



همسانه‌سازی، تنوع ژنتیکی ژن رمزکننده پروتئین پوششی و تعیین زیرگروه‌های نژادی جدایه‌های ویروس موزائیک خیار در مزارع طالبی شهرستان ورامین

مجید جعفری^{۱*} - سمیه قلی زاده روشنق^۲ - شاهین نوری نژاد زرقانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۴

چکیده

منطقه ورامین واقع در جنوب تهران یکی از مراکز مهم تولید خربزه و طالبی است. اخیراً تغییر در جمعیت ویروس‌های کدوئیان گزارش شده است. از این رو، به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ویروس موزائیک خیار و بررسی تغییر احتمالی جمعیت این ویروس در مزارع طالبی مناطق ورامین، پیشوا و پاکدشت، ۱۳۲ نمونه‌ی برگ‌ی طی سالهای ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ با علائم مشکوک به آلودگی ویروسی شامل موزائیک، پسیک و بدشکلی برگ و نیز کوتولگی گیاه جمع‌آوری شد. آلودگی ۵۹ نمونه از کل نمونه‌ها (۴۴/۶۹ درصد) به CMV توسط آزمون الایزا تعیین شد که نشان دهنده میزان آلودگی بالای گیاهان طالبی نمونه‌برداری شده از مزارع مورد مطالعه است. از نمونه‌های الایزا مثبت، آران‌ای کل استخراج و ژن پروتئین پوششی به همراه بخشی‌هایی از اطراف آن طی RT-PCR تکثیر شد. برای تعیین زیرگروه‌های جدایه‌های جمع‌آوری شده، محصولات RT-PCR با استفاده از آنزیم *MspI* (*HpaII*) برش داده شدند که در اثر آن قطعاتی به اندازه‌های ۳۳۵ و ۵۳۷ جفت باز تولید شدند. بر این اساس جدایه‌های جمع‌آوری شده در این مطالعه در گروه I قرار گرفتند. ژن CP در چهار جدایه که بر اساس فاصله مکانی انتخاب شده بودند به حامل pTG19-T متصل و در میزبان *Escherichia coli* همسانه‌سازی شد. نتایج تعیین توالی، وجود جایگاه برشی آنزیم *MspI* را در موقعیت یاد شده تأیید کرد. چهار جدایه‌ی تعیین توالی شده در این پژوهش، ۹۹-۱۰۰ درصد در سطح اسیدهای نوکلئیک و همچنین ۱۰۰ درصد در سطح آمینواسیدی با یکدیگر تشابه داشتند. میزان تشابه این جدایه‌ها با جدایه‌های از قبل گزارش شده از ایران به ترتیب ۹۳-۱۰۰ و ۹۸-۱۰۰ درصد در سطح نوکلئوتیدی و آمینواسیدی دیده شد. نتایج فیلوژنی در سطح نوکلئوتیدی و آمینواسیدی نیز نتایج RT-PCR-RFLP را تأیید نمود و مشخص شد که جدایه‌های CMV در مزارع طالبی ورامین متعلق به زیرگروه IA و جدایه‌هایی با شدت بیماری‌زایی شدید هستند.

واژه‌های کلیدی: طالبی، فیلوژنی، ورامین، ویروس موزائیک خیار، RT-PCR-RFLP

مقدمه

و II تقسیم بندی می‌شوند. از لحاظ توالی نوکلئوتیدی اعضای یک زیرگروه تشابه بالایی دارند ولی تشابه نوکلئوتیدی بین جدایه‌های متعلق به دو زیرگروه ۷۵-۷۰ درصد است بطوریکه برخی محققین معرفی دو گونه مستقل را پیشنهاد می‌کنند (۱۰). سویه‌های متعلق به زیرگروه I نیز بعدها بر اساس مقایسه نوکلئوتیدی در منطقه رمز نشده انتهای ۵' مربوط به RNA3 یا فیلوژنی مبتنی بر ژن پروتئین پوششی (CP) به دو زیرگروه IA و IB تقسیم شدند (۲۱). اعضای زیرگروه-های I و II از لحاظ توزیع در آب و هوای مختلف با هم فرق می‌کنند بطوریکه اعضای زیر گروه I در مناطق گرمسیری و اعضای زیرگروه II در مناطق سردسیری پراکنده هستند (۱۸). بررسی سویه‌های CMV با روش‌های مختلفی مانند سرولوژی (۲۶، ۲۷) مطالعات dsRNA (۱۷)، PCR-RFLP (۲۴، ۲۰) و ریزآرایه (۴) انجام شده است. روش RT-PCR-RFLP که یک روش سریع و ساده برای گروه‌بندی جدایه‌های CMV به دو زیرگروه I و II با استفاده از آنزیم‌های برشی *HpaII*، *EcoRI*، *BsuRI* (*HaeIII*) و *MluI* است (۲).

ویروس موزائیک خیار (*Cucumber mosaic virus*, CMV) به جنس *Cucumovirus* از خانواده *Bromoviridae* تعلق داشته (۱۰) و دارای دامنه میزبانی بسیار وسیع مشتمل بر بیش از ۱۰۰۰ گونه گیاهی از ۷۵ خانواده است (۱۶). بسیاری از جدایه‌های ویروس باعث ایجاد خسارت اقتصادی و علائم موزائیک در گیاهان میزبان می‌شوند. ویروس از طریق انتقال مکانیکی، از طریق شته‌های ناقل به روش ناپایا و نیز عصاره گیاهی در طبیعت انتقال می‌یابد (۱۱). این ویروس دارای سویه‌های مختلفی است. سویه‌های CMV بر اساس ویژگی-های بیولوژیکی، سرولوژیکی، فیزیکی و نیز مولکولی در دو زیرگروه I

۱- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان
(*) نویسنده مسئول: Email: majafari59@yahoo.com

۲ و ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی و استادیار گروه حشره شناسی و بیماری‌شناسی گیاهی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

ژنتیکی در ژنوم ویروس‌ها می‌شوند (Worobey and Holmes, 1999). با توجه به اهمیت بالای کشت طالبی در شهرستان ورامین و نیز وجود گزارشی مبنی بر تغییر در جمعیت ویروس موزائیک زرد کدو (قلی زاده و همکاران، ۱۳۹۵)، به منظور بررسی وجود و همچنین تغییر در جمعیت CMV در مزارع این منطقه و همچنین بررسی میزان تغییرات جمعیت این ویروس نسبت به آخرین مطالعات انجام شده در مورد CMV در منطقه ورامین و حومه این مطالعه صورت گرفت. شناسایی مولکولی، بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین زیرگروه‌های این ویروس در مزارع طالبی ورامین و بررسی تغییرات جدایه‌های شایع در آن می‌تواند اطلاعات مفیدی در ارتباط با تحقیقات شناسایی ارقام طالبی مقاوم و یا گیاهان طالبی تراریخته مقاوم به این ویروس در آینده در اختیار پژوهشگران قرار دهد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه و آزمون الیزا

مزارع خربزه و طالبی شهرستان‌های ورامین، پاکدشت، پیشوا و نیز مزارع و گلخانه‌های پردیس ابوریحان طی اردیبهشت‌ماه و خردادماه سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ مورد بازدید قرار گرفتند و نمونه‌های مشکوک به آلودگی به CMV از این مناطق جمع‌آوری شدند. به منظور شناسایی نمونه‌های آلوده به CMV از آزمون الیزا (DAS-ELISA) به روش کلارک و آدامز استفاده شد (۳). آنتی‌بادی‌های مورد استفاده (کد: AS-0929) از شرکت DSMZ آلمان تهیه شد.

استخراج RNA، واکنش RT-PCR و همسانه‌سازی

محصولات RT-PCR

استخراج ارای کل و انجام RT-PCR-RFLP به روش توصیف شده انجام شد (۲۵) و قبل از برش با آنزیم، محصولات RT-PCR با استفاده از کیت استخراج از ژل سیلیکا شرکت ترموساینترفیک کشور لیتوانی خالص‌سازی شدند. بخشی از این محصولات طبق روش پیشنهادی شرکت سیناژن به پلاسمید خطی pTG19-T الحاق شدند. تهیه سلول‌های مستعد *Escherichia coli* DH5، انتقال پلاسمید نوترکیب و استخراج پلاسمید طبق روش‌های معرفی شده توسط سمبوروک و همکاران انجام شد (۲۲). برای بررسی اندازه قطعه همسانه‌سازی شده، با توجه نقشه حامل، از آنزیم *Bam*HI استفاده شد.

تعیین توالی نوکلئوتیدی و آنالیز داده‌ها

برای تأیید درستی دی‌ان‌ای‌های اتصال داده‌شده به حامل، پلاسمیدهای نوترکیب انتخابی به شرکت ماکروژن (کره جنوبی) ارسال شدند. داده‌های نوکلئوتیدی به‌دست‌آمده از واکنش تعیین توالی

جدایه‌های متعلق به زیرگروه I در گیاهان پراکندگی بیشتری نسبت به جدایه‌های زیرگروه II دارند، به صورتی که در برخی موارد، ۸۰ درصد جدایه‌های ردیابی شده متعلق به زیرگروه I هستند و در این بین فراوانی زیرگروه IA نسبت به IB بیشتر است (۷). مطالعات نشان داده که جدایه‌های زیرگروه I اکثراً از آسیا منشأ گرفته‌اند که به آن‌ها جدایه‌های آسیایی نیز گفته می‌شود. بنابراین پیشنهاد شد که سویه‌های آسیایی در زیرگروه IB و دیگر سویه‌ها در زیرگروه IA قرار گیرند (۱۵). نتایج پژوهش‌های انجام شده به منظور تعیین جدایه‌های CMV در شمال غرب و یا غرب کشور نشان داده که هر دو زیرگروه I و II در شمال غرب کشور و زیرگروه I در غرب وجود دارند، اما جدایه‌های زیرگروه I از فراوانی بیشتری برخوردار بودند (۱۲ و ۲۵). نتایج بررسی جدایه‌ای از CMV از شیراز که عامل ایجاد موزائیک و رگرگ روشنی در تره تیزک (CMV-Ld) بود و همچنین جدایه‌ای از خیار (CMV-Cu) نشان دادند که جدایه CMV-Ld متعلق به زیرگروه II و CMV-Cu متعلق به زیرگروه IA است (۱۹). از استان‌های شمال کشور نیز سویه‌های متعلق به زیرگروه I و II گزارش شده است (۱، ۵، ۹، ۱۳). در پژوهشی بر اساس مناطق ژنومی CP، MP و 2b روی جدایه‌های CMV که از گیاهان گوجه‌فرنگی و کدوئیان مناطق مختلف آذربایجان شرقی به دست آمده بودند، نشان داد که این جدایه‌ها بر اساس CP در زیرگروه IB و IA و بر اساس 2b در زیرگروه IA قرار می‌گیرند. نتایج به دست آمده نشانگر این مطلب بود که نوترکیبی عامل مهم در افتراق جدایه‌های ایرانی است درحالی‌که همه‌ی جدایه‌های ایرانی دارای یک جد مشترک هستند (۱۳). فرزادفر و همکاران، گوجه‌فرنگی‌های آلوده به CMV از مناطق میناب، استان هرمزگان، ورامین و استان تهران را بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۲ مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی تجزیه و تحلیل فیلوژنتیکی در ناحیه‌ی ژنومی CP نشان داد که هر سه جدایه ورامین و جدایه‌های که قبلاً در شمال ایران مورد بررسی قرار گرفته بودند در زیرگروه IA، و جدایه‌های میناب در زیرگروه IB قرار گرفتند (۶). بررسی فیلوژنی ناحیه‌ی ژنومی CP جدایه‌های CMV از مزارع گوجه‌فرنگی استان‌های گیلان، خوزستان، اصفهان، تهران، خراسان رضوی در زیرگروه II و بقیه‌ی جدایه‌ها در زیرگروه I قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد که جدایه‌های ایرانی، متعلق به زیرگروه I بیشترین ارتباط فیلوژنتیکی را به یکدیگر دارند این جدایه‌ها از نظر علائم در گیاه میزبان متمایز از جدایه‌های زیرگروه II و IB است (۱). از آنجا که ویروس‌های با ژنوم RNA با استفاده از آنزیم RNA dependent RNA polymerase (RdRP) تکثیر می‌یابند و این آنزیم فاقد خاصیت تصحیح (proof reading) می‌باشد، لذا طی مراحل تکثیر ویروس، جایگزینی‌های تک نوکلئوتیدی در ژنوم آن رخ می‌دهد (Drake and Holland, 1999). بعلاوه نوترکیبی، بازآرایی (reassortment)، توزیع مجدد جهش‌های خنثی بین ژنوم‌های کاملاً یا نسبتاً نزدیک، مکانیسم‌های دیگری هستند که سبب ایجاد تنوع

توسط نرم‌افزار BioEdit مونتاژ و زیر هم چیده شدند. از نرم‌افزار Inference package (Phylip) version 3.65 استفاده شد. رس شماره‌های (Accession numbers) توالی‌های مورد استفاده در جدول ۱ ذکر شده است. برای رسم درخت‌های فیلوژنتیکی از نرم‌افزار Phylogeny گرفته.

جدول ۱- رس شماره‌ها، منشأ (کشور) و میزبان‌های جدایه‌های مختلف CMV موجود در پایگاه اطلاعات بانک ژن که در بررسی‌های فیلوژنتیکی این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است

Table 1- Accession numbers, sources (country) and hosts of different CMV isolates in NCBI that were used in this study

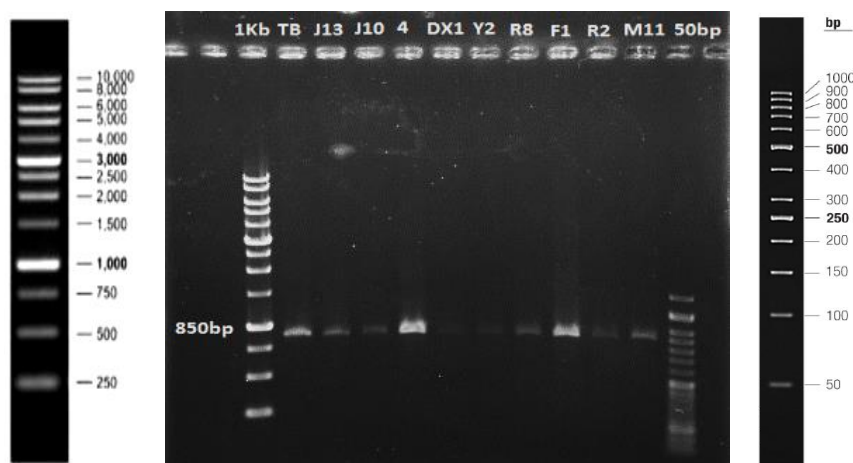
زیر گروه Sub group	سال Year	میزبان Host	کشور Country	رس شمار Accession number	جدایه یا سویه Isolate or Strain
IA	2005	<i>Cucurbita pepo</i>	Iran	DQ002881	EI2
IA	2013	<i>Cucumis sativus</i>	Iran	KF873615	Cues
IA	2005	<i>C. pepo</i>	Iran	DQ002879	DI3
IA	2005	<i>C. pepo</i>	Iran	DQ002883	FI3
IA	2012	<i>C. sativus</i>	Iran	JX025998	Sh44
IA	2013	<i>C. pepo</i>	Iran	KF873617	Csu
IA	2013	<i>C. sativus</i>	Iran	KF873618	Cud
IA	1994	<i>Cucumis melo</i>	Japan	D28487	FT
IA	2015	<i>Gladiolus dalenii</i>	India	KP713798	Glad-NBRI-4
IA	2005	<i>Lilium sp.</i>	Poland	DQ018286	Cas
IA	2006	<i>Lily longiflorum</i>	China	EF158110	CMV-BJ
IA	2007	<i>C. pepo</i>	South Korea	AB290151	LK4
IA	2009	<i>L. longiflorum</i>	South Korea	AB506800	LiCB
IA	2008	<i>Solanum tuberosum</i>	Syria	AB448695	PoCMV7-7
IA	2004	<i>C. sativus</i>	Iran	AY871069	S337
IA	2012	<i>Citrullus vulgaris</i>	Serbia	JX280942	12-449
IA	2004	<i>Cucumis melo</i>	Spain	AJ829774	MAD96/2
IA	2012	<i>C. pepo</i>	Egypt	HF545020	Behera
IA	2015	<i>C. sativus</i>	Iran	KT279565	LOR_A
IA	2014	<i>C. sativus</i>	Iran	KJ173755	Cu49
IA	1992	<i>Not reported</i>	USA	NC_001440	Fny
IA	2004	<i>C. melo</i>	Greece	AJ810265	RT06
IA	2004	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Spain	AJ829779	VAL90/1
IA	2005	<i>Nicotiana tabaccum</i>	Viet Nam	AM048830	VN-Caobang
IA	2006	<i>Not reported</i>	China	DQ873558	BG_18_4
IA	2013	<i>Vigna radiata</i>	Iran	KF873621	Mde
IA	2014	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Bulgaria	AJ810262	RT144
IA	2003	<i>Passiflora edulis</i>	Australia	AJ585521	passionfruit
IA	2009	<i>C. melo</i>	Thailand	FM999067	ML-25
IB	2012	<i>L. esculentum</i>	Iran	JX025993	Khnl
IB	2015	<i>C. melo</i>	Iran	KT279570	LOR_F
IB	2014	<i>L. esculentum</i>	Iran	KJ173753	To33
IB	2001	<i>Musa sapientum</i>	Japan	AB069971	B2
IB	2004	<i>Vanilla tahitensis</i>	French	AY861397	WP120/01
IB	2012	<i>Capsicum sp</i>	Italy	HE962480	Vir
IB	2014	<i>N. tabacum</i>	China	KJ746011	PJ9
IB	2005	<i>Musa x paradisiaca</i>	India	AM158321	UP
IB	2012	<i>N. tabacum</i>	Viet Nam	HE999621	VN-Tiengiang
IB	2014	<i>Ocimum campechianum</i>	Brazil	KM651842	Alfavaca
IB	2004	<i>chilli</i>	Thailand	AJ810259	KS44
II	2006	<i>Tagetes erecta</i>	Indian	AM396983	Indian
II	2007	<i>Solanum lycopersicum</i>	Japan	AB368501	PF
II	2007	<i>Tagetes erecta</i>	CHina	F514924	CMV-WSJ
II	2011	<i>Vinca minor</i>	USA	JF918965	100
II	1999	<i>Lupinus angustifolius</i>	Australia	AF198103	LY
II	2006	<i>Ribes rubrum</i>	Poland	DQ639763	PORZ
II	2002	<i>Alstroemeria</i>	South Korea	AJ304403	PR6A
II	2014	<i>Tulipa sp</i>	Serbia	KJ854451	13-79
II	2004	<i>unknown</i>	Netherlands	AJ810256	PV0418
		Out of group		PSV-ER U15730.1	

نتایج

نتایج RT-PCR و RFLP-RT-PCR

طی واکنش RT-PCR قطعه‌ای به طول ۸۷۰bp از منطقه‌ی ژنومی CP به همراه نواحی اطراف با استفاده از آغازگرهای CMVCPf و CMVCPr در نمونه‌های الایزا مثبت تکثیر شد که

این نتایج تأیید کننده‌ی نتایج آزمون الایزا بودند (شکل ۱). در الکتروفورز محصولات RFLP-RT-PCR با استفاده از آنزیم *MspI* قطعات دی‌ان‌ای به طول حدود ۳۳۵ و ۵۳۷ جفت‌باز در تمامی جدایه‌ها مشاهده شد (شکل ۲).

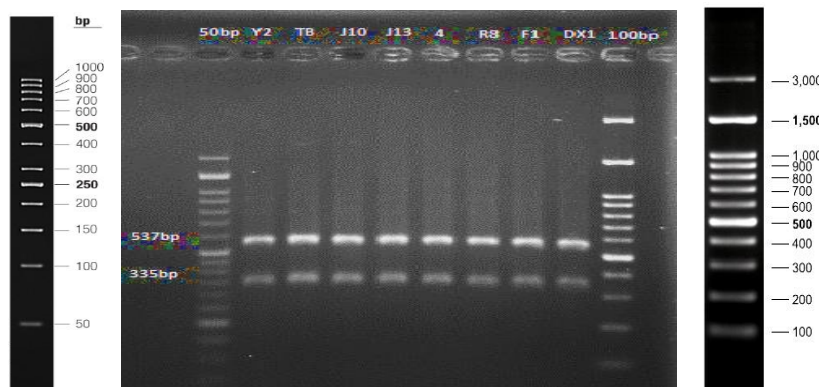


شکل ۱- نقوش الکتروفورزی محصولات RT-PCR. با استفاده از جفت آغازگر CMVCP-F و CMVCP-R

در سمت چپ اندازه‌ی قطعات مارکر وزنی 50bp و در سمت راست نیز مشخصات مارکر 1Kb نشان داده شده است.

Figure 1- Electrophoresis of the PCR products amplified by CMVCP-F and CMVCP-R primer pair.

Size of consisted fragments in the 50 bp ladder and 1Kbp ladders are shown in the left hand and right hand of the photo, respectively

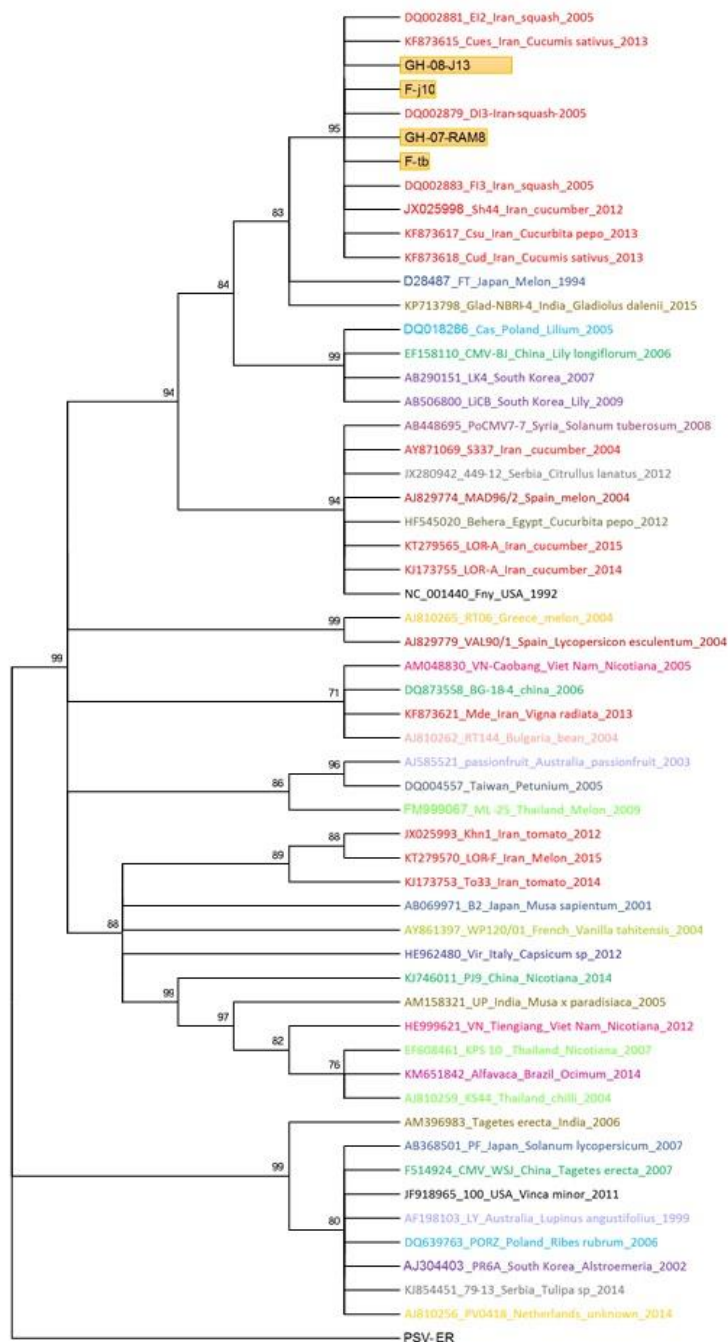


شکل ۲- نقوش الکتروفورزی محصول برش خورده با آنزیم *MspI* برای نمونه‌های مورد بررسی

در سمت چپ مشخصات مارکر 50bp و در سمت راست نیز مشخصات مارکر 100bp مشاهده می‌شود.

Figure 2- Electrophoresis of digested RT-PCR products with *MspI*

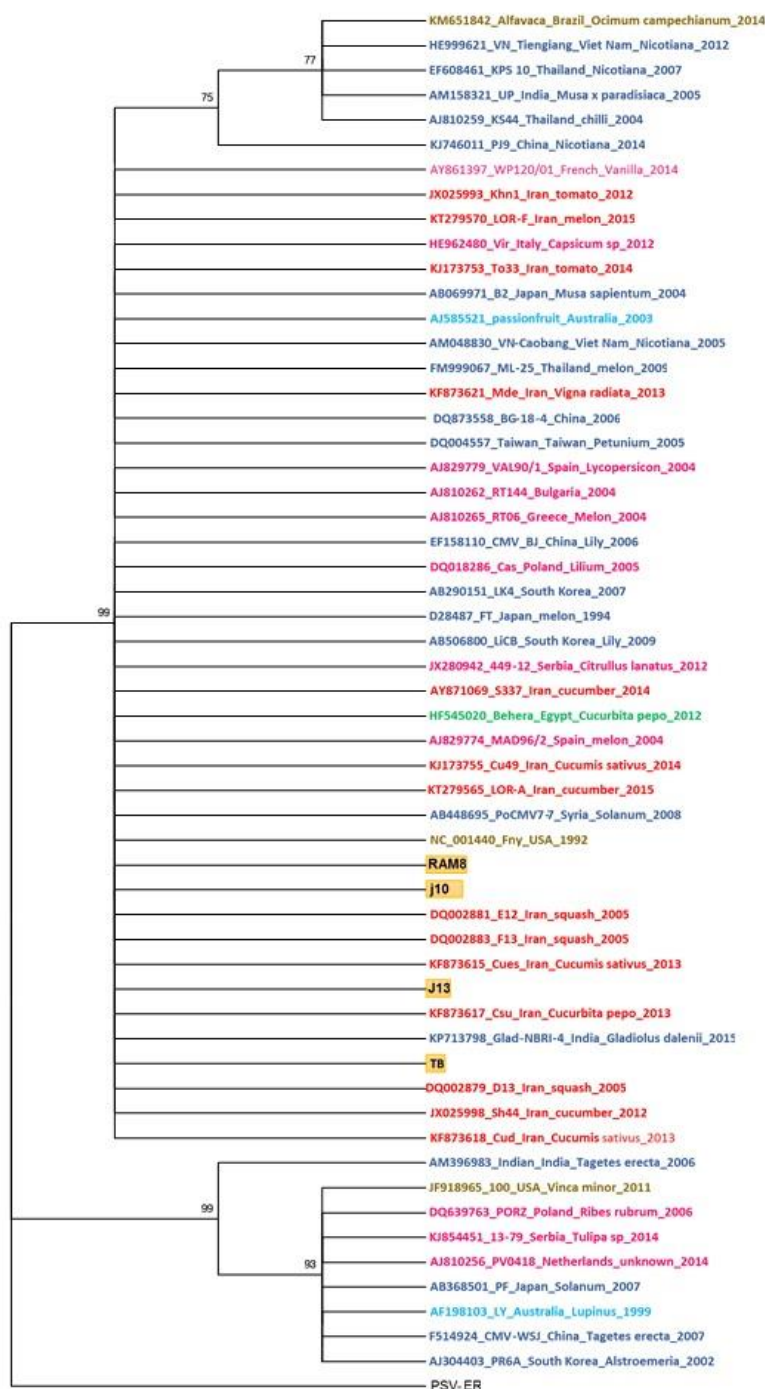
Size of consisted fragments in the 50 bp ladder and 1Kbp ladders are shown in the left hand and right hand of the photo, respectively.



شکل ۳- درخت فیلوژنی ترسیم شده بر اساس توالی کامل ژن پروتئین پوششی جدایه‌های CMV به روش نزدیک‌ترین همسایه (NJ) در سطح اسید نوکلئیک

شاخه‌های با بوت استرپ کمتر از ۷۰٪ ادغام شدند. زیرگروه‌های CMV در سمت راست شکل نشان داده شده‌اند. جدایه‌های مورد بررسی در این پژوهش به رنگ نارنجی درون کادر آورده شده است. جدایه‌های ایران به رنگ قرمز، جدایه‌های قاره‌ی آمریکا قهوه‌ای، آفریقا به رنگ سبز، آسیای به رنگ آبی و اروپایی به رنگ صورتی نشان داده شده است. برای مشاهده‌ی جزئیات جدایه‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

Figure 3- Neighbor joining (NJ) tree based on the complete sequence of CMV coat protein gene at nucleic acid level
Branches with bootstrap support less than 70% are collapsed. CMV subgroups are shown in the left. different colors are used to indicated geographical origin of reported isolate: sequenced isolates in this study in orange, , previously reported Iranian isolates in red, American isolates in brown, African isolates in green, Asian isolates in blue and European isolates in pink. For further information on isolates please refer to the table 1.



شکل ۴- درخت فیلوژنی ترسیم شده بر اساس توالی کامل ژن پروتئین پوششی جدایه های CMV به روش نزدیک ترین همسایه (NJ) در سطح آمینواسید

شاخه های با بوت استرپ کمتر از ۷۰٪ ادغام شدند. زیرگروه های CMV در سمت راست شکل نشان داده شده اند. جدایه های مورد بررسی در این پژوهش به رنگ نارنجی درون کادر آورده شده است. جدایه های ایران به رنگ قرمز، جدایه های قاره ی آمریکا قهوه ای، آفریقا به رنگ سبز، آسیایی به رنگ آبی و اروپایی به رنگ صورتی نشان داده شده است. برای مشاهده ی جزئیات جدایه ها به جدول ۱ مراجعه شود.

Figure 4- Neighbor joining (NJ) tree based on the complete sequence of CMV coat protein gene at amino acid level
Branches with bootstrap support less than 70% are collapsed. CMV subgroups are shown in the left. different colors are used to indicated geographical origin of reported isolated: sequenced isolates in this study in orange, , previously reported Iranian isolates in red, American isolates in brown, African isolates in green, Asian isolates in blue and European isolates in pink. For further information on isolates please refer to the table 1.

Khn1, LOR_F, To33 در زیرگروه IB قرار گرفتند. الگوی مشاهده شده در درخت ترسیم شده بر اساس توالی آمینواسیدی از طول کامل CP نیز مشابه درخت ترسیم شده بر اساس داده های نوکلئوتیدی CMV-CP بود. بنابراین جدایه های ورامین، پاکدشت و پیشوا در زیرگروه IA قرار گرفتند (شکل ۳).

بحث

برش محصولات RT-PCR با آنزیم محدود کننده *MspI* دو قطعه به طول های ۵۳۷ و ۳۳۵ جفت بازی را ایجاد کرد (شکل ۲). اطلاعات به دست آمده از توالی سویه CMV-Y (۱۴) نشان داد که این سویه توسط این آنزیم به دو قطعه برش داده شده است و جزو اعضای گروه یک می باشد (۲۰ و ۲۴). همچنین اکثر جدایه های ویروس از شمال غرب و یا غرب کشور از طریق الگوی برشی با آنزیم *MspI* در RFLP-RT-PCR در زیرگروه I گروه بندی شدند (۱۲ و ۲۵). توالی نوکلئوتیدی اطلاعات بیشتری در مورد مکان های تشخیص آنزیم برشی نسبت به آنزیم محدود کننده در یک قطعه از DNA در اختیار ما قرار می دهد. جهش یکی از عوامل تکامل در ویروس ها می باشد و ویروس های RNA دار به دلیل عدم تصحیح RNA پلی مرز در هنگام همانندسازی مستعد جهش می باشند (۲۳) بنابراین جهش در توالی نوکلئوتیدی سبب تغییر ترتیب توالی و در نتیجه برش یا عدم برش توسط آنزیم برشی می شود. نتایج داده های فیلوژنتیکی نشان داد که جدایه های مورد بررسی در این پژوهش در زیرگروه IA کنار جدایه هایی از ژاپن و هند قرار می گیرند و می توان نتیجه گرفت که این جدایه ها دارای جد مشترک هستند. نتایج حاصل از بررسی تنوع ژنتیکی جدایه های از قبل تعیین توالی شده از ایران نشان داده بود که جدایه هایی از هر سه زیرگروه از مناطق مختلف ایران گزارش شده است اما زیرگروه IA دارای پراکنش بیشتری است (۱، ۵، ۶، ۹، ۱۳، ۱۹ و ۲۵).

الگوی مشاهده شده از درخت ترسیم شده بر اساس توالی آمینواسیدی ژن CP در جدایه های CMV، مشابه الگوی اسیدنوکلیتیک بود با این تفاوت که جدایه های S33V-1, Behera, MAD96/2, Cu49 و LORA که در زیرگروه IA قرار گرفتند (شکل ۴). اعضای گروه I دارای دامنه میزبانی وسیع تری هستند (۲۱). از طرف دیگر اعضای زیرگروه I غالباً از مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری گزارش شده اند و اعضای گروه II در مناطق معتدل پراکنده اند (۸). جدایه های بررسی شده در منطقه ی ورامین، پاکدشت و پیشوا متعلق به زیرگروه IA بودند و این منطقه جزو مناطق دارای آب و هوای نیمه گرمسیری می باشد بعلاوه سایر جدایه های IA در ایران از اکثر مناطق کشور گزارش شده است (۱، ۵، ۶، ۹، ۱۳، ۱۹ و

نتایج توالی یابی همسانه ها

نتایج تعیین توالی نشان داد که اندازه ی محصول RT-PCR همسانه سازی شده ۸۷۰ bp است. این اندازه با طول قطعه ی مورد انتظار مطابقت داشت. این قطعه حاوی طول کامل ژن CP به همراه توالی های اطراف آن بود. اندازه ی ژن CP در هشت جدایه CMV تعیین توالی شده ۲۱۸ آمینواسید و ۶۵۴ نوکلئوتید بود و هیچ گونه جهش، حذف و یا اضافه شدن در این جدایه ها رخ نداده بود. اندازه ی این ژن در جدایه های از قبل تعیین توالی شده نیز ۶۵۴ نوکلئوتید و ۲۱۸ اسید آمینه بود. تشابه جدایه های مورد بررسی با یکدیگر در این پژوهش ۹۹-۱۰۰٪ در سطح نوکلئوتیدی و ۱۰۰٪ در سطح آمینواسیدی بود.

نتایج بررسی های فیلوژنتیکی

تشابه جدایه های مورد بررسی در این پژوهش به جدایه های از قبل تعیین توالی شده از ایران از جمله E12, Cues, D13, F13, SH44, Cus و Cud که در یک خوشه کنار جدایه ی مورد مطالعه قرار دارند (شکل های ۳ و ۴) در سطح نوکلئوتیدی ۹۹-۱۰۰٪ است و در سطح آمینو اسیدی ۱۰۰٪ و درصد تشابه با جدایه های S33V و LOR A و Med که به نسبت دورتر ولی با جدایه های مورد بررسی در یک گروه قرار می گیرد در سطح نوکلئوتیدی ۹۱-۹۸٪ و در سطح آمینه اسیدی ۹۳-۹۶٪ است. دورترین جدایه به جدایه های مورد بررسی جدایه PV0418 از کشور هلند که درصد تشابه آن به جدایه های مورد بررسی در سطح اسیدهای آمینه ۸۱ درصد و در سطح نوکلئوتیدی ۷۶ درصد بود و نزدیکترین جدایه ها به جدایه ی مورد بررسی جدایه های ایرانی E12, Cues, D13, F13, SH44, Cus و Cud با تشابه ۹۹-۱۰۰٪ در سطح اسیدهای نوکلئیک و ۱۰۰٪ در سطح اسیدهای آمینه بود. درخت فیلوژنی ترسیم شده بر اساس توالی اسیدنوکلیتیک کامل ژن CMV-CP نشان داد که جدایه های CMV در دو گروه I و II که قبلاً گزارش شده بودند (۷ و ۲۱) گروه بندی شدند. جدایه های PV0418, 79-13-Serbia, Tagetes, PF, CMV-WSJ, 100-USA, LY, PORZ, PR6A در گروه II و بقیه جدایه ها در گروه I قرار گرفتند. تمامی جدایه های تعیین توالی شده در این پژوهش در گروه I قرار گرفتند. گروه I خود به زیرگروه های IA و IB تقسیم می شود که جدایه های ورامین، پاکدشت و پیشوا در زیرگروه IA قرار گرفتند. این جدایه ها همراه با جدایه های ایرانی E12, Cues, D13, F13, SH44, Cus و Cud و جدایه ی Glad-NBRI-4 از هند و جدایه ی FT از ژاپن در شاخه ی IA قرار می گیرند. سایر جدایه های گزارش شده از ایران S33V و LOR A و Med نیز در زیرگروه IA قرار گرفتند. جدایه های ایرانی

۲۵). بنابراین به نظر می‌رسد در ایران جدایه‌های IA محدود به منطقه‌ی گرمسیری نیستند. طی سال‌های گذشته که جدایه‌های ورامین بررسی شده بودند، تغییری در پراکنش زیرگروه‌های CMV در این منطقه رخ نداده است (۱ و ۶).

منابع

- 1- Arafati N., Farzadfar S., and Pourrahim R. 2013. Characterization of coat protein gene of *Cucumber mosaic virus* isolates in Iran. *Iranian Journal of Biotechnology* 11: 109-114.
- 2- Berniak H., Malinowski T., and Kaminska M. 2009. Comparison of elisa and rt-pcr assays for detection and identification of *Cucumber mosaic virus* (CMV) isolates infecting horticultural crops in Poland. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 17: 5-20.
- 3- Clark M.F., and Adams A. 1977. Characteristics of the microplate method of Enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology* 34: 475-483.
- 4- Deyong Z., Willingmann P., Heinze C., Adam G., Pfunder M., Frey B., and Frey J.E. 2005. Differentiation of *Cucumber mosaic virus* isolates by hybridization to oligonucleotides in a microarray format. *Journal of Virological Methods* 123: 101-108.
- 5- Eyvazi A., Dizadji A., Rastgou M., and Habibi M.K. 2015. Bioassay and phylogeny of five Iranian isolates of *Cucumber mosaic virus* from different hosts based on CP gene sequence. *Plant Protection Science* 51: 200-207.
- 6- Farzadfar S., Pourrahim R., and Arafati N. 2013. Molecular identification of *Cucumber mosaic virus* subgroup IB isolates in south Iran. *Journal of Plant Pathology* 95: 423-428.
- 7- Gallitelli D. 2000. The ecology of *Cucumber mosaic virus* and sustainable agriculture. *Virus Research* 71: 9-21.
- 8- Haas A., and Richter J., and Rabenstein F. 1989. Monoclonal Antibodies for Detection and Serotyping of *Cucumber mosaic virus*. *Journal of Phytopathology* 127: 129-136.
- 9- Hosseinzadeh H., Nasrollanejad S., and Khateri H. 2011. First report of *Cucumber mosaic virus* subgroups I and II on soybean, pea, and eggplant in Iran. *Acta Virologica* 56: 145-148.
- 10- King A.M.Q., Adams M.J., Carstens E.B., and Lefkowitz E.J. 2012. *Virus Taxonomy, Classification and nomenclature of viruses*, Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press. 1327 p.
- 11- Liu J.C.K., Ng S., and Perry R.L. 2000. *Cucumber mosaic virus* Mutants with Altered Physical Properties and Defective in Aphid Vector Transmission. *Virology* 276: 395-403.
- 12- Mohammadi K., Hajizadeh M., and Koolivand D. 2016. Detection and identification of four vegetable fruit viruses in west and northwest of Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 52: 279-288.
- 13- Nematollahi S., and Rakhshandehroo F. 2012. Phylogenetic analysis of new isolates of *Cucumber mosaic virus* from Iran on the basis of different genomic regions. *The Plant Pathology Journal* 28: 381-389.
- 14- Nitta N., Masuta C., Kuwata S., and Takunami Y. 1988. Comparative studies on the nucleotide sequence of *Cucumber mosaic virus* RNA3 between Y strain and Q strain. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 54: 516-522.
- 15- Palukaitis P., and Zaitlin M. 1997. Replicase-mediated resistance to plant virus disease. *Advances in Virus Research* 48: 349-378.
- 16- Palukaitis P., Roossinck M.J., Dietzgen R.G., and Francki R.I.B. 1992. *Cucumber mosaic virus*. *Advances in Virus Research* 41: 281-348.
- 17- Pares R.D., Gillings M.R., and Gunn L.V. 1998. Differentiation of Australian *cucumber mosaic cucumovirus* isolates: comparison of dsRNA type, polymerase chain reaction-restriction enzyme analysis, DNA hybridisation and serogrouping. *Australasian Plant Pathology* 27: 36-39.
- 18- Quiot J.B. 1981. Ecology of *Cucumber mosaic virus* in the Rhone Valley of France. III Conference on Epidemiology and Control of Virus Diseases of Vegetables, p. 9-22. Italy, Bari, 29 Agu. 1979.
- 19- Rasoulpour R., and Izadpanah K. 2008. Properties and taxonomic position of hoary cress strain of *Cucumber mosaic virus*. *Journal of Plant Pathology* 90: 97-102.
- 20- Rizos H., Gunn L.V., Pares R.D., and Gillings M.R. 1992. Differentiation of *cucumber mosaic virus* isolates using the polymerase chain reaction. *Journal of General Virology* 73: 2099-2103.
- 21- Roossinck M.J., Zhang L., and Hellwald K.H. 1999. Rearrangements in the 5' nontranslated region and phylogenetic analyses of *Cucumber mosaic virus* RNA 3 indicate radial evolution of three subgroups. *Journal of Virology* 73: 6752-6758.
- 22- Sambrook J., and Russell D.W. 2001. *Molecular cloning: a laboratory manual*. 3rd ed., Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- 23- Schneider W.L., and Roossinck M.R. 2001. Genetic diversity in RNA virus quasispecies is controlled by host-virus interactions. *Journal of Virology* 75: 6566-6571.
- 24- Singh Z., Jones R.A., and Jones M.G.K. 1995. Identification *Cucumber mosaic virus* subgroup I isolates from banana plants affected by infectious chlorosis disease using RT-PCR. *Plant Disease* 79: 713-716.

- 25- Sokhandan Bashir N., Kalhor M.R., and Zarghani S.N. 2006. Detection, differentiation and phylogenetic analysis of *Cucumber mosaic virus* isolates from cucurbits in the northwest region of Iran. *Virus Genes* 32: 277-288.
- 26- Wilson A.D., and Halliwell R.S. 1985. Characterization and field studies of a *Cucumber mosaic virus* isolate from Spinach in the winter garden area of Texas. *Plant Disease* 69:751-754.
- 27- Yordanova A., Hristova D., Stoimenova E. 2002. Serological and electrophoretic characterization of the necrotic strain CMV-NB of *Cucumber mosaic virus*. *Journal of Culture Collections* 3: 84-91.



Cloning, Genetic Diversity of Coat Protein Gene and Detection of Subgroups of *Cucumber mosaic virus* Strains from Cantaloupe in Varamin

M. Jafari^{1*} - S. Gholizadeh-Roshanagh² - Sh. Nourinejhad Zarghani³

Received: 29-04-2018

Accepted: 25-06-2019

Introduction: Varamin is one of the major producer regions of cantaloupes which is located in southern Tehran. *Cucumber mosaic virus* (CMV) is the type species of viral genus *Cucumovirus* in the family *Bromoviridae* and is causal agent of economically important losses in cucurbits. The CMV virions are isometric in shape and the genome is composed of three single-stranded positive sense RNAs. Each of the genomic RNAs 1 and 2 encodes a single large ORF and RNA-3 harbors an additional smaller ORF, 2b, involved in cell-to-cell movement and post-transcriptional gene silencing. The RNA-3 has two ORFs, 3a and 3b, encoding a movement protein and coat protein, respectively. Each of genomic RNAs has a Cap-like and tRNA-like structures at its 5' and 3' ends, respectively. The virus is transmitted by different species of aphids in a non-persistent manner and is easily transmissible to the indicator hosts by mechanical inoculation. CMV is reported from several cucurbitaceae plants in Iran. Isolates of CMV are classified in different groups or subgroups based on different methods especially serology, RT-PCR-RFLP, nucleotide sequencing and phylogeny which are useful data for decision making or choosing the strategy during the development of CMV-resistant varieties and producing transgenic plants by RNA silencing strategy.

Materials and Methods: During 2014-2016, a total number of 132 leaf samples were collected from cantaloupes showing viral symptoms such as mosaic, mottling, leaf deformation and plant stunting. These samples were subjected to double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) with specific antibodies (DSMZ, Germany) to detect CMV based on the manufactures' instructions. Total RNA was extracted from ELISA positive samples as explained elsewhere. Two microliters of total RNA used as template in RT-PCR to amplify a 870 base pair (bp) fragment of partial CMV genomic RNA3 including the coat protein gene and its flanking regions using specific primers CMVCPf (5'-GCTTCTCCGCGAG-3') and CMVCPr (5'-GCCGTAAGCTGGATGGAC-3') corresponded to 1149-1161 nts and 1998-2015 of CMV strain Q, respectively. In order to address the subgroups of CMV isolates, RT-PCR products were digested by *MspI* (*HpaII*) restriction enzyme and electrophoresis was done on 1.5% agarose gel. We expected the presence of the bands with 335 and 537 bp in size for the sub-group I and 393 and 559 bp for sub-group II isolates of CMV. Then, based on the geographical distance of collected CMV isolates, the CP gene from four isolates were ligated into pTG19-T, an A/T cloning vector, and the recombinant plasmids were introduced in *Escherichia coli*. The selected plasmids were extracted via alkaline lyses method and selected recombinant plasmids were sequenced by Macrogen, South Korea. The sequencing data were aligned with those of previously reported CMV isolates. The alignment and pairwise sequencing to estimate similarity between nucleotide sequences were done with BioEdit software. The Phylogeny Inference package (Phylip) version 3.65 was used to draw phylogeny trees.

Results and Discussion: 59 out of 132 samples (%44.69) positively reacted with CMV specific antibodies in DAS-ELISA. Expected DNA fragments of about 870 bp were successfully amplified via RT-PCR from the ELISA positive samples. In RT-PCR-RFLP for addressing the CMV subgroups, all *MspI* digested RT-PCR products from the tested samples produced two DNA bands of 537 and 335 bp and it was concluded that these isolates belong to the CMV subgroup I. Sequencing data of selected CMV CP clones showed 99-100% and 100% similarity between tested isolates at the nucleotide and amino acid levels, respectively. These isolates shared 93-100% and 97-100% similarity with previously reported CMV isolates from Iran at nucleic acid and amino acid levels, respectively. The reconstructed phylogenetic tree, re-confirmed the results of RT-PCR-RFLP, and Varamin isolates were placed with few other Iranian CMV isolates including E12, Cues, D13, F13, Sh44,

1- Assistant Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Higher Educational Complex of Saravan
(*- Corresponding Author Email: majafari59@yahoo.com)

2 and 3- Former M.Sc. Student and Assistant Professor Department of Entomology and Plant Pathology, College of Abouraihan, University of Tehran, Iran

Csu and Cud which were collected from non-melon hosts. Isolate LOR-F, the only CMV isolate previously reported from melons, belongs to the IB subgroup of CMV. This is the first report of CMV subgroup I isolates from melons.

Conclusion: The RT-PCR-RFLP and sequencing data confirmed the presence of subgroup IA of CMV isolates in Varamin, Pishva and Pakdasht cantaloupe fields whose express severe symptoms in melons. However, the change in *Zucchini yellow mosaic virus* has been reported from these area, the same isolate of CMV were distributed in the entire region. Unlike *Zucchini yellow mosaic virus* populations which has been changed in the Varamin, Pakdasht and Pishva regions, it seems that there is just one dominant CMV isolate widespread in these regions.

Keywords: *Cucumovirus*, Cantaloupe, Phylogeny, RT-PCR-RFLP, Varamin



تعیین توالی کامل RNA2 یک جدایه از ویروس موزاییک کدو (SqMV) از استان خراسان جنوبی در ایران

محدثه گرامی نوقابی^۱ - محسن مهرور^{۲*} - محمد زکی عقل^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۶

چکیده

ویروس موزاییک کدو (*Squash mosaic virus*, SqMV)، تقریباً در تمامی نقاط کشت این محصول در دنیا گسترده بوده، و یکی از عوامل مهم خسارت و کاهش بازارپسندی این محصول می‌باشد. به منظور شناسایی و بررسی برخی از خصوصیات مولکولی ویروس موزاییک کدو، در سال ۱۳۹۴ از مزارع عمده کشت خربزه در استان خراسان جنوبی، تعداد ۶۲ نمونه برگ‌های دارای علائم جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط آزمون مولکولی RT-PCR مورد بررسی قرار گرفتند. در این آزمون با استفاده از آغازگرهای اختصاصی طراحی شده مربوط به پروتئین پوششی، قطعه‌ای به طول ۱۹۰۰bp جهت شناسایی نمونه‌های آلوده تکثیر گردید. سپس از بین نمونه‌های آلوده، یک نمونه (شهرستان طبس) انتخاب، و با استفاده از آغازگرهای اختصاصی طراحی شده، RNA2 ویروس به طول ۳۲۷۱ جفت باز، طور کامل تعیین توالی گردید. RNA2 ایزوله طبس دارای یک ORF بوده که با AUG121 آغاز و در UAG3148 پایان یافته و پلی پروتئینی به طول ۱۰۰۹ آمینواسید را کد می‌کند. مقایسه توالی پلی پروتئین RNA2 بدست آمده با جدایه‌های موجود در بانک ژن نشان داد، که جدایه تعیین توالی شده دارای بیشترین درصد تشابه در سطح نوکلئوتیدی (۸۸/۴۵ درصد) و آمینو اسیدی (۹۰/۵۹ درصد)، با جدایه‌ای از استرالیا (شماره دسترسی MF166754) بوده و کمترین درصد تشابه آن در سطح نوکلئوتیدی (۸۶/۸۲ درصد) با جدایه‌ای از ژاپن (شماره دسترسی NC_003800) و در سطح آمینواسیدی (۸۶/۳۶ درصد) با جدایه اسپانیا (شماره دسترسی KP223324)، بود. بررسی‌های فیلوژنتیکی جدایه‌های SqMV را در دو گروه مجزا قرار داد که جدایه خراسان جنوبی - طبس در کنار جدایه‌هایی از چین (EU 421060)، آریزونا (AF059532) و اسپانیا در یک زیرگروه قرار گرفت که نشان‌دهنده قرابت این جدایه‌ها با یکدیگر است.

واژه‌های کلیدی: توالی‌یابی، ویروس موزاییک کدو، ایران، RNA2

مقدمه

بر اساس آمار فائو (۲۰۱۶) ایران یکی از پنج کشور اول تولید کدوئیان در جهان است. حدود ۳۵ ویروس از روی کدوئیان در ایران گزارش شده است (۲ و ۱۵). در سال‌های اخیر ویروس موزاییک کدو (*Squash mosaic virus*, SqMV) به دلیل گستردگی وسیع، روی کمیت و کیفیت محصولات تأثیر مهمی گذاشته و عملاً بازارپسندی آن‌ها را کاهش داده است (۳ و ۹).

ویروس موزاییک کدو (SqMV) یکی از اعضای جنس *Comovirus*، زیر خانواده *Comovirinae* و خانواده *Comoviridae*

است که توسط بذر، سوسک و به صورت مکانیکی منتقل شده، باعث ایجاد بیماری‌های مهمی در دامنه وسیعی از گیاهان جنس *Cucumis* و *Cucurbita* می‌شود (۵ و ۶). این ویروس دارای ژنوم RNA مثبت تک رشته‌ای دو قسمتی است (RNA-1، RNA-2) که هر کدام درون پوشش پروتئینی جداگانه‌ای بنام پروتئین پوششی بزرگ و کوچک قرار می‌گیرند (۱۴). RNA1 ویروس SqMV پلی پروتئینی را کد می‌کند که در برگ‌برنده پلی‌مراز ویروسی، هلیکاز، پروتئاز و VPg بوده و RNA2 ویروس کد کننده پلی پروتئینی شامل پروتئین حرکتی (MP)، پوشش پروتئینی بزرگ (Large Capsid Protein, LCP)، پوشش پروتئینی کوچک (Small Capsid Protein, SCP) می‌باشد. هر دو قطعه ژنومی ویروس دارای دم پلی آدنیل در انتهای ۳ و پروتئین VPg در انتهای ۵ هستند (۷ و ۶).

کلروز، موزاییک شدید، نخ‌شدن برگ‌ها و کم‌رشدی همگی از علائم ویروس SqMV روی کدو و خربزه هستند (۶). این ویروس تا

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، دانشیار و استادیار

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: Mehrvar_M@yahoo.com)

(*) نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jpp.v33i1.73339

کنون از آمریکا، اسپانیا، استرالیا، ژاپن، چین و جمهوری چک گزارش شده است (۱۹، ۱۱، ۴ و ۱۲).

با توجه به موقعیت کشور در تولید این محصولات و از آن جا که بررسی مولکولی صورت گرفته بر روی این ویروس محدود به پژوهش های شمشیری و نصرآبادی و همکاران می باشد (۱۳ و ۱۷)، لذا این تحقیق با هدف تعیین توالی کامل RNA-2 ویروسی انجام گردید.

مواد و روش ها

نمونه برداری

در بهار و تابستان سال ۱۳۹۶ تعداد ۴۶ نمونه ی خربزه (*Cucumis melo*) مشکوک به آلودگی به ویروس SqMV که دارای علائمی مانند موزاییک، تاولی، بندکشی شدن و بدشکلی برگ ها بودند، از مزارع متعدد شهرستان های طبرستان، بشرویه و گناباد جمع آوری شدند.

استخراج RNA ویروس

به منظور استخراج RNA کل، از کیت استخراج (RNeasy RNA (Mini Kit شرکت کیژن (Qiagen-Germany) استفاده گردید. RNA خالص سازی شده طبق دستورالعمل شرکت سازنده جهت آزمایش های بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

آزمون RT-PCR (reverse transcription-polymerase chain reaction)

جدول ۱- آغازگرهای اختصاصی SqMV در واکنش RT-PCR برای تعیین توالی کامل RNA2

Table 1- SqMV specific primer pairs for complete genome sequence of SqMV RNA2 by RT-PCR

نام آغازگر Primer	ژن Gene	طول قطعه (جفت باز) Product size (bp)	محل اتصال Position	طول Size	توالی Sequence
S_F1	RNA2-MP	1700	1-22	21	5'-TGTAAGTTTGAGAGAGTTTAA-3'
S_R1	RNA2-MP	1700	1689-1711	20	5'-CGAAGGGAAGTAGTATCATCCAA-3'
S-F2	CpL, CpsRNA2	1900	1464-1487	23	5'-TGTGTACAAGATTGGTGGAGATGC-3'
S-R2	CpL, CpsRNA2	1900	3421-3441	20	5'-(AGGCTTCTAAAGCGAACTGGG-3'
S-R3	NTR	2200	3470-3495	25	5'-AAAGAAAACAAGCTCTTAAAATTTAT-3'

قطعات تکثیر شده در PCR با استفاده از کیت Denazist Gel Extraction Kit مطابق دستورالعمل شرکت سازنده از ژل خالص سازی شده (Denazist-Iran) و به همراه ناقل PTG19 (Vivantis) و آنزیم *T4 DNA Ligase* (Takara-Japan) به مدت یک شب در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد تا قطعه ژنی وارد ناقل گردد. همسانه سازی ناقل در باکتری *E. coli* سویه DH5α به روش شوک حرارتی انجام شد. استخراج پلاسمید نوترکیب از سلول باکتری با استفاده از کیت استخراج پلاسمید Denazist Plasmid DNA Isolation Kit طبق دستورالعمل شرکت سازنده صورت

مراحل فوق برای آغازگرهای (S-F2 و S-R2) و (S-F2 و S-R3) نیز تکرار شد.

محصول PCR در ژل آگارز ۱ درصد حاوی ۲ میکرولیتر از *GeneRuler 100pb Plus* به همراه سایز مارکر (DNA Ladder Thermo scientific Cat No SM: 0321)، الکتروفورز و در نهایت در دستگاه ژل داک (ساخت شرکت GeneFlash) عکس برداری شد.

همسانه سازی و تعیین ترادف نوکلئوتیدی

گرفت. پلاسמידهای نو ترکیب جهت تعیین تتراداف با آغازگرهای عمومی M13 به شرکت ماکروژن کره جنوبی ارسال شدند.

فیلوژنتیکی به کمک نرم افزار MEGA 6 و Bootstrap در ۱۰۰۰ تکرار انجام شد.

مقایسه توالی ها و آنالیزهای مولکولی

توالی های رفت و برگشت هر قطعه ژنی به وسیله نرم افزار بلاست بررسی و پس از حصول اطمینان با استفاده از نرم افزار Vector NTI Advance™ 9.0 توالی ها به یک توالی نهایی تبدیل شده، تتراداف ناقل پلاسمیدی از توالی ها حذف شدند. سپس سه قطعه ژنی به وسیله نقاط هم پوشان به یک توالی واحد تبدیل و کل RNA2 ژنومی توالی یابی شد. برای آنالیزهای فیلوژنتیکی از جدایه های موجود در بانک ژن بهره گرفته شد.

همردیف سازی چندگانه توالی ها، ترجمه پروتئینی هر قطعه ژنی با نرم افزار DNAMAN v4. 02 انجام شد. ماتریس درصد شباهت بین جدایه های SqMV با استفاده از نرم افزار Clustal w2 و درخت

نتایج و بحث

در نمونه های آلوده به SqMV علائم بندکشی، موزاییک، تاولی و بد شکلی مشاهده گردید (شکل ۱). ابتدا برای اطمینان از حضور ویروس در نمونه های دارای علائم به کمک آغازگرهای (S-F2 و S-R2) قطعه ژنی پوشش پروتئینی ویروس تکثیر شد و با مشاهده باند ۱۹۰۰bp در ژل الکتروفورزی تأیید شد. سپس در میان نمونه های آلوده یک نمونه از طپس برای تعیین توالی کامل RNA2 انتخاب و سپس با آغازگرهای (S-F1 و S-R1) و (S-F2 و S-R3) سایر بخش های ژنومی تکثیر شدند.



شکل ۱- علائم بیماری ناشی از ویروس SqMV در نمونه های جمع آوری شده از خربزه طپس، علائم بصورت تاولی، بندکشی و موزاییک
Figure 2- Symptoms induced by SqMV. Symptoms in collected samples of melon were consist of blistering, shoe string and mosaic

می تواند مربوط به سایر ویروس های آلوده کننده کدوئیان و یا سایر عوامل باشد.

توالی یابی کامل RNA2 ایزوله طپس نشان داد که این قطعه ژنی دارای ۳۲۷۱ جفت باز و یک ORF می باشد که توالی نسبتاً حفاظت شده ای داشته و پلی پروتئینی به طول ۱۰۰۹ آمینواسید را کد می کند. بیان این پلی پروتئین با AUG121 آغاز و در UAG3148 خاتمه می یابد. هم چنین توالی های non coding در ۵' و ۳' ویروس، به ترتیب ۱۲۰ و ۱۲۴ جفت باز داشته که در هر دوی این مناطق درصد بازهای C و G کم بوده و در عوض غنی از باز U می باشد، این امر با نتایج سایر محققان نیز مطابقت دارد (۸).

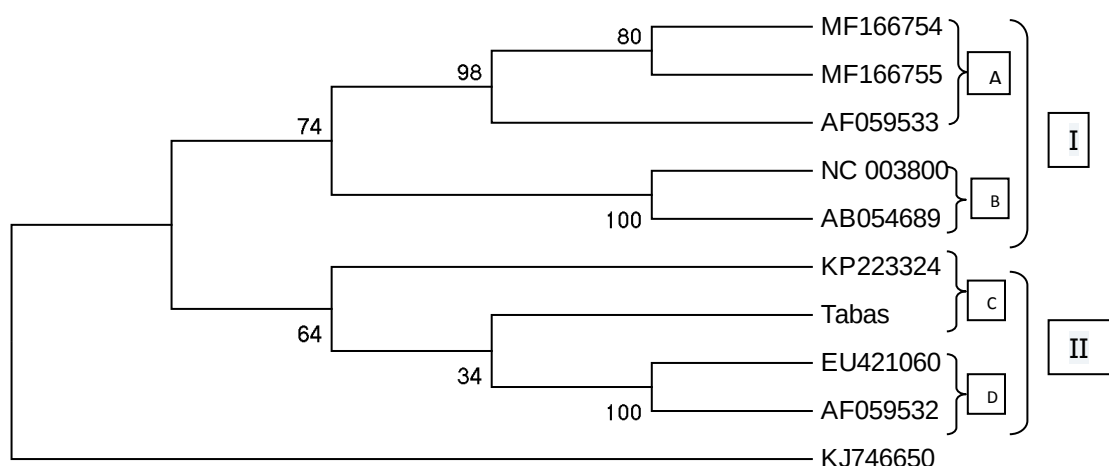
مقایسه توالی کامل RNA2 جدایه طپس (Tabas) با سایر جدایه های جهان، بر اساس هر سه ژن موجود در این قطعه ژنی (MP، LCP و SCP) و نیز بر اساس پلی پروتئین صورت گرفت. مطابق

بیشتر جدایه هایی که تاکنون از سراسر دنیا گزارش شده اند از جمله کالیفرنیا (۱۱)، آریزونا (۱۴)، کانادا (۱۰)، ژاپن (۱۹)، یونان (۱) و ایران (۱۳) مربوط به گیاه خربزه بوده، از همین رو ما در این تحقیق تنها از میزبان خربزه برای شناسایی و بررسی این ویروس استفاده کردیم.

بررسی های سمعی و همکاران (۱۶) در سال های ۱۳۸۳-۱۳۸۱ و نیز پژوهش های شمشیری و همکاران از استان های یزد و خراسان (۱۷) بیانگر این مطلب است که پراکنش ویروس موزاییک کدو در ایران محدود می باشد. در این تحقیق نیز از میان نمونه های جمع آوری شده، تنها تعداد ۸ نمونه (۱۲/۰۹ درصد) آلودگی به ویروس را در آزمون مولکولی نشان دادند. اگر چه تعداد زیادی از نمونه های جمع آوری شده علائم شدید ویروسی را نشان می دادند اما آلودگی آنها در آزمون RT-PCR تأیید نشد و می توان نتیجه گرفت که این علائم

بر اساس ژن LCP جدایه طیس دارای بیشترین درصد شباهت در سطح نوکلئوتیدی (۸۹/۰۳ درصد) و (۸۳/۴۷ درصد) در سطح آمینواسیدی با جدایه چین (EU421060) و کمترین درصد شباهت در سطح نوکلئوتیدی (۸۵/۶۴ درصد) با جدایه ژاپن (NC003800) و (۷۰/۳۴ درصد) در سطح آمینواسیدی با جدایه اسپانیا می‌باشد. و نهایتاً بر اساس ژن SCp جدایه طیس دارای بیشترین درصد شباهت در سطح نوکلئوتیدی (۹۴/۵۷ درصد) و (۹۸/۳۷ درصد) در سطح آمینواسیدی با جدایه استرالیا (MF166754) و کمترین درصد شباهت در سطح نوکلئوتیدی (۸۸/۲۲ درصد) با جدایه اسپانیا (KP223324) و (۹۷/۲۸ درصد) با جدایه آریزونا در سطح آمینواسیدی می‌باشد.

نتایج به دست آمده جدایه طیس دارای بیشترین درصد تشابه در سطح نوکلئوتیدی (۸۸/۴۵ درصد) و آمینواسیدی (۹۰/۵۹ درصد)، با جدایه‌ای از استرالیا (MF166754) بوده و کمترین درصد تشابه آن در سطح نوکلئوتیدی (۸۶/۸۲ درصد) با جدایه‌ای از ژاپن (NC_003800) و آمینواسیدی (۸۶/۳۶ درصد) با جدایه اسپانیا (KP223324) بود. بر اساس ژن MP جدایه طیس دارای بیشترین درصد تشابه در سطح نوکلئوتیدی (۸۸/۲۱ درصد) و در سطح آمینواسیدی (۹۷/۲۴ درصد) با جدایه اسپانیا (KP223324) و کمترین درصد تشابه (۸۲/۶۲ درصد) با جدایه Kimble (AF059533) در سطح نوکلئوتیدی و (۹۱/۹۶ درصد) در سطح آمینواسیدی با جدایه استرالیا (MF166754) می‌باشد.



شکل ۳- درخت فیلوژنتیکی رسم شده توسط نرم‌افزار MEGA7 بر اساس توالی پلی پروتئین RNA2 جدایه‌های مختلف SqMV، به روش Maximum likelihood و ۱۰۰۰ تکرار

جدایه‌های استرالیا (MF166754 و MF166755)، جدایه Kimble (AF059533)، جدایه‌های ژاپن (NC003800 و AB054689)، جدایه اسپانیا (KP223324)، جدایه چین (EU421060) و جدایه آریزونا (AF059532)، جدایه KJ746650 مربوط به ویروس Cowpea mosaic virus به عنوان Out Group استفاده شده است.

Figure 2- Phylogenetic tree based on nucleotide sequences of SqMV isolates with 1000 frequencies in Bootstrap

ساختار ثانویه شده و در نهایت تفاوت‌هایی بیولوژیکی و میزبانی را برای جدایه‌های مختلف ویروس رقم زند (۷). از آن‌جا که ویروس SqMV یک ویروس بذورزا می‌باشد (۵ و ۶) و نیز با توجه به اینکه ۹۹ درصد بذور خربزه مورد استفاده در کشاورزی در سال‌های اخیر از کشورهای هلند و به ویژه آمریکا وارد شده است (۱۸)، شاید بتوان نتیجه گرفت که ویروس موزاییک کدو از طریق بذور آلوده از سایر کشورها وارد ایران شده و در داخل کشور توسط بذور و حشرات ناقل (سوسک) پراکنده شده است.

همان‌طور که تنوع توالی‌یابی موجود در بین ایزوله‌های SqMV در دنیا حاکی از تفاوت قابل توجه بین آن‌ها بود، نتایج بررسی‌های فیلوژنتیکی نیز نشان داد که جدایه‌های SqMV در دو گروه فیلوژنتیکی مجزا قرار می‌گیرند که جدایه طیس به همراه جدایه‌های چین، اسپانیا و آریزونا در یک زیرگروه قرار گرفته‌اند. این نتیجه بر مشاهده نلسون و ناتسون (۱۹۷۳) مبنی بر وجود ۶ نژاد بیولوژیک متفاوت در جدایه‌های ویروسی SqMV تطابق دارد، به طوری که شاید این تفاوت‌های ژنتیکی منشاء تفاوت‌های بیولوژیکی جدایه‌های ویروس باشد (۱۴ و ۷). هودنشید و همکاران همچنین معتقدند که ممکن است توالی نوکلئوتیدی خاصی در هریک از RNA های ویروسی وجود داشته باشد که منجر به تغییرات آمینواسیدی و یا ایجاد

منابع

- 1- Avgelis A.D., and Katis N. 1989. Occurrence of Squash mosaic virus in melons in Greece. *Plant Pathology* 38: 111-113.
- 2- Bananej K., and Vahdat A. 2008. Identification, distribution and incidence of viruses in field grown cucurbit crops of Iran. *Phytopathologia Mediterranea* 47: 247-257.
- 3- Campbell R.N. 1971. *Squash mosaic virus*. Description of plant viruses. Applied Biology. No. 43, 4p.
- 4- Chinnadurai C., Ramkissoon A., Rajendran R., Tony S.T., Ramsubhag A., and Jayaraj J. 2015. First Report of *Zucchini yellow mosaic virus* and *Squash mosaic virus* Infecting *Cucurbits* in Trinidad. *Plant Disease* 100: 866-870.
- 5- Freitag J.H. 1956. Beetle transmission, host rang and properties of *Squash mosaic virus*. *Phytopathology* 46: 73-81.
- 6- Goldbach R.W., and Wellink J. 1996. *Comoviruses*: molecular biology and replication. In *The Plant Viruses. Polyhedral Virions and Bipartite RNA Genomes* 5: 35-76.
- 7- Haudenshield J.S., and Palukaitis P. 1998. Diversity among isolates of *squash mosaic virus*. *Journal of General Virology* 79: 2331-2341.
- 8- Hu J., Zhou T., Liu L., Peng B., Li H., Fan Z., and Gu Q. 2009. The genomic sequences of a Chinese isolate of *Squash mosaic virus* with novel 5' conserved ends. *Virus Genes* 38: 475-477.
- 9- Hull R. 2002. *Mathews Plant Virology*. Academic press New York.
- 10- Kempo W.G., Wieda J., and Patrick Z.A. 1972. *Squash mosaic virus* in muskmelon and distributed commercially in Ontario. *Canadian Plant Disease* 52: 58-59.
- 11- Kendrick J.B. 1934. Cucurbit mosaic transmitted by muskmelon seed. *Phytopathology* 24: 820-823.
- 12- Li R., Gao A.S., Berendsen B.S., Fei C.Z., and Linga B.K. 2015. Complete Genome Sequence of a Novel Genotype of *Squash Mosaic Virus* Infecting Squash in Spain. *Genome Announcements*. V3. 13-14.
- 13- Nasr Abadi A., Mehrvar M., and Zaki Aghl M. 2018. Identification and Molecular Analysis of *Squash mosaic virus* in Khorasan Razavi, Southern Khorasan and Mazandaran Provinces. *Journal of Plant Protection* 31: 576-580.
- 14- Nelson M.R., and Knuhtsen H.K. 1973. *Squash mosaic virus* variability: review and serological comparisons of six biotypes. *Phytopathology* 63: 920-926.
- 15- Privvidenti R., Gonsalves D., and Humaydan H.S. 1984. Occurrence of *Zucchini yellow mosaic virus* in cucurbits from Connecticut, New York, Florida, and California. *Plant Disease* 68: 443-446.
- 16- Samiee A. 2004. Identification, distribution and some characteristics of viruses that infect greenhouse Iran. Master thesis. Master thesis. 158pp.
- 17- Shamshiri N. 2008. Biology and genome characterization features *Squash mosaic virus* isolates in Iran. Master thesis. Shahid Bahonar university of Kerman.
- 18- Sobhani A.R., and Hmidi H. 2015. Melon breeding and production management. Tak press.
- 19- Yoshida K., Goto T., Nemoto M., and Tsuchizaki T. 1980. *Squash mosaic virus* isolated from melon (*Cucumis melo* L.) in Hokkaido. *Annual Phytopathology Society Japan*, 46: 349-356.
- 20- Zimmern D. 1975. The 5' end group of tobacco mosaic virus RNA is m7 G5'ppp5'Gp. *Nucleic Acids Research* 2: 1189-1201.



The Complete Nucleotide Sequence of Genomic RNA2 of *Squash Mosaic Virus* (SqMV) in Southern Khorasan Province of Iran

M. Gerami Nooghabi¹- M. Mehrvar^{2*}- M. Zaki Aghi³

Received: 04-07-2018

Accepted: 17-11-2018

Introduction: Squash mosaic virus (SqMV) is a member of the genus Comovirus in the family Comoviridae. It is a seedborne and beetle-transmitted virus infecting most plants in the genera Cucurbita and Cucumis. Like other comoviruses, SqMV has a bipartite positive-strand RNA genome consisting of RNA1 and RNA2, which are separately encapsidated in isometric particles of 28 nm in diameter. The genomes contain a poly (A) tail at the 3'-terminus and the genome-linked viral protein (VPg) attached to the 5'-end. It has been frequently reported in North and South America and Japan. Isolates from different regions have been extensively characterized and based on agar double-diffusion serological tests and host reactions, those isolates had been classified into different serogroups and biotypes. SqMV, which causes a serious disease of cucurbits, is transmitted by beetles and plant-plant contact and is readily seedborne in cucurbits. Fifteen species including, *Cowpea mosaic virus* (CPMV; type member), *Andean potato mottle virus* (APMoV), *Bean pod mottle virus* (BPMV), *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV), and *Red clover mottle virus* (RCMV) are distinguished in the genus *Comovirus*. SqMV has been reported frequently from North and South America, and less often from Australia, Israel, and Japan. Nelson and Knuhtsen have extensively characterized SqMV isolates from the United States and Puerto Rico biologically and serologically. They reported that SqMV isolates in the western hemisphere could be classified into six biotypes based on host reactions, but only into two serotypes (group I and II) by agar double-diffusion serological tests.

Materials and Methods: Plant material and virus isolates

In order to verify the presence of this virus in Southern Khorasan (Tabas) province of Iran and characterize some molecular aspects of it, 62 symptomatic leaf samples showing mosaic, vein clearing and distortion were collected from melon fields in growing season of 2015. RT-PCR reactions were used as a molecular method for the virus detection. The symptomatic leaves samples were used for RNA extraction using Rneasy mini Kit (Qiagen) and the extracted RNA were used directly or stored at minus 70 °C.

- RT-PCR and sequencing

An amplification of the expected size of 1900bp for SqMV coat protein gene was obtained followed by specific primers for complete genome sequencing of RNA2. The SqMV total RNA2 was sequenced.

Results and Discussion: In spring and summer 2015, a survey was carried out in southern Khorasan province of Iran which were under the cultivation of melon (Tabas) in order to assess the current situation of SqMV. The 62 gathered samples were tested for the presence of SqMV. The symptoms were mostly mosaic, vein clearing and distortion. RT-PCR was developed using three pairs of specific primers targeting SqMV total poly protein and RNA2. The detection method was validated with melon plants sampled in fields known to be infested by this virus. The RT-PCR method also allowed SqMV to be detected in fruit and leaf samples. The RNA2 of Tabas isolate was 3271 nt in length, excluding the 3'terminal poly (A) tail. This sequence encoded a single ORF starting at AUG121 and terminating at UAG3148. This isolate translates a polyprotein containing 1009 amino acids with 110.99 KDa. The results showed that Iranian isolate RNA2 poly protein shared the highest nucleotide (88.45%) and amino acid (90.59%) identity with an Australia isolate (MF166754) and the lowest identity with a Japan isolate (NC_003800) 86.82% and Spanish isolate (KP223324) 86.36% in amino acid and nucleotide level, respectively.

Conclusion: The results illustrated that Iranian isolate RNA2 poly protein shared the highest nucleotide (88.45%) and amino acid (90.59%) identity with an Australia isolate (MF166754) and the lowest identity with a Japan isolate (NC_003800) 86.82% and Spanish isolate (KP223324) 86.36% in amino acid and nucleotide level, respectively. Phylogenetic analysis of SqMV RNA2 nucleotide sequences showed that Khorasan isolate was clustered with China (EU421060), Arizona (AF059532) and Spanish isolate in one subgroup.

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

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

This is consistent with the observation of Nelson & Knuhtsen (1973) for six biotypes, on the basis of symptoms and host range, but only two serological groups, one of which (group I) contained all the variability in host range and symptomatology. Hu *et al.* (1993) reported typing H-SqMV as a member of SqMV serogroup I on the basis of biological rather than serological comparisons, and L-SqMV was typed to serogroup I by Alvarez & Campbell (1978). Given that other studies have encountered difficulties in reproducing the expected phenotypes on watermelon, the latter explanations are most likely. In comoviruses, RNA-2 encodes the two CPs and the MP. Thus, amino acid sequence differences found in the putative polyprotein of our RNA-2 clones may be expected to result in possible variations in serological response. However, both RNAs may function in determining host range and symptomatology and a precise correlation of our hybridization groups with the serological groupings has not yet been established.

Keywords: RNA2 and Southern Khorasan, Sequence, *Squash mosaic virus*



گزارش شش گونه از نماتدهای dorylaimid از جنگل‌های ارسباران

حبیبه جباری^{۱*} - غلامرضا نیکنام^۲ - امین فلاحتی^۳ - ابراهیم زاهدی اصل^۴ - مصطفی نیکدل^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۳

چکیده

به منظور شناسایی فون نماتدهای dorylaimid جنگل‌های ارسباران، نمونه‌برداری از خاک فراریشه درختان و نیز نقاط دیگر انجام و در مجموع، تعداد ۶۵ نمونه پس از کنار زدن سه تا پنج سانتی‌متر خاک رویی، جمع‌آوری شدند. پس از استخراج، کشتن، تثبیت و تهیه اسلایدهای میکروسکوپی از نماتدها با روش‌های مرسوم، بر اساس صفات ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی و با استفاده از منابع معتبر، شناسایی نماتدها تا سطح گونه صورت پذیرفت. در نتیجه، گونه‌های *Crassolabium saccatum*، *C. himalum*، *C. ettersbargense*، *Syncheilaxonchium nairi*، *Paravulvus hartingii*، *Eudorylaimus spauli*، *Epidorylaimus lugdunensis*، *Nygolaimus brachyuris*، *Paraxonchium carmenae*، *Longidorella soadi*، *Discolaimus mariae*، *A. nanocephalus*، *Aulolaimus oxycephalus*، *Metaxonchium persicum*، *Longidorus africanus*، *X. uthahense*، *X. vuittenezi*، *Xiphinema macroacanthum*، *Sectonema demani*، *T. tahatikus*، *Tylencholaimus constrictus*، *Xiphinemella globilabiata* و *Enchodelus macrodorus* شناسایی شدند که در این مقاله شش گونه *Discolaimus mariae*، *Crassolabium saccatum*، *C. himalum*، *C. ettersbargense*، *Xiphinema uthahense* و *Tylencholaimus tahatikus* که گزارش جدید برای مجموع نماتدهای ایران می‌باشند، توصیف می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: ریخت‌سنجی، ریخت‌شناسی، فون، dorylaims

مقدمه

نماتدها از جمله موجودات زنده خاک‌ها هستند که اطلاعات کمی در مورد آن‌ها وجود داشته و اهمیت‌شان به‌عنوان جانورانی که در کليه زیستگاه‌ها اعم از آب‌های شیرین، شور و خاک مزارع، باغات، جنگل‌ها و مراتع یافت می‌شوند و از انواع آزادزی تا انگل گیاهی و جانوری در بین آن‌ها وجود دارند، چندان مورد توجه محققان در حوزه‌های مختلف قرار نگرفته است. علاوه بر نماتدهای انگل گیاهی که از جمله بیمارگرهای گیاهی خاک‌های کشاورزی‌اند، نماتدهای متعلق به سایر گروه‌های تغذیه‌ای نیز تأثیر مستقیم و غیرمستقیم در رشدونمو گیاه و زنجیره‌ها و شبکه‌های غذایی در اکوسیستم‌ها دارند. از آن‌ها به عنوان شاخص‌های زیستی و سلامت خاک استفاده شده و اطلاع درباره فراوانی، وجود یا عدم وجود گروه‌های تغذیه‌ای مختلف نماتدها در

خاک در شاخه‌های مختلف علوم زیستی دارای اهمیت است. با توجه به شرایط طبیعی و اهمیت جنگل‌های ارسباران، بررسی‌های زیادی درباره شناسایی نماتدهای خاک‌های این منطقه صورت نگرفته است. در مطالعه‌های کمی که قبلاً انجام شده است، گونه‌های *Eudorylaimus*، *Crassolabium persicum*، *Steinernema arasbaranense*، *azarbaijanicus* و *Trichodorus arasbarensis* به عنوان گونه‌های جدید از خاک این مناطق به ترتیب توسط جباری و همکاران (۵)، مصلحی و همکاران (۱۲)، نیکدل و همکاران (۱۳) و زاهدی و همکاران (۲۳) معرفی شده‌اند. هم‌چنین گونه‌های *Eudorylaimus subdigitalis*، *E. longicardius*، *spauli*، *Aulolaimus*، *E. azarbaijanicus*، *E. mowhitis*، *A. oxycephalus*، *feltiae*، *Syncheilaxonchium nairi*، *Aporcelaimus americanus*، *Nygolaimus europaeus*، *Aporcelaimellus chauhani*، *Tylencholaimellus raskii*، *Nygolaimus paratenius*، *Aquatides Laevides timmi*، *Tylencholaimus constrictus* و *aquaticus* و *Aquatides christei* از این منطقه گزارش گردیده‌اند (۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۱۵). هدف این بررسی تعیین فون نماتدهای dorylaimid جنگل‌های ارسباران و شناسایی آن‌ها تا حد گونه بود تا

۱- استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

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

۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب استاد و دانشجویان دوره دکتری آزمایشگاه نماتدشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۵- دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی
DOI: 10.22067/jpp.v33i2.76301

زمینه مطالعه‌های بیشتر درباره زیست‌شناسی، نقش آن‌ها در اکوسیستم جنگل، برهم‌کنش با سایر موجودات، احتمال استفاده از آن‌ها در کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی و ... فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در منطقه مورد نظر طی فصول بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۹۵ انجام گرفت و در نهایت ۶۵ نمونه خاک از فراریشه گیاهان و نواحی دیگر جمع‌آوری شد. استخراج نماتدها از خاک با استفاده از روش تغییر یافته تلفیق الک و سانتریفیوژ جن‌کینز (۶) صورت گرفت و نماتدهای استخراج شده با استفاده از روش دگریسه (۴) تثبیت و به گلیسرین خالص انتقال یافتند. اسلایدهای میکروسکوپی دائمی از نماتدهای جداسازی‌شده، تهیه گردید. اندازه‌گیری مشخصات لازم با استفاده از میکروسکوپ نوری Motik و عدسی چشمی مدرج، صورت گرفت و تصاویر نماتدها با کمک دوربین (Future Wine) متصل به میکروسکوپ تهیه شد. اشکال نماتدها با استفاده از نرم‌افزار Corel draw® 12 ترسیم گردید. بر اساس مشخصات ریخت‌شناختی، داده‌های ریخت‌سنجی و با استفاده از منابع و کلیدهای شناسایی معتبر، گونه‌های نماتدها شناسایی شده و شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود بین افراد با شرح اصلی گونه و گونه‌های نزدیک، مورد بحث قرار گرفت.

نتایج و بحث

در این بررسی در مجموع ۲۰ گونه از نماتدهای dorylaimid که متعلق به ۱۷ جنس و ده خانواده بودند، شناسایی شدند. بیشترین تعداد گونه‌ها متعلق به خانواده Qudsianematidae بود و جنس‌های *Crassolabium* و *Xiphinema* هر کدام با سه گونه بیشترین تنوع را داشتند. از بین این ۲۰ گونه، شش گونه *Discolaimus mariae*، *C. ettersbargense*، *Crassolabium saccatum*، *himalum*، *Xiphinema uthahense* و *tahatikus* *Tylencholaimus* که بر اساس منابع در دسترس برای اولین بار از خاک‌های ایران گزارش می‌گردند، در اینجا توصیف می‌شوند.

۱- *Discolaimus mariae* Pena-Santiago, Torres, Liebanas and Abolafia, 2002

شکل ۱، جدول ۱

ماده: نماتدهایی به طول بیش از دو میلی‌متر و بعد از تثبیت به حالت C شکل. بدن استوانه‌ای، در ناحیه سر و دم با کمی باریک‌شدگی. ضخامت پوست در نواحی مری، وسط بدن و مخرج به ترتیب ۳/۳، چهار و چهار میکرومتر. غده‌های کروی شکل گرانوله متعدد در محل سطوح جانبی. ناحیه سر دیسکی شکل، فراخ، عرض آن ۳۰-

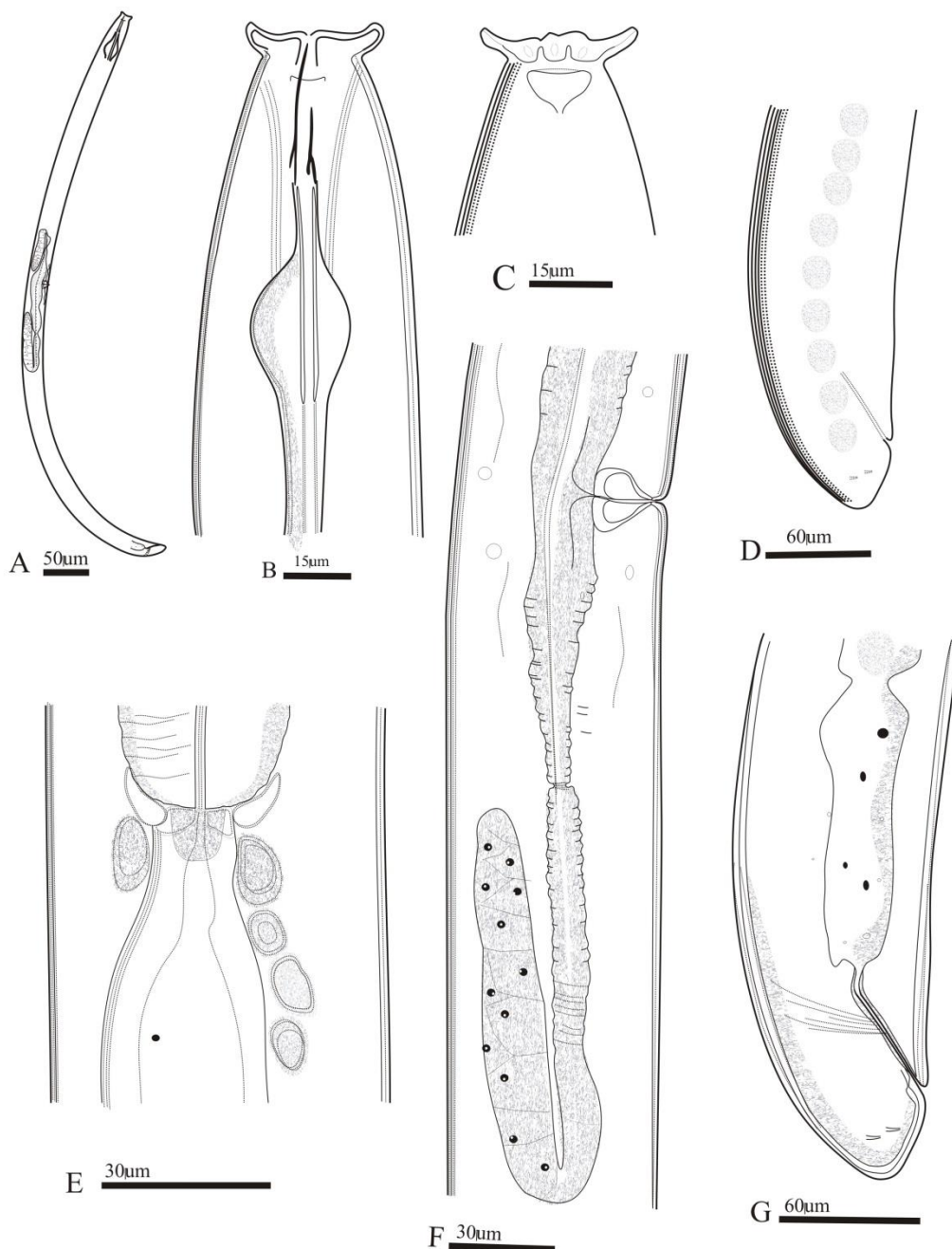
۲۷ میکرومتر و بیشتر از طول ادونتواستایل، بلندی سر چهار تا پنج میکرومتر. آمفید کیسه‌ای شکل، خروجی آن به اندازه یک دوم عرض سر (۱۵-۱۳ میکرومتر) و پایین‌تر از محل اتصال سر و بدن. ادونتواستایل با رشد خوب، خروجی آن نصف طول ادونتواستایل، حلقه هادی استایلت منفرد، ساده، به فاصله ۱۰ میکرومتر از قسمت جلویی بدن یا به اندازه یک سوم عرض سر، اودنتوفور ساده و فاقد تورم در انتها و ۱/۷ تا ۱/۳ برابر طول ادونتواستایل. مری دو قسمتی، بخش جلویی باریک و ماهیچه‌ای، پهن‌شدگی مری تدریجی، بخش عقبی استوانه‌ای به ابعاد ۳۵ × ۲۵۰ میکرومتر. موقعیت هسته‌ها در بخش فراخ مری به صورت $DN=23\%$ ، $S_1N_1=30\%$ ، $S_1N_2=50\%$ ، $S_2N_1=62\%$ ، $S_2N_2=22\%$ در پیچه بین روده و مری کروی کشیده، به ابعاد هشت × ۱۰ میکرومتر، در نزدیکی در پیچه بین مری و روده و در سطوح شکمی و پشتی واجد سلول‌های گرانوله‌ای درشت و متعدد، حلقه عصبی در قسمت باریک مری و به فاصله ۱۶۰ میکرومتر از سر. دارای دو لوله جنسی و با رشد نسبتاً یکسان و کشیده شده به طرفین بدن، شکاف تناسلی عرضی و کمی عقب‌تر از وسط بدن ($V=54$). واژن به حالت افقی، طول آن کمتر از یک سوم عرض بدن در محل شکاف تناسلی و غیر اسکروتی، در برخی افراد دارای اندام‌های قطره‌ای شکل در اطراف واژن، رحم باریک و ساده، طول آن ۸۰-۱۰۰ میکرومتر و یا بیش از یک و نیم برابر عرض بدن در محل شکاف تناسلی، مجرای عبور تخمک به طول ۱۱۰-۱۳۰ میکرومتر و طول تخمدان ۱۱۲-۱۲۳ میکرومتر. پیش‌راست روده به طول ۹۰-۱۱۵ میکرومتر و یا به اندازه یک و نیم تا دو برابر عرض بدن در محل مخرج و در انتها دارای کیسه کور بسیار کوچک، راست روده به طول ۴۸-۴۰ میکرومتر و کمتر از عرض بدن در ناحیه مخرج. دم مخروطی با انتهای گرد، طول آن کوتاه‌تر از عرض بدن در محل مخرج و دارای دو جفت پاییل‌دمی در نیمه عقبی دم. نر. یافت نشد.

بحث

شناسایی این گونه بر اساس کلید ارائه شده توسط وو و همکاران (۲۰) صورت گرفت و جمعیت حاضر به عنوان *Discolaimus mariae* تشخیص داده شد. در مقایسه صفات ریخت‌شناختی این نمونه با توصیف اصلی آن (۱۸) تفاوت‌های چندانی ملاحظه نشد. تنها تفاوت در میزان ضریب C (۹۵/۵-۸۰ در برابر ۷۳-۸۸) در جمعیت مورد بررسی بود. در بین گونه‌های موجود در جنس *Discolaimus*، طول بدن بیشتر از ۲/۴ میلی‌متر سبب تمایز پنج گونه *alborossicus*، *D. mariae*، *D. magnistylus*، *D. curvus*، *D. krugeri* و *D. alborossicus* (چهار میلی‌متر) و طول بیشتر ادونتواستایل در

در مقایسه با *D. mariae* ادونتواستایل بلندتر (۲۹-۳۸ میکرومتر در برابر ۲۳-۲۶ میکرومتر)، راست روده بدون کیسه کور و دم مخروطی با انتهای گرد دارد (در برابر دم مخروطی با انتهای گرد).

گونه *D. magnistylus* (بیش از ۴۵ میکرومتر) این دو گونه را از جمعیت مورد بررسی با طول بدن ۲/۲۵ تا سه میلی‌متر و طول ادونتواستایل ۲۳ تا ۲۶ میکرومتر متمایز می‌سازد. گونه *D. krugeri*



شکل ۱- گونه *Discolaimus mariae*. A: شکل کلی بدن، B: سر و ادونتواستایل، C: آمفید، D: غده‌های گرانونوله در سطوح جانبی، E: محل اتصال روده و مری، F: شکاف تناسلی و لوله جنسی عقبی، G: دم، پیش راست روده و راست روده

Figure 1- *Discolaimus mariae*. A: Entire body, B: Head and odontostyle, C: Amphid, D: Lateral glands, E: Cardia, F: Vulva and posterior genital branch, G: Tail, pre-rectum and rectum

جدول ۱- داده‌های ریخت‌سنجی گونه‌های *Xiphinema .C. himalum*، *C. ettersbargense*، *Crassolabium saccatum*، *Discolaimus mariae* و *Tylencholaimus tahatikus* (اندازه‌ها بر حسب میکرومتر و بصورت میانگین انحراف استاندارد و دامنه) جمع‌آوری شده از جنگل‌های ارسباران-ایران

Table 1- Morphometrics of *Discolaimus mariae*, *Crassolabium saccatum*, *C. ettersbargense*, *C. himalum*, *Xiphinema uthahense* and *Tylencholaimus tahatikus*, (All measurments are in μm and in the form of Mean, Standard Deviation and Range), collected from Arasbaran forests-Iran

	<i>Discolaimus mariae</i>	<i>Crassolabium saccatum</i>	<i>Crassolabium ettersbergen se</i>	<i>Crassolabium himalum</i>	<i>Xiphinema uthahense</i>	<i>Tylencholaimus tahatikus</i>
	5♀	3♀	3♀	6♀	6♀	4♀
L	2605.0±310.4 (2250.0-3000.0)	1749.2±120.4 (1635.0-1875.0)	557.5±40.8 (512.5-605.0)	1268.7±101.5 (1075.0-1350.0)	2208.1±236.3 (1833.0-2442.5)	941±31.4 (910.5-953.8)
a	44±3.8 (41.1-45.0)	31±2.2 (27.5-32)	24.4±2.9 (22.4-29)	29.1±3.07 (25.3-33.4)	63.9±2.6 (61-66.5)	24.2±2.4 (20.6-25.4)
b	4.3±0.8 (3.6-5.7)	4.3±0.3 (4-5.1)	3.5±0.1 (3.3-3.6)	3.8±0.2 (3.4-4.0)	8.0±0.42 (8-8.5)	3.7±0.23 (3.5-4.04)
c	91.3±7 (80.0-95.5)	75±3.6 (72.5-79.0)	43±1.2 (41.3-44.2)	50.1±4.4 (43.0-53.5)	72±7.5 (61.07-78.8)	46±2.8 (44-50)
c'	0.8±0.04 (0.7-0.9)	0.8±0.5 (0.7-0.85)	0.85±0.05 (0.8-0.9)	0.9±0.1 (0.8-1.1)	1.4±0.2 (1.2-1.7)	0.7±0.09 (0.7-0.9)
V	54±2.2 (51.0-56.7)	50±0.8 (49.0-50)	57.0±4.3 (52.5-61.0)	50±2.06 (47.5-55.0)	52±2.6 (49-54)	55.3±1.6 (53.2-57.09)
Tail	23.7±2.1 (23.0-37.5)	23.5±2.2 (22.0-26.0)	13±0.8 (12.0-14.0)	47.5.3±0.8 (45.0-49.0)	34±2.8± (30-37.5)	21±1.84 (19-22.0)
Odontostyle	24.2±2.8 (23.0-26.0)	14.2±1.5 (12.5-15.0)	11.5±0.6 (11.0-12.0)	22.6±0.5 (22.0-24.5)	87±3.7 (82.5-88.0)	12.03±2.0 (8.6-15.0)
Odontophore	38±5.1 (35.0-48.0)	33.5±2.5 (27.5-35.0)	17.7±0.5 (17-19)	41±3.4 (37.0-50.0)	94.5±6.2 (93.5-105.2)	21±2 (20.0-24.0)
Body width at head	28.6±1.3 (27.0-30.0)	14±1.2 (12.5-15.0)	9.5±0.6 (9.0-10.0)	16.4±1.2 (13.0-17.0)	11.5±1.3 (10.5-13)	12±0.88 (8.6-12.5)
mid	59±4.8 (52.0-65.0)	55.3±4.5 (51.0-60.0)	21.5±0.5 (21.0-23.0)	44.2±1.4 (46.3-51.3)	30.2±2.01 (26.4-31.8)	41±3.12 (37.5-43.7)
body	60±8.5 (50.0-73.0)	35.0±5 (30.4-43.4)	23.0±1.8 (21.0-24.0)	44±2.8 (40.0-48.0)	34.5±2.7 (30-37.5)	26.1±3.06 (22-29.4)
anus	30±2.5 (26-30.0)	23.5±2.2 (22.0-26.0)	15.2±0.9 (14.0-16.0)	26±3.6 (22.0-30.0)	37.5±2.7 (34.0-42)	30±16.4 (27.7-28.0)
oesophagus base						

فرورفتگی نسبت به بدن، بلندی آن دو و نیم تا سه میکرومتر. آمفید فنجانی شکل، خروجی آن هم سطح با لب‌ها، عرض آن هشت تا ۱۰ میکرومتر، حدود نصف عرض سر، طول ادونتواستایل معادل عرض ناحیه سر، حلقه هادی استایل ساده و منفرد، به فاصله چهار تا شش میکرومتر از قسمت جلویی بدن، ادونتوفور ساده و بدون تورم انتهایی، طول آن کمی بیشتر از دو برابر طول ادونتواستایل. حلقه عصبی در بخش باریک مری و به فاصله ۱۳۵ میکرومتر از سر. مری دو قسمتی، بخش اول باریک و ماهیچه‌ای، بخش دوم متورم و به ابعاد ۲۱۰ × ۲۷ میکرومتر، پهن‌شدگی مری به‌صورت تدریجی، محل قرارگیری هسته‌های غده‌های مری به‌حالت ۴۰٪ DN=، ۵۸٪ S₁N₂=، S₁N₁=، ۵۳٪، ۷۰٪ S₂N₁=، ۷۴٪ S₂N₂=، درپچه بین روده و مری مخروطی و تا حدی کشیده، به ابعاد ۱۳ × ۱۶ میکرومتر. دارای دو لوله جنسی، با طول مساوی، شکاف تناسلی عرضی و در نزدیکی وسط بدن (V=۵۰)، لبه‌های آن به وضوح اسکلوروتیزه، دارای اندام‌های قطره‌ای

Discolaimus curvus نیز با داشتن حلقه هادی استایل چین دار (در برابر حلقه هادی ساده در *D. mariae*) و ادونتواستایل بلندتر (۲۳-۲۹ میکرومتر در برابر ۲۶-۲۳) از *D. mariae* متفاوت است. گونه *D. mariae* اولین بار از اطراف ریشه درختان زیتون در اسپانیا توسط پناسانتیگو و همکاران (۱۶) گزارش شده است. در این بررسی نیز از جنگل‌های ارسباران (شیرین بلاغ) جمع‌آوری و مورد شناسایی قرار گرفت.

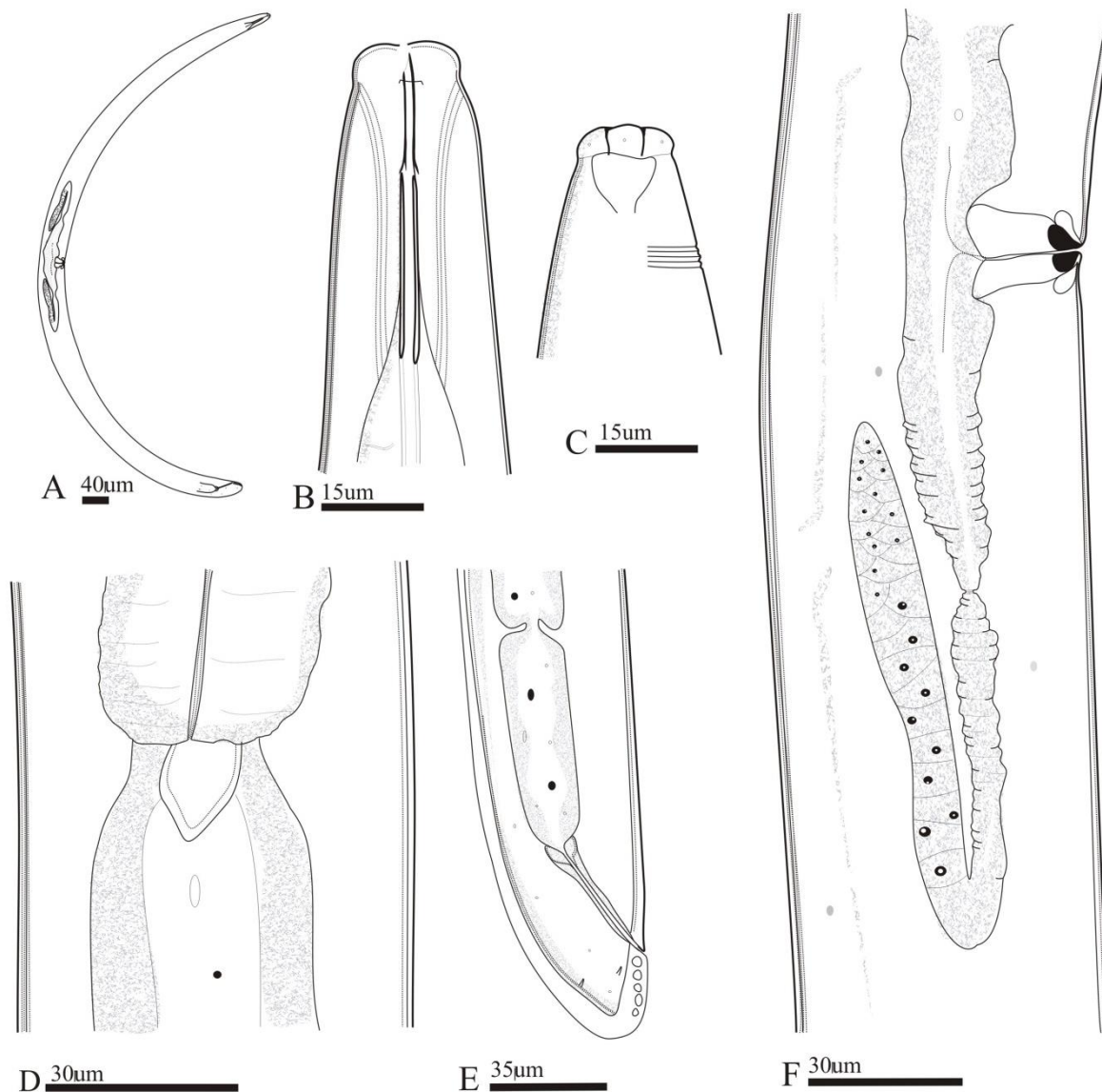
۲- *Crassolabium saccatum* Thorne, 1974

شکل ۲، جدول ۱

ماده: نماتدهایی نسبتاً کوتاه، بعد از کشته شدن و تثبیت به حالت خمیده تا C باز. پوست بدن ظاهراً صاف، به ضخامت دو میکرومتر در قسمت جلویی بدن و مری، چهار میکرومتر در بخش میانی بدن و پنج میکرومتر در ناحیه مخرج. سر گرد تا زاویه‌دار، کم و بیش دارای

راست روده به طول ۳۵ تا ۴۶ میکرومتر و بیش‌تر از عرض بدن در ناحیه مخرج. پیش‌راست‌روده بلند، به طول ۶۵ تا ۷۳ میکرومتر و یا دو تا دو و نیم برابر عرض بدن در محل مخرج. دم کوتاه و مخروطی با انتهای گرد، طول آن کمتر از عرض بدن در محل

شکل در طرف جلویی و عقبی بخش اسکروتیزه، اندازه واژن یک سوم عرض بدن در محل شکاف تناسلی، لوله‌های جنسی فاقد تخم و یا سلول جنسی، طول رحم ۵۸ تا ۸۰ میکرومتر، مجرای عبور تخمک ۶۰ تا ۸۰ میکرومتر و تخمدان ۸۰ تا ۱۱۰ میکرومتر. مخرج مشخص،



شکل ۲- گونه *Crassolabium saccatum*. A: شکل کلی بدن، B: سر و قسمت جلویی بدن، C: آمفید، D: محل اتصال مری و روده، E: دم و انتهای بدن، F: شکاف تناسلی و لوله جنسی عقبی

Figure 2- *Crassolabium saccatum*. A: Entire body, B: Head and anterior part of body, C: Amphid, D: Cardia, E: Tail, pre-rectum and rectum, F: Vulva and posterior genital branch

بحث

پنا-سانتیاگو و سیابانو (۱۹) برای تشخیص ۳۱ گونه موجود در جنس *Crassolabium* یک کلید جامع شناسایی ارائه داده‌اند. در

مخرج، دارای دو جفت پاپیل دمی، دم در بخش شکمی دارای اندام‌های متعدد حباب مانند، طول بخش شفاف انتهایی دم ۱۰ میکرومتر. نر: یافت نشد.

صورت $S_2N_1 = 1/5$, $DN = 1/5$, $S_1N_1 = 46\%$, $S_1N_2 = 1/1$, $S_2N_1 = 1/1$, شکاف تناسلی $S_2N_2 = 1/1$. دارای دو لوله جنسی با طول مساوی، شکاف تناسلی عرضی و در نیمه عقبی بدن ($V = 52/5 - 61$)، لبه‌های آن اسکروتیزه، رحم به طول ۲۰ تا ۲۵ میکرومتر و ساده و لوله‌ای، تخمدان دارای برگشتگی و به طول ۴۰ تا ۴۵ میکرومتر، طول مجرای عبور تخمک ۴۰ تا ۵۰ میکرومتر. پیش‌راست‌رونده نسبتاً بلند و ۴۰ تا ۵۶ میکرومتر و یا دو تا دو و نیم برابر عرض بدن در محل مخرج، راست‌رونده به طول ۲۴ تا ۳۰ میکرومتر و مساوی تا یک و نیم برابر عرض بدن در ناحیه مخرج. دم کوتاه، مخروطی با انتهای گرد و فاقد اندام‌های حباب مانند در سطح شکمی، دارای دو جفت پاییل دمی. نر: یافت نشد.

بحث

برای شناسایی این جمعیت نیز از کلید شناسایی ارایه شده توسط پنا-سانتیاگو و سیابانو (۱۹) و توصیف گونه‌های *C. aenigmaticum*, *C. persicum*, *C. vietnamense*, *C. alekseevi* در نهایت نمونه تحت بررسی به‌عنوان *Crassolabium ettersbergense* شناسایی شد. در مقایسه صفات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناختی این جمعیت و گزارش‌های قبلی، تنها تفاوت کوتاه‌تر بودن طول بدن ($0/5 - 0/6$ میلی‌متر در برابر $0/6 - 1$ میلی‌متر) نمونه مورد مطالعه است. طول بدن مساوی یا کمتر از یک میلی‌متر مشخصه‌ای است که گونه *C. ettersbergense* را به همراه گونه‌های *C. pumilum*, *C. goaens*, *C. medianum* و *C. pumilum* از سایر گونه‌های موجود در جنس *Crassolabium* جدا می‌کند. گونه *C. medianum* دارای اندام‌های حباب مانند در دم است (در برابر عدم وجود آن‌ها در *C. ettersbergense*) و هم‌چنین بخش *pars refringense* در گونه *C. medianum* درشت‌تر است. گونه *C. pumilum* فاقد *pars refringense* بوده و بخش متورم مری یک سوم از طول مری را به خود اختصاص می‌دهد (در *C. ettersbergense* *pars refringense* وجود دارد و نسبت فوق برابر ۵۰ تا ۶۰ درصد طول مری است). گونه *C. goaens* با ادونتواستایل بلندتر (۱۷-۱۵ در برابر ۱۱-۱۲ میکرومتر) از *C. ettersbergense* قابل تفکیک است. سر هم‌تراز بدن در *C. parvulum* در برابر وجود فرورفتگی سر نسبت به بدن در *C. ettersbergense* هم سبب تمایز این دو گونه از هم‌دیگر می‌باشد. این گونه اولین بار توسط دمن (۱۸۸۵) و به نام *Dorylaimus ettersbergensis* گزارش شده است (به نقل از پنا-سانتیاگو و سیابانو (۱۹)). در این بررسی، نمونه‌ها از منطقه جنگل‌های ارسباران (محدوده تحقیقاتی) جمع‌آوری و مورد شناسایی قرار گرفت.

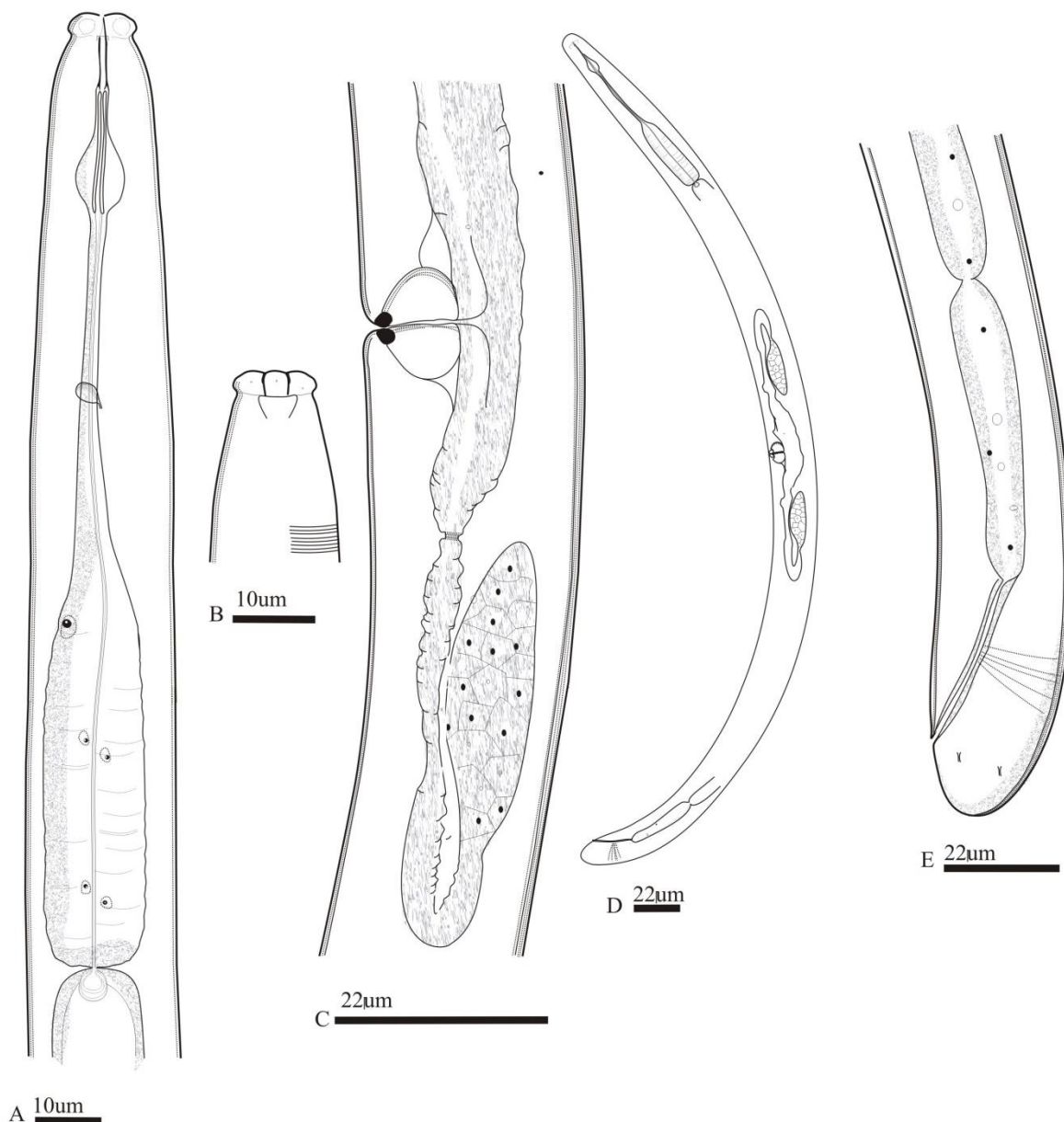
فاصله زمانی ده ساله بین ارایه این کلید و بررسی حاضر، گونه‌های *C. aenigmaticum* Ciobanu, Abolafia & Pena-Santiago, 2010 و *C. vietnamense* Ciobanu, Abolafia & Pena-Santiago, 2010

C. persicum Jabbari, Niknam, Santiago, 2010 و *Vinciguerra, Moslehi, Abolafia & Pena-Santiago, 2012* و *C. alekseevi* Tsalolikhin, 2017 به ترتیب توسط سیابانو و همکاران (۳) از ویتنام، جباری و همکاران (۵) از ایران و تسالولیکین (۲۱) از تایوان توصیف و در مجموع این جنس فعلاً دارای ۳۵ گونه می‌باشد. نمونه تحت بررسی با کلید فوق و مشخصات چهار گونه اخیر مقایسه و به‌عنوان *Crassolabium saccatum* شناسایی گردید. در مقایسه با داده‌های ارایه شده توسط پنا-سانتیاگو و سیابانو (۱۹) برای توصیف گونه *C. saccatum* تفاوت‌هایی در میزان ضرایب $a(32-37)$ و $c(79-82)$ در برابر $56-55$ مشاهده گردید. نزدیک‌ترین گونه به جمعیت تحت بررسی و *C. saccatum*, گونه *C. circliferum* می‌باشد که به‌واسطه غیر اسکروتی بودن محل شکاف تناسلی از *C. saccatum* متمایز می‌شود. هم‌چنین گونه *C. diversum* با داشتن فرورفتگی کامل بین سر و بدن (در مقابل سر کمابیش فرورفته نسبت به بدن) و شکاف تناسلی عقبی ($57-59$) در برابر $V=52/9$ (برابر $V=49-50$) از *C. saccatum* مشخص می‌گردد. این گونه اولین بار توسط تورن (۲۰) و از داکوتای شمالی گزارش شده است. در این مطالعه نیز از جنگل‌های ارسباران (منطقه ناپشته) جمع‌آوری و مورد شناسایی قرار گرفت.

۳- *Crassolabium ettersbergense* de Man, 1885

شکل ۳، جدول ۱

ماده: نماتدهایی کوچک، بعد از کشته‌شدن و تثبیت دارای خمیدگی به سمت شکمی تا C باز. لب‌ها مشخص، سر زاویه دار و دارای فرورفتگی نسبت به بدن، به عرض حدود نه و نیم میکرومتر و بلندی چهار تا پنج میکرومتر. دهانه آمفید به‌صورت شکاف عرضی، هم سطح با فرورفتگی بین سر و بدن و به اندازه چهار و نیم میکرومتر یا کمتر از نصف عرض سر. ادونتواستایل ظریف، کمی بزرگ‌تر از عرض سر. حلقه هادی استایلت به فاصله چهار و نیم تا شش میکرومتر از ابتدای سر، منفرد و ساده، ادونتوفور ساده، میله‌ای و فاقد تورم در انتها و $1/5$ تا $1/3$ برابر ادونتواستایل. مری دو بخشی و نمونه‌وار جنس، بخش باریک ماهیچه‌ای و طول قسمت متورم مری که به تدریج فراخ می‌شود، ۶۰ تا ۶۵ میکرومتر و یا معادل نصف تا بیش از نصف کل مری و عرض آن ۱۵ میکرومتر، محل حلقه عصبی به فاصله ۶۰ تا ۶۵ میکرومتر از سر. ضخامت پوست در ناحیه مری $1/5$ میکرومتر، در نزدیکی شکاف تناسلی معادل $1/7$ و در محل مخرج سه میکرومتر. دریچه بین مری و روده کروی تا مخروطی، به ابعاد 5×10 میکرومتر. محل قرارگیری هسته‌های غدد مری به-



شکل ۳- گونه *Crassolabium ettersbergense*. A: سر و مری، B: آمفید، C: شکاف تناسلی و لوله جنسی عقبی، D: شکل کلی بدن، E: دم، پیش راست‌روده و راست‌روده

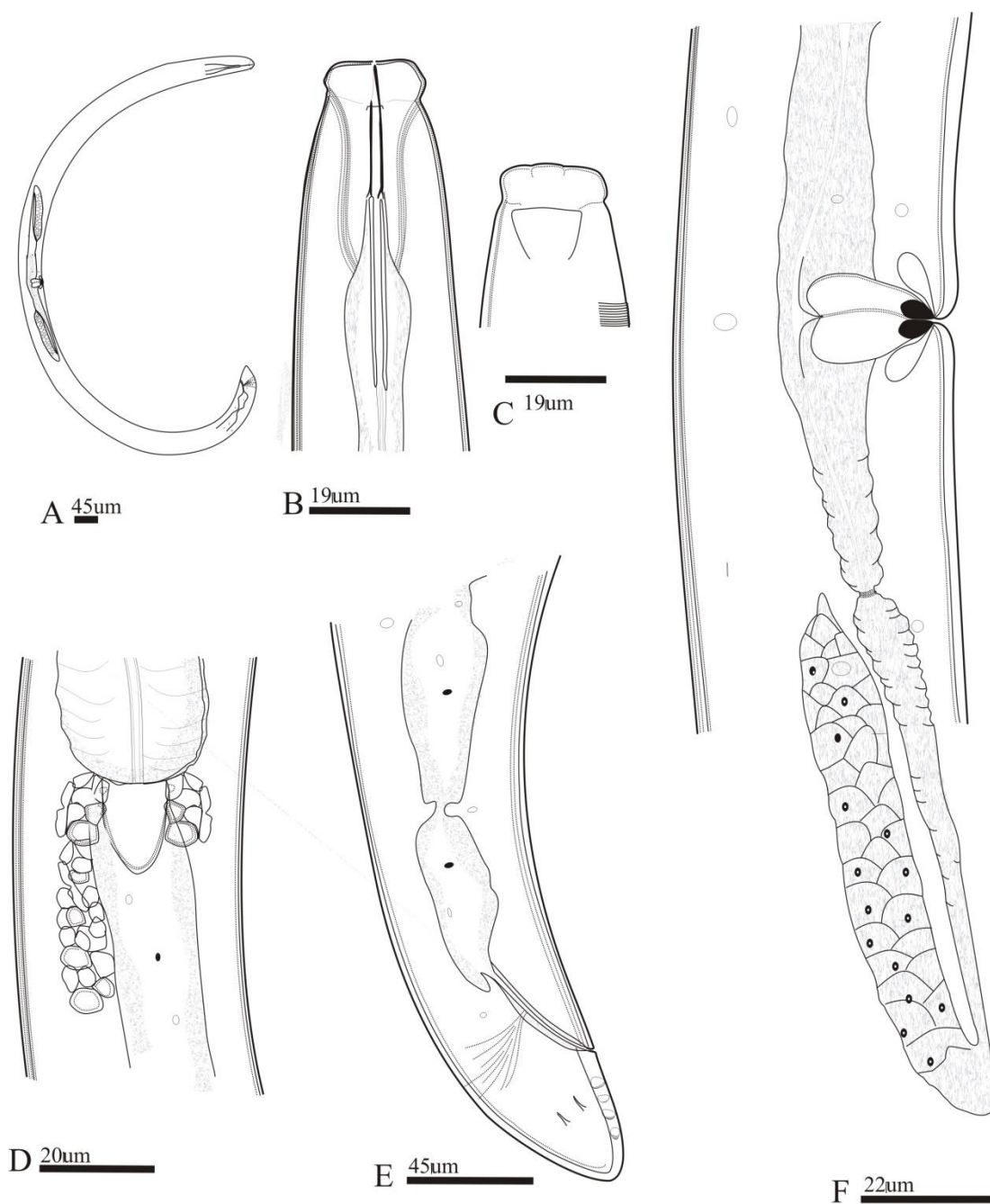
Figure 3- *Crassolabium ettersbergense*. A: Entire body, B: Amphid, C: Vulva and posterior genital branch, D: Cardia, E: Tail, pre-rectum and rectum

۲/۵ میکرومتر. بلندی سر پنج تا شش میکرومتر، ناحیه لب‌ها زاویه‌دار و تا حدی نامتقارن و غیر قابل تفکیک از هم و دارای فرورفتگی نسبت به بدن. ادونتواستایل نسبتاً بلند و طول آن بیشتر از عرض سر، حلقه هادی استایلت ساده، ظریف، منفرد، به فاصله هشت تا ۱۰ میکرومتر از سر، ادونتوفور ساده و حدود دو برابر ادونتواستایل با انتهای ساده.

Crassolabium himalum Jairajpuri and Ahmad, ۱۹۸۲

شکل ۴، جدول ۱

ماده: نماتدهایی به طول متوسط، پس از تثبیت به حالت خمیده تا C شکل. پوست بدن به ظاهر صاف. میزان ضخامت پوست در محل مری ۱/۵ میکرومتر، قسمت میانی بدن ۲/۵ میکرومتر و ناحیه مخرج



شکل ۴- گونه *Crassolabium himalum*: شکل کلی بدن، B: سر و ادونتواستایل، C: آمفید، D: محل اتصال مری و روده، E: دم، پیش‌راست‌روده و راست‌روده، F: شکاف تناسلی و لوله جنسی عقبی

Figure 4- *Crassolabium himalum*. A: Entire body, B: Head and odontostyle, C: Amphid, D: Cardia, E: Tail, pre-rectum and rectum, F: Vulva and posterior genital system

ترتیب $DN = 20\%$ ، $S_1N_1 = 55\%$ ، $S_1N_2 = 57\%$ ، $S_2N_1 = 74\%$ ، $S_2N_2 = 76\%$. حلقه عصبی در بخش باریک مری و ۱۳۰ میکرومتر عقب‌تر از سر. دریچه بین مری و روده تا حدی بلند و مخروطی، به ابعاد $15 \times$

مری به طول ۳۱۲ تا ۳۵۰ میکرومتر و حدود یک سوم تا یک چهارم طول کل بدن، مری در ابتدا باریک و بعداً به تدریج منتهی به قسمت فراخ به ابعاد 153×25 میکرومتر، محل هسته‌های مری به

ماده: نماتدهایی باریک، بعد از کشته شدن و تثبیت به حالت فتری یا C تا حدی بسته، خمیدگی در انتهای بدن بیشتر است. پوست دارای شیارهای عرضی بسیار ظریف. ضخامت پوست در محل مری ۱/۵، نزدیک شکاف تناسلی دو و در محل مخرج ۲/۳ میکرومتر. سر کروی، در کناره‌ها کمابیش گوشه‌دار، دارای فرورفتگی نسبت به بدن، بلندی آن ۱۲ تا ۱۴ میکرومتر. آمفید رکابی شکل و اندازه خروجی آن هفت تا ۱۰ میکرومتر و در محل فرورفتگی سر با بدن، ادونتواستایل و ادونتوفور شبیه جنس، به ترتیب به طول نه و شش برابر عرض سر. فاصله حلقه هادی استایلت از سر ۹۰ تا ۱۰۰ میکرومتر. حلقه عصبی به فاصله ۱۹۵ میکرومتر از ابتدای سر و در نیمه جلویی بخش باریک مری، ابعاد قسمت فراخ مری 115×20 میکرومتر. موقعیت هسته‌های مری به صورت $DN = 15\%$ ، $S_1N_1 = 67\%$ ، $S_2N_1 = 80\%$ ، دو تا از هسته‌ها نامشخص. درجه بین مری و روده نیم کروی و به ابعاد ۱۰ $\times$ ۶ میکرومتر. شکاف تناسلی در وسط بدن ($V = 49-54$)، دارای دو لوله جنسی کشیده شده به طرفین، لبه‌های شکاف تناسلی غیراسکلروتی، طول واژن به اندازه یک سوم عرض بدن در محل شکاف تناسلی و یا به طول ۱۵ میکرومتر، رحم استوانه‌ای، کشیده، و به طول ۱۹ میکرومتر و فاقد تزیینات، مجرای عبور تخمک باریک و بلند، حدود ۱۰۵ میکرومتر، تخمدان دارای برگشتگی و به طول ۵۰ میکرومتر، قرارگیری تخمک‌ها در یک ردیف، دارای تجمعی از باکتری‌ها در تخمدان‌ها. پیش‌راست‌روده نسبتاً بلند (بیش از دو برابر عرض بدن در ناحیه مخرج و یا به طول ۶۰ تا ۷۲ میکرومتر)، طول راست‌روده معادل عرض بدن در محل مخرج. دم مخروطی با انتهای کند و گرد، طول آن بیش‌تر از عرض بدن در محل مخرج، ۳۰ تا ۴۱ میکرومتر. دارای دو پاپیل دمی. نر: یافت نشد.

بحث

شناسایی این جمعیت با استفاده از کلیدهای شناسایی ارایه شده توسط لوف و همکاران (۱۰)، لمبرتی و کارون (۸)، لمبرتی و همکاران (۹) و چن و همکاران (۲) صورت گرفت و در نهایت به عنوان عضوی از *Xiphinema americanum-group* تشخیص داده شد. بر اساس این منابع، جمعیت مورد بررسی با سه گونه *X. taylori* و *X. utahense*، *X. pacificum* مقایسه گردید و در نهایت به عنوان گونه *X. utahense* گزارش می‌شود. در مقایسه با توصیف اصلی و گزارشات قبلی از این گونه تفاوت‌چندانی از نظر صفات ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی مشاهده نگردید. گونه *X. taylori* به دلیل ضریب b کمتر ($5/6-7/5$ در برابر $8-8/5$)، ضریب a کمتر ($39/3-51$) در برابر $61-66/5$ و ضریب c' کمتر ($0/75-1$ در برابر $1/7-1/2$) از گونه *X. utahense* قابل تفکیک است.

۱۰ میکرومتر. تجمعی از سلول‌ها در محل اتصال مری به روده که میزان این تجمع در بخش پشتی بیشتر از بخش‌های شکمی و جانبی است. شکاف تناسلی عرضی، با لبه‌های اسکلروتیزه و در وسط بدن ($V = 49-51$)، دارای سلول‌های قطره‌ای شکل در دو طرف جلویی و عقبی بخش اسکلروتیزه، دو لوله جنسی با طول‌های نسبتاً یکسان، فاقد تخم و یا سلول جنسی، طول رحم به طور متوسط ۴۵ میکرومتر و معادل با عرض بدن در محل شکاف تناسلی، مجرای عبور تخمک باریک و بلند، طول آن دو برابر طول رحم و یا ۹۵-۸۶ میکرومتر، تخمدان دارای برگشتگی و به طول متوسط ۸۵ میکرومتر، تخمک‌ها در بیشتر طول تخمدان در ردیف‌های متعدد. طول راست‌روده و پیش‌راست‌روده تقریباً مساوی هم و برابر عرض بدن در محل مخرج (به ترتیب ۴۷ و ۵۳ میکرومتر)، پیش‌راست‌روده در انتها منتهی به یک کیسه کور. دم مخروطی با انتهای گرد، دارای دو جفت پاپیل دمی، در سطح شکمی دم، دارای اندام‌های حباب‌مانند متعدد. نر: یافت نشد.

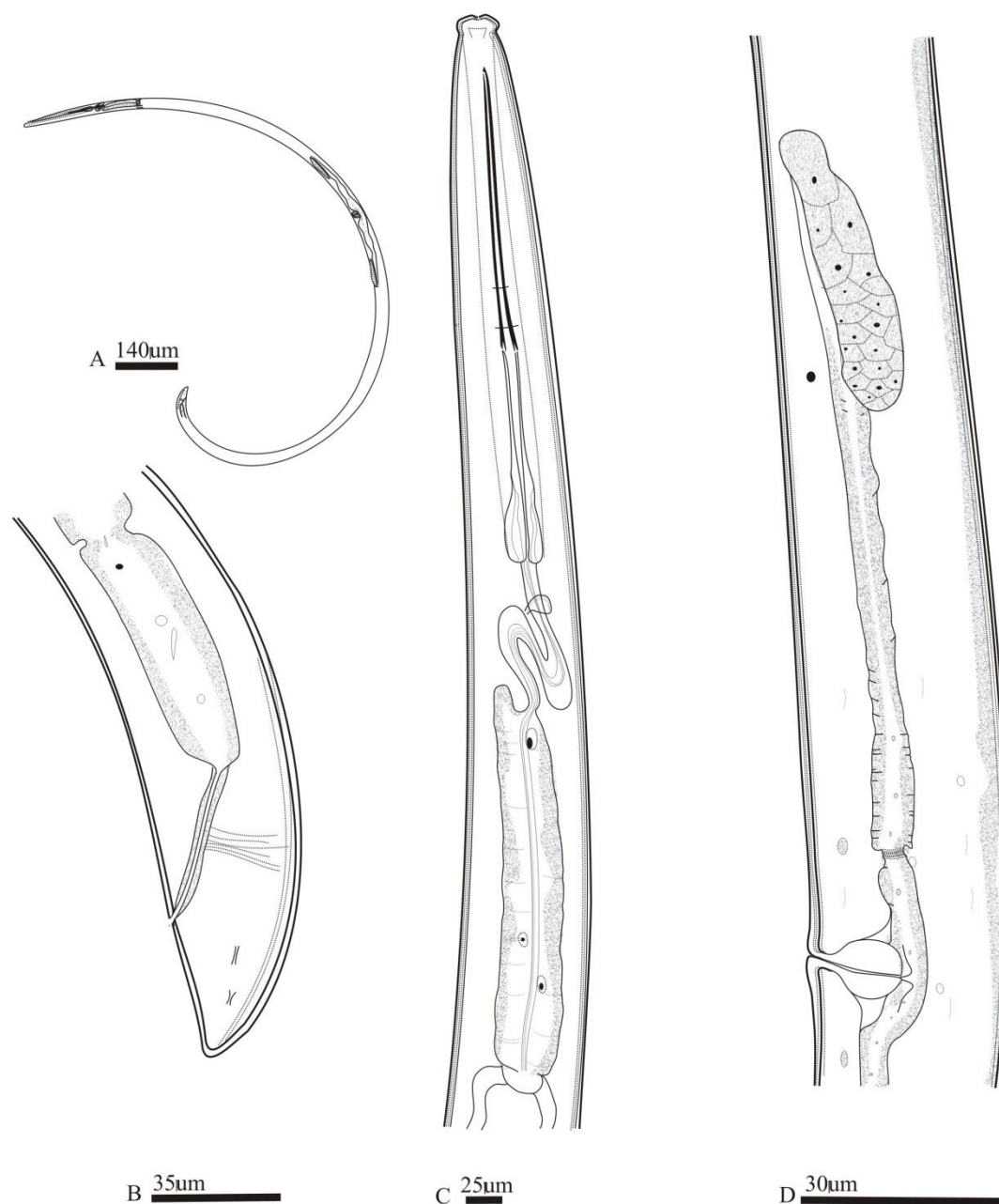
بحث

همانند گونه‌های قبلی برای شناسایی این جمعیت از کلید شناسایی ارایه شده توسط پنا-سانتیاگو و سیابانو (۱۹) و توصیف گونه‌های *C. aenigmaticum*، *C. alekseevi*، *C. vietnamense* و *C. persicum* استفاده گردید. در نتیجه نمونه تحت مطالعه به عنوان *Crassolabium himalum* شناسایی شد. مقایسه صفات ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی آن با منابع نشان داد که دم جمعیت مورد بررسی کمی بلندتر ($25-27$ در برابر $21-24$ میکرومتر) ولی سایر صفات شبیه هستند. گونه *C. himalum* با گونه‌های *neohimalum* و *C. porosum* از نظر صفات ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی قابل مقایسه است. از گونه *C. neohimalum* با داشتن طول بدن کوتاه‌تر ($1/07-1/35$ میلی‌متر در برابر $1/32-1/47$ میلی‌متر) و لب‌ها نامتقارن (در برابر متقارن) تفکیک می‌شود. هم‌چنین گونه *C. himalum* از *C. porosum* با داشتن فرورفتگی بین سر با بدن (در برابر هم‌تراز بودن) و دم نسبتاً بلندتر ($25-27$ میکرومتر در برابر 21) متمایز می‌گردد. این گونه اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط جیراچپوری و احمد با نام *Eudorylaimus himalus* از هندوستان و از خاک اطراف گیاه *Tectona grandis* گزارش شده است (به نقل از پنا-سانتیاگو و سیابانو (۱۹)). در بررسی حاضر نیز از جنگل‌های ارسباران (شیرین بلاغ، مکیدی و ناپشته) جمع‌آوری و مورد شناسایی قرار گرفت.

۵- *Xiphinema utahense* Lamberti and Bleve-Zacheo

1979

شکل ۵، جدول ۱



شکل ۵- *Xiphinema utahense*: A: نمای کلی بدن، B: مخرج و دم، C: سر و قسمت جلویی بدن، D: شکاف تناسلی و لوله جنسی جلویی
Figure 5- *Xiphinema utahense*. A: Entire body, B: Tail, pre-rectum and rectum, C: Head and anterior part of body, D: Vulva and anterior genital system

گرد) و دو پاییل دمی موجود در بخش میانی دم و در راستای یک خط فرضی عرضی (در جمعیت مورد بررسی پاییل‌ها در راستای یک خط فرضی طولی واقع شده‌اند) از گونه مورد بحث متفاوت است. این گونه اولین بار توسط لمبرتی و بلووزاچئو (۷) از ریزوسفر گیاه *Rhus*

گونه *X. pacificum* با مری نسبتاً بلندتر ($b = 5/8 - 7/8$) در برابر $b = 8/5 - 8/8$ ، سر با فرورفتگی بیشتر نسبت به بدن (در برابر فرورفتگی کم در گونه *X. utahense*)، دم مخروطی با انتهای خمیده یا دارای زائده انگشتی شکل (در برابر دم مخروطی با انتهای

مشخص و یک لایه داخلی که از لایه بیرونی تفکیک می‌شود. پوست بدن به ضخامت $1/2$ میکرومتر در ناحیه مری، دو میکرومتر در نزدیکی شکاف تناسلی و دو میکرومتر در محل مخرج. سر دارای فرورفتگی نسبت به بدن، عرض آن کمتر از یک سوم عرض در وسط بدن، بلندی سر چهار میکرومتر و یا به‌طور متوسط معادل نصف عرض آن، لب‌ها ادغام شده و غیرقابل تفکیک از هم. آمفید فنجانی شکل، خروجی آن به‌صورت عرضی و در قاعده لب‌ها و به اندازه ۵-۷ میکرومتر.

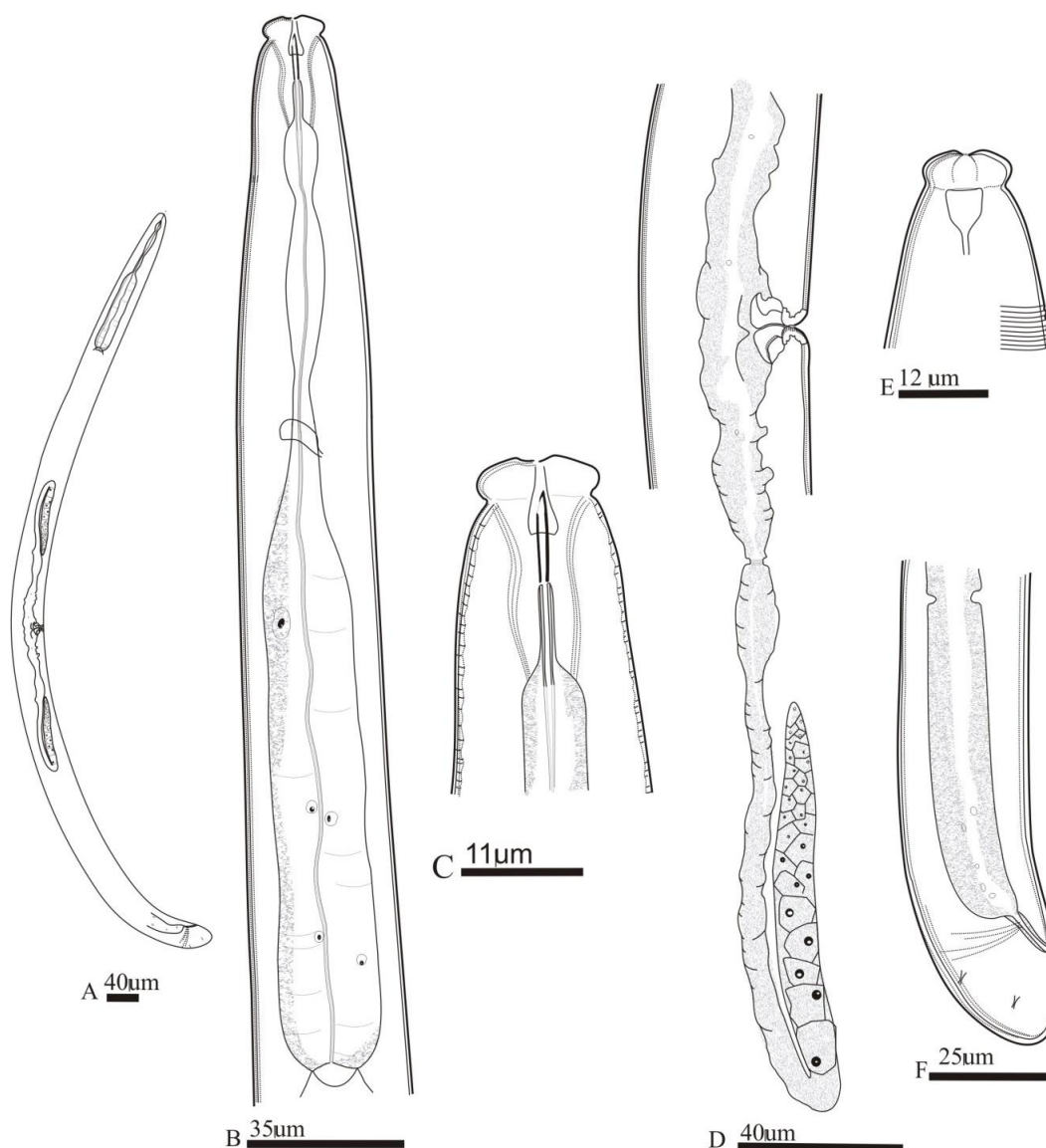
trilobata و از آمریکا گزارش شده است. در این بررسی نیز از ناحیه گوزالان جنگل‌های ارسباران جمع‌آوری و گزارش می‌شود.

۶- *Tylencholaimus tahatikus* (Yeates, 1967) Siddiqi, 1968

۱۹۶۸

شکل ۶، جدول ۱

ماده: طول بدن کمتر از یک میلی‌متر، شکل عمومی بدن بعد از کشته شدن و تثبیت با کمی خمیدگی به سطح شکمی. پوست از نوع dorylaimid، با یک لایه ضخیم خارجی دارای شیارهای عرضی



شکل ۶- *Tylencholaimus tahatikus*: A: نمای کلی بدن، B: سر، مری و کاردیا، C: ادونتواستایل و ادونتوفور، D: ادونتواستایل و ادونتوفور، E: آمفید

Figure 6- *Tylencholaimus tahatikus*. A: Entire body, B: Head and anterior part of body, Esophagus and Cardia, C: Head, odontostyle and odontophore, D: Vulva and posterior genital system, E: Amphid, F: Tail, pre-rectum and rectum

احمد (۱)، پنا-سانتیاگو و کومنس (۱۷) به‌عنوان *Tylencholaimus tahatikus* شناسایی شد. مقایسه صفات ریخت‌شناختی و ریخت-سنجی آن با منابع (۱، ۱۶ و ۱۷) نشان داد که تنها تفاوت موجود بین جمعیت مورد بررسی و گزارشات قبلی، عرض سر کمتر (۱۲/۵-۱۰/۶ میکرومتر در برابر ۱۸-۱۵ میکرومتر) در جمعیت تحت مطالعه می‌باشد و سایر خصوصیات ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی با هم مشابهت دارند. در جنس *Tylencholaimus* در مجموع ۵۵ گونه توصیف شده است که از نظر تعداد و نحوه قرارگیری لوله‌(های) جنسی در افراد ماده به سه گروه: (۱) دارای یک لوله جنسی عقبی فعال، (۲) دارای یک لوله جنسی جلویی فعال و (۳) دارای دو لوله جنسی فعال تقسیم می‌شوند. بر این اساس تنها ۱۲ گونه در جنس *Tylencholaimus* دارای دو لوله جنسی فعال در افراد ماده و عضو گروه سوم هستند. ریخت‌سنجی با گونه‌های *T. mongolicus* و *T. innebus* مشابهت دارد. در مقایسه با گونه *T. mongolicus*، دارای ادونتوآستایل بلندتر (۱۵-۱۰/۶ میکرومتر در برابر ۷-۶ میکرومتر)، دم بلندتر (۲۲-۱۹ میکرومتر در برابر ۱۴-۸ میکرومتر)، ضریب *c* بیشتر (۵۰-۴۴ در برابر ۳۰-۲۴) و ضریب *c'* کمتر (۰/۷-۰/۹ در برابر ۱/۲ تا ۱) است. در گونه *T. innebus* محل شکاف تناسلی افراد ماده عقبی‌تر بوده (۵۷-۵۳ $V=$ در برابر ۶۴-۶۲ $V=$) و همچنین طول بدن نیز کمتر (۰/۶۸-۰/۵۴ میلی‌متر در برابر ۰/۹۵-۰/۹۰ میلی‌متر) است. یتز (۱۹۶۷) *T. tahatikus* را اولین بار با نام *Dorylaimellus tahatikus* از نیوزلند گزارش کرده است (به نقل از احد و احمد (۱)). در این بررسی گونه *T. tahatikus* از فراریشه درختان در جنگل‌های ارسباران (منطقه ناپشته) جمع‌آوری، شناسایی و گزارش می‌گردد.

طول ادونتوآستایل معادل عرض سر و برابر با نصف طول ادونتوفور، فاقد تورم در انتها. حلقه هادی ساده، به فاصله ۱۰ میکرومتر از سر. حلقه عصبی در بخش باریک مری و به فاصله ۹۷ میکرومتر از ابتدای بدن، طول مری حدود با یک چهارم طول بدن، دارای یک ناحیه جلویی باریک به طول ۱۲۵-۱۰۱ میکرومتر که بتدریج فراخ می‌شود، ناحیه عقبی متورم و به ابعاد ۱۳۰-۳۰×۱۱۰-۲۵ میکرومتر. محل هسته‌های مری به‌صورت $DN= ۲۵\%$ ، $S_1N_1= ۵۱\%$ ، $S_1N_2= ۵۳\%$ ، $S_2N_1= ۷۵\%$ ، $S_2N_2= ۷۹\%$. دریچه بین مری و روده کروی و به ابعاد ۱۰×۱۰ میکرومتر. دارای دو لوله جنسی، شکاف تناسلی در نیمه عقبی بدن ($V=۵۳-۵۷$)، لبه‌های واژن غیر اسکلوئتی، طول واژن کمتر از یک سوم عرض بدن در محل شکاف تناسلی و به ابعاد ۱۳×۷ میکرومتر. رحم کشیده و به طول متوسط ۵۰ میکرومتر، مجرای عبور تخمک باریک و بلند به‌طول ۵۸ میکرومتر، ابتدای آن متورم و ایجاد *pars dilatata oviducts* کرده است، تخمدان دارای برگشتگی، متوسط طول آن ۹۰ میکرومتر، تخمک‌ها در بخش انتهایی تخمدان در ردیف‌های متعدد. طول راست‌روده کمی بیشتر از نصف عرض بدن در محل مخرج و به اندازه ۱۵ میکرومتر، پیش‌راست‌روده نسبتاً بلند و میانگین طول آن ۵۰ میکرومتر و یا بیش از دو برابر عرض بدن در محل مخرج. طول دم کمتر از عرض بدن در ناحیه مخرج. دم مخروطی و در انتها گرد. دارای دو پاییل در نیمه دوم دم، یکی از پاییل‌ها در ناحیه جانبی-پشتی و دیگری جانبی. نر: یافت نشد.

بحث

نمونه مورد بررسی با استفاده از کلیدهای ارایه شده توسط احد و

منابع

- Ahad S., and Ahmad W. 2016. Description of two new and six known species of the genus *Tylencholaimus* de Man, 1876 (Nematoda: Dorylaimida) with a diagnostic compendium and key to species. *Zootaxa* 4107 (4): 451-490.
- Chen D.Y., Ni H.F., Yen J.H., Cheng Y.H., and Tsay T.T. 2005. Differentiation of the *Xiphinema americanum*-group nematodes *X. brevicollum*, *X. incognitum*, *X. diffusum* and *X. oxycaudatum* in Taiwan by morphometrics and nuclear ribosomal DNA sequences. *Nematology* 7(5): 713-725.
- Ciobanu V., Abolafia J., and Pena-Santiago R. 2010. Two remarkable new species of the genus *Crassolabium* Yeates, 1967 from Vietnam (Nematoda: Dorylaimida: Qudsianematidae). *Journal of Natural History* 44(33-34): 2049-2064.
- De Grisse A.T. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisées dans l'étude des Nématodes phytoparasitaires. *Mémoires de l'Institut National de la Recherche Scientifique, Série B, Biologie* 16: 351-369.
- Jabbari H., Niknam Gh., Vinciguerra M.T., Moslehi Sh., Abolafia J., and Peña-Santiago R. 2012. Description of *Crassolabium persicum* sp. n. (Nematoda, Dorylaimida, Qudsianematidae), an interesting species from Iran. *ZooKeys* 203: 55-63.
- Jenkins W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48: 692.

- 7- Lamberti F., and Bleve-Zacheo T. 1979. Studies on *Xiphinema americanum* senso lato with description of fifteen new species (Nematoda, Longidoridae). *Nematologia Mediterranea* 7: 51-106.
- 8- Lamberti F., and Carone M. 1991. A dichothomus key for the identification of the species of *Xiphinema* (Dorylaimida) within the *X. americanum* group. *Nematologia Mediterranea* 19: 341-348.
- 9- Lamberti F., Molinari S., Moens M., and Brown D.J.F. 2002. The *Xiphinema americanum*-group. 11. Morphometric relationships. *Russian Journal of Nematology* 10(2): 99 -112.
- 10- Loof P.A.A., Luc M., and Coomans A. 1993. The *Xiphinema americanum* group (Nematoda: Dorylaimida). 1. Comments upon the key to species published by Lmnberti and Carone (1992). *Fundamental and Applied Nematology* 16(4): 355-358.
- 11- Moslehi Sh., Niknam Gh., and Ashrafi M. 2011. First report of three known species of the genus *Aulolaimus* (Nematoda: Aulolaimidae) from Iran. *Nematologia Mediterranea* 39(1): 53-57.
- 12- Moslehi Sh., Niknam Gh., and Ashrafi M. 2012. One new and four known species of the genus *Eudorylaimus* Andrassy, 1959 (Dorylaimida: Qudsianematidae) from Iran. *International Journal of Nematology* 22(1): 30-40.
- 13- Nikdel M., Niknam Gh., and Ye W. 2011. *Steinernema arasbaranense* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Arasbaran, Iran. *Nematologia Mediterranea* 39: 17-28.
- 14- Niknam Gh., Jabbari H., Moslehi Sh., Vinciguerra M.T., and Nikdel M. 2010a. Some free living nematodes from Arasbaran forests. p. 657. In: Abbasi M. and Ali abadi F. (ed.) Proceeding of 19th Iranian plant protection congress. 31 Jul-3 AUG., 2010. Vol II. Iranian research institute of plant protection. Tehran. (In Persian)
- 15- Niknam Gh., Ashrafi M., and Naderiyan R. 2010b. Three nygolaimid species from soils of northwest Iran. P. 612. In: Abbasi M. and Ali abadi F. (ed.) Proceeding of 19th Iranian plant protection congress. 31 Jul-3 AUG., 2010. Vol II. Iranian research institute of plant protection. Tehran. (In Persian)
- 16- Pena-Santiago R., and Coomans A. 1994. Revision of the genus *Tylencholaimus* de Man, 1876. Didelphic species. *Nematologica* 40: 32–68.
- 17- Pena-Santiago R., and Coomans A. 1996. Revision of the genus *Tylencholaimus* de Man, 1876. General discussion and key to the species. *Nematologica* 40: 440–454.
- 18- Pena-Santiago R., Torres B., Liebanas G., and Abolafia J. 2002. Nematodes of the order Dorylaimida from Andalucía Oriental, Spain: *Discolaimus* Cobb, 1913. 1. Description of two new species. *Nematology* 4(3): 361-369.
- 19- Pena-Santiago R., and Ciobanu M. 2008. The genus *Crassolabium* Yeates, 1967 (Dorylaimida: Qudsianematidae): Diagnosis, list and compendium of species, and key to their identification. *Russian Journal of Nematology* 16(2): 77- 95.
- 20- Thorne G. 1974. Nematodes of the Northern Great Plains. Part II. Dorylaimoidea in part (Nemata: Adenophorea). Technical Bulletin of Agricultural Experiment Station, South Dakota State University, 41: 1-120.
- 21- Tsalolikhin S.Ya. 2017. *Crassolabium alekseevi* sp. n. (Nematoda, Dorylaimida, Qudsianematidae) from Taiwan Island. *Zoologicheskii Zhurnal* 96(6): 740-744.
- 22- Wu W., Yan L., Xu Ch., Wang K., Jin Sh., and Xie H. 2016. A new species of the genus *Discolaimus* Cobb, 1913 (Nematoda: Dorylaimida: Qudsianematidae) from Qinghai, China. *Zootaxa* 4088(1): 129–138.
- 23- Zahedi E., Niknam Gh., Decraemer W., and Karegar A. 2009. *Trichodorus arasbaranensis* n. sp. (Nematoda: Trichodoridae) from a natural forest in Arasbaran, north-west Iran. *Nematology* 11(2): 243-252.



Report of Six Dorylaim Nematodes from Arasbaran Forestry- Iran

H. Jabbari^{1*} - Gh. Niknam² - A. Fallahi³ - E. Zahedi Asl⁴ - M. Nikdel⁵

Received: 24-12-2018

Accepted: 24-06-2019

Introduction: Nematodes are an abundant and very diverse group among the living organisms of soils. They are few information about them as animals which can live in all habitats including fresh waters, marines, soil of farms, gardens, forests and pastures. In addition to plant parasitic nematodes, which have parasitic relationship with different plants in agricultural soils, nematodes belonging to other trophic groups also have indirect impacts on the growth of plants in the agroecosystems and nature. They are used as biological indicators of soil health. The knowledge on their abundance, presence or absence of different groups of nematodes in the soils are considered important in various biological sciences.

Materials and Methods: In order to study the diversity of dorylaimid nematodes in Arasbaran forests, 65 soil samples were collected during 2015-2016 from different plant rhizosphere. The soil samples were transferred to the Nematology laboratory- University of Tabriz and kept at four degree centigrade until extraction time. They processed and the nematodes extracted, killed, fixed and transferred to anhydrous glycerin using common nematology methods. After preparing permanent microscopic slides, their morphometric and morphological characteristics were studied under optical microscope and identification was done using related valid literature. The morphometric data of nematode and microscopic images prepared using Motik optical microscope connected to scaled lens and future wine camera, respectively. All figures were prepared by Corel draw[®] 12 software.

Results and Discussion: As a result 20 dorylaim species (*Crassolabium saccatum*, *C. himalum*, *C. ettersbergense*, *Syncheilaxonchium nairi*, *Paravulvulus hartingii*, *Eudorylaimus spaulli*, *Epidorylaimus lugdunensis*, *Nygolaimus brachyuris*, *Paraxonchium carmenae*, *Metaxonchium persicum*, *Aulolaimus oxycephalus*, *A. nanocephalus*, *Discolaimus mariae*, *Longidorella soadi*, *Sectonema demani*, *Xiphinema macroacanthum*, *X. vuittenzei*, *X. uthahense*, *Longidorus africanus*, *Tylencholaimus constrictus*, *T. tahatikus*, *Xiphinemella globilabiata*, *Enchodelus macrodorus* which are belonging to 16 genera and ten different families. The family Qudsianematidae had more number of genera (five) and two genera, *Crassolabium* (three species) and *Xiphinema* (three species) were found having the most number of species compared to the other genera. Six species namely *Discolaimus mariae*, *Crassolabium saccatum*, *C. himalum*, *C. ettersbergense*, *Xiphinema uthahense* and *Tylencholaimus tahatikus* that are new records for Iran nematode fauna described here in.

D. mariae has been reported for the first time around the roots of olive trees in Spain by Pen-santiago. In this study, the nematode was collected and identified in Arasbaran forests -Shirin Bolagh. Comparing the present population of *D. mariae* with its main description there were not much differences. The only difference was in the c index (80-95 vs. 88-73).

The closest species to *C. saccatum* is *C. circuliferum* which distinguished from that by non-sclerotized vulval region in *C. saccatum*. *C. diversum* as another related species to *C. saccatum* is characterized by a complete offset head (vs. relatively offset head) and posterior position of vulva ($V=52.9-57$ vs. $V=49-50$).

This population of *C. ettersbergense* can be compared to the morphometric characteristics of previous reports that has shorter body length (0.5-0.6 mm vs. 0.6-1 mm). In members of *Crassolabium* having equal to less than one millimeter body length is characteristic of *C. ettersbergense*, *C. medianum*, *C. pumilum*, *C. goaens* and *C. pumilum*. *C. medianum* species has bubble-like organs in the tail (vs. absence of them in *C. ettersbergense*). *C. pumilum* has no pars refringense, and the expanded part of the esophagus is one third of length of the esophagus (vs. absences pars refringense in *C. ettersbergense*, and the above ratio is 50-60% of the esophagus). *C. goaens* distinguished from *C. ettersbergense* with longer Odontostyle (15-17 vs. 11-12 μm). The head in *C. parvulum*, is different in comparing *C. ettersbergense* (continues vs. offset).

Crassolabium himalum comparing the main description has slightly longer tail (25-27 vs. 21-24 μm . *C. himalum* is comparable for morphological traits with *C. neohimalum* and *C. porosum*. The *C. neohimalum* is characterized by a shorter body length (1.07-1.35 mm vs. 1.32 to 1.47 mm) and the asymmetrical lips (vs.

1- Assistant Professor, Department of Plant Protection, University of Maragheh, Maragheh, Iran

(*- Corresponding Author Email: Jabbari@maragheh.ac.ir)

2, 3 and 4- Professor and Ph.D. Students, Nematology Lab., Department of Plant Protection, University of Tabriz, Tabriz, Iran, Respectively

5- Associate Professor, East Azarbaijan Agricultural Research and Education Center

symmetrical). The *C. himalum* is also distinguished from *C. porosum* by having offset head- (vs. countinouse) and a relatively tall tail (25-27 μm vs. 21).

Xiphinema uthahense is member of *Xiphinema americanum* - group and compared to the main description and previous reports, there was no significant difference between the morphological traits and the morphology. The species *X. taylori*, due to the lower coefficient b (5.6-7.5 vs. 8-8.5), has a lower coefficient (39.3 -51 vs. 61-66.5) and the coefficient c 'less (0.75 - 1 vs. 1.2-1.7) can be distinguished from *X. utahense* species. *X. pacificum* is relatively longer (5.8-7.8 vs. 8-8.5).

Tylencholaimus tahatikus in morphological characteristics has similarity to *T. mongolicus* and *T. innebus*. Compared to *T. mongolicus* it has a longer odontostyle (10.6 - 15 μm vs. 7-6 μm), longer tail (19-22 μm vs. 8-14 μm), greater c (44-50 vs. 24-30) and c 'is less (0.7-0.9 vs 1-1.2). In *T. innebus*, V is greater (V =62-64 vs. V= 53-57) and shorter body length (0.54-0.68 mm vs. 0.90 -0.95 mm).

Keywords: Dorylaims, Fauna, Morphology, Morphometry

اثر غلظت‌های کشنده و زیرکشنده سه حشره‌کش روی برخی فرآسنجه‌های رشدی زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* به روش تماسی و میزبان مسموم

مژگان رضایی^۱ - شهرام حسامی^{۲*} - مهدی غیبی^۳ - هادی زهدی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۳۰

چکیده

تعیین اثرات غلظت‌های کشنده و زیرکشنده حشره‌کش‌ها بر فرآسنجه‌های رشدی دشمنان طبیعی زنده مانده یکی از نیازهای تحقیقاتی در برنامه‌های مدیریت آفات می‌باشد. هرچه این اثرات کمتر باشد حشره‌کش انتخابی‌تر عمل کرده و در برنامه کنترل آفات از جایگاه بهتری برخوردار می‌باشد. زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* Say به‌عنوان یک دشمن طبیعی مؤثر نیز از این قاعده مستثنی نیست. در این تحقیق اثر کشنده و زیرکشنده حشره‌کش‌های رایج آبامکتین^{*} و پروتئوس^{*} و سیرینول^{*} به دو روش تماسی و میزبان مسموم بر خصوصیات رشدی این زنبور بررسی گردید. آزمایش‌های زیست‌سنجی در شرایط آزمایشگاهی (دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و روشنایی L16:D8) در پنج تکرار و هر تکرار با ۳۰ زنبور در روش تماسی و هر تکرار با ۱۵ لارو میزبان آزمایشگاهی (شب‌پره آرد، *Ephestia kuhniella* Zeller) در روش میزبان مسموم انجام شد. غلظت کشنده این تیمارها در روش تماسی روی این زنبور پارازیتوئید به ترتیب $1/38$ ، $0/37$ و $6/621$ میلی‌لیتر بر لیتر و روی لارو میزبان آزمایشگاهی برای این زنبور به ترتیب $0/490$ ، $2/155$ و $0/138$ میلی‌لیتر بر لیتر بدست آمد. نتایج نشان داد که بیشترین کل طول دوره‌ی رشدی این زنبور پس از تیمار شاهد ($25/95 \pm 0/79$ روز) مربوط به تیمار سیرینول در روش میزبان مسموم با غلظت زیرکشنده ($0/86 \pm 23/42$ روز) بود. بیشترین طول عمر حشرات ماده زنبور مربوط به تیمار سیرینول در کاربرد غلظت زیرکشنده به صورت تماسی ($30/31 \pm 0/17$ روز) و بیشترین طول عمر حشرات نر مربوط به کاربرد تیمار سیرینول در غلظت زیرکشنده در روش میزبان مسموم ($22/02 \pm 0/15$ روز) بود. بیشترین میزان تخم گذاشته‌شده در تیمار سیرینول در غلظت زیرکشنده به صورت کاربرد تماسی ($1/48 \pm 177/01$ عدد) مشاهده شد. نتایج نشان داد که تیمار سیرینول به صورت کاربرد تماسی کمترین اثر سوء را روی زنبور پارازیتوئید داشت.

واژه‌های کلیدی: آبامکتین، پروتئوس، سیرینول، زیست‌سنجی، کنترل بیولوژیک

مقدمه

افزوده شده است. ولی در مدت زمان کوتاهی اثرات سوء مخرب آفت‌کش‌ها بر محیط‌زیست و آثار سوء مصرف آن‌ها بر روی انسان و سایر جانداران آشکار شد. با گسترش مبارزه بیولوژیکی و بکارگیری روش‌های غیرشیمیایی در مبارزه با آفات، دوران مدیریت تلفیقی آفات آغاز شد. زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* علیه لارو بالپولکداران کاربرد وسیعی پیدا کرده است. این زنبور با حمله به مرحله لاروی میزبان‌های خود، از ادامه تغذیه و ایجاد خسارت جلوگیری می‌کند، در عین حال مراحل رشد و نمو را سریع طی می‌کند و نرخ پارازیتیسم بالایی دارد. با توجه به اهمیت زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در کنترل بیولوژیک، اخیراً مطالعات مختلفی در بررسی فرآسنجه‌های رشدی آن انجام شده است و از میان مطالعات صورت گرفته می‌توان به بررسی‌های امیرمعافی و چی (۲) اشاره نمود. با توجه به استفاده‌ی زیاد از سموم شیمیایی در کنترل لاروهای بالپولکداران آفت که میزبان اصلی این زنبور می‌باشند، تعیین اثرات جانبی این سموم بر روی فرآسنجه‌های

رشد روزافزون جمعیت موجب نیاز غذایی شدید گردیده که سبب شده انسان در جهت تولید بیشتر محصولات کشاورزی اقدام نماید. با ظهور سموم شیمیایی مختلف و تولید و عرضه آن‌ها و تشویق کشاورزان به استفاده بیش از حد سموم، تأثیر سریع سموم در کنترل آفات و مصرف آسان، روبه‌روز بر وسعت سم‌پاشی علیه آفات گیاهی

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیاران حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

(*- نویسنده مسئول: Email: hesami@iaushiraz.ac.ir)

۴- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

رشدی زنبورهای زنده مانده، لازم به نظر می رسد تا بر اساس این نتایج در انتخاب سموم دقت لازم به عمل آید. رفیعی دستجردی (۱۶) اثرات کشندگی و زیرکشندگی آفت کش های تیودیکارب، پروفنوفوس، اسپینوساد و هگزافلوموران را بر زنبور *H. hebetor* بررسی نموده و مشخص کرد که آفت کش های فوق سبب تأثیر سوء روی زادآوری و نسبت جنسی زنبور داشتند، اما طول عمر زنبور بوسیله این آفت کش ها تحت تأثیر قرار نرفت. سرمدی (۱۹) مشخص کرد که در مرحله شفیرگی زنبور *H. hebetor* دو آفت کش ایندوکساکارب و ایمیداکلوپرید با غلظت توصیه شده مزرعه ای مرگومیری روی این زنبور نداشته و آفت کش دلتامترین را کم ضرر معرفی کرد. همچنین مشخص نمود که آفت کش دلتامترین دارای بیشترین اثر سوء بر فرآیندهای جمعیت زنبور *H. hebetor* بوده است. گروش (۱۳) کاهش باروری روزانه زنبور *H. hebetor* که با سم کاربایل تیمار شده بودند را نتیجه تغییرات فیزیولوژیک در سیستم تولیدمثل دانسته است. عابدی و همکاران (۱) در بررسی اثر کشنده و زیر کشندهی حشره کش های آزادیراختین و سایپرمتترین روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* مشاهده کردند سایپرمتترین سمیت حادثی روی مراحل لاروی و بلوغ این زنبور نسبت به آزادیراختین دارد. همچنین مهدوی و همکاران (۱۴) در بررسی اثر کشندگی و دموگرافی حشره کش های کلروپیریفوس و اسپینوزاد روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* سازگاری نسبی بین استفاده از اسپینوزاد و این زنبور را مشاهده کردند. در تحقیق حاضر از حشره کش های آلامکتین و پروتئوس و سیرینول استفاده شد و اثرات جانبی آن ها روی این زنبور مفید به صورت کاربرد مستقیم (تماسی) و غیر مستقیم (میزبان مسموم) مورد بررسی قرار گرفت.

به منظور پرورش بید آرد، در ظروف پلاستیکی به ابعاد ۵/۵×۵/۵ سانتی متر مقدار ۵۰۰ گرم آرد گندم سیوس دار به همراه ۱۵ گرم مخمر آرد گذاشته شد و سپس ۰/۱ گرم از تخم بید آرد به صورت یکنواخت روی آن پخش شد. این ظروف در دمای ثابت 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ به مدت ۳۰ تا ۳۵ روز تا زمان ظهور حشرات کامل نگهداری شدند. سپس شب پره های بالغ به کمک دستگاه اسپراتور از ظرف ها جمع آوری و به منظور تخم ریزی به قیف هایی با فاصله ای در حدود سه سانتی متر بالاتر از مقواهای تیره رنگ منتقل شدند و به صورت روزانه تخم های ریخته شده توسط این شب پرها جمع آوری و برای آلوده سازی آرد مجدداً مورد استفاده قرار گرفتند (۱۵).

جمع آوری و پرورش زنبور *Habrobracon hebetor*

حشرات کامل زنبور *H. hebetor* از انبارهای آلوده خرما به آفت شب پره هندی در شهرستان شهداد کرمان جمع آوری گردید و پس از شناسایی در مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان، برای پرورش زنبور پارازیتوئید از لیوان های یک بار مصرف پلاستیکی استفاده گردید. ابتدا در هر لیوان تعداد ۱۰-۱۲ لارو سن چهارم بید آرد قرار داده شد و چهار جفت زنبور نر و ماده به آن اضافه گردید. برای تغذیه زنبورها از پنبه حاوی آب عسل ۱۰ درصد در کنار دیواره ی هر لیوان استفاده شد. پس از ۲۴ ساعت زنبورها بوسیله اسپراتور از ظرف خارج شده و به ظرف جدید منتقل گردیدند. ظروف در دمای 25 ± 2 سلسیوس و رطوبت 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ تا ظهور حشرات کامل نگهداری شدند (۱۵).

زیست سنجی زنبور *H. hebetor* به روش تماسی

در این مرحله از پتری دیش های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی متر که درب آن ها به قطر دو سانتی متر بریده و با توری پوشیده شده بود استفاده شد. کف پتری دیش ها با کاغذ صافی مفروش گردید. ابتدا با یک پیش آزمایش زیست سنجی غلظت هایی که باعث مرگومیر ۲۵ تا ۷۵٪ جمعیت شدند، مشخص شد. غلظتی که حدود ۲۵ درصد تلفات ایجاد کرد به عنوان پایین ترین و غلظتی که حدود ۷۵ درصد تلفات را ایجاد کرد به عنوان بالاترین غلظت مؤثر برای انجام آزمایش های اصلی انتخاب شد (۱۷). غلظت های استفاده شده در آزمایش تماسی عبارت بودند از: آلامکتین (۰/۰۳۸، ۰/۱۰۲، ۰/۲۶۹)، پروتئوس (۰/۰۰۳، ۰/۰۱۳، ۰/۰۵۲، ۰/۱۶۵، ۰/۲ و ۰/۵ میلی لیتر بر لیتر) و سیرینول (۱، ۲/۰۸۹، ۳/۰۹۰، ۴/۵۷۰، ۶/۷۶۰ و ۱۰ میلی لیتر بر لیتر). ۳۰ عدد زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* که ۲۴ ساعت از عمر آن ها گذشته بود درون هر پتری دیش آغشته به غلظت های مختلف سموم قرار داده شد این

مواد و روش ها

سموم مورد آزمایش

- آلامکتین[®] (1.8% EC): حشره کش و کنه کش با اثر تماسی و فعالیت سیستمیک محدود از گروه Avermectin می باشد. این محصول از شرکت تولیدات پاک سم ایرانیان تهیه گردید.
- پروتئوس[®] (تیاکلوپراید+دلتامترین 11% OD): حشره کشی تماسی و سیستمیک از گروه کلرونیکونیتیل و پیرتروئید است. این محصول شرکت بایر آلمان می باشد.
- سیرینول[®] (سیرینول): حشره کش تماسی حاوی عصاره ی روغنی سیر که توسط شرکت کیمیا سبزآور عرضه می گردد و با فرمولاسیون مایع غلیظ امولسیون شونده می باشد.

پرورش بید آرد (*Ephestia kuehniella* (Lep., Pyralidae) Zeller

پتری‌ها به اتاق رشد منتقل شده و پس از ۲۴ ساعت تعداد حشرات زنده و مرده شمارش شد (۱۵). برای هر غلظت پنج تکرار انجام شد. در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار Probit Analysis-MSChart محاسبه غلظت کشنده و زیرکشنده و تجزیه داده‌ها انجام شد (۵).

زیست‌سنجی لارو شب‌پره بید آرد

لارو شب‌پره بید آرد به‌عنوان میزبان زنبور با تیمارهای مختلف سموم فوق‌آلوده و غلظت کشنده برای آن‌ها تعیین شد. غلظت‌های استفاده شده در آزمایش تماسی عبارت بودند از: آبامکتین (۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۸ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر)، پروتوس (۰/۱۳، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۸ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر) و سیرینول (۰/۰۱، ۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۱۲۵، ۰/۲۱۱ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر). آزمایش زیست‌سنجی روی لاروهای میزبان درون لیوان‌های یک‌بارمصرف (۴/۵×۸ سانتی‌متر) انجام شد. ۱۰ گرم آرد گندم سبوس‌دار درون هر لیوان ریخته و مقدار ۳/۵ سی‌سی از غلظت‌های مختلف هر حشره‌کش به‌صورت یکنواخت روی آرد اسپری شد و مخلوط گردید. در هر ظرف ۱۵ لارو سن دوم بید آرد وارد شد (۹). این کار در پنج تکرار انجام شد. پس از ۷۲ ساعت تعداد لاروهای زنده و مرده شمارش شد و با نرم‌افزار Probit Analysis-MSChart غلظت‌های کشنده و زیر کشنده تعیین گردید (۵). HQ (Hazard Quotient): مقایسه‌ی نسبت انتخابی یک حشره‌کش بوسیله‌ی ضریب خطر) از تقسیم میزان توصیه شده برای کاربرد یک سم (برحسب گرم بر هکتار یا لیتر بر هکتار) بر میزان سمیت سم بر موجود هدف که با LC_{50} مشخص می‌شود تعیین گردید. اگر نسبت HQ از یک بیشتر باشد ($HQ > 1$) نشان‌دهنده‌ی این است که این سم برای موجود هدف سمیت بالایی دارد و خطرناک است حتی ممکن است ۵۰٪ از موجودات هدف را از بین ببرد (۳).

تأثیر غلظت کشنده و زیرکشنده سموم روی فرآسنجه‌های رشدی به روش تماسی

در این مطالعه اثرات غلظت‌های کشنده و زیر کشنده حشره‌کش‌ها روی فرآسنجه‌های زیستی پارازیتوئید *H. hebetor* مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور تمامی سطوح درونی لیوان یک‌بار مصرف (۴/۵×۸ سانتی‌متر) با دو سی‌سی از غلظت‌های کشنده و زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌ها آغشته گردید و پس از خشک شدن، درون هر لیوان ۱۵ جفت زنبور نر و ماده یک‌روزه رهاسازی شد و آب به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. به‌منظور تغذیه زنبورها روی سطح کناری هر لیوان پنبه‌ی آغشته به آب عسل ۱۰٪ تعبیه گردید. لیوان‌ها به اتاقک رشد (دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت روشنایی) منتقل شدند. بعد از

۲۴ ساعت از بین زنبورهای زنده مانده، یک جفت زنبور پارازیتوئید نر و ماده انتخاب و به همراه چهار عدد لارو سن آخر بید آرد به درون لیوان‌های یک‌بارمصرف جدید حاوی پنبه آغشته به آب و عسل منتقل شدند. درب لیوان‌ها با توری بسته شد. این لیوان‌ها با لیوان‌های حاوی لارو سالم روزانه تعویض شده و لاروهای هر لیوان به‌صورت مجزا نگهداری می‌شدند. این عمل تا پایان عمر زنبور ماده ادامه یافت. میزان تخم‌ریزی زنبورها به‌صورت روزانه تا پایان عمر آن‌ها شمارش و ثبت گردید. این آزمایش برای هر تیمار در ۱۵ تکرار که هر تکرار حاوی یک جفت زنبور نر و ماده بود انجام شد. در طول آزمایش تمام مراحل تخم، لارو، شفیرگی و حشره کامل هر ظرف به‌طور روزانه مورد بررسی و طول مدت هر مرحله رشدی، تلفات مراحل مختلف، زمان ظهور حشرات کامل و جنسیت آن‌ها ثبت گردید (۱۵). تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و تجزیه آماری ANOVA مورد ارزیابی قرار گرفتند.

تأثیر غلظت کشنده سموم روی فرآسنجه‌های رشدی به روش میزبان مسموم

جهت انجام این آزمایش ابتدا درون هر لیوان میزبان آلوده شده با هر یک از سموم با غلظت کشنده قرار داده شد و در هر ظرف ۱۵ لارو سن دوم بید آرد قرار داده شد. پس از ۷۲ ساعت لاروهای زنده مانده مربوط به هر تیمار به لیوان‌های تازه با آرد سالم منتقل شدند و به مدت ۲۴ ساعت در مجاورت زنبور ماده جفت‌گیری کرده قرار داده شدند. پس از اطمینان از تخم‌گذاری زنبور روی لاروهای شب‌پره بید آرد، لاروها به صورت تکی به پتری سالم منتقل و روزانه مراحل زندگی زنبور (تخم، لارو، شفیره و حشره کامل) بررسی و ثبت شد (۸). این آزمایش در پنج تکرار برای هر تیمار انجام شد. داده‌های مربوط به هر دو روش آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Two Sex Life Table (v:2015.002) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (۴ و ۶). فرآسنجه‌های مختلفی شامل نسبت بقاء مراحل مختلف رشدی، طول دوره‌های زیستی (Longevity) مراحل مختلف رشدی، طول دوره‌های تخم‌ریزی زنبور، طول دوره‌ی زندگی حشرات نر و ماده، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی زنبور *H. hebetor* با دز کشنده و زیرکشنده در روش تماسی و میزبان مسموم بررسی شدند.

نتایج

زیست‌سنجی: نتایج آزمایش‌های مربوط به زیست‌سنجی زنبور پارازیتوئید و لارو شب‌پره بید آرد و تعیین غلظت‌های کشنده و زیر کشنده سموم مورد آزمایش در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش زیست‌سنجی زنبور *H. hebetor* در روش تماسیTable 1- Results of bioassay test of *H. hebetor* in contact method

حشره کش‌ها Insecticides	LC ₃₀ (ml/l)	LC ₅₀ (ml/l)	ضریب کای Chi square	درجه آزادی df	یکنواختی Hetero	شیب خط Slop±SE	ضریب خطر HQ
Abamectin	0.276	1.38	0.006	5	0.01	0.749±0.688	0.43
Proteus	0.0086	0.037	0.0643	5	0.03	0.815±0.93	3.33
Sirinol	0.369	6.621	3.102	5	0.52	0.419±0.85	0.301

جدول ۲- نتایج آزمایش زیست‌سنجی لارو *E. kuehniella*Table 2- Results of bioassay test of *E. kuehniella* larvae

حشره کش‌ها Insecticides	LC ₃₀ (ml/l)	LC ₅₀ (ml/l)	ضریب کای Chi square	درجه آزادی df	یکنواختی Hetero	شیب خط Slop±SE	ضریب خطر HQ
Abamectin	0.179	0.490	7.976	4	1.99	1.199±0.34	1.22
Proteus	0.982	2.155	4.07	4	1.018	1.535±0.409	1.46
Sirinol	0.004	0.138	0.577	4	0.14	0.361±0.3	0.53

تأثیر غلظت‌های کشنده و زیرکشنده سموم روی

فرآیندهای رشدی زنبور *H. hebetor*

نتایج مرگ‌ومیر مراحل مختلف رشدی زنبور پارازیتوئید تیمار شده با غلظت‌های کشنده و زیرکشنده حشره‌کش‌های مورد آزمایش در

جداول ۳ و ۴ آورده شده است. بیشترین نسبت بقاء پس از تیمار شاهد در مراحل قبل از بلوغ در تیمار سیرینول در غلظت کشنده مشاهده شد و بیشترین نسبت بقاء حشرات ماده بالغ تیمار شده با غلظت کشنده‌ی سیرینول در روش تماسی ثبت شد.

جدول ۳- نسبت بقاء زنبور *H. hebetor* تیمار شده با سموم مختلف در روش میزبان مسمومTable 3- Survival rate (SR) of *H. hebetor* treated with different insecticides in poisonous-host method

حشره کش ها Insecticides	مراحل رشدی Stages		تخم Egg	لارو ۱ L ₁	لارو ۲ L ₂	لارو ۳ L ₃	شفیره Pupa	ماده Female	نر Male
	عوامل Factors								
Abamectin	SR (LC ₅₀)		1	0.92	0.91	0.91	0.75	0.46	0.29
	SR (LC ₃₀)		1	1	1	0.91	0.76	0.47	0.27
Proteus	SR (LC ₅₀)		1	0.94	0.92	0.91	0.80	0.40	0.32
	SR (LC ₃₀)		1	0.95	0.95	0.87	0.80	0.25	0.32
Sirinol	SR (LC ₅₀)		1	0.98	0.97	0.97	0.83	0.51	0.34
	SR (LC ₃₀)		1	0.96	0.96	0.88	0.85	0.50	0.38
Control	Water		1	0.98	0.93	0.92	0.92	0.67	0.25

جدول ۴- نسبت بقاء زنبور *H. hebetor* تیمار شده با سموم مختلف در روش تماسیTable 4- Survival rate (SR) of *H. hebetor* treated with different insecticides in contact method

حشره کش ها Insecticides		مراحل رشدی Stages						
		تخم Egg	لارو ۱ L ₁	لارو ۲ L ₂	لارو ۳ L ₃	شفیره Pupa	ماده Female	نر Male
		عوامل Factors						
Abamectin	SR (LC ₅₀)	1	0.86	0.80	0.80	0.80	0.47	0.31
	SR (LC ₃₀)	1	0.85	0.80	0.80	0.80	0.47	0.33
Proteus	SR (LC ₅₀)	1	0.75	0.63	0.63	0.63	0.31	0.32
	SR (LC ₃₀)	1	0.84	0.75	0.75	0.75	0.40	0.35
Sirinol	SR (LC ₅₀)	1	0.87	0.82	0.82	0.82	0.49	0.35
	SR (LC ₃₀)	1	0.87	0.83	0.83	0.83	0.48	0.35
Control	Water	1	0.98	0.93	0.92	0.92	0.67	0.25

تماسی و میزبان مسموم در جداول ۵ و ۶ آمده است. تمامی تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق در روش تماسی با غلظت کشنده و زیرکشنده سبب کاهش طول دوره‌ی تفریح تخم نسبت به شاهد شده است. در خصوص طول دوران قبل از بلوغ، در غلظت زیرکشنده تنها تیمار سیرینول سبب کاهش معنی‌دار طول این دوران شده اما در غلظت کشنده سیرینول و پروتوس نیز این کاهش را نشان می‌دهد. در کل استفاده از غلظت‌های زیرکشنده و کشنده سبب کاهش مجموع طول مراحل رشدی زنبور به صورت معنی‌دار شده است که در هر دو غلظت بکار رفته پروتوس بیشترین کاهش را نشان می‌دهد.

در روش میزبان مسموم بیشترین نسبت بقاء مراحل قبل از بلوغ در تیمار سم سیرینول مشاهده شد. به علاوه حشرات کامل ماده تیمار شده با غلظت کشنده‌ی سیرینول بیشترین نسبت بقاء را داشتند. در کل در روش میزبان مسموم نسبت بقاء بالاتر از روش تماسی ثبت شد.

بررسی طول دوره‌های زیستی (*Longevity*) مراحل مختلف رشدی زنبور *H. hebetor*

بررسی طول دوره‌های زیستی مراحل مختلف رشدی زنبور *H. hebetor* تحت تأثیر غلظت کشنده و زیرکشنده تیمارها با روش

جدول ۵- طول دوره‌های زیستی (روز) مراحل مختلف زنبور *H. hebetor* تیمار شده با حشره‌کش‌ها در روش تماسی
Table 5- *Longevity (days) of different stages of H. hebetor treated with insecticides in contact method*

مراحل رشد Life stages	دوز Dose	آبامکتین Abamectin	پروتوس Proteus	سیرینول Sirinol	شاهد Control	تجزیه داده‌ها Analysis
تخم Egg	LC ₃₀	1.85±0.03 ^b	1.88±0.03 ^b	1.54±0.05 ^c	1.99±0.01 ^a	F _{3,354} =2143.71 Sig=0
	LC ₅₀	1.93±0.02 ^a	1.88±0.03 ^b	1.59±0.05 ^c	1.99±0.01 ^a	F _{3,346} =2457.29 Sig=0
لارو سن ۱ L ₁	LC ₃₀	1.01±0.01 ^a	1.01±0.03 ^a	1.01±0.01 ^a	1.01±0.04 ^a	F _{3,354} =0.01 Sig=0.99
	LC ₅₀	1.03±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	F _{3,346} =0.24 Sig=0.995
لارو سن ۲ L ₂	LC ₃₀	1.01±0.01 ^a	1.01±0.03 ^a	1.01±0.03 ^a	1.01±0.01 ^a	F _{3,331} =0.3 Sig=0.82
	LC ₅₀	1.01±0.01 ^a	1.02±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a	F _{3,318} =0.38 Sig=0.76
لارو سن ۳ L ₃	LC ₃₀	1.96±0.02 ^a	1.96±0.02 ^a	1.96±0.01 ^a	1.97±0.02 ^a	F _{3,330} =3.27 Sig=0.021
	LC ₅₀	1.89±0.03 ^a	1.95±0.02 ^a	1.96±0.02 ^a	1.97±0.02 ^a	F _{3,317} =165.75 Sig=0
شفیره Pupa	LC ₃₀	4.44±0.05 ^a	4.52±0.05 ^a	4.35±0.05 ^b	4.32±0.05 ^b	F _{3,330} =205.79 Sig=0
	LC ₅₀	4.46±0.05 ^a	3.94±0.10 ^c	4.67±0.04 ^a	4.32±0.05 ^b	F _{3,317} =1874.20 Sig=0
حشره کامل Adult	LC ₃₀	15.10±0.49 ^b	13.87±0.42 ^c	15.99±0.57 ^b	17.45±0.49 ^a	F _{3,330} =750.65 Sig=0
	LC ₅₀	14.36±0.42 ^b	14.14±0.52 ^b	14.61±0.45 ^b	17.45±0.49 ^a	F _{3,317} =1169.59 Sig=0
دوران قبل از بلوغ Pre adult	LC ₃₀	10.24±0.06 ^a	10.35±0.07 ^a	9.87±0.07 ^b	10.28±0.06 ^a	F _{3,330} =752.40 Sig=0
	LC ₅₀	10.45±0.06 ^a	9.75±0.10 ^c	10.20±0.07 ^b	10.28±0.06 ^a	F _{3,317} =1024.04 Sig=0
مجموع طول مراحل رشدی Total longevity	LC ₃₀	20.67±1.02 ^b	18.81±1.01 ^c	21.80±1.02 ^{ab}	25.84±0.79 ^a	F _{3,330} =692.40 Sig=0
	LC ₅₀	20.31±0.97 ^b	15.93±1.09 ^c	20.73±0.96 ^b	25.84±0.79 ^a	F _{3,317} =1326.20 Sig=0

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each row show significant differences at P<0.05 (Tukey test).

طول دوره‌ی زیستی زنبور پارازیتوئید تیمار شده با تیمارهای مختلف در این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از غلظت کشنده و زیرکشنده به روش میزبان مسموم سبب کاهش این آماره شده است بیشترین کاهش نسبت به شاهد در استفاده از غلظت زیرکشنده تیمار آبامکتین و غلظت کشنده‌ی سیرینول می‌باشد.

در روش میزبان مسموم تمامی تیمارها سبب کاهش دوره‌ی تفریح تخم شده که در سیرینول این میزان در هر دو غلظت کمتر است. در دوره‌ی پیش از بلوغ در غلظت کشنده و زیرکشنده تیمارها سبب افزایش طول عمر این دوره حشرات شده است. بیشترین طول عمر دوره‌ی قبل از بلوغ در روش میزبان مسموم در سیرینول با غلظت زیرکشنده و آبامکتین با غلظت کشنده مشاهده شد. نتایج کلی

جدول ۶- طول دوره‌های زیستی (روز) مراحل مختلف زنبور *H. hebetor* تیمار شده با حشره‌کش‌ها در روش میزبان مسمومTable 6- Longevity (days) of different stages of *H. hebetor* treated with insecticides in poisonous host method

مراحل رشد Life stages	دوز Dose	آبامکتین Abamectin	پروتئوس Proteus	سیرینول Sirinol	شاهد Control	تجزیه داده‌ها Analysis
تخم Egg	LC ₃₀	1.86±0.03 ^b	1.78±0.04 ^c	1.70±0.04 ^d	1.99±0.01 ^a	F _{3,409} =1119.56 Sig=0
	LC ₅₀	1.93±0.02 ^b	1.86±0.03 ^c	1.79±0.04 ^c	1.99±0.01 ^a	F _{3,384} =868.84 Sig=0
لارو سن ۱ L ₁	LC ₃₀	1.01±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a	F _{3,409} =0.014 Sig=0.998
	LC ₅₀	1.02±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a	F _{3,383} =0.198 Sig=1
لارو سن ۲ L ₂	LC ₃₀	1.04±0.01 ^b	1.03±0.04 ^b	1.71±0.04 ^a	1.01±0.01 ^b	F _{3,404} =1123.312 Sig=0
	LC ₅₀	1.01±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.03±0.01 ^a	1.01±0.01 ^a	F _{3,378} =0.182 Sig=0.90
لارو سن ۳ L ₃	LC ₃₀	3.56±0.05 ^a	1.97±0.02 ^c	2.61±0.05 ^b	1.97±0.02 ^c	F _{3,369} =27105.60 Sig=0
	LC ₅₀	1.95±0.02 ^c	1.98±0.01 ^b	2.74±0.04 ^a	1.97±0.02 ^b	F _{3,365} =14453.96 Sig=0
شفیره Pupa	LC ₃₀	4.86±0.04 ^b	4.64±0.07 ^b	6.68±0.05 ^a	4.32±0.05 ^d	F _{3,324} =30419.21 Sig=0
	LC ₅₀	5.61±0.05 ^a	5.27±0.04 ^b	4.81±0.04 ^c	4.32±0.05 ^d	F _{3,324} =9774.21 Sig=0
حشره کامل Adult	LC ₃₀	9.08±0.22 ^c	12.39±0.34 ^b	12.78±0.43 ^b	17.57±0.05 ^a	F _{3,324} =7368.16 Sig=0
	LC ₅₀	11.93±0.39 ^b	11.63±0.33 ^b	10.12±0.21 ^c	17.57±0.05 ^a	F _{3,324} =6766.95 Sig=0
دوران قبل از بلوغ Pre adult	LC ₃₀	12.42±0.07 ^b	10.34±0.07 ^c	13.78±0.08 ^a	10.28±0.06 ^c	F _{3,324} =38456.24 Sig=0
	LC ₅₀	11.47±0.06 ^a	11.08±0.06 ^c	11.24±0.09 ^b	10.28±0.06 ^d	F _{3,324} =4416.91 Sig=0
مجموع طول مراحل رشدی Total longevity	LC ₃₀	18.70±0.56 ^c	16.44±0.72 ^d	23.42±0.86 ^b	25.95±0.79 ^a	F _{3,324} =4841.73 Sig=0
	LC ₅₀	19.32±0.80 ^c	20.12±0.67 ^b	18.19±0.58 ^a	25.95±0.79 ^a	F _{3,324} =4649.08 Sig=0

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each row show significant differences at P<0.05 (Tukey test).

جدول ۷- طول دوره قبل از تخم‌ریزی و دوره تخم‌ریزی زنبور *H. hebetor* تیمار شده با سموم مختلف در دو روش تماسی و میزبان مسموم
Table 7- Total pre Oviposition period (TPOP) and Ovi-day of *H. hebetor* treated with insecticides in contact and poisonous-host methods

حشره‌کش‌ها Insecticide	دوز Dose	روش تماسی Contact method		روش میزبان مسموم Poisonous-host method	
		دوره تخم‌ریزی Ovi-day	دوره قبل از تخم‌ریزی TPOP	دوره تخم‌ریزی Ovi-day	دوره قبل از تخم‌ریزی TPOP
Abamectin	LC ₃₀	13.93±0.18 ^e	12.49±0.11 ^c	7.46±0.07 ^f	14.63±0.07 ^b
	LC ₅₀	13.17±0.35 ^f	13.26±0.13 ^a	10.06±0.42 ^d	13.96±0.09 ^{bc}
Proteus	LC ₃₀	12.75±0.25 ^g	13.05±0.07 ^b	12.25±0.24 ^c	12.30±0.07 ^f
	LC ₅₀	15.87±0.41 ^c	11.44±0.15 ^f	11.35±0.21 ^c	13.25±0.06 ^e
Sirinol	LC ₃₀	18.19±0.12 ^a	11.92±0.08 ^e	13.20±0.07 ^b	16.02±0.09 ^a
	LC ₅₀	16.01±0.17 ^d	12.45±0.08 ^c	8.75±0.07 ^e	13.05±0.07 ^d
Control	water	17.80±0.31 ^b	12.15±0.06 ^d	17.91±0.31 ^a	12.19±0.05 ^g
Analysis	LC ₃₀	F _{3,202} =6973.77	F _{3,202} =1685.49	F _{3,195} =24134.52	F _{3,195} =25187.17
	LC ₅₀	F _{3,194} =2467.44	F _{3,194} =2475.72	F _{3,204} =11814.12	F _{3,204} =5619.20
	Total	F _{6,410} =2422.19	F _{6,410} =896.97	F _{6,410} =1060.02	F _{6,410} =3295.59

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each column show significant differences at P<0.05 (Tukey test).

غلظت زیرکشنده به روش تماسی و میزبان مسموم در جدول ۷ آمده است. در خصوص دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی (TPOP) در روش کاربرد

بررسی طول دوره‌های تخم‌ریزی زنبور *H. hebetor* تیمار شده با بررسی طول دوره تخم‌ریزی زنبور *H. hebetor* تیمار شده با

طول دوره‌ی زندگی حشرات نر و ماده، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی

طول دوره‌ی زندگی حشرات نر و ماده، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی با غلظت کشنده و زیرکشنده در روش تماسی و میزبان مسموم در جداول ۸ و ۹ آمده است. در روش تماسی طول دوره‌ی زندگی حشرات ماده و نر در تیمارهای این تحقیق نشان می‌دهد که کاربرد این تیمارها سبب کاهش معنی‌داری در طول دوره‌ی زندگی حشرات ماده و نر نسبت به شاهد شده است. بیشترین کاهش در غلظت کشنده‌ی پروتئوس مشاهده گردید و کمترین کاهش در غلظت زیرکشنده‌ی سیرینول بود. همچنین مجموع تخم‌های گذاشته‌شده توسط یک حشره‌ی ماده در تمام تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافته بود که بیشترین کاهش مربوط به غلظت زیرکشنده‌ی پروتئوس و کمترین کاهش مربوط به غلظت کشنده و زیرکشنده‌ی سیرینول بود. تیمارهای بکار رفته در این آزمایش سبب تغییرات نسبت جنسی نسبت به شاهد شده است بدین‌صورت که کاربرد غلظت کشنده‌ی سیرینول سبب افزایش نسبت جنسی ماده به نر شده و سایر تیمارها سبب کاهش این نسبت شدند (جدول ۸).

تماسی غلظت زیرکشنده‌ی تیمار پروتئوس نسبت به شاهد سبب افزایش این دوره به صورت معنی‌داری شده است و سیرینول این دوره را به صورت معنی‌داری کاهش داده است. در غلظت کشنده‌ی آبامکتین سبب افزایش این دوره به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد شده و پروتئوس مجدد این دوره را کاهش داده است. در خصوص دوره‌ی تخم‌ریزی (Ovi-day) کاربرد غلظت زیرکشنده به صورت تماسی نتایج نشان داد که سیرینول این دوره را نسبت به شاهد افزایش داده و سایر تیمارها سبب کاهش دوره‌ی تخم‌ریزی نسبت به شاهد شده است. در غلظت کشنده کلیه تیمارها نسبت به شاهد کاهش نشان می‌دهند. در روش میزبان مسموم طول دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی (TPOP) در تمامی تیمارهای بکار رفته در غلظت کشنده و زیرکشنده‌ی افزایش یافته و بیشترین میزان این مقدار در کاربرد غلظت زیرکشنده‌ی آبامکتین می‌باشد. در خصوص دوره‌ی تخم‌ریزی (Ovi-day) همین روند مشاهده شده و کمترین میزان طول دوره تخم‌ریزی در تیمار آبامکتین با غلظت زیرکشنده مشاهده می‌شود.

جدول ۸- طول دوره زندگی حشرات ماده و نر، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی زنبور *H. hebetor* تیمار شده به روش تماسی

Table 8- Female and male Longevity, eggs laid and sex ratio of *H. hebetor* treated in contact method

حشره‌کش‌ها Insecticide	دوز Dose	عمر ماده Female L.	عمر نر Male L.	تعداد تخم total egg	نسبت جنسی (ماده/نر) Sex ratio(F/M)
Abamectin	LC ₃₀	28.91±0.02 ^b	20.44±0.14 ^b	93.91±1.49 ^e	0.58
	LC ₅₀	27.76±0.18 ^b	20.16±0.21 ^c	113.89±3.11 ^d	0.61
Proteus	LC ₃₀	27.75±0.26 ^c	20.17±0.18 ^d	71.05±2.03 ^f	0.53
	LC ₅₀	27.55±0.22 ^d	20.34±0.23 ^c	156.22±10.86 ^c	0.49
Sirinol	LC ₃₀	30.31±0.17 ^b	19.74±0.15 ^b	177.01±1.48 ^b	0.57
	LC ₅₀	28.47±0.20 ^b	19.89±0.15 ^c	172.26±5.18 ^b	0.57
Control	water	30.21±0.34 ^a	21.08±0.25 ^a	227.47±3.30 ^a	0.58
Analysis		F6,342=1282.90 Sig=0	F6,232=193.67 Sig=0	F6,331=230.56 Sig=0	-

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each column show significant differences at P<0.05 (Tukey test).

جنسی ماده به نر نسبت به شاهد شده و در سایر تیمارها این مقدار افزایش یافته است (جدول ۹). مقایسه‌ی دو روش کاربرد نشان می‌دهد میزان تخم‌ریزی یک حشره‌ی ماده در طول زندگی در روش میزبان مسموم (با میانگین $3/60 \pm 109/07$) سبب کاهش معنی‌داری نسبت به روش تماسی (با میانگین $3/26 \pm 141/98$) شده است (df=661 و t=6.76 و Sig=0). در طول دوره‌ی زندگی یک حشره‌ی ماده بین دو

در روش میزبان مسموم، طول زندگی نر و ماده نسبت به شاهد کاهش یافته که بیشترین میزان کاهش در غلظت زیرکشنده‌ی آبامکتین مشاهده شد. کاربرد این روش آزمایش نیز سبب کاهش میزان تخم‌ریزی نسبت به شاهد گردید که بیشترین میزان کاهش در غلظت زیرکشنده‌ی آبامکتین مشاهده شد. تغییرات نسبت جنسی نشان داد که تنها کاربرد سیرینول به این روش سبب کاهش نسبت

روش کاربرد اختلاف معنی داری وجود دارد ($t=14.31$ و $df=685$) و اما در میزان طول عمر حشرات نر اختلاف معنی داری بین این دو روش کاربرد تماسی میزان طول عمر حشره‌ی ماده ($Sig=0$) در روش کاربرد تماسی میزان طول عمر حشره‌ی ماده ($Sig=0$) بیشتر از روش میزان مسموم ($28/90 \pm 0/06$) بود ($26/43 \pm 0/16$)

جدول ۹- طول دوره زندگی حشرات ماده و نر، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی زنبر *H. hebetor* تیمار شده به روش میزان مسموم

Table 9- Female and male Longevity, eggs laid and sex ratio of *H. hebetor* treated in poisonous host method

حشره کش ها Insecticide	دوز Dose	عمر ماده Female L.	عمر نر Male L.	تعداد تخم total egg	نسبت جنسی (ماده/نر) Sex ratio(F/M)
Abamectin	LC30	23.08±0.10 ^{cd}	18.56±0.19 ^f	36.14±0.64 ^f	0.64
	LC50	25.04±0.49 ^{bc}	20.79±0.25 ^c	47.54±3.69 ^e	0.61
Proteus	LC30	25.71±0.31 ^b	20.01±0.19 ^d	88.41±3.13 ^c	0.61
	LC50	25.16±0.16 ^b	18.81±0.20 ^f	87.47±1.47 ^c	0.61
Sirinol	LC30	30.23±0.26 ^a	22.02±0.15 ^a	93.48±1.51 ^b	0.55
	LC50	22.85±0.17 ^d	19.62±0.30 ^e	66.17±0.71 ^d	0.54
Control	water	30.36±0.35 ^a	21.12±0.25 ^b	227.47±3.33 ^a	0.58
Analysis		F6,345=6118.79 Sig=0	F6,230=1136.19 Sig=0	F6,302=697.65 Sig=0	-

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each column show significant differences at $P<0.05$ (Tukey test).

بحث

در این پژوهش غلظت زیرکشنده تیمارهای بکار رفته باعث کاهش میزان تخم‌ریزی در زنبر *H. hebetor* نسبت به تیمار شاهد شد. که این نتیجه با نتایج گلین و همکاران (۱۱) روی سن شکارگر *O. insidious* تیمار شده با حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و ایمیداکلوپراید نیز مطابقت دارد. رفیعی دستجردی و همکاران (۱۶) کاهش نتاج در مقایسه با شاهد در زنبرهای *H. hebetor* تیمار شده با غلظت‌های زیرکشنده‌ی اسپینوساد، پروفوفوس، تیودیکارب و هگزافلوموران گزارش نمودند. کاهش تخم‌ریزی توسط دسنتوکس و همکاران (۷) روی زنبر پارازیتوئید *Aphidius ervi* در معرض غلظت زیرکشنده‌ی لامبادا-سی هالوتین نیز مشاهده شد. ترن و همکاران (۲۱) کاهش تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی میزان توسط زنبر پارازیتوئید *Neochrysocharis formosa* تیمار شده با آفت‌کش ایمیداکلوپراید گزارش نمودند.

در این تحقیق مقدار HQ در حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول با روش تماسی به ترتیب ۰/۴۳، ۳/۳۳ و ۰/۳۰ بدست آمد. صابر و عابدی (۱۸) در بررسی تأثیر متوکسی فنوزاید و پیریدالیل روی لارو زنبر پارازیتوئید *H. hebetor* مقدار HQ را برای حشره‌کش متوکسی فنوزاید ۱/۷ و برای پیریدالیل ۰/۶ بدست آوردند. همچنین عابدی و همکاران (۱) در بررسی تأثیر غلظت کشنده و زیرکشنده آزادیراکتین و سایپرمتترین روی *H. hebetor* مقدار HQ را برای نیم گارد، بیه نیم و سایپرمتترین به ترتیب ۲/۳، ۲/۲ و ۳۷ بدست آوردند که با نتایج ما متفاوت بود که این اختلاف ناشی از نوع حشره‌کش و

در تحقیق حاضر در غلظت زیرکشنده با کاربرد تماسی حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شاهد طول عمر یک نسل این زنبر به ترتیب ۲۰/۶۷±۱/۰۲، ۱۸/۸۱±۱/۰۱ و ۲۱/۸±۱/۰۲ و ۲۵/۸۴±۰/۷۹ روز بدست آمد. فولادی و همکاران (۱۰) طول عمر یک نسل زنبر *H. hebetor* تیمار شده با آب و غلظت زیرکشنده‌ی LC₂₅ حشره‌کش‌های آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپراید و تیوسیکلام به روش تماسی را به ترتیب ۱۷/۶۸±۰/۱۹، ۱۷/۸۲±۰/۲۱ و ۱۷/۹۶±۰/۱۷ و ۱۷/۹۸±۰/۱۵ روز گزارش نمود که با نتایج فوق متفاوت است که این تفاوت به دلیل نوع سموم بکار رفته، غلظت کاربرد و روش تجزیه داده‌ها می‌باشد.

در آزمایش حاضر استفاده از غلظت زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول باعث کاهش طول عمر حشره کامل در زنبر پارازیتوئید *H. hebetor* نسبت به تیمار شاهد شد که این کاهش طول عمر نتایج گلین و همکاران (۱۱) بر روی سن شکارگر *Orius insidious* و گلمحمدی و همکاران (۱۲) بر روی بالتوری سبز، *Crysoperla carnea* نیز دیده می‌شود. همچنین عابدی و همکاران (۱) در بررسی اثرات کشندگی و زیرکشنده‌ی دو فرمولاسیون تجاری حشره‌کش آزادیراکتین روی زنبر *H. hebetor* هم کاهش طول عمر حشرات را گزارش کردند. کاهش طول عمر با کاربرد غلظت‌های زیرکشنده‌ی آفت‌کش‌ها توسط رفیعی دستجردی (۱۶) در زنبر *H. hebetor* نیز گزارش شده است.

نوع روش آزمایش بود.

در این تحقیق نسبت جنسی ماده به کل با غلظت LC₃₀ در حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شاهد به ترتیب ۰/۵۸، ۰/۵۳، ۰/۵۷ و ۰/۵۸ بدست آمد. صابر و عابدی (۱۸) مقدار نسبت جنسی ماده به کل زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* تیمار شده با غلظت LC₃₀ حشره‌کش‌های متوکسی فنوزاید، پیریدالیل و شاهد را به ترتیب ۰/۵۰، ۰/۴۸ و ۰/۵۵ بدست آوردند. عابدی و همکاران (۱) مقدار نسبت جنسی نر در کل را برای غلظت LC₃₀ حشره‌کش‌های سایپرمتترین و آزادیراخن (نیم گارد و بیونیم) و شاهد را به ترتیب ۰/۴۴، ۰/۴۶، ۰/۴۶ و ۰/۴۵ بدست آوردند. سرمدی و همکاران (۲۰) مقدار نسبت جنسی نر در کل زنبور *H. hebetor* را با غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای در شاهد و حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، ایمیداکلوپراید و دلتامترین را به ترتیب ۰/۵۱، ۰/۵۵، ۰/۴۵ و ۰/۵۱ بدست آوردند. نتایج این تحقیق نشان داد که روند کاهش ماده زایی در تیمار پروتئوس و سیرینول نسبت به شاهد با نتایج عابدی و همکاران (۱) مطابقت دارد.

در این تحقیق طول دوره‌ی زیستی زنبور *H. hebetor* تیمار شده با غلظت LC₃₀ با حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شاهد به روش تماسی به ترتیب ۲۰/۶۷±۱/۰۲، ۱۸/۸۱±۱/۰۱ و ۲۱/۸±۱/۰۲ و ۲۵/۸۴±۰/۷۹ بدست آوردند. صابر و عابدی (۱۸) مقدار طول دوره‌ی زیستی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* تیمار شده با غلظت LC₃₀ حشره‌کش‌های متوکسی فنوزاید، پیریدالیل و شاهد به صورت تماسی به ترتیب ۲۵±۱/۲، ۲۴/۶±۱/۰ و ۲۶/۵±۲/۱ را گزارش کردند. عابدی و همکاران (۱) مقدار طول دوره‌ی زیستی این زنبور پارازیتوئید که با غلظت LC₃₀ حشره‌کش‌های سایپرمتترین و آزادیراخن (نیم گارد و بیونیم) به روش برخورد با باقیمانده‌ی سم تیمار شده بودند و تیمار شاهد را به ترتیب ۱۵/۳±۰/۸، ۲۱/۴±۱/۵ و ۲۳/۶±۱/۵ و ۲۶/۵±۲/۱ روز بدست آوردند که اختلاف مشاهده شده مربوط به نوع روش کار و تیمارها می‌باشد.

در این تحقیق طول دوره‌ی زیستی زنبور ماده که با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول تیمار شده و در تیمار شاهد به ترتیب ۲۸/۹۱±۰/۰۲، ۲۷/۷۵±۰/۲۶ و ۳۰/۳۱±۰/۱۷ و ۳۰/۲۱±۰/۳۴ بدست آمد. فعال محمدعلی و همکاران (۹) مقدار طول دوره‌ی زیستی زنبور بالغ پارازیتوئید ماده *H. hebetor* را که با غلظت LC₃₀ حشره‌کش‌های کلروپیریفوس، فن پروپاترین به روش باقیمانده سم تیمار شده بودند و شاهد را به ترتیب ۱۵/۸۶±۱/۰۴ و ۲۰/۴۱±۰/۷۲، ۲۵/۵۰±۱/۰۸ روز بدست آوردند. سرمدی و همکاران (۱۹) مقدار طول دوره‌ی زیستی زنبور ماده‌ی *H. hebetor* با غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، ایمیداکلوپراید و دلتامترین و شاهد تیمار شده بود را به

ترتیب ۲۵/۸۶±۲/۰۶، ۲۰/۳۰±۱/۴۷، ۲۹/۲۳±۲/۳۹ و ۲۹/۳۳±۲/۱۳ روز بدست آوردند که روند کاهش طول عمر در حشرات تیمار شده نسبت به شاهد همانند سایرین دیده می‌شود، البته نوع ماده بکار رفته و روش کار سبب اختلافاتی در نتایج شده است.

در این تحقیق طول دوره‌ی زیستی زنبور نر تیمار شده با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و به روش تماسی و شاهد به ترتیب برابر با ۲۰/۲۴±۰/۱۴، ۲۰/۱۷±۰/۱۸ و ۱۹/۷۴±۰/۱۵ و ۲۱/۰۸±۰/۲۵ روز بدست آمد. فعال محمدعلی و همکاران (۹) مقدار طول دوره‌ی زیستی زنبور پارازیتوئید نر *H. hebetor* را که با غلظت LC₃₀ حشره‌کش‌های کلروپیریفوس، فن پروپاترین در مرحله‌ی حشره‌ی بالغ به روش برخورد تماسی با باقیمانده‌ی سم و تیمار شاهد تیمار شده بودند را به ترتیب برابر با ۱۵/۵۷±۰/۴۷، ۱۵/۵۷±۰/۴۷ و ۶/۸۵±۰/۲۹ و ۲۰/۴۴±۱/۰۸ روز گزارش کردند که روند کاهش مشاهده شده نسبت به شاهد در نتایج این تحقیق نیز مشاهده می‌گردد و اختلاف بین اعداد مربوط به نوع روش کار و تیمارهای بکار رفته می‌باشد.

در این تحقیق مقدار کلی تخم‌ریزی یک زنبور تیمار شده با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شاهد به ترتیب برابر با ۹۳/۹۱±۱/۴۹، ۷۱/۰۵±۲/۰۳ و ۱۷۷/۰۱±۱/۴۸ و ۲۲۷/۴۷±۳/۳۰ بدست آمد. عابدی و همکاران (۱) میزان کل تخم‌های گذاشته شده زنبور ماده تیمار شده با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های سایپرمتترین و آزادیراخن (نیم گارد و بیونیم) به روش تماسی و شاهد را به ترتیب برابر با ۷۶/۶±۴/۵، ۷۶/۶±۵/۵ و ۹۵/۷±۵/۴ و ۱۱۷/۹±۵/۱ عدد گزارش نمودند. سرمدی و همکاران (۲۰) مقدار کل تخم‌ریزی زنبور *H. hebetor* را که با غلظت توصیه‌شده حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، ایمیداکلوپراید و دلتامترین به روش برخورد با باقیمانده سم تیمار شده بودند و تیمار شاهد را به ترتیب برابر با ۳۳۷/۶۹±۴۷/۳۷، ۲۵۲/۴۳±۳۶/۸ و ۴۶۶/۱±۵۴/۹۹ و ۱۸۰/۶۳±۲۹/۷۹ عدد بدست آوردند. فعال محمدعلی و همکاران (۹) این میزان را برای حشره‌کش‌های کلروپیریفوس، فن پروپاترین و شاهد به ترتیب برابر با ۵۸/۸۷±۱۲/۱۴۶، ۲۸۱/۰۲±۱۲/۹۵ و ۵۸/۸۷±۱۲/۱۴۶، ۱۴۶/۰۷±۱۸/۵۳ کاهش میزان تخم‌ریزی با تحقیقات عابدی و همکاران (۱) و سرمدی و همکاران (۲۰) و فعال محمدعلی و همکاران (۹) مطابقت دارد اما اختلاف مشاهده شده مربوط به نوع روش کار و تیمارها می‌باشد. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار سیرینول به صورت کاربرد تماسی کمترین اثر سوء را روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* داشت و از این حشره‌کش گیاهی در کنترل آفات برگ‌خوار می‌توان استفاده نمود تا ضمن کنترل آفت تاثیر سوء کمتری روی دشمنان طبیعی داشته باشیم.

منابع

- 1- Abedi Z., Saber M., Gharekhani G.H., Mehrvar A., and Kamita S.G. 2014. Lethal and sub lethal effect of Azadirachtin and Cypermethrin on *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Economic Entomology 107: 635-645.
- 2- Amir-Maafi M., and Chi H. 2006. Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on Two Pyralid Hosts (Lepidoptera: Pyralidae). Annals of Entomological Society of America 99 (1): 84-90.
- 3- Campbell P.J., Brown K.C., Harrison E.G., Bakker F., Barrett K.L., Candolfi M.R., Canez V., Dinter A., Lewis G., Mead-Briggs M., Miles M., Neumann P., Romijan K., Schmuck R., Shires S., Ufer A., and Waltersdorfer A. 2000. A Hazard Quotient approach for assessing the risk to non-target arthropods from plant protection product under 91/414/EEC: hazard quotient trigger value proposal and validation. Journal of Pest Science 73: 117-124.
- 4- Chi H. 1988. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Environmental Entomology 17: 26-34.
- 5- Chi H. 2009. Probit-MSChart: a computer program for probit analysis. <http://140.120.197.173/Ecology/>.
- 6- Chi H., and Liu H. 1985. Two new method for the study of insect population ecology. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 24: 225-240.
- 7- Desneux N., Pam-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* (Hym., Aphidiidae). Pest Management Science 60: 381-89.
- 8- Huang Y., Ho S.H., Lee H.C., and Yap Y.L. 2002. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch (Col., Culculionidae) and *Tribolium castaneum* Herbst (Col., Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research 38: 403-412.
- 9- Faal-Mohammadali H., Seraj A.A., and Talebi-Jahromi K. 2014. Effects of traditional insecticides on *H. hebetor* (Hymenoptera: Braconidae): bioassay and life-table assay. Archives of Phytology and Plant Protection 47(9): 1089-1102.
- 10- Fooladi M., Golmohammadi G.H., and Ghajarieh H.R. 2015. Lethal and sub lethal effects of insecticides Azadirachtin, Flonicamid, Thiacloprid and Thiocyclam on parasitoid wasp *Habrobracon hebetor*. Biocontrol in Plant Protection 3: 9-18.
- 11- Glean E.S., and Timothy J.K. 2000. Lethal and sub lethal effects of early season insecticides on insidious flower bug (*Orius insidiosus*): an important predator in cotton. Proceeding of the 2000 cotton Research Meeting.
- 12- Golmohammadi G.H., Hejazi M., Iranipour S.H., and Mohammadi S.A. 2009. Lethal and Sub lethal effects of endosulfan, imidacloprid and indoxacarb on first instar larvae of *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae) under laboratory conditions. Journal of Entomological Society of Iran 28(2): 37-47.
- 13- Grosch D.S. 1975. Reproductive performance of *Bracon hebetor* after Sub lethal Dose of carbaryl. Journal of Economic Entomology 68: 659-662.
- 14- Mahdavi V., Saber M., Rafiee-Dastjerdi H., and Kamita S.G. 2015. Lethal and demographic impact of Chlorpyrifos and Spinosad on the Ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). Neotropical Entomology 44: 626-633.
- 15- Morseli H. 2008. Study of sub lethal effect of Indoxacarb and Thiodicarb on life table parameters on *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). M.Sc. Thesis of Entomology, Tehran University, Iran, 87 pp. (In Persian)
- 16- Rafiee-Dastjerdi H. 2007. Study of lethal effect of thiodicarb, profenofos, spinosad and hexaflumuron on cotton boll worm and sub lethal effect of these on *Habrobracon hebetor* Say. Ph.D Thesis. Agricultural faculty. Tabriz University. (In Persian)
- 17- Robertson J.L., and Preisler H.K. 1991. Pesticide Bioassay with Arthropods. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 224 pp.
- 18- Saber M., and Abedi Z. 2013. Effects of methoxyfenozide and pyridalyl on the larval ectoparasitoid *Habrobracon hebetor*. Journal of Pest Science 86: 685-693.
- 19- Sarmadi S. 2008. Study of sensitive of pupal stage of *H. hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) to the recommended field concentration of Imidacloprid, Indoxacarb and Deltamethrin. 18th congress of plant pathology. 24-27 August, Hamedan. Iran. 274 pp. (In Persian)
- 20- Sarmadi S., Nouri-Ganbalani G., Rafiee-Dastjerdi H., Hassanpour M., and Pour-Abed R.F. 2010. The effects of Imidacloprid, Indoxacarb and Deltamethrin on some biological and demographic parameters of *H. hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) in adult stage treatment. Munis Entomology and Zoology 5: 646-651.
- 21- Tran D.H., Takagi M., and Takasu K. 2004. Effects of selective insecticides on host searching and oviposition behavior of *Neochrysocharis Formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae), a larval parasitoid of the American serpentine leafminer: Applied Entomology and Zoology 39: 435-41.



Effect of Lethal and Sub-lethal Concentrations of Three Insecticides on Some Growth Parameters of Parasitoid Wasp, *Habrobracon hebetor* by Contact and Poisonous-host Method

M. Rezaei¹- Sh. Hesami^{2*}- M. Gheibi³- H. Zohdi⁴

Received: 14-01-2019

Accepted: 21-07-2019

Introduction: Population growth and the high food demand have led to more efforts to increase agricultural production. With making chemical pesticides, farmers were encouraged to use much chemicals, but their destructive effects on the environment, human and other organisms have been later revealed. Parasitoids are important natural enemies of crop pests. Most of them belong to order hymenoptera and superfamily Ichneumonoidea. The Braconidae is a family of parasitoid wasps and one of the richest families of insects. Nowadays, parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* Say has been widely used against lepidopteran larvae. *Habrobracon hebetor* is a well-known gregarious, idiobiont, ectoparasitoid of the larvae of a wide range of economically important moths infesting stored grains, nuts, and fruits as well as field crops worldwide. Due to overuse of chemical pesticides for larvae controlling, determining the side effects of insecticides on the biocontrol agents such as parasitoids is required.

Materials and Methods: In the present study, we investigated the side effects of three insecticides on *H. hebetor* by direct (contact) and indirect (poisonous-host) methods. After rearing this parasitoid on the laboratory host, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.; Pyralidae), the lethal and sub-lethal concentrations of insecticides were evaluated. Bioassay experiments were carried out under laboratory condition ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $60\pm 5\%$ RH, 16L: 8D photoperiods) in five replicates and each replication included 30 parasitoids in contact method and 15 flour moth larvae in poisonous-host method. The lethal concentrations of these insecticides in contact method on the parasitoid were determined to be 1.38, 0.037 and 6.621 ml/L and on flour moth larvae were 0.490, 2.155 and 0.138 ml/L, respectively. For contact method, different concentrations of insecticides were applied on all inner sides of transparent plastic cup (4.5×8 cm) and air-dried. 15 pairs of 24-hours old parasitoids were introduced inside each cup. After 24 hours, one pair of alive parasitoids was introduced into cup with four last instar host larvae to oviposit. The host larvae were replaced daily. The parasitoid characteristics such as longevity and survival rate of different stages, TPOP and Ovi-day, the number of deposited eggs and sex ratio were then recorded. As to poisonous-host method, whole wheat flour (10 g) was mixed with 3.5 ml of each tested concentration of insecticides per each experimental set. After 72 hours, alive larvae were transferred in a plastic cup with one pair of *H. hebetor* wasp for 24 hours. Then, each larva was transferred separately in a petri dish with untreated flour. Different growth factors of parasitoids such as longevity and survival rate, TPOP and Ovi-day, the number of deposited eggs and sex ratio were recorded. Estimated LC_{30} and LC_{50} were considered as sub-lethal and lethal concentrations in all experiments, respectively.

Results and Discussion: In contact method, the highest survival rate of pre-adult stages and adult female were observed in Sirinol treatment at lethal concentration, after control. In poisonous-host method, the highest survival ratio of the pre-adult stages belongs to Sirinol and in adult female the highest survival ratio was observed in lethal concentration of Sirinol. The lethal concentration of Proteus reduced pre-adult longevity of the parasitoid significantly, followed by lethal and sub-lethal concentration of Sirinol. Lethal and sub-lethal concentrations of Proteus also exhibited a significant reduction of total longevity. In poisonous-host method, all concentrations of all insecticides generally induced highly significant differences for ovi-day compared with that of control (17.91 days), as the shortest value was recorded for sub-lethal dose of Abamection (7.46 days) and the longest period was found for sub-lethal dose of Sirinol (13.2 days). In poisonous-host method, the longest TPOP

1, 2 and 3- Ph.D. Candidate of Entomology and Assistant Professors, Department of Plant Protection, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: hesami@iaushiraz.ac.ir)

4- Plant Protection Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran

was observed in sub-lethal concentration of Sirinol (16.02 days), followed by sub-lethal concentration of Abamection (14.63 days), and the shortest period was recorded in sub-lethal concentration of Proteus (12.3 days), after control (12.19 days). On the other hand, in contact method, the longest ovi-day and TPOP were observed in sub-lethal concentration of Sirinol (18.19 days) and lethal concentration of Abamection (13.26 days), respectively. The shortest adult female longevity was observed in lethal concentration of Proteus (27.55 days) in contact method and lethal concentration of Sirinol (22.85 days) in poisonous-host method. In all treatments, the number of deposited eggs was significantly reduced compared with control. The largest reduction in egg deposition was recorded for sub-lethal concentration of Proteus (71.05 eggs) in contact method and sub-lethal concentration of Abamection (36.14 eggs) in poisonous-host method, compared with control (227.47 eggs). It seems that Sirinol is suited to be used as a component of IPM alongside with *H. hebetor*.

Keywords: Abamectin, Proteus, Sirinol, Longevity, Survival rate

دینامیسم جمعیت پسیل معمولی پسته و ارزیابی روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و عصبی - ژنتیک در پیش‌بینی انبوهی جمعیت آفت

سمانه غلامی مقدم^۱ - ناصر معینی نقده^{۲*} - لیلا ندرلو^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۲

چکیده

در این بررسی، پویایی جمعیت پسیل معمولی پسته و پیش‌بینی تغییرات جمعیت آفت در شهرستان مهاباد استان خراسان رضوی بررسی شد. نمونه‌برداری‌های هفتگی در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ از جمعیت پوره و حشره‌ی کامل پسیل معمولی پسته در باغ پسته رقم اکبری انجام شد. روش شبکه عصبی مصنوعی با پرسپترون چندلایه و روش ترکیبی شبکه عصبی - ژنتیک جهت پیش‌بینی جمعیت مورد استفاده قرار گرفت. میانگین دما، میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی، سرعت باد، جهت باد و جمعیت دشمنان طبیعی ورودی‌های مدل و جمعیت حشرات کامل و پوره‌ها خروجی مدل بودند. بررسی منحنی‌های تغییرات جمعیت حاکی از وجود پنج نسل از آفت بود. مقایسه‌ی میانگین جمعیت حشره کامل و پوره‌ی پسیل معمولی پسته بین دو سال نمونه‌برداری حاکی از بالاتر بودن جمعیت در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۴ بود ولی این تفاوت تنها در مورد پوره معنادار بود. مقدار R^2 (مرحله آزمون) برای جمعیت حشره کامل پسیل معمولی پسته به ترتیب در روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، عصبی-ژنتیک و رگرسیون خطی برابر 0.61 ، 0.73 و 0.32 و مقدار RMSE (مرحله آزمون) به ترتیب 0.233 ، 0.083 و 0.3179 حاصل شد. در مدل‌سازی تغییرات جمعیت پوره‌ی پسیل مقدار R^2 0.84 ، 0.88 و 0.22 و مقدار RMSE برابر 0.051 ، 0.051 و 0.4803 به ترتیب در روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، عصبی-ژنتیک و رگرسیون خطی به دست آمد. مقدار پایین RMSE در روش عصبی-ژنتیک پایین بودن خطا و دقت بالای مدل را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر پایین R^2 مدل رگرسیونی این روش نتوانست بخشی از تغییرپذیری تراکم جمعیت پسیل معمولی پسته را به وسیله عوامل کمکی به کار گرفته شده توجیه کند.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم ژنتیک، پسیل معمولی پسته، پویایی جمعیت، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، متغیرهای آب‌وهوایی

مقدمه

پیش‌بینی انبوهی جمعیت با استفاده از روش‌های رایج چندان قابل اعتماد نیست (۳). تجزیه رگرسیون روش آماری رایج برای بررسی و مدل‌سازی رابطه‌ی بین متغیرهاست (۲۰). اما تجزیه تحلیل و پیش‌بینی پویایی جمعیت در طبیعت به علت وجود داده‌هایی که اغلب فاقد توزیع نرمال هستند، با استفاده از روش‌های رایج مشکل است. این داده‌های غیرنرمال نشان‌دهنده‌ی تأثیر عوامل داخلی و خارجی مختلف مانند فیزیولوژی، رقابت، شکارگری و پارازیتسم و عوامل آب‌وهوایی است (۳).

داده‌کاوی یک علم میان‌رشته‌ای است که حوزه‌های گوناگون مانند پایگاه داده، آمار، یادگیری ماشین و سایر زمینه‌های مرتبط را با هم تلفیق می‌کند تا به اطلاعات نهان و یا الگوها و روابط مشخص در حجم زیادی از داده‌ها در یک بانک اطلاعاتی بزرگ دسترسی یابد. در واقع داده‌کاوی منحصر به گردآوری و مدیریت داده‌ها نبوده و تجزیه و تحلیل اطلاعات و پیش‌بینی را نیز شامل می‌شود (۸). با استفاده از روش داده‌کاوی ارتباط بین عوامل زنده و غیرزنده با جمعیت مد نظر در نقاط اندازه‌گیری شده کشف می‌شود، سپس این مدل توسعه یافته به منظور پیش‌بینی جمعیت در نواحی که نمونه‌برداری نشده است،

آگاهی از تغییرات جمعیت آفات برای تدوین برنامه‌های مدیریت تلفیقی ضروری است. در پویایی جمعیت، برهم‌کنش‌های بین موجودات زنده با محیط زنده و غیرزنده پیرامون آن‌ها و پی‌آمدهای آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. تغییر در تعداد افراد جمعیت، یکی از این پیامدهاست و تلاش می‌شود تا تغییر در طول زمان و یا مکان (پویایی جمعیت) توصیف شود (۱۹). پیش‌بینی تغییرات انبوهی جمعیت، نه تنها در یافتن تناوب‌های منظم موجود در کل دوره‌ی زندگی، بلکه برای اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی آفات نیز مورد نیاز است. با توجه به غیرخطی بودن و پیچیده بودن ماهیت پویایی جمعیت حشرات،

۱ و ۲- فارغ‌التحصیل دکتری حشره‌شناسی و استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

(*- نویسنده مسئول: Email: moeeny@razi.ac.ir)

۳- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹). شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌عنوان یکی از روش‌های جعبه سیاه این قابلیت را دارند که روابط منطقی بین پارامترهای ورودی و خروجی یک پدیده را بیان کنند. این شبکه‌ها بر مبنای مقایسه‌ی بین خروجی شبکه و هدف، تعدیل می‌شوند و تا زمانی که خروجی شبکه با خروجی هدف تطبیق پیدا کند، این کار ادامه می‌یابد (۱۳).

شبکه‌های عصبی پرسپترون^۱ به‌ویژه پرسپترون چند لایه، در زمره‌ی کاربردی‌ترین شبکه‌های عصبی می‌باشند. این شبکه‌ها قادرند با انتخاب مناسب تعداد لایه‌ها و تعداد نورون‌ها در هر لایه، یک نگاشت غیرخطی را با دقت دلخواه انجام دهند. شبکه‌های عصبی از دو ویژگی اساسی یادگیری بر اساس ارائه‌های تجربی، قدرت و توانایی تعمیم‌پذیری و ساختارپذیری موازی برخوردار می‌باشند و قادر به مدل‌سازی فرآیندهای غیرخطی هستند. یادگیری مستقیم از روی داده‌ها بدون نیاز به برآورد مشخصات آماری آن‌ها، قابلیت اطمینان بالا در حذف و تشخیص نوسانات غیرتصادفی در داده‌ها، توانایی کشف اثرات متقابل بین متغیرها و توانایی کاهش تاثیر متغیرهای غیرموثر بر مدل از طریق تنظیم پارامترهای داخلی از جمله ویژگی‌هایی است که موجب شده است شبکه عصبی مصنوعی بر روش‌های کلاسیک مدل‌سازی و پیش‌بینی از جمله رگرسیون برتری داشته باشد. شبکه‌های عصبی در بسیاری از زمینه‌ها از جمله طبقه‌بندی، تشخیص الگو، پیش‌بینی و مدل‌سازی فرآیندها در علوم مختلف به‌کار گرفته می‌شوند (۱۸).

برای آنالیز داده‌های بوم‌شناختی و تعیین غنای گونه‌ای چهار راسته‌ی مهم حشرات آبزی (Plecoptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Trichoptera) از شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است. شبکه عصبی مصنوعی به‌صورت موفقیت‌آمیز قادر به تفکیک محل‌های نمونه‌برداری بر اساس غنای گونه‌ای و تعیین رابطه‌ی آن با متغیرهای محیطی بوده است (۲۱). پیش‌بینی پراکنش جهانی دو آفت مگس میوه مدیترانه‌ای (Diptera: *Ceratitis capitata*) و پروانه ابریشم‌باف ناجور (Lepidoptera: *Lymantria dispar*) بر اساس عوامل اقلیمی و با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی صورت گرفته است. بر اساس نتایج به‌دست آمده صحت پیش‌بینی این مدل برای پراکنش هر دو گونه بالا بوده است (۲۶). شبکه عصبی مصنوعی جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی فرآیند بقا و توزیع مرگ‌ومیر (Lepidoptera: *Spodoptera litura*) و سودمند بوده است (۲۹). پیش‌بینی زنده‌مانی لاروهای (Diptera: *Chrysomya megacephala*) با استفاده از سه مدل هوش مصنوعی شامل

پرسپترون چند لایه^۲، تابه پایه شعاعی^۳، و سیستم استنتاج فازی^۴ نشان داده که هر سه مدل نسبت به روش رایج رگرسیون خطی عملکرد بهتری داشته‌اند (۲). شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی انبوهی جمعیت پروانه پشت الماسی، (*Plutella xylostella*) (Lepidoptera: *Plutellidae*) و پارازیتوئید مرحله‌ی لاروی آن (Hymenoptera: *Diadegma semiclausum*) (Ichneumonidae) مورد استفاده قرار گرفته است (۲۵). در مدل‌سازی تغییرات جمعیت سن گندم با کمک متغیرهای محیطی در شهرستان چادگان، شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه نسبت به رگرسیون خطی چندگانه ضریب تبیین بالاتر و دقت بالاتر داشته است (۵).

پسته جزء مهم‌ترین محصول صادراتی ایران است. تولید بیش از نیمی از پسته‌ی دنیا متعلق به ایران است و ایران مقام اول را از نظر میزان تولید پسته در جهان داراست (۶). در سال‌های اخیر، پسپیل معمولی پسته، (*Agonoscyta pistaciae*) (Hemiptera: *Aphelinidae*)، خسارت زیادی به باغ‌های پسته در نقاط مختلف پسته‌کاری ایران وارد کرده است. تغذیه‌ی پوره‌های جوان از شیره گیاهی باعث ضعف گیاه، پوکی، ریزش جوانه‌ها و برگ‌ها شده، خسارت کمی و کیفی محصول را سبب می‌شود. علاوه بر آن تولید عسلک فراوان می‌کنند که در مجاورت هوا به‌سرعت خشک و موجب اختلال در فیزیولوژی گیاه و سوختگی برگ‌ها می‌شود (۲۲).

بررسی دینامیسم جمعیت حشرات و پیش‌بینی انبوهی جمعیت با استفاده از عوامل مختلف از دیدگاه مدیریتی بسیار حایز اهمیت است. در این تحقیق دینامیسم جمعیت پسپیل معمولی پسته در شهرستان مهاباد و کارایی روش‌های شبکه عصبی مصنوعی با پرسپترون چند لایه و ترکیب آن با الگوریتم ژنتیک در تعیین نقش عوامل آب و هوایی و دشمنان طبیعی در پیش‌بینی انبوهی جمعیت پسپیل معمولی پسته مورد بررسی قرار گرفت و با روش رگرسیون خطی مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی دینامیسم جمعیت پسپیل معمولی پسته یک باغ پسته رقم اکبری در شهرستان مهاباد استان خراسان رضوی انتخاب شد. نمونه‌برداری در طول فصل فعالیت پسپیل پسته در طبیعت، از فروردین تا آبان و طی دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به‌صورت هفتگی انجام شد.

جهت شمارش پوره‌ها در هر نوبت نمونه‌برداری پنج برگ از

2- Multi-Layer Perceptron

3- Radial Basis Function

4- Artificial Neural Network-Based Fuzzy Inference System

1- Multi Layer Perceptron

سیگموئیدی) و همچنین عملکرد نامناسب الگوریتم یادگیری با داده‌های خام این امر ضروری به نظر می‌رسد. در غیر این صورت شبکه در طول فاز آموزش همگرا نخواهد شد و لذا نتایج مطلوب حاصل نخواهد شد.

$$x_n = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad \text{معادله ۲}$$

در معادله ی بالا، x_n داده‌ی نرمالیزه شده، x داده‌ی خام اولیه، $x_{\max}$ و $x_{\min}$ به ترتیب مقادیر بیشینه و کمینه‌ی داده‌های اولیه می‌باشد.

قبل از به کار بردن شبکه عصبی، وزن‌های ارتباط‌دهنده‌ی نورون‌های شبکه تعیین می‌شوند. به همین منظور تمام داده‌ها برای تدوین ساختار مدل به سه گروه تقسیم می‌شوند. اولین گروه داده‌ها، به عنوان داده‌های آموزش^۱ برای تعیین وزن‌های شبکه به کار می‌روند. دومین گروه از داده‌ها، که داده‌های اعتباری^۲ نامیده می‌شوند، برای ارزیابی نتایج مرحله آموزش و تصمیم‌گیری درخصوص توقف آموزش شبکه استفاده می‌شوند. تعیین دقت مدل و یا به عبارتی آزمون مدل، با استفاده از سومین گروه داده‌ها، یعنی داده‌های آزمون^۳ که در تدوین مدل استفاده نشده اند، انجام می‌شود.

در این پژوهش از شبکه‌ی عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم پس انتشار خطا و قانون یادگیری مارکوات-لونیگ استفاده شد. توابع فعالسازی و تعداد نورون‌های مختلف در لایه پنهان مورد آزمایش قرار گرفت و بهترین ساختار شبکه به دست آمد.

استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و قانون یادگیری پس انتشار خطا چند محدودیت به همراه دارد از جمله عدم وجود یک روش دقیق برای انتخاب مناسب‌ترین توپولوژی شبکه، نوع توابع فعال سازی و پارامترهای مورد نیاز برای آموزش شبکه، سرعت پایین هم‌گرایی و همچنین وابستگی هم‌گرایی قانون یادگیری پس انتشار خطا به انتخاب مقادیر اولیه‌ی وزن‌های شبکه، بردارهای بایاس و پارامترهای موجود در الگوریتم مانند نرخ یادگیری (۷). با توجه به معایب این روش، از الگوریتم ژنتیک ترکیب شده با شبکه عصبی (شبکه عصبی-ژنتیک) به عنوان یک الگوریتم بهینه‌کننده جهت افزایش سرعت هم‌گرایی و تعیین وزن‌های مناسب شبکه استفاده شد.

۵- ترکیب عصبی-ژنتیک

الگوریتم ژنتیک ابتدا تعدادی جواب اولیه به صورت تصادفی ایجاد می‌کند اما از آنجایی که انتخاب وزن‌های مناسب اولیه تاثیر به سزایی در پاسخ نهایی الگوریتم دارد، از بین جواب‌های به دست آمده تنها

جهات مختلف درخت جمع‌آوری و تعداد پوره‌های روی آن‌ها شمارش شد (یک واحد نمونه‌برداری پوره معادل پنج برگ). جهت شمارش حشرات کامل، از تله‌ی چسبنده‌ی زرد در ابعاد $15 \times 10 \times 0.15$ سانتی‌متر استفاده شد (یک واحد نمونه‌برداری حشرات کامل معادل یک تله چسبنده زرد رنگ). این تله‌ها در ارتفاع میانی درخت در سمت جنوبی نصب و در هر دوره نمونه‌برداری تعویض شدند. در هر نوبت نمونه‌برداری تعداد پوره‌های مومیایی شده توسط زنبورهای پارازیتوئید و شکارگرهای به دام افتاده در تله‌های چسبنده نیز شمارش شد. به منظور تعیین تعداد مناسب نمونه، از معادله ۱ استفاده شد.

$$N = \left[\frac{t \times SD}{D \times X} \right]^2 \quad \text{معادله ۱}$$

N برابر تعداد نمونه‌ی مورد نیاز، t مقدار جدول t-student بر حسب درجه‌ی آزادی تعداد نمونه، SD ، انحراف معیار داده‌های نمونه برداری اولیه و D میزان خطای قابل قبول (۰/۲) می‌باشد. نمونه‌برداری از جمعیت پسیل معمولی پسته از اوایل فروردین و همزمان با فعال شدن پسیل‌های زمستان‌گذران آغاز و تا هنگام ریزش برگ‌ها به صورت منظم و هفتگی ادامه داشت. نمونه‌برداری در طول روز و بین ساعات نه تا ۱۱ صبح انجام شد.

۲- بررسی دینامیسم جمعیت پسیل معمولی پسته

با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در هر نوبت نمونه‌برداری، متغیرهای تغییرات جمعیت حشرات کامل و پوره‌ها رسم و با توجه به نتایج به دست آمده، تعداد نسل و زمان اوج جمعیت در هر یک از نسل‌های پسیل معمولی پسته تعیین شد.

۳- رگرسیون خطی چندگانه

در این مطالعه داده‌های مربوط به متغیرهای آب‌وهوایی (میانگین دما، میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی، سرعت باد، جهت باد) و جمعیت دشمنان طبیعی به عنوان متغیر مستقل و جمعیت پسیل معمولی پسته به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. رگرسیون خطی چندگانه بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل توسط نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد.

۴- شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه

اساس آموزش شبکه‌های عصبی، بر مبنای روش آزمون و خطا می‌باشد تا بهترین آرایش لایه پنهان با تغییر تعداد لایه‌(های) پنهان و نورون‌های آن‌ها، نوع تابع محرک، الگوریتم آموزشی و تعداد تکرار مرحله آموزش جهت برآورد پارامتر خروجی مورد نظر، ارائه شود. قبل از به کارگیری داده‌های خام اولیه در آموزش شبکه، باید داده‌ها در دامنه‌ی مناسبی نرمالیزه شوند (معادله ۲). با توجه به دامنه‌ی تغییرات خروجی تابع فعالیت به کار گرفته شده در لایه مخفی (تائزانت

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{(obs-pre)^2}{n} \right)} \quad \text{معادله ۳}$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (obs-obs)(pre-pre)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (obs-obs)^2 \sum_{i=1}^n (pre-pre)^2}} \quad \text{معادله ۴}$$

در روابط فوق، obs مقادیر مشاهده‌ای، $\overline{obs}$ میانگین مقادیر مشاهده‌ای و pre مقادیر پیش‌بینی شده، $\overline{pre}$ میانگین مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه و n تعداد کل داده‌ها در هر مرحله از آزمون‌های آموزش و آزمایش است.

درصد برتری نسبی (RI)^۴ جذر میانگین مربعات خطای بهترین مدل ورودی (اندیس b) نسبت به جذر میانگین مربعات خطای هر یک از مدل‌های دیگر (اندیس a) با استفاده از معادله ۵ تعیین شد:

$$RI = \frac{RMSE_a - RMSE_b}{RMSE_a} \times 100 \quad \text{معادله ۵}$$

نتایج و بحث

برنامه نمونه‌برداری

پس از انجام نمونه‌برداری اولیه و باتوجه به قابل قبول بودن مقدار RV، اندازه مناسب نمونه برابر ۱۵ درخت تعیین شد. در هر سال ۲۷ مرتبه نمونه‌برداری انجام شد.

تغییرات جمعیت پسیل معمولی پسته روی رقم اکبری در

سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

بررسی پویایی جمعیت پسیل معمولی پسته حاکی از وجود پنج نسل از آفت در منطقه مورد مطالعه بود. تاریخ شروع، پایان و اوج جمعیت حشرات کامل و پوره‌های پسیل معمولی پسته در هر یک از نسل‌ها به‌ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ ارایه شده است.

در سال ۱۳۹۴ نمونه‌برداری‌ها در تاریخ‌های زیر انجام شد:

۹۴/۱/۵، ۹۴/۱/۱۴، ۹۴/۱/۲۱، ۹۴/۱/۲۸، ۹۴/۲/۴، ۹۴/۲/۱۱، ۹۴/۲/۱۸، ۹۴/۲/۲۵، ۹۴/۳/۱، ۹۴/۳/۸، ۹۴/۳/۱۵، ۹۴/۳/۲۲، ۹۴/۳/۲۸، ۹۴/۴/۳، ۹۴/۴/۹، ۹۴/۴/۱۵، ۹۴/۴/۲۴، ۹۴/۵/۱، ۹۴/۵/۸، ۹۴/۵/۱۵، ۹۴/۵/۲۲، ۹۴/۵/۳۰، ۹۴/۶/۸، ۹۴/۶/۱۵، ۹۴/۶/۲۲، ۹۴/۶/۲۹، ۹۴/۷/۸، ۹۴/۷/۱۸.

اوج جمعیت حشرات کامل طی نسل‌های اول تا پنجم در سال ۱۳۹۴ در تاریخ‌های ۲۸ فروردین (۱۷/۸±۱/۵۵) عدد حشره کامل، اول خرداد (۴۱/۲۷±۳/۳۶) عدد حشره کامل، ۲۸ خرداد (۴۲/۰۶±۲/۴۹) عدد حشره کامل، ۲۴ تیر (۳۸/۸۷±۴/۰۵) عدد حشره کامل و ۱۵ شهریور (۱۵۰/۲±۱۳/۲) عدد حشره کامل و در سال

جواب‌هایی را به‌عنوان جمعیت اولیه انتخاب می‌نماید که دارای هزینه (برازندگی) قابل قبولی باشند. سپس جواب‌های اولیه انتخابی به صورت کروموزوم در می‌آیند. در مرحله بعد میزان برازندگی هر یک از اعضا (کروموزوم‌ها) در جمعیت، ارزیابی و تعیین می‌گردد و مرحله انتخاب بر اساس میزان برازندگی اعضا انجام می‌پذیرد. میانگین مجذور مربعات خطا (MSE) به‌عنوان تابع برازش هر کروموزوم از الگوریتم ژنتیک انتخاب شد. در پایان هر تکرار، ۱۰٪ از بهترین کروموزوم‌ها به همراه ۹۰٪ کروموزوم تولید شده تصادفی جدید انتخاب و به نسل بعد منتقل می‌گردند. فرآیند مذکور تا رسیدن به شرایط توقف الگوریتم ادامه می‌یابد. در پایان بهترین کروموزوم به عنوان وزن به شبکه عصبی مصنوعی اعمال می‌شود. به منظور تقاطع کروموزوم‌های منتخب والد و تولید کروموزوم‌های فرزند، از عملگر تقاطع یک نقطه‌ای^۱ استفاده شد. برای انتخاب کروموزوم‌های والد از رویکرد چرخ رولت^۲ بهره گرفته شد. پس از به کارگیری عملگر تقاطع، جهت بررسی گسترده‌تر فضای مسئله، از عملگر جهش^۳ نیز استفاده شد.

کروموزوم استفاده شده در این تحقیق دارای ۹ ژن می‌باشد. ژن اول تعداد ورودی‌ها را تعیین می‌کند و بازه قابل تغییر آن از یک تا حداکثر تعداد ورودی‌هایی است که در مجموعه داده‌ها در نظر گرفته شده است. ژن دوم تا چهارم مربوط به تعداد نوروں در لایه‌های مخفی است. این ژن‌ها می‌توانند از عدد صفر تا ۱۵ تغییر کنند. در ادامه ژن‌های پنجم تا هفتم نوع تابع انتقال در هر یک از لایه‌های مخفی می‌باشد. ژن هشتم نوع تابع آموزش را تعیین می‌کند که می‌تواند عددی بین صفر تا ۱۸ باشد. ژن نهم مربوط به تعداد اپوک‌ها (تکرارها) در هنگام آموزش شبکه می‌باشد که عدد آن بین ۱۰ تا ۴۰۰ متغیر می‌باشد. اندازه هر نسل ۲۰ کروموزوم در نظر گرفته شد و تعداد نهایی نسل‌ها ۱۰۰ تنظیم شد.

میانگین دما، میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی، سرعت باد، جهت باد و جمعیت دشمنان طبیعی به‌عنوان ورودی مدل و جمعیت پسیل معمولی پسته (حشره کامل و پوره) به‌عنوان خروجی استفاده شد. داده‌های مربوط به اطلاعات هواشناسی از ایستگاه هواشناسی شهر فیض‌آباد گرفته شد.

به‌منظور ارزیابی و مقایسه‌ی نتایج حاصل از شبکه‌های به‌کار برده شده (عصبی و عصبی-ژنتیک) شاخص‌های آماری جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2) استفاده شد (معادله‌های ۳ و ۴). هرچه مقدار R^2 به یک و مقدار RMSE به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی دهنده نزدیک‌تر بودن مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده به یکدیگر و دقیق‌تر بودن جواب‌ها در هر مرحله است.

1- Single-Point Crossover

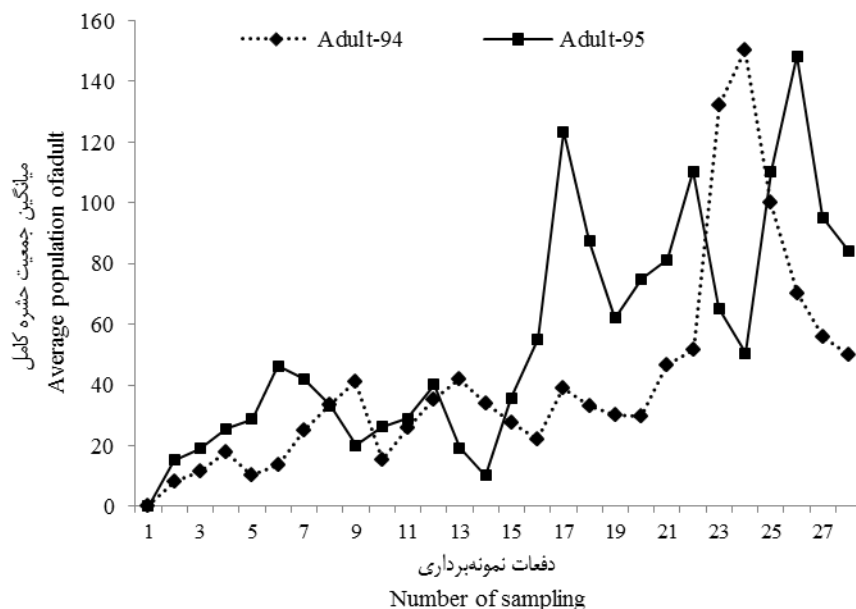
2- Roulette Wheel

3- Mutation

4- Reltive Improvment

مشاهده شد.

۱۳۹۵ در تاریخ‌های چهارم اردیبهشت ($46/33 \pm 3/46$) عدد حشره کامل)، ۱۵ خرداد ($40/20 \pm 2/36$) عدد حشره کامل)، ۲۰ تیر ($123/33 \pm 10/87$) عدد حشره کامل)، ۲۴ مرداد ($110/40 \pm 6/03$) عدد حشره کامل) و ۲۲ شهریور ($148/30 \pm 9/87$) عدد حشره کامل)



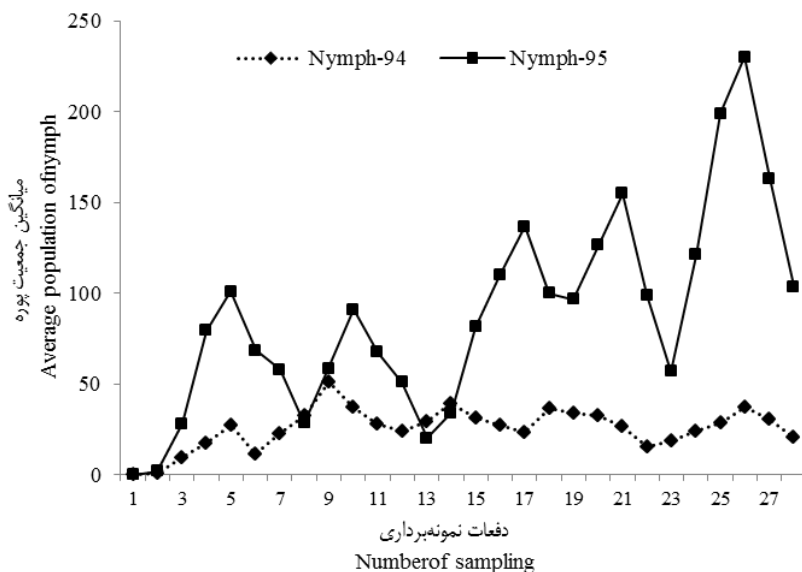
شکل ۱- تغییرات جمعیت حشره کامل پسیل معمولی پسته روی رقم اکبری در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

Figure 1- Population fluctuations of *Agonosceua pistaciae* adult on Akbari variety of pistachio, 2015-2016

(به ترتیب در نسل‌های اول تا پنجم) ثبت شد.

در سال ۱۳۹۵، ۲۷ مرتبه نمونه‌برداری انجام شد. تاریخ‌های انجام نمونه‌برداری عبارتند از: ۹۴/۱۲/۲۹، ۹۵/۱/۷، ۹۵/۱/۱۴، ۹۵/۱/۲۱، ۹۵/۱/۲۸، ۹۵/۲/۴، ۹۵/۲/۱۱، ۹۵/۲/۱۸، ۹۵/۲/۲۵، ۹۵/۳/۱، ۹۵/۳/۸، ۹۵/۳/۱۵، ۹۵/۳/۲۲، ۹۵/۳/۳۰، ۹۵/۴/۶، ۹۵/۴/۱۳، ۹۵/۴/۲۰، ۹۵/۴/۲۶، ۹۵/۵/۲، ۹۵/۵/۱۰، ۹۵/۵/۱۷، ۹۵/۵/۲۴، ۹۵/۶/۱، ۹۵/۶/۸، ۹۵/۶/۱۵، ۹۵/۶/۲۲، ۹۵/۷/۱ و ۹۵/۷/۱۰.

در سال ۱۳۹۵، اوج جمعیت پوره‌ها در هر نسل در تاریخ چهارم اردیبهشت ($27/53 \pm 0/80$) عدد پوره)، اول خرداد ($51/07 \pm 3/62$)، سوم تیر ($39 \pm 1/26$) عدد پوره)، اول مرداد ($36/67 \pm 3/19$) عدد پوره) و ۲۹ شهریور ($37/53 \pm 3/45$) عدد پوره) و در سال ۱۳۹۵ در تاریخ‌های ۲۸ فروردین، اول خرداد، ۲۰ تیر، ۱۷ مرداد و ۲۲ شهریور با میانگین جمعیت $101 \pm 11/03$ ، $91 \pm 4/5$ ، $101 \pm 11/03$ ، $91 \pm 4/5$ ، $192/30 \pm 7/3$ و $163/28 \pm 3/11$ و $230/20 \pm 9/15$ عدد پوره در هر واحد نمونه‌برداری



شکل ۲- تغییرات جمعیت پوره پسپیل معمولی پسته روی رقم اکبری در سالهای ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

Figure 2- Population fluctuations of *Agonosca pistaciae* nymph on Akbari variety of pistachio, 2015-2016

پسپیل معمولی پسته در پاییز و زمستان به دلیل ظهور فرم‌های بینابینی و زمستانگذران پسپیل و ویژگی‌های زیستی و بوم‌شناختی این فرم‌ها می‌باشد. فرم بینابینی توانایی زادآوری بالایی دارد و موجب افزایش جمعیت این حشره در مهر و آبان می‌گردد (۱۵).

مقایسه‌ی میانگین جمعیت حشره کامل و پوره‌ی پسپیل معمولی پسته بین دو سال نمونه‌برداری حاکی از بالاتر بودن جمعیت در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۴ بود ولی این تفاوت تنها در مورد پوره معنادار بود (جدول ۱).

بررسی تغییرات فصلی جمعیت پسپیل معمولی پسته در منطقه رفسنجان در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ نشان داد که این آفت شش نسل کامل و یک نسل ناقص در سال دارد (۹). این آفت در منطقه دامغان پنج نسل کامل و یک نسل ناقص در سال دارد (۱ و ۴). در باغات پسته فیض‌آباد پنج نسل کامل و یک نسل ناقص در مورد پسپیل معمولی پسته گزارش شده است (۱۱).

همان‌طور که در نمودارهای تغییرات جمعیت پسپیل معمولی پسته دیده می‌شود در اواخر فصل و از شهریور به بعد جمعیت پسپیل معمولی پسته در فضای باغ افزایش یافت. افزایش جمعیت حشرات کامل

جدول ۱- مقایسه‌ی میانگین جمعیت پسپیل معمولی پسته (حشره کامل و پوره) و دشمنان طبیعی بین دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

Table 1- Mean comparison of common pistachio psylla (adult and nymph) and natural enemies between 2015 and 2016

	Mean±SE (2015)	Mean±SE (2016)	T	P-value
	Lower CL-Upper CL	Lower CL-Upper CL		
پوره (Nymph)	26.62±1.99 22.29-30.93	91.38±10.37 70.63-112.18	-6.13	<0.0001
حشره کامل (Adult)	42.65±6.67 28.19-57.10	56.99±7.15 42.69-71.29	-1.74	0.14
دشمنان طبیعی (Natural enemies)	4.54±0.89 2.7-6.39	1.67±0.61 -0.57-3.7	1.48	0.14

معنی‌داری در صورت $P < 0.05$ و عدم معنی‌داری در صورت $P > 0.05$

Significantly differentns if $P < 0.05$ and not significantly differentns if $P > 0.05$

تابستان در این دو سال مربوط بوده است (۹). در پژوهش حاضر بین دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ از نظر میانگین دما، رطوبت نسبی و بارندگی تفاوت معنادار وجود نداشت (جدول ۲).

در بررسی تغییرات جمعیت پسپیل معمولی پسته در منطقه رفسنجان طی دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ تفاوت تراکم جمعیت پسپیل معمولی پسته در دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ به تفاوت دمای بهار و

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین دما، رطوبت نسبی و بارندگی بین دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

Table 2- Mean comparison of Temperature, relative humidity and rainfall between 2015 and 2016

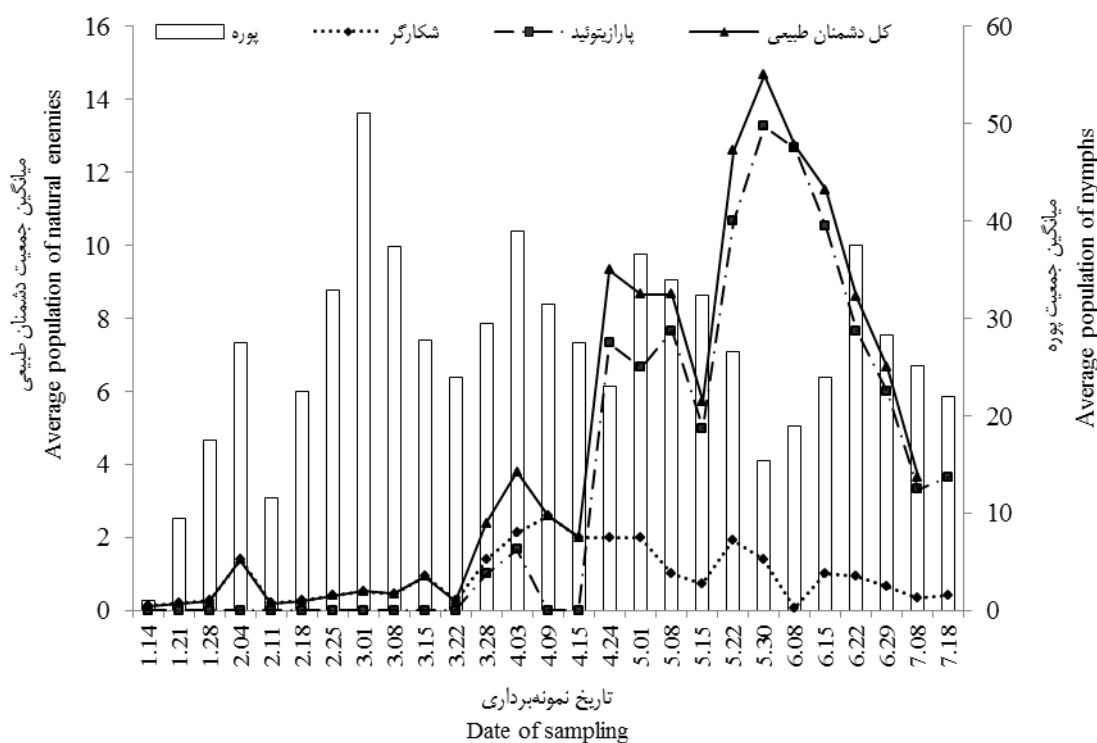
	Mean $\pm$ SE (2015)	Mean $\pm$ SE (2016)	T	P-value
میانگین دما (Average temperature)	26.10 $\pm$ 0.55	25.44 $\pm$ 0.96	0.6	0.55
میانگین رطوبت نسبی (Average relative humidity)	22.48 $\pm$ 1.88	28.55 $\pm$ 3.32	-1.59	0.11
میانگین بارندگی (Average rainfall)	0.067 $\pm$ 0.04	0.21 $\pm$ 0.11	-1/16	0.25

معنی‌داری در صورت $P < 0.05$ و عدم معنی‌داری در صورت $P > 0.05$

Significantly differentns if $P < 0.05$ and not significantly differentns if $P > 0.05$

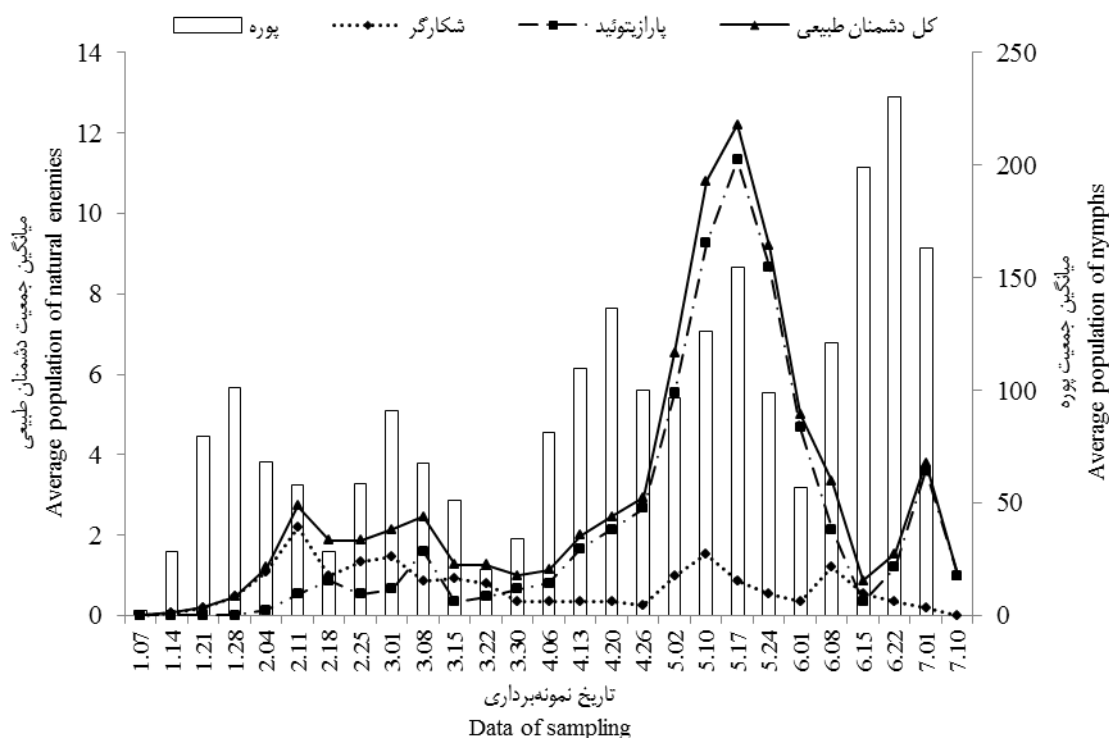
در سال ۱۳۹۵، بیشترین جمعیت شکارگر در تاریخ ۱۱ اردیبهشت (۲/۲۰ عدد شکارگر) ثبت شد. در سال ۱۳۹۵ فعالیت پارازیتوئیدها زودتر از سال ۱۳۹۴ شروع شد. اولین پسیل مومیایی در تاریخ چهارم اردیبهشت و بیشترین جمعیت پسیل‌های مومیایی شده در تاریخ ۱۷ مرداد (۱۱/۳۳ عدد) مشاهده شد.

جمعیت دشمنان طبیعی در سال ۱۳۹۴ بیشتر از سال ۱۳۹۵ بود ولی از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۱). در تاریخ ۲۸ خرداد اولین پسیل مومیایی شده مشاهده شد و سپس به دنبال بالارفتن جمعیت پوره‌ی پسیل معمولی پسته، جمعیت پارازیتوئید هم در باغ افزایش یافت. بیشترین جمعیت دشمنان طبیعی (مجموع شکارگر و پارازیتوئید) در تاریخ ۳۰ مرداد (۱۴/۶۷ عدد دشمن طبیعی) مشاهده شد.



شکل ۳- تغییرات جمعیت دشمنان طبیعی در سال ۱۳۹۴

Figure 3- Population fluctuations of natural enemies at 2015



شکل ۴- تغییرات جمعیت دشمنان طبیعی در سال ۱۳۹۵

Figure 4- Population fluctuations of natural enemies at 2016

طبیعی و جمعیت پوره‌ها حاکی از رابطه‌ی مستقیم جمعیت پوره‌ها با جمعیت دشمنان طبیعی است. به‌طوری‌که افزایش جمعیت دشمنان طبیعی کاهش جمعیت پوره را به‌همراه داشت و کاهش جمعیت دشمن طبیعی منجر به بالا رفتن جمعیت آفت شد. رابطه‌ی معنی‌دار بین جمعیت سن‌های شکارگر *Anthocoris nemoralis* (F.) و *A. minki* Dohrn (Hem.: Anthocoridae) با پسیل معمولی پسته در باغات پسته گزارش شده است (۲۴ و ۲۸).

بر اساس نتایج رگرسیون خطی چند متغیره مقدار ضریب تبیین بر اساس ورودی‌های مورد نظر برای جمعیت پوره برابر 0.22 و برای حشرات کامل برابر 0.32 به‌دست آمد (جدول ۳). بر این اساس می‌توان استنباط کرد متغیرهای مستقل انتخابی می‌توانند به‌ترتیب 22% و 32% از تغییرات تراکم جمعیت پوره و حشره کامل پسیل معمولی پسته را توجیه نمایند.

یکی از دلایل احتمالی پایین بودن نرخ پارازیتسم در اوایل بهار عدم موفقیت زنبورهای پسیل‌فاگوس در زمستان‌گذرانی ذکر شده است. این زنبور زمستان را به‌صورت سفیره در داخل پسیل‌های مومیایی شده‌ی چسبیده به برگ درختان پسته سپری می‌کند. در پاییز، برگ‌های پسته به‌همراه مومیایی‌های روی آن توسط باد به اطراف پراکنده می‌شوند. عملیات کشاورزی زمستانه و چرای دام نیز منجر به ایجاد مرگ‌ومیر مستقل از تراکم شود. مرگ‌ومیر وابسته به تراکم در اثر حمله‌ی شکارگرها، بیماری‌ها و یا هاپرپارازیتوئیدها رخ دهد (۱۷).

آستانه‌ی پایین رشد زنبور پارازیتوئید پسیل‌فاگوس بالاتر از میزان خود یعنی پسیل معمولی پسته است. هرچند این تفاوت حدود یک درجه‌ی سانتی‌گراد است اما باعث تاخیر ظهور آن‌ها در بهار و تامین میزان مناسب و کافی می‌گردد (۱۶).

بررسی نمودارهای مربوط به تغییرات فصلی جمعیت دشمنان

جدول ۳- مقادیر R^2 و RMSE حاصل از آنالیز رگرسیون خطی چندگانه

Table 3- The R^2 and RMSE from multi linear regression

پوره (Nymph)			حشره کامل (Adult)			
RMSE	R^2	P value	متغیرهای ورودی	P value	R^2	RMSE
48.03	0.22	0.06	میانگین دما (Average temperature)	0.96	0.32	31.79
		0.05	میانگین رطوبت نسبی (Average humidity)	0.74		
		0.54	میانگین بارندگی (Average rainfall)	0.59		
		0.26	سرعت باد (Wind speed)	0.08		
		0.135	جهت باد (Wind direct)	0.12		
		0.09	دشمنان طبیعی (Natural enemies)	0.065		

از این تکرار به بعد بین خطای آموزش و اعتبارسنجی مدل واگرایی روی داده است.

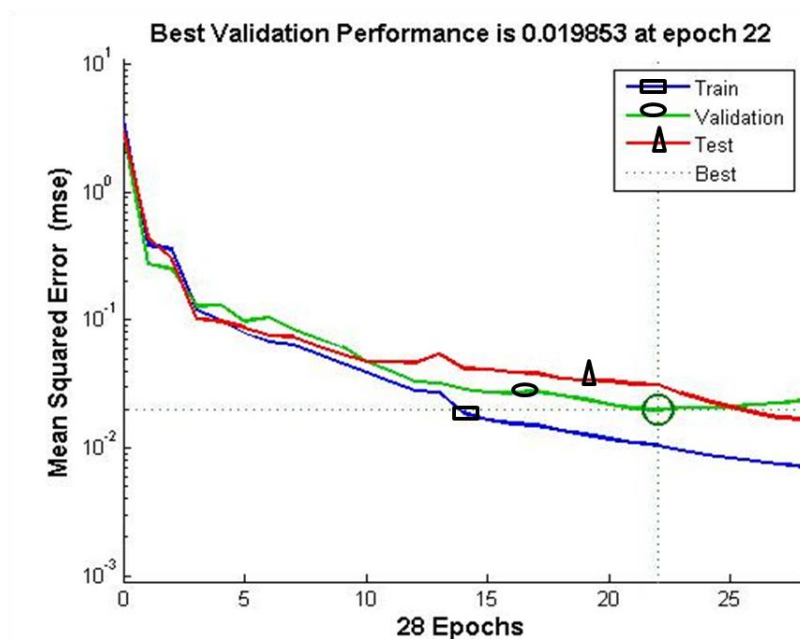
بهترین نتایج براساس ضریب تبیین و جذر میانگین مربعات خطا وقتی به دست می‌آید که معادله خطی بین جمعیت واقعی آفت و جمعیت پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی، علاوه بر داشتن ضریب تبیین بالا دارای عرض از مبدأ نزدیک به صفر و شیب نزدیک به یک باشند (شکل ۷).

در روش شبکه عصبی-ژنتیک برای حشرات کامل از یک لایه پنهان با ۱۴ نورون و برای پوره‌ها از یک لایه پنهان با ۱۶ نورون و تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید در لایه‌ی پنهان (هم برای حشرات کامل و هم پوره) استفاده شد. در لایه خروجی تابع خطی به کار گرفته شد.

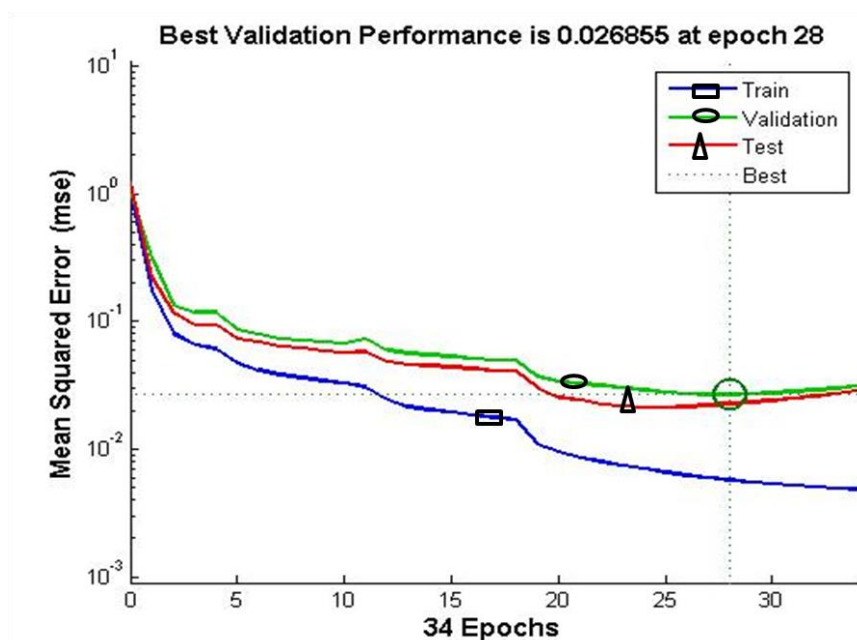
نتایج نهایی مدل‌های شبکه عصبی و عصبی-ژنتیک جهت تخمین جمعیت پسیل معمولی پسته با ورودی‌های میانگین دما، میانگین رطوبت نسبی، میانگین بارندگی، سرعت باد، جهت باد و جمعیت دشمنان طبیعی در جدول ۴ آورده شده است.

جهت تخمین جمعیت حشرات کامل و پوره‌ی پسیل معمولی پسته با روش شبکه عصبی مصنوعی، ۱۵ نورون در لایه اول پنهان و ۹ نورون در لایه دوم پنهان و یک نورون در لایه خروجی به کار گرفته شد. برای لایه‌های پنهان و خروجی به ترتیب از توابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید و خطی استفاده شد.

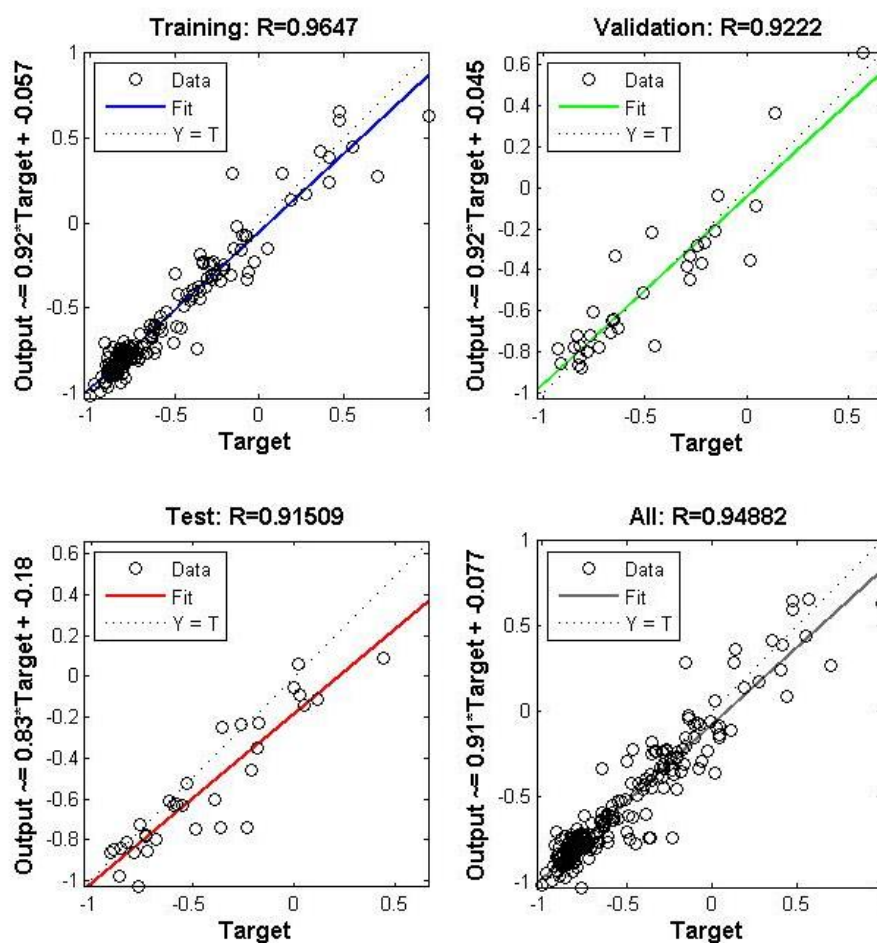
خط بهترین اعتبارسنجی در شکل‌های ۵ و ۶ نشان دهنده‌ی بهترین مقدار میانگین مربعات خطا برای شبکه‌ی طراحی شده جهت تخمین جمعیت حشره کامل و پوره روی رقم اکبری می‌باشد. زمانی روند آموزش شبکه صحیح بوده که مقدار میانگین مربعات خطای منحنی آموزش کمتر از این مقدار باشد و نیز منحنی‌های مربوط به مقادیر اعتبارسنجی و آزمون نزدیک یکدیگر قرار داشته باشند. بهترین اعتبارسنجی در مورد پوره در تکرار ۲۲ آموزش با میانگین مربعات خطای ۰/۰۱۹۸ و در مورد حشره کامل در تکرار ۲۸ و با میانگین مربعات خطای ۰/۰۲۶۸ حاصل شد. در این تکرار آموزش مدل در این نقطه متوقف شده است، چرا که پس از آن مدل دچار بیش‌آموزی خواهد شد و همان‌طور که در نمودارها مشاهده می‌گردد،



شکل ۵- بهترین عملکرد اعتبارسنجی در مدل پیش‌بینی تراکم جمعیت پوره پسیل معمولی پسته روی رقم اکبری
Figure 5- Performance validation in prediction of the nymph common pistachio psylla population density



شکل ۶- بهترین عملکرد اعتبارسنجی در مدل پیش‌بینی تراکم جمعیت حشره کامل پسیل معمولی پسته روی رقم اکبری
Figure 6- Performance validation in prediction of the adult common pistachio psylla population density



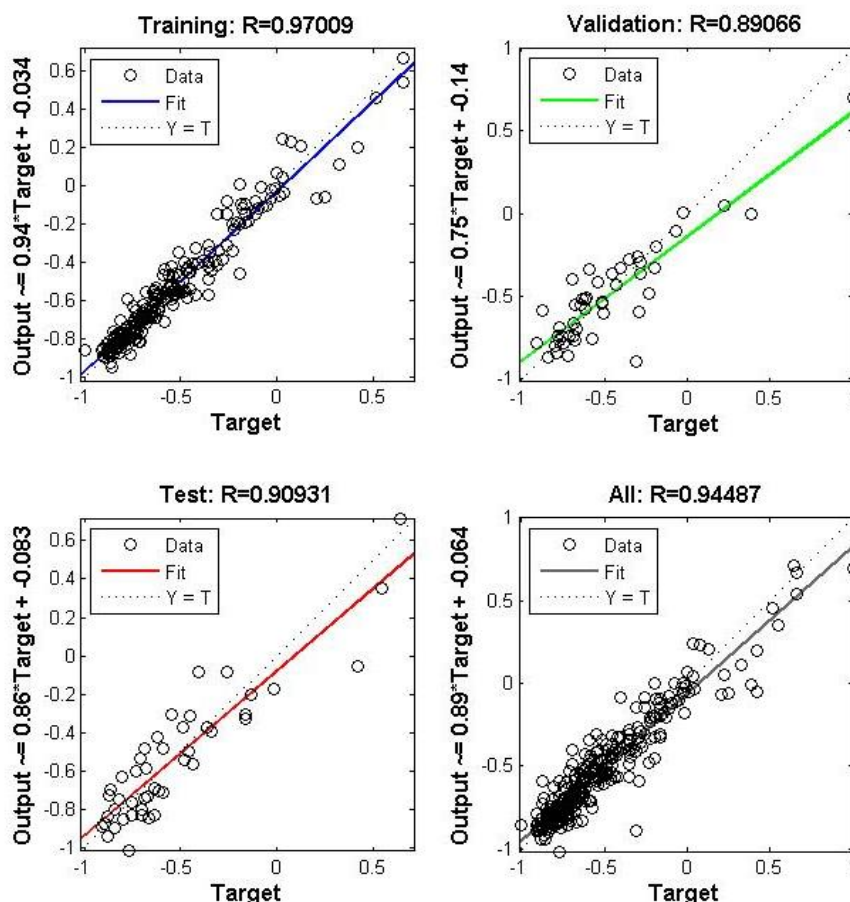
شکل ۷- رابطه‌ی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده جمعیت پوره پسیل معمولی پسته

Figure 7- The relationship between observed and predicted values of the common Pistachio psylla nymph population

جدول ۴- مقادیر ضریب تبیین و جذر میانگین مربعات خطا برای مدل‌های تخمین جمعیت پسیل معمولی پسته

Table 4- The R^2 and RMSE values for estimation of *A.Pistciae* population

مدل تخمین جمعیت			R^2	RMSE
پوره (Nymph)	شبکه عصبی (ANN)	Training	0.92	0.122
		Testing	0.84	0.051
	شبکه عصبی ژنتیک (ANN-GA)	Training	0.88	0.057
		Testing	0.88	0.051
حشره کامل (Adult)	شبکه عصبی (ANN)	Training	0.86	0.171
		Testing	0.61	0.233
	شبکه عصبی ژنتیک (ANN-GA)	Training	0.77	0.082
		Testing	0.73	0.083



شکل ۸- رابطه‌ی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده جمعیت حشره کامل پسیل معمولی پسته
Figure 8- The relationship between observed and predicted values of the common Pistachio psylla adult population

متغیرهای وابسته و مستقل، شبکه عصبی مصنوعی با توجه به بررسی غیرخطی بودن داده‌ها می‌تواند به نتایج بهتری نسبت به روش‌های رگرسیونی که تنها به بررسی وجود رابطه خطی می‌پردازند، دست یابد (۲۳).

برای ارزیابی کارایی مدل‌ها می‌توان از شاخص RI استفاده کرد. این آماره نشان‌دهنده‌ی میزان کاهش خطا در مدل‌های مختلف است. براساس شاخص بهبود نسبی، شبکه عصبی - ژنتیک دقت پیش‌بینی را نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی برای جمعیت حشرات کامل به میزان ۵۴٪ و برای پوره‌ی پسیل معمولی پسته به میزان ۵۹٪ افزایش داد.

شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی جمعیت (Diptera: *Thecodiplosis japonensis* (Cecidomyiida) تراکم جمعیت در چهار نمونه‌برداری متوالی به‌عنوان ورودی و تراکم جمعیت در نمونه‌برداری بعدی به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شده است که شبکه عصبی به‌خوبی قادر به پیش‌بینی جمعیت بوده است.

مقایسه‌ی شاخص‌های ضریب تبیین و جذر میانگین مربعات خطای حاصل از مدل‌های رگرسیون خطی چندگانه، شبکه عصبی و شبکه عصبی-ژنتیک نشان داد که کمترین مقدار جذر میانگین مربعات خطا در تمامی مدل‌ها مربوط به مدل عصبی-ژنتیک می‌باشد. مقدار پایین RMSE، پایین بودن خطا و دقت بالای مدل‌های برازش داده شده را نشان می‌دهد.

مقادیر پایین ضریب تبیین مدل رگرسیونی حاکی از این است که این روش نتوانست بخشی از تغییرپذیری تراکم جمعیت پسیل معمولی پسته را به‌وسیله عوامل کمکی به کار گرفته شده توجیه کند که این موضوع به‌دلیل وجود روابط غیرخطی بین پدیده‌ها می‌باشد که در مدل رگرسیونی در نظر گرفته نمی‌شود. در مدل‌های رگرسیونی همبستگی ضعیف بین دو متغیر وابسته به هم، همیشه نشان‌دهنده عدم ارتباط این دو متغیر با همدیگر نیست و ممکن است همبستگی غیرخطی بین دو متغیر وجود داشته باشد که به وسیله ضریب همبستگی خطی قابل اندازه‌گیری نیست (۱۲). در صورت وجود رابطه غیرخطی بین

مصنوعی ابزار قدرتمندی در پیش‌بینی تراکم جمعیت شب پره پشت الماسی *Plutella xylostella* ($R^2=0/81$) و پارازیتوئید آن *Diadegma seimiclausum* ($R^2=0/85$) بود (۲۵).

فهم پیچیدگی‌های پویایی جمعیت حشرات مستلزم توجه به هر دو عوامل زنده و غیرزنده است. افزایش آگاهی در ارتباط با روابط بین عوامل داخلی و خارجی منجر به تسهیل پیش‌بینی جمعیت و به دنبال آن مدیریت بهتر جمعیت آفت می‌شود. انواع مختلف شبکه‌های هوشمند به دلایلی از جمله در نظر گرفتن روابط غیر خطی بین پدیده‌ها و حساسیت کمتر نسبت به وجود خطا در داده‌های ورودی دارای قابلیت اعتماد بالایی جهت مدل‌سازی تغییرات جمعیت هستند. در واقع شبکه‌های عصبی مصنوعی از نوع ویژه‌ای از معادلات استفاده نمی‌کند بلکه با ایجاد رابطه‌ی مناسب بین داده‌های ورودی و خروجی می‌تواند به نتایج رضایت‌بخشی دست یابد. در این تحقیق گرچه روش‌های هوش مصنوعی توانستند بیش از ۸۰ درصد تغییر پذیری ویژگی مورد بررسی را نشان دهند ولی در نهایت این روش از تبیین حدود ۲۰ درصد از تغییرپذیری متغیر عاجز بود که این مسأله می‌تواند به دلیل در نظر نگرفتن پارامترهای دیگری باشد که احتمالاً بر جمعیت آفت تأثیرگذار بوده‌اند و در این تحقیق در نظر گرفته نشده‌اند.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از رساله‌ی دکترای نگارنده‌ی اول می‌باشد که با حمایت‌های مالی دانشگاه رازی انجام شده است و به این وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

($r>90$) (۳). استفاده از شبکه عصبی در آنالیز داده‌های بوم‌شناختی و تعیین غنای گونه‌ای چهار راسته‌ی مهم حشرات آبزی (Coleoptera, Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera) نشان داده است که شبکه عصبی مصنوعی به صورت موفقیت‌آمیز قادر به تفکیک محل‌های نمونه‌برداری بر اساس غنای گونه‌ای و تعیین رابطه‌ی آن با متغیرهای محیطی بوده است ($r=0/91$) در مرحله آموزش و $r=0/61$ در مرحله آزمون (۲۱). استفاده از دو روش رگرسیون خطی و شبکه عصبی در پیش‌بینی جمعیت شته *Rhopalosiphum padi* نشان از برتری روش شبکه عصبی ($ABMSE=86$ و $R^2=0/82$) نسبت به رگرسیون خطی ($ABMSE=220$ و $R^2=0/75$) بوده است (۱۴). شبکه عصبی پرسپترون چندلایه برای تعیین اثر متغیرهای آب‌وهوایی (میانگین دما، حداکثر دما، حداقل دما، بارندگی، رطوبت نسبی و تبخیر) طی هشت سال روی جمعیت *Scirpophaga incertulas* و سپس ساخت مدل پیش‌بینی‌کننده به کار رفته است. مدل به دست آمده به طور موفقیت‌آمیز قادر به پیش‌بینی جمعیت آفت بوده و نتایج حاکی از وجود رابطه‌ی غیرخطی بین جمعیت حشره و عوامل آب‌وهوایی بوده است (۲۹). در پیش‌بینی زنده‌مانی حشرات کامل *Chrysomya megacephala* هر سه مدل شبکه عصبی (انفیس، پرسپترون چند لایه و تابع پایه شعاعی) دارای ضریب تبیین بالا (به ترتیب ۰/۹۸، ۰/۹۹ و ۰/۹۷) نسبت به مدل رگرسیون خطی با ضریب تبیین ۰/۴۶ بودند که این نشان‌دهنده‌ی دقت بالا و عملکرد بهتر این مدل‌ها نسبت به روش رگرسیون خطی می‌باشد. با مقایسه‌ی مقادیر R^2 در میان سه مدل شبکه عصبی، انفیس بالاترین دقت و عملکرد بهتری را داشت (۲). شبکه عصبی

منابع

- Assar M. 2001. Biology of pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* (Hom. : Psyllidae) in Dameghan and effect of Releasing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neu.: Chrysopidae) egg integrated with using sticky yellow traps in reducing psylla populations in different generations. M. Sc. dissertation, Islamic Azad University, Science & Research Branch, Tehran, Iran. (In Persian)
- Bianconi A., Von Zuben C.J., Serapião A.B.S., and Govone, J. 2009. Artificial neural networks: A novel approach to analysing the nutritional ecology of a blowfly species, *Chrysomya megacephala*. Journal of Insect Science 10: 1-18.
- Chon T.S., Park Y.S., Kim J.M., Lee B.Y., Chung Y.J., and Kim Y. 2000. Use of an artificial neural network to predict population dynamics of the forest-pest pine needle gall midge (Diptera: Cecidomyiida), Environmental Entomology 29: 1208-1215.
- Dezianian A., and Sahragard A. 2004. Biology and natural enemies of pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* in Dameghan region, Journal of Agricultural Science 1(5): 83-92. (In Persian)
- Dusti Z., Moeini Naghadeh N., Zamani A.A., and Naderloo L. 2017. Modeling the population changes of sunn pest with environmental variables using artificial neural network and comparison with the linear regression model in Chadegan County. Iranian Journal of Plant Protection Science 47(2): 307-315. (In Persian with English abstract)
- Food and Agriculture Organization. 2016. FAO statistical databases. From <http://www.faostat.fao.org>.
- Freeman J., and Sakura D. 2005. Neural Networks: Algorithms, Applications, and Programming Techniques, Addison-Wesley, Berlin.

- 8- Han J., Pei J., and Kamber M. 2011. Data mining: concepts and techniques, Elsevier, Waltham, USA, 673p.
- 9- Hassani M.R., Nouri-Ghanbalani Gh., Eizadi H., and Shojaei M. 2010. Population fluctuations of pistachio psylla, *Agonoscyta pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae), in Rafsanjan region. Iranian Journal of Plant Protection Science 40(2): 93-98. (In Persian)
- 10- Heung B., Chak H., Zhang J., Knudby A., Bulmer C.E., and Schmidt, M.G. 2016. An overview and comparison of machine-learning techniques for classification purposes in digital soil mapping, Geoderma 265: 62-77.
- 11- Jalaeian M., and Karimi Malati A. 2013. Comparison of common pistachio psyllid (*Agonoscyta pistaciae*) population on main native and non-native pistachio varieties in Khorasan Razavi Province, Plant Pest Research 2(4): 45-54. (In Persian with English abstract)
- 12- Karamouz M., and Araghinejad S. 2014. Advanced Hydrology. 3rd edition. Amirkabir University of Technology Press, Tehran. (In Persian)
- 13- Kouchakzadeh M., and Bahmani A. 2006. Assessment of artificial neural networks revenue in reducing required parameters for estimation of reference evapotranspiration. Journal of Agriculture Science 11(4): 87-97.
- 14- Lankin-Vega G., Worner S.P., and Teulon D.A.J. 2008. An ensemble model for predicting *Rhopalosiphum padi* abundance. Entomologia Experimentalis et Applicata 129: 308-315.
- 15- Mehrnejad M.R. 2008. Seasonal biology and abundance of *Psyllaephagus pistaciae* (Hymenoptera: Encyrtidae), a biocontrol agent of the common pistachio psylla *Agonoscyta pistaciae* (Hemiptera: Psylloidea). Biocontrol Science and Technology 18: 409-417.
- 16- Mehrnejad M.R. 2010. Potential biological control agents of the common pistachio psylla, *Agonoscyta pistaciae*, a review. Entomofauna 18: 249-272.
- 17- Mehrnejad M.R., and Emami S.Y. 2005. Parasitoids associated with the common pistachio psylla, *Agonoscyta pistaciae* in Iran, Biological Control 32: 385-90.
- 18- Menhaj M. 2005. Computational intelligence. Amirkabir University of Technology Press, Tehran. (In Persian)
- 19- Moeini-Naghadeh N. 2007. Ecological approach on insect pest management. Razi University Press, Kermanshah. (In Persian)
- 20- Montgomer D.C., Peck E.A., and Vining, G.G. 2015. Introduction to Linear Regression Analysis, John Wiley & Sons.
- 21- Park Y.S., Cereghino R., Compin A., and Lek S. 2003. Applications of artificial neural networks for patterning and predicting aquatic insect species richness in running waters, Ecological Modelling 160: 265-280.
- 22- Samih M.A., Alizadeh A., and Saberi Riseh R. 2005. Pistachio pests and diseases in Iran and their IPM, Organization of Jihad-e-University, Tehran.
- 23- Schaap M.G., Leij F.J., and van Genuchten M.T. 1998. Neural network analysis for hierarchical prediction of soil hydraulic properties. Soil Science of Society of America Journal 62: 847-855.
- 24- Souliotes C., Markoyiannaki-Printziou D., and Lefkaditis F. 2002. The problems and prospects of integrated control of *Agonoscyta pistaciae* Burck. and Laut. (Hom., Sternorrhyncha) in Greece. Journal of Applied Entomology 126: 384-388.
- 25- Tonnang H.E.Z., Nedorezov L.V., Owino J.O., Ochanda H., and Lohr B. 2010. Host-parasitoid population density prediction using artificial neural networks: diamondback moth and its natural enemies. Agricultural and Forest Entomology 12: 233-242.
- 26- Worner S.P., and Gevrey M. 2006. Modelling global insect pest species assemblages to determine risk of invasion. Journal of Applied Ecology 43: 858-867.
- 27- Yang L.N., Peng L., Zhang L.M., Zhang L.L., and Yang S.S. 2009. A prediction model for population occurrence of paddy stem borer (*Scirpophaga incertulas*), based on back propagation artificial neural network and principal components analysis. Computers and Electronics in Agriculture 68: 200-206.
- 28- Yanik E., and Unlu L. 2015. Initial study of rearing and release of *Anthocoris minki* Dohrn (Hemiptera: Anthocoridae) for biological control of *Agonoscyta pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae) in pistachio orchards. Agriculture & Forestry 61: 347-358.
- 29- Zhang W., Zhong X.Q., and Liu G.H. 2008. Recognizing spatial distribution patterns of grassland insects: neural network approaches. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 22:207-216.



Population Dynamics of *Agonoscena pistaciae* and Comparison of the Artificial Neural Network and Neural-Genetic Models for Predicting the Pest Population

S. Gholami Moghaddam¹ - N. Moeini-Naghadeh^{2*} - L. Naderloo³

Received: 24-04-2019

Accepted: 03-07-2019

Introduction: The common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae), is a key pest of pistachio trees. Nymphs and adults suck sap from leaves resulting in defoliating, falling flower buds, stopping tree growth and finally yield loss. The population dynamics of insects is influenced by several physical and biological factors such as temperature and natural enemies. Identifying the key factor in population dynamics is difficult due to the potential interactions between biological and environmental factors. Non-linear analysis methods such as artificial neural networks (ANNs) are suited to be applied in the ecosystem with non-linear and complex ecological data. These methods have been widely used as a robust information-processing instrument in many research fields, especially in predicting pest occurrence. For example, a neural model is used to predict bionomic variables related to the nutritional dynamics of blowflies.

In the present investigation, the seasonal abundance of *A. pistaciae* in a pistachio orchard was evaluated for two years. This study aimed to assess the performance of ANN in representing nonlinear dynamic data for common pistachio psyllid populations. To this end, back propagation ANN was implemented to evaluate the relationship between the pest occurrence and influential factors.

Materials and Methods: The population density of psyllids was monitored weekly by the yellow sticky trap for the adult and direct counting for the nymph. After collecting the related data, the curves of the seasonal dynamic population of adults and nymphs were drawn. Then, the number of generations and duration activity of psyllid in each generation were determined. Multi-layer perceptron neural network (MLP), genetic algorithm (GA) and multi-linear regression (MLR) were used to determine the relative significance of biotic (natural enemies) and abiotic (weather variables) factors for predicting *A. pistaciae* density. An ANN model was designed by using the inputs (average temperature, average rainfall, average relative humidity, wind speed and direction, and population of natural enemies), hidden layer (the number of neurons in the hidden layers determined by trial and error), and one neuron in the output layer (the occurrence amount for predicting the population). The Levenberg-Marquardt algorithm was used as the learning algorithm. The root mean square error (RMSE) and coefficient of determination (R^2) were statistics, calculated for both the training and testing set for each iteration.

Results and Discussion: The population fluctuations of *A. pistaciae* on Akbari pistachio cultivar during 2015 and 2016 indicated that the psyllid populations in the field had five apparent peaks from late March to October. *Agonoscena pistaciae* in Rafsanjan county had six complete and one incomplete generation in 2007 and 2008 (9). The general population trends were similar over time within two years, but population densities of adults and nymphs were higher in 2016. Statistical comparison of weather variables between two years showed no significant difference.

Several topologies were examined and the best result was obtained with 15 and 9 neurons in the first and second hidden layer for both adult and nymph in MLP method, respectively. In genetic algorithm, a hidden layer with 14 neurons for adult and 16 neurons for nymph was employed. The R^2 values of MLR, MLP and GA methods (at test phase) were 0.32, 0.61, 0.73, respectively and the RMSE values were 31.79, 0.223 and 0.083, respectively for adult. In the prediction of the population density of the nymph by MLR, MLP and GA, the R^2 values were obtained to be 0.22, 0.84, 0.88, respectively, and the RMSE values were 48.03, 0.051 and 0.051, respectively.

Conclusion: The R^2 and RMSE values showed reliable performance of ANN and GA. The ANNs also modeled the numbers of the psyllid with high accuracy. In addition, the higher R^2 and lower RMSE were obtained for MLP and GA methods relative to MLR. It has been reported in the related literature that the ANN

1 and 2- Ph.D Graduate of Entomology and Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah

(*- Corresponding Author Email: moeeny@razi.ac.ir)

۳- Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystem, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah

consistently outperformed the statistical models. The ANN as a nonlinear predictor exhibited a high accuracy in predicting the richness of aquatic insect species in running waters by a set of four environmental variables (21). Based on the principal components analysis and back propagation artificial neural methods to analyze historical data on the population occurrence of *Scirpophaga incertulas*, the new model could improve the prediction accuracy, compared with other methods (27). It is worth noting that in regression models, the weak correlation between dependent and independent variables does always not imply that these variables are not associated, as they may have a nonlinear correlation.

Keywords: Common pistachio psylla, Genetic algorithm, Multi-layer perceptron neural network, Population dynamic, Weather variables

مقاله کوتاه پژوهشی

تراکم مناسب تله نوری برای شکار شب پره بید گوجه فرنگی در شرایط گلخانه

محمد جواد ارده^{۱*} - سید وحید فرهنگ^۲ - مجید عسکری سیاهویی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

چکیده

بید گوجه فرنگی "*Tuta absoluta* (Meyrick)" یکی از آفات کلیدی گوجه فرنگی می باشد. استفاده از تله های نوری یکی از روش های کم هزینه و کم ریسک برای شکار حشرات کامل، و در نتیجه کاهش خسارت این آفت می باشد. در این تحقیق مناسب ترین تعداد تله نوری، از طریق مقایسه دو، چهار، شش و هشت تله نوری (با منبع نوری UV Blacklight Blue) در هر واحد ۱۰۰۰ متری گلخانه، در سه استان بررسی شد. نتایج نشان داد که در تراکم کم جمعیت آفت، میانگین شکار در هر تله با افزایش تعداد تله کاهش می یابد. اما در آلودگی شدید، میانگین تعداد شکار، با افزایش تعداد تله در واحد سطح، حتی با نصب هشت تله در هر هزار متر مربع گلخانه نیز کاهش نمی یابد. در استان هرمزگان، به عنوان مثال، میانگین تعداد پروانه های شکار شده با نصب دو تله ۲۷/۷۵ و با نصب چهار تله ۱۴/۳۹ هنگام آلودگی پائین ثبت شد اما در آلودگی بالا، میانگین تعداد شکار با نصب شش تله ۱۱۲/۶۷ و با نصب هشت تله ۱۱۳/۳۳ بود. براساس نتایج فوق می توان گفت که در طول فصل کشت که گلخانه تحت مدیریت مناسب قرار دارد، با نصب چهار تله نوری در هر ۱۰۰۰ متر مربع گلخانه، بیشترین شکار حشره کامل بید گوجه فرنگی را در پی داشته و می تواند برنامه های مدیریت انبوهی این آفت مد نظر قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آفات گلخانه، آفات گوجه فرنگی، کنترل غیر شیمیایی، مدیریت آفات

مقدمه

شب پره مینوز یا بید گوجه فرنگی (Tomato leaf miner) با نام علمی *Tuta absoluta* (Meyrick)، یکی از آفات کلیدی گوجه فرنگی در دنیا می باشد. این آفت برای ایران تا سال ۱۳۸۹ جزء آفات قرنطینه ای محسوب می شده اما ابتدا در ارومیه و سپس در سایر استان ها انتشار یافت (۱). خسارت این آفت بصورت کاهش رشد، کاهش کمی و کیفی میوه، از بین رفتن گیاه و کاهش بازارپسندی

(بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد) می باشد (۴). قرار دادن تله های فرمونی بر روی زمین برای شکار حشرات نر یکی از راه های کاهش جمعیت این آفت معرفی شده است. اما استفاده از تله های فرمونی به تنهایی برای کنترل موفقیت آمیز آفت کافی نبوده و باید با سایر روش های کنترل آفت، بصورت تلفیقی بکار برده شوند (۶). زیرا نه تنها حشرات نر، قادر به چند بار جفت گیری هستند بلکه حشرات ماده بید گوجه فرنگی از طریق بکرزایی، قادر به تخم ریزی و ادامه نسل می باشند (۲ و ۱۱). استفاده از تله های نوری به تنهایی نیز یک از روش های کم هزینه و کم ریسک برای شکار حشرات کامل بسیاری از آفات می باشد (۱۰). مطالعه آزمایشگاهی شکار تله های نوری از نوع استوانه ای متخلخل با منبع نوری Blacklight Blue (BLB) که در ارتفاع ۷۵ سانتی متری بالای بوته های آلوده نصب شده بوده بخوبی حشرات کامل این آفت را به تعداد زیاد شکار کرده است (۷). در این تحقیق ارزیابی تله های نوری متخلخل و تعداد مورد نیاز در شرایط گلخانه در استان های مرکزی (شهرک گلخانه ای آوه واقع در شهرستان ساوه)، قزوین

۱- استادیار بخش تحقیقات حشره شناسی، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(Email: mjardeh@gmail.com)

(*) نویسنده مسئول:

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

۳- استادیار بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v33i2.72135

(بخش مرکزی) و هرمزگان (شهرستان حاجی آباد بندرعباس) صورت گرفته است. هر تله نوری شامل یک ظرف استوانه‌ای از جنس پلاستیک شفاف (پلی اتیلن ترفتالات، PET) با ارتفاع ۲۳ و قطر ۱۲ سانتی‌متر، که سوراخ‌هایی به قطر ۵/۰ سانتی‌متر در بدنه آن تعبیه شده بود. که در کف آنها تا ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر محلول ۵ در هزار مایع ظرف‌شویی ریخته شده بود. در هر تله یک لامپ ۲۴ وات و ۲۲۰ ولت با نور blacklight blue (BLB) نصب در ارتفاع حدود ۷۰ سانتی‌متری بالای بوته‌ها آویزان شده و هنگام غروب خورشید تا صبح روشن می‌شد. تله‌ها در یک دوره شش روزه (هر روز یک تکرار) نصب و تعداد حشرات شکار شده شمارش و ثبت می‌شد. به دلیل محدودیت

گلخانه‌های در اختیار، تیمارها دو به دو با هم مقایسه شدند. مقایسه بین میانگین تعداد شکار در تیمارهای مختلف با روش GLM و با کمک برنامه‌های SAS مورد مقایسه قرار گرفت، سپس میانگین تعداد کل شکار تله‌ها، بین تیمارها در هر منطقه مقایسه شد. نتایج نشان داد که در هر سه منطقه، بین تیمارهای دو و چهار تله اختلاف معنی‌دار وجود دارد. به علاوه اختلاف بین میزان شکار شب پره در تیمارهای چهار و شش تله برای منطقه هرمزگان معنی‌دار بود. در مقابل مقایسه تیمارهای چهار تله با شش تله در دو استان مرکزی و قزوین معنی‌دار نشد. همینطور میزان شکار شب پره بین تیمارهای شش تله و هشت تله در استان هرمزگان مشاهده نگردید (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه آماری تعداد شکار بید گوجه‌فرنگی توسط تله‌های نوری در تیمارها و مناطق مختلف

Table 1- Comparison analysis of the number of caught tomato leafminer by light traps in different treatments and regions

منابع تغییرات Source	درجه آزادی Df	Mean Squares						
		قزوین Ghazvin		مرکزی Markazi		هرمزگان Hormozghan		
		2 to 4	4 to 6	2 to 4	4 to 6	2 to 4	4 to 6	4 to 8
تیمارها Treatments	1	50.22**	1.97 ^{ns}	8.11*	0.35 ^{ns}	223.74*	48.80*	1.33 ^{ns}
تکرارها Replications	13	4.84 ^{ns}	2.36 ^{ns}	0.69 ^{ns}	0.077 ^{ns}	226.75**	8.57 ^{ns}	24.60 ^{ns}
اشتباه Error	13	1.94	2.36	0.047	0.169	20.09	5.34	19.53
انحراف معیار CV		11.37	13.15	1.25	10.94	19.22	23.71	3.91

معمولا قسمت‌های بالای گیاه را برای تخم‌ریزی انتخاب می‌کند. به طوری که استان مرکزی، علاوه بر تیمارهای مورد بررسی، چهار تله نوری- فرمونی توسط گلخانه دار بر روی زمین نصب شده بود. با این وجود شکار پروانه‌ها توسط تله‌های نوری بخوبی صورت می‌گرفت. به عبارت دیگر استفاده توأم تله‌های نوری با تله‌های فرمونی نه تنها مشکل‌ساز نیست بلکه نصب همزمان دو نوع تله، می‌تواند به عنوان روش‌های تلفیقی برای مدیریت جمعیت بید گوجه‌فرنگی بکار برده شوند. از طرف دیگر تله نوری- فرمونی معمولا بر روی زمین قرار داده می‌شوند. در این شرایط ممکن است نور بخوبی توسط حشراتی که در قسمت‌های مختلف گیاه مستقر هستند دریافت نشود. لذا نه تنها نصب تله نوری به تعداد مناسب بلکه به توزیع و یکنواختی آنها در گلخانه ارتباط دارد.

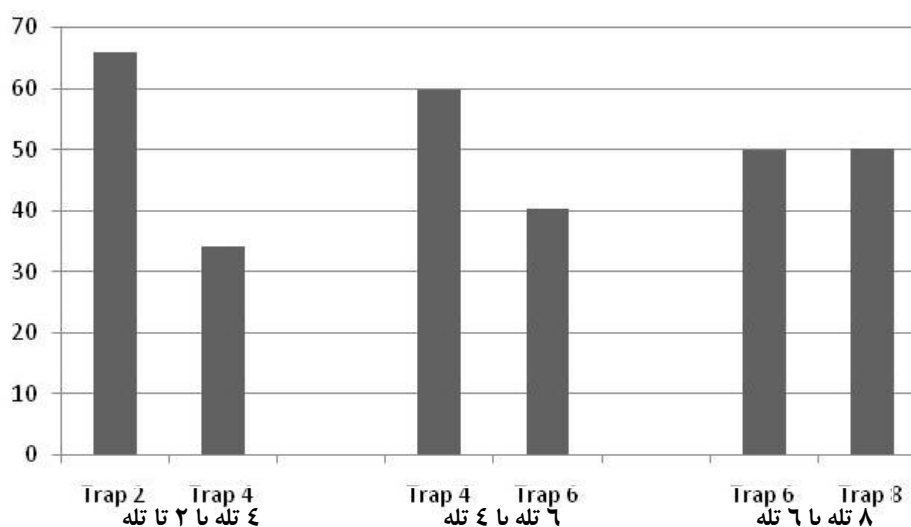
باید در نظر داشت که روش‌های کنترل غیرشیمیایی آفات، در زمانی که تراکم آفت کم و متوسط است موفقیت آمیزتر از زمانی است که تراکم جمعیت آفت بالا باشد. بطوری که نصب تله برای کنترل جمعیت بید گوجه‌فرنگی در کشت‌هایی گلخانه‌ای که دوره کشت آنها از آخر تابستان شروع و در زمستان پایان می‌یابد موفقیت‌آمیزتر از

میزان شکار در دو تیمار دو و چهار تله برای استان هرمزگان به ترتیب ۲۷/۷۵ و ۱۴/۳۹ برای استان مرکزی ۲۴/۷۵ و ۱۵/۷۹ و برای استان قزوین ۱۰/۹۳ و ۱۳/۶۱ بود. در حالی که میانگین تعداد شکار با نصب چهار تله و شش تله برای استان هرمزگان به ترتیب ۱۱/۶۷ و ۷/۸۵، برای استان مرکزی ۸/۲۵ و ۹/۴۷ و برای استان قزوین ۱۰/۴۱ و ۹/۹۴ بود. اما در ارزیابی تیمارهای شش و هشت تله در استان هرمزگان، که شدت آلودگی بالا بود، (به ترتیب ۱۱۲،۶۷ و ۱۱۳،۳۳)، بسیار به هم نزدیک به ثبت رسید (شکل ۱).

استفاده از تله‌های نوری به عنوان عامل مؤثر در شکار حشرات کامل آفات، به ویژه شب پره‌ها، از مدت‌ها قبل مورد استفاده و تأکید بوده است (۹). میزان شکار حشرات در تله‌ی نوری به محل و موقعیت قرارگیری تله (از جمله ارتفاع نصب تله و تعداد آنها در واحد سطح) بستگی دارد. از آنجائی که شفیره بید گوجه‌فرنگی در خاک تشکیل می‌شود، بیشتر تله‌های مورد استفاده برای شکار بید گوجه‌فرنگی در سطح زمین یا در نزدیکی آن نصب می‌شوند (۸).

البته قدرت پرواز حشرات کامل این آفت بسیار خوب بوده و می‌تواند ظرف دو ساعت تا شعاع ۲۵۰ متری پراکنده شوند (۵). به علاوه

کشت‌هایی است که در زمستان شروع و در آخر تابستان پایان می‌یابد (۳). بررسی‌های ما نیز بیان‌گر همین مسئله است، بطوری‌که شکار حشرات کامل در تراکم‌های متوسط و پایین توسط تله‌های نوری به خوبی صورت گرفته و جمعیت آفت کنترل می‌گردد.



شکل ۱- نسبت حشرات شکار شده بید گوجه فرنگی به وسیله تعداد مختلف تله نوری در هر هزار متر گلخانه

Figure 1- The percentages of caught tomato leafminer by different number of light traps in 1000m² of greenhouse

این شرایط اگرچه با نصب بیشتر تله نوری شاید بتوان حشرات بیشتری را شکار کرد اما به طور قطع، کنترل خسارت آفت و در نتیجه تولید محصول، اقتصادی نخواهد بود. بنابراین می‌توان گفت که نصب چهار تله که در بالای بوته‌ها گوجه فرنگی در هر ۱۰۰۰ متر مربع گلخانه، که تراکم آفت متوسط و نسبتاً کم بوده و مدیریت تولید مطلوب است، می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت گنجانده شود.

اما با نزدیک شدن به پایان فصل زراعی، که معمولاً مدیریت و نظارت مناسبی در گلخانه‌ها صورت نمی‌گیرد، با مشکل مواجهه می‌شود. در این شرایط جمعیت آفت به شکل فزاینده‌ای افزایش می‌یافت بطوری‌که شکار ثبت شده برای هر تله تا حدود ۱۱۰ شب پره در استان هرمزگان می‌رسید. میانگین این تعداد شکار در تیمارهای شش و حتی هشت تله از یک طرف بیانگر تراکم بالای آفت و از طرف دیگر می‌تواند نشان‌دهنده حداکثر شکار ممکن برای هر تله باشد. در

منابع

- 1- Baniameri V., and Cheraghian A. 2012. The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin 42: 322-324.
- 2- Caparros M.R., Haubruge E., and Verheggen F.J. 2012. First evidence of deuterotokous parthenogenesis in the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: gelechiidae). Journal of Pest Science 85: 409-412.
- 3- Cocco A., Deliperi S., and Delrio G. 2012. Potential of mass trapping for *Tuta absoluta* management in greenhouse tomato crops using light and pheromone traps. International Organization for Biological and Integrated Control, West Palaearctic Regional Section Bulletin 80: 319-324.
- 4- Desneux N., Luna M.G., Guillemaud T., and Urbaneja A. 2011. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. Journal of Pest Science 84: 403-408.
- 5- El-Rahman Salama H.S., Ismail I.A.K., Fouda M., Ebadah I., and Shehata I. 2015. Some ecological and behavioral aspects of the tomato leaf miner *Tuta absoluta*. Ecologia Balkanica 7(2): 35-44.
- 6- El-Sayed A.M., Suckling D.M., and Wearing C.H. 2006. Potential of mass trapping for long term pest management and eradication of invasive species. Journal of Economic Entomology 99: 1550-1564.
- 7- Kheirkhah T., Ardeh M.J., and Faridi B. 2015. Study of attractiveness of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lep: Gelechiidae) toward artificial lights in laboratory conditions. M. Sc. Thesis in Entomology. University of Zanjan. 79pp. (In Persian with English abstract)
- 8- Mahmoud Y.A., Ebadah I.M.A., Abd-Elrazik A.S., TAbd-Elwahab E., and Deif S.H. 2014. Efficiency of different

- colored traps baited with pheromone in capturing tomato adult moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) during summer plantation. World Applied Sciences Journal 30(4): 406-412.
- 9- McLaughlin J.R., Brogdon J.E., Agee H.R., and Mitchell E.R. 1975. Effect of trap color on captures of male cabbage loopers and soybean loopers in double-cone pheromone traps. Journal of the Georgia Entomological Society 10: 174-179.
- 10- Shimoda M., and Honda K. 2013. Insect reactions to light and its applications to pest management. Applied Entomology and Zoology 48: 413-421.
- 11- Silva S.S. 2008. Fatores da biologia reprodutiva que influenciam o manejo comportamental de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Dissertation, Universidade Federal Rural de Pernambuco. MSc. thesis: Universidade Federal Rural de Pernambuco 63p.



Light Trap Density for Capturing the Tomato Leafminer Moth “*Tuta absoluta*” in Greenhouses

M.J. Ardeh^{1*} - S.V. Farhangi² - M. Askari Seyahooei³

Received: 29-04-2018

Accepted: 24-04-2019

Introduction: Tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick), is considered as the most important tomato pest in the world. The pest is also devastated tomato fields and considered as a big threat for tomato production especially in greenhouses in Iran. The exceptional speed and extent of *T. absoluta* enforced to use several pest control methods for controlling the damages. The strategies might be applied a complex of different approaches from cultural to biological and finally chemicals control. Chemical pesticides are often used to control this pest, which not only pose a risk for environment, but also is harmful for public health (due to the fresh use of the product). Therefore, the use of other pests control methods should be considered. Mass trapping of the adults are could significantly reduce the percentage of infested leaves and fruits. Given that the adults are nocturnal, they fly towards a light source, since the night light traps are developed to capture adult. The use of light traps is one of the low-cost and low-risk methods for capturing adult's moths, and as a consequence of reducing the pest damages.

Methods and Materials: Cylindrical transparent containers (8.5 cm diameter and 15 cm height), which were made from clear plastic (polyethylene terephthalate (PET)) were chosen as traps. For entering the attracted moths, several holes (0.5 cm in diameter) were embedded in the traps walls, except the below part (2.5 cm) that some 0.5% detergent solution were poured in there to entrap the captured moths. Then a BLB bulb was installed in each trap as light sources. The traps were installed at about 70 cm above the infested plants, with four different density (2, 4, 6 and 8 in a 1000 m² of greenhouses) to find out the best density of traps. The comparisons were done in a completely randomized design with six replications (six days). The light of the traps were turn on from the sunset until next morning. The numbers of captured moths from each trap were recorded and were analyzed using generalized linear models.

Results and Discussion: In the greenhouse assessment in Hormozgan province, the mean numbers of moths were 27.75 in the two-trap and 14.39 in the four-trap, while for the four-trap were 11.67 compare to the six- traps 7.87, and finally for the six-trap were 112.67 compare to the eight-trap 113.33. In Qazvin province, the average numbers of moths were 10.93 in the two-trap compare to 13.61 for the four traps, while, the number of moths for the four-trap were 11.38 and for the six-trap were 11.91. In the Markazi province (Greenhouse complex of Aveh), the mean numbers of moths were 27.70 for the two-trap treatment and 18.95 for the four-trap treatment. In the second step, the mean numbers of moths were 8.25 in the four-trap compare to 9.47 for the six-traps. Mass tapping is an approach of pest control methods in several crops. This technique is non-poisonous and non-hazardous to natural enemies as a part of the integrated pest control program, and environmentally friendly. The light traps can captured not only males, but also a large number of females. Therefore, light traps are more effective than conventional pheromone-baited water traps in reducing the damage especially at low/moderate *T. absoluta* population density. Up to now most of the used light traps for capturing *T. absoluta*, were installed on the ground. However, the adult's moths can fly very well (250 meters in two hours) and could fly from one place to another place and disperse easily and quickly. The present study demonstrates the success of mass trapping of *T. absoluta* by hanging up the light traps above the infested tomato plants.

Conclusion: installing the light trap up to the height of the host plants could capture more adults and could reduce the damages. Based on the results we can say that, during the growing season, four traps light with a BLB source is sufficient for 1000 m² of greenhouses that should be installed above the plants canopy. This technique

1- Assistant Professor in Agricultural Entomology Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

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

2- Assistant Professor in Plant Protection Research Department, Ghazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ghazvin, Iran

3- Assistant Professor in Plant Protection Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran

can be used in the IPM programs in greenhouses. Where, the isolation of area will strongly raise the chances of the mass trapping methods by reducing the possibility of immigration of adult's pests from adjacent area. Of course, combination with other pest control methods should also be considered.

Keywords: Light traps, Non-chemical control, Tomato leaf miner



تأثیر دوره‌های عاری از علف هرز و تراکم کشت بر صفات ظاهری، عملکرد و اجزای عملکرد کنجد (*Sesamum indicum* L.)

مهسا بهادر^۱ - سید غلامرضا موسوی^{۲*} - سید حمیدرضا رمضان^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵

چکیده

به منظور بررسی اثر طول دوره عاری از علف هرز و تراکم گیاهی بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کنجد (*Sesamum indicum* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد بیرجند به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل دوره عاری از علف هرز در پنج سطح (عاری از علف هرز در کل دوره رشد، عاری از علف هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن و تداخل علف هرز در کل دوره رشد) و سه تراکم کنجد (۷، ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دوره عاری از علف هرز بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول کپسول، تعداد کپسول در متر مربع، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت دانه در بوته کنجد، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار شد و تراکم بوته نیز صفات ارتفاع بوته، تعداد کپسول در متر مربع، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت دانه در بوته کنجد، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد، اما اثر متقابل دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته تنها بر عملکرد بیولوژیک کنجد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش دوره عاری از علف هرز باعث بهبود صفات مورفولوژیکی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه و بیولوژیک کنجد و کاهش تعداد و بیوماس علف‌های هرز گردید به طوری که تعداد کپسول در متر مربع در تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد و عاری از علف هرز تا ۲۰ و ۴۰ روز پس از سبز شدن کنجد از برتری به ترتیب ۳/۹۸، ۲/۴۵ و ۱/۱ برابری، تعداد دانه در کپسول از برتری به ترتیب ۱۵۵، ۲۰/۲ و ۹/۸ درصدی، وزن هزار دانه از برتری به ترتیب ۲۰/۳، ۱۳/۶ و ۸/۹ درصدی برخوردار بود. همچنین بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۹۱۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد بود که نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد و عاری از علف هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد از برتری معنی‌دار به ترتیب ۱۵/۵، ۴/۱ و ۱/۸ برابری برخوردار بود. تعداد علف‌های هرز در تیمار تداخل علف هرز در کل دوره رشد از برتری معنی‌دار ۳/۷، ۲۲/۶ و ۲/۴ برابری و وزن خشک علف‌های هرز در تیمار تداخل علف هرز در کل دوره رشد از برتری معنی‌دار ۴۰، ۸ و ۲/۸ برابری به ترتیب نسبت به تیمارهای عاری از علف هرز تا ۶۰، ۴۰ و ۲۰ روز پس از سبز شدن کنجد برخوردار بودند. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع، تعداد کپسول در متر مربع و عملکرد دانه به ترتیب ۷۶/۴ و ۷۲/۷ درصد افزایش و تعداد علف‌های هرز و وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب ۲۶/۴ و ۴۵/۳ درصد کاهش پیدا کرد. به طور کلی در شرایط این تحقیق برای افزایش عملکرد اقتصادی در کنجد، تیمار عاری نگه داشتن مزرعه از علف هرز در کل دوره رشد و تراکم ۲۸ بوته کنجد در متر مربع پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تداخل علف هرز، تراکم بوته، عملکرد، کنجد

مقدمه

دانه‌های روغنی به عنوان یکی از منابع عظیم انرژی و پروتئین

شناخته می‌شوند که پس از غلات دومین ذخیره غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این دانه‌ها به منظور استخراج روغن پرورش می‌یابند و همچنین به عنوان منبع باارزش پروتئین نیز مطرح هستند که بقایای محصول بعد از روغن‌کشی بدین منظور به کار می‌رود (۳۵). گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) به عنوان یک گیاه روغنی کم‌توقع و کم‌نهاده نه تنها از لحاظ اقتصادی در کشاورزی معیشتی مناطق خشک و نیمه‌خشک حائز اهمیت است، بلکه از نظر خصوصیات زراعی نیز مهم می‌باشد. این گیاه سازگاری خوبی به شرایط اقلیمی ایران

۱ و ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
(*) نویسنده مسئول: Email: s_reza1350@yahoo.com
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند، سرایان، ایران

دارد و تحمل آن به تنش خشکی نیز بالا می‌باشد (۱۹).

ایجاد شرایط لازم برای استفاده حداکثر گیاه از عوامل مؤثر بر رشد و نمو گیاه با هدف دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاهان حائز اهمیت می‌باشد. از آنجا که علف‌های هرز دسترسی گیاهان به این عوامل را محدود کرده و سبب کاهش کمی و کیفی محصول می‌شوند (۱۰)، کنترل علف‌های هرز در مزارع به عنوان یکی از موانع تولید حداکثری، امری ضروری محسوب می‌شود (۷). از طرفی به دلیل پیامدهای ناشی از مصرف بی‌رویه علف‌کش‌ها، محققان به دنبال یافتن روش‌های جایگزین هستند تا ضمن کاهش مصرف علف‌کش‌ها، اثرات سوء علف‌های هرز را کاهش دهند و از اینرو تعیین تاثیر دوره‌های عاری از علف‌هرز بر عملکرد می‌تواند نقش مهمی را در مدیریت علف‌های هرز داشته باشد (۱).

کنجد به دلیل سرعت رشد پایین در مراحل اولیه رشد به علف‌های هرز حساس است و به همین دلیل کنترل علف‌های هرز در اوایل استقرار گیاه در مزرعه ضروری است (۱۷). اسواتی و همکاران (۴۱) با بررسی اثر کنترل علف‌های هرز بر عملکرد کنجد در شرایط آبیاری بیان داشتند که کنترل یک مرحله‌ای علف‌های هرز در ۴ هفته پس از سبز شدن نسبت به تداخل کامل علف‌های هرز تأثیر مثبت معنی‌داری بر عملکرد کنجد داشت و باعث افزایش عملکرد از ۶۳۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۷۵۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار دوره عاری از علف‌های هرز در هفته چهارم پس از کشت شد. تاکه‌تسایا و همکاران (۴۳) با بررسی اثر دو و سه بار وجین علف‌های هرز و تیمار شاهد (تداخل کامل) بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد گزارش داشتند که صفات تعداد کپسول در گیاه، تعداد بذر در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد بذر، و وزن خشک علف هرز بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار وجین قرار گرفتند و تیمار دوره عاری از علف‌هرز باعث بیشترین میزان عملکرد بذر (۹۶،۳۸۱ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با سایر تیمارها شد. زبیر و همکاران (۴۵) در بررسی اثرات دوره رقابت علف‌هرز شامل عاری از علف‌هرز تا ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ هفته پس از سبز شدن و تداخل در کل دوره رشد بر عملکرد و اجزاء عملکرد کنجد نتیجه گرفتند که افزایش دوره تداخل علف‌هرز از هفته سوم به بعد سبب روند کاهشی تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شده است. حقانیان و همکاران (۱۷) گزارش کردند که عملکرد دانه کنجد با کنترل تمام فصل علف‌های هرز به طور معنی‌دار و به میزان ۷۵/۳ درصد نسبت به تیمار تداخل تمام فصل علف‌های هرز برتری داشت. عارف و همکاران (۵) با بررسی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در کنجد دریافتند که با افزایش دوره عاری از علف‌هرز از ۲ به ۴ و ۸ هفته پس از سبز شدن

عملکرد دانه به طور معنی‌دار و به ترتیب ۳۷/۶ و ۴۳/۴ درصد افزایش یافت اما بین تیمارهای عاری از علف‌هرز تا ۸، ۱۰، ۱۲ هفته پس از سبز شدن و تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد. همچنین در این تحقیق با افزایش دوره عاری از علف‌هرز از ۲ به ۱۲ هفته پس از سبز شدن وزن خشک کل علف‌های هرز از ۷۵۳/۵ به ۴۵/۱۷ گرم بر متر مربع کاهش یافت و تداخل تمام فصل علف‌های هرز، منجر به تولید ۱۶۲۵ گرم بر متر مربع وزن خشک کل علف‌های هرز با عملکرد ۴۰ گرم بر متر مربع گردید.

کیامرثی و کاظمینی (۲۴) دریافتند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز، باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه آفتابگردان^۱ شد. در مطالعه دانشیان و جنوبی (۱۱) به ازای هر ۱۰ درصد افزایش وزن ماده خشک علف‌های هرز یک‌ساله در مزرعه آفتابگردان، عملکرد دانه ۱۲ درصد کاهش یافت. گزارش بنیادی و همکاران (۹) در تعیین دوره بحرانی گلرنگ^۲ پاییزه نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز عملکرد، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق به طور معنی‌داری و به ترتیب ۳۱/۴، ۶۱/۵ و ۲۳/۹ درصد کاهش پیدا کرد. محمدعلی‌نژاد و موسوی (۳۰) تأثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر صفات زراعی و عملکردی سه رقم گلرنگ را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که افزایش دوره تداخل تا پایان دوره رشد، منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گلرنگ شد. کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ، تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با افزایش دوره‌های تداخل علف‌هرز توسط رضوانی‌مقدم و سیدی (۳۴) در سیاه‌دانه^۳ نیز گزارش شده است. در بررسی دیگری کاهش تعداد علف‌های هرز و افزایش وزن خشک آنها در واحد سطح، با افزایش طول دوره تداخل در ذرت^۴ گزارش شده است (۳۹). قمری و احمدوند (۱۶) دریافتند که با افزایش دوره عاری از علف هرز از ۱۰ به ۵۰ روز پس از سبز شدن، ارتفاع بوته و عملکرد دانه لوبیا قرمز^۵ به ترتیب ۹/۵ و ۱۰۴/۸ درصد و با کنترل علف‌های هرز در تمام دوره رشد مقدار این صفات به ترتیب ۱۸/۸ و ۱۴۵/۶ درصد نسبت به تیمار تداخل در کل دوره رشد افزایش یافت. حشمت‌نیا و آرمین (۱۹) گزارش کردند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تا ۸ هفته پس از سبز شدن، سبب کاهش ۱۷/۲، ۳۴/۴ و ۷۷/۲ درصدی به ترتیب ارتفاع بوته، تعداد شاخه

1- *Helianthus annuus* L.

2- *Carthamus tinctorius* L.

3- *Nigella sativa* L.

4- *Zea mays* L.

5- *Phaseolus vulgaris* L.

بالال و شاخص برداشت روند کاهشی داشته است. سلیمانی و همکاران (۴۰) گزارش کردند که با افزایش تراکم سورگوم^۴ از ۱۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، طول پانیکول از ۲۴/۲ به ۲۱/۱ سانتی‌متر کاهش یافت اما عملکرد دانه به میزان ۲/۴ برابر افزایش یافت و از ۲/۳۱ به ۵/۵۵ تن در هکتار رسید.

علی‌رغم قدمت گیاه کنگد در کشور در مقایسه با سایر گیاهان زراعی، در ارتباط با اثرات رقابتی علف‌های هرز با تراکم‌های مختلف کنگد تحقیقات کمی انجام شده است، بنابراین بررسی حاضر به‌منظور مطالعه تأثیر دوره‌های تداخل علف‌هرز و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد کنگد و صفات علف‌هرز در بیرجند اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد بیرجند واقع در ۵ کیلومتری جاده بیرجند به زاهدان با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ۱۴۹۱ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد.

تیمارهای آزمایش شامل دوره‌های تداخل علف‌های هرز در پنج سطح (عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد، عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن، تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد) و سه تراکم کنگد (شامل ۷، ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع) بود. طول هر کرت آزمایشی چهار متر، تعداد خطوط کاشت در هر کرت چهار خط، فواصل بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌های مجاور ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها یک متر در نظر گرفته شد.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح در اواسط اردیبهشت‌ماه انجام شد. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اقدام به فاروژنی و ایجاد جوی پشته، از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری انجام و جهت تجزیه خاک به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. بذور مورد استفاده کنگد از رقم بومی بیرجند بود و قبل از کشت با قارچ‌کش بنومیل به نسبت دو در هزار ضدعفونی گردید و سپس در عمق ۳-۲ سانتی‌متری در شیارهای ایجاد شده در ۱۷ خرداد کشت گردید و برای سهولت جوانه‌زنی روی بذرها با خاک نرم پوشانده شد.

اولین نوبت آبیاری (خاک آب) بلافاصله بعد از کاشت انجام شد و پس از سبز شدن بوته‌ها آبیاری‌های بعدی بسته به شرایط آب و هوایی و نیاز گیاه با فواصل هر ۱۲-۱۰ روز انجام شد.

جانبی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نخود^۱ می‌گردد.

انتخاب تراکم مناسب گیاه زراعی با توجه به شرایط هر منطقه و مشخصات ارقام مورد نظر یکی از عوامل مهم برای تولید حداکثر محصول و قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز می‌باشد (۳). با افزایش تراکم بوته زمانی که پوشش گیاهی کاملاً زمین را می‌پوشاند دو حالت پیش می‌آید، اول با افزایش تراکم مقدار محصول تا حدی افزایش و بعد کاهش پیدا می‌کند که بیشتر در مورد عملکرد دانه صدق می‌کند و دوم با افزایش تراکم مقدار محصول تا حدی افزایش و بعد ثابت می‌ماند که بیشتر در مورد ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) صدق می‌کند (۴۳). با این وجود افزایش تعداد بوته در واحد سطح (تا حد مطلوب)، کاهش عملکرد تک بوته را جبران و عملکرد در واحد سطح را افزایش می‌دهد (۳۹).

کوچکی و همکاران (۲۳) گزارش کردند که با افزایش تراکم کنگد از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، وزن هزار دانه ۱۳ درصد کاهش یافت و شاخص برداشت نیز از ۳۱ به ۲۸ درصد کاهش پیدا کرد. فروغی و همکاران (۱۵) با ارزیابی اثر تراکم علف‌هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کنگد به این نتیجه رسیدند که اثر تراکم علف‌های هرز بر تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و شاخص برداشت کنگد معنی‌دار بود. ایسلام و همکاران (۲۰) با بررسی اثر تراکم بوته (۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ کیلوگرم بر هکتار بذر) و مبارزه با علف‌های هرز (دوره عاری از علف‌های هرز، دو بار مبارزه با علف‌های هرز و یکبار مبارزه با علف‌های هرز) در کنگد بیان داشتند که هر دو فاکتور به طور معنی‌داری بر تمام صفات مورد بررسی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد گل‌های غیربارور و تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه، و عملکرد دانه تأثیر داشتند هر چند که اثر متقابل این دو فاکتور بر بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود.

رئوفی و آل‌ابراهیم (۳۳) افزایش معنی‌دار ماده خشک و سطح برگ را با افزایش تراکم بوته و کنترل علف‌های هرز در یونجه^۲ گزارش کردند. نتایج بررسی‌های انجام شده توسط نیرومند توماج و همکاران (۳۲) در خلر^۳ بیانگر افزایش عملکرد دانه در واحد سطح در اثر افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع است. دهقانیان و نصراله‌زاده (۱۲) با بررسی اثر تراکم بوته و دوره تداخل علف‌های هرز بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد ذرت به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه افزایش یافت، اما طول بالال، قطر

1- *Phaseolus vulgaris* L.

2- *Medicago sativa* L.

3- *Lathyrus sativus* L.

4- *Sorghum bicolor* L.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties of experiment site

عمق نمونه برداری	بافت خاک	هدایت الکتریکی EC (mmhos/cm)	اسیدیته pH	درصد ازت کل N total (%)	فسفر قابل جذب Absorbable P (ppm)
Sampling depth	Soil texture				
0-30 cm	لومی رسی clay loam	4.14	7.24	0.038	7.21
درصد رس Clay (%)	درصد شن Sand (%)	درصد سلیت Silt (%)	منگنز قابل جذب Absorbable Mn (mg/kg)	روی قابل جذب Zn (mg/kg)	مس قابل جذب Cu (mg/kg)
39.2	26.5	34.3	5.59	0.38	0.58
					آهن قابل جذب Fe (mg/kg)
					۲۳۳.۵
					پتاسیم قابل جذب Absorbable K (mg/kg)

علف‌های هرز در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفته و پس از خشک شدن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده دوره عاری از علف‌هرز بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول کپسول کنجد در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما تراکم بوته تنها بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل دوره‌عاری از علف‌هرز و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی کنجد معنی‌دار نشد (جدول ۲). این نتایج حاکی از این است که سطوح مورد بررسی دو عامل تراکم بوته و کنترل علف‌های هرز روند ثابتی را برای هیچکدام از صفات مورد مطالعه از خود نشان نداده و سطوح مختلف این دو عامل در تکرارهای مختلف نتایج متفاوتی نشان داده است. به نظر می‌رسد که دو عامل تراکم بوته و کنترل علف‌های هرز به تنهایی می‌توانند بر روی صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه کنجد تأثیر داشته باشند ولی در حالت ترکیبی عامل‌های دیگر می‌توانند صفات مورفولوژیکی را تحت تأثیر قرار دهند.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۷۰/۳۵ سانتی‌متر مربوط به تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد بود که از برتری معنی‌دار ۷۵/۲ و ۳۸/۳ درصدی به ترتیب نسبت به تیمارهای تداخل با علف‌هرز در کل دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰ روز پس از سبز شدن برخوردار بود.

کنترل علف‌های هرز مطابق سطوح کنترل صورت گرفت. ایجاد تراکم‌های مورد نظر در تحقیق در مرحله ۳ تا ۴ برگی کنجد (۲ ماه پس از کاشت) اعمال شد و برای ایجاد تراکم‌های ۷، ۱۴ و ۲۸ بوته در مترمربع، فاصله بوته‌های کنجد روی ردیف به ترتیب ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که علف‌های هرز عمده مزرعه شامل سوروف^۱، پیچک^۲، خارستر^۳ و سلمه‌تره^۴ تشکیل بودند.

برداشت در زمان رسیدگی کامل کپسول‌ها انجام گرفت. در این مرحله بوته‌ها در دو متر مربع از قسمت میانی کرت‌ها و با رعایت اثر حاشیه‌ای کف‌بر شد. در زمان برداشت، تعداد ۸ بوته کنجد از هر کرت به صورت تصادفی و با رعایت اثر حاشیه‌ای انتخاب و بر اساس آن صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری گردید. برداشت نهایی در پایان فصل رشد، برای تعیین عملکرد و اجزای آن از مساحتی معادل دو متر مربع از دو خط میانی هر واحد آزمایشی با رعایت اثر حاشیه‌ای انجام شد و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. وزن هزار دانه از توزین دو نمونه هزارتایی بذری که به طور تصادفی از توده بذور بوجاری شده هر تیمار شمارش شده بود با استفاده از ترازوی دیجیتال (AND SCALE FX300I) با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. لازم به ذکر است که حذف علف‌های هرز در تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد به طور متناوب با فواصل هر ۷ روز یک بار انجام شد و در سایر تیمارها، وجین علف‌های هرز با توجه به سطوح تعریف شده انجام گردید. جهت تعیین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در پایان دوره با رعایت اثر حاشیه‌ای از دو متر مربع میانی هر کرت آزمایشی استفاده شد. برای تعیین وزن خشک،

- 1- *Echinochloa crus-galli*
- 2- *Convolvulus arvensis*
- 3- *Alhagi maurorum*
- 4- *Chenopodium album* L.

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی کنگد تحت تأثیر تیمارهای دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته

Table 2- Variance analysis of morphological traits of sesame as affected by weed free period and plant density treatments				Mean of Squares					میانگین مربعات	
منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد انشعابات اصلی	طول کپسول	ارتفاع اولین کپسول	First capsule height	Capsule length	First capsule height
df										
تکرار	Replication	2	540.27**	0.016 ^{ns}	5.28 ^{ns}	0.24*	161.0*	161.0*	0.24*	161.0*
دوره عاری از علف‌هرز (A)	Weed free period (A)	4	1268.7**	2.523**	40.76**	1.08**	28.07 ^{ns}	28.07 ^{ns}	1.08**	28.07 ^{ns}
تراکم بوته (B)	Plant Density (B)	2	800.92**	0.041 ^{ns}	5.94 ^{ns}	0.01 ^{ns}	163.0*	163.0*	0.01 ^{ns}	163.0*
A × B	A × B	8	101.42 ^{ns}	0.007 ^{ns}	2.20 ^{ns}	0.08 ^{ns}	21.66 ^{ns}	21.66 ^{ns}	0.08 ^{ns}	21.66 ^{ns}
خطا	Error	28	56.01	0.018	2.77	0.05	38.36	38.36	0.05	38.36
کل	Total	44	230.38	0.245	6.38	0.16	45.63	45.63	0.16	45.63
ضریب تغییرات (%)	C.V. (%)	-	13.10	15.28	15.56	7.81	20.45	20.45	7.81	20.45

ns عدم معنی‌داری، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

Ns: not significant; *and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیکی کنجد تحت تأثیر اثرات ساده دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته

تیمار		Treatment		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات اصلی	طول کپسول (سانتی‌متر)	ارتفاع کپسول (سانتی‌متر)
				Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	No. of branches in main stem	Capsule length (cm)	First capsule height (cm)
دوره عاری از علف‌هرز تا داخل با علف‌هرز در کل دوره	دوره عاری از علف‌هرز تا داخل با علف‌هرز در کل دوره	Weed free period						
	تداخل با علف‌هرز در کل دوره	Interference in the entire period		40.16 c	0.28 d	0.95 c	2.41 c	28.58 a
	۲۰ روز پس از سبز شدن	20 days after emergence		50.86 bc	0.66 c	2.15 b	2.69 bc	28.94 a
	۴۰ روز پس از سبز شدن	40 days after emergence		59.62 ab	0.80 bc	4.62 a	3.01 ab	29.67 a
	۶۰ روز پس از سبز شدن	60 days after emergence		64.58 a	0.96 b	5.14 a	3.09 ab	32.73 a
تراکم (بوته در متر مربع)	عاری از علف‌هرز در کل دوره	weed free in the entire period		70.35 a	1.72 a	5.40 a	3.29 a	31.46 a
	تراکم	Density (plants/ m ²)						
	7	7		50.07 b	0.94 a	4.38 a	2.91 a	27.65 b
	14	14		56.61 ab	0.87 a	3.29 a	2.87 a	29.20 ab
		28		64.66 a	0.84 a	3.29 a	2.92 a	33.97 a

Means with similar letters in each column are not significantly different.

دوره رشد مشاهده نشد (جدول ۳). همچنین قطر ساقه در تیمار عاری از علف‌هرز در تمام طول دوره رشد نسبت به تیمارهای تداخل با علف‌هرز در کل دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز

با این وجود در تیمارهای عاری از علف‌هرز تا ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن (شروع تداخل از ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن)، کاهش معنی‌داری در ارتفاع بوته نسبت به تیمار عاری از علف‌هرز در کل

پس از سبز شدن از برتری معنی‌دار به ترتیب ۶/۱، ۲/۶، ۲/۲ و ۱/۸ برابری برخوردار بود. همچنین با شروع دوره تداخل از ۲۰ روز پس از سبز شدن و تداخل با علف‌هرز در کل دوره رشد، قدرت شاخه‌زایی کنگد به طور معنی‌دار و به ترتیب ۶۰/۲ و ۸۲/۴ درصد و طول کپسول به طور معنی‌دار و به ترتیب ۲۶/۷ و ۱۸/۲ درصد نسبت به تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد کاهش یافت. با این وجود تیمارهای عاری از علف هرز تا ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنگد تفاوت معنی‌داری با تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد از نظر تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول کپسول نداشتند (جدول ۳).

به نظر می‌رسد افزایش دوره تداخل علف‌های هرز (کاهش دوره عاری از علف‌های هرز) از طریق رقابت و سایه‌اندازی علف‌های هرز و کاهش توان فتوسنتزی گیاه و محدودیت مبدا، باعث کاهش صفات رویشی کنگد شده است. تعداد شاخه جانبی رابطه مستقیمی با ارتفاع بوته دارد (۱۹) و از آنجایی که در این تحقیق ارتفاع بوته کنگد با کاهش دوره عاری از علف‌هرز کاهش یافته است، کاهش تعداد شاخه جانبی مورد انتظار می‌باشد. همچنین با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز به دلیل رقابت شدید علف‌های هرز با گیاه و بیشتر بودن توان رقابتی علف‌های هرز، مواد غذایی موجود در خاک برای رشد مناسب گیاه کاهش می‌یابد (۱۹) و این امر نیز می‌تواند منجر به کاهش رشد کنگد و در نهایت تولید شاخه‌های جانبی کمتر و ساقه نازک‌تر شود. به علاوه احتمالاً از آنجا که ساقه به عنوان یک منبع ثانویه مهم ذخیره کربوهیدرات در گیاه به حساب می‌آید، تحت شرایط رقابت علف‌هرز بخش عمده مواد غذایی مورد نیاز سایر اندام‌ها به ویژه اندام‌های زایشی از مواد ذخیره شده در ساقه تامین می‌شود که این عمل نیز در کاهش قطر ساقه نقش موثری دارد. علت کاهش معنی‌دار طول کپسول با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز را نیز می‌توان به کاهش پتانسیل فتوسنتزی کنگد در شرایط حضور علف‌های هرز در طی دوره رشد و یک نوع عکس‌العمل گیاه برای برقراری بین مبدا و مخزن (تولید دانه کمتر در کپسول) مربوط دانست. امیری و همکاران (۴) کاهش ۲۷/۷ درصدی طول بلال ذرت را در شرایط تداخل علف‌های هرز تا ۱۲۰ روز پس از سبز شدن و لطفی ماوی و همکاران (۲۶) نیز کاهش ۱۵/۳ درصدی طول پانیکول سورگوم را در شرایط تداخل تمام فصل علف‌های هرز گزارش کردند. شالان و همکاران (۳۸) در کنگد، بختیاری‌مقدم و همکاران (۸) در نخود و قمری و احمدوند (۱۶) در لوبیا قرمز نیز کاهش ارتفاع بوته را با افزایش دوره تداخل علف هرز گزارش کردند. این نتایج با نتایج اصغری و آرمین (۶) مبنی بر کاهش قدرت شاخه‌دهی گیاه با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز نیز مطابقت دارد.

ارتفاع بوته و ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین با افزایش تراکم

از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع به طور معنی‌دار و به ترتیب ۲۹/۱ و ۲۲/۹ درصد افزایش یافت (جدول ۳). در بررسی موسوی و همکاران (۳۱) با افزایش تراکم از ۱۲ به ۵۰ بوته در متر مربع در سورگوم دانه-ای، ارتفاع بوته ۲۳/۵ درصد افزایش یافت. این محققین دلیل آن را افزایش رقابت بین بوته‌ای بر سر نور و نیز کیفیت و کمیت نور در درون کانوپی دانستند. هر چه تعداد بوته افزایش یابد، نوری که به لایه‌های پائین کانوپی می‌رسد کم شده و رقابت بین اندام‌های گیاه برای جذب بیشتر تشعشع افزایش می‌یابد و از طرفی تخریب نوری اکسین نیز صورت نمی‌پذیرد که مجموعه این عوامل می‌تواند باعث افزایش طول میانگره‌ها و افزایش ارتفاع بوته و ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین گردد. این نتیجه با نتایج علوی و سعید (۲) در سورگوم مطابقت دارد.

اجزاء عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده دوره عاری از علف‌هرز، تعداد کپسول در متر مربع، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه را به طور معنی‌داری ($p < 0.01$) تحت تأثیر قرار داد اما اثر ساده تراکم تنها بر صفت تعداد کپسول در متر مربع معنی‌دار شد و اثر متقابل دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته نیز، بجز صفت عملکرد بیولوژیک، بر سایر اجزاء عملکرد معنی‌دار نشد (جدول ۴).

بیشترین تعداد کپسول در متر مربع با میانگین ۶۴۰/۷۲ عدد از تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد به دست آمد که نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰ و ۴۰ روز پس از سبز شدن کنگد از برتری به ترتیب ۳/۹۸، ۲/۴۵ و ۱/۱ برابری برخوردار بود (جدول ۵). همچنین تعداد دانه در کپسول با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز (کاهش دوره عاری از علف‌هرز) به طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که تعداد دانه در کپسول در تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد و دوره عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنگد از برتری به ترتیب ۱۵۵، ۲۰/۲، ۹/۸ و ۱۰/۱ درصدی برخوردار بود (جدول ۵). بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۳/۶۷ گرم نیز از تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد بدست آمد که هر چند با تیمار عاری از علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن کنگد تفاوت آماری نداشت اما نسبت به تیمارهای تداخل تا انتهای دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰ و ۴۰ روز پس از سبز شدن دارای برتری معنی‌دار و به ترتیب ۲۰/۳، ۱۳/۶ و ۸/۹ درصدی بود (جدول ۵).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اجزای عملکرد، عملکرد کنجد و تعداد و وزن خشک علفهای هرز تحت تأثیر تیمارهای دوره عاری از علف هرز و تراکم بونه
Table 4- Variance analysis of yield components, yield of sesame and number and dry weight of weeds as affected by weed free period and plant density treatments

منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی	میانگین مربعات						وزن کل علفه‌رز	وزن کل علفه‌رز در متر مربع	Dry weight of weeds (gr/m ²)
			Mean of Squares								
			تعداد کپسول	تعداد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت			
تکرار	Replication	2	5565.1 ^{ns}	9.557**	0.745**	187253.8**	523796.2 ^{ns}	249.57*	1987.3 ^{ns}	14336.47 ^{ns}	
دوره عاری از علفه‌رز (A)	Weed free period (A)	4	309011.8**	11.59**	0.517**	1341171.6**	24070886.0**	162.47*	20894.5**	1325261.5**	
تراکم بونه (B)	Plant Density (B)	2	440101.9**	8.727**	0.136**	97938.4*	14673719.6**	215.22*	674.49 ^{ns}	117953.0*	
A × B	A × B	8	31709.9 ^{ns}	2.126 ^{ns}	0.013 ^{ns}	15998.8 ^{ns}	1554542.0*	40.70 ^{ns}	313.49 ^{ns}	38100.2 ^{ns}	
خطا	Error	28	21491.4	1.166	0.023	21819.7	604272.9	52.77	675.02	29891.8	
کل	Total	44	67791.3	74.751	0.104	151682.1	3546239.8	76.88	2507.05	152440.8	
ضریب تغییرات (%)	C.V. (%)	-	14.26	3.23	4.48	22.40	25.36	14.30	24.5	21.33	

Ns: not significant; *and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اجزای عملکرد، عملکرد کنجد و تعداد و وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیر اثرات ساده دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته
Table 5- Means comparison for yield components, yield of sesame and number and dry weight of weeds as affected by simple effects weed free period and plant density treatments

تیمار	Treatment					وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (%)	تعداد کل علفه‌رز	وزن کل علفه‌رز (گرم)
	No. capsules/m ²	No. seeds/cap	1000-seeds weight (g)	Grain yield (Kg/ha)	Harvest Index (%)					
دوره عاری از علفه‌رز تا	Weed free period									
تداخل با علفه‌رز در کل دوره	Interference in the entire period									
۲۰ روز پس از سبز شدن	161.09 d	16.07 d	3.05 d	58.96 e	13.97 c			115.44 a	907.00 a	
۴۰ روز پس از سبز شدن	261.03 c	34.09 c	3.23 cd	227.42 d	14.58 c			47.33 b	320.34 b	
۶۰ روز پس از سبز شدن	490.67 b	37.31 b	3.37 bc	506.94 c	18.97 b			31.00 bc	113.33 c	
عاری از علفه‌رز در کل دوره	607.52 a	37.21 b	3.51 ab	673.46 b	18.73 b			5.00 c	22.67 c	
	640.72 a	40.98 a	3.67 a	913.62 a	23.79 a			0.00 c	0.00 c	
تراکم (بوته در متر مربع)	Density (plants/m ²)									
۷	307.80 c	33.85 a	3.40 a	330.71 b	19.91 a			47.40 a	372.67 a	
۱۴	445.85 b	33.22 a	3.36 a	526.31 a	19.29 a			37.00 b	241.73 b	
۲۸	542.97 a	33.32 a	3.34 a	571.12 a	15.11 b			34.87 b	203.67 b	

Means with similar letters in each column are not significantly different. در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند.

احتمالاً افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز با کاهش دسترسی گیاه زراعی به منابع محیطی موجب می‌شود تا دوره گلدهی کوتاه‌تر شده و تولید گل‌های بارور و کپسول در محدوده زمانی کمتری صورت گیرد و در نهایت منجر به کاهش تعداد کپسول در واحد سطح و تعداد دانه در کپسول گردد. همچنین کاهش تعداد دانه در کپسول را می‌توان به رقابت طولانی مدت علف‌های هرز با کنگد و محدودیت منبع (توان فتوسنتزی کمتر کنگد) و نیز کاهش طول کپسول با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز (جدول ۳) مربوط دانست. سارانی و موسوی (۳۵) در بررسی تأثیر رقابت علف‌های هرز در سورگوم دانه‌ای گزارش کردند که تیمار عاری از علف‌هرز نسبت به تیمار تداخل تا انتهای دوره رشد از برتری معنی‌دار ۳۰/۳ و ۳۰/۴ درصدی به ترتیب در تعداد پانیکول در متر مربع و تعداد دانه در پانیکول برخوردار بود. امیری و همکاران (۳) نیز نشان دادند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تا ۱۲۰ روز پس از سبز شدن، کاهش ۳۹/۵ درصدی تعداد دانه در بلال را به دنبال دارد.

به نظر می‌رسد که با افزایش دوره تداخل و کاهش دوره عاری از علف‌هرز، به دلیل افزایش جمعیت علف‌هرز (جدول ۵)، منابع بیشتری توسط علف‌های هرز تسخیر شده که این امر منجر به محدودیت منبع، کاهش تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آن‌ها به اندام‌های زایشی گیاه زراعی می‌شود و در نهایت وزن هزار دانه کاهش می‌یابد.

شالان و همکاران (۳۸) در کنگد و بختیاری‌مقدم و همکاران (۸) در نخود کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه را با افزایش دوره رقابت علف‌های هرز تأیید کردند. همچنین در مطالعه سارانی و موسوی (۳۵) بیشترین وزن هزار دانه (۳۱/۷۸ گرم) از تیمار عاری از علف‌هرز بدست آمد که از برتری معنی‌دار ۱۳/۸، ۴۴ و ۱۲۲/۷ درصدی به ترتیب نسبت به تیمارهای تداخل تا مرحله ۶-۸ برگی شدن، تداخل تا ظهور پانیکول و تداخل تمام فصل برخوردار بود. این نتایج با یافته‌های محمدی و امیری (۲۹) در سویا^۱ مبنی بر این که رقابت موجب افزایش تنش برای جذب آب و عناصر غذایی در مرحله پر شدن دانه - های ذرت شده و لذا وزن هزار دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، مطابقت دارد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع، تعداد کپسول در متر مربع روند افزایشی داشت، به طوری که تعداد کپسول در متر مربع در تراکم‌های مورد مطالعه در گروه‌های آماری جداگانه قرار گرفتند و با افزایش تراکم از ۷ به ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع به ترتیب ۴۴/۸ و ۷۶/۴ درصد افزایش پیدا کرد. (جدول ۵). احتمالاً در تراکم بالا هر چند به علت عدم وجود فضای کافی، تعداد و طول شاخه در بوته و همچنین نفوذ نور به لایه‌های پایین کانوپی

کاهش یافته است و مجموع این عوامل منجر به کاهش تعداد گل و باروری آن‌ها در بوته شده و نهایتاً تعداد کپسول در بوته می‌گردد، اما چهار برابر شدن تعداد بوته در نهایت نه تنها جبران کاهش تشکیل کپسول در بوته را کرده است، بلکه افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در متر مربع را نیز به دنبال داشته است. نتایج حاصل از تجربه رگرسیون اثر تیمار تداخل علف‌هرز بر اجزای عملکرد مورد بررسی نیز حاکی از اثر مثبت تیمار کنترل علف هرز بر تمامی اجزای عملکرد مورد بررسی بود به نحوی که صفات تعداد کپسول در مترمربع، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت بصورت خطی با افزایش دوره عاری از علف‌هرز افزایش داشتند (شکل ۱)، اما در ارتباط با عامل تراکم بوته صفات تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و شاخص برداشت با افزایش تراکم بصورت خطی کاهش یافتند (شکل ۲). نمودارهای رگرسیونی ارائه شده نشان‌دهنده سطح بهینه هر یک از عامل‌های کنترل علف‌هرز و تراکم کشت برای هر یک از صفات مورد بررسی می‌باشد. فرهنگد (۱۳) در شاهدانه کاهش تعداد خوشه در بوته و افزایش تعداد خوشه در متر مربع را با افزایش تراکم از ۷/۴ به ۲۲/۲ بوته در متر مربع گزارش کرد. کاهش معنی‌دار تعداد نیام در بوته و افزایش تعداد نیام در متر مربع، با افزایش تراکم از ۲۵ به ۴۵ بوته در متر مربع در نخود توسط سیدشریفی و همکاران (۳۶) نیز گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در مطالعه امیری و همکاران (۳) در ذرت نیز وزن هزار دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تداخل علف هرز قرار گرفت و با افزایش دوره تداخل وزن هزار دانه روند کاهشی را از خود نشان داد، اما تراکم بوته اثر معنی‌داری بر روی وزن هزار دانه نداشت که با پژوهش حاضر مطابقت دارد.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر دوره عاری از علف هرز و در سطح ۵ درصد تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت، اما اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۹۱۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد بود که نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنگد از برتری معنی‌دار به ترتیب ۱۵/۵، ۴، ۱/۸ و ۱/۳ برابری برخوردار بود (جدول ۵).

به نظر می‌رسد کوتاه بودن دوره عاری از علف‌هرز منجر به تشدید رقابت علف‌های هرز و کاهش میزان دسترسی گیاه زراعی به

1- *Glycine max* L.

دادند.

عملکرد بیولوژیک

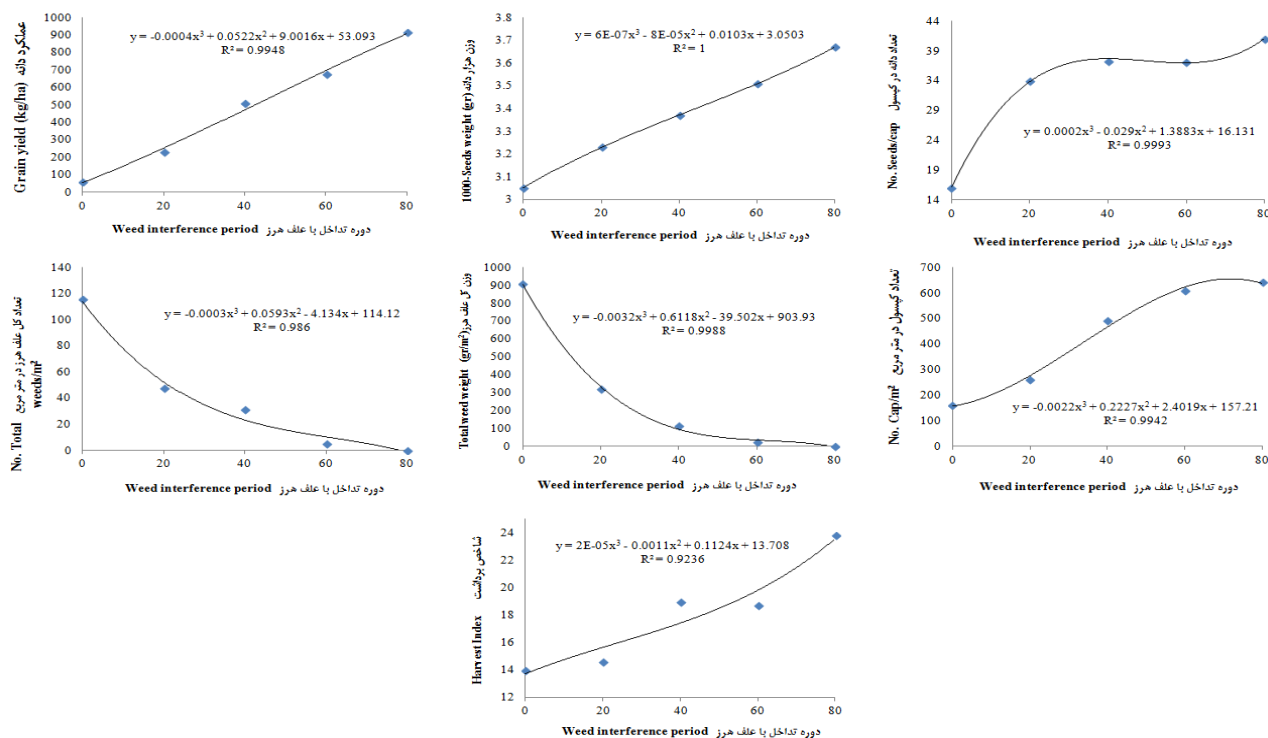
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته، عملکرد بیولوژیک را به‌طور معنی‌داری ($p < 0.01$) تحت تأثیر قرار داد و اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته نیز بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته نشان داد که تیمارهای عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن در تراکم ۲۸ بوته در متر مربع با میانگین‌های به ترتیب ۵۶۵۹ و ۶۰۳۸ کیلوگرم در هکتار، با بیشترین عملکرد بیولوژیک در گروه آماری برتر قرار گرفتند و تیمار عدم کنترل علف‌هرز در کل دوره رشد و تراکم ۷ بوته در متر مربع با میانگین ۵۱/۱ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک کنگد را به خود اختصاص داد (شکل ۳). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد در هر یک تراکم‌های مورد مطالعه بین تیمارهای عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد و کنترل علف‌های هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن کنگد تفاوت آماری از نظر تولید بیوماس کنگد مشاهده نشد.

این موضوع می‌تواند به علت تشکیل سایه‌انداز مؤثر کنگد در مزرعه و عدم امکان حضور و رشد مؤثر علف‌های هرز در شرایط عاری نگهداشتن مزرعه از علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن (جدول ۵) باشد.

همچنین افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک را با افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع در تیمارهای عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد و کنترل علف‌های هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنگد را می‌توان مربوط به تسریع در تشکیل سایه‌انداز و برتری رقابتی کنگد با علف‌های هرز دانست. این در حالی است که در تیمار عدم کنترل علف‌هرز در کل دوره رشد به علت رقابت شدید علف‌های هرز و سایه‌اندازی آن‌ها بر بوته‌های کنگد امکان رشد و تولید ماده خشک در کنگد به شدت کاهش یافته و افزایش تراکم بوته نیز نتوانسته است باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک کنگد گردد (شکل ۳). امیری و همکاران (۳) در ذرت و قمری و احمدوند (۱۶) در لوبیا قرمز نیز کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه زراعی را با کاهش طول دوره عاری از علف‌هرز گزارش کردند.

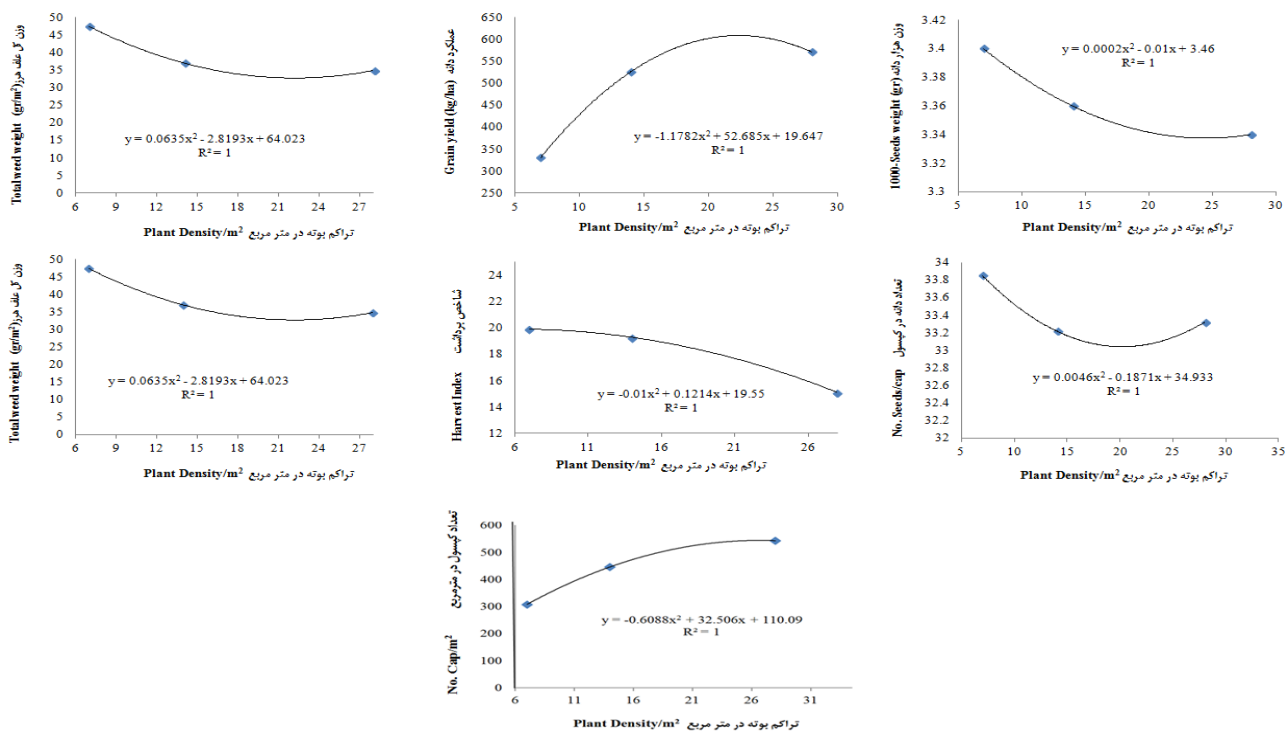
منابع محیطی مانند نور، آب، مواد غذایی و فضا شده و از این‌رو محدودیت منبع و رقابت علف‌های هرز از طریق کاهش معنی‌دار همه اجزای عملکرد (جدول ۵) منجر به کاهش عملکرد دانه کنگد شده است. به عبارت دیگر افزایش طول دوره تداخل عمدتاً به علت افزایش بیوماس علف‌هرز (جدول ۵)، محدودیت منبع و لذا کاهش معنی‌دار اجزای عملکرد، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه کنگد را به دنبال داشت. نتایج زیر و همکاران (۴۵) در کنگد و حشمت‌نیا و آرمین (۱۹) و قمری و احمدوند (۱۶) در نخود نیز نشان داد که طول دوره تداخل اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه گیاهان زراعی داشته و با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز عملکرد دانه به‌طور معنی‌دار کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

افزایش تراکم از ۷ تا ۲۸ بوته در متر مربع، باعث افزایش ۷۲/۷ درصدی عملکرد دانه کنگد گردید با این وجود بین تراکم‌های ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد (جدول ۵). در شرایط این تحقیق افزایش تراکم بوته عمدتاً از طریق افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در واحد سطح (جدول ۵) منجر به افزایش عملکرد دانه کنگد شده است. بدیهی است با افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع به علت کاهش رقابت علف‌های هرز و افزایش سطح برگ گیاه زراعی و بنابراین توان بهره‌برداری بیشتر کنگد از نور خورشید و افزایش قدرت فتوسنتزی در واحد سطح، عملکرد این گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج تجزیه رگرسیون اثر تیمار تداخل علف‌هرز و صفت عملکرد دانه نیز حاکی از افزایش خطی عملکرد دانه کنگد با افزایش دوره مبارزه با علف‌های هرز بود (شکل ۲)، همچنین تجزیه رگرسیون اثر تراکم بوته بر این صفت حاکی از افزایش خطی عملکرد بوته تا تراکم ۲۲ بوته در متر مربع و سپس روند کاهش آن در بیشتر از مقدار مذکور بود (شکل ۳). موسوی و همکاران (۳۱) نیز نشان دادند که با افزایش تراکم، عملکرد دانه در سورگوم افزایش یافت به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۴۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۵۰ بوته در متر مربع بود که نسبت به تراکم‌های ۲۵، ۱۵ و ۱۲ بوته در متر مربع از برتری به ترتیب ۴۶، ۶۹/۵ و ۷۶/۷ درصدی برخوردار بود. این محققین نتیجه‌گیری کردند که هر چند با افزایش تراکم، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه تغییر معنی‌دار و چندانی نداشتند اما افزایش تعداد پانیکول در واحد سطح، افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در واحد سطح را به دنبال داشت. لک و همکاران (۲۵) نیز بالاتر بودن عملکرد ذرت در تراکم‌های بالا را به تعداد بیشتر بلال در واحد سطح نسبت



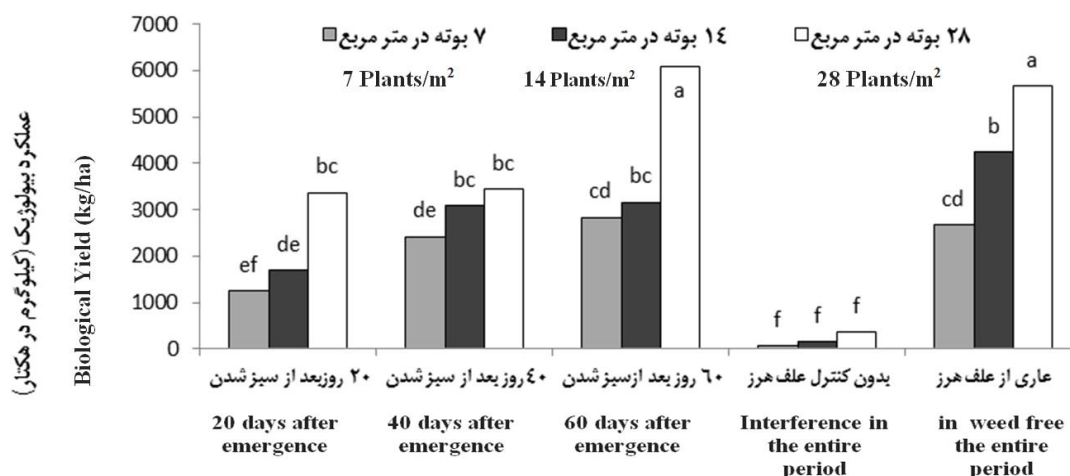
شکل ۱- تجزیه رگرسیون اثر سطوح مختلف عامل کنترل علف هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد کنگد

Figure 1- Regression analysis of different levels of weed control on yield and yield components of sesame



شکل ۲- تجزیه رگرسیون اثر سطوح مختلف عامل تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد کنگد

Figure 2- Regression analysis of different levels of plant density on yield and yield components of sesame



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک کنجد

Figure 3- Comparison of means of interaction between weed free periods and plant density on biological yield of sesame

شاخص برداشت دانه در مقایسه با تیمار کنترل علف هرز در کل دوره رشد می‌شود.

افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد با افزایش تراکم بوته کنجد در واحد سطح به علت تشدید رقابت بین بوته‌ای و افزایش ارتفاع بوته‌های کنجد (جدول ۳) به منظور جذب بیشتر نور خورشید، سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی به بخش رویشی اختصاص یافته و در نتیجه شاخص برداشت دانه کاهش معنی‌داری داشته است. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون، با افزایش دوره عاری از علف هرز از ۲۰ روز به ۸۰ روز شاخص برداشت کنجد بطور خطی افزایش یافت (شکل ۱)، با این وجود، افزایش تراکم بوته باعث کاهش خطی شاخص برداشت شد (شکل ۲). کوچکی و همکاران (۲۱) نیز به این نتیجه رسیدند که شاخص برداشت کنجد به طور معنی‌داری با افزایش تراکم بوته کاهش می‌یابد که مطابق با نتایج به دست آمده می‌باشد.

تعداد و وزن خشک علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دوره عاری از علف هرز بر تعداد و وزن خشک علف‌های هرز در سطح ۱٪ و اثر تراکم بر این صفات در سطح ۵٪ معنی‌داری شد، اما اثر متقابل دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته بر صفات مذکور معنی‌دار نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز افزایش می‌یابد به طوری که تیمار تداخل علف هرز در کل دوره رشد با میانگین ۱۱۵/۴۴ بوته علف هرز در متر مربع، بیشترین تعداد علف هرز در واحد سطح را به خود

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته، شاخص برداشت دانه در بوته را به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) تحت تأثیر قرار داد اما اثر متقابل دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که با افزایش طول دوره تداخل علف هرز شاخص برداشت دانه کنجد کاهش یافت به طوری که تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد با میانگین ۲۳/۷۹ درصد بیشترین و تیمار تداخل علف هرز در کل دوره رشد با میانگین ۱۳/۹۷ درصد کمترین شاخص برداشت دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). به نظر می‌رسد افزایش دوره عاری از علف هرز باعث می‌گردد تا گیاه کنجد به علت کاهش فشار رقابتی علف‌های هرز بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی خود را به مخازن فیزیولوژیکی (دانه‌ها) منتقل نماید. به عبارتی می‌توان گفت کوتاه بودن دوره عاری از علف هرز و حضور بیشتر علف‌های هرز در مزرعه باعث می‌شود تا گیاه زراعی برای افزایش قدرت رقابتی خود در قسمت زیرزمینی و هوایی، بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی را صرف توسعه ریشه و شاخ و برگ و افزایش ارتفاع خود نماید تا بتواند آب و عناصر غذایی و نور بیشتری را جذب کند و از این رو با کاهش سهم بخش زایشی از مواد فتوسنتزی، شاخص برداشت دانه با افزایش تداخل و حضور علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. سیدی و همکاران (۳۷) در سیاه‌دانه و فروغی و همکاران (۱۵) در کنجد نیز گزارش دادند که افزایش دوره تداخل علف‌های هرز در فصل رشد، به طور معنی‌داری باعث کاهش

اختصاص داد و از این نظر از برتری معنی‌دار $22/6$ ، $3/7$ و $2/4$ برابری به ترتیب نسبت به تیمارهای عاری از علف‌هرز تا 60 ، 40 و 20 روز پس از سبز شدن کنجد برخوردار بود. روند مشابهی در صفت وزن خشک علف‌های هرز مشاهده گردید و وزن خشک علف‌های هرز در تیمار تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد نسبت به تیمارهای عاری از علف هرز تا 60 ، 40 و 20 روز پس از سبز شدن به ترتیب 40 ، 8 و $2/8$ برابر افزایش پیدا کرد (جدول ۵). نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون نیز حاکی از اثر مثبت هر دو عامل تیمار کنترل علف‌هرز و تراکم بوته بر دو صفت تعداد کل علف‌های هرز در متر مربع و وزن کل علف‌هرز بود (شکل ۱ و ۲). احتمالاً کاهش تعداد و وزن خشک علف‌های هرز با افزایش طول دوره عاری از علف‌هرز به دلیل داشتن فرصت بیشتر برای رشد کنجد و سایه‌اندازی سریعتر و بیشتر آن بر سطح مزرعه و کاهش کیفیت نور (افزایش نسبت نور قرمز دور به نور قرمز) می‌باشد که در نهایت باعث ممانعت از سبز شدن علف‌های هرز و کاهش تعداد و وزن خشک آن‌ها در واحد سطح می‌گردد. به نظر می‌رسد هر چه تعداد روزهای عاری از علف‌هرز در ابتدای دوره رشد کمتر باشد، رشد علف‌های هرز در ابتدای دوره رشدی با رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای کمتری مواجه شده و با داشتن فرصت بیشتر و قدرت دسترسی به نور بیشتر می‌توانند ضمن افزایش بیوماس خود از قدرت بازدارندگی بیشتری بر رشد و عملکرد کنجد نیز برخوردار شوند. نتایج یعقوبی و همکاران (۴۰) نشان داد که مقدار ماده خشک و تراکم گونه‌های مختلف علف‌هرز با افزایش طول دوره تداخل در کلزا افزایش معنی‌داری نشان داد. محمدی و همکاران (۲۸) نیز بیان کردند که کاهش طول دوره کنترل علف‌های هرز نخود منجر به افزایش وزن خشک علف‌های هرز شد که نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کند. با افزایش تراکم از ۷ به ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که هر چند در تراکم‌های ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع تفاوت آماری در مورد صفات مذکور مشاهده نشد اما با افزایش تراکم از ۷ به ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع، تعداد علف‌های هرز به ترتیب $21/9$ و $26/4$ درصد و وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب $35/1$ و $45/3$ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۵). بدیهی است که در تراکم‌های بیشتر کنجد در واحد سطح، فضا و امکان کمتری برای جذب نور، آب و مواد غذایی توسط علف هرز فراهم شده و تشدید سایه‌اندازی بوته‌های کنجد روی علف‌های هرز، کاهش تعداد و وزن خشک علف‌های هرز در واحد سطح را باعث می‌گردد. به عبارتی با کاهش تراکم بوته کنجد در واحد سطح به علت دسترسی بیشتر علف‌های هرز به منابع (نور، آب، مواد غذایی)

و بالا رفتن قدرت رقابتی علف‌های هرز با گیاه زراعی، بر تعداد علف‌های هرز در متر مربع افزوده شد که در نهایت منجر به افزایش وزن خشک کل علف‌های هرز در متر مربع نیز می‌شود. ماکاریان و همکاران (۲۷) نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم ذرت از $7/1$ به $9/5$ بوته در متر مربع، بیوماس علف‌هرز کاهش یافت. سارانی و موسوی (۳۵) نیز گزارش کرد که با افزایش تراکم از ۱۰ به ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع، وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب $17/9$ و $16/8$ درصد و به طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین بیشترین تعداد کل علف‌هرز در متر مربع مربوط به تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بود که از برتری معنی‌دار $44/8$ و $38/2$ درصدی به ترتیب نسبت به تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته سورگوم در متر مربع برخوردار بود. با این وجود تغییر در تراکم از ۲۰ به ۳۰ بوته سورگوم در متر مربع، تأثیر معنی‌داری بر تراکم علف‌های هرز در واحد سطح نداشت.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تداخل علف‌هرز و تراکم بوته، هر دو جزء فاکتورهای مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد هستند. بر اساس نتایج این تحقیق هر چند افزایش دوره عاری از علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد می‌تواند نسبت به تیمارهای تداخل علف‌هرز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه را به دنبال داشته باشد اما برای داشتن عملکرد حداکثر کنترل علف‌های هرز در کل دوره رشد لازم است. با توجه به این که تجزیه رگرسیون اثر سطوح مختلف تیمار تداخل علف‌هرز بر صفات عملکردی حاکی از افزایش خطی این صفات با افزایش دوره های عاری از علف‌هرز بود، لذا از آنجا که احتمال دارد دوره عاری از علف‌هرز برای بیش از ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد، منجر به تولید عملکرد اقتصادی مشابه با تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد گردد، پیشنهاد می‌گردد دوره‌های عاری از علف‌هرز تا ۸۰ و ۱۰۰ روز پس از سبز شدن کنجد نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش تراکم کنجد از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع می‌توان ضمن کاهش معنی‌دار تعداد و بیوماس علف‌هرز به علت افزایش قدرت رقابتی کنجد، افزایش معنی‌دار عملکرد دانه کنجد را انتظار داشت. با توجه به نتایج این تحقیق تیمار کنترل علف‌های هرز در کل دوره رشد و تراکم ۲۸ بوته کنجد در متر مربع می‌تواند برای زراعت کنجد در شرایط مشابه مورد توجه قرار گیرد.

- 1- Ahn J.K., Hahn S.J., Kim J.T., Khanh T.D., and Chung I.M. 2005. Evaluation of allelopathic potential among rice (*Oryza sativa* L.) germplasm for control of *Echinochloa crus-galli* in the field. *Crop Protection* 24:413-419.
- 2- Alavi S.M., and Saeid M.S.A. 2008. Effect plant densities on forage and seed yield of sorghum in Bam. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 12(45a): 91-97. (In Persian with English abstract)
- 3- Amiri Z., Tavakoli A., and Rastgoo M. 2014. Responses of corn to plant density and weed interference period. *Middle-East Journal of Scientific Research* 21(10): 1746-1750.
- 4- Amiri Z., Tavakoli A., Rastgu M., Yousefi A., and Saba J. 2011. Effects of crop density and weed competition in corn yield and yield components. p. 501-509. 1th Congress of Scientific and New Technology in Agriculture 9-11 Sept. 2011. Zanjan, Iran. (In Persian with English abstract)
- 5- Aref W.M., AbdeL Raheem H.M., Anaam H.G., and Fakkar A.O. 2013. Estimation of critical period for weed control in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Assiut Journal of Agricultural Sciences* 44(3): 32-45.
- 6- Asghari M., and Armin M. 2015. Effect of weed interference in different agronomic managements on grain yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Crop Ecophysiology* 8(4): 407-422. (In Persian with English abstract)
- 7- Auskarniene O., Psibisauskiene G., Auskarnis A., and Kadzys A.K. 2010. Cultivar and plant density influence on weediness in spring barely crops. *Zemdirbyste Agriculture* 97: 53- 60.
- 8- Bakhtiari Moghadam M., Vazan S., Esfini Farahani M., Aziz Khani S., and Rezaee K. 2012. Study of time and location management of weed control on yield and some agronomical traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Plant Breeding* 8(2): 87-96. (In Persian)
- 9- Bonyadi M., Yadavi A.R., Movahdi Dhnavi M., and Fallah M.H. 2012. Determine the critical period of weed control in winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Yasooj. *Journal of Agroecology* 3(4): 419-429. (In Persian with English abstract)
- 10- Carpenter J., and Gianessi L. 1999. Herbicide tolerant soybeans: Why growers are adopting roundup ready varieties. *Journal of Agrobiotechnology Management and Economics* 2(2): 65-72.
- 11- Daneshian J., and Jonoubi P. 2008. Evaluation of sunflower new hybrids tolerance to water deficit stress. *Proceedings of the 5th International Crop Science Congress*. Jejo, Korea.
- 12- Dehghanian H., and Nasrollahzadeh S. 2014. Effect of plant density and weed interference on morphological characteristics and yield of corn (*Zea mays* L.). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research* 2(7): 2225-2229.
- 13- Farahmand N. 2015. Effect of planting date and plant density on morphological traits, yield and yield components of Cannabis. M.Sc. Thesis of Agronomy, Islamic Azad University of Birjand Branch, Birjand, Iran. (In Persian with English abstract)
- 14- Farnia A., and Mansouri M. 2014. Effect of plant density to yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) cultivars. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* 3(5): 123-127.
- 15- Foroghi A., Ghrehklo J., and Ghaderifar F. 2013. Planting row spacing effect and common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) interference on grain yield and its components of two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Production* 6(2):101-116. (In Persian with English abstract)
- 16- Ghamari H., and Ahmadvand G. 2013. The effect of different interference and control weeds on height, yield and yield components of red bean. *Journal of Crop Production and Processing* 3(9): 71-79. (In Persian with English abstract)
- 17- Grichar W.J., Sestak D.C., Brewer K.D., Besler B.A., Stichler C.R., and Smith D.T. 2001. Sesame (*Sesamum indicum* L.) tolerance and weed control with soil-applied herbicides. *Crop protection* 20(5): 389-394.
- 18- Haghanian S., Yadavi A., Balouch H., and Moradi A. 2016. Grain, oil yield and nitrogen use efficiency in different varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.) under nitrogen fertilizer and weed competition. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 26(1): 67-81.
- 19- Heshmatniya M., and Armin M. 2016. Effects of weed interference duration on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in two different production systems. *Journal of Crop Production* 9(1): 25-47. (In Persian with English abstract)
- 20- Islam M.K., Khanam M.S., Maniruzzaman M., Alam I., and Huh M.R. 2014. Effect of seed rate and manual weeding on weed infestation and subsequent crop performance of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Australian Journal of Crop Science* 8(7): 1065-1072.
- 21- Khajepour M.R. 2005. Industrial plants. University Jihad (Isfahan University of Technology). 582 P.
- 22- Khazaie M., Hadizadeh M.H., and Zeidali E. 2014. Determining the critical period of weed control in corn at Nahavand. *Agricultural Crop Management (Journal of Agricultural)* 16(4): 911-919. (In Persian with English abstract)

- abstract)
- 23- Koocheki A., Nassiri Mahallati M., Nourbakhsh F., and Nehbandani A. 2017. The effect of planting pattern and density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 15(1): 31-45. (In Persian with English abstract)
 - 24- Kyamarsii Z., and Kazemiani K.S.A. 2014. Effects of water deficit and redroot pigweed interference period at different growth stages on sunflower yield and oil percentage. Iranian Journal of Weed Science 10(1): 33-46. (In Persian with English abstract)
 - 25- Lack S., Naderi A., Siadat S.A., Ayenehband A., Nourmohammadi G.H., and Moosavi S.H. 2008. The effects of different levels of irrigation, nitrogen and plant population on yield, yield components and dry matter remobilization of corn at climatically conditions of Khuzestan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 11(42): 1-14. (In Persian with English abstract)
 - 26- Lotfi Mavi F., Daneshian J., Baghestani M., Framarzi A., and Shayesteh R. 2012. Effect of integrated weed management on yield and yield components of broomcorn (*Sorghum vulgare* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 13(4): 596-610. (In Persian with English abstract)
 - 27- Makarian H., Banaian M., Rahimian H., and Isadi Darbandi E. 2003. Planting date and population density influence on competitiveness of corn (*Zea mays* L.) with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Iranian Journal of Crop Research 2: 271-279. (In Persian with English abstract)
 - 28- Mohammadi G.R., and Amiri F. 2011. Critical period or weed control in soybean (*Glycine max*) as influenced by starter fertilizer. Australian Journal of Crop Science 5(11): 1350-1355.
 - 29- Mohammadi Gh.R., Rahimzade A., Mohammadi F., and Salmasi S. 2004. The effect of weed interference on shoot and root growth and harvest index in chickpea. Iranian Journal of Crop Sciences 6(3): 1-13. (In Persian with English abstract)
 - 30- Mohammadali-Nejad R., and Moosavi S.G. 2015. Evaluation of weeds interference period on yield and some traits of new varieties of safflower in Birjand. Biological Forum—An International Journal 7(1): 1485-1489.
 - 31- Moosavi S., Segatoleslami M.J., and Arefi R. 2016. Effect of different nitrogen rates and plant density on morphological traits and yield of grain sorghum. Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology 3(2): 141-160. (In Persian with English abstract)
 - 32- Niroomand Tomaj I., Jami Al-Ahmadi M., Zamani Gh., and Riasi A. 2012. Effects of sowing date and plant density on yield and yield components of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) in Birjand region. Journal of Crop Production and Processing 2(3): 57-66. (In Persian with English abstract)
 - 33- Raoofi M., and Alebrahim M.T. 2017. A comparison of weeds interference and non-interference at different planting densities, on yield, nutritional value and some morphological traits of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Sarhad Journal of Agriculture 33(2): 220-231.
 - 34- Rezvani Moghaddam P., and Seyyedi S.M. 2015. The study of critical period of weed control and yield of black seed (*Nigella sativa* L.) affected by weed free and infested periods. Journal of Plant Protection 29(2): 175-186. (In Persian with English abstract)
 - 35- Sarani S., and Moosavi S.Gh. 2017. Effect of plant density and weeds interference on yield and yield components of sorghum. Journal of Plant Protection 31(3).
 - 36- Seyed Sharifi R., Mohammadi Khanghah P., and Raey Y. 2014. Effect of plant density on yield, yield components and some physiological indices of chickpea cultivars three. Crop Physiology Journal 5(20): 25-38. (In Persian with English abstract)
 - 37- Seyyedi S.M., Ghorbani R., Rezvani Moghaddam P., and Nassiri Mahallati M. 2013. Nitrogen use efficiency and harvest index in black seed (*Nigella sativa* L.) at different weed competition durations. Journal of Plant Production 20(1): 141-156. (In Persian with English abstract)
 - 38- Shaalan A.M., Abou-zied K.A., and Elnass M.K. 2014. Productivity of sesame as influenced by weeds competition and determination of critical period of weed control. Alexandria Journal of Agricultural Research 59(3): 179-187.
 - 39- Smith D.L., and Hamel C. 1999. Crop yield physiology and processes. Springer press. 524 p.
 - 40- Soleymani A., Almodares A., and Shahrajabian M.H. 2012. Changes in seed yield and yield components of two cultivars of sweet sorghum in different plant populations. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4(4): 175-178.
 - 41- Svathi A., Rammohan J., Nadanassababady T., and Chellamuthu V. 2005. Influence of sowing methods and weed management on sesame (*Sesamum indicum* L.) yield under irrigated condition. Journal of Crop and Weed 1(2): 4-7.
 - 42- Swanton C.J., Booth B.D., and Murphy S.D. 2003. Weed ecology in natural and agricultural system. CAB international Publishing.
 - 43- Take-tsaba A.I., Yakubu A.I., Alhassan J., and Musa M. 2012. Yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) as affected by weeding regime and cattle dung application in gusau, northern guinea savanna agro-

ecological zone of Nigeria. Agricultural Society of Nigeria, p.864.

- 44- Yaghoubi S.R., and Agha Alikhani M. 2011. Effect of weeds natural population interference and control periods on yield and yield components of autumn canola (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Agricultural Research 9(4): 659-669. (In Persian with English abstract)
- 45- Zubair I., Asif T., Muhammad E.S., Ahsan A., Muhammad A., Naeem A., Farhan A.A., Asghar A., and Muhammad M.M. 2011. Effects of weed crop competition period on weeds and yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Pakistanian Journal of Weed Science Research 17(1): 53-61.



Effect of Weed Free Periods and Crop Density on Morphological Traits, Yield, and Yield Components of Sesame (*Sesamum indicum* L.)

M. Bahador¹- S.G.R. Moosavi^{2*}- S.H.R. Ramazani³

Received: 09-12-2017

Accepted: 26-06-2019

Introduction: Oilseeds such as sesame (*Sesamum indicum* L.) are one of the rich sources of energy and protein that form the second most important food resource of the world after cereals. The factors like suitable plant density and weeds control are important for maximum economical yield. This crop is highly adapted to the climatic conditions of Iran and is highly tolerated to the drought. Therefore, the objective of the present study was to investigate the effect of weed free periods and plant density of sesame on yield, yield components and agronomic traits of sesame in Birjand, Iran.

Materials and Methods: The present study was carried out in research farm of Islamic Azad University of Birjand (Long. 59°13' E., Lat. 32°52' N., Alt. 1491m.). This experiment was performed as factorial based on Randomized Complete Blocks Design with three replications in 2013. Treatments were including weed free periods at five levels (weed free until 20, 40, and 60 days after sesame emergence, perfect weed interference and perfect weed free) and plant density at three levels (7, 14, and 28 plant m⁻²). In this research morphological traits, yield and yield components of sesame and dry weight and number of weeds per m² were measured. The texture of the soil in research farm was clay loam with the pH of 7.24, electrical conductivity of 4.14 mmhos cm⁻¹ and total N, P and K content was 0.038%, 7.21 and 223.5 ppm at the depth of 0-30 cm, respectively. Data were analyzed by SAS statistical software and means were compared by Duncan's Multiple Range test at 5% probability level.

Results and Discussion: Analysis of variance showed that yield and yield components traits were significantly influenced by plant density and weed free period. In addition, plant height, stem diameter, branches number of main stem, length capsule were significantly influenced by weed free period, but plant density affected only on plant height and first capsule height from the soil. The interaction between weed free period and sesame plant density was not significant on all traits except biological yield. Means comparison showed that increasing of weed free period had positive effect on morphological traits, yield and yield components of sesame, so that capsule number per m² increased 3.98, 2.45 and 1.1 times, respectively in perfect weed free treatment compared to the treatments of the perfect weed interference and weed free until 20 and 40 days after sesame emergence. In addition, seed number per capsule increased 155, 20.2, and 9.8%, respectively and 1000-seed weight increased 20.3, 13.6, and 8.9%, respectively. The highest of seed yield (913.62 kg ha⁻¹) belonged to the perfect weed free treatment that in comparison with treatments of perfect weed interference and weed free until 20, 40 and 60 days after sesame emergence had superiority of 15.5, 4, 1.8 and 1.3 times, respectively. Moreover, results indicated that in the perfect weed interference, weeds number per m² had superiority of 22.6, 3.7 and 2.4 times, and weeds dry weight per m² had superiority of 40, 8 and 2.8 times, respectively as compared with treatments of weed free until 60, 40 and 20 days after sesame emergence. These findings can be attributed to the increase in competition between crop plant and weeds for growth resources with prolonged weed growth. However, increasing the weed free period caused lower weeds emergence and growth and hence greater resources uptake by sesame plants that finally increased yield component and seed yield of sesame. Means comparison showed that the increase in plant density from 7 to 28 plants m⁻² increased capsule number per m² and seed yield by 76.4 and 72.79%, respectively and decreased weeds number and dry weight by 26.4 and 45.39%, respectively. It seems that higher plant density per unit area caused maximum usage of production parameters and on the other hand, suitable density (28 plant m⁻²) increased the ability of crop competition with weeds.

Conclusion: The results of this study showed that both weed interference and plant density, are the affecting factors on yield and yield components of sesame. The lowest yield was achieved at the highest level of weed

1 and 2- Gratuated M.Sc. Student and Associate Professor, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
(*- Corresponding Author Email: s_reza1350@yahoo.com)

3- Assistant Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Collage of Sarayan, University of Birjand, Sarayan, Iran

interference and the lowest density of plants per square meter. High plant density is effective in crop yield due to reduced weed interference. Also, since the plant is susceptible to weed growth in the early stages, increasing the free weed period causes rapid plant growth and increases performance. According to the obtained results in this study, the best treatment for high yield production was perfect weed free and density of 28 plant per square meter.

Keywords: Plant density, Sesame, Weed interference, Yield, Yield components



پیش‌بینی ظهور گیاهچه علف‌های هرز جودره (*Hordeum spontaneum* [C. Koch]) و هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.) با استفاده از مدل‌های دمایی در شرایط کرج

سجاد ایلاتلو^۱ - مرجان دیانت^{۲*} - مصطفی اویسی^۳ - فریدون قاسم خان قاجار^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵

چکیده

جهت پیش‌بینی زمان ظهور گیاهچه‌های جودره و هفت‌بند با استفاده از مدل‌های دمایی، آزمایشی در فصل زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران اجرا گردید. بر اساس نتایج رویش هفت‌بند در مزرعه زودتر اتفاق افتاد، به طوری که در حاشیه خارجی و مرکز مزرعه گیاهچه‌ها با گذشت چهارده هفته بعد از کاشت و در ۲۶/۲ درجه- روز رشد در مزرعه ظاهر شدند. گیاهچه‌های جودره در حاشیه خارجی مزرعه در متوسط درجه- روز رشد بالاتری اتفاق افتاد و گیاهچه‌ها با گذشت چهارده هفته بعد از کاشت و در ۳۵/۸ درجه- روز رشد ظاهر شدند. در غیاب تاج پوشش گندم (حاشیه خارجی مزرعه) سبز شدن تجمعی جودره پس از دریافت ۵۰ واحد درجه- روز رشد به یک مرتبه افزایش یافت در حالی که در مرکز و حاشیه داخلی مزرعه سبز شدن تجمعی گیاهچه به کندی افزایش یافت. از آنجا که بیشترین سبز شدن هفت‌بند در حاشیه مزرعه در اوایل رشد و تا قبل از ۱۰۰ درجه- روز رشد اتفاق می‌افتد لذا در مزارعی که این علف‌هرز غالب می‌باشد عملیات کنترل نظیر سمپاشی باید زودهنگام و در اوایل فصل رشد صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: بانک بذر، جودره، درجه-روز رشد، مدل لجستیک

مقدمه

و دارای اثر مستقیم بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز می‌باشد (۸). استفاده از مدل زمان-دمایی در تفسیر رخدادهای بیولوژیکی و تصمیم‌گیری به موقع مدیریت علف‌های هرز و رسیدن به سطح مطلوب کنترل، مؤثرتر از تصمیم‌گیری براساس اطلاعات تقویمی است. از مدل‌های رگرسیون غیرخطی برای کمی‌سازی واکنش جوانه‌زنی و رویش بذور گیاهان نسبت به دما استفاده شده است (۲، ۱۰ و ۱۷). لبلانک و همکاران (۱۵) زمان دمایی مورد نیاز جهت تکمیل سبز شدن گیاهچه‌های سلمه‌تره را ۵۰۰ واحد ذکر کردند. لیگوایزامن و همکاران (۱۶) نیز زمان دمایی مورد نیاز جهت رسیدن به ۷۵ درصد از سبز شدن سلمه‌تره^۵ را ۴۶۰ واحد اعلام کردند و در آزمایشی دیگر دورادو و همکاران (۸) نیاز دمایی تا رسیدن به ۷۵ درصد سبز شدن برای سوروف^۶ را ۵۳۶ واحد زمان دمایی اعلام کردند.

از آنجائی که نور به عنوان عامل مؤثر در شکست خواب بذر برخی از گونه‌های علف‌هرز مطرح است، پیش‌بینی رویش علف‌هرز تحت سایه‌انداز گیاه زراعی نیاز به بررسی دارد. در تحقیقی که در آن رویش

در روش‌های مدیریت نوین به جای سعی در جهت حذف علف‌های هرز، تأکید بر مدیریت جوامع علف‌های هرز شده است که خود مستلزم شناخت دقیق روابط پویای علف‌هرز با گیاه زراعی می‌باشد. آگاهی از پاسخ علف‌هرز یا گیاه زراعی به دما، کاربردهای عملی در انتخاب تاریخ کاشت دارد که تحت تأثیر آن، گیاه زراعی می‌تواند نسبت به علف‌هرز بازدهی بیشتری داشته باشد (۱۳). تقریباً از اوایل دهه‌ی ۶۰ میلادی، موضوع الگوی رویش علف‌های هرز به تدریج مورد مطالعه قرار گرفتند (۱۶) اما اهمیت آن در بالا بردن کارایی کنترل علف‌های هرز، در سال‌های اخیر با درک و توجه بیشتری روبرو شده است. دما یکی از عامل مؤثر در جوانه‌زنی و رویش علف‌های هرز است (۹). درجه حرارت روزانه خاک در زیر سطح رویی آن بسیار متغیر

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانش آموخته شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز و استادیاران دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

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

۳- دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

DOI: 10.22067/jpp.v33i2.70911

5- *Chenopodium album*

6- *Echinochloa crus-galli*

چند گونه علف‌هرز در طول فصل رشد گندم بررسی شد، مشاهده گردید که تاج‌خروس ریشه قرمز^۱ تا زمانی که تاج پوشش گندم نسبت نور قرمز به قرمز دور را به ۰/۷ کاهش دهد، توان رویش داشت و در نسبت کمتر از ۰/۹ رویش گونه‌ای از ترب‌وحشی^۲ کاملاً متوقف شد (۱۴). در مقابل رومان و همکاران (۲۴ و ۲۵) گزارش کردند که حضور یا عدم حضور ذرت تأثیری بر ظهور گیاهچه سلمه‌تره نداشت. رومان و همکاران (۲۴) اظهار کردند که معمولاً تاج پوشش ذرت تا بعد از ظهور بیشتر علف‌های هرز بسته نمی‌شود. اگرچه نقش رطوبت در جوانه‌زنی بدیهی است اما در سیستم‌های کشت که بواسطه‌ی آبیاری، رطوبت دیگر عاملی محدود کننده محسوب نمی‌شود، به نظر می‌رسد با مدل ساده‌تری که تنها دربرگیرنده‌ی دمای تجمعی خاک باشد بتوان به پیش‌بینی خوبی نزدیک به همان مدل‌های هیدروترمال (رطوبتی-دمایی) رسید (۸). در این شرایط مدل‌های دمایی رویش می‌تواند با یک منحنی سیگموئیدی ساده توصیف شوند که در آن، رویش تجمعی علف‌های هرز در ابتدای فصل، تابعی از زمان دمایی خاک^۳ است.

بر اساس تحقیقات اخیر جودره^۴ هم‌اکنون در بیش از ۱۶ استان ایران وجود دارد و پراکندگی آن در مزارع گندم روبه گسترش است (۱). جودره دارای شباهت‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بسیاری به جو زراعی است در نتیجه هیچ علف‌کش انتخابی برای کنترل آن وجود ندارد (۱۲). هفت‌بند^۵ یکی از گسترده‌ترین علف‌های هرز در دنیا می‌باشد که کاهش عملکرد به دلیل حضور آن در نخود (۲۸)، ذرت (۴)، گندم (۵)، گلرنگ (۲۳) و مراتع (۱۸) گزارش شده است. داشتن الگوی رویش معین برای هر گونه موجب می‌شود که با پیش‌بینی زمان و الگوی رویش علف‌های هرز، زمان مناسب کنترل علف‌های هرز مشخص گردد. این پیش‌بینی می‌تواند در کاهش رقابت علف‌هرز با گیاه زراعی و کاهش مصرف علف‌کش و همچنین استفاده از برنامه مدیریتی مناسب موثر باشد (۳). تاکنون بیشتر تحقیقات انجام شده در غیاب گیاه زراعی بوده و تأثیر تاج پوشش گیاه زراعی بر رویش علف‌های هرز نادیده گرفته شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای طی سه فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۱ و بهار ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تهران، واقع در کرج با مشخصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و ۳۵ دقیقه شمالی، ارتفاع

۱۳۶۱ متر و متوسط بارندگی سالانه ۲۴۱ میلی‌متر اجرا شد. مزرعه مورد آزمایش، در سال قبل تحت کشت ذرت بود. بعد از کشت بذور گندم و بعد از اعمال آبیاری اقدام به نصب کوادرات‌ها شد. ۴ کوادرات ۱×۱ مترمربع در حاشیه خارجی، ۴ کوادرات در مرکز مزرعه و ۲ کوادرات در حاشیه داخلی مزرعه نصب شدند. هر کوادرات‌ها به دو قسمت مساوی تقسیم شد و یک قسمت به نمونه‌برداری بانک بذر و قسمت دیگر به بررسی رویش گیاهچه‌ها اختصاص داده شد. از هر کوادرات سه نمونه خاک از عمق ۰ تا ۵ سانتی‌متری برداشته شد. سپس نمونه‌ها جهت شستشو از صافی فلزی عبور داده شدند و درون آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا خشک شدند تا از جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز جلوگیری شود. نمونه‌های بدست آمده داخل کیسه‌هایی از جنس حریر ریخته شده و در داخل آب قرار داده شدند. پس از دو روز شستشو، بذور توسط بینی کولار دو چشمی مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند (۲۶). شمارش گیاهچه‌های سبز شده داخل کوادرات‌ها هر هفته انجام و پس از شمارش حذف شدند. دمای حداکثر و حداقل هوا در طول شبانه روز و میانگین دمای روزانه هوا در ایستگاه هواشناسی واقع در نزدیکی (چند صد متری) قطعه‌ی مورد آزمایش ثبت شد و از این دماها برای محاسبه درجه-روز رشد تجمعی در طول آزمایش استفاده شد. درجه-روز رشد یا همان GDD با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد.

$$GDD = \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b \quad (1) \text{ معادله}$$

که در آن T_{max} و T_{min} به ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه و T_b صفر پایه جوانه‌زنی علف‌هرز است. بر اساس بررسی‌های انجام شده در قبل دمای پایه جوانه‌زنی برای جودره (۱۱) و هفت‌بند (۲۷) ۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. برای بررسی روند جوانه‌زنی در طول زمان، درجه-روز رشد‌های روزانه با هم جمع و درجه-روز رشد تجمعی محاسبه شد. این شاخص به عنوان زمان دمایی، محور x مدل‌ها را به خود اختصاص داد. نتایج شمارش دوره‌ای گیاهچه‌های هرگونه نیز با هم جمع و به عنوان سبز کردن تجمعی هرگونه در طول فصل در نظر گرفته شدند. این شاخص روی محور y قرار گرفت. برای بدست آوردن منحنی‌ها از معادله‌ی سه پارامتره لجستیک (معادله ۲) استفاده شد (۶ و ۲۰).

$$y = a / (1 + \exp \{b [\log (x_0) - \log (e)]\}) \quad (2) \text{ معادله}$$

در این معادله، y متغیر وابسته (تعداد گیاهچه سبز شده)، x : زمان دمایی (GDD)، a : حداکثر جوانه‌زنی، b : شیب منحنی یا نرخ رویش به ازاء هر واحد GDD، x_0 : مقدار GDD لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد رویش نهایی هستند. برازش مدل‌های رگرسیون غیرخطی با کمک نرم‌افزار SigmaPlot ver. 12 انجام شد.

- 1- *Amaranthus retroflexus*
- 2- *Raphanus* sp
- 3- Soil Thermal Time
- 4- *Hordeum spontaneum* [C. Koch]
- 5- *Polygonum aviculare* L.

نتایج و بحث

تابع لجستیک سه پارامتره به‌خوبی توانست روند الگوی رویش جمعیت‌های جودره و هفت‌بند را در مناطق مختلف مزرعه بر اساس درجه-روز رشد توصیف نماید. تخمین پارامترهای تابع فوق برای هر مکان از مزرعه نشانگر تفاوت الگوی رویش دو گونه علف‌هرز بود

جدول ۱- پارامترهای برآورده شده سبز شدن جودره و هفت‌بند در مناطق مختلف مزرعه با استفاده از معادله لجستیک سه پارامتره به روش تجمعی در مقیاس درجه روز-رشد

Table 1- Estimated parameters of seedling emergence of wild barely and prostrate knotweed at different parts of field based on logistic model versus GDD

مکان سبز شدن Emergence place	جودره Wild barely				هفت بند Prostrate knotweed			
	a	b	X ₀	R ² adj	a	b	X ₀	R ² adj
حاشیه داخلی مزرعه Inner margin of field	5.10(0.8)	10.74(0.94)	118.91(1.13)	0.99	115.49(1.02)	7.67(0.55)	48.40(0.53)	0.99
مرکز مزرعه Center of field	11.95(0.4)	19.49(0.66)	95.07(0.22)	0.99	84.60(0.64)	4.23(0.19)	46.24(0.53)	0.99
حاشیه خارجی مزرعه Outer margin of field	72.14(0.54)	6.79(0.4)	51.73(0.5)	0.99	9.01(0.5)	16.75(1.45)	38.33(0.21)	0.99

a: حد بالا یا حداکثر سبز شدن، b: شیب منحنی یا نرخ رویش به ازای هر GDD، x₀: مقدار GDD برای رسیدن به ۵۰ درصد سبز شدن تجمعی
a: Upper limit, b: slope curve or emergence rate per GDD, x₅₀: GDD for 50 percent cumulative emergence

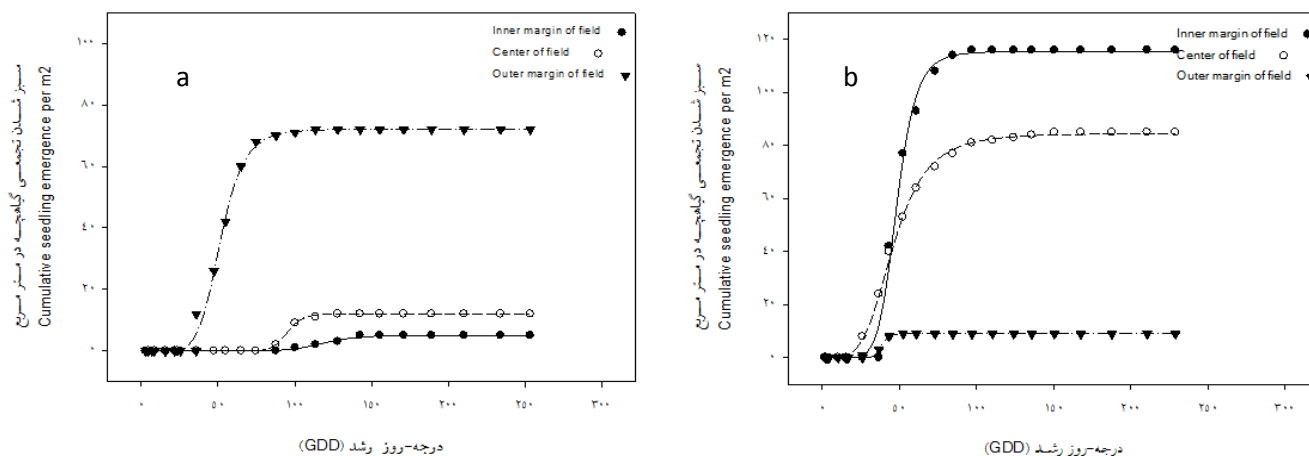
غیاب ذرت زمان لازم برای رسیدن به ۲۵ درصد سبز شدن تجمعی ۱۶ درصد در انتاریو کاهش یافت. مولر و کالوی (۱۹) کاهش تراکم سلمه‌تره، خرفه^۱، علف‌خرچنگ^۲ و تاج‌خروس ریشه‌قرمز را زمانی‌که ذرت حضور داشت گزارش کردند که می‌تواند به دلیل کاهش سطح نور زیر تاج پوشش گیاه زراعی باشد.

رویش هفت‌بند در حاشیه خارجی و مرکز مزرعه در متوسط درجه-روز رشد پایین‌تری اتفاق افتاد و گیاهچه‌ها با گذشت چهارده هفته بعد از کاشت و در ۲۶/۲ درجه روز رشد در مزرعه ظاهر شدند. رویش هفت‌بند در حاشیه داخلی مزرعه در ۱۶ هفته پس از کاشت در حدود ۴۳/۳ درجه-روز رشد در مزرعه اتفاق افتاد (جدول ۱). همچنین رویش گیاهچه‌های هفت‌بند در حاشیه خارجی مزرعه زودتر از سایر مناطق در ۱۷ هفته پس از کاشت در حدود ۵۲/۴ درجه روز-رشد با تعداد گیاهچه‌های ۹ به پایان رسید، درحالی‌که رویش هفت‌بند پس از این منطقه در حاشیه داخلی و مرکز مزرعه به ترتیب در حدود ۹۷ و ۱۵۰/۴۵ درجه-روز رشد با تعداد گیاهچه ۲۱ و ۲۵ به پایان رسید. البته هفت‌بند در حاشیه داخلی مزرعه نرخ رویش بالاتری را به ازاء درجه-روز رشد دریافتی نسبت به سایر مناطق از خود نشان داد، یعنی با افزایش هر واحد درجه-روز رشد تعداد گیاهچه بیشتری نسبت به سایر مناطق مزرعه به سطح خاک آمدند.

شکل ۱ a روند رویش تجمعی گیاهچه‌های جودره نسبت به درجه-روز رشد را در مناطق مختلف مزرعه نشان می‌دهد. شاخص‌های محاسبه شده‌ی رویش نشان داد که رویش جودره در حاشیه خارجی مزرعه در متوسط درجه-روز رشد پایین‌تری اتفاق افتاد و گیاهچه‌ها با گذشت چهارده هفته بعد از کاشت و در ۳۵/۸ درجه-روز رشد در مزرعه ظاهر شدند. پس از این منطقه رویش جودره در مرکز و حاشیه داخلی مزرعه به ترتیب در ۸۷/۸ و ۱۰۰/۳ درجه-روز رشد در مزرعه (۱۹ و ۲۰ هفته پس از کاشت) اتفاق افتاد (جدول ۱). همچنین رویش گیاهچه‌های جودره در حاشیه خارجی مزرعه زودتر از سایر مناطق در ۲۱ هفته پس از کاشت در حدود ۱۱۳/۶ درجه روز رشد با تعداد گیاهچه‌های ۷۲ به پایان رسید، درحالی‌که رویش جودره پس از این منطقه در مرکز و حاشیه داخلی مزرعه به ترتیب در ۱۲۸ و ۱۴۲/۷ درجه روز رشد با تعداد گیاهچه ۱۲ و ۵ به پایان رسید. جودره در حاشیه خارجی مزرعه با دریافت درجه-روز رشد پایین‌تری، زودتر در مزرعه ظاهر شده و تراکم بیشتری از آن پیش از سایر مناطق، مزرعه را در بر گرفت. لذا در این منطقه بذور جودره می‌توانند در اوایل فصل رشد، سبز شوند، این امر می‌تواند کشاورزان را در اتخاذ بهترین زمان کنترل یاری کند. همانطور که شکل ۱a نشان می‌دهد در غیاب تاج پوشش گندم (حاشیه خارجی مزرعه) سبز شدن تجمعی جودره پس از دریافت ۵۰ واحد درجه-روز رشد به یک مرتبه افزایش می‌یابد در حالی‌که در مرکز و حاشیه داخلی مزرعه سبز شدن تجمعی گیاهچه به کندی افزایش می‌یابد. اورکات و همکاران (۲۲) گزارش کردند که در

1- *Portulaca oleracea* L.

2- *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop



شکل ۱- رویش تجمعی سبز شدن گیاهچه‌های جودره (a) و هفت‌بند (b) در مناطق مختلف مزرعه در مقیاس درجه-روز رشد (GDD) دریافتی در طول فصل).

Figure 1- Cumulative seedling emergence of wild barely (a) and prostrate knotweed (b) at different parts of field versus GDD.

جدول ۲- میانگین تعداد بذر، گیاهچه علف‌های هرز و درصد سبز شدن آن‌ها در حاشیه داخلی مزرعه

Table 2- Mean number of seed, seedling and its emergence percentage in inner margin of field

گونه علف‌هرز Weed species	بانک بذر (تعداد بذر در متر مربع) Seed bank (number of seed/m ²)	گیاهچه علف‌هرز (تعداد گیاهچه در متر مربع) Weed seedling bank (number of seedling/m ²)	درصد سبز شدن (بذر/گیاهچه) Percentage of emergence (seed/seedling)
حاشیه داخلی مزرعه inner margin of field			
جودره Wild barely	12.74	2	15.70
هفت‌بند Prostrate knotweed	318.90	62	19.44
مرکز مزرعه Center of field			
جودره Wild barely	25.05	6	23.95
هفت‌بند Prostrate knotweed	238.64	38	15.92
حاشیه خارجی مزرعه Outer margin of field			
جودره Wild barely	254.78	66	25.91
هفت‌بند Prostrate knotweed	101.91	9	8.83

اظهار داشت که مدل لجستیک توانست به خوبی واکنش رویش شاخساره‌های حاصل از جوانه‌های نابجای ریشه خارلته^۱ را به درجه

در این منطقه با دریافت ۴۸/۴۰ درجه-روز- رشد ۵۰ درصد رویش نهایی هفت‌بند اتفاق افتاد. این در حالی بود که ۵۰ درصد رویش نهایی هفت‌بند در مرکز و حاشیه خارجی مزرعه به ترتیب با دریافت ۴۶/۲۴ و ۳۸/۳۳ درجه- روز رشد حاصل شد (جدول ۱). دونالد (۷)

1- *Cirsium arvense* L.

براساس نتایج آزمایش در حاشیه داخلی و خارجی مزرعه و در مرکز مزرعه درجه- روز رشد لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد سبز شدن نهایی در جودره از هفت‌بند بالاتر بود بنابراین انتظار می‌رود که در هر سه منطقه مزرعه جودره نسبت به هفت‌بند دیرتر سبز شود (جداول ۱ و ۲). آگاهی از زمان سبز شدن آنها بسیار مهم و ضروری می‌باشد، چرا که یکی از اصول پایه در مدیریت تلفیقی مبارزه با علف‌های هرز، پایش دقیق و کاربرد روش‌های کنترلی در حساس‌ترین مرحله رشدی می‌باشد که نتیجه آن کنترل بهتر و کاهش هزینه‌های کنترل خواهد بود (۲۱). از آنجاکه بیشترین سبز شدن هفت‌بند در حاشیه مزرعه در اوایل رشد و تا قبل از ۱۰۰ درجه- روز رشد اتفاق می‌افتد لذا در مزارعی که این علف‌هرز غالب می‌باشد عملیات کنترل نظیر سمپاشی باید زودهنگام و در اوایل فصل رشد صورت گیرد.

روز دمای تجمعی نشان دهد. تعداد بذر هفت‌بند (۳۱۸/۹۰ عدد در متر مربع) در حاشیه داخلی مزرعه نسبت به جودره بیشتر بود. از نظر سبز شدن نیز نتایج نشان داد که هفت‌بند با ۶۲ عدد در متر مربع نسبت به جودره بیشتر سبز شد. از ۱۲/۷۴ بذر جودره نیز تنها ۲ عدد در مزرعه سبز شد. از نظر درصد سبز شدن، هفت‌بند با ۱۹/۴۴ درصد سبز شدن بذور خود از بانک بذر بیشترین رویش را داشت (جدول ۲).

تعداد بذر هفت‌بند در مرکز مزرعه با ۲۳۸/۶۴ عدد در متر مربع در مقایسه با بذر جودره بیشتر بود. بطوری‌که در جودره با ۲۲/۰۵ بذر در متر مربع اختلاف بسیار معنی‌داری با تعداد بذر هفت‌بند مشاهده شد. از نظر رویش، علف‌هرز هفت‌بند با ۳۸ عدد بیشترین رویش گیاهچه را به خود اختصاص داد و این درحالی است که از نظر درصد رویش گیاهچه، جودره با ۲۲/۹۵ درصد بیشترین رویش را از بانک بذر داشت (جدول ۲).

منابع

- 1- Baghestani M.A., Zand E., Soufizadeh S., Jamali M., and Maighani M. 2007. Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. *Crop Protection* 26:1385-1389.
- 2- Blackshaw R.E. 1991. Soil temperature and moisture effects on downy brome Vs. winter canola, wheat, and rye emergence. *Crop Science* 31: 1034-1040.
- 3- Buhler D.D., Liebman M., and Obrycki J.J. 2000. Theoretical and practice challenges to an IPM approach to weed management. *Weed Science* 48: 274-280.
- 4- Bulcke R., Willemijns P., Stryckers J., and Himme M. 1987. Weed competition in maize. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 52: 1185-1194.
- 5- Catullo J.C., Sosa C.A., Rodriguez M.L., and Colombo I. 1983. Weed incidence in wheat in relation to fertilization. *Malezas*, 11: 179-203. (In Spanish with English abstract)
- 6- Chantre G.R., Blanco A.M., Forcella F., Van Acker R.C., Sabbatini M.R., and Gonzalez-Andujar J.L. 2013. A comparative study between non-linear regression and artificial neural network approaches for modeling wild oat (*Avena fatua*) field emergence. *Journal of Agricultural Science* 152: 1-9.
- 7- Donald W.W. 2000. A degree-day model of *Cirsium arvense* shoot emergence from adventitious root buds in spring. *Weed Science* 48: 333-341.
- 8- Dorado J., Sousa E., Calha I.M., Gonzalez-Andujar J.L., and Fernandez-Quintanilla C. 2009. Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. *Weed Research* 49: 251-260.
- 9- Forcella F. 1998. Real-time assessment of seed dormancy and seedling growth for weed management. *Seed Science Research* 8: 201-209.
- 10- Gan Y., Stobbe E.H., and Moes J. 1992. Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. *Crop Science* 32: 1275-1281.
- 11- Hamidi R., Mazaheri D., and Rahimian mashhadi H. 2009. Wild Barley (*Hordeum spontaneum* Koch) Seed Germination as Affected by Dry Storage Periods, Temperature Regimes, and Glumellae Characteristics Iranian *Journal of Weed Science* 5: 1-12.
- 12- Harlan J.R., and Zohary D. 1966. Distribution of wild wheats and barley. *Science* 153: 1074-1080.
- 13- Keshtkar E., Kordbachehm F., Mesgaran M.B., Mashhadi H.R., and Alizadeh H.M. 2009. Effects of the sowing depth and temperature on the seedling emergence and early growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*) and wheat. *Weed Biology and Management* 9: 10-19.
- 14- Kruk B., Insausti P., Razul A., and Benech-Arnold R. 2006. Light and thermal environments as modified by a wheat crop: effects on weed seed germination. *Journal of Applied Ecology* 43: 227-236.
- 15- Leblanc M.L., Cloutier D.C., Stewart K.A., and Hamel C. 2003. The use of thermal time to model common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence in corn. *Weed Science* 51:718-724.
- 16- Leguizamon E.S., Rodriguez N., Rainero H., Perez M., Perez L., Zorza E., and Fernandez-Quintanilla C. 2009. Modeling the emergence pattern of six summer annual weed grasses under no tillage systems in Argentina. *Weed Research* 49: 98-106.

- 17- Leguizamón E.S., Fernández-Quintanilla C., Barros J., and González-Andujar J.L. 2005. Using thermal and hydrothermal time to model seedling emergence of *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* in Spain. *Weed Research* 45: 149–156.
- 18- López J.A., and Mattiacci M.R. 1983. Damage caused by prostrate knotweed (*Polygonum aviculare* L.) during the establishment of a sown pasture. *Malezas* 11: 246–251. (In Spanish with English abstract)
- 19- Mohler C.L., and Calloway M.B. 1992. Effects of tillage and mulch on the emergence and survival of weeds in corn. *Journal of Applied Ecology* 29: 21–34.
- 20- Myers M.W., Curran W.S., VanGessel M.J., Calvin D.D., Mortensen D.A., Majek B.A., Karsten H.D., and Roth G.W. 2004. Predicting weed emergence for eight annual species in the Northeastern United States. *Weed Science* 52: 913–919.
- 21- Norsworthy J.K., and Oliveira M.J. 2007. A model predicting common cocklebur (*Xanthium strumarium*) emergence in soybean. *Weed Science* 55: 341–345.
- 22- Oryokot J.O.E., Hunt L.A., Murphy S., and Swanton C.J. 1997. Simulation of pigweed (*Amaranthus* spp.) seedling emergence in different systems. *Weed Science* 45: 684–690.
- 23- Paolini R., Del Puglia S., Principi M., Barcellona O., and Riccardi E. 1998. Competition between safflower and weeds as influenced by crop genotype and sowing time. *Weed Research* 38: 247–255.
- 24- Roman E.S., Murphy S.D., and Swanton C.J. 2000. Simulation of *Chenopodium album* emergence. *Weed Science* 48: 217–224.
- 25- Roman E.S., Murphy S.D., and Swanton C.J. 1999. Effect of tillage and *Zea mays* on *Chenopodium album* seedling emergence and density. *Weed Science* 47: 551–556.
- 26- Smutny V., and Kren J. 2002. Improvement of an elutriation method for estimation of weed seed bank in the soil. *Rostlinna Vyroba* 48: 271–278.
- 27- Tardif M.C., and François J. 2005. The biology of Canadian weeds. 131. *Polygonum aviculare* L. *Canadian Journal of Plant Science* 85: 481–506.
- 28- Wright D., and Baloch M.K. 1999. Effects of seven common arable weeds on the yield of normal and semi-leafless pea varieties. *Tests Agrochemical Culture* 20: 54–55.



Predicting Prostrate Knotweed (*Polygonum aviculare* L.) and Wild Barley (*Hordeum spontaneum* [C. Koch]) Seedling Emergence Using Thermal Model in Karaj

S. Ilanloo¹- M. Diyanat^{2*}-M. Oveisi³- F. Ghasemkhan-ghajar⁴

Received: 03-03-2018

Accepted: 26-06-2019

Introduction: Increasing public awareness and concern about the impacts of herbicides on the environment, development of herbicide-resistant weeds, and high economic cost of herbicides have increased the need to reduce the application of herbicides in agriculture. The prediction of weed emergence timing would help to reduce herbicides through the optimization of the timing of weed control. Seedling emergence is probably the most important phenological stage that influences the success of an annual weed. Wild barley (*Hordeum spontaneum* [C. Koch]) grows in diverse habitats in the eastern Mediterranean and in south-western Asia and is widely distributed in winter fields of Iran. Based on the recent weed surveys, it is now present in more than 16 provinces in Iran and it is increasing in winter wheat fields. Prostrate knotweed (*Polygonum aviculare* L.) is one of the most widespread weeds in nearly all the temperate regions of the world. It is an annual weed that colonize open, human-made habitats and able to adapt to different ecological conditions.

Materials and Methods: In order to predict the emergence of wild barley and prostrate knotweed using the temperature model, an experiment was conducted at the research field of college of agriculture and natural resources of the University of Tehran located in Karaj during 2012-13. The first objective was to determine whether accumulated heat degree-days after wheat planting can adequately predict shoot of wild barley and prostrate knotweed emergence. The other objective of this work is that how the presence or absence of wheat affects the emergence patterns and total emergence of aforementioned weeds under growing conditions in Karaj. The experimental area was infested with natural weed populations of two species. No herbicides were used during the course of the experiment to allow the greatest number of weeds to emerge. Ten quadrats 1.0 by 1.0 m were used. Four quadrats placed at the center of the field, four and two quadrats placed at outer and inner margins of field, respectively. Half of the quadrats were assigned for sampling of seed bank and the half of them for emergence recording. Three soil samples were taken from depth of 5 cm. Soil samples were initially poured sieve (9-mesh) and the residues were placed in oven at 65°C for 24 hours. After that, they were placed in cloth bags under running water. Weed seedling emergence was recorded every week. Weed seedlings were counted by species and cut at the soil surface to minimize soil disturbance. Weather data were obtained from weather stations located next to the experimental field. Heat sums (temperature units or cumulative growing degree days) were calculated based on the base temperature (T_{base}) of 5°C for both species. The nonlinear regression model (logistic 3 parameters) emergence versus cumulative growing degree days was used.

Results and Discussion: Results showed that the emergence of prostrate knotweed occurred earlier than wild barley in the outer margin and the center of the field at fourteen weeks after planting. Also based on the results, emergence of wild barley in outer margin of the field was happened at lower mean GDD and seedlings were appeared over fourteen weeks in 35.8 GDD. Cumulative emergence of wild barely was increased after received 50 GDD in the absence of wheat (outer margin of field) but decreased at inner margin and the center of wheat field. The presence of wheat affected the emergence of wild barely. Wheat canopy was probably developed to affect light levels or soil temperature needed for weed germination and, consequently, seedling emergence. Required GDD for 50% seedling emergence of wild barely was higher than prostrate knotweed at outer and inner margin of field and center of the field. Therefore, it is expected that wild barely was emerged later than prostrate knotweed.

Conclusion: Integrated weed management systems require a comprehensive knowledge of weed biology. Timing of the emergence often determines whether a plant competes successfully with its neighbors, is consumed by herbivores, infected with diseases, and whether its flowers reproduce, and mature properly by the end of the growing season. The simplicity and accuracy of this model would make it an excellent tool to predict

1, 2 and 4- M.Sc. Student of Weed Science and Assistant Professors, Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, respectively.

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

3- Associate Professor, University of Tehran, Karaj, Iran

wild barley and prostrate knotweed seedling emergence in field situations, facilitating the determination of the timing of scouting in integrated weed management systems. More prostrate knotweed seedling emerged at the margin of field before 100 GDD, thus, control methods such as herbicide must done as soon as possible at early of growing season in the field infested with this species.

Keywords: Growing degree days, Logistic model, Seed bank, Wild barely

اثرات عمق دفن غده و نوع بافت خاک بر صفات بیولوژیکی اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.)

فرامرز رفیعی سربیزن نسب^{۱*} - حمیدرضا محمد دوست چمن آباد^۲ - احمد آئین^۳ - محمد تقی آل ابراهیم^۴ - علی اصغری^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۳

چکیده

شناخت و آگاهی از رفتار و خصوصیات بیولوژیکی علف‌های هرز نقشی مهم در مدیریت آن‌ها دارد. این آزمایش نیز به منظور بررسی اثر عمق دفن غده و بافت خاک بر خصوصیات رشدی علف هرز اویارسلام ارغوانی در سال ۱۳۹۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه نوع بافت خاک مختلف (لوم شنی، لوم سیلتی و لوم رسی) و پنج عمق دفن غده در پنج سطح (۲، ۱۲، ۲۲، ۳۲ و ۴۲ سانتی‌متر) بود. نتایج نشان داد زمان سبز شدن، درصد سبز شدن، وزن خشک اندام زیرزمینی و تعداد غده تولیدی اویارسلام ارغوانی تحت تأثیر عمق دفن غده و نوع بافت خاک قرار گرفتند. با افزایش عمق دفن غده در هر سه نوع بافت خاک تمامی صفات بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت اما بین بافت‌های مختلف خاک تفاوت‌هایی وجود داشت، ولی ظهور علف هرز به تأخیر و نهایتاً متوقف شد. در رابطه با عمق دفن غده، بیش از ۸۰ درصد توزیع و پراکنش اندام زیر زمینی در عمق دو تا ۱۲ سانتی‌متری خاک تشکیل شد. در عمق‌های ۳۲ و ۴۲ سانتی‌متری بافت‌های لوم رسی و لوم سیلتی درصد جوانه‌زنی و ظهور ۱۰۰ درصد کاهش یافت و گیاهچه‌ای سبز نشد. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از روش‌های کنترل غیرشیمیایی مانند شخم عمیق در جهت به تأخیر انداختن ظهور، رشد و پراکنش این علف هرز مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت غیرشیمیایی، درصد سبز شدن، شخم عمیق، لوم رسی، گیاهچه

مقدمه

اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) گیاهی چند ساله از تیره جگن (Cyperaceae) است که در سراسر مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا گسترش یافته است (۷). این گیاه چهار کرنبه و سریع‌الرشد (۱۱) است و از طریق سیستم گسترده زیرزمینی و غده‌ها به سرعت تکثیر می‌یابد و از توان رقابت بالایی برخوردار است (۱۹). به طوری که در بیش از ۹۲ کشور و ۵۰ نوع محصول زراعی ایجاد خسارت می‌کند. از این نظر به عنوان سمج‌ترین علف هرز دنیا مطرح می‌باشد. مقدار خسارت آن در گیاهان زراعی متفاوت است. از مهمترین خصوصیات اویارسلام توان غده‌زایی بالای آن است. اویارسلام ارغوانی بذره‌ای فراوانی نیز تولید می‌کند اما فقط پنج

درصد آن‌ها دارای قابلیت جوانه‌زنی بوده و قادرند گیاه جدیدی را ایجاد کنند (۱۶) بنابراین انتشار و پراکنش این علف‌های هرز بیشتر با غده‌ها انجام می‌گیرد (۱۳). به طوری که در یک بررسی گل‌دانی که فقط یک غده کشت شده بود پس از ۴ ماه توانست ۵۵۰ غده و ۳۶۵ اندام هوایی تولید کند. همچنین در مرزغده‌ای که یک غده کشت شده بود پس از سه ماه ۱۲۰۰ غده تولید شد (۸). یک تک غده‌ای اویارسلام این قابلیت دارد که تا ۵۱۵ متر گسترش یابد و ۷۵۰ اندام هوایی در مدت ۲۴ هفته تولید کند (۲۲).

درک صحیح از رفتار بیولوژیکی علف‌های هرز در سیستم‌های تولید نخستین گام استراتژی در مدیریت مناسب آن‌ها محسوب می‌شود. درک از توانایی تولید مثل و انتشار می‌تواند به پیش بینی انتشار در مناطق جدید کمک کند و همچنین در کنترل مؤثر مفید باشد، زیرا غده‌ها نقش مهمی در تولید مثل اویارسلام ارغوانی بازی می‌کنند و مؤثرترین اقدام کنترلی با کاهش تراکم و زیستایی غده‌ها حاصل می‌شود (۲). افزایش عمق دفن، باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و نیز نهایتاً تراکم اویارسلام ارغوانی را کاهش می‌دهد، بر اساس مطالعات موجود، عمق دفن غده اویار سلام ارغوانی نقش مهمی در زمان سبز

۱، ۲، ۴ و ۵- دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز و دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
(*)- نویسنده مسئول: Email: faramarz.rafiiee@gmail.com
۳- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، جیرفت

شدن شروع دوره رقابت ایفا می‌کند. بطوری‌که ۹۹/۸ درصد از غده‌ها که در عمق صفر تا دو سانتی‌متر کشت شده بودند سبز شدند در حالی‌که فقط یک تا پنج درصد از غده‌ها از عمق ۵۰ سانتی‌متری توانایی جوانه‌زنی و ظهور داشتند (۱). گزارش‌ها نشان داده است که ۶۰ تا ۷۰ درصد غده‌ها در لایه صفر تا ۲۰ سانتی‌متری خاک قرار دارند (۱۲). با این وجود، سیرپواروانا و نیشیموتو (۲۰) نشان دادند که ۹۵ درصد غده‌ها در ۳۰ سانتی‌متری بالای خاک قرار دارند، در حالی که، برخی از محققین عقیده دارند که غده‌ها معمولاً در لایه ۴۵ سانتی‌متری خاک تشکیل می‌شوند (۳). در اغلب خاک‌ها بیشتر از ۸۰ درصد غده‌ها در لایه ۱۵ سانتی‌متری خاک قرار دارند.

در بین خصوصیات فیزیکی خاک، بافت خاک بر ویژگی‌های رشدی گیاه، توسعه اندام‌های زیر زمینی آن به‌خصوص در گیاهان بنه‌ای مثل زعفران و میزان نفوذ و نگهداری آب نقش به‌سزایی دارد (۹). عقیده بر این است که ریزوم‌های اویارسلام ارغوانی در بافت‌های سنگین خاک کمتر نفوذ می‌کنند اما در بافت‌های سبک خاک بیشتر نفوذ و گسترش می‌یابند. در اویارسلام ارغوانی ۴۴ تا ۵۰ درصد وزن خشک به غده اختصاص دارد در حالی‌که در اویارسلام زرد ۲۸ تا ۳۳ درصد وزن خشک را در غده‌ها ذخیره می‌کند (۱۵). نتایج مطالعه عزیزی و همکاران روی بررسی اثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر ویژگی‌های زراعی زعفران نشان داد که همبستگی منفی معنی داری بین درصد رس خاک با تعداد بنه و وزن خشک بنه زعفران وجود دارد (۴). بنابراین توسعه اندام‌های زیرزمینی در بیولوژی علف‌های هرز مهم و نقش کلیدی دارد. انتخاب مناسب‌ترین ابزار برای مدیریت علف‌های هرز، نیاز به شناسایی چرخه زندگی آن‌ها دارد، زیرا در این صورت می‌توان از ابزارهایی که بر جمعیت علف‌های هرز اثر منفی دارد بهره‌وری بیشتری بدست آورد. با شناخت کامل مراحل نمو گیاه و کسب بینش نسبت به الگوی رشد و نمو فصلی آن، می‌توان تقویم زمانی برای نمو ارائه داد که این مسئله در پیش‌بینی آلودگی مزرعه به علف‌های هرز مفید خواهد بود (۵). دفن عمیق‌تر اندام رویشی در خاک گرچه حفاظت بیشتری را به دنبال دارد ولی شانس کمتری برای رشد و جوانه‌زنی موفق در بر خواهد داشت (۱۸). ویرینگ (۲۱) گزارش نمود که دفن عمیق غده‌های ریشه‌ای فیکاریا حداقل برای دو سال باعث کاهش جمعیت آن می‌شود. لذا با توجه به اهمیت شناخت دقیق بیولوژی و توانایی تولید مثل علف‌های هرز در رفع پیچیدگی‌های مربوط به مدیریت، این پژوهش به منظور بررسی تأثیر عمق دفن غده و نوع بافت خاک بر ویژگی‌های رشد آتی علف‌هرز اویارسلام ارغوانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

1- *Cyperus esculentus* L.

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۶ در محوطه مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب کرمان انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی (۳ × ۵) در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل بافت خاک در سه سطح (لوم شنی، لوم سیلتی و لوم رسی) و عمق‌های دفن در پنج سطح (۲، ۱۲، ۲۲، ۳۲ و ۴۲ سانتی‌متر) بودند. غده‌های مورد نیاز با سایز یکسان یک گرم از مزارع اطراف جمع‌آوری شدند. خاک مورد استفاده از سه منطقه کشاورزی جیرفت که دارای بافت‌های مختلف بودند تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۱).

سپس خاک‌ها در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت استریل و از نظر آلودگی به هرگونه بذور درشت علف هرز با الک پاک‌سازی شدند. جهت تقویت خاک (براساس آزمون خاک) از کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص)، سوپرفسفات تریپل (حاوی ۴۶ درصد اکسید فسفر) و سولفات پتاسیم (حاوی ۴۴ درصد پتاس) به ترتیب به مقدار ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۰/۰۳۷، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۵ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) به‌صورت محلول قبل از کاشت به خاک گلدان‌ها اضافه شد.

آزمایش در محوطه مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب کرمان انجام شد، بدین منظور پنج غده با وزن یکسان یک گرم در گلدان‌هایی (با ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر، قطر دهانه و کف به ترتیب ۲۵ و ۱۸ سانتی‌متر) که با بافت‌های خاک (۷/۱۰۰ کیلوگرم) مذکور پر شده بود در عمق-های مورد نظر کشت شد. آبیاری گلدان‌ها به روش قطره‌ای با قرار دادن نوار آبیاری بر روی گلدان‌ها انجام گرفت. صفات درصد سبز شدن غده (تعداد کل جوانه‌زده‌ها)، زمان سبز شدن (بر حسب روزهای پس از کاشت)، تعداد غده تولیدی (با شمارش تعداد غده جدید تولید شده) و وزن خشک اندام زیرزمینی (۱۳۰ روز پس از کاشت) در هر گلدان اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام زیرزمینی، ابتدا بوته‌ها کف‌بر، اندام‌های زیرزمینی تفکیک و بعد از خاک‌شویی، درون پاکت‌های کاغذی قرار داده شدند و در نهایت پس از خشک شدن به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون وزن خشک تعیین شد. سپس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS.ver.9.1 آنالیز شدند و به‌منظور ارزیابی واکنش اویارسلام ارغوانی به عمق غده و نوع بافت خاک از یک مدل چندجمله‌ای درجه سه استفاده شد. نمودارها و اشکال توسط نرم‌افزار Sigma plot ver.12 و Excel ver.2013 رسم گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بافت خاک
Table1- Soil Texture Physical and Chemical Characteristics

خصوصیات فیزیکی Physical characteristics			خصوصیات شیمیایی Chemical Characteristics		
بافت خاک Soil texture	شن ریز (%) Sand (%)	سیلت (%) Silt (%)	رس (%) Clay (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) ECe (ds/m)	pH
لوم شنی Sandy loam	69.5	18.5	12	2.23	7.4
لوم سیلتی Silty loam	28	62.5	9.5	2.48	7.7
لوم رسی Clay loam	32.5	35.5	32	2.83	7.9

نتایج و بحث

تعداد غده و وزن خشک اندام زیرزمینی در سطح یک درصد معنی دار بوده و کاملاً تحت تأثیر قرار گرفت.

نتایج تجزیه واریانس جدول ۲ نشان داد که اثر عمق دفن غده، نوع خاک و اثر متقابل آن‌ها بر زمان سبز شدن، درصد جوانه زنی غده،

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر عمق دفن غده و نوع بافت خاک بر صفات رویشی اویارسلام ارغوانی
Table 2- Analysis of variance for the effect of tuber burial depth and soil type on vegetative and reproductive traits of *Cyperus rotundus* L.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)			
		وزن خشک اندام زیرزمینی (گرم) Underground dry weight(gr)	زمان سبز شدن (روز) Time of emergence (day)	درصد سبز شدن غده (درصد) Emergence percentage (%)	تعداد غده Tuber number
بلوک (Block)(r)	2	0.38*	0.82*	95*	1.62*
عمق دفن غده (a) tuber burial depth(a)	4	1.99**	66.82**	875**	14.15**
نوع خاک (b)(soil type)	2	22.52**	735.41**	5890.83**	109.28**
عمق دفن غده * نوع خاک (a.b) tuber burial depth * soil type(a.b)	8	4.11**	175.88**	450**	9.21**
خطا (error)	28	0.56	0.75	22.38	0.72
ضریب تغییرات (cv)		39.89	7.23	18.43	27.33

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد، * معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، n.s غیر معنی دار

** Means significant at 1% probability levels, * Means significant at 5% probability levels, n.s No Means significant

زمان سبز شدن

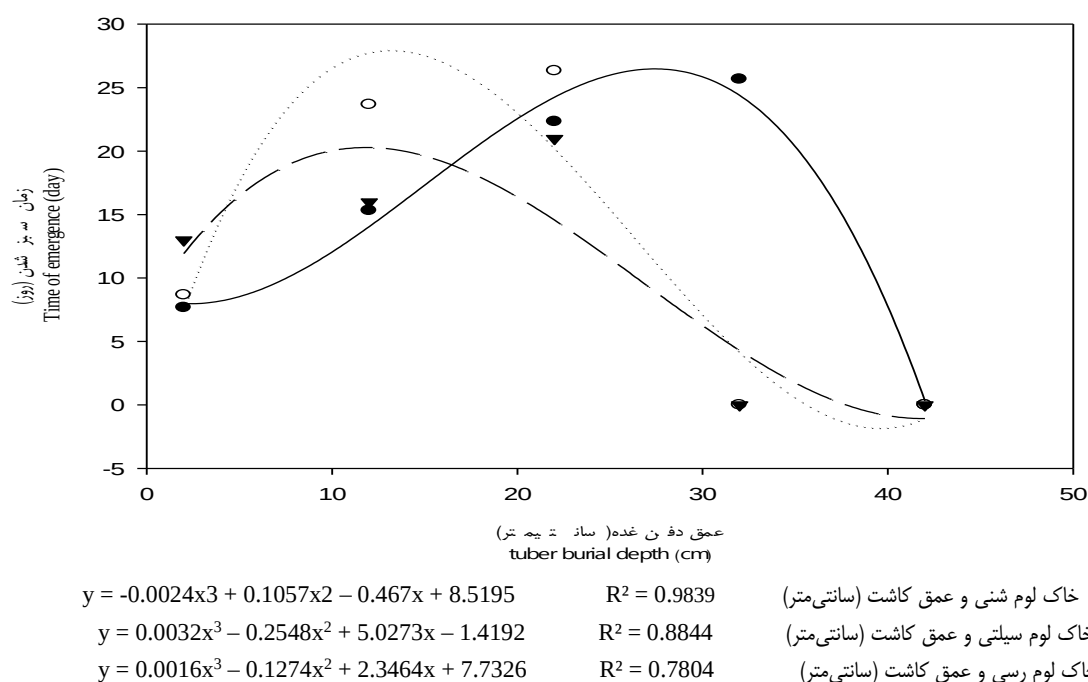
علف‌هرز نه تنها از تراکم آن کمتر نمی باشد بلکه به همان اندازه بر کاهش عملکرد گیاهان زراعی مؤثر است (۶).

عمق‌های دو سانتی‌متری به ترتیب در خاک‌های لوم شنی، لوم سیلتی و لوم رسی به ۷، ۹ و ۱۳ روز زمان برای سبز شدن لازم دارند که نشان داد، در بافت سبک زمان سبز شدن کوتاه‌تر می‌باشد. در هر سه نوع خاک با افزایش عمق خاک تا عمق ۲۲ سانتی‌متری تعداد

سرعت سبز شدن یا ظهور در سطح خاک اویارسلام ارغوانی در خاک سبک و عمق کم سریع‌تر بود، بطوری‌که در خاک لوم شنی و در عمق دو سانتی‌متر ۷/۶ روز پس از کاشت (کمترین زمان) غده‌ها سبز شدند و خاک لوم سیلتی و لوم رسی در رتبه بعدی قرار گرفتند (شکل ۱). به عقیده کوزنس و همکارانش، اهمیت زمان نسبی سبز شدن

شخم عمیق و دفن غده‌ها در عمق‌های بیشتری از خاک بسته به نوع بافت زمان ظهور آن‌ها را در مزرعه به تأخیر انداخت، در این فرصت گیاه مورد نظر رشد خود را شروع کرده و اویارسلام ارغوانی که با تأخیر سبز می‌شوند قادر به کامل کردن چرخه زندگی خود نبوده و توانایی رقابتی کمتری با گیاه زراعی خواهند داشت. ویرینگ گزارش کرد که دفن عمیق غده‌های ریشه‌ای فیکاریا حداقل برای دو سال باعث کاهش جمعیت آن می‌شود (۲۱).

روزهای لازم برای سبز شدن افزایش یافت. در عمق ۳۲ سانتی‌متری در بافت‌های لوم رسی و لوم سیلتی هیچ غده‌ای سبز نشد و در بافت لوم شنی در عمق ۳۲ سانتی‌متری ۲۵ روز پس از کاشت غده‌ها سبز شدند و در عمق ۴۲ سانتی‌متری هیچ غده‌ای سبز نشد. بنابراین با افزایش عمق دفن غده زمان ظهور گیاه اویارسلام به تأخیر افتاد به طوری که در عمق‌های بیشتر هیچ غده‌ای توان جوانه‌زنی و ظهور را نداشت. در عمق‌های پایین‌تر، نور و اندازه اندام رویشی از عوامل محدود کننده ظهور اندام هوایی محسوب می‌شوند. بنابراین می‌توان از



شکل ۱- اثر عمق دفن غده و نوع بافت خاک بر زمان سبز شدن اویارسلام ارغوانی
Figure 1- The Effect of tuber burial depth and soil type on Time of emergence of *Cyperus rotundus* L.

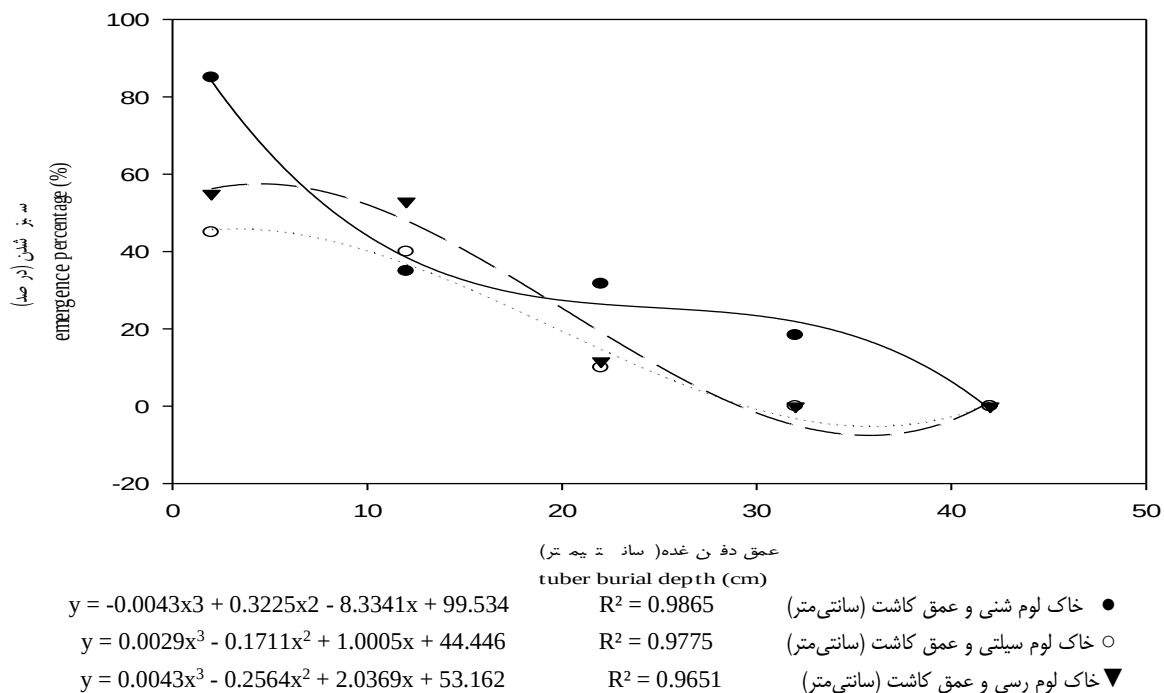
آنها دارد. در بررسی اثر عمق ریزوم در خاک بر ظهور و رشد نعنای وحشی (*Mentha arvensis* L.) نشان داده شده است که دفن ریزوم‌های این گیاه با استفاده از شخم برگردان در عمق ۲۰ سانتی متری یک ابزاری برای کنترل آن می‌باشد، زیرا توان ظهور از این عمق را ندارد و محصول سریعتر استقرار، رقابت و رشد خود را تا قبل از ظهور نعنای وحشی شروع می‌کند (۱۴).

وزن خشک اندام زیرزمینی

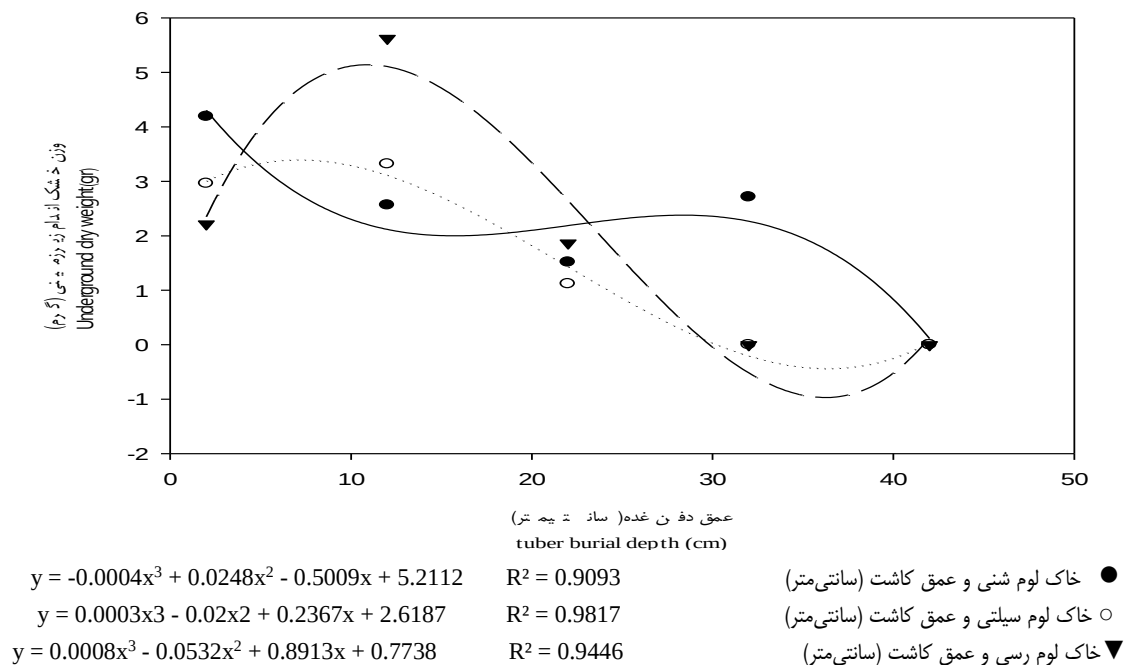
بر اساس نتایج، وزن خشک اندام زیرزمینی اویارسلام ارغوانی در بافت‌های مختلف خاک و عمق‌های دفن غده مختلف در این خاک‌ها روند کاملاً متفاوتی دارد (شکل ۳). بطوری که در بافت لوم‌شنی بیشترین وزن خشک در عمق دو سانتی‌متری و کمترین در عمق ۴۲ سانتی‌متری به میزان (صفر) می‌باشد

درصد سبز شدن غده

نتایج آزمایش نشان داد با افزایش عمق کاشت درصد سبز شدن در بافت خاک مورد آزمایش کاهش یافت (شکل ۲). به طوری که بیشترین مقدار سبز شدن در خاک‌های لوم شنی در عمق دو سانتی‌متری با ۸۵ درصد و کمترین میزان درصد سبز شدن در خاک‌های لوم سیلتی و لوم رسی در عمق‌های ۳۲ سانتی‌متری به بالا و در عمق ۴۲ سانتی متری در خاک لوم شنی بوده‌است که با عدم سبز شدن و ظهور گیاهچه مواجه شده‌اند. بنابراین درصد جوانه‌زنی در عمق‌ها و بافت‌های مختلف متفاوت بود. بطوری که در عمق‌های کمتر از ۱۲ سانتی-متری در هر سه نوع بافت خاک مورد مطالعه بیشترین درصد سبز شدن و ظهور می‌باشد. عبدالستار نیز بیشترین درصد سبز شدن را در خاک لوم شنی و در عمق دو سانتی‌متری گزارش کرد (۱). شناخت اکولوژی جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز نقش مهمی در مدیریت



شکل ۲- اثر عمق دفن غده و نوع بافت خاک بر درصد سبز شدن اویارسلام ارغوانی
Figure 2- The Effect of tuber burial depth and soil type on emergence percentage of *Cyperus rotundus* L.



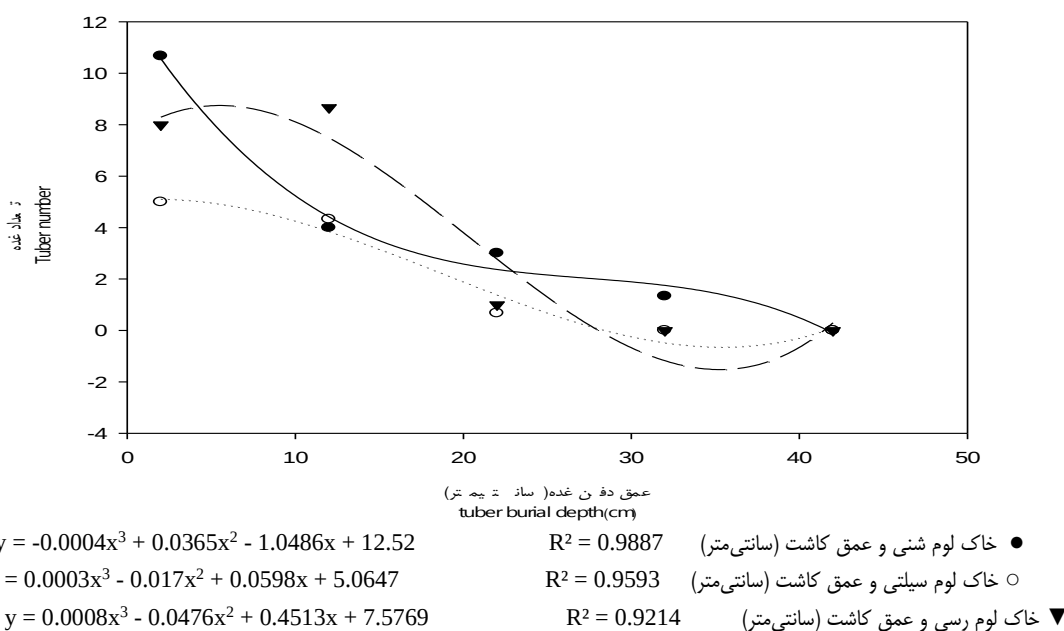
شکل ۳- اثر عمق دفن غده و نوع بافت خاک بر وزن خشک اندام زیرزمینی اویارسلام ارغوانی
Figure 3- The Effect of tuber burial depth and soil type on Underground dry weight of *Cyperus rotundus* L.

لوم‌شنی و عمق‌های ۳۲ و ۴۲ سانتی‌متری بافت لوم‌رسی و سیلتی به میزان (صفر) بود. بطور کلی با افزایش عمق کاشت در هر سه نوع بافت خاک تعداد غده کاهش یافت. به‌طوری‌که بیشترین درصد تولید غده در بافت‌های سنگین (لوم‌سیلتی و لوم‌رسی) در لایه‌های ۲ تا ۱۲ سانتی‌متری خاک قرار دارند، چون در بافت سبک (لوم‌شنی) ریزوم‌ها قدرت نفوذ به اعماق پائین‌تر را دارند. بنابراین غده تا عمق ۳۲ سانتی متر توزیع می‌شوند ولی در بافت‌های سنگین به دلیل عدم توانایی نفوذ ریزوم‌ها به عمق‌های پایین‌تر عمدتاً غده در عمق‌های نزدیک سطح خاک توزیع می‌شوند. عبدالستار و همکاران گزارش کردند بیشترین تعداد غده در عمق ۱۰ سانتی‌متری و با افزایش عمق تعداد غده کاهش می‌یابد بطوری‌که کمترین تعداد غده در عمق ۴۰ سانتی‌متری بوده، بنابراین به لحاظ مدیریتی غده‌ها بایستی در عمق‌های پایین‌تر از ۳۲ سانتی‌متری دفن شوند که تولید غده، که یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های مدیریتی این علف هرز محسوب می‌شود کاهش و نهایتاً آلودگی به پایین‌ترین سطح خود برسد (۱). خلیقی و همکاران در پژوهش خود بر روی گیاه لاله (*Tulipa Spp.*) گزارش کردند که بیش‌ترین تعداد پیازچه در بافت خاک لوم شنی در مقایسه با بافت لومی مشاهده شد. بنابراین، به لحاظ مدیریتی هر عملیاتی که موجب دفن عمیق غده‌ها شوند می‌تواند میزان آلودگی اویارسلام را کاهش دهد (۱۷).

در خاک لوم‌رسی بیش‌ترین وزن خشک غده در عمق ۱۲ سانتی‌متری (۵/۶۳ گرم) و کمترین از عمق‌های ۳۲ و ۴۲ سانتی‌متری به میزان (صفر) می‌باشد. در خاک لوم سیلتی بیش‌ترین وزن خشک در عمق ۱۲ سانتی‌متری (۳/۳۲ گرم) و کمترین در عمق‌های ۳۲ و ۴۲ سانتی‌متری به میزان (صفر) می‌باشد. بطورکلی در تمام بافت‌ها و عمق‌های خاک مورد مطالعه بیش‌ترین درصد وزن خشک (بیش از ۸۰ درصد) در عمق ۲ تا ۱۲ سانتی‌متری بدست آمد که بانایج هواریتز مطابقت دارد که گزارش کرد، در اکثر خاک‌ها بیش‌تر از ۸۰ درصد غده‌ها در ۱۵ سانتی‌متری بالای خاک قرار می‌گیرند (۱۲). ریزوم‌ها در بافت‌های سنگین خاک نفوذ نمی‌کنند اگر چه در بافت‌های سبک خاک عمیق‌تر توزیع شده‌اند. اویارسلام ارغوانی ۴۴ تا ۵۰ درصد وزن خشک خود را به‌غده برمی‌گرداند، بنابراین بیش‌ترین وزن خشک در لایه ۱۵ سانتی‌متری خاک متمرکز می‌شود (۱۵). جری و ایوانی بیش‌ترین وزن خشک ریزوم در نعنای وحشی در طی دو سال آزمایش در عمق دفن ۲/۵ تا ۱۰ سانتی‌متری را گزارش کردند (۱۴). گرسا و همکاران بر روی گیاه زعفران نشان دادند که بافت‌های سبک و شنی، شرایط مناسب برای رشد بهتر بنه‌ها و تولید بنه‌های درشت‌تر فراهم می‌کنند (۱۰).

تعداد غده

نتایج نشان داد (شکل ۴) بیش‌ترین تعداد غده در عمق دو سانتی‌متری خاک لوم شنی و کم‌ترین در عمق ۴۲ سانتی‌متری بافت



شکل ۴- اثر عمق دفن غده و نوع بافت خاک بر تعداد غده اویارسلام ارغوانی

Figure 4- The Effect of tuber burial depth and soil structure type on Tuber number of *Cyperus rotundus* L.

نتیجه گیری

در این آزمایش با افزایش عمق در هر سه نوع بافت خاک، تمامی خصوصیات رشدی اوپارسلام ارغوانی به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافت، به طوری که در عمق های ۳۲ سانتی متری به جز بافت لوم شنی و عمق ۴۲ سانتی متر در تمام بافت های مورد آزمایش بطور کلی در سال زراعی جاری گیاهچه ای تولید نشد هرچند غده ها در پایان برداشت زنده بودند. به نظر می رسد دلیل عدم جوانه زنی و ظهور در عمق های بیشتر سخت شدم تبادلات گازی، فقدان نور و اتمام ذخیره غذایی غده ها باشد. با توجه به این که تولید غده در این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است و از آنجاکه عامل اصلی تکثیر این علف هرز غده

می باشد و در عملیات مدیریتی بایستی به آن توجه بسیار نمود. استفاده از شخم عمیق با به تأخیر انداختن ظهور و رشد و همچنین کاهش تولید اندام تکثیر رویشی (ریزوم و غده) اوپارسلام ارغوانی می تواند به عنوان یک گزینه مدیریتی مدنظر قرار گیرد و ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که در خاک با بافت لوم شنی که توانایی ظهور از اعماق بالا توسط این علف هرز به سبب نفوذپذیری و حجم خلل و فرج زیاد می باشد، عمق شخم را به منظور به تعویق انداختن ظهور بایستی بیشتر مدنظر قرار داد. بنابراین سبز شدن زودتر باعث بهره مندی بیشتر از مزایای رقابتی و همچنین توسعه سیستم گسترده زیرزمینی اوپارسلام ارغوانی می گردد و میزان خسارت بیشتر می شود.

منابع

- 1- Abdessatar O., and Fethia H.S. 2009. Biological behavior of *Cyperus rotundus* L. in relation to Agro- Ecological condations and Imposed Human factors. The African Journal of Plant Science and Biotechnology 63-69.
- 2- Akin D.S., and Shaw D.R. 2001. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) control in glyphosate- tolerant soybean (*Glycine max*). Weed Technology 15: 564-570.
- 3- Andrews F. W. 1940. A study of nut grass (*Cyperus rotundus* L.) in the cotton soil of the Gezira. I. The maintenance of life in the tuber. Annals of Botany (London), 4:177-193.
- 4- Azizi Zahan A.A., A.A Kamgar Haghighi., and A Sepaskhah. 2006. Effect of method and duration of irrigation on production of corm and flowering on saffron. Journal of Science and Technology Agriculture and Natural Research 10: 45-53. (In Persian with English Summary)
- 5- Berti A., Sattin M., Baldoni G., Del Pino A.M., Ferrero A., Monterro P., Tel F., Viggiani P., and Zanin G. 2008. Relationships between crop yield and weed time of emergence/ removal: modelling and parameter stability across environments. Weed Research 48: 378-388.
- 6- Couses R., Btain P., Odonovan J.T., and Osulilvan P.A. 1987. The use of biologically realistic wquation to describe the effect of weed density and relative time of emergence on crop yield weed Science 35: 720-725.
- 7- 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.
- 8- Gilreath J.P., and Santos B.M. 2004. Herbicide dose and incorporation depth in combination with 1, 3-dichloropropene plus chloropicrin for *Cyperus rotundus* control in tomato and pepper. Crop Protection 23:205-210.
- 9- Gresta F., Lombardo G.M., Siracusa L., and Ruberto G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systema. A review. Agronomy for sustainable Development 28: 95-112.
- 10- Gresta F., Lombardo G.M., and Avola G. 2009. Saffron, sigmas production as affected by soil texture. 3th international symposium on Saffronan: forthcoming challenges in cultivation, research and economics.
- 11- Holm L.G., Plucknett D.L., Pancho J.V., and P Herberger J. 1991. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Malabar, FL: Krieger Publishing 125-133.
- 12- Horowitz M. 1972. Growth, tuber formation and spread of *Cyperus rotundus* L. Weed Research 11:88-93.
- 13- Horowitz M. 1965. Data on the biology and chemical control of the nutsedge (*Cyperus rotundus*) in Israel. Int. J. Pest Manag. Part C, 11:389-414.
- 14- Jerry A., and Ivan Y. 1997. Effect of Rhizome Depth in Soil on Emergence and Growth of Field Mint (*Mentha arvensis*). Weed Technology 11: 149-151.
- 15- 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.
- 16- Justice O.L., and Whitehead M.D. 1946. Seed production, viability and dormancy in the nutgrass, *Cyperus rotundus* and *C. esculentus*. Journal of Agricultural Research 73:303-318.
- 17- Khalighi A., Y Hojjati., M Babalar., and R Naderi. 2006. Effects of cytokinin nutrient treatment and soil texture on quality and quantity charactristic of onion and scallion in Darwin hybrid tuplip, Apeldroorn figure. Agronomy Journal in Agriculture and Gardening 73:58-64. (In Persian with English summary).
- 18- Klimeš L., Klimešová J., and Osbornová J. 1993. Regeneration capacity and carbohydrate reserves in a clonal plant *Rumex alpinus*: effect of burial. Vegetatio 109:153-160

- 19- Nelson K.A., and Renner K.A. 2002. Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) control and tuber production with glyphosate and ALS inhibiting herbicides. *Weed Technol* 16: 512-519.
- 20- Siriwardana G., and Nishimoto R.K. 1987. Propagules of purple nutsedge (*Crperus rotundus*) in soil. *Weed Technology* 1:217-220.
- 21- Wearingen J. 2004. WeedUS: Database of Invasive Plants of Natural Areas in the U.S. (In progress). <http://www.nps.gov/plants/alien>.
- 22- Webster R.D., and Benedixen L.E. 1987. Year- round management of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) with or without polyethylene mulch. *Weed Science* 53:839-845.



Effects of Soil Texture and Burial Depth on Biological Characteristics of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.)

F. Rafiee Sarbijan Nasab^{1*}- H.R. Mohammad Dost Chamanabad²- A. Aein³- M.T. Alebrahim⁴- A. Asghari⁵

Received: 24-12-2018

Accepted: 03-06-2019

Introduction: *Cyperus rotundus* is a perennial weed of the Cyperaceae family spread throughout the tropical and subtropical parts of the world. It is a C4 and fast-growing plant that replicates rapidly through the extensive underground system and tuber. This weed causes damage to more than 92 countries and 50 crop species. In this regard, it is considered as the most damaging weed in the world. The amount of damage varies depending on the crop. One of the most important characteristics of purple nutsedge is the production of the tuber. According to available studies, burial depth of tuber plays an important role in the emergence of the onset of the competition period. Among the physical properties of the soil, soil texture plays an important role on plant growth characteristics, development of underground organs, especially in tuber plants and the amount of water penetration and maintenance. So, given the importance of accurately recognizing the biology and the ability to reproduce of nutsedge in its management, this research is also intended to study the effect of burial depths and the soil texture on the growth of purple nutsedge.

Materials and Methods: In order to evaluate the effects of soil texture and burial depth on purple nutsedge vegetative characteristics, a trial was conducted at Kerman Natural Resources and Agricultural Research Center, using factorial statistical method and experimental design of randomized complete blocks at three replications. The first factor was burial depth at five levels (2, 12, 22, 32 and 42 cm) and second factor was soil texture at three levels (sandy loam, silty loam and clay loam). The traits of emergence percentage, the time of emergence, the number of produced tubers and dry weight of the underground organs were measured at 130 days after planting. For this purpose, the pots and dumps were emptied, then the underground organs were separated and placed in paper envelopes and finally, paper envelopes were placed in oven with temperature of 75°C for 72 hours. Data were analyzed using SAS v. 9.1 software. Figures are also plotted by Sigmaplot v. 12 and Excel v. 2013.

Results and Discussion: The results showed that emergence time, germination percentage, underground organ dry weight and tuber numbers were affected by depth of planting and soil texture. Emergence of *C. rotundus* was faster in sandy soil and at a lower depth, so that the tubers grew in the sandy loam soil at a depth of 2 cm 7/7 days after planting (the shortest time), and silty loam and clay loam were ranked next lowest. Understanding ecology of germination and weed emergence plays an important role in their management. With increasing depth of sowing, the percentage of germination in the tested soil texture decreased. So that the maximum amount of germination (85%) was obtained at 2 cm depth of sandy loam soil and the lowest germination percentage was observed at depths > 32 cm in silty loam and clay loam soils and the depth of 42 cm of sandy loam soil encountered with no germination and emergence of seedling. According to the results, the underground organ dry weight of *C. rotundus* in the textures and depths of the soil was quite different. In sandy loam, the highest underground dry weight was obtained at the 2 cm depth and the lowest was at 42 cm depth (0) of sandy loam. The highest underground dry weight of the tuber (63.6 g) was observed at 12 cm depth and the lowest (0) was obtained at 32 and 42 cm depths. The results showed the highest tubers number was observed at 2 cm depth of sandy loam soil and the lowest was obtained at 42 cm depth of sandy loamy and 32 cm and 42 cm depth of sandy loamy. The number of tubers decreased with increasing planting depth in all three texture types. The highest percentage of tuber production in heavy textures (silty loam and clay loam) was formed in layers of

1, 2, 4 and 5- Ph.D. Student of Weed Science and Associate Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, respectively.

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

3- Seed and Plant Improvement Department, South of Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft

2 to 12 cm of the soil.

Conclusion: The results showed that with increasing depth in all three types of soil texture, all the growth characteristics of purple nutsedge significantly reduced. More than 80% of the distribution and dispersal of underground organs was formed at a depth of 2 to 12 cm. The percentage of emergence decreased by 100 % at 32 and 42 cm depths of clay loam and silty loam. It seems that, the lack of emergence at the high soil depth is due to disruption of gas exchanges and lack of light. Given the importance of tubers in reproduction of this plant, this should be considered in management strategies. The deep plowing by delaying the emergence and growth and decreasing the production of reproductive organs (rhizome and tuber) of purple nutsedge can be considered as a management option. This weed has high emergence ability in the sandy loam soils due to high permeability and porosity.

Keywords: Clay loam, Deep plow, Emergence percentage, Non-chemical management, Seedling

اثرات دُزهای کاهش یافته بروموکسینیل+تو، فور-دی و کود نیتروژن بر عملکرد گندم

(*Triticum aestivum* L.) در رقابت با پنیرک (*Malva neglecta* Wallr.)

کاظم بوعدار^۱ - الهام الهی فرد^{۲*} - عبدالرضا سیاهپوش^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۲

چکیده

درک ارتباط بین کود و علف کش در شرایط وجود رقابت میان محصول و علف هرز قادر است به عنوان ابزاری جهت پیش بینی عملکرد محصول و کمک به تصمیم گیری برای کاربرد بهینه کود نیتروژن و علف کش باشد. با این هدف آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در پاییز سال ۱۳۹۵ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل کود نیتروژن به عنوان کرت های اصلی در ۵ سطح ۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره و دُز علف کش بروموکسینیل+تو، فور-دی به عنوان کرت های فرعی در پنج سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰/۷۵ و ۱ برابر دز توصیه شده (۱/۵ لیتر در هکتار) بود. تراکم علف هرز پنیرک به تعداد ۵۰ بوته در متر مربع در تمامی کرت ها ثابت نگه داشته شد. همچنین، برای توصیف عملکرد گندم از مدل سیگموئیدی چهار پارامتری و برای توصیف تغییرات تعداد و وزن بذر علف هرز پنیرک در دُزهای کاهش یافته علف کش و سطوح مختلف کود اوره از معادله توانی سه پارامتری استفاده شد. عملکرد دانه گندم در پاسخ به افزایش دُز علف کش و کاهش توان رقابتی پنیرک در سطوح مختلف مصرف کود اوره افزایش نشان داد. بر اساس پیش بینی مدل ترکیبی، با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به همراه ۰/۳۷۵، ۰/۶۰، ۰/۷۵، ۱/۰۵، ۱/۳۵ و ۱/۵ لیتر در هکتار علف کش، عملکرد دانه به ترتیب ۲۰۲، ۲۷۷، ۳۲۹، ۴۰۸، ۴۴۳ و ۴۵۰ گرم در متر مربع برآورد شد. تعداد بذر پنیرک در شرایط مصرف مقادیر بیشتر کود نیتروژن و دُزهای کمتر بروموکسینیل+تو، فور-دی در حداکثر و در شرایط مصرف مقادیر کم کود نیتروژن و دُزهای بیشتر بروموکسینیل+تو، فور-دی در حداقل بود. وزن بذر پنیرک در شرایط بدون مصرف علف کش برای هر یک از سطوح مختلف نیتروژن بین ۴/۷۸ تا ۳۵/۸۷ گرم در متر مربع و برای تعداد بذر پنیرک تولید شده در شرایط بدون مصرف علف کش برای هر یک از سطوح کود نیتروژن بین ۱۹۱۵/۹۵ تا ۱۶۵۴۰/۷۶ بذر پنیرک در متر مربع بود. بیشترین عملکرد دانه گندم (۵۱۵/۴۰ گرم در متر مربع) با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم اوره همراه با مصرف ۱ لیتر علف کش بروموکسینیل+تو، فور-دی در هکتار به دست آمد. همچنین سطوح بالاتر کود اوره باعث کاهش عملکرد دانه گندم شد؛ این در حالی است که سطوح بالاتر اوره باعث افزایش تعداد و وزن بذر پنیرک شد.

واژه های کلیدی: توان رقابتی، دُز توصیه شده علف کش، مدل ترکیبی

مقدمه

نیتروژن یکی از نهاده های پرمصرف در کشاورزی می باشد (۷). چرا که نیتروژن یک عنصر کلیدی برای رشد و نمو گیاه می باشد (۷). به طوری که کشاورزان در سراسر دنیا جهت افزایش میزان عملکرد به میزان زیادی وابسته به مصرف کودهای نیتروژنی و همچنین علف کش ها می باشند. در دنیا برای تولید محصولات کشاورزی به ازای هر هکتار، یک کیلوگرم/لیتر آفت کش مصرف می شود در حالی که این میزان در ایران حدود ۵۶۲ گرم یا میلی لیتر یعنی معادل ۵۶ درصد آن است (۲۲).

تاکنون تلاش های زیادی به منظور کاهش مصرف علف کش با تمرکز بر تعامل بین دُزهای کاهش یافته علف کش و رقابت محصول - علف هرز در غلات دانه ریزی مانند جو بهار (*Hordeum vulgare* L.)، گندم بهار و پاییزه (*Triticum aestivum* L.) انجام شده است

در تشریح تعاملات میان علف های هرز و گیاه زراعی، رقابت علف های هرز با محصول، یک جز کلیدی در پیش بینی میزان افت عملکرد می باشد (۸). رابطه رقابتی بین گونه های گیاهی به میزان زیادی به عواملی مانند ذخیره و قابل دسترس بودن مواد غذایی وابسته است (۴). به همین دلیل اغلب مطالعات بر اثرات شرایط خاک نظیر میزان رطوبت خاک، نیتروژن و فسفر متمرکز شده است (۸). کود

۱ و ۲ - به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته شناسایی و مبارزه با علف های هرز و استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

(*) - نویسنده مسئول: (Email: e.elahifard@asnrukh.ac.ir)

DOI: 10.22067/jpp.v33i2.79663

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، انجام شد. کود نیتروژن (از منبع کود اوره) به عنوان کرت‌های اصلی در ۵ سطح ۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و دز علف‌کش بروموکسینیل+تو، فور-دی (بوکتریل، EC56%) به عنوان کرت‌های فرعی در پنج سطح ۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ برابر دز توصیه شده (۱/۵ لیتر در هکتار) بود. تراکم علف‌هرز پنیرک (*Malva neglecta* Wallr.) به تعداد ۵۰ بوته در متر مربع در تمامی کرت‌ها ثابت نگه داشته شد. آماده‌سازی زمین جهت کاشت با انجام مآخار و سپس شخم برگردان دار و تسطیح مزرعه انجام شد. کودهای فسفر (سوپر فسفات تریپل) و پتاس (سولفات پتاسیم) مورد نیاز هنگام آماده‌سازی مزرعه به ترتیب به مقدار ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اعمال شد. برای یکنواخت سبز شدن تراکم بوته‌ها، بذر مربوط به هر خط کشت برای هر یک از دو گیاه گندم (چمران ۲) و پنیرک به صورت ضریبی از تراکم مورد نیاز (به ترتیب ۳۵۰ و ۵۰ بوته در متر مربع) محاسبه و در پاکت جداگانه قرار داده شد. یک روز قبل از کشت شیارهایی به فواصل ۲۰ سانتی‌متر در کرت‌های مربوط ایجاد گردید، سپس بذور گندم به صورت دستی و به فواصل ۲ سانتی‌متری در داخل شیارها قرار داده شدند و همچنین بذور پنیرک به صورت دستی در بین خطوط کشت پخش شد. پس از سبز شدن، تراکم پنیرک به تعداد ۵۰ بوته در متر مربع در تمامی کرت‌ها ثابت نگه داشته شد. سمپاشی با استفاده از سمپاش پستی ۲۰ لیتری شارژی مدل Matabi مجهز به نازل تی‌جت (۱۱۰۰۳) و با فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال (کالیبره شده بر اساس مصرف ۲۰۰ تا ۳۰۰ لیتر آب در هکتار) به صورت پس‌رویشی در اواسط مرحله پنجه‌زنی گندم (۴-۶ برگه پنیرک) انجام شد. نیمی از کود نیتروژن به صورت پیش‌کاشت و نیم دیگر در اواسط مرحله پنجه‌زنی گندم توزیع شد. با توجه به آلوده بودن مزرعه به سایر علف‌های هرز به ویژه کشیده برگ‌هایی مانند چچم (*Lolium rigidum* Gaud.) عملیات سمپاشی با استفاده از علف‌کش کلودیناف پروپارگیل (تاپیک، EC8%، ۰/۸ لیتر در هکتار) به طور جداگانه انجام شد. پس از سمپاشی، نمونه‌برداری تخریبی از هر کرت (گندم و پنیرک) با استفاده از کادر ۵۰×۵۰ سانتیمتر مربع انجام شد. عملیات برداشت گندم در تاریخ ۳۰ فروردین تا پنجم اردیبهشت ۱۳۹۶ به صورت دستی و با داس از فاصله دو تا سه سانتی‌متری سطح زمین انجام شد. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس توزین شدند.

(۷). براین و همکاران (۱۹۹۹) و کیم و همکاران (۲۰۰۲) مدل‌های تعامل بین رقابت محصول-علف‌هرز و دُز علف‌کش را توسعه دادند (۹). آنها یک مدل تجربی رابطه بین عملکرد محصول و تراکم علف‌هرز با استفاده از مدل هذلولی راست گوشه را با یک مدل تجربی رابطه بین زیست توده علف‌هرز و دُز علف‌کش مشتق شده از منحنی دز-پاسخ استاندارد را با یکدیگر ترکیب کردند (۹). این رهیافت‌ها پیشنهاد می‌کند که تصمیم‌گیری به منظور انتخاب دُز علف‌کش بایستی طبیعت رقابت محصول-علف‌هرز را در نظر داشته باشد (۹). گونه‌های پنیرک از جمله مهمترین علف‌های هرز مشکل‌ساز در مزارع گندم استان خوزستان می‌باشند. از آنجا که پنیرک از نظر ذاتی نسبت به پهن‌برگ‌های رایج در کشور متحمل می‌باشد، لذا استفاده از علف‌کش جدید بروموکسینیل+تو، فور-دی (بوکتریل، EC56%) به همراه مقدار مناسب کود نیتروژن می‌تواند در مدیریت مطلوب‌تر پنیرک، گزینه مناسبی باشد. چرا که بهینه‌سازی مصرف علف‌کش از مهمترین موضوعات مورد توجه پژوهشگران علم علف‌های هرز می‌باشد (۲۲). در این راستا، در آزمایشی بر روی دو رقم گندم ورنباک و چمران ۲ گزارش شد دُز بسیار کمتری (۰/۴۴-۰/۴۰ نسبت از دُز توصیه شده) از مقدار توصیه شده علف‌کش مزوسولفورون-متیل+یودوسولفورون-متیل سدیم به منظور کاهش توان رقابتی خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) لازم بود (۲۳).

یعقوبی و همکاران (۱۹) گزارش کردند عملکرد دانه گندم با افزایش دُز علف‌کش سولفوسولفورون+مت‌سولفورون و مقدار مصرف نیتروژن افزایش یافت، به طوری که در شرایط بدون مصرف علف‌کش، افزایش نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه را از ۵۰ به ۱۳۰ گرم در متر مربع در شهریار و از ۶۳ به ۱۵۰ گرم در مترمربع در کرج افزایش داد؛ همچنین، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (قبل از کاربرد علف‌کش) و افزایش دُز علف‌کش از صفر به ۴۰ گرم ماده موثر در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه گندم از ۱۲۵ به ۶۹۰ گرم در متر مربع در منطقه شهریار و از ۱۳۰ به ۶۴۱ گرم در متر مربع در کرج شد (۱۹). بنابراین به منظور استفاده از دزهای کاهش یافته علف‌کش، لازم است که تأثیر دُزهای کاهش یافته علف‌کش بر رقابت گیاه زراعی-علف‌هرز کمی‌سازی شود. همچنین، ضروری است هر گونه سیستم عملگرای مدیریت علف‌های بر پایه پیش‌بینی مدل‌ها بایستی در رابطه با موقعیت چند گونه‌ای علف‌هرز باشد زیرا در مزرعه چندین گونه علف‌هرز در کنار گیاه زراعی وجود دارد. اگرچه تعداد زیادی از مطالعات بر پایه پیش‌بینی افت عملکرد محصول با استفاده از یک گونه علف‌هرز انجام شده است (۹).

هدف از این پژوهش توسعه یک مدل تجربی برای تخمین عملکرد محصول گندم و علف‌هرز پنیرک با استفاده از تلفیق منحنی‌های دز-پاسخ کاربرد علف‌کش و کود نیتروژن بود.

مصرف علف‌کش در هر سطح از مصرف کود اوره، x ، دز علف‌کش و a و b ضرایب معادله می‌باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS9.2 تجزیه و تحلیل و همچنین به منظور رسم نمودارها از نرم‌افزار SigmaPlot11 استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه گندم

اثر ساده کود نیتروژن و دز علف‌کش و برهمکنش این دو به‌طور معنی‌داری عملکرد گندم را تحت تأثیر قرار داد ($P<0.01$) (داده‌ها نشان داده نشد). برآورد پارامترهای برازش مدل سیگموئیدی به داده‌های عملکرد دانه گندم در برابر دزهای کاهش‌یافته علف‌کش بروموکسینیل+تو، فور-دی در جدول (۱) ارائه شده است. بر اساس پیش‌بینی‌های این مدل Y_{wf} (عملکرد دانه گندم در شرایط عاری از علف هرز) بین ۱۹۵/۷۷ تا ۴۶۶/۲۲ گرم در متر مربع، Y_{wi} (عملکرد دانه گندم در شرایط آلوده به علف هرز) بین ۹۹/۲۹ تا ۱۹۷/۰۷ گرم در متر مربع، CD_{50} (دز مؤثر مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد از تأثیر رقابت علف‌های هرز بر عملکرد دانه گندم) بین ۰/۶۷۵ تا ۰/۵۷۰ لیتر در هکتار و شیب منحنی سیگموئیدی بین ۰/۱۶ و ۰/۱۵ در سطوح مختلف مصرف اوره متغیر بود. این مدل به‌خوبی تغییرات عملکرد دانه گندم با افزایش دز علف‌کش را توجیه کرد؛ به طوری که ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف‌کش بالاتر از ۰/۹۶ برآورده شد و همچنین تجزیه واریانس رگرسیون نیز برای همه‌ی سطوح کودی معنی‌دار بود ($P\leq 0.01$).

در این آزمایش، به منظور توصیف عملکرد گندم از مدل سیگموئیدی چهار پارامتری (معادله ۱) استفاده شد (۲۱).

$$Y = Y_{wf} + \frac{Y_{wf} - Y_{wi}}{1 + \exp\left(-\left(\frac{\text{dose} - CD_{50}}{B}\right)\right)}$$

که در این مدل، پارامتر Y_{wf} ، عملکرد گندم در شرایط عاری از علف هرز، Y_{wi} عملکرد گندم در شرایط آلوده به علف هرز، CD_{50} ، دز مؤثر مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد از تأثیر رقابت علف‌های هرز بر عملکرد گندم و B شیب منحنی سیگموئیدی است.

به منظور ارائه یک مدل ترکیبی که قادر به توصیف اثر هر دو عامل مصرف کود نیتروژن و دز علف‌کش بر عملکرد گندم باشد، ابتدا با استفاده از یک تابع مناسب تغییرات عملکرد گندم در پاسخ به دز علف‌کش توصیف شد و سپس تغییرات هر یک از پارامترهای آن در پاسخ به مقدار مصرف کود نیتروژن با روابط دیگری توصیف شد. در نهایت، مدل ترکیبی با جایگزاری روابط مختلف به‌جای پارامترهای مدل اولیه به دست آمد.

تولید و وزن بذر پنیرک

به منظور اندازه‌گیری تعداد و وزن بذر پنیرک از نمونه‌های برداشت شده در برداشت نهایی، بذر بوته‌های هر نمونه جدا شده و توسط دستگاه بذر شمار شمارش شد. سپس وزن بذر پنیرک توسط ترازو دیجیتالی (دقت ۰/۰۱) توزین شد. برای توصیف تغییرات تعداد و وزن بذر پنیرک در دزهای کاهش یافته علف‌کش و سطوح مختلف اوره از معادله توانی سه پارامتری (معادله ۲) استفاده شد.

$$Y = Y_0 + aX^b \quad (2)$$

که در این معادله Y_0 ، حداکثر تولید بذر علف هرز در شرایط بدون

جدول ۱- پارامترهای مربوط به مدل سیگموئیدی برهمکنش سطوح مختلف اوره و بروموکسینیل+تو، فور-دی بر عملکرد دانه گندم

Table 1- Parameters related to the sigmoid model interactions of different levels of urea and bromoxynil + 2, 4-D on wheat yield

کود اوره (کیلوگرم در هکتار) Urea fertilizer (Kg ha ⁻¹)	پارامتر ± خطای استاندارد برآورد شده Parameter ± Estimated Standard Error				R ²	P
	†Y _{wf} (g m ⁻²)	Y _{wi} (g m ⁻²)	CD ₅₀	B		
0	195.77±2.46	99.29±3.19	0.45±0.06	0.16±0.01	0.99	0.026
75	311.28±10.19	19.17±8.91	0.38±0.03	0.17±0.04	0.99	0.046
150	477.08±5.45	114.21±7.90	0.43±0.01	0.16±0.01	0.99	0.017
225	515.40±19.89	124.08±31.75	0.41±0.03	0.16±0.03	0.99	0.058
300	466.22±11.61	197.07±21.37	0.38±0.02	0.15±0.02	0.99	0.045

†Y_{wf}: عملکرد دانه گندم در شرایط عاری از علف هرز؛ Y_{wi}: عملکرد دانه گندم در شرایط آلوده به علف هرز؛ CD₅₀: دز مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد از تأثیر رقابت علف‌های هرز بر عملکرد دانه گندم؛ B: شیب منحنی سیگموئیدی.

†Y_{wf}=Wheat grain yield in weed free treatment; Y_{wi}=Wheat grain yield in weed infested treatment; CD₅₀= Competitive dose required to reduce weed competitiveness by 50%; B=Steepness of the curve.

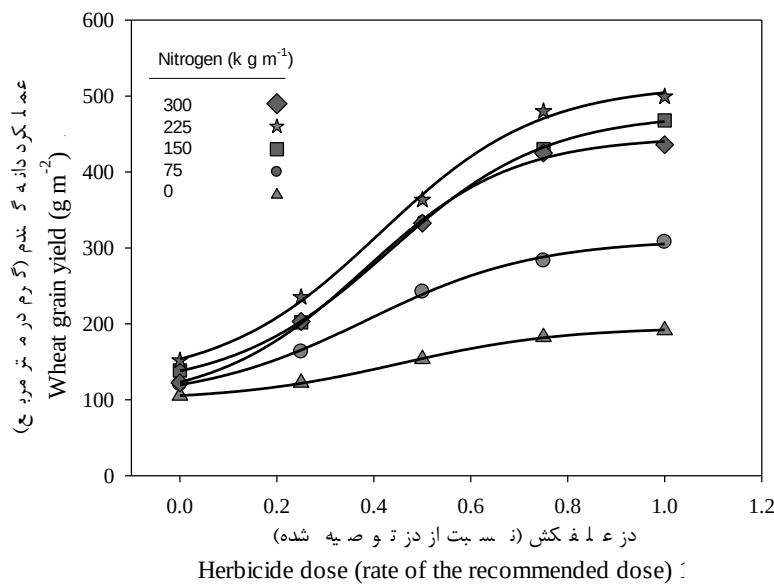
به صورت زیر توصیف شد.

$$Y_{wf} = V_0 + gN + kN^2 \quad \text{معادله (۳)}$$

که V_0 ، g و k ضرایب این معادله هستند. این مدل ۰/۹۱ از تغییرات Y_{wf} با افزایش مصرف کود را توجیه کرد (شکل ۲). بر اساس این مدل Y_{wf} با افزایش مصرف کود اوره افزایش و با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار به حداکثر رسید و مصرف کود بیشتر از این حد باعث کاهش عملکرد دانه گندم در شرایط عاری از علف هرز شد.

عملکرد دانه گندم در پاسخ به افزایش دُز علف کش و کاهش توان رقابتی علف های هرز در سطوح مختلف مصرف کود اوره افزایش نشان داد (شکل ۱). با این حال شیب و شکل افزایش منحنی برای سطوح مختلف مصرف اوره متفاوت بود (شکل ۱).

با ارزیابی روابط رگرسیونی مختلف مدل مناسبی برای توصیف تغییرات هر یک از چهار پارامتر رابطه سیگموئیدی در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره انتخاب شد. تغییرات Y_{wf} در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره (N) با استفاده از یک رابطه ی درجه ۲ (معادله ۳)



شکل ۱- منحنی سیگموئیدی برازش داده شده به عملکرد دانه گندم در پاسخ به افزایش دُز بروموکسینیل + تو، فور-دی در سطوح مختلف کود اوره
Figure 1- Sigmoid curve fitted to wheat yield in response to increased dose of bromoxynil+2, 4-D in urea fertilizer levels

تغییرات عملکرد دانه گندم در واکنش به دز علف کش بروموکسینیل + تو، فور-دی مدلی ترکیبی (معادله ۵) برای پیش بینی برهمکنش کود اوره و دز علف کش بر عملکرد دانه گندم به شکل زیر به دست آمد.
معادله (۵)

$$Y = \alpha N + \rho N^2 \delta_0 + \frac{\delta_0 + \alpha N + \rho N^2 - w_0 + \theta(1 - \exp(-b^N))}{1 + \exp\left(-\left(\frac{\text{dose} - Y_0 + \delta(1 - \exp(-g^N))}{\theta_0 + \tau \exp(\varphi^N B)}\right)\right)}$$

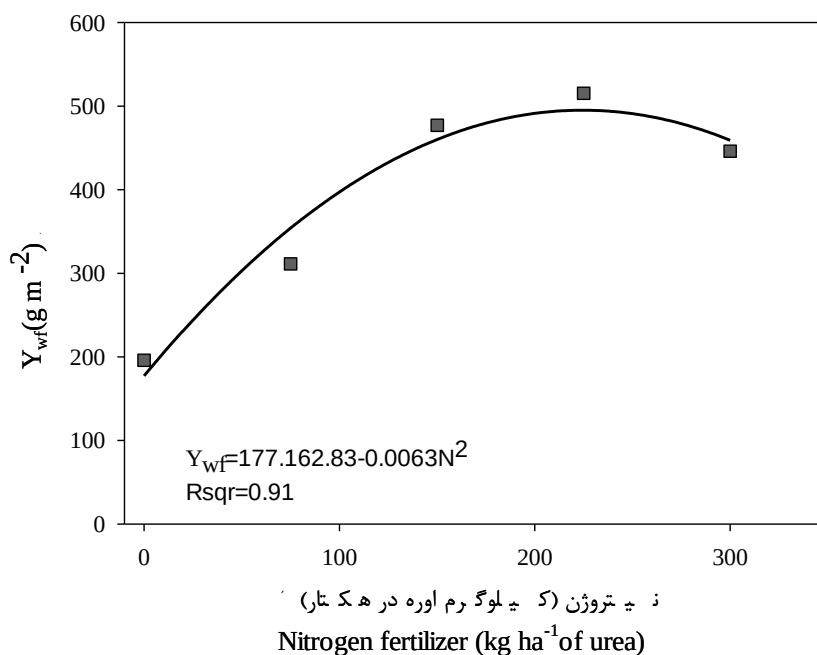
بر اساس پیش بینی این مدل، عملکرد دانه گندم در شرایط مصرف مقادیر بیشتر کود اوره و دُزهای بالاتر بروموکسینیل + تو، فور-دی در حداکثر و در شرایط مصرف مقادیر کم کود اوره و دُزهای کمتر علف کش در حداقل بود. همچنین، در شرایط مصرف مقادیر بالاتر کود اوره، شیب کاهش عملکرد دانه گندم در اثر رقابت با علف هرز با کاربرد دُزهای کاهش یافته علف کش شدیدتر از شرایط مصرف مقادیر کم کود اوره بود (شکل ۴).

مقادیر برآورد شده پارامتر Y_{wf} مربوط به گندم (جدول ۲) در هر سطح کودی رسم شد تا روابط این پارامتر با کود مشخص گردد. تغییرات پارامتر Y_{wi} در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره با استفاده از یک رابطه ی درجه ۲ (معادله ۴) به صورت زیر توصیف شد.

$$Y_{wi} = M_0 + F\chi + P\chi^2 \quad \text{معادله (۴)}$$

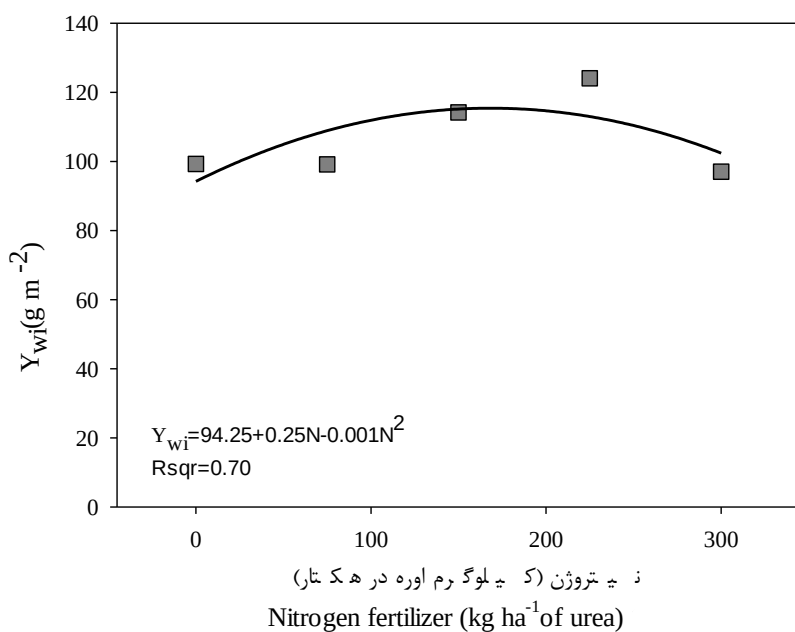
که در این معادله M_0 ، F و P ضرایب این معادله هستند (شکل ۳). بر اساس این مدل Y_{wi} با افزایش مصرف کود اوره افزایش و با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به حداکثر رسید و مصرف کود بیشتر از این حد با کاهش عملکرد دانه گندم در شرایط عاری از علف هرز همراه بود. مقادیر برآورد شده پارامتر Y_{wi} مربوط به گندم (جدول ۲) در هر سطح کودی رسم شده اند تا روابط این پارامتر با کود مشخص گردد.

با جایگزاری روابط توصیف کننده Y_{wi} ، Y_{wf} و CD_{50} و B در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره در مدل سیگموئیدی توصیف کننده



شکل ۲- تغییرات Y_{wf} (عملکرد گندم در شرایط عاری از علف‌هرز) در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره

Figure 2- Y_{wf} (wheat yield in weed free conditions) changes in response to increasing urea fertilizer consumption



شکل ۳- تغییرات Y_{wi} (عملکرد دانه گندم در شرایط آلوده به علف‌هرز) در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره

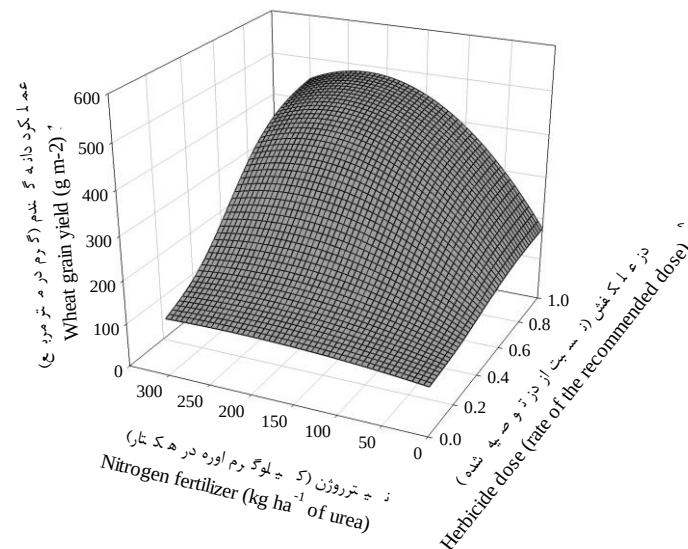
Figure 3- Y_{wi} (wheat grain yield in weed infested conditions) changes in response to increasing urea fertilizer consumption

کانتور در شکل ۵ ارائه شده است. بر اساس پیش‌بینی مدل ترکیبی، با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به همراه ۰/۳۷۵، ۰/۶۰، ۰/۷۵، ۱/۰۵، ۱/۳۵ و ۱/۵ لیتر در هکتار علف‌کش، عملکرد دانه به

دُز مورد نیاز از علف‌کش بروموکسینیل+تو، فور-دی برای دستیابی به میزان معینی از عملکرد دانه گندم تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز در شرایط متفاوت مدیریت کود اوره در قالب نمودار

سرعت توسعه سطح برگ بیشتری داشته و سطح برگ خود را به نحو مطلوبی در کانوبی توزیع کرده اند در رقابت با علف‌هرز موفق‌تر بوده و دارای شیب کاهش عملکرد کمتری در شرایط تداخل با علف‌هرز هستند. رابرتز و همکاران (۱۵) نیز ارتفاع نهایی، زودرسی و جذب نور به وسیله کانوبی گندم را موجب افزایش توان رقابتی آن و کاهش عملکرد علف‌هرز دانستند. همچنین، ینیش و یانگ (۲۰) استفاده از ارقام پا بلند راه حلی موثر در بهبود توان رقابتی گندم عنوان کردند. تمامی یافته‌های منابع حاضر ارتباط بین نتایج حاصل از این تحقیق را کاملاً تصدیق می‌کنند. نتایج تحقیقی دیگر نشان داد که افزایش نیتروژن فراتر از حد مطلوب گندم سبب افزایش تلفات عملکرد از ۴۲/۱ درصد به ۵۰/۴ درصد گردید (۱۱). آنان نتیجه گرفتند که خردل وحشی در رقابت با گندم توانایی بیشتری در استفاده از نیتروژن داشته و از این طریق برتری رقابتی کسب می‌کند (۱۱).

ترتیب به ۲۰۲، ۲۷۷، ۳۲۹، ۴۰۸، ۴۴۳ و ۴۵۰ گرم در متر مربع رسید (شکل ۵). عملکرد دانه گندم افزایش چندانی از سطح ۲۰۰ تا ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت. در همین راستا گزارش شده که عملکرد دانه ذرت در سطوح مختلف نیتروژن با حضور علف‌های هرز در مقایسه با شرایط بدون علف‌هرز به طور معنی‌داری پایین‌تر بود (۳) و (۴). در آزمایشی دیگر مشاهده شد که اُفت عملکرد بیولوژیک و دانه گندم در اثر ورود اولین بوته علف‌هرز پهن برگ خردل وحشی در گندم رقم سائسون نسبت به رقم الوند به ترتیب ۱/۸ و ۱/۵ برابر بیشتر بود. همچنین با افزایش تراکم خردل وحشی عملکرد بیولوژیک و دانه رقم سائسون نسبت به رقم الوند با سرعت بیشتری کاهش پیدا کرد و از تراکم‌های ۸ و ۲۴ بوته خردل وحشی در مترمربع، به ترتیب عملکرد بیولوژیک و دانه رقم الوند نسبت به سائسون برتری یافت (۱۶). مطالعات نگواجیو و همکاران (۱۲) نشان داد ارقامی که ارتفاع و



شکل ۴- پیش‌بینی عملکرد دانه گندم در رقابت با پنیرک تحت تأثیر دُزهای کاهشیافته بروموکسینیل + تو، فور-دی و کود اوره

Figure 4- Prediction of wheat yield in competition with common mallow influenced by reduced doses of bromoxynil+2, 4-D and urea fertilizer

شد:

$$Y_0 = \kappa_0 + DN + WN^2 \quad \text{معادله (۶)}$$

$$a = v_0 + RN + UN^2 \quad \text{معادله (۷)}$$

که در معادله‌های فوق D ، R ، W و U ضرایب معادله می‌باشند. با جایگزاری روابط توصیف‌کننده a ، Y_0 و B در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره در مدل توانی توصیف‌کننده تغییرات تعداد بذر پنیرک در واکنش به دُز بروموکسینیل + تو، فور-دی مدلی ترکیبی (معادله ۸) برای پیش‌بینی برهمکنش کود اوره و دز علف‌کش بر تولید بذر پنیرک

تولید بذر پنیرک

تغییرات بذر پنیرک در پاسخ به دُز علف‌کش با استفاده از یک رابطه توانی سه پارامتری توصیف شد. تعداد بذر پنیرک در شرایط مصرف مقادیر بیشتر کود نیتروژن و دُزهای کمتر بروموکسینیل + تو، فور-دی در حداکثر و در شرایط مصرف مقادیر کم کود نیتروژن و دُزهای بیشتر بروموکسینیل + تو، فور-دی در حداقل بود (جدول ۲ و شکل ۶).

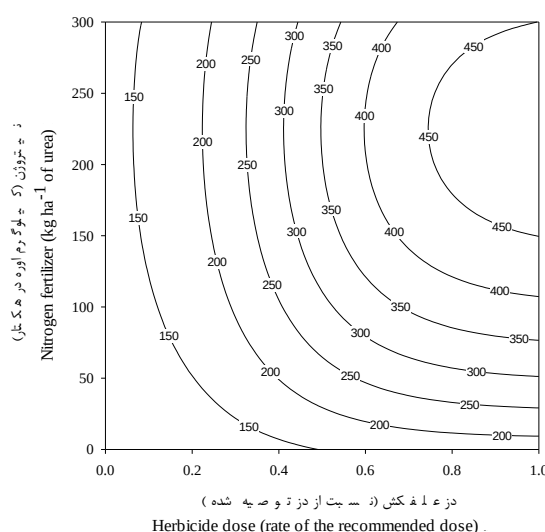
تغییرات پارامتر Y_0 در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره با استفاده از یک رابطه‌ی کوادراتیک (معادله‌های ۶ و ۷) به صورت زیر توصیف

به شکل زیر به دست آمد.

$$Y = (\kappa_0 + DN + WN^2) + (v_0 + RN + UN^2) \times \text{dose}^{0.8814} \quad (8)$$

نتایج نشان داد با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره و بدون مصرف علف کش، بیشترین بذر پنیروک (۱۶۵۴۰/۷۶ بذر در متر مربع) بدست آمد. در حالی که کمترین تعداد بذر پنیروک با عدم مصرف کود اوره همراه با مصرف ۱ لیتر بروموکسینیل+تو، فور-دی در هکتار به دست آمد. نتایج نشان داد که سطوح بالاتر اوره باعث افزایش تعداد و وزن بذر پنیروک شد (شکل ۷).

آسکیو و ویلکات (۱) در بررسی اثر علف‌هرز هفت بند (*Gossypium*) بر گیاه پنبه (*Polygonum persicaria* L.)



شکل ۵- دز بروموکسینیل+تو، فور-دی و میزان کود اوره مورد نیاز برای حفظ سطح معینی از عملکرد دانه گندم در شرایط رقابت با علف هرز
Figure 5- Bromoxynil+ 2, 4-D dose and required urea fertilizer to maintain a certain level of grain yield of wheat in weed infested conditions

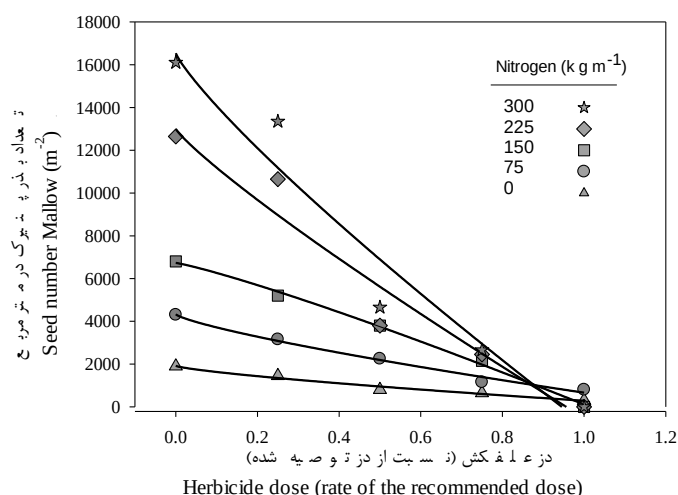
جدول ۲- پارامترهای مربوط به مدل توانی برهمکنش سطوح مختلف کود اوره و بروموکسینیل+تو، فور-دی بر تولید بذر پنیروک

Table 2- Parameters related to the power model interactions of different levels of urea and bromoxynil + 2, 4-D on common mallow seed production

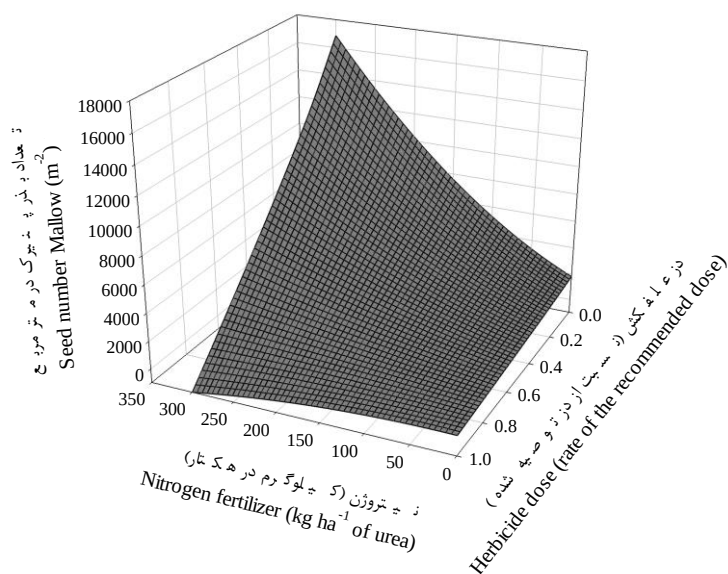
کود اوره (کیلوگرم در هکتار)	پارامتر ± خطای استاندارد برآورد شده Parameter ± Estimated Standard Error			R ²	P
Urea fertilizer (Kg ha ⁻¹)	†Y ₀	b	a		
0	1915.95±133.94	0.75±0.18	-1631.16±172.80	0.95	0.022
75	4321.22±209.51	0.78±0.13	-3660.22±270.44	0.97	0.011
150	6729.55±199.56	1.15±0.20	-6618.53±261.29	0.99	0.003
225	12998.18±1784.29	0.87±0.30	-13515.30±308.74	0.89	0.055
300	16540.76±2286.92	0.68±0.14	-17345.45±506.93	0.89	0.055

†Y₀، حداکثر تولید بذر در شرایط بدون مصرف علف کش در هر یک از سطوح مصرف اوره (N)؛ a و b نیز ضرایب معادله می‌باشند.

†Y₀, The maximum produced seed without herbicide consumption at each urea consumption level; a and b are coefficient of function.



شکل ۶- منحنی توانی برآزش داده شده به تعداد بذر پنیرک در پاسخ به افزایش دز بروموکسینیل + تو، فور-دی در سطوح مختلف کود اوره
Figure 6- Power curve fitted to common mallow seed number in response to increasing bromoxynil+2, 4-D dose in different level of urea fertilizer



شکل ۷- پیش بینی شاخص تعداد بذر پنیرک تحت تأثیر دزهای کاهش یافته بروموکسینیل + تو، فور-دی و کود اوره
Figure 7- Estimation of the index of the number of mallow seed affected by reduced doses of bromoxynil+ 2, 4-D and urea fertilizer

(۱۸) نشان داد که در ارقام زراعی یولاف (*Avena sativa* L.)، با ورود اولین بوته علف هرز یولاف وحشی در واحد سطح، ۶۵ عدد بذر تولید شد و در حداکثر تراکم آن، مقدار بذر تولیدی به ۱۸۰۸۰ عدد در متر مربع رسید. در تحقیقات لیفادزی و دیله (۱۰) نیز تابع غیر خطی دو پارامتری، تغییرات تولید بذر علف‌های هرز پهن برگ تاج خروس (*Amaranthus palmeri* S Watts., AMAPA) و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus, ABUTH) را نسبت به تراکم

افزون بر این، حداکثر توان تولید بذر توسط علف هرز در بالاترین تراکم ممکن آن بین ۵۳۹ الی ۷۹۶ گرم بر متر مربع آورد شد. در تحقیق انجام شده در ایالت آلبرتا، کاشت بذر جو در مقادیر نسبتاً زیاد، تأثیر دزهای کاهش یافته علف کش ترالکوکسیدیم را بر مهار یولاف وحشی (*A. fatua* L.) افزایش داد (۱۴). همچنین، ادغام نتایج دوساله آزمایش‌های ویلنبرگ و همکاران

وزن بذر پنیرک

تغییرات وزن بذر پنیرک در پاسخ به دز علف کش از یک رابطه توانی سه پارامتری توصیف شد. بر اساس اطلاعات مندرج در جدول ۳، Y_0 با افزایش میزان کود نیتروژن افزایش یافت. به طوری که این روند افزایش ارتباط بسیار معنی داری با افزایش میزان کود داشت. بر اساس پیش بینی این مدل، وزن بذر پنیرک در شرایط مصرف مقادیر بیشتر کود اوره و دزهای کمتر بروموکسینیل+تو، فور-دی در حداکثر و در شرایط مصرف مقادیر کم کود اوره در حداقل بود (شکل ۸).

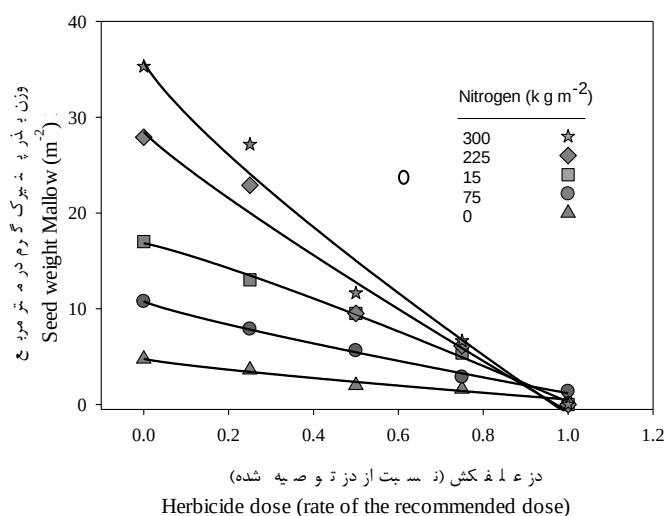
آن را در تداخل با ذرت (*Zea mays* L.) به خوبی توصیف نمود و یافته های ایشان نشان داد که تیمار علف کش قادر به کاهش تولید بذر در تاج خروس نشد و میانگین تولید بذر در تاج خروس ۱۲۳۱۴۰ بذر در مترمربع بدون اعمال علف کش و ۷۵۹۳۰ و ۱۱۰۴۷۰ بذر در متر مربع به ترتیب با کاربرد ایزوکسافلوتول یا فلومتسولام بود. همچنین به ازاء ورود اولین بوته گاوپنبه، ۲۲۰۶ عدد بذر در متر مربع تولید شد و بیشترین مقدار تولید بذر گاوپنبه ۲۷۲۱۰ عدد در واحد سطح در شرایط بدون کاربرد علف کش به دست آمد (۱۰).

جدول ۳- پارامترهای مربوط به مدل توانی برهمکنش سطوح مختلف کود اوره و بروموکسینیل+تو، فور-دی بر وزن بذر پنیرک
Table 3- Parameters related to the power model interactions of different levels of urea and bromoxynil + 2, 4-D on mallow seed weight

کود اوره (کیلوگرم در هکتار) Urea fertilizer (Kg ha ⁻¹)	پارامتر ± خطای استاندارد برآورد شده Parameter ± Estimated Standard Error			R ²	P
	Y ₀	b	a		
0	4.78±0.033	0.81±0.18	-4.26±0.42	0.96	0.019
75	10.79±0.32	0.85±0.08	-9.60±0.42	0.99	0.004
150	16.84±0.49	1.15±0.10	-16.56±0.65	0.99	0.003
225	28.50±3.10	0.89±0.27	-29.23±4.01	0.92	0.036
300	35.87±3.30	0.82±0.21	-36.90±4.26	0.94	0.026

†Y₀، حداکثر وزن بذر در شرایط بدون مصرف علف کش در هر یک از سطوح مصرف اوره (N)؛ a و b نیز ضرایب معادله می باشند.

†Y₀, the maximum seed weight without herbicide consumption at each urea consumption level; a and b are coefficient of function.



شکل ۸- منحنی توانی برازش داده شده به وزن بذر پنیرک در پاسخ به افزایش دز بروموکسینیل+تو، فور-دی در سطوح مختلف کود اوره

Figure 8- Power curve fitted to mallow seed weight in response to increasing dose of bromoxynil+ 2,4-D and different levels of urea fertilizer

$$Y_0 = \lambda_0 + AN + vN^2 \quad \text{معادله (۹)}$$

معادل (۱۰)

$$Y = (\lambda_0 + AN + vN^2) + (\gamma + \mu N + \sigma N^2) \times \text{dose}^{0.90656}$$

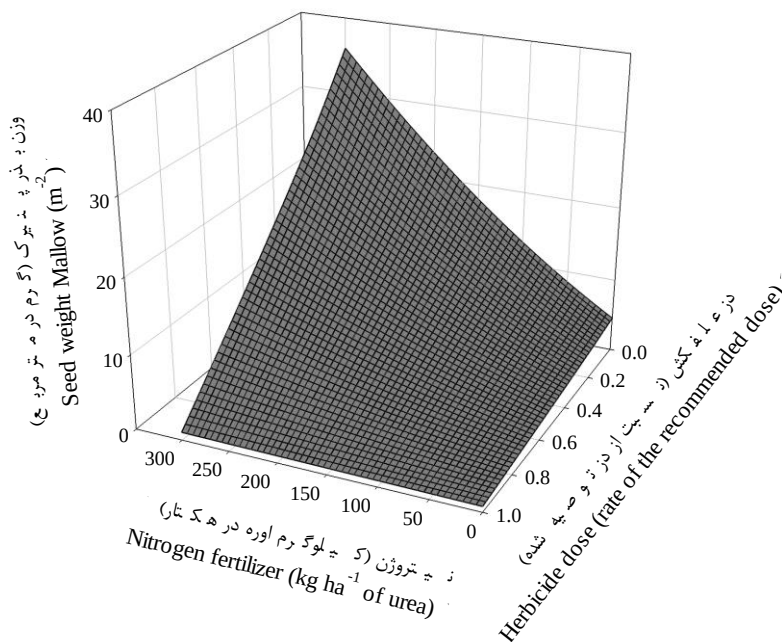
تغییرات پارامتر Y_0 در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره با استفاده از یک رابطه ی کوادراتیک (معادله های ۹ و ۱۰) به صورت زیر توصیف شد.

بذر پنیرک روند کاهشی داشت. هر یک از خطوط نمودار سه بعدی، دُر مورد نیاز از علف کش بروموکسینیل+تو، فور-دی برای کاهش وزن بذر پنیرک را به کمتر از یک حد معین را برای هر سطح کودی اعمال شده در مزرعه نشان می‌دهد (شکل ۹). قربان‌پور و همکاران (۶) گزارش کردند که حداکثر افت عملکرد پنبه به واسطه حضور علف هرز گاوپنبه در تراکم ۵ بوته در متر مربع رخ داد و تراکم بیشتر از ۵ بوته در متر مربع تغییر قابل توجهی در کاهش عملکرد و ش پنبه نداشت. بلکشاو و همکاران (۲) نیز در تحقیقات خود پیرامون رقابت کلزا و علف‌هرز ترب وحشی بیان نموده‌اند که تراکم ۶۴ بوته در متر مربع علف‌هرز به ترتیب توانایی تولید ۹۰ و ۱۵۰۰ گرم دانه و زیست توده را دارا بود. در پژوهشی دیگر، افزایش تراکم علف هرز گاوپنبه تا ۲۱ بوته در متر مربع علاوه بر کاهش کمیت و کیفیت علوفه ذرت سبب افزایش معنی‌دار زیست توده و تعداد بذر تولیدی گونه هرز شد (۱۶). در آزمایش مشابهی در گندم بر مبنای مدل ترکیبی، دُر مورد نیاز برای کاهش زیست توده علف‌های هرز به کمتر از ۵۰ گرم در متر مربع با مصرف ۱۴۰، ۲۱۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (۳).

با جایگزاری روابط توصیف‌کننده Y_0 ، a و B در پاسخ به افزایش مصرف کود اوره در مدل توانی توصیف‌کننده تغییرات وزن بذر پنیرک در واکنش به دُر بروموکسینیل+تو، فور-دی مدلی ترکیبی (معادله ۱۱) برای پیش‌بینی برهمکنش کود اوره و دُر علف کش بر وزن بذر پنیرک به شکل زیر به دست آمد.

$$Y = (\lambda_0 + AN + vN^2) + (\gamma + \mu N + \sigma N^2) \times \text{dose}^{0.90656} \quad (11)$$

حدود وزن بذر پنیرک در شرایط بدون مصرف علف کش برای هر یک از سطوح مختلف نیتروژن بین ۴/۷۸ تا ۳۵/۸۷ گرم در متر مربع و برای حدود تولید بذر پنیرک در شرایط بدون مصرف علف کش برای هر یک از سطوح مختلف کود نیتروژن بین ۱۹۱۵/۹۵ تا ۱۶۵۴۰/۷۶ و بذر پنیرک در متر مربع بود (جدول ۲ و ۳). این در حالی است که در شرایط مصرف دُرهای بالاتر بروموکسینیل+تو، فور-دی وزن و تعداد



شکل ۹- پیش‌بینی وزن بذر پنیرک در رقابت با گندم تحت تأثیر دزهای کاهش‌یافته بروموکسینیل+تو، فور-دی و کود اوره

Figure 9- Prediction of mallow seed weight in competition with wheat under the influence of reduced doses of bromoxynil+2, 4-D and urea fertilizer

دانه در متر مربع) افزایش نشان داد و پس از آن اندکی کاهش یافت. این در حالی بود که عملکرد دانه گندم در تیمار آلوده به پنیرک با افزایش مصرف کود اوره (۱۹۷/۰۷-۹۹/۲۹ گرم دانه در متر مربع) افزایش یافت. همچنین، دُر مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد از تأثیر

نتیجه‌گیری

عملکرد دانه گندم در تیمار عاری از پنیرک در سطوح مختلف مصرف کود اوره تا سطح ۲۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار (۵۱۵/۴۰ گرم

هر یک از سطوح مختلف کود اوره بین ۱۹۱۵/۹۵ تا ۱۶۵۴۰/۷۶ بذر پنیرک در متر مربع بود. این در حالی است که در شرایط مصرف دزهای بالاتر علف کش بروموکسنیل+تو، فور-دی وزن و تعداد بذر پنیرک روند کاهشی داشت. به طور کلی، بیشترین عملکرد دانه گندم (۵۱۵/۴۰ گرم دانه در متر مربع) با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره همراه با مصرف ۱ لیتر در هکتار بروموکسنیل+تو، فور-دی و کمترین میزان بذر پنیرک (۴/۷۸ گرم در متر مربع) بدون مصرف کود اوره همراه با مصرف ۱ لیتر در هکتار بروموکسنیل+تو، فور-دی به دست آمد.

رقابت علف‌های هرز بر عملکرد دانه گندم در سطوح کود اوره روند کاهشی داشت. نتایج نشان داد که سطوح بالاتر کود اوره باعث کاهش عملکرد دانه گندم شد؛ این در حالی است که سطوح بالاتر اوره باعث افزایش تعداد و وزن بذر پنیرک شد. تعداد بذر پنیرک در شرایط مصرف مقادیر بیشتر کود اوره و دزهای کمتر علف کش بروموکسنیل+تو، فور-دی در حداکثر و در شرایط مصرف مقادیر کم کود اوره و دزهای بیشتر علف کش بروموکسنیل+تو، فور-دی در حداقل بود. حدود وزن بذر پنیرک در شرایط بدون مصرف علف کش برای هر یک از سطوح مختلف اوره بین ۴/۷۸ تا ۳۵/۸۷ گرم در متر مربع و برای تولید بذر پنیرک در شرایط بدون مصرف علف کش برای

منابع

- 1- Askew S.D., and Wilcut J.W. 2002. Ladysthumb interference and seed production in cotton. *Weed Science* 50: 326-332.
- 2- Blackshaw R.B., Semach G., and Janzen H.H. 2002. Fertilizer application method affects nitrogen uptake in weeds and wheat. *Weed Science* 50: 634- 641.
- 3- Derakhshan A., Siadat S.A., and Bakhshandeh A. 2018. Modeling the interaction of herbicide doses and nitrogen fertilizer on crop and weed biomass production in multiple weed species-wheat interference. *Journal of Crop Production* 11:169-184. (In Persian with English abstract)
- 4- Evans S.P., Knezevic S.Z., Lindquist J.L., and Shapiro C.A. 2003a. Influence of nitrogen and duration of weed interference on corn growth and development. *Weed Science* 51: 546-556.
- 5- Evans S.P., Knezevic S.Z., Lindquist J.L., Shapiro C.A., and Blankenship E.E. 2003b. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science* 51: 408- 417.
- 6- Ghorbanpour E., Ghaderifar F., and Gharekhloo J. 2014. Effect of row spacing on competition of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic.) with cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Crop Production and Processing* 12: 285-294. (In Persian with English abstract)
- 7- Kim D.S., Marshall E.J.P., Brain P., and Caseley J.C. 2006a. Modelling the effects of sub-lethal doses of herbicide and nitrogen fertilizer on crop-weed competition. *Weed Research* 46: 492-502.
- 8- Kim D.S., Marshall E.J.P., Caseley J.C., and Brain P. 2006b. Modelling interactions between herbicide and nitrogen in terms of weed response. *Weed Research* 46: 480-491.
- 9- Kim D.S., Marshall E.J.P., Caseley J.C., and Brain P. 2006c. Modelling interactions between herbicide dose and multiple weed species interference in crop-weed competition. *Weed Research* 46: 175-184.
- 10- Liphadzi K.B., and Dille J.A. 2006. Annual weed competitiveness as affected by preemergence herbicide in corn. *Weed Science* 54: 156-165.
- 11- Moosavi K., Nassiri Mahalati M., Rahimiyan H., Ghanbari A., Banayan M., and Rashed Mohasel M.H. 2004. Seed rate and nitrogen fertilizer effects on wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) competition. *Iranian Journal of Crop Science* 2: 107-120. (In Persian with English abstract)
- 12- Ngouajio M., McGiffen Jr. M.E., and Hembree K.J. 2001. Tolerance of tomato cultivar to velvetleaf interference. *Weed Science* 49: 91-98.
- 13- O'Donovan J.T., and Blackshaw R.E. 1997. Effect of volunteer barley (*Hordeum vulgare* L.) interference on field pea (*Pisum sativum* L.) yield and profitability. *Weed Science* 45: 249-255.
- 14- O'Donovan J.T., Blackshaw R.E., Haker K.N., Clayton G.W., Moyer J.R., Dosdall L.M., Maurice D.C., and Turkington T.K. 2007. Integrated approaches to managing weeds in spring sown crops in western Canada. *Crop Protection* 26: 390-398.
- 15- Roberts J.R., Peeper T.F., and Solie J.B. 2001. Wheat (*Triticum aestivum*) row spacing, seeding rate and cultivar affect interference from rye (*Secale cereale*). *Weed Technology* 15: 19-25.
- 16- Saadatian B., Kafi M., Soleymani F., and Ahmadvand G. 2013. Evaluating empirical models to predict yield loss of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in interference with feral rye (*Secale cereale*). *Cereal Research* 3: 69-82. (In Persian with English abstract)
- 17- Werner E.L., Curran W.S., Harper J.k., RoTh G.W., and Knievel D.P. 2004. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference and seed production in corn silage and grain. *Weed Technology* 18: 779-783.
- 18- Willenborg C.J., May W.E., Gulden R.H., Lafond G.P., and Shirtliffe S.J. 2005. Influence of wild oat (*Avena fatua*) relative time of emergence and density on cultivated oat yield, wild oat seed production, and wild oat

- contamination. Weed Science 53: 342-352.
- 19- Yaghoobi S.R., Ghalavand A., Aghaalkhani M., and Zand E. 2011. Investigation of herbicide-nitrogen interaction on wheat yield and yield components in competition with *Lepyroclis holosteoides* Fenzl. Iranian Journal of Weed Science 7: 1-18. (In Persian with English abstract)
- 20- Yenish J.P., and Young F.L. 2004. Winter wheat competition against jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) as influenced by wheat plant height, seeding rate, and seed size. Weed Science 52: 996- 1001.
- 21- Yin X., Goudriaan J., Latinga E.A., Vos J., and Spietrz H.J. 2003. A flexible sigmoid function of determinate growth. Annals of Botany 91: 361-371.
- 22- Zand E., Baghestani M.A., Nezam Abadi N., Shimi P., and Mousavi S.K. 2017. A Guide to Chemical Control of Weeds in Iran. Jahad-e Daneshgahi Mashhad Publication. (In Persian)
- 23- Zarinjoub H., Gharineh M.H., Gherekhloo J., and Elahifard E. 2018. Quantifying the effects of herbicide dose and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) density on wheat and weed biomass production. Journal of Plant Protection 31: 628-638. (In Persian with English abstract)



Effects of Reduced Doses of Bromoxynil + 2, 4-D and Nitrogen Fertilizer on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Yield in Competition with Common Mallow (*Malva neglecta* Wallr.)

K. Boazar¹- E. Elahifard^{2*}- A. Siahpoosh³

Received: 24-04-2019

Accepted: 12-06-2019

Introduction: Modeling fertilizer-herbicide relationship is helpful to minimize the competition of weeds with crops. The goal of present study was to develop the empirical models for predicting crop yield, number and weight of common mallow seed using integrated dose-response curves of herbicide and fertilizer application.

Materials and Methods: An experiment was conducted in split plot design based on randomized complete block design with three replications in Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan in 2017 growing season. Experimental factors were N-fertilizer as main plot at 5 levels (0, 75, 150, 225 and 300 kg ha⁻¹ of urea) and dose of bromoxynil+2, 4-D as sub plot at 5 levels (0, 0.25, 0.50, 0.75 and 100% rate of recommended dose (1.5 L ha⁻¹)). Common mallow density (50 plant m⁻²) was fixed in all plots and wheat sowing density was 350 plant m⁻². The wheat cultivar was Chamran 2. Spraying was carried out using a 20-liter rechargeable Matabi back Sprayer equipped with a nozzle (11003) and a pressure of 2 bar (calibrated based on 200 to 300 liters of water per hectare) in the post-emergence stage at the middle of the wheat tillering stage (6-4 The leaf of the common mallow). Half of the nitrogen fertilizer was applied at sowing stage and the other half was distributed in the middle of the wheat tillage stage. The plants were then cut at surface and dried in oven (75 °C) and weighted. The four parameters sigmoid model was used to assess wheat and common mallow yield response to herbicide reduced dose and N fertilizer. The three parameters power model was also applied to explain the change of mallow number and weight in response to reduced herbicide dose and different levels of N-fertilizer application.

Results and Discussion: Wheat grain yield increased in response to increasing herbicide dose and reducing the competitive ability of common mallow in different levels of urea fertilizer application. The grain yield was equal to 202, 277, 329, 408, 443 and 450 g m⁻², when 300 kg of urea fertilizer ha⁻¹ with 0.375, 0.60, 0.75, 1.05, 1.35 and 1.50 L ha⁻¹ of the recommended dose of herbicide was employed, respectively. Moreover, the dose required to reduce 50% of the weed competition effects on wheat grain yield was decreasing in urea fertilizer levels. The results showed that the higher levels of urea fertilizer decreased wheat grain yield, but increased the number and weight of the common mallow seeds. The number of common mallow seeds was maximum for the higher levels of urea fertilizer and lesser doses of bromoxynil+2, 4-D, was minimum under low urea fertilizer consumption and the higher levels of bromoxynil+2, 4-D. The density of common mallow seeds under no-herbicide conditions ranged from 4.78 to 35.87 g m⁻² for each urea fertilizer level. The number of common mallow seeds produced under no-herbicide application varied between 1915.95 and 16540.76 seeds per m⁻² for each fertilizer level. However, in the case of higher doses of bromoxynil+2, 4-D, weight and seed number of common mallow showed a decreasing trend. Thus, under no-herbicide condition, common mallow produced much more seeds when higher N-fertilizer rates were applied. Application of 300 kg of urea ha⁻¹ without herbicide application led to the highest common mallow seed number and weight and the lowest wheat yield. The greatest wheat yield (i.e. 515.40 g m⁻²) was obtained by consuming 225 kg of urea ha⁻¹ along with 1 L ha⁻¹ bromoxynil+2,4-D. In addition, the higher urea fertilizer levels reduced wheat grain yield, but increased the common mallow seed number and weight.

Conclusion: Increasing the competitive ability of weeds, application of high N-fertilizer rate results in a larger yield loss. However, herbicide application with the application of high N-fertilizer is highly likely to control weed, causing an increase in wheat yield. The combined model helps to lessen the herbicide and fertilizer application.

Keywords: Combined model, Competitive ability, Herbicide reduced dose

1, 2 and 3- M.Sc. Graduate of Weed Science and Assistant Professors Faculty of Agriculture, Department of Plant Production and Genetics, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, respectively.

(*- Corresponding Author Email: e.elahifard@asnrukh.ac.ir)