

تحلیل فضایی خشک‌سالی اقلیمی و اثرات آن بر الگوی فضایی مکان‌گزینی سکونتگاه‌های روستایی (مطالعه موردی روستاهای استان مازندران)

سید یاسر حکیم دوست^۱ - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران
محسن رستگار - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
علی محمد پورزیدی - کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه آزاد چالوس، چالوس، ایران
حسین حاتمی - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۶ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۴

چکیده

در این پژوهش با استفاده از داده‌های بارش ۲۲ ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی طی سال‌های (۲۰۱۰-۱۹۹۸) اقدام به پهنه‌بندی خشک‌سالی با استفاده از روش‌های زمین‌آمار گردید و همچنین جهت تحلیل فضایی خشک‌سالی از شاخص‌های خود همبستگی فضایی استفاده گردید و اثرات آن بر الگوی فضایی مکان‌گزینی سکونتگاه‌های روستایی استان مازندران پرداخته شد. نتایج تحقیق بهترین مدل را اسپیلین کاملاً منظم با ضریب تعیین ۰/۷۵ معرفی می‌نماید. همچنین نتایج حاصل از کاربرد شاخص موران در خصوص توزیع فضایی خشک‌سالی، این ضریب مثبت و برابر ۰/۹۹ است که نشانگر خوشه‌ای بودن توزیع فضایی خشک‌سالی است. با توجه به اینکه شاخص موران نمی‌تواند به شناسایی انواع گوناگونی از طبقه‌بندی الگوهای فضایی بپردازد با استفاده تحلیل آماره عمومی G این تقیصه پوشش داده شد. نتایج تحلیل آماره عمومی G نشان می‌دهد مناطق با خشک‌سالی بیشتر در کنار هم دیگر قرار گرفته و از روند خوشه‌ای با تمرکز بالای خشک‌سالی برخوردار است. سپس مساحت هر خوشه و مکان‌گزینی روستاها مورد واکاوی قرار گرفت. محاسبات نشان می‌دهد خوشه‌های خیلی گرم حدود ۳۵/۲۱ درصد از مساحت استان و ۷۵۳ روستا را در خود جای داده است. این در حالی است خوشه کمی سرد تا کمی گرم ۳۷/۱۷ درصد از مساحت استان و ۱۲۴۵ روستا را در برمی‌گیرد، نتایج همبستگی نشان می‌دهد که بین خوشه‌ها و تعداد روستاها در سطح اطمینان ۰/۹۹ درصد با سطح خطای ۰/۰۰۴ یک رابطه مستقیم وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: خشک‌سالی، تحلیل فضایی، شاخص موران، آماره عمومی G، مازندران

۱. مقدمه

خشک‌سالی یکی از پیچیده‌ترین مشکلات را نه تنها در مدیریت منابع آب، بلکه در مسائل اقتصادی و اجتماعی ایجاد می‌کند. اما تاکنون مسئله تعریف، شناسایی و پیش‌بینی آن حل نشده است (ماکلیک و همکاران، ۲۰۰۸: ۶)^۱. خشک‌سالی دارای اثر ممتد و تدریجی بوده و در دوره زمانی تا حدودی طولانی رخ می‌دهد. بنابراین بایستی با ایجاد طرح‌های آمادگی برای مدیریت آن، تا حدی از مشکلات ناشی از این پدیده کاست. این پدیده در هر منطقه‌ای می‌تواند رخ دهد و انسان و محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار دهد، هرچند که گسترش آن متفاوت است. برخلاف خشکی که یک پدیده دائمی اقلیمی است، خشک‌سالی در مناطق خشک و مرطوب نیز رخ می‌دهد و حالتی طبیعی و نرمال از اقلیم است (سیترا و همکاران، ۲۰۰۴: ۱۲۰)^۲. علل وقوع پدیده خشک‌سالی را می‌توان معلول عوامل فیزیکی و مکانی متعددی که عمدتاً ریشه در گردش عمومی جو و بیلان انرژی کره زمین دارد، جستجو کرد. خشک‌سالی به کمبود رطوبت و مستمر و غیرطبیعی گفته می‌شود (خسروی و اکبری، ۱۳۸۸: ۵۱). به‌منظور بررسی خشک‌سالی از ابعاد و دیدگاه‌های مختلف شاخص‌های متنوعی ابداع شده است که اساس این شاخص‌ها اغلب بر مبنای سنجش انحراف مقادیر بارندگی از میانگین درازمدت طی یک دوره زمانی معین استوار است. یکی از کاراترین نمایه‌ها، شاخص بارش استاندارد (SPI) است که اولین بار توسط مک‌کی (۱۹۹۳) استفاده شد (بذرافشان، ۱۳۹۰: ۳۹۶). برای اولین بار نمایه بارش استاندارد را در ایالت کلرادو آمریکا به کار بردند و دریافتند که برای پردازش داده‌های بارندگی، توزیع گاما مناسب‌ترین توزیع است (مک‌کی، ۱۹۹۳: ۱۸۰). از ویژگی‌های این شاخص این است که به محقق امکان می‌دهد تا تعداد وقایع خشک‌سالی و ترسالی اتفاق افتاده را برای هر گام زمانی دلخواه تعریف و شناسی نماید (هیسن، ۲۰۰۰: ۱۳). هر خشک‌سالی دارای پنج ویژگی عمده است که عبارت‌اند از: آغاز و خاتمه، دوره تداوم، شدت، فراوانی و گستره. این ویژگی‌ها در هر مطالعه مربوط به خشک‌سالی مورد بررسی قرار می‌گیرد (غیسور و مسعودیان، ۱۳۷۶: ۲۶). از اهداف اصلی این پژوهش بررسی وضعیت خشک‌سالی استان مازندران و همچنین تحلیل فضایی آن برای شناسایی نواحی مستعد با ضریب بالای خشک‌سالی در استان و اثرات آن بر مکان‌گزینی روستاهای مازندران در نهایت معرفی این مناطق و برنامه‌ریزی‌های مناسب برای مقابله با این پدیده است.

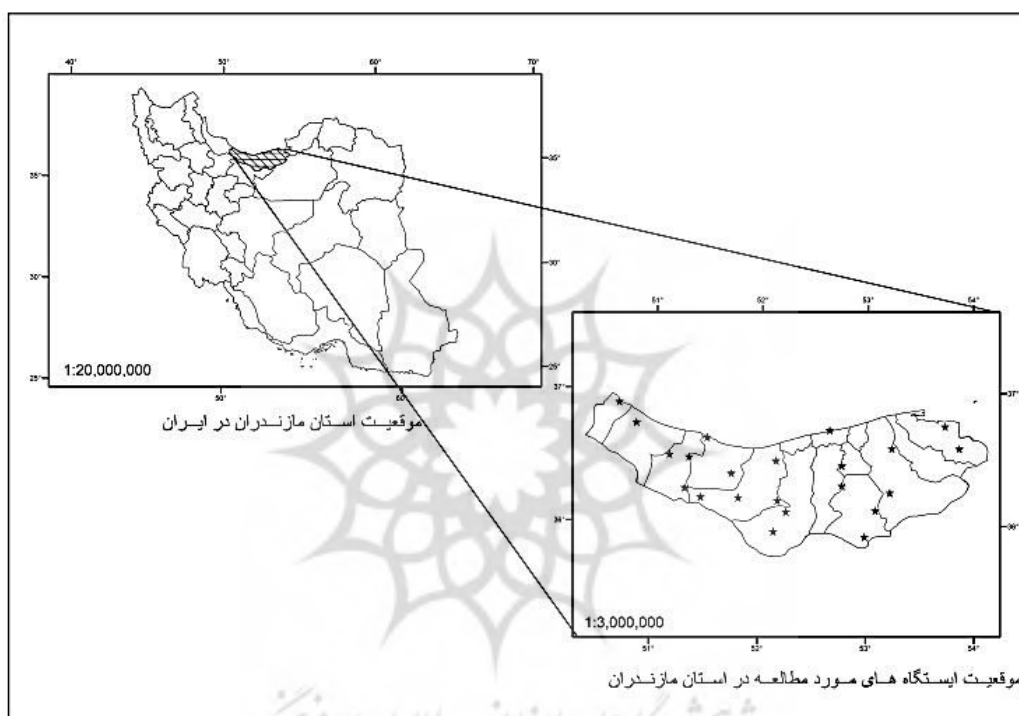
۲. منطقه مورد مطالعه

استان مازندران در قسمت شمال مرکزی ایران واقع شده است. موقعیت نسبی آن برابر با بین ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ

1 Machlica at al

2 Sutera at al

قرار گرفته است. استان مازندران با مساحت ۲۳۷۵۶ کیلومتر مربع وسعت، ۱/۴۶ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. دریای مازندران در شمال، استان تهران و سمنان در جنوب و استان‌های گیلان و گلستان به ترتیب در غرب و شرق آن قرار گرفته است. که شامل شهرستان‌های این استان عبارت‌اند از: آمل، بابل، بابلسر، بهشهر، تنکابن، ساری، سوادکوه، قائم‌شهر، رامسر، محمودآباد، نکا، نور، نوشهر و چالوس و عباس‌آباد (نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح). شکل شماره (۱) موقعیت سیاسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱ موقعیت سیاسی و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه

۳. مواد و روش‌ها

این تحقیق از نوع کاربردی و رویکرد حاکم بر آن تحلیلی و آماری است. در این پژوهش به منظور شناسایی خشک‌سالی استان مازندران بر اساس بارش سالانه ۲۲ ساله از سال ۱۹۸۸-۲۰۱۰ انجام گرفته شده است. برای این منظور با استفاده از داده‌های بارش ۲۲ ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی استان استفاده شده است. به علت اینکه بعضی ایستگاه‌های باران‌سنجی داده‌های آن‌ها ناقص بودن با استفاده روش‌های نسبت‌ها، آماری ناقصی‌ها برآورد گردید. در تحلیل‌های مکانی داده‌ها از نیم تغییر نگار مدل‌های مذکور استفاده شده است که با استفاده

از نرم افزار ArcGIS10 محاسبه گردید. روش های مورد استفاده در پهنه بندی از مدل های کریجینگ و IDW^1 جهت برازش شامل: IDW با سه توان ۱، ۲، ۳، و روش کریجینگ با مدل های کروی، دایره ای، نمایی، گوسین و است که با دو تکنیک کریجینگ ساده و معمولی و استفاده از تابع پایه شعاعی (RBF^2) شامل مدل اسپیلاین کاملاً منظم، مولتی کوادریک معکوس، مولتی کوادریک، اسپیلاین با کشش و اسپیلاین صفحه نازک انجام خواهد گرفت. جهت ارزیابی و تعیین بهترین مدل، صحت و دقت هر یک از نقشه ها تولید شده محاسبه گردید، که در این خصوص مقادیر اولیه در ساخت نقشه ها، با مقادیر محاسبه و تخمین زده شده، روی نمودار برازش قرار گرفته و با استفاده از محاسبه ضریب تعیین و همبستگی پیرسون، میزان دقت هر کدام از نقشه ها تعیین گردید.

همچنین با استفاده از توابع ریشه دوم میانگین مربع خطا ($RMSE$)^۳ و میانگین مطلق خطا (MAE)^۴، نقشه ها با یکدیگر مقایسه گردید. همچنین جهت تحلیل فضایی خشک سالی از شاخص های خود همبستگی فضایی و مدل های موران و آماره عمومی جی استفاده خواهد شد تا روند الگوی فضایی خشک سالی و مکان گزینی روستاها در استان مازندران مورد واکاوی ای فضایی قرار می گیرد.

شاخص استاندارد بارش (SPI)^۵

در انتخاب شاخص خشک سالی از شاخص بارش استاندارد (SPI) مربوط به روش های مطالعه پراکندگی میانگین بارش استفاده شده است. فرمول این شاخص به شرح ذیل است (لشی زند، ۱۳۸۳: ۸۷):

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{SD}$$

در این معادله SPI، شاخص استاندارد بارش، P_i معادل بارش سال مفروض به میلیمتر، \bar{P} میانگین بارش درازمدت ایستگاه و SD انحراف معیار بارش است.

- خود همبستگی فضایی

در طبقه بندی الگوهای فضایی خواه خوشه ای، پراکنده و تصادفی، می توان بر چگونگی نظم و ترتیب قرارگیری واحدهای ناحیه ای متمرکز شد. می توان مشابهت و عدم مشابهت ها برای الگوهای فضایی خلاصه شوند، خود همبستگی فضایی به مفهوم این است که ارزش صفت های مطالعه شده، خود همبسته هستند و

1 Inverse Distance Weighted

2 Radial Basis function

3 root-mean-square error

4 Mean Absolute Error

5 Standardized Precipitation Index

همبستگی آن‌ها قابل اسناد به نظم جغرافیایی پدیده‌ها است (کلارک، ۱۹۸۶: ۳۷۹)^۱. خودهمبستگی فضایی قوی به مفهوم این است که ارزش صفات پدیده‌های جغرافیایی به‌طور قوی با یکدیگر رابطه دارند (خواه قوی، یا ضعیف). اگر ضرائب ویژگی پدیده‌های جغرافیایی مجاور ارتباط و نظم ظاهری مشخصی نداشته باشند، گفته می‌شود دارای ارتباط فضایی ضعیف و یا دارای الگوی تصادفی می‌باشند. خودهمبستگی فضایی ابزار تحلیلی ارزشمندی است برای اینکه چگونه الگوهای فضایی در طول زمان تغییر می‌کنند. نتایج این نوع تحقیق به فهم بیشتری از چگونگی تغییر الگوهای فضایی از گذشته به حال کمک می‌کند. برای اندازه‌گیری همبستگی فضایی آماره‌هایی وجود دارد که به ما اجازه می‌دهند با نقاط یا پلی‌گون‌ها (سطوح ناحیه‌ای) کار کنیم.

-انواع معیارهای خود همبستگی فضایی

شاخص موران^۲

شاخص موران به شرح زیر است:

$$I = \frac{n \sum \sum w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{w \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

X_i ضریب متغیر فاصله‌ای یا نسبی در واحدهای ناحیه‌ای، i ، n تعداد واحدهای ناحیه‌ای، وزن w_{ij} ضریب موران بین ۱- تا ۱ متغیر است. ۱- برابر تعامل فضایی منفی و ۱ برابر تعامل فضایی مثبت است. اگر تعامل فضایی وجود نداشته باشد، ضرایب مورد انتظار موران برابر صفر است. ضرایب مورد انتظار موران برابر است.

$$E_I = -\frac{l}{(n-l)}$$

n تعداد واحدهای ناحیه‌ای، E_I ضریب مورد انتظار. وقتی که شاخص موران مورد محاسبه بزرگ‌تر از مقدار ضریب مورد انتظار باشد الگوی پراکنش فضایی تأیید می‌شود و برعکس. (لی و همکاران، ۲۰۰۱: ۱۳۸)^۳.

-آماره عمومی G

شاخص موران به‌خوبی برای خواص آماری و توصیف همبستگی فضایی جهانی ساخته شده است. به‌رحال آن‌ها، در شناسایی انواع گوناگونی از طبقه‌بندی الگوهای فضایی کارآمد نیستند. این الگوها بعضی

1 Clark

2 Moran's I

3 Lee and et a

مواقع به عنوان نقاط داغ^۱ و نقاط سرد^۲ تمرکز نامیده می‌شوند. برای مثال اگر ارزش‌های بالا، نزدیک یکدیگر باشند، شاخص موران و ضریب گری دلالت بر خود همبستگی فضایی مثبت نسبتاً بالا دارند، این طبقه (خوشه) از ارزش‌های بالا ممکن است به عنوان نقطه تمرکز (داغ) نامیده شود. اما خودهمبستگی فضایی مثبت بالا نشان داده شده به وسیله شاخص موران و ضریب گری ممکن است به وسیله ارزش‌های پایین مجاور با یکدیگر به وجود آمده باشند. این نوع از خوشه می‌تواند به عنوان نقطه سرد نامیده شود. شاخص موران نمی‌توان این دو نوع از خودهمبستگی فضایی را متمایز کنند. آماره عمومی G بر شاخص موران در تعیین نقاط مثبت (داغ) و منفی (سرد) در سطح ناحیه مورد مطالعه ترجیح دارد. این نقاط داغ و سرد می‌تواند به عنوان تمرکزهای فضایی در نظر گرفته شوند (توماس و همکاران، ۱۹۸۰: ۲۳۸).^۳

آماره عمومی G به شکل فرمول نیز تعریف شده است:

$$G(d) = \frac{\sum \sum w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum \sum x_i x_j}$$

به خاطر اینکه $i \neq j$ ، آماره عمومی G به وسیله معیار فاصله (D) تعریف شده است. در درون آن فاصله واحدهای ناحیه‌ای می‌توانند به عنوان همسایه I مد نظر قرار گیرند. وزن $w_{ij}(d)$ برابر ۱ است، اگر در داخل فاصله d باشد و در صورت عکس برابر صفر (۰) است. بنابراین، وزن‌های ماتریس اساساً یک ماتریس متقارن دوتایی است، اما ارتباطات همسایگی به وسیله فاصله d تعریف شده است. مجموع وزن‌های ماتریس W برابر با:

$$w = \sum_i \sum_j w_{ij}(d)$$

۴. بحث و نتایج

در این قسمت جهت پهنه‌بندی خشک‌سالی در استان مازندران داده‌های شاخص استاندارد بارش (SPI) ایستگاه‌های مورد مطالعه وارد پایگاه داده اطلاعات GIS گردید و با استفاده از فنون زمین آمار پهنه‌بندی گردید. همچنین برای تعیین مدل بهینه ۱۶ نقشه به دست آمد و جهت ارزیابی و تعیین بهترین مدل و صحت و دقت هر یک از نقشه تولید شده و با استفاده از محاسبه ضریب تعیین و همبستگی پیرسون، میزان دقت هر کدام از نقشه‌ها تعیین گردید. همچنین با استفاده از توابع ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE) و میانگین مطلق خطا (MAE) استفاده شده است. که در جدول شماره (۱) قابل مشاهده است.

1 Hot Spots

2 Cold Spots

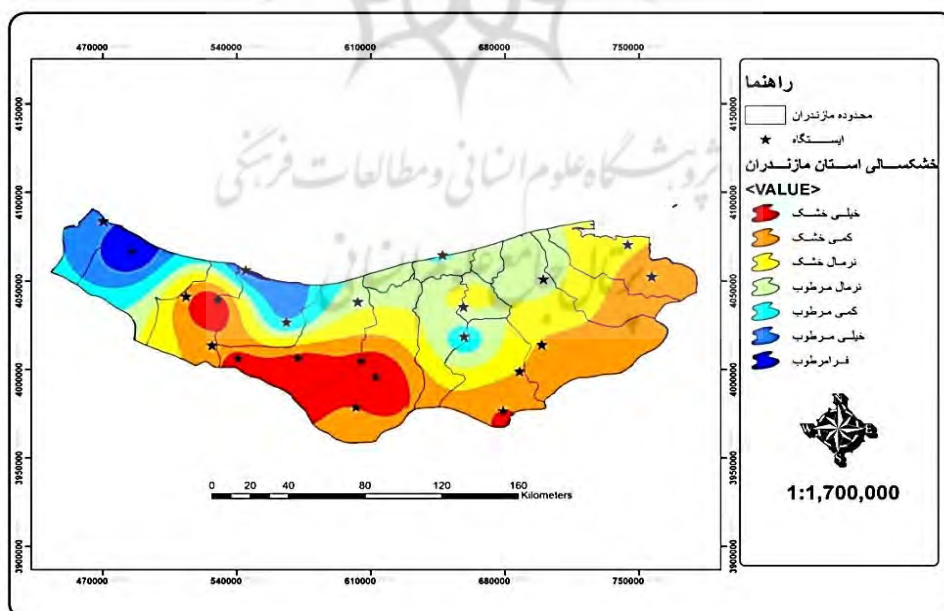
3 Thomas and et al

4 Standardized Precipitation Index

جدول شماره ۱ نتایج ارزیابی متقابل نقشه‌های تولید شده

خطای روش ارزیابی متقابل			مدل	روش
R2	RMSE	MAE		
۰,۷۵	۰,۷۴	۰,۰۸	اسپیلان کاملاً منظم	RBF
۰,۳۸	۰,۹۳	-۰,۰۲	اسپیلان صفحه نازک	
۰,۴۴	۰,۷۶	۰,۱۰	مولتی کوادریک معکوس	
۰,۴۴	۰,۷۵	۰,۰۴	مولتی کوادریک	
۰,۴۳	۰,۷۵	۰,۰۶	اسپیلان با کتشی	
۰,۲۲	۰,۸۷	۰,۰۵	۱	IDW
۰,۳۱	۰,۸۲	۰,۱۰	۲	
۰,۳۲	۰,۸۳	۰,۱۴	۳	
۰,۳۵	۰,۷۹	۰,۰۵	کروی	ok
۰,۳۶	۰,۸۰	۰,۰۴	دایره‌ای	
۰,۲۶	۰,۸۲	۰,۰۵	نمایی	
۰,۳۵	۰,۸۰	۰,۰۸	گوسین	
۰,۲۸	۰,۸۵	۰,۱۲	کروی	sk
۰,۲۷	۰,۸۶	۰,۰۹	دایره‌ای	
۰,۲۲	۰,۸۷	۰,۱۱	نمایی	
۰,۲۵	۰,۸۷	۰,۰۹	گوسین	

با توجه به جدول شماره (۱) که بر اساس مدل‌های درونی‌یابی استخراج گردیده بهترین مدل بهینه و مناسب جهت پهنه‌بندی خشک‌سالی استان مازندران مدل اسپیلان کاملاً منظم است که در شکل شماره (۲) مدل بهینه آورده شده است.



شکل شماره ۲ پهنه‌بندی خشک‌سالی استان مازندران با مدل اسپیلان کاملاً منظم

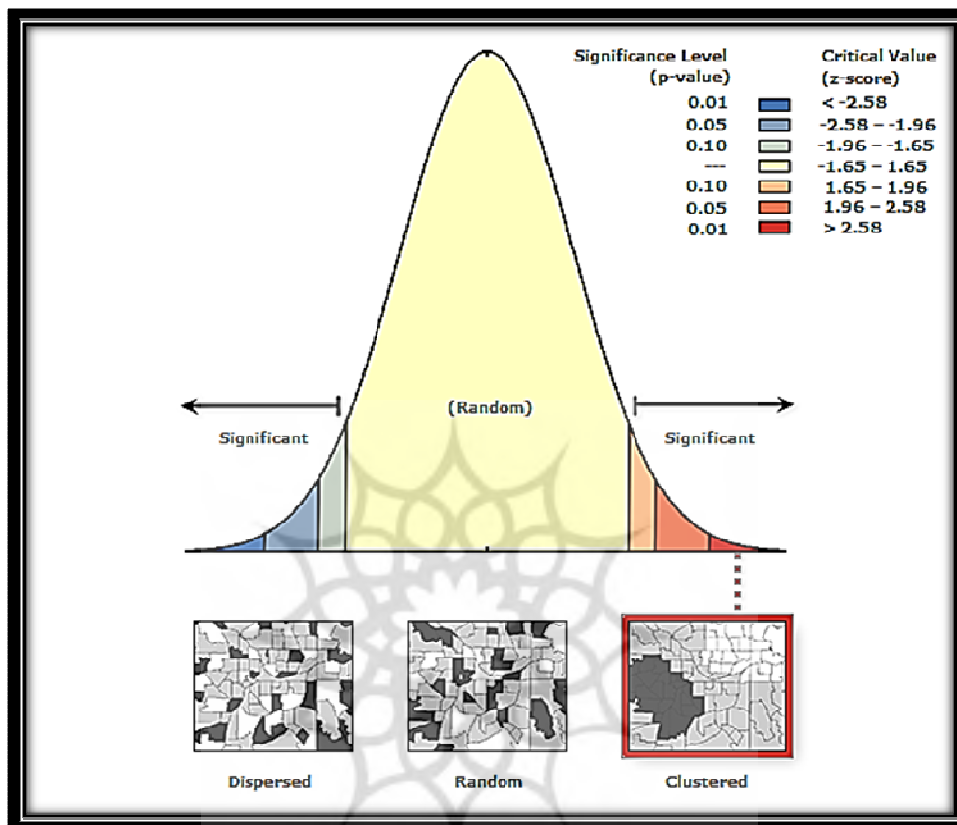
با توجه به نقشه پهنه‌بندی خشک‌سالی استان، مشاهده می‌شود بعضی از مناطق مرتفع استان و حتی قسمتی از مناطق میانه در غرب استان از استان در پهنه خیلی خشک قرار دارند، و پهنه وسیعی از استان در ارتفاعات میانه از غرب، مرکز و شرق استان دارای شرایط کمی خشک را شامل می‌شود. با توجه به نقشه مذکور، مساحت پهنه‌های مربوطه استخراج گردید. مطالعات نشان می‌دهد مناطق خیلی خشک ۲۸۴۲۰۸,۵ کیلومتر مربع، کمی خشک ۷۰۴۸۵۴ کیلومتر مربع، نرمال خشک ۴۸۳۲۸۰,۵ کیلومتر مربع، محدوده نرمال مرطوب ۵۳۵۴۹۲,۱ کیلومتر مربع و پهنه خیلی مرطوب و فرا مرطوب در مجموع ۲۱۰۸۳۷,۰۱ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده‌اند. جدول شماره (۳) مساحت و درصد پهنه‌های موردنظر را در سطح استان نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳ مساحت و درصد پهنه‌های موردنظر در سطح استان

ردیف	طبقه‌بندی SPI	مساحت پهنه به کیلومتر مربع	درصد
۱	خیلی خشک	۲۸۴۲۰۸,۵	٪۱۲,۰۲
۲	کمی خشک	۷۰۴۸۵۴	٪۲۹,۸۳
۳	نرمال خشک	۴۸۳۲۸۰,۵	٪۲۰,۴۵
۴	نرمال مرطوب	۵۳۵۴۹۲,۱	٪۲۲,۶۶
۵	کمی مرطوب	۱۴۴۰۴۲,۹	٪۶,۰۹
۶	خیلی مرطوب	۱۵۵۴۶۶,۴	٪۶,۵۷
۷	فرا مرطوب	۵۵۳۷۰,۶۱	٪۲,۳۴

در این مرحله بعد از استخراج بهترین مدل پهنه‌بندی خشک‌سالی استان مازندران که مدل اسپیلاین کاملاً منظم است به تحلیل فضایی خشک‌سالی می‌پردازیم. در این مرحله نقشه بهینه که حالت رس‌تری دارد، به نقطه‌ای تبدیل می‌شود که هر پهنه هم‌ارزش به نقاط هم‌ارزش کنار هم درمی‌آیند، که گروه‌های هم‌ارزش شناخته می‌شوند. یکی از شاخص‌های تحلیل‌های فضایی شاخص موران است، این شاخص دارای دو اصول مهم متکی است، یکی دارای یک توزیع مشخصی از شاخص‌ها را دارا است و هم بر ارزش‌های همسایگی متکی است. یکی از نقاط ضعف این تحلیل نمی‌تواند به شناسایی انواع گوناگونی از طبقه‌بندی الگوهای فضایی بپردازد. که نتایج هر دو روش در ذیل آمده است. برای تحلیل‌های فضایی خشک‌سالی استان مازندران با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS10 و با ابزار موجود Spatial Statistics Tools که بسیار منعطف است استفاده شد. نتایج حاصل از کاربرد شاخص موران در خصوص توزیع فضایی خشک‌سالی، این ضریب مثبت و برابر $Moran's I = 0.994307$ است که نشانگر خوشه‌ای بودن توزیع فضایی خشک‌سالی است. زیرا هرچه ضریب به سمت عدد ۱ تمایل داشته باشد نشان از تمرکز بالاتر دارد. با توجه به اینکه مقدار

ZScore=6.9462 محاسبه شده در سطح اطمینان $\text{sig.L}=0.01$ بزرگ‌تر از مقدار مورد انتظار ($EI=2.58$) است، در نتیجه خوشه‌ای بودن توزیع فضایی بارش و ضریب موران مورد تأیید واقع می‌گردد. نتایج به‌دست‌آمده در شکل شماره (۳) و جدول شماره (۴) نشان داده شده است.



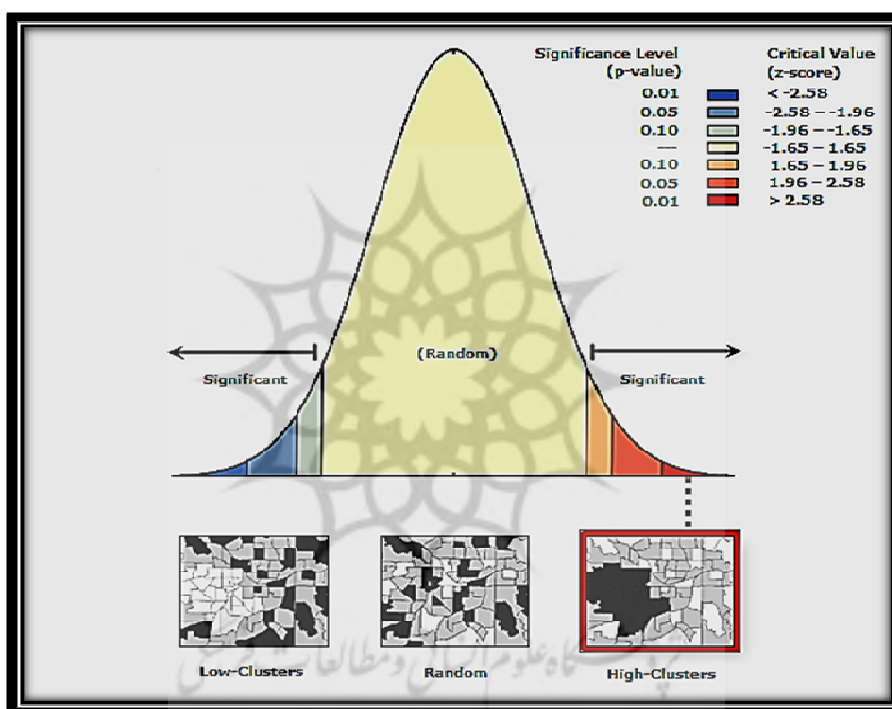
شکل شماره ۳ گزارش خودهمبستگی فضایی با مدل موران

جدول ۴ نتایج خلاصه تحلیل موران خشک‌سالی استان مازندران

Moran's Index	۰,۹۹۴۳۰۷
Variance	۰,۰۰۰۰۰۲
z-score	۶,۹۴۶۲
p-value	۰,۰۰۰۰۰

نتایج موران نشان می‌دهد که خشک‌سالی مکانی استان مازندران یک حالت خوشه‌ای را داراست. البته این تحلیل نمی‌تواند به شناسایی انواع گوناگونی از طبقه‌بندی الگوهای فضایی بپردازد که با استفاده از تحلیل

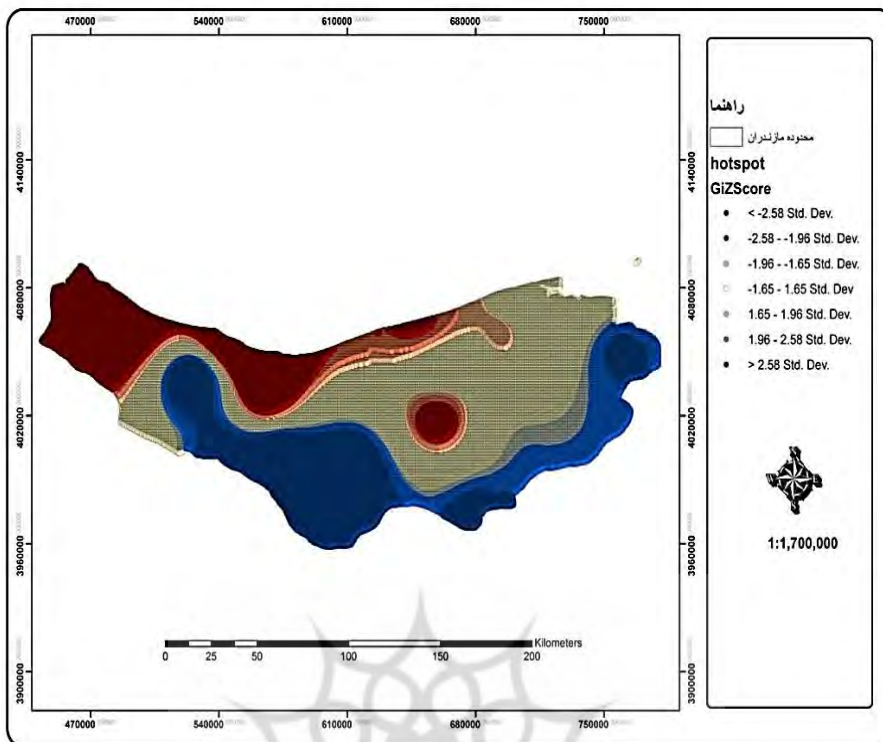
آماره عمومی G این نقیصه رو پوش دادیم. نتایج نشان می‌دهد که غرب استان و قسمت‌های از سواحل غربی تا شهرستان نور، بابلسر و آمل و مناطقی در اطراف ساری (قراخیل) دارای مناطق فرا مرطوب تا خیلی مرطوب دارای ضریب خوشه‌ای بالا (مناطق داغ) است. که از انحراف معیار بالایی برخوردار می‌باشند. نتایج تحلیل آماره عمومی G نشان می‌دهد که قسمت‌های از غرب و سواحل غربی و قسمت‌های از مرکز استان دارای مناطق گرم است، که نمره Z آن 6.518083 است، که در سطح اطمینان 0.01 معنادار است. نتایج به‌دست آمده در اشکال شماره‌های (۴) و (۵) و (۶) و در جداول شماره (۵) و (۶) نقاط روستایی در خوشه‌های گرم و سرد نشان داده شده است.



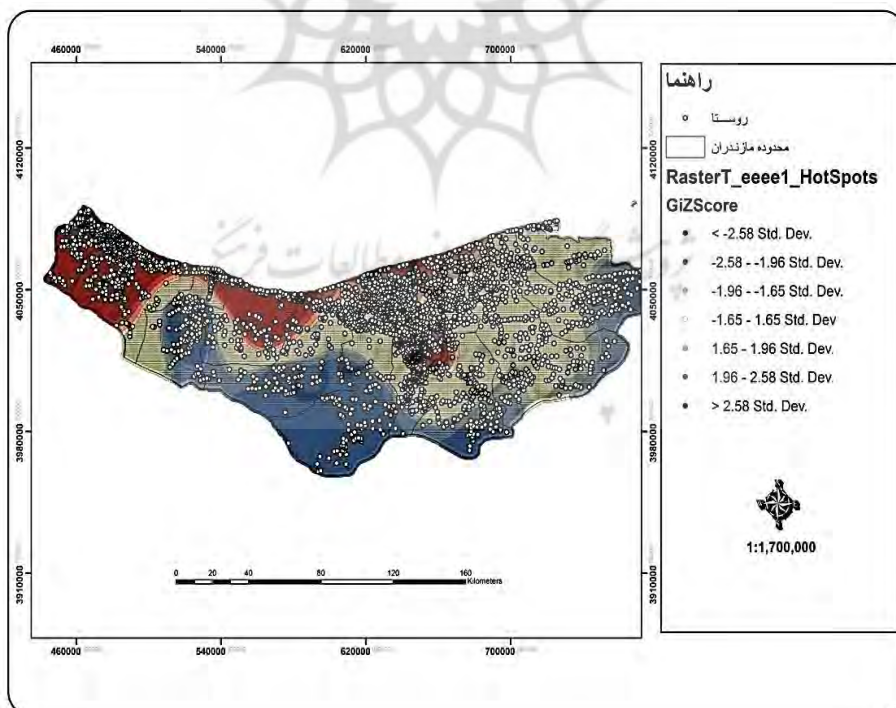
شکل ۴ گزارش همبستگی آماره عمومی G خشک‌سالی استان مازندران

جدول ۵ نتایج خلاصه تحلیل آماره عمومی G ب خشک‌سالی استان مازندران

Observed General G	۰/۸
z-score	۶/۵۱۸۰
Variance:	۰,۰۰۰۰۹
p-value	۰/۰۰۰۰



شکل ۵ نقشه فضایی نقاط داغ و سرد خشک‌سالی شکل



شکل ۶ نقشه فضایی روستاهای فرارگرفته در نقاط داغ و سرد خشک‌سالی

جدول ۶ الگوی فضایی مکان‌گزینی روستاها در خوشه‌های گرم و سرد در استان مازندران

ردیف	خوشه‌های خیلی سرد تا خیلی گرم	تعداد روستاها	مساحت خوشه‌ها به کیلومتر	درصد
۱	خوشه خیلی سرد $-۲,۵۸ <$	۳۱۱	۳۶۳۶,۸	۱۵,۳۰
۲	خوشه نیمه سرد $-۲,۵۸ - -۱,۹۶$	۱۳۰	۳۷۵,۷۴	۱,۵۸
۳	خوشه کمی سرد $-۱,۹۶ - -۱,۶۵$	۸۵	۴۶۶,۸۳	۱,۹۶
۴	خوشه کمی سرد تا کمی گرم $-۱,۶۵ - ۱,۶۵$	۱۲۴۵	۸۳۵۶,۹۳	۳۵,۱۷
۵	خوشه کمی گرم تا نیمه گرم $۱,۶۵ - ۱,۹۵$	۳۹۹	۱۳۸۶,۰۶	۵,۳۸
۶	خوشه نیمه گرم تا گرم $۱,۹۶ - ۲,۵۸$	۴۱۰	۱۲۶۶,۰۲	۵,۳۲
۷	خوشه خیلی گرم $>۲,۵۸$	۷۵۳	۸۳۶۶,۳۵	۳۵,۲۱

۴-۱- تحلیل همبستگی خشک‌سالی فضایی الگوی مکان‌گزینی روستاها

در این مرحله رابطه بین الگوی فضایی مکان‌گزینی سکونتگاه‌های روستایی با خوشه‌های فضایی خشک‌سالی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بدین منظور مقدار همبستگی بین این روستاها با خوشه‌های سرد و گرم خشک‌سالی در سطح استان مازندران به کمک مدل رگرسیون محاسبه می‌کنیم. یکی از معمولی‌ترین و ساده‌ترین روابط، رابطه خطی است. خط رگرسیون (یا خط بازگشت) خطی است که با بهترین برازش از میان مجموعه نقاط نمودار پراکنش می‌گذرد. مقصود از برازاندن خط، درحقیقت پیدا کردن معادله‌ای است که بیان‌کننده رابطه بین متغیرها باشد و با استفاده از آن معادله بتوان نمره‌های یک متغیر را از روی نمره‌های متغیر دیگر تا حد امکان دقیق‌تر پیش‌بینی کرد. این خط نوعی متوسط برای تفسیر یک متغیر برحسب تفسیر متغیر دیگر است. به عبارت دیگر، خط در امتداد بیش‌ترین تغییر (پراش) مشاهدات ترسیم می‌شود (عساکره، ۱۳۹۰: صص ۲۲۰-۲۱۹). رگرسیون رابطه نزدیکی با ضریب همبستگی دارد. بدین معنا که برای انجام رگرسیون، باید ضریب همبستگی را محاسبه کرد. هرچه ضریب همبستگی بین متغیرها قوی‌تر باشد، پیش‌بینی نیز دقیق‌تر خواهد بود. جهت انجام میان‌یابی، معادلات رگرسیونی مختلفی وجود دارد که با توجه به مقدار همبستگی متغیر اصلی و ثانویه انتخاب می‌شود (خسروی و همکاران، ۱۳۹۰: ۶۸). با توجه به نتایج به دست آمد، از جدول ماتریس همبستگی، می‌توان گفت در سطح اطمینان ۰/۰۱ بین مساحت خوشه‌های سرد و گرم خشک‌سالی و مکان‌گزینی روستاهای مازندران ارتباط وجود دارد. از طرفی، مقدار این رابطه برابر با ۰/۹۱۴

است به صورت مستقیم (مثبت)، می‌باشد. جدول شماره (۷) میزان همبستگی بین خوشه‌های سرد و گرم خشک‌سالی و مکان‌گزینی روستاها استان مازندران نشان داده شده است.

جدول ۷ همبستگی بین خوشه‌های سرد و گرم خشک‌سالی و مکان‌گزینی روستاها

متغیر	همبستگی	مساحت خوشه‌ها به کیلومتر	تعداد روستاها
مساحت خوشه‌ها به کیلومتر	Pearson Correlation	۱	.۹۱۴**
	Sig. (2-tailed)	-	.۰۰۴
	N	۷	۷
تعداد روستاها	Pearson Correlation	.۹۱۴**	۱
	Sig. (2-tailed)	.۰۰۴	-
	N	۱	۷

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

۵. نتیجه‌گیری

خشک‌سالی اغلب با یک کاهش قابل‌ملاحظه بارش نسبت به متوسط بلند مدت بارندگی آغاز می‌شود و با گذر زمان سبب کاهش رطوبت خاک و در ادامه افت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد. خشک‌سالی غالباً به‌عنوان یک پدیده خزننده بیان می‌شود چرا که برخلاف سایر بلاایای طبیعی این پدیده به تدریج و در یک دوره زمانی طولانی عمل کرده و اثرات آن ممکن است پس از چند سال و با تأخیر بیشتر نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر شود. همچنین اثرات ناشی از آن به صورت غیرساختاری است در نتیجه خسارات‌های آن در بخش‌های مختلف مانند کشاورزی، اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و... قابل توجه است. در این پژوهش با هدف بررسی فضای خشک‌سالی و تأثیر آن بر الگوی فضای مکان‌گزینی روستاها در استان مازندران صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد برای تحلیل فضای خشک‌سالی بهترین مدل درون‌یابی اسپیلان کاملاً منظم با ضریب تعیین ۰/۷۵ است. بر اساس این مدل به پهنه‌بندی فضای خشک‌سالی پرداخته شد که بر اساس دو شاخص فضای موران و آماره عمومی G که نتایج این شاخص‌ها از خوشه‌ای بودن توزیع فضایی خشک‌سالی را نشان می‌دهد. نتایج شاخص موران با عدد ۰/۹۹ و $Z_{score}=6/94$ در سطح اطمینان ۰/۰۱ و شاخص آماره عمومی G با عدد ۰/۸، با نمره $Z=6/51$ در سطح اطمینان ۰/۰۱ می‌باشند. سپس مساحت هر خوشه بر اساس روستاهای محاسبه شد. محاسبات نشان می‌دهد خوشه‌های خیلی گرم حدود ۳۵/۲۱ درصد از مساحت استان و ۷۵۳ روستا را در خود جای داده است. این درحالی است خوشه کمی سرد تا کمی گرم ۳۷/۱۷ درصد از مساحت استان و ۱۲۴۵ روستا را در برمی‌گیرد. نتایج

همبستگی نشان می‌دهد که بین خوشه‌ها و تعداد روستاها در سطح اطمینان ۰/۹۹ درصد با سطح خطای ۰/۰۰۴ یک رابطه مستقیم وجود دارد.

کتابنامه

- بذرافشان، ام‌البین؛ محسنی ساروی، محسن؛ ملکیان، آرش؛ معینی، ابوالفضل؛ ۱۳۹۰. بررسی وضعیت خشک‌سالی استان گلستان با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI). فصلنامه علمی-پژوهشی مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۸. شماره ۳. صفحه ۴۹۵-۴۰۷. تهران
- ژاک باوو، ژان؛ ۱۳۸۶. مقدمه بر تحلیل فضایی. ترجمه فرید، یدالله. نشر دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر. صص ۱۲۳-۱۴۵.
- عساکره، حسین؛ ۱۳۸۷. کاربرد روش کریجینگ در میان‌یابی بارش. جغرافیا و توسعه. شماره ۱۲. صص ۲۵-۴۴.
- عساکره، حسین؛ ۱۳۹۰. مبانی اقلیم‌شناسی آماری. انتشارات دانشگاه زنجان. صفحه ۳۵۰.
- غیور، حسنعلی؛ مسعودیان، ابوالفضل؛ ۱۳۷۶. بزرگی گستره و فراوانی خشک‌سالی در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره پیاپی ۴۵. صص ۳۶-۵۲. اصفهان.
- کلاتری، محسن؛ قهرمانی، علی‌اکبر؛ خسروی، یونس؛ جباری، کاظم؛ ۱۳۸۶. مدیریت و تحلیل داده‌های بزهکاری در بخش مرکزی شهر تهران با استفاده از تکنیک‌های درون‌یابی و سامانه اطلاعات جغرافیایی. فصلنامه مطالعات مدیریت انتظامی. شماره ۴. زمستان. صص ۴۹۴-۵۰۲.
- لشنی زند، مهران؛ ۱۳۸۳. بررسی اقلیمی خشک‌سالی‌های ایران و راهکارهای مقابله با آن. رساله دکتری. جغرافیای طبیعی. دانشگاه اصفهان. اصفهان. صص ۱۲۳-۱۴۳.
- مظفری، غلامعلی؛ میرموسوی، حسین؛ خسروی، یونس؛ ۱۳۹۰. ارزیابی روش زمین‌آمار و رگرسیون خطی در توزیع مکانی بارش (مورد: استان بوشهر). جغرافیا و توسعه. شماره ۲۷. تابستان. صص ۶۳-۷۶. زاهدان.
- Asakereh, Hussein., 2009. Kriging Application in Climatic Element Interpolation A Case Study: Iran Precipitation. *Geography and Development Iranian Journal* 12, 25-44.
- Asakereh, H., 2011. *Fundamentals of statistical climatology*. Zanjan University, p350.
- Bazrafshan, O., Mohseni Saravi, M., Malekian, A., and Moeini, A., 2011. A study on drought characteristics of Golestan Province using Standardized Precipitation Index (SPI), *Iranian journal of Range and Desert Research*, Vol. 18 No. (3), 407-495.
- Bordi, I., Sutera, A., 2004. Drought variability and its climatic implications, *Global and Planetary Change* 40 (1, 2), 115-127.
- Clark, W.A.V., Hosking, P. 1986, *Statistical Methods for geographers*, John Wiley and Sons, New York, p379.
- Edwards D.C., McKee, T.B., 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple timescales", Colorado State University: Fort Collins. *Climatology Report*, pp2-97.

- Ghayoor, H. A., Masudian, A., 1997. Great scope and frequency of drought in Iran, *Geographical Research* 45, 36-52.
- Hayes. M., 2000. Revisiting the SPI: Clarifying the Process, *Drought Network News*, Vol. 12, No. 1, p145.
- Jacques B.J., 2007. Introduction to Spatial Analysis. Translation Farid, Yadu'llah, Islamic Azad University of Ahar, pp123-145.
- Kalntari, M., Ghahramani, A.A., Khosravi, Y., Jabari, K., 2007. Management and analysis of crime data in the central part of Tehran using interpolation techniques and GIS, *Journal of Management Studies security* 4, 494- 502.
- LashaniZand, M., 2004. Drought and climate strategies for coping with it, PhD thesis, *Physical Geography*, University of Isfahan, Pp. 123-143.
- Machlica, A., Stojkovova, M., 2008. Groundwater drought in different geological conditions. XXIVth Conference of the Danubian Countries 1-9, pp212-213.
- Mozaffari, G. A., Mirmusavi, H., Khosravi, Y., 2011. The Assessment of Geostatistic Methods and Linear Regression in Order to Specify the Spatial Distribution of Annual Precipitation Case study: Boushehr Province, *Geography and Development Iranian Journal*, Volume 10, Issue 27, pp 63-76.
- Ole, E.T., Wolfgang, S., 2002. Applications of spatial interpolation of climatological and Meteorological elements by the use of geographical information, *COST 719*: 1-45.
- Thomas, R.W., Hugget, R J., 1980. *Modeling in Geography, a mathematical approach*. Harper and Row. Publisher, London.