مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال نهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۶
ص ۱۸۷-۲۰۰

مطالعهٔ تأثیر برخی عوامل محیطی بر تراکم شپشک سفید پنبه‌ای راش *Cryptococcus fagisuga* Lindinger بر روی درختان راش شرقی *Fagus orientalis* Lipsky (مطالعهٔ موردی: جنگل خیرود)

فائزه فیروزه[۱]، انوشیروان شیروانی[۲*]، حسن عسکری[۳]، سید حسین گلدانساز[۴]، شهاب منظری[۵] و بابک جلیل‌پور[۶]

[۱] دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[۲] دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[۳] استاد بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک، مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، تهران
[۴] دانشیار گروه گیاه‌پزشکی دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[۵] استادیار بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات، مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، تهران
[۶] دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی دانشگاه دولتی جنگل مسکو، مسکو

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۱۵)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر برخی عوامل محیطی بر تراکم شپشک سفید راش بر درختان راش، پس از جنگل‌گردشی‌های اولیه، سطحی معادل ۱۰ هکتار راش ممرزستان آلوده در سه دامنهٔ ارتفاعی پایین‌بند، میان‌بند و بالابند جنگل خیرود تعیین شد. در هر دامنهٔ ارتفاعی، ۱۲ پایهٔ آلوده به این حشره به‌صورت تصادفی تعیین و مشخصات آنها یادداشت شد. تأثیر زبری پوست درختان راش و جهت‌های تنهٔ درخت و ارتفاع از سطح زمین بر تراکم شپشک سفید راش و طول آلودگی درختان مناطق مورد مطالعه با استفاده از تحلیل ناپارامتری و آزمون کروسکال والیس و فریدمن تعیین شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده، راش‌های با پوست زبر و شیارهای عمیق با میانگین ۵/۵ بیشترین شدت تراکم شپشک را به خود اختصاص دادند. تراکم این شپشک در جهت شمال و شرق تنهٔ درختان راش به‌طور معنی‌داری بیش از تراکم آن در جهت جنوب و غرب تنه بود. بیشترین شدت تراکم شپشک سفید راش با میانگین ۴/۴ در ارتفاع ۲/۵ متری تنه مشاهده شد. با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد فراوانی پایه‌های آلوده ابتدا از ۲۳/۸ درصد به ۲۸/۳ درصد افزایش و سپس به ۱۵/۴ درصد کاهش یافت. تراکم شپشک راش در بالابند با ۳۰ درصد تراکم شدید و طول آلودگی درختان راش با میانگین ۵/۳۵ و ۷/۵ متر به‌ترتیب در میان‌بند و بالابند بیشتر بود. براساس نتایج می‌توان اظهار کرد طبقهٔ قطری ۶۰-۴۰ سانتی‌متر با ۳۶ درصد فراوانی آلودگی و ۳۸ درصد تراکم شدید شپشک، بهترین قطر برای تشکیل کلونی شپشک سفید راش در این منطقه است.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع تنه، جنگل خیرود، جهت تنهٔ درخت، زبری پوست، شپشک سفید پنبه‌ای راش.

مقدمه

جنگل‌های شمال ایران دارای تنوع گیاهی ارزشمندی است که در حال حاضر بیشتر مساحت آن را جنگل‌های راش تشکیل می‌دهند، به‌طوری که در حدود ۳۰ درصد حجم چوب و ۲۴ درصد تعداد در هکتار جنگل‌های شمال را درختان راش به خود اختصاص داده‌اند (Resaneh et al., 2000). متأسفانه در حال حاضر این جنگل‌ها توسط عوامل تخریب‌کنندهٔ

* نویسندهٔ مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۲۶۶۶۳۱۵۰ ایمیل: shirvany@ut.ac.ir

متعددی تهدید می‌شوند. هم‌اکنون شاهد بر هم خوردن تعادل اکوسیستم در بسیاری از قسمت‌های این جنگل‌ها هستیم و افزایش و کاهش جمعیت غیرطبیعی بسیاری از حشرات در این عرصه‌ها یکی از نشانه‌های این پدیده است که جنگل‌های خزری را تهدید می‌کند. درختان راش مانند سایر درختان باارزش کشور همواره با تهدید عوامل مخرب زیستی و محیطی مواجه بوده‌اند. از جمله عوامل خسارت‌زای راش، حشره‌ای است به نام شپشک سفید راش با نام علمی *Cryptococcus fagisuga* Lindinger که می‌تواند ناقل قارچ نکتریا[1] و عامل ایجاد بیماری پوست راش[2] شود (Sinclair & Harward, 2005). این عامل خسارت‌زا از عوامل بسیار خطرناکی است که می‌تواند این درختان باارزش را با تهدید جدی روبه‌رو کند و اکنون نیز به علت افزایش چشمگیر جمعیت نگرانی‌هایی را به‌وجود آورده است.

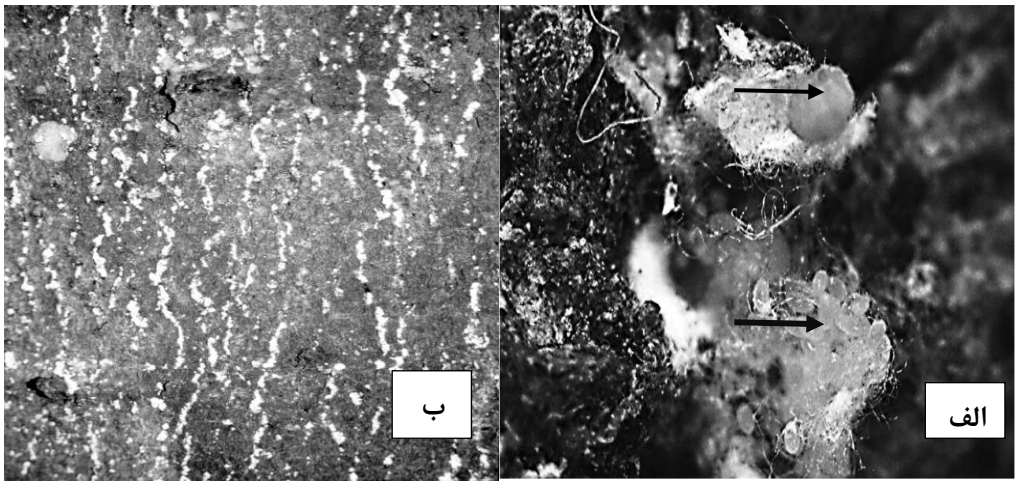
شپشک سفید راش از راستهٔ Hemiptera و خانوادهٔ Eriococcidae است (Sinclair & Harward, 2005). شپشک راش حشره‌ای است به طول ۰/۵ تا ۱ میلی‌متر که بدنی نرم به رنگ زرد تا نارنجی دارد. حشرات کامل بدون پا و بال هستند و فقط شاخک‌هایی دارند که به‌طور ناقص رشد کرده‌اند و غدد ریز متعددی دارند که ترشحات پنبه‌ای سفیدی را ترشح می‌کنند که بدن حشره را می‌پوشانند. حشرات کامل در اواسط بهار شروع به تخم‌گذاری می‌کنند. در اواسط بهار حشرات بالغ تخم‌های زرد کمرنگ خود را به‌صورت رشته‌هایی در زیر پوشش پنبه‌ای خود روی پوست درخت می‌گذارند و سپس از بین می‌روند (Teale et al., 2009) (شکل ۱- الف).

این شپشک عامل خسارت‌زای مونوفاژ یا تک‌خواری است که تنها از درختان راش تغذیه می‌کند. این حشره با ایجاد زخم‌ها و شیارهای کوچکی روی پوست راش از شیرهٔ بافت پارانشیم پوست تغذیه کرده و از طریق این شیارهای پوستی راه را برای نفوذ قارچ کشندهٔ نکتریا باز می‌کند (Houston & Houston, 2000). آلودگی اولیه با شپشک سفید راش به‌صورت توده‌های کوچک و رشته‌های نمدمانند مومی سفید در شکاف‌ها در پوست و زیر پولک‌های پوست روی تنه ظاهر می‌شوند (McCullough et al., 2001) (شکل ۱- ب).

شپشک سفید راش در ایران اولین بار در سال ۱۳۵۴ توسط عادلی و یخکشی گزارش شد (Behdad, 1996)؛ سپس Abaii (1993) مناطق انتشار و اهمیت اقتصادی آن را معرفی کرد. Kozar et al. (1996) نیز در معرفی گونه‌های خانواده‌های شپشک‌ها و سفید بالک‌های ایران و افغانستان، به وجود شپشک سفید راش در ایران اشاره کردند.

Amini Amlashi et al. (2006) در جنگل‌های سیاهکل استان گیلان، دریافتند که بین فراوانی آفت و ارتفاع از سطح دریا رابطهٔ عکس وجود دارد و فراوانی آفت در شیب‌های شمالی به‌مراتب بیشتر از شیب‌های جنوبی است. شپشک سفید راش به‌طور معمول درختان راش را در ارتفاعات پایین تنه مورد حمله قرار داده بود و با افزایش قطر بر فراوانی درختان آلوده به آفت افزوده می‌شد. بخش‌هایی از تنهٔ درختان که در جهت شمالی قرار داشتند، بیشتر از جهت‌های جنوبی مورد حمله آفات قرار گرفتند. برپایهٔ مطالعات Kiadaliri et al. (2008)، درختان کم‌قطر به لحاظ فراوانی، بیشترین آلودگی را داشتند، اما شدت آلودگی در درختان قطور بیشتر بود. همچنین، انبوهی شپشک سفید پنبه‌ای راش بر روی تنهٔ درختان در جهت‌های شمال و شمال غربی نسبت به جهت‌های دیگر بیشتر بود.

[1] Neonectria
[2] Beech bark disease



شکل ۱- الف- تخم و حشرهٔ کامل شپشک سفید راش ب- پوشش مومی نواری شپشک راش بر روی پوست راش آلوده (عکس از نگارندگان)

شپشک سفید راش در شکاف‌ها و زیر پولک‌های پوست میزبان تغذیه می‌کند و بیشتر در درختان با قطر ۳۱-۱۱ سانتی‌متری یافت می‌شود که پوست آنها تا حد کفایت برای داشتن شکاف ضخیم است (LunderstSdt, 1998; McLaughlin, & Greifenhagen, 2012). شپشک سفید راش تمایل دارد روی درختانی که پوست زبرتری دارند کلونی تشکیل دهد. فرضیهٔ برخی محققان این است که زبری پوست اثر مثبتی در شکل‌گیری کلونی شپشک سفید پنبه‌ای راش بر روی راش اروپایی دارد (Houston, 1982; Leaven & Evans, 2004).

تراکم شپشک سفید راش در جهت‌های مختلف درختان آلوده و حساس به شپشک راش متفاوت است. بقای شپشک‌های مستقرشده روی درختان راش، به شرایط میکروکلیمایی جهات درخت بستگی دارد (Ehrlich, 1934). شپشک سفید راش در جهت شمالی درخت با تراکم بیشتری نسبت به سایر جهات تشکیل کلونی می‌دهد. همچنین مطالعات بیانگر تراکم بیشتر شپشک سفید راش در ارتفاع بالای ۱/۵ متر از سطح زمین است (Houston, 1982).

هدف مهم این تحقیق بررسی برخی عوامل محیطی مؤثر بر تراکم شپشک سفید راش بر درختان راش شرقی است که در دیگر مطالعات و سایر مقالات بر روی درختان راش آمریکایی و اروپایی بررسی شده است. این عوامل محیطی عبارت‌اند از: ارتفاع از سطح دریا، طبقات قطری درختان، زبری و صافی پوست درخت، جهت‌های مختلف تنهٔ درخت و ارتفاع‌های مختلف بر روی یک درخت.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

تحقیق حاضر در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود انجام گرفت که زیرحوضه‌ای از حوضهٔ آبخیز ۴۵ است و در ۱۰ کیلومتری شرق نوشهر در استان مازندران واقع شده است. این منطقه در موقعیت جغرافیایی '۲۷ °۳۶ تا '۴۰ °۳۶ عرض شمالی و '۳۲ °۵۱ تا '۴۳ °۵۱ طول شرقی قرار دارد. جنگل خیرود از شمال به روستای نجارده، از غرب به رودخانهٔ خیرود و جنگل‌های گلبند و از شرق به درهٔ بندپی و جنگل‌های حوضهٔ ۴۶ و از جنوب به یال هشتادتن و جنگل‌های کهنه‌ده وکلیک منتهی می‌شود. این منطقه به مساحت ۸۸۰۰ هکتار از ارتفاع صفر تا ۲۰۵۰ متر از سطح دریا در هفت بخش

گسترش دارد (Karimi et al, 2010). زیرحوضهٔ جنگلی خیرود به هفت بخش به نام‌های پاتم، نمخانه، گرازبن، چلیر، بهاربن، منیاسنگ و دارنو تقسیم شده است. این مطالعه در سه دامنهٔ ارتفاعی پایین‌بند در بخش پاتم، میان‌بند در بخش گرازبن و بالابند در بخش بهاربن انجام گرفت. در بخش پاتم کمینه و بیشینهٔ ارتفاع از سطح دریا به‌ترتیب ۱۰ و ۹۳۰ متر است. جوامع مهم در سری پاتم شامل نمدار- شمشادستان، بلوط - ممرزستان، انجیلی- ممرزستان، راش- ممرزستان، راشستان و جوامع توسکاستان و افراستان است. در بخش گرازبن کمینه و بیشینهٔ ارتفاع از سطح دریا ۵۵۰ و ۱۳۸۰ متر است. جوامع جنگلی بلوط - ممرزستان، راش - ممرزستان، راشستان مخلوط، پلت - راشستان، راشستان خالص و نمدار - راشستان در این بخش وجود دارد. بخش بهاربن در محدودهٔ ارتفاعی ۸۵۰ تا ۲۲۰۰ متر گسترده شده است. جوامع گیاهی قابل تشخیص در این بخش عبارت‌اند از: راش- ممرزستان، راشستان خالص، راش- افراستان، راش- توسکاستان (Etemad, 2002).

شیوه اجرای پژوهش

به‌منظور بررسی وضعیت آلودگی درختان راش منطقهٔ خیرود به شپشک سفید راش در اواسط اردیبهشت ۱۳۹۲، پس از جنگل‌گردشی اولیه، سطحی معادل ۱۰ هکتار راش ممرزستان آلوده به این شپشک با شیب عمومی متوسط ۲۵ درصد در جهت دامنه‌های شمالی و جنوبی، در هر سه دامنهٔ ارتفاعی پایین‌بند (۷۵۰-۷۰۰ متر از سطح دریا) در بخش پاتم، میان‌بند (۱۲۵۰-۱۲۰۰ متر از سطح دریا) در بخش گرازبن و بالابند (۱۶۵۰-۱۶۰۰ متر از سطح دریا) در بخش بهاربن تعیین شد. در انتخاب منطقهٔ تحقیق سعی شد که هر سه منطقه از لحاظ انبوهی درختان و طبقات قطری، شرایط به‌نسبت مشابهی داشته باشند.

در هر یک از سطوح، به‌منظور تعیین درصد آلودگی هر منطقه به شپشک سفید پنبه‌ای راش، ابتدا آماربرداری به روش نمونه‌برداری از طریق ترانسکت (خط نمونه) انجام گرفت (Zobeiri, 2002) و با مطالعهٔ مقدماتی نقشه و منطقهٔ مورد نظر ۱۰ خط ترانسکت ممتد روی نقشه ترسیم و سپس روی زمین به‌صورت منظم تصادفی پیاده شد. هر درخت راشی که بخشی از تنه یا تاج آن خط ترانسکت را قطع کرد، به‌عنوان نمونه تعیین و مشخصات کلی آنها از قبیل سالم یا آلوده بودن و قطر درختان آلوده و درصد تراکم شپشک موجود روی آنها در سه کلاس صفر تا ۳۰ درصد تراکم کم، ۶۰ – ۳۱ درصد تراکم متوسط و بیش از ۶۱ درصد تراکم شدید شپشک راش یادداشت شد. از سوی دیگر در هر سایت مطالعاتی، از بین درختان آلوده به شپشک سفید پنبه‌ای راش، ۱۲ پایه به‌صورت تصادفی تعیین و مشخصات درختان آلوده و تراکم تشکیل کلونی توسط این حشره روی درختان در فرم‌های مخصوص یادداشت شد. این مشخصات شامل کد درخت، قطر، محیط و ارتفاع درخت، زبری و شیارهای روی پوست، تراکم شپشک در جهات تنهٔ درخت در ارتفاع برابرسینه، ارتفاع شروع آلودگی، تراکم شپشک در ارتفاع شروع آلودگی، ارتفاع ۱/۳ و ۲/۵ از سطح زمین و تراکم کلی شپشک سفید راش بر روی درخت بود. برای تعیین تراکم شپشک سفید راش، یک چارچوب مشبک به ابعاد ۳۰× ۳۰ سانتی‌متر در چهار جهت تنهٔ درخت در ارتفاع ۱/۳ متری از سطح زمین قرار داده شد. با تعیین آلوده‌ترین جهت تنهٔ درخت این چارچوب در همان جهت در ارتفاع شروع آلودگی و ۲/۵ متری از سطح زمین نیز قرار داده شد و تراکم این حشره در دو ارتفاع مذکور نیز تعیین شد.

تراکم شپشک سفید راش از طریق برآورد چشمی با رتبه‌بندی از یک تا ده تعیین شد، به این صورت که چارچوبی مشبک بر روی پوست درخت قرار داده شد و با شمارش تعداد سطوح پرشدهٔ آن توسط پوشش مومی شپشک‌ها رتبه‌ها تعیین شد. برآورد چشمی براساس وجود شپشک سفید راش و سطح پوست پوشیده‌شده توسط موم سفید و تعداد کلونی‌های

مشاهده‌شده بر روی پوست راش به‌عنوان شاخص تعداد شپشک‌های زنده در نظر گرفته شد (Kasson & Livingstone, 2011).

زبری و صافی یوست درختان راش براساس وجود یا نبود شیار بر روی پوست درخت تعیین شد. همچنین زبری پوست براساس عمق شیارهای موجود، به پوست زبر با شیارهای نیمه‌عمیق و پوست زبر با شیارهای عمیق تفکیک شد.

روش تحلیل

به‌منظور تحلیل آماری تأثیر عوامل مورد نظر بر تراکم این شپشک از آزمون‌های ناپارامتری در نرم‌افزار SPSS 17 استفاده شد. تأثیر زبری پوست و جهت تنهٔ درخت بر تراکم حشره و طول آلودگی درختان مورد مطالعه با استفاده از روش آماری کروسکال والیس بررسی شده و معنی‌داری آنها با آزمون من ویتنی تعیین شد. تعیین اثر ارتفاعات مورد مطالعه بر تراکم شپشک راش با روش آماری فریدمن انجام گرفت و معنی‌داری آن با استفاده از آزمون ویلکاکسون بررسی شد.

نتایج

با استفاده از فرمول‌های ترانسکت ممتد (Zobeiri, 2002) که در جدول ۱ آمده است، درصد آلودگی هر منطقهٔ مطالعاتی تعیین شد.

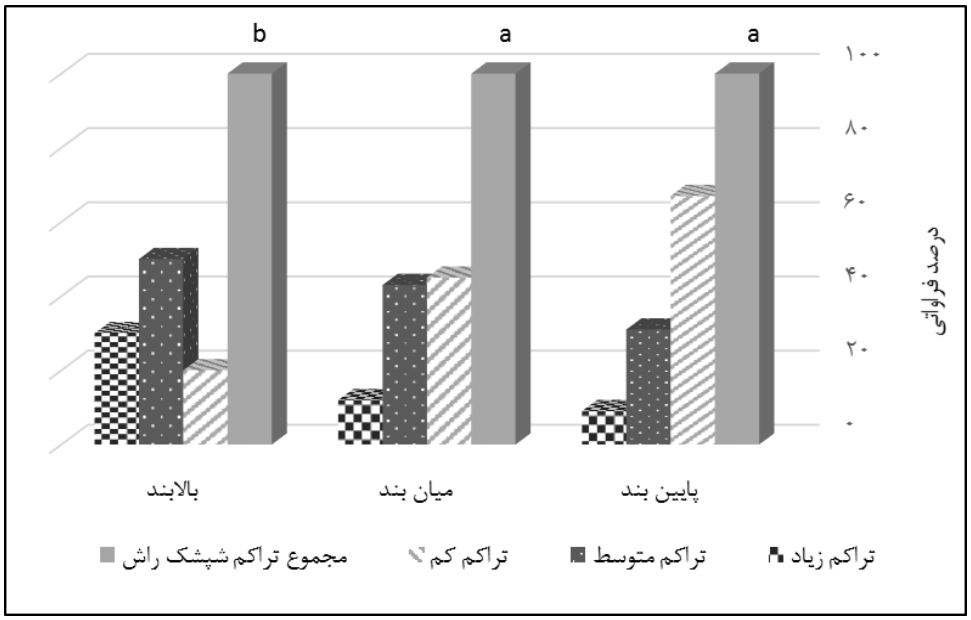
جدول ۱- نتایج نمونه‌برداری به روش ترانسکت در سه منطقهٔ مورد مطالعه

	رابطه	پایین‌بند	میان‌بند	بالابند
درصد نسبت آلودگی درختان به شپشک راش	$P_I\% = \frac{n_I}{N} * 100$	$P_m\% = \frac{166}{696} * 100$ $= 23.8\ \%$	$P_p\% = \frac{227}{799} * 100$ $= 28.3\ \%$	$P_b\% = \frac{113}{730} * 100$ $= 15.4\ \%$
اشتباه معیار	$Sp_I = \sqrt{\frac{P_I(1-P_I)}{N}}$	$Sp_m = \sqrt{\frac{0.238(1-0.238)}{696}}$ $= 0.016$	$Sp_p = \sqrt{\frac{0.283(1-0.283)}{799}}$ $= 0.016$	$Sp_b = \sqrt{\frac{0.154(1-0.154)}{730}}$ $= 0.013$
اشتباه آماربرداری به احتمال ۹۵ درصد	$E = t * Sp_I$	$E = 1.96 * 0.016$ $= 0.031$	$E = 1.96 * 0.016$ $= 0.031$	$E = 1.96 * 0.013$ $= 0.025$
درصد اشتباه آماربرداری	$E\% = \frac{E * 100}{P_I}$	$E\% = \frac{0.031 * 100}{0.238}$ $= 13\ \%$	$E\% = \frac{0.031 * 100}{0.283}$ $=10.95\ \%$	$E\% = \frac{0.025 * 100}{0.154}$ $= 16.2\ \%$
حدود اعتماد به احتمال ۹۵ درصد	$P_I \pm E$	$(0.238 \pm 0.031) * 100$ $=20.7 \quad 26.9$	$(0.283 \pm 0.031) * 100$ $=25.2 \quad 31.4$	$(0.154 \pm 0.025) * 100$ $=12.9 \quad 17.9$

n1: تعداد درختان راش آلوده که خط ترانسکت را قطع کرده‌اند. N : تعداد کل درختان راشی که مسیر را قطع کرده‌اند.

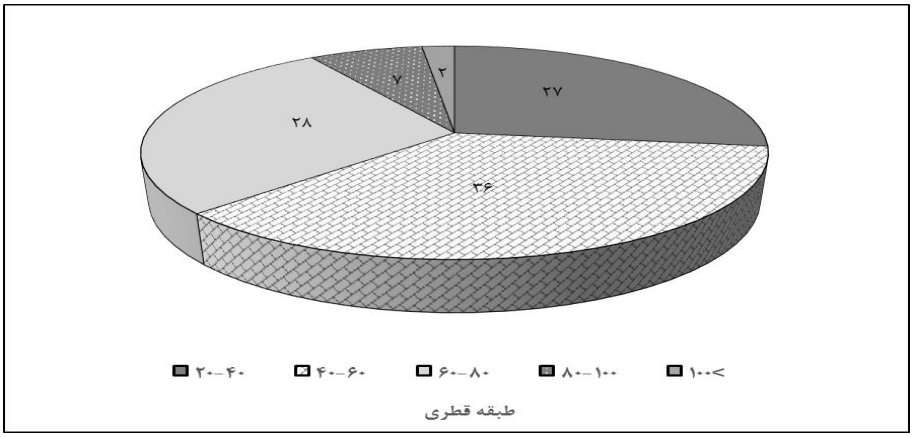
چنانکه نتایج نشان می‌دهد درصد فراوانی پایه‌های راش آلوده به شپشک سفید راش در دامنهٔ ارتفاعی پایین‌بند ۲۳/۸ درصد است که از این مقدار ۶۷ درصد پایه‌ها دارای تراکم شپشک کم و ۹ درصد دارای تراکم شدید بودند. در دامنهٔ ارتفاعی میان‌بند ۲۸/۳ درصد پایه‌های راش آلوده به شپشک سفید راش بود که در ۴۵ درصد آنها تراکم شپشک راش کم و در ۱۲ درصد پایه‌ها تراکم شدید بود. در دامنهٔ ارتفاعی بالابند ۱۵/۴ درصد درختان راش آلوده به شپشک بود، اما از این میزان ۳۰ درصد پایه‌ها تراکم شدید شپشک راش را

نشان دادند. مقایسهٔ میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که تراکم این شپشک در بالابند نسبت به پایین‌بند و میان‌بند تفاوت معنی‌داری دارد (شکل۲). به‌عبارت دیگر با افزایش ارتفاع از سطح دریا، فراوانی پایه‌های آلوده به شپشک سفید راش ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد، اما تراکم شپشک راش افزایش می‌یابد.

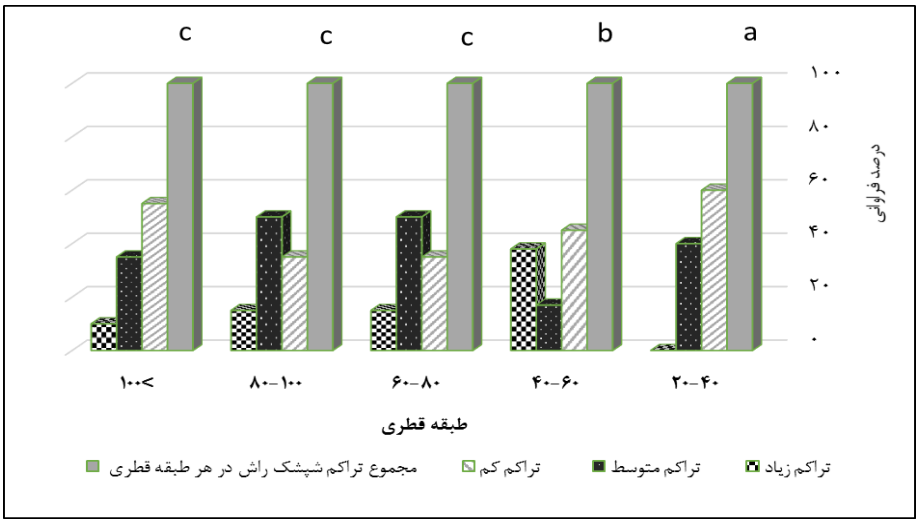


شکل ۲- درصد فراوانی درختان راش آلوده به شپشک سفید راش با تراکم‌های متفاوت در سه منطقهٔ مطالعاتی
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.

داده‌های به‌دست‌آمده از قطر درختان آلوده در پنج طبقهٔ قطری ۴۰–۲۰، ۶۰-۴۰، ۸۰-۶۰، ۱۰۰-۸۰ و ۱۰۰< سانتی‌متر طبقه‌بندی شد. نتایج نشان می‌دهد که طبقهٔ قطری ۶۰-۴۰ سانتی‌متر بیشترین فراوانی تعداد پایه‌های آلوده و نیز بیشترین تراکم شپشک راش را در بین طبقات قطری به خود اختصاص داده است. تراکم شپشک راش در این طبقهٔ قطری با طبقات قبل و بعد از آن در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی‌دار دارد (شکل‌های ۳ و ۴).

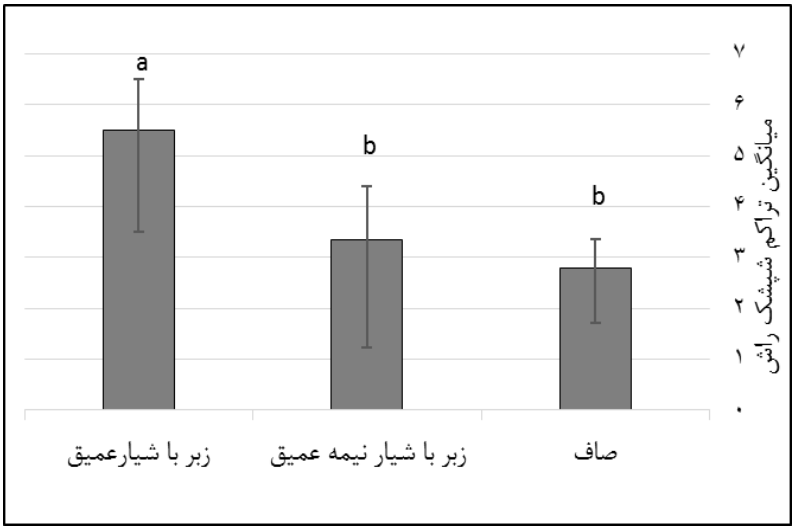


شکل ۳- درصد فراوانی تعداد پایه‌های آلودهٔ درختان راش به شپشک سفید راش در طبقه‌های قطری



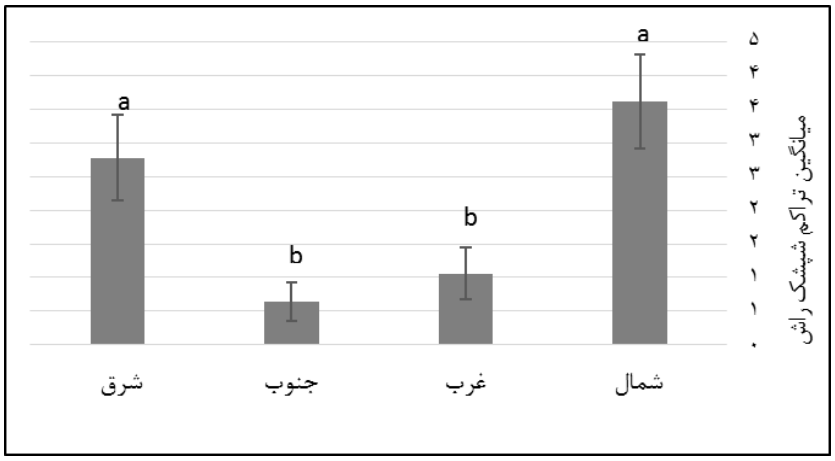
شکل ۴- تراکم شپشک سفید راش بر روی درختان راش در طبقات مختلف قطری
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.

طبق تحلیل ناپارامتری، مشخصات زبری پوست بر تراکم شپشک راش تأثیر دارد. تراکم شپشک سفید راش تحت تأثیر پوست زبر با شیارهای عمیق در مقایسه با پوست زبر با شیارهای نیمه‌عمیق و همچنین پوست صاف و بدون شیار تفاوت معنی‌دار دارد، به‌طوری که بیشترین تراکم شپشک سفید راش در درختان راش با پوست زبر و شیارهای عمیق مشاهده شده است (شکل ۵).



شکل ۵- تراکم شپشک سفید راش در پوست‌های درخت راش با زبری متفاوت
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.

نتایج تحلیل تراکم شپشک سفید راش بر جهات تنهٔ درختان مورد مطالعه نشان می‌دهد که تراکم این حشره در جهت شمال و شرق تنهٔ پایه‌های آلوده تفاوت معنی‌داری با تراکم آن در سمت غرب و جنوب این تنه‌ها دارد (شکل ۶). به‌عبارت دیگر شپشک سفید راش جهت شمال و شرق تنهٔ درخت را برای تشکیل کلونی ترجیح می‌دهد و با شدت بیشتری در این دو جهت کلونی تشکیل می‌دهد.

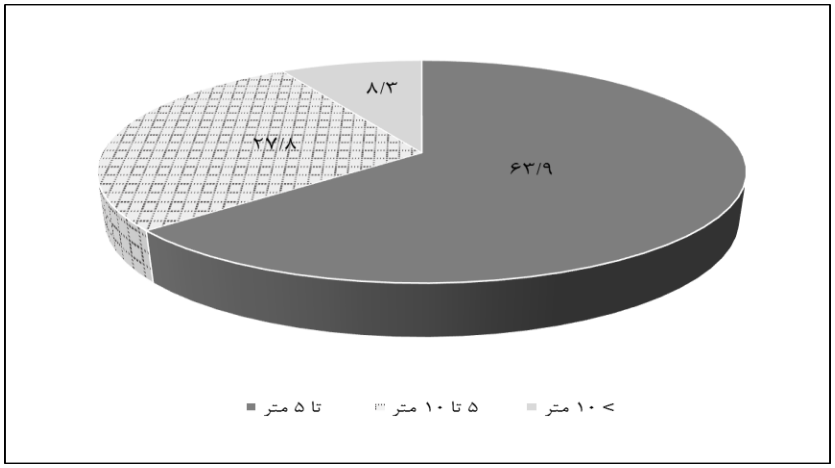


شکل ۶- میانگین تراکم شپشک سفید راش در جهت‌های مختلف تنهٔ درختان راش
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.

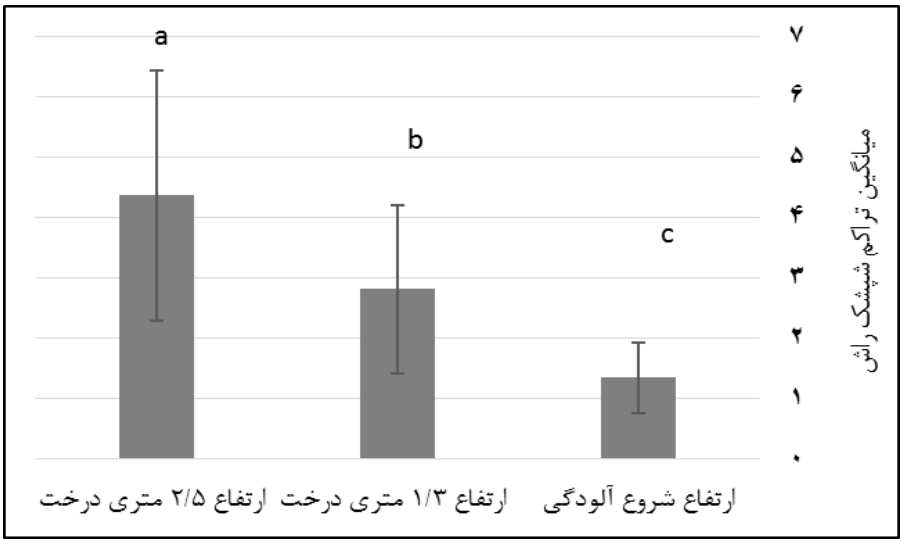
مطابق نتایج به‌دست‌آمده شپشک سفید راش اغلب درختان راش را از سمت پایین مورد حمله قرار می‌دهد و در ۶۳/۹ درصد درختان طول آلودگی تا پنج متری درختان راش گسترش یافته است و تنها در ۸/۳ درصد درختان طول آلودگی به بالای ۱۰ متر می‌رسد. حداکثر طول آلودگی در درختان مورد مطالعه ۱۷ متر است (شکل ۷).

همچنین تحلیل آماری داده‌های جمع‌آوری‌شده از تراکم شپشک سفید راش در سه ارتفاع شروع آلودگی، ۱/۳ و ۲/۵ متری تنهٔ درختان آلوده نشان می‌دهد که تراکم شپشک سفید راش در طول درخت تفاوت معنی‌دار دارد و در ارتفاع ۲/۵ متری از سطح زمین، بیشترین تراکم شپشک سفید راش مشاهده می‌شود (شکل ۸).

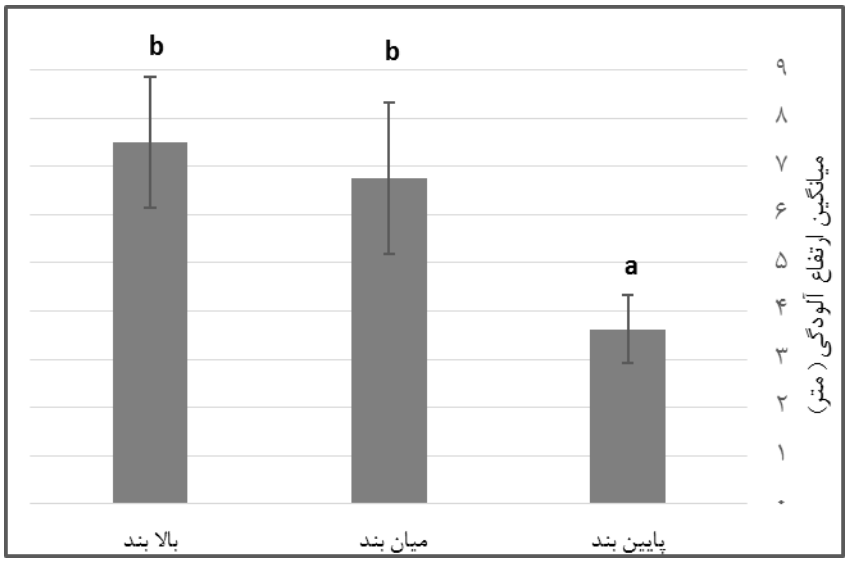
بررسی و تحلیل آماری داده‌های مربوط به طول آلودگی درختان بررسی‌شده نشان می‌دهد که طول آلودگی درختان در دامنهٔ ارتفاعی میان‌بند و بالابند به‌صورت معنی‌داری بیشتر از پایین‌بند است (شکل ۹).



شکل ۷- درصد فراوانی ارتفاع آلودگی درختان راش به شپشک سفید راش



شکل ۸– تراکم شپشک سفید راش در سه ارتفاع مورد بررسی روی درختان مورد مطالعه
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.



شکل ۹- تفاوت در طول آلودگی درختان به شپشک راش در سه منطقهٔ مورد مطالعه
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.

بحث

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که طبقهٔ قطری ۶۰-۴۰ سانتی‌متر، هم بیشترین فراوانی تعداد پایه‌های آلوده و هم بیشترین تراکم حشره را داراست. از سوی دیگر، زبری پوست با شیارهای عمیق، تأثیر معنی‌داری در تجمع کلونی این حشره روی درختان راش دارد.

Leaven & Evans (2004) با تحقیق دربارهٔ راش آمریکایی در ایالت متحده دریافتند که با افزایش قطر درختان، شدت آلودگی زیاد می‌شود. این ارتباط را احتمالاً می‌توان ناشی از شرایط مناسبی دانست که

درختان قطور از نظر تأمین رطوبت و سایه برای این حشره فراهم می‌کنند (Amini Amlashi et al, 2006). همچنین درختان دارای تاج و تنهٔ بزرگ‌تر، منطقهٔ بزرگ‌تری را برای حرکت پوره‌ها و تشکیل کلونی فراهم می‌کنند (Mcloughlin & Griffenhagen, 2012). در درختان راش قطور و دارای پوست ضخیم و زخم‌های فراوان شاخه‌ای و شکاف‌ها و حفره‌ها نیز ممکن است مستقر شدن و بقای پوره‌ها آسان‌تر باشد (McCullough et al., 2001). زبری پوست ارتباطی قوی با افزایش قطر برابرسینهٔ درختان راش دارد و درختان دارای قطر و سن بیشتر، پوست زبرتری دارند. (Leaven & Evans, 2004) شپشک سفید راش در شکاف‌ها و در زیر پولک‌های پوست راش تغذیه می‌کند (LunderstSdt, 1998) و پوست زبرتر با شیارهای فراوان استقرار و بقای پوره‌ها را آسان‌تر می‌سازد (McCullough et al., 2001). نتایج مطالعهٔ Houston (1982) در راش‌های اروپایی آلوده نیز نشان می‌دهد که زبری پوست اثر مثبتی بر شکل‌گیری کلونی شپشک سفید راش روی درختان راش اروپایی از طریق تسهیل در ایجاد کلونی جدید روی درخت دارد. از سوی دیگر مطالعهٔ Houston (2004) در راش اروپایی نشان می‌دهد که با افزایش قطر درخت، پوست راش شروع به لیگنین‌سازی می‌کند و شدت تراکم کلونی شپشک سفید راش روی لایه‌های چوبی‌شدهٔ پوست کاهش می‌یابد. Mirabdollahi Shamsi et al. (2011) دریافتند که درصد پوست درختان راش در چوب‌های کم‌قطر (قطر< ۴۰ سانتی‌متر) بیشتر است و با افزایش قطر و سن درخت، ضخامت پوست افزایش می‌یابد.

از تلفیق نتایج این تحقیق در زمینهٔ افزایش فراوانی تعداد پایه‌ها و تراکم شپشک سفید راش با افزایش قطر و زبری پوست می‌توان نتیجه گرفت که درختان راش در طبقهٔ قطری ۶۰-۴۰ سانتی‌متر به حداکثر ارزش زبری و عمق شیارهای روی پوست می‌رسند و در نتیجهٔ برهمکنش افزایش قطر، درصد پوست، ضخامت و زبری پوست، مناسب‌ترین زیستگاه را برای تشکیل کلونی شپشک سفید راش فراهم می‌آورند. در قطرهای بیش از ۶۰ سانتی‌متر، زبری پوست و عمق شیارهای آن ثابت باقی می‌ماند و احتمالاً پوست شروع به لیگنین‌سازی می‌کند و ضخامت آن افزایش می‌یابد. چوبی شدن و افزایش ضخامت پوست، سبب کاهش مواد غذایی در دسترس شپشک سفید راش می‌شود.

نتیجه این مطالعه همسو با یافته‌های Leaven & Evans (2004) و Kiadaliri et al. (2008) است که بیان می‌کنند شدت آلودگی با افزایش قطر افزایش می‌یابد. در واقع ازآنجا که پایه‌های قطور راش آمریکایی به‌شدت توسط بیماری پوست راش از بین رفته‌اند و درختان راش با قطر بیش از ۶۰ سانتی‌متر در ایالت متحده به‌ندرت دیده می‌شود، این دو نتیجه بر هم منطبق است. در مطالعات Kiadaliri et al. (2008) روی سه طبقهٔ قطری ۳۰-۱۰، ۵۰-۳۰ و بیش از ۵۰ سانتی‌متر، مشخص شد که با افزایش قطر درختان، شدت آلودگی افزایش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

نتایج تحقیق حاضر بیانگر این است که تراکم شپشک راش در جهت شمال و شرق تنهٔ درختان راش بیش از جهت جنوب و غرب درخت است. تراکم شپشک سفید راش در جهت‌های مختلف درختان آلوده و حساس به شپشک سفید راش متفاوت است. بقای شپشک‌های مستقرشده روی درختان راش به شرایط میکروکلیمایی جهات درخت بستگی دارد (Ehrlich, 1934). به‌طور کلی نوسانات دمایی زیاد و افزایش سطح تابش پرتو خورشید، فشار محیطی بیشتری را در جهت‌های جنوب و غرب درخت نسبت به جهت‌های شمال و شرق آن به شپشک‌های راش وارد می‌کند (Andresen et al., 2001; Petrillo & Witter, 2004). ضخامت پوست در جهت‌های رو به آفتاب بیشتر از سایر جهت‌هاست (Sonmez et al., 2007).

در توده‌های راش با تراکم کم شپشک سفید راش یا توده‌های با تعداد کم درختان راش، جهت‌های شمالی و شرقی تنهٔ درختان راش تراکم بیشتری از شپشک سفید راش را در مقایسه با توده‌های با تراکم شپشک سفید راش نشان می‌دهند. در توده‌های راش با هجوم فراوان این حشره، تراکم آنها در سمت جنوب و غرب درختان راش بیشتر است. این تغییر در ترجیح جهت به این دلیل است که در ابتدا شپشک‌ها میکروکلیمای متوسط در جهت شمال و شرق درخت را برای استقرار ترجیح می‌دهند، اما افزایش خیلی زیاد تراکم آنها در این جهات، به مرگ پوست و کمبود پوست زنده می‌انجامد؛ بنابراین در طول زمان که جمعیت آنها افزایش می‌یابد، به‌تدریج به جهت غرب و جنوب تنه که پوست زنده دارد مهاجرت می‌کنند (Witter et al., 2004).

با توجه به نتایج Witter et al. (2004) و Sonmez et al. (2007) می‌توان استنتاج کرد که مناطق بررسی‌شده در تحقیق حاضر در واقع توده‌های کم‌تراکم شپشک سفید راش هستند که شپشک‌ها جهت شمال و شرق درختان راش را که پوست نازک‌تری دارند برای تشکیل کلونی ترجیح می‌دهند و در واقع فراوانی آلودگی کمتر از ۳۰ درصد در هر سه عرصهٔ مورد مطالعه می‌تواند تأییدی بر این موضوع باشد. با توجه به نتایج این تحقیق، شپشک سفید راش از ارتفاع پایین تنه به درختان راش حمله می‌کند و تراکم آن در طول درخت تا ارتفاع ۲/۵ متری درخت به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. رطوبت پوست از سطح زمین به‌سمت بالای درخت افزایش می‌یابد، به این علت که پوست درخت به‌سمت بالا نازک‌تر می‌شود و آوندهای آبکش و چوبی فعال به سطح پوست نزدیک‌تر می‌شوند و در نتیجه رطوبت بیشتری در دسترس قرار می‌گیرد (Wardhaugh et al., 2006). Wainhouse (1980) با مطالعهٔ پوره‌های متحرک شپشک سفید راش دریافت که بیشترین شدت تراکم پوره‌های سن یک شپشک سفید راش در ارتفاع ۱ تا ۳/۲ متری از سطح زمین بر روی درختان آلوده است و تراکم آنها در بالای این ارتفاع به‌شدت کاهش می‌یابد. تنها ۷ درصد پوره‌ها در ارتفاع ۶ تا ۱۸ متری درخت مستقر می‌شوند. طبق مطالعات Houston (1982) تراکم شپشک سفید راش در ارتفاع بالای ۱/۵ متر از سطح زمین بیشتر است که نشان می‌دهد این شپشک فعالانه در جست‌وجوی یک ارتفاع خاص از درخت میزبان است که ممکن است در نتیجهٔ افزایش محتوای مواد غذایی پوست مرطوب درخت در ارتفاع بالاتر همراه با دمای بیشتر و ثابت‌تر پوست باشد که به توسعهٔ فعالیت شپشک سفید راش در ارتفاع بالاتر درخت راش منجر می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، فراوانی پایه‌های آلوده به شپشک سفید راش ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. این یافته با نتیجهٔ Amini Amlashi et al. (2006) متفاوت است؛ آنان بیان کردند با افزایش ارتفاع از سطح دریا، از فراوانی پایه‌های آلوده به شپشک سفید راش کاسته می‌شود، اما از سوی دیگر مطابق نتایج این تحقیق، تراکم شپشک سفید راش در منطقهٔ بالابند بیش از دو منطقهٔ دیگر است و از طرفی طول آلودگی درختان راش در میان‌بند و بالابند به‌طور معنی‌داری بیشتر از پایین‌بند است. افزایش ارتفاع از سطح دریا تا حدی، سبب کاهش دما و افزایش رطوبت منطقهٔ میان‌بند نسبت به پایین‌بند می‌شود که احتمالاً شرایط اقلیمی مناسب‌تری را برای درختان راش و شپشک سفید راش فراهم می‌کند. از سوی دیگر ادامهٔ کاهش دما در منطقهٔ بالابند با کاهش دورهٔ رویش میزبان و کاهش منابع غذایی در دسترس حشره می‌تواند از فراوانی پایه‌های آلوده بکاهد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که گرچه در دامنهٔ ارتفاعی بالابند، دما نسبت به دو دامنهٔ ارتفاعی دیگر کاهش می‌یابد، ۵۰ درصد درختان راش آلوده در این منطقه پوست زبر با شیارهای عمیق دارند که شرایط زیستی بسیار مناسبی را برای شپشک های راش فراهم می‌کند.

ازآنجا که اطلاعات دقیق آمار اقلیمی دامنه‌های ارتفاعی جنگل خیرود وجود ندارد، نمی‌توان در مورد ارتباط بین فراوانی و شدت آلودگی درختان در دامنه‌های ارتفاعی با اطمینان اظهار نظر کرد، چراکه پارامترهای اقلیمی بسیاری از جمله متوسط دما، بیشینه و کمینهٔ دمای روزانه و ماهانه، بارندگی و پارامترهای دیگر می‌تواند زندگی میزبان و حشره را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین تعیین دقیق شرایط بهینه زیستگاه، دما و رطوبت برای شپشک سفید راش نیازمند داده‌های اقلیمی چندین‌ساله مناطق مختلف این جنگل است که در مطالعات آینده بهتر است بیشتر لحاظ شود.

References

Abaii, M. (1993). *Pest of forest trees and shrubs of Iran.* Tehran: Agricultural Research, Education & Extension Organization Press.

Andresen, J.A., McCullough D.G., Potter, B.E., Koller, N., Bauer, L.S., Lusch, D.P., & Ramm, C.W. (2001). Effects of winter temperatures on gypsy moth egg masses in the Great Lakes region. *Agricultural and Forest Meteorology, 110*, 85-100.

Amin Amlashi, M., Salehi, M., Amanzadeh, B. Rashidi, R., & Adeli, E. (2006). Infestation of Beech trees to Cryptococcus fagisuga Barspar in Guilan province. *Iranian journal of Forest and Range Protection Research, 3*(2), 159-174.

Behdad, E. (1996). *Encyclopedia of plant*. Isfahan Yadboud publication.

Ehrlich, J. (1934). The beech bark disease, a Nectria disease of Fagus, following Cryptococcus fagi (Baer.). *Canadian Journal of Forest Research, 10*, 593-692.

Etemad, V. (2002). *Quantitative and qualitative investigation of seeds of beech trees (Fagus orientalis) in the forests of Mazandaran province.* PhD thesis. University of Tehran.

Houston, D.R. (1982). A technique to artificially infest beech bark with the beech scale, *Cryptococcus fagisuga* (Lindinger). U. S. Department of Agriculture, Forest Service Research. Paper NE-507.508.

Houston, D.R., & Houston, D.B. (2000). Allozyme genetic diversity among *Fagus grandifolia* trees resistant or susceptible to beech bark disease in natural populations, *Canadian Journal of Forest Research*, 30, 779-789.

Houston, D.R. (2004). Beech bark disease: 1934 to 2004: what's new since Erlich? in: Beech Bark Disease, *Proceedings of the Beech Bark Disease Symposium*, Saranac Lake**,** New York, June (pp. 2-13).

Karimi, S., Kaboli, M., Shariati Najafabadi, M. & Etemad, V. (2010). Comparison of two methods to estimate species richness of birds in Kheyrud forest. *Iranian Journal of Forest, 2*(2), 105-112.

Kasson, M.T., & Livingston, W.H. (2011). Relationships among beech bark disease, climate, redial growth re-sponse and mortality of American beech in northern Maine. *USA Forest Pathology*, *42*, 199 -212.

Kiadaliri, H., Hassani, M., Mataji, A., & Kialashaki, A. (2008). Investigation on *Cryptococcus fagi* (L.) population in relation to silvicultural characteristics of oriental beech forests (case study: Safaroud, Ramsar). *Iranian journal of Forests and Poplar Research, 16*(4), 660-668.

Kozar, F., Fowjhan, M.A., & Zarrabi, M. (1996). Check-list of Coccoidea and Aleyrodoidea (Homoptera) of Afghanistan and Iran, with additional data to the scale insects of fruit trees in Iran, *Phytopathology and Entomology Journal*, *31*(1-2):61-74.

Leaven, K.V., & Evans, C.A. (2004). A preliminary examination of beech bark disease and the influence of soil moisture on bark thickness and disease status in the northern Adirondack uplands. in: Beech Bark Disease: *Proceedings of the Beech Bark Disease Symposium*, Saranac Lake**,** New York, 60-64.

LunderstSdt, J. (1998). Impact of external factors on the population dynamics of beech scale (Cryptococcus fagisuga) (Hom. Pseudococcidae) in beech (*Fagus sylvatica*) stands during the latency stage. *Journal of Applied Entomology*, *122*(6):319-322.

McCullough, D.G., Heyd, R.L., & O'Brien. J.G. (2001). Biology and management of beech bark disease: Michigan's newest exotic forest pest. MSU-Extension bulletin E-2746, 12 pp.

McLaughlin, J., & Greifenhagen, A. (2012). Beech bark disease in Ontario: A primer and management recommendation Recommendations, Forest Research Note. *Ontario Forest Research Institute*, *71*:1-8.

Mirabdollahi Shamsi, M., Bonyad, A.E., Torkaman, J., & Bakhshandeh Navrood, A.E. (2011). Modeling of effective variables on bark thickness of *Fagus orientalis* Lipsky in the Asalem Forest Area. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, *18*(3), 79-90.

Petrillo, H.A., & Witter, J.A. (2004). Regeneration of American beech (*fagus grandifolia* EHRH.) In Michigan. Integration of beech bark disease and management practices. in: beech bark disease: *Proceedings of the beech bark disease symposium*, Saranac Lake**,** New York, 142-145.

Resaneh, Y.A., Moshtagh Kahnamouei, & M.H., Salehi, P. (2000). Quantitative and qualitative investigation of forests in North of Iran. In *Management of Northern forests and Sustainable Development. National conference*. *Ramsar*. (pp. 55-79).

Sonmez, T., Keles, S., & Tilki, F. (2007). Effect of aspect, tree age and tree diameter on bark thickness of *Picea orientalis*, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22: 193 -197.

Sinclair, W., & Howard, H. (2005). *Diseases of trees and shrubs*. Second edition, Comstock publishing.

Teale, S.A., S. Letkowski, G. Matusick, S.V. Stehman, Castello, & D. John, (2009). Quantitative, nondestructive assessment of beech scale (Hemiptera: Cryptococcidae) density using digital image analysis of wax masses. *Environmental Entomology*. *38*(4), 1235-1240.

Wainhouse, D. (1980). Dispersal of first instar larvae of the felted beech scale, *Cryptococcus fagisuga*. *The Journal of Applied Ecology, 17*, 523-532.

Wardhaugh, C.W., Blakely, T.J., Greig, H., Morris, P.D., Barnden, A., Rickard, S., Atkinson, B., Fagan, L.L., Ewers, R.M., & Didham, R.K. (2006). Vertical stratification in the spatial distribution of the beech scale insect (*Ultracoelostoma assimile*) in *Nothofagus* tree canopies in New Zealand, *Ecological Entomology*, *31*,185-195.

Witter, J., Stoyenoff, J., Petrillo, H., Yocum, J., & Cohen, J. (2004). Effects of beech bark disease on trees and ecosystems, in: beech bark disease: *Proceedings of the beech bark disease symposium*, Saranac Lake**,** New York, 28-35.

Zobeiri, M. (2002). *Forest biometry*. Tehran University Press.

Iranian Journal of Forest
Vol. 9, No. 2, Summer 2017
pp. 187-200

Some effective environmental factors on beech scale (*Cryptococcus fagisuga* lindinger) density on oriental beech (*Fagus orientalis* lipsky) (Case study: Kheyrud Forest)

F. Firouzeh1[1], A. Shirvany[2*], H. Askary[3], S.H. Goldansaz[4], S. Manzari[5], and B. Jalilpour[6]

[1]Ph.D Student of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Prof., Biological Control Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), I. R. Iran
[4]Associate Prof., Faculty of Agricultural, University of Tehran, I. R. Iran
[5]Assistant Prof., Insect Taxonomy Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), I. R. Iran
[6]Ph.D Student of Silviculture and Forest Ecology, Moscow Forest State University, Moscow, Russia

(Received: 12 June 2016; Accepted: 5 September 2016)

Abstract

In order to study the beech scale and some of the effective environmental factors on beech scale density on eastern beech trees, after field inspection, 10 hectare of infected beech stands were specified in low-, mid- and high lands of Kheyrud forest. At each studied area, 12 scale infected beech stands were randomly determined and their characteristics were recorded in special papers. Effect of bark roughness and direction of trunk of beech trees and height from the ground on beech scale density and period of infestation in three studied areas were investigated by using non-parametric Kruskal-Wallis and *Friedman* tests. Completely rough barks having deep cracks were assigned highest density of beech scale by 5.5 average. Beech scale density at north and east sides of trunk was significantly more than south and west sides. Also, density of this scale at 2.5 m height of trunk was the greatest by 4.4 average. With increasing elevation from sea level, infected stands initially increased from 23.8 to 28.3 percent and then decreased to 15.4 percent. Beech scale density was most in high land by 30 percent high density and also beech trees infection length was highest in middle land and high land by 5.35 and 7.5 m, respectively diameter class 40-60 cm was recognized as the best diameter for colony formation of beech scale by 36 percentage infection frequency and 38 percentage high density.

Keywords: Bark roughness, Beech scale, Kheyrud forest, Trunk direction, Trunk height.

[*] Corresponding author Tel: +989126663150 Email: shirvany@ut.ac.ir