نقش توپوگرافی و خاک در مرگ و میر درختان جنگل‌های بلوط زاگرس میانی

احمد حسینی [۱،*]، سید محسن حسینی [۲]

[۱] بخش تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

[۲] استاد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی تربیت مدرس، نور، ایران

[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: a-hosseini@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۰۳

چکیده

زوال بلوط پدیده پیچیده چندعامله‌ای است که جنگل‌های بلوط در اکثر نقاط دنیا و ایران با آن روبرو هستند. به‌منظور بررسی نقش توپوگرافی و برخی خصوصیات خاک در پدیده مرگ و میر درختی رخداده در جنگل‌های بلوط ایرانی، منطقه جنگلی شلم واقع در شمال استان ایلام انتخاب گردید. منطقه مورد مطالعه به ۲۰ واحد همگن از نظر توپوگرافی تقسیم شد. در هر واحد همگن ۳ پلات دایره‌ای ۰/۱ هکتاری به‌منظور اندازه‌گیری میزان مرگ و میر درختی به‌صورت تصادفی منظم پیاده و یک پروفیل برای اندازه‌گیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (بافت، درصد رطوبت، درصد آهک، درصد مواد آلی و مقدار نیتروژن به تفکیک هر افق و عمق خاک) حفر گردید. در هر پلات قطر برابر سینه، قطر حداقل و حداکثر تاج درختان، درصد خشکیدگی تاج، مبدأ پایه‌ها و فرم رویشی آن‌ها به تفکیک گونه و متغیرهای رویشگاهی اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان داد که به‌طور متوسط ۱۵/۷ درصد از موجودی جنگل کاهش‌یافته که ۹۷/۶۵ درصد آن متعلق به گونه بلوط ایرانی بوده است. نتایج رگرسیون خطی چندگانه و آنالیز RDA نشان داد که مرگ و میر درختی متأثر از ارتفاع از سطح دریا و تا حدودی جهت جغرافیایی بود؛ اما شیب دامنه تأثیر معنی‌داری نشان نداد. بیشترین میزان مرگ و میر درختی در طبقه‌های ارتفاعی بالا و جهت‌های جنوبی و غربی بود. همچنین تجزیه واریانس رگرسیونی و آنالیز RDA نشان داد که مرگ و میر درختی متأثر از عمق و بافت خاک است. به‌طوری‌که بیشترین میزان مرگ و میر درختی در خاک‌های با عمق کمتر و درصد شن کمتر و سیلت بالاتر بود. نتیجه‌گیری شد که توپوگرافی و خاک نقش مؤثری در مرگ‌ومیر درختان و گسترش خشکیدگی در سطح جنگل‌های زاگرس دارند. شناسایی شرایط حاد از نظر توپوگرافی و خاک در این جنگل‌ها می‌تواند در مدیریت خشکیدگی درختی راهگشا و سودمند باشد.

واژه‌های کلیدی: توپوگرافی، جنگل‌های بلوط ایرانی، خاک، خشکی، مرگ و میر درختی

مقدمه

زوال بلوط بزرگ‌ترین مشکلی است که گونه‌های بلوط در اکثر نقاط دنیا با آن روبرو هستند (Starkey & oak, 1989). در سال‌های اخیر این پدیده در جنگل‌های بلوط زاگرس به‌ویژه استان ایلام به دنبال وقوع خشک‌سالی‌های شدید اخیر روی‌داده و به معضل بزرگی تبدیل شده است. هرچند که به دنبال تنش خشکی، تنش‌های دیگری مانند طغیان سوسک‌ها ظاهرشده و بر مرگ و میر درختان بلوط تأثیر گذاشته یا بر شدت آن می‌افزایند.

خشکی معمولاً در سطح منطقه‌ای بروز نموده ولی اثرات آن به‌صورت خشکیدگی تاجی و مرگ و میر درختی در سطح محلی تحت تأثیر عواملی از قبیل

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

تنوع توپوگرافی، تنوع خاک و ساختار توده کنترل‌شده و تغییر می‌کند (Stephenson, 1990). توده‌های جنگلی و درختان با توجه به اینکه بر روی رویشگاه‌های مختلف از نظر توپوگرافی و ادافیک قرار می‌گیرند، در نتیجه از رویشگاه‌های خرد و شرایط میکروکلیمایی مختلفی برخوردار شده و متناسب با آن خصوصیات ساختاری مختلفی از قبیل میزان رویش، تراکم، انبوهی و ترکیب گونه‌ای مختلفی دارا خواهند شد.

تأثیر کنترلی توپوگرافی بر روی مرگ و میر درختی از طریق قابل دسترس بودن آب رویشگاه است (Stephenson, 1990). عوامل توپوگرافی از قبیل موقعیت شیب و جهت جغرافیایی تأثیر زیادی بر وضعیت رطوبت رویشگاه دارند (Stephenson, 1990)، بنابراین میزان رشد درختان و عملکرد آن‌ها بسته به موقعیت خود در شرایط طبیعی یکسان نیست و در نتیجه شدت خشکیدگی در توده‌های جنگلی واقع در موقعیت‌های فیزیوگرافیک مختلف فرق می‌کند (Stephenson, 1990). جهت جغرافیایی به‌ویژه یک متغیر توپوگرافی کلیدی تأثیرگذار بر قابل دسترس بودن رطوبت رویشگاه است (Stephenson, 1990). شیب‌های جنوبی اشعه خورشیدی بیشتری دریافت کرده، تبخیر تعرق بیشتری تجربه کرده، خاک‌های سطحی و سنگلاخی داشته و رطوبت خاک قابل دسترس کمتری برای گیاه در مقایسه با جهت‌های شمالی دارند (Guarin & Taylor, 2005) و بنابراین پوشش گیاهی بر روی این رویشگاه‌ها تنش نسبتاً شدیدتری تجربه می‌کنند. نتیجتاً تغییرات مکانی و زمانی در شرایط رطوبت رویشگاه ممکن است بر الگوی مکانی و شدت مرگ و میر درختی ناشی از خشکی تأثیر بگذارند.

در پدیده‌های مرگ و میر درختی ناشی از خشکی نقش خاک کاملاً بارز است. در طول خشکی انتظار می‌رود که شکست هیدرولیکی بزرگ‌تری در خاک‌های با بافت سبک روی دهد (McDowell *et al*., 2008). در خاکه‌ای عمیق با بافت سنگین رطوبت خاک بهتر نگهداری شده و درخت در مدت بیشتری از ذخیره رطوبتی آن استفاده می‌کند. در عوض خاک‌های کم‌عمق و سبک به لحاظ سست بودن بافت آن قدرت نگهداری آب کمتری داشته و رطوبت خود را زودتر از دست می‌دهند (سالاردینی، ۱۳۶۶). لذا درختانی که بر روی این خاک‌ها مستقر هستند، زودتر دچار کم‌آبی و تنش خشکی شده و شدت تنش خشکی بر روی آن‌ها بیشتر است (McDowell *et al*., 2008). حاصلخیزی خاک ممکن است تأثیر غیرمستقیم بر مرگ و میر درختی بگذارد (Ferry *et al*., 2010). در خاک‌های حاصلخیزتر استقرار درخت بیشتر و تراکم درختی بیشتر است. لذا رقابت بین افراد برای تأمین نیاز غذایی خود بیشتر شده و در مواقع تنش، فشار رقابتی آن‌ها بیشتر می‌شود که در میزان مرگ و میر آن‌ها تأثیر دارد. تغییر و تنوع در مرگ و میر درختی با خاک ارتباط دارد (Quesada *et al*., 2009). به‌عنوان مثال در جنگل‌های آمازون مرگ و میر در خاک‌های حاصلخیز بیشتر از خاک‌های غیرحاصلخیز بوده است.

بنابراین به لحاظ تنوع ویژگی‌های توپوگرافی و خاک در رویشگاه و اهمیت نقش آن‌ها در استقرار، رشد و مرگ و میر درختان جنگلی جای آن دارد که به بررسی خصوصیات آن‌ها در ارتباط با مرگ و میر درختی در جنگل‌های بلوط ایرانی پرداخته شود. در این راستا تحقیقات گسترده‌ای در سطح دنیا انجام شده است که به‌تناسب موضوع به برخی اشاره می‌شود. در تحقیقی پیرامون ارتباط فاکتورهای رویشگاه و شرایط توده با زوال بلوط در جنگل‌های پهن‌برگ کوهستانی آمریکا مشخص شد که بیشترین مرگ و میر درختی در خاک‌های کم‌عمق و سنگی، در خط‌الرأس یا دامنه‌های با شیب تند، جهت‌های غربی تا شمالی، شاخص رویشگاه متوسط یا پایین‌تر و نقاطی که گونه‌های بلوط قرمز (به‌ویژه بلوط‌های سیاه و اسکارلت) غالب‌اند، وجود دارد (Starkey & oak, 1989). در تحقیقی در جنگل‌های آمریکا مشخص شد که فاکتورهای موقعیت رویشگاهی و جهت جغرافیایی تأثیر معنی‌داری بر زوال بلوط ندارند. نتیجه‌گیری شد که این عدم معنی‌داری احتمالاً مبین تأثیر فاکتورهای دیگر به‌جز توپوگرافی بر میزان مرگ و میر درختی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

است (Poole *et al*., 2006). در تحقیقی در جنگل‌های سوزنی‌برگ آمیخته پارک ملی یازمیت کالیفرنیا مشخص شد که تراکم درختان مرده بر روی شیب‌های شمالی بیشتر از شیب‌های جنوبی است (Guarin & Taylor, 2005). در تحقیقی در آمریکا مشخص شد که مرگ و میر بلوط قرمز اغلب بر روی شیب‌های زیادتر و خاک‌های شنی بوده است. البته فراوانی بلوط قرمز در این مکان‌ها بیشتر بود. نتیجه‌گیری شد که مرگ و میر بلوط قرمز بر روی رویشگاه‌های خشک و دارای کمبود غذایی رایج‌تر بود، زیرا گروه گونه بلوط قرمز در آنجاها فراوان‌تر بودند (Kabrick *et al*., 2008). نتایج تحقیقی در جنگل‌های برزیل نشان داد که ارتباط خاک و توپوگرافی با مرگ و میر درختی بستگی به قطر درخت دارد. همچنین ارتباط خاک و توپوگرافی با مرگ و میر تغییرات زمانی دارد. مرگ و میر درختی در خاک‌های حاصلخیزتر، شیب‌های تند و خاک‌های شنی در دره‌ها بیشتر از اراضی هموار با خاک‌های رسی و با زهکشی مناسب بود (Toledo *et al*., 2011). تحقیق حاضر سعی دارد که متغیرهای توپوگرافی و خاک متمایزکننده سطوح مختلف مرگ و میر درختی را در رویشگاه‌های جنگلی مختلف تعیین کند. لذا هدف ویژه این تحقیق، تعیین مهم‌ترین متغیرهای توپوگرافی و خاک مؤثر بر خشکیدگی درختی می‌باشد.

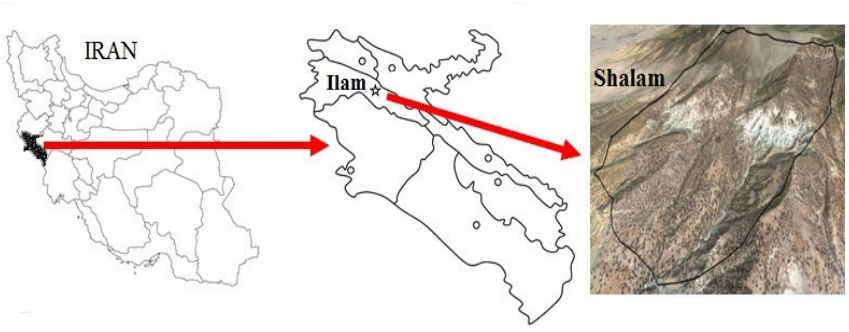
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۶۷۰ هکتار موسوم به شلم در ۱۰ کیلومتری جنوب شرق شهر ایلام قرار داشته و نسبت به جنگل‌های اطراف از شدت خشکیدگی بیشتری برخوردار است (شکل ۱). گونه درختی غالب آن بلوط می‌باشد. این منطقه در محدوده ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا واقع می‌باشد. از جهت‌های جغرافیایی مختلف و شیب‌های متنوع برخوردار است. بر اساس داده‌های اقلیمی ایستگاه هواشناسی ایلام میانگین ۲۵ ساله اخیر (۱۳۸۹-۱۳۶۵) بارندگی و دما به ترتیب ۵۷۹/۹ میلی‌متر و ۱۶/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که این مقادیر برای ۴ ساله اخیر (۱۳۸۹-۱۳۸۶) به ترتیب ۳۸۵/۸ و ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و کاهش بارندگی و افزایش دما را در منطقه نشان می‌دهد (بی‌نام، ۱۳۸۹). بر اساس شاخص‌های خشکی معتبر (SPI و Z) از سال ۱۳۸۶ تاکنون شهرستان ایلام در محدوده خشک‌سالی شدید تا خیلی شدید قرار گرفته است (بی‌نام، ۱۳۸۹).

روش تحقیق

با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) لایه‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه موردمطالعه استخراج شد و با روی هم‌گذاری لایه‌ها مونه‌بندی از نظر توپوگرافی انجام شد و ۲۰ واحد همگن از نظر توپوگرافی به دست آمد. تعداد پلات‌ها در هر واحد همگن بر اساس روش



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و موقعیت آن بر روی نقشه استان ایلام

Figure 1. The study area and its location on the map of Ilam province

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

مونه‌بندی با تقسیم به نسبت مساوی و نیز رعایت حداقل تعداد لازم نمونه برای آنالیزهای آماری تعیین گردید. در هر واحد همگن ۳ پلات دایره‌ای شکل ۱۰۰۰ مترمربعی پیاده و یک پروفیل خاک حفر شد. پلات‌ها در هر واحد همگن با فواصل ۱۰۰ متر از یکدیگر به‌صورت تصادفی منظم پیاده شدند. در هر پلات قطر برابر سینه درختان و جست‌ها با نوار قطرسنج بر حسب سانتی‌متر، قطر حداقل و حداکثر تاج درختان و جست گروه‌ها، مبدأ پایه‌ها، فرم رویشی (درختان و درختچه‌ها) به تفکیک گونه و نیز مشخصات رویشگاهی (شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) اندازه‌گیری و یادداشت گردید. در هر پروفیل دو افق خاک متناسب با این مطالعه در نظر گرفته شد که افق ۱ از عمق ۸ سانتی‌متری خاک در نقاط کم‌عمق تا حدود ۲۵ سانتیمتر در نقاط عمیق منطقه را شامل می‌شود. افق ۲ از ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر به ترتیب در نقاط کم‌عمق تا عمیق منطقه می‌باشد. در هر پروفیل برخی خصوصیات خاک از قبیل بافت به روش هیدرومتری (زرین‌کفش، ۱۳۷۲)، درصد رطوبت به روش وزنی (زرین‌کفش، ۱۳۷۲)، درصد مواد آلی به روش والکی بلاک (زرین‌کفش، ۱۳۷۲)، درصد نیتروژن به روش کجلدال (زرین‌کفش، ۱۳۷۲) و درصد آهک (زرین‌کفش، ۱۳۷۲) به تفکیک هر افق و نیز عمق خاک تا سنگ بستر اندازه‌گیری شد. چهار کلاسه خشکیدگی تاج شامل: سالم= ۵-۰٪ خشکیدگی تاجی، ملایم= ۳۳-۵٪ خشکیدگی تاجی، متوسط= ۶۶-۳۴٪ خشکیدگی تاجی و شدید= ۱۰۰-۶۷٪ خشکیدگی تاجی، در نظر گرفته شد (Kabrick *et al*., 2008). وضعیت خشکیدگی تاجی هر درخت با دامنه خشکیدگی هر یک از کلاسه‌ها ارزیابی و در هر کلاسه که قرار گرفت، کد آن کلاسه به خود گرفته و یادداشت شد. همچنین به‌منظور تعیین وضعیت سلامت توده، کلاسه‌بندی توده‌ها از نظر میزان مرگ و میر درختی انجام شد. بدین‌صورت که توده‌های سالم با کمتر از ۵٪ درختان مرده، توده‌های با ۵۰-۵٪ درختان مرده و توده‌هایی که ۱۰۰-۵۰٪ درختان آن مرده است. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه تاج درختان واقع در داخل پلات‌ها اکثراً مجزا بوده و بعضاً مماس بوده و همپوشانی ضعیفی داشتند، لذا از طریق اندازه‌گیری سطح تاج تک‌تک درختان و جست گروه‌ها و حاصل جمع جبری آن‌ها و تعیین نسبت آن به سطح پلات به دست آمد (زبیری، ۱۳۸۱).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه و تحلیل مقدماتی آن‌ها با نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS انجام شد. مقادیر آماره‌های متغیرهای قطر برابر سینه، تراکم توده، رویه‌زمینی در هکتار و انبوهی تاج پوشش در سطح پلات‌ها و واحدهای همگن به دست آمد. قطر معادل برای جست گروه‌ها از فرمول زیر محاسبه گردید (Grier *et al*., 1992).

$$\text{Equivalent diameter} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} DBH_i^{\,2}}$$

در این فرمول DBH_i قطر برابر سینه جست i در جست گروه می‌باشد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- سمیرنوف استفاده گردید. برای بررسی تأثیر متغیرهای توپوگرافی و متغیرهای خاک بر تعداد درختان خشکیده از رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. با توجه به اینکه توپوگرافی و خاک به‌طور هم‌زمان در رویشگاه عمل کرده و تأثیرات آن‌ها بر خشکیدگی و مرگ و میر درختی عملاً قابل تفکیک نیست و اثر هرکدام توسط دیگری تعدیل می‌شود، لازم دانسته شد که علاوه بر بررسی جداگانه آن‌ها، روابط توأم آن‌ها با خشکیدگی و مرگ و میر از طریق آنالیز RDA انجام شود. لذا به‌منظور بررسی چگونگی تغییرات میزان خشکیدگی و مرگ و میر درختی در ارتباط با توپوگرافی و خاک منطقه مورد مطالعه از آنالیز چندمتغیره RDA در نرم‌افزار Canoco نسخه ۴/۵ استفاده گردید. در آنالیز RDA متغیرهای پاسخ شامل تعداد در هکتار درختان مرده، درصد درختان مرده، مجموع سطوح خشکیدگی تاجی و میانگین سطوح خشکیدگی تاجی و متغیرهای پیش‌بینی کننده شامل متغیرهای توپوگرافی و متغیرهای خاک می‌باشد. همچنین از نتایج دو آنالیز فوق در تعیین

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

مهم‌ترین متغیرهای توپوگرافی و خاکی مؤثر بر خشکیدگی و مرگ و میر درختی استفاده گردید. برای انجام آنالیزهای کمی، مقادیر جهت دامنه اندازه‌گیری شده در عرصه از طریق رابطه زیر تبدیل به مقادیر کمی گردید:

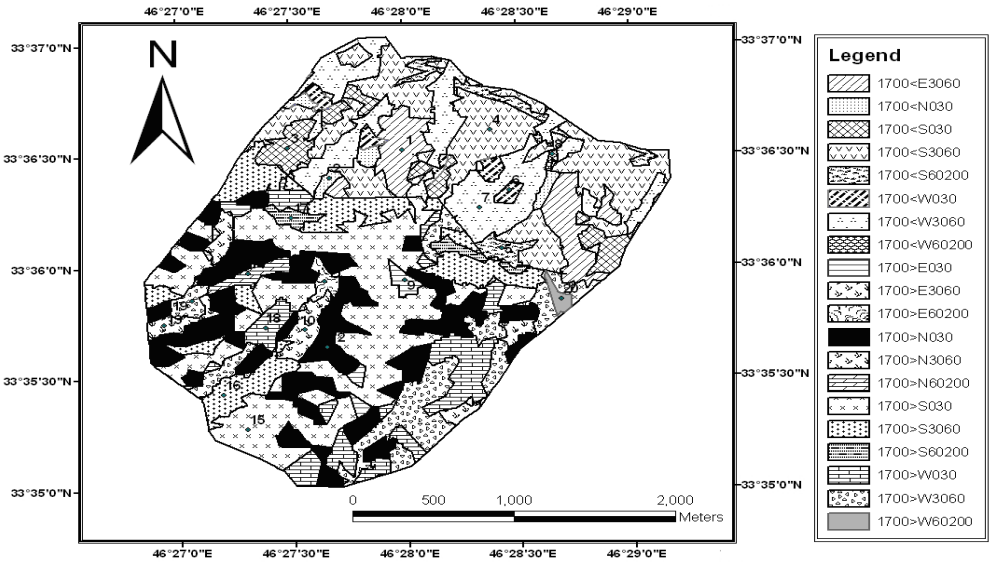
Aspect (Transformed) = (cosine (45 degrees - Aspect) + 1)

نتایج

بر اساس نتایج حاصله تعدادی واحد همگن به دست آمد که با حذف واحدهای مشابه نهایتاً ۲۰ واحد همگن توپوگرافی تعیین شد که ۸ واحد همگن از آن‌ها در طبقه ارتفاعی بیشتر از ۱۷۰۰ متر و ۱۲ واحد همگن در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۷۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفتند (شکل ۲).

اثر متغیرهای توپوگرافی بر مرگ و میر درختی

نتایج آنالیز واریانس رگرسیون چندگانه خطی معنی‌داری اثر توپوگرافی را بر میزان مرگ و میر درختی نشان داد (جدول‌های ۱ و ۲). مدل رگرسیون نهایی به‌دست‌آمده با روش پسرونده ارتفاع را مؤثرترین عامل توپوگرافی معرفی نمود. با توجه به مثبت بوده ضریب استانداردشده، میزان مرگ و میر درختی در ارتفاعات بالاتر بیشتر از ارتفاعات پایین‌تر بوده است. البته این نتایج در سطح احتمال ۹۵ درصد به دست آمد و در سطح ۹۰ درصد اثر عامل جهت جغرافیایی نیز معنی‌دار بود.



شکل ۲- نقشه واحدهای همگن توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

Figure 2. Homogeneous units topographic map of the study area

جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس رگرسیون نهایی

Table 1. Analyze variance results of final regression

منبع Source	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of squares	میانگین مربعات Mean square	آزمون F	P-value
Regression	3	27796.097	13898.084	21.015	<0.001
Residual	16	37697.237	661.355		
Total	19	65493.333			

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

جدول ۲- آزمون معنی‌داری ضرایب معادله رگرسیون نهایی
Table 2. significant test of final regression equation coefficients

predictors	ضریب استانداردشده Standardized coefficient	T	P	VIF
constant	-286.817	-4.756	0.000	
Elevation (m)	0.582	5.671	0.000	1.044
Aspect	-0.196	-1.906	0.062	1.044

معادله رگرسیون (روش پسرونده) به‌صورت ذیل است:

dead/ha = - ۲۸۶/۸۱۷ + ۰/۵۸۲ elevation – ۰/۱۹۶ aspect

اثر متغیرهای خاک بر مرگ و میر درختی

نتایج آنالیز واریانس رگرسیون چندگانه خطی معنی‌داری اثرات عوامل خاکی را بر میزان مرگ و میر درختی نشان داد (جدول ۳). مدل رگرسیون نهایی به‌دست‌آمده با روش گام‌به‌گام نشان داد که عمق خاک و درصد شن متغیرهای مؤثر بر مرگ و میر درختی بوده‌اند. همچنین نتایج آنالیز معنی‌داری ضرایب استانداردشده مدل رگرسیون نهایی نشان داد که متغیر درصد شن (مربوط به افق ۱) بیشتر از متغیر عمق خاک بر مرگ و میر درختی تأثیر دارد. به‌عبارت دیگر نقش بافت خاک تا حدودی بیشتر از عمق خاک بوده است (جدول ۴). در اینجا مشخص شده است که هرچه درصد شن کمتر باشد و بافت خاک سنگین‌تر باشد، میزان مرگ و میر بیشتر است. همچنین مشخص شد که هر چه عمق خاک کمتر باشد، میزان مرگ و میر بیشتر است.

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس رگرسیون نهایی
Table 3. Analyze variance results of final regression

منبع Source	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of squares	میانگین مربعات Mean square	F	P-value
Regression	2	10974.805	5487.402	5.737	0.005
Residual	57	54518.529	956.465		
Total	59	65493.333			

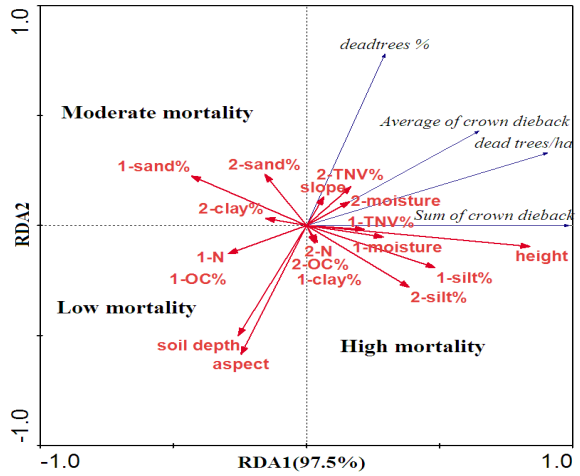
معادله رگرسیون نهایی (به روش گام‌به‌گام) به‌صورت ذیل است:

dead/ha =۷۹/۴۴۳ - ۰/۲۸۰ soil depth – ۰/۲۹۷ sand

جدول ۴- آزمون معنی‌داری ضرایب معادله رگرسیون نهایی
Table 4. Significant test of final regression equation coefficients

Predictors	ضریب استانداردشده Standardized coefficient	T	P-value
Constant		5.640	0.000
Soil depth (m)	-0.280	-2.318	0.024
Sand(%)	-0.297	-2.459	0.017

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]



شکل ۳- آنالیز گرادیان متغیرهای خشکیدگی و مرگ و میر درختی (فلش‌های آبی) در ارتباط با متغیرهای توپوگرافی و خاک (فلش‌های قرمز) در منطقه مورد مطالعه، متغیرهای خاک با کد ۱ متعلق به افق ۱ و متغیرهای خاک با کد ۲ متعلق به افق ۲ هستند.

Figure 3. Redundancy analysis biplot of tree dieback and mortality characteristics (blue vectors) and topography and soil factors (red vectors) in study area. Soil factors with code 1 are belong to soil layer1 and Soil factors with code 2 are belong to soil layer 2.

تغییرپذیری میزان خشکیدگی و مرگ و میر درختی در ارتباط با متغیرهای توپوگرافی و خاک

نتایج آنالیز RDA نشان داد که بیشترین تغییرات خشکیدگی و مرگ و میر درختی (۹۷/۵ درصد) در راستای محور افقی بوده است (شکل ۳). بر این اساس و با توجه به طول بردار متغیرهای توپوگرافی و خاک و زاویه و جهت آن‌ها نسبت به بردار متغیرهای خشکیدگی و مرگ و میر درختی، مشخص شد که ارتفاع از سطح دریا ارتباط مستقیم یا هم‌راستا با میزان خشکیدگی تاجی و مرگ و میر درختی دارد و جهت جغرافیایی رابطه غیرمستقیم یا غیر هم‌راستا دارد. شیب ارتباط چندان مشخصی نشان نداد. همچنین متغیر درصد سیلت (ارتباط مستقیم) و متغیرهای عمق خاک و درصد شن خاک (ارتباط معکوس) به‌واسطه داشتن بردارهای طویل‌تر تأثیر بیشتری بر میزان خشکیدگی و مرگ و میر درختی داشتند.

بحث

معلوم گردید که در جنگل‌های شلم بیشترین مرگ و میر درختی در طبقات ارتفاعی بالاتر و نیز جهت‌های جنوبی و غربی و بعضاً شمالی بوده است. در ارتفاعات بالاتر معمولاً هوا سردتر و میزان رطوبت بیشتر است. در نتیجه کیفیت رویشگاه بهتر بوده و موجب انبوه‌تر شدن توده می‌شود. لذا رقابت بین درختان در اثر انبوهی توده شدیدتر می‌شود. به‌علاوه چون در ارتفاعات بالاتر منطقه مورد مطالعه فرم بیشتر درختان، شاخه‌زاد بوده و توده‌ها غالباً یکدست از گونه بلوط تشکیل شده‌اند، رقابت بین‌گونه‌ای شدیدتر است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). افزون بر این رقابت بین جست‌های داخل هر جست گروه بر شدت رقابت بین پایه‌ها برای دستیابی به منابع آبی و غذایی می‌افزاید. در نتیجه رقابت بیشتر منجر به تنش خشکی بیشتر و نهایتاً خشکیدگی تاجی و مرگ و میر درختی بیشتر می‌شود. دلیل دیگر احتمالاً می‌تواند این باشد که درختان بیشتری در ارتفاعات بالاتر تحت مجموعه فشارهای ناشی از تنش آب و رقابت شدیدتر درختی تضعیف‌شده و حساس به هجوم آفت شده و فراوانی بیشتری از سوسک‌ها را به‌طرف خود جلب می‌کنند، در نتیجه مرگ و میر درختی در این نقاط شدیدتر می‌شود. این نتیجه‌گیری می‌تواند با نتایج Guarin & Taylor (2005) و Voelker *et al*. (2008) مبنی بر اینکه تأثیر سوسک‌های چوب‌خوار و عوامل مرگ و میر دیگر موجب تغییرات نامنظم میزان مرگ و میر

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

درختی در ارتباط با توپوگرافی می‌شود، همخوانی داشته باشد.

بر اساس نتایج آنالیز RDA در جنگل‌های مورد مطالعه بردار جهت جغرافیایی با بردار مرگ و میر درختی غیر هم‌راستا بود. به‌عبارت دیگر بیشترین میزان خشکیدگی و مرگ‌ومیر درختی اغلب در جهت‌های گرم‌تر (جنوبی و غربی) مشاهده شده است. هر چند بعضاً در جهت شمالی نیز مرگ و میر بالا مشاهده شد. بیشترین مرگ و میر در واحدهای همگنی صورت گرفته که ضمن اینکه اکثراً در جهت‌های گرم‌تر قرار گرفته‌اند، همچنین به علت موقعیت توپوگرافی و کیفیت رویشگاهی از انبوهی بالاتری برخوردار بوده‌اند؛ بنابراین می‌توان گفت که اثرات قوی و هم‌زمان خشکی و طغیان سوسک‌های چوب‌خوار بر روی مرگ و میر درختان به‌ویژه در توده‌های انبوه‌تر، اثر جهت جغرافیایی را بر مرگ و میر درختی تا حدودی محدود کرده است.

نتایج بررسی خاک نشان داد که میزان خشکیدگی و مرگ و میر با متغیرهای عمق خاک و درصد شن خاک ارتباط عکس و با متغیر درصد سیلت خاک ارتباط مستقیم دارد. معمولاً با افزایش درصد شن خاک ظرفیت نگهداری رطوبت آن کاهش‌یافته و میزان رطوبت آن نسبت به خاک‌های رسی کمتر می‌شود (Thomas & Hartmann, 1996; Kabrick *et al*., 2008; Toledo *et al*., 2011; Salardini, 1987). به همین دلیل مرگ و میر درختی اغلب در خاک‌های شنی بیشتر رخ می‌دهد (Kabrick *et al*., 2008; Toledo *et al*., 2011)؛ اما نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش متفاوت است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بیشترین بخش بافت خاک منطقه مورد مطالعه رس بوده و شن و سیلت به مقدار خیلی کمتری در ترکیب بافت وجود داشتند؛ اما نوسانات مقدار سیلت و شن در خاک‌های مختلف نسبت به رس بیشتر بوده و موجب شده که علی‌رغم داشتن درصد ترکیب کمتر، تغییرات آن‌ها در بین واحدهای همگن بیشتر به چشم آید؛ بنابراین می‌توان گفت که وجود شن در این خاک‌ها به‌قدری نیست که بافت آن‌ها را به سمت شنی ببرد، بلکه حضور آن صرفاً تا حدودی به اصلاح بافت و ساختار خاک کمک کرده است. نتایج پژوهش Gaertig *et al*. (2002) نشان داد که در رویشگاه‌ها یا نقاطی که لایه فوقانی خاک فشرده‌تر است، تخلخل خاک و هوای خاک کمتر شده و غلظت CO_2 خاک بیشتر شده و منجر به توقف فعالیت ریشه و نهایتاً مرگ درخت می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت که در شرایط خاکی منطقه مورد مطالعه حضور شن حتی به مقدار کم به اصلاح ساختار خاک و رفع معایب حضور فراوان رس کمک کرده و با وجود زهکشی و تنفس بهتر و کمک به بهبود روابط آبی خاک و گیاه، درختان بیشتری بر روی آن مستقرشده و وجود آن‌ها موجب ازدیاد هوموس، مواد آلی، کربن آلی و ازت خاک شده است. همچنان که نتایج آنالیز RDA نشان از همبستگی مثبت کربن آلی و ازت با درصد شن دارد، لذا در این نقاط هوموس می‌تواند به ظرفیت نگهداری رطوبت خاک کمک کند و از شدت تنش خشکی در این نقاط بکاهد. در نتیجه به‌طور منطقی انتظار می‌رود که در این گونه خاک‌ها خشکیدگی و مرگ و میر درختی کم باشد. نتایج بررسی Drobyshev *et al*. (2007) نیز نشان داد که هرچه نسبت C/N خاک کمتر باشد، خشکیدگی تاجی درخت بلوط کمتر است. نتایج بررسی عمق خاک نشان داد که این متغیر با میزان خشکیدگی و مرگ و میر درختی همبستگی منفی معنی‌دار دارد. هرچه عمق خاک بیشتر باشد، افق‌های آن کامل‌تر بوده و ساختار خاک تکامل‌یافته‌تر و بهتر است. همچنین با توجه به نتایج آنالیز RDA عمق خاک در منطقه مورد مطالعه با میزان شن خاک و میزان مواد آلی و ازت آن همبستگی مثبت ضعیفی دارد و این نشان می‌دهد که احتمالاً در این نقاط کیفیت خاک بهتر بوده و شرایط برای استقرار درختان مساعد است. چرا که وجود درصد اندک شن خاک عمق ریشه دوانی درختان را بیشتر کرده و وجود مواد آلی ظرفیت نگهداری رطوبت خاک را بالا برده و وجود ازت بیشتر نشان از وضعیت تغذیه مناسب در این خاک‌هاست. لذا در این شرایط اگر تنش خشکی روی دهد، درختان دیرتر تحت‌فشار کم‌آبی قرارگرفته و در

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

صورت خشک‌سالی شدید تعداد کمتری از آن‌ها نسبت به نقاط هم‌جوار دچار خشکیدگی و مرگ می‌شوند. البته با توجه به عدم معنی‌داری همبستگی درصد شن، میزان مواد آلی و ازت خاک با عمق خاک ممکن است دلیل کاهش مرگ و میر در خاک‌های با عمق بیشتر علاوه بر ظرفیت نگهداری این خاک‌ها به‌خاطر عمق بیشتر آن و در برداشتن حجم آب بیشتر نسبت به خاک‌های کم‌عمق، مربوط به درصد بیشتر شن در آن‌ها باشد. چرا که شن بافت آن را کمی سبک‌تر کرده و اجازه راحت بالا آمدن رطوبت خاک در شرایط خشکی از اعماق زیرتر به‌طرف لایه‌های سطحی خاک و محیط اطراف ریشه‌های ریز می‌دهد اما در خاک‌های سنگین‌تر مقدار رطوبت خاک در شرایط تنش خشکی به‌سختی به ذرات رس چسبیده و اجازه بالا آمدن و در دسترس بودن آن به ریشه‌ها نمی‌دهد. این نتیجه‌گیری با نتایج Thomas & Hartmann (1996) و Gaertig *et al*. (2002) همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که میزان خشکیدگی و مرگ و میر درختی در رویشگاه‌هایی بیشتر بوده که در موقعیت ارتفاعی بالاتر و تا حدودی جهت‌های گرم‌تری قرارگرفته و خاک آن‌ها از عمق کمتر، درصد شن کمتر و سیلت بیشتری برخوردار بوده است. البته این الگو در تمامی واحدهای همگن مورد مطالعه صدق نمی‌کند که علت آن احتمالاً به دلیل اثرات هم‌زمان و متقابل دیگر عوامل محیطی بر مرگ و میر درختی است که باعث شده‌اند که مرگ و میر درختی آر الگوی کاملاً مشخصی پیروی نکند.

منابع

بی‌نام. ۱۳۸۹. اطلاعات ایستگاه هواشناسی ایلام، اداره کل هواشناسی استان ایلام، ۵۱ ص.

حسینی، ا.، حسینی، س.م.، رحمانی، ا. و آزادفر، د. ۱۳۹۱. تأثیر مرگ و میر درختی بر ساختار جنگل‌های بلوط ایرانی در استان ایلام. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰(۴): ۵۶۵-۵۷۸.

زبیری، م. ۱۳۸۱. زیست‌سنجی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۱ ص.

زرین‌کفش، م. ۱۳۷۲. خاکشناسی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۴۷ ص.

سالاردینی، ا. ۱۳۶۶. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۳ ص.

Drobyshev, I., Linderson, H. & Sonesson, K. 2007. Relationship between crown condition and tree diameter growth in southern swedish oaks. Environmental Monitoring and Assessment, 128(1-3): 61-73.

Ferry, B., Morneau, F., Bontemps, J.D., Blanc, L. & Freycon, V. 2010. Higher tree-fall rates on slopes and waterlogged soils result in lower stand biomass and productivity in a tropical rain forest. Journal of Ecology, 98(1): 106-116.

Gaertig, T., Schack-Kirchner, H., Hildebrand, E.E. & Wilpert, K. 2002. The impact of soil aeration on oak decline in southwestern Germany. Forest Ecology and Management, 159(1): 15-25.

Grier, C.C., Elliott K.J. & McCullough D.G. 1992. Biomass distribution and productivity of *Pinus edulis-Juniperus monosperma* woodlands of north-central Arizona. Forest Ecology and Management, 50(3): 331-350.

Guarin, A. & Taylor, A.H. 2005. Drought triggered tree mortality in mixed conifer forests in Yosemite National Park, California, USA. Forest Ecology and Management, 218(1): 229-244.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

Kabrick, J.M., Dey, D.C., Jensen, R.G. & Wallendorf, M. 2008. The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands. Forest Ecology and Management, 255(5): 1409-1417.

McDowell, N., Pockman, W.T., Allen, C.D., Breshears, D.D., Cobb, N., Kolb, T., ... & Yepez, E.A. 2008. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought?. New phytologist, 178(4): 719-739.

Poole, E.A., Heitzman, E. & Guldin, J.M. 2006. Site factors influencing oak decline in the interior Highlands of Arkansas, Missouri, and Oklahoma. 428-430.

Quesada, C.A., Lloyd, J., Schwarz, M., Baker, T.R., Phillips, O.L., Patino, S., ... & Lloyd, G. 2009. Regional and large-scale patterns in Amazon forest structure and function are mediated by variations in soil physical and chemical properties. Biogeosciences Discussion, 6: 3993-4057.

Starkey, D.A. & Oak, S.W. 1989. Site factors and stand conditions associated with oak decline in southern upland hardwood forests. USDA Forest Service general technical report NC North Central Forest Experiment Station. 5-8.

Stephenson, N.L. 1990. Climatic control of vegetation distribution: the role of the water balance. American Naturalist, 649-670.

Thomas, F.M. & Hartmann, G. 1996. Soil and tree water relations in mature oak stands of northern Germany differing in the degree of decline. Annales des Sciences Forestières, 53: 697–720.

Toledo, J.J., Magnusson, W.E., Castilho, C.V. & Nascimento, H.E.M. 2011. How much variation in tree mortality is predicted by soil and topography in Central Amazonia?. Forest Ecology and Management, 262(3): 331–338.

Voelker, S.L., Muzika, R.M. & Guyette, R.P. 2008. Individual tree and stand level influences on the growth, vigor, and decline of red oaks in the ozarks. Forest Science, 54(1): 8 –20.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

Journal of Zagros Forests Researches, Vol: 3(1), 2016

The Role of Topographic and Edaphic Factors in Mortality of Trees in Middle Zagros Persian Oak (*Quercus brantii*) Forests

Ahmad Hossieni [1, *], Syyed Mohsen Hossieni [2]

[1] *Forests, Rangelands and Watershed Management Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research And Education Center, AREEO, Ilam, Iran*

[2] *Professor Tarbiat Modarres University, Faculty of Marine Science, Tarbiat Modarres, Noor, Iran*

[*] Corresponding author, E-mail address: a-hosseini@areeo.ac.ir

Received: 21.02.2015 Accepted: 25.09.2015

Abstract

Oak decline is a complex phenomenon that oak forests are faced with it across the world and Iran. Shalam forested area located in north of Ilam province was selectedto determine the role of topographicand some edaphic factors in tree mortality happened in Persian oak forests. The study region was divided into 20 homogeneous topographic units. Within each homogeneousunit,three 0.1-haplots were randomly-systematically established for measuring the rate of tree mortality and oneprofile was prepared for characterization ofsome physical and chemical soil characteristics (texture, moisture content, TNV%, OC% and N for each soil layer, and soil depth). In each plot,diameter at breast height (DBH), maximum and minimum crown diameters, crown dieback percent, origination and form of trees and shrubs for all species and site variables weremeasured. Results showed that 15.7% of forest stock had reduced while 97.65% of it belonged to Persian oak species. The results of multiple linear regression and RDA showed that tree mortality was significantly affected by elevation and aspect, but not by slope. The highestrate of tree mortality was observedin high elevation and south and west aspects. Also the results of multiple linear regression and RDA showed that tree mortality was significantly affected by soil depth and texture. So, the highestrate of tree mortality was observed in soils with less depth, less sand% and more silt%. It was concluded that topography and soil have effective role in tree mortality and its expansion across Zagros forests. Identifying the critical conditions in terms of topography and soil in these forests can help and be useful in the management of tree dieback.

Keywords: Topography, Tree mortality, Soil, Persian oak forests, Drought

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]

Translated References

Anonymous. 2011. Data of Ilam weather station. Meteorological Organization of Iran, 51p. (In Persian).

Hosseini, A., Hosseini, S.M., Rahmani, A. & Azadfar, D. 2012. Effect of tree mortality on structure of Brant`s oak (*Quercus brantii*) forests of Ilam. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(4): 577-565. (In Persian with English Abstract).

Salardini, A. 1987. Soil fertility. Tehran University Press, 433p. (In Persian with English Abstract).

Zarinkafsh, M. 1993. Applied pedology. Tehran University Press, 247p. (In Persian).

Zobeiri, M. Forest biometry, Tehran University Press, 411p. (In Persian).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-27]