Archive of SID

آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸٤، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵

تاثیرات متابولیکی پایریپروکسی‌فن بر تجمع بیولوژیکی منابع انرژی در سن گندم

زهرا حاج صمدی[۱]، مرتضی موحدی فاضل[۲]✉، اورنگ کاوسی[۲] و کبری فتوحی[۳]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی و استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران؛۳- دانشجوی دکتری، حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۳؛ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۴)

چکیده

ذخیره منابع انرژی در حشرات کامل زمستان‌گذران سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. اهمیت قابل توجهی در بقاء زمستانی آنها دارد. در این تحقیق، اثر برخی از غلظت‌های پایریپروکسی‌فن (EC۱۰٪) به عنوان شبه‌هورمون جوانی بر میزان ذخایر انرژی در شرایط مزرعه‌ای بررسی گردید. آزمایشات به صورت آزمون فاکتوریل چهارمتغیره شامل غلظت حشره‌کش (۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ µl/l)، جنسیت (نر و ماده)، زمان نمونه برداری (۳، ٦ و ۱۲ روز پس از سمپاشی) و تکرار سمپاشی (یک هفته پس از سمپاشی اول)، در چهار تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. نتایج نشان داد که پایریپروکسی‌فن تأثیر معنی‌داری بر میزان چربی، گلیکوژن، قند، پروتئین و محتوای انرژی دارد. براساس نتایج حاصله، هر سه غلظت پایریپروکسی‌فن سبب افزایش میزان چربی، به ترتیب به میزان ۱۵۷/۹٦، ۳۹/۳۸ و ۱۰۳/۲٤ درصد، در مقایسه با شاهد شده است و در بین غلظت‌های مذکور غلظت ۳۰۰ µl/l بیشترین تأثیر کاهشی را بر میزان کربوهیدرات و پروتئین داشته است.

واژه‌های کلیدی: سن گندم، پایریپروکسی‌فن، منابع انرژی، چربی، کربوهیدرات، پروتئین.

Metabolic effects of Pyriproxyfen on bioaccumulation of bioenergetic resources in Sunn pest *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae)

Z. HAJSAMADI[1], M. MOVAHEDI FAZEL[2]✉, A. KAVOUSI[2] and K. FOTOUHI[3]

1,2- MS graduate of Entomology and Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran; 3-Ph.D. Student of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran.

Abstract

Stored bioenergetic resources in overwintering adults of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. is important in their winter survival. In this research, the effects of pyriproxyfen 10 % EC, JH anologues, have been studied on bioenergetic resources in Sunn pest adults under field conditions. The experiments were analysed in factorial completely randomised design (FCRD). The main factors were the pyriproxyfen concentration levels (0, 100, 300 and 500 µl/l), sex (male and female), sampling time after treatment (3, 6 and 12 day) and number of treatment (first and second). Results showed that pyriproxyfen affected significantly on total lipid, glycogen, sugar, protein and energy content. All of three concentration increased lipid content compared with control. After taking into account the control, respectively 157.96%, 39.38% and 103.24% increase in lipids were observed in 100, 300 and 500 concentration levels. The most reductions in carbohydrate and protein were observed in adults that retreated with the concentration of 300 µl/l.

Keywords: Sunn pest, Pyriproxyfen, Bioenergetic Resources, Lipid, Carbohydrate, Protein.

✉ **Corresponding author: movahedi@znu.ac.ir**

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سن معمولی گندم، *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae)، به عنوان مهم‌ترین آفت کلیدی گندم و جو، سالانه خسارات قابل توجهی را به صورت کمی و کیفی بر این محصولات استراتژیک وارد می‌نماید (Canhilal *et al*., 2005; Fatehi *et al*., 2009). این حشره بخشی از تابستان، پاییز و زمستان را اغلب در ارتفاعات و به صورت حشره کامل سپری می‌نماید (Radjabi, 2010). افزایش ذخایر انرژی در طول فصل زراعی و طی تغذیه در مراحل پوره‌گی و حشرات کامل، مقاومت این حشره را در برابر شرایط نامناسب محیطی افزایش داده و همچنین توان پروازهای طولانی مدت را فراهم می‌نماید. منابع ذخیره‌ای در بدن حشرات کامل سن گندم در طول فصول پاییز و زمستان کاهش می‌یابد (Radjabi,1995; Movahedi and Abdollahi, 2003). به‌طورکلی در حشرات قبل از مرحله دیاپوز، محتوای چربی، کربوهیدرات و پروتئین کل افزایش یافته (Lefever *et al*., 1989 and references cited in) و بالطبع میزان بقاء حشرات در زمستان (Bosch and Kemp, 2004)، باروری (Berger *et al*., 2008) و تحمل به گرسنگی (Chippendale *et al*., 1996) در آنهارا افزایش می‌دهد (Lease and Wolf, 2011).

با توجه به اینکه اغلب حشرات در طول دیاپوز زمستانه خود تغذیه نمی‌کنند بنابراین برای بقاء در زمستان و نیز فعالیت تولیدمثلی و طی روند دگردیسی در نسل جدید، بر ذخایر انرژی بدست آمده در فصل رشد قبلی خود متکی هستند (Leather *et al*., 1995). منابع انرژی ذخیره شده در طول دوره زمستان‌گذرانی بتدریج کاهش یافته و می‌تواند تلفات حشرات را به همراه داشته باشد (Hahn and Denlinger, 2007). در بین منابع انرژی، چربی‌ها با دو نقش انرژی ذخیره‌ای و نیز ترکیبات ضدیخ تاثیر قابل توجهی را روی بقاء حشرات در طول دوره زمستان‌گذرانی دارند (Buckner *et al*., 2004). به طوری که بین مقدار ذخیره چربی و زنده‌مانی حشرات زمستان‌گذران، رابطه مستقیمی وجود دارد (Ito and Nakata 1998). میزان کاهش چربی در سن‌های زمستان‌گذران گندم حدود ۲۵٪ است و حدود یک چهارم جمعیت نیز در اثر عدم وجود منابع چربی کافی تلف می‌شوند (Adopted from Abdollahi, 2005). منابع انرژی غیر چربی نیز در دوره دیاپوز اهمیت دارند (Hahn and Denlinger, 2007). منابع انرژی علاوه بر تاثیر مستقیم بر زنده‌مانی طی دوره دیاپوز، روی ویژگی‌های زیستی پس از دیاپوز نیز موثر می‌باشند (Hahn and Denlinger 2007). لذا بررسی عوامل مؤثر بر میزان این ذخایر امری مهم و ضروری می‌باشد.

اغلب آفت‌کش‌ها در غلظت‌های مختلف اثرات متفاوت کشندگی و زیرکشندگی را از خود بروز می‌دهند. امروزه در جهت حمایت از محیط زیست و کاهش اثرات مخرب سموم شیمیایی، بر استفاده کمتر از سموم شیمیایی در غالب غلظت‌های پایین‌تر تأکید می‌گردد. چرا که سموم فسفره، کاربامات و بویژه پیرتروئیدها در غلظت‌های زیرکشنده در موجودات غیرهدف از جمله انسان سریعاً متابولیزه می‌شوند (Carlile, 2006).

در طی دهه‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای روی اثرات زیرکشندگی سموم از جمله تاثیرات فیزیولوژیکی بر سیستم عصبی، تاثیرات بیوشیمیایی، رشدونمو، طول عمر، سیستم ایمنی، نسبت جنسی، باروری، رفتار حرکتی، جهت‌گیری و جهت‌یابی، رفتار غذایی، رفتار تخمریزی و یادگیری در حشرات انجام شده است (Desneux *et al*., 2007).

نتایج حاصله حاکی از آن است که برخی از حشره‌کش‌ها اثرات زیرکشندگی خود را به صورت تغییر در میزان باروری، رشد و نمو، تغییر در نسبت جنسی، دیاپوز، مورفولوژی و فیزیولوژی حشرات بروز می‌دهند (Takada *et al*., 2001; Willrich and Boethel, 2001; Krishna *et al*., 2007). یکی از آثار تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی غلظت‌های پایین برخی از سموم شیمیایی، تاثیر بر میزان استفاده از منابع غذایی و نیز ذخیره‌سازی کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌باشد (Saleem *et al*., 1998).

www.SID.ir

Archive of SID

در این میان با توجه به استفاده از سموم شیمیایی به عنوان مؤثرترین روش کنترل سن گندم در ایران و دیگر کشورهای سن خیز دنیا و نیز تأکید محققین بر کاهش غلظت مصرفی سموم جهت کاهش اثرات نامطلوب آنها، نقش غلظت‌های زیرکشندگی سموم رایج مصرفی بر میزان منابع و ذخایر انرژی، مهم و قابل تأمل است. در تحقیق حاضر غلظت‌های زیرکشندگی پایریپروکسی‌فن، به عنوان یک شبه هورمون جوانی موثر بر متابولیسم منابع انرژی دربعضی از حشرات (Dhadialla *et al*., 1998)، بر ذخایر انرژی سن گندم مورد بررسی قرار گرفته است. ضمن آنکه اثرات کشندگی و اختلالات هورمونی حاصل از پایریپروکسی فن قبلاً بر روی پوره‌های سن گندم بررسی شده است (Zarnegar and Noori, 2005).

روش بررسی

الف- پرورش: پوره‌های سن پنجم سن گندم در خرداد ماه سال ۱۳۹۰ از مزارع گندم حومه زنجان (منطقه باغلوجه سردار) جمع‌آوری و تا زمان ظهور حشرات کامل، در اتاقک رشد با شرایط دمایی ۲±۲٤ درجه سلسیوس، رطوبت ۱۰±٦۰ درصد و رژیم نوری ۱٦:۸ (تاریکی:روشنایی) نگهداری و توسط خوشه‌های تازه و بریده گندم تغذیه شدند.

ب- زیست‌سنجی: در این تحقیق ترکیب پایریپروکسی‌فن ٪EC۱۰ (آدمیرال، ساخت شرکت سومیتومو ژاپن) مورد استفاده قرار گرفت. آزمایشات اولیه برای تعیین سه غلظت از حشره‌کش با حداکثر ۳۰ درصد تلفات، طی مدت ۲۰ روز، بعنوان غلظت زیرکشنده، اجرا شد (Perveen, 2000). بر این اساس، غلظت‌های ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ µl/l براساس فرمولاسیون تجاری انتخاب و از آب به عنوان تیمار شاهد استفاده گردید. برای انجام آزمایش اصلی، پس از ظهور حشرات کامل، تعداد ۹۰ عدد حشره کامل نر و ۹۰ عدد ماده هم‌سن دو الی سه روزه که از نظر وزنی نیز تقریبا مشابه بودند (ماده‌ها ۹۰-۹۵ و نرها ۸۰-۸۵ میلی‌گرم)، جهت تیمار با هر غلظت انتخاب شدند. حشرات درآزمایشگاه به درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل که در کف مجهز به توری بودند منتقل و توسط سمپاش دستی تحت اسپری یکنواخت سم قرار گرفتند. حشرات تیمار شده بلافاصله روی خوشه‌های گندم در مزرعه‌ای واقع در دانشگاه زنجان منتقل گردیدند. جهت اطمینان از استقرار سن‌ها و نیز جلوگیری از جابجایی‌های بین بوته‌ای، حشرات کامل نر و ماده بطور مجزا درون آستین‌های توری حاوی حداقل ۵ خوشه گندم و به تعداد حداکثر ۱۵ عدد محصور شدند. جهت بررسی اثر پایریپروکسی‌فن بر منابع انرژی و نیز تاثیر گذر زمان بر این تغییرات، نمونه‌برداری از تیمارهای تعریف شده به فواصل زمانی ۳، ٦ و ۱۲ روز بعد از سمپاشی انجام شد. همچنین جهت بررسی اثرات یادآوری حشره‌کش[1] (سمپاشی مجدد) و نیز اثرات احتمالی تجمعی آن‌ها روی منابع انرژی، در دسته دوم تیمارها، یک هفته بعد از سمپاشی اول، مجددا حشرات کامل از روی خوشه‌ها جمع‌آوری و در آزمایشگاه با غلظت‌های مشابه مرحله اول تیمار و مجددا روی خوشه‌ها منتقل و درون آستین‌های توری محصور گردیدند. فواصل نمونه‌برداری مشابه مرحله اول یعنی ۳، ٦ و۱۲ روز بعد از سمپاشی دوم انجام شد. تیمار شاهد نیز حاوی ۹۰ عدد حشره نر و ماده تیمارشده با آب مقطر بود که روی خوشه‌ها منتقل و توسط توری‌ها محصور گردیدند. در زمان نمونه‌برداری، توری‌های حاوی حشرات کامل از مزرعه جمع‌آوری و حشرات زنده داخل توری‌ها پس از توزین با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱g (مدل AandD EK-300i)، به فریزر با دمای ۸۰- درجه سلسیوس منتقل شدند.

ج- اندازه‌گیری منابع انرژی: حشرات کامل نمونه‌برداری شده در هر تیمار بر حسب نر و ماده تفکیک و برای هر تیمار چهار عدد نر و چهار عدد ماده انتخاب و پس از حذف سپرچه، بال و پاها توزین گردید. هر حشره به مدت حداقل پنج دقیقه توسط هموژنایزر با سرعت ۲٦۰۰ دور در دقیقه و

۱-Booster dose

www.SID.ir

Archive of SID

در شرایط دمای پایین هموژنیزه گردید. گلیکوژن، قند و چربی طبق روش Van Handel (Van Handel and Day 1988) جداسازی شد. چربی توسط واکنشگر وانیلین در طول موج ۵۳۰ نانومتر و قند و گلیکوژن با واکنشگر آنترون در طول موج ٦٢٥ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (WPA s2000uv/vis) قرائت گردید. میزان پروتئین با استفاده از واکنشگر برادفورد (Kruger, 1994) تعیین وجذب نوری آن در طول موج ۵۹۵ نانومتر قرائت گردید.

همچنین از گلوکز (مرک)، روغن سویا (تولید داخل) و آلبومین گاوی (سیگما) به عنوان ماده استاندارد به ترتیب برای کمیت‌سنجی کربوهیدرات، چربی و پروتئین استفاده شد. میزان پروتئین، کربوهیدرات و چربی کل بر حسب mg/g وزن تر حشره محاسبه گردید.

محتوای انرژی کل طبق فرمول ۱ محاسبه (Judd *et al.*, 2010) و سپس بر وزن حشره (mg) تقسیم گردید (واحد هر کدام از منابع به میلی‌گرم و اعداد ثابت به کالری بر میلی‌گرم می‌باشد). همچنین جهت نمایش اثرات افزایشی یا کاهشی، اثر شاهد طبق فرمول ۲ کسر و درصد خالص افزایش یا کاهش هر منبع انرژی ارائه گردید.

فرمول ۱:

محتوای انرژی (cal/mg) = (پروتئین×٤/١٩) + (کربوهیدرات×٤/٢) + (چربی×٩/٥)

فرمول ۲:

میانگین تبدیلی=[(میانگین هر منبع انرژی در تیمار- میانگین مشابه در شاهد)÷ میانگین مشابه در شاهد]×۱۰۰

د- تجزیه آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری مینی‌تب [۲] ١٦ و گروه‌بندی میانگین‌ها با نرم‌افزار استاتیستیکس [۳] انجام شد. آزمایشات به صورت آزمون فاکتوریل چهار متغیره شامل غلظت (٤) ×جنسیت (٢) × فواصل نمونه‌برداری (۳)×تکرار سمپاشی (۲) و در چهار تکرار در قالب طرح کامل تصادفی اجرا و میانگین‌ها به روش توکی- کرامر مقایسه گردید.

نتیجه و بحث

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر تاثیر معنی‌دار غلظت‌های مختلف پایریپروکسی‌فن بر میزان چربی می‌باشد (P<0.01) (جداول ۱ و ۲). به‌طوری‌که در غلظت‌های ۱۰۰،۳۰۰ و ۵۰۰µl/l پس از کسر اثر شاهد به ترتیب به میزان ١٥٧/٩٦، ٣٩/٣٨ و ١٠٣/٢٤ درصد چربی را افزایش داده است.

فواصل نمونه‌برداری پس از سمپاشی و تکرار سمپاشی نیز اثرات معنی‌داری را بر میزان چربی داشته است (جداول ۱ و ۲). همچنین اثرات متقابل افزایشی سه‌گانه غلظت، فواصل نمونه‌برداری و تکرار سمپاشی (جدول ۳) و چهارگانه غلظت، جنسیت، فواصل نمونه‌برداری و تکرار سمپاشی بر میزان چربی در حشرات تیمار شده با پایریپروکسی‌فن معنی‌دار بود. به‌طوری که بیشترین میزان چربی در غلظت ۱۰۰ میکرولیتر بر لیتر، در روز دوازدهم و پس از سمپاشی دوم با میانگین ۲۷۱/۱۲±۱۰/۰۱ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر حشره و کمترین میزان در تیمار شاهد، شش روز پس از سمپاشی اول با میانگین ۱٤/٨٩±٠/٩٣ میلی‌گرم بر گرم وزن تر حشره مشاهده گردید. میزان کربوهیدرات (گلیکوژن و قند) نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<0.01) (جداول ۱ و ۲). به‌طوری‌که میزان گلیکوژن در غلظت‌های ۳۰۰ µ l/l و ۵۰۰ پس از کسر اثر شاهد، به ترتیب به میزان ٥٢/٤٥ و ٧٠/٢٣ درصد کاهش یافته است اما در غلظت ۱۰۰ µl/l، ۱۲۲/۵۳ درصد افزایش نشان داده است. میزان قند نیز در غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰۰ µl/l پس از کسر اثر شاهد، به ترتیب به میزان ٢٢/٦٩ و ٢٥/٤٧ درصد افزایش و در غلظت ۳۰۰ µl/l، ١٦/٨٨ درصد کاهش نشان داد. همچنین اثرات متقابل معنی‌دار از جمله اثرات سه گانه غلظت، فواصل نمونه‌برداری و تکرارسمپاشی در حشرات

۲-Minitab
۳-Statistics

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار شده با پایریپروکسی‌فن مشاهده گردید (جدول۳). به طوری که بیشترین میزان گلیکوژن در غلظت ۱۰۰ µl/l و شش روز پس از سمپاشی اول با میانگین ۱٤/۹٦±۳۲۷/۵۲، بیشترین میزان قند درتیمار شاهد سه روز پس از سمپاشی اول با میانگین ٤/۱٦±۳۱/٦۲ و کمترین میزان گلیکوژن در غلظت ۵۰۰ میکرولیتر بر لیتر، سه روز پس از سمپاشی دوم با میانگین ۰/۵٤±۷/۲۹٤ و کمترین میزان قند ۱۲ روز پس از زمان سمپاشی دوم در تیمار شاهد با میانگین ۰/۱٦±۱/۵٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر حشره مشاهده گردید.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، بیانگر تاثیر معنی‌دار پایریپروکسی‌فن بر میزان پروتئین می‌باشد (P<0.01) (جداول ۱ و ۲). به‌طوری‌که میزان پروتئین در غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰۰ µl/l پس از کسر اثر شاهد، به ترتیب به میزان ۷٤/۸٦ و ۱۱۷/۷۲ درصد افزایش و در غلظت ۳۰۰ µl/l و ۳۰/٦۲ درصد کاهش نشان داد. فواصل نمونه‌برداری، تکرار سمپاشی و جنسیت نیز تاثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین داشته است (جداول ۱ و ۲). اثرات متقابل سه‌گانه فواصل نمونه‌برداری، غلظت و تکرار سمپاشی (جدول۳) و چهارگانه فواصل نمونه-برداری، غلظت، تکرار سمپاشی و جنسیت تاثیر معنی‌داری را بر میزان پروتئین در حشرات تیمار شده با پایریپروکسی‌فن نشان داد. به‌طوری‌که بیشترین میزان پروتئین در جنس نر با غلظت ۵۰۰ میکرولیتر بر لیتر، ۱۲ روز پس از سمپاشی اول و با میانگین ۰/۹۵±۲۱/٤۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر حشره و کمترین میزان در جنس ماده با غلظت ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر، ۱۲ روز پس از سمپاشی دوم با میانگین ۰/۰۱±۱/۰۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر حشره مشاهده گردید.

همچنین پایریپروکسی‌فن در مجموع اثرات افزایشی معنی‌داری بر کل محتوای انرژی داشته است (P<0.01) (جداول ۱ و۲). به طوری که در غلظت‌های ۳۰۰،۱۰۰ و ۵۰۰ µl/l پس از کسر اثر شاهد، به ترتیب به میزان ۱٤٤/۵۱، ۲۳/٦۵ و ۵۵/۳۷ درصد محتوای انرژی را افزایش داده است.

جدول ۱- خلاصه‌ای از جدول تجزیه واریانس اثرات غلظت‌هایی از پایریپروکسی‌فن بر تغییرات منابع انرژی در حشرات کامل سن گندم (میانگین مربعات)

Table 1. Summary Anova of the effects of pyriproxyfen concentration levels on bioenergetic resources variations in adults of Sunn pest (MS[1])

Source	Df	lipid	glycogen	sugar	protein	Caloric content
sex	1	$0.13^{n.s}$	$0.003^{n.s}$	$0.085^{n.s}$	6.96^{**}	$0.032^{n.s}$
days	2	38.948^{**}	0.246^{**}	0.864^{**}	4.26^{**}	1.163^{**}
dose	3	151.171^{**}	2.961^{**}	0.246^{**}	23.55^{**}	8.399^{**}
repeat	1	547.65^{**}	4.796^{**}	7.51^{**}	9.91^{**}	3.956^{**}
sex*days	2	$3.61^{n.s}$	$0.006^{n.s}$	$0.078^{n.s}$	0.73^{**}	0.579^{**}
sex*dose	3	$2.93^{n.s}$	0.125^{*}	$0.038^{n.s}$	0.36^{*}	0.275^{*}
sex*repeat	1	9.85^{*}	$0.01^{n.s}$	$0.088^{n.s}$	$0.185^{n.s}$	0.581^{**}
days*dose	6	14.88^{**}	0.361^{**}	0.515^{**}	0.674^{**}	0.974^{**}
days*repeat	2	$3.06^{n.s}$	1.195^{**}	0.357^{**}	2.19^{**}	0.460^{**}
dose*repeat	3	$1.52^{n.s}$	0.68^{**}	0.554^{**}	6.05^{**}	0.258^{*}
sex*days*dose	6	$2.012^{n.s}$	0.09^{*}	$0.082^{n.s}$	$0.197^{n.s}$	0.172^{*}
sex*days*repeat	2	$0.658^{n.s}$	$0.069^{n.s}$	$0.103^{n.s}$	$0.026^{n.s}$	0.542^{**}
sex*dose*repeat	3	$3.034^{n.s}$	0.173^{**}	$0.120^{n.s}$	0.453^{**}	0.275^{*}
days*dose*repeat	6	17.64^{**}	0.47^{**}	0.185^{**}	0.509^{**}	2.379^{**}
sex*days*dose*repeat	6	5.77^{*}	$0.064^{n.s}$	$0.037^{n.s}$	0.223^{*}	0.318^{**}
error	136	2.26	0.032	0.059	0.10	0.074
CV %		17.14	13.54	29.80	11.85	25.16

n.s: Non significant, **and* Significantly different at P<0.01 and P<0.05 respectively.

Lipid, data transformed to ($\sqrt{x}$) , glycogen, sugar and protein to (Log base 10) and then were analysed

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی کمیت‌های مورد بررسی حاصله از تاثیر پایریپروکسی‌فن روی منابع انرژی سن معمولی گندم براساس آزمون توکی-کرامر

Table 2. Mean Comparisons of the main effects of pyriproxyfen on bioenergetic resources of the Sunn pest based as Tukey-Kramer test

Source	Mean of lipid (mg/g)	Mean of glycogen (mg/g)	Mean of sugar (mg/g)	Mean of protein (mg/g)	Mean of caloric content (cal/mg)
Sex					
Female	85.24$^{n.s}$	51.342$^{n.s}$	10.547$^{n.s}$	6.765^{b}	1.092$^{n.s}$
male	86.88$^{n.s}$	30.974$^{n.s}$	9.852$^{n.s}$	9.284^{a}	1.065$^{n.s}$
Sampling time intervals					
3	70.77^{b}	43.074^{a}	12.114^{a}	6.751^{b}	0.941^{c}
6	82.37^{b}	58.765^{a}	10.931^{a}	7.249^{b}	1.065^{b}
12	105.05^{a}	21.635^{b}	7.554^{b}	10.074^{a}	1.228^{a}
Concentrations (µl/l)					
0	49.14^{d}	41.173^{b}	9.46^{a}	5.712^{c}	0.692^{d}
100	126.76^{a}	91.623^{a}	11.606^{a}	9.988^{b}	1.691^{a}
300	68.49^{c}	19.577^{bc}	7.863^{b}	3.963^{d}	0.855^{c}
500	99.87^{b}	12.258^{c}	11.869^{a}	12.436^{a}	1.075^{b}
Time spraying					
1	55.57^{b}	66.01^{a}	15.766^{a}	8.994^{a}	0.927^{b}
2	116.56^{a}	16.305^{b}	4.633^{b}	7.055^{b}	1.23^{a}

میانگین‌های با حروف مشابه در هرستون تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان نمی‌دهند

Means within column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level .

جدول ۳- مقایسات میانگینی اثرات متقابل معنی‌دار ۳ عاملی غلظت×زمان نمونه‌برداری× دفعات سمپاشی

حاصله از تاثیر پایریپروکسی‌فن روی منابع انرژی سن معمولی گندم براساس آزمون توکی-کرامر

Table 3. Mean Comparisons of the significant three-way interaction effects of concentration× sampling time intervals × time spraying resulting from the effect of pyriproxyfen on bioenergetic resources of the Sunn pest by Tukey-Kramer test.

Treatments	Mean of lipid (mg/g)	Mean of glycogen (mg/g)	Mean of sugar (mg/g)	Mean of protein (mg/g)	Mean of caloric content (cal/mg)
D1×T1×S1	34.04 ghi	128.21 b	31.63 a	6.11 efg	1.07 cdefg
D1×T1×S2	67.2 efgh	19.09 cd	3.86 cd	3.72 gh	0.75 fghij
D2×T1×S1	64.95 efghi	126.66 b	21.55 abcd	6.15 efg	1.277 cd
D2×T1×S2	111.64 bcde	18.04 cd	5.75 cd	12.10 bc	1.211 cdef
D3×T1×S1	50.83 fghi	19.49 cd	12.43 abcd	4.72 efg	0.639 ghij
D3×T1×S2	68.82 defgh	14.38 d	6.09 cd	1.10 h	0.77 efghi
D4×T1×S1	33.71 ghi	11.43 d	11.69 abcd	9.91 cd	0.439 ij
D4×T1×S2	134.98 b	7.29 d	3.92 cd	10.19 cd	1.372 c
D1×T2×S1	14.89 i	47.96 c	12.25 abcd	7.12 defg	0.421 ij
D1×T2×S2	74.08 defgh	14.37 d	1.96 d	5.38 efg	0.78 efghi
D2×T2×S1	77.87 cdefgh	327.53 a	27.84 ab	7.65 de	2.234 b
D2×T2×S2	134.08 bc	16.03 cd	6.29 bcd	7.58 def	1.399 c
D3×T2×S1	36.24 ghi	16.49 cd	8.05 bcd	4.86 efg	0.555 hij
D3×T2×S2	109.51 bcde	14.47 d	5.69 cd	1.11 h	1.156 cdef
D4×T2×S1	79.75 cdefg	23.20 cd	20.09 abcd	11.77 bc	0.601 ghij
D4×T2×S2	132.56 bc	10.07 d	5.27 cd	12.53 bc	1.376 c
D1×T3×S1	27.8 hi	13.74 d	5.49 cd	7.83 de	0.276 j
D1×T3×S2	76.83 defgh	23.67 cd	1.57 d	4.11 fgh	0.853 defghi
D2×T3×S1	100.9 bcdef	30.40 cd	3.55 cd	12.13 bc	1.241 cdef
D2×T3×S2	271.12 a	31.07 cd	4.67 cd	14.32 b	2.786 a
D3×T3×S1	46.78 fghi	38.62 cd	9.43 abcd	10.90 bcd	0.968 cdefghi
D3×T3×S2	98.75 bcdef	14.01 d	5.49 cd	1.09 h	1.044 cdefgh
D4×T3×S1	99.07 bcdef	8.39 d	25.21 abc	18.78 a	1.403 c
D4×T3×S2	119.13 bcd	13.17 d	5.04 cd	11.44 bc	1.256 cde

D: Dose, T: Sampling time intervals (T_1:3, T_2:6, T_3:12), S: Time spraying (S_1: first spray, S_2: second spray)

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طورکلی تأثیر ترکیبات شیمیایی بر تغییرات منابع انرژی در حشرات را می‌توان به تأثیرات درونی و اختلال فیزیولوژیکی بدن و دخل و تصرف در مراحل مختلف کاتابولیسم و یا آنابولیسم منابع انرژی نسبت داد (Nation, 2002). در اغلب تحقیقات انجام شده، مکانیزم عمل سموم شیمیایی بر منابع انرژی کمتر مورد بحث قرار گرفته است و بیشتر به مکانیزم‌های احتمالی اشاره شده است.

تغییرات چربی: چربی‌ها به عنوان منبع مهم انرژی در موجودات از جمله در حشرات محسوب می‌شوند و حشرات آن‌ها را یا از منابع غذایی کسب می‌کنند و یا اینکه در درون بدن سنتز می‌کنند (Nation, 2002). در این تحقیق، تأثیرغلظت‌های مختلف پایریپروکسی‌فن و برخی عوامل موثر بر منابع انرژی از جمله فواصل نمونه‌برداری، تکرار سمپاشی و اثرات متقابل آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصله بیانگر تاثیر افزایشی آنها بر میزان چربی در حشرات کامل سن گندم می‌باشد. اصولاً تغییرات حاصله در میزان منابع انرژی خصوصاً چربی، تحت تأثیر فرآیندهای هورمونی فعال در اجسام چربی می‌باشد (Nation, 2002). اغلب فعالیت‌های این ارگان مهم تحت تاثیر یک نروپپتید به نام AKH به عنوان عامل ایجاد تعادل (هموستازی) در منابع انرژی (Lorenze and Gade, 2009) و نیز بعضاً یکی از آمین‌های بیوژنیک به نام اکتپامین (Orchard *et al*., 1993) می‌باشد. RPCH فرمی از AKH است که در راسته سن‌ها مشاهده شده است (Gade *et al*., 2003). مهم‌ترین نقش این هورمون، نقل و انتقال ترکیبات چربی و کربوهیدرات‌ها از درون سلول‌های چربی به همولنف حشرات و از آنجا به سلول‌های بیش فعالی همچون سلول‌های ماهیچه‌ای است. در حضور آن، آنزیم‌های فسفوریلاز کیناز (جهت تبدیل گلیکوژن به تری‌هالوز در حضور گلیکوژن فسفوریلاز) و لیپاز (جهت تبدیل تری اسیل گلیسرول‌های ذخیره‌ای به دی اسیل گلیسرول) در سلول‌های چربی فعال شده و نیاز حشره به منابع انرژی را تامین می‌نماید (Lorenze and Gade, 2009). همچنین مشخص شده است که هورمون AKH می‌تواند از طریق یکسری آنزیم‌هایی همچون پپتیدازها و پروتئازها نیز به حال غیرفعال در آید (Gade, 2004). نتایج برخی از تحقیقات انجام شده بیانگر آنست که هر افزایشی در چربی تحت تاثیر بیان ژن‌های خاص است. بنابراین شاید بتوان افزایش میزان چربی در تحقیق حاضر را مرتبط با تغییر بیان ژن‌ها و یا نیز گیرنده‌های هورمون AKH (AKHR) دانست. همچنین با توجه به آن که سموم شیمیایی می‌توانند در جهت افزایش یا کاهش فعالیت‌های آنزیمی موثر باشند (Zibaee *et al*., 2011)، شاید بتوان یکی از احتمالات ممکن در جهت افزایش چربی را نیز افزایش فعالیت آنزیم‌های مذکور در اثر کاربرد سموم دانست. با توجه به آن که اطلاعات کمی در خصوص تاثیر ترکیبات سمی بر منابع انرژی وجود دارد، به نظر می‌رسد ترکیب استفاده شده در این تحقیق براساس یکی از مسیرهای احتمالی موجود و یا اثرات همزمان بر مراحل مختلف پروسه‌های ذکر شده، باعث افزایش مقادیر چربی در حشرات کامل سن گندم شده است. البته در برخی از تحقیقات انجام شده روی آنالوگ‌های هورمون جوانی، مشاهده شده است که کاربرد متاپرن روی ملخ مهاجر آفریقایی باعث افزایش جهشی چربی تا هشت برابر در حشرات کامل شده است (Gregory, 1989). علاوه بر این کاربرد سه ترکیب آدمیرال، تبوفنوزید و لوفنورون روی پوره‌های یک روزه ملخ *Schistocerca. gregaria* سبب افزایش چربی در مقایسه با شاهد شده است (Hamadah *et al*., 2012). نتایج حاصله از کاربرد پایری پروکسی‌فن با تحقیقات فوق همخوانی دارد. از طرفی تاثیرات غیر مستقیم وابسته به غلظت بیانگر تأثیر هورمونی پایریپروکسی‌فن بر منابع انرژی در این حشره می‌باشد چرا که ترکیبات هورمونی در زمان خاص و در غلظت مشخص تاثیرات مورد انتظار را نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که نتایج این تحقیق با مطالعات صورت گرفته توسط Zibaee *et al*. (2011) مطابقت ندارد به‌طوری‌که در آزمایشات آنان کاربرد آدمیرال طی پنج روز روی سن گندم با غلظت کشندگی ۵۰ درصد باعث کاهش میزان چربی شده

www.SID.ir

Archive of SID

است که شاید این عدم مطابقت بدلیل متفاوت بودن غلظت‌های مورد استفاده و زمانی باشد که حشرات تحت تاثیر این ترکیب بوده‌اند.

تغییرات کربوهیدرات: کربوهیدرات‌ها یکی از منابع مهم انرژی در بسیاری از حشرات محسوب می‌شوند و میزان آن در همولنف، شاخص مهمی از میزان متابولیسم، تعادل پویا از جذب، سوخت‌وساز و مصرف توسط بافت‌های مختلف است (Zhu *et al*., 2012). در این تحقیق، ترکیب پایریپروکسی‌فن، فواصل نمونه-برداری، تکرار سمپاشی و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان کربوهیدرات اثرگذار بوده است. افزایش میزان کربوهیدرات در برخی از غلظت‌ها نسبت به شاهد را می‌توان طبق گزارش اورتل[۳] (۱۹۹۶) به پدیده هورمزیس[٤] نسبت داد که طی آن غلظت‌های پایین سموم ممکن است اثرات مفیدی را روی موجودات زنده نشان دهند. اما کاهش میزان کربوهیدرات نسبت به شاهد ناشی از تنش ایجاد شده در اثر استفاده از حشره‌کش‌ها می‌باشد که طی آن به منظور جبران کمبود انرژی، فرآیند گلیکولیز فعال می‌شود که این امر منجر به کاهش میزان گلیکوژن می‌شود (Ali *et al*., 2011)، همچنین، تنش سبب تغییرات غیرطبیعی در مسیرهای متابولیک و در نتیجه تولید ترکیبات فنلی سمی می‌گردد. اثرات کاهشی برخی از سموم خصوصا سایپرمترین بر منابع کربوهیدراتی در سایر حشرات نیز گزارش شده است (Saleem *et al*., 1998; Kalimuthu and Pandian, 2010). همچنین، اثرات کاهشی تنظیم‌کننده‌های رشد روی منابع کربوهیدراتی نیز در گزارشات محققین مختلف مشاهده شده است (Zibaee *et al*., 2011 and refrences cited in; Tanani *et al*., 2012).

تغییرات پروتئین: پروتئین‌ها ترکیبات آلی کلیدی هستند که نقش‌های متفاوتی از جمله ساختمانی و آنزیمی دارند و می‌توان انتظار داشت که در مواقع تنش به عنوان یک مکانیسم جبرانی ایفای نقش کنند (Li *et al*., 2012). در این تحقیق، ترکیب پایریپروکسی‌فن و غلظت‌های مختلف، فواصل نمونه‌برداری، تکرار سمپاشی، جنسیت و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان پروتئین اثرگذار بوده است. طبق مطالعات انجام شده، افزایش در میزان پروتئین ممکن است در اثر افزایش طبیعی آنزیم‌های سم‌زدا و هیدرولیتیک محافظ، در مدت زمان کوتاهی بعد از تیمار با حشره‌کش‌ها صورت پذیرد (Assar *et al*., 2010). از طرفی، کاهش میزان پروتئین در اثر کاربرد سموم شیمیایی می‌تواند به دلیل اتصال این ترکیبات به پروتئین‌های حشره و تشکیل کمپلکس باشد (El-Kordy *et al*., 1994). همچنین تحت شرایط تنش، هورمون آدیپوکاینتیک فعال می‌گردد که این هورمون از سنتز پروتئین نیز در حشرات جلوگیری می‌کند (Carlisle and Loughton, 1979). به‌طورکلی حشره‌کش‌ها باعث ایجاد اختلال در سنتز پروتئین‌ها می‌شوند (Khan *et al*., 2003) به‌طوری‌که کاربرد آنها روی تعداد قابل توجهی از حشرات باعث کاهش پروتئین کل می‌شود (Saleem *et al*., 1998; Kalimuthu and Pandian, 2010)، همچنین، اثرات کاهشی روی سن گندم (Zibaee *et al*., 2011)، افزایشی (Yi and Adams, 2000) و بی‌تفاوتی (De Kort *et al*., 1997) تنظیم‌کننده‌های رشد روی منابع پروتئینی گونه‌های مختلف حشرات گزارش شده است.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، به نظر می‌رسد که غلظت‌های پایین پایریپروکسی‌فن اگرچه تلفات کمتری را در سن‌ها ایجاد می‌نماید، ولیکن اثرات افزایشی بر برخی از منابع انرژی داشته است. بررسی تاثیر افزایش منابع انرژی و تاثیر مثبت یا منفی آنها بر میزان بقاء سن‌های گندم در طول فصول تابستان تا ابتدای بهار سال بعد نیازمند انجام تحقیقات بیشتر است چرا که طبق اطلاعات ارائه شده در برخی از حشرات از جمله مگس سرکه، افزایش منابع انرژی در اثر کاربرد سموم شیمیایی لزوما نه تنها باعث افزایش بقاء آنها نشده است که بالعکس میزان حساسیت آنها را افزایش داده است. بعبارت دیگر پاسخ دقیق‌تر در این خصوص مستلزم بررسی تاثیرات چاقی (Obesity) بر فعالیت‌های زیستی و سازگاری سن گندم است.

۱-Ortel

۲-Hormesis

www.SID.ir

Archive of SID

References

ABDOLLAHI, GH. 2005. Sunn Pest Management in Iran: An Analytical Approach. Agricultural Education Press. 239 PP.

ALI, N. S., S. S., ALI and A. R.SHAKORI, 2011. Effects of Sublethal Doses of Talstar on Biochemical Components of Malathion-Resistant and Susceptible Adults of *Rhyzopertha dominica*. Pakistan Journal of Zoology, Vol. 43, No. 5: 879-887.

ASSAR, A. A., M. M. ABO EL-MAHASEN, M. E. KHALIL and S. H. MAHMOUD, 2010. Biochemical effects of some insect growth regulators on the house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, Vol. 2, No. 2: 33–44.

BERGER, D., R. WALTERS and K. GOTTHARD, 2008. What limits insect fecundity? Body size and temperature dependent egg maturation and oviposition in a butterfly. Functional Ecology, Vol. 22: 523-529.

BOSCH, J. and W. P. KEMP, 2004. Effect of pre-wintering and wintering temperature regimes on weight loss, survival, and emergence time in the mason bee *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae). Apidologie, Vol. 35: 469-479.

BUCKNER, J. S., W. P. KEMP and J. BOSCH, 2004. Characterization of triacylglycerols from overwintering prepupae of the alfalfa pollinator Megachile rotundata (Hymenoptera: Megachilidae). Archives of Insect Biochemistry and Physiology, Vol. 57: 1-14.

CANHILAL, R., H. KUTUK, A. D. KANAT, M. ISLAMOGLU, F. El-HARAMEIN and M. El-BOUHSSINI, 2005. Economic threshold for the Sunn Pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae), on wheat in southeastern Turkey. Journal of Agricultural Urban Entomology, Vol. 22: 191-201.

CARLILE, B. 2006. Pesticides Selectivity, Health and The Environment. Cambridge University Press, UK, 310PP.

CARLISLE, J. A. and B. G. LOUGHTON, 1979. Adipokinetic hormone inhibits protein synthesis in LOCUSTA. Nature, Vol. 282. 420-421.

CHIPPENDALE, A. K., T. J. F. CHU and M. R. ROSE, 1996. Complex trade-offs and the evolution of starvation resistance in *Drosophila melanogaster*. Evolution, Vol. 50: 753-766.

DE KORT, C. A. D., A. B. KOOPMANSCHAP and A. M. W. VERMUNT, 1997. Influence of pyriproxyfen on the expression of haemolymph protein genes in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata.* Journal of Insect Physiology, Vol. 43: 363–371.

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

DHADIALLA, T. S., G. R. CARLSON and D. P. LE, 1998. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. Annual Review of Entomology, Vol. 43: 545-569.

EL-KORDY, M. W., M. G. ABBAS, A. I. GADALLAH and S. A. MOSTAFA, 1994. Effect of Margosan-0 as an azadrachitin compound on some biochemical aspects of *Spodoptera littoralis.* Al-Azhar Journal of Agricultural Research, Vol. 20: 329-345.

FATEHI, F., M. R. BEHAMTA and A. A. ZALI, 2009. Evaluating the resistance to sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) and its relationship with high-molecular-weight glutenin subunit in wheat. Asian Journal of Plant Science, Vol. 8: 82-85.

GADE, G. 2004. Flight or fight – the need for adipokinetic hormones. International Congress Series, Vol. 1275: 134–40.

GADE, G. 2009. Peptides of the adipokinetic/red pigmentconcentrating hormone family – a new take on biodiversity. Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1163: 125–136.

GADE, G., L. AUERSWALD, P. SIMEK, H. G. MARCO, and K. D. KODRI, 2003. Red pigment-concentrating hormone is not limited to crustaceans. Biochemical and Biophysical Research Communications, Vol. 309: 967–973.

GREGORY, C. 1989. A study of the effects of the juvenile hormone analogue methoprene on the intermediary metabolism of the African migratory locust, Durham

www.SID.ir

Archive of SID

theses, Durham University. Available at Durham E-Theses nline:http://etheses.dur.ac.uk/6432/

HAHN, D. A. and D. L. DENLINGER, 2007. Meeting the energetic demands of insect diapause: nutrient storage and utilization. Journal of Insect Physiology, Vol. 53: 760–773.

HAMADAH, KH. SH., K. S. GHONEIM and M. A. TANANI, 2012. Effect of certain insect growth regulators on the lipid content of some tissues of the desert locust *Schistocerca gregaria.* African Journal of Biochemistry Research, Vol. 6, No. 9: 121-128.

ITO, K. and T. NAKATA, 1998. Diapause and survival in winter in two species of predatory bugs, *Orius sauteri* and *O. minutes*. Entomologia Experimentalis et Applicata, Vol. 89: 271-276.

JUDD, T. M., R. M. MAGNUS and M. P. FASNACHT, 2010. A nutritional profile of the social wasp Polistes metricus: Differences in nutrient levels between castes and changes within castes during the annual life cycle. Journal of Insect Physiology, Vol. 56: 42-56.

KALIMUTHU, M. and R. S. PANDIAN, 2010. Toxicological effect of an insecticide that contains organochlorine and pyrethroid on the biochemical constituents of aquatic insect, *Diplonychus rusticus* (Fabr.). Current Biotica, Vol. 4, No. 1: 10-22.

KHAN, M. Z., R. TAKASSUM, S. N. H. NAQUI, E. Z. SHAH, F. TABASSUM, I. AHMAD, F. FATIMA and M. F. KHAN, 2003. Effect of cypermethrin and permethrin on cholinesterase activity and protein content in *Rana tigrina* (Amphibia). Turkish Journal of Zoology, Vol. 27: 243-246.

KRISHNA, T., K. BHASARA REDDY, M. NARST REDDY and G. MARUTHI RAM, 2007. Effect of Fenvalerate, A synthetic pyrethroid on the pupal and adult females of sweet potato weevil, *Cylas formicarius* F (Coleoptera:Curculinidae). Pestology, Vol. 31: 26-29.

Kruger, N. J. 1994. The Bradford method for protein quantitation. Methods Molecular Biology, Vol. 32: 9–15.

LEASE, H. M. and B. O. WOLF, 2011 . Lipid content of terrestrial arthropods in relation to body size, phylogeny, ontogeny and sex. Physiological Entomology, Vol. 36: 29-38.

LEATHER, S. R., K. F. A.WALTERS, and J. S. BALE, 1995. The Ecology of Insect Overwintering, Cambridge University Press, Cambridge.

LEFEVER, K. S., A. B. KOOPMANSCHAP and C. A. D. DE KORT, 1989. Changes in the concentrations of metabolites in haemolymph during and after diapauses in female Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata.* Journal of Insect Physiology, Vol. 35: 121-128.

LI, B., Y. XIE, Z. CHENG, J. CHENG, R. HU, X. SANG, S. GUI, Q. SUN, X. GONG, Y. CUI, W. SHEN and F. HONG, 2012. Cerium Chloride Improves Protein and Carbohydrate Metabolism of Fifth-Instar Larvae of BOMBYX MORI Under Phoxim Toxicity. Biological Trace Element Research, Vol. 150: 214-220.

LORENZ, M. W. and G. GADE, 2009. Hormonal regulation of energy metabolism in insects as a driving force for performance. Integrative and Comparative Biology, Vol. 49: 380–392.

MOVAHEDI, F. M. and GH. ABDOLLAHI, 2003. Seasonal variations in fresh and dry weight and water content of Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. In aestivation and hibernation localities. Applied Entomology and Phytopathology, 71: 69-77.

NATION, J. L. 2002. Insect Physiology and Biochemistry. CRC Press, Boca Raton.

ORCHARD, I., J. M. RAMIREZ and A. B. LANGE, 1993. A multifunctional role for octopamine in locust flight. Annual Review of Entomology, 38: 227–249.

ORTEL, J. 1996. Metal-supplemented diets alter carbohydrate levels in tissue and hemolymph of gypsy moth larvae (*Lymantria dispar*, Lymantriidae, Lepidoptera). Environmental toxicology and chemistry, Vol. 15: 1171-1176.

PERVEEN, F. 2000. Sublethal effects of chlorfluazuron on reproductivity and viability of Spodoptera litura (F.) (Lep., Noctuidae). Journal of Applied Entomology, 124: 223-231.

RADJABI, GH. 1995. The trend of body weight variations of *Eurygaster integriceps* Put. In the fields and altitudes.

www.SID.ir

Archive of SID

Applied Entomology and Phytopathology, 62: 71-79.

RADJABI, GH. 2010. 'Ecology of Sunn Pest' with Emphasis on its population Management in Iran. Plant Pest and Diseases Research Institute Press. 178pp.

SALEEM, M. A., A. R. SHAKOORI and D. MANTLE, 1998. Macromolecular and enzymatic abnormalities induced by a synthetic pyrethroid, Ripcord (cypermethrin) in adult beetles of stored grain pests, *Tribolium castaneum*(Herbst.)(Col. Tenebrionidae). Archives of Insect Biochemistry and Physiology, Vol. 39: 144-154.

TAKADA, Y., S. KAWAMURA and T. TANAKA, 2001. Effect of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: trichogrammatidae). Journal of Economic Entomology, Vol. 94: 1340-1343.

TANANI, M. A., K. S. GHONEIM and KH. SH. HAMADAH, 2012. Comparative effects of certain IGRs on the carbohydrates of hemolymph and fat body of the Desert locust, *Schistocerca gregaria* (Orth:Acrididae). Florida Entomologist, Vol. 95, No. 4: 928-935.

VAN HANDEL, E. and J. F. DAY, 1988. Assay of lipids, glycogen and sugars in individual mosquitoes: correlations with wing length in field-collected *Aedes vexans*. Journal of American Mosquito Control Association, Vol. 4: 549-550.

WILLRICH, M. M. and D. J. BOETHEL, 2001. Effect of diflubenzuron on *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera:Noctuidae) and its parasitoid *Copidosoma floridanum* (Hymenoptera: Encyrtidae). Environmental Entomology, Vol. 30: 794-797.

YI, S. X. and T. S. ADAMS, 2000. Effect of pyriproxyfen and photoperiod on free amino acid concentrations and proteins in the hemolymph of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Journal of Insect Physiology, Vol. 46: 1341–1353.

ZARNEGAR, A. and H. NOORI, 2005. The Effect of JHM (pyriproxyfen) on The Nymph of Sunn bug (E.integriceps Put.) in Laboratory and Field Conditions. Journal of Agricultural Sciences Islamic Azad University, 12(1): 215-221.

ZHU, Q., Y. HE, J. YAO, Y. LIU, L. TAO and Q. HUANG, 2012. Effects of sublethal concentrations of the chitin synthesis inhibitor, hexaflumuron, on the development and hemolymph physiology of the cutworm, *Spodoptera litura*. Journal of Insect Science, Vol. 12, No. 27: 1-13.

ZIBAEE, A., I. ZIBAEE and J. J. SENDI, 2011. A juvenile hormone analog, pyriproxifen, affects some biochemical components in the hemolymph and fat bodies of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). Pesticide Biochemistry and Physiology, Vol. 100: 289–298.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir