نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال نهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

صفحات ۱-۲۰

ارزیابی ارتباط خشکیدگی جنگل و خشکسالی با استفاده از مدل های آماری در استان ایلام

شمس اله عسگری [۱]؛ استادیار بخش تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،ایلام، ایران.

طیب رضیئی؛ دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

محمدرضا جعفری؛ استادیار بخش تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

احمد حسینی؛ استادیار بخش تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۳۹۹/۰۳/۱۸ پذیرش نهایی:۱۴۰۰/۱۱/۲۷

چکیده

در این مطالعه ارتباط بین خشکیدگی درختان بلوط ایرانی و خشکسالی در استان ایلام بررسی شده است. هدف اصلی تحقیق معرفی مدلی مناسب از روابط بین خشکیدگی بلوط و خشکسالی می باشد بنابراین از شاخص‌های SPI و NDVI وآماره شاخص موران و آماره رگرسیون خطی و تصاویر ماهواره‌ای مودیس و لندست در تحلیل ارتباط خشکیدگی جنگل‌های ایلام با خشکسالی‌های رخ داده در منطقه استفاده شده است. داده‌های بارش ۹۳ ایستگاه باران سنج در طول دوره آماری تحلیل شد و با توجه به ضرایب خشکی شاخص SPI لایه های پهنه بندی خشکسالی استان ایلام برای دو سری زمانی سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ و سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹تهیه شد. لایه‌های رستری سبزینگی از تصاویر ماهواره‌ای مودیس برای سری‌های زمانی ذکر شده تهیه شد. نتایج تحلیل آماره موران همبستگی معناداری بین شاخص SPI و شاخص NDVI در بعد فضایی و مکانی نشان داد. به روش تصادفی ساده ۱۴۳ نقطه خشکیدگی بلوط در ابعاد ۳۰ مترمربع که هر نقطه معادل یک پیکسل سایز بود با دستگاه GPS ثبت و با شبیه سازی در تصاویر ماهواره‌ای، لایه نقطه‌ای خشکیدگی بلوط استخراج شد. هرچند رگرسیون خطی بین نقاط خشکیدگی بلوط استخراج شده با نتایج شاخص SPI و آماره موران معنی دار بود، اما نتایج ارتباط شاخص NDVI و آماره موران تاثیر روند خشکسالی در ابعاد مکانی و زمانی بر روند خشکیدگی بلوط با تحلیل فضایی و رگرسیون غیر خطی از معناداری و تبیین آماری مناسب تر و دقیق تری برخوردار است. بنابراین این روش در تحلیل خشکسالی و خشکیدگی بلوط مطلوب تشخیص داده و معرفی شد.

واژه های کلیدی: **استان ایلام، خشکیدگی جنگل بلوط، خشکسالی، شاخص موران**

[۱] . نویسنده مسئول: Email: Shamsasgari@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

مقدمه

اکوسیستم‌های جنگلی منطقه رویشی زاگرس از سابقه بسیار طولانی بهره‌برداری در اشکال مختلف برخوردار است. جنس شاخص منطقه رویشی زاگرس گونه بلوط ایرانی[۲] است، اما سایر گونه‌های درختی نظیر بنه، بادامک، ارژن و کیکم نیز در این ناحیه دیده میشود. مراتع و جنگل‌ها از مهم‌ترین سرمایه های ملی با استفاده‌های فراوان هستند که مدیریت آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شناخت رفتار گونه‌های گیاهی نسبت به تغییرات محیطی راهنمای مهمی در این مدیریت محسوب می‌شود آسال و همکاران(Assal, et al, ۲۰۱٦). طی سال‌های اخیر قسمت قابل توجهی از جنگل‌های بلوط خشک و یا با پدیده خشکیدگی مواجه شده‌اند. هر چند هنوز عامل اصلی خشکیدگی این جنگل‌ها بطور دقیق مشخص نشده است، اما در این تحقیق

عواملی نظیر تغییرات اقلیمی، افزایش گردو غبارها، افزایش دوره‌های خشکسالی، هجوم آفات و امراض، تغییرات زیاد کاربری بعنوان دلایل خشکیدگی جنگل‌های زاگرس مطرح شده است حسین زاده و پورهاشمی(۱۳۹۶). قرار گرفتن ایران در کمربندخشک و نیمه خشک (منطقه برون حاره) باعث شده که بیشتر مواقع با نوسانات عناصر اقلیمی و جوی همراه باشد و تحت تأثیر جریانات جوی الگوهای سینوپتیکی، بی نظمی در الگوی بارش و دمای کشور بوجود آید (رحمتی،۱۳۹۵؛لشنی زند، ۱۳۸۳). بررسی اثرات خشکسالی بر رشد و مرگ و میر جنگل‌های جنوب شرق ایالات متحده طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۱ نتایج نشان داد با افزایش شدت خشکسالی‌ها، کاهش قابل توجهی در رشد گونه های صنوبر و mesophytic مشاهده می‌شود کلوز و همکاران (Klos, et.al, ۲۰۰۹). بررسی اثرات ماندگار خشکسالی شدید سال ۲۰۰۵ در جنگل های آمازون نشان داد که ۷۰ میلیون هکتار از جنگل های غرب آمازون طی این دوره با کمبود آب مواجه شده‌اند ساعتچی و همکاران (Saatchi,et.al,۲۰۱۲). به دنبال وقوع تغییر اقلیمی و خشکسالی های اخیر، بروز پدیده خشکیدگی درختان بلوط ایرانی در منطقه زاگرس مشاهده‌شده است که روند افزاینده‌ای داشته است. این درختان به شرایط اقلیمی و محیطی مختلف مقاوم بوده و نقش مهمی در کنترل فرسایش خاک دارند وانگ و همکاران (Wang, et.al, ۲۰۱٦). نتایج بررسی آثار خشکسالی و ترسالی بر تغییرات پوشش گیاهی در دو منطقهٔ پخش سیلاب و مراتع شاهد هرات استان یزد نشان داد که رابطه خشکسالی و ترسالی بر تغییرات پوشش گیاهی معنی‌دار هست و پخش سیلاب تاثیر زیادی بر پوشش گیاهی منطقه داشته است میرجلیلی و همکاران(۱۳۹۲). نتایج پژوهشی که به بررسی اثرگذاری عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق بر زوال جنگل‌های زاگرس مرکزی در استان لرستان و با انطباق نقشه زوال جنگل با نقشه‌های اقلیمی بدست آمد، نشان داد که عوامل بارش، دمای هوا، رطوبت نسبی و تبخیر و تعرق مرجع همبستگی معنی‌داری با طبقات زوال دارند، همچنین نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بود که تغییر عواملی اقلیمی و تبخیر وتعرق مرجع یکی از مهم ترین دلایل خشکیدگی بوم سازگان جنگلی زاگرس در کوتاه مدت می‌تواند باشد بیرانوند و همکاران(۱۳۹۴). مقایسه تأثیر متغیرهای اقلیمی بر توده‌های سالم و متأثر از زوال بلوط ایران در شهرستان خرم آباد بر اساس داده‌های بارندگی و دما با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، برروی حلقه‌های رویش سالیانه درختان بلوط تاثیر پذیری خشکیدگی درختان بلوط از هر دو سری زمانی یکسان بوده و در کل درختان سالم بیشتر تحت تأثیر درجه حرارت ماهیانه و فصلی قرارگرفته‌اند و بالاترین ضریب همبستگی با درجه حرارت منطقه را از خود نشان داده‌اند پورسرتیپ و همکاران(۱۳۹۵). نتایج تحقیقی نشان داد که بین میزان خشکیدگی درختان با درصد شیب (P=۰/۰۰۸) و جهت دامنه (P=۰/۰۰۰۱) رابطه

۱ - Quercuc brantii Lindl

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

معنی‌داری وجود دارد. با افزایش شیب، میزان خشکیدگی افزایش یافته و در دامنه‌های غربی و جنوبی نیز میزان خشکیدگی درختان بیشتر است. با افزایش قطر، میزان خشکیدگی درختان افزایش یافته و بیشترین تعداد درختان خشکیده، در طبقات قطری بالا (۴۰ سانتی‌متر و بیشتر) مشاهده شدگل محمدی و همکاران(۱۳۹۶). نتایج بررسی شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) ، و شاخص بارش استاندارد شده(SPI) و همبستگی بین این دو شاخص در ارزیابی و پایش خشکسالی نواحی مختلف استان اصفهان، نشان داد که شاخص گیاهی NDVI می‌تواند جایگزین مناسبی برای شاخص‌های اقلیمی در ارزیابی و پایش خشکسالی‌ها باشد باعقیده و همکاران(۲۰۱۱). اثرات گرما و خشکسالی بر مناطق جنگلی لاو و همکاران(Law, et.al,۲۰۱٤). نتایج اثر خشکسالی روی پوشش گیاهی استان کردستان طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ با استفاده تصاویر سنجنده مودیس، نشان دادکه بین میانگین شاخص‌های SPI و NDVI همبستگی بالایی در سطح معناداری ۰/۰۱ وجود دارد و با کاهش تقریباً ۰/۲۰- از میزان شاخص SPI، به طور متوسط ۱/۲ درصد سطح پوشش گیاهی ضعیف افزایش می‌یابد میرموسوی و کریمی(۱۳۹۲). نتایج پایش خشکسالی با استفاده از شاخص‌های متعدد و تصاویر سنجنده مودیس نشان داد که اطلاعات این سنجنده برای تعیین خشکسالی مناسب است یگانه و خواجه‌الدین(۱۳۹۰) و آلوسبی و همکاران(Alwesabi, et al, ۲۰۱۲). تحقیق انواع روش‌های شخم در فرانسه نشان داد که نقش بی‌خاک‌ورزی (شخم صفر) بر کاهش دمای سطح خاک و متعاقباً کاهش تبخیر و تعرق از طریق ایجاد آلبیدو قابل ملاحظه بوده، پیش‌بینی شده که با توسعه این نوع شخم در اراضی کشاورزی اروپا، می‌توان تا دو درجه از دمای سطح زمین در تنش‌های گرمایی بحرانی نظیر تابستان ۲۰۰۳ که ۱۴۰۰۰ نفر را کشت، کاست مورلو و همکاران (Morello, et.al, ۲۰۱٤). بررسی رابطه تغییرات بارش و شاخص گیاهی NDVI تصویر ماهواره‌ای مودیس(MODIS) حاکی از آن بود که بین بارندگی و پوشش گیاهی ۷۳ درصد همبستگی دیده می‌شود بریتویستل و همکاران(Birtwistle, et al, ۲۰۱٦). نتایج شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) در دشت قروه استان کردستان مقادیر پایین میانگین شاخص در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸ را بعنوان سال‌های نمونه خشکسالی اکولوژیکی نشان داد. سال ۲۰۰۱ کمترین مقدار NDVI را داشت و غیر از مناطق مرکزی که زیر کشت آبی بوده است بقیه مناطق تقریبا پوشش گیاهی خود را از دست داده‌اند (مفاخری و همکاران، ۱۳۹۵:۷۴). نتایج ارزیابی وضعیت دمایی پوشش گیاهی جهت پایش خشکسالی در حوضه آبریزسیمینه رود دریاچه ارومیه نشان داد که با یکپارچه سازی داده‌های ماهواره‌ای MODIS با داده‌های هواشناسی مقدار آستانه تنش خشکی از سالی به سال دیگر متفاوت است و بین داده‌ها هبستگی معنی داری وجود دارد (نبی زاده بلخکانلو۱۳۹۷:۱۲۹). نتایج تحقیق تاثیر ریزگردها بر خشکیدگی بلوط در استان ایلام با استفاده از تصاویر مودیس عدم همبستگی معنی دار بین خشکیدگی درختان بلوط و ریزگردها نشان داد (پیرانی ۱۳۹۸:۸۴) نتایج تحقیق تاثیر رطوبت خاک در خشکیدگی بلوط با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که در دوره ۷ساله خشکسالی از ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ کاهش شدید رطوبت خاک رابطه معنی داری با ضریب ۰/۸۶در خشکیدگی بلوط داشته که همزمان با خشکسالی و کاهش بارندگی بوده است (اعظمی ۷۶:۱۳۹۸) در تحقیقی مشاهده گردید که مقادیر بارش حاصل از ماهواره در مقیاس ماهانه دارای همبستگی مطلوبی با مقدار بارش حاصل از ایستگاه زمینی بوده و نتایج تحلیل خشکسالی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای تقریبا منطبق بر داده‌های ایستگاه زمینی است و قابلیت و کارایی بالای روش به کار رفته را در تخمین شاخص خشکسالی SPI به خوبی نشان داد. خشکیدگی درختان بلوط در چند سال اخیر در مناطق زاگرس و استان ایلام مساله‌ای است بحرانی و نیازمند بررسی است. با توجه به اهمیت تنش خشکی و حرارتی در خشک شدن درختان و از طرف دیگر نقش مهم جنگل‌های منطقه از نظر طبیعی و انسانی در این تحقیق با هدف ارتباط بین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

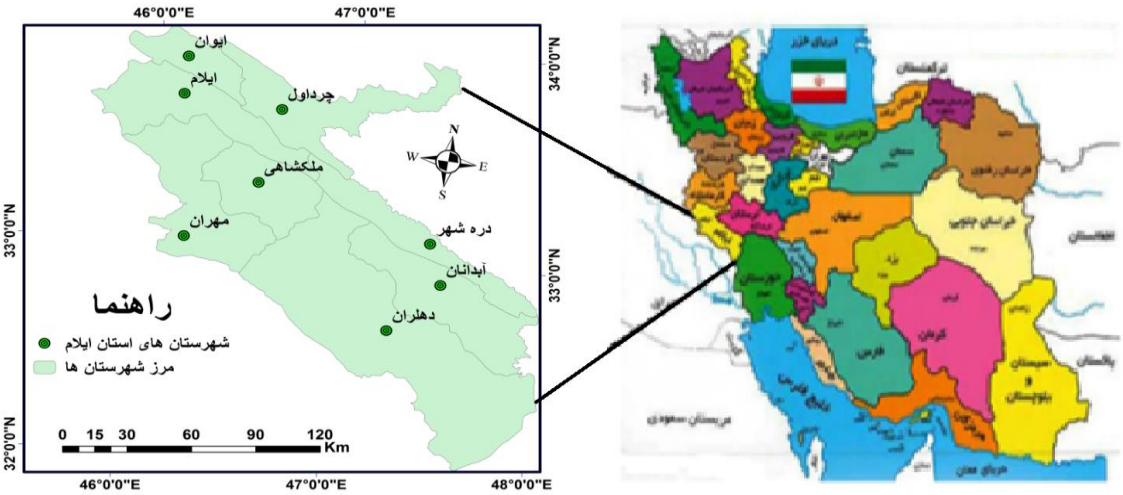
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

خشکسالی و خشکیدگی جنگل‌های بلوط رخ داده در استان ایلام به روشهای مختلف و معرفی بهترین روش انجام شده است. در بیشتر تحقیقات از روش های مرسوم SPI و NDVI و رگرسیون‌های آماری خطی برای تعیین خشکسالی استفاده شده اما نوآوری این تحقیق تحلیل فضایی نقاط خشکسالی با استفاده از شاخص آماره موران و در نهایت این تحلیل در ارتباط با نقاط تغییرات سبزینگی به روش NDVI و نقاط خشکیدگی درختان بلوط که از معناداری بالاتر و رگرسیون‌های غیر خطی یا چندگانه در تحلیل فضایی نتایج دقیق و مناسبی بدست آمده است.

داده‌ها و روش کار

- **قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه**

استان ایلام با مساحتی قریب ۱۹۹۷۵/۶۶ کیلومتر مربع و جمعیتی حدود ۵۵۸۰۰۰ نفر می باشد. سطح جنگل گونه های بلوط استان ایلام درحدود ۵۴۲۲۵۲ هکتار می باشد. بیشتر جمعیت این استان در دامنه‌های کوهستانی کبیرکوه استقرار یافته و با توجه به نوع معیشت دامداری و کشاورزی از مراتع و جنگل‌های طبیعی به اشکال مختلف بهره برداری می نمایند. حد ارتفاعی گسترش گونه‌های بلوط بین۷۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد جعفری و همکاران ۱۳۹۶). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی شهرستان ها و استان ایلام و طبقات ارتفاعی و مناطق جنگلی را نشان می دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان ها و استان ایلام

خشکیدگی بلوط کبیرکوه شهرستان دره شهرخرداد۱۳۹۷

خشکیدگی بلوط مانشت کوه شهرستان شیروان چرداول بهار۱۳۹۷

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

خشکیدگی بلوط دینارکوه شهرستان آبدانان خرداد ۱۳۹۷

خشکیدگی بلوط دره ارغوان شهرستان ایلام پاییز۱۳۹۸

شکل۲. تصاویری واقعی از خشکیدگی بلوط در شهرستانهای مختلف استان ایلام

در این پژوهش برای بررسی ارتباط خشکیدگی جنگل‌های منطقه مورد مطالعه با رخداد خشکسالی، ترکیبی از داده‌ها و روش‌های میدانی و آماری و شاخص SPI، شاخص NDVI، رگرسیون خطی دو متغیره و رگرسیون چند گانه استفاده شد. برای تعیین وضعیت ترسالی و خشکسالی شاخص‌های زیادی وجود دارد که در این تحقیق، شاخص SPI بخاطر مزایایی که دارد، مورد استفاده قرار گرفته است. مرکز بین المللی تعدیل خشکسالی شاخصی تحت عنوان شاخص بارش استاندارد[۳] را برای نشان شرایط ذخیره رطوبت مورد استفاده قرار داده که از جمله ویژگی‌های متمایز کننده آن، یکی شناسایی و ظاهر شدن ماه‌های خشکسالی زودتر از دیگر شاخص‌ها می‌باشد و دیگری محاسبه آن برای مقیاس‌های زمانی متفاوت می باشد. این شاخص در سال ۱۹۹۵ توسط مکی[۴] و همکارانش ارائه شد که بر اساس تفاوت بارش از میانگین برای یک مقیاس زمانی مشخص و سپس تقسیم آن بر انحراف معیار به دست می‌آید وتنها فاکتور مؤثر در محاسبه این شاخص عنصر بارندگی می‌باشد. تشکیل سری زمانی و برازش بهترین مدل پس از اطمینان از همگن بودن داده‌ها از طریق آزمون همگنی و نرمال بودن آن ها به کمک آزمون کولموگروف اسمیرنوف بر روی باقیمانده‌ها به داده‌های ماهانه سری زمانی بارش صورت گرفت.

برای محاسبه الگوریتم شاخص SPI از نرم افزار DIP استفاده شده است. برای محاسبه شاخص ابتدا سری‌های زمانی متحرک۳،۶،۹،۱۲،۱۸،۲۴ و ۴۸ ماهه را محاسبه نموده (برای مثال برای محاسبه سری زمانی متحرک سه ماهه جمع مقادیر ۳ ماه اول، سپس سه ماه دوم را از ماه دوم شروع و برای سه ماهه سوم از ماه سوم شروع و این روند تا آخرین سه ماهه ادامه پیدا می کند. پس از این مرحله مقادیر شاخص را با استفاده از تابع توزیع احتمالی گاما برای هر یک از ماه‌ها محاسبه گردید به این شکل که ابتدا مقادیر احتمال تجمعی داده‌های بارش هر سال مطابق با توزیع احتمال گاما بدست آمده و سپس به توزیع نرمال استاندارد تبدیل شده است نهایتا نتایج حاصل را برای هر دوره با توجه به طبقه‌بندی شاخص انجام می گیرد: فرامرطوب(بزرگتر یا مساوی با ۲)، بسیار مرطوب(۱.۵تا ۱.۹۹)، نسبتا مرطوب(۱تا ۱.۴۹)، مرطوب نزدیک به نرمال(۰ تا ۰.۹۹)خشکی نزدیک به نرمال(۰تا ۰.۹۹-)، نسبتا خشک(۱-تا ۱.۴۹)، خشکی شدید(۱.۵- تا ۱.۹۹-)،

۲- Standardized Percipitation Index

۳- Mckee

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

فراخشک(کوچکتر یا مساوی با ۲-). جهت پهنه‌بندی خشکسالی از روش درون‌یابی با استفاده از روش کریجینگ استفاده شد. با توجه به این که سری زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ در این تحقیق انتخاب شده بود بنابراین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ پهنه‌بندی خشکسالی انجام شد و ۱۹ لایه پهنه‌بندی خشکسالی برای ۱۹ سال با استفاده از نرم افزار ARCGIS تهیه شد. از آنجایی که امروزه سنجنده‌های متعددی در مطالعات پایش خشکسالی به کار می‌روند، در مطالعه‌ی حاضر از اطلاعات سنجنده مودیس استفاده شد، زیرا در مقایسه با سنجنده‌های دیگر، سنجنده مودیس با داشتن باندهای مختلف و طیف الکترومغناطیسی بالقوه برای نظارت بر خشکسالی مناسب‌تر است کسکاتو و همکاران (Ceccato, et al, ۲۰۰۱). از این‌رو، از سال ۲۰۰۰ پس از کسب اولین داده‌های ماهواره‌ای این سنجنده، از اطلاعات آن به منظور ارزیابی و پایش خشکسالی استفاده شد. روند تغییرات پوشش گیاهی را می توان با استفاده از تصاویر سنجده MODIS و شاخص NDVI در منطقه نشان داد. NDVI یک تبدیل نرمال شده از نسبت قابلیت انعکاس بین امواج مادون قرمز نزدیک (NIR) و مادون قرمز (RED) یا (rNIR/rRED) حاصل می‌شود، که طراحی شده برای استاندارد کردن ارزش شاخص پوشش گیاهی که بین ۱+ و ۱- هستند، و عدد صفر به معنی عدم پوشش گیاهی و همچنین مقادیر منفی برای نشان دادن سطوحی به غیر از پوشش گیاهی مانند آب و برف است. در این پژوهش جهت مطالعه روند تغییرات پوشش جنگلی استان ایلام برای یک دوره آماری ۱۹ ساله (۲۰۱۸-۲۰۰۰) از تولیدات NDVI سنجنده MODIS ماهواره ترا با نام (MOD۱۳Q۱) استفاده شد. در این مطالعه حدوداً ۴۶۰ تصویر برای سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ از سایت مربوطه دانلود شد، که هر سال به طور میانگین ۲۴ تصویر را در بر می‌گرفت. هریک از تصاویر به فرمت ASCII تبدیل و ذخیره شدند. و در نهایت نیز میانگین تصاویر ۱۲ ماهه هر سال نیز گرفته شد و به یک تصویر و یک ASCII تبدیل شد. یعنی به طور کلی ما برای هرسال یک ASCII و در مجموع از ۱۹ فایل ASCII برای پایش سالیانه تغییرات پوشش گیاهی استفاده کردیم. در نهایت از طریق برنامه‌نویسی در محیط نرم افزار R، سری زمانی شاخص NDVI با استفاده از روش آماری پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک برای تمامی پیکسل‌ها در دوره آماری ۱۹ ساله (۲۰۱۸-۲۰۰۰) نتایج استخراج شد. لایه‌های استخراج ازشاخص NDVI مراحل رستری و کمباین برای سری های زمانی انتخاب شده اجرا شد.

جهت بررسی وضعیت خشکیدگی بلوط به روش تصادفی سیستماتیک در ابعاد ۳۰ مترمربع در عملیات میدانی با دستگاه GPS نقاط خشکیدگی داده‌برداری شد و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای زمین آهنگ لندست از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ از لحاظ زمانی و مکانی نقاط خشکیدگی از روش الگوریتم طبقه بندی نظارت شده ماشین بردار پشتیبان[۵] شبیه سازی شده و دوباره در عملیات میدانی تطبیق انجام شد و بعد از شناسایی دقیق نقاط خشکیدگی، نقشه گستره پیکسلی درختان خشکیده بلوط با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای به صورت طبقه‌بندی تصاویر براساس تعیین نمونه‌های تعلیمی و تفسیر بصری تهیه شده و در نهایت پهنه‌بندی‌های خروجی مناطق خشکسالی از شاخص NDVI با خروجی لایه‌های خشکیدگی بلوط حاصل از عملیات میدانی و ماهواره لندست بعد از مراحل رستری و کمباین برای سری‌های زمانی انتخاب شده اجرا شد. جهت تحلیل فضایی، ارتباط خشکسالی با خشکیدگی جنگلی بلوط، سطح معناداری و روند خشکیدگی بلوط با خشکسالی مدل‌های الگویی تحلیل خود همبستگی فضایی ارزیابی شد و از مدل‌های توزیع الگوی فضایی، مدل خودهمبستگی فضایی آماره موران انتخاب شد. ابزار تحلیل خود همبستگی فضایی موران به بررسی خودهمبستگی فضایی براساس مکان دو مقدار خصیصه مورد نظر عوارض جغرافیایی می پردازد. این تحلیل الگوی توزیع

۵ - Support vector machine

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

عوارض در فضا را با ملاحظه همزمان موقعیت مکانی وخصیصه مورد ارزیابی قرار می دهد. نتایج حاصل از این تحلیل نشان می دهد که آیا عوارض به صورت تصادفی، پراکنده و یا خوشه‌ای در فضا توزیع شده اند. این ابزار در حقیقت آماره و یا شاخص موران[۶] را محاسبه می کند و با استفاده از امتیاز استاندارد z و p-value به ارزیابی و معنادار بودن شاخص محاسبه شده می‌پردازد.

شاخص موران برای خود همبستگی فضایی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

رابطه(۱)

$$I = \frac{n}{sn}\frac{\sum_i \sum_j \omega_{ij}(x_{ij} - \bar{x})wijzizj}{\sum_i (x_i - \bar{x})^۲}$$

در اینجا zi تفاضل بین مقدار خصیصه عارضه i با میانگین آن (xi-x̄) می باشد.

Wij وزن فضایی بین عارضه i و j می‌باشد، n تعداد کل عوارض جغرافیایی موجود در لایه مورد استفاده بوده و Sn جمع کل وزن‌های فضایی می باشد.

امتیاز Z استاندارد برای آماره موران از طریق زیر محاسبه می شود:

رابطه(۲)

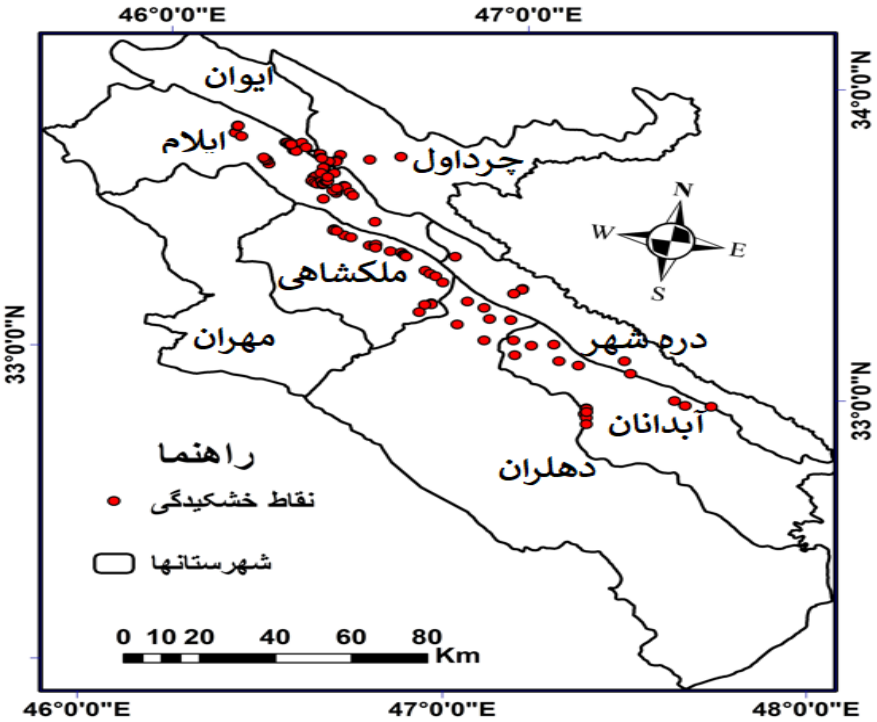
$$Sn = \sum_{i=۱}^{n} \sum_{j=۱}^{m} \omega_{ij} \qquad ZI = \frac{۱-E[I]}{\sqrt{V[I]}} \qquad Z = \frac{E[I]=-\frac{۱}{n-۱}}{V[I]=E[I^۲]-E[I]^۲}$$

بطور کلی اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد مثبت یک(۱+)باشد داده‌ها دارای خود همبستگی ودارای الگوی خوشه ای بوده واگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد منفی یک(۱-)باشد آنگاه داده‌ها از هم گسسته وپراکنده می‌باشند(عسگری،۱۳۹۰:۴۰). البته این مقدار از نظر معناداری آماری سنجیده می‌شود. در این ابزار هدف آن است که ببینیم آیا تعداد خشکیدگی‌های جنگلی بلوط در پهنه‌بندی شاخص SPI و شاخص NDVI از خود همبستگی فضایی برخوردار است. توزیع خشکیدگی در پهنه‌ها چگونه است و آیا رابطه معنی داری از لحاظ آماره موران حاکم است. لایه‌های تهیه شده سری زمانی تلفیقی توده‌های خشکیدگی بلوط و پهنه‌بندی خشکسالی شاخص SPI و شاخص NDVI از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ و سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ را جهت تحلیل خودهمبستگی فضایی انتخاب و نتایج تحلیل شد، توضیح اینکه تحلیل خود همبستگی فضایی دو نوع خروجی به صورت گرافیکی وعددی ارایه می‌نماید. خروجی گرافیکی نشان می‌دهد که آیا داده‌ها پراکنده و یا خوشه‌بندی شده هستند و خروجی عددی معنی‌داری بین متغیرها را نشان می دهد. در نهایت کلاس‌بندی استان از لحاظ تغییرات پوشش جنگلی بر اثر خشکسالی و خروجی مناطق خشکسالی شاخص NDVI و شاخص SPI خروجی لایه‌های خشکیدگی بلوط حاصل از عملیات میدانی و ماهواره لندست بعد از مراحل رستری و کمباین برای سری زمانی انتخاب شده اجرا شد و سطح معناداری خشکیدگی بلوط با خشکسالی هواشناسی و گستره خشکیدگی بلوط در استان ایلام بر اثر خشکسالی با استفاده از روش‌های ذکر شده شناسایی شده و از لحاظ کمی با روند خشکسالی و خشکیدگی جنگلی بلوط در استان ایلام پیش‌بینی شده است و روشی که سطح معنی‌داری بالاتری داشت معرفی شده است.

۶-Moran

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]



شکل۳. نقاط نمونه خشکیدگی بلوط ثبت دستگاه GPS در استان ایلام

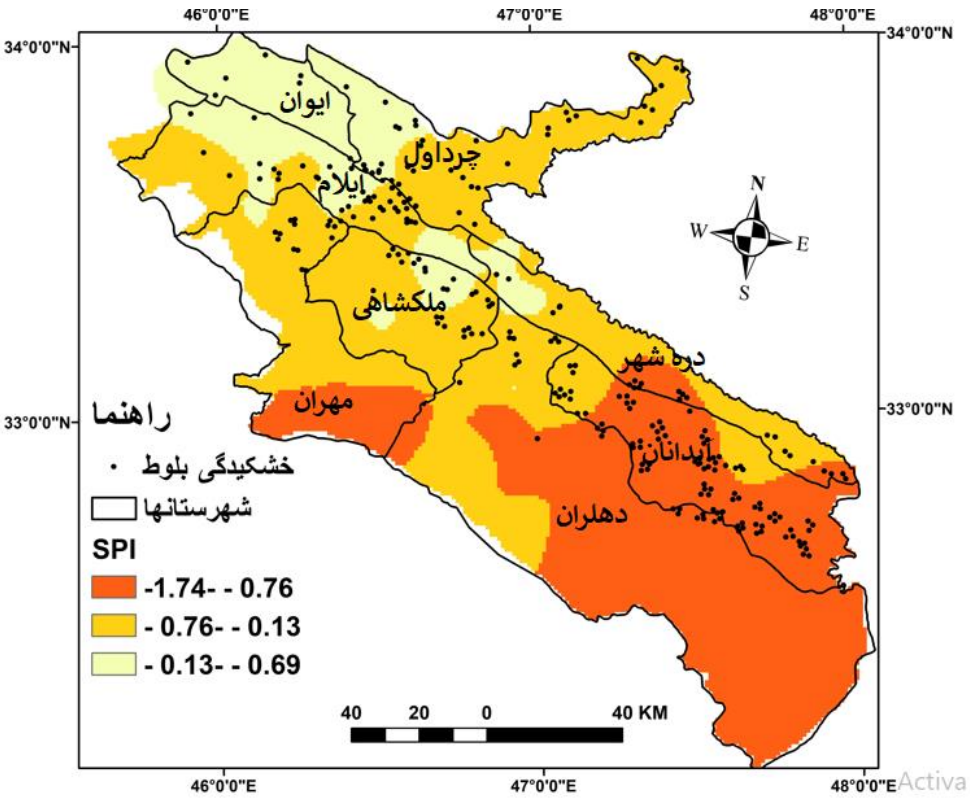
شرح و تفسیر نتایج

- **اجرای شاخص SPI جهت پهنه‌بندی مناطق خشکسالی**

یافته داده‌های بارش ۹۳ ایستگاه باران سنجی استان ایلام به روش شاخص SPI در طول دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ جهت تطبیق با نقاط خشکیدگی بلوط تحلیل آماری شده است که شکل ۳ پراکنش ایستگاه‌های باران سنجی استان ایلام را نشان می دهد.

پهنه‌بندی در روش SPI جهت تعیین مناطق خشکسالی درشکل ۴ نشان می‌دهد که در سری زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ روند خشکسالی از خشکی شدید در مناطق جنوب شرقی و جنوبی استان ایلام بطرف مناطق با خشکسالی نسبتا خشک در بیشتر مناطق استان و خشکی نزدیک به نرمال بر اساس ضریب شاخص SPI حاکم شده است. لایه نقطه‌ای و توده‌ای خشکیدگی بلوط بر روی محدوده با خشکی شدید مناطق دینارکوه و کبیرکوه شهرستان‌های دهلران، آبدانان و تا حدودی قسمت‌هایی از شهرستان دره شهر با تراکم زیاد گسترش یافته و این نقاط خشکیده با تراکم تقریبا متوسط در مناطق مرکزی استان شهرستان ایلام و با تراکم کمتر به مناطق شمال غربی استان ایلام شهرستان ایوان پراکنده شده و در محدوده نسبتا خشک و خشکی نزدیک به نرمال توزیع شده است. آنچه که از تطبیق لایه‌ها بصورت بصری نمایان است استقرار نقاط خشکیده بلوط بر مناطق خشک حاصل از شاخص SPI می باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

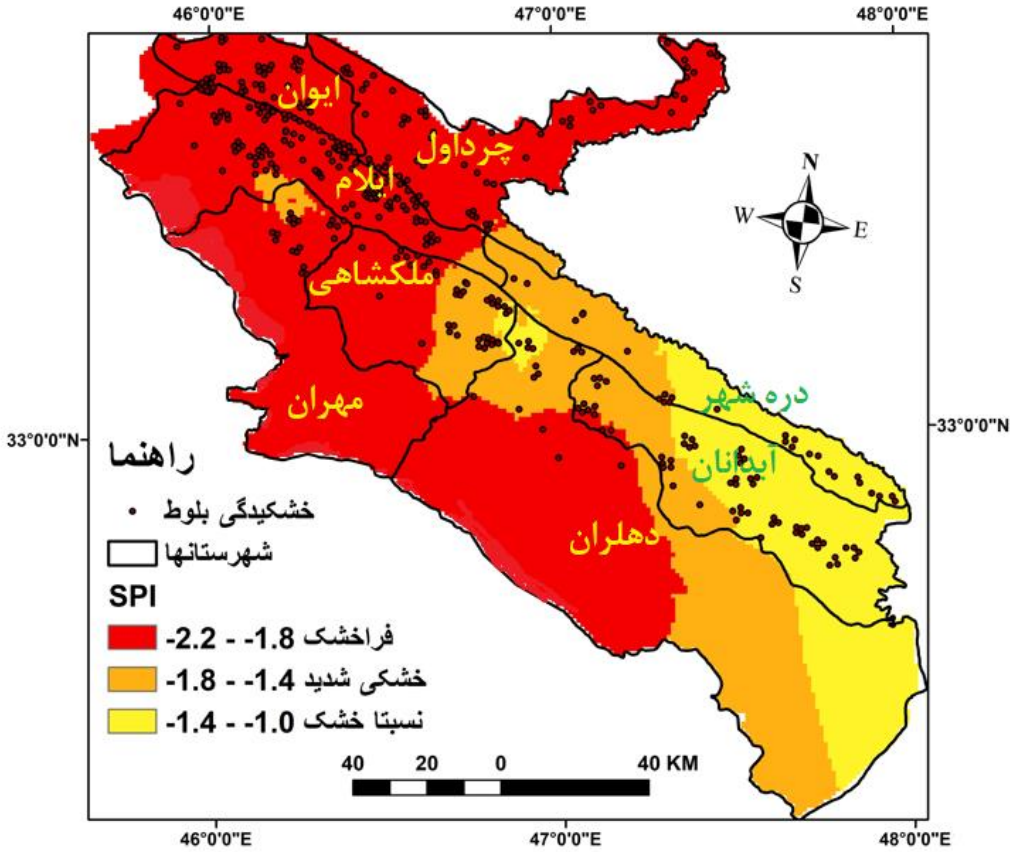


شکل۴.تلفیق توده های خشکیدگی بلوط و پهنه بندی خشکسالی شاخص SPI سال ۲۰۰۲تا۲۰۰۹

پهنه‌بندی سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ جهت تعیین مناطق خشکسالی از روش SPI در شکل ۵ دو تغییر اساسی با سری زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ را نشان می دهد اول اینکه شدت خشکسالی در کل افزایش داشته است بطوریکه در این دهه محدوده‌های نسبتا خشک، خشکی شدید و فراخشک استان ایلام را پوشش داده است دوم اینکه تغییرات نتایج محدوده‌های شاخص خشکسالی SPI از مناطق شرقی به مناطق غربی استان و خشکیدگی توده‌های بلوط در مناطق غربی استان با تراکم بالا مشاهده شد، در روند ارتباط مستقیم خشکسالی‌ها و افزایش نقاط خشکیده از لحاظ تطبیق مکانی و آماری این رابطه مستقیم مطلوب است اما اینکه لایه خروجی پیکسلی نقاط خشکیده شیبه‌سازی شده از تصاویر ماهواره‌ای برای سری زمانی۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ مناطق شرقی استان ایلام را با پراکندگی بیشتر نسبت به سری زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ نشان داد علت یابی شد و در بازدیدهای میدانی مشاهده شد که این مناطق با دخالت انسان تغییر کاربری یافته و با کشاورزی زیر اشکوب نقاط خشکیده بطورکلی لخت شده که در بعضی نقاط ریشه‌ها و تا حدودی ساقه‌های درختان خشکیده در مزارع کشاورزی مشاهده شد و این چالشی بزرگ در این مناطق بوجود آورده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

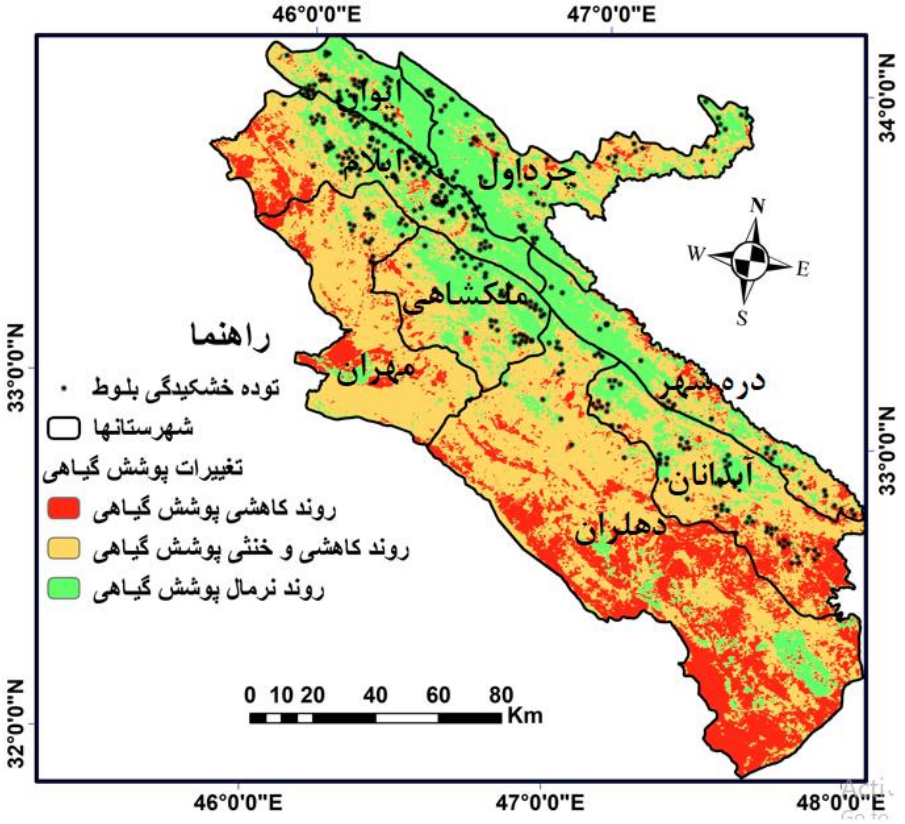


شکل۵.تلفیق توده‌های خشکیدگی بلوط و پهنه‌بندی خشکسالی شاخص SPI سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸

- **بررسی MODIS-NDVI در تغیرات پوشش گیاهی**

نقشه های پوشش گیاهی حاصل از پردازش تصاویر سنجنده MODIS برای ۱۹ سال از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ برای منطقه مورد مطالعه تهیه شدند. در این تصاویر به روشنی پویایی پوشش گیاهی در سال های مختلف قابل مشاهده است. با توجه به این تصاویر به طور کلی تخریب پوشش گیاهی در طول بازه‌ی زمانی، در سراسر محدودهٔ مورد مطالعه از سمت غرب به سمت شرق در حال پیشروی است. همان گونه که از تصاویر برداشت می‌شود در سال های ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ تخریب پوشش گیاهی در غرب و بخصوص در جنوب غرب محددهٔ مورد مطالعه شدیدتر بوده است و میزان پوشش گیاهی به کمترین میزان خود رسیده است. در این مرحله نقشه های خروجی تصاویرMODIS- NDVI از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹که از۱- تا ۱+ با توجه به شاخص NDVI و تغییرات پوشش گیاهی تهیه شده‌اند در چهار طبقه مناطق بدون پوشش گیاهی، مناطق با پوشش گیاهی ضعیف، مناطق با پوشش گیاهی تنک و مناطق با پوشش گیاهی نرمال کلاس‌بندی شده‌اند. توده‌های خشکیدگی بلوط که با استفاده از عملیات زمینی با دستگاه GPS ۱۴۳نقطه برداشت شده بود با نقشه‌های خروجی MODIS-NDVI تلفیق شده که در این بخش نقشه‌های تلفیقی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ کاملا خشکیدگی بلوط و زوال بلوط در این سال‌ها با هم مقایسه شده و این روند یک روند خشکیدگی افزایشی را در توده‌های خشکیده بلوط نشان می دهد که در شکل ۶ نشان داده شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]



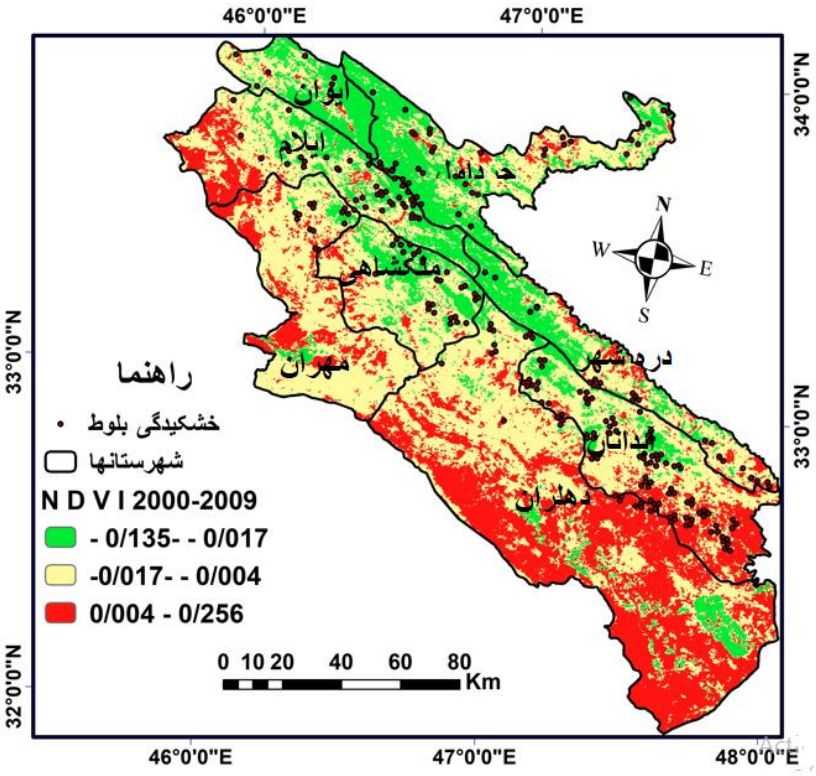
شکل۶.تلفیق توده‌های خشکیدگی بلوط و تصاویر MODIS با شاخص NDVI ازسال۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸

- **معنا دار بودن روند تغییرات شاخص NDVI**

معنادار بودن روندهای به دست آمده در سطح احتمالاتی α = ۰.۰۵ نکته بسیار مهمی است که در بسیاری از مطالعات مربوط به روند تغییرات بدان توجه می شود. در این تحقیق نیز تمامی روندهای به دست آمده در سطح احتمالاتی α = ۰.۰۵ مورد ارزیابی قرار گرفتند. در راستای پویایی پوشش گیاهی در محدودهٔ مورد تحقیق، مقدار شیب روند تغییرات شاخص NDVI، به صورت بلند مدت برای دوره آماری ۱۹ ساله، با استفاده از روش پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک، پیکسل به پیکسل، برای تمامی ۳۲۸۰۴۲ پیکسل واقع شده در محدوده استان ایلام محاسبه شدند. در ادامه مقادیر شیب روندهای به دست آمده در قالب نقشه معنا داری شیب روند جهت تحلیل های فضایی تهیه شدند شکل ۷ برای سری زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ و شکل ۸ سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ را نشان می دهد. با توجه به این نقشه‌ها به روشنی مشخص می‌شود که در سری زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ که بیشترین روند شیب تغییرات در غرب و جنوب غرب، جایی که منطقه کم بارش و بیابانی استان می‌باشد، مشاهده شده است و خشکیدگی درختان بلوط در این مناطق بصورت توده‌ای بیشتر می باشد. در سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ روند خشکیدگی جنگلی بیشتر در مناطق شمال غرب و غربی استان ایلام بصورت بصری نمایان است. بررسی معناداری شیب تغییرات روند پوشش جنگلی در محدودهٔ مورد تحقیق نشان می‌دهد که روند منفی و معنا دار پوشش جنگلی (روند کاهشی در مقادیر شاخص NDVI در گوشهٔ جنوب غرب و شمال غرب استان ایلام متمرکز شده است. و هم چنین چند نقطه شیب تغییرات روند در غرب استان ایلام نیز منفی می باشد. این امر بیان کنندهٔ این موضوع است که تخریب پوشش جنگلی در استان ایلام از سمت مرزهای غربی در حال پیشروی و سرایت به مناطق مرکزی و شرقی استان است. نقاط معنادار و منفی روند تغییرات پوشش جنگلی (روندهای کاهشی در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

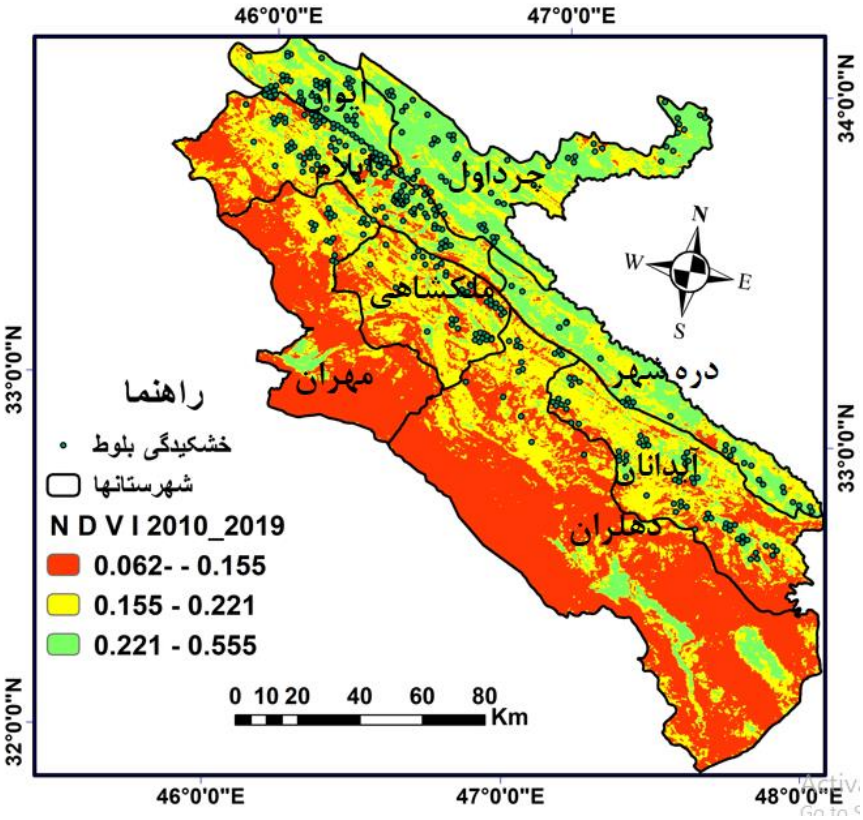
مقادیر شاخص NDVI) اکثراً در جنوب غرب استان ایلام متمرکز شده که خود جزئی از شمال دشت خوزستان بحساب می‌آید. در مقابل روند مثبت و معنی دار شیب تغییرات پوشش جنگلی(روندهای نرمال در مقادیر شاخص NDVI) در محدودهٔ استان ایلام در مرکز و شرق محدودهٔ مورد تحقیق تمرکز یافته است که در نقشهٔ معنا داری با رنگ سبز نمایش داده شده اند. و در نهایت نقاط با روند تغییرات شیب کاهشی و خنثی با رنگ زرد نشان داده شده است. نقاط خشکیدگی بلوط که با استفاده از دستگاه GPS برداشت شده کاملا بر مناطق با روند کاهشی منطبق است در نقاطی که بر روند نرمال تغییرات پوشش جنگلی منطبق شده نشان از توسعه خشکیدگی بلوط می باشد که بصورت توده ای در حال پیشرفت می باشد.



شکل۷. روند معنی داری خشکیدگی بلوط و NDVI ازسال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۰۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]



شکل۸. روند معنی داری خشکیدگی بلوط و NDVI ازسال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۸

بطور کلی اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد مثبت یک(۱+)باشد داده‌ها دارای خود همبستگی و دارای الگوی خوشه‌ای بوده و اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد منفی یک(۱-)باشد آنگاه داده‌ها از هم گسسته وپراکنده می باشند. البته این مقدار از نظر معناداری آماری سنجیده می شود. در مورد این ابزار فرضیه صفر آن است که هیچ نوع خوشه بندی فضایی بین مقادیر خصیصه مرتبط با عوارض جغرافیایی مورد نظر وجود ندارد. حال زمانیکه مقدار P-Value بسیار کوچک ومقدار Z محاسبه شده (قدر مطلق آن)بسیار بزرگ باشد (خارج از محدوده اطمینان قرار میگیرد) آنگاه می توان فرضیه صفر را رد کرد اگر مقدار شاخص موران بزرگتر از صفر باشد، داده ها نوعی خوشه بندی فضایی را نشان می دهند. اگر مقدار شاخص کمتر از صفر باشد عوارض مورد مطالعه دارای الگوی پراکنده می باشند. در این تحلیل چنانچه ملاحظه می شود شاخص موران با ضریب شاخص NDVI در سری زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ عدد۰/۹۸۶۳۴۴ با سطح معنی داری ۰/۰۰۰۰۰۱ و در سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ عدد ۰/۹۹۳۱۰۱ با سطح معنی داری ۰/۰۰۰۰۰۰ در جدول ۱ نشان داده شده است و شکل ۹ نتایج گرافیکی این تحلیل در سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ نشان داده شده است. تحلیل شاخص موران با ضریب شاخص SPI در سری زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ عدد۰/۹۶۳۲۴۱ با سطح معنی داری ۰/۰۰۰۰۰۴ و در سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ عدد ۰/۹۷۵۴۷۵ با سطح معنی داری ۰/۰۰۰۰۰۳ در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج که مقدار آنها ثابت و نزدیک به یک است می‌توانیم نتیجه بگیریم که داده‌ها دارای خودهمبستگی فضایی هستند. اگر قرار بود این داده‌ها به طور نرمال در فضا پخش شده باشند شاخص باید مقدار منفی را اختیار می نمود همچنین با استناد به بالا بودن امتیاز استاندارد Z و بسیار کوچک بودن مقدارPValue می توان فرضیه عدم وجود خود همبستگی فضایی بین داده ها را رد نمود(عسگری،۱۳۹۰:۴۴). چنانچه می دانیم تحلیل‌های رگرسیون خطی وبسیاری از تکنیکهای آماری دیگر نیازمند آن

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

هستند که مشاهدات مستقل از هم باشند با کمک ابزار خود همبستگی فضایی می توان دریافت که آیا داده‌ها از نظر فضایی مستقل از یکدیگر می باشند و یا خیر. در صورتی که نتایج این تحلیل نشان دهنده وجود خود همبستگی فضایی بین داده‌ها باشد، در آن صورت نمی توان از روش‌های معمول مانند رگرسیون خطی برای بررسی روابط بین متغیر ها استفاده نمود.

جدول۱. نتایج تحلیل خود همبستگی فضایی موران SPI

Global Moran's I Summary ۲۰۰۰-۲۰۰۹	
Moran's Index	۰,۹۸۶۳۴٤
Expected Index	-۰,۰۰۰۰۷۹
Variance	۰,۰۰۰۰۰۳
z-score	٥۳۲,٤۱۸۳۰٤
p-value	۰,۰۰۰۰۰۱
Global Moran's I Summary ۲۰۱۰-۲۰۱۸	
Moran's Index	۰,۹۹۳۱۰۱
Expected Index	-۰,۰۰۰۰۹۸
Variance	۰,۰۰۰۰۰۲
z-score	٥۸۱,٥۲٥٦۷٤
p-value	۰,۰۰۰۰۰۰

جدول(۲) نتایج تحلیل خود همبستگی فضایی موران NDVI

Global Moran's I Summary ۲۰۰۲-۲۰۰۹	
Moran's Index	۰,۹٦۳۲٤۱
Expected Index	-۰,۰۰۰۰۷۸
Variance	۰,۰۰۰۰۰٤
z-score	٤۷۰,۸۷۹۱٤۲
p-value	۰,۰۰۰۰۰٤
Global Moran's I Summary ۲۰۱۸-۲۰۱۰	
Moran's Index	۰,۹۷٥٤۷٥
Expected Index	-۰,۰۰۰۰٦٥
Variance	۰,۰۰۰۰۰٤
z-score	٤۹٦,۷۸۹٤۲۸
p-value	۰,۰۰۰۰۰۳

- **همبستگی بین سری زمانی SPI و سری زمانی NDVI با خشکیدگی بلوط**

برای تعیین ارتباط دوره‌های خشکسالی هواشناسی با خشکیدگی جنگل‌های بلوط، سری زمانی از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۱۸ با ایجاد همبستگی بین سری زمانی SPI و سری زمانی NDVI و تعداد خروجی پیکسل‌های خشکیده بلوط از داده‌های میدانی و استخراج از تصاویر ماهواره‌ای لندست تجزیه و تحلیل شده است. سال ۲۰۰۲ بدون خشکیدگی با مساحت ۵۴۲۲۵۲ هکتار جنگل‌های بلوط و سال ۲۰۱۰ سطح توده‌های خشک شده جنگلی حدود ۱۲۸۴۷ هکتار برآورد گردیده است. نتایج نشان داد که از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ درحدود ۵۰۴۷ پیکسل خشک شده در سطح استان ایلام افزایش داشته است که معادل ۴۵۴۳ هکتار جنگل تخریب شده می باشد. با توجه به اینکه از لحاظ آماری روند افزایشی تخریب جنگل در این تحقیق تعیین شد. جهت تاثیر خشکسالی هواشناسی در خشکیدگی بلوط لایه‌های خروجی رستری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

شده در دو سری زمانی با هم کمباین شده و با استفاده از روش پارامتریک رگرسیون خطی کلاسیک، پیکسل به پیکسل، برای تمامی پیکسل سایز واقع شده در محدوده استان ایلام محاسبه شدند. قابل ذکر است تجمیع پیکسل‌های توده‌های خشکیده جنگلی بلوط در پهنه فراخشک، خشکی شدید و نسبتا خشک از لحاظ بصری بر روی لایه‌های خروجی شاخص SPIو شاخصNDVI نشان داده شد. اما تجزیه و تحلیل آماری یافته‌ها و معنادار بودن روندهای به دست آمده در سطح احتمالاتی ۰.۰۵ = α نکته بسیار مهمی است که در بسیاری ازتحقیقات مربوط به روند تغییرات بدان توجه می شود نتایج تحقیق (باعقیده و همکاران، ۲۰۱۱:۷۹). در این مطالعه نیز تمامی روندهای به دست آمده در سطح احتمالاتی ۰.۰۵ = α مورد ارزیابی قرار گرفتند. در ادامه مقادیر شیب روندهای به دست آمده در قالب نقشه معنا داری شیب روند جهت تحلیل‌های فضایی تهیه شدند و رگرسیون خطی و همبستگی روند خشکسالی هواشناسی با روند خشکیدگی بلوط نشان داده شده است. شکل۱۰تحلیل داده‌های پیکسلی در مدل گام به گام و رو به جلو[۷] همبستگی ۹۶/۶ درصد را برای سری زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ نشان می دهد. در جدول ۳ رابطه همبستگی خشکسالی با خشکیدگی بلوط در سری زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ با ضریب تبیین R^2=۰/۹۶۶ و در جدول ۴ معناداری این رابطه ۰/۰۰۳ می باشدکه با نتایج تحقیق(میرموسوی و کریمی،۱۳۹۲:۸۳) قابل مقایسه است.

جدول ۳. همبستگی خشکیدگی بلوط با شاخص خشکسالی هواشناسی در مدل از سال ۲۰۰۲تا سال ۲۰۰۹

Model Summaryc						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics	
					R Square Change	F Change
۱	.۹۸۵[a]	.۹۷۱	.۹۶۶	۴۴۷۶.۶۰۱۲۶	.۹۷۱	۱۹۸.۴۴۹
a. Predictors: (Constant), x۱						
b. Dependent Variable: x۲						

جدول۴. نتایج رگرسیون خطی متغیر خشکیدگی بلوط نسبت به شاخص خشکسالی هواشناسی از سال ۲۰۰۲تا ۲۰۰۹

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
۱	(Constant)	۲۱۵۶.۵۶۷	۱۹۴۱.۲۰۶		۱.۱۱۱	۰.۰۰۳
	x۱	.۰۰۵	.۰۰۰	.۹۸۵	۱۴.۰۸۷	.۰۰۰
a. Dependent Variable: x۲						

شکل۱۱تحلیل داده‌های پیکسلی در مدل ذکر شده همبستگی ۹۸/۸ درصد را برای سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ نشان می دهد. در جدول ۳ رابطه همبستگی خشکسالی با خشکیدگی بلوط در سری زمانی ۲۰۱۰تا ۲۰۱۸ با ضریب تبیین

۱۳- Forward stepwise

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

R^2=۰/۹۸۸ و در جدول ۴ معناداری این رابطه ۰/۰۰۱ می باشد. تغییرات ضریب همبستگی نشان می‌دهد که رابطه خشکیدگی بلوط و خششکسالی‌ها در سری زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ یک روند خشکیدگی افزایشی داشته است که با نتایج تحقیق (اعظمی ۱۳۹۸) که کاهش رطوبت را در ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ یکی از عوامل خشکیدگی بلوط در استان ایلام معرفی نموده است نزدیک می باشد.

جدول ۵. همبستگی خشکیدگی بلوط با شاخص خشکسالی هواشناسی در مدل از سال ۲۰۱۰تا سال ۲۰۱۸

Model Summaryc						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics	
					R Square Change	F Change
۱	.۹۹۵[a]	.۹۸۹	.۹۸۸	۲۶۳۰.۹۶۲۴۹	.۹۸۹	۵۶۳.۴۴۷
a. Predictors: (Constant), x۱						

جدول۶. نتایج رگرسیون خطی متغیر خشکیدگی بلوط نسبت به خشکسالی هواشناسی از سال ۲۰۱۰تا ۲۰۱۸

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
۱	(Constant)	۱۱۰۲.۲۱۶	۱۱۶۷.۳۸۷		.۹۴۴	
	x۱	.۰۰۶	.۰۰۱	.۹۹۵	۲۳.۷۳۷	.۰۰۱
a. Dependent Variable: x۲						

آنچه که از نتایج اجرای روش‌ها برای بدست آوردن محدوده‌های خشکسالی و ارتباط آن با نقاط یا توده‌های خشکیدگی بلوط قابل بحث می باشد این است که نتایج مدل‌ها در یک نگاه آماری به هم نزدیک و رابطه مستقیم خشکسالی با خشکیدگی بلوط را نشان می‌دهند. روند کلی خشکسالی و خشکیدگی بلوط در این دو دهه آماری ازجنوب شرقی بطرف شمال غربی استان ایلام بوده است که با افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی در مناطق جنوبی و شرقی استان و افزایش بارندگی و کاهش درجه حرارت در مناطق مرکزی و شمال غربی استان ایلام طبق داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیکی منطبق است. تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و کاهش سبزینگی در مدل‌ها اگر چه در این تحقیق با هدف خشکسالی هواشناسی و نوسانات بارش همراه بود اما تغییرات فضایی نقاط و توده‌های خشکیده در سطح استان با بازدیدهای میدانی تطبیق داده شد و دخالت انسان بخصوص در مناطق جنوب شرقی با کشاورزی زیر اشکوب و از بین بردن بازمانده درختان خشکیده تبر بر ریشه این درختان گذاشته که این روند تقریبا در سایر نقاط مناطق خشکیده استان در حال گسترش می باشد که اگر بر اساس شهرستانها این روند بررسی شود کاملا از روی نقشه ها مشخص است شمال دهلران که دامنه های جنوبی کوه دینارکوه و قسمتی از کبیرکوه می باشد و شمال شهرستان مهران و شهرستان آبدانان شامل دامنه‌های جنوبی کبیرکوه و شمالی دینارکوه و شهرستان دره شهر شامل دامنه های شمالی کبیرکوه در وضعیت بحرانی خشکیدگی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

بلوط می باشند. شهرستانهای ملکشاهی و ایلام در وضعیت خشکیدگی خیلی زیاد و شهرستان ایوان و شیروان و چرداول در وضعیت زیاد خشکیدگی بلوط قرار دارند. بنابراین با توجه به بی نظمی در الگوی بارش و دمای کشور تحقیق (رحمتی،۱۳۹۵؛لشنی زند، ۱۳۸۳) و تأثیر درجه حرارت ماهیانه و فصلی بر رشد و زوال درختان بلوط در تحقیق (ناصری کریموند و همکاران،۱۳۹۵) و دیگر تحقیقات مرتبط و وضعیت سیلخیزی حوضه‌های استان ایلام، رگباری شدن بارش ها، عدم نفوذ پذیری خاک و فرسایش آنها و در نهایت عدم ماندگاری رطوبت ماه‌های قبل از رویش درختان بلوط در خاک و افزایش دمای فصل خشک که منجر به کاهش رطوبت و در نهایت سبزینگی می شود متغیرهای تاثیرگذار بر خشکیدگی بلوط در رگرسیون خطی پاسخگو نیست بلکه در رگرسیون چند متغیره نتایج دقیق تری حاصل خواهد شد، هرچند تحلیل‌های رگرسیونی خالی از بعد فضایی هستند و X وY نمایی از تحلیلی یک جهته و کمی است که بر اساس تعداد درخت خشکیده با تعداد پیکسل محدوده خشکسالی مورد سنجش قرار می گیرد که این نقیصه در روش SPI با وجود تحلیل فضایی و آماری آن با استفاده از شاخص آماره موران بدلیل عدم همسان سازی در ضرایب این شاخص با دامنه تغییرات آماره موران در تحلیل آماری ضریب تبیین و معناداری مناسب تری نسبت به مدل‌های رگرسیونی نشان داد اما نسبت به روش NDVI در سطحی پایین تر قرار گرفت. مزیت روش NDVI با تحلیل آماری موران ارتباط پیکسل به پیکسل می باشد یعنی در تحلیل فضایی همه پیکسل‌هایی که تغییرات سبزینگی داشته اند با پیکسل‌های خشکیدگی درختان بلوط در یک دامنه تغییرات همسان تحلیل فضایی شده‌اند بطوری که در خروجی مدل، نمودار گرافیکی از رابطه معنی داری بالا و ضریب تبیین آماری بالاتری نسبت به دیگر مدل‌ها نتایج حاصل شد.

نتیجه گیری

در این تحقیق به سه روش شاخص SPI، شاخص NDVI در محیط نرم افزاریGIS و روش همبستگی رگرسیونی در محیط نرم افزاری SPSS داده‌ها بصورت پیکسلی تحلیل شد تا ارتباط خشکسالی و خشکیدگی بلوط نشان داده شود. نتایج، معنی‌داری ارتباط خشکسالی و خشکیدگی بلوط را نشان می‌دهد چون در هر سه روش سطح معنی‌داری مطلوب بود اما با توجه به موضوع تحقیق روش مناسب در اینگونه تحقیقات که بعد زمانی و مکانی- فضایی داده‌ها را نشان می دهد، استفاده از شاخصNDVI و مدل تحلیل فضایی موران معرفی می شود. ارتباط و تاثیر خشکسالی بر خشکیدگی با استفاده از شاخص NDVI و مدل تحلیل فضایی موران از رابطه معنی‌داری ۱- تا ۱+ از لحاظ آماری در سطح معنی‌داری قابل قبول آماری، نوآوری است که رابطه دو متغیر وابسته و مستقل را با دقت پیکسلی و نقطه‌ای تحلیل فضایی نمود که این روش نوآوری جدید علمی، آماری و کمی می باشد که در مقایسه و شباهت تحقیق (پورسرتیپ و همکاران، ۱۳۹۵ و گل محدی و همکاران، ۱۳۹۶ و روشنگر و همکاران،۱۴۰۰) شاخص SPI در پهنه‌بندی خشکسالی از ضرایب خوب و سوابق مناسبی برخوردار است تحلیل رگرسیون خطی داده‌های خشکسالی و خشکیدگی بلوط از لحاظ آماری مطلوب بود اما با توجه به اینکه این تحلیل همبستگی مجموعه‌ای از پیکسل‌های خشکیدگی بلوط با مجموعه‌ای از تجمیع پیکسل‌هایی که در یک کلاس ضریب خشکیدگی بلوط قرار گرفته‌اند تحلیل می نماید و رابطه را بصورت خطی برای همه پیکسل‌ها نشان می دهد این تحلیل از دقت ارتباط تحلیل بعد مکانی و فضایی داده‌ها در تحلیل فضایی موران و شاخص NDVI برخوردار نیست. از دیگر نتایج این تحقیق پهنه‌بندی خشکسالی و خشکیدگی جنگلی بلوط، روند خشکسالی و خشکیدگی جنگلی بلوط در محدوده مورد تحقیق در دو سری زمانی نشان داده شد و توسعه روند خشکیدگی بلوط در جنگل‌های زاگرس استان ایلام پیش‌بینی شده، نقاط خشکیدگی معرفی شد، میزان خشکیدگی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

بصورت کمی برآورد شده که دستگاه اجرایی می تواند تمهیدات لازم را جهت حفاظت و کنترل توسعه خشکیدگی در محدوده مورد مطالعه بر اساس نتایج این تحقیق بصورت فضایی و آماری اولویت‌بندی نماید.

منابع

باعقیده، محمد؛ بهلول علیجانی و پرویز ضیائیان. ۱۳۸۹. بررسی امکان استفاده از شاخص NDVI در تحلیل خشکسالی‌های استان اصفهان. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، **۴**: ۱ -۱۶.

بیرانوند، احمد؛ پدرام عطارد، مجید توکلی و محمدرضا مروی مهاجر. ۱۳۹۴. زوال بوم سازگان جنگلی زاگرس؛ علل، پیامدها و راهکارهـا. *فصلنامه جنگل و مرتع*، **۱۰۶** :۱۶-۲۷.

پیرانی، ایوب؛ شمس اله عسگری، محمدرضا جعفری و ایاد اعظمی. ۱۳۹۸. تعیین اثرات رخداد گرد و غبار در خشکیدگی جنگل‌های بلوط استان ایلام. *گزارش طرح تحقیقاتی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری*.

جعفری، محمدرضا و احمد حسینی. ۱۳۹۸. شناسایی و پهنه‌بندی توده‌های خشکیده جنگل‌های بلوط ایرانی در استان ایلام با استفاده از تصاویر سنجنده +ETM و OLI در محیط .GIS. *فضای جغرافیایی*، **۶۷**: ۴۳-۶۰ .

حسین زاده، جعفر و مهدی پورهاشمی. ۱۳۹۶. بروز خشکیدگی در بستر زوال جنگل‌های زاگرس. *مجله طبیعت ایران*، **۴**: ۲۶-۳۴.

پورسرتیپ، لادن؛ صدیقه ناصری کریموند، مصطفی مرادی و جواد سوسنی. ۱۳۹۵. مقایسه تأثیر متغیرهای اقلیمی بر توده های سالم و متأثر از زوال بلوط ایرانی شهرستان خرم آباد. *مجله صنایع چوب و کاغذ ایران*، **۴** :۵۹۱-۶۰۰.

روشنگر, کیومرث, قاسم پور, رقیه. ۱۴۰۰. مدل‌سازی خشکسالی بر پایه شاخص SPI با استفاده از داده‌های زمینی و ماهواره‌ای به کمک مدل تلفیقی .GPR-CEEMD *نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران* ,۱۱(٤), ۲۹۵-۳۱۵. doi: ۱۰,۲۲۱۲۵/iwe.۲۰۲۱,۱۳۳۷٦٥

لشنی زند، مهران و عبدالرسول تلوری. ۱۳۸۳. بررسی خشکسالی اقلیمی و امکان پیش بینی آن در شش حوضه واقع در غرب و شمال غرب ایران. *تحقیقات جغرافیایی*، **۷۲**: ۳۲-۴۵.

گل محمدی، فاطمه.، حسن زاد، ایرج ناورودی.، امیر، اسلام بنیاد و جواد میرزایی. ۱۳۹۶. تأثیر برخی عوامل محیطی بر شدت خشکیدگی درختان در زاگرس میانی (مطالعه موردی: تنگه دالاب، استان ایلام)، مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۳۰: ۶۴۴-۶۵۵.

میرجلیلی، علی‌بمان.، محمد موسایی و شهاب الدین زارع زاده مهریزی. ۱۳۹۲. بررسی آثار خشکسالی و ترسالی بر تغییرات پوشش گیاهی در دو منطقهٔ پخش سیلاب و مراتع شاهد هرات استان یزد. *نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران*، **۶۶**: ۱۴۵-۱۵۶.

میرموسوی، سیدحسین و حمیده کریمی. ۱۳۹۲. مطالعه‌ی اثرات خشکسالی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجنده‌یMODIS، مورد: استان کردستان. *جغرافیا و توسعه*، **۳۱**: ۵۷-۷۶.

Assal, T. J., P. J. Anderson and J. Sibold. ۲۰۱٦. Spatial and temporal trends of drought effects in a heterogeneous semi-arid forest ecosystem. Forest Ecology and Management, ۳٦٥: ۱۳۷-۱٥۱.

Birtwistle, A. N., M. Laituri, B. Bledsoe and J. M. Friedman. ۲۰۱٦. Using NDVI to measure precipitation in semi-arid landscapes. Journal of Arid Environments, ۱۳۱: ۱٥-۲٤.

Ceccato, P., S. Flasse, S. Tarantola, S. Jacquemoud and J. M. Gregoire. ۲۰۰۱. Detecting vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain. Remote Sensing of Environment, ۷۷: ۲۲–۳۳.

Klos, RJ., GG. Wang, WL. Bauerle and JR. Rieck. ۲۰۰۹. Drought impact on forest growth and mortality in the southeast USA: an analysis using Forest Health and Monitoring data. *Ecological Applications*, **۱۹**: ٦۹۹-۷۰۸.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

Law, B.E. ٢٠١٤. Regional analysis of drought and heat impacts on forests: current and future science directions. *Global Change Biology*, ٢٠:٣٥٨٥_٣٥٩٩.

Morello, L. ٢٠١٤.Unploughed fields take edge off heatwaves. No-till agriculture could cool Europe's hottest days by up to two degrees. Nature, doi:١٠,١٠٣٨/nature.٢٠١٤,١٥٤٣٨.

Saatchi, S., et al., ٢٠١٢. Persistent effects of a severe drought on Amazonian Forest canopy, Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. ١١٠, PP ٥٦٥_٥٧٠.

Wang, Wen J., Hong S. He, Frank R. Thompson, Jacob S. Fraser, and William D. Dijak. ٢٠١٦. "Landscape- and regional-scale shifts in forest composition under climate change in the Central Hardwood Region of the United States." Landscape Ecology, ٣١: ١٤٩-٦٣.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.1.7]