بررسی تأثیر آفت‌کش‌های پالیزین، دیفلوبنزورون، کلروپایریفوس، هگزافلومورون و دلتامترین بر روی خصوصیات زیستی- جمعیتی و شاخص‌های تغذیه‌ای شب پره آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep: Pyralidae)

Effect of Palizin, Diflubenzuron, Chlorpyrifos, Deltamethrin and Hexaflumuron on bio- demographic characteristic and feeding index of Flour moth *Anagasta kuehniella* (Lep: pyralidae

بهرام‌الله توکلی[1] و مریم عجم حسنی[2*]

دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۶

چکیده

شب‌پره آرد از آفات مهم محصولات انباری و خشکبار است که همواره کنترل آن ضروری است. در تحقیق حاضر اثر زیرکشندگی ترکیبات دلتامترین، دیفلوبنزورون، هگزافلومورون، کلروپایریفوس و پالیزین بر شاخص‌های زیستی و جمعیتی لارو سن سوم، شفیره و افراد بالغ شب پره آرد و شاخص‌های تغذیه‌ای آن بررسی شد. لاروهای بید آرد در شرایط آزمایشگاه دمای ۳±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۴۰ درصد و دوره نوردهی ۱۰: ۱۴ ساعت پرورش داده شدند. به منظور محاسبه شاخص‌های تغذیه از دیسک‌های آردی آلوده به سموم استفاده شد. کم‌ترین طول مدت لاروی، کم‌ترین طول دوره شفیرگی و کم‌ترین وزن شفیره به ترتیب با میانگین‌های ۰/۴±۱۴ روز، ۰/۲۵±۷/۷۵ روز و ۰/۰۰۰۴±۰/۰۱۶گرم مربوط به سموم پالیزین و بیش‌ترین طول مدت لاروی، بیش‌ترین طول دوره شفیرگی و بیش‌ترین وزن شفیره به ترتیب با میانگین‌های ۰/۲۵±۱۹/۷۵ روز، ۰/۲۵±۹/۷۵ روز و ۰/۰۰۰۴±۰/۰۱۲ گرم مربوط به تیمار دلتامترین به دست آمد. به علاوه، کم‌ترین میزان تخم‌ریزی، کم‌ترین میزان درصد تفریخ تخم و کم‌ترین درصد خروج حشرات کامل به ترتیب با میانگین‌های ۲/۲۷± ۲۳۷ عدد، ۰/۸۱±۶۱ درصد و ۲/۵±۲۷/۵ درصد و بیش‌ترین این مقادیر با میانگین‌های ۱/۲۵±۲۴۷/۷۵ عدد، ۰/۴۷±۷۳/۷۵ درصد و ۲/۵±۴۲/۵ درصد مربوط به تیمار دلتامترین بود. در نتایج مربوط به محاسبه شاخص‌های تغذیه، تیمار دلتامترین پایین‌ترین مقدار نرخ رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی و شاخص بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده در لاروهای سن سوم را به همراه داشت و بیش‌ترین این مقادیر مربوط به تیمار پالیزین بود.

واژگان کلیدی: بید آرد، ترکیبات شیمیایی، زیرکشندگی، شاخص‌های تغذیه

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناس ارشد حشره‌شناسی و استادیار گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: shahroodm@gmail.com

مقدمه

شب‌پره آرد *Anagasta kuehniella* Zeller (Lep: Pyralidae) از جمله آفات انباری است که از لحاظ کمی و کیفی خسارت زیادی به طیف وسیعی از محصولات انباری، خشکبار، آرد، سبوس، غلات و مواد غذایی گوناگون وارد می‌کند (گلدانساز، ۱۳۷۱). تاکنون از ترکیبات شیمیایی مختلف مانند متیل بروماید علیه شب پره آرد استفاده شده است ولی به دلیل آلودگی‌های زیست محیطی و غیره به تدریج از مصرف این سموم کاسته شد و ترکیبات جدیدی با اثرات جانبی کم‌تر جایگزین آن‌ها گردید. شبه هورمون‌های جوانی، بازدارنده‌های سنتز کیتین و حشره‌کش‌های گیاهی از این دسته سموم می‌باشند (Suthisut *et al.*, 2011). آفت‌کش‌های شیمیایی به دو روش تدخینی، تیمار سطوح و دانه‌های غلات در انبارها استفاده می‌شوند (Kljajic *et al.*, 2006). تیمار سطوح با آفت‌کش‌ها باعث به حداقل رسیدن تماس سم با ماده غذایی و امنیت بیش‌تر کنترل شیمیایی می‌شود (باقری زنوز، ۱۳۸۶). برای رسیدن به کنترل پایدار یک آفت می‌توان از غلظت‌های زیر کشنده آفت‌کش‌ها با هدف ایجاد اختلال در فیزیولوژی حشرات و تحمل هزینه‌های اکولوژیک و کاهش تدریجی جمعیت استفاده کرد (Desneux *et al.*, 2007). از جمله حشره‌کش‌های پرکاربرد پایریتروئیدهای مصنوعی می‌باشند که اثر ضربه‌ای سریع داشته و سبب اختلال سریع در سیستم عصبی و به دنبال آن فلج ماهیچه‌ها و مرگ حشرات می‌شوند. از طرفی دوام آن‌ها در محیط کم بوده و به سرعت تجزیه می‌شوند. دلتامترین با نام تجاری دسیس از این گروه حشره‌کش‌ها می‌باشد که دارای اثر تماسی گوارشی است و برای طیف وسیعی از آفات کشاورزی استفاده می‌شود (رفیعی دستجردی و همکاران،۱۳۹۲). تنظیم کننده‌های رشد حشرات (IGRs) با تأثیر روی فیزیولوژی حشرات، بقا و تولید مثل آن‌ها را برهم زده و تیمار با این ترکیبات می‌تواند بر روی ویژگی‌های ظاهری شفیره و حشره بالغ تأثیر بگذارد این ترکیبات شامل مهار کننده‌های سنتز کیتین هگزافلوموروون، دیفلوبنزورون و غیره می‌باشد (McGregor and Kramer, 1976). هگزافلوموروون جزء نسل سوم آفت‌کش‌ها است. این ترکیب بعد از دلتامترین بیش‌ترین درصد کشندگی را روی آفت مورد نظر نشان داد. خواص حشره‌کشی آن قوی و روی موجودات غیر هدف مانند پستانداران، ماهی‌ها و انسان تأثیر سوء ندارد. مولکول‌های این ترکیب بر اساس فیزیولوژی حشرات سنتز شده و مانند هورمون جوانی روی بلوغ تخمدان‌ها تأثیرگذار است، و در غلظت‌های بالاتر مانند نتایج این تحقیق تلفات بالایی را به دنبال دارد. دیفلوبنزورون با نام تجاری ®Dimilin از بازدارنده‌های سنتز کیتین است و این گروه از ترکیبات تأثیر معنی‌داری روی پوست حشرات به ویژه بالپولکدارن دارند. و از طرفی برای انسان و پستانداران نیز جزء ترکیبات ایمنی محسوب می‌شوند. کلروپایریفوس با نام تجاری ®Dorsban یک آفت‌کش فسفره است که برای کنترل آفات مختلفی به کار می‌رود. این آفت‌کش دارای طیف تأثیر وسیعی بوده و اثر تماسی گوارشی و تدخینی دارد. از امتیازات این سم، عدم تأثیر سوء آن بر زنبور عسل است و به علت خاصیت تدخین بالا، بلافاصله اثر آن در محیط خنثی شده و از بین می‌رود. از این رو امروزه این آفت‌کش روی طیف وسیعی از آفات انباری در انبارها و سیلوها مصرف می‌شود (میرزایی و سعادتی، ۱۳۹۴). از جمله ترکیبات دیگری که امروز به میزان فراوان در کنترل آفات مصرف می‌شوند حشره‌کش‌های گیاهی هستند. مصرف این ترکیبات روی سلامت انسان‌ها و محیط زیست اثر سوء نداشته و هیچ باقی‌مانده سمی از آن‌ها در محیط باقی نمی‌ماند که یکی از این آفت‌کش‌ها پالیزین می‌باشد (Pereira and Wohlgemuth, 1982). منشاء گیاهی این آفت‌کش آن را به یکی از حشره‌کش‌های قابل توصیه تبدیل کرده است.

یک بخش مهم از تاثیر ترکیبات آفت‌کش روی آفات ارزیابی شاخص‌های تغذیه است. در واقع، غذای مسموم می‌تواند رشد و نمو حشره را دچار اختلال کرده و تا حدود زیادی بر میزان خسارت آن تاثیر بازدارندگی داشته باشد. در مطالعاتی که به منظور ارزیابی سموم مختلف روی شاخص‌های تغذیه‌ای صورت گرفته است، فاکتورهای موثری مانند نرخ رشد نسبی (Relative Growth Rate)، نرخ مصرف نسبی (Relative Consumption Rate)، شاخص بازدهی غذای بلعیده شده (Efficacy of conversion Of Ingested Food) و شاخص بازدارندگی تغذیه (Feeding Deterrent Index) محاسبه شده است. هانگ و هو در سال ۱۹۹۸ اظهار کردند که یکی از روش‌های موثر در کنترل آفات انباری کاهش میزان تغذیه آن‌ها با مسموم ساختن رژیم غذایی آن‌ها است (Huang and Ho, 1998).

نتایج مطالعات انجام شده حاکی از آن است که با افزایش غلظت سم، نرخ رشد نسبی شپشه آرد، *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col;Tenebrionidae)، به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. به طوری که غلظت ۲ میکرولیتر تیمار شده به غذای حشره می‌تواند به طور معنی‌داری تأثیر بیش‌تری نسبت به سایر غلظت‌ها داشته باشد (نگهبان و محرمی‌پور، ۱۳۸۶). اندازه میزان غذای خورده شده، هضم شده و استفاده از آن می‌تواند مشخص کننده کیفیت غذا باشد که توسط شاخص‌های تغذیه تعیین می‌شوند (رضایی و همکاران، ۲۰۰۶).

در تحقیق حاضر تأثیر غلظت‌های زیر کشنده مربوط به پالیزین، دیفلوبنزورون، کلروپایریفوس، هگزافلومورون و دلتامترین روی بید آرد و شاخص‌های تغذیه ای این آفت محاسبه می‌شود.

مواد و روش‌ها

تکثیر و پرورش بید آرد

تخم، لارو و حشره کامل این آفت از موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور تهیه شد و به عنوان کلنی اولیه به آزمایشگاه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود منتقل گردیدند. پرورش انبوه این حشره در ژرمیناتور در دمای ۳±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۴۰ درصد و دوره نور دهی۱۴:۱۰ ساعت (تاریکی: روشنایی) انجام شد. ظروف پرورش به ابعاد ۱۰×۸×۱۰ سانتی‌متر و طلقی در نظر گرفته شد. در هر ظرف حدود ۱۰۰ گرم آرد برنج جهت تغذیه لاروها قرار گرفت.

هم‌سن‌سازی لاروها

برای مشخص کردن سنین مختلف لاروی از طول بدن و عرض کپسول سر استفاده شد که به وسیله کاغذ میلی‌متری اندازه‌گیری صورت گرفت. در این آزمایش از لارو سن سوم استفاده شد.

بررسی تاثیر زیرکشندگی سموم مختلف برخصوصیات زیستی بید آرد

بر اساس نتایج آزمون زیست سنجی، استفاده از دوزهای زیرکشنده‌ای که حداکثر ۲۵٪ تلفات به همراه داشت (LC_{25}) مبنای این آزمایش قرار گرفت. غلظت‌های زیرکشنده سموم پالیزین، دیفلوبنزورون، کلروپایریفوس، هگزافلومورون و دلتامترین به ترتیب به مقدار ۴۰، ۳۰، ۲۰، ۲۰ و ۷ پی‌پی‌ام محاسبه شدند. روش تیماردهی به شکل آغشته‌سازی ظروف پتری با هر یک از سموم مورد مطالعه بود. پس از تیماردهی، تأثیر زیرکشنده سموم بر طول دوره لارو سنین چهار و پنج، طول دوره شفیرگی، وزن شفیره‌ها، درصد خروج حشرات کامل، میزان تخم‌گذاری، درصد تفریخ تخم و طول عمر پروانه‌های نر و ماده مورد بررسی قرار گرفت.

بررسی شاخص‌های تغذیه‌ای لارو سن سوم بید آرد تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی مورد آزمایش

شاخص تغذیه طبق روش (Tripathi *et al.*, 2002) و (Huang and Ho, 1998) محاسبه شد. به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌ها روی شاخص‌های تغذیه، سوسپانسیون آرد سفید گندم (بدون سبوس) در آب به نسبت ۱۰ گرم آرد در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه شد. با کمک میکروپیپت هر مرتبه ۲۰۰ میکرولیتر از این سوسپانسیون روی یک ورقه نایلونی ریخته شد. پس از ۴ ساعت نگهداری در دمای اتاق سوسپانسیون آرد گندم به شکل دیسک‌های دایره‌ای به پتری دیش منتقل شد. دیسک‌های تهیه شده به مدت ۱۲ ساعت داخل هود نگه‌داری شده تا خشک شدند و بعد به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد نگه‌داری شدند. وزن هر دیسک پس از خشک شدن محاسبه گردید و با استفاده از میکروپیپت ۵ میکرولیتر از غلظت‌های زیرکشنده هر یک از سموم پالیزین، دیفلوبنزورون، کلروپایریفوس، هگزافلومورون و دلتامترین و غلظت‌های کشنده ۱۰۰ppm و ۲۰۰ppm از تمام سموم به ترتیب به مقدار ۴۰، ۳۰، ۲۰، ۲۰ و ۷ پی‌پی‌ام حاصل از آزمایشات

زیست سنجی بر روی دیسک‌های آردی آغشته شد. دیسک‌های آردی مربوط به تیمار شاهد نیز با آب مقطر تهیه گردید. ۱۰ عدد لارو سن سوم شب پره آرد که به مدت ۲۴ ساعت گرسنه نگه‌داری شده بودند به عنوان یک تکرار به دیسک‌های آردی منتقل شدند. سپس دیسک‌ها در ژرمیناتور در دمای ۳±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۴۰ درصد قرار داده شد. پس از سه روز لاروها و دیسک‌های آردی دوباره توزین شدند. پارامترهای مربوط به شاخص تغذیه شامل نرخ رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی غذا، شاخص بازدهی غذای بلعیده شده و شاخص بازدارندگی تغذیه محاسبه شدند. آزمایشات در قالب طرح کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SAS 9.2 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی انجام شد.

محاسبه فاکتورهای شاخص‌های تغذیه طبق روش (هانگ و همکاران، ۱۹۹۸) به شرح زیر می‌باشد:

الف- نرخ رشد نسبی (Relative Growth Rate):

$$RGR= (A-B) / B \times day \quad (۱)$$

A: مجموع وزن حشرات زنده (گرم) بعد از سه روز، B: مجموع وزن اولیه حشرات (گرم)

ب- نرخ مصرف نسبی غذا (Relative consumption Rate):

$$PCR= D/ (B \times day) \quad (۲)$$

D: مقدار غذای خورده شده (گرم)، B: مجموع وزن اولیه حشرات (گرم)

ج- شاخص بازدهی غذای بلعیده شده (Efficacy OF Convertion Of Ingested Food):

$$(ECI)(\%) = (PGR / RCR) \times 100 \quad (۳)$$

د- شاخص بازدارندگی تغذیه (Feeding Detterent Index):

$$FDI (\%) = (C –T) \times 100/C \quad (۴)$$

C: وزن غذای مصرف شده در شاهد (گرم)، T : وزن غذای مصرف شده در تیمار

نتایج

نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های زیرکشنده سموم بر روی طول دوره لاروی سن سوم نشان داد که طول دوره لاروی درسطح ۱٪ بین تیمارهای مختلف سموم اختلاف معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۰۰۱$، ۱۸، $df_{te}=۵$، $f=۱۰/۸۰$). همچنین نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های زیرکشنده سموم روی وزن شفیره نشان می‌دهد که وزن شفیره در سطح ۱٪ بین تیمارهای مختلف سموم معنی‌دار بود ($p<۰/۰۰۰۱$، ۱۸، $df_{te}=۵$، $f=۴۰/۳۲$). نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های زیرکشنده سموم روی طول عمر حشره بالغ نشان می‌دهد که طول عمر حشره بالغ در سطح احتمال ۱٪ بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت ($p=۰/۰۶$، ۱۸، $df_{te}=۵$، $f=۲/۵۱$) (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های زیرکشنده سموم روی طول دوره شفیرگی در سطح ۱٪ نشان داد بین تیمارهای مختلف سموم معنی‌دار بود ($p<۰/۰۰۰۱$، ۱۸، $df_{te}=۵$، $f=۱۹/۳۲$). نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های زیرکشنده سموم روی درصد تفریخ تخم در سطح ۱٪ نشان داد که بین تیمارهای مختلف سموم معنی‌دار بود ($p<۰/۰۰۰۱$،۱۸، $df_{te}=۵$، $f=۶۴/۴۵$). نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های زیرکشنده سموم روی درصد خروج حشرات کامل در سطح ۱٪ نشان داد که بین ترکیبات مختلف اثر معنی‌دار وجود داشته است ($p<۰/۰۰۰۱$، ۱۸، $df_{te}=۵$، $f=۲۳/۶۹$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حشره‌کش دلتامترین با میانگین ۲/۵±۲۷/۵ درصد بیش‌ترین و آفت‌کش پالیزین با میانگین ۲/۵±۴۲/۵ درصد کم‌ترین تأثیر را روی خروج حشرات کامل داشت (جدول۱). نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های زیرکشنده سموم روی میزان تخم‌ریزی در سطح ۱٪ نشان داد که بین ترکیبات اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۰۰۱$، ۱۸، $df_{te}=۵$، $f=۵۸/۲۵$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حشره‌کش دلتامترین با میانگین ۲/۲۷± ۲۳۷ عدد بیش‌ترین و آفت‌کش هگزافلومورون با میانگین ۳/۳۹± ۲۵۶ عدد کم‌ترین تأثیر را روی میزان تخم‌ریزی داشت (جدول۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین (± خطای استاندارد) خصوصیات زیستی و جمعیتی بید آرد *A. kuehniella* تحت تاثیر ترکیبات مختلف

Table 1. Comparison of means (± SE) bio- demographic characteristics of flour moth *A. kuehniella* under the effect of different combined

تیمارها Treatments	درصد خروج حشره کامل (%) Exit percent of adult (%)	نرخ تخمگذاری (تعداد تخم) The oviposition rate (egg number)	درصد تفریخ (%) Percentage of hatching (%)	طول عمر حشره کامل (روز) Longevity adult (day)	طول دوره شفیرگی (روز) Pupal duration (day)	وزن شفیره (گرم) Pupal weight (gr)	طول دوره لاروی (روز) Larval duration (day)
Palizin	42.5±2.5^{b}	247.75±1.25^{dc}	73.75±0.47^{b}	5.5±0.28^{a}	7.75±0.25^{bc}	0.016±0.0004^{b}	14±0.40^{c}
Chlorpyrifos	35±2.88^{b}	264±2.85^{b}	68.25±1.37^{c}	5.5±0.28^{a}	8.5±0.28^{ab}	0.014±0.0004^{bc}	16^{c}
Diflubenzuron	37.5±2.5^{b}	266.5±1.32^{b}	68.75±1.10^{c}	5.75±0.25^{a}	9.25±0.25^{a}	0.013±0.0002^{c}	17.5±0.28^{b}
Hexaflumuron	30±4.08^{b}	256±3.39^{bc}	68±0.91^{c}	6±0.40^{a}	9.5±0.28^{a}	0.013±0.0004^{c}	18.5±0.28^{b}
Deltamethrin	27.5±2.5^{b}	237±2.27^{d}	61±0.81^{d}	6.25±0.25^{a}	9.75±0.25^{a}	0.012±0.0004^{c}	19.75±0.25^{a}
Control	70±4.08^{a}	295±2.54^{a}	84.6±0.95^{a}	5^{a}	6.75±0.25^{c}	0.018±0.0002^{a}	13.25±0.25^{d}

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد

Columns with same letters were not significantly different at p<0.01

تاثیر ترکیبات حشره‌کش روی چهار شاخص تغذیه‌ای، RGR، RCR، ECI و FDI لارو سن سوم بید آرد

تاثیر حشره‌کش‌ها روی نرخ رشد نسبی لارو سن سوم بید آرد در غلظت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ با یکدیگر داشتند (جدول۲ و ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین (±خطای استاندارد) شاخص¬های تغذیه¬ای لارو سن سوم بید آرد *A. kuehniella* تحت تاثیر غلظت¬های زیرکشنده ترکیبات مختلف

Table 2. Comparison of means (± SE) nutritional indices third instar larva of flour moth *A. kuehniella* affected sub-lethal concentrations of different combined

Insecticide	%(FDI) gr	%(ECI) gr	(RCR) gr	(RGR) gr
Palizin	24.65±0.75^{c}	89.57±4.10^{b}	0.166±0.012^{a}	0.149±0.005^{b}
Chlorpyrifos	49.97±0.56^{b}	64.92±2.32^{c}	0.102±0.001^{bc}	0.066±0.002^{c}
Diflubenzuron	44.97±1.76^{b}	44.32±2.05^{c}	0.119±0.008^{b}	0.049±0.003^{dc}
Hexaflumuron	49.85± 0.56^{b}	63.38±3.31^{c}	0.103±0.001^{b}	0.065±0.003^{c}
Deltamethrin	70.38±0.99a	54.32±7.02^{c}	0.064±0.005^{c}	0.033±0.002^{d}
Control	0^{d}	112.62±1.94^{a}	0.202±0.004^{a}	0.228±0.002^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم اختلاف معنی¬دار در سطح ۱٪ می¬باشد

Columns with same letter were not significantly different at p<0.01

اثر ترکیبات مورد آزمایش روی نرخ مصرف نسبی غذا (RCR) معنی‌دار بود به طوری‌که با افزایش غلظت در هر ترکیب مقدار RCR کاهش یافت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار RCR در غلظت ۲۰۰ پی پی ام با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر ترکیبات مربوط به آفت‌کش دلتامترین با میانگین ۰/۰۰۱±۰/۰۴۵ گرم بود که مقدار آن را به پایین‌ترین حد رساند (جدول ۴).

اثر ترکیبات مورد آزمایش روی شاخص بازدهی غذای بلعیده شده (ECI) نسبت به شاهد معنی‌دار بود؛ بطوری که با افزایش غلظت در هر ترکیب مقدار ECI کاهش یافت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار ECI در غلظت ۲۰۰ پی پی ام مربوط به حشره‌کش‌های دیفلوبنزورون، دلتامترین، هگزافلومورون و کلروپایریفوس بود و بیش‌ترین تأثیر را روی بازدهی غذای بلعیده شده داشتند و مقدار آن را به پایین‌ترین حد رساندند ($p<۰/۰۰۰۱$، ۱۸، $df_{te}=۵$، $f=۹۴۹/۱۹$) (جدول ۴).

اثر ترکیبات مورد آزمایش روی شاخص بازدارندگی تغذیه (FDI) نسبت به شاهد معنی‌دار بود. با افزایش غلظت در هر ترکیب مقدار FDI افزایش یافت. نتایج نشان داد که آفت‌کش دلتامترین با میانگین ۹۲/۴۸ درصد در غلظت ۲۰۰ پی پی ام در بین تمامی ترکیبات دارای بیش‌ترین مقدار بود (p<۰/۰۰۰۱، ۱۸، dfte=۵، f=۳۰۷۲/۵۱) (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین (±خطای استاندارد) شاخص¬های تغذیه¬ای لارو سن سوم بید آرد *A. kuehniella* تحت تاثیر غلظت ۱۰۰ پی پی ام ترکیبات مختلف

Table 3. Comparison of means (± SE) nutritional indices third instar larva of flour moth *A. kuehniella* affected concentration of 100 ppm different combinations

Insecticide	(FDI) gr	(ECI) gr	(RCR) gr	(RGR) gr
Palizin	42.88±1.64^{c}	88±1.41^{b}	0.116±0.001^{b}	0.102±0.001^{b}
Chlorpyrifos	71.10±0.74^{b}	63.38±5.39^{c}	0.071±0.001^{c}	0.045±0.002^{c}
Diflubenzuron	67.58±0.76^{b}	44.98±3.49^{e}	0.065±0.001^{c}	0.029±0.002^{ed}
Hexaflumuron	70.35±1.31^{b}	58.57±1.75^{d}	0.070±0.001^{c}	0.041±0.001^{cd}
Deltamethrin	81.69±0.72^{a}	52.94±3.61^{de}	0.051±0.001^{d}	0.027±0.001^{e}
Control	0^{d}	112.62± 1.94^{a}	0.202±0.004^{a}	0.228±0.002^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم اختلاف معنی¬دار در سطح ۱٪ می¬باشد

Columns with same letters were not significantly different at p<0.01

جدول ۴- مقایسه میانگین (±خطای استاندارد) شاخص¬های تغذیه¬ای لارو سن سوم بید آرد *A. kuehniella* تحت تاثیر غلظت ۲۰۰ پی پی ام ترکیبات مختلف

Table 4. Comparison of means (± SE) nutritional indices third instar larva of flour moth *A. kuehniella* affected concentration of 100 ppm different combinations

Insecticide	(FDI) gr	(ECI) gr	(RCR) gr	(RGR) gr
Palizin	57.75±0.90^{c}	86.31±5.69^{b}	0.095±0.002^{b}	0.082±0.003^{b}
Chlorpyrifos	83.81±0.52^{b}	61.11±6.99^{c}	0.054±0.001^{cd+}	0.033±0.002^{c}
Diflubenzuron	85.89±0.25^{b}	43.54±9.90^{e}	0.062^{c}	0.027±0.002^{c}
Hexaflumuron	86.57±0.88^{b}	44.26^{e}	0.061±0.001^{c}	0.027±0.001^{c}
Deltamethrin	92.48±0.70^{a}	48.88±10.18^{d}	0.045±0.001^{d}	0.022±0.002^{c}
Control	0^{d}	112.62±1.94^{a}	0.202±0.004^{a}	0.228±0.002^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم اختلاف معنی¬دار در سطح ۱٪ می¬باشد

Columns with same letters were not significantly different at p<0.01

بحث

در تحقیق حاضر اثرات زیرکشندگی آفت‌کش‌های پالیزین، دیفلوبنزورون، کلروپایریفوس، هگزافلوموروون و دلتامترین بر شب پره بید آرد بررسی شد. نتایج نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در پارامترهای زیستی و جمعیتی این حشره تحت تاثیر ترکیبات نامبرده بود. در واقع به نظر می‌رسد ویژگی‌های هر ترکیب شیمیایی بر طول دوره لاروی، وزن شفیره، میزان تفریخ تخم و طول عمر بالغین به طور چشمگیری موثر است. نتایج سایر محققین نیز موید این مطلب می‌باشد، چنانچه در بررسی تاثیرات کشندگی و زیرکشندگی چهار حشره‌کش روی تخم و لارو سن اول بالتوری سبز در شرایط آزمایشگاهی که توسط اسدی عیدوند و همکاران (۱۳۹۴) صورت گرفت، مشخص شد که کم‌ترین و بیش‌ترین میزان LC_{25} به ترتیب مربوط به حشره کش‌های تیاکلوپرید و آزادیراکتین بود. همچنین در بررسی تاثیر آفت‌کش‌های گیاهی پالیزین، سیرینول و تنداکسیر روی حشرات بالغ پسیل پسته در منطقه کاشمر مشخص شد که آفت‌کش تنداکسیر کارایی بهتری داشته و موجب کاهش جمعیت حشرات کامل پسیل پسته در

زمان‌های مختلف پس از محلول‌پاشی می‌گردد (دانای طوس و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعه اثرات زیرکشندگی حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی پارامترهای جدول زندگی شته جالیز، نتایج بیانگر اثر قاطع حشره‌کش مذکور بر روی پارامترهای تولیدمثلی شته جالیز می‌باشد (گرامی و همکاران، ۱۳۸۶). در تحقیقی اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و پیریمیکارب روی رفتار جهت‌یابی زنبور *Aphidius matricariae* Haliday (Hym: Braconidae) به بوی گیاه، شته میزبان و حشره‌کش‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که قرار گرفتن در معرض بقایای حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و پیریمیکارب هیچ اثری روی عکس‌العمل جهت‌یابی پارازیتوئیدها به سمت بوی برگ‌های آلوده به شته نداشت در حالی‌که روی عکس‌العمل آن‌ها به سمت برگ‌های بدون شته آلوده به عسلک اثر داشت (امینی جم و همکاران، ۱۳۹۲). در بررسی دیگری اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های فلوفنوکسورون و لوفنورون روی پارامترهای جدول زندگی زنبور *Habrobracon hebetor* (Hym: Braconidae) در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. نتایج نشان داد که هر دو حشره‌کش فلوفنوکسورون و لوفنورون اثرات منفی کمی روی *H. hebetor* داشتند. اما اثرات منفی حشره‌کش فلوفنوکسورون به ویژه روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت کم‌تر از لوفنورون بود (شیشه‌بر و فعال محمد علی، ۱۳۹۱). به منظور تعیین تاثیر غلظت‌های مختلف حشره‌کش لوفنورون در کنترل کرم پیله‌خوار نخود مطالعه‌ای صورت گرفت. نتایج نشان داد کم‌ترین میزان پیله آلوده در ده بوته و کم‌ترین لارو زنده در روز هفتم بعد از محلول‌پاشی در بین تیمارها، برای غلظت ۲ در هزار لوفنورون به ثبت رسید (شفقی و همکاران، ۱۳۹۴).

نتایج مربوط به شاخص‌های تغذیه‌ای نشان داد که با افزایش غلظت در تمامی ترکیبات مقدار نرخ رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی و کارایی تبدیل غذای خورده شده کاهش و شاخص بازدارندگی تغذیه افزایش پیدا کرد. نتایج مربوط به محاسبه RGR نشان داد که کاهش نرخ رشد نسبی در لاروهای تغذیه کرده از غذای آغشته به سموم، می‌تواند به دلیل گرسنگی لاروها در اثر خاصیت بازدارندگی تغذیه‌ای ترکیبات و سمیت گوارشی پس از تغذیه باشد. به نظر می‌رسد کاهش وزن لاروها نسبت به شاهد بیش‌تر در اثر فاکتور ضد تغذیه‌ای باشد که از شاخص RGR استفاده شد. همچنین حشره به ناچار در مقایسه با تیمار شاهد از خوردن غذا اجتناب کرده یا کم‌تر مصرف کرد که با شاخص RCR اندازه‌گیری و بیان شد. عامل مؤثر در کاهش وزن می‌تواند مربوط به تأثیر بازدارنده ترکیبات در غذای حشره باشد که بدین منظور شاخص ECI نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. این شاخص برای تعیین کیفیت غذا به کار برده شد و پایین بودن آن نامناسب بودن غذا در اثر تغذیه از غذای تیمار شده در ترکیب مورد نظر بوده و به عبارتی تعیین کننده فرایندهای متابولیکی مؤثر بر روی فیزیولوژی تغذیه‌ای حشره می‌باشد. برای اجتناب حشره از غذا از شاخص بازدارندگی تغذیه FDI استفاده شد. با توجه به نتایج این آزمایش و تأثیر ترکیبات روی شاخص FDI این استنباط وجود دارد که ترکیبات موجود در دزهای پایین هم می‌توانند اثر ضد تغذیه‌ای خود را نشان دهند. در همین راستا تحقیقاتی که لونی و فرازمند نیز در سال ۱۳۸۹ روی شپشه آرد انجام دادند نشان داد که در غلظت‌های پایین ترکیب پایریپروکسی‌فن و هگزافلومورون دارای بیش‌ترین تاثیر بر روی نرخ رشد نسبی RGR و نرخ مصرف نسبی RCR در حشرات کامل و لاروهای مسن بودند و در این غلظت‌ها یعنی ۶۰ ppm و ۲۵۰ ppm ترکیب تفلوبنزورون دارای کم‌ترین تاثیر بوده و با افزایش غلظت ۱۰۰۰ ppmشدت تاثیر ترکیب تفلوبنزورون نسبت به دو ترکیب دیگر از افزایش بیش‌تری برخوردار است. از نتایج این تحقیق نیز همانند نتایج لونی و فرازمند می‌توان نتیجه گرفت تاثیر ترکیبات مورد آزمایش در غلظت کم دارای اثرات ضد تغذیه‌ای بوده و باعث حفاظت از محصول انباری می‌شود. در این پژوهش برای اثبات خاصیت ضد تغذیه‌ای ترکیبات آفت‌کش، از لارو سن سوم بید آرد به عنوان مدل استفاده شد و ثابت گردید که اگر این ترکیبات در انبار به غلظت زیرکشندگی برسد می‌تواند مانع از تغذیه حشره از محصول انباری شود بنابراین می‌توان استنباط نمود که اگر امکان مخلوط کردن این ترکیبات با برخی محصولات انباری حداقل در انبارهای کوچک وجود داشته باشد این ترکیبات می‌توانند به نحو موثری در کنترل آفات انباری مؤثر واقع شوند.

منابع **References**

اسدی عیدوند، م.، گل‌محمدی، غ. و قاجاریه، ح. ۱۳۹۴. مطالعه تأثیرات کشندگی و زیرکشندگی چهار حشره‌کش روی تخم و لارو سن اول بالتوری سبز (stephens) *Chrysoperla carnea* در شرایط آزمایشگاهی. دانش گیاهپزشکی ایران ۴۶(۲): ۳۳۸-۳۳۱.

امینی‌جم، ن.، کچیلی، ف.، مصدق، م.، راسخ آ. و صابر، م. ۱۳۹۲. اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و پیریمیکارب روی رفتار جهت‌یابی زنبور *Aphidius matricariae* Haliday (Hym: Braconidae) در شرایط آزمایشگاهی. گیاه‌پزشکی (مجله علمی کشاورزی) ۳۶(۲): ۷۹-۹۲.

باقری زنوز، ا. ۱۳۸۶. آفات و اعوامل زیان‌آور انباری و مدیریت کنترل آن‌ها. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۶۶صفحه.

دانای طوس، ا.، فرازمند، ح.، سیرجانی، م. و اولیایی ترشیز، ع. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر آفت‌کش‌های گیاهی پالیزین، سیرینول و تنداکسیر روی حشرات بالغ پسیل پسته در منطقه کاشمر. اولین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار.

رفیعی دستجردی، ه.، مشهدی، ز. و شیخی گرجان، ع. ۱۳۹۲. اثرات کشندگی و زیرکشندگی آبامکتین و دلتامترین روی بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella Zeller* (Lep: Gelechidae). فصلنامه گیاه پزشکی ۲(۴): ۴۰۹-۴۰۳.

شفقی، ف.، گل‌محمدی، غ.، خانیزاد، ع. و توحیدی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی حشره‌کش لوفنرون (EC 5%) در کنترل کرم پیله‌خوار، *Heliothis viriplaca* در کنترل کرم پیله‌خوار، مزارع نخود. آفت‌کش‌ها در علوم گیاه‌پزشکی ۳(۲): ۱۵۳- ۱۴۵.

شیشه‌بر، پ. و فعال محمد علی، ه. ۱۳۹۱. بررسی اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های فلوفنوکسورون و لوفنورون روی پارامترهای جدول زندگی (Hym: Braconidae) *Habrobracon hebetor*. مجله دانش گیاه‌پزشکی ایران ۴۳(۲): ۲۴۲-۲۳۳.

گرامی، ش.، طالبی جهرمی، خ.، حیدری، ا.، عاشوری، ا. و رسولیان، غ. ۱۳۸۶. بررسی اثرات زیرکشندگی حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی پارامترهای جدول زندگی شته جالیز (Hom: Aphididae) *Aphis gossypii*. آفات و بیماری‌های گیاهی ۷۵ (۱): ۶۷-۷۹.

گلدانساز، ح. ۱۳۷۱. بررسی بیولوژی پروانه موم‌خوار بزرگ. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۷۰ صفحه.

لونی، س و فرازمند، ح. ۱۳۸۹. تاثیر ترکیبات تفلوبنزورون، هگزافلومورون و پایری پروکسی فن بر شاخص‌های تغذیه‌ای شپشه آرد (Col: Tenebrionidae) *Triboliom confusum*. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع غذایی). جلد ۲۴(۲): ۱۶۴-۱۵۹.

میرزایی، م. و سعادتی، م. ۱۳۹۴. سمیت دو حشره‌کش کلروپایریفوس و سایپرمترین روی حشرات کامل شپشه آرد (Col: Tenebrionidae) *Tribolium confusum* Jacquelin اولین کنگره بین‌المللی حشره‌شناسی ایران. صفحه ۴۷۶.

نگهبان، م و محرمی‌پور، س. ۱۳۸۶. کارایی اسانس دو گونه درمنه *Artemisia scoparia* Waldst. and Kit. و *Artemisia sieberi* Besser بر شاخص‌های تغذیه‌ای (Col: Tenebrionidae) *Triboliom castaneum*. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۳(۱): ۲۲-۱۳.

Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J. M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology 52: 81-106.

Huang, Y. and Ho, S. H. 1998. Toxicity and antifeedant activities of cinnamaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Journal of Stored Products Research 34(1): 11-17.

Kljajic, P., Andric, G. and Peric, I. 2006. Effects of several contact insecticides on adults of three *Sitophilus* species. In 9th International Working Conference on Stored Product Protection 338-343.

McGregor, H. E. and Kramer, K. J. 1976. Activity of Dimilin® (TH 6040) against Coleoptera in stored wheat and corn. Journal of Economic Entomology 69(4): 479-480.

Pereira, J. and Wohlgemuth, R. 1982. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) of West African origin as a protectant of stored maize1. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 94(1-5): 208-214.

Suthisut, D., Fields, P. G. and Chandrapatya, A. 2011. Fumigant toxicity of essential oils from three Thai plants (Zingiberaceae) and their major compounds against *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* and two parasitoids. Journal of Stored Products Research 47(3): 222-230.

Rezaei, V., Moharramipour, S., Fathipour, Y. and Talebi, A. A. 2006. Nutritional indices and host preference of American white webworm, *Hyphantria cunea* (Lep., Arctiidae) on five host plants. Journal of Entomological Society of Iran 26: 57-72.

Tripathi, A. K., Prajapati, V., Verma, N., Bahl, J. R., Bansal, R. P., Khanuja, S. P. S. and Kumar, S. 2002. Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma longa* (var. ch-66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera). Journal of Economic Entomology 95(1): 183-18.