Table 13- Effect of weed control method on *Acrotylon repense* density (no.m⁻²) and dry weight (g.m⁻²) 30 days after spraying in wheat

روش مبارزه Weed control method	تراکم تلخه (تعداد در متر مربع) <i>A. repense</i> density (no.m ⁻²)	وزن خشک تلخه (گرم در متر مربع) <i>A. repense</i> dry weight (g.m ⁻²)
شاهد بدون مبارزه Weedy check	18.222 ^a	285.36 ^a
شاهد وجین دستی Hand weeding	0 ^c	0 ^c
مبارزه شیمیایی Chemical control	2.667 ^b	27.42 ^b

حروف مشابه در هر ستون و عدم درج حروف در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانکن ۵٪).
Same letters or no letter in each column showing no significant differences at 5% level

جدول ۱۴- تجزیه واریانس تراکم (تبدیل لگاریتمی) و وزن خشک (تبدیل لگاریتمی) علف هرز تلخه در آخر فصل در گندم

Table 14- Analysis of variance of *Acrotylon repense* density (log-transformed) and dry weight (log-transformed) at the end of season in wheat

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)	
		تراکم <i>A. repense</i> density	وزن خشک <i>A. repense</i> dry weight
تکرار Replication	2	0.01058760 ^{ns}	0.06811501 ^{ns}
بقایا Residue	2	0.00466893 ^{ns}	0.07561162 ^{ns}
تکرار × بقایا Residue × Replication	4	0.02515066 ^{ns}	0.02107457 ^{ns}
روش مبارزه Weed control method	2	0.39066754 ^{***}	0.60256269 ^{***}
بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	2	0.00732811 ^{ns}	0.03360027 ^{ns}
خطا Error	12	0.02247200	0.02899562
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		12.88	7.77

*** و ns به ترتیب اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱٪ و غیر معنی‌دار هستند.

*** and ns are standing for significant differences at 0.1% probability level and no significant differences, respectively.

گندم وزن خشک کل علف‌های هرز موجود در مزرعه نسبت به شخم متداول افزایش یافت و برعکس در شخم متداول آلودگی کمتری به علف‌های هرز در هر دو تناوب مشاهده شد (۳۷). نورث ورثی (۲۷) دریافت که کاهش فشار شخم موجب غالبیت گونه‌های چندساله می‌شود. لگره و سامسون (۲۲) نیز نشان دادند که غالبیت نسبی گونه‌های علف هرز تحت تأثیر تیمارهای شخم تغییر می‌کند.

به عبارت دیگر در روش شخم متداول علف‌های هرز به‌طور بالقوه توانایی تولید بذر کمتری دارند و فراوانی علف‌های هرز چندساله در آن‌ها کمتر است. مجانوا و همکاران (۱۳) طی هفت سال مطالعه تغییرات جمعیتی علف‌های هرز در یک نظام شخم حفاظتی نتیجه گرفتند تنها مزیت شخم متداول بر شخم کاهش یافته، از این نظر، کاهش شدید جمعیت گونه‌های چندساله در نظام‌های پرشخم است. در یک بررسی در روش بدون شخم در تناوب آیش-گندم و ماش-

جدول ۱۵- مقایسه میانگین اثر روش مبارزه بر تراکم (تعداد در متر مربع) و وزن خشک (گرم در متر مربع) علف هرز تلخه در آخر فصل در گندم
Table 15- Effect of weed control method on *Acrotylon repense* density (no.m⁻²) and dry weight (g.m⁻²) at the end of season in wheat

روش مبارزه Weed control method	تراکم تلخه (تعداد در متر مربع) <i>A. repense</i> density (no.m ⁻²)	وزن خشک تلخه (گرم در متر مربع) <i>A. repense</i> dry weight (g.m ⁻²)
شاهد بدون مبارزه Weedy check	21.778 ^a	476 ^a
شاهد وجین دستی Hand weeding	0 ^c	0 ^c
مبارزه شیمیایی Chemical control	12 ^b	174.4 ^b

حروف مشابه در هر ستون و عدم درج حروف در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار می باشد (دانکن $\alpha=5\%$).
Same letters or no letter in each column showing no significant differences at 5% level.

جدول ۱۶- تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک (بدون تبدیل) و عملکرد دانه (تبدیل لگاریتمی) گندم
Table 16- Analysis of variance of biological yield (non-transformed) and seed yield (log transformed) of wheat

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	2	67469698.4 ^{***}	0.34166088 ^{ns}
بقایا Residue	2	3935525.9 ^{ns}	0.11469090 ^{ns}
تکرار × بقایا Residue × Replication	4	6301847.7 [*]	0.21817415 ^{ns}
روش مبارزه Weed control method	2	19142608.6 ^{***}	*0.50249237
بقایا × روش مبارزه Weed control method × Residue	4	2986971.3 ^{ns}	0.12678652 ^{ns}
خطا Error	12	1436749	0.10932160
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		18.59	10.72

***، * و ns به ترتیب اختلافات معنی دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی دار هستند.

***, * and ns are standing for significant differences at 5%, 0.1% probability level and no significant differences, respectively.

جدول ۱۷- مقایسه میانگین اثر روش مبارزه بر عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) گندم
Table 17- Effect of weed control method on biological yield (kg.ha⁻¹) and seed yield (kg.ha⁻¹) of wheat

روش مبارزه Weed control method	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)
شاهد بدون مبارزه Weedy check	4800 ^b	992 ^b
شاهد وجین دستی Hand weeding	7575.1 ^a	1942.2 ^a
مبارزه شیمیایی Chemical control	6965.3 ^a	1621.3 ^a

حروف مشابه در هر ستون و عدم درج حروف در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار می باشد (دانکن $\alpha=5\%$).
Same letters or no letter in each column showing no significant differences at 5% level.

خاصیت سیستمیک بوده و از طرفی افزایش نفوذ ماده مؤثره به درون گیاه به وسیله سیتوگیت موجب افزایش کار آبی این علف‌کش می‌شود، باعث کاهش معنی‌دار تراکم و وزن خشک علف هرز تلخه و خارشتر شد. در یک بررسی بعد از تیمار وجین دستی، بهترین تیمار استفاده از ۱۱/۲۵ گرم ماده مؤثره تری‌فلوکسی‌سولفورون سدیم در هکتار به همراه سیتوگیت (۲/۰٪ حجمی) در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی بود که باعث کنترل ۶۶/۵ درصد علف‌های هرز در پنبه شد (۳۵). بقایای محصول زراعی در سطح خاک به میزان ۳۰ و ۶۰ درصد، تأثیری بر عملکرد و پنبه و بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در روش کاشت مستقیم (بدون شخم) نداشت. در بررسی ادوتوتو و همکاران (۱) استقرار پنبه در زمین زراعی و ارتفاع بوته پنبه در حالت کاشت مستقیم در تمام تیمارهای بقایای گیاهی (جو و یولاف) و در مقادیر مختلف بیوماس بقایا، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

در گندم نیز وجود بقایای پنبه در سطح خاک باعث کاهش معنی‌دار عملکرد محصول گندم و نیز کاهش تراکم و وزن خشک علف هرز چندساله خرفه نسبت به حالت بدون بقایا نشد. دستغیب و همکاران (۱۲) نیز در بررسی اثر بقایای گیاهی شبدرسفید، چاودار، گندم و نخود بر بیوماس علف‌های هرز یولاف (*Avena fatua* L.) و *Veronica arvensis* و عملکرد گندم گزارش کردند که وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیر بقایای گیاهی قرار نگرفتند.

در جمع‌بندی، در روش کاشت بدون شخم، حفظ حداقل ۳۰ درصد بقایای گیاهی (۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در سطح خاک کاهش عملکردی در جو، پنبه و گندم نسبت به حالت بدون بقایا نشان نداد که این موضوع از نظر کشاورزی پایدار و جلوگیری از فرسایش بادی و آبی خاک و کاهش هزینه‌های ناشی از شخم و حفظ بافت خاک اهمیت بسزایی دارد. همچنین بر اساس نتایج، سیستم کشاورزی بدون شخم به مبارزه شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز کاملاً وابسته است. علف‌کش‌های مورد استفاده جهت کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ (علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ) و باریک‌برگ (علف‌کش پینوکسان) در جو و گندم، و کنترل علف‌های هرز در پنبه (علف‌کش تری‌فلوکسی‌سولفورون سدیم) باعث کنترل مناسب علف‌های هرز و در نتیجه افزایش عملکرد نسبت به شاهد بدون مبارزه شدند. بنابراین ضمن توصیه به حفظ حداقل ۳۰ درصد بقایای گیاهی در سطح خاک، مصرف علف‌کش‌های مناسب جهت کنترل علف‌های هرز ضروری است.

لیبل و همکاران (۲۳) گزارش کردند که استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی (از جمله بدون شخم) باعث افزایش تعداد گراس‌های یک‌ساله و علف‌های هرز پهن‌برگ چندساله و در مقابل باعث کاهش علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله در طی زمان می‌شود؛ که با نتایج این بررسی در مورد افزایش علف‌های هرز پهن‌برگ چندساله (به‌ویژه خارلته) مطابقت دارد.

اثر روش مبارزه با علف‌های هرز (مصرف علف‌کش متداول) در گیاهان زراعی موردبررسی در تناوب شامل جو، پنبه و گندم باعث کاهش معنی‌دار تراکم و وزن خشک علف‌های هرز غالب مزرعه شد. مصرف علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز از مک و درشتوک در جو و وزن خشک علف هرز تلخه در گندم نسبت به شاهد بدون مبارزه شد. این تأثیر کاملاً مورد انتظار بود زیرا این علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ در جو و گندم ثبت شده است (۴۲).

اثر بقایا در جو (مربوط به گندم سال قبل) و گندم (مربوط به پنبه سال قبل) به میزان ۳۰ درصد (۱۲۰۰ کیلوگرم بقایا در هکتار) و ۶۰ درصد (۲۴۰۰ کیلوگرم بقایا در هکتار) تأثیری بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و بر عملکرد جو و گندم در روش کاشت مستقیم (بدون شخم) نداشت. فلاور و همکاران (۱۵) در یک بررسی نه‌ساله نشان دادند که پراکنده کردن بقایای گیاهی در سطح خاک در مزرعه گندم به میزان ۳۰۰۰ کیلوگرم بقایای غلات در هکتار باعث بروز کاهش عملکرد گندم نشد. در بررسی بارکر و همکاران (۶) تأثیر بقایای ذرت، سویا و آفتابگردان بر گوجه‌فرنگی موردبررسی قرار گرفت و مشخص شد که کنترل علف‌های هرز بسته به نوع بقایای گیاهی اختلافی را نشان نداد. همچنین عملکرد گوجه‌فرنگی تحت تأثیر مقادیر مختلف بقایای گیاهی قرار نگرفت؛ اما با افزایش میزان بقایا از ۶ به ۲۴ تن در هکتار میزان کنترل علف‌های هرز افزایش یافت. در بررسی جودیس و همکاران (۱۹) مشخص شد که بقایای محصول نیشکر بر جای مانده بر زمین نتوانست به‌طور کامل از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز زمستانه جلوگیری کند. بر اساس نتایج بی‌آرت و همکاران (۷) وجود بقایای گیاهی در سطح خاک دما و رطوبت خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاهش رشد ذرت در اوایل فصل و در مواردی حتی کاهش عملکرد دانه ذرت به دلیل کاهش دمای خاک ناشی از وجود بقایای گیاهی گندم در سطح خاک گزارش شده است (۳۹).

در پنبه تیمار تری‌فلوکسی‌سولفورون سدیم که علف‌کشی داری

منابع

- 1- Adu-Tutu K.O., McCloskey W.B., Husman S.H., Clay P., Ottman M., and Martin E.C. 2003. Effects of reduced tillage and crop residues on cotton weed control, growth and yield. In: Silvertooth J, editor. Cotton. Tucson, AZ: College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona. Report Nummber P-134: 235-250.

- 2- Anderson R.L. 2005. A multi-tactic approach to manage weed population dynamics in crop rotation. *Agronomy Journal* 97: 1579-1683.
- 3- Armengot L., Blanco-Moreno J.M., Bàrberi P., Bocci G., Carlesi S., Aendekerk R., Berner A., Celette F., Grosse M., Huiting H., Kranzler A., Luik A., Mader P., Peigne J., Stoll E., Delfosse P., Sukkel W., Surböck A., Westaway S., and Sans F.X. 2016. Tillage as a driver of change in weed communities: a functional perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 222: 276-285.
- 4- Arshad M.A., Gill K.S., and Coy G.R. 1995. Barley, canola, and weed growth with decreasing tillage in a cold, semiarid climate. *Agronomy Journal* 87: 49-55.
- 5- Banting J.D. 1996. Studies on the persistence of *Avena fatua*. *Canadian Journal of Plant Science* 46: 129-140.
- 6- Barker A.V., and Bhowmik P.C. 2001. Weed control with crop residues in vegetable cropping systems. *Journal of Crop Production* 4: 163-183.
- 7- Beyaert R.P., Schott J.W., and White P.H. 2002. Tillage effect on corn (*Zea mays* L.) production in a coarse-textured soil in southern Ontario. *Agronomy Journal* 94: 767-774.
- 8- Blackshaw R.E., Larney G.O., Lindwall C.W., and Kozub G.C. 1994. Crop rotation and tillage effects on weed populations on the semi-arid Canadian prairies. *Weed Technology* 8: 231-237.
- 9- Childs D., Jordan T., Ross M., and Bauman T. 2001. Weed Control in No-Tillage Systems. Conservation Tillage Series, CT2. Purdue University, West Lafayette, IN 7-479. Indiana, USA.
- 10- Chokor J.U., Ikenobe C.E., and Odoh C.N. 2008. Effect of tillage on the efficacy of CGA362622 on weed control in maize. *African Journal of Biotechnology* 23: 4288-4290.
- 11- Chopra P., and Angiras N.N. 2008. Effect of tillage and weed management on productivity and nutrient uptake of maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agronomy* 53: 66-69.
- 12- Dastgheib F., Kumar K., and Goh K.M. 1998. Effects of crop residues and management practices on weeds in a wheat crop in Canterbury. *Proceedings of Agronomy society of New Zealand* 28: 17-20.
- 13- Demjanova E., Macak M., Dalovic I., Majernik F., Tyr S., and Smatana J. 2009. Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research* 7: 785-792.
- 14- Dorado J., and Lopez-Fando C. 2006. The effect of tillage system and use of a paraplow on weed flora in a semiarid soil from central Spain. *Weed Research* 46: 424-431.
- 15- Flower K.C., Ward P.R., Cordingley N., Micin S.F., and Craig N. 2017. Rainfall, rotations and residue level affect no-tillage wheat yield and gross margin in a Mediterranean-type environment. *Field Crops Research* 208: 1-10.
- 16- Food and Agriculture Organization (FAO). 2007. Agriculture and Consumer Protection Department. Rome, Italy. Available from <http://www.fao.org/ag/ca/>. Accessed November 2007.
- 17- Gemtos T.A., Cavalaris C., Demis V., Pateras D., and Tsidari C. 2002. Effect of changing tillage practices after four years of continuous reduced tillage. Paper number 021135 ASAE Annual Meeting.
- 18- Gulde, 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.
- 19- Judice W.E., Griffin J.L., Jones C.A., Etheredge L.M., and Salassi M.E. 2006. Weed control and economics using reduced tillage programs in sugarcane. *Weed Technology* 20: 319-325.
- 20- Kassam A., Friedrich T., Derpsch R., and Kienzie J. 2015. Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. *Field Actions Science Reports* 8: 1-11.
- 21- Knezevic M., Durkic M., Knezevic I., Antoni O., and Jelaska S. 2003. Effects of tillage and reduced herbicide doses on weed biomass production in winter and spring cereals. *Plant, Soil and Environment* 49: 414-421.
- 22- Legere A., and Samson N. 2004. Tillage and weed management effects on weeds in barley-red clover cropping systems. *Weed Science* 52: 881-885.
- 23- Liebl R., Simmons F.W., Wax L.M., and Stoller E.W. 1992. Effect of rye (*Secale cereal*) mulch on weed control and soil moisture in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 6: 838-846.
- 24- Moldenhauer W.C., Langdale G.W., Frye W., McCool D.K., Papendick R.I., Smika D.E., and Fryrear D.W. 1983. Conservation tillage for erosion control. *Journal of Soil and Water Conservation* 38: 144-151.
- 25- Montgomery D.R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*. 104: 13268-13272.
- 26- Mosavi-Borgar A., Jahansooze M.R., Mehrvar M.R., and Hosseinipour R. 2013. The effects of no-till, minimum till and conventional till systems in wheat cultivars. *Iranian Journal of Field Crop Science* 44: 411-418. (In Persian with English abstract)
- 27- Norsworthy J.K. 2008. Effect of tillage intensity and herbicide programs on changes in weed species density and composition in the southeastern coastal plains of the United States. *Crop Protection* 27: 151-160.
- 28- Obour A.K., Mikha M.M., Holman J.D., Stahlman P.W. 2017. Changes in soil surface chemistry after fifty years of tillage and nitrogen fertilization. *Geoderma* 308: 46-53.
- 29- Oliver E., Nybo B., Derksen D., and Watson P. 2005. Southwest opener/rotation study: The effect of opener disturbance on weed populations and crop rotations in the dry brown soil. Agri-Food Innovation Fund, Diversified

- Farming Systems Program, Final Project Report.
- 30- Ominski P.D., and Entz M.H. 2001. Eliminating soil disturbance reduces post-alfalfa annual weed populations. Canadian Journal of Plant Science 81: 881-884.
- 31- Peigne J., Vian J.F., Payet V., and Saby N.P.A. 2018. Soil fertility after 10 years of conservation tillage in organic farming. Soil and Tillage Research 175: 194-204.
- 32- Pimentel D., Harvey C., Resosudarmo P., Sinclair K., Kurz D., McNair M., Crist S., Shpretz L., Fitton L., Saffouri R., and Blair R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. Science 267: 1117-1123.
- 33- Refsell D.E., and Hartzler R.G. 2009. Effect of tillage on common waterhemp (*Amaranthus Rudis*) emergence and vertical distribution of seed in the soil. Weed Technology 23: 129-133.
- 34- Santin-Montanya M.I., Martin-Lammerding D., Zambrana E., Tenorio J.L. 2016. Management of weed emergence and weed seed bank in response to different tillage, cropping systems and selected soil properties. Soil and Tillage Research 161: 38-46.
- 35- Sardar M., Behdani M.A., Eslami S.V., Mahmoodi S. 2015. The effect of different weeds control and tillage systems on cotton's weeds management in second planting after of winter wheat. Journal of Plant Protection 29: 95-101. (In Persian with English abstract)
- 36- Shrestha A., Knezevic S.Z., Roy R.C., Ball-Coelho B.R., and Swanton C.J. 2002. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. Weed Research 42: 76-87.
- 37- Shahzad M., Farooq M., Jabran K., and Hussain M. 2016. Impact of different crop rotations and tillage systems on weed infestation and productivity of bread wheat. Crop Protection 89: 161-169.
- 38- Vanhala P., Kurstjens D., Ascard J., Bertram A., Cloutier D.C., Mead A., Raffaelli M., and Rasmussen J. 2004. Guidelines for physical weed control research: flame weeding, weed harrowing and intra-row cultivation. 6th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control. Lillehammer, Norway 8-10 March 2004.
- 39- Vyn T.J., and Raimbault B.A. 1993. Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure. Agronomy Journal 85: 1074-1079.
- 40- Velykis A., and Satkus A. 2006. Influence of crop rotations and reduced tillage on weed population dynamics under Lithuania's heavy soil conditions. Agronomy Research, 4: 441-445.
- 41- Verhulst N., Goverts B., Verachtert E., Castellanos-Navarrete A., Mezzalana M., Wall P., Deckers J., and Sayre K.D. 2010. Conservation Agriculture, Improving Soil Quality for Sustainable Production Systems? In: Lal, R., Stewart, B. A. (Eds), (Advances in Soil Science: Food Security and Soil Quality. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 137-208.
- 42- Zand E., Baghestani M.A., Shimi P., Nezamabadi N., Mosavi M.R., and Mosavi K. 2012. Guide for weed control methods in important crops and fruit gardens in Iran. Mashhad Jahad Daneshgahi Press. 176 pages. (In Persian)



Crop Residue and Herbicide Application Effects on Weed Control in No-tillage System under Barley-Cotton-Wheat Rotation

M. Abbaspoor^{1*} - M. Ghodsi²

Received: 04-11-2018

Accepted: 28-09-2019

Introduction: Tillage is one of the most important causes of soil erosion in croplands that affects productivity and inflates the cost of production. Recently, in order to enhance sustainability without compromising land productivity, there has been a growing trend toward conservation agriculture. No-tillage (NT) as one of the components of conservation agriculture is a planting system in which soil does not disturb and mulch cover remain from previous crop at least in 30%. It has revolutionized agricultural systems because it allows farmers to manage greater amounts of land with reduced energy, labor, and machinery inputs. Minimum tillage systems, such as shallow or surface tillage and direct drilling or no-tillage (NT), increase the degree of soil cover and increase organic matter at the soil surface over time. In specific soil types and climates, this can lead to an improvement of the soil physical condition. Improvement of the biological and physical quality of the surface soil can also help to protect the soil resource against redistribution and erosion. NT cropping systems frequently suffer from weed infestations, especially those of weedy annual grasses. The timing of competition in NT systems may differ from that in conventional systems. Rottenly, a combination of relative crop yield and specific input costs (i.e., fertilizer and pesticide) are considered as key determinants to the profitability of adopting minimum tillage systems. Our understanding of weed community dynamics and suppression in NT systems is limited, particularly in long-term rotations. Winter annuals, biennials, and perennials are typically associated with NT systems because of their affinity for non-disturbed soil environments. The vertical distribution of viable weed seeds in the soil profile is shallower in NT systems than in intensive-tillage systems. Weed seeds remaining at or near the surface are more susceptible to predation and disease, which may deplete the seed bank over time. NT is dependent on herbicides because of the elimination of tillage for control of weeds.

Materials and Methods: A three-year field study was conducted to assess the efficacy of weed control in barley-cotton-wheat rotation under no-tillage system in the agricultural research station of Gonabad, Khorasan-Razavi province, Iran over 2014-2016 seasons. The experiment was arranged in a split plot design based on completely randomized block design with three replications. The main plot was crop residue (left on the ground from previous crop in rotation) in three levels; no residue, 30% residue (1200 kg ha⁻¹) and 60% residue (2400 kg ha⁻¹). The subplot was weed control methods in three levels; (weed infest control, weed free control and chemical control. In chemical control treatment, we applied 2,4-D + MCPA at dose of 1.0125 lit a.i. ha⁻¹ for controlling broad-leaved weeds and pinoxaden (Axial® 10% EC) at dose of 67.5 g a.i. ha⁻¹ for controlling narrow-leaved weeds in barley and wheat, and triflurysulfuron-sodium (Envoke® 75% WG) at dose of 11.25 g a.i. ha⁻¹ in cotton. For barley, the wheat residues were left from wheat planted a year before in rotation. Plots size were 3m×10m. Barley (var. Nosrat), cotton (var. Khordad) and wheat (var. Parsi) planted by direct seeding equipment with no tillage.

Results and Discussion: *Cardaria draba* and *Malcolmia africana* in barley, *Acrotylon repense* and *Alhagi pseudalhagi* in cotton and *A. repense* in wheat were dominant weed species from the beginning to the end of the study. Results showed a remarkable change in weed flora from mostly annual weeds (like *M. africana*) to perennials (like *A. repense*), because of the fact that no tillage system was deployed. For barley, application of 2, 4-D + MCPA significantly decreased weed dry weight and density compare to the weedy check. Residues showed no significant effect on biological and seed yield of barley. For cotton, the effect of triflurysulfuron-sodium was significant on decreasing the density and dry weight of *A. repense* 30 days after spraying and in the

1- Assistant Professor in Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad

(*- Corresponding Author Email: m.abbaspoor@areeo.ac.ir)

2- Associated Professor in Agronomy and Horticulture Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad

end of the season as well. Effect of residue levels (30% or 60%) was not significant on the density and dry matter of *A. repense* in the early and at the end of the season as well. Triflurysulfuron-sodium significantly increased cotton dry weight compare to the weedy control. Dry weight of cotton in hand weeding control and application of triflurysulfuron-sodium treatments were significantly higher than that of weedy control. Residues showed no significant effect on cotton boll dry weight. For wheat, application of 2, 4-D + MCPA significantly decreased weed dry weight and density compared to the weedy control. Residues showed no significant effect on biological and seed yield of wheat.

Conclusion: No-tillage system by at least 30% (1200 kg ha⁻¹) up to 60% (2400 kg ha⁻¹) of residues spread on the soil surface can be recommended to be deployed besides a suitable chemical weed control management in barley-cotton-wheat rotation in semi-arid climate conditions to enjoy the benefits of no tillage system of agriculture.

Keywords: Cotton yield, Grain yield, Residue management

مقایسه تحلیلی فلور علف‌های هرز مزارع سویا (*Glycine max* L.) در دو منطقه کوهستانی و دشت شرق مازندران

حمید صالحیان^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۸

چکیده

مطالعه نحوه پراکنش علف‌های هرز برای ارزیابی راهبردهای زراعی در گذشته و طراحی رهیافت‌های مدیریتی آینده علف‌های هرز مفید می‌باشد. بدین سبب این آزمایش به منظور بررسی تنوع گونه‌ای، کارکردی و ساختار جوامع علف‌های هرز مزارع سویا در دو منطقه دشت و کوهستانی شهرستان های نکا و گلوگاه، واقع در شرق استان مازندران در سطح ۲۸۲۰ هکتار و در مرحله پیدایش گره رویشی چهارم در سال ۱۳۹۷ انجام شد. نمونه‌برداری به روش سیستماتیک با استفاده از کادرهای ۵/۵×۰/۵ متر انجام و تراکم و درصد فراوانی توزیع علف‌های هرز به تفکیک جنس و گونه اندازه‌گیری شد. در این بررسی ۴۷ گونه علف‌هرز از ۲۴ خانواده گیاهی شناسایی گردید. خانواده‌های کاسنی (Asteraceae) و گندمیان (Poaceae) بیشترین غنای گونه‌ای را به خود اختصاص دادند. علف‌های هرز یکساله با ۳۰ و چند ساله با ۱۶ گونه به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد را داشتند. در مزارع کوهستانی به علت عدم مصرف علف‌کش، تراکم علف‌های هرز برگ پهن بیشتر بود. در این ناحیه نسبت فراوانی گونه‌های C₃ به C₄ در مقایسه با دشت به دلیل کمتر بودن میانگین دما چیرگی داشت. شاخص شانون در منطقه کوهستان ($H_m=1/13$) بزرگتر از ناحیه دشت ($H_p=1/04$) برآورد گردید. بیشتر بودن تنوع گونه‌ای در منطقه کوهستانی را به پایداری بیشتر این ناحیه می‌توان نسبت داد. جمعیت کمتر علف‌های هرز نیز در مزارع دشت نشان از نقش مهم عملیات خاک ورزی است. به طور کلی تفاوت مدیریت‌های اعمال شده در دو ناحیه مورد بررسی در بلند مدت، به عنوان فیلترهای زراعی بر جمعیت و ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز مؤثر بوده است.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، فلور، فیلترهای زراعی

مقدمه

شناسایی پوشش و جغرافیای گیاهی راهکاری مناسب برای تعیین ظرفیت بوم شناختی هر منطقه است. همچنین عامل مؤثری در سنجش و ارزیابی وضعیت کنونی و پیش‌بینی وضعیت آینده به شمار می‌رود. بررسی فلوریستیک رستنی‌های هر منطقه موقعیت آن منطقه را در شبکه جهانی حفاظت از طبیعت مشخص‌تر ساخته و یکی از مؤثرترین روش‌ها جهت حفاظت از تنوع زیستی محسوب می‌شود (۲۰).

مطالعات زیادی در مورد تأثیر عوامل انسانی و محیطی بر جوامع علف‌های هرز در زمین‌های زراعی صورت گرفته است. بعضی تأثیر اسیدپتیه خاک را برجسته نشان دادند (۱۶) و عده‌ای نیز ارتفاع و

متغیرهای مرتبط با آن را مهم دانسته‌اند (۲۳). سیلک و همکاران (۴۷) نیز نشان دادند جغرافیای گیاهی هر منطقه عامل بسیار مهمی در تعیین ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز مزارع می‌باشد. پینکه و همکاران (۳۴) در مطالعه جامعی در مجارستان با بررسی ۲۵ عامل محیطی و مدیریتی نشان دادند بیشترین سهم در تفسیر ترکیب گونه‌ای علف های هرز متعلق به عوامل دما، نوع محصول و مقدار نزولات بود. پایداری اکوسیستم‌های طبیعی وابسته به تنوع گونه‌ای است (۲۲). جیانگ و همکاران (۱۸) در بررسی عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع زیستی گیاهی در شرق کوه‌های هلان^۲ در چین نشان دادند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد. فریزن و همکاران (۱۱) معتقدند که بازدهی تولید جوامع گیاهی متنوع، پایداری است. به عبارتی هر چه تنوع گیاهی در اکوسیستم بیشتر باشد، آن جامعه پایداری بیشتری دارد. چمنی (۵) تنوع و غنای گونه‌ای پارک ملی گلستان را در سه واحد دشت (میرزابیلو)، تپه ماهور و کوهستان

۱- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

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

DOI: 10.22067/jpp.v33i3.79154

(آلمه) مطالعه کرد و نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع، غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد.

گیاهان چهار کربنه (C₄) کلا شامل ۴۵ گونه خشک‌زی بوده که بیشتر علف هرز می‌باشند (۴۳). همچنین در حدود ۲۵ درصد از ماده خشک تولیدی توسط گیاهان (گیاهان زراعی، علف‌های هرز، ذرت (*Zea mays* L.)، نیشکر (*Saccharum officinarum* L.)، سورگوم (*Sorghum halepense* L.) و ارزن ترکه‌ای (*Panicum virgatum* L.) متعلق به این مسیر فتوسنتزی می‌باشد (۴۲). به علت مکانیزم افزایش غلظت CO₂ در فضای سلول، هدایت روزنه‌ای برگ‌ها افزایش نیافته و کارایی مصرف آب در آنها بالاست (۴۳). توزیع گراس‌های C₄ در جهان عمدتاً محدود به اقلیم‌های گرم بوده و رابطه مثبت قوی بین فراوانی آنها و ازدیاد دما در مقیاس قاره‌ای (۵۰) و ارتفاع از سطح زمین (۸) دیده می‌شود. تمام درختان و بیشتر بوته‌ها و علف‌های هرز از مسیر سه کربنه (C₃) تبعیت کرده در حالی که گیاهان C₄ را جگن‌ها، علف‌ها و بوته‌ها تشکیل می‌دهند (۴۸).

جمعیت علف‌های هرز مزرعه به شدت تابع نوع عملیات زراعی و مدیریتی است. پوگیو (۳۶) معتقد است ساختار جوامع و تنوع گونه‌ای علف‌های هرز در نتیجه عوامل محیطی، مدیریتی و رقابت بین گونه‌ای علف‌های هرز و گیاهان زراعی و رقابت درون گونه‌ای آنها تعیین می‌گردد. به عقیده رایان و همکاران (۴۰) تنوع در ساختار جوامع علف‌های هرز، شاخصی از موفقیت عملیات مدیریت علف‌های هرز می‌باشد. تغییر جمعیت علف‌های هرز به چند گونه غالب بیانگر فراهم شدن شرایط لازم برای سازش این گونه‌ها به عملیات زراعی رایج می‌باشد.

ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز می‌تواند تحت تأثیر مدیریت کود نیتروژن قرار گیرد. این عنصر بر رقابت علف هرز و گیاه زراعی مؤثر است و با تأثیر بر جوانه‌زنی بذور، رشد آنها و ریزش بذر، ترکیب بانک بذر و در نتیجه جمعیت علف‌های هرز را به سمت گونه‌های نیتروژن دوست تغییر می‌دهد (۱۰).

تفاوت در عملیات خاک‌ورزی یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر ساختار جمعیت علف‌های هرز است. مومن یساقی و همکاران (۲۸) نشان دادند که انواع مختلف شخم، توزیع عمودی بذور را در پروفایل خاک و جوانه‌زنی آنها و در نتیجه تراکم علف هرز و ترکیب گونه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و کرت‌هایی که تحت تأثیر سیستم بدون شخم قرار داشتند نسبت به شخم حداقل و شخم متداول از تراکم علف هرز بالاتری برخوردار بودند.

کاربرد علف‌کش در مقایسه با سایر روش‌های کنترل تأثیر بیشتری روی تراکم، ترکیب گونه‌ای و فلور علف‌های هرز دارد (۴۰). داگلاس و همکاران (۹) گزارش کردند در مزرعه‌ای که تحت کشت مداوم ذرت بود، پس از سه سال مصرف علف‌کش و شخم بین ردیف‌ها، تعداد بذور موجود در بانک بذر، تقریباً ۷۰ درصد کاهش

یافت. در این مزرعه هنگامی که مصرف علف‌کش به مدت سه سال قطع شد و علف‌های هرز تنها بوسیله شخم کنترل شدند، بانک بذر ۲۵ برابر بیش از زمانی بود که کنترل شیمیایی و مکانیکی در مزرعه وجود داشت.

در راستای بررسی‌های پوشش گیاهی و به منظور اندازه‌گیری ظرفیت بوم شناختی منطقه‌ای، این آزمایش جهت مقایسه فلور علف‌های هرز مزارع سوای دو ناحیه کوهستانی و دشت و تحلیل بروز اختلافات آنها در شرق استان مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این مطالعه، دو شهرستان نکا و گلوگاه در شرق استان مازندران انتخاب شدند. در شهرستان گلوگاه ۱۵۶۰ هکتار از مزارع سوای در روستاهای هشتیکه، خورشید کلا، تیله نو، سراج محله، تیرتاش و لمراسک انتخاب، که همگی در ناحیه دشت واقع بودند. در شهرستان نکا منطقه دشت شامل روستاهای خورشید، تازه آباد و گلچالسر و منطقه کوهستانی شامل روستاهای لایی رودبار، آبچین، سوته خیل، زیارتکلا، ملاخیل، ازگ، واودین و محسن آباد بود که در مجموع ۱۲۶۰ هکتار سطح زیر کشت داشتند.

در این آزمایش ۸۲ مزرعه سوای (بین ۱ تا ۵ هکتار) که به اندازه کافی همگن و نماینده هر منطقه بودند، انتخاب شدند (۱). ۶۲ مزرعه در منطقه کوهستان و ۲۰ مزرعه در منطقه دشت واقع بود.

نمونه‌گیری در ۵ تا ۹ نقطه در هر مزرعه با توجه به سطح آن (۳۲) طبق الگوی حرف W صورت گرفت. در این روش یک گوشه از مزرعه انتخاب و از آن نقطه ۲۰ قدم به موازات یکی از اضلاع حرکت می‌شد، سپس با تشکیل یک زاویه ۹۰ درجه بیست قدم به داخل مزرعه حرکت نموده، نقطه شروع نمونه‌برداری از این مکان بود، به طوری که فاصله هر دو نقطه متوالی ۲۰ قدم بود و در هر نقطه یک کادر ۰/۲۵ متر مربعی (ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر) انداخته می‌شد. پس از پرتاب هر کادر، انواع علف‌های هرز آن به تفکیک جنس و گونه شناسایی می‌شد (۲۷).

زمان جمع‌آوری علف‌های هرز پیک گل‌دهی آنها (مرحله V₄ رویش گره چهارم) جهت سهولت در شناسایی انتخاب گردید (۱۳). شاخص تنوع شانون^۱ نیز با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (۲۵):

$$H = - \sum_{i=1}^{si} \frac{k_i}{k} \ln \frac{k_i}{k} \quad (\text{معادله ۱})$$

که در آن:

H = شاخص تنوع گونه‌ای شانون،

K = تعداد کل جمعیت افراد،

K_i = تعداد افراد جمعیت گونه i ام،

شهرستان‌های نکا و گلوگاه، کلاً ۴۱۰ پلات برداشت شد. عمده‌ی مساحت مورد مطالعه در منطقه دشت با مساحت ۲۲۹۰ هکتار و بقیه در ناحیه کوهستان با مساحت ۵۳۰ هکتار قرار داشت. از میان پلاتها و نمونه‌های اخذ شده، ۱۹ نمونه فاقد هر گونه علف‌هرز بود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، تعداد کل گونه‌های علف‌هرز موجود در مزارع سویا ۴۷ گونه بود که متعلق به ۲۴ خانواده بودند. تعداد گونه‌های دو لپه (۳۷ گونه) بیشتر از تک لپه (۱۰ گونه) بود. همچنین ۳۹ گونه (۸۳ درصد) از علف‌های هرز، مسیر فتوسنتزی سه کرینه (C₃) و ۸ گونه‌ی دیگر (۱۷ درصد) مسیر فتوسنتزی چهار کرینه (C₄) داشتند. از نظر چرخه زندگی، علف‌های هرز یکساله با ۳۰ گونه بیشترین تنوع را به خود اختصاص دادند. پس از آن علف‌های هرز چند ساله با ۱۷ گونه در رده‌ی بعدی قرار گرفتند. به طور کلی خانواده‌های Poaceae و Asteraceae به ترتیب با ۸ و ۷ گونه، متنوع‌ترین خانواده علف‌های هرز تک لپه و دو لپه در مزارع سویا به شمار آمدند (جدول ۱). غالبیت گونه‌های یک ساله در جمعیت علف‌های هرز مزارع توسط بسیاری از محققین گزارش شده است (۱۷ و ۴۵). برخی از مطالعات نشان داده است که بطور متوسط ۹۵ درصد بذوری که به بانک بذر وارد شده و فلور علف‌های هرز را تشکیل می‌دهند مربوط به علف‌های هرز یک ساله بوده و تنها چهار درصد آن‌ها از علف‌های هرز چند ساله منشاء می‌گیرند (۲۹).

نتایج این تحقیق در مورد علف‌های هرزی که تراکم بالاتر از یک بوته در متر مربع داشتند نشان داد که علف‌های هرز دو لپه یک ساله تاج‌ریزی سیاه^۵ و تاج‌خروس ریشه قرمز^۶ به ترتیب با میانگین ۷۴ و ۷۲ درصد بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). در منطقه دشت از میان ۲۲ گونه‌ی مشاهده شده ۱۶ گونه پهن برگ و در منطقه کوهستان از ۳۷ گونه، ۲۹ گونه برگ‌پهن بودند (جدول ۲). درصد حضور و تراکم بالای برگ‌پهن‌ها در منطقه کوهستانی به عدم مصرف علف‌کش‌های مربوطه باز می‌گردد (جدول ۳). رنکینس و همکاران (۳۸) نیز به نتیجه مشابهی هنگام مطالعه فلور علف‌های هرز دشت می‌سی‌سی‌پی به دلیل استفاده‌ی کم از علف‌کش‌های پهن‌برگ‌کش پیش کاشت رسیدند.

بر اساس نتایج حاصل از این بررسی در مزارع سویای واقع در مناطق کوهستانی ۳۷ گونه علف هرز مشاهده شدند که متعلق به ۲۱ تیره بودند که در بین آن‌ها تعداد گونه‌های دو لپه (۲۹ گونه) بیشتر از تک لپه (۸ گونه) بود. همچنین ۳۱ گونه از علف‌های هرز این ناحیه دارای مسیر فتوسنتزی سه کرینه (۳ گونه تک لپه و ۲۸ گونه دو لپه) و ۶ گونه‌ی دیگر مسیر فتوسنتزی چهار کرینه (۵ گونه تک لپه و ۱ گونه دو لپه) داشتند (جداول ۱ و ۲).

S=تعداد کل گونه‌ها، می‌باشد.

برای اندازه‌گیری تراکم و فراوانی هر گونه از معادلات مشروحه ذیل استفاده شد (۱):

$$F_k = \frac{\sum Y_i}{n} \times 100 \quad (\text{معادله ۲})$$

F_k: فراوانی گونه k ام، Y_i: حضور (۱) یا عدم حضور (۰) گونه k در مزرعه شماره i، n: تعداد مزارع.

$$D_{kj} = \frac{\sum Z_j}{m} \times 4 \quad (\text{معادله ۳})$$

D_{ki}: تراکم (تعداد بوته در متر مربع) برای گونه k در مزرعه شماره i، Z_j: تعداد بوته در کادر (۰/۲۵ متر مربعی)، m: تعداد کادر پرتاب شده.

نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده نیز بر اساس تنوع کارکردی^۱ در چهار گروه زیر طبقه‌بندی شدند (۲۴): چرخه زندگی^۲ (یکساله و چند ساله)، گروه‌های اصلی گیاهی^۳ (تک لپه و دو لپه)، مسیر فتوسنتزی (سه و چهار کرینه) و درجه سماجت (سمج و غیر سمج).

اثرات محیطی علف‌کش‌ها با استفاده از شاخص I_{pest} برآورد شد (۵۳). I_{pest} برای هر بار کاربرد علف‌کش محاسبه گردید. دامنه آن از صفر (عدم تأثیر بر محیط) تا یک (تأثیر بسیار زیاد) تغییر می‌کند. در این آزمایش متوسط مقادیر سالانه استفاده از علف‌کش، مقادیر ماده مؤثره بکار رفته و شاخص I_{pest} بصورت تجمعی در دو مکان مقایسه شد.

در برخی از مجموعه‌های مربوط به داده‌های چند متغیره، متغیرها به طور طبیعی به دو گروه تقسیم می‌شوند. در این صورت، تجزیه همبستگی کانونیک^۴ (CCA) می‌تواند برای بررسی ارتباط بین این دو گروه مورد استفاده قرار گیرد (۲۶). در این آزمایش روش تجزیه همبستگی کانونیک نیز برای توضیح بیشتر و تکمیلی رابطه موجود بین متغیرهای مکانی و صفات گیاهی مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمایش ۴۱۰ نمونه یا کوادرات وجود داشت. این نمونه‌ها از نظر دو متغیر مکانی (Y₁=کوهستان، Y₂=دشت) و شش متغیر کارکردی گیاه (X₁=تک لپه، X₂=دولپه، X₃=یکساله، X₄=چندساله، X₅=سه کرینه، X₆=چهارکرینه) تفسیر شدند. هر نوع رابطه معنی‌دار بین متغیرهای مکانی و کارکردی جالب خواهد بود، زیرا این روابط می‌توانند بیانگر سازگاری و حضور بعضی از علف‌های هرز در یک مکان باشند.

نتایج و بحث

از مزارع سویای موجود در دو منطقه کوهستانی و دشت از توابع

- 1- Functional diversity
- 2- Life cycle
- 3- Morph type
- 4- Canonical Correlation Analysis

5- *Solanum nigrum*

6- *Amaranthus retroflexus*

جدول ۱- گروه‌های کارکردی و تراکم علف‌های هرز مزارع سویا در دو منطقه کوهستان و دشت از توابع شهرستان‌های نکا و گلوگاه
Table 1- Weed functional groups and density of soybean fields in two mountain and plain regions in Neka and Galugah counties.

مکان مشاهده Observation site													
دشت Plain													
کوهستان Mountain													
نام علمی Scientific name	خانواده Family	میانگین تراکم (بوته در متر مربع) Mean density p.m ⁻²		میانگین فراوانی (درصد) Mean abundance (%)		میانگین تراکم (بوته در متر مربع) Mean density p.m ⁻²		میانگین فراوانی (درصد) Mean abundance (%)		فرایند زیستی Life cycle	مسیر فتوسنتزی Photosynthetic pathway	نوع گیاه Morph type	مشکل Troublesome
<i>Abutilon theophrasti</i> L.	Malvaceae	15.02	58.35	23.10	64.32	23.10	64.32	23.10	64.32	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	16.04	68.11	26.13	75.12	26.13	75.12	26.13	75.12	Annual	C ₄	Dicot	T
<i>Anthemis cotula</i> L.	Asteraceae	0.20	2.82	0.90	3.22	0.90	3.22	0.90	3.22	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Bidens tripartita</i> L.	Asteraceae	0	0	0.20	3.22	0.20	3.22	0.20	3.22	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Brassica napus</i> L.	Brassicaceae	0	0	0.21	1.11	0.21	1.11	0.21	1.11	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	14.02	31.27	23.14	34.51	23.14	34.51	23.14	34.51	Annual	C ₃	Dicot	T
<i>Chrozophora tinctoria</i> L.	Euphorbiaceae	1.52	0.96	0	0	0	0	0	0	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	0	0	0.20	1.11	0.20	1.11	0.20	1.11	Perennial	C ₃	Dicot	Non T
<i>Cirsium vulgare</i> L.	Asteraceae	7.20	31.27	13.30	45.22	13.30	45.22	13.30	45.22	Perennial	C ₃	Dicot	Non T
<i>Citrullus colocynthis</i> L.	Cucurbitaceae	0.61	0.96	0	0	0	0	0	0	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	13.02	16.26	22.13	21.15	22.13	21.15	22.13	21.15	Perennial	C ₃	Dicot	T
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Poaceae	0	0	3.12	12.15	3.12	12.15	3.12	12.15	Perennial	C ₄	Monocot	Non T
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	15.01	26.54	21.07	34.51	21.07	34.51	21.07	34.51	Perennial	C ₄	Monocot	T
<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	3.14	7.39	0	0	0	0	0	0	Perennial	C ₄	Dicot	Non T
<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	Poaceae	11.04	13.12	0	0	0	0	0	0	Annual	C ₃	Monocot	Non T
<i>Echium amoenum</i> L.	Boraginaceae	0	0	1.12	8.13	1.12	8.13	1.12	8.13	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Eleusine indica</i> L.	Poaceae	2.18	11.63	0	0	0	0	0	0	Perennial	C ₃	Monocot	Non T
<i>Euphorbia aellenii</i> L.	Euphorbiaceae	0	0	21.23	21.15	21.23	21.15	21.23	21.15	Annual	C ₄	Dicot	Non T
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	0	0	6.15	12.15	6.15	12.15	6.15	12.15	Perennial	C ₃	Dicot	Non T
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Boraginaceae	12.57	16.26	0	0	0	0	0	0	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Hibiscus trionum</i> L.	Malvaceae	0.61	0.96	0	0	0	0	0	0	Annual	C ₃	Dicot	Non T
<i>Lactuca scariola</i> L.	Malvaceae	0	0	21.63	21.15	21.63	21.15	21.63	21.15	Annual	C ₃	Dicot	Non T

ادامه جدول ۱

Table 1 Continue

<i>Lathyrus sativus</i> L.	Fabaceae	0	0	19.12	24.13	Dicot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Lolium rigidum</i> L.	Poaceae	0	0	5.12	8.13	Monocot	C ₃	Annual	Non T
<i>Mentha longifolia</i> L.	Lamiaceae	2.24	11.63	6.18	15.12	Dicot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Physalis alkekengi</i> L.	Solanaceae	12.09	16.26	0	0	Dicot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	0	0	22.09	26.15	Monocot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	0	0	19.56	21.15	Dicot	C ₃	Annual	T
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Portulacaceae	11.01	13.12	0	0	Dicot	C ₄	Annual	Non T
<i>Peridium aquilinum</i> L.	Dennsatediaceae	0	0	1.52	8.13	Dicot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Ranunculaceae	0	0	4.16	8.13	Dicot	C ₃	Annual	Non T
<i>Rapistrum rugosum</i> L.	Brassicaceae	0	0	8.16	10.13	Dicot	C ₃	Annual	T
<i>Rumex acetosella</i> L.	Polygonaceae	0	0	3.18	6.11	Dicot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Sambucus nigra</i> L.	Caprifoliaceae	0	0	1.18	6.11	Dicot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Asteraceae	0	0	9.15	6.11	Dicot	C ₃	Annual	Non T
<i>Sesamum indicum</i> L.	Pedaliaceae	0.11	0.96	0	0	Dicot	C ₃	Annual	Non T
<i>Setaria verticillata</i> L.	Poaceae	6	11.63	3.5	12.15	Monocot	C ₄	Annual	Non T
<i>Setaria viridis</i> L.	Poaceae	0	0	12.53	24.13	Monocot	C ₄	Annual	Non T
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	0	0	7.18	12.15	Dicot	C ₃	Annual	T
<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	12.96	69.12	22.11	79.10	Dicot	C ₃	Annual	Non T
<i>Sorghum halepense</i> L.	Poaceae	25.21	41	23.01	34.51	Monocot	C ₄	Perennial	T
<i>Taraxacum officinale</i> L.	Asteraceae	0	0	4.12	15.12	Dicot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Trifolium repense</i> L.	Fabaceae	0	0	1.19	1.12	Dicot	C ₃	Perennial	Non T
<i>Triticum aestivum</i> L.	Poaceae	0.10	0.96	0.90	1.12	Monocot	C ₃	Annual	Non T
<i>Veronica persica</i> L.	Scrophulariaceae	0	0	17.15	24.13	Dicot	C ₃	Annual	Non T
<i>Viola tricolor</i> L.	Violaceae	0	0	2.11	1.12	Dicot	C ₃	Annual	Non T
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	3.10	7.39	2.31	8.13	Dicot	C ₃	Annual	Non T

محاسبه شاخص شانون نشان داد ناحیه‌ی کوهستان ($H_m=1/13$) تنوع گونه‌ای بیشتری نسبت به دشت ($H_p=1/04$) دارد. با توجه به اینکه ناحیه‌ی کوهستانی فراوانی بیشتری از علف‌های هرز داراست و این شاخص متأثر از درصد فراوانی علف‌های هرز می‌باشد، این روند منطقی به نظر می‌رسد. تنوع گونه‌ای بیشتر در منطقه کوهستان را به پایداری بیشتر این ناحیه نیز می‌توان نسبت داد. از دلایل پایداری بیشتر در این منطقه عدم مصرف علف‌کش، شخم سطحی و فاصله زمانی بیشتر بین گیاهان کاشته شده در تناوب، می‌باشد. لرا و مازان کرت (۲۲) نیز نشان دادند که تنوع گیاهی نقش مهم و کلیدی در پایداری بلند مدت اکوسیستم‌ها دارد. چمنی (۵) نیز هنگام مطالعه‌ی

تنوع و غنای گونه‌ای پارک ملی گلستان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع، غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد. همچنین باید افزود که کاهش غنای گونه‌ای منطقه‌ی دشت حاکی از آن است که مدیریت‌های زراعی اعمال شده تأثیر شدیدی بر فراوانی و تنوع گونه‌ای در این مدت داشته است. در این منطقه عامل علف‌کش از مهمترین فیلترهای زراعی بوده، چرا که انتخابی عمل کرده و منجر به افزایش مرگ و میر علف‌های هرز شده است. در منطقه دشت به واسطه‌ی استفاده از علف‌کش، علف‌های هرز چند ساله و برگ پهن از فراوانی کمتری برخوردار بودند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین فراوانی برخی از گروه‌های کارکردی علف‌های هرز در مزارع سویای واقع در مناطق کوهستان و دشت از توابع شهرستان‌های نکا و گلوگاه

Table 2- Abundance mean comparison some weed functional groups of soybean fields in two mountain and plain regions in Neka and Galugah counties

	مقایسات جفتی paired comparisons	
	دشت Plain	کوهستان Mountain
چند ساله Perennial	0.27 b	0.43 a
یک ساله Annual	0.73 a	0.57 b
پهن برگ Broad leaf	0.70 b	0.78 a
باریک برگ Narrow leaf	0.30 a	0.22 a
سه کرپنه C ₃	0.73 b	0.84 a
چهار کرپنه C ₄	0.27 b	0.16 a

اعداد با حروف غیر مشترک در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) می‌باشند.

Numbers followed by non-similar letters in each row are significantly different ($p<0.05$).

شود. کاهش تنوع زیستی گونه‌های گیاهی با مصرف علف‌کش توسط پوپور و همکاران (۳۷) نیز گزارش شده است. این امر عمدتاً به دلیل عدم امکان تجدید چرخه زندگی بانک بذر در اثر استفاده متوالی از علف‌کش‌ها می‌باشد. در آزمایش ما نیز در شرایط کاربرد علف‌کش در منطقه دشت، فراوانی علف هرز سلمه به طور متوسط ۶۹ درصد در حالی که در قسمت کوهستان ۷۹ درصد اندازه‌گیری شد (جدول ۱). در ناحیه کوهستان از علف‌کش استفاده نشد (جدول ۳). مقدار متوسط I_{pest} (شاخص آلاینده‌گی) در مورد علف‌کش‌ها در منطقه دشت بیشتر بود. مقدار صفر I_{pest} در مزارع کوهستان حاکی از موفقیت این سیستم در کاهش پتانسیل اثرات زیست محیطی علف‌کش‌هاست.

در کوشش صورت گرفته جهت تلفیق دیدگاه بوم شناختی و زراعت توسط بوت و سوانتون (۴) در چهارچوب فرضیه تشکیل جوامع علف‌های هرز، حضور و ترکیب گونه‌ای آنها تابع دو دسته فیلترهای غیر زنده (مدیریت، اقلیم و...) و زنده (عوامل بیماری‌زا، رقابت و...) معرفی شده است. در این تئوری استفاده از علف‌کش‌ها به عنوان اصلی‌ترین فیلتر حذف علف‌های هرز به حساب می‌آید. تحقیقات متعددی بر نقش برجسته‌ی علف‌کش‌ها در تغییر ترکیب گونه‌ای جمعیت علف‌های هرز مزارع تأکید داشته‌اند (۲۱، ۳۳ و ۴۰). به عنوان مثال شفر و همکاران (۴۶) نشان دادند استفاده از علف‌کش‌ها موجب کاهش تراکم و حضور گونه‌های حساس به علف‌کش مانند سلمه^۱ می

جدول ۳- برخی از خصوصیات زراعی و اقلیمی در مناطق مختلف مورد آزمایش.

Table 3- Some agronomic and climatic characteristics in different experimental regions

کوهستان	دشت	خصوصیت
Mountain	Plain	Characteristic
محلی (شیر کلاهی)	۰۳۳ (پر برگ) و جی کی	ارقام
local (Shir Kolae)	033 (full leaf) and JK	Cultivars
گندم - سویا (هر کدام در یک سال)	گندم - سویا (در یک سال)	تناوب
Wheat-soybean (each in a year)	wheat-soybean (in a year)	Rotation
نیترژن، فسفر، پتاسیم: ۷۵، ۵۰، ۰	نیترژن، فسفر، پتاسیم: ۸۵، ۱۰۰، ۵۰	مقدار کود
کیلوگرم در هکتار	کیلوگرم در هکتار	
N, P, K : 75, 50, 0 kg h ⁻¹	N, P, K : 85, 100, 50 kg h ⁻¹	Fertilizer rate
۲۷ بوته در متر مربع	۴۵ بوته در متر مربع	تراکم کاشت سویا
37 p m ⁻²	45 p m ⁻²	Soybean planting density
-	سونالان، ترفلان، بازگران به ترتیب ۲/۵، ۲/۵ (لیتر در هکتار قبل از کاشت)	علف کش
-	و ۳ لیتر در هکتار پس از کاشت	
-	Sonalan, Treflan and Bazagran 2.5, 2.5 (1 h ⁻¹ pre-plant) and (3 l h ⁻¹ post-plant), respectively	Herbicide
دیسک	گاواهن برگردان دار + دیسک	خاک ورزی
disk	mold board plow + disk	Cultivation
۰	۰/۷۸	شاخص تجمع آلاینده‌گی
0	0.78	I pest
۸/۵ درجه سانتی‌گراد	۱۲/۸ درجه سانتی‌گراد	میانگین حداقل دما
8.5 °C	12.8 °C	Mean min temp
۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد	۲۲/۶ درجه سانتی‌گراد	میانگین حداکثر دما
18.5 °C	22.6 °C	Mean max temp
۶۹٪	۷۵٪	میانگین رطوبت نسبی
69 %	75 %	Mean relative hum
۴۲۸/۳ میلی‌متر	۵۱۵/۱ میلی‌متر	میانگین نزولات
428.3 mm	515.1 mm	Mean precipitation
۱۲۸۳ متر	۴- متر	ارتفاع از سطح دریا
1283 m	-4 m	Height above the sea level

(جدول ۳) فراوانی بیشتر علف‌های هرز چند ساله در این منطقه به علت برخورداری از اندام‌های رویشی به زمستان‌گذرانی آنها کمک کرده است (۳۹). به همین دلیل این گونه‌ها قادرند زودتر به مرحله گل‌دهی وارد شوند. البته تراکم و فراوانی علف هرز قیاق^۱ در منطقه دشت بیشتر از کوهستان بود، که احتمالاً یکی از دلایل آن قطعه قطعه شدن ریزوم‌ها و پراکنش آنها در اثر شخم بوده است. رابطه گونه‌های هرز یک ساله با نوع شخم پیچیده‌تر از مطالب عنوان شده برای علف‌های هرز چند ساله است. از ۳۰ گونه یکساله حاضر در این مطالعه، ۷۰ درصد فقط در نظام شخم حداقل در کوهستان دیده شدند. بسیاری از گونه‌های همبسته با نظام‌های شخم حداقل دارای بذور پراکنش پذیر با باد و قادر به جوانه‌زنی در سطح خاک می‌باشند. برای مثال می‌توان به قاصدک^۲، پیر گیاه^۳ و کاهوی خاردار^۴ که فقط در این

اثرات مثبت و منفی شخم بر تنوع گونه‌ای علف‌های هرز قبلاً گزارش شده است (۲ و ۳). چنین نتیجه‌ای با این موضوع که تنوع گونه‌ای تحت تأثیر میزان تخریب قرار می‌گیرد توجیه می‌شود. به طور کلی تنوع گونه‌ای علف‌های هرز به عنوان شاخص مدیریتی و نتیجه عملیات تجمع یافته طی سالیان گذشته می‌باشد (۷). مطالعات نشان داده است که اغلب، جمعیت علف‌های هرز چند ساله در نظام‌های با خاک‌ورزی کمتر، بیشتر است (۶). این موضوع ناشی از حفظ مؤثر ذخایر غذایی در اندام‌های ذخیره‌ای آنهاست. این یافته‌ها با نتایج گزارش نیکلس و همکاران (۳۰) که خصوصیات جمعیت علف‌های هرز را در نظام‌های مختلف شخم بررسی کردند مطابقت داشت. در مطالعه حاضر مشاهده شد که در ناحیه کوهستان، تعداد گونه‌های هرز چند ساله (۱۶ گونه) بیشتر از دشت (۶ گونه) می‌باشد (جدول ۱). علاوه بر آن متوسط زمان گل‌دهی علف‌های هرز ناحیه کوهستانی ۱۵ اردی‌بهشت و منطقه دشت ۱۸ خرداد بود. با توجه به اینکه ناحیه کوهستانی مورد مطالعه از متوسط دمای پایین‌تری برخوردار است

1- *Sorghum halepense*2- *Taraxacum officinale*3- *Senecio vulgaris*4- *Lactuca serriola*

ناحیه دیده شدند، اشاره کرد. گونه یک ساله دانه سختی مانند تاج خروس ریشه قرمز نیز با شخم رایج (عمدتاً در منطقه دشت) هم‌بسته بود. علف‌های هرز یک ساله زمستانه همبستگی قوی با نظام حداقل شخم داشتند. وجود ۹ گونه از ۱۲ گونه یکساله زمستانه در این منطقه این موضوع را تأیید می‌کند. فقدان شخم پاییزه و برف‌گیر بودن بقایای پاییزی در نظام شخم مربوطه احتمالاً از جمله دلایل ازدیاد علف‌های هرز یکساله زمستانه در این ناحیه می‌باشد. به عنوان مثال دیده شد بی تی راخ^۱ به دلیل تأثیر عمیق پوشش برف به صورت علف‌هرز یک ساله زمستانه در منطقه کوهستان با نظام شخم سطحی رویش یافته است، در حالیکه به طور معمول در ناحیه دشت بر اثر دمای سرمای زمستان از بین می‌رود.

مقادیر ویژه‌ای که از طریق ماتریس همبستگی متغیرهای گیاهی و مکانی (۲۶) محاسبه شدند برابر ۰/۹۲۴۴ و ۰/۵۱۴۵ می‌باشند. با گرفتن جذر از این مقادیر، همبستگی‌های کانونیک به دست می‌آیند که عبارتند از ۰/۹۶۱۵ و ۰/۷۱۷۳. متغیرهای کانونیک نیز از طریق مقادیر^۲ و بردارهای ویژه^۳ برآورد شدند. این متغیرها بعد از استاندارد شدن و برخورداری از واریانس یک به معادلات ذیل تبدیل گردیدند (جفت متغیر کانونیک^۴) (معادله ۴):

$$\begin{cases} U_1 = 0.74 Y_1 + 0.49 Y_2 \\ V_1 = 0.40 X_1 + 0.81 X_2 - 0.01 X_3 + 0.05 X_5 \end{cases} \quad (\text{معادله ۴})$$

همبستگی‌های کانونیک محاسبه شده بسیار بزرگ بوده و معنی دار بدست آمدند. با بررسی معادله V_1 به نظر می‌رسد که V_1 عبارت از معادله‌ای است که برای مقایسه X_3 (یکساله بودن) با سایر متغیرهای X (به علت غیر هم علامت بودن ضرایب آنها). پس V_1 نشان دهنده کمبود علف‌های هرز یکساله می‌باشد. از طرف دیگر U_1 دارای ضریب مثبت بزرگتری برای مکان Y_1 (ناحیه کوهستان) است. که می‌توان نتیجه گرفت علف‌های هرز یک ساله فراوانی کمتری در منطقه کوهستان دارند. این استنتاج با واقعیت مطابقت داشت (جدول ۲).

میزان حاصلخیزی خاک نیز ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز را تغییر می‌دهد (۴۰). در این آزمایش دیده شد در ناحیه دشت که مزارع به میزان بیشتری تحت رژیم کوددهی قرار گرفتند، تراکم کنگر وحشی^۵ کاهش (از ۱۳/۳ بوته در متر مربع در کوهستان به ۷/۲ بوته در متر مربع در دشت) ولی تراکم دم روباهی^۶ افزایش (از ۳/۵ بوته در متر مربع در کوهستان به ۶ بوته در متر مربع در دشت) نشان داده است (جدول ۱). این نتایج با یافته‌های ادسی و همکاران (۱۰) انطباق دارد.

افزایش تراکم گیاه زراعی از ابزارهای مدیریت علف‌های هرز در نظام‌های پایدار تولید محسوب می‌شود. در مجموع با افزایش تراکم گیاه زراعی، زیست توده و سایر صفات مرتبط با تراکم علف‌های هرز کاهش می‌یابد (۴۱). در این آزمایش مقایسه متوسط تراکم ۱۰ گونه علف هرزی که از بیشترین مقدار تراکم برخوردار بودند در دو ناحیه نشان داد که مقدار تراکم علف هرز در ناحیه دشت (۱۵ بوته در متر مربع) کمتر از کوهستان (۲۲ بوته در متر مربع) است (جدول ۱). این موضوع را می‌توان تا حدودی به تراکم بیشتر کاشت سویا در این قسمت ارتباط داد.

استفاده از ارقام زراعی با توانایی رقابت بالا، در کاهش خسارت علف‌های هرز حائز اهمیت ویژه‌ای است. به طوری که صفاتی مانند سطح برگ و ارتفاع بوته ارتباط مستقیمی با قابلیت رقابت دارند (۳۵). در ناحیه دشت از ارقامی (مانند ۰۳۳ و JK) استفاده شد که پر برگ‌تر و ارتفاع بیشتری داشتند (جدول ۳). کلینگامان و اولیور (۱۹) نیز کاهش ارتفاع سویا را تا ۱۰ سانتی‌متر در اثر افزایش تراکم تاج خروس از ۳/۳ تا ۱۰ بوته در متر ردیف گزارش داده‌اند.

هولتر (۱۴) دو مسیر متفاوت از تکامل علف‌های هرز را شناسایی کرد. مسیر اول، تکامل علف‌های هرزی است که سازگار به یک گیاه زراعی خاص‌اند. این اختصاصی بودن موقعی مفید است که شرایط محیطی ثابت باشد. اما با توجه به تغییرات زیاد حاصله در مدیریت‌های زراعی در طی قرن اخیر کاهش زیادی در این نوع اختصاص‌یابی بوجود آمده است (۵۱). مسیر دوم تکامل، کثی شدن علف‌های هرزی می‌باشد که به محیط‌های متفاوت سازگار شده و پراکندگی گونه‌ها را بطور مؤثری توجیه می‌کند. براساس داده‌های هواشناسی در دو منطقه مورد آزمایش، ناحیه کوهستانی از میانگین دما، بارندگی و رطوبت نسبی کمتر برخوردار بود (جدول ۳). از طرفی دمای ایتیم فعالیت آنزیمی گیاهان C_3 پایین‌تر بوده و از این جهت سازگارتر به مناطق سرد می‌باشند (۴۴). نسبت کمتر فراوانی گونه‌های C_4 در ناحیه کوهستان این موضوع را تأیید می‌کند (جدول ۲). زی ژو و همکاران (۵۴) نیز پراکنش گیاهان C_3 به C_4 را در ناحیه آتلانتیک شمالی بررسی کرده و به نتیجه مشابهی دست یافتند.

از ۱۰ گونه‌ای که فقط در مزارع دشت وجود داشتند گونه‌های سوروف^۷، گندیل^۸، عروسک پشت پرده^۹، خرفه^{۱۰}، و آفتاب پرست^{۱۱} کاملاً به شرایط گرم و مرطوب سازگارند (۳۹). برای گونه‌های یاد شده تحقیقات (۵۲، ۳۱، ۱۲، ۴۹ و ۱۵) نیز به ترتیب تطابق اقلیمی علف‌های هرز مربوطه را تأیید کرده‌اند.

- 1- *Galium aparine*
- 2- Eigen values
- 3- Eigen vectors
- 4- Canonical variate
- 5- *Cirsium vulgare*
- 6- *Setaria verticillata*

- 7- *Echinochloa crus-galli*
- 8- *Eleusine indica*
- 9- *Physalis alkekengi*
- 10- *Portulaca oleraceae*
- 11- *Heliotropium europaeum*

بدست آمده تایید می‌شود (جدول ۲).

سیاسگزاری

بر خود لازم می‌دانم از آقای مهندس مهدی خلیلی که در طول انجام آزمایش با اینجانب همکاری نمودند قدردانی نمایم.

بر اساس تحلیل کانونیک دیده می‌شود همبستگی U_1 با X_1 (تک لپه‌ای) برابر 0.53 ، با X_2 (دو لپه‌ای) برابر 0.92 ، با X_3 (یک ساله) برابر 0.82 ، با X_4 (چند ساله) برابر 0.63 ، با X_5 (C_3) برابر 0.84 و با X_6 (C_4) برابر 0.61 می‌باشد. بنابراین U_1 بیشتر با صفات دولپه‌ای و C_3 در ارتباط است. به طور کلی تفسیر V_1 و U_1 بر اساس همبستگی نشان می‌دهد که علف‌های هرز موجود در مزارع سویای کوهستانی می‌بایست عمدتاً دو لپه (برگ‌پهن) و C_3 باشند. این استنتاج با واقعیت

منابع

- 1- Ahmadi A., Rashed Mohasel M.H., Khazaei H.R., Ghanbari A., Ghorbani R., and Mousavi S.K. 2013. Weed floristic composition in Lentil (*Lens culinaris*) farms in Khorramabad. Iranian Journal of Field Crops Research 11: 45-53. (In Persian with English abstract)
- 2- Armengot L., Berner A., Blanco-Moreno J.M., Mader P., and Sans F. 2015. Long-Term feasibility of reduced tillage in organic farming. Agronomy for Sustainable Development 35: 339-346.
- 3- Armengot L., Blanco-Moreno J. M., Barberi P., Bocci G., Carlesi S., Aendekerk R., et al. 2016. Tillage as a driver of change in weed communities: a functional perspective. Agriculture Ecosystem and Environment 22: 276-285.
- 4- Booth B.D., and Swanton C.J. 2002. Assembly theory applied to weed communities. Weed Science 50: 2-13.
- 5- Chamani A. 1996. Determination plant diversity and richness about vegetation in the Mirzabailoo plain and south of Alme Mountain. Thesis Master of Science. Gorgan Natural and Agriculture University. 92 pp.
- 6- Chauhan B.S., Singh R.G., and Mahajan G. 2012. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. Crop Protection 38: 57-65.
- 7- Davis A.S., Renner K.A., and Gross K.I. 2005. Weed seedbank and community shifts in a long term cropping system experiment. Weed Science 53: 296-306.
- 8- De Oliveira R., and D'Antonio C.M. 2017. Multiple ecological strategies explain the distribution of exotic and native C_4 grasses in heterogeneous early successional sites in Hawai'i. Journal of Plant Ecology 10: 426-439.
- 9- Douglas D.B., Hartzler G.R., and Forcella F. 1997. Implication of weed seedbank dynamics to weed management. Weed Science 45: 329-336.
- 10- Edesi L., Jarvan M., Adamson A., Lauringson E., and Kuht J. 2012. Weed species diversity and community composition in conventional and organic farming: a five-year experiment. Zemdirbyste-Agriculture 99: 339-346.
- 11- Frison E.A., Cherfas J., and Hodgkin T. 2011. Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement in food and nutrition security. Sustainability 3: 238-253.
- 12- Ghodrati E., Zaefarian F., Rezvani M., and Mansouri I. 2015. Effect of thermo-priming on seed dormancy interruption in ground cherries (*Physalis alkekengi*). Journal of Agricultural Engineering and Biotechnology 3: 138-141.
- 13- Hock S.M., Knezevic S.Z., Martin A.R., and Lindquist J.L. 2006. Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. Weed Science 54: 38-46.
- 14- Holzner W. 1982. Concepts, Categories and characteristics of weeds. P. 3-20. In Holzner W., and Numata N (ed.) Biology and ecology of weeds. Dr W. Junk Publishers, The Hague.
- 15- Hunt J.R., Cousens R.D., and Knights S.E. 2009. *Heliotropium europaeum* only germinates following sufficient rainfall to allow reproduction. Journal of Arid Environments 73: 602-610.
- 16- Huppe J., and Hofmeister H. 1990. Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. Berichte der Reinhold-Tuxen-Gesellschaft, 2: 61-81.
- 17- Jahani-Kondori M., Koocheki A., Nassiri Mahalati M., and Rezvani Moghaddam P. 2012. The effects of soil chemical characteristics on weed species diversity in eastern Mashhad region wheat (*Triticum aestivum* L.) fields. Journal of Agroecology 4: 91-103. (In Persian with English abstract)
- 18- Jiang Y., Kang M., Zhu Y., and Xu G. 2007. Plant biodiversity patterns on Helan mountain China. Acta Oecologica 32: 125-133.
- 19- Klingman T.E., and Oliver L.R. 1994. Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) interference in soybeans (*Glycine max*). Weed Science 42: 523-527.
- 20- Kumar A., Battachavya M., Sarkar B., and Arunachalam V. 2007. Weed floristic composition in palm gardens in plains of eastern Himalayan region of west Bengal. Current Science 92: 1434-1439.
- 21- Legere A., Stevenson F.C., and Benoit D.L. 2005. Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems. Weed Research 45: 303-315.
- 22- Loreau M., and de Mazancourt C. 2013. Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms. Ecology Letters 16: 106-115.

- 23- Lososova Z., Chytry M., Cimalova S., Kropac Z., Otypkova Z., Pysek P., and Tichy L. 2004. Weed vegetation of arable land in Central Europe: gradients of diversity and species composition. *Journal of Vegetation Science* 15: 415-422.
- 24- Lososova Z., Chytry M., and Kuhn I. 2008. Plant attributes determining the regional abundance of weeds on central European arable land. *Journal of Biogeography* 35: 177-187.
- 25- Magurran A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurements*. Princeton University Press. New Jersey, United States 179 pp.
- 26- Manly B.F.J. 2010. *Multivariate Statistical Methods A Primer*. Translated by Moghadam M., Mohammadi S. A., and Aghaee Sarbarzeh M. Tabriz Pariver Publication. 276 pp.
- 27- Min Bashi Moeini M., Baghestani M.A., Rahimiyan Mashhadi H., and Alifar M. 2009. The distribution of weeds of irrigated wheat of Tehran province using geographic information system (GIS). *Weeds Journal* 4: 97-118. (In Persian)
- 28- Momen-Yasaghi R., Siahmarguee A., Zeinali E., Ghaderi far F., and Kamkar B. 2017. The Study of Weed Population and Seed Bank Dynamic and Soybean Yield under Different Tillage Methods. *Journal of Agroecology*, 3: 575-592. (In Persian with English abstract)
- 29- Mulugeta D., and Stoltenberg D.E. 1997. Weed and seedbank management with integrated as influenced by tillage. *Weed Science* 45: 706-715.
- 30- Nichols V., Verhulst N., Cox R., and Govaerts B. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crops Research* 183: 56-68.
- 31- Nishimoto R.K., and McCarty L.B. 1997. Fluctuating temperature and light influence seed germination of goose grass (*Eleusine indica*). *Weed Science* 45: 426-429.
- 32- Norozzadeh S., Rashed Mohassel M.H., Nassiri Mahalati M., Koochaki A.R., and Abbaspoor M. 2008. Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat fields of northern, southern and razavi khorasan provinces. *Iranian Journal of Field Crops Research* 2: 471-485. (In Persian with English abstract)
- 33- Norsworthy J.K. 2008. Effect of tillage intensity and herbicide programs on change in weed species density and composition in the south eastern coastal plains of the United States. *Crop Protection* 27: 151-160.
- 34- Pinke G., Karacsony P., Czucz B., Batta-Dukot Z., and Lengyel A. 2012. The influence of environment, management and site context on species composition of summer arable weed vegetation in Hungary. *Applied Vegetation Science* 15: 136-144.
- 35- Place G.T., Chris Reberg-Horton S., Dickey D.A., and Carter Jr T.E. 2011. Identifying soybean traits of interest for weed competition. *Crop Science* 51: 2642-2654.
- 36- Poggio S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barely. *Agriculture Ecosystems and Environment* 109: 48-58.
- 37- Power E.F., Kellyand D.L., and Stout J.C. 2013. The impacts of traditional and novel herbicide application methods on target plants, non-target plants and production in intensive grasslands. *Weed Research* 2: 131-139.
- 38- Rankins A., Byrd J.J.D., Mask J.D.B., Barnett J.W., and Gerard P.D. 2005. Survey of soybean weeds in Mississippi. *Weed Technology* 19: 492-498.
- 39- Rashed Mohassel M. H., Najafi H., and Akbarzadeh M.D. 2010. *Weed Biology and Control*. Ferdowsi University Press. 404 pp.
- 40- Ryan M.R., Smith R.G., Mirsky S.B., and Mortensen D. 2010. Management filters and species traits: weed community assembly in long-term organic and conventional systems. *Weed Science* 58: 265-277.
- 41- Ryan M. R., Mirsky S.B., Mortenson D.A., and Teasdale J.R. 2011. Potential synergistic effects of cereal rye biomass and soybean planting density on weed suppression. *Weed Science* 59: 238-246.
- 42- Sage R.F., and Kubien D.S. 2003. Quo vadis C₄? An ecophysiological perspective on global change and the future of C₄ plants. *Photosynthesis Research* 77: 209-225.
- 43- Sage R.F. 2004. The evolution of C₄ photosynthesis. *New Phytologist* 161: 341-370.
- 44- Sage R.F., Wedin D.A., and Li M.R. 2011. The biogeography of C₄ photosynthesis. P. 313-373. In Sage R.F., and Monson R.K. (ed.) *C₄ plant biology* San Diego, California: Academic Press.
- 45- Salehian H., and Mamaghani M.S. 2018. Comparisons of weed density and diversity in two low and high input systems in soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Plant Ecophysiology* 11: 32-42. (In Persian with English abstract)
- 46- Schafer J.R., Hallett S.G., and Johnson W.G. 2012. Response of Giant Ragweed (*Ambrosia trifida*), Horseweed (*Conyza canadensis*), and Common Lambsquarters (*Chenopodium album*) biotypes to glyphosate in the presence and absence of soil microorganisms. *Weed Science* 60: 641-649.
- 47- Silc U., Vrbnicanin S., Bozic D., Carni A., and Stevanovic D. 2009. Weed vegetation in the north-western Balkans: diversity and species composition. *Weed Research* 49: 602-612.
- 48- Silva L.C.R., Giorgis M.A., Anand M., Enrico L., Perez-Harguindeguy N., Falczuk V., Tieszen L.L., and Cabido M. 2011. Evidence of shift in C₄ species range in central Argentina during the late Holocene. *Plant and Soil* 349: 261-279.
- 49- Steinmaus S.J., Parther T.S., and Holt J.S. 2000. Estimation of base temperatures for nine weed species. *Journal of*

- Experimental Botany 51: 275-286.
- 50- Still C.J., Pau S., and Edwards E.J. 2014. Land surface skin temperature captures thermal environments of C₃ and C₄ grasses. *Global Ecology and Biogeography* 23: 286-296.
- 51- Sutcliffe O.L., and Kay Q.O.N. 2000. Changes in the arable flora of central southern England since the 1960s. *Biological Conservation* 93: 1-8.
- 52- Wiese A.M., and Binning L.K. 1987. Calculating the threshold temperature of development for weeds. *Weed Science* 35: 177-179.
- 53- Zand E., Mousavi S K., and Heidari A. 2014. *Herbicides and their Applications*. 2nd Edition By Fundamental Changes. Ferdowsi University Press. 547 pp.
- 54- Zigeu R., Zhau Z., Guo Dong J., Fa Ho C., Loukas B., Jiawu Z., and Mingrui Q. 2010. Relationship between climate conditions and the relative abundance of modern C₃ and C₄ plants in three regions around the North Pacific. *Chinese Science Bulltin* 55: 1931-1936.



Comparative Analysis of Soybean (*Glycine max* L.) Weed Flora in Mountain and Plain Regions in the East of Mazandaran Province

H. Salehian^{1*}

Received: 02-03-2019

Accepted: 30-07-2019

Introduction: Weed distribution studies are useful not only for increasing in herbicide application efficiency but also for evaluating and designing the agronomical approaches and weed management strategies. Community assembly theory provides a useful framework to assess the response of weed communities to agricultural management systems and to improve the predictive power of weed scientists. Under this framework, weed community assembly is constrained by abiotic and biotic “filters” that act on species traits to determine community composition. Weed management practices vary between conventionally and organically managed systems. The main filter in conventional systems likely would be herbicides, which are strong filters that select tolerant species against susceptible species. , Other filters like fertilizers also represent potential filters on weed community assembly. Therefore, this experiment performed in order to determine species and functional diversity and weed community structure in the soybean fields in two plain and mountain regions, which located in Neka and Galugah counties in the east of Mazandaran province.

Material and Methods: In order to arrange the experiment, two Neka and Galugah counties were selected in the east of Mazandaran province. In Neka, all the experimental fields were in the plain but in Galugah some fields located in the plain and some in the mountain regions. According to the potential of selected field, sampling were done in five to nine points in each field. The total area sampled was 2820 ha and systematic sampling method was done at the stage of fourth growing nude (V_4) in 2018. The size of quadrates was 0.5×0.5 m. For each species recorded in the quadrates, density, frequency and their evenness were measured. Shannon index was used to estimate of diversity. Sampled plants categorized on the four functional groups; life cycle, morph type, photosynthesis pathway and insistence degree. In some collections belongs to multivariate data, variables naturally divided in two groups. In this situation canonical correlation analysis (CCA) be used for determination relationships between them.

Results and Discussion: Overall, 47 weed species from 23 families were recognized. Asteraceae and Poaceae families each with eight species had the most species richness. The frequency of annual and perennial weed species were 33 and 13 plants, respectively. In mountain fields, broadleaf weed species was more because herbicide was not used. Because benefiting of low temperature in mountain fields, C_3 plants had more share relative to C_4 ones. Shannon index in the mountain region ($H_m=1.13$) was estimated more than the plain region ($H_p=1.04$), this subject related to further sustainability. Less weed density in the plain fields it seems arise from role of cultivation. The plain region had low species richness because agronomical managements possess intensive effects on the weed frequency and diversity. In this place, herbicides were the most important agents. The studies often have shown that perennial weeds are more in the fields in which they are applied minimum tillage or exist in cold places. This subject is caused from preservation food resources in the reserves organs. Johnson grass had more density in the plain relative to mountain regions, which its reason related to segment their rhizomes. Many species correlated with Min tillage have seeds which spread with wind. For example, Dandelion, Grinning swallow and Prickly lettuce observed only in the mountain. Using crop cultivars with high compatibility has a special role in reduction yield loss. So that characteristics such leaf area and plant height have straight link with competition ability. In this study cultivars such as 033 and JK were used (full leaf and tall). From 12 species that only observed in the plain, barnyard grass, goose grass, ground cherries, garden purslane and common heliotrope completely adapted to the warm and humidity conditions that existed in this region. Using CCA to analysis the relationship of site and functional groups confirmed that the majority species in the mountain regions were dicotyledonous, C_3 and annual species.

Conclusion: Our conceptual framework proposes showed that weed community assembly in the soybean fields affected by a series of filters, such as herbicide, tillage, cultivars, fertilizer and temperature. Generally,

1- Assistant Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture and Natural Resources. Islamic Azad University, Qaemshahr Branch

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

different management in two regions for a long time as agronomy filters affected weed density and their composition. Our results suggest that the effects of crop management factors are more important than the environmental factors on soybean weed composition in a county-wide context even for intensified agriculture.

Keywords: Agronomical filters, Flora, Weed diversity

ارزیابی تأثیر روغن‌های گیاهی بر بهبود کنترل قیاق (*Sorghum halepense* L.) توسط ستوکسیدیم

حسین حمامی^{۱*} - سید سجاد محمودی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۴

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کاربرد روغن‌های گیاهی بر کارایی ستوکسیدیم در کنترل قیاق آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. تیمارها شامل غلظت ستوکسیدیم در شش سطح (۰، ۴۶/۸۷۵، ۹۳/۷۵، ۱۸۷/۵، ۲۸۱/۲۵ و ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و نوع ماده افزودنی گیاهی در ۸ سطح شاهد (بدون روغن گیاهی) و روغن‌های گیاهی ذرت، زیتون، هسته انگور، زیره، سیاه‌دانه، نعنای و آفتابگردان بودند. نتایج حاصل از برازش داده‌های اندازه‌گیری شده به مدل سه پارامتری لجستیک نشان داد که غلظت مؤثر ۵۰ درصد برای تمام صفات اندازه‌گیری شده در حضور روغن‌های گیاهی در مقایسه با کاربرد ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی کاهش یافت که نشان‌دهنده بهبود کارایی ستوکسیدیم در کنترل قیاق است. توانایی نسبی محاسبه‌شده در حضور روغن‌های گیاهی ذرت، زیتون، هسته انگور، زیره، سیاه‌دانه، نعنای و آفتابگردان برای ارتفاع گیاه به ترتیب ۱/۳۰، ۱/۵۷، ۱/۱۸، ۱/۲۳، ۱/۲۷، ۱/۲۴ و ۱/۰۷ برابر، وزن تازه اندام هوایی به ترتیب ۳/۷۵، ۱/۴۹، ۱/۵۷، ۳/۵۲، ۲/۹۳، ۱/۸۱ و ۱/۵۸ برابر، وزن خشک اندام هوایی به ترتیب ۲/۶۳، ۱/۳۰، ۱/۳۵، ۲/۵۷، ۱/۹۹، ۱/۴۸ و ۱/۸۶ برابر، وزن خشک اندام‌های زیرزمینی به ترتیب ۲/۲۱، ۱/۲۷، ۱/۴۸، ۲/۰۹، ۱/۶۷، ۱/۸۲ و ۱/۷۱ برابر، و حجم اندام‌های زیرزمینی به ترتیب ۱/۷۴، ۱/۵۶، ۱/۵۵، ۲/۱۳، ۱/۵۸، ۱/۳۸ و ۱/۴۱ برابر بود. بنابراین کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه ستوکسیدیم باعث بهبود کارایی شده و می‌تواند منجر به کاهش ورود این علف‌کش به محیط زیست و همچنین کاهش خطر انتقال به محل غیر هدف گردد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، توانایی نسبی، حجم اندام‌های زیرزمینی، علف‌کش، ماده افزودنی

مقدمه

برای تامین غذای مورد نیاز جمعیت در حال افزایش به ویژه در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه است (۸).

قیاق (*Sorghum halepense*) گیاهی چندساله، دارای ریزوم و متعلق به خانواده غلات است که به دلیل توانایی بالا در تکثیر بوسیله بذر و اندام‌های رویشی تکثیر شونده (ریزوم) به عنوان گیاه هرز بسیار سمج و مشکل‌ساز شناخته شده است (۱۲). قیاق در ابتدا به عنوان علوفه در اوایل قرن نوزدهم میلادی در آمریکا مورد کشت و کار قرار گرفت ولی این گیاه از کنترل خارج شده و به صورت علف هرز سمج و بسیار مشکل‌ساز مطرح شد (۱۲). قیاق به دلایلی همچون توانایی تولید و پراکنش بذر و ریزوم، سرعت رشد زیاد (گیاه چهار کربنه)، خواب بذر و طول عمر زیاد بذر، قدرت رقابت بالا برای آب، نور و مواد غذایی، و دگرآسیبی باعث ایجاد اختلال در تولید محصولات مختلف کشاورزی می‌شود (۱۲ و ۱۵). بطوری‌که اکنون به عنوان یکی از ۱۰ گونه علف‌هرز سمج و مشکل‌ساز دنیا شناخته شده است (۱۲). قیاق در بیش از ۳۰ محصول زراعی مختلف مانند آفتابگردان (۱۶)، برنج (۲۵)،

نیاز روزافزون به مواد غذایی را می‌توان تا حدودی با مدیریت عوامل کاهنده تولید محصولات کشاورزی نظیر علف‌های هرز تأمین نمود (۸). افزایش جمعیت در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه بیشتر از کشورهای توسعه یافته است در حالی‌که میزان کاهش عملکرد محصولات کشاورزی در کشورهای توسعه‌یافته حدود ۱۰ درصد و در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه حدود ۲۵ درصد است (۱۸). در میان عوامل کاهش‌دهنده عملکرد علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها به ترتیب ۳۴، ۱۸ و ۱۶ درصد سهم دارند (۱۴). بنابراین با توجه به اهمیت اثرات منفی علف‌های هرز بر تولید محصولات کشاورزی، مدیریت مناسب و مطلوب علف‌های هرز راهکار مناسبی

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانش آموخته کارشناسی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

(*)- نویسنده مسئول: (Email: Hhamami@birjand.ac.ir)

مختلف بویژه سویا و همچنین ضرورت افزایش کارایی کنترلی توسط علف‌کش‌ها، این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر کاربرد روغن‌های گیاهی بر کارایی ستوکسیدیم در کنترل قیاق انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل غلظت علف‌کش ستوکسیدیم (نابو اس، امولسیون ۱۲/۵ درصد، شرکت سازنده بسف آلمان) در شش سطح (۰، ۴۶/۸۷۵، ۹۳/۷۵، ۱۸۷/۵، ۲۸۱/۲۵ و ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به ترتیب معادل ۰، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه‌شده) و نوع ماده افزودنی گیاهی در ۸ سطح شاهد (بدون روغن گیاهی) و روغن‌های گیاهی ذرت، زیتون، هسته انگور، زیره، سیاه‌دانه، نعنای و آفتابگردان بودند.

به منظور جلوگیری از حمله عوامل بیماری‌زای گیاهی، ضد عفونی سطحی بذور توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد و به مدت ۵ دقیقه صورت گرفت. به منظور ارزیابی زنده بودن و یا مرده بودن بذرها، تست تترازولیوم بر روی ۱۰۰ عدد از بذرها انجام شد که نتیجه آن زنده بودن ۹۸ درصد بذرها بود. سپس برای تعیین وجود یا عدم وجود خواب بذر قیاق آزمایشی در پتری دیش انجام شد و پس از مشاهده درصد جوانه‌زنی حدود ۸ درصد، تیمار خواب شکنی انجام شد. به منظور خواب شکنی بذور، بذور قیاق را به مدت ۳/۵ دقیقه در اسید سولفوریک قرار داده و سپس با آب مقطر به مدت ۱۰ دقیقه شسته و سپس در سایه خشک شدند (۲). با این روش جوانه زنی بذرها به حدود ۸۵ درصد رسید. بذور تیمار شده درون سینی‌های کشت حاوی پیت کاشته شدند. سپس سینی‌های کشت به گلخانه با دمای ۳۰ درجه روز و ۱۵ درجه شب منتقل شدند. آبیاری سینی‌های کشت به صورت مداوم و هر ۲ روز یک‌بار انجام شد. پس از ۲ هفته گیاهچه‌های رشد یافته به درون گلدان‌های ۲ لیتری حاوی خاک (دارای بافت لومی شنی) و خاک‌برگ با نسبت ۱:۱ منتقل شدند. آبیاری بر اساس نیاز گیاه و هر ۲ روز یک‌بار با آب شیر انجام شد. گیاهچه‌های هر گلدان طی دو مرحله (یک و دو هفته پس از انتقال گیاهچه‌ها) تنک شده و به چهار گیاه در هر گلدان کاهش داده شدند. در مرحله چهار برگی کامل سمپاشی به کمک سمپاش پستی شارژی ماتابی مجهز به نازل بادبزی یکنواخت ۸۰۰۲ که دارای خروجی ۲۵۰ لیتر در هکتار در فشار ۲ بار بود انجام شد. دما و رطوبت نسبی گلخانه در طول آزمایش 4 ± 30 درجه سانتی‌گراد و 4 ± 40 درصد و در زمان سمپاشی به ترتیب ۲۶ درجه و ۳۸ درصد بودند. به

جو (۶)، گندم (۷)، سورگوم (۱۷)، ذرت (۳) و غیره در بیش از ۵۳ کشور دنیا به عنوان علف‌هرز بسیار سمج و مشکل‌ساز که باعث کاهش شدید تولید محصول می‌گردد شناخته شده است (۱۲). قیاق در تولید محصولات کشاورزی اختلال ایجاد می‌کند بطوری که می‌تواند باعث نابودی کامل مزرعه و خسارت ۱۰۰ درصدی به عملکرد گیاه زراعی گردد (۳). علاوه بر همه این موارد قیاق به عنوان گیاهی پرخاطر از نظر بروز مقاومت به علف‌کش‌ها شناخته شده است که باعث بروز مشکلاتی همچون افزایش مصرف و کاهش کارایی علف‌کش‌ها، افزایش هزینه مدیریت علف‌های هرز و همچنین افزایش خطر آلودگی اکوسیستم‌ها می‌گردد (۱۲). بنابراین با توجه به مشکلاتی که توسط قیاق برای تولید محصولات مختلف ایجاد می‌شود، مدیریت مناسب این گیاه بسیار ضروری است.

روش‌های بسیار متنوعی نظیر مدیریت زراعی، مکانیکی و فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی به منظور مدیریت علف‌های هرز مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از مهم‌ترین روش‌ها، مدیریت شیمیایی است (۲۱ و ۳۰). با توجه به مشکلات مختلف ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها و همچنین نتایج برخی تحقیقات که حاکی از این است که کمتر از ۰/۱ درصد از علف‌کش‌های مورد استفاده به جایگاه عمل واقعی می‌رسند و در واقع سهم بسیار زیادی از این مواد به محل‌های غیر هدف می‌رسند بنابراین بهینه‌سازی کاربرد علف‌کش‌ها بسیار ضروری است (۲۱ و ۳۰).

از جمله علف‌کش‌هایی که به منظور کنترل قیاق در چغندر قند، آفتابگردان و پنبه می‌توان به ستوکسیدیم^۱، هالوکسی فوپ^۲، فلوآزیفوپ پی^۳ و در سویا به هالوکسی فوپ، کوپیزالوفوپ^۴، فلوآزیفوپ پی و کلوپیروکسیدیم^۵ و غیره اشاره کرد (۵ و ۱۰). اگر چه استفاده از مدیریت شیمیایی برای قیاق در کنار سایر روش‌های مدیریت بسیار ضروری است اما ضروری‌تر، انتخاب علف‌کش مناسب، تناوب در کاربرد علف‌کش‌ها، استفاده از غلظت‌های مناسب، کاربرد لکه‌ای و بهینه‌سازی کاربرد است. یکی از ساده‌ترین و راحت‌ترین روش‌ها برای افزایش کارایی کاربرد علف‌کش‌ها استفاده از مواد افزودنی مناسب است (۱۳). روغن‌های گیاهی به عنوان ترکیبات طبیعی با سمیت کم که در محیط سریع تجزیه می‌شوند کاربرد گسترده‌ای به عنوان ماده افزودنی، برای بهبود کارایی علف‌کش‌ها دارند (۱۳). نتایج آزمایش‌های بسیاری نشان داده است که کارایی کنترلی علف‌های هرز بوسیله علف‌کش‌ها در حضور روغن‌های گیاهی بهبود می‌یابد (۹، ۱۱، ۱۳، ۲۰، ۲۳ و ۲۴). با توجه به اهمیت کنترل قیاق در محصولات

- 1- Sethoxydim
- 2- Haloxyfop
- 3- Fluazifop-P
- 4- Quizalofop
- 5- Cloproxydim

لازم برای کاهش ۵۰ درصد در صفت‌های اندازه‌گیری شده قیاق بین حد بالا (D) و بخش پایین منحنی (صفر) است. اگر توانایی نسبی کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از یک باشد، افزودن روغن گیاهی موجب کاهش و یا افزایش کارایی علف‌کش شده است (۹، ۱۱، ۱۳، ۲۲ و ۲۶).

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از برازش داده‌های ارتفاع قیاق در واکنش به کاربرد ستوکسیدیم و روغن‌های گیاهی به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه علف‌کش ستوکسیدیم موجب کاهش غلظت مورد نیاز علف‌کش ستوکسیدیم برای کاهش ارتفاع قیاق می‌گردد. افزایش توانایی نسبی برای کاهش ارتفاع قیاق در حضور روغن‌های گیاهی نشان‌دهنده افزایش اثرگذاری ستوکسیدیم است. کاربرد مواد افزودنی به همراه علف‌کش‌ها می‌تواند با اختلال بیشتر و سریع‌تر در رشد گیاه منجر به کاهش رشد گیاه و در نتیجه کاهش ارتفاع گردد به عنوان مثال نتایج بابایی و همکاران (۲۰۱۴) (۴) نشان داد که کاربرد سولفات آمونیوم به همراه علف‌کش سولفوریک منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه جو دره (*Hordeum spontaneum*) به میزان ۳۲ درصد در مقایسه با شاهد شد و کارایی آن نسبت به روغن ولک در کاهش ارتفاع بیشتر بود. جذب سریع‌تر و بیشتر علف‌کش‌ها در شرایط کاربرد به همراه روغن‌های گیاهی منجر به رسیدن سریع‌تر و بیشتر ماده مؤثره به محل هدف در گیاه می‌گردد بنابراین اثرات آن بر رشد گیاه سریع‌تر بروز می‌یابد (۲۶). کاهش ارتفاع گیاه سوروف در نتیجه کاربرد ایمازتاپیر به همراه روغن‌های گیاهی گزارش شده است (۱۰).

وزن تازه اندام هوایی

نتایج حاصل از برازش داده‌های وزن تازه اندام هوایی قیاق به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج توانایی نسبی، کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه علف‌کش ستوکسیدیم موجب کاهش غلظت مورد نیاز علف‌کش ستوکسیدیم برای کاهش وزن تازه اندام هوایی قیاق شده است. افزایش مقدار توانایی نسبی برای کاهش وزن تازه اندام هوایی قیاق در حضور روغن‌های گیاهی نشان‌دهنده افزایش کارایی ستوکسیدیم در کنترل قیاق است. کاربرد مواد افزودنی به همراه علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپازیل، هالوکسی فوپ و دایفنزوکوات متیل سولفات منجر به کاهش وزن تازه اندام هوایی یولاف وحشی شد (۹).

منظور بهبود تعلیق روغن‌ها در محلول آبی بویژه در تیمارهای بدون علف‌کش (شاهد دارای روغن) به هر کدام از روغن‌های گیاهی ۱۰ درصد امولسیون‌کننده سیلوگیت (شرکت پارس زرنگاران، ایران) اضافه شد. چهار هفته پس از سمپاشی ارتفاع گیاهان در هر گلدان اندازه‌گیری شد و سپس گیاهان از سطح خاک برداشت‌شده و بلافاصله وزن تازه آن‌ها به وسیله ترازوی ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شده و سپس مجدداً توزین شدند. اندام‌های زیرزمینی (ریشه‌ها و ریزوم‌ها) به دقت با شستشو از خاک از هر گلدان جدا شده و سپس حجم اندام‌های زیرزمینی (به وسیله غوطه‌وری در استوانه مدرج حاوی آب و تعیین اختلاف حجم آب قبل و بعد از غوطه‌وری) (۱) اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری حجم اندام‌های زیرزمینی، در سایه آب ناشی از اندازه‌گیری حجم اندام‌های زیرزمینی خارج شده و به صورت سطحی خشک شدند. سپس نمونه‌های حاوی اندام‌های زیرزمینی به آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شده و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد.

از داده‌های کل وزن تازه و خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی قیاق در هر گلدان برای برازش منحنی‌های دز پاسخ استفاده شد. پاسخ وزن تازه و خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی بوسیله روش وایازی غیرخطی و با استفاده از نرم‌افزار R آنالیز شده و پارامترهای معادله برازش شده ارائه شدند. تمامی داده‌های هر کدام از صفات به‌طور همزمان با مدل سه پارامتری لجستیک زیر (معادله ۱) برازش داده شدند.

$$U_{ij} = \frac{D}{1 + \exp[b_i(\log(x) - \log(ED_{50}))]} \quad (1)$$

در این معادله، U_{ij} بیانگر ارتفاع، وزن تازه یا خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی و حجم اندام‌های زیرزمینی، D حد مجانب بالا ارتفاع، وزن تازه و خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی و حجم اندام‌های زیرزمینی در مقادیر صفر علف‌کش، b_i شیب منحنی در محدوده ED_{50} ، x غلظت‌های علف‌کش ستوکسیدیم در مقیاس لگاریتمی و ED_{50} غلظتی از علف‌کش ستوکسیدیم است که منجر به کاهش ۵۰ درصد ارتفاع، وزن تازه و خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی و همچنین حجم اندام‌های زیرزمینی علف‌هرز قیاق می‌شود، می‌باشند (۲۶).

سپس مقادیری از ستوکسیدیم بدون روغن و به همراه روغن گیاهی که موجب پاسخ یکسانی شده بودند با استفاده از معادله ۲، که توانایی نسبی نامیده می‌شود، مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند (۹، ۱۱، ۱۳، ۲۲ و ۲۶).

$$R = ED_{50S} / ED_{50S+V}; R \leq 1 \leq R \quad (2)$$

در این معادله، ED_{50S} و ED_{50S+V} به ترتیب نشانگر مقداری از علف‌کش ستوکسیدیم خالص و به همراه هر یک از روغن‌های گیاهی

جدول ۱- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های ارتفاع قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش ارتفاع

Table 1- Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on height of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in height reduction.

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰٪ Effect Dose 50	دز موثر ۹۰٪ Effect Dose 90	توانایی نسبی Relative potency
ارتفاع قیاق Height of <i>S. halepense</i>					
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	2.062 (0.18)*	121.15 (1.76)	77.159 (3.47)	223.97 (27.79)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	2.902 (0.22)	115.98 (1.79)	59.56 (1.73)	126.99 (8.19)	1.30
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	3.556 (0.35)	120.30 (1.14)	49.049 (1.05)	90.98 (5.97)	1.57
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	6.356 (0.47)	115.98 (1.79)	65.28 (1.78)	92.237 (3.36)	1.18
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	6.282 (0.46)	119.92 (1.79)	62.65 (1.60)	88.89 (3.61)	1.23
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	5.250 (0.35)	116.88 (1.79)	60.90 (1.39)	92.55 (3.78)	1.27
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	5.365 (0.34)	120.67 (1.79)	62.41 (1.41)	94.00 (3.52)	1.24
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	5.722 (0.45)	120.24 (1.79)	71.93 (1.76)	105.59 (2.75)	1.58

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show the standard error.

ستوکسیدیم در کنترل قیاق شدند. با توجه به نتایج توانایی نسبی، کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه علف‌کش ستوکسیدیم موجب افزایش کارایی کنترلی قیاق و کاهش زیست توده تولید شده توسط اندام‌های هوایی توسط ستوکسیدیم شد. بیشترین میزان افزایش کارایی ستوکسیدیم در کاهش وزن خشک اندام هوایی قیاق به ترتیب در روغن ذرت (۲/۶۳ برابر) و زیره (۲/۵۷ برابر) و کمترین میزان افزایش کارایی در تیمارهای روغن زیتون (۱/۳۰ برابر) و هسته انگور (۱/۳۵ برابر) مشاهده شد. کاربرد مواد افزودنی به همراه علف‌کش‌های مزوتریون (۱۹)، دیکلوفوپ متیل، سیکلوکسیدیم، کلودینافوپ پروپارژیل (۲۲)، ستوکسیدیم و فنوکسپروپ (۲۳)، سولفوسولفورون و سولفوسولفورون+مت سولفورون متیل (۱۱)، کلودینافوپ پروپارژیل، هالوکسی فوپ و دایفنزوکوات متیل سولفات (۹) منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی علف‌های هرز شد. ایزدی و همکاران (۲۰۱۳) (۱۳) نشان دادند که کارایی کنترل یولاف وحشی با افزایش غلظت علف‌کش افزایش یافته و همچنین روغن‌های گیاهی کلزا، سویا، منداب، زیتون، کنجد، کرچک، بادام شیرین و بادام تلخ در غلظت ۰/۵٪ حجمی در مقایسه با شاهد (آب) سمیت نداشتند.

کاربرد روغن متیله شده بذری (آدیگور) به عنوان ماده افزودنی به همراه علف‌کش‌های هالوکسی فوپ متیل و ایمازاتاپیر به ترتیب باعث کاهش وزن تازه اندام هوایی قیاق و گاوپنبه گردید (۲۰). کاهش وزن تازه اندام هوایی سوروف بوسیله کاربرد روغن‌های گیاهی نارگیل، بادام زمینی، منداب، بادام تلخ و کرچک به ترتیب به میزان ۲/۱۴، ۲/۵۰، ۲/۷۸، ۳/۵۱ و ۳/۹۰ برابر نسبت به عدم کاربرد روغن‌های گیاهی بود (۱۰). افزایش حلالیت و انعطاف پذیری کوتیکول بوسیله روغن‌های گیاهی باعث کاهش توان گیاه در ممانعت از دست دادن آب از کوتیکول و همچنین اختلال در جذب آب بوسیله آسیب سریع تر به سیستم‌های آوندی می‌گردد بنابراین در این شرایط میزان آب موجود در گیاه کاهش می‌یابد (۱۰ و ۲۶).

وزن خشک اندام هوایی

نتایج حاصل از برازش داده‌های وزن خشک اندام هوایی قیاق به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۳ نشان داده شده است. کاهش وزن خشک اندام هوایی سوروف در کاربرد روغن‌های گیاهی بیشتر از عدم کاربرد روغن‌ها است. تمامی روغن‌های گیاهی منجر به کاهش بیشتر وزن خشک اندام هوایی و یا در واقع افزایش کارایی

جدول ۲- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های وزن تازه اندام هوایی قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش وزن تازه اندام هوایی

Table 2- Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on shoot fresh weight of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in shoot fresh weight reduction

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز مؤثر ۵۰٪ Effect Dose 50	دز مؤثر ۹۰٪ Effect Dose 90	توانایی نسبی Relative potency
وزن تازه اندام هوایی قیاق Shoot fresh weight of <i>S. halepense</i>					
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	6.94 (1.35)*	16.29 (0.48)	217.41 (7.20)	298.43 (21.13)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	1.89 (0.27)	18.34 (0.82)	58.04 (5.40)	185.59 (27.86)	3.75
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	7.63 (2.88)	15.95 (0.85)	145.93 (13.72)	194.60 (13.08)	1.49
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	6.13 (1.40)	15.95 (0.59)	137.04 (9.47)	196.16 (16.39)	1.59
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	1.92 (0.26)	18.22 (0.82)	61.82 (5.66)	193.60 (27.89)	3.52
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	1.88 (0.23)	18.31 (0.85)	74.22 (7.39)	239.57 (30.26)	2.93
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	4.78 (1.19)	16.02 (0.65)	120.02 (6.90)	190.12 (23.65)	1.81
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	2.13 (0.31)	18.02 (0.91)	84.37 (8.76)	236.67 (26.78)	2.58

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.
Data in parenthesis show the standard error.

همراه علف‌کش ستوکسیدیم موجب کاهش وزن خشک اندام‌های زیرزمینی شده است. بیشترین میزان افزایش کارایی ستوکسیدیم در کاهش وزن خشک اندام‌های زیرزمینی قیاق به ترتیب در روغن ذرت (۲/۲۱ برابر) و زیره (۲/۰۹ برابر) و کمترین میزان افزایش کارایی در تیمار روغن زیتون (۱/۲۷ برابر) مشاهده شد. کاربرد روغن‌های گیاهی می‌تواند باعث افزایش کارایی علف‌کش‌ها شود به عنوان مثال کاهش وزن خشک تولیدی ریشه سلمه‌تره بوسیله کاربرد روغن منداب به همراه علف‌کش‌های ایمازتاپیر و بنتازون + اسی فلورفن به ترتیب به مقادیر ۲/۳۵ و ۲/۷۹ برابر گزارش شده است (۱).

حجم اندام‌های زیرزمینی

نتایج حاصل از برازش داده‌های حجم اندام‌های زیر زمینی قیاق به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۵ نشان داده شده است. کاهش مقادیر دز مؤثر ۵۰ درصد و در نتیجه افزایش توانایی نسبی نشان می‌دهد که کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه ستوکسیدیم باعث کاهش حجم اندام‌های زیر زمینی شده است.

کارایی کنترل خونی واش (*Phalaris minor* Retz.) نیز در اثر افزایش غلظت کلودینافوپ پروپارژیل و کاربرد روغن‌های گیاهی افزایش یافت (۲۸). حمامی و همکاران (۲۰۱۴) (۹) و راشد محصل و همکاران (۲۰۱۱) (۲۲) نیز نشان دادند که کاربرد روغن متیله شده بذری کلزا (آدیگور) به تنهایی اثر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی تولید شده توسط یولاف وحشی نداشت. توورسکی (۲۹) نشان داد که از میان ۲۵ روغن گیاهی مورد مطالعه بر روی برگ‌های گل قاصد (*Taraxacum officinale* Weber in Wiggers) در شرایط آزمایشگاهی، روغن‌های آویشن قرمز، دارچین و میخک منجر به افزایش نشأت الکترولیت‌ها و آسیب به غشای سلولی می‌شوند که نشان‌دهنده اثرات سمی آنها است. کاهش زیست توده یولاف وحشی در نتیجه کاربرد روغن پنبه‌دانه نیز گزارش شده است (۱۳).

وزن خشک اندام‌های زیرزمینی

نتایج حاصل از برازش داده‌های وزن خشک اندام‌های زیر زمینی قیاق به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به نتایج توانایی نسبی، کاربرد روغن‌های گیاهی به

جدول ۳- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های وزن خشک اندام هوایی قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش وزن خشک اندام هوایی

Table 3- Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on shoot dry weight of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in shoot dry weight reduction

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰٪ Effect Dose ₅₀	دز موثر ۹۰٪ Effect Dose ₉₀	توانایی نسبی Relative potency
وزن خشک اندام هوایی قیاق shoot dry weight of <i>S. halepense</i>					
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	25.56 (8.27)*	11.91(0.38)	113.83 (6.82)	298.52 (25.66)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	1.82 (0.34)	11.30 (0.50)	43.30 (4.07)	144.59 (21.50)	2.63
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	1.97 (0.27)	11.24 (0.54)	87.88 (7.29)	268.67 (27.05)	1.30
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	1.91 (0.26)	11.14 (0.54)	84.58 (7.25)	266.50 (27.42)	1.35
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	1.84 (0.34)	11.47 (0.50)	44.26 (3.98)	146.21 (21.44)	2.57
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	1.62 (0.21)	11.28 (0.51)	57.32 (5.23)	221.87 (27.71)	1.99
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	1.92 (0.21)	11.10 (0.53)	76.82 (6.44)	240.82 (24.85)	1.48
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	1.64 (0.20)	11.45 (0.51)	61.34 (5.48)	234.52 (27.59)	1.86

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show standard error at 5% significance level.

جدول ۴- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های وزن خشک اندام‌های زیر زمینی قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش وزن خشک اندام‌های زیر زمینی

Table 4- Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on underground organs dry weight of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in underground organs dry weight reduction

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰٪ Effect Dose ₅₀	دز موثر ۹۰٪ Effect Dose ₉₀	توانایی نسبی Relative potency
وزن خشک اندام‌های زیر زمینی قیاق Underground dry weight of <i>S. halepense</i>					
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	2.10 (0.19)*	12.09 (0.38)	96.26 (5.78)	273.65 (26.22)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	2.07 (0.34)	11.52 (0.41)	43.59 (3.53)	126.17 (17.98)	2.21
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	1.60 (0.16)	11.31 (0.42)	75.53 (6.81)	298.21 (34.20)	1.27
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	1.60 (0.16)	11.30 (0.41)	65.60 (5.83)	258.73 (30.75)	1.47
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	2.24 (0.41)	11.50 (0.40)	46.07 (3.32)	123.12 (18.91)	2.09
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	1.56 (0.16)	11.23 (0.41)	57.77 (5.39)	235.75 (29.33)	1.67
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	1.44 (0.16)	11.29 (0.41)	53.03 (5.43)	244.37 (32.78)	1.82
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	1.49 (0.16)	11.40 (0.41)	56.43 (5.47)	245.81 (31.10)	1.71

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show standard error at 5% significance level.

جدول ۵- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های حجم اندام‌های زیر زمینی قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش حجم اندام‌های زیرزمینی

Table 5. Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on root volume of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in underground organs volume reduction

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰٪ Effect Dose ₅₀	دز موثر ۹۰٪ Effect Dose ₉₀	توانایی نسبی Relative potency
حجم اندام‌های زیرزمینی قیاق Underground organs volume of <i>S. halepense</i>					
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	1.68 (0.17)*	49.38 (1.78)	110.00 (8.49)	352.24 (54.06)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	1.25 (0.14)	53.67 (1.89)	63.29 (6.24)	368.29 (63.97)	1.74
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	1.83 (0.22)	55.46 (1.85)	70.65 (4.65)	233.99 (33.98)	1.56
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	1.99 (0.24)	55.27 (1.85)	70.92 (4.46)	213.40 (28.58)	1.55
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	1.68 (0.27)	51.54 (1.89)	51.70 (4.55)	191.54 (34.36)	2.13
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	1.58 (0.17)	53.26 (1.89)	69.84 (5.65)	279.73 (39.28)	1.58
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	1.86 (0.19)	54.38 (1.87)	79.80 (5.50)	259.66 (30.95)	1.38
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	1.50 (0.16)	54.09 (1.87)	77.79 (6.21)	334.59 (47.79)	1.41

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show standard error at 5% significance level.

اثرات زیست محیطی کاربرد علف‌کش‌ها، ضرورت بهبود کارایی روش‌های مدیریت شیمیایی را به روشنی نشان می‌دهد. توانایی نسبی ستوکسیدیم در حضور روغن‌های گیاهی برای کاهش خصوصیات رشدی قیاق افزایش یافت. روغن‌های ذرت و زیره بیشترین تأثیر را در افزایش کارایی کنترلی قیاق بوسیله ستوکسیدیم داشتند. از آنجا که انتقال ستوکسیدیم به محل‌های غیر هدف منجر به خسارت به گیاهان زراعی باریک‌برگ نظیر گندم، جو، ارزن، سورگوم و ذرت می‌شود بنابراین با استفاده از روغن‌های گیاهی می‌توان از طریق کاهش مقدار مصرف ستوکسیدیم بدون کاهش کارایی کنترلی، خطر انتقال ستوکسیدیم به محل غیر هدف را کاهش داد.

بیشترین میزان افزایش کارایی ستوکسیدیم در کاهش حجم اندام‌های زیر زمینی قیاق به ترتیب در روغن زیره (۲/۱۳ برابر) و ذرت (۱/۷۴ برابر) و کمترین میزان افزایش کارایی در تیمار روغن نعناع (۱/۳۸ برابر) مشاهده شد. کاهش حجم ریشه سوروف در نتیجه کاربرد روغن‌های گیاهی نارگیل، بادام زمینی، منداب، بادام تلخ و کرچک به همراه ایمازتاپیر مشاهده شده است (۱۰).

نتیجه‌گیری

ضرورت استفاده از علف‌کش‌ها به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی، خطر انتقال علف‌کش‌ها به محل غیر هدف، و

منابع

- 1- Abu-ali S., Mahmoodi S., and Hammami H. 2019. Optimizing the Performance of Bentazon + Acifluorfen and Imazethapyr on *Chenopodium album* L. (Common Lambsquarter) Control by Adjuvants. Journal of Plant Protection 33: 99-110.
- 2- Andersen R.N. 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. In: *Weed Science Society of America Handbook* (ed. by Andersen R.N.). Weed Science Society of America, Urbana, IL, 26-27.
- 3- Andújar D., Ribeiro A., Fernández-Quintanilla C., and Dorado J. 2013. Herbicide savings and economic benefits of several strategies to control *Sorghum halepense* in maize crops. Crop protection 50: 17-23.
- 4- Babaei S., Alizadeh H., Baghestani M.A., and Naghavi M.R. 2014. Effect of Some Adjuvants on Sulfosulfuron Efficacy in *Hordeum spontaneum* Control in Wheat Fields. Weed Science Journal 10: 121-132.
- 5- Barrentine W.L., and Mcwhorter C.G. 1988. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) Control by Herbicides in Oil

- Diluent. Weed Science 36: 102-110.
- 6- Bertholdsson N.O. 2004. Variation in allelopathic activity over 100 years of barley selection and breeding. Weed Research 44: 78-86.
- 7- Bertholdsson N.O., Andersson S.C., and Merker A. 2012. Allelopathic potential of Triticum spp., Secale spp. and Triticosecale spp. and use of chromosome substitutions and translocations to improve weed suppression ability in winter wheat. Plant Breeding 131: 75-80.
- 8- Carvalho F.P. 2006. Agriculture, pesticides, food security, and food safety. Environmental Science and Policy 9: 685-692.
- 9- Hammami H., Aliverdi A., and Parsa M. 2014. Effectiveness of Clodinafop-Propargyl, Haloxyfop-pmethyl and Difenzoquat-methyl-sulfate Plus Adigor[®] and Propel[™] Adjuvants in Controlling *Avena ludoviciana* Durieu. Journal of Agriculture Science and Technology 16: 291-299.
- 10- Hammami H., and Mahmoodi S.S. 2019. Optimizing the Performance of Imazethapyr in Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* Beauv) Control by Vegetable Oils Adjuvants. Journal of Crop Production and Processing 9:187-199.
- 11- Hammami H., Parsa M., and Aliverdi A. 2014. Optimizing the efficacy of sulfosulfuron and sulfosulfuron + mesosulfuron-methyl to control wild barley and their border security for wheat with adjuvants. Journal of Plant Protection 29: 211-219.
- 12- Holm L.G., Plunknett D.L., Pancho J.V., and Herberger J.P. 1991. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, p. 609.
- 13- Izadi-Darbandi E., Aliverdi A., and Hammami H. 2013. Behavior of vegetable oils in relation to their influence on herbicides' effectiveness. Industrial Crops and Products 44: 712-717.
- 14- Jabran K., Mahajan G., Sardana V., and Chauhan B.S. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. Crop Protection 72: 57-65.
- 15- Kaur R., and Soodan A.S. 2017. Reproductive biology of *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae; Panicoideae; Andropogoneae) in relation to invasibility. Flora 229: 32-49.
- 16- Khaliq A., Matloob A., Tanveer A., Abbas R.N., and Khan M.B. 2012. Bio-herbicidal properties of sorghum and sunflower aqueous extracts against germination and seedling growth of dragon spurge (*Euphorbia dracunculoides* Lam.). Pakistan Journal of Weed Science Research 18: 137-148.
- 17- Khan E.A., Khakwani A.A., Munir M., and Ghazanfarullah A. 2015. Effects of allelopathic chemicals extracted from various plant leaves on weed control and wheat crop productivity. Pakistan Journal of Botany 47: 735-740.
- 18- Kropff M.J., and Lotz L.A.P. 1992. Systems approaches quantify crop-weed interactions and their application in weed management agricultural systems. Weed Science 40: 265-282.
- 19- Pannacci E., and Covarelli G. 2009. Efficacy of mesotrione used at reduced doses for post-emergence weed control in maize (*Zea mays* L.). Crop Protection 28: 57-61.
- 20- Parsa M., Aliverdi A., and Hammami H. 2013. Effect of the recommended and optimized doses of haloxyfop-P-methyl or imazethapyr on soybean-Bradyrhizobium japonicum symbiosis. Industrial Crops and Products 50: 197-202.
- 21- Rashed Mohassel M.H., Rastgoo M., Mosavi K., valiollahpoor R., and Haghighi A. 2006. Publish by Ferdowsi university of Mashhad.
- 22- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., Hammami H., and Zand E. 2010. Optimizing the performance of diclofop-methyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avena ludoviciana*) control with adjuvants. Weed Biology and Management 10: 57-63.
- 23- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., and Rahimi S. 2011. Optimizing dosage of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl with adjuvants to control wild oat. Industrial Crops and Products 34: 1583-1587.
- 24- Rastgoo M., Kargar M., and Asadollahi H. 2015. Evaluation the possibility of reducing Haloxyfop-R-methyl ester (Gallant super[®]) dose by some vegetable oils in little seed canary grass (*Phalaris minor* Retz.). Agronomy Journal (Research and development) 104: 153-161.
- 25- Rehman A., Cheema Z.A., Khaliq A., Arshad M., and Mohsan S. 2010. Application of sorghum, sunflower and rice water extract combinations helps in reducing herbicide dose for weed management in rice.
- 26- Ritz C., Kniss A.R., and Streibig J.C. 2015. Research methods in weed science: statistics. Weed Science 63: 166-187.
- 27- Senseman S.A., and Handbook H. 2007. Ed. Weed Science Society of America: Lawrence, KS, USA.
- 28- Shariatmadari M., Nabavy Kalat S.M., Bazobandi M., Hammami H., and Aliverdi A. 2014. Optimizing the efficacy of clodinafop-propargyl to control littleseed canarygrass (*Phalaris minor* Retz.) with the vegetable oils. Journal of Plant Protection 28: 171-183.
- 29- Tworowski T. 2002. Herbicide effects of essential oils. Weed Science 50: 425-431.
- 30- Zand A., Mosavi K., and Heidari A. 2015. Herbicides and their application. Published by Jahad Daneshgahi of Mashhad.



Evaluation of Vegetable Oils Effects on Johnsongrass (*Sorghum halepense* L.) Control by Sethoxydim

H. Hammami^{*1}- S.S. Mahmoodi²

Received: 31-07-2019

Accepted: 05-11-2019

Introduction: Weed management is one of the most important aspects of successful crop production for supplying food needed for the rising population. Johnsongrass (*Sorghum halepense* L.) is among the most noxious weeds in the world due to its superior biology and tremendous ecological adaptations. It causes substantial yield loss in different field crops including corn, soybean, wheat, and sorghum. Therefore, management of Johnsongrass is crucial for optimum crop production. Prevention by clean cultivation, cultural management by using weed-competitive, mechanical management by hand hoeing, biological management by applying pathogens, and eventually applying herbicide as chemical management can be used for controlling Johnsongrass. Chemical management is an effective method to control Johnsongrass. For decreasing adverse effects of herbicide and costs of production, optimizing herbicides performance is very essential. It appears that the use of adjuvants seems to be a best solution to achieve optimized herbicides performance. In spite of these advantages, some synthetic adjuvants have shown side effects on living organs. Therefore, using environmentally safe adjuvants is a key point for applying this technology. This study was conducted for evaluating vegetable oil effects on Johnsongrass control by sethoxydim herbicide.

Materials and Methods: To study the effects of vegetable oils on the performance of sethoxydim on Johnsongrass (*Sorghum halepense* L.) control, a factorial experiment based on completely randomized design including sethoxydim concentration at six levels (0, 46.875, 93.75, 187.5, 281.25 and 375 g ai ha⁻¹) and vegetable oils at 8 levels (with and without corn, olive, grape seed, cumin, fennel flower, mint and sunflower oils) with four replications was conducted in the research greenhouse of college of agriculture Birjand university in 2017. For increasing seed germination and breaking seed dormancy of Johnsongrass, the seeds were treated by sulfuric acid for 3 min and then washed by tap water for 30 minutes. The seeds were then sown in potting trays (3 cm × 3 cm × 5 cm) filled with moistened peat. One week after sowing, at the one-leaf seedlings stages, they were transplanted to plastic pots with 2 liter volume and filled with a mixture of sand, clay loam soil, and peat (1:1:1; v/v/v). The pots were sub-irrigated every two days. The seedlings were thinned to four per pot at the two-leaf stage. Spraying was done at the four-leaf stage by using a chargeable sprayer equipped with an 8002 flat fan nozzle tip delivering 250 L ha⁻¹ at 2 bar spray pressure. Four weeks after spraying, height of plant was measured and then the shoots and roots of plant were harvested and weighed immediately after the root volume was measured. The plant parts were oven-dried and reweighed.

Results and Discussion: When emulsified vegetable oils alone were sprayed against Johnsongrass, none of vegetable oils had phytotoxic effects on plant height, fresh and dry weight of shoot and root, root volume and root length of Johnsongrass (Table 2). This finding was similar to the results of Tworkoski (2002) (42) and Izadi darbandi et al (2013) (17). The ED₅₀ parameter was estimated by dose response model based on Johnsongrass plant height, shoot and root dry and fresh weight, and root volume. All emulsifiable vegetable oils improved significantly the effectiveness of sethoxydim on Johnsongrass. Relative potency in the presence of corn, olive, grape seed, cumin, fennel flower, mint and sunflower oils was 1.30, 1.57, 1.18, 1.23, 1.27, 1.24, and 1.07 times for plant height, 3.75, 1.49, 1.59, 3.52, 2.93, 1.81, and 2.58 times for shoot fresh weight, 2.63, 1.30, 1.35, 2.57, 1.99, 1.48, and 1.86 times for shoot dry weight, 2.21, 1.27, 1.47, 2.09, 1.67, 1.82, and 1.71 times for root dry weight, and 1.74, 1.56, 1.55, 2.13, 1.58, 1.38, and 1.41 times for root volume, respectively, as compared to the condition without vegetable oils. Among emulsifiable vegetable oils, the highest effect on shoot and root dry weight was observed in corn and cumin oils while olive oil showed the lowest effect.

Conclusion: Our result showed that vegetable oil including corn, olive, grape seed, cumin, fennel flower,

1 and 2- Assistant Professor and Undergraduate Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: Hhammami@birjand.ac.ir)

mint and sunflower oils had not only the phytotoxic effects on produced biomass by Johnsongrass, but also improved the performance of Sethoxydim for Johnsongrass control. Therefore, using vegetable oils mixed with sethoxydim can decrease the adverse impacts of this herbicide on the environment.

Keywords: Adjuvant, Herbicide, Plant height, Relative potential, Root volume

مقاله کوتاه پژوهشی

اثر طول دوره همجواری، تعداد و نوع گونه‌ی همجوار بر بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در

لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*)

علی باقری^۱ - قربانعلی اسدی^{۲*} - علی قنبری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۰۳

چکیده

به منظور بررسی اثر همجواری گیاهان لوبیا قرمز^۴، ذرت^۵، تاج خروس^۶ و سلمه تره^۷ بر بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه گیاه لوبیا قرمز (گیاه هدف) آزمایش گلدانی در بهار و تابستان سال ۹۶ در مزرعه دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت. طرح آزمایشی بصورت طرح فاکتوریل ۳ عاملی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۴ تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل طول مدت زمان همجواری گیاهان با گیاه لوبیا قرمز (۱۵ روز، ۳۰ روز و ۴۵ روز)، فاکتور دوم شامل تعداد گیاهان همجوار با گیاه لوبیا قرمز (۱، ۲ و ۳ گیاه) و فاکتور سوم شامل نوع گونه‌ی همجوار با گیاه لوبیا قرمز و شامل گونه‌های لوبیا قرمز، ذرت، سلمه تره و تاج خروس بود. در این آزمایش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه ساقه، وزن خشک کل اندازه‌گیری شد. نتایج این آزمایش نشان داد از میان تمام فاکتورهای مورد آزمایش، طول مدت زمان همجواری گیاهان در کنار هم تأثیر معنی‌داری در اغلب صفات داشته است. به عنوان نمونه، ارتفاع گیاه به ترتیب بعد از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری به ترتیب ۳۲/۱، ۳۵/۲ و ۴۲/۲ سانتی‌متر، وزن خشک گیاه بعد از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری به ترتیب ۲۲/۹، ۲۴/۶ و ۲۴/۶ گرم در بوته و وزن خشک ساقه بعد از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز به ترتیب ۶/۱، ۶/۵ و ۸/۱ گرم در متر مربع به دست آمد. هیچ کدام از صفات به نوع و تعداد بوته‌های همجوار واکنش نشان نداد. نتایج این آزمایش نشان داد، تداوم حضور گیاهان در کنار گیاهان مرکزی به عنوان یک عامل تأثیرگذار در بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه مطرح می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رقابت، کیفیت نور، مکانیسم‌های اجتناب از سایه، همجواری

مقدمه

گیاهان می‌رسد، اما در فرایند فتوسنتز، مصرف نمی‌گردد، بلکه از برگ‌ها عبور یا از آنها منعکس می‌گردد. بازتاب نور قرمز دور از برگ گونه‌های گیاهی و دریافت آن توسط گیاهان مجاور به عنوان نوعی سیگنال محیطی برای درک محیط و شناخت همسایگان بشمار می‌رود. در مراحل اولیه رشد، برخورد این طول موج به گیاه، حضور دیگر گونه‌ها یا بوته‌هایی از همان جمعیت را به گیاه القا می‌کند (۴). درک این شرایط توسط گیاه، زمانی رخ می‌دهد که منابع محدود نبوده، رقابتی بر سر منابع بین گیاهان و برخورد فیزیکی و یا سایه‌اندازی مستقیم وجود ندارد. با درک تغییرات کیفیت نور رسیده به گیاه، واکنش‌هایی تحت عنوان مکانیسم اجتناب از سایه در گیاه رخ می‌دهد. مکانیسم اجتناب از سایه شامل پاسخ‌های مولکولی، مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و آناتومیک است. تشکیل برگ‌های نازک، افزایش فاصله‌ی میان‌گره‌ها و ساقه‌های طویل‌تر و سنگین‌تر از مهم‌ترین ویژگی‌های مورفولوژیکی هستند که در گیاهان مختلف و به عنوان مکانیسم اجتناب از سایه گزارش شده‌اند (۳، ۵ و ۱۰). در آزمایش حاضر، نقش گونه، تعداد بوته همجوار و طول دوره همجواری

گیاهان توان انتخاب گونه‌های همجوار خود را ندارند، اما قادرند طیف وسیعی از رفتارهای رقابتی، همیاری و سازش را در جوار سایر گونه‌های گیاهی، از خود نشان دهند. در بسیاری از بوم نظام‌ها، رقابت برای دریافت نور مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد است. مطالعات کمتری بر روی کیفیت نور و نقش آن بر روابط متقابل بین گیاهان در دسترس می‌باشد. نور رسیده به برگ‌های گیاهان طیفی از طول موج‌های کوتاه و بلند است (۸). طول موج‌های بلند نور، به برگ‌های

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشجوی دکتری و دانشیاران، گروه
اگروتکنولوژی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

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

DOI: 10.22067/jpp.v33i3.71343

4- *Phaseolus vulgaris*

5- *Zea mays*

6- *Amaranthus retroflexus*

7- *Chenopodium album*

در شرایط شبیه‌سازی شده‌ی مزرعه، مورد بررسی قرار گرفت تا تأثیرپذیری و بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در لوبیا مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر همجواری گیاهان لوبیا قرمز، ذرت، تاج خروس و سلمه تره با لوبیا قرمز (گیاه هدف) آزمایش گلدانی در بهار و تابستان سال ۹۶ در مزرعه دانشگاه فردوسی، بصورت فاکتوریل ۳ عاملی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۴ تکرار اجرا شد. فاکتور اول طول مدت زمان همجواری با گیاه لوبیا قرمز هدف، در سه سطح (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز از زمان رویش)، فاکتور دوم تعداد گیاهان همجوار با لوبیا قرمز در سه سطح (۱، ۲ و ۳ بوته) و فاکتور سوم شامل نوع گونه‌ی همجوار با گیاه لوبیا قرمز و شامل لوبیا قرمز، ذرت، سلمه تره و تاج خروس بود. گیاهان در محیط کشت ماسه‌ای، به منظور اطمینان از جوانه‌زنی، جوانه‌دار شده و بعد از ظهور ریشه‌چه، به گلدان‌ها منتقل شدند. ذرت و لوبیا با تراکم پنج بذر و تاج خروس و سلمه در تراکم بالا کاشته شد و به مرور تنک شده تا در نهایت یک گیاه به عنوان هدف یا گیاه همجوار در کنار گیاه مرکزی قرار گیرد. همچنین در طول مدت آزمایش، گیاهان به منظور جلوگیری از سایه اندازی مستقیم و عدم تداخل هوایی تا حد مشخصی اجازه رشد پیدا کردند و بعد از آن، گیاهان همجوار از ارتفاع مشخصی هرس (کوتاه) می‌شدند. همچنین فاصله‌ی بین گیاهان ۱۵ سانتی‌متر لحاظ شد. در تیمارهای ۱۵ و ۳۰ روز، پس از اتمام مدت زمان همجواری برای هر تیمار، گیاه‌های همجوار حذف شدند و به گیاه هدف اجازه داده شد تا به رشد خود ادامه دهد. در مرحله‌ی سوم (۴۵ روز همجواری)، پس از

برداشت گیاهان همجوار، گیاهان باقی مانده برداشت شده و ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک ساقه و وزن خشک کل مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۱، و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) نشان داد، که دوره همجواری گیاهان اثر معنی‌داری بر اغلب متغیرها به جز تعداد شاخه فرعی و وزن خشک بوته داشته است. وزن خشک برگ، به تعداد گونه‌های همجوار واکنش نشان داد و همچنین هیچ کدام از صفات تحت تأثیر نوع گونه‌ی همجوار قرار نگرفت. مقایسه اثرات ساده دوره همجواری گیاهان بر میانگین صفات متأثر از مکانیسم‌های اجتناب از سایه لوبیا قرمز (جدول ۲) نشان داد که در بین زمان‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری گیاهان با گیاه مرکزی، افزایش دوره همجواری به ۴۵ روز، اثر معنی‌داری بر کلیه صفات داشت.

در زیر واکنش صفات مختلف به عنوان مکانیسم‌های اجتناب از سایه نسبت به گونه‌های همجوار به تفکیک آورده شده است.

ارتفاع

از میان فاکتورهای مورد آزمایش تنها طول دوره همجواری بر روی ارتفاع تأثیرگذار بود (شکل ۱، الف). مقدار p-value برای فاکتورهای طول دوره همجواری، تعداد گونه‌ی همجوار و نوع گونه‌ی همجوار به ترتیب ۰/۰۰۰۱، ۰/۴۶ و ۰/۴۴ به دست آمد (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین مربعات اثر فاکتورهای مختلف طول مدت زمان همجواری، تعداد گیاهان همجوار و نوع گونه‌ی همجوار و تأثیر آن بر روی بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در گیاه لوبیا قرمز

Table 1- Anova, mean of squares, for the effect of time neighboring, number of neighboring and type of plant neighbor on shade avoidance mechanism in red bean

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک بوته	وزن خشک ساقه
Source of variations	Degree of freedom	Height	Lateral shoot	Dry mater	Shoot dry mater
Rep	3	0.4061	0.2713	0.9782	0.6184
A	2	<.0001	0.3414	0.0034	0.0001
B	2	0.4149	0.7884	0.6824	0.3560
C	3	0.4629	0.5022	0.4338	0.1259
A*B	4	0.7691	0.3567	0.4629	0.3359
A*C	6	0.2742	0.4328	0.3031	0.1231
B*C	6	0.7239	0.4316	0.1041	0.5453
A*B*C	12	0.9837	0.4034	0.1963	0.3347

Rep: تکرار A: طول مدت زمان همجواری، B: تعداد گیاهان همجوار، C: نوع گونه‌ی همجوار

A: time of neighboring, B: number of plant neighbors, C: type of plant neighbor

اعداد داخل جدول نشان دهنده p value می‌باشد

اعداد کوچکتر از ۰,۰۵ معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول ۲- اثر مختلف فاکتور طول مدت زمان همجواری بر شاخص‌های مختلف
Table 2- Effect of different levels of time of neighboring on different grow indices

صفت Trait	۱۵ روز همجواری 15 days neighboring	۳۰ روز همجواری 30 days neighboring	۴۵ روز همجواری 45 days neighboring
ارتفاع Height	32.1 (c)	35.25 (b)	41.2 (a)
تعداد شاخه فرعی Lateral shoot	15.64 (a)	16.18 (a)	15.72 (a)
تعداد شاخه فرعی نسبت به ارتفاع همان گیاه Lateral shoot on height	0.49 (a)	0.46 (b)	0.38 (c)
وزن خشک کل Dry matter	22.0 (b)	22.9 (b)	24.60 (a)
وزن خشک ساقه Shoot dry matter	6.1 (b)	6.5 (b)	8.1 (a)

اعداد نشان دهنده میانگین مربوط به هر صفت.

حروف یکسان در هر ردیف عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

Numbers represent the mean

Means that don't share a letter are significantly different

گیاهان در اکوسیستم‌های مختلف همواره رقابت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، فضاست (۱۳). بر طبق مفهوم فضا، گیاهان زمانی که در کنار هم قرار می‌گیرند، تمایل دارند شاخ و برگ خود را به سمت فضاهای خالی بکشانند و فضاها را به تصرف خود درآورند. لذا انتظار می‌رفت، در این صفت، فاکتور تعداد گونه‌های همجوار، اثر معنی‌داری داشته باشد. به عبارتی انتظار می‌رفت زمانی که گیاه در کنار تعداد بیشتری از گیاهان همجوار قرار می‌گیرد، با کاهش تعداد شاخه‌های فرعی مواجه شود، اما چنین اتفاقی رخ نداد. نکته‌ای که در مورد این صفت وجود دارد، این است که تعداد شاخه‌های جانبی، تا حد زیادی به واسطه ژن‌ها کنترل شده و به عبارتی صفتی است که بیش از اینکه تحت تأثیر محیط باشد، تحت تأثیر ژن‌ها قرار می‌گیرد (۹). از این رو به نظر می‌رسد معنی‌دار نشدن فاکتورها تا حدی بستگی به این واقعیت داشته باشد. با توجه به اینکه مطالب ذکر شده، با نتایج به دست آمده در تناقض آشکاری قرار داشت، بدین ترتیب، پراکنش شاخه‌های فرعی در بوته یا تعداد شاخه فرعی نسبت به ارتفاع در هر بوته مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد شاخه‌فرعی در واحد ارتفاع نسبت به طول مدت زمان همجواری واکنش نشان داد. به نحوی که میزان P-value برای فاکتورهای طول مدت زمان همجواری، تعداد گونه‌های همجوار و نوع گونه‌ی همجوار به ترتیب 0.0001 ، 0.062 و 0.017 به دست آمد که نشان داد طول مدت زمان همجواری بر روی این نسبت تأثیرگذار است. همچنین با مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به فاکتور طول مدت زمان همجواری مشاهده شد که میانگین این نسبت به ترتیب در تیمارهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری به ترتیب 0.49 ، 0.46 و 0.38 به دست آمد که نشان داد میزان این نسبت با طول مدت همجواری رابطه‌ی عکس دارد. یعنی تعداد شاخه‌های فرعی در واحد تک بوته تغییر نکرد، اما نسبت به ارتفاع تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. در

نوع و تعداد گونه‌ی همجوار هیچ گونه تأثیری بر روی افزایش ارتفاع ساقه‌ی لوبیا از خود نشان ندادند. با افزایش طول مدت زمان همجواری، میانگین ارتفاع برای زمان‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری به ترتیب 32.1 ، 35.25 و 41.2 سانتی‌متر به دست آمد. با توجه به اینکه هر گونه‌ی گیاهی، الگوی رشد بخصوصی دارد، در نهایت حجم مشخصی از زیست توده را ایجاد می‌کند و مقدار آن در گونه‌های مختلف متفاوت است. میزان نور قرمزدوری که هر گیاه منعکس می‌کند همبستگی مستقیمی با حجم و تعداد گونه دارد. هر چه حجم، تعداد، ارتفاع و سطح برگ تولید شده از هر گونه بیشتر باشد، حجم بالاتری از نور مادون قرمز منعکس می‌شود، لذا با توجه به ماهیت بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه، انتظار می‌رفت که تغییر ارتفاع در گیاه مرکزی همجوار با تعداد و نوع گونه‌های مختلف متفاوت باشد، اما اینگونه نشد.

تعداد شاخه فرعی

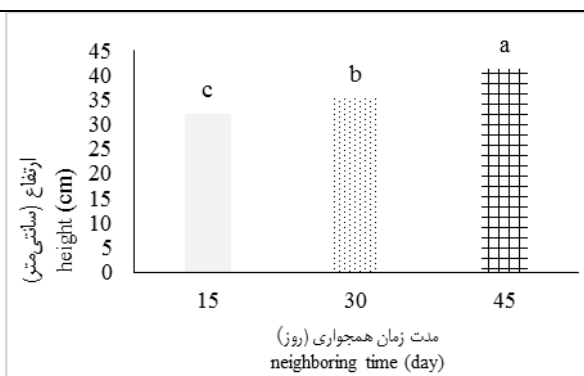
میزان p-value برای هر کدام از فاکتورهای مدت زمان همجواری، تعداد گیاهان همجوار و طول مدت زمان همجواری به ترتیب 0.0001 ، 0.078 و 0.050 بدست آمد که هیچ کدام از این فاکتورها نشان دهنده‌ی سطح معنی‌داری این صفت نبود. از طرفی با توجه به اینکه طول مدت زمان همجواری در اغلب صفت‌ها تأثیر معنی‌داری را نشان داده است، میانگین این رقم به ترتیب در تیمارهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز بعد از همجواری به ترتیب 0.49 ، 0.46 و 0.38 بدست آمد که نشان داد که حتی مدت زمان همجواری گیاهان بر روی این صفت اثر معنی‌داری نداشته است. تعداد شاخه‌فرعی به عنوان یکی از صفات قابل توجه، در اکثر آزمایشات، همواره به عنوان یکی از مکانیسم‌های اجتناب از سایه مطرح بوده است (۲، ۶ و ۷). یکی از فاکتورهایی که

واقع تاثیر همجواری بر روی تعداد شاخه فرعی مشاهده نشد، بلکه پراکندگی شاخه‌های فرعی در واحد تک بوته تحت تاثیر قرار گرفت.

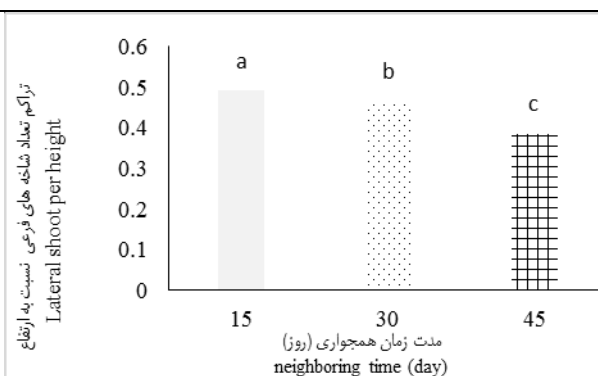
وزن خشک گیاه

در برآورد شاخص وزن خشک گیاهی نیز مدت زمان همجواری تاثیر گذار بود. نتایج مقایسه p-value نشان داد که همانند اغلب صفات اندازه‌گیری شده، در این صفت نیز طول مدت زمان همجواری بر تغییرات وزن خشک اثر معنی‌داری داشته است. میزان آن به ترتیب برای فاکتورهای طول مدت زمان همجواری، تعداد گیاهان همجوار و نوع گیاهان همجوار به ترتیب 0.00034 ، 0.068 و 0.43 به دست آمد. بدین ترتیب هر چه مدت زمان همجواری گیاهان با گیاهان مرکزی بیشتر باشد، وزن خشک تولید شده توسط گیاه نیز بیشتر خواهد شد. میانگین وزن خشک بوته با توجه به مقایسات میانگین مربوط به طول مدت زمان همجواری به ترتیب برای مدت زمان‌های ۴۵، ۳۰ و ۱۵ روز $24/6$ ، $22/9$ و 22 گرم در واحد تک‌بوته بدست آمد که نشان دهنده‌ی این واقعیت است که طول مدت همجواری با زیست توده‌ی

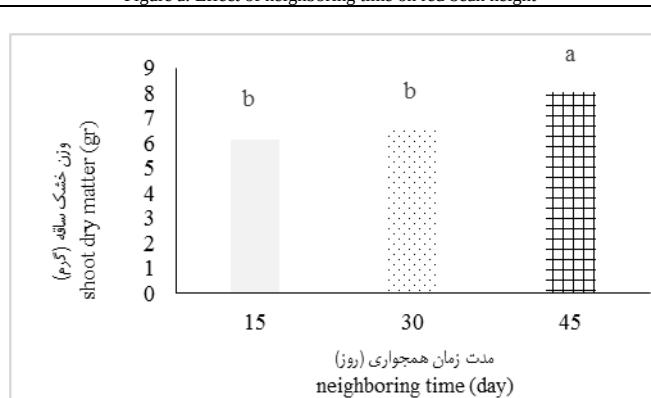
تولید شده توسط گیاه رابطه‌ی مستقیم دارد. تغییرات به وجود آمده در کیفیت نور سبب بروز تغییراتی در وزن خشک بخش‌های هوایی و زمینی گیاه می‌گردد. تغییرات کیفیت نور باعث تغییر در نسبت شاخساره به ریشه خواهد شد (۷). گیاه بعد از دریافت سیگنال از محیط و تغییرات ایجاد شده در کیفیت نور، تغییراتی را جهت تطابق خود با فضای به وجود آمده ایجاد کند. با توجه به اینکه جریان رقابت تحت تاثیر تغییرات کیفیت نور، بیشتر در قسمت هوایی جریان دارد، از این رو این انتظار می‌رود که بخش زیرزمینی گیاه نسبت به بخش هوایی، از نظر زیست‌توده تغییرات کمتری داشته باشد. با توجه به وسعت طرح، امکان اندازه‌گیری قسمت‌های زیرزمینی گیاه فراهم نبود، اما روندی که از آزمایشات گوناگون برآورد شده است نشان می‌دهد که بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه باعث افزایش نسبت بخش هوایی به بخش زیرزمینی می‌شود، اما با توجه به اینکه زیست توده بخش زیرزمینی در این آزمایش اندازه‌گیری نشده است از این رو قابل بحث نیست.



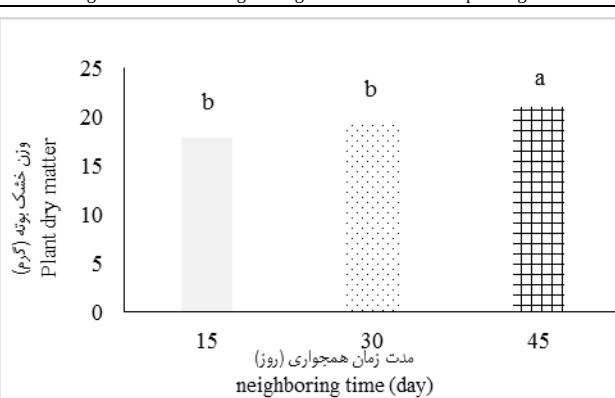
شکل الف. اثر طول مدت زمان همجواری بر ارتفاع گیاه لوبیا
Figure a. Effect of neighboring time on red bean height



شکل ب. اثر طول مدت زمان همجواری بر تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته
Figure b. Effect of neighboring time on lateral shoot per height



شکل ج. اثر طول مدت زمان همجواری بر وزن خشک ساقه‌ها
Figure c. Effect of neighboring period on shoot dry matter of red bean



شکل د. اثر طول مدت زمان همجواری بر وزن خشک لوبیا قرمز
Figure d. Effect of neighboring period on dry matter of red bean

شکل ۱- تاثیر طول مدت زمان همجواری گیاهان مختلف بر بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در گیاه لوبیا قرمز

Figure 1- Effect of neighboring time on shade avoidance mechanism in red bean

مدت زمان همجواری، در غالب صفات معنی‌دار بود و با افزایش طول مدت زمان همجواری، صفات مربوطه بیشتر تحت تأثیر قرار گرفتند. اغلب واکنش‌هایی که در این آزمایش مشاهده شد، متفاوت از آنچه که انتظار می‌رفت به دست آمد. به عبارتی در اغلب مطالعاتی که بر روی مکانیسم‌های اجتناب از سایه به دست آمده بود، تغییرات بسیار اندک در کیفیت نور و یا تغییر اندک در ترکیب گونه‌های همجوار باعث بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه شد. به عبارتی بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه حساسیت بالایی به تغییرات کیفیت نور دارند. در این آزمایش تغییرات مورفولوژیکی قابل توجهی از فاکتورهای آزمایش حاصل نشد. انتظار می‌رفت واکنش صفات در واکنش به حجم بالای فاکتورها با شدت بیشتری مشاهده شود. اما در غالب صفات تنها مدت زمان همجواری آن هم به مدت ۴۵ روز اثر معنی‌داری بر روی نتایج آزمایشات بر جای گذاشت.

اما زیست‌توده‌ی سایر اجزای گیاه مورد بررسی قرار گرفت. اثر فاکتورهای مختلف بر روی وزن خشک ساقه نشان داد که طول مدت زمان همجواری بر روی این صفت تأثیرگذار بوده است. به نحوی که میزان p value برای این صفت به ترتیب در فاکتورهای مدت زمان همجواری، تعداد گونه‌های همجوار و طول مدت زمان همجواری به ترتیب ۰/۰۰۱، ۰/۳۵ و ۰/۱۲ به دست آمد. همچنین میانگین بدست آمده از این فاکتور برای طول مدت زمان ۴۵، ۳۰ و ۱۵ روز همجواری به ترتیب ۸/۱، ۶/۵ و ۶/۱ به دست آمد. بدین ترتیب وزن خشک ساقه تحت تأثیر کیفیت نور قرار گرفت و میزان آن با کاهش کیفیت نور، افزایش پیدا نمود.

نتیجه‌گیری

تأثیر فاکتورهای مختلف بر تغییرات صفاتی از لوبیا قرمز مورد ارزیابی قرار گرفت. از میان تمام فاکتورهای مورد آزمایش، اثر طول

منابع

- 1- Afifi M., Lee E., Lukens L., and Swanton C. 2015. Thiamethoxam as a seed treatment alters the physiological response of maize (*Zea mays*) seedlings to neighboring weeds. *Pest Management Science* 71(4): 505-514.
- 2- Casal J.J. 2013. Canopy light signals and crop yield in sickness and in health. *ISRN Agronomy*.
- 3- Gramig G.G., and Stoltenberg D.E. 2009. Adaptive responses of field grown common lambsquarters (*Chenopodium album*) to variable light quality and quantity environments. *Weed Science* 57: 271-280.
- 4- Kegge W., Ninkovic V., Glinwood R., Welschen R.A., Voesenek L.A., and Pierik R. 2015. Red: far-red light conditions affect the emission of volatile organic compounds from barley (*Hordeum vulgare*), leading to altered biomass allocation in neighboring plants. *Annals of Botany* 115(6): 961-970.
- 5- Kim H.W., Sadeghi A., McKenzie -Gopsill A., Afifi M., Bozzo G., Lee E.A., and Swanton C.J. 2016. Changes in light quality alter physiological responses of soybean to thiamethoxam. *Planta* 244(3): 639-650.
- 6- Lötscher M., and Nösberger J. 1997. Branch and root formation in *Trifolium repens* is influenced by the light environment of unfolded leaves. *Oecologia* 111(4): 499-504.
- 7- Maddonni G.A., Otegui M.E., Andrieu B., Chelle M., and Casal J.J. 2002. Maize leaves turn away from neighbors. *Plant Physiology* 130(3): 1181-1189.
- 8- McCree K.J. 1971. The action spectrum, absorbance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. *Agricultural Meteorology* 9: 191-216.
- 9- McIntyre G.I. 1968. Nutritional control of the correlative inhibition between lateral shoots in the flax seedling (*Linum usitatissimum*). *Canadian Journal of Botany* 46(2): 147-155.
- 10- Roig-Villanova I., and Martínez-García J.F. 2016. Plant responses to vegetation proximity: a whole life avoiding shade. *Frontiers in Plant Science*, 7.
- 11- Swanton C.J., Weaver S.P., Cowan R. van Acker, Deen W. and Shrestha A. 1999. Weed thresholds: theory and applicability. *Journal of Crop Production* 2: 9-29.
- 12- Zhang T., Maruhnich S.A., and Folta K.M. 2011. Green light induces shade avoidance symptoms. *Plant Physiology*, 157(3): 1528-1536.
- 13- Zimdahl R.L. 1993. *Fundamentals of Weed Science*. New York: Academic Press, pp: 122-128.



Effects of Time, Number and Type of Neighboring Plant on Shade Avoidance Syndromes on Red Bean

A. Bagheri¹-Gh. Asadi^{*2}- A. Ghanbari²

Received: 17-03-2018

Accepted: 25-09-2019

Introduction: The light received by plants is composed of different types of wavelength, ranged from ultraviolet to infrared. The range between 400 nm and 700 nm is used by plants to drive photosynthesis and is typically referred as to Photosynthetically Active Radiation (PAR). Plants are very good filters of light. They absorb and use most of the R light available to them for photosynthesis, but reflect or transmit most of the FR light, since FR light is not useful in photosynthesis. As a result, the ratio of R: FR will be decreased. Red to far red ratio (R: FR) is considered as an indicator of the quality of light. Recent physiological studies indicate that plants can perceive the quality of light reflected from neighbors as an accurate predictor of future competition, and respond morphologically even before they are directly shaded. Understanding the loss of quality of light, and taking away red wavelengths, creates a series of reactions in the plant such as stem elongation, reduction in stem diameter, and a reduction in shoot and root biomass and so forth that are known as shade avoidance syndrome (SAS). In this study, we established a pot experiment to evaluate the effects of time, number and type of neighboring plants on shade avoidance mechanisms in red bean.

Materials and Methods: In order to investigate the effects of the neighboring plants consist of *Phaseolus vulgaris*, *Zea maize*, *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album* with *Phaseolus vulgaris* (as target plant), a pot experiment was conducted in Ferdowsi University of Mashhad during spring and summer in 2016. The experiment was designed as a factorial with three factors and four replicates based on a randomized complete block design. The first, second, and third factors were, respectively, the duration of the neighboring period of the plants with red bean (15, 30 and 45 days), the number of plants neighbors with red bean (1, 2 and 3 plants), and the type of neighboring species with red bean, including *Phaseolus vulgaris*, *Zea maize*, *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album*. The plants were planted, watered, fertilized and treated carefully. After completing the neighboring time for each treatment, all plants neighbored with target plant (central) were removed and the target plant remained to grow. This work was performed 15, 30 and 45 days after planting. At third stage (45 days of neighboring), after removing the third groups of neighboring plants, all target plants were harvested and some morphological traits such as plant height, number of branches, leaf dry mater, shoot dry mater were measured. Finally, all statistical analyses were performed using SAS 9.1 ((SAS Institute, Cary, NC)) with a type 1 error rate set at $P \leq 0.05$.

Results and Discussion: The results of this experiment showed that among all the investigated factors, the duration of neighboring plants had a significant effect on most traits. Only leaf dry matter reacted to the number of neighboring species and also none of the traits was affected by the type of species. The comparison of means test related to the neighboring duration factor showed that among time of neighboring with central plant (15, 30 and 45 days), third treatment i.e. 45 days neighboring had the significant impact on most of the traits. The amount of plant height for time of 15, 30 and 45 of neighboring was 32.1, 35.2 and 41.2, respectively, demonstrating that time of neighboring is a vital factor in shade avoidance mechanism, regardless of type and number. In this experiment, neighboring did not affect lateral shoot. However, further assessment showed that the lateral shoot is a gene-based trait and the number of lateral shoot is constant. But neighboring time influenced the rate of lateral shoot number per height. The amount of that for the trait of 15, 30 and 45 days neighboring was 0.49, 0.46 and 0.38, respectively. In fact, the continuity of presence of neighboring plants besides the central plants is considered as an effective factor in the appearance of shade avoidance mechanisms. In this experiment, the presence of neighboring species type was one of the evaluated factors assumed to have different influences on shade avoidance mechanisms in beans. Considering that in shade avoidance mechanisms, the biomass volume produced by a plant is considered as reflection of farther red light with higher impact on neighboring plant, but the species treated has no effect on shade avoidance mechanism on red bean. Finally, the quality of light is more

1, 2 and 3- Ph.D. Student of Weed Science and Associate Professors, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

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

strongly affected, with increasing the number of neighboring species. This should be sensitive to the occurrence of shade avoidance mechanisms from the central plant, but number of species did not significantly impact trait.

Keywords: Competition, Light quality, Neighboring, Shade avoidance Syndrome

Contents

Detection of <i>Beet black scorch virus</i> and other Associated Soil-borne Viruses and Determining some of their Molecular Aspects	258
J. Soltani Idliki- M. Mehrvar- M. Zakiaghl- S.B. Mahmoudi- M. Salati	
Population Dynamics of <i>Sitobion avenae</i> (Hem.: Aphididae) (Fabricius) and its Natural Enemies in a Wheat Fields in Sar-Pole Zahab Region	266
R. Zarei Sarchogha- N. Zandi-Sohani- L. Ramezani	
Temperature-dependent Functional Response of <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> (Col.: Coccinellidae) to the Citrus Mealybug, <i>Planococcus citri</i> (Hem.: Pseudococcidae)	280
M. Hassanpour - M. Moradi	
Details of Digestive Organ of <i>Bemisia tabaci</i> Biotype B, the Vector of Begomoviruses by Electron Microscopy	287
M. Rastegar- M. Allahyari- S. Gharouni Kardani	
The Effect of Organic and Biological Fertilizers on Persistence of Trifluralin Herbicide in Soil Using Gas Chromatography Method	299
M. Barzoei - E. Izadi- Darbandi - M.H. Rashed Mohassel- M. Rastgoo- M. Hassanzadeh	
Efficacy of New Brands of Clethodium in Control of Weeds of Onion (<i>Allium cepa</i>) in South Kerman	311
E. Mamnoie - A.R. Atri	
Crop Residue and Herbicide Application Effects on Weed Control in No-tillage System under Barley-Cotton-Wheat Rotation	329
M. Abbaspoor - M. Ghodsi	
Comparative Analysis of Soybean (<i>Glycine max</i> L.) Weed Flora in Mountain and Plain Regions in the East of Mazandaran Province	343
H. Salehian	
Evaluation of Vegetable Oils Effects on Johnsongrass (<i>Sorghum halepense</i> L.) Control by Sethoxydim	356
H. Hammami - S.S. Mahmoodi	
Effects of Time, Number and Type of Neighboring Plant on Shade Avoidance Syndromes on Red Bean	361
A. Bagheri-Gh. Asadi- A. Ghanbari	

Plant Protection

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol . 33

No. 3

2019

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
Editor in charge: Valizadeh, R. (Ruminant Nutrition) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
General Chief Editor: Rashed- Mohassel, M.H. (Weed Science) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

Editorial Board:

Izadi Darbandi, E.	Weed Science	Asso. Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Pourjam, E.	Plant Pathology	Asso. Prof. Tarbiat Modarres University.
Hosseini, M.	Agricultural Entomology	Asso. Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Rashed- Mohassel, M.H.	Weed Science	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Rashed- Mohassel, A.	Insect ecology	Post-Doctoral Research Associate ,Texas A&M AgriLife Extension Service
Razi, H.	Crop Production & Plant Breeding	Asso. Prof. Shiraz University
Rajaei, H.	Entomologist	Assis, Department Entomology State Museum of Natural History Stuttgart Rosenstein 1, 70191 Stuttgart, Germany
Saboori, A.	Agricultural Entomology	Prof. Tehran University
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.

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>