

امکان‌سنجی کاربرد ترکیبات زیست‌منشاء در تله‌های آبی و اثر آن‌ها بر برخی ویژگی‌های تولید

مثلی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (*Anagasta kuehniella* (Z.))

ملیحه حیدری^۱ و محسن یزدانیان^{۲*}

۱- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

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

* نویسنده مسئول: mohsenyazdanian@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۸

چکیده

آب برای بسیاری از حشرات کامل شب‌پره‌های انباری یک ماده‌ی جلب‌کننده‌ی قوی محسوب می‌شود. استفاده از تله‌های آبی برای کنترل این گروه از آفات یک روش کنترلی مکمل به شمار می‌رود. در این مطالعه، اثرات تولید مثلی شش ترکیب زیست‌منشاء شامل پالیزین[®]، سیرینول[®]، تنداکسیر[®]، ورم‌تی[®]، نیمارین[®] و کلروکولین کلراید (غلظت‌های ۲۰۰۰، ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام در محلول آب عسل ۱۰ درصد) به روش تغذیه دلخواه علیه حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد ارزیابی شد. آزمایش‌ها در شرایط دمایی $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۴:۱۰ L:D ساعت انجام شدند. حشرات کامل به خوبی از غلظت‌های تهیه شده تغذیه نمودند. تنها تغذیه از نیمارین باروری تخم‌ها را (۸۴/۸ تا ۹۲/۱۳ درصد) در مقایسه با شاهد (۹۹/۱۳ درصد) به طور معنی‌داری کاهش داد ($P = 0/0001$; $F_{4,70} = 19/09$). در مورد زادآوری نیز اثر نیمارین بهتر بود. پالیزین، سیرینول و تنداکسیر در مقایسه با نیمارین و به ویژه ورم‌تی و کلروکولین کلراید طول عمر حشرات کامل نر و ماده را بیشتر کاهش دادند. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش غلظت، اثر ترکیب‌ها بیشتر می‌شود. نیمارین بیشترین درصد عقیمی ماده‌ها را (۵۲/۶۵ تا ۷۴/۸۵ درصد) باعث شد و پس از آن، پالیزین و سیرینول قرار داشتند. بیشترین درصد ناباروری تخم‌ها (۷/۰۶ تا ۱۴/۴۵ درصد) نیز در اثر استفاده از نیمارین دیده شد. کمترین تاثیر روی صفات مورد بررسی و درصد عقیمی به ورم‌تی مربوط بود. به طور کلی، در صورت جلب شدن حشرات کامل به تله‌های آبی یا در دسترس بودن این تله‌های حاوی ترکیبات زیست‌منشاء (به ویژه آزادیراکتین) برای آن‌ها، مبارزه با حشرات کامل این شب‌پره امکان‌پذیر خواهد بود. چون سموم در این روش به طور غیرمستقیم و در مقادیر بسیار اندک استفاده می‌شوند، غلظت‌های کشنده سموم شیمیایی نیز قابل استفاده خواهند بود. برای این کار، استفاده از آزادیراکتین و ترکیبات یا حشره‌کش‌های حاوی آن توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: باروری، ترکیبات زیست‌منشاء، زادآوری، شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد.

مقدمه

کند (ترن و پری ۲۰۰۳). با وجود این، افزایش مقاومت حشرات به سموم شیمیایی و خطرات منفی بالقوه آن‌ها برای محیط زیست و پستانداران، انگیزه‌ی افزایش روش‌های جایگزین را برای کنترل حشرات فراهم کرده‌اند (راموس و همکاران ۲۰۰۹). در کنترل آفات انباری از متیل‌بروماید و فسفین به میزان زیادی

افزایش تولید محصولات کشاورزی، افزایش مشکلات مربوط به خسارت آفات و کنترل آن‌ها را در پی خواهد داشت (ماسیدو و همکاران ۲۰۰۷). تقاضای مصرف‌کنندگان برای تولید محصولاتی با ظاهر سالم، کشاورزان را به استفاده از سموم شیمیایی تشویق می

کشاورزی در مزرعه و یا در انبار تحقیقات متعددی انجام شده است. به ویژه در مناطق گرمسیر، استفاده از مواد گیاهی برای حفاظت از محصولات در برابر آفات، اغلب یک روش سنتی و از قرن‌ها پیش مورد استفاده بوده است. درخت چریش *Azadirachta indica* A. Juss گونه‌ای است که ترکیبات آن احتمالاً راه حل خوبی برای کنترل آفات می‌باشند. همه بخش‌های این درخت گرمسیری حاوی ترکیبات تلخی هستند که اغلب اثر ضدتغذیه‌ای داشته و می‌توانند در فرایندهای هورمونی حشرات اختلال ایجاد کرده (بوئکه و همکاران ۲۰۰۴) و باعث کاهش زادآوری شوند (ختاک و همکاران ۲۰۰۱، ریبیا و همکاران ۲۰۰۳ و شهو و همکاران ۲۰۱۰). برای استفاده از مواد غیرشیمیایی و کاهش خطر روش‌های مدیریت آفات انباری، به درک بیشتری از زیست‌شناسی، رفتارشناسی و بوم‌شناسی آفات و روش‌های مدیریت آن‌ها نیاز می‌باشد (هگستروم و سوبرامانیام ۲۰۰۹).

در بررسی حاضر اثر شش نوع ترکیب زیست-منشاء^۲ شامل نیمارین^۳، کلروکولین کلراید^۴، سیرینول^۵، پالیزین^۶، تنداکسیر^۷ و ورم تی^۸ (چای ورمی کمپوست، چای کمپوست) برای اولین بار و به روش تغذیه دلخواه^۱ توسط حشرات کامل روی باروری، زادآوری و طول عمر حشرات کامل شب‌پرهی مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller) مورد مطالعه قرار گرفت. اثرات سیرینول، پالیزین، تنداکسیر و ورم تی برای اولین بار روی ویژگی‌های تولید مثلی یک حشره مورد بررسی قرار گرفتند. از پژوهش‌های انجام شده در زمینه بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی روی حشرات می‌توان به تحقیقات کارلیسل و همکاران (۱۹۶۹)، گوئرا (۱۹۷۰)، آلانسو (۱۹۷۱)، ویشر (۱۹۸۲)، اُندر و همکاران (۱۹۸۷)، دِمَن و همکاران (۱۹۹۱) اشاره نمود. با بررسی منابع و مطالعات

استفاده می‌شود، هر چند استفاده از متیل‌پروماید به دلیل تخریب لایه ازون، و از فسفین به دلیل مقاوم شدن بسیاری از آفات انباری به آن، همواره با مخالفت‌های زیادی مواجه بوده است (تاپونجو و همکاران ۲۰۰۵) که به ممنوعیت استفاده از آن‌ها منجر شده است.

به گفته‌ی چاو و همکاران (۱۹۷۷) و رایین و همکاران (۲۰۰۲ و ۲۰۰۴)، منابع آبی برای حشرات کامل نر و ماده برخی شب‌پره‌های انباری بسیار جلب‌کننده هستند و این امر احتمالاً نتیجه‌ی سازگاری فیزیولوژیک آن‌ها به ماهیت خشک فرآورده‌های انباری می‌باشد. ترماترا و ساوُل‌دلی (۲۰۱۳) برای ارزیابی میزان اختلال ایجاد شده در جفتگیری شب‌پره‌ی بادام *Cadra cautella* (Walker) در اثر استفاده از یک فرومون جنسی سنتزی، حشرات کامل نر و ماده را با تله‌های آبی^۱ جمع‌آوری کردند و نتایج آن‌ها عملکرد بسیار خوب این تله‌ها را نشان داد. لذا، علاوه بر کارایی مناسب تله‌های آبی برای ارزیابی عملکرد تله‌های فرومونی شب‌پره‌های انباری، جلب کردن حشرات کامل این شب‌پره‌ها به سمت تله‌های آبی و نابودی آن‌ها با استفاده از ترکیبات سمی مورد استفاده در این تله‌ها می‌تواند یکی از راهکارهای تکمیل‌کننده کنترل این گروه از آفات انباری باشد و در کنار تله‌های فرومونی مد نظر قرار گیرد.

گیاهان دارای سازوکارهایی حفاظتی می‌باشند که آن‌ها را در برابر انواع شرایط نامطلوب از جمله حمله آفات و میکروارگانیسم‌ها مقاوم می‌سازند. پروتئین‌ها از اجزای مهم دخیل در این سازوکارها هستند، مانند مهارکننده‌های پروتئینازها و آمیلازها و نیز ترکیباتی مانند لکتین‌ها و پپتیدها که فعالیت حشره‌کشی و ضد میکروبی دارند و به ویژه در اندام‌های ذخیره‌ای گیاهان مثل غده‌ها و دانه‌های آن‌ها فراوان هستند (کولئو و همکاران ۲۰۰۷). در جستجو برای یافتن آفت‌کش‌های سازگار با محیط زیست، در زمینه استفاده از گیاهان برای حفاظت از محصولات

²Biorational

³Neemarin[®]

⁴Chlorocholine chloride

⁵Worm tea (Vermicompost tea, Compost tea)

⁶ad libitum

¹Water traps

شده قبلی قرار داده شدند و پس از گذشت حدود ۶-۷ هفته، از حشرات کامل خارج شده برای انجام آزمایش‌ها استفاده گردید.

ترکیب‌ها و غلظت‌های مورد استفاده

در این پژوهش از شش ترکیب زیست‌منشاء استفاده شد. مشخصات ترکیبات مورد استفاده به شرح زیر است:

تنداکیسیر یک حشره‌کش حاوی عصاره‌ی روغنی فلفل قرمز تند است که ماده‌ی مؤثره آن روغن‌های خوراکی حاوی عصاره‌ی فلفل قرمز و فرمولاسیون آن از نوع مایع غلیظ امولسیون شونده می‌باشد.

سیرینول یک حشره‌کش حاوی عصاره‌ی روغنی سیر است که ماده‌ی مؤثره آن روغن‌های خوراکی حاوی عصاره‌ی سیر و فرمولاسیون آن نیز از نوع مایع غلیظ امولسیون شونده می‌باشد.

پالیزین نیز یک صابون حشره‌کش است که ماده‌ی مؤثره آن صابون روغن نارگیل و عصاره‌ی اکالیپتوس و نوع فرمولاسیون آن مایع غلیظ قابل حل در آب می‌باشد. هر سه حشره‌کش فوق باقیمانده سمی برجای نمی‌گذارند و ساخت شرکت کیمیا سبزآور ایران بودند. نمونه آزمایشی حشره‌کش نیمارین (حاوی آزادیراکتین) مورد استفاده ساخت کشور هندوستان بود که از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه گردید.

هورمون کلروکولین کلراید (هورمون بازدارنده رشد گیاهی) نیز از شرکت سیگما-آلد ریچ آمریکا خریداری شد.

ورم تی (مایع حاصل از فعالیت کرم‌های خاکی تولیدکننده ورمی‌کمپوست) نیز یک ترکیب زیست‌منشاء است که به این روش به دست می‌آید (ارزانش، محقق بخش تحقیقات آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، مذاکرات شخصی): یک متر مربع از پسماندهای طبیعی به ضخامت ده سانتی-متر که محتوی ۲۲ درصد کاه و ۷۸ درصد کود دامی شش ماه مانده است، پس از آلوده‌سازی به کرم خاکی

صورت گرفته، مشخص گردید که تنها بررسی در این زمینه در ایران توسط یزدانیان و فرشباغ پورآباد (۲۰۰۵) انجام شده است. چنین تحقیقاتی در منابع خارجی نیز از فراوانی چندانی برخوردار نیستند به طوری که مهم‌ترین بررسی‌های انجام شده در این زمینه به مدینا و همکاران (۲۰۰۴)، خان و همکاران (۲۰۰۷)، پینه‌دا و همکاران (۲۰۰۹) و ایریگاری و همکاران (۲۰۱۰) مربوط می‌باشند. نتایج حاصل از بررسی حاضر به عنوان نخستین تحقیق داخلی انجام شده در این زمینه، علاوه بر معرفی این تله‌ها و پتانسیل استفاده از آن‌ها، خواهد توانست به استفاده از تله‌های آبی مسموم شده با انواع ترکیبات حشره‌کش و به ویژه ترکیبات زیست‌منشاء در مدیریت تلفیقی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و سایر شب‌پره‌های انباری مشابه کمک شایان توجهی نماید.

مواد و روش‌ها

پرورش کلنی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد

تخم‌های حشره از کلنی موجود در آزمایشگاه حشره‌شناسی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شده و در دمای 25 ± 10 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی پرورش داده شدند. کلیه آزمایش‌ها نیز در این شرایط انجام شدند. به منظور پرورش حشره از ظروف پلاستیکی به ابعاد $8 \times 17 \times 25$ سانتی‌متر استفاده شد. قسمت‌های میانی درب‌های این ظروف را برش داده و حذف شدند و برای جلوگیری از فرار لاروها و همچنین تهویه‌ی هوای داخل ظروف، با پارچه‌های توری ۱۴ مش مسدود شدند. سپس، درون هر ظرف مخلوطی از آرد و سبوس گندم به نسبت سه به یک (یزدانیان و همکاران ۱۳۷۹) به عنوان ماده غذایی تا ارتفاع چهار سانتی‌متر ریخته شد. تخم‌های شب‌پره به میزان $0/185$ گرم تخم به ازای یک کیلوگرم ماده غذایی به داخل ظرف پرورش اضافه گردیدند (سروتی و همکاران ۱۹۹۲). این ظروف در شرایط ذکر

در دیواره لیوان‌ها و در مجاورت تشتک سوراخی ایجاد شد تا بتوان با استفاده از سرنگ، محلول سمی را به داخل تشتک تزریق کرد. در انتها، یک جفت حشره کامل نر و ماده تازه ظاهر شده جدا و در درون هر لیوان قرار داده شدند. این ظروف روی یک ظرف پتری شیشه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر قرار گرفتند و پس از تزریق محلول‌های شاهد یا غلظت سمی به داخل تشتک‌ها، لیوان‌ها به شرایط آزمایشگاهی ذکر شده انتقال داده شدند.

صفات مورد بررسی

زادآوری حشرات کامل

پس از گذشت ۲۴ ساعت از رهاسازی یک جفت حشره کامل نر و ماده به داخل ظروف تغذیه و تخم‌ریزی، تخم‌های داخل ظروف پتری با استفاده از قلم‌مو جمع‌آوری و زیر استریومیکروسکوپ شمارش می‌شدند. این عمل تا هنگام مرگ حشرات کامل ماده به طور روزانه انجام می‌شد. محلول‌ها به صورت روزانه تجدید می‌شدند.

باروری تخم‌ها

جهت بررسی میزان باروری، از هر تکرار ۱۰۰ عدد تخم گذاشته شده در روزهای دوم و سوم جدا و به درون ظروف پتری شیشه‌ای به قطر شش سانتی‌متر منتقل شدند. برای جلوگیری از حرکت لاروها، تخم‌ها روی یک چسب نواری پهن ریخته شدند. پس از گذشت یک هفته، پوسته‌های خالی تخم‌ها و تخم‌های تفریخ نشده شمارش و تعداد آن‌ها یادداشت گردید.

طول عمر حشرات کامل

وضعیت حشرات کامل درون ظروف تغذیه و تخم‌ریزی از اولین روز تا زمان مرگ آن‌ها مورد پایش قرار گرفت و با ثبت تاریخ مرگ هر حشره کامل، طول عمر حشرات کامل نر و ماده تعیین گردید.

درصد عقیمی حشرات کامل ماده

به منظور محاسبه‌ی درصد عقیمی از رابطه توپوزادا و همکاران (۱۹۶۶) استفاده شد:

گونه‌ی *Eisenia fetida* (Savigny) به مدت ۹۰ روز به حال خود رها و پس از سپری شدن زمان لازم، یک کیلوگرم ورمی‌کمپوست تازه حاصل می‌گردد. هر ۲۵۰ گرم از آن در داخل پارچه توری و در یک لیتر آب قرار داده می‌شود (شبیبه به چای کیسه‌ای). پس از گذشت چند ساعت، پارچه توری خارج شده و مایع به دست آمده در یخچال نگهداری می‌گردد. باید مراقب بود که این زمان از چند ساعت بیشتر نباشد، زیرا گل و لای وارد مایع می‌شود. محلول ورم تی مورد استفاده در این تحقیق از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان تهیه شد. هر کدام از شش ترکیب ذکر شده در چهار غلظت ۲۰۰۰، ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام در محلول آب عسل ۱۰ درصد تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند. این غلظت‌ها با انجام یک سری بررسی مقدماتی انتخاب شدند. غلظت‌های زیر ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام به دلیل عدم مشاهده اثرات برخی ترکیبات کنار گذاشته شدند. میانگین‌های هر کدام از تیمارها به صورت جداگانه با تیمار شاهد (آب عسل ۱۰ درصد) مقایسه شدند.

روش انجام آزمایش‌ها

تاثیر غلظت‌های مورد نظر ترکیب‌ها بر ویژگی‌های زیستی حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد با استفاده از تله‌های آبی محتوی هر کدام از ترکیبات و به صورت تغذیه دلخواه حشرات کامل مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از لیوان‌های بزرگ یک‌بار مصرف به ارتفاع ۱۰ و قطر هشت سانتی‌متر که دارای دیواره‌ی صاف بودند، استفاده گردید (برای هر تیمار ۱۵ تکرار). سپس، برای تهویه‌ی مناسب، قسمت انتهایی هر لیوان به صورت دایره‌ای بریده شد. برای جلوگیری از خروج حشرات کامل و نیز عبور راحت تخم‌های آن‌ها، این سوراخ با پارچه‌های توری ۱۰ مش سفیدرنگ مسدود گردید. درب هر لیوان نیز با پارچه توری سیاه‌رنگ ۱۰ مش و کش مسدود شد. در کف هر لیوان یک درب شیشه‌ی پنی‌سیلین به عنوان تشتک چسبانده شد تا بتوان برای ایجاد تله آبی و تغذیه شب‌پره‌های کامل، محلول سمی را در داخل آن ریخت. پس از آن،

باروری

اثر اصلی فاکتور نوع ترکیب سمی ($F_{5,336} = 77/8$):
 $P = 0/0001$ روی باروری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر اصلی فاکتور غلظت ($F_{3,336} = 0/74$; $P = 0/5282$) معنی‌دار نبود. همچنین، اثر متقابل آن دو ($F_{15,336} = 3/03$; $P = 0/0001$) روی باروری و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.
طول عمر حشرات کامل نر: اثرهای اصلی دو فاکتور نوع ترکیب سمی و غلظت روی طول عمر حشرات کامل نر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (به ترتیب $F_{5,336} = 58/06$ ، $P = 0/0001$ و $F_{3,336} = 13/29$ ، $P = 0/0001$ ، در حالی که اثر متقابل آن دو ($P = 0/0001$ ، $F_{15,336} = 0/916$) غیرمعنی‌دار بود.

طول عمر حشرات کامل ماده

اثرات اصلی و همچنین اثر متقابل دو فاکتور روی طول عمر حشرات کامل ماده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (به ترتیب $F_{5,336} = 80/43$ ، $P = 0/0001$ و $F_{3,336} = 14/86$ ، $P = 0/0001$ ، $F_{15,336} = 0/0018$ ، $P = 0/0001$).

زادآوری

اثر غلظت‌های مختلف کلروکولین کلراید ($F_{4,70} = 27/51$)
 $P = 0/0001$ ؛ $F_{4,70} = 84/38$ ؛ $P = 0/0001$ ، نیمارین ($F_{4,70} = 43/13$)
 $P = 0/0001$ ؛ $F_{4,70} = 62/12$ ؛ $P = 0/0001$ ، پالیزین ($F_{4,70} = 42/29$)
 $P = 0/0001$ ؛ $F_{4,70} = 7/5$ ؛ $P = 0/0001$ و ورم تسی ($P = 0/0001$)
روی زادآوری حشرات کامل ماده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تغذیه از غلظت‌های مختلف کلروکولین کلراید باعث کاهش معنی‌دار زادآوری (حدود ۳۳۰ تا ۳۷۲ تخم بر ماده) نسبت به شاهد ($543/6$ تخم بر ماده) شد ولی بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. تغذیه از نیمارین زادآوری را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد به طوری که این کاهش در غلظت‌های ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام (به ترتیب ۱۹۶/۲، ۱۹۳/۲ و ۱۵۹/۸ تخم بر ماده) مشهودتر و با میانگین غلظت ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام

$$\% \text{ Sterility} = [1 - (Ft \times Fet / Fc \times Fec)] \times 100$$

که در آن Ft = زادآوری تیمار، Fet = باروری تیمار، Fc = زادآوری شاهد و Fec = باروری شاهد می‌باشند.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (موسسه SAS ۲۰۰۳) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2003 استفاده شد. برای بررسی اثرات اصلی و متقابل دو فاکتور نوع ترکیب سمی و غلظت روی صفات زادآوری، باروری و طول عمر حشرات کامل نر و ماده، چهار تجزیه واریانس به صورت فاکتوریل در قالب CRD انجام شدند. داده‌های مربوط به طول عمر حشرات کامل ماده غیرنرمال بودند که با استفاده از تبدیل داده جذری نرمال شدند. برای محاسبه درصد ناباروری تخم‌ها (ایریگاری و همکاران ۲۰۱۰)، درصد‌های باروری با استفاده از رابطه آبوت (۱۹۲۵) به شرح زیر:

$$100 \times (\text{درصد باروری در شاهد} / \text{درصد باروری در تیمار} - \text{درصد باروری در شاهد}) = \text{درصد ناباروری تخم‌ها،}$$

تصحیح شدند. کلیه داده‌ها به صورت تجزیه واریانس یک‌طرفه با پنج تیمار (شاهد و چهار غلظت) و ۱۵ تکرار تجزیه و تحلیل شدند. در مورد درصد ناباروری تخم‌ها (باروری اصلاح شده)، به دلیل عدم استفاده از داده‌های شاهد، طرح شامل چهار تیمار بود. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج**بررسی اثرات اصلی و متقابل**

زادآوری: اثرهای اصلی دو فاکتور نوع ترکیب سمی ($F_{5,336} = 105/27$; $P = 0/0001$) و غلظت ($F_{3,336} = 22/1$)
 $P = 0/0001$ ؛ $F_{3,336} = 105/27$) روی زادآوری حشرات کامل ماده در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن دو ($F_{15,336} = 1/76$)
 $P = 0/0392$) نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند.

نبود. میانگین‌های باروری در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف سیرینول از حداقل ۹۶/۷۳ تا حداکثر ۹۷/۸۶ درصد متغیر بودند که با هم و با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف تنداکسیر، میانگین‌های باروری از حداقل ۹۶/۶۶ تا حداکثر ۹۸/۰۶ درصد متغیر و با هم و با شاهد فاقد اختلاف معنی‌داری بودند. میانگین‌های باروری تخم‌ها در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف ورم تی از حداقل ۹۶/۶۶ تا حداکثر ۹۸/۷۳ درصد متغیر بودند که با هم و با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. تنها تغذیه از غلظت‌های مختلف نیمارین، باروری تخم‌ها را در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر قرار داد ($F_{4,70} = 19/59$ ؛ $P = 0/0001$). بر خلاف تمامی ترکیبات دیگر، درصد باروری تخم‌ها در مقایسه با شاهد، بر اثر تغذیه حشرات کامل از نیمارین به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که با افزایش غلظت از ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام، درصد باروری نیز به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و به ۸۴/۸ درصد رسید (جدول ۱).

طول عمر حشرات کامل

تغذیه حشرات کامل نر و ماده از غلظت‌های مختلف کلروکولین کلراید (به ترتیب $F_{4,70} = 10/75$ ؛ $P = 0/0001$ و $P = 0/0005$ ؛ $F_{4,70} = 5/63$)، نیمارین (به ترتیب $F_{4,70} = 21/55$ ؛ $P = 0/0001$ و $F_{4,70} = 19/39$ ؛ $P = 0/0001$)، پالیزین (به ترتیب $P = 0/0001$ ؛ $F_{4,70} = 61$)، سیرینول (به ترتیب $F_{4,70} = 79/48$ ؛ $P = 0/0001$)، تنداکسیر (به ترتیب $F_{4,70} = 82/45$ ؛ $P = 0/0001$ و $F_{4,70} = 157/04$)، و تنداکسیر (به ترتیب $F_{4,70} = 11/79$ ؛ $P = 0/0001$ و $P = 0/0001$ ؛ $F_{4,70} = 50/34$) طول عمر آن‌ها را در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر قرار داد. تغذیه حشرات کامل نر تنها از غلظت‌های ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام کلروکولین کلراید طول عمر آن‌ها را (به ترتیب ۱۲/۵۳ و ۱۱/۷۳ روز) در مقایسه با شاهد (۱۷/۷۳ روز) به طور معنی‌داری کاهش داد. با این که اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف این ترکیب روی طول عمر حشرات کامل ماده به دلیل بروز اختلاف معنی‌داری

(۲۷۶/۱۳ تخم بر ماده) دارای اختلاف معنی‌دار بود. تغذیه از تمامی غلظت‌های مورد بررسی پالیزین باعث کاهش معنی‌داری زادآوری (به ترتیب ۲۹۸/۰۷، ۲۵۸/۸۷، ۲۶۷/۹۳ و ۲۴۶/۶ تخم بر ماده) نسبت به شاهد شد ولی با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. تغذیه از تمامی غلظت‌های سیرینول به ویژه دو غلظت ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام (به ترتیب ۲۳۴/۲ و ۲۰۷/۶ تخم بر ماده) در مقایسه با شاهد (۵۴۳/۶ تخم بر ماده) و حتی دو غلظت ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام (به ترتیب ۳۰۳/۳۳ و ۲۵۳/۸۷ تخم بر ماده) زادآوری را به طور معنی‌داری کاهش داد. همانند سیرینول، تغذیه از تمامی غلظت‌های تنداکسیر به ویژه دو غلظت ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام (به ترتیب ۲۹۵/۷۳ و ۲۶۰/۲ تخم بر ماده) در مقایسه با شاهد زادآوری را به طور معنی‌داری کاهش داد. نهایت، تغذیه حشرات کامل ماده از غلظت‌های مختلف ورم تی زادآوری آن‌ها را در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر قرار داد. بر خلاف پنج ترکیب قبلی، تنها تغذیه از غلظت‌های ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام ورم تی توانست زادآوری را (به ترتیب ۴۰۸/۴ و ۴۷۰/۴ تخم بر ماده) در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش دهد (جدول ۱).

باروری تخم‌ها

تغذیه از غلظت‌های مختلف کلروکولین کلراید (۱/۳۶ $F_{4,70} = 0/2564$ ؛ $P = 0/0001$)، پالیزین ($F_{4,70} = 0/69$ ؛ $P = 0/6017$)، سیرینول ($F_{4,70} = 1/92$ ؛ $P = 0/117$)، تنداکسیر ($F_{4,70} = 1/3$ ؛ $P = 0/2774$) و ورم تی ($F_{4,70} = 1/31$ ؛ $P = 0/274$) روی باروری تخم‌ها اثر معنی‌داری نداشت. میانگین‌های باروری از حداقل ۹۵/۷۳ تا حداکثر ۹۶/۶۶ درصد متغیر بودند که با هم و با شاهد (۹۹/۱۳ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشتند. در مورد پالیزین، مقایسه میانگین‌ها نیز حاکی از آن بود که تیمار شاهد بیشترین میانگین باروری (۹۹/۱۳ درصد) را به خود اختصاص داد که اختلاف آن با میانگین‌های تیمارهای ۲۰۰۰، ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام (به ترتیب ۹۸/۲۶، ۹۸/۶۶، ۹۸/۶ و ۹۸/۴ درصد) معنی‌داری

مقایسه با شاهد (۱۷/۷۳ روز)، در اثر تغذیه از غلظت‌های ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام ورم تی (به ترتیب ۱۴/۶، ۱۴/۲۶ و ۱۳/۸۶ روز) مشاهده گردید (شکل ۶).

جمع‌بندی کلی نتایج به دست آمده در مورد ورم تی و مقایسه‌ی آن با سایر ترکیبات مورد بررسی نشان می‌دهد که اثر این ترکیب در مقایسه با نیمارین، پالیزین، سیرینول و تنداکسیر کمتر و به اثر کلروکولین کلراید شبیه‌تر بود، هر چند، در مقایسه با آن اثرات ضعیف‌تری را نشان داد. تغذیه از غلظت‌های مختلف ورم تی توسط حشرات کامل روی باروری و طول عمر حشرات کامل ماده اثر معنی‌داری نداشت. در مورد زادآوری، تغذیه از غلظت‌های ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ در مورد طول عمر حشرات کامل نر، تغذیه از غلظت‌های ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ توانست باعث کاهش معنی‌دار میانگین‌های این دو صفت نسبت به شاهد شود.

درصد عقیمی حشرات کامل ماده

نیمارین در مقایسه با پنج ترکیب دیگر درصد عقیمی را بیشتر تحت تاثیر قرار داد (از ۵۲/۶۵ تا ۷۴/۸۵ درصد). پس از نیمارین، اثرات پالیزین (از ۴۶/۸۶ تا ۵۷/۷۷ درصد) و سیرینول (از ۴۴/۷۳ تا ۶۲/۲۹ درصد) روی درصد عقیمی مشابه بودند که در مقایسه با اثرات تنداکسیر (از ۳۸/۸۱ تا ۴۷/۳۳ درصد)، کلروکولین کلراید (از ۳۳/۸۴ تا ۴۱/۳۱ درصد) و ورم-تی (از ۰ تا ۲۵/۲۷ درصد) بیشتر بود. لذا، ضعیف‌ترین اثر عقیم‌کنندگی به ترکیب ورم‌تی مربوط بود. به طور مشابه، بیشترین درصد ناباروری تخم‌ها نیز در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف نیمارین (به ترتیب ۷/۰۶، ۱۰/۰۱، ۱۳/۲۴ و ۱۴/۴۵ درصد) و سپس کلروکولین کلراید (به ترتیب ۳/۳۵، ۳/۱۵، ۳/۴۲ و ۲/۴۹ درصد) دیده شد. اثر چهار ترکیب دیگر روی نابارور شدن تخم‌ها کمتر بود (جدول ۱).

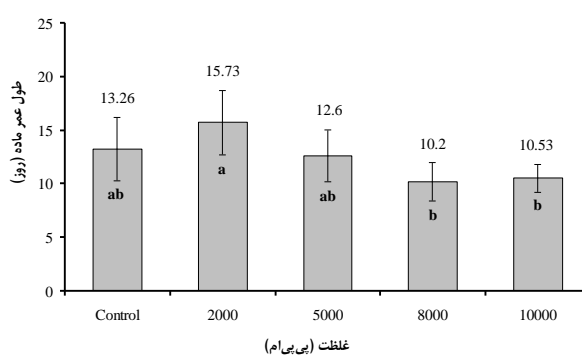
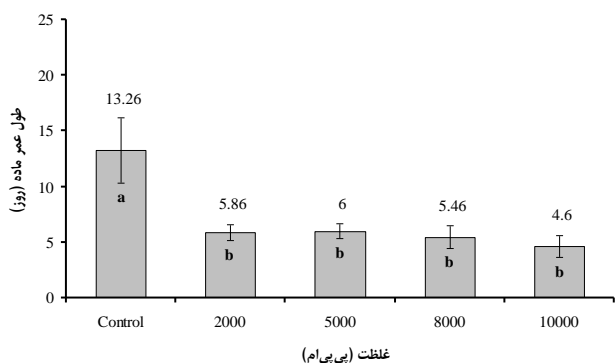
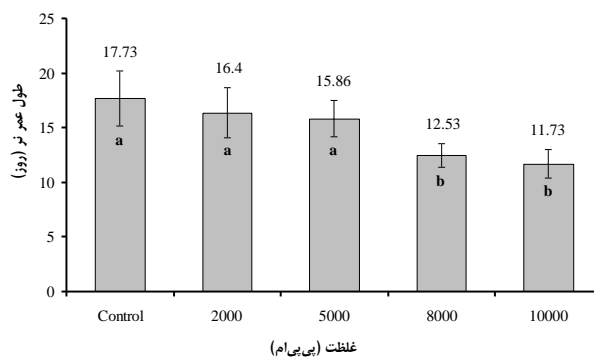
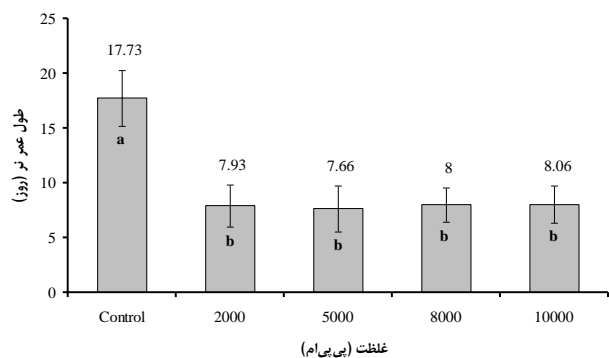
بین میانگین تیمارهای ۲۰۰۰ با تیمارهای ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی طول عمر ماده‌ها در اثر تغذیه از کلروکولین کلراید و شاهد با هم یکسان بود (شکل ۱). تغذیه‌ی حشرات کامل نر از تمامی غلظت‌ها و تغذیه‌ی حشرات کامل ماده از غلظت‌های ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام نیمارین، طول عمر آن‌ها را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد. این کاهش در مورد نرها و در غلظت ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام مشهودتر بود (شکل ۲). هم در مورد حشرات کامل نر و هم در مورد ماده‌ها، تغذیه از غلظت‌های مختلف پالیزین باعث کاهش معنی‌دار طول عمر نرها (از ۱۷/۷۳ در شاهد به حدود ۷/۶۶ تا ۸/۰۶ روز) و ماده‌ها (از ۱۳/۲۶ در شاهد به حدود ۴/۶ تا ۶ روز) گردید ولی اختلاف‌های بین میانگین‌های غلظت‌ها معنی‌دار نبودند (شکل ۳). بر اثر تغذیه‌ی حشرات کامل نر و ماده از غلظت‌های مختلف سیرینول، در هر دو جنس، طول عمر آن‌ها نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۴). تغذیه‌ی حشرات کامل نر و ماده از غلظت‌های مختلف تنداکسیر نیز همانند ترکیبات قبلی طول عمر آن‌ها را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد (شکل ۵). به طور کلی، اثر تنداکسیر همانند اثر پالیزین و سیرینول بود، به طوری که همانند این دو، تغذیه از غلظت‌های ۲۰۰۰، ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام تنداکسیر توانست زادآوری و طول عمر حشرات کامل نر و ماده را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش دهد. همانند پالیزین و سیرینول، تغذیه از غلظت‌های مورد بررسی تنداکسیر روی درصد باروری تأثیری نداشت و میانگین‌های به دست آمده با میانگین‌های شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. در مورد ورم تی، تغذیه‌ی حشرات کامل نر از غلظت‌های مختلف طول عمر آن‌ها را در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر قرار داد ($F_{4,70} = 4/97$; $P = 0/0014$) اما روی طول عمر ماده‌ها تأثیری نداشت ($P = 0/41$) کاهش معنی‌دار طول عمر نرها در ($P = 0/7982$; $F_{4,70}$).

جدول ۱- ویژگی‌های تولید مثلی حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد که به روش تغذیه دلخواه با غلظت‌های مختلف شش ترکیب زیست‌منشا تیمار شدند (۱۵ تکرار).

ترکیب زیست‌منشاء	غلظت (ppm)	زادآوری (تخم/ ماده) ^a (± SE)	باروری تخم‌ها (%) ^a	ناباروری تخم‌ها (%) ^b	عقیمی (%)
شاهد	۰	۵۴۳/۶ ± ۱۹/۶۸ a	۹۹/۱۳ ± ۲/۱۸ a	-	-
کلروکولین کلراید	۲۰۰۰	۳۷۲/۱۳ ± ۱۸/۲ b	۹۵/۸ ± ۳/۸۳ a	۳/۳۵ ± ۱/۹۹ a	۳۳/۸۴
	۵۰۰۰	۳۷۲/۲ ± ۱۵/۶ b	۹۶ ± ۱/۸۹ a	۳/۱۵ ± ۱/۸۶ a	۳۴/۱۲
	۸۰۰۰	۳۳۰/۳۳ ± ۱۵/۵۵ b	۹۵/۷۳ ± ۳/۲۷ a	۳/۴۲ ± ۱/۶۷ a	۴۱/۳۱
	۱۰۰۰۰	۳۳۵/۴ ± ۱۷/۶۳ b	۹۶/۶۶ ± ۱/۶۴ a	۲/۴۹ ± ۱/۵۴ a	۳۹/۸۳
	۲۰۰۰	۲۷۶/۱۳ ± ۱۸/۹۲ b	۹۲/۱۳ ± ۳/۵۹ b	۷/۰۶ ± ۲/۰۸ b	۵۲/۶۵
نیمارین	۵۰۰۰	۱۹۶ ± ۱۸/۵۸ c	۸۹/۲ ± ۲/۹۴ bc	۱۰/۰۱ ± ۳/۶۲ ab	۶۷/۵۵
	۸۰۰۰	۱۹۳/۲ ± ۱۲/۳۶ c	۸۶ ± ۲/۸۱ c	۱۳/۲۴ ± ۲/۸۲ a	۶۹/۱۶
	۱۰۰۰۰	۱۵۹/۸ ± ۱۳/۲۱ c	۸۴/۸ ± ۳/۴۶ c	۱۴/۴۵ ± ۳/۹۵ a	۷۴/۸۵
	۲۰۰۰	۲۹۸/۰۷ ± ۱۷/۱ b	۹۸/۲۶ ± ۱/۱۵ a	۰/۸۷ ± ۰/۲۳ a	۴۶/۸۶
	۵۰۰۰	۲۵۸/۸۷ ± ۸/۲۴ b	۹۸/۶۶ ± ۲/۶۸ a	۰/۴۷ ± ۰/۱۹ a	۴۸/۹۴
پالیزین	۸۰۰۰	۲۶۷/۹۳ ± ۲۶/۱۹ b	۹۸/۶ ± ۳/۱۹ a	۰/۵۳ ± ۰/۲ a	۵۲/۱۹
	۱۰۰۰۰	۲۴۶/۶۶ ± ۲۳/۷۶ b	۹۸/۴ ± ۱/۰۱ a	۰/۷۳ ± ۰/۲۵ a	۵۷/۷۷
	۲۰۰۰	۳۰۴/۳۳ ± ۱۲/۰۷ b	۹۷/۸۶ ± ۲/۹۱ a	۱/۲۸ ± ۰/۵۹ a	۴۴/۷۳
	۵۰۰۰	۳۰۶/۸۶ ± ۲۲/۱۴ b	۹۶/۷۳ ± ۳/۱۱ a	۲/۴۲ ± ۰/۶ a	۴۴/۹۱
	۸۰۰۰	۲۳۴/۲ ± ۱۴/۴۲ c	۹۷/۷۳ ± ۱/۱۲ a	۱/۴۱ ± ۰/۴۷ a	۵۷/۵۲
سیرینول	۱۰۰۰۰	۲۰۷/۶ ± ۱۳/۶ c	۹۷/۸۶ ± ۲/۲۲ a	۱/۲۸ ± ۰/۶۱ a	۶۲/۲۹
	۲۰۰۰	۳۴۳ ± ۱۸/۷۹ b	۹۶/۶۶ ± ۲/۵۷ a	۲/۴۹ ± ۰/۷۵ a	۳۸/۸۱
	۵۰۰۰	۳۳۷/۴ ± ۱۵/۲۶ b	۹۸/۰۶ ± ۲/۹۴ a	۱/۰۷ ± ۰/۶۹ a	۳۸/۶
	۸۰۰۰	۳۷۲/۱۳ ± ۱۸/۲ bc	۹۷/۶۶ ± ۱/۵۱ a	۱/۴۸ ± ۰/۵۸ a	۴۶/۴
	۱۰۰۰۰	۲۶۰/۲ ± ۱۲/۸۸ c	۹۷/۴ ± ۲/۳۸ a	۱/۷۴ ± ۰/۴۹ a	۴۷/۳۳
ورم تی	۲۰۰۰	۵۵۹/۳۳ ± ۲۶/۲۵ a	۹۶/۶۶ ± ۲/۸۷ a	۲/۴۹ ± ۰/۶۳ a	۰
	۵۰۰۰	۴۸۲ ± ۲۵/۰۵ ab	۹۸/۴۶ ± ۱/۶۷ a	۰/۶۷ ± ۰/۱۹ b	۱۱/۹۳
	۸۰۰۰	۴۰۸/۴ ± ۲۰/۲۷ b	۹۸/۶ ± ۲/۰۱ a	۰/۵۳ ± ۰/۲۳ b	۲۵/۲۷
	۱۰۰۰۰	۴۷۰/۴ ± ۱۸/۴۶ b	۹۸/۷۳ ± ۱/۱۵ a	۰/۴ ± ۰/۱۱ b	۱۳/۸۷

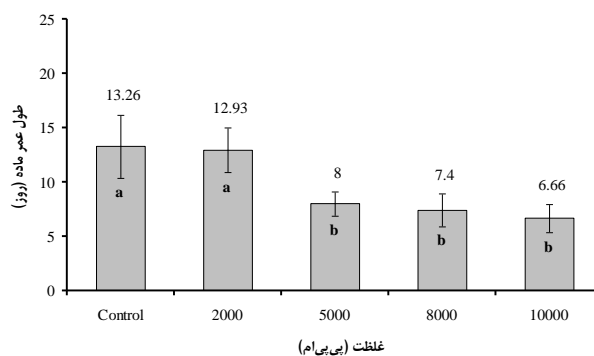
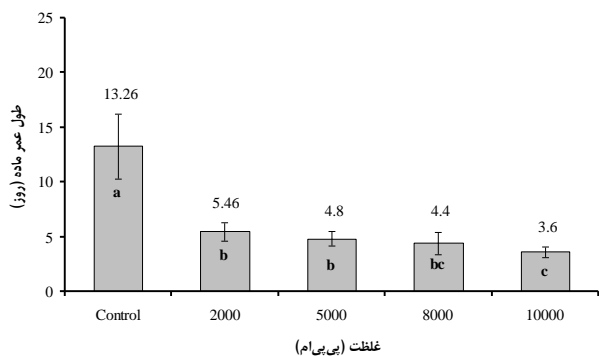
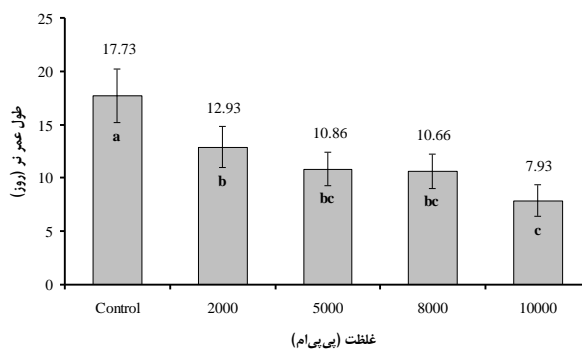
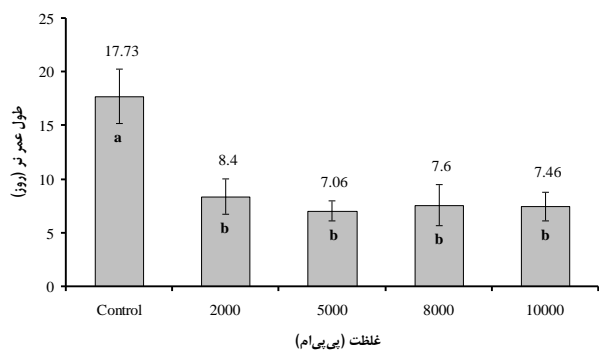
^a در این دو ستون، حروف مختلف میانگین‌های مربوط به هر ترکیب، تفاوت معنی‌دار آن‌ها را با هم و با شاهد نشان می‌دهند (آزمون LSD؛ سطح احتمال یک درصد)

^b محاسبه شده با فرمول آبوت (۱۹۲۵) با توجه به درصد باروری در تیمارها و شاهد. در این ستون، چهار میانگین هر ترکیب به طور جداگانه با یکدیگر مقایسه شده‌اند (آزمون LSD؛ سطح احتمال یک درصد)



شکل ۳- اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف پالیزین روی طول عمر حشرات کامل نر و ماده شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به روش تغذیه دلخواه (آزمون LSD؛ سطح احتمال یک درصد)

شکل ۱- اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف کلروکولین کلراید روی طول عمر حشرات کامل نر و ماده شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به روش تغذیه دلخواه (آزمون LSD؛ سطح احتمال یک درصد)



شکل ۴- اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف سیرینول روی طول عمر حشرات کامل نر و ماده شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به روش تغذیه دلخواه (آزمون LSD؛ سطح احتمال یک درصد)

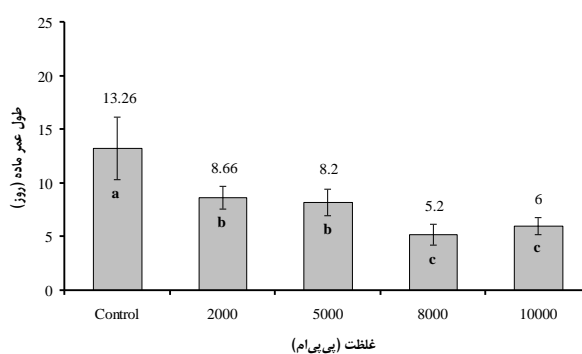
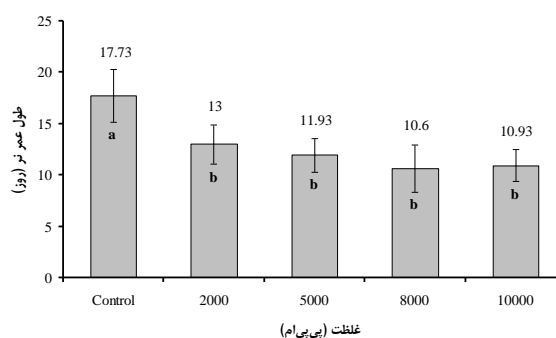
شکل ۲- اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف نیمارین روی طول عمر حشرات کامل نر و ماده شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به روش تغذیه دلخواه (آزمون LSD؛ سطح احتمال یک درصد)

بحث

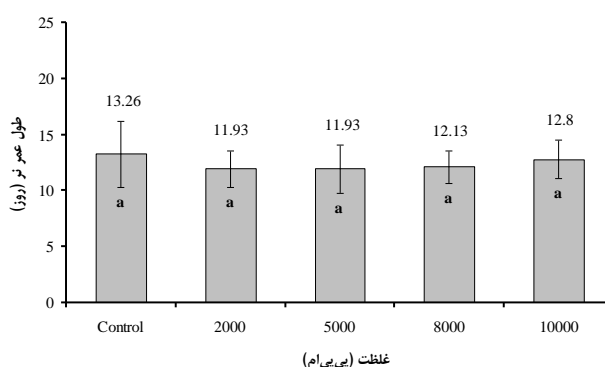
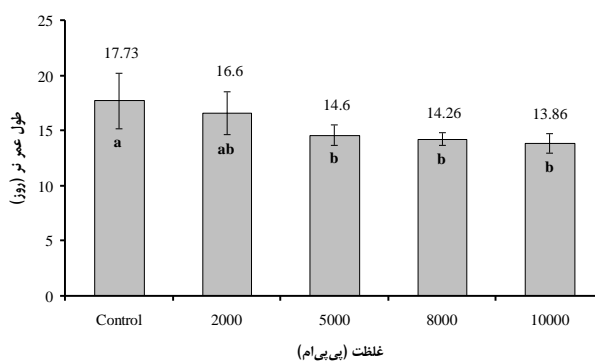
شب‌پره‌های خانواده Pyralidae به دلیل داشتن قطعات دهانی رشد کرده به نوشیدن آب تمایل نشان می‌دهند. تغذیه‌ی حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد از آب (نوریس ۱۹۳۴) یا از آب قند (عیوضیان کاری ۱۳۸۰، طوسی ۱۳۹۰، مخدوم ۱۳۹۲) گزارش شده است. در این تحقیق نشان داده شد که راهبرد استفاده از تله‌های آبی حاوی ترکیبات سمی، به ویژه ترکیبات زیست‌منشاء که جزو آفت‌کش‌های بی‌خطر به شمار می‌روند، می‌تواند در کنترل حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و به احتمال زیاد سایر شب‌پره‌های مشابه مورد توجه قرار گیرد. در صورت مبارزه با مراحل نارس آفات انباری، استفاده از این تله‌ها می‌تواند از طریق گذاشتن اثر منفی روی ویژگی‌های زیستی حشرات کامل، برنامه‌کنترلی را تکمیل کند و ضریب موفقیت را افزایش دهد.

بررسی اثرات اصلی دو عامل نوع ترکیب سمی و غلظت آن نشان داد که اثر عامل اول روی هر چهار صفت مورد مطالعه (زادآوری، باروری، و طول عمر حشرات کامل نر و ماده) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. این امر نشان می‌دهد که اثر ترکیبات زیست‌منشاء مورد استفاده در این بررسی بسته به نوع آن‌ها کاملاً معنی‌دار بوده است. لذا، این نتیجه بر انتخاب یک ترکیب سمی مناسب برای استفاده در تله‌های آبی تاکید دارد. اثر عامل اصلی غلظت نیز روی سه صفت زادآوری، طول عمر حشرات کامل ماده و طول عمر حشرات کامل نر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی روی باروری تخم‌ها تاثیر معنی‌داری نداشت. از این امر چنین استنباط می‌شود که افزایش غلظت ترکیبات مورد استفاده در انتقال آن‌ها از ماده‌ها به تخم‌ها بی‌تاثیر بوده است.

نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان دادند که کاهش زادآوری ماده‌ها نسبت به شاهد در اثر استفاده از هر شش ترکیب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار



شکل ۵- اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف تنداکسیر روی طول عمر حشرات کامل نر و ماده شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به روش تغذیه دلخواه (آزمون LSD؛ سطح احتمال یک درصد)



شکل ۶- اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف ورم تی روی طول عمر حشرات کامل نر و ماده شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به روش تغذیه دلخواه (آزمون LSD؛ سطح احتمال یک درصد)

است چرا که استفاده از سایر ترکیبات روی کاهش باروری غیرمعنی‌دار بود. این نتیجه نشان می‌دهد که یک ترکیب سمی ممکن است بتواند روی تخمدان‌ها و تولید تخم تاثیر بگذارد اما نتواند وارد تخم‌ها شود و باروری را تحت تاثیر قرار دهد. در تخم‌های خوشه‌خوار انگور (*Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) که توسط ماده‌های تیمار شده با آلاین گذاشته شده بودند، اثرات رویان‌کشی دیده شد (ایریگاری و همکاران ۲۰۱۰). این محققان دلیل این امر را انتقال آفت‌کش از ماده‌های باردار به تخم‌ها دانسته‌اند. این اثر در مورد نیمارین نیز می‌تواند مصداق داشته باشد و لذا می‌توان نتیجه گرفت که سموم یا ترکیبات حاوی آزادیراکتین به دلیل تاثیرات منفی روی باروری و درصد تفریح تخم‌ها (بر خلاف سایر ترکیبات مورد استفاده در این بررسی)، اولین گزینه انتخابی برای استفاده‌های احتمالی می‌باشند.

مشخص گردیده که در حشرات مختلف، نحوه اثر آزادیراکتین می‌تواند به صورت جلوگیری از نشو و نمای تخمدان‌ها در دو مگس (خان و همکاران ۲۰۰۷)، کاهش شدید ذخایر پروتئینی، گلیکوژنی و لیپیدی لاروی و نیز کاهش فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز در لاروهای سن چهارم شب‌پره‌ی هندی *Plodia interpunctella* (Hübner) (رارابه و همکاران ۲۰۰۸)، و کاهش تعداد و اندازه ائوسیت‌ها و کاهش پروتئین‌ها، لیپیدها و کربوهیدرات‌های تخمدان‌های سوسری شرقی *Blatta orientalis* L. (تاین و همکاران ۲۰۱۱) باشد. قرار دادن حشرات کامل در معرض آزادیراکتین به روش‌های موضعی، سطحی، یا تغذیه دهانی می‌تواند زادآوری و باروری را در راسته‌های مختلف حشرات از جمله بال‌پولکداران کاهش دهد (اشموتر ۱۹۹۷، مردو و نیسبت ۲۰۰۰، سلجاسن و میدو ۲۰۰۶). در مورد کلروکولین کلراید نیز اثراتی مانند کاهش رشد اندام‌های تناسلی و بروز ناهنجاری‌های ریخت‌شناختی در اثر تغذیه از آن گزارش شده‌اند (کارلیسل و

بود (جدول ۱). کاهش زادآوری حشرات در اثر استفاده از ترکیبات حاوی آزادیراکتین توسط محققان زیادی گزارش شده، اما در مواردی نیز عدم تاثیر آن گزارش شده است، مانند عدم تاثیر آزادیراکتین و روغن دانه چریش روی زادآوری شته سویا *Aphis glycines* Matsumura و کفشدوزک شکارگر آن *Harmonia axyridis* (Pallas) (کرایس و کولن ۲۰۰۸). کاهش زادآوری حشرات در اثر استفاده از کلروکولین کلراید نیز توسط محققانی مانند کارلیسل و همکاران (۱۹۶۹)، هانی‌بُرن (۱۹۶۹)، پراساد و همکاران (۱۹۷۷)، و درپر و همکاران (۱۹۸۴) گزارش شده است. در مورد اثر سایر ترکیبات روی زادآوری حشرات اطلاعاتی در دست نیست، و تحقیق حاضر به عنوان اولین تحقیق در استفاده از این ترکیبات به اجرا گذاشته می‌شود.

طبق نتایج به دست آمده، تنها اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف نیمارین روی باروری تخم‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود به طوری که کاهش معنی‌دار باروری نسبت به شاهد در اثر تغذیه از کلیه غلظت‌ها مشاهده گردید (جدول ۱). در مورد اثر آزادیراکتین یا ترکیبات و سموم حاوی آن روی باروری و درصد تفریح تخم‌های حشرات مختلف که به روش‌های متفاوتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بیشتر محققان کاهش باروری را گزارش کرده‌اند ولی همانند زادآوری، در مواردی نیز بی‌اثر بودن آن گزارش شده است. از جمله این گزارش‌ها می‌توان به نتایج ختاک و همکاران (۲۰۰۹) در زمینه عادی بودن درصد تفریح تخم‌ها در اثر استفاده از روغن چریش روی شپشه‌ی ذرت *Sitophilus zeamais* Motschulsky و نیز نتایج مدینا و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر عدم تفاوت باروری حشرات کامل بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephens) در اثر تغذیه از آلاین^۱ (حشره‌کش حاوی آزادیراکتین) اشاره نمود. در پژوهش حاضر، استفاده از نیمارین باعث معنی‌دار شدن این اثر اصلی شده

¹Align®

اثر حشره‌کشی وُرم تی، حساسیت بیشتر حشرات نر در مقایسه با ماده ثابت می‌گردد. حساس‌تر بودن حشرات کامل نر نسبت به ماده‌ها توسط یزدانیان و فرشباغ پورآباد (۲۰۰۵) در مورد سن *Graphosoma lineatum* (L.) و اُندر و همکاران (۱۹۸۷) روی سن *Dolycoris baccarum* (L.) که به طریقه دلخواه دهانی از کلروکولین کلراید تغذیه کرده بودند، گزارش شده است. بروز بدشکلی، تغییر شکل و کاهش وزن در گونه‌های *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (عواد و طاها ۱۹۷۶) و ملخ‌های مهاجر و سن‌های پنبه (کارلیسل و همکاران ۱۹۶۹) از سایر اثرهای گزارش شده کلروکولین کلراید می‌باشند. همانند دو صفت قبلی، در بیشتر تحقیقات انجام شده کاهش طول عمر حشرات کامل در اثر استفاده از سموم و ترکیبات حاوی آزادیراکتین مشاهده گردیده است (مانند دیمتری و الهاواری ۱۹۹۵) ولی در مواردی نیز مانند کاربرد موضعی روغن چریش روی ناحیه سینه‌ای لاروهای کرم غوزه‌ی پنبه *Helicoverpa armigera* (Hübner) بر طول عمر حشرات کامل نر و ماده (انور و همکاران ۱۹۹۳) و تاثیر حشره‌کش الاین به روش تغذیه دلخواه حشرات کامل خوشه‌خوار انگور روی طول عمر آن‌ها (ایریگاری و همکاران ۲۰۱۰)، عدم تاثیر آزادیراکتین مشاهده شده است. بدیهی است که تفاوت‌های مشاهده شده در پژوهش‌هایی از این دست می‌توانند نتیجه متفاوت بودن گونه حشره، مرحله نشو و نمایی تیمار شده، نوع ترکیب سمی، روش آزمایشگاهی مورد استفاده و غیره باشند.

در مورد میزان جلب حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به تله‌های آبی اطلاعات دقیقی در دست نیست. راین و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی خود، عدم جلب شدن حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به تله‌های آبی را به تفاوت دمای بین دو محل نمونه‌برداری (دمای ۲۹-۲۵ درجه‌ی سلسیوس کارخانه شکلات‌سازی برای شب‌پره‌ی بادام و دمای

همکاران ۱۹۶۹، ون امدن ۱۹۶۹). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در اثر استفاده از یک غلظت مناسب، این ترکیبات روی تخمدان‌ها اثر منفی می‌گذارند و تولید تخم (زادآوری) را کاهش می‌دهند ولی روی درصد تفریح تخم‌های تولیدی (باروری) اثری ندارند. نکته مهم دیگر آن است که استفاده از یک دز مناسب بایستی پیش از تولید تخم (به محض خروج حشرات کامل) صورت گیرد تا با تاثیر روی تخمدان‌ها و کاهش تعداد تخم تولیدی (حداقل در مورد ترکیبات دارای آزادیراکتین)، نتیجه مطلوب را به دنبال داشته باشد. اگر پس از بارور شدن ماده‌ها و رشد تخم‌ها از این غلظت مناسب استفاده شود، در صورتی که ترکیب سمی از ماده‌ها به تخم‌ها منتقل نشود، ماده‌ها تخم‌های خود را به تعداد معمول تولید خواهند کرد و تخم‌های گذاشته شده نیز با نسبت بالایی تفریح خواهند شد. متأسفانه در مورد نحوه اثر سایر ترکیبات مورد استفاده مطلبی در دست نیست ولی احتمال می‌رود که نحوه اثر آن‌ها مشابه آزادیراکتین و کلروکولین کلراید باشد.

اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف نیمارین، پالیزین، سیرینول و تنداکسیر روی کاهش طول عمر ماده‌ها و نرها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در مورد دو ترکیب کلروکولین کلراید و وُرم تی، این اثر در مورد ماده‌ها غیرمعنی‌دار ولی در مورد نرها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. طول عمر نرها در اثر تغذیه از غلظت‌های ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام کلروکولین کلراید و غلظت‌های ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام وُرم تی در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش پیدا نمود. بنابراین می‌توان اظهار داشت که حشرات کامل ماده در مقایسه با حشرات نر به این دو ترکیب مقاومت بیشتری (حشرات نر حساسیت بیشتری) داشته‌اند و تغذیه از دزهای مورد استفاده این دو ترکیب روی طول عمر ماده‌ها تاثیری نداشته است. با توجه به نتایج به دست آمده و اثبات ضعیف‌تر بودن

یک از ترکیبات دیگر این اثر را نداشتند)، از دلایل انتخاب این گونه سموم و ترکیبات می‌باشند. اگر برنامه کنترلی متوجه مراحل نارس باشد، استفاده از تله‌های آبی حاوی آزادیراکتین علیه حشرات کامل خواهد توانست برنامه کنترلی را وسعت بخشیده و کامل نماید. ساخت و بررسی عملکرد این تله‌ها می‌تواند در آینده یک زمینه مهم تحقیقاتی باشد. نتایج مثبت به دست آمده در این پژوهش، بی‌خطر بودن آزادیراکتین از نقطه نظر سلامت انسان و حفظ محیط زیست، و عدم وجود بقایای سمی، استفاده از این روش را مجاز می‌نمایند.

سپاس‌گزاری

این مقاله دستاورد پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده دوم می‌باشد و با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است که بدین وسیله سپاس‌گزاری می‌گردد. همچنین از آقایان دکتر ارزانش و مهندس قدیری‌راد محققان مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان به خاطر در اختیار گذاشتن ورم تی قدردانی می‌شود.

۲۲-۲۴ درجه کارخانه آرد برای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای) یا تفاوت‌های زیستی بین دو گونه نسبت دادند. لذا، میزان جلب شدن این شب‌پره به تله‌های آبی هنوز جای بررسی دارد. در صورت اثبات پایین بودن میزان جلب شدن حشرات کامل این گونه به تله‌های آبی، اثر افزودن ترکیبات جلب‌کننده به آب (مانند عسل در این بررسی) یا بررسی کارایی راهکار تله‌گذاری اشباعی (دسترس حشرات کامل به تله‌های آبی و عدم نیاز آن‌ها به جلب شدن به تله‌ها) می‌توانند مد نظر قرار گیرند. به عنوان مثال، چاو و همکاران (۱۹۷۷) وجود مواد شوینده در آب را عامل افزایش جلب شدن ماده‌های تخمگذار شب‌پره‌های هندی و بادام به آب ذکر کرده‌اند. به همین دلیل، در این بررسی نیز به جای آب از محلول آب عسل استفاده شد تا تغذیه حشرات کامل افزایش یابد.

با توجه به جمع‌بندی نتایج به دست آمده و با مدنظر قرار دادن نتایج حاصل از دیگر تحقیقات، سموم و ترکیبات دارای آزادیراکتین برای استفاده در تله‌های آبی جهت جلب و کشتن یا تاثیرگذاری منفی بر ویژگی‌ها و فراسنجه‌های زیستی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و شب‌پره‌های مشابه آن بسیار مناسب می‌باشند. اثر حشره‌کشی بهتر به همراه کاهش باروری (که هیچ

منابع

- طوسی ب، ۱۳۹۰. بررسی اثر تغذیه حشرات کامل شب‌پره مدیترانه‌ای آرد (*Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) از چند ترکیب قندی روی برخی از ویژگی‌های زیستی آن‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- عیوضیان کاری ن، ۱۳۸۰. بررسی آزمایشگاهی تاثیر افزودن مخمر نان به جیره غذایی لاروها و تغذیه حشرات کامل با محلول قندی بر روی برخی از صفات زیستی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella* Zeller. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- مخدوم ز، ۱۳۹۲. اثر تغذیه حشرات کامل شب‌پره مدیترانه‌ای آرد (*Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) از چند ترکیب قندی روی طول عمر و باروری آن‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی

کشاورزی، دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

یزدانیان م طالبی چایچی پ و حداد ایرانی نژاد ک، ۱۳۷۹. بررسی نشوونمای شبپره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella* در پرورش‌های آن بر روی چند رژیم غذایی تهیه شده از آرد و سبوس گندم. مجله دانش کشاورزی، جلد دهم، شماره ۳. صفحه‌های ۳۵ تا ۴۸.

- Abbott WS, 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Alonso C, 1971. The effects of gibberellic acid upon developmental processes in *Drosophila hydlei*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 14: 73-82.
- Anwar T, Tahir S and Jabbar A, 1993. Effect of neem oil on the longevity of chickpea pod borer. *Pakistan Journal of Agriculture* 14: 340-343.
- Awad TM and Taha FA, 1976. The effect of some plant growth inhibitors on the developmental stages of *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie* 80: 306-310.
- Boeke SJ, Bpersma MG, Alink GM, Vanloon JJA, Huis AV, Dicke M and Rietjens IMCM, 2004. Safety evaluation of neem (*Azadirachta indica*) derived pesticides. *Journal of Ethnopharmacology* 94: 25-41.
- Carlisle DB, Ellis PE and Osborne DJ, 1969. Effects of plant growth regulators on locusts and cotton stainer bugs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 20: 391-393.
- Cerutti F, Bigler F, Eden G and Bosshart S. 1992. Optimal larval density and quality control aspects in mass rearing of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zell. (Lep., Phycitidae). *Journal of Applied Entomology* 114: 353-361.
- Chow YS, Yen DF and Lin SH, 1977. Water, a powerful attractant for the gravid females of *Plodia interpunctella* and *Cadra cautella*. *Experientia* 15: 453-455.
- Coelho MB, Marangoni S and Macedo MLR, 2007. Insecticidal action of *Annona coriacea* lectin against the flour moth *Anagasta kuehniella* and the rice moth *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera, Pyralidae). *Comparative Biochemistry and Physiology C* 146: 406-414.
- De Man W, De Loof A, Briers T and Huybrechts RN, 1991. Effect of abscisic acid on vitellogenesis in *Sarcophaga bullata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 29: 259-267.
- Dimetry NZ and El-Hawary FMA, 1995. NeemAzal-F as an inhibitor of growth and reproduction in the cowpea aphid *Aphis craccivora* Koch. *Journal of Applied Entomology* 119: 67-71.
- Dreyer DL, Campbell BC and Jones KC, 1984. Effect of bioregulator-treated sorghum on green bug fecundity and feeding behavior: implications for host-plant resistance. *Phytochemistry* 23: 1593-1596.
- Guerra AA, 1970. Effect of biologically active substances in the diet on development and reproduction of *Heliothis* spp. *Journal of Economic Entomology* 63: 1518-1521.
- Hagstrum DW and Subramanyam B, 2009. A review of stored-product entomology information sources. *American Entomologist* 55: 174-183.
- Honeyborne CHB, 1969. Performance of *Aphis fabae* and *Brevicoryne brassicae* on plants treated with growth regulators. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 20: 388-390.
- Irigaray FJSC, Grijalba MF, Marco V and Moreno IP, 2010. Acute and reproductive of Align[®], an insecticide containing azadirachtin, on the grape berry moth, *Lobesia botrana*. *Journal of Insect Science* 10(33). Available online: insectscience.org/10.33.
- Khan M, Aftab Hossain M and Saidul Islam M, 2007. Effects of neem leaf dust and a commercial formulation of neem compound on the longevity, fecundity and ovarian development of the melon

- fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) and the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 3656-3661.
- Khattak MKh, Broce AB and Dover B, 2001. Comparative effects of neem or mineral oil on maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. and its parasitoid, *Anisopteromalus calandrae* (Howard). Online Journal of Biological Sciences 1: 378-381.
- Khattak MKh, Mamoon-ur Rashid M and Abdullah Kh, 2009. Effect of neem derivatives on infestation, settling and oviposition of melon fruit fly (*Bactrocera cucurbitae* Coq.) (Tephritidae: Diptera). Pakistan Entomologist 31: 11-15.
- Kraiss H and Cullen EM, 2008. Insect growth regulator effects of azadirachtin and neem oil on survivorship, development and fecundity of *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae) and its predator, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). Pesticides Management Science 64: 660-668.
- Macedo MLR, Freire MDGM, Silva MBR and Coelho, L.C.B.B. 2007. Insecticidal action of *Bauhinia monandra* leaf lectin (BmoLL) against *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Zabrotes subfasciatus* and *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Comparative Biochemistry and Physiology A 146: 486-498.
- Medina P, Budia F, Delestal P and Vinuela E, 2004. Influence of azadirachtin, a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: toxicity and ultra structural approach. Journal of Economic Entomology 97: 43-50.
- Mordue AJ and Nisbet AJ, 2000. Azadirachtin from the Neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 29: 615-632.
- Norris MJ, 1934. Contributions towards the study of insect fertility-III. Adult nutrition, fecundity, and longevity in the genus *Ephestia* (Lepidoptera, Phycitidae). Proceedings of the Zoological Society of London, pp. 333-360.
- Önder F, Karsavuran Y, Hakerlerler H and Tezcan S, 1987. The mortality effects of a plant growth retardant, CCC, on the adults of *Dolycoris baccarum* (L.) (Het.: Pentatomidae) in the laboratory conditions. pp. 325-334. Proceedings of the First Turkish National Congress of Entomology. 13-16 October 1987, Izmir, Turkey.
- Pineda S., Martinez AM, Figueroa JI, Schneider MI, Delestal P, Vinuela E, Gomez B, Smagge G and Budia F, 2009. Influence of azadirachtin and methoxyfenozide on life parameters of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology 102: 1490-1496.
- Prasad R, Behera HN, and Das CC, 1977. CCC induced meiotic instability in grasshopper spermatocytes. Current Science 46: 191-192.
- Ramos VDS, Freire MGM, Parra JRP and Macedo MLR, 2009. Regulatory effects of an inhibitor from *Plathymenia foliolosa* seeds on the larval development of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera). Comparative Biochemistry and Physiology A 152: 255-261.
- Rharrabe K, Amri H, Bouayad N and Sayah F, 2008. Effects of azadirachtin on post-embryonic development, energy reserves and α -amylase activity of *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Stored Products Research 44: 290-294.
- Riba M, Marti J and Sans A, 2003. Influence of azadirachtin on development and reproduction of *Nezara viridula* L. (Het., Pentatomidae). Journal of Applied Entomology 127: 37-41.
- Ryne C, Ekeberg M, Olsson POC, Valeur PG and Löfstedt C, 2002. Water revisited: a powerful attractant for certain stored-product moths. Entomologia Experimentalis et Applicata 103: 99-103.
- Ryne C, Nilsson PA and Siva-Jothy MT, 2004. Dietary glycerol and adult access to water: effects on fecundity and adult longevity in the almond moth. Journal of Insect Physiology 50: 429-434.
- SAS Institute. 2003. SAS/STAT user's version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.

- Schmutterer H, 1997. Side-effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites and insects. *Journal of Applied Entomology* 121: 121-128.
- Seljasen R and Meadow R, 2006. Effects of neem on oviposition and egg and larval development of *Mamestra brassicae* L.: Dose response, residual activity, repellent effect and systemic activity in cabbage plants. *Crop Protection* 25: 338-345.
- Shehu A, Obeng-Ofori D and Eziah VY, 2010. Biological efficacy of Calneem™ oil against the tropical warehouse moth *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored maize. *International Journal of Tropical Insect Science* 30: 207-213.
- Tapondjou AL, Adler C, Fontem DA, Bouda H and 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.
- Tine S, Aribi N and Soltani N, 2011. Laboratory evaluation of azadirachtin against the oriental cockroach, *Blatta orientalis* L. (Dictyoptera, Blattidae): Insecticidal activity and reproductive effects. *African Journal of Biotechnology* 10: 19816-19824.
- Topozada A, Abdallah S and Eldefrawi ME, 1966. Chemosterilization of larvae and adults of the Egyptian cotton leaf worm, *Prodenia litura*, by apholate, metepa, and tepa. *Journal of Economic Entomology* 59: 1125-1128.
- Tran VM and Perry JA, 2003. Challenges to using neem (*Azadirachta indica* Var. *siamensis* Valenton) in Thailand. *Economic Botany* 57: 93-102.
- Trematerra P, Savoldelli S, 2013. The use of water traps and presence of spermatophores to evaluate mating disruption in the almond moth, *Ephestia cautella*, during exposure to synthetic sex pheromone. *Journal of Pest Science* 86: 227-233.
- Van Emden HF, 1969. Plant resistance to *Myzus persicae* induced by a plant regulator and measured by aphid relative growth rate. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 12: 125-131.
- Visser NS, 1982. Plant growth hormones affect grasshopper growth and reproduction. pp. 57-62. *Proceedings of an International Symposium on Insect-Plant Relationships*. Wageningen, The Netherlands.
- Yazdani M and Farshbaf Pour Abad R, 2005. Assessment of the sensitivity and death rate of adults of *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) fed chlorocholine chloride, a plant growth inhibitor, under laboratory conditions. *Turkish Journal of Zoology* 29: 337-343.

Feasibility of Applying Biorational Compounds in Water Traps and Their Effects on Some Reproductive Parameters of Mediterranean Flour Moth, *Anagasta kuehniella* (Z.)

M Heydari¹ and M Yazdanian^{2*}

¹Former M.Sc. Student, Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

²Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

*Corresponding author, E-mail: mohsenyazdanian@gau.ac.ir

Received: 21 Sep 2015

Accepted: 16 Apr 2016

Abstract

Water is a powerful attractant for adults of many stored-product moths and applying water traps is a complementary control method for controlling these pests. In this study, the reproductive effects of six biorational compounds including Palizin[®], TondExir[®], Sirinol[®], Worm tea, Neemarin[®] and Chlorocholine chloride at 2000, 5000, 8000, and 10000 ppm concentrations (diluted with 10% honey solution) were evaluated against adults of the Mediterranean flour moth *ad libitum*. All experiments were carried out at 25±2 °C, 70±10% R.H., and 14:10 L:D photoperiod. Adults fed well from prepared concentrations. Compared with the control (99.13%), Palizin, TondExir, Sirinol, Chlorocholine chloride and Worm tea had no effect on fertility but Neemarin decreased it significantly ($F_{4,70}=19.59$; $P=0.0001$). Also neemarin had a better effect on fecundity. Male and female longevity decreased at higher rates of Palizin, Sirinol and Tond Exir compared with Neemarin, Chlorocholine chloride and Worm tea. The results showed that increasing the dose increased the toxic effects of the compounds. Higher sterility was caused by Neemarin (52.65-74.85%) followed by Palizin and Sirinol. Worm tea showed the least effects on the above-mentioned parameters and sterility percent. The highest percentage of infertile eggs (7.06-14.45%) was also observed in Neemarin treatments. Hence, if the adults of this moth are attracted to water traps or have access to these traps containing effective doses of biorational compounds (especially azadirachtin), controlling the adults of this moth would be possible. Because the toxic compounds are applied indirectly and at very small amounts in this method, lethal concentrations of synthetic insecticides could be applied as well. For such purposes, using azadirachtin or azadirachtin containing products or insecticides is recommended.

Keywords: Biorational compounds, Fecundity, Fertility, Mediterranean flour moth.