

مطالعه اولیه اثر فرومون‌ها و کایرومون‌ها در سوسک سرشاخه خوار پسته *Hylesinus vestitus* (Col.:Scolytidae)

مهدی ضیاء‌الدینی^۱، بیژن حاتمی^۲ و حسین سیدالاسلامی^۳
 ۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار حشره‌شناسی،
 دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
 تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۲/۲۵

خلاصه

سوسک سرشاخه خوار پسته *Hylesinus vestitus* Rey از آفات مهم درختان پسته می‌باشد که باعث از بین رفتن جوانه‌ها و خشک شدن سرشاخه‌ها می‌شود. برای اطلاع از اثر واسطه‌های شیمیایی به عنوان عوامل تغییر در رفتار حشرات، مطالعاتی در یک باغ سمپاشی نشده و آلوده به آفت بعمل آمد. در این مطالعه از تله‌های استوانه‌ای چسبنده از جنس پی.وی.سی استفاده شد. ۶ تیمار به ترتیب شامل تله خالی به عنوان شاهد، شاخه سالم پسته، شاخه زخمی پسته و ۳ تیمار شامل شاخه‌های پسته‌ای که به عمد و به تقلید از حالت تغذیه طبیعی با رهاسازی به ۶ عدد حشره کامل ماده، نر و مخلوطی از نر و ماده آلوده شده بودند، هر یک با سه تکرار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش دیگری برای تعیین اثر تعداد حشرات هر جنس آفت روی میزان جذب آنها به تله‌های فرومونی نیز انجام شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که بوی میزبان (کایرومون) عامل اولیه جذب سوسک‌های نر و ماده سرشاخه‌خوار پسته به شاخه‌های درختان پسته می‌باشد. افزایش حمله و نفوذ حشرات در شاخه‌ها، موجب متصاعد شدن بیش تر کایرومون گیاه می‌گردد. بعلاوه حشرات ماده باکره با تولید فرومون جنسی و تجمعی ضمن نفوذ در شاخه، سبب جذب تعداد زیادتری از نرها و ماده‌ها روی میزبان می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: *Hylesinus vestitus* فرومون جنسی، فرومون تجمعی، پسته

مقدمه

می‌نمایند. فعالیت تولید مثلی این حشره روی شاخه‌های ضعیف دارای دو اوج یکی در آبان ماه و دیگری در فروردین ماه سال بعد می‌باشد (۴).

تاکنون در مورد این آفت مبارزه مکانیکی و شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است و کم تر به سمیوکیکال‌ها^۱ (واسطه‌های شیمیایی) توجه شده است. استفاده از واسطه‌های شیمیایی به عنوان یکی از عوامل مؤثر در تغییر رفتار حشرات می‌تواند گامی مهم در مبارزه با آفات و در نتیجه کاهش مصرف سموم باشد (۱۱، ۱۶). برخلاف حشره‌کش‌های شیمیایی که اشکالاتی نظیر سمیت مزمن وحاد، مقاومت سریع حشرات در

سوسک سرشاخه‌خوار پسته *Hylesinus vestitus* Rey (Col.:Scolytidae) از آفات مهم درختان پسته *Pistacia vera* می‌باشد. حشرات کامل این آفت با ایجاد سوراخ در بن جوانه‌ها و نفوذ به درون سرشاخه‌های تازه تشکیل شده و در حال رشد گیاه، باعث خشک شدن جوانه‌ها، سرشاخه‌ها و نهایتاً سبب کاهش محصول می‌شوند (۱، ۴). در مطالعات زیست‌شناسی این آفت در اصفهان یک نسل در سال برای آن گزارش شده است. حشرات کامل این آفت در بهار و تابستان از جوانه‌ها تغذیه می‌نمایند. از مهر ماه تا فروردین ماه سال بعد حشرات کامل به تدریج از جوانه‌ها خارج و در شاخه‌های ضعیف تخم‌ریزی

همزمان با هضم بافت گیاهی در روده عقبی خود با افزودن یک گروه هیدروکسی (OH) به میرسن^۷ بافت خورده شده، آن را به ترکیباتی نظیر ایپسنول^۸ و ایپس دینول^۹ تبدیل می‌کنند که به عنوان فرمون تجمعی شناخته می‌شوند و موجب جذب انبوهی از نر و ماده‌های هم‌گونه خود روی میزبان می‌شوند. ترکیباتی نیز در این حشرات شناسایی شده است که در پایان دادن به یورش دسته جمعی حشرات دخالت دارند. این ترکیبات را اصطلاحاً فرمون ضدتجمعی یا بازدارنده می‌نامند که از تجمع بیشتر سوسک‌ها جلوگیری می‌کنند (۱۰، ۱۷). اولین گزارش از فرمون‌های ضدتجمعی در مورد سوسک *Pseudotsugae* *dendroctonus* Hopk از خانواده اسکولیتیده توسط رودینسکی در سال ۱۹۶۸-۶۹ ارائه شده است و تاکنون در ۲۹ گونه از سوسک‌ها، ۲۵ ترکیب ضدتجمعی شناخته شده است (۸). از این فرمون‌ها بصورت موفقیت‌آمیزی در جلوگیری از حمله سوسک‌های اسکولیتیده به درختان تازه بریده شده جهت تهیه الوار استفاده شده است. (۲، ۶، ۱۶)

با توجه به اهمیت روش‌های مبارزه غیر شیمیایی از نظر زیست‌محیطی و جایگاه ویژه فرمون‌ها و کایرومون‌ها در کنترل حشرات خانواده اسکولیتیده و از طرفی عدم وجود مطالعاتی در زمینه روابط رفتاری سوسک سرشاخه خوار پسته در رابطه با این مواد، در این تحقیق فعالیت‌های رفتاری این آفت و برخی از عکس‌العمل‌های رفتاری آن نسبت به این عوامل مورد مطالعه قرار گرفته است تا با دستیابی به نتایجی بتوان در مدیریت تلفیقی این آفت مورد استفاده قرار داد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌هایی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در یک باغ ۳ هکتاری سمپاشی نشده، آلوده به آفت و با درختان تقریباً ۳۰ ساله در منطقه سین از توابع برخوار اصفهان انجام گردید. زمان اجرای آزمایش‌ها براساس اطلاعات بدست آمده از زیست‌شناسی آفت (۴) تعیین شد.

آزمایش اول

مقابل آنها، زیان‌های زیست‌محیطی و اثرات سوء اکولوژیکی و ابقایی دارند، کاربرد واسطه‌های شیمیایی غیرسمی بوده و می‌تواند همراه حشره‌کش‌ها و یا به عنوان یک جانشین مناسب در برنامه‌های کنترل آفات به کار گرفته شود (۳). واسطه‌های شیمیایی شامل فرمون‌ها^۱ با عملکردی درون گونه‌ای و کایرومون‌ها^۲ و سینمون‌ها^۳ با عملکرد بین‌گونه‌ای می‌باشند (۱۱). فرمون‌ها مهم‌ترین این مواد در مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌شوند. این ترکیبات باعث تحریک و بروز رفتارهای متعددی در حشرات، نظیر رفتار جنسی، تجمعی، پراکنندگی، تخم‌گذاری و اعلام خطر می‌شوند (۵، ۱۱). فرمون‌های تجمعی^۴ و ضدتجمعی^۵ در مقایسه با دیگر روش‌های مبارزه در کنترل سوسک‌های اسکولیتیده که از آفات مهم درختان، خصوصاً درختان جنگلی در اقصی نقاط دنیا به شمار می‌روند، از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند (۲، ۷، ۱۱، ۱۶). فرمون‌ها با ساختمان شیمیایی متفاوت و با غلظت‌ها و نسبت‌های گوناگون ترکیبی، می‌توانند مبنای تعیین میزبان مناسب، اندازه جمعیت لازم جهت غلبه بر دفاع طبیعی درختان، ایجاد تعادل مناسب میان افراد نر و ماده مهاجم و ثابت نگه‌داشتن تراکم مطلوب با جلوگیری از ورود سوسک‌های مهاجم بیشتر روی درخت باشند (۲، ۷). مکانیزم‌های متفاوتی برای تولید و ترشح فرمون بکار می‌رود. در بعضی از حشرات برای تولید فرمون به مواد اولیه بیوسنتزی گیاهان میزبان نیاز می‌باشد. به عنوان مثال بعضی از پروانه‌های *Danaidae* و شب‌پره‌های *Arctidae* با ایجاد تغییر در الکلوتیدهای پیرولیزیدین^۶ گیاه، ترکیباتی تولید می‌کنند که به عنوان فرمون جنسی عمل می‌کند (۸). این موضوع در مورد سوسک‌های اسکولیتیده نیز به اثبات رسیده است، که با ایجاد تغییر در ترپن‌های گیاه میزبان از طریق اکسایش الکیلک در روده عقبی خود ترکیباتی تولید می‌کنند که اغلب به عنوان فرمون تجمعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحقیقات اخیر (۸، ۱۱) نشان داده است که پوستخوار *I. pini* (Say) و *Ips paraconfusus* (Lanier)

1. Pheromones
2. Kairomones
3. Synomones
4. Aggregation pheromones
5. Antiaggregation pheromones
6. Pyrrolizidine

7. Myrcene
8. Ipsenol
9. Ipsdienol

طلق داخل استوانه، با کاغذ مقوایی مسدود گردید. این تله‌ها مشابه خارجی نداشته و براساس اطلاعات بدست آمده از نحوه عکس‌العمل حشرات خانواده اسکولیتیده به مواد جاذب (۷،۶)، ۹، ۱۴) طرح ریزی شد. در تیمارهای آزمایشی از تعدادی شاخه پسته به قطر تقریبی ۳-۵/۲ و طول ۱۳-۱۴ سانتی‌متر از درختان سالم قطع و سپس جهت جلوگیری از کاهش رطوبت و انتشار بوی شاخه از مقطع شاخه‌ها، سطوح محل بریدگی در دو انتها با پارافین پوشانده شد. شاخه‌ها در ظروف در بسته قرار داده شدند و بعد حشرات بر اساس تیمارهای مورد نظر در آزمایش‌ها، روی شاخه‌ها رهاسازی شدند. جنسیت حشرات بر اساس ترژیته انتهایی شکم تعیین شد (۴). بعد از ۴۸ ساعت و پس از نفوذ حشرات کامل، این شاخه‌ها درون تله قرار داده شدند و سپس دو طرف استوانه کوچک با پرده توری ۵۰ مش جهت محبوس کردن حشرات و جلوگیری از ورود حشرات دیگر مسدود گردید. حشرات مورد نیاز برای تیمارها، با جمع‌آوری تعدادی جوانه آلوده از باغ تأمین گردید. در تیمار شاخه زخمی از شاخه‌هایی که بطور عمد ۶ خراش به عمق ۵/۱-۱ میلی‌متر و طول تقریبی ۶ سانتی‌متر روی آنها ایجاد شده بود، استفاده شد. برای انجام آزمایش‌ها ابتدا بلوک‌های آزمایش که شامل ۶ ردیف از درختان باغ و با تعداد تقریبی ۱۵-۲۰ درخت در هر ردیف بود انتخاب شد. سپس با تصادفی کردن تیمارها و بلوک‌ها، تله‌ها آماده شده به فاصله ۱۵-۲۰ متر از یکدیگر و در ارتفاع ۵/۱-۲ متر از سطح زمین و هم جهت با ردیف‌های درختان نصب شدند. هر ۳ روز یک بار از تله‌ها بازدید به عمل آمد و حشرات شکارشده جمع‌آوری و در آزمایشگاه تعیین جنسیت شدند. شاخه درون استوانه کوچک در تیمار شاخه زخمی در هر دو آزمایش اول و دوم پس از هر بار نمونه‌برداری تعویض می‌گردید تا پخش کایرومون بطور مداوم صورت گیرد. در پایان آزمایش، تله‌ها جمع‌آوری و در آزمایشگاه با برداشتن پوست شاخه‌هایی که روی آنها حشرات نر و ماده رهاسازی شده بودند، طول دالان حفر شده توسط حشرات به وسیله خط کش اندازه‌گیری و یادداشت گردید.

روش‌های ارزیابی واسطه‌های شیمیایی در این تحقیق با تفاوت‌هایی که در مورد سایر گونه‌های اسکولیتیده بکار رفته بود انجام شد (۹، ۱۴، ۱۵).

جهت اثبات وجود فرومون‌ها و کایرومون‌ها و نیز نقش جنس‌ها (حشرات نر و ماده) در فعالیت‌های تولیدمثلی سوسک سرشاخه‌خوار پسته، هم زمان با خروج اولین دسته حشرات کامل از جوانه‌های آلوده، (۴) از اواخر مهر تا پایان آذر تقریباً به مدت ۲ ماه با ۶ تیمار شامل، تله خالی بعنوان شاهد، شاخه سالم پسته، شاخه زخمی^۱ پسته و سه تیمار شامل شاخه‌های پسته‌ای که با رهاسازی به ترتیب شش عدد حشره کامل ماده، نر و مخلوطی از نر و ماده آلوده شده بودند با ۳ تکرار انجام شد. در این مطالعه علاوه بر بررسی امکان وجود فرومون‌ها و کایرومون در شاخه پسته، اثرات متقابل فرومون و کایرومون نیز مورد توجه قرار گرفت.

آزمایش دوم

بر اساس آزمایش اول و به منظور تأیید نتایج حاصل از آن و نیز تعیین اثر تعداد (جمعیت) حشرات در تله، روی میزان جذب حشرات دیگر موجود در باغ به تله‌ها، هم زمان با خروج آخرین دسته حشرات کامل از جوانه‌های آلوده (۴) از آغاز دهه سوم بهمن تا اواخر اسفند، آزمایش دوم با ۹ تیمار شامل تله خالی بعنوان شاهد، شاخه زخمی پسته، شاخه پسته آلوده شده به ۲، ۶ و ۱۲ حشره کامل نر، شاخه پسته آلوده شده به ۲، ۶ و ۱۲ حشره کامل ماده و شاخه آلوده شده به ۳ حشره نر و ۳ حشره ماده هر یک با ۳ تکرار انجام شد.

در این آزمایش‌ها از تله‌های استوانه‌ای چسبنده^۲ شامل دو استوانه از جنس پی.وی.سی (P.V.C) استفاده شد. استوانه کوچک‌تر به طول ۱۵۰ و قطر ۶۳ میلی‌متر، به وسیله دو رشته طناب در داخل استوانه‌ای بزرگ‌تر به طول ۲۵۰ و قطر ۱۱۰ میلی‌متر آویزان گردید. استوانه کوچک جهت قرار گرفتن تیمارهای آزمایش و استوانه بزرگ‌تر برای شکار حشرات جذب شده به تیمارها در نظر گرفته شد. بدین منظور طلق پلاستیکی به ابعاد ۲۵۰×۲۰۸ میلی‌متر آغشته به لایه‌ای نازک از ماده چسبنده تانگل فوت در نیمه پایینی سطح داخلی استوانه بزرگ قرار داده شد. نیمه بالایی دهانه استوانه بزرگ جهت جلوگیری از فرار حشرات جذب شده و نگهداری

۱. شاخه زخمی شاخه‌ای بود که دالان حفر شده در آن به عمد و به تقلید از حالت تغذیه طبیعی با خراشیدن ایجاد شده بود.

2. Cylindrical sticky trap

نتایج و بحث

تیمارهای آزمایشی با یکدیگر و بخصوص تیمار ماده با تیمار مخلوطی از نر و ماده مشخص می‌شود که عاملی غیر از بوی میزبان در میزان جذب حشرات نیز نقش دارد، زیرا علی‌رغم این‌که بین طول دالان ایجاد شده در تیمار ماده‌ها و مخلوطی از نر و ماده تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) مشاهده نشد (جدول ۱)، ولی میزان جذب حشرات تفاوت معنی‌داری را در سطح ۱ درصد ($P < 0.01$) نشان داد (شکل ۱، الف و ب). از میزان جذب کم تر تیمارهای دیگر آزمایشی نسبت به تیمار ماده‌ها می‌توان نتیجه گرفت که ماده‌های باکره با تولید فرومون سبب جذب بیش تر سوسک سرشاخه‌خوار پسته می‌شوند (شکل ۱، الف و ب). با توجه به این‌که فرومونی که سبب جذب بیش تر حشرات نر و ماده یک گونه می‌گردد به عنوان فرومون تجمعی شناخته می‌شود (۷، ۱۱، ۱۳)، پس چنین استنباط می‌گردد که فرومون تولید شده توسط سوسک سر شاخه خوار پسته یک فرومون تجمعی است. این فرومون باعث فرود تعداد زیادی از افراد هم گونه روی میزبان می‌شود تا بتوانند بر مقاومت میزبان غلبه کنند. فرومون‌های تجمعی در بسیاری از اسکولیتیده‌ها شناسایی گردیده و هم اکنون در مبارزه با این آفات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۱- طول دالان (سانتی متر) ایجاد شده در تیمارهای

مختلف روی شاخه پسته آلوده شده به *H. vestitus*

تیمار	تکرار			میانگین طول دالان (سانتی متر)
	۱	۲	۳	
شاخه زخمی*	۲۳/۳	۲۴/۸	۲۵/۲	۲۴/۴۳a
۶ حشره نر	۳/۶	۴/۲	۳/۲	۳/۶۷b
۶ حشره ماده	۲۲/۲	۱۸/۴	۲۰/۸	۲۰/۴۶c
۳ جفت حشره نر + ماده	۱۸	۲۰	۱۹/۵	۱۹/۱۶c

اعداد دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* مبنای اندازه زخم در شاخه‌های این تیمار، مشاهده حداکثر طول دالان‌های ایجاد شده در شاخه‌های جمع‌آوری شده درختان پسته در شرایط طبیعی بود.

امروزه عملی‌ترین روش مبارزه با اسکولیتیده‌های جنگل استفاده از همین فرومون‌های تجمعی می‌باشد (۱۳).

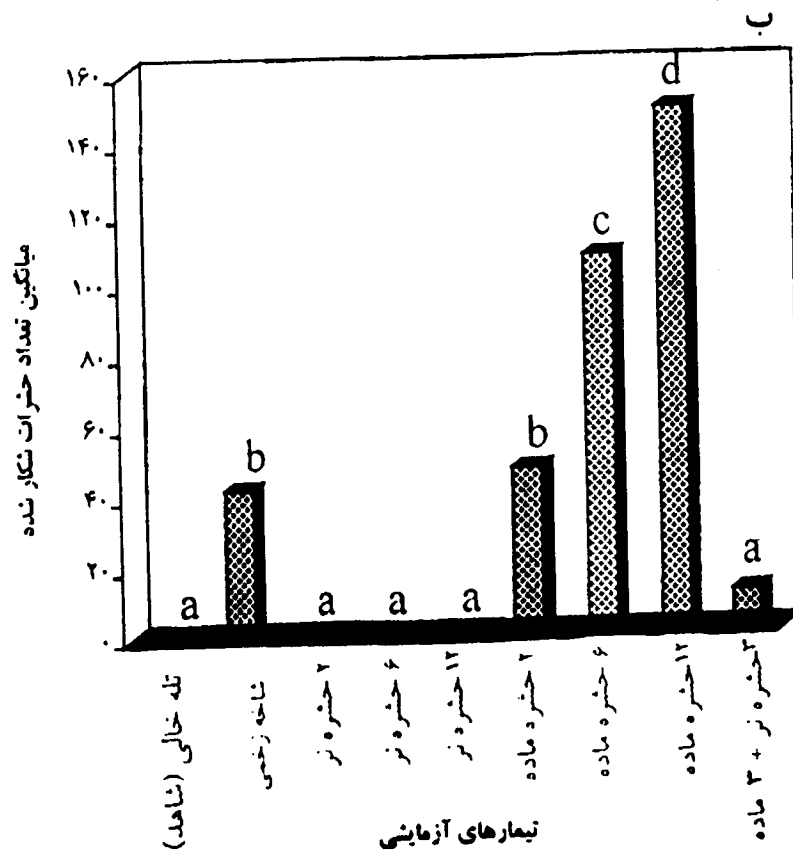
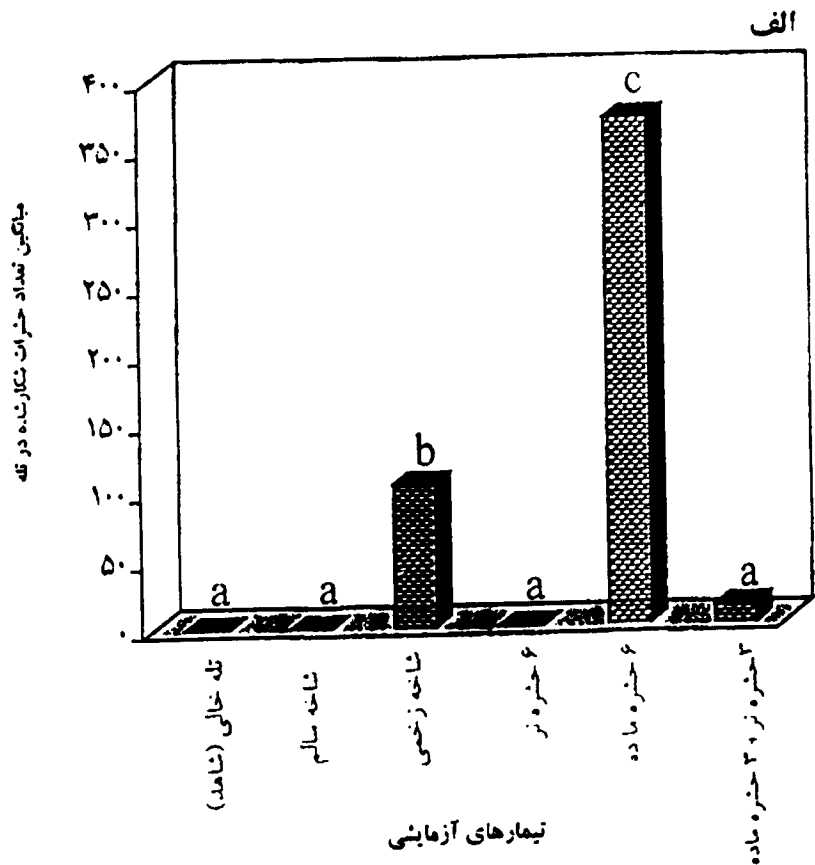
تعداد حشرات شکار شده در تیمارهای آزمایشی متفاوت بود. در هر دو آزمایش اول و دوم در تیمار تله خالی (شاهد) هیچ‌گونه شکاری از حشرات کامل سوسک سرشاخه‌خوار پسته مشاهده نشد. عدم شکار حشرات در تله‌های شاهد و بالا بودن جذب در تیمارهای دیگر (شکل ۱، الف و ب)، بیان گر هدفدار بودن فعالیت‌های پروازی این حشره می‌باشد و در واقع حرکت تصادفی حشرات کامل این سوسک را به سمت تیمارهای جاذب رد، و اثر مواد یا واسطه‌های شیمیایی را تأیید می‌کند. در آزمایش اول و دوم بیش‌ترین جذب حشرات به ترتیب مربوط به تیمار شاخه آلوده شده با ماده‌های باکره و شاخه زخمی می‌باشد (شکل ۱، الف و ب)، که با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری را در سطح ۱ درصد ($P < 0.01$) نشان می‌دهد. جذب بیش تر سوسک سرشاخه‌خوار پسته به تیمار حشرات ماده به تنهایی نمی‌تواند دلیلی بر تولید فرومون توسط ماده‌های باکره باشد. زیرا در سوسک‌های اسکولیتیده و بسیاری از حشرات دیگر یکی از عوامل مهم در انتخاب میزبان، کایرومون یا بوی متصاعد شده از بافت گیاهی می‌باشد (۷، ۱۱، ۱۶). جذب حشرات نر و ماده به تیمار شاخه زخمی بیانگر نقش کایرومون گیاه در هدایت سوسک سرشاخه‌خوار پسته و پیش قدم شدن هر دو جنس در انتخاب محل تولید مثلی می‌باشد (شکل ۲، الف و ب). حشرات ماده بعد از یافتن میزبان و انتخاب محل مناسب، شروع به جفت‌گیری و حفر دالان در زیر پوست می‌نمایند. میزان دالان حفر شده توسط حشرات در تیمارهای مختلف و نیز تیمار شاخه زخمی که به عمد و به تقلید از حالت تغذیه طبیعی خراشیده شده بود در جدول شماره ۱ ارائه شده است. اختلاف در طول دالان حفر شده توسط حشرات در نگاه نخست این فرضیه را متصور می‌سازد که فعالیت سوراخ‌کنندگی زیادتر ماده‌های باکره سبب افزایش تبخیر مواد فرار موجود در شاخه شده و نهایتاً باعث افزایش میزان جذب افراد هم‌گونه می‌شود و عدم جذب حشرات به تیمار شاخه آلوده شده به نرها، بدلیل عدم فعالیت کافی در حفر دالان در این تیمار می‌باشد (۱۴، ۱۵). در این مطالعه شاخه‌های آلوده شده به ماده‌ها بطور معنی‌داری در سطح ۱ درصد ($P < 0.01$) دالان بیشتری نسبت به نرها ایجاد کرده بودند. بعلاوه از مقایسه

کنندگی زیاد آنها در کنار جنس ماده مشاهده می‌شود (جدول شماره ۱). از طرفی چون تولید فرومون در سوسک‌های اسکولیتیده بیش تر در قسمت عقبی لوله گوارش می‌باشد (۷، ۱۱، ۱۴) که در زمان تغذیه و ایجاد دالان، از طریق فضولات از بدن حشره خارج و همراه با بیرون ریختن خاک اره حاصل از حاکای (فرس^۱) از داخل دالان، در محیط پخش می‌شود می‌تواند این فرضیه را که نرها تولید فرومون بازدارنده یا ضدتجمعی می‌کنند تقویت کند. جهت اثبات این فرضیه نیاز به آزمایش‌های دقیق‌تر نظیر الکتروآنتوگرام می‌باشد. عدم شکار حشرات در تیمار شاخه سالم پسته مؤید عدم پخش کایرومون از این شاخه‌ها می‌باشد و این می‌تواند بعنوان یکی از دلایل مقاومت درختان سالم پسته به این آفت در مرحله تولید مثلی آن تلقی گردد.

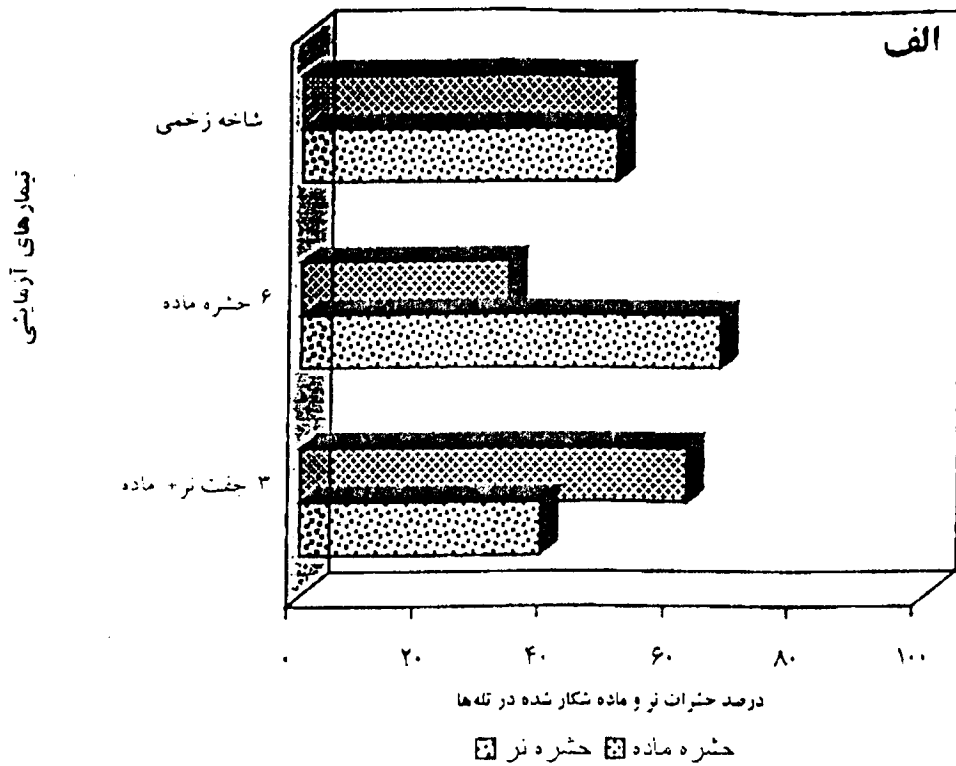
در آزمایش دوم اثر تعداد یا تراکم متفاوت ماده‌ها (۲، ۶ و ۱۲ حشره ماده باکره) روی میزان جذب حشرات، نشان داد که با افزایش تعداد ماده‌ها میزان جذب افزایش یافته بطوری که اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد بین تیمارها مشاهده شد (شکل ۱-ب). افزایش جذب به دلیل افزایش غلظت فرومون پخش شده در محیط می‌باشد. بدیهی است که افزایش غلظت فرومون بیش از حد طبیعی باعث ایجاد عکس‌العمل منفی در حشرات خواهد شد (۱۱، ۱۳، ۱۸). بنابراین ممکن است افزایش تعداد حشرات ماده باکره در هر تله از ۱۲ عدد به بالا نیز نهایتاً باعث کاهش میزان جذب شود که نیاز به بررسی‌ها و آزمایش‌های دقیق‌تری در این زمینه می‌باشد. در آزمایش دوم نیز مانند آزمایش اول جذب ماده‌ها در مقایسه با نرها به تیمار شاخه زخمی و تیمار مخلوط نر و ماده ۵۰ درصد بیش تر بوده است (نسبت ۳:۲) ولی نرها به میزان ۶۵-۶۹ درصد به تیمار ماده‌های باکره جذب شده بودند (شکل ۲-ب). عوامل متعدد احتمالی مانند عکس‌العمل بیشتر نرها به جذب کننده ثانویه یا فرومون مترشح از حشرات ماده باکره، پائین بودن آستانه تحریک گیرنده‌های شاخکی نرها نسبت به ماده‌ها در مقابل جذب کننده ثانویه (۷، ۱۱، ۱۴، ۱۵)، ایجاد عکس‌العمل نرها به فرومون از فاصله دورتری نسبت به محل پخش (۷، ۱۱، ۱۵) و

فرومون‌های تجمعی علاوه بر این که سبب تجمع افراد هم گونه می‌شوند، باعث به هم رسیدن جنس‌ها به یکدیگر می‌گردند. با توجه به درصد حشرات شکار شده نر و ماده در آزمایش اول و دوم فرومونی در این تحقیق، مشخص می‌شود که حشرات ماده سبب جذب بیش تر نرها و به میزان ۶۵-۶۹ درصد شده‌اند (شکل ۲، الف و ب). در حالی که پرورش آزمایشگاهی سوسک‌های جمع آوری شده از شاخه‌های آلوده و نیز جمع‌آوری حشرات درون جوانه‌ها نشان داد که نسبت جنسی این آفت، ۱:۱ می‌باشد (۴). با توجه به درصد جذب حشرات نر و ماده به تیمار شاخه‌های آلوده شده به ماده‌ها، مشخص می‌شود که فرومون تجمعی تولید شده نه تنها باعث هدایت و تجمع سوسک سرشاخه خوار پسته به طرف میزبان و انجام فعالیت‌های تغذیه‌ای آن می‌شود، بلکه سبب ملحق شدن جنس‌ها به یکدیگر نیز می‌گردد. علاوه جذب بیش تر نرها به تیمار ماده‌ها و فعالیت توأم یک زوج نر و ماده در هر دالان حفر شده (۴) بیان گر این است که این فرومون، یک فرومون جنسی نیز می‌باشد. این نتیجه‌گیری با مشاهدات تیمار مربوط به مخلوط ۳ جفت حشره نر و ماده نیز تأیید می‌شود. در تیمار مخلوط نر و ماده میزان جذب به دلیل وجود حشرات نر و ماده در کنار هم، به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرد. اختلاف در میزان جذب در این تیمار نسبت به تیمار شاخه زخمی و تیمار ماده‌ها در سطح ۱ درصد ($P < 0.01$) معنی دار بود (شکل ۱، الف و ب). دو وضعیت احتمالی در مورد کاهش میزان جذب حشرات در تیمار مخلوط نر و ماده وجود دارد. اول این که حشرات ماده باکره که برای پیدا کردن جفت خود یعنی حشره نر فرومون تولید می‌کنند، بعد از ملحق شدن جنس نر به ماده و بعد از انجام جفت‌گیری، دیگر نیازی به تولید فرومون ندارند و به عبارت دیگر تولید فرومون تجمعی و در حقیقت فرومون جنسی، توسط حشرات ماده باکره بعد از ملحق شدن جنس نر به آنها قطع می‌شود. دوم این که نرها بعد از ملحق شدن به ماده‌ها، یک نوع فرومون بازدارنده یا ضدتجمعی تولید می‌کنند که از نزدیک شدن بیش تر حشرات دیگر به میزبان گیاهی جلوگیری می‌کنند و باعث تنظیم میزان فرود یا حمله حشرات روی میزبان می‌شوند. حشرات نر به تنهایی دالان ایجاد نمی‌کنند و یا به مقدار ناچیزی حفر می‌کنند و فقط فعالیت

۱. فرس (Frass): به مخلوط مدفوع و خاک اره ناشی از حاکای سوسک گفته می‌شود.



شکل ۱- میانگین تعداد حشرات شکار شده *H. vestitus* در آزمایش اول (الف) و دوم (ب) فرومونی



شکل ۲- مقایسه درصد نرها و ماده‌های شکار شده در تیمارهای جاذب در آزمایش اول (الف) و دوم (ب) فرومونی

مورد سوسک سرشاخه خوار پسته برابر ۱ می باشد. پس جذب تعداد کمی از نرها در میزان جمعیت سال بعد می تواند تأثیر گذار باشد در حالی که در مورد حشراتی که مثلاً MMP آنها برابر ۵ است (هر حشره نر توانایی جفت گیری با ۵ حشره ماده را دارد) از بین بردن ۸۰ درصد به بالای حشرات نر می تواند در کاهش جمعیت سال بعد تأثیر گذار باشد (۱۶). بطور کلی با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می توان پیشنهاد نمود که با استفاده از این روش، مطالعات جامع تری باید در جهت مبارزه تلفیقی و غیر شیمیایی با این آفت صورت گیرد. به هرحال یکی از اقدامات مهم در مطالعات فرومونی و کایرومونی و در استفاده مؤثر از آنها، شناسایی و سنتز این ترکیبات می باشد که با استفاده از دستگاه های پیشرفته ای نظیر GC-Mass^۱ و NMR^۲ امکان پذیر است (۱۲) و جا دارد در مورد این آفت مطالعات تکمیلی بعمل آید.

سپاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه صنعتی اصفهان و معاونت تحقیق، آموزش و ترویج وزارت کشاورزی به خاطر تأمین هزینه این تحقیق سپاسگزاری می شود.

2. Gas Chromatography and Mass Spectrometry
3. Nuclear Magnetic Resonance

REFERENCES

۱. بهداد، ا. ۱۳۵۸. آفات درختان میوه ایران، چاپ نشاط اصفهان. ۸۲۲ ص.
۲. حاتمی، ب. ۱۳۶۵. اخطار دهنده های شیمیایی در دنیای حشرات (ترجمه). نامه انجمن حشره شناسان ایران، جلد نهم، شماره ۱ و ۲، صفحات ۶۷-۷۶.
۳. شجاعی، م. ۱۳۷۷. حشره شناسی (اتولوژی، زندگی اجتماعی و دشمنان طبیعی). جلد سوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۵۵۰ ص.
۴. ضیاءالدینی، م. ۱۳۷۹. زیست شناسی، تغییرات فصلی جمعیت و ارزیابی اثرات متقابل فرومون ها و کایرومون ها در سوسک سرشاخه خوار پسته (*Hylesinus vestitus* Rey (Col.: Scolytidae) در منطقه برخوار اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۰۸ ص.
۵. ملکی میلانی، ح. ۱۳۷۰. فرومون های حشرات (ترجمه). انتشارات پیشتاز علم. ۹۲ ص.
6. Byers, J. A., 1989. Chemical ecology of bark beetles, *Experientia* 45(3): 271-283.
7. Byers, J. A., 1995. Host tree chemistry affecting in bark beetles, in Care, R. T. and Bell, W. J. (eds) chemical ecology of insect 2. Chapman & Hall, pp, 54-213.
8. Carde, R. T. and Minks, A. K., 1997. Insect pheromone research, New direction, Chapman & Hall. 684 pp.
9. De Groot, P., G. L. Debarr, and G. Birgersson. 1998. Field bioassay of synthetic pheromones and host monoterpenes for *Conophthorus coniperda* (Col.: Scolytidae), *Environ. Entomol.* 27(2): 382-387.

همچنین اشتیاق نرها برای جفت گیری با ماده ها می توانند در جذب بیش تر نرها به ماده های باکره (۱۵) نقش داشته باشند. عکس العمل بیش تر ماده ها به جذب کننده اولیه یا کایرومون نیز می تواند بدلیل تلاش جنس ماده برای جذب جنس نر و همچنین میزان عکس العمل بیش تر ماده ها نسب به جذب کننده اولیه باشد (۶، ۷، ۱۱). مطالعات میکروسکوپی روی شاخک حشرات نر و ماده نشان داد که شاخک حشرات نر نسبت به ماده ها به مقدار قابل توجهی دارای موهای پرورش می باشد در حالی که موها در شاخک ماده ها بیش تر ساده می باشند، بنابراین ممکن است حساسیت کم تری در مقابل جذب کننده ثانویه (فرومون) داشته باشند.

از آنجایی که حشرات ماده باکره درون تله در طول مدت پروازی حشرات آفت، فرومون ترشح می کنند و سبب جذب حشرات می شوند، ساخت تعدادی زیادی از این تله ها و نصب آنها در باغ می تواند در کاهش جمعیت سال بعد نقش مؤثری داشته باشد. با توجه به این که در هر دالان حفر شده در زیر پوست شاخه های درختان پسته یک جفت حشره نر و ماده وجود دارد و هر حشره نر با یک حشره ماده جفت گیری می کند، بنابراین پتانسیل جفت گیری حشرات نر MMP^۱ در

1. Male Mating Potential

10. Hayes, J. L. and B. L. Strom. 1994. 4- Allylanisole as an inhibitor of bark beetle (Col.: Scolytidae) aggregation, J. Econ. Entomol. 87(6): 1586-1594.
11. Howse, P. E., I. D. Stevens and O. T. Jones. 1998. Insect pheromone and their use in pest management. Chapman & Hall. 369 pp.
12. Inomata, S. I., M. Komoda, H. Watanabe, M. Nomura, and T. Ando. 2000. Identification of sex pheromones of *Anadevidia peponis* and *Macdunnoughia confusa* and field tests of their role in reproductive isolation of closely related plusiinae moths, J. Chem. Ecol. 26(2): 443-454.
13. Konpf, J. A. E. and G. B. Pitman, 1972. Aggregation pheromone for manipulation of the Douglas – Fir beetle, J. Econ. Entomol. 53(3): 723-726.
14. Peacock, J. W., A. C. Lincoln, J. B. Simeone and R. M. Sliverstein 1971. Attraction of *Scolytus multistriatus* (Col.: Scolytidae) to virgin – female produced pheromone in the field, Ann. Entomol. Soc. Am. 64(5): 1143-1149.
15. Philips, T. W., T. H. Atkinson and J. L. Foltz. 1989. Pheromone – Based aggregation in *Orthotomicus caelatus* (Col.: Scolytidae), Can. Entomol. 121: 933-940.
16. Ridgway, R. L. 1990. Behavior modifying chemical for insect management. Marcel Dekker, Inc, New York. 761 pp.
17. Stock, A. J., J. H. Borden, T. L. Pratt, H. D. Pierce., J. R. and B. D. Johnston. 1990. Endo-Brevicomin: An antiaggregation pheromone for the western balsam bark beetle, *Dryocoetes confuses* (Col.: Scolytidae), Can. Entomol. 122: 935-940.
18. Wesline, J. and H. Bylund. 1988. The number and sex of spruce bark beetle, *Ips typographus* caught in pheromone trap as related to flight season trap type and pheromone release, J. Appl. Entomol. 106(5): 488-493.

Preliminary Studies on the Effect of Pheromones and Kairomones in Pistachio Twig Borer, *Hylesinus vestitus* Rey (Coleoptera: Scolytidae)

M. ZIAADDINI¹, B. HATAMI², AND H. SEYEDOLESLAMI³

1, 2, 3, Former Graduate Student, Assistant and Associate Professors, of Entomol., Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
Accepted May. 15, 2002

SUMMARY

Pistachio twig borer, *Hylesinus vestitus* Rey, is an important pest of pistachio trees that causes injury with feeding in buds and twigs, The final damage being yield loss. To assess the effect of semiochemicals as behavior modifying factors, a study was conducted in a non – commercial infested orchard. P.V.C. cylindrical sticky traps were used. Six treatments with three replicates including empty traps, traps containing healthy branch, injured branch and branches that were artificially infested by six males, six females and three pairs of males and females respectively, were evaluated in a randomized block design. Supplementary studies were designed to evaluate the effect of beetle densities on attraction. The results indicated that primary attraction of males and females to breeding sites is due to volatiles (Kairomone) emanating from pistachio tissues. Attack of beetles to host branches and their boring activity increased volatilization of host attractant. This together with aggregation pheromone produced by virgin females were responsible for the attraction of a large number of males and females to the host.

Key words: *Hylesinus vestitus*, Sex pheromone, Aggregation pheromone, Pistachio.