



DOI: 10.22092/irm.2023.361817



نامه علمی

تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۱۲/۲۷
تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۳/۱۰

بررسی مقاومت ۱۲ کلن صنوبر تاج بسته به آفات و وضعیت کیفی آنها در طرح سازگاری (پوپولتوم مقایسه‌ای) در استان مرکزی

غلامرضا گودرزی^{۱*} و فاطمه احمدلو^۲

چکیده

در این پژوهش، تعداد ۲۱ کلن برتر صنوبر تاج بسته از بین کلن‌های بررسی شده در مرحله اول طرح آزمایش (خزانه سلکسیون) انتخاب و با فاصله کشت ۳×۳ متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار برای یک دوره ۱۰ ساله بررسی شد. کلن‌های شماره ۷۲، که در سال ۱۳۷۲ از استان مرکزی جمع‌آوری شدند، همچنین کلن‌های دیگر از سایر مناطق کشور، یا از خارج از کشور در سال ۱۳۷۶ آزمایش و کاشته شدند. در طول فصول رویش در سال‌های مختلف، علاوه بر انجام عملیات داشت (آبیاری، وجین، هرس)، مقاومت و حساسیت کلن‌های مختلف به آفات در پنج درجه کیفی شامل درجه ۵ (۱۰۰-۷۶ درصد مقاوم)، درجه ۴ (۷۵-۵۱ درصد مقاوم)، درجه ۳ (۵۰-۲۶ درصد مقاوم)، درجه ۲ (۲۵-۱ درصد مقاوم) و درجه ۱ (صفر کاملاً حساس) ثبت شدند. درجه‌بندی کلن‌ها از نظر کیفیت تنه و تراکم شاخه نیز انجام شد. نتایج بررسی میانگین عملکرد ۱۰ ساله نشان داد، کلن‌های P.a.49.39 و P.a.72.7 نسبت به *Melanophyla picta* کلن‌های P.a.44.9، P.a.72.7، P.a.49.39 و P.a.17.60 نسبت به پروانه زنبورمانند صنوبر و کلن‌های *P.n.betulifolia*، P.a.44.9، P.a.72.7، P.a.49.39، P.a.63.135 و P.a.17.60 نسبت به شته مومی کاملاً مقاوم بودند. کلن‌های *P.n.betulifolia*، P.n.56.72، P.n.72.7، P.a.44.9، P.a.49.39 و P.a.17.60 نسبت به کلیه آفات مقاومت بیشتری داشتند و کلن‌های P.n.72.13، P.n.72.11، P.n.47.40 و P.n.72.18 در آلوده‌ترین وضعیت قرار داشتند. کلن‌های P.n.72.11، P.n.72.19 و P.n.72.5 دارای تنه با کیفیت صاف و مستقیم و با تراکم شاخه کم بودند. کلن‌های مناسب صنوبر تاج بسته *P.n.56.72*، P.n.72.19، P.n.72.7، P.a.44.9 از نظر مقاومت به آفات و وضعیت کیفی تنه برای کشت در مناطق مختلف صنوبرکاری استان مرکزی انتخاب و معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: تراکم شاخه‌ها، *-Phloeomyzus passerinii*، *Paranthrene tabaniformis*، *Melanophyla picta* Pall. واژه‌های صنوبر، کیفیت تنه‌ها

Investigating the resistance of 21 closed-crown poplar clones to pests and their quality status in the adaptation plan (comparative population) in Markazi province

G.R. Goodarzi^{1*} and F. Ahmadloo²

Abstract

In this research, 21 clones of closed-crown superior poplar were selected from among the clones studied in the first stage of the experiment (selection nursery) under the randomized complete blocks statistical design with three replications at 3 x 3 m. spacing for 10 years. Clones No. 72 were collected from Markazi province in 1993 and other clones were tested and planted from other regions of the country or from abroad in 1997. During the growing seasons in different years, in addition to post-planting operations (irrigation, weeding, pruning), the percentage of resistance and sensitivity of different clones in five qualitative grades including grade 5 (76-100% resistant), grade 4 (51-75% resistant), grade 3 (26-50% resistant), grade 2 (1-25% resistant) and grade 1 (Zero, fully sensitive) were recorded. Clones were graded in terms of trunk quality and branch density. The results of the 10-year performance evaluation indicated that clones of P.a.72.7 and P.a.49.39 than to *Melanophyla picta* Pall., clones of P.n.56.72, P.a.72.7, P.a.44.9, P.a.49.39 and P.a.17.60 than to *Paranthrene tabaniformis*, and clones of *P.n.betulifolia*, P.a.72.7, P.a.44.9, P.a.49.39, P.n.63.135 and P.a.17.60 than to *Phloeomyzus passerinii* Sign. were completely resistant. Clones of *P.n.betulifolia*, P.n.56.72, P.a.72.7, P.a.44.9, P.a.49.39 and P.a.17.60 were more resistant to all pests and clones of P.n.72.13, P.n.72.11, P.n.47.40 and P.n.72.18 were in the most contaminated condition. Clones of P.n.72.11, P.n.72.19 and P.n.72.5 had trunks with smooth and straight quality and low branch density. The suitable clones of P.n.56.72, P.n.72.19, P.a.72.7 and P.a.44.9 are selected and introduced for cultivation in *Populus* plantation different areas of Markazi province in terms of resistance to pests and trunk quality.

Keywords: Branches density, *Melanophyla picta* Pall., *Paranthrene tabaniformis*, *Phloeomyzus passerinii* Sign., poplar clones, the quality of trunks.

۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران. پست الکترونیک: goodarzi44@yahoo.com

۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran. E-mail: goodarzi44@yahoo.com

2- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran



● مقدمه

جنس *Populus*

دارای گونه‌های متنوعی است که به دلایل مختلف از جمله رشد سریع، پتانسیل هیبریداسیون، سهولت رشد و سازگاری با شرایط مختلف ادا فوکلیماتیک (Edaphoclimatic) اهمیت دارند. درختان صنوبر در صنایع مختلف تولید چوب، سید میوه و قفسه‌ها استفاده می‌شوند (Caroline Lau Sozim et al., 2021). در صنایع کاغذسازی و کبریت‌سازی از چوب صنوبر استفاده می‌شود. میزان رویش کل سالیانه صنوبرکاری‌های استان مرکزی ۱۰۵۸۷۵ مترمکعب در سال و نیاز چوبی این استان ۲۴۰۰۰۰ مترمکعب در سال است، در واقع بیش از ۱۴۰۰۰۰ مترمکعب کمبود چوب در استان وجود دارد که بیشتر وارداتی هستند (گودرزی و همکاران، ۱۳۷۸). تأثیر آفات در کیفیت و کمیت چوب تولیدی در بیشه‌های صنوبر از اهمیت زیادی برخوردار است، امروزه با توجه به نیاز روزافزون به چوب و تلاش برای تولید چوب بیشتر و با کیفیت مناسب‌تر، شناخت عوامل تأثیرگذار در این امر مهم است. بنابراین، علاوه بر عوامل ژنتیکی گیاه، بررسی مقاومت به آفات و از طرفی شناخت آفات هر منطقه و مدیریت آنها مهم است. برای افزایش تولید در واحد سطح و ایجاد رغبت در کشاورزان منطقه، شناخت و ارائه کلن‌های پربازده و مقاوم، یا با حساسیت کمتر به آفات کلیدی و مهم هر منطقه می‌تواند مفید باشد. استفاده از گونه‌ها و کلن‌های مقاوم به آفات و عوامل بیماری‌زای صنوبر از سالم‌ترین، پایدارترین و کم‌هزینه‌ترین شیوه‌های کنترل آفات محسوب می‌شود. در خصوص آفات صنوبر پژوهش‌های متعددی انجام شده است، صادقی و همکاران (۱۳۸۰) مقاومت و حساسیت ۱۱ کلن صنوبر به شته مومی *Phloeomyzus passerinii* Sing. را در استان زنجان، باب‌مراد و همکاران ۱۳۸۰ فعالیت سوسک چوب‌خوار صنوبر *Melanophila picta* Pall. و نیز ترجیح میزبانی سنک *Monosteira*

(*unicostate* (Muls. &Rey) را روی گونه‌ها و کلن‌های

مختلف صنوبر در کرج و باب‌مراد و صادقی (۱۳۸۳) آفات صنوبر و گونه‌ها و کلن‌های میزبان آنها را در کرج بررسی کردند. محرمی‌پور و همکاران (۱۳۸۳) پارامترهای جمعیتی شته مومی صنوبر *Phloeomyzus passerinii* را روی دوازده کلن صنوبر، تاراسی و همکاران (۱۳۸۴) تراکم گال پسیل صنوبر *Camarotoscena hoberlandti* Vondracek را روی کلن‌های مختلف تبریزی استان زنجان، باب‌مراد و همکاران (۱۳۸۹) میزان خسارت پسیل صنوبر را روی گونه‌های مختلف صنوبر در کرج و نیکدل و دردایی (۱۳۸۹) مقاومت آنتی‌زنوزی ۱۵ کلن مختلف صنوبر را به سه آفت مهم سوسک برگ‌خوار صنوبر *Melasoma populi*، پروانه *Archips rosana* و شته گالزای *Pemphigus filaginis* در استان آذربایجان شرقی بررسی کردند. رفیعی‌کرهرودی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی میزان آنتی‌بیوزی ۲۱ کلن صنوبر متعلق به دو گونه *P. nigra* و *P. alba* نسبت به شته مومی، روی قلمه‌های ریشه‌دار شده در استان مرکزی پرداختند. نتایج آنها نشان داد، شته مومی صنوبر روی کلن‌های *P.n.56.52*، *P.n.47.40*، *P.n.72.18*، *P.n.72.14* و *P.n.49.5* بیشترین میزان زادآوری و روی کلن‌های *P.n.72.5*، *P.n.56.75*، *P.n.56.21*، *P.n.72.4* و *P.n.56.72* کمترین میزان زاد و ولد را داشته است که نشان‌دهنده مقاومت آنتی‌بیوزی این کلن‌ها نسبت به شته مومی صنوبر است. تمامی کلن‌های *P. alba*، همچنین دو کلن *P.n.63.135* و *P.n.betulifolia 17.13* کاملاً نسبت به شته مومی مقاوم بودند و شته‌ها هیچ‌گونه زاد و ولدی روی آنها نداشتند. در خارج از کشور نیز بررسی‌هایی روی آفات مختلف صنوبر توسط پژوهشگران (Jodal et al., 1991; Augustin et al., 1993; Allegro & Cagelli, 1996; Özbek et al., 2005; Alfaro-Tapia et al., 2007; Spina et al., 2007) انجام شده است.

هدف از پژوهش پیش‌رو، شناسایی گونه‌ها و کلن‌های صنوبر تاج‌بسته مقاوم به آفات و بررسی وضعیت کیفی تنه و تاج آنها در طرح سازگاری (پوپولتوم مقایسه‌ای) در استان

مرکزی بوده است.

● اقدامات انجام شده و یافته‌ها

مشخصات محل اجرای طرح: این طرح در اراضی ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی مرحوم مهندس یونسی (خسبیجان) واقع در بخش زالیان، در فاصله ۵۰ کیلومتری غرب شهرستان اراک، به‌عنوان قطب صنوبرکاری استان مرکزی اجرا شد. عرصه صنوبرکاری در موقعیت جغرافیایی ۳۴° ۸' ۵۲" عرض شمالی و ۲۰' ۲۲' ۴۹° طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۳۰ متر واقع شده است. میانگین بارندگی سالیانه ۳۵۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم و براساس طبقه‌بندی گوسن، استپی سرد است. خاک منطقه نسبتاً عمیق (بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر) است، به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط، از نوع خاک‌های لومی-رسی-شنی با ساختمان مکعبی ضعیف متمایل به دانه‌ای، روی بافت نسبتاً سنگین لومی-رسی با ساختمان مکعبی با مقدار به نسبت زیادی آهک، عمق آن حدود ۴۰ سانتی‌متر و اسیدیته آن بین ۷/۷ تا ۸ است (گودرزی و همکاران، ۱۳۸۸).

نحوه اجرای طرح:

از ۵۲ کلن مورد آزمایش در خزانه سلکسیون، ۲۱ کلن صنوبر بومی و غیربومی تاج‌بسته برای آزمایش سازگاری انتخاب شدند (جدول ۱). از کلن‌های موردنظر به تعداد کافی نهال تولید و در قطعه زمینی به مساحت ۱/۴ هکتار در فواصل ۳×۳ متر کاشته شدند. کاشت این نهال‌ها در اسفند ۱۳۷۶ در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت ۱۰ سال انجام شد. تعداد نهال‌های مورد استفاده از هر کلن ۷۵ اصله نهال یک‌ساله بوده است، به طوری که از هر کلن در هر تکرار، تعداد ۲۵ اصله نهال به صورت گروهی ۵×۵ متر کشت شدند. نمایی از کلن‌های مختلف صنوبر (پوپولتوم مقایسه‌ای) در شکل ۱ آورده شده است. در طول فصل رویش علاوه بر انجام عملیات داشت، مقاومت و حساسیت کلن‌های مختلف به آفات در پنج درجه کیفی شامل درجه ۵ (۱۰۰-۷۶ درصد مقاوم)، درجه ۴

داده‌های خسارت و آلودگی آفات مختلف روی کلن‌های صنوبر بر حسب درصد تعیین شد و با خمیدگی کم، متوسط و زیاد و از نظر تراکم مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. کلن‌ها از نظر شاخه به ۳ درجه کیفی کم، متوسط و زیاد (۵۱-۷۵ درصد مقاوم)، درجه ۳ (۲۶-۵۰ درصد مقاوم)، درجه ۲ (۱-۲۵ درصد مقاوم) و درجه ۱ (صفر کاملاً حساس) ثبت شدند.

جدول ۱- نام و مبدأ دریافت کلن‌های صنوبر تاج‌بسته

ردیف	نام کلن	کشور مبدأ تهیه قلمه	ردیف	نام کلن	کشور مبدأ تهیه قلمه
۱	<i>Populus nigra L. cv. 72.4</i>	ایران- مرکزی	۱۲	<i>P. nigra L. cv. 72.19</i>	ایران- مرکزی
۲	<i>P. nigra L. cv. 72.11</i>	ایران- مرکزی	۱۳	<i>P. nigra L. cv. 47.40</i>	ایران- خوی
۳	<i>P. nigra L. cv. 56.72</i>	ترکیه	۱۴	<i>P. nigra L. cv. 72.5</i>	ایران- مرکزی
۴	<i>P. nigra L. cv. 56.21</i>	ترکیه	۱۵	<i>P. nigra L. var. betulifolia Torre. 17.13</i>	ایتالیا
۵	<i>P. nigra L. cv. 49.5</i>	ایران- زنجان	۱۶	<i>P. nigra L. cv. 56.52</i>	ترکیه
۶	<i>P. nigra L. cv. 56.75</i>	ترکیه	۱۷	<i>P. nigra L. cv. 72.13</i>	ایران- مرکزی
۷	<i>P. nigra L. cv. 56.53</i>	ترکیه	۱۸	<i>P. alba L. cv. 17.60</i>	ایتالیا
۸	<i>P. nigra L. cv. 72.14</i>	ایران- مرکزی	۱۹	<i>P. alba L. cv. 44.9</i>	ایران- اصفهان
۹	<i>P. nigra L. cv. 72.18</i>	ایران- مرکزی	۲۰	<i>P. alba L. cv. 49.39</i>	ایران- اصفهان
۱۰	<i>P. nigra L. cv. 72.9</i>	ایران- مرکزی	۲۱	<i>P. alba L. cv. 72.7</i>	ایران- مرکزی
۱۱	<i>P. nigra L. cv. 63.135</i>	ترکیه			



شکل ۱- نمایی از کلن‌های مختلف صنوبر (پوپولتوم مقایسه‌ای) - ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی مرحوم مهندس یونسی (خسبیجان)



درجه‌بندی شدند. سپس با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده در پایان دوره اجرای طرح و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲، نسبت به تجزیه و آنالیز واریانس متغیرهای موردبررسی اقدام شد و برای تعیین تفاوت بین میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

• نتایج

مقاومت کلن‌های صنوبر به آفات مختلف

در این پژوهش مقاومت کلن‌های صنوبر به آفاتی نظیر *Melanophyla picta* Paran-، *Phloeomyzus threne tabaniformis* و *passerinii* به شرح زیر بررسی شد. با توجه به جدول تجزیه واریانس در

کلن‌های صنوبر تاج‌بسته، از لحاظ درصد مقاومت به هر یک از آفات، بین کلن‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۲). با توجه به موارد یادشده، مهم‌ترین آفات مشاهده‌شده در این تحقیق به شرح زیر بررسی شدند.

۱- سوسک چوب‌خوار صنوبر

Melanophyla picta Pall. (Col.: Buprestidae)

زیست‌شناسی و خسارت آفت:

لاروهای جوان این سوسک چوب‌خوار در زمان خروج از پوسته تخم، به پوست تنه درخت نفوذ و از پوست و لایه زاینده تغذیه می‌کنند. در اثر فعالیت تغذیه‌ای لاروها در پوست و

سطح خارجی برون‌چوب، نوارها و صفحات نامنظم تو خالی به وجود می‌آید. لاروها به داخل تنه نفوذ می‌کنند و دالان‌هایی در آن به وجود می‌آورند (شکل ۲). لارو حشره به رنگ سفید کرمی است، بدون پاست و بدن کشیده و مستقیم و سه بند در سینه دارند (باب‌مراد و همکاران، ۱۳۸۶). نمایی از خسارت سوسک چوب‌خوار صنوبر روی تنه درخت صنوبر در شکل ۳ نشان داده شده است.

• مقاومت و حساسیت کلن‌ها نسبت به سوسک چوب‌خوار صنوبر

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) براساس درصد سوراخ‌های ایجادشده روی تنه درختان، کلن‌های *P.a.49.39* و *P.a.72.7* نسبت به این آفت کاملاً مقاوم و کلن‌های *P.n.betulifolia*

جدول ۲- تجزیه واریانس داده‌های درصد مقاومت خسارت و آلودگی آفات مختلف روی کلن‌های صنوبر تاج‌بسته

Sig.	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منابع تغییرات
.000**	۱۰/۷۶۵	۱۵۷۲/۰۶۳	۲۰	۳۱۴۴۱/۲۷	<i>Melanophyla picta</i>
.000**	۹/۶۳۶	۱۷۱۳/۰۱۶	۲۰	۳۴۲۶۰/۳۲	<i>Paranthrene tabaniformis</i>
.000**	۳۴/۹۶۹	۲۸۸۶/۳۵	۲۰	۵۷۷۲۶/۹۸۴	<i>Phloeomyzus passerinii</i>

** = معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد



شکل ۳- نمایی از سوسک چوب‌خوار صنوبر روی تنه درخت تصویر برگرفته از سایت (<https://www.kozanek.com/en/insects/5685/17/2287>)



شکل ۲- نمایی از خسارت سوسک چوب‌خوار صنوبر روی تنه درخت

ایجاد و شفیره تبدیل به حشره می‌شود. دوره شفیرگی بین ۱۹-۱۷ روز متغیر است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۹).

مقاومت و حساسیت کلن‌ها نسبت به پروانه

زنبورمانند صنوبر

مقایسه میانگین‌ها براساس درصد درختان آلوده (جدول ۳) نشان داد، کلن‌های *P.n.56.72*، *P.a.49.39*، *P.a.44.9*، *P.a.72.7* نسبت به پروانه زنبورمانند صنوبر از مقاومت بیشتر و کلن‌های *P.n.betulifolia*، *P.n.72.5*، *P.n.72.4* و *P.n.72.9* از آلودگی کمتری برخوردار بودند، کلن‌های *P.n.72.18*، *P.n.72.14*، *P.n.56.53*، *P.n.72.11* و *P.n.72.13* نیز بیشترین میزان آلودگی را به این آفت داشتند.

کلن‌های مختلف *P. nigra* در سال‌های اولیه رشد در اثر شرایط تغذیه‌ای و آبیاری نامناسب به سرعت به این آفت مبتلا شدند، این آفت در سال‌های بعد نیز ضمن ضعف فیزیولوژیکی، باعث افتادگی این نهال‌ها بر

روی شاخه‌ها ایجاد می‌کند و فضولات لاروها در این نواحی به وضوح دیده می‌شود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۹)، پروانه‌ها از نظر ظاهری شبیه زنبور هستند (شکل ۵). طول لارو ۱۵ میلی‌متر و رنگ آن زرد متمایل به سفید و در کنار پشت، خطوط تیره وجود دارد. شفیره به طول ۲۳-۱۸ میلی‌متر و به رنگ قهوه‌ای متمایل به زرد است. تخم حشره به ابعاد ۰/۹-۰/۶ میلی‌متر و سیاه رنگ است (صدرائی نجفی، ۱۳۷۳). خروج حشرات کامل از اواخر اردیبهشت ماه آغاز می‌شود. ماده پس از جفت‌گیری روی چین‌خوردگی‌های پوست و ساقه و نیز در پشت برگ‌ها و حاشیه جوانه‌های جانبی تخم‌ریزی می‌کند. این آفت علاوه بر تغذیه مستقیم از مغز ساقه، باعث ضعف و کاهش مقاومت مکانیکی نهال می‌شود، به طوری که ساقه با وزش باد از قسمت گال، شکسته می‌شود (امان‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴). تغذیه لاروها تا اواسط پاییز ادامه دارد و در زمستان متوقف می‌شود و دوباره از فروردین سال بعد فعالیت خود را شروع می‌کند و بعد از مدتی سوراخی برای خروج حشره کامل

P.a.17.60 و *P.a.44.9*، *P.n.56.72* حساسیت کمی داشتند و بیشترین سوراخ‌ها روی کلن‌های *P.n.72.11*، *P.n.63.135*، *P.n.47.40* و *P.n.56.21* مشاهده شد. به طور کلی در کلن‌های گروه *P. nigra* خسارت این آفت بیشتر بوده و در کلن‌های حساس، خسارت زیادی را وارد کرده، به طوری که باعث خشک شدن پایه‌هایی از آن شده است. در بین کلن‌های گروه *P. alba* عموماً آلودگی به این آفت خیلی کم بوده و فقط در سال‌های اول کاشت بعضی از پایه‌ها به علت انتقال نهال و شرایط نامناسب آبیاری به این آفت مبتلا شدند.

۲- پروانه زنبورمانند صنوبر

(*Paranthrene tabaniformis*)

(lep. Sesiidae)

زیست‌شناسی و خسارت آفت:

خسارت این آفت توسط لارو این پروانه بوده که بیشتر از شاخه‌های جوان صنوبر تغذیه کرده است (شکل ۴) و نواحی متورم و گالی‌شکل را



شکل ۴- خسارت پروانه زنبورمانند صنوبر *Paranthrene tabaniformis* روی تنه نهال صنوبر *P. nigra*



شکل ۵- لارو و حشره کامل پروانه گالزای صنوبر
تصویر برگرفته از سایت (<https://projects.biodiversity.be/lepidoptera/species/4385>)

این آفت و خسارت اقتصادی زیاد آن در استان مرکزی، انتخاب کلن‌های مقاوم و نسبتاً مقاوم به این آفت می‌تواند یکی از گزینه‌های پیشگیری و مبارزه با این آفت در کنار مبارزه شیمیایی باشد و در انتخاب کلن‌های مناسب، شناسایی و تکثیر دشمنان طبیعی این آفت نیز مدنظر باشد. کلن‌های *P.n.72.9* و *P.n.72.13* بیشترین تعداد دشمن طبیعی و بیشترین تراکم شته مومی را در شرایط طبیعی داشتند و به عبارتی جزو حساس‌ترین کلن‌ها بودند. رجبی مظهر و همکاران (۱۳۸۳) مگس *Thaumatomyia elongatula* را به‌عنوان دشمن طبیعی این شته معرفی کردند که از پوره‌های شته مومی صنوبر تغذیه می‌کنند.

● نتایج وضعیت انحاء و تراکم شاخه‌ها در تنه اصلی کلن‌های صنوبر

تنه با کیفیت صاف و مستقیم در کلن‌های *P.n.72.11*، *P.n.56.75*، *P.n.72.19*

مومی یا پشمی شته مادر به بیرون خزیده و روی پوست تنه یا شاخه‌ها شروع به حرکت می‌کنند و حتی الامکان خود را به جوانه‌های تازه شکفته می‌رسانند و شروع به تغذیه و ایجاد ترشح مایع قندی و پوشش مومی، یا پشمی از خود می‌کنند (سجادی، ۱۳۸۰). نمایی از خسارت شته مومی و حشره بالغ روی تنه درختان قطور صنوبر در شکل ۶ نشان داده شده است.

● مقاومت و حساسیت کلن‌ها نسبت به شته مومی صنوبر

مقایسه میانگین‌ها براساس درصد درختان آلوده (جدول ۳) نشان داد، کلن‌های *P.n.betulifolia*، *P.a.49.39*، *P.a.44.9*، *P.a.72.7*، *P.a.17.60* و *P.n.63.135* نسبت به شته مومی کاملاً مقاوم هستند و کلن‌های *P.n.72.13* و *P.n.72.9* حساسیت بسیاری به این آفت دارند. به‌علت شرایط سخت مبارزه شیمیایی با

اثر باد شد. کلن *P.n.72.18* به‌همین علت در تکرار سوم طرح به‌شدت مورد حمله این آفت قرار گرفت.

۳- شته مومی صنوبر *Phloeomyzus passerinii* Sign. (Hem.: Aphididae) زیست‌شناسی و خسارت آفت:

شته مومی صنوبر به بافت‌های خشبی و چوبی شده شاخه و تنه صنوبر حمله می‌کند و با تغذیه از شیره گیاهی و هم‌زمان با تزریق سم بزاق خود در آوندهای آبکش باعث نکروزه شدن پوست در آن قسمت می‌شود. در شرایط طغیانی، حشره به سرعت تولیدمثل می‌کند و کلنی‌های متعدد و بزرگی تشکیل می‌دهد، به‌طوری‌که شاخه و تنه را کاملاً می‌پوشاند. درختان مبتلا به این آفت کاملاً ضعیف و برگ‌ها زرد می‌شوند و خزان زودرس دارند (شجاعی و همکاران، ۱۳۷۷). پوره‌های جوان از زیر پوشش



شکل ۶- نمایی از خسارت شته مومی صنوبر *Phloeomyzus passerinii* Sign. و حشره بالغ روی تنه قطور درختان صنوبر
 تصویر پایین برگرفته از سایت (https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons_eng/Species/Aphids/Phloeomyzus/P.-passerinii)

جدول ۳- مقایسه میانگین کلن‌ها از لحاظ مقاومت به آفات با آزمون دانکن در کلن‌های صنوبر تاج‌بسته

<i>Phloeomyzus passerinii</i>	<i>Paranthrene tabaniformis</i>	<i>Melanophyla picta</i>	کلن	ردیف
۱۰۰(۰/۰۰)a	۸۶/۶۷(۶/۶۷)ab	۹۳/۳۳(۶/۶۷)ab	<i>P.n.betulifolia</i>	۱
۸۶/۶۷(۶/۶۷)ab	۹۳/۳۳(۶/۶۷)a	۹۳/۳۳(۶/۶۷)ab	<i>P.n.56.72</i>	۲
۱۰۰(۰/۰۰)a	۹۳/۳۳(۶/۶۷)a	۱۰۰(۰/۰۰)a	<i>P.a.72.7</i>	۳
۱۰۰(۰/۰۰)a	۹۳/۳۳(۶/۶۷)a	۹۳/۳۳(۶/۶۷)ab	<i>P.a.44.9</i>	۴
۱۰۰(۰/۰۰)a	۹۳/۳۳(۶/۶۷)a	۱۰۰(۰/۰۰)a	<i>P.a.49.39</i>	۵
۱۰۰(۰/۰۰)a	۴۶/۶۷(۶/۶۷)def	۳۳/۳۳(۶/۶۷)f	<i>P.n.63.135</i>	۶
۱۰۰(۰/۰۰)a	۹۳/۳۳(۶/۶۷)a	۸۶/۶۷(۶/۶۷)abc	<i>P.a.17.60</i>	۷
۸۰(۰/۰۰)bc	۴۶/۶۷(۲/۶۴)def	۷۳/۳۳(۶/۶۷)bcd	<i>P.n.72.19</i>	۸
۸۶/۶۷(۶/۶۷)ab	۵۳/۳۳(۶/۶۷)cde	۶۰(۷/۵۵)de	<i>P.n.56.52</i>	۹
۶۶/۶۷(۶/۶۷)cd	۸۶/۶۷(۶/۶۷)ab	۷۳/۳۳(۶/۶۷)bcd	<i>P.n.72.5</i>	۱۰



۲۰(۰/۰۰)g	۳۳/۳۳(۶/۶۷)ef	۵۳/۳۳(۶/۶۷)def	P.n.72.13	۱۱
۲۶/۶۷(۶/۶۷)fg	۳۳/۳۳(۶/۶۷)ef	۳۳/۳۳(۶/۶۷)f	P.n.72.11	۱۲
۴۶/۶۷(۶/۶۷)e	۷۳/۳۳(۶/۶۷)abc	۵۳/۳۳(۶/۶۷)def	P.n.72.4	۱۳
۴۰(۰/۰۰)ef	۶۶/۶۷(۶/۶۷)bcd	۶۰(۰/۰۰)de	P.n.56.75	۱۴
۲۶/۶۷(۶/۶۷)fg	۶۶/۶۷(۶/۶۷)bcd	۵۳/۳۳(۶/۶۷)def	P.n.49.5	۱۵
۲۰(۰/۰۰)g	۷۳/۳۳(۶/۶۷)abc	۶۶/۶۷(۶/۶۷)cde	P.n.72.9	۱۶
۴۶/۶۷(۶/۶۷)e	۳۳/۳۳(۶/۶۷)ef	۷۳/۳۳(۶/۶۷)bcd	P.n.56.53	۱۷
۴۰(۰/۰۰)ef	۶۰(۰/۰۰)cd	۳۳/۳۳(۶/۶۷)f	P.n.56.21	۱۸
۲۶/۶۷(۶/۶۷)fg	۶۰(۸/۵۴)cd	۳۳/۳۳(۶/۶۷)f	P.n.47.40	۱۹
۵۳/۳۳(۷/۳۳)de	۲۶/۶۷(۶/۶۷)f	۴۶/۶۷(۱۳/۳۳)ef	P.n.72.18	۲۰
۴۶/۶۷(۶/۶۷)e	۳۳/۳۳(۶/۶۷)ef	۵۳/۳۳(۶/۶۷)def	P.n.72.14	۲۱

حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است. اعداد داخل پرانتز اشتباه از معیار است.

تراکم آفات چوب‌خوار می‌شود (Charlet et al., 2007) و در صورت به‌هم خوردن نظم و مقدار آبیاری و نیز افزایش دمای هوا، رشد آنها دچار اختلال شده و زمینه مساعد برای حمله آفات و امراض در آنها فراهم می‌شود. تنظیم زمان و مقدار آبیاری در مدیریت آفات تأثیر مثبت می‌گذارد (Perfect et al., 1986). از طرفی کلن‌های P.a.49.39 و P.a.72.7 آفت کاملاً مقاوم و کلن‌های P.n.betulifolia، P.a.17,60 و P.a.44,9، P.n.56.72 حساسیت کمتری به سوسک چوب‌خوار صنوبر داشتند. گونه‌ها و کلن‌های مقاوم و با عملکرد بالای چوب باید در کشت صنوبر انتخاب شوند. با توجه به مقاومت زیاد و متوسط این کلن‌ها نسبت به این سوسک، کاشت این کلن‌ها در مناطقی که سوسک چوب‌خوار خسارت بیشتری وارد می‌کند، توصیه می‌شود. در این پژوهش، کلن‌های P.n.72.18، P.n.72.14، P.n.56.53، P.n.72.11 و P.n.72.13 بیشترین میزان آلودگی را به آفت پروانه زنبورمانند صنوبر نشان دادند. عکس‌العمل گیاه، با ایجاد گال در محل ورود لارو آفت همراه است. اندازه گال بسته به نوع کلن و گونه و سن گیاه، همچنین محل ایجاد گال روی ساقه متفاوت خواهد بود (بابایی و همکاران، ۱۳۸۷). دالان‌های لاروی در مرکز ساقه نیز به‌طور عمده در بالای بخش متورم و به مقدار کمتر در زیر گال ایجاد می‌شوند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۹).

به درختانی که تحت تأثیر تنش‌های فیزیولوژیکی مانند کم‌آبی یا سرمای شدید قرار می‌گیرند، حمله و بستر لازم را برای حمله آفت به کلن‌های صنوبر فراهم می‌کند. طبق بررسی‌های انجام‌شده، در چنین شرایطی مواد آلوکیمیمیایی پدیدار و باعث جلب حشرات چوب‌خوار می‌شود (Caroline Lau Sozim et al., 2021). نتایج به‌دست‌آمده طی سال‌های اجرای این تحقیق نشان داد، پس از قرار گرفتن کلن‌های صنوبر در برابر تنش‌های آبی و سرما، کلن‌های مورد آزمایش ضعیف شده و در نهایت سوسک چوب‌خوار صنوبر روی این کلن‌ها مستقر می‌شود. اما کلن‌های مورد تحقیق، حساسیت‌های مختلفی را نشان دادند. به‌طوری‌که بیشترین سوراخ‌ها روی کلن‌های P.n.63.135، P.n.72.11، P.n.56.21 و P.n.47/40 مشاهده شد. به‌طور کلی در کلن‌های گروه P. nigra خسارت این آفت بیشتر بوده و در کلن‌های حساس، خسارت زیادی وارد کرده، به‌طوری‌که باعث خشک شدن پایه‌هایی از آن شده است. به‌طور کلی برای مبارزه با این آفت در درجه اول باید از ضعف فیزیولوژیکی درخت جلوگیری کرد (صفرزاده و عسکریان‌زاده، ۱۳۹۷). تفاوت بین کلن‌های مختلف از نظر مقاومت به آفات ممکن است ناشی از آبیاری نامناسب در بخشی از عرصه به‌علت شرایط نامناسب توپوگرافی زمین باشد، به‌طوری‌که کلن‌هایی که در بلندی قرار گرفته‌اند، شرایط نامطلوب داشته و مورد حمله آفات قرار گرفته‌اند. افزایش رطوبت خاک سبب کاهش

به P.n.betulifolia، P.n.56.72، P.n.72.5 و P.n.72.9، P.n.63,135، P.n.56.53 و P.a.17,60 تنه با خمیدگی زیاد در کلن‌های P.n.49,5 و P.n.72.4 مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین تراکم شاخه در تنه کلن‌های P.n.betulifolia، P.n.56.52، P.n.72.13، P.n.56.53، P.n.72.14، P.n.56.21، P.n.72.18 و P.n.72.4 وجود داشت (جدول ۴).

● بحث

کلن‌های صنوبر مورد بررسی با منشأ جغرافیایی متفاوت از ایتالیا، ترکیه، استان مرکزی و دیگر مناطق ایران بودند. کلن‌های مختلف به‌دلیل تنوع ژنتیکی بالا، قابلیت‌های گوناگونی در برابر حمله آفات دارند (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۲). ارزیابی سازگاری کلن‌های مختلف صنوبر از لحاظ مقاومت به آفات سبب انتخاب مقاوم‌ترین کلن‌ها در شرایط مختلف محیطی است (باب‌مراد و همکاران، ۱۳۸۳). تعدادی از کلن‌های برتر همچون P.n.47/40، P.n.betulifolia، P.n.56.72 و P.n.72.11 نسبت به آفات مهم حساسیت نشان می‌دهند که در صورت کاشت و تکثیر این کلن‌ها، نیاز به مراقبت‌های ویژه و خاصی است که باید در قالب یک برنامه کنترل تلفیقی آفات مدیریت شود.

مهم‌ترین آفت چوب‌خوار طی سال‌های اجرای تحقیق، سوسک چوب‌خوار صنوبر بود. این آفت، یک آفت ثانویه محسوب می‌شود و بیشتر

جدول ۴- وضعیت ساقه اصلی در کلن‌های موردبررسی در فاصله کاشت ۳×۳ متر

تراکم شاخه در تنه	تنه دارای انحناء			تنه صاف و مستقیم	نام کلن	ردیف
	زیاد	متوسط	کم			
کم				*	<i>P.n.72.11</i>	۱
متوسط				*	<i>P.n.56.75</i>	۲
کم				*	<i>P.n.72.19</i>	۳
کم				*	<i>P.n.72.5</i>	۴
متوسط				*	<i>P.n.56.72</i>	۵
زیاد				*	<i>P.n.betulifolia</i>	۶
متوسط				*	<i>P.n.72.9</i>	۷
متوسط				*	<i>P.n.63.135</i>	۸
زیاد				*	<i>P.n.56.53</i>	۹
زیاد			*		<i>P.n.72.13</i>	۱۰
کم			*		<i>P.n.47.40</i>	۱۱
کم			*		<i>P.a.44.9</i>	۱۲
زیاد			*		<i>P.n.56.52</i>	۱۳
زیاد			*		<i>P.n.72.18</i>	۱۴
زیاد			*		<i>P.n.56.21</i>	۱۵
زیاد			*		<i>P.n.72.14</i>	۱۶
کم			*		<i>P.a.72.7</i>	۱۷
زیاد		*			<i>P.n.72/4</i>	۱۸
کم		*			<i>P.a.49/39</i>	۱۹
کم	*				<i>P.a.17/60</i>	۲۰
زیاد	*				<i>P.n.49/5</i>	۲۱

بسیاری به این آفت نشان دادند. کلن‌های بومی دارای ارتفاع کم، شاخه خیلی زیاد، تنه چندشاخه و خیلی حساس به شته مومی و سایر آفات هستند که در نتیجه تولید کمتری دارند (گودرزی و همکاران، ۱۳۸۸). به‌علت شرایط سخت مبارزه شیمیایی با این آفت و خسارت اقتصادی زیاد آن در استان مرکزی، انتخاب کلن‌های مقاوم و نسبتاً مقاوم به این آفت می‌تواند یکی از گزینه‌های پیشگیری و مبارزه با این آفت در کنار مبارزه شیمیایی باشد و در انتخاب کلن‌های مناسب، شناسایی و تکثیر دشمنان طبیعی این آفت نیز می‌تواند مدنظر باشد. هر چه حساسیت کلن صنوبر

کلن صنوبر نسبی است و به شرایط محلی منطقه بستگی دارد. به‌عبارت‌دیگر، مقاومت یک گونه یا کلن صنوبر به آفت پروانه گالزای صنوبر در همه مناطق مشابه نیست و اعتبار یکسانی ندارد. بنابراین، بدون یک آزمایش محلی امکان استفاده از نتایج یک منطقه در منطقه دیگر وجود ندارد (Güler & Can, 2000). در مورد شته مومی، کلن‌های *P.n.betulifolia*، *P.a.49.39*، *P.a.44.9*، *P.a.72.7*، *P.a.17.60* و *P.n.63.135* کاملاً نسبت به شته مومی مقاوم بودند و کلن‌های *P.n.72.13* و *P.n.72.9* (کلن‌های بومی استان) حساسیت

کلن‌های *P.a.44.9*، *P.a.72.7*، *P.n.56.72*، *P.a.17.60* و *P.a.49.39* نسبت به آفت از مقاومت بیشتر و کلن‌های *P.n.betulifolia*، *P.n.72.5*، *P.n.72.4* و *P.n.72.9* آلودگی کمتر داشتند. کلن‌های مختلف *P. nigra* در سال‌های اولیه رشد در اثر شرایط تغذیه‌ای و آبیاری نامناسب به‌سرعت به این آفت مبتلا شدند، این آفت در سال‌های بعد نیز ضمن ضعف فیزیولوژیکی، باعث افتادگی این نهال‌ها بر اثر باد شد. کلن *P.n.72.18* به‌شدت مورد حمله این آفت در تکرار سوم قرار گرفت. باید در نظر داشت که ترجیح این آفت به یک رقم یا



به شته مومی صنوبر بیشتر باشد، تراکم شته مومی روی آن کلن افزایش می‌یابد و در نتیجه دشمن طبیعی زیادی روی آن جلب می‌شوند. کلن‌های *P.n.72,13* و *P.n.72,9* دارای بیشترین تعداد دشمنان طبیعی و بیشترین تراکم شته مومی در شرایط طبیعی بودند و به عبارتی جزو حساس‌ترین کلن‌ها هستند. کمبود آب و آبیاری نامنظم در فصول گرم سال و به نوعی ایجاد تنش‌های آبی به درختان، فقر غذایی خاک، محدودیت عمق خاک برای ریشه درختان از عوامل حساسیت کلن‌ها به شته مومی است (رفیعی کهرودی و همکاران، ۱۳۹۰). *Pointeau* و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که مقاومت کلن‌های صنوبر از طریق مکانیسم‌های مختلفی در طول نشست (ظهور)، توسعه و تکثیر این شته عمل می‌کنند و به‌طور کلی گونه‌های صنوبر تبریزی به این شته حساس هستند. صادقی و همکاران (۱۳۸۰) کلن‌های *P.n.56,75* و *P.n.49,5* را حساس به شته مومی گزارش کردند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد، آنها کلن *P.n.56,72* را نیز حساس به شته مومی گزارش کردند، در حالی که در تحقیق پیش‌رو، این کلن مقاومت خوبی را نسبت به شته مومی در طی دوره ده ساله نشان داد، البته از نظر فنولوژیکی این کلن در استان مرکزی در تری از سایر کلن‌ها برگ می‌دهد، دیرتر نیز خزان می‌کند، پوست قسمت تنه نیز سریع ضخیم می‌شود، به همین دلیل تراکم شته روی تنه کم بوده است. همچنین، در تحقیق گودرزی و همکاران (۱۳۸۸) این کلن نسبت به سایر کلن‌ها بیشترین مقادیر رویش قطری، ارتفاعی و متوسط رویش حجمی را در استان مرکزی به دست آورده است که جزو کلن‌های موفق استان با بالاترین مقادیر رویش و بیشترین مقاومت به آفات و بیماری‌هاست.

تغییرات جمعیت شته مومی در ابتدا تابعی از ویژگی‌های رفتاری شته مومی در رابطه با شرایط فنولوژیکی و در برخی موارد خصوصیات مرفولوژیکی میزبان است. مجموع عملکرد عوامل اکولوژیک در روند رشد و نمو شته مومی و تغییرات باروری و تعداد نسل آن پدیده‌ای است که در مقایسه گونه‌ها و کلن‌های مختلف صنوبر به صورت خاصیت مقاومت، یا حساسیت ظاهر شده و توجیه‌کننده اصلی پدیده ترجیح و تخصص

غذایی شته مومی نسبت به گونه‌های حساس است (صادقی و همکاران، ۱۳۸۰). از طرفی دیر جوانه‌زدن و در نتیجه ذخایر کربوهیدرات بسیار زیاد روی تنه و نازک بودن پوست تنه از عوامل حساسیت گونه‌های بومی استان مرکزی به شته مومی است (رفیعی کهرودی و همکاران، ۱۳۹۰). شجاعی و همکاران (۱۳۷۷) مقاومت کلن‌های صنوبر را نسبت به شته مومی بررسی و مشخص کردند که گونه‌های صنوبر تبریزی دارای درجات مختلف حساسیت هستند. همچنین، مقاومت و حساسیت یازده کلن صنوبر تبریزی به شته مومی صنوبر در زنجان بررسی شد که کلن *P. nigra 62.154* را در مقایسه با سایر کلن‌ها به عنوان یک کلن مقاوم به شته مومی معرفی کردند (صادقی و همکاران، ۱۳۸۰).

به طور کلی، کلن‌های *P.n.betulifolia*، *P.a.44.9*، *P.a.72.7*، *P.n.56.72*، *P.a.49.39* و *P.a.17,60* نسبت به همه آفات مورد مطالعه بسیار مقاوم بودند. تقویت نهال‌ها با استفاده از کودهای شیمیایی و آبیاری منظم تأثیر بسزایی در مقاومت به آفات دارد (Bertucci, 1986). مقاومت یک رقم یا کلن صنوبر به همه آفات و حشرات امکان‌پذیر نیست و ارقام و کلن‌های مختلف سازوکار دفاعی مشخص و متفاوتی مقابل گونه‌های مختلف آفات دارند که به فنولوژی آن گیاه وابسته است. زراعت صنوبر یک نظام تولیدی است که باید یک دیدگاه کلی‌نگر در رابطه با آن داشت و تمام شرایط لازم برای موفقیت آن را با هم فراهم کرد و نمی‌توان برای موفقیت آن به‌طور جزءنگر عمل کرد، حذف کامل، در واقع می‌تواند به مفهوم اعمال فشار انتخابی بیش از اندازه باشد، در واقع، هدف بازگرداندن جمعیت آفات به سطح قابل قبول برای زارعین صنوبر است. تنها راه حل عملی تعیین مخرب‌ترین حشرات آفت موجود در منطقه، بررسی تنوع آنها، نوع محل کاشت، انتخاب کلن‌های مقاوم و اصول علمی و فنی پرورشی مطابق با هر یک از انواع آفات است. از طرفی عوامل کیفی نیز هم‌سو با عوامل کمی و مقاومت به آفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. عامل کیفیت تنه ویژگی است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، یا محیطی (پدیده نورگرایی) و شرایط رویشگاهی در کلن‌های مختلف متغیر است و اگر شرایط محیطی مطلوب باشد، میزان

راست بودن تنه بیشتر و چندشاخگی کمتر می‌شود (یوسفی و همکاران، ۱۳۸۱). تنه با کیفیت صاف و مستقیم در کلن‌های *P.n.56.75*، *P.n.72.11*، *P.n.56.72*، *P.n.72.5*، *P.n.72.19*، *P.n.63,135*، *P.n.72.9*، *P.n.betulifolia* و *P.n.56,53* و تنه با خمیدگی زیاد در کلن‌های *P.a.17,60* و *P.n.49,5* مشاهده شد. علت آن می‌تواند به ضعف فنولوژیکی این کلن‌ها در برابر حمله آفات و در نتیجه کاهش کیفیت تنه نیز مربوط باشد که سبب خمیدگی تنه شده‌اند. همچنین، کیفیت تاج و گسترش آن سبب بالا رفتن کیفیت چوب درختان، منظم شدن دوایر سالیانه و در نهایت افزایش کیفیت محصولات چوبی می‌شود و به‌طور مستقیم کیفیت تنه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بیشترین تراکم شاخه در تنه کلن‌های *P.n.72.13*، *P.n.56.53*، *P.n.betulifolia*، *P.n.56.21*، *P.n.72.18*، *P.n.56.52*، *P.n.72.14*، *P.n.72.4* و *P.n.49,5* وجود داشت که باید برنامه‌ریزی مدیریتی و عملیات پرورشی را بر این اساس تنظیم کرد. با توجه به اینکه بیشتر کلن‌های بررسی شده در پژوهش پیش‌رو تنه صاف، یا با انحنای کمی داشتند و درصد دوشاخه شدن در آنها کم بود، این ویژگی‌ها موجب افزایش سطح زیر کشت و نیز بهبود بازاریابی آن در بازارهای سنتی منطقه اراک می‌شود.

با توجه به نتایج به دست آمده از نظر مقاومت به آفات و وضعیت کیفی تنه، کلن‌های صنوبر تاج‌بسته *P.a.72.7*، *P.n.72.19*، *P.n.56.72* و *P.a.44.9*، برای کشت در مناطق مختلف صنوبرکاری استان مرکزی انتخاب و معرفی می‌شوند. در پژوهش‌های قبلی، کلن‌های مناسب برای توسعه و اصلاح صنوبرکاری‌های استان به ترتیب *P.n.56.72*، *P.n.72.19*، *P.a.72.5* و *P.n.betulifolia* با میزان تولید ۲۶/۵۵، ۲۸/۶، ۲۶/۰۸ و ۲۵/۳۳ مترمکعب در هکتار و در سال معرفی شده بودند.

● منابع

امان‌زاده، ب.، صالحی، م. و امین‌الملشی، م.، ۱۳۸۴. بررسی ارتباط بین فعالیت دارکوب و جمعیت پروانه گالزا *Paranthrene tabaniformis* در نهالستانهای صنوبر در استان گیلان. تحقیقات حمایت

- ibility of *Populus nigra* L. to the woolly poplar aphid (*Phloeomyzus passerinii*). *Forest Genetics*, 3(1): 9-15.
- Augustin, S., Courtin, C. and Delplanque, A., 1993. Poplar clones effect on development, mortality and fecundity of *Chrysomela populi* L. and *Chrysomela tremulae* F. (Col. Chrysomelidae). *Journal of Applied Entomology*, 116(1-5): 39-49.
- Bertucci, B.M., 1986. The poplar wasp-moth. *Informatore Fitopatologico*, 36(11):29-3.
- Caroline Lau Sozim, P., Hillig, E., Marchesan, R. and Salles Ferro, F., 2021. Use of *Populus deltoides* wood in the production of MDP and HDP. *Floresta e Ambiente*, 28(4): e20200090.
- Charlet, L.D., Aiken, R.M., Meyer, R.F. and GebreAmlak, A., 2007. Impact of irrigation on larval density of stem-infecting pests of cultivated sunflower in Kansas. *Journal of Economic Entomology*, 100(5): 1555-1559.
- Güler, N. and Can, P., 2000. The problem of *Sciapteron tabaniformis* Rott. In poplar nurseries. 21 st session of international poplar commission, Isebrands J.G. and Richardson, J. (eds.). Portland, Oregon, USA, 24-28 September.
- Jodal, C., Avramovic, G. and Markovic, A., 1991. Evaluation of several poplar clones from the aspect of some important elements of reproduction of *Melasoma populi* (Col. Chrysomelidae). Available at: <http://www.fao.org/forestry/19229/en/che/> (accessed 27 November 2007).
- Özbek, H., Garrevoet, T. and Garrevoet, W., 2005. A contribution to the knowledge of the Sesiidae of Lepidoptera in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 29(1): 27-38.
- Perfect, T.J., 1986. Irrigation as a factor influencing the management of agricultural pests. *Scientific Aspects of Irrigation Schemes*, pp. 347-353.
- Pointeau, S., Sallé, A., Lesieur, V., Bankhead-Dronnet, S., Bonnaffoux, M. and Lieutier, F., 2011. Estimating the effect of poplar resistance on the performance of the woolly poplar aphid, *Phloeomyzus passerinii*, in various experimental conditions. *Canadian Journal of Forest Research*, 41(6): 1233-1241.
- Spina, S., Gregoire, J.C. and Mertens, P., 2010. Impact of poplar water status on leaf-beetle (*Chrysomela populi*) survival and feeding. *Annals of Forest Science*, 67(2): 209-215.
- و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، ۱۳: ۸۹-۹۲.
- بابایی، م.ر.، خورنکه، س. و اسپهبدی، ک.، ۱۳۸۷. بررسی تحمل صنوبر کلن *Populus deltoides* 69/55 به پروانه گالزای صنوبر *Paranthrene tabaniformis* Rott. (Lep.: Sesiidae) در استان مازندران. تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، ۱۶: ۵۴-۶۱.
- باب‌مراد، م. و صادقی، س.ا.، ۱۳۸۳. آفات صنوبر و گونه‌ها و کلن‌های میزبان آنها در کرج. تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، ۱۲: ۱-۲۱.
- باب‌مراد، م.، عبایی، م. و زینالی، س.، ۱۳۸۶. زیست‌شناسی سوسک چوپوخوار *Melanophila (= Tra-chypteris) picta* (Col.: Buprestidae) در کرج. نشریه آفات و بیماریهای گیاهی، ۷۵: ۵۵-۷۱.
- باب‌مراد، م.، عبایی، م. و عسکری، ح.، ۱۳۸۰. میزبان‌های سنک صنوبر *Monosteira unicastata* و بررسی مقدماتی ترجیح میزبانی آن در کرج. خلاصه مقاله‌های دومین همایش گیاه پزشکی جنگلها و مراتع. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، صفحه ۴۲.
- باب‌مراد، م.، عزیزخانی، ا. و زینالی، س.، ۱۳۸۹. بررسی خسارت پسیل صنوبر *Camarotoscena fulgidipennis* (Hom.: Psyllidae) روی گونه‌ها و کلن‌های صنوبر در کرج. تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، ۱۸: ۱۲۷-۱۱۹.
- باب‌مراد، م.، باقری‌زنوز، ا. و یارمند، ح.، ۱۳۸۳. بررسی بیولوژی سنک صنوبر *Monosteira unicastata* (Muls. & Rey) Het.: Tingidae پژوهش و سازندگی، ۱۷: ۷۱-۸۲.
- تاراسی، ج.، صادقی، س.ا.، استوان، ه. و شجاعی، م.، ۱۳۸۴. بررسی تراکم گال پسیل صنوبر *Camaratoscena na hoberlandii* (Hom.: Psyllidae) بر روی ارقام مختلف تبریزی در استان زنجان. علوم کشاورزی، ۱۱: ۷۹-۸۵.
- رجبی مظهر، ن.ع.، محرمی‌پور، س.، صادقی، س.ا. و راسپی، آ.، ۱۳۸۳. گزارش مگس *Thaumatomyia elongatula* (Chloropidae) شکارگر شته مومی صنوبر *Phloeomyzus Passeririi* (Aphididae) از ایران. نامه انجمن حشره‌شناسی ایران، ۲۴: ۱۲۸-۱۲۷.
- رفیعی کهرودی، ز.، صادقی، ا.، آزدو، ض. و گودرزی، غ.، ۱۳۹۰. بررسی مقاومت آنتی‌بیوزی ۲۱ کلن صنوبر (*Populus* spp.) نسبت به شته مومی در استان مرکزی. تحقیقات حشره‌شناسی، ۱۳: ۲۱-۳۷.
- سجادی، س.ع.، ۱۳۸۰. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی طرح بررسی آفات صنوبر در استان مرکزی. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان مرکزی، اراک، ایران، ۱۳۷ صفحه.
- شجاعی، م.، لطفیان، ح.، نصراللهی، ع.، یاسینی، ا.، آزما، م. و قاسمی، ر.، ۱۳۷۷. بررسی بیواکولوژی شته مومی و *Phloeomyzus passerinii* Sign. صنوبر شرایط مقاومت میزبان در صنوبرکاری‌های ایران. نشریه علوم کشاورزی، ۱۴: ۴۹-۲۱.
- صادقی، س.ا.، تاراسی، ج. و عسکری، ح.، ۱۳۸۰. بررسی مقاومت و حساسیت یازده کلن صنوبر نسبت به شته مومی صنوبر *Phloeomyzus passerinii* Signoirt در استان زنجان. مجله آفات و بیماریهای گیاهی، ۶۹: ۶۷-۵۷.
- صالحی، م.، قدس‌خواه، م. و امین‌الملشی، م.، ۱۳۹۹. بررسی بیواکولوژی پروانه گالزای صنوبر *Paranthrene tabaniformis* Rott. (Lep.: Sesiidae) و روش‌های کنترل آن در استان گیلان. مجله تحقیقات آفات گیاهی، ۱۰: ۹۱-۸۷.
- صدرائی نجفی، ن.، ۱۳۷۳. پروانه گالزای صنوبر و روش‌های کنترل آن. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۲۵: ۳۵۲-۳۴۳.
- صفرزاده، ف. و عسکریان‌زاده، ع.، ۱۳۹۷. نوسانات جمعیت و مدیریت تلفیقی سوسک چوپوخوار صنوبر، *Melanophila picta* (Col., Buprestidae) روی بید میجنون در محوطه دانشگاه شاهد، تهران. پژوهش‌های کاربردی در گیاه پزشکی، ۱۷: ۳۹-۲۹.
- گودرزی، غ.، ۱۳۷۸. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی شناسایی، جمع‌آوری و بررسی کلن‌های بومی و غیر بومی صنوبر در استان مرکزی. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۱۱۰ صفحه.
- گودرزی، غ.، مدیررحمتی، ع. و احمدلو، ف.، ۱۳۹۲. بررسی سازگاری کلن‌های صنوبر تاج باز در استان مرکزی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱: ۲۶۷-۲۵۶.
- گودرزی، غ.، مدیررحمتی، ع.، زاهدی‌پور، ح. و قاسمی، ر.، ۱۳۸۸. بررسی سازگاری ۲۱ کلن صنوبر تاج بسته در استان مرکزی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷: ۶۶۴-۶۵۰.
- محرمی‌پور، س.، رجبی مظهر، ن. و صادقی، س.ا.، ۱۳۸۳. مقایسه پارامترهای جمعیت پایدار شته مومی صنوبر *P. passerinii* Sign نامه انجمن حشره‌شناسی ایران، ۲۴: ۹۷-۸۳.
- نیکدل، م. و دردایی، ع.ا.، ۱۳۸۹. مقاومت آنتی‌زنوزی کلن‌های مختلف صنوبر به سه آفت مهم در استان آذربایجان شرقی. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴: ۴۸۸-۴۸۱.
- یوسفی، م.، مدیررحمتی، ع.ر.، شهرپور، ع.، همتی، ا. و قاسمی، ر.، ۱۳۸۱. بررسی رشد و سازگاری کلن‌های مختلف صنوبر (بومی و غیربومی) در خزانه‌های آزمایشی تولید قلمه و نهال. نشریه پژوهش و سازندگی، ۱۵: ۸۵-۷۸.
- Alfaro-Tapia, A., Verdugo, J.A., Astudillo, A. and Ramirez, C.C., 2007. Effect of epicuticular waxes of poplar hybrids on the aphid *Chaitophorus leucomelas* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Applied Entomology*, 131(7): 486-492.
- Allegro, G. and Cagelli, L., 1996. Suscep-