

آشکارسازی تأثیر خشکسالی بر پویایی زمانی- مکانی جنگل های بلوط زاگرس (نمونه موردی: جنگل های بلوط لرستان)

زهرا علیرضایی^۱، امیر گندمکار^{۲*}، مرتضی خداقلی^۳ و علیرضا عباسی^۴

۱- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، اصفهان، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، اصفهان، ایران

پست الکترونیک: agandomkar2007@yahoo.com

۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، اصفهان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۰۴

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۶/۱۸

چکیده

پوشش جنگلی زاگرس یکی از مهمترین اجزای اکوسیستم زاگرس بوده که نقش مهمی در حفاظت آب و خاک این منطقه ایفا می‌کند. خشکسالی به‌عنوان یکی از مخاطرات اقلیم‌شناختی، می‌تواند تأثیرات چشم‌گیری روی پوشش جنگلی داشته باشد. از این رو آشکارسازی پویایی مکانی جنگل در پاسخ به خشکسالی بسیار مهم است. هدف اساسی این تحقیق آشکارسازی پویایی مکانی پوشش جنگلی لرستان در پاسخ به تغییرات سالانه خشکسالی است. در این راستا مقادیر شاخص بارز شده پوشش گیاهی (EVI) از تصاویر لندست ۵ و ۸ برای دوره آماری ۲۰۰۰-۲۰۱۷ استخراج گردید. شاخص بارش استاندارد شده (SPI)، برای دوره آماری مذکور با استفاده از آمار بارش ماهانه ۹ ایستگاه سینوپتیک منطقه محاسبه شد. با استفاده از تحلیل همبستگی مکانی ارتباط بین مساحت سالانه پوشش جنگلی و شاخص خشکسالی بررسی شد و در نهایت تابع حساسیت تغییرات مکانی پوشش جنگلی با برازش یک مدل خطی به‌دست آمد. نتایج حاصل از نمونه‌برداری‌های میدانی نشان داد که آستانه $EVI > 0.4$ را می‌توان به‌عنوان آستانه پوشش جنگلی استان در نظر گرفت. تحلیل همبستگی بیانگر آن بود که سری زمانی ۱۸ ساله پوشش جنگلی، ۰/۶۸ با شاخص SPI همبستگی داشته است که این میزان همبستگی در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنی‌دار بوده است. نتایج حاصل از توسعه تابع حساسیت به تغییرات شاخص SPI بیانگر آن بود که پهنه پوشش جنگلی دارای آستانه سبزی‌نگی تعیین شده، حساسیت قابل توجهی به خشکسالی دارد، به‌نحوی که به ازای هر ۰/۱ واحد تغییر در شاخص SPI میزان مساحت پهنه پوشش جنگلی ۱۴۸۸۰ هکتار در همان جهت تغییر خواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، پوشش جنگلی، جنگل‌های بلوط، ماهواره لندست، استان لرستان.

مقدمه

جغرافیایی جوامع گیاهی مختلف، ارتباط زیادی با شرایط اقلیمی دارد. در واقع ساختار پوشش گیاهی هر منطقه پاسخی طبیعی و سازگار یافته به شرایط اکولوژیکی و

آب‌وهوا یکی از تأثیرگذارترین عوامل غیرزنده بر توزیع فضایی و رفتار پوشش گیاهی هر منطقه می‌باشد. توزیع

غیره اشاره کرد. اهمیت محیط‌زیستی این جنگل‌ها از لحاظ حفاظت آب و خاک، جلوگیری از فرسایش خاک، محافظت از تنوع‌زیستی گیاهی و جانوری قابل توجه است. طی دهه‌های اخیر عوامل انسانی از قبیل توسعه زیرساخت‌ها و تغییرات کاربری اراضی در مناطق جنگلی، چرای بیش از حد، تأمین سوخت مصرفی برخی روستاییان و آتش‌سوزی-های انسانی و طبیعی از یکسو و عوامل طبیعی از قبیل ریزگردها، خشکسالی‌های طولانی، بیماری زوال بلوط از سوی دیگر کاهش معنی‌داری بر کمیت و کیفیت این جنگل-های ارزشمند ایجاد کرده است.

با توجه به قابلیت بالای تصاویر ماهواره‌ای مانند به هنگام بودن، چند طیفی بودن، تکراری بودن، پوشش وسیع و افزایش روزافزون توان تفکیک طیفی و مکانی آنها سنجش از دور توانایی ارزیابی و پایش پوشش گیاهی را داشته و استخراج اطلاعاتی مانند میزان تاج‌پوشش، نوع آن و میزان زی‌توده را امکان‌پذیر می‌نماید (Prasad et al., 2007). داده‌های سنجش از دور به دلیل توالی مقیاس فضایی و زمانی، به‌عنوان مؤثرترین ابزار برای مطالعه ارتباط متقابل بین تغییرات پوشش گیاهی و آب‌وهواست (Myneni et al., 1998; Tucker et al., 2001; Zhou et al., 2001).

با توجه به اهمیت تأثیرات متقابل بین شرایط اقلیم‌شناختی و پوشش‌گیاهی هر منطقه، مطالعات زیادی برای آشکارسازی این فعل و انفعالات انجام شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

Halpert و Schultz (۱۹۹۵) تغییرات مکانی ارتباط پوشش‌گیاهی با دمای سطح زمین و بارش (محصول سنجش از دور) را در سطح جهانی بررسی کردند. این تحقیق رابطه معنی‌داری را بین آنومالی‌های مکانی پوشش‌گیاهی در سطح جهان، با مقادیر حدی بارش و دما نشان داد. Anyamba و Tucker (۲۰۰۵) نیز با استفاده از یک مدل رگرسیون چندمتغیره به بررسی ارتباط توزیع فضایی چندین عنصر اقلیم‌شناختی (دما، بارش، رطوبت، درجه روز) با مقادیر پوشش‌گیاهی محصول AVHRR اقدام کردند. نتایج این تحقیق بیانگر آن بود که سه متغیر

اقلیم‌شناختی غالب آن منطقه است. تغییرات عناصر آب و هوایی از جمله مقادیر بارش و دما، می‌توانند پاسخ‌های درازمدت و کوتاه‌مدت جوامع گیاهی منطقه را در پی داشته باشد (Chen et al., 2006). ارتباط پوشش گیاهی و شرایط آب و هوایی هر منطقه به حدی نزدیک و متقابل است که بسیاری از محققان از جمله کوپن، طبقه‌بندی‌های آب‌وهوایی جهانی را با توجه به ساختار پوشش‌گیاهی انجام داده‌اند (Goward et al., 1995).

تغییرات پوشش‌گیاهی جنگلی و مرتعی هر منطقه متأثر از تغییرات شرایط آب‌وهوایی است و شرایط آب‌وهوایی منطقه نیز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین ارتباط پیچیده دو طرفه‌ای بین پوشش‌گیاهی و شرایط آب و هوایی هر منطقه برقرار است که در صورت عدم دخالت انسان این رابطه بارزتر می‌باشد (Mellisa & Chisi, 2006).

تغییرات در پارامترهای کمی از جمله فراوانی، ترکیب و ساختار پوشش‌گیاهی هر منطقه متأثر از عوامل غیر زنده (مانند اقلیم) و عوامل زنده مانند چرای دام و فعالیت‌های انسانی می‌باشد (Farajzadeh et al., 2011). نوسان‌های اقلیمی معمولاً اهمیت زیادی برای دینامیک گیاهی در مقیاس جهانی و منطقه‌ای دارند (Ehsani et al., 2006). توانایی پیش‌بینی پاسخ اکوسیستم‌های زمینی به تغییر اقلیم، به فهم ارتباط متقابل همزمان بین رشد گیاه و آب‌وهوا وابسته است (Potter & Brooks, 1998; Schultz & Halpert, 1995). جنگل‌های زاگرس به‌عنوان وسیع‌ترین ناحیه رویشی ایران (۶ میلیون هکتار)، حدود ۴۰ درصد کل جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده است. این ناحیه رویشی تحت عنوان جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌شود. در بین ۱۱ استان واقع در ناحیه رویشی زاگرس، استان‌های فارس، لرستان و خوزستان مقام‌های اول تا سوم را از نظر وسعت رویشگاه‌های جنگلی و درختی دارند (Hosseini, 2009). حدود ۷۰ درصد تیپ گونه‌های جنگلی زاگرس را بلوط‌ها شامل می‌شوند اما از سایر گونه‌های درختی این جنگل‌ها می‌توان به افرا، کیکم، بنه، زبان‌گنجشک، گلابی وحشی، ولیک، ارغوان، انواع بادام و

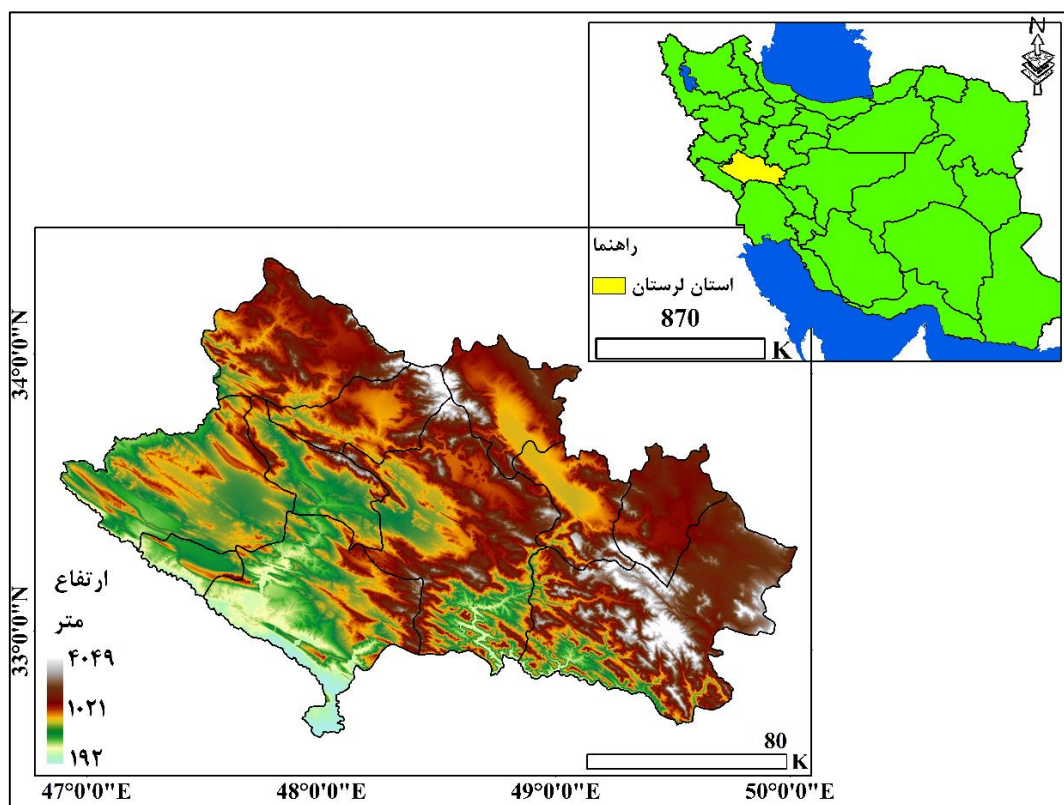
همبستگی بین دو شاخص خشکسالی EVI و NDVI، با شاخص خشکسالی هواشناسی SPI نمودند. این تحقیق که با استفاده از محصولات سنجنده MODIS طی دوره آماری ۲۰۰۰-۲۰۱۲ انجام شد بیانگر آن بود که همبستگی معنی‌داری بین شاخص خشکسالی بارش استاندارد شده و شاخص‌های پوشش گیاهی برقرار بوده است. هدف اساسی این تحقیق آشکارسازی تأثیر خشکسالی که نمایه اصلی و عمده تغییر اقلیم در ایران و استان لرستان است، بر روی تغییرات زمانی و مکانی پهنه‌های جنگلی استان لرستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

استان لرستان در غرب ایران، بین ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته و وسعت آن حدود ۲۸۳۰۷ کیلومتر مربع است. همان‌طور که در نقشه شکل ۱ مشاهده می‌گردد استان لرستان از شمال به استان‌های مرکزی و همدان، از جنوب به استان خوزستان، از شرق به استان اصفهان و از غرب به استان‌های کرمانشاه و ایلام محدود است. از لحاظ توپوگرافی نیز همان‌طور که در نقشه شکل ۱ مشاهده می‌شود، این استان دارای تنوع توپوگرافیکی زیادی است، به طوری که دامنه ارتفاعی استان از ۱۹۱ متر در شهرستان پلدختر در جنوب استان، تا ۴۰۴۹ متر در اشترانکوه، در تناوب است. محور ناهمواری‌های این استان در راستای اصلی محور زاگرس، یعنی شمال‌غرب و جنوب‌شرق بوده و بیشینه ناهمواری‌ها در نیمه شمالی و به‌ویژه شمال‌شرق استان یعنی شهرستان الیگودرز متمرکز است.

رطوبت نسبی، بارش سالانه و درجه روزها ۰/۷۰ تا ۰/۸۰ تغییرپذیری مکانی پوشش گیاهی را در سطح جهانی توجیه می‌کند. Shifaw و همکاران (۲۰۱۸) پویایی زمانی مکانی پوشش گیاهی در جزیره پینگتان چین را طی دوره آماری ۱۹۸۴-۲۰۱۷ بررسی کردند. آنان با به‌کارگیری تصاویر سنجنده‌های TM و OLI لندست و با به‌کارگیری آستانه‌های تجربی نشان دادند که طبقات پوشش گیاهی طی دوره مورد بررسی از نواحی هموار به نواحی دامنه‌ای و به‌نسبت پرشیب گسترش پیدا کرده بودند و این روند به‌ویژه در دوره ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ شتاب بالایی داشته است. از پژوهش‌های داخلی نیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. Mirmosavi و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از محصول پوشش گیاهی سنجنده MODIS، ارتباط بین تغییرات مکانی پهنه‌های مختلف پوشش گیاهی از ضعیف تا مترکم را با خشکسالی مورد بررسی قرار دادند. این تحقیق بیانگر آن بود که به‌طور کلی ۰/۷۱ همبستگی مکانی بین شاخص SPI و NDVI وجود دارد. Ehsani و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر شرایط اقلیم‌شناختی را بر تولید علوفه در مراتع منطقه استیمی اخترآباد ساوه ارزیابی کرد. در این تحقیق با به‌کارگیری عناصر اقلیمی اقدام به مدل‌سازی تولید علوفه گردید. نتایج تحقیق گویای آن بود که ۰/۷۲ تغییرات در تولید علوفه سالانه مراتع را می‌توان به بارندگی فصل رویش سال قبل نسبت داد. Hadian و همکاران (۲۰۱۴) نیز با به‌کارگیری تصاویر لندست، به بررسی تأثیر بارش بر روی تغییرات پوشش گیاهی در بخش‌هایی از استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری اقدام کردند. نتایج کار آنان نشان داد که در تیپ‌های مختلف تاج‌پوشش، تأثیرپذیری متفاوتی از بارش وجود دارد اما گونه‌های مرتعی همبستگی معنی‌داری با بارش بهاره دارند، در حالی که تاج‌پوشش‌های جنگلی همبستگی با بارش سالانه نشان داد. Farakhzade و همکاران (۲۰۱۷) اقدام به تحلیل



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران

داده مورد استفاده

در این تحقیق از دو دسته داده استفاده شد. داده مربوط به بارش ماهانه و داده مربوط به تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ برای دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷. از داده مربوط به بارش ماهانه ۹ ایستگاه سینوپتیک استان لرستان طی دوره آماری ۲۰۱۷-۲۰۰۰، برای محاسبه شاخص بارش استاندارد شده (Standard Precipitation Index (SPI)) استفاده شد.

به‌عنوان یکی از مهمترین و رایج‌ترین شاخص‌های پایش و آشکارسازی خشکسالی استفاده شد (Naserzadeh & Ahmadi, 2012). برای محاسبه شاخص بارز شده پوشش گیاهی (Enhanced Vegetation Index (EVI)) از تصاویر ماهواره‌ای لندست‌های ۸ و ۵ در ماه ژوئن (خرداد) استفاده شد. در جدول ۱ داده‌های استفاده شده در این تحقیق ارائه شده است.

جدول ۱- داده‌های مورد استفاده در تحقیق

داده	منبع	مقیاس زمانی	محصول مشتق شده
داده بارش ماهانه	irimo.ir	ماهانه ۲۰۱۷-۲۰۰۰	شاخص بارش استاندارد شده
تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸	USGS.Gov	ماه ژوئن (خرداد) ۲۰۱۷-۲۰۰۰	شاخص پوشش گیاهی بارز شده

برای محاسبه شاخص SPI از توزیع گاما برای برازش داده‌های بلندمدت بارش استفاده می‌شود

$G(X)$ احتمالات تجمعی گاما از رابطه زیر به‌دست می‌آید (Naserzadeh & Ahmadi, 2012):

ماهه و ... می باشد. با استفاده از پارامترهای برآورد شده در رابطه های بالا می توان احتمال تجمعی بارندگی در مقیاس مورد نظر را برای هر ایستگاه محاسبه نمود. با فرض $t = x/\beta$ احتمال تجمعی به شکل تابع گامای ناقص خواهد بود و به شکل رابطه ۳ تعریف می گردد (Naserzadeh & Ahmadi, 2012).

رابطه (۳)

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt$$

چون تابع گاما برای $X=0$ (بارندگی صفر میلی متر) تعریف نشده است و توزیع بارندگی ممکن است دارای مقادیر صفر باشد، احتمال تجمعی کل که دربرگیرنده مقادیر صفر نیز می باشد از رابطه ۴ به دست می آید.

$$H(X) = q + P G(X) \quad \text{رابطه (۴)}$$

که q احتمال صفر بودن مقدار بارندگی و $P = 1 - q$ می باشد. سرانجام $H(X)$ با استفاده از رابطه ۵ و ۶ توزیع نرمال استاندارد با میانگین صفر و انحراف معیار یک انتقال داده می شود که نتیجه بدست آمده مقدار SPI می باشد (Naserzadeh & Ahmadi, 2012).

رابطه (۱)

$$G(x) = \frac{1}{\beta^x \Gamma(\alpha)} \int_1^x x^{\alpha-1} \frac{-x}{\epsilon \beta}$$

که در این رابطه α و β مقدار بهینه α (پارامتر شکل) و β (پارامتر مقیاس)، X مقدار بارندگی و $\Gamma(\alpha)$ تابع گاما می باشد. پارامترهای توزیع چگالی احتمال گاما از داده های نمونه با روش درست نمایی حداکثر برای هر ایستگاه و برای مقیاس زمانی انتخابی و بر هر ماه از سال برآورد می شود (Naserzadeh & Ahmadi, 2012).

رابطه (۲)

$$\tilde{\alpha} = \frac{1}{4A} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right] \quad \hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\tilde{\alpha}}$$

که:

$$A = \ln(\bar{x}) = \frac{\ln(x)}{n}$$

n تعداد مشاهداتی است که در آن بارندگی روی داده است، \bar{x} میانگین بارندگی بازه زمانی مورد نظر (ماهانه، سه

رابطه (۵)

$$SPI = - \left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right] \quad t = \sqrt{IN \left[\frac{1}{H(X)^2} \right]} \quad 0 < H(x) \leq 0.5$$

رابطه (۶)

$$SPI = + \left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right] \quad t = \sqrt{IN \left[\frac{1}{(1 - H(X))^2} \right]} \quad 0.5 < H(x) < 1$$

بلندمدت در پوشش جنگلی ظاهر شد (Tucker & Anyamba, 2005)، از این رو از شاخص SPI در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه استفاده گردید.

که در آن: در این روابط C0, C1, C2, d3, d2, d1 مقادیر ثابت و H(X) احتمال تجمعی است.

جدول ۲- طبقات شدت دوره‌های خشک براساس مقادیر SPI (Mac kee, 1997، به نقل از Naserzadeh & Ahmadi, 2012)

مقدار SPI	وضعیت
۲	فرامرطوب
۱/۵ تا ۱/۹۹	بسیار مرطوب
۱ تا ۱/۴۹	نسبتاً مرطوب
۰/۹۹ تا -۰/۹۹	نزدیک نرمال
-۱ تا -۱/۴۹	نسبتاً خشک
-۱/۵ تا -۱/۹۹	بسیار خشک
-۲	فراخشک

$$D1 = 3.432788$$

$$D2 = 0.18929$$

$$D3 = 0.003308$$

$$C0 = 2.535537$$

$$C1 = 0.802853$$

$$C2 = 0.030328$$

طبقات مختلف خشکسالی و ترسالی در شاخص مذکور با استفاده از مقادیر به دست آمده از SPI که بین ۲- و ۲+ می‌باشد به دست می‌آید. مقادیر بالاتر از صفر تمایل به سمت ترسالی (بارش بیشتر از میانگین بلندمدت) و مقادیر پایین تر از صفر تمایل به سمت خشکسالی (بارش کمتر از میانگین بلندمدت) را نشان می‌دهد. حال مقادیر بین مثبت و منفی بازه‌ای است که در آن بارش آن سال یا ماه مشخص می‌گردد و از بارش همان ماه یا بارش میانگین بلندمدت انحراف زیادی ندارد، از این رو بارش این بازه به عنوان بازه نرمال در نظر گرفته می‌شود. حال اگر میزان شاخص SPI دقیقاً برای سال یا ماه مشخصی صفر گردید بیانگر آن است که بارش در آن ماه مشخص برابر میانگین بلندمدت همان ماه است (MacKee, 1997). در این تحقیق از آنجا که هدف آشکارسازی پاسخ پوشش جنگلی به تغییرات سالانه شاخص SPI بود و این پاسخ با یک تأخیر زمانی نسبتاً

تصاویر ماهواره‌ای

شاخص پیشرفته پوشش گیاهی (EVI) برای بهبود شاخص NDVI تهیه شده است، در این شاخص اثرهای پراکنش اتمسفری (از جمله هواگردها و ریزگردها) و همچنین خاک زمینه کاهش پیدا می‌کند. این شاخص بهینه‌سازی شده برای تقویت سیگنال‌های پوشش گیاهی در مناطق با زی-توده بالا و کاهش تأثیرات اتمسفری ارائه شده است (Alavipanah, 2014). عدد به دست آمده برای این شاخص

این شاخص از رابطه ۷ بدست می آید (Xue & Su, 2017).

در محدوده ۱- تا ۱ قرار دارد و عدد معمول که نشان دهنده پوشش گیاهی می باشد در محدوده ۰/۳ تا ۰/۸ قرار دارد.

$$EVI = G \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C1 \times RED - C2 \times Blue + L)}$$

و آبی است. بنابراین این رابطه برای باندهای لندست ۵ و لندست ۸ به صورت زیر در می آید. برای سنجنده TM (لندست ۵)

در این رابطه مؤلفه های Red، NIR و Blue میزان بازتابش ثبت شده تصویر سنجنده لندست ۵ و ۸ (TM و OLI)، در محدوده طول موج های قرمز، مادون قرمز نزدیک

$$EVI = 2.5 \times \frac{(B4 - B3)}{(B4 + 6 \times B3 - 7.5 \times B1 + 1)}$$

برای سنجنده OLI (لندست ۸)

$$EVI = 2.5 \times \frac{(B5 - B4)}{(B5 + 6 \times B4 - 7.5 \times B2 + 1)}$$

مترمربع (اندازه یک پیکسل تصویر لندست) انتخاب گردید و موقعیت آنها شامل طول و عرض جغرافیایی (مرکز پیکسل) برحسب متر (سیستم تصویر UTM) در GPS ثبت گردید و موقعیت همان نقاط روی تصاویر EVI بدست آمده از تصاویر لندست مشخص گردید، مقادیر EVI آن ۵۷ نقطه از تصویر EVI همه سال های دوره آماری (۲۰۰۰-۲۰۱۷) مشخص گردید که به صورت میانگین میزان EVI آن ۵۷ موقعیت برابر ۰/۴۲ بدست آمد، از این رو در این تحقیق آستانه $EVI > 0.4$ ، به عنوان آستانه جنگل های بلوط سرسبز در نظر گرفته شد.

تحلیل همبستگی زمانی مکانی

قبل از انجام تحلیل ارتباط، قدرت تفکیک مکانی هر دو نوع داده یعنی هم SPI و هم EVI به یک مقدار استاندارد یعنی ۱ کیلومتر رسید. از مدل همبستگی مکانی پیرسون در سطح

در رابطه ۷ پارامتر L، فاکتور تنظیم تاج پوشش جنگلی است که برای سنجنده های مذکور، برابر ۱ است، C1 و C2، مربوط به فاکتور میزان مقاومت اتمسفر یا تصحیح اتمسفری است. در این شاخص بهینه سازی شده تأثیر خطاهای اتمسفری و پس زمینه تاج پوشش جنگلی حذف شده است. تصاویر ماهواره ای مذکور برای ماه ژوئن (خرداد) دوره آماری ۲۰۰۰-۲۰۱۷ برای منطقه اخذ گردید و در نرم افزار ARC-GIS مراحل محاسبه و استخراج شاخص از تصاویر انجام شد.

برای تعیین آستانه پوشش جنگلی از ۵۷ موقعیت نمونه برداری شده میدانی از جنگل های سالم استان استفاده گردید. کلیه نمونه برداری های انجام شده مربوط به خردادماه سال ۱۳۹۵ بوده است. نواحی که در آن به صورت تپیک درختان بلوط سالم وجود داشت، در سراسر استان انتخاب و به صورت تصادفی بدون هیچ راهبرد خاصی تنها با تأکید بر تراکم و سرسبز بودن درختان منطقه، ۵۷ موقعیت با اندازه ۹۰۰

خشکسالی براساس شاخص SPI در مقیاس سالانه استفاده گردید. مدل همبستگی پیرسون در رابطه ۱۰ ارائه شده است.

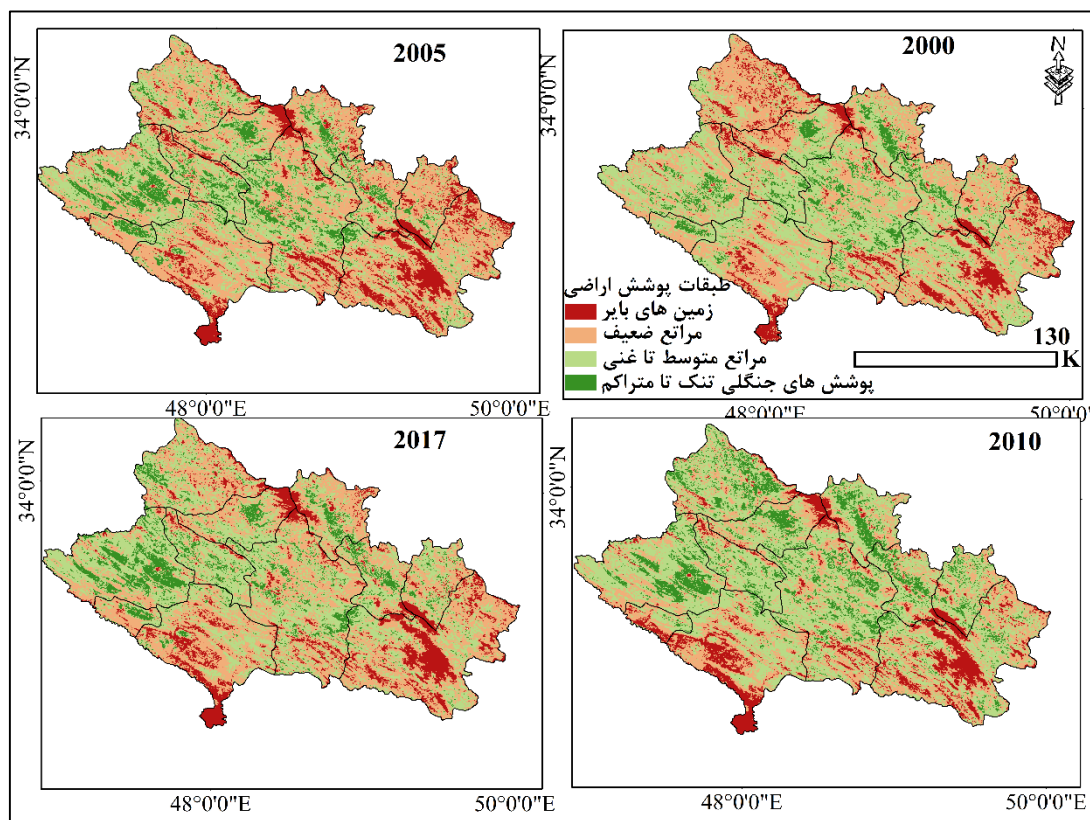
اطمینان ۰/۹۵ (P-value = 0.05)، برای تحلیل ارتباط بین مساحت پهنه‌های پوشش جنگلی استان لرستان و شدت

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

نتایج

در شکل‌های ۲ و ۳ توزیع مکانی شاخص پوشش گیاهی استخراج شده برای ۴ دوره آماری ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۷ با استفاده از تصاویر لندست ۵ و ۸ ارائه شده است. در نقشه شکل ۲ طبقات پوشش اراضی براساس الگوریتم طبقه‌بندی نظارت‌شده با روش بیشینه مشابهت از هم تفکیک شده است.

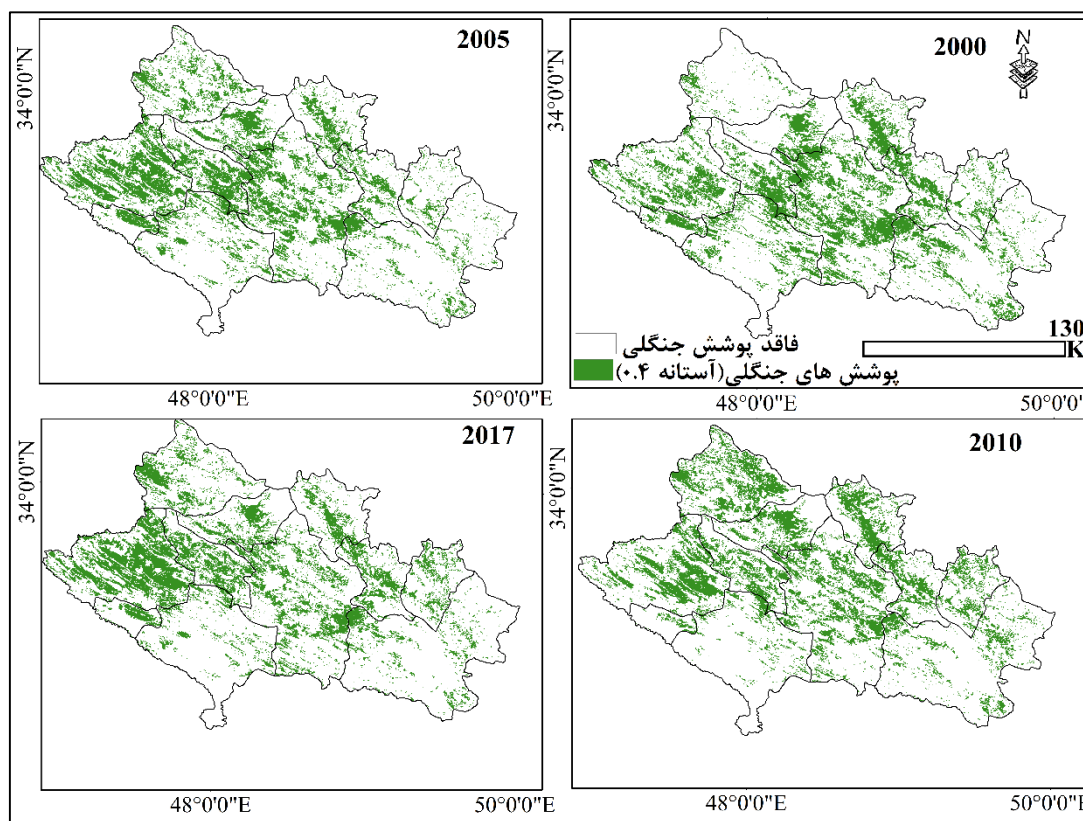
متغیرهای این رابطه یعنی X و Y مقادیر مربوط به مقادیر شاخص EVI و SPI هر یک از بیکسل‌های یک کیلومتری هستند. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، این رابطه مبتنی بر کواریانس مقادیر EVI و SPI است. در نهایت بعد از اینکه همبستگی بین وسعت سالانه پهنه EVI بالاتر از آستانه ۰/۴ و شاخص SPI سالانه طی ۱۸ سال استخراج گردید، اقدام به ارائه یک مدل برآوردگر رگرسیونی براساس شاخص SPI شد.



شکل ۲- توزیع فضایی شاخص پوشش گیاهی استخراج شده از تصاویر TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸

پوشش‌های جنگلی در استان لرستان ارائه شده است. با اعمال آستانه تعیین شده، توزیع فضایی پوشش‌های جنگلی با غالبیت گونه بلوط برای ۴ دوره ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۷ به صورت نقشه شکل ۳ ارائه شده است.

با استفاده از ۵۷ موقعیت نمونه‌برداری شده زمینی از جنگل‌های استان لرستان، آستانه EVI برای استخراج پوشش‌های جنگلی استان تعیین شد. این آستانه تجربی برابر $EVI > 0.4$ تعیین شد. در شکل ۳ نقشه توزیع فضایی



شکل ۳- توزیع فضایی پهنه‌های پوشش جنگلی استان استخراج شده از تصاویر TM و OLI، ماهواره لندست ۵ و ۸ با استفاده از آستانه تجربی $EVI \geq 0.4$ بدست آمده از ۵۷ نقطه نمونه‌برداری شده موقعیت‌های جنگلی استان

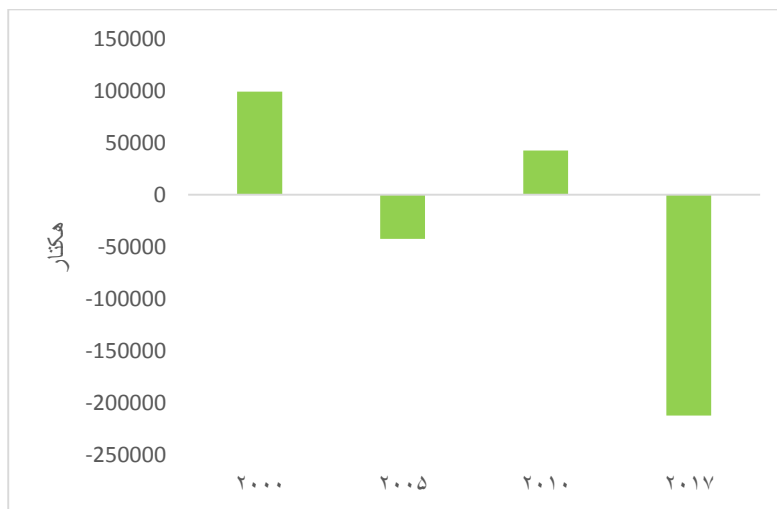
جدول ۳- تغییرات مساحت جنگل‌های بلوط استان لرستان طی ۴ دوره

سال‌ها	مساحت (هکتار)	تغییرات (هکتار)	درصد تغییرات
۲۰۰۰	۱۱۶۰۶۲۸		
۲۰۰۵	۱۰۱۹۰۸۸	-۱۴۱۴۵۴۰	-۰/۱۲
۲۰۱۰	۱۱۰۴۰۱۲	۸۴۹۲۴	۰/۰۸
۲۰۱۷	۸۴۹۲۴۰	-۲۵۴۷۷۲	-۰/۲۳

جنگلی برابر ۱۱۰۴۰۱۲ هکتار بوده است که نسبت به سال ۲۰۰۵ یک افزایش ۰/۰۸ در مساحت پوشش‌های جنگلی استان (برابر ۸۴۹۲۴ هکتار) مشاهده می‌شود، در حالی که در سال ۲۰۱۷ همان‌طور که مشاهده می‌شود، مساحت پوشش‌های جنگلی استان با کاهش ۰/۲۳ (۲۵۴۷۷۲ هکتار) نسبت به سال ۲۰۱۰ روبرو شده است و مساحت آن به ۸۴۹۲۴۰ رسیده است (۰/۳۳ از مساحت استان).

در شکل ۴ تغییرات مساحت پوشش جنگلی در دوره ۲۰۰۵-۲۰۱۷ ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، بیشترین کاهش در مساحت جنگل‌های استان لرستان طی دوره آماری ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ اتفاق افتاده است.

در جدول ۳ مساحت پوشش‌های جنگلی استخراج شده از تصاویر TM و OLI، برای چهار دوره مذکور با استفاده از آستانه تجربی به دست آمده، ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمترین میزان پوشش گیاهی مربوط به سال ۲۰۱۷ و بیشترین آن مربوط به سال ۲۰۰۰ بوده است. در سال ۲۰۰۰ مساحت پوشش جنگلی استان لرستان که گونه غالب آن بلوط بوده است، برابر ۱۱۶۰۶۲۸ هکتار بوده است (۰/۴۱ از مساحت استان) که در سال ۲۰۰۵ میزان پوشش جنگلی با ۰/۱۲ کاهش (برابر ۱۴۱۵۴۰ هکتار) نسبت به سال ۲۰۰۰، مساحت آن به ۱۰۱۹۰۸۸ هکتار رسیده است (۰/۳۶ از مساحت کل استان). در سال ۲۰۱۰، میزان پوشش



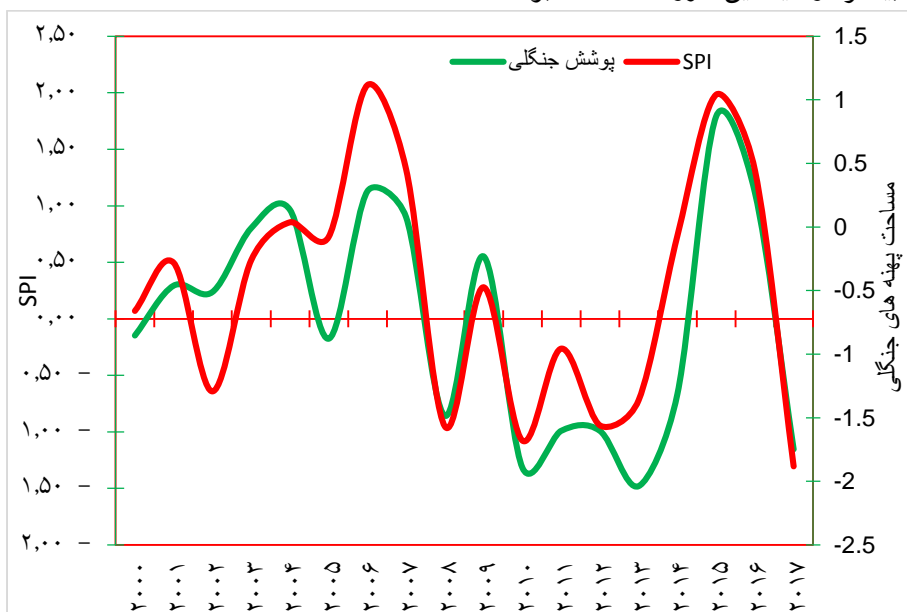
شکل ۴- تغییرات پوشش جنگلی استان لرستان طی ۴ دوره آماری مورد بررسی (عددها برای مقایسه پذیری استانداردسازی شده‌اند و بی بعد هستند)

۰.۰۵) معنی‌دار است (sig=0.004). جهت مثبت همبستگی بیانگر آن است که با تمایل شاخص خشکسالی به سمت مقادیر مثبت (تمایل به سمت ترسالی و بارش بیشتر از میانگین بلندمدت دوره ۱۸ ساله) مساحت پوشش جنگلی که دارای سبزینگی جنگلی ($EVI > 0.4$) است، به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرده است، در سال‌هایی که مقادیر این شاخص به سمت ارقام منفی (بارش کمتر از میانگین و خشکسالی) تمایل داشته است و مساحت پوشش جنگلی که

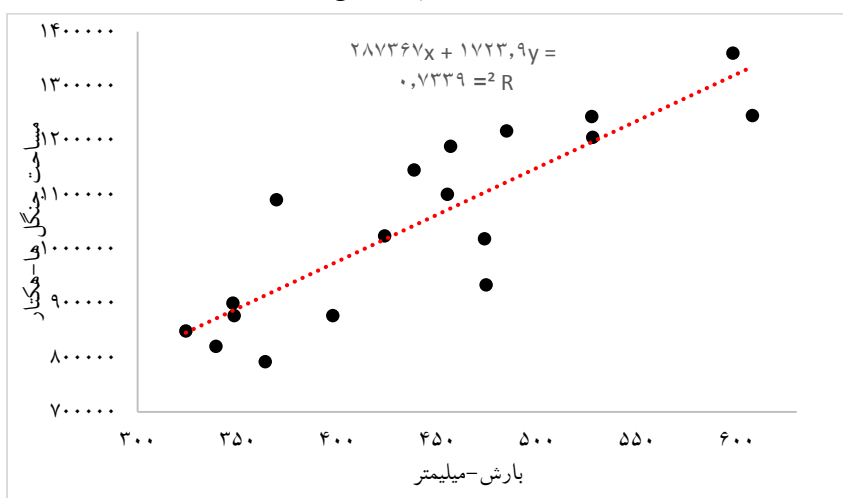
تحلیل همبستگی بین تغییرات سالانه سری زمانی شاخص بارز شده پوشش گیاهی که از تصاویر لندست طی دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ استخراج شد و شاخص خشکسالی SPI مقیاس ۱۲ ماهه برای همان دوره، نشان داد که همبستگی مکانی بین مساحت پوشش جنگلی سالانه دارای سبزینگی جنگلی ($EVI > 0.4$) استان لرستان با شاخص بارش استاندارد شده برابر ۰/۶۸ بوده است که در این میزان همبستگی در سطح اطمینان ۰/۹۵ ($P_value =$

مساحت پوشش جنگلی به طور معنی داری بیشتر بوده است. همبستگی زمانی بین مساحت سالانه طبقه جنگلی استخراج شده از تصاویر لندست ۵ و ۸ و شاخص خشکسالی SPI، در نمودار شکل ۶ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می شود، بین مقادیر استاندارد شده مساحت پوشش جنگلی دارای آستانه سبزینگی تعیین شده و شاخص بارش استاندارد شده، همبستگی بالایی مشاهده می گردد.

دارای آستانه شاخص سبزینگی تعیین شده است، به صورت معنی داری کاهش پیدا کرده است. در نمودار شکل ۵ مقادیر سالانه مساحت پوشش جنگلی ($EVI > 0.4$) و شاخص خشکسالی SPI ارائه شده است. با توجه به شکل ۶ ارتباط بین مقادیر بارش سالانه و مساحت پوشش جنگلی مستقیم بوده و ارتباط معنی داری بین آنها برقرار است. پراکنش نگار شکل ۶ نشان می دهد در سالهایی که بارش بیشتر از میانگین دوره ۱۸ ساله بوده،



شکل ۵- روند تغییرات شاخص SPI و پهنه پوشش جنگلی ($EVI > 0.4$) طی سالهای ۲۰۰۰-۲۰۱۷ (شاخصها برای مقایسه پذیری بی بعد شده اند)



شکل ۶- پراکنش نگار بارش- مساحت پهنه پوشش جنگلی

براساس شاخص خشکسالی SPI در جدول ۵ ارائه شده است. توزیع نرمال دو سری زمانی ۱۸ ساله مساحت پهنه پوشش جنگلی و شاخص سالانه SPI که از پیش فرض‌های ارائه مدل برآوردگر می‌باشد، در جدول ۴ مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج بیانگر نرمال بودن توزیع دو سری زمانی مذکور در سطح اطمینان ۰/۹۵ بوده است.

تحلیل همبستگی ارائه شده بین وسعت سالانه پهنه با EVI بالاتر از ۰/۴ (پهنه جنگلی) در استان لرستان و شاخص خشکسالی بارش استاندارد شده بیانگر آن بود که ارتباط معنی‌داری بین شدت خشکسالی در مقیاس سالانه و مساحت سالانه این پهنه پوشش جنگلی برقرار بود. نتایج حاصل از ارائه مدل برآوردگر مساحت پوشش گیاهی

جدول ۴- نتایج ارزیابی نرمال بودن توزیع دو سری زمانی ۱۸ ساله شاخص SPI و مساحت سالانه پوشش جنگلی استخراج شده

Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
شاخص K-S	درجه آزادی	آماره معنی‌داری	شاخص شاپیرو	درجه آزادی	آماره معنی‌داری
۰/۱۳۸	۱۸	۰/۲۰۰*	۰/۹۴۱	۱۸	۰/۲۹۶*

*: معنی‌داری در سطح اطمینان ۰/۹۵ (P_value = 0.05)

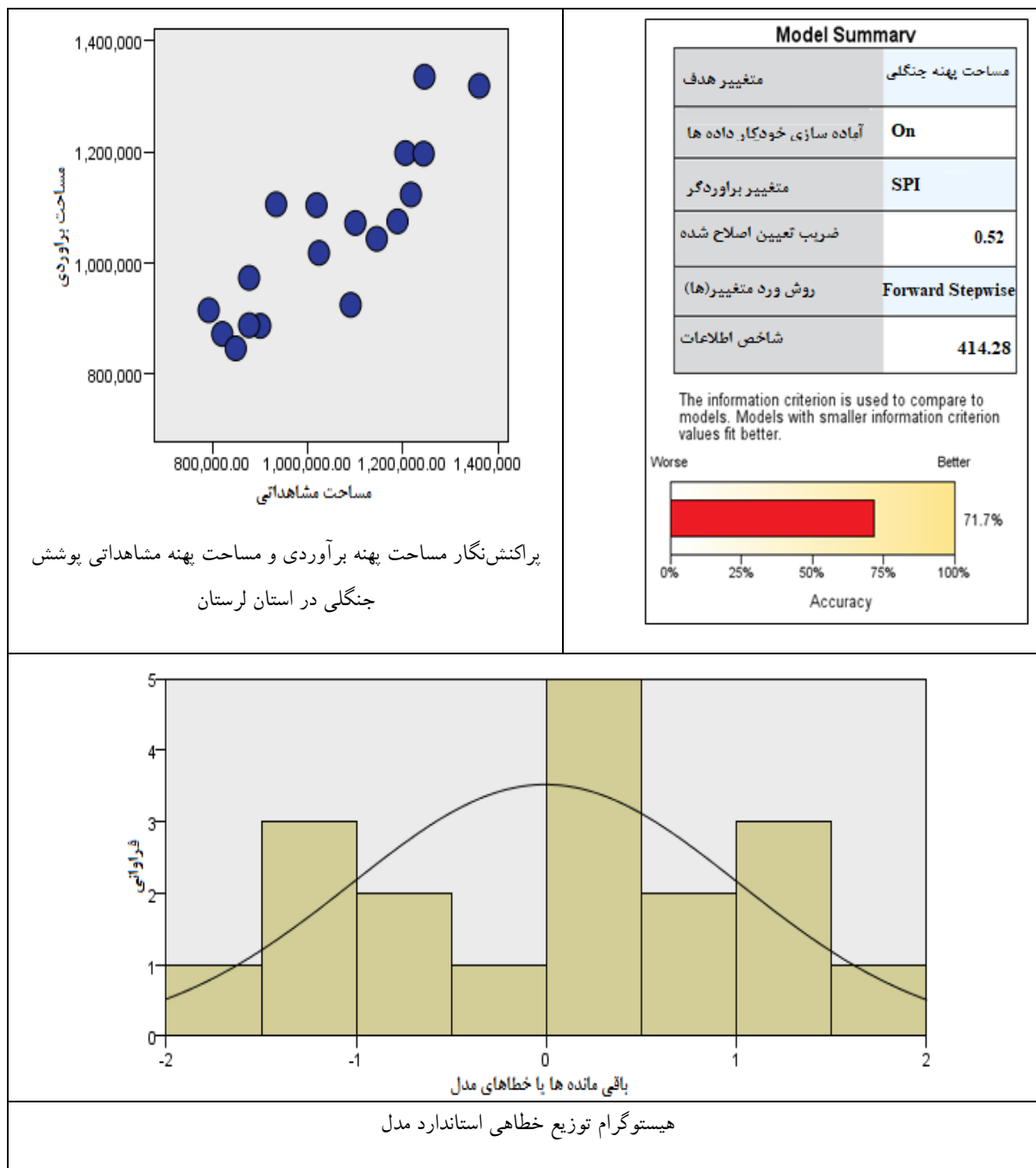
جهت تغییر خواهد کرد. به عبارت دیگر در صورتی که شاخص بارش استاندارد شده به سمت ترسالی (ارقام بالاتر از صفر) تمایل داشته باشد، مساحت پوشش جنگلی با شاخص EVI بالاتر از ۰/۴ افزایش خواهد یافت و در صورتی که به سمت خشکسالی (ارقام پایین‌تر از صفر) تمایل داشته باشد مساحت پهنه جنگلی (که دارای آستانه سبزی‌نگی ۰/۴ است) ۱۴۸۸۰ هکتار به ازای هر ۰/۱ واحد تمایل به سمت ارقام منفی کاسته می‌شود.

نتایج حاصل از مدل برآوردگر رگرسیونی که به صورت جدول ۵ و نمودارهای شکل ۸ ارائه شده است، بیانگر آن است که مدل رگرسیونی که برای برآورد تغییرات مکانی مساحت پهنه پوشش جنگلی (نواحی با $EVI > 4$) با استفاده از تغییرات شاخص SPI توانسته است با صحت ۰/۷۱، تغییرات مکانی پوشش جنگلی را تبیین کند. براساس مدل برآوردگر ارائه شده، به ازای تغییر ۰/۱ شاخص SPI، مساحت پوشش جنگلی حدود ۱۴۸۸۰ هکتار در همان

جدول ۵- مدل برآوردگر اتوماتیک خطی برای برآورد تغییرات مکانی سالانه پهنه پوشش جنگلی با آستانه ($EVI > 0.4$) در استان لرستان براساس شاخص بارش استاندارد شده سالانه

ضرایب خام مدل				
	ضریب	Std. Error	Sig	
مدل ۴- پهنه	عرض از مبدأ مدل	۱۰۴۹۶۸۹	۲۱۷۹۶	9.3×10^{-9}
	شاخص خشکسالی	۱۴۸۸۰	۲۲۴۰۰	5.6×10^{-6}

شکل رابطه
AFA=Annual Forest Area
AFA=1049489+14880(SPI)



شکل ۷- آماره‌های اعتبارسنجی مدل برآوردگر اتوماتیک خطی برای برآورد تغییرات مکانی سالانه پهنه پوشش جنگلی در استان لرستان براساس شاخص بارش استاندارد شده سالانه

حدود ۰/۵۷ از تغییرات سالانه پهنه‌های جنگلی را تبیین نماید. میزان صحت کلی مدل برابر ۰/۷۱ بوده است. مساحت برآوردی پهنه‌های جنگلی استان لرستان توسط مدل برآوردگر ارائه شده در مقابل مساحت مشاهداتی

شاخص‌های اعتبارسنجی مدل برآوردگر ارائه شده، در شکل ۸ ارائه شده است، همان‌طور که مشاهده می‌گردد مدل اتوماتیک برآوردگر تغییرات سالانه مساحت پهنه پوشش جنگلی استان با استفاده از برآوردگر SPI توانسته است

به گیاه موجب تنش خشکی شدید برای جوامع گیاهی می‌شود. این تنش از یکسو و برهم خوردن برنامه فنولوژی درختان ناشی از تغییر و جابجایی درون سالی دما و بارش از سوی دیگر باعث افزایش فراوانی رخسادهای حدی اقلیمی مانند بارش‌های رگباری و تگرگ، سیلاب‌ها، امواج گرم و سرد شدید همگی منجر به تضعیف و زوال تدریجی درختان می‌شود (Wang et al., 2017). از سوی دیگر خشکسالی به‌طور غیرمستقیم از طریق ایجاد ریزگردها، بروز آفات و بیماری‌های جدید، از بین بردن تنوع زیستی در خاک، باعث افزایش شدید در مرگ و میر درختان بلوط می‌شود. هدف اساسی در این تحقیق تحلیل ارتباط بین مساحت سالانه پهنه‌های دارای آستانه جنگلی با میزان آنومالی‌های بارش (شاخص SPI) بود که نتایج حکایت از وجود همبستگی مستقیم معنی‌داری داشت. البته چنین نتیجه‌ای در تحقیق Farokhzadeh و همکاران (۲۰۱۷) نیز مشاهده گردید. آنان با استفاده از دو شاخص پوشش گیاهی EVI و NDVI، اقدام به تحلیل ارتباط بین پوشش گیاهی مراتع دشتی استان گلستان با خشکسالی هواشناسی (شاخص SPI) نمودند. نتایج کار آنان نیز همبستگی معنی‌داری را بین شاخص‌های پوشش گیاهی و شاخص خشکسالی نشان داد (حدود ۰/۷۵ همبستگی). چنین همبستگی مثبتی بین بارش و میزان سبزیگی پوشش گیاهی در کار Alimoradi و همکاران نیز (2017) مشاهده گردید. آگاهی از تابع حساسیت پوشش گیاهی با استفاده از نمایه‌های سنجش از دوری از شدت خشکسالی، امکان مدیریت بهینه‌تر و به‌موقع‌تر و کنترل ابعاد خسارت را فراهم می‌کند. اما استفاده از داده‌های سنجش از دوری، همواره مقادیری خطا و عدم قطعیت را نیز وارد کار خواهد کرد. از آنجایی که در این تحقیق آستانه پوشش جنگلی با استفاده از فیلتر تجربی $EVI > 0.4$ از سایر پوشش‌ها تفکیک شده است (این آستانه یا فیلتر نیز به صورت تجربی از طریق ۵۷ سمپل یا نمونه‌برداری میدانی به‌دست آمد)، از این‌رو در هنگام تعمیم این فیلتر به کل منطقه، احتمال دارد در این بخش از مراتع غنی پایکوهی دارای سبزیگی بالایی باشند، وارد طبقه جنگلی شده اند که Shifaw و همکاران (۲۰۱۸)، به این خطا اشاره کرده‌اند.

پهنه‌های جنگلی که از تصاویر لندست استخراج گردید به صورت پراکنش‌نگار شکل ۷ ارائه شده است. براساس این پراکنش‌نگار میزان همبستگی مقادیر برآوردی و مشاهداتی برابر ۰/۷۲ بوده است. توزیع باقی‌مانده‌های مدل برآوردگر ارائه شده، به صورت هیستوگرام توزیع در شکل ۷ آورده شده است، همان‌گونه که مشاهده می‌شود توزیع خطاهای مدل به صورت معنی‌داری نرمال بوده که بیانگر صحت برآورد مدل است.

بحث

پوشش گیاهی هر منطقه برآیندی از تعامل عوامل جغرافیایی محلی شامل مؤلفه‌های خاک، توپوگرافی، موقعیت، فعالیت انسانی، و عوامل اقلیمی منطقه شامل مؤلفه‌های بارش، دما، رطوبت نسبی و ویژه، میزان ابرناکی، میزان دریافت انرژی تابشی و درجه روزهای رشد است (Guli et al., 2015). خشکسالی به‌عنوان یکی از مهمترین وجهه‌های تغییر اقلیم در بخش وسیعی از آسیا (Guo et al., 2018) به‌ویژه در ایران تأثیرات بارزی در تخریب و تضعیف جوامع گیاهی، مراتع، باغ‌ها، جنگل‌ها و حتی کشاورزی داشته است (Workou et al., 2017). حدود ۱ میلیون و ۲۰۰ هزار هکتار از مساحت استان لرستان پوشیده از جنگل است (۰/۴۳ مساحت کل استان) (FRWO, 2015). بلوط جزء مهمترین گونه‌های گیاهی در جنگل‌های لرستان است که نقش مهمی در حفاظت آب و خاک و تعدیل اقلیم استان ایفا می‌کند. حدود یک دهه است که جنگل‌های زاگرس مبتلا به پدیده‌های جدید و نوظهور به نام زوال بلوط (Oak Decline) هستند که شرایط منحصر به فرد و خاصی را در این جنگل‌ها ایجاد کرده و باعث خشکیدگی بخش‌هایی از اندام درختان بلوط یا کل درخت و مرگ و میر آن شده است (FRWO, 2015). هرچند بروز این بحران در سایر نقاط دنیا به‌ویژه جنگل‌های بلوط اروپا سابقه طولانی دارد (Denman et al., 2017)، اما در ایران برای اولین بار حدود یک دهه پیش آغاز شد. خشکسالی به‌طور مستقیم با محدود کردن منابع آب در دسترس گیاه و تأخیر در آبرسانی

- Study: Golestan rangelands). *Journal of Agricultural Meteorology*, 5(2): 55-65 (In Persian).
- Forests, Range and Watershed Management Organization of IRAN(FRWO), <http://www.frw.org.ir>.
- Fu, X.F., Yang, S.T. and Liu, C.M. 2007. Changes of NDVI and their relations with principal climatic factors in the Yarlungzangbo River Basin. *Geog Res*, 26(1): 60-66.
- Goward, S.N. and Prince, S.D. 1995. Transient effects of climate on vegetation dynamics satellite observations. *Journal Biogeogr*, 22(5): 549-563.
- Guli, J., Shunlin, L., Qiuxiang, Yi. and Jinping, L. 2015. Vegetation dynamics and responses to recent climate change in Xinjiang using leaf area index as an indicator. *Ecological Indicators*, 58(2): 64-76.
- Guo, H., Bao, A., Liu, T., Jiapaer, G., Ndayisaba, F., Jiang, L., Kurban, A. and De. Maeyer, P. 2018. Spatial and temporal characteristics of droughts in Central Asia during 1966-2015. *Science of the Total Environment*, 624(3): 1523-1538.
- Hadian, F., Jafari, R., Bashari, H. and Soltani, S. 2014. Monitoring the effects of precipitation on vegetation cover changes using remote sensing techniques in 12 years period (case study: Semirom Isfahan). *Journal of Range and Watershed Management*. 66(4): 621-632 (In Persian).
- 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). *Forest and Range Protection Research*, 7(1): 26-35 (In Persian).
- Kabiri, K. 2000. The effect of drought on vegetation cover of iranm using NOAA imagery, KNU, M.Sc Dissertation (In Persian).
- Martinez, B. and Gilabert, MA. 2009. Vegetation dynamics from NDVI time series analysis 5 using the wavelet transform. *Remote Sens Environment*, 113(9):1823-1842.
- Mckee, T.B., Doesken, N.J., Doesken, N.J. and Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eight Conference on Applied Climatology. Anaheim, CA, American Meteorological Society, 179-184.
- Mckee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. 1995. Drought Monitoring with Multiple time scales. Nins Conference on Applied Climatology. Dallas, Tx, American Meteorological Society, 233-236.
- Nasserzadeh, M.H. and Ahmadi, E. 2012. Investigation of meteorological drought indices performance in assessing and mapping of drought in Qazvin province. *Journal of Applied research in Geographical Sciences*, 12(2): 141-146 (In Persian).
- منابع مورد استفاده**
- Alavipanah, S.K. 2014. Application of remote sensing in the earth sciences (soil). University of Tehran press, Tehran, 479p (In Persian).
- Alimoradi, S., Khoorani A. and Esmaeilpoor, Y. 2017. Dynamics of vegetation in Karun Watershed within Khuzestan province in relation with temperature factors and precipitation. *Journal of Applied Researches in Geographical*, 17(44): 155-177 (In Persian).
- Anyamba A. and Eastman, J.R. 1996. Interannual variability of NDVI over Africa and its relation to El Nino/Southern Oscillation. *International Journal Remote Sens*, 17(3): 2533-2548.
- Davenport, M.L. and Nicholson, S.E. 1993. On the relation between rainfall and the Normalized DiVerence Vegetation Index for diverse vegetation types in East Africa. *International Journal Remote Sens*, 14(1): 2369-2389.
- Denman, S., Barrett, G., Kirk, S.A., McDonald, J.E. and Coetzee, M.P.A. 2017. Identification of *Armillaria* species on declined oak in Britain: Implications for oak health. *Forestry*, 90(2): 148-161.
- Deshtakian, K. and Dehghani, M.A. 2007. Land surface temperature analysis of desert area in relation with vegetation and urban development using RS and GIS, case study: Yazd-Ashkezar area. *Pazhuhesh va Sazandegi*, 77(7): 170-179.
- Di, L., Rundquist, D.C. and Han, L. 1994. Modelling relationships between NDVI and precipitation during vegetation growth cycles. *International Journal Remote Sens*, 15(6): 2121-2136.
- Ehsani, A., Arzani, H., Farahpoor, M., Ahmadi, H., Jafari, M., Jalili, A., Mirdavodi, H.R., Abbasi, H.R. and Azimi, M. 2006. The effect of climatic conditions on range forage production in steppe rangelands, Akhtarabad of Saveh. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 2(3): 249-260 (In Persian).
- Farajzadeh, M., Fathnia, A., Alijani, B. and Zeaiean, P. 2011. Assessment of the Effect of Climatic Factors on the Growth of Dense Pastures of Iran, Using AVHRR Images. *Physical Geography Research Quarterly*, 75(1): 80-95 (In Persian).
- Farajzadeh, M., Fathnia, A., Alijani, B. and Zeaiean, P. 2011. Assessment of climatic factors effect on vegetation in the Zagross region using satellite images. *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 18(1): 107-123 (In Persian).
- Farrokhzadeh, B., Mansouri, S. and Sepehr, A. 2017. Determining the correlation between NDVI and EVI vegetation indices and SPI drought index (Case

- Manikiam, B. and Chandrasekehar, G. 1997 Interlinkages of NOAA/AVHRR derived integrated NDVI to seasonal precipitation and transpiration in dryland tropics. *International Journal of Remote Sens*, 18: 2931-2952.
- Taherzadeh, S.A. 2007. Drought analysis using remote sensing & GIS techniques on the Minab Basin, supervisor: Prviz zeaiean, Master of Art Remote Sensing & GIS. University of Tarbiat Modares, p. 173 (In Persian).
- Tong, S., Zhang, J. and Bao, Y. 2017. Spatial and temporal variations of vegetation cover and the relationships with climate factors in inner Mongolia based on GIMMS NDVI3g data. *Journal of Arid Land*, 9(3): 394-407.
- Ulivieri, C., Castronuovom, M., Francioni, R. and Cardillo, A. 1994. A split window algorithm for estimating land surface temperature from satellites. *Advances in Space Research*, 14(1): 59-65.
- Wang, T., Luo, Y. and Zhong, M. 2017. Comparison of recent precipitation tendency between Northwest and North China. *Journal of China Hydrology*, 37(1): 56-63.
- Wang, J., Rich, P.M. and Price, K.P. 2003. Temporal responses of NDVI to precipitation and temperature in the central Great Plains, USA. *International Journal of Remote Sens*, 24(11): 2345-2364.
- Worku, Z., Elmar, C. and Luis, I. 2017. Monitoring ecosystem dynamics in northwestern Ethiopia using NDVI and climate variables to assess long term trends in dryland vegetation variability. *Applied Geography*, 79(1): 167-17.
- Xue, J. and Su, B. 2017. Signifiant remote sensing vegetation indices: a review of developments and applications. *Journal of Sensors*, 1: 1-17.
- Nicholson, S.E., Davenport, M.L. and Malo, A.R. 1990. A comparison of the vegetation response to precipitation in the Sahel and East Africa using normalized difference vegetation index from NOAA AVHRR. *Climatic Change*, 17(2): 209-241.
- Nicholson, S.E. and Farra, T.J. 1994. The influence of soil type on the relationships between NDVI, precipitation, and soil moisture in semiarid Botswana. I. NDVI response to precipitation. *Remote Sens Environment*, 50(2): 107-120.
- Potter, C.S. and Brooks, V. 1998. Global analysis of empirical relations between annual climate and seasonality of NDVI. *International Journal of Remote Sens*, 15(1): 2921-2948.
- Sardari, M. 2000. Flora of chaharmahal and Bakhtyari. Final report study, agriculture and Natural resources researches complex of Shahrekord, Shahrekord (In Persian).
- Schultz, P.A. and Halpert, M.S. 1995 Global analysis of the relationships among a vegetation index, precipitation, and land surface temperature. *International Journal of Remote Sensing*, 16(3): 2755- 2777.
- Schultz, P.A. and Halpert, M.S. 1993. Global correlation of temperature, NDVI and precipitation. *Advances in Space Research*, 13(2): 277-280.
- Shamsipour, A.A. 2007 Analysis of drought events for Kashan area with NOAA-AVHRR data. PhD. Thesis in Climatology. University of Tehran (In Persian).
- Shifaw, E., Sha, J., Xiaomei, L., Zhongcong, B., Jianwan, J. and Bingchu, C. 2018. Spatiotemporal analysis of vegetation cover (1984-2017) and modelling of its change drivers, the case of Pingtan Island, China. *Modeling Earth Systems and Environment*, 4(1): 899-917.
- Srivastava, S.K., Jayaraman, V., Nageswara, Rao P.P.,

Spatiotemporal Dynamics of Oak Forest of Zagros in Responce to Drought Case Study: Oak Forest of Lorestan

Z. Alirezai¹, A. Gandomkar^{2*}, M. Khodagholi³ and A. Abasi¹

1-Department of Geography,Najafabad Branceh, Islamic Azad University, Najafabad, Isfahan, Iran

2* - Corresponding author, Department of Geography,Najafabad Branceh, Islamic Azad University, Najafabad, Isfahan, Iran

E-mail: agandomkar2007@yahoo.com

3- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 09.09.2018

Accepted: 25.12.2018

Abstract

The Zagros Woodland is one of the main components of Zagros ecosystem that has significant role in water and soil conservation. Drought, as one of the climatic hazards, can have dramatic effects on forest cover. Therefore, detecting the spatiotemporal dynamics of the forest in response to drought is very important. The main objective of this study was to detect the spatiotemporal relationship of forest cover of Lorestan province in response to annual drought. In this regard, the Enhanced Vegetation Index (EVI) values were extracted from Landsat 5 and 8 images for the period 2017-2017. The Standardized Precipitation Index (SPI) was calculated for the mentioned period using monthly rainfall statistics of 9 synoptic stations in the region. By using spatial correlation analysis, the relationship between annual forest area and drought index was investigated and finally, sensitivity function of spatial variation of forest cover was obtained by fitting a linear model. The results of field sampling showed that EVI threshold > 0.4 can be considered as the province's forest cover threshold. Correlation analysis between forest cover and drought indicated that the 18-year time series of forest cover had a significant correlation of 0.68 with SPI (0.95 confidence level). The results of development of sensitivity function to SPI index indicated that the forest cover had significant sensitivity to drought so that for each 0.1 unit change in the SPI index the forest cover area will change as 14880 ha in the same direction.

Key words: Drought, Forest Cover, Oak Forest, Landsat, Lorestan Province.