

ارزیابی میزان حساسیت گونه‌ها و کلن‌های صنوبر به شته‌های *Pemphigus borealis*، *Pemphigus vesicarius*، *Pemphigus spyrothecae* و پسپل صنوبر *Camarotoscena fulgidipennis* در استان همدان

علیرضا رجبی مظهر^{۱*}، سیدابراهیم صادقی^۲ و مصطفی زارعی لطفیان^۳ و محمدابراهیم فراشپانی^۴

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

پست الکترونیک: rajabi1351@yahoo.com

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

۳- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

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

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۳

چکیده

چند گونه شته گال‌زا شامل گال ماریچی *Pemphigus spyrothecae* Pa.، گال تاج‌خروسی *P. vesicarius* Pa.، گال کوزه‌ای *P. borealis* Tull. و پسپل *Camarotoscena fulgidipennis* Log. از آفات درختان صنوبر در ایران و استان همدان هستند. در این بررسی، تراکم گال‌های آفات یادشده روی ۱۵ کلن بومی و غیربومی صنوبر متعلق به گونه‌های *P. nigra* L.، *Populus alba* L.، *P. deltoidea* Marsh. و *P. x. euramericana* (Dode) که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شده بود، طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۰ ارزیابی شد. از هر کرت به‌طور تصادفی ۵ درخت انتخاب و از ارتفاع ۲۰۰-۱۰۰ سانتی‌متری ۴ شاخه از چهار جهت جغرافیایی هر درخت انتخاب و تعداد گال‌های موجود در آن شمارش شد. کلن‌های متعلق به گونه‌های *P. deltoidea*، *P. alba* و *P. x. euramericana* بدون گال و کاملاً مقاوم بودند. آلودگی در کلن‌های گونه *P. nigra* مشاهده شد. داده‌ها در برنامه SPSS 16.0 تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد، بین کلن‌ها از نظر آلودگی در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد، بیشترین تعداد گال *P. vesicarius*، *P. borealis*، *P. spyrothecae* و *C. fulgidipennis* به ترتیب در ۱، ۱، ۶ و ۱ کلن و کمترین آن (صفر گال) به ترتیب در ۴، ۵، ۶ و ۳ کلن صنوبر *P. nigra* دیده شد. براساس این بررسی کلن‌های *P. x. euramericana* 214 و *P. deltoidea missouriensis*، *P. alba* 58/57، *P. nigra* 62/172، *P. nigra* 62/167 و *nigra* 49/5 بیشترین عملکرد در تولید چوب به این آفات مقاوم بودند.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، مقاومت، همدان، گال ماریچی، گال تاج‌خروسی، گال کوزه‌ای و پسپل صنوبر.

مقدمه

همدان، با ۱۴۴۸ هکتار مساحت زیر کشت در کشور، در

مقام ششم قرار دارد (Mirakhorlou et al., 2019). از زمان

صنوبر به‌عنوان یکی از درختان مهم غیرمثمر در استان

شته‌های گال‌زای جنس *Pemphigus* دارای پراکنش وسیع جهانی هستند و با ۴۵ گونه در اروپا گال‌هایی روی شاخه‌ها، دم‌برگ یا پهنک برگ درختان صنوبر به‌ویژه *Populus nigra* L. ایجاد می‌کنند. بیشتر گونه‌ها دو میزبان (heteroecious) هستند و چرخه زندگی خود را ابتدا روی درختان صنوبر سپری می‌کنند و به‌طور مشخص گال‌های خود را در اندازه و شکل مختلف روی آنها تشکیل می‌دهند و میزبان ثانویه آنها بخش‌های زیرزمینی گیاهان خانواده Asteraceae, Apiaceae, Brassicaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Chenipodiaceae و Ranunculaceae هستند (Halaj & Osiadacz, 2013; Najmi et al., 2018) و در ایران تنها گونه *P. fuscicornis* (Koch) از روی ریشه گیاهان Chenipodiaceae و بقیه از روی گونه‌های صنوبر جمع‌آوری شده و میزبان ثانوی این گونه‌ها در ایران شناخته‌شده نیست (Rezvani, 2001). این شته‌ها علاوه بر خسارت مستقیمی که از طریق تغذیه از شیره گیاهی و ضعف گیاه ایجاد می‌کنند، با ترشح بزاق خود به داخل گیاه، باعث پیچیدگی شدید برگ میزبان می‌شوند. همچنین، تعدادی از گونه‌ها توانایی انتقال ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی را دارند. بنابراین، این شته‌ها از مهمترین آفات خطرناک گیاهان زراعی هستند (Harris, 1981).

شته‌های جنس *Pemphigus* با تغذیه پوره‌های تازه متولدشده در اوایل فصل، باعث ایجاد گال روی برگ و شاخه‌های جوان درختان صنوبر می‌شوند و در اواسط تابستان فرم بال‌دار شته‌ها به سوی میزبان‌های ثانوی مهاجرت می‌کنند (Moran & Whitham, 1990; Rezvani, 2001). حشرات خانواده Psyllidae در اوایل فصل با تفریح تخم‌ها و خروج پوره‌های سن اول و تغذیه آنها در حاشیه برگ‌های نوظهور میزبان، باعث پیچ‌خوردگی و تشکیل گال می‌شوند. حشرات این خانواده دارای پنج سن پورگی هستند. زمستان‌گذرانی به‌صورت حشره کامل و در برخی به‌صورت تخم است (Rajabimazhar et al., 2004). در ایران دو گونه پسیل به نام *Camarotoscena fulgidipennis* Loginova و *C. speciosa* Flor از استان

تأسیس مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع در سال ۱۳۴۷ تاکنون، تعداد ۱۵۸ کلن بومی و غیربومی صنوبر در قالب طرح‌های تحقیقاتی از جمله آزمایش‌های سازگاری و معرفی ارقام پر محصول در کشور بررسی شده‌اند (Modirrahmati et al., 2008) و سازگاری ۲۳ کلن برتر از نتایج مرحله اول آزمایش پوپولتوم مقایسه‌ای انتخاب و در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان به‌صورت ۸ کلن تاج‌باز و ۱۵ کلن تاج‌بسته کشت شد (Zareiloftian et al., 2011). به موازات این مطالعات، بررسی حساسیت و مقاومت کلن‌ها به عوامل خسارت‌زا از جمله آفات نیز مورد توجه قرار گرفت. بنابراین، مبارزه شیمیایی با آفات صنوبر، با توجه به مشکلات عدیده زیست‌محیطی و اقتصادی مقدور نیست، از این‌رو استفاده از گونه‌ها و کلن‌های مقاوم صنوبر به آفات، نقش مهمی در مدیریت کنترل انبوهی آفات صنوبر ایفا می‌کند.

حشرات گال‌زا از نظر تنوع زیستی و ارائه الگویی برای مطالعات اکولوژیک حشرات و نیز خسارت‌زا بودن برخی از گونه‌ها دارای اهمیت هستند (Sadeghi et al., 2009). برخی گال را شامل همه علائم رشدی و همین‌طور مشخصات غیرطبیعی گیاه می‌دانند که توسط حشرات یا عوامل بیماری‌های گیاهی روی گیاه میزبان ایجاد می‌شود. معمولاً این رشد غیرطبیعی در گال‌ها، می‌تواند در اثر افزایش تعداد (هیپرپلازی) یا اندازه (هیپرتروفی) سلول‌های گیاهی در محل گال به وجود بیاید. گروه‌های مختلف حشرات گال‌زا معمولاً گال‌های خود را روی میزبان‌های گیاهی خاصی ایجاد می‌کنند (Meyer, 1987).

شته‌های گال‌زای جنس *Pemphigus* Hartig از خانواده Pemphigidae و جنس *Camarotoscena* Haupt متعلق به پسیل‌های خانواده Psyllidae به‌عنوان آفت صنوبر از کشورهای مختلف (Moran & Whitham, 1990; Buga et al., 2016; Ye et al., 2018) و ایران (Burckhardt & Lauterer, 1993; Abaii, 2000; Babmorad et al., 2011; Rezvani, 2001; Tarasi et al., 2006; Nikdel & Dordaei, 2008; Najmi et al., 2018) گزارش شده‌اند.

M. uncostata Muls. & Ray سنک صنوبر (al., 2007 Tarasi et al., 2013), پسیل صنوبر (Babmorad et al., 2011), دو گونه شته گالزا (2006; Babmorad et al., 2011), و پروانه (Nikdel & Dordaei, 2011) *Pemphigus* spp. گالزای صنوبر (*P. tabaniformis* (Rott.) Salehi et al., 2021) ارزیابی شده‌اند. بنابراین، بررسی کلن‌های مقاوم به این آفات بسیار مهم است. این پژوهش با هدف ارزیابی و شناسایی گونه‌ها و کلن‌های صنوبر مقاوم به آفات گالزا در شرایط استان همدان در قالب طرح پژوهشی مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌های گونه‌ها و کلن‌های مختلف صنوبر در استان همدان (Rajabimazhar et al., 2006) اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای طرح

این بررسی در محل اجرای طرح «آزمایش نهایی سازگاری ارقام مختلف صنوبر (پوپولتوم مقایسه‌ای) برای معرفی مناسب‌ترین آنها به بخش اجرا در استان همدان» انجام شد. طرح در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه، ۴۷ دقیقه و ۱۲ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه، ۳۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه شرقی اجرا شد. ارتفاع محل، ۱۷۴۴ متر از سطح دریا و ۱۳۱ روز یخبندان در سال و حداکثر و حداقل دما در گرم‌ترین و سردترین ماه به ترتیب ۲۸°C و ۱۲°C- بود.

گونه‌ها و کلن‌های مورد بررسی

در صنوبرکاری مرکز تحقیقات، تعداد ۱۵ کلن صنوبر بومی و غیربومی از گونه‌های *P. alba* (P. a.)، *P. deltoides* (p. d.)، *P. nigra* (p. n.) و *P. x. euramericana* (p. e.) با مشخصات جدول ۱ که برای بررسی سازگاری ارقام مختلف صنوبر (پوپولتوم مقایسه‌ای) برای معرفی مناسب‌ترین آنها در استان همدان در سال ۱۳۸۶ کاشته شده بود، انتخاب شد. کلن‌های یادشده در قالب

های شمالی، شمال‌غربی و مرکزی ایران (Abaii, 2000)، تهران، کرج و فارس (Burckhardt & Lautrer, 1993; Babmorad et al., 2011) با اهمیت اقتصادی متوسط گزارش شده است.

البته تاکنون بررسی‌های زیادی در رابطه با حساسیت و مقاومت گونه‌ها و کلن‌های صنوبر به آفات در دنیا انجام شده است. در کشورهای اروپایی مانند ایتالیا، اسپانیا، فرانسه، هلند و آلمان تحقیقات زیادی در مورد مقاومت و حساسیت درختان صنوبر به آفات مهم شته مومی صنوبر *P. passerinii* Sign. انجام شده است (Allegro & Cagelli, 1996). پارامترهای زیستی سوسک برگ‌خوار *M. populi* L. روی پنچ کلن از صنوبر *P. deltoides* Bartr. و یک کلن *P. x. euramericana* (Dode) (Jodal et al., 1991)، ترجیح میزبانی و میزان تخم‌ریزی دو گونه آفت *C. populi* L. و *C. tremulae* Fabricius روی ۱۵ کلن صنوبر در شرایط کشور فرانسه بررسی شد (Augustin, 1993). در کشور چین با انتقال ژن‌های مقاوم به آفات در کلن‌های برتر صنوبر و ایجاد درختان تراریخته علیه شته‌ها، از برگ‌خواران صنوبر بررسی‌هایی انجام شده است (Ewald, 2006)، همچنین در تحقیقاتی مشابه با ایجاد درختان صنوبر تراریخته با ژن‌هایی روی گونه‌های *P. deltoides* و *P. simonii* (Pos.) مشاهده کردند که نسبت به کلن‌های شاهد مقاومت بالایی نسبت به آفت برگ‌خوار ابریشم‌باف ناجور *L. dispar* L. داشتند (Rao et al., 2001). در ایران در سال‌های اخیر بررسی‌های گسترده‌ای در مورد مقایسه میزان خسارت یا مقاومت و حساسیت گونه‌ها و کلن‌های مختلف به آفات مهم صنوبر انجام شده که ناشی از اهمیت تحقیقات گیاه‌پزشکی و مدیریت غیرشیمیایی این آفات در حیطه تولید چوب و زراعت این درختان است. از جمله این پژوهش‌ها، ترجیح میزبانی آفت برگ‌خوار *M. populi* (Sadeghi et al., 2000)، میزان حساسیت و مقاومت گونه‌ها و کلن‌های مختلف صنوبر به آفاتی مانند شته مومی صنوبر *P. passerinii* (Sadeghi et al., 2000; Rajabimazhar et al., 2003; Moharramipour et al., 2004; Tarasi et

هم تعداد گال‌ها دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد بودند، ولی سایر پارامترها از قبیل سال‌های نمونه‌برداری، بلوک‌های درختان و آثار متقابل بین کلن، سال و بلوک اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). براساس گروه‌بندی و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن، کلن صنوبر تبریزی *P. n.* 42/51 حساس‌ترین کلن به شته *P. borealis* بود. کلن‌های *P. n.* 42/53 و *P. n.* 56/72 در گروه دوم حساسیت و سایر کلن‌ها دارای حداقل مقدار آلودگی بودند و به این شته گال‌زا مقاومت نشان دادند (جدول ۳). در رابطه با شته گال‌زای دمیرگ *P. spyrothecae*، کلن‌های *P. n.* 42/51، *P. n.* 42/53، *P. n.* 56/32، *P. n.* 74/1 و *P. n.* 75/1 از صنوبر تبریزی در یک گروه، بالاترین میانگین تعداد گال را داشتند. دو کلن *P. n.* 47/13 و *P. n.* 56/72 در گروه دوم حساسیت و باقی کلن‌ها نسبت به این گونه حشره گال‌زا مقاومت داشتند (جدول ۳). در مورد شته گال تاج خروسی *P. vesicarius*، کلن بومی *P. n.* 75/1 با میانگین تعداد ۶ گال در واحد نمونه‌برداری در گروه اول به عنوان کلن حساس قرار گرفت. کلن‌های *P. n.* 74/1، *P. n.* 42/53، *P. n.* 56/21 و *P. n.* 56/32 در گروه دوم حساسیت و همچنین پنج کلن باقیمانده بدون هرگونه آلودگی و گالی نسبت به این گونه شته آفت مقاوم بودند. مقایسه میانگین تعداد گال‌های محتوای کلنی پسپیل *C. fulgidipennis* نشان داد که کلن *P. n.* 42/51 با بیشترین تعداد گال حساس‌ترین و کلن‌های *P. n.* 47/13، *P. n.* 56/21، *P. n.* 56/32، *P. n.* 74/1 و *P. n.* 75/1 در گروه دوم حساسیت طبقه‌بندی شدند، همچنین کلن‌های *P. n.* 49/5، *P. n.* 62/167، *P. n.* 62/172، *P. n.* 56/72 و *P. n.* 75/2 در گروه مقاوم جای گرفتند (جدول ۳).

تجزیه کلاستر ۱۵ کلن مورد بررسی براساس تعداد گال‌های مربوط به چهار گونه حشره گال‌زای صنوبر، کلن‌ها را در سه گروه متفاوت قرار داد. کلن‌های *P. n.* 42/53 و *P. n.* 42/51 حساس‌ترین کلن‌ها به آفات هستند و در یک گروه قرار گرفتند. کلن‌های *P. a.* 58/57، *P. d.* missoriensis، *P. x.* e. 214، *P. n.* 62/167، *P. n.* 62/167 و *P. n.* 62/167

طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شده بودند. در هر کرت آزمایشی ۲۵ اصله نهال (۵×۵) از هر کلن کاشته شده بود. برای حذف آثار حاشیه‌ای، نمونه‌برداری فقط از ۵ درخت باقی‌مانده در وسط هر کرت آزمایشی شامل درخت وسط کرت و ۴ درخت در چهار جهت اصلی کرت انجام شد. تعداد گال‌های متعلق به گونه‌های شته ماریچی دمیرگ *P. spyrothecae* Passerini، گال تاج خروسی *P. vesicarius* Passerini، گال کوزه‌ای *P. borealis* Tullgren و پسپیل *C. fulgidipennis* Loginova از ۴ شاخه در ۴ جهت اصلی موجود در ارتفاع ۲-۱ متر تاج درختان در اوایل تیرماه سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ شمارش شد. تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین اطلاعات به‌دست‌آمده و میزان ترجیح آفات در انتخاب میزبان از بین کلن‌های مختلف صنوبر با نرم‌افزار SPSS 16.0 تعیین شد. آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها در قالب آزمون دانکن ($\alpha=5\%$) و در تجزیه کلاستر کلن‌ها نیز از نرم‌افزار SPSS 16.0 استفاده شد. همچنین استانداردسازی داده‌ها از طریق لگاریتم اعداد به علاوه یک انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از تعداد گال‌های تشکیل شده توسط آفات گال‌زای صنوبر *Pemphigus spyrothecae*، *P. vesicarius*، *P. borealis* و *Camarotoscena fulgidipennis* در تاج درختان مربوط به گونه‌های مختلف صنوبر نشان داد که کلن‌های متعلق به گونه‌های صنوبر (*P. a.*)، (*P. d.*) و (*P. e.*) به دلیل عدم استقرار و تشکیل گال توسط حشره روی این کلن‌ها، گونه‌های غیرمیزبان یا ایمن به این آفات تعیین شدند. همچنین کلن‌های مربوط به صنوبر تبریزی (*P. n.*) نسبت به آلودگی حساسیت‌های متفاوتی از خود نشان دادند (شکل ۱). براساس جدول ۲ تراکم گال‌های ناشی از فعالیت حشرات گال‌زای صنوبر، تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد بین کلن‌های مختلف نشان داد. همچنین هر چهار گونه آفت، روی دوازده کلن صنوبر تبریزی هم از لحاظ میزان تراکم و

دیگر نیز حداقل آلودگی را داشتند، نتایج با یافته‌های سایرین که کلن‌های با منشأ ترکیه از قبیل *P. n. 62/167* و *P. n. 62/172* را مقاوم به این آفت معرفی کرده‌اند، مطابقت دارد (Nikdel & Dordaei, 2011; Bagherimatin et al., 2014). از کلن‌های مختلف صنوبر تبریزی بومی استان نسبت به شته گال تاج خروسی *P. vesicarius*، کلن *P. n. 75/2* بدون آلودگی و دو کلن دیگر دارای بیشترین آلودگی و حساسیت بودند، از سویی با توجه به عدم آلودگی کلن‌های *P. n. 62/167* و *P. n. 62/172* با منشأ ترکیه، بررسی‌های انجام شده در سایر مناطق آن را تأیید کرد (Nikdel & Dordaei, 2011; Bagherimatin et al., 2014). براساس نتایج به‌دست آمده از تراکم گال‌های حشره پسپیل صنوبر *C. fulgidipennis* کلن‌های *P. n. 42/51* با منشأ کرج و *P. n. 47/13* با منشأ میان‌دوآب با بیشترین آلودگی به‌عنوان کلن‌های حساس، یافته‌ها و نتایج بررسی‌های انجام شده در استان‌های زنجان (Tarasi et al., 2007) و آذربایجان شرقی (Nikdel & Dordaei, 2011) تأیید شد، همچنین آلودگی کمتر کلن *P. n. 56/72* نتایج به‌دست آمده در استان کرمانشاه را تأیید کرد (Bagherimatin et al., 2014). از سویی عدم آلودگی گونه‌های *P. alba*، *P. deltoidea* و *P. x. euramericana* و برخی کلن‌های تبریزی از جمله *P. n. 62/167*، *P. n. 62/172* و *P. n. 49/5* در خوشه‌بندی کلن‌ها، به‌عنوان کلن‌های با مقاومت بالا و ایمن معرفی شدند (شکل ۲) که نتایج حاصل از بررسی‌های دیگران را تأیید کرد (Tarasi et al., 2007; Nikdel & Dordaei, 2011; Bagherimatin et al., 2014). با توجه به یافته‌های حاصل از این بررسی می‌توان از کلن‌های پربازده و مقاوم به آفات گالزا به جای کلن‌های حساس رایج، در مزارع تولید چوب صنوبر استفاده کرد.

P. n. 62/172 و *P. n. 49/5* با کمترین تعداد گال و آلودگی در گروه مقاوم و بقیه کلن‌ها حالت بینابینی داشتند و در حدوسط قرار گرفتند (شکل ۲).

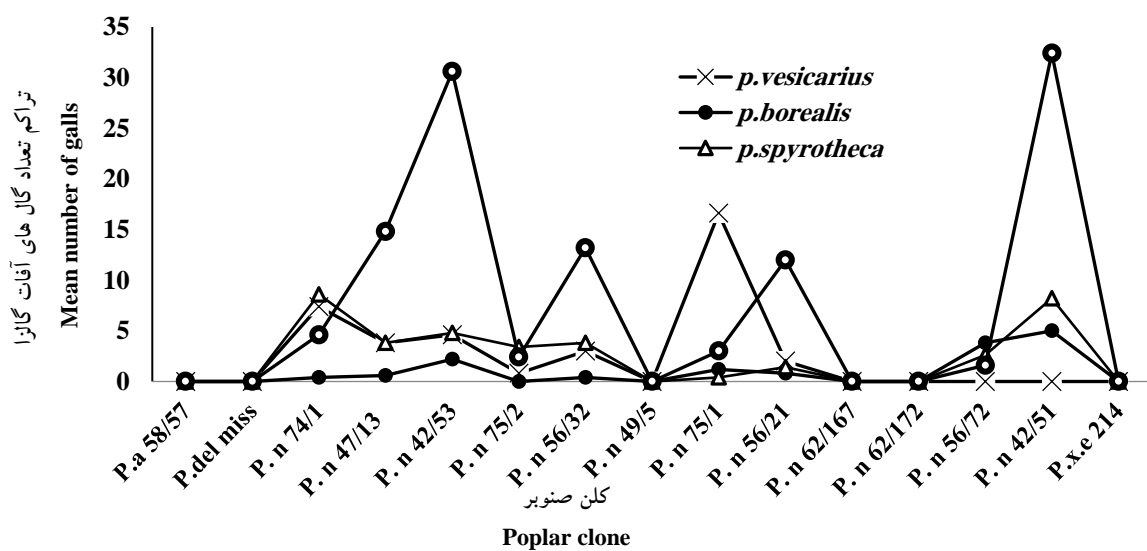
بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های مربوط به داده‌های حساسیت و مقاومت گونه‌ها و کلن‌های صنوبر به آفات گالزا در استان همدان نشان داد، میزان تراکم گال‌های شته *P. vesicarius*، *Pemphigus spyrothecae* و پسپیل *borealis* و *Camarotoscena fulgidipennis* روی گونه‌ها و کلن‌های صنوبر اختلاف معنی‌داری دارند. به طوری که کلن‌های متعلق به گونه‌های *P. Populus alba*، *deltoidea* و *P. x. euramericana* کاملاً به آفات یادشده مقاوم بودند، این نتیجه با یافته‌های سایر محققان که این کلن‌ها را مقاوم به این آفات معرفی کرده‌اند، مطابقت دارد (Sadeghi et al., 2000; Tarasi et al., 2006; Bobmorad et al., 2011; Nikdel & Dordaei, 2011; Bagherimatin et al., 2014). تراکم گال‌های شته دمبرگ صنوبر *P. spyrothecae* روی کلن‌های مربوط به صنوبر تبریزی هم دارای اختلاف معنی‌دار بود. از کلن‌های بومی استان کلن *P. n. 75/1* بدون آلودگی و مقاوم و کلن‌های *P. n. 74/1* و *P. n. 75/2* دارای بیشترین آلودگی بودند و حساسیت بالایی را نشان دادند، در مقایسه با نتایج بررسی‌های انجام شده در سایر مناطق، کلن *P. n. 47/13* با منشأ میان‌دوآب در استان زنجان (Tarasi et al., 2006) و آذربایجان شرقی (Nikdel & Dordaei, 2011) دارای حداکثر آلودگی و کلن‌های با منشأ ترکیه از جمله *P. n. 62/167* و *P. n. 62/172* مقاوم بودند. نتایج به‌دست آمده در مورد شته گال کوزه‌ای *P. borealis*، در میان کلن‌های با منشأ ترکیه فقط کلن *P. n. 56/72* به این حشره آلوده بود و بقیه کلن‌ها از خود مقاومت نشان داده‌اند. از کلن‌های بومی استان، کلن *P. n. 75/2* بدون آلودگی بود و دو کلن

جدول ۱- نام کلن‌های صنوبر مورد آزمایش در بررسی حساسیت به شته‌های گال‌زای صنوبر و منشأ جغرافیایی آنها

Table 1. Name of poplar clones tested for susceptibility to poplar gale aphids and their geographical origins

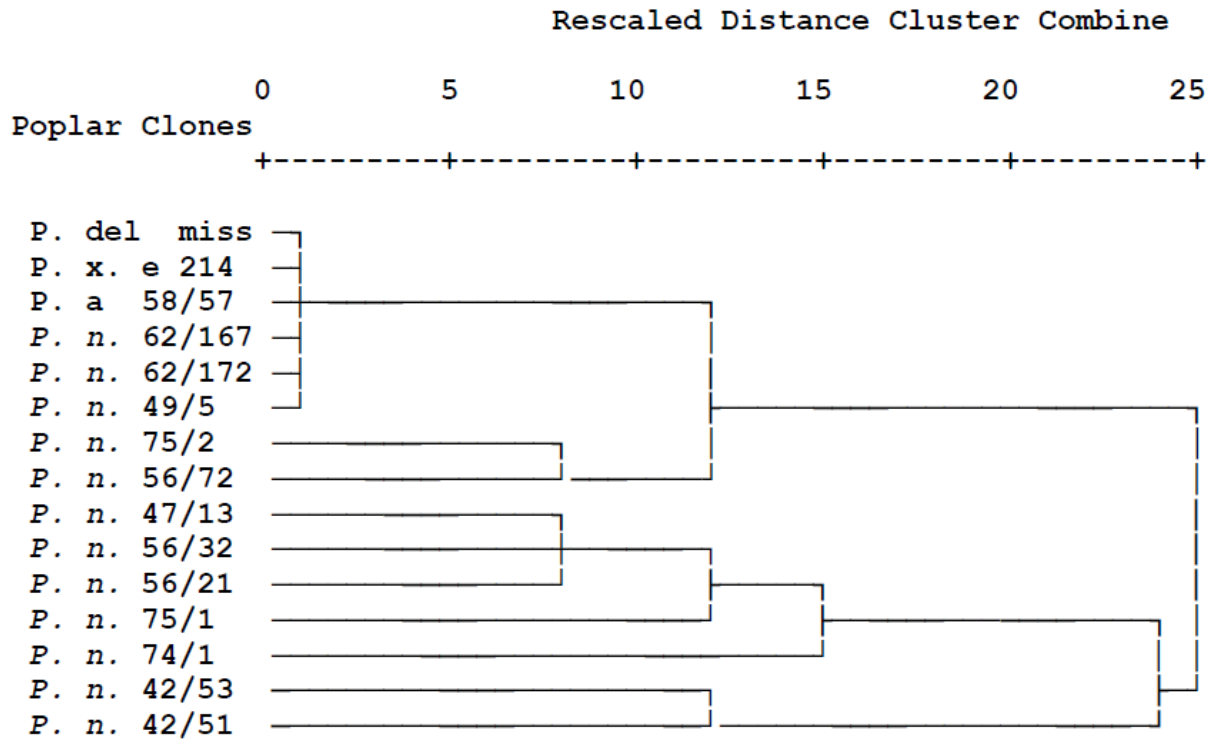
کلن‌های صنوبر	منشأ جغرافیایی کلن‌ها	
Poplar clones	Clones geographical origin	
<i>P. alba</i> 58/57	Italy	ایتالیا
<i>P. deltoides</i> missouriensis	United States	آمریکا
<i>P. nigra</i> 42/51	Iran/Karaj	کرج
<i>P. nigra</i> 42/53	Iran/Karaj	کرج
<i>P. nigra</i> 47/13	Iran/Miandoab	میاندوآب
<i>P. nigra</i> 49/5	Iran/Zanjan	زنجان
<i>P. nigra</i> 56/21	Turkey	ترکیه
<i>P. nigra</i> 56/32	Turkey	ترکیه
<i>P. nigra</i> 56/72	Turkey	ترکیه
<i>P. nigra</i> 62/167	Turkey	ترکیه
<i>P. nigra</i> 62/172	Turkey	ترکیه
<i>P. nigra</i> 74/1	Iran/Hamadan	همدان
<i>P. nigra</i> 75/1	Iran/Hamadan	همدان
<i>P. nigra</i> 75/2	Iran/Hamadan	همدان
<i>P. x euramericana</i> 214	Italy	ایتالیا



شکل ۱- میانگین تراکم گال‌های آفات گال‌زای صنوبر روی کلن‌های صنوبر *P. nigra* در استان همدان

Figure 1. Mean density of poplar galls on *P. nigra* clones in Hamadan province

Dendrogram using Average Linkage



شکل ۲- تجزیه کلاستر کلن‌های مختلف صنوبر از نظر میزان تراکم گال‌های حشرات گال‌زا به روش Average Linkage

Figure 2. Clusters analysis of poplar clones in aphid gall density on them by Average Linkage Method

جدول ۲- تجزیه واریانس تغییرات گال‌های آفات گال‌زای صنوبر روی ۱۲ کلن صنوبر *P. nigra* در طرح فاکتوریل بر پایه یک طرح کاملاً تصادفی در همدان

Table 2. Analysis of variance gales number on 12 *P. nigra* clones in factorial based on a completely randomized design in Hamadan

Pr.>F	F	میانگین مربعات Average of Squares	مجموع مربعات Sum of Squares	درجه آزادی Degrees of Freedom	منابع تغییرات Sources of Change
0.0001	7.764 **	0.299	3.290	11	<i>P. borealis</i>
0.0001	8.423 **	0.643	7.077	11	<i>P. spyrothecae</i>
0.002	18.042 **	0.989	10.878	11	<i>P. vesicarius</i>
0.0001	23.723 **	1.949	21.437	11	<i>C. fulgidipennis</i>
0.0001	19.699 **	7.457	82.024	11	کلن Clone
0.055	3.773 n.s	4.972	4.972	1	سال Year
0.226	1.337 n.s	0.506	1.012	2	بلوک Block
0.709	1.832 n.s	0.694	7.629	11	کلن * سال Clone* Year
0.547	0.606 n.s	0.229	0.459	2	بلوک * سال Block * Year
0.998	0.339 n.s	0.128	2.822	22	بلوک * کلن Clone* block
1.000	0.226 n.s	0.101	2.215	22	بلوک * کلن * سال Clone* Block*Year
		0.379	54.508	144	اشتباه آزمایش Error
			342.450	216	جمع Total

**Significant at probability level 1%
n.s: no significant difference

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد
n.s: عدم وجود اختلاف معنی دار

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد گال‌های ایجاد شده آفات گال‌زای صنوبر روی ۱۲ کلن صنوبر *P. nigra* در همدان

Table 3. Comparison of galls number mean by poplar aphid on 12 *P. nigra* poplar clones in Hamadan

کلن صنوبر Poplar clones	خطای معیار ± میانگین [☆] Standard error ± Mean [☆]			
	<i>P. borealis</i>	<i>P. spyrothecae</i>	<i>P. vesicarius</i>	<i>C. fulgidipennis</i>
<i>P. nigra</i> 42/51	2.17 ± 0.30 a [¥]	4.44 ± 1.20 a	0 f	9.67 ± 1.68 a
<i>P. nigra</i> 42/53	1.22 ± 0.07 bc	2.56 ± 0.63 ab	3.33 ± 0.18 bc	8.77 ± 2.07 b
<i>P. nigra</i> 47/13	0.33 ± 0.02 de	1.55 ± 0.39 abc	1.67 ± 0.05 cd	4.78 ± 0.92 b
<i>P. nigra</i> 49/5	0 e	0 d	0.44 ± 0.02 ef	0 e
<i>P. nigra</i> 56/21	0 e	0.67 ± 0.40 cd	0.88 ± 0.03 de	4.16 ± 0.51 b
<i>P. nigra</i> 56/32	0 e	1.50 ± 0.42 ab	1.28 ± 0.30 cd	4.50 ± 0.85 b
<i>P. nigra</i> 56/72	2.11 ± 0.07 b	1.33 ± 0.06 bc	0 f	0.88 ± 0.15 cde
<i>P. nigra</i> 62/167	0 e	0 d	0 f	0 e
<i>P. nigra</i> 62/172	0 e	0 d	0 f	0 e
<i>P. nigra</i> 74/1	0.22 ± 0.03 de	2.94 ± 0.28 a	3.22 ± 0.26 b	1.61 ± 0.37 c
<i>P. nigra</i> 75/1	0.28 ± 0.05 de	0 d	6.00 ± 1.27 a	1.22 ± 0.36 cd
<i>P. nigra</i> 75/2	0 e	1.56 ± 0.24 ab	0 f	0.60 ± 0.03 de

☆: Number of gall pests per base of poplar clone

☆: تعداد گال آفات در هر پایه از کلن صنوبر

¥: تیمارهایی که حروف مشابه دارند، براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

¥: According to Duncan's test, there is no significant difference at the 5% level, treatments that have same letters.

Protection Press, Tehran, 178p.

سیاسگزار

-Allegro, G. and Cagelli, L., 1996. Susceptibility of *Populus nigra* L. to the wooly poplar aphid (*Phloeomyzus passerinii* Sign.). Forest Genetics, 3(1): 18-22.

در انتشار این مقاله از نتایج حاصل از طرح پایش آفات و بیماری‌های درختان سریع‌الرشد صنوبر و بید در استان استان همدان استفاده گردیده است. بدینوسیله از بخش تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع بابت همکاری در اجرای این پژوهش قدردانی می‌گردد.

-Augustin, S., 1993. Preference *Chrysomela (=Melasoma) populi* L. and *Chrysomela tremulae*F. (Col., Chrysomelidae) for leuce section poplar clones. Journal of Applied Entomology, 115(4): 370-378.

-Babmorad, M., Azizkhani, E. and Zeinali, S., 2011. Poplar psyllid, *Camarotoscena fulgidipennis*(Hom.: Psyllidae) damage on poplar species and clones in Karaj, Iran. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 8(2): 119-127 (In Persian).

منابع مورد استفاده

-Babmorad, M., Hesamzadehhejazi, S.M., Bagheri, R., Sadeghi, S.E. and Zeinali S., 2013. Comparing the oviposition rate of *Monosteira unicostata* (Mulsant &

-Abaii, M., 2000. Pests of Forest Trees and Shrubs of Iran. Agricultural Research Education & Extension Organization, Iranian Research Institute of Plant

- Chaitophoruspopuli*(Panzer) (Hem., Pemphigidae), *Pemphigus spirothecae*Passerini (Hem., Aphidoidea) and *Camarotoscena* sp. (Hem., Psyllidae). Journal of Entomological Research, 2(3): 239-250.
- Nikdel, M. and Dordaei, A.A., 2011. Antixenosis resistance of different Poplar clones to three important pest in East Azarbaijan, Iran. Journal of Plant Protection Research, 24(4): 481-488.
- Rajabimazhar, A.A., Moharamipour, S. and Sadeghi, S.E., 2003. Antixenosis resistance to woolly poplar aphidin *Phloeomyzus passerinii* Sign. (Hom.: Aphididae) different poplar clones. Journal of Entomological Society of Iran (JESI), 22(2): 31-44.
- Rajabimazhar, A.A., Sadeghi, S.E., Omid, R. and Khanjani, M., 2004. Evaluation of the biology of *Psyllopsis repens* Log. and identification of its natural enemies in Hamadan province of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 46p (In Persian).
- Rajabimazhar, A.A., Sadeghi, S.E., Zareiloftian, M., Moharamipour, S., Babmorad, M. and Navaei, A., 2006. Integrated pest management of poplar species and clones in Hamadan province. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 74p (In Persian).
- Rao., H., Ningfeng, W., Huang, M., Fan, Y. and Wang, M., 2001. Two insect-resistant genes were transferred into poplar hybrid and transgenic poplar shew insect-resistance. Progress in Biotechnology, 18: 239-246.
- Rezwani, A., 2001. Key to the aphids (Homoptera: Aphidinea) in Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ministry of Jihad-e-Agriculture, 305p.
- Sadeghi, S.E., Assareh, M.H. and Tavakoli, M., 2009. Oak gall wasps of Iran. Research Institute of forest and rangelands. Tehran, 310p (In Persian).
- Sadeghi, S.E., Mehrabi, A., Askari, H. and Zeinali, S., 2000. Quantitative differences in ovipositing of poplar leaf beetle (*Melasomapopuli*) (Col. Chrysomelidae) on four species of poplar trees. Proceeding of 14th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan University of Technology, pp. 135.
- Salehi, M., Ghodskhahdaryaei, M., Amanzadeh, B. and MosaviCoopar, S.A., 2021. Damage rate of *Paranthrenetabaniformis*Rott. (Lep.: Sesiidae) and *Nycteolaasiatica*Krul. (Lep.: Noctuidae) on different poplar species and clones in Guilan province. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 18(2): 233-243.
- Tarasi, J., Sadeghi, S.E., Ostovan, H. and Shojaei, M., 2006. Density of Poplar Psyllid, *Camarotoscena hoberlandti* Vondracek, on different Poplar clones in Zanjan province. Journal of Agricultural Sciences, 11(4): 79-85.
- Tarasi, J., Sadeghi, S.E. and Moradi, P., 2007. Study (Rey) on Poplar Clones in Karaj. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(4): 669-678 (In Persian).
- Bagherimatin, S., Sadeghi, S.E., Mahbob, S.M. and Tohidi, M.T., 2014. Comparison of *Camarotoscena speciosa* (Psyllidae) and *Pemphigus bursarius* (Pemphigidae) infection on poplar clones in Kermanshah province. The Third National Congress on Organic and Conventional Agriculture, 5p.
- Buga, S.V., Zhorrov, D.G., Leshchinskaya, N.V. and Stekolshchikov, A.V., 2016. Aphids of the family Eriosomatidae (Homoptera) in Belarus. Zoosystematica Rossica, 25(2): 226-232.
- Burckhardt, D. and Lauterer, P., 1993. The jumping plant-lice of Iran (Homoptera, Psylloidea). Revue Suisse de Zoologie, 100(4): 829-898.
- Ewald, D., 2006. Transgenic trees in china. AF2/ Derwald, Allgeneine forest zeitschrift fur wald wirts chaftundumweltvorsorge, 61(5): 231-233.
- Halaj R., and Osiadacz, B., 2013. European gall-forming Pemphigus (Aphidoidea: Eriosomatidae), ZoologischerAnzeiger, 252: 417-423.
- Harris, K.F. 1981. Arthropod and nematode vectors of plant viruses. Annual Review of Phytopathology. 19: 391-426.
- Jodal, C., Avramovic, G. and Markovic, A., 1991. Evaluation of several poplar clones from the aspect of some important elements of reproduction of *Melasomapopuli*(Col. Chrysomelidae)_Availble at: <http://www.fao.org/forestry/19229/en/che/>(accessed 27 November 2007).
- Meyer, J., 1987. Plant galls and gall inducers. Berlin and Stuttgart: Borntraeger, 291p.
- Mirakhorlou, K., Bayat, M. and Ahmadlo, F., 2019. Investigation on Poplar planting and its distribution in Iran using Sentinel-2 data . Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 63p.
- Modirrahmati, A.R., Hemati, A. and Ghasemi, R., 2008. Investigation of poplar clone characteristics in experimental treasuries. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 142p.
- Moharramipour, S. Rajabimazhar, N. and Sadeghi, S.E., 2004. A comparison of population parameters of woolly poplar aphid (*Phloeomyzuz passerinii*) on twelve poplar clones. Journal of Entomological Society of Iran, 24(1): 83-97.
- Moran, N.A. and Whitham, T.J., 1990. Differential colonization of resistant and susceptible hostplants: *Pemphigus* and *Populus*. Ecology, 71: 1059-1067.
- Najmi, A., Sadeghi Namaghi, H. and Fekrat, L., 2018. Gall-inducing aphids of *Populus* spp. in Razavi Khorasan Province, with introducing two new species for Iranian fauna. Journal of Plant Protection, 32(2): 221-229.
- Nikdel, M. and Dordaei, A.A., 2008. Comparison of susceptibility levels of poplar spieces and clones to

- and stress-induced volatiles. *Trees* (Berl West), 33(1): 37-51.
- Zareiloftian, M., Modirrahmati, A.R, Rajabimazhar, A.R., Ghasemi, R. and Hashempor, S., 2011. Various populus species Agreement test (comparison populetum) for best suitable presentation to execution unique (Hamadan province). Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 89p (In Persian).
- and comparing of density of spiral gall aphid, *Pemphigus spirothecae* (Hom. Pemphigidae) on ten clones of black poplar, *Populus nigra* and its natural enemies in Zanzan province. *Pajouhesh and Sazandegi*, 77: 130-134.
- Ye, J., Jiang, Y., Veromann-Jürgenson, L.L. and Niinemets, U., 2019. Petiole gall aphid (*Pemphigus spyrothecae*) infestation of *Populus × petrovskiana* leaves alters foliage photosynthetic characteristics and leads to enhanced emissions of both constitutive

Evaluation of susceptibility of different species and poplar clones to *Pemphigus spyrothecae*, *Pemphigus vesicarius*, *Pemphigus borealis* and *Camarotoscena fulgidipennis* in Hamadan province, Iran

A.A. Rajabi mazhar^{1*}, S.E. Sadeghi², M. Zareiloftian³ and M.E. Farashiani⁴

1* - Corresponding author, Assistant Prof., Hamadan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran, E-mail: rajabi1351@yahoo.com

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

3- Research Expert, Hamadan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamadan, Iran

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

Received: 13.01.2022

Accepted: 19.04.2022

Abstract

Aphid gall-inducing species *Pemphigus spyrothecae*, *P. vesicarius*, *P. borealis* and *Camarotoscena fulgidipennis* were considered as an important sucking pest of poplars in Hamadan province and Iran. The density of aphid gall-inducing species in 15 native and exotic poplar clones belonging to *Populus alba*, *P. nigra*, *P. deltoides* and *P. x. euramericana* were evaluated in a randomized complete block design with three replications. From stands planted in the middle of each plot, five trees were randomly chosen, then four branches in 100-200 cm height were selected in each geographical direction and the number of galls on them were counted. The clones of *P. alba*, *P. deltoides* and *P. x. euramericana* did not have gall and were completely resistant, while these infestation was only observed in *P. nigra* clones. The statistical data were analyzed by SPSS 16.0 software. A significant difference in infection rate was found between clones. Mean comparison with Duncken's test showed that highest number galls of *P. spyrothecae*, *P. vesicarius*, *P. borealis* and *C. fulgidipennis* were observed in 6, 1, 1 and 1 clones and lowest number galls were observed in 4, 5, 6 and 3 clones respectively. By these results, clones of *P. nigra* 49/5, *P. nigra* 62/167, *P. nigra* 62/172, *P. alba* 58/57, *P. deltoides* missouriensis and *P. x. euramericana* 214 had the highest yield in wood production and were resistant to these pests.

Key words: *Populus*, *Pemphigus spyrothecae*, *P. vesicarius*, *P. borealis*, *Camarotoscena fulgidipennis*, Hamadan, Iran.