تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۱ -۱۲(۲): ۷۷ -۸۱

مقاله کوتاه علمی

اثرات چهار آفت‌کش تنظیم‌کننده رشد علیه سوسک برگخوار توسکا *Agelastica alni* (Col.: Chrysomelidae)

مجید محمودی*

بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۹)

چکیده

سوسک برگخوار توسکا *Agelastica alni* (Linnaeus, 1758) (Col.: Chrysomelidae) یکی از آفات مهم درختان توسکا در ایران است. هم حشرات بالغ و هم لاروهای این آفت از برگ‌های درختان توسکا تغذیه می‌کنند و باعث خسارت فیزیولوژیکی و ظاهری می‌شوند. سمیت چهار آفت‌کش از گروه تنظیم‌کننده‌های رشد (IGR) با نام‌های لوفنورون، فلوفنوکسرون، هگزافلومورون و پایری‌پیروکسی‌فن روی لارو سن دوم (یک روزه) سوسک برگخوار توسکا بررسی شد. این آزمایش در آزمایشگاه سم شناسی دانشگاه گیلان در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) و با استفاده از روش غوطه‌ور کردن برگ در محلول سمی به مدت ۳۰ ثانیه انجام شد. نرم‌افزار SPSS برای محاسبه LC_{50} ترکیبات استفاده شد. ۷۲ ساعت بعد از تیمار همه آفت‌کش‌ها سمیت بالایی بر لاروها نشان دادند. به‌علاوه این آفت‌کش‌ها اثرات منفی بر ریخت لاروها در مرحله جلداندازی داشتند. مقدار LC_{50} برای سم لوفنورون ۳۶/۳۷، برای سم فلوفنوکسرون ۴۸/۳۵، برای سم هگزافلومورون ۶۸/۹۰ و برای سم پایری‌پیروکسی‌فن ۵۴/۳۷ پی‌پی‌ام برآورد شد. تغییرات ریختی غیرعادی مثل ناقص شدن تشکیل جلد در اثر مصرف سموم توسط این لاروها مشاهده شد. با توجه به اینکه سموم تنظیم‌کننده رشد نسبت به دیگر سموم شیمیایی متداول برای انسان و محیط زیست خطرات کمتری دارند، به نظر می‌رسد این چهار آفت‌کش به‌ویژه لوفنورون گزینه مناسبی برای توسعه برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت علیه سوسک برگخوار توسکا باشند.

واژه‌های کلیدی: سمیت، لوفنورون، فلوفنوکسرون، هگزافلومورون، سوسک برگخوار توسکا

* نویسنده مسئول: m.mahmudi@areeo.ac.ir

سوسک برگخوار توسکا (*Agelastica alni* L., Col.: Chrysomelidae) یکی از آفات مهم درختان توسکا است که برای کنترل آن اغلب از آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده می‌شود (Sezen *et al.*, 2004). در مطالعه حاضر به منظور یافتن روش مؤثر کنترل این آفت که نسبت به پستانداران و محیط زیست نیز سمیت و خسارت کمتری داشته باشد، چهار آفت‌کش از گروه تنظیم کننده‌های رشد حشرات بررسی شد. چهار آفت‌کش شامل لوفنورون، فلوفنوکسرون، هگزافلومورون و پایری‌پیروکسی‌فن روی لارو سن دوم (یک روزه) سوسک برگخوار توسکا بررسی شدند. این آزمایش در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) و با استفاده از روش غوطه‌ور کردن برگ در محلول سمی به مدت ۳۰ ثانیه در آزمایشگاه سم شناسی دانشگاه گیلان انجام شد. بعد از انجام آزمایش‌های مقدماتی غلظت‌های مورد نظر از آفت‌کش‌های آزمایشی که کمترین غلظت، بیش از ۱۰ درصد تلفات داشت و بیشترین غلظت، کمتر از ۹۰ درصد تلفات داشتند، انتخاب شدند. آزمایش اصلی با شش غلظت (۵، ۱۰، ۳۰، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۵۰ پی‌پی‌ام) به همراه یک شاهد (آب مقطر) انجام شد. برگ های تیمار شده با محلول‌های سمی یا آب مقطر (به عنوان شاهد) به مدت ۴۵ دقیقه نگهداری شدند تا خشک شوند و سپس، روی هر برگ ده لارو هم‌سن قرار داده شد. برگ تیمار شده به همراه لاروها درون یک ظرف پلاستیکی به طول ۱۴، عرض ۱۲ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر با تهویه مناسب قرار داده شد. برای هر غلظت ۵۰ لارو در پنج تکرار استفاده شد. مرگ و میر لاروها ۷۲ ساعت بعد ثبت شد. لاروهایی که بعد از تحریک شدن با قلم مو هیچ حرکتی نشان ندادند به عنوان مرده در نظر گرفته شدند. نرم‌افزار SPSS برای محاسبه LC_{50} ترکیبات استفاده شد.

نتایج حاصل از تأثیر حشره‌کش‌های تنظیم‌کننده رشد روی لاروهای سن دوم سوسک برگخوار توسکا نشان داد که با افزایش غلظت آفت‌کش‌ها، میزان مرگ و میر لاروها نیز افزایش می‌یابد (شکل ۱ و جدول ۱). نتایج نشان داد همه تیمارها از لحاظ آماری با مدل رگرسیونی دز-پاسخ برازش معنی‌داری داشتند (جدول ۱).

نتایج حاصل از آزمایش‌های زیست‌سنجی نشان داد مقدار LC_{50} محاسبه‌شده برای لوفنورون برابر با ۳۶/۳۷ پی‌پی‌ام و برای سه آفت‌کش دیگر شامل فلوفنوکسرون، هگزافلومورون و پایری‌پیروکسی‌فن به‌ترتیب ۴۸/۳۵، ۶۸/۹۰ و۵۴/۳۷ پی‌پی‌ام بود (جدول ۱). با محاسبه میانه سمیت نسبی (RMP) مشخص شد که بین LC_{50} سم لوفنورون که کمترین مقدار بود با LC_{50} هگزافلومورون که بیشترین مقدار بود، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (RMP=0.557; 95% CL= 0.222-1.165).

خط دز-پاسخ آفتکش‌های مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. خط دز-پاسخ سه آفتکش فلوفنوکسرون، هگزافلومورون و پایری‌پیروکسی‌فن شباهت زیادی با هم دارند و شیب خط آنها از لحاظ آماری برابر است، ولی شیب خط دز-پاسخ لوفنورون به طور معنی‌داری بیشتر از سه آفتکش فلوفنوکسرون (t=۳/۱۵ ،df=۸ ،P=۰/۰۱۳)، هگزافلومورون (t=۳/۰۴ ،df=۸ ،P=۰/۰۱۶) و پایری‌پیروکسی‌فن (t=۳/۵۴ ،df=۸ ،P=۰/۰۰۷) به‌دست آمد. به طور کلی شیب خط دز-پاسخ همه چهار آفت‌کش که در این مطالعه بررسی شدند، نسبت به چند مطالعه دیگر که در زمینه اثر تنظیم کننده‌های رشد حشرات بر آفات مختلف بررسی شده اند، کمتر (Karimzadeh *et al.*, 2007) یا تقریباً مشابه (Loni *et al.*, 2010; Bashari *et al.*, 2014; Piri Aliabadi *et al.*, 2016) بود. احتمال بروز مقاومت آفت نسبت به آفت‌کش‌هایی که شیب خط دز-پاسخ آنها زیاد است، بیشتر است؛ بنابراین، در استفاده از آنها باید دقت کافی لحاظ کرد. در واقع اگر شیب خط دز-پاسخ یک آفتکش بالا باشد، این احتمال وجود دارد که افراد حساس موجود در جمعیت آفت در اثر فشار انتخابی سم

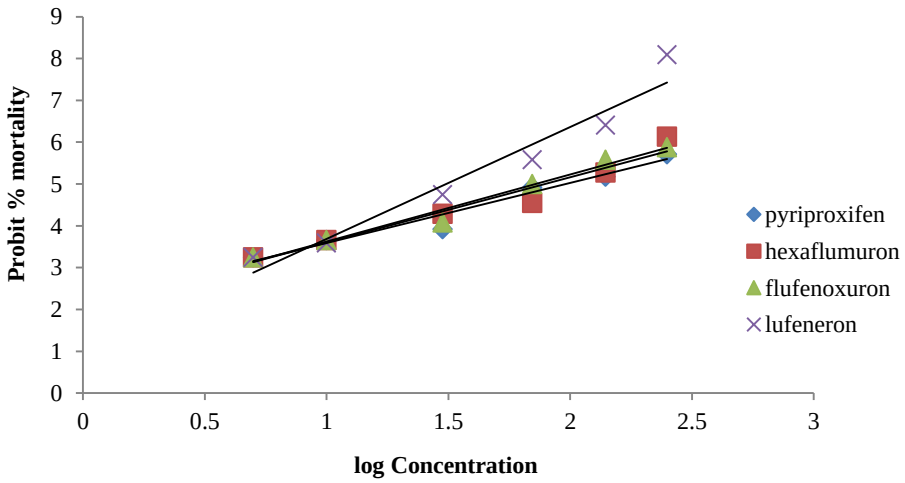
1 Relative Median Potency

حذف شوند و در نهایت، منجر به باقی ماندن افراد مقاوم شود (Robertson and Preisler, 1992).

بر اساس منابع علمی (Talebi Jahromi, 2011) چنانچه شیب خط دز-پاسخ آفت‌کش‌هایی که روی یک گونه بررسی می‌شوند موازی باشند، می‌توان چنین استنباط کرد که نحوه اثر این ترکیبات احتمالاً مشابه است. در این مطالعه، هرچند همه چهار آفت‌کش مورد بررسی جزو ترکیبات تنظیم کننده رشد حشرات هستند و انتظار می‌رود که دارای نحوه اثر یکسانی باشند، ولی شیب خط دز-پاسخ یکی از آنها (لوفنورون) با دیگر آفت‌کش‌ها متفاوت بود. این نتایج مشابه نتایج کریم زاده و همکاران (Karimzadeh *et al.*, 2007) است که نشان دادند شیب خط دز-پاسخ یکی از ترکیبات (سیرومازین) با دیگر ترکیبات تنظیم‌کننده رشد که علیه لارو سن دوم سوسک کلرادو به کار رفت متفاوت بود. همچنین این پژوهشگران نشان دادند که هرچند اثر ترکیبات تنظیم‌کننده رشد به صورت عمومی (اثر بر جلد حشره) تقریباً یکسان است، ولی در آزمایش زیست‌سنجی و بررسی اثر میزان سمیت، هر یک از این ترکیبات ممکن است ویژگی‌های متفاوتی نشان دهند.

نتایج نشان داد تیمار لارو سن دوم سوسک برگخوار توسکا با آفت‌کش‌های تنظیم‌کننده رشد باعث اختلال در تشکیل جلد لارو در مرحله جلداندازی و بروز ناهنجاری‌های ریختی و در نهایت، مرگ لاروها شدند (شکل ۲). مشابه چنین نتایجی در مطالعه کریم‌زاده و همکاران (Karimzadeh *et al.*, 2007) و لونی و همکاران (Loni *et al.*, 2010) گزارش شده است.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد آفت‌کش‌های تنظیم‌کننده رشد حشرات شامل لوفنورون، فلوفنوکسرون، هگزافلومورون و پایری‌پیروکسی‌فن دارای سمیت بالایی علیه سوسک برگخوار توسکا هستند. تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات به دلیل سمیت کمتر نسبت به پستانداران و محیط زیست، برای استفاده در محیط‌های شهری، جنگل‌ها و دیگر اکوسیستم‌های زراعی که بر مبنای مدیریت تلفیقی آفت هستند، توصیه می شوند (Heidari *et al.*, 2004; Zhang *et al.*, 2020)؛ بنابراین، در صورتی که تراکم جمعیت سوسک برگخوار توسکا به مرحله آستانه زیان اقتصادی برسد و نیاز به کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی باشد، توصیه می‌شود که یکی از آفت‌کش‌هایی که در این مطالعه بررسی شد به ویژه لوفنورون استفاده شود.



شکل ۱- خط دز-پاسخ بین آفت‌کش‌های تنظیم‌کننده رشد و لارو سن دوم سوسک برگخوار توسکا (*Agelastica alni*) ۷۲ ساعت بعد از تیمار

Figure 1. Concentration-response relationship between insect growth regulator pesticides and the second instar larva of alder leaf beetle, *Agelastica alni*, 72 hours after treatment

جدول ۱- میزان سمیت ترکیبات تنظیم‌کننده رشد بر لارو سن دوم سوسک برگخوار توسکا (*Agelastica alni*) ۷۲ ساعت بعد از تیمار

Table 1. Toxicity of Insect Growth Regulator pesticides on the second instar larva of alder leaf beetle (*Agelastica alni*) 72 hours after treatment

Compound	Number of treated larvae	LC_{50} (CI 95%)	Slope ± SE	X^2 (df)	*P*
Lufenuron	350	36.37 (27.62-47.48)	2.39 ± 0.37	1.34 (4)	0.85
flufenoxuron	350	48.35 (31.41-75.83)	1.24±0.22	2.48 (4)	0.64
hexaflumuron	350	68.90 (45.32-109.58)	1.29±0.24	4.70 (4)	0.32
pyriproxyfen	350	54.37 (32.76-97.43)	0.99± 0.19	2.41 (4)	0.66

شکل ۲- ناهنجاری‌های ریختی سوسک برگخوار توسکا (*Agelastica alni*) بعد از جلداندازی در لاروهای تیمار شده با لوفنورون. تصویر سمت راست مربوط به لارو در تیمار شاهد و تصاویر وسط و سمت چپ مربوط به لارو در تیمار لوفنورون است.

Figure 2. Morphological abnormalities of alder leaf beetle (*Agelastica alni*) after molting in larvae treated with lufenuron. The right image is related to the larvae in the control treatment and the middle and left images are related to lufenuron treated larvae.

References

Bashari, E., Ghadamyari, M. and Jalali Sendi, J. 2014. Toxicity, and biological and biochemical effects of hexaflumuron on the elm leaf beetle, *Xanthogaleruca luteola* (Col.: Chrysomelidae). **Journal of Entomological Society of Iran** 34(3): 35-46.

Heidari, A. S., Moharramipour, A., Poormirza, A. and Talebi, A. A. 2004. Effects of buprofezin, pyriproxyfen and fenpropathrin on reproductive parameters of *Trialeurodes vaporarionem* Westwood (Hom.: Aleyrodidae). **Applied Entomology and phytopathology** 71(2): 29-46.

Karimzadeh, R., Hejazi, M. J., Khoei, F. R. and Moghaddam, M. 2007. Laboratory evaluation of five chitin synthesis inhibitors against the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. **Journal of Insect Science** 7(50): 1-6

Loni, S., Farazmand, H., Sheikhi, G. A. and Rafiei, K. Z. 2010. Susceptibility of larval stage of *Tribolium confusum* Duval (Col., Tenebrionidae) to IGR insecticides in vitro. **Journal of Entomological Research** 2(2): 109-116

Piri Aliabadi, F., Sahragard, A. and Ghadamyari, M. 2016. Lethal and sublethal effects of a chitin synthesis inhibitor, lufenuron, against *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Crop Protection** 5(2): 203-214.

Robertson, J. L. and Preisler, H. K. 1992. Pesticide bioassays with arthropods. CRC Press.

Sezen, K., Demir, I. and Demirba, G. Z. 2004. Study of the bacterial flora as a biological control agent of **Agelastica alni** L. (Coleoptera: Chrysomelidae). **Biologia Bratislava** 59: 327-331.

Talebi Jahromi, Kh. 2011. Pesticides Toxicology. University of Tehran press. Tehran, Iran, 507 pp. (in Farsi).

Zhang, G., Zou, H., Geng, N., Ding, N., Wang, Y., Zhang, J. and Zou, C. 2020. Fenoxycarb and methoxyfenozide (RH-2485) affected development and chitin synthesis through disturbing glycometabolism in *Lymantria dispar* larvae. **Pesticide biochemistry and physiology** 163: 64-75.

Plant Pest Research
2022- 12 (2): 77-81

Short paper

Effects of four pesticides from insect growth regulators against the alder leaf beetle, *Agelastica alni* (Col.: Chrysomelidae)

M. Mahmoudi*
Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran.

(Received: August 6, 2022- Accepted: September 10, 2022)

Abstract

Alder leaf beetle, *Agelastica alni* (Linnaeus, 1758) (Col.: Chrysomelidae) is an important pest of the alder trees in Iran. Both the beetle and its larvae feed on leaves of alder trees causing aesthetical and physiological damage. The toxicity of four commercial insect growth regulators (IGR) including lufenuron, flufenoxuron, hexaflumuron and pyriproxyfen was investigated on the second instar larvae (24 h old) of alder beetle, *A. alni* using the leaf dip method (for 30 s) under laboratory conditions [25 ± 1 ºC, 75 ± 5% RH and a photoperiod of 14:10 (L: D)]. The experiment was conducted in the toxicology laboratory of Guilan University. SPSS software was used for calculating LC_{50} values. 72 hours after treatment the insecticides proved to have high toxicity. In addition, these pesticides had negative effects on the morphology of larvae in the molting stage. LC_{50} values were estimated as 36.37 ppm for lufenuron, 48.35 ppm for flufenoxuron, 68.90 ppm for hexaflumuron and 54.37 ppm for pyriproxyfen, respectively. Abnormal morphological changes such as incomplete formation of the cuticle due to consumption of the pesticides by these larvae were observed. Considering that IGRs are safer to human and environment health, compared to conventional insecticides, these four IGRs especially lufenuron seems to be suitable candidates for development of IPM programs against alder leaf beetle.

Key words: Toxicity, Lufenuron, Flufenoxuron, Hexaflumuron, Alder leaf beetle

* Corresponding author: m.mahmudi@areeo.ac.ir