مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۲۱ شماره ۱، صفحه ۱۹۹-۱۸۷ (۱۴۰۲)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfrpr.2023.362934.1595
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350859.1402.21.1.11.2

بررسی کارایی سه آفت‌کش گیاهی Neem Azal®، Ruy Agro® و Bio1® بر شب‌پره شمشاد *Cydalima perspectalis* Walker (Lep.: Crambidae)

مینا کوه جانی گرجی*

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات حمایت و حفاظت از جنگل ها، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. پست الکترونیک: Kouhjani@rifr-ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۶

چکیده

یکی از مهمترین آفات گیاهان جنس شمشاد در جهان، شب‌پره شمشاد *Cydalima perspectalis* Walker (Lep.: Crambidae) است که آفتی بسیار تهاجمی و کلیدی روی شمشاد هیرکانی *Buxus hyrcana* Pojark در جنگل‌های شمال ایران است. هدف از این مطالعه، تعیین LC_{50} سه آفت‌کش گیاهی Neem Azal®، Ruy Agro® و Bio1® روی لارو سن دوم *C. perspectalis* در آزمایشگاه و بررسی کارایی آن روی این آفت در جنگل بود. آزمایش‌ها به صورت طرح کاملاً تصادفی و در شرایط آزمایشگاهی (۱±۲۷ °C، ۱۰±۶۵ درصد رطوبت نسبی و ۱۶:۸ ساعت روشنایی: تاریکی) در ۶ تکرار بررسی شد. در جنگل نیز بررسی‌ها روی شاخه‌هایی با طول ۳۰ سانتی‌متر در ۴ جهت اصلی درخت روی لارو *C. perspectalis* با ۳ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. ابتدا میزان مرگ و میر پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در غلظت‌های مورد نظر هر ترکیب با شاهد (آب) تجزیه‌وتحلیل گردید. نتایج نشان داد که LC_{50} سه ترکیب گیاهی Neem Azal®، Ruy Agro® و Bio1® به ترتیب پس از ۲۴ ساعت برابر ۱/۲، ۰/۱۹ و ۰/۱۵ppm و پس از ۷۲ ساعت برابر ۰/۵۱، ۰/۱۱ و ۰/۱۱ ppm بود. در جنگل نیز بر اساس غلظت‌های آزمایشگاهی و توصیه شده روی برچسب آفت‌کش، غلظت‌های ۱ و ۱/۵ در هزار برای Neem Azal® و ۰/۵ و ۰/۷۵ لیتر بر ۱۰۰۰ نیز برای Ruy Agro® آزمایش شد. نتایج نشان داد که هردو آفت‌کش توانایی خوبی در کنترل آفت داشتند و غلظت مؤثر آنها به ترتیب ۱۰۰۰ میلی‌لیتر و ۷۵۰ میلی‌لیتر بر ۱۰۰۰ لیتر آب در جنگل بود که قادر به کنترل همه سنین لاروی شب‌پره شمشاد بود. به‌طورکلی با توجه به اکوسیستم در هم تنیده در جنگل، استفاده از آفت‌کش‌ها مجاز نیست و تنها در پارک‌های جنگلی و مناطقی که منحصراً رویشگاه این گیاه می‌باشد، استفاده از آفت‌کش‌های زیستی کم دوام با دامنه تأثیر محدود، مانند Neem Azal® و Ruy Agro® با غلظت‌های یادشده قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: آفت‌کش گیاهی، *Buxus hyrcana* ، *Cydalima perspectalis*، کنترل آفت، مرگ و میر.

مقدمه

جنگل‌های هیرکانی از معدود جنگل‌هایی است که عصر یخبندان را پشت سر گذاشته و در حال حاضر رویشگاه ۸۰ گونه درختی و درختچه‌ای (عمدتاً پهن‌برگ و چهار گونه سوزنی‌برگ) است (Marvie Mohajer, 2006). شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark.1954) یکی از درختان پهن‌برگ و همیشه سبز جنگل‌های خزری است که از دیرزیستی بالایی (در حدود ۵۰۰ سال) برخوردار می‌باشد (Marvie Mohajer, 2006). خاستگاه اصلی این گونه، ناحیه رویشی هند و مالزی (Indo-Malyan) است. این گونه هر چند در منابع، به عنوان یک نژاد جغرافیایی از گونه شمشاد اروپایی (*Buxus sempervirens* L.) معرفی می-

شود، اما به دلیل تفاوت‌های گیاه‌شناسی و نیز خاستگاه جغرافیایی، از گونه مشابه اروپایی متفاوت بوده و در پایگاه بین‌المللی فهرست اسامی گیاهان (IPNI)، به عنوان یک تاکسون گیاهی مجزا معرفی شده‌است. شمشاد هیرکانی گونه انحصاری جنگل‌های هیرکانی قلمداد می‌شود و جایگاه ویژه‌ای را در بین ذخایر جنگلی جهان، به خود اختصاص داده‌است. این گونه در فهرست گونه‌های گیاهی در خطر انقراض اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت(IUCN) قرار دارد (Jalili & Jamzad, 1999) و طبق ماده یک قانون حفاظت و حمایت از منابع طبیعی و ذخایر جنگلی کشور (مصوب ۱۳۷۱)، جزء ذخایر جنگلی و گونه‌های ممنوع‌القطع محسوب می‌شود. طی سال‌های اخیر این گونه ارزشمند گیاهی با چالش‌های جدی مانند بیماری بلایت و اخیراً نیز با حمله شب‌پره شمشاد (*Cydalima perspectalis* Walker, Lep.: Crambidae) مواجه شده است که حفاظت از آن را بسیار سخت کرده و آسیب زیادی را به این گونه ارزشمند وارد کرده است.

شب‌پره شمشاد، آفتی تک میزبانه بوده که تمامی مراحل زندگی خود را بر روی گیاهان میزبان از جنس شمشاد سپری می‌کند و در جهان به عنوان مهمترین آفت گیاهان این جنس معرفی شده است (Gottig & Hertz, 2017a). در ایران، اولین بار در محدوده پارک بنفشه چالوس در محوطه هتل هایت و نمک‌آبرود در سال ۱۳۹۵ مشاهده شد و بعد این آفت خارجی از گلستان در شرق استان مازندران تا آستارا در غرب استان گیلان گسترش یافت (Farahani *et al*., 2016).

این آفت در ایران دارای ۶ مرحله لاروی بوده و طول دوره زندگی آن در آزمایشگاه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در حدود ۵۰ روز است (Farahani *et al*., 2021). لاروهای این آفت در سنین اولیه از اپیدرم فوقانی برگ و در سنین بالاتر از برگ و پوست شاخه و تنه نیز تغذیه کرده و خسارت سنگینی به آن وارد می‌کنند (Gottig & Hertz, 2017b; Farahani *et al*., 2021) تا جایی که موجب نابودی گیاه می‌شوند. تحقیقات انجام شده در داخل کشور شامل گزارش آفت در نوار شمالی ایران، پراکنش، مرفولوژی، بیولوژی، استفاده از تله‌های فرمونی و کنترل زیستی و شیمیایی آن است (Kouhjani Gorji *et al*., 2021,2023; Farahani *et al*., 2021; Farahani *et al*., 2021; Kazerani *et al*., 2019; Kouhjani Gorji & Farashiani, 2018; Salehi & Ghods Khah, 2017; Farahani *et al*., 2016). برای کنترل این آفت در دنیا روش‌های شیمیایی، زیستی، مکانیکی و بیولوژیک مختلفی استفاده شده است، برای نمونه آفتکش‌های زیستی بر پایه روغن چریش که از گونه *Azadirachta indica* A. استخراج می‌شود و نیز *Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki* (*Btk*) که یک باکتری بیماری‌زا در حشرات است مورد استفاده قرار گرفته که بر اساس گزارش‌ها، استفاده از این عوامل در کنترل آفت در چین با موفقیت همراه بوده است (Li *et al*., 2004). در کره جنوبی نیز از قارچ بیماری‌زای *Beauveria bassiana* (Balsamo) روی لارو شب‌پره شمشاد استفاده شد که اثر قابل توجهی بر روی این گونه نداشت (Wan *et al*., 2014). در چین و ژاپن نیز برای کنترل این شب‌پره در پارک‌ها و کمربندهای سبز از حشره‌کش‌های شیمیایی با طیف گسترده‌ای از سموم مانند سموم پیرتروئیدی (دلتامترین و سایپرومترین) استفاده شده است (Kim & Park, 2013; Xiao *et al*., 2011; Maruyama & Shinkaji,1987).

از آنجایی که اکوسیستم جنگل‌ها بدون دست‌خوردگی و دارای تعادل اکولوژیک است، نباید با استفاده از ترکیبات شیمیایی غیراختصاصی یا دارای اثر بلندمدت این تعادل را بر هم زد. از سویی آفات وارداتی قدرت تخریب بالایی به دلیل نبود دشمنان طبیعی دارند و به‌ناچار باید راهی برای کنترل این نوع آفات جهت حفظ گیاه در محیط ارائه کرد، در نتیجه باید به دنبال محصولات طبیعی یا آفتکش‌های گیاهی بود که کمترین اثرهای منفی را بر سلامت انسان و محیط‌زیست داشته باشند. ترکیب انتخابی باید تا حد امکان اختصاصی عمل کند، سریع توسط عوامل غیر زنده تخریب شود و باقی‌مانده‌ای در محیط نداشته باشد، به همین دلیل

احتمال دارد ترکیبات گیاهی جایگزین مناسبی برای آفت‌کش‌های شیمیایی محسوب شوند (Mohan *et al.*, 2011). هدف از این تحقیق، بررسی دو ترکیب آفت‌کش گیاهی Neem Azal® و Ruy Agro® و یک کود زیستی با نام Bio1® و تعیین دز کشنده بر روی لارو شب‌پره شمشاد در آزمایشگاه و بعد بررسی کارایی آن در جنگل است تا در کمترین زمان ممکن علاوه بر کنترل آفت در ذخیره‌گاه‌ها یا کانون‌های آلودگی، مانع از آسیب رسیدن به سایر موجودات غیر هدف و آلودگی محیط‌زیست شد.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

برگ‌های حاوی تخم‌های تازه گذاشته شده شب‌پره شمشاد از ذخیرگاه چشمه‌بلبل به صورت روزانه جمع‌آوری شد (شکل ۱). ذخیرگاه چشمه‌بلبل در شهرستان بندرگز واقع در استان گلستان در محدوده طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۸ دقیقه و ۴۰ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۵۲ دقیقه و ۴۰ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه و ۱۲ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه قرار دارد. این منطقه در محدوده ارتفاعی ۵۵–۲۶۰ متر از سطح دریاست.

برگ‌های حاوی تخم‌ها در ژرمیناتور در شرایط آزمایشگاهی (۱±۲۷ °C، ۱۰±۶۵ درصد رطوبت‌نسبی و ۱۶:۸ روشنایی: تاریکی) نگهداری شدند. لاروها بعد از تفریخ به وسیله برگ‌های شمشاد تغذیه شدند و روزانه برگ جدید در اختیار لاروها قرار داده می‌شد. برای کنترل آلودگی‌های احتمالی، ظروف پرورش روزانه با ظروف ضدعفونی‌شده تعویض می‌شدند. لاروها در ظرف‌های یکبار مصرف درب‌دار به ابعاد ۶×۱۰ سانتی‌متر مربع که درب آنها برای تهویه هوا با توری پوشانده شده بود، قرار گرفتند.

شکل ۱– نقشه هوایی از چشمه بلبل در استان

Figure 1. Aerial map of the Cheshmeh Bulbul in Golestan province

استفاده از حشره‌کش‌های گیاهی روی لارو شب‌پره شمشاد در آزمایشگاه

در ابتدا، آزمایش‌های پیش آزمون انجام شد تا دامنه اثر بالایی و پایینی مشخص شود. برای انجام آزمایش، سرشاخه‌های شمشاد با شش ردیف برگ انتخاب و در هر غلظت از دو آفت‌کش گیاهی Neem Azal® و Ruy Agro® و همینطور کود زیستی Bio1® به مدت یک دقیقه غوطه‌ور شدند (غلظت‌های انتخابی برای Ruy Agro® و Bio1® برابر ۰/۱، ۰/۷، ۰/۵، ۰/۳، ۰/۲ و ۰/۱۵ ppm بود و برای Neem Azal® برابر ۱/۵، ۱، ۰/۷۵ و ۰/۵ ppm بود)، سپس در ظرف‌های یکبار مصرف درب‌دار به ابعاد ۶×۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع که درب آنها برای تهویه هوا با توری پوشانده شده بود، قرار گرفتند تا در دمای اتاق خشک شوند، آنگاه توسط قلم‌موی تمیز شماره ۰۰، ۳۰ عدد لارو سن دو در شش تکرار به برگ‌ها انتقال داده شد. برای حفظ شادابی سرشاخه‌های شمشاد، قاعده سرشاخه‌ها با پنبه مرطوب

پوشانده شد (شکل ۲). سعی شد برگ‌های انتخابی اندازه یکسانی داشته باشند و پس از ۲۴ ساعت از برگ‌های تیمار نشده برای تغذیه لاروها تا پایان آزمایش استفاده شد. برای تیمار شاهد نیز کاملاً مشابه با روش گفته شده عمل شد و برگ‌ها با استفاده از آب مقطر تیمار شدند.

شکل ۲- تیمار شاخه‌های شمشاد با آفت‌کش و شاهد (چپ به راست)

Figure 2. boxwood branches treated with pesticide and control (left to right)

تحقیقات در جنگل

آزمایش‌ها در مساحتی حدود یک هکتار از جنگل‌های استان گیلان که فقط شمشاد خزری در آن رویش داشت در محدوده پارگام، جاده پونل –خلخال که آلودگی به آفت را داشت و به هیچ عنوان با آفت‌کش‌ها تیمار نشده بود، انجام گردید.

شکل ۳- منطقه قرق شمشاد در استان گیلان، پارگام، جاده پونل – خلخال

Figure 3- boxwood enclosure area in Gilan province, Pargam, Punel-Khalkhal road

در ابتدا محدوده مورد آزمایش به مساحت تقریبی یک هکتار با طناب رنگی مشخص و درختان مورد نظر برای محلول‌پاشی علامت‌گذاری شد. آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد. در هر بلوک پنج تیمار قرار داشت و فاصله هر

تیمار با تیمار بعدی چهار متر و فاصله بلوک‌ها از هم حدود ده متر بود. هر تیمار حدود ۲۰۰ مترمربع بود که در آن پنج درخت انتخاب شده بود (یکی در مرکز و چهار اصله دیگر در گوشه‌های یک مربع فرضی). طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بود. از هر درخت سه شاخه به طول ۳۰ سانتی‌متر که در جهات مختلف جغرافیایی قرار گرفته است انتخاب شد، هر شاخه را با یک روبان علامت‌گذاری کرده و به‌صورت تصادفی تیمار شدند. شاخه‌ها پس از تیمار شدن با یک برچسب که محتوی نوع سم و غلظت مورد استفاده بود علامت‌گذاری شد. برای تیمار با هر دو آفت‌کش با توجه به غلظت پیشنهاد شده تجاری محصول (۱۰۰۰ ppm) و دز به دست آمده در آزمایشگاه، برای آفت‌کش گیاهی Ruy Agro® سه غلظت ۷۵۰ و ۵۰۰ ppm و شاهد و برای آفت‌کش Neem Azal® نیز از سه غلظت ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm و شاهد استفاده شد. در هر آزمایش، مرگ‌ومیر لاروها پس از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۱۶۸ ساعت بعد از شروع آزمایش در جنگل ثبت شد (شکل ۳) و درصد مرگ و میر لاروها در تیمارهای مختلف محاسبه شد. در صورت مشاهده مرگ و میر در شاهد، میزان مرگ و میر مشاهده شده در تیمارها با استفاده از فرمول آبوت (Abbott, 1925) اصلاح شد. برای مقایسه میانگین تیمارها با شاهد، از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه بر اساس روش Tukey در سطح اطمینان ۹۵ درصد (SAS ver.9.0) استفاده شد.

شکل ۴- تیمار درختان شمشاد آلوده به لاروهای شب‌پره شمشاد با Neem Azal® و Ruy Agro®

Figure 4. Treatment of boxwood infected with box tree moth larvae with Neem Azal® and Ruy Agro®

نتایج

تعیین LC_{50} آفت‌کش گیاهی آزادیراکتین ۱٪ (Neem Azal®) بر لارو سن دوم شب‌پره شمشاد

در بررسی میزان کشندگی ترکیب گیاهی Neem Azal® بر لارو سن دوم شب‌پره شمشاد، مقادیر LC_{50} در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت به ترتیب برابر ۱۲۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰ ppm بدست آمد (جدول ۱). با افزایش غلظت و گذشت زمان میزان کشندگی افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که در غلظت‌های پایین، تغذیه لاروها کاهش پیدا کرد و پس از گذشت چند روز از بین می‌رفتند اما در غلظت‌های بالا، لاروها در ساعات اولیه پس از تغذیه از برگ‌های تیمار شده، به طور کامل از بین می‌رفتند که نشانگر اثر کشندگی بالا در مدت زمان کوتاه بود اما در سایر غلظت‌ها میزان کشندگی با گذشت زمان، افزایش یافت که می‌تواند به دلیل اثر ضدتغذیه‌ای این ترکیبات باشد که با ممانعت یا کاهش تغذیه باعث ایجاد مرگ و میر در لاروها شده است، اما این اثر در غلظت بالا مشاهده نشد و در چند ساعت اولیه آزمایش به صورت ضربه‌ای عمل کرد. برای نمونه، در غلظت ۵۰۰ ppm پس از گذشت ۷۲ ساعت، اثر کنترلی خوبی روی لاروهای سنین پایین مشاهده شد اما غلظت ۱۰۰۰ ppm روی تمام سنین لاروی موثر بود و کنترل خوبی را نشان داد. غلظت ۱۵۰۰ ppm ضربه‌ای عمل کرد و طی ۲۴ ساعت اول تمام سنین لاروی را از بین برد.

جدول ۱- اثر لاروکشی Neem Azal® بر لارو سن دوم شب‌پره شمشاد *C. perspectalis* پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

Table 1. Larvicidal activity of Neem Azal® on *C. perspectalis* second instar larvae after 24, 48 and 72 h

تیمار	زمان	شیب رگرسیون±خطا استاندارد	کای اسکور	غلظت Dose(ppm)		
Treatment	Time(h)	Slope±SE	Chi-square	غلظت کشنده ۹۰ درصد LC_{90}	غلظت کشنده ۵۰ درصد LC_{50}	غلظت کشنده ۲۵ درصد LC_{25}
Neem Azal®	24	0.303±0.20	21.6046	2.747	1.213	0.789
	48	0.080±0.166	143.792	2.591	1.079	0.572
	72	0.793±0.126	46.705	1.512	0.51	0.287

جدول ۲- اثر لاروکشی Ruy Agro® و Bio1® بر لارو سن دوم شب‌پره شمشاد *C. perspectalis* پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

Table 2. Larvicidal activity of Ruy Agro® and Bio1® on *C. perspectalis* second instar larvae after 24, 48 and 72 h

تیمار	زمان	شیب رگرسیون±خطا استاندارد	کای اسکور	غلظت Dose (ppm)		
Treatments	Time(h)	Slope±SE	Chi-square	غلظت کشنده ۹۰ درصد LC_{90}	غلظت کشنده ۵۰ درصد LC_{50}	غلظت کشنده ۲۵ درصد LC_{25}
Ruy Agro®	24	0.1596±2.0288	0.9708	0.547	0.195	0.113
	48	0.2408±2.4594	0.9783	0.372	0.127	0.072
	72	0.4642±3.5274	0.9723	0.253	0.116	0.076
Bio1®	24	2.2070±0.1394	0.9993	0.451	0.149	0.084
	48	3.2089 ± 0.2627	0.9881	0.307	0.140	0.093
	72	5.2586 ±0.6922	0.9983	0.195	0.115	0.087

تعیین LC_{50} آفت‌کش گیاهی Ruy Agro® و Bio1® بر لارو سن دوم شب‌پره شمشاد

دو ترکیب Ruy Agro® و Bio1® که اولی به عنوان حشره‌کش و دومی به عنوان کود زیستی در ایران به ثبت رسیده است که محتوی عصاره گیاه تلخه بیان می‌باشد. ماده مؤثره عصاره این گیاه حاوی آلکالوئیدهایی مانند ماترین و اکسی‌ماترین هستند که اثرهای حشره‌کشی تأییدشده دارند. تقریباً این ماده مؤثره طبق گفته شرکت سازنده در Bio1® کمی بیشتر از Ruy Agro® است. نتایج حاصل از تعیین غلظت کشنده توسط این دو ترکیب نیز با توجه به تفاوت

میان ماده مؤثره تا حدودی مشابه با هم می‌باشد که می‌تواند به دلیل ترکیبات همراه مؤثر در Ruy Agro® باشد تا اثر حشره‌کشی را تقویت کند. میزان LC_{50} برای Ruy Agro® و Bio1® در ۲۴ ساعت اول به ترتیب برابر با ۰/۱۹۵ و ۰/۱۴۹ ppm است و LC_{90} آن به ترتیب برابر ۰/۵۴۷ و ۰/۴۵۱ می‌باشد و با افزایش زمان از میزان LC_{50} و LC_{90} کاسته می‌شود (جدول ۲).

کارایی دزهای انتخابی در جنگل

ترکیب گیاهی Neem Azal® در غلظت ۱ لیتر بر ۱۰۰۰ لیتر آب، تحرک پایین لاروها پس از محلول‌پاشی را نشان داد، به‌طوری‌که با تحریک توسط قلم‌مو تکان می‌خوردند اما طی زمان بررسی کردن تیمارها تا مرگ لارو، تغذیه نداشتند یا مقدار آن بسیار جزئی بود و تحرک آنها نیز بسیار کم بود و اصولاً جابه‌جایی روی برگ‌ها دیده نمی‌شد (جدول ۳).

جدول ۳- مرگ‌ومیر (± خطای استاندارد) لارو *C. perspectalis* تیمار شده با غلظت‌های مختلف Neem Azal® پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

Table 3. Mortality (± standard error) of *C. perspectalis* larvae at 24 h, 48 h and 72 h, exposed to different Neem Azal® concentrations

غلظت نیم آزال Neem Azal®(ppm)	زمان Time(h)		
	24	48	72
1500	93.3±1.5a	98.3±1.0a	100.0±0.0a
1000	80±1.6b	86.6±2.3b	100.0±0.0a
P	0.0001	0.0001	0.0001
F	1370.00	590.000	132.00

حروف مشابه در ستون‌ها در سطح احتمال آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (مقایسه میانگین با استفاده از آزمون Tukey).

طبق نتایج به دست آمده در جنگل، درصورتی‌که مبارزه در ابتدای شروع نسل و حضور لاروهای سنین یک و دو انجام شود غلظت ۵۰۰ میلی‌لیتر بر ۱۰۰۰ لیتر آب می‌تواند آفت را کنترل کند اما از آنجایی که این آفت چند نسلی بوده و همیشه شاهد نسل‌های متداخل و لاروهای سنین مختلف هستیم غلظت ۷۵۰ میلی‌لیتر بر ۱۰۰۰ لیتر آب می‌تواند تمام سنین مختلف را کنترل نماید (جدول۴)، علاوه‌برآن اثر ضربه‌ای قوی در ۲۴ ساعت اول دارد، به‌طوری‌که در صورت لمس لاروها همگی مرده و به صورت پشت و رو روی گیاه چسبیده و با تکان دادن شاخه از روی برگ می‌افتند (شکل ۵).

جدول ۴- مرگ‌ومیر (± خطای استاندارد) لارو *C. perspectalis* تیمار شده با غلظت‌های مختلف Ruy Agro® پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

Table 4. Mortality (± standard error) of *C. perspectalis* larvae at 24 h, 48 h and 72 h, exposed to different Ruy Agro® concentrations

غلظت روی اگرو Ruy Agro®(ppm)	زمان Time(h)		
	24	48	72
750	89.8±2.35a	100±0.0a	100.0±0.0a
500	65.2±2.86b	74.3±3.3b	81.5±3.0b
P	0.0001	0.0001	0.0001
F	1092.00	844.00	123.00

حروف مشابه در ستون‌ها در سطح احتمال آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (مقایسه میانگین با استفاده از آزمون Tukey).

شکل ۵ – لاروهای تیمار شده با Ruy Agro® در جنگل

Figure 5. treated larvae with Ruy Agro® in the forest

بحث

ازجمله گیاهان دارای خواص حشره‌کشی سازگار با محیط‌زیست، درخت چریش (*Azadirachta indica* Jussieu) است که در بین گیاهان مختلف، بیشترین ظرفیت حشره‌کشی را داشته است و برای ساخت آفت‌کش‌های گیاهی زیادی مورد استفاده قرارگرفته است (Copping & Duke, 2007). بیش از ۱۰۵ حشره آفت از ۱۰ راسته حشرات در محصولات زراعی و باغی با فرمولاسیون‌های مختلف از دانه این گیاه کنترل می‌شود (Roychoudhury, 2016). همچنین از این حشره‌کش طی ۲۰ سال گذشته به عنوان یک راهکار برای کنترل آفات مختلف حشرات جنگلی استفاده شده است، زیرا کارایی بالایی روی بال‌پولک‌داران آفت داشته و از طرفی ایمنی نسبتاً بالا برای پستانداران و دشمنان طبیعی دارد و می‌توانند جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی شوند (Bernays *et al*., 1980). آفت‌کش‌های تولید شده از این گیاه، همگی حاوی ترکیبات آزادیراکتین A و B (به عنوان ترکیبات فعال احتمالی) هستند. آزادیراکتین‌ها دارای چندین ویژگی هستند که آنها را برای استفاده در جنگل‌ها جذاب می‌کند: ۱– می‌توان به صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها یا به شکل سیستمی با تزریق به شاخه استفاده کرد(Helson, 2001)، ۲– به روش‌های مختلفی مانند ضد تغذیه، تنظیم‌کننده رشد و اختلال در تولیدمثل عمل می‌کنند (Naumann *et al*.,1994)، ۳– سمیت کمی برای پستانداران و پرندگان نشان می‌دهند (Schmutterer, 1990)، ۴– خطر کمی برای بیشتر بی‌مهرگان غیر هدف، ازجمله حشرات مفید دارند (Thompson & Kreutzweiser, 2006; Kreutzweiser *et al*., 2011). ۵– ماندگاری کم تا متوسط در آب، خاک و شاخ و برگ درختان دارند (Thompson & Kreutzweiser, 2006).

ازجمله موارد کاربرد موفقیت‌آمیز آزادیراکتین در جنگل، می‌توان به بررسی تأثیر آن در کنترل دو گونه سوسک پوستخوار آفت درختان جنگلی به نام‌های *Dendroctonus ponderosae* Hopkins و *Ips pini* Sa اشاره کرد که عصاره دانه نیم با ایجاد مرگ و میر بالا باعث کاهش تعداد لاروهایی که به بلوغ می‌رسند، شد(Duthie- Holt *et al*., 1999). نتایج کاربرد آزادیراکتین برای کنترل آفت جنگلی *Choristoneura fumiferana* Clemens نشان داد که تغذیه لاروها از غلظت‌های کشنده این ترکیب باعث مرگ و میر بالای لاروها شد (Helson *et al*., 2001). اثر ضد تغذیه‌ای و تغییرات سلول‌های پوششی معده لارو *Anticarsia gemmatalis* Hübner تغذیه شده با غذای مصنوعی حاوی نیم نشان داد که غلظت‌های بالای ۵۰۰ پی‌پی‌ام باعث مرگ و میر کامل لاروها شده و دزهای

پایین‌تر بر میزان باروری و تغذیه آنها اثر گذاشته است و باعث کاهش وزن لارو و شفیره، تورم سلول‌های پوششی معده و جابه‌جایی این سلول‌ها روی غشای پایه شد و به‌طورکلی سلول‌ها دچار اختلال شدند (Almeida *et al*., 2014). نتایج مشابهی نیز برای لارو گونه‌های *Helicoverpa armigera* Hübner (Kumar *et al*., 2008)، *Plodia interpunctella* Hübner (Rharrabe *et al*., 2008)، *Spodoptera litura* F. (Huang *et al*., 2007)، *Cnaphalocrocis medinalis* Guenée (Senthil-Nathan *et al*., 2006)، *Spodoptera littoralis* Boisduval (Martinez & Emden, 2001) *Tuta absoluta* (Tome *et al*., 2013) با تغذیه از نیم مشاهده شد. در حشرات، آزادیراکتین سمیت مستقیم سلولی روی غدد اندام‌های تولیدمثلی (Sayah, 2002) روده‌ها (Correia *et al*., 2009)، متابولیسم پروتئین‌ها (Huang *et al*., 2007)، تیتر هورمون جوانی و تغییر جلد (Morgan, 2009) و سنتز آنزیم‌ها (Lowery & Smirle, 2000; Adusei & Azupio, 2022) دارد. علاوه‌براین، آزادیراکتین اثر مخرب مستقیمی بر بسیاری از بافت‌های حشرات مانند عضلات، اجسام چربی و سلول‌های پوششی روده دارد (Capinera & Froeba, 2007). نتایج به دست آمده از این پژوهش نیز مشابه نتایج تحقیقات ذکر شده بود و با کاهش یا ممانعت کردن از تغذیه باعث کاهش وزن لاروی و در نهایت مرگ این آفت می‌شد. در پژوهشی دیگر توسط نگارنده، اثر سینرژیستی اختلاط حنا با Neem Azal® روی مرگ و میر لارو شب‌پره شمشاد بررسی شد که نتایج حکایت از افزایش مرگ و میر در غلظت‌های پایین‌تر از Neem Azal® به همرا حنا نسبت به Neem Azal® به تنهایی داشت (Kouhjani Gorji *et al* ., 2018a) که نشان‌دهنده اثر تخریبی تانن موجود در حنا روی سلول‌های پوششی معده و افزایش مرگ ومیر مشابه با پژوهش Almeida و همکاران در سال ۲۰۱۴ بود. طی طرح پژوهشی پنج ساله این پژوهشگر بر کنترل این آفت بیشتر ترکیبات زیستی کم خطر موجود در بازار و برخی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی روی لارو *C. perspectalis* آزمایش شد (Kouhjani Gorji *et al*., 2021). همچنین اثرهای اسانس‌ها و عصاره‌های مؤثر بر مرگ و میر شب‌پره شمشاد روی اکوفیزیولوژی گیاه شمشاد نیز بررسی شد (Rouien *et al*., 2020). از میان ترکیبات آزمایش شده، سه آفت‌کش زیستی Neem Azal®، Ruy® Agro و *B. thuringiensis-k* بهترین کنترل را روی شب‌پره شمشاد داشتند (Kouhjani Gorji *et al* ., 2018a; 2021; 2023).

در تحقیقی دیگر، میزان مرگ و میر شب‌پره شمشاد با آفت‌کش زیستی *Bt-k* به‌تنهایی و در اختلاط با پودر حنا و سرکه سفید (به‌عنوان سینرژیست) بررسی شد. نتایج نشان داد اگر پودر حنا که ماده گیاهی ارزان‌قیمت و در دسترس است به‌عنوان ماده همراه به سمپاش حاوی باکتری اضافه شود، می‌تواند غلظت پیشنهادی *Bt-k* را تا یک‌سوم کاهش دهد(Kouhjani Gorji *et al*., 2018b) که به‌دلیل تانن موجود در حنا بوده که از طریق ایجاد زخم در دستگاه گوارش راه ورود توکسین باکتری را به حفره شکمی تسهیل کرده و باعث افزایش مرگ و میر می‌شود که نتایج آن مشابه نتایج تحقیقات Namvar (۱۹۹۹) و Hashemi و همکاران (۲۰۱۵) بود. از دیگر ترکیبات مؤثر بر این آفت که بررسی شد، ترکیب گیاهی تلخه بیان بود که با نام Bio1® در ابتدا به عنوان کود زیستی در ایران ثبت شد. این ترکیب با تحریک کردن فیتوآلکسین‌های گیاهی باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر آفات مکنده و تقویت گیاه می‌شد. خاصیت حشره‌کشی این ترکیب گیاهی به دلیل دو ترکیب آلکالوئیدی مانند ماترین و اکسی ماترین می‌باشد که در ابتدا برای آفات مکنده توصیه شد و پس از موفقیت در کنترل شب‌پره شمشاد در ایران (Kouhjani Gorji & Farashiani, 2018b)، روی بید کلم نیز آزمایش گردید. Bio1® و Agro Ruy® (ماترین) برای اولین بار در سال ۱۳۹۷ روی لارو شب‌پره شمشاد در طرح تحقیقاتی کنترل این آفت توسط این پژوهش آزمایش و معرفی شد (Kouhjani Gorji *et al*., 2021; 2023; Kouhjani Gorji & Farashiani, 2018b) و غلظت مؤثر روی لارو شب‌پره شمشاد در آزمایشگاه و در جنگل و در

ترکیب با سایر ترکیبات زیستی بررسی شد (Kouhjani Gorji *et al*., 2020). در آزمایش‌های انجام شده غلظت بین ۰/۵ تا ۰/۷۵ لیتر در هزار لیتر آب از Ruy Agro® به سازمان جنگل‌ها برای کنترل آفت در ذخیرگاه‌ها و برای کانون‌کوبی طی دستورالعملی معرفی شد (Kouhjani Gorji & Farashiani, 2018a)، سپس در تحقیقی که توسط Babaei و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد، سه دوز ۰/۷۵، ۱/۲۵ و ۲ در هزار حشره‌کش Bio1® برای کنترل لاروهای شب‌پره شمشاد در جنگل انجام گردید. نتایج به ترتیب ۶۳/۱، ۹۱/۹ و ۹۴/۶ درصد بود که در مقایسه با یافته‌های این پژوهش غلظت ۱/۵ تا ۲ برابر را برای کنترل آفت پیشنهاد کرده است. کود زیستی Bio1® به دلیل ثبت به عنوان کود و نه به‌عنوان حشره‌کش (با وجود اثر حشره‌کشی خوب روی لارو شب‌پره شمشاد) برای کنترل آفت مورد قبول واقع نشد.

در اکوسیستم‌های پیچیده و دست‌نخورده‌ای مانند جنگل، تعادل بوم‌شناختی پیچیده و شکننده‌ای وجود دارد که استفاده از سموم شیمیایی با از بین بردن موجودات غیرهدف این تعادل را برهم می‌زند و باعث فروپاشی زنجیره‌های شبکه غذایی و عدم تعادل در اکوسیستم می‌شود. با توجه به نتایج محققان، حشره‌کش‌های سازگار با محیط‌زیست با منشأ بیولوژیکی و گیاهی مانند Ruy Agro® و Neem Azal® به علت کارایی زیاد روی بال‌پولک‌داران آفت و ایمنی نسبتاً بالا برای پستانداران و دشمنان طبیعی محسوب می‌شوند و می‌توانند جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی باشند (Bernays *et al*., 1980). این ترکیبات سریعاً در محیط تجزیه شده و طبق پژوهش‌های اخیر محققان جنگل در کانادا (سرنوشت آزادیراکتین در محیط) فرمولاسیون‌های مختلف حاوی این ترکیب، ماندگاری کم تا متوسط در آب، خاک و شاخ و برگ درختان دارند و به‌هیچ عنوان در موجودات غیر هدف مطالعه شده، یافت نشده است (Thompson & Kreutz, 2006). همچنین ثبت Ruy Agro® برای استفاده در کشاورزی ارگانیک و اثرهای بسیار خوب این ترکیبات در کنترل شب‌پره شمشاد، در غلظت‌های سفارش شده در پارک‌های جنگی و ذخیره‌گاه‌ها توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

-Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of insecticides. Journal of Economic Entomology, 18: 265-267.

-Adusei, S. and Azupio, S., 2022. Neem: A novel biocide for pest and disease control of plants. Journal of Chemistry, 12p.

-Almeida, G. D., Zanuncio, J. C., Senthil-Nathan, S., Pratissoli, R., Polanczyk, R. A., Azevedo, D.O. and Serrão, J. E., 2014. Cytotoxicity in the midgut and fat body of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera:Geometridae) larvae exerted by neem seeds extract. Invertebrate Survival Journal, 11: 79-86.

-Babaei, M., Farashiani, M.E. and Vatandoust, A., 2019. Final report of research desinne on Investigation on the effectiveness of safe insecticide on box tree moth *Cydalima perspectalis* (Lep: Pyralidae) on *Buxus hyrcana* in Mazandaran province. Agricultural Research, Education and Extension OrganizationPublication, 40p (In Persian).

-Bernays, E.A., Chamberlain, D. and McCarthy, P., 1980. The differential effects of ingested tannic acid on different species of Acridoidea. Entomologia Experimentalis et Applicata, 28(2): 158-166.

-Capinera, J. L. and Froeba, J. G., 2007. Behavioral responses of *Schistocerca americana* (Orthoptera: Acrididae) to azadirex (neem)-treated host plants. Journal of Economic Entomology, 100:117-122.

-Copping, L.G. and Duke, S.O., 2007. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. Pest Management Science, 63(6): 524-554.

-Correia, A. A., Wanderley-Teixeira, V., Teixeira, A. A. C., Oliveira, J. V. and Torres, J. B., 2009. Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com nim. Neotropical Entomology, 38: 83-91.

-Duthie-Holt, M.A., Borden, J.H. and Rankin L.J., 1999. Translocation and efficacy of a neem-based insecticide in lodgepole pine using *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae) as an indicator species. Journal of Economic Entomology, 92(1): 180-186.

-Farahani, S., Omid, R., Salehi, M. and Arefipour, M. R., 2016. The record of new pest *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) from Iran. Iranian Journal of Forests and Range Protection Research, 14(1): 68-72 (In Persian).

Bacillus thuringiensis var. *Kurstaki* and its combination with Henna and vinegar on bux moth, *Cydalima perspectalis* Walker (Lep: Crambidae). Abstracts of the first National Congress on Iranian forests, research and development", Orumieh,18-19 Jul.

-Kouhjani Gorji, M. and Farashiani, M.E., 2018a. Instructions for the control of boxwood moth with biological compounds. Natural Resources and Watershed Management Organization. letter number 1917/246/1.

-Kouhjani Gorji, M. and Farashiani, M.E., 2018b. Controll of bux moth, *Cydalima perspectalis* Walker (Lep.: Crambidae), Agricultural hall of extension, knowledge and techniques. Agricultural Research Education and Extention Organization.

-Kouhjani Gorji, M., Farashiani, M.E., Farahani, S., Kazerani, F., Samavat, S., Hamedi, N. and Zamani, M., 2021. Final report of research design on assessment of the efficacy of some biorational and botanical pesticides for the management of box tree moth (*Cydalima perspectalis* Lep.: Crambidae)، on *Buxus hyrcana* in Mazandaran province. Agricultural Research, Education and Extension OrganizationPublication, 90p (In Persian).

-Kouhjani Gorji, M., Farashiani, M.E., Farahani, S., Kazerani, F., Askari, F., Yahyazadeh Balalami, M. and Asadi sanam, S., 2023. Evaluating the effects of biopesticides on the mortality rate of Boxwood moth caterpillars (*Cydalima perspectalis* Walker). Iran Nature, 8(2): 39-45 (In Persian).

-Marvie Mohajer, M., 2006. Silviculture, University of Tehran Press, Tehran. 4120p (In Persian).

-Kumar, N. S., Muragan, K. and Zhang, W., 2008. Additive interaction of *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus and azadirachtin. BioControl, 53: 869-880.

-Li, S.G., Lin, H.F., Yin, C.D, Chen, S.R., Zhang, L., Wang, P.L. and Xu, T.Z., 2004. Biology and microbial control of box tree caterpillar, *Diaphania perspectalis* (Walker). forest insurance 6, 584-587 (in Chinese).

-Lowery, D. T. and Smirle, M. J., 2000. Toxicity of insecticides to oblique banded leaf roller, *Choristoneura rosaceana*, larvae and adults exposed previously to neem seed oil. Entomologia Experimentalis et Applicata, 95: 201-207.

-Maruyama, T. and Shinkaji, N., 1987. Studies on the life cycle of the box-tree pyralid, *Glyphodes Perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). I. Seasonal adult emergence and developmental velocity. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 31(3): 226-232.

-Martinez, S.M. and Emden, H.F., 2001. Growth disruption, abnormalities and mortality of

-Farahani, S., Salehi, M, Farashiani, M.E , F. Kazerani, F., Kouhjani Gorji, M., Khaleghi, S.N., Ahangaran, Y., Babaei, M. R. Yarmand, H., Omid, R. and Talebi, A. A., 2021. Life Cycle of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae), an Invasive Exotic Pest in Hyrcanian Forests of Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 23(2): 361 -370.

-Gottig, S. and Herz, A., 2017a. Observations on the seasonal flight activity of the box tree pyralid *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) in the Rhine-Main Region of Hessia) Journal of Cultivated Plants, 69(5): 157-165.

-Gottig, S., Korn, S. and Herz, A., 2017b. Repellent and toxic properties of plant oils and extracts on *cydalima perspectalis* Walker. Archive of Phytopathology and Plant Protection 50: 14: 658.

-Helson, B.V., Barry Lyons, D., Wanner, K.W. and Taylor, A.S., 2001. Control of conifer defoliators with neem-based systemic bioinsecticides using a novel injection device. The Canadian Entomologist, 133: 729-744.

-Hashemi, A., Aramideh, S.H, Safar alizadeh, M. and Hashemi, Z., 2015. Effect of *Bt* Mixture with Henna Powder on Tomato leaf miner larval stages. Plant Protection Journal, 47: 37-38 (In Persian).

-Huang, Z., Shi, P., Chen, C. and Du, J., 2007. Protein metabolism in *Spodoptera litura* (F.) is influenced by the botanical insecticide azadirachtin. Pesticide Biochemistry and Physiology, 80: 85-93.

-Jalili, A. and Jamzad, Z., 1999. Red Data Book of Iran: A Preliminary Survey of Endemic, Rare and Endangered Plant Species in Iran. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Tehran, 748p.

-Kazerani, F., Farashiani,M.E., Alazmani,M., Farahani, S., Khaleghi, S.N., Kord mohammadi,M., Zeinali1,S., Kouhjani Gorji, M. and Ahangaran, Y., 2019. Sex pheromone traps for detection of *Cydalima perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) in Hyrcanian forests. Iran Journal of Crop Protection, 8 (2): 215-222.

-Kim, J.H. and Park, I.K., 2013. Female sex pheromone components of the box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis*, in Korea: field test and development of film-type lure. Journal of Asia-Pacific Entomology, 16:473-477.

-Kouhjani Gorji,M., Farashiani, M.E., Farahani, S., Kazerani, F. and Ahangaran, Y., 2018a. The effect of botanical pesticide Azadirachtin and its combination with Henna on bux moth, *Cydalima perspectalis* Walker (Lep.: Crambidae). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26(4): 542-550.

-Kouhjani Gorji, M., Farashiani, M.E., Farahani, S. and Kazerani, F., 2018b. Biological control efficiency of

pp. 170-180. (In Persian)
-Sayah, F., 2002. Ultrastructural changes in the corpus allatum after azadirachtin and 20-hydroxyecdisone treatment in adults females of *Labidura riparia* (Dermaptera). Tissue Cell, 34: 53-62.
-Sayah, F., Fayet, C., Idaomar, M. and Karlinsky, A. 1996. Effects of azadirachtin on vitellogenesis of *Labidura riparia* (Dermaptera). Tissue Cell, 28: 741-749.
-Senthil-Nathan, S. S., Kalaivani, K., Sehoon, K. and Muragan, K., 2006. The toxicity and behavioral effects of limonoids on *Cnaphalocrocis medinalis* Guenée (Lepidoptera: Pyralidae), the rice leaf folder. Chemosphere ,62: 1381-1387.
-Schmutterer, H.1990. "Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*," Annual Review of Entomology, vol. 35, no. 1, pp. 271–297.
-Tome, H. V. V., Martins, J. C., Correa, A. S., Galdino, T. V. S., Picanco, M. C. and Guedes, R. N. C., 2013. Azadirachtin avoidance by larvae and adult females of the tomato leaf miner *Tuta absoluta*. Crop Protection, 46: 63-69.
-Thompson, D.G. and Kreutzweiser, D.P., 2006. Environmental fate and ecotoxicological effects of natural product pesticides in Canada: 245-274. In: Felsot, A.S. and Racke, K.D. (Eds.). Certified Organic and Biologically Derived Pesticides. American Chemical Society, Washington DC, USA, 326p
-Wan, H., Haye, T., Kenis, M., Nacambo, S., Xu, H., Zhang, F. and Li, H., 2014. Biology and natural enemies of *Cydalima perspectalis* in Asia: is there biological control potential in Europe? Journal of Applied Entomology, 138: 715-722.
-Xiao, H.J., Xin, H.Q., Zhu, X.F. and Xue F.S., 2011. Photoperiod and temperature response of diapause induction in *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae). Chinese Journal of Applied Entomology,48:116–120 (in Chinese).
Spodoptera littoralis (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by Neotropical Entomology 30(1): 113-125.
-Mohan, M., Haider Z., Andola, H. and Purohit, V.K., 2011. Essential oils as green pesticides: for sustainable agriculture. Research Journal of Pharmaceutical, Biology and Chemical Sciences, 2: 100–106
-Morgan, E. D., 2009. Azadirachtin, a scientific gold mine. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 17: 4096–4105.
-Namvar, P., Safar alizadeh, M.and Pour mirza, A., 1999. The effect of *Bt* on the first, second and third instars larvae of *Spodoptera exigua* Hübner and the role of henna and carbrandom synergists. M.Sc. thesis. Uromieh university, Iran, 90p. (In Persian) .
-Naumann, k., Currie, R. and Isman, M., 1994. Evaluation of the repellent effects of a neem insecticide on foraging honey bees and other pollinators. The Canadian Entomologist, 126(2):225-230.
-Rharrabe, K., Amri, H., Bouayad, N. and Sayah, F., 2008. Effects of azadirachtin on post-embryonic development, energy reserves and a-amylase activity of *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Stored Products Research, 44: 290- 294.
-Roychoudhury,R., 2016. Neem products, Ecofriendly Pest Management for Food Security, Academic Press, Cambridge, MA, USA.
-Rouien, A.,B.2020. Assessment of the efficacy of some essential oils and extractions for the management of box tree moth (*Cydalima perspectalis* Lep.: Crambidae) ،on *Buxus hyrcana* in Mazandaran province M.S. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares, Nour, 65p (In Persian).
-Salehi, M. and Ghodskhah, M., 2012. *Cydalimaper prespectalis* is a serious threat to Hirkani forests. National Proceedings of North Forest, Ramsar, Iran.

Investigation of the Efficacy of Three Botanical Insecticides, Neem Azal®, Ruy Agro®, and Bio1®, on the boxwood moth *Cydalima perspectalis* Walker (Lep.: Crambidae)

M. Kouhjani-Gorji*

*- Corresponding author, Assistant Prof., Medicinal plant and by-product Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural and Natural Resources Research Center (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: Kouhjani@rifr-ac.ir

Received: 17.07.2023 Accepted: 28.08.2023

Abstract

One of the most important pests of boxwood plants in the world is the bux moth, *Cydalima perspectalis* Walker (Lep.: Crambidae), which is a highly invasive and key pest on the *Buxus hyrcana* Pojark in the northern forests of Iran. The aim of this study was to determine the LC_{50} of three botanical insecticides, Neem Azal®, Ruy Agro®, and Bio1®, on the second instar larvae of *C. perspectalis* in laboratory conditions, as well as to investigate their efficacy on this pest in the forest. The experiments were conducted using a completely randomized design under laboratory conditions (25±1 °C, 65±10% relative humidity, and a 16:8 light-dark photoperiod) with six replicates. In the forest, the study was conducted on branches of 30 cm length in four cardinal directions of the tree, with three replicates in a completely randomized block design. The mortality rate was recorded after 24, 48, and 72 hours at the desired concentrations of each botanical insecticide along with a control (water). The results indicated that the LC_{50} values for Neem Azal®, Ruy Agro®, and Bio1® after 24 hours were 1.2, 0.90, and 0.50 ppm, respectively, and after 72 hours were 0.51, 0.11, and 0.11 ppm, respectively. In the forest, the recommended laboratory concentrations of 1 and 5.1 ppm for Neem Azal® and 0.50 and 7.5 ppm for Ruy Agro® were tested. Both insecticides exhibited effective control with respective concentrations of 1000 ml and 750 ml per 1000 liters of water in the forest, capable of controlling all larval instars of the box tree moth. Considering the intricate forest ecosystem, the use of insecticides is not recommended. However, in forest parks and areas exclusively inhabited by these plants, the use of less persistent bio-insecticides with limited impact range, such as Neem Azal® and Ruy Agro®, at the specified concentrations, can be recommended.

Keywords: Botanical pesticide, *Buxus hyrcana*, *Cydalima perspectalis*, Mortality, Pest control.