

تشریح علائم و ارزیابی هم‌رخدادی شدت‌های مختلف بیماری ذغالی در بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia*)

جلیل کرمی^۱، محمدرضا کاوسی^۲، منوچهر بابائزاد^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۱۴

چکیده

این تحقیق با هدف تشریح علائم و ارزیابی هم‌رخدادی شدت‌های مختلف بیماری ذغالی در بلوط بلندمازو، در پارک جنگلی قرق انجام گرفت. در یک دوره شش ماه علائم بیماری ذغالی شامل خشکیدگی تاج، تعداد، ارتفاع، سطح و عمق شانکر در ۳۸۵ درخت بلندمازو با قطر متوسط ۵۵/۵ سانتی‌متر با دامنه قطری ۱۵ تا ۱۴۰ سانتی‌متر در هفت ترانسکت در امتداد شمالی-جنوبی پارک ثبت گردید. بر اساس شدت خسارت بیماری درختان در پنج کلاس: سالم و بدون علائم بیماری (۱)، فقط تراوش مایع درون بافتی با سطوح خیلی کوچک (۲)، افزایش تراوش مایع درون بافتی، شانکر توسعه یافته و شروع فعالیت سوسک چوبخوار (۳)، تراوش مایع درون بافتی و پوسیدگی توسعه یافته، فعالیت سوسک چوبخوار بیشتر با ایجاد شانکرهای عمیق (۴) و درختان خشک شده و مرده (۵)، گروه‌بندی شدند. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که میانگین ارتفاع، عمق و سطح شانکر در درختان بیمار تفاوت معنی‌داری باهم دارند و همچنین رابطه‌ی معنی‌داری بین شدت خسارت بیماری ذغالی با سطح و عمق شانکر، مشاهده گردید. ارزیابی هم‌رخدادی شدت‌های مختلف بیماری با استفاده از روش کوواریانس پلات‌های جفت شده نشان داد که درختان با شدت بالای بیماری با درختان مرده رابطه مثبت و معنی‌داری باهم دارند، به طوری که هر چه تفاوت شدت بیماری بین درختان بیشتر گردد، احتمال هم‌رخدادی آن‌ها کمتر می‌شود. نتایج این تحقیق الگوی از چگونگی پراکنش و توسعه بیماری ذغالی بلوط ارائه می‌دهد که در مدیریت و احیای جنگل‌های آلوده کاربرد دارد.

کلمات کلیدی: بلوط بلندمازو، بیماری ذغالی، نقطه‌مرکزی یک‌چهارم، *Biscogniauxia mediterranea*

^۱ - دانشجوی دکتری جنگلشناسی و اکولوژی جنگل (پاتولوژی جنگل)، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

گرگان، ایران نویسنده مسئول: karamij_2008@yahoo.com

^۲ - دانشیار، گروه جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

^۳ - دانشیار، گروه آمار، دانشکده آمار، دانشگاه گلستان، ایران

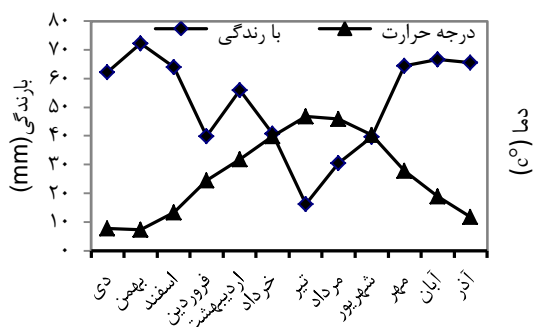
مقدمه

بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia*)، درختی است از تیره راش (Fagaceae) که به طور کلی از نظر قطر و ارتفاع، بزرگترین درخت و دومین گونه با ارزش جنگل‌های شمال محسوب می‌شود. این درخت، مخصوص جنگل‌های قفقاز و خزری است که در جنگل‌های شمال ایران از جلگه‌های ساحلی تا ارتفاعات بالایی و از جنگل‌های گلی‌داغ، گلستان و گردنه چناران تا آستارا پراکنده است. بلندمازو در جنگل‌های شمال از با ارزشترین درختان جنگلی است و به دلیل مصارف مختلف صنعتی و سنتی، از دیرباز چوب این گونه مورد بهره‌برداری شدید قرار گرفته است. آمار مربوط به طرح جامع مقدماتی در سال ۱۳۷۵ نشان می‌دهد که بلندمازو، ۸/۰۱ درصد حجم سرپا و ۴/۶۱ درصد مساحت جنگل‌های شمال را به صورت خالص و ۱/۹ درصد را به صورت آمیخته، در بر می‌گیرد (۸). علاوه بر موارد فوق در سال‌های اخیر نیز خشک‌سالی، ریزگردها، آفات متعدد و اخیراً بیماری ذغالی بلوط به عنوان عوامل زوال و خشکیدگی بلندمازو نقش پر رنگ‌تری به خود گرفته‌اند، به نحوی که با گذشت زمان نتایج تخریبی ناشی از عوامل فوق بیشتر نمایان خواهد شد (۳). اولین بار در ایران بیماری ذغالی بلوط با عاملیت قارچ *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) Kun- Q. tze در استان گلستان روی بلندمازو (*Q. castaneifolia*)، سال ۲۰۱۱ و در زاگرس روی بلوط ایرانی (*Q. brantii*) و آزاد (*Zelkova carpiniifolia*) در سال ۱۳۹۲ گزارش گردید

(۱۶،۱۵). قارچ *B. mediterranea* یکی از قارچ‌های مشهور خانواده *Xylariaceae* با بیش از ۵۰ تاکسون است که یکی از مشکلات اصلی جنگل‌های بلوط جهان (ایران، آفریقا، آمریکای مرکزی، ایتالیا، اسپانیا، پرتغال، ایالات متحده آمریکا، ترکیه و روسیه) مخصوصاً مناطقی که دچار تغییرات آب و هوایی شده‌اند، تبدیل شده است (۵). شواهدی زیادی بر این‌که این گونه‌ها ابتدا به صورت اندوفیت در درختان سالم حضور دارند، وجود دارد ولی بعد از این‌که به درخت تنش، مخصوصاً تنش خشکی وارد شود، به صورت مهاجم در می‌آیند. (۱۷). شیوع بیماری در جنگل با کاهش تنوع زیستی و تغییر عملکرد در اکوسیستم همراه است و به دلیل توانایی بالای بیماری‌های غیر بومی در از بین بردن مستقیم گونه‌های میزبان، تاثیر بسیار قوی بر پویایی اکوسیستم‌های جنگلی خواهند داشت (۱۸). با این وجود، شناخت الگوی مکانی و توزیع شدت‌های مختلف بیماری در درختان میزبان یکی از اساسی‌ترین اصول در مدیریت بیماری درختان جنگلی است، زیرا عوامل موثر بر پراکندگی و چرخه زندگی بیماری‌ها را مشخص می‌نماید (۱۹). به همین دلیل، بیشتر محققان به منظور درک عوامل تاثیرگذار بر انتشار و شیوع بیماری‌های گیاهی به بررسی و سنجش مدل الگوهای مکانی بیماری ارتباط شدت‌های مختلف بیماری در درختان جنگلی می‌پردازند. اولین گام در مدیریت هر بیماری گیاهی شناخت صحیح عامل آن بیماری می‌باشد، اما آگاهی درباره علائم و نشانه‌ها، نحوه استقرار، شیوع و تغییرات شدت بیماری در طول زمان و مکان

تا ۶۰۰ متر از سطح دریا و دارای جهت جغرافیایی شمالی و شیب ملایم می باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۶۱۸/۵ میلی-متر، متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷/۸۱ درجه سانتی-گراد و حداکثر و حداقل درجه حرارت ماهیانه به ترتیب ۳/۷ (بهمن) و ۳۳/۱ (تیر) سانتی-گراد می باشد.

منحنی آمبروترمیک منطقه نشان می دهد که فصل خشک به مدت سه ماه می باشد که در ماه های تیر، مرداد و شهریور اتفاق می افتد و در بقیه ماه ها با توجه به مقدار بارندگی و درجه حرارت فصل خشک وجود ندارد (شکل ۲). پوشش درختی غالب منطقه شامل بلندمازو، ممرز، انجیلی، توسکا و آزاد است که براساس ترکیب، فراوانی و درصد تاج پوشش، تیپ های گیاهی پارک شامل بلوط در دامنه ارتفاعی ۱۲۰-۶۰۰، انجیلی - ممرز در ۱۲۰-۱۶۰، انجیلی در ۱۲۰-۱۴۰ و ممرز-انجیلی در ۱۲۰-۱۶۰ متری استقرار می یابند (۹).



شکل ۱- منحنی آمبروترمیک منطقه قرق

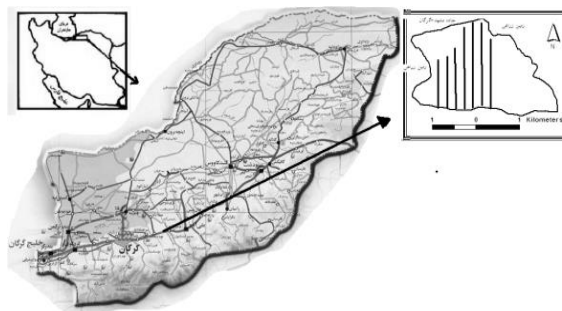
آماربرداری در جمع آوری داده های مربوط به پوشش گیاهی است که قدمت آن به بیش از ۱۵۰ سال می رسد. این روش نسبت به سایر روش های پلات دار، به تجهیزات و نیروی

در اپیدومولوژی و مدیریت بیماری های جنگل نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (۳). با توجه به اهمیت موضوع و شتاب گسترش بیماری ذغالی بلوط در جنگل های ایران هنوز مطالعه و تحقیقی که منجر به ارائه گزارش علمی درباره اکولوژی و شناسایی علائم بیماری ذغالی بلوط در کشور گردد، صورت نگرفته است (۵). بنابراین این تحقیق با هدف تشریح علائم و نشانه های بیماری ذغالی بلوط و ارزیابی هم رخدادی شدت های مختلف این بیماری در درختان بلندمازو انجام گرفت.

مواد و روش ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در پارک جنگلی قرق به مساحت ۶۵۲ هکتار واقع در شرق استان گلستان در مسیر بزرگراه مشهد-گرگان با طول جغرافیایی ۳۰' ۴۰' ۵۴° تا ۰۰' ۴۳' ۵۴° شرقی و عرض ۰۰' ۵۲' ۳۶° تا ۲۰' ۵۳' ۳۶° شمالی انجام گرفت (شکل ۱). دامنه ارتفاعی منطقه از ۱۲۰



شکل ۱- موقعیت پارک جنگلی قرق در استان گلستان و ایران، نمایش موقعیت ترانسکت ها در پارک

روش تحقیق

روش یک چهارم نقطه مرکزی (PCQ) یکی از کارآمدترین و مناسب ترین روش های

(ترسیم سطح شانکر روی طلق شفاف و محاسبه آن با استفاده از پلانی متر)، تراوش مایع درون بافتی، حضور سوسک‌های چوبخوار و درصد خشکیدگی تاج (براساس شمارش تعداد شاخه‌های خشک شده) ثبت گردید (۱۲،۱۴).

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار R و رسم نمودار توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها به وسیله آزمون لون تست گردید. در صورت نرمال نبودن داده‌ها از تبدیل داده‌ها استفاده شد. جهت تعیین تفاوت معنی‌داری صفات مورد اندازه‌گیری در کلاس‌های خسارت بیماری ذغالی از آزمون تجزیه واریانس یک- طرفه استفاده گردید. برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ی دانکن استفاده شد.

هم رخدادی شدت‌های مختلف بیماری

ذغالی

براساس داده‌های ثبت شده علائم بیماری ذغالی بلوط، درختان در شدت‌های مختلف بیماری در پنج کلاس شدت خسارت رتبه- بندی خواهند شد. سپس با استفاده از روش کوواریانس پلات‌های جفت شده (PQC^۷) هم- رخدادی شدت‌های مختلف بیماری در درختان بلندمازو بررسی می‌گردد. به این منظور، حضور و عدم حضور هر یک از کلاس‌های شدت بیماری با صفر برای عدم حضور و یک برای حضور در گره‌ها ارزش‌گذاری شدند و در فرمول ۱، بکار گرفته شد (۱۲،۱۰).

انسانی کمتری نیاز دارد و اجرای آن نیز سریع‌تر صورت می‌گیرد. همچنین در مقایسه با روش‌های بدون پلات (فاصله‌ای) مانند روش‌های نزدیک‌ترین فرد، نزدیکترین همسایه و جفت تصادفی، روش یک چهارم نقطه مرکزی از کمترین تغییرات در نتایج و تاثیر تعصبات ذهنی آماربردار برخوردار است به طوری که بیشترین اطلاعات در هر نقطه نمونه‌برداری به دست می‌آورد (۴). در این روش یک خط عمود بر مرکز گره کشیده می‌شود تا گره را قطع نماید، سپس در هر ربع، فاصله نزدیکترین فرد تا نقطه مرکزی (محل برخورد خط عمود و ترانسکت) اندازه‌گیری می‌شود (۲). بنابراین در محیط GIS^۵ در امتداد طول منطقه مورد مطالعه ترانسکت‌هایی با فاصله ۲۰۰ متر از هم ترسیم گردید و مرکز گره‌ها به صورت منظم - تصادفی با فاصله حداقل ۱۰۰ متر از هم در طول ترانسکت‌ها مشخص شدند. سپس شبکه آماربرداری در عرصه پیاده گردید و محل دقیق گره‌ها با استفاده از GPS^۶ مشخص شدند. سپس در هر گره آزمون درختان و فاصله نزدیکترین درختان بیمار با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر نسبت به مرکز گره، در چهار جهت اصلی جغرافیایی ثبت گردید. به منظور کلاسه‌بندی شدت بیماری و چگونگی گسترش و توسعه بیماری در یک دوره شش ماهه درختان علامت‌گذاری شدند و علائم و نشانه‌های بیماری شامل: تعداد، عمق و سطح شانکر

^۵ - Geographic Information System

^۲ - Global Position System

^۷ - Paired Quadrat Covariance

فرمول ۱

$$V_{PQC}(i, j, r) = \frac{\sum_{k=1}^{n-r} (x_{i,k} - x_{i,k+r})(x_{j,k} - x_{j,k+r})}{2(n-r)}$$

در این معادله $X_{j,k}$ و $X_{i,k}$ به ترتیب ارزش حضور/عدم حضور در k ام کوادرات برای سطح بیماری بیماری i و j می باشند، n : تعداد کل کوادرات ها، r : پارامتر مقیاس است، که بیانگر تعداد دفعات ادغام کوادرات ها می باشد.

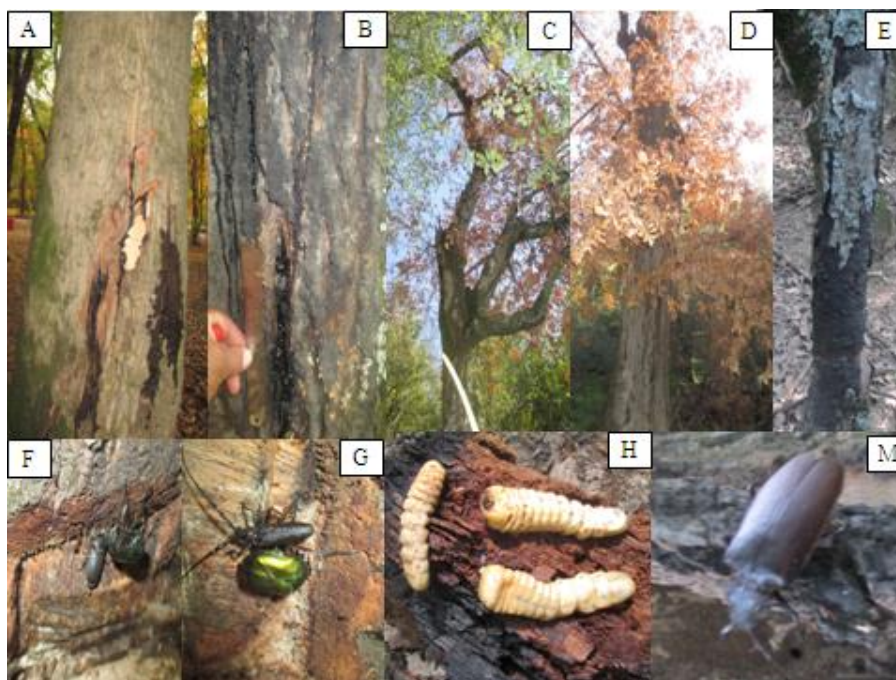
نتایج

کلاسه بندی شدت بیماری ذغالی

علائم و نشانه های بیماری ذغالی بلوط برای ۳۸۵ درخت در ۱۰۲ گره در قالب هفت ترانسکت با قطر متوسط ۵۵/۵ سانتی متر با دامنه قطری ۱۵ تا ۱۴۰ سانتی متر و میانگین فاصله از مرکز پلات برای کلیه درختان بلندمازو معادل $18/3 \pm (2/3)$ متر با تراکم $30/0$ اصله درخت اصله درخت در هکتار ثبت گردید. براساس اطلاعات به دست آمده در یک دوره شش ماهه (اوایل فروردین تا اواسط مهر) نشان داد که در اوایل فصل بهار سوسک های شیرابه خوار برای استفاده از شیرابه تراوش شده حاصل از فعالیت قارچ عامل بیماری ذغالی بلوط به سمت درختانی که این قارچ در لایه کامبیوم تنه آن ها شروع به فعالیت نموده است (شکل ۳، A) جذب خواهند شد (۵)، به طوری که در این درختان هنوز نشانه های اولیه فعالیت قارچ *B. mediterranea* در خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی درخت ظاهر نشده است (شکل ۳، A).

پس از فعالیت اولیه قارچ عامل بیماری، نشانه های اولیه ضعیف و تحلیل رفتن تاج درختان با خشک شدن شاخه های جوان شروع می گردد که با افزایش مدت آلودگی خشکیدگی در تاج درخت نمایان تر می شود (شکل ۳، C) و (شکل ۴، D)، (۷، ۸، ۹، ۱۰). بعد از گذشت یک سال از آلوده شدن درختان به بیماری ذغالی بلوط اثرات خروج شیرابه به رنگ های قهوه ای و سیاه روی تنه درختان با ایجاد شانکرهای با عمق و سطح کوچک با شیراهای موازی با تنه درخت مشاهده خواهد شد (شکل ۳، A و B). افزایش حجم اندام های رویشی قارچ در لایه کامبیوم پوست تنه درخت باعث می شود که در اوایل دوره بیماری، ابتدا با ایجاد زخم و پارگی پوست درخت، سطح زخم افزایش می یابد.

اما پس از توسعه و گسترش قارچ روی درخت تکه های پوست تنه و شاخه ها در پای درخت مشاهده می گردد که توسعه و گسترش فعالیت قارچ، باعث افزایش عمق و سطح شانکر می گردد (شکل ۳، D). بنابراین با توجه به علائم و میزان خسارت ظاهری بیماری ذغالی روی تنه درختان و میزان خشکیدگی تاج، درختان ثبت شده در پنج کلاس خسارت رتبه بندی شدند (جدول ۱). نتایج نشان داد که با افزایش شدت خسارت فراوانی نسبی درختان بیمار کاهش می یابد.



شکل ۳- روند فعالیت بیماری ذغالی بلوط روی بلوط بلندمازو در جنگل های استان گلستان. A: خروج شیرابه در مراحل اولیه فعالیت قارچ *B. mediterranea*; B: توسعه و عمیق شدن شانکر و افزایش حجم خروج شیرابه ناشی از فعالیت قارچ *B. mediterranea*; C: خشک شدن تاج درختان در فصل رشد; D: توسعه شاخه های نابجا و مرگ کامل درخت بیمار بلوط بلندمازو; E: خشک شدن و ذغالی شدن کامل تنه ناشی از حضور اندام های قارچ *B. mediterranea*; F, G: حضور سوسک های چوب خوار و شیرابه خوار از خانواده *Scarabaeidae* و *Cerambycidae* روی محل خروج مایع درون بافتی. H, M: پوسیدگی تنه و حضور لارو و حشره بالغ سوسک چوب خوار *Megopis scabricornis* داخل تنه درختان با پوسیده گی عمیق

جدول ۱- کلاسه بندی شدت بیماری ذغالی بلوط بر اساس کیفیت و سلامت تنه و تاج درختان بلندمازو

علائم بیماری	میزان خشکیدگی تاج
بدون علائم بیماری	۰-۵ درصد خشکیدگی تاج
تراوش مایع درون بافتی با سطح کوچک تر از سکه	۵-۱۵ درصد خشکیدگی تاج رخ داده است.
تراوش مایع درون بافتی، شانکر توسعه یافته و شروع فعالیت سوسک	۱۵-۲۵ درصد خشکیدگی تاج و سوسک چوب خوار صدمات سبکی وارد کرده است.
تراوش مایع درون بافتی، پوسیدگی عمیق شده و دامنه فعالیت سوسک چوب خوار بیشتر شده است	۲۵-۷۵ درصد از تاج خشک شده، توان بازیابی سلامت و شادابی را نداشتند.
درختان خشک شده و مرده یا در حال خشک	۷۵-۱۰۰ درصد تاج خشکیده یا به صورت خشکه دار

بررسی قرار گرفت تا ارتباط ویژگی های فوق با میزان خسارت بیماری ذغالی بلوط مشخص گردد. با توجه به آن که درختان کلاس پنج خسارت کاملاً خشک شده و مرده بودند و درختان سالم که علائم و نشانه ظاهری بیماری

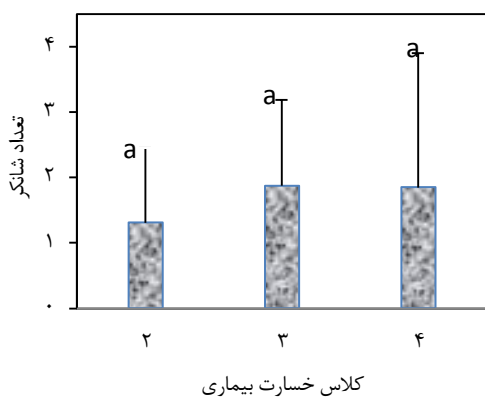
اما افزایش پنج درصدی در درختان مرده نسبت به درختان با بالای خسارت (کلاس ۴)، مشاهده گردید (شکل ۴). بر اساس کلاس بندی فرض شده، فراوانی، سطح، ارتفاع روی تنه و عمق شانکر در درختان انتخاب شده مورد

خود اختصاص داده‌اند. اما در درختان با شدت خسارت بالا از ارتفاع شانکرها کم می‌شود و کمترین ارتفاع زخم با میانگین و انحراف از معیار $۵۹/۱ \pm ۶۲/۷$ را به خود اختصاص داد بود (شکل ۶).

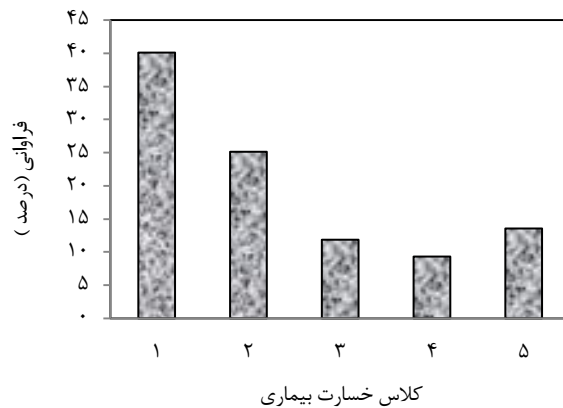
همچنین نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که میانگین سطح شانکرهای ایجاد شده در درختان آلوده به بیماری ذغالی بلوط در سطح $۰/۰۰۱$ معنی‌داری می‌باشد. به طوری که نتایج آزمون چند دامنه‌ی دانکن نشان داد که بیشترین میانگین سطح شانکر ($۵۴/۸ \pm ۶۰/۷$) سانتی‌متر مربع) در درختان با شدت خسارت بالا رخ داده است (شکل ۷). همچنین کمترین میانگین ($۵/۳ \pm ۱۵/۲$ سانتی‌متر مربع) در درختان با شدت خسارت ضعیف بیماری ذغالی (کلاس ۲)، مشاهده شد (شکل ۷). نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که میانگین عمق شانکرها در درختان آلوده به بیماری ذغالی در سطح $۰/۰۰۱$ معنی‌داری می‌باشد. به طوری که نتایج آزمون چند دامنه‌ی دانکن نشان داد که بیشترین میانگین عمق شانکر ($۴۰/۶ \pm ۱۹/۱$ سانتی‌متر) در درختان با شدت خسارت بالا رخ داده است (شکل ۸). همچنین کمترین میانگین عمق شانکر ($۳/۶ \pm ۱/۳$ سانتی‌متر) در درختان با شدت خسارت ضعیف (کلاس ۲)، مشاهده گردید (شکل ۸).

در آن‌ها مشاهده نشد در تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده مورد بررسی قرار نگرفتند. نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که میانگین تعداد شانکر روی درختان انتخاب شده در سه کلاس خسارت، معنی‌داری نمی‌باشد. به طوری که بیشترین تعداد شانکر روی درختان با شدت خسارت نسبتاً بالا (کلاس ۳) با میانگین و انحراف معیار $۱/۳ \pm ۱/۹$ روی هر درخت اتفاق افتاده است (شکل ۴). همچنین مشخص شد که با افزایش شدت خسارت بیماری ذغالی (کلاس ۴)، تعداد شانکر کاهش می‌یابد اما این افزایش و کاهش تعداد شانکر از لحاظ آماری معنی‌داری نمی‌باشد (شکل ۵).

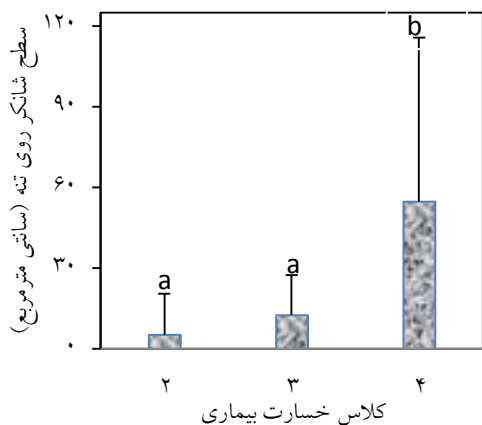
همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که میانگین ارتفاع محل زخم روی تنه درختان در کلاس‌های مختلف خسارت در سطح $۰/۰۵$ معنی‌داری می‌باشد به طوری که نتایج آزمون چند دامنه‌ی دانکن نشان داد که با افزایش شدت خسارت در مراحل اولیه بیماری ارتفاع زخم روی تنه افزایش می‌یابد اما با بالا رفتن شدت خسارت بیماری ذغالی، ارتفاع شانکرها کاهش می‌یابد. به طوری که در درختان با شدت خسارت نسبتاً بالا (کلاس ۳)، شانکرها با میانگین و انحراف معیار $۹۵/۶ \pm ۵۵/۷$ سانتی‌متر، بیشترین ارتفاع را به



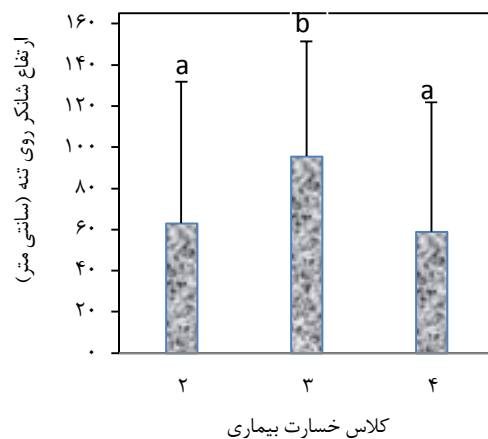
شکل ۵- مقایسه میانگین و انحراف از معیار تعداد شانکر روی تنه درختان بلندمازو آلوده به بیماری ذغالی بلوط



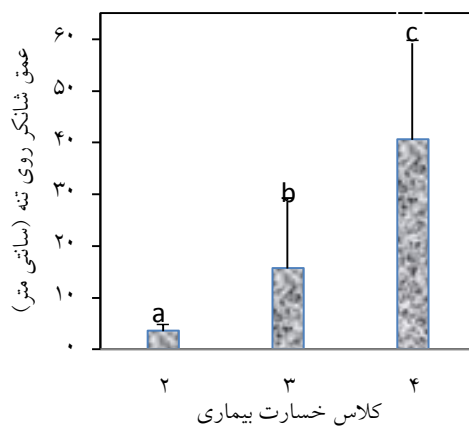
شکل ۴- فراوانی درختان بلندمازو در کلاس های مختلف خسارت بیماری ذغالی بلوط در پارک جنگلی فرق



شکل ۷- مقایسه میانگین و انحراف از معیار سطح شانکر روی تنه درختان بلندمازو آلوده به بیماری ذغالی بلوط



شکل ۶- مقایسه میانگین و انحراف از معیار ارتفاع شانکر روی تنه درختان بلندمازو آلوده به بیماری ذغالی بلوط

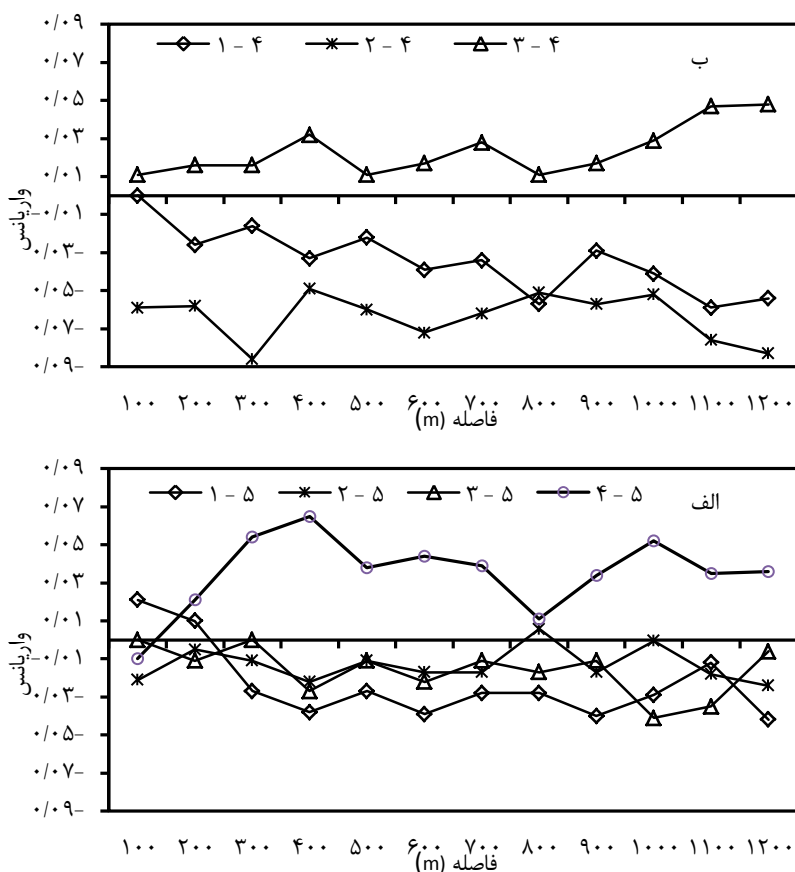


شکل ۸- مقایسه میانگین و انحراف از معیار عمق شانکر روی تنه درختان بلندمازو آلوده به بیماری ذغالی بلوط

رابطه پراکنش مکانی و هم‌رخدادی شدت‌های مختلف بیماری

تفسیر نتایج آنالیز PQC به این شیوه خواهد بود که هر چه واریانس مثبت و بیشتر از صفر باشد نشان دهنده یک ارتباط قوی و مثبت است و واریانس منفی نشان دهنده ارتباط ضعیف منفی بین هم‌رخدادی کلاسه‌های مختلف شدت بیماری در درختان ثبت شده است. نتایج روش PQC نشان داد که درختان با شدت بیماری بالا (۴) با درختان مرده (۵) رابطه نزدیکی دارند و احتمال هم‌رخدادی این درختان در یک مکان بیشتر از درختان با

شدت‌های بیماری ۱، ۲ و ۳ می‌باشد، به طوری که درختان با شدت‌های بیماری پایین-تر در فاصله دورتری از درختان خشکیده یا با شدت بیماری بالا قرار دارند (شکل ۹، الف). همچنین در بررسی هم‌رخدادی شدت بیماری بالا (۴) با شدت‌های بیماری ۱، ۲ و ۳ مشخص گردید که درختان با شدت بیماری ۳ نسبت به ۱ و ۲ در فاصله نزدیک‌تری به درختان با شدت بیماری (۴) قرار دارند و هم‌رخدادی این دو شدت بیماری نیز رابطه مثبت با هم دارند (شکل ۹، ب).



شکل ۹- نتایج آنالیز PQC. الف: آنالیز PQC کلاس‌های ۵ با ۱، ۲، ۳، ۴ و ۱ خسارت بیماری ذغالی بلوط. ب: آنالیز PQC کلاس‌های بیماری ۴ با ۱، ۲ و ۳ خسارت بیماری ذغالی بلوط.

بحث و نتیجه گیری

خشکیدگی بلوط فقط یک بیماری قارچی نیست بلکه عوامل متعددی از جمله خشکی آب و هوا، کوبیدگی خاک، عوامل انسانی و آفات متعدد در آن نقش دارند. از آن جایی که بیماری ذغالی بلوط به عنوان بیماری تنش شناخته شده است، گسترش بیماری فوق در پارک جنگلی قرق به طوری که ۶۰ درصد از درختان بلندمازو آلوده به بیماری ذغالی می باشند نشانگر وجود تنش های متعدد در منطقه مورد مطالعه است که شرایط برای گسترش بیماری ذغالی بلوط در سطح گسترده فراهم شده است (۸). در اوایل بهار حضور سوسک های شیرابه خوار در اطراف درختان بیمار جهت استفاده از مایع درون بافتی تراوش شده زیر و روی پوست درخت، می تواند اولین نشانه قابل مشاهده برای شناسایی درختان بیمار باشد (۶،۹). اگر پوست درختانی که هنوز نشانه های اولیه فعالیت قارچ *B. mediterranea* در خصوصیات فیزولوژیکی و مورفولوژیکی آنها ظاهر نشده زخمی گردد، تراوش مایع درون بافتی سیاه رنگ با فشار به بیرون نشان از فعالیت قارچ بیمارگر در لایه ی درونی تنه درخت می باشد که سوسک های شیرابه خوار در صدد سوراخ نمودن پوست و استفاده از آن می باشند. به احتمال زیاد در چنین درختانی قسمتی از تاج درخت در اواسط یا اواخر تابستان به صورت تجمعی پلاسیده و در نهایت خشک می گردد (۵، ۱۵، ۱۶، ۲۰). اگرچه این قارچ ها دارای پتانسیل های بیماری زا هستند و قادر به

تضعیف و کشتن سلول های زنده میزبان خود می باشند (۲۰)، ولی معمولاً شانکرهای حاصل از فعالیت آنها توسعه نمی یابد، مگر آن که تنش های محیطی بر میزبان وارد شود (۷، ۵). در این بیماری سطح شانکر در طول فصل پاییز و زمستان بعد از خزان درختان به رنگ خاکستری یا سیاه به وضوح قابل مشاهده است. در نهایت، حضور سوسک های شیرابه خوار روی تنه درختان بلوط بلندمازو، کوچک شدن برگ ها و کاهش رشد شاخه ها، زرد و پلاسیده شدن برگ ها، تنک شدن تاج، مرگ شاخه های کوچک و بزرگ، رویش شاخه های اپی کرمیک (شاخه های آبدار) روی تنه و شاخه اصلی، ضعف و تحلیل ریشه های فرعی، رنگ پریدگی و سفید شدن برون چوب در محدوده شانکر، خروج شیرابه های سیاه رنگ در محل عفونت، جدا شدن پوست تنه و شاخه ها، ایجاد زخم های عمیق و حضور سوسک های چوب خوار بلوط از نشانه های مهم گسترش و توسعه پوسیدگی این بیماری در درختان بلندمازو می باشند (۸، ۱۹). نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد و ارتفاع شانکر ارتباط معنی داری بر میزان شدت خسارت بیماری ذغالی بلوط در درختان بلندمازو ندارد و تنها عمق و سطح شانکرهای ایجاد شده ارتباط مستقیمی با شدت خسارت بیماری ذغالی دارند. هر چه بر عمق و سطح شانکرهای ایجاد شده افزوده می شود شدت بیماری ذغالی بلوط افزایش می یابد. علاوه بر این با افزایش سطح و عمق زخم های ایجاد شده توسط قارچ چوب خوار از جمله *B. mediterranea*، دامنه فعالیت سوسک های *Megopis scabricornis*

منبع آلودگی (درختان با شدت بالا بیماری) شده است (۱۰). حضور سوسک های چوبخوار بلوط مانند *M. scabricornis* و عمیق شدن شانکرها در ارتفاعات پایین تنه درخت، شتاب و سرعت روند مرگ درختان، بیشتر می شود. این نتایج نشان داد که هر چه بر شدت خسارت افزوده می شود تعداد شانکر با عمق بیشتری در ارتفاعات پایین تنه درخت تشکیل می گردد (۲،۱۳).

با این وجود با توجه به اهمیت تعداد و تراکم اینکولوم اولیه قارچ بیماری زا (ماده تلقیح بیماری) در گسترش و عفونی نمودن میزبان های دیگر، می توان نحوه گسترش بیماری ذغالی بلوط را این تصور کرد که درختان خشکیده مرکز آلودگی و تمرکز اینکولوم قارچ هستند که به دلیل تراکم زیاد عوامل تلقیح قارچ در اطراف آن ها، ابتدا نزدیکترین درختان مستعد به پذیرش این بیماری عفونی خواهند شد و هر چه درخت از منبع آلودگی دورتر باشد احتمال آلوده شدن آن نیز کمتر خواهد بود. همچنین با توجه به ارتباط قوی بین درختان با شدت بالای خسارت بیماری ذغالی (کلاس ۴) با درختان درختان مرده (کلاس ۵) و دور بودن درختان سالم و با شدت پایین بیماری، شاید بیانگر آن باشند که درختان مرده حجم زیادی از مایه تلقیح (اینکولوم) را برای هجوم به درختان نزدیک به خود فراهم می سازد که باعث استعمار بیشتر درختان نزدیک به کانون آلودگی خواهد شد و تعداد کمی به درختان دورتر خواهد رسید که توانایی استعمار میزبان خود را ندارند (۱۵). براساس نتایج فوق می توان اذعان نمود که با احتمال

بیشتر می گردد که شتاب خسارت را بالا می برند. عمق شانکرهای ایجاد شده رابطه مستقیمی با شدت بیماری ذغالی بلوط در درختان بلندمازو دارد به طوری که با افزایش عمق زخم شدت بیماری و خسارت نیز افزایش یافته است (۷،۸).

نتایج حاصل آنالیز PQC، نشان داد که هم رخدادی درختان با شدت بالا بیماری (کلاس ۴) ارتباط قوی با درختان خشکیده (کلاس ۵) دارد، به طوری که درختان سالم و با شدت پایین بیماری، در فاصله دورتری از درختان مرده قرار خواهند گرفت و ارتباط چندانی با این درختان ندارند (۱۲). هم رخدادی درختان با شدت بالای بیماری (رتبه ۴)، با شدت بیماری نسبتاً بالا خسارت (کلاس ۳) رابطه مثبتی داشتند اما با سایر رتبه های بیماری رابطه منفی نشان داد. نتایج فوق شاید تاکید کننده این واقعیت باشد که شیوع و عفونت بیماری ذغالی بلوط در یک درخت میزبان که بیشتر تحت تنش بوده است شروع گردیده و تفاوت های ژنتیکی درختان، تنش های موجود در یک مکان و سایر عوامل موثر بر شدت بیماری مانند عوامل اداپتیکی و فیزیوگرافی، باعث به وجود آمدن شدت های تقریباً مشابه بیماری در یک مکان شده است. همچنین با توجه به موثر بودن ناقلین بیماری (سوسک- های شیرابه خوار و چوبخوار) در گسترش و توسعه بیماری در سطح درخت و جنگل، می توان اذعان نمود که تراکم زیاد چنین عوامل تاثیرگذاری در محدوده منبع آلودگی باعث گسترش و بالا بردن شدت بیماری در نزدیک

زیاد در صورت توسعه بیماری و خشک شدن درختانی که توان بازیابی سلامت خود را از دست داده‌اند، موج جدیدی از بیماری در منطقه مورد مطالعه شروع می‌گردد که دامنه گسترش بیماری را بیشتر خواهد کرد (۷).

با این وجود با توجه به آن که قارچ ذغالی بلوط به عنوان قارچ پارازیت فرصت طلب شناخته شده است، تفسیر نقش قارچها و آفات برگ‌خوار مانند *Lymantria dispar* و دیگر فاکتورهای زنده و غیره زنده در مرگ و میر درختان بلوط دشوار است، زیرا عوامل و مداخلات بسیاری در خشکیدگی بلوط نقش دارند (۴). بسیاری از این موجودات ممکن است سبب اختلالات فیزیولوژیکی شوند، یا به طور کلی باعث القای خفیف و یا علائمی شوند که به راحتی قابل مشاهده نیستند (۵)، اما به اندازه کافی برای القاء ناتوان‌سازی درختان و افزایش استعداد آنان برای ابتلا به بیمارهای دیگر و یا شرایط محیطی نامناسب، توانا هستند (۲).

نتایج این تحقیق الگوی از پراکنش و وقوع بیماری ذغالی بلوط در جنگل‌های بلوط بلندمازو ارائه داد که می‌توان با توجه به رابطه

مثبت و معنی‌داری شدت‌های خسارت بالا بیماری در درختان بلندمازو و خشکیدگی تاج در این درختان، با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای اقدام به شناسایی چنین مناطقی در جنگل‌های آلوده نمود تا قبل از آن که سطح و تعداد چنین منابع آلودگی بیشتر گردد، اقداماتی مدیریتی و حفاظتی در این زمینه انجام گردد. همچنین از آن جایی که نقش سوسک‌های چوخور و شیرابه‌خوار در انتقال و توسعه بیماری ذغالی در جنگل‌های بلوط ایران به درستی شناخته نشده است، ضروری است در این باره مطالعاتی صورت بگیرد.

این وجود، با توجه به آن که روش کنترل مناسب و مطلوبی برای این بیماری در سطح جهان ارائه نشده، ضروری‌ست برای درک بهتر روابط پیچیده بین قارچ‌های اندوفیت موجود در گیاهان، در آینده مطالعات وسیع‌تری در زمینه اکولوژی این بیماری صورت بگیرد تا بتوان بر اساس نتایج به دست آمده رهنمودهای مفیدی برای توسعه استراتژی‌های بیوکنترلی طبیعی در برابر عوامل موثر در مرگ و میر بلوط ارائه داد.

References

1. Brasier, C.M. 1996, *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe, Environmental constraints including climate change, *Annals of Forest Science*, 53:347-358.
2. Capretti, P. & A. Battisti, 2007. Water stress and insect defoliation promote the colonization of *Quercus cerris* by the fungus *Biscogniauxia mediterranea*, *Forest Pathology*, 37(2):129-135.
3. Condeso, T.E. & R.K. Meentemeyer, 2007, Effects of landscape heterogeneity on the emerging forest disease sudden oak death. *Journal of Ecology*, 95(2):364-375.
4. Cottam, G. & J.T. Curtis, 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling, *Ecology* 37:451-460.

5. Hendry, S.J., L. Boddy, & D. Lonsdale, 2002. Abiotic variables effect differential expression of latent infections in beech (*Fagus sylvatica* L.), *New Phytologist* 155:49-460.
6. Ju Y, M., J.D. Rogers, F. San Martin, & A. Granmo, 1998. The genus *Biscogniauxia*. *Mycotaxon* 66:1-98.
7. Karami, J., and Rahmani, P, 2014, Investigation effects of drought, defoliator pests (*Lymantria dispar*) and oak charcoal disease in the drying oak, National Conference - Forest Science Students, Wednesday/May/ Spring, Karaj, Iran.
8. Karami, J., Kvosi, M.R, 2013, Investigation Signs and symptoms of oak charcoal disease in the *Quercus castaneifolia*, First National Conference on Management of Natural Resources, Thursday/February/Winter, Gonbad Kavoods, Iran.
9. Karami, J., Kvosi, M.R., Babanezhad, M. 2015, Assessment of the relationship between some of the environmental variables and the spread of charcoal disease in chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia* CA Mey). *Forest and Range Protection Research*. 13(1):34-45.
10. Karami, J., Kvosi, M.R., Babanezhad, M. 2015. Spatial pattern and disease severity of charcoal canker in Hyrcanian forests, north of Iran. *Journal of forest science*, 61(6): 261-267
11. Karami, J., Kvosi, M.R., and Rahmani, P, 2014, Investigation signs and symptoms of oak charcoal with functional fungus (*Biscogniauxia mediterranea*) and the factors influencing its development and management, National Conference - Forest Science Students, Wednesday/May/ Spring, Karaj, Iran.
12. Kelly, M., D. Liu, B. McPherson, D. Wood & R. Standiford, 2008, Spatial pattern dynamics of oak mortality and associated disease symptoms in a California hardwood forest affected by sudden oak death. *Journal of Forest Research* 13:312-319.
13. Martin, J., J. Cabezas, T. Buyolo, D. Paton, 2005, The relationship between *Cerambyx spp.* damage and subsequent *Biscogniauxia mediterranea* infection on *Quercus suber* forests. *Forest Ecology and Management* 216:166-174.
14. McPherson, A., R. Mori, L. Wood, J. Storer, P. Svihra, M. Kelly, R.B. Standiford, 2005. Sudden oak death in California: disease progression in oaks and tanoaks. *Forest Ecology and Management*, 213:71-89.
15. Mirabolfathy, M., 2013. Outbreak of charcoal disease on *Quercus* SPP and *Zelkova carpinifolia* trees in forests of Zagrus and Alborz mountains in Iran, *Iranian journal of plant pathology*, 49(2):257-263.
16. Mirabolfathy, M., J.Z. Groenewald, & P.W. Crous, 2011, The occurrence of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia*) in the Golestan Forests, North of Iran. *Plant Disease*, 95:876-876.
17. Nugent, L.K., P. Sihanont, S. Thienhirun, A.J.S. Whalley, 2005, *Biscogniauxia*: a genus of latent invaders. *Mycologist*, 19: 40-43.
18. Porta, N.La., P. Capretti, I.M. Thomsen, R. Kananen, A.M. Hietala, K.V. Weissenberg, 2008. Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe, *Canadian Journal of Plant Pathology*, 30:177-195.

19. Ristaino, J.B., M. Gumpertz, 2000. New frontiers in the study of dispersal and spatial analysis of epidemics caused by species in the genus *Phytophthora*. Annual Review of Phytopathology 38:541–576.
20. Vannini, A. R.Valentini, 1994. Influence of water relations on *Quercus cerris-Hypoxylon mediterraneum* interaction: a model of drought- induced susceptibility to a weakness parasite. *Tree Physiology* 14:129-139.