

## تأثیر خصوصیات خاک در خشکیدگی درختان بلوط (*Quercus brantii* Lindl.) و بررسی پاسخ‌های اکوفیزیولوژیک این گونه به درجات مختلف خشکیدگی (پژوهش موردی: منطقه دادآباد در استان لرستان)

زهرا عظیم‌نژاد<sup>۱</sup>، ضیاءالدین باده‌یان<sup>۲\*</sup>، عبدالحسین رضایی‌نژاد<sup>۳</sup> و شهرام احمدی<sup>۴</sup>

۱- دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (azimnejadzahra@yahoo.com)

۲- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (badehian.z@lu.ac.ir)

۳- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (rezaeinejad.hossein@gmail.com)

۴- دکتری جنگلداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، شیراز، ایران. (shahmadi110@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۰۶

### چکیده

برای بررسی ارتباط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین ویژگی‌های فیزیولوژیکی درختان بلوط در ارتباط با پدیده خشکیدگی، تعداد ۳۰ قطعه نمونه مربعی به روش منظم تصادفی به مساحت ۲۵۰۰ مترمربع و با استفاده از شبکه‌ای به ابعاد ۲۰۰×۲۰۰ مترمربع انتخاب شدند. درصد خشکیدگی در هر قطعه نمونه محاسبه و نمونه برداری از خاک و برگ درختان بلوط انجام شد. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند بافت، هدایت الکتریکی، اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، درصد تخلخل، کربن و مواد آلی و غلظت عناصر Ca، Mg، N، P، K و Na اندازه‌گیری شدند. آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، مالون‌دی‌آلدهید، اسیدآمینو پرولین، کلروفیل a و b، کلروفیل کل، رنگدانه کاروتنوئید و غلظت عناصر Ca، Mg، N، P، K و Na در برگ درختان نیز سنجش شد. مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی نشان داد که بین طبقات مختلف خشکیدگی تنها از نظر نیتروژن برگ اختلاف معناداری وجود دارد. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که در منطقه مورد بررسی، ویژگی‌های خاک ارتباط معناداری با خشکیدگی نداشته است. از طرفی قابلیت‌های فیزیولوژیکی درختان نمی‌تواند به‌تنهایی پاسخگوی درجات خشکیدگی‌های متفاوت آن‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: زوال، خصوصیات خاک، صفات فیزیولوژیکی، عناصر غذایی.

## مقدمه

گردوغبار، علاوه بر اثرهای مستقیم بر شادابی گیاهان، می‌توانند به‌عنوان عوامل شروع‌کننده زوال اکوسیستم شناخته شوند) و ۵- نظریه عوامل مستعدکننده، شروع‌کننده و مشارکت‌کننده (اثرهای متقابل مجموعه‌ای از عوامل زنده و غیرزنده) (Brasier and Scott, 1994). در تشریح نظریه ۵ می‌توان بیان کرد که سه عامل سبب خسارت به جنگل می‌شود: ۱) عوامل زنده ۲) عوامل غیرزنده ۳) زوال. بر خلاف دو مورد اول که با عوامل مبنی بر علت سروکار دارد، زوال با فعل و انفعالات یک‌سری از عامل‌هایی که درختان در طولانی‌مدت در معرض آن‌ها قرار می‌گیرند ارتباط دارد و این عامل‌ها علاوه بر اینکه زمینه را فراهم می‌کنند، در زوال نیز به‌طور مستقیم اثر دارند (Manion, 1981). عوامل مستعدکننده مانند پتانسیل اکولوژیکی، شرایط رویشگاه، اقلیم و آلودگی هوا می‌تواند جنگل را بی‌ثبات کند. عامل‌های تحریک‌کننده مانند حشرات، قارچ‌ها، یخبندان و خشکی ممکن است سبب نابودی یک بوم‌سازگان بی‌ثبات و خسارت قابل‌توجه شود (Larsen, 1995). در شرایط خشکسالی، کمبود رطوبت خاک به مرور افزایش یافته و به حدی می‌رسد که نبود آن اختلالات فیزیولوژیکی را در درختان ایجاد کرده و به بافت‌ها و اندام‌های آن‌ها آسیب می‌رساند (McDowell et al., 2008). از طرفی روابط آبی تمام فرآیندهای فیزیولوژیک را که با حلالیت و قابل‌دسترس بودن عناصر غذایی ارتباط دارند، تحت تأثیر قرار می‌دهد (Alam, 1999). ارتباط خشکیدگی گونه‌های درختی با خصوصیات خاک و ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی درختان در پژوهش‌های متعددی بررسی شده است. (Parvaneh et al., 2016) نشان دادند که مرگ‌ومیر درختی در خاک‌های با مواد آلی و نیتروژن کمتر، بیشتر روی داده است. Jahanbazi (2016) Goujani et al. نیز نشان دادند که مقدار

جنگل‌های زاگرس یکی از گسترده‌ترین رویشگاه‌های گیاهی و دومین اکوسیستم مهم جنگلی ایران هستند. در این منطقه سه گونه اصلی و مهم بلوط، شامل *Quercus brantii* Lindl.، *Q. infectoria* Oliv. و *Q. libani* Oliv. وجود دارد. گونه بلوط ایرانی (*Q. brantii*) وسیع‌ترین پراکنش را در بین گونه‌های بلوط در حوضه رویشی زاگرس دارا است (Jazirei and Ebrahimi Rastaghi, 2003). جنگل‌های بلوط این ناحیه رویشی که به‌طور عمده شاخه‌زاد هستند، سالیان متمادی است که یک سیر قهقرایی را طی می‌کنند. برداشت غیراصولی از این جنگل‌ها و نداشتن شیوه مدیریتی متناسب با آن‌ها و نیز فشارهای انسانی و مشکلات خاص منطقه‌ای مانند آتش‌سوزی، خشکیدگی و سوسک‌های چوب‌خوار، سبب تخریب روزافزون این جنگل‌ها شده است (Marvi and Mohadjer, 2014). جنگل‌های بلوط زاگرس طی چند سال اخیر دچار پدیده خشکیدگی و مرگ شده‌اند. این پدیده در بسیاری از جنگل‌های دنیا به‌ویژه جنگل‌های معتدله و مدیترانه‌ای به‌دنبال تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی‌های شدید ناشی از آن، رخ داده است (Linares et al., 2009; Guarin and Taylor, 2005). در خصوص دلایل زوال درختان می‌توان به پنج نظریه رایج اشاره کرد: ۱- نظریه تنش‌های محیطی و ارگانسیم‌های ثانویه (درختان تحت تأثیر تنش‌های محیطی ضعیف شده و مورد حمله ارگانسیم‌های ثانویه قرار می‌گیرند)، ۲- نظریه تغییر اقلیم (مرگ گروهی و یک‌شکل و همگن بودن صدمه در بین چند گونه ناشی از تغییر اقلیم)، ۳- نظریه اکولوژیکی (مرگ درختان طی روند طبیعی توالی)، ۴- نظریه آلودگی هوا (افزایش نیتروژن، دی‌اکسیدکربن، باران‌های اسیدی و

وقوع این پدیده پرداخته شد. در این پژوهش اهمیت برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در خشکیدگی درختان بلوط مورد بررسی قرار گرفت، همچنین بررسی پاسخ‌های اکوفیزیولوژیک درختان بلوط نیز برای شناخت اندازه حساسیت و درجه سازگاری آن‌ها به تغییرات رخ داده، انجام شد. در آخر با تجزیه شاخ و برگ درختان بلوط در درجات مختلف خشکیدگی و مقایسه آن‌ها، وضعیت تغذیه درختان زوال‌یافته و علل ضعف و خشکیدگی آن‌ها بررسی شد.

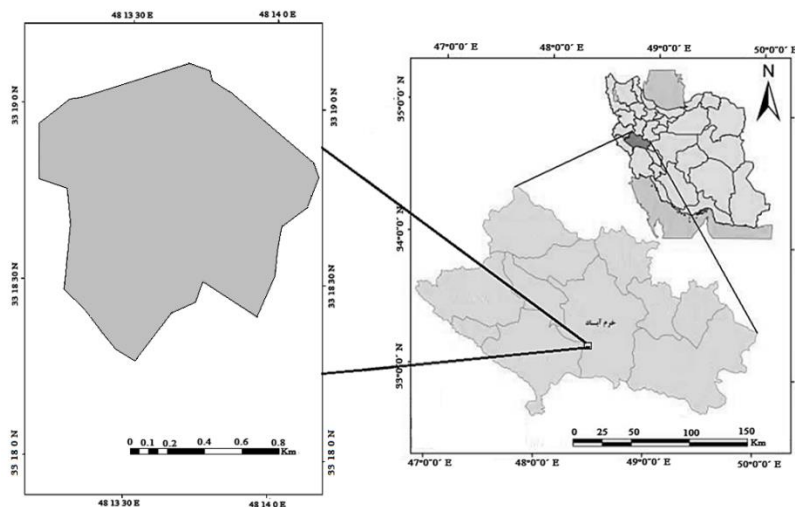
### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد پژوهش

منطقه پژوهش، منطقه دادآباد با مساحت کلی ۱۲۵۷ هکتار است که در حدود ۱۵ کیلومتری جنوب خرم‌آباد، در استان لرستان و در محدوده  $33^{\circ} 18' 27''$  تا  $33^{\circ} 19' 05''$  عرض شمالی تا  $48^{\circ} 13' 25''$  تا  $48^{\circ} 14' 07''$  طول شرقی واقع شده است. کمینه و بیشینه ارتفاع منطقه به ترتیب ۱۴۵۲ و ۱۷۸۰ متر از سطح دریا است (شکل ۱).

جذب عناصر کلسیم، پتاسیم، نیتروژن، منگنز، منیزیم، آهن، روی و مس در برگ درختان سالم توت بیشتر از برگ درختان ناسالم بود، ولی مقدار سدیم و کلر در برگ درختان ناسالم بیشتر از برگ درختان سالم اندازه‌گیری شد. (Rozas and Sampedro (2013) در بررسی ارتباط بین خشکیدگی بلوط و ویژگی‌های شیمیایی خاک مشاهده کردند که غلظت عناصر سدیم، منیزیم، کلسیم و نیتروژن در اطراف درختان خشکیده کمتر از اطراف درختان سالم و غلظت فسفر در اطراف درختان خشکیده کمتر از درختان در حال زوال بود. Rahmani et al. (2009) با تجزیه برگ درختان به نسبت سالم و درختانی که بیشتر دچار عارضه خشکیدگی شده بودند، نشان دادند که درختان سالم‌تر، نیتروژن و پتاسیم بیشتری در برگ خود دارند. (Liu et al. (1997) با بررسی وضعیت فیزیولوژیکی دو توده سالم و دچار خشکیدگی افرا قندی (*Acer saccharum*) گزارش کردند که نرخ فتوسنتز در درختان توده دچار خشکیدگی کمتر است.

اگر چه پژوهش‌های متعددی نیاز است تا عامل‌های مؤثر بر زوال شناسایی شوند، با این حال در این تحقیق به بررسی برخی از عوامل احتمالی مؤثر در



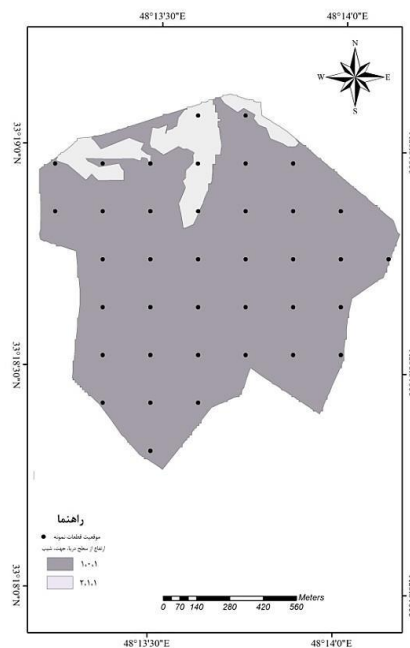
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد پژوهش در استان لرستان

Figure 1. The geographical location of study area in Lorestan province

## تهیه نقشه‌های مورد نیاز

بخشی از منطقه مورد بررسی (به وسعت ۱۴۷ هکتار) که درختان بلوط آن ناحیه دچار خشکیدگی و زوال شده بودند، انتخاب شد. جداسازی واحدهای تحقیق با در نظر گرفتن اجزای توپوگرافی انجام شد. با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS 10.3) لایه‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا از نقشه توپوگرافی

۱:۲۵۰۰۰ منطقه مورد پژوهش استخراج شد. با توجه به شکل ۲، واحد همگن با کد یک دارای شیب صفر تا ۱۰ درصد، بدون جهت و ارتفاع ۱۶۵۸ تا ۱۷۶۱ و واحد همگن با کد دو دارای شیب بیش از ۱۰ درصد، جهت شمالی و ارتفاع ۱۶۵۸ تا ۱۷۶۱ است (شکل ۲).



شکل ۲- نقشه واحد اراضی و موقعیت قطعات نمونه منطقه مورد پژوهش

Figure 2. Land units map and sampling plot of study area

## پیاده کردن قطعات نمونه و نمونه برداری

برای نمونه برداری از روش منظم با نقطه شروع تصادفی (منظم-تصادفی) استفاده شد (Zobeiri, 2009). بدین منظور شبکه‌ای به ابعاد ۲۰۰×۲۰۰ متر با قطعات نمونه مربعی شکل به مساحت ۲۵۰۰ مترمربع (۵۰×۵۰ متر) در نظر گرفته شد. مجموعاً تعداد ۳۰ قطعه نمونه برداشت شد. برای نمونه برداری از خاک و برای به حداقل رساندن خطا، در هر قطعه نمونه، سه نمونه به صورت تصادفی برداشت شد. نمونه‌ها از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر تهیه و سپس با هم مخلوط شدند

و در نهایت از هر قطعه نمونه یک نمونه خاک به عنوان معرف خاک قطعه نمونه برداشت شد (Maranon et al., 1999). در مجموع ۳۰ نمونه خاک جمع‌آوری شد. همچنین در هر قطعه نمونه سه درخت بلوط (*Quercus brantii* Lindl.) به صورت تصادفی انتخاب و از یک سوم قسمت بالای تاج درختان، شاخه‌هایی در چهار جهت جغرافیایی انتخاب و از آن‌ها نمونه برگ برداشت شد (Attwill and Adams, 1996). نمونه برداری، از برگ‌های کامل که به بیشترین حد رشد خود رسیده بودند و ذخیره عناصر غذایی آن‌ها

خاک به روش کمپلکسومتری (Lanyon and Heald, 1982)، پتاسیم قابل دسترس و سدیم محلول خاک به روش فلیم‌فتومتری (Knudsen et al., 1983) و کربن و مواد آلی نیز به روش سرد و بر مبنای اکسیداسیون کربن آلی به کمک بیکربنات پتاسیم ( $K_2Cr_2O_7$ ) در محیط کاملاً اسیدی ( $H_2SO_4$ ) اندازه‌گیری شدند (Allison, 1965). برای عصاره‌گیری و تجزیه نمونه‌های برگ نیز از روش سوزاندن خشک و سپس انحلال در اسیدنیتريك استفاده شد (Benton and Case, 1990). غلظت عناصر مورد نظر در عصاره توسط دستگاه جذب اتمی در طول موج خاص هر عنصر اندازه‌گیری شد. همچنین برای بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، برگ‌های درختان پس از نمونه‌برداری بلافاصله در ازت مایع منجمد و سپس به یخچال  $-80^\circ C$  درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. سنجش مقدار کلروفیل‌ها و کاروتنوئید با روش Lichtenthaler (1987)، آنزیم کاتالاز با روش (Chance and Maehly, 1995)، آنزیم پراکسیداز با روش (MacAdam et al., 1992)، آسکوربات-پراکسیداز طبق روش (Nakano and Asada, 1981)، پرولین با استفاده از روش (Bates et al., 1973) و سنجش مقدار پراکسیداسیون لیپیدهای غشا با روش (Buge and Aust, 1978) انجام شد.

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از نرم‌افزار SAS Ver. 2.4 استفاده شد. بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون انجام شد. برای مقایسه میانگین متغیرها در طبقات مختلف خشکیدگی از تجزیه واریانس یک‌طرفه برای متغیرهای نرمال و از آزمون کروسکال-والیس برای داده‌های غیرنرمال استفاده شد.

نسبت به برگ‌های کوچک و متوسط بیشتر بود، انجام شد. با توجه به تعداد سه تکرار در هر قطعه‌نمونه، تعداد ۹۰ نمونه برگ برداشت شد. برای ارزیابی خشکیدگی درختان بلوط در هر قطعه‌نمونه از روش مورد استفاده در دستورالعمل شماره ۱۶۹۶/۸۷ اتحادیه اروپا (EC and UN/ECE, 2000) استفاده شد. در این دستورالعمل برگ‌ریزی درختان در پنج دسته کمتر از ۱۰، بین ۱۰ تا ۲۵، بیشتر از ۲۵ و کمتر از ۶۰، بین ۶۰ و ۹۹ و ۱۰۰ درصد طبقه‌بندی شده است (طبقه ۱۰۰ درصد، درختان کاملاً خشکیده هستند). در آخر میانگین خشکیدگی درختان بلوط با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Klobucar and Pernar, 2012).

$$\text{رابطه (۱)} \quad MD\% = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$$

که در آن  $F_i$ : فراوانی درختان در طبقه خشکیدگی و  $X_i$ : مرکز طبقه در طبقه خشکیدگی I است.

برای اندازه‌گیری عناصر برگ، نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، بلافاصله با آب مقطر شسته و برای خشک شدن در پاکت‌های کاغذی قرار گرفتند. نمونه‌های جمع‌آوری شده خاک پس از خشک شدن، از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986)، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه (Blake and Hartge, 1986)، تخلخل با استفاده از رابطه وزن مخصوص ظاهری و حقیقی (Danielson and Sutherland, 1986)، اسیدیته در گل اشباع (Mclean, 1983)، EC در عصاره اشباع (Rhoades, 1982)، فسفر قابل جذب خاک به روش اولسن (Olsen and Sommers, 1982) و فسفر موجود در عصاره به روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر (Murphy and Riley, 1962)، نیتروژن کل با استفاده از روش کج‌دال (Westeman, 1990)، کلسیم و منیزیم محلول

## نتایج

درصد یا کاملاً خشکیده مشاهده شد. به طور کلی بیشترین فراوانی درختان از نظر خشکیدگی مربوط به طبقات یک و دو خشکیدگی (کمتر از ۱۰ درصد و بین ۱۰ تا ۲۵ درصد) بود. در منطقه مورد بررسی درخت کاملاً سالم مشاهده نشد که نشان‌دهنده گسترش خشکیدگی در منطقه بود.

شکل ۳ نمودار فراوانی درختان بلوط را در طبقات مختلف خشکیدگی نشان می‌دهد. تعداد ۴۰۲ اصله درخت بلوط در قطعات نمونه مورد بررسی قرار گرفت که ۱۶۹ پایه درختی آن دارای خشکیدگی کمتر از ۱۰ درصد بودند. تنها یک پایه درختی با خشکیدگی ۱۰۰



شکل ۳- فراوانی مطلق درختان بلوط در طبقات مختلف خشکیدگی در منطقه دادآباد

Figure 3. The absolute frequency of oak trees in decline classes

آزمون کروسکال‌والیس نشان داد که بین طبقات مختلف خشکیدگی در منطقه دادآباد از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سطح پنج درصد اختلاف معناداری وجود ندارد. با وجود عدم اختلاف معنی‌دار متغیرهای خاک، وزن مخصوص ظاهری و درصد رس همسویی با افزایش طبقات خشکیدگی داشته، در حالی که تخلخل و درصد شن، وضعیتی معکوس با طبقات خشکیدگی داشتند. نتایج مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد اندازه‌گیری خاک در طبقات مختلف خشکیدگی معنی‌دار نبودند، اما غلظت نیتروژن خاک در طبقات خشکیدگی بالاتر بیشتر بود (جدول‌های ۱ و ۲).

برای حذف اثرهای شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا بر تفاوت متغیرها و بررسی مستقیم اثرهای خشکیدگی، واحدهای همگن منطقه تهیه شد. بر مبنای این سه عامل دو واحد همگن ایجاد شد. سپس دو واحد همگن از نظر خشکیدگی و کلیه متغیرها مورد مقایسه قرار گرفتند. با توجه به نبودن اختلاف معنی‌دار در خشکیدگی و نیز متغیرهای مورد بررسی بین واحدهای همگن تعیین شده و همچنین عدم معنی‌داری اثر فیزیوگرافی بر این متغیرها، مقایسات با در نظر گرفتن طبقات خشکیدگی و در کل منطقه انجام شد. بدین منظور درصد خشکیدگی در طبقات صفر تا ۱۰ درصد، ۱۰ تا ۲۵ درصد و بیش از ۲۵ درصد قرار گرفت. نتایج بررسی تجزیه واریانس یک‌طرفه و

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در طبقات خشکیدگی

Table 1. Analysis of variance for some soil physical and chemical properties in decline classes

طبقات خشکیدگی Decline classes						تجزیه واریانس Analysis of variance		متغیرها Variables
>25%		10-25%		0-10%		Sig معنی داری	F	
میانگین SE	میانگین Mean	میانگین SE	میانگین Mean	میانگین SE	میانگین Mean			
0.063	1.69	0.069	1.59	0.065	1.45	0.432	0.87	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm <sup>3</sup> ) Bulk density (gr/cm <sup>3</sup> )
2.46	33.7	2.68	39.97	2.46	45.05	0.432	0.87	خلل و فرج (درصد) Porosity (%)
2.56	43.7	1.81	39.73	3.58	38.9	0.976	0.02	سیلت (درصد) Silt (%)
2.51	28.58	1.81	27.84	4.55	24.3	0.596	0.53	رس (درصد) Clay (%)
0.10	7.55	0.10	7.33	0.08	7.59	0.216	1.62	اسیدیته pH
0.35	4.98	0.39	4.75	0.29	3.37	0.078	2.80	مواد آلی (درصد) Organic Matter (%)
0.20	2.88	0.22	2.75	0.17	1.95	0.078	2.80	کربن آلی (درصد) OC (%)
0.015	0.24	0.018	0.23	0.013	0.16	0.078	2.80	نیتروژن (درصد) N (%)
46.92	532.47	37.24	561.48	46.85	619.68	0.525	0.66	پتاسیم (mg/kg) K (mg/kg)

جدول ۲- آزمون کروسکال والیس برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در طبقات خشکیدگی

Table 2. Kruskal-Wallis H test results for some soil physical and chemical properties in decline classes

معنی داری Sig	مربع کای Chi-square	درجه آزادی df	میانگین رتبه‌ها Mean Score			متغیرها Variables
			>25%	10-25%	0-10%	
0.499	1.38	2	16.45	16.07	11.9	بافت Texture
0.800	0.444	2	14.22	15.89	17.2	شن (درصد) Sand (%)
0.212	3.09	2	12.54	18.5	13.6	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی متر) EC (μSiemens/cm)
0.281	2.537	2	12.5	18.10	14.8	فسفر (mg/kg) P (mg/kg)
0.173	3.508	2	16.54	12.71	21	کلسیم (mg/kg) Ca (mg/kg)
0.284	2.516	2	12.9	18.21	13.6	سدیم (mg/kg) Na (mg/kg)
0.715	0.66	2	15.81	16.28	12.6	منیزیم (mg/kg)

Mg (mg/kg)
همچنین نتایج تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون کروسکال والیس نشان داد که بین طبقات مختلف خشکیدگی از نظر ویژگی های فیزیولوژیکی مورد آزمایش، اختلاف معناداری وجود ندارد. باین حال با
افزایش طبقات خشکیدگی، غلظت رنگدانه های فتوستتزی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید کاهش یافت (جدول های ۳ و ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی درختان بلوط در طبقات خشکیدگی

Table 3. Analysis of variance and compare mean results for some oak tree physiological properties in decline classes

طبقات خشکیدگی Decline classes		تجزیه واریانس Analyze variance		متغیرها Variables				
>25%		10-25%		0-10%		معنی داری Sig	F	
میانگین Mean	اشتباه معیار SE	میانگین Mean	اشتباه معیار SE	میانگین Mean	اشتباه معیار SE			
11.24	0.93	12.34	0.51	12.55	0.97	0.470	0.78	کلروفیل a (mg g <sup>-1</sup> FW) Chlorophyll a (mg g <sup>-1</sup> FW)
4.09	0.37	4.39	0.20	4.41	0.29	0.717	0.34	کلروفیل b (mg g <sup>-1</sup> FW) Chlorophyll b (mg g <sup>-1</sup> FW)
15.33	1.29	16.73	0.70	16.96	1.26	0.524	0.66	کلروفیل کل (mg g <sup>-1</sup> FW) Total Chlorophyll (mg g <sup>-1</sup> FW)
3.39	0.26	3.52	0.14	3.69	0.24	0.471	0.77	کاروتنوئید (mg g <sup>-1</sup> FW) Carotenoid (mg g <sup>-1</sup> FW)
2.58	0.24	2.51	0.21	2.69	0.11	0.896	0.11	پرولین (μmol g FW <sup>-1</sup> ) Proline (μmol g FW <sup>-1</sup> )
0.01	0.001	0.016	0.002	0.013	0.003	0.208	1.66	کاتالاز (μmol min <sup>-1</sup> g FW <sup>-1</sup> ) Catalase (μmol min <sup>-1</sup> g FW <sup>-1</sup> )
0.027	0.001	0.026	0.003	0.028	0.004	0.917	0.09	پراکسیداز (μmol min <sup>-1</sup> g FW <sup>-1</sup> ) Peroxidase (μmol min <sup>-1</sup> g FW <sup>-1</sup> )
0.53	0.03	0.55	0.02	0.58	0.05	0.653	0.43	آسکوربات پراکسیداز (μmol min <sup>-1</sup> g FW <sup>-1</sup> ) Ascorbate peroxidase (μmol min <sup>-1</sup> g FW <sup>-1</sup> )

جدول ۴- نتایج آزمون کروسکال والیس غلظت مالون دی آلدئید برگ در طبقات خشکیدگی

Table 4. Kruskal-Wallis H test results for leaf MDA concentration in decline classes

معنی داری Sig	مربع کای Chi-square	درجه آزادی df	میانگین رتبه ها Mean Score			متغیرها Variables
			>25%	10-25%	0-10%	
0.809	0.42	2	14.81	15.21	17.8	مالون دی آلدئید (μmol g FW <sup>-1</sup> ) MDA (μmol g FW <sup>-1</sup> )



نتایج بررسی تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون کروسکال‌والیس غلظت عناصر برگ نیز نشان داد که بین طبقات مختلف خشکیدگی تنها از نظر نیتروژن برگ در سطح پنج درصد اختلاف معناداری وجود دارد ( $p < 0.05$ )، به طوری که بیشترین غلظت نیتروژن برگ در نمونه‌های مربوط به طبقه خشکیدگی کمتر از ۱۰ درصد مشاهده شد. مقایسه میانگین غلظت عناصر دیگر نیز هر چند معنی‌دار نشد، اما نتایج نشان داد که درختان سالم‌تر علاوه بر نیتروژن، پتاسیم، منیزیم و فسفر بیشتری در برگ خود دارند (جدول‌های ۵ و ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی از عناصر برگ در طبقات مختلف خشکیدگی

Table 5. Analysis of variance results for some leaf nutrients concentration in decline classes

طبقات خشکیدگی						تجزیه واریانس		متغیرها
Decline classes						Analyze variance		Variables
>25%		10-25%		0-10%		معنی‌داری Sig	F	
میانگین Mean	اشتباه معیار SE	میانگین Mean	اشتباه معیار SE	میانگین Mean	اشتباه معیار SE			
1.44	0.018	1.51	0.024	1.54	0.017	0.038	3.68	نیتروژن (درصد) N (%)
6.53	0.37	6.82	0.60	5.49	0.62	0.388	0.98	نیتروژن/فسفر (mg/kg) N/P (mg/kg)
4165.04	246.24	4025.90	193.27	4393.71	120.38	0.611	0.50	پتاسیم (mg/kg) K (mg/kg)
4378.94	319.62	4043.53	259.50	4655.82	202.39	0.424	0.88	منیزیم (mg/kg) Mg (mg/kg)

جدول ۶- نتایج آزمون کروسکال‌والیس برخی از عناصر برگ در طبقات خشکیدگی

Table 6. Kruskal-Wallis H test results for some leaf nutrients in decline classes

معنی‌داری Sig	مربع کای Chi-square	درجه آزادی Df	میانگین رتبه‌ها Mean Score			متغیر Variable
			>25%	10-25%	0-10%	
			0.159	3.67	2	
0.119	4.25	2	15.09	18.21	8.8	کلسیم (mg/kg) Ca (mg/kg)
0.873	0.27	2	15.18	16.28	14	سدیم (mg/kg) Na (mg/kg)

Toledo et al., 2011; Thomas and Buttner, 1998; Rozans and Sampedro, 2013; Demchic and Amir-Ahmadi et al. (2015). (Sharp, 2000). بررسی ارتباط بین خشکیدگی درختان بلوط ایرانی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ارتباط معناداری مشاهده نکردند که با نتیجه این پژوهش همخوانی دارد. (Kabrick et al. (2008) خشکیدگی شدید گونه-

## بحث

نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در طبقات مختلف خشکیدگی، اختلاف معناداری را نشان نداد. در ارتباط با نتیجه حاصل شده در این بررسی قابل ذکر است که پژوهشگران در مناطق مختلف دنیا نتایج متفاوتی را ارائه کرده‌اند (Kabrick et al., 2008; de

تغییرات عمده در الگوهای مرگومیر درختان خواهد شد. از طرفی توپوگرافی، خاک و آشفته‌گی‌های اقلیمی در مقیاس منطقه‌ای بر مرگومیر درختی تأثیر معنی‌داری دارند، اما مقدار این تأثیرات در سطوح محلی و کوچک مشخص نیست. ارتباط خاک و توپوگرافی با مرگومیر درختان تغییرات زمانی دارد. بنابراین الگوهای موجود بر مرگومیر درختان در مقیاس محلی و منطقه‌ای (Quesada et al., 2009; Ferry et al., 2010; Phillips et al., 2004) ممکن است با گذشت زمان تغییر کنند و از طرفی ممکن است ارتباط یافت شده کنونی در نتیجه تغییرات احتمالی به وجود آمده در اقلیم تغییر کند. این پژوهش در سطحی محدود (حد گسترش خشکیدگی در منطقه) و در یک بازه زمانی انجام شد. بنابراین این عدم معناداری می‌تواند به دلیل وسعت کم منطقه و آماربرداری در یک‌زمان باشد.

درختان بلوط دارای سازگاری‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متعددی هستند که آنان را قادر می‌سازد تا اثرهای نامطلوب عامل‌های محیطی همچون خشکی را به تأخیر بیندازند (Tulik and Bijak, 2016). البته این واکنش‌های دفاعی در کنار افزایش تنش خشکی، موجب آسیب‌پذیرتر شدن درختان نسبت به دیگر تنش‌ها می‌شود (Thomas et al., 2002). نتایج نشان داد که بین طبقات مختلف خشکیدگی از نظر ویژگی‌های فیزیولوژیکی مورد آزمایش اختلاف معناداری وجود ندارد. باین‌حال با افزایش طبقات خشکیدگی، غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید کاهش یافت، به طوری که بیشترین غلظت صفات مذکور مربوط به طبقه خشکیدگی کمتر از ۱۰ درصد بود. تنش‌های زیستی و غیرزیستی منجر به شکل‌گیری اکسیژن فعال می‌شوند. اکسیژن فعال (ROS) موجب پراکسیداسیون

های بلوط مناطق کوهستانی Ozark را در دوران خشکسالی به فقر مواد غذایی و مسن‌بودن گونه‌های بلوط نسبت دادند. در حالی که Thomas and Buttner (1998) نشان دادند که هیچ کدام از مواد مغذی و استرس شیمیایی ناشی از خاک از عوامل اصلی ایجاد کننده خشکیدگی فعلی درختان بلوط در آلمان نیست. محققان دیگری در سراسر دنیا به نتایج مشابه اشاره کرده‌اند که روابط تغذیه‌ای درختان و توده جنگلی در مقایسه با دیگر عامل‌هایی مانند تغییرات شدید اقلیمی و روابط آبی رویشگاه نقش کمتری در قدرت حیات درختان بلوط دارند (Berger and Glatzel, 1994).

این نتایج متفاوت می‌تواند نشان‌دهنده ویژگی‌های خاص هر منطقه و اثرهای هم‌زمان عوامل دیگر بر خشکیدگی درختان باشد که موجب پیچیدگی در ایجاد یک الگوی واضح برای مرگومیر درختی می‌شود. (Thomas and Hartmann, 1998) تغییرات آب و هوایی، شرایط رویشگاه و آلودگی هوا را از عوامل غیرزنده اصلی خشکیدگی درختان بلوط دانستند. Oak et al. (1991) عوامل مؤثر بر زوال بلوط را ترکیب گونه‌ها (به دلیل ایجاد رقابت)، کیفیت رویشگاه (شامل خاک و تنش‌های خشکی طولانی مدت)، سن (درختان کم سن با قطر کمتر از ۱۲/۵ سانتی‌متر) و عوامل فیزیوگرافی دانستند. (De Toledo et al., 2011) اشاره کردند که ارتباط بین خشکیدگی و مرگومیر درختان با خصوصیات خاک و توپوگرافی در مقیاس محلی و منطقه‌ای ممکن است به برخی طبقات قطری درختان محدود شود و علت آن رقابت درختان برای منابع محدود و فشار رقابتی بر روی این پایه‌ها است (Coomes et al., Ruize-Benito et al., 2013). Carnicer et al. (2011) نیز بیان کردند که تغییرات عامل‌هایی همچون اقلیم، تنش‌های محیطی و فرآیندهای رقابتی در یک چشم‌انداز جنگلی، منجر به

نشان دادند که نیتروژن با افزایش سطح برگ و محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی موجب افزایش ظرفیت فتوسنتز در نهال‌های *Sophora davidii* می‌شود. به‌طور کلی کاهش شدید رنگدانه‌ها در سطوح بالای تنش، به‌علت کاهش انتقال مواد معدنی و عناصر ضروری برگ در اثر کاهش مکش ناشی از تعرق در آوند چوبی و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن و اکسیداتیو ناشی از سلول‌های برگ و تجزیه این رنگدانه‌ها است (Hosseinzadeh et al., 2016). به‌نظر می‌رسد درختان با خشکیدگی بیشتر در مقایسه با درختان سالم‌تر پتانسیل کمتری در جذب عناصری همچون نیتروژن داشته‌اند. بنابراین کاهش جذب نیتروژن در برگ درختان با خشکیدگی بیشتر به‌نوبه خود منجر به کم شدن فتوسنتز شده است. همچنین نتایج نشان داد که بین طبقات مختلف خشکیدگی از نظر آمینواسید پرولین، غلظت مالون‌دی‌آلدهید، آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات‌پراکسیداز اختلاف معناداری وجود ندارد. در شرایط تنش سیستم‌های مهار ROS مانند آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات-پراکسیداز نقش مهمی در تحمل به خشکی دارند. Hosseini et al. (2017) نشان داد که بین تیمارهای خشکیدگی درختان بلوط از نظر مقادیر آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز اختلافی وجود ندارد که با نتیجه این پژوهش همخوانی دارد. عدم معناداری صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی می‌تواند به این دلیل باشد که در حال حاضر بین درختان مختلف از نظر مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی تفاوتی وجود ندارد و درختان با استفاده از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مشابهی نسبت به شرایط به‌وجودآمده، در مقابل تنش خشکی مقابله می‌کنند. به‌طور کلی با توجه به نتایج شاید بتوان اختلافات مربوط به کاهش نیتروژن برگ و رنگدانه‌های فتوسنتزی در طبقات

لیپیدهای غشاء، تخریب پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک شده و محتوای کلروفیل سلول را کاهش می‌دهد (Gregersen and Holm, 2007). به‌عبارتی هنگامی که گیاهان در شرایط تنش قرار می‌گیرند سنتز مولکول‌های کلروفیل کمتر شده و با افزایش تخریب آن‌ها، محتوای کلروفیل کاهش می‌یابد (Chen et al., 2007) و در نتیجه فعالیت فتوسنتزی نیز کاهش می‌یابد (Jamil, 2007). به‌نظر می‌رسد در این پژوهش تخریب مولکول‌های کلروفیل در درختان با خشکیدگی‌های متفاوت صورت گرفته است، اما این اختلافات در حدی نبوده که بتواند اثر معنی‌داری روی این صفات بگذارد. به‌عبارتی درختان با خشکیدگی‌های متفاوت فتوسنتز خود را در برگ‌های سبز باقی‌مانده به‌خوبی انجام می‌دهند و از این نظر با مشکلی روبه‌رو نیستند. از طرفی نتایج مقایسه غلظت عناصر در طبقات خشکیدگی نشان داد که بین طبقات مختلف خشکیدگی از نظر نیتروژن برگ اختلاف معناداری وجود دارد. بیشترین غلظت نیتروژن در نمونه‌های برگ طبقه خشکیدگی کمتر از ۱۰ درصد مشاهده شد. نیتروژن نقش مهمی در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف دارد و جزء اصلی دستگاه فتوسنتزی، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و رنگدانه‌ها است (Huang et al., 2004). از طرفی بین محتوای کلروفیل برگ و مقدار نیتروژن مصرفی رابطه خطی مثبت و معناداری وجود دارد (Schlemmer et al., 2005). زیرا فتوسنتز با رابیسکو و دیگر پروتئین‌های موجود در مزوفیل مرتبط است. این پروتئین‌ها حدود ۷۵ درصد از کل نیتروژن سلولی را شامل می‌شوند. با کاهش نیتروژن برگ، مقدار بیشتر پروتئین‌های برگ نیز کاهش می‌یابد (Evans, 1989). در پژوهش‌های متعددی ارتباط مستقیم و نزدیک بین محتوای کلروفیل و غلظت نیتروژن برگ، گزارش شده است (Sibley et al., 1996). Wu و همکاران (2008)

عناصر روشن می‌سازد. زیرا ویژگی‌های مورفولوژیک ریشه در جذب عناصر پرمصرفی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Barley, 1970). به نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب با توجه به ویژگی‌های خاک، درختانی که قابلیت‌های لازم در جذب آب و عناصر معدنی در شرایط تنش خشکی را ندارند، فعالیت‌های حیاتی ضعیف‌تری دارند.

#### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در مقیاس خشکیدگی - های موجود در منطقه و در سطح مورد بررسی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عامل اصلی خشکیدگی درختان نبوده است. با این حال در ضعف یا مقاومت درختان نقش داشته‌اند. به عبارتی خصوصیات خاک با اثری که بر رشد و توسعه ریشه درختان می‌گذارند به‌طور غیرمستقیم در خشکیدگی درختان نقش دارند. از طرفی با توجه به اینکه درختان بلوط از نظر مکانیسم‌های فیزیولوژیکی با یکدیگر اختلافی نداشتند، می‌توان گفت قابلیت‌های فیزیولوژیکی درختان نمی‌تواند به‌تنهایی پاسخگوی درجات خشکیدگی متفاوت آن‌ها باشد. به‌طور کلی خشکسالی و تنش شدید ناشی از کمبود رطوبت و در نتیجه اختلال در روابط آبی و به‌هم خوردن توازن عناصر غذایی منجر به ضعف درختان شده و با حمله آفات و بیماری‌ها، شرایط برای خشکیدگی و زوال درختان بلوط زاگرس فراهم شده است.

#### References

- Alam, S. M., Nutrient uptake by plants under stress conditions. *Handbook of plant and crop stress* **1999**, 2, 285-313.
- Allison, L., Organic carbon: In: Black, CA, DD Evans, JL White, LE Ensminger, FE Clark and RC Dinauer (Editors), *Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. SSSA, Madison, WI **1965**, 367-378.

خشکیدگی بالا را به ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه درختان نسبت داد. چرا که نتایج نشان داد که با افزایش طبقات خشکیدگی وزن مخصوص ظاهری و درصد رس افزایش و تخلخل و درصد شن خاک کاهش یافته است. (Fensham et al. 2007) بیان کردند که بخشی از دلایل لکه‌ای بودن مرگ‌ومیر درختان به دلیل ناهمگنی زیر خاک و رقابت برای به- دست آوردن رطوبت خاک است. آنان مرگ درختان را با افزایش رس خاک مرتبط دانستند. از طرفی با افزایش فشردگی خاک، تخلخل کاهش یافته و با محدود شدن اکسیژن، توانایی نفوذ ریشه‌های درختان کم و در نتیجه رشد ریشه مختل می‌شود (Heilman, 1981). بنابراین می‌توان گفت با در نظر گرفتن خصوصیات فردی پایه‌های درختی (مانند سن و قطر) و از طرفی وقوع خشک‌سالی‌های متوالی، در خاک‌هایی با درصد رس بالا و فشرده‌تر قابلیت رشد و توسعه ریشه برخی درختان کاهش یافته و همین امر منجر به کاهش توانایی جذب رطوبت از خاک و در نتیجه ایجاد اختلاف در خشکیدگی درختان شده است. با وجود عدم تفاوت معنی‌دار نیتروژن در نمونه‌های خاک مشخص شد که خاک در قطعات نمونه با درختان با خشکیدگی بالاتر از ۱۰ درصد حاوی نیتروژن بالاتری است که نشان‌دهنده عدم جذب این عنصر توسط درختان در طبقات بالای خشکیدگی است. این نتیجه نیز اهمیت ریشه درختان را در جذب

- Amir Ahmadi, B.; Zolfaghari, R.; Mirzaei, M. R., Relation between dieback of *Quercus brantii* Lindl. trees with ecological and silvicultural factors, (study area: Dena Protected Area). *Ecology of Iranian Forest* **2015**, 3 (6), 19-27.
- Attiwill, P. M.; Adams, M. A., *Nutrition of eucalypts*. CSIRO Publishing: 1996.
- Barley, K., The configuration of the root system in relation to nutrient uptake. In *Advances in*

- agronomy, Elsevier: 1970; Vol. 22, pp 159-201.
- Bates, L. S.; Waldren, R. P.; Teare, I., Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil* **1973**, 39 (1), 205-207.
- Benton, J.; Case, V. W., Sampling, handling and analyzing plant tissue samples, P 389-428. In: Westerman, R.L (Ed.). Soil testing and plant analysis. 3rd ed. Book series No.3, Soil Science Society of America, Inc, Madison, WI, USA, 1990.
- Berger, T.; Glatzel, G., Deposition of atmospheric constituents and its impact on nutrient budgets of oak forests (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) in Lower Austria. *Forest ecology and management* **1994**, 70 (1-3), 183-193.
- Blake, G. R.; Hartge, K. H., Bulk density. Pp. 363-375. In: Klute A (Ed), Methods of Soil Analysis Part1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd Ed, American Society of Agronomy, Madison, WI. **1986**.
- Brasier, C. M.; Scott, J. K., European oak declines and global warming: a theoretical assessment with special reference to the activity of *Phytophthora cinnamomi*. *EPPO Bulletin* **1994**, 24 (1), 221-232.
- Buge, J. A.; Aust, S. D., Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzyme* **1978**, 52, 302-310.
- Carnicer, J.; Coll, M.; Ninyerola, M.; Pons, X.; Sanchez, G.; Penuelas, J., Widespread crown condition decline, food web disruption, and amplified tree mortality with increased climate change-type drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **2011**, 108 (4), 1474-1478.
- Chance, B., Assay of catalase and peroxidase. *Methods in enzymology* **1955**, 2, 765-775.
- Chen, C.; Tao, C.; Peng, H.; Ding, Y., Genetic analysis of salt stress responses in asparagus bean (*Vigna unguiculata* (L.) ssp. *sesquipedalis* Verdc.). *Journal of Heredity* **2007**, 98 (7), 655-665.
- Coomes, D. A.; Duncan, R. P.; Allen, R. B.; Truscott, J., Disturbances prevent stem size-density distributions in natural forests from following scaling relationships. *Ecology letters* **2003**, 6 (11), 980-989.
- Danielson, R. E.; Sutherland, P. L., Porosity; in: Klut. Method of soil analysis, part 1-Physical and mineralogical method, American Society of Agronomy, INC, Soil Science Society of America, INC, Madison Wisconsin USA. 1986, 377-381.
- de Toledo, J. J.; Magnusson, W. E.; Castilho, C. V.; Nascimento, H. E., How much variation in tree mortality is predicted by soil and topography in Central Amazonia? *Forest Ecology and Management* **2011**, 262 (3), 331-338.
- Demchik, M. C.; Sharpe, W. E., The effect of soil nutrition, soil acidity and drought on northern red oak (*Quercus rubra* L.) growth and nutrition on Pennsylvania sites with high and low red oak mortality. *Forest Ecology and Management* **2000**, 136 (1-3), 199-207.
- Fensham, R.; Fairfax, R., Drought-related tree death of savanna eucalypts: Species susceptibility, soil conditions and root architecture. *Journal of Vegetation Science* **2007**, 18 (1), 71-80.
- Ferry, B.; Morneau, F.; Bontemps, J. D.; Blanc, L.; Freycon, V., Higher treefall rates on slopes and waterlogged soils result in lower stand biomass and productivity in a tropical rain forest. *Journal of ecology* **2010**, 98 (1), 106-116.
- Gee, G.; Bauder, J., Particle-size analysis, pp. 383-412, In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis: Physical and mineralogy methods, Part I. ASA and SSSA, Madison, WI: 1986.
- Gregersen, P. L.; Holm, P. B., Transcriptome analysis of senescence in the flag leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Biotechnology Journal* **2007**, 5 (1), 192-206.
- Guarín, A.; Taylor, A. H., Drought triggered tree mortality in mixed conifer forests in Yosemite National Park, California, USA. *Forest ecology and management* **2005**, 218 (1-3), 229-244.
- Heilman, P., Root penetration of Douglas-fir seedlings into compacted soil. *Forest Science* **1981**, 27 (4), 660-666.
- Hosseini, A.; Matinzadeh, M.; Shariat, A., Effect of crown dieback intensity on some physiological characteristics of Persian oak trees (*Quercus brantii* var. *persica*). *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research* **2017**, 25 (1).
- Hosseinzadeh, S.; Amiri, H.; Ismaili, A., Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Photosynthetica* **2016**, 54 (1), 87-92.



- Huang, Z.-A.; Jiang, D.-A.; Yang, Y.; Sun, J.-W.; Jin, S.-H., Effects of nitrogen deficiency on gas exchange, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzymes in leaves of rice plants. *Photosynthetica* **2004**, *42* (3), 357-364.
- Jahanbazi, H.; Iranmanesh, Y.; Mehnatkesh, A.; Haghghian, F., Comparing of elements absorption and amount of proline, plant pigments in healthy and dieback mulberry (*Morus alba* L.). *Journal of Forest Research and Development* **2016**, *2* (1), 33-47.
- Jamil, M.; Lee, K. J.; Kim, J. M.; Kim, H.-S.; Rha, E. S., Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. *Scientia Agricola* **2007**, *64*, 111-118.
- Jazireii, M. H.; M., Ebrahimi Rostaghi, Silviculture in Zagros, University of Tehran Press, Tehran, 2003, 560p. (In Persian)
- Kabrick, J. M.; Dey, D. C.; Jensen, R. G.; Wallendorf, M., The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands. *Forest Ecology and Management* **2008**, *255* (5-6), 1409-1417.
- KLOBUČAR, D.; Pernar, R., Geostatistical approach to spatial analysis of forest damage. *Periodicum biologorum* **2012**, *114* (1), 103-110.
- Knudsen, D.; Peterson, G.; Pratt, P., Lithium, sodium, and potassium. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties* **1983**, *9*, 225-246.
- Lanyon, L. E.; Heald, W. R., Magnesium, Calcium, Strontium, and Barium. In: A.L. Page (Ed), *Methods of soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2<sup>nd</sup> Ed. Agron. Monogr. No. 9, ASA and SSSA. Madison WI. 1982.
- Larsen, J. B., Ecological stability of forests and sustainable silviculture. *Forest ecology and management* **1995**, *73* (1-3), 85-96.
- Lichtenthaler, H. K., [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology* **1987**, *148*, 350-382.
- Linares, J. C.; Camarero, J. J.; Carreira, J. A., Plastic responses of *Abies pinsapo* xylogenesis to drought and competition. *Tree Physiology* **2009**, *29* (12), 1525-1536.
- Liu, X.; Ellsworth, D. S.; Tyree, M. T., Leaf nutrition and photosynthetic performance of sugar maple (*Acer saccharum*) in stands with contrasting health conditions. *Tree physiology* **1997**, *17* (3), 169-178.
- MacAdam, J. W.; Nelson, C. J.; Sharp, R. E., Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue: I. Spatial distribution of ionically bound peroxidase activity in genotypes differing in length of the elongation zone. *Plant Physiology* **1992**, *99* (3), 872-878.
- Manion, P. D., *Tree disease concepts*. Prentice-Hall, Inc.: 1981.
- Marañón, T.; Ajbilou, R.; Ojeda, F.; Arroyo, J., Biodiversity of woody species in oak woodlands of southern Spain and northern Morocco. *Forest ecology and management* **1999**, *115* (2-3), 147-156.
- Marvie Mohadjer, M. R., Silviculture. University of Tehran Press, Tehran, 2014, 418p. (In Persian).
- McDowell, N.; Pockman, W. T.; Allen, C. D.; Breshears, D. D.; Cobb, N.; Kolb, T.; Plaut, J.; Sperry, J.; West, A.; Williams, D. G., Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? *New phytologist* **2008**, *178* (4), 719-739.
- McLean, E., Soil pH and lime requirement. *Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and microbiological properties* **1983**, *9*, 199-224.
- Murphy, J.; Riley, J. P., A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica chimica acta* **1962**, *27*, 31-36.
- Nakano, Y.; Asada, K., Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and cell physiology* **1981**, *22* (5), 867-880.
- Oak, S.W.; C. M.; Huber, Sheffield, R. M., Incidence and impact of oak decline in western Virginia, USD Department of Agriculture Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Resource Bulletin SE-123 Asheville, NC, USA, 1991, 16 pp
- Olsen, S.; Sommers, L. E., Phosphorus. *Methods of soil analysis* **1982**, 403-430.
- Parvaneh, E.; Etemad, V.; Mohajer, M. M.; Amiri, G. Z.; Attarod, P., The relationships between the rate of oak trees decline and forest types, soil characteristics and topographic conditions in Ghalaje Forests of Kermanshah, west of Iran. *Iranian Journal of Forest* **2016**, *8* (3).
- Phillips, O. L.; Baker, T. R.; Arroyo, L.; Higuchi, N.; Killeen, T. J.; Laurance, W. a. e.; Lewis, S. L.; Lloyd, J.; Malhi, Y.;

- Monteagudo, A., Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976–2001. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* **2004**, *359* (1443), 381-407.
- Quesada, C.; Lloyd, J.; Schwarz, M.; Baker, T.; Phillips, O. L.; Patiño, S.; Czimczik, C.; Hodnett, M.; Herrera, R.; Arneeth, A., Regional and large-scale patterns in Amazon Forest structure and function are mediated by variations in soil physical and chemical properties. *Biogeosciences Discussion* **2009**, *6*, 3993-4057.
- Rahmani, A.; Shoraki, Y.; Banedjschafie, S., Nutritional status of Elm (*Ulmus glabra* Huds.) trees in National Botanical Garden of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2009**, *17* (1), 99-106.
- Rhoades, J., Soluble salts, Methods of soil analysis, A. L. Page (Ed), Madison, Wis, American Society of Agronomy. *Soil Science Society of America* **1982**, *2* (1), 167-179.
- Rozas, V.; Sampedro, L., Soil chemical properties and dieback of *Quercus robur* in Atlantic wet forests after a weather extreme. *Plant and soil* **2013**, *373* (1), 673-685.
- Ruiz-Benito, P.; Lines, E. R.; Gómez-Aparicio, L.; Zavala, M. A.; Coomes, D. A., Patterns and drivers of tree mortality in Iberian forests: climatic effects are modified by competition. *PLoS One* **2013**, *8* (2), e56843.
- Schlemmer, M. R.; Francis, D. D.; Shanahan, J.; Schepers, J. S., Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. **2005**. 97:106 112.
- Sibley, J. L.; Eakes, D. J.; Gilliam, C. H.; Keever, G. J.; Dozier, W. A.; Himelrick, D. G., Foliar SPAD-502 meter values, nitrogen levels, and extractable chlorophyll for red maple selections. *HortScience* **1996**, *31* (3), 468-470.
- Thomas, F. M.; Blank, R.; Hartmann, G., Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology* **2002**, *32* (4-5), 277-307.
- Thomas, F. M.; Büttner, G., Nutrient relations in healthy and damaged stands of mature oaks on clayey soils: two case studies in northwestern Germany. *Forest Ecology and Management* **1998**, *108* (3), 301-319.
- Thomas, F. M.; Hartmann, G., Tree rooting patterns and soil water relations of healthy and damaged stands of mature oak (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* [Matt.] Liebl.). *Plant and Soil* **1998**, *203* (1), 145-158.
- Tulik, M.; Bijak, S., Are climatic factors responsible for the process of oak decline in Poland? *Dendrochronologia* **2016**, *38*, 18-25.
- Westerman, R. E. L., Soil Testing and Plant Analysis, SSSA, Madison, Wisconsin, USA. 1990.
- Wu, F.; Bao, W.; Li, F.; Wu, N., Effects of water stress and nitrogen supply on leaf gas exchange and fluorescence parameters of *Sophora davidii* seedlings. *Photosynthetica* **2008**, *46* (1), 40-48.
- Zobeiri, M., Forest inventory (measuring trees and forests), Published: University of Tehran, 2009, 401 p. (In Persian)

## Effect of soil properties on oak tree dieback (*Quercus brantii* Lindl.) and its ecophysiological responses to different degrees of dieback (case study: Dadabad in Lorestan Province)

Z. Azimnejad<sup>1</sup>, Z. Badehian<sup>\*2</sup>, A. Rezaei Nejad<sup>3</sup> and S.H. Ahmadi<sup>4</sup>

1- Ph.D. of Forest Ecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran. (azimnejadzahra@yahoo.com)

2- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Agricultural and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran. (badehian.z@lu.ac.ir)

3- Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran. (rezaeinejad.hossein@gmail.com)

4- Ph.D. of Forestry, Fars Natural Resources Office, Forests, Range and Watershed Management Organization, Shiraz, I. R. Iran. (shahmadi110@gmail.com)

Received: 03.08.2020      Accepted: 26.10.2020

### Abstract

To investigate the relationship between some physical and chemical properties of soil and tree ecophysiological properties on dieback of Oak trees, 30 square sample plots with 2500 m<sup>2</sup> area, in a random systematic grid (200×200) were selected. The percentage of dieback were measured in each sample plot and soil and leaves of trees were sampled. Some soil properties such as texture, electrical conductivity, acidity, bulk density, porosity, Carbon and organic matter and concentrations of Ca, Mg, N, P, K, Na were measured. Also, Peroxidase, Catalase and Ascorbate peroxidase enzymes, MDA, Proline, Chlorophyll a, b, total Chlorophyll, Carotenoid pigment and concentrations of Ca, Na, K, Mg, P and N in leaves were measured. Comparison of variable means showed that there is just significant difference in leaf nitrogen between different dieback classes. In general, the results of this study showed that the soil properties in our study area were not significantly affect on oak decline. On the other hand, the physiological capabilities of trees solely, cannot be the cause of their different dieback.

**Keywords:** Nutrients, Decline, Physiological properties, Soil properties.

---

\* Corresponding author

Tel: +989177303977