نشریه علمی
حفاظت گیاهان
(علوم و صنایع کشاورزی)

جلد ۳۴ شماره ۱
سال ۱۳۹۹

Ferdowsi University of Mashhad

Vol.34 No.1
2020

Journal of Plant Protection
(Agricultural Science and Technology)

شاپا: ۴۷۴۹-۲۰۰۸
شماره پیاپی: ۴۷

ISSN:2008-4749

عنوان مقالات

بررسی نسبی تولید آنزیم لیپاز و کیتیناز قارچ‌های جدا شده از نماتد سیستی چغندرقند در شرایط آزمایشگاهی ۱
اعظم سلیمانی- عصمت مهدیخانی مقدم- حمید روحانی

تأثیر تلفیقی عصاره گیاهی و ورمی‌کمپوست روی برخی فراسنجه‌های زیستی سفید بالک پنبه *Bemisia tabaci* (Gen.) (Hem.: Aleyrodidae) ۱۵
روشنک صداقت باف- محمد امین سمیع - هادی زهدی- مهدی ضرابی

بررسی امکان ذخیره‌سازی شفیره‌ها و حشرات کامل زنبور پارازیتویید *Bracon hebetor* Say در سرما ۳۳
علی افشاری- الهام حمزه‌پور چناری- علی ایرجی

ارزیابی کائولین در کنترل جمعیت کنه قرمز اروپائی درختان سیب در ایران ۴۷
مسعود اربابی- غلامعلی اکبرزاده شوکت- حسین کربلائی خیاوی- محمد سعید امامی- هاشم کمالی- حسین فرازمند

اثر قارچ‌های میکوریزایی *Glomus mosseae* و شبه‌میکوریزایی *Piriformospora indica* بر رشد گیاه‌چه گندم و چند گونه علف هرز ۵۵
گودرز احمدوند- معصومه دهقان بنادکی- اسکندر زند

بررسی تأثیر آب مغناطیسی شده بر کارایی علف‌کش نیکوسولفورون، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) ۶۷
محمد جمشیدی- علی قنبری- مهدی راستگو

مقایسه رشد و نمو فنولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره (*Datura stramonium* L.) ۸۱
سارا بازیار- مرجان دیانت

مدل‌سازی زمان جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید (*Ammi majus* L.) در واکنش به دما ۹۹
محمدرضا مرادی تلاوت- سید عطااله سیادت- ابوالفضل درخشان- صمد صفرخانزاده

اثر متقابل بین نوع نازل و ساعت کاربرد در روز بر کارایی پاراکوات در مهار گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.) ۹۹
اکبر علی‌وردی- محمد شریفی

ارزیابی کنترل شیمیایی اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) در مزارع پیاز (*Allium cepa* L.) جنوب کرمان ۱۲۵
فرامرز رفیعی سربیژن نسب- حمیدرضا محمددوست چمن آباد- احمد آئین- محمد تقی آل ابراهیم- علی اصغری

بررسی اثرات دگرآسیبی عصاره آبی اندام‌های مختلف گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* L.) بر خصوصیات جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* mill.) ۱۳۷
آرمین آزادی- رضا صدرآبادی حقیقی- حسین حمامی

نشریه علمی حفاظت گیاهان جلد ۳۴ شماره ۱ سال ۱۳۹۹
Journal of Plant Protection Vol.34 No.1 2020

Contents

Relative Production of Lipase and Chitinase Enzymes Isolated from Cyst Nematode in Sugar Beet *in Vitro* 13
A. Soleimani - E. Mahdikhani-Moghadam- H. Rouhani

The Combined Effect of Plant Extracts and Vermicompost on Some of the Biological Characteristics of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) 32
R. Sedaghat Baf - M.A. Samih - H. Zohdi - M. Zarabi

Cold Storage Possibilities of Pupae and Adults of a Parasitoid Wasp, *Bracon hebetor* Say 46
A. Afshari - E. Hamzehpour Chenari- A. Iraji

Evaluation of Kaolin in Control of *Panonychus ulmi* in Apple Orchards of Iran 53
M. Arbabi - Gh.A. Akbarzadeh Shokat- H. Karbalaei Khiavi- M.S. Imami- H. Kamali- H. Farazmand

Effect of Mycorrhizal (*Glomus mosseae*) and Mycorrhizal- like (*Piriformospora indica*) Fungi on Seedling Growth of Wheat and Some Weed Species 65
G. Ahmadvand - M. Dehghanan - E. Zand

The Effect of Magnetized Water on the Efficacy of Nicosulfuron, Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.) 80
M. Jamshidi – A. Ghanbari– M. Rastgoo

Comparison of Growth and Phenological Development of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) Ecotypes 97
S. Bazyar - M. Diyanat

Modeling the Germination Timing of Bishop's Weed (*Ammi majus* L.) in Response to Temperature 111
M.R. Moradi-Telavat - S.A. Siadat- A. Derakhshan- S. Safarkhanzadeh

Interaction Effect between Nozzle Type and Application Time of Day on the Efficacy of Paraquat to control Velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus.) 132
A. Aliverdi - M. Sharifi

Evaluation of Chemical Control of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in Onion (*Allium cepa* L.) Fields in South Kerman 136
F. Rafiee Sarbijan Nasab - H.R. Mohammad Dost Chamanabad - A. Aein - M.T. Al-ebrahim- A. Asghari

The Investigation of Allelopathic Effects of Aqueous Extract of Different Parts of the Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) on Seed Germination of Tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.) 144
A. Azadi - R. Sadrabadi Haghighi - H. Hammami

نشریه حفاظت گیاهان

(علوم و صنایع کشاورزی)

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

جلد 34 شماره1 بهار 1399

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

ناشر: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد **چاپ:** چاپخانه 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 درپایگاههای زیر نمایه شده است:

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

مقالات این شماره در سایتhttps://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.

بسم الله الرحمن الرحیم

مندرجات

عنوان مقاله صفحه

بررسی نسبی تولید آنزیم لیپاز و کیتیناز قارچ‌های جدا شده از نماتد سیستی چغندرقند در شرایط آزمایشگاهی 1
اعظم سلیمانی - عصمت مهدیخانی مقدم - حمید روحانی

تأثیر تلفیقی عصاره گیاهی و ورمی‌کمپوست روی برخی فراسنجه‌های زیستی سفید بالک پنبه *Bemisia tabaci* (Gen.) (Hem.: Aleyrodidae) 15
روشنک صداقت باف - محمد امین سمیع - هادی زهدی - مهدی ضرابی

بررسی امکان ذخیره‌سازی شفیره‌ها و حشرات کامل زنبور پارازیتوئید *Bracon hebetor* Say در سرما 33
علی افشاری - الهام حمزه‌پور چناری - علی ایرجی

مقاله کوتاه پژوهشی 47
ارزیابی کائولین در کنترل جمعیت کنه قرمز اروپائی درختان سیب در ایران
مسعود اربابی - غلامعلی اکبرزاده شوکت - حسین کربلائی خیاوی - محمد سعید امامی - هاشم کمالی - حسین فرازمند

اثر قارچ‌های میکوریزایی *Glomus mosseae* و شبه‌میکوریزایی *Piriformospora indica* بر رشد گیاه‌چه گندم و چند گونه علف هرز 55
گودرز احمدوند - معصومه دهقان بنادکی - اسکندر زند

بررسی تأثیر آب مغناطیسی شده بر کارایی علف‌کش نیکوسولفورون، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) 67
محمد جمشیدی - علی قنبری - مهدی راستگو

مقایسه رشد و نمو فنولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره (*Datura stramonium* L.) 81
سارا بازیار - مرجان دیانت

مدل‌سازی زمان جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید (*Ammi majus* L.) در واکنش به دما 99
محمدرضا مرادی تلاوت - سید عطاالله سیادت - ابوالفضل درخشان - صمد صفرخانزاده

اثر متقابل بین نوع نازل و ساعت کاربرد در روز بر کارایی پاراکوات در مهار گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.) 113
اکبر علی‌وردی - محمد شریفی

ارزیابی کنترل شیمیایی اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) در مزارع پیاز (*Allium cepa* L.) جنوب کرمان 125
فرامرز رفیعی سربیژن نسب - حمیدرضا محمددوست چمن آباد - احمد آئین - محمد تقی آل ابراهیم - علی اصغری

مقاله کوتاه پژوهشی 137
بررسی اثرات دگرآسیبی عصاره آبی اندام‌های مختلف گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* L.) بر خصوصیات جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* mill.)
آرمین آزادی - رضا صدرآبادی حقیقی - حسین حمامی

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۳-۱

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 1-13

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی نسبی تولید آنزیم لیپاز و کیتیناز قارچ‌های جدا شده از نماتد سیستی چغندرقند در شرایط آزمایشگاهی

اعظم سلیمانی[1]- عصمت مهدیخانی مقدم[2]*- حمید روحانی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۸

چکیده

در این تحقیق فعالیت آنزیمی لیپاز و کیتیناز قارچ‌های همراه نماتد سیستی چغندرقند (*Heterodera schachtii*) جمع‌آوری شده از استان خراسان رضوی مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور در سال زراعی ۹۵-۹۴، حدود ۳۰۰ جدایه قارچی از سیست، ماده و تخم و لارو نماتد سیستی چغندرقند جداسازی گردید. جدایه‌های مذکور پس از خالص‌سازی، مورد بررسی‌های ماکروسکوپی، میکروسکوپی و مولکولی قرار گرفتند و با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی شدند. از میان آن‌ها شش گونه شامل *Penicillium chrysogenum*، *Simplicillium lanosoniveum*، *Colletotrichum gloeosporioides*، *Neonectria macrodidyma*، *Fusarium oxysporum* و *Alternaria chlamydospora* شناسایی شدند. در بررسی نسبی فعالیت آنزیم لیپاز، قارچ *C. gloeosporioides* بیشترین میزان تولید این آنزیم را نشان داد و در بررسی نسبی فعالیت کیتیناز، بیشترین تولید این آنزیم مربوط به قارچ *P. chrysogenum* بود.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، قارچ، کیتیناز، لیپاز، نماتد سیستی

مقدمه

در جهان امروز یکی از مشکلات اساسی بشر تأمین نیازهای غذایی است، کشاورزی به دلیل داشتن نقش حیاتی در تأمین غذای مورد نیاز جامعه، یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور محسوب می‌شود. حدود ۳۰ درصد شکر مورد نیاز جهان، توسط زراعت چغندرقند و مابقی آن از نیشکر تأمین می‌گردد (۳۲). چغندرقند با نام علمی *Beta vulgaris* گیاهی دوساله از تیره Chenopodiaceae می‌باشد. ریشه این گیاه طی سال اول متورم شده و در آن ساکارز تجمع می‌نماید (۲ و ۲۶). چغندرقند از گیاهان مهمی است که در بیشتر استان‌های کشور به‌ویژه استان خراسان رضوی کشت می‌شود. سطح کشت چغندرقند در سال زراعی ۹۴-۹۳ در کشور در حدود ۱۰۵ هزار هکتار برآورد شده که استان خراسان رضوی با حدود ۱۹ هزار هکتار بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص داده است (۳۲). چغندرقند یکی از محصولات ارزشمند کشاورزی، به لحاظ صنعتی و اشتغال‌زایی برای کشور محسوب می‌شود. بااین‌وجود تولید این محصول با چالش‌های فراوانی ازجمله تعداد نسبتاً زیاد آفات و بیماری‌ها روبرو است. نماتدهای انگل گیاهی از این عوامل بیماری‌زا هستند، که بیشتر از ریشه گیاهان تغذیه می‌کنند، در خاک و بافت گیاهان یافت می‌شوند و گونه‌های متعددی ممکن است در یک مزرعه وجود داشته‌باشند. نماتدهای سیستی باعث بروز خسارت‌های زیادی به محصولات کشاورزی می‌شوند و دارای اهمیت اقتصادی بسیار بالایی در کشورهای مختلف دنیا می‌باشند. در میان جنس‌های مختلف نماتدهای سیستی، دو جنس *Heterodera* و *Globodera*، بیشتر متداول بوده و از لحاظ ایجاد خسارت اقتصادی به محصولات اهمیت زیادی دارند (۱۰). در دنیا بیش از ۶۰ گونه نماتد انگل گیاهی در مزارع چغندرقند مشاهده و شناسایی شده‌اند که سالانه حدود ۱۱٪ محصول چغندر را کاهش می‌دهند و ۹۰٪ این خسارت را تنها به نماتد سیستی چغندرقند (*H. schachtii*) نسبت می‌دهند (۳۱). در ایران تاکنون از خاک مزارع چغندرقند نماتدهای مختلفی جداسازی و گزارش شده است. نماتد سیستی چغندرقند *H. schachtii* به دلیل گستردگی، آلودگی بالا و خسارت شدید به محصول چغندرقند در استان‌های اصفهان، خراسان، آذربایجان غربی و فارس تحقیقات

۱، ۲ و۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی و استادان گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Mahdikhani-e@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.63886

بیشتری را به خود اختصاص داده است (۲ و ۲۶).

روش‌های مختلفی برای مدیریت این نماتدها پیشنهاد شده است. علی‌رغم استفاده از نماتدکش‌ها، جمعیت نماتدها بعد از مدتی دوباره افزایش می‌یابد. تولید ارقام مقاوم در برابر نماتدهای سیستی کار بسیار مشکلی است (۲ و ۲۶). از طرف دیگر، به دلیل فشارهای اقتصادی، استفاده از تناوب زراعی در حد محدودی توسط کشاورزان انجام می شود. بر این اساس کنترل بیولوژیکی با کاربرد قارچها و باکتری‌های آنتاگونیست به‌عنوان یک پدیده و روشی جدید با دورنمایی جذاب و جالب از خود موجب جلب افکار عمومی شده است (۲۵) و همچنین به عنوان یکی از راهکارهای مدیریتی همراه با دیگر روش‌ها برای مدیریت نماتدهای انگل گیاهی، موردتوجه قرارگرفته است (۱۸ و ۳۶). دشمنان طبیعی زیادی (بیمارگرها، شکارچیان، رقابت کنندگان و آنتاگونیست‌ها) وجود دارند که به نماتدهای انگل گیاهی، در خاک حمله کرده و جمعیت آن‌ها را کاهش می‌دهند، قارچها حدود ۷۶٪ این دشمنان را تشکیل می‌دهند (۶).

با توجه به ترکیبات دیواره پوست تخم نماتدها که دارای مقادیر بالای کیتین، چربی و پروتئین می‌باشد (۵) و توانایی قارچ‌های پارازیت کننده نماتدها در سنتز آنزیم‌های کیتیناز، لیپاز و پروتئاز، استفاده از این قارچها جهت کنترل بیولوژیک با نماتدهای سیستی می‌تواند یک راهکار موفق جهت کاهش مصرف سموم و جلوگیری از آلودگی محیط زیست شود (۸). آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی که توسط عوامل بیوکنترل قارچی تولید می‌شوند در کنترل بیولوژیک مهم هستند.

نبی خضری‌نژاد و همکاران طی سال‌های ۸۲ تا ۸۳ قارچ‌های همراه با نماتد سیستی چغندرقند در مزارع استان آذربایجان غربی را مورد بررسی قراردادند و حدود ۳۰۰ جدایه قارچی از روی آن‌ها جدا شد و مورد مطالعه تاکسونومیکی قرار گرفت که تعداد ۱۶ گونه متعلق به نه جنس معرفی کردند (۲۱).

همچنین خضری‌نژاد و همکاران در بررسی دیگر حدود ۴۰۰ جدایه قارچی از مراحل مختلف نماتد سیستی چغندرقند جداسازی و از نظر تاکسونومیکی مورد مطالعه قراردادند. تعداد ۱۲ گونه از ۱۱ جنس شامل *Alternaria alternata*، *A. malorum*، *Arthrinium phaeospermum*، *Arthrobotrys oligospora*، *Botryotrichum piluliferum*، *Chaetomium spirolotrichum*، *Fusarium oxysporum*، *Cylindrocarpon destructans*، *Embellisia chlamydospora*، *Geomyces pannorum*، *Stemphylium botrysom* و *Ulocladium atrum* در این مقاله معرفی شدند (۲۲).

مهدیخانی‌مقدم و همکاران اثر ۱۰ جدایه از قارچ *Trichoderma harzianum* و *T. virens* را در آزمایشگاه و گلخانه روی تخم و سیست نماتد سیستی چغندرقند موردبررسی قرار دادند. جدایه‌های قارچ تریکودرما در آزمایشگاه به‌طور متوسط ۶۰ درصد تخم‌های نماتد را در مقایسه با شاهد انگلی کردند و از بین بردند. در بین آن‌ها دو جدایه *T. harzianum Bi* و *T. virens VM1* به ترتیب با ۷۶/۱۸ و ۷۲/۵۵ درصد پارازیتیسم، بهتر از جدایه‌های دیگر عمل کردند (۲۴).

تحقیقات نشان می‌دهد که آنزیم‌های خارج سلولی مانند بتا یک و سه گلوکاناز، سلولاز و کیتیناز به‌وسیله عوامل بیوکنترل قارچی تولید می‌شوند (۴). از بهورزی ژنتیکی در فعالیت این مایکوپارازیت‌ها برای تولید جهش‌یافته‌هایی باقدرت چندین برابر در تولید این آنزیم‌ها و جهش‌یافته‌هایی فاقد آن و تولید گیاهان ترانس‌ژنیک بیان کننده این آنزیم‌ها، نقش تولید آن‌ها در پدیده بیوکنترل مورد تائید قرار گرفته است. در تحقیقات گذشته توانایی تولید این آنزیم‌ها به‌وسیله قارچ‌های آنتاگونیست مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. در این بین کیتینازها بیشترین توجه را به خود اختصاص داده‌اند (۱۹).

سیستم تجزیه کیتین قارچ‌های آنتاگونیست شامل آنزیم‌های زیادی می‌باشد و لیست ترکیبات آن هر روزه به‌عنوان آنزیم‌ها و ژن های کد کننده جدید گزارش می‌شود. کیتینازها به یک و چهاربتا استیل گلوکزامینیدازها، اندوکیتینازها و اگزوکیتینازها تقسیم می‌شود (۱۳). دیواره سلولی قارچ‌های عامل بیماری‌زا و کیتین، ژن عامل بیان کیتیناز را تحریک می‌کند؛ اما تنها زمانی فعال می‌شود که با عامل بیماری‌زا تماس برقرار شود (۱۳ و ۱۵).

قارچ‌ها به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان میکروارگانیسم‌های تولید کننده آنزیم لیپاز مورد استفاده قرار می‌گیرند. لیپازها به‌عنوان استرگلیسرول هیدرولازها معرفی می‌شوند و در واقع می‌توان آن را یک استراز دانست زیرا در اثر فعالیت خود قادر است گلیسیریدها را به گلیسیرین و اسیدهای چرب تجزیه نماید. سرعت این واکنش و تبدیل چربی به گلیسیرین و اسیدهای چرب بستگی به طول زنجیره‌های اسیدچرب، pH محیط و حرارت دارد (۱۴).

هدف از این تحقیق، علاوه بر شناسایی قارچ‌های همراه نماتد سیستی چغندر قند در منطقه مورد مطالعه، بررسی میزان فعالیت نسبی آنزیم‌های کیتیناز و لیپاز این قارچ‌ها بوده است.

مواد و روش‌ها

در طی سال زراعی ۹۵-۹۴، تعداد ۲۲ نمونه خاک، ریشه و غده چغندرقند از مزارع آلوده به نماتد سیستی چغندرقند استان خراسان رضوی جمع‌آوری گردید. جهت استخراج نماتدهای سیستی از خاک از روش فنویک (فنویک، ۱۹۴۰) استفاده شد (۱۱). ماده‌های سفید رنگ نیز با سوزن ظریف از روی ریشه برداشته شد و بعد از شستشو، در آب مقطر استریل قرار داده شدند. سیست‌ها و ماده‌های جدا شده، چندین بار در آب مقطر شستشو و با محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد، الکل‌اتیلیک ۱۰ درصد و ۲۰ درصد به مدت دو یا سه دقیقه استریل

گردیدند. سیست‌ها و ماده‌ها مجدداً با آب مقطر استریل شستشو و روی کاغذ صافی استریل آبگیری شدند. سیست‌ها و ماده‌ها در تشک پتری حاوی محیط کشت MEA[1]، CMA[2]، PDA[3] و PCA[4] در زیر هود لامینار توسط سوزن به طور جداگانه برداشته و کشت گردیدند. چهار عدد سیست در چهار طرف هر تشک پتری هشت سانتی‌متری حاوی محیط‌های فوق قرار داده شد. ۱۶ سیست قهوه‌ای رنگ از هر نمونه خاک کشت داده شد. دو تشک پتری از هر نمونه در دو دمای مختلف گرم و سرد، انکوباتور با دمای ۲۵–۲۰ درجه سانتی‌گراد و در انکوباتور با دمای ۱۰–۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری و به طور مرتب مورد بازرسی قرار گرفتند. بعد از ۷ تا ۱۴ روز قارچ‌های رشد کرده از آن‌ها به محیط کشت جدید PDA جهت رشد بهتر منتقل و در مراحل بعد با روش تک اسپور و یا نوک ریسه روی محیط کشت WA[5] دو درصد خالص‌سازی شدند. قارچ‌های خالص شده در لوله‌های آزمایش حاوی محیط غذایی PCA و دمای چهار درجه سانتی‌گراد (۲۸) و همچنین روی محیط ماسه جهت مطالعات بعدی نگهداری شدند (۱۷).

پوسته سیست‌ها به‌وسیله سیست خردکن (هموژنایزر) تخریب و تخم‌ها و لاروهای داخل آن آزاد گردید. تخم‌های آزاد شده از سیست ها داخل آب مقطر استریل به‌صورت سوسپانسیون درآمدند. مقدار نیم تا یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون تخم و لارو توسط پیپت استریل برداشته و در سطح تشک پتری حاوی محیط کشت WA دو درصد پخش گردید. این محیط‌های کشت نیز در انکوباتور با دمای ۲۵–۲۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی نگهداری شده و به طور مرتب مورد بررسی قرار گرفتند. قارچ‌های رشد کرده از این تخم و لاروها به محیط کشت جدید منتقل و با روش تک اسپور و یا نوک ریسه خالص‌سازی شدند (۲۰). جداسازی و خالص‌سازی قارچ‌ها در سه بخش جداسازی از سیست‌ها و ماده‌ها، جداسازی از تخم‌ها و جداسازی از لاروهای سن دوم انجام شد و خالص‌سازی قارچ‌های مذکور به روش تک اسپور صورت پذیرفت.

جهت شناسایی جدایه‌های قارچی به‌دست‌آمده از دو روش شناسایی مورفولوژیکی و شناسایی مولکولی (روش‌های مبتنی بر PCR[6] (واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز)) استفاده شد. شناسایی مولکولی با تعیین توالی ناحیه ITS صورت گرفت. برای این منظور میسلیوم قارچی آماده‌سازی شد، سپس استخراج DNA ژنومی به دو روش استفاده از بافر استخراج CTAB و کیت استخراج DNA ژنومی انجام شد. پس از استخراج DNA ژنومی، واکنش PCR جهت تکثیر ژنوم استخراج شده انجام گرفت که با استفاده از آغازگرهای ITS1 و ITS4، نواحی از DNA ریبوزومی تکثیر و قطعات DNA به طول ۵۵۰ تا ۶۵۰ جفت باز به‌دست آمد. بعد از انجام واکنش PCR، جهت تأیید انجام شدن واکنش و تعیین اندازه DNA محصول PCR، از هر نمونه مقدار سه میکرولیتر در ژل آگارز دو درصد و به مدت ۳۰ دقیقه در ولتاژ ۸۵ ولت تفکیک شد. سپس از ژل در زیر نور UV با استفاده از دستگاه Gel Documentation عکس گرفته شد. اندازه به دست آمده در مقایسه با یک نشانگر جرم مولکولی DNA، ۱۰۰۰ جفت بازی تخمین زده شد.

1- Malt Exteract Agar عصاره مالت–آگار
2- Corn Meal Agar ذرت–آگار
3- Potato Dextrose Agar سیب‌زمینی–دکستروز–آگار
4- Potato Carrot Agar سیب‌زمینی–هویج–آگار
5- Water Agar آب–آگار
6- polymerase chain reaction

بررسی فعالیت آنزیم لیپاز

به منظور القای تولید آنزیم لیپاز توسط جدایه‌های قارچی، از محیط کشت پپتون–آگار استفاده شد. محیط پپتون–آگار شامل ۱۰ گرم پپتون، پنج گرم NaCl آزمایشگاهی، ۰/۱ گرم $CaCl_2 2H_2O$، ۱۶ گرم آگار، در یک لیتر آب مقطر حل شده بود که pH آن روی شش تنظیم شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر توئین به محیط اضافه گردید. بعد از اتوکلاو محیط کشت در تشک‌های پتری ۱۰ سانتی‌متری ریخته شد. بعد از یک روز یک دیسک پنج میلی‌متری از هر جدایه در وسط تشک پتری حاوی محیط کشت قرار داده شد و به مدت پنج تا هفت روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. تشکیل رسوب در اطراف پرگنه‌های رشد کرده به منزله تولید آنزیم لیپاز در نظر گرفته شد (۳۳).

بررسی فعالیت آنزیم کیتیناز

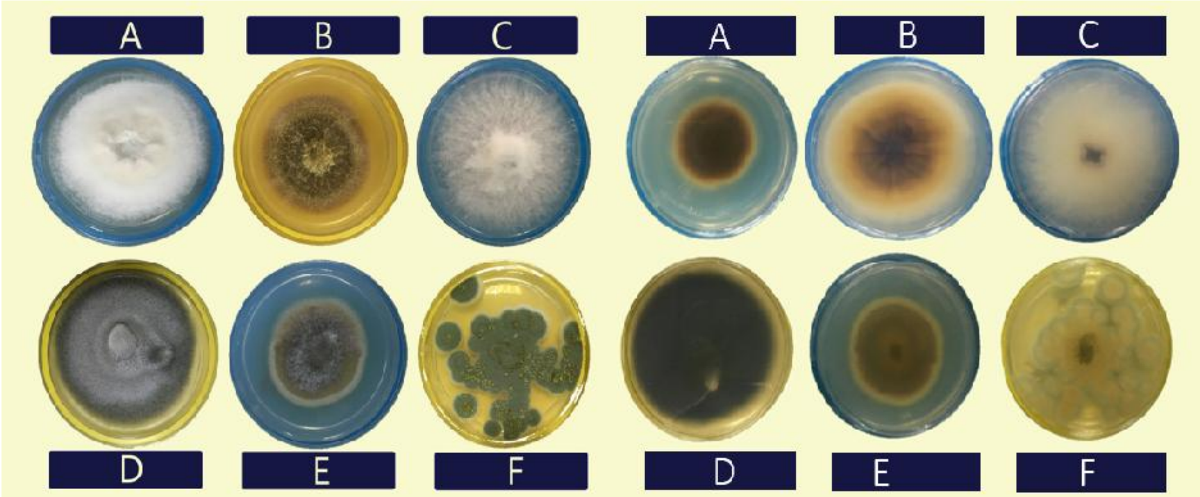
به منظور تهیه محیط کشت القاکننده کیتیناز و بررسی تولید این آنزیم توسط جدایه‌های قارچی، محیط کشت شامل ۴/۵ گرم کلوئیدال کیتین (به عنوان منبع کربن) (۳۵)، ۰/۳ گرم سولفات منیزیم، سه گرم سولفات آمونیوم، دو گرم فسفات دی هیدروژن پتاسیم، یک گرم اسیدسیتریک مونوهیدرات، ۱۵۴ گرم آگار، ۰/۱۵ گرم پودر رنگی بروموکرزول پرپول[7]، ۲۰۰ میکرولیتر توئین و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه گردید. اسیدیته محیط با استفاده از محلول ۴ نرمال KOH در ۴/۷ تنظیم گردید و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد سترون گردید. بعد از آماده شدن محیط، مرکز تشک‌های پتری حاوی محیط کشت مذکور یک دیسک پنج میلی‌متری از هر کدام جدایه‌های قارچی قرار داده شد و به مدت سه تا چهار روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی نگهداری شدند. تشکیل هاله بنفش رنگ اطراف پرگنه‌های رشد کرده و تغییر رنگ محیط کشت به رنگ بنفش به منزله تولید آنزیم کیتیناز در نظر گرفته شد (۱).

7- Bromo Cresol Purple

جدول ۱- تعداد جدایه‌های قارچی به دست آمده از نماتد سیستی چغندرقند (*H. schachtii*)

Table 1- Number of fungal isolates obtained from Sugar Beet cyst nematode (*H. schachtii*)

ردیف Row	محل جمع‌آوری Collection area	تعداد نمونه Number of samples	تعداد کل جدای‌های قارچی Total number of fungal isolates	جنس جدایه‌ها Genus of isolates
1	مشهد –طرق Mashhad-Torogh	1	12	*Simplicillium*
2	چناران–اسکندر آباد Mashhad-Eskandarabad	1	9	*Fusarium* *Simplicillium*
3	چناران–سفیدجان Chenaran-Sefidabad	1	5	*Fusarium*
4	چناران—محمود آباد Chenaran-Mahmoodabad	1	8	*Fusarium*
5	فریمان–اسدیه Fariman-Asadiye	1	4	*Penicillium* *Fusarium*
6	فریمان–سفیدسنگ Fariman-Sefidsang	2	10	*Fusarium*
7	فریمان– کته شمشیر Fariman-Kateshamshir	2	6	*Fusarium*
8	فریمان Fariman	2	11	*Fusarium* *Simplicillium*
9	فریمان–رباط میان دشت Fariman-Miyandasht	1	13	*Fusarium* *Neonectria*
10	جلگه زاوه Jolgezave	1	8	*Penicillium* *Colletotrichum*
11	تربت جام–خلیل آباد Torbatjan-Khalilabad	1	8	*Penicillium*
12	قوچان Ghuchan	1	14	*Alternaria* *Penicillium* *Colletotrichum*
13	قوچان Ghuchan	1	8	*Fusarium*
14	سرخس Sarakhs	1	12	*Fusarium*
15	سرخس Sarakhs	1	9	*Alternaria*
16	تربت حیدریه Torbatheydariye	1	16	*Fusarium* *Neonectria*
17	تربت حیدریه Torbatheydariye	2	13	*Fusarium* *Alternaria*
18	تربت حیدریه Torbatheydariye	2	20	*Fusarium*
19	مشهد–مزارع دانشگاه Mashhad- University farms	1	12	*Simplicillium*
20	خواف Khaf	1	7	*Penicillium*
21	جوین Join	2	13	*Simplicillium*
22	نیشابور Neyshabur	1	14	*Penicillium*



شکل ۱- تصاویر پشت و روی قارچ‌های شناسایی شده (A: *S .lanosoniveum*، B: *N .macrodidyma*، C: *F .oxysporum*، D: *C .gloeosporioides*، E: *A .chlamydospora*، F: *P .chrysogenum*)

Figure 1- Images of identified fungi (A: *S .lanosoniveum*, B: *N .macrodidyma*, C: *F .oxysporum*, D: *C .gloeosporioides*, E: *A .chlamydospora*, F: *P .chrysogenum*)

نتایج

نمونه‌برداری از ۲۲ منطقه مختلف استان خراسان رضوی صورت گرفت که این نمونه‌برداری‌ها از مزارع چغندرقند دارای علائم خسارت نماتد سیستی چغندرقند شامل پژمردگی برگ‌ها، تنک شدن مزرعه و ریشه‌ریشی و دوشاخه بودن غده چغندرقند صورت گرفت. نتایج نمونه‌برداری و تعداد کل جدایه‌های قارچی به‌دست آمده از مزارع چغندرقند استان خراسان رضوی به تفکیک هر منطقه در جدول ۱ آورده شده است. بیشترین جدایه قارچی به شهرستان تربت حیدریه و کمترین جدایه قارچی به شهرستان خواف تعلق داشت.

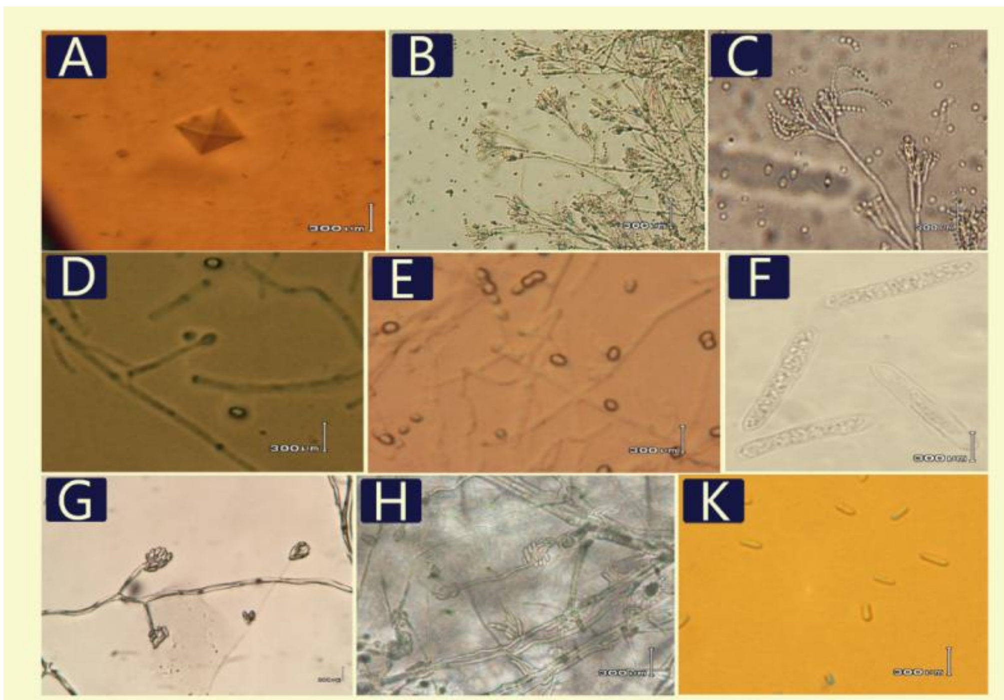
در این بررسی قارچ‌های (a) *Penicillium chrysogenum*، (b) *Simplicillium lanosoniveum*، *Fusarium oxysporum* (c)، *Neonectria macrodidyma* (d)، *Colletotrichum gloeosporioides* (e)، *Alternaria chlamydospora* (f) شناسایی شدند. تصاویر رو و پشت تشک پتری این قارچ‌ها در شکل ۱ آمده است.

در قارچ *P. chrysogenum* (کلید پیت، ۱۹۷۹ (۳۰)) میزان رشد پرگنه روی محیط کشت PDA و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد پس از گذشت ۱۰ روز، ۴/۲-۲/۳ میلی‌متر بود. ریسه‌ها سبز رنگ، رنگ پرگنه سبزآبی تا سبز تیره و در اطراف دارای هاله سفیدرنگ و در سطح زیرین تشک پتری کرم تا زرد قهوه‌ای و یک حلقه سبز و در انتهای پرگنه سفید دیده شد. رشد به‌صورت پراکنده و روی پرگنه قطرات ریز زردرنگ دیده شد. کنیدیوفور منشعب و دارای متولا که روی هر متولا یک یا چند استریگما یا فیالید استوانه‌ای وجود داشت و روی هر فیالید یک ردیف کنیدی کروی شکل با دیواره صاف وجود داشت. کنیدیوم ها سبز رنگ، کروی تا تخم‌مرغی شکل با سطحی صاف بود. این قارچ متابولیت‌های راکفورتین C و D، کریسوژین و پنیسیلین F و G تولید می‌کند (۱۲). از این قارچ به عنوان بازدارنده از رشد عامل بیماری لکه شکلاتی باقلا در شرایط آزمایشگاهی و کاهنده شدت بیماری در شرایط گلخانه گزارش شده است (۱۶). در قارچ *Simplicillium lanosoniveum* (نوناکا و همکاران، ۲۰۱۳ (۲۹)) نیز میزان رشد پرگنه روی محیط کشت PDA و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد پس از گذشت ۱۰ روز ۳۰ میلی‌متر بود. ریسه‌ها سفید رنگ دیده شد. رنگ پرگنه سفید بود ولی در سطح زیرین تشک پتری نارنجی تا قهوه‌ای و در بخش مرکزی پررنگ‌تر بود و پرگنه به‌صورت فشرده و در اطراف آن یک حلقه سفید دیده شد. فیالیدها ساده و منفرد و یا اینکه دو فیالید نزدیک به هم روی کنیدیوفور ایجاد شده بود. کنیدیوم‌ها نیمه کروی، بیضوی تا استوانه‌ای نسبتاً کوتاه و کوچک بود. کنیدیوم‌ها در انتهای فیالیدها تشکیل شده بود. کریستال های هشت وجهی در داخل آگار تشکیل شده بود.

در قارچ *Fusarium oxysporum* (لسلی و سامرل، ۲۰۰۶ (۲۳)) میزان رشد پرگنه روی محیط کشت PDA و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد پس از گذشت ۱۰ روز، ۵۵ میلی‌متر بود. شکل ظاهری پرگنه بسیار متغیر بود. ریسه‌ها سفید رنگ دیده شد. رنگ پرگنه سفید و برفکی بوده و میسلیوم‌های هوایی فراوان تشکیل شده بود و در سطح زیرین تشک پتری سفید و در بخش مرکزی پررنگ‌تر و شیری رنگ بود. نحوه تشکیل میکروکنیدی به صورت مجتمع و یک یا دو سلولی و ماکروکنیدی‌ها قایقی شکل بوده و میکروکنیدی روی فیالیدهای

کوتاه تشکیل شده بود. فیالیدها به صورت انفرادی بوده و کلامیدوسپور در این گونه به فراوانی تولید شد. در قارچ *Alternaria chlamydospora* (موکاکا، ۱۹۷۳ (۲۷)) میزان رشد پرگنه روی محیط کشت PDA و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد پس از گذشت ۱۰ روز، ۳۸ میلی‌متر بود. پرگنه‌های این قارچ قهوه‌ای تا قهوه‌ای زیتونی و در سطح زیرین تشک پتری قهوه‌ای تیره و روشن و مایل به سیاه بود. ریسه‌ها در سطح محیط کشت و به مقدار بیشتری داخل محیط کشت رشد کرده بود. ریسه‌های هوایی به‌صورت پراکنده تشکیل شده بود. کنیدیوفورها به طور مستقیم از ریسه‌های موجود در سطح محیط کشت تولید شده بود و ساده بود. کنیدیوم‌ها به صورت منفرد و یا زنجیری تشکیل شده بود و شکل منظمی نداشتند و اندازه بسیار متغیر و بدون نوک بود. این گونه به دلیل شکل نا منظم کنیدیوم از سایر گونه‌های این جنس متمایز است. کلامیدوسپور به فراوانی تشکیل شده بود.

در قارچ *Colletotrichum gloeosporioides* ((بیلی و جگر، ۱۹۹۲ (۳))، (ساتن، ۱۹۹۸ (۳۴)) میزان رشد پرگنه روی محیط کشت PDA و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد پس از گذشت ۱۰ روز ۵۲ میلی متر و رشد نسبتاً سریعی داشت. رنگ پرگنه بسیار متنوع بوده به‌طوری‌که در ابتدا سفید مایل به خاکستری و سپس خاکستری تیره شد. کنیدیوم‌ها یک سلولی، بی رنگ، استوانه‌ای شکل تا بیضوی با دو انتهای گرد و یا در یک انتها باریک بودند. این گونه روی محیط کشت به مقدار فراوان خار تولید کرده که اکثر این خارها دارای چهار دیواره عرضی بودند. این قارچ عامل آنتراکنوز و یکی از شایع‌ترین قارچ‌هایی است که از روی بسیاری از گیاهان زراعی، باغی، سبزیجات، علف‌های هرز و انواع مرکبات گزارش شده است (۹).



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی قارچ‌های شناسایی شده *S .lanosoniveum* (کریستال هشت وجهی (A)، کنیدیوفور و سرکنیدیومی (D)، کنیدیوم های نیمه کروی تا بیضوی (B))، *P .chrysogenum* (کنیدیوفور منشعب، متولا، استریگما، کنیدیوسپور کروی(BوC)) ، *N .macrodidyma* (ماکروکنیدی‌ها(F)) ،*F .oxysporum* (میکروکنیدی، ماکروکنیدی و فیالیدهای نسبتا کوتاه (GوH))*C .gloeosporioides* (کنیدیوم‌های یک سلولی ((K)

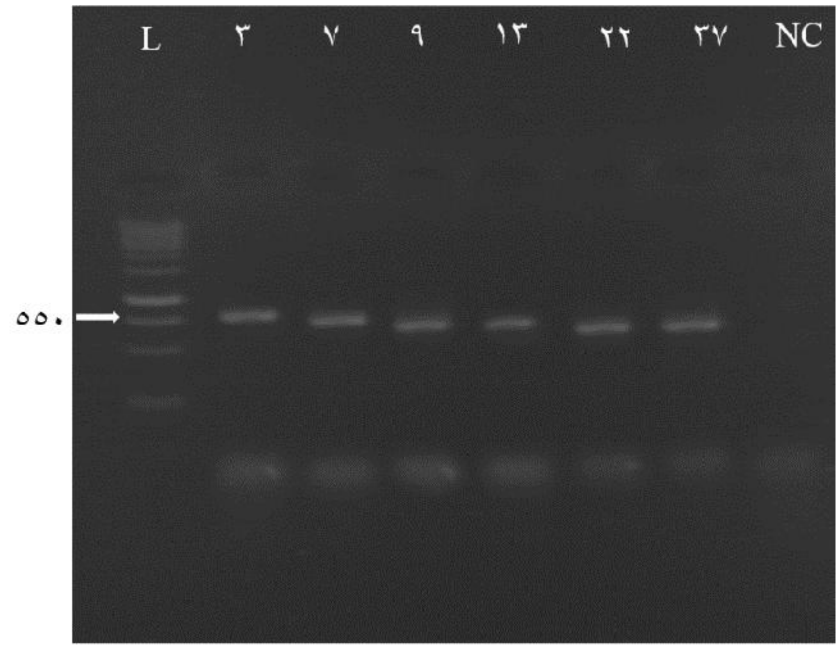
Figure 2- Microscopic images of identified fungi: *S .lanosoniveum* (Octahedral crystal (A), Conidiophores and conidial heads (D), Subglobose to ellipsoidal conidia (E)), *P .chrysogenum* (Conidiophore, Metula, Sterigma, Conidia (B, C)), *N .macrodidyma* (Macroconidia (F), *F .oxysporum* (microconidia, macroconidia, short phialides (G, H)), *C .gloeosporioides* Conidia (K))

در قارچ *Neonectria macrodidyma* (چاوری و همکاران، ۲۰۱۱ (۷)) میزان رشد پرگنه روی محیط کشت PDA و دمای ۲۵

درجه سانتی‌گراد پس از گذشت ۱۰ روز، ۲۱ میلی‌متر و بسیار کند رشد بود. پرگنه‌های این قارچ ابتدا زرد روشن تا نارنجی و رشـد حلقـه‌ای و بعد از گذشت حدود ۱۴ روز مرکز پرگنه قهوه‌ای تا نارنجی تیـره شـده بود. در سطح زیرین تشک پتری رنگ پرگنه نارنجی تیره تا قهوه‌ای و در انتها زرد رنگ دیده شد. میکروکنیدی‌ها بی‌رنگ، شفاف، بیضوی تا تخم‌مرغی شـکل و یـک سـلولی و بـه صـورت زنجیـری دیـده شـد. ماکروکنیدی‌ها بی‌رنگ، استوانه‌ای مسـتقیم یـا کمـی خمیـده و دارای یک تا سه دیواره عرضی بود. طبق منـابع در دسـترس (۹) ایـن گونـه برای فلور قارچی ایران جدید بود و همچنین اولین گزارش ایـن گونـه قارچی از نماتد سیستی چغندرقند است.

تصاویر میکروسکوپی قارچ‌های فوق در شکل ۲ آمده است.

تکثیر ناحیه ITS1 و ITS4 توسط آغازگرها برای جدایـه‌هـا بانـد حدود ۵۵۰ تا ۶۵۰ جفت باز را تولید کرد. همچنـین شـاهد منفـی کـه تمام اجزای واکنش PCR به جز DNA را داشت هـیچ بانـدی تولیـد نکرد. نتایج کار در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- محصول PCR نواحی تکثیر شده مربوط به جدایه‌های قارچی در ژل آگارز دو درصد

Figure 3- PCR product of amplified regions related to fungal isolates in 2% agarose gel

ترادف‌های به دست آمده با دیگر ترادف‌های موجود در بانـک ژن با استفاده از ابزار جستجوی BLASTn موجود در پایگاه داده NCBI، مقایسه و نزدیک‌ترین ترادف با هر کدام از ترادف‌های حاصل شناسایی گردید. با استفاده از بلاسـت، تـوالی جدایـه‌هـای 10P بـا جدایـه *P. chrysogenum* (JN093270.1) موجـود در بانـک ژن ۹۹ درصـد تشـابه و ۹۶ درصـد هـم‌پوشـانی، جدایـه‌هـای 7S بـا گونـه *S. lanosoniveum* (KT878334.1) موجـود در بانـک ژن ۹۹ درصـد تشـابه و ۹۸ درصـد هـم‌پوشـانی، جدایـه‌هـای 13F بـا جدایـه *F. oxysporum* (MF992182.1) موجود در بانک ژن ۹۸ درصد تشـابه و ۹۸ درصـــد هـــم‌پوشـــانی، جدایـــه‌هـــای 35A بـــا جدایـــه *A. chlamydospora* (KY788047.1) موجود در بانک ژن ۹۸ درصـد تشـابه و ۱۰۰ درصـد هـم‌پوشـانی، جدایـه‌هـای 36N بـا جدایـه *N. macrodidyma* (GQ169024.1) موجـود در بانـک ژن ۹۸ درصـد تشـابه و ۹۶ درصـد هـم‌پوشـانی و جدایـه‌هـای 5C بـا جدایـه *C. gloeosporioides* (KU097215.1) موجود در بانک ژن ۹۹ درصـد تشابه و ۹۷ درصد هم‌پوشانی داشتند. نتایج به دست آمده در جـدول ۲ آورده شده است.

نتایج بررسی نسبی فعالیت آنزیم لیپاز

اطراف پرگنه جدایه‌هایی که آنزیم لیپاز تولید کردند یک رسوب یا هاله بدون رنگ تشکیل شده بود، کـه ایـن رسـوب ناشـی از تشـکیل نمک کلسیم از لاریک اسید آزاد به‌وسـیله آنـزیم لیپـاز بـود کـه ایـن نشان‌دهنده فعالیت مثبت لیپاز می‌باشد.

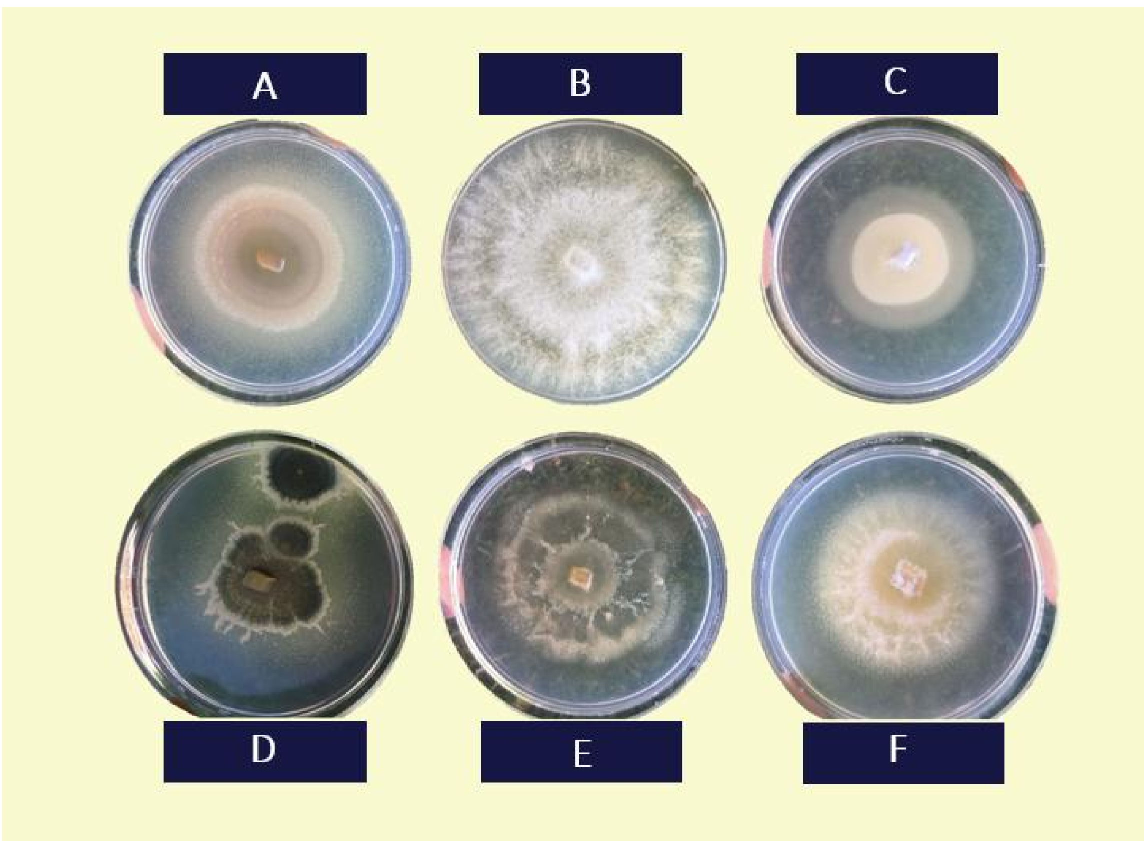
از بین جدایه‌های بررسـی شـده قـارچ *C. gloeosporioides* بـا داشتن بیشترین میزان قطر هاله، بیشترین میزان رسوب را تشکیل داد که نشان‌دهنده فعالیت آنزیم لیپاز است و برترین جدایه در این آزمـون

می‌باشد (جدول ۳). بعـد از آن قـارچ‌هـای *N. macrodidyma* و *P. chrysogenum* بیشترین میزان فعالیت آنـزیم لیپـاز را نشـان دادنـد. قـارچ *F. oxysporum* هـیچ رسـوبی نشـان نـداد و کمتـرین میـزان فعالیت آنزیم لیپاز در این قارچ مشاهده شد (شکل ۴).

جدول ۲- نتایج بلاست (BLAST) قارچ‌های شناسایی شده

Table 2- Blast results (BLAST) of identified fungi

Fungi نام	I dent ٪ درصد شباهت	E value ارزش مورد انتظار	Query cover ٪ همپوشانی	Total score نمره دقت	Max score بالاترین نمره	Accession Number شماره دسترسی	Code کد
Penicillium chrysogenum	99	0.0	96	514	514	MG200127.1	10P
Simplicillium lanosoniveum	99	0.0	98	1033	1033	MG200126.1	7S
Fusarium oxysporum	98	0.0	98	793	793	MG200129.1	13F
Alternaria chlamydospora	98	0.0	100	577	577	KY788047.1	35A
Neonectria macrodidyma	98	0.0	96	586	586	GQ169024.1	36N
Colletotrichum gloeosporioides	99	0.0	97	665	665	MG200132.1	5C



شکل ٤- بررسی نسبی فعالیت لیپاز جدایه‌های قارچی (A) *C .gloeosporioides*، (B) *F .oxysporum*، (C) *S .lanosoniveum*، (D) *P .chrysogenum*، (E) *A .chlamydospora*، (F) *N .macrodidyma*

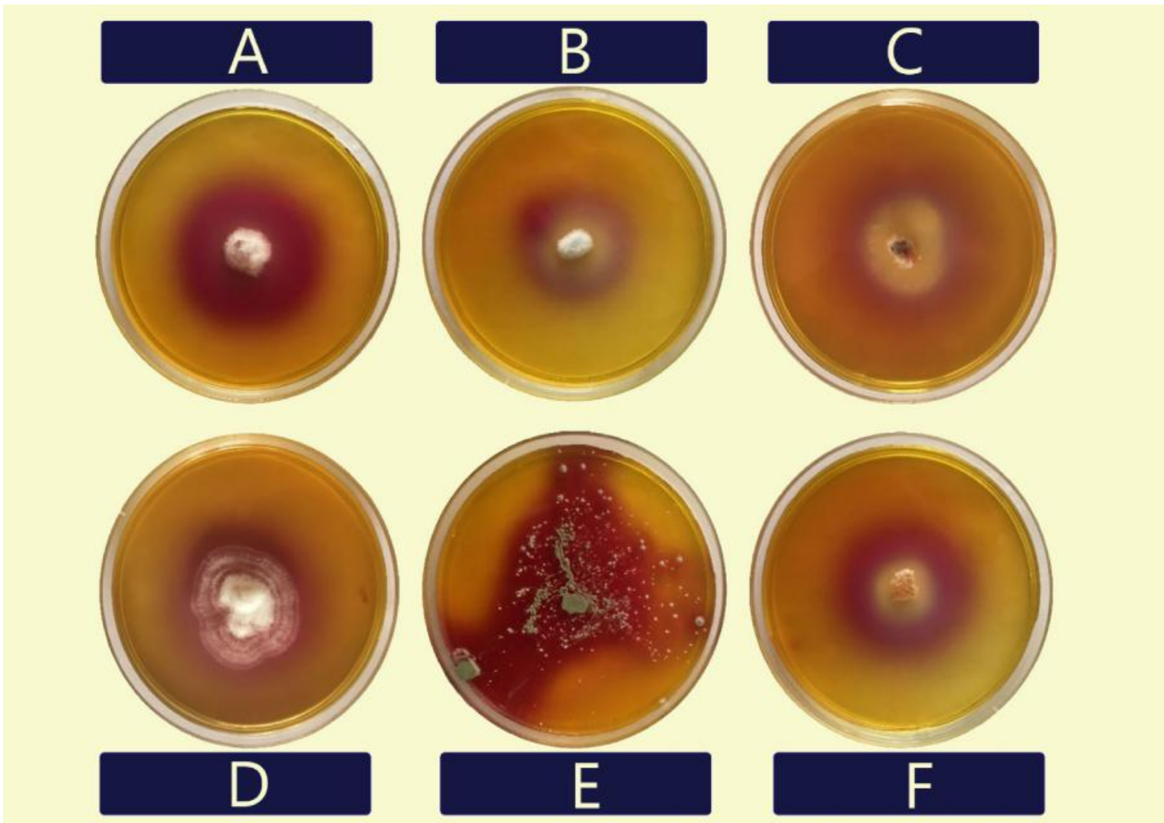
Figure 4- Relative analysis of fungal isolates Lipase activity (A) *C .gloeosporioides*, (B) *F .oxysporum*, (C) *S .lanosoniveum*, (D) *P .chrysogenum*, (E) *A .chlamydospora*, (F) *N .macrodidyma*

نتایج بررسی فعالیت آنزیم کیتیناز

در این آزمون جدایه‌های قارچی روی محیط کشـت‌هـای حـاوی کیتین کلوئیدال کشت داده شدند. در اطراف پرگنه و همین‌طور رنـگ محیط کشت جدایه‌هایی که تولیـد آنـزیم کیتینـاز داشـتند بـه رنـگ

بنفش تغییر رنگ داده بود که این تغییر رنگ نشان‌دهنده فعالیت مثبت آنزیم کیتیناز در این جدایه‌ها بود.

بررسی نسبی فعالیت کیتیناز (قطر هاله تشکیل شده) نشان داد که جدایه *P. chrysogenum* بیشترین و سریع‌ترین تغییر رنگ به بنفش را داشته که نشان‌دهنده بیشترین تولید آنزیم کیتیناز توسط این قارچ بود (جدول ۳). کمترین میزان تولید آنزیم کیتیناز توسط قارچ *C. gloeosporioides* بود که نسبت به سایر جدایه‌ها کمترین و کندترین تغییر رنگ را نشان دادند و از نظر تولید آنزیم کیتیناز ضعیف‌ترین جدایه معرفی شد (شکل ۵).



شکل ۵- بررسی نسبی فعالیت کیتیناز جدایه‌های قارچی (A)*F .oxysporum*، (B)*C .gloeosporioides*، (C) *N .macrodidyma*، (D) *S .lanosoniveum*، (E) *P .chrysogenum*، (F) *A .chlamydospora*

Figure 5- Relative analysis of fungal isolates chitinase activity (A) *F .oxysporum*, (B) *C .gloeosporioides*, (C) *N .macrodidyma*, (D) *S .lanosoniveum*, (E) *P .chrysogenum*, (F) *A .chlamydospora*

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، قارچ‌های مختلفی از نماتد سیستی چغندرقند *H. schachtii* جداسازی شد. بیشترین جدایه‌های قارچی به ترتیب به شهرستان تربت‌حیدریه و فریمان و کمترین جدایه‌ها به خواف تعلق داشت. به‌طورکلی بیشترین فراوانی جدایه قارچی به جنس *Fusarium* با ۳۷/۵۲ درصد اختصاص داشت. جداسازی قارچ‌های *S. lanosoniveum*، *P. chrysogenum*، *C. gloeosporioides* برای اولین بار از نماتد سیستی چغندرقند گزارش شد. در بررسی نسبی فعالیت آنزیم لیپاز مشخص شد که قارچ‌های *P. chrysogenum* و *C. gloeosporioides* بیشترین میزان تولید آنزیم لیپاز را داشتند، که برترین جدایه‌ها در این آزمون بودند. بررسی نسبی فعالیت کیتیناز نشان داد که *P. chrysogenum* بیشترین و سریع‌ترین تغییر رنگ به بنفش را داشته که نشان‌دهنده بیشترین تولید آنزیم کیتیناز توسط این قارچ بود. کمترین میزان تولید آنزیم کیتیناز توسط جدایه *C. gloeosporioides* بود که نسبت به سایر جدایه‌ها کمترین و کندترین تغییر رنگ را نشان داد. قارچ *P. chrysogenum* در هر دو آزمون انجام‌شده، بهترین نتیجه را نشان داد؛ لذا این قارچ برای بررسی‌های بیشتر در پژوهش‌های بعدی با رعایت احتیاط و نکات لازم توصیه می‌شوند.

جدول ۳- اندازه هاله‌های ایجاد شده توسط جدایه‌های قارچی
Table 3- The size of the halos created by the fungal isolates

نام قارچ **Fungi**	کد جدایه **Isolate code**	قطر هاله بنفش از مرکز تشک پتری در تست کیتیناز (cm) **The diameter of the purple halo from the center of the Petri mattress in the chitinase test (cm)**	اندازه رسوب از حاشیه رشد قارچ در تست لیپاز (cm) **Sediment size from the fungal growth margin in lipase testing (cm)**
Simplicillium lanosoniveum	7S	4	1
Penicillium chrysogenum	10P	10	1.3
Fusarium oxysporum	13F	6	0.5
Alternaria chlamydospora	35A	6	0.8
Neonectria macrodidyma	36N	7	1
Colletotrichum gloeosporioides	5C	3	2
شاهد (محیط کشت بدون قارچ)	CM_{Lip} & CM_{Chit}	0	0

CM: Control Sample

منابع

1- Agrawal T., and Kotasthane A.S. 2012. Chitinolytic assay of indigenous *Trichoderma* isolates collected from different geographical locations of Chhattisgarh in Central India. SpringerPlus 1(1): 73.

2- Arbabi M. 2014. Sugar Beet Handbook.

3- Bailey J.A. 1992. Colletotrichum; biology, pathology and control.

4- Benítez T., Rincón A.M., Limón M.C., and Codon A.C. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. International Microbiology **7**(4): 249-260.

5- Bird A.F., and McClure M. 1976. The tylenchid (Nematoda) egg shell: structure, composition and permeability. Parasitology 72(1): 19-28.

6- Brown R., and Kerry B. 1987. Principles and practice of nematode control in crops, Academic Press.

7- Chaverri P., Salgado C., Hirooka Y., Rossman A., and Samuels G. 2011. Delimitation of Neonectria and Cylindrocarpon (Nectriaceae, Hypocreales, Ascomycota) and related genera with Cylindrocarpon-like anamorphs. Studies in mycology 68: 57-78.

8- El-Sayed S., and Mahdy M. 2015. Effect of chitosan on root-knot nematode, Meloidogyne javanica on tomato plants. International Journal of ChemTech Research **7**(4): 1985-1992.

9- Ershad J. 2009. Iranian Mushrooms.

10- Evans K., and Rowe J. 1998. Distribution and economic importance. The cyst nematodes, Springer: 1-30.

11- Fenwick D. 1940. Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. Journal of Helminthology 18(4): 155-172.

12- Frisvad J.C., and Samson R.A. 2004. Polyphasic taxonomy of *Penicillium* subgenus *Penicillium*. A guide to identification of food and air-borne terverticillate Penicillia and their mycotoxins. Studies in Mycology 49(1): 1-174.

13- Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Chet I., and Lorito M. 2004. *Trichoderma* species—

opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature reviews Microbiology 2(1): 43.

14- Hoseney R.C. 1994. Principles of cereal science and technology, American Association of Cereal Chemists (AACC).

15- Howell C. 2003. Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. Plant disease 87(1): 4-10.

16- Jackson A., Walters D., and Marshall G. 1994. Evaluation of *Penicillium chrysogenum* and its antifungal extracts as potential biological control agents against *Botrytis fabae* on faba beans. Mycological Research 98(10): 1117-1126.

17- Jafarpoor B.S., and Jahanbakhsh V.M. 2012. Laboratory Methods in Plant Pathology.

18- Jatala P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual review of phytopathology 24(1): 453-489.

19- Kavari M., Rouhani H., and Mahdikhani Moghaddam E. 2014. Investigating the relationship between the enzyme's ability of several isolates from *Trichoderma* fungi with biocontrol ability of this fungus against tomato root knot nematodes. Master's Thesis.

20- Kerry B., and Crump D. 1977. Observations on fungal parasites of females and eggs of the cereal cyst-nematode, *Heterodera avenae*, and other cyst nematodes. Nematologica 23(2): 193-201.

21- Khezri Nejad N., Gusta E., and Niknam G. 2006. Introducing fungi with sugar beet cyst nematode from western Azarbaijan fields (1). Rostaniha,7.

22- Khezri Nejad N., Gusta E., and Niknam G. 2009. Introducing fungi with sugar beet cyst nematode from western Azarbaijan fields (2). Journal of Sustainable Agricultural Science, Vol. 19/1.

23- Leslie J., and Summerell B. 2006. The Fusarium Laboratory Manual Blackwell Publishing. Ames, Iowa.

24- Mahdikhani Moghadam E., Rouhani H., and Rastgar Fallahi M. 2009. Biological control of *Heterodera schachtii* sugar beet nematode by *Trichoderma* fungus in laboratory and greenhouse. Journal of Water and Soil Science, Agricultural and Natural Resources Sciences- Isfahan University of Technology 13: 301-312.

25- Mireke K., Abdollahi Dehdari K., and Ashcbus. 2013. The reaction of eight tomato cultivars to the rootstock nematode producing Meloidogyne javanica in greenhouse conditions. Iranian Plant Protection Sciences.

26- Mokaram Hesar A. 2010. "Identification of heterodera species in sugar beet fields and *Meloidogyne* species in tomato fields of Khorasan Razavi province using morphological and molecular techniques." Master's thesis.

27- Mouchacca J. 1973. Deux Alternatria des sols arides d'Égypte: *A. Chlamydosporum* sp. nov. et A. Phragmospora Van Emden. Mycopathologia 50(3): 217-225.

28- Nigh E.A., Thomason I.J., and Van Gundy S. 1980. Identification and distribution of fungal parasites of *Heterodera schachtii* eggs in California. Phytopathology 70(9): 885-889.

29- Nonaka K., Kaifuchi S., Ōmura S., and Masuma R. 2013. Five new Simplicillium species (Cordycipitaceae) from soils in Tokyo, Japan. Mycoscience 54(1): 42-53.

30- Pitt J.I. 1979. The genus *Penicillium* and its teleomorphic states *Eupenicillium* and *Talaromyces*. The genus *Penicillium* and its teleomorphic states *Eupenicillium* and *Talaromyces*.

31- Sasser J.N. 1989. Plant-parasitic nematodes: the farmer's hidden enemy. Plant-parasitic nematodes: the farmer's hidden enemy.

32- Statistics A.S., Publications 2014. Ministry of Agriculture.

33- Sunitha V., Nirmala Devi D., and Srinivas C. 2013. Extracellular enzymatic activity of endophytic fungal strains isolated from medicinal plants. World Journal of Agricultural Sciences 9(1): 1-9.

34- Sutton B.C. 1980. The Coelomycetes, Fungi Imperfecti with Pycnidia. Acervuli and stromata: 470-472.

35- Thiagarajan V., Revathi R., Aparanjini K., Sivamani P., Girilal M., Priya C., and Kalaichelvan P. 2011. Extracellular chitinase production by *Streptomyces* sp. PTK19 in submerged fermentation and its lytic activity on *Fusarium oxysporum* PTK2 cell wall. Int. J. Curr. Sci. 1: 30-44.

36- Whitehead A. 1986. Problems in the integrated control of potato cyst-nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, and their solution. Aspects of applied Biology.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 1-13

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۳-۱

Relative Production of Lipase and Chitinase Enzymes Isolated from Cyst Nematode in Sugar Beet *in Vitro*

A. Soleimani[1]- E. Mahdikhani-Moghadam[2]*- H. Rouhani[3]

Received: 10–03-2019
Accepted: 28–01-2020

Introduction: Sugar beet is adaptable to be cultivated in different weather conditions and regions. In 2015, the overall area for sugar beet cultivation was estimated about 105,000 hectares which 19000 of this was in Khorasan Razavi province. Sugar beet is considered as a valuable agricultural crop both for economy and employment. Nevertheless, producing this crop faces many challenges including the high number of pests. One of these pathogenic factors is the nematodes. Among plant-parasitic nematodes cyst nematodes are a large group with economic importance in different countries. These nematodes cause much damage to agricultural crops. Among the different cyst nematode genera Globodera and Heterodera have species which are important due to economic damage.

Materials and Methods: During the year of 2016, 22 samples of soil and roots of sugar beet in cyst nematodes contaminated field in Khorasan Razavi were gathered. Cyst nematodes were extracted by the use of a small clip and a binocular and put in petri dish with some water. White females were also taken from the root by a delicate needle and put in sterile distilled water after washing. Separating and purifying fungi were done in 3 parts: separating fungi from cysts and females, separating fungi from eggs and larvae nematode, and making single spore fungi and pure culture. The cysts and separated females were washed by distilled water for several times and antisepticised for 1, 2 or 3 minutes in 10% Sodium Hypochlorite, and 10% and 20% Ethyl alcohol. Cysts and females were washed again with sterile distilled water and sterile sifter was used. The cysts and females in petri dish containing PCA, PDA, CMA and MEA culture mediums were separately taken and cultured by a needle under laminar. Four cysts were placed at the 4 sides of each 8cm petri dish containing the above mentioned culture mediums. 16 brown cysts from each soil sample were cultured. Two petri dishes from each sample were kept and checked consistently in two hot and cold temperatures in incubator with 20-25 and incubator with 8-10. After 7-14 days the grown fungi were taken to a new culture medium of PDA for a better development and in later stages they were purified on WA culture medium by single spore or hyphal tip methods. Purified fungi were kept in test tubes containing PCA food environment and 4 temperature and also on sand for later studies. Cyst shells were destructed by cyst crusher (homogenizer) and their eggs and mash were released. Released eggs from cysts were formed into suspension in sterile water. 0.5-1 ml of suspension of eggs and larvae were taken by sterile micropipette and diffused on petri dish containing water agar culture medium. These culture mediums were kept and checked regularly in dark in the incubator with 20-25 °C. Grown fungi from these eggs and larvae were taken to a new culture medium and purified by single spore and hyphal tip methods. WA culture medium was used for single spurring and purifying fungi. PCR based methods: morphological and molecular identification, were used to identify the fungi isolates. Mycelium fungi growth phases, fungi DNA extraction, PCR reaction and electrophoresis were done to identify molecular fungi. Lipase and chitinase assays were performed on the isolates.

Results and Discussion: For Lipase test, each fungal isolate was cultured on peptone agar media and after 7 days isolates were examined. Around the colony of the isolates produced by the lipase enzyme formed a precipitate or a colorless aura, which is due to the formation of calcium salts from free lauric acid by the lipase enzyme, which indicates the positive activity of lipase. Among the isolates, *Colletotrichum gloeosporioides* had the highest sediment content, indicating the activity of lipase enzyme and the highest isolate in this test. After that, *Neonectria macrodidyma* and *Penicillium chrysogenum* showed the highest activity of lipase enzyme activity. *Fusarium oxysporum* showed no sediment and the lowest level of lipase enzyme activity was observed in this fungus. For chitinase test, isolates were cultured on colitic kitein medium. Around the colony and also the color of the culture medium, the chitinase-producing isolates changed the violet color, which indicates the positive activity of the chitinase enzyme in these isolates. Relative analysis of chitinase activity showed that the isolate of *P. chrysogenum* had the largest and fastest change in color to violet, indicating the highest production

1, 2 and 3- Ph.D. Student of Plant Pathology and Professors, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, respectively.
(*- Corresponding Author Email: mahdikhani-e@um.ac.ir)

of chitinase enzyme by this fungus. The lowest chitinase production was by *C. gloeosporioides*, which showed the slightest and slowest changes in color compared with other isolates and the weakest isolate was introduced for the production of chitinase enzyme.

Conclusion: In this research, different fungi were isolated from sugar beet cysts. Most fungal isolates belonged to Torbat-e-Haidiriyah and Fariman, and the least isolates belonged to Khaf. The highest frequency of *Fusarium* isolates was found to be 37.35%. Isolation of *Simplicillium lanosoniveum* fungi, *P. chrysogenum*, *C. gloeosporioides* was the first reported cyst nematode in sugar beet. In the relative analysis of lipase activity, it was found that *P. chrysogenum* and *C. gloeosporioides* fungi exhibited the highest amount of lipase production, which was the highest marker in this test. Relative analysis of chitinase activity showed that *P. chrysogenum* had the largest and fastest color change to purple, indicating the highest production of chitinase enzyme by this fungus. The lowest chitinase production was obtained by isolate *C. gloeosporioides*, which showed the slightest and slowest changes in color compared with other isolates. The fungus *P. chrysogenum* showed the best results in both tests, this fungus is, therefore, recommended for further research with the observation of the necessary points.

Keywords: Chitinase, Cyst nematode, Fungi, Lipase, Sugar beet

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 15-32

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۳۲-۱۵

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر تلفیقی عصاره گیاهی و ورمی‌کمپوست روی برخی فراسنجه‌های زیستی سفید بالک پنبه *Bemisia tabaci* (Gen.) (Hem.: Aleyrodidae)

روشنک صداقت باف[۱]- محمد امین سمیع[۲]*- هادی زهدی[۳]- مهدی ضرابی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۳

چکیده

سفید بالک پنبه *Bemisia tabaci* (Gennadius) یکی از مهمترین آفات گلخانه‌ای در جهان می‌باشد. با توجه به اثرات سوء استفاده از آفت‌کش، بررسی و تحقیق در مورد روش‌های کنترل ایمن‌تر برای این آفت ضروری است. در این تحقیق اثر آفت کش آبامکتین و سه عصاره‌ی صبر زرد *Aloe vera* (L.) (Liliacea)، تلخه بیان *Sophora alopecuroides* L. (Fabaceae) و کرچک *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) به همراه ۲نوع ورمی‌کمپوست با منشاء پسته و کود گاوی روی مرگ و میر مراحل پیش از بلوغ و فراسنجه‌های زیستی سفید بالک پنبه بررسی شد. بر اساس نتایج، بیشترین تلفات تخم به وسیله‌ی تیمار آبامکتین، پورگی به وسیله‌ی تیمار آلوئه‌ورا و شفیرگی به وسیله‌ی تیمار تلخه بیان ایجاد شد. نوع بستر کشت گیاه نیز در تأثیر هر عصاره و آفت کش آبامکتین موثر بود و میزان تلفات تیمارها در بستر کشت حاوی کوکب پسته بیشترین بود. همچنین نتایج نشان داد که تأثیر غلظت‌های زیرکشندگی (LC_{25}) روی پارامترهای زیستی سفید بالک در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود. بر اساس این نتایج عصاره گیاه آلوئه ورا در مقایسه با سایر عصاره‌ها روی آفت مؤثرتر بوده و اثرات متقابل این عصاره با بستر کودی کوکب پسته از سایر تیمارها در کنترل این آفت کاراتر بود و می‌توان این عصاره و بستر را به عنوان یکی از روش‌های کنترل این آفت در برنامه‌های مدیریت کنترل آفات محسوب نمود.

واژه‌های کلیدی: سفیدبالک، کودهای زیستی، کوکب پسته، کوکب کود گاوی

مقدمه

در سال‌های اخیر کشت سبزی و صیفی گلخانه‌ای از جمله گوجه‌فرنگی در نقاط مختلف جهان توسعه‌ی زیادی پیدا کرده است (۱۵). سفید بالک پنبه *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) از مهم‌ترین آفات کشاورزی در جهان محسوب می‌شود (۲۵). سفید بالک‌ها با مکیدن شیره گیاهی و از بین بردن کلروفیل و نشاسته (خسارت مستقیم) (۵۸)، موجب کاهش ۲۰ تا ۱۰۰ درصدی محصول می‌شوند (۸۷). علاوه بر خسارت مستقیم، این حشرات با انتقال بیش از ۱۱۰ ویروس بیماریزای گیاهی (۳۷) و تولید عسلک که محل تجمع قارچ‌های فوماژین است، باعث خسارت غیر مستقیم در گیاه می‌شوند (۳۷). کنترل سفید بالک‌ها عمدتا بر پایه‌ی استفاده از سموم شیمیایی استوار است، اما به دلیل مقاوم شدن این حشره نسبت به آفت‌کش‌ها (۲۹) و اثرات سوء سموم شیمیایی روی موجودات غیر هدف، ناگزیر تمامی توجهات به سمت استفاده از روش‌های ایمن‌تر برای کنترل آفات من جمله سفیدبالک معطوف شده است (۶۸). تحقیقات اخیر نشان داده است که مدیریت خاک و استفاده از کودها می‌تواند درکنترل آفات و بیماری‌ها مؤثر واقع شود (۶، ۷، ۴۶ و ۵۴). بر اساس تحقیقات آلتیری و همکاران (۶)، توانایی گیاه میزبان برای مقاومت و یا تحمل آفات و بیماری‌ها بستگی به خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مهم‌تر از آن بیولوژی خاک دارد. خاک‌هایی که از نظر مواد آلی و تنوع زیستی ارگانیسم‌های موجود در خاک، غنی باشند توان گیاه را در برابر آفات و بیماری‌ها افزایش می‌دهند. به عبارت دیگر ارتقاء سلامت گیاه با استفاده از کودهای آلی[5] یا زیستی[6] نیز می‌تواند در مدیریت آفات نقش داشته باشد (۵۲). در واقع عملیات حاصلخیزی خاک می‌تواند روی حساسیت فیزیولوژیکی گیاه (ایجاد مقاومت در برابر حمله آفت و پذیرش گیاه

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین دکتری و استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: samia_aminir@yahoo.com)
۳- استادیار گروه گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان
۴- استادیار گروه مهندسی علوم زیستی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

5- Organic
6- Biofertilizer

DOI: 10.22067/jpp.v34i1.66998

برای گونه‌ای خاص از گیاه خـواران) در برابرحشـرات آفـت تأثیرگـذار باشد (۲۱). مطالعات زیادی نشان داده‌اند کـه گیاهـانی کـه بـه بسـتر کشت آنها مقداری کود ارگانیک اضافه شده اسـت در مقایسـه بـا آن دسته از گیاهانی که کود شیمیایی در بستر کشت خود دریافت کردنـد مقاومت بـالاتری در برابـر آفـت و بیمـاری‌هـا داشـتند (۹). محققـین مختلفی نشان داده‌اند که ورمی‌کمپوست عـلاوه بـر، افـزایش رشـد و عملکرد گیاه (۹ و ۱۳) منجر به بالا رفتن مقاومت گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها می‌شود (۱۱، ۵۵ و ۷۱). ورمی‌کمپوست یک فراینـد تجزیـه بیولوژیک و پایدار مواد آلی (از قبیل بقایای مواد غـذایی، کـود دامـی، مواد زائد کاغذی و بقایای گیاهی) با فعالیت مشترک کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (۶۹). فراورده‌ای که کمپوست کرمی خوانده می‌شود، از لحاظ کیفی یک ماده آلی با pH تنظیم شـده و سرشـار از مواد هیومیک و عناصر غذایی قابل جـذب بـرای گیـاه بـوده و دارای انواع عناصر، هورمون‌های محرک رشد و آنزیم‌های مختلف مـی‌باشـد (۶۳). گزارش شده است که استفاده از ورمی‌کمپوست با منشـاء زبالـه بطور معنی‌داری جمعیت سخت بالپوشان، کنه‌های تار عنکبوتی، شـته و شپشک‌ها را روی محصولاتی از قبیل کلـم، فلفـل و خیـار کـاهش می‌دهد (۱۱، ۲۸ و ۷۹). همچنین تحقیقات دیگری نشـان دادنـد کـه ورمی‌کمپوست باعث ایجاد مقاومت آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز در گیـاه کلـم می‌شود، بطوری‌که درگیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست تعـداد تخـم *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) و وزن مراحل قبل از بلوغ آن، نسبت به گیاهان شاهد کاهش معنـی‌داری نشـان داد (۲۰).

یکی دیگـر از روش‌هـای ایمـن در کنتـرل حشـرات، اسـتفاده از حشره‌کش‌هـای طبیعـی بـا منشـا گیـاهی اسـت. امـروزه اسـتفاده از عصاره‌های گیاهی برای کنترل آفات گسترش زیادی پیدا کرده اسـت، چرا که این محصولات طبیعی در مقایسه با سموم شیمیایی بـه علـت تجزیه به مواد غیر سمی، برای محیط زیست ایمن‌تر مـی‌باشـند (۴۹). در حقیقت این گیاهان، حاوی مـواد سـمی (۵۷)، ضـد تغذیـه‌ای (۷۵) محدود کننده‌ی رشد (۴)، ممانعت کننده‌ی تخم‌گذاری و تنظیم کننده تولیدمثل حشرات (۵۷) می‌باشند. گونه‌های گیاهی مختلف بـا تـأثیری که روی بیولوژی و فیزیولـوژی حشـرات مـی‌گذارنـد باعـث تغییـر در جمعیـت حشـرات مـی‌شـوند (۱۴، ۱۸،۲۳، ۳۲ و ۷۲). لـذا اسـتفاده از عصاره‌های گیاهی می‌تواند نقش بسزایی در کنترل آفات داشته باشـد. تلفیق این روش با ورمی‌کمپوست سبب افزایش کارایی هر یک از این روش‌های کنترل خواهد شد. لذا هدف از انجام ایـن تحقیـق بررسـی تأثیر این تلفیق، در کنترل آفت سفید بالـک پنبـه مـی‌باشـد، بـر ایـن اساس، اثر عصـاره‌هـای تلخـه بیـان، کرچـک و آلوئـه‌ورا بـه همـراه ورمی‌کمپوست با دو منشا پسـته و کـود گـاوی روی مراحـل مختلـف زیستی سفید بالک پنبه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

ورمی‌کمپوست و بستر کشت گیاهان میزبان

این تحقیق در سال‌های ۹۵-۱۳۹۳ در بخش گیاه‌پزشـکی مرکـز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اسـتان کرمـان انجـام شـد. بسـتر کشت آماده با نام تجاری باگا و مکمل‌های آلی از پایه ورمی‌کمپوست شامل ۲ ترکیب با نام‌های تجاری کوکب پسته وکوکب کود گـاوی از شرکت دشت سبز آتیه، پارک علـم و فنـاوری دانشـگاه تهـران تهیـه گردید. خواص شیمیایی این ترکیبـات در جـدول ۱ نشـان داده شـده است.

جدول ۱- عناصر شیمیایی موجود در بستر آماده کشت باگا، کوکب پسته و کوکب گاوی

Table 1- Nutritional composition and chemical properties of vermicomposts and a sterile plant growth media without fertilization (BAGA)

تیمار کودی Treatment	PH اسیدیته	EC شوری (میکرو زیمنس/سانتی متر) (μs/cm)	C% کربن	N% نیتروژن	P فسفر(میکرو گرم/گرم) (μg/g)	K پتاس (میکرو گرم/گرم) (μg/g)	Ca کلسیم (میکرو گرم/گرم) (μg/g)	Mg منیزیم (میکرو گرم/گرم (μg/g)	F فلوئور (میکرو گرم/گرم (μg/g)	Mn منگنز (میکرو گرم/گرم (μg/g)	Cu مس (میکرو گرم/گرم (μg/g)	Zn روی (میکرو گرم/گرم (μg/g)	C/N کربن به نیتروژن	OM % مواد آلی٪
باگا (BAGA)	6.5	698	22.3	21.1	445	1972	5329	997	404	37.6	20.61	33.31	1.06	65.75
کوکب پسته (Pistachio waste)	9.1	432	22.8	4.6	1320	7110	22340	3520	1070	160	15.6	17	4.96	35.11
کوکب گاوی (Cattle Manure)	7	1524	13.8	8.57	2255	4988	50521	3956	2074	196.8	21.62	53.34	1.62	41.38

OM: organic materials

مواد آلی

پرورش گیاه و حشره

بذر گوجه فرنگی *Solanum lycopersicum* رقم سی اچ فلات[1] در گلدان‌های پلاستیکی محتوی باگا با قطر ۱۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند. این گلدان‌ها درون گلخانه و در شرایط دمایی ۳± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۳۵ درصد و نور محیط نگه‌داری شدند. پس از رشد گیاهان حشرات کامل سفید بالک پنبه از کلنی موجود در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه ولی عصر رفسنجان (از سال ۱۳۸۹) جمع‌آوری شدند و روی نشاءهای گوجه فرنگی داخل قفس‌های توری حاوی گیاه رهاسازی شدند.

تهیه نمونه‌های گیاهی و عصاره‌گیری

نمونه–های گیاهی مورد استفاده در این پژوهش عبارت بودند از برگ، ساقه و گل تلخه بیان، برگ و بذر کرچک و برگ آلوئه‌وراکه با توجه به بررسی منابع مختلف مبنی بر داشتن اثر حشره‌کشی انتخاب شدند (۲، ۱۲، ۶۵ و ۷۳). گیاه تلخه بیان از کرمان (″۱۰۱۳′°۵۷ شرقی و ″۱′۶°۳۰ شمالی) و گیاهان کرچک و آلوئه‌ورا از جیرفت ("۲۲'۴۴°۵۷ شرقی و "۵۷'۳۳°۲۸ شمالی) واقع در استان کرمان جمع‌آوری شدند.

نمونه‌ها با آب مقطر شست و شو داده شدند و دور از تابش نور خورشید خشک گردید. برای عصاره‌گیری، نمونه گیاه خشک شده با آسیاب برقی پودر و در یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. عصاره‌گیری به روش خیساندن انجام شد. در این روش ۵۰ گرم از گیاه پودر شده در ۳۰۰ میلی‌لیتر اتانول خیسانده شده و به مدت ۴۸ ساعت روی شیکر در دمای اتاق قرار داده شد، بعد از طی شدن زمان مذکور عصاره‌ها از کاغذ صافی رد شد و توسط دستگاه تقطیر در خلاء دوار ساخت شرکت آزما گستران اروند مدل ۳۰۰ RPM در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه تغلیظ شد. مایع غلیظ شده‌ی حاصل روی شیشه‌های ساعت پهن شد و در مکان تاریک قرار داده شد تا کاملا حلال آن خارج و خشک شد و عصاره به صورت پودر یا خمیر به دست آمد. پودر یا خمیر حاصل شده در شیشه‌های دربدار تیره رنگ داخل یخچال نگهداری و مشخصات نمونه گیاهی به همراه تاریخ عصاره‌گیری روی آن درج گردید (۴۱).

آفت‌کش

از حشره کش آبامکتین (شرکت سینجنتا، ورتیمک، ۱/۸٪)، که در ایران توسط سازمان حفظ نباتات برای کنترل برخی آفات سبزی، جالیزی، پنبه و درختان میوه توصیه شده‌است، به عنوان تیمار کنترل مثبت استفاده شد.

تعیین غلظت آفت‌کش و عصاره‌ی گیاهی

غلظت‌های مختلفی از عصاره‌های گیاهی و آفت‌کش آبامکتین روی حشرات کامل سفیدبالک پنبه در سه تکرار آزمایش شد. در این آزمایش از لیوان‌های یک‌بار مصرف با ارتفاع ۱۰ و قطر دهانه ۵ سانتی‌متر به عنوان واحد آزمایشی استفاده شد. گلدان‌های لیوانی در ۳ گروه قرار گرفتند، گروه اول با ۱۰۰٪باگا، گروه دوم با ۷۰٪باگا و۳۰٪ کوکب پسته و گروه سوم با ۷۰٪ باگا و۳۰٪کوکب گاوی پر شدند. اضافه کردن ورمی‌کمپوست به میزان ۳۰ درصد از روی نتایج تحقیقات رزمجو و همکاران (۶۳) و احمدی و همکاران (۳) بدست آمد. سپس نشاهای ۲-۴ برگی گوجه فرنگی به مدت ۵ ثانیه در غلظت‌های مختلف آفت‌کش و عصاره‌ها با روش غوطه‌وری[2] قرار گرفتند (۳۶) و بعد از خشک شدن برگ‌ها، طلق شیشه‌ای به اندازه قطر دهانه گلدان که در انتها با توری پوشیده شده بود روی هر گلدان به منظور قفس گلدانی قرار داده شد. تعداد ۲۰حشره کامل هم‌سن سفیدبالک که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود داخل قفس گلدانی قرار داده شد. تمامی گلدان‌ها درون اتاقک رشد با دمای ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند. بعد از گذشت ۷۲ ساعت، حشرات تلف شده شمارش شدند و درصد مرگ و میر محاسبه شده بر طبق فرمول ابوت[3] اصلاح گردید (۱).

A و E به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین غلظت‌ها، B، C و D غلظت‌های بین آن‌ها هستند. همچنین a مقدار ثابت برای تمام غلظت‌ها و n برابر با تعداد غلظت‌ها می‌باشد. اثر حشره‌کشی سه عصاره گیاهی و آفت کش آبامکتین در پنج غلظت به‌دست آمده از آزمایش‌های مقدماتی روی حشرات کامل هم‌سن سفیدبالک پنبه بررسی شد. آزمایش‌های اصلی در بستر کشت باگا برای حشره‌کش آبامکتین در ۵ غلظت (۰/۰۰۰۱۴، ۰/۰۰۰۱۹، ۰/۰۰۰۲۴، ۰/۰۰۰۳۱ و ۰/۰۰۰۴۱)، عصاره تلخه بیان در ۵ غلظت (۱۰/۹۱۲، ۱۵/۵۰۲، ۲۲/۰۲۲، ۳۱/۲۸۵ و ۴۴/۴۴۵)، عصاره بذر کرچک در ۵ غلظت (۱۰/۹۱۸، ۱۵/۴۵۷، ۲۱/۸۸۴، ۳۰/۹۸۴ و ۴۳/۸۶۷)، عصاره برگ کرچک در ۵ غلظت (۱۳/۲۰۳، ۱۹/۶۴۸، ۲۹/۲۳۹، ۴۳/۵۱۲ و ۶۴/۷۵۲) و عصاره آلوئه ورا در ۵ غلظت (۱/۲۶۲، ۱/۴۶۰، ۱/۶۸۹، ۱/۹۵۴ و ۲/۲۶۰) بر حسب گرم بر لیتر انجام شد. آزمایش‌های اصلی در بستر کوکب گاوی برای حشره‌کش آبامکتین در ۵ غلظت (۰/۰۰۰۱۲، ۰/۰۰۰۱۶، ۰/۰۰۰۲۲، ۰/۰۰۰۲۹ و ۰/۰۰۰۴)، عصاره تلخه بیان در ۵ غلظت (۸/۲۲۵، ۱۲/۱۹۸، ۱۸/۰۹۰، ۲۶/۸۲۸ و

1- CH-falat

2- Leaf dipping

3- Abbott

۳۹/۷۸۸)، عصاره بذر کرچک در ۵ غلظت (۱۲/۲۸۳، ۱۵/۰۳۹۶، ۱۸/۴۱۴۹، ۲۲/۵۴۷۷ و ۲۶/۶۰۸۰)، عصاره برگ کرچک (۱۱/۱۳۸۰، ۱۵/۹۴۹۹، ۲۲/۸۴۰۸، ۳۲/۷۰۸۷ و ۴۶/۸۴۰۰) و عصاره آلوئه ورا (۰/۸۷۱۶، ۱/۱۱۱۶، ۱/۴۱۷۷، ۱/۸۰۸۱ و ۲/۳۰۵۹) بر حسب گرم بر لیتر انجام شد. آزمایش‌های اصلی در بستر کشت کوکب پسته برای حشره‌کش آبامکتین در ۵ غلظت (۰/۰۰۰۹، ۰/۰۰۰۱۳، ۰/۰۰۰۱۷، ۰/۰۰۰۲۳ و ۰/۰۰۰۳۱)، عصاره تلخه بیان در ۵ غلظت (۸/۲۵۴، ۱۰/۸۶۰، ۱۴/۲۸۹، ۱۸/۸۰۱و ۲۴/۷۳۸)، عصاره بذر کرچک در ۵ غلظت (۹/۴۱۴۵، ۱۱/۷۰۷۴، ۱۴/۵۵۸۷، ۱۸/۱۰۴۵ و ۲۲/۵۱۴۱)، عصاره برگ کرچک در ۵ غلظت (۱۴/۷۹۷۰، ۱۹/۱۵۳۴، ۲۴/۷۹۲۴، ۳۲/۰۹۱۷ و ۴۱/۵۴۰۱) و عصاره آلوئه‌ورا در ۵ غلظت (۰/۲۵۰۱، ۰/۲۸۳۹، ۰/۳۲۲۲، ۰/۳۶۵۷ و ۰/۴۱۵۱) بر حسب گرم بر لیتر به همراه تیمار شاهد انجام شد.

برای مطالعه‌ی اثرات زیرکشنده‌ی آفت‌کش و عصاره‌ها، دز زیر کشنده ۲۵ درصد (LC_{25}) از هر تیماربه عنوان ملاک انتخاب و اثر آن روی بیولوژی سفیدبالک پنبه بررسی شد و از آب به عنوان شاهد منفی استفاده شد.

تأثیر کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و دز زیر کشندگی عصاره های گیاهی و آفتکش آبامکتین روی طول دوره رشد و نمو و درصد تلفات مراحل مختلف زندگی سفید بالک پنبه

در این آزمایش اثر تلفیقی ورمی‌کمپوست و دز زیر کشندگی (LC_{25}) روی طول دوره رشدی تخم، پوره، شفیره و کل دوره پیش از بلوغ مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). برای این منظور گلدان‌های لیوانی در ۳ گروه (۱۰۰٪ باگا،۷۰٪ باگا به همراه۳۰٪ کوکب پسته و ۷۰٪ باگا به همراه ۳۰٪ کوکب گاوی) آماده شدند. بعد از کاشت بذر گوجه فرنگی رقم سی اچ فلات درون هر گلدان، نشاء های ۲-۴ برگی از هر گلدان در محلول دز زیر کشندگی (LC_{25}) هر عصاره و سم آبامکتین به مدت ۵ ثانیه غوطه‌ور شدند. تعدادی از نشاء‌های مربوط به هر گروه به عنوان شاهد در آب غوطه‌ور شدند .برای تعیین دوره رشد و نمو تخم، ۱۵ جفت سفید بالغ هم سن به داخل قفس لیوانی رهاسازی شد. پس از گذشت ۷۲ ساعت، سفید بالک‌ها از روی گیاه برداشته شد و تخم هایی که کمتر از ۲۴ساعت سن داشتند نگهداری شد و بقیه حذف شدند. برگ‌های حاوی تخم‌ها هر روز بوسیله بینوکولر بررسی شد و زمان تفریخ تخم‌ها ثبت شد. پس از تفریخ تخم‌ها و مستقر شدن پوره‌های سن اول روی برگ، نقشه‌ای از محل استقرار پوره‌های سن اول روی برگ تهیه شد و بر اساس این نقشه طول دوره پورگی روزانه مورد بررسی قرار گرفت. آغاز مرحله شفیرگی بر اساس ظهور چشم‌های قرمز تعیین شد. .فاصله بین ظهور چشم‌های قرمز و خروج بالغین به عنوان طول دوره شفیرگی تعیین و محاسبه شد و بدین ترتیب طول دوره رشد از تخم تا بلوغ اندازه گیری شد. در این آزمایش هر تخم به منزله‌ی یک تکرار در نظر گرفته شد.

ترکیبات فنولی

از آنجایی که ترکیبات فنولی یکی از مهم‌ترین ترکیباتی هستند که باعث ایجاد مقاومت در گیاه در برابر آفات می‌شوند (۳۴)، در این تحقیق میزان ترکیات فنولی در گیاه گوجه رشد یافته در بستر باگا، کوکب پسته و کوکب گاوی محاسبه و با هم مقایسه گردید. برای این منظور همانطور که در بالا ذکر شد بذر گوجه فرنگی در ۳ گروه گلدان (۱۰۰٪باگا، ۷۰٪باگا+۳۰٪ کوکب پسته و ۷۰٪ باگا + ۳۰٪ کوکب گاوی) کاشته شد. ۶۰ روز بعد از تاریخ کاشت، برگ های هر گلدان جدا و در سایه خشک و سپس پودر شدند. ۱گرم از پودر برگ‌های خشک شده در۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۵۰٪ ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور شیکر دار قرار گرفتند. سپس سوسپانسیون مورد نظر در میکرویو فن‌دار (Kenwood, MW942, Japan) (۱۵ ثانیه خاموش، ۸ ثانیه روشن) به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت بطوری‌که اجازه جوشیدن به سوسپانسیون داده نشد. عصاره به دست آمده از کاغذ صافی عبور داده می‌شود و بعد اتانول در خلا در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد در روتاری غلیظ شد. مقدار کل ترکیبات فنولی، به روش Folin-Ciocalteu آنالیز شد. به این ترتیب که ۲۰ میکرولیتر از محلول عصاره با ۱/۱۶میکرولیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف Folin-ciocalteu مخلوط شد. بعد از گذشت ۱ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر محلول ۲۰٪ کربنات سدیم اضافه شد. مخلوط در انکوباتور شیکردار در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه نگه‌داری شد. سپس در طول موج ۷۶۰ نانومتر جذب آن اندازه‌گیری شد. برای کالیبره کردن منحنی از تانیک اسید به عنوان استاندارد استفاده شد. مقدار ترکیبات فنولی با استفاده از معادله خطی زیر (رابطه ۳)، بر اساس منحنی کالیبره محاسبه شد:

$$Y=0.00114X+0.01062 \quad R^2=0.9964 \qquad \text{رابطه ۳}$$

Y مقدار جذب (میکروگرم بر میلی‌لیتر) و X غلظت معادل اسید تانیک می‌باشد (۶۰).

این آزمایش در طرح کاملا تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

از روش تجزیه پروبیت برای تخمین LC_{50} استفاده شد، برای این منظور نرم‌افزار Polo-Pc به کار گرفته شد (۵۸) تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22.0 انجام شد. میانگین‌های به‌دست آمده از طریق آزمون چند دامنه‌ای Tukeyمقایسه شدند.

نتایج

نتـایج حاصـل از زیسـت سـنجی عصـاره‌هـای گیـاهی و آفت‌کش در گوجه فرنگی کاشته شده در بستر آماده کشـت باگا، کوکب گاوی و پسته

دز کشندگی ۵۰ درصد هر یک از عصاره‌های گیاهی و آفت‌کـش در مدت زمان ۷۲ ساعت محاسـبه و در جـدول ۲ آورده شـده اسـت. نتایج نشان می‌دهد که بستر کشت روی سمیت آفـت‌کـش و عصـاره گیاهی تأثیر داشته است به گونه‌ای که افزودن کوکب گـاوی و پسـته به بستر کشت پایه باگا به ترتیب نسبت بـه باگـا غلظـت کشـنده ۵۰ درصد را کاهش داده است و سمیت عصاره و آفت‌کش افزایش یافتـه است. بر این اساس بیشترین کشندگی در میان عصاره‌هـا مربـوط بـه آلوئه‌وراو روی بستر کوکب پسته بود. الوئه‌ورا در هر سـه بسـتر دارای سمیت بیشتر نسبت به سایر عصاره‌ها بود. تلخه بیان و بذر کرچک در بستر کشت کوکب پسته در جایگاه بعـدی از دیـدگاه کشـندگی قـرار می‌گیرد. آفت‌کش آبامکتین به صورت مشخص و با اخـتلاف زیـاد از عصاره‌ها دارای کشندگی است و بیشترین کشندگی این آفت‌کـش در بستر کشت کوکب پسته بدست آمده است.

جدول ۲- دز کشنده‌ی ۵۰ درصد جمعیت (بر حسب گرم بر لیتر) حدود اطمینان ۹۵ درصد و شیب خطوط دز- پاسخ اثر چند عصاره گیاهی و ابامکتین روی *B. tabaci* در گوجه فرنگی کاشته شده در بستر آماده کشت باگا، کوکب کود گاوی و پسته

Table 2- The LC_{50} ratio (g/l), lower and upper 95% confidence intervals (CI), slope ±SE, effect of some plant extract and abamectin on *B. tabaci* on tomato plants grown in BAGA, cattle manure vermicompost and pistachio waste vermicompost

بستر کشت Culture	تیمار Treatment	خطای معیار±شیب خط (Slope± SE)	غلظت کشنده ٪۵۰LC_{50}	حدود اطمینان ۹۵ درصد (CI 95%)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات X^2
باگا (BAGA)	آبامکتین (Abamectin)	2.66±0.433	0.00026	0.000223–0.0003	6	2.57
	تلخه بیان (*Sophora alopecuriodes*)	2.212 ±0.366	22.022	13.698–29.889	5	3.40
	بذرکرچک (Seed of *Ricinus communis*)	2.233±0.392	21.885	12.208–31.484	5	1.34
	برگ کرچک (Leave of *Ricinus communis*)	1.953±0.261	29.239	16.877-40.957	6	8.86
	آلوئه ورا (*Aloe vera*)	3.76±1.12	1.544	1.350–1.764	6	1.18
کوکب کود گاوی cattle manure vermicompost	آبامکتین (Abamectin)	2.43 ±0.42	0.00023	0.00018–0.00028	6	4.53
	تلخه بیان (*Sophora alopecuriodes*)	1.97 ±0.28	18.0899	5.3635–31.3016	5	8.93
	بذرکرچک (Seed of *Ricinus communis*)	3.83±0.67	18.4147	12.0499–23.9838	5	4.36
	برگ کرچک (Leave of *Ricinus communis*)	2.70±0.41	26.3050	13.953–36.640	5	8.12
	آلوئه ورا (*Aloe vera*)	3.13±0.59	1.4080	1.2827–1.5455	5	1.07
کوکب پسته pistachio waste vermicompost	آبامکتین (Abamectin)	2.38±0.34	0.00019	0.00015–0.00023	6	3.11
	تلخه بیان (*Sophora alopecuriodes*)	2.83 ±0.40	14.290	10.917–17.444	5	1.96
	بذرکرچک (Seed of *Ricinus communis*)	3.56±0.55	14.559	5.787–22.552	5	16.21
	برگ کرچک (Leave of *Ricinus communis*)	2.16±0.32	22.841	3.186–43.134	6	25.53
	آلوئه ورا (*Aloe vera*)	3.76±1.12	0.8555	0.0185–5.8541	5	1.32

اثر متقابل آفت‌کش و ورمی‌کمپوست روی طـول دوره‌هـای رشدی سفید بالک پنبه

نتیجه تجزیه واریانس و محاسـبه‌هـای آمـاری نشـان داد کـه دو فاکتور آفت‌کش (آبامکتین و عصاره‌ها) و ورمی‌کمپوست روی مراحـل پورگی، شفیرگی، پیش از بلـوغ، حشـره کامـل و کـل دوره‌ی رشـدی سفید بالک اثر متقابل دارند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه اثرات متقابل آفت کش، عصاره و بستر کشت روی طول دوره رشد و نمو سفید بالک

Table 3- Interactin between pesticide, extract and growth media on developmental duration of *B. tabaci*.

مرحله Stage	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of square	*F*	*P- value*
تخم (Egg)	8	0.264	1.073	0.4
پوره (Nymph)	8	8.778	6.923	0.00
شفیره (Pupa)	8	0.347	4.338	0.001
پیش از بلوغ (Preadult)	8	13.153	5.036	0.001
حشره کامل (Adult)	8	2.321	4.367	0.001
کل دوره رشد و نمو (Total development)	8	15.924	5.737	0.000

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است ورمی‌کمپوست و آفت کش تنها روی طول دوره جنینی اثر متقابل با یکدیگر نداشتند. بنابر این اثرات سم و عصاره در داخل هر بستر کشت بطور جداگانه با هم مقایسه شد.

اثر آفت‌کش آبامکتین و عصاره روی طول دوره‌های رشدی سفید بالک پنبه در بستر کشت باگا

نتیجه تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری بین عصاره‌ها و آفت‌کش آبامکتین به عنوان متغیر مستقل و پارامترهای بیولوژیک به عنوان متغیر وابسته نشان داد که بین متغیر طول دوره تخم (f=5.159; p<0.05)، طول دوره پورگی (f=3.384, p<0.05)، طول دوره شفیرگی (f =17.831; p<0.001)، طول دوره حشره کامل (f =4.060; p<0.05)، طول دوره پیش از بلوغ (f=32.975, p<0.001) و کل دوران رشد (f=13.395, p<0.001) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. میانگین متغیرها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد گروه‌بندی شده و نتایج بدست آمده در جدول ۴ نشان داده شده است. برای پارامتر اثر عصاره‌ها و آفت‌کش روی طول دوره رشدی تخم، عصاره تلخه بیان در یک گروه جداگانه قرار گرفته و طول دوره را نسبت به بقیه تیمارها به طور معنی‌داری افزایش داده است. همه‌ی تیمارها در مقایسه با شاهد باعث افزایش طول دوره‌ی پورگی شدند اما تنها آبامکتین با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. به طور کلی تنها دو عصاره کرچک و تلخه بیان باعث افزایش معنی‌داری در کل دوره‌ی رشد و نمو سفید بالک شدند.

جدول ٤- اثر عصاره و سم روی طول دوره رشد و نمو (روز±خطای معیار) سفید بالک پنبه پرورش یافته روی گوجه فرنگی کاشته شده در باگا

Table 4- Effect of extract and pesticide on developmental durations (day±SE) of *B. tabaci* on tomato plants grown in BAGA

تیمار Treatment	تخم Egg	پورگی Nymph	شفیرگی Pupa	پیش از بلوغ Preadult	حشره کامل Adult	کل دوران Total development
شاهد (Control)	5.61±0.05 b	11.14±0.34 b	1.63±0.15 b	18.36±0.38 b	7.77±0.06 b	26.13±0.36 c
آبامکتین (Abamectin)	6.15±0.37 ab	14.48±0.94 a	2.02±0.13 b	22.67±1.58 ab	6.01±0.31 c	28.68±1.28 bc
آلوئه ورا (*Aloe vera*)	5.75±0.38 ab	13.42±1.2 ab	1.87±0.09 b	20.96±1.70 ab	6.06±0.29 c	27.02±1.43 c
کرچک (*Ricinus communis*)	6.81±0.15 ab	14.06±0.08 ab	2.67±0.29 a	23.65±0.31 ab	10.56±0.26 a	34.22±0.57 a
تلخه بیان (*Sophora alopecuriodes*)	7.00±0.24 a	13.85±0.15 ab	2.54±0.21 a	23.23±0.36 a	8.59±0.54 b	31.82±٠0.39 ab

حروف غیر مشابه در هر ستون برای هر پارامتر این جدول بیانگر داشتن اختلاف بین تیمارها در سطح ۵ درصد (توکی) است.

Means in a column followed by different letters are significantly different (P<0.05, Tukey)

اثر آفت‌کش آبامکتین و عصاره روی طول دوره‌های رشدی سفید بالک پنبه در بستر کشت مخلوط باگا و کوکب گاوی

نتیجه تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری بین عصاره‌ها و آفت‌کش آبامکتین به عنوان متغیر مستقل و پارامترهای بیولوژیکی به عنوان متغیر وابسته نشان داد که بین متغیر طول دوره تخم ($F_{(4, 10)}$=7.485; P<0.01)، طول دوره پورگی ($F_{(4, 10)}$=14.777; P<0.01)، طول دوره شفیرگی ($F_{(4, 10)}$= 7.311; P<0.01)، طول دوره پیش از بلوغ ($F_{(4, 10)}$= 12.532; P<0.01) و طول دوره حشره کامل ($F_{(4, 10)}$=25.88, P<0.01) و کل دوران رشد ($F_{(4, 10)}$=18.056, P<0.01) در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. میانگین متغیرها با استفاده از آزمون Tukey در سطح ۵ درصد گروه‌بندی شده و نتایج بدست آمده در جدول ۵ نشان داده شده است.

نتایج نشان می‌دهد که عصاره‌های کرچک و تلخه بیان نسبت به بقیه تیمارها طول دوره تخم، پورگی، پیش از بلوغ (تخم تا حشره کامل)، حشره کامل و کل دوران رشد و نمو سفید بالک را به طور معنی‌داری افزایش داده‌اند و عصاره آلوئه ورا و آفت‌کش آبامکتین از لحاظ طول دوره تخم و پیش از بلوغ با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. طول دوره‌ی شفیرگی در همه تیمارها در مقایسه با شاهد کاهش یافت.

جدول ۵- اثر عصاره و سم روی طول دوره رشد و نمو (روز±خطای معیار) سفید بالک پرورش یافته روی گوجه فرنگی کاشته شده در بستر کشت مخلوط باگا و کوکب گاوی

Table 5- Effect of extract and pesticide on developmental durations (day±SE) of *B. tabaci* on tomato plants grown in mixture of BAGA and cattle manure vermicompost

تیمار Treatment	تخم Egg	پورگی Nymph	شفیرگی Pupa	پیش از بلوغ Preadult	حشره کامل Adult	کل دوران Total development
Control شاهد	6.82±0.03 ab	11.27±0.30 c	2.92±0.13 a	20.89±0.22 b	10.10±0.20 a	31.00±0.32 bc
Abamectin آبامکتین	6.07±0.39 b	13.84±0.76 b	1.90±0.18 b	21.03±1.04 b	6.33±0.35 b	27.36±1.21 c
Aloe vera آلوئه ورا	6.12±0.47 b	13.87±0.75 b	1.94±0.27 b	21.16±1.30 b	6.32±0.30 b	27.48±1.45 c
Ricinus communis کرچک	7.66±0.02 a	16.45±0.12 a	2.60±0.06 ab	26.59±0.10 a	8.73±0.57 a	35.32±0.67 a
Sophora alopecuriodes تلخه بیان	7.70±0.19 a	15.33±0.18 ab	2.36±0.07 ab	25.18±0.28 a	10.01±0.33 a	35.19±0.33 ab

حروف غیر مشابه در هر ستون برای هر پارامتر این جدول بیانگر داشتن اختلاف بین تیمارها در سطح ۵ درصد (توکی) است.

Means in a column followed by different letters are significantly different (*P*<0.05, Tukey-HSD)

اثر آفت‌کش آبامکتین و عصاره روی طول دوره‌های رشدی سفید بالک پنبه در بستر کشت مخلوط باگا و کوکب پسته

نتیجه تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری بین عصاره‌ها و آفت‌کش آبامکتین به عنوان متغیر مستقل و پارامترهای بیولوژیکی به عنوان متغیر وابسته نشان داد که بین متغیر طول دوره پورگی ($F_{(4, 10)}$=15.665; P<0.01) طول دوره شفیرگی ($F_{(4, 10)}$= 4.718; P<0.05)، طول دوره پیش از بلوغ ($F_{(4, 10)}$= 20.636; P<0.01) و طول دوره حشره کامل ($F_{(4, 10)}$=11.556, P<0.01) و کل دوران رشد ($F_{(4, 10)}$=32.815, P<0.01) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج بدست آمده در جدول ۶ نشان می‌دهد که از لحاظ طول دوره تخم تنها تیمار عصاره کرچک با شاهد اختلاف معنی‌دار داشته است و باعث افزایش طول دوره تخم شد. در مرحله پورگی و شفیرگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها با شاهد وجود ندارد اما در آفت‌کش آبامکتین و آلوئه ورا طول دوران پورگی و شفیرگی نسبت به شاهد کاهش اما در عصاره کرچک و تلخه بیان طول این دوران افزایش پیدا کرد (جدول ۶). در مرحله پیش از بلوغ تنها عصاره آلوئه ورا اختلاف معنی‌دار با شاهد نشان داد و طول این دوره در عصاره آلوئه ورا و آفت‌کش آبامکتین کاهش و در بقیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. طول دوره حشره کامل و کل دوره رشد و نمو سفید بالک در عصاره آلوئه ورا و آفت‌کش آبامکتین نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان دادند اما طول این دوران در دو عصاره کرچک و تلخه بیان اختلاف معنی‌دار با شاهد نشان ندادند.

جدول ٦- اثر عصاره و سم روی طول دوره رشد و نمو مراحل پیش از بلوغ سفید بالک پرورش یافته روی گوجه فرنگی کاشته شده در بستر کشت مخلوط باگا و کوکب پسته

Table 6- Effect of extract and pesticide on developmental durations (day±SE) of *B. tabaci* on tomato plants grown in mixture of BAGA and pistachio waste vermicompost

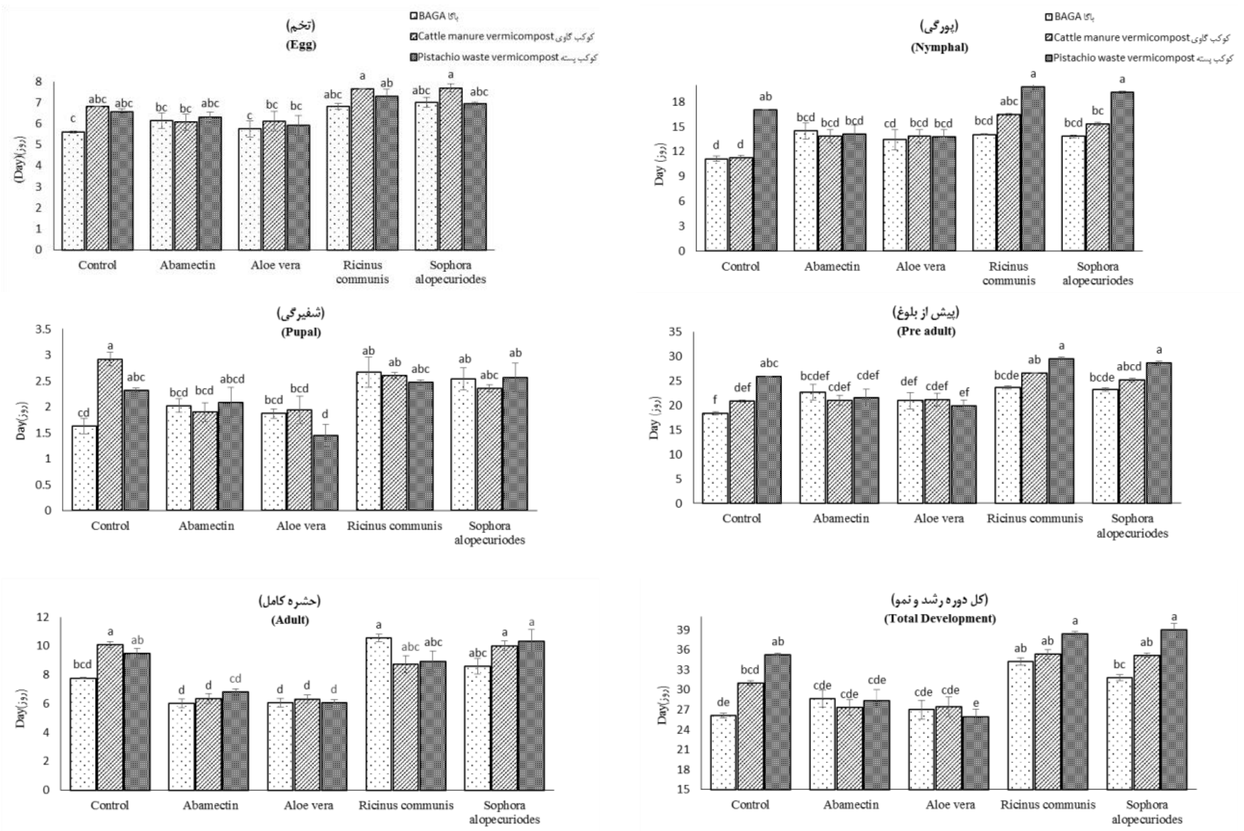
تیمار Treatment	تخم Egg	پورگی Nymph	شفیرگی Pupa	پیش از بلوغ Preadult	حشره کامل Adult	کل دوران Total development
Control شاهد	6.56±0.14 ab	17.05±0.07 ab	2.32±0.04 ab	25.86±0.09 ab	9.47±0.34 a	35.23±0.29 a
Abamectin آبامکتین	6.32±0.24 ab	14.08±1.16 b	2.09±0.28 ab	21.59±1.71 bc	6.81±0.22 bc	28.40±1.69 b
Aloe vera آلوئه ورا	5.91±0.47 b	13.76±0.84 b	1.45±0.21 b	19.93±1.09 c	6.05±0.23 c	25.98±1.14 b
Ricinus communis کرچک	7.29±0.35 a	19.83±0.67 a	2.47±0.05 a	29.52±0.33 a	8.91±0.72 ab	38.42±0.39 a
Sophora alopecuriodes تلخه بیان	6.94±0.08 ab	19.17±0.11 a	2.57±0.28 a	28.64±0.31 a	10.33±0.82 a	38.97±0.98 a

حروف غیر مشابه در هر ستون برای هر پارامتر این جدول بیانگر داشتن اختلاف بین تیمارها در سطح ۵ درصد (توکی) است.

Means in a column followed by different letters are significantly different (P<0.05, Tukey)

اثر آفت کش آبامکتین، عصاره و بستر کشت روی طول دوره‌های رشدی سفید بالک پنبه

نتایج نشان داد که بین متغیر طول دوره تخم ($F_{(14, 30)}$=5.399; P<0.01)، طول دوره پورگی ($F_{(14, 30)}$=14.393; P<0.01) طول دوره شفیرگی ($F_{(14, 30)}$= 6.654; P<0.01)، طول دوره پیش از بلوغ ($F_{(14, 30)}$= 12.170; P<0.01) و طول دوره حشره کامل ($F_{(14, 30)}$=17.211, P<0.01) و کل دوران رشد ($F_{(14, 30)}$=21.979, P<0.01) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. تنها دو عصاره کرچک و تلخه بیان در بستر کشت کوکب گاوی بطور معنی‌داری باعث افزایش طول دوره‌ی تخم سفید بالک شدند و بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار با شاهد نشان ندادند. نوع بستر کشت روی طول دوره پورگی در تیمارهای شاهد، عصاره کرچک و تلخه بیان مؤثر بود و بستر کشت حاوی ورمی‌کمپوست در مقایسه با باگا باعث افزایش طول این دوره شد که این افزایش دوره در کوکب پسته معنی‌دار بود. در تیمارهای آبامکتین و عصاره آلوئه ورا نوع بستر کشت در طول دوره پورگی تفاوت معنی‌دار ایجاد نکرد، همه‌ی تیمارها به جزء دو ترکیب آبامکتین همراه با کوکب پسته و کوکب گاوی طول دوره‌ی پورگی را افزایش دادند. کمترین طول دوره پورگی در شاهد و در بستر کشت باگا (۱۴/۳۴±۱۱/۰ روز) و طولانی‌ترین دوره پورگی در سفید بالکان تیمار شده با کرچک و کوکب پسته، (۱۹/۰±۸۳/۶۷ روز) مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر عصاره و سم روی طول دوره رشد و نمو (SE±روز) سفید بالک پنبه پرورش یافته روی گوجه فرنگی کاشته شده در سه بستر کشت مختلف

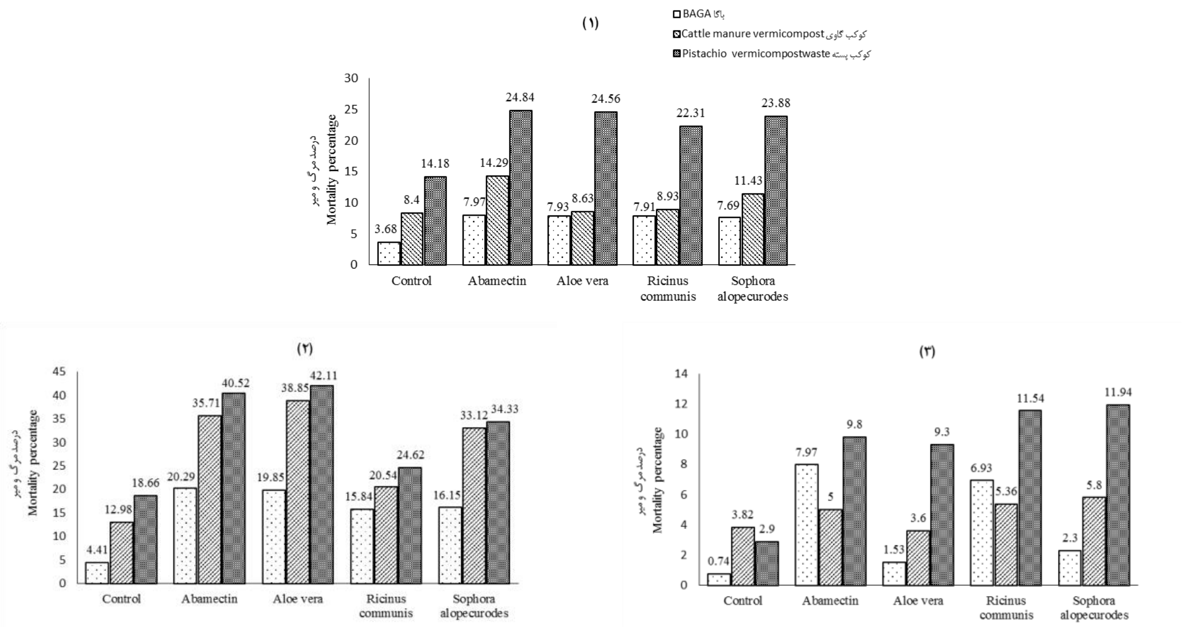
Figure 1- Effect of extract and pesticide on developmental durations (day±SE) of *B. tabaci* on tomato plants grown in three different growth media

از لحاظ طول دوره شفیرگی تنها در تیمار شاهد نوع بستر کشت تفاوت معنی‌داری ایجاد کرد، در حالی‌که در بقیه‌ی تیمارها نوع بستر کشت در طول این دوره تأثیر معنی‌دار نشان ندادند. طول دوره شفیرگی از ۱/۶۳روز (حداقل دوره شفیرگی) در تیمار شاهد پروش یافته در باگا تا ۲/۹۲روز (حداکثر دوره شفیرگی) در تیمار شاهد پروش یافته در کوکب گاوی متغیر بود (شکل ۱). تأثیر نوع بستر کشت روی

طول عمر حشره کامل، تنها در تیمار شاهد مشاهده شد و طـول ایـن دوره در سفید بالک پرورش یافته در بستر کشت حاوی ورمی‌کمپوست افزایش پیدا کرد (شکل ۱). به طور کلی از لحاظ کل دوره رشد و نمـو سفید بالک (از تخم تا مرگ حشره) در تیمار شاهد طول ایـن دوره در بستر کشت کوکب پسته افـزایش معنـی‌دار پیـدا کـرد. در تیمارهـای آبامکتین، آلوئه ورا و کرچک نوع بسـتر کشـت روی طـول ایـن دوره تأثیر معنی‌دار نشان نداد. در حالی‌که در عصاره تلخه بیـان نـوع بسـتر کشت تأثیر معنی‌داری داشت، بطوری‌که طولانی‌ترین دوره رشد و نمو سفید بالک در بستر کشت کوکب پسته (۹۷/۹۸±۳۸/۰) مشاهده شـد و این بستر کشت نسبت به باگا اختلاف معنی‌داری نشـان داد (شـکل ۱).

اثر دز زیر کشنده‌ی عصاره‌های گیاهی، آفت کش آبـامکتین و ورمی‌کمپوست روی میزان مـرگ و میـر مراحـل پـیش از بلوغ سفید بالک

میزان مرگ و میر هر یک از مراحل پیش از بلوغ سفید بالک بعـد از رها سازی روی گوجه‌های تیمار شده با عصاره و آفت‌کش آبامکتین محاسبه شد و در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۲ مشخص است مقایسه‌ی سه بسـتر کشـت باگـا، کوکـب گـاوی و کوکب پسته نشان می‌دهد که میزان تلفات تخم و پـوره سـفید بالـک روی گوجــه‌هــای پــرورش یافتــه در بســترهــای کشــت حــاوی ورمی‌کمپوست بیشتر از گوجه‌های پرورش یافته در باگای خـالی بـود. بیشترین میزان تلفات در مرحله‌ی تخـم را آفـت‌کـش آبـامکتین روی حشرات پرورش یافته در کوکب پسته ایجاد کرد (۲۴/۸۴ درصـد) و در بین عصاره‌ها، بیشترین و کمترین کشندگی به ترتیب برای آلوئـه‌ورا و کرچک ثبت شد. در هر تیمار کمترین و بیشترین میزان مـرگ و میـر تخم به ترتیب در بستر کشت باگا و کوکب پسته ثبت گردیـد (شـکل ۲-۱). از نظر تأثیر تیمارها روی میزان تلفات پوره‌ها، بیشترین میـزان تلفات را ترکیب کوکب پسته و عصاره آلوئه‌ورا (۴۲/۱۱ درصـد) ایجـاد کردند و کمتـرین آن در تیمـار شـاهد و در بسـتر کشـت باگـا (۴/۴۱ درصد) مشاهده شد (شکل ۲-۲). نتایج درصد تلفات شـفیره‌هـا نشـان داد که در این مرحله نیز بیشترین تلفـات هـر تیمـار در بسـتر کشـت کوکب پسته بدست آمد و در این بستر کشـت، عصـاره‌ی تلخـه بیـان بیشترین و عصاره‌ی آلوئه ورا کمترین میـزان تلفـات را ایجـاد کردنـد (شکل ۲-۳). با توجه به نتایج، در بستر کشت حاوی ورمـی‌کمپوسـت در مقایسه با باگا تلفات بیشتری مشاهده شد و کوکب پسته در مقایسه با کوکب گاوی برای کنترل جمعیت سـفید بالـک بـه مراتـب مـؤثرتر عمل کرد. در مرحله تخم، پورگی و شفیرگی بیشترین میزان تلفـات را به ترتیب آفت‌کش آبامکتین، عصـاره آلوئـه ورا و تلخـه بیـان ایجـاد کردند و در همه مراحل کمترین میزان تلفات در تیمار شاهد مشـاهده شد.



شکل ۲- درصد مرگ و میر تخم (۱)، پوره (۲) و شفیره (۳) سفید بالک *B. tabaci* پرورش یافته روی گوجه فرنگی کاشته شده در سه بستر کشت مختلف

Figure 2- Effect of extract and pesticide on mortality percentage of *B. tabaci* prematurity stages, egg (1), nymph (2) and pupa (3) on tomato plants grown in three different growth media

تأثیر ورمی‌کمپوست روی میزان ترکیبات فنولیکی گیاه:

میزان ترکیبات فنولیکی موجود در برگ‌های گوجه فرنگی کاشته شده در بستر کودی کوکب پسته، کوکب گاوی و همچنین بستر آماده کشت باگا محاسبه و با یکدیگر مقایسه شد (جدول ۷). میزان ترکیبات فنولیکی موجود در برگ‌های گوجه فرنگی کاشته شده در کوکب پسته۱/۲۷ ± ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بدست آمد که بطور معنی داری ($F_{(2,\ 9)}=7.34,\ P<0.05$) از میزان ترکیبات فنولیکی موجود در برگ‌های گوجه فرنگی کاشته شده در باگا (۰۸/۰۱±۶/۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بالاتر بود. برگ‌های گیاهان گوجه‌ی کاشته شده در کوکب گاوی از لحاظ میزان ترکیبات فنولیکی در گروه میانه قرار گرفتند.

جدول ۷- میانگین ترکیبات فنولی موجود در برگ‌های گوجه فرنگی کاشته شده در بستر کشت باگا، کوکب گاوی و کوکب پسته

Table 7- Means±SE of total phenolic contents of tomato leaves treated with vermicompost derived from pistachio waste vermicompost, cattle manure vermicompost and BAGA

تیمار Treatment	ترکیبات فنولیکی Phenolic compounds (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر (mg/ml))
Pistachio waste vermicompost کوکب پسته	10±1.27 a
Cattle manure vermicompost کوکب گاوی	7.28±0.06 ab
BAGA باگا	6.08±0.01 b

حروف غیر مشابه در هر ستون برای هر پارامتر این جدول بیانگر داشتن اختلاف بین تیمارها در سطح ۵ درصد (توکی) است.

Means in a column followed by different letters are significantly different (P<0.05, Tukey)

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق بیشترین میزان تلفات در مرحله تخم توسط آبامکتین، در مرحله پورگی توسط عصاره آلوئه‌ورا و در مرحله شفیرگی توسط عصاره تلخه بیان ثبت شد. شایان ذکر است که در همه مراحل، میزان تلفات هر تیمار در بستر کودی پسته به مراتب بیشتر از بستر آماده کشت باگا و کود گاوی می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که ترکیب کود کوکب پسته با آفت‌کش و یا عصاره بسیار کشنده‌تر از ترکیب کوکب گاوی با آفت‌کش و یا عصاره عمل کرده است. آفت‌کش آبامکتین از لحاظ طول دوره انکوباسیون تخم در سه بستر کشت مختلف تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. زیبایی و اسماعیلی (۸۱)، تأثیر غلظت‌های زیرکشندگی سم آبامکتین را روی نتاج پروانه مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep.: Gelechiidae) بررسی کردند، نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که طول دوره انکوباسیون تخم در نتاج حاصل از لاروهای تیمار شده با غلظت LC_{30} آبامکتین هیچ تفاوت معنی‌داری با شاهد ندارد که مشابه با نتیجه تحقیق حاضر است (۸۱). سم آبامکتین در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش دوره پورگی سفید بالک پروش یافته در بستر کشت باگا اما در بستر کوکب گاوی باعث کاهش دوره‌ی پورگی شد. اسماعیلی و همکاران (۳۱) تأثیر آفت‌کش آبامکتین، ایمیداکلوپرید، پی‌متروزین و دیازینون را روی مراحل مختلف رشدی سفید بالک مطالعه کردند و گزارش دادند که میزان تلفات آفت‌کش آبامکتین در مراحل تخم، پورگی و شفیرگی به ترتیب ۲۵٪، ۲۰٪ و ۶٪ می‌باشد. در تحقیق حاضر میزان تلفات آبامکتین در ۳ مرحله تخم، پورگی و شفیرگی در بستر کشت باگا، به ترتیب ۷/۹، ۲۰/۲۹، ۷/۹۷ درصد بدست آمد. که این میزان تلفات با اضافه کردن ورمی‌کمپوست گاوی به ۱۴/۲۹، ۳۵/۷۱ و ۵ درصد و با اضافه شدن کوکب پسته به بستر کشت تلفات تخم، پوره و شفیره به ترتیب به ۲۴/۸۴، ۴۲/۵۰ و ۹/۸ درصد رسید. بنابراین مقایسه‌ی بین نتایج تحقیق حاضر با نتایج اسماعیلی و همکاران (۳۱) نشان می‌دهد که بیشترین تأثیر اضافه کردن کود ورمی‌کمپوست به بستر کشت گیاه، در مرحله پورگی سفید بالک می‌باشد، چرا که با اضافه شدن کود ورمی‌کمپوست صرف نظر از نوع آن، میزان تلفات سفید بالک در مرحله پورگی به۳۵/۷۱٪ و ۴۰/۵۲٪ (به ترتیب در کوکب گاوی و کوکب پسته) رسید. اسماعیلی و همکاران (۳۱)، گزارش دادند که سم آبامکتین طول دوره‌ی پیش از بلوغ سفید بالک را افزایش داد که با نتایج تحقیق حاضر هم خوانی دارد، چرا که در این مطالعه آبامکتین باعث طولانی‌تر شدن دوره‌ی پیش از بلوغ سفید بالک در گوجه‌های پرورش یافته در بستر کشت باگا و کوکب گاوی شد، کاهش در دریافت غذا و در نهایت کاهش در توانایی تبدیل غذا به بیوماس باعث افزایش طول دوره لاروی می‌شود که این مسئله به احتمال زیاد به دلیل مکانیسم‌های هورمونی می‌باشد چرا که رشد و نمو اکثر حیوانات به‌وسیله غذایی که دریافت می‌کنند تنظیم می‌شود (۱۶). دی چر و همکاران (۲۶)، نشان دادند که دزهای زیرکشنده آبامکتین میزان تغذیه و تحرک *Lymantria dispar* (L.) (Lep.:Erebidae) را کاهش می‌دهد. این تأثیر آبامکتین به‌خاطر مکانیسم اثر آن می‌باشد چرا که اثر بازدارندگی روی گیرنده‌های گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) دارد، GABA یک ناقل شیمیایی است که روی هماهنگی ماهیچه هایی که در تغذیه نقش دارند مداخله می کند (۸۱). اما طول

دوره پیش از بلوغ سفید بالک‌ها روی گوجه های رشد یافته در بستر کشت حاوی کوکب پسته در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت. این اختلاف نشان می‌دهد که نوع بستر رشد گیاه میزبان در تأثیر سم یا عصاره مؤثر می‌باشد.

عصاره‌ی گیاهی آلوئه‌ورا بیشترین تأثیرش، در ایجاد تلفات روی مرحله‌ی پورگی سفید بالک بود و در بین تمامی تیمارهای مورد آزمایش، بیشترین کشندگی را روی پوره سفید بالک ایجاد کرد. وی و همکاران (۷۴)، گزارش دادند که عصاره اتانولی آلوئه ورا نقش مؤثری در کنترل کنه *Tetranychus cinnabarius* Boisduval (Acari: Tetranychidae) دارد و نتایج تحقیقات ژنگ و همکاران (۸۰) نشان داد که نحوه اثر عصاره‌ی استونی گیاه آلوئه‌ورا به صورت تماسی و دور کنندگی می‌باشد. میزان LC_{50} عصاره‌ی آلوئه‌ورا در بستر کشت حاوی ورمی‌کمپوست و فاقد ورمی‌کمپوست نشان داد که ترکیب عصاره و ورمی‌کمپوست می‌تواند تا حدودی اثر سینرژیستی داشته باشد. سوبرامانیام و همکاران (۷۰)، نیز نشان دادند که کاربرد همزمان عصاره‌ی آلوئه ورا و باکتری *Bacillus sphaericus* علیه پشه (.L) *Aedes aegypti* (Dip.: Culicidae) اثر سینرژیستی دارد و میزان LC_{50} عصاره آلوئه ورا همراه با استفاده از باکتری مذکور کاهش می‌یابد. این عصاره در رشد و نمو تخم، پوره و دوره‌ی پیش از بلوغ در سه بستر کاشت متفاوت تاثیر متفاوتی نشان داد بطوری‌که در مقایسه با شاهد، در بستر کشت باگا و کوکب گاوی باعث افزایش طول دوره پیش از بلوغ و در بستر کشت کوکب پسته باعث کاهش طول این دوره شده است. این نشان می‌دهد بستر کشت گیاه در تأثیر عصاره‌ها حائز اهمیت است و یک عصاره روی یک میزبان اما با بستر کشت متفاوت تأثیر متفاوتی دارد. کاهش دوره‌ی پیش از بلوغ سفید بالک که در این تحقیق روی عصاره آلوئه ورا در بستر کشت کوکب پسته بدست آمد، مشابه نتایج خسروی و همکاران (۴۲) می‌باشد. این محققین اثر عصاره‌ی *Artemisia* sp. (Asteraceae) را روی *Glyphodes pyloalis* Walker (Lep.: Pyralidae) بررسی کردند و گزارش دادند که طول دوره‌ی لاروی و بلوغ این پروانه در غلظت LC_{20} عصاره فوق کاهش می‌یابد. همچنین جعفربیگی و همکاران (۳۷)، اثر ۴ عصاره آویشن، کلپوره، شاه‌تره و استبرق را روی مراحل زیستی سفید بالک بررسی کردند و گزارش دادند که عصاره‌های آویشن و کلپوره باعث کاهش طول دوره‌ی رشدی سفید بالک‌ می‌شوند.

المزراوی و عطیات (۵)، سه عصاره‌ی *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae)، *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) و *Avena strigosa* Schreb (Poaceae) را به دلیل اینکه باعث تلفات بیش از ۵۰ درصد در مراحل نابالغ سفید بالک می‌شوند از مؤثرترین عصاره‌ها برای کنترل سفید بالک معرفی کردند. در این تحقیق نیز در مرحله پورگی عصاره‌ی آلوئه ورا باعث تلفات ۳۸/۸۵ و ۴۲/۱۱ درصدی به ترتیب در بستر کوکب گاوی و کوکب پسته شد. در واقع عصاره آلوئه‌ورا در مقایسه با سایر عصاره‌های مورد آزمایش بهترین اثر کشندگی را روی سفید بالک دارد. این عصاره در حد آفت‌کش آبامکتین باعث مرگ و میر تخم‌های سفید بالک می‌شود و حتی در مرحله پورگی تلفات بیشتری نسبت به آبامکتین در پوره‌ها ایجاد می‌کند.

عصاره گیاهی کرچک نیز روی رشد و نمو مراحل مختلف رشدی سفید بالک مؤثر است و در دوره‌های تخم، پورگی و پیش از بلوغ خاصیت بازدارندگی رشد را در هر سه نوع بستر کشت نشان داد. در این تیمار، اختلاف معنی‌داری بین ۳ بستر کشت از لحاظ طول دوره‌ی شفیرگی وجود ندارد و طول عمر حشرات کامل در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست کاهش یافت. بطور کلی نوع بستر کشت در تأثیرگذاری عصاره کرچک روی طول دوره رشد و نمو پیش از بلوغ سفید بالک پنبه قابل ملاحظه است و در بستر کشت کوکب پسته نسبت به کوکب گاوی اثر بازدارندگی بیشتری نشان داد. این عصاره درصد مرگ و میر بیشتری در مرحله شفیرگی نسبت به شاهد ایجاد کرد و تأثیر این عصاره همانند سایر عصاره‌ها و آبامکتین از لحاظ میزان تلفات در دو نوع بستر کشت گیاهی متفاوت بود. بطوری‌که در بستر کاشت کوکب پسته مرگ و میر بیشتری نسبت به کوکب گاوی ایجاد کرد. محققین مختلفی خاصیت حشره‌کشی بذر کرچک را گزارش داده‌اند (۱۷، ۳۴ و ۴۴). همچنین آجبکو کوجو و همکاران (۲)، گزارش دادند که عصاره آبی بذر کرچک باعث تلفات ۱/۷۲ ± ۴۱/۱ درصدی لاروهای سن سوم *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae) بعد از گذشت ۷۲ ساعت می‌شود. آنیتی و همکاران (۸)، فعالیت لاروکشی عصاره کرچک را روی لاروهای سن ۲ و ۴ پشه‌های *Aedes caspius* (Pallas)، *Culex pipiens* (Linne.)، *Culiseta longiareolata* (Aitken)، و *Anopheles maculipennis* (Meigen) گزارش دادند. صالحی و سمیع (۶۷)، خاصیت حشره‌کشی بذر کرچک را روی پوره سن ۵ پسیل پسته گزارش دادند. سمیت گیاه کرچک به وجود ریسین (ricin) یک گلیکوپروتئین غلیظ شده و قابل حل در آندوسپرم دانه نسبت داده شده است، که این ماده سمی در سایر قسمت‌های گیاه کرچک نیز وجود دارد ولی مقدار آن نسبت به اندوسپرم کمتر است (۲۴، ۳۰، ۳۳ و ۴۳). ریسین از طریق غیرفعال کردن RNA ریبوزومی و ممانعت از سنتز پروتئین باعث مرگ سلول می‌شود (۵۶، ۶۵ و ۷۳).

عصاره تلخه بیان نیز با بیشترین تأثیر خود در بستر کشت کوکب پسته باعث تلفات قابل ملاحظه‌ای در مرحله‌ی تخم (۲۳/۸۸ درصد)، پورگی (۳۴/۳۳ درصد) و شفیرگی (۱۱/۹۴ درصد) سفید بالک شد. بر اساس نتایج تحقیقات صالحی و سمیع (۶۷) عصاره تلخه بیان خاصیت کشندگی بالایی علیه پوره سن ۵ پسیل پسته نیز دارد. همچنین مائو و هندرسون (۴۹)، خاصیت کشندگی عصاره تلخه بیان

Sophora flavescens علیه موریانه *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae) گزارش دادند. این محققین دو آلکالوئید عمده در گونه *S. flavescens* را Matrine و Oxymatrine معرفی نمودند و بر اساس آزمایشات خود گزارش دادند که خاصیت ضد تغذیه‌ای شدیدی علیه موریانه مذکور دارند. کوکوک بویاسی و همکاران (۴۴)، گزارش دادند که از ۲۷ آلکالوئید استخراج شده در اندام‌های هوایی تلخه بیان *S. alopecuroides* دو آلکالوئید Matrine، Sophoridine از عمده‌ترین آلکالوئیدها می‌باشند که خاصیت کشندگی علیه باکتری‌های *Staphylococcus aureus*، *Bacillus subtilis* و *Escherichia coli* و قارچ‌های *Candida albicans* و *Candida krusei* دارند. نتایج تحقیقات یانگ و همکاران (۷۶)، نشان داد که عصاره *S. alopecuroides* خاصیت ضد تغذیه‌ای علیه *Clostera anastomosis* (Lep.: Notodontidae) L. دارد و باعث کاهش رشد و تولید مثل این آفت نیز می‌شود. یانگ و ژائو (۷۸)، اثر آلکالوئیدهای مختلف گیاه *S. alopecuroides* را روی تخمگذاری حشره *Plagiodera versicolora* Laicharting (Col.: Chrysomelidae) بررسی کردند و گزارش دادند که آلکالوئیدهای sophocarpine، matrine و aloperine به ترتیب به میزان ۶۱/۲٪، ۶۱/۳٪ و ۴۶/۳٪ از تخمگذاری این آفت جلوگیری می‌کنند. همچنین چوآنگسین و همکاران (۲۲)، خاصیت حشره‌کشی گیاه *S. alopecuroides* را روی *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) (Hem.: Lygaeidae) گزارش دادند. در مورد نحوه اثر عصاره تلخه بیان منابع زیادی در دسترس نمی‌باشد اما یانگ و همکاران (۷۷)، علت تلفات ایجاد شده در *C. anastomosis* بواسطه‌ی استفاده از عصاره تلخه بیان را این طور گزارش دادند که آلکالوئیدهای تلخه بیان تعادل دینامیکی بین آنزیم‌های catalase (CAT)، superoxide dismutase (SOD) و peroxidase (POD) موجود در *C. anastomosis* را بهم زده و منجر به تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود و سطح رادیکال‌های آزاد در این حشره افزایش می‌یابد و در نتیجه منجر به اختلال در لارو این حشره می‌شوند. در همین راستا عسکری و همکاران (۱۲)، نیز گزارش دادند که عصاره تلخه بیان مانع از فعالیت پروتئینازهای معده میانی (gut proteinase) در *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lep.: Noctuidae) می‌شود.

نتایج تلفات مراحل مختلف رشدی سفید بالک نشان می‌دهد که اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث ایجاد تلفات در سفید بالک می‌شود. مطالعات زیادی کاهش جمعیت آفات را هنگام استفاده از مواد آلی و ورمی‌کمپوست نشان داده است (۶، ۳۱، ۵۱، ۵۳، ۶۳ و ۷۹) که نتایج تحقیق حاضر با نتایج تمامی آنها هم خوانی دارد. احمدی الموتی و همکاران (۳)، اثر غلظت‌های مختلف ورمی‌کمپوست (۱۰٪، ۲۰٪ و ۴۰٪) را روی میزان مرگ و میر مراحل مختلف رشدی *B. tabaci* بررسی کردند و گزارش دادند که اضافه کردن ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست به بستر کاشت، به ترتیب باعث تلفات ۰/۸۱۶ ± ۱۰، ۰/۹۵۷ ± ۱۰/۵ و ۱/۲۵۸ ± ۱۰/۵ درصدی در مرحله تخم می‌شود. همچنین در نتایج احمدی و همکاران (۳) تلفات ۲/۴۵ ± ۱۹/۳۸، ۲/۳۶ ± ۲۵/۶۲ و ۲/۶۳ ± ۳۲/۴۰ (به‌ترتیب در غلظت‌های ۱۰٪، ۲۰٪ و ۴۰٪) در مرحله پورگی سفید بالک گزارش شد. رائو (۶۱ و ۶۲) گزارش داد که ورمی‌کمپوست بطور معنی داری باعث کاهش جمعیت حشرات مکنده مثل زنجره، شته، کنه دونقطه‌ا ی در بادام زمینی می‌شود. همچنین آرانکن و همکاران (۱۰) اثر ورمی‌کمپوست را در ۳ غلظت ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد روی جمعیت کنه دو نقطه‌ای، شپشک آرد آلود و شته سبز هلو بررسی کردند و گزارش دادند ورمی‌کمپوست باعث کاهش جمعیت آفات مذکور می‌شود. رزمجو و همکاران (۶۴) نیز گزارش دادند که جمعیت شته *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) با اضافه کردن ورمی‌کمپوست به بستر کشت خیار کاهش می‌یابد. کاردوزا (۱۹)، اثر دو نوع ورمی‌کمپوست را روی آفت *H. zea* بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که میزان مرگ و میرآفت روی گیاه شاهد ۲۰٪ در حالی‌که روی گیاهان رشد کرده در ۲ نوع بستر کودی ورمی‌کمپوست ۴۱ و ۵۳ درصد بود. در تحقیق حاضر میزان ترکیبات فنولی موجود در برگ‌های گیاه گوجه فرنگی کاشته شده در کوکب پسته و کوکب گاوی محاسبه و با میزان ترکیبات فنولی موجود در گیاه گوجه کاشته شده در باگا مقایسه شد. ترکیبات فنولی یکی از مهمترین متابولیت‌های ثانویه هستند که در مقاومت آنتی بیوز و آنتی زنوز گیاه در برابر گیاهخواران نقش دارند (۳۴). اثرات بازدارندگی ترکیبات فنولی روی خیلی از حشرات مطالعه و گزارش شده است. به عنوان مثال، خاصیت ضد تغذیه‌ای گندم در شته *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hem.: Aphididae) بخاطر وجود ترکیبات فنولی در این گیاه گزارش شده است (۲۶) و خاصیت دور کنندگی این ترکیبات روی *Myzus persicae* (Sulzer)، *Acyrthosiphon pisum* (Harris) و *S. graminum* اثبات شده است (۴۰). همچنین، در گیاه گوجه فرنگی، تجمع ترکیبات فنولی در تریکوم‌های غده‌ای موجود در برگ‌ها در ایجاد مقاومت آنتی بیوز علیه *H. zea* نقش مؤثری دارد (۲۷). نتایج این تحقیق نشان داد که میزان ترکیبات فنولی در برگ‌های گوجه کاشته شده در کوکب پسته بطور معنی‌داری بالاتر از گیاهان کاشته شده در باگا (شاهد) بود و میزان تلفات سفید بالک روی این گیاهان بیشتر از گیاه شاهد و حتی گیاهان رشد یافته در بستر کوکب گاوی بود (شکل ۲). در راستای نتایج تحقیق حاضر، جاود و پنوار (۳۹) و لوجان–هیدالگو و همکاران (۴۷) گزارش دادند که میزان ترکیبات فنولی در گیاهان سویا (*Glycine max* (L.))، عدس سیاه (*Vigna mungo* (L.)) و فلفل (*Piper auritum* (Hoja santa)) کاشته شده در بستر ورمی‌کمپوست افزایش یافته است. آرانکن و همکاران (۱۱) دلایل

مختلفی برای کاهش جمعیت حشرات آفت روی گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست بیان کردند. این محققین بر این باورند که چند مکانیسم می‌تواند سبب ممانعت از رشد حشرات شود که عبارتند از فرم نیتروژن موجود در بافت برگ، تأثیر ورمی‌کمپوست روی در دسترس بودن عناصر غذایی کم مصرف و تولید فنول توسط گیاه بعد از به کار بردن ورمی‌کمپوست، که همگی این موارد منجر به ناخوشایند شدن بافت گیاه برای گیاه‌خوار می‌شود. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اضافه کردن میزان مناسبی از ورمی‌کمپوست می‌تواند به پیاده سازی یک روش کنترل تلفیقی مؤثر علیه سفید بالک پنبه نقش داشته باشد.

منابع:

1- Abbott W.S. 1925. A method of comparing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265–267.

2- Agbéko Kodjo T., Mawussi G., Amadou S., Agboka K., Gumedzoe Y., Mawuena D., and Sanda K. 2011. Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. Journal of Applied Biosciences 43: 2899–2914

3- Ahmadi Almooti Z., and Zarabi M. 2012. Effect of vermicompost on density population and some biological parameters on Bemesia tabaci on tomato. MSc Thesis, University of Tehran, Iran.

4- Akhtar Y., and Isman M. 2004. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. Journal of Applied Entomology 128: 32-38.

5- Al-mazra’awi M.S., and Ateyyat M. 2009. Insecticidal and repellent activities of medicinal plant extrants against sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hom: Aleyrodidae) and its parasitoid *Eretmocerousmundus* (Hym: Aphelinidae). Journal of Pest Science 82: 149-154.

6- Altieri M.A., Ponti L., and Nicholls C.I. 2005. Enhanced pest management through soil health: toward a belowground habitat management strategy. Biodynamics 253: 33-40.

7- Altieri M.A., Ponti L., and Nicholls C.I. 2012. Key issues for sustainable management. P. 72-84. In G.M. Gurr et al (ed.) Biodiversity and Insect Pests. John Wiley & Sons, New Jersey, USA.

8- Aouinty B., Outara S., Mellouki F., and Mahari S. 2006. Évaluation préliminaire de lactivité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communisL.*) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulate* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnology, Agronomy, Society and Environment 10(2): 67-7.

9- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Welsh C., and Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.

10- Arancon N.Q., Galvis P.A., and Edwards C.A. 2005. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioresource Technology 96: 1137-1142.

11- Arancon N.Q., Edwards C.A., Yardim E.N., Oliver T.J., Byrne R.J., and Keeney G. 2007. Suppression of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), mealy bug (*Pseudococcus* sp.) and aphid (*Myzus persicae*) populations and damage by vermicomposts. Crop Protection 26: 29-39.

12- Askari N., Farshbaf Pourabad R., Mohammadi D., and Khaghaninia S. 2016. Effects of Some Plants Seed Extracts on *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) Midgut Protease Activity. Munis Entomology & Zoology 11(1): 26-32.

13- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D., and Shuster W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579–590

14- Baldin E.L.L., Vendramim J.D., and Lourencao A.L. 2007. Interaction between resistant tomato genotypes and plant extracts on *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B. Scientia Agricola 64: 476-481.

15- Behnamian M., and Masiha S. 2002. Tomato. Sotoodeh press, Tabriz.

16-Bernard L., and Lagadic L. 1993. Sublethal effects of dietary cyfluthrin on nutritional performance and gut hydrolase activity in larvae of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis,* Pesticide Biochemistry and Physiology 46: 171-180.

17- Bigalke H., and Rummel A. 2005. Medical aspects of toxin weapons. Toxicology 214: 210-220.

18- Borgoni P.C., and Vendramim J.D. 2005. Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp. Sobreo desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. Neotropical Entomology 34: 311–317.

19- Cardoza Y.J. 2011. *Arabidopsis thaliana* resistance to insects, mediated by an earthworm-produced organic soil amendment. Pest Management Science 67: 233–238.

20- Cardoza Y.J., and Buhler W.G. 2012. Soil organic amendment impacts on corn resistance to *Helicoverpa zea:*

Constitutive or induced?. Pedobiologia 55: 343–347.
21- Chau L.M., and Heong K.L. 2005. Effects of organic fertilizers on insect pest and disease of rice. Omonrice 13: 26–33
22- Chuanxing W., Hongjin B., and Lili Z. 2007. Insecticidal Activity of Alkaloids from *Sophora alopecuroides* against *Oncopeltus fasciatus*. Journal of Tarim University 4: 52-59.
23- Cunha U.S., Vendramim J.D., Rocha W.C., and Vieira P.C. 2005. Potencial de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) comofonte de substâncias com atividade inseticida sobre a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology 34: 667–673.
24- Darby S.M., Miller M.L., and Allen R.O. 2001. Forensic determination of ricin and the alkaloid marker ricinine from castor bean extracts. Journal of Forensic Sciences 46(5): 1033-1042.
25- 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.
26- Deecher D.C., Brezner J., and Tanenbaum S.W. 1990 Sublethal eefects of avermectin and milbemycin on the *gypsy moth* (Lepidoptera: Lymantriidae), Journal of Economic Entomology 83(3): 710-714.
26- Dreyer D.L., and Jones K.C. 1981. Aphid feeding deterrents in wheat: Feeding deterrency of flavonoids and related phenolics towards *Schizaphis graminum* and *Myzus persicae:* aphid feeding deterrents in wheat. Phytochemistry 20: 2489-2493.
27- Duffey S.S., and Isman M.B. 1981. Inhibition of insect larval growth by phenolics in glandular trichomes of tomato leaves. Cellular and Molecular Life Sciences 37: 574–576.
28- Edwards C.E., Arancon N.Q., Vasko-Bennett M., Askar A., Keeney G., and Little B. 2010. Suppression of green peach aphid (*Myzus periscae*) (Sulz.), citrus mealyug (*Planococcus citri*) (Risso), and two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Koch.) attacks on tomatoes and cucumbers by aqueous extracts from vermicomposts. Crop Protection 29: 80-93.
29- Elbert A., and Nauen R. 2000. Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. Pest Management Science 56: 60–64.
30- El-Nikhely N., Helmy M., Saeed H.M., Shama L.A.A., and El-Rahman Z.A. 2007. Ricin A chain from Ricinus sanguineus: DNA Sequence, structure and toxicity. Protein Journal 26: 481 489.
31- Esmaeily S., Samih M.A., Zarabi M., and Jafarbeigi F. 2014. Sublethal effects of some synthetic and botanical insecticides on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Journal of Plant Protection Research 54(2): 171-178.
32- Fancelli M., Vendramim J.D., Louracano A.L., and Dias C.T.S. 2003. Attractiveness and oviposition preference of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B in tomato genotypes. Neotropical Entomology 32: 319–328. (In Portuguese with English abstract)
33- Frederiksson S-Å., Hulst A.G., Artursson E., de Jong A.d.L., Nilsson C., and Baar B.L.M. 2005. Forensic Identification of Neat Ricin and of Ricin from crude Castor Bean Extracts by Mass Spectrometry. Analytical Chemistry 7: 1545-1555.
34- Harborne J.B. 2001. Twenty-five years of chemical ecology. Natural Product Reports 18: 361-379.
35- He X., Carter J.M., Brandon D.L., Cheng L.W., and McKeon T.A. 2007. Application of a real time polymerase chain reaction method to detect castor toxin contamination in fluid milk and eggs. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55: 6897-6902.
36- Heidary A. 2003. Sublettal effects of Pyriproxyfen, Buprofezin and Fenpropathrin on reproductive parameters of Trialeuroides vaporariorum. Journal of pests and Plant Deseases 71(20): 29-46. (In Persian with English abstract)
37- Inbar M., and Gerling D. 2008. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. Annual Review of Entomology 53: 431–448.
38- Jafarbeigi F., Samih M.A., Zarabi M., and Esmaeily S. 2012. Age Stage Two-Sex Life Table Reveals Sublethal Effects of Some Herbal and Chemical Insecticides on Adults of *Bemisia tabaci* (Hem.: Aleyrodidae). Hindawi 2014: 1-9.
39- Javed S., and Panwar A. 2013. Effect of biofertilizer, vermicompost and chemical fertilizer on different biochemical parameters of *Glycine max* and *Vigna mungo*. Recent Research in Science and Technology 5: 40-44.
40- Jones K.C., and Klocke J.A. 1987. Aphid feeding deterrency of ellagitannins, their phenolic hydrolysis products and related phenolic derivatives. Entomologia Experimentalis et Applicata 44: 229-234.
41- Kesmati M., Raei H., and Zadkarami M. 2006. Comparison between sex hormones effects on locomotor activity behavior in presence of matricaria chamomillahydroalcholic extract in gonadectomized male and female adult mice. Iranian Journal of Biology 9(1): 98-108. (In Persian with English abstract)
42- Khosravi R., Jalali Sendi J., Ghadamyari M., and Yezdani E. 2011. Effect of sweet wormwood *Artemisia annua* crude leaf extracts on some biological and physiological characteristics of the lesser mulberry pyralid, *Glyphodes pyloalis*. Journal of Insect Science 11(156): 121-129.

43- Kozlov J.V., Sudarkina O.J., and Kurmanova A.G. 2006. Ribosome-inctivating lectins of plants. Molecular Biology 40: 635-646.
44- Küçükboyaci N., Özkan S., Adigüzel N., and Tosun F. 2009. Characterisation and antimicrobial activity of *Sophora alopecuroides* L. var. *alopecuroides* alkaloid extracts. Turkish Journal of Biology 35(2011): 379-385.
45- Kumar O., Lakshmana Rao P.V., Pradhan S., Jayaraj R., Bhaskar A.S., Nashikkar A.B., and Vijayaraghavan R., 2007. Dose dependent effect of ricin on DNA damage and antioxidant enzymes in mice. Cell and Molecular Biology (Noisy.-le-grand) 53: 92-102.
46- Lazcano C., and Dominguez J. 2011. The use of vermicompost in sustainable agriculture: Impact on plant growth and soil fertility. p. 230-254. In M. Miransari (ed.) Soil Nutrients, Nova Science Publishers, New York.
47- Lujan-Hidalgo M.C., Gomez-Hernandez D.E., Villalobos-Maldonado J.J., Abud-Archila M., Montes-Molina J.A., and Enciso-Saenz S. 2016. Effects of vermicompost and vermiwash on plant, phenolic content, and anti-oxidant activity of Mexican pepperleaf (*Piper auritum* Kunth) cultivated in phosphate rock potting media. Compost Science and Utillage, Published online: 5 Aug 2016; DOI: 10.1080/1065657X.2016.1202796
48- Malumphy C., Delaney M., Pye D., and Quill J. 2010. Screening sticky traps under low magnification for adult *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) and *Aleyrodes* spp. (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae). EPPO Bulletin 40: 139-146.
49- Mao L., and Henderson G. 2007. Antifeedant Activity and Acute and Residual Toxicity of Alkaloids from *Sophora flavescens* (Leguminosae) Against Formosan Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology 100(3): 866-870.
50- Markouk M., Bekkouche K., Larhsini M., Bousaid M., Lazerk H., and Jana M. 2000. Evaluation of some Moroccan medicinal plant extracts for larvicidal activity. Journal of Ethnopharmacology 73: 293–297.
51- Modarres Najafabadi S. 2014. Effect of various vermicompost-tea concentrations on life table parameters of *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae) on rose (*Rosa hybrida* L.) flower. Journal of Ornamental and Horticulture Plant 4: 81-92.
52- Mohamadi P., Razmjou J., and Hassanpour M. 2016. Population Growth Parameters of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on Tomato Plant Using Organic Substrate and Biofertilizers. Journal of Insect Science 17(2): 36; 1–7.
53- Morales H., Perfecto I., and Ferguson B. 2001. Traditional fertilization and its effects on corn insect populations in the Guatemalan highlands. Agriculture, Ecosystems and Environment 84: 145-155.
54- Murrell E.G., and Cullen E.M. 2014. Conventional and organic soil fertility management practices affect corn plant nutrition and *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) larval performance. Environmental Entomology, 43:1264-1274.55- Nakamura Y. 1996. Interactions between earthworms and microorganisms in biological control of plant pathogens. Farming Japan 30: 37-43.
56- Parikh B.A., Tortora A., Li X.P., and Tumer M.E. 2008. Ricin Inhibits Activation of the Unfolded Protein Response by Preventing Splicing of the HAC1 mRNA. Journal of Biological Chemistry 283: 6145-6153.
57- Pavela R. 2006. Insecticidal activity of essential oils against cabbage aphid *Brevicoryne brassicae*. Journal of Essential Oil Bearing Plants 9: 99-106.
58- Pollard D. 1955. Feeding habits oF the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* genn. (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of Applied Biology 43: 664-671.
59- Polo-Pc. 2002. By Tehran university. Versions: 1.0.
60- Rafiee Z., Jafari S.M., Alami M., and Khomeiri M. 2012. Antioxidant effect of microwave assisted extracts of olive leaves on sunflower oil. Journal of Agricultural Science and Technology 14: 52 -61.
61- Rao K.R. 2002. Induce host plant resistance in the management sucking pests of groundnut. Annals of Plant Protection Sciences 10: 45–50.
62- Rao K.R. 2003. Influence of host plant nutrition on the incidence of Spodoptera litura and Helicoverpa armigera on groundnuts. Indian Journal of Entomology 65(3): 386–392.
63- Razmjou J., Mohammadi M., and Hassanpour M. 2011. Effect of vermicompost and cucumber cultivar on population growth attributes of the melon aphid (Hemiptera: Aphididae), Journal of Economic Entomology 104: 1379-1383.
64- Razmjou J., Vorburger C., Mohammadi M., and M. Hassanpour. 2012. Influence of vermicompost and cucumber cultivar on population growth of *Aphis gossypii* Glover. Journal of Applied Entomology 136: 568–575.
65- Roberts L.M., and Smith D.C. 2004. Ricin: the endoplasmic reticulum connection, Toxicon 44(5): 469-472.
66- Robertson J.L., and Preisller H. 1992. Pesticide Biassays with Arthropods. CRC Press, USA.
67- Salehi F., and Samih M.A. 2016. Susceptibility of the common pistachio psyllid Agonoscena pistaciae Burkhardt and Lauterer to several extracts in laboratory. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32(1): 23-43. (In Persian with English abstract)
68- Sayeda F.F., Torkey H., and AY H.M. 2009. Natural extracts and their chemical constituents in relation to toxicity

against whitefly (*Bemisia tabaci*) and aphid (*Aphis cracciovora*). Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3: 3217-3223.

69- Sinha R.K., Nair J., Bharambe G., Patil S., and Bapat P. 2007. Vermiculture revolution: A low-cost & sustainable technology for management of municipal & industrial organic wastes (solid & liquid) by earthworms. P. 159-227. In J.I. Daven and R.N. Klein (eds.) progress in waste management research. Nova Science Publisher, Inc, New York

70- Subramaniam A., Kalimuthu K., Kumara P.M., Murugan K., and Walton W. 2012. Mosquito larvicidal activity of *Aloe vera* (Family: Liliaceae) leaf extract and *Bacillus sphaericus*, against Chikungunya vector, *Aedes aegypti.* Saudi Journal of Biological Sciences 19: 503-509.

71- Szczech M.W., Rondomanski M.W., Brzeski U.S., and Kotowski J. 1993. Supperessive effect of commercial earthworm compost on som root infecting pathogens of cabbage and tomato. Biological Agriculture and Horticulture 10(1): 47-52.

72-Toscano L.C., Boica A.L., and Maruyama W.I. 2002. Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. Scientia Agricola 59(4): 677–681.

73- Utskarpen A., Slagsvold H.H., Iversen T.G., Wälchli S., and Sandvig K. 2006. Transport of ricin from endosomes to the Golgi apparatus is regulated by Rab6A and Rab6A. Traffic 7: 663–672.

74- Wei J., Wei D., Yan-Guo Z., and Vanichpakorn P. 2011. Acaricidal activity of *Aloe vera* L. leaf extracts against *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae). Journal of Asia-Pacific Entomology 14: 353-356.

75- Wheeler D.A., and Isman M.B. 2001. Antifeedant and toxic activity of *Trichilia americana* extract against the larvae of *Spodoptera litura*. Entomologia Experimentalis et Applicata 98: 9-16.

76- Yang Z., Zhao B., Zhu L., Fang J., and Xia L. 2006 a. Inhibitory effects of alkaloids from *Sophora alopecuroides* on feeding, development and reproduction of *Clostera anastomosis.* Frontiers of Forestry in China 1(2): 190-195.

77- Yang Z., Zhu L., Zhao B., and Fang J. 2006 b. Effects of alkaloids from *Sophora alopecuroids* on the activities of digestive and protective enzymes in *Clostera anastomosis*. Journal of Beijing Forestry University 1: 112-122.

78- Yang Z., and Zhao B. 2013. Effects of Alkaloids from *Sophora alopecuroides* on Oviposition Behavior of *Plagiodera versicolora*. Scientia Silvae Sinicae 49(1): 152-160.

79- Yardim E.N., Arancon N.Q., Edwards C.A., Oliver T.J., and Byrne R.J. 2006. Suppression of tomato hornworm (*Manduca quinquemaculata*) and cucumber beetles (*Acalymma vittatum* and *Diabotrica undecimpunctata*) populations and damage by vermicomposts. Pedobiologia 50: 23-29.

80- Zhang Q., Ding L., Li M., Cui W., Ding W., Luo J., and Zhang Y. 2013. Action modes of *Aloe vera* L. extracts against *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acarina: Tetranychidae), Agricultural Sciences 4(3): 117-122.

81- Zibaee I., and Esmaeliy M. 2017. Effect of sublethal doses of abamectin on demographic traits of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechidae), Journal of Plant Protection Research 57(3): 256-267.

82- Inbar M., and Gerling D. 2008. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. Annu. Rev. Entomol. 53: 431–44.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 15-32

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۳۲-۱۵

The Combined Effect of Plant Extracts and Vermicompost on Some of the Biological Characteristics of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae)

R. Sedaghat Baf[1]- M.A. Samih[2]*- H. Zohdi[3]- M. Zarabi[4]
Received: 23-10-2017
Accepted: 22-02-2020

Introduction: The sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), is an economically important pest of a variety of agricultural crops worldwide. The control of sweet potato whitefly largely relies on the use of synthetic insecticides. However, the efficiency of chemical control is questionable with respect to the activity of adults and immatures on the abaxial surfaces of leaves. In addition, under the strong selection pressure of the chemical control, whitefly populations have become resistant to most registered insecticides. Therefore, the search for more environmentally friendly options for whitefly control is necessary. Botanical extracts are broad-spectrum materials, used in pest control and they compared to synthetic ones may be safer for the environment, are, generally, less expensive and are often decomposed to nontoxic products. They are potentially suitable for use in integrated pest management. Recently, in addition to the botanical insecticides, vermicomposting has been also proposed as a safe control method for insect pests. Vermicompost is an organic soil amendment, produced by earthworm digestion of organic waste. Studies show that plants grown in soil amended with vermicompost grow faster, are more productive and are less susceptible to a number of arthropod pests. In this research studied the mortality effect of ethanol extracts of the seeds and leave of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae), *Sophora alopecuriodes* L. (Fabaceae), *Aloe vera* (L.) (Liliaceae) on adults of *B. tabaci* that reared on a tomato that planting in vermicompost from two different sources (pistachio waste and cattle manure). This result was compared with the insecticide abamectin.

Materials and Methods: The experiments were carried out in a completely randomized design and in a growth chamber at 25±2 ºC, photoperiod of 16: 8 (L: D) and with the 55±5 % relative humidity. Seed from the tomato cultivar 'CH-Falat' were sown into the pots (5×10 cm), containing different growth media. The three growth mixtures tested were: (i) 100% BAGA (sterile plant growth media); (ii) 70% BAGA with 30% pistachio waste vermicompost; (iii) 70% BAGA with 30% cattle manure vermicompost. After the bushes reached the 2- 4 leaf stage the bioassay tests were done by using the leaf-dip method. After drying of leaves, 20 adults of *B. tabaci* (24h) were released into each pot. The mixture of ethanol and distilled water (1:10) was as a control. After 72 h, mortality was recorded. To determine the effects of the sub-lethal dose (LC_{25}) on the developmental durations of *B. tabaci*, the tomato pots that were prepared as above mentioned, dipped into LC_{25} concentration of each extract and abamectin, for 5s. After the drying of leaves, 15 pairs of *B. tabaci* adults were released in the pots and the cage was covered on the pot immediately. *B. tabaci* were removed from the plants after 72 hours and only the eggs less than 24 hours old were kept for the recording of the different stages of *B. tabaci*.

Results and Discussion: Based on the results, the kind of growth media was effective in the influence of extracts and abamectin, and the least LC_{50} of each insecticide was recorded in growth media that was added by pistachio waste vermicompost. Among the extracts, *Aloe vera* and leave of *R. communis* extracts showed the best and lowest effect against the *B. tabaci* with LC_{50} value of 0.855 g/l and 22.841 g/l respectively (in pistachio waste vermicompost media). Subletal (LC_{25}) effects of treatments on biological parameters of *B. tabaci* were significant compared to the control plant ($p<0.05$). Based on the results, the most mortality (%) in egg (22.84%), nymphal (42.11%) and pupal (11.94%) periods of *B. tabaci* was recorded for abamectin, *Aloe vera* and *S. alopecuriodes* extracts respectively. The interaction between vermicompost and extract was significant, and the longest of the nymphal period (19.83±0.67 days) was recorded on whiteflies that were treated by *R. communis* and reared on tomato plants grown in pistachio waste vermicompost. The shortest of this period (11.14±0.34 days) was recorded on control plant that grown in BAGA. Taken together, the longest development time was recorded on whiteflies that treated by *S. alopecuriodes* and reared on tomato plants grown in pistachio waste vermicompost and the shortest of this period was on insects treated by *Aloe vera* extract and pistachio waste vermicompost media. Plants fertilized with pistachio waste vermicompost had significantly higher phenolic

1 and 2- Former Ph.D. Student and Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, respectively.
(*- Corresponding Author Email: samia_aminir@yahoo.com)
3- Plant Protection Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research
4- Assosiate Professor, Deptartment of Life Sciences Engineering, Faculty of New Sciences & Technologies, University of Tehran

content (10 mg/mL) than control (BAGA) (6.08 mg/mL), while those in cattle manure vermicompost group exhibited intermediary value (7.28 mg/mL).

Conclusion: These results indicated that the concomitant use of extract and vermicompost was more effective for controlling of *B. tabaci.* The most mortality caused by *Aloe vera* extract and amending of pistachio waste vermicompost into growth media increased its effectiveness. So, these extract and vermicompost can play an important role in the managing of *B. tabaci* in greenhouse crops.

Keywords: Biofertilizer, Cattle manure vermicompost, Pistachio waste vermicompost, Whitefly

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 33-46

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۴۶-۳۳

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی امکان ذخیره‌سازی شفیره‌ها و حشرات کامل زنبور پارازیتویید *Bracon hebetor* Say در سرما

علی افشاری[1*]- الهام حمزه‌پور چناری[2]- علی ایرجی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴

چکیده

ذخیره‌سازی در دمای پایین یکی از مراحل مهم پرورش انبوه زنبور پارازیتویید *Bracon hebetor* Say در انسکتاریوم‌ها به شمار می‌رود. در این پژوهش، شفیره‌های ۵ روزه و حشرات کامل یک‌روزه‌ی این زنبور برای مدت‌زمان‌های مختلف شامل صفر (شاهد)، ۷، ۱۴، ۲۱، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز در شرایط یخچال (دمای پنج درجه‌ی سلسیوس و تاریکی مطلق) ذخیره و تأثیر سرما بر پارامترهای مختلف زیستی و تولیدمثلی زنبور ارزیابی شد. در ذخیره‌سازی‌های ۳۰ روزه و بیش‌تر از آن، صد درصد شفیره‌ها مردند در حالی‌که پس از یک هفته ذخیره‌سازی، نزدیک به ۹۳ درصد شفیره‌ها به حشره‌ی کامل تبدیل شدند که با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. با این وجود، ذخیره‌سازی شفیره‌ها در سرما حتی به مدت یک هفته باعث کاهش چشمگیر طول عمر (۵۵/۸ درصد) و باروری (۵۳/۴ درصد) زنبورهای خارج شده نسبت به شاهد گردید. ذخیره‌سازی حشرات کامل زنبور در یخچال متناسب با مدت‌زمان ذخیره‌سازی، بر زنده‌مانی آن‌ها تأثیر منفی گذاشت. بیش‌ترین تلفات زنبورهای ماده (۹۷ درصد) پس از ۶۰ روز ذخیره‌سازی مشاهده گردید در حالی‌که در ذخیره‌سازی‌های یک و دو هفته‌ای به‌ترتیب ۴/۴۲ و ۹/۱۲ درصد زنبورهای ماده دچار تلفات شدند. برخلاف شفیره‌ها، ذخیره‌سازی زنبورهای ماده در یخچال بر طول عمر و میزان تخمگذاری افراد زنده‌مانده تأثیر منفی نداشت. بر اساس نتایج این پژوهش، ذخیره‌سازی شفیره‌های زنبور *B. hebetor* حتی به مدت یک هفته در یخچال توصیه نمی‌شود اما زنبورهای ماده را به مدت یک هفته می‌توان در یخچال ذخیره نمود. نتایج این مطالعه در پرورش انبوه و ذخیره‌سازی این زنبور پارازیتویید در انسکتاریوم‌ها می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: ذخیره‌سازی در سرما، زنبور *B. hebetor*، کنترل بیولوژیک

مقدمه

زنبور *Bracon hebetor* Say یکی از شناخته‌شده‌ترین و مؤثرترین پارازیتوییدهایی است که در اغلب نقاط دنیا به عنوان یک عامل بیولوژیک جهت کنترل آفات بالپولکدار بویژه خانواده‌های Pyrallidae، Noctuidae و Gelechiidae مورد استفاده قرار می‌گیرد (۶، ۲۳، ۲۴، ۲۶ و ۴۸). این زنبور لاروهای سنین آخر میزبان را ابتدا با تزریق زهر فلج کرده و سپس روی سطح بدن آن‌ها به شکل گروهی تخمگذاری می‌کند (۲۳، ۲۴، ۴۴ و ۴۵). در ایران این زنبور پارازیتویید همه ساله در تعداد زیادی از انسکتاریوم‌های خصوصی و دولتی به شکل انبوه تکثیر می‌یابد و به منظور کنترل آفات مختلف به‌ویژه کرم غوزه‌ی پنبه، *Helicoverpa armigera* (Hübner) در سطح مزارع مختلف از جمله پنبه، گوجه‌فرنگی و سویا رهاسازی می‌شود (۱، ۳، ۸ و ۳۹).

ذخیره‌سازی در دمای پایین (سرما) که سابقه‌ی آن به بیش از ۸۵ سال پیش بر می‌گردد (۲۵)، یک مرحله‌ی ضروری در فرایند پرورش انبوه و تجاری دشمنان طبیعی در انسکتاریوم‌ها به شمار می‌رود (۳۰ و ۳۱). در این مرحله، دشمن طبیعی پیش از رهاسازی در مزرعه و تا زمان رسیدن جمعیت آن به تعداد کافی، در دمای پایین (معمولاً بین صفر تا ۱۵ درجه‌ی سلسیوس) ذخیره می‌شود تا متابولیسم و تغذیه‌ی آن به طور موقت متوقف گردد (۱۶، ۳۰ و ۳۱). این تکنیک باعث افزایش ماندگاری دشمن طبیعی پرورش یافته شده و در نتیجه، یک ذخیره‌ی کافی و پایدار از آن برای استفاده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک فراهم می‌شود (۳۰، ۳۱ و ۴۹). به علاوه، ذخیره‌سازی انبوه این امکان را فراهم می‌سازد که در زمان طغیان آفت در مزرعه، رهاسازی دشمن طبیعی با سرعت و به تعداد کافی انجام گیرد و بدین

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی و دانشجوی سابق کارشناسی گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: Afshari@gau.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.81841

ترتیب، شانس موفقیت برنامه‌ی کنترل بیولوژیک به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌یابد (۱۳، ۱۵، ۱۷ و ۱۸).

اگر چه ذخیره‌سازی در سرما بخش مهمی از فرایند پرورش انبوه دشمنان طبیعی در انسکتاریوم‌ها به شمار می‌رود و منافع زیادی برای پرورش‌دهندگان به دنبال دارد (۳۰ و ۳۱)، اما سرمای شدید و طولانی‌مدت ممکن است بر جنبه‌های مختلف زندگی دشمنان طبیعی بویژه پارازیتوییدها اثرات منفی نیز به دنبال داشته باشد (۱۶). تأثیر منفی قرار گرفتن در معرض سرمای طولانی‌مدت بر باروری، طول عمر، نسبت جنسی و طول دوره‌ی نشوونمای پارازیتوییدها در مطالعات مختلف گزارش شده است (۱۰، ۱۲، ۱۷، ۲۱، ۲۲، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۴۰). به‌طور کلی، مقاومت پارازیتوییدها به سرما فرایند پیچیده‌ای می‌باشد که مجموعه‌ی متنوعی از عوامل بیرونی (غیرزنده) مانند دما و طول مدت ذخیره‌سازی و عوامل درونی (زیستی) مانند وضعیت تغذیه، جنسیت، سن و مرحله‌ی نشوونمایی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱ و ۱۶). ثابت یا نوسان‌دار بودن دمای ذخیره‌سازی نیز بر شدت صدمات ناشی از سرما مؤثر گزارش شده است به‌طوری‌که اگر پارازیتویید در طول ذخیره‌سازی، به‌طور منظم و دوره‌ای دمایی بالاتر از دمای ذخیره‌سازی را تجربه کند، از اثرات منفی سرما بر او کاسته خواهد شد (۳۲ و ۳۳). بنابراین، برای حفظ کیفیت پارازیتوییدهای ذخیره‌سازی شده در سرما لازم است علاوه بر انتخاب دمای مناسب برای ذخیره‌سازی، مدت زمان سرمادهی و مرحله‌ی نشوونمایی مناسب برای ذخیره‌سازی نیز به درستی انتخاب شوند. با این حال، کارآیی ذخیره‌سازی پارازیتوییدها در دماهای پایین اغلب توسط برآیند دو عامل دما و طول مدت ذخیره‌سازی تعیین می‌شود (۱۲، ۱۳ و ۱۶) که در برخی منابع، از واژه‌ی دز سرمادهی[1] به منظور نشان دادن برآیند این دو عامل استفاده شده است (۲۹).

در زمینه‌ی ذخیره‌سازی زنبور *B. hebetor* در سرما تاکنون چندین گزارش منتشر شده است: نتایج یک بررسی نشان داد که پس از یک ماه ذخیره‌سازی حشرات ماده‌ی این زنبور در دمای یخچال، قدرت پارازیتیسم آن‌ها کاهش یافت اما در میزان پارازیتیسم نتاج نسل بعد تغییری مشاهده نشد. همچنین، ذخیره‌سازی زنبورهای ماده در سرما بر طول دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس تأثیر منفی گذاشت اما بر نسبت جنسی نتاج نسل‌های اول و دوم تأثیر معنی‌دار نداشت (۱۲). نتایج یک بررسی دیگر نشان داد که ماده‌های در حال دیاپوز این زنبور نسبت به ماده‌های بدون دیاپوز به سرما مقاوم‌تر بودند و تا ۸ هفته امکان ذخیره‌سازی آن‌ها در یخچال وجود داشت (۱۳). در یک مطالعه‌ی دیگر، پس از سه ماه ذخیره‌سازی حشرات کامل این پارازیتویید در دمای ۱۲ درجه‌ی سلسیوس، بیش از ۵۰ درصد افراد مردند. در مقابل، طول عمر زنبورهای ماده، زنده‌مانی مراحل نارس و نسبت جنسی نتاج نسل بعد تحت تأثیر سرما قرار نگرفتند (۳۵). علاوه بر دما و مدت زمان ذخیره‌سازی، تأثیر مرحله‌ی نشوونمایی این زنبور نیز بر میزان مقاومت آن به سرما مطالعه و تخم‌ها، لاروها و شفیره‌های آن در مقایسه با حشرات کامل به سرما حساس‌تر گزارش شده‌اند (۷، ۴ و ۱۱).

در ایران تاکنون مطالعات معدودی در خصوص ذخیره‌سازی زنبور *B. hebetor* در سرما انجام شده است. نتایج موسی‌پور و همکاران (۳۷) نشان داد که تا ۴ هفته ذخیره‌سازی حشرات ماده‌ی این زنبور در دمای ۱۲ درجه‌ی سلسیوس، بر زنده‌مانی و طول عمر زنبورهای ماده تأثیر منفی نداشت. همچنین، موسی‌پور و همکاران (۳۶) با ذخیره‌سازی شفیره‌های این زنبور در دماهای پایین نشان دادند که شفیره‌های این زنبور را می‌توان به مدت یک هفته در دمای ۹ درجه‌ی سلسیوس ذخیره کرد. اما ذخیره‌سازی شفیره‌ها در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس، باعث بروز تلفات شدید در آن‌ها شد. نتایج مطالعه‌ی افشاری و نظری (۱) نشان داد که تغذیه‌ی حشرات کامل این زنبور از آب‌عسل باعث افزایش مقاومت آن‌ها به سرما و بیش‌تر شدن زادآوری و طول عمر آن‌ها پس از سپری شدن دوره‌ی سرمادهی می‌شود.

با توجه به ضرورت ذخیره‌سازی جمعیت‌های پرورشی زنبور پارازیتویید *B. hebetor* در انسکتاریوم‌ها و لزوم بررسی واکنش جمعیت‌های بومی مناطق مختلف ایران به سرما، این پژوهش با هدف بررسی جامع اثرات کشنده و زیرکشنده‌ی سرما (دمای ۵ درجه‌ی سلسیوس) بر حشرات کامل و شفیره‌های این زنبور انجام شد. نتایج این پژوهش می‌تواند با تکمیل ساختن اطلاعات قبلی، در ذخیره‌سازی حشرات کامل و شفیره‌های این زنبور در انسکتاریوم‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مکان انجام تحقیق

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ در آزمایشگاه کنترل بیولوژیک گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد.

پرورش حشرات

الف) میزبان جایگزین

در این پژوهش از لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه آرد، *Anagasta kuhniella* (Zeller) به عنوان میزبان جایگزین برای پرورش زنبور *B. hebetor* استفاده شد. مطابق روش یزدانیان و همکاران (۵۱) از

1- Dose of cold exposure

مخلوط آرد و سبوس گندم (به نسبت ۳ به ۱) درون تشت‌های پلاستیکی به منظور پرورش این شب‌پره استفاده گردید. تشت‌های حاوی مخلوط آرد و سبوس گندم پس از آلوده‌سازی به تخم شب‌پره‌ی میزبان در شرایط اتاق (دمای ۲±۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی) قرار گرفتند. لاروهای سنین آخر شب‌پره (سنین چهارم و پنجم) پس از جمع‌آوری از تشت‌های پرورش به عنوان میزبان در اختیار زنبور پارازیتویید قرار گرفتند.

ب) زنبور پارازیتویید *B. hebetor*

جمعیت اولیه‌ی پارازیتویید از یک انسکتاریوم تجاری در شهر گرگان تهیه و پس از انتقال به اتاق پرورش (دمای ۲±۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی)، به مدت پنج نسل روی لاروهای شب پره‌ی مدیترانه‌ی آرد پرورش داده شد تا یک جمعیت همسان از آن برای انجام آزمایش‌ها به دست آید. به منظور پرورش زنبور پارازیتویید از ظروف پلاستیکی (به ارتفاع ۲۵ و قطر ۱۷ سانتی‌متر) استفاده شد. بدین منظور، جمعیت اولیه‌ی پارازیتویید درون این ظرف‌ها محبوس و دهانه‌ی آن‌ها با استفاده از پارچه‌ی توری سفیدرنگ (۴۰ مش) مسدود گردید. سپس لاروهای درشت میزبان (سنین چهارم و پنجم) روی یک ورق کاغذ در اختیار زنبورهای درون ظرف قرار گرفتند. هر ۲۴ ساعت، لاروهای قدیمی میزبان با لاروهای تازه جایگزین و لاروهای پارازیته شده‌ی قدیمی درون ظروف دربدار قرار می‌گرفتند و تا زمان خروج زنبورهای کامل در اتاق پرورش نگهداری می‌شدند. پس از پنج نسل پرورش، شفیره‌ها و حشرات کامل زنبور به تعداد مورد نیاز با استفاده از آسپیراتور یا به شکل دستی از کلنی جمع‌آوری و به تدریج در آزمایش‌های مورد نظر مورد استفاده قرار گرفتند.

ذخیره‌سازی شفیره‌ها در یخچال

پانصد عدد شفیره همسن (۵ روزه) به همراه پیله‌های شفیرگی به شکل تصادفی از کلنی در حال پرورش زنبور جمع‌آوری و پس از تقسیم آن‌ها به ده جمعیت ۵۰ تایی، هر جمعیت به طور جداگانه به درون یک عدد لیوان پلاستیکی شفاف به قطر دهانه‌ی ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲سانتی‌متر منتقل گردید (هر جمعیت ۵۰ تایی شفیره به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد). دهانه‌ی لیوان‌ها با پارچه‌ی توری سفیدرنگ مسدود و لیوان‌ها برای مدت زمان معین (بر حسب تیمار آزمایشی، ۷، ۱۴، ۲۱، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز) درون یخچال (دمای ۱±۵ درجه‌ی سلسیوس و تاریکی مطلق) نگهداری شدند. در تیمار شاهد، شفیره‌ها به جای یخچال درون ژرمیناتور (دمای ۱±۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. پس از سپری شدن مدت زمان در نظر گرفته شده برای هر تیمار، شفیره‌های مربوط به آن تیمار از یخچال خارج و پس از انتقال به درون ژرمیناتور (شرایط ذکر شده در بالا)، درصد تفریخ آن‌ها (درصد خروج حشرات کامل) و جنسیت زنبورهای خارج شده (بر اساس وجود یا عدم وجود تخمریز در انتهای شکم) به طور جداگانه اندازه‌گیری و ثبت گردید.

به منظور بررسی تأثیر سرما بر طول عمر و زادآوری زنبورهای خارج شده از شفیره‌های ذخیره‌سازی شده در سرما (اثرات زیرکشنده سرما)، تعداد ۲۰ جفت زنبور نر و ماده به طور تصادفی از میان زنبورهای خارج شده از شفیره‌های ذخیره شده در سرما انتخاب شدند و طور مجزا درون ۲۰ عدد لیوان یک بار مصرف پلاستیکی (به قطر دهانه‌ی ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲سانتی‌متر) نگهداری شدند (هر جفت زنبور به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد). روزانه تعداد ده عدد لارو سن چهارم یا پنجم شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به عنوان میزبان و نیز مقداری آب عسل ۳۰ درصد از طریق یک قطعه پنبه‌ی خیس به عنوان غذا در اختیار زنبورهای درون لیوان‌ها قرار گرفت. در پایان هر ۲۴ ساعت، لاروها از زیر لیوان‌ها خارج و تعداد تخم‌های گذاشته شده روی آن‌ها شمارش و یادداشت گردید. این عمل تا زمان مرگ زنبورهای درون لیوان‌ها ادامه یافت و بدین ترتیب، طول عمر و تخمگذاری روزانه‌ی زنبورهای خارج شده از شفیره‌های سرمادیده اندازه‌گیری و ثبت گردید.

ذخیره‌سازی حشرات کامل زنبور در یخچال

پانصد عدد زنبور نر و پانصد عدد زنبور ماده‌ی یک‌روزه با استفاده از آسپیراتور از درون کلنی پرورشی زنبور جمع‌آوری شدند. سپس هر کدام از آن‌ها به ده جمعیت ۵۰ تایی تقسیم شدند و هر جمعیت به عنوان یک تکرار آزمایشی به طور جداگانه به درون یک عدد لیوان پلاستیکی شفاف به قطر دهانه‌ی ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲سانتی‌متر انتقال یافت (جمعاً ۲۰ عدد لیوان و هر کدام حاوی ۵۰ عدد زنبور در هر تیمار). دهانه‌ی لیوان‌ها با استفاده از پارچه‌ی توری سفیدرنگ مسدود و زنبورهای درون آن‌ها پیش از ورود به یخچال به مدت ۲۴ ساعت با آب عسل ۳۰ درصد تغذیه شدند. لیوان‌های حاوی زنبور پس از تغذیه با آب‌عسل، به درون یخچال (دمای ۱±۵ درجه‌ی سلسیوس) منتقل و برای یک مدت زمان معین (بر حسب تیمار آزمایشی، ۷، ۱۴، ۲۱، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز) در آن‌جا نگهداری شدند. پس از سپری شدن مدت زمان مورد نظر در هر تیمار، لیوان‌های مربوط به آن تیمار از یخچال خارج شدند و پس از قرار گرفتن در شرایط اتاق، تعداد افراد مرده‌ی درون آن‌ها به طور جداگانه و به تفکیک جنسیت شمارش و ثبت گردید. زنبورهای مرده به افرادی اطلاق می‌شد که تا ۳ ساعت پس از خروج از یخچال قادر به حرکت و پرواز عادی نبودند. بر همین

اساس، تعداد معدودی از زنبورهایی که پس از این مدت زمان تنها قادر به حرکت دادن دست و پا یا شاخک‌های خود بودند اما قادر به حرکت عادی نبودند نیز جزو افراد مرده شمارش می‌شدند. لیوان‌های مربوط به تیمار شاهد به جای یخچال در درون ژرمیناتور (دمای ۱±۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) نگهداری شدند.

به منظور بررسی تأثیر سرما بر طول عمر و زادآوری (میانگین روزانه‌ی تخمگذاری) زنبورهای مادری ذخیره‌سازی شده در یخچال از میان زنبورهای زنده مانده در پایان هر مدت زمان، تعداد ۳۰ جفت زنبور نر و ماده به طور تصادفی انتخاب و هر جفت (به عنوان یک تکرار) به طور جداگانه درون یک عدد لیوان به ابعاد ذکر شده در بالا قرار داده شدند. دهانه‌ی لیوان‌ها با استفاده از پارچه‌ی توری مسدود و به شکل وارونه در کف یک سینی سفید پلاستیکی قرار گرفتند. لیوان‌های حاوی زنبورهای پارازیتویید درون ژرمیناتور (با شرایط ذکر شده در بالا) نگهداری شدند. روزانه و تا زمان مرگ زنبور ماده‌ی درون هر لیوان، تعداد ده عدد لارو سن بالای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (سن‌های چهارم یا پنجم) در اختیار زنبورهای درون لیوان قرار گرفتند. همچنین، زنبورهای درون لیوان‌ها به طور مرتب و با استفاده از یک قطره‌چکان و به روش اشاره شده در بالا با آب‌عسل تغذیه شدند. به طور روزانه و منظم، برش‌های کاغذیِ حاوی لاروهای میزبان با برش‌های حاوی لاروهای تازه‌ی میزبان جایگزین شدند و تعداد تخم‌های گذاشته شده روی لاروهای قدیمی شمارش و یادداشت گردید. بدین ترتیب علاوه بر طول عمر زنبورهای نر و ماده، میانگین تخمگذاری روزانه‌ی زنبورهای ماده در هر تیمار نیز اندازه‌گیری و ثبت گردید.

به منظور اندازه‌گیری درصد خروج حشرات کامل زنبور (درصد تفریخ شفیره‌ها) و نسبت جنسی زنبورهای خارج شده در نتاج نسل بعد (F_1)، لاروهای میزبان پارازیته شده توسط زنبور به طور جداگانه (به تفکیک تیمار، شماره‌ی تکرار و روز) درون پتری‌های پلاستیکی به قطر دهانه‌ی ده سانتی‌متر قرار گرفتند و تا زمان خروج زنبورهای کامل نسل بعد، درون ژرمیناتور نگهداری شدند. پس از خروج زنبورها، تعداد آن‌ها به تفکیک جنسیت شمارش و یادداشت گردید. همچنین، به منظور پی بردن به تأثیر احتمالی سرما بر طول دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس زنبور (فاصله‌ی زمانی گذاشته شدن تخم روی لارو میزبان تا خروج حشره‌ی کامل زنبور) در هر کدام از تیمارها، ۵۰ عدد تخم تازه گذاشته شده‌ی پارازیتویید به همراه لارو میزبان مربوط به آن به طور جداگانه درون ظروف پتری به قطر ده سانتی‌متر قرار داده شدند (یک عدد تخم پارازیتویید روی یک عدد لارو میزبان درون یک عدد پتری) و پتری‌ها تا زمان تبدیل تخم‌ها به حشره‌ی کامل درون ژرمیناتور با شرایط دمایی ذکر شده در بالا، نگهداری شدند. فاصله زمانی بین لحظه‌ی گذاشته شدن تخم زنبور روی بدن لارو میزبان و زمان خروج حشره‌ی کامل از آن تخم به عنوان طول دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس زنبور اندازه‌گیری و ثبت گردید.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

تمام آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار (مدت زمان‌های مختلف نگهداری در یخچال شامل شاهد، ۷، ۱۴، ۲۱، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز) به طور جداگانه برای شفیره‌ها و حشرات کامل انجام شدند. ابتدا، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab 13 ارزیابی گردید و سپس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۴۷) تجزیه‌ی واریانس یک‌طرفه گردیدند. برای مقایسه آماری بین گروه‌ها از آزمون تکمیلی LSD در سطح احتمال پنج درصد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده شد.

نتایج

الف) ذخیره‌سازی شفیره‌ها

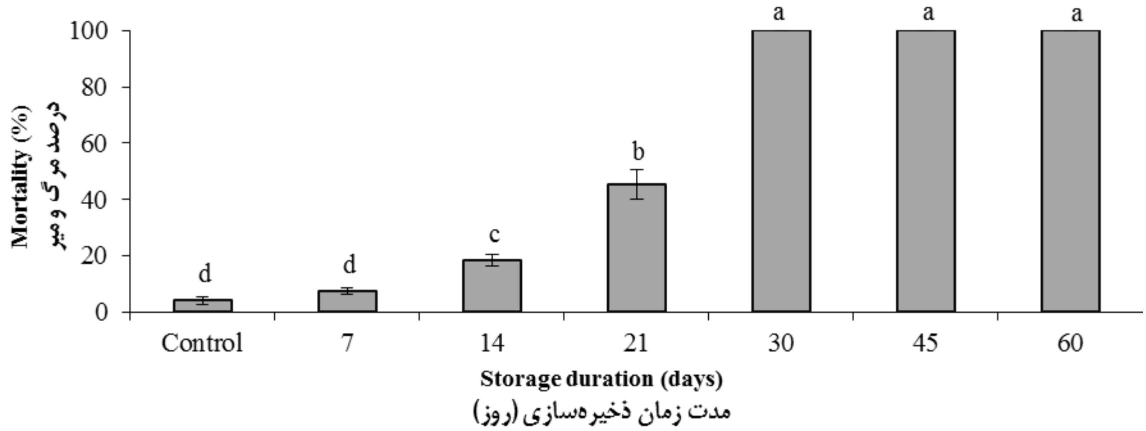
درصد ظهور حشرات کامل

نتایج نشان داد که ذخیره‌سازی شفیره‌های زنبور *B. hebetor* در یخچال، تأثیر معنی‌داری روی درصد ظهور حشرات کامل داشت ($F_{6,35}$= 253.2, P<0.0001). با افزایش مدت زمان ذخیره‌سازی، درصد ظهور حشرات کامل از شفیره‌ها کاهش یافت به‌طوری‌که در مدت‌زمان‌های ۳۰ روز و بیش‌تر از آن، تمامی شفیره‌ها تلف شدند و هیچ حشره‌ی کاملی از آن‌ها خارج نشد (شکل ۱). درصد تلفات (عدم ظهور حشرات کامل) شفیره‌هایی که به مدت ۷ روز در یخچال ذخیره شده بودند (۷/۳۳ درصد)، نسبت به شاهد (شفیره‌های نگهداری شده در دمای ۲۶ درجه‌ی سلسیوس)، اختلاف معنی‌داری نداشت، اما در مدت زمان‌های بیش از یک هفته، میزان تلفات شفیره‌ها به‌طور معنی‌داری از شاهد بیش‌تر بود.

طول عمر، نسبت جنسی و زادآوری زنبورهای خارج شده

نتایج نشان داد که ذخیره‌سازی شفیره‌ها در سرما موجب کاهش معنی‌دار طول عمر زنبورهای نر و ماده‌ی خارج شده از آن‌ها گردید (به‌ترتیب، $F_{3,76}$= 39.2, P<0.0001 و $F_{3,76}$= 49.8, P<0.0001). به علاوه، ذخیره‌سازی شفیره‌ها در یخچال، نسبت جنسی (درصد افراد ماده) و زادآوری زنبورهای خارج شده را نیز به طور معنی‌داری کاهش داد (به‌ترتیب، $F_{3,20}$= 12.02, P<0.001 و $F_{3,76}$= 55.7, P<0.0001). میانگین طول عمر زنبورهای نر در تیمار شاهد، ۱۲/۴۵ روز بود اما با افزایش مدت زمان ذخیره‌سازی از طول عمر آن‌ها کاسته شد و به ۲/۴ روز در تیمار ۲۱ روز رسید. میانگین طول عمر زنبورهای ماده در تیمار شاهد، ۲۶/۸ روز بود اما با افزایش مدت زمان ذخیره‌سازی شفیره‌ها در یخچال از طول عمر زنبورهای ماده‌ی خارج

شده کاسته شد و به ۴/۷ روز در تیمار ۲۱ روز رسید. در تیمار ۱۴ روز، میانگین طول عمر زنبورهای ماده ۷/۵۵ روز بود که با تیمار ۲۱ روز اختلاف معنی‌داری نداشت اما از تیمارهای شاهد و ۷ روز به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود (جدول ۱).



شکل ۱- میانگین (±SE) درصد تلفات شفیره‌های زنبور *B. hebetor* پس از ذخیره‌سازی آن‌ها در دمای پنج درجه‌ی سلسیوس برای مدت زمان‌های مختلف

میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Figure 1- Mean (±SE) mortality percent of *B. hebetor* pupae after storing at 5 ºC for different durations

Means followed by same letters are not statistically different.

جدول ۱- میانگین (±SE) طول عمر، نسبت جنسی و زادآوری حشرات کامل زنبور *B. hebetor* پس از خروج از شفیره‌های ذخیره شده در دمای پنج درجه سلسیوس برای مدت زمان‌های مختلف

Table 1- Means (±SE) of longevity, fecundity and sex ratio of emerged adults of *B. hebetor* after storing pupae at 5º C for different durations (Mean±SE)

مدت زمان ذخیره‌سازی(روز) Storage duration (day)	طول عمر زنبور نر (روز) Male longevity (day)	طول عمر زنبور ماده (روز) Male longevity (day)	درصد زنبورهای ماده Female percent	زادآوری (تخم/زنبور ماده/روز) Fecundity (eggs/female/day)
0	12.45±1.17a	26.8±2.19a	72.12±2.52a	16.21±0.59a
7	5.15±0.67b	11.85±1.50b	58.33±2.63b	7.55±1.09b
14	4.30±0.33bc	7.55±0.61c	56.67±1.11b	4.26±1.11c
21	2.40±0.21c	4.70±0.58c	69.50±1.78a	1.61±0.37d

Means followed by same letters in each column are not statistically different (LSD-test, $P < 0.05$).

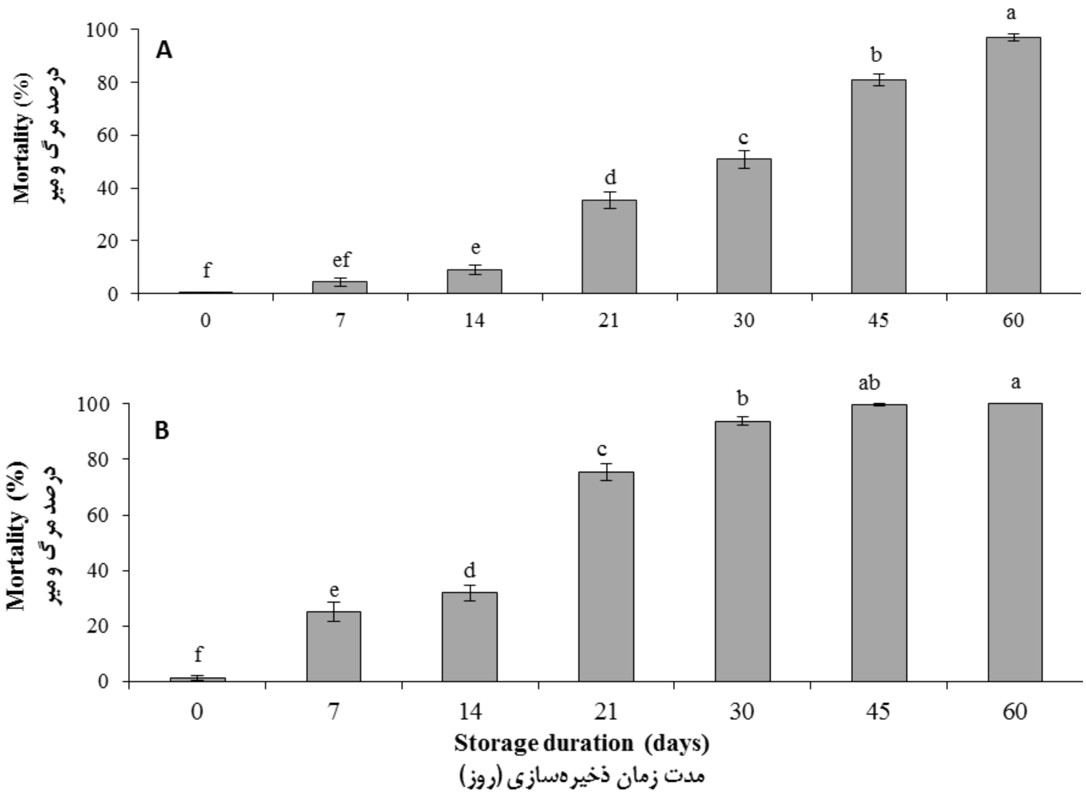
ذخیره‌سازی شفیره‌ها در یخچال، همچنین نسبت افراد ماده و میانگین تخمگذاری روزانه (زادآوری) را در بین زنبورهای خارج شده به طور معنی‌داری کاهش داد. به‌طوری‌که درصد زنبورهای ماده از ۷۲/۱۲ درصد در تیمار شاهد با یک کاهش معنی‌دار به ۵۶/۶۷ درصد در تیمار ۱۴ روز رسید. درصد زنبورهای ماده در تیمار ۲۱ روز، نسبت به تیمارهای ۷ و ۱۴ روز اندکی افزایش یافت و به ۶۹/۵ درصد رسید. میانگین تخمگذاری زنبورهای ماده‌ی خارج شده از شفیره‌ها در تیمار شاهد، ۱۶/۲۱ عدد تخم در روز بود، اما با افزایش طول مدت ذخیره‌سازی شفیره‌ها در یخچال از میانگین تخمگذاری زنبورها کاسته شد و به ۱/۶۱ عدد تخم در روز در تیمار ۲۱ روز رسید. در تیمارهای ۷ و ۱۴ روز، میانگین تخمگذاری زنبورهای ماده به‌ترتیب ۷/۵۵ و ۴/۲۶ عدد تخم در روز بود که هر دو نسبت به شاهد کاهش چشمگیری داشتند (جدول ۱). به عبارت دیگر، ذخیره‌سازی یک، دو و سه هفته‌ای شفیره‌های این زنبور در یخچال به‌ترتیب موجب کاهش ۵۳، ۷۴ و ۹۰ درصدی میانگین تخمگذاری روزانه‌ی زنبورهای ماده‌ی خارج شده نسبت به شاهد شد.

ب) ذخیره‌سازی حشرات کامل

نتایج این پژوهش نشان داد که ذخیره‌سازی حشرات کامل نر و ماده در یخچال زنده‌مانی آن‌ها را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (به ترتیب، $F_{6,63}= 316.1, P<0.0001$ و $F_{6,63}= 377.5, P<0.0001$). با افزایش مدت زمان ذخیره‌سازی در یخچال، درصد تلفات زنبورهای

نر و ماده بیش‌تر شد به طوری که در تیمار ۶۰ روز، صد درصد زنبورهای نر و ۹۷/۱۴ درصد زنبورهای ماده تلف شدند. در مقابل، در ذخیره‌سازی یک هفته‌ای، درصد تلفات زنبورهای ماده فقط ۴/۴۲ درصد بود که با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. اما درصد تلفات زنبورهای نر در همین مدت زمان (۲۵/۰۸ درصد)، به طور معنی‌داری از شاهد بیش‌تر بود (شکل ۲).

ذخیره‌سازی زنبورهای نر و ماده در یخچال، طول عمر آن‌ها را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (به‌ترتیب، $F_{4, 145}= 14.33$, $P<0.0001$ و $F_{4, 145}= 5.59$, $P<0.001$). به‌طور کلی، زنبورهای ذخیره‌سازی شده در یخچال در صورت تحمل سرما و زنده ماندن، نسبت به زنبورهای شاهد از طول عمر بیش‌تری برخوردار بودند. به طوری‌که میانگین طول عمر زنبورهای نر در تیمار شاهد ۴/۷ روز بود در حالی‌که در تیمار ۱۴ روز این مقدار به ۲۰/۳۷ روز رسید. زنبورهای ماده نیز از نظر طول عمر شرایط مشابهی داشتند به طوری‌که طول عمر آن‌ها از ۱۶/۷ روز در تیمار شاهد به ۲۹/۸۷ روز در تیمار یک‌ماه رسید، هر چند که بین مدت‌زمان‌های مختلف ذخیره‌سازی از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. متناسب با افزایش طول عمر زنبورهای ماده‌ی ذخیره‌سازی شده در یخچال، طول دوره‌ی تخمگذاری آن‌ها نیز به طور معنی‌داری بیش‌تر شد ($F_{4, 145}= 3.52$, $P<0.001$) و از ۱۱ روز در تیمار شاهد به ۱۸/۵ روز در تیمار ۳۰ روز رسید، اما بین تیمارهای ۱۴، ۲۱ و ۳۰ روز از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).



شکل ۲- میانگین (SE±) درصد مرگ و میر حشرات ماده (A) و حشرات نر (B) زنبور *B. hebetor* پس از ذخیره‌سازی آن‌ها در دمای ۵ درجه‌ی سلسیوس برای مدت زمان‌های مختلف

میانگین‌های دارای حروف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

Figure 2- Mean (±SE) mortality percent of adult females (A) and males (B) of *B. hebetor* after their storing at 5 ºC for different durations

Means followed by same letters are not statistically different.

زنبورهای ذخیره‌سازی شده در یخچال اگر چه در مقایسه با شاهد طول عمر بیش‌تری داشتند اما میانگین تخمگذاری روزانه‌ی و اندازه‌ی دسته‌ی تخم آن‌ها (تعداد تخم گذاشته شده روی یک عدد لارو میزبان) در تیمارهای مختلف اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (به ترتیب، $F_{4, 145}= 1.83$, $P>0.05$ و $F_{4, 145}= 0.66$, $P>0.05$). میانگین زادآوری زنبورهای ماده در تیمارهای شاهد و ۳۰ روز به ترتیب ۱۰/۴۲ و ۱۱/۱۶ عدد تخم به ازای هر زنبور ماده در روز محاسبه شدند که با همدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. در همین

حال، اندازه‌ی دسته تخم زنبور هم تغییرات بسیار محدودی داشت و از ۳/۵۴ عدد تخم به ازای هر لارو میزبان در تیمار شاهد به ۳/۷۱ عـدد تخم در تیمار ۳۰ روز رسید (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین (±SE) طول عمر و پارامترهای تولیدمثلی زنبور *B. hebetor* پس از ذخیره‌سازی حشرات کامل در دمای پنج درجه سلسیوس برای مدت زمان‌های مختلف

Table 2- Means (±SE) of longevity and reproductive parameters of *B. hebetor* after adults cold storage for different durations at 5º C

مدت زمان ذخیره‌سازی(روز) Storage duration (day)	طول عمر نر (روز) Male longevity (day)	طول عمر ماده (روز) Female longevity (day)	طول دوره تخمگذاری (روز) Oviposition periods (day)	زادآوری (عدد تخم/ماده/روز) Daily oviposition (eggs/female/day)	اندازه دسته تخم (عدد تخم /لارو میزبان) Clutch size (eggs/host larva)
0	4.70±0.67c	16.7±2.2b	11.0±1.45c	10.42±1.01a	3.54±0.18a
7	15.9±2.26ab	22.97±3.5ab	14.03±1.80bc	8.59±1.02a	3.38±0.11a
14	20.37±1.51a	28.40±2.7a	19.47±2.20a	11.45±0.95a	3.55±0.12a
21	16.80±1.90a	26.20±3.3a	15.72±1.97abc	9.74±1.27a	3.58±0.16a
30	11.07±2.2b	29.87±2.2a	18.50±1.55ab	11.16±0.96a	3.71±0.14a

Means followed by same letters in each column are not statistically different (LSD-test, $P < 0.05$).

جدول ۳- تأثیر ذخیره‌سازی حشرات کامل زنبور *B. hebetor* در سرما بر طول دوره نشوونمای مراحل نارس و درصد زنبورهای ماده در نتاج نسل بعد

Table 3- Effect of cold storage of adult *B. hebetor* at 5º C on immatures developmental time and female percent of offspring in F_1 generation

مدت زمان ذخیره‌سازی (روز) Storage duration (day)	(±SE میانگین) پارامترهای نشوونمایی Developmental parameters (Mean±SE)		
	طول دوره نشوونمای مراحل نارس در زنبور نر (روز) Egg to male adult developmental time (day)	طول دوره نشوونمای مراحل نارس در زنبور ماده (روز) Egg to female adult developmental time (day)	درصد زنبورهای ماده Female percent
0	11.90±0.06a	12.80±0.06a	68.87±5.45a
7	12.77±0.06a	12.67±0.08a	71.12±4.43a
14	12.10±0.07a	12.23±0.06a	62.59±3.93a
21	12.13±0.06a	12.07±0.05a	66.32±3.25a
30	12.47±0.07a	12.37±0.07a	61.44±3.44a

Means followed by same letters in each column are not statistically different (LSD-test, $P < 0.05$).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثـرات ذخیـره‌سـازی حشـرات کامل زنبور در یخچال فقط محـدود بـه زنبورهـای والـد بـود و نتـاج حاصل در نسل بعد تحت تأثیر ذخیره‌سازی والـدین در یخچـال قـرار نگرفتند. به‌طوری‌که بین طـول دوره‌ی نشـوونمای مراحـل نـارس در مدت زمان‌هـای مختلـف ذخیـره‌سـازی اخـتلاف آمـاری معنـی‌داری مشاهده نشد ($F_{4,145}$= 1.89, P>0.05 و $F_{4,145}$= 2.15, P>0.05 به ترتیب در زنبورهـای نـر و مـاده). میـانگین طـول دوره‌ی نشـوونمای مراحـل نـارس در تیمارهـای مختلـف از ۱۱/۹ تـا ۱۲/۷۷ روز در زنبورهای نر و ۱۲/۰۷ تا ۱۲/۸ روز در زنبورهای مـاده نوسـان داشـت (جدول ۳). همانند طول دوره‌ی نشـوونما، نسـبت زنبورهـای مـاده در نتاج نسل بعد نیز تحت تأثیر ذخیـره‌سـازی والـدین در یخچـال قـرار نگرفت ($F_{4,70}$= 2.02, P>0.05) و میانگین درصد زنبورهای ماده در نتاج نسل بعد در محدوده‌ی ۶۸/۸۷ درصد در تیمـار شـاهد تـا ۶۱/۴۴ درصد در تیمار ۳۰ روز نوسان داشت (جدول ۳).

بحث

بـا توجـه بـه اهمیـت زنبـور پارازیتوییـد *B. hebetor* در کنتـرل بیولوژیـک آفـات بالپولکـدار، بـویژه کـرم غـوزه‌ی پنبـه و گسـترش روزافزون پرورش انبوه آن در انسکتاریوم‌های دولتی و خصوصی ایران (۱)، لازم است راهکارهایی به منظور ذخیره‌سازی کارآمد و اقتصـادی این پارازیتویید در دماهای پایین ارایه شوند. مقاومت پارازیتوییـدها بـه سرما فرایند پیچیده‌ای است که مجموعه‌ی متنوعی از عوامل بیرونـی و درونی مانند دمای ذخیره‌سازی، طول مدت ذخیره‌سـازی، مرحلـه‌ی نشوونمایی و وضعیت تغذیه‌ای آن را تحت تأثیر قرار مـی‌دهنـد (۱۶).

اگرچه دماهای بین صفر تا ۱۵ درجه‌ی سلسیوس برای ذخیره‌سازی پارازیتوییدها توصیه شده‌اند (۱۶)، اما از نظر فنی برای صاحبان انسکتاریوم‌ها و کشاورزان تأمین دمای پنج درجه سلسیوس (دمای یخچال) راحت‌تر از دماهای دیگر می‌باشد و ذخیره‌سازی‌های زنبور *B. hebetor* اغلب در این دما انجام می‌گیرد (۱). از سوی دیگر، یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر میزان تحمل پارازیتوییدها به سرما مرحله‌ی نشوونمایی آن‌ها گزارش شده است (۴ و ۱۶). بیش‌تر تلاش‌ها برای ذخیره‌سازی این زنبور در دماهای پایین بر حشره‌ی کامل (۱، ۱۲ و ۱۳) و شفیره (۲، ۴ و ۳۶) متمرکز بوده‌اند و گزارش‌ها در خصوص ذخیره‌سازی سایر مراحل نشوونمایی بسیار معدود می‌باشد (۷ و ۱۱).

نتایج پژوهش حاضر در خصوص ذخیره‌سازی شفیره‌های زنبور *B. hebetor* در دمای یخچال نشان داد که متناسب با طول مدت ذخیره‌سازی، ویژگی‌های کیفی شفیره‌ها از جمله درصد تفریخ و نیز طول عمر، قدرت تخمگذاری و نسبت زنبورهای ماده‌ی خارج شده از آن‌ها به‌طور قابل توجهی کاهش یافتند. اثرات منفی ذخیره‌سازی شفیره‌ها در سرما بر ویژگی‌های کیفی این زنبور در چندین پژوهش گزارش شده است (۴، ۲۰ و ۳۶). در پژوهش حاضر، درصد مرگ و میر شفیره‌هایی که به مدت یک هفته درون یخچال ذخیره شده بودند (۷/۳۳ درصد) بسیار کم‌تر از ۷۰ درصد گزارش شده توسط موسی‌پور و همکاران (۳۶) بود. همچنین در مدت‌زمان‌های دو و سه هفته نیز درصد مرگ و میر شفیره‌ها در پژوهش حاضر در مقایسه با مقادیر گزارش شده توسط موسی‌پور و همکاران (۳۶) بسیار کم‌تر بود (۱۸/۳۳ درصد در مقابل ۷۰ درصد در تیمار دو هفته و ۴۵/۳۳ درصد در مقابل ۸۰ درصد در تیمار سه هفته). در مقابل، شدت اثرات منفی ذخیره‌سازی شفیره‌ها در یخچال بر طول عمر حشرات کامل در پژوهش حاضر بیش‌تر از مقادیر گزارش توسط موسی‌پور و همکاران (۳۶) بود. به‌طوری‌که در پژوهش حاضر پس از یک هفته ذخیره‌سازی شفیره‌ها درون یخچال، طول عمر حشرات کامل نر و ماده‌ی خارج شده از آن‌ها به‌طور قابل‌توجه و معنی‌داری کاهش یافت در حالی‌که در پژوهش موسی‌پور و همکاران (۳۶) نگهداری شفیره‌ها تا دو هفته درون یخچال بر طول عمر زنبورهای خارج شده تأثیر منفی نداشت. این اختلاف‌ها ممکن است ناشی از دو عامل سن شفیره‌های ذخیره‌سازی شده و نیز دمای ذخیره شده باشند. شفیره‌های ذخیره شده در پژوهش موسی‌پور و همکاران (۳۶) یک‌روزه بودند در حالی‌که در پژوهش حاضر، شفیره‌های پنج روزه در یخچال ذخیره شدند. به علاوه میانگین دمای ذخیره‌سازی در پژوهش موسی‌پور و همکاران (۳۶) یک درجه‌ی سلسیوس از پژوهش حاضر کم‌تر بود (۴ درجه‌ی سلسیوس در مقابل ۵ درجه‌ی سلسیوس) که این موضوع نیز ممکن است موجب مرگ و میر بیش‌تر شفیره‌ها شده باشد.

نتایج پژوهش حاضر در خصوص اثرات منفی سرما بر شفیره‌های زنبور *B. hebetor* با یافته‌های تیمیمی و اشفق (۴۸) و عالم و همکاران (۲) انطباق بیش‌تری داشت که ممکن است به دلیل شباهت بیش‌تر این مطالعات از نظر سن شفیره‌های ذخیره‌سازی شده و دمای ذخیره‌سازی باشد. در این دو پژوهش، شفیره‌های مسن‌تر (سه تا چهار روزه) زنبور *B. hebetor* در یخچال (دمای ۵ درجه‌ی سلسیوس) ذخیره شدند و پس از یک، دو و سه هفته ذخیره‌سازی به‌ترتیب ۶، ۱۰ و۲۴ درصد شفیره‌ها از بین رفتند که این مقادیر در مقایسه با پژوهش موسی‌پور و همکاران (۳۶) به یافته‌های پژوهش حاضر نزدیک‌تر می‌باشند. به‌طور کلی به نظر می‌رسد با افزایش سن شفیره‌های ذخیره‌سازی شده، تحمل آن‌ها به سرما و در نتیجه، درصد تفریخ آن‌ها بیش‌تر می‌گردد هر چند که تایید قطعی این فرضیه به انجام پژوهش‌های مستقل بیش‌تری نیاز دارد.

نتایج پژوهش حاضر در خصوص امکان ذخیره‌سازی حشرات کامل زنبور *B. hebetor* در یخچال نشان داد که متناسب با مدت‌زمان ذخیره‌سازی، جمعیت حشرات کامل نیز همانند شفیره‌ها دچار مرگ و میر شدند و این تلفات در زنبورهای نر به میزان قابل‌توجهی از زنبورهای ماده بیش‌تر بود. در ذخیره‌سازی‌های بلندمدت (۴۵ و ۶۰ روزه)، همانند شفیره‌ها، تقریباً صد درصد زنبورهای نر و بیش از ۸۰ درصد زنبورهای ماده از بین رفتند. در حالی‌که در ذخیره‌سازی یک ماهه، بر خلاف شفیره‌ها، تقریباً ۵۰ درصد حشرات کامل ماده زنده ماندند. از سوی دیگر، بر خلاف شفیره‌ها که ذخیره‌سازی آن‌ها در یخچال باعث کاهش چشم‌گیر طول عمر و زادآوری حشرات کامل خارج شده از آن‌ها شد، در ذخیره‌سازی حشرات کامل، سرما هیچ تأثیر منفی روی طول عمر و زادآوری افراد زنده مانده بر جای نگذاشت و حتی طول عمر زنبورهای ذخیره شده در سرما در مقایسه با زنبورهای شاهد افزایش قابل توجهی یافت. پیامدهای منفی ذخیره‌سازی حشرات کامل زنبور *B. hebetor* و پارازیتوییدهای دیگر در سرما در مطالعات متعددی گزارش شده است (۹، ۱۳، ۱۷، ۲۱ و ۴۲). تقریباً در تمام مطالعات انجام شده در خصوص ذخیره‌سازی حشرات کامل زنبور *B. hebetor* در سرما، اثر منفی سرما روی زنده‌مانی حشرات کامل گزارش شده است. در حالی که گزارش‌ها در خصوص اثرات منفی سرما روی سایر ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی زنبورهای پارازیتویید از جمله *B. hebetor* (اثرات زیرکشنده) متناقض می‌باشند: در تعدادی از گزارش‌ها بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، اثرات زیرکشنده‌ی سرما (مانند کاهش طول عمر و تخمگذاری) بر حشرات کامل برخی از پارازیتوییدها گزارش شده است (۴، ۹، ۳۸، ۴۱ و ۴۳). چن و همکاران (۱۲ و ۱۳) نشان دادند که میانگین تخمگذاری زنبور *B. hebetor* پس از ذخیره‌سازی طولانی‌مدت حشرات کامل آن در سرما به طور معنی‌داری کاهش یافت. خالی شدن ذخایر غذایی و آبی بدن و تجمع متابولیت‌های سمی از دلایل احتمالی این کاهش گزارش شده‌اند (۱۲ و ۴۶). شرایط دمایی و فتوپریودی پرورش زنبور پیش از ذخیره‌سازی در سرما نقش

مهمی در درصد تلفات آن در طول ذخیره‌سازی ایفا می‌کند. در پژوهش حاضر، شرایط پرورش زنبور پیش از ذخیره‌سازی (دمای ۲±۲۶ درجه‌ی سلسیوس؛ رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی) یک شرایط غیردیاپوزه بود در حالی‌که چن و همکاران (۱۳) نشان دادند که پرورش این زنبور در دمای بین ۲۰-۱۷ درجه‌ی سلسیوس و دوره‌ی نوری ۱۰ ساعت روشنایی به ۱۴ ساعت تاریکی (شرایط دیاپوزی) موجب بروز دیاپوز در زنبور و در نتیجه، افزایش تحمل آن به سرما و کاهش تلفات در حین ذخیره‌سازی در دمای یخچال می‌شود. به‌طور کلی، با توجه به این که زنبور *B. hebetor* زمستان را به شکل حشره کامل سپری می‌کند (۲۶ و ۲۸) لذا حشرات کامل در مقایسه با شفیره‌ها به سرما مقاوم‌تر می‌باشند (۵۰).

از سوی دیگر، نتایج برخی مطالعات مربوط به ذخیره‌سازی حشرات کامل پارازیتوییدها در سرما (۱۴، ۱۵ و ۲۷) همانند پژوهش حاضر عدم تأثیر منفی سرما بر زادآوری پارازیتوییدها را گزارش کرده‌اند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پارازیتوییدهای ذخیره‌سازی شده در یخچال در صورت زنده ماندن از طول عمر بیش‌تری برخوردار بودند. در برخی از مطالعات مربوط به بررسی اثر تنش‌ها بر پارازیتوییدها (۵ و ۱۹) از این پدیده تحت عنوان واکنش تیپ *B* یاد شده است که طی آن، شدت‌های بالای یک تنش محیطی (مثل سرما) پس از وقوع تلفات شدید در یک جمعیت، باعث گزینش بهتر افراد مقاوم‌تر به سرما می‌شود و این افراد (زنده‌مانده‌ها) از عملکرد بهتری از نظر طول عمر و تخمگذاری برخوردار می‌باشند.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، طول مدت نشوونمای مراحل نابالغ (تخم تا حشره‌ی کامل) و نسبت جنسی در نتاج نسل بعد تحت تأثیر ذخیره‌سازی زنبورهای والد در سرما قرار نگرفتند که این موضوع حاکی از آن بود که در ذخیره‌سازی حشرات کامل زنبور *B. hebetor* در یخچال، اثرات منفی سرما محدود به زنبورهای والد ذخیره‌سازی شده بودند و این اثرات به نتاج نسل بعد منتقل نشدند. همانند پژوهش حاضر، نتایج چن و همکاران (۱۲) و موسی‌پور و همکاران (۳۷) نیز نشان داد که پس از ذخیره‌سازی حشرات کامل *B. hebetor* در دمای پایین، نسبت جنسی زنبورهای خارج شده در نسل بعد تحت تأثیر سرما قرار نگرفت. چن و همکاران (۱۲) نشان دادند که طول مدت نشوونمای مراحل نارس زنبور *B. hebetor* تحت تأثیر سرما قرار گرفت اما بین طول مدت ذخیره‌سازی در سرما و طول مدت نشوونما یک ارتباط خطی وجود نداشت. به علاوه، در نتایج پژوهش آن‌ها حداکثر اختلاف طول مدت نشوونما در مدت‌زمان‌های مختلف ذخیره‌سازی دو روز بود که این میزان اختلاف در برنامه‌های پرورش انبوه این زنبور قابل چشم‌پوشی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که ذخیره‌سازی شفیره‌های زنبور *B. hebetor* در دمای پنج درجه‌ی سلسیوس برای مدت زمان بیش از یک هفته، باعث کاهش چشمگیر درصد ظهور حشرات کامل و نیز طول عمر و میانگین تخمگذاری زنبورهای ماده گردید. در ذخیره‌سازی یک‌هفته‌ای شفیره‌ها، اگرچه درصد تفریخ آن‌ها نسبت به شاهد تغییر معنی‌داری نداشت اما طول عمر و میانگین تخمگذاری زنبورهای خارج شده به میزان قابل‌توجهی کاهش یافت. بنابراین، ذخیره‌سازی شفیره‌های این زنبور در یخچال حتی برای یک مدت زمان کوتاه هم قابل توصیه نمی‌باشد. البته، در انسکتاریوم‌ها و کلینیک‌های گیاه‌پزشکی زنبور *B. hebetor* به شکل حشره‌ی کامل به کشاورزان تحویل داده می‌شود و ذخیره‌سازی شفیره‌ها در بعضی موارد خاص و اغلب با هدف حفظ کلنی انجام می‌گیرد که در این صورت، شفیره‌ها تا یک هفته قابل ذخیره‌سازی می‌باشند. از سوی دیگر، مقایسه یافته‌های این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌ها نشان داد که احتمالاً شفیره‌های مسن‌تر (۵ روزه) در مقایسه با شفیره‌های جوان (یک‌روزه) به سرما مقاوم‌تر هستند. همچنین، به دلیل تلفات کم‌تر حشرات کامل در سرما و عدم تاثیر منفی دمای پایین بر طول عمر و تخمگذاری زنبورهای ماده، به نظر می‌رسد حشرات کامل این زنبور در مقایسه با شفیره‌ها برای ذخیره‌سازی در دمای پایین مناسب‌تر می‌باشند. به‌طوری‌که حشرات کامل این زنبور را می‌توان تا یک هفته در دمای یخچال ذخیره کرد (با مرگ و میر حدود ۴ درصد). با این حال، اگر ذخیره‌سازی در سرما فقط به قصد حفظ کلنی باشد (نه فروش به کشاورزان جهت رهاسازی در مزرعه)، ذخیره‌سازی حشرات کامل این پارازیتویید تا دو هفته هم قابل توصیه می‌باشد زیرا تلفات زنبورهای ماده پس از این مدت زمان به حدود ۹ درصد می‌رسد که با وجود داشتن اختلاف معنی‌دار با شاهد، در پرورش انبوه و تجاری این زنبور قابل اغماض می‌باشد.

منابع

1- Afshari A., and Nazari Fandokht E. 2019. Effect of sugar concentration and feeding duration on the cold tolerance of *Bracon hebetor* Say adults. Plant Pest Research 8(4): 55-690. (In Persian with English abstract)

2- Alam M.S., Alam M.Z., Alam S.N., Miah M.R.U., and Mian M.I.H. 2016. Effect of storage duration on the stored pupae of parasitoid *Bracon hebetor* (Say) and its impact on parasitoid quality. Bangladesh Journal of Agricultural Research 41(2): 297-310.

3- Aliabadi A. 2015. Feeding and mating effects on cold-storage efficacy of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). M.Sc. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian with English abstract)

4- Al-Tememi N.K., and Ashfaq M. 2005. Effect of low temperature storage on the fecundity and parasitizing efficacy of *Bracon hebetor* (Say). Journal of Agricultural Research 43(2): 155-160.

5- Amice G., Vernon P., Outreman Y., van Alphen J., van and Baaren J. 2008. Variability in responses to thermal stress in parasitoids. Ecological Entomology 33: 701-708.

6- Amir-Maafi M., and Chi H. 2006. Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on two pyralid hosts (Lepidoptera: Pyralidae). Annals of the Entomological Society of America 99: 84-90.

7- Anwar M., Zain ul Abdin Abbas S.K., Tahir M., Hussain F., and Manzoor A. 2016. Effect of cold storage on the survival, sex ratio and longevity of ectoparasitoid, *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). Pakistan Journal of Zoology 48(6): 1775-1780.

8- Attaran M.R. 1996. Effect of laboratory hosts on biological attributes of parasitoid wasp *Bracon hebetor* Say. M.S. thesis, Tarbiat Modarres University, Iran. (In Persian with English abstract)

9- Ayvaz A., Karasu E., Karabörklü S., and Tunçbilek A.S. 2008. Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Stored Products Research 44: 232-240.

10- Bayram A., Ozcan H., and Kornosor S. 2005. Effect of cold storage on the performance of *Telenomus busseolae* Gahan (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre) (Lepidoptera: Noctuidae). Biological Control 35: 68-77.

11- Carrillo M.A., Heimpel G.E., Moon R.D., Cannon C.A., and Hutchison W.D. 2005. Cold hardiness of *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of pyralid moths. Journal of Insect Physiology 51: 759–768.

12- Chen H., Opit G.P., Sheng P., and Zhang H. 2011. Maternal and progeny quality of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) after cold storage. Biological Control 58: 255-261.

13- Chen H., Zhang H., Zhu K.Y., and Throne J. 2013. Performance of diapausing parasitoid wasps, *Habrobracon hebetor*, after cold storage. Biological Control 64: 186-194.

14- Chen M., Han Z., and Wang R. 2005. A preliminary study on effects of cold storage on pupae of *Aphidius gifuensus* Ashmead. Plant Protection 31: 41-43.

15- Chen W.L., Leopold R.A., and Harris M.O. 2008. Cold storage effects on maternal and progeny quality of *Gonatocerus ashmeadi* Girault (Hymenoptera: Mymaridae). Biological Control 46: 122–132.

16- Colinet H., and Boivin G. 2011. Insect parasitoids cold storage: A comprehensive review of factors of variability and consequences. Biological Control 58: 83-95.

17- Colinet H., and Hance T. 2010. Interspecific variation in the response to low temperature storage in different aphid parasitoids. Annals of Applied Biology 156: 147-156.

18- Coudron T.A., Ellersieck M.R., and Shelby K.S. 2007. Influence of diet on long-term cold storage of the predator *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). Biological Control 42: 186-195.

19- Desneux N., Pham-Delegue M.H., and Kaiser L. 2004. Effects of sub-lethal and lethal doses of lambda-cyhalothrin on oviposition experience and host-searching behavior of a parasitic wasp, *Aphidius ervi*. Pest Management Science 60: 381-389.

20- Farghaly H.T., and Ragab Z.A. 1993. Effect of low-temperature storage on pupae of Bracon hebetor Say (Hymenoptera: Braconidae). Bulletin of Faculty of Agriculture**,** Cairo University, 44: 697-706.

21- Foerster L.A., Doetzer A.K., and de Castro L.C.F. 2004. Emergence, longevity and fecundity of *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* after cold storage in the pupal stage. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 39: 841-845.

22- Frere I., Balthazar C., Sabri A., and Hance T. 2011. Improvement in the cold storage of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiinae) Europen Journal of Environmental Sciences 1: 33-40.

23- Ghimire M.N., and Phillips T.W. 2010. Suitability of different lepidopteran host species for development of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Environmental Entomology 39(2): 449-458.

24- Ghimire M.N., and Phillips T.W. 2010. Mass rearing of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera:

Braconidae) on larvae of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): effects of host density, parasitoid density, and rearing containers. Journal of Stored Products Research 46: 214-220.
25- Hanna A.D. 1935. Fertility and tolerance of low temperature in *Euchalcidia carybori* Hanna (Hymenoptera: Chalcidinae). Bulletin of Entomological Research 26: 315-322.
26- Huang X.F. 1986. Use of *Habrobracon hebetor* Say in granary pest control. Chinese Journal of Biological Control 2: 78-80.
27- Ismail M., Vernon P., Hance T., and van Baaren J. 2010. Physiological costs of cold exposure on the parasitoid *Aphidius ervi,* without selection pressure and under constant or fluctuating temperatures. BioControl 55: 729-740.
28- Johnson J.A., Valero K.A., Hannel M.M., and Gill R.F. 2000. Seasonal occurrence of postharvested dried fruit insects and their parasitoids in a culled fig house. Journal of Economic Entomology 93: 1380–1390.
29- Kostal V., Vambera J., and Bastl J. 2004. On the nature of pre-freeze mortality in insects: water balance, ion homeostasis and energy charge in the adults of *Pyrrhocoris apterus*. Journal of Experimental Biology 207: 1509-1521.
30- Leopold R.A. 1998. Cold storage on insects for integrated pest management. In: Hallman, G.J., Denlinger, D.L. (Eds.), Temperature Sensivity in Insects and Application in Integrated Pest Management. Westview Press, Boulder, pp. 235-267.
31- Leopold R.A. 2007. Colony maintenance and mass-rearing: using cold storage technology for extending shelf-life of insects. In: Vreysen, M.J.B., Robinson, A.S., and Hendrichs, J. (Eds.). Area-Wide Control of Insect Pests. Springer, Netherlands 149-162.
32- Mahi H., Rasekh A., Michaud J.P., and Shishehbor P. 2014. The biology of *Lysiphlebus fabarum* (Braconidae, Aphidiinae) following cold storage of larvae and pupae. Entomologia Expermentalis et Applicata 153: 10-19.
33- Mahi H., Rasekh A., and Shishehbor P. 2016. The effects of constant and fluctuating thermal regimes for reducing chill injuries during cold storage of late-instar larva of *Lysiphlebus fabarum* (Hym., Braconidae). Journal of Plant Protection 30: 270-283. (In Persian with English abstract)
34- Mahi H., Rasekh A., and Shishehbor P. 2014. Cold storage of bisexual population of *Lysiphlebus fabarum* (Braconidae: Aphidiinae). Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture) 37 (2): 66-78. (In Persian with English abstract)
35- Mansour A.N. 2017. Influence of cold storage on some biological aspects of the gregarious parasitoid, bracon hebetor (Say) (hymenoptera: Braconidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control 27: 205-210.
36- Mousapour Z., Askarianzadeh A., and Abbasipour H. 2014. Effect of cold storage of pupae parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae), on its efficiency. Archives of Phytopathology and Plant Protection 47(8): 966-972.
37- Mousapour Z., Askarianzadeh A., and Abbasipour H. 2015. Cold storage of adult parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) and the flour moth larvae, *Anagasta kuehniella* (Zeller) at 12°C. Plant Pest Research 5(3): 17-29. (In Persian with English abstract)
38- Nadeem S., Ashfaq M., Hamed M., and Ahmed S. 2010. Optimization of short and long term storage duration for *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) at low temperatures. Pakistan Journal of Zoology 42(1): 63-67.
39- Najafi Navaei I., Taghizadeh M., Javanmoghaddam H., Oskoo T., and Attaran M.R. 2002. Efficiency of parasitoid wasps, *Trichogramma pintoii* and *Habrobracon hebetor* against *Ostrinia nubilalis* and *Helicoverpa* sp. on maize in Moghan. Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress. Razi University of Kermanshah, Iran, p.327.
40- Okine J.S., Mitchell E.R., and Hu G.Y. 1996. Low temperature effect on viability of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) pupae and effect of this parasitoid on feeding rate of diamondback moth larvae (Lepidoptera: Plutellidae). Florida Entomologist 79: 503–509.
41- Ozder N. 2004. Effect of different cold storage periods on parasitization performance of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). Biocontrol Science and Technology 14(5): 441-447.
42- Pitcher S.A., Haffmann M.P., Gardner J., Wright M.G., and Kuhar T.P. 2002. Cold storage of

Trichogramma ostriniae reared on *Sitotroga cerealella* eggs. BioControl 47: 525-535.

43- Rundel B.J., Thomson L.J., and Hoffmann A.A. 2004. Effects of cold storage on field and laboratory performance of *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and the response of three *Trichogramma* spp. (*T. carverae*, *T.* nr. *Brassicae*, and *T. funiculatum*) to cold. Journal of Economic Entomology 97(2): 213-221.

44- Saadat D., Bandani A.R., and Dastranj M. 2014a. Comparison of the developmental time of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) reared on five different lepidopteran host species and its relationship with digestive enzymes. European Journal of Entomology 111(4): 495-500.

45- Saadat D., Seraj A.A., Goldansaz S.H., and Karimzadeh J. 2014b. Environmental and maternal effects on host selection and parasitism success of *Bracon hebetor*. BioControl 59:297-306.

46- Salt R.W. 1961. Principles of insect cold-hardiness. Annual Revew of Entomology 6: 55-74.

47- SAS Institute Inc. 2002. SAS System for Windows Version 9.0, Cary, NC, USA.

48- Saxena H., Ponnusamy D., and Iquebal M.A. 2012. Seasonal parasitism and biological characteristics of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae): a potential larval ectoparasitoid of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in a chickpea ecosystem. Biocontrol Science and Technology 22(3): 305-318.

49- Tezze A.A., and Botto E.N. 2004. Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biological Control 30: 11-16.

50- Uwais A., Xu J.J., Yang X.R., He J., Tursun Guo W.C., Xu Y.Q., and Wei Y.Q. 2006. Preliminary test of controlling Helicoverpa armigera and Ostrinia furnacalis with Habrobracon hebetor in fields. Chinese Journal of Biological Control 22: 155-157.

51- Yazdanian M., Haddad Irani Nejad K., and Mashhadi Jafarloo M. 2005. Determining the number of larval instars of the Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera, Phycitidae) in laboratory conditions. Agricultural Science 15: 45-54. (In Persian with English abstract)

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 33-46

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۴۶-۳۳

Cold Storage Possibilities of Pupae and Adults of a Parasitoid Wasp, *Bracon hebetor* Say

A. Afshari[1*]- E. Hamzehpour Chenari[2]- A. Iraji[3]

Received: 11-09-2019
Accepted: 04-03-2020

Introduction: *Bracon hebetor* Say is a well-known cosmopolitan ectoparasitoid that attacks larvae of the various lepidopteran pests, in both grain storage and field conditions. This parasitoid mass-reared on *Anagasta kuehniella* (Zeller) larvae in many insectaries of Iran and released annually into cotton, soybean, tomato and maize fields especially to control *Helicoverpa armigera* (Hübner) in augmentative biological control programs. Cold storage has been considered as an important part in augmentative biological control programs. This technique enables insectaries to store a sufficient number of biocontrol agents for a prolonged period, thus allowing the release of natural enemies concurrent with the critical stages of the pest and minimizing the cost of insect colony maintenance when they are not in demand. In an effort to improve the techniques used in the mass rearing and release of this parasitoid we assessed the storage feasibility of pupa and adult stages of this wasp at a low temperature and the effects of cold storage on its biological and reproductive parameters.

Materials and Methods: *B. hebetor* adults were initially obtained from a commercial insectarium in Gorgan, northern Iran and reared on *Anagasta kuehniella* (Zeller) larvae as factitious host for about five generations. Cold storage experiments were carried out on pupal and adult stages of parasitoid separately. Five hundred 5-days old pupae and five hundred couples of both sexes (female and male) of one-day–old adult parasitoids were collected from the colony and divided into ten groups of 50 parasitoids. Each group (considered as a replication) was released into plastic vials separately, fed adults for 24 hours with a 30% honey solution and then stored in a refrigerator (5±1˚C, and full darkness) for 7, 14, 21, 30, 45, and 60 days. Vials of non-refrigerated control groups were kept at 26±1˚C, 60±5% RH, and a photoperiod of 16L: 8D h. After each storage period, the pupa eclosion percent and adult mortality percent were subsequently assessed. To evaluate the effect of cold storage on longevity and fecundity of parasitoid, 30 female-male pairs were chosen randomly from the emerging adults (in pupae cold storage experiment) or surviving adults (in adults cold storage experiment), and each pair was placed in a plastic vial separately. Daily, the paired wasps in each container were provided 10 last instars *A.kuehniella* larvae on a piece of paper, as well as several drops of honey solution. The number of eggs laid was recorded on a daily basis until the female parasitoids died. To evaluate the effect of cold storage on parasitoid performance in the next (F_1) generation, 50 newly laid eggs of parasitoid were removed from parasitized host larvae, placed in 10 cm diameter petri dishes individually (one egg/dish) and allowed to develop to adult stage. Developmental time (the period from egg to adult emergence) was recorded for male and female progeny separately and sex ratio (female percentage) of emerging adults was then determined. All experiments were carried out using a completely randomized design (CRD) and data were analyzed using one-way ANOVA and LSD test.

Results and Discussion: Eclosion rate of cold-exposed pupae decreased significantly with increasing cold storage duration. After 7 days of cold storage, about 93 percent of pupae were emerged, whereas all pupae died and no adult wasp was emerged, after 30 days of cold storage. However, cold storage of pupae even for a short duration (e.g. 7 days), had a significant adverse effects on longevity, fecundity and sex ratio of emerged adult parasitoids and means of these parameters were reduced by 55.8, 53.4 and 20%, respectively, compared to unstored control pupae. In adult cold storage experiment, survival rate of both male and female parasitoids was reduced significantly, according to cold duration. Adult mortality percent increased with storage duration and reached 100 and 97.14 % in 60 days storage of male and female parasitoids, respectively. One week storage at 5˚C resulted in 4.42 percent mortality in females which was not significantly different from that of the control. Cold storage duration had no adverse effect on the longevity of both male and female parasitoids. Reproductive parameters including mean of daily oviposition (eggs/day/female) and clutch size (eggs/larva) were also not

1, 2 and 3- Associate Professor of Entomology, Former M.Sc. Student of Agricultural Entomology and Former B.Sc. Student of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, respectively.
(*- Corresponding Author Email: Afshari@gau.ac.ir)

significantly affected by cold storage durations. Low temperature storage of parental parasitoids had no significant effect on developmental time (the period from egg to adult emergence) and sex ratio in the F_1 generation. Developmental time of progeny had a little variation among the treatments and changed from 11.9 to12.77 days in male and 12.07 to 12.8 days in female progeny.

Conclusion: Cold storage of pupae even for a short period, reduced significantly their eclosion rate and longevity and fecundity of adults emerged from these cold-exposed pupae. Cold storage of adult *B. hebetor*, affected negatively their survival, whereas other fitness traits such as longevity, fecundity, developmental time and sex ratio were not significantly reduced after cold storage. In conclusion, *B. hebetor* pupae is not recommended to be stored at low temperature, even for a short period but adult parasitoids can be cold stored for up to 7 days, with negligible mortality (4.41 %). The results of this study can be used in parasitoid mass rearing and cold storing in insectaries.

Keywords: Biological control, *Bracon hebetor*, Cold storage

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 47-53

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۵۳-۴۷

مقاله کوتاه علمی-پژوهشی

ارزیابی کائولین در کنترل جمعیت کنه قرمز اروپائی درختان سیب در ایران

مسعود اربابی[1*]- غلامعلی اکبرزاده شوکت[2]- حسین کربلائی خیاوی[3]- محمد سعید امامی[4]- هاشم کمالی[5]- حسین فرازمند[6]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۱

چکیده

تأثیر غلظت‌های ۳، ۴ و ۵ ٪ پودرکائولین (Kaolin) علیه کنه قرمز اروپائی درختان سیب در چهار استان در مقایسه با کارائی کنه‌کش‌های اسپیرودایکلوفن ۲۴۰ اس سی، بیفنازیت، ۲۴٪ اس سی، فن پیروکسی میت ۵٪ اس سی، فن پروپاترین۱۰٪ ای سی، ۱/۵ درصد مایع ظرفشویی و در تیمار شاهد از آب‌شویی برای مطالعه استفاده گردید. از هر تیمار۴۰ نمونه برگ تصادفی در فواصل یک روز قبل و ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از قسمت‌های میانی هر درخت جمع‌آوری و جمعیت زنده پس از تبدیل به درصد تلفات تجزیه آماری شدند. قبل از محلول‌پاشی تیمارها حداکثر میانگین جمعیت کنه به ترتیب ۰/۲۸ ±۱۱/۶۰، ۱/۲۹±۱۳/۵۲، ۰/۳۲±۱۱/۰۸۵، ۰/۱۵±۴/۷۵ که برای ارومیه، اصفهان، اردبیل، مشهد و درصد آلودگی نمونه برگ‌ها بین ۶۵ الی۸۰٪ ملاحظه شد. بیشترین تلفات کنه از تأثیر غلظت ۵٪ کائولین تا ۷ روز بعد به ترتیب ۷۵/۹۷٪ و ۷۸/۸۰٪ برای ارومیه و اردبیل، تا ۱۴روز بعد تلفات کنه ۶۶/۶۸٪ و ۷۵/۲۳٪ برای مناطق اصفهان و مشهد ثبت شد. تأثیر غلظت‌های کائولین در نوبت ۲۱ روز بعد با شیب کاهش در چهار استان همراه شد. از غلظت ۵ درصد کائولین در شروع فعالیت جمعیت کنه قرمز اروپایی روی درختان سیب در یک فصل رزاعی و برای یک نوبت می‌توان محلول‌پاشی نمود.

واژه‌های کلیدی: درختان سیب، غلظت، کنترل، کنه آفت، ماده معدنی

مقدمه

بیشترین کنه‌کش‌ها در میان درختان میوه، برای کنترل خسارت کنه قرمز اروپائی (*Panonychus ulmi* Koch) و کنه تارتن دو نقطه ای (*Tetranychus urticae* Koch) در باغات سیب کشور مصرف می‌شود. درسال‌های طغیان جمعیت کنه قرمز اروپائی در باغات سیب در استان آذربایجان غربی تا شش نوبت از سموم استفاده شده است (۲). استفاده از کنه‌کش‌های گیاهی تجزیه‌پذیر در طبیعت برای طی یک دهه اخیر و برای تولید محصول سالم مورد توجه بوده است (۳ و ۹). استفاده از ماده معدنی کائولین (Kaolin) علیه جمعیت کنه‌های آفت در دو دهه اخیر مورد توجه در جهان قرارگرفته است. محلول پاشی پودر کائولین روی برگ گیاه رازک و علیه جمعیت مراحل فعال کنه تارتن دونقطه‌ای (*Tetranychus urticae*) از تغذیه بر روی سلول‌های برگ جلوگیری و اثرات سوء برجمعیت کنه شکارگر *Galendromus occidentalis* از خانواده (Phytoseiidae) در امریکا نداشته است (۸). محلول‌پاشی ۱۱/۳۵کیلوگرم پودر کائولین در ۱۸۹ لیترآب علیه حشره وکنه آفت خربزه درختی (papaya) در منطقه گرمسیری هاوایی برای ۱۳ نوبت در فواصل ۱۴ روز برای هر نوبت هزینه‌ای معادل ۳۶ دلار و سه برابر بیشتر هزینه روغن‌پاشی ولی حجم کائولین مصرفی ده‌ها برابر بیشتر در مقایسه با سایر تیمارها و در کنترل جمعیت و خسارت کنه آفت، تریپس، شپشک، خسترآردپوش (mealybug) نتایج رضایت‌بخشی نداشته است (۶). بکارگیری سموم آلی و ارگانیک در یک باغ سیب تحقیقاتی در سال ۲۰۰۰ میلادی در ایالت واشنگتن نشان می‌دهد ۳۰/۱ ٪ از سموم معدنی شامل ۸/۶ ٪ کائولین (kaolin)، ۱۰/۱ ٪ خاک دیاتومه (diatomaceous earth)، ۴/۶ ٪ سولفور آهک (lime sulfur) و ۶/۸ ٪ فسمت (phosmet) نیز استفاده شده است (۴). در این تحقیق اولین بار غلظت‌های پودر کائولین فرآوری شده (سپیدان ® WP) شرکت کیمیا سبزآور دارای

۱ و ۶- به‌ترتیب استاد پژوهش و دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، (AREEO)، تهران
(*- نویسنده مسئول: (Email: marbabi18@yahoo.com
۲- استادیار پژوهش و عضو هیأت علمی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مراکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی
۳- استادیار پژوهش و عضو هیأت علمی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مراکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (مغان)
۴- استادیار پژوهش و عضو هیأت علمی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مراکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
۵- دانشیار پژوهش و عضو هیأت علمی در مرکز تحقیقات کشاورزی، آموزش و منابع طبیعی خراسان رضوی

DOI: 10.22067/jpp.v34i1.78908

اندازه کمتر از ۰/۱ میکرومتر، قابل حل در آب که مانع از تغذیه و ایجاد حساسیت روی بدن کنه ایجاد می‌کند علیه جمعیت مراحل فعال کنه قرمز اروپائی در باغات سیب چهار استان کشور ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

از سه غلظت ۳٪، ۴٪ و ۵ ٪ پودر کائولین علیه جمعیت مراحل فعال کنه قرمز اروپائی (*Panonychus ulmi*) درختان سیب در استان های اردبیل،آذربایجان غربی، خراسان رضوی و اصفهان در سال ۱۳۹۳ استفاده شد. کارائی آن با غلظت ۰/۵ در هزار کنه‌کش‌های مجاز اسپیرودایکلوفن ۲۴۰ اس سی، بیفنازیت ۲۴٪ اس سی، فن پیروکسی میت ۵٪ اس سی، یک در هزار فن پروپاترین ۱۰٪ ای سی، ۱/۵ درصد مایع ظرفشویی (گلی) و از آب‌پاشی در تیمار شاهد برای مطالعه استفاده گردید. از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دو درخت رقم سیب قرمز درختی برای هر تکرار استفاده و با مشاهده حداقل میانگین ۵ کنه فعال در ۳۰ درصد نمونه برگ‌ها، محلول‌پاشی به مقدار ۶ الی ۸ لیتر روی هر درخت، صبح زود انجام شد. کارائی هر تیمار با جمع‌آوری تصادفی ۴۰ نمونه برگ از قسمت میانی درختان سیب یک روز قبل، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از سم‌پاشی صورت گرفت. با تبدیل داده‌ها به درصد تلفات توسط فرمول هندرسون-تیلتون، تجزیه آماری توسط نرم‌افزاز SAS انجام شد.

نتایج

قبل از محلول‌پاشی تیمارها، حداکثر میانگین جمعیت فعال کنه قرمز اروپائی در ارومیه برای کائولین ۴ درصد ۰/۲۸ ±۱۱/۶۰ کنه و میانگین کنه برای سایر تیمارها جزء شاهد (۰/۲۰±۵/۶۴ کنه)، کمتر از ۵ کنه در سطح فوقانی برگ‌ها ثبت شد (جدول ۱). حداقل و حداکثر میانگین کنه در میان تیمارها در اصفهان به ترتیب با ا ۱/۲۹±۱۳/۵۲ کنه و ۱/۲۳±۷/۵۶ کنه برای بیفنازیت و اسپیرودایکلوفن ثبت شد. نتایج محلول‌پاشی کائولین و سایر تیمارها در ارومیه و نوبت‌های نمونه برداری ۳ روز (f=0.26, df=31), P=0.0001)، ۷ روز (f=0.47, df=31), P=0.0001)، ۱۴ روز (f=0.38, df=31), P=0.0001) و ۲۱ روز (f=1.24, df=31), P=0.0001) تفاوت آماری (p<0.05) داشتند. محلول‌پاشی غلظت ۳٪ کائولین در نوبت ۳ روز بعد بسیار ضعیف (۹/۲۷٪) ولی غلظت ۵٪ ۵۷/۵۶٪ تلفات ایجاد و حداکثر تلفات ۷۵/۹۷٪ برای این غلظت در نوبت ۷ روز در ارومیه ثبت شد (جدول ۲). تجزیه میانگین تلفات کنه در میان تیمارها و نوبت‌های نمونه‌برداری ۳ روز (f=0.35, df=23), P=0.0001)، ۷ روز (f=0.85, df=23), P=0.0001)، ۱۴روز (f=1.86, df=23), P=0.0001) و ۲۱ روز (f=0.60, df=23), P=0.0001) در اصفهان معنی‌دار بود (p<0.05). حداکثر کارائی از تأثیر غلظت ۵ ٪ کائولین برای نوبت‌های ۱۴ و ۲۱ روز حدود ۶۶ درصد ملاحظه شد (جدول ۳).

جدول ۱- میانگین (SE±) جمعیت مراحل فعال کنه قرمز اروپائی قبل از محلول‌پاشی تیمارها روی رقم قرمز سیب درختی در مناطق مختلف کشور در سال ۱۳۹۳

Table 1- Mean (±SE) *Panonychus ulmi* active stages recorded on red apple orchards cultivar before treatments in different parts of the country in 2014

زمان/تیمار Treatment/time	آذربایجان غربی West Azerbaijan	اصفهان Esfahan	اردبیل Ardebil	خراسان رضوی Khorasan Razavi
Kaolin 3%	2.52±0.67 (0-4)	11.90±1.09 (1-14)	11.22±0.26 (8-15)	4.22±0.18 (1-6)
Kaolin 4%	11.60±0.28 (0-13)	11.56±1.32 (9-14)	11.25±0.31 (6-15)	4.75±0.15 (2-6)
Kaolin 5%	3.90±0.67 (0-6)	10.81±1.19 (7-13)	11± 0.28 (6-14)	4.65±0.19 (2-8)
Spirodiclofen 24% SC 0.5ml/lit	4.43±0.66 (1-7)	7.56±1.23 (5-10)	11.62±0.31 (7-15)	4.15±0.10 (2-7)
Bifenazate 24% SC 0.5ml/lit	4.64±1.26 (1-9)	13.52±1.29 (9-16)	11.57±0.31 (7-15)	4.30±0.18 (2-6)
Fenpyroximate 5% SC 0.5 ml/lit	4.05±0.29 (2-5)	10.71±1.17 (7-13)	11.85±0.31 (8-18)	4.17±0.18 (2-7)
Fenpropathrin 10% EC 1ml/lit	4.70±0.56 (1-8)	11.48±1.64 (9-15)	11.80±1.35 (7-15)	4.25±0.22 (1-6)
Dishwashing detergent 1.5%	3.42±0.75 (0-7)	11.04±1.29 (0-14)	11.02±0.37 (6-15)	4.17±0.20 (1-6)
Controlled (water treatment)	5.64±0.20 (0-7)	10.37±0.81 (7-12)	11.70±0.29 (7-15)	3.35±0.31 (1-6)

جدول ۲- میانگین درصد تلفات مراحل فعال کنه قرمز اروپائی رقم قرمز سیب درختی در تیمارها و نوبت‌های نمونه‌برداری در آذربایجان غربی در سال ۱۳۹۳

Table 2- Mean mortality (%) active stages of *Panonychus ulmi* in different treatments and interval times in apple orchard in West Azerbaijan province during 2014

زمان/تیمار Treatment/time	After 3 days (Mean±SE)	After 7 days (Mean±SE)	After 14 days (Mean±SE)	After 21 days (Mean±SE)
Kaolin 3%	9.26±6.97^{d}	19.80±7.79^{bc}	38.18±13.61^{ab}	0±0^{e}
Kaolin 4%	39.44±10.47^{bc}	7.35±7.35^{c}	38.18±13.61^{b}	0±0^{e}
Kaolin 5%	57.56±16.77^{b}	75.97±9.40^{a}	26.25±15.86^{ab}	52.31±9.40^{bc}
Spirodiclofen 24% SC 0.5ml/lit	91.90±3.84^{a}	91.07±2.87^{a}	95.76±1.07^{a}	41.23±11.12^{c}
Bifenazate 24% SC 0.5ml/lit	69.62±6.76^{ab}	18.10±12.75^{bc}	51.23±10.78^{ab}	88.09±7.42^{a}
Fenpyroximate 5% SC 0.5 ml/lit	59.92±6.35^{ab}	41.40±10.94^{b}	46.86±7.84^{ab}	44.99±12.44^{c}
Fenpropathrin 10% EC 1ml/lit	56.92±3.60^{b}	75.40±4.53^{a}	69.20±2.59^{a}	76.13±12.44^{ab}
Dishwashing detergent 1.5%	66.89±9.68^{cd}	36.39±14.71^{bc}	36.47±9.81^{ab}	41.04±9.86^{c}

حروف مشابه در هر ستون تفاوت آماری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر براساس آزمون دانکن ندارند.

Mean followed by the same letter are not significantly different in each column according to Duncan Test method ($p<0.05$).

جدول ۳- میانگین درصد تلفات مراحل فعال کنه قرمز اروپائی رقم قرمز سیب درختی در تیمارها و نوبت‌های نمونه‌برداری در اصفهان در سال ۱۳۹۳

Table 3- Mean mortality % active stages of *Panonychus ulmi* in different treatments and interval times in apple orchard in Esfahan province during 2014

زمان/تیمار Treatment/time	After 3 days (Mean±SE)	After 7 days (Mean±SE)	After 14 days (Mean±SE)	After 21 days (Mean±SE)
Kaolin 3%	1.91±1.70^{d}	7.76±3.45^{d}	35.60±4.69^{c}	26.52±7.87^{d}
Kaolin 4%	7.26±1.79^{d}	24.03±14.36^{d}	36.92±2.09^{c}	44.58±6.25^{c}
Kaolin 5%	32.41±10.23^{b}	48.24±3.55^{c}	66.68±5.62^{b}	66.06±5.16^{b}
Spirodiclofen 24% SC 0.5ml/lit	83.38±11.64^{bc}	80.71±3.99^{ab}	92.89±2.96^{a}	96.06±1.89^{a}
Fenpyroximate 5% SC 0.5 ml/lit	80.93±6.57^{a}	79.66±3.93^{a}	97.98±0.51^{a}	95.10±0.72^{a}
Etoxazole 10% SC 0.5ml/lit	83.38±7.15^{a}	79.66±3.93^{ab}	90.24±1.65^{a}	94.65±1.89^{a}
Dishwashing detergent 1%	22.21±2.72^{bcd}	57.72±9.49^{bc}	57.85±8.55^{b}	35.96±3.75^{cd}
Dishwashing detergent 2%	39.39±9.32^{b}	58.46±9.83^{bc}	53.01±7.87^{b}	41.06±6.13^{c}

حروف مشابه در هر ستون تفاوت آماری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر براساس آزمون دانکن ندارند.

Mean followed by the same letter are not significantly different in each column according to Duncan Test method ($p<0.05$).

تجزیه آماری میانگین درصد تلفات جمعیت کنه قرمز اروپائی در باغات سیب مشکین شهر بین تیمارها و نوبت نمونه‌برداری ۳ روز ($f=2.82$, $df=31$), $P=0.0001$)، ۷ روز ($f=2.48$, $df=31$), $P=0.0001$)، ۱۴ روز ($f=0.40$, $df=31$), $P=0.0001$) و ۲۱ روز ($f=1.09$, $df=31$), $P=0.0001$) معنی‌داری گردید ($P<0.05$). حداکثر تلفات کنه برای غلظت ۵ درصد کائولین در نوبت ۷ روز بعد ۷۸/۷۰ درصد و تا حدودی مشابه نوبت ۱۴ روز و در نوبت ۲۱ روز با کاهش همراه شد (جدول ۴). تلفات کنه از تأثیر تیمارها و نوبت‌های نمونه‌برداری ۳ روز ($f=2.82$, $df=31$), $P=0.0001$)، ۷ روز ($f=2.48$, $df=31$), $P=0.0001$)، ۱۴ روز ($f=0.40$, $df=31$), $P=0.0001$) و ۲۱ روز ($f=1.09$, $df=31$), $P=0.0001$) در باغ سیب آزمایشی در منطقه مشهد نیز تفاوت آماری معنی‌داری نشان داد ($p<0.05$). مقایسه تلفات کنه از تأثیر کائولین ۵ درصد ۳ روز بعد بیشتر از بیفنازیت، فن پروپاترین و کمتر از اسپیرودایکلوفن و فن پیروکسی میت مشاهده شد. حداکثر تأثیر محلول‌پاشی دترجنت در نوبت ۳ روز ۳۷/۱۸٪ و سپس با کاهش تأثیر در سایر نوبت‌های نمونه برداری مواجه گردید.

بحث

بیشترین تلفات کنه از تأثیرکائولین برای غلظت ۵ درصد تا ۷ روز ۷۵/۹۷ درصد در ارومیه (جدول ۲) و ۷۸/۷۰ درصد در اردبیل (جدول ۴)، تا نوبت ۱۴ روز ۶۶/۶۸ درصد در اصفهان (جدول ۳) و ۷۵/۲۳ درصد در مشهد (جدول ۵) ثبت شد و کارائی بیشتری در مقایسه با کنه‌کش‌های آلی در ارومیه و مشهد داشت (جداول ۲ و ۵) و نسبت به

برخی ازکنه‌کش‌های آلی در اصفهان و اردبیل نیز بیشتر ملاحظه شد (جداول ۳ و ۴). نتایج تأثیر پودرکائولین در ترکیب با آرد گندم و دوغ در شرایط آزمایشگاهی سبب کنترل نسبی جمعیت تخم کنه قرمز اروپائی اعلام می‌شود (۵).

جدول ٤- میانگین درصد تلفات مراحل فعال کنه قرمز اروپائی رقم قرمز سیب درختی در تیمارها و نوبت‌های نمونه‌برداری در منطقه مشکین شهر استان اردبیل در سال ۱۳۹۳

Table 4- Mean mortality % active stages of *Panonychus ulmi* in different treatments and interval times in apple orchard in Meshghin shahar of Ardebil province during 2014

زمان/تیمار Treatment/time	After 3 days (Mean±SE)	After 7 days (Mean±SE)	After 14 days (Mean±SE)	After 21 days (Mean±SE)
Kaolin 3%	52.77±5.70^{c}	70.81±3.36^{cd}	68.99±2.13^{ab}	51.86±3.87^{c}
Kaolin 4%	66.24±1.61^{b}	74.57±0.43^{bc}	74.68±1.35^{ab}	53.31±3.72^{c}
Kaolin 5%	68.16±2.61^{b}	78.70±3.70^{b}	76.58±2.56^{a}	52.99±3.97^{c}
Spirodiclofen 24% SC 0.5ml/lit	89.23±2.02^{ab}	89.44±1.97^{a}	76.80±1.39^{a}	66.65±2.57^{ab}
Bifenazate 24% SC 0.5ml/lit	87.54±1.57^{a}	91.76±0.50^{a}	76.03±4.01^{ab}	71.29±2.85^{a}
Fenpyroximate 5% SC 0.5 ml/lit	85.63±1.55^{a}	75.05±3.08^{bc}	64.84±4.59^{bc}	65.89±1.72^{ab}
Fenpropathrin 10% EC 1ml/lit	91.23±0.31^{a}	89.20±1.23^{a}	78.69±1.67^{ab}	74.10±1.96 ^{a}
Dishwashing detergent 1.5%	73.82±2.23^{b}	65.37±2.12^{d}	57.71±4.41^{c}	60.41±3.32^{bc}

حروف مشابه در هر ستون تفاوت آماری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر براساس آزمون دانکن ندارند.

Mean followed by the same letter are not significantly different in each column according Duncan Multiple Rang Test method ($p<0.05$).

جدول ۵- میانگین درصد تلفات مراحل فعال کنه قرمز اروپائی رقم قرمز سیب درختی در تیمارها و نوبت‌های نمونه‌برداری در خراسان رضوی در سال ۱۳۹۳

Table 5- Mean mortality % active stages of *Panonychus ulmi* in different treatments and interval times in apple orchard in Khorasan Razavi province during 2014

زمان/تیمار Treatment/time	After 3 days (Mean±SE)	After 7 days (Mean±SE)	After 14 days (Mean±SE)	After 21 days (Mean±SE)
Kaolin 3%	0.53±0.53^{e}	25.43±4.86^{d}	19.80±5.55^{e}	4.85±4.09^{d}
Kaolin 4%	4.77±4.11^{e}	34.24±4.87^{d}	46.66±3.37^{d}	9.90±5.39^{d}
Kaolin 5%	40.82±7.86^{cd}	66.72±3.70^{a}	75.23±1.80^{a}	46.86±7.66^{ab}
Spirodiclofen 24% SC 0.5ml/lit	77.67±0.88^{a}	59.44±3.91^{a}	66.22±2.13^{ab}	56.08±3.34^{a}
Bifenazate 24% SC 0.5ml/lit	50.54±1.82^{b}	58.09±3.57^{ab}	55.80±1.70^{bc}	39.50±3.30b^{c}
Fenpyroximate 5% SC 0.5 ml/lit	80.51±1.23^{a}	65.94±6.60^{a}	45.95±.332^{cd}	31.47±4.09^{c}
Fenpropathrin 10% EC 1ml/lit	43.53±1.38^{c}	46.48±1.99^{bc}	66.39±3.79^{ab}	45.76±2.86^{abc}
Dishwashing detergent 1.5%	37.18±3.33^{d}	35.98±3.28^{cd}	26.55±5.28^{e}	5.68±4.39^{d}

حروف مشابه در هر ستون تفاوت آماری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر براساس آزمون دانکن ندارند.

Mean followed by the same letter are not significantly different in each column according to Duncan Test method ($p<0.05$).

نتایج بکارگیری۲۲/۶۵۰ کیلوگرم کائولین در سطح ۴۰۴۷ متر مربع یا یک اکر (acre) در دو نوبت متوالی علیه جمعیت کنه آفت (کنه قرمزاروپائی/کنه تارتن دونقطه‌ای/کنه اریوفیدگلابی (pear rust mite)) مؤثر اعلام شده (۱) و تقریبا معادل ۵۰ درصد کائولین مصرفی برای یک نوبت محلول‌پاشی در تحقیق حاضر می‌باشد. نتایج مصرف دو ساله کائولین علیه جمعیت کنه تارتن دو نقطه‌ای در باغات سیب ایالت واشنگتن باعث تشدید فعالیت کنه آفت بدون ذکر علت آن گزارش شده است (۷). از مشکلات مصرف کائولین علیه کنه‌های آفت، می‌توان به انباشت چندین برابری این ماده معدنی روی درختان سیب در مقایسه با باقی مانده نامحسوس کنه‌کش‌های آلی اشاره نمود. از غلظت ۵ درصد کائولین در شروع فعالیت جمعیت کنه قرمز اروپایی در یک فصل رزاعی و برای یک نوبت می‌توان محلول‌پاشی نمود.

منابع

1- Anonymous. 2017. Pest Management guide for tree fruits in the mid Columbia area, Oregon State University Extension catalog at https://catalog. Extension. Oregon State. Education /em8419, 81pp.

2- Akabarzadeh Gh., and Arbabi M. 2005. Evaluation of the efficacy of new acaricide Etoxazole against the European red mite in comparison with current matricides in Wes Azerbaijan apple orchards. Journal of Research in Agricultural Sciences 2: 1-9. (In Persian with English abstract)

3- Akbarzadeh Shokat Gh.A., and Arbabi M. 2014. Effectiveness of biomite in the control European red mite (*Panonychus ulmi* Koch) in Oromia. Abstract proceeding 21ST National Iranian Plant Protection congress (23rd to 26th August, 2014), Collage of Agriculture and natural resources, Oromia University, P. 1016.

4- Brunner J.B., Jones W., Beers E., Tangren J.D., Dunley J., Xiao C.I., and Gary G.G. 2003. A Decade of pesticide use and IPM practices in Washington's apple orchards. Agriculture and environmental news, a monthly report on pesticides and related environmental issues, Issue No. 205, 16pp.

5- Ghate A.V., and Marshall G.E. 1962. Preliminary studies on the ovicidal effects of wheat flour-butte milk combination on the eggs of *Panonychus ulmi* (Koch) in southern Indiana. Indiana Acad. Sci., 72: 140–141.

6- Kaufman L.V., and Wright M.G. 2012. Developing sustainable pests control practices against major pests in papaya in Hawaii. Department of plant and environmental protection sciences, University of Hawai'i at Mānoa, USA.

7- Kinght A.L., Christianson B.A., Unruh T.R., and Puterka G. 2001. Impacts of seasonal kaolin particle films on apple pest management 133: 413-428.

8- James D. 2004. Beneficial arthropods in Washington hop yards: Screening the impact of pesticides on survival and function. Final Report for Washington State Commission for Pesticide Registration: March 2004, Funding Period: February 2000-December 2003.

9- Shirdel D., and Arbabi M. 2016. Evaluation of biomite pesticide in control of *Panonychus ulmi* Koch population (Acari: Tetranychidae) in east Azerbaijan province. Abstract proceeding 22nd National Iranian Plant Protection congress (27th to 30th August, 2016), College of agriculture and natural resources Karaj, Tehran university, P.820.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 47-53

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۵۳-۴۷

Evaluation of Kaolin in Control of *Panonychus ulmi* in Apple Orchards of Iran

M. Arbabi[1*]- Gh.A. Akbarzadeh Shokat[2]- H. Karbalaei Khiavi[3]- M.S. Imami[4]- H. Kamali[5]- H. Farazmand[6]

Received: 10-03-2019
Accepted: 10-02-2020

Introduction: European red mite (*Panonychus ulmi* (Koch)) and two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) are the two major pests of deciduous trees and most of the acaricides used in the control of them in apple orchards of Iran. The early of these two mite damages on leaf chlorophyll contents caused plant retardation, reduce fruit size and quality in apple production. Extensive mite pest damages during the middle of spring and summer months not only caused complete leaves shedding but side effects of this unusual condition imposed shortages of nutritional on vigorously of infested apple trees in next year on apple production also. Most of the new acaricides introduced and registered here in the last two decades demanded and evaluated against apple mite pests. Reduce the hazardous risk of synthetic acaricides application, so many efforts since 1995 undertaken since 1995 for sustainable mite pest's management and keeping environmental and natural enemies safer in apple orchards. Evaluation of organic pesticides in developed countries in control of apple pests received more attention mostly to overcome spider mite pest damages in the world. In Iran, the only sulfur powder was tested in 1954 against citrus russet mite and no other mineral as an acaricide tested on apple mite pests in Iran. In this study, for the first time, the effect of Kaolin doses investigated on active stages of European red mite in four major apple growing orchards of Iran. Concerned literature survey indicated that this the first in depended kaolin effects report from Iran.

Material and Methods: Different kaolin doses (3, 4 and 5%) against *Panonychus ulmi* infested *apple* orchards during investigated 2014. Effect of this pesticide was compared with registered acaricides such as Envidor (spirodiclofen 240 SC), floramite (bifenazate 24% SC), Danitol (fenpropathrin 10% EC), Ortus (fenpyroximate 5% SC), 1.5% detergent dishwashing along with water sprayed on apple trees as in uncontrolled treatment. Experiments conducted in different provinces of Iran (West Azerbaijan, Esfahan, Ardebil and Khorasan Razavi provinces during 2014). Treatment effectiveness was determined by random 40 apple leaves collected at the interval of one day before and 3, 7, 14 and 21 days after treatments. Active mite stages on the upper side of the apple leaf counted with the help of a stereomicroscope. Collected alive mite raw data from each treatment at different interval times, converted into morality% by Henderson-Tilton formula. Mean mortality% analysis variance done with SAS software. Grouping and ranking effects of each treatment carried out by DUNCAN methods.

Results and Discussion: Mite mean density before treatments on apple leaves among treatments found varied during 2014 in different provinces. The highest mean of mite out of 40 leaves before treatments in West Azerbaijan, Esfahan, Ardebil and Khorasan Razavi provinces recorded 11.60±0.28, 13.52±1.29, 11.85±0.32 and 4.75±0.15 respectively with total apple leaves infestation of 65 to 80% in all provinces. Lower doses (3 and 4%) of kaolin pesticides in the control of mite pests in all experimental stations except in Ardebil observed very weakly and less than 50% up to 14 days after. The highest mite mortality% time up to 7 days after treatments for 5% kaolin dose recorded 75.97% and 78.70 up to 7 days in Oromia and Ardebil and up to 14 days after observed 66.68%, 75.23% in Esfahan and Khorasan Razavi provinces respectively. A sharp reduction in apple mite pest

1 and 6- Professor and Associate Professor in Iranian Research Institute of Plant Protection (AREEO), respectively.
(*- Corresponding Author Email: marbabi18@yahoo.com)
2- Assistant Professor in Agricultural, Education Research and Natural Resources Center in West Azerbaijan
3- Assistant Professor in Agricultural, Education Research and Natural Resources Center in Ardebil
4- Assistant Professor in Agricultural, Education Research and Natural Resources Center in Esfahan
5- Associate Professor in Agricultural, Education Research and Natural Resources Center in Khorasan Razavi

control recorded at 21 days sampling interval for kaolin 5%. All kaolin doses sprayed on apple trees found without phytotoxicity during the hot and dried period of sampling time in all places. Expected control with 5% kaolin application at the early stages of *P. ulmi* activity for a once during the growing season is possible.

Conclusion: Application 5% kaolin at the lower incidence of *Panonychus ulmi* for once during the growing season in apple orchards recommended.

Keywords: Apple orchard, Control, Dose, Mineral pesticide, Mite pest

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 55-65

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۶۵-۵۵

مقاله علمی-پژوهشی

اثر قارچ‌های میکوریزایی *Glomus mosseae* و شبه‌میکوریزایی *Piriformospora indica* بر رشد گیاهچه گندم و چند گونه علف هرز

گودرز احمدوند[1*]- معصومه دهقان بنادکی[2]- اسکندر زند[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴

چکیده

به منظور بررسی کلونی‌سازی قارچ، روی ریشه گندم و هشت گونه علف‌هرز، نه آزمایش مستقل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در سال ۱۳۹۵ در شرایط گلخانه اجرا شد. آزمایش‌های مذکور هر کدام دارای سه تیمار تلقیح با قارچ میکوریزایی گلوموس (*Glomus mosseae*)، تلقیح با قارچ شبه‌میکوریزایی پیریفورموسپورا (*Piriformospora indica*) و شاهد بدون تلقیح بودند. گونه‌های گیاهی مورد بررسی نیز شامل گندم رقم پیشتاز و علف‌های هرز چاودار، جودره، جوموشی، یولاف وحشی، خاکشیر شیرین، علف پشمکی، گندمک و خلر بود. بعد از پر کردن گلدان‌ها، اسپور قارچ گلوموس و قطعات میسلیوم قارچ پیریفورموسپورا به گلدان‌ها اضافه و به هر گلدان تعداد ۱۰ گیاهچه منتقل شد و در مرحله ۲ تا ۴ برگی به سه بوته در هر گلدان تنک شدند. ۸ هفته بعد از انتقال گیاهچه‌ها، درصد کلونی‌سازی، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و پاسخ رشد میکوریزایی اندازه‌گیری و تعیین شد. نتایج آزمایش نشان‌دهنده تأثیر متفاوت قارچ‌های مورد بررسی بر رشد گیاه زراعی و علف‌های هرز بود. قارچ‌های گلوموس و پیریفورموسپورا به ترتیب روی ریشه گندم ۸۷/۹ و ۹۰ درصد کلونی تشکیل دادند. در بین علف‌های هرز، بیشترین درصد کلونی‌سازی توسط هر دو قارچ، با علف هرز جودره به میزان ۸۹ درصد و کمترین میزان کلونی‌سازی، با ریشه گیاه گندمک به میزان ۷/۵ درصد مشاهده شد. وزن خشک ریشه و اندام هوایی چاودار در اثر تلقیح هر دو قارچ دچار کاهش شد. تلقیح قارچ گلوموس باعث کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی یولاف وحشی و گندمک شد. پاسخ رشد میکوریزایی از ۳۲/۲۶- تا ۴۸/۷۸+ درصد در علف‌های هرز، متفاوت بود. با توجه به واکنش متفاوت گندم و برخی از گونه‌های علف هرز مورد بررسی مانند چاودار، یولاف وحشی و گندمک به تلقیح قارچ‌های میکوریزایی و شبه‌میکوریزایی، به‌نظر می‌رسد کاربرد قارچ‌های مذکور در مزارع گندم بتواند خسارت علف‌های هرز یادشده را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: پاسخ رشدی، کلونی‌سازی، قارچ گلوموس، قارچ پیریفورموسپورا

مقدمه

قارچ‌های آرباسکولار میکوریزایی[4] یکی از مهم‌ترین قارچ‌های موجود در روی زمین هستند که تقریباً از ۴۰۰ میلیون سال پیش، با ریشه بسیاری از گیاهان رابطه همزیستی دارند (۴). این قارچ‌ها نقش مهمی در کارکرد پایدار بوم‌نظام‌ها، به‌ویژه سامانه‌های کشاورزی ایفا می‌کنند. در بین انواع مختلف قارچ‌های میکوریزایی، میکوریزایی آرباسکولار رایج‌ترین نوع همزیستی مسالمت‌آمیز بین میکروارگانیسم‌های خاک‌زی و گیاهان می‌باشد. این قارچ‌ها تقریبا ۵ تا ۳۶ درصد زیست‌توده خاک و ۹ تا ۵۵ درصد زیست‌توده میکروارگانیسم‌های خاک را در اراضی کشاورزی، تشکیل می‌دهند (۱۳). در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد از گیاهان، با این قارچ‌ها همزیستی ندارند و به عنوان گیاهان غیرمیزبان قارچ شناخته می‌شوند که شامل برخی از گونه‌های خانواده‌های تاج‌خروس (Amaranthaceae)، اسفناجیان (Chenopodiaceae)، شب‌بو (Brassicaceae)، میخک (Caryophyllaceae)، هفت‌بند (Polygonaceae) و بعضی از گیاهان خانواده گندمیان (Poaceae) می‌باشند که برخی از مهم‌ترین و مشکل‌سازترین علف‌های هرز دنیا نیز در این خانواده‌های گیاهی قرار دارند (۱۳ و ۳۸). قارچ‌های میکوریزایی همیشه سودمند نیستند، در بعضی از مواقع برخی از گونه‌های قارچ‌های میکوریزایی مانند *G. mosseae* و *G. intraradices* سبب کاهش رشد گونه‌های خاصی

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز، گروه زراعت و اصلاح نبات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: gahmadvand@basu.ac.ir)
۳- استاد مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، تهران، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.74808
4- Arbuscular- mycorrhizal fungi

از گیاهان می‌شوند (۳۵). بررسی اثر قارچ میکوریزایی *G. intraradices* بر رشد نه گونه علف هرز مهم در مزارع، نشان داد که رشد علف‌های هرز در حضور قارچ، کاهش پیدا می‌کند و بیشترین کاهش رشد در سه گونه سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، تاجریزی (*Solanum nigrum* L.) و چسبک (*Setaria viridis* L.) مشاهده شد (۳۵). مکانیسم بازدارندگی قارچ میکوریزایی در گیاهان غیرمیزبان، ناشناخته است. مشاهده شده است که عصاره آبی میسیلیوم قارچ میکوریزایی در گیاهان غیرمیزبان، مانع از رشد ریشه شده و یا به واسطه خاصیت دگرآسیبی عصاره آبی میسیلوم قارچ، حالت پلاسیدگی یا مرگ موضعی مشاهده شده است (۱). در بررسی میزان کلونی‌سازی قارچ میکوریزایی *G. mosseae* با ریشه علف پشمکی (*Bromus tectorum* L.) در مراتع، میزان ویزیکول[1] بین ۰ تا ۷ درصد، میزان آرباسکول[2] ۰ تا ۱۰ درصد و کلونی هیف از ۰ تا ۳۳ درصد متغیر بود و کل کلونی‌سازی بین ۰ تا ۳۴ درصد تغییر نشان داد و بیشترین میزان کلونی‌سازی در مرحله گلدهی گیاه مشاهده شد (۳). در مطالعه‌ای دیگر کلونی‌سازی قارچ میکوریزایی (*G. etunicatum*) با گیاه علف پشمکی، سبب کاهش زیست‌توده گیاه شده است (۲۶). در علف هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) از خانواده شب‌بو تشکیل ویزیکول، هیف و آرباسکول در شرایط آب و هوایی برزیل مشاهده شد (۲۷). حضور میسیلوم قارچ میکوریزایی (*G. intraradices*) در شرایط کربن فعال و عدم کربن فعال، سبب کاهش هشت برابری زیست‌توده علف هرز گندمک (*Stellaria media* L.) در مقایسه با شرایط عدم کاربرد قارچ شد (۳۵). نتایج بررسی تأثیر قارچ میکوریزایی *G. mosseae* بر میزان کلونی‌سازی ریشه علف‌های هرز، نشان داد که بیشترین کلونی‌سازی به میزان ۸۱ درصد با علف هرز شیرتیغی (*Sonchus aspera* L.) و کمترین کلونی‌سازی در علف‌های هرز خارلته (*Cirsium arvense* L.) و سلمه‌تره (*Chenopodium album*) به ترتیب به میزان ۹ و ۷ درصد ایجاد شد (۳۰).

قارچ اندوفیت *P. indica*، اولین بار توسط وارما و همکاران (۳۲) از خاک ریزوسفری گیاهان خشکی‌پسند کهور (*Prosopis juliflora* DC.) و کنار (*Ziziphus nummularia* W.) در صحرای تار هندوستان جدا شد. این قارچ به عنوان یکی از مهم‌ترین ریزجانداران مفید خاک در تهیه و تولید کودهای بیولوژیکی کاربرد دارد و با ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و اکولوژیکی در گیاهان میزبان خود، عملکرد آن‌ها را در واحد سطح افزایش داده و امکان توسعه و کاشت گیاه را در خاک‌هایی با شرایط نامساعد محیطی و تغذیه‌ای، فراهم می‌کند (۳۳). این قارچ از نظر مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و کارکرد، مشابه جنس گلوموس می‌باشد (۱۵).

همزیستی این قارچ در ریشه انواعی از گیاهان بررسی و گزارش شده است که با دارا بودن توانایی القای مقاومت به عوامل بیمارگر و تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری در رابطه همزیستی خود با گیاه، به عنوان یک عامل مهم در القای مقاومت به گیاه مطرح است و مشابه قارچ‌های میکوریزایی عمل می‌کند (۸). گزارش شده است که این قارچ می‌تواند با گیاهان غیرمیکوریزایی، همزیستی برقرار کرده و سبب بهبود و یا کاهش رشد آن‌ها شود (۲۲ و ۳۵). قارچ مذکور با خانواده‌های مختلف گیاهی حتی با آن دسته که قادر به همزیستی با قارچ‌های میکوریزایی نیستند، به راحتی رابطه همزیستی برقرار می کند. برای مثال با گیاهان خانواده شب‌بو که میزبان قارچ‌های میکوریزایی نیستند، همزیستی برقرار کرده و هیف آن در مجاورت ریشه میزبان، منشعب و سبب انباشتن و افزایش عناصری چون فسفر، نیتروژن، آهن و منگنز می‌شود که افزایش رشد گیاه میزبان را به‌دنبال خواهد داشت (۱۱ و ۱۹). در مطالعات درون شیشه‌ای[3]، گزارش شده است که قارچ پیریفورموسپورا با گیاهان خانواده شب‌بو مانند نوعی خردل (*Brassica juncea* L.)، کلم (*B. oleracea* L.) و اسفناج (*Spinacia oleracea* L.)، همزیستی برقرار کرده است (۲۹). در تیره شب‌بو، قارچ با ریشه گیاه کلم به میزان ۶۸ درصد و در گیاه خاکشیر شیرین (*Descurainia sophia*) به میزان ۱۵ درصد ایجاد کلونی داشته است (۱۶). درصد کلونی‌سازی قارچ پیریفورموسپورا با علف‌های هرز یولاف وحشی، علف قناری و خاکشیر تلخ به ترتیب به میزان ۴۰ ، ۴۰ و ۳۹ درصد و در علف‌های هرز ازمک، خاکشیر شیرین و کیسه‌کشیش کمتر از ۲۰ درصد گزارش شد (۹).

با توجه به اینکه مطالعات بسیار کمی در ایران در رابطه با ارزیابی رشد علف‌های هرز در حضور قارچ میکوریزایی و شبه‌میکوریزایی صورت گرفته است، این پژوهش به منظور بررسی و مقایسه پاسخ رشدی گندم و چند گونه علف‌هرز مهم این گیاه زراعی، به قارچ میکوریزایی *G. mosseae* و شبه‌میکوریزایی *P. indica* در شرایط کنترل شده، به منظور مدیریت اکولوژیکی علف‌های هرز اجرا شد. به نظر می‌رسد چنانچه گیاه زراعی مورد نظر با قارچ‌های میکوریزایی یا شبه‌میکوریزایی کلونی تشکیل دهد و پاسخ رشد آن مثبت باشد و در مقابل گونه‌هایی از علف‌های هرز مورد بررسی غیر میکوریزایی بوده یا پاسخ رشد میکوریزایی آن‌ها منفی باشد. کاربرد قارچ می‌تواند باعث بهبود قابلیت رقابت گیاه زراعی و کاهش خسارت علف‌های هرز مذکور شود.

مواد و روش‌ها

1- Vesicles
2- Arbuscules
3- *In vitro*

به‌منظور بررسی کلونی‌سازی قارچ‌های میکوریزایی و شبه میکوریزایی روی ریشه گندم و چند گونه علف‌هرز، نه آزمایش مستقل روی نه گونه گیاهی در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در سال ۱۳۹۵، در گلخانه مرکز آموزش عالی کشاورزی کرج واقع در کیلومتر پنج جاده ماهدشت اجرا شد. در آزمایش‌های مذکور تیمارهای آزمایش شامل تلقیح با قارچ میکوریزایی (*G. mosseae*)، تلقیح با قارچ شبه-میکوریزایی پیریفورموسپورا (*P. indica*) و شاهد بدون تلقیح بود. گونه‌های گیاهی مورد بررسی نیز شامل گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم پیشتاز و علف‌های‌هرز چاودار وحشی (*Secale cereale* L.)، جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.)، جوموشی (*H. murinum* L.)، یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu.)، خاکشیر (*D. Sophia* L.)، علف پشمکی (*Bromus tectorum* L.)، گندمک (*S. media* L.) و خلر (*Lathyrus sativus* L.) بود.

تکثیر و تولید مایه تلقیح قارچ‌ها: قارچ میکوریزایی آرباسکولار (*G. mosseae*) از کلینیک اسدآباد همدان تهیه شد. در هر گلدان مقدار سه گرم مایه تلقیح قارچ استفاده شد که در هر گرم حدود ۱۱۰ اسپور وجود داشت.

جدایه اولیه قارچ پیریفورموسپورا از آزمایشگاه قارچ‌شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه گردید و به‌منظور تکثیر و تولید میسلیوم، به مدت دو هفته، در داخل ارلن حاوی محیط کشت مرکب هیل و کافر (۱۵) کشت گردید، سپس به محیط کشت مایع منتقل و به‌مدت دو هفته در شیکرانکوباتور با دمای ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۵۰ دور، در تاریکی قرار داده شد. برای تلقیح، ۱۰ میلی‌لیتر از محیط کشت حاوی تعداد زیادی از قطعات میسلیوم قارچ، در هر گلدان استفاده شد (۱۶).

بذر گندم رقم پیشتاز از مؤسسه تحقیقات نهال و بذر کرج تهیه شد و بذر گونه‌های علف هرز نیز از مزارع گندم کرج و هشتگرد جمع آوری شده و پس از خشک شدن، تا زمان کاشت در پاکت کاغذی در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. قبل از شکستن خواب بذر علف‌های هرز، بذر گیاهان مورد بررسی با هیپوکلرید سدیم ۱/۵ درصد به‌مدت پنج دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شستشو داده شد، سپس بذرها در پتری‌دیش حاوی کاغذ صافی و آب مقطر در داخل ژرمیناتور قرار گرفته و بسته به گونه گیاهی بین چهار تا شش روز جوانه‌دار شدند و زمانی‌که طول ریشه‌چه به حدود یک سانتی‌متر رسید، به گلدان‌ها منتقل شدند.

کشت گیاه و اعمال تیمارها: خاک مورد استفاده به نسبت (یک به یک) خاک مزرعه و ماسه‌بادی بود که پس از عبور از الک دو میلی‌متری، طی سه روز متوالی و هر روز به مدت چهار ساعت در آون با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، استریل شد (۱۴). هر گلدان حاوی یک کیلوگرم خاک استریل شده بود و به هر گلدان بسته به نوع تیمار، قارچ مورد نظر اضافه شد و در شرایط عدم کاربرد قارچ (شاهد) هیچ گونه مایه تلقیح قارچ استفاده نشد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1- Physical and chemical characteristics of the used soil in the pots

کربن ارگانیک (درصد)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)	نیتروژن کل (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	بافت خاک
OC (%)	P (ppm)	K (ppm)	Total N (%)	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	Soil texture
0.09	19.46	514.00	1.00%	7.10	2.93	لومی شنی Sandy lome

تعداد ۱۰ گیاهچه به هرکدام از گلدان‌ها انتقال داده شد. سپس گیاهچه‌ها در مرحله دو تا چهار برگی، تنک شده و به تراکم سه بوته در هرگلدان رسیدند. گلدان‌ها هفته‌ای سه بار با آب مقطر آبیاری شدند. برای ممانعت از آبشویی، گلدان‌ها به‌طور یکنواخت در حدی آبیاری شدند که زه‌آب خروجی نداشته باشند. هشت هفته بعد از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان‌ها، اندام هوایی گیاهان از محل طوقه، قطع و به آزمایشگاه منتقل شد. ریشه گیاهان با آب مقطر شست‌وشو داده شد تا کاملا تمیز شود سپس ریشه یک بوته از هر گلدان به‌صورت تصادفی جدا و به قطعات یک سانتی‌متری برش داده شد و برای تعیین درصد کلونی‌سازی آماده شد. اندام هوایی هر کدام از گونه‌ها نیز جداگانه در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بعد از خشک شدن، وزن خشک اندام هوایی تعیین شد. ریشه‌های دو بوته باقیمانده از هر گلدان نیز برای تعیین وزن خشک، به مدت ۲۴ ساعت درآون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

رنگ‌آمیزی و بررسی کلنی‌سازی ریشه توسط قارچ: برای مطالعه همزیستی، قطعات یک سانتی‌متری ریشه هر گونه، بسته به گونه گیاهی به مدت چهار تا هشت دقیقه در محلول KOH ده درصد رنگ‌بری شده، سپس سه مرتبه با آب مقطر شست‌وشو داده شد و پس‌ازآن به مدت چهار دقیقه، در محلول HCl یک‌درصد قرار داده شد سپس رنگ‌آمیزی با استفاده از محلول لاکتوفنل کاتن بلو[1] انجام

1- Lactophenol katen blue

شد (۱۲). برای اندازه‌گیری درصد کلنی‌سازی ریشه، یک صد قطعه یک سانتی‌متری از ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده روی چهار لام میکروسکوپ (هر لام ۲۵ قطعه) قرار داده شد و با اضافه کردن چند قطره محلول لاکتوگلیسرول، ریشه‌ها با لامل پوشانیده شدند و با کمک میکروسکوپ، درصد کلونیزاسیون تعیین و میانگین درصد کلونی‌سازی قطعات ریشه‌ای محاسبه گردید (۲۴).

برای محاسبه پاسخ رشد میکوریزایی گیاهان[1] (MGR) از معادلات زیر استفاده شد (۳۵).

معادله (۱)

$$\text{IF } \overline{\text{NM}} < \text{AMF, then MGR }(\%) = \left(1 - \left(\frac{\overline{\text{NM}}}{\text{AMF}}\right)\right) \times 100$$

معادله (۲)

$$\text{IF } \overline{\text{NM}} > \text{AMF, then MGR }(\%) = \left(-1 - \left(\frac{\overline{\text{NM}}}{\text{AMF}}\right)\right) \times 100$$

در این معادلات $\overline{\text{NM}}$ متوسط زیست‌توده کل گیاه در تیمار شاهد (عدم کاربرد قارچ)، AMF زیست‌توده کل هر گونه در حضور قارچ. در تیمارهایی که حضور قارچ باعث افزایش رشد شد، برای تعیین میزان پاسخ رشدی مثبت، از معادله یک و برای تعیین میزان پاسخ رشدی منفی، زمانی که حضور قارچ باعث کاهش رشد شد، از معادله دو استفاده شد.

قبل از تجزیه‌وتحلیل، نرمال بودن باقیمانده داده‌ها بررسی و در صورت نیاز تبدیل مناسب ($\text{Arc sin}\sqrt{x}$) بر روی آن‌ها انجام شد (۱۸). تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها برای هر آزمایش به‌صورت جداگانه با نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار sigma plot صورت گرفت.

نتایج و بحث

در تیمار عدم کاربرد قارچ، در هیچ‌یک از گیاهان مورد مطالعه، کلونی‌سازی قارچ با ریشه گیاهان مشاهده نشد. این مسئله نشان می دهد که خاک مورد استفاده برای آزمایش به دلیل اتوکلاو کردن، فاقد قارچ‌های مورد بررسی بوده است. درصد کلونی‌سازی روی ریشه گونه‌های مختلف گیاهی مورد مطالعه از ۷/۵ درصد (توسط قارچ گلوموس روی ریشه گندمک) تا ۹۰/۳ درصد (توسط قارچ پیریفورموسپورا روی ریشه گندم) در بین گونه‌های گیاهی متغیر بود (جدول ۲). بیشترین درصد کلونی‌سازی در گندم به میزان ۹۰/۳ و ۸۷/۹ درصد به ترتیب در همزیستی ریشه با قارچ پیریفورموسپورا و گلوموس مشاهده شد (جدول ۲). کمترین میزان کلونی‌سازی قارچ پیریفوموسپورا و گلوموس در علف هرز گندمک به‌ترتیب به میزان ۱۰ و ۷/۵ درصد مشاهده شد. کلونی‌سازی هر دو گونه قارچ، با ریشه علف هرز جودره به میزان ۸۹ درصد بود. میزان کلونی‌سازی قارچ پیریفورموسپورا با ریشه همه گونه‌های گیاهی مورد بررسی بجز جودره، بیشتر از جنس گلوموس بود. میزان کلونی‌سازی قارچ گلوموس با ریشه یولاف وحشی ۱۳ درصد بود در حالی‌که کلونی‌سازی قارچ پیریفورموسپورا با ریشه یولاف وحشی معادل ۴۰ درصد بود که در مقایسه با گلوموس، سبب افزایش ۲۷ درصدی کلونی‌سازی در ریشه یولاف شد. درصد کلونی‌سازی قارچ پیریفورموسپورا با ریشه علف‌های هرز خلر، جوموشی، چاودار، علف‌پشمکی، خاکشیر و گندمک به‌ترتیب ۲۳، ۱۵، ۱۲، ۱۲، ۱۱/۵ و ۲/۵ درصد بیشتر از گونه گلوموس بود. عواملی مانند گونه گیاهی، فعالیت میکروبی و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، بر میزان و شدت کلونی‌سازی قارچ‌های میکوریزایی و شبه‌میکوریزایی با ریشه گیاهان موثر هستند (۵، ۱۷، ۲۲ و ۲۸).

میزان کلونی‌سازی قارچ گلوموس و پیریفورمورسپورا با ریشه گندم به‌ترتیب ۷۳/۳۸ و ۵۲/۱۲ درصد گزارش شده است (۳۹). باسبی (۳) میزان کلونی‌سازی قارچ گلوموس را با ریشه علف‌پشمکی تا ۳۴ درصد گزارش کرد و در بررسی الغراوی (۲) میزان کلونی‌سازی قارچ گلوموس با ریشه علف پشمکی در سامانه تک کشتی، ۷۱/۴۵ درصد گزارش شده است. میزان کلونی‌سازی قارچ میکوریزایی *Phizophagus intraradices* و شبه‌میکوریزایی پیریفورموسپورا روی ریشه گیاه *Elusine coracana* به ترتیب ۷۲ و ۵۸ درصد گزارش شده است (۳۱).

میزان کلونی‌سازی قارچ میکوریزایی با گونه ترشک (*Rumex crispus* L.) ۳/۰۳ درصد، نیلوفر پیچ (*Ipomea ramosissima* Poir.) ۶۸/۳۳ درصد، سیزاب ایرانی (*Veronica persica* L.) ۱۸/۶۳ درصد، علف‌اسب (*Conyza canadensis* L.) ۴/۰۶ درصد و دودندان (*Bidens pilosa* L.) ۳۴/۱۰ درصد، گزارش شده است (۲۰).

در مطالعه‌ای که توسط واتوویچ و همکاران (۳۷) روی چند گونه علف هرز انجام شد، علف‌های هرز مورد بررسی در سه دسته گیاهان میکوریزایی (کلونی‌سازی بالای ۲۹ درصد) مانند گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* L.)، آمبروزیا (*Ambrosia artemisifolia* L.)، کنگر وحشی (*Cirsium arvense* L.)، تاجریزی (*Solanum nigrum* L.) و توق (*Xanthium srrumarium* L.) گیاهان میکوریزایی ضعیف (کلونی‌سازی کمتر از ۱۶ درصد) مانند گیاهان ارزنک (*Setaria faberi* L.)، دم‌روباهی (*Setaria lutescens* L.) و مرغ (*Agropyron repens* L.) و گیاهان غیرمیکوریزایی (کلونی‌سازی بین ۰/۲ تا ۲/۳ درصد) مانند تاج‌خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، خردل (*Brassica kaber* L.)، سلمه‌تره، هفت‌بند (*Polygonum lapathifolium* L.) و خرفه (*Portulaca oleracea* L.) دسته‌بندی شدند. دلایل کاهش میزان کلونی‌سازی قارچ با ریشه برخی از گیاهان هنوز به طور کامل شناخته نشده است.

1- Mycorrhizal groeth response

در برخی مطالعات، کاهش میزان کلونی‌سازی قارچ با ریشه گیاهان به ترکیبات دگرآسیب در ریشه این گیاهان نسبت داده شده است (۶ و ۳۵).

جدول ۲- تأثیر قارچ‌های پیریفورموسپورا و گلوموس بر درصد کلونی‌سازی، وزن خشک اندام هوایی و ریشه گندم و علف‌های هرز، در آزمایش گلدانی

Table 2- Effect of *P. indica* and *G. mosseae* on root colonization percentage, shoot and root dry weight of wheat and weeds in pot experiment. Data indicate means ± standard errors

گونه گیاهی Plant species	پارامترها Parameters	قارچ پیریفورمسپورا *P. indica*	قارچ گلوموس *G. mosseae*	شاهد Control
Wheat گندم (*Triticum aestivum*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	91.30±0.83 a	87.90 ±1.01 b	0.0 c
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.54 ±0.09 a	0.57 ± 0.0 a	0.44± 0.08 b
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.25± 0.09 b	0.29±0.004 a	0.12 ± 0.003 c
Wild oat یولاف (*Avena ludoviciana*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	40.0± 0.08 a	13.00± 0.21 b	0.0 c
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.47± 0.009 a	0.31±0.004 c	0.36±0.007 b
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.25± 0.01 a	0.11± 0.007 c	0.16± 0.01 b
Drooping brome علف پشمکی (*Bromus tectorum*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	20.00± 0.14 a	8.00± 0.16 b	0.0 c
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.31± 0.003 a	0.26 ±0.003 b	0.23± 0.009 c
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.19± 0.003 a	0. 15 ± 0.003 b	0.14 ±0.009 b
Flixweed خاکشیر (*Descorainia sophia*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	20.50± 0.004 a	8.50± 0.002 b	0.0 c
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.22± 0.10 a	0.18± 0.10 b	0.15± 0.01 c
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.12 ± 0.008 a	0.07± 0.003 b	0.04± 0.003 c
Wall barley جوموشی (*Hordeum murinum*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	39.33± 0.09 a	24.99± 0.21 b	0.0 c
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.27±0.10 a	0.18± 0.14 b	0.13±0.22 c
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.17± 0.01 a	0.12± 0.005 b	0.04 ±0.009 c
Wild barley جودره (*Hordeum spontaneum*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	89.50± 0.06 a	89.00± 0.06 a	0.0 b
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.61± 0.009 a	0.53 ±0.009 b	0.45 ±0.005 c
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.34 ± 0.006 a	0.24±0.005 b	0.21±0.005 c
Grass pea خلر (*Lathyrus sativus*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	54.00± 0.44 a	31.50±0.29 b	0.0 c
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.41± 0.02 a	0.37 ± 0.02 b	0.25 ±0.01c
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.22 ± 0.02 a	0.19± 0.01 b	0.16±0.02 c

چاودار Wild rye (*Secale cereal*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	73.00± 0.007 a	61.50 ± 0.11b	0.0 c
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.13 ± 0.003 b	0.14± 0.004 b	0.19± 0.006 a
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.09± 0.004 c	0.11± 0.003 b	0.14± 0.005 a
گندمک Chickweed (*Stellaria media*)	کلونی‌سازی ریشه (درصد) Root colonization (%)	10.50± 0.31 a	7.50± 0.36 b	0.0 b
	وزن خشک اندام هوایی (گرم دربوته) Shoot dry weight (g/plant)	0.35± 0.009 c	0.53± 0.005 a	0.41 ± 0.01b
	وزن خشک ریشه (گرم دربوته) Root dry weight (g/plant)	0.25± 0.008 c	0.36 ± 0.01 a	0.31± 0.01 b

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ردیف، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

وزن خشک ریشه و اندام هوایی

وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاهان مورد بررسی بطور معنی داری ($p<0.05$) تحت تأثیر همزیستی قارچ‌های پیریفورموسپورا و گلوموس قرار گرفت. در اثر همزیستی هر دو گونه قارچ با ریشه گندم، جوموشی، جودره، خاکشیر، علف پشمکی و خلر، وزن خشک ریشه و اندام هوایی افزایش نشان داد و در برخی دیگر از گیاهان در حضور هر دو یا یکی از قارچ‌ها، وزن خشک ریشه و اندام هوایی در مقایسه با شاهد، کاهش یافت (جدول ۲). در گیاه زراعی گندم، کاربرد قارچ گلوموس و پیریفورموسپورا در مقایسه با شاهد، به ترتیب سبب افزایش ۱۴۱/۷ و ۱۰۸/۳ درصدی وزن خشک ریشه و افزایش ۲۹/۵ و ۲۲/۷ درصدی وزن خشک اندام هوایی شد.

وزن خشک ریشه و اندام هوایی چاودار در حضور هر دو قارچ و وزن خشک ریشه و اندام هوایی گندمک در حضور قارچ پیریفورموسپورا در مقایسه با شاهد، کاهش یافت. وزن خشک اندام هوایی چاودار و گندمک در همزیستی با قارچ پیریفورموسپورا به‌ترتیب به‌میزان ۰/۱۳ و ۰/۳۵ گرم‌دربوته و در همزیستی با قارچ گلوموس معادل ۰/۱۴ و ۰/۵۳ گرم‌دربوته بود. به‌طوری‌که در مقایسه با شاهد، کاربرد قارچ پیریفورموسپورا در چاودار و گندمک به ترتیب سبب کاهش ۳۱/۵۸ و ۱۴/۶۳ درصدی و کاربرد قارچ گلوموس در چاودار سبب کاهش ۲۶/۳۲ درصدی وزن خشک اندام هوایی شد (جدول ۲). همزیستی قارچ گلوموس با گیاه یولاف وحشی در مقایسه با شاهد، سبب کاهش وزن خشک ریشه آن به‌میزان ۰/۰۵ گرم در بوته شد درحالی‌که قارچ پیریفورموسپورا سبب افزایش ۳۰/۴ درصدی وزن خشک ریشه یولاف وحشی در مقایسه با شاهد شد. وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی به میزان ۰/۳۱ گرم‌دربوته در حضور قارچ گلوموس مشاهده شد که در مقایسه با شاهد کاهش ۱۳/۹ درصدی را نشان داد (جدول ۲).

در بررسی یعقوبیان و همکاران (۳۹) همزیستی قارچ‌های پیریفورموسپورا و گلوموس به ترتیب سبب افزایش ۱۸ و ۷۳ درصدی وزن خشک اندام هوایی گندم شده است. همزیستی ریشه علف هرز تاجریزی (*S. nigrum*) با قارچ میکوریزایی در مقایسه با عدم کاربرد قارچ، سبب افزایش وزن خشک آن به‌میزان ۲۱ درصد شد (۷). وزن خشک اندام هوایی گیاه *Elusine coracana* L. در حضور قارچ میکوریزایی *P. intraradices* به‌میزان ۴۰ درصد و در حضور قارچ پیریفورموسپورا به‌میزان ۸۱ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داده است (۳۰). کلونی‌سازی قارچ میکوریزایی با گیاه علف پشمکی سبب کاهش زیست‌توده گیاه شده است (۲۵). کاهش زیست‌توده علف هرز سلمه‌تره در حضور قارچ میکوریز به‌میزان ۲۶ درصد در مقایسه با عدم کاربرد قارچ میکوریزا گزارش شده است (۷). کاربرد قارچ پیریفورموسپورا به‌ترتیب سبب افزایش ۲۵ و ۴۴/۸۲ درصدی وزن خشک علف هرز دم‌روباهی (*Aleopecuras myosuroides* L.) و یولاف وحشی (*A. fatua*) شده است (۲۳). در حضور قارچ میکوریزایی *G. intraradices* زیست‌توده علف هرز گندمک به میزان ۸ برابر نسبت به شرایط عدم کاربرد قارچ، کاهش یافت. در شرایط عدم تلقیح قارچ، زیست‌توده کل گیاه گندمک ۸ گرم‌دربوته بود و در حضور قارچ به ۰/۱۷گرم‌دربوته رسید (۳۷). کاهش وزن خشک علف هرز بی‌تی‌راخ (*Galium aparine* L.) نیز در حضور قارچ پیریفورموسپورا گزارش شده است (۲۳). کاهش وزن خشک علف های هرز ازمک (*Cardaria draba* L.)، خردل‌وحشی، کیسه‌کشیش (*Capsella bursa-pastoris* L.) و علف‌قناری (*Phalaris minor* Retz.) در همزیستی با قارچ پیریفورمسپورا گزارش شده است (۹).

مکانیسم بازدارندگی (اثرات منفی) قارچ‌های میکوریزایی و شبه میکوریزایی در گیاهان تا حدودی ناشناخته است. یکی از عوامل بازدارندگی و کاهش رشد گیاهان در شرایط همزیستی با قارچ‌های میکوریزایی، احتمالا این است که در برخی از گیاهان به دلایل فیزیولوژیکی، قارچ سبب کاهش غلظت نیتروژن و فسفر در گیاه شده و درنتیجه زیست‌توده گیاه کاهش می‌یابد (۱). یکی دیگر از عوامل بازدارنده رشد علف‌های هرز در حضور قارچ میکوریزایی را خاصیت دگرآسیبی قارچ بیان کرده اند که سبب کاهش تعداد ریشه مویین شده

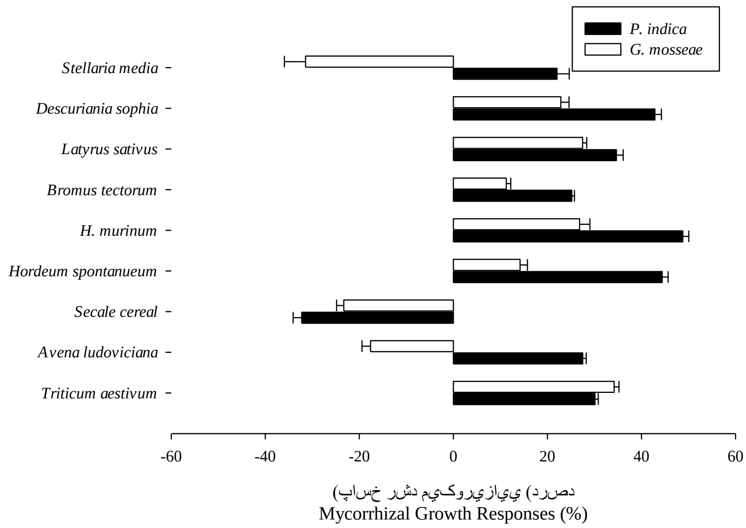
و درنتیجه سطح جذب مواد غذایی را کاهش می دهد (۶).

پاسخ رشد میکوریزایی (MGR)[1]

به منظور اطلاع از میزان تأثیر قارچ‌های مورد بررسی بر رشد گیاه و مقایسه آن با شاهد (غیر میکوریزایی) از پاسخ رشد میکوریزایی استفاده می‌شود (۲۱). علف‌های هرز مورد بررسی و گندم در حضور قارچ پیریفورموسپورا و گلوموس، از نظر پاسخ رشد میکوریزایی تنوع نشان دادند (شکل ۱). درگیاه زراعی گندم پاسخ رشد نسبت به همزیستی هر دو قارچ پیریفورموسپورا و گلوموس، مثبت و به‌ترتیب معادل ۳۰/۱۲ و ۳۴/۱۸ درصد بود. در بین علف‌های هرز باریک برگ، بیشترین پاسخ رشد نسبت به همزیستی قارچ پیریفورموسپورا، در علف هرز جوموشی (۴۷/۷۸ درصد) و جودره (۴۴/۱۴ درصد) مشاهده شد. همزیستی گلوموس نیز با جودره و جوموشی مثبت بود و سبب افزایش رشد گیاهان مذکور شد. در علف‌های هرز علف پشمکی، خلر و خاکشیر نیز در حضور هر دو قارچ پیریفوموسپورا و گلوموس پاسخ رشدی، مثبت بود. پاسخ رشد علف‌های هرز یولاف وحشی و گندمک نسبت به همزیستی با قارچ پیریفورموسپورا مثبت و نسبت به همزیستی با قارچ گلوموس منفی بود (شکل ۱). هر دو قارچ پیریفورموسپورا و گلوموس سبب پاسخ رشدی منفی در گیاه چاودار وحشی شدند، به‌طوری‌که پاسخ رشد در حضور پیریفورموسپورا ۳۲/۰۶- درصد و در حضور گلوموس ۲۳/۳۲- درصد بود که کاهش رشد علف هرز چاودار وحشی در حضور پیریفورموسپورا، بیشتر بود.

پاسخ رشدی منفی در علف هرز ترشک (*Rumex crispus*) در حضور قارچ گلوموس تا ۴۴- درصد گزارش شده است (۲۰).

نتایج بررسی پاسخ رشد میکوریزایی گونه‌های مختلف گیاهی نشان داده است که واکنش گیاهان، به گونه گیاهی بستگی دارد و پاسخ مثبت و منفی در گیاهان از دامنه ۳۸+ درصد تا ۳۵- درصد گزارش شده است (۳۵). متفاوت بودن پاسخ رشد میکوریزایی در علف‌های هرز، علاوه‌بر گونه گیاهی، به نوع خاک و شرایط محیطی نیز بستگی دارد، برای مثال در یک آزمایش، پاسخ رشد میکوریزایی متفاوت در علف‌های هرز مختلف گزارش شده است، به طوری‌که در علف هرز گاوپنبه پاسخ رشدی از ۲۰ تا ۵۵ درصد متفاوت بود (۳۷). کامرون (۶) پاسخ رشدی منفی برخی گونه‌های گیاهی به همزیستی میکوریزایی را ناشی از کاهش غلظت مواد غذایی می‌داند و معتقد است رابطه میکوریزایی به‌واسطه خاصیت آللوپاتیک قارچ، باعث کاهش تعداد ریشه‌های موئین و به‌دنبال آن باعث کاهش جذب مواد غذائی می‌شود. ترکیبات تراوش شده بوسیله قارچ میکوریزایی می‌تواند باعث تغییرات مورفولوژیکی اساسی شده (پتانسیل فیزیولوژیکی) که سبب تغییر در ساختمان ریشه و کارکرد نامناسب آن می‌شود (۱). نتایج آزمایش‌ها بیان می‌کند که قارچ‌های میکوریزایی روی گیاهان غیر میکوریزایی اثرات بازدارندگی داشته و می‌توانند به‌عنوان یک عامل بیولوژیکی جهت کنترل علف‌های هرز غیرمیکوریزایی، در گیاهان زراعی میکوریزایی مورد استفاده قرار گیرند (۱۰).



شکل ۱- پاسخ رشد میکوریزایی گندم و علف‌های هرز به تلقیح قارچ‌های گلوموس و پیریفورموسپورا

Figure 1- Mycorrhizal growth response (%) of wheat and weeds to *Glomus* and *Piriformospora* colonization

1- Mycorhizal growth response

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که هر دو قارچ توانستند روی ریشه تمام گونه‌های مورد بررسی، کلونی تشکیل دهند، گرچه درصد کلونی‌سازی هر دو قارچ با ریشه گیاه زراعی گندم و علف‌های هرز مورد مطالعه، متفاوت بود. به‌طوریکه کلونی سازی قارچ پیریفورموسپورا و گلوموس با ریشه گیاه زراعی گندم بیش از ۸۷ درصد بود که سبب افزایش زیست توده ریشه و اندام هوایی آن شد. در علف‌های هرز مورد مطالعه، بیشترین درصد کلونی‌سازی توسط هر دو قارچ، به‌ترتیب در گیاه جودره و چاودار مشاهده شد که در گیاه جودره سبب افزایش زیست توده و پاسخ رشدی مثبت شد، اما در گیاه چاودار در حضور هر دو قارچ، زیست توده گیاه کاهش نشان داد و پاسخ رشدی منفی بود. همزیستی ریشه گیاهان یولاف و گندمک با قارچ پیریفورموسپورا مثبت و عامل افزایش زیست‌توده این گیاهان بود، درحالیکه همزیستی ریشه گیاهان مذکور با قارچ گلوموس منفی بود و باعث کاهش زیست‌توده آن‌ها شد. همزیستی ریشه گیاهان علف‌پشمکی، جوموشی، خاکشیر و خلر با هر دو قارچ مثبت بود با این تفاوت که قارچ پیریفورموسپورا در مقایسه با قارچ گلوموس، سبب افزایش بیشتر رشد و زیست‌توده گیاهان مذکور شد.

در مجموع، با توجه به واکنش متفاوت گندم و برخی از گونه‌های علف‌هرز مورد بررسی مانند چاودار، یولاف وحشی و گندمک به تلقیح قارچ‌های میکوریزایی جنس گلوموس و شبه‌میکوریزایی جنس پیریفورموسپورا، به نظر می‌رسد کاربرد قارچ‌های مذکور در مزارع گندم بتواند خسارت علف های هرز یاد شده را کاهش دهد.

منابع

1- Abourghiba T.Y. 2005. Comparative analysis of the impacts of AMF on host and non-host plants. PhD thesis, University of Sheffield, UK.

2- Al-Qarawi A.A. 2002. Relationships among nitrogen availability. Vesicular-Arbascular mycorrhizae, and *Bromus tectorum* in disturbed rangeland sites in Colorado. PhD thesis, Colorado State University Fort Collins, Colorado.

3- Busby R.R. 2011. Chaetgrass (*Bromus tectorum*) interactions with arbascular mycorrhizal fungi in the North American steppe: prevalence and diversity of associations, and divergence from native vegetation. Graduate Degree Program in Ecology. Ph.D. thesis, Colorado State University .Fort Collins, Colorado.

4- Brundrett M.C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhiza of land plants. New Phytologist 145: 257-304.

5- Bennett A.E., and Bever J.D. 2007. Mycorrhizal species differentially alter plant growth and response to herbivory. Journal of Ecology 88: 210-218.

6- Cameron D.D. 2010. Arbascular mycorrhizal fungi as agro ecosystem engineers. Plant Soil 33:1-5.

7- Daisog H., Sbrana C., Cristani C., Moonen A.C., Giovannetti M., and Barberi P. 2012. Arbascular mycorrhizal fungi shift competitive relationships among crop and weed species. Plant Soil 353: 395-408.

8- Das A., Rrasad R.B., Srivastava S. Deshmukh M.K., and Rai A. 2013. Cultivation of *Pirifoemospora indica* with medicinal plants: case study. Soil Biology 33: 149-171.

9-Dehghan M., and Ahmadvand G. 2018. Effect of *Piriformospora indica* on seedling growth of canola and some weed species. Weed Research Journal 9: 43-51.

10- Francis R., and Read D.J. 1995. Mutualism and antagonism in the mycorrhizal symbiosis, with special reference to impacts on plant community structure. Canadian Journal of Botany 73: 1301-1309.

11- Ghahfarokhi R.M., and Goltapeh M.E. 2010. Potential of the root entophytic fungus *Piriformospora indica*, *Sebacina vermifera* and Trichoderma species in bio control of take-all disease of wheat *Gaeumannomyces graminis* var. tritici in vitro, in Iran. Journal of Agricultural Science and Technology 6: 8-11. (In Persian with English abstract)

12- Giovanetti M., and Mosse B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist 97: 447-453.

13- Jordan N.R., Zhang J., and Huard S. 2000. Arbuscular- mycorrhizal fungi: potential roles in weed management. Weed Research 40: 397-410.

14- Hajinia S., Zarea, M.J., Mohammadi Goltapeh E., and Rejali F. 2012. Investigating the efficacy of endophytic fungus *Piriformospora indica* and *Azospirillum* strains on alleviation of detrimental effect of salt stress on wheat *(Ttiticum aestivum* cv.sardari). Journal of Environmental stresses in Crop Sciences 1: 21-31. (In Persian with English abstract)

15- Hill T.W., and Kaefer E. 2001. Improved protocols for Aspergillums medium: trace elements and minimum medium salt stock solutions. Fungal Genetics Newsl 48: 20-21.

16- Kari Dolatabadi H., and Mohammadi Goltapeh M. 2013. Effect of inoculation with *Piriformospora indica* and *Sebacina vermifera* on growth of selected Brassicaceae plants under greenhouse conditions. Journal Horticultural Research 21(2): 115-124.

17- Kennedy L.J., Tiller R.L., and Stutz J.C. 2002. Associations between arbuscular mycorrhizal fungi and *Sporobolus wrightii* in riparian habitats in arid South-western North America. Journal Arid Environments 50: 459-475.

18- Khazaei M., and Farhangfar H. 2010. Statistical experiment design and interrelation an introduction with agricultural examples. University of Birjand. (In Persian with English abstract)

19- Kumari R., Kishan H., Bhoom Y.K., and Varma A. 2003. Colonization of cruciferous plants by *Piriformpspora indica*. Current Science 85: 1672-1674.

20- Massenssini A.M., Araujo Bonduki V.H., Totola M.R., Ferreria F.A., and Costa M.D. 2014. Arbasculare mycorrhizal associations and occurrence of dark septate endophytes in the roots of Brazilian weed plants. Mycorrhiza 24: 153-159.

21- Nadian H. 2011. Effect of drought stress and mycorrhizal symbiosis on growth and phosphorus uptake by two Sorghum cultivars different in root morphology. Journal of Water and Soil Science 57: 127-139. (In Persian with English abstract)

22- Oelmuller R., Sherameti I., Tripathi S., and Varma A. 2009. *Piriformospora indica*, a cultivable root entophyte with multiple biotechnological applications. Symbiosis 49: 1-17.

23- Rabiey M., Ullah I., Show L.J., and Show M.W. 2017. Potential ecological effects of *Piriformospora indica*, a possible biocontrol agent, in UK agricultural systems. Biological control 104: 1-9.

24- Rejali F., Esmaeilizad A., and Torkashvand A. 2014. Studying the possibility of in vitro cultivation of three Arbuscular mycorrhizal species. Journal soil Biology 2(1): 33-41. (In Persian with English abstract)

25- Rinaudo V., Baarberi P., Giovannetti M., and Van Der Heijden M.G.A. 2010. Mycorrhizal fungi suppress aggressive agricultural weeds. Plant Soil 333: 7-20.

26- Rowe H.I., Brown C.S., and Claassen V.P. 2007. Comparisons of mycorrhizal responsiveness with field soil and commercial inoculum for six native Montana species and *Bromus tectorum*. Restoration Ecology 15: 44-52.

27- Santos E.A., Ferreira L.R., Costa M.D., Silva M.C.S., Reis M.R.R., and Franca A.C. 2013. Occurrence of symbiotic fungi and rhizospheric phosphate solubilization in weeds. Acta Scientiarum Agronomy 35(1): 49-55.

28- Schechter S.P. and Bruns T.D. 2008. Serpentine and non-serpentine ecotypes of *Collinsia sparsiflora* associate with distinct arbuscular mycorrhizal fungal assemblages. Molecular Ecolog 17: 3198-3210

29- Singh A., Sharma J., Rexer K.H., and Varma A. 2000. Plant productivity determinates beyond minerals, water and light: *Piriformospora indica*. A revolutionary plant growth promoting fungus. Current Science 79(11): 1548-1554.

30- Tahira J.J., Khan S.N., Anwar W., and Suliman R. 2012. Mycorrhiza association in some weeds of curcuma longa field of district kasur, Pakistan. Pakistan Journal of Weed Science 18(3): 331-335.

31- Tyagi J., Varma A., and Pudake R. N. 2017. Evaluation of comparative effects of arbascular mycorrhiza (*Rhizophagus intraradices*) and endophyte (*Piriformospora indica*) association with finger millet (*Eleusine coracana*) under drought stress. European Journal of Soil Biology 81: 1-10.

32- Varma A., Verma S., Sahay N.S., Butehorn B., and Franken P. 1999. *Piriformospora indica*, a cultivable plant growth promoting root endophyte. Applied and Environmental Microbiology 64: 2741-2744.

33- Varma A., Singh A., Sudha S., Sahay N., Sharma J., Roy A., Kumari M., Rana D., Thakran S., Deka D., Bharti K., Franken P., Hurek T., Blechert O., Rexer K.H., Kost G., Hahn A., Hock B., Maier W., Walter M., Strack D., and Kranner I. 2001. *Piriformospora indica*: a cultivable mycorrhiza-like endosymbiotic fungus. In: Varma, A., Hock, B. (Eds.), Mycota IX. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp. 123-150.

34- Varma A., Bakshi M., Lou B., Hartmann A., and Oelmuller R. 2012. Functions of a novel plant growth- promoting mycorrhizal fungus: Piriformospora indica. Agricultursl Research 1(2): 117-131.

35- Veiga R.S.L., Jansa J., Frossard E., and Van der Heijden M.G.A. 2011. Can arbuscular mycorrhizal fungi reduce the growth of agricultural weeds? pLoS ONE 6(12): 1-10.

36- Veiga R.S.L., Howard K., Marcel M., and Van der Heijden M.G.A. 2012. No evidence for allelopathic effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the non-host *Stellaria media*. Plant Soil 360: 319-331.

37- Vatovec C., Jordan N., and Huerd S.C. 2005. Responsiveness of certain agronomic weed species to arbuscular mycorrhizal fungi. Renewable Agriculture and Food Systems 20: 181-189.

38- Wang B., and Qui Y.L. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. Mycorrhiza 16: 299-363.

39- Yaghoubian Y., Mohammadi Goltapeh E., Pirdashti H., Esfandiari E., Feiziasl V., Kari Dolatabadi H., Varma A., and Hartani Hassim M. 2014. Effect of *Glomus mossea* and *Piriformospora indica* on growth and antioxidant defense responses of wheat Plants under drought stress. Agricultural Research 3(3): 239-245.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 55-65

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۶۵-۵۵

Effect of Mycorrhizal (*Glomus mosseae*) and Mycorrhizal- like (*Piriformospora indica*) Fungi on Seedling Growth of Wheat and Some Weed Species

G. Ahmadvand[*1]**- M. Dehghanan**[2]**- E. Zand**[3]
Received: 17-09-2018
Accepted: 04-03-2020

Introduction: Arbuscular mycorrhizal fungi are one of the most important fungi in the soil, which coexist with the roots of many plants almost from 400 million years ago. These fungi play an important role in the sustainable functioning of agricultural ecosystems. Mycorrhizal fungi are not only beneficial and can increase the growth of plants, in some cases, some mycorrhizal species also cause growth reduction in certain species of plants. Investigating the effect of mycorrhizal fungus on growth of nine important weed species in the fields showed that the growth of weeds in the presence of fungi decreases. The *Piriformospora indica* is a root-endophytic fungus that was isolated from the rhizosphere soil in the Thar Desert of India. This fungus same as typical AMF greatly improves the grown and overall biomass production of a broad spectrum of hosts. This fungus coexists on the root of a number of crops and weeds of monocotyledons, dicotyledons, Chenopodiaceae and Brassicaceae that do not inoculated by mycorrhizal fungi. This research was conducted to evaluate and compare the growth response of wheat and some important weeds of this crop, to *Glomus mosseae* and *P. indica* in controlled conditions, for ecological management of weeds.

Materials and Methods: In order to investigate fungal root colonization of wheat and some weed species, nine separated trails were carried out as completely randomized design with five replications in 2016. Treatments were inoculation with *Glomus mosseae*, *Piriformospora indica* and non-inoculated control on nine plant species of wheat (*Tritium asativum* L.) wild rye *(Secale cereal* L.), wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch), barley (*Hordeum morinum* L.), wild oats (*Avena ludoviciana* Durieu), flixweed (*Descurainia Sophia* L.), drooping brome (*Bromus tectorum* L.), chickweed (*Stellaria media* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.). The soil used was (1:1) soil and fine sand. After passing through a sieve of two mesh, for three consecutive days and for four hours per day was sterilized in oven at 120 °C. After filling pots out with one kg of autoclaved soil, spores of *G. mosseae* and mycelia pieces of *P. indica*, were added to the pots. Ten seedlings were transferred in to each pot and were thinned to three seedlings per pot at 2-4 leaves stage. Plants were harvested 8 weeks after transplanting, the plants were removed from the crown and transferred to the laboratory. The roots of the plants were washed with distilled water to be thoroughly cleaned, and then the root of a plant from each pot was randomly cut into pieces of one centimeter and prepared to determine the percentage of colonization. Shoot and root dry matter and mycorrhizal growth responses were determined as well.

Results and Discussion: The results indicated the different effects of fungi on wheat and weed species. Roots of wheat were colonized by *G. mosseae* and *P. indica* fungi by 87.9 and 90%, respectively. The lowest amount of root colonization by *P. indica* and *G. mossea* was observed in the chickweed by 10 and 7.5%, respectively. As a result of coexistence of both species of fungi with barley, wild barley, flixweed, drooping brome and grass pea, root and shoot dry weight were increased, and in some other plants, in the presence of either *G. mosseae* or *P. indica*, the root and shoot dry weight decreased, compared to the control. The dry weight of wild rye and chickweed in coexistence with *P. indica* was 0.13 and 0.35 g plant^{-1}, respectively, and in coexistence with *G. mosseae* was 0.14 and 0.33 g plant^{-1}, respectively. Compared to the control, the use of *P. indica* reduced shoot dry weight of wild rye and chickweed by 31.58% and 14.63%, respectively, and the use of *G. mosseae* in wild rye reduced 26.36% of shoot dry weight. Dry weight of *Elusine coracana* in presence of *Phizophagus intraradices* mycorrhizal fungus increased by 40% and in the presence of *P. indica* increased by 81% compared with control. Biomass reduction in lambsquarters in the presence of mycorrhizal fungi was 26% compared with the un-inoculated plants. The weeds and wheat in the presence of *P. indica* and *G. mosseae* varied in terms of mycorrhizal growth response. Mycorrhizal growth response of weeds was varied from -32.26 to +48.78 percentages. Among the monocotyledon weeds, the highest growth response was observed in the

1 and 2- Associate Professor and Ph.D. Student in Weed Science, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali , Hamedan, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: gahmadvand@basu.ac.ir)
3- Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran

presence of *P*. *indica* in the weed of barley (47.78%) and wild barley (44.14%). Both *P*. *indica* and *G*. *mosseae* caused a negative growth response in wild rye, so that the growth response in the presence of *P*. *indica* was -0.66% and in the presence of *G. mosseae* -23.22%, indicates that the growth reduction of wild rye was higher in the presence of *P*. *indica*. The difference in mycorrhizal growth response in weeds, in addition to plant species, depends on the type of soil and environmental conditions.

Conclusion: In general, due to the different reactions of wheat and some studied weed species to *P*. *indica* and *G*. *mosseae* inoculation, it seems that the application of these fungi in wheat fields could cause reduction in grass weed damages.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal, Growth response, *Piriformospora indica*

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۸۰-۶۷

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 67-80

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تأثیر آب مغناطیسی شده بر کارایی علف‌کش نیکوسولفورون، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)

محمد جمشیدی[۱]- علی قنبری[۲]- مهدی راستگو[۳]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۴

چکیده

به‌منظور بررسی امکان بهبود کیفیت آب مخزن سمپاش با استفاده از عبور از میدان مغناطیسی و تأثیر آن بر کارایی نیکوسولفورون، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، آزمایشی دو ساله به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طی دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، اجرا شد. فاکتورها عبارت بودند از مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون (کروز) در ۵ سطح (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از فرمولاسیون تجاری) و نوع آب مخزن سمپاش در سه سطح (آب چاه (شاهد غیر مغناطیس) و گذر همان آب به میزان ۱۰ و ۲۰ بار از میدان مغناطیسی با شدت ۶۵۰ میلی‌تسلا). سم‌پاشی در مرحله ۴ تا ۵ برگی ذرت انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد کمترین تراکم کل علف‌های‌هرز (۱۰۸ بوته در متر مربع) در اثر ۱۰ دور عبور آب حامل از میدان مغناطیسی ۶۵۰ میلی تسلا و کمترین وزن خشک علف‌های‌هرز نیز در اثر مقادیر کاربرد ۶۰ و ۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار نیکوسولفورون مشاهده شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۲۵۱ گرم در متر مربع)، تعداد دانه در ردیف بلال (۴۵)، تعداد کل دانه در بلال (۶۲۷/۲) و وزن ۱۰۰ دانه ذرت (۳۵/۵ گرم) در تیمار ۱۰ دور گذر آب مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی به‌همراه دزهای ۶۰ و ۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار نیکوسولفورون مشاهده شد، که نسبت به تیمار شاهد (آب غیر مغناطیس و عدم کاربرد علف‌کش) به‌ترتیب ۵۷، ۲۱، ۴۴ و ۱۹ درصد افزایش نشان داد. کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار شاهد (بدون علف‌کش) و بیشترین عملکرد دانه نیز در تیمار بیشینه دز علف‌کش نیکوسولفورن مشاهده شد. بطور کلی نتایج نشان داد که تیمار ۱۰ دور عبور آب مورد استفاده در مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی به همراه دزهای ۶۰ و ۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار از نیکوسولفورون اثر مثبتی بر کنترل علف‌های هرز داشت، که خود منجر به بهبود عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شد.

واژه‌های کلیدی: آب مخزن سمپاش، دز علف‌کش، کروز، وزن خشک علف هرز

مقدمه

ذرت از محصولات مهم زراعی با سطح زیر کشت جهانی حدود ۲۰۰ میلیون هکتار در سال است، و تداخل علف‌های هرز، از مهم ترین دلایل کاهش عملکرد ذرت است (۴). در کنترل شیمیایی، کاربرد سموم اختصاصی در محصولات زراعی ضروری می‌باشد (۷). یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین علف‌کش‌های این گروه نیکوسولفورون با نام تجاری کروز می‌باشد که در مرحله ۲ تا ۴ برگی گیاه زراعی ذرت به میزان دز توصیه شده ۲ لیتر در هکتار از ماده تجاری مصرف می‌شود (۱۵).

عوامل متعددی بر جذب و انتقال و کارایی علف‌کش‌ها تأثیرگذارند که از جمله این عوامل می‌توان به مؤلفه‌های فیزیکی نظیر جهت‌گیری برگ، شکل برگ، اندازه برگ و ضخامت کوتیکول و عوامل محیطی همچون بارندگی پس از سم‌پاشی، رطوبت نسبی، باد، دما و کیفیت آب حامل علف‌کش اشاره نمود (۴).

گاهی ناسازگاری فیزیکی و شیمیایی در بین علف‌کش‌ها و سایر ترکیبات غیرعلف‌کشی یا حامل آن‌ها مشاهده می‌شود که این ناسازگاری‌ها از مهم‌ترین عوامل کاهش کارایی علف‌کش می‌باشند (۱۷).

آب مهم ترین حلالی است که به‌صورت حامل اکثر علف‌کش‌ها در مخزن سم‌پاش می‌تواند در کارایی مناسب‌تر و مطلوب‌تر علف‌کش‌ها مؤثر باشد (۱۴). شاخص‌های تعیین کننده کیفیت آب شامل اسیدیته، سختی و کدورت[۲] آب می‌باشند (۴). از جمله نتایج حاج محمدنیا قالی باف و همکاران (۴) نشان داد که کارایی علف‌کش

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیاران گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.rastgoo@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.79147

2- Turbidity

نیکوسولفورون در کنترل علف هرز سوروف به شدت تحت تأثیر سختی آب قرار می‌گیرد. یکی از عوامل مؤثر بر کاهش سختی آب، عبور آب سخت از میدان مغناطیسی می‌باشد (۱ و ۲). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که عبور مستقیم محلول علف‌کش‌ها از میدان مغناطیسی سبب کاهش کشش سطحی و نیز مقدار برگشت قطره[1] پس از برخورد با برگ شده و در نتیجه سبب بهبود کارایی برخی علف‌کش‌ها شده است (۱). بر این اساس نتایج مطالعات پژوهشگران نشان داد که کاربرد علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل، سیکلوکسیدیم، ایمازتاپیر و گلایفوسیت به همراه آبی که از میدان مغناطیسی عبور داده شده بود، سبب افزایش کارایی این علف‌کش‌ها در کنترل تمام گونه‌های غالب موجود در مزارع مورد تحقیق از جمله تاتوره (*Datura stramonium* L.)، یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Dur.) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) شد (۱ و ۲). با این وجود در ارتباط با تأثیر عبور آب مورد استفاده در مخزن سمپاش از میدان میدان مغناطیسی بر کارایی نیکوسولفورون در مزارع ذرت اطلاعات محدودی در دست می‌باشد، به‌همین دلیل این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر عبور آب مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی بر کارایی علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طی دو سال متوالی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا جرا شد.

فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از: نوع آب مخزن سمپاش در سه سطح (آب چاه مزرعه، ۱۰ و ۲۰ بار گذر مذکور از میدان مغناطیسی با شدت ۶۵۰ میلی تسلا (اندازه‌گیری توسط دستگاه تسلامتر)) و مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در ۵ سطح صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ گرم ماده مؤثره در در هکتار است. برخی خصوصیات آب مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است.

کوددهی بر اساس آزمایش خاک (جدول ۲) و نیاز کودی و توصیه‌های موجود عبارت بودند از کود اوره (۴۶ ٪ نیتروژن) به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و به‌صورت سرک، در دو مرحله (۲۰ و ۴۵ روز پس از کاشت)، سولفات تریپل ۵۰ کیلوگرم در هکتار و در زمان کاشت انجام شد. کاشت ذرت به صورت ردیفی در تاریخ ۲۶ اردیبهشت ماه با دست انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۱۸ سانتی‌متر با تراکم ۷۴ هزار بوته در هکتار بود. آبیاری هر ۷ روز یک بار به‌صورت نشتی انجام شد. مساحت هر کرت آزمایشی ۱۲متر مربع (۳×۴ متر) و هر کرت شامل ۴ ردیف بود. خصوصیات آب و هوایی محل آزمایش نیز در شکل ۱ نشان داده شده است (۵).

برای اعمال تیمارهای علف‌کش از سم‌پاش پشتی شارژِی با نازل بادبزنی شماره ۸۰۰۲ در فشار پاشش ۲۴۰ کیلوپاسکال و حجم پاشش نیز ۱۸۵ لیتر در هکتار استفاده شد.

برای اعمال میدان مغناطیسی بر آب مورد استفاده، در مخزن سمپاش، رسوب‌گیر Aqua ساخت کشور آلمان با قدرت ثابت ۶۵۰ میلی‌تسلا روی سیستم نصب شد، رسوب‌گیر در بین دو مخزن بزرگ که بر روی هم‌دیگر و روی شاسی فلزی نصب شده بودند، توسط لوله پلی اتیلن ثابت شد (شکل ۲). انتقال آب از مخزن بالایی تحت تأثیر نیروی ثقل و پس از گذر از درون رسوب گیر (میدان مغناطیسی) وارد مخزن زیرین می‌شد و پس از تخلیه کامل مخزن، شیر بسته شده و آب از مخزن زیرین به مخزن بالایی پمپاژ می‌شد. این عمل برای اطمینان از اینکه تمامی آب از میدان عبور کرده باشند، صورت می‌گرفت. بر حسب نوع تیمار ۱۰ یا ۲۰ بار، آب در درون سیستم به‌حالت گردشی از دستگاه مغناطیس عبور داده شد (۱۰ و ۱۱) به‌عبارت دیگر، ابتدا آب از میدان مغناطیسی عبور داده شده سپس بر حسب نوع تیمار علف‌کشی، دز مربوطه اضافه شده و آن‌گاه سم‌پاشی صورت گرفت. میزان آب مورد استفاده در هر سه تیمار (معمولی و دو تیمار متفاوت عبور داده شده از میدان مغناطیسی) برابر بود. زمان پاشش بر اساس مرحله توصیه شده برای کاربرد نیکوسولفورون در اواسط خرداد ماه و مرحله ۴ تا ۵ برگی ذرت انجام شد.

در انتهای فصل و همزمان با مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی ذرت در سطحی معادل دو متر مربع و با حذف اثرات حاشیه‌ای، صفات مورفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شامل ارتفاع گیاه، تعداد ردیف در بلال، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه در بلال، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت و همچنین تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز موجود در هر واحد آزمایشی با استفاده از یک کادر به مساحت یک متر مربع، ابتدا براساس تراکم موجود در واحد مورد اندازه‌گیری، ثبت شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک به مدت ۳۶ ساعت در آون (دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند. پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از همگن بودن واریانس‌ها در دو سال آزمایش از تجزیه مرکب جهت تجزیه و تحلیل داده‌های دو ساله استفاده شد. برای این منظور به کمک نرم‌افزار SAS ver. 9.4 داده‌ها تجزیه واریانس شد و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. جهت رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel ver. 2010 استفاده شد.

1- Bouncing off

جدول ۱- خصوصیات کیفی آب مورد استفاده برای پاشش نیکوسولفورون

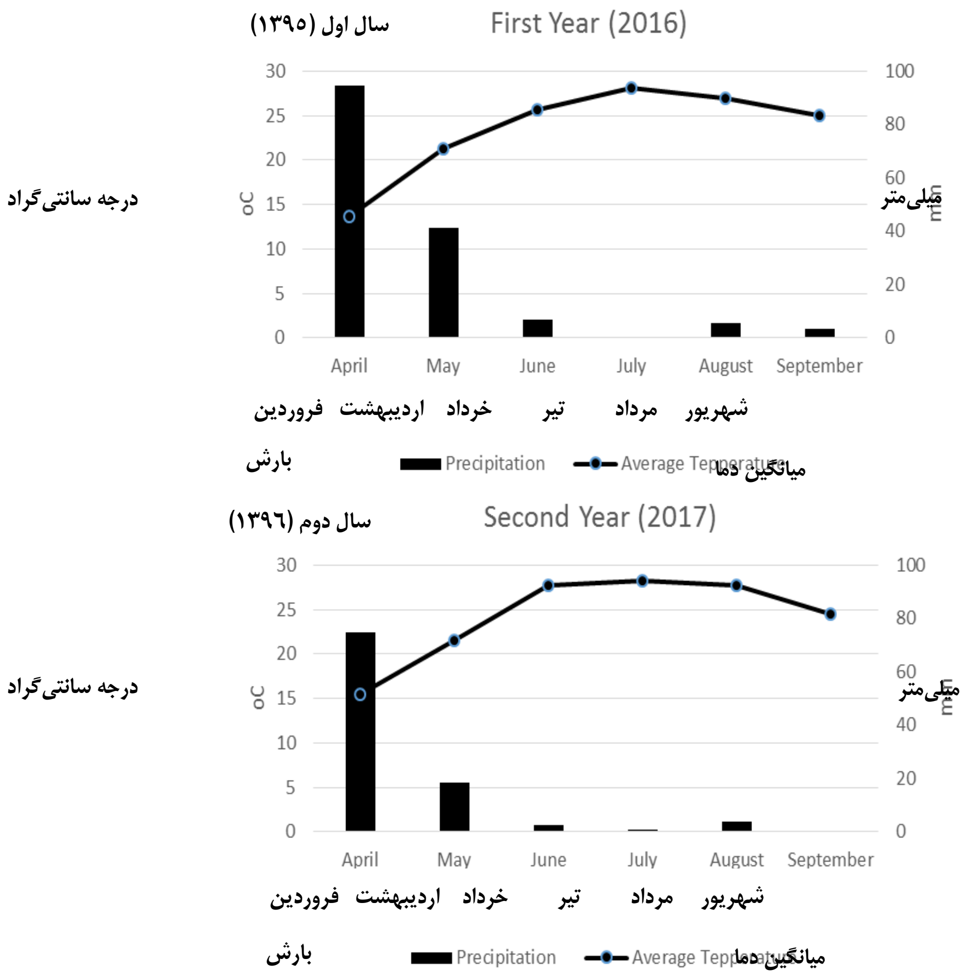
Table 1- Quality characteristics of water used for spraying Nicosulfuron

اسیدیته pH	EC $dS.m^{-1}$	TDS g/L	سولفات SO_4^{2-} ppm	منیزیم Mg ppm	کلراید Cl^- ppm	کلسیم Ca^{2+} ppm	سدیم Na^+ ppm	سختی کل Hardness g/L	کادمیوم Cd ppm	آهن Fe^{2+} ppm	نیترات No_3^- ppm
7.87	923	495	90	26	95	62.3	100	265	0.003	0.01	36.7

جدول ۲- نتایج خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

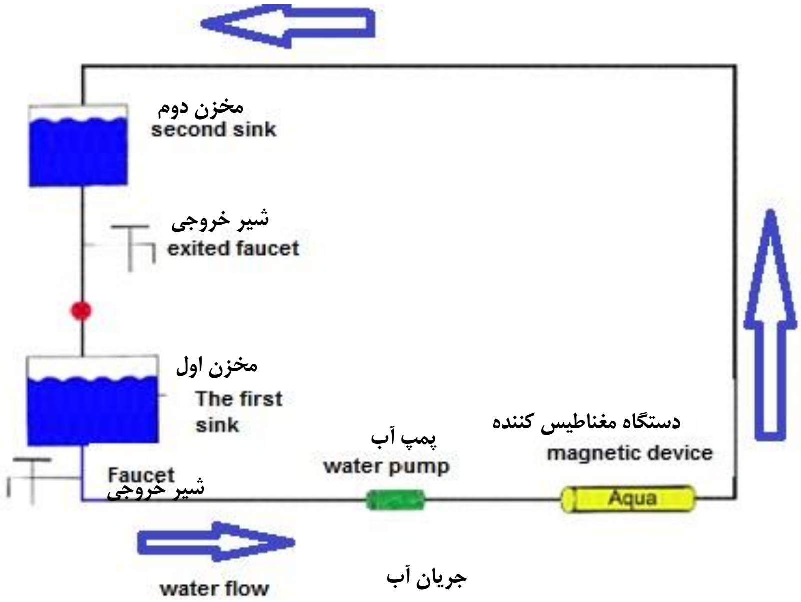
Table 2-Results of soil physical and chemical characteristics for experimental Site

بافت خاک Soil texture	میزان (پی‌پی‌ام) Content (ppm)				سدیم Na	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
	کلسیم Ca	پتاسیم K	فسفر P	بیکربنات HCO_3^{-1}			
لوم سیلتی Loam- silt	2400	670	600	1620	1720	7. 3	0.32



شکل ۱- میانگین دمای ماهانه و متوسط بارش ماهانه مربوط به دوسال اجرای آزمایش (۱۳۹٦ و ۱۳۹۷) در طی فصل رشد (۵)

Figure 1- Monthly average of temperature and precipitation during growth season in 2016 and 2017



شکل ۲- دستگاه مغناطیس کننده آب مورد استفاده در مخزن سمپاش

جهت میدان مغناطیسی دستگاه آکووا در راستای جهت ورود جریان آب

Figure 2- Magnetic device for water of sprayer tank

The magnetic field direction of Aqua followed just the water course

نتایج و بحث

تراکم و وزن خشک کل علف‌های‌هرز

براساس مشاهدات مزرعه‌ای شش گونه علف هرز پهن‌برگ شامل تاج خروس ریشه قرمز، پیچک[۱]، خرفه[۲]، تاجریزی سیاه[۳]، سلمه‌تره[۴] و توق[۵] و چهار گونه‌های علف هرز باریک‌برگ شامل علف‌انگشتی[۶]، ارزن‌وحشی[۷]، اویارسلام ارغوانی[۸] و سوروف[۹] مشاهده شدند. گونه‌های پهن‌برگ مزرعه مورد آزمایش عموماً یکساله و فقط پیچک چندساله بود، و در میان گونه‌های باریک‌برگ نیز فقط اویار سلام ارغوانی چند ساله بود. مشابه این گونه‌ها در مطالعات سایر پژوهشگران نیز اشاره شده است (۱۵). کاربرد علف کش نیکوسولفورون بیشترین تأثیر را بر گونه‌های علف هرز تاج خروس ریشه قرمز، خرفه، سلمه تره، علف انگشتی، ارزن وحشی و سوروف ایجاد کرد و این در حالی بود که توق، پیچک و اویارسلام ارغوانی با شدت کمتری توسط این علف‌کش تحت تأثیر قرار گرفتند (داده‌ها نشان داده نشده اند). نتایج بسیاری از پژوهش‌های قبلی نیز بیانگر توانایی زیاد این علف‌کش در کنترل برخی پهن برگ‌ها و عمده باریک برگ‌های یکساله دارد (۱۵).

براساس نتایج بدست آمده تراکم و وزن خشک کل گونه‌های علف‌های هرز نسبت به اعمال تیمارهای نوع آب مورد استفاده در مخزن سمپاش و مقادیر مختلف کاربرد نیکوسولفورون در هر دو سال آزمایش بطور معنی‌داری واکنش نشان دادند (جدول ۳) و بیشتر اثرات ساده و متقابل هر دو عامل اعمال شده در هر دو سال بطور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) بر تراکم کل گونه‌های علف‌های‌هرز معنی‌دار بود. به این مفهوم که در دو سال پاسخ تراکم کل علف‌های‌هرز با یکدیگر در طول دوره رشد بطور معنی‌دار متفاوت بود. احتمال می‌رود این مهم ناشی از تفاوت شرایط خاک و یا بانک بذر مزرعه باشد که در طول سال دوم در اثر کشت در سال قبل دچار تغییر شده در نتیجه بر تراکم کل علف‌های‌هرز مزرعه نیز مؤثر واقع شده است. کم‌ترین تراکم کل علف‌های‌هرز (۱۰۸ بوته در متر مربع) در اثر ۱۰ دور عبور آب حامل از میدان مغناطیسی ۶۵۰ میلی تسلا (شکل ۳) و کمترین وزن خشک علف‌های‌هرز در اثر مقدار کاربرد ۸۰ گرم در هکتار علف کش نیکوسولفورون مشاهده شد (شکل ۴). منطبق بر نمودارهای ارایه شده در شکل ۱، هر دو سال آزمایش از نظر شرایط دمایی و بارش بسیار مشابه بودند به جز میزان بارش ابتدای فصل رشد که در سال آزمایش بیشتر بوده است و در نتیجه اثر این عوامل بر شرایط آزمایش و تأثیر فاکتورهای مورد بررسی در حداقل است با این حال اثر همین مقدار اختلاف در بارش بر جامعه علف‌های هرز در دوسال مختلف آزمایش مؤثر بوده است، به‌طوری‌که اثر متقابل سال و فاکتورهای آزمایش عمدتاً بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز نمود بیشتری داشته است.

1- *Convolvulus arvensis* L.
2- *Portulaca oleracea* L.
3- *Solanum nigrum* L.
4- *Chenopodium album* L.
5- *Xanthium strumarium* L.
6- *Digitaria sanguinalis* L.
7- *Setaria viridis* L.
8- *Cyperus rotundus* L.
9- *Echinochloa crus galli* L.

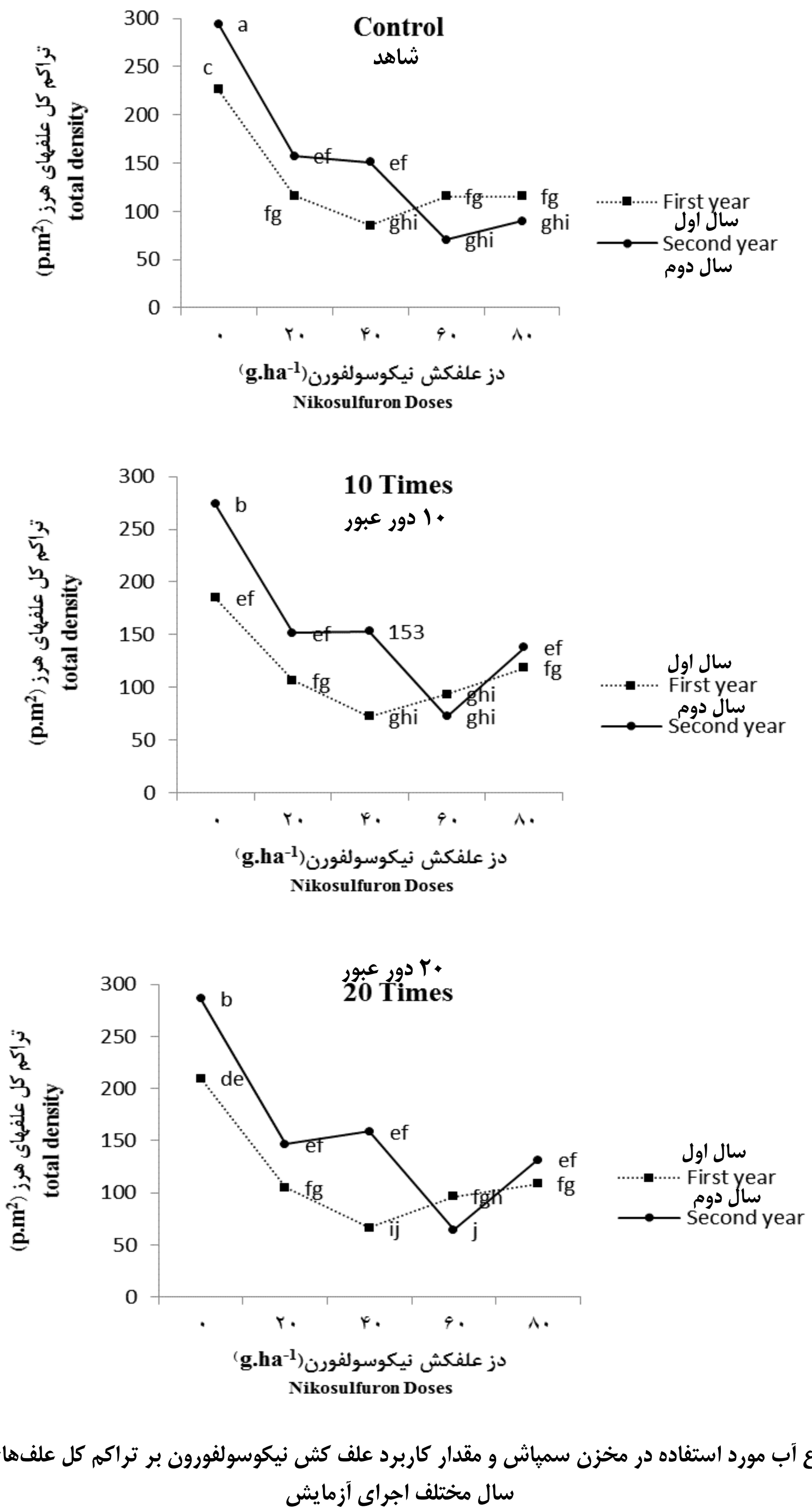
جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع آب مخزن سمپاش و مقدار کاربرد نیکوسولفورون بر تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در دو سال اجرای آزمایش

Table 3- Analysis of variance (mean squares) of water type of sprayer`s tank and different doses of Nicosulfuron herbicide **on total weed density, total weed dry weight, yield and yield components of corn at two year**

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	ارتفاع Height	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد ردیف در بلال Row No. per ear	تعداد دانه در ردیف Grain No. per ear`s row	تعداد کل دانه در بلال Total grain No. per ear	طول بلال Ear length	وزن ۱۰۰ دانه 100 grain weight	تراکم کل علف‌های‌هرز Total weed density	وزن خشک کل علف‌های‌هرز Total weed dry weight
سال Year (Y)	1	6853.9**	71460517**	3716792**	1241.9**	6.2**	9.6^{ns}	6294^{ns}	0.1^{ns}	737.4**	402180**	3372^{ns}
بلوک Block	2	9915.4**	1054659^{ns}	371678*	198.2**	4.1**	640.9**	300232**	80.9**	30.0**	1049**	404^{ns}
نوع آب مخزن سمپاش (a) Water type of sprayer`s tank (a)	2	140.1^{ns}	1193117^{ns}	233397^{ns}	150**	1.0*	112.9**	12872^{ns}	19.3**	32.3**	30425**	4139*
مقدار کاربرد علف کش (b) Herbicide dose (b)	4	2334.7**	7216816**	1680853**	187**	6.4**	86.3**	92998**	75.4**	48.9**	68113**	398894**
(a)×(b)	8	512.4^{ns}	114735*	3470024**	98**	0.6*	65.4**	13992**	13.3**	21.2**	68132**	2820*
(a)×Y	2	119.1^{ns}	676452^{ns}	289537*	21.1^{ns}	0.1^{ns}	112.8**	10257^{ns}	3.9^{ns}	4.6^{ns}	25695**	1500^{ns}
(b) ×Y	4	935.1*	218423^{ns}	82377^{ns}	61.7^{ns}	0.2^{ns}	22.0^{ns}	2045^{ns}	6.0**	16.5**	4908**	5454**
خطا Error	58	372.1	505703	89059	31.4	0.2	24.8	4870	1.6	5.0	146	1148
کل Total	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R^2		94.0	85.0	68.3	80.2	68.2	66.1	80.04	87.1	82.1	98.9	96.1

ns، * و ** بترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and** are non-significant and significant at 5 and 1 probability levels, respectively

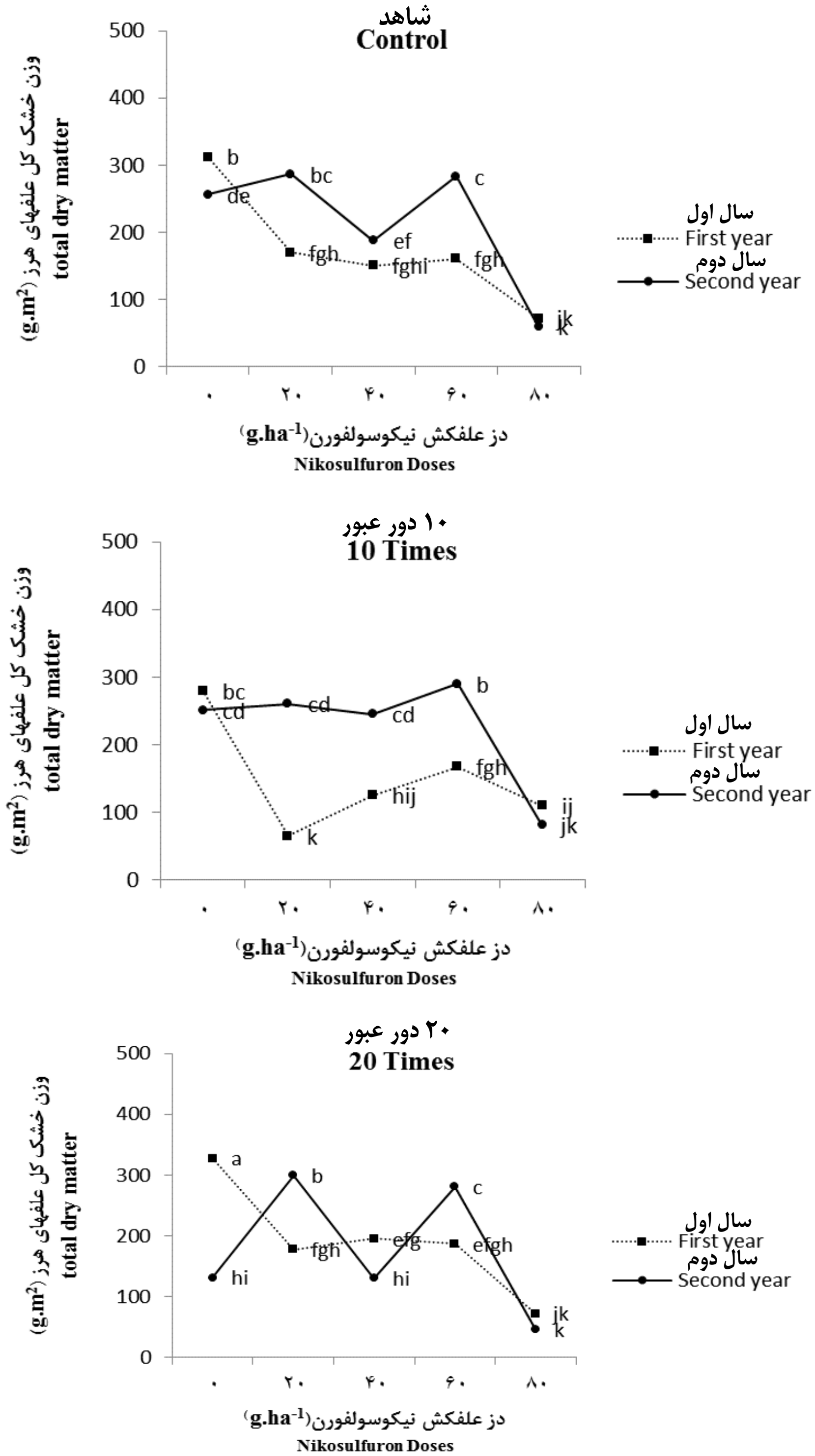


شکل ۳- برهم‌کنش نوع آب مورد استفاده در مخزن سمپاش و مقدار کاربرد علف کش نیکوسولفورون بر تراکم کل علف‌های هرز مزرعه ذرت در دو سال مختلف اجرای آزمایش

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

Figure 3- Interaction effect of water type of sprayer`s tank and different doses of Nicosulfuron herbicide on total weed density of corn at two year

Means with the same letter does not significantly different based on LSD at 5% probability level.



شکل ٤- برهم‌کنش نوع آب مورد استفاده در مخزن سمپاش و مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون بر وزن خشک کل علف‌های هرز مزرعه ذرت در دو سال مختلف اجرای آزمایش

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

Figure 4- Interaction effect of water type of sprayer`s tank and different doses of Nicosulfuron herbicide on total weed dry matter of corn at two year

Means with the same letter does not significantly different based on LSD at 5% probability level.

از سوی دیگر و با توجه به شکل‌های ۳ و ۴، تراکم و زیست توده کل علف‌های هرز در سال اول به مراتب و عمدتاً بیشتر از سال دوم بوده است، که دلیل احتمالی آن را می‌توان به بالاتر بودن حجم بارش ها در ابتدای فصل زراعی (شکل ۱) نسبت داد.

اجزای عملکرد ذرت

بر اساس نتایج آزمایش اثر ساده اعمال نوع آب مخزن سمپاش (کیفیت آب حامل) و مقدار کاربرد علف‌کش بر اجزای عملکرد چون تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف در بلال، طول بلال و وزن ۱۰۰دانه ذرت معنی‌دار (p≤ ۰/۰۵) شد و بر سایر صفات مورد اندازه گیری معنی‌داری نبود (جدول ۳).

در ارتباط با تیمار مقدار کاربرد نیکوسولفورون نیز مشاهده شد که ارتفاع بوته ذرت، طول بلال و وزن ۱۰۰ دانه ذرت در اثر مقادیر مختلف کاربرد نیکوسولفورون در دو سال اجرای آزمایش به شکل معنی‌داری (p≤ ۰/۰۵) تحت تأثیر قرار گرفتند. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که اثر متقابل کاربرد مقادیر مختلف نیکوسولفورون و نوع آب مخزن سمپاش بر میانگین هر یک از صفات مورد اندازه‌گیری دارای اثرات متفاوت بود، اثر مقادیر کاربرد نیکوسولفورون بر تمام صفاتی مورد بررسی نیز معنی‌دار (p≤ ۰/۰۵) بود. همچنین اثر متقابل اعمال نوع آب مورد استفاده در مخزن سمپاش و مقادیر مختلف کاربرد نیکوسولفورون بجز ارتفاع بوته ذرت بر سایر صفات شامل عملکرد دانه ذرت، شاخص برداشت، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه در بلال، طول بلال و وزن ۱۰۰ دانه ذرت نیز معنی‌دار بود (p≤ ۰/۰۵) (جدول ۳).

بر این اساس اعمال ۲۰ دور عبور آب مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی منجر به بیشترین میزان صفات ارتفاع بوته و طول بلال ذرت شد. اما تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف و تعداد کل دانه در بلال نسبت به اعمال هیچ کدام از عوامل آزمایش پاسخ مثبتی نشان ندادند، به‌طوری‌که بیشینه این صفات در تیمار شاهد (آب چاه غیر مغناطیس) مشاهده شد (جدول ۴). ولی شاخص برداشت و وزن ۱۰۰ دانه ذرت بیش از نوع آب مخزن سمپاش، تحت تأثیر مقدار کاربرد علف‌کش قرار گرفت و اعمال بیشینه مقدار کاربرد نیکوسولفورون منجر به حصول بیشینه این دو صفت در مقایسه با سایر تیمارها شد (جدول ۴).

در مطالعات دیگر نیز افزایش عملکرد ذرت تحت تأثیر افزایش مقدار کاربرد نیکوسولفورون نیز تأیید شده است (۱۲). همچنین گزارش شده است که نیکوسولفورون به‌همراه فورام سولفورون نسبت به علف‌کش‌های مرسوم آترازین به‌همراه آلاکلر و ای پی تی سی به‌همراه توفوردی – ام‌سی‌پی‌ای از طریق کاهش تراکم علف‌های هرز منجر به حصول بیشترین عملکرد ذرت شده است (۱۵)، در مطالعه مذکور این محققان همچنین اظهار داشتند که نیکوسولفورون، ای‌پی تی‌سی و فورام سولفورن بر سایر تیمارهای علف‌کشی ذرت برتری داشته و در میان تمام تیمارها بیش‌ترین عملکرد متعلق به تیمار نیکوسولفورون بوده است.

بر اساس نتایج آزمایش بیشتر اجزای عملکرد ذرت (ارتفاع، شاخص برداشت، تعداد دانه در ردیف و وزن ۱۰۰ دانه ذرت) در تیمار عدم کاربرد نیکوسولفورون دارای کمترین مقدار بودند. اما تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد کل دانه در بلال ذرت تحت تأثیر تیمار علف‌کش قرار گرفت و در مقادیر کاربرد ۴۰ و ۶۰ گرم در هکتار کاهش یافت (جدول ۵).

در یک مطالعه که به‌منظور بررسی اثر میدان مغناطیسی بر روی نحوه رشد و تولید ماده خشک کل در نخود انجام شده بود، گزارش شده است که آب مغناطیسی، حدود ۲۵ درصد نسبت به آب معمولی میزان ماده خشک تولیدی نخود را افزایش داده است (۱۰). در مطالعه دیگری نیز عنوان شده است که کاربرد میدان مغناطیسی بر آب آبیاری در شرایط گلخانه‌ای و بدون کاربرد علف‌کش به زیان گونه های علف‌هرز و بهبود رشد محصول زراعی نخود، می‌باشد. ولی در صورت کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده فتوسنتز، آبیاری با آب مغناطیسی، سبب می‌شود که اثرات علف‌کش کاهش یابد، که از دیدگاه مدیریت کنترل زراعی علف‌های هرز استفاده توام علف‌کش و آب عبور داده شده از میدان مغناطیسی، روشی مناسب نخواهد بود (۹ و ۱۶).

عملکرد بیولوژیک ذرت

براساس نتایج بدست آمده اثر نوع آب مخزن سمپاش بر صفت عملکرد بیولوژیک ذرت معنی‌دار نبود، اما اثر مقدار کاربرد نیکوسولفورون بر آن معنی‌دار (p≤ ۰/۰۵) بود. به‌علاوه برهمکنش نوع آب مخزن سمپاش و مقدار کاربرد نیکوسولفورون نیز بر این صفت معنی‌دار (p≤ ۰/۰۵) بود (جدول ۳). همچنین اثر متقابل اعمال نوع آب مورد استفاده در مخزن سمپاش و مقادیر مختلف کاربرد نیکوسولفورون بر عملکرد بیولوژیک ذرت بطور معنی‌دار (p≤ ۰/۰۵) مؤثر بود (جدول ۳). بر این اساس، اعمال ۲۰ دور عبور آب مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی همچون ارتفاع و طول بلال منجر به بیشترین عملکرد بیولوژیک ذرت شد. کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک ذرت نیز همچون صفات مختلف اجزای عملکرد، در تیمار عدم کاربرد نیکوسولفورون مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ٤- تأثیر نوع آب مخزن سمپاش و مقدار کاربرد نیکوسولفورون بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

Table 4- Effect of water type of tank`s sprayer and Nicosulfuron dose on yield and yield component of corn

تیمار Treatment		عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) Biological yield (g/m2)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Grain yield (g/m^2)	شاخص برداشت Harvest index	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تعداد ردیف در بلال Row No. per ear	تعداد دانه در ردیف بلال Grain No. per ear`s row	تعداد کل دانه در بلال Total grain No. per ear	طول بلال (سانتی‌متر) Ear length (cm)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100grain weight (g)
نوع آب مخزن سمپاش Water type of sprayer`s tank	شاهد (آب چاه یا غیر مغناطیس) Control (nonmagnetic water)	2948 ^{a}	1058.7 ^{a}	36.2 ^{a}	217.8 ^{a}	14.5 ^{a}	35.6 ^{b}	487.0 ^{a}	16.5 ^{b}	30.4 ^{b}
	۱۰ دور مغناطیس(10)	3176.4 ^{a}	1232.2 ^{a}	38.9 ^{a}	222.1 ^{a}	14.1 ^{b}	39.7 ^{a}	528.2 ^{a}	17.6 ^{a}	31.7 ^{a}
	۲۰ دور مغناطیس(20)	3345.4 ^{a}	1172.9 ^{a}	34.5 ^{b}	219.5 ^{a}	14.2 ^{b}	37.8 ^{a}	504.2 ^{a}	18.1 ^{a}	32.4 ^{a}
LSD 5%		1782.0	218.3	4.4	10.0	0.38	4.1	41.2	1.5	1.9
مقدار کاربرد علف‌کش (گرم در هکتار) Herbicide dose (g/ha)	شاهد (0)(Control)	2076.6 ^{b}	669.5 c	32.3 ^{d}	201.7 ^{a}	13.2 ^{c}	34.9 ^{c}	383.6 ^{b}	14.3 ^{c}	29 ^{b}
	(20)	3104.5 ^{a}	1080.5 ^{b}	35.8 ^{c}	219.9 ^{a}	14.4 ^{a}	35.8 ^{b}	502.6 ^{a}	17.3 ^{b}	31.0 ^{a}
	(40)	3465.1 ^{a}	1216.6 ^{a}	35.7 ^{b}	218.4 ^{a}	14.7 ^{a}	38.5 ^{a}	539.4 ^{a}	17.7 ^{b}	31.5 ^{a}
	(60)	3580.3 ^{a}	1351.7 ^{a}	37.7 ^{b}	231.0 ^{a}	14.3 ^{b}	39.7 ^{a}	559.6 ^{a}	20.0 ^{a}	33.0 ^{a}
	(80)	3556.5 ^{a}	1454.6 ^{a}	41.2 ^{a}	227.9 ^{a}	14.6 ^{a}	39.5 ^{a}	547.1 ^{a}	17.9 ^{b}	32.9 ^{a}
LSD 5%		1503.0	374.1	3.9	30.0	0.4	4.7	176.0	2.2	4.01

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

Means with the same letter does not significantly different based on LSD at 5% probability level.

جدول ۵-مقایسه میانگین بر همکنش نوع آب مخزن سمپاش و مقدار کاربرد نیکوسولفورون بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

Table 5- Interaction effect of water type of sprayer`s tank and Nicosulfuron dose on corn yield and yield components

نوع آب مخزن سمپاش Water type of sprayer`s tank	مقدار کاربرد علف‌کش (گرم در هکتار) Herbicide dose (g/ha)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) Biological yield (g/m^2)	شاخص برداشت Harvest index	تعداد ردیف در بلال Row No. per ear	تعداد دانه در ردیف بلال Grain No. per ear`s row	تعداد کل دانه در بلال Total grain No. per ear	طول بلال (سانتی‌متر) Ear length (cm)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100grain weight (g)
شاهد Control	شاهد(۰) Control	1851.2^{c}	31.1^{d}	13.1^{e}	33.7^{bc}	349.1^{e}	13.9^{e}	29.2^{a}
	(20)۲۰	27920^{abc}	32.8^{cd}	14.6^{ab}	31.0^{c}	464.9^{b-e}	15.6^{c-f}	29.4^{a}
	(40)۴۰	3467.5^{abc}	32.7^{cd}	15.3^{a}	39.1^{abc}	524.1^{-a-d}	17.6^{bc}	28.7^{a}
	(60)۶۰	3457^{abc}	38.4^{a-d}	14.4^{ab}	36.4^{abc}	561.9^{ab}	18.2^{bc}	33.0^{a}
	(80)۸۰	3172.3^{abc}	46.3^{cd}	14.8^{ab}	37.7^{abc}	535.0^{abc}	17.4^{bcd}	31.4^{a}
۱۰ دور مغناطیس (10Times)	شاهد (۰) Control	2079.2^{c}	35.0^{bcd}	13.2^{de}	36.3^{abc}	409.7^{cde}	14.3^{ef}	28.9^{a}
	(20)۲۰	3380.4^{abc}	41.1^{cd}	14.1^{a}	40.9^{abc}	562.0^{ab}	18.1^{bc}	31.8^{a}
	(40)۴۰	2909.5^{abc}	40.4^{a-d}	14.3^{bc}	36.5^{abc}	512.3^{a-d}	17.8^{bc}	31.0^{a}
	(60)۶۰	3261.1^{abc}	34.9^{bcd}	14.0^{b-e}	39.6^{abc}	529.8^{abc}	18.5^{bc}	31.2^{a}
	(80)۸۰	4251.0^{a}	43.2^{ab}	14.9^{ab}	45.0^{a}	627.2^{a}	19.5^{b}	35.5^{a}
۲۰ دور مغناطیس (20Times)	شاهد (۰) Control	2299.4^{bc}	30.9^{d}	13.4^{cde}	34.7^{bc}	392.1^{de}	14.6^{def}	28.8^{a}
	(20)۲۰	3141.1^{abc}	33.8^{bcd}	14.5^{ab}	14.5^{ab}	480/8^{b-e}	18.0^{bc}	31.9^{a}
	(40)۴۰	4018.2^{ab}	34^{bcd}	14.7^{ab}	14.7^{ab}	581/8^{ab}	17.7^{bc}	34.7^{a}
	(60)۶۰	4021.7^{ab}	39.7^{a-d}	14.4^{bc}	14.4^{bc}	587^{ab}	23.3^{a}	34.9^{a}
	(80)۸۰	3246.4^{abc}	34.0^{cd}	14.2^{bc}	14.2^{bc}	479/3^{b-e}	17.0^{b-e}	31.8^{a}

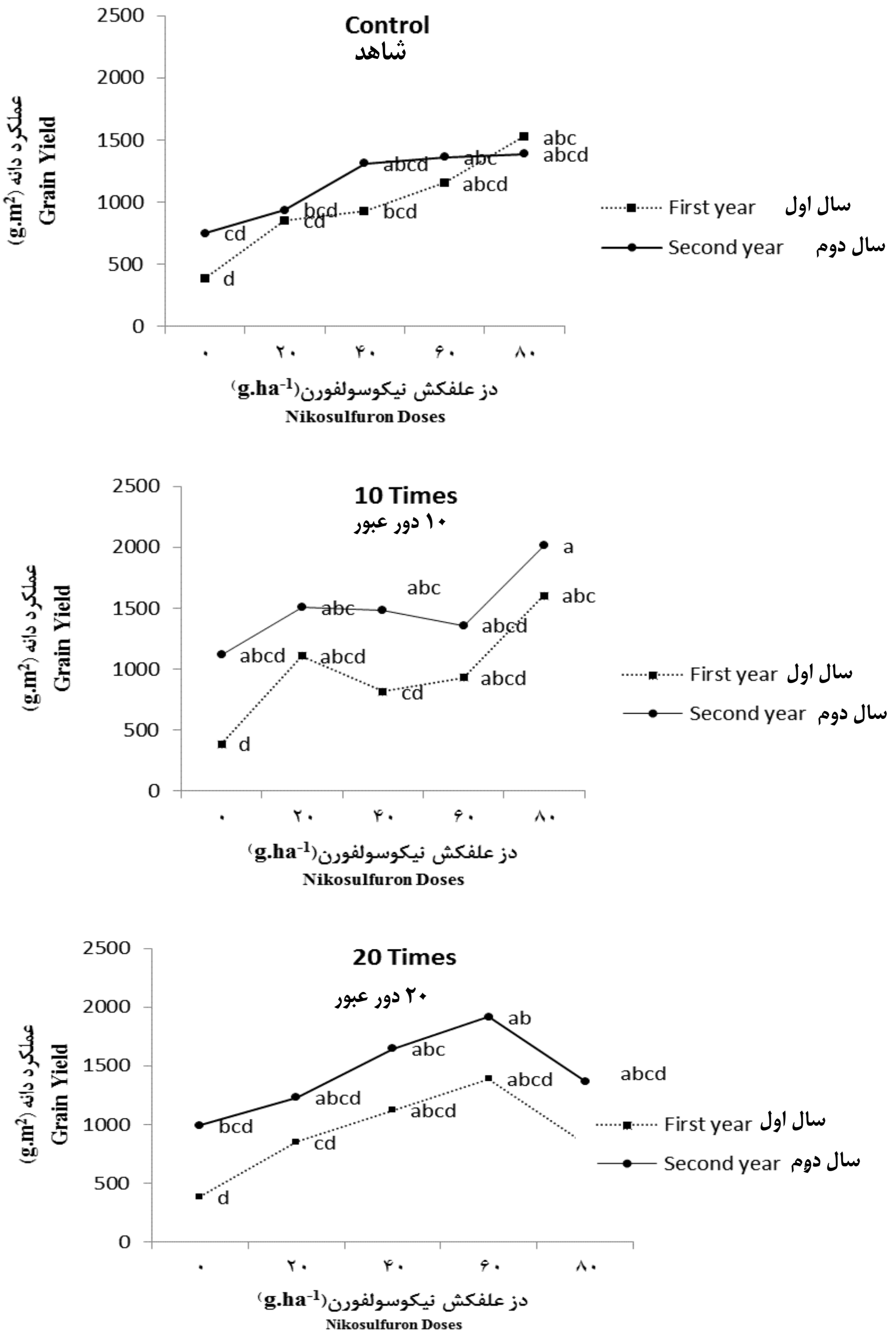
میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means with the same letter does not significantly different based on LSD at 5% probability level.

براساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۲۵۱ گرم در متر مربع)، تعداد دانه در ردیف (۴۵)، تعداد کل دانه در بلال (۶۲۷/۲) و وزن ۱۰۰ دانه ذرت (۳۵/۵ گرم) در تیمار اعمال ۱۰ دور عبور آب مورد استفاده در مخزن سمپاش، از میدان مغناطیسی به‌همراه بیشینه مقدار کاربرد نیکوسولفورون (۸۰ گرم در هکتار) مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد آب چاه و عدم کاربرد علف کش نیکوسولفورون به‌ترتیب حدود ۵۷، ۲۱، ۴۴ و ۱۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). به این مفهوم که اعمال کمینه میدان مغناطیسی (۱۰ دور) از طریق آب حامل علف‌کش به‌همراه دز توصیه شده علف‌کش منجر به حصول تقریبا بیشینه عملکرد ذرت از لحاظ بیشتر صفات عملکردی و اجزاء آن همچون عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه، وزن ۱۰۰ دانه بلال ذرت خواهد شد و این نتیجه بیانگر اعمال تیمارهای به‌جا در تحقیق بوده که می‌تواند به‌عنوان راه‌کاری مناسب جهت بهبود عملکرد ذرت شود. اما همان‌طور که ملاحظه می‌شود افزایش عملکرد در ۱۰ دور عبور آب از میدان مغناطیسی رخ داده است و با وجود اعمال ۲۰ دور عبور آب، این نتیجه حادث نشده است، بنابراین جهت بهبود عملکرد، به‌طور قطع نمی‌توان اعمال میدان مغناطیسی بیش‌تر را راه‌کاری مناسب معرفی نمود، و احتمال می‌رود واکنش گیاهان نسبت به اعمال میدان مغناطیسی چه به‌صورت مستقیم (از طریق اعمال میدان بر آب آبیاری و حتی بذر گیاه زراعی (۳، ۱۰ و ۱۱)) و چه به‌صورت غیر مستقیم (در آزمایش حاضر و از طریق آب حامل علف‌کش) دارای یک محدوده مشخص جهت حصول بهینه عملکرد است (جدول ۵).

عملکرد دانه ذرت

براساس نتایج بدست آمده اثر نوع آب مخزن سمپاش همچون اثر ساده مقدار کاربرد نیکوسولفورون بر عملکرد دانه معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود. کمترین مقدار عملکرد دانه ذرت نیز همچون صفات مختلف اجزای عملکرد، در تیمار عدم کاربرد نیکوسولفورون مشاهده شد (جدول ۵). همچنین برهمکنش نوع آب مخزن و مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون بر این صفت معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود. بطوری‌که در هر دو سال اجرای آزمایش و در تیمار آب غیر مغناطیس، با افزایش مقدار کاربرد نیکوسولفورون میزان عملکرد دانه ذرت نیز به‌طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) افزایش یافت (شکل ۵).



شکل ۵- برهمکنش نوع آب مورد استفاده در مخزن سمپاش و مقدار کاربرد نیکوسولفورون بر عملکرد دانه ذرت در دو سال مختلف اجرای آزمایش

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

Figure 5- Interaction effect of water type of sprayer`s tank and Nicosulfuron dose on corn grain yield at two years

Means with the same letter does not significantly different based on LSD at 5% probability level.

در شرایط استفاده از آب غیر مغناطیس، بیشترین عملکرد دانه ذرت در بیشینه مقدار کاربرد نیکوسولفورون حاصل شد (شکل ۵)، در تیمار ۱۰ دور عبور آب مورد استفاده در مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی ۶۵۰ میلی تسلا نیز این روند تقریباً در هر دو سال آزمایش

مشاهده شد و همچنان با افزایش مقدار کاربرد نیکوسولفورون در هر دو سال آزمایش، میزان عملکرد دانه ذرت رو به افزایش بود و کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار شاهد (عدم کاربرد علف‌کش) و بیشترین عملکرد دانه نیز در تیمار بیشینه مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون مشاهده شد (شکل ۵). اما با اعمال تیمار ۲۰ دور عبور آب مورد استفاده در مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی این روند دچار تغییر شد (شکل ۵). در اثر اعمال میدان مغناطیسی، مولکول‌های قطبی از جمله آب دوقطبی [1] می‌شوند و دو قطب مثبت و منفی مولکول از همدیگر فاصله می‌گیرند و مصادف با کاهش زاویه بین اتم‌ها ساختار مولکول‌های آب منظم و خطی می‌شوند (۳). راشد محصل و همکاران (۱۲) نیز گزارش کردند با عبور آب مقطر از میدانی با شدت حدود ۷۰۰ میلی تسلا، کشش سطحی آن را حدود ۱۸ درصد کاهش داد. بنابراین می‌توان گفت اعمال میدان مغناطیسی از این طریق منجر به افزایش انحلال علف‌کش و در نتیجه جذب آن در گیاه می‌شود. می‌توان گفت نتایج بدست آمده نیز به‌نوعی سبب اثبات همین امر در گیاه مورد مطالعه شده است.

به عبارت دیگر براساس متغیرهای مهمی همچون عملکرد بیولوژیک و دانه و وزن ۱۰۰ دانه ذرت، با اعمال دز توصیه شده نیکوسولفورون به‌همراه عبور آب مخزن سمپاش به میزان ۱۰ دور از میدان مغناطیسی ۶۵۰ میلی تسلا می‌توان به بیشینه عملکرد بیولوژیک و دانه و وزن ۱۰۰ دانه ذرت دست یافت. احتمال می‌رود این اثر بطور غیرمستقیم به نقش میدان مغناطیسی بر کارایی علف‌کش از طریق کاهش سختی آب و در نتیجه افزایش کارایی نیکوسولفورون در کنترل علف های هرز شده و از این طریق عملکرد بیولوژیک و دانه و وزن ۱۰۰ دانه ذرت نیز افزایش یافته است. بیشترین میزان عملکرد دانه (۱۸۰۸ گرم در متر مربع) با اعمال تیمار ۱۰ دور عبور آب مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی به‌همراه بیشینه مقدار کاربرد نیکوسولفورون (۸۰ گرم در هکتار) مشاهده شد که نسبت به آب غیرمغناطیس (۵۶۷/۷ گرم در متر مربع) به‌طور تقریبی حدود ۷۰ درصد افزایش نشان داد (شکل ۵).

در یک مطالعه دیگر نیز گزارش شد که کارایی علف‌کش گلایفوسیت و ایمازتاپیر در صورت استفاده از آب حامل سخت، کاهش یافت. اما در صورت استفاده از آب حامل مغناطیس شده، کارایی این علف‌کش‌ها بطور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین افزایش کارایی علف‌کش سیکلوکسیدیم و کلودینافوپ پروپانیل از طریق آب مخزن سمپاش عبور داده شده از میدان مغناطیسی نیز توسط راشد محصل و همکاران (۱۵) گزارش شده است، این محققان دلیل این مسئله را کاهش کشش سطحی در اثر اعمال میدان مغناطیسی و تولید قطرک های ریزتری از محلول علف‌کش، دانسته‌اند. در حقیقت به‌دلیل کاهش نیروی کشش سطحی، زاویه برخورد قطره با سطح برگ نیز کاسته شده و در نتیجه قطرک‌های بیشتری جذب و به محل هدف رسیده و در نتیجه میزان جذب بالا می‌رود (۱۴).

نتیجه‌گیری

با توجه به خصوصیات کیفی آب چاه مزرعه مورد آزمایش، تایید شد که آب از سختی نسبتاً بالایی برخوردار بود و با توجه به اینکه کارایی نیکوسولفورون طبق نتایج آزمایش‌های محققان و این آزمایش تحت تأثیر سختی آب قرار می‌گیرد، در نتیجه استفاده از میدان مغناطیسی و کاهش سختی آب سبب اثرات معنی‌دار بر کارایی نیکوسولفورون بر تراکم و زیست توده کل علف‌های هرز و در نتیجه عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شد.

بر اساس نتایج این پژوهش کمترین تراکم کل علف‌های‌هرز (۱۰۸ بوته در مربع) در اثر ۱۰ دور عبور آب مورد استفاده در مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی ۶۵۰ میلی تسلا و مقادیر کاربرد ۶۰ و ۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار نیکوسولفورون و کمترین وزن خشک علف‌های‌هرز در اثر کاربرد همان دز علف‌کش مشاهده شد. همچنین بیشترین عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد کل دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه ذرت در تیمار اعمال ۱۰ دور عبور آب مورد استفاده در مخزن سمپاش از میدان مغناطیسی به‌همراه مقادیر کاربرد ۶۰ و ۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار از علف کش نیکوسولفورون مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد آب غیر مغناطیس و عدم کاربرد علف‌کش به‌ترتیب حدود ۵۷، ۲۱، ۴۴ و ۱۹ درصد افزایش نشان داد. بنابراین مقدار کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورون نتوانست تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و یا اجزای عملکرد ذرت ایجاد کند. همچنین در تیمار آب غیر مغناطیس، عملکرد دانه ذرت در هر دو سال آزمایش با افزایش مقدار کاربرد نیکوسولفورون به‌طور معنی‌داری روند افزایشی نشان داد.

در شرایط استفاده از آب غیر مغناطیس جهت سم‌پاشی، بیشینه مقدار کاربرد علف‌کش منجر به حصول بیشترین عملکرد نسبت به سایر مقادیر کاربرد شد، همچنین کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار شاهد (عدم کاربرد علف‌کش) و بیشترین عملکرد دانه نیز در تیمار ۱۰۰ درصد دز توصیه شده علف‌کش مشاهده شد. بنابراین می‌توان گفت بهترین تیمار ۱۰ دور عبور آب حامل جهت کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون از میدان مغناطیسی، به همراه مقادیر کاربرد ۸۰ گرم در هکتار نیکوسولفورون بود که منجر به بهترین کنترل از نظر تراکم و وزن خشک کل علف‌های‌هرز و حصول بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شد.

1- Polarized

منابع

1- Aliverdi A., Ghanbari A., Rashed-Mohassel M.H., Zand E., Nassiri Mahallati M., and Zand E. 2014. Overcoming hard water antagonistic to Glyphosate or Imazethapyr with water conditioners. Notulae Scientia Biologica 6: 244-249.

2- Aliverdi A., Rashed-Mohassel M.H., Zand E., and Nassiri Mahallati M. 2009. Increased foliar activity of clodinafop-propargyl and/or tribenuron-methyl by surfactants and their synergistic action on wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). Weed Biology and Management 9: 292-299.

3- Amit J.J., Knezevic S.Z., Ganie Z.A., and Singh M. 2014. Integrated Weed Management in Maize. Recent Advances in Weed Management 177- 196.

4- Hajmohammadnia Ghalibaf K., Rashed Mohassel M.R., Nassiri M., and Zand E. 2015. Optimize nicosulfuron efficacy with the addition of nitrogen compounds affected the water quality in spray tank. Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 53-70. (In Persian with English abstract)

5- Https://www.razavimet.ir/ (visited2018).

6- Jabran K., Hussain M., and Chauhan B.S. 2017. Integrated weed management in maize cultivation: an overview. Achieving Sustainable Cultivation of Maize. Cultivation Techniques, Pest and Disease Control. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Sawston, England. Volume 2.

7- Lamichane J.R., Devos Y., Beckie H.J., Owen M.D.K., Tillie P., Messean A., and Kudsk P. 2016. Integrated weed management systems with herbicide-tolerant crops in the European Union: lessons learnt from home and abroad. Critical Reviews in Biotechnology 37: 459–475.

8- Modhej A., and Piltan M. 2013. Effect of Nicosulfuron and Foramsulfuron herbicides on weed control and grain yield of corn Sc.704. Crop Physiology 16: 43-52. (In Persian with English abstract)

9- Mahmoudi G. 2015. Magnetic irrigation approach used in Pyridate herbicide efficiency relying on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in different conditions. Ph.D. Thesis–Agronomy: Weed Science. Ferdowsi University of Mashhad. 175 p. (In Persian with English abstract)

10- Mahmoudi G., Ghanbari A., Rastgoo M., Gholizadeh M., and Tahmasebi I. 2016. Effect of magnetic field on germination of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Pulses Research 7: 54-64. (In Persian with English abstract)

11- Mahmoudi G., Ghanbari A., Rastgoo M., Gholizade M., and Tahmasebi I. 2015. Evaluating the magnetic field effects on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum*) under Mashhad climatic conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 14: 380-391. (In Persian with English abstract)

12- Martinez E., Carbonel M.V., and Amaya J.M. 2000. A static magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (*Hordeum vulgare* L.). Bioelectromagnetics 19: 271-277.

13- Nalewaja J.D., and Matysiak R. 1993. Spray carrier salts affect herbicide toxicity to kochia (*Kochia scoparia*). Weed Technology 7: 154-158.

14- Penner D. 2000. Activator adjuvants. Weed Technology 14: 785-791.

15- Rashed Mohassel M.R., Aliverdi A., and Ghanbari A. 2009. Effects of a magnetic field and adjuvant in the efficacy of cycloxydim and clodinafop – propargyl on the control of wild oat (*Avena fatua*). Weed Biology and Management 9: 300-306.

16- Reina F.G., Pascual L.A., and Fundora I.A. 2001. Influence of a Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds. Part II: Experimental Results Bioelectromagnetics 22: 596-602.

17- Zand E., Baghestani M.A., and Hadizadeh M.H. 2015. Executive instruction. A guide line for weed management in corn fields of Iran. Ministry of Jahad–E- Agriculture. Research and education organization. Iranian Research Institute of Plant Protection, p: 1-84. (In Persian with English abstract)

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 67-80

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۸۰-۶۷

The Effect of Magnetized Water on the Efficacy of Nicosulfuron, Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.)

M. Jamshidi[1]– A. Ghanbari[2]– M. Rastgoo[3*]
Received: 02-03-2019
Accepted: 05-11-2019

Introduction: There are many factors that affect the efficacy of herbicides such as formulation, physicochemical properties of the herbicide molecule, morphology and physiology of weeds, application time, and environmental conditions at the time of herbicide application and quality of their carriers. Meanwhile, water is considered as the most important and common carrier in most herbicides in which the activity of herbicide molecules are influenced by its quality. In general, there are many factors that stimulate water quality such as water hardness, pH of water, water temperature, bicarbonate ion content, turbidity of water and organic matter, iron and other substances affect the uptake, transport and optimum performance of some herbicides. Effect of magnetic fields on water is now the subject of an increasingly large research effort because it is known to reduce water hardness. In physic science, it is well established that by passing water through a magnetic device, the water can be influenced. However, the literature review in physical science in different country indicated also that magnetized water induced a change in water physicochemical properties such as conductivity, surface tension, viscosity, vaporization rate, and pH. So this technology was used in different countries who all reported the successful use of magnets in treating water for herbicide application. Using magnetized water in sprayer`s tank for some herbicide which sensitive to hard water, with reduced does, might lead to better weed control.

Material and Methods: To study the effect of passing water of sprayer`s tank through magnetic field on Nicosulfuron efficacy, yield and yield components of Corn (*Zea mays* L.) two factorial experiments conducted based on randomized complete block design with three replications at the research field of Ferdowsi University of Mashhad (Lat 36˚15' N, Long 59˚28' E; 985 m Altitude) during 2016-2017. Experimental factors included Nicosulfuron dose in 5 levels: 0, 20, 40, 60 and 80 g a.i. ha^{-1} (recommended dose) and water type of sprayer`s tank with 3 levels (no magnetic water, 10 and 20 times passed water through magnetic field 650 mT). Magnetized water was produced by a commercial magnet namely AQUA CORRECT (650 Gauss magnetic field). Plots were sprayed on 6-leaf stage of corn by a knapsack sprayer with a flat nozzle no. 8002 at 240 kPa and with delivery volume of 185 liters per hectare. At the end of growth season (physiological maturity of corn), crop height, yield and yield components of corn including plant height, No. of row per ear, ear length, No. of grain per row, No. of total grain per ear, 100 seed weight, grain yield, biological yield and harvest index and total weed density and total weed biomass measured in 2 m^2 area of each plot. After Batrlet test and confirmation of homogeneity of error between two years of all data were analyzed by SAS ver. 9.1 and Excel ver. 2007 and treatments were separated using LSD Test. All statements of significance were based on probability of ($P \leq 0.05$).

Results and Discussion: According to the results, 10 times of passing water of sprayer`s tank through magnetic field (650 mT) combined to 60 and 80 g a.i. $ha^{-1}$ Nicosulfuron significantly reduced total weed density and biomass in corn field. The maximum biological yield of crop (42510 Kg $ha^{-1}$), grain number in ear`s row (45), total number of grain per ear (627.2) and weight of 100 grain of corn (35.5 g) observed in 10 times of passing water of sprayer`s tank through magnetic field (650 mT) with the 60 and 80 g a.i. ha^{-1} of Nicosulfuron, which were 57, 21, 44, and19% more than the control treatment (no herbicide and no magnetized water), respectively. Also grain yield of corn increased significantly ($p \leq 0.05$) in control treatment of water with increasing the Nicosulfuron herbicide doses in both years of this experiment. The maximum yield observed in the combination of maximum Nicosulfuron dose with 10 times passed water of sprayer`s tank through magnetic field (650 mT) in both years. The lowest grain yield observed in the control treatment and the highest ones achieved in 100 percentage of herbicide recommended dose. It was concluded that the best combination treatment was 60 and 80 g a.i. ha^{-1} of Nicosulfuron and 10 times passing water sprayer`s tank through magnetic field 650 mT for corn.

Keywords: Herbicide dose, Water of sprayer`s tank, Weed dry weight

1, 2 and 3- Ph.D. Student and Associate Professors, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.
(*- Corresponding Author Email: m.rastgoo@um.ac.ir)

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 81-97

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۹۷-۸۱

مقاله علمی-پژوهشی

مقایسه رشد و نمو فنولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره (*Datura stramonium* L.)

سارا بازیار[1]- مرجان دیانت[2]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۵

چکیده

داشتن اطلاع از فنولوژی گیاه، از طریق تنظیم مراحل آماده‌سازی زمین و تاریخ‌کاشت، در جهت مدیریت پایدار علف‌های هرز مؤثر واقع خواهد شد. علاوه براین تعیین بهترین زمان سمپاشی نیز منوط به شناخت دقیق مراحل فنولوژی است. بدین منظور آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی موسسه گیاه‌پزشکی واقع در جاده مشکین‌دشت کرج در سال۱۳۹۲ انجام شد. تیمار اصلی شامل تاریخ کاشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و تیمار فرعی شامل هفت اکوتیپ تاتوره (کرج، قزوین، شیراز، گرگان، اصفهان، مشهد و ارومیه) بودند. صفات تاریخ سبز شدن، سه تا چهار برگی، هشت برگی، گل‌دهی، میوه (کپسول) دهی، باز شدن کپسول و رسیدگی در طول فصل رشد یادداشت برداری شد. نتایج نشان داد که سرعت سبز شدن (۰/۰۰۳۰) در اکوتیپ ارومیه به ازاء افزایش هر واحد دما در مقایسه با دیگر اکوتیپ‌ها بیشتر بود. اکوتیپ‌های ارومیه و گرگان زودتر به مرحله سه برگی رسیدند. اکوتیپ ارومیه علی‌رغم جثه خیلی کوچکش زودتر از سایر اکوتیپ‌ها وارد مرحله زایشی شدند که می‌تواند به‌عنوان مکانیزمی جهت حفظ بقا و تولید بذر برای نسل آینده در برابر روند رو به کاهش دما در طی ماه‌های انتهایی دوره رشد گیاه باشد. اکوتیپ شیراز به دلیل بالاتر بودن میانگین دما در شهر شیراز نسبت به شهر کرج واکنش کمتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها به دما در مرحله گل‌دهی نشان داد. به طور کلی اکوتیپ‌های تاتوره به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را نسبت به افزایش دما در مرحلهٔ سبزشدن و رسیدگی نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: درجه روز-رشد، سرعت سبز شدن، فنولوژی، علف هرز

مقدمه

علف‌هرز تاتوره (*Datura stramonium* L.) در طی چند دهه اخیر به عنوان یک علف‌هرز مهاجم در مزارع چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)، حبوبات، توتون (*Nicotiana tabacum* L.)، سبزی و صیفی، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، سویا (*Glycine max* (L.) Merr.)، دانه‌های روغنی و باغ‌ها معرفی شده است (۴ و ۲۷). این علف هرز در برخی نقاط کشور (در استان‌های تهران، قزوین، آذربایجان شرقی، مرکزی (خمین)، فارس و خراسان رضوی) شایع شده و در حال پیشرفت به سایر نقاط می‌باشد (۱۷). همچنین تاتوره در فهرست مهم‌ترین گونه‌های علف‌های‌هرز ایران قرار دارد (۳۰). تاتوره علف‌هرزی خطرناک با قدرت رقابتی بالا در محصولات تابستانه به‌ویژه ذرت است. این علف‌هرز بزرگ جثه همزمان با ذرت سبز شده و می‌تواند هم ارتفاع با ذرت رشد کند و حتی در مواردی در اواخر فصل رشد، بالاتر از ذرت قرار می‌گیرد و به‌طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد ذرت شود (۱۵).

سبز شدن گیاهچه بیانگر مرحله‌ای از رشد است که در آن گیاهچه از وابستگی به اندوخته‌های بذر رها شده و توانایی انجام فتوسنتز را بدست می‌آورد. این مرحله یکی از مهم‌ترین رویدادهای فنولوژیکی است که موفقیت گیاهان یک‌ساله را در ادامه چرخه زندگی تعیین می‌نماید (۱۰ و ۱۱). به‌علاوه، کنترل مناسب و به هنگام علف‌های هرز نیز بستگی به پیش‌بینی دقیق زمان سبز شدن علف‌های هرز دارد. با توجه به اینکه یکی از ارکان مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به‌کارگیری ابزارهای کنترل در حساس‌ترین مرحله رشد علف‌های هرز است، شناخت دقیق این مراحل به کاهش کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی و افزایش کارایی روش‌های کنترل غیرشیمیایی و در نتیجه کاهش هزینه‌ها می‌انجامد (۶ و ۲۳). موفقیت در برنامه های مدیریت علف‌های هرز منوط به درک بهتر و شناخت درست عامل های محیطی بر ویژگی‌های رشدی و زیستی (بیولوژیکی) گیاهان است (۱۳ و ۲۹). مراحل رشدی علف هرز و

۱- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران
۲- استادیار دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Ma_dyanat@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.80203

تعامل‌های رقابتی آنها بر گیاهان زراعی را می‌توان از جملهٔ این ویژگی‌ها دانست (۳). برای گونه‌های گیاهی که در رویارویی با تغییر مکانی و زمانی محیط قرار می‌گیرند، انعطاف‌پذیری فنوتیپی می‌تواند امری حیاتی باشد (۲۶). برخی از گونه‌های هرز یک‌ساله اغلب در معرض عوامل متغیر محیطی واقع می‌شوند که منجر به جوانه‌زنی در زمان‌های مختلفی از سال می‌شود (۲۴) که زمان جوانه‌زنی، مراحل رشدی را از جمله زمان سبزشدن، پنجه‌زنی، ساقه رفتن، خوشه‌دهی و غیره را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹).

با توجه به اینکه تاکنون مراحل فنولوژیکی تاتوره به عنوان یکی از علف‌های‌هرز مشکل‌ساز در ایران مورد بررسی جامعی قرار نگرفته است و جهت رفع پیچیدگی‌های مربوط به مدیریت آن، در پژوهش حاضر مراحل فنولوژیکی اکوتیپ‌های تاتوره مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه گیاه‌پزشکی واقع در جاده مشکین‌دشت کرج در سال ۱۳۹۲ به اجرا در آمد. تاریخ کاشت (۲۴ فروردین ماه، ۲۱ اردیبهشت ماه، ۲۱ خرداد ماه، ۲۱ تیر ماه، ۲۲ مرداد ماه و ۲۰ شهریور ماه) به عنوان کرت اصلی و اکوتیپ های مختلف علف‌هرز تاتوره (کرج، قزوین، شیراز، گرگان، اصفهان، مشهد و ارومیه) به عنوان کرت‌فرعی در نظر گرفته شدند (جدول ۱). بر پایۀاطلاعات هواشناسی منطقۀ مورد نظر به دلیل احراز ۱۵۰ تا ۱۸۰روز خشک، در زمرۀ مناطق مدیترانه‌ای گرم خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید. میانگین بارندگی سالیانۀ منطقه ۲۵۰ میلی‌متر بوده که بارش به طور عمده در زمستان و اوایل بهار رخ می‌دهد (آمار و اطلاعات هواشناسی استان البرز). داده‌های مربوط به دما در طول دورۀ آزمایش (از زمان سبزشدن تا رسیدگی کامل) از ایستگاه هواشناسی واقع در ۵۰۰ متری محل آزمایش به دست آمد (شکل ۱). خاک محل انجام آزمایش دارای بافت لومی و هدایت الکتریکی این خاک۰/۷۸۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر و اسیدیته آن ۸/۰۵ بود.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی مناطق گردآوری نمونۀ بذر اکوتیپ‌های تاتوره و وزن هزار دانه آن

Table 1- Geographic characteristics of the locations that jimsonweed seeds were collected and their 1000 seed weights

محل نمونه برداری Sampling sites	متوسط دما Mean temperature (°c)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ارتفاع از سطح دریا Elevation (m)	وزن هزار دانه 1000 Seed weight g
Karaj کرج	14.5	35° 48 ' 07" N	50°56' 98" E	1302.0	6.30
Qazvin قزوین	14.0	36° 16 ' 00" N	50° 0 ' 00" E	1297.9	5.38
Shiraz شیراز	18.9	29° 33' 41"N	52° 36' 09" E	1593.0	7.21
Gorgan گرگان	18.8	36° 50 ' 44" N	54° 26 ' 21" E	128.9	7.32
Esfahan اصفهان	17.7	32° 37 ' 56" N	51° 22 ' 4" E	1648.0	6.92
Mashhad مشهد	15.2	36° 14 ' 8 " N	58° 48 ' 17" E	1279.1	6.12
Urmia ارومیه	12.5	36° 57 ' 19" N	45° 23 ' 17" E	1325.6	6.54

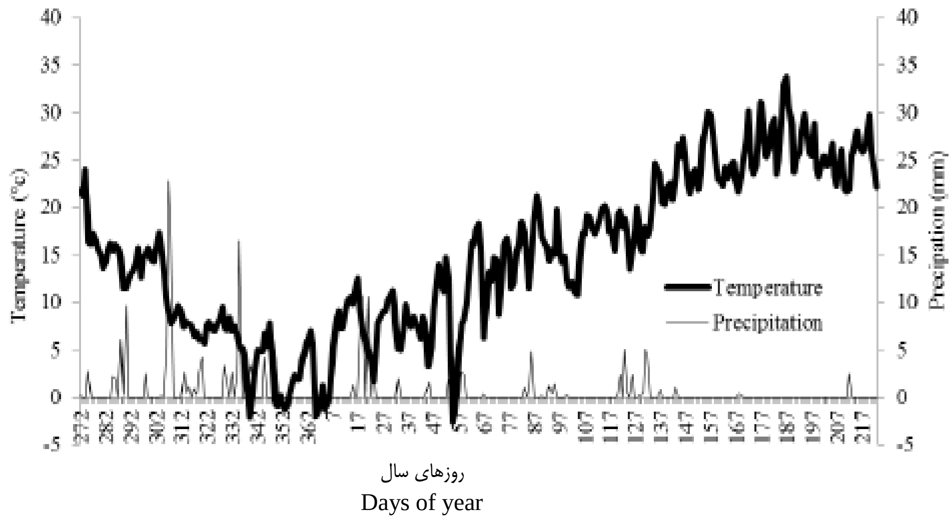
پس از شخم با گاوآهن برگردان‌دار (تا عمق ۲۵ سانتی‌متر) و دو بار دیسک عمود بر هم، عملیات تسطیح زمین توسط لولر انجام شد. سپس کرت های آزمایشی به ابعاد ۶× ۵ متر ایجاد شدند. فاصلۀ هر کرت با کرت بعدی ۲ متر بود. در کرت‌های فرعی هفت جمعیت تاتوره گردآوری شده از کرج، قزوین، شیراز، گرگان، اصفهان، مشهد و ارومیه جای گرفتند. بذور تاتوره در چهار ردیف به فاصلۀ ۳۰ سانتی‌متر در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر به صورت دستی کشت شدند. جهت شکستن خواب بذور از اسید سولفوریک به مدت ۱/۵ دقیقه استفاده شد (۱). اولین آبیاری پس از کاشت صورت گرفت و آبیاری های بعدی با رسیدن سطح رطوبت خاک به ۱۰٪ ظرفیت مزرعه انجام شد که توسط بلوک گچی کنترل می‌شد. یادداشت برداری از گیاهان به صورت دو بار در هفته جهت ثبت مراحل فنولوژیکی رشد انجام شد. با توجه به بررسی مراحل فنولوژیکی رشد علف‌هرز تاتوره، ۷ مرحله اصلی بر اساس کدهای BBCH انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند (۱۴).

این مراحل عبارت بودند از: سبز شدن (BBCH scale 08) سه تا چهار برگی (BBCH scale 13) هشت برگی (BBCH scale 19) گل‌دهی (تشکیل غنچه اول) (BBCH scale 55) میوه‌دهی (تشکیل کپسول اول) (BBCH scale 71) باز شدن میوه (BBCH scale 81) رسیدگی (زرد شدن بوته) (BBCH scale 91).

روش‌های چندی برای محاسبۀ نیاز دمایی (واحدهای دمایی تجمع یافته) در هر مرحله از رشد گیاه وجود دارد. از رابطۀ ۱ نیاز دمایی اکوتیپ‌های تاتوره محاسبه شد (۱۹).

$$TT= \sum_{n=1}^{n=Si} \quad [\mathrm{T\ average} - \mathrm{T\ b}]$$ رابطه ۱

در این معادله TT: نشان دهندهٔ تجمع واحدهای دمایی در هر مرحله از رشد، Si مرحلهٔ فنولوژیکی، T average: دمای میانگین و Tb: دمای پایه، که کمتر از آن جوانه‌زدن رخ نمی دهد (۲۴). دمای پایهٔ تاتوره ۸ درجهٔ سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (۸). پس از محاسبهٔ درجه روز رشد لازم برای هر یک از مراحل فنولوژیکی در هر یک از اکوتیپ‌ها و تاریخ‌های مختلف کاشت، برازش معادلهٔ بین واحدهای دمایی و مراحل مختلف رشدی و تعیین مدل‌های مربوطه با استفاده از رابطه رگرسیونی از نرم‌افزار Sigmaplot (Version, 12.5) استفاده شد.



شکل ۱- میزان بارندگی و دمای کمینه و بیشینه خاک در عمق ۵ سانتی متر در طول آزمایش

Figure 1- Minimum and maximum temperatures and precipitation value at the 5 cm soil depth during the experiment

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارها آزمایشی بر مراحل مختلف رشد فنولوژیک (از رویش تا رسیدگی) اکوتیپ های مختلف علف‌هرز تاتوره حاکی از تأثیر معنی‌دار نوع اکوتیپ، تاریخ کاشت و همچنین اثرات متقابل بین آنها بر کلیه صفات به جز اثرات متقابل آنها بر سرعت سبز شدن بود ($P \leq 0.01$).

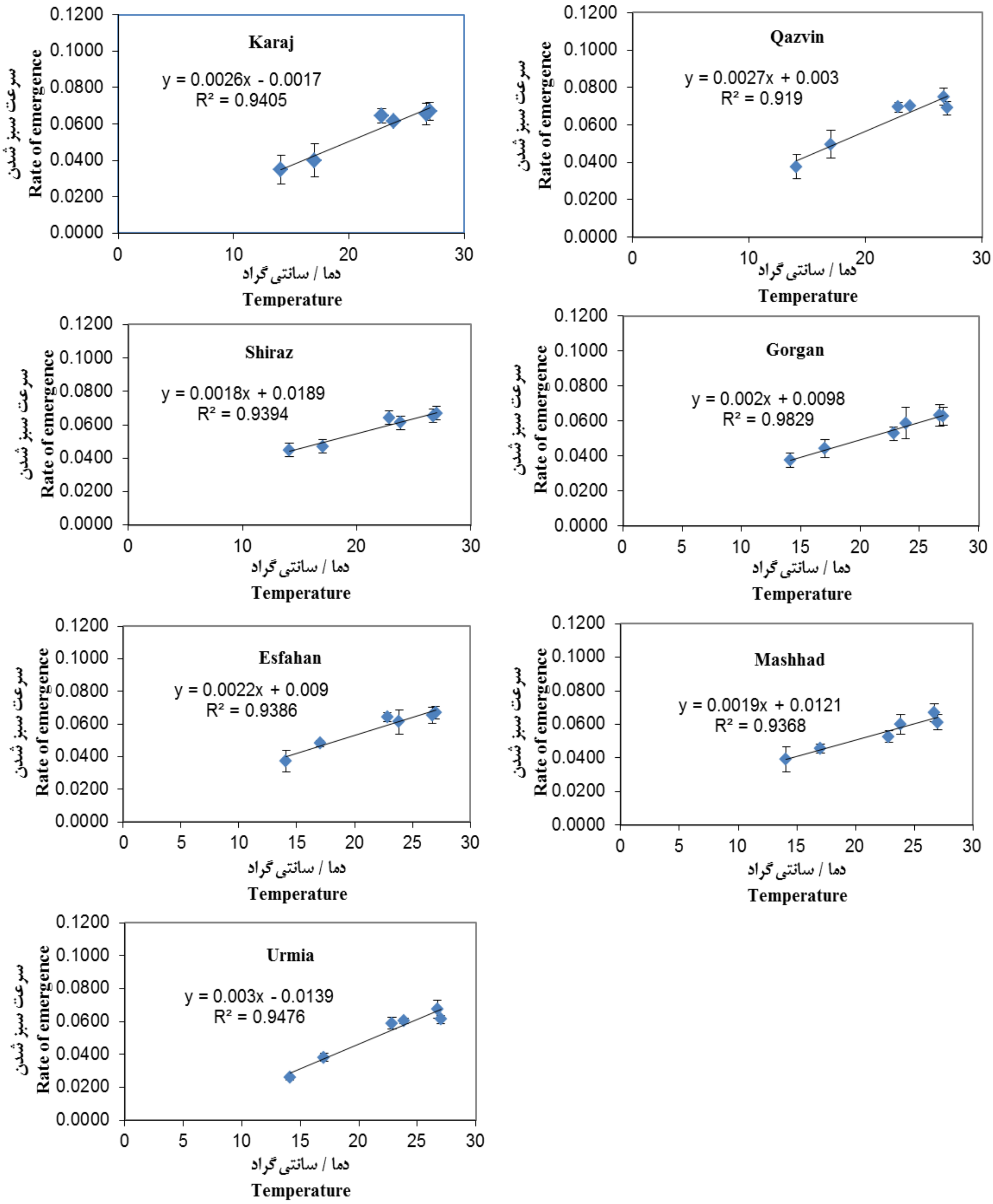
جدول ۲- تجزیهٔ واریانس تأثیر تاریخ های کاشت بر مراحل رشدی اکوتیپ های مختلف علف‌هرز تاتوره

Table 2- Analysis of variance effect of planting dates on the growth stages of jimsonweed ecotypes

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات Mean squares						
		سبز شدن Emergence	سه برگی Three-leaf	هشت برگی Eight-leaf	گلدهی Flowering	کپسول‌دهی Fruiting	باز شدن کپسول Opening fruit	رسیدگی Maturity
تکرار Replication	2	7.95 ^{ns}	58.1 ^{ns}	0.97 ^{ns}	93.72 ^{ns}	219.57 ^{ns}	3.46 ^{ns}	15455.42^{ns}
تاریخ کاشت Time of planting	5	600.11**	5068.70**	6394.02**	10238.45**	14792.70**	28730.81**	38196.00**
E(Time)	10	4.03	17.29	11.53	89.84	101.04	3.02	5985.50
Ecotype اکوتیپ	6	1.03 ^{ns}	27.86**	22.63**	319.08**	168.36**	133.48**	5173.36**
Time×Ecotype	30	2.84 ^{ns}	22.12**	15.94**	325.79**	105.96**	241.64**	3588.96**
Errorخطاء	68	2.14	4.57	7.21	178.13	26.43	22.90	3082.78
ضریب تغییراتC.V		8.35	4.25	3.35	17.44	5.81	3.58	32.09

** تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

** Significant at 1% level and n.s non-significant



شکل ۲- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ سبز شدن

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کاشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و 1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 2- Interaction between ecotype and planting dates on seedling emergence stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

سبز شدن

جهت مقایسه اکوتیپ‌های تاتوره در رسیدن به مراحل فنولوژیکی مختلف، از رگرسیون خطی استفاده گردید. یکی از دلایل استفاده از رگرسیون خطی برای توصیف نمو فنولوژیکی گیاهان این است که در طول دوران زندگی گیاه و در فاصله ظهور گیاهچه تا رسیدگی، واکنش سرعت نمو اکثر گیاهان نسبت به دما خطی و یا نزدیک به خطی می‌باشد که با ماهیت روش سنتی زمان حرارتی مطابقت دارد (۲۴). در تاریخ های کاشت اول تا ششم مجموع درجه–روز رشد لازم برای سبز شدن جمعیت‌های مختلف تاتوره با یکدیگر برابر بود (جدول ۳). شیب‌خط بیانگر کارایی سرعت مراحل رشد فنولوژیک در برابر دما می‌باشد. همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد این ضریب برای اکوتیپ ارومیه بیشترین مقدار را داشت.

به عبارت دیگر، در بین اکوتیپ‌های مختلف دوره کاشت تا ظهور گیاهچه در این اکوتیپ کوتاهتر بود و زودتر از گیاهچه‌های سایراکوتیپ‌ها در مزرعه ظاهر شدند. این امر می‌تواند ناشی متفاوت بودن مختصات جغرافیایی مناطق مختلف باشد. اکوتیپ‌های قزوین و کرج تقریبا بعد از اکوتیپ ارومیه، با شیب کمتر، در مدت زمان مشابه به مرحله ٪۵۰ ظهور گیاهچه رسیدند و تفاوت معنی‌دار بین آنها وجود نداشت. بذور شیراز با داشتن کمترین مقدار شیب افزایش در برابر زمان، که نشان دهنده تاخیر در رسیدن است، به این مرحله فنولوژیکی رسیدند. بدین ترتیب اکوتیپ‌ها هم از لحاظ آغاز ظهور و هم شیب افزایش به ازاء دریافت درجه حرارت، در تاریخ های کاشت متفاوت بودند (جدول ۴). مقادیر ضریب تبیین (R^2) بالا نشان دهنده برازش مناسب خط رگرسیون با مشاهدات سبز شدن می‌باشد. توانایی متفاوت سبز شدن اکوتیپ‌ها در واکنش به دما توسط سایر محققان نیز گزارش شده است. برای مثال درصد سبز شدن اکوتیپ‌های اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L. CYPRO) که در معرض دمای ثابت ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند از ۱۱ تا ۸۵ درصد متغیر بود (۱۶). فروزش و همکاران (۱۲) نیز تفاوت‌هایی را در واکنش به دما بین اکوتیپ‌های یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) مشاهده کردند.

جدول ۳- درجه–روز رشد لازم برای مرحله سبز شدن اکوتیپ‌های تاتوره در هر تاریخ کاشت

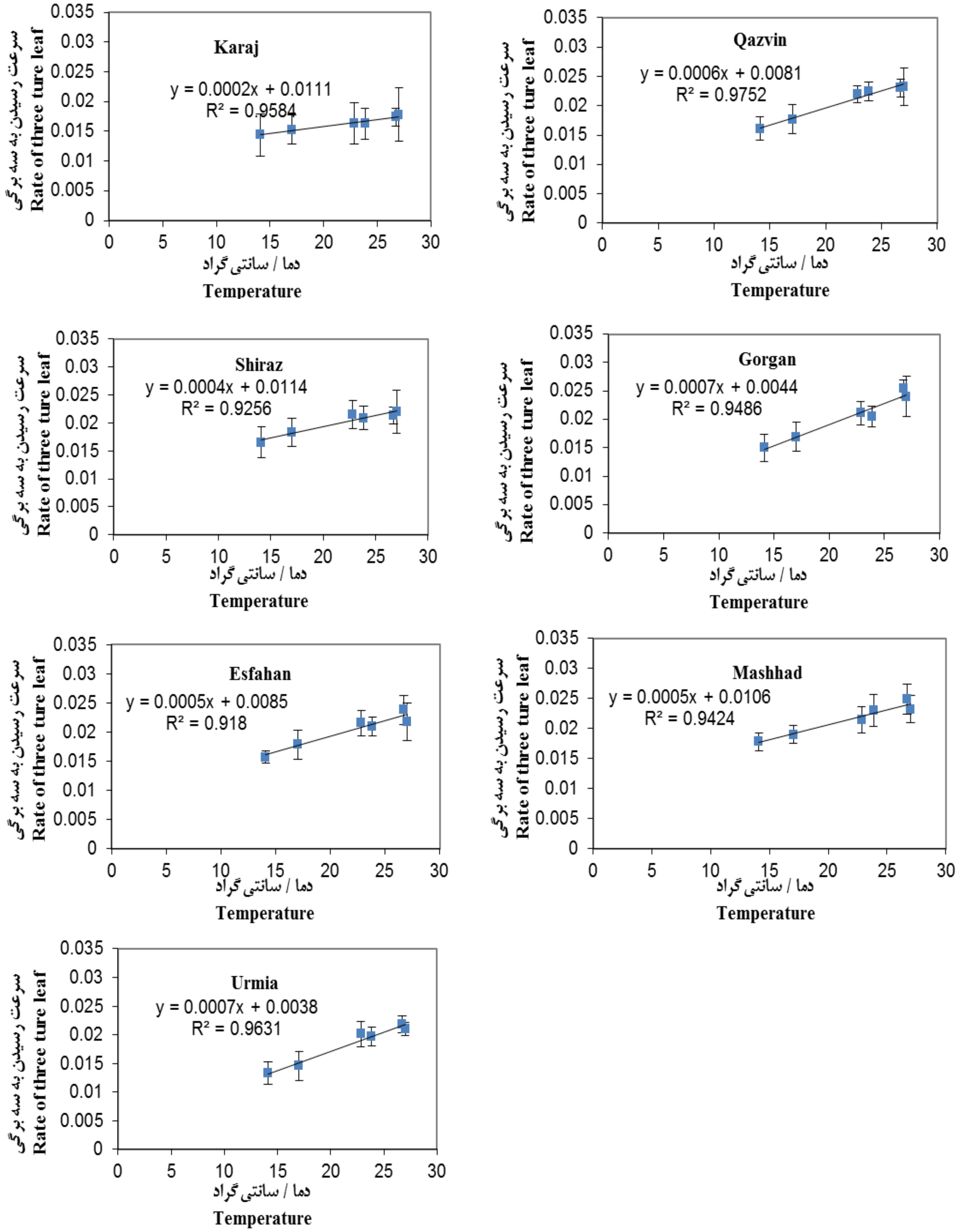
Table 3- Required growth-degree day for emergence of jimson weed ecotypes at any planting time

تاریخ کاشت Time of planting	سبز شدن Emergence						
	کرج Karaj	قزوین Qazvin	شیراز Shiraz	گرگان Gorgan	اصفهان Esfahan	مشهد Mashhad	ارومیه Urmia
Farvardin فروردین	29	27	28	26	29	29	28
Ordibehesht اردیبهشت	12	13	14	11	12	14	13
Khordad خرداد	16	17	17	19	17	15	17
Tir تیر	15	17	16	16	16	16	16
Mordad مرداد	15	13	15	13	13	15	15
Shahrivar شهریور	16	17	17	17	17	17	17

سه برگی

در شکل۳ مدت زمان لازم تا رسیدن به مرحله سه برگی در تاریخ کاشت‌های متفاوت برای اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله همان‌طور که ملاحظه می‌گردد اکوتیپ‌های گرگان و ارومیه زودتر از سایر اکوتیپ‌ها به مرحله سه برگی رسیده‌اند که دارا بودن بیشترین مقدار شیب‌خط در این دو اکوتیپ نشان دهنده این موضوع می‌باشد.

بذرهای اکوتیپ گرگان دارای بیشترین مقدار وزن هزار دانه در بین اکوتیپ‌های به‌کار رفته بودند و موفق شدند نرخ رشد خود را نسبت به زمان، جهت رسیدن به این مرحله فنولوژیکی در برابر اکوتیپ‌هایی که اندوخته بذر کمتری داشتند، افزایش دهند. اکوتیپ کرج نرخ توسعه فنولوژیکی کمتری بر اساس شیب خطوط نسبت به دیگر اکوتیپ‌ها داشت (جدول ۴). عموما تاریخ کاشت روی فشار وارده از طرف علف‌هرز بر گیاه زراعی تاثیر گذار است. تاریخ کاشت، تعادل رقابتی بین گیاه زراعی و علف‌های هرزی که پس از کاشت جوانه می زنند را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. این امر به دلیل وابستگی سرعت رشد گیاه زراعی به شرایط محیطی (به‌خصوص درجه‌حرارت و رطوبت خاک) اتفاق می‌افتد و معمولا این شرایط در طول فصل تغییر می‌کنند (۲۲).

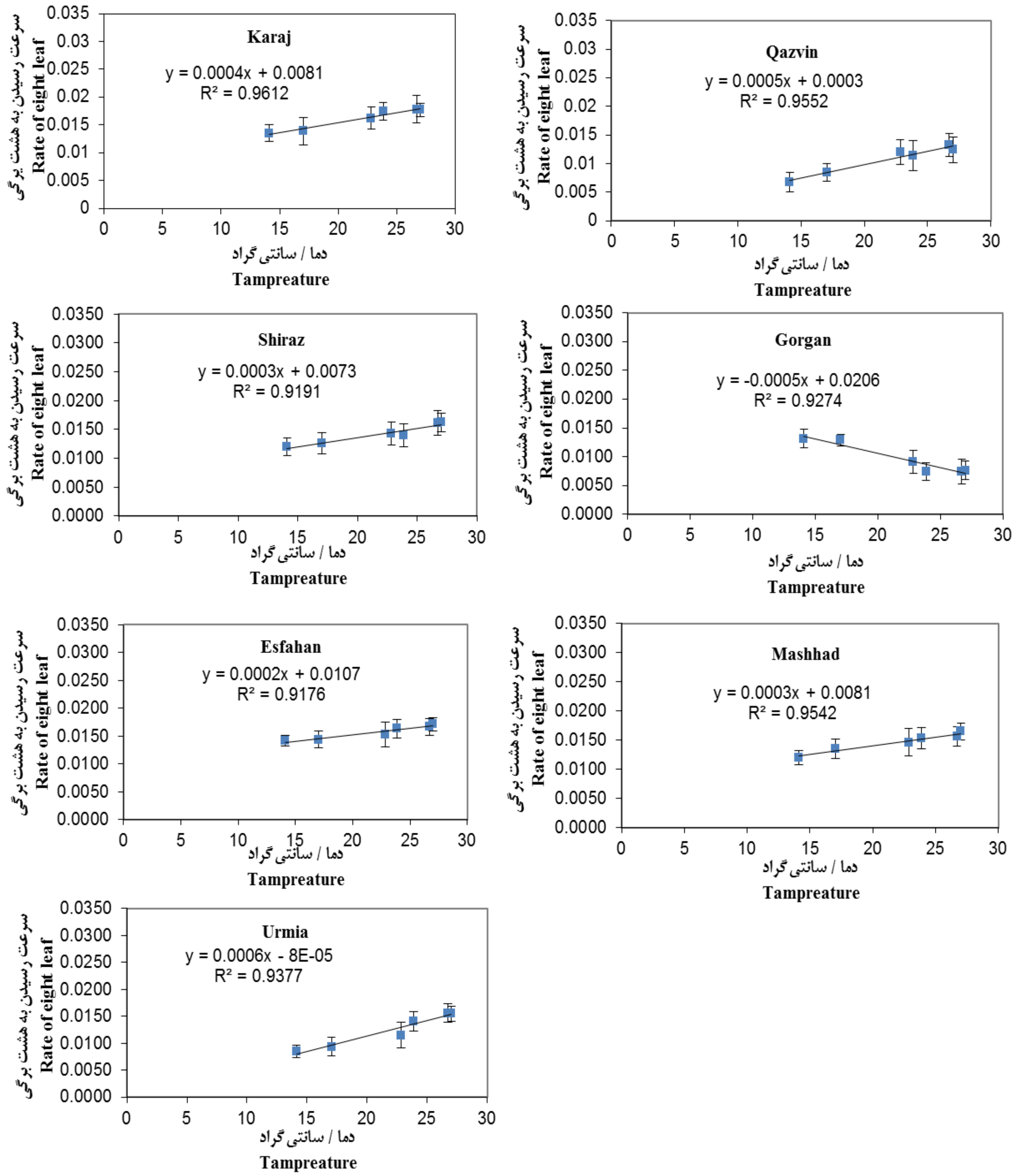


شکل ۳- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ سه برگی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و 1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 3- Interaction between ecotype and planting dates on three-leaf stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days



شکل ٤- اثر متقابل اکوتیپ× تاریخ کاشت بر مرحلهٔ هشت برگی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 4- Interaction between ecotype and planting dates on eight-leaf stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

هشت برگی

در این مرحله رشد گیاهچه‌های اکوتیپ ارومیه با شـیب بیشـتری نسبت به دیگر اکوتیپ‌هـا در حـال افـزایش مـی‌باشـد و ایـن مرحلـه فنولوژیک را با سرعت زیادی سـپری نمـود. درجـه-روز رشـد لازم از

مرحله سه برگی تا رسیدن به مرحله هشت برگـی در تـاریخ کاشـت فروردین در جمعیت‌های ارومیه و اصفهان بـه ترتیـب ۶۲ و ۹۰ بـود. آخرین اکوتیپ از نظر شـیب افـزایش در برابـر زمـان در ایـن مرحلـه فنولوژیکی اصفهان بود، کـه ایـن اکوتیـپ عـلاوه بـر داشـتن شـیب ملایم‌تر در این مرحله بوته‌های کوچک‌تری نیز داشت. شیب خـط در اکوتیپ گرگان منفی بود که حاکی از کاهش ناگهـانی و توقـف رشـد این اکوتیپ در ماه‌های آخر رشد می‌باشد. در طول مـاه آذر بـر طبـق نتایج ارائه شده و مشاهدات مزرعه‌ای بوته‌های گرگان با جثه بزرگ و رنگ سبز تیره در حال رشد بودند، و با توجه به این‌که تـاتوره گیـاهی رشد نامحدود می‌باشد این اکوتیپ دارای برگ‌های سـبز، کپسـول‌هـا خشک شده و از طرف دیگر غنچه و کپسول‌های تـازه تشـکیل شـده بود. ولی کاهش ناگهانی دما در این ماه موجب یـخ‌زدگـی بافـت‌هـای بوته‌های این اکوتیپ گردید و شیب منفی نمودار نیز به دلیل رخ دادن این پدیده می‌باشد (شکل ۴ و جدول ۴).

پس از سبزشدن با افزایش دمـا در تـاریخ‌هـای مختلـف سـرعت رسیدن به هشت برگی در بین اکوتیپ های تاتوره متفاوت بود که این تفاوت می تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی و یا ناشـی از سـازگاری منطقه‌ای ایجاد شده در اکوتیپ‌ها، به دلیل فشار انتخابی، شرایط آب و هوایی گیاه مادری (۷) در زمان تشکیل و نمو بذرهای تشـکیل شـده باشد (۲۱).

گلدهی

در شکل ۵ مدت زمان لازم از کاشت تا رسیدن به مرحله گلدهی در تاریخ کاشت‌های متفاوت در اکوتیپ‌های مختلف علف‌هـرز تـاتوره مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد روند تغییـرات زمـان تـا رسیدن به مرحله گلدهی در مقابل دما (تاریخ کاشت) با مدل خطی به خوبی توصیف شد. این امر حاکی از آن اسـت کـه بـا افـزایش دمـای محیط اختلافاتی بین اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تاتوره در رسـیدن به مرحله گلدهی وجود داشت. درجه روز رشـد لازم از مرحلـه هشـت برگی تا گلدهی در تاریخ کاشت شهریور ماه در جمعیت‌های گرگـان و قزوین به ترتیـب ۶۱ و ۱۱۱ بـود. شـیب خـط (بیـانگر پاسـخ مرحلـه فنولوژیک به دماست) برای اکوتیپ گرگان بالاترین مقدار را دارا بـود. به‌عبارت دیگر این اکوتیپ با سرعت بیشتری این مرحله فنولوژیک را پشت‌سر گذاشت و وارد مرحله زایشی گردید. پس از آن اکوتیپ هـای مشهد و ارومیه وارد مرحله زایشی شدند. با توجـه بـه یکسـان بـودن شیب نمودارها در اکوتیپ‌های شـیراز و اصـفهان (جـدول ۴) ایـن دو اکوتیپ در پاسخ به دما یکسان عمل کردند و همان‌طور که در جـدول مختصات جغرافیایی جدول ۱ ملاحظه مـی‌گـردد مشخصـات ایـن دو ناحیه از نظر جغرافیایی تقریبا نزدیک به هم می‌باشد. سرعت رسیدن به مرحلهٔ گلدهی در ارتباط با شرایط حاکم بر خاستگاه اکوتیپ است (۵) و ارتباط قوی با طول فصل رشد دارد (۱۸).

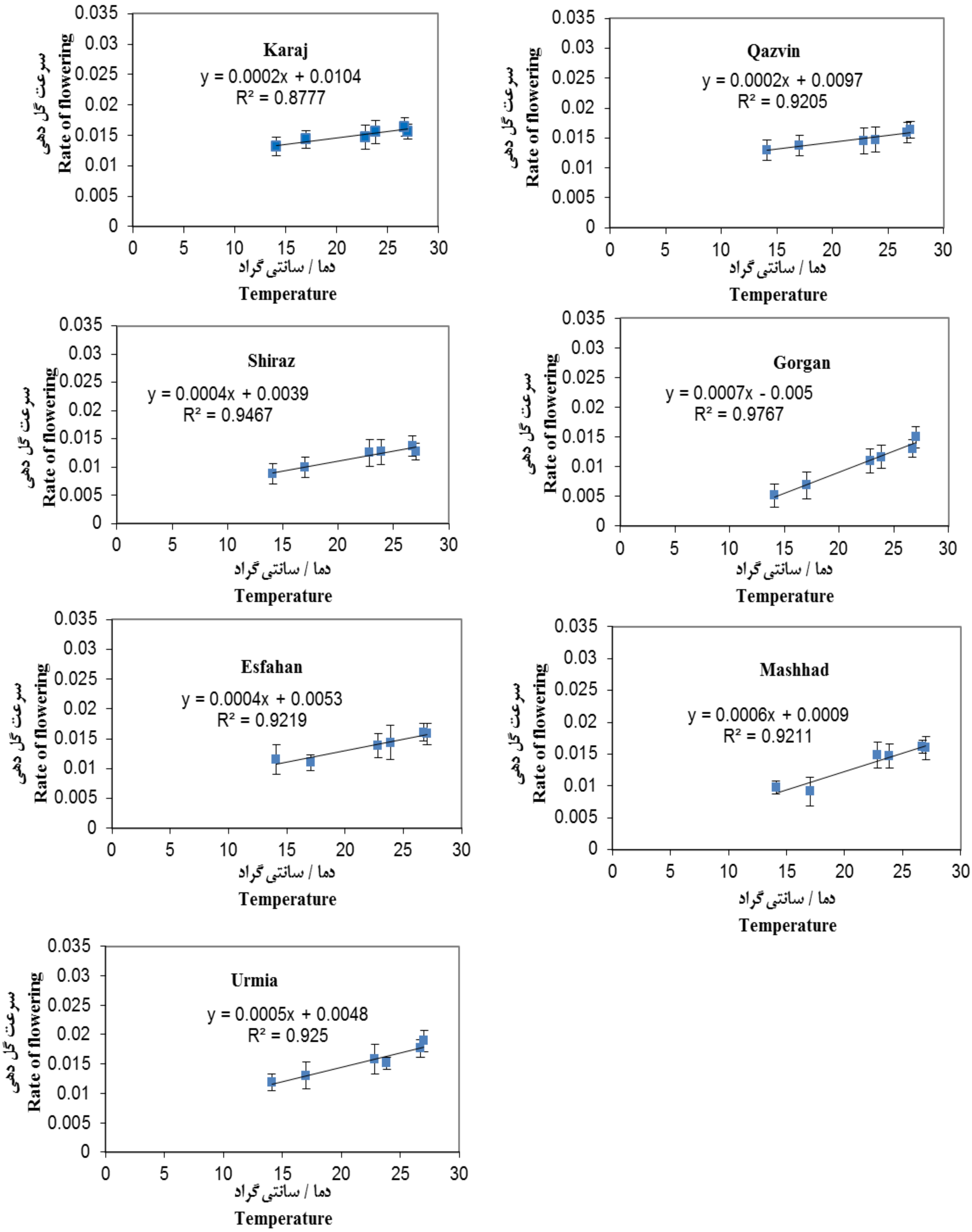
میوه (کپسول)دهی

همان‌طورکه در شکل ۶ مشاهده می‌شود اکوتیپ شیراز بـه دلیـل بالاتر بودن میانگین دما در شهر شیراز نسبت به شـهر کـرج واکـنش کمتری نسبت به سایر اکوتیپ ها به دما در این مرحله نشان داد. این گونه قادر به تمایز به اکوتیپ در مناطق مختلف با توجه بـه شـرایط منطقهٔ رویش یافته (۲۰) است و اختلاف در بین اکوتیپ‌هـای تـاتوره می‌تواند ناشی از تفاوت نیازهای محیطی و پاسخ‌هـای فیزیولـوژیکی اکوتیپ‌های بومی باشد (۱۱).

جدول ٤- ضریب b برای هر مرحلهٔ نمو اکوتیپ‌های تاتوره

Table 4- b coefficients for each stage of development of jimsonweed ecotypes.

مرحله فنولوزیکی Phenological stages	Ecotype اکوتیپ						
	کرج Karaj	قزوین Qazvin	شیراز Shiraz	گرگان Gorgan	اصفهان Esfahan	مشهد Mashhad	ارومیه Urmia
سبز شدن Emergence	0.0026	0.0027	0.0018	0.0020	0.0022	0.0019	0.0030
سه برگی Three-leaf	0.0002	0.0006	0.0004	0.0007	0.0005	0.0005	0.0007
هشت برگی Eight-leaf	0.0004	0.0003	0.0005	- 0.0005	0.0002	0.0003	0.0006
گل‌دهی Flowering	0.0002	0.0002	0.0004	0.0007	0.0004	0.0006	0.0005
میوه‌دهی Fruiting	0.0009	0.0008	0.0001	0.0008	0.0006	0.0007	0.0006
باز شدن کپسول Opening fruit	0.0003	- 0.0003	0.0003	- 0.0002	-0.0002	- 0.0003	0.0006
رسیدگی Maturity	-0.0003	- 0.0002	- 0.0002	0.0001	- 0.0002	0.0001	- 0.0003

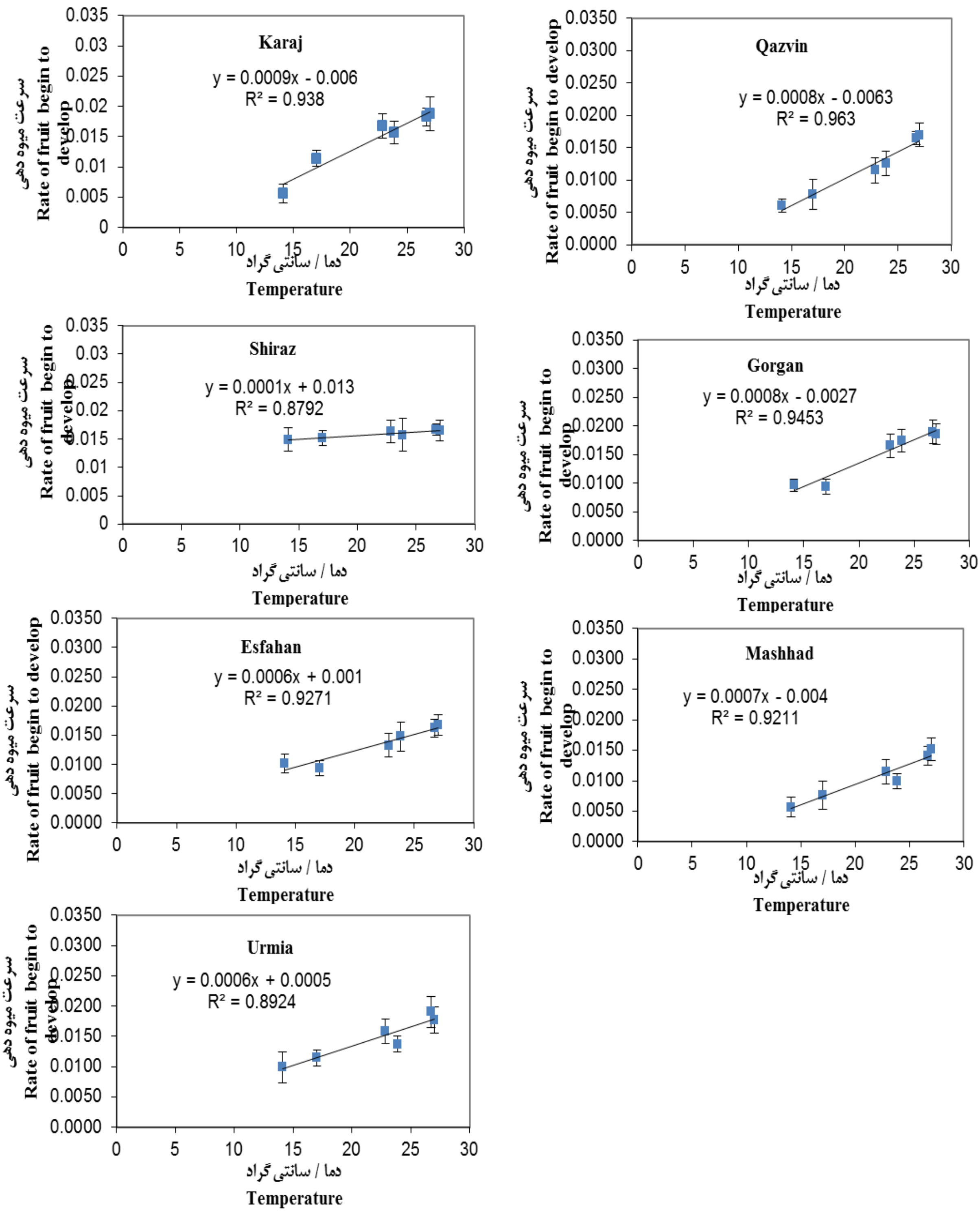


شکل ۵- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ گل دهی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 5- Interaction between ecotype and planting dates on flowering stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

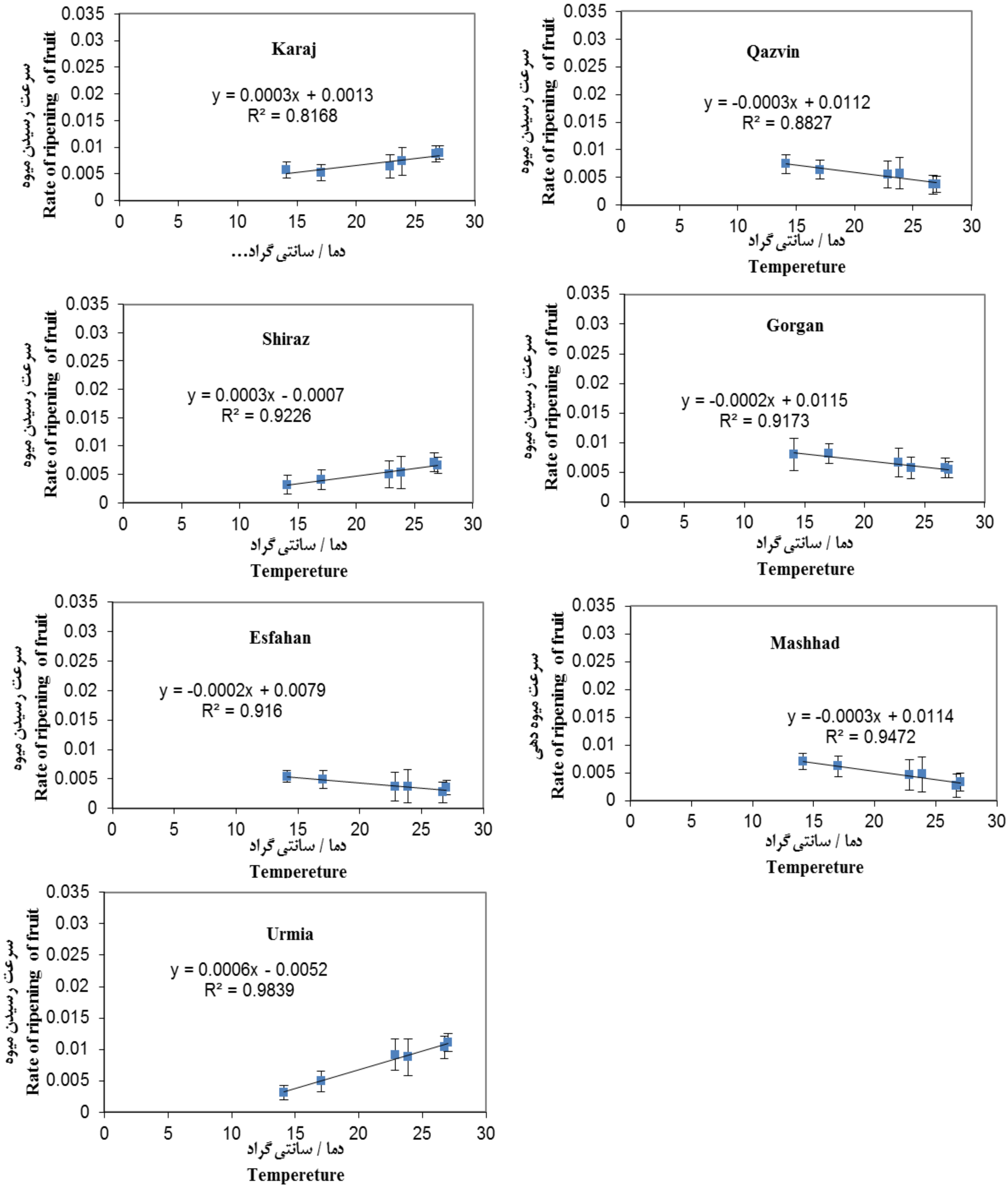


شکل ٦- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ میوه دهی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 6- Interaction between ecotype and planting dates on fruiting stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days



شکل ۷- اثر متقابل اکوتیپ × تاریخ کاشت بر مرحلهٔ باز شدن کپسول.

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 7- Interaction between ecotype and planting dates on ripening fruit stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

رسیدن (باز شدن) کپسول

در این مرحله فنولوژیکی در اکوتیپ ارومیه با توجه بـه دارا بـودن بیشترین میزان شیب خط قبل از سایر اکوتیپ‌ها اولین شـکاف طـولی ایجاد ولی به دلیل ضعیف بـودن بوتـه‌هـا، اکثـر آنهـا در ایـن مرحلـه فنولوژیکی مانده و کپسول‌ها نتوانستد به طور کامل باز شوند و بوته‌ها به همین صورت شروع به زرد شدن کردند. با توجه به شـیب خطـوط کپسول‌های اکوتیپ کرج بعد از ارومیـه شـروع بـه بـاز شـدن کردنـد (جدول ۴ و شکل ۷). درجه-روز رشد لازم برای این مرحله در اکوتیپ های ارومیه و کرج به ترتیب ۹۰ و ۱۰۰ واحد بود که بین تـاریخ‌هـای مختلف کاشت نیز در این دو اکوتیپ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

رسیدگی

در شکل ۸ مدت زمان لازم از زمان کاشت تا رسیدن بـه مرحلـه رسیدگی در اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز تـاتوره مـورد بررسـی قـرار گرفته است. با بررسی شیب خط مشاهده گردیـد کـه در ایـن مرحلـه عاملی باعث توقف ناگهانی رشد بوته‌ها گردید، به همین دلیـل شـیب خط در اکثر بوته‌ها منفی می‌باشد. تنها اکوتیپ‌هایی کـه در ایـن بـین شیب مثبت داشت گرگان و مشهد بودند. بوته‌های اکوتیـپ گرگـان از نظر رشد فنولوژیکی عقب‌تر از سایر اکوتیپ‌ها بود، بر طبق مشاهدات مزرعه‌ای بوته‌ها در حالی‌که هنوز سبز بودند در اثر مواجه سرمای هـوا دچار سرمازدگی شدند، این قضیه باعث شد که شیب نمودار مربوط به مرحله رسیدگی اکوتیپ گرگان بر خلاف سایر اکوتیپ‌ها دارای شـیب مثبت باشد (شکل ۸). اکوتیپ‌های کرج و ارومیه کمترین میزان شیب را دارا بودند و تفاوت معنی‌داری از لحاظ شـیب بـا یکـدیگر نداشـتند. بوته‌های اکوتیپ ارومیه در کل دوره بررسی مراحـل نمـّو فنولوژیـک بسیار کوچک‌تر از سایر اکوتیپ‌ها بودند. درجه روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی کامل برای هر تاریخ کاشت در اکوتیـپ هـای مختلـف در جدول ۵ نشان داده شده است. اکوتیپ‌های مختلف علـف‌هـرز تـاتوره دارای پاسخ‌های فنولوژیکی متفاوت نسبت بـه دمـا بودنـد، بـه‌عـلاوه سرعت توسعه فنولوژیک اکوتیپ‌های منـاطق جغرافیـایی متفـاوت بـا یکدیگر متفاوت بود (جدول ۵).

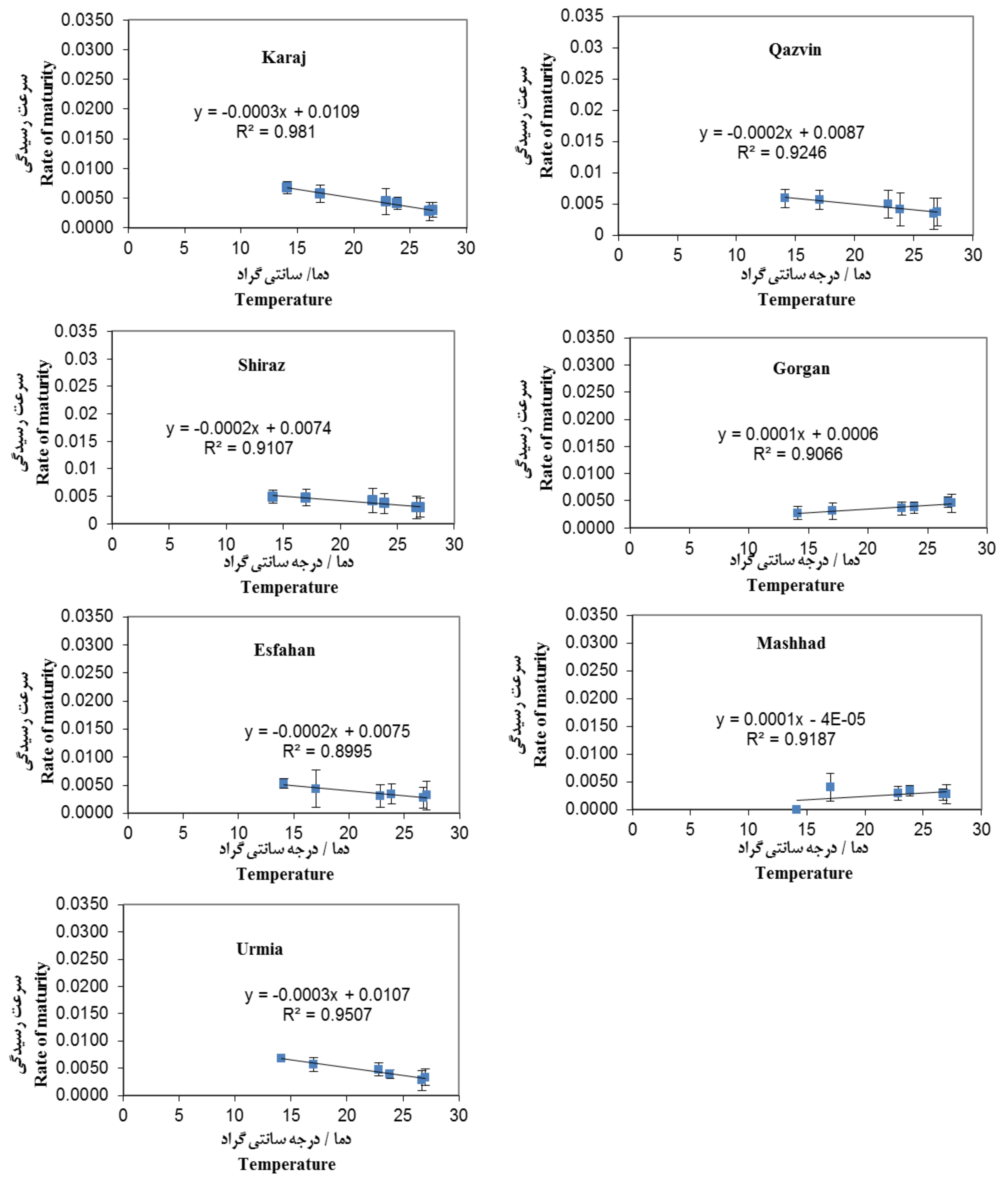
نتیجه‌گیری

به طورکلی اکوتیپ‌های تاتوره بیشترین و کمتـرین حساسـیت را نسبت به افزایش دما به ترتیب در مرحلهٔ سبزشدن و رسیدگی نشـان دادند. اکوتیپ ارومیه نسبت به دیگر اکوتیپ‌هـای تـاتوره، حساسـیت بیشتری نسبت به افزایش دما داشت. به عبارتی سرعت رسـیدن بـه مراحل فنولوژیک در این اکوتیپ به ازاء افزایش هر واحد دما، بیشـتر بود. واکنش سریع این اکوتیپ نسبت به افزایش دما می‌تواند ناشی از شرایط رویش گیاه مادری این اکوتیپ نسبت به دیگـر اکوتیـپ‌هـای تاتوره باشد. این روند در اکوتیپ شیراز به کلی بـرعکس بـود، بـدین معنی که این اکوتیپ در میان دیگـر اکوتیـپ‌هـا حساسیت کمتـری نسبت به افزایش دما داشت و با افزایش دما کنـدتر از دیگـر اکوتیـپ های تاتوره، مراحل رشدی را سپری کرد. گیاهان مادری این اکوتیپ برخلاف اکوتیپ ارومیه، در میانگین دمای بالاتری به عمل آمده بودند که واکنش کمتر آن را به ازاء افزایش هـر واحـد دمـا باعـث شـد. در بسیاری موارد عدم کارایی سموم به دلیل طی شـدن مراحـل رشـدی علف‌هرز و کاهش حساسیت آنها به علـف‌کـش‌هـا اسـت. اخـتلال در پویایی بانک بذر علف‌های هرز (تخلیه بانک و جلوگیری از تقویت آن) نیز نیازمند اطلاع از خصوصیات جوانـه‌زنـی و مراحـل فنولـوژی گیـاه است. این اطلاعات می‌توانند در جهت تعیین دقیـق عملیـات زراعـی کاربرد فراوان داشته باشند. شناخت این رفتارهای متفاوت در توده‌های مختلف علف‌های هرز بسیار مهـم بـوده و نقـش بسـیار مهمـی را در شناخت الگوهای سـازگاری علـف‌هـای هـرز بـه شـرایط محیطـی و همچنین انتخاب راهبردهای مدیریتی مناسب ایفا می‌کند (۲).

جدول ۵- درجه-روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی برای اکوتیپ‌های تاتوره در هر تاریخ کاشت

Table 5- Required growth-degree day from planting until maturity for jimson weed ecotypes at any planting time

تاریخ کاشت	از کاشت تا رسیدگی Planting until maturity						
	کرج Karaj	قزوین Qazvin	شیراز Shiraz	گرگان Gorgan	اصفهان Esfahan	مشهد Mashhad	ارومیه Urmia
فروردین Farvardin	684	643	722	666	514	473	487
اردیبهشت Ordibehesht	675	834	795	536	507	450	496
خرداد Khordad	592	850	671	659	502	455	478
تیر Tir	712	622	647	516	516	453	502
مرداد Mordad	651	722	654	493	451	458	506
شهریور Shahrivar	677	712	538	501	450	476	485



شکل ۸- اثر متقابل اکوتیپ× تاریخ کاشت بر مرحلهٔ رسیدگی

محور افقی میانگین دما در هر تاریخ کشت (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) و1/TT محور عمودی، زمان گرمایی

Figure 8- Interaction between ecotype and planting dates on maturity stage

Horizontal axis is mean temperature in each planting dates and vertical axis is 1/TT growing degree days

منابع

1- Abbasi Surki A., Rouhi H.R., Moradi A., Zainali N., and Alimoradi J. 2017. Methods for overcoming seed dormancy in jimsonweed (*Datura stramonium* L. Journal of Field Crop Science Special Issue: 35-41. (In Persian with English Abstract)

2- Abin A., and Eslami S.V. 2009. Influence of maternal environment on salinity and drought tolerance of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.) at germination and emergence stage. Iranian Weed Research Journal 2: 1- 12. (In Persian with English Abstract)

3- Alm D.M., McGiffen J.R.M.E., and Hersketh J.D. 1991. Weed phenology. In Predicting Crop Phenology 191-218.

4- Arana M.V., de Miguel, L.C. and Sanchez, R.A. 2006. A phytochrome-dependent embryonic factor modulates gibberellin responses in the embryo and micropylar endosperm of *Datura ferox* seeds. Planta 223: 847-857.

5- Boonman J. G. 1993. East Africa's grasses and fodders: Their ecology and husbandry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

6- Cardina J., Catherine P., Herms D., Herms A., and Forcella F. 2007. Evaluating Phonological Indicators for Predicting Giant Foxtail (*Setaria faberi*) Emergence. Weed Science 55: 455-464.

7- Clements D.R., and Ditommaso A. 2011. Climate change and weed adaptation: can evolution of invasive plants lead to greater range expansion than forecasted? Weed Research 51: 227-240.

8- Donato L., Edite S., Masin R., Calha I., Zanin G., Fernandez- Quintanilla C., and Dorado J. 2013. Estimation and Comparison of Base Temperatures for Germination of European Populations of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and Jimsonweed (*Datura stramonium*). Weed Science 61: 443–451.

9- Donohue, K. 2002. Germination timing influences natural selection on life-history characters in *Arabidopsis thaliana*. Ecology 83(4): 1006-1016.

10- Fenner M., and Thompson K. 2006. The ecology of seeds. Cambridge: Cambridge University Press. P. 260

11- Forcella F., Benech Arnold, R.L., Sanchez R., and Ghersa, C.M. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crop Research 67: 123-139.

12- Forouzesh S., Oveisi M., Alizadeh H., Rahimian Mashhadi H., and Farokhi Z. 2017. Comparison of phenological development of *Avena ludoviciana* ecotypes. Iranian Journal of Field Crop Science 48: 601-613.

13- Ghersa C.M., and Holt J.S. 1995. Using phenology prediction in weed management: a review. Weed Research 35: 461-470.

14- Hess M., Barralis G., Bleiholder H., Eggers T.H., Hack H., and Stauss R. 1997. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono – and dicotyledonous weed species. Weed Research 37: 433-441.

15- Karimmojeni H., Rahimianmashhadi H., Alizadeh H.M., Nasirimahhallati M., and Zand E. 2007. Estimation of corn yield loss due to single and single species of jimson weed and rough cocklebur using empirical models based on density. Electronic Journal of Crop Production 1: 127-136. (In Persian with English Abstract)

16- Kawabata O., and Nishimoto R.K. 2003.Temperature and rhizome chain effect on sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) ecotypes. Weed Science 51: 348–355.

17- Khanjani M., Mahmoodi, S., and Jamil mohammadi. 2009. Effect of density and relative time of emergence of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) on yield and yield components of Chitti been (*Phaseolus vulgaris* L.). Electronic Journal of Crop Production 89: 215-228. (In Persian with English Abstract)

18- Kirwa E.C., Njoroge K., Chemining’wa G.N., and Mnene N. 2016. Ecological effects on the flowering phenology of *Cenchrus ciliaris* L. collections from the arid and semiarid lands of Kenya. African Journal of Agricultural Research 11: 1008-1018.

19- Leblanc M.L., Cloutier D.C., Stewart K., and Hamel C. 2003. The use of thermal time to model common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence in corn. Weed Science 51: 718-724.

20- Masin R., Loddo D., Benvenuti S., Otto S., and Zanin G. 2012. Modeling weed emergence in Italian maize fields. Weed Science 60: 254-259.

21- Mickelson J.A., and Grey W. E. 2006. Effect of soil water content on wild oat (*Avena fatua*) seed mortality and seedling emergence. Weed Science 52: 255-262.

22- Najafi H. 2013. Biology and management of Iranian weeds. Agricultural Research Organization. 455 pp.

23- Rowse H.R., and Finch-Savage W.E. 2003. Hydrothermal threshold models can describe the germination response of carrot (*Daucus carota*) and onion (*Allium cepa*) seed populations across both sub- and supra-optimal temperatures. New Phytologist 158: 101–108.

24- Sans F.X., and Masalles R.M. 1994. Life-history variation in the annual arable weed *Diplotaxis erucoides* (Cruciferae). Canadian Journal Botany 72: 10-19.

25- Soltani A., Robertson M.J., Torabi B., Yousefi-Daz M., and Sarparast R. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agriculture Forest Meteorological 138: 156-167.

26- Sultan S.E., and Bazzaz F.A. 1993. Phenotypic plasticity in *Polygonum persicaria*. I. Diversity and uniformity in genotypic norms of reaction to light. Evolution 47: 1009-1031.

27- Veblen K.E. 2012. Savanna glade hotspots: Plant community development and synergy with large herbivores. Journal of Arid Environment 78: 119-127.
28- Wang J.Y. 1960. A critique of the heat unit approach to plant response studies. Ecology 41: 785-790.
29- Zand E., Rahimian H., Koocheki A. R., Khalaghani J., Moosavi K., and Ramezani K. 2004. Weed ecology (Translation). Jehade Daneshgahi of Mashhad Press.
30- Zand E., Baghestani M.A., Nezamabadi N., Minbashi M., and Hadizadeh M.H. 2009. A review on the last list of herbicides and the most important weeds of Iran. Weed Research Journal 1: 83-99. (In Persian with English Abstract)

.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 81-97

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۹۷-۸۱

Comparison of Growth and Phenological Development of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) Ecotypes

S. Bazyar[1]- M. Diyanat[2]*
Received: 09-06-2019
Accepted: 24-02-2020

Introduction: Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) is considered as a serious weed in many crops such as corn, soybean, Chitti been and cotton and in waste land. Due to jimsonweed is resistant to most commonly used herbicides, its control is difficult. Contamination of wheat, rye, buckwheat and linseed with seeds of jimsonweed resulting in poisoning have been reported. A precise prediction of the phenological development of jimsonweed in crops would provide timely control for more efficient management of it in growing season.

Materials and Methods: The experiment was carried out at Iranian Plant Protection Research farm in Karaj (Meshgin dasht) during 2013. The experiment was a split plot layout as randomized complete block design with three replications per planting date (March, April, May, June, July and August) and ecotypes (Karaj, Ghazvin, Shiraz, Gorgan, Esfahan, Mashhad and Oromiee) as the main plot and the subplot. Jimsonweed seeds were cultivated manually in four rows at a distance of 30 cm and a depth of 3-5 cm. The plants were noted twice a week to record the phonological stages of growth. Seven main stages were selected and studied according to the study of phonological stages of jimsonweed based on BBCH codes. The base temperature of jimsonweed was considered 8 ºC. Time to main phonological stages of jimsonweed ecotypes including emergence, three-leaf, eight-leaf, flowering, fruiting, opening fruit and maturity were compared using linear regression model.

Results and Discussion: One of the reasons for using linear regression to describe the phenological development of plants is that, during plant life and at the time of seedling emergence, the reaction of the rate of development of most plants is linear or near the linear temperature, which is the nature of the traditional thermal time method (GDD). This suggests that with increasing environmental temperature, there is a difference between the seeds of different ecotypes of jimsonweed during emergence of seedlings. Emergence rate was higher in Oromiee ecotype than the other ecotypes. Oromiee and Gorgan ecotypes reached to three-leaf stage sooner than the other ecotypes. Oromiee ecotype with smaller canopy reached sooner to reproductive stage that can be used as a mechanism for survival and seed production for future generations against the falling temperature during the last months of plant growth. The ecotype of Shiraz showed less reaction to temperature in this stage than other ecotypes due to higher average temperature in Shiraz city compared to Karaj city. Oromiee ecotype was more sensitive to temperature than other jimsonweed ecotypes. In other words, the rate of reaching to the phenological stages in this ecotype was higher for each unit of temperature. The rapid reaction of this ecotype to the increase of temperature could be due to the conditions of the growth of the mother plant of this ecotype compared to the other jimsonweed ecotypes. This trend was reversed in the ecotype of Shiraz, which means that this ecotype was less sensitive to temperature, and grew at a slower rate than the other jimsonweed ecotypes. The mother plants of this ecotype, in contrast to the Oromiee ecotype, were produced at a higher average temperature, which resulted in a lower reaction due to an increase in temperature per unit of temperature.

Conclusion: Different ecotypes of jimsonweed have different phonological responses relative to the temperature. In addition, the rates of phonological development of ecotypes with different geographic regions were significantly different. In general, jimsonweed ecotypes showed the highest and lowest sensitivity to the increase in temperature at emergence and reproduction stages, respectively. Having knowledge of plant phenology, through the establishment of land preparation and planting date, will be effective for sustainable weed management. Additionally, the determination of the best time for spray also depends on the precise knowledge of the phonological stages. In many cases, the ineffectiveness of herbicides is due to the growth stages of the weed and the reduction of their sensitivity to them. Disturbance in the dynamics of the seed bank of weeds also requires knowledge of the germination characteristics and plant phonological stages. Recognizing

1- Assistant Professor, Department of Agricultural, Karaj Branch, Karaj, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: Ma_dyanat@yahoo.com)

these different behaviors in different ecotypes of weeds is very important and plays a very important role in recognizing patterns of weed adaptation to environmental conditions and also choosing appropriate management strategies.

Keywords: Growing degree days, Phenology, Rate of seedling emergence, Weed

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 99-111

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۱۱-۹۹

مقاله علمی-پژوهشی

مدل‌سازی زمان جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید (*Ammi majus* L.) در واکنش به دما

محمدرضا مرادی تلاوت[1*]- سید عطااله سیادت[2]- ابوالفضل درخشان[3]- صمد صفرخانزاده[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۵

چکیده

مدل‌های مبتنی بر جمعیت، ابزارهای مفیدی برای توصیف رفتار جوانه‌زنی بذرها در پاسخ به دما هستند. در این مطالعه، دقت پیش‌بینی رهیافت‌های مختلف زمان‌گرمایی جهت مدل‌سازی دوره‌های زمانی پیشرفت جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید در واکنش به دما ارزیابی شد. آزمون جوانه‌زنی در هشت دمای ثابت ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴، ۲۸، ۳۲ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد انجام شد. مقادیر RMSE و AIC نشان داد که وقتی T_b (دمای پایه) و θ_{Tm} (نیاز زمان‌گرمایی برای تکمیل جوانه‌زنی در دماهای بیشتر از بهینه (T_o)) برای کل جمعیت بذری ثابت بود و توزیع نرمال برای توصیف تنوع $\theta_{T(g)}$ (نیاز زمان‌گرمایی برای تکمیل جوانه‌زنی هر کسر بذری معین در دماهای بین T_b و T_o) و $T_{m(g)}$ (دمای بیشینه (T_m) برای بازدارندگی گرمایی جوانه‌زنی کسر معین g-1 در دماهای بین T_o و T_m) بکار رفت، مدل برازش دقیق‌تری به داده‌ها ارائه داد. بر اساس این رویکرد، T_b و θ_{Tm} برای این گیاه به‌ترتیب معادل ۱/۰۶ درجه سانتی‌گراد و ۱۱۵۵/۴۱ درجه سانتی‌گراد ساعت برآورد شد. مقادیر θ_T و T_m برای کسر ۵۰ درصد ($\theta_{T(50)}$ و $T_{m(50)}$) به‌ترتیب معادل ۲۷۰۸/۶۲ درجه سانتی‌گراد ساعت و ۳۴/۵۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. مقدار T_o برای کسرهای مختلف جوانه‌زنی ($T_{o(g)}$) ثابت نبود و برای کسر ۵۰ درصد ($T_{o(50)}$) معادل ۲۴/۵۱ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. پارامترهای برآورد شده در این مطالعه می‌تواند برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی کننده الگوی رویش علف‌هرز وایه گل‌سفید در مزرعه استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: تابع توزیع تجمعی، توزیع تجمعی وارونه، توزیع نرمال، دمای بیشینه، دمای پایه

مقدمه

دما بعد از رطوبت اصلی‌ترین نیروی محرکه مؤثر بر جوانه‌زنی بذر است (۱). دماهای پایه (T_b)، بهینه (T_o) و بیشینه (T_m) دامنه‌ای از این عامل زیست‌محیطی را مشخص می‌کنند که در آن بذرهای یک گونه خاص قادر به جوانه‌زنی هستند (۸ و ۲۱). آستانه‌های بحرانی T_b و T_m دماهایی هستند که در زیر و بالای این دو بذرها قادر به جوانه‌زنی نیستند، درحالی‌که در T_o حداکثر درصد جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان ممکن به دست می‌آید (۲۵). گستره دمایی پاسخ جوانه‌زنی بذرها ممکن است به میزان خواب بذر بستگی داشته باشد (۹). همچنین، آستانه T_o برحسب سرعت جوانه‌زنی ممکن است متفاوت از T_o محاسبه شده برای درصد نهایی جوانه‌زنی باشد (۱۰، ۱۶ و ۲۰). علاوه بر این، T_o در برخی گونه‌ها ممکن است در میان کسرهای مختلف جوانه‌زنی با روند خاصی تغییر کند (۷، ۱۶ و ۲۴).

رویکردهای گوناگونی برای آنالیز کمی اثر دما بر پیشرفت جوانه‌زنی در طی زمان و برآورد آستانه‌های گرمایی برای این مرحله نموی استفاده شده است که به‌طور کلی به دو دسته طبقه‌بندی می‌شود: روش‌های مبتنی بر رگرسیون غیرخطی (۱۰، ۱۵ و ۲۱) و روش‌های مبتنی بر جمعیت (۵، ۸ و ۱۴). در روش‌های مبتنی بر رگرسیون غیرخطی، سرعت جوانه‌زنی (GR) در هر رژیم دمایی ابتدا برای یک کسر یا درصد معین g (یعنی GR_g) محاسبه می‌شود. سپس، پاسخ GR_g به دما به‌عنوان یک تابع غیرخطی توصیف خواهد شد. این رویکرد به‌طور گسترده‌ای برای تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذر گیاهان زراعی (۱۳ و ۱۵) و علف‌های هرز (۱۰) استفاده شده است. بااین‌حال، این روش معایبی دارد که با برخی فرض‌های مدل زمان‌گرمایی در تناقض است. برای مثال، آستانه‌های بحرانی جوانه‌زنی در این روش بدون در نظر گرفتن درصد نهایی جوانه‌زنی در رژیم‌های دمایی گوناگون و تنها با برازش توابع غیرخطی به داده‌های GR در مقابل دما برآورد می‌شود. از طرفی، آستانه‌های T_b و T_m در این رویکرد از طریق برون‌یابی خط رگرسیونی در محل برخورد با محور x (یعنی متغیر مستقل دما) برآورد خواهند شد. به‌طور نمونه،

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشیار و استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
(*- نویسنده مسئول: (Email: moraditelavat@asnrukh.ac.ir
۳ و ۴- به‌ترتیب دکتری و کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

DOI: 10.22067/jpp.v34i1.81598

چنانچه تابع غیرخطی به داده‌های GR کسر ۵۰ درصد برازش داده شود ممکن است به دلیل آنکه T_m از طریق برون‌یابی تعیین می‌شود مقدار بزرگ‌تری از T_m واقعی که در آن ۵۰ درصد از حداکثر جوانه‌زنی (در تمام رژیم‌های دمایی نه یک دمای خاص) متوقف و ۵۰ درصد دیگر آن رخ خواهد داد (یعنی $T_{m(50)}$) را نشان دهد. عکس این مورد ممکن است در خصوص برآورد آستانه T_b صادق باشد. علاوه بر این، برآورد دماهای کاردینال با توابع غیرخطی به‌شدت به نوع تابع استفاده‌شده و پارامتر تعیین‌کننده شکل منحنی در آن بستگی دارد. برای مثال، قادری‌فر و همکاران (۱۳) با مقایسه توابع غیرخطی گوناگون آستانه T_b برای جوانه‌زنی بذر کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) را بین ۳/۲۵- (تابع بتا) و ۸/۹۰ درجه سانتی‌گراد (تابع درجه سوم) و برای بذر براگو (*Borago officinalis* L.) بین ۶/۳۱- (تابع بتا) و ۶/۲۸ درجه سانتی‌گراد (تابع درجه دوم) برآورد کردند. به عبارتی در مطالعه ایشان برآورد T_b بسته به نوع تابع بین ۱۲-۱۰ واحد متغیر بود (۱۳). در مقابل، مدل‌های مبتنی بر جمعیت به همه داده‌های مربوط به پیشرفت جوانه‌زنی در طی زمان در تمام رژیم‌های دمایی برازش داده می‌شود (نه به‌طور جداگانه) و آستانه‌های دمایی برای جوانه‌زنی با در نظر گرفتن هردوی سرعت و درصد نهایی جوانه‌زنی بذرها در تمام رژیم‌های دمایی برآورد می‌شود (۷، ۸، ۱۷ و ۲۰).

در برخی مدل‌های مبتنی بر جمعیت فرض می‌شود که GR_g با افزایش دما از T_b تا T_o به‌طور خطی افزایش و با افزایش بیشتر دما تا T_m به‌طور خطی کاهش می‌یابد (۸ و ۱۴). در این رویکرد، تنوع زمان جوانه‌زنی برای هر کسر g جمعیت بذری در دماهای بین T_b و T_o به‌عنوان پیامدی از تنوع مقادیر زمان‌گرمایی مورد نیاز برای تکمیل جوانه‌زنی آن کسر ($\theta_{T(g)}$) در نظر گرفته می‌شود. در این حالت، T_b برای کل جمعیت بذری ثابت فرض خواهد شد (۱ و ۲). در دماهای بیشتر از T_o، تنوع GR_g در میان کسرهای بذری از تنوع T_m در داخل جمعیت ($T_{m(g)}$) ناشی می‌شود، حال‌آنکه زمان‌گرمایی مورد نیاز برای تکمیل جوانه‌زنی همه بذرها (θ_{Tm}) ثابت فرض خواهد شد (۱ و ۲). بر مبنای این رویکرد، در دماهای بین T_b و T_o،

$$\theta_{T(g)} = \left(T - T_b\right) t_g \quad (۱)$$

ازآنجاکه GR_g عکس زمان جوانه‌زنی کسر g جمعیت بذری (t_g) است، بنابراین:

$$GR_g = \frac{1}{t_g} = \left(T - T_b\right) / \theta_{T(g)} \quad (۲)$$

در دماهای بیشتر از T_m،

$$\theta_{T_m} = \left(T_{m(g)} - T\right) t_g \quad (۳)$$

ازاین‌رو

$$GR_g = \frac{1}{t_g} = \left(T_{m(g)} - T\right) / \theta_{T_m} \quad (۴)$$

برای هر کسر g جمعیت بذری، رابطه بین GR و دما را می‌توان با دو خط توضیح داد. شیب این دو خط به‌عنوان $\theta_{T(g)}$ و θ_{Tm} و نقطه تقاطع آن‌ها به‌عنوان T_o تعریف می‌شود (۱). همچنین، دو نقطه‌ای که در آن GR_g صفر می‌شود به ترتیب معادل T_b و T_m کسر جوانه‌زنی g جمعیت (یعنی $T_{m(g)}$) هستند (۱ و ۲).

رویکرد مبتنی بر جمعیت به‌طور گسترده‌ای برای مدل‌سازی پاسخ جوانه‌زنی (۶، ۷ و ۱۷)، خواب بذر (۴ و ۶) و سبز شدن گیاهچه در مزرعه (۱۱ و ۱۲) استفاده‌شده است. بااین‌وجود، فرض‌های این رویکرد در مورد جوانه‌زنی بذر برخی گونه‌های گیاهی به‌ویژه علف‌های هرز صادق نیست. برای مثال، تنوع GR در میان کسرهای بذری علف‌هرز سنگ‌دانه (*Lithospermum arvense* L.) در دماهای کمتر و بیشتر از T_o به ترتیب به دلیل تنوع T_b و T_m در داخل این جمعیت بذری بود (۴). همچنین، تنوع زمان جوانه‌زنی میان کسرهای بذری گونه‌های چچم یک‌ساله (*Lolium multiflorum* Lam.) و چندساله (*Lolium perenne* L.) در دماهای بین T_b و T_o به دلیل تنوع T_b درون جمعیت‌های مطالعه شده بود (۲۲).

وایه گل‌سفید (*Ammi majus* L.) گیاهی یک‌ساله پاییزه متعلق به خانواده Apiaceae است. بذر این گیاه ماده‌ای بنام گزانتوتوکسین دارد که دارای خواص دارویی است. در حال حاضر، مطالعاتی بر روی این گیاه برای درمان و معالجه بیماری‌های سرطان و ایدز آغاز شده است (۱۹). وایه گل‌سفید در بیشتر مناطق ایران با آب و هوای گرم و معتدل انتشار دارد و به‌عنوان یکی از علف‌های هرز مهم مزارع گندم، جو و کلزا مطرح است. بااین‌حال، هیچ گزارشی در مورد آستانه‌های پاسخ جوانه‌زنی این گیاه به دما در منابع موجود نیست. بنابراین، در این مطالعه فرضیه‌های مدل زمان‌گرمایی (رویکرد مبتنی بر جمعیت) در مورد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز وایه گل‌سفید (*Ammi majus* L.) آزمون و پس از انتخاب بهترین فرض‌ها، زمان جوانه‌زنی این گیاه در واکنش به دما مدل‌سازی شد.

گیاه وایه گل‌سفید به این دلیل انتخاب شد که هیچ گزارشی در مورد آستانه‌های پاسخ جوانه‌زنی این گونه به دما در منابع موجود نبود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۶ در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. بذرهای علف‌هرز وایه گل‌سفید در بهار سال ۱۳۹۳ از حاشیه مزارع گندم شهر ملاثانی جمع‌آوری شد. بذرها در پاکت‌های کاغذی ذخیره و تا زمان شروع آزمایش در دمای اتاق نگهداری شد. در این مطالعه، پاسخ جوانه‌زنی بذر علف‌هرز وایه گل‌سفید به دماهای ثابت ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴، ۲۸،

۳۲ و ۳۶ (۰/۲±) درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. این رژیم‌های دمایی هم دماهای کمتر و هم دماهای بیشتر از حد بهینه برای جوانه‌زنی این گونه را پوشش می‌داد. پیش از اجرای آزمایش، سطح بذرها با محلول ۰/۵ درصد سدیم هیپوکلریت به مدت ۲۰ ثانیه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شستشو داده شد. آزمون جوانه‌زنی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. در هر تکرار آزمایش، ۵۰ بذر روی دولایه کاغذ صافی واتمن شماره یک در داخل پتری دیش پلاستیکی ۹ سانتی‌متری قرار گرفت و سپس کاغذهای صافی با ۷ میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب شدند. جهت کاهش تلفات آب از طریق تبخیر در دماهای بالا، درب پتری‌دیش‌ها با پارافیلم پوشانده شد. به منظور هم‌دمایی آب مقطر با دمای انکوباتور، آب مقطر ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش در انکوباتور قرار گرفت. بذرهایی که ریشه‌چه آن‌ها به‌اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر خارج‌شده بود، جوانه‌زده در نظر گرفته شدند. تعداد بذرهای جوانه‌زده روزانه دومرتبه تا زمان توقف جوانه‌زنی در هر رژیم دمایی (زمانی که ۵ روز متوالی هیچ جوانه‌زنی در آن دما رخ نداد) شمارش شد.

داده‌های جوانه‌زنی تجمعی (برحسب کسر از ۱) در مقابل زمان تجمعی (برحسب ساعت) در رژیم‌های دمایی گوناگون برای تجزیه آماری استفاده شد. زمان تا رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به کسرهای ۰/۲ (t_{20})، ۰/۵ (t_{50}) و ۰/۸ (t_{80}) از مقادیر جوانه‌زنی مشاهده شده در هر رژیم دمایی با درون‌یابی از منحنی پیشرفت این فرآیند در برابر زمان تجمعی محاسبه شد (۲۰). برای این منظور، از رویکرد زمان–رویداد[1] در برنامه نرم‌افزاری R و بسته drc استفاده شد (۲۰). سپس، داده‌های GR_g مشاهده‌شده (عکس t_g) به‌عنوان تابعی از دما به‌طور جداگانه برای هر کسر جوانه‌زنی (۰/۲، ۰/۵ و ۰/۸) ترسیم و بر این اساس رژیم‌های دمایی کمتر و بیشتر از حد بهینه توسط بازرسی بصری تفکیک شد (۴، ۸، ۱۴ و ۱۷). جوانه‌زنی بذرها درون یک جمعیت بذری به دلیل تنوع پاسخ هر بذر به دما (یا تنوع زمان جوانه‌زنی در میان بذرها در یک دمای ثابت و کل دماهای آزمایش) از یک تابع توزیع تجمعی[2] دوجمله‌ای[3] تبعیت می‌کند. ازاین‌رو، جوانه‌زنی مشاهده‌شده بر اساس تابع توزیع تجمعی توزیع نرمال برحسب قضیه حد مرکزی[4] شبیه‌سازی شد (۴). با ترکیب فرض‌های رویکرد زمان‌گرمایی چهار مدل جوانه‌زنی–گرمایی به دست آمد که با مقایسه آن‌ها زمان جوانه‌زنی وایه گل‌سفید در پاسخ به دما مدل‌سازی شد:

مدل (۱). در این مدل T_b و T_m برای کل جمعیت بذری ثابت فرض شد. درحالی‌که، تنوع $\theta_{T(g)}$ در دماهای بین T_b و T_o و تنوع $\theta_{Tm(g)}$ در دماهای بین T_o و T_m با استفاده از تابع توزیع احتمال نرمال توصیف شد. برحسب این رویکرد، پیشرفت جوانه‌زنی در طی زمان در دماهای بین T_b و T_o با استفاده از رابطه زیر پیش‌بینی شد:

$$p\left(\theta_{T(g)}\right)=\Phi\left[\frac{\theta_{T(g)}-\theta_{T(50)}}{\sigma_{\theta_T}}\right] \quad (۵)$$

که در این رابطه p، نسبت جوانه‌زنی بذرها در هر θ_T معین؛ Φ، تبدیل لاپلاس انتگرال یا تابع توزیع تجمعی برای توزیع نرمال استاندارد با میانگین صفر و خطای استاندارد یک؛ $\theta_{T(50)}$، میانگین توزیع نرمال (زمان‌گرمایی مورد نیاز برای جوانه‌زنی ۵۰ درصد از جمعیت بذری در دماهای کمتر از T_o) و $\sigma_{\theta T}$، انحراف استاندارد توزیع نرمال (اندازه پراکنش توزیع $\theta_{T(g)}$) است. در دماهای بین T_o و T_m، پیشرفت دوره‌های زمانی جوانه‌زنی با رابطه (۶) پیش‌بینی شد:

$$p\left(\theta_{T_{m(g)}}\right)=\Phi\left[\frac{\theta_{T_{m(g)}}-\theta_{T_{m(50)}}}{\sigma_{\theta_{Tm}}}\right] \quad (۶)$$

که در این رابطه p، نسبت جوانه‌زنی بذرها در هر θ_{Tm} معین؛ $\theta_{Tm(50)}$، میانگین توزیع نرمال (زمان‌گرمایی مورد نیاز برای جوانه‌زنی ۵۰ درصد از جمعیت بذری در دماهای بین T_o و T_m) و $\sigma_{\theta Tm}$، انحراف استاندارد توزیع نرمال (اندازه پراکنش توزیع $\theta_{Tm(g)}$) است. در این روابط Φ به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Phi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^x e^{-\frac{t^2}{t}}\,dt \quad (۷)$$

مدل (۲). در این مدل T_b و θ_{Tm} برای کل جمعیت بذری ثابت فرض شد. درحالی‌که، تنوع زمان جوانه‌زنی در دماهای بین T_b و T_o به تنوع $\theta_{T(g)}$ و تنوع زمان جوانه‌زنی در دماهای بین T_o و T_m به تنوع $T_{m(g)}$ نسبت داده شد. ازاین‌رو، تنوع هردوی $\theta_{T(g)}$ و $T_{m(g)}$ با استفاده از تابع توزیع احتمال نرمال توصیف شد. در این رویکرد، پیشرفت جوانه‌زنی در طی زمان در دماهای بین T_b و T_o با استفاده از رابطه (۵) و در دماهای بین T_o و T_m با استفاده از رابطه (۸) پیش‌بینی شد:

$$p\left(T_{m(g)}\right)=1-\left[\Phi\left(\frac{T_{m(g)}-T_{m(50)}}{\sigma_{T_m}}\right)\right] \quad (۸)$$

که در این رابطه p، نسبت جوانه‌زنی بذرها در هر T_m معین؛ $T_{m(50)}$، میانگین توزیع نرمال (دمایی که در آن ۵۰ درصد از جمعیت بذری بازدارندگی گرمایی جوانه‌زنی نشان می‌دهد) و σ_{Tm}، انحراف استاندارد توزیع نرمال (اندازه پراکنش توزیع $T_{m(g)}$) است.

مدل (۳). در این مدل θ_T و T_m برای کل جمعیت بذری ثابت فرض شد. درحالی‌که، تنوع $T_{b(g)}$ در دماهای بین T_b و T_o و تنوع $\theta_{Tm(g)}$ در دماهای بین T_o و T_m برحسب توزیع نرمال توصیف شد. در این رویکرد، پیشرفت جوانه‌زنی در طی زمان در دماهای بین T_b و T_o با استفاده از رابطه (۹) پیش‌بینی شد:

1- Event-time
2- Cumulative distribution function
3- Binomial
4- Central limit theorem

$$p\left(T_{b(g)}\right) = \Phi\left[\frac{T_{b(g)} - T_{b(50)}}{\sigma_{T_b}}\right] \quad (۹)$$

که در این رابطه p، نسبت جوانه‌زنی بذرها در هر T_b معین؛ $T_{b(50)}$، میانگین توزیع نرمال (دمایی که در آن جوانه‌زنی ۵۰ درصد از جمعیت بذری متوقف می‌شود) و σ_{Tb}، انحراف استاندارد توزیع نرمال (اندازه پراکنش توزیع $T_{b(g)}$) است. در این رویکرد، دوره‌های زمانی پیشرفت جوانه‌زنی در دماهای بین T_o و T_m با استفاده از رابطه (۶) پیش‌بینی شد.

مدل (٤). در این مدل θ_T و θ_{Tm} برای کل جمعیت بذری ثابت فرض شد. درحالی‌که، تنوع $T_{b(g)}$ در دماهای بین T_b و T_o و تنوع $T_{m(g)}$ در دماهای بین T_o و T_m برحسب توزیع نرمال توصیف شد. در این مدل، پیشرفت جوانه‌زنی در طی زمان در دماهای بین T_b و T_o با استفاده از رابطه (۹) و در دماهای بین T_o و T_m با استفاده از رابطه (۸) پیش‌بینی شد.

برازش مدل‌های جوانه‌زنی-گرمایی به داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه PROC NLMIXED و به روش بهینه‌سازی پیش‌فرض Dual Quasi-Newton انجام شد. برای ارزیابی برازش مدل‌ها از شاخص ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE[1]) و برای انتخاب بهترین تابع توزیع از شاخص آکائیک (AIC[2]) استفاده شد (۳).

$$AIC = n.\,Ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + 2K \quad (۱۰)$$

که RSS[3] جمع مربعات باقیمانده؛ n، تعداد نمونه و k، تعداد پارامترهای مدل مورد نظر است. بهترین مدل در مقایسه مدل‌ها، مدلی است که کمترین میزان AIC محاسبه‌شده را دارا باشد.

نتایج و بحث

درصد نهایی جوانه‌زنی بذر علف‌هرز وایه گل‌سفید تحت تأثیر دماهای بین ۸ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد قرار نگرفت؛ متوسط جوانه‌زنی در این دماها در حدود ۱/۴۱±۹۱/۳۰ درصد بود. جوانه‌زنی نهایی این گیاه در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به ۲/۳۵±۵۴/۳۵ درصد و در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد به ۱/۸۶±۱۵/۷۶ درصد رسید و درنهایت در دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد به‌طور کامل متوقف شد. بنابراین، داده‌های دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد در تجزیه آماری استفاده نشد.

پارامترهای برآورد شده با برازش مدل‌های به‌دست‌آمده از ترکیب فرض‌های رویکرد زمان‌گرمایی به داده‌های دوره‌های زمانی جوانه‌زنی تجمعی علف‌هرز وایه گل‌سفید در دماهای ثابت مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. در مدل‌های (۱) و (۲) مقدار T_b برای کل جمعیت بذری ثابت در نظر گرفته و برآورد شد (۱/۰۶ درجه سانتی‌گراد) و تنوع زمان جوانه‌زنی میان کسرهای بذری با استفاده از دو پارامتر $\theta_{T(50)}$ (۲۷۰۸/۶۲ درجه سانتی‌گراد ساعت) و $\sigma_{\theta T}$ (۵۳۶/۴۹ درجه سانتی‌گراد ساعت) توصیف شد. با استفاده از تابع نقطه درصد[4] (یا توزیع تجمعی وارونه[5]) توزیع احتمال نرمال و این دو پارامتر (و یا پارامترهای دیگر بسته به نوع فرض انتخاب‌شده در مدل جوانه‌زنی-گرمایی) می‌توان ویژگی‌های رفتار جوانه‌زنی بذرهای این گیاه در پاسخ به دما را به‌طور کامل توضیح داد. تابع چگالی احتمال[6] زمان‌گرمایی مورد نیاز برای تکمیل جوانه‌زنی کسرهای مختلف بذری در دماهای بین T_b و T_o در شکل ۱ ارائه شده است. در اینجا، علاوه بر کسر ۵۰ درصد، مقدار θ_T برای کسرهای ۲۰ و ۸۰ درصد جوانه‌زنی نیز تعیین شد و به ترتیب معادل ۲۲۵۷/۱۰ و ۳۱۶۰/۱۴ درجه سانتی‌گراد ساعت به دست آمد (شکل ۱).

در مدل‌های (۳) و (۴) مقدار زمان‌گرمایی مورد نیاز برای تکمیل جوانه‌زنی بذرها در دماهای بین T_b و T_o ثابت بود و معادل ۲۶۷۲/۶۷ درجه سانتی‌گراد ساعت برآورد شد (جدول ۱). با استفاده از تابع توزیع تجمعی وارونه و برآورد پارامترهای میانگین و انحراف معیار توزیع T_b در داخل جمعیت بذری (جدول ۱)، مقادیر $T_{b(20)}$، $T_{b(50)}$ و $T_{b(80)}$ برای جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید به ترتیب معادل ۰/۷۰-، ۱/۰۰ و ۲/۷۱ درجه سانتی‌گراد تعیین شد (شکل ۱). در اینجا، مقدار $T_{b(80)}$ (به‌عنوان مثال) این مفهوم را می‌رساند که در دمای ۲/۷۱ درجه سانتی‌گراد ۸۰ درصد (یعنی g درصد) از جمعیت بذری قادر به جوانه‌زنی و ۲۰ درصد آن فاقد جوانه‌زنی است. این رویکرد، یعنی عدم ثبات و تنوع T_b در داخل جمعیت بذری در چندین مطالعه گزارش شده است (۱۲، ۱۴ و ۲۳).

مشابه با رویکرد مبتنی بر رگرسیون غیرخطی، در مدل‌های (۱) و (۳) مقدار T_m برای کل بذرهای جمعیت ثابت در نظر گرفته شد. بر اساس این دو مدل، مقدار T_m برای جوانه‌زنی بذر علف‌هرز وایه گل‌سفید معادل ۰/۱۷±۳۶/۰۱ درجه سانتی‌گراد برآورد شد (جدول ۱). توزیع زمان جوانه‌زنی میان کسرهای بذری در این رویکرد نتیجه تنوع $\theta_{Tm(g)}$ در دماهای بین T_o و T_m است که گستردگی آن توسط پارامتر $\sigma_{\theta Tm}$ تعیین می‌شود. بر اساس تابع توزیع تجمعی وارونه توزیع احتمال نرمال، زمان‌گرمایی مورد نیاز برای تکمیل جوانه‌زنی در دماهای بین T_o و T_m برای کسرهای بذری ۰/۲، ۰/۵ و ۰/۸ به ترتیب معادل ۱۰۰۷/۲۶-، ۱۳۸۲/۷۰- و ۱۷۵۸/۱۴- درجه سانتی‌گراد ساعت تعیین

1- Root Mean of Squares of Error
2- Akaike Information Criterion
3- Residual Sum of Square

4- Percentage point function
5- Inverse cumulative distribution
6- Probability density function

شد (شکل ۱). در مدل‌های (۲) و (۴)، زمان‌گرمایی مورد نیاز برای تکمیل جوانه‌زنی بذرها در دماهای بین T_o و T_m ثابت و معادل ۱۱۵۵/۴۱ درجه سانتی‌گراد ساعت برآورد شد (جدول ۱). بر اساس این رویکرد، دمای بیشینه برای ۲۰ ($T_{m(20)}$)، ۵۰ ($T_{m(50)}$) و ۸۰ درصد ($T_{m(80)}$) جوانه‌زنی یا به عبارتی T_m برای ۸۰، ۵۰ و ۲۰ درصد بازدارندگی گرمایی جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۳۷/۰۳، ۳۴/۵۵ و ۳۲/۰۶ درجه سانتی‌گراد ساعت تعیین شد (شکل ۱).

خروجی‌های به‌دست‌آمده از برازش مدل‌های جوانه‌زنی-گرمایی به داده‌های پیشرفت جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید در طی زمان در دماهای گوناگون (جدول ۱) برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی پیش‌بینی شده برای زیرجمعیت‌های ۲۰ ($GR_{(20)}$)، ۵۰ ($GR_{(50)}$) و ۸۰ ($GR_{(80)}$) درصد (روابط (۲) و (۴)) استفاده شد (شکل ۲). همچنین، مقادیر T_o برای هر زیرجمعیت از طریق محاسبه نقطه قطع توابع پاسخ دمایی کمتر و بیشتر از بهینه تعیین شد (۸ و ۱۴). بر این اساس، مقدار T_o برای کسرهای ۲۰ ($T_{o(20)}$)، ۵۰ ($T_{o(50)}$) و ۸۰ درصد ($T_{o(80)}$) جوانه‌زنی بر مبنای مدل (۱) به ترتیب معادل ۲۵/۲۰، ۲۴/۱۶ و ۲۳/۴۸ درجه سانتی‌گراد و بر مبنای مدل (۲) به ترتیب معادل ۲۴/۸۴، ۲۴/۵۱ و ۲۳/۷۱ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. همچنین، مقادیر $T_{o(20)}$، $T_{o(50)}$ و $T_{o(80)}$ بر مبنای مدل (۳) به ترتیب معادل ۲۵/۹۴، ۲۴/۰۴ و ۲۲/۸۱ درجه سانتی‌گراد و بر مبنای مدل (۴) به ترتیب معادل ۲۵/۵۹، ۲۴/۴۰ و ۲۳/۱۸ درجه سانتی‌گراد تعیین شد.

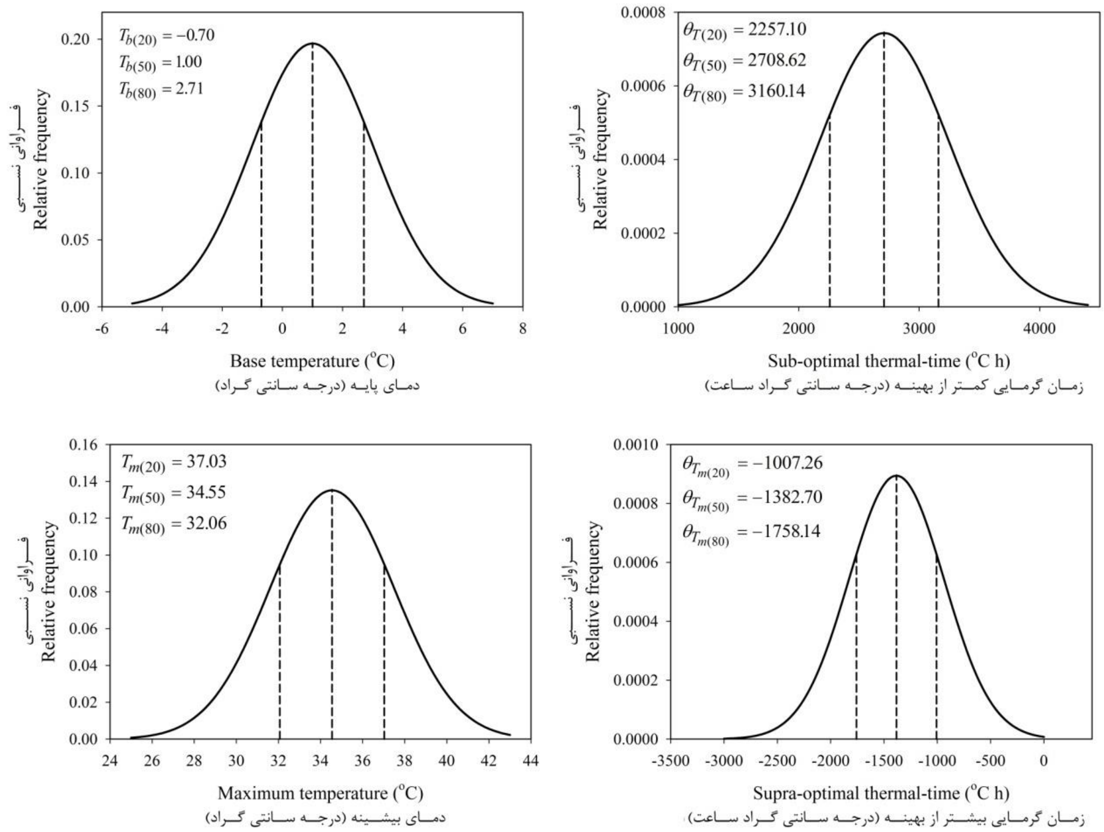
جدول ۱- برآورد پارامترهای مربوط به مدل‌های مختلف جوانه‌زنی-گرمایی برازش داده شده به دوره‌های زمانی جوانه‌زنی وایه گل‌سفید (*Ammi majus* L.) در دامنه‌ای از دماهای ثابت

Figure 1- Parameters estimates for different thermal-germination models fitted to germination time courses of bishop's weed (*Ammi majus* L.) across a range of constant temperatures

پارامترها* Parameters	برآوردها Estimates			
	مدل ۱ Model 1	مدل ۲ Model 2	مدل ۳ Model 3	مدل ٤ Model 4
T_b (˚C)	1.06±0.08	1.06±0.08	-	-
$\theta_{T(50)}$ (˚C h)	2708.62±24.17	2708.62±24.17	-	-
$\sigma_{\theta T}$ (˚C h)	536.49±12.48	536.49±12.48		
θ_T (˚C h)	-	-	2672.67±24.78	2672.67±24.78
$T_{b(50)}$ (˚C)	-	-	1.00±0.09	1.00±0.09
σ_{Tb} (˚C)	-	-	2.03±0.06	2.03±0.06
T_m (˚C)	36.01±0.17	-	36.01±0.17	-
$\theta_{Tm(50)}$ (˚C h)	-1382.70±28.66	-	-1382.70±28.66	-
$\sigma_{\theta Tm}$ (˚C h)	446.09±13.14	-	446.09±13.14	-
θ_{Tm} (˚C h)	-	1155.41±26.10	-	1155.41±26.10
$T_{m(50)}$ (˚C)	-	34.55±0.18	-	34.55±0.18
σ_{Tm} (˚C)	-	2.95±0.08	-	2.95±0.08
RMSE	0.0632	0.0596	0.0677	0.0644
AIC	-1876	-1959	-1780	-1851

* T_b= دمای پایه تمام بذرها در جمعیت (درجه سانتی‌گراد)؛ $\theta_{T(50)}$= زمان‌گرمایی مورد نیاز برای ۵۰ درصد تکمیل جوانه‌زنی جمعیت بذری در دماهای بین پایه و بهینه (درجه سانتی‌گراد ساعت)؛ $\sigma_{\theta T}$= انحراف استاندارد توزیع نرمال زمان‌گرمایی در دماهای کمتر از بهینه (درجه سانتی‌گراد ساعت)؛ θ_T= زمان‌گرمایی لازم برای تکمیل جوانه‌زنی در دماهای بین پایه و بهینه (درجه سانتی‌گراد ساعت)؛ $T_{b(50)}$= دمای پایه برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی جمعیت بذری (درجه سانتی‌گراد)؛ σ_{Tb}= انحراف استاندارد توزیع نرمال دمای پایه در داخل جمعیت بذری (درجه سانتی‌گراد)؛ T_m= دمای بیشینه تمام بذرها در جمعیت (درجه سانتی‌گراد)؛ $\theta_{Tm(50)}$= زمان‌گرمایی مورد نیاز برای ۵۰ درصد تکمیل جوانه‌زنی در دماهای بیشتر از حد بهینه (درجه سانتی‌گراد ساعت)؛ $\sigma_{\theta Tm}$= انحراف استاندارد توزیع نرمال زمان‌گرمایی بیشتر از حد بهینه (درجه سانتی‌گراد ساعت)؛ θ_{Tm}= زمان‌گرمایی لازم برای تکمیل جوانه‌زنی در دماهای بیشتر از بهینه (درجه سانتی‌گراد ساعت)؛ $T_{m(50)}$= دمای بیشینه مورد نیاز برای ۵۰ درصد ممانعت از جوانه‌زنی در دماهای بین بهینه و بیشینه (درجه سانتی‌گراد)؛ σ_{Tm}= انحراف استاندارد توزیع نرمال دمای بیشینه جمعیت بذری (درجه سانتی‌گراد).

*T_b= Base temperature for all seeds in the population (˚C); $\theta_{T(50)}$ = Thermal-time required to complete 50% germination in the seed population at temperatures between the T_b and the optimum temperature or T_o (˚C h); $\sigma_{\theta T}$= Standard deviation of the normal distribution of sub-optimal thermal-time (˚C h); θ_T= Thermal-time required to complete germination at temperatures between the T_b and the T_o (˚C h); $T_{b(50)}$= Base temperature for 50% germination of the seed population (˚C); σ_{Tb}= Standard deviation of the normal distribution of base temperatures in seed population (˚C); T_m= Maximum temperature for all seeds in the population (˚C); $\theta_{Tm(50)}$= Thermal-time required for 50% germination at supra-optimal temperatures (˚C h); $\sigma_{\theta Tm}$= Standard deviation of the normal distribution of supra-optimal thermal-time (˚C h); θ_{Tm}= Thermal-time required to complete germination at supra-optimal temperatures (˚C h); $T_{m(50)}$= Maximum temperature for 50% inhibition of germination at temperatures between the T_b and the T_m (˚C); σ_{Tm}= Standard deviation of the normal distribution of maximum temperatures in the seed population (˚C).



شکل ۱- تابع چگالی احتمال مقادیر پیش‌بینی شده زمان‌گرمایی کمتر از بهینه، دمای پایه، زمان‌گرمایی بیشتر از بهینه و دمای بیشینه با مدل‌های جوانه‌زنی-گرمایی مختلف

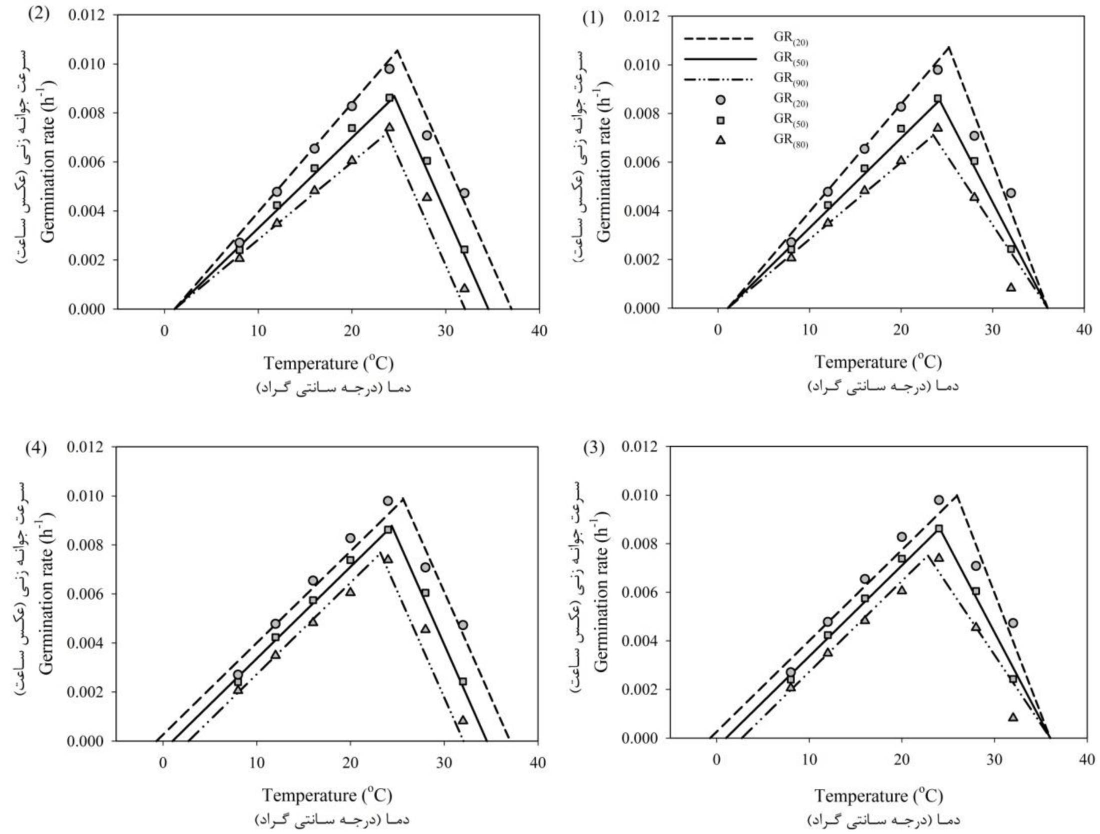
خطوط عمودی از چپ به راست مربوط به کسرهای ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد جوانه‌زنی هستند.

Figure 1- Probability density function of the predicted sub-optimal thermal-time, base temperature, supra-optimal thermal-time, and maximum temperature for the different thermal-germination model

Vertical lines from left to right show fractions of 20, 50 and 80% of germination.

این نتایج به‌وضوح نشان می‌دهد که مقدار T_o به‌دست‌آمده با هر یک از چهار مدل جوانه‌زنی-گرمایی برای زیرجمعیت‌های مختلف ثابت نبود؛ T_o برای کسرهای بزرگ‌تر جوانه‌زنی کوچک‌تر بود (شکل ۲). در این راستا، وات و بلومبرگ (۲۴) در یک مقاله مروری به بررسی پاسخ GR به دما در گونه‌های گیاهی مختلف پرداختند. آن‌ها گزارش کردند که در ۲۳ مورد از ۲۹ گونه بررسی‌شده T_o در میان کسرهای بذری به نحو خاصی تغییر کرد. به‌عنوان‌مثال، T_o در ۱۵ گونه برای کسرهای بزرگ‌تر بذری کوچک‌تر بود (۲۴). درخشان و همکاران (۸) نیز یک چنین همبستگی منفی برای سه رقم از پنج رقم کلزای بهاره مطالعه شده در پژوهش خود مشاهده کردند؛ یعنی T_o برای کسرهای کوچک‌تر (بذرهایی که سریع‌تر جوانه می‌زنند) در دماهای بالاتری در مقایسه با کسرهای بزرگ‌تر بذری رخ داد.

روابط بین مقادیر $\theta_{T(g)}$ مشاهده شده و پیش‌بینی شده، $T_{b(g)}$ مشاهده شده و پیش‌بینی شده، $\theta_{Tm(g)}$ مشاهده شده و پیش‌بینی شده و $T_{m(g)}$ مشاهده شده و پیش‌بینی شده برای جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید بر مبنای مدل‌های جوانه‌زنی-گرمایی مختلف در شکل ۳ ارائه‌شده است. واضح است که هرچه مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده به هم نزدیک‌تر باشند، آن مدل توانسته توصیف بهتری از رفتار جوانه‌زنی بذرها در پاسخ به دما ارائه دهد. بر اساس نتایج مشاهده شده، فرض ثابت بودن T_b و متنوع بودن θ_T در میان کسرهای مختلف جوانه‌زنی نسبت به فرض معکوس آن یعنی ثابت بودن θ_T و متنوع بودن T_b در داخل جمعیت بذری توانست توصیف بهتری از رفتار جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز وایه گل‌سفید در دماهای بین T_b و T_o ارائه دهد (شکل ۳). همچنین، در دامنه دمایی بین T_o و T_m رابطه نزدیک‌تری بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده $T_{m(g)}$ در قیاس با $\theta_{Tm(g)}$ وجود داشت (شکل ۳).



شکل ۲- رابطه بین مقادیر سرعت جوانه‌زنی مشاهده شده (نمادها) و پیش‌بینی شده (خطوط) با مدل‌های (۱)، (۲)، (۳) و (٤) و دما برای کسرهای ۲۰ ($GR_{(20)}$)، ۵۰ ($GR_{(50)}$) و ۸۰ درصد ($GR_{(80)}$) جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید

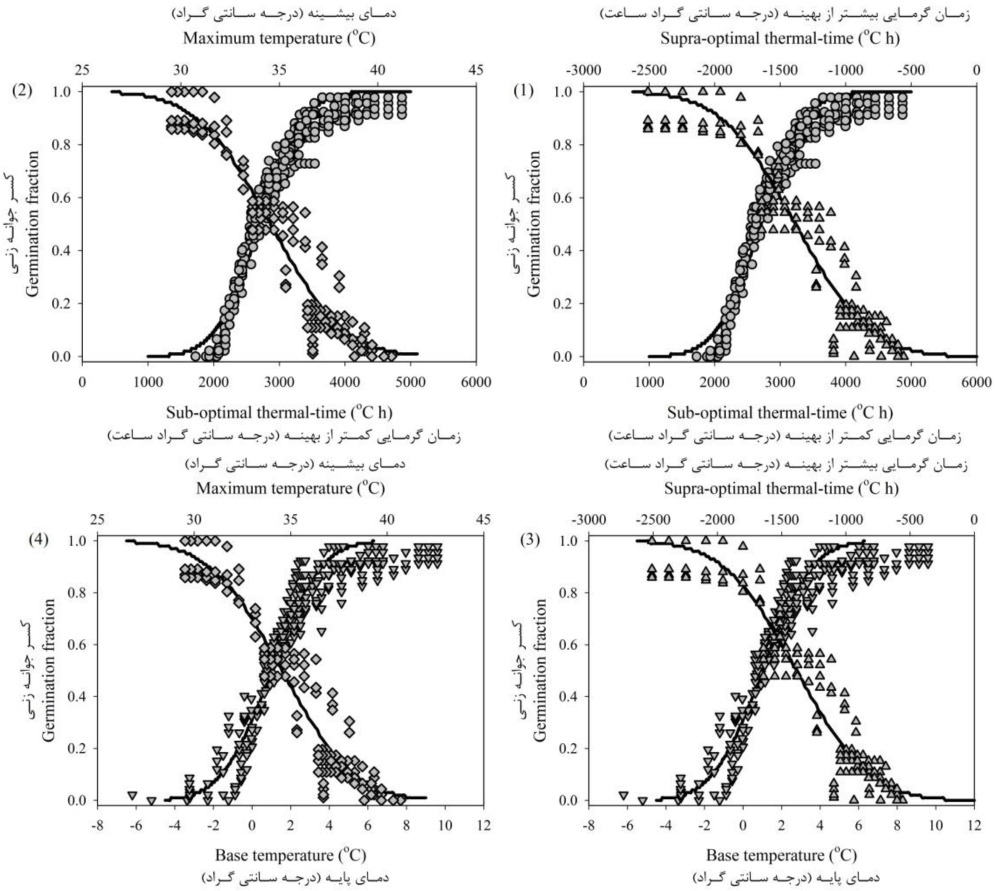
Figure 2- The relation between observed (symbols) and predicted germination rates (lines) by models (1), (2), (3) and (4) and temperature for fractions 20 ($GR_{(20)}$), 50 ($GR_{(50)}$) and 80% ($GR_{(80)}$) germination in bishop's weed (*Ammi majus* L.)

رابطه بین کسر جوانه‌زنی مشاهده شده و برازش داده‌شده با مدل‌های جوانه‌زنی-گرمایی مختلف در شکل ۴ ارائه شده است. هرچند که پراکندگی نقاط در اطراف خط ۱:۱ برای داده‌های مربوط به مدل جوانه‌زنی-گرمایی (۲) نسبت به سایرین اندکی کمتر بود، اما شیب رگرسیون ساده خطی برازش داده‌شده به داده‌های تمام مدل‌های جوانه‌زنی-گرمایی متفاوت از ۱ بود (شکل ۴). این بدان معنی است که این نوع ارزیابی معیار مناسبی برای مقایسه و تشخیص مناسب‌ترین توابع و مدل‌ها نیست. به‌هرحال، معیارهای ارزیابی نکویی برازش (RMSE و AIC؛ جدول ۱) امکان رتبه‌بندی مدل‌ها از نظر دقت برازش را فراهم آورد. بر اساس این معیارها، وقتی T_b و θ_{Tm} برای کل جمعیت بذری ثابت فرض شد و توزیع نرمال برای توصیف تنوع $\theta_{T(g)}$ (در دامنه دمایی بین T_b و T_o) و $T_{m(g)}$ (در دامنه دمایی بین T_o و T_m) به کار رفت، مدل برازش بهتر و دقیق‌تری به داده‌های جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید داشت (مدل جوانه‌زنی-گرمایی ۲؛ جدول ۱). برعکس، بیشترین مقادیر RMSE و AIC زمانی به دست آمد که هردوی T_m و θ_T برای کل جمعیت بذری ثابت فرض شد (مدل جوانه‌زنی-گرمایی ۳؛ جدول ۱).

بر اساس نتایج مشاهده شده در اینجا، دقیق‌ترین رهیافت زمان‌گرمایی برای مدل‌سازی زمان جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید در پاسخ به دماهای ثابت با فرض توزیع احتمال نرمال برای هردوی زمان‌گرمایی کمتر از بهینه و دماهای بیشینه برای جوانه‌زنی به دست آمد. بر مبنای این رویکرد، یک آستانه دمایی حداقل برای جوانه‌زنی کل بذرهای جمعیت مطالعه شده وجود داشت. درحالی‌که در دماهای بین T_o و T_m یک مقدار ثابت زمان‌گرمایی برای تکمیل جوانه‌زنی بذرها لازم بود، جوانه‌زنی هر کسر بذری معین از جمعیت مطالعه شده در دماهای بین T_b و T_o به تجمع واحدهای معین زمان‌گرمایی بستگی داشت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، احتمال جوانه‌زنی هر کسر بذری معین از جمعیت مطالعه شده نتیجه ترکیب دو توزیع نرمال تجمعی برای هردوی زمان‌گرمایی کمتر از بهینه و دماهای بیشینه بود.

مشابه با نتایج به‌دست‌آمده در اینجا، درخشان و همکاران (۸) تنوع زمان جوانه‌زنی میان کسرهای بذری پنج رقم کلزای بهاره را به

تنوع $\theta_{T(g)}$ و $T_{m(g)}$ در داخل این جمعیت‌ها نسبت دادند و بر این اساس الگوهای جوانه‌زنی ارقام کلزا در پاسخ به دما را با استفاده از تابع توزیع احتمال ویبول مدل‌سازی کردند. برعکس، گزارش‌هایی در منابع موجود است که در آن‌ها از فرضیه‌های متفاوتی برای توصیف تنوع زمان جوانه‌زنی در میان کسرهای بذری در پاسخ به دما استفاده شده است (مانند: ۴، ۱۴ و ۲۳). در این میان، تنها در مطالعه چنتر و همکاران (۴) از معیارهای نکویی برازش برای انتخاب بهترین فرض‌ها جهت مدل‌سازی پاسخ جوانه‌زنی و خواب بذر علف‌هرز سنگدانه به دما استفاده شده است. در عوض، هاردگری (۱۴) و وانگ و همکاران (۲۳) این‌گونه فرض کردند که گونه‌های مرتعی و علف‌های هرز به دلیل ناهمگونی شرایط محیطی در دوره بلوغ بذرها روی گیاه مادری و همچنین تنوع ژنتیکی گسترده در داخل جمعیت‌های بذری آن‌ها دارای T_b متفاوتی هستند و بر این اساس تنوع زمان جوانه‌زنی در میان کسرهای بذری را بدون آزمون فرض‌ها و مقایسه مدل‌های زمان‌گرمایی به تنوع T_b آن‌ها نسبت دادند.



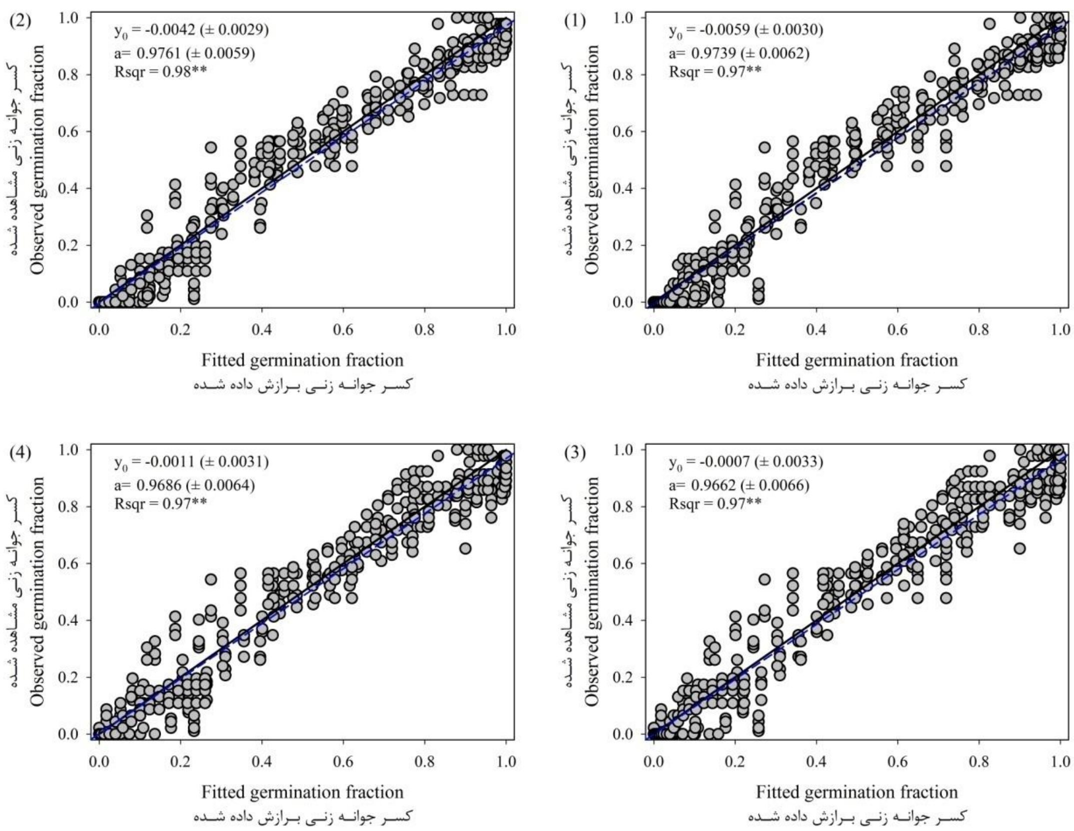
شکل ۳- روابط بین مقادیر زمان‌گرمایی کمتر از بهینه مشاهده شده (دایره) و پیش‌بینی شده، دمای پایه مشاهده شده (مثلث رو به پایین) و پیش‌بینی شده، زمان‌گرمایی بیشتر از بهینه مشاهده شده (مثلث رو به بالا) و پیش‌بینی شده و دمای بیشینه مشاهده شده (لوزی) و پیش‌بینی شده برای کسرهای مختلف جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید بر مبنای مدل‌های جوانه‌زنی-گرمایی (۱)، (۲)، (۳) و (٤)

Figure 3- Relationships between observed (circle) and predicted values of sub-optimal thermal-time, observed (triangle down) and predicted values of base temperature, observed (triangle up) and predicted values of supra-optimal thermal-time, and observed (diamond) and predicted values of maximum temperature for different germination fractions of bishop's weed (*Ammi majus* L.) based on the thermal-germination models (1), (2), (3) and (4)

مدل جوانه‌زنی-گرمایی ارائه شده در اینجا برخی ویژگی‌های انطباقی[1] پاسخ جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید به دمای محیط را توضیح داد. بازدارندگی گرمایی جوانه‌زنی در این گیاه در دامنه دمایی به نسبت بزرگی رخ داد. بر مبنای توزیع تجمعی وارونه توزیع احتمال نرمال، تنها در دماهای بالاتر از ۲۵/۴۳ درجه سانتی‌گراد (یعنی $T_{m(1)}$) احتمال وقوع بازدارندگی گرمایی جوانه‌زنی در بذرهای این گیاه وجود

1- Adaptive

داشت. یعنی، با افزایش هر واحد دما از این حد ممکن است از جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه کسری از جمعیت موجود در بانک بذر این گیاه در خاک ممانعت شود. این ممانعت ممکن است به‌صورت بازدارندگی گرمایی موقت (Thermoinhibition) و یا به‌صورت خواب گرمایی (Thermodormancy) رخ دهد (۶). هر یک از این دو نوع بازدارندگی گرمایی جوانه‌زنی می‌توانند برای گیاه به‌عنوان یک راهبرد انطباقی در نظر گرفته شوند. این راهبرد بذرها را قادر می‌سازد تا هنگامی‌که دما از حد بهینه فراتر رفت، جوانه‌زنی نداشته باشند و ازاین‌رو تا زمانی که شرایط محیطی برای جوانه‌زنی و رشد بعدی آن‌ها مطلوب نشود قادر به حیات و جوانه‌زنی باقی بماند. پاسخ بازدارندگی گرمایی جوانه‌زنی بذر اغلب با چرخه زندگی سالانه متداول در اقلیم‌های مدیترانه‌ای با زمستان‌های مرطوب و تابستان‌های خشک در ارتباط است (۱۸). در این مناطق، جوانه‌زنی بذرهایی که در اوایل تابستان ریزش می‌کنند تا فرارسیدن دماهای خنک‌تر و بارش‌های مطمئن‌تر فصل پاییز به تأخیر می‌افتد (۶). بنابراین، این پاسخ بازدارندگی جوانه‌زنی نوعی تطبیق‌پذیری اکولوژیکی محسوب می‌شود و می‌تواند به بقاء بذر این علف‌هرز تحت شرایط متغیر دمای خاک در طی فصل تابستان و ظهور آن در فصل پاییز کمک کند.



شکل ٤- کسر جوانه‌زنی مشاهده شده (نمادها) در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده با برازش مدل‌های جوانه‌زنی-گرمایی (۱)، (۲)، (۳) و (٤) به داده‌های پیشرفت جوانه‌زنی بذر وایه گل‌سفید در طی زمان در رژیم‌های دمایی گوناگون

خط توپر نشان‌دهنده خط ۱:۱ و خط بریده‌بریده مربوط به برازش رگرسیون ساده خطی به داده‌ها است.

Figure 4- Observed germination fraction (symbols) versus predicted values by the fitting of thermal-germination models (1), (2), (3) and (4) to data of bishop's weed (*Ammi majus* L.) seed germination progress over time in various temperature regimes

The solid line represents 1:1 line and dashed line show simple linear regression fitted to data.

درمجموع، ارزیابی فرض‌های رویکرد زمان‌گرمایی نشان داد که وقتی T_b و θ_{Tm} برای کل جمعیت بذری ثابت فرض شد و توزیع نرمال برای توصیف تنوع $\theta_{T(g)}$ در دماهای بین T_b و T_o و تنوع $T_{m(g)}$ در دماهای بیشتر از T_o بکار رفت، مدل برازش بهتر و دقیق‌تری به دوره‌های زمانی جوانه‌زنی علف‌هرز وایه گل‌سفید در پاسخ به دماهای ثابت داشت. پس از این رویکرد، مدل‌های جوانه‌زنی–گرمایی (۱) و (۴) برازش نسبتاً مناسبی به داده‌های جوانه‌زنی این گونه علف‌هرز ارائه دادند. این بدان معنی است که چنانچه حتی فرض شود تنوع

زمان جوانه‌زنی در داخل جمعیت بذری گونه‌های علف‌هرز ناشی از تنوع T_b در میان بذرهای آن‌هاست، مدل جوانه‌زنی-گرمایی (۴) می‌تواند توصیف نسبتاً خوبی از این رفتار ارائه دهد. به‌هرحال، آستانه‌های گرمایی که در این مطالعه برای علف‌هرز وایه گل‌سفید تعیین شد مقادیر اولیه مورد نیاز برای پیش‌بینی زمان از شروع آبنوشی تا خروج ریشه‌چه از بذر آن را در اختیار قرار می‌دهد. برای پیش‌بینی دقیق سبز شدن این گیاه می‌توان زمان‌گرمایی مورد نیاز برای طی شدن این مرحله نموی را به مقدار لازم برای رشد طولی محور زیر لپه از هر سانتی‌متر از عمق خاک اضافه کرد.

منابع

1- Bewley J.D., Bradford K.J., Hilhorst H.W.M., and Nonogaki H. 2013. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. Springer, New York.
2- Bradford K.J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science 50: 248–260.
3- Burnham K.P., and Anderson D.R. 2002. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. Springer, New York.
4- Chantre G.R., Batlla D., Sabbatini M.R., and Orioli G. 2009. Germination parameterization and development of an after-ripening thermal-time model for primary dormancy release of *Lithospermum arvense* seeds. Annals of Botany 103: 1291–1301.
5- Derakhshan A., Bakhshandeh A., Siadat S.A., Moradi-Telavat M.R., and Andarzian S.B. 2018a. Application of thermal-time concept to modeling oilseed rape (*Brassica napus* L.) seed germination response to temperature. Iranian Journal of Field Crops Research 16: 153–164. (In Persian with English abstract)
6- Derakhshan A., Bakhshandeh A., Siadat S.A., Moradi-Telavat M.R., and Andarzian S.B. 2018b. Quantification of thermoinhibition response of seed germination in different oilseed rape cultivars. Environmental Stresses in Crop Sciences 11: 459–469. (In Persian with English abstract)
7- Derakhshan A., Bakhshandeh A., Siadat S.A., Moradi-Telavat M.R., and Andarzian S.B. 2018c. Comparison of probability distribution functions in thermal-time models for modeling of spring oilseed rape germination to temperature. Iranian Journal of Field Crop Science 41: 81–98. (In Persian with English abstract)
8- Derakhshan A., Bakhshandeh A., Siadat S.A., Moradi-Telavat M.R., and Andarzian S.B. 2018d. Quantifying the germination response of spring canola (*Brassica napus* L.) to temperature. Industrial Crops and Products 122: 195–201.
9- Derakhshan A., and Gherekhloo J. 2014. Study on some ecological aspects of Cutleaf groundcherry (*Physalis angulata* L.) seed germination and dormancy. Journal of Plant Protection 28: 416–424. (In Persian with English abstract)
10- Derakhshan A., Gherekhloo J., Ribas A.V., and Rafael D.P. 2014. Quantitative description of the germination of Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor*) in response to temperature. Weed Science 62: 250–257.
11- Derakhshan A., Siadat S.A., Bakhshandeh A., Moradi-Telavat M.R., and Andarzian S.B. 2019. Estimation of thermal thresholds for seedling emergence of spring canola in the field. Iranian Journal of Field Crop Science 50: 59–69.
12- Forcella F., Benech Arnold R.L., Sanchez R., and Ghersa C.M. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crops Research 67: 123–139.
13- Ghaderi-Far F., Soltani A., and Sadeghipour H.R. 2009. Evaluation of nonlinear regression models in quantifying germination rate of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. subsp. Pepo. *Convar.* Pepo var. *styriaca* Greb), borago (*Borago officinalis* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.) to temperature. Journal of Plant Production 16: 1–19. (In Persian with English abstract)
14- Hardegree S.P. 2006. Predicting germination response to temperature. III. Model validation under field-variable temperature conditions. Annals of Botany 98: 827–834.
15- Kamkar B., Jami Al-Alahmadi M., Mahdavi-Damghani A., and Villalobos F.J. 2012. Quantification of the cardinal temperatures and thermal time requirement of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds to germinate using non-linear regression models. Industrial Crops and Products 35: 192–198.
16- Mesgaran M.B., Onofri A., Rahimian Mashhadi H.R., and Cousens R.D. 2017. Water availability shifts the optimal temperatures for seed germination: A modelling approach. Ecological Modelling 351: 87–95.
17- Mesgaran M.B., Rahimian Mashhadi H.R., Alizadeh H., Ohadi S., and Zare A. 2014. Modeling the germination responses of wild barley (*Hordeum spontaneum*) and littleseed cannary grass (*Phalaris minor*) to temperature. Iranian Journal of Weed Science 9: 105–118. (In Persian with English abstract)
18- Nascimento W.M., Huber D.J., and Cantliffe D.J. 2013. Carrot seed germination and respiration at high temperature in response to seed maturity and priming. Seed Science and Technology 41: 164–169.
19- Nemati F., Eslami Jadidi B., and Talebi darabi M. 2013. Cytotoxicity effects of bishops flower (*Ammi majus*)

extract on the cancer cell lines Hela and MCF-7. journal of Animal Biology 5: 59–67.
20- Onofri A., Benincasa P., Mesgaran M.B., and Ritz C. 2018. Hydrothermal-time-to-event models for seed germination. European Journal of Agronomy 101: 129–139.
21- Soltani A., Robertson M.J., Torabi B., Yousefi-Daz M., and Sarparast R. 2006. Modelling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agricultural and Forest Meteorology 138: 156–167.
22- Zhang H., McGill C.R., Irving L.J., Kemp P.D., and Zhou D. 2012. A modified thermal time model to predict germination rate of ryegrass and tall fescue at constant temperatures. Crop Science 53: 240–249.
23- Wang R., Bai Y., and Tanino K. 2004. Effect of seed size and sub-zero imbibitions temperature on the thermal time model of winterfat (*Eurotia lanata* (Pursh) Moq.). Environmental and Experimental Botany 51: 183–197.
24- Watt M., and Bloomberg M. 2012. Key features of the seed germination response to high temperatures. New Phytologist 196: 332–336.
25- Watt M.S., Xu V., and Bloomberg M. 2010. Development of a hydrothermal time seed germination model which uses the Weibull distribution to describe base water potential. Ecological Modelling 221: 1267–1272.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 99-111

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۱۱-۹۹

Modeling the Germination Timing of Bishop's Weed (*Ammi majus* L.) in Response to Temperature

M.R. Moradi-Telavat[1*]- S.A. Siadat[2]- A. Derakhshan[3]- S. Safarkhanzadeh[4]

Received: 31-07-2019
Accepted: 24-02-2020

Introduction: After moisture, temperature is the main driving force affecting seed germination. Population-based models are useful tools for describing and predicting germination in relation to time and temperature. These models estimate the thermal thresholds for seed germination, taking into account both the speed and final percentage of germination in different temperature regimes. The population-based approach has been widely used to model the thermal response of various plant processes such as germination and dormancy of seeds as well as seedling emergence in the field. However, the assumptions of this approach on the germination of seeds of some plant species, especially weeds, are not always correct. Therefore, in this research, the accuracy of prediction of different thermal-time approaches for modeling the germination time courses of bishop's weed (*Ammi majus* L.) in response to constant temperature regimes was evaluated. Bishop's weed was selected because there are no reports regarding the germination response thresholds of this species to temperature in the scientific resources.

Materials and Methods: Experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory of Agricultural and Natural Resources University of Khuzestan in November 2017. In this study, germination response of bishop's weed was evaluated at different constant temperatures. The seeds of bishop's weed were collected from the margins of several wheat fields at the time of their natural dispersal in June 2014. The seeds of bishop's weed were incubated in the dark using incubators with controlled environments at eight constant temperatures of 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 and 36 ºC with a range of ±0.2 ºC. These temperature regimes cover both the sub- and supra-optimal temperature ranges. The trial was performed in a completely randomized design with four replications. The germinated seeds (criterion, radicle protrusion of > 2 mm) were counted and removed at frequent time intervals. The event-time approach (package drc in R environment software) was applied to determine the time taken for cumulative germination to reach subpopulation percentiles of 20, 50 and 80% of maximum in each temperature regimes. Experimentally obtained cumulative-germination curves were used to perform a non-linear regression procedure to assess the relative accuracy of different thermal-germination models in predicting germination response under constant incubation temperatures. Assessment of goodness-of-fit was performed by the Akaike information criterion (AIC).

Results and Discussion: The values of RMSE and AIC showed that the model had better and more accurate fit to bishop's weed germination data when the T_b (base temperature) and θ_{Tm} (thermal-time required to complete germination at temperatures greater than optimal (T_o)) were assumed to be constant for the whole seed population, and Normal distribution was used to describe the variation in $\theta_{T(g)}$ (thermal-time required to complete the germination of each given seed fraction at a temperatures between the T_b and T_o) and $T_{m(g)}$ (maximum temperature (T_m) for seed thermo-inhibition of given fraction *g* at temperatures between the T_o and T_m). Based on this approach, the T_b and θ_{Tm} for this plant were estimated to be 1.06 ºC and 1155.41 ºC h, respectively. The values of θ_T and T_m for seed fraction of 50% ($\theta_{T(50)}$ and $T_{m(50)}$) were determined as 2708.62 ºC h and 34.55 ºC, respectively. The value of T_o was not constant for different germination fractions ($T_{o(g)}$), and for fraction 50% ($T_{o(50)}$) was determined to be 24.51 ºC. Thermal–time analysis is considered by many researchers to have physiologically and ecologically relevant parameters and, in its standard form, provides several useful indices of seed germination behavior in response to temperature. Despite its popularity, the generality of its assumptions has not been examined systematically. If these assumptions do not hold, at least approximately, in a particular situation, misleading interpretations can easily arise. The thermal-germination model presented here explained some of the adaptive characteristics of the germination response of bishop's weed to ambient temperature. Seed thermo-inhibition in this weed species occurred at temperatures beyond 25.43 ºC. In other words, the seeds of bishop's weed do not germinate when temperature will exceed this limit and thus remaining capable of

1 and 2- Associate Professor and Professor, Department of Plant Production and Genetics Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, respectively.
(*- Corresponding Author Email: moraditelavat@asnrukh.ac.ir)
3 and 4- Ph.D. and M.Sc. in Agronomy, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, respectively.

germinating until the environmental conditions change.

Conclusion: In summary, in this study, the thermal thresholds for seed germination of bishop's weed were identified. Our results showed that the T_b was constant for the whole seed population. The thermal-germination model described here gave an acceptable explanation of the observed seed germination patterns. Almost all the concepts and mathematical models described in this study can be applied to modeling seedling emergence in the field.

Keywords: Base temperature, Cumulative distribution function, Inverse cumulative distribution, Maximum temperature, Normal distribution

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 113-123

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۲۳-۱۱۳

مقاله علمی-پژوهشی

اثر متقابل بین نوع نازل و ساعت کاربرد در روز بر کارایی پاراکوات در مهار گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.)

اکبر علی‌وردی[۱*]- محمد شریفی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۳

چکیده

در آزمایش گلدانی، وجود اثر متقابل بین نوع نازل و ساعت کاربرد در روز بر کارایی پاراکوات در مهار گاوپنبه بررسی شد. تیمارها شامل پنج مقدار پاراکوات (۰، ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) بود که با سه نوع نازل (ضد بادبردگی یک بادبزنه، ضد بادبردگی دو بادبزنه ۲۰۲۰ و ضد بادبردگی دو بادبزنه ۷۰۳۰) در دو شماره نازل (۱۱۰۰۱۵ و ۱۱۰۰۲) در چهار ساعت در روز (۲۰:۰۰، ۲۲:۰۰، ۰۵:۰۰ و ۰۷:۰۰) در چهار تکرار بر روی اندام‌های هوایی گاوپنبه پاشیده شده بود. در هر چهار زمان کاربرد، افزایش شماره نازل در نازل ضد بادبردگی یک بادبزنه سبب افزایش مقدار پاراکوات لازم برای گیاه‌سوزی ۹۰ درصدی گاوپنبه شد. ولی بجز در برخی زمان‌ها (۲۲:۰۰ و ۰۷:۰۰ در مورد نازل ضد بادبرگی دو بادبزنه ۲۰۲۰ و ۰۵:۰۰ در مورد ضد بادبردگی دو بادبزنه ۷۰۳۰)، افزایش شماره نازل در نازل‌های دو بادبزنه سبب کاهش مقدار پاراکوات لازم برای گیاه‌سوزی ۹۰ درصدی گاوپنبه شد. به طور کلی، در هر شماره‌ای از هر نوع نازلی، کارایی پاراکوات تحت تاثیر زمان‌های مختلف روشنایی روز (۲۰:۰۰ و ۰۷:۰۰) قرار نگرفت. برعکس، کارایی پاراکوات تحت تاثیر زمان‌های مختلف تاریکی روز (۲۲:۰۰ و ۰۵:۰۰) قرار گرفت به طوری که کارایی پاراکوات در زمان کاربرد در ۲۲:۰۰ از زمان کاربرد در ۰۵:۰۰ کمتر بود. به عنوان بهترین تیمار، کاربرد پاراکوات با نازل ضد بادبرگی دو بادبزنه ۷۰۳۰ با شماره ۱۱۰۰۲ در ساعت ۲۲:۰۰ که به کمترین میزان پاراکوات (۳۴۲/۰۴ گرم ماده موثره در هکتار) برای گیاه‌سوزی ۹۰ درصدی گاوپنبه نیاز داشت به کشاورزان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: علف‌کش، حرکت برگی، نازل یک بادبزنه، نازل دو بادبزنه

مقدمه

کنترل شیمیایی علف‌های هرز در سرتاسر جهان به دلیل کنترل راحت، ارزان و سریع علف‌های هرز در حال افزایش است (۱۶). در این بین، علف‌کش تماسی پاراکوات در جایگاه ویژه‌ای قرار دارد، به طوری که این علف‌کش دومین آفت‌کش پُر فروش در دنیاست (۷). اگرچه پاراکوات علف‌کشی عمومی (غیر انتخابی) است، ولی کاربردش در اکوسیستم‌های زراعی و حتی در اکوسیستم‌های غیر زراعی بسیار گسترده است. در اکوسیستم‌های زراعی، این علف‌کش را می‌توان ۱) قبل از کاشت هر گونه گیاه زراعی در سیستم‌های بدون شخم، ۲) به صورت هدایت شده در باغات و گیاهان زراعی وجینی، ۳) بعد از کاشت و قبل از سبز شدن هر گونه گیاه زراعی که سرعت سبز شدن آنها پایین است و ۴) قبل از برداشت برخی گیاهان زراعی برای حذف برگ آنها بکار برد (۲۵). پاراکوات به سبب داشتن دو بار الکتریکی مثبت بر روی ساختار مولکولی خود تحت شرایط حضور نور و برقراری واکنش‌های نوری فتوسنتز می‌تواند سریعتر از فردوکسین الکترون را از پروتئین آهن-گوگردار در فتوسیستم I دریافت نمایید. با این نحوه عمل، تولید NADPH از $NADP^+$ در مرحله روشنایی فتوسنتز متوقف می‌شود. در عوض، با تولید رادیکال اکسیژن نوزاد ($^1O_2$) و سپس رادیکال هیدروکسیل ($OH^•$) موجبات تخریب غشاهای سلولی و مرگ بسیار سریع علف‌های هرز را فراهم می‌سازد (۷).

اگرچه کاربرد علف‌کش‌ها جایگاه ویژه‌ای در اکوسیستم‌های زراعی دارد، ولی امروزه تمرکز رو به رشدی پیرامون اثرات جانبی علف‌کش‌ها بر محیط زیست و سلامت انسان وجود دارد (۳۱). به همین دلیل، با بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌ها، امکان کاهش مقدار مصرف آنها فراهم و متعاقباً کاهش اثرات جانبی آنها میسر خواهد شد (۱۶). اخیراً، بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌ها به عنوان اولین قدم در اجرای سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز مطرح شده است (۵۰).

کاربرد علف‌کش در زمان مناسبی از شبانه‌روز به عنوان راهکاری

---

۱ و ۲- به‌ترتیب استادیار علوم علف‌های هرز و کارشناسی زراعت و اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: a.aliverdi@basu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.84218

هوشمندانه در بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌ها مطرح است. تحقیقات گذشته نشان داده است که کارایی علف‌کش‌های تماسی مانند آسی فلورفن (۱۷)، آیوکسینیل (۴۱)، بنتازون (۴۵)، بروماکسینیل (۴۴)، کارفن‌ترازون‌اتیل، دایکوات (۴۷)، فلوتیاست‌متیل، فلومیکلوراک (۱۱)، فومسافن (۶، ۲۰، ۲۳، ۲۶ و ۴۵)، گلوفوسینات آمونیوم (۳۸ و ۴۴)، سافلوفناسیل (۲۶) و پاراکوات (۲۹) به طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان کاربرد در شبانه‌روز قرار گرفته است. به طوری که وقتی علف کش‌های مذکور در ساعات تاریکی شبانه‌روز در مقایسه با ساعات روشنایی شبانه‌روز بکار رفته‌اند، علف‌های هرز بهتر کنترل شده‌اند. همچنین، بجز در مورد علف‌کش‌های فلوتیاست‌متیل، فلومیکلوراک (۱۱)، وقتی سایر علف‌کش‌های تماسی مذکور در ساعات تاریکی بعد از غروب آفتاب در مقایسه با ساعات تاریکی قبل از طلوع آفتاب بکار رفته‌اند، علف‌های هرز بهتر کنترل شده‌اند. عوامل زیادی شناخته شده است که می‌توانند در بروز اثر زمان کاربرد در شبانه‌روز بر کارایی علف‌کش‌های تماسی تاثیرگذار باشند. جذب علف‌کش‌های تماسی فومسافن (۶)، فلوتیاست‌متیل، فلومیکلوراک (۱۱)، گلوفوسینات آمونیوم (۳۳) و پاراکوات (۳۰) به درون بافت‌های علف‌هرز با افزایش دمای هوا به دلیل سیالیت افزایش یافته کوتیکول و غشاء سلول افزایش می‌یابد. لذا، این امر سبب افزایش کارایی آنها می‌شود. همچنین، جذب علف‌کش‌های تماسی آسی‌فلورفن (۴۹)، فومسافن (۶ و ۴۸)، بنتازون (۴۸)، گلوفوسینات آمونیوم (۳۳) و لاکتوفن (۴۸) به درون بافت‌های علف‌هرز با افزایش رطوبت نسبی هوا به دلیل تاخیر در زمان خشک شدن قطرات پاشش افزایش می‌یابد. لذا، این امر نیز سبب افزایش کارایی آنها می‌شود. نوسانات شبانه‌روزی در دما و رطوبت نسبی هوا دقیقاً به طور منفی با یکدیگر رابطه دارند (۶). از اینرو، بسیار مشکل است که از بین این دو عامل، عامل مسئول بروز اثر زمان کاربرد در شبانه‌روز بر کارایی علف‌کش‌های تماسی را تشخیص داد. شبنم، یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار بر اثر زمان کاربرد در شبانه‌روز بر کارایی علف‌کش‌های تماسی است که معمولاً در ساعات تاریکی شبانه‌روز تشکیل می‌شود. استوپس و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند که در صورتی که میزان شبنم زیاد باشد می‌تواند سبب شستشو و سقوط ماده موثره علف‌کش از روی سطح برگ علف های هرز شود. لذا، این امر سبب کاهش کارایی علف‌کش خواهد شد. اما در صورتی که میزان شبنم کم باشد می‌تواند سبب تأخیر در زمان خشک شدن قطرات پاشش شود. لذا، این امر سبب افزایش کارایی علف‌کش خواهد شد (۴۵). باد از عوامل دیگر تأثیرگذار بر اثر زمان کاربرد در شبانه‌روز بر کارایی علف‌کش‌های تماسی است. هر چقدر سرعت وزش باد بیشتر باشد، باد بردگی قطرات پاشش بیشتر است (۲). از طرفی دیگر، سرعت باد اغلب در ساعات تاریکی شبانه‌روز کمتر از ساعات روشنایی شبانه‌روز است (۴۶). از این‌رو، اگرچه قابلیت اجرای عملیات سمپاشی در ساعات تاریکی شبانه‌روز سخت است (۲۴)، ولی انتظار معقولی است که باد بردگی قطرات پاشش در ساعات تاریکی شبانه‌روز کمتر از ساعات روشنایی شبانه‌روز باشد (۴۵). طول دوره تاریکی پس از سمپاشی یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر اثر زمان کاربرد در شبانه‌روز بر کارایی علف‌کش‌های تماسی است (۴۷). تاریکی پس از کاربرد می‌تواند به طور موقتی از فعال شدن علف‌کش های تماسی جلوگیری کند. در این حالت، غشاهای سلولی تخریب نمی‌شوند. لذا، مولکول علف‌کش جذب شده از نقطه برخورد می‌تواند تا حدودی به بخش‌های دیگر منتقل شود. قبلاً، افزایش جذب و انتقال علف‌کش‌های تماسی پاراکوات (۳۰) و اکسی‌فلورفن (۱۴) در تاریکی به اثبات رسیده است. به همین دلیل، پس از قرارگیری گیاه در روشنایی و فعال شدن مولکول علف‌کش با نور، سطح بیشتری از اندام‌های هوایی علف‌هرز دچار گیاه‌سوزی می‌شود. نهایتاً، در علف-های هرز دولپه‌ای، جهت‌گیری سطح برگ به عنوان عامل دیگر تاثیرگذار بر اثر زمان کاربرد در شبانه‌روز بر کارایی علف‌کش‌های تماسی مطرح است. جهت‌گیری سطح برگ در ساعات تاریکی شبانه-روز به صورت عمودی نسبت به سطح زمین (زاویه برگ نسبت به ساقه بیشتر از ۹۰- درجه) است. در حالی که جهت‌گیری سطح برگ در ساعات روشنایی شبانه‌روز به صورت افقی نسبت به سطح زمین (زاویه برگ با ساقه کمتر از صفر درجه) است. به این پدیده حرکت برگی[1] گفته می‌شود. محققان ثابت کرده‌اند که وقتی علف‌کش‌ها با نوع نازل یک بادبزنه که سبب حرکت قطرات پاشش به صورت عمود بر سطح زمین می‌شود پاشیده شوند، پدیده حرکت برگی به طور مستقیم بر میزان نشست پاشش علف‌کش بر روی سطح برگ علف-های هرز و متعاقباً بر کارایی آن تاثیرگذار است (۱۰، ۲۴، ۲۸ و ۳۸). علف‌هرز گاوپنبه نمونه‌ای بارز از گیاهان در بروز پدیده حرکت برگی شدید از خود است. وقتی در ساعت ۲۰:۳۰ آفتاب غروب کرده بود، موهر و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند که زاویه برگ این گیاه در ساعات ۱۴:۰۰، ۱۷:۰۰، ۱۸:۳۰، ۱۹:۱۵ و ۲۰:۰۰ به ترتیب برابر ۱۰-، ۱۰-، ۳۰-، ۶۰- و ۸۰- درجه است. آنها گزارش کردند که کارایی گلایفوسیت با کاهش زاویه برگ گاوپنبه کاهش یافت (۲۴).

با توجه به اینکه انتخاب درست نوع نازل (۱) و شماره نازل (۵) برای کاربرد علف‌کش‌ها به عنوان راهکاری منطقی در بهینه‌سازی کارایی آنها مطرح است، ولی تاکنون تاثیر استفاده از انواع نازل‌های دو بادبزنه (دو قلو) که سبب حرکت قطرات پاشش به صورت غیر عمود بر سطح زمین می‌شوند در مقایسه با نازل یک بادبزنه که سبب حرکت قطرات پاشش به صورت عمود بر سطح زمین می‌شود بر کارایی علف‌کش‌های تماسی پاشیده شده در ساعات مختلف شبانه‌روز مورد بررسی قرار نگرفته است. هدف این پژوهش پُر کردن این فضای خالی در علم بود.

1- Foliar nyctinasty

مواد و روش‌ها

این پـژوهش در بهـار و تابسـتان ۱۳۹۸ در هـوای آزاد محوطـه دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان اجرا گردید. علف‌هـرز مـورد هـدف در ایـن پـژوهش گاوپنبـه (*Abutilon theophrasti* Medicus.) بود. بذرهای این علـف‌هـرز در تابسـتان ۱۳۹۷ از مـزارع اطراف گرگان جمع‌آوری شده بود. براساس اجرای پیش آزمایشی، ۷۰ درصد از بذرهای کاشته شده در بستر خاک گلـدان سـبز شـدند. لـذا، نیازی به پیش تیمار بذرها جهت شکستن خواب آنها وجود نداشت. بـا این وجود، تعداد ۱۵ بذر آب‌نوشی کرده گاوپنبه در هر گلدان دو لیتری حاوی خاک:ماسه بادی:کود دامی به ترتیب با نسـبت ۱:۱:۴ در عمـق نیم سانتی‌متری کشت شد. گلدان‌های مورد استفاده در این پژوهش از جنس پلاستیکی قهوه‌ای رنگ با مقطع مربعی شکل با طول، عرض و ارتفاعی به ترتیب ۱۷، ۱۷ و ۱۶ سانتی‌متر بودند. در طی مراحـل دو و چهار برگی، به میزان ده میلـی‌لیتـر ار محلـول دو گـرم در لیتـر کـود ۲۰:۲۰:۲۰ (ازت:فسفر:پتاسیم) به هـر یـک از گلـدان‌هـا اضـافه شـد. گیاهان بر حسب نیاز به صورت یکنواخت و برابر آبیاری شدند. در طی دو سری عملیات تنک‌سازی جهت یکنواخت‌سازی اندازه بوته‌ها، تعداد بوته‌ها به پنج بوته در هر گلدان تنک شـدند. علـف‌هـای هـرز داخـل گلدان‌ها در طول پرورش گاوپنبه حذف شدند.

تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از پنج مقدار از پـاراکوات (۰، ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) که با استفاده از سه نـوع نازل (ضد بادبردگی یک بادبزنه، ضد بادبردگی دو بادبزنه ۲۰۲۰ و ضد بادبردگی دو بادبزنه ۷۰۳۰) در دو شماره نازل (۱۱۰۰۱۵ سبز رنـگ و ۱۱۰۰۲ زرد رنگ) در چهار ساعت در شبانه‌روز (قبل از غـروب آفتـاب در ساعت ۲۰:۰۰، بعد از غروب آفتاب در ساعت ۲۲:۰۰، قبل از طلـوع آفتاب در ساعت ۰۵:۰۰ و بعـد از طلـوع آفتـاب در سـاعت ۰۷:۰۰) در چهار تکرار بر روی گیاهچه‌های شش تا هفت برگی گاوپنبـه پاشـیده شدند. زاویه پاشش تمامی نازل‌های سرامیکی مـورد اسـتفاده در ایـن پژوهش برابر ۱۱۰ درجه است. آنها از محصولات شرکت Magnojet برزیل هستند. زاویه بین دو بـادبزن در نـازل‌هـای ضـد بـادبردگی دو بادبزنه ۲۰۲۰ و ضد بادبردگی دو بادبزنه ۷۰۳۰ به ترتیـب برابـر ۴۰ و ۱۰۰ درجه است. نام، تصویر و کیفیت قطره‌سـازی نـازل‌هـا در فشـار ۳۰۰ کیلو پاسکال در جدول ۱ نمایش داده شده است. براساس دسته‌بندی ارائه شده به وسیله انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (۳)، بجز نازل ضد بادبردگی استاندارد ۱۱۰۰۱۵ که کیفیت قطره‌سازی ریزی بـا قطر قطرات بین ۱۰۶ تا ۲۳۵ میکرومتر ایجاد می‌کند، سـایر نـازل‌هـا کیفیت قطره‌سازی متوسطی با قطر قطرات بین ۲۳۶ تا ۳۴۰ میکرومتر ایجاد می‌کنند (۱۹). در این پژوهش، میزان حجم پاشش ایجـاد شـده به وسیله نازل‌ها با شماره ۱۱۰۰۱۵ و ۱۱۰۰۲ به ترتیـب برابـر ۳۰۰ و ۴۵۰ لیتر آب در هکتار بود.

جدول ۱- نازل‌های مورد استفاده در پژوهش و کیفیت قطرک‌سازی آنها در فشار ۳۰۰ کیلو پاسکال

Table 1- The nozzles used in the study and their atomization quality at 300 kPa

ضد بادبرگی دو بادبزنه ۷۰۳۰ **Twin anti-drift flat fan 7030**		**ضد بادبرگی دو بادبزنه ۲۰۲۰** **Twin anti-drift flat fan 2020**		**ضد بادبرگی یک بادبزنه** **Single anti-drift flat fan**	
11002	110015	11002	110015	11002	110015
					
M	M	M	M	M	F

بر اساس دسته‌بندی انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (۳)، حروف F و M به ترتیب کیفیت قطره‌سازی ریز با قطر قطرات بین ۱۰۶ تا ۲۳۵ میکرومتر و متوسیط با قطر قطرات بین ۲۳۶ تا ۳۴۰ میکرومتر نشان می‌دهند.

Based on the American Society of Agricultural Engineers (3), F and M show the atomization quality of Fine (106-235 μm) and Medium (236-340 μm), respectively.

در ۱۸ و ۱۹ تیر ماه، تیمارها در فضای آزاد با اسـتفاده از سـمپاش پشتی کمپرسوری در فشار ۳۰۰ کیلو پاسکال اعمال شدند. ارتفاع نازل تا سطح خاک گلدان حدوداً ۰/۵ متر بود. ترتیب اجرای تیمـار سـاعت کاربرد در روز به همان ترتیبی بود که در جمله بعد ذکر شده است.

20:00

22:00

05:00

07:00

شکل ۱- وضعیت برگ‌ها و حرکت برگی گاوپنبه در چهار ساعت کاربرد در روز

طول و عرض لبه گلدان ۱۷ سانتی‌متر است.

Figure 1- The leaves status and foliar nyctinasty of velvetleaf in four application times of the day

The length and width of the pot brim is 17 cm.

شرایط جوی در زمان اعمال تیمارها به این صورت بود: ۱) قبل از غروب آفتاب در ساعت ۲۰:۰۰ (دمای هوا ۳۷ درجه سانتی‌گراد با ۱۳ درصد رطوبت نسبی)، ۲) بعد از غروب آفتاب در ساعت ۲۲:۰۰ (دمای هوا ۲۸ درجه سانتی‌گراد با ۱۸ درصد رطوبت نسبی)، ۳) قبل از طلوع آفتاب در ساعت ۰۵:۰۰ (دمای هوا ۱۹ درجه سانتی‌گراد با ۳۳ درصد رطوبت نسبی) و ۴) بعد از طلوع آفتاب در ساعت ۰۷:۰۰ (دمای هوا ۲۴ درجه سانتی‌گراد با ۴۸ درصد رطوبت نسبی). در تمام زمان سرعت وزش باد برابر صفر بود. عملیات سمپاشی در هر زمان کمتر از ۳۰ دقیقه طول می‌کشید. لذا، از ۱۵ دقیقه قبل تا ۱۵ دقیقه بعد از زمان های مذکور سمپاشی انجام گرفت.

در روزهای سمپاشی، زمان غروب و طلوع آفتاب در همدان به ترتیب در ۲۰:۳۲ و ۰۶:۱۰ اتفاق افتاد. گیاهان در تیمارهای ساعت ۲۲:۰۰ و ۰۵:۰۰ پس از سمپاشی به ترتیب با حدوداً ۷ و ۱ ساعت با تاریکی مواجه شدند. وضعیت و حرکت برگی بوته‌های گاوپنبه در زمان‌های سمپاشی در شکل ۱ نمایش داده شده است. دو روز پس از سمپاشی در زمان بعد از طلوع آفتاب (۰۷:۰۰)، اندام‌های هوایی گاوپنبه از یک سانتی‌متری سطح خاک برداشت و وزن تر آنها توزین شد. سپس، وزن خشک آنها پس از خشک کردن در درون آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد توزین شد. وزن تر و وزن خشک هر واحد آزمایشی (گلدان) تقسیم بر تعداد بوته‌های درون آن (پنج بوته) شد تا وزن تک بوته تر و وزن تک بوته خشک بدست آید. در نهایت، نسبت وزن تر تک بوته به وزن خشک تک بوته در تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. این نسبت میزان گیاهسوزی[1] یا به طور عامیانه میزان سوزش[2] اندام‌های هوایی علف هرز در برابر پاشش علف‌کش تماسی را به نمایش می‌گذارد. زمانی که مقدار این نسبت برابر یک باشد، نشان دهنده آن است که تمام سطوح اندام‌های هوایی به طول کامل گیاهسوز شده است. به عبارتی دیگر، مقادیر پایین‌تر در این نسبت نشان دهنده فعالیت بیشتر علف‌کش است و برعکس (۳۵).

پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها، واکنش نسبت وزن تر به وزن خشک گاوپنبه به تیمارها با تکنیک آنالیز رگرسیون غیر خطی با مدل چهار پارامتری لجستیک (معادله ۱) و با استفاده از نرم افزار R نسخه ۲،۶،۲ تجزیه و تحلیل شد (۳۴). براساس نتایج آزمون عدم برازش ($p\text{-value} > ۰/۰۵$)، این مدل برازش قابل قبول روی داده‌ها فراهم کرد.

معادله ۱
$$Y = \frac{D-C}{1+\exp[B(\log X-\log DD_{50})]} + C$$

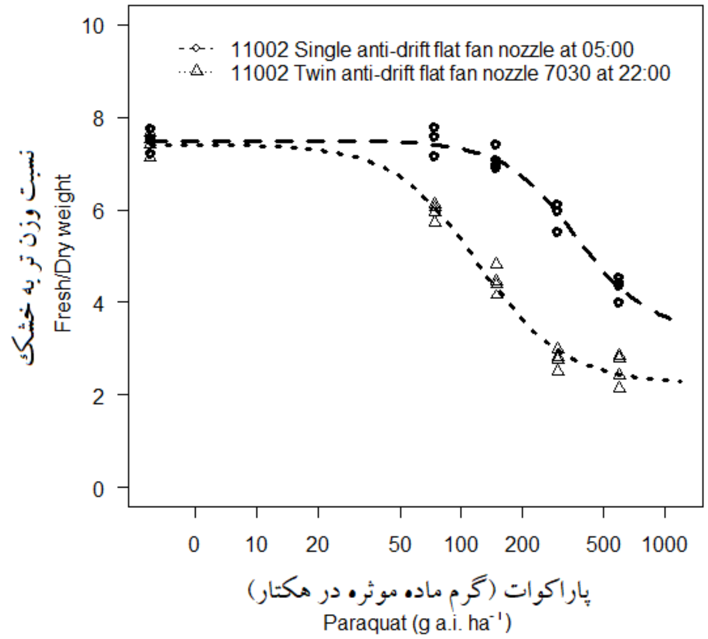
در اینجا، Y بیانگر نسبت وزن تر به وزن خشک گاوپنبه (= میزان گیاهسوزی گاوپنبه)، X بیانگر مقدار پاراکوات، D بیانگر حد بالا و C بیانگر حد پایین نسبت وزن تر به وزن خشک در مقادیر صفر و بی نهایت پاراکوات، آماره DD_{50}[3] بیانگر مقدار پاراکوات لازم برای کاهش ۵۰ درصدی نسبت وزن تر به وزن خشک گاوپنبه بین حد بالا و پایین و B بیانگر شیب منحنی در محدوده آماره DD_{50} است. با استفاده از کد دستوری مربوطه در نرم‌افزار R، مقدار آماره DD_{90} که بیانگر مقدار پاراکوات لازم برای کاهش ۹۰ درصدی نسبت وزن تر به وزن خشک گاوپنبه بین حد بالا و پایین است نیز تخمین زده شد. از مقادیر خطاهای استاندارد برای مقایسه بین تیمارها استفاده شد.

نتایج و بحث

از آنجایی که روند نتایج بدست آمده از آماره‌های DD_{50} و DD_{90} تا حدود زیادی مشابه بود (جدول ۲) و نیز به دلیل اهمیت بیشتر آماره DD_{90} در مطالعات واکنش به مقدار علف‌کش (۳۴)، نتایج پژوهش با تفسیر نتایج مربوط به آماره DD_{90} شرح داده خواهد شد. همچنین، به علت ازدحام منحنی‌های واکنش به مقدار علف‌کش (۲۴ منحنی)، در شکل ۲، تنها منحنی‌های واکنش به مقدار مربوط به بهترین روش کاربرد یعنی کاربرد با نازل ضد بادبرگی دو بادبزنه ۷۰۳۰ با شماره ۱۱۰۰۲ در ساعت ۲۲:۰۰ و بدترین روش کاربرد یعنی کاربرد با نازل ضد بادبرگی یک بادبزنه با شماره ۱۱۰۰۲ در ساعت ۰۵:۰۰ نمایش داده شده است. بقیه منحنی‌ها، در محدوده بین این دو منحنی قرار دارند که نمایش داده نشده است.

نتایج نشان داد که در هر چهار زمان کاربرد، افزایش شماره نازل در نازل ضد باد بردگی یک بادبزنه سبب افزایش مقدار آماره DD_{90} برای پاراکوات علیه گاوپنبه شد که نشان دهنده کاهش کارایی علف کش با افزایش شماره این نوع نازل است. این نتایج می‌تواند به دلیل آن باشد که با افزایش شماره نازل ضد باد بردگی یک بادبزنه از ۱۱۰۰۱۵ به ۱۱۰۰۲ اندازه قطرات پاشش تولیدی آن افزایش می‌یابد (جدول ۱). در تحقیقات گذشته، محققان به وجود رابطه‌ای منفی بین کارایی انواع علف‌کش‌های شاخ و برگ مصرف (تماسی و نفوذی) با اندازه قطرات پاشش اذعان داشته‌اند که علت آنرا نشست بهتر قطرات کوچک‌تر در مقایسه با قطرات درشت‌تر بر روی سطح برگ علف‌های هرز دانسته‌اند که سبب پوشاندن سطح بیشتری از آن می‌شود (۸، ۲۲ و ۳۶). پوشاندن کامل سطح برگ علف‌های هرز با علف‌کش‌های تماسی به سبب نحوه عمل آنها ضروری است (۷). مک‌مولان (۲۰۰۰) بیان داشت که میزان انرژی جنبشی یک قطره را اندازه و مجذور سرعت آن تعیین می‌کند.

1- Dehydration
2- Desiccation
3- Desiccation dose (DD)



شکل ۲- منحنی‌های واکنش نسبت وزن تر به وزن خشک (گیاه‌سوزی) اندام‌های هوایی گاوپنبه به مقادیر پاراکوات پاشیده شده با نازل ضد بادبرگی یک بادبزنه با شماره ۱۱۰۰۲ در ساعت ۰۵:۰۰ (○) و نازل ضد بادبرگی دو بادبزنه ۷۰۳۰ با شماره ۱۱۰۰۲ در ساعت ۲۲:۰۰ (∆)

Figure 2- The response curves of fresh: dry weight ratio (desiccation) of velvetleaf to the doses of paraquat sprayed with 11002-single anti-drift flat fan nozzle at 05:00 o'clock (○) and 11002-twin anti-drift flat fan 7030 at 22:00 o'clock (∆)

قطرات بزرگ‌تر به دلیل انرژی جنبشی بیشتر ناشی از بالا بودن سرعت و اندازه، با احتمال بیشتری از روی شاخ و برگ سقوط می‌کنند و باعث اتلاف ماده موثره علف‌کش می‌شوند (۲۱). با این وجود، بجز در برخی زمان‌ها (ساعات ۲۲:۰۰ و ۰۷:۰۰ در مورد نازل ضد بادبردگی دو بادبزنه ۲۰۲۰ و ساعت ۰۵:۰۰ در مورد نازل ضد بادبرگی دو بادبزنه ۷۰۳۰)، افزایش شماره نازل در نازل‌های دو بادبزنه سبب کاهش مقدار آماره DD_{90} برای پاراکوات علیه گاوپنبه شد که نشان دهنده افزایش کارایی علف‌کش با افزایش شماره این نوع نازل‌ها است. افزایش شماره نازل در این دو نوع نازل از ۱۱۰۰۱۵ به ۱۱۰۰۲ تغییر قابل توجهی بر اندازه قطرات پاشش تولیدی آنها ندارد (جدول ۲) ولی می‌تواند حجم پاشش را از ۳۰۰ به ۴۵۰ لیتر آب در هکتار افزایش - دهد. از اینرو، می‌توان استنباط کرد که با افزایش حجم پاشش کارایی پاراکوات علیه گاوپنبه افزایش معنی‌داری پیدا کرده است. به طور کلی، افزایش حجم پاشش بر کارایی علف‌کش‌های تماسی مانند پاراکوات تأثیر مثبتی دارد (۱۵). با این وجود، تنها در یک گزارش (۳۹)، کاهش حجم پاشش سبب افزایش کارایی علف‌کش تماسی آسی‌فلورفن شده است. در برخی گزارش‌ها، تغییر حجم پاشش تأثیری بر کارایی علف‌کش‌های تماسی نداشته است؛ برای مثال، لاکتوفن (۵ و ۹)، بنتازون (۱۳ و ۴۰)، فومسافن (۱۳) و گلوفوسینات آمونیوم (۲۷).

در برخی گزارش‌ها نیز کاهش حجم پاشش سبب کاهش کارایی علف‌کش‌های تماسی شده است؛ برای مثال، بروماسینیل، اکسی فلورفن (۳۷) و فومسافن (۴۰). محققان به خوبی ثابت کرده‌اند که با یک نوع نازل برابر، با افزایش شماره نازل (حجم پاشش) میزان نشست قطرات پاشش بر روی علف‌های هرز به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. برای مثال، لیگلیتر و جانسون (۲۰۱۶) گزارش کردند که میزان پوشش محلول علف‌کش گلایفوسیت پاشیده به وسیله یک نوع نازل برابر بر روی کارت‌های حساس به رطوبت در حجم پاشش ۱۴۰ لیتر در هکتار تقریباً دو برابر حجم پاشش ۹۴ لیتر در هکتار بوده است (۱۸). در تحقیقی دیگر نیز که حجم پاشش از طریق تغییر شماره نازل کنترل شده بود مشخص شد که میزان خیس شدن کاغذهای حساس به رطوبت با محلول علف‌کش دایکمبا در حجم پاشش ۱۸۷ لیتر در هکتار به طور معنی‌داری بیشتر از حجم پاشش ۹۴ لیتر در هکتار است (۲۲).

جدول ۲- مقدار پاراکوات لازم برای گیاه‌سوزی ۵۰ (DD_{50}) و ۹۰ (DD_{90}) درصدی اندام‌های هوایی گاوپنبه وقتی با ۳ نوع نازل در ۲ شماره نازل در ٤ ساعت در شبانه‌روز بکار برده شد

Table 2- The dose of paraquat required to desiccate the 50 (DD_{50}) and 90% (DD_{90}) of velvetleaf when it was applied with 3 nozzle types at two nozzle sizes at four times of day

نوع نازل Nozzle type	شماره نازل Nozzle size	ساعت کاربرد در روز Application time of day	DD_{50} (g a.i. ha^{-1}) (گرم ماده مؤثره در هکتار)	DD_{90}
ضد بادبرگی یک بادبزنه Single anti-drift flat fan	110015	20:00	152.83 (11.58)^{cd}	421.98 (20.03)^{cd}
		22:00	203.06 (11.29)^{f}	508.75 (29.44)^{f}
		05:00	241.01 (21.25)^{g}	671.54 (41.88)^{g}
		07:00	138.06 (9.82)^{bc}	395.17 (14.96)^{bc}
	11002	20:00	184.05 (14.52)^{ef}	484.22 (27.38)^{ef}
		22:00	269.11 (35.05)^{g}	624.66 (31.62)^{g}
		05:00	340.86 (16.23)^{h}	766.91 (30.04)^{h}
		07:00	166.90 (12.94)^{de}	439.72 (16.07)^{d}
ضد بادبرگی دو بادبزنه ۲۰۲۰ Twin anti-drift flat fan 2020	110015	20:00	176.65 (9.81)^{e}	498.03 (11.04)^{f}
		22:00	139.77 (12.83)^{bc}	402.88 (21.33)^{bc}
		05:00	166.09 (8.44)^{de}	430.67 (9.08)^{d}
		07:00	168.07 (19.01)^{de}	455.22 (12.46)^{de}
	11002	20:00	137.34 (12.11)^{bc}	469.78 (13.19)^{e}
		22:00	124.23 (8.37)^{b}	378.15 (10.44)^{b}
		05:00	141.22 (6.71)^{c}	403.31 (11.02)^{c}
		07:00	158.10 (9.03)^{de}	474.10 (16.19)^{ef}
ضد بادبرگی دو بادبزنه ۷۰۳۰ Twin anti-drift flat fan 7030	110015	20:00	182.34 (13.67)^{ef}	477.41 (19.59)^{ef}
		22:00	131.87 (10.21)^{bc}	376.45 (16.08)^{b}
		05:00	157.66 (8.65)^{d}	423.55 (17.80)^{cd}
		07:00	179.01 (10.88)^{e}	481.18 (21.09)^{ef}
	11002	20:00	156.55 (7.33)^{d}	441.07 (11.01)^{d}
		22:00	108.33 (5.82)^{a}	342.04 (15.91)^{a}
		05:00	141.72 (6.80)^{c}	382.30 (18.40)^{bc}
		07:00	154.62 (11.02)^{cd}	438.98 (18.58)^{d}

در هر ستون، داده‌ها با حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند.

In each column, the data with the same letter are not significantly different ($P < 0.05$). Standard errors are in parentheses.

بجز در برخی موارد (نازل ضد بادبرگی یک بادبزنه با شماره ۱۱۰۰۲ و نازل ضد بادبردگی دو بادبزنه ۲۰۲۰ با شماره ۱۱۰۰۱۵)، نتایج نشان داد که وقتی پاراکوات با هر شماره‌ای از هر نوع نازل در ساعات ۲۰:۰۰ و ۰۷:۰۰ بکار برده شد، اختلاف معنی‌داری در کارایی آن در گیاه‌سوز کردن اندام‌های هوایی گاوپنبه مشاهده نشد. تنها تفاوت ثبت شده در بین این دو زمان کاربرد، میزان دما و رطوبت نسبی هوا بود. به طوری که در ساعت ۲۰:۰۰، دمای هوا ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۳ درصد و در ساعت ۰۷:۰۰، دمای هوا ۱۹ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۸ درصد بود. نتایج نشان دهنده آن است این دو عامل جوی اثر خنثی‌کنندگی روی یکدیگر بر کارایی علف‌کش دارند. با این وجود، وقتی پاراکوات با هر شماره‌ای از هر نوع نازل در ساعات ۲۲:۰۰ و ۰۵:۰۰ بکار برده شد، اختلاف معنی‌داری در کارایی آن در گیاه‌سوز کردن اندام‌های هوایی گاوپنبه مشاهده شد. به این صورت که مقدار پاراکوات لازم برای گیاه‌سوزی ۹۰ درصدی اندام‌های هوایی گاوپنبه در زمان کاربرد در ساعت ۲۲:۰۰ به طور معنی‌داری از زمان کاربرد در ساعت ۰۵:۰۰ کمتر بود. با توجه به اثر خنثی‌کنندگی دو عامل دما و رطوبت نسبی روی یکدیگر بر کارایی علف‌کش که در بالا استنتاج شد، این اختلاف می‌تواند به تفاوت در طول دوره تاریکی پس از سمپاشی در ساعات ۲۲:۰۰ و ۰۵:۰۰ ارتباط داشته باشد که به ترتیب برابر ۷ و ۱ ساعت بود. نور برای فعال شدن علف‌کش‌های تماسی لازم است (۷). تاریکی پس از کاربرد می‌تواند به طور موقتی از فعال شدن علف‌کش‌های تماسی جلوگیری کند. در این حالت، غشاهای سلولی تخریب نمی‌شوند. لذا، مولکول علف‌کش جذب شده از نقطه برخورد می‌تواند تا حدودی به بخش‌های دیگر منتقل شود. به همین دلیل، سطح بیشتری از اندام‌های هوایی علف هرز پس از مواجه شدن آن با نور دچار گیاه‌سوزی می‌شود. قبلاً، امکان انتقال علف‌کش‌های تماسی پاراکوات (۳۰، ۳۲ و ۴۳)، دایکوات (۴ و ۴۲) و اکسی‌فلورفن (۱۴) در تاریکی به خوبی به اثبات رسیده است. میزان انتقال پاراکوات از برگ تیمار شده به بیرون از آن در تاریکی ۱۶ ساعته پس از کاربرد پاراکوات بسته به گونه گیاهی (*Hordeum leporinum*، *Arctotheca calendula* و *Hordeum glaucum*) بین ۲ تا ۴ درصد مقدار پاراکوات بکار رفته و ۱۳ تا ۲۶

درصد مقدار پاراکوات جذب شده ثبت شده است (۳۰، ۳۲ و ۴۳). به همین دلیل، همانطور که در بخش مقدمه اشاره شد، کارشناسان بسیار متعددی (۶، ۱۱، ۱۷، ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۲۹، ۳۸، ۴۱، ۴۴، ۴۵ و ۴۷) به عنوان یک راهکار هوشمندانه برای بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌های تماسی توصیه می‌کنند که کاربرد این دسته از علف‌کش‌ها پس از غروب آفتاب انجام بگیرد.

در تمامی منابع متعدد مذکور در بالا، کاربرد علف‌کش‌های تماسی با نازل استاندارد یک بادبزنه انجام گرفته است. با این وجود، همانطور که از نتایج ما پیداست (جدول ۲)، در هر دو شماره از نازل ضد بادبردگی یک بادبزنه، مقدار آماره DD_{90} برای پاراکوات بکار رفته در دو زمان تاریکی (ساعات ۲۲:۰۰ و ۰۵:۰۰) بیشتر از پاراکوات بکار رفته در دو زمان روشنایی (ساعات ۲۰:۰۰ و ۰۷:۰۰) بود. این نتیجه نشان می‌دهد که کاربرد پاراکوات در روشنایی دارای کارایی بالاتری در مقایسه با کاربرد در تاریکی است. این نتیجه دقیقاً بر خلاف توصیه کارشناسان است. با این وجود، در پژوهشی بر روی گاوپنبه با علف کش نفوذی گلایفوسیت که با نازل استاندارد یک بادبزنه بکار رفته بود، موهر و همکاران (۲۰۰۷) ثابت کردند که گاوپنبه نمونه‌ای بارز از گیاهان در بروز پدیده حرکت برگی شدید از خود است. آنها گزارش کردند که با نزدیک شدن غروب آفتاب زاویه برگ این علف‌هرز به حالت عمودی‌تر نسبت به سطح زمین قرار می‌گیرد. لذا، با عمودی‌تر شدن برگ‌های گاوپنبه کارایی گلایفوسیت نیز کاهش یافت (۲۴). حرکت قطرات پاشش تولید شده به وسیله نازل ضد بادبردگی یک بادبزنه در جهت عمود بر سطح زمین است. وقتی وضعیت سطح برگ علف‌هرز نیز به صورت عمودی بر سطح زمین باشد، نشست قطرات کمتری بر روی سطح برگ اتفاق خواهد افتاد که منجر به کاهش کارایی علف‌کش می‌شود. برعکس، وقتی وضعیت برگ علف‌هرز به صورت افقی باشد، سطح برگ بیشتری در مقابل جریان عمودی قطرات پاشش قرار می‌گیرد که منجر به نشست قطرات بیشتر و افزایش کارایی علف‌کش می‌شود (۲۴). حرکت برگی گاوپنبه در طی ساعات مختلف شبانه‌روز در پژوهش حاضر در شکل ۱ به نمایش گذاشته شده است. با مقایسه تصاویر سمت چپ در شکل ۱ می‌توان به راحتی پی برد که سطح برگی که در برابر پاشش عمودی نازل ضد بادبردگی یک بادبزنه قرار گرفته است در زمان‌های تاریکی شبانه‌روز کمتر از زمان‌های روشنایی شبانه‌روز بوده است. بدون شک، این امر سبب کاهش نشست قطرات پاشش پاراکوات بر روی سطح برگ گاوپنبه شده است. لذا، ما شاهد آن بودیم که وقتی پاراکوات با نازل ضد بادبردگی یک بادبزنه در زمان‌های روشنایی شبانه‌روز بکار رفت به طور مؤثرتری سبب گیاه‌سوزی اندام‌های هوایی گاوپنبه شد.

فرضیه اصلی که باعث اجرای این پژوهش شد این بود که اگر حرکت قطرات پاشش تولید شده به وسیله نازل در جهت غیر عمود بر سطح زمین باشد، احتمالاً می‌توانند به برگ‌های عمود شده گاوپنبه در زمان تاریکی شبانه‌روز برخورد موثری داشته باشند. لذا، در این تحقیق، فرضیه ما تایید شد. به طوری که وقتی پاراکوات با انواع نازل‌های ضد بادبردگی دو بادبزنه در زمان‌های تاریکی شبانه‌روز بکار رفت به طور موثرتری سبب بهبود گیاه‌سوزی اندام‌های هوایی گاوپنبه شد. در نازل‌های دو بادبزنه محلول پاشش از دو روزنه خارج می‌شود و اصطلاحاً آنها دو بادبزن ایجاد می‌کنند. در نازل ضد بادبردگی دو بادبزنه ۲۰۲۰، زاویه یکی از بادبزن‌ها به میزان ۲۰ درجه در جهت مسیر حرکت نازل و زاویه بادبزن دیگر به میزان ۲۰ درجه برخلاف جهت حرکت نازل است. به عبارتی دیگر، زاویه بین دو بادبزن در نازل ضد بادبردگی دو بادبزنه ۲۰۲ برابر ۴۰ درجه است. در نازل ضد بادبردگی دو بادبزنه ۷۰۳۰، زاویه یکی از بادبزن‌ها به میزان ۳۰ درجه در جهت مسیر حرکت نازل و زاویه بادبزن دیگر به میزان ۷۰ درجه برخلاف جهت حرکت نازل است. به عبارتی دیگر، زاویه بین دو بادبزن در نازل ضد بادبردگی دو بادبزنه ۷۰۳۰ برابر ۱۰۰ درجه است (۱۹). در یک پژوهش قبلی، نشست بیشتر قطرات پاشش به وسیله نازل دو بادبزنه در مقایسه با نازل یک بادبزنه بر روی سطح برگ علف‌هرز یولاف وحشی که دارای برگ‌های تقریباً عمودی است به وسیله فرگوسون و همکاران (۲۰۱۶) به اثبات رسیده است (۱۲). بجز در مورد کاربرد در ساعت ۲۲:۰۰ با شماره نازل ۱۱۰۰۲، نتایج نشان داد که در زمان کاربرد برابر و در شماره نازل برابر، بین نازل‌های ضد بادبردگی ۲۰۲۰ و ضد بادبردگی ۷۰۳۰ تفاوت معنی‌داری در میزان پاراکوات لازم برای گیاه‌سوزی ۵۰ و ۹۰ درصدی اندام‌های هوایی گاوپنبه مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری

در علف‌هرز دولپه‌ای گاوپنبه حرکت برگی شدیدی در طول شبانه‌روز مشاهده شد. در زمان تاریکی شبانه‌روز که سطح برگ این علف‌هرز به حالت عمود بر زمین قرار دارد و علف‌کش تماسی پاراکوات با نازل یک بادبزنه بکار برده شد، به دلیل پوشش کمتر اتفاق افتاده بر روی برگ‌های این علف‌هرز کارایی کمتر علف‌کش را شاهد بودیم. برای رفع این مشکل، می‌توان از انواع نازل‌های دو بادبزنه برای خیساندن برگ‌های عمود شده گاوپنبه در ساعات تاریکی شبانه-روز استفاده کرد. همچنین، با افزایش حجم پاشش و کاربرد در بعد از غروب آفتاب می‌توان کارایی پاراکوات را بهبود بخشید. تیمار کاربرد پاراکوات با نازل ضد بادبرگی دو بادبزنه ۷۰۳۰ با شماره ۱۱۰۰۲ در ساعت ۲۲:۰۰ به کمترین میزان پاراکوات برای ایجاد شدت گیاه‌سوزی برابر با سایر تیمارها نیاز داشت. لذا، این روش کاربرد پاراکوات علیه گاوپنبه قابل توصیه است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از گرنت پژوهشی اختصاص یافته برای این پـژوهش به وسیله دانشگاه بوعلی سینا همدان قـدردانی مـی‌کنـیم. همچنـین، نویسندگان قـدردان مسـاعدت آقـای William Rojo مـدیر فـروش شرکت Magnojet برزیل برای ارسال رایگان نـازل‌هـا، آقـای دکتـر جاوید قرخلو عضو محترم هیـات علمـی دانشـگاه علـوم کشـاورزی و منابع طبیعی گرگان بـرای تهیـه و ارسـال بـذرهای گاوپنبـه و خـانم مهندس سمیرا کرمی دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه بـا علف‌های هرز دانشگاه بوعلی سینا همـدان بـرای کمـک در برداشـت گیاهان هستند.

منابع

1- Aliverdi A. 2018. The selection of proper nozzle for spraying sethoxydim at two wind speeds to control winter wild oat (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*). Journal of Plant Protection 32(2): 299–306. (In Persian)
2- Alves G.S., Kruger G.R., da Cunha J.P.A.R., de Santana D.G., Pinto L.A.T., Guimarães F., and Zaric M. 2017. Dicamba spray drift as influenced by wind speed and nozzle type. Weed Technology 31(5): 724–731.
3- ASAE. 2009. Spray nozzle classification by droplet spectra. The American Society of Agricultural Engineers, S572.1, 4 p.
4- Baldwin B.C. 1963. Translocation of diquat in plants. Nature 198(4883): 872–873.
5- Berger S.T., Dobrow M.H., Ferrell J.A., and Webster T.M. 2014. Influence of carrier volume and nozzle selection on palmer amaranth control. Peanut Science 41(2): 120–123.
6- Cieslik L.F., Vidal R.A., and Trezzi M.M. 2014. Fomesafen toxicity to bean plants as a function of the time of application and herbicide dose. Acta Scientiarum Agronomy 36(3): 329–334.
7- Cobb A.H., and Reade J.P.H. 2010. Herbicides and plant physiology. John Wiley and Sons. UK, 296p.
8- Creech C.F., Henry R.S., Fritz B.K., and Kruger G.R. 2015a. Influence of herbicide active ingredient, nozzle type, orifice size, spray pressure, and carrier volume rate on spray droplet size characteristics. Weed Technology 29(2): 298–310.
9- Creech C.F., Henry R.S., Werle R., Sandell L.D., Hewitt A.J., and Kruger G.R. 2015b. Performance of post-emergent herbicides applied at different carrier volume rates. Weed Technology 29(3): 611– 624.
10- Dalazen G., and Merotto Jr A. 2016. Physiological and genetic bases of the circadian clock in plants and their relationship with herbicides efficacy. Planta Daninha 34(1): 191–198.
11- Fausey J.C., and Renner K.A. 2001. Environmental effects on CGA-248757 and flumiclorac efficacy/soybean tolerance. Weed Science 49(5): 668–674.
12- Ferguson J.C., Hewitt A.J., and O'Donnell C.C. 2016. Pressure, droplet size classification, and nozzle arrangement effects on coverage and droplet number density using air-inclusion dual fan nozzles for pesticide applications. Crop Protection 89: 231–238.
13- Ferreira M.C., Machado-Neto J.G., and Matuo T. 1998. Reduction in the rate and spray volume in night-time application of post-emergence herbicides on soybean crop. Planta Daninha 16(1): 25–36.
14- Guh J.O., Lee E.K., Kuk Y.I., and Park R.D. 1995. Absorption, translocation, and metabolism of oxyfluorfen in rice (*Oryza sativa*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Weed Research, Japan 40(4): 245–251.
15- Knoche M. 1994. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. Crop Protection 13(3): 163–178.
16- Kudsk P. 2008. Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. Environmentalist 28(1): 49–55.
17- Lee S.D., and Oliver L.R. 1982. Efficacy of aciflurofen on broadleaf weeds: times and methods for application. Weed Science 30(5): 520–526.
18- Legleiter T.R., and Johnson W.G. 2016. Herbicide coverage in narrow row soybean as influenced by spray nozzle design and carrier volume. Crop Protection 83: 1–8.
19- Magnojet. 2019. Catalogue. http://www.magnojet.com.br/area_restrita
20- Martinson K.B., Sothern R.B., Koukkari W.L., Durgan B.R., and Gunsolus J.L. 2002. Circadian response of annual weeds to glyphosate and glufosinate. Chronobiology International 19(2): 405–422.
21- McMullan P.M. 2000. Utility adjuvants. Weed Technology 14(4): 792–797.
22- Meyer C.J., Norsworthy J.K., Kruger G.R., and Barber T.L. 2016. Effect of nozzle selection and spray volume on droplet size and efficacy of Engenia tank-mix combinations. Weed Technology 30(2): 377–390.
23- Miller R.P., Martinson K.B., Sothern R.B., Durgan B.R., and Gunsolus J.L. 2003. Circadian response of annual weeds in a natural setting to high and low application rates of four herbicides with different modes of action. Chronobiology International 20(2): 299–324.
24- Mohr K., Sellers B.A., and Smeda R.J. 2007. Application time of day influences glyphosate efficacy. Weed Technology 21(1): 7–13.

25- Monaco T.J., Weller S.C., and Ashton F.M. 2002. Weed science: principles and practices. John Wiley and Sons, Inc. USA, 685p.
26- Montgomery G.B., Treadway J.A., Reeves J.L., and Steckel L.E. 2017. Effect of time of day of application of 2,4-d, dicamba, glufosinate, paraquat, and saflufenacil on horseweed (*Conyza canadensis*) control. Weed Technology 31(4): 550–556.
27- Nelson K.A., Renner K.A., and Penner D. 2002. Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) control and tuber yield with glyphosate and glufosinate. Weed Technology 16(2): 360–365.
28- Norsworthy J.K., Oliver L.R., and Purcell L.C. 1999. Diurnal leaf movement effects on spray interception and glyphosate efficacy. Weed Technology 13(3): 466–470.
29- Norsworthy J.K., Smith K.L., and Griffith G. 2011. Evaluation of combinations of paraquat plus photosystem II-inhibiting herbicides for controlling failed stands of maize (*Zea mays*). Crop Protection 30(3): 307–310.
30- Preston C., Soar C.J., Hidayat I., Greenfield K.M., and Powles S.B. 2005. Differential translocation of paraquat in paraquat resistant populations of *Hordeum leporinum*. Weed Research 45(4): 289–295.
31- Prosser R.S., Anderson J.C., Hanson M.L., Solomon K.R., and Sibley P.K. 2016. Indirect effects of herbicides on biota in terrestrial edge-of-field habitats: A critical review of the literature. Agriculture, Ecosystems and Environment 232: 59–72.
32- Purba E., Preston C., and Powles S.B. 1995. The mechanism of resistance to paraquat is strongly temperature dependent in resistant *Hordeum leporinum* Link and *H. glaucum* Steud. Planta 196(3): 464–468.
33- Ramsey R.J.L., Stephenson G.R., and Hall J.C. 2002. Effect of relative humidity on the uptake, translocation, and efficacy of glufosinate ammonium in wild oat (*Avena fatua*). Pesticide Biochemistry and Physiology 73(1): 1–8.
34- Ritz C., Baty F., Streibig J.C., and Gerhard D. 2015. Dose-response analysis using R. PLoS One, 10(12):e0146021.
35- Rytwo G., and Tropp D. 2001. Improved efficiency of a divalent herbicide in the presence of clay, by addition of monovalent organocations. Applied Clay Science 18(5-6): 327–333.
36- Sasaki R.S., Teixeira M.M., Alvarenga C.B., Santiago H., and Maciel C.F.S. 2013. Spectrum of droplets produced by use adjuvants. Idesia 31(1): 27–33.
37- Schumacher C.E., and Hatterman-Valenti H.M. 2007. Effect of dose and spray volume on early-season broadleaved weed control in *Allium* using herbicides. Crop Protection 26(8): 1178–1185.
38- Sellers B.A., Smeda R.J., and Johnson W.G. 2003. Diurnal fluctuations and leaf angle reduce glufosinate efficacy. Weed Technology 17(2): 302–306.
39- Shaw D.R., Morris W.H., Webster E.P., and Smith D.B. 2000. Effects of spray volume and droplet size on herbicide deposition and common cocklebur (*Xanthium strumarium*) control. Weed Technology 14(2): 321–326.
40- Sikkema P.H., Brown L., Shropshire C., Spieser H., and Soltani N. 2008. Flat fan and air induction nozzles affect soybean herbicide efficacy. Weed Biology and Management 8(1): 31–38.
41- Skuterud R., Bjugstad N., Tyldum A., and Terresen K.S. 1998. Effect of herbicides applied at different times of the day. Crop Protection 17(1): 41–46.
42- Smith J.M., and Sagar G.R. 1966. A re-examination of the influence of light and darkness on the long-distance transport of diquat in *Lycopersicon esculentum* Mill. Weed Research 6(4): 314–321.
43- Soar C.J., Karotam J., Preston C., and Powles S.B. 2003. Reduced paraquat translocation in paraquat resistant *Arctotheca calendula* (L.) Levyns is a consequence of the primary resistance mechanism, not the cause. Pesticide Biochemistry and Physiology 76(3): 91–98.
44- Stewart C.L., Nurse R.E., and Sikkema P.H. 2009. Time of day impacts POST weed control in corn. Weed Technology 23(3): 346–355.
45- Stopps G.J., Nurse R.E., and Sikkema P.H. 2013. The effect of time of day on the activity of postemergence soybean herbicides. Weed Technology 27(4): 690–695.
46- Waltz A.L., Martin A.R., Roeth F.W., and Lindquist J.L. 2004. Glyphosate efficacy on velvetleaf varies with application time of day. Weed Technology 18(4): 931–939.
47- Wersal R.M., Madsen J.D., Massey J.H., Robles W., and Cheshier J.C. 2010. Comparison of daytime and night-time applications of diquat and carfentrazone-ethyl for control of parrotfeather and eurasian watermilfoil. Journal of Aquatic Plant Management 48: 56–58.
48- Wichert R.A., Bozsa R., Talbert R.E., and Oliver L.R. 1992. Temperature and relative humidity effects on diphenyl ether herbicides. Weed Technology 6(1): 19–24.
49- Wills G.D., and McWhorter C.G. 1981. Effect of environment on the translocation and toxicity of acifluorfen to showy crotalaria (*Crotalaria spectabilis*). Weed Science 29(4): 397–401.
50- Zhang J., Zheng L., Jäck O., Yan D., Zhang Z., Gerhards R., and Ni H. 2013. Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. Crop Protection 52: 26–32.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 113-123

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۲۳-۱۱۳

Interaction Effect between Nozzle Type and Application Time of Day on the Efficacy of Paraquat to control Velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus.)

A. Aliverdi[1*]- M. Sharifi[2]
Received: 27-11-2019
Accepted: 13-01-2020

Introduction: When a contact herbicide is applied in the dark time of a day than in the light time, better weed control will be observed. Velvetleaf is a typical example of weeds in displaying the phenomenon of foliar Nyctinasty. This feature causes the leaf surface of velvetleaf is perpendicularly oriented to the ground during the dark time of day. As a result, when a contact herbicide is applied in the dark time of the day by a single flat fan nozzle which generates a perpendicular motion of spray droplets to the ground, the leaf surface of velvetleaf cannot be covered well. Therefore, the foliar Nyctinasty in velvetleaf reduces the efficacy of contact herbicide applied in the dark time of day. The main hypothesis leading this study was that if the motion of spray droplets is not perpendicular to the ground, it is possible to wet the leaves of velvetleaf in the dark time of day. In this study, the effects of using twin flat fan nozzles which generates a non-perpendicular motion of spray droplets to the ground in comparison with single flat fan nozzle on the efficacy of Paraquat at the different times of day were investigated.

Materials and Methods: This study was conducted in outdoor conditions at Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. Treatments consisted of five doses of Paraquat (0, 75, 150, 300, and 600 g a.i. ha^{-1}) using three types of nozzles (single anti-drift flat fan, twin anti-drift flat fan 2020, and twin anti-drift flat fan 7030) in two nozzle sizes (110015 and 11002) at four times of day (before sunset at 20:00, after sunset at 22:00, before sunrise at 05:00, and after sunrise at 7:00) with four replications which were sprayed at the six-to-seven-leaf stage of velvetleaf. Two days after spraying at 7:00, the shoots of velvetleaf were harvested nearly 1 cm above the soil surface. The individual fresh: dry weight ratio was used to analyze as nonlinear regression using a four-parametric logistic model.

Results and Discussion At all four application times of the day, increasing the nozzle size of single anti-drift flat fan nozzle increased the dose of Paraquat required for the 90% desiccation of velvetleaf shoots. While, except at some application times of day (22:00 and 07:00 in the case of twin anti-drift flat fan nozzle 2020 and 5:00 in the case of twin anti-drift flat fan nozzle 7030), increasing the nozzle size of twin anti-drift flat fan nozzles decreased the dose of Paraquat required for the 90% desiccation of velvetleaf shoots. Except in some cases (11002 twin anti-drift flat fan nozzle 2020 and 110015 twin anti-drift flat fan nozzle 7030), when Paraquat was sprayed with any nozzle size at 20:00 and 07:00, there was no significant difference in its efficacy. When Paraquat was sprayed with any nozzle size at 20:00 and 07:00, there was no significant difference in its efficacy. But, when it was sprayed with any nozzle size at 22:00 and 05:00, a significant difference in its efficacy was observed. So, the dose of Paraquat required for the 90% desiccation of velvetleaf shoots at 22:00 was significantly lower than that at 05:00. Our principal hypothesis in this study was confirmed. As when Paraquat was applied with twin anti-drift flat fan nozzles in the dark time of day, it more effectively improved the desiccation of velvetleaf shoots.

Conclusion: The treatment of the application of Paraquat with 11002 twin anti-drift flat fan nozzle 7030 at 22:00 required the minimum Paraquat dose to create the same desiccation intensity as other treatments. Therefore, this treatment is recommendable.

Keywords: Foliar Nyctinasty, Herbicide, Single flat fan nozzle, Twin flat fan nozzle

1 and 2- Assistant Professor in Weed Science and Bachelor's Degree in Agronomy and Plant Breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: a.aliverdi@basu.ac.ir)

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 125-136

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۳۶-۱۲۵

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی کنترل شیمیایی اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) در مزارع پیاز (*Allium cepa* L.) جنوب کرمان

فرامرز رفیعی سربیژن نسب[1*]- حمیدرضا محمددوست چمن آباد[2]- احمد آئین[3]- محمد تقی آل ابراهیم[4]- علی اصغری[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۸

چکیده

اویارسلام ارغوانی یکی از مهم‌ترین و مشکل‌سازترین علف‌های هرز مزارع جنوب استان کرمان است، این آزمایش به‌منظور بررسی کنترل شیمیایی اویارسلام ارغوانی، در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۷ و ۹۷-۱۳۹۸ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی جنوب کرمان به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- متریبوزین (سنکور)، ۲- اکسی فلورفن (گل)، ۳-اگزادیازون (رونستار) + اکسی فلورفن (گل)، ۴-پندیمتالین (استامپ)، ۵- اگزادیازون (رونستار)، ۶- اگزادیازون (رونستار) + بنتازون (بازاگران)، ۷-دوبار کاربرد علف‌کش اکسی فلورفن (گل)، ۸- پندیمتالین (پرول)، ۹- وجین دستی و ۱۰- عدم کنترل بودند. نتایج نشان داد، اثر علف‌کش‌ها بر وزن خشک اندام هوایی و زیرزمینی و تراکم اویارسلام ارغوانی، متوسط وزن سوخ و عملکرد پیاز معنی‌دار بود و باعث کاهش وزن خشک و تراکم اویارسلام شد. به این صورت که، کاربرد تلفیق اگزادیازون (رونستار) به‌صورت پیش رویشی و کاربرد پس رویشی بنتازون (بازاگران) به‌ترتیب تراکم و وزن خشک اندام زیرزمینی و هوایی اویارسلام ارغوانی را ۹۶، ۸۹ و ۹۳ درصد کاهش داد و مؤثرترین تیمار در مقایسه با سایر تیمارها جهت کنترل اویارسلام ارغوانی بود و بالاترین درصد افزایش عملکرد (۸۷٪) را نسبت به تیمار شاهد داشت. بنابراین، این ترکیب تیماری جهت کنترل اویارسلام ارغوانی در کشت پائیزه پیاز در جنوب استان کرمان قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: علف‌کش اگزادیازون، علف‌کش بنتازون، عملکرد، سوخ

مقدمه

پیاز (*Allium cepa* L.) یکی از مهم‌ترین سبزیجات با تولید ۲/۳۰۵ میلیون تن در ایران است (۱). سطح زیرکشت پیاز منطقه جنوب کرمان ۵۷۳۲ هکتار که بعد از استان هرمزگان در جایگاه دوم بوده و با میزان تولید ۳۰۷ هزار تن رتبه اول تولید کشور را دارد که عمده آن در نظام کشت پاییزه (مهرماه) انجام می‌گیرد (۱). رشد و عملکرد پیاز به‌طور قابل توجهی در اثر رقابت علف‌های هرز کاهش می‌یابد. از میان علف‌های‌هرز غالب در مزارع پیاز جنوب استان کرمان، اویارسلام ارغوانی یکی از مهم‌ترین و مشکل‌سازترین علف‌های هرز در این منطقه است، به طوری‌که در تمام زمین‌های کشاورزی از جمله مزارع پیاز وجود دارد و به‌دلیل رشد کند پیاز در اوایل دوره رشد، از طریق رقابت باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد پیاز می‌شود (۹ و ۵). اویارسلام ارغوانی گیاهی چند ساله از تیره جگنیان[6] است که در سراسر مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا (۳) از جمله جنوب استان کرمان گسترش یافته است. این علف‌هرز سمج، گیاهی چهار کربنه و سریع الرشد (۶) می‌باشد که از طریق نظام گسترده زیرزمینی و غده‌ها به‌سرعت تکثیر می‌یابد و از توان رقابت بالایی برخوردار است (۸). این علف‌هرز به‌طور ویژه در تولید پیاز خوراکی مشکل‌ساز می باشد، به‌طوری‌که می‌تواند عملکرد پیاز خوراکی را از ۲۳ تا ۸۴ درصد کاهش دهد (۱۸).

کنترل شیمیایی، یکی از روش‌های مدیریت علف‌های هرز می

۱- دکتری علوم علف‌های هرز، کارشناس حفظ نباتات سازمان جهاد کشاورزی جنوب کرمان، جیرفت
(*- نویسنده مسئول: Email: faramarz.rafiee@gmail.com)
۲، ۴ و ۵- دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۳- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.84103

6- cypraceae

باشد. محضری و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی مدیریت تلفیقی مکانیکی- شیمیایی کنترل علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و اویارسلام ارغوانی در برنج (*Oryza sativa*) گزارش کردند تیمار وجین دستی و تیمار مصرف بنتازون دارای کم‌ترین تراکم اویارسلام ارغوانی بود که نشان‌دهنده کنترل مناسب آن توسط بنتازون می‌باشد (۱۳). علف‌کش‌های اکسی فلورفن، پندیمتالین و متریبوزین به طور معنی‌داری در یک سیستم کشت کلم، پیاز تراکم علف‌های هرز را کاهش و عملکرد پیاز را در مقایسه با عملکرد تیمار شاهد افزایش دادند(۱۹). خوخار و همکارانش (۲۰۰۶) در ارزیابی روش‌های مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز پیاز با غالبیت اویارسلام ارغوانی (۴۱ درصد) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش پندیمتالین به همراه یک‌بار وجین دستی به ترتیب دو و شش روز پس از انتقال نشاء کم‌ترین تراکم و زیست توده علف‌های هرز و بیش‌ترین عملکرد پیاز را دارا بودند که با کاربرد علف‌کش اگزادیازون به همراه یک‌بار وجین دستی به ترتیب ۲ و۶۰ روز پس از انتقال نشاء اختلاف معنی داری نداشتند (۱۰). حسین پناهی و همکارانش (۲۰۰۹) در بررسی کنترل اویارسلام ارغوانی در مزرعه سیب زمینی (*Solanum tuberosum*) گزارش کردند که سنکور با دز توصیه شده (۷۵۰ گرم در هکتار) توانست اویارسلام ارغوانی را به خوبی کنترل کند، اما کاربرد گلیفوسیت قبل از کاشت و پس از رویش سیب زمینی کارایی خوبی در کنترل اویارسلام ارغوانی نداشتند (۷). بابایی نژاد و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تأثیر کنترل مکانیکی و شیمیایی علف‌های هرز بر عملکرد پیاز خوراکی در کشت نشائی پائیزه استان هرمزگان نشان دادند که علف‌کش اگزادیازون، تراکم و وزن خشک اویارسلام ارغوانی را به ترتیب ۶۰ و ۵۹ درصد کاهش داد (۲). مالک و همکاران نشان دادند که علف‌کش پندیمتالین دو کیلوگرم در هکتار، اگزادیازون ۱/۵ کیلو در هکتار و اکسی فلورفن ۰/۲۵ کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار بیش‌ترین تأثیر را در کنترل علف‌های‌هرز سلمک (*Chenopodium album*) ، اویارسلام ارغوانی ، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) و سورف داشتند(۱۴). در خصوص علف‌کش بنتازون و خسارت آن به محصول پیاز نتایج ضد و نقیضی وجود دارد به‌طوری‌که هرمن و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند کاربرد مقدار ۱/۱۲کیلوگرم ماده مؤثره بنتازون در هکتار ضمن کنترل مناسب اویارسلام زرد (*Cyperus esculentus.*) خسارت جدی بر پیاز برجا گذاشت(۳). محققان زیادی پاسخ‌های متفاوتی از پیاز و اویارسلام ارغوانی را در تیمار با بنتازون گزارش کرده اند (۱۶ و ۲۰)، بنابراین برای رسیدن به خاصیت انتخابی بنتازون در پیاز نیاز به تحقیقات بیشتری در زمینه بهینه‌سازی زمان و مقدار مصرف می‌باشد.

اویارسلام ارغوانی همه ساله خسارت جبران ناپذیری در کشت های پائیزه در جنوب استان کرمان (منطقه جیرفت) به کشاورزان وارد می‌کند. علف‌کش‌هایی (گُل و سوپرگالانت) که درحال حاضر در این منطقه استفاده می‌شوند کارآیی لازم را جهت کنترل این علف‌هرز نداشته و نتیجه رضایت بخشی حاصل نمی‌شود. بنابراین کشاورز مجبور به انجام چندین مرحله وجین می‌باشد که با توجه به هزینه بالای کارگری و عدم رعایت اصول مدیریتی در دوره بحرانی چندان کارساز نمی‌باشد. عدم کنترل اویارسلام ارغوانی در مزارع پیاز به دلیل داشتن اندام زیرزمینی گسترده، بالا بودن هزینه‌های وجین دستی و وقت‌گیر بودن آن، ضرورت تحقیق در این زمینه را دو چندان نموده است، بنابراین اجرای این آزمایش به منظور یافتن علف‌کش و یا علف‌کش‌های مناسب و هم‌چنین زمان مناسب مصرف آن‌ها جهت مبارزه با این علف‌هرز مشکل‌ساز ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال های زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی جنوب کرمان (جیرفت) با طول جغرافیائی ۵۷ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و عرض جغرافیائی ۲۸ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی، ۶۲۷ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. جیرفت دارای آب و هوای گرم و نیمه خشک با زمستان‌های معتدل و تابستان گرم وخشک با متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۰ میلی متر، ماکزیمم درجه حرارت ۴۸ درجه سانتی‌گراد و مینیمم درجه حرارت چهار درجه سانتی‌گراد که در بعضی از سال‌ها بندرت به ۲- درجه سانتی‌گراد می‌رسد و رطوبت نسبی صفر تا ۶۵ درصد می‌باشد. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل:

۱- متریبوزین (سنکور WP ۸۰ درصد) به میزان ۵۰۰ گرم در هکتار قبل از انتقال نشاء بصورت پیش رویشی،

۲- اکسی فلورفن(گُل) ۲۴٪ EC به میزان دو لیتر در هکتار پس از استقرار کامل پیاز بصورت پس رویشی

۳- اگزادیازون (رونستار) ۱۲٪EC به میزان ۳ لیتر در هکتار بصورت پیش رویشی + اکسی فلورفن(گُل) ۲۴٪ EC به میزان ۲ لیتر در هکتار بصورت پس رویشی

۴- پندیمتالین (استامپ) ۳۳٪ EC به میزان ۳ لیتر در هکتار بصورت پیش رویشی و قبل از انتقال نشاء

۵- اگزادیازون (رونستار) ۱۲٪EC به میزان۳ لیتر در هکتار بصورت پس‌رویشی بعد از استقرار کامل نشاء

۶- اگزادیازون (رونستار) ۱۲٪EC به میزان۳ لیتر در هکتار بصورت پیش‌رویشی + بنتازون (بازاگران) ۴۸٪ SL به میزان ۳ لیتر در هکتار بصورت پس رویشی

۷- اکسی فلورفن ۲۴٪ EC (گل) ۱/۵ لیتر در هکتار به صورت تقسیط شده در دو مرحله به میزان ۰/۷۵ لیتر، در مرحله اول یک هفته بعد از انتقال نشاء و مرحله دوم سه هفته بعد

۸- پندیمتالین (پرول) ۴۵/۵٪ CS بصورت پیش رویشی به میزان ۳ لیتر در هکتار

۹- وجین دستی،

۱۰- عدم کنترل علف‌های هرز (شاهد)،

پس از انتخاب محل اجرای طرح، جهت مشخص نمودن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اقدام به عملیات آماده‌سازی زمین، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری، از نقاط مختلف مزرعه نمونه‌برداری انجام شدکه نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱- داده‌های آب و هوایی ایستگاه هواشناسی جیرفت در مدت اجرای آزمایش طی سال‌های ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷

Table 1- The weather data of Jiroft meteorological Station during experiment in 2017 and 2018

ماه Month	دما Temperature						میانگین رطوبت (درصد) Humidity average (%)		میزان بارندگی (میلی متر) Precipitation(mm)	
	کمترین Minimum °C		بیش‌ترین Maximum °C		میانگین Average °C					
	سال ۱۳۹۷ 2018	سال ۱۳۹٦ 2017	سال ۱۳۹۷ 2018	سال ۱۳۹٦ 2017	سال ۱۳۹۷ 2018	سال ۱۳۹٦ 2017	سال ۱۳۹۷ 2018	سال ۱۳۹٦ 2017	سال ۱۳۹۷ 2018	سال ۱۳۹٦ 2017
شهریور September	28.1	27.9	42	40.4	35	34.2	27	29	0	0
مهر October	23.1	23.8	35	36.9	29.1	30.4	30	45	0	0
آبان November	17.8	17.3	28	30.2	22.9	23.7	41	42	47.7	0
آذر December	12	9.4	23.5	24	17.7	15.4	50	43	3.7	6.3
دی January	10.5	9.1	21.6	22	16	15.6	51	46	1.4	0.6

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 2- Physical and chemical characteristics of field soil

خصوصیات فیزیکی Physical properties			
رس (درصد) Clay (%)	شن ریز (درصد) Fine sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	بافت خاک Soil texture
12	69.5	18.5	لوم شنی Sandy loam

خصوصیات شیمیایی Chemical properties					
پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	نیتروژن (درصد) N (%)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) ECe (dS/m)	pH
2.1	7.5	0.48	0.48	2.23	7.4

هر کرت شامل چهار جوی و پشته به طول شش متر بود، فاصله ی فاروها ۵۰ سانتی‌متر، روی هر پشته چهار ردیف پیاز کشت گردید (مطابق با عرف منطقه). تاریخ انتقال نشاء به زمین اصلی دوم مهرماه بود. رقم مورد کاشت ریوبراوو[1] از شرکت نانهمز که جزء ارقام زودرس و روز کوتاه می‌باشد، بود. آبیاری به روش قطره ای صورت گرفت و نیاز کودی براساس نتایج آزمایش خاک انجام شد، اعمال علف‌کش‌ها با سمپاش پشتی لانس دار مدل ماتابی (Matabi) (مجهز به نازل شره‌ای با فشار دو بار با حجم پاشش ۳۵۴ لیتر آب در هکتار) در زمان‌های معین انجام شد. کلیه علف‌های هرز به غیر از اویارسلام ارغوانی در تمامی تیمارها با وجین دستی حذف شد تا اثرات تیمارها دقیق‌تر مطالعه شود. تراکم اویارسلام در کوادرات ثابت ۰/۵ × ۰/۵ متر در هرکرت در مرحله‌ی تشکیل سوخ (۴۵ روز بعد از نشاء) و وزن خشک اندام‌های زیرزمینی (تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در پایان فصل با جداسازی، شستشوی اندام‌های زیرزمینی (ریشه، غده و ریزوم) و قرار دادن در آون از همین کوادرات‌ها ثبت شد. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک اویارسلام ارغوانی، در مرحله‌ی تشکیل سوخ با استفاده از کوادرات ۰/۵ × ۰/۵ متر نمونه‌برداری انجام شد و نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و توزین شدند. در انتهای فصل رشد با انتخاب دو خط میانی از هر کرت آزمایشی، عملکرد و متوسط وزن غده اندازه‌گیری وتعیین شدند. داده‌های جمع آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS و تجزیه و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel ver.2013 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس

1- Rio bravo

آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد، اثر سال و علف‌کش بر تراکم، وزن خشک اندام هوایی و زیرزمینی اویارسلام ارغوانی، عملکرد و متوسط وزن سوخ پیاز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده پیاز و اویارسلام ارغوانی

Table 3- Variance analysis of for measured traits of onion and *Cyperus rotundus*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) وزن خشک اندام زیرزمینی اویارسلام ارغوانی *Cyperus rotundus* Underground dry weight	وزن خشک اندام هوایی اویارسلام ارغوانی *Cyperus rotundus* Shoot dry weight	تراکم اویار سلام ارغوانی *Cyperus rotundus* Density	متوسط وزن سوخ پیاز Average of onion bulb weight	عملکرد پیاز Onion Yield
سال (Year)	1	43.112**	513.922**	88.817**	78554.017**	1809.614**
تکرار (r)× سال Rep.(r) ×year	4	2.157*	1.433*	3.983*	534.975*	13.878*
تیمار (Treatment(t	18	1330.231**	1957.113**	1507.424**	275587.594**	3387.207**
تیمار (t)× سال Treatment(t)×year	18	1.833*	8.168**	3.409*	1565.891**	24.639**
خطا (Error)	72	1.212	1.873	1.705	590.124	9.119
ضریب تغییرات (cv)		4.264	6.202	5.715	6.326	6.281

** اختلاف بسیار معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد و n.s عدم اختلاف معنی‌دار.

** significant at 1% probability levels,* significant at 5% probability levels, n.s No significant difference

تراکم اویارسلام ارغوانی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، علف‌کش‌های مختلف اثر معنی داری بر تراکم اویارسلام ارغوانی در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد، تیمار کاربرد علف کش اگزادیازون (پیش‌رویشی)+ بنتازون پس‌رویشی پس از تیمار وجین دستی کم ترین تعداد اویارسلام را در واحد سطح (دو عدد) و تیمار شاهد (عدم‌کنترل) بیش‌ترین تراکم را داشت و ۹۶ درصد تراکم اویارسلام را نسبت به تیمار شاهد (عدم‌کنترل) کاهش داد (جدول ۴). کاربرد علف‌کش اگزادیازون به‌صورت پیش‌رویشی و به دنبال آن مصرف علف‌کش بنتازون پس‌رویشی باعث کاهش شدید تراکم اویارسلام ارغوانی می‌گردد و فرصت ظهور و استقرار را از اویارسلام ارغوانی می‌گیرد. در بررسی‌های پاروال و سینگ (۱۹۹۳) بیش‌ترین میزان کنترل علف‌های هرز سلمک، آناغالیس (*Anagallis arvensis*)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*)، اویارسلام و مرغ (*Cynodon dactylon* L.) (۶۹/۳-۷۷/۴ درصد) از تیمار اگزادیازون به میزان یک کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار به همراه یک‌بار وجین دستی ۴۵ روز بعد از نشاءکاری بدست آمد (۱۷).

وزن خشک اندام زیرزمینی (ریشه، غده و ریزوم) اویارسلام ارغوانی

علف‌کش‌های مختلف بر وزن خشک اندام‌های زیرزمینی اویارسلام ارغوانی در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶و ۹۸-۱۳۹۷ اثر معنی داری داشتند (جدول ۵). بررسی مقایسه میانگین روش‌های مختلف مدیریت بر وزن خشک اندام زیرزمینی اویارسلام ارغوانی در جدول ۵ نشان داده شده است. بر این اساس تیمار کاربرد علف‌کش اگزادیازون (پیش‌رویشی)+ بنتازون پس‌رویشی پس از تیمار وجین دستی کمترین وزن خشک اندام زیرزمینی اویارسلام ارغوانی (۵/۶ گرم) داشت و وزن خشک اندام زیرزمینی اویارسلام را نسبت به تیمار شاهد (عدم-کنترل) به میزان ۹۰ درصد کاهش داد. تأثیر مناسب علف‌کش‌های مذکور بر روی اویارسلام ارغوانی مانع رشد و تکثیر اندام‌های زیرزمینی و در نتیجه کاهش وزن خشک این اندام‌ها گردید.

جدول ٤- اثر علف‌کش‌های مختلف بر تراکم اویارسلام ارغوانی

Table 4- The Effect of different herbicides on *Cyperus rotundus* L. density

تیمار **Treatment**	تراکم اویارسلام (تعداد در متر مربع) ***Cyperus rotundus* L. density(no/m^2)**		
	سال اول **First year**	سال دوم **Second year**	میانگین **Mean**
T1	27^{d}	22^{d}	23^{d}
T2	19^{e}	17^{f}	18^{f}
T3	31^{cb}	28^{b}	30^{b}
T4	22^{ed}	17^{f}	20^{fe}
T5	31^{dc}	28^{cb}	30^{b}
T6	3^{f}	2^{g}	2^{g}
T7	29^{c}	26^{c}	28^{c}
T8	22^{d}	19^{e}	21^{e}
T9	0^{g}	0^{h}	0^{h}
T10	58^{a}	56^{a}	57^{a}
LSD	2.54	1.89	1.53

در هر ستون، تیمارهایی که حداقل در یک حروف مشترکند اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

Within each column, the same letter indicates no significant differences among treatments ($P < 0.05$). Data are the means of replicate experiments.

T_1: متریبوزین، T_2:اکسی فلورفن(گُل)، T_3:اگزادیازون (رونستار)+ اکسی فلورفن(گُل)، T_4: پندیمتالین(استامپ)، T_5:اگزادیازون (رونستار)،T_6:اگزادیازون (رونستار) + بنتازون (بازاگران)، T_7: دوبار کاربرد اکسی فلورفن ، T_8: پندیمتالین (پرول)، T_9:وجین دستی و T_{10}: عدم کنترل (شاهد).

T_1: Metribuzin, T_2: Oxyfluorfen (goal), T_3: Oxadiazon (ronstar) + Oxyfluorfen (goal), T_4: Pendimethalin (stomp), T5 Oxadiazon (ronstar), T_6: Oxadiazon (ronstar) + Bentazone (basagran), T_7: double application of Oxyfluorfen, P_8: Pendimethalin (Prol), T_9: Hand weeding and T_{10}: control.

جدول ٥- اثر علف‌کش‌های مختلف بر وزن خشک اندام زیرزمینی اویارسلام ارغوانی

Table 5- The effect of different herbicides on *Cyperus rotundus* L. underground dry weight

تیمار **Treatment**	وزن خشک اندام زیرزمینی اویارسلام ارغوانی (گرم) ***Cyperus rotundus* L. underground dry weight(gr)**		
	سال اول **First year**	سال دوم **Second year**	میانگین **Mean**
T1	26.14^{de}	28.08^{d}	27.11^{d}
T2	26.42^{dc}	27.48^{ed}	26.95^{d}
T3	24.64^{de}	26.65^{ed}	25.65^{e}
T4	28.33^{c}	30.51^{c}	29.42^{c}
T5	30.42^{b}	32.06^{cb}	31.24^{b}
T6	5.24^{f}	6.09^{f}	5.66^{f}
T7	24.26^{e}	25.85^{e}	25.05^{e}
T8	31.70^{b}	33.13^{b}	32.41^{b}
T9	0^{g}	0^{g}	0^{g}
T10	52.55^{a}	56.80^{a}	54.68^{a}
LSD	1.98	1.78	1.29

در هر ستون، تیمارهایی که حداقل در یک حروف مشترکند اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

Within each column, the same letter indicates no significant differences among treatments ($P < 0.05$). Data are the means of replicate experiments.

T_1: متریبوزین، T_2:اکسی فلورفن(گُل)، T_3:اگزادیازون (رونستار)+ اکسی فلورفن(گُل)، T_4: پندیمتالین(استامپ)، T_5:اگزادیازون (رونستار)،T_6:اگزادیازون (رونستار) + بنتازون (بازاگران)، T_7: دوبار کاربرد اکسی فلورفن ، T_8: پندیمتالین (پرول)، T_9:وجین دستی و T_{10}: عدم کنترل (شاهد).

T_1: Metribuzin, T_2: Oxyfluorfen (goal), T_3: Oxadiazon (ronstar) + Oxyfluorfen (goal), T_4: Pendimethalin (stomp), T5 Oxadiazon (ronstar), T_6: Oxadiazon (ronstar) + Bentazone (basagran), T_7: double application of Oxyfluorfen, P_8: Pendimethalin (Prol), T_9: Hand weeding and T_{10}: control

وزن خشک اندام هوایی اویارسلام ارغوانی

نتایج نشان داد اثر علف‌کش‌های مختلف بر وزن خشک اندام هوایی اویارسلام ارغوانی در هر دو سال از نظر آماری معنی‌داری بود (جدول۶). براساس نتایج مقایسه میانگین تیمار کاربرد علف‌کش اگزادیازون (پیش‌رویشی)+ بنتازون پس‌رویشی پس از تیمار وجین دستی کمترین وزن خشک اندام هوایی اویارسلام ارغوانی (۴/۱ گرم) را داشت (جدول ۵) و وزن خشک اندام هوایی اویارسلام را نسبت به تیمار شاهد (عدم‌کنترل) به میزان ۹۴ درصد کاهش داد. برخی مطالعات نشان داده است که مصرف بنتازون جهت کنترل اویارسلام و خارخسک (*Tribulus terrestris*) در بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) باعث خشک شدن کامل اویارسلام ارغوانی شد اما نتوانست مانع از رشد مجدد آن شود و کنترل بهتر و مناسب‌تر اویارسلام از سه بار مصرف بنتازون به میزان ۱/۵کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار بدست آمد (۱۲). خادپوری و جاوال (۲۰۰۷) نشان دادند که علف‌کش اگزادیازون، تراکم و وزن خشک اویارسلام ارغوانی در مزرعه پیاز کاهش داد، بنابراین بطور مطلوب موجب کنترل این علف هرز گردید (۱۱). در بررسی تأثیر علف‌کش اگزادیازون و اکسی فلورفن بر کنترل اویارسلام ارغوانی، نتایج نشان داده است کمترین میزان زیست توده و تراکم آن مربوط به تیمار وجین دستی و بیش ترین مربوط به تیمار شاهد بود و علف‌کش اگزادیازون به صورت پیش کاشت و به دنبال آن مصرف اکسی فلورفن بصورت پس‌رویشی سبب کاهش شدید زیست توده و تراکم اویارسلام در مقایسه با سایر تیمارها شدند (۱۹).

جدول ٦- اثر علف‌کش‌های مختلف بر وزن خشک اندام هوایی اویارسلام ارغوانی

Table 6- The effect of different herbicides on *Cyperus rotundus* L. shoot dry weight

تیمار Treatment	وزن خشک اندام هوایی اویارسلام (گرم در متر مربع) *Cyperus rotundus* L. shoot dry weight (gr/m^2)		
	سال اول First year	سال دوم Second year	میانگین Mean
T1	19.87^c	26.53^d	23.20^c
T2	15.17^d	21.83^e	18.5^f
T3	15.63^d	23.57^e	19.6^{fe}
T4	24.83^b	29.76^c	27.30^c
T5	8.63^e	14.53^f	11.58^g
T6	1.83^f	6.37^g	4.1^h
T7	17.07^d	24^e	20.53^e
T8	26.43^b	34.03^b	30.23^b
T9	0^f	0^h	0^i
T10	61.96^a	69.33^a	65.65^a
LSD	2.30	2.40	1.60

در هر ستون، تیمارهایی که حداقل در یک حروف مشترکند اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

Within each column, the same letter indicates no significant differences among treatments (P < 0.05). Data are the means of replicate experiments.

T_1: متریبوزین، T_2:اکسی فلورفن(گُل)، T_3:اگزادیازون (رونستار)+ اکسی فلورفن(گُل)، T_4:پندیمتالین(استامپ)، T_5:اگزادیازون (رونستار)،T_6:اگزادیازون (رونستار) + بنتازون (بازاگران)، T_7: دوبار کاربرد اکسی فلورفن ، T_8: پندیمتالین (پرول)، T_9:وجین دستی و T_{10}:عدم کنترل (شاهد).

T_1: Metribuzin, T_2: Oxyfluorfen (goal), T_3: Oxadiazon (ronstar) + Oxyfluorfen (goal), T_4: Pendimethalin (stomp), T5 Oxadiazon (ronstar), T_6: Oxadiazon (ronstar) + Bentazone (basagran), T_7: double application of Oxyfluorfen, P_8: Pendimethalin (Prol), T_9: Hand weeding and T_{10}: control

متوسط وزن سوخ پیاز

نتایج تجزیه واریانس اثر علف‌کش‌های مختلف بر متوسط وزن سوخ پیاز در دو سال در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، اثر علف‌کش‌های مختلف و سال زراعی بر متوسط وزن سوخ از نظر آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین در جدول ۷ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج تیمارهای کاربرد علف‌کش اگزادیازون پیش‌رویشی+ بنتازون پس رویشی (۷۳۲/۹۷گرم) پس از تیمار وجین دستی (۷۶۸/۴۳ گرم) بیش ترین متوسط وزن پیاز (سوخ) را دارا بودند افزایش میانگین وزن سوخ در این تیمار به دلیل افزایش کارایی علف‌کش در کنترل اویارسلام ارغوانی بود، بنابراین متوسط وزن پیاز افزایش یافته است. نتایج حاکی از آن است، علف‌های‌هرز به طور جدی وزن سوخ را تحت تأثیر قرار داده و عملکرد را کاهش می‌دهند. کنترل مؤثر علف‌های‌هرز منجر به افزایش مواد غذایی قابل دسترس برای محصول می‌شود و در نتیجه

منجـر بـه افـزایش وزن سـوخ و عملکـرد مـی‌گـردد (۱۵). خوخـار و همکاران (۲۰۰۶) طی دو سـال ارزیـابی روش‌هـای مـدیریت تلفیقـی علف‌های هرز پیاز در پاکستان گزارش کردند، بیش‌ترین متوسـط وزن پیاز مربوط به تیمار کاربرد علف‌کش پندیمتالین+ وجین دستی بود که با تیمار کاربرد علف‌کش اگزادیازون+ وجین‌دستی اختلاف معنی داری نداشتند و در یک گـروه آمـاری قـرار گرفتنـد (۱۰). غفـور (۲۰۰۴) در بررسی مدیریت تلفیقی علف های هرز در واریتـه‌هـای مختلـف پیـاز، بیش‌ترین متوسط وزن سوخ را در تیمارهای کـاربرد علـف‌کـش‌هـای اگزادیازون و پندیمتالین گزارش کرد (۴).

جدول ۷- اثر روش‌های مختلف مدیریت بر متوسط وزن سوخ (پیاز)

Table 7- The effect of different herbicides on average of bulb weight

تیمار Treatment	متوسط وزن پیاز (سوخ) (گرم) Average of bulb weight (gr)		
	سال اول First year	سال دوم Second year	میانگین Mean
T1	227.33[gh]	181.33[g]	204.33[g]
T2	354.77[d]	302.00[e]	328.38[e]
T3	510.63[b]	447.66[c]	479.15[c]
T4	248.47[gf]	198.66[g]	223.57[g]
T5	285.13[ef]	239.00[f]	262.07[f]
T6	800.27[a]	665.66[b]	732.97[b]
T7	322.67[ed]	242.33[f]	282.50[f]
T8	439.10[c]	349.00[d]	394.05[d]
T9	826.87[a]	710.00[a]	768.43[a]
T10	186.10[h]	142.00[h]	164.05[h]
LSD	55.319	20.316	28.455

در هر ستون ، تیمارهایی که حداقل در یک حروف مشترکند اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

Within each column, the same letter indicates no significant differences among treatments ($P < 0.05$). Data are the means of replicate experiments.

T_1: متریبوزین، T_2:اکسی فلورفن(گُل)، T_3: اگزادیازون (رونستار)+ اکسی فلورفن(گُل)، T_4: پندیمتالین(استامپ)، T_5: اگزادیازون (رونستار)،T_6:اگزادیازون (رونستار) + بنتازون (بازاگران)، T_7: دوبار کاربرد اکسی فلورفن ، T_8: پندیمتالین (پرول)، T_9: وجین دستی و T_{10}: عدم کنترل (شاهد).

T_1: Metribuzin, T_2: Oxyfluorfen (goal), T_3: Oxadiazon (ronstar) + Oxyfluorfen (goal), T_4: Pendimethalin (stomp), T5 Oxadiazon (ronstar), T_6: Oxadiazon (ronstar) + Bentazone (basagran), T_7: double application of Oxyfluorfen, P_8: Pendimethalin (Prol), T_9: Hand weeding and T_{10}: control

عملکرد پیاز

اثرات علف‌کش و سال زراعـی بـر عملکـرد پیـاز از نظـر آمـاری معنی‌دار بود (جدول ۸). نتایج نشان داد که تیمـار کـاربرد علـف‌کـش اگزادیازون (پیش رویشی)+ بنتازون پس رویشی پس از تیمـار وجـین دستی (۸۷/۹۰ تن در هکتار) بیش ترین عملکـرد پیـاز (۷۹/۵۸تـن در هکتار) را دارا بود (جدول ۸). عملکرد بالای ایـن تیمـار ممکـن اسـت نتیجه تراکم و وزن خشک کمتر اویارسلام ارغوانی باشد (جدول‌هـای ۴ و ۵). به نظر مـی‌رسـد ایـن ترکیـب تیمـاری ضـمن کنتـرل مـؤثر اویارسلام ارغوانی و عدم ایجاد شوک حاصل از علف‌کش بنتازون بـر روی گیاهچه‌های پیاز در اوایل فصل رشـد، تعـادل رقـابتی و شـرایط استفاده از منابع (مواد غذایی، نور و رطوبت ...) را به نفع گیاه زراعـی تغییر داده و نهایتاً باعث افزایش عملکرد در واحد سطح شد و در تیمار شاهد (عدم کنترل) چون به علف‌هرز تا آخر فصل داشت اجـازه رشـد داده شد باعث کاهش شـدید عملکـرد گردیـد. خوخـار و همکـارانش (۲۰۰۶) طی دو سال ارزیابی روش‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز پیاز در پاکستان گزارش کردند که کاربرد علف‌کش اگزادیازون دو روز پس از انتقال نشاء به همراه یک‌بار وجین دستی۶۰ روز پس از انتقـال نشاء کم‌ترین تراکم و زیست توده علف‌های هرز و بیشـترین عملکـرد پیاز را دارا بودند (۱۰).

مقایســه عملکــرد اقتصــادی پیــاز تحــت تــأثیر تیمارهــای آزمایش

بررسی اقتصادی تیمارهای مختلف کنترل اویارسـلام ارغـوانی در مزارع پیاز (جدول ۹) نشان داد، بیش‌تـرین هزینـه‌کـرد بـرای کنتـرل اویارسلام ارغوانی مربوط به تیمار وجین‌دسـتی (۵۲/۵۰۰/۰۰۰ هـزار ریال) می‌باشد. متوسط تعداد کارگر برای یک هکتار (۳۵ نفـر روز) بـا متوسط حقوق هر نفر روز (۵۰۰ هزار ریـال) طـی سـه مرحلـه وجـین دستی محاسبه گردید که تقریبـاً ۱۱ برابـر تیمـار ترکیـب علـف‌کـش اگزادیازون و بنتازون (۴/۸۰۰ هزار ریال) می‌باشد. با این که بیش‌ترین عملکرد در واحد سطح از تیمار وجین دستی حاصل شد ولی بـه دلیـل

هزینه بالای نیروی کارگری درآمد خالص آن با کسر سایر هزینه‌های مربوط به کشت کاهش می‌یابد. بنابراین صرفه اقتصادی آن نسبت به تیمار ترکیب علف‌کش اگزادیازون و بنتازون کم‌تر می‌باشد. بنابراین تیمار ترکیب علف‌کش اگزادیازون و بنتازون بهترین روش کنترل از لحاظ ارزش افزوده می باشد. با توجه به افزایش و توسعه سطح زیرکشت پیاز در طی چند سال اخیر در منطقه و انجام ۳ تا ۴ مرحله وجین دستی در کل دوره رشد و نمو پیاز، اقتصادی نیست. لذا می‌توان استفاده از علف‌کش‌های مناسب را به عنوان راه‌کاری جایگزین جهت کاهش هزینه‌ها و کاهش نیروی کارگری در پیاز توصیه نمود.

جدول ۸- اثر علف‌کش‌های مختلف بر عملکرد پیاز

Table 8- The effect of different herbicides on onion yield

تیمار Treatment	عملکرد پیاز (تن در هکتار) Onion yield (T/Ha)		
	سال اول First year	سال دوم Second year	میانگین Mean
T1	22.47^{f}	15.16^{e}	18.81^{f}
T2	57.38^{c}	47.26^{c}	52.32^{c}
T3	50.67^{d}	38.43^{d}	44.55^{d}
T4	44.46^{e}	33.30^{d}	38.88^{e}
T5	50.56^{d}	36.20^{d}	43.38^{d}
T6	88.67^{b}	70.50^{b}	79.58^{b}
T7	55.88^{c}	48.13^{c}	52.01^{c}
T8	60.02^{c}	46.99^{c}	53.51^{c}
T9	93.90^{a}	81.90^{a}	87.90^{a}
T10	11.66^{g}	7.96^{f}	9.81^{g}
LSD	4.88	5.46	3.53

در هر ستون ، تیمارهایی که حداقل در یک حروف مشترکند اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

Within each column, the same letter indicates no significant differences among treatments ($P < 0.05$). Data are the means of replicate experiments.

T_1: متریبوزین، T_2:اکسی فلورفن(گُل)، T_3:اگزادیازون (رونستار)+ اکسی فلورفن(گُل)، T_4:پندیمتالین(استامپ)، T_5:اگزادیازون (رونستار)،T_6:اگزادیازون (رونستار) + بنتازون (بازاگران)، T_7:دوبار کاربرد اکسی فلورفن ، T_8:پندیمتالین (پرول)، T_9:وجین دستی و T_{10}:عدم کنترل (شاهد).

T_1: Metribuzin, T_2: Oxyfluorfen (goal), T_3: Oxadiazon (ronstar) + Oxyfluorfen (goal), T_4: Pendimethalin (stomp), T5 Oxadiazon (ronstar), T_6: Oxadiazon (ronstar) + Bentazone (basagran), T_7: double application of Oxyfluorfen, P_8: Pendimethalin (Prol), T_9: Hand weeding and T_{10}: control

جدول ۹- مقایسه عملکرد اقتصادی پیاز تحت تأثیر تیمارهای آزمایش در یک هکتار پیاز کشت پائیزه

Table 9- The comparison of economic onion yield under experimental treatments in autumn cultivation of onion per hectare

تیمار Treatment	متوسط عملکرد پیاز طی دو سال آزمایش (تن در هکتار) Average of onion yield in experiment two years (ton/ha)	متوسط قیمت خرید تضمینی هر کیلو گرم پیاز طی دو سال آزمایش (هزار ریال) Average of guaranteed purchase price per onion kg in experiment two years (1000 Rls)	متوسط درآمد کل طی دو سال آزمایش (هزار ریال) Average of Total Income in experiment two years (1000 Rls)	متوسط هزینه کرد تیمارها طی دو سال آزمایش (هزار ریال) Average of cost of treatments over experiment two years (1000 Rls)	متوسط سود ناخالص طی دو سال آزمایش (هزار ریال) Average of Net Profit During experiment two years (1000 Rls)
T1	18.81	3.3	62,073	1,500	60,573
T2	52.32	3.3	172,656	2,000	170,656
T3	44.55	3.3	147,015	4,600	142,415
T4	38.88	3.3	128,304	3,000	125,304
T5	43.38	3.3	143,154	2,600	140,554
T6	79.58	3.3	262,614	4,800	257,814
T7	52.01	3.3	171,633	2,400	169,233
T8	53.51	3.3	176,583	2,900	173,683
T9	87.9	3.3	290,070	52,250	237,820
T10	9.81	3.3	32,373	0	32,373

T_1 متریبوزین، T_2:اکسی فلورفن(گُل)، T_3:اگزادیازون (رونستار)+ اکسی فلورفن(گُل)، T_4:پندیمتالین(استامپ)، T_5:اگزادیازون (رونستار)،T_6:اگزادیازون (رونستار) + بنتازون (بازاگران)، T_7:دوبار کاربرد اکسی فلورفن ، T_8:پندیمتالین (پرول)، T_9:وجین دستی و T_{10}:عدم کنترل (شاهد).

T_1: Metribuzin, T_2: Oxyfluorfen (goal), T_3: Oxadiazon (ronstar) + Oxyfluorfen (goal), T_4: Pendimethalin (stomp), T5 Oxadiazon (ronstar), T_6: Oxadiazon (ronstar) + Bentazone (basagran), T_7: double application of Oxyfluorfen, P_8: Pendimethalin (Prol), T_9: Hand weeding and T_{10}: control

نتیجه‌گیری

اویارسلام ارغوانی همه ساله خسارت جبران ناپذیری در کشت های پائیزه پیاز به کشاورزان جنوب کرمان وارد می‌کند. علف‌کش‌هایی (اکسی فلورفن و سوپرگالانت) که درحال حاضر در این منطقه استفاده می‌شوند، کارآیی لازم را جهت کنترل این علف‌هرز نداشته و نتیجه رضایت بخشی حاصل نمی‌شود. بنابراین کشاورز مجبور به انجام چندین مرحله وجین می‌باشد که با توجه به هزینه بالای کارگری و عدم رعایت اصول مدیریتی در دوره بحرانی چندان کارساز و اقتصادی نمی‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که ترکیب علف‌کش‌ها می‌تواند یک راهکار مؤثر در جهت افزایش اثربخشی آن‌ها باشد. همان‌طور که نتایج دو سال نشان داد، کم‌ترین تراکم (۲ بوته در متر مربع) و زیست توده اویارسلام ارغوانی (۵/۶۶ گرم) و بیش‌ترین عملکرد پیاز (۷۹/۵۸ تن در هکتار) از تیمار علف‌کش اگزادیازون (پیش رویشی)+ بنتازون (پس‌رویشی) بدست آمد. از آنجا که علف‌کش بنتازون بر روی گیاهچه‌های پیاز تا قبل از مرحله‌ی سه تا چهار برگی گیاه‌سوزی ایجاد می‌کند تااین مرحله از رشد چنان‌چه مدیریتی اعمال نگردد، اویارسلام ارغوانی به خوبی استقرار یافته و کنترل آن با استفاده از علف‌کش بنتازون بسیار سخت می‌شود، لذا کاربرد علف‌کش اگزادیازون بصورت پیش رویشی تا این مرحله از رشد پیاز که محدودیت کاربرد بنتازون داریم علاوه بر کنترل و عدم استقرار اویارسلام ارغوانی و خسارت و گیاه‌سوزی ناشی از کاربرد زودهنگام بنتازن بر روی پیاز را رفع نموده و کنترل مطلوبی در طول دوره رشد ایجاد می‌نماید. لذا این ترکیب، کنترل مطلوبی از علف هرز اویارسلام ارغوانی را که یک علف هرز جدی و سمج در مزارع پیاز می‌باشد نشان داد که کاملاً مؤثر و قابل توصیه است.

منابع

1- Anonymous. 2018. Statistics on agriculture (2016-2017 Crop year) .Ministry of Jihad-e- agriculture, department of planning & economic affairs, information and communication technology center. Volume 1.page 75. (In persian)
2- Babaei nejad B., Rostami M., and Dadkhah A.R. 2017. The effect of mechanical and chemical weed control on the yield of onion (*Allium cepa* L.) seedlings cultivated fall in Hormozgan province. Weed Search Journal 8(2): 79-91.
3- Das T.K., and Yaduraju N.T. 2008. Effect of soil solarization and crop husbandry practices on weed species competition and dynamics in soybean-wheat cropping system. Indian Journal of Weed Science 40 (1&2): 1-5.
4- Ghaffoor A. 2004. Integrated weed management in different varieties of onion (*Allium cepa* L.). Pakistan Journal of Weed Science Research 10(1-2): 55-62.
5- Herrmann Ch., Margaret M., Goll A., Phillippo C.J., and Zandstra B.H. 2017. Post emergence Weed Control in Onion with Bentazon, Flumioxazin, and Oxyfluorfen. Weed Science. Soc. Am1-12.
6- Holm L.G., Plucknett D.L., Pancho J.V., and Herberger J.P. 1977. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Malabar, FL: Krieger Publishing. pp. 125–133.
7- Hossein panahi F., Hosseini S.A., Pouramir F., and Nasiri mahalati M. 2009. Evaluation of purple nutsedge control in potato field. Iranian Journal of Agricultural Research 8(5): 812-817.
8- Jordan-Molero J.E., and Stoller E.W. 1978. Seasonal development of yellow and purple nutsedges (*Cyperus esculentus and C. rotundus*) in Illinois. Weed Science 26: 614-618.
9- Karimi M.I., Hassan G., Ishfaq khan M., Ahmad khan I., and Bibi S. 2012. The impact of chemical and non-chemical weed control methods on weeds dynamics and on the yield of onion (*Allium cepa L.*). Pakistan Journal of Weed Science Research 18(2): 255-263.
10- Khokhar K.M., Mahmood T., Shakeel M., and Farooq Chaudhry M. 2006. Evaluation of integrated weed management practices for onion in Pakistan. Crop Protection 25: 968–972.
11- Khthepuri J.V., and Jawale S. 2007. Weed management in irrigated Onion under plane zone of western mahashtra. Madras Agricultural Journal 94: 127-130.
12- Lifshitz N., Gur Y., shlevin E., and Alon Y. 1976. The use of Bentazon for the control of *Cyperus rotundus* and *Tribulus terrestris* in peanuts and of Ammi species in onions. Phytoparasitica 4(2): 150-1.
13- Mahzari S., Baghestani M.A., Shirani raad A.H., Nasiri M., and Omrani M. 2012. Combined Mechanico-Chemical Management of Weed Control (*Echinochloa crus-galli* L.) and nutsedge (*Cyperus diformis* L.) in Rice. Journal of Crop Ecophysiology (Agricultural Sciences) Volume 6. 4(24): 441-454. (In Persian)
14- Malik Y.S., Singh K.P., and Pandita M.L. 1981. Chemical weed control studies on onion. Annual conf. Indian Soc. Weed Science.32.
15- Marwat K.B., Gul B., Saeed M., and Hussain Z. 2005. Efficacy of different herbicides for controlling weeds in onion in higher altitudes. Pakistan Journal of Weed Science Research 11(1&2): 61-68.
16- Peachey E., Felix J., and Boydston R.A. 2008. Dry bulb onion tolerance to sequential applications of bentazon applied to control yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) in the Pacific Northwest. Proc. Weed science .Soc. Am

48: 33

17- Porwal M.K., and Singh M.M. 1993. Effect of nitrogen and weed management on onion. Indian journal of Agronomy 38(1): 74-77.

18- Ransom C.V., Rice C.A., and Ishida J.K. 2004. Yellow Nutsedge Competition in Dry Bulb Onion Production.Yellow nutsedge competition in dry bulb onion production. Oregon State University, Malheur experiment station, special report 1055.pp.97-99.

19- Sanjeev A., Sandhu K.S., and Ahuja S. 2003. Weed management through the use of herbicides in cabbage–onion relay cropping system. Ann. Biology 19: 27–30.

20- Smith R. 2007. Dry Bulb Onion Weed Control Studies. Monterey, CA: University of California Cooperative Extension.

21- Yazdani kaouchoei N., and Alam zade Ansari V.N. 2009. Effect of oxyflurfen and oxadiazone herbicides on weed control In the onion production season (*Allium cepa* L.). 6th Horticultural Science Conference, Rasht, University of Guilan. (In persian)

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 125-136

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۳۶-۱۲۵

Evaluation of Chemical Control of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in Onion (*Allium cepa* L.) Fields in South Kerman

F. Rafiee Sarbijan Nasab[1]*- H.R. Mohammad Dost Chamanabad[2]- A. Aein[3]- M.T. Al-ebrahim[4]- A. Asghari[5]

Received: 27-11-2019
Accepted: 28-01-2020

Introduction: Onion *(Allium cepa* L.*)* is one of the most important vegetables (with 2.305 million tons production) in Iran. Onion cultivation area of southern Kerman is 5732 hectares and this region is ranked first for onion production (307 thousand tons of production) in Iran. Onion growth and yield are significantly reduced by weed competition. Among the dominant weeds in onion fields at southern Kerman, *Cyperus rotundus* is one of the most important and problematic weeds. The slow growth of onion in the early stage, causes a significant yield loss due to the competition. *C. rotundus* is a perennial weed of the Cyperaceae family spreading quickly throughout the extensive underground system and tuber, with high ability to compete. This weed can decrease the average onions yield by 23 – 84%. Application of herbicides is the most prevalent weed control method in onion fields. Oxyfluorfen, and haloxyfop-r-methyl ester, are the commonly used herbicides for *C. rotundus* control in onion fields at southern Kerman. Therefore, the objective of this study was to investigate the effects of different herbicides on this weed.

Materials and Methods: This experiment was conducted in Agricultural and Natural Resources research and Education Center, Jiroft, southern Kerman, during 2017-2018 and 2018-19. The experiment was carried out in randomized complete block design with three replications. The experiment treatments included: T1- Metribuzin (Sencor) 80% WP 500 gr.ha^{-1}, T2- Oxyfluorfen(goal) EC24%, 2 lit.ha^{-1}, T3- Oxadiazon (ronstar) EC 12% 3 lit.ha^{-1} + Oxyfluorfen(goal) EC24%, 2 lit.ha^{-1}, T4- Pendimethalin (stomp) EC33% ,3 lit.ha^{-1}, T5 Oxadiazon (ronstar) EC 12% 3 lit.ha^{-1}, T6- Oxadiazon (ronstar) EC 12% 3 lit.ha^{-1} + Bentazon (bazageran) SL48% 3 lit.ha^{-1}, T7- Oxyfluorfen(goal) EC24% at 1/5 lit.ha^{-1} two stages by 0.75 lit.ha^{-1}, (one week after transplanting and three weeks afterwards), T8- Pendimethalin (prowl) CS 45.5% 3 lit.ha^{-1}, T9- hand weeding and T10- control (no control). Other weeds except *C. rotundus* were hand-removed during the season. The herbicides were applied using a Matabi sprayer with delivering 354 L ha^{-1} at 2 bar spray pressure. *C. rotundus* shoot and underground organs dry weight, density, average of bulb weight and onion yield were measured. Statistical analysis was carried out using SAS ver.9.1 software and the comparison of means was undertaken based on the LSD test.

Results and Discussion: The combined analysis of variance showed that the effect of treatment was significant on shoot and underground organs dry weight and density of *C. rotundus*, mean onion weight of bulb and yield, and reduced dry weight and density of *C. rotundus* and increased the onion yield. Among the chemical treatments, the combined application of Oxadiazon (Ronstar) as pre emergence followed by application of Bentazon (Bazageran) as post emergence (Treatment 6), decreased the density, underground and shoot dry weight of *C. rotundus* by 96.89 and 93% relative to the control, respectively. The highest onion yield was obtained from the mentioned treatment and increased the onion yield by 87% with respect to the control.

Indeed, the combined application of these two herbicides in different growth stages of weeds and onion, was able to resolve the limitations of separate application of these herbicides leading to the most effective control of *C. rotundus*.

Conclusion: The results of this experiment show that the combination of herbicides can be an effective strategy to increase their effectiveness. The combined application of Oxadiazon (Ronstar) EC 12% at 3 lit.ha^{-1} as pre emergence + Bentazon (Bazageran) SL48% at 3 lit.ha^{-1} as post emergence was the most effective treatment after hand-weeding on purple nutsedge management and increasing the onion yield. Therefore, the mentioned treatment is recommended to control of *C. rotundus* in transplanting cultivation of onion in autumn farming in

1- Ph.D. in Weed Science, Plants Protection Expert, South of Kerman Agricultural Jihad Organization, Jiroft
(*- Corresponding Author Email: faramarz.rafiee@gmail.com)
2, 4 and 5- Associate Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil
3- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Department, South of Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft

south of Kerman Provence.

Keywords: Bentazon herbicide, Bulb, Oxadiazon herbicide, Yield

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 137-144

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۴۴-۱۳۷

مقاله کوتاه علمی-پژوهشی

بررسی اثرات دگرآسیبی عصاره آبی اندام‌های مختلف گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* L.) بر خصوصیات جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* mill.)

آرمین آزادی[1]- رضا صدرآبادی حقیقی[2]- حسین حمامی[3*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶

چکیده

به منظور بررسی اثرات دگرآسیبی عصاره آبی اندام‌های مختلف گوش‌بره بر جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه تحقیقات علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آزمایش شامل ۲ عامل اندام‌های گوش بره در ۴ سطح (ریشه، ساقه، برگ و گیاه کامل بدون گل‌آذین) و غلظت‌های عصاره آبی در ۱۱ سطح (۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ درصد) بود. نتایج آزمایش نشان داد که غلظت عصاره آبی بطور معنی‌داری بر تمامی صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اثر داشت. نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که بین عصاره اندام‌های مختلف گوش‌بره در اثرگذاری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و زیست توده کل اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، عصاره آبی، میانگین زمان جوانه‌زنی

مقدمه

امروزه با توجه به سرعت رشد جمعیت، مدیریت مناسب عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی نظیر علف‌های هرز که در میان عوامل زیستی محدود کننده تولید بیشترین تاثیر را داشته بسیار ضروری می‌باشد (۳). با توجه به مشکلات روش‌های مختلف مدیریت علف‌های هرز استفاده از روش هایی که کمترین اثر منفی را بر محیط داشته باشد مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته است (۳ و ۵). آگاهی از گیاهان دارای توان دگرآسیبی علاوه بر اینکه می‌تواند منجر به تولید علف‌کش‌های طبیعی شود، از طریق مدیریت بهتر علف‌های هرز دارای توان دگر آسیبی می‌تواند منجر به افزایش بیشتر محصول شود (۱). با توجه به هجوم گیاه گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* L.) به زمین‌های کشاورزی و بویژه زمین‌هایی که شخم زده شده و پس از مدتی رها شده‌اند و یا در واقع آیش گذاشته شده‌اند به نظر می‌رسد بررسی اثر حضور این گیاه بر محصولات اقتصادی و استراتژیک نظیر گوجه فرنگی ضروری می‌باشد. بنابراین این مطالعه با هدف بررسی اثر عصاره آبی گیاه گوش بره بر خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای گوجه‌فرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه و بررسی اثرات آللوپاتی اندام‌های مختلف گوش‌بره بر جوانه‌زنی بذرهای گوجه‌فرنگی در طی مطالعه آزمایشگاهی در آزمایشگاه تحقیقات علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار انجام شد. عامل اول شامل اندام‌های مختلف گوش بره در چهار سطح (ریشه، ساقه، برگ و گیاه کامل بدون گل آذین) و عامل دوم شامل غلظتهای عصاره آبی در ۱۱ سطح (صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ درصد) بود. به منظور تهیه عصاره آبی گوش‌بره، نمونه‌های گیاه گوش بره در انتهای دوره رشد در شهریور ماه سال ۱۳۹۳ از مزارع آلوده در منطقه سفید سنگ فریمان جمع‌آوری شدند. پس از جمع آوری گوش بره از مزرعه ابتدا ریشه، ساقه، برگ و نیز گیاه کامل

---

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت و استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: Hhammami@Birjand.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v34i1.75331

بدون گل‌آذین (قبل از گلدهی گیاهان جمع‌آوری شدند) به صورت جداگانه در سایه خشک و سپس به کمک آسیاب پودر شدند.

به منظور تهیه محلول مادر ۱۰ گرم از پودر هر قسمت از گیاه با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردیده و ۱۲ ساعت بر روی شیکر قرار داده شدند. پس از ۷۲ ساعت محلول‌ها دوباره و این بار به مدت ۲ ساعت بر روی شیکر قرار داده شدند و سپس از کاغذ صافی (واتمن شماره ۱) عبور داده شدند. محلول مادر به عنوان غلظت ۱۰ درصد و آب مقطر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد و غلظت‌های مورد نیاز از محلول مادر با رقیق‌سازی بوسیله آب مقطر تهیه شدند (۹).

به منظور جلوگیری از آلوده شدن بذور داخل پتری‌ها به قارچ‌ها و عوامل میکروبی دیگر، از بذور گوجه‌فرنگی استاندارد رقم سی اچ فلات تولید توسط شرکت یکان بذر که بوسیله قارچ کش بنومیل تیمار شده بود استفاده گردید. بذرها درون پتری‌دیش‌هایی با قطر ۱۱ سانتی‌متر به تعداد ۲۵ بذر در هر پتری روی یک لایه کاغذ صافی قرار داده شدند. سپس مقدار ۶ میلی‌لیتر از محلول آماده شده به هر یک از پتری‌دیش‌ها اضافه شده و پتری‌دیش‌ها به درون ژرمیناتور با یک دوره دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ساعت و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت در تاریکی، به ترتیب با رطوبت نسبی ۴۵ و ۶۵ درصد، منتقل شدند. از روز بعد از شروع آزمایش، شمارش بذور جوانه‌زده شروع شده (هر ۲۴ ساعت) و تا زمانی که در سه شمارش متوالی افزایش جوانه‌زنی مشاهده نشد ادامه یافت. نهایتاً، پس از اتمام شمارش بذور جوانه زده، اقدام به اندازه‌گیری طول ریشه چه و ساقه‌چه تشکیل شده در هر پتری‌دیش به وسیله کاغذ میلی متری شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شده و وزن خشک گیاهچه‌ها به وسیله ترازویی با دقت ده هزارم توزین شد. از داده‌های به دست آمده درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر محاسبه شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های وزن خشک گیاهچه‌ها، داده‌ها به میلی‌گرم تبدیل شد. برای آنالیز آماری از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که غلظت عصاره‌ها بر تمامی صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گوجه‌فرنگی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، قوه نامیه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و زیست توده کل معنی‌دار بود (جدول ۱). مشابه این نتایج برای صفاتی همچون درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی در مورد اثرات دگرآسیبی عصاره‌های اندام‌های مختلف کرچک بر روی گیاه انگلی سس توسط سیدی و همکاران (۸) گزارش شده است. این محققین رابطه متغیری را برای غلظت‌های مختلف مشاهده کردند و این مطلب نشان‌دهنده حساسیت زیاد واکنش‌های گیاهان به غلظت مواد دگرآسیب است بطوری‌که در برخی از غلظت‌ها (غلظت های بالاتر) حتی افزایش معنی‌دار برخی از این صفات مشاهده می‌شود (۸). گزارش‌های دیگری نیز نشان‌دهنده اثرات معنی‌دار عصاره آبی جو وحشی، چچم، پیر گیاه و گل گندم بر درصد جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم بود. البته میزان تاثیر به شدت وابسته به غلظت بود (۴). اندام‌های مختلف گیاه گوش بره اثرات معنی‌داری بر صفاتی همچون قوه نامیه، طول ریشه‌چه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه، و همچنین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نشان دادند. در حالی‌که عصاره اندام‌های مختلف گوش‌بره اثرات معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و زیست توده کل نداشتند. این تفاوت در واکنش‌ها در مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است (۴ و ۸). عصاره آبی چچم و گل گندم در غلظت‌های ۵۰ درصد موجب افزایش معنی‌دار در طول کولئوپتیل گندم رقم مارون شد. در حالی که در مورد ارقام الوند، روشن، زاگرس، طبسی، کویر، ماهوتی و هیرمند این غلظت‌ها اثرات منفی بر رشد کولئوپتیل را نشان دادند (۴). نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که اثرات متقابل غلظت عصاره در نوع اندام گیاهی منبع عصاره آللوپات به جز در مورد طول ساقه‌چه و زیست توده کل در مورد بقیه صفات معنی‌دار بود. جدول ۲ مقایسه میانگین صفات در غلظت‌های مختلف عصاره گوش بره در گوجه‌فرنگی را نشان می‌دهد. در مورد درصد جوانه‌زنی، تا غلظت پنجم اختلافی مشاهده نشد و همچنین اختلافی بین غلظت‌های هفتم، هشتم و نهم مشاهده نشد. در غلظت‌های ششم و دهم اختلاف‌ها با تمامی غلظت‌های دیگر معنی‌دار بود. کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی سس در حضور غلظت های مختلف عصاره آبی ساقه، ریشه، برگ و کل گیاه کرچک مشاهده شد (۸). این مطالعه همچنین نشان داد که عصاره آبی برگ و ساقه بیشترین اثر منفی را بر درصد جوانه‌زنی در مقایسه با عصاره آبی ریشه و کل گیاه داشت. کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی شاهی و تربچه به ترتیب در حضور غلظت‌های بیشتر از ۵۰ درصد و ۷۰ درصد عصاره اندام‌های گیاه سنبل ختایی[1] مشاهده شد (۷). نتایج روف فرد و امیدبیگی (۷) همسو با نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش غلظت عصاره دارای خاصیت دگر آسیبی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی می شود. اروجی و همکاران (۶) نیز نشان دادند که عصاره اندام‌های مختلف آفتابگردان باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی سلمه‌تره و تاج‌خروس گردید.

1- *Angelica archangelica* L.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی و گیاهچه گوجه‌فرنگی در حضور اندام‌های گوش بره

Table 1- Analysis of variance of trial germination and seedling of tomato in the presence of giradol organs

منابع تغییرات Source of variation	درصد جوانه زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	میانگین زمان جوانه‌زنی Means of germination time	قوه نامیه Vigor	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Shoot length	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه Root length to Shoot length ratio	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	زیست توده کل Whole biomass
غلظت Concentration	5976.76 ***	67.8411 ***	8.02743 ***	*** 219.336	*** 81.6332	*** 24.1987	1.92241 ***	0.000023 ***	0.000576 ***	0.001161 ***
اندام گیاه Plant organism	36.100 NS	0.28897 NS	0.24920 NS	*** 4.02520	*** 4.57049	NS 0.12071	0.47714 ***	0.0000055 ***	0.0000562 ***	0.000056 NS
غلظت* اندام گوش بره C*PO	264.322 ***	3.21786 ***	0.61104 ***	*** 1.17473	*** 0.29315	NS 0.07187	0.05759 ***	*** 0.00000059	0.0000257 ***	NS 0.0002595
خطا Error	54.100	52.976	0.11146	0.37636	0.07474	0.04926	0.00439	0.00000005	0.00000031	0.0002189
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variance (%)	9.543	13.002	7.789	10.072	7.979	5.641	8.514	3.487	4.520	24.99

*** معنی‌داری در سطح احتمال یک دهم درصد می‌باشد.

NS عدم معنی‌داری می‌باشد.

*** significant different at the 0.1% probability level

NS no significant different at the 0.1% probability level

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی و گیاهچه گوجه‌فرنگی در غلظت‌های مختلف عصاره گوش‌بره

Table 2- Mean comparison of trial germination and seedling of tomato in the presence of giradol organs

صفات Trials	غلظت Concentration											
	شاهد	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	LSD
درصد جوانه‌زنی Germination percent	96 ^{a}	94 ^{a}	93.25 ^{a}	94 ^{a}	92.75 ^{a}	95.25 ^{a}	82 ^{b}	58.5 ^{dc}	43.5 ^{e}	65 ^{c}	56.5 ^{d}	6.807
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	7.6112 ^{a}	5.7558 ^{c}	7.6084 ^{a}	7.5265 ^{a}	7.6417 ^{a}	7.4156 ^{a}	6.6851 ^{b}	3.6190 ^{de}	2.4677 ^{f}	3.9920 ^{d}	3.6417 ^{e}	0.6736
میانگین زمان جوانه‌زنی Means of Germination time	5.4100 ^{a}	4.4052 ^{c}	3.5136 ^{e}	3.5975 ^{e}	3.4748 ^{e}	3.7153 ^{de}	4.0034 ^{d}	4.8706 ^{b}	5.2587 ^{a}	4.8945 ^{b}	5.1280 ^{ab}	0.3090
قوه نامیه Vigor	10.6760 ^{a}	10.8016 ^{a}	10.0053 ^{b}	9.9844 ^{b}	8.5566 ^{c}	7.3135 ^{d}	5.4626 ^{e}	3.2397 ^{f}	2.1913 ^{g}	2.1460 ^{g}	1.2088 ^{h}	0.5677
طول ریشه‌چه Root length (mm)	6.61021 ^{a}	6.60625 ^{a}	6.30000 ^{b}	5.76875 ^{c}	4.67500 ^{d}	3.46250 ^{e}	2.15000 ^{f}	1.96250 ^{fg}	1.75625 ^{g}	0.93125 ^{h}	0.64875 ^{i}	0.2530
طول ساقه‌چه Shoot length (mm)	5.53690 ^{a}	5.54750 ^{a}	5.28500 ^{b}	4.87500 ^{c}	4.56375 ^{d}	4.21250 ^{e}	3.90375 ^{f}	3.54875 ^{g}	3.23125 ^{h}	2.51250 ^{i}	1.66250 ^{j}	0.2054
نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه Root length to Shoot length ratio	1.19465 ^{a}	1.19359 ^{a}	1.19381 ^{a}	1.18365 ^{a}	1.02470 ^{b}	0.82318 ^{c}	0.55140 ^{d}	0.55313 ^{d}	0.54499 ^{d}	0.35658 ^{e}	0.31027 ^{e}	0.0613
وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight (g)	0.00775 ^{a}	0.00774 ^{a}	0.00746 ^{b}	0.00748 ^{b}	0.00721 ^{c}	0.00618 ^{d}	0.00584 ^{e}	0.00540 ^{f}	0.00522 ^{g}	0.00503 ^{g}	0.00444 ^{h}	0.0002
وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight (g)	0.01811 ^{a}	0.01807 ^{a}	0.01768 ^{ab}	0.01744 ^{b}	0.01689 ^{c}	0.01556 ^{d}	0.01577 ^{d}	0.00825 ^{e}	0.00525 ^{f}	0.00437 ^{g}	0.00433 ^{g}	0.005
وزن گیاهچه Seedling weight (g)	0.025421 ^{a}	0.02575 ^{a}	0.02514 ^{ab}	0.02492 ^{b}	0.02412 ^{c}	0.03345 ^{d}	0.02161 ^{d}	0.01365 ^{e}	0.01045 ^{f}	0.00940 ^{g}	0.00877 ^{g}	0.0137

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح یک درصد است.

Same letters in each row showed not significant different at the 1% probability level

جدول ۳- مقایسه میانگین داده‌های وزن خشک در غلظت‌های مختلف عصاره گوش بره در گوجه فرنگی
Table 3- Mean comparison of tomato dry weight in different giradol organs

	اندام گیاهی Plant organs				
صفات Trials	برگ Leaf	ریشه Root	ساقه shoot	کل گیاه Total plant	LSD
درصد جوانه‌زنی Germination percent	77.8 [a]	75.8 [a]	76.9 [a]	77.8 [a]	4.3048
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	5.6567 [a]	5.4861 [a]	5.5790 [a]	5.6711 [a]	0.4260
میانگین زمین جوانه‌زنی Means of Germination time	4.3752 [a]	4.3250 [a]	4.2517 [a]	4.1953 [a]	0.1954
قوه نامیه Vigor	5.9468 [b]	6.5641 [a]	5.8872 [b]	5.9656 [b]	0.3591
طول ریشه‌چه Root length (mm)	3.2315 [a]	3.3115 [a]	3.2315 [a]	3.3115 [a]	0.1600
طول ساقه‌چه Shoot length (mm)	3.8845 [a]	3.9970 [a]	3.8920 [a]	3.8920 [a]	0.1299
نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه Root length to Shoot length ratio	0.71935 [b]	0.94198 [a]	0.71826 [b]	0.73454 [b]	0.0388
وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight (g)	0.005923 [c]	0.006689 [a]	0.006298 [b]	0.005900 [c]	0.0001
وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight (g)	0.012265 [b]	0.013378 [a]	0.012770 [b]	0.010645 [c]	0.0003
وزن گیاهچه Seedling weight (g)	0.018548 [a]	0.020066 [a]	0.019068 [a]	0.021230 [a]	0.0087

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح یک درصد است.
Same letters in each row showed not significant different at the 1% probability level less significant difference test

کاهش درصد جوانه‌زنی در نتیجه اعمال مواد آللوشیمیایی موجود در اندام‌های گیاهان دارای خاصیت دگرآسیبی ممکن است به علت افزایش پراکسیده شدن لیپیدهای غشای سلول‌های این گیاهان (گیاهان تحت تاثیر مواد دگرآسیب) باشد که می‌تواند باعث افزایش زوال و نابودی غشای سلول شده و در نهایت منجر به از بین رفتن آنها شود (۲). در مورد سرعت جوانه‌زنی روند جالبی مشاهده شد بطوری‌که غلظت‌های مختلف عصاره آبی به جز غلظت دهم (آخرین غلظت) موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی شد. این وضعیت ممکن است به دلیل ایجاد پتانسیل‌های اسمزی مختلف در نتیجه افزودن عصاره‌ها باشد. در غلظت دهم ممکن است غلظت آن قدر بالا باشد (به دلیل اثرات بازدارنده اثر ایجاد پتانسیل ها از بین برود) که دیگر اثر مثبتی نداشته باشد. نتایج سیدی و همکاران (۸) و روف فرد و امیدبیگی (۷) در مورد اثر مواد دگرآسیب نشان داد که سرعت جوانه‌زنی با افزایش غلظت کاهش یافت در حالی که نتایج این مطالعه نشان داد که با وجود کاهش درصد جوانه‌زنی اما سرعت جوانه‌زنی افزایش یافته است. در مورد میانگین زمان جوانه‌زنی نیز روند جالبی مشاهده می‌شود. در غلظت‌های پایین میانگین زمان جوانه‌زنی از شاهد (غلظت اول) نیز بیشتر است. در مورد سایر صفات شامل قوه نامیه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن کل گیاهچه تولیدی، با افزایش غلظت روند کاهشی مشاهده شد. جدول ۳ مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر اندام‌های مختلف گوش بره را بر خصوصیات جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی در حضور عصاره اندام‌های مختلف نشان می‌دهد. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تاثیر نوع اندام‌های گیاهی گوش بره قرار نگرفت در حالی که بقیه صفات تحت تاثیر نوع عصاره قرار گرفتند. وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر نوع عصاره قرار گرفتند. در حالی‌که مجموع وزن گیاهچه تحت تاثیر قرار نگرفت. به نظر می‌رسد با توجه به تأثیرگذاری مختلف اندام‌ها، اثرگذاری‌ها طوری بوده که همدیگر را خنثی کرده‌اند. بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که عصاره ریشه گوش‌بره کمترین تأثیر را نسبت به عصاره سایر اندام‌ها بر خصوصیات جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی داشت. علت این امر می‌تواند این باشد که اندام‌های گیاه گوش بره در مراحل آخر رشد برداشت شده و برای تهیه عصاره مورد استفاده قرار گرفتند. بنابراین به نظر می‌رسد در این مرحله به علت آنکه دانه‌ها و بطور کلی اندام‌های هوایی به عنوان یک مقصد قوی برای کلیه مواد تولیدی

گیاه مانند مواد دگرآسیب عمل می‌کنند، سبب کاهش غلظت این مواد در اندام ریشه و حرکت بیشتر این مواد به سمت اندام‌های هوایی می‌شوند (۱، ۸، ۹ و ۱۰).

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش اثرات عصاره‌های آبی بر جوانه‌زنی و خصوصیات گیاهچه گوجه‌فرنگی در محیط پتری‌دیش نشان داد که غلظت عصاره آبی بطور معنی‌داری بر تمامی صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اثر دارد. نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که بین عصاره اندام‌های مختلف گوش‌بره در اثرگذاری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و زیست توده کل اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که مدیریت مناسب علف‌هرز گوش‌بره قبل از کشت و طی دوران رشد گوجه‌فرنگی می‌تواند منجر به جوانه‌زنی بیشتر و سبز شدن یکنواخت‌تر مزرعه شده و در نهایت تولید کننده را جهت دستیابی به عملکرد مطلوب‌تر یاری کند.

منابع

1- Blum U. 2014. Plant-Plant Allelopathic Interactions II Laboratory Bioassays for Water-Soluble Compounds with an Emphasis on Phenolic Acids. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. Pp 322.

2- Bogatek R., Gniazdowska A., Zakrzewska W., Oracz K., and Gawro ński S.W. 2006. Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth. Biologia Plantarum 50: 156-158.

3- Ghorbani R., Rashed Mohasel M.H., Hosseini A., Mosavi K., and Haj Mohammadnia ghalibaf K. 2009. Sustanable weed management. Publishers University of Mashhad.

4- Kiarostami Kh. 2003. Allelopathy effect of some weeds on germination and growth of different cultivars of wheat. Pajouhesh and Sazandgi 66: 61-73. (In Persian with English abstract)

5- Li Y., Sun Z., Zhuang X., Xu L., Chen S., and Li M. 2003. Research progress on microbial herbicides. Crop Protection 22: 247-252.

6- Orouji K., Khazaei H.R., Rashed Mohasel M.H., Ghorbani R., and Azizi M. 2008. Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and initial growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and common lambsquarter (*Chenopodium album*). Journal of Plant Protection 22: 119-128. (In Persian with English abstract)

7- Raoof fard F., and Omidbeigi R. 2011. The survey of allelophathic characteristic shoot of Angelica (*Angelica archangelica*) herb plant. Journal of Horticultural Science 25(3): 261-266. (In Persian with English abstract)

8- Seyyedi S.M., Rezvani Moghaddam P., Shahriari R., Azad M., and Jafari L. 2014. Allelopathy effect of aqueous extract and duration decay of sunflower (*Helianthus annus*) organs on decreasing seed germination and seedling growth of dodder (*Cuscuta campestris*). Journal of Agroechology 6(1): 1-10. (In Persian with English abstract)

9- Seyyedi S.M., Rezvani Moghaddam P., Shahriari R., and Azad M. 2015. Effect of allelophathy different organs of Castor bean (*Ricinus communis*) on decreasing seed germination and seedling growth of dodder (*Cuscuta campestris*). Journal of Agroechology 7(2): 156-167. (In Persian with English abstract)

10- XuanT.D., Shinkichi T., Khanh T.D., and Chung I.M. 2005. Biological control of weeds and plant pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy: An overview. Crop Protection 24: 197-206.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 1, Spring 2020, P. 137-144

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۴۴-۱۳۷

The Investigation of Allelopathic Effects of Aqueous Extract of Different Parts of the Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) on Seed Germination of Tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.)

A. Azadi[1]- R. Sadrabadi Haghighi[2]- H. Hammami[3]*

Received: 17-09-2018
Accepted: 27-11-2019

Introduction: In recent years, food production known as a main challenge for increasing human population. Along with the development of agricultural systems, weed management practices have been developed to sustainable management. Allelopathy is the biochemical interaction of inhibition and promotion within plants or micro-organisms. Allelopathy considered as a mechanism of some plants was proposed firstly by Molish in 1937. Allelopathy has a broad application prospects in increasing crop production, plant protection, and biological control. There are many known allelochemicals: water soluble organic acid, straight-chain alcohols, aliphatic series, aldehydes, ketones, simple unsaturated lactone, long-chain fatty acids, multi-alkyne, naphthoquinone, anthraquinone acid, quinone compound, simple phenols, benzoic acid and its derivatives, cinnamic acid and its derivatives, coumarin, flavonoids, tannins, terpenoids, steroids, amino acids, peptides, alkaloids, cyanohydrin, sulfide, glucosinolates, nucleotides. While phenolic acids and the terpenoid compounds are more common types. Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) known as an invasive annual summer plant that belongs to Ephorbiaceae family. Giradol not only can reduce the crop productivity by competition for light, water and nutrient mineral but also can decrease crop growth and productivity as it has the phenolic components such as tannins, saponins, cumarins, phenylpropanoid glycosides, and flavonoids. Thus, it may have allelopathic effects. Giradol have been reported in the wide range of fields in Khorasan Razavi province. This study was conducted for determining allelopathic effects of Giradol on tomato as the main crop being cultivated in Khorasan Razavi province.

Materials and Methods: In order to evaluate allelopathic effects of Giradol on seed germination of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.), this study was conducted in weed research lab of Ferdowsi University of Mashhad on the basis of a Completely Randomized Design (CRD) with factorial arrangement with 4 replications in 2014. The treatments consisted of Giradol organs at 4 levels (root, stem, leaf and total plant without inflorescence) and their aqueous extract concentrations at 11 level (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10%). The plant organs were harvested from Fariman in the summer of 2014. The samples were carefully washed and then dried. The sample were ground and 10 g for each sample was added to 100 ml distilled water. The samples were shacked for 12 h, and the shaking process was done again after 72 h. The extracts were passed through the filter paper. The stoke solutions were diluted. Then, 6 ml from each extract was added to each experimental unit. The petri dishes were placed in a germinator at 25/15°C in 45/65% relative humidity with a 16/8 h day/night regime, respectively. The measuring traits were germination percent, germination rate, means of germination time, vigor, and root length, shoot length, root length to shoot length ratio, root dry weight, shoot dry weight, and seedling weight.

Results and Discussion: The result of this experiment showed that concentration of aqueous extract had a significant effect on germination percent, germination rate, means of germination time, vigor, and root length, shoot length, root length to shoot length ratio, root dry weight, shoot dry weight and seedling weight at 0.1% probability. Same results have been reported by Seyyedi et al (8) for allelopathic effect of castor bean organs on germination percent, germination rate and means of germination time of dodder. The variation response of different concentration of castor bean aqueous extract on germination of seeds dodder has been reported. The result of this experiment also showed that germination percent, germination rate, means of germination time, shoot length and root length had no significant effects by the type of plant organs whereas other trials showed significant effects. Generally, the leaf and stem water extracts had the highest negative effects on germination

1 and 2- M.Sc. Student and Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran, respectively.
3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, South Khorasan Province, Birjand, Iran
(*- Corresponding Author Email: hhammami@Birjand.ac.ir)

percent compared to the root and whole plant Giradol extracts. The same results reported by Rooffard and Omidbeigi (7) on the influence of extract concentration on the germination percent.

Conclusion: The results showed that the concentration of the aqueous extract significantly affects the germination and seedling growth. Furthermore, the extract of different organs adversely influences the germination percentage, germination rate, mean of germination time, and shoot length. It seems that proper management of Giradol weeds before and during tomato growth can lead to higher germination and more uniform plant emergence and finally can be of help for enhancing crop yield.

Keywords: Aqueous extract, Germination percent, Germination rate, Means of germination time

Contents

Relative Production of Lipase and Chitinase Enzymes Isolated from Cyst Nematode in Sugar Beet *in Vitro* 13
A. Soleimani - E. Mahdikhani-Moghadam- H. Rouhani

The Combined Effect of Plant Extracts and Vermicompost on Some of the Biological Characteristics of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) 32
R. Sedaghat Baf - M.A. Samih - H. Zohdi - M. Zarabi

Cold Storage Possibilities of Pupae and Adults of a Parasitoid Wasp, *Bracon hebetor* Say 46
A. Afshari - E. Hamzehpour Chenari- A. Iraji

Evaluation of Kaolin in Control of *Panonychus ulmi* in Apple Orchards of Iran 53
M. Arbabi - Gh.A. Akbarzadeh Shokat- H. Karbalaei Khiavi- M.S. Imami- H. Kamali- H. Farazmand

Effect of Mycorrhizal (*Glomus mosseae*) and Mycorrhizal- like (*Piriformospora indica*) Fungi on Seedling Growth of Wheat and Some Weed Species 65
G. Ahmadvand - M. Dehghanan - E. Zand

The Effect of Magnetized Water on the Efficacy of Nicosulfuron, Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.) 80
M. Jamshidi – A. Ghanbari– M. Rastgoo

Comparison of Growth and Phenological Development of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) Ecotypes 97
S. Bazyar - M. Diyanat

Modeling the Germination Timing of Bishop's Weed (*Ammi majus* L.) in Response to Temperature 111
M.R. Moradi-Telavat - S.A. Siadat- A. Derakhshan- S. Safarkhanzadeh

Interaction Effect between Nozzle Type and Application Time of Day on the Efficacy of Paraquat to control Velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus.) 132
A. Aliverdi - M. Sharifi

Evaluation of Chemical Control of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in Onion (*Allium cepa* L.) Fields in South Kerman 136
F. Rafiee Sarbijan Nasab - H.R. Mohammad Dost Chamanabad - A. Aein - M.T. Al-ebrahim- A. Asghari

The Investigation of Allelopathic Effects of Aqueous Extract of Different Parts of the Giradol (*Chrozophora tinctoria* L.) on Seed Germination of Tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.) 144
A. Azadi - R. Sadrabadi Haghighi - H. Hammami

Plant Protection

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol . 34 No. 1 2020

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.

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