دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست‌ویکم، شماره‌ی ۷۳
بهار ۱۴۰۰، صفحات ۱۵۳-۱۴۱

*شمس اله عسگری[۱]
طیب رضیئی[۲]
احمد حسینی[۳]
نادر شوهانی[٤]

تحلیل فضایی ارتباط خشکیدگی جنگل بلوط با خشکسالی‌های اخیر در استان ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۸

چکیده

یکی از مسائل مهم در سال‌های اخیر خشکیدگی جنگل‌های بلوط زاگرس می‌باشد و با توجه به این‌که جنگل بلوط زاگرس یکی از منابع طبیعی استان ایلام می‌باشد بنابراین این مساله نیازمند ارزیابی است. هدف اصلی این تحقیق تحلیل فضایی ارتباط خشکیدگی جنگل‌های زاگرس با خشکسالی‌های رخ داده در این منطقه است. جهت تحلیل زمانی و مکانی خشکسالی در استان ایلام از شاخص بارش استاندارد (SPI) در دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۱٦ از داده‌های ایستگاه‌های باران‌سنجی استان و جهت تحلیل فضایی ارتباط خشکیدگی جنگل بلوط از مدل‌های توزیع الگوی فضایی، مدل خودهمبستگی فضایی موران استفاده شد. به‌صورت تصادفی سیستماتیک در ابعاد ۱۵ مترمربعی از درختان بلوط خشکیده در سطح منطقه با استفاده از دستگاه GPS داده‌برداری شد و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست با قدرت تفکیک ۱۵ مترمربع شبیه‌سازی شد. نتایج مدل موران نشان داد که خشکیدگی بلوط از الگوی خوشه‌ای برخورداراست و شاخص موران با ضریب شاخص SPI در پهنه فراخشک معادل مثبت ۰/۹۱٤٥۳۲ و در پهنه خشکسالی شدید ۰/۹۳۸٤٦۱ و در پهنه نسبتا خشک ۰/۹۸٥۲۳۳ و در پهنه خشکی نزدیک به نرمال

*۱- بخش تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: Shamsasgari@yahoo.com

۲- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تهران، ایران.

۳ - بخش تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

٤- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

۰/۹۹۶۵۱۲ می‌باشد و به‌طور میانگین شاخص موران مثبت ۰/۹۵۶۷۵۸ با سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰۰۱ تاثیر خشکسالی بر خشکیدگی بلوط را نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: خشکسالی، خشکیدگی بلوط، تحلیل فضایی، SPI .

مقدمه

جنگل‌های بلوط یکی از مواهب حدادی است که تقریبا زاگرس کشور ایران را پوشش می‌دهند. این جنگل‌ها در سال‌های اخیر دچار بحران زوال و پدیده خشکیدگی شده‌اند. دلایل زیادی ممکن است در خشکیدگی بلوط نقش داشته باشند، اما آنچه که خیلی سریع به ذهن هر شخصی می‌رسد ارتباط خشکیدگی گیاه با کمبود آب و بارش می‌باشد بنابراین در این تحقیق سعی شده است ارتباط خشکیدگی بلوط و کاهش بارش در طی یک دوره آماری بررسی شود با توجه به این که این بررسی نیازمند داده‌ها و اطلاعات زیادی از لحاظ زمانی و مکانی است بنابراین از آمار فضایی با استفاده از Gis که توسط موسسه تحقیقاتی سیستم های محیطی تهیه شده است و از مدل موران که در تحلیل آمار فضایی از لحاظ کمی در نحوه توزیع، روابط و روند پدیده‌های متعدد با حجم خیلی زیاد توانایی بالایی دارد استفاده شده است. معمولا در بررسی‌های تغییرپذیری داده‌های محیطی به ویژه عناصر آب و هوایی دو رویکرد اساسی در نظر گرفته می‌شود، ابتدا رویکردی که تغییرات زمانی عنصر در نظر دارد، دوم رویکردی که تغییرات فضایی عنصر مورد نظر را بررسی می‌کند. در ارتباط با تغییرات زمانی، اغلب بررسی‌های ضرایب گرفته شده مبتنی بر تحلیل روند و تغییرات داده‌های محیطی بوده است (Hartmann et al., 2008؛ Brunetti, et al., 2000). تحلیل فضایی روند دما در صربستان که در این تحقیق از داده‌های میانگین دمای ماهانه ٦٤ ایستگاه سینوپتیک با استفاده از تحلیل خودهمبستگی فضایی موران استفاده شد (Bajat et al., 2015). 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 به دست 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 و تعرق مرجع یکی از مهم‌ترین دلایل خشکیدگی بوم سازگان جنگلی زاگرس در کوتاه مدت می‌تواند باشد (Attarod et al, 2015). با استفاده از تحلیل فضایی مدل موران روند مکانی و زمانی اثرات خشکسالی در اکوسیستم جنگلی نیمه‌خشک ناهمگن در جنگل‌های آمریکای شمالی غربی بررسی شد (Timothy et al., 2016). شناخت رفتار گونه‌های گیاهی نسبت به تغییرات محیطی راهنمای مهمی در مدیریت محسوب می‌شود ((Assal et al., 2016). در تحقیقی که جهت شناسایی روابط فضایی روزهای گرم ایران انجام شد، ۱۵۳۹ روز گرم فراگیر شناسایی شده و در شناسایی الگوهای پراکنش و روابط فضایی روزهای گرم فراگیر، از آماره‌های موران کلی، موران محلی استفاده شد (Asakereh & Shadman, 2015). در تحقیقی که بررسی تغییرات الگوهای خود همبستگی فضایی درون دهه‌ای بارش ایران طی نیم قرن اخیر انجام شد با استفاده از موران الگوهای مختلف بارش کشور تعیین شد (Alijani et al

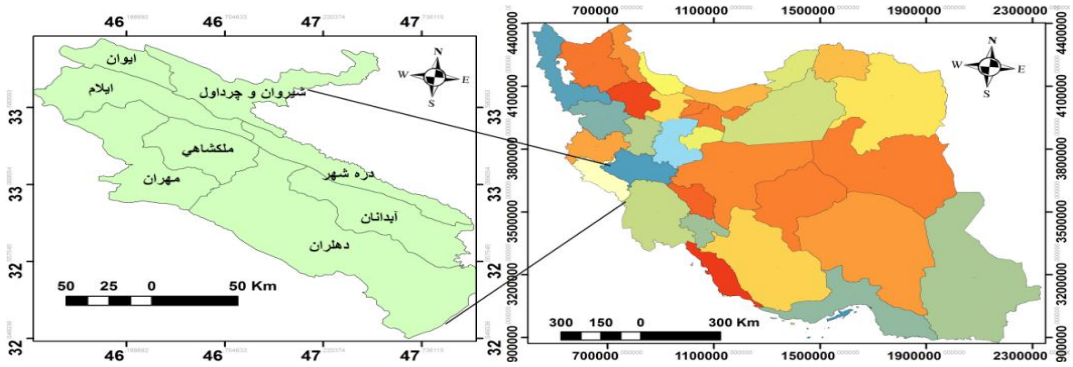
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

2015). در بررسی تغییرات زمانی-مکانی بارش دوره سرد سال در ایران، از تحلیل اکتشافی زمین آمار و روش‌های خودهمبستگی فضایی عمومی و محلی استفاده شد (Sedaghat & Nazaripour, 2015). در تحلیل فضایی پراکنش رطوبت نسبی در ایران، از روش‌های خودهمبستگی فضایی موران، شاخص انسلین محلی موران، لکه‌های داغ و نرم‌افزار GIS استفاده شد (Falaheghalroody et al., 2015). تحلیل آمار فضایی خشکسالی در ایران که با استفاده از داده‌های بارندگی ۸٤ ایستگاه منتخب سینوپتیک در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۵ تا ۲۰۱٤) در ایران، به بررسی و تحلیل فضایی خشکسالی انجام شد، ابتدا با استفاده از مقادیر SPI (مقیاس‌های زمانی ۳، ٦، ۱۲، ۲٤ و ٤۸ ماهه)، دوره‌های خشکسالی و ترسالی منطقه شناسایی شدند و با استفاده از افزونه Geo statistic Analyst اقدام به پهنه‌بندی خشکسالی با روش‌های درون‌یابی شد. به‌منظور تبیین الگوی حاکم بر خشکسالی در ایران از آماره موران استفاده شد (Hajazizadeh & Javizadeh, 2017). نتایج شاخص موران در مورد خشکسالی نشان داد که مقادیر مربوط به سال‌های مختلف در طول دوره آماری دارای ضریب مثبت و نزدیک به یک می‌باشند که نشان‌دهنده‌ی این است که داده‌های شاخص خشکسالی SPI دارای خودهمبستگی فضایی و دارای الگوی خوشه‌ای می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از مقادیر امتیاز استاندارد Z و مقدار P-Value، خوشه‌ای بودن توزیع فضایی خشکسالی را مورد تائید قرارداد. با توجه به نقش مهم تنش 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 است تا پراکنش زمانی-مکانی و ارتباط بین خشکسالی‌های هواشناسی و خشکیدگی جنگل‌های بلوط زاگرس رخ داده در استان ایلام با استفاده از داده‌های شاخص خشکسالی SPI و مدل موران تحلیل و بررسی شود.

محدوده مورد مطالعه

استان ایلام با مساحتی قریب ۱۹۹۷۵/٦٦ کیلومتر مربع و جمعیتی حدود ٤۸۷۸۸٦ نفر در موقعیت جغرافیایی ٤۵ درجه و ٤٦ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۳ دقیقه تا ۳٤ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. سطح جنگل استان ایلام در حدود ٥٤۲۲٥۲ هکتار می‌باشد که این تحقیق در سطح کل استان ایلام اجرا شده است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان‌ها و استان ایلام

Figure 1: Geographical location of cities and Ilam province

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای بررسی ارتباط خشکیدگی جنگل‌های منطقه مورد مطالعه با رخداد خشکسالی، ترکیبی از داده‌ها و روش‌های میدانی و آماری به شرح ذیل استفاده شد. برای تعیین وضعیت ترسالی و خشکسالی شاخص‌های زیادی وجود دارد که در این تحقیق، شاخص SPI به خاطر مزایایی که دارد، مورد استفاده قرار گرفته است. شاخص (SPI)، نمایه‌ای است که از اختلاف بین بارش و میانگین آن برای یک بازه زمانی مشخص و سپس تقسیم این مقدار بر انحراف معیار بارش به‌دست می‌آید (Asiai, 2006). به‌کارگیری شاخص بارش استاندارد شده، در بررسی خشکسالی در ایران به اوایل دهه ۱۳۸۰ مربوط می‌شود. شاخص بارش استاندارد شده، از نمایه‌های جدیدی است که از طریق تابع گاما به تحلیل بارش جهت پایش خشکسالی می‌پردازد؛ زیرا بارندگی مقادیر زیر صفر ندارد و توزیع گاما تنها تابعی است که مقادیر بالای صفر را می‌پذیرد. محاسبه این شاخص به وسیله‌ی برنامه نرم‌افزاری ویژه در مقیاس‌های زمانی متفاوت صورت می‌گیرد. با استفاده از آن مقادیر نقطه‌ای ماهانه بارش به سطح تعمیم داده می‌شود و نقشه‌های شدت این پدیده در مقیاس‌های زمانی متفاوت جهت استفاده در برنامه‌ریزی‌های سازگار با دوره‌های خشک ایجاد می‌شود. برای محاسبه این شاخص از تابع گاما جهت برازش داده‌های درازمدت بارش استفاده می‌گردد. پس از محاسبات لازم و تعیین پارامترهای مربوطه، شاخص به صورت نمرات مثبت و منفی بیان می‌شود. با توجه به این که نمایه مذکور فراوانی توزیع بارندگی را در زمان‌ها و مکان‌های متفاوت محاسبه می‌کند، بنابراین این شاخص علاوه بر زمان نسبت به مکان نیز نرمالیزه می‌باشد؛ زیرا با تغییرات ایستگاه‌ها نیز انعطاف‌پذیری دارد و توزیع زمانی و مکانی خشکسالی را در تحلیل خود پوشش می‌دهد. تشکیل سری زمانی و برازش بهترین مدل پس از اطمینان از همگن بودن داده‌ها از طریق آزمون همگنی و نرمال بودن آن‌ها به کمک آزمون کولموگروف اسمیرنوف بر روی باقی‌مانده‌ها به داده‌های ماهانه سری زمانی بارش صورت گرفت.

برای محاسبه الگوریتم شاخص SPI از نرم‌افزار DIP استفاده شده است. برای محاسبه شاخص ابتدا سری‌های زمانی متحرک ۳، ٦، ۱۲، ۱۸، ۲٤ و ٤۸ 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 می‌کند. مثال عددی ۱+۲+۲،۳+۳+۳،٤+٤،۳+٥

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 به‌دست آمده و سپس به توزیع نرمال استاندارد تبدیل شده است نهایتا نتایج حاصل برای هر دوره با توجه به طبقه‌بندی شاخص انجام می‌گیرد: فرا مرطوب (بزرگ‌تر یا مساوی با ۲)، بسیار مرطوب (۱/٥تا ۱/۹۹)، نسبتا مرطوب (۱ تا ۱/٤۹)، مرطوب نزدیک به نرمال (۰ نا ۰/۹۹) خشکی نزدیک به نرمال (۰ تا ۰/۹۹-)، نسبتا خشک (۱- تا ۱/٤۹)، خشکی شدید (۱/٥- تا ۱/۹۹-)، فراخشک (کوچک‌تر یا مساوی با ۲-).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

جهت پهنه بندی خشکسالی از روش درون‌یابی استفاده شد. با توجه به این‌که سری زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ در این تحقیق انتخاب شده بود بنابراین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ پهنه‌بندی خشکسالی انجام شد و ۱۷ لایه پهنه‌بندی خشکسالی برای ۱۷ سال با استفاده از نرم‌افزار GIS تهیه شد.

جهت بررسی وضعیت خشکیدگی بلوط با استفاده عملیات میدانی به روش تصادفی سیستماتیک در ابعاد ۱۵ مترمربعی هر درخت بلوط خشکیده در سطح منطقه با استفاده از دستگاه GPS داده برداری شد و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ با قدرت تفکیک ۱۵ مترمربعی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ شبیه‌سازی شد و نقشه گستره پیکسلی درختان خشکیده بلوط با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای به صورت طبقه‌بندی تصاویر براساس تعیین نمونه‌های تعلیمی و تفسیر بصری تهیه شد. جهت تحلیل فضایی ارتباط خشکیدگی جنگل بلوط از لحاظ زمانی و مکانی با شدت خشکسالی ضریب شاخص SPI از مدهای توزیع الگوی فضایی، مدل خود همبستگی فضایی موران انتخاب شد.

الگوی تحلیل فضایی خشکیدگی درختان بلوط در سطح استان ایلام

شناخت الگوها و کشف روابط متغیر وابسته خشکیدگی درختان جنگلی بلوط و روندهای موجود در داده‌های فضایی و متغیرهای مستقل از اهمیت زیادی در این تحقیق برخوردار است. این که درختان خشکیده چگونه در سطح منطقه توزیع شده‌اند و آیا توزیع درختان خشکیده از الگوی خاصی پیروی می‌کند، روند داده‌ها چگونه است به چه شکلی توزیع فضایی خشکیدگی بلوط با خشکسالی‌های اخیر در ارتباط می‌باشد و غیره. جهت پاسخگویی به سئوالات مطرح شده مدهای توزیع الگوی فضایی بررسی شده و با استفاده از بهترین مدل الگوی توزیع فضایی خشکیدگی درختان بلوط در سطح منطقه شناسایی و معرفی شده است. به‌طور کلی الگوهای توزیع فضایی عبارتند از: متوسط نزدیک‌ترین فاصله همسایگی، خوشه‌بندی، خوشه‌بندی زیاد و کم، خوشه‌بندی چند فاصله‌ای، خود همبستگی فضایی. الگوهای ذکر شده داری معایب و محاسنی هستند که هر کدام در تحقیقات جغرافیایی جایگاه خاص خود را دارند که با اشراف بر کارایی مدل‌ها می‌توان بهترین ابزار آماری را برای الگویابی در ارتباط با موضوع تحقیقی خود انتخاب نمود به‌طوری‌که در این تحقیق بعد از تجزیه‌وتحلیل داده‌های خشکیدگی بلوط با داده‌های ضریب شاخص خشکسالی، بهترین مدل خود همبستگی فضایی موران شناخته شده و با این ابزار آماری در نرم‌افزار GIS نتایج آنالیز شده و نشان داده شده است.

تحلیل خود همبستگی فضایی موران

ابزار تحلیل خود همبستگی فضایی موران به بررسی خودهمبستگی فضایی براساس مکان دو مقدار خصیصه مورد نظر عوارض جغرافیایی می‌پردازد. فرض کنید تعدادی عوارض جغرافیایی با خصیصه مشخصی داریم، این ابزار نشان می‌دهد که داده‌ها از الگوی خوشه‌ای و یا پراکنده برخوردار است. در دیگر ابزارها فقط الگوی پراکنش عوارض و یا مقادیر خصایص آن‌ها مورد تحلیل قرا می‌گیرند. این تحلیل الگوی توزیع عوارض در فضا را با ملاحظه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

همزمان موقعیت مکانی و خصیصه، مورد ارزیابی قرار می‌دهد. نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که آیا عوارض به صورت تصادفی، پراکنده و یا خوشه‌ای در فضا توزیع شده‌اند. این ابزار در حقیقت آماره و یا شاخص موران[1] را محاسبه می‌کند 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 به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۱)
$$I = \frac{n}{sn}\frac{\sum_i \sum_j \omega_{ij}(x_{ij}-\bar{x})wijzizj}{\sum_i (x_i-\bar{x})^2}$$

در اینجا zi تفاضل بین مقدار خصیصه عارضه i با میانگین آن (xi-$\bar{x}$) می‌باشد.

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 می‌باشد.

امتیاز Z استاندارد برای آماره موران از طریق زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۲)
$$Sn = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\omega_{ij} \qquad ZI = \frac{1-E[I]}{\sqrt{V[I]}} \qquad Z = \begin{matrix} E[I] = -\frac{1}{n-1} \\ V[I] = E[I^2] - E[I]^2 \end{matrix}$$

به‌طور 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 و پراکنده می‌باشند. البته این مقدار از نظر معناداری آماری سنجیده می‌شود. در مورد این ابزار فرضیه صفر آن است که هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی بین مقادیر خصیصه مرتبط با عوارض جغرافیایی مورد نظر وجود ندارد. حال زمانی که مقدارP-Value بسیار کوچک و مقدار Z محاسبه شده (قدر مطلق آن) بسیار بزرگ باشد (خارج از محدوده اطمینان قرار می‌گیرد) آنگاه می‌توان فرضیه صفر را رد کرد اگر مقدار شاخص موران بزرگ‌تر از صفر باشد، داده‌ها نوعی خوشه‌بندی فضایی را نشان می‌دهند. اگر مقدار شاخص کم‌تر از صفر باشد عوارض مورد مطالعه دارای الگوی پراکنده می‌باشند. در نهایت پهنه‌بندی‌های خروجی مناطق خشکسالی هواشناسی شاخص SPI و خروجی لایه‌های خشکیدگی بلوط حاصل از عملیات میدانی و ماهواره لندست ۷ و ۸ بعد از مراحل رستری و کمباین برای سری‌های 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 مدل ذکر شده شناسایی شده و از لحاظ کمی با روند خشکسالی‌های اخیر پیش‌بینی‌شده است.

یافته‌ها و بحث

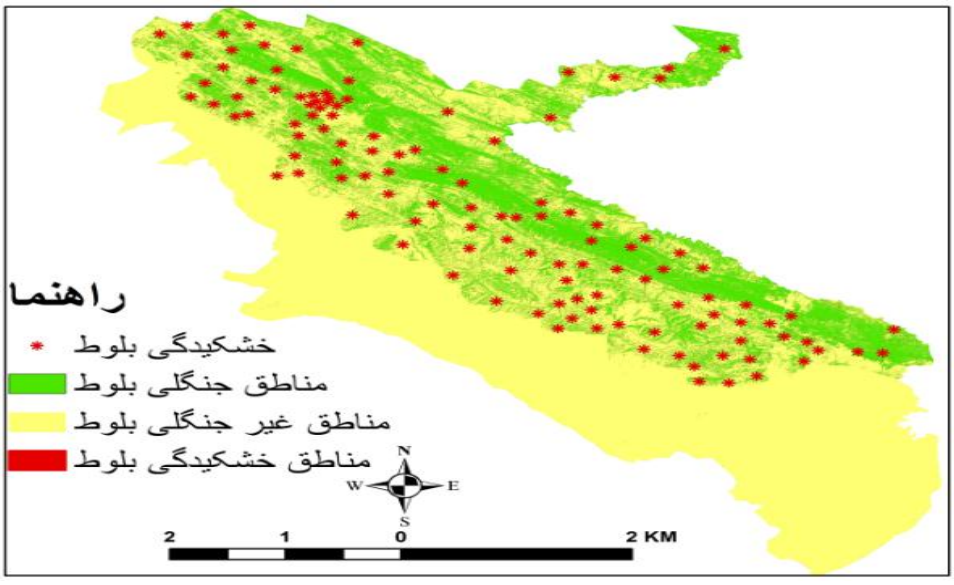
بررسی وضعیت توده‌های خشکیدگی جنگل‌های بلوط

1- Moran

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

جهت بررسی وضعیت توده‌های خشکیدگی جنگل‌های بلوط از نظر تعیین موقعیت مکانی، پراکنش، مساحت مناطق تخریب شده و بحرانی، اقدام به عملیات صحرایی و شناسایی تعدادی از مناطق خشکیده به‌عنوان نمونه شده است، سپس جهت تعیین موقعیت دقیق آن‌ها بر روی تصاویر ماهواره‌ای از دستگاه GPS (سیستم تعیین موقعیت جهانی) استفاده و درختان خشکیده به دو صورت (مساحت محدوده و نقطه‌ای) برداشت گردیده است. به منظور شناسایی سایر توده‌های خشکیده که امکان شناسایی و تعیین موقعیت آن‌ها وجود ندارد، بر اساس پردازش تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ و ترکیب باندهای ۲، ۳ و ٤ با باند ۷ و ۸ پانکروماتیک با پیکسل سایز ۱۵ متر به منظور قدرت تفکیک بیش‌تر تصاویر و وضوح پوشش جنگلی به نحوی که بتوان سطح پوشش گیاهی و پراکنش درختان را به تفکیک مورد بررسی و تفسیر بصری و طیف‌سنجی قرار داد به روش نمونه‌های تعلیمی با استفاده از محدوده‌های تعیین شده اقدام شده است قابل ذکر است توده‌های خشکیده فقط مختص درختان بلوط نبوده و برخی از گونه‌های جنگلی دیگر استان از جمله بنه و کیکم نیز با شدت کم‌تری دچار عارضه خشکیدگی است. براساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه تصاویر ماهواره‌های ذکر شده، وسعت جنگل‌های استان در سال ۲۰۰۲، ٥٤۲۲٥۲ هکتار بوده است که در سال ۲۰۱۱ به ٥۱٦۱۷۹ هکتار کاهش یافته است و در سال ۲۰۱٦ به ٥۱۲۱۲۷ هکتار کاهش یافته است یعنی حدود ۳۰۱۲٥ هکتار از جنگل‌های استان تخریب گردیده است. تعداد پیکسل‌های که نشان دهنده مناطق تخریبی و در واقع درختان خشکیده می‌باشد ۱٦۸٤۲۰ پیکسل با ابعاد ۱٥×۱٥ متر است که به‌طور متوسط در هر پیکسل ۳ درخت خشکیده وجود دارد. از تقسیم تعداد تقریبی درخت‌ها (٤٥٤۷۳٤ درخت خشک) بر مساحت مناطق تخریبی برآورد شده (۳۰۱۲٥ هکتار)، تعداد تقریبی درختان خشکیده (هر هکتار ۱٥ درخت) در هکتار بر اساس واحد اندازه‌گیری مورد استفاده در این تحقیق به‌دست آمد (شکل ۲).



شکل ۲: گستره جنگل و توده‌های خشکیده بلوط از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱٦ (تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸)

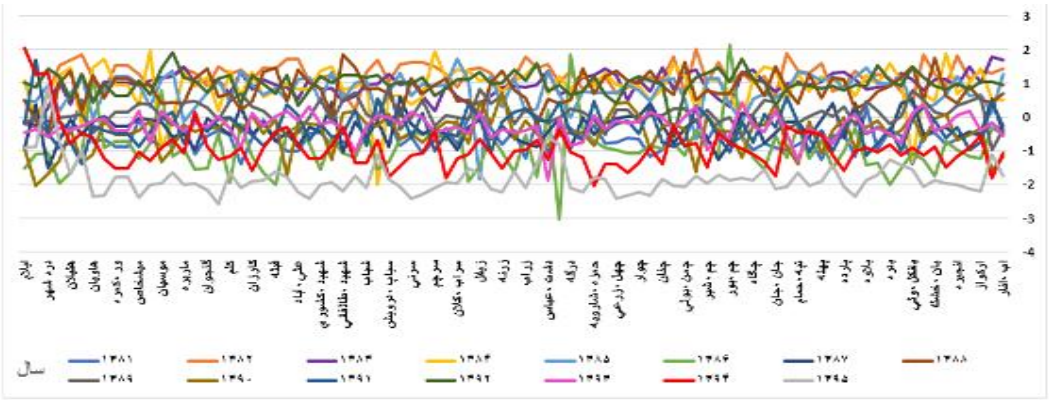
Figure 2: Extension of oak forest and dry stands from 2002 to 2016 (Landsat 7 and 8 satellite images)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

اجرای شاخص **SPI** جهت پهنه بندی مناطق خشکسالی

در این پژوهش از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران‌سنجی ایستگاه‌های مختلف استان جهت ورودی شاخص SPI استفاده شد که نتایج حاصل پس از ورود به نرم‌افزار صفحه گستر اکسل به صورت نمودارهای کیفی در آمده و مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از شاخص SPI برای هر ایستگاه برای دوره‌های ۳ ماهه، ٦ ماهه، ۱۲ ماهه، ٢٤ ماهه و ٤٨ ماهه و سالانه به صورت نمودار ترسیم شده با توجه به این‌که تعداد ایستگاه‌ها زیاد بوده و برای هر ایستگاه نمودارهای ذکر شده ماهانه و سالانه تهیه شده است جهت کاهش حجم مقاله فقط نمودار کلی آورده شده است. بر اساس شاخص spi استفاده شده در این پژوهش سال‌های ۲۰۰٤، ۲۰۰۵ و ۲۰۰٦ شرایط ترسالی حاکم بوده است اما سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ خشکسالی طبق شاخص ذکر شده ۱/٤۷- تا ۰/۲٤- بوده که خشکسالی نسبتا خشک را نشان می‌دهد سال ۲۰۰۹ تقریبا نرمال و نزدیک به ترسالی که در سال ۲۰۱۰ نسبتا خشک و ۲۰۱۱ خشک می‌باشد که در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ به طرف نرمال و ترسالی که در سال ۲۰۱٤ به طرف خشکسالی نسبتا خشک و در سال ۲۰۱۵ فراخشک که اوج خشکسالی در سال ۲۰۱٦ که خشکسالی شدید را نشان می‌دهد شکل (۳).



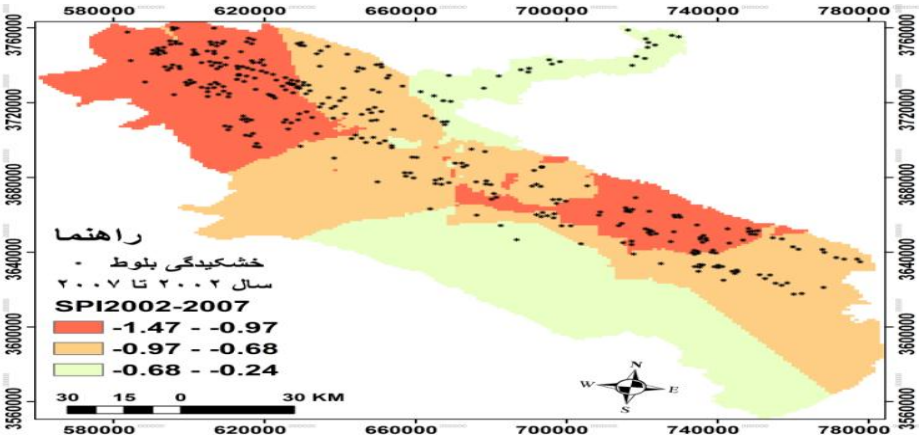
شکل ۳: شاخص SPI سالانه برای تمامی ایستگاه‌های استان ایلام

Figure 3: Annual SPI index for all stations in Ilam province

با خروجی شاخص SPI در هر ایستگاه با طول دوره آماری بارش از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱٦ از جدول اکسل به نرم‌افزار GIS انتقال داده شده و با تحلیل نتایج روش‌های درون‌یابی با استفاده از روش کریجینگ که در این تحقیق خطای کمتری داشت، خشکسالی SPI در سطح استان ایلام برای همه سال‌های ذکر شده پهنه‌بندی شده است. پهنه‌بندی‌های خشکسالی در سه سری زمانی پنج ساله در نرم‌افزار GIS با استفاده از آیکن MapAlgebra تهیه شده و پهنه‌ها به صورت رستری (پیکسلی) با لایه‌های خروجی توده‌های خشکیدگی بلوط که با استفاده از دستگاه GPS طی عملیات میدانی برداشت و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست شبیه‌سازی شده بود در سه سری زمانی پنج ساله ۲۰۰۲ تا ۲۰۰٦ شکل (٤) سری زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۱ شکل (۵) و سری زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۱٦ شکل (٦) تلفیق و کمباین شد که به‌صورت بصری در خروجی شاخص SPI نشان داده شده است.

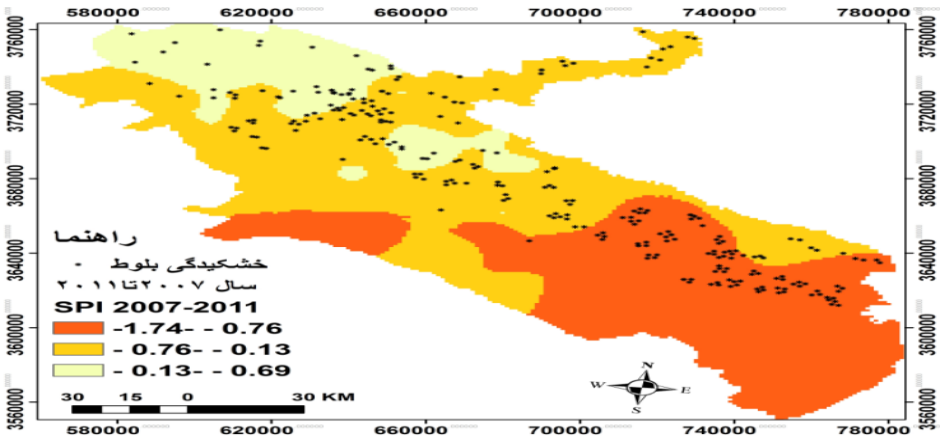
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]



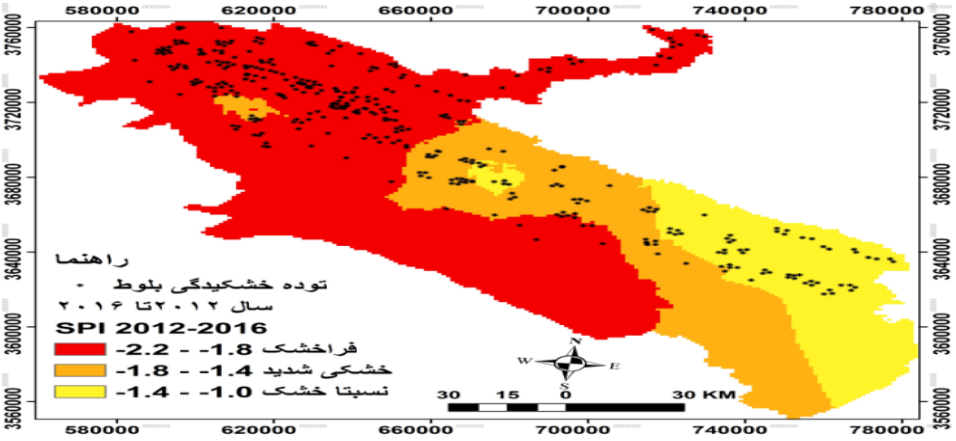
شکل ٤: تلفیق توده‌های خشکیدگی بلوط و پهنه‌بندی خشکسالی شاخص SPI سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰٦

Figure 4: Combining oak drying masses and SPI drought zoning from 2002 to 2006



شکل ٥: تلفیق توده‌های خشکیدگی بلوط و پهنه‌بندی خشکسالی شاخص SPI سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۱

Figure 5: Combining oak drying masses and SPI drought zoning from 2007 to 2011



شکل ٦: تلفیق توده‌های خشکیدگی بلوط و پهنه بندی خشکسالی شاخص SPI سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱٦

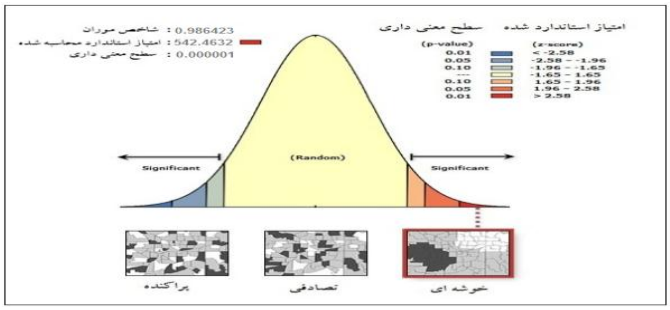
Figure 6: Combining oak drying masses and drought zoning of SPI index 2012 to 2016

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

اجرای تحلیل شاخص موران (Moran)

لایه‌های تهیه شده سری زمانی پنج ساله تلفیقی توده‌های خشکیدگی بلوط و پهنه بندی خشکسالی شاخص SPI سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶، سری زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۱ و سری زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ را جهت تحلیل خودهمبستگی فضایی انتخاب نمودیم و با استفاده از Atocrolition Spatial (Moran I) از جعبه نرم‌افزاری Stastictis Tools Spatial نتایج تحلیل شد، توضیح این که تحلیل خود همبستگی فضایی دو نوع خروجی به‌صورت گرافیکی و عددی ارایه می‌نماید. خروجی گرافیکی نشان می‌دهد که آیا داده‌ها پراکنده و یا خوشه‌بندی شده هستند. به‌طور نمونه خروجی گرافیکی سری زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ در شکل (۷) و نتایج در جدول (۲) نشان داده شده است.



شکل ۷: تحلیل موران از نقاط خشکیدگی بلوط ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶

Figure 7: Moran analysis of oak drying points 2012 to 2016

جدول ۲- نتایج تحلیل خود همبستگی فضایی موران

Table 2- Results of Moran spatial autocorrelation analysis

Global Moran's I Summary ۲۰۰۶-۲۰۰۲	
Moran's Index	۰/۹۷٤۳۲٦
Expected Index	۰/۰۰۰۰٦٥
Variance	۰/۰۰۰۰۰٤
z-score	٤۹٦/۷۸۹٤۲۸
p-value	۰/۰۰۰۰۰۱
Global Moran's I Summary ۲۰۱۱-۲۰۰۷	
Moran's Index	۰/۹٦۳۲٤۱
Expected Index	۰/۰۰۰۰۷۸
Variance	۰/۰۰۰۰۰٤
z-score	٤۷۰/۸۷۹۱٤۲
p-value	۰/۰۰۰۰۰۲
Global Moran's I Summary ۲۰۱٦-۲۰۱۲	
Moran's Index	۰/۹۸٦٤۲۳
Expected Index	۰/۰۰۰۰۹٥
Variance	۰/۰۰۰۰۰۳
z-score	٥٤۲/٤٦۳۲۱٥
p-value	۰/۰۰۰۰۰۱

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

به طور 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 و پراکنده می‌باشند. البته این مقدار از نظر معناداری آماری سنجیده می‌شود. در مورد این ابزار فرضیه صفر آن است که هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی بین مقادیر خصیصه مرتبط با عوارض جغرافیایی مورد نظر وجود ندارد. حال زمانی که مقدار P-Value بسیار کوچک و مقدار Z محاسبه شده (قدر مطلق آن) بسیار بزرگ باشد (خارج از محدوده اطمینان قرار می‌گیرد) آنگاه می‌توان فرضیه صفر را رد کرد اگر مقدار شاخص موران بزرگ‌تر از صفر باشد، داده‌ها نوعی خوشه‌بندی فضایی را نشان می‌دهند. اگر مقدار شاخص کم‌تر از صفر باشد عوارض مورد مطالعه دارای الگوی پراکنده می‌باشند. در این تحلیل چنانچه ملاحظه می‌شود شاخص موران برای سری‌های زمانی منتخب عدد ۰/۹۷۴۳۲۶، ۰/۹۶۳۲۴۱ و ۰/۹۸۶۴۲۳ می‌باشد و از آنجا که مقدار آن ثابت و نزدیک به یک است می‌توان نتیجه گرفت 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 می‌نمود همچنین با استناد به بالا بودن امتیاز استاندارد Z و بسیار کوچک بودن مقدار PValue می‌توان فرضیه عدم وجود خود همبستگی فضایی بین داده‌ها را رد نمود (Asgari, 2011: 44). چنانچه می‌دانیم تحلیل‌های رگرسیون خطی و بسیاری از تکنیک های آماری دیگر نیازمند آن هستند که مشاهدات مستقل از هم باشند با کمک ابزار خود همبستگی فضایی می‌توان دریافت که آیا داده‌ها از نظر فضایی مستقل از یکدیگر می‌باشند و یا خیر. در صورتی که نتایج این تحلیل نشان دهنده وجود خود همبستگی فضایی بین داده‌ها باشد، در آن صورت نمی‌توان از روش‌های معمول مانند رگرسیون خطی برای بررسی روابط بین متغیرها استفاده نمود.

نتیجه‌گیری

چگونگی بررسی اثربخشی داده‌های جغرافیایی در تحلیل فضایی که ابعاد زمانی و مکانی را شامل می‌شود مناسب‌تر خواهد بود بنابراین استفاده از روش‌هایی که هم بتواند به صورت بصری، مشاهده‌ای و کیفی نحوه توزیع اثربخشی داده‌ها را نشان دهد و هم به صورت آماری، کمی، ریاضی، قانونمند و عددی ارتباط متغیر تاثیر گذار بر متغیر وابسته نشان دهد غنای تحقیق را از لحاظ علمی افزایش می‌دهد. متغیر خشکسالی هواشناسی تابعی از متغیر بارش می‌باشد بنابراین یکی از نتایجی که در این تحقیق حاصل شد بر اساس شاخص بارش استاندارد SPI برای دوره‌های زمانی سه ماهه، شش ماهه، دوازده ماهه، بیست چهار ماهه و چهل و هشت ماهه برای شهرستان‌های استان ایلام، شدت و مدت خشکسالی تعیین شد و به روش درون‌یابی از لحاظ خشکسالی، استان ایلام برای هر سال و سری زمانی ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۶ پهنه‌بندی خشکسالی انجام شد و مساحت پهنه‌ها بر اساس شدت خشکسالی به‌صورت پیکسلی استخراج شد که این پهنه‌بندی و داده‌های خروجی برای دستگاه‌های اجرایی قابل استفاده خواهد بود. یکی دیگر از نتایج این تحقیق نوآوری دقت در عملیات میدانی و برداشت نقاط خشکیدگی بلوط و توده‌های خشکیده بلوط و شبیه‌سازی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ با قدرت تفکیک ۱۵ متر بود که نتایج نشان داد تعداد پیکسل‌های که

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

نشان‌دهنده مناطق تخریبی و در واقع درختان خشکیده می‌باشد ۱٦۸٤۲۰ پیکسل با ابعاد ۱۵ ×۱۵ متر است که به‌طور متوسط در هر پیکسل ۳ درخت خشکیده وجود دارد. از تقسیم تعداد تقریبی درخت‌ها (٤٥٤۷۳٤ درخت خشک) بر مساحت مناطق تخریبی برآورد شده (هکتار ۳۰۱۲۵)، تعداد تقریبی درختان خشکیده (هر هکتار ۱۵ درخت) در هکتار بر اساس واحد اندازه‌گیری مورد استفاده در این تحقیق به‌دست آمد. سطحی معادل ۱۷۸۹٤ هکتار از جنگل‌های منطقه از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱٦ خشکیده و تخریب شده است و با تهیه لایه خشکیدگی جنگلی بلوط و تلفیق با لایه‌های خروجی حاصل از پهنه بندی خشکسالی شاخص SPI ذکر شده به صورت بصری نشان داده شده و طبق نتایج محاسباتی به طور میانگین در حدود سالی ۱۰۵۳ هکتار با این روند خشکیدگی بلوط پیش‌بینی می‌شود. از دیگر نتایج و نوآوری تحقیق برای اولین بار ارتباط خشکیدگی بلوط و خشکسالی با استفاده روش‌های تحلیل فضایی برازش داده شد و بهترین مدل در تحلیل این رابطه روش تحلیل فضایی آماره موران معرفی شد که در سه سری زمانی ۵ ساله از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۰٦ و از سال ۲۰۰۷ تا سال ۲۰۱۱ و از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۱٦ تاثیر خشکسالی بر روند خشکیدگی جنگلی بلوط با استفاده از تحلیل فضایی خودهمبستگی فضایی موران از لایه ضریب خشکسالی SPI با لایه خشکیدگی بلوط به صورت پیکسل‌های تلفیقی و مجاورتی تجزیه و تحلیل آماری شد و نتایج این تحلیل‌ها شاخص موران برای سری‌های زمانی منتخب به‌ترتیب عدد ۰/۹۷٤۳۲٦، ۰/۹٦۳۲٤۱ و ۰/۹۸٦٤۲۳ نشان داد که مقدار آن ثابت و نزدیک به یک است و نتایج نشان داد که داده‌ها دارای همبستگی فضایی هستند و اثربخشی خشکسالی بر خشکیدگی بلوط از لحاظ زمانی و مکانی با ضریب بالای ۰/۹۵ تبیین آماری شد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]

References

- Asakereh, H., Shadman, H., (2015), "Identification of spatial relationships of widespread days in Iran earth", ***Geographical Research***, 116 (1): 53-70. [In Persian].
- Asgari, A., (2011), "***Spatial statistics analysis with ARCGIS***", Tehran: Municipality Pub.
- Alizadeh, A., (2015), "***Principles of applied hydrology***", Imam Reza University, Mashhad. [In Persian].
- Alijani, B., Dostkamian, M., Ashrafi, S., Shakeri, F., (2015), "Investigating the changes in spatial autocorrelation patterns in the Iranian decades of rainfall during the half century", ***Geography and Urban Planning***, 14: 71-87. [In Persian].
- Assal, T. J., Anderson, P. J., Sibold, J., (2016), "Spatial and temporal trends of drought effects in a heterogeneous semi-arid forest ecosystem", ***Forest Ecology and Management***, 365: 137-151.
- Bajat, B., Blagojevic. D.; Kilibarda, M: Lukovic, J., Tosic, I., (2015), "Spatial analysis of the temperature trends in Serbia during the period 1961-2010", ***Theoretical and Applied Climatology***, 121(1): 289–301.
- Brunetti, M., Buffoni, L., Maugeri, M., Nanni, T., (2000), "Trends of minimum and maximum daily temperatures in Italy from 1865 to 1996", ***Theoretical and Applied Climatology***, 66: 49-60.
- Fallah, G., Asadi, M., Dadashi, R. A., (2015), "Spatial analysis of humidity distribution in Iran", ***Natural Geography Research***, 47 (4): 637-650. [In Persian].
- Farajzadeh, M., Ahmadian, K., (2014), "Spatial and temporal analysis of drought using SPI index in Iran", ***Journal of Environmental Hazards***, 93 (4): 182-203. [In Persian].
- Hartmann, S., Baker., King, L., (2008), "Quasi-periodicities in Chinese precipitation time series", ***Heoretical and Applied Climatology***, 92: 155-163.
- Hejazizadeh, Z., Joizadeh, S., (2019), "Analysis of spatial statistics of drought in Iran", ***Applied Research in Geographical Sciences (GIS)***, 53: 251- 277. [In Persian].
- Jafari, M., Pourhashemi, M., Noroozi, A., Khosrow, M., Mohammadpour, M., (2013), "***Identification and zoning of dry oak forests in Ilam province using RS and GIS, Institute for soil conservation and watershed management***", Ministry of Agriculture Jihad. [In Persian].
- Kim, S., Singh, V. P., (2014), "Modeling daily soil temperature using data-driven models and spatial distribution", ***Theoretical and Applied Climatology***, 118 (3): 465-479.
- Pedram, A., Sadeghi, F., Taheri, S., Saroyi, S., Abbasian, P., Masihpoor, M., Kordrostami, F., Dirikvandi, A., (2017), "Meteorological parameters and evapotranspiration affecting the Zagros forests decline in Lorestan province", ***Journal of Rangeland Science***, 26 (13): 97-112. [In Persian].
- Salahi, B., Faridpour, M., (2017), "Spatial analysis of climatic drought in northwestern Iran using spatial autocorrelation statistics", ***Spatial analysis of environmental hazards***, 3 (3): 1-20. [In Persian].
- Sedaghat, M., Nazaripour, H., (2016), "Spatiotemporal variations of cold period precipitation in Iran (1950-2009)", ***Journal of Natural Geography Research***, 47 (3): 421-433. [In Persian].
- Timothy, J., Assal, J., Anderson, S., (2016), "Spatial and temporal trends of drought effects in a heterogeneous semi-arid forest ecosystem", ***Forest Ecology and Management***, 365 (1): 137-151.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.8.0]