نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی
سال دوازدهم | شماره چهل و ششم | تابستان ۱۴۰۰
وصول: ۹۹/۱۰/۱۷ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲۵
صص ۱۶-۱

بررسی اثرات خشکسالی هواشناسی بر خشکیدگی جنگل‌های بلوط غرب ایران، مورد مطالعه (جنگل‌های استان لرستان)

مهران زند[۱]، مرتضی میری*[۲]، طیب رضیئی[۳]، علی اکبر نوروزی[۴]
۱ و ۴- دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.
۲ و ۳- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

چکیده

هدف این پژوهش بررسی ارتباط میان خشکسالی‌های هواشناسی و خشکیدگی جنگل‌های استان لرستان با استفاده از برداشت‌های میدانی (به کمک GPS)، تصاویر ماهواره‌ای مودیس(۲۰۰۰-۲۰۱۷) و داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک استان لرستان طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۸۰ می‌باشد. نتایج مطالعات میدانی نشان داد مناطق جنوب و جنوب‌غرب استان لرستان به‌ویژه پلدختر و کوهدشت از مهم‌ترین مناطق درگیر با پدیده خشکیدگی هستند. بررسی سری‌های زمانی مقادیر سبزینگی جنگل‌ها نشان داد اولین کاهش سبزینگی محسوس در سال ۲۰۰۴ (۱۳۸۳) و در ادامه با شدت بیشتر در سال ۲۰۰۸ (۱۳۸۷) رخ داده است. بررسی سری‌های زمانی شاخص SPI ایستگاه‌های استان نشان داد که رخدادهای خشکسالی در مناطق جنوب غرب و مرکز استان لرستان از فراوانی و شدت بیشتری برخوردار بوده‌اند. بررسی ارتباط میان سبزینگی جنگل‌های استان با رخدادهای خشکسالی در مقیاس‌های زمانی ۳ ماهه تا ۲۴ ماهه نشان داد که افزایش دوره‌های خشکسالی با تداوم بالا به‌ویژه در مقیاس‌های زمانی نه ماهه و دوازده ماهه بیشترین تأثیر را بر کاهش شادابی و سبزینگی جنگل‌های لرستان دارا بوده‌اند. میزان همبستگی میان نمایه NDVI با نمایه SPI در مقیاس‌های زمانی نه ماهه و دوازده ماهه طی فصل بهار در بیشتر مناطق استان بیش از ۰/۲۰ و در مناطق ریمله، خرم‌آباد، پلدختر و درود به ۰/۵ تا ۰/۶ می‌رسد.

کلید واژه‌ها: بارش، SPI، شدت و مدت خشکسالی، سبزینگی، خشکیدگی جنگل.

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۵۸۸۳۹۸۷
Email: Morteza.miri64@gmail.com

مقدمه

تغییر در شرایط آب و هوایی و رخداد پدیده‌های حدی، به ویژه افزایش درجه حرارت و دی اکسیدکرین جو، تغییر در مقادیر بارش و همچنین تغییر در فراوانی و شدت رخدادهای اقیمی همانند خشکسالی تاثیر قابل توجهی بر جنگل‌های جهان می‌گذارد(Sohngen & Sedjo, 1998). خشکسالی یکی از پدیده‌های حدی اقلیمی است که بر اساس شواهد تاریخی و دیرینه اقلیمی همیشه محیط فیزیکی و اکوسیستم‌های طبیعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. رخداد خشکسالی با طیف وسیعی از شرایط اقلیمی همانند افزایش درجه حرارت، افزایش نرخ تبخیر و تعرق، تعداد ساعات آفتابی بیشتر، افزایش بخار آب و کاهش بارش در ارتباط است، از اینرو خشکسالی‌ها می‌توانند تاثیرات متفاوتی بر رشد و عملکرد جنگل‌ها در شرایط متفاوت آب وهوایی و زیست محیطی بگذارند.در زمینه تاثیرپذیری جنگل‌ها از تغییرپذیری متغیرهای اقلیمی و پدیده‌های حدی اقلیمی مانند خشکسالی در بسیاری از مطالعات بر نقش مهم تنش‌های حرارتی و آبی بر کاهش رشد و عملکرد درختان تاکید شده است. Desprez-Loustau و همکاران (2006) با بررسی اثرات متقابل تنش خشکسالی و بیماری بر درختان جنگلی بیان کردند که اگرچه بیشتر پاتوژن‌ها در شرایطی که میزان آب پتانسیل مورد نیاز برای رشد گیاه پایین تر از حداقل آن باشد، بخوبی رشد می‌کنند، ولی در حالت کلی اثر خشکسالی بر بیماری‌های جنگل منفی است. Borken و همکاران (2006) با شبیه سازی خشکسالی‌های طولانی مدت در جنگل‌های معتدل بیان کردند که کاهش خشکسالی‌های شدید تابستانه سبب افزایش ذخیره سازی کرین در خاک می‌شود. Hogg و همکاران (2008) اثرات خشکسالی منطقه‌ای را در بهره‌وری، سرخشکیدگی و بیوماس جنگل‌های آسپین غرب کانادا مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مرگ و میر و سرخشکیدگی جنگل‌ها بهترین همبستگی را با شاخص رطوبت سالانه آب و هوا دارد که با شدت خشکسالی‌های کوتاه مدت اندازه‌گیری شده در ارتباط است. Klos و همکاران (2009) با استفاده از شاخص خشکسالی پالمر به بررسی اثرات خشکسالی بر رشد و مرگ و میر جنگل‌های جنوب شرق ایالات متحده طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۱ پرداختند. نتایج آنها نشان داد که با افزایش شدت خشکسالی‌ها، کاهش قابل توجهی در رشد گونه‌های صنوبر و بلوط مشاهده می‌شود. Allen و همکاران (2010) ۸۸ مورد زوال جنگل‌ها در اثر تنش‌های حرارتی و خشکسالی را مستند کردند. Saatchi و همکاران (2013) با بررسی اثرات ماندگار خشکسالی شدید سال ۲۰۰۵ در جنگل‌های آمازون بیان کردند که ۷۰ میلیون هکتار از جنگل‌های غرب آمازون طی این دوره با کمبود آب مواجه شده‌اند. کمبود آب مورد نیاز سبب کاهش چشمگیر تاج پوشش و همچنین رطوبت آنها شده بود. Vose و همکاران (2016) با بررسی اثرات خشکسالی بر جنگل‌های ایالات متحده بیان کردند که خشکسالی‌های شدید می‌توانند تغییرات گسترده در جنگل‌ها ایجاد کنند، با این حال خشکسالی‌های متوسط نیز می‌توانند تاثیر درزامدت بر ساختار و عملکرد جنگل‌ها و مراتع داشته باشند. Gentilesca و همکاران (2017) با بررسی زوال بلوط در ارتباط با خشکسالی بیان کردند که رخداد خشکسالی عامل اصلی زوال بلوط در حوضه دریای مدیترانه است و عوامل دیگر مانند افزایش دما، آفات و امراض و ... می‌تواند این زوال را تشدید کند.

کشور ایران دارای افزون بر با داشتن ۱۴ میلیون هکتار جنگل در دو نوار کوهستانی البرز در شمال و زاگرس در غرب کشور است که دستخوش دخالت های گسترده انسانی و نیز پدیده های فرین اقلیمی مانند خشکسالی‌های گسترده و درازمدت است (میری، ۱۳۹۵). براساس گزارش سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور طی دهه اخیر قسمت زیادی از جنگل‌های زاگرس دچار خشکیدگی و یا در حال خشک شدن است. جنگل‌های منطقه زاگرس (دومین عرصه عظیم جنگلی ایران) از نظر وسعت، تنوع گونه، کاربرد در زندگی مردم، تأمین اقتصاد بعضی خانوارها و نیز غیره دارای اهمیت بسزایی هستند (پاپلی یزدی و فتح نیا، ۱۳۸۴). مساحت جنگل‌های زاگرس در گذشته بیش از ۱۰ میلیون هکتار بود، اما به دلیل بهره‌برداری‌های بی‌رویه طی سالیان متمادی، مساحت این جنگل‌ها با تاج‌پوشش بیش از ۵ درصد حدود ۵ میلیون هکتار و با تاج‌پوشش بیش از یک درصد ۷ میلیون هکتار برآورد شده است (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲؛ علیجانپور و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به اهمیت این جنگل‌ها، تغییرات آن‌ها همواره مورد توجه پژوهشگران

رشته‌های مرتبط قرار گرفته است. میرموسوی و کریمی (۱۳۹۲) با استفاده تصاویر سنجنده مودیس اثر خشکسالی روی پوشش گیاهی استان کردستان را طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که بین میانگین شاخص‌های SPI و NDVI همبستگی بالایی در سطح معناداری یک‌درصد وجود دارد و با کاهش تقریباً ۲۰.۰- از میزان شاخص SPI، به طور متوسط ۲.۱ درصد سطح پوشش گیاهی ضعیف افزایش می‌یابد. عطارد و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی اثرگذاری عوامل اقلیمی بر زوال جنگل‌های استان لرستان بیان کردند که تغییر عوامل اقلیمی و تبخیر مرجع در زمان کوتاه یکی از مهم‌ترین دلایل خشکیدگی جنگل‌های استان لرستان است. میری (۱۳۹۵) اثر تغییر اقلیم بر خشکیدگی جنگل‌های بلوط غرب کشور را با استفاده از مطالعات گاهشناسی درختی و دورسنجی بررسی و نشان داد که تنش‌های حرارتی و آبی به‌عنوان عامل اصلی خشکیدگی جنگل‌های بلوط غرب کشو مطرح است و تغییر در شرایط آب و هوایی منطقه به‌طور مستقیم و غیرمستقیم سبب میرایی درختان این منطقه شده است. رستمی‌نیا و آخوندزاده (۱۳۹۵) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست به بررسی خشکیدگی و میزان تأثیرگذاری تغییرات بارش و گرد و غبار در افزایش روند خشکیدگی درختان جنگلی استان ایلام پرداختند و نشان دادند که تغییرات بارش ۶۲ درصد و گرد و غبار ۳۸ درصد در خشکیدگی درختان بلوط منطقه نقش داشته اند. کوه سلطانی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی پتانسیل خشکیدگی جنگل‌های بلوط زاگرس با استفاده از GIS و RS پرداختند و نشان دادند که مناطق جنوبی و غربی با افزایش ارتفاع، کاهش عمق خاک، افزایش دما و کاهش بارندگی، مستعد خشکیدگی شدید جنگل هستند.

براساس مطالعات انجام شده و گزارش‌های میدانی طی دهه اخیر مشکلات جنگل‌های زاگرس روند افزایشی یافته است و استان‌های دارای این جنگل‌ها، به‌ویژه استان‌های لرستان، ایلام، کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری به طور گسترده‌ای با پدیده خشکیدگی مواجه شده‌اند. تغییرات آب و هوایی و نوسانات بارندگی و دما، گسترش مکانی و زمانی گرد و غبار از کانون‌های غربی در کشورهای مجاور و داخل کشور، هجوم آفت و بیماری‌ها، عوامل فیزیوگرافی به‌همراه عوامل انسانی از مهمترین دلایل رخداد خشکیدگی بیان شده‌اند که بیشتر این موارد به صورت فرضیه مطرح شده‌اند و اثبات آنها نیاز به مطالعات بیشتر و جامع‌تری دارد. با توجه به اینکه نتایج بیشتر مدل‌های تغییر اقلیم برای سال‌های آتی بیانگر افزایش درجه حرارت کره زمین و در مقیاس کوچکتر افزایش درجه حرارت ایران می‌باشند و این افزایش سبب تشدید تبخیر و تعرق، کاهش بارش و غیره می‌شود، ضرورت بررسی اثرات خشکسالی بر روی جنگل‌های زاگرس بیش از پیش احساس می‌شود؛ چرا که شناسایی متغیرهای اقلیمی و تغییرات آنها در درازمدت می‌تواند در پایش خشکیدگی جنگل‌ها، برنامه‌ریزی و مدیریت در سطح کلان برای کنترل خشکیدگی و احیای مجدد آنها، کمک قابل توجهی کند. از اینرو با توجه به نقش مهم تنش‌های خشکی و حرارتی در خشک شدن درختان و از طرف دیگر نقش مهم جنگل‌های منطقه از نظر طبیعی و انسانی، در این پژوهش سعی بر این شده است که با یک دیدگاه ترکیبی و استفاده از مطالعات میدانی، قابلیت‌های سنجش از دوری و داده‌های ایستگاه‌های سازمان هواشناسی، تأثیر رخداد خشکسالی بر تغییرات سبزینگی جنگل‌های استان لرستان مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

مواد و روش بررسی

موقعیت جغرافیایی منطقه پژوهش

منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر جنگل‌های استان لرستان در غرب ایران است. استان لرستان با مساحت ۲۸۵۵۹ کیلومترمربع در غرب ایران، ۱/۷ درصد از کل مساحت کشور را دربرمی‌گیرد. این استان بین مدارهای ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرارگرفته است. استان لرستان به واسطه موقعیت جغرافیایی خود از جاذبه‌های طبیعی زیادی برخودار است. جنگل های موجود در این استان از جمله جاذبه های طبیعی آن است که سرسبزی خاصی به این استان بخشیده است که در حدود یک میلیون ۲۳۰ هزار هتکار (عطارد و همکاران، ۱۳۹۴)، از سطح استان را شامل می‌شوند. براساس مطالعات انجام شده در خصوص منابع جنگلی استان لرستان، جنگل‌ها از ارتفاع ۷۰۰ متری از سطح دریا در منطقه کرکی از توابع شهرستان پلدختر شروع شده و تا ارتفاع ۳۵۰۰ متری در

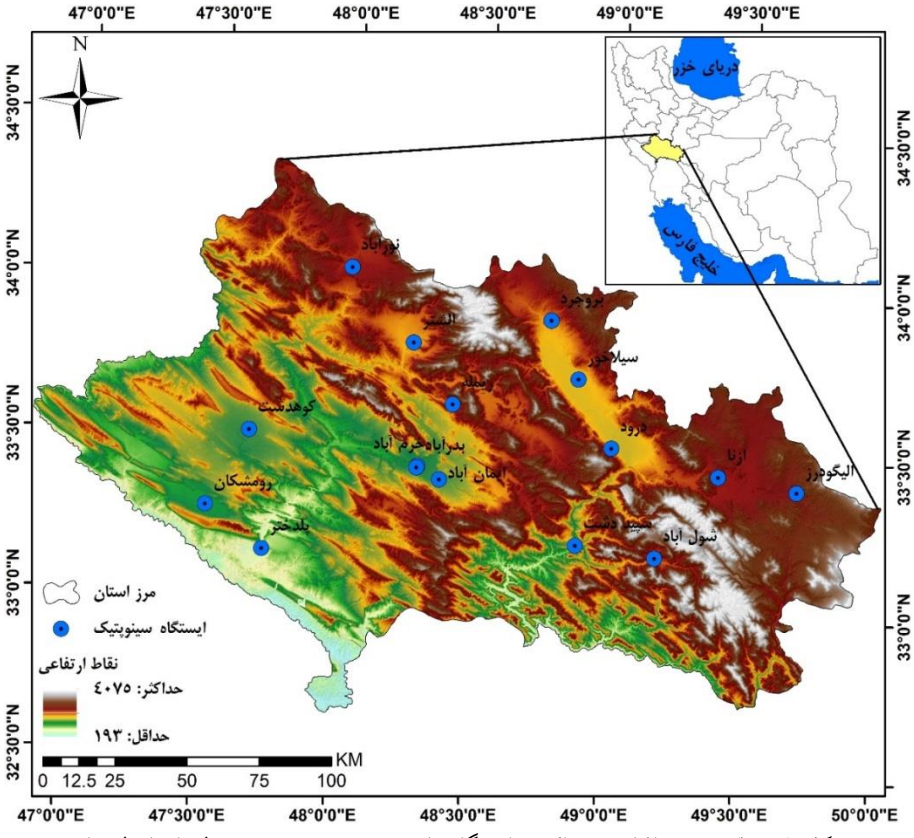
ارتفاعات اشترانکوه در شمال‌غرب استان به چشم می‌خورد. استان لرستان بعنوان یکی از استان‌های زاگرس میانی، با داشتن رویشگاه مناسبی از درختان جنگلی با تیپ غالب بلوط ایرانی (Quercus persica) و پسته وحشی و داشتن گونه‌های منحصر به فرد لرگ، زالزالک، گلابی وحشی، آلبالوی وحشی، انواع بادام کیکم، زبان گنجشک، نارون، مو وحشی و نظایر آن مطرح است(آمایش استان لرستان، ۱۳۸۷).

داده‌های مورد استفاده

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل مطالعات میدانی و برداشت موقعیت نقاط خشکیدگی با استفاده از GPS (توسط تیم پژوهش)، اطلاعات جنگل‌های منطقه و مکان‌های خشکیدگی (تعیین‌شده به‌وسیله مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان)، فایل مکان‌های خشکیدگی (تعیین‌شده از سوی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کل کشور)، داده‌های میانگین بارش ماهانه ایستگاه‌های سینوپتیک استان لرستان و محصول NDVI شانزده‌روزه سنجنده مودیس می‌باشد.

روش تحقیق

در این پژوهش ابتدا با بازدیدهای میدانی انجام‌شده در سطح جنگل‌های استان، پهنه‌های از جنگلهای بلوط که دچار خشکیدگی و یا در حال خشک شدن بودند شناسایی شدند. این بازدیدهای میدانی به‌وسیله گروه پژوهشی خشکسالی و تغییر اقلیم پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و همکاران آنها در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان طی چند دوره متفاوت انجام شده است. طی بازدیدهای انجام شده با استفاده از GPS موقعیت مکانی ۲۲۴ نقطه دچار خشکیدگی در پهنه‌های مختلف استان برداشت شد و با انتقال مختصات آن‌ها به محیط نرم‌افزار GIS موقعیت مکانی آن‌ها روی نقشه جنگل‌های استان مشخص شد. قابل‌ذکر است که تعداد ۱۷۳ نقطه برداشت‌شده حاصل مطالعات میدانی گروه پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و همکاران آنها در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان و ۵۱ نقطه بدیگر به‌وسیله سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کل کشور برداشت شده است.



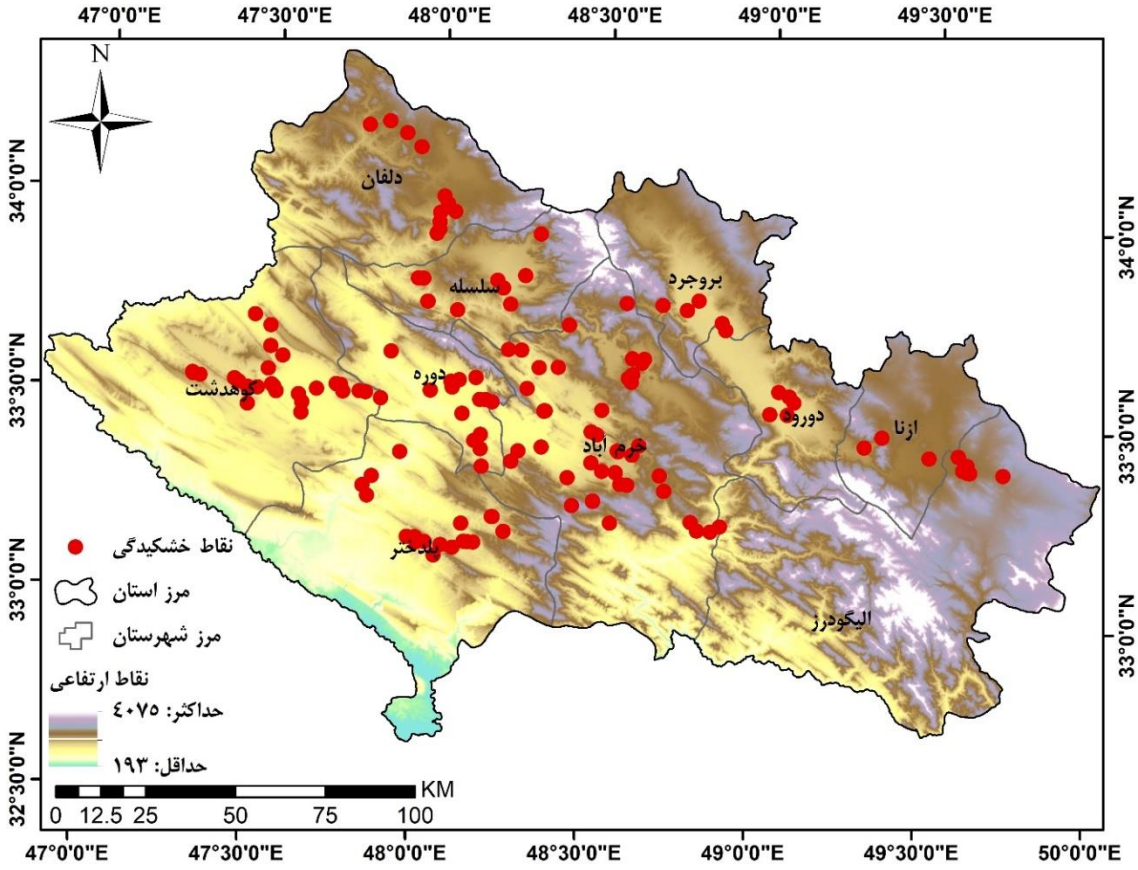
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و پراکنش ایستگاه های همدیدی منتخب در سطح استان لرستان

پس از انجام مطالعات میدانی و تعیین نقاط خشکیدگی جنگلهای بلوط استان، به منظور بررسی شرایط سبزینگی جنگل‌های استان لرستان مراحل مختلف رشد آنها در یک دوره تاریخی درازمدت، محصول ۱۶ روزه ماهواره ترا سنجنده مودیس طی برای سالهای ۲۰۰۰-۲۰۱۷ از تارنمای ناسا دریافت شد. برای این دوره ۱۸ ساله تعداد ۴۱۱ تصویر از تارنمای ناسا دریافت و در محیط نرم افزار ENVI پردازش و نمودار سبزینگی جنگل‌های کم‌تراکم، با تراکم متوسط و متراکم استخراج شد. به منظور محاسبه شاخص خشکسالی، داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک استان لرستان و استان‌های همسایه از سازمان هواشناسی کل کشور دریافت و کنترل‌های کمی و کیفی بر روی آنها انجام شد. پس از کنترل داده‌های ایستگاه‌های منتخب (شکل ۱)، با استفاده از روش کریجینگ معمولی داده‌ها برای یک شبکه با ابعاد ۰/۲۵ در ۰/۲۵ درجه جغرافیایی درونیابی شدند. با استفاده از روش درونیابی به شیوه کریجینگ معمولی داده‌های گم شده یک ایستگاه در یک ماه مشخص از دوره مورد مطالعه با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های پیرامونی خود برآورد و بازسازی شد. برای درونیابی به روش کریجینگ از مدل stable که در مقایسه با دیگر مدل‌های زمین آماری برازش بهتری با داده‌های بارش همه ماه‌ها داشت بهره گرفته شد. از این رو با استفاده از مدل stable در روش کریجینگ معمولی داده‌های بارش ماهانه ایستگاه‌ها برای دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۷ درونیابی شد و داده‌های گم شده هر ایستگاه در هر ماه از دوره مورد مطالعه با داده درونیابی شده آن نقطه جایگزین شد. با توجه به اینکه این شیوه این امکان را می‌دهد تا از همه ایستگاه‌های همسایه برای برآورد بارش یک ایستگاه مشخص استفاده شود، داده برآورد شده برای آن ایستگاه به داده واقعی بسیار نزدیک خواهد بود. از این رو استفاده از این روش امکان شبیه سازی داده‌های گم شده ایستگاه‌ها و تطویل داده‌ها در برخی ایستگاه‌ها را نیز فراهم آورد. با استفاده از این شیوه سری زمانی بارش ماهانه همه ایستگاه‌های مورد استفاده برای دوره زمانی ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۷ تهیه و برای محاسبه نمایه SPI با مقیاس‌های زمانی سه، شش، نه، ۱۲ و ۲۴ ماهه مورد استفاده قرار گرفت.پس از آماده سازی سری ماهانه بارش تمامی ایستگاه‌های منتخب، با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI) خشکسالی های رخ داده در سطح استان لرستان در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه محاسبه شد. با استفاده از نمایه بارش استاندارد در مقیاس‌های زمانی یاد شده، ویژگی‌های خشکسالی‌های رخ داده در هر ایستگاه از منظر تداوم، شدت، سختی و بزرگی نیز محاسبه و بررسی شد. در نهایت پس از محاسبه خشکسالی و ویژگی‌های آن و همچنین تهیه مقادیر سبزینگی جنگل‌های استان لرستان طی دوره ۲۰۱۷-۲۰۰۰، تأثیرگذاری خشکسالی بر مقادیر سبزینگی جنگل‌های بلوط استان لرستان با ایجاد رابطه همبستگی میان نمایه NDVI و نمایه SPI در هر یک از مقیاس‌های زمانی یاد شده بررسی شد.

نتایج و بحث

مطالعات میدانی

بر اساس بازدیدهای میدانی انجام شده از جنگل‌های استان لرستان توسط گروه پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان مشخص شد که خشکیدگی در جنگلهای بلوط استان با شدت و ضعف متفاوت رخ داده است که در برخی مناطق درصد خشکیدگی نسبت به سایر مناطق استان قابل‌توجه است. بر اساس گزارش مرکز تحقیقات استان لرستان میزان کل خشکیدگی جنگلهای بلوط استان در سال ۱۳۹۱ حدود ۲۵۰۳۴۸ هکتار بوده است که همانند سایر استان‌های همسایه، سر خشکیدگی و کاهش سبزینگی درختان سهم بیشتری نسبت به خشکیدگی کامل و یا خشکیدگی با درصد بالا دارد. در این استان خشکیدگی‌های بلوط بیشتر در قسمت‌های جنوب غرب و غرب رخ داده است و مناطقی مانند کوهدشت، پلدختر و خرم‌آباد از بحرانی‌ترین مناطق از نظر خشکیدگی جنگل‌های بلوط بشمار می‌روند. در بررسی میدانی مشخص شد که خشکیدگی‌های رخ داده مربوط به شیب، جهت شیب و یا ارتفاع خاصی نیست و این پدیده با اختلاف‌های جزئی و یا شدید در واحدهای مختلف کاربری رخ داده است (شکل ۲).

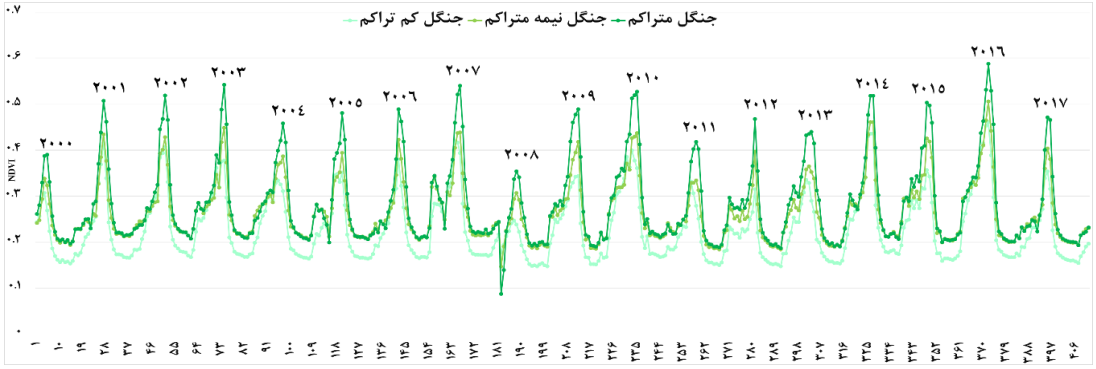


شکل ۲- پراکنش مکانی نقاط خشکیدگی شناسایی شده در جنگل‌های بلوط استان لرستان بر اساس مطالعات میدانی انجام شده

روند تغییرات سبزینگی جنگل‌های بلوط استان لرستان

شکل (۳) روند تغییرات سبزینگی کلاس‌های مختلف جنگل را در دوره ۱۸ ساله۲۰۰۰-۲۰۱۷ با فاصله زمانی ۱۶ روزخ نشان می‌دهد. همان‌طور که بر روی نمودارهای مربوط به جنگل‌های کم تراکم، نیمه متراکم و متراکم قابل‌مشاهده است، طی سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸ کاهش قابل‌توجهی در میزان NDVI جنگل‌های استان رخ داده است. این کاهش برای سال ۲۰۰۸ نسبت به سایر سال‌ها چشمگیرتر می‌باشد. طی این سال علاوه بر این‌که کاهش در زمان حداکثر سبزینگی یعنی اوایل اردیبهشت‌ماه رخ داده است در سایر ماه‌های سال نیز میزان NDVI پایین می‌باشد.

بررسی و مقایسه پوشش‌های مختلف جنگل طی دوره آماری نیز بیانگر کاهش میزان NDVI در سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸ می‌باشد که نشان‌دهنده فراگیر بودن روند کاهشی در منطقه مورد مطالعه است (شکل ۳). در دهه دوم دوره مورد مطالعه نیز کاهش مقادیر سبزینگی درختان جنگل های استان لرستان طی سال های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ قابل تامل است، بطوری که در سال های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳ کمترین مقدار سبزینگی جنگل ها بعد از سال ۲۰۰۸ ثبت شده است. طی دوره آماری ۱۷ ساله بیشترین میزان NDVI برای سالهای ۲۰۱۶ و ۲۰۱۰ قابل‌مشاهده می‌باشد که در زمان حداکثر سبزینگی رخ داده است.



شکل ۳- روند سبزینگی طبقات مختلف جنگل‌های بلوط استان لرستان با استفاده از تصاویر ماهواره ترا طی دوره ۲۰۱۷-۲۰۰۰

خشکسالی

ویژگی‌های خشکسالی منطقه مورد مطالعه با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) در مقیاس‌های مختلف زمانی برای هر یک از ایستگاه‌های منتخب در سطح استان لرستان محاسبه و در جدول (۱) نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول(۱) مشخص است در مقیاس زمانی سه ماهه از نظر تداوم خشکسالی، ایستگاه‌های پلدختر و کوهدشت به ترتیب با مقدار ۳/۵۰ و ۳/۳۱ ماه و ایستگاه‌های درود و سیلاخور با مقدار ۲/۵۰ ماه به ترتیب بیشترین و کمترین تداوم خشکسالی را دارند. از نظر بزرگی خشکسالی،ایستگاه‌های پلدختر و کوهدشت با مقدار ۵/۱۹- و ۴/۹۶- بیشترین بزرگی و ایستگاه درود با مقدار ۳/۴۱- از کمترین بزرگی خشکسالی نسبت به سایر ایستگاه‌های منتخب در سطح استان برخوردارند. از نظر سختی خشکسالی نیز ایستگاه پلدختر با مقدار ۱/۸۱- بیشترین سختی و ایستگاه درود با مقدار ۱/۵۰- کمینه سختی خشکسالی در سطح استان لرستان را طی دوره مورد بررسی دارا می‌باشند. به‌طورکلی مقایسه ویژگی‌های خشکسالی برای ایستگاه‌های منتخب نشان داد که تفاوت معناداری در میانگین شدت، مدت و بزرگی خشکسالی رخداده بین ایستگاه‌های منتخب استان لرستان در مقیاس سه ماهه مشاهده نمی‌شود. در مقیاس شش ماهه نیز در سطح استان لرستان به جزء موارد اندک و موردی، تفاوت معناداری در میانگین شدت، مدت و بزرگی خشکسالی رخداده بین ایستگاه‌های منتخب مشاهده نمی‌شود.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۱)، در مقیاس زمانی نه ماهه از نظر تداوم خشکسالی، طولانی‌ترین خشکسالی‌ها با میانگین تداوم ۵/۷۳ ماه در ایستگاه کوهدشت رخ داده است و در مقابل ایستگاه بروجرد با تداوم ۳/۷۱ ماه کمترین تداوم زمانی رخداد خشکسالی را در سطح استان دارد. از نظر بزرگی خشکسالی ایستگاه رومشکان حد فاصل بین ایستگاه‌های پلدختر و کوهدشت در جنوب غرب استان با مقدار ۱۰/۲۲- از بیشینه و ایستگاه بروجرد با مقدار ۴/۸۰- از بزرگی کمتری نسبت به سایر ایستگاه‌های منتخب در سطح استان برخوردارند. بررسی شدت خشکسالی‌های رخ داده در استان نشان داد که خشکسالی‌های رخ داده در ایستگاه پلدختر با میانگین شدت ۱/۵۱- از بیشینه شدت و ایستگاه شول آباد با ۱/۲۴- از کمینه شدت برخوردارند. از نظر سختی نیز سخت‌ترین خشکسالی‌ها در جنوب‌غرب استان و برای ایستگاه کوهدشت با میانگین ۱/۸۵- و کیمنه آن برای ایستگاه سپیددشت در قسمت مرتفع جنوب‌شرق استان لرستان با میانگین ۱/۴۵- رخ داده است. بررسی ویژگی‌های خشکسالی در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه نشان داد که همانند مقیاس زمانی نه ماهه بیشینه مقادیر شاخص‌های خشکسالی در جنوب‌غرب استان و کمینه آن در قسمت‌های شمال و شرق استان رخ داده است. در این مقیاس، تداوم زمانی و بزرگی خشکسالی نسبت به مقیاس زمانی نه ماهه از مقادیر بیشتری برای ایستگاه‌های مورد مطالعه برخوردار است.

محاسبه و بررسی ویژگی‌های خشکسالی ۲۴ ماهه هم نشان داد که از نظر تداوم خشکسالی همانند مقیاس‌های دیگر بیشنه تداوم خشکسالی در منطقه جنوب غرب استان لرستان روی داده است، با این تفاوت که در ایستگاه رومشکان با میانگین ۱۴/۲۰ و کمینه تدوام برای ایستگاه بروجرد با

میانگین۴/۱۳ ثبت شده است. از نظر بزرگی نیز ایستگاه رومشکان با میانگین ۲۵/۱۵- از بزرگترین و ایستگاه بروجرد با میانگین ۵/۳۷- از کمینه بزرگی خشکسالی برخودارند. ویژگی‌های سختی و تداوم خشکسالی در این مقیاس از نظر مقدار تقریباً شبیه به مقیاس‌های دیگر است و از نظر مکانی نیز کمینه شدت و سختی خشکسالی در ایستگاه شول آباد و بیشینه آن در ایستگاه پلدختر در جنوب غرب استان ثبت شده است. علاوه بر ویژگی‌های معمول خشکسالی، تعداد خشکسالی‌های رخ داده در مقیاس‌های مختلف زمانی نیز برای ایستگاه‌های منتخب در سطح استان لرستان بررسی شد (جدول ۱). براساس نتایج به‌دست‌آمده بیشترین تعداد خشکسالی در مقیاس زمانی شش ماه و کمینه آن در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه در سطح استان لرستان رخ می‌دهد که از نظر مکانی تفاوت قابل‌توجهی بین تعداد رخداد خشکسالی در نقاط مختلف این استان در مقیاس زمانی شش و دوازده ماهه مشاهده نمی‌شود.

جدول ۱- ویژگی‌های خشکسالی‌های استان لرستان طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۸۰

		نورآباد	بروجرد	الشتر	خرم‌آباد	الیگودرز	پلدختر	کوهدشت	دورود	ازنا	سیلاخور	ریمله	رومشکان	سپید دشت	شول آباد
تداوم	۳	۲.۸۳	۲.۷۳	۲.۷۹	۲.۷۵	۲.۵۷	۳.۵۰	۳.۳۱	۲.۵۰	۲.۷۱	۲.۵۰	۲.۸۶	۳.۲۳	۲.۸۵	۲.۷۳
	۶	۴.۱۳	۳.۰۷	۴.۲۷	۳.۸۵	۳.۲۵	۴.۲۳	۴.۴۰	۳.۵۰	۳.۶۴	۴.۰۸	۳.۸۵	۴.۷۵	۳.۷۹	۴.۲۷
	۹	۵.۱۵	۳.۷۱	۵.۰۰	۴.۹۳	۴.۶۹	۴.۹۲	۵.۷۳	۴.۷۵	۴.۳۶	۳.۸۵	۴.۳۶	۶.۵۶	۵.۰۸	۵.۵۰
	۱۲	۷.۰۰	۵.۶۴	۶.۰۰	۷.۵۶	۷.۸۸	۸.۸۸	۷.۱۱	۷.۵۰	۸.۵۰	۴.۵۰	۶.۰۰	۶.۷۸	۶.۷۳	۷.۵۰
	۲۴	۷.۱۷	۴.۱۳	۷.۰۰	۱۱.۸۰	۶.۴۴	۱۲.۲۵	۹.۳۳	۱۱.۰۰	۹.۵۷	۷.۱۴	۶.۵۰	۱۴.۷۵	۱۴.۲۰	۸.۰۰
بزرگی	۳	-۴.۳۵	-۳.۸۲	-۳.۸۹	-۳.۹۹	-۳.۵۹	-۵.۱۹	-۴.۹۶	-۳.۴۱	-۳.۸۶	-۳.۶۵	-۴.۰۶	-۴.۶۵	-۴.۰۵	-۴.۰۲
	۶	-۵.۷۰	-۴.۲۹	-۵.۸۰	-۵.۳۲	-۴.۴۱	-۶.۵۲	-۶.۵۳	-۴.۷۰	-۴.۹۵	-۵.۷۰	-۵.۵۱	-۷.۰۴	-۵.۱۰	-۵.۹۱
	۹	-۷.۲۶	-۴.۸۰	-۶.۹۳	-۶.۵۹	-۶.۷۳	-۷.۶۲	-۸.۷۵	-۶.۴۱	-۶.۱۱	-۵.۶۴	-۶.۲۴	-۱۰.۲۲	-۶.۹۲	-۶.۸۹
	۱۲	-۹.۷۶	-۷.۳۲	-۸.۲۲	-۱۰.۰۴	-۱۱.۷۳	-۱۳.۴۶	-۱۰.۹۱	-۱۰.۰۶	-۱۱.۹۴	-۶.۷۵	-۸.۴۱	-۱۰.۷۸	-۸.۹۴	-۹.۳۰
	۲۴	-۱۱.۱۴	-۵.۳۷	-۹.۹۱	-۱۶.۱۷	-۹.۰۳	-۲۳.۱۹	-۱۵.۲۵	-۱۳.۰۵	-۱۲.۶۷	-۱۰.۵۱	-۹.۰۷	-۲۵.۱۵	-۱۷.۸۳	-۹.۱۱
شدت	۳	-۱.۵۰	-۱.۳۸	-۱.۳۸	-۱.۴۶	-۱.۴۰	-۱.۴۷	-۱.۴۸	-۱.۳۵	-۱.۴۱	-۱.۴۲	-۱.۴۱	-۱.۴۰	-۱.۴۳	-۱.۴۷
	۶	-۱.۳۳	-۱.۳۵	-۱.۳۳	-۱.۳۶	-۱.۳۶	-۱.۴۴	-۱.۴۰	-۱.۳۳	-۱.۳۲	-۱.۳۲	-۱.۴۲	-۱.۳۹	-۱.۳۱	-۱.۳۷
	۹	-۱.۳۶	-۱.۳۱	-۱.۳۷	-۱.۳۰	-۱.۴۵	-۱.۴۱	-۱.۵۱	-۱.۳۴	-۱.۳۶	-۱.۳۵	-۱.۳۸	-۱.۴۹	-۱.۳۴	-۱.۲۴
	۱۲	-۱.۳۵	-۱.۳۲	-۱.۳۰	-۱.۲۹	-۱.۴۳	-۱.۴۶	-۱.۴۹	-۱.۳۳	-۱.۳۹	-۱.۳۹	-۱.۳۳	-۱.۵۱	-۱.۳۰	-۱.۲۷
	۲۴	-۱.۴۶	-۱.۲۴	-۱.۳۶	-۱.۳۶	-۱.۲۷	-۱.۸۰	-۱.۵۴	-۱.۱۳	-۱.۲۸	-۱.۳۶	-۱.۲۷	-۱.۶۵	-۱.۲۵	-۱.۱۰
سختی	۳	-۱.۷۷	-۱.۵۷	-۱.۶۱	-۱.۶۴	-۱.۵۹	-۱.۸۱	-۱.۷۵	-۱.۵۰	-۱.۶۱	-۱.۶۴	-۱.۶۵	-۱.۶۵	-۱.۶۶	-۱.۷۳
	۶	-۱.۶۰	-۱.۵۸	-۱.۶۴	-۱.۶۰	-۱.۵۷	-۱.۷۴	-۱.۶۹	-۱.۵۲	-۱.۵۲	-۱.۶۲	-۱.۶۷	-۱.۶۶	-۱.۵۱	-۱.۶۸
	۹	-۱.۶۴	-۱.۵۳	-۱.۶۷	-۱.۵۴	-۱.۶۸	-۱.۷۱	-۱.۸۵	-۱.۵۵	-۱.۵۵	-۱.۶۱	-۱.۶۰	-۱.۸۶	-۱.۵۵	-۱.۴۵
	۱۲	-۱.۵۸	-۱.۴۹	-۱.۴۹	-۱.۵۱	-۱.۷۱	-۱.۷۴	-۱.۸۱	-۱.۴۸	-۱.۷۰	-۱.۵۷	-۱.۴۹	-۱.۷۴	-۱.۴۴	-۱.۴۰
	۲۴	-۱.۶۷	-۱.۳۳	-۱.۵۳	-۱.۵۶	-۱.۳۸	-۲.۱۱	-۱.۷۵	-۱.۲۳	-۱.۴۵	-۱.۶۰	-۱.۴۲	-۲.۰۴	-۱.۳۷	-۱.۱۶
تعداد	۳	۱۲	۱۱	۱۴	۱۲	۱۴	۱۰	۱۳	۱۴	۱۴	۱۲	۱۴	۱۳	۱۳	۱۵
	۶	۱۶	۱۴	۱۵	۱۳	۱۶	۱۳	۱۵	۱۴	۱۴	۱۳	۱۳	۱۲	۱۴	۱۱
	۹	۱۳	۱۷	۱۳	۱۴	۱۳	۱۳	۱۱	۱۲	۱۴	۱۳	۱۴	۹	۱۲	۱۰
	۱۲	۱۰	۱۱	۱۱	۹	۸	۸	۹	۸	۸	۱۰	۹	۹	۱۱	۸
	۲۴	۶	۸	۷	۵	۹	۴	۶	۵	۷	۷	۸	۴	۵	۷

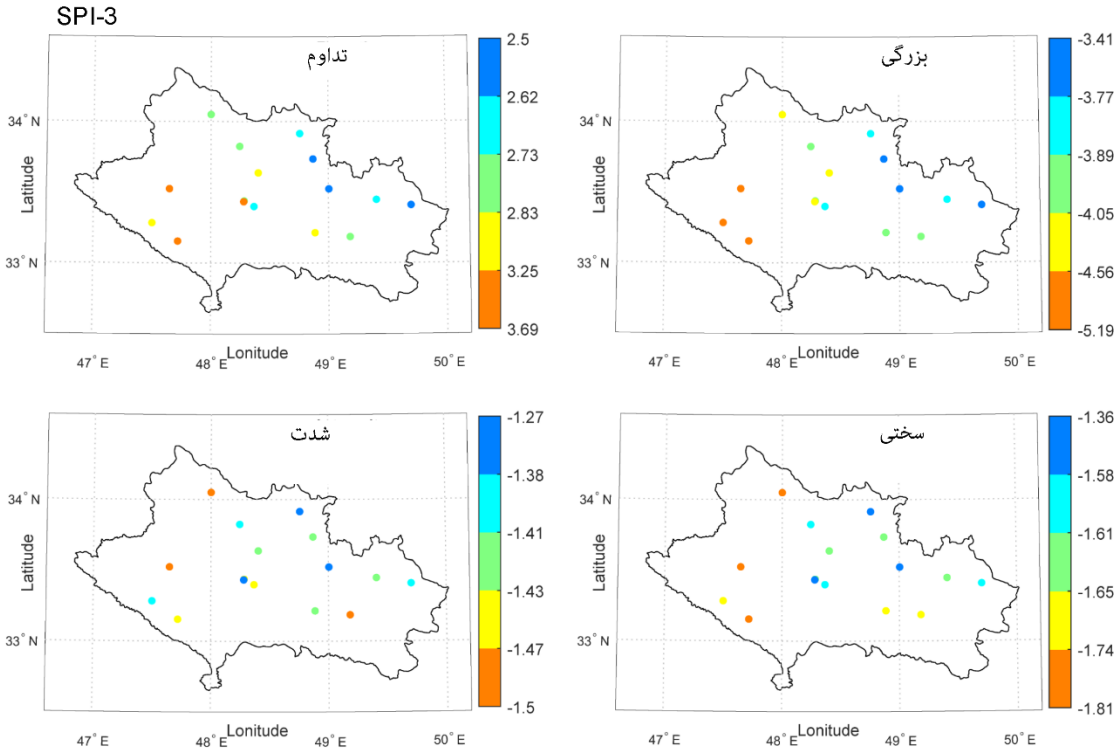
شکل (۴) توزیع مکانی ویژگی‌های خشکسالی ایستگاه‌های منتخب در سطح استان لرستان را در مقیاس‌های مختلف زمانی نشان می‌دهد. براساس شکل (۴) در حالت کلی مقادیر ویژگی‌های خشکسالی (تدوام، شدت، بزگی و سختی) برای مقیاس‌های مختلف زمانی در سطح استان از یک الگوی منظم پیروی نمی‌کنند و ایستگاه‌های با تداوم، بزرگی، شدت و سختی متفاوت در قسمت‌های مختلف استان مشاهده می‌شوند. در مقیاس زمانی سه ماهه مناطق شمال شرقی استان در حالت کلی از نظر ویژگی‌های خشکسالی از شدت کمتری نسبت به سایر مناطق به‌ویژه جنوب غرب و جنوب شرق برخوردارند، چراکه در مناطق جنوب غربی و جنوب شرق سخت‌ترین و شدیدترین خشکسالی‌های استان رخ داده است. در مقیاس زمانی شش ماهه نیز قسمت‌های مرکزی استان لرستان از خشکسالی‌های با شدت، تداوم و سختی کمتری نسبت به سایر مناطق برخوردارند و قسمت‌های جنوب شرقی و جنوب غربی استان خشکسالی‌های با شدت، بزرگی، تداوم و سختی بیشتری دارا می‌باشند. در مقیاس‌های زمانی بزرگتر (نه و ۱۲ ماهه) از نظر بزرگی، مناطق مرکزی و شمال غرب استان لرستان بزرگ‌ترین خشکسالی‌های رخ داده را طی دوره مورد بحث تجربه کرده‌اند. در این مقیاس‌ها، از نظر مکانی در بیشتر قسمت‌های استان شدت و سختی خشکسالی‌های رخ داده با اندکی اختلاف روند و رفتار مشابهی با هم دارند و در مکان‌های با خشکسالی‌های شدید، بیشینه سختی خشکسالی و در مکان‌های با خشکسالی‌های با شدت ضعیف کمینه سختی خشکسالی نیز قابل مشاهده است. در حالت کلی در این مقیاس‌ها از نظر مکانی قسمت‌های مرکزی و شمال غرب استان لرستان از خشکسالی‌های با شدت، تداوم و سختی بیشتری نسبت به سایر مناطق استان برخوردارند. محاسبه ویژگی های خشکسالی در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه نیز نشان داد که همانند مقیاس‌های زمانی قبل، از نظر مکانی در بیشتر قسمت‌های استان شدت و سختی خشکسالی‌های رخ داده با اختلاف کمی روند و رفتار مشابه با هم دارند و در مکان‌های با خشکسالی‌های شدید، بیشینه سختی خشکسالی و در مکان‌های با خشکسالی‌های با شدت ضعیف کمینه سختی خشکسالی نیز قابل مشاهده است. در حالت کلی در این مقیاس از نظر مکانی در قسمت‌های جنوب غربی و شمال غربی استان خشکسالی‌های با شدت، سختی، تداوم و بزرگی بیشتری نسبت به سایر مناطق استان رخ داده است.

ارتباط بین رخداد خشکسالی و تغییرات سبزینگی در جنگل‌های بلوط

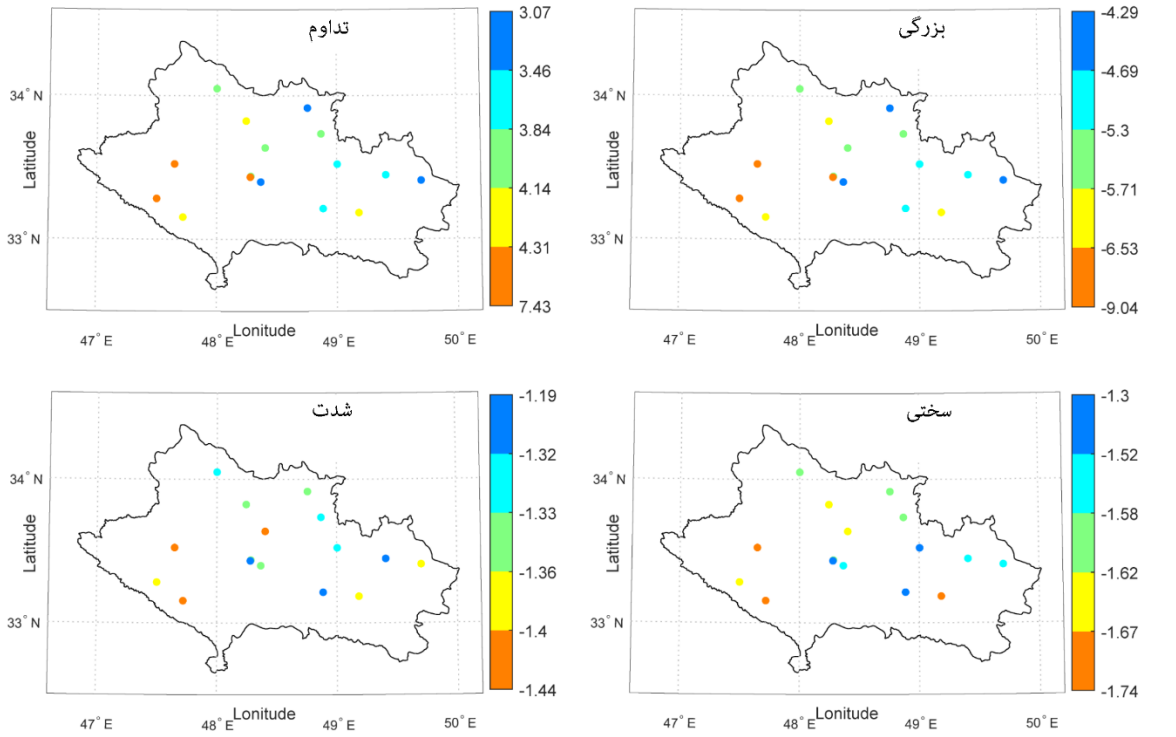
شکل (۵) ارتباط بین تغییرات سبزینگی جنگل‌های منطقه موردمطالعه با رخدادهای خشکسالی را در استان لرستان نشان می‌دهد. همان‌طور که روی شکل (۵) نشان داده شده است در مقیاس زمانی سه ماهه بین رخداد خشکسالی و سبزینگی جنگل‌های بلوط منطقه بیشترین میزان همبستگی در ماه‌های دوره گذر و اواخر فصل بهار مشاهده می‌شود. به‌عبارتی‌دیگر با شروع دوره رشد جنگل‌ها از ماه مارس و اوج سبزینگی جنگل‌ها در خردادماه هر مقدار که میزان خشکسالی کمتر باشد میزان سبزینگی درختان استان لرستان بیشتر می‌شود. از نظر مکانی بیشینه ضریب همبستگی میان دو متغیر سبزینگی جنگل‌ها و رخدادهای خشکسالی در ایستگاه سیلاخور با ۰/۷ و ایستگاه خرم‌آباد با ۰/۶۳ در ماه ژوئن و ایستگاه پلدختر با ۰/۶۳ در ماه می به دست آمد. قابل ذکر است هر چند از نظر زمانی بیشترین مقدار همبستگی برای ایستگاه سیلاخور ثبت شده است، با وجود این در حالت میانگین بیشترین ارتباط بین تغییرات NDVI با رخداد خشکسالی های سه ماهه برای ایستگاه پلدختر حاصل شد. مقادیر همبستگی بین NDVI جنگل‌ها با خشکسالی سه ماهه بیاتگر بیشینه ارتباط این دو متغیر برای تمامی ایستگاهها در ماه ژوئن است. طی فصل رشد جنگل‌های استان، کمترین ارتباط بین رخداد خشکسالی و سبزینگی درختان در منطقه الیگودرز و در رتبه بعدی برای ایستگاه سپیددشت به دست آمد. در حالت کلی در مقیاس زمانی سه ماهه همبستگی بین دو این پارامتر کمتر از ۰/۶ است. در مقیاس زمانی شش ماهه نیز همانند مقیاس سه ماهه بیشینه مقدار همبستگی با مقدار ۰/۷۴ در ماه سپتامبر برای ایستگاه سیلاخور و در حالت کلی بیشترین ارتباط بین دو پارامتر برای ایستگاه پلدختر حاصل شد که در تمامی دوره رشد جنگل میزان همبستگی در ماه های مختلف برای این ایستگاه بیش از ۰/۴ است. در این مقیاس میزان

همبستگی بین دو پارامتر بیشتر در ماه های فصل تابستان قابل توجه است.

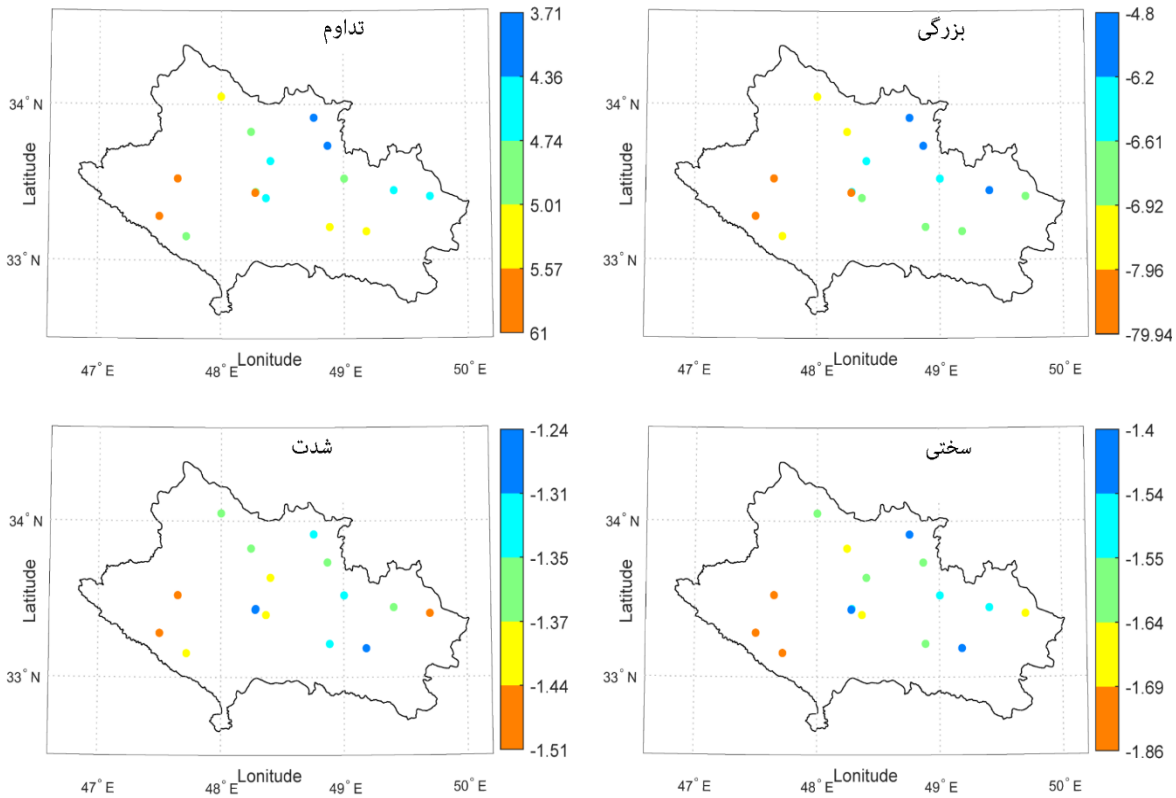
در مقیاس زمانی نه ماهه تاثیر پذیری تغییرات سبزینگی درختان جنگل های استان لرستان از رخداد خشکسالی نسبت به دو مقیاس دیگر بیشتر است و به جزء چند ماه محدود، در تمامی ماه‌ها و ایستگاه‌ها ارتباط بین این دو پارامتر مثبت است. بیشینه مقادیرهمبستگی بین مقدار NDVI و خشکسالی نه ماهه، طی ماه‌های فصل بهار در ایستگاه پلدختر بین ۰/۶۵ تا ۰/۶۷ می‌باشد .از نظر مکانی کمترین مقدار همبستگی بین تغییرات سبزینگی با خشکسالی در منطقه برای ایستگاه های الیگوددرز و سیلاخور حاصل شد. بر اساس محاسبات انجام شده در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه، بیشینه مقدار همبستگی بین تغییرات سبزینگی درختان جنگل‌های استان لرستان با رخداد خشکسالی برای ایستگاه پلدختر به دست آمد که در تمامی ماه‌های بهار و تابستان مقدار همبستگی مثبت و معنادار است و بین ۰/۵۹ در اکتبر تا ۰/۶۷ در ماه‌های می و ژوئن متغیر است. یکی از نکات قابل‌توجه در این مقیاس ارتباط بین تغییرات سبزینگی با رخداد خشکسالی است که به‌صورت پهنه‌ای برای ایستگاه خرم‌آباد، الیگودرز، کوهدشت، درود، ازنا و سیلاخور با میزان همبستگی بیش از ۰/۳۰ قابل مشاهده است. در این مقیاس نیز از نظر مکانی کمترین مقدار همبستگی بین تغییرات سبزینگی با خشکسالی برای ایستگاه های الیگوددرز و سیلاخور به دست آمد(شکل ۵).

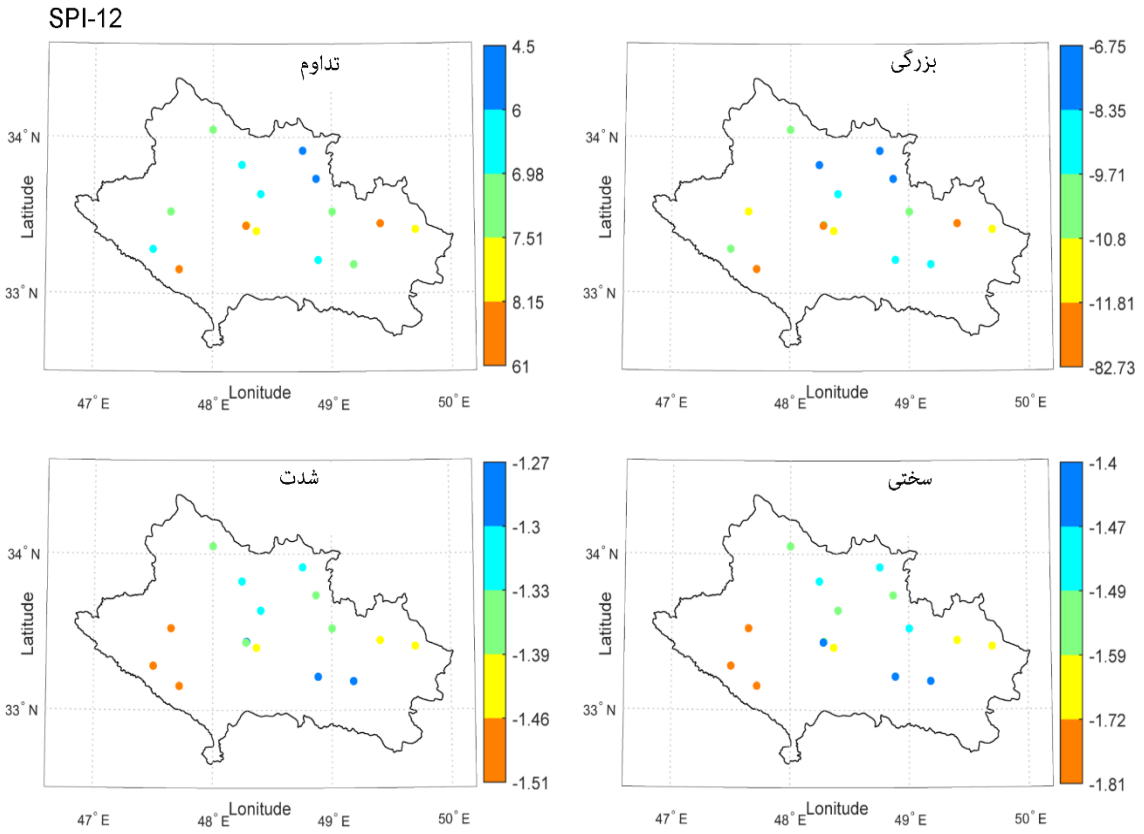


SPI-6

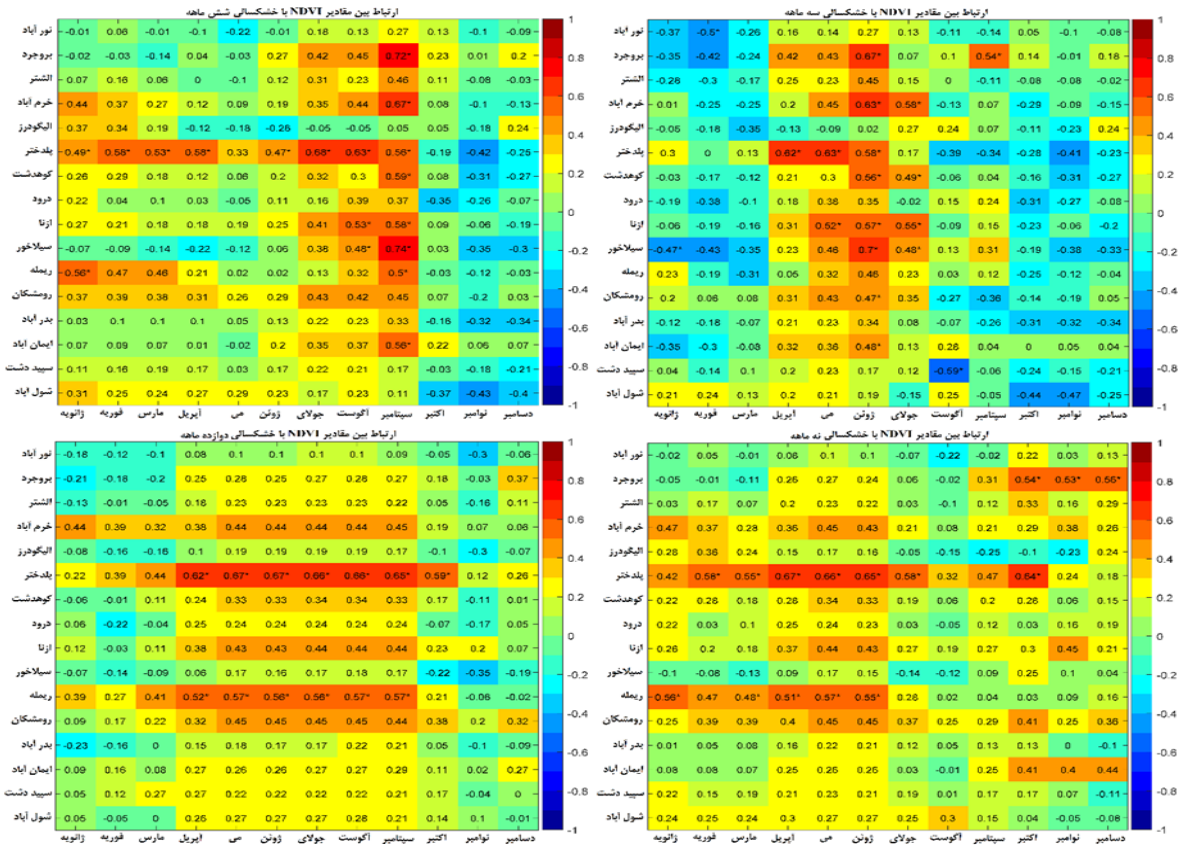

تداوم
3.07
3.46
3.84
4.14
4.31
7.43
بزرگی
-4.29
-4.69
-5.3
-5.71
-6.53
-9.04
شدت
-1.19
-1.32
-1.33
-1.36
-1.4
-1.44
سختی
-1.3
-1.52
-1.58
-1.62
-1.67
-1.74
34° N
33° N
Latitude
47° E
48° E
49° E
50° E
Lonitude

SPI-9


تداوم
3.71
4.36
4.74
5.01
5.57
61
بزرگی
-4.8
-6.2
-6.61
-6.92
-7.96
-79.94
شدت
-1.24
-1.31
-1.35
-1.37
-1.44
-1.51
سختی
-1.4
-1.54
-1.55
-1.64
-1.69
-1.86
34° N
33° N
Latitude
47° E
48° E
49° E
50° E
Lonitude



شکل ۴- نقشه‌های مدت، بزرگی، سختی و شدت خشکسالی بر اساس مقیاس زمانی سه ماهه در استان لرستان



شکل ۵- مقادیر همبستگی بین تغییرات سبزینگی جنگل‌های منطقه مورد مطالعه با رخداد خشکسالی در مقیاس‌های زمانی سه، شش، نه و ۱۲ ماهه

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر خشکسالی بر خشکیدگی جنگل‌های بلوط استان لرستان با استفاده از روش‌های میدانی، دورسنجنی و آماری انجام شد. نتایج حاصل از مطالعات میدانی گروه پژوهشی و همچنین گزارش‌های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان نشان داد که خشکیدگی در قسمت‌های مختلف جنگل‌های بلوط استان لرستان با شدت و ضعف متفاوت رخ داده است و این پدیده مربوط به جهت، ارتفاع و یا شیب خاصی نیست. بر اساس بررسی‌های میدانی مشخص شد که خشکیدگی‌های رخ داده هرچند در برخی مناطق استان به‌ویژه در قسمت‌های جنوب غربی استان لرستان به‌صورت پهنه‌ای قابل مشاهده است، با این وجود این پدیده بیشتر به‌صورت سر خشکیدگی در قسمت‌های زیادی از جنگل‌های منطقه رخ داده است. در تحقیقات انجام شده توسط میری (۱۳۹۵) و نوروزی (۱۳۹۶) نیز تأکید شده است که هرچند در برخی از مناطق جنگلی خشکیدگی کامل جنگل‌های بلوط اتفاق افتاده است با وجود این سر خشکیدگی در جنگل‌های بلوط زاگرس پدیده غالب است و در بیشتر مناطق قابل مشاهده است.

نتایج حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه‌ی مناطق جنگلی استان لرستان نشان داد که در سطح این استان ترکیب جنگل‌های نیمه متراکم و کم تراکم بیشترین مساحت استان را در برمی‌گیرند. قابل‌ذکر است که در زیراشکوب این مناطق ممکن است زمین‌های زراعی و یا مراتع نیز وجود داشته باشد به‌طوری‌که در رتبه بعدی ترکیب جنگل‌های کم تراکم با مراتع متوسط و مزارع دیم بیشترین مساحت استان را پوشش می‌دهند. بررسی روند سبزینگی کلاس‌های جنگل متراکم، نیمه متراکم و کم تراکم در مقیاس‌های زمانی ۱۶ روزه و سالانه نشان داد که اولین کاهش سبزینگی طبقات جنگلی در سال ۲۰۰۴ اتفاق افتاده است و در سال ۲۰۰۸ پوشش جنگلی منطقه با کاهش چشمگیرتری در میزان سبزینگی مواجه بوده است. همچنین مشخص شد که در دهه دوم دوره مطالعه، کاهش سبزینگی جنگل‌ها طی سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۱ نیز قابل توجه و تامل است. نمودار تغییرات سبزینگی نشان داد که کاهش سبزینگی و شادابی طی دوره مورد مطالعه محدود به کلاس خاصی از جنگل‌های منطقه نمی‌شود و در هر سه کلاس متراکم، متوسط و کم تراکم رخ داده است. همزمان بررسی روند خشکسالی‌های استان نشان داد که طی سال ۲۰۰۸ شدیدترین خشکسالی در سطح استان رخ داده است.

محاسبه خشکسالی‌های استان با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) و همچنین محاسبه ویژگی‌های خشکسالی (تداوم، شدت، سختی و بزرگی) در مقیاس‌های زمانی سه، شش، نه، دوازده و بیست و چهار ماهه نشان داد که خشکسالی‌های رخ داده در سطح استان لرستان یک الگوی منظمی ندارد و در مناطق مختلف استان خشکسالی‌های با مقادیر مختلف ثبت شده است. این شرایط برای ویژگی‌های مختلف خشکسالی و همچنین در مقیاس‌های زمانی مختلف نیز قابل مشاهده است چراکه در مناطق مختلف استان خشکسالی‌های با درجه متفاوت از شدت، بزرگی، تداوم و سختی رخ داده است. با وجود این شرایط، در مجموع مناطق جنوب‌غرب و جنوب استان لرستان خشکسالی‌های با تداوم، بزرگی، شدت و سختی بیشتری نسبت به مناطق شمالی آن دارند. از نظر بزرگی خشکسالی بین ایستگاه‌های استان لرستان تفاوت قابل توجهی وجود دارد بطوریکه در برخی موارد اختلاف در بزرگی خشکسالی به دو برابر بین ایستگاه‌های واقع در جنوب غرب و شمال استان می‌رسد. این اختلاف بیشتر ناشی از موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی در سطح استان لرستان است. در مقیاس‌های زمانی مورد بررسی رفتار متفاوت خشکسالی‌های رخ داده در سطح استان لرستان در مقیاس زمانی سه ماهه و شش ماهه نسبت به مقیاس‌های زمانی بالاتر (۱۲ و ۲۴ ماهه) بیشتر است، به عبارتی دیگر در مقیاس‌های زمانی بالاتر رفتار مکانی ویژگی‌های خشکسالی شباهت بیشتری به هم دارند.

بررسی ارتباط بین کاهش سبزینگی جنگل‌های بلوط استان لرستان با رخدادهای خشکسالی در مقیاس‌های مختلف زمانی نشان داد که هرچند در تمامی سال‌های مورد مطالعه بین افزایش و یا کاهش مقدار شاخص بارش استاندارد شده با افزایش یا کاهش سبزینگی درختان منطقه مورد مطالعه ارتباط مستقیمی وجود ندارد، با وجود این با رخداد

خشکسالیهای با شدت و بزرگی بیشتر مقدار سبزینگی درختان بلوط نیز کاهش پیدا کرده است و با کاهش شدت و تداوم خشکسالی مقدار سبزینگی جنگل‌های استان افزایش یافته است. بطوریکه در سال ۲۰۰۸ که یکی از خشک‌ترین سال‌های بارشی استان بوده است، سبزینگی و شادابی جنگل‌های استان نیز به شدت کاهش پیدا کرده است. ازاین‌رو می‌توان گفت که یکی از دلایل کاهش سبزینگی جنگل‌های استان لرستان تغییر در مقدار بارش و رخداد پدیده‌های حدی همچون خشکسالی است. در مطالعات انجام شده در سطح جهان (Van Mantgem et al., 2009; Ozturk et al., 2010) و داخل کشور (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۴؛ عطارد و همکاران، ۱۳۹۴؛ میری، ۱۳۹۵) بر نقش عوامل اقلیمی و رخدادهای حدی در مرگ و میر جنگل‌ها تاکید شده است. قابل ذکر است که ارتباط بین تغییرات سبزینگی جنگل‌ها با رخداد خشکسالی در مقیاس‌های زمانی سه ماهه با تفاوت‌های زیاد در سطح استان همراه است، اما در مقیاس‌های زمانی بالاتر به‌ویژه مقیاس‌های دوازده و نه ماهه مقدار همبستگی بین سبزینگی درختان و رخداد خشکسالی در سطح استان و به‌ویژه در مناطق جنوبی (کوهدشت، پلدختر) و مرکزی (خرم‌آباد) و شمال شرقی (درود و ازنا) بیشتر و به ۰/۶ می‌رسد. محاسبه شاخص همبستگی بین سبزینگی جنگل‌های منطقه با مقادیر بارش استاندارد شده بارش در دوره‌های زمانی مختلف نشان داد که بیشینه تأثیرگذاری خشکسالی بر کاهش سبزینگی جنگل‌های استان لرستان در اواخر دوره سرد سال و فصل بهار می‌باشد. چراکه در این دوره کاهش بارش و رخداد خشکسالی در اواخر زمستان (آغاز دوره رشد) و ادامه آن در فصل بهار (کاهش بارش در دوره رشد درختان جنگل) سبب تنش رطوبتی و افزایش تنش دمایی می‌شود و در نهایت سبب کاهش سبزینگی درختان جنگل‌های استان در ماه‌های دوره گرم سال می‌شود.

منابع

۱. آمایش استان لرستان، ۱۳۸۷. معاونت برنامه ریزی استانداری لرستان.

۲. پاپلی یزدی، م.ح. و فتحی نیا، ا.ا. ۱۳۸۴. بررسی روابط متقابل انسان و درخت بلوط(مطالعه موردی: شهرستان گیلان غرب). رشد آموزش جغرافیا، ۷۲: ۱۷-۸.

۳. جزیره‌ای، م.ح. و ابراهیمی رستاقی، م. ۱۳۸۲. جنگل شناسی زاگرس، انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

۴. رستمی نیا، م. و آخوندزاده هنزائی، م. ۱۳۹۵. بررسی خشکیدگی مخاطره آمیز درختان جنگلی استان ایلام با استفاده از تصاویر ماهواره لندست. نشریه علمی پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، (۲) ۶: ۱۳۱-۱۴۴.

۵. عزیزی، ق. میری، م. محمدی، ح. و پورهاشمی، م. ۱۳۹۵. واکاوی زوال جنگل های استان ایلام و ارتباط آن با تغییرات بارش. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، (۳) ۲۳: ۵۰۲-۵۱۵.

۶. عطارد، پ. معین صادقی، س.م. طاهری سرتشنیزی، ف. ساروئی، س. عباسیان، پ. مسیح‌پور، م. کردستمی، ف. و دریکوندی، آ. ۱۳۹۴. اثرگذاری عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق بر روی زوال جنگل‌های زاگرس مرکزی در استان لرستان. دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، (۲)۱۳: ۱۱۲-۹۷.

۷. علیجانپور، ا. بانج شفیعی، ع. و اسحاقی راد، ج. ۱۳۸۹. بررسی وضعیت تجدید حیات طبیعی جنگل‌های بلوط غرب در رابطه با عوامل رویشگاهی(مطالعه موردی: منطقهٔ پیردانه پیرانشهر). مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، ۳: ۲۱۹-۲۰۹.

۸. کوه سلطانی، ش. آل شیخ، ع.ا. قرمزچشمه، ب. و مهری، س. ۱۳۹۷. بررسی پتانسیل خشکیدگی جنگل های بلوط زاگرس با استفاده از GIS، RS و روش Fuzzy-AHP. اکوهیدرولوژی، (۲)۵: ۷۲۵-۷۱۳.

۹. میرموسوی، س.ح. و کریمی، ح. ۱۳۹۲. مطالعه‌ی اثر خشکسالی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجنده‌ی MODIS مورد: استان کردستان. جغرافیا و توسعه، (۱۱) ۳۱: ۷۶-۵۷.

۱۰. میری، م. ۱۳۹۵. واکاوی ارتباط بین زوال جنگل‌های زاگرس با تغییر اقلیم، رساله دکتری، به راهنمایی دکتر قاسم عزیزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

۱۱. نوروزی، ع.ا. و میری، م. ۱۳۹۴. سامانه بررسی، پایش وارزیابی وضعیت توده‌های خشکیدگی جنگل‌های بلوط غرب کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.

12. Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kizberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.H., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A. and Cobb, N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. Forest Ecology and Management, 259: 660-684.

13. Borken, W., Savage, K., Davidson, E. and Trumbore, S.E. 2006. Effects of Experimental Drought on Soil Respiration and Radiocarbon Efflux from a Temperate Forest Soil. Global Change Biology, 12(2):177–193.

14. Desprez-Loustau, M.L., Marcais, B., Nageleisen, L.m. and Piou, D. 2006. Interactive effect of drought and pathogens in forest trees. Annals of Forest Science 63(6): 597–612, DOI: 10.1051/forest:2006040.

15. Gentilesca, T., Camarero, J.J., Colangelo, M., Nolè, A. and Ripullone, F. 2017. Drought-induced oak decline in the western Mediterranean region: an overview on current evidences, mechanisms and management options to improve forest resilience. iForest - Biogeosciences and Forestry, 10(5): 796-806.

16. Hogg, E.H., Brandt, J.P. and Michaelian, M. 2008. Impacts of a regional drought on the productivity, dieback and biomass of western Canadian aspen forests. Canadian Journal of Forest Research, 38:1373–1384.

17. Klos, R.J., Wang, G.G., Bauerle, W.L. and Rieck, J.R. 2009. Drought impact on forest growth and mortality in the southeast USA: an analysis using Forest Health and Monitoring data. Ecological Applications, 19: 699–708.

18. Ozturk, M., Dogan, Y., Sakcali, M.S., Doulis, A. and Karam, F. 2010. Ecophysiological responses of some maquis (Ceratonia siliqua L., Olea oleaster Hoffm. & Link, Pistacia lentiscus and Quercus coccifera L.) plant species to drought in the east Mediterranean ecosystem. Journal of Environmental Biology, 31(1-2): 233-245.

19. Saatchi, S., Asefi-Najafabady, S., Malhi, Y. and Aragão, L.E.O. 20013. Persistent effects of a severe drought on Amazonian forest canopy. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(2): 565–570.

20. Sohngen, B. and Sedjo, R. 1998. Impacts of climate change on forest product markets: Implications for North American producers.

Forestry Chronicle 81(5): DOI: 10.5558/tfc81669-5.

21. Van Mantgem, P.J., Stephenson, N.L., Byrne, J.C., Daniels, L.D., Franklin, J.F., Fulé, P.Z., Harmon, M.E., Larson, A.J., Smith, J.M., Taylor, A.H. and Veblen, T.T. 2009. Widespread increase of tree mortality rates in the western United States. Science, 5913(323): 521-524.

22. Vose, J.M., Clark, J.S., Luce, C.H. and Patel-Weynand, T. 2016. Effects of Drought on Forests and Rangelands in the United States:A Comprehensive Science Synthesis. Forest Service, Research & Developmen, Gen. Tech. Report WO-93b.