بررسی رابطهٔ خصوصیات میزبان با وقوع و شدت بیماری ذغالی در جنگل‌های بلوط بلندمازو استان گلستان

جلیل کرمی[1*]، محمدرضا کاوسی[2] و منوچهر بابانژاد[3]

[1] دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[2] دانشیار گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[3] دانشیار گروه آمار، دانشکده آمار، دانشگاه گلستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۸)

چکیده

بیماری ذغالی یکی از عوامل خشکیدگی بلوط در جنگل‌های ایران است، ولی اطلاعات دقیقی دربارهٔ خطر و تهدیدهای آن در کشور وجود ندارد. بنابراین با هدف ارزیابی رابطهٔ شدت بیماری ذغالی با خصوصیات میزبان (قطر برابرسینه، موقعیت تاج و طول تنه)، داده‌های ۳۸۵ درخت بلوط بلندمازو در قالب نمونه‌برداری یک‌چهارم نقطهٔ مرکزی در پارک جنگلی قرق جمع‌آوری و بر اساس وضعیت سلامت در پنج کلاسهٔ سالم، ضعیف، متوسط، شدید و خشک‌شده گروه‌بندی شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از برازش رگرسیون پواسون، تجزیهٔ واریانس یکطرفه و کروسکال - والیس و آزمون دانکن در نرم‌افزار R استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها حاکی از آن است که شدت بیماری با قطر برابرسینه و موقعیت تاج رابطهٔ معنی‌داری دارد، ولی با مشخصه طول تنه رابطهٔ معنی‌دار ندارد. نتایج برازش رگرسیون پواسون نشان داد که به‌طور متوسط با افزایش ۲/۰۱۳=(۰/۷)exp سانتی‌متر قطر برابرسینه، انتظار می‌رود سطح کلاس خسارت یک درجه افزایش یابد. همچنین بیشترین درصد وقوع و شدت بیماری در درختان دارای قطر بیش از ۳۵ سانتی‌متر و درختان دارای موقعیت تاج میانه رخ داد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که خصوصیات فردی درختان می‌تواند بر شدت و همه‌گیری بیماری ذغالی در درختان بلندمازو مؤثر باشد. تهیهٔ مدل‌های همه‌گیری بیماری ذغالی نیازمند درک بهتر چگونگی اثرگذاری خصوصیات میزبان بر شدت و پراکنش این بیماری در عرصه‌های طبیعی است.

واژه‌های کلیدی: بیماری ذغالی، رگرسیون پواسون، زوال بلوط، نقطهٔ مرکزی یک‌چهارم.

[*] نویسندهٔ مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۸۳۳۲۸۳۱۳ ایمیل: karamij_2008@yahoo.com

مقدمه و هدف

گونه‌های جنس بلوط از مهم‌ترین درختان در رشته‌کوه‌های زاگرس و البرز هستند که گسترهٔ رویشگاهی و سازگاری آنها با مناطق سرد و مرتفع شمال غرب، مناطق گرم و خشک جنوب و شمال کشور، اهمیت اکولوژیک این گونه‌ها را در اکوسیستم‌های مختلف نشان می‌دهد. عوامل زیادی در تخریب عرصه‌های رویشگاه بلوط در مناطق مختلف کشور تأثیر دارند که عوامل اقتصادی و اجتماعی از اصلی‌ترین عوامل تخریب و تبدیل رویشگاه‌ها هستند؛ اما در سال‌های اخیر خشکسالی، ریزگردها، آفات و بیماری‌ها به‌ویژه بیماری ذغالی تأثیر زیادی در خشکیدگی بلوط داشته‌اند و با گذشت زمان، خسارت ناشی از عوامل یادشده بیشتر نمایان خواهد شد (Capretti_and Battisti, 2007). قارچ عامل بیماری ذغالی بلوط از جنس *Biscogniauxia*، از خانواده Xylariaceae با بیش از ۵۰ تاکسون دارای پراکندگی وسیعی در جهان است (Agrios, 2005). قارچ *Biscogniauxia. mediterranea* یکی از قارچ‌های مشهور این خانواده است که در جنگل‌های دارای آب‌وهوای مدیترانه‌ای و نیمه‌مدیترانه‌ای به‌علت ایجاد شانکرهای ذغالی در درختان بلوط، به یکی از مشکلات اصلی جنگل‌های بلوط جهان (آفریقا، آمریکای مرکزی، اسپانیا، ایالات متحدهٔ آمریکا، ایتالیا، ایران، پرتغال، ترکیه و روسیه) به‌ویژه مناطقی که دچار تغییرات آب‌وهوایی شده‌اند، تبدیل شده است (کرمی و کاوسی، ۱۳۹۲؛ Vannini *et al.*, 1996; Jurc and Ogris, 2006; Mirabolfathy *et al.*, 2011). قارچ عامل بیماری ابتدا به‌صورت اندوفیت در درختان سالم حضور دارد؛ ولی بعد از وارد آمدن تنش به‌ویژه تنش خشکی به درخت، به‌صورت مهاجم در می‌آید (Nugent *et al.*, 2005). اولین بار در ایران بیماری ذغالی بلوط با عاملیت قارچ *B. mediterranea* توسط میرابوالفتحی در سال ۱۳۹۲ در استان گلستان روی بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia*) و آزاد (*Zelkova carpinifolia*) و در جنگل‌های زاگرس روی بلوط ایرانی (*Q. brantii*) شناسایی شد (میرابوالفتحی، ۱۳۹۲). ولی هنوز اطلاعاتی دقیقی دربارهٔ رابطهٔ خصوصیات میزبان با شدت و شیوع آن در جنگل‌های کشور وجود ندارد.

بنابراین تحقیق حاضر با هدف پاسخ‌گویی به سؤالات زیر انجام گرفت: ۱- آیا شدت بیماری ذغالی در درختان بلندمازو با موقعیت تاج درخت میزبان رابطهٔ معنی‌داری دارد؟؛ ۲- آیا قطر برابرسینهٔ درختان بلند مازو بر شدت بیماری ذغالی اثرات معنی‌داری دارد؟؛ ۳- رابطهٔ طول تنه درختان بلندمازو با شدت بیماری ذغالی چگونه است؟

مواد و روش‌ها

منطقهٔ تحقیق

تحقیق حاضر 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. دامنهٔ ارتفاعی منطقه از ۱۰۵ تا ۶۰۰ متر از سطح دریا و اغلب دارای جهت جغرافیایی شمالی و شیب به‌نسبت ملایم است. براساس آمار ۳۹ ساله (۱۳۹۲-۱۳۵۳) اداره هواشناسی استان گلستان، متوسط بارندگی سالیانهٔ منطقه ۶۸۶/۷۵ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه ۱۷/۳ درجهٔ سانتیگراد و حداکثر و حداقل دمای ماهیانه به‌ترتیب ۷/۴ (بهمن) و ۲۷/۷ (تیر) درجهٔ سانتیگراد است. کمترین بارندگی ماهیانه در تیر با ۳۲/۷ میلی‌متر و بیشترین آن در اسفند ۸۱/۸ میلی‌متر است. فصل خشک به‌مدت سه ماه در تیر، مرداد و شهریور اتفاق می‌افتد. پوشش درختی غالب منطقه، بلندمازو، ممرز، انجیلی، توسکا و آزاد است که براساس ترکیب، فراوانی و درصد تاج‌پوشش، تیپ‌های گیاهی پارک شامل بلوط بلند مازو در دامنهٔ ارتفاعی ۱۰۵-۶۰۰، انجیلی - ممرز در ۱۰۵-۱۶۰، انجیلی در

۱۰۵-۱۴۰ و ممرز –انجیلی در ۱۰۵- ۱۶۰ متری از سطح دریا استقرار می‌یابند.

روش نمونه‌برداری

روش یک‌چهارم نقطهٔ مرکزی (PCQ)[1] یکی از کارامدترین و مناسب‌ترین روش‌های آماربرداری در جمع‌آوری داده‌های مربوط به پوشش گیاهی است که قدمت آن به بیش از ۱۵۰ سال می‌رسد. این روش نسبت به سایر روش‌های پلات‌دار به تجهیزات و نیروی انسانی کمتری نیاز دارد و اجرای آن نیز سریع‌تر است (Cottam and Curtis, 1956). ازاین‌رو در این تحقیق از روش یک‌چهارم نقطهٔ مرکزی برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد. بنابراین در محیط GIS روی نقشهٔ رقومی و در امتداد طول پارک جنگلی قرق ۱۴ ترانسکت با فاصلهٔ ۲۰۰ متر (طولی) پیاده شد که حداکثر ۲۲ و حداقل ۷ گره با فاصلهٔ ۱۰۰ متر (عرضی) از هم را شامل می‌شدند. پارک جنگلی قرق دستخوش تغییراتی از لحاظ پوشش گیاهی و کاربری شده است، بنابراین با جنگل‌گردشی اولیه، هفت ترانسکت که بدون تغییر کاربری و پوشش گیاهی بودند، انتخاب شدند. مرکز گره‌ها به‌صورت منظم - تصادفی با فاصلهٔ حداقل ۱۰۰ متر از هم در طول ترانسکت‌ها مشخص و موقعیت جغرافیایی گره‌ها به‌طور دقیق ثبت شد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Kelly *et al*., 2008). سپس در هر گره براساس روش PCQ در هر چهار جهت اصلی جغرافیایی با استفاده از متر لیزری فاصله درختان بیمار با قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر تا مرکز گره، آزیموت درختان نسبت به مرکز گره، تعداد (با شمارش)، عمق و ارتفاع زخم روی تنه درختان بیمار از سطح زمین، قطر برابرسینه (با استفاده از خط‌کش دو بازو)، طول تنه (با متر لیزری)، موقعیت تاج نسبت به درختان همسایه (غالب، همراه غالب، میانه و مغلوب)، درصد خشکیدگی تاج و میزان شادابی و سلامت درختان بلوط بلند مازو براساس جدول ۱، ثبت شد. با توجه به دامنهٔ قطر برابرسینه، درختان در چهار مرحلهٔ رویشی تیرک (۳۰-۱۰)، تیر(۶۰- ۳۰)، نوبار (۸۰ -۶۰) و پیردار (<۸۰) گروه‌بندی شدند. درختان انتخاب‌شده براساس سلامت، شادابی و نشانه‌ها و علائم بیماری ذغالی (شکل ۱) در پنج رتبهٔ شدت بیماری (جدول ۱)، گروه‌بندی شدند: رتبهٔ ۱: درختان سالم و بدون علائم بیماری، رتبهٔ ۲: فقط تراوش مایع درون‌بافتی و نشانه‌های فعالیت قارچ *B. mediterranea* مشاهده گردید، رتبهٔ ۳: تراوش مایع درون‌بافتی بیشتر شد، سطح و عمق شانکر توسعه یافت و آثار شروع فعالیت سوسک‌های شاخه‌بلند (Coleoptera, Cerambycidae)، چوبخوار مشهود بود، رتبهٔ ۴: تراوش مایع درون‌بافتی و پوسیدگی توسعه یافت و پوست چوب در قسمت‌های از تنه جدا شد، شانکر عمیق شد و دامنهٔ فعالیت سوسک چوبخوار افزایش یافت و رتبهٔ ۵: درختان خشک شدند و از بین رفتند (کرمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Mirabolfathy *et al*., 2011; Karami *et al*., 2015). برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel و برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری R استفاده شد.

نتایج

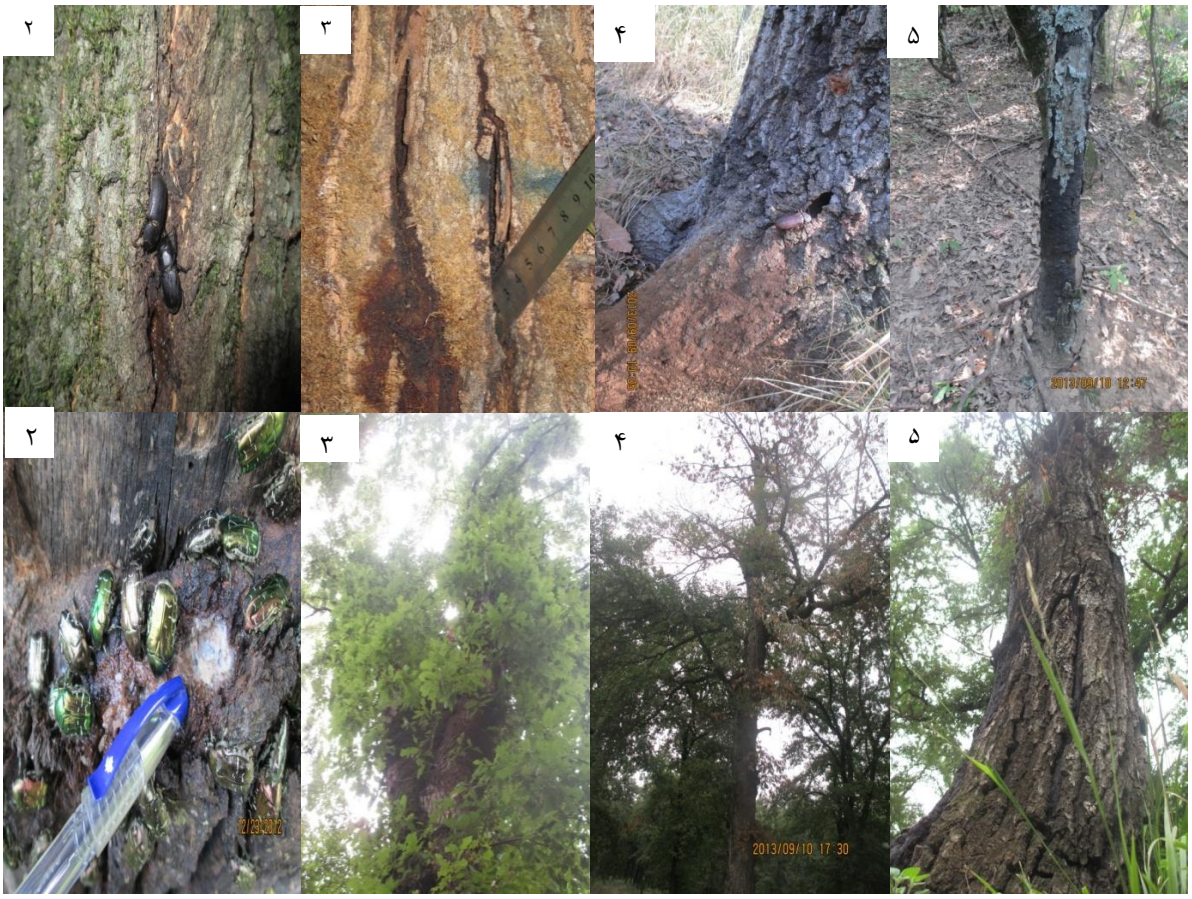
درمجموع داده‌های ۳۸۵ درخت با قطر متوسط ۱۹/۳± ۵۵/۵ با دامنهٔ قطری ۱۵ تا۱۴۰ سانتی‌متر و متوسط طول تنه ۲/۹± ۹/۷ و دامنهٔ ۲۲-۲ متر، ثبت شد. میانگین فاصله از مرکز پلات برای کلیهٔ درختان بلندمازوی ثبت‌شده معادل (۲/۳)± ۱۸/۳ متر با تراکم ۳۰/۰ اصله درخت در هکتار برآورد شد.

نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف (sig=۰/۶۸، Z=۰/۸۸)، توزیع نرمال داده‌های قطر برابرسینه درختان را نشان داد و با توجه به آمارهٔ آزمون لون (F=۰/۹۸ ،*P*=۰/۸۴)، می‌توان به برابری واریانس‌ها نیز پی برد.

1- Point Centered Quarter

جدول ۱- کلاس‌بندی شدت بیماری براساس خصوصیات ظاهری و میزان توسعه بیماری ذغالی در بلوط بلندمازو

شاخص شدت بیماری	علائم بیماری و میزان سوسک‌های چوب‌خوار همراه	میزان خشکیدگی تاج
۱	بدون علائم بیماری	۰-۵ درصد تاج خشک یا در حال خشکیدن است
۲	فقط تراوش مایع درون‌بافتی	۶-۱۵ درصد خشکیدگی تاج
۳	تراوش مایع درون‌بافتی، شانکر و مشاهده شروع فعالیت سوسک	۱۶-۳۵ درصد خشکیدگی تاج
۴	تراوش مایع درون‌بافتی و پوسیدگی توسعه یافت، بخشی از پوست تنه جدا شد، زخم عمیق شد و دامنهٔ فعالیت سوسک چوب‌خوار افزایش یافت	بیش از ۳۶ درصد از تاج خشک و ضعیف شد، زخم عمیق به‌صورتی که درخت توان بازیابی سلامت و شادابی را ندارد
۵	درختان خشک‌شده و مرده	کاملاً خشک‌شده



شکل ۱- کیفیت تاج و تنهٔ درختان بلندمازو آلوده به بیماری ذغالی بلوط در رتبه‌های مختلف شدت بیماری

۲: علائم اولیهٔ بیماری روی تنهٔ درختان بلندمازو و خروج شیره نباتی و حضور سوسک‌های شیرابه‌خوار جهت تغذیه از آن، ۳: توسعه و عمیق شدن زخم، ایجاد شاخه‌های نابجا روی تنه و خشکیدگی موضعی تاج، ۴: عمیق شدن شانکر و زخم‌های ایجادشده و افزایش فعالیت سوسک‌های چوبخوار و ایجاد دالان‌های عمیق داخل تنه و خشک شدن یا شکستن درصد بیشتری از تاج درخت، ۵: ابتلای کامل درخت به بیماری و توسعهٔ قارچ عامل بیماری و افزایش فعالیت سوسک‌های چوبخوار، بروز اندام‌های زایشی و رویشی قارچ عامل بیماری و ذغالی شدن کامل تنه

علاوه بر این، نتایج آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس نشان داد که میانگین شدت خسارت بیماری در کلاس‌های قطر برابرسینه در سطح ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری دارند، به‌طوری‌که درختان در کلاس‌های

قطر برابرسینهٔ بالا و در مرحلهٔ رویشی پیردار و نوبار از میانگین شدت خسارت بیشتری برخوردارند (جدول ۱)، به‌طوری که درختان با دامنهٔ قطر برابرسینهٔ بیشتر از ۸۰ سانتی‌متر (پیردار) دارای بیشترین (۲/۷) و درختان در مرحلهٔ رویشی تیر (۲/۰) کمترین میانگین شدت بیماری را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). بنابراین براساس نتایج می‌توان بیان کرد که قطر برابرسینه (مراحل رویشی) می‌تواند یکی از عوامل مؤثر بر شدت بیماری در درختان بلوط بلندمازو باشد.

همچنین نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی درختان بیمار به‌طور نسبی در کلاس‌های قطری بیشتر از ۳۵ سانتی‌متر است و هر چه قطر برابرسینهٔ درختان بلندمازو در منطقهٔ تحقیق بیشتر می‌شود، تعداد درختان بیمار و شدت بیماری افزایش می‌یابد (شکل ۲). با توجه به زیاد بودن میانگین شدت در مرحلهٔ رویشی تیرک، بررسی بیشتری در این زمینه انجام گرفت و مشخص شد که درختان با دامنهٔ قطری ۲۰-۱۵ سانتی‌متر، فقط در دو رتبهٔ خسارت ۱ (بدون علائم بیماری) و ۵ (درختان کاملاً خشک‌شده) قرار خواهند گرفت و سایر رتبه‌های خسارت را شامل نمی‌شوند.

علاوه‌بر این نتایج نشان داد که با افزایش قطر برابرسینهٔ درختان، از فراوانی درختان سالم کاسته و بر تعداد درختان بیمار افزوده می‌شود، به‌طوری که همهٔ درختان با قطر بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر بیمار بودند. نتایج بررسی فراوانی درختان در رتبه‌های مختلف وضعیت سلامت، نشان داد که درختان واقع در مرحلهٔ رویشی تیرک دارای بیشترین (۵۹) درصد (n=۲۰)، و درختان پیردار دارای کمترین (۳۰) درصد (n=۹)، درختان با وضعیت سالم بودند (شکل ۱). با وجود این، بیشترین (۱۸) درصد (n=۶) و کمترین (۷) درصد (n=۲)، درختان مرده نیز به‌ترتیب متعلق به درختان واقع در مرحلهٔ رویشی تیرک و پیردار بود (شکل ۲).

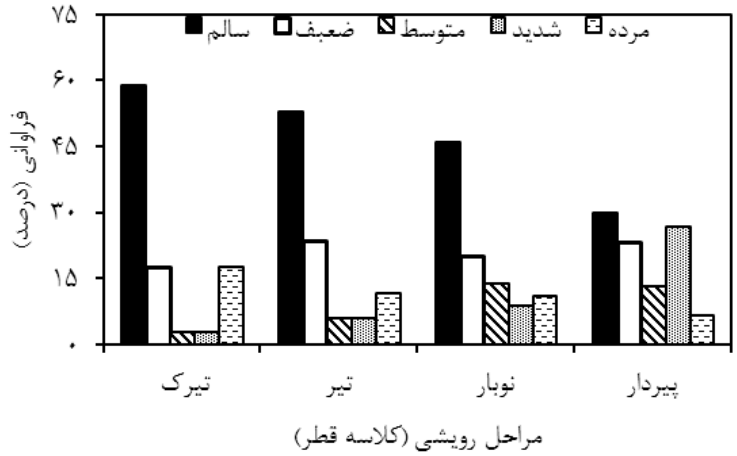
همچنین نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفه و آزمون چندگانهٔ دانکن نشان داد که میانگین قطر درختان در رتبه‌های شدت بیماری اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ۳)، به‌طوری که درختان سالم (کلاس ۱) و درختان با شدت بالای بیماری (کلاس ۴)، به‌ترتیب کمترین (۵۰/۸) و بیشترین (۷۰/۵) میانگین قطر برابرسینه را داشتند (جدول ۳). بنابراین با توجه به وجود سطوح مختلف شدت بیماری یا به‌عبارت دیگر شمارشی بودن این متغیر (متغیر پاسخ) از رگرسیون پواسون برای ارزیابی رابطهٔ قطر برابرسینه و شدت بیماری ذغالی استفاده شد. رگرسیون پواسون نوعی تحلیل رگرسیون و زیرمجموعه‌ای از مدل‌های خطی تعمیم‌یافته است، که به‌دلیل چند سطحی بودن یا شمارشی بودن متغیر پاسخ از آن استفاده می‌شود. نتایج برازش مدل رگرسیون پواسون نشان داد ($p<۰/۰۵$) که به‌ازای هر ($exp(۰/۷)$ مقدار سانتی‌متر افزایش قطر برابرسینه در این درختان، یک درجه کلاس خسارت افزایش پیدا خواهد کرد. به‌عبارت دیگر به‌طور متوسط انتظار می‌رود با افزایش $exp(۰/۷)=۲/۰۱۳$ سانتی‌متر قطر برابرسینه، سطح کلاس خسارت یک درجه افزایش یابد.

همچنین با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت اگر متوسط افزایش قطر درختان بلندمازو در منطقهٔ تحقیق که به بیماری ذغالی دچار شدند در دامنهٔ ۴/۴۱۰ و ۰/۹۱۹ سانتی‌متر قرار داشته باشند، یک درجه خسارت به آنها افزوده می‌شود و از کلاس خسارت قرارگرفته از قبل به یک کلاس خسارت بالاتر وارد می‌شوند. به بیان دیگر احتمال آلوده شدن درختان قطور بیشتر از درختان جوان با قطر برابرسینه کم است. بنابراین نتایج به‌دست آمده تأییدکنندهٔ یافته‌های فوق است که نشان داد با افزایش قطر برابرسینه، آلودگی درختان بیشتر می‌شود و درختان قطور بیشتر در معرض بیماری قرار دارند.

جدول ۲- فراوانی و میانگین شدت بیماری درختان ثبت‌شده در مراحل رویشی براساس قطر برابرسینه

مرحلهٔ رویشی (کلاس قطر برابرسینه)	فراوانی (درصد)	میانگین شدت
تیرک (۳۰-۱۰)	۹/۰	۲/۱ ± ۰/۳ab
تیر (۶۰-۳۰)	۵۷/۰	۲/۰ ±۰/۱b
نوبار (۸۰-۶۰)	۲۶/۰	۲/۲ ±۰/۲ab
پیردار (< ۸۰)	۸/۰	۲/۲ ±۰/۱a
Pvalue		۰/۰۱*
آماره χ^2		۷/۰۴

* تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، و χ^2 آماره *chi-squared*، حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار میانگین شدت خسارت در مراحل رویشی درختان بلندمازو است.



شکل ۲- فراوانی نسبی درختان بلند مازو در وضعیت‌های سلامت مختلف در مراحل رویشی

جدول ۳- نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفه (آزمون چنددامنه‌ای دانکن) صفات ثبت‌شده

شدت بیماری	میانگین قطر برابرسینه± انحراف معیار (سانتی‌متر)	میانگین طول تنه± انحراف معیار (متر)
۱	۵۰/۸±۱۶/۷c*	۹/۸±۳/۴
۲	۵۴/۷±۱۹/۴bc	۱۰/۵±۲/۸
۳	۶۱/۸±۱۶/۱b	۹/۵±۲/۵
۴	۷۰/۵±۲۶/۳a	۹/۲±۲/۳۰
۵	۵۳/۶±۳۶/۳bc	۹/۲±۲/۰
Pvalue	۰/۰۱	۰/۰۹^{ns}
آماره F	۶/۴۸	۲/۸۵

*معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری، اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها با حروف کوچک انگلیسی مشخص شد.

موقعیت تاج

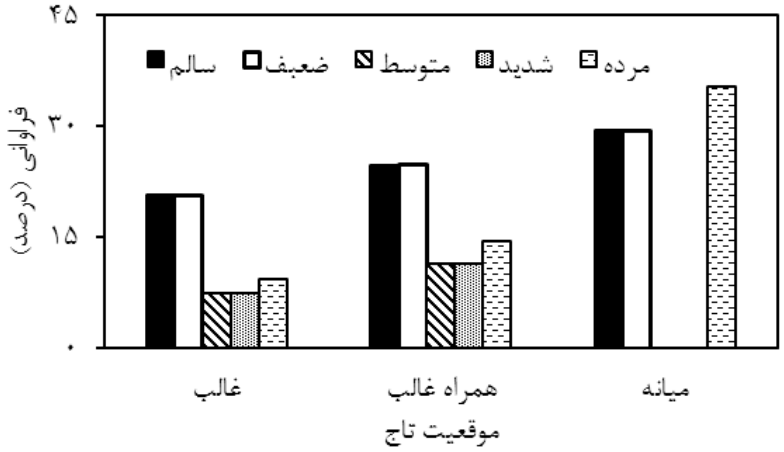
درختان ثبت‌شده در سه موقعیت تاج غالب، همراه غالب و میانه قرار گرفته بودند. براساس نتایج آزمون ناپارامتریک کروسکال-والیس مشخص شد که میانگین شدت بیماری در موقعیت‌های مختلف تاج درختان بلند مازو تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ دارند (جدول ۴)، به‌طوری که درختان با موقعیت تاج میانه و غالب به‌ترتیب دارای بیشترین (۲/۸) و کمترین (۲/۰) میانگین شدت بیماری در بین سه موقعیت تاج بودند (جدول ۴). بنابراین می‌توان گفت که موقعیت تاج درختان بلندمازو یکی از خصوصیات این درختان است که بر شدت بیماری ذغالی در این درختان مؤثر است.

نتایج بررسی فراوانی درختان در رتبه‌های مختلف وضعیت سلامت نیز نشان داد که درختان با موقعیت تاج غالب و میانه به‌ترتیب بیشترین ۲۹/۴ (n=۱۴۴)، و کمترین ۲۰/۷ درصد (n=۵)، فراوانی درختان سالم را داشتند (شکل ۱). این درحالی است که به‌طور عکس درختان با موقعیت تاج میانه و غالب به‌ترتیب بیشترین ۳۵/۳ (n=۶)، و کمترین ۹/۲ (n=۲۵)، درصد فراوانی درختان خشکیده را داشتند (شکل ۳).

جدول ۴- فراوانی و مقایسهٔ شدت خسارت (میانگین± اشتباه معیار) در سه موقعیت تاج درختان بلندمازو

موقعیت تاج	فراوانی (درصد)	میانگین شدت بیماری
غالب	۷۰	۲/۰ ±۰/۱b
همراه غالب	۲۵	۲/۳±۰/۱ab
میانه	۵	۲/۸ ±۰/۴a
Pvalue		۰/۰۳*
آمارهٔ *chi-squared*		۶/۷۷

*تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، و χ^2 آماره *chi-squared* است. حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار میانگین شدت خسارت در موقعیت تاج درختان بلندمازو است.



شکل ۳- فراوانی نسبی درختان بلند مازو در وضعیت‌های سلامت در سه موقعیت تاج

طول تنه

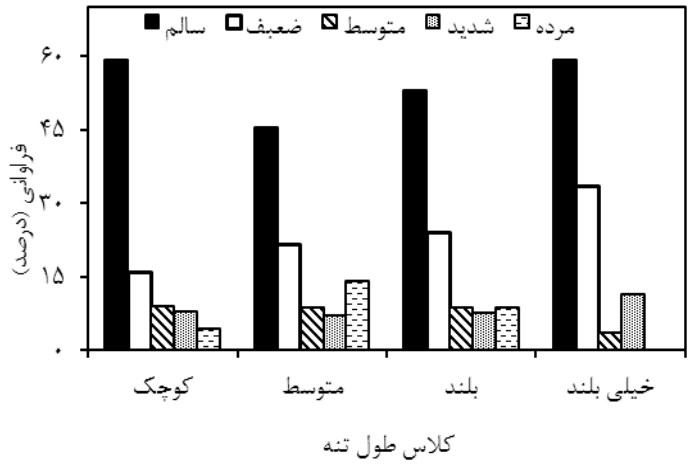
نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف (sig=۰/۶۵، Z=۰/۷۰) و آمارهٔ آزمون لون (P=۰/۹۰، F=۰/۸۵)، به‌ترتیب توزیع نرمال و برابری واریانس داده‌های طول تنهٔ درختان را نشان دادند. همچنین نتایج برازش مدل رگرسیون پواسون نشان داد (P>۰/۰۵) که رابطهٔ معنی‌داری بین شدت بیماری با طول تنهٔ درختان وجود ندارد. علاوه‌بر این، نتایج آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس نشان داد که تفاوت میانگین شدت بیماری ذغالی در درختان بلندمازو با کلاس‌های طول تنه از نظر آماری معنی‌دار نیست (اگرچه نزدیک به معنی‌داری است) و ازلحاظ آماری اثری بر شدت بیماری ذغالی درختان بلندمازو ندارد (جدول ۵). با این وجود، درختان با طول تنهٔ متوسط (۱۰-۶/۱) و خیلی بلند (<۱۴/۱) به ترتیب بیشترین (۲/۲۵) و کمترین (۱/۵۱) میانگین شدت بیماری را داشتند (جدول ۵).

همچنین نتایج بررسی فراوانی درختان در رتبه‌های مختلف وضعیت سلامت نشان داد که درختان با طول تنهٔ خیلی بلند (< ۱۴/۱) و کوچک (۶-۲) به ترتیب بیشترین (۵۹/۳)، (n=۱۶) و کمترین (۴۵/۶) (n=۹۳) درصد، فراوانی درختان سالم را داشتند (شکل ۴). بیشترین (۱۴/۲٪) (n=۲۹) و کمترین (۰) (n=۰) درصد، فراوانی درختان خشکیده به‌ترتیب در درختان با طول تنهٔ کوتاه و بلند مشاهده شد (شکل ۴).

جدول۵- مقایسهٔ شدت خسارت (میانگین± اشتباه معیار) در طول تنه

کلاس طول تنه (متر)	فراوانی (درصد)	میانگین شدت خسارت
کوچک (۶-۲)	۱۱/۶	۱/۸۶
متوسط(۱۰-۶/۱)	۵۳/۸	۲/۲۵
بلند (۱۴-۱۰/۱)	۲۷/۴	۱/۹۳
خیلی بلند (<۱۴/۱)	۷/۱	۱/۵۱
Pvalue		۰/۰۵۱ ns
آماره *chi-squared*		۷/۷۸

ns عدم تفاوت معنی‌داری.



شکل ۴- فراوانی نسبی درختان بلندمازو در وضعیت‌های سلامت براساس طول تنه

بحث

کنش و واکنش پیچیده بین عوامل زنده و غیرزنده، مؤثر بر شیوع بیماری ذغالی در جنگل‌های بلوط تصور می‌شود، اما هنوز چگونگی اثرگذاری و روابط بین عوامل تأثیرگذار ناشناخته مانده است. ازاین‌رو، پژوهش حاضر با هدف شناسایی رابطهٔ بین خصوصیات فردی درختان بلندمازو با شدت بیماری ذغالی در جنگل‌های بلندمازو در استان گلستان انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که قطر برابرسینه با شدت بیماری در درختان بلوط منطقه رابطهٔ معنی‌داری دارد، به‌طوری که بیش از ۵۶ درصد درختان با دامنهٔ قطر برابرسینهٔ ۲۰-۱۰ سانتی‌متر کاملاً خشک شده‌اند و تنها در ۴۴ درصد آنها علائم و نشانه‌های بیماری ذغالی مشاهده نشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان احتمال داد که درختان جوان به‌دلیل عدم گستردگی تاج، ریشه‌دوانی ضعیف و مقاومت کم، توان مقابله با تنش‌های ناشی از فشردگی خاک و عدم نفوذ آب به‌دلیل حضور مداوم گردشگران در عرصه جنگلی، برای دریافت نور و مواد غذایی را نخواهند داشت. بنابراین مطابق یافته‌های Falk *et al.* (1989) می‌توان بیان کرد که درختان جوان تحت تنش و آلوده به بیماری ذغالی در زمان کوتاه‌تری خشک می‌شوند و توان مقاومت و تحمل بیماری ذغالی را ندارند. اگرچه یافته‌های این تحقیق نشان داد که درختان با قطر برابرسینهٔ بزرگ‌تر (<۳۵ سانتی‌متر) با احتمال بیشتری به بیماری پوسیدگی ذغالی مبتلا می‌شوند و هر چه بر قطر درخت افزوده می‌شود شدت خسارت بیماری نیز افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که درختان قطور سهم بیشتری از درختان بیمار را به خود اختصاص داده‌اند، به‌طوری‌که با افزایش قطر برابرسینه به‌اندازهٔ ۰/۹۱۹ تا ۴/۴۱۰ سانتی‌متر، با احتمال ۹۵ درصد این میزان افزایش قطر برابرسینه در درختان منطقهٔ تحقیق منجر به افزایش یک درجه شدت بیماری در درختان بلند مازو شود. فرضیه‌ای که در این زمینه وجود دارد این است که احتمال می‌رود درختان بزرگ به‌دلیل داشتن سطح تماس بیشتر در معرض توجه عامل بیماری باشند یا یک رابطه مثبت بین عامل بیماری و سن و قطر درخت وجود دارد (Kauffman and Jules, 2006). اما دلیل افزایش شدت خسارت در درختان بزرگ‌تر هنوز به‌درستی شناخته نشده است. امکان دارد سطح و اندازهٔ بزرگ‌تر این درختان عامل افزایش کلونیزه شدن در تنهٔ درختان باشد یا نیاز شدید درختان بزرگ با داشتن ریشه و تاج گسترده در شرایط تحت تنش به‌ویژه خشکسالی فراهم نشود و درنتیجه بیشتر مستعد بیماری شوند (حسین‌زاده و پورهاشمی، ۱۳۹۴). تحقیقات نشان داده است که کلونیزه کردن وسیع نسوج به‌وسیلهٔ قارچ در یک درخت سبب کاهش جریان شیرهٔ خام و با احتمال زیاد با افزایش تنش‌های فیزیولوژیکی در درخت همراه است (Parke *et al.*, 2008). می‌توان دلیل نتایج فوق را این‌طور نیز بیان کرد که درختان قطورتر، سطح مقطع و تاج بزرگ‌تری دارند که سبب می‌شود سطح تماس اسپور قارچ با این درختان بیشتر شود و احتمال آلوده شدن آنها افزایش یابد (Cobb *et al.*, 2012). علاوه‌بر این، هجوم سوسک‌های شاخه‌بلند (Coleoptera, Cerambycidae)، چوبخوار مانند *Megopis scabricornis* به درختان بیمار بلندمازو در منطقه، عاملی است که روند گسترش بیماری و افزایش شدت خسارت بیماری را شتاب بخشد (کرمی و کاوسی، ۱۳۹۲؛ Martin *et al.*, 2005; Lnacio *et al.*, 2011). با اطمینان می‌توان بیان کرد که سوسک‌های چوبخوار عامل مهمی در افزایش سرعت مرگ‌ومیر در درختان قطور خواهند بود، به‌طوری که در کلیهٔ درختان قطور بیمار، آثار فعالیت آنها به‌وضوح مشاهده می‌شود (کرمی و همکاران، ۱۳۹۳). شاید همگام شدن ضعف فیزیولوژیکی درختان قطور (پیردار) با حضور بیماری ذغالی و سایر عوامل مخرب، روند زوال و خشکیدگی این درختان را سرعت بخشد و درنتیجه سهم بیشتری از این درختان در آینده‌ای نزدیک در کلاس خسارت شدید بیماری

ذغالی قرار خواهند گرفت. بنابراین می‌توان بیان کرد که درختان میانسال بلندمازو که در دورهٔ تولید بذر قرار دارند، بیشتر در معرض بیماری قرار می‌گیرند و احتمال خسارت در آنها نیز بیشتر است. این نتایج با یافته‌های Falk *et al*. (1989); Thrall and Burdon (2000); McPherson *et al*. (2010); Cobb *et al*. (2012) که نشان دادند شدت خسارت بیماری‌های قارچی و میزان مرگ‌ومیر درختان جنگلی با اندازهٔ درخت مرتبط است، مطابقت دارد.

همچنین با بررسی رابطهٔ موقعیت تاج درختان با شدت بیماری ذغالی در منطقهٔ مورد مطالعه مشخص شد خصوصیات تاج درختان ازجمله موقعیت تاج می‌تواند شاخص مناسبی برای بررسی وضعیت سلامت درختان بلندمازو باشد (Dobbertin and Biging, 2001). مطابق نتایج Adame *et al*. (2010) مشخص شد که درختان دارای موقعیت تاج میانه نسبت به درختان دارای موقعیت تاج غالب و همراه غالب، بیشتر در معرض آلودگی هستند و درصد بیشتری از این درختان خشک شده بودند. همچنین Shifley *et al*. (2006) نیز از گروه‌بندی موقعیت تاج برای برآورد نرخ مرگ‌ومیر در بلوط‌های قرمز استفاده کردند و مطابق با نتایج این تحقیق نشان دادند که احتمال خشکیدگی در درختان بلوط قرمز با موقعیت تاج مغلوب و میانه بیشتر از سایر درختان با موقعیت تاج غالب و همراه غالب است. همچنین بر پایهٔ نتایج حسین‌زاده و پورهاشمی (۱۳۹۴)، درختان دارای موقعیت تاج میانه به‌دلیل تحت فشار بودن و داشتن تاج نامتقارن، بیش از سایر درختان در معرض آلودگی و خشکیدگی قرار دارند. اما با توجه به وجود تنش‌های زنده مانند آفات برگخوار در منطقهٔ تحقیق، ضروری است که شدت تنش وارد بر درختان بلندمازو توسط این آفات براساس موقعیت تاج درختان مشخص شود تا اثرگذاری هر یک از عوامل بهتر شناسایی شود.

همچنین با توجه به آنکه عموماً نفوذ قارچ بیمارگر بیشتر از طریق زخم تنه و آوندهای چوب و آبکش میزبان را کلونیزه می‌کند (کرمی و همکاران، ۱۳۹۳)، رابطهٔ طول تنه با شدت بیماری ذغالی در منطقه بررسی شد. نتایج نشان داد رابطهٔ معنی‌داری بین طول تنه و شدت بیماری وجود ندارد، اما این موضوع به ارزیابی در دوره‌های زمانی چندساله نیاز دارد تا به‌طور دقیق چگونگی این روابط مشخص شود.

با وجود این، بیشتر دانشمندان علم اقلیم‌شناسی بر این باورند که میانگین دمای روزانه در جهان همراه با افزایش فراوانی حوادث آب‌وهوایی مانند خشکسالی، سیلاب‌ها و توفان‌ها رو به افزایش است. در چنین شرایطی با احتمال زیاد جنگل‌ها تحت تأثیر افزایش فراوانی و تراکم تنش‌های ناشی از حوادث آب‌وهوایی قرار می‌گیرند. بااین‌حال، نمی‌توان پیش‌بینی کرد که ظهور حشرات برگخوار و چوخوار مانند *Lymantria dispar*، *Megopis scabricornis*، *Tortrix viridana*، تغییرات اقلیم، عوامل ادافیکی و فیزیوگرافی، انسانی و عوامل دیگر تا چه حد در خشکیدگی درختان بلوط مؤثرند. بنابراین باید شدت تأثیر عوامل محیطی بیشتری بر بیماری ذغالی بررسی شود. بااین‌حال این نتایج نشان می‌دهد که از قطر ۳۵ سانتی‌متر به بالا هر چه بر قطر درختان افزوده می‌شود بر احتمال آلوده شدن آنها به بیماری ذغالی بلوط افزوده می‌شود، به‌طوری که درختانی که باید برای زادآوری نسل‌های آتی بذرهای با قوه نامیهٔ بالا تولید کنند، برای حفظ سلامت و شادابی خود با مشکل جدی روبه‌رو هستند و درصد بیشتری از درختان جوان که آیندهٔ جنگل به آنها وابسته در سنین پایین خشک می‌گردند. همچنین با توجه به آن‌که درختانی با قطرهای بیشتر از ۳۵ سانتی‌متر، سهم بیشتری از رتبه‌های خسارت شدید را به خود اختصاص داده‌اند، ضررهای اقتصادی جبران‌ناپذیری ازنظر تولید چوب ایجاد خواهد شد.

این نتایج مؤید آن است که اپیدمی بیماری ذغالی بلوط در جنگل‌های بلوط شمال شروع شده است که با توجه به روند گسترش آن، تهدیدی جدی برای این جنگل‌ها به‌حساب می‌آید. همچنین می‌توان گفت که

همگام شدن عوامل انسانی با خشکسالی‌های چندساله به‌عنوان عوامل اولیه (کرمی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Vannini and Valentini, 1994)، درختان را واجد شرایط پذیرش بیماری کرده است به‌طوری که با هجوم حشرات برگخوار و چوبخوار، روند بیماری شتاب بیشتری گرفته است که در مدت کوتاهی سبب مرگ تدریجی درختان خواهد شد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Desprez-Loustau *et al*., 2006; Capretti and Battisti, 2007)، ممکن است روند گسترش این بیماری شتاب بیشتری یابد و سبب خشکیدگی درصد بیشتری از درختان شود.

بنابراین باید تحقیقات بیشتری در دوره‌های زمانی چندساله در توده‌های مختلف جنگلی با پلات‌های دائمی انجام گیرد تا شناخت بهتری از اکولوژی بیماری و عوامل مؤثر بر همه‌گیری آن حاصل آید و با ترکیب نتایج ارزیابی‌های مقطعی یکساله با نتایج تحقیقات بلندمدت، اطلاعات و دانش کافی برای کنترل و مدیریت این بیماری فراهم شود.

منابع

حسین‌زاده، جعفر و مهدی پورهاشمی، ۱۳۹۴. بررسی شاخص‌های تاج درختان بلوط ایرانی در رابطه با پدیدهٔ خشکیدگی در جنگل‌های ایلام، مجلهٔ جنگل ایران، ۷ (۱):۵۷–۶۶.

کرمی، جلیل، محمدرضا کاوسی و منوچهر بابانژاد، ۱۳۹۴. بررسی رابطهٔ بین برخی از متغیرهای محیطی با روند گسترش بیماری ذغالی در درختان بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey)، تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران.۱۳: (۱): ۳۴-۴۵.

کرمی، جلیل، محمدرضا کاوسی و پرشنگ رحمانی، ۱۳۹۳. بررسی اثرات خشکسالی، آفات برگخوار *(Lymantria dispar)* و بیماری ذغالی در خشکیدگی بلوط، در مجموعه مقالات اولین همایش ملی دانشجویی علوم جنگل،۱۷-۱۸ اردیبهشت، کرج، ۱-۹.

کرمی، جلیل و محمدرضا کاوسی، ۱۳۹۲. ارزیابی علائم و نشانه‌های بیماری ذغالی بلوط در بلوط بلندمازو *Quercus castaneifolia*، در مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی، ۸ اسفند، گنبدکاووس، ۱-۶.

میرابوالفتحی، منصوره، ۱۳۹۲. شیوع بیماری ذغالی در درختان بلوط و آزاد در جنگل‌های زاگرس و البرز، مجلهٔ بیماری‌های گیاهی، ۴۹ (۲):۲۵۷-۲۶۳.

Adame P., M., Rio, and I., Canellas, 2010. Modeling individual-tree mortality in Pyrenean oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) stands. Annual. Forest. Science. 67(810):1-10.

Agrios, G.N., 2005. Plant pathology, 5th ed., Academic Press, 952 pp.

Capretti, P., and 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.

Cobb, R.C., J.A.N. Filipe, R.K. Meentemeyer, C.A. Gilligan, and D.M. Rizzo, 2012. Ecosystem transformation by emerging infectious disease: loss of large tanoak from California forests, *Journal of Ecology*, 100(3):712-722.

Cottam, G., and J.T. Curtis, 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling, *Ecology*, 37(3):451–460.

Desprez-Loustau, M.L., B. Marcais, L.M. Nageleisen, D. Piou, and A. Vanini, 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees, *Annals of Forest Science*, 63(6):597–612.

Dobbertin, M., and P. Brang, 2001. Crown defoliation improves tree mortality models. *Forest Ecology and Management*, 141(3):271–284.

Falk, S.P., D.H. Griffing, and P.D. Manion, 1989. *Hypoxylon* Canker incidence and mortality in naturally occurring Aspen clones, *Plant Disease*, 73(5):394-397.

Jurc, D., and N. Ogris, 2006. First reported outbreak of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on turkey oak in Slovenia, *Plant Pathology*, 55(2): 299-299.

Karami, J., Kvosi, M.R. M. Babanezhad, 2015. Spatial pattern and disease severity of charcoal canker in Hyrcanian forests, north of Iran, *Journal of forest science*, 61(6): 261–267.

Kauffman, M.J., and E.S. Jules, 2006. Heterogeneity shapes invasion: host size and environment influence susceptibility to a nonnative pathogen, *Ecological Applications*, 16(1):166-175.

Kelly, M., D. Liu, B. McPherson, D. Wood, and 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(5):312–319.

McPherson, B.A., S.R. Mori, D.L. Wood, M. Kelly, A.J. Storer, P. Svihra, and R.B. Standiford, 2010. Responses of oaks and tanoaks to the sudden oak death pathogen after 8 yr of monitoring in two coastal California forests, *Forest Ecology and Management*, 259(4):2248-2255.

Martin, J. Cabezas, J. Buyolo, T. and D. Paton, 2005. The relationship between *Cerambyx* spp. damage and subsequent *Biscogniauxia mediterranum* infection on *Quercus suber* forests, *Forest Ecology and Management*, 216(1):166–174.

Mirabolfathy, M., J.Z. Groenewald, and P.W. Crous, 2011. The occurrence of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia*) in the Golestan Forests of Iran, *Plant Disease Journal*, 95(7):876-876.

Nugent, L.K., P. Sihanont, S. Thienhirun, and A.J.S. Whalley, 2005. Biscogniauxia: a genus of latent invaders, *Mycologist*, 19(1):40-43.

Parke, S., D.M. Rancour, S.Y. Bednarek, 2008. In plant analysis of the cell cycle-dependent localization of AtCDC48A and its critical roles in cell division, expansion, and differentiation. *Plant Physiology*, 148(48): 246–258.

Shifley, S.R., Z., Fan, J.M., Kabrick, and R.G., Jensen, 2006. Oak mortality risk factors and mortality estimation, *Forest Ecology and Management*, 229(1):16–26.

Thrall, P.H., and J.J. Burdon, 2000. Effect of resistance variation in a natural plant host-pathogen metapopulation on disease dynamics, *Plant Pathology*, 49(6):767-773.

Vannini, A., and 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(2):129–139.

Vannini, A., R. Valentini, and N. Luisi, 1996. Impact of drought and *Hypoxylon mediterraneu* on oak decline in the Mediterranean region, *Annals of Forest Science*, 53(3):753-760.

Assessment of relationship between host characteristics with the severity and occurrence of charcoal disease in oak forests of Golestan

J. Karami[1*], M.R Kavosi[2], and M. Babanezhad[3]

[1]PhD. Student of Silviculture and Forest Ecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Recourses, Golestan, I. R. Iran
[2]Associate Prof., Department of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Recourses. Golestan, I. R. Iran
[3]Associate Prof., Department of Statistics, Faculty of Sciences, Golestan University, Golestan, I. R. Iran

(Received: 6 May 2015; Accepted: 8 March 2016)

Abstract

The oak charcoal disease is an agent oak decline in forests of Iran, but there is no accurate information about risks and its threats. Therefore, in order to evaluate the relationship between severity of disease and host characteristics (diameter at breast height, crown position and trunk length), 385 oaks (*Quercus castaneifolia*) were considered by using point centered quarter method in Qoruq Forest Park. These oak trees were grouped in five levels based on the health status (healthy, low, moderate, severe and declines). For data analysis, Poisson regression, one-way ANOVA and Kruskal-Wallis and Duncan's test were applied by using R statistical software. The results showed that severity of disease had a significant relationship with diameter at breast height and crown position but the effect of trunk length was not significant. The Poisson regression analysis results showed that by increasing exp=(0.7)= 2.013 cm in diameter, it is expected the damage grade level rises one degree. Furthermore, the highest percentage of disease incidence and severity had occurred in the trees with a diameter greater than 35 cm and with middle crown position. In general, it can be concluded that the individual characteristics of trees can be influential factors in the severity and epidemic of the charcoal disease in oak trees. The development of epidemic models needs to better understanding of how the properties of the host influence the severity and spread of charcoal disease in long-term course of the disease.

Keywords: Charcoal disease, Point Centered Quarter, Poisson regression, Oak decline

*Corresponding author Tel: +989183328313 Email: karamij_2008@yahoo.com