آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۲، شماره ۲، اسفند ۱۳۹۳

رفتار جلب جنسی در سرخرطومی جالیز *Acythopeus curvirostris persicus*

کاظم محمدپور[۱]✉، آرمان آوند فقیه[۲]، پرویز شیشه بر[۳] و محمد سعید مصدق[۳]
۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی؛ ۲- موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، تهران؛
۳- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

(تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۲؛ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۳)

چکیده

سرخرطومی جالیز، *Acythopeus curvirostris persicus* یکی از آفات مهم محصولات جالیزی می باشد که در کشور های خاور میانه انتشار دارد. درک اکولوژی شیمیایی این گونه در شرایط مزرعه می تواند اطلاعات مورد نیاز برای کنترل آن با استفاده از پیام رسان های شیمیایی را فراهم کند. در این تحقیق ارتباطات شیمیایی سرخرطومی جالیز در شرایط مزرعه با استفاده از تله های سطلی (طعمه گذاری شده با حشرات کامل و طعمه گیاهی) در شهرستان بیرجند در سال های ۹۰-۱۳۸۷ بررسی گردید. در آزمایش اول اثر شش حشره نر، شش حشره ماده، ترکیب دو جنس نر و ماده به علاوه یک خربزه و خربزه به تنهایی در جلب حشرات بررسی گردید. در آزمایش دوم اثر تعداد۱، ۵ و۱۰ حشره نر به علاوه یک خربزه در جلب حشرات ارزیابی گردید. در آزمایش سوم اثر پنج سرخرطومی نر به تنهایی، پنج سرخرطومی نر و میوه هندوانه و میوه هندوانه به تنهایی در جلب حشرات بررسی شد. در آزمایش نهایی اثر پنج سرخرطومی نر و میوه های خیار، هندوانه، خربزه، هندوانه ابوجهل در جلب حشرات مقایسه شد. در آزمایش اول بیشترین تعداد سرخرطومی های شکار شده در تیمار شش سرخرطومی نر و یک میوه خربزه مشاهده شد، درآزمایش دوم افزایش تعداد حشرات نر در تله ها، اثر معنی داری بر میانگین حشرات شکار شده نداشت. در آزمایش سوم بیشترین تعداد در تیمار پنج سرخرطومی نر و یک میوه هندوانه شکار شد. در آزمون نهایی میوه هندوانه سبب جلب بیشترین تعداد سرخرطومی جالیز شده بود و بوی گیاه میزبان اثر افزایشی (Additive) روی فرومون داشت. نتایج این تحقیق می‌تواند مقدمات لازم برای شناسایی کایرومون گیاهان میزبان و فرومون تجمعی سرخرطومی جالیز را فراهم نماید.

واژه‌های کلیدی: *Acythopeus curvirostris persicus*، سرخرطومی جالیز، فرومون تجمعی، کایرومون، گیاه میزبان، هندوانه.

Sexual attraction behavior of melon weevil, *Acythopeus curvirostris persicus*

K. MOHAMMADPOUR[1]✉, A. AVAND-FAGHIH[2], P. SHISHEHBOR[3] and M. S. MOSSADEGH[3]
1- Agriculture & Natural Resource Research Center of Southern Khorasan, P. O. Box,413, Birjand, Iran; 2- Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran; 3- Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

Abstract

Melon weevil, *Acytopeus curvirostris persicus* (Col.: Curculionidae), is one of the most important pests of melons that is spread in the Middle East countries. Understanding chemical ecology of this species under field condition could provide necessary information for nonchemical control measures. In this study chemical communications of melon weevil were studied under field condition using bucket traps (baited with weevil and fruit bait) in Birjand region during 2009-11. In the first assay effect of six male, six female, both sexes and without weevil was investigated. In this assay all treatments were baited with one melon fruit. In the second assay effect of 1, 5, 10 male number on attraction of melon weevil were studied. In the third assay effect 5 male, 5 male + 1 watermelon fruit, 1 watermelon fruit on attraction of melon weevil were investigated., In the final assay effect of five male weevil and cucumber, watermelon, melon, wild watermelon on attraction of melon weevil were investigated. Results of the first assay showed that the most weevils were captured by traps baited with six males plus one melon fruit. In the second test results indicated that the male number had no effect on mean captured weevils. Morover, results of third assay showed that the most weevils were captured by traps baited with five males plus one watermelon fruit. In the final assay results showed that the treatment that include five males weevil plus watermelon fruit attracted the most number of melon weevils and host plant odors had additive effect on pheromone. Results of this study have provided necessary background for identification of host plant kairomone and aggregation pheromone of melon weevil.

Key words: *Acythopeus curvirostris persicus*, Aggregation pheromone, Host plants, Kairomone, Melon weevil, watermelon.

✉ **Corresponding author: Mohammadpour_k@yahoo.com**

مقدمه

سرخرطومی جالیز *Acythopeus curvirostris persicus* (Col.: Curculionidae) تا کنون از کشورهای ایران، مصر، اسرائیل، سوریه، اردن، سودان، سنگال، جنوب هندوستان، افغانستان، عربستان سعودی، عراق و ترکیه گزارش شده است (Boroumand, 1984; Thompson, 1973; Rivnay, 1960).

این آفت به طور متوسط موجب ۷۰-۴۰ درصد خسارت به ویژه در هندوانه و خربزه می‌شود (Ghavami, 1969). خسارت این آفت شباهت زیادی به خسارت مگس جالیز *Dacus ciliatus* Loew و مگس خربزه *Myopardalis pardalina* Bigot دارد و اغلب زارعین خسارت آن را با مگس خربزه اشتباه می‌گیرند. میزبان وحشی این حشره درطبیعت هندوانه ابوجهل *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad است که در زمین‌های کویری و گچی می‌روید. با توجه به این که در اثر شخم و عملیات زراعی، میزبان اولیه کم و یا نابود شده است، این آفت خود را با میزبان‌های جدید کاملاً وفق داده و اکنون به صورت آفت مهم جالیز در آمده است. این حشره به نباتات خانواده Cucurbitaceae از قبیل خربزه، هندوانه، طالبی، خیار و کدو حمله می‌کند (Ghavami, 1969). میوه در اثر تغذیه لارو سرخرطومی فاسد شده و نمی‌توان از آن بهره برداری نمود. با توجه به چند نسلی بودن آفت، کشاورزان سالانه مقدار زیادی سموم فسفره را در چندین نوبت (۱۵-۱۰ نوبت) در طی فصل رشد میوه جهت کنترل آن به کار می‌برند (مذاکرات حضوری با مدیریت جهاد کشاورزی بیرجند). مصرف بیش از حد سموم شیمیایی سبب تجمع بقایای آفت‌کش‌ها در محصول (به ویژه در محصولاتی مانند خیار که مصرف تازه خوری دارد) گردیده که نتیجه آن پایین آمدن کیفیت مواد غذایی و تبعات منفی فراوان برای انسان و محیط است (www.epa.gov). پایه علم اکولوژی شیمیایی بر شناسایی ترکیبات شیمیایی کنترل کننده اعمال فیزیولوژیکی و یا رفتاری موجودات استوار است. برای این منظور اولین مرحله شامل مشاهده تغییرات فیزیولوژیکی یا رفتاری است که در اثر رهاسازی مواد شیمیایی در یک محیط طبیعی رخ می‌دهد.

مرحله دوم، زیست سنجی است که شامل توصیف عکس العمل‌های رفتاری ایجاد شده در اثر رهاسازی مواد شیمیایی در شرایط کنترل شده می‌باشد و بالاخره آخرین مرحله شامل جداسازی و شناسایی مواد تشکیل دهنده این ترکیبات شیمیایی می‌باشد (Byers, 1992). مواد شیمیایی فرار یک وسیله مهم ارتباطی در سرخرطومی‌های خانواده Curculionidae می‌باشند. مطالعات صورت گرفته در این راستا منجر به شناسایی فرومون‌های جنسی و تجمعی درگونه‌های متعددی از این خانواده شده است (Hallet, 1996) که مهم‌ترین آنها عبارتند از: سرخرطومی غوزه پنبه، *Anthonomus grandis* Boh. (Tumlinson *et al*., 1970)، سرخرطومی فلفل، *A. eugenii* Cano (Eller *et al*., 1994)، سرخرطومی گردوی آمریکایی، *Curculio caryae* Horn. (Heidin *et al*., 1979)، سرخرطومی سیب زمینی شیرین، *Cylas formicarius elegantulus* Summer. (Jansson *et al*., 1990)، سرخرطومی سرو هندی، *Pissodes nemorensis* Gemar (Booth and Lanier, 1974)، سرخرطومی ذرت، *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Walgenbach *et al*., 1983)، شپشه برنج، *Sitophilus oryzae* L. (Phillips and Burkholder, 1981) و شپشه گندم، *Sitophilus granarius* L. (Faustini *et al*., 1982).

همچنین مطالعات انجام شده منجر به شناسایی فرومون های تجمعی در گونه های متعددی از سرخرطومی‌های نخیلات متعلق به جنس *Rhynchophorus* شده است. آزمایش‌های متعددی در زمینهٔ ارتباطات شیمیایی در سرخرطومی حنایی خرما، *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. و امکان استفاده از جلب کننده‌های شیمیایی برای کنترل آن در نخلستان‌های آلوده‌ی شهرستان سراوان انجام شده است. حشرات نر این آفت نوعی فرومون تجمعی تولید و پخش می‌کنند که موجب جلب سایر افراد هم گونه از هر دو جنس ماده و نر می‌گردد (Avand-Faghih, 1998).

مواد فرار گیاهی معمولاً پاسخ حشرات گیاه خوار به

فرومون‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به عبارت دیگر تعامل بین فرومون‌های حشرات و مواد فرار گیاهی در بسیاری از گونه‌ها تأیید شده است (Landolt and Phillips, 1997; Reddy and Guerrero, 2004; Seybold *et al*., 2006). مواد فرار گیاهی می‌توانند یک اثر مثبت روی رفتار حشرات پاسخ دهنده به فرومون‌های رها شده داشته باشند. این اثر می‌تواند در نتیجه اثرات تقویتی باشد که سبب می‌شود پاسخ حشره به مخلوط فرومون و مواد فرار گیاهی نسبت به پاسخ به هر کدام از آن‌ها به تنهایی بیشتر باشد. اثر تقویتی بین مواد فرار گیاهی و فرومون‌ها می‌تواند به موفقیت بیشتر جفت گیری کمک کند (Gadi and Gurerro, 2004). افزایش جلب حشرات به فرومون‌ها در اثر بوی گیاه میزبان در چندین راسته از حشرات گزارش شده است. در سخت بالپوشان، افزایش پاسخ به فرومون در اثر مواد فرار برگ سبز (Green leaves volatiles) اولین بار در ۱۹۸۹ گزارش شد (Dickens, 1989). سوسک کلرادو، *Leptinotarsa decemlineata* Say، در آزمایش با بویایی سنج دو راهه (Two-Way Olfactometer) ترکیبی از فرومون تجمعی و مواد فرار گیاهی را نسبت به فرومون تجمعی به تنهایی ترجیح داد (Dickens, 2006). در تعداد زیادی از سرخرطومی‌های زیر خانواده Rhynchophorinae، افزایش جلب کنندگی فرومون‌های تجمعی تولید شده توسط افراد نر در اثر کایرومون‌های حاصل از تخمیر بافت گیاه میزبان گزارش شده است (Budenberg *et al*., 1993; Weissling *et al*., 1994; Giblin-Davis *et al*., 1996). در سرخرطومی پنبه، *A grandis* L. نیز زمانی که در تله‌ها مواد فرار گیاه میزبان (پنبه) شامل Trans-2-hexan-1-ol و Cis-3-hexan-1-ol یا 1-Hexanol به همراه فرومون تجمعی به کار رفته است، افزایش قابل ملاحظه ای در شکار تله ها مشاهده شده است (Dickens, 1989).

تاکنون هیچ گونه تحقیق جامعی در ارتباط با اکولوژی شیمیایی سرخرطومی جالیز و نیز کنترل آن از طریق روش غیر شیمیایی صورت نگرفته است. توسعه روش های جدید کنترل آفات در چند دهه اخیر، انجام بررسی‌های جدیدتر برای کاربرد آن‌ها را ضروری می سازد تا از این طریق بتوان ضمن رعایت مسائل زیست محیطی و در راستای هدف کشاورزی پایدار خسارت ناشی از آفات را بیش از پیش کاهش داد. به همین منظور در این تحقیق سعی شد تا با انجام آزمایش‌های تله گذاری صحرایی و با استفاده از حشرات زنده سرخرطومی جالیز تولید و یا عدم تولید فرومون در این گونه مورد بررسی قرار گیرد.

روش بررسی

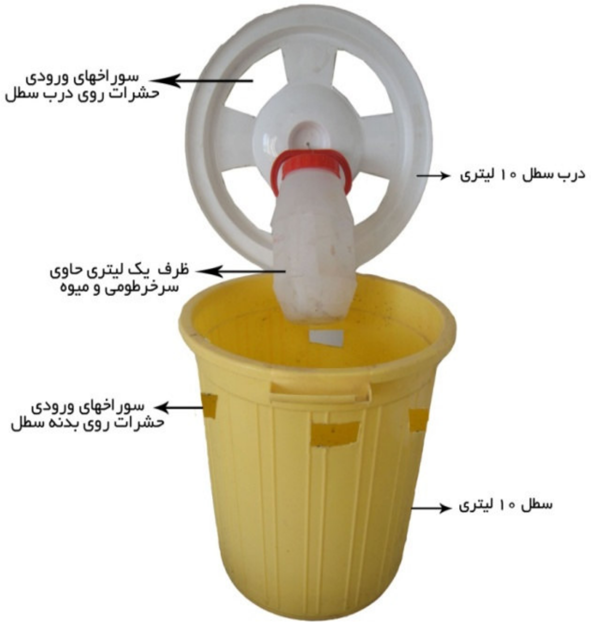
منطقه اجرای آزمایش: همه آزمایش‌ها در مزارع جالیز (هندوانه و خربزه) واقع در روستای محمدیه از توابع شهر خوسف (استان خراسان جنوبی) و نیز ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند انجام گردیدند.

حشرات زنده: در اواسط فصل بهار، میوه‌های آلوده حاوی لارو و شفیره سرخرطومی جالیز جمع آوری و به آزمایشگاه (در شرایط رطوبت نسبی ۶۰-۵۰٪، دمای ۲۶±۱ درجه سلسیوس و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی) منتقل شدند. با توجه به این که حشرات در هر مرحله و هر زمان از نظر سنی ممکن است مبادرت به تولید فرومون نمایند، حشرات کامل سرخرطومی ظاهر شده یک روزه جفت گیری نکرده در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند(Blomquist and Vogt, 2003). هر شش روز نسبت به جایگزینی حشرات مرده احتمالی با حشرات زنده جدید (سرخرطومی‌های یک روزه جفت گیری نکرده) اقدام شد.

طعمه‌های گیاهی: از میوه خربزه (رقم چاپالیز)، میوه هندوانه (رقم Charlston Grey)، میوه خیار (رقم Storn) و میوه هندوانه ابوجهل به عنوان طعمه‌های گیاهی استفاده شد. قطر این میوه‌ها حدود سه سانتی متر و وزن تقریبی آن‌ها ۱۰۰ گرم بود. هر شش روز میوه موجود در تله ها تعویض شد.

توصیف تله: از ظرف‌های پلاستیکی یک لیتری سفید رنگ (به قطر ۱۰ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر) که دارای دو سوراخ

مستطیلی شکل به ابعاد ۶×۴ سانتی‌متر بر روی بدنه (برای عبور جریان هوا) بودند و این سوراخ‌ها با پارچه توری پوشانده شده بودند برای نگهداری طعمه‌ها (حشرات زنده سرخرطومی جالیز و میوه) استفاده شد. ظرف‌های مذکور از درب سطل های ۱۰ لیتری (به رنگ زرد و به ارتفاع ۵۰ و قطر ۳۵ سانتی‌متر) آویزان شدند (شکل ۱). بر روی درب و نیز بدنه‌ی هر کدام از سطل های ۱۰ لیتری چهار سوراخ با ابعاد ٦×۵ سانتی‌متر (جهت ورود حشرات جلب شده) ایجاد شد و داخل این سطل‌ها محلول ۰/۱٪ از یک ماده شوینده (پودر رختشویی معمولی و مواد همراه) تا ارتفاع پنج سانتی‌متر (به منظور حفظ حشرات شکار شده) ریخته شد. این تله‌های سطلی، فرم اصلاح شده تله های سطلی مورد استفاده برای جلب و شکار سرخرطومی حنایی خرما، *R. ferrugineus* (Avand-Faghih, 1998) و سوسک شاخدار خرما، *Oryctes elegans* Prell. (Mohammadpour, 2002) بودند. تله‌ها در سطح زمین قرار داده شدند.


سوراخهای ورودی حشرات روی درب سطل
درب سطل ۱۰ لیتری
ظرف یک لیتری حاوی سرخرطومی و میوه
سوراخهای ورودی حشرات روی بدنه سطل
سطل ۱۰ لیتری

شکل ۱- تله سطلی جهت شکار حشرات کامل سرخرطومی جالیز (اصل).

Fig. 1. Bucket trap for capture of *A. curvirostris persicus*

طرح آزمایشی: تمام آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردیدند. هر تیمار آزمایشی (طعمه‌های مختلف) در درون یک تله قرار داده شد. فاصله تله‌ها از یکدیگر ۲۰ متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر حداقل ۱۰۰ متر بود. کلیه تله‌ها هر شش روز بازدید و تعداد حشرات شکار شده در آن‌ها به تفکیک نر و ماده در جداول مخصوص ثبت گردیدند.

بررسی ارتباط درون گونه‌ای در سرخرطومی جالیز:

بررسی امکان وجود و ماهیت ارتباط شیمیایی در سرخرطومی جالیز: این آزمایش با چهار تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۸۷ (۹ مرداد تا ۲٤ مهر) و هشت تکرار در سال ۱۳۸۸ (۵ مرداد تا ۲۰ مهر) در مزرعه خربزه اجرا شد. حشرات طعمه مورد استفاده در این آزمایش مربوط به نسل اول سرخرطومی جالیز بودند. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از:

- شش عدد حشره نر زنده + یک عدد میوه خربزه
- شش عدد حشره ماده زنده + یک عدد میوه خربزه
- سه عدد حشره ماده + سه عدد حشره نر + یک عدد میوه خربزه
- یک عدد میوه خربزه

بررسی تأثیر تعداد حشره نر در تولید و رها سازی فرومون: این آزمایش با چهار تیمار و چهار تکرار در سال ۱۳۸۹ (۷ مرداد تا ۹ مهر) در مزارع خربزه اجرا شد. حشرات طعمه مورد استفاده در این آزمایش مربوط به نسل اول سرخرطومی جالیز بودند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

- یک عدد حشره نر زنده + یک عدد میوه خربزه
- پنج عدد حشره نر زنده + یک عدد میوه خربزه
- ۱۰ عدد حشره نر + یک عدد میوه خربزه
- یک عدد میوه خربزه

بررسی نقش گیاه میزبان در ارتباط شیمیایی سرخرطومی جالیز:

بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف سرخرطومی نر و میوه

هندوانه بر ارتباط فرومونی سرخرطومی جالیز: این آزمایش با چهار تیمار و چهار تکرار در سال ۱۳۹۰ (۲۰ شهریور تا ۲٤ مهر) در مزارع هندوانه اجرا شد. حشرات طعمه مورد استفاده در این آزمایش مربوط به نسل دوم سرخرطومی جالیز بودند. تیمارهای مورد آزمایش عبارت بودند از:

- پنج عدد حشره نر
- پنج عدد حشره نر + یک عدد میوه هندوانه
- یک عدد میوه هندوانه
- شاهد (سطل خالی)

بررسی تأثیر گیاهان میزبان مختلف بر ارتباط فرومونی سرخرطومی جالیز: این آزمایش با چهار تیمار و چهار تکرار در سال ۱۳۹۰ (۷ شهریور تا ۱۷ مهر) در مزارع هندوانه اجرا شد. حشرات طعمه مورد استفاده در این آزمایش مربوط به نسل دوم سرخرطومی جالیز بودند. تیمارهای مورد آزمایش عبارت بودند از:

- پنج عدد حشره نر + یک عدد میوه خیار
- پنج عدد حشره نر + یک عدد میوه هندوانه
- پنج عدد حشره نر + یک عدد میوه خربزه
- پنج عدد حشره نر + یک میوه هندوانه ابوجهل

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: تجزیه واریانس تعداد حشرات شکار شده در تله ها با استفاده از نرم افزار Minitab 16 انجام گرفت. پراکنش داده ها در صورت لزوم با تبدیل LN(x+1) نرمال شد. میانگین‌ها در صورت اختلاف معنی دار با آزمون توکی در سطح پنج درصد گروه بندی شد.

نتیجه و بحث

بررسی امکان وجود و ماهیت ارتباط شیمیایی در سرخرطومی جالیز: نتایج حاصل از بررسی امکان وجود ارتباط شیمیایی در سرخرطومی جالیز در جدول ۱ نشان داده شده است. در سال ۱۳۸۷ جمعاً ۲٦ حشره کامل سرخرطومی جالیز شکار شد. نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد کل سرخرطومی های بالغ (F=۱۹/٤; df=۲،۳ ; P<۰/۰۱) و تعداد سرخرطومی‌های ماده شکار شده (F=۱۵/٦٦; df=۲،۳; P<۰/۰۱) نشان داد اما اختلاف بین تعداد سرخرطومی‌های نر شکار شده در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود (F=۳/۰۹; df=۲،۳; P=۰/۱۱۱). اختلاف معنی داری بین تیمار شش سرخرطومی ماده به علاوه یک عدد میوه خربزه، تیمار سه سرخرطومی نر به علاوه سه سرخرطومی ماده به علاوه یک میوه خریزه و تیمار یک عدد میوه خربزه از نظر تعداد کل بالغین، تعداد ماده ها و نرهای شکار شده دیده نشد.

در سال ۱۳۸۸ جمعاً ۲٤ حشره کامل سرخرطومی جالیز شکار شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد کل سرخرطومی‌های بالغ (F=٦/۰۱; df=۳، ۷ ; P<۰/۰۱) و تعداد سرخرطومی‌های ماده (F=۵/۷۹ ; df=۳، ۷ ; P<۰/۰۱) نشان داد اما اختلاف بین تعداد سرخرطومی‌های نر شکار شده در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود (F=۱/۷۹; df=۳، ۷ ; P=۰/۱۷۷). اختلاف معنی‌داری بین تیمار شش سرخرطومی ماده به علاوه یک عدد میوه خربزه، تیمار سه سرخرطومی نر به علاوه سه سرخرطومی ماده به علاوه یک میوه خربزه و تیمار یک عدد میوه خربزه از نظر تعداد کل بالغین تعداد ماده‌ها و نرهای شکار شده دیده نشد.

نتایج حاصل از آزمایش‌های دو ساله در زمینه وجود و ماهیت ارتباط شیمیایی در سرخرطومی جالیز حاکی از تولید و انتشار یک نوع فرومون تجمعی توسط افراد نر سرخرطومی جالیز می‌باشد که موجب جلب افراد هم گونه از هر دو جنس ماده و نر می‌گردد. در اکثر سرخرطومی‌های مورد مطالعه با همین روش تولید فرومون تجمعی به اثبات رسیده است. (Ruiz-Montiel *et al.*, 2003; Rochat *et al.*, 1991; Avand-Faghih, 1998). با توجه به نسبت جنسی حشرات شکار شده ملاحظه می‌شود که این فرومون از جلب کنندگی نسبتاً بالاتری برای حشرات ماده برخوردار است.

جدول ۱- شکار بالغین سرخرطومی جالیز، *A. curvirostris persicus* به وسیله تله‌های سطلی طعمه گذاری شده با یک عدد میوه خربزه با یا بدون حشرات زنده سرخرطومی جالیز در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

Table 1. Catches of adults *Acythopeus curvirostris persicus* ,using bucket traps baited with one melon fruit and with or without live melon weevil during 2008 & 2009

Attractive treatments	Captured weevils (Mean per trap ± SE)		
	Males	Females	Total adults
2008			
6 Males + 1 Melon fruit	1.00 ± 0.54a	7.00 ±2.30a	8.00 ±2.08a
6 Females + 1 Melon fruit	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b
3 Males + 3 Females + 1 Melon fruit	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b
1 Melon fruit	0.00 ± 0.00a	0.70 ± 0.33b	0.70 ± 0.33b
2009			
6 Males + 1 Melon fruit	0.63 ± 0.23a	1.50 ± 0.42a	2.13 ± 0.71a
6 Females + 1 Melon fruit	0.13 ± 0.11a	0.00 ± 0.00b	0.13 ± 0.11b
3 Males + 3 Females + 1Melon fruit	0.50 ± 0.19a	0.25 ± 0.12b	0.75 ± 0.36b
1 Melon fruit	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b

عدد مربوط به تعداد کل حشرات شکار شده، میانگین جلب در ۳ تکرار در سال ۱۳۸۷ و میانگین ۸ تکرار در سال ۱۳۸۸ است

Total number of captured weevils are mean of trapping for 3 replicates in 2008 & 8 replicates in 2009.

Means followed by the same letter in each column are not statistically significant different (Tukey test, p<0.05)

این موضوع از نظر شکار انبوه آفت بسیار مهم است زیرا با حذف تعداد بیشتری از حشرات ماده، امکان تخم ریزی و به تبع آن خسارت آفت کاهش خواهد یافت. آزمایش‌های انجام شده بر روی سرخرطومی حنایی خرما (*R. ferrugineus*) و سوسک شاخدار خرما (*O. elegans*) نیز نشان داده که فرومون تجمعی این حشرات از جلب کنندگی به مراتب بالاتر و معنی‌داری برای حشرات ماده این دو گونه برخوردار بوده است (Mohammadpour, 2002 ;Avand-Faghih, 1998).

بررسی تأثیر تراکم حشره نر در تولید و رها سازی فرومون: نتایج حاصل از بررسی تأثیر تعداد حشره نر سرخرطومی جالیز در تولید و رها سازی فرومون در جدول ۲ ارایه شده است. در طی زمان اجرای این آزمایش جمعاً ۵۵ حشره کامل سرخرطومی جالیز شکار شد. نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای حاوی حشره نر و میوه خربزه و تیمار حاوی میوه خربزه به تنهایی (شاهد) از نظر تعداد کل سرخرطومی‌های بالغ (F=٤/۰۲ ; df=۳، ۳ ; P<۰/۰۱)، تعداد سرخرطومی‌های ماده (F=۲/٦۱ ;df=۳، ۳ ;P<۰/۰۵) و تعداد سرخرطومی‌های نر شکار شده (F=۲/۷٦ ;df=۳، ۳ ;P<۰/۰۵) نشان داد. اختلاف معنی‌داری بین تیمار یک سرخرطومی نر به علاوه یک عدد میوه خربزه، تیمار پنج سرخرطومی نر به علاوه یک میوه خربزه و تیمار ده سرخرطومی نر به علاوه یک عدد میوه خربزه از نظر تعداد کل بالغین، تعداد ماده‌ها و نرهای شکار شده دیده نشد.

در این آزمایش مشخص گردید که افزایش تعداد حشرات نر در تله‌ها، اثر معنی‌داری بر میانگین حشرات شکار شده نداشت. هر چند اثر تعداد حشرات نر طعمه در دامنه مورد مطالعه در میزان شکار تله‌ها معنی‌دار نبود ولی میانگین شکار در تراکم بالاتر جمعیت سرخرطومی‌های طعمه (ده حشره طعمه) بیشتر بود.

بنابراین در این گونه به طور مطلق نمی‌توان گفت تعداد جمعیت سرخرطومی‌های طعمه تأثیری در تولید مواد فرار اختصاصی ندارد و لازم است آزمایش با تراکم بیشتر حشره طعمه انجام گردد. تراکم جمعیت ممکن است روی رفتار حشرات تأثیر داشته باشد. برای مثال افراد نر سرخرطومی پنبه (*A.grandis* Boh.) در حالت انفرادی فرومون بیشتری تولید می‌کنند (Hardee *et al*., 1969). با این حال، حشرات ماده *Tenebrium molitor* L. در حالت گروهی فرومون بیشتری

نسبت به حالت انفرادی تولید مـی‌کننـد (Happ and Wheeler, 1969).

جدول ۲- شکار بالغین سرخرطومی جالیز *A. curvirostris persicus* به وسیله تله‌های سطلی طعمه‌گذاری شده با یک میوه خربزه و تراکم‌های مختلف سرخرطومی نر از تاریخ ۸۹/۵/۷ تا ۸۹/۷/۹

Table 2. Catches of adults *Acythopeus curvirostris persicus* ,using bucket traps baited with one melon fruit and with different density of male weevil during Jul 7-Oct 1, 2010

Attractive treatments	Captured weevils (Mean per trap ± SE)		
	Males	Females	Total adults
1Male+1Melon fruit	1.50±0.95ab	2.75±1.42ab	4.25±2.28a
5Males+1Melon fruit	2.25±1.25a	1.50±0.64ab	3.75±1.18a
10Males+1Melon fruit	2.25±0.85a	3.25±1.97a	5.50±2.75a
1Melon fruit	0.00±0.00b	0.25±0.20b	0.25±0.20b

Means followed by the same letter in each column are not statistically significant different (Tukey test, p<0.05)

بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف سرخرطومی نر و میوه هندوانه بر ارتباط فرومونی سرخرطومی جالیز: نتایج حاصل از آزمایش بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف سرخرطومی نـر و میوه هندوانه در جدول ۳ ارایه شده است. در طی زمان اجرای این آزمایش جمعا ٦٨ حشره کامل سرخرطومی جـالیز شـکار شد. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر تعـداد کـل سـرخرطومی‌هـای بـالغ (P<۰/۰۱ ; df=۳، ۳ ; F=۹/۱٤)، تعداد سرخرطومی‌هـای مـاده (P<۰/۰۵ ; df=۳، ۳ ; F=۵/۳۳) و تعداد سرخرطومی‌هـای نـر شـکار شـده (P<۰/۰۱ ; df=۳، ۳ ; F=۱۱/۷۷) بـود. بیشـترین تعداد سرخرطومی‌های شکار شده در تیمار پـنج سـرخرطومی نـر بـه عـلاوه یـک عـدد میـوه هندوانـه و کمتـرین تعـداد سرخرطومی‌های شکار شده در تیمار شاهد (تله خـالی) دیـده شد. نتایج نشان داد که مواد فرار میوه گیاه میزبـان بـه تنهـایی برای حشرات کامل سرخرطومی جالیز جلب کننـده بـود. امـا نسبت جنسی سرخرطومی‌هـای جـالیز شـکار شـده نشـان از جلب کنندگی بالای مواد فرار میوه گیـاه میزبـان جهـت افـراد ماده بود. به نظر می‌رسد بوی میـوه گیـاه میزبـان بـرای یـافتن محل تخم ریزی برای افراد ماده سرخرطومی جالیز مهم است. بنابراین بـوی میـوه گیـاه میزبـان دارای یـک خاصـیت جلـب کنندگی به عنوان کایرومون است.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که طعمه گیـاهی و مواد فرار اختصاصی تولید شده توسط حشره نر، هـر یـک بـه تنهایی جلب کننده ضعیفی برای حشرات کامـل سـرخرطومی جالیز بودند، اما ترکیب دو طعمه در کنـار هـم در تلـه سـبب افزایش شکار سرخرطومی جالیز گردید.

سئوالی که در این جا مطرح می‌شود این است کـه نقـش طعمه گیاهی در جلـب و شـکار سـرخرطومی جـالیز چگونـه می‌باشد؟ نتایج تحقیق اخیر بر سرخرطومی جالیز نشان داد که مجموع شکار تله‌های دارای هر یـک از طعمـه‌هـا بـه تنهـایی تقریباً برابر شکار تله‌های حاوی مخلوط دو طعمه (حشـره نـر و طعمه گیاهی) بود و تفاوت معنی‌داری نداشت. با توجـه بـه این موضوع می‌توان گفت که اثر طعمه گیـاهی روی فرومـون سرخرطومی جالیز بیشـتر بـه اثـر افزایشـی (Additive) تمایـل دارد. سرخرطومی موز، *Cosmopolites sordidus* (Germar)، بـه طور معنی‌دار پاسخ بیشتری به مخلوط فرومون و ساقه تخمیـر شده موز در مقایسه با هر کدام از آن‌ها بـه تنهـایی نشـان داده است (Tinzaara *et al.*, 2003). اما در همه آزمایش‌های زیسـت سنجی پاسخ به مخلوط فرومون و مـواد فـرار گیـاهی تخمیـر شده برابر مجموع پاسخ به فرومون و مواد فرار گیاهی تخمیـر شده به تنهایی و به صورت افزایشی (Additive) بود (William *et al.*, 2003).

سوسک‌های پوستخوار ترپن‌های گیاهی را به محصولات اکسیژن دار تبدیل می‌کنند که می‌توانند به عنوان فرومـون‌هـای تجمعی بکار روند. زمانی که کایرومون‌های میزبان در ترکیـب با این فرومون‌ها رها سازی می‌شوند، می‌توانند اثر سینرژیستی یا افزایشی روی فرومـون داشـته باشـند (Erbilgin and Raffa, 2000).

بررسی تأثیر گیاهان میزبان مختلف بر ارتباط فرومونی سرخرطومی جالیز: نتایج بررسی تأثیر گیاهان میزبان مختلـف بر ارتباط فرومونی سرخرطومی جالیز در جدول ۴ نشـان داده شده است.

جدول ۳- شکار بالغین در سرخرطومی جالیز *A. curvirostris persicus* به وسیله تله‌های سطلی طعمه گذاری شده با ترکیب‌های مختلفی از سرخرطومی نر و میوه هندوانه از تاریخ ۹۰/۶/۲۰ لغایت ۹۰/۷/۲۴

Table 3. Catches of adults *Acythopeus curvirostris persicus*, using bucket traps baited with different combinations of male weevil and watermelon fruit during Sep 11- Oct 16, 2011

Attractive treatments	**Captured weevils (Mean per trap ± SE)**		
	Males	**Females**	**Total adults**
5 Males	2.75 ± 1.43a	1.75 ±1.03b	4.50 ± 2.36ab
5 Males + 1 Watermelon fruit	3.75 ± 0.94a	5.75± 2.39a	9.50 ± 2.98a
1 Watermelon fruit	0.75 ± 0.47b	2.00 ± 0.91ab	2.75 ± 1.31b
Control (Empty trap)	0.00 ± 0.00b	0.25 ± 0.20b	0.25 ± 0.20c

Means followed by the same letter in each column are not statistically significant different (Tukey test, p<0.05)

جدول ۴- شکار بالغین در سرخرطومی جالیز *A. curvirostris persicus* به وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با پنج سرخرطومی جالیز نر و میوه گیاهان جالیزی مختلف از تاریخ ۹۰/۶/۷ لغایت ۹۰/۷/۱۷

Table 4. Catches of adults *Acythopeus curvirostris persicus*, using traps baited with five male weevil and different fruits of cucurbit plants during Aug 29- Oct 9, 2011

Attractive treatments	**Captured weevils (Mean per trap ± SE)**		
	Males	**Females**	**Total adults**
5 Males + 1 Cucumber fruit	9.50 ± 2.32a	12.25 ±1.93ab	21.75 ± 3.42ab
5 Males + 1 Watermelon fruit	15.50 ± 5.37a	30.50 ± 14.78a	46.00 ± 18.3a
5 Males + 1 Melon fruit	10.00 ± 3.36a	10.00 ± 3.13ab	20.00 ± 6.39ab
5 Males +1 Wild watermelon fruit	5.75 ± 1.31a	4.00 ± 1.08b	9.75 ± 1.03b

Means followed by the same letter in each column are not statistically significant different (Tukey test, p<0.05)

در طی زمان اجرای این آزمایش جمعاً ۳۸۲ حشره کامل سرخرطومی جالیز شکار شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر تعداد کل سرخرطومی‌ها (P<۰/۰۱ ; df=۳، ۳ ; F=٦/۰۸) و تعداد سرخرطومی‌های ماده (P<۰/۰۵ ; df=۳، ۳ ; F=٤/٦۷) شکار شده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود دارد اما اختلاف بین تعداد سرخرطومی‌های نر شکار شده در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود (P=۰/۶۶ ; df=۳، ۳; F=۰/٥٤). اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار پنج سرخرطومی نر به علاوه میوه خیار و پنج سرخرطومی نر به علاوه یک میوه خربزه دیده نشد. بیشترین تعداد سرخرطومی‌های شکار شده در تیمار پنج سرخرطومی نر به علاوه میوه هندوانه و کمترین تعداد سرخرطومی‌های شکار شده در تیمار پنج سرخرطومی نر به علاوه میوه هندوانه ابوجهل دیده شد.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که طعمه‌های گیاهی مختلف نیز اثرات متفاوتی را از نظر جلب کنندگی سرخرطومی جالیز داشتند. تله‌های طعمه گذاری شده با حشرات نر و میوه هندوانه بیشترین میزان جلب کنندگی را برای سرخرطومی جالیز در مقایسه با حشرات نر همراه با میوه سایر گیاهان میزبان داشتند. این موضوع نشان دهنده اثر زیاد میوه هندوانه در تشدید جلب کنندگی مواد فرار اختصاصی تولید شده توسط حشرات نر سرخرطومی جالیز بود چرا که تله‌های طعمه گذاری شده با حشرات نر و میوه سایر طعمه‌های گیاهی شامل خربزه، خیار و هندوانه ابوجهل بطور معنی داری حشرات کمتری را جلب نمودند. اگرچه بین هندوانه ابوجهل که میزبان وحشی آفت بوده و هندوانه خوراکی ارتباط و نزدیکی تاکسونومیک بیشتری نسبت به سایر میزبان‌ها وجود دارد، و این موضوع می‌تواند احتمالاً

دلیلی بر ارجحیت میزبانی و در نتیجه جلب کنندگی بیشتر میوه هندوانه نسبت به سایر طعمه‌ها باشد، اما علت اساسی تفاوت در جلب کنندگی می‌تواند ماهیت متفاوت ترکیبات شیمیایی فرار این میزبان‌ها باشد. همچنین شکار کمتر سرخرطومی جالیز در آزمایش‌های اولیه این تحقیق که از میوه خربزه به عنوان طعمه گیاهی استفاده شده بود، می‌تواند دلیل دیگری بر تأیید این موضوع باشد. اثبات این موضوع در سرخرطومی جالیز نیازمند تحقیق بیشتر در زمینه استخراج و شناسایی مواد فرار گیاهی میزبان‌های مختلف و مقایسه آن‌ها از نظر ترکیبات شیمیایی و نیز انجام آزمایش‌های بویایی سنجی می‌باشد. تحقیقات انجام شده روی سرخرطومی حنایی خرما نشان داده است که این حشره به طعمه‌های گیاهی پاسخ‌های متفاوتی دارد به طوری که تله‌های طعمه گذاری شده با فرومون تجمعی و مغز درخت خرما در مقایسه با سایر طعمه‌های گیاهی شامل میوه خرما، میوه سیب و ساقه موز از بیشترین میزان جلب‌کنندگی برای حشرات نر و ماده برخوردار بود (Mohammadpour, 2005). بررسی‌های انجام شده در باغ‌های نارگیل هندوستان نشان داده است که میوه خرما و پس از آن نیشکر در مقایسه با دمبرگ نارگیل به طور معنی‌داری موجب جلب و شکار بیشتر سرخرطومی حنایی خرما (*R. ferrugineus*) در تله‌های فرومونی شدند (Faleiro, 2005). با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت بوی میوه گیاه میزبان دارای یک اثر افزایشی (Additive) بر روی فرومون و یک خاصیت جلب کنندگی به عنوان کایرومون است.

سپاسگزاری

از مساعدت‌های همکاران محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند به ویژه آقای مهندس هادی محمودی و آقای اسدالله نخعی که در انجام این تحقیق همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

References

AVAND-FAGHIH, A. 1998. Investigation on the possibility of control of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. using of chemical attractants in Sistan and Baluchestan province. M.Sc. Thesis, Agriculture faculty of Tehran University, 162 pp. (in Persian with English summary).

BLOMQUIST, G. J. and R. G. VOGT, 2003. Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology, the Biosynthesis and Detection of Pheromones and Plant Volatile. Elsevier, London. pp: 137-200.

BOOTH, D. C. and G. N. LANIER, 1974. Evidence of an Aggregation pheromone in *Pissodes approximates* and *P. strobe*. Annals of the Entomological Society of America. No. 67: 992-994.

BOROUMAND, H. 1984. A supplementary taxonomic study of melon-weevil, *Acythopeus curvirostris persicus* Thompson (Col. Curculionidae, Calandrinae) in Iran. Journal of Entomological Society of Iran. No. 7: 47-56. (In Persian with English summary).

BOROUMAND, H. 1998. Insect of Iran; the list of Coleoptera in the Hyke Mirzayans Museum of Iranian Research Institute of Plant Protection, Coleoptera (XXIV): Curculionidae. Iranian Research Institute of Plant Protection, Insect Taxonomy Research Department. No. 2: 83-85.

BUDENBERG, WJ., IO. NDIEGE and FW. KARAGO, 1993. Evidence for volatile male-produced pheromone in banana weevil *Cosmopolites sordidus*. Journal of Chemical Ecology. No. 19: 1905–1916.

BYERS, J. A. 1992. Optimal fractionation and bioassay plans for isolation of synergistic chemicals: the subtractive-combination method. Journal of Chemical Ecology. No. 18(90): 1603-1621.

DICKENS, J. C. 1989. Green leaf volatiles enhance aggregation pheromone of the boll weevil *Anthonomus grandis*. Entomologia Experimentalis et Applicata. No. 52: 191–203.

DICKENS, J. C. 2006. Plant volatiles moderate response to aggregation pheromone in Colorado potato beetle. Entomologia Experimentalis et Applicata. No. 130: 26–31.

ELLER, F. J., R. J. BARTELT, B. S. SHASHA, D. J. SCHUSTER, J. H. DAVIS, and C. A. SUTHERLAND, 1994. Aggregation pheromone for the pepper weevil. *Anthonomus eugenii* Cano. :identification and field activity. Journal of Chemical Ecology. No. 20: 1537-1555.

ERBILGIN, N. and K. F. RAFFA, 2000. Effects of host tree species on attractiveness of tunneling pine engravers, *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae), to conspecifics and insect predators. Journal of Chemical Ecology. No. 26: 823–840.

FALEIRO, J. R. 2005. Pheromone technology for the management of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera : Rhynchophoridae)- A key pest of coconut. Technical Bulletin. No. 4: 25-40.

FAUSTINI, D. L., W. L. G. GIESE, J. K. PHILLIPS and W. E. BURKHOLDER, 1982. Aggregation pheromone of the male granary weevil, *Sitophilus granaries* (L). Journal of Chemical Ecology. No. 8: 679-687.

GADI, V., P. REDDY and A. GUERREO, 2004. Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. Plant Science Journal. No. 9(5): 253-261.

GHAVAMI, A. 1969. Melon weevil, *Acythopeus curvirostris Persicus* Thompson. Journal of Applied Entomology and Phytopathology. No. 21: 60-67. (in Persian with English summary).

GIBLIN-DAVIS, R. M., A. C. OEHLSCHLAGER, A. PEREZ, G. GRIES, R. GRIES, T. J. WEISSLING, C. M. CHINCHILA, J. E. PENA, H. D. HALLET, J. R. PIERCE and L. M. GONZALES, 1996. Chemical and behavioral ecology of palm weevils (Curculionidae: Rhynchophorinae). Florida Entomologist. No. 79(2): 153-167.

HALLET R. H. 1996. Aggregation pheromone of coleopteran pest of palms. Ph.D thesis.University of Toronto.220 pp.

HAPP, G. M. and J. WHEELER, 1969. Bioassay, preliminary purification, and effect of age, crowding, and mating on the release of sex pheromone by female *Tenebrio molitor.* Annals of the Entomological Society of America. No. 62: 848-851.

HARDEE, D. D., W. H. CROSS and E. B. MITCHEL, 1969. Male boll weevil are more attractive than cotton plants to boll weevil. Journal of Economic Entomology. No. 62: 160-165.

HEIDIN, P. A., J. A. PAYNE, T. L. CARPENTER and W. NEEL, 1979. Sex pheromone of the male and female pecan weevil, *Curculio caryae*: behavioural and chemical studies. Environmental Entomology. No. 8: 521-523.

JANSSON, R. F., F. I. PROSHOLD, L. J. MASON, R. R. HEATH and S. H. LECRONE, 1990. Monitoring sweet potato weevil (Col.: Curculionidae) with sex pheromone: effects of dosage and age septa.Tropical pest Management. No. 36: 263-269.

LANDOLT, P. J. and T. W. PHILLIPS, 1997. Host plant influences on sex pheromone behaviour of phytophagous insects. Annual Review of Entomology. No. 42: 371–391.

MOHAMMADPOUR, K. 2002. Investigation on development of control methods of Date palm fruit stalk borer, *Oryctes elegans* Prell., by semiochemicals. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Shahid Chamran university of Ahvaz. 81 pp. (in Persian with English summary).

MOHAMMADPOUR, K. 2005. Study on the possibility effect of the pheromone release rate, trap shape and different plant baits on the attraction and trapping of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv.(Col.: Dryophthoridae). Agricultural research and education organization.16 pp. (in Persian with English summary).

PHILLIPS, J. K. and W. E. BURKHOLDER, 1981. Evidence for a male –produced Aggregation pheromone in the rice weevil. Journal of Economic Entomology. No. 74: 539-542.

REDDY, G. V. P. and A. GUERREO, 2004. Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. Trends in Plant Science. No. 9: 253–261.

RIVNAY, E. 1960. The life-history of the melon weevil, *Baris granulipennis* (Tourn.), in Israel. - Bulletin of Entomological Research. No.51: 115-122.

ROCHAT, D., A. GONZALEZ, D. MARIAN,

A.VILLANUEVA and P. SAGATTI, 1991. Evidence for male-produced aggregation pheromone in *Rhynchophorus palmarum*. Journal of chemical Ecology. No. 17: 1221–1230.

RUIZ-MONTIEL, C., H. GONZALES-HERNANDEZ, J. LEYVA, C. LLANDERAL-CAZARES, L. CRUZ-LOPEZ, and ROJAS, J. C. 2003. Evidence for a male-produced aggregation pheromone in *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology. 96: 1126-1131.

SAID, I., B. KAABI and D.ROCHAT, 2011. Evaluation and modeling of synergy to pheromone and plant kairomone in American palm weevil. Chemistry Central Journal. No. 5:14.

SEYBOLD, S. J., D. P. W. HUBER, J. C. LEE, A. D. GRAVES, and J. BHLMANN, 2006. Pine monoterpenes and pine bark beetles: A marriage of convenience for defense and chemical communication. Phytochemical Review. No. 5: 143–178.

THOMPSON, R. T. 1973. Preliminary studies on the taxonomy and distribution of the melon weevil, *Acythopeus curvirostris* (Boheman) (including *Baris granulipennis* (Toumier)) (Coleoptera, Curculionidae). Bulletin of Entomological Research. No. 63: 31-48.

TINZAARA, W., M. A. DICKE, J. A. VANLOON and S. CLIFFORD, 2003. Different bioassays for investigating orientation responses of the banana weevil,*Cosmopolites sordidus*,show additive effects of host plant volatiles and a synthetic male-produced aggregation pheromone. Entomologia Experimentalis et Applicata. No. 106: 169–170.

TUMLINSON, J. H., R. C. GUELDNER, D. D. HARDEE, A. C. THOMPSON, P. A. HEDIN and J. P. MINYARD, 1970. The boll weevil sex attractant. In M Beroza [ed.]. Chemicals Controlling Insect Behavior. pp. 44-59.

WALGENBACH, C. A., J. K. PHILLIPES, D. L. FAUSTINI and W. E. BURKHOLDR, 1983. Male–produced aggregation pheromone of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*, and interspecific attraction between three *Sitophilus* species. Journal of Chemical Ecology. No. 9: 831-841.

WEISSLING, T. J., R. M. GIBLIN-DAVIS, G. GRIES, R. GRIES, Al. PEREZ, H. D. PIERCE and A. C. OEHLSCHLAGER, 1994. Aggregation pheromone of palmetto weevil, *Rhynchophorus cruentatus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Chemical Ecology. No. 20: 505–515.

WILLIAM, T., M. DICKE, A. VAN HULS, J. A. VAN LOON and C. S. GOLD, 2003. Different bioassays for investigating orientation responses of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, show additive effects of host plant volatiles and a synthetic male-produced aggregation pheromone. Entomologia Experimentalis et Applicata. No. 106: 169–170.