Archive of SID

پهنه‌بندی احتمال خشک شدن جنگل‌های استان لرستان با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک

- **امید قدیریان**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
- **محمودرضا همامی***: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
- **علیرضا سفیانیان**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
- **سعید پورمنافی**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
- **منصوره ملکیان**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

چکیده

نابودی زیستگاه مهم‌ترین عامل تهدیدکننده گونه‌ها محسوب می‌شود. جنگل‌ها از مهم‌ترین زیستگاه‌های حیات وحش محسوب می‌شوند. براساس آخرین آمارهای رسمی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ خورشیدی حدود ۲۵ درصد کل این جنگل‌ها دچار خشکیدگی شده‌اند. شناسایی و پهنه‌بندی مناطق جنگلی دارای شرایط خشک شدن به‌منظور انجام اقدامات پیشگیرانه می‌تواند کمک شایانی را به حفاظت از این زیستگاه‌های حیاتی بکند. به‌همین منظور در این مطالعه از مدل رگرسیون لجستیک به‌همراه مناطق جنگلی دارای خشکیدگی بالای ۵۰ درصد به‌عنوان متغیر مستقل و ۱۲ عامل محیطی شامل میانگین بارندگی سالیانه، میانگین دمای سالیانه، درصد رطوبت نسبی، تبخیر و تعرق، شاخص خشکی، شاخص خشکسالی، شاخص طوفان گرد و غبار، NDVI، درصد شیب، جهت جغرافیایی، فاصله از اراضی کشاورزی و فاصله از آب‌های سطحی به‌عنوان متغیر وابسته برای شناسایی مناطق جنگلی دارای شرایط خشکیدگی استفاده شد. ROC برابر با ۰/۹۳ و Pseudo-R2 برابر با ۰/۳۳ نشان‌دهنده کارایی خوب مدل رگرسیون لجستیک در این مطالعه بود. نتایج نشان داد که حدود ۵۱/۳ درصد از جنگل‌های استان لرستان دارای ریسک خشکیدگی هستند که از این میان ۲۵/۳ درصد احتمال خشکیدگی کم، ۸/۷ درصد احتمال خشکیدگی متوسط، ۸/۸ درصد احتمال خشکیدگی زیاد و ۸/۵ درصد احتمال خشکیدگی خیلی زیاد را دارا هستند. هم‌چنین نتایج حاکی از تاثیر بالای عوامل اقلیمی در خشکیدگی جنگل‌های استان لرستان بود که در این بین عوامل شاخص خشکی، تبخیر و تعرق، بارش، شاخص خشکسالی، رطوبت نسبی و دما به‌ترتیب مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بودند.

کلمات کلیدی: نابودی زیستگاه، مدل حداکثر آنتروپی، خشک شدن جنگل‌های زاگرس، شاخص خشکی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mrhemami@cc.iut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تخریب و نابودی زیستگاه یکی از مهم‌ترین دلایل انقراض بسیاری از گونه‌ها بوده است (Segan و همکاران، ۲۰۱۶) و بنابراین حفاظت از گونه‌ها مستلزم حفاظت از زیستگاه‌های آن‌هاست. اکوسیستم‌های جنگلی امروزه با تهدیدات بیش‌تری نسبت به سایر اکوسیستم‌ها مواجه‌اند به طوری‌که بررسی‌های FAO نشان‌دهنده کاهش سه درصدی مساحت جنگل‌های جهان در حدود ۲۰ ساله اخیر است (Keenan و همکاران، ۲۰۱۵). از طرف دیگر پاسخ اکوسیستم‌های جنگلی به تغییرات اقلیمی به گونه‌ای است که انجام اقدامات سازشی و حفاظتی را ضروری می‌سازد (Walther و همکاران، ۲۰۰۲). علاوه بر این، برخی از گونه‌های جنگلی نظیر انواع سنجاب گونه‌هایی به‌شدت وابسته و متکی به این اکوسیستم‌ها به‌عنوان زیستگاه هستند و هرگونه تغییر و تخریبی در این زیستگاه‌ها می‌تواند زمینه نابودی آن‌ها را فراهم آورد (Koprowski و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به موارد بالا می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که امروزه حفاظت از جنگل‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی که زیستگاه وسیعی را نیز برای طیف گوناگونی از حیات وحش فراهم می‌آورد، بیش از پیش احساس می‌شود. از ۱۴ میلیون هکتار مساحت کل جنگل‌های ایران، تقریباً ۴۱ درصد متعلق به جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس است (جزیره‌ای و ابراهیمی‌رستاقی، ۱۳۸۲). این جنگل‌ها وسیع‌ترین رویشگاه بلوط ایران و قدیمی‌ترین جنگل بلوط در جهان با قدمت ۵۵۰۰ ساله هستند که ۱۱ استان و حدود یک سوم جمعیت، بیش از نیمی از دام‌ها، حدود ۳۰ درصد از کل نزولات، ۴۰ درصد از آب‌های جاری و ۳۲ درصد از آب‌های سطحی کشور را به‌خود اختصاص داده است (ثاقب‌طالبی و همکاران، ۱۳۸۳) و از مهم‌ترین بوم‌سازگان‌های ایران از نظر بوم‌شناختی و حفظ ذخایر ژنتیکی به‌شمار می‌روند (عباسی و همکاران، ۱۳۸۸). این ناحیه تشکیل‌دهنده ۶۹ درصد از فلور ایران می‌باشد (قربانلی، ۱۳۸۱) و گونه‌های بلوط (*Quercus* spp.) به‌عنوان فراوان‌ترین و مهم‌ترین گونه‌های درختی این ناحیه، بیش از ۹۰ درصد از اراضی جنگلی این منطقه را دربر می‌گیرد به‌نحوی که می‌توان گفت جنس بلوط مشخص‌کننده سیمای ظاهری این جنگل‌هاست (مروی‌مهاجر، ۱۳۹۰). این جنگل‌ها علاوه بر موارد فوق زیستگاه وسیعی را نیز برای طیف گوناگونی از حیات‌وحش فراهم می‌کنند (مروی‌مهاجر، ۱۳۹۰). رخداد خشکیدگی این جنگل‌ها در سال‌های اخیر به مهم‌ترین تهدید برای این جنگل‌ها تبدیل شده است. براساس آخرین آمارهای رسمی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ خورشیدی حدود یک میلیون و سیصد و پنجاه هزار هکتار از جنگل‌های زاگرس (حدود ۲۵ درصد کل این جنگل‌ها) دچار زوال و خشکیدگی شده‌اند (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۴). پیامدهای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی، تهدید امنیت غذایی، تشدید مشکلات ناشی از تغییرات اقلیمی در کشور، تغییرات کمی و کیفی در منابع آبی غرب کشور، گسترش پدیده بیابان‌زایی و فرسایش بادی، افزایش ریزگردها، و از بین رفتن زیستگاه و کاهش تنوع زیستی کشور ازجمله مهم‌ترین پیامدهای از بین رفتن این جنگل‌ها می‌باشد (بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۴). برای جلوگیری از این پیامدها انجام اقدامات اصلاحی برای جنگل‌های خشکیده و اقدامات پیشگیرانه برای مناطق دارای شرایط خشک شدن ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به این‌که محدودیت‌های اقتصادی و انسانی موجود امکان انجام اقدامات پیشگیرانه را در سراسر گستره زاگرس نمی‌دهد، این عمل مستلزم شناسایی و اولویت‌بندی مناطق جنگلی دارای شرایط خشک شدن به‌منظور انجام اقدامات پیشگیرانه پیش از وقوع است. در این راستا تاکنون دو مطالعه صورت گرفته است. مهدوی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی و پیش بینی زوال درختان بلوط در جنگل‌های بیوره ملکشاهی استان ایلام با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا و در جهت‌های جنوبی و غربی و افزایش تراکم پوشش جنگلی و هم‌چنین در مناطق با عمق کم خاک و افزایش درصد شیب، میزان پراکنش درختان خشکیده بلوط افزایش می‌یابد. احمدی و همکاران (۱۳۹۵) نیز به‌منظور تهیه نقشه خشکیدگی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در دشت برم استان فارس از روش زمین آمار استفاده کردند. نتایج نشان‌دهنده کارایی بالای روش زمین آمار (کریجینگ) در تهیه نقشه خشکیدگی درختان بلوط و شناسایی کانون‌های خشکیدگی بود. از مدل رگرسیون لجستیک تاکنون بیش‌تر در زمینه پیش‌بینی توسعه شهری استفاده شده است (محمودزاده و خوشروی، ۱۳۹۴؛ محمدی و دلاور، ۱۳۹۳؛ کامیاب و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعاتی که در خارج از کشور در رابطه به خشک شدن جنگل‌ها صورت گرفته عمدتاً به‌دنبال بررسی و شناسایی عوامل تاثیرگذار بر خشکیدگی بوده‌اند (Newbery و Lingenfelder، ۲۰۰۹؛ Beier و همکاران، ۲۰۰۸؛ Das و همکاران، ۲۰۰۸؛ Bigler و همکاران، ۲۰۰۶) تا شناسایی و پهنه‌بندی مناطق دارای شرایط خشکیدگی و مطالعه‌ای از این دست توسط نویسندگان مشاهده نشد. با توجه به اهمیت شناسایی مناطق دارای شرایط خشک شدن به‌منظور انجام اقدامات پیشگیرانه و با توجه به توانایی مدل رگرسیون لجستیک در درنظرگرفتن عوامل محیطی گوناگون به‌طور هم‌زمان (کامیاب و همکاران، ۱۳۸۹)، در این مطالعه از مدل رگرسیون لجستیک برای شناسایی و پهنه‌بندی مناطق جنگلی دارای شرایط خشکیدگی براساس ۱۲ عامل محیطی در استان لرستان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین استان‌های درگیر با پدیده خشکیدگی (توکلی و همکاران، ۱۳۹۱) استفاده شد.

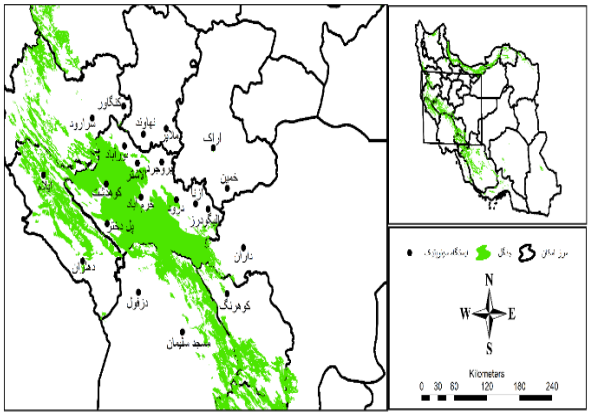
www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

استان لرستان از مهم‌ترین استان‌های درگیر با پدیده خشکیدگی جنگل‌ها به‌حساب می‌آید به‌طوری‌که بخش قابل توجهی از جنگل‌های این استان دچار عارضه زوال با شدت‌های مختلف شده است (توکلی و همکاران، ۱۳۹۱). این استان در بخش غربی زاگرس واقع شده است که از شمال به استان‌های مرکزی و همدان، از شرق به استان اصفهان، از غرب به استان‌های کرمانشاه و ایلام و از جنوب به استان خوزستان محدود می‌شود (شکل ۱). استان لرستان با مساحتی حدود ۲۸۰۰۰ کیلومتر مربع، دارای حدود دو میلیون و ۱۰۰ هزار هکتار عرصه جنگلی و مرتعی است که از این میزان حدود یک میلیون و ۲۳۰ هزار هکتار جنگل است که ۴۴ درصد از مساحت استان را دربر می‌گیرد (شکل ۱). استان لرستان از نظر مساحت جنگل، رتبه سوم را در بین استان‌های کشور داراست (توکلی و همکاران، ۱۳۹۱). لرستان به‌لحاظ اقلیم و هواشناسی یک استان چهار فصل است که تنوع آب و هوایی از شمال به جنوب و از شرق به غرب این استان کاملاً محسوس است و سه ناحیه بارز آب و هوایی سرد کوهستانی، معتدل مرکزی و ناحیه گرم جنوب در این استان قابل مشاهده است. حداکثر و حداقل دمای ثبت شده در این استان به‌ترتیب عبارتند از ۴۷/۴ و ۳۶- و میانگین بارش سالانه این استان ۵۵۰ میلی‌متر است. با توجه به شرایط خاص توپوگرافی و اقلیمی استان لرستان، حدود ۲۵ درصد از تنوع زیستی کشور در این استان وجود دارد. گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) مهم‌ترین گونه این جنگل‌ها محسوب می‌گردد (میرآزادی و همکاران، ۱۳۹۱). امروزه جنگل‌های استان لرستان علاوه بر خشکیدگی، با تهدیدات متعدد دیگری نیز روبرو هستند که ازجمله آن‌ها می‌توان به تغییر کاربری اراضی، قطع درختان، چرای دام و آتش‌سوزی عمدی و غیرعمدی اشاره کرد (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۴).

عوامل محیطی: پس از مرور منابع حدود ۲۰ عامل با احتمال تاثیرگذاری در خشکیدگی جنگل‌های زاگرس شناسایی شدند که با توجه به محدودیت‌های موجود فقط ۱۲ عامل در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند. این عوامل به دو دسته عوامل اقلیمی و عوامل غیراقلیمی تقسیم شدند (جدول ۱).



شکل۱: موقعیت جغرافیایی جنگل‌های استان لرستان و استان‌های هم‌جوار و ایستگاه‌های سینوپتیک استفاده شده در این مطالعه

جدول ۱: عوامل محیطی با احتمال تاثیرگذاری در خشکیدگی جنگل‌های زاگرس

عوامل اقلیمی			عوامل غیر اقلیمی		
نام عامل	واحد	منبع*	نام عامل	واحد	منبع*
میانگین بارش سالیانه	میلی‌متر در سال	۱، ۲، ۳، ۴	شاخص طوفان گرد و غبار	بدون واحد	۳، ۴
میانگین دمای سالیانه	درجه سانتی‌گراد	۱، ۲، ۳، ۴	NDVI	بدون واحد	۵
میانگین درصد رطوبت نسبی	درصد	۱، ۲، ۳، ۴	فاصله از آب‌های سطحی	کیلومتر	۳
تبخیر و تعرق مرجع	میلی‌متر در سال	۱، ۲، ۳، ۴	فاصله از اراضی کشاورزی	کیلومتر	۳، ۶
شاخص خشکسالی	بدون واحد	۱، ۲، ۳، ۴	درصد شیب	درصد	۵، ۷
شاخص خشکی	بدون واحد	۱، ۲، ۳، ۴	جهت جغرافیایی	درجه	۵، ۷

*۱= (عطارد و همکاران، ۱۳۹۴)، ۲- (عطارد و صادقی، ۱۳۹۲)، ۳- (بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۴)، ۴- (خسروپور و همکاران، ۱۳۹۳)، ۵- (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۴)، ۶- (حمزه‌پور و همکاران، ۱۳۹۰)، ۷- (پروانه و همکاران، ۱۳۹۵)

عوامل اقلیمی: براساس مرور منابع صورت گرفته، عوامل اقلیمی عوامل اصلی تاثیرگذار در شروع پدیده زوال جنگل‌های زاگرس شناسایی شدند (توکلی و پیروزی، ۱۳۹۰؛ حسینی، ۱۳۹۰؛ حمزه پور و همکاران، ۱۳۹۰؛مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳؛ خسروپور و همکاران، ۱۳۹۳؛ عطارد و همکاران، ۱۳۹۴) که از این میان شش عامل اقلیمی ذکر شده در جدول ۱ برای استفاده در مدل تهیه شدند. برای تهیه نقشه‌های اقلیمی از اطلاعات مربوط به ۲۱ ایستگاه سینوپتیک موجود در استان لرستان و استان‌های اطراف با پراکندگی مناسب در سطح منطقه و با حداقل

www.SID.ir

Archive of SID

۱۵ دوره آماری، استفاده شد(شکل ۱).باتوجه به این‌که روش کریجینگ از بهترین روش‌های درون‌یابی برای تهیه نقشه‌های اقلیمی شناخته شده است (نادی و همکاران، ۱۳۹۱)، در این مطالعه نیز از این روش برای تهیه‌نقشه‌های‌اقلیمی استفاده‌شد. به‌منظور تهیه‌نقشه‌های میانگین بارندگی‌سالیانه، میانگین‌دمای‌سالیانه و میانگین‌رطوبت نسبی اطلاعات اخذ شده از سازمان هواشناسی مورد استفاده قرار گرفتند. تبخیر و تعرق مرجع به‌صورت سالیانه برای ایستگاه‌های مذکور با استفاده از روش‌فائو‌پنمن‌مانتیث‌محاسبه‌وسپس با استفاده از درون‌یاب کریجینگ در محیط GIS در سراسر استان لرستان پهنه‌بندی شد. روش‌های مختلفی برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع ارائه شده که در این بین روش فائو پنمن مانتیث به‌عنوان روشی استاندارد برای برآورد تبخیر و تعرق مرجع از روی داده‌های اقلیمی پیشنهاد شده و به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Espadafor و همکاران، ۲۰۰۱). شاخص خشکی (Aridity Index) ازجمله شاخص‌هایی است که امکان بررسی تحولات هم‌زمان بارش و تبخیر و تعرق را فراهم می‌سازد. شاخص‌های مختلفی برای بیان خشکی وجود دارد که از بهترین آن‌ها می‌توان به شاخص‌نسبت‌بارش‌به‌تبخیر و تعرق مرجع اشاره کرد (UNEP، ۱۹۹۷). هرچه میزان این شاخص پایین‌تر باشد میزان خشکی بالاتر است. به همین منظور در این پژوهش از این شاخص برای محاسبه خشکی در هر ایستگاه استفاده شد و سپس با استفاده از درون‌یاب کریجینگ عمل پهنه‌بندی صورت گرفت. با توجه به اهمیت و نقش بالای خشکسالی در زمینه‌های مختلف، تاکنون روش‌ها و شاخص‌های مختلفی برای بررسی این پدیده به‌وجود آمده است.از بین‌شاخص‌های کمی در تحلیل خشکسالی،شاخص‌بارش‌استاندارد شده(SPI)به‌علت‌سادگی محاسبات، استفاده‌از داده‌های قابل‌دسترس‌بارندگی،قابلیت‌محاسبه‌برای دوره‌های متفاوت زمانی (۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه) و هم‌چنین مقیاس‌های مکانی مختلف، به‌عنوان شاخص مناسب به‌منظور تحلیل خشکسالی از مقبولیت جهانی برخوردار شده است (Mackee و همکاران، ۱۹۹۵). در این مطالعه برای دست‌یابی به شاخص خشکسالی ابتدا شاخص SPI سالیانه برای ۲۱ ایستگاه ذکر شده در شکل ۱ محاسبه شد. در ادامه با توجه‌به این‌که پدیده خشکیدگی جنگل‌های زاگرس عمدتاً در یک دهه اخیر اتفاق افتاده است، فقط SPI سالیانه از سال ۱۳۸۰ به بعد مدنظر قرارگرفت و سپس فراوانی نسبی خشکسالی‌های رخداده در هر ایستگاه دراین‌بازه زمانی‌محاسبه‌شد.در نهایت با استفاده از درون‌یاب کریجینگ در محیط GIS نقشه شاخص خشکسالی در ۱۵ ساله اخیر برای استان لرستان تهیه و در نهایت نقشه درون‌یابی شده با استفاده از تابع عضویت خطی فازی در محیط GIS به مقیاس ۰ تا ۱ تغییر مقیاس داده شد.

عوامل غیراقلیمی: تحقیقات انجام شده در سایر نقاط دنیا نشان می‌دهد که مرگ و میر درختان در سطح جنگل‌ها متاثر از شرایط مختلف توپوگرافیک است و بنابراین به‌طور یکسان و یکنواخت اتفاق نمی‌افتد (Guarin و Taylor، ۲۰۰۵). به‌همین خاطر در این مطالعه از دو عامل توپوگرافیک درصد شیب و جهت استفاده شد (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۴). عامل درصد شیب به این دلیل انتخاب شد که نقش مهمی در عمق خاک و میزان نفوذ آب به‌داخل خاک دارد و در نتیجه از این جنبه می‌تواند در پدیده زوال جنگل‌های بلوط نقش بازی کند. از طرف دیگر عامل جهت می‌تواند در میزان دریافت تابش خورشید و در نتیجه میزان تبخیر و تعرق و در پی آن پدیده زوال جنگل‌های بلوط نقش بازی کند (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۴). به‌منظور تهیه نقشه شیب و جهت استان لرستان از نقشه مدل رقومی ارتفاع بهره گرفته شد به این ترتیب که ابتدا این نقشه از سایت USGS دانلود و سپس در نرم‌افزار Arc GIS و با استفاده از دستور آنالیزهای سطحی مورد پردازش قرار گرفت. خصوصیات و ساختار توده و هم‌چنین رقابت درختی نیز از عواملی‌هستندکه در خشکیدگی درختان موثرند (Franklin و همکاران، ۱۹۸۷). با توجه به عدم دسترسی به اطلاعاتی از قبیل تراکم و تیپ پوشش گیاهی جنگل‌های استان لرستان، از شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده(NDVI) استفاده‌شد. بدین‌منظور از تصاویر مربوط به سنجنده OLI لندست ۸ استفاده شد. در ابتدا تصحیحات لازم ازجمله تصحیحات هندسی، اتمسفری و توپوگرافیک بر روی این تصویر در نرم‌افزار ENVI صورت گرفت و سپس با استفاده از دستور spectral index در نرم‌افزار ENVI شاخص پوشش گیاهی نرمال شده استان لرستان تهیه شد. بر اساس بررسی‌هایی که تا کنون در رابطه با شناسایی عوامل تاثیرگذار بر خشکیدگی جنگل‌ها و درختان صورت گرفته، گردوغبار از عوامل مهم تاثیرگذار شناسایی شده است (Farmer، ۱۹۹۳). با توجه به اینکه هدف این مطالعه بررسی وضعیت گرد و غبار استان لرستان در ۱۵ ساله‌اخیر و نقش آن در پدیده‌خشکیدگی‌جنگل‌های‌بلوط‌بود،از شاخص طوفان گرد و غبار (Dust Storm Index) برای بررسی و نقشه‌سازی گرد و غبار استفاده شد (O’ Loingsigh و همکاران، ۲۰۱۴). زراعت در زیر اشکوب یکی دیگر از عواملی است که در خشکیدگی جنگل‌های بلوط موثر درنظر گرفته می‌شود. در این مطالعه فاصله از اراضی کشاورزی نیز به‌عنوان‌یک‌عامل تشدیدکننده‌درنظرگرفته‌شد(حمزه‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). به این منظور از دستور Distance در نرم‌افزار GIS استفاده شد. نقشه فاصله از آب‌های سطحی نیز به‌همین ترتیب تهیه شد.

مدل رگرسیون لجستیک: مدل رگرسیون لجستیک علاوه بر این‌که امکان شناسایی متغیرهای موثر در تغییرات رخ داده را فراهم می‌کند، اهمیت و نقش نسبی این متغیرها را نیز مشخص می‌کند، ضمن این‌که امکان شناسایی موقعیت تغییرات در آینده نزدیک را نیز فراهم می‌کند (کامیاب و همکاران، ۱۳۸۹). این مدل از روش حداکثر احتمال برای شناسایی متغیرهای موثر و میزان اثرگذاری

www.SID.ir

Archive of SID

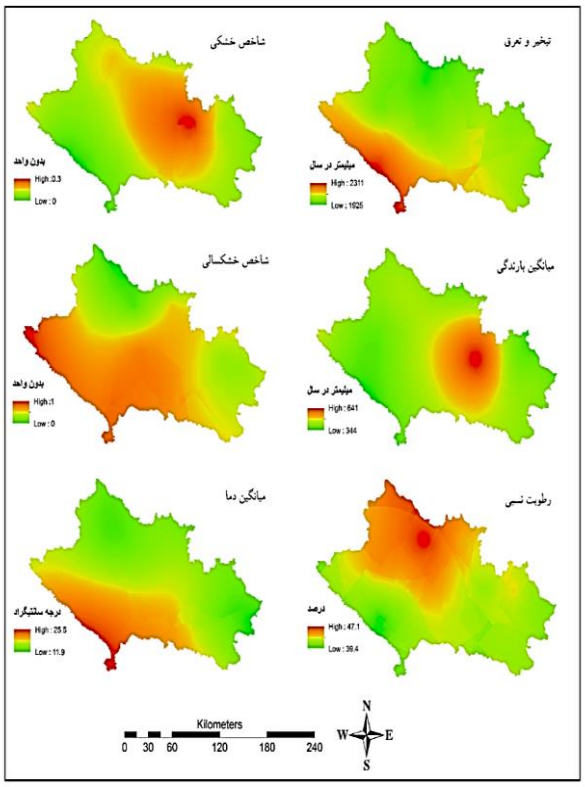
آن‌ها بهره می‌گیرد. برای بررسی و ارزیابی این مدل روش‌های مختلفی وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به بررسی شاخص Pseudo-R2 و شاخص ROC اشاره کرد. میزان قابل قبول Pseudo-R2 برای تایید رضامندی مدل در محدوده ۰/۲ تا ۰/۴ است (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۴). شاخص ROC به‌صورت عددی بین ۰ تا ۱ بیان می‌شود. ROC برابر ۱ نشان‌دهنده تطابق کامل نقشه واقعی و نقشه حاصل از مدل است و ROC برابر ۰/۵ نشان‌دهنده تصادفی بودن مدل تولید شده است (He و Lo، ۲۰۰۷). در ادامه مناطق جنگلی دارای زوال بالای ۵۰ درصد (تهیه شده از سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور) به‌عنوان متغیر وابسته و عوامل محیطی ذکر شده در جدول ۱ به‌عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل رگرسیون لجستیک در نرم‌افزار Idrisi tersest شدند. در نهایت نقشه حاصله از این مدل به ۵ طبقه فاقد احتمال خشکیدگی (۰ درصد)، احتمال خشکیدگی کم (۲۵-۰ درصد)، احتمال خشکیدگی متوسط (۵۰-۲۵ درصد)، احتمال خشکیدگی زیاد (۷۵-۵۰ درصد) و احتمال خشکیدگی خیلی‌زیاد(۱۰۰-۷۵ درصد) طبقه‌بندی شد. ضرایب حاصل از مدل رگرسیون لجستیک نشان‌دهنده میزان و نحوه اثرگذاری هر عامل محیطی در پدیده خشکیدگی است. به‌همین خاطر برای مقایسه میزان اثرگذاری عوامل محیطی مختلف از شاخص درصد اهمیت نسبی استفاده شد به این ترتیب که ابتدا تمامی ضرایب بدون در نظرگیری علامت بر بزرگ‌ترین ضریب تقسیم شدند و سپس نتیجه حاصل در عدد ۱۰۰ ضرب شد.

نتایج

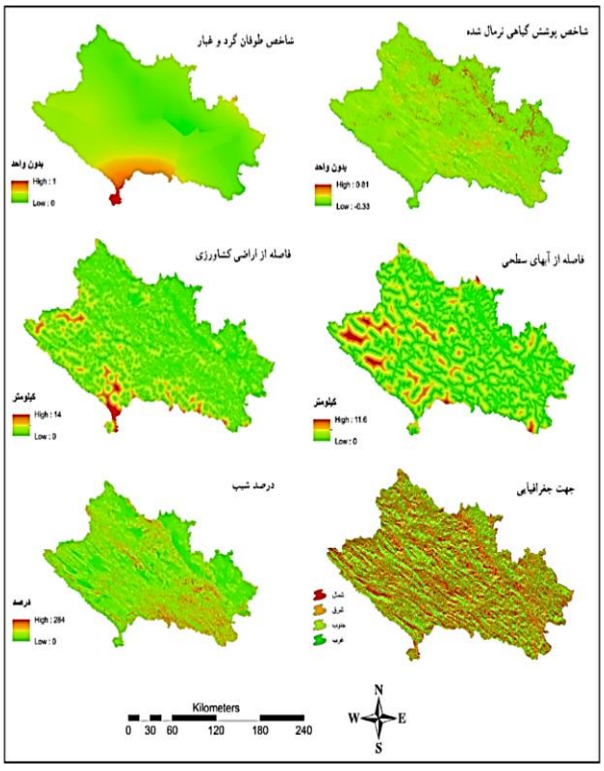
نقشه‌های مرتبط با عوامل اقلیمی در شکل ۲ به نمایش گذاشته شده‌است. براساس این شکل بیش‌ترین میزان دما مربوط به قسمت‌های جنوب و جنوب‌غربی استان و بیش‌ترین میزان بارندگی مربوط به حدفاصل قسمت‌های شرقی و شمال‌شرقی شهرستان خرم‌آباد تا قسمت‌های غربی شهرستان‌های ازنا و الیگودرز می‌باشد. تبخیر و تعرق مرجع نشان‌دهنده یک روند افزایشی به سمت جنوب و جنوب‌غرب این استان است. بیش‌ترین میزان درصد رطوبت نسبی مربوط به قسمت‌های شمالی و شمال‌شرقی استان است و یک روند کلی کاهشی نیز به سمت جنوب استان قابل مشاهده است. قسمت‌های جنوب‌غربی استان لرستان کم‌ترین میزان را از لحاظ شاخص خشکی دارند که این بیانگر تنش خشکی بالاتر در این مناطق است. مطابق این شکل مناطق جنوبی و جنوب‌غربی استان لرستان خشکسالی بیش‌تر و مناطق شرقی، شمالی و شمال‌شرقی خشکسالی کم‌تری را در ۱۵ سال اخیر تجربه کرده‌اند. تمامی ایستگاه‌های سینوپتیک استان لرستان حداقل خشکسالی با شدت متوسط را در این بازه زمانی تجربه کرده بودند. نقشه‌های مرتبط با عوامل غیراقلیمی در شکل ۳ به نمایش گذاشته شده است. براساس این شکل، درصد شیب در این استان بین ۰ تا ۲۸۵ درصد متغیر است و تمامی جهت‌های جغرافیایی در این استان کوهستانی قابل مشاهده است. شاخص پوشش گیاهی نرمال شده استان لرستان نیز دربردارنده ارزش‌های ۰/۳۳- تا ۰/۸۱ است که بیانگر وضعیت خوب این استان از لحاظ پوشش گیاهی است. قسمت‌های جنوبی و پس از آن قسمت‌های غربی و جنوب‌غربی استان بیش‌ترین میزان طوفان گرد و غبار را براساس شاخص DSI در ۱۵ ساله اخیر تجربه کرده‌اند. قسمت‌های شرقی و شمال‌شرقی نیز نسبتاً میزان بالایی از گرد و غبار را نشان می‌دهند که عمدتاً به‌خاطر بالا بودن شاخص DSI در ایستگاه‌های داران (اصفهان) و اراک و خمین (مرکزی) است. بالاترین میزان DSI مربوط به ایستگاه دزفول (خوزستان) بود و بالاترین میزان DSI در بین ایستگاه‌های سینوپتیک استان لرستان مربوط به ایستگاه پل‌دختر بود. هم‌چنین بیش‌ترین تراکم اراضی کشاورزی در مناطق شمالی این استان قرار دارد. شکل‌های ۴ و ۵ به‌ترتیب نقشه پیوسته و نقشه طبقات احتمال خشک شدن جنگل‌های استان لرستان حاصل از مدل رگرسیون لجستیک را نمایش می‌دهد. طبق این نقشه، قسمت‌های جنوبی و غربی و به‌خصوص قسمت‌های جنوب‌غربی جنگل‌های استان لرستان بیش‌ترین ریسک خشکیدن را دارا هستند. با توجه به این شکل حدود ۵۱/۳ درصد از جنگل‌های استان لرستان دارای ریسک خشکیدگی هستند که از این میان ۲۵/۳ درصد احتمال خشکیدگی کم، ۸/۷ درصد احتمال خشکیدگی متوسط، ۸/۸ درصد احتمال خشکیدگی زیاد و ۸/۵ درصد احتمال خشکیدگی خیلی زیاد را دارا هستند. ROC برابر با ۰/۹۳ و Pseudo-R2 برابر با ۰/۳۳ نشان‌دهنده کارایی خوب مدل رگرسیون لجستیک در این مطالعه بود. میزان تاثیرگذاری و اهمیت نسبی عوامل محیطی در شکل ۶ به نمایش درآمده است. بر این اساس عوامل اقلیمی بیش‌ترین تاثیرگذاری را داشتند که در این بین عوامل شاخص خشکی، دما و تبخیر و تعرق به‌ترتیب مهم‌ترین عوامل بودند. عوامل شاخص طوفان گرد و غبار، فاصله از کشاورزی و فاصله از آب‌های سطحی نیز به‌ترتیب بیش‌ترین تاثیرگذاری را در بین عوامل غیراقلیمی داشتند. هم‌چنین نتایج حاکی از وجود رابطه مستقیم بین احتمال خشک شدن جنگل‌های زاگرس استان لرستان با عوامل محیطی تبخیر و تعرق، شاخص شدت و فراوانی خشکسالی، دما، شاخص طوفان گرد و غبار، درصد شیب و فاصله از آب‌های سطحی و رابطه غیرمستقیم با سایر عوامل محیطی بود.

www.SID.ir

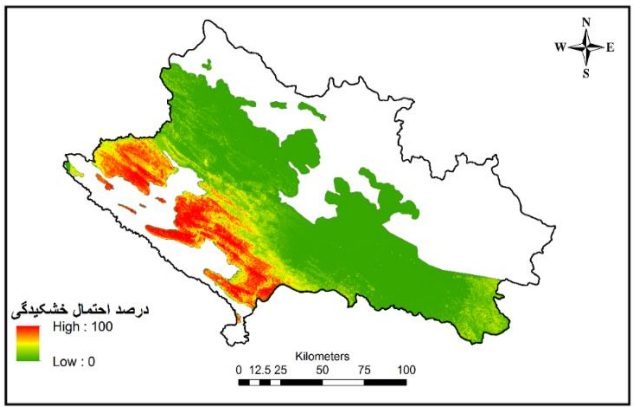
Archive of SID



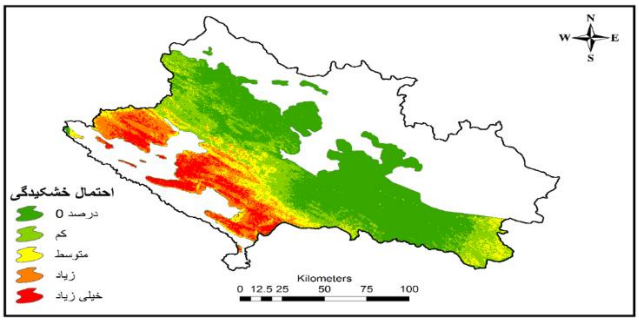
شکل ۲: عوامل اقلیمی استفاده شده در این مطالعه



شکل ۳: عوامل غیراقلیمی استفاده شده در این مطالعه



شکل ۴: نقشه پیوسته احتمال خشک شدن جنگل‌های استان لرستان



شکل ۵: نقشه طبقات احتمال خشک شدن جنگل‌های استان لرستان

شکل ۶: درصد اهمیت نسبی عوامل محیطی

بحث

در این مطالعه عوامل اقلیمی بیش‌ترین نقش را در خشکیدگی جنگل‌های استان لرستان نشان دادند. این یافته مطابق با نتایج مطالعات قبلی در رابطه با خشکیدگی جنگل‌های زاگرس در استان‌های لرستان (توکلی و پیروزی، ۱۳۹۰؛ عطارد و همکاران، ۱۳۹۴)، ایلام (حسینی، ۱۳۹۰؛مهدوی‌وهمکاران،۱۳۹۳)،فارس(حمزه‌پورو همکاران، ۱۳۹۰) و مطالعاتی که در این رابطه در کل گستره جنگل‌های زاگرس صورت گرفته (عطارد و صادقی، ۱۳۹۲؛ خسروپور و همکاران، ۱۳۹۳) بود. در بین عوامل اقلیمی عامل شاخص خشکی بیش‌ترین

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیرگذاری را از خود نشان داد بنابراین هرچه بارش کاهش یافته و تبخیر و تعرق افزایش یابد احتمال رخداد پدیده زوال افزایش می‌یابد. میزان اثرگذاری شاخص خشکی یعنی نسبت بارش به تبخیر و تعرق در پدیده زوال نسبت به میزان اثرگذاری جداگانه بارش یا تبخیر و تعرق بالاتر بود و این می‌تواند به اهمیت تاثیر توامان این دو عامل اشاره کند. عطارد و صادقی (۱۳۹۲) در مطالعه خود روی پارامترهای اقلیمی زاگرس به افزایش دما، تبخیر و تعرق روزانه، سرعت نسبی باد و کاهش بارندگی، رطوبت نسبی و در نهایت شاخص خشکی دومارتن پی‌بردند. اقداماتی مانند شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکیدگی و استفاده از بذرهای آن‌ها برای جوان‌سازی تدریجی جنگل‌ها، جایگزینی درختان آلوده قطع شده، مدیریت بهتر منابع آب از طریق اقداماتی نظیر احداث تشتک پای درختان و نهال‌ها به‌منظور جمع‌آوری آب باران، ازجمله اقدامات سازگارکننده برای مقابله با تغییرات اقلیمی هستند. پس از عوامل اقلیمی، گرد و غبار بیش‌ترین میزان تاثیرگذاری را بر ریسک خشکیدگی جنگل‌های استان لرستان داشت. ازطرف دیگر رابطه مستقیم بین احتمال خشکیدگی با درصد شیب و فاصله از آبراهه‌ها و رابطه منفی با فاصله از اراضی کشاورزی نشان از نقش تشدیدکننده این عوامل است. مدیریت مشارکتی جنگل‌های زاگرس ازجمله راهکارهایی است که می‌تواند مواردی مانند زراعت در زیر اشکوب را به‌حداقل برساند. شاخص پوشش گیاهی نرمال شده با احتمال خشکیدگی رابطه منفی نشان داد که بیانگر احتمال بالاتر خشکیدگی در مناطق با تراکم کم‌تر پوشش گیاهی است درحالی‌که حسینی و همکاران (۱۳۹۲) به این نتیجه رسیدند که رقابت درختی وابسته به انبوهی توده از عوامل مستعد کننده مرگ و میر درختان در شرایط خشکسالی است. این اختلاف به‌خاطر مقیاس متفاوت دو مطالعه و نقش بالای عوامل اقلیمی در پدیده زوال و از طرف دیگر وابستگی زیاد پوشش گیاهی به عوامل اقلیمی قابل توجیه است. نقشه ریسک زوال جنگل‌های زاگرس استان لرستان حاصل از مدل رگرسیون لجستیک بیانگر ریسک بالاتر خشکیدگی در قسمت‌های جنوبی، غربی و به‌خصوص جنوب‌غربی جنگل‌های بلوط استان لرستان بود. در نتیجه این مناطق از اولویت بالاتری نسبت به سایر قسمت‌ها برای انجام اقدامات حفاظتی و پیشگیرانه برخوردارند و انجام اقداماتی نظیر مدیریت کارآمدتر منابع آب، جلوگیری از زراعت و دامداری زیر اشکوب، جلوگیری از جنگل‌زدایی، شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکیدگی و استفاده از بذرهای آن‌ها برای جنگل‌کاری مصنوعی، قطع درختان خشکیده آلوده به آفات برای جلوگیری از انتقال به سایر درختان و استفاده از روش‌های زیستی برای مبارزه با آفات در این مناطق می‌تواند از روند سریع این پدیده در کوتاه‌مدت بکاهد. اگرچه خود تغییرات اقلیمی به‌طور مستقیم نیز می‌تواند بر گونه‌ها تاثیر گذارد ولی این تاثیرات عمدتاً از طریق تاثیر بر زیستگاه گونه‌ها صورت می‌گیرد. در این بین با توجه به حساسیت بالای اکوسیستم‌های جنگلی به تغییرات اقلیمی (Walther و همکاران، ۲۰۰۲)، گونه‌های جنگلی با مخاطرات بیش‌تری در برابر تغییرات اقلیمی مواجه هستند به‌نحوی‌که Harrison و همکاران (۲۰۰۶) به این نتیجه رسیدند که احتمال نابودی ۹۸ درصد از زیستگاه سنجاب در قاره اروپا تا اواخر قرن ۲۱ در اثر تغییر اقلیم وجود دارد. باتوجه به موارد گفته شده حفاظت از جنگل‌های زاگرس از طریق انجام اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه تنها راه نجات گونه‌های وابسته به این جنگل‌ها هستند. در این بین با توجه به محدودیت‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی موجود نیاز به اولویت‌بندی این جنگل‌ها به‌منظور انجام اقدامات حفاظتی مناسب است. در این راستا مطالعه پیش‌رو باتوجه به درنظرگیری عوامل گوناگون تاثیرگذار می‌تواند به‌عنوان مدلی برای استفاده در سایر بخش‌های جنگل‌های زاگرس مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود مطالعات بعدی در تمام گستره زاگرس و با در نظرگیری تمامی عوامل تاثیرگذار دیگر ازجمله عمق و نوع خاک و تیپ پوشش گیاهی (پروانه و همکاران، ۱۳۹۵) صورت پذیرد.

تشکر و قدردانی

از همکاری سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور در بحث تبادل اطلاعات صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **احمدی، ش.؛ زاهدی‌امیری، ق. و مروی‌مهاجر، م.ر.، ۱۳۹۵.** تهیه نقشه خشکیدگی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) با استفاده از روش زمین آمار در دشت برم استان فارس. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. سال ۲۴، شماره ۳، صفحات ۴۳۹ تا ۴۵۰.

۲. **بیرانوند، ا.؛ عطارد، پ.؛ توکلی، م. و مروی‌مهاجر، م.ر.، ۱۳۹۴.** زوال بوم‌سازگان جنگلی زاگرس؛ علل، پیامدها و راهکارها. فصلنامه جنگل و مرتع. شماره ۱۰۶، صفحات ۱۷ تا ۲۹.

۳. **پروانه، ا.؛ اعتماد، و.؛ مروی‌مهاجر، م.ر.؛ زاهدی‌امیری، ق. و عطارد، پ.، ۱۳۹۵.** بررسی ارتباط بین مقدار خشکیدگی درختان بلوط ایرانی با تیپ جنگل، خصوصیات خاک و شرایط توپوگرافی در جنگل‌های قلاجه کرمانشاه. مجله جنگل ایران. سال ۸، شماره ۳، صفحات ۲۶۳ تا ۲۷۵.

۴. **توکلی، م. و پیروزی، ف.، ۱۳۹۰.** بررسی مقدماتی علل خشکیدگی بلوط در جنگل‌های منطقه بلوران کوهدشت. همایش ملی جنگل‌های زاگرس مرکزی، قابلیت‌ها و تنگناها. لرستان.

۵. **توکلی، م.؛ محمدی‌نژاد، م.ر. و پیروزی، ف.، ۱۳۹۱.** بررسی پدیده زوال و خشکیدگی درختان بلوط *Oak decline* در عرصه‌های جنگلی استان لرستان. نخستین همایش ملی حقوق محیط‌زیست و منابع طبیعی زاگرس. خرم‌آباد.

www.SID.ir

Archive of SID

۶. **ثاقب‌طالبی، خ.؛ ساجدی، ت. و یزدیان، ق.، ۱۳۸۳.** نگاهی به جنگل‌های ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۵۶ صفحه.

۷. **جزیره‌ای، م.ح. و ابراهیمی‌رستاقی، م.، ۱۳۸۲.** جنگل‌شناسی زاگرس. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۶۰ صفحه.

۸. **حسینی، ا.، ۱۳۹۰.** بررسی میزان آلودگی درختان به سوسک‌های چوب‌خوار و ارتباط آن با شرایط رویشگاهی در جنگل‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در استان ایلام. دو فصلنامه تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۵۳ تا ۶۶.

۹. **حسینی، ا.؛ حسینی، س.م.؛ رحمانی، ا. و آزادفر، د.، ۱۳۹۲.** مقایسه خصوصیات محیط‌های رقابتی توده‌های سالم بلوط ایرانی و توده‌های متاثر از زوال بلوط در استان ایلام. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. سال ۲۱، شماره ۴، صفحات ۶۰۶ تا ۶۱۶.

۱۰. **حمزه‌پور، م.؛ کیادلیری، ه. و بردبار، س.ک.، ۱۳۹۰.** بررسی مقدماتی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی در دشت برم کازرون، استان فارس. جنگل و صنوبر ایران. سال ۱۹، شماره ۲، صفحات ۳۵۲ تا ۳۶۳.

۱۱. **خسروپور، ن.؛ میرزایی، ج. و دوستکامی، س.، ۱۳۹۳.** بررسی عوامل موثر بر خشکیدگی جنگل‌های بلوط زاگرس. دومین همایش ملی منابع طبیعی ایران با محوریت علوم جنگل. کردستان.

۱۲. **عباسی، س.؛ حسینی، س.؛ پیله‌ور، ب. و زارع، ح.، ۱۳۸۸.** اثر حفاظت بر تنوع زیستی گونه‌های چوبی در منطقه اشترانکوه لرستان. مجله جنگل ایران. سال ۲، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۰.

۱۳. **کامیاب، ح.؛ سلمان‌ماهینی، ع.؛ حسینی، م. و غلامعلی‌فرد، م.، ۱۳۸۹.** اتخاذ رهیافت اطلاعات محور با کاربرد روش رگرسیون لجستیک برای مدل‌سازی توسعه شهری گرگان. محیط‌شناسی. دوره ۳۶، شماره ۵۴، صفحات ۸۹ تا ۹۶.

۱۴. **عطارد، پ. و صادقی، م.، ۱۳۹۲.** بررسی پارامترهای اقلیمی زاگرس. نخستین همایش ملی مخاطرات محیط زیست زاگرس. خرم‌آباد.

۱۵. **عطارد، پ.؛ صادقی، س.م.م.؛ طاهری‌سرتشنیزی، ف.؛ ساروئی، س.؛ عباسیان، پ.؛ مسیح‌پور، م.؛ کردستمی، ف. و دریکوندی، ا.، ۱۳۹۴.** اثرگذاری عوامل اقلیمی و تبخیر و تعرق بر زوال جنگل‌های زاگرس مرکزی در استان لرستان. فصلنامه تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران. سال ۱۳، شماره ۲، صفحات ۹۸ تا ۱۱۴.

۱۶. **قربانلی، م.، ۱۳۸۱.** جغرافیای گیاهی، انتشارات سمت. ۳۱۶ صفحه.

۱۷. **محمدی، س. و دلاور، م.ر.، ۱۳۹۳.** مدل‌سازی توسعه شهری با روش رگرسیون لجستیک مطالعه موردی: شهر سنندج. نشریه علوم و فنون نقشه‌برداری. دوره ۴، شماره ۲، صفحات ۷۷ تا ۸۶.

۱۸. **محمودزاده، ح. و خوشروی، ق.، ۱۳۹۴.** کاربرد رگرسیون لجستیک در مدل‌سازی توسعه شهری (مطالعه موردی: منطقه شهری بناب). مطالعات شهری. دوره ۴، شماره ۱۴، صفحات ۳۱ تا ۴۶.

۱۹. **مروی‌مهاجر، م.ر.، ۱۳۹۰.** جنگل‌شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۰ صفحه.

۲۰. **مهدوی، ع.؛ میرزایی، ج. و کرمی، ا.، ۱۳۹۳.** وضعیت درختان خشکیده در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های منطقه بیوره استان ایلام). نشریه توسعه پایدار جنگل‌ها. سال ۴، شماره ۱، صفحات ۳۲۹ تا ۳۴۰.

۲۱. **مهدوی، ع.؛ میرزایی‌زاده، و.؛ نیک نژاد، م. و کرمی، ا.، ۱۳۹۴.** بررسی و پیش‌بینی زوال درختان بلوط با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک (جنگل‌های بیوره ملکشاهی). فصلنامه تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران. سال ۱۳، شماره ۱، صفحات ۲۰ تا ۳۲.

۲۲. **میرزادی، ز.؛ پیله‌ور، ب.؛ علی‌جانی، و. و ویس‌کرمی، ز.، ۱۳۹۱.** بررسی لیست فلورستیک و تنوع گیاهی جنگل‌های شوراب در استان لرستان. اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست. همدان.

۲۳. **نادی، م.؛ جامعی، م.؛ بذرافشان، ج. و جنت‌رستمی، س.، ۱۳۹۱.** ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی داده‌های بارندگی ماهانه و سالانه (مطالعه موردی، استان خوزستان). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۴۴، صفحات ۱۱۷ تا ۱۳۰.

۲۴. **Beier, C M.; Sink, S.E.; Hennon, P.E.; D'Amore, D.V. and Juday, G.P., 2008.** Twentieth century warming and the dendroclimatology of declining yellow cedar forests in southeastern Alaska. Canadian Journal of Forest Research. Vol. 38, pp: 1319-1334.

۲۵. **Bigler, C.; Barker, O.U.; Bugmann, H.; Dobbertin, M. and Rigling, A., 2006.** Drought as an inciting mortality factor in Scots pine stands of the Valais, Switzerland. Ecosystems. Vol. 9, pp: 330-343.

۲۶. **Das, A.J.; Battles, J.; Van Mantgemd, P.J. and Stephenson, N.L., 2008.** Spatial elements of mortality risk in old-growth forests. Ecology. Vol. 89, pp: 1744-1756.

۲۷. **Espadafor, M.; Lorite, I.J.; Gavilan, P. and Berengena, J., 2011.** An analysis of the tendency of reference evapotranspiration estimates and other climate variables during last 45 years in Southern Spain. Agricultural Water Management. Vol. 98, pp: 1045-1061.

۲۸. **Farmer, A., 1993.** The effects of dust on vegetation-a review. Environmental Pollution. Vol. 79, pp: 63-75.

۲۹. **Franklin, J.F.; Shugart, H.H. and Harmon, M.E., 1987.** Tree death as an ecological process. Bioscience. Vol. 37, pp: 550-556.

۳۰. **Guarin, A. and Taylor, A.H., 2005.** Drought triggered tree mortality in mixed conifer forests in Yosemite National Park, California, USA. Forest ecology and management. Vol. 218, pp: 229-244.

۳۱. **Harrison, P.A.; Berry, P.M.; Butt, N. and New, M., 2006.** Modeling climate change impacts on species' distributions at the European scale: implications for conservation policy. Environmental Science and Policy. Vol. 9, pp: 116-128.

۳۲. **He, Z. and Lo, C., 2007.** Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. Computers, Environment and Urban Systems. Vol. 31, No. 6, pp: 667-688.

۳۳. **Keenan, J.R.; Reams, G.R.; Achard, F.; de Freitas, V.J.; Grainger, A. and Lindquist, E., 2015.** Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. Forest Ecology and Management. Vol. 352, pp: 9-20.

۳۴. **Koprowski, L.J.; Gavish, L. and Doumas, S.L., 2016.** Sciurus anomalus. Mammalian Species. Vol. 48, No. 934, pp: 48-58.

۳۵. **Mackee, B.; Nolan, T.; Dooesken, J. and Kleist, J., 1995.** Drought monitoring with multiple timescale. Conference on Applied Climatology. Bostun.

۳۶. **Newbery, D.M. and Lingenfelder, M., 2009.** Plurality of tree species responses to drought perturbation in Bornean tropical rain forest. Plant Ecology. Vol. 201, pp: 147-167.

۳۷. **O'Loingsigh, T.; McTainsh, G.H.; Tews, E.K.; Strong, C.L.; Leys, J.F.; Shinkfield, P. and Tapper, N.J., 2014.** The Dust Storm Index (DSI): A method for monitoring broadscale wind erosion using meteorological records. Aeolian Research. Vol. 12, pp: 29-40.

۳۸. **Segan, D.B.; Murray, K.A. and Watson, J.E, 2016.** A global assessment of current and future biodiversity vulnerability to habitat loss-climate change interactions. Global Ecology and Conservation. Vol. 5, pp: 12-21.

۳۹. **UNEP (United Nations Environment Programme). 1997.** World atlas of desertification 2ED. UNEP, London.

۴۰. **Walther, G.R.; Post, E.; Convey, P.; Menzel, A.; Parmesan, C.; Beebee, T.J.C.; Fromentin, J.M.; Hoeghguldberg, O. and Bairlein, F., 2002.** Ecological responses to recent climate change. Nature. Vol. 416, pp: 389-395.

www.SID.ir