

سمیت تنفسی و بازدارندگی تخم‌ریزی اسانس چهار گونه گیاهی روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات

جهانشیر شاکرمی*

گروه گیاه پزشکی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

مجید فلاح زاده، سمیرا الماسی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، گروه گیاه پزشکی، جهرم، فارس، ایران

چکیده

به منظور جایگزینی برای سموم متداول آفت کش اثر سمیت تنفسی و بازدارندگی تخم‌ریزی اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس و رزماری روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات (*Callosobruchus maculatus* F. (Col.: Bruchidae)) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ غلظت و ۵ تکرار در شرایط دمایی 30 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و تاریکی انجام شد. در غلظت ۵۶۰ میکرولیتر بر لیتر هوا اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس و رزماری به ترتیب باعث ۹۵/۷۸، ۸۷/۷۸، ۵۷/۳۳ و ۶۵/۱۱ درصد مرگ و میر حشرات بالغ سوسک چهار نقطه‌ای شدند. مقادیر LC_{50} محاسبه شده حاصل از اثر اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس و رزماری روی حشرات بالغ به ترتیب برابر با ۶۹، ۱۰۶، ۳۲۲ و ۲۰۵ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه گردید. هر چهار اسانس مورد مطالعه به طور معنی داری میزان تخم‌ریزی آفت را کاهش دادند. در بالاترین غلظت (۱۹۰ میکرولیتر بر لیتر هوا) اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس و رزماری به ترتیب باعث ۸۳/۲۲، ۹۲/۴۵، ۶۲/۳۴ و ۷۳/۲۴ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی این آفت شدند. اسانس‌های مرزه و پونه اثر کنترلی بالاتری از دیگر اسانس‌ها روی آفت داشتند و می‌توانند به عنوان حشره کش کم خطر برای کنترل آفات انباری مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بازدارندگی تخم‌ریزی، سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، سمیت تنفسی

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Shakarami.j@lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۴، تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۶

مقدمه

سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات (*Callosobruchus maculatus* F. (Col.: Bruchidae) یک آفت همه جایی است که باعث کاهش کمی و کیفی بذر ها لوبیا چشم بلبلی، ماش، عدس و نخود می‌شود (Ogunwolu & Odunlami, 1996; Bagheri-Zenouz, 1986). خسارت سالانه آن روی لوبیای چشم بلبلی گاهی به اندازه‌ای شدید است که در مدت کوتاهی تمام محصول را از بین می‌برد (Bagheri-Zenouz, 1986). بذر ها لوبیا چشم بلبلی بعد از ۳ تا ۵ ماه انبارداری به طور ۱۰۰٪ توسط سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات از بین می‌روند و وزن محصول تا ۶۰ درصد کاهش می‌یابد (Keita et al., 2000). امروزه برای کنترل آفات انباری بیشتر از سموم شیمیایی تدخینی و گاهی از اشعه‌های رادیواکتیو استفاده می‌شود، که خطرات جبران ناپذیری برای انسان و محیط پیرامون وی دارد. گاز متیل بروماید به مقادیر زیاد برای کنترل آفات انباری مورد استفاده قرار می‌گیرد و امروزه ثابت شده است که اثرات نامطلوبی روی لایه ازن دارد (Dunkel & Sears, 1998). همچنین استفاده مداوم از فسفین می‌تواند باعث گسترش نژادهای مقاوم به آفات گردد (Shriner et al., 1989). با توجه به خسارت بالای آفات و اثرات سوء سموم شیمیایی، تحقیق برای دسترسی به ترکیبات کم خطر جهت کنترل آفات انباری اجتناب ناپذیر می‌باشد (Haque et al., Tunk et al., 2000; Talukder & Howse, 1995). استفاده از ترکیبات گیاهی برای کنترل آفات انباری در آسیا و آفریقا از زمان‌های قدیم متداول بوده است (Bekel & Hassanali, 2001; Bouda et al., 2001; Rajapakse & Van Emden, 1997; Sahaf & Moharramipour, 2008). گزارش‌هایی وجود دارد که اسانس‌های گیاهی روی آفات انباری سمیت تنفسی، دورکنندگی و بازدارندگی تخم‌ریزی دارند (Ketoh et al., 2006; Nyamador ; Ketoh et al., 2005; et al., 2010; Keita et al., 2000; Rajapakse & Van Emden, 1997; et al., 2010; Papachristos & Stamopoulos, 2001; Sadeghi et al., 2006; Tripathi et al., 2001). در این تحقیق سمیت تنفسی و بازدارندگی تخم‌ریزی چهار اسانس گیاهی شامل مرزه، پونه، اسطوخودوس و رزماری روی حشرات بالغ و بازدارندگی تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش حشره

سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات از بخش حشرات زیان‌آور موسسه گیاه‌پزشکی کشور تهیه و در شرایط دمایی 20 ± 3 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و در تاریکی روی بذر لوبیا چشم بلبلی رقم پرستو پرورش داده شد. آزمایش‌ها در شرایط دمایی 20 ± 3 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و در تاریکی با استفاده از دستگاه انکوباتور انجام شدند.

سمیت تنفسی اسانس روی حشره بالغ

این آزمایش بر اساس روش (Rahman & Schmidt (1999) و Keita *et al.* (2000) در ظروف شیشه‌ای درپوش‌دار به حجم ۲۷ میلی لیتر (به قطر ۲/۲ و ارتفاع ۷ سانتی متر) انجام شد. با کمک میکروپیپت بر اساس آزمایشات اولیه مقادیر ۰/۵۴، ۱/۰۸، ۱/۸۹، ۵/۱۳، ۹/۹۹ و ۱۵/۱۲ میکرولیتر اسانس (معادل ۲۰، ۴۰، ۷۰، ۱۹۰، ۳۷۰ و ۵۶۰ میکرولیتر اسانس بر لیتر هوا) از گیاهان مرزه (*Satureia hortensis* L. Lamiaceae)، پونه (*Mentha pulegium* L. Lamiaceae)، اسطوخودوس (*Nepeta menthoides* Boiss & Buhse, Lamiaceae) و رزماری (*Rosmarinus officinalis* L., Lamiaceae) به همراه حلال استون روی یک قطعه کاغذ صافی به قطر دو سانتی متر ریخته و به منظور پخش شدن یکنواخت اسانس، کاغذ صافی داخل درپوش ظرف شیشه‌ای قرار داده شد. پس از گذشت ۲۰ دقیقه که حلال تبخیر شد، ۱۰ عدد حشره بالغ (نر و ماده) یک تا سه روزه سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات به ظرف شیشه‌ای منتقل شد. پس از ۴۸ ساعت تعداد حشرات مرده در تیمار و شاهد شمارش و درصد مرگ و میر طبق فرمول (Abbott (1925 محاسبه گردید. در این آزمایش حشراتی که قادر به حرکت دادن پا و شاخک خود نبودند مرده تلقی شدند. در تیمار شاهد فقط از استون استفاده گردید.

خاصیت بازدارندگی تخم‌ریزی اسانس‌های گیاهی

در این آزمایش بر اساس روش (Lale & Abdulrahman (1999 و Rajapakse & Van Emden (1997 مقدار ۵ گرم بذر لوبیا چشم بلبلی در ظروف مشابه با آزمایش قبل ریخته شد. با کمک میکروپیپت بر اساس آزمایشات اولیه مقادیر ۰/۵۴، ۱/۰۸، ۱/۸۹ و ۵/۱۳ میکرولیتر اسانس (معادل ۲۰، ۴۰، ۷۰ و ۱۹۰ میکرولیتر اسانس بر لیتر هوا) به همراه حلال استون به بذر ها اضافه شد. مخلوط با میله شیشه‌ای بذر ها به خوبی هم زده شدند تا اسانس به خوبی در سطح بذر ها پخش شود. پس از ۲۰ دقیقه که استون تبخیر شد، به هر ظرف با کمک قلم مو دو جفت حشره نر و ماده یک روزه سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات اضافه شد. تشخیص حشرات نر و ماده بر اساس روش (Bandara & Saxena (1995 انجام شد. پس از ۵ روز تعداد تخم‌های گذاشته شده روی بذر ها با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش و درصد بازدارندگی تخم‌ریزی طبق فرمول زیر محاسبه شد (Sahaf & Moharramipor, 2008):

$$\text{Oviposition deterrence} = \left(1 - \frac{NE_t}{NE_c}\right) 100$$

NE_t = تعداد تخم در تیمار

NE_c = تعداد تخم در تیمار شاهد

محاسبات آماری

آزمایشات زیست‌سنجی و بازدارندگی تخم‌ریزی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. برای هر غلظت ۵ تکرار همراه با شاهد در نظر گرفته شد. داده‌های هر غلظت جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. داده‌های آزمایش قبل از آنالیز با رابطه $\sqrt{x/100}$ Arcsin نرمال شده سپس با استفاده از نرم افزار SAS (9.1) داده‌ها تجزیه آماری شدند. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه میانگین انجام شد. برای محاسبه LC_{50} از نرم افزار PoloPc استفاده شد.

نتایج و بحث

سمیت تنفسی اسانس روی حشرات بالغ

نتایج نشان داد که اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس و رزماری روی حشرات بالغ سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات سمیت تنفسی دارند که این موضوع قبلاً توسط محققین مختلفی گزارش گردیده است. در این تحقیق همچنین مشخص شد که بین اسانس گیاهان مختلف از نظر درصد تلفات ایجاد شده روی حشرات بالغ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F=57.74$, $P<0.01$) که این موضوع نیز توسط سایر محققین گزارش شده است (Keita *et al.*, 2001; Pascual; Negahban & Moharramipour, 2007; Ketoh *et al.*, 2002 *al.*, 2004; Villalobos & Balasta-Acosta, 2003; Shakarami *et al.*, 2004). بین غلظت‌های مختلف اسانس‌های مورد مطالعه روی درصد تلفات حشره اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت ($F=115.24$, $P<0.01$) و با افزایش غلظت درصد مرگ و میر هر اسانس افزایش داشته و بالاترین تلفات در بالاترین غلظت اسانس‌ها مشاهده شد. در این غلظت اسانس مرزه، پونه، اسطوخودوس، رزماری به ترتیب باعث ۹۵/۷۸، ۸۷/۷۸، ۵۷/۳۳، ۶۵/۱۱ درصد تلفات حشرات بالغ سوسک چهار نقطه‌ای شدند (جدول یک). بر اساس مقادیر LC_{50} محاسبه شده اسانس‌های مورد مطالعه روی حشرات بالغ سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، کم‌ترین مقدار LC_{50} مربوط به اسانس مرزه با مقدار ۶۹ میکرولیتر بر لیتر بوده است (جدول دو).

نتایج این تحقیق در مقایسه با تلفات ایجاد شده توسط اسانس گیاه *Ocimum basilicum* جمع‌آوری شده از افغانستان و مریند، اثر حشره‌کشی کمتری داشته‌اند (Pascual-Villalobos & Balasta-Acosta, 2003). همچنین اسانس‌های مورد مطالعه در این تحقیق نسبت به اسانس گیاه *Cymbopogon schoenanthus* مورد استفاده توسط Ketoh *et al.* (2006) اثر کشندگی کمتری داشته است به طوری که مقدار LC_{50} اسانس به کار برده شده توسط این محققین روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات ۲/۷ میکرولیتر بر لیتر بوده است. در تحقیق دیگری (Ketoh *et al.*, 2005) گزارش نمودند که اسانس گیاه *C. schoenanthus* در غلظت

۳۳/۳ میکرولیتر بر لیتر باعث تلفات ۱۰۰ درصدی این آفت شده است ولی اسانس‌های مورد مطالعه در این تحقیق اثر حشره کشی کمتری را نشان می‌دهند. اسانس‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر اثر حشره کشی بیشتری نسبت به اسانس‌های بررسی شده توسط Keita et al., (2001) داشته‌اند به طوری که اسانس گیاه *O. basilicum* مورد مطالعه توسط این محققین در غلظت ۲۵ میکرولیتر بر میلی‌لیتر باعث ۸۰ درصد مرگ و میر حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات شده است و LC_{50} محاسبه شده برای اسانس *O. basilicum* برابر ۰/۶۶ میکرولیتر بر میلی‌لیتر بوده است ولی در تحقیق حاضر اسانس گیاهان مرزه و پونه در غلظت‌های پایین‌تری باعث تلفات بالایی روی حشرات بالغ سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات شده‌اند و LC_{50} محاسبه شده برای اسانس این گیاهان به ترتیب برابر با ۶۹ و ۱۰۶ میکرولیتر بر لیتر محاسبه شده است (جدول دو). بر اساس گزارش Rahman & Schmidt (1999) اسانس گیاه *Acorus calamus* جمع آوری شده از هندوستان، یوگسلاوی و روسیه در غلظت ۰/۰۲۵ میکرولیتر بر میلی‌لیتر به ترتیب ۸۴، ۹۵ و ۹۳ درصد تلفات روی حشرات کامل *Callosobruchus phaseoli* داشته‌اند.

بازدارندگی تخم‌ریزی اسانس

در این تحقیق مشخص شد که اسانس گیاهان می‌تواند تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات را کاهش دهند که این موضوع توسط محققین دیگری نیز قبلاً گزارش شده است (Tripathi et al., 2001; Shakerami et al., 2004; Rahman & Schmidt, 1999; Raja et al., 2001). نتایج داده‌ها نشان داد که بین غلظت‌های مختلف اسانس از نظر بازدارندگی تخم‌ریزی این آفات اختلاف معنی داری وجود داشت ($F=97.17, P<0.01$) و با افزایش غلظت، اثر اسانس‌ها افزایش یافت به طوری که در بالاترین غلظت (۱۹۰ میکرولیتر بر لیتر) اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس و رزماری به ترتیب باعث ۲۲/۸۳، ۴۵/۹۲، ۳۴/۶۲ و ۲۴/۷۳ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات شدند (جدول ۳).

اسانس‌های مورد مطالعه در این تحقیق نسبت به اسانس *O. basilicum* مورد مطالعه توسط Keita et al. (2000) در شرایط یکسان اثر بازدارندگی تخم‌ریزی کمتری را داشته‌اند. همچنین بر اساس گزارش Nyamador et al. (2010) اسانس گیاه *C. giganteus* در غلظت پنج میکرولیتر بر لیتر میزان تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات را به میزان ۸۱ درصد کاهش داد ولی اسانس‌های مورد مطالعه در این تحقیق بازدارندگی تخم‌ریزی کمتری را نشان می‌دهند. گزارش Tripathi et al. (2001) نشان داد که اسانس *Anthemum sowa* در غلظت ۱۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات را متوقف نمود. اسانس‌های مورد مطالعه در این تحقیق در غلظت‌های مشابه اثر بازدارندگی بیشتری را داشته‌اند به طوری که اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس، رزماری در غلظت ۱۹۰ میکرولیتر بر لیتر باعث

کاهش چشمگیر تخم‌ریزی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات شده‌اند ولی این اسانس‌ها نسبت به اسانس گیاهان مورد مطالعه توسط Rahman & Schmidt (1999) خاصیت بازدارندگی تخم‌ریزی کمتری را روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات داشتند. همچنین اثر بازدارندگی تخم‌ریزی اسانس‌های گیاهی مورد مطالعه روی سوسک چهار نقطه‌ای موثرتر از اسانس گیاهان *Helianthus anus* و *Sesamum indicum* و *Arachis hypogaea* (Rajapakse & Van Emden (1997) بوده است که در غلظت ۱۰ میلی‌گرم اسانس بر کیلوگرم بذر میزان تخم‌ریزی ۹۰ درصد کاهش داشته است. همچنین این اسانس‌های گیاهی اثر بازدارندگی بیشتری نسبت به اسانس‌های گیاهی مورد مطالعه توسط Raja *et al.* (2001) و روغن بذر چریش مورد استفاده توسط Liu & Ho (1999) داشته است.

جدول ۱- درصد مرگ و میر ± خطای معیار ایجاد شده توسط اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس، رزماری روی حشرات بالغ چهار نقطه ای حبوبات در غلظت های مختلف

Table 1- Mean(± SE) of mortality by essential oil from summer savory, pennyroyal mint, ostokhodus and rosemary on adults of Cowpea beetle in different concentrations

Essential oil	SE±Mean of Mortality					
	20	40	70	190	370	560
summer savory	28.67±2.26ef	34.89±3.08e	51.11±3.35cd	63.33±2.11c	81.78±3.63b	95.78±2.59a
pennyroyal mint	32.89±4.28e	30.44±2.82e	38.67±4.67cd	52.89±5.43cd	63.11±2.93c	87.78±3.20ab
ostokhodus	2.00±2.00g	10.00±3.16g	26.44±2.21ef	40.67±2.67ed	53.11±3.76cd	57.33±3.23c
rosemary	12.00±3.74g	16.00±6.00gf	34.44±3.62e	50.67±4.88cd	63.33±2.11c	65.11±3.08c

Mean within the column followed by the same letters are not significantly different

جدول ۲- مقادیر LC₅₀ محاسبه شده اثر اسانس گیاهان مرزه، پونه، اسطوخودوس و رزماری روی حشرات بالغ سوسک چهار نقطه ای حبوبات پس از ۲۴ ساعت.

Table 2- LC₅₀ values (µl / l) of essential oils from summer savory, pennyroyal mint, ostokhodus and rosemary against adults of Cowpea beetle after 24 hour

Essential oil	Treated insects (N)	X ²	Slope±SE	Confidence limit 95%	
				Lower	Upper
summer savory	350	5.35	1.43±0.17	69	36
pennyroyal mint	350	8.14	0.96±0.15	101	33
ostokhodus	350	4.60	1.31±0.18	322	202
rosemary	350	1.80	1.17±0.16	205	147

جدول ۳- درصد بازآزادگی تخم‌ریزی \pm خطای معیار اسانس گیاهان مرز، پونه، اسطوخودوس، رزماری روی سویک چهار نقطه ای حیوانات در غاظت های مختلف

Table 3- Mean (\pm SE) of oviposition deterreny by essential oil from summer savory, pennyroyal mint, ostokhodus and rosemary on Cowpea beetle in different concentrations

Essential oil	Mean of oviposition deterreny + SE			
	Concentration (µl / l)			
	20	40	70	190
summer savory	46.10 \pm 5.28ef	56.17 \pm 3.65cd	62.14 \pm 2.44cd	83.22 \pm 1.77ab
pennyroyal mint	56.57 \pm 3.41cd	62.41 \pm 1.69cd	73.80 \pm 1.62cb	92.45 \pm 1.90a
ostokhodus	24.65 \pm 4.68h	28.48 \pm 3.66hg	38.81 \pm 5.72gf	62.34 \pm 2.31cd
rosemary	32.71 \pm 2.66hg	36.78 \pm 3.51hgf	48.24 \pm 0.92gf	73.24 \pm 0.73cb

Mean within the column followed by the same letters are not significantly different

منابع

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 95 (1) : 174-182.
- Bagheri-Zenouz, E. 1986. *Storage Pests and Their Control* Vol. 1. Sepehr press. (In Persian)
- Bandara, K. A. & Saxena, R. C. 1995. A technique for handling and sexing *Callosobruchus maculatus* (F.) adult (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored products Research*, 31(1):97 – 100.
- Bekel, J. & Hassanali, A. 2001. Blend effects in the toxicity of essential oil constituents of *Ocimum kilimandscharium* and *Ocimum kenyense* (Labiaceae) on two post-harvest insect pests. *Phytochemistry*, 57:385-391.
- Bouda, H., Papomjou, L. A., Fontem, D. A. & Gumedzoe, M. Y. D. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum cinyzoides*, *Lantana camara* and *chromolaena odorata* on mortality of *Sitophilus zeamais* (Col: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*. 37: 103-109.
- Dunkel, F. V. & Sears j., 1998. Fumigant properties of physical preparations from mountain big sagebrush *Artemisia tridentate* Nutt. Ssp. *vaseyana* (rydb) for stored grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 34(4):307 -321.
- Haque, M. A., Nakakita, H., Ikenga, H. & Sota, N. 2000. Development-inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Col.: Curculionidae). *Journal of Stored Product Research*, 36:281 – 287.
- Ilboudo, Z., Dabire. L. C., Nebie, R. C., Dicko, I. O., Dugravot, S., Cortesero, A. & Sanon, M. A. 2010. Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 46:124–128.
- Keita, S. M., Vincent, C., Schmidt, J.P. & Arnason, J. T. 2001. Insecticide effects of *Thuja occidentalis* (Cupressaceae) essential oil on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Canadian Journal of Plant Science*, 81(1):173-177.
- Keita, S. M., Vincent, C., Schmidt, Ramaswamy M. & Belanger, A. 2000. Effects of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored products Research*, 36:355 – 364.
- 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(1) : 174-182.
- Ketoh, G. K., Koumaglo, H. K. & Glitho, I. A. 2005 Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Stored Products Research*, 41: 363–371.

- Ketoh, G. K., Koumaglo, H. K., Glitho, I. A. & Huignard, J. 2006. Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. *Fitoterapia*, 77: 506–510.
- Lale, N. E. & Abdulrahman, H. T. 1999. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A.) seed oil obtained by different method and neem powder for the management of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpea. *Journal of Stored Products Research*, 35: 135 – 143.
- Liu, Z. I. & Ho, S. H. 1999. Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodia rutaecarpa* Hook against the grain storage insect, *Sitophilus zeamais* Motsch. and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored products Research*. 35:317 – 328.
- Negahban, M., Moharramipour, S. & Sefidkon, F. 2007. Fumigation toxicity of essential oil from *Artemisia sieberi* against three stored – product insects. *Journal of Stored Products Research*, 43(1):123-128.
- Nyamador, W. S., Ketoh, G. K., Amevoin, K., Nuto, Y., Honore, K., Koumaglo, H. K. & Glitho, I. A. 2010. Variation in the susceptibility of two *Callosobruchus* species to essential oils. *Journal of Stored Products Research*, 46: 48–51.
- Ogunwolu, E. O. & Odunlami, A. T. 1996. Suppression of seed bruchid (*Callosobruchus maculatus* F.) development and damage on cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) with *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lam.) Waterm. (Rutaceae) root bark powder when compared to neem seed powder and pirimiphos – methyl. *Crop Protection*, 15 (7): 603 – 607.
- Papachristos, D. P. & Stamopoulos, D. C. 2001. Toxicity of vapour of three essential oils to the immature stage of *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 38:356 – 373.
- Pascal – Villalobos, M. J. & Ballesta – Acosta, M. C. 2003. Chemical variation in *Ocimum germplasm* collection and activity of the essential oils on *Callosobruchus maculatus*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 31: 673 – 679.
- Rahman, M. M. & Schmidt, G. H. 1999. Effect of *Acorus calamus* (L.) (Aceraceae) essential oil vapors from various origins on *Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 35:285 – 295.
- Raja, N., Albert, S., Ignacimuthu, S. & Dorn, S. 2001. Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *Journal of Stored Products Research*, 37: 127 – 132.
- Rajapakse, R. & Van Emden, F. 1997. Potential of four vegetable oils and ten botanical powder for reducing infestation of cowpea by *Callosobruchus maculatus*, *C. chinesis* and *C. rhodesianus*. *Journal of Stored Products Research*, 33(1): 59 -68.

- Sadeghi, A., Van Damme, E., Peumans, W. J. & Smagghe, G. 2006. Deterrent activity of plant lectins on cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (F.) oviposition. *Phytochemistry*, 67: 2078–2084.
- Sahaf, B. Z. & Moharramipour, S. 2008. Comparative investigation on oviposition deterrence of essential oils from *Carum copticum* C. B. Clarke and *Vitex pseudo-negundo* on *Callosobruchus maculatus* (Hausk) Hand. I. MZT. on laboratory. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(4): 523-531.
- Shakarami. j., Kamali, K., Moharamipour, S. & Meshkat Al-sadat, M. H. 2004. Fumigant toxicity and repellency of essential oil of *Artemisia aucheri* on four species of stored pest. *Applied Entomology and Phytopathology*, 71(2):60-76.
- Shakarami. J., Kamali, K., Moharamipour, S. & Meshkat Al-sadat, M.H. 2004. Effect of three plant essential oils on biological activity of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera Bruchidae). *Iranian Journal of Agricultural Science*, 35(4): 965-972.
- Shriner, P. L., Fuson, C., Curtin, D. Y. & Morrill, T. C. 1989. *The Systematic Identification of Organic Compounds*. John Wiley and Sons, USA.
- Talukder, F. A. & Howse, P. E. 1995. Evaluation of *Aphanamixis polystachya* as a source of repellents, antifeedants, toxicants and protestants in storage against *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research*, 31(1): 55- 61.
- Tripathi, A. K., Prajapati, V., Aggarwal, K. K. & Kumar, S. 2001. Insecticidal and ovicidal activity of the essential oil of *Anthum sowa* against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *Insect Science and Its Application*, 21 (1):61 -66.
- Tunc, I., Berger, B. M., Erler, F & Dagli, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from plants against two stored – product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36: 161 – 168.