دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

# تأثیر سطوح مختلف خشکیدگی بر خصوصیات ریخت‌شناسی برگ و بذر بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl. ) در جنگل‌های زاگرس- استان کرمانشاه

معصومه خان‌حسنی[۱]، حسن جهانبازی گوجانی[۲]، هوشمند صفری[۳] و حبیب‌اله رحیمی[۴]

۱- مربی پژوهشی بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران، (نویسنده مسوول: m.khanhasani@gmail.com)
۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهر کرد، ایران
۳- استادیار پژوهش بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکزتحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
۴- کارشناس ارشد پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲
صفحه: ۹۹ تا ۱۰۹

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** یکی از معضلات زیست محیطی جنگل‌های زاگرس طی چند سال اخیر بروز پدیده زوال درختان بلوط است که به شکل خشکیدگی در آن‌ها نمود یافته است. این موضوع در جنگل‌های زاگرس یک پدیدهٔ چندبعدی، پیچیده و ملی است.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش تأثیر شدت خشکیدگی تاجی درختان بلوط ایرانی بر خصوصیات برگ و بذر در منطقه جنگلی دچار خشکیدگی ویله در استان کرمانشاه طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۸ پایش شد. نمونه‌گیری از برگ درختان طی سه سال متوالی در فصول بهار و تابستان، از پنج درخت ثابت در هر طبقه زوال، ۲۰ برگ (هر جهت تاج پنج برگ) به‌طور تصادفی انجام و نمونه‌ها برای اندازه‌گیری سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، درصد رطوبت به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین از همین پایه‌ها و از هر جهت تاج، ۲۵ بذر جدا و ابعاد بذر، جام بذر و وزن ۱۰۰ دانه تعیین شدند. تیمارهای تحقیق شامل زوال درختان در چهار سطح (سالم، سر خشکیدگی تاج، خشکیدگی تاج کمتر از ۵۰ درصد، خشکیدگی تاج بیشتر از ۵۰ درصد) بودند. تجزیه مرکب اطلاعات کمی در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین داده‌ها با روش دانکن در سطح ۵ درصد، برای چهار سطح خشکیدگی و سه سال مطالعه انجام شد.

**یافته‌ها:** بین سطوح مختلف خشکیدگی برای وزن خشک، وزن تر و درصد رطوبت برگ و کلیه خصوصیات مربوط به بذر اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اما برای متوسط مساحت برگ تفاوت معنی‌داری در بین سطوح مختلف خشکیدگی درختان بلوط وجود ندارد. اثر متقابل سطوح متفاوت خشکیدگی در طی سال‌های مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری برای صفات طول، قطر میانه، ضخامت جام و وزن صد دانه بذر وجود دارد. همچنین در صفت قطر دهانه جام بذر اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود و در نهایت اثر متقابل سال در سطوح خشکیدگی برای صفات ارتفاع جام، قطر جام و درصد قوه نامیه معنی‌دار نیست. بیشترین میزان وزن خشک برگ مربوط به سطح بیشتر از ۵۰٪ خشکیدگی و کمترین آن به درختان سالم اختصاص دارد که با دیگر سطوح خشکیدگی اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. بیشترین میزان وزن تر برگ نیز به سطح کمتر از ۵۰٪ خشکیدگی و کمترین آن به درختان سالم اختصاص دارد و با دیگر سطوح اختلاف معنی‌داری دارد. بیشترین درصد رطوبت برگ مربوط به درختان سالم و کمترین مقدار آن به درختان با بیش از ۵۰ درصد خشکیدگی اختصاص دارد که با درختان سر خشکیده اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهد. بیشترین میزان وزن خشک برگ مربوط به سطح بیشتر از ۵۰٪ خشکیدگی و کمترین میزان آن به درختان سالم اختصاص دارد که با دیگر سطوح خشکیدگی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ نشان می‌دهد.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد خصوصیات زایشی و رویشی بلوط کاملاً متأثر از طبقات مختلف خشکیدگی درختان است و همچنین شرایط متفاوت اقلیمی طی سال‌های مختلف نیز تأثیر معنی‌داری بر این خصوصیات داشته است. نتایج این بررسی نشان داد که وضعیت سلامت درخت تأثیر زیادی بر روی وزن برگ دارد به این شرح که درختان خشکیده بلوط برگ‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تری نسبت به درختان سالم دارند. با افزایش میزان خشکیدگی کمیت و کیفیت بذر به شدت کاهش یافته است اما برای خصوصیات برگ تغییرات به نحوی است که درختان سعی در حفظ توان زیستی خود دارند و تا حدودی سطح فتوسنتزی خود را نگهداری می‌کنند. در این منطقه کاهش بارندگی و وجود آثار خشکیدگی از سال‌های قبل تهدید جدی برای شادابی و سلامت جنگل مورد مطالعه است.

**واژه‌های کلیدی:** ابعاد بذر، برودار، جنگل‌های زاگرس، خشکیدگی بلوط، سطح برگ

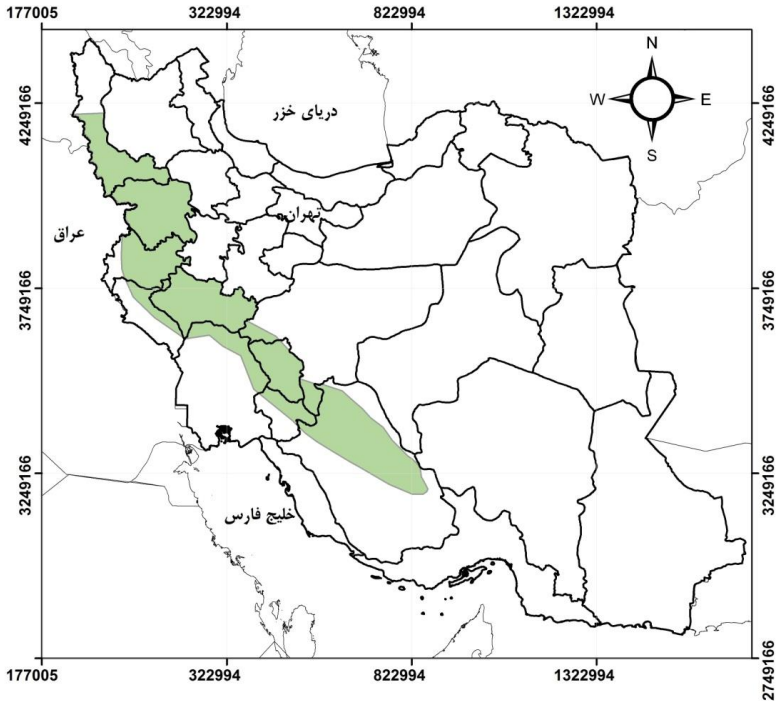
## مقدمه

پدیده خشکیدگی پوشش گیاهی به‌ویژه درختان در مناطق خشک و نیمه‌خشک همواره به‌عنوان یکی از مشکلات اساسی اکوسیستم‌های مختلف مطرح شده است. مرگ‌ومیر درختی از پدیده‌های مهمی است که به دنبال تغییرات اقلیمی ظهور پیدا می‌کند یا شدید می‌شود. بروز خشکی‌های احتمالی و اتفاقی که از الگوی نامنظم بارندگی ناشی می‌شود و به صورت متناوب و غیرقابل پیش‌بینی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاهی به وقوع می‌پیوندد، موجب صدمات عمده قابل‌مشاهده و همچنین غیرقابل مشاهده در گیاه می‌گردند (۶). پدیده زوال بلوط معضلی جهانی است و نزدیک به ۴۰ کشور دنیا با این مشکل روبه‌رو هستند (۲۹) و گسترده‌ترین مشکل درختان بلوط است (۳۳). خشکی یکی از تنش‌های رایج است که سبب آسیب به جنگل و رواج خشکیدگی تاج و درنهایت هجوم آفات و زوال درختان بلوط می‌شود (۲۰،۳۴،۳۱). مرگ تجمعی درختان بلوط در طی ۱۰ سال اتفاق می‌افتد و این موضوع همبستگی بالایی با عوامل رویشگاهی دارد (۱۸). خشکی از طریق کاهش میزان بارندگی موجبات کاهش رطوبت خاک را فراهم می‌کند. با کاهش تدریجی رطوبت قابل‌دسترس خاک، کاهش آب در بافت‌ها و اندام‌های گیاه رخ داده و نتیجه اولیه آن به صورت پژمردگی ظاهر می‌شود. بنابراین پژمردگی اولین اثر قابل رؤیت خشکی در درخت است. در پژمردگی تدریجی با کاهش شدید آب در بافت‌ها، اندام‌ها و برگ درخت، ابتدا حاشیه برگ‌ها خشک و زرد شده و سپس کل برگ خشک شده و به‌تدریج به سرشاخه‌ها و شاخه‌ها سرایت کرده و سر خشکیدگی در درخت ظاهر شده و تداوم خشکیدگی‌ها منجر به خشکیدگی کامل

درخت و مرگ آن می‌شود. اثرات خشکی بر روی درخت به صورت؛ پژمردگی و زرد شدن برگ و برگ‌ریزی زودتر از موعد، کاهش سطح برگ‌ها، کاهش تعداد برگ، کاهش میوه، ریزش زودتر از موعد میوه و کاهش ابعاد آن، کاهش رویش قطری و رشد ریشه‌ای دیده می‌شود (۲۱).

گونه‌های درختی مختلف در بوم‌سامانه‌های جنگلی به‌طور یکسان به عوامل مرگ‌ومیر پاسخ نمی‌دهند و بسته به میزان حساسیت یا بردباری آن‌ها به تنش ایجادشده، خسارت‌های گونه‌ای متفاوت است. اهمیت این پدیده زمانی جلوه می‌کند که گونه یا گونه‌های درختی غالب و اصلی مورد حذف قرار گیرد که در این شرایط میزان مرگ‌ومیر درختی در جنگل زیاد شده و تغییرات محسوس و چشمگیری در ساخت توده‌های جنگلی به وجود می‌آید. در جنگل‌های زاگرس که گونه غالب آن بلوط ایرانی است در پاسخ به خشکی‌های اخیر خود را به‌عنوان یکی از حساس‌ترین گونه‌های درختی نشان داده است. مرگ‌ومیرهای فراوان گونه بلوط ایرانی خسارت‌های شدیدی به جنگل‌های منطقه وارد کرده است که از پیامدهای آن تغییرات ساختاری شدید و کاهش کارایی و عملکرد اکوسیستم جنگلی است. شدت فزاینده بهره‌برداری در جنگل‌ها ی زاگرس و عدم توفیق طرح‌ها و برنامه‌های احیایی سبب بروز حساسیت‌های اجتماعی در بعد سرزمینی در قبال وضعیت بحرانی جنگل‌های زاگرس شده است. ضرورت‌ها و تأثیرات اجتماعی و اقتصادی جنگل‌های زاگرس از نظر نقش زیست محیطی این جنگل‌ها در منطقه و کشور بر کسی پوشیده نیست. از این رو، بررسی و پایش معضلی که می‌تواند حیات این جنگل‌ها را به مخاطره اندازد، از اهمیت زیادی برخوردار است.

حوزه رویشی زاگرس[1] در ناحیه ایرانی–آناتولی[2] و در منطقه ایرانی–تورانی[3] واقع در اقلیم شمالی[4] قرار دارد و به دو حوزه رویشی زاگرس شمالی و جنوبی تقسیم می‌گردد (شکل ۱). جنگل‌های غرب به‌عنوان دومین منبع سلولزی تجدید پذیر کشور از نظر سطح، بزرگ‌ترین وسعت را نسبت به سایر مناطق جنگلی کشور دارا می‌باشند و از نظر درصد سطح جنگل به مساحت منطقه، بعد از شمال ایران در درجه دوم اهمیت قرار دارند (۱۷). طول متوسط زاگرس را ۱۱۵۰ کیلومتر و عرض متوسط آن را ۷۵ کیلومتر برآورد کرده‌اند. مساحت این جنگل‌ها حدود ۶/۰۷ میلیون هکتار و بارندگی متوسط آن ۸۵۰–۳۰۰ میلی‌متر است، بیشترین میزان بارندگی (۴۵۰ تا ۸۵۰ میلی‌متر) در نواحی غربی زاگرس است و در مقابل بخش شرقی آن از ریزش‌های کمتری (۳۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر) برخوردار هستند (۲۱). اقلیم این ناحیه رویشی، از شمال غربی به سمت جنوب، با مرطوب و نیمه مرطوب آغاز و به نیمه‌خشک تا خشک خاتمه می‌یابد. گونه درختی غالب در این حوزه رویشی برودار (بلوط ایرانی) با نام علمی *Quercus brantii var. persica* است. این جنگل‌ها به دلیل داشتن اقلیم مدیترانه‌ای، دارای فصل خشک طولانی در طی دوره‌ی رویش گیاهی و پراکنش نامنظم بارندگی در طول سال هستند و در نتیجه مقدار آب در دسترس این جنگل‌ها، عامل محدودکننده اولیه در تجدید حیات گونه‌ها به ویژه بلوط محسوب می‌شود.




شکل ۱– محدوده رویشی زاگرس بر روی نقشه ایران (۳۷)
Figure 1. Zagros region in Iran map (37)

1- Zagrossian sector 2- Irano_Anatolian subregion 3- Irano_Turanian region 4- Holarctic kingdom

شواهد و بررسی‌ها حاکی از آن است که بیشترین خشکیدگی درختان بلوط در مناطقی اتفاق افتاده است که زیر اشکوب درختان را به زراعت دیم اختصاص داده‌اند و تحت تأثیر دخالت و بهره‌برداری‌های شدید انسان در منطقه قرار دارند. برای نخستین بار نشانه‌های ابتلای رویشگاه‌های زاگرس به پدیده خشکیدگی (زوال) در سال ۱۳۸۷ در جنگل‌های استان ایلام مشاهده شد (۲۸) و در حال حاضر در استان‌های فارس، لرستان، چهارمحال و بختیاری، کهکیلویه و بویراحمد، خوزستان و کرمانشاه نیز مشاهده و طبق آخرین برآوردها بیش از یک میلیون هکتار از مجموع شش میلیون هکتار جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس را آلوده کرده است (۲۸).

شرایط توپوگرافی نظیر شیب درختان و ویژگی‌های جنگل‌شناسی مانند قطر تنه، تاج پوشش و تعداد جست، عوامل مؤثری بر میزان خشکیدگی درختان بلوط هستند (۴). درختان طبقات کم قطر و میان قطر که جوان‌اند به دلیل اینکه ریشه توسعه‌یافته‌تر و قوی‌تری نسبت به درختان اطراف خود ندارند در رقابت‌های ریشه‌ای برای جذب رطوبت و مواد غذایی موردنیاز بازنده می‌شوند و ریشه‌های مویین خود را از دست می‌دهند و بیشتر دچار تنش خشکی و ضعف فیزیولوژیک می‌شوند (۱۴).

حمزه پور و همکاران (۱۲) در نتیجه بررسی‌های خود اعلام کردند که پایه‌های شاخه زاد بلوط بیشتر از پایه‌های دانه‌زاد تحت تأثیر خشکیدگی قرار می‌گیرند. پروانه و همکاران (۲۶) در بررسی خود برای دلایل خشکیدگی درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های قلاجه کرمانشاه نتیجه گرفتند که خشکیدگی بیشتر در خاک‌های کم‌عمق با مواد آلی و نیتروژن کمتر، شیب‌های تندتر، جهت‌های گرم‌تر و تیپ‌های خالص‌تر بلوط روی داده است. در استان ایلام هم شاخص‌های تاج درختان بردوار در رابطه با پدیده خشکیدگی بررسی شد و نتایج نشان داد که تاج‌های بزرگ‌تر دچار آسیب بیشتری شده‌اند (۱۶).

زوال درختان تأثیر شدیدی بر وضعیت مورفولوژیک و فیزیولوژیک برگ درختان زوال یافته دارد، به‌طوری که گزارش شده میانگین‌های؛ سطح برگ، مقدار آب برگ، رطوبت وزنی، تراکم روزنه‌های آبی و محتوای رطوبت نسبی برگ درختان بردوار بر اثر پدیده زوال کاهش چشمگیری داشته است (۱۴، ۱۵، ۳۶) نیز در مطالعه منطقه کوهمره سرخی استان فارس نتیجه گرفتند که درختان متأثر از خشکیدگی سطح برگ و زی‌توده برگ کمتری نسبت به درختان سالم داشتند.

بادەیان و همکاران (۵) اثر پدیده زوال بلوط را بر ترکیبات ثانویه برگ‌های آن مطالعه کردند. نتایج نشان داد که شرایط تنش‌زا مانند زوال، سبب ایجاد تغییر در مقدار ترکیبات ثانویه در برگ درختان بلوط ایرانی می‌شوند. پاسخ‌های موفولوژیک و فیزیولوژیک برگ درختان بلوط به خشکیدگی، در یکی از توده‌های جنگلی دچار پدیده زوال در استان ایلام نیز مطالعه شد و نتایج نشان دادند که سطح برگ این درختان نسبت به درختان فاقد خشکیدگی اختلاف معنی‌دار داشته و کمترین میزان سطح برگ مربوط به تیمار خشکیدگی شدید تاجی بوده است (۱۴). لیو و همکاران (۲۲) با مطالعاتی که در توده‌های درختی افرای قندی (*Acer saccarum*) داشتند، اعلام کردند که نرخ فتوسنتز در درختان توده دچار خشکیدگی نسبت به درختان توده سالم کاهش یافته و همبستگی خطی معنی‌داری بین نرخ فتوسنتز و وزن خشک در واحد سطح برگ وجود دارد. بذور گیاهان نیز که نقش مهمی در بقاء پوشش گیاهی و تنوع زیستی دارند، تحت تأثیر عوامل محیطی از قبیل شیب، ارتفاع از سطح دریا، شرایط آب و هوایی و خرد اقلیم‌های متفاوت قرار گرفته و سبب ایجاد اکوتیپ‌های مختلف و در نتیجه تفاوت در تعداد و ابعاد بذر می‌شوند (۱۹). فرم درختان نیز یکی از عوامل مؤثر بر برخی خصوصیات بذر ازجمله: اندازه و تعداد بذر سالم درخت است (۲۶)، پدیده زوال بر ویژگی‌های بذر درختان نیز اثرگذار است، به طوری که کمترین درصد جوانه‌زنی، میانگین تعداد بذر در مخروط و سرعت جوانه‌زنی در درختان زربین با شدت زیاد زوال دیده شد. جای چنین پژوهشی برای گونه‌های مختلف بلوط خالی است (۷).

این پژوهش با هدف بررسی میزان تأثیر سطوح مختلف خشکیدگی درختان بردوار بر اندازه برگ‌ها و بذور تولید شده این درختان در جنگل‌های استان کرمانشاه انجام شده است. مشاهده اثرات زوال و خشکیدگی در تعداد زیادی از درختان می‌تواند بیانگر وضعیت نگران‌کننده این منطقه باشد. پایش روند خشکیدگی در سایت‌های ثابت، زمینه بررسی روند تغییرات خشکیدگی را در مقاطع مختلف زمانی فراهم کرده و می‌تواند اطلاعات دقیقی از تغییرات در سلامت جنگل و پایه‌های بلوط از نظر کمی و کیفی در مناطق مختلف در اختیار کارشناسان، مدیران و برنامه‌ریزان قرار دهد تا در خصوص مدیریت مناسب این مناطق که تأثیر فراوانی بر حفاظت از منابع آب و خاک منطقه رویشی زاگرس و مناطق وابسته به آن دارد، برنامه‌ریزی لازم انجام شود

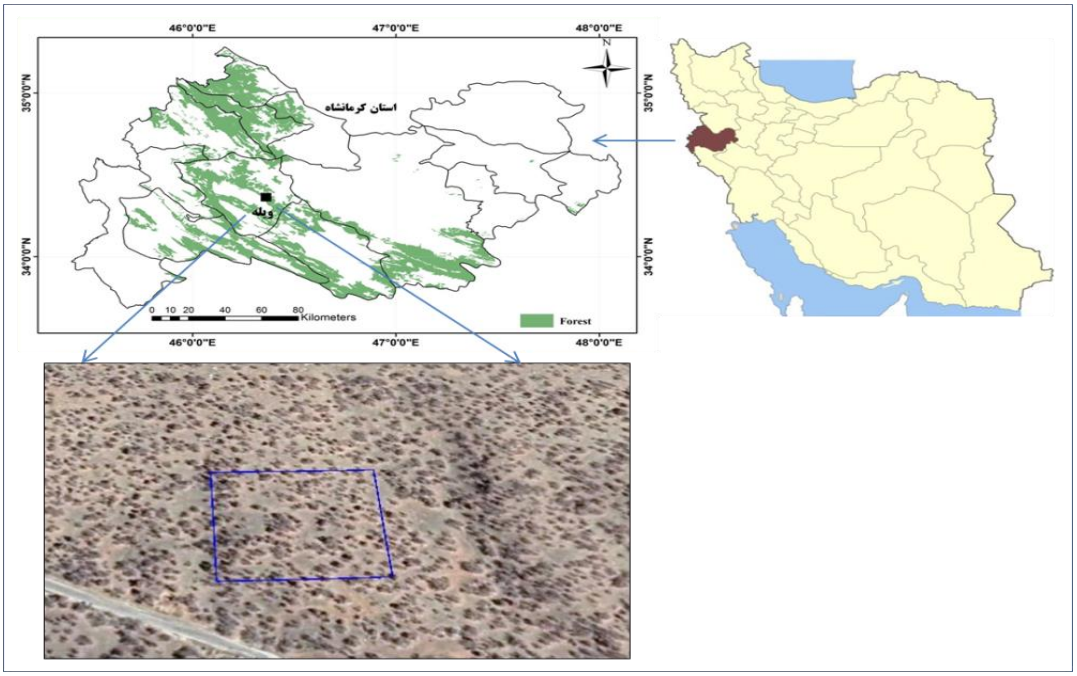
## مواد و روش‌ها

این بررسی در یک سایت متأثر از پدیده زوال با جهت شمالی (جنگل ویله) انجام شد. این منطقه با شیب متوسط ۲۰٪ در ارتفاع ۱۷۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. به مرکزیت سایت، یک قطعه‌نمونه با سطح شناور طوری در نظر گرفته شد که حداقل ۱۰۰ درخت در آن وجود داشته باشد. در قطعه‌نمونه، ضمن شماره‌گذاری درختان و ثبت موقعیت جغرافیایی و رویشگاهی، وضعیت خشکیدگی و زوال آن‌ها در چهار طبقه ۱- درختان سالم و شاداب (فاقد هرگونه آثار خشکیدگی) ۲- درختان دارای سر خشکیدگی تاج[1] ۳- درختان دارای خشکیدگی تاج (کمتر از ۵۰ درصد) ۴- درختان دارای خشکیدگی تاج (بیشتر از ۵۰ درصد) تعیین شد. هر سال در انتهای فصل رویشی (مهرماه)، ضمن ثبت وجود یا عدم وجود درختان شماره‌گذاری شده، وضعیت کیفی و قرارگیری آن‌ها در طبقات مختلف زوال بررسی و در فرم‌های مربوطه ثبت شدند.

با توجه به تغییر اندازه برگ درختان در مراحل مختلف زوال، هر سال از پنج درخت ثابت در هر یک از طبقات زوال ۲۰ برگ (از هر جهت تاج ۵ برگ) انتخاب و سطح آن‌ها با دستگاه پرتابل Leaf area meter مدل CI-202 به تفکیک اندازه‌گیری و ثبت شدند. برگ‌ها از شاخه میانی هر جهت تاج و شامل برگ‌های چهارم تا هشتم شاخه انتخابی بودند (۱۴). همچنین وزن تر برگ‌ها با دقت یک‌صدم گرم اندازه‌گیر ی و سپس در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند (۱۴) و در نهایت وزن

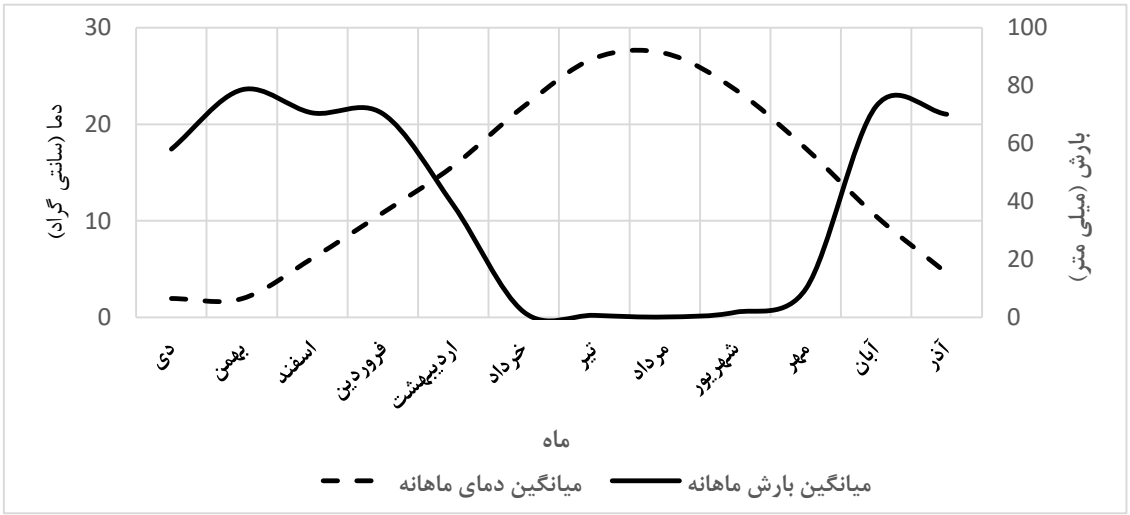
1- Dieback

خشک برگ‌ها نیز اندازه‌گیری شدند. از تفاوت وزن خشک و تر برگ‌ها، میزان رطوبت موجود و درصد رطوبت برگ‌ها به دست آمد. همچنین از همین پایه‌های درختان و از هر جهت تاج آن‌ها، ۲۵ بذر جدا و خصوصیاتی شامل؛ ابعاد بذر، ابعاد جام بذر و وزن ۱۰۰ دانه تعیین و در طول زمان اجرای پروژه، این اندازه‌گیری‌ها تکرار و پایش شدند. در ادامه به منظور تعیین قوه نامیه، کلیه بذرهای جمع‌آوری‌شده برای تست جوانه‌زنی به مدت دو هفته در شرایط آزمایشگاهی قرار داده شدند و درصد قوه نامیه آن‌ها تعیین شد.




شکل ۲- نقشه موقعیت جغرافیایی قطعه نمونه ویله در ایران و استان کرمانشاه
Figure 2. The map of Geographical location of Veyleh sample in Iran and Kermanshah province

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. بر روی داده‌های حاصل از خصوصیات بذر و برگ درختان در چهار سطح خشکیدگی با پنج تکرار (درختان انتخاب‌شده) طی ۳ سال مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی، تجزیه مرکب انجام گردید. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها با روش دانکن در سطح خطای ۵ درصد، برای چهار سطح خشکیدگی و سه سال مطالعه انجام شد. در جدول شماره ۱ اطلاعات اقلیمی و در شکل ۳ منحنی آمبریوترمیک سی ساله نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (اسلام‌آباد غرب) به سایت مورد مطالعه به منظور تفسیر بهتر نتایج به‌دست‌آمده ارائه گردیده است.




شکل ۳- منحنی آمبروترمیک سی ساله ایستگاه اسلام‌آباد غرب
Figure 3. Thirty-year ambrothermic curve of West Islamabad station

جدول ۱- اطلاعات اقلیمی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به رویشگاه مورد مطالعه (اسلام‌آباد غرب) در طی سه سال
Table 1. Climatic information of the nearest meteorological station to the study site (Eslam Abad-e-Gharb) During three years

| سال | بارندگی سالیانه (mm) | متوسط دما (°C) | متوسط رطوبت (٪) | حداکثر دما (°C) | حداقل دما (°C) | بیشترین رطوبت (٪) | کمترین رطوبت (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳۹۷ | ۸۷۸/۱ | ۱۴/۴ | ۵۷ | -- | -- | ۷۹ | ۳۶ |
| ۱۳۹۸ | ۵۹۲/۴ | ۱۴/۲ | ۵۳ | ۲۲/۶ | ۶/۱ | ۷۴ | ۳۲ |
| ۱۳۹۹ | ۳۵۲/۰ | ۱۴/۵ | ۴۹ | ۲۳/۲ | ۵/۸ | ۷۱ | ۲۸ |

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیک بذر در سه سطح خشکیدگی (درختان با خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد بذر نداشتند) و برگ در چهار سطح خشکیدگی طی ۳ سال مطالعه در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در بین سطوح مختلف خشکیدگی برای وزن خشک برگ، وزن تر برگ و درصد رطوبت برگ، اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۱٪ وجود دارد و می‌توان گفت که این خصوصیات تحت تأثیر میزان خشکیدگی قرار گرفته‌اند. نتایج مشابه این تحقیق توسط حسینی (۱۴) گزارش شده است. زر افشار و همکاران (۳۶) نیز گزارش کردند که سطح برگ و زی‌توده برگ درختان بلوط متأثر از سطوح خشکیدگی می‌باشد، اما در مقابل مشاهده شد که در این تحقیق برای متوسط مساحت برگ تفاوت معنی‌داری در بین سطوح مختلف خشکیدگی درختان بلوط وجود نداشت، که با نتایج ارائه شده در این تحقیق مطابقت ندارد و شاید به این دلیل باشد که اندازه‌گیری سطح کل برگ درختان در پارامترهای این تحقیق نبود و می‌توان گفت که هرچند از نظر مساحت برگ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد اما احتمالاً تعداد کل برگ درختان تحت تأثیر خشکیدگی قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه در بررسی تأثیر خشکیدگی بر کامل‌تر خصوصیات برگ بلوط گزارش شده است که خشکیدگی سبب کاهش رویش حجمی برگ بلوط سیسیل و در نتیجه کاهش جرم مخصوص آن شده است (۲۴) برای نتیجه‌گیری کامل‌تر پیشنهاد می‌شود پارامترهای رویشی بیشتری در مطالعات آتی مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج یک بررسی نشان داده است که تغییرات اقلیمی و خشکیدگی در طی سال‌های مختلف بر روی خصوصیات رویشی و زایشی درختان تأثیر کاهشی دارد (۲۳،۲۵). نتیجه آنالیز بین سال‌های مورد مطالعه در این بررسی نیز نشان می‌دهد که میزان وزن خشک برگ، وزن تر برگ و درصد رطوبت برگ دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ هستند اما مساحت برگ در سه سال مطالعه انجام شده اختلاف معنی‌داری ندارد. همچنین نتایج نشان داد که غیر از مساحت برگ، سایر خصوصیات برگی تحت تأثیر سال‌های مختلف قرار گرفته بودند و بر همین اساس می‌توان نتیجه‌گیری که قبلا به آن اشاره شد را صادق دانست و اذعان داشت که برای تفسیر بهتر نتایج بهتر است که سطح برگ به صورت کلی اندازه‌گیری شود ولی در هر حال و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان بیان داشت که سطوح متفاوت خشکیدگی و سال‌های مختلف بر اندازه سطح برگ‌های ثابت مورد مطالعه، تأثیری نداشته است. برای خصوصیات مربوط به بذر، مشاهده شد که در بین سطوح مختلف خشکیدگی، تفاوت معنی‌دار در سطح خطای یک درصد وجود دارد. در بین سال‌ها نیز برای تمامی صفات مرتبط با بذر اختلاف معنی‌داری در سطح خطای یک درصد دیده می‌شود. اثر متقابل سطوح متفاوت خشکیدگی در طی سال‌های مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد برای صفات: طول بذر، قطر میانه بذر، ضخامت جام و وزن صد دانه بذر وجود دارد. همچنین در صفت قطر دهانه جام بذر اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد برای اثر متقابل مشاهده می‌شود و در نهایت اثر متقابل سال در سطوح خشکیدگی برای صفات: ارتفاع جام، قطر جام و درصد قوه نامیه معنی‌دار نیست. به نظر می‌رسد خصوصیات زایشی بلوط کاملا متأثر از شرایط متفاوت خشکیدگی درختان است و همچنین شرایط متفاوت اقلیمی طی سال‌های مختلف نیز تأثیر معنی‌داری بر این خصوصیات داشته است. وضعیت درختان بلوط از عوامل مهم و تأثیرگذار بر خصوصیات کمی و کیفی بذر آن‌ها می‌باشد (۲۶) به همین جهت گزارش شده است که عوامل مختلفی بر روی تولید بذر بلوط مؤثر است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به متغیرهای اقلیمی، سال و سرشت ذاتی گونه اشاره کرد. همچنین پایه‌های مختلف بلوط بذر متفاوتی تولید می‌کنند که به وضعیت پایه بستگی دارد (۲۹).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات موفولوژیک برگ و بذر در سطوح مختلف خشکیدگی درختان برودار در سه سال مطالعه انجام شده
Table 2. Analysis of variance of leaf and seed morphological traits at different levels of Oak dieback during three years

| منابع تغییرات | درجه آزادی | وزن خشک | وزن تر | درصد رطوبت | مساحت برگ |
|---|---|---|---|---|---|
| سطح خشکیدگی | ۳ | ۱۴/۸۶$^{**}$ | ۳۱/۹۱$^{**}$ | ۶۳/۴۷$^{**}$ | ۱۹/۴۰$^{ns}$ |
| سال | ۲ | ۶۱/۷۶$^{**}$ | ۶۵/۵۹$^{**}$ | ۱۴۳۸/۷$^{**}$ | ۳۹/۲۸$^{ns}$ |
| سطح خشکیدگی × سال | ۶ | ۰/۴۱۶$^{ns}$ | ۰/۵۸۱$^{ns}$ | ۲۲/۳۶$^{ns}$ | ۵/۴۹$^{ns}$ |
| خطا | ۴۸ | ۲/۴۳ | ۶/۶۶ | ۱۵/۳۰ | ۱۴/۰۲ |

| منابع تغییرات | درجه آزادی | طول بذر | قطر میانه بذر | ارتفاع جام بذر | قطر دهانه جام بذر | قطر جام | ضخامت جام بذر | وزن ۱۰۰ دانه بذر | درصد قوه نامیه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سطح خشکیدگی | ۲ | ۳۰۰/۲$^{**}$ | ۸۴/۱۵$^{**}$ | ۹۶/۴۸$^{**}$ | ۹۵/۹۵$^{**}$ | ۱۶۳/۳۵$^{**}$ | ۲/۳۶۲$^{**}$ | ۱۲۰۷۸۰$^{**}$ | ۲۹۳۲$^{**}$ |
| سال | ۲ | ۳۸۷/۲$^{**}$ | ۶۱/۶۹$^{**}$ | ۶۶/۹۵$^{**}$ | ۷۷/۰۶$^{**}$ | ۱۹۳/۷۴$^{**}$ | ۷/۱۲۲$^{**}$ | ۲۶۵۸۵۲$^{**}$ | ۲۶۹۰$^{**}$ |
| سطح خشکیدگی × سال | ۴ | ۱۱۳/۸$^{**}$ | ۱۳/۸۱$^{**}$ | ۳/۰۸۸$^{ns}$ | ۴/۷۴۸$^{*}$ | ۱/۶۸۷$^{ns}$ | ۱/۷۹۲$^{**}$ | ۷۴۰۳۲$^{**}$ | ۳۷۷/۸$^{ns}$ |
| خطا | ۳۶ | ۲۴/۰۴ | ۰/۹۴۵ | ۱/۹۸۴ | ۱/۴۳۶ | ۲/۷۳۵ | ۰/۰۸۹ | ۱۲۴۲۵ | ۲۵۶/۹۵ |

**: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد؛ *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد؛ ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

نتایج مقایسه میانگین با روش دانکن برای خصوصیات مورفولوژیک برگ در سطوح متفاوت خشکیدگی در جدول شماره ۳ ارائه شده است. مطالعات زیادی نشان می‌دهد که خشکی روی خصوصیات مورفولوژی برگ (۱،۲۴) و میزان زی‌توده (۹،۳۲،۱۰،۲۷) تأثیر می‌گذارد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک برگ مربوط به سطح کمتر از ۵۰٪ خشکیدگی با میانگین ۵/۴۵ گرم است که با سطوح دیگر خشکیدگی اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان وزن خشک برگ به درختان سالم با میانگین ۳/۳۵ گرم اختصاص دارد که با دیگر سطوح خشکیدگی اختلاف معنی‌داری در سطح خطای ۵٪ نشان نمی‌دهد.برگ‌های گونه‌های مختلف بلوط دارای مشخصات مورفولوژیکی و آناتومی مختلفی هستند که توانایی آن‌ها را در برابر خشکی بهبود می‌بخشد (۱۱). همچنین در اثر تنش کمبود آب نسبت قند محلول به نشاسته افزایش می‌یابد و از آنجایی که نشاسته به عنوان ماده‌ای برای رشد محسوب می‌شود، توسعه برگ کاهش پیدا می‌کند و یا حتی متوقف می‌شود (۸) به‌طوری‌که مشخصاتی مثل کاهش اندازه برگ، افزایش ضخامت برگ، افزایش ضخامت کوتیکول، افزایش تراکم روزنه‌ای، کاهش اندازه روزنه‌ها و کاهش تعداد برگ‌ها (۱۱) همگی عکس‌العمل‌هایی هستند که مقاومت به خشکی را افزایش داده و با کاهش حرارت بالای برگ و آسیب‌های فتوشیمیایی و کمک به نگه‌داشتن حداقل میزان فتوسنتز طی استرس‌های آبی گونه بلوط را حفظ می‌کنند (۲). با توجه به نتایج این بررسی نیز به نظر می‌رسد که وضعیت سلامت درخت تأثیر زیادی بر روی وزن برگ می‌گذارد به این صورت که درختان خشکیده بلوط برگ‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تری نسبت به درختان سالم دارند. این پدیده ممکن است دو دلیل داشته باشد؛ اول اینکه میزان جوانه‌زنی و تولید برگ درختان سالم زیاد است و توانایی گیاه برای تغذیه‌ی این تعداد زیاد محدود است و در نتیجه برگ‌ها سطح کوچک‌تر و وزن کمتری خواهند داشت اما در پایه‌هایی که درگیر پدیده‌ی خشکیدگی هستند نرخ جوانه‌زنی و ایجاد برگ‌های جدید کاهش می‌یابد و درخت حداکثر توان خود را برای حفظ سطح فتوسنتزی و تقویت آن‌ها می‌کند و در نتیجه سطح برگ‌ها افزایش می‌یابند. دلیل دوم اینکه در شرایط تنش خشکی، برگ‌ها برای حفظ فشار اسمزی، مقدار ذخیره املاح و پروتئین‌ها را در خود افزایش می‌دهند که این امر منجر به افزایش وزن خشک آن‌ها می‌گردد و مقادیر مشخصه‌های تانن کل و تانن متراکم در برگ درختان زوال یافته به‌طور معنی‌داری بیشتر از درختان سالم است (۵) تغییرات مرفولوژی برگ از جمله افزایش ضخامت کوتیکول یا ذخایر موم در سطح برگ می‌تواند ضمن اینکه موجب کاهش تبخیر آب در سطح برگ می‌گردد باعث افزایش ضخامت و وزن برگ‌ها باشد (۱۱).

برای صفت وزن تر برگ نیز مشاهده می‌شود که بیشترین میزان با میانگین ۸/۸۱ گرم به سطح کمتر از ۵۰٪ خشکیدگی اختصاص دارد که با دو سطح بیشتر از ۵۰٪ خشکیدگی و سر خشکیده اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد. کمترین میزان وزن تر برگ با میانگین ۵/۶۳ گرم مربوط به درختان سالم بود که با دیگر سطوح اختلاف معنی‌داری در سطح خطای ۵٪ داشتند. برای مساحت برگ درختان در بین سطوح متفاوت خشکیدگی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید و در یک گروه قرار گرفتند، هرچند درختان سر خشکیده مساحت برگ بیشتری با میانگین ۱۶/۶۶ سانتی‌متر مربع داشتند و کمترین مساحت برگ مربوط به درختان سالم با میانگین ۱۴/۰۲ سانتی‌متر مربع بود. بنابراین مشاهده می‌شود که روند وزن تر و مساحت برگ در بین سطوح متفاوت خشکیدگی درختان نیز مانند وزن خشک است و مطالبی که در تفسیر وزن خشک برگ بیان شد، برای وزن تر و سطح برگ نیز صادق است. هرچند گزارش شده است که کاهش سطح برگ می‌تواند به دلیل کاهش انبساط سلولی ناشی از خشکی در طی رشد برگ باشد که سبب کاهش فتوسنتز شود (۲۵) از نتایج این مطالعه می‌توان برداشت کرد زمانی‌که بخشی از درخت به دلیل خشکیدگی دچار تنش می‌شود، برای حفظ سطح فتوسنتزی و افزایش توان بقا در صدد توسعه‌ی بخش‌هایی که سالم مانده است می‌باشد و به همین دلیل باعث افزایش سطح و وزن برگ‌های باقی‌مانده می‌شود.

جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین درصد رطوبت برگ با میانگین ۴۱/۵۸ مربوط به درختان سالم است و با درصد رطوبت برگ درختان با کمتر از ۵۰ درصد خشکیدگی، اختلاف معنی‌داری ندارد. کمترین درصد رطوبت برگ به درختان با بیش از ۵۰ درصد خشکیدگی با میانگین ۳۶/۷۱ درصد اختصاص دارد که با درختان سر خشکیده اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهد. با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد که هرچه بر میزان خشکیدگی درختان افزوده شده میزان توانایی در جذب رطوبت نیز کاهش یافته است و این نتیجه‌گیری با نتایج مطالعات حسینی (۱۳) مطابقت دارد. یکی از عوامل مهم در میزان سلامت گیاه میزان آب موجد در بافت‌های مختلف آن است، بر همین اساس گزاش شده است که درختان آسیب‌دیده بلوط (*Quercus ruber*) نسبت به درختان سالم دارای محتوای آب نسبی پایین‌تری هستند (۳۵). البته ناگفته نماند که فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه به میزان آب گیاه ارتباط دارد (۳) و گیاهانی که میزان آب برگ کمتری دارند بیشتر در معرض تسریع برای خشکیدگی بیشتر قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه درختان با بیشتر از ۵۰ درصد خشکیدگی بذری تولید نکردند بنابراین برای خصوصیات بذری سه سطح خشکیدگی مورد مقایسه میانگین قرار گرفت (جدول ۳) بیشترین طول بذر با میانگین ۴۴/۷۷ میلی‌متر به درختان سالم اختصاص داشت و با درختان خشکیده اختلاف معنی‌داری در سطح خطای ۵ درصد نشان داد و کمترین طول بذر با میانگین ۳۶/۰۸ میلی‌متر متعلق به درختان سر خشکیده بود که با درختان کمتر از ۵۰ درصد خشکیدگی اختلاف معنی‌داری نشان نداد و در یک گروه قرار گرفتند. برای قطر میانه بذر هم مشاهده شد که بیشترین میزان با میانگین ۱۶/۶۱ میلی‌متر به درختان سالم اختصاص داشت و با دیگر سطوح خشکیدگی اختلاف معنی‌داری نشان داد و کمترین میزان این صفت برای درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد با میانگین ۱۱/۹۸ میلی‌متر بود و با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد.

برای صفت ارتفاع جام، بیشترین میزان با میانگین ۱۵/۳۹ میلی‌متر به درختان سالم تعلق گرفت که با دیگر سطوح

خشکیدگی اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان این صفت مربوط به درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد و با میانگین ۱۰/۴۱ میلی‌متر بود که با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد. بیشترین قطر دهانه جام در بذرهای درختان سالم با میانگین ۱۴/۸۸ میلی‌متر مشاهده شد که با دیگر سطوح خشکیدگی اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان این صفت به درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد با میانگین ۹/۸۵ میلی‌متر تعلق گرفت که با دیگر سطوح خشکیدگی اختلاف معنی‌داری داشت. برای صفت قطر جام مشاهده شد که درختان سالم با میانگین ۱۸/۸۹ میلی‌متر بیشترین میزان را دارند و با دیگر سطوح خشکیدگی اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهند و کمترین میزان قطر جام در درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد با میانگین ۱۲/۴۰ میلی‌متر بود و با سایر سطوح اختلاف معنی‌داری دارد. در مورد ضخامت جام مشاهده شد که درختان سالم با میانگین ۲/۰۱ میلی‌متر بیشترین مقدار را داشتند و با دیگر سطوح اختلاف معنی‌داری نشان داد و کمترین میزان این صفت در درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد با میانگین ۱/۲۷ مشاهده شد که با درختان سر خشکیده اختلاف معنی‌داری نشان نداد. برای وزن ۱۰۰ بذر نیز بیشترین میزان در درختان سالم با میانگین ۷۱۹/۱ گرم مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با سطوح مختلف خشکیدگی بود و کمترین وزن ۱۰۰ بذر به درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد با میانگین ۵۵۶/۳ گرم اختصاص داشت که با درختان سر خشکیده اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بیشترین میزان درصد قوه نامیه در درختان سالم با میانگین ۶۴/۶۵ درصد بود که با دیگر سطوح خشکیدگی اختلاف معنی‌داری نشان داد و کمترین درصد قوه نامیه در درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد با میانگین ۳۷/۱۲ درصد مشاهده شد که با درختان سر خشکیده اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین مشاهده می‌شود که برای خصوصیات مورفولوژیکی بذر روند تقریباً یکسانی حاکم است و هر چه درجه خشکیدگی درخت بیشتر باشد روند کاهشی در خصوصیات مورفولوژیکی بذر افزایش می‌یابد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که خصوصیات زایشی گیاه بیشتر تحت تأثیر وضعیت خشکیدگی قرار گرفته و در واقع اولین تأثیری که خشکیدگی بر روی درختان دارد کاهش کمیت و کیفیت تولید بذر آن‌ها است. زوال بر ویژگی‌های بذر درختان نیز اثرگذار است به‌طوری‌که کمترین درصد جوانه‌زنی و میانگین تعداد بذر در مخروط و سرعت جوانه‌زنی درختان زربین با شدت زیاد زوال دیده شد (۷) در مورد درتان بلوط ایرانی نیز به نظر می‌رسد که وقتی در معرض خشکیدگی قرار می‌گیرد بیشترین توان خود را صرف حفظ موقعیت خود کرده و با توسعه‌ی برگ‌ها سعی در حفظ توان فتوسنتزی می‌نماید و سهم انرژی مصرف شده برای تولید بذر را کاهش می‌دهد.

جدول ۳- مقایسه میانگین (±شتباه معیار) با روش دانکن برای خصوصیات مورفولوژیک برگ و بذر درختان بلوط ایرانی در سطوح متفاوت خشکیدگی

Table 3. Comparison of means with Duncan method for morphological characteristics of leaves and seeds of Iranian oak trees at different levels of dieback

| سطوح خشکیدگی | وزن خشک | وزن تر | درصد رطوبت | مساحت برگ |
|---|---|---|---|---|
| سالم | ۳/۳۵±۱/۳۹$^{b*}$ | ۵/۶۳$^{b}$ | ۴۱/۵۸$^{a}$ | ۱۴/۰۲$^{a}$ |
| سر خشکیده | ۵/۱۹±۲/۴۵$^{a}$ | ۸/۳۹$^{a}$ | ۳۸/۵۲$^{bc}$ | ۱۶/۶۶$^{a}$ |
| کمتر از ۵۰ درصد | ۵/۴۵±۲/۳۵$^{a}$ | ۸/۸۱$^{a}$ | ۳۹/۸۳$^{ab}$ | ۱۵/۸۲$^{a}$ |
| بیشتر از ۵۰ درصد | ۵/۱±۳۶/۹۷$^{a}$ | ۸/۳۶$^{a}$ | ۳۶/۷۱$^{c}$ | ۱۶/۰۸$^{a}$ |

| سطوح خشکیدگی | طول بذر | قطر میانه بذر | ارتفاع جام | قطر دهانه جام | قطر جام | ضخامت جام | وزن ۱۰۰ بذر | درصد قوه نامیه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سالم | ۴۴/۷۷$^{a}$ | ۱۶/۶۱$^{a}$ | ۱۵/۳۹$^{a}$ | ۱۴/۸۸$^{a}$ | ۱۸/۸۹$^{a}$ | ۲/۰۱$^{a}$ | ۷۱۹/۱$^{a}$ | ۶۴/۶۵$^{a}$ |
| سر خشکیده | ۳۶/۰۸$^{b}$ | ۱۳/۴۰$^{b}$ | ۱۲/۰۴$^{b}$ | ۱۱/۸۶$^{b}$ | ۱۴/۶۲$^{b}$ | ۱/۳۸$^{b}$ | ۵۷۲/۴$^{b}$ | ۴۶/۶۷$^{b}$ |
| کمتر از ۵۰ درصد | ۳۸/۵۸$^{b}$ | ۱۱/۹۸$^{c}$ | ۱۰/۴۱$^{c}$ | ۹/۸۵$^{c}$ | ۱۲/۴۰$^{c}$ | ۱/۲۷$^{b}$ | ۵۵۶/۳$^{b}$ | ۳۷/۱۲$^{b}$ |

*: حروف مشابه نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

مقایسه میانگین خصوصیات مورد بررسی برای سه سال مطالعه‌ی انجام‌شده با روش دانکن در سطح خطای ۵ درصد در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ در سال ۱۳۹۹ با میانگین ۶/۸۴ گرم بوده که با سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۴۰۰ اختلاف معنی‌داری دارد. کمترین وزن خشک برگ در سال ۱۴۰۰ با میانگین ۳/۵۵ گرم بود که با سال ۱۳۹۸ اختلاف معنی‌داری ندارد. در مورد وزن تر برگ نیز روندی مشابه با وزن خشک برگ مشاهده می‌شود، بدین‌صورت که بیشترین وزن تر برگ در سال ۱۳۹۹ با میانگین ۹/۸۵ گرم است که با دو سال دیگر اختلاف معنی‌داری در سطح خطای ۵ درصد دارد و کمترین وزن تر برگ مربوط به سال ۱۴۰۰ با میانگین ۶/۴۱ گرم بود که با سال ۱۳۹۸ اختلاف معنی‌داری ندارد. بیشترین درصد رطوبت برگ در سال ۱۴۰۰ با میانگین ۴۵٪/۳۶ است که با دو سال دیگر اختلاف معنی‌دار داشت و کمترین درصد رطوبت مربوط به سال ۱۳۹۹ با میانگین ۲۹٪/۵۰ می‌باشد که با هر دو سال اختلاف معنی‌داری دارد. اما برای مساحت برگ یک روند کاهشی مشاهده می‌شود به این نحو که بیشترین مساحت برگ در سال ۱۳۹۸ با میانگین ۱۷/۱۱ سانتی‌متر مربع بوده و تنها با سال ۱۳۹۹ (با میانگین ۱۵/۵۰ سانتی‌متر مربع) اختلاف معنی‌دار ندارد و کمترین مساحت برگ مربوط به سال ۱۴۰۰ با میانگین ۱۴/۳۲ سانتی‌متر مربع است که با سال ۱۳۹۹ اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهد. در تفسیر این نتایج باید به آمار هواشناسی طی سال‌های مطالعه مراجعه کرد (جدول ۱) مشاهده می‌شود که طی این سه سال مطالعه، میزان بارندگی کاهش چشمگیری داشته است و از ۸۷۸/۱ میلی‌متر در سال ۱۳۹۷ به ۲۵۲/۰ میلی‌متر در سال ۱۴۰۰ رسیده است و بر اساس نتایجی که توضیح داده شد، ملاحظه می‌شود که واکنش‌های متفاوتی برای خصوصیات برگ طی این مدت وجود داشته است. به این شرح که طی سه سال میزان مساحت برگ مطابق با روند بارندگی

کاهش داشته است. گزارش شده که کاهش سطح برگ با کاهش قابلیت جذب آب و بروز اختلالات روابط آبی خاک گیاه همراه است (۱۴) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد اما از طرف دیگر مشاهده می‌شود که درصد رطوبت برگ تطابق چندانی با آمار بارش نداشته و در سالی که با کمترین میزان بارش مواجه بوده‌ایم، برگ‌ها درصد بالاتری از رطوبت را داشته‌اند. دلیل این افزایش احتمالاً به عملکردهای فیزیولوژیکی درختان در سال‌هایی که رطوبت کمتری در دسترس دارند برمی‌گردد. تنش‌های غیرزیستی مانند خشک‌سالی نیازمند به درک ژنومی و اکوفیزیولوژیکی پاسخ درختان جنگلی به تغییر شرایط آب و هوایی می‌باشد (۳۰) در شرایط تنش خشکی، درختان با ایجاد سیستم‌های حفاظتی و افزایش ضخامت لایه کوتیکولی برگ، سعی در حفظ رطوبت موجود در برگ‌ها برای ادامه فعالیت‌های فتوسنتزی دارند. طبیعی به نظر می‌رسد که استراتژی درختان بلوط در مواجهه با تنش خشکی کاهش رشد رویشی باشد و بیشترین انرژی خود را برای مقابله و مقاومت در برابر تنش ایجادشده به کار گیرند. گزارش شده است که در شرایط خشک‌سالی، درختان برای جبران کمبود رطوبت هوا و خاک و جلوگیری از تعرق، سطح برگ خود را کاهش و ضخامت برگ (ضخیم شدن لایه‌های کوتیکولی) را افزایش می‌دهند (۱۵) و بیانگر این مطلب است که حفظ رطوبت در شرایط تنش خشکی از مهم‌ترین وظایف گیاه برای ادامه رشد و بقاء می‌باشد. اما از طرف دیگر مشاهده می‌شود که وزن تر و خشک برگ روند متفاوتی دارند و در سال ۱۳۹۸ وزن خشک متوسطی دارند که با کاهش میزان بارش افزایش یافته اما با استمرار کاهش بارندگی در سال ۱۴۰۰ ، وزن برگ کاهش پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان بیان داشت که روند تأثیرات اقلیمی بر وزن برگ پیچیده است و تحت تأثیر میزان بارش، دما و سایر عوامل اقلیمی نوسانات متفاوتی دارد. اصولاً در شرایط مناسب برگ‌ها موادی که کنترل‌کننده‌ی فشار اسمزی هستند را در خود جمع نمی‌کنند و با افزایش شدت تنش است که گیاه اقدام به تجمع و ذخیره این مواد می‌کند و در نتیجه لایه کوتیکولی برگ ضخیم می‌شود که این تغییرات ممکن است از عوامل مهم افزایش وزن برگ باشد اما با ادامه و افزایش شدت تنش و گذشتن از حد آستانه تحمل، توان برگ برای تجمع مواد کاهش یافته و سبب کاهش وزن برگ شود.

زوال بر ویژگی‌های بذر درختان نیز اثرگذار است، نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار طول بذر آن با میانگین ۴۵/۰۵ میلی‌متر در سال ۱۳۹۸ است که با سال‌های دوم و سوم اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد و طی سه سال بررسی، طول بذر به‌طور معنی‌داری کاهش داشته و کمترین مقدار آن در سال ۱۴۰۰ با میانگین ۳۴/۹۱ میلی‌متر بوده است. قطر میانه بذر نیز طی سه سال مطالعه، روند کاهشی و معنی‌داری دارد، به‌طوری که در سال ۱۳۹۸ با میانگین ۱۶/۱۶ میلی‌متر بیشترین مقدار و در سال ۱۴۰۰ با میانگین ۱۲/۱۴ میلی‌متر کمترین مقدار را داشته است. ارتفاع جام بذر در سال ۱۳۹۸ بیشترین میانگین را داشته که با سال ۱۳۹۹ اختلاف معنی‌داری ندارد و کمترین ارتفاع جام مربوط به سال ۱۴۰۰ است که با دو سال قبل اختلاف معنی‌داری در سطح خطای ۵ درصد دارد. سه صفت؛ قطر دهانه جام، قطر جام و ضخامت جام نیز طی سه سال مطالعه روند کاهشی و معنی‌داری دارند به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۸ بیشترین مقادیر برای این سه صفت مشاهده شده و با سال‌های دیگر اختلاف معنی‌دار دارند و کمترین میزان برای این سه صفت در سال ۱۴۰۰ بوده و با دو سال دیگر اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. بیشترین مقدار وزن ۱۰۰ بذر با میانگین ۷۶۹/۵۸ گرم در سال ۱۳۹۸ بوده که با دو سال دیگر اختلاف معنی‌دار دارد و کمترین وزن ۱۰۰ بذر با میانگین ۵۳۴/۵۶ گرم در سال ۱۴۰۰ می‌باشد که با سال ۱۳۹۹ اختلاف معنی‌دار ندارد. روند تغییرات درصد قوه نامیه بذرها تا حدودی متفاوت است، به‌طوری‌که بیشترین قوه نامیه با میانگین ۹۳/۰۹ درصد در سال ۱۳۹۸ و کمترین آن در سال ۱۳۹۹ بوده و سال ۱۴۰۰ قوه نامیه متوسطی نشان می‌دهد. به‌خوبی مشخص است که روند خصوصیات بذری با شرایط هواشناسی سه سال مطابقت داشته و با کاهش بارندگی و افزایش دما توان زایشی گیاه از نظر کمی و کیفی کاهش نشان داده است. پدیده‌ی خشک‌سالی بر ویژگی‌های بذری درختان تاثیر داشته و سبب کاهش توان زایشی گیاه می‌شود (۷). بر همین اساس گیاه تحت تأثیر کمبود رطوبت و فراهمی شرایط رشد قرار می‌گیرد.

جدول ۴- مقایسه میانگین (±اشتباه معیار) با روش دانکن برای خصوصیات مورفولوژیک برگ و بذر درختان بلوط ایرانی در سه سال مورد مطالعه

Table 4. Comparison of means with Duncan method for morphological characteristics of leaves and seeds of Iranian oak trees during three years (p≤%5)

| سال | وزن خشک | وزن تر | درصد رطوبت | مساحت برگ |
|---|---|---|---|---|
| ۱۳۹۸ | ۴/۱۳±۱/۶۸$^{b*}$ | ۷/۱۳$^{b}$ | ۴۲/۳ ۶$^{b}$ | ۱۷/۱۱$^{a}$ |
| ۱۳۹۹ | ۶/۸۴±۲/۰۴$^{a}$ | ۹/۸۵$^{a}$ | ۲۹/۵۰$^{c}$ | ۱۵/۵۰$^{ab}$ |
| ۱۴۰۰ | ۳/۵۵±۱/۲۸$^{b}$ | ۶/۴۱$^{b}$ | ۴۵/۳۶$^{a}$ | ۱۴/۳۲$^{b}$ |

| سال | طول بذر | قطر میانه بذر | ارتفاع جام | قطر دهانه جام | قطر جام | ضخامت جام | وزن ۱۰۰ بذر | درصد قوه نامیه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳۹۸ | ۴۵/۰۵$^{a}$ | ۱۶/۱۶$^{a}$ | ۱۳/۹۹$^{a}$ | ۱۴/۴۷$^{a}$ | ۱۸/۶۱$^{a}$ | ۲/۰۷$^{a}$ | ۷۶۹/۵۸$^{a}$ | ۶۳/۰۹$^{a}$ |
| ۱۳۹۹ | ۳۹/۴۶$^{b}$ | ۱۳/۶۹$^{b}$ | ۱۳/۶۷$^{a}$ | ۱۲/۱۹$^{b}$ | ۱۵/۸۳$^{b}$ | ۱/۸۲$^{b}$ | ۵۴۳/۶۰$^{b}$ | ۳۶/۳۲$^{c}$ |
| ۱۴۰۰ | ۳۴/۹۱$^{c}$ | ۱۲/۱۴$^{c}$ | ۱۰/۱۸$^{b}$ | ۹/۹۳$^{c}$ | ۱۱/۴۸$^{c}$ | ۰/۷۷۳$^{c}$ | ۵۳۴/۵۶$^{c}$ | ۴۹/۰۳$^{b}$ |

*: حروف مشابه نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

## منابع

1. Abrams, M.D. 1990. Adaptations and responses to drought in *Quercus* species of North America. Tree Physiology, 7(1): 227-238.
2. Abrams, M.D., M.E. Kubisk and S.A. Mostoller. 1994. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contrasting temperate tree species. Ecology, 75(1): 123-133.
3. Alizadeh, A. 2004. Relationship of soil, water and plant, 4th Publication, Imam Reza University, Mashhad, Iran, 470 pp (In Persian).
4. Amir Ahmadi, B., R. Zolfaghari and M.R. Mirzaei. 2015. Relation between dieback of *Quercus brantii* Lindl. Trees with ecological and silvicultural factors, (Study area: Dena Protected Area). Ecology of Iranian Forests, 3(6): 19-27 (In Persian).
5. Badehian, Z., Sh. Mehdi Karami, M. Rashidi and M. Rajabi. 2018. Effect of the oak decline on the secondary compositions in oak leaves, Case study: Zagros forest- Lorestan. Journal of Plant Ecophysiology, 10(32): 236-246.
6. Arraudeau, M.A. 1989. Breeding strategies for drought resistance. In: Baker, F.W.G. (ed.), Drought resistance in cereals. C.A.B. International, 125(1): 107-116.
7. Derikvand, R. and R. Zolfaghari. 2014. Effects of some ecological factors on seed and germination characteristics of *Cupressus Sempervirens* L. Var. *horizontalis*: A case study in Tange Soulak Forest Reserve, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province, Iran. Iranian Journal of Applied Ecology, 2(6): 65-74 (In Persian).
8. Dickson. R.E. and P.T. Tomlinson. 1996. Oak growth, development and carbon metabolism in response to water in response to water stress. Annales des Science Forestieres, 53(2-3): 181-196.
9. Fort, C., M.L. Fauveau, F. Muller, P. label, A. Granier and E. Dreyer. 1997. Stomatal conductance, growth and root signaling in young oak seedlings subjected to partial soil drying. Tree Physiology, 17(5): 281-289.
10. Gieger, T. and F.M. Thomas. 2002. Effects of defoliation and drought stress on biomass partitioning and water relations of *Quercus robur* and *Quercus petraea*. Basic and Applied Ecology, 3(2): 171-181.
11. Gordon, D.R., J.M. Walker, J.W. Menke and K.J. Rice. 1989. Competition for soil water between annual plants and blue oak (*Quercus douglasii*) seedling. Ecologia, 79(4): 533-541.
12. Hamzehpour, M., H. Kia-daliri and K. Bordbar. 2011. Preliminary study of manna oak (*Quercus brantii* Lindl.) tree decline in Dashte-Barm of Kazeroon, Fars province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(2): 363-352 (In Persian).
13. Hoseini, A., S.M. Hoseini, A. Rahmani and D. Azadfar. 2014. Comparison between two oak stands (healthy and affected by oak decline) in respect to characteristics of competitive environments at Ilam province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(4): 606-616 (In Persian).
14. Hoseini, H. 2015. Leaf morphological and physiological responses of Persian oak trees in oak decline affected stands. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 23(2): 288-298 (In Persian).
15. Hosseini, A., S.M. Hosseini and J.C. Linares. 2018. Linking morphological and ecophysiological leaf traits to canopy dieback in Persian oak trees from central Zagros. Journal of Forestry Research, 30(5): 1755-1764.
16. Hoseinzadeh, J. and M. Pourhashemi. 2015. The study of crown indicators in *Quercus brantii* tress in relationship with mortality phenomenon in Ilam forests. Iranian Journal of Forest, 7(1): 57-66 (In Persian).
17. Jazirehi, M.H. and M. Ebrahimi Rostaghi. 2003. Silviculture in Zagros. Iran: Tehran University Press, 560 pp (In Persian).
18. Kabrick, J.M., D.C. Dey, R.G. Jensen and M. Wallendorf. 2008. The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands. Forest Ecology and Management, 255(5): 1409-1417.
19. Ke, W.S., Z.C. Zhong and H.A. Xi. 2000. The variation of seed sizes of Gordonia acuminate geographic population and its effect on seed germination and seedling, Acta Ecologica Sinia, 20(4): 697-701.
20. Kessler, Jr. and K.J. Kenneth. 1989. Some perspectives on Oak decline in the 80's. In: Rink, G., Budelsky, C.A. (Eds.), Proceedings of the Seventh Central Hardwood Conference, Gen. Tech. Rep. NC-132, Carbondale, IL, March 5-8, 1989. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN, 25-29 pp.
21. Khosropour, N., J. Mirzaee and S. Doostkami. 2014. Factors affecting oak forest dieback Zagros. The National Conference of Iranian natural resources with a focus on forest science, Sanandaj, Iran, 1-10 pp.
22. Liu, X., D.S. Ellsworth and M.T. Tyree. 1997. Leaf nutrition and photosynthetic performance of sugar maple (*Acer saccharum*) in stands with contrasting health conditions. Tree Physiology, 17(3): 169-178.
23. Martinez-Vilalta, J., J. Pinol and K. Beven. 2002. A hydraulic model to predict drought-induced mortality in woody plants: an application to climate change in the Mediterranean, Ecological Modeling, 155(2-3): 127-147.

24. Meszaros, I. 2008. Responses of some ecophysiological traits of sessile oak (*Quercus petraea*) to drought stress and heat wave in growing season of 2003. Journal acta biological szeg ediensis, 52(1): 107-109.
25. Ogaya, R. and J. Penuelas. 2006. Contrasting foliar responses to drought in *Quercus ilex* and *Phillyrea latifolia*. Biologia Plantarum, 50(3): 373-382.
26. Parvaneh, E., V. Etemad, M.R. Marvie Mohajer, Gh. Zahedi Amiri and P. Attarod. 2016. 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, 8(3): 263-275.
27. Poulos, H.M. 2007. Drought response of two Mexican oak species, *Quercus laseyi* and *Q. sideroxila* (Fagaceae), in relation to elevational position. American journal of botany, 94(5): 809-811.
28. Pourhashemi, M., H. Jahanbazi, J. Hoseinzadeh, S.K. Bordbar, Y. Iranmanesh and Y. Khodakaram. 2017. The history of oak decline in Zagros forests. Iran Nature, 2(1): 30-37 (In Persian).
29. Pourhashemi, M. and S. Sadeghi. 2021. A Review on ecological causes of oak decline phenomenon in forests of Iran. Ecology of Iranian Forest, 8(16): 148-164 (In Persian).
30. Rajora, O., K. Jinhon and J. Major. 2011. Gene expression responses of black spruce (Piceamariana) to global climate change conditions. BMC Proceedings, 5(7): 13-99.
31. Rosson J.F. 2004. Oak mortality trends on the Interior Highlands of Arkansas. In: Spetich, M.A. (Ed.), Upland oak ecology symposium: history, current conditions, and sustainability, Gen. Tech. Rep. SRS-73, Fayetteville, AR, October 7-10, 2002. USDA Forest Service, Southern Research Station, Asheville, NC, 229-235 pp.
32. Royo, A., L. Gil and J.A. Pardos. 2001. Effect of water stress conditioning on morphology, Physiology and field performance of Pinus halepensis Mill seedling. New forest, 21(2): 127-140.
33. Starkey, D.A. and S.W. Oak. 1989. Site factors and stand conditions associated with oak decline in southern upland hardwood forests. In: Rink, G., Budelsky, C.A. (Eds.), Proceedings of the Seventh Central Hardwood Conference. General Technical Report, NC- 132. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 95-102 pp.
34. Starkey, D.A., S.W. Oak. G.W. Ryan. F.H. Tainter. C. Redmond and H.D. Brown. 1989. Evaluation of oak decline areas in the South, Protection Rep. R8-PR 17. USDA Forest Service, 36 pp.
35. Thomas, F.M. and G. Hartmann. 1996. Soil and tree water relations in mature oak stands of northern Germany differing in the degree of decline, Annals of Science Forest, 53(2-3): 697-720.
36. Zarafshar, M., M. Teimouri, M. Pourhashemi, T. Alizadeh, S.K. Bordbar, M.J. Rousta and A. Abbasi. 2020. The impact of Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) decline on stand soil characteristics (Case study: Kohmareh Sorkhi, Fars Province). Forest and Wood Products, 74(1): 97-110 (In Persian).
37. Yazdian, F. Distribution area of Oak forests in Iran. 2000. Ph.D. thesis, Science and Research Campus of Islamic Azad University, Tehran, Iran, 313 pp (In Persian).

# The Effect of Different Levels of Decline on Leaf and Seed Morphological Characteristics of *Quercus brantii* Lindl. in the Zagros Forests - Kermanshah Province

**Masoumeh Khan Hasani[1], Hassan Jahanbazi Gojani[2], Houshmand Safari[3] and Habibolah Rahimi[4]**

1- Research Instructor of the Natural Resources Research Department, Kermanshah Agricultural Research and Training Center and Natural Resources, Agricultural Research, Training and Extension Organization, Kermanshah, Iran, (Corresponding author: m.khanhasani@gmail.com)
2- Associate Professor of Research, Natural Resources Research Department, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kurd City, Iran
3- Research Assistant Professor of Natural Resources Research Center of Kermanshah Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Organization of Agricultural Research, Education and Extension, Kermanshah, Iran
4- Senior Research Expert, Natural Resources Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kermanshah, Iran
Received: 9 May, 2022 Accepted: 24 August, 2022

**Extended Abstract**

**Introduction and Objective:** In recent years, one of the environmental problems of the Zagros forests is oak trees decay, which is manifested in the form of dryness of trees. Such issue is a multidimensional, complex and national phenomenon in the Zagros forests.

**Material and Methods:** In current study, the impact of canopy severity of dryness on characteristics of leaves and seeds of *Quercus brantii* was monitored in deteriorated forest areas in Veyleh district of Kermanshah province during 2019-2021. Sampling of leaves for three consecutive years in spring and summer from five fixed trees in each decay class was randomly done. Each time20 leaves (5 leaves in each crown direction) were transferred to the laboratory to measure leaf area, fresh and dry weight of leaves and moisture percentage. Also, 25 seeds were separated from the same trees in each direction of the canopy and the dimensions of the seeds, seed cup and weight of 100 seeds were determined. The research treatments included tree decay at four levels (healthy, top canopy dryness, canopy dryness less than 50%, canopy dryness more than 50%). Combined analyses of quantitative data using SPSS statistical software in a completely randomized design was carried out and mean data were compared with Duncan's method at 5% level for four levels of drought and three years of study.

**Results:** There is a significant difference ($p\leq\%1$) between different levels of dryness for dry weight, fresh weight, leaf moisture content and all characteristics related to seeds, but for the average leaf area, there is no significant difference between different levels of oak tree dryness. The interaction of different levels of dryness with study years was significantly different ($p\leq\%1$) for the following traits: length, average diameter, cup thickness and weight of 100 seeds. Also, a significant difference is observed in the diameter of the seed cup mouth diameter ($p\leq\%5$) finally, the interaction of the year in dryness levels for the traits cup height, cup diameter and percentage of seed viability is not significant. The maximum dry weight of leaves is related to the surface of more than 50% of dryness and the minimum is for healthy trees, which shows a significant difference ($p\leq\%5$) with other levels of dryness. The highest fresh leaf weight is related to less than 50% dryness and the lowest is related to healthy trees which has a significant difference ($p\leq\%5$) with other levels. The highest percentage of leaf moisture is related to healthy trees and the lowest amount is related to trees with more than 50% dryness which does not show a significant difference with canopy dryness trees. The highest dry leaf weight is related to the surface with more than 50% of dryness and the lowest amount is related to healthy trees and has a significant difference ($p\leq\%5$) with other levels.

**Conclusion:** It seems that the reproductive and vegetative characteristics of oak trees are totally impressed by different classes of tree dryness. Also, different climatic conditions during different years have a significant impact on such characteristics. The results showed that the health status of the trees has a great effect on leaf weight. Dried up Oak trees have larger and heavier leaves than healthy trees. With increasing drying rate, the quantity and quality of seeds have decreased drastically but for the characteristics of the leaves, the changes are such that the trees try to maintain their viability and to some extent maintain their photosynthetic level. In this area, reduced rainfall and the presence of drought effects from previous years is a serious threat to the vitality and health of the under study forest.

**Keywords:** Leaf area, Oak dryness, *Quercus brantii*, Seed dimensions, Zagros Forest