

تأثیر دما روی سمیت تنفسی اسانس زیره سبز و رفتار حرکتی حشرات کامل *Sitophilus granarius* (L.) و *Tribolium confusum* Jacquelin du Val.

معصومه ضیائی^۱، احمد ندیمی^۲ و زهرا گنجی^۳

^۱- نویسنده مسوول: استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (m.ziaee@scu.ac.ir)

^۲- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

^۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۹/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۳/۰۳

چکیده

اسانس‌های گیاهی می‌توانند به عنوان جایگزین آفت‌کش‌های شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند. در این مطالعه سمیت تنفسی اسانس زیره سبز، *Cuminum cyminum* (L.)، روی حشرات کامل شپشه گندم، *Tribolium confusum* (Curculionidae) و *Sitophilus granarius* (L.) (Tenebrionidae) بررسی شد. آزمایشات در دو دمای 25 ± 1 و 32 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 55 درصد و تاریکی در چهار تکرار انجام شد. اسانس زیره سبز برای شپشه گندم در غلظت‌های ۴، ۷، ۱۰، ۱۳ و ۱۶ میکرولیتر بر لیتر هوا و در مورد شپشه آرد ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ میکرولیتر بر لیتر هوا مورد استفاده قرار گرفت. مرگ و میر حشرات کامل ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اسانس دهی شمارش شد. نتایج نشان داد افزایش دما و زمان اسانس دهی تا ۴۸ ساعت باعث افزایش درصد مرگ میر در هر دو حشره می‌شود. همچنین، حشرات کامل شپشه گندم حساس‌تر از شپشه آرد بودند. فعالیت حرکتی حشرات کامل در هر دو دما با نرم افزار سوئیس ترک نسخه ۳ بررسی شد. مسافت طی شده و سرعت حرکت حشرات در تیمار اسانس در دمای 32 ± 1 درجه سلسیوس به طور معنی داری بیشتر از دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس بود. بنابراین، تلفیق اسانس‌های گیاهی و دما می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات محصولات انباری مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: اسانس گیاهی، فعالیت حرکتی، زیره سبز، شپشه آرد، شپشه گندم

مقدمه

زیره سبز، cumin، گیاه علفی سه ساله با گل‌های سفید و صورتی و میوه‌های دوکی شکل است (باسکابادی و همکاران^۱، ۲۰۰۶). عربی (۱۳۸۶) و ضیائی و همکاران^۲ (۲۰۱۴b) بیان کردند همه ترکیبات اسانس زیره سبز منوترین هستند. به گزارش ایشان کومین آلدئید^۳، گاما-

ترپینن^۴ و پارا-سیمن^۵ ترکیبات اصلی اسانس زیره سبز را تشکیل می‌دهند. منوترین‌ها ترکیبات بسیار فراری هستند، ولی خاصیت چربی دوستی آنها باعث نفوذ سریع آنها در لایه مومی کوتیکول حشرات و افزایش عملکرد حشره کشی آنها می‌شود (ایسمان^۶، ۲۰۰۰؛ ایسمان و مکیل^۷، ۲۰۰۶).

4- γ -terpinene
5- ρ -cymene
6- Isman
7- Isman & Machial

1- Boskabady *et al.*
2- Ziaee *et al.*
3- cumin aldehyde

اسانس گیاهان به دلیل عملکرد نوروتوکسیکی آن‌ها می‌باشد و شواهدی وجود دارد که برخی اسانس‌های گیاهی روی نورو مدولاتور اکتاپامین^{۱۱} و برخی دیگر در فعالیت طبیعی کانال یونی کلر گاما آمینو بوتیریک اسید^{۱۲} اختلال ایجاد می‌کنند (ایسمان، ۲۰۰۶). به گزارش آنان^{۱۳} (۲۰۰۱) ترکیبات شیمیایی اُزنول^{۱۴}، آلفا ترپینول^{۱۵} و سینامیک الکل^{۱۶} باعث افزایش ضربان قلب و افزایش تولید cAMP در سیستم عصبی می‌شود که دلیل آن افزایش فعالیت آنزیم آدنیلات سیکلاز^{۱۷} و یا مهار فسفودی استراز^{۱۸} گزارش شده است. بنابراین از علائم اولیه تاثیر اسانس‌های گیاهی، افزایش حرکت در حشرات می‌باشد. فعالیت‌های حرکتی حشرات تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی از جمله ژنتیک، تغذیه، درجه حرارت، محیط زیست و غیره قرار دارد.

نرم افزارهای مختلف الکترونیکی مانند بوریدان^{۱۹}، میکرون آی^{۲۰}، سوئیس ترک^{۲۱}، و اتوویژن^{۲۲} وجود دارند که فعالیت حرکتی حشرات را تعیین می‌کنند (مارتین^{۲۳}، ۲۰۰۳). سیستم‌های ردیابی حشرات با استفاده از فیلم برداری از اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی معرفی شدند (نولدوس و همکاران^{۲۴}، ۲۰۰۲).

سوئیس ترک یکی از نرم افزار ردیابی ویدئویی رفتار حرکتی حشرات است. ردیابی با تشخیص کنتراست بین حشرات و پس زمینه صورت می‌گیرد. نتایج حاصل از این نرم افزار در فایل متنی ذخیره شده؛ که شامل محورهای X

اثر حشره کشی زیره سبز توسط پژوهش‌گران متعددی مورد مطالعه قرار گرفته است. ال-لکوا و محمد^۱ (۱۹۹۸) اثر حشره کشی، دور کنندگی و کاهش در تولید نتاج عصاره زیره سبز را روی حشرات کامل *Callosobruchus maculatus* (F.) مورد بررسی قرار دادند. اثر تخم کشی اسانس پنج گیاه از جمله اسانس زیره سبز توسط تانک و همکاران^۲ (۲۰۰۰) روی *T. confusum* و بید آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller بررسی شد. کراکوک و همکاران^۳ (۲۰۰۶) سمیت تنفسی اسانس زیره سبز را روی سوسک لویا *Acanthoscelides obtectus* (Say) شپشه برنج *Sitophilus oryzae* L. و شپشه گندم *S. granarius* بررسی کردند. عربی (۱۳۸۶) ضمن شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس زیره سبز، سمیت تنفسی و دور کنندگی این اسانس را روی مراحل مختلف زیستی *C. maculatus* و حشرات کامل *S. oryzae* و *Tribolium castaneum* Herbst ارزیابی کردند. شاه حسین و رحمان^۴ (۲۰۰۸) اثر حشره کشی اسانس برخی گیاهان از جمله زیره سبز را روی حشرات کامل *C. maculatus* تایید کردند. در پژوهش دیگری، سمیت تنفسی اسانس زیره سبز روی پتانسیل تخم‌ریزی و نرخ تفریح تخم *Callosobruchus chinensis* (L.) بررسی شد (چاوی^۵، ۲۰۰۸). توانایی حشره کشی پودر (ضیائی و محرمی پور^۶، ۲۰۱۳)، اسانس و فرمولاسیون نانوژل اسانس زیره سبز روی حشرات کامل *S. granarius* و *T. confusum* (ضیائی و همکاران، ۲۰۱۴b) گزارش شد.

مکانیسم اثر اسانس گیاهان روی بسیاری از حشرات به صورت اثر ضربه‌ای^۷، افزایش فعالیت و بیش فعالی حشرات^۸، تشنج^۹، فلج^{۱۰}، و مرگ آن‌ها است. اثر سریع

- 9- Hyperextension
- 10- Paralysis
- 11- Octopamine neuromodulator
- 12- GABA(gamma-aminobutyric acid)-gated Cl-ion channel
- 13- Enan
- 14- eugenol
- 15- α -terpineol
- 16- cinnamic alcohol
- 17- adenylate cyclase
- 18- phosphodiesterase
- 19- Buridan
- 20- MicronEye
- 21 - SwisTrack
- 22- Ethovision
- 23- Martin
- 24- Noldus et al.

- 1- El-Lakwah & Mohamed
- 2- Tunç et al.
- 3- Karakoç et al.
- 4- Shah Hussain & Rahman
- 5- Chaubey
- 6- Ziaee & Moharrampour
- 7- Knock down
- 8- Hyperactivity

کاغذی بسته بندی و تا زمان انجام آزمایش‌ها در فریزر در دمای ۲۴- درجه سلسیوس نگهداری شد.

اسانس گیری با استفاده از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر انجام شد. مقدار ۴۰ گرم از بذر گیاه آسیاب و در بالن شیشه‌ای ریخته شد و ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. پس از اتصال بالن به کلونجر دمای آن در ۱۰۰ درجه سلسیوس تنظیم گردید. پس از ۴ ساعت، اسانس استخراج شده جمع آوری شد و آبگیری اسانس با سولفات سدیم صورت گرفت. اسانس گیاهان تا زمان استفاده در یخچال (دمای ۴ درجه سلسیوس) نگهداری شد.

سمیت تنفسی اسانس زیره سبز

حشرات کامل در شیشه‌های آزمایش به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رهاسازی شدند. غلظت‌های مورد استفاده روی حشرات کامل *S. granarius*، ۴، ۷، ۱۰، ۱۳ و ۱۶ میکرولیتر بر لیتر و در مورد *T. confusum*، ۸، ۱۱، ۱۴ و ۱۷ و ۲۰ میکرولیتر بر لیتر بود که از پژوهش قبلی، برای امکان مقایسه نتایج، برداشته شد (ضیائی و همکاران، ۲۰۱۴b). کاغذ صافی واتمن شماره ۱ داخل درپوش شیشه‌های آزمایش گذاشته شد. غلظت‌های مختلف اسانس گیاهان روی کاغذ صافی ریخته شد. زیر درپوش شیشه‌ها، توری گذاشته شد تا از تماس حشرات با اسانس جلوگیری شود. در هر تکرار ۲۵ حشره رهاسازی گردید و آزمایشات در چهار تکرار انجام شد. درپوش شیشه‌ها بسته شد و دور آن با نوار پارافیلیم پوشانده شد. آزمایشات به طور همزمان در دو دمای ۱ ± ۲۵ و ۱ ± ۳۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ درصد و تاریکی صورت گرفت. مرگ و میر حشرات کامل ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اسانس دهی شمارش شد و زمان پیوسته انتخاب شد. شیشه‌های آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه ثابت گذاشته شدند و در صورت مشاهده علائم باز شدن بدن و عدم تحرک، حشرات مرده تلقی شدند.

اثر اسانس زیره سبز در رفتار حرکتی حشرات

به منظور تعیین اثر اسانس زیره سبز روی رفتار حرکتی حشرات، از نرم افزار سوئیس ترک نسخه سوم (کورل و

و Y مسیر حرکت حشره با واحد پیکسل می‌باشد (کورل همکاران، ۲۰۰۶).

شیشه گندم^۲، از آفات اولیه غلات با گسترش جهانی است که خسارت آن دارای اهمیت اقتصادی فراوان می‌باشد. آلودگی شدید شیشه گندم منجر به گرم شدن دانه‌ها و رشد کپک روی آن‌ها می‌شود. شیشه آرد^۳، از آفات ثانویه محسوب می‌شود که گسترش جهانی داشته و همه چیز خوار است (هیل^۴، ۲۰۰۲؛ ریز^۵، ۱۹۹۶؛ ۲۰۰۷).

با توجه به این که تا کنون پژوهشی در مورد اثر دما روی عملکرد حشره کشی اسانس زیره سبز انجام نشده است. بنابراین، اهداف این مطالعه بررسی سمیت تنفسی اسانس زیره سبز، *Cuminum cyminum* (L.)، روی حشرات کامل شیشه گندم، *Sitophilus granarius* (L.) و شیشه آرد، *Tribolium confusum* Jacquelin du Val، و بررسی اثر دما و اسانس زیره سبز روی رفتار حرکتی حشرات می‌باشد.

مواد و روش‌ها

حشرات مورد آزمایش

در این آزمایش حشرات کامل شیشه گندم و شیشه آرد مورد استفاده قرار گرفت. پرورش حشرات کامل شیشه گندم روی گندم کامل رقم چمران و در مورد شیشه آرد روی مخلوط آرد گندم و مخمر (به نسبت ۹۵:۵ درصد) صورت گرفت. پرورش در دمای ۱ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و تاریکی انجام شد. در همه آزمایش‌ها حشرات کامل ۷ تا ۱۴ روزه از هر دو جنس مورد استفاده قرار گرفت و جنس حشرات تعیین نشد.

تهیه زیره سبز و استخراج اسانس

بذر گیاه زیره سبز، *Cuminum* (Apiaceae) از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. بذر گیاه در پاکت‌های

- 1- Correll et al.
- 2- Granary Weevil
- 3- Confused Flour Beetle
- 4- Hill
- 5- Rees

حرکت حشرات با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال آماری ۵ درصد با نرم افزار SPSS 16 مقایسه آماری شد (اس پی اس اس، ۲۰۰۷).

نتایج

نتایج حاصل از سمیت تنفسی اسانس زیره سبز روی حشرات کامل *S. granarius* نشان داد که بین همه تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت ($P < 0.000$). درصد مرگ و میر حشرات کامل با افزایش زمان افزایش یافت. به طوری که در غلظت پایین اسانس (۴ میکرولیتر بر لیتر هوا) هیچ تلفاتی در هر دو دما پس از ۲۴ ساعت از اسانس دهی مشاهده نشد. در صورتی که با افزایش زمان به ۴۸ ساعت درصد مرگ و میر در دمای ۲۵ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب به ۱۰ و ۲۱ درصد رسید. همچنین، با افزایش غلظت اسانس نیز درصد تلفات به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۱). در مورد حشرات کامل *T. confusum* نیز بین همه تیمارها تفاوت معنی دار وجود داشت ($P < 0.000$). درصد تلفات حشرات کامل در دمای ۳۲ درجه سلسیوس در زمان و غلظت یکسان (به جز در غلظت ۸ میکرولیتر بر لیتر) به طور معنی داری بیشتر از دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود. با افزایش غلظت و گذشت زمان اسانس دهی درصد تلفات افزایش یافت (جدول ۲).

غلظت LC_{50} اسانس زیره سبز روی حشرات کامل *S. granarius* و *T. confusum* ۴۸ ساعت پس از اسانس دهی محاسبه شد. با توجه به حدود اطمینان ۹۵٪، غلظت مورد نیاز برای ایجاد ۵۰ درصد تلفات در هر دو گونه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بیشتر از ۳۲ درجه بود (جدول ۳).
نتایج نشان داد غلظت LC_{50} اسانس زیره سبز حتی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس باعث افزایش تحرک، مسافت طی شده و سرعت حرکت حشرات مورد مطالعه شد. در هر دو گونه حشره مورد مطالعه اسانس زیره سبز در دمای ۳۲ درجه سلسیوس به طور معنی داری بیشتر از دمای ۲۵ درجه سلسیوس باعث افزایش فعالیت حرکتی حشرات شد (شکل ۱).

همکاران، ۲۰۰۶) و روش ضیائی و همکاران (۲۰۱۴a) با کمی تغییر استفاده شد. یک عدد حشره کامل شیشه گندم و شیشه آرد به صورت جداگانه در ظروف فالکونی مستطیلی ($8 \times 6/5 \times 3/5$ سانتی متر) رهاسازی شدند و روی ظرف با سلفون بی رنگ پوشانده شد. غلظت های LC_{50} به دست آمده برای هر گونه (با روش پرویت) در هر دما به طور جداگانه مورد استفاده قرار گرفت. این غلظت به کمک سرنگ همپلتون به زیر سلفون اضافه شد. دوربین فیلم برداری کانن^۱ روی پایه دوربین ثابت شد. پس از ۱۵ دقیقه از زمان اسانس دهی، رفتار حرکتی حشرات به مدت ۱۵ دقیقه فیلم برداری شد. برای هر یک از گونه های حشرات در هر دما، ۵ فیلم (۵ تکرار) ضبط گردید. با توجه به نیاز به نور در طی فیلم برداری، فیلم برداری در انکوباتور با نور ۶۰۰ لوکس و به طور جداگانه در دماهای 1 ± 25 و 1 ± 32 درجه سلسیوس انجام شد. رفتار حرکتی حشرات موجود در ظرف های تیمار نشده نیز به عنوان تیمار شاهد فیلم برداری شد. در این پژوهش، سعی شد تا حد امکان شرایط فیلم برداری ثابت بوده و حشرات همگنی برای فیلم برداری مورد استفاده قرار گرفتند.

تجزیه آماری داده ها: برای نرمال شدن، داده ها به

\sqrt{x} Arcsin تبدیل شدند؛ ولی داده های تغییر شکل نیافته در جدول نشان داده شد. تجزیه واریانس داده ها با طرح کاملاً تصادفی و مقایسه آماری داده ها با استفاده از آزمون توکی^۲ در سطح احتمال آماری ۵ درصد با نرم افزار SPSS 16 انجام شد. مقادیر LC_{50} ، LC_{95} به روش پرویت (فینی^۳، ۱۹۷۱) و با نرم افزار SPSS 16 تعیین شدند (اس پی اس اس^۴، ۲۰۰۷). فیلم های بررسی رفتار حرکتی حشرات با نرم افزار سوئیس ترک نسخه سوم آنالیز شدند. مسافت طی شده و سرعت حرکت حشرات با استفاده از نرم افزار اکسل^۵ ۲۰۰۷ محاسبه گردید. مسافت و سرعت

1- Canon Powershot SX 600 HS

2- Tukey's test

3- Finney

4- SPSS

5- Excel

جدول ۱- میانگین درصد تلفات \pm خطای معیار حشرات کامل *Sitophilus granarius*، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اسانس دهی

غلظت (میکرولیتر بر لیتر)					زمان	دما (درجه)
۱۶	۱۳	۱۰	۷	۴	(ساعت)	(سلسیوس)
۱۵±۱/۰a	۷±۱/۹b	۳±۱/۰c	۰±۰c	۰±۰c	۲۴	۲۵
۷۵±۳/۴a	۶۲±۳/۴b	۴۸±۱/۶c	۳۵±۱/۰c	۱۰±۲/۰d	۴۸	
۲۵±۳/۰a	۱۸±۱/۱b	۱۱±۱/۰c	۵±۱/۰c	۰±۰d	۲۴	۳۲
۸۹±۱/۹a	۸۰±۲/۸b	۶۷±۲/۵c	۵۰±۲/۰c	۲۱±۲/۵d	۴۸	

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ردیف در سطح احتمال آماری ۵ درصد با آزمون توکی اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲- میانگین درصد تلفات \pm خطای معیار حشرات کامل *Tribolium confusum*، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اسانس دهی

غلظت (میکرولیتر بر لیتر)					زمان	دما (درجه)
۲۰	۱۷	۱۴	۱۱	۸	(ساعت)	(سلسیوس)
۲۲±۱/۱a	۱۷±۱/۰b	۰±۰c	۰±۰c	۰±۰c	۲۴	۲۵
۸۰±۱/۶a	۶۱±۱/۹b	۳۸±۲/۰c	۲۰±۱/۶d	۵±۱/۰e	۴۸	
۳۵±۱/۹a	۲۸±۱/۶b	۱۵±۱/۰c	۸±۱/۹d	۵±۱/۰d	۲۴	۳۲
۹۵±۱/۹a	۸۰±۱/۶b	۵۸±۱/۱c	۳۹±۱/۹d	۱۱±۱/۰e	۴۸	

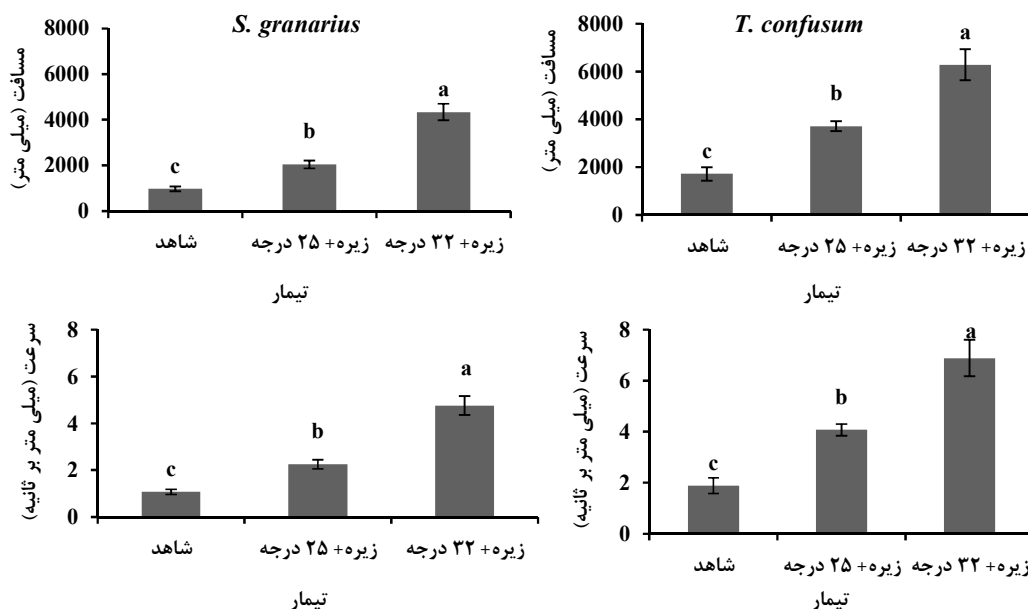
میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ردیف در سطح احتمال آماری ۵ درصد با آزمون توکی اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۳- غلظت میانی کشندگی اسانس زیره سبز روی حشرات کامل *Sitophilus granarius* و *Tribolium confusum*، ۴۸

ساعت پس از تیمار

χ^2	P value	LC _{۹۵} (μ l/l)	حدود اطمینان (۹۵٪) (μ l/l)		LC _{۵۰} (μ l/l)	شیب خط	دما (درجه سلسیوس)	گونه حشره
			پایین	بالا				
۶/۰	۰/۹۹	۳۴/۰۳	۱۰/۹۶	۹/۱۴	۹/۹۹	۳/۰	۲۵	<i>S. granarius</i>
۵/۴	۰/۹۹	۲۲/۴۷	۷/۷۴	۶/۴۰	۷/۰۹	۳/۲	۳۲	
۳/۸	۱/۰	۲۷/۸۵	۱۵/۹۲	۱۴/۴۶	۱۵/۱۵	۶/۲	۲۵	<i>T. confusum</i>
۶/۳	۰/۹۹	۲۱/۹۳	۱۲/۹۶	۱۱/۸۳	۱۲/۴۰	۶/۶	۳۲	

ضیائی و همکاران: تاثیر دما روی سمیت تنفسی اسانس زیره...



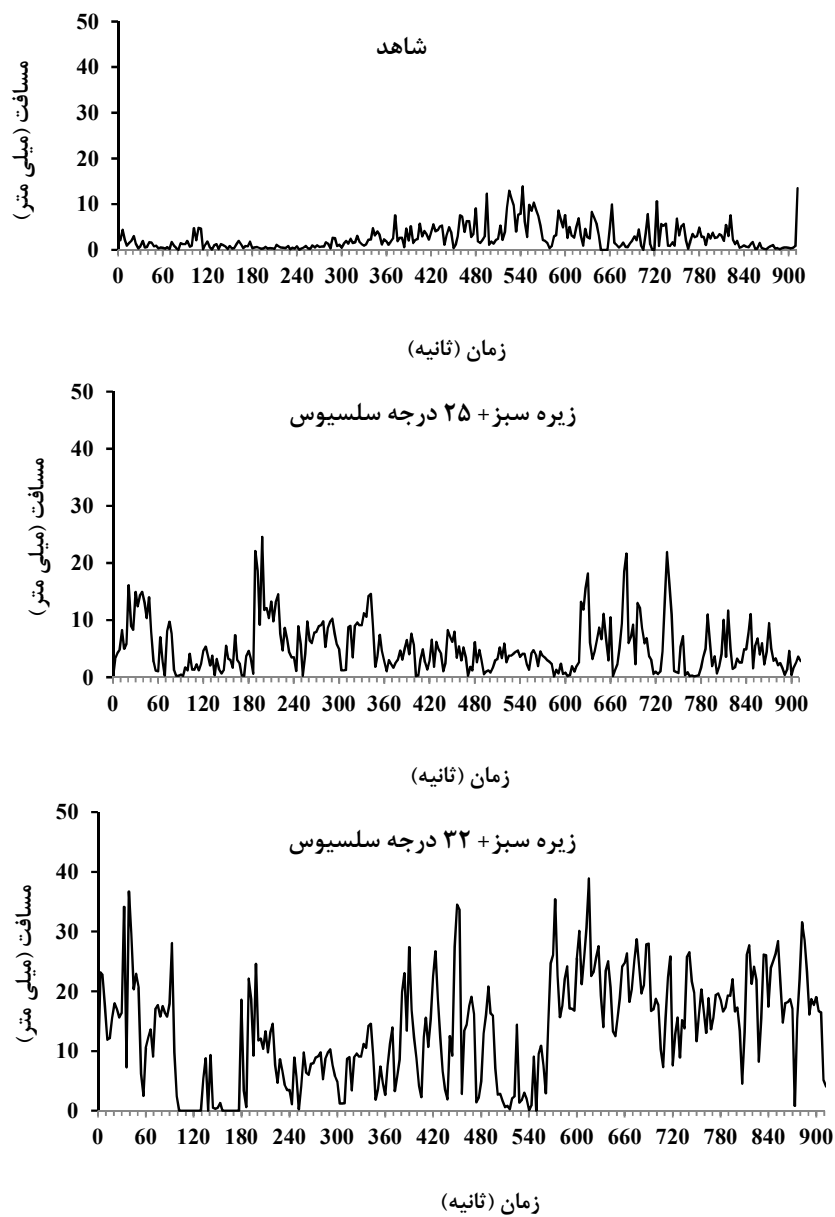
شکل ۱- اثر اسانس زیره سبز روی فعالیت حرکتی حشرات کامل *Tribolium confusum* و *Sitophilus granarius* میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح احتمال آماری ۵ درصد با آزمون توکی اختلاف معنی داری ندارند.

دست آمد. عربی (۱۳۸۶) نشان داد مقادیر LC_{50} اسانس زیره سبز در دمای ۲۷ درجه سلسیوس، ۲۴ ساعت پس از اسانس دهی روی حشرات کامل *T. castaneum*، *S. oryzae* و *C. maculatus* به ترتیب ۹/۸۹، ۹/۹۱ و ۱/۶۲ میکرولیتر بر لیتر هوا بود. وی بیان کرد گونه‌های مختلف حشرات حساسیت متفاوتی در برابر اسانس گیاهی زیره سبز از خود نشان دادند. در پژوهش حاضر، با توجه به مقادیر LC_{50} مشخص شد که حشرات کامل *S. granarius* به اسانس زیره سبز حساس‌تر از *T. confusum* بودند. ضیائی (۱۳۹۱) غلظت LC_{50} اسانس زیره سبز، ۴۸ ساعت پس از اسانس دهی روی *S. granarius* و *T. confusum* را به ترتیب ۸/۳۲ و ۱۳/۰۷ میکرولیتر بر لیتر هوا (دمای ۲۷ درجه سلسیوس) گزارش کرد که نشان دهنده حساسیت بیشتر حشرات کامل *S. granarius* در مقایسه با *T. confusum* بود. همچنین، این نتایج موید سمیت بالای اسانس زیره سبز روی حشرات آفات انباری مورد مطالعه می‌باشد.

تصویر سازی مسیر حرکت *S. granarius* در مدت زمان ۱۵ دقیقه (۹۰۰ ثانیه) نشان داد حرکت حشرات در تیمار شاهد منظم و یکنواخت بود ولی با کاربرد اسانس مسافت طی شده توسط حشرات کامل شپشه گندم *S. granarius* نظم خود را از دست داده و به صورت نامنظم و بی قاعده بود. همچنین، با افزایش دما سرعت و بی نظمی در حرکت حشرات افزایش یافت. با توجه به نمودارها در برخی موارد حشرات در زمان چند ثانیه بیش از ۳۰ میلی متر مسافت را طی کردند (شکل ۲). این موضوع در مورد حشرات کامل شپشه آرد (*T. confusum*) نیز صادق بود (شکل ۳).

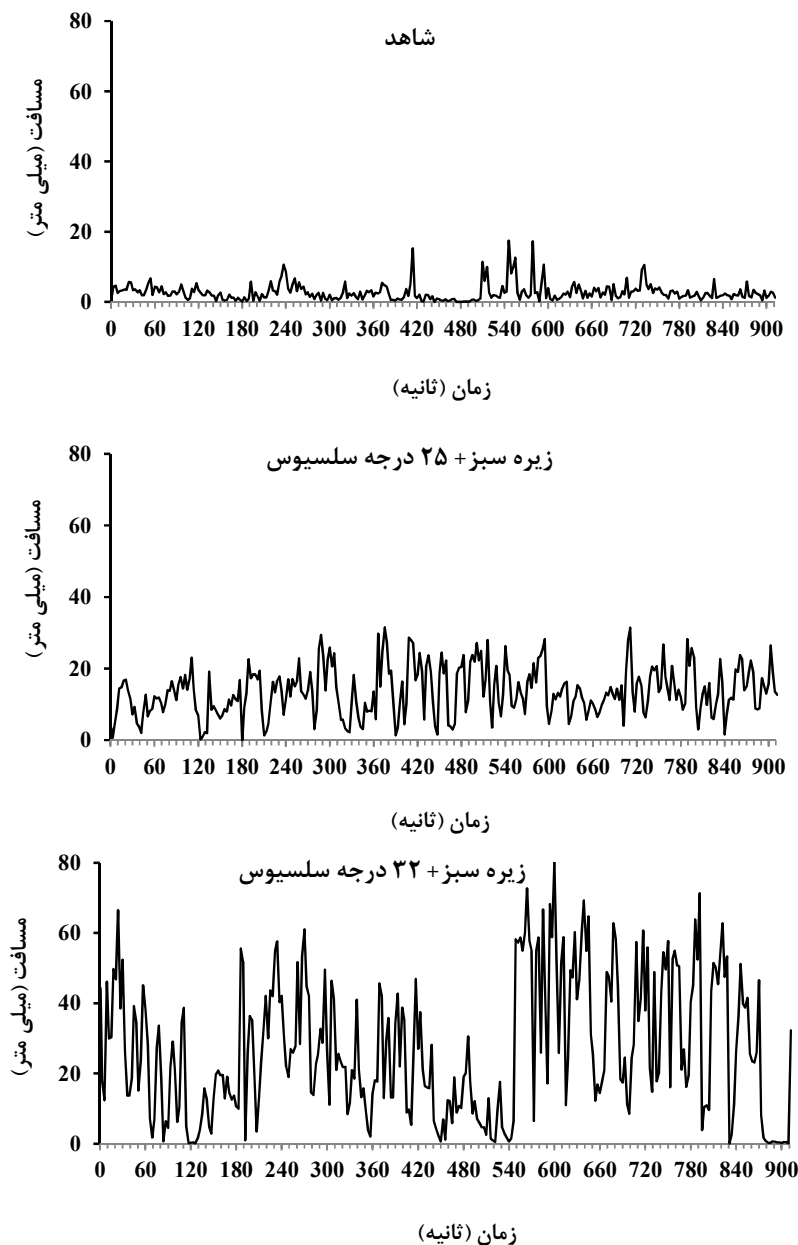
بحث

با توجه به نتایج به دست آمده اسانس زیره سبز دارای توانایی حشره کشی زیادی بوده و افزایش مدت زمان قرار گرفتن حشرات در مجاورت این اسانس باعث افزایش میزان مرگ و میر شد. مقدار LC_{50} برای حشرات *S. granarius* در دماهای ۲۵ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب ۹/۹۹ و ۷/۰۹ میکرولیتر بر لیتر هوا و در مورد *T. confusum*، ۱۵/۱۵ و ۱۲/۴۰ میکرولیتر بر لیتر هوا به



شکل ۲- توزیع حرکت حشره کامل *Sitophilus granarius* در تیمار شاهد و اسانس زیره سبز در دمای ۲۵ و ۳۲ درجه سلسیوس

ضیائی و همکاران: تاثیر دما روی سمیت تنفسی اسانس زیره...



شکل ۳- مسیر حرکتی حشره کامل *Tribolium confusum* در تیمار شاهد و اسانس زیره سبز در دمای ۲۵ و ۳۲ درجه سلسیوس

و استروک^۱ (۱۹۹۴) بررسی شد. نتایج آن‌ها نشان داد که دمای ۳۰ درجه سلسیوس در مقایسه با دمای ۲۵ درجه سلسیوس، به طور معنی داری باعث افزایش اثر پودر گیاه اکسیر ترکی *Acorus calamus* (L.) سوسک انباری (*Prostephanus truncatus* (Horn) گردید. همچنین بررسی سمیت تنفسی منوترینوئیدهای

نتایج این پژوهش نشان داد افزایش دما باعث افزایش سمیت تنفسی اسانس گیاهان می‌شود و به نظر می‌رسد تلفیق اسانس و دما دارای خاصیت سینرژیستی باشد. پژوهش‌های اندکی در مورد تاثیر دما در سمیت اسانس گیاهان صورت گرفته است. اثر دما روی حشره کشتی پودر گیاه *Acorus calamus* (L.) و ماده موثر آن، β -asarone توسط اشमित

1- Schmidt & Streloke

حرکتی حشرات به طور معنی داری بیشتر از تلفیق اسانس زیره سبز با دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود.

لازم به ذکر است که افزایش دما ممکن است باعث اکسید شدن اسانس و از بین رفتن اثر آن گردد. پایداری اسانس گیاهان در دماهای بالا به ترکیبات تشکیل دهنده آن‌ها و ساختار این ترکیبات بستگی دارد. به طوری که بسته به نوع ترکیب شیمیایی، اسانس گیاهان ممکن است در دمای اتاق اکسید و تجزیه شده و یا تا دمای ۵۰ درجه سلسیوس پایداری خود را حفظ کنند. در نقطه مقابل، دماهای پایین نیز باعث افزایش حلالیت اکسیژن ترکیبات شیمیایی در محلول‌ها شده که تاثیر منفی در پایداری اسانس‌های گیاهی می‌گذارد (تیرک و استینت زینگ^۷، ۲۰۱۳). با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، تلفیق اسانس زیره سبز و دمای ۳۲ درجه سلسیوس به طور معنی داری باعث افزایش درصد تلفات حشرات کامل مورد آزمایش ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تیمار شد که می‌تواند دلیل بر پایداری اسانس زیره سبز در این دما باشد. در پژوهش‌های آتی باید تاثیر دما در تجزیه و اکسید شدن اسانس زیره سبز مورد بررسی قرار گیرد. سپس، دمای بهینه به منظور تلفیق اثر دما با اسانس زیره سبز جهت کنترل آفات انباری تعیین شود.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد افزایش دما باعث افزایش عملکرد اسانس زیره سبز در کنترل آفات انباری گردید. اسانس زیره سبز در دمای بالا باعث افزایش فعالیت حرکتی حشرات مورد آزمایش شد. تلفیق اسانس گیاهان با سایر تکنیک‌های کم خطر مانند دمای کنترل شده می‌تواند در برنامه مدیریت تلفیقی آفات مورد استفاده قرار گیرد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به دلیل حمایت از این پژوهش کمال تقدیر را دارد.

سینول^۱، پولگون^۲، پریل آلدئید^۳ و فنچون^۴ روی حشرات شپشه آرد (*T. castaneum*) نشان داد که درصد مرگ و میر با افزایش دما از ۲۴ به ۳۷ درجه سلسیوس افزایش یافت (لی و همکاران^۵، ۲۰۰۳).

اسانس زیره سبز در هر دو گونه باعث افزایش میزان سرعت حرکت حشرات شد. مکانیسم اثر اسانس گیاهان روی حشرات شامل اثر ضربه‌ای، افزایش فعالیت، تشنج، فلج و مرگ حشرات می‌باشد (ایسمان، ۲۰۰۶). با توجه به این که اثر اسانس روی رفتار حرکتی حشرات در دقیقه‌های اولیه پس از اسانس دهی فیلم برداری شد، از این رو به نظر می‌رسد اسانس از دقیقه‌های اولیه روی سیستم عصبی حشرات تاثیر گذاشته و باعث افزایش فعالیت حرکتی آن‌ها می‌شود. در صورتی که حشرات قرار گرفته در ظرف شاهد تحرک بسیار کمتری از خود نشان دادند. علاوه بر این مسیر حرکتی حشرات تیمار شده با اسانس نامنظم بود که می‌تواند دلیل دیگری بر تاثیر اسانس روی سیستم عصبی حشرات باشد. ایسمان (۲۰۰۰) بیان کرد سیستم عصبی اکتاپامینرژیک^۶ حشرات نقطه هدف ترکیبات اسانس‌های گیاهی بوده و از دقیقه‌های اولیه تیمار باعث تغییراتی در رفتار حرکتی و فیزیولوژیکی حشرات می‌شود.

ضیائی و همکاران (۲۰۱۴a) رفتار حرکتی حشرات *S. granarius* و *T. confusum* تیمار شده با اسانس زنیان را در دمای ۲۷ درجه سلسیوس بررسی کردند. ایشان بیان کردند که فعالیت حرکتی حشرات حتی در صورت اسانس دهی با غلظت زیر کشنده (LC_{۲۵}) افزایش معنی داری پیدا کرد که نشان دهنده‌ی عملکرد اسانس روی سیستم عصبی و رفتار حشرات می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر با پژوهش ضیائی و همکاران (۲۰۱۴a) مطابقت داشت. علاوه بر این، افزایش دما نیز باعث افزایش تحرک حشرات شد به طوری که در تیمار اسانس زیره سبز با دمای ۳۲ درجه سلسیوس فعالیت

- 1- cineole
- 2- pulegone
- 3- perillaldehyde
- 4- fenchone
- 5- Lee *et al.*
- 6- octopaminergic

منابع

۱. ضیائی، م. ۱۳۹۱. اثر تلفیقی خاک دیاتومه با پودر، اسانس و نانو ژل بارگذاری شده با اسانس زنیان، *Carum copticum* و زیره سبز، *Cuminum cyminum* روی دو گونه آفت محصولات انباری. رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۱۶۳ صفحه.
۲. عربی، ف. ۱۳۸۶. اثرات حشره کشی اسانس برازمیل (*Perovskia abrotanoides* Karel (Lamiaceae) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L. (Apiaceae) روی برخی از حشرات انباری. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۱۲۱ صفحه.
3. Boskabady, M.H., Kianai, S., Azizi, H., and Khatami, T. 2006. Antitussive effect of *Cuminum cyminum* Linn. in guinea pigs. *Natural Product Radiance*, 5: 266-269.
4. Chaubey, M.K. 2008. Fumigant toxicity of essential oils from some common spices against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Oleo Science*, 57: 171-179.
5. Correll, N., Sempo, G., Lopez de Meneses, Y., Halloy, J., Deneubourg, J.L., and Martinoli, A. 2006. SwisTrack: A tracking tool for multi-unit robotic and biological systems, in: Feng, C., Jiao, W., Jin, Z., Kuang, J., Lau, L., Ma, S., Zhao, F. (Eds.), *Proceedings of 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Beijing, China, pp. 2185-2191.
6. El-Lakwah, F.A., and Mohamed, R.A. 1998. Toxic effect of some plant extracts against the cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 36: 2627-2635.
7. Enan, E. 2001. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part C: Toxicology Pharmacology*, 130: 325-337.
8. Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis* (Third ed.). Cambridge University Press, London. 333 pp.
9. Hill, D.S. 2002. Pests: Class Insecta, In Hill, D. S. (ed.), *Pests of stored foodstuffs and their control*. Kluwer Academic Publishers, Springer, Malaysia, pp: 135-316.
10. Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603-608.

11. Isman, M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.
12. Isman, M.B., and Machial, C. 2006. Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization, In Mahendra, R., Maria Cecilia, C. (eds.), *Advances in Phytomedicine*. Elsevier Science Publishers, pp. 29-44.
13. Karakoç, Ö.C., Gökçe, A., and Telci, I. 2006. Fumigant activity of some plant essential oils against *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col.: Curculionidae) and *Acanthoscelides obtectus* Say. (Col.: Bruchidae). *Turkiye Entomoloji Dergisi*, 30: 123-135.
14. Lee, S., Peterson, C.J., and Coats, J.R. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. *Journal of Stored Products Research*, 39: 77-85.
15. Martin, J.R. 2003. Locomotor activity: a complex behavioural trait to unravel. *Behavioural Processes*, 64: 145-160.
16. Noldus, L.P.J.J., Spink, A.J., and Tegelenbosch, R.A.J. 2002. Computerised video tracking, movement analysis and behaviour recognition in insects. *Computers and Electronics in Agriculture*, 35: 201-227.
17. Rees, D. 2007. *Insects of stored grain: a pocket reference* (Second ed.). Australia, Csiro Publishing, Australia. 81 pp.
18. Rees, D.P. 1996. Coleoptera, In Subramanyam, B., Hagstrum, D.W. (eds.), *Integrated management of insects in stored products*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp: 1-41.
19. Schmidt, G.H., and Streloke, M. 1994. Effect of *Acorus calamus* (L.) (Araceae) oil and its main compound [beta]-asarone on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Stored Products Research*, 30: 227-235.
20. Shah Hussain, A.M., and Rahman, M.K. 2008. Insecticidal effect of some spices on *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) in black gram seeds. *Journal of Zoology*, 27: 47-50.
21. SPSS 2007. *SPSS 16 for Windows User's Guide Release*. Spss Inc, Chicago
22. Tunç, I., Berger, B.M., Erler, F., and Daglı, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36: 161-168.
23. Turek, C., and Stintzing, F.C. 2013. Stability of Essential Oils: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12: 40-53.

24. Ziaee, M., and Moharramipour, S. 2013. Effectiveness of medicinal plant powders on *Sitophilus granarius* and *Tribolium confusum*. Journal of Crop Protection, 2: 43-50.
25. Ziaee, M., Moharramipour, S., and Francikowski, J. 2014a. The synergistic effects of *Carum copticum* essential oil on diatomaceous earth against *Sitophilus granarius* and *Tribolium confusum*. Journal of Asia-Pacific Entomology, 17: 817-822.
26. Ziaee, M., Moharramipour, S., and Mohsenifar, A. 2014b. MA-chitosan nanogel loaded with *Cuminum cyminum* essential oil for efficient management of two stored product beetle pests. Journal of Pest Science, 87: 691-699.