

قابلیت کشندگی اسانس حاصل از گل سه رقم مرکبات روی حشرات بالغ شیشه آرد *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)

فاطمه فاتحیان^۱، مجید فلاح زاده^{۱*}، ابوفاضل دوستی^۱، مهدی کبیری رئیس آباد^۲

۱- گروه حشره شناسی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

۲- دانشگاه محقق اردبیلی، گروه گیاه پزشکی، اردبیل، ایران

چکیده

اسانس‌های گیاهی، ترکیباتی امن برای محیط زیست و برای سلامتی انسان هستند که به دلیل خاصیت حشره‌کشی، قابلیت دارند تا در کنترل آفات مورد استفاده قرار گیرند. این ترکیبات به صورت سموم تدخینی، حشره‌کش‌های تماسی، دورکننده و بازدارنده تغذیه و میزان تخم‌ریزی عمل کرده و رشد جمعیت حشره را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این تحقیق سمیت تدخینی اسانس حاصل از گل سه رقم مرکبات شامل ترنج *Citrus medica* L. گریپ فروت *C. paradisi* L. و لیموی لیسبون *C. lemon* L. روی حشرات کامل شیشه آرد *Tribolium castaneum* (Herbst) مورد ارزیابی قرار گرفت. گل‌های رقم‌های مرکبات مورد آزمایش از یک باغ سم پاشی نشده در شهرستان جهرم در اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ جمع آوری شدند. اندام‌های جمع آوری شده عاری از هر گونه بیماری و زردشدگی بودند و تا زمان خشک شدن در دمای ثابت نگهداری شدند. گل‌های جمع آوری شده در محیط سایه، روی یک پارچه خشک شده و سپس از آنها پودر تهیه شد. اسانس‌ها با استفاده از دستگاه کلونجر استخراج شدند. این تحقیق در قالب طرح فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی در دمای ۲۵± درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و تاریکی در ۵ غلظت و ۵ تکرار انجام شد. تجزیه پروبیت داده‌های زیست‌سنجی با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD همین نرم افزار صورت گرفت. تلفات در هر تیمار پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت شمارش و مقادیر LC₅₀ و LC₉₀ محاسبه گردید. نتایج نشان داد با افزایش غلظت و زمان تیمار در مورد هر سه اسانس، میزان مرگ‌ومیر نیز افزایش یافت. بالاترین غلظت به کار برده شده (۱۲۶ میکرولیتر بر

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mfalahm@yahoo.com

لیترهوا) از اسانس‌های ترنج، گریپ‌فروت و لیموی لیسبون با گذشت ۷۲ ساعت از زمان تیمار به ترتیب مرگومیر ۱۰۰، ۱۰۰ و ۷۲ درصدی را در حشرات کامل شپشه آرد ایجاد نمودند. میزان LC₅₀ اسانس‌های فوق در این زمان به ترتیب ۵/۲، ۹/۴ و ۱۱/۸ میکرولیتر بر لیتر هوا برآورد شد. بر این اساس بیشترین سمیت مربوط به اسانس ترنج بود. نتایج به طور کلی نشان داد اسانس‌های به کار برده شده در این تحقیق قابلیت کشندگی بالایی روی شپشه آرد داشته و با انجام تحقیقات بیشتر می‌توانند جایگزین مناسبی برای آفت‌کش‌های رایج مورد استفاده در انبارها باشند.

واژه های کلیدی: اسانس، شپشه آرد، مرکبات، سمیت تدخینی

مقدمه

شپشه آرد (*Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) یکی از مهمترین آفات انباری به شمار می‌رود. فعالیت این آفت در انبارهای آرد و افزایش سریع جمعیت آن سبب می‌شود که در مدت کوتاهی محصول با مدفوع و پوسته‌های لاروی و سفیرگی مخلوط و از مرغوبیت آن کاسته شود، در نتیجه آرد آلوده معمولاً ارزش نانوايي خود را از دست می‌دهد (Campbell & Runnion, 2003). کنترل آفات انباری بیشتر با استفاده از آفت‌کش‌ها و ترکیبات شیمیایی گازی صورت می‌گیرد. حداقل ۱۶ ماده شیمیایی به عنوان تدخین کننده (Fumigants) ثبت شده‌اند که در سال‌های گذشته متیل بروماید و فسفین در سطح تجاری وسیع برای کنترل آفات انباری استفاده شده‌اند (Bond, 1984; Fields & White, 2002; Lee et al., 2004). از طرفی به دلیل اثرات مخرب متیل بروماید بر لایه اوزون، استفاده از این ماده شیمیایی تا سال ۲۰۰۵ به ۲۰ درصد کاهش یافته و کاربرد آن تا سال ۲۰۱۵ طبق پروتکل مونترال باید متوقف شود. همچنین مقاومت آفات انباری نسبت به سم فسفین در ۴۵ کشور دنیا گزارش شده است (Shaaya et al., 1997; Lee et al., 2001). دی اکسید کربن و سولفوریل فلوراید به عنوان ترکیبات جایگزین این دو ترکیب تدخینی پیشنهاد شده است (van Someren Graver, 2004). برای کنترل آفات انباری با دی اکسید کربن، دمای بالا و غلظت بالایی از این سم مورد نیاز است (Soderstrom et al., 1992). سولفوریل فلوراید نیز تاثیر کمی روی تخم آفات انباری دارد و برای از بین بردن مرحله تخم آفات مذکور لازم است که مدت زمان طولانی در معرض بخارهای این ترکیب قرار گیرد و به دوز بالایی از آن نیاز است (Baltaci et al., 2009). استفاده مکرر از ترکیبات شیمیایی آفت‌کش، طی دهه‌های متوالی باعث از بین رفتن دشمنان طبیعی، اختلال در کنترل بیولوژیکی، اثر روی موجودات غیر هدف، آلودگی محیط زیست، در خطر قرار گرفتن سلامت انسان، طغیان آفات و ایجاد مقاومت در آن‌ها گردیده است (Lee et al., 2001). ترکیبات گیاهی به دلیل دارا بودن سمیت تنفسی، تماسی، خاصیت دورکنندگی، سازگاری با محیط زیست و همچنین کم‌خطر

بودن آن برای انسان و پستانداران مورد توجه قرار گرفته‌اند. به این دلایل اسانس‌های گیاهی از قوانین ثبت آفت‌کش‌ها در ایالات متحده آمریکا معاف بوده و به صورت تجاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Isman, 2000). این ترکیبات به دلیل تجزیه سریع‌تر در محیط طبیعی نسبت به ترکیبات مصنوعی و همچنین اثرات کم روی سایر حشرات توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده‌اند (Ogendo *et al.*, 2008). تاکنون حدود ۲۰۰۰ گونه گیاهی متعلق به خانواده‌های مختلف که دارای خاصیت حشره‌کشی هستند، شناسایی شده‌اند (Odeyemi *et al.*, 2008). عمده ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس‌ها، مونوترپن‌ها، فنول‌ها و سسکوئین‌ترپن‌ها بوده که در کنترل آفات مختلف مؤثر می‌باشند (Wilson *et al.*, 2006). مطالعات بسیاری فعالیت‌های لاروکشی، ضد تغذیه‌ای (Inyang & Emosairue, 2005)، توانایی به تأخیر انداختن رشد و نمو و ظهور حشرات بالغ، مرگ‌ومیر تخم (Tunc *et al.*, 2000)، اثر بازدارندگی تخم‌گذاری (Naumann & Isman, 1995) و فعالیت دورکنندگی (Wang *et al.*, 2006) اسانس‌ها را شرح داده‌اند. اسانس‌های گیاهی علاوه بر خاصیت حشره‌کشی، ممکن است خاصیت ضد قارچی (Dharmendra *et al.*, 2001; Reichling *et al.*, 2009)، ضد تومور و عامل ضد میکروبی (Reichling *et al.*, 2009) را نیز داشته باشند.

اسانس گرفته شده از قسمت‌های مختلف مرکبات قابلیت کشندگی و دور کنندگی مناسبی روی بسیاری از حشرات دارد (Kabiri Raeis Abad *et al.*, 2014; Soonwera, 2015). لذا در این تحقیق سمیت تدخینی اسانس گرفته شده از گل سه رقم مرکبات شامل ترنج، گریپ فروت و لیموی لیسبون روی حشرات کامل شیشه آرد در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه اسانس

گل‌های سه رقم مرکبات شامل ترنج *Citrus medica* L.، گریپ فروت رقم تامسون *C. paradise* L. و لیموترش رقم لیسبون *C. lemon* در اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ از باغ‌های سم پاشی نشده مرکبات شهرستان جهرم تهیه گردیدند. گل‌های چیده شده در محیط سایه در دمای معمولی اتاق روی یک پارچه خشک شدند. پس از خشک شدن به وسیله آسیاب برقی کاملاً پودر شدند. از دستگاه کلونجر شیشه‌ای برای اسانس‌گیری استفاده شد. در هر مرتبه اسانس‌گیری ۱۰۰ گرم پودر گل‌ها با ۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و در بالن دستگاه قرار گرفت. اسانس‌گیری در دمای ۱۰۰ درجه و به مدت ۲ ساعت و ۳۰ دقیقه انجام گرفت. اسانس‌های جمع‌آوری شده به وسیله سولفات سدیم آب‌گیری و تا زمان استفاده در ظروف

شیشه‌ای تیره در زیر روکش آلومینیومی در یخچال و در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند.

پرورش حشرات

کلنی اولیه شیشه آرد *T. castaneum* از بخش حشرات زیان آور مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور تهیه شد. حشرات مذکور روی منبع غذایی مخلوط آرد گندم و مخمر در دستگاه ژرمیناتور با شرایط دمایی 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره تاریکی ۲۴ ساعته پرورش و تکثیر یافتند.

آزمایش‌های زیست‌سنجی

آزمایش سمیت تدخینی مشابه روش (Tapondjou *et al.* 2005) انجام شد. کاغذ صافی واتمن شماره یک در کف پتری دیش به قطر دهانه ۸ و ارتفاع ۲ سانتی متر قرار داده شد. ابتدا یک سری آزمایش مقدماتی انجام و سپس بر اساس نتایج این آزمایش‌ها پنج غلظت ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ و ۱۲۶ میکرولیتر برلیتر هوا در نظر گرفته شد. اسانس‌ها با استفاده از میکروپیپت برداشته و در یک میلی لیتر استون حل گردید و سپس روی کاغذ صافی درون پتری دیش ریخته شد. در ظروف شاهد فقط از استون استفاده گردید. پس از گذشت بیست دقیقه و خشک شدن کاغذ صافی، با استفاده از قلم موی شماره چهار تعداد ۱۰ عدد حشره کامل نر و ماده ۲-۱ روزه به داخل ظروف پتری دیش منتقل شده و درب پتری دیش روی آن قرار داده شد. جهت جلوگیری از نفوذ بخار اسانس به بیرون، اطراف درپوش با نوار پارافیلیم محکم شد. ظروف به ژرمیناتور با شرایط دمایی 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و تاریکی منتقل شدند. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در پنج تکرار انجام شد. تعداد حشرات مرده (حشراتی که قادر به حرکت دادن پا، شاخک و یا دو حلقه انتهایی شکم نبودند) با گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از زمان تیمار شمارش و ثبت گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه پروبیت داده‌های ثبت شده در آزمایش‌های زیست‌سنجی با استفاده از نرم افزار SPSS 16.0 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD همین نرم افزار و در سطح ۵ درصد انجام گرفت. نمودارها به کمک نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج مرگ‌ومیر حشرات کامل شیشه آرد تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسانس گل نارنج در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج ۲۴ ساعت پس از تیمار پایین‌ترین غلظت اسانس (۸ میکرولیتر بر لیتر هوا) ۱۶ درصد مرگ‌ومیر و بالاترین غلظت (۱۲۶ میکرولیتر بر

لیتر هوا) ۴۰ درصد مرگ‌ومیر ایجاد نمودند. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد اختلاف مرگ‌ومیر ایجاد شده بین این دو غلظت از لحاظ آماری نیز معنی‌دار بود ($df= 4,20; F= 8.64; P= 0.0003$). با افزایش زمان تیمار میزان مرگ‌ومیر در تمامی تیمارها افزایش یافت. پس از ۷۲ ساعت از تیمار، میزان مرگ‌ومیر ناشی از دو غلظت ۶۴ و ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا به ۱۰۰ درصد رسید در حالیکه میزان تلفات حاصل از سه غلظت دیگر نیز بالاتر از ۵۰ درصد بود. در تمامی غلظت‌ها، مرگ‌ومیر ایجاد شده در این زمان از لحاظ آماری نیز دارای اختلاف معنی‌دار بود ($df= 4,20; F= 63.75; P= 0.0001$).

جدول ۱- درصد مرگ‌ومیر (\pm خطای استاندارد) حشرات کامل شپشه آرد تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسانس گل ترنج

Table 1. Mortality% (\pm SE) of *T. castaneum* treated with different concentrations of essential oil from the flower of *Citrus medica*

Concentration (μ L/air)	Time after treatment (hour)		
	24	48	72
8	16 \pm 4 ^{c*}	30 \pm 3.16 ^d	68 \pm 2 ^{c*}
16	20 \pm 3.16 ^c	42 \pm 2 ^c	76 \pm 2.44 ^c
32	28 \pm 3.74 ^{abc}	46 \pm 2.44 ^{ab}	86 \pm 2.44 ^{abc}
64	34 \pm 2.44 ^{ab}	54 \pm 2.44 ^b	100 \pm 00 ^{ab}
126	40 \pm 3.16 ^a	66 \pm 2.44 ^a	100 \pm 00 ^a

*حروف غیر مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند

میزان مرگ‌ومیر ناشی از پنج غلظت ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ و ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس گل گریپ فروت ۲۴ ساعت پس از تیمار به ترتیب ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۰ و ۳۴ درصد برآورد شد (جدول ۲). بر اساس نتایج، میزان مرگ‌ومیر ناشی از دو غلظت ۶۴ و ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا به طور معنی‌داری بالاتر از دو غلظت ۸ و ۱۶ میکرولیتر بر لیتر هوا بود ($df= 4,20; F= 8.19; P= 0.0004$). بعد از ۴۸ ساعت از تیمار میزان مرگ‌ومیر غلظت‌های ذکر شده به ترتیب به ۳۲، ۴۲، ۵۰، ۵۲ و ۶۲ درصد رسید. ۷۲ ساعت پس از تیمار و در نقطه پایان آزمایش تمامی غلظت‌ها مرگ‌ومیر بالای ۵۰ درصد را ایجاد نمودند. دو غلظت ۶۴ و ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا مرگ‌ومیر قاطع بالای ۹۰ درصد (به ترتیب ۹۶ و ۱۰۰ درصد) را ایجاد نمودند که این میزان مرگ‌ومیر به طور معنی‌داری بالاتر از مرگ‌ومیر ایجاد شده توسط سایر غلظت‌ها بود ($df= 4,20; F= 41.78; P= 0.0001$).

میزان مرگ‌ومیر حشرات کامل شپشه آرد تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسانس حاصل از گل لیموی لیسبون در جدول ۳ ذکر شده است. کمترین و بیشترین میزان مرگ‌ومیر ۲۴ ساعت پس از تیمار به ترتیب مربوط به دو غلظت ۸ و ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا بود (۱۰ و ۳۴ درصد). با افزایش زمان تیمار میزان مرگ‌ومیر حشرات کامل شپشه آرد تیمار شده با تمامی

غلظت‌ها افزایش یافت چنانچه ۴۸ ساعت پس از تیمار میزان مرگ‌ومیر دو غلظت ذکر شده به ترتیب به ۲۰ و ۵۰ درصد رسید. ۷۲ ساعت پس از تیمار و در نقطه پایان آزمایش میزان مرگ‌ومیر ناشی از پنج غلظت ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ و ۱۲۶ میکرولیتر برلیتر هوا به ترتیب ۵۸، ۶۲، ۶۴، ۶۸ و ۷۲ درصد برآورد شد. گرچه این میزان تلفات از لحاظ عددی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند اما از لحاظ آماری با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌داری نبودند ($F= 2.35$; $df= 4,20$; $P= 0.088$).

جدول ۲- درصد مرگ‌ومیر (\pm خطای استاندارد) حشرات کامل شپشه آرد تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسانس گل گریپ فروت

Table 2. Mortality% (\pm SE) of *T. castaneum* treated with different concentrations of essential oil from the flower of *Citrus paradisi*

Concentration (μ L/L air)	Time after treatment (hour)		
	24	48	72
8	12 \pm 2 b*	32 \pm 3.74 c	52 \pm 3.74 c
16	16 \pm 2.44 b	42 \pm 3.74 bc	60 \pm 4.47 c
32	24 \pm 2.44 ab	50 \pm 3.16 ab	78 \pm 3.74 b
64	30 \pm 3.16 a	52 \pm 3.74 ab	96 \pm 2.44 a
126	34 \pm 5.09 a	62 \pm 3.74 a	100 \pm 00 a

*حروف غیر مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند.

جدول ۳- درصد مرگ‌ومیر (\pm خطای استاندارد) حشرات کامل شپشه آرد تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسانس گل لیموی لیسبون

Table 3. Mortality% (\pm SE) of *T. castaneum* treated with different concentrations of essential oil from the flowers of *Citrus lemon*

Concentration (μ L/L air)	Time after treatment (hour)		
	24	48	72
8	10 \pm 0 c*	20 \pm 3.16 c	58 \pm 3.74 a
16	22 \pm 2 b	32 \pm 3.74 bc	62 \pm 3.74 a
32	26 \pm 2.44 ab	40 \pm 3.16 ab	64 \pm 2.44 a
64	30 \pm 3.16 ab	46 \pm 2.44 a	68 \pm 3.74 a
126	34 \pm 2.44 a	50 \pm 3.16 a	72 \pm 3.74 a

*حروف غیر مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند

مقایسه میزان مرگ‌ومیر حشرات کامل شپشه آرد تیمار شده با غلظت‌های مختلف سه اسانس گل ترنج، گریپ فروت و لیموی لیسبون در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، ۲۴ ساعت پس از تیمار گرچه مرگ‌ومیر ایجاد شده توسط غلظت‌های مختلف سه اسانس با یکدیگر اختلاف عددی داشتند اما اختلاف حاصله از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. ۴۸ ساعت پس از تیمار تنها در غلظت ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا مرگ‌ومیر ناشی از دو اسانس ترنج و لیموی

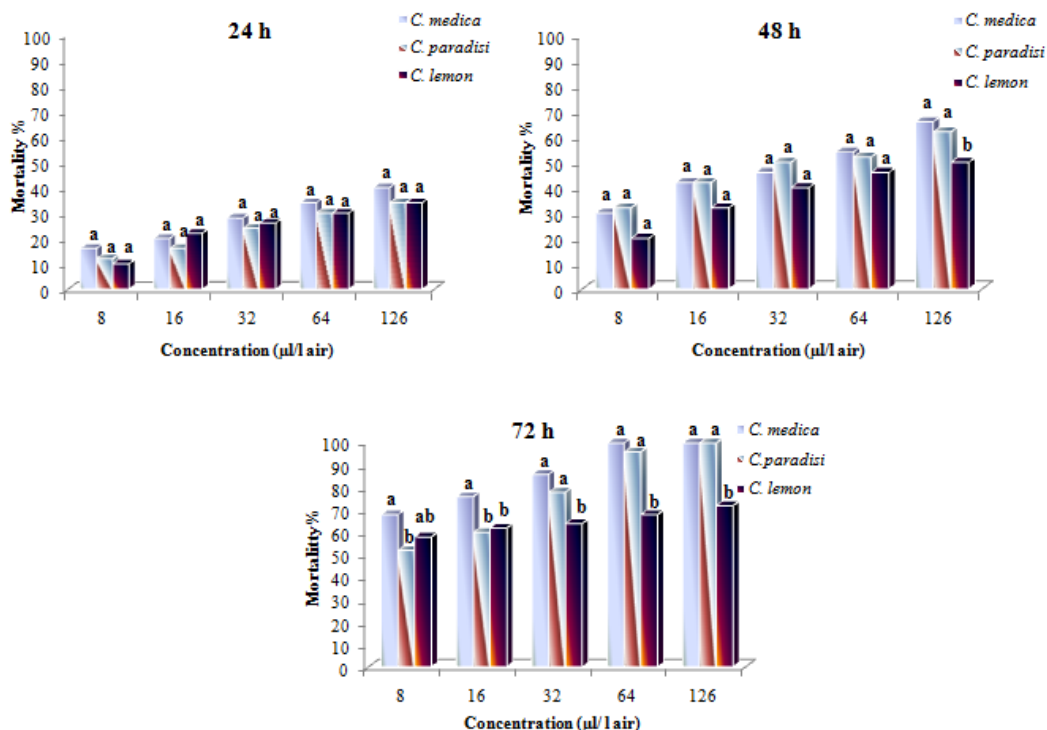
لیسبون به طور معنی‌داری بالاتر از اسانس لیموی لیسبون بود ($df= 2,12; F= 3.65; P= 0.01$). در حالی که در سایر غلظت‌ها مرگ‌ومیر حاصل از سه اسانس با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشت. پس از ۷۲ ساعت از شروع آزمایش، به جز در غلظت ۸ میکرولیتر بر لیتر هوا که مرگ‌ومیر ناشی از اسانس ترنج و لیموی لیسبون با یکدیگر اختلاف معنی دار آماری نداشتند ($df= 2,12; F= 6.13; P= 0.14$) در سایر غلظت‌ها، مرگ‌ومیر ایجاد شده توسط اسانس ترنج به طور معنی‌داری بالاتر از اسانس لیموی لیسبون بود همچنین مرگ‌ومیر حاصل از دو اسانس ترنج و گریپ فروت در دو غلظت ۸ و ۱۶ میکرولیتر بر لیتر هوا با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود.

نتایج تجزیه پروبیت داده‌های زیست‌سنجی در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان LC_{50} سه اسانس گل ترنج، گریپ فروت و لیموی لیسبون ۲۴ ساعت پس از تیمار به ترتیب ۲۹۷، ۴۵۷/۷ و ۴۵۷/۱ و میزان LC_{90} ۳۰۶۸۵/۱، ۴۰۶۴۴/۳ و ۵۲۹۷۴/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا برآورد شد. با افزایش زمان تیمار میزان مرگ‌ومیر افزایش و در نتیجه غلظت کشنده ۵۰ درصدی کاهش یافت. چنانچه ۷۲ ساعت پس از تیمار غلظت کشنده ۵۰ درصد از سه اسانس ذکر شده به ترتیب به ۵/۲، ۹/۴ و ۱۱/۸ میکرولیتر بر لیتر هوا رسید. مقایسه سمیت اسانس‌ها با مینا قرار دادن غلظت کشنده ۵۰ درصدی نشان داد در هر سه زمان ثبت نتایج بیشترین و کمترین سمیت به ترتیب مربوط به دو اسانس ترنج و لیموی لیسبون است.

جدول ۴- نتایج تجزیه پروبیت داده‌های زیست‌سنجی اسانس گل ترنج، گریپ فروت و لیموی لیسبون روی حشرات کامل شپشه آرد

Table 4. Probit analysis of bioassay data of essential oil extracted from the flower of *C. medica*, *C. paradisi* and *C. lemon* against adult *T. castaneum*

Essential oil	Time (h)	Total	LC_{50} (μ l/ l air) (Confidence limits)	LC_{90} (μ l/ l air) (Confidence limits)	Slope (\pm SE)	χ^2	p-value
<i>C. medica</i>	24	300	297 (114.4- 13163.2)	30685.1 (2142.1-381100)	0.63 (\pm 0.2)	0.072	0.99
	48	300	38.9 (22.8- 76.6)	2307.6 (503.9- 26253)	0.72 (\pm 0.19)	0.41	0.93
	72	300	5.2 (2.3- 7.9)	28.4 (21.1-45.2)	1.75 (\pm 0.33)	4.99	0.17
<i>C. paradisi</i>	24	300	457.7 (153.4- 43986.8)	40644.3 (2545.7- 103500)	0.65 (\pm 0.21)	0.21	0.97
	48	300	40.5 (20.8- 105.7)	5644 (729.9- 34510)	0.59 (\pm 0.19)	0.38	0.94
	72	300	9.4 (6.2-12.4)	46.1 (34.4-73)	1.86 (\pm 0.28)	4.58	0.2
<i>C. lemon</i>	24	300	457.1 (147.4- 8788.3)	52974.5 (2737.5- 150900)	0.62 (\pm 0.21)	1.33	0.72
	48	300	98.7 (53.7-513.9)	8027.3 (1046-13020)	0.67 (\pm 0.19)	0.76	0.85
	72	300	11.8 (3.8-14.3)	266.1 (149.3-378.2)	0.3 (\pm 0.19)	0.36	0.99



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد مرگومیر ناشی از غلظت‌های مختلف سه اسانس گل ترنج، گریپ فروت و لیموی لیسبون روی حشرات کامل شپشه آرد در زمان‌های مختلف (*حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند)

Figure 1. Compare mean mortality% caused by different concentration of essential oil from the flower of *C. medica*, *C. paradise* and *C. lemon* against *T. castaneum* at different time (Different letters showed significant difference)

بر اساس نتایج بدست آمده با افزایش غلظت اسانس‌ها میزان تلفات آفت نیز افزایش یافت. مقایسه سمیت اسانس‌های مورد مطالعه در این تحقیق نشان داد اسانس گل ترنج با غلظت کشنده ۵۰ درصدی کمتر، بیشترین سمیت تدخینی را برای شپشه آرد داشت. این اولین تحقیق در ارتباط با اثر کشندگی اسانس حاصل از گل مرکبات روی آفات انباری بود. در تحقیقات دیگری اثر اسانس‌های گرفته شده از پوست میوه ارقام مختلف مرکبات روی این آفات انباری بررسی شده است. (Kabiri Raeis Abad & Amiri Besheli 2012) سمیت تدخینی اسانس پوست میوه پرتقال را روی شپشه آرد بررسی کرده و میزان LC_{50} اسانس را ۴۸ ساعت پس از تیمار ۷۱/۴۵ میکرولیتر برلیتر هوا برآورد کردند. با مبنا قرار دادن شاخص کشنده ۵۰ درصدی مشخص شد سمیت اسانس گل ترنج و گریپ فروت بالاتر از اسانس پوست میوه پرتقال روی این آفت است. (Safavi & Mobki 2012) میزان LC_{50} اسانس پوست نارنگی را

روی شپشه آرد با گذشت ۲۴ ساعت از زمان تیمار ۷۷/۴ میکرولیتر برلیتر هوا برآورد نمودند که خیلی بیشتر از میزان LC₅₀ اسانس‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر است. (Lee et al., 2004) نشان دادند میزان LC₅₀ و LC₉₀ اسانس‌های *Eucaliptus nicholii*، *E. codonocarpa*، *Callistemon sieberi*، *Melaleuca fulgens*، *E. blakelyi* و *M. armillaris* روی شپشه آرد از ۱۳/۷ تا ۲۰/۳ میکرولیتر بر لیتر هوا متغییر است. تفاوت در میزان سمیت اسانس‌ها به عوامل مختلفی از جمله گونه گیاه، گونه حشره و شرایط آزمایش بستگی دارد. حتی مواد موجود در انبارها نیز روی کارایی اسانس‌ها موثر است. به عنوان مثال در آزمایشی مشخص شد کارایی اسانس در حضور محصولات مورد استفاده از جمله گندم نسبت به عدم حضور چنین موادی کمتر است که عمدتاً به دلیل جذب روغن بالا توسط محصول بوده است (Ketoh et al., 2002). در عملیات تدخین انبارها، مدت زمان تدخین و میزان مورد استفاده از ترکیب تدخینی دو فاکتور مهم می‌باشند. چنانچه برخی محققین غلظت اسانس را عامل مهمی در میزان تلفات گزارش کرده‌اند (Ketoh et al., 2002). نتایج تحقیق حاضر نیز موید همین مطلب است. چنانچه با افزایش غلظت در تمامی اسانس‌ها، میزان مرگ‌ومیر نیز افزایش یافت. برخی محققین دیگر مدت زمان قرارگیری آفت در معرض اسانس را در میزان تلفات مهم دانسته‌اند (Park et al., 2003). با در نظر گرفتن این شاخص و بر اساس داده‌های حاصل از این تحقیق مشخص شد می‌توان با بسته نگه داشتن محیط تیمار شده به مدت ۷۲ ساعت و کاربرد غلظت‌های ۶۴ و ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا از دو اسانس گل ترنج و گریپ فروت به کنترل قاطع ۱۰۰ درصدی شپشه آرد دست یافت. نتایج آزمایش حاضر با نتایج بررسی (Tapondjou et al., 2005) مطابقت داشت. آنها در بررسی خود اثر اسانس اکالیپتوس گونه *Eucalyptus saligna* را روی حشرات کامل شپشه آرد طی ۴ روز متوالی بررسی کرده و نشان دادند با گذشت زمان و افزایش غلظت بر میزان تلفات نیز افزوده می‌شود. در تحقیق حاضر نیز بیشترین کارایی اسانس‌ها با گذشت ۷۲ ساعت از زمان تیمار مشاهده شد.

به دلیل خاصیت چربی دوستی، اسانس‌های گیاهی باعث اختلال در پایه متابولیکی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و عملکرد رفتاری حشرات می‌شوند (Nishimura, 2001). اسانس‌ها به دلیل تجزیه سریع‌تر در محیط طبیعی نسبت به ترکیبات مصنوعی، خطرات جانبی کمتری برای محیط زیست دارند (Pillmoor et al., 1993). از طرفی اکتوپامین به عنوان جایگاهی برای فعالیت بسیاری از اسانس‌های گیاهی مطرح است و بنابراین کاربرد این ترکیبات عملاً سمیتی برای انسان ندارد. با توجه به یافته‌های سایر محققان (Greany et al., 1983; Sheppard, 1984; Salvatore et al., 2004; Siskos et al., 2007; Franca et al., 2012) و نتایج این پژوهش، اسانس بافت‌های مختلف مرکبات حاوی ترکیبات ثانویه‌ای می‌باشند که اثرات حشره کشی قابل توجهی روی حشرات آفت به خصوص از راسته‌های Coleoptera و

Diptera دارند و این در حالی است که اثرات زیان بار آنها برای انسان و سایر موجودات و محیط زیست در مقایسه با سموم شیمیایی رایج کمتر است (Plimmer, 1993; Nair, 1994;) Isman, 2006) بنابراین تحقیقات بیشتر در این زمینه برای یافتن ترکیبات گیاهی جایگزین سموم شیمیایی توصیه می شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم به سبب فراهم آوردن امکانات این تحقیق، تشکر و قدردانی می شود.

منابع

- Baltaci, D., Klementz, D., Gerowitt, B., Drinkall, M.J. & Reichmuth, C. 2009. Lethal effects of sulfuryl fluoride on eggs of different ages and other life stages of the warehouse moth *Ephestia elutella* (Hübner). *Journal of Stored Products Research*, 45: 19-23.
- Bond, E.J. 1984. *Manual of Fumigation for Insect Control. Food and Agricultural Organization of the United Nations*. Rome, Italy.
- Campbell, J. F. & Runnion, C. 2003. Patch exploitation by female red flour beetles, *Tribolium castaneum*. *Journal of Insect Science*, 3: 20.
- Dharmendra, S., Suman, P. S. K., Atul, P. K., Subhash, C. G. & Sushil, K. 2001. Comparative antifungal activity of essential oils and constituents from three distinct genotypes of *Cymbopogon* spp. *Current Science*, 80: 1264-1266.
- Fields, P.G. & White, N.D.G., 2002. Alternatives to methyl bromide treatments for stored-product insect and quarantine insect. *Annual Review of Entomology*, 47: 331-359.
- Franca, S.M., de Oliveira, J.V., Esteves Filho, A.B., de Oliveira, C. M. 2012. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. *Acta Amazonica*. 42(3):381-86.
- Greany, P. D., Styer, S. C., Davis, P. L., Shaw, P. E. & Chambers, D. L. 1983. Biochemical resistance of citrus to fruit flies. Demonstration and elucidation of resistance to the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 34: 40-50.
- Inyang, U. E. & Emosairue, S. O. 2005. Laboratory assessment of the repellent and anti-feedant properties of aqueous of 13 plants against the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. (Coleoptera: Curculionidae). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 5(1): 33-44.
- Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603-608.
- Isman, M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.

- Kabiri Raeis Abad, M. & Amiri Besheli, B. 2012. Fumigant toxicity of essential oil extracted from orange peel *Citrus sinensis* (L) on rice weevil *Sitophilus oryzae* (L).(Col., Curculionidae) and flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst)(Col: Tenebrionidae). *Journal of Entomological Research*, 6(1): 43-52. (In Persian with English abstract).
- Kabiri Raeis Abad, M., Mohammadi Sharif, M. & Kabiri Nasab, M. 2014. Biological effect of some species citrus peel essential oil against flour beetle *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Plant Protection*. 28 (1): 115-124. (In Persian with English abstract).
- Karabörklü, S., Ayvaz, A. & Semih Yilmaz, S. 2010. Bioactivities of different essential oils against the adults of two stored product insects. *Pakistan Journal of Zoology*, 42: 679-686.
- Ketoh, C. K., Glitoh, A. I. & Huignard, J. 2002. Susceptibility of the bruchid *Callosobruchus maculatus* (Col: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hym: Pteromalidae) to three essential oils. *Journal of Economic Entomology*, 95: 174-182.
- Lee, B. H., Annis, P. C., Tumaalii, F. & Choi, W.S. 2004. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 40: 553-564.
- Lee, B. H., Choi, W. S., Lee, S. E. & Park, B. S. 2001. Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Crop Protection*, 20: 317-320.
- Mahmoudvand, M., Abbasipour, H., Basij, M., Hosseinpour, M. H., Rastegar, F. & Nasir, M. B. 2011. Fumigant toxicity of some essential oils on adults of some stored-product pests. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71: 83-89.
- Nair, M. G. 1994. Natural products as sources of potential agrochemicals, pp. 145-161. In: Hedin, P. A., Menn, J. J. & Hollingworth, R. M. (Eds.), *Natural and engineered pest management agents*. ACS Symposium Series No. 551. American Chemical Society, Washington, DC.
- Naumann, K. & Isman, M.B. 1995. Evaluation of neem *Azadirachta indica* seed extracts and oils as oviposition deterrents to noctuid moths. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 76: 115-120.
- Nishimura, H. 2001. Aroma constituents in plants and their repellent activities against mosquitoes. *Aroma Research*, 2: 257-267.
- Odeyemi, O. O., Masika, P. & Afolayan, A.J. 2008. Insecticidal activities of essential oil from the leaves of *Mentha longifolia* L. subsp. *capensis* against *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). *African Entomology*, 16 (2): 220-225.
- Ogendo, J. O., Kostyukovsky, M., Ravid, U., Matasyoh, J. C., Deng, A. L., Omolo, E. O., Kariuki, S. T. & Shaaya, E. 2008. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *Journal of Stored Products Research*, 44: 328-334.
- Park, I. K., Lee, S. G., Choi, D. H., Park, J. D. & Ahn, Y.J. 2003. Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtuse* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 39 (4): 375- 384.

- Pillmoor, J. B., Wright, K. & Terry, A.S. 1993. Natural products as a source of agrochemicals and leads for chemical synthesis. *Pesticide Science*, 39: 131-140.
- Plimmer, J. R. 1993. Regulatory problems associated with natural products and biopesticides. *Journal of Pesticide Science*, 39: 103-108.
- Reichling, J., Schnitzler, P., Suschke, U. & Saller, R. 2009. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties—an overview. *Forsch Komplementmed*, 16: 79-90.
- Safavi, S. A. & Mobki, M. 2012. Fumigant toxicity of essential oils from *Citrus reticulata* Blanco fruit peels against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Crop Protection*, 1(2): 115-120.
- Salvatore, A., Borkosky, S., Willink, E. & Bardon, A. 2004. Toxic effects of lemon peel constituents on *Ceratitis capitata*. *Journal of Chemical Ecology*, 30: 323-333.
- Shaaya, E., Kostjukovshi, M., Eilberg, J. & Sukprakarn, C. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33: 7-15.
- Sheppard, D. C. 1984. Toxicity of *Citrus* peel liquids to the house fly and red imported fine ant. *Journal of Agricultural Entomology*, 1: 95-100.
- Siskos, E. P., Konstantopoulou, M. A., Mazomenos, B. E., & Jervis, M. 2007. Insecticidal activity of *Citrus aurantium* fruit, leaf, and shoot extracts against adult olive fruit flies (Diptera: Tephretidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(4): 1215-1220.
- Soderstrom, E.L., Brandl, D.G. & Mackey, B. 1992. High temperature combined with carbon dioxide enriched or reduced oxygen atmospheres for control of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 28: 235-238.
- Soonwera, M. 2015. Efficacy of essential oils from Citrus plants against mosquito vectors *Aedes aegypti* (Linn.) and *Culex quinquefasciatus* (Say). *Journal of Agricultural Technology*, 11: 669-681.
- Tapondjou, A. L., Adler, C., Fontem, D. A, Boud, H. & Reichmuth, C. 2005. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Stored Products Research*, 41: 91 - 102.
- Tunc, I., Berger, B. M., Erler, F. & Dagli, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36: 161- 168.
- van Someren Graver, J.E. 2004. *Guide to Fumigation under Gas-Proof Sheets*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy
- Wang, J., Zhu, F., Zhou, X.M., Niu, C.Y. & Lei, C.L., 2006. Repellent and fumigant activity of essential oil from *Artemisia vulgaris* to *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 42(3): 339-347.
- Wilson, J. A. & Isman, M. B. 2006. Influence of essential oils on toxicity and pharmacokinetics of the plant toxin thymol in the larvae of *Trichoplusia ni*. *The Canadian Entomologist*, 138: 578-589.