DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfrpr.2012.11143

دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۱۰ شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۱۱۷-۱۰۸، (۱۳۹۱)

تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری و کلن‌های صنوبر بر تراکم سوسک برگ‌خوار صنوبر *Chrysomela populi* (Col. Chrysomelidae) و سوسک چوب‌خوار صنوبر *Melanophila picta* (Col. Buprestidae) در کرج

سپیده تحریری ادبی [۱*]، سید ابراهیم صادقی [۲] و رضا باقری [۳]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملی کشاورزی ارمنستان
پست‌الکترونیک: s_tahririadabi@yahoo.com.

۲- استاد پژوهش، گروه حفاظت و حمایت، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع **کشور**

۳- کارشناس‌ارشد گروه تحقیقات صنوبر، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع **کشور**

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۶

چکیده

همراه با پژوهش‌هایی که طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۷ به‌منظور بررسی تأثیر دوره‌های آبیاری بر عملکرد کلن‌های برتر صنوبر در کرج انجام شد، تراکم دو آفت کلیدی صنوبر *Chrysomela populi* L. و *Melanophila picta* (PALL.) روی این کلن‌ها مقایسه گردید. کلن‌های صنوبر در قالب طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده با ۳ تیمار اصلی (دوره‌های ٤، ۸ و ۱۲ روزه آبیاری) با ۳ تکرار و ۹ تیمار فرعی (کلن‌های صنوبر) در ایستگاه تحقیقات البرز کرج کاشته شده بودند. برای نمونه‌برداری از *C. populi*، چهار درخت از هر کرت فرعی و از هر درخت ۸ برگ به طور تصادفی انتخاب شد و تعداد لاروهای سنین مختلف روی آن شمارش و سطح آنها برای تعیین تراکم آفت در واحد سطح محاسبه گردید. برای نمونه‌برداری از *M. picta*، چهار درخت از هر کرت فرعی انتخاب و تنه آنها با پارچه توری بسته شد و در بهار سال آینده تعداد حشرات کامل خارج شده از تنه‌ها شمارش و تراکم آفت در واحد سطح محاسبه گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد که دوره‌های آبیاری و کلن‌های صنوبر بر تراکم‌های *C. populi* و *M. picta* به طور معنی‌داری تأثیرگذار بوده است (α= ۰/۰۵). اثر متقابل دوره‌های آبیاری و کلن بر تراکم سوسک برگخوار بی‌تأثیر بود، درصورتی‌که بر تراکم سوسک چوبخوار به طور معنی‌داری تأثیرگذار بود. بیشترین تراکم سوسک برگخوار صنوبر در دوره ٤ و ۸ روزه آبیاری و بیشترین تراکم سوسک چوبخوار صنوبر در دوره ۸ و ۱۲ روزه مشاهده شد. تراکم *C. populi* روی کلن *P. n. betulifolia* برابر با ۰/۰۳٤۰ و روی کلن *P. d.* 69.55 برابر با ۰/۰۰۱۸ بود. البته بین این دو کلن اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین تراکم سوسک چوبخوار صنوبر روی کلن *P. e. triplo* و در دوره ۸ و ۱۲ روزه آبیاری مشاهده شد. متوسط تراکم سوسک *M. picta* روی کلن *P. e. triplo* برابر با ۰/۰۰۲۹ و در دوره‌های ٤، ۸ و ۱۲ روزه آبیاری به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰۰۵، ۰/۰۰۳٦ و ۰/۰۰٤٥ بود.

واژه‌های کلیدی: دوره‌های آبیاری، کلن، صنوبر، تراکم، سوسک برگخوار، چوبخوار

مقدمه

کمبود منابع جنگلی کشور و نیاز فزاینده به چوب و فراورده‌های چوبی، توسعه کاشت درختان سریع‌الرشد را در اولویت قرار داده‌است. با توجه به اهمیت صنوبر و به دلیل کاربردهای گوناگون و تقاضا برای چوب آن، سطح زیر کشت آن در کشور در حال افزایش است. ازاین‌رو، افزایش سطح زیر کشت ۱۲۰ هزار هکتاری کنونی صنوبر به ٤۰۰ هزار هکتار از اولویت‌های سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور محسوب می‌گردد (عصاره، ۱۳۸۸). از سویی، صنوبر گیاهیست که به آب فراوان نیاز دارد و کمبود منابع آبی کشور توسعه کشت آن را با محدودیت مواجه می‌سازد، بنابراین تعیین دقیق نیاز آبی گونه‌ها و کلن‌های بومی و غیربومی صنوبر از راهکارهای اساسی برای توسعه کشت آن خواهد بود. از سوی دیگر به دلیل تأثیری که کمبود و بیش‌بود آب آبیاری بر تراکم جمعیت سایر اجزای این اکوسیستم (آفات، علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا) دارد، لازم است علاوه بر بررسی نیاز آبی گیاه، تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری بر فعالیت آفات و بیماریهای آن نیز بررسی گردد. سوسک برگخوار صنوبر *C. populi* L. و سوسک چوبخوار صنوبر *M. picta* (PALL.)، از آفات مهم و اقتصادی صنوبر در خزانه، نهالستان و صنوبرکاری‌ها محسوب می‌گردند (خیال و صدرایی، ۱۳٦۳؛ Almir, 2005). این دو گونه گسترش جهانی داشته و از روی صنوبر و بید از بسیاری از نقاط ایران (باب‌مراد و همکاران، ۱۳۷۹؛ صادقی، ۱۳۸٦) و از کشورهای مختلف جهان (Cavalcaselle, 1972; Harrell *et al*., 1982) گزارش شده‌است. لاروهای *سوسک برگ‌خوار* با تغذیه از برگ باعث کاهش شدید رشد و خشکیدگی سرشاخه می‌شوند. لاروهای سوسک چوب‌خوار صنوبر از پوست و لایه زاینده تغذیه نموده و بین پوست و چوب تونل ایجاد می‌کنند (خیال و صدرایی، ۱۳٦۳؛ Augustin *et al*., 1993). سوسک چوب‌خوار صنوبر به درختان ضعیفی که تحت استرس‌های فیزیولوژیک قرار گرفته‌اند حمله می‌کند (Cavalcaselle, 1972). گزارش‌های بسیاری وجود دارد که از تأثیرگذار بودن استرس‌های خشکی و کمبود آب بر تراکم آفات حکایت می‌کند (Rhoades, 1979; Mattson & Haack, 1987; Trichilo *et al*., 1990; White 1974 & 1984). تغییرات آب و هوا و استرس‌های محیطی، روی عوامل زندگی آفات مؤثر است (Netherer & Schopf, 2010). شرایط اقلیمی و استرس‌های آبی بر جمعیت آفات چوب‌خوار، برگ‌خوار، مینوز و مکنده جنگلی تأثیرگذار گزارش شده‌است (Rouault *et al*., 2006; Garibaldi *et al*., 2011). اثرات خشکی بر آفات چوبخوار نیز در بسیاری از مطالعات گزارش شده‌است (Csóka & Kovács, 1999; Charlet *et al*., 2007; Wermelinger *et al*., 2008; Krams *et al*., 2012). تأثیر خشکی بر تراکم برخی از آفات صنوبر مانند سوسک برگ‌خوار صنوبر (*C. populi*) (La Spina *et al*., 2010)، پروانه زنبورمانند *Sesia apiformis* (Clerck) (Straw *et al*., 2007) و *Pararge aegeria* L. (Gibbs *et al*., 2012) بررسی شده‌است. در این تحقیق تأثیر دوره‌های آبیاری بر تراکم سوسک‌های برگ‌خوار و چوب‌خوار صنوبر و اثر متقابل دوره‌های آبیاری و گونه‌ها و کلن‌های صنوبر بر تراکم این دو آفت در منطقه کرج بررسی شده‌است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر دوره‌های آبیاری و ۹ کلن برتر[1] صنوبر بر تراکم سوسک برگخوار و سوسک چوبخوار صنوبر طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸در ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام شد. بررسی در عرصه ایجاد شده توسط گروه تحقیقات صنوبر مؤسسه در ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج برای اجرای طرح تحقیقاتی "بررسی تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری در عملکرد ارقام برتر صنوبر" انجام شد.

مشخصات منطقه: این منطقه در ۳۵ درجه و ٤٨ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ دقیقه طول شرقی واقع شده‌است و دارای خاک لومی-شنی و اقلیم نیمه‌خشک است. میانگین بالاترین دمای سالیانه آن طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸ برابر با ۲۲/٦۹ درجه سلسیوس، میانگین کمترین دمای سالیانه برابر با ۱۰/۰۳ درجه سلسیوس، میانگین رطوبت نسبی برابر با ٤٦/۰۸ درصد و بارش سالیانه برابر با ۲۳۸/۸ میلی-متر بود.

کاشت کلن‌ها: آزمایش‌ها در قالب طرح کرت‌های خرد شده انجام شد. برای آزمایش سه تیمار اصلی (دوره-های ٤، ۸ و ۱۲ روزه آبیاری) ۳ تکرار در نظر گرفته‌شد. هر تیمار اصلی به ۹ تیمار فرعی (کلن‌های صنوبر) تقسیم شد. در هر تیمار فرعی، ۹ پایه از هر کلن با فاصله ۳ × ۲/۵ متر از هم کاشته شدند. فواصل بین تیمارهای اصلی و تکرارها ٦ متر در نظر گرفته‌شد. اواخر زمستان ۱۳۸۷ نهال‌های یکساله کلن‌ها از خزانه به محل آزمایش منتقل و در زمین اصلی کاشته شدند. اسامی کلن‌های مورد آزمایش و موطن آنها در جدول ۱ آمده است. براساس یک روش متداول تجربی درختان صنوبر ۷-۳ ساله معمولا" هر ۸-۷ روز یکبار آبیاری می‌شوند، ازاین‌رو دوره‌های ٤، ۸ و ۱۲ روزه به‌عنوان دوره‌های آبیاری انتخاب شدند. برای تعیین میزان آب ورودی، از فلوم .W.S.C تیپ ۳ در محل ورودی آب به هر پلات اصلی استفاده شد. یک ردیف از کلن‌های صنوبر بومی برای کاهش تأثیر عوامل محیطی، دور زمین آزمایش کاشته شد.

تعیین اندازه نمونه: برای کاهش خطای آزمایش در نمونه‌برداری‌ها تعداد مناسب نمونه با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید (Krebs, 1998).

$$N = \frac{[t \times SD]^2}{\mathrm{D} \times \mathrm{m}}$$

N تعداد نمونه‌های لازم در هر نمونه‌برداری، t مقدار عددی جدول t-student، SD انحراف معیار داده‌های نمونه‌برداری اولیه، m میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه، D حداکثر مقدار خطای قابل قبول در نمونه‌برداری است. در تحقیق حاضر مقدار خطای قابل قبول و سطح اطمینان به‌ترتیب ۲۵ و ۹۵ درصد انتخاب گردید و عدد بدست‌آمده در نمونه‌برداری‌ها استفاده شد.

نمونه‌برداری از آفات: به دلیل این که سوسک برگخوار صنوبر تک نسلی است و دوره لاروی خود را در طول فصل بهار و اوایل تابستان می‌گذراند، نمونه‌برداری از فروردین ماه تا اواخر تیرماه به طور هفتگی انجام شد. از هر پلات فرعی ٤ درخت به طور تصادفی انتخاب و از هر درخت ۸ برگ به طور تصادفی در ٤ جهت اصلی از

۱- کلن‌هایی که در بررسی‌های قبلی طرح‌های تحقیقاتی پوپولتوم مقایسه‌ای و سازگاری ارقام و کلن‌ها، عملکرد بهتری نسبت به سایر کلن‌های بررسی شده نشان داده‌بودند.

ارتفاع برابر سینه چیده شد. سپس تعداد لاروهای سنین مختلف *C. populi* روی هر برگ شمارش شد. به دلیل متفاوت بودن سطح برگ گونه‌ها و کلن‌های صنوبر مورد بررسی، لازم بود تعداد حشره در واحد یکسان برگ محاسبه گردد. برای این منظور برگ‌های چیده شده از هر کرت آزمایشی (کرت فرعی) را در داخل پاکت‌های فریزری قرار داده و پس از درج مشخصات تیمار مربوطه، به آزمایشگاه گروه تحقیقات حفاظت و حمایت مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور منتقل شد. سطح هر برگ توسط دستگاه Leaf Area Meter (مدل Gate house, scientific instrument LTD) اندازه‌گیری گردید. تعداد حشره در واحد سطح (cm^2) محاسبه و در جدولهای مربوطه ثبت گردید.

برای نمونه‌برداری از سوسک چوبخوار صنوبر، در اواخر پاییز سال قبل (پاییز ۱۳۸۹) چهار درخت از هر کرت را در چهار جهت اصلی کرت انتخاب نموده و تنه آنها از ۱۰ سانتیمتر بالای سطح زمین تا ارتفاع ۱/۵ متری با پارچه توری (۱۰۰/cm^2مش) بسته شد. برای جلوگیری از فرار سوسک‌ها روی دو لبه توری نوار چسبنده دوخته و ابتدا و انتهای توری با کش محکم به درخت بسته شد. از اواسط بهار تا اواسط تابستان سال بعد (زمان خروج حشرات کامل) این توری‌ها به طور هفتگی بازدید و تعداد حشرات کامل *M. picta* زیر آنها که از تنه خارج شده بودند شمارش و در جدولهای مربوطه ثبت گردید. سپس قطر بزرگ و کوچک تنه با استفاده از کولیس ثبت و مساحت بیرونی هر تنه (به دلیل یکسان نبودن قطر تنه‌ها) تا ارتفاع ۱/۵ متری محاسبه شد. در نهایت با تقسیم تعداد حشره خارج شده از تنه هر درخت به مساحت آن تعداد حشره در واحد سطح به‌دست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

جدول ۱- نام کلن‌های صنوبر مورد آزمایش و منشأ جغرافیایی آنها

نام کلن‌های صنوبر	منشأ جغرافیایی کلن‌ها
P. n. betulifolia	ایتالیا
P. n. 42.78	ایران-کرج
P. n. 62.154	ترکیه
P. a. 44.9	ایران
P. e. triplo	اروپا-آمریکا
P. e. vernirubensis	آمریکا
P. e. 561.41	ترکیه
P. d. 69.55	آمریکا
P. trichocarpa	آمریکا

نتایج

تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که دوره‌های آبیاری و کلن‌های صنوبر بر تراکم سوسک برگخوار صنوبر به طور معنی‌داری تأثیرگذار بوده‌است، ولی اثر متقابل دوره‌های آبیاری و کلن‌های صنوبر بر تراکم آن بی‌تأثیر بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بیشترین تراکم *C. populi* در دوره‌های ٤ و ٨ روزه به ثبت رسیده است (جدول ٤). کلن *P. n. betulifolia* از نظر تراکم سوسک برگخوار صنوبر با کلن‌های *P. n.* 42.78، *P. n.* 62.154، *P. e. vernirubensis* و *P. e.* 561.41 اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کلن *P. d.* 69.55 با کلن‌های *P. n. betulifolia* و *P. n.* 42.78 اختلاف معنی‌دار داشت (جدول

۵). دوره‌های آبیاری، کلن‌های صنوبر و اثرات متقابل آنها بر تراکم سوسک چوبخوار صنوبر به‌طور معنی‌داری تأثیر دارد. جهت جغرافیایی در تراکم *M. picta* بی‌تأثیر بوده‌است. البته اثر متقابل (دوره‌های آبیاری×جهت جغرافیایی)، (کلن صنوبر×جهت جغرافیایی) و (دوره‌های آبیاری×کلن صنوبر×جهت جغرافیایی) برای این آفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین تراکم سوسک *M. picta* در دوره‌های ۸ و ۱۲ روزه آبیاری مشاهده شد (جدول ٤). بیشترین و کمترین تراکم *M. picta* به‌ترتیب روی کلن‌های *P. e. triplo* و *P. n. betulifolia* مشاهده شد. کلن *P. e. vernirubensis* از نظر میزان آلودگی به *M. picta* در رتبه دوم قرارگرفت (جدول ۵). بیشترین تراکم *M. picta* روی کلن *P. e. triplo* در دوره ۸ و ۱۲ روزه آبیاری مشاهده شد. تراکم آن روی کلن *P. e. triplo* در دوره‌های ٤، ۸ و ۱۲ روزه آبیاری به‌ترتیب ۰/۰۰۰۵، ۰/۰۰۳٦ و ۰/۰۰٤۵ بود. تراکم این آفت روی کلن *P. e. vernirubensis* در دوره‌های ٤، ۸ و ۱۲ روزه آبیاری ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۳۹ و ۰/۰۰۲۱ بود و بیشترین آن در دوره‌های ۸ و ۱۲ روزه مشاهده شد. تراکم *M. picta* روی سایر کلن‌ها در دوره‌های مطالعه شده آبیاری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ٦).

جدول۲- تجزیه واریانس مقایسه میزان آلودگی کلن‌های مختلف در دوره‌های مختلف آبیاری نسبت به سوسک برگ‌خوار صنوبر

منبع تغییرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F محاسبه شده	سطح احتمال (P)
دوره‌های آبیاری	۲	۰/۰۰۵۵۳	۰/۰۰۲۷٦	۵/۱۱	۰/۰۰۹۲*
کلن	۸	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۱۲٤	۲/۲۹	۰/۰۳٤٤*
دوره‌های آبیاری*کلن	۱٦	۰/۰۰٤٦۸	۰/۰۰۰۲۹	۰/۵٤	۰/۹۱۱۷ns
خطا	۵٤	۰/۰۲۹۱۷	۰/۰۰۰۵٤	–	–

*: معنی‌دار در سطح ۵٪، n.s: معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول۳- تجزیه واریانس مقایسه میزان آلودگی کلن‌های مختلف در دوره‌های مختلف آبیاری نسبت به سوسک چوب‌خوار صنوبر

منبع تغییرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F محاسبه شده	سطح احتمال (P)
دوره‌های آبیاری	۲	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰٤	۷/٦۱	۰/۰۰۰٦**
کلن	۸	۰/۰۰۰۱۹	۰/۰۰۰۰۲	۵/۱۷	<۰/۰۰۰۱**
جهت جغرافیایی	۳	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۵	۱/۰۸	۰/۳۵۷۹n.s
دوره‌های آبیاری*کلن	۱٦	۰/۰۰۰۱۹	۰/۰۰۰۰۱	۲/۵	۰/۰۰۱٦**
دوره‌های آبیاری* جهت جغرافیایی	٦	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰٤	۰/٤۸	۰/۵۳۷n.s
کلن * جهت جغرافیایی	۲٤	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰۰۵	۱/۰۹	۰/۳٦۱۳n.s
دوره‌های آبیاری*کلن* جهت جغرافیایی	٤۸	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۰۰۵	۱/۱۲	۰/۲۸۲۷n.s
خطا	۲۱٦	۰/۰۰۱۰۱	۰/۰۰۰۰۰۵	–	–

**: معنی‌دار در سطح ۱٪، *: معنی‌دار در سطح ۵٪، n.s: معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین تراکم‌های *C. populi* و *M. picta* در دوره‌های مختلف آبیاری (عدد/ سانتیمتر مربع)؛ آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪

دوره‌های آبیاری	میانگین تراکم *C. populi*	گروه	میانگین تراکم *M. picta*	گروه
دوره ٤ روزه آبیاری	۰/۰۲۲٤	a	۰/۰۰۰۳	b
دوره ۸ روزه آبیاری	۰/۰۱۷۸	a	۰/۰۰۱۱	a
دوره ۱۲ روزه آبیاری	۰/۰۰۳۱	b	۰/۰۰۱٤	a

حروف انگلیسی مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نمی‌باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین تراکم‌های *C. populi* و *M. picta* روی کلن‌های صنوبر (عدد/ سانتیمتر مربع)؛ آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪

کلن‌های صنوبر	میانگین تراکم *C. populi*	گروه	میانگین تراکم *M. picta*	گروه
P. n. betulifolia	۰/۰۳٤۰	a	۰/۰۰۰۳	c
P. n. 42.78	۰/۰۳۰٤	ab	۰/۰۰۰۹	bc
P. n. 62.154	۰/۰۲۳۵	abc	۰/۰۰۰٤	bc
P. a. 44.9	۰/۰۰٦۷	bc	۰/۰۰۰٤	bc
P. e. triplo	۰/۰۰٦۵	bc	۰/۰۰۲۹	a
P. e. vernirubensis	۰/۰۱۱۰	abc	۰/۰۰۱۵	b
P. e. 561.41	۰/۰۰۹٦	abc	۰/۰۰۰۵	bc
P. d. 69.55	۰/۰۰۱۸	c	۰/۰۰۰۷	bc
P. trichocarpa	۰/۰۰٦٦	bc	۰/۰۰۱۲	bc

حروف انگلیسی مشابه در یک ستون دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نمی‌باشند.

بحث

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که لاروهای *C. populi* تغذیه از برگ‌های کلن *P. n. betulifolia* را نسبت به کلن *P. d.* 69.55 ترجیح می‌دهند. گزارش شده که کلن‌های صنوبر سطوح مختلفی از حساسیت را در مقابل سوسک برگ‌خوار صنوبر نشان دادند (McNabb *et al.*, 2000) همچنین گزارش شده که در شرایط آزمایشگاهی، حشرات کامل سوسک برگ‌خوار صنوبر سطح بیشتری از برگ گونه‌های *P. nigra* و *P. euramericana* را نسبت به گونه‌های *P. simonii* و *P. alba* مورد تغذیه قرار می‌دهند و میزان تخمریزی این سوسک روی گونه‌های *P. nigra* و *P. euramericana* به طور معنی‌داری بالاتر از گونه‌های *P. simonii* و *P. alba* بوده است (Sadeghi, 2000).

سوسک چوب‌خوار صنوبر از روی بسیاری از کلن-های صنوبر در منطقه کرج گزارش شده است (باب مراد و صادقی، ۱۳۸۳). میزان آلودگی به این سوسک در این تحقیق در کلن‌های *P. e. triplo* و *P. e. vernirubensis*

نسبت به سایر کلن‌های بررسی شده به طور معنی‌داری بیشتر بود. طالبی و همکاران (۱۳۸٦) نیز نشان دادند که میزان خسارت *M. picta* روی گونه‌های *P. nigra*، *P. euramericana* و *P. deltoides* در ایستگاه بلداجی استان چهارمحال و بختیاری نسبت به سایر کلن‌های بررسی شده بیشتر بوده‌است.

جدول ٦- برهم‌کنش دوره‌های مختلف آبیاری و کلن‌های صنوبر بر تراکم *M. picta* (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

کلن	دوره ٤ روزه	گروه	دوره ۸ روزه	گروه	دوره ۱۲ روزه	گروه
P. n. betulifolia	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰۵	c	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰۲	c	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰٦	c
P. n. 42.78	۰/۰۰۰۱۱± ۰/۰۰۰٤	c	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰۳	c	۰/۰۰۱٤±۰/۰۰۰٦	c
P. n. 62.154	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰۲	c	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰۵	c	۰/۰۰۱۱ ±۰/۰۰۰۵	c
P. a. 44.9	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰۵	c	۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۱	c	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰۳	c
P. e. triplo	۰/۰۰۰۵±۰/۰۰۰۲	c	۰/۰۰۳٦±۰/۰۰۱۲	ab	۰/۰۰٤۵ ±۰/۰۰۲۱	a
P. e. vernirubensis	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰٦	c	۰/۰۰۳۹±۰/۰۰۱٤	ab	۰/۰۰۲۱±۰/۰۰۰۹	bc
P. e. 561.41	۰/۰۰۰۲±۰/۰۰۱۳	c	۰/۰۰۰٤±۰/۰۰۰۲	c	۰/۰۰۰۹±۰/۰۰۰۳	c
P. d. 69.55	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰٦	c	۰/۰۰۰٤±۰/۰۰۰۱	c	۰/۰۰۱٦±۰/۰۰۰۵	c
P. trichocarpa	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰٤	c	۰/۰۰۰۸±۰/۰۰۰۵	c	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰٦	bc

حروف انگلیسی مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نمی‌باشند.

همچنین نامبرده و همکاران، گزارش کردند که تعداد تخم‌های *M. picta* روی کلن‌های *P. d.* 63.51، *P. e.* 561.41 و *P. e. triplo* نسبت به سایر کلن‌های صنوبر بررسی شده بالاتر بوده و کلن *P. e. costanzo* به‌عنوان مقاوم‌ترین کلن نسبت به این آفت برای آن منطقه معرفی شده است (طالبی و همکارن، ۱۳۹۰). از نظر تأثیر دوره‌های آبیاری، بیشترین تراکم سوسک برگ‌خوار صنوبر در دوره‌های ٤ و ۸ روزه آبیاری به ثبت رسید و از نظر آماری تراکم آن تفاوت معنی-داری با دوره ۱۲ روزه آبیاری داشت. در مورد تأثیر خشکی بر روی حشرات برگ‌خوار صنوبر و بید گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. خشکی بر مقاومت گونه‌ی صنوبر *P. tremuloides* در برابر حشرات برگ‌خوار و چوب‌خوار تأثیر گذاشته است (Hogg *et al.*, 2008). همچنین خشکی تأثیر منفی بر تغذیه و بقاء سوسک برگ‌خوار صنوبر داشته است (La Spina *et al.*, 2010). سوسک برگ‌خوار آبی *Phratora vulgatissima* (L.)، گونه‌های بیدی را برای تغذیه و تخم‌گذاری ترجیح می‌دهد که بهتر آبیاری شده‌اند (Glynn *et al.*, 2004). استرس‌های خشکی فاکتورهای زندگی دو گونه *Spodoptera littoralis* (Boisduval) و *P. aegeria* را تغییر داده (Walter *et al.*, 2012; Gibbs *et al.*, 2012) و رشد لاروهای ابریشم‌باف ناجور (*L. dispar*) را روی صنوبر کاهش داده است. بیشترین تراکم سوسک چوب‌خوار صنوبر در دوره‌های ۸ و ۱۲ روزه به ثبت رسید و از نظر آماری تراکم آن تفاوت معنی‌داری با دوره ٤ روزه آبیاری داشت. میانگین تراکم این سوسک روی کلن *P. e. triplo* در دوره‌های ٤، ۸ و ۱۲ روزه آبیاری به‌ترتیب ۰/۰۰۰۵، ۰/۰۰۳٦ و ۰/۰۰٤۵ و میانگین آن

در این کلن ۰/۰۰۲۹ حشره در سانتی‌متر مربع به‌دست آمد؛ بنابراین، تراکم سوسک چوب‌خوار صنوبر در دوره طولانی‌تر آبیاری (۱۲ روزه) بالاتر بوده و افزایش دوره آبیاری، آلودگی بیشتر این کلن را به همراه داشته است. این نتیجه توسط بسیاری از مطالعات تأیید می‌گردد (Hale *et al.*, 2005). گزارش شده که کمبود آب واکنش صنوبر را مقابل *S. apiformis* تغییر داده‌است (Straw, *et al.*, 2007). استرس‌های آبی باعث کاهش و یا افزایش حساسیت گیاهان در مقابل حشرات شده‌است (Mody *et al.*, 2009; Staley *et al.*, 2006). دوره طولانی خشکی موجب ظهور حشرات چوب‌خوار شده (Csóka & Kovács, 1999) و جمعیت آفات چوب‌خوار را افزایش داده‌است (Krams *et al.*, 2012; Wermelinger *et al.*, 2008)، درحالی‌که افزایش رطوبت خاک به کاهش تراکم آفات چوب‌خوار کمک کرده‌است (Charlet *et al.*, 2007). تنظیم دوره‌های آبیاری از عوامل مهم و تأثیرگذار در مدیریت آفات می‌باشد (Perfect *et al.*, 2006; Daane & Williams, 2003). با توجه به این که عملکرد کلن‌های صنوبر مورد بررسی در دوره ۸ روزه آبیاری تفاوت معنی‌داری با دوره ٤ روزه آبیاری نداشته است، ولی در دوره ۱۲ روزه آبیاری عملکرد صنوبر به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته‌است (باقری، ۱۳۹۰). به‌منظور صرفه‌جویی در آب آبیاری، در مناطقی که خسارت سوسک چوب‌خوار صنوبر قابل توجه نمی‌باشد و قابل اغماض است، دوره ۸ روزه آبیاری می‌تواند توصیه گردد. البته برخلاف این در مناطق خشک‌تر کشور که خسارت سوسک چوب‌خوار صنوبر اقتصادی و قابل توجه است، در برنامه مدیریت تلفیقی آفات صنوبر باید فاصله دوره آبیاری را کاهش داد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج که امکانات لازم برای انجام این تحقیق را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- 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، ۲ (۱): ۲۱-۱.
- باب‌مراد، م.، عبایی، م.، یارمند، ح. و امید، ر.، ۱۳۷۹. بررسی بیولوژی سوسک چوبخوار صنوبر (*Melanophila picta* pall.) در کرج. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، اصفهان، ۱۷-۱٤ شهریور: ۲۸۸ ص.
- باقری، ر.، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر دوره‌های مختلف آبیاری در عملکرد ارقام برتر صنوبر. گزارش نهایی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ٤۷ ص.
- خیال، ب. و صدرایی، ن.، ۱۳٦۳. بررسی آفات صنوبر در ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۱۱۵ ص.
- صادقی، س. ا.، ۱۳۸٦. مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌های گونه‌ها و ارقام صنوبر در ایران. گزارش نهایی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۱٦۷ ص.
- طالبی، م.، مدیررحمتی، ع.، جهانبازی، ح.، محمدی، ح. حقیقیان، ف. و شیرمحمدی، ح. ع.، ۱۳۹۰. معرفی کلن‌های برتر غیربومی صنوبر تاج‌باز در ایستگاه تحقیقات صنوبر بلداجی استان چهارمحال و بختیاری. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹(۱): ۷۲-۵۵.

- طالبی، م.، مدیررحمتی، ع.، جهانبازی گوجانی، ح.، همتی، ا. و حقیقیان، ف.، ۱۳۸٦. بررسی مشخصات رویشی کلنهای صنوبر در خزانه‌های تحقیقاتی در ایستگاه تحقیقات صنوبر و درختان سریع‌الرشد بلداجی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(٤): ۳٦٤-۳٤۹.
- عصاره، م. ح.، ۱۳۸۸. سند راهبردی توسعه تحقیقات منابع طبیعی ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۳۷۹ ص.
- Almir, K., 2005. Production and Ecological Aspects of Short Rotation Poplars in Sweden. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, 42 p.
- Augustin, S., Courtin, C. and Delplanque, A., 1993. Preferences of *Chrysomela* (=*Melasoma*) *populi* L. and *Chrysomela tremulae* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) for Leuce section poplar clones. Journal of Applied Entomology, 115: 370–378.
- Cavalcaselle, B., 1972. Ecology and etiology of some Buprestids injurious to poplar in Central- Southern Italy. Redia, 53: 67-122.
- Charlet, L.D., Aiken, R.M., Meyer, R.F. and Gebre-Amlak, A., 2007. Impact of Irrigation on Larval Density of Stem-Infesting Pests of Cultivated Sunflower in Kansas. Journal of Economic Entomology, 100 (5): 1555-1559.
- Csóka, G.Y. and Kovács, T., 1999. Xylophagous insects. Forest Research Institute, Erdészeti Turományos Intézet Agroinform Kiadó, Budapest, 189 p.
- Daane, K.M. and Williams, L.E., 2003. Manipulating vineyard irrigation amounts to reduce insect pest damage. Ecological Applications, 13: 1650-1666.
- Garibaldi, L.A., Kitzberger, T.Y. and Ruggiero, A., 2011. Latitudinal decrease in folivory within *Nothofagus pumilio* forests: dual effect of climate on insect density and leaf traits? Global Ecology & Biogeography, 20: 609-619.
- Gibbs, M., Van Dyck, H. and Breuker, C.J., 2012. Development on drought-stressed host plants affects life history, flight morphology and reproductive output relative to landscape structure. Evolutionary Applications, 5(1): 66–75.
- Glynn, C., Rönnberg-Wästljung, A. C., Julkunen-Tiitto, R. and Weih, M., 2004. Willow genotype, but not drought treatment, affects foliar phenolic concentrations and leaf-beetle resistance. Entomologia Experimentalis et Applicata, 113 (1): 1–14.
- Hale, B.K., Herms, D.A., Hansen, R.C., Clausen, T.P. and Arnold, D., 2005. Effects of Drought Stress and Nutrient Availability on Dry Matter Allocation, Phenolic Glycosides, and Rapid Induced Resistance of Poplar to Two Lymantriid Defoliators. Journal of Chemical Ecology, 31(11): 2601 – 2620.
- Harrell, M.O., Benjamin, D.M., Berbee, J.G. and Burkot, T.R., 1982. Consumption and utilization of leaf tissue of tissue – cultured *Populus* x *euramericana* by the cottonwood leaf beetle, *Chrysomela scripta* (Coleoptera: Chrysomelidae). Canadian Entomologist, 114: 743-749.
- Hogg, E.H., Brandt, J.P. and Michaelian, M., 2008. Impacts of a regional drought on the productivity, dieback, and biomass of western Canadian aspen forests. Canadian Journal of Forest Research, 38(6): 1373-1384.
- Krams, I., Daukšte, J., Kivleniece, I., Brūmelis, G., Cibuļskis, R., Āboliņš-Ābols, M., Rantala, M.J., Mierauskas, P. and Krama, T., 2012. Drought-induced positive feedback in xylophagous insects: Easier invasion of Scots pine leading to greater investment in immunity of emerging individuals. Forest Ecology and Management, 270: 147-152.
- Krebs, C.J., 1998. Ecological methodology. Jim Green Publisher, Canada, 620 pp.
- La Spina, S., Gregoire, J.C., Mertens, P. and De-Canniere, C., 2010. Impact of poplar water status on leaf-beetle (*Chrysomela populi*) survival and feeding. Annals of Forest Science, 67(209): Available online at: www.afs-journal.org.
- -Mattson, W.J. and Haack, R.A., 1987. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. BioScience, 37: 110–118.
- McNabb Jr., H.S., Hall, R.B., Harrington, T.C., Hart, E.R. and Mahama, A.A., 2000. Pest-resistant cottonwood clones for the north central region of the United States. Abstracts of the 21st Session of the International Poplar Commission. Oregon, 24-28 Sep. 2000: 101-102.
- Mody, K., Eichenberger, D. and Dorn, S., 2009. Stress magnitude matters: different intensities of pulsed water stress produce non-monotonic resistance responses of host plants to insect herbivores. Ecological Entomology, 34(1): 133–143.
- Netherer, S. and Schopf, A., 2010. Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests General aspects and the pine processionary moth as specific example. Forest Ecology and Management, 259(4): 831-838.
- Perfect, T.J., Thresh, J.M., Evans, L.T. and Tanton, T.W., 1986. Irrigation as a Factor Influencing the Management of Agricultural Pests [and Discussion]. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 316(1537): 347-354.
- Rhoades, D.F., 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores: 3-54. In: Rosenthal, G.A. and D.H. Janzen (Eds.). Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites. Academic Press, New York, 718 p.

abundance of leafhoppers (Homoptera: Cicadeliidae) on grapes. Environmental Entomology, 19: 1803-9.
- Walter, J., Hein, R., Auge, H., Beierkuhnlein, C., Löffler, S., Reifenrath, K., Schädler, M., Weber, M. and Jentsch, A., 2012. How do extreme drought and plant community composition affect host plant metabolites and herbivore performance? Arthropod-Plant Interactions, 6(1):15-25.
- Wermelinger, B., Rigling, A., Mathis, D. and Dobberti, M., 2008. Assessing the role of bark- and wood-boring insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiss Rhone valley. Ecological Entomology, 33(2): 239–249.
- White, T.C.R., 1974. A hypothesis to explain outbreaks of Looper caterpillars with special reference to populations of *Selidosema suavis* in a plantation of *Pinus radiata* in New Zealand. Oecologia, 16:279–301.
- White, T.C.R., 1984. The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. Oecologia, 63: 90–105.
- Rouault, G., Candau, J.N., Lieutier, F., Nageleisen, L.M., Martin, J.C. and Warzée, N., 2006. Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. Annals of Forest Science, 63: 613-624.
- Sadeghi, S.E., 2000. Host preference of poplar leaf beetles, *Melasoma populi* (L.) on four different poplar species. Abstracts of the 21st Session of the International Poplar Commission. Oregon, 24-28 Sep. 2000: 134 p.
Staley, J.T., Mortimer, S.R., Masters, G.J., Morecroft, M.D., Brown, V.K. and Taylor, M.E., 2006. Drought stress differentially affects leaf-mining species. Ecological Entomology, 31: 460–469.
- Straw, N.A., Green, G. and Williams, D.T., 2007. Dieback and recovery in poplar and attack by the hornet clearwing moth, *Sesia apiformis* (Clerck) (Lepidoptera: Sesiidae). Bulletin of Entomological Research, 97: 555-567.
- Trichilo, P.J., Wilson, L.T. and Grimes, D.W., 1990. Influence of irrigation management on the