Archive of SID

فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۵، شماره ۲، صفحه ۳۴۲-۳۲۹، (۱۳۹۸)

# مدل‌سازی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافی در جنگل‌های دالاب ایلام

**مهرداد میرزایی*[۱]، امیر اسلام بنیاد[۲]، رضا اخوان[۳] و رامین نقدی[٤]**

۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
(mehrdadmirzaei28@gmail.com)
۲- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (bonyad@guilan.ac.ir)
۳- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
(akhavan@rifr-ac.ir)
٤- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (rnaghdi@guilan.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹٦/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۷

## چکیده

هدف از این پژوهش، علاوه بر تأثیر عوامل فیزیوگرافی شیب (سه کلاسه)، جهت (چهار جهت اصلی) و ارتفاع از سطح دریا (سه کلاسه) بر زوال درختان بلوط ایرانی، مدل‌سازی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافی در جنگل‌های دالاب ایلام بود. بدین منظور، محدوده‌ای به مساحت ۵۰۹ هکتار از جنگل‌های دالاب ایلام انتخاب شد و تعداد ۱۰۰ قطعه نمونه دایره‌ای شکل (۲۰ آری) به روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۲۵۰×۲۰۰ متر برداشت شد. در داخل قطعات نمونه علاوه بر مشخصات فیزیوگرافی هر قطعه نمونه، درصد خشکیدگی درختان اندازه‌گیری شد. برای بررسی تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر خشکیدگی جنگل‌ها از آزمون‌های تجزیه واریانس و دانکن استفاده شد. برای مدل‌سازی خشکیدگی درختان از رگرسیون لجستیک استفاده شد. برای ارزیابی مدل رگرسیون لجستیک از آزمون‌های اوم‌نی‌بوس، لگاریتم درست‌نمایی و ضریب تعیین پزودو استفاده شد. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که عوامل فیزیوگرافی تأثیر معنی‌داری بر خشکیدگی درختان بلوط داشتند. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش شیب و ارتفاع از سطح دریا، مقدار خشکیدگی نیز افزایش می‌یابد و کمترین و بیشترین مقدار خشکیدگی به‌ترتیب مربوط به جهت‌های شرقی و جنوبی است.

**واژه‌های کلیدی:** بلوط ایرانی، خشکیدگی، زاگرس، رگرسیون لجستیک، عوامل فیزیوگرافی.

---

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۸۷٤۲۹۲۵۹



www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

امروزه روند سریع نابودی جنگل ها بر اثر عوامل مختلف مانند فعالیت انسان‌ها اتفاق می‌افتد. بررسی‌های فائو نشان می‌دهد که سه درصد سطح جنگل‌ها در مقیاس جهانی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ کاهش یافته است (Keenan *et al.,* 2015). مساحت کل جنگل‌های ایران حدود ۱٤ میلیون هکتار است که تقریباً ٤۱ درصد آن را جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس تشکیل می‌دهند (Jazirehi and Ebrahimi Rostaghi, 2003). جنگل های بلوط زاگرس با قدمت ۵۵۰۰ ساله (قدیمی‌ترین جنگل بلوط در جهان) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Ahmadi *et al.,* 2014). این جنگل‌ها امروزه در اثر استفاده بی‌رویه بسیار حساس و شکننده هستند. از عوامل مؤثر در سیر قهقرایی آن‌ها می‌توان به پدیده خشکیدگی این جنگل‌ها اشاره کرد، به‌گونه‌ای که بر اساس آخرین آمارهای رسمی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ خورشیدی حدود ۲۵ درصد کل این جنگل‌ها دچار خشکیدگی شده‌اند (Mahdavi *et al.,* 2015). خشکیدگی بوم‌سازگان جنگلی زاگرس یک پدیده چندبعدی است که عوامل گوناگونی مانند تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی، پیرشدن درختان، ریزگردها، عدم زادآوری درختان به‌علت زراعت در اشکوب زیرین جنگل‌ها، کوبیدگی و عدم نفوذپذیری خاک بر اثر حرکت دام، شیوع بیماری ذغالی بلوط و موخور، هجوم آفاتی مانند پروانه برگ‌خوار و سوسک چوب‌خوار بلوط و غیره در آن نقش دارند. خشکیدگی درختان بلوط ایرانی در سه استان ایلام، کهگیلویه و بویراحمد و فارس در حال افزایش بوده و سبب نگرانی جنگل‌نشینان و مسئولین ذی‌ربط شده است (Hamzehpour *et al.,* 2011). روند کنونی تخریب این جنگل‌ها وظیفه پژوهشگران جنگل را برای حفظ، نگهداری و احیاء گونه های بومی و با ارزش این جنگل‌ها سنگین‌تر کرده است. برای احیاء و غنی‌سازی این جنگل‌ها، باید نیازهای اکولوژیک این گونه‌ها و خصوصیات رویشگاهی آن شناخته شوند (Jazirehi and Ebrahimi Rostaghi, 2003) و نقش تمام عوامل رویشگاهی از قبیل جهت دامنه، شیب و ارتفاع از سطح دریا و حتی موانع رشد و توسعه درختان به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گیرند (Mirzaei *et al.,* 2007). با بررسی پوشش گیاهی و عوامل مختلف محیطی همچون فیزیوگرافی می‌توان به پایداری جوامع گیاهی و همبستگی این عوامل با پوشش گیاهی پی برد که این مسئله از نظر توسعه و احیاء جوامع جنگلی بسیار مهم و کاربردی است.

عوامل فیزیوگرافی با تأثیری که بر مقدار رطوبت و شیمی خاک و دیگر مشخصه‌های آن دارند، نقش مهمی در پراکنش گونه‌های گیاهی و ویژگی‌های آن‌ها ایفا می‌کنند (Enright *et al.,* 2005). ارتباط پراکنش مکانی تیپ‌های جنگلی با مشخصه‌های فیزیوگرافی و عوامل انسانی با استفاده از رگرسیون لجستیک در جنگل‌های آرمرده بانه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان از وجود رابطه قوی میان پراکنش مکانی تیپ‌ها با عوامل فیزیوگرافی دارد (Modares Gorji *et al.,* 2014). مشخصه‌های کمی و کیفی بلوط ایرانی در طول گرادیان‌های ارتفاعی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تغییرات ارتفاعی نسبت به شیب، تأثیرات بیشتری بر روی خصوصیات کمی توده‌های بلوط دارد درحالی‌که مشخصه‌های کیفی متأثر از تغییرات ارتفاعی و شیب است (Hassanzad Navroodi *et al.*, 2015). در پژوهشی در جنگل‌های منطقه میازاکی ژاپن برای مدل‌سازی شاخص رویشگاه برای توده‌های خالص کاج ژاپنی با روش رگرسیون چندگانه خطی از ۱٤ شاخص طبقه‌بندی‌شده تابش خورشید، شاخص رطوبت و



www.SID.ir

Archive of SID



شاخص پرتوگیری توپوگرافی (Topographic exposure index) استفاده شد. از بین پنج مدل رقومی زمین با اندازه تفکیک‌های مختلف، بهترین مدل با تفکیک مکانی ۱۲/۵ متر و با ضریب همبستگی ۰/۶۹۲ بود (Mitsuda *et al.*, 2007). بررسی تأثیر عامل فیزیوگرافی ارتفاع از سطح دریا بر روی زوال درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های زاگرس نشان داد که این عامل اثر معنی‌داری روی زوال بلوط ندارد (Nourinejad and Rostami, 2014). Hosseini (2009) به بررسی مقدار آلودگی درختان به سوسک‌های چوب‌خوار و ارتباط آن با شرایط رویشگاهی در جنگل‌های بلوط ایرانی در استان ایلام پرداخت که نتایج نشان داد بیشترین مقدار آلودگی در طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰–۱۷۰۰ متر از سطح دریا و در جهت جغرافیایی جنوب مشاهده شد و شیب منطقه با مقدار و شدت آلودگی ارتباطی ندارد. Hosseinzadeh و همکاران (2015) به بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی بر گسترش زوال درختان دانه‌زاد و شاخه‌زاد بلوط در جنگل ملّه‌سیاه ایلام پرداختند که نتایج نشان داد جهت دامنه بر خشکیدگی درختان دانه‌زاد اثر معنی دار داشته ولی بر خشکیدگی درختان شاخه‌زاد اثر معنی دار نداشته است. همچنین ارتفاع از سطح دریا بر خشکیدگی درختان دانه‌زاد اثر معنی‌دار نداشته ولی بر خشکیدگی درختان شاخه‌زاد اثر معنی‌دار داشته است. Mahdavi و همکاران (2015) به بررسی و پیش‌بینی زوال درختان بلوط با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک پرداختند که نتایج حاصل از مدل نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا و در جهت‌های جنوبی و غربی مقدار و پراکنش درختان خشکیده بلوط افزایش می‌یابد.

اطلاعات دقیق و به‌روز برای اهداف متعددی، مانند مدیریت جنگل، پایش سلامت، تنوع زیستی، اثر تغییرات آب‌وهوا و عوامل محیطی مختلف مورد نیاز است. شناخت هر چه دقیق‌تر اکوسیستم‌های جنگلی در تشخیص کنش و واکنش‌های خاص آن‌ها، تشریح پایداری اکوسیستم، طرح‌های مدیریتی مناسب و اقدامات حفاظتی و احیایی مفید است؛ بنابراین کسب اطلاعات به‌هنگام از وضعیت کمی و کیفی جنگل‌ها می‌تواند در تعیین ضوابطی منطقی و علمی به‌منظور اعمال مدیریت صحیح و حفظ و بهره‌برداری هر چه اصولی‌تر از این منابع بسیار ارزشمند باشد؛ اما هزینه‌های زیاد جمع‌آوری اطلاعات عرصه‌ای، در دسترس نبودن برخی مناطق و زمان‌بر بودن کارهای میدانی، ارائه روش‌هایی را به‌منظور برآورد غیرمستقیم ویژگی‌های جنگل طلب می‌کند. نمونه‌هایی از این روش‌های غیرمستقیم، استفاده از مدل‌های رگرسیونی و استفاده از مشخصه‌های محیطی، اقلیمی، توپوگرافی و فن سنجش از دور در برآورد مشخصه‌های کمی و کیفی توده است. در واقع استفاده از این مدل‌ها، روشی سریع، آسان، ارزان و قابل اعتماد برای پیش‌بینی است. اهداف این پژوهش شامل (۱) بررسی تأثیر عوامل فیزیوگرافی شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا بر خشکیدگی درختان بلوط ایرانی و (۲) مدل‌سازی زوال درختان بلوط ایرانی تحت تأثیر این عوامل فیزیوگرافی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در جنگل‌های منطقه دالاب استان ایلام بود.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی در ۲۵ کیلومتری شهر ایلام و در شمال غربی آن با مساحتی معادل ۵۰۹ هکتار قرار گرفته است. این منطقه ازنظر مختصات جغرافیایی در طول "۰۷ '۲۲ °۵۲ تا "۲٤ '۲٤ °۵۲ شرقی و در عرض "٥٦ '٤١ °۳۳ تا "۳۲ '٤۳ °۳۳ شمالی واقع شده است (شکل ۱). درختان واقع در منطقه که گونه اصلی آن را بلوط ایرانی

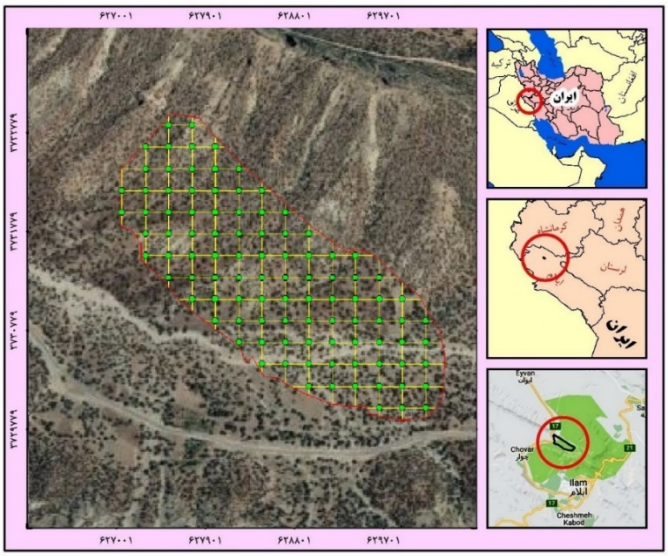


www.SID.ir

Archive of SID



تشکیل می‌دهد بیشتر به‌صورت دانه و شاخه‌زاد هستند به‌طوری که گونه‌های شاخه‌زاد نیز به‌صورت تک‌پایه در منطقه مورد بررسی استقرار یافته بودند. تیپ‌های شناسایی شده در جنگل‌های دالاب تیپ بلوط ایرانی، تیپ آمیخته (بلوط ایرانی، بنه، بادام) و تیپ دافنه-بادام هستند. این منطقه بر اساس طبقه‌بندی آب و هوایی دومارتن در اقلیم نیمه‌مرطوب سرد و براساس طبقه بندی آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد و خاک آن بر اساس تقسیم‌بندی فائو در رده خاک‌های لیتوسول است. حداقل ارتفاع از سطح دریای منطقه مورد بررسی ۱٤٥۰ متر و حداکثر ۱۷۵۰ متر است (Mirzaei and Bonyad, 2015).




شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی به همراه شبکه آماربرداری

Figure 1. Location of study area with inventory grid

**روش پژوهش**

برای انجام این پژوهش تعداد ۱۰۰ قطعه نمونه ۲۰ آری به روش منظم تصادفی در شبکه‌ای به ابعاد ۲۵۰×۲۰۰ متر برداشت شد (شکل ۱). با مشخص کردن محل تقاطع اضلاع بر روی نقشه، مختصات مرکز نقاط نمونه-برداری از نقشه در سیستم مختصات جهانی UTM استخراج و به‌وسیله دستگاه GPS در عرصه جنگل مشخص شد. در داخل قطعات نمونه علاوه بر مشخصات فیزیوگرافی هر قطعه نمونه شامل شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا، درصد خشکیدگی درختان اندازه‌گیری شد. حد شمارش درختان بلندتر از ۱/۳۰ متر درنظر گرفته شد و شدت خشکیدگی درختان در چهار کلاسه ۲۵-۰، ۵۰-۲۵، ۷۵-۵۰ و بیشتر از ۷۵ درصد تعیین شد. برای بررسی تأثیر عوامل توپوگرافی بر خشکیدگی درختان جنگلی، برای هر یک از عوامل فیزیوگرافی کلاسه‌بندی انجام شد. بدین منظور، برای جهت دامنه با توجه به پژوهش‌های گذشته و منطقه چهار جهت اصلی جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق و غرب) کلاسه‌بندی شدند. برای ارتفاع از سطح دریا نیز با توجه به پژوهش‌های گذشته و محدودیت ارتفاعی منطقه مورد بررسی سه کلاسه ارتفاعی ۱۵۵۰-۱٤۵۰ متر، ۱٦۵۰-۱۵۵۰ و ۱۷۵۰-۱٦۵۰ متر در نظر گرفته شد (Mirzaei *et al.*, 2007; Hosseinzadeh *et al.*, 2015).

برای شیب نیز با توجه به منطقه مورد بررسی سه کلاسه شیب ۲۵-۰، ۵۰-۲۵ و بیشتر از ۵۰ درصد در نظر گرفته شد (Noshadi *et al.*, 2014). برای تجزیه و تحلیل



www.SID.ir

Archive of SID



داده‌ها ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف–اسمیرنوف بررسی شد. سپس برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین خشکیدگی در کلاسه‌های مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک-طرفه و نیز آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد.

به‌منظور مدل‌سازی خشکیدگی درختان بلوط از رگرسیون لجستیک استفاده شد. رگرسیون لجستیک یک روش آماری برای تجزیه‌وتحلیل مجموعه داده‌ای است که در آن یک یا چند متغیر مستقل وجود دارد. معادله رگرسیون لجستیک به‌صورت زیر است (Long, 1997; Pampel, 2000; Hosmer *et al.,* 2013):

رابطهٔ (۱)

$$\text{logit}(Y) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n$$

P: احتمال پیامد یا واقعه مورد نظر تحت وجود متغیر مستقل

a: پارامتر محور مختصات یا عدد ثابت

β: ضرایب رگرسیونی

X: متغیرهای مستقل

برای ارزیابی مدل رگرسیون لجستیک از آزمون Omnibus استفاده شد. در این روش، از دو آماره ضریب تعیین پزودو (Pseudo r-square) یعنی ضریب تعیین‌های کاکس و نل (Cox & Snell R Square) و نیجل‌کرک (Nagelkerke R Square) که تقریب‌های ضریب تعیین $R^2$ در رگرسیون خطی هستند، استفاده شد. از این ضرایب بدین منظور استفاده می‌شود که تعیین شود، متغیرهای مستقل توانسته‌اند تا چه میزان از واریانس متغیر وابسته را تبیین کنند. مقدار ضریب تعیین پزودو بین صفر تا یک است و هر چه مقدار این آماره به یک نزدیک‌تر باشد، نشان می‌دهد که نقش متغیرهای مستقل در تبیین واریانس متغیر وابسته بیشتر است و برعکس (Heydari *et al.,* 2015). همچنین برازش مقدار پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته با استفاده از آماره نکوئی برازش هوسمر–لمشو (Hosmer & Lemeshow) انجام شد. برای انجام تجزیه‌وتحلیل‌ها از نرم‌افزارهای Excel 2013 و IBM SPSS 22 استفاده شد.

## نتایج

نتایج کمی مشخصه خشکیدگی جنگل‌های دالاب ایلام نشان داد که ۳٤/٦۹ درصد از جنگل‌های منطقه مورد بررسی دچار خشکیدگی شده‌اند. نتایج کمی مربوط به مشخصه مورد نظر در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج کمی مقدار خشکیدگی درختان در منطقه مورد بررسی

Table 1. Results of tree decline in study area

| متغیر Variable | میانگین Mean | انحراف معیار S.D | ضریب تغییرات (درصد) C.V % | خطای نمونه‌برداری (درصد) E % |
|---|---|---|---|---|
| درصد خشکیدگی Decline (%) | 34.69 | 9.22 | 26.57 | 5.31 |

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که شیب دامنه تأثیر معنی‌داری بر خشکیدگی درختان جنگلی داشته است (جدول ۲). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد بیشترین مقدار خشکیدگی در کلاسه شیب بیشتر از ۵۰ درصد (٤۷/۵۷ درصد) و کمترین مقدار خشکیدگی در کلاسه شیب ۲۵-۰ درصد (۲۳/۹۹ درصد) قرار دارد (شکل ۲). نتایج بررسی گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین



www.SID.ir

Archive of SID



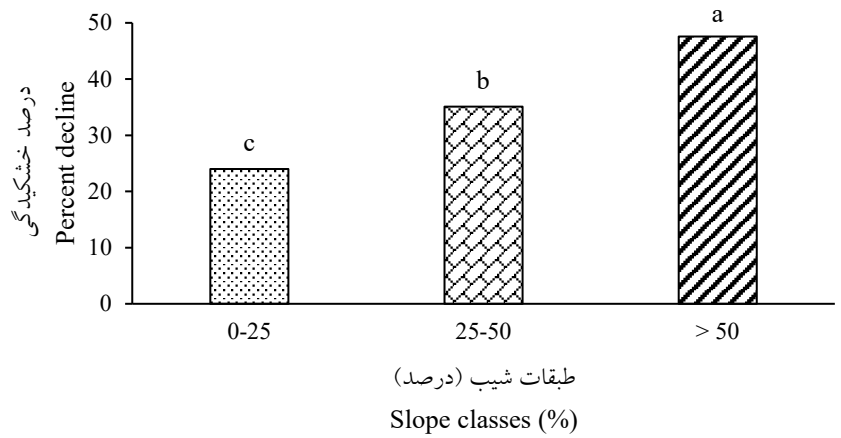
مقدار خشکیدگی درختان جنگلی در طبقات مختلف شیب وجود دارد (شکل ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون تجزیه واریانس مقدار خشکیدگی در کلاسه‌های مختلف شیب

Table 2. Results of ANOVA test of decline in different slope classes

| منبع Source | مجموع مربعات Sum of squares | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean of squares | F | معنی‌داری Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| بین گروه‌ها Between group | 7303.59 | 2 | 3651.79 | 196.57 | 0.000* |
| درون گروه‌ها Within group | 1802.02 | 97 | 18.57 | | |
| کل Total | 9105.61 | 99 | | | |

* Significance at the 0.01 level. * اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۰/۰۱.




شکل ۲- مقایسه میانگین درصد خشکیدگی در طبقات مختلف شیب

Figure 2. Comparison mean of decline in different slope classes

نتایج آزمون تجزیه واریانس حاصل از مقایسه تأثیر جهت دامنه بر خشکیدگی درختان نشان داد که جهت دامنه تأثیر معنی‌داری بر مقدار خشکیدگی درختان جنگلی داشته است (جدول ۳). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد بیشترین مقدار خشکیدگی در جهت جغرافیایی جنوب (٤٦/٣٠ درصد) و کمترین مقدار خشکیدگی در جهت جغرافیایی شرق (۱۹/۸۲ درصد) قرار دارد. مقدار خشکیدگی نیز در جهات جغرافیایی شمال و غرب به‌ترتیب برابر با ٢٦/٥٤ و ٣٤/٤٨ درصد است (شکل ۳). نتایج آزمون دانکن نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مقدار خشکیدگی در جهات مختلف جغرافیایی وجود دارد (شکل ۳).



www.SID.ir

Archive of SID

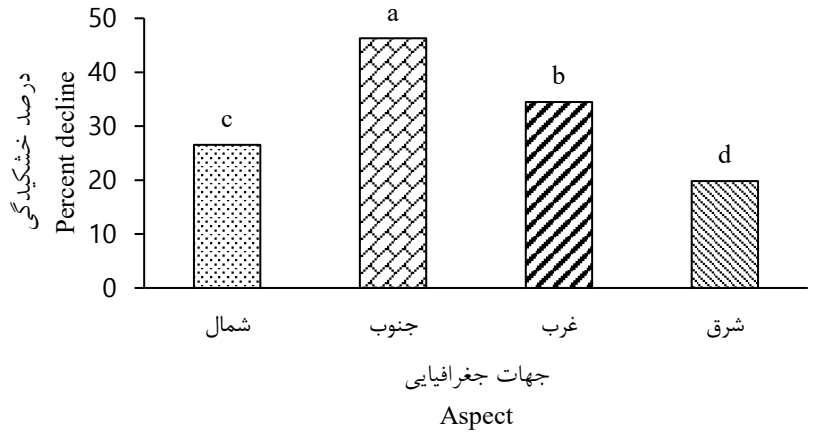


جدول ۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس مقدار خشکیدگی در جهات مختلف جغرافیایی

Table 3. Results of ANOVA test of decline in different aspect

| معنی‌داری Sig. | F | میانگین مربعات Mean of squares | درجه آزادی df | مجموع مربعات Sum of squares | منبع Source |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000* | 153.99 | 2512.99 | 3 | 7538.98 | بین گروه‌ها Between group |
| | | 16.31 | 96 | 1566.63 | درون گروه‌ها Within group |
| | | | 99 | 9105.61 | کل Total |

* Significance at the 0.01 level. * اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۰/۰۱.




شکل ۳- مقایسه میانگین درصد خشکیدگی در جهات مختلف جغرافیایی

Figure 3. Comparison mean of decline in different aspect

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر مقدار خشکیدگی درختان جنگلی داشته است (جدول ٤). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش ارتفاع از سطح دریا مقدار خشکیدگی درختان نیز افزایش می‌یابد. نتایج آزمون دانکن نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مقدار خشکیدگی در کلاسه‌های مختلف ارتفاعی وجود دارد (شکل ٤).

جدول ٤- نتایج آزمون تجزیه واریانس مقدار خشکیدگی در کلاسه‌های مختلف ارتفاع از سطح دریا

Table 3. Results of ANOVA test of decline in different elevation

| معنی‌داری Sig. | F | میانگین مربعات Mean of squares | درجه آزادی df | مجموع مربعات Sum of squares | منبع Source |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.001* | 7.09 | 580.98 | 2 | 1161.97 | بین گروه‌ها Between group |
| | | 81.89 | 97 | 7943.64 | درون گروه‌ها Within group |
| | | | 99 | 9105.61 | کل Total |

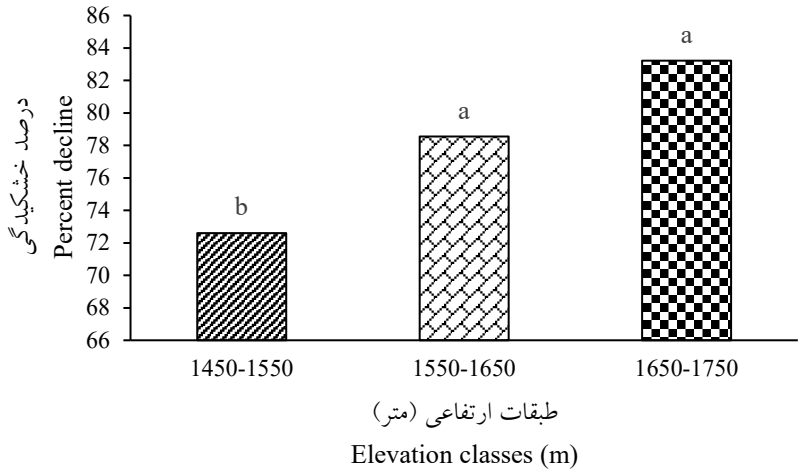
* Significance at the 0.01 level. * اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۰/۰۱.



www.SID.ir

Archive of SID






شکل ٤- مقایسه میانگین درصد خشکیدگی در طبقات مختلف ارتفاع از سطح دریا

Figure 4. Comparison mean of decline in different elevations

با توجه به نتایج آزمون اومنی‌بوس (Omnibus)، برازش مدل قابل قبول است و در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱ معنی‌دار است. نتایج آزمون اومنی‌بوس در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- نتایج آزمون اومنی‌بوس

Table 5. Results of Omnibus test

| معنی‌داری Sig. | درجه آزادی df | کای-اسکوئر Chi-square | |
|---|---|---|---|
| 0.000 | 2 | 36.638 | Step |
| 0.000 | 7 | 688.716 | Block |
| 0.000 | 7 | 688.716 | Model |

مقادیر هر دو آماره مربوط به ضریب تعیین پزودو به‌نسبت بالا هستند (۰/۳۹۵ و ۰/۵۸٤) و این مقادیر نشان داد که سه متغیر مستقل بررسی شده در این پژوهش، دارای قدرت به‌نسبت بالایی در تبیین واریانس و تغییرات متغیر وابسته خشکیدگی درختان هستند. در واقع، این سه متغیر توانسته‌اند بین ۳۹/۵ تا ۵۸/٤ درصد از تغییرات خشکیدگی درختان را توضیح دهند (جدول ٦). همچنین نتایج آزمون هوسمر- لمشو نشان داد که مدل پژوهش مناسب و برازش مناسبی دارد (جدول ۷).

جدول ٦- نتایج ارزیابی مدل

Table 6. Results of model evaluation

| نیجل کرک Nagelkerke R Square | کاکس و نل Cox & Snell R Square | لگاریتم درست نمایی -2 Log likelihood |
|---|---|---|
| 0.584 | 0.395 | 855.369 |



www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۷- نتایج آزمون هوسمر-لمشو

Table 7. Results of Hosmer & Lemeshow test

| کای-اسکوئر | درجه آزادی | معنی‌داری |
|---|---|---|
| Chi-square | df | Sig. |
| 360.579 | 6 | 0.000 |

نتایج متغیرهای وارد شده در مدل در جدول ۸ نشان داده شده است. نتایج آماره والد (Wald) نشان داد که تمام متغیرهای مستقل وارد شده در تحلیل رگرسیون قادر به پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته هستند و توانایی پیش‌بینی آن‌ها در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱ معنی‌دار است. همچنین، نتایج حاصل از آماره Exp(B) نشان داد که در میان متغیرهای وارد شده در مدل، متغیر شیب دارای بالاترین توانایی پیش‌بینی در خشکیدگی درختان و کمترین توانایی مربوط به متغیر ارتفاع از سطح دریا است.

جدول ۸- نتایج متغیرهای وارد شده در مدل

Table 8. Results of variables entered on model

| نسبت بخت‌ها | معنی‌داری | والد | اشتباه معیار | B | متغیر |
|---|---|---|---|---|---|
| Exp(B) | Sig. | Wald | S.E. | | Variable |
| | 0.000 | 110.073 | | | E |
| 18.062 | 0.000 | 42.685 | 0.443 | 2.894 | E1 |
| | 0.000 | 35.621 | | | S |
| 0.314 | 0.001 | 11.428 | 0.343 | -1.159 | S1 |
| 0.160 | 0.000 | 34.675 | 0.311 | -1.830 | S2 |
| | 0.000 | 77.246 | | | A |
| 0.207 | 0.000 | 13.702 | 0.426 | -1.577 | A2 |
| 6.512 | 0.000 | 19.659 | 0.423 | 1.874 | A3 |
| 0.603 | 0.033 | 4.538 | 0.237 | -0.505 | Constant |

E: ارتفاع از سطح دریا، E1: کلاسه ارتفاعی ۱۵۵۰-۱۴۵۰ متر، S: شیب، S1 و S2 شیب در کلاسه‌های ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ درصد، A: شیب، A1 و A2 به ترتیب جهت‌های جنوبی و شرقی.

E: Elevation, E1: Elevation class 1450-1550 m, S: Slope, S2: Slope class 0-25% and 25-50%, A: Aspect, A1 and A2: South and East aspects, respectively.

بر اساس نتایج جدول ۸، مدل رگرسیون لجستیک خشکیدگی درختان بلوط مطابق رابطه ۲ است:

$$P(\text{oak decline}) = -0.505 + 2.894\ E1 - 1.159\ S1\ (\text{or } -1.830\ S2) - 1.577\ A2\ (\text{or } 1.874\ A3) \quad \text{رابطهٔ (۲)}$$

**بحث**

بررسی خشکیدگی جنگل‌های دالاب ایلام نشان داد که ۳۴/۶۹ درصد از جنگل‌های این منطقه دچار خشکیدگی شده‌اند که این مقدار خشکیدگی حاکی از آن است که هر چه سریع‌تر باید اقدامات مدیریتی به‌منظور کنترل و پیشگیری از گسترش خشکیدگی این جنگل‌ها انجام شود. در واقع تأثیر متقابل تنش‌های شدید اقلیمی، دخالت‌ها و حضور انسان در منطقه، زمینه لازم را برای افزایش خشکیدگی درختان جنگلی فراهم ساخته است. ضمن اینکه پراکنش نامنظم بارندگی و طول فصل خشک از دیگر دلایل بروز خشکیدگی درختان هستند (Hamzehpour *et al.*, 2011). نتایج بررسی عوامل فیزیوگرافی شیب و ارتفاع از سطح دریا نشان داد که با افزایش این عوامل، مقدار خشکیدگی نیز افزایش یافته



www.SID.ir

Archive of SID



است (شکل‌های ۲ و ٤). به‌طوری که بیشترین مقدار خشکیدگی در کلاسه شیب بیشتر از ۵۰ درصد (٤٧/٥٧ درصد) و کمترین مقدار خشکیدگی در کلاسه شیب ۲۵-۰ درصد (۲۳/۹۹ درصد) قرار دارد (شکل ۲). Hosseini (2009) نیز نشان داد که با افزایش ارتفاع مقدار آلودگی درختان بلوط ایرانی به سوسک‌های چوب‌خوار که سبب خشکیدگی درختان می‌شود، افزایش می‌یابد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. Hosseinzadeh و همکاران (2015) نیز نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا مقدار خشکیدگی درختان بلوط در جنگل‌های مله سیاه ایلام افزایش می‌یابد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. Drohan و همکاران (2002) در پژوهش‌های خود دریافتند که خشکیدگی افرا در پنسیلوانیا اغلب در ارتفاعات بالاتر اتفاق می‌افتد. نتایج تأثیر شیب بر خشکیدگی در پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های Kabrick و همکاران (2008)، Kane and Kolb (2007) و Worrall و همکاران (2008) هم‌خوانی دارد. همان‌طور که نتایج نشان داد بیشترین مقدار خشکیدگی در جهت‌های جنوبی و غربی است (جدول ۳ و شکل ۳). همچنین پژوهش‌های Lawrence و همکاران (2002) نشان داد که خشکیدگی بلوط در دامنه‌های جنوبی و به‌خصوص در خاک‌های سنگلاخی بیشتر است. به‌دلیل اینکه شدت تابش خورشید در جهت‌های غربی و جنوبی بیشتر است و مقدار نور مستقیم و انرژی حرارتی بیشتری را دریافت می‌کنند که تا حد زیادی درجه حرارت و تبخیر و تعرق را افزایش و رطوبت را هم زودتر از دست می‌دهند، در حالی‌که جهت‌های شمالی و شرقی انرژی کمتری را دریافت می‌کنند و خنک‌تر هم هستند. درختانی که در شرایط آبی محدودتر (دامنه‌های رو به خورشید) واقع هستند، بیشتر در معرض ابتلا به خشکیدگی هستند (Suarez *et al.*, 2004). Hosseinzadeh و همکاران (2015) نشان دادند که مقدار خشکیدگی در جهت‌های جنوبی نسبت به جهت‌های شمالی بیشتر است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. همچنین نتایج این پژوهش با نتایج Eckhardt and Menard (2008) که شیب و جهت دامنه را به‌عنوان عوامل فیزیوگرافی مؤثر بر زوال کاج تدا در آلاباما‌ی مرکزی بیان کردند، مطابقت دارد. Gerardin and Ducruc (1990) نشان دادند که شیب‌های تند واقع در جهت‌های آفتاب‌گیر در صورت بارندگی کم، مستعد خشکی خاک و بروز تنش خشکی برای گونه‌های جنگلی هستند.

برازش و ارزیابی مدل‌ها بخش مهمی از مدل‌سازی است. با توجه به مقدار ضریب تعیین پزودو (نیجل‌کرک و کاکس و نل) و همچنین آماره لگاریتم درست‌نمایی مدل برآوردی (جدول ٦)، می‌توان نتیجه گرفت که مدل رگرسیونی پژوهش مرکب از سه متغیر مستقل (شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا) و یک متغیر وابسته (خشکیدگی درختان) مدل خوبی بوده و مجموعه متغیرهای مستقل قادر هستند تغییرات خشکیدگی را تبیین کنند. به‌عبارتی دیگر مجموعه متغیرهای مستقل، ۳۹/۵ تا ٥٨/٤ درصد از واریانس متغیر خشکیدگی را برآورد می‌کنند.Leites و همکاران (2009) نشان دادند که مدل رگرسیون لجستیک دقت زیادی در برآورد نسبت تاجی جنگل‌های سوزنی‌برگ ایالات‌متحده دارد که باوجود متفاوت بودن موضوع مورد بررسی، با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. Mahdavi و همکاران (2015) از رگرسیون لجستیک و سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌منظور پیش‌بینی زوال درختان بلوط ایرانی استفاده کردند که نتایج حاصل از مدل نشان داد با افزایش ارتفاع از سطح دریا و در جهت‌های جنوبی و غربی مقدار و پراکنش درختان خشکیده بلوط افزایش می‌یابد که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. به‌طور کلی عوامل فیزیوگرافی یکی از مهم‌ترین منابع ایجاد



www.SID.ir

Archive of SID



تغییر در اکوسیستم‌های جنگلی هستند (Bale *et al.,* 1998). اگر چه درک شیوه تأثیر آن‌ها به‌دلیل برهم کنش‌های عوامل مختلف پیچیده است، اما بخش مهمی از آن ناشی از تنظیم نور و رژیم رطوبتی است (Kaufman *et al.,* 1986; Griffiths *et al.,* 2009). مشخص شدن تأثیر ناشی از این عوامل به شناسایی مناطقی که دچار این وضعیت هستند یا در معرض خطر گسترش پدیده زوال هستند، کمک می‌کند. نتایج حاصل از آماره‌های ارزیابی نشان داد که مدل از دقت مناسبی برخوردار بوده (جدول‌های ٦ و ٧)، ضمن اینکه نتایج حاصل از آماره Exp(B) نشان داد که در میان متغیرهای وارد شده در مدل، متغیر شیب دارای بالاترین توانایی پیش‌بینی در خشکیدگی درختان است (جدول ٨). با افزایش درصد شیب، درصد درختان ضعیف افزایش و درصد پایه‌های شاداب کاهش می‌یابد؛ زیرا با افزایش شیب، رطوبت، عمق خاک و ضخامت لاشبرگ کاهش می‌یابد و خاک حالت واریزه‌ای پیدا می‌کند و همین عامل سبب ضعف فیزیولوژیک پایه‌ها و افزایش درصد پایه‌های ضعیف می‌شود (Momeni Moghaddam *et al.,* 2012). باید بیان کرد که خصوصیات کمی و کیفی هر جنگل تابعی از عوامل فیزیوگرافی، میکروکلیمای منطقه، مدیریت و بهره‌برداری از جنگل، موقعیت جغرافیایی، عوامل محیطی و خاک، نوع گونه‌ها و دیگر عوامل است؛ بنابراین به‌دلیل تفاوت عوامل اشاره شده در اکوسیستم‌های مختلف، مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های دیگر چندان صحیح نیست؛ اما با توجه به نتایج این پژوهش و دیگر پژوهشگران می‌توان بیان کرد که ویژگی‌های فیزیوگرافی اهمیت زیادی در برآورد مشخصه‌های کمی جنگل دارند.

## تشکر و قدردانی

این مقاله براساس نتایج طرح تحقیقاتی تحت عنوان "برآورد و پهنه‌بندی خشکیدگی جنگل‌های بلوط استان ایلام با استفاده از روش‌های مختلف زمین‌آماری و جبری" نوشته شده است که توسط صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور مورد حمایت مالی قرار گرفته است. بدین وسیله از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور سپاسگزاری می‌شود.

## References

- Ahmadi, R., H. Kiadaliri, A. Mattaji & S. Kafaki, 2014. Oak forest decline zonation using AHP model and GIS technique in Zagros Forests of Ilam Province, *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 4(3): 141-150.
- Bale, C. L., J. B. Williams & J. L. Charley, 1998. The impact of aspect on forest structure and floristics in some Eastern Australian sites, *Forest Ecology and Management*, 110(1-3): 363-377.
- Drohan, P. J., S. L. Stout & G. W. Petersen, 2002. Suger maple (*Acer saccharum* Marsh.) decline during 1979-1989 in northern Pennsylvania, *Forest Eocology and Management*, 170(1-3): 1-17.
- Eckhardt, L. G. & R. D. Menard, 2008. TopograPhic features associated with loblolly pine decline in central Alabama, *Forest Ecology and Management*, 255(5-6): 1735-1739.
- Enright, N. J., B. P. Miller & R. Akhtar, 2005. Dester vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National park, Sindh, Paristan, *Journal of Arid Environments*, 61(3): 397-418.
- Gerardin, V. & J. P. Ducruc, 1990. An objective approach to evaluating natural drainage of forest mineral soils for non-specialists, *Vegetatio*, 87(2): 127-133.
- Griffiths, R. P., M. D. Madritch & A. K. Swansona, 2009. The effects of topography on forest soil characteristics in the Oregon Cascade Mountains (USA): Implications for the effects of climate change on soil properties, *Forest Ecology and Management*, 257(1): 1-7.
- Hamzehpour, M., H. Kia-daliri & K. Bordbar, 2011. Preliminary study of manna oak (Quercus brantii Lindl.) tree decline in Dashte-Barm of Kazeroon, Fars province,



www.SID.ir

Archive of SID



*Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(2): 352-363. (In Persian)
- Hassanzad Navroodi, I., R. Zarkami, M. Basati & S. Mohammadi Limaei, 2015. Quantitative and qualitative characteristics of Persian oak along altitudinal gradation and gradient (Case study: Ilam province, Iran), *Journal of Forest Science*, 61(7): 297-305.
- Heydari M., H. Poorbabaei, O. Esmailzadeh, A. Salehi & J. Eshaghi Rad, 2015. Indicator plant species in monitoring forest soil conditions using logistic regression model in Zagros Oak (*Quercus brantii* var. *persica*) forest ecosystems, Ilam city, *Journal of Plant Researches*, 27(5): 811-828. (In Persian)
- Hosmer, D.W., S. Lemeshow & R. X. Sturdivant, 2013. Applied Logistic Regression. Third Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, 528 p.
- Hosseini, A., 2009. Investigation the affection rate of oak trees to mistletoe, Loranthus europaeus, in forests of Zagross area (A case study of Southern slope of Manesht Mountain in Ilam Province), *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 7(1): 26-35. (In Persian)
- Hosseinzadeh, J., A. Aazami & M. Mohammadpour, 2015. Influence of topography on Brant`s oak decline in Meleh-Siah Forest, Ilam Province, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(1): 190-197.
- Jazirehi, M. H. & M. Ebrahimi Rostaghi, 2003. Silviculture in Zagros. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 560 p.
- Kabrick, J. M., D. C. Dey, R. G. Jensen & M. Wallendrof, 2008. The role of environmental factors in Oak decline and mortality in the ozark Highlands, *Forest Ecology and Management*, 255(5-6): 1409-1417.
- Kane, J. M. & T. E. Kolb, 2007. Recent tree mortality in mixed-conifer forests of northern Arizona, School of Forestry, Northern Arizona University.
- Kaufmann, M. R. & M. G. Ryan, 1986. Physiographic, stand, and environmental effects on individual tree growth and growth efficiency in subalpine forests, *Tree Physiology*, 2(1-2-3): 47-59.
- Keenan, J. R., G. R. Reams, F. Achard, V. J. De Freitas, A. Grainger & E. Lindquist, 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015, *Forest Ecology and Management*, 352: 9-20.
- Lawrence, R., B. Moltzan & K. Moser, 2002. Oak decline and the future of Missouri s Forests, *Missori Conservationst*, 63(7): 11-18.
- Leites, L. P., A. P. Robinson & N. L. Crookston, 2009. Accuracy and equivalence testing of crown ratio models and assessment of their impact on diameter growth and basal area increment predictions of two variants of the forest vegetation simulator, *Canadian Journal of Forest Research,* 39(3): 655-665.
- Long, J. S., 1997. Regression Models for categorical and limited dependent variables. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 328pp.
- Mahdavi, A., V. Mirzaei Zadeh, M. Niknezhad & O. Karami, 2015. Assessment and prediction of oak trees decline using logistic regression model (Case study: Bivareh forest, Malekshahi-Ilam), *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 13(1): 20-33. (In Persian)
- Mirzaei, J., M. Akbarinia, S. M. Hosseini, H. Sohrabi & J. Hosseinzadeh, 2007. Biodiversity of herbaceous species in related to physiographic factors in forest ecosystems in central Zagros, *Journal of Plant Research*, 20(4): 375-382. (In Persian)
- Mirzaei, M. & A. E. Bonyad, 2015. Investigation of sampling methods for modeling of diameter distribution of *Quercus persica* trees in the Zagros forests, *Forest Research and Development*, 1(2): 95-107. (In Persian)
- Mitsuda, Y., S. Ito & S. Sakamoto, 2007. Predicting the site index of Sugi plantations from GIS-derived environmental factors in Miyazaki Prefecture, *Forest Research*, 12(3): 177-186.
- Modares Gorji, H., M. Pir Bavaghar & L. Ghahramani, 2014. Modeling distribution of forest types of Armardeh forests at Baneh, using logistic regression method, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(4): 629-642. (In Persian)
- Momeni Moghaddam, T., K. Sagheb-Talebi, M. Akbarinia, R. Akhavan & S. M. Hosseini, 2012. Impact of some physiographic and edaphic factors on quantitative and qualitative characteristics of Juniper forest (Case study: Layen region –Khorasan), *Iranian Journal of Forest*, 4(2): 143-156. (In Persian)
- Noshadi, H., M. Namiranian, P. Attarod & J. Hoseinzadeh, 2014. Effect of Physiographic



www.SID.ir

Archive of SID



Factors on Mortality of Persian Oak in the Middle of Forests (Case study: Ilam), *Journal of Forest and Wood Product*, 67(1): 73-84. (In Persian)

- Nourinejad, J. & A. Rostami, 2014. Investigation of oak decline and its relation to physiographic factors in the forests of West of Iran (case study: Ilam Province), *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5(2): 201-207. (In Persian)
- Pampel, F. C., 2000. Logistic regression: A primer. Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-132. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Suarez, M., L. Ghermandi & T. Kitzberger, 2004. Factors predisposing episodic drought-induced tree mortality in Nothofagus_site, climatic sensitivity and growth trends, *Journal of Ecology*, 92(6): 954-966.
- Worrall, J., L. Egeland, T. Eager, A. Roy, W. Erik, P. Johanson, A. Wayne & D. Shepperd, 2008. Rapid mortality of populous tremuloides in southwestern Colorado, USA, *Forest Ecology and Management*, 255(3-4): 686-696.



www.SID.ir

Archive of SID


# Decline modelling of *Quercus brantii* under effects of physiographic factors in Dalab forests of Ilam

**M. Mirzaei[*1], A. E. Bonyad[2], R. Akhavan[3] and R. Naghdi[4]**

1- PhD Student in Forestry Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh sara, I. R. Iran. (mehrdadmirzaei28@gmail.com)
2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh sara, I. R. Iran. (bonyad@guilan.ac.ir)
3- Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (akhavan@rifr-ac.ir)
4- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh sara, I. R. Iran. (rnaghdi@guilan.ac.ir)

Received: 02.11.2017 Accepted: 28.05.2018

## Abstract

In addition to investigate effects of physiography factors including of slope (3 classes), aspect (4 classes), height above sea level (3 classes) on decline of oak trees, the aim of this study was decline modelling of *Quercus brantii* under effects of physiographic factors in Dalab forests of Ilam province. For this purpose, 509 hectares of Dalab forests of Ilam province were selected. Based on systematic-random sampling method with 200 × 250m dimensions, 100 circular plots (2000 $m^2$) were measured. In each sample, physiography factors and percentage of decline were measured. ANOVA and Duncan tests were used to compare of oak decline in different physiography factors. Logistic regression model was used for modelling of oak decline. Omnibus test, log-likelihood and pseudo r-square coefficients were used to evaluate the logistic regression model. The results of ANOVA test showed that physiography factors had a significant effects on the oak decline. Also the results showed that with increasing slope and altitude, decline of oak trees was increased. The results showed that the lowest and highest of tree decline were belong to east and south aspects respectively. The results of this study can conserved areas that have oak decline, to be effective.

***Keywords***: Decline, Logistic regression, Physiography factors, *Quercus persica*, Zagros forest.

[*] Corresponding author Tel: +989187429259



www.SID.ir