نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال نوزدهم، شماره ۵۲، بهار ۹۸

تحلیل فضایی بارش استان مازندران

دریافت مقاله: ۹۶/۷/۱۷ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۱/۲۰
صفحات: ۱-۲۰

علی محمدپورزیدی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران[1].
Email: Amohammadpour35@yahoo.com
بهلول علیجانی: استاد گروه اقلیم شناسی و مدیر قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: bralijani@gmail.com
محمد سلیقه: دانشیار گروه اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: saligheh@khu.ac.ir
محمدصالح گرامی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران، تهران، ایران.
Email: Mr.Gerami133@yahoo.com

چکیده

هدف از این پژوهش آشکارسازی وجود و یا عدم وجود روند در بارش نسبت به ارتفاع و شناسایی رفتار محلی بارش استان مازندارن است. بدین منظور از داده‌های بارش ۳۲ ایستگاه (سازمان هواشناسی و وزارت نیرو)، طی دوره آماری ۱۹۸۸-۲۰۱۰ استفاده گردید. برای بدست آوردن روند بارش از روش تحلیل رگرسیونی استفاده شد و برای شناسایی رفتار محلی بارش، روش آمارفضایی روند بارش استان با ۱۱ مدل مورد برازش قرار گرفت و دو مدل رگرسیون توان تعدیل شده و رگرسیون درجه سوم بهترین مدل شناخته شد.که به ترتیب دارای کمترین خطای استاندارد ۲۶۴,۲۳ و۲۶۴,۴۸و دارای ضریب همبستگی ۰,۶۲- ۰,۶۳می باشد.نتایج بدست آمده از رفتار بارش ، بر وجود روند در محدوده مورد مطالعه تاکید دارد.نتایج تحلیل فضایی بارش استان نشان دهنده این است که بارش در استان مازندران دارای الگوی خوشه‌ای با ارزش بالا می‌باشد. براساس روش موران محلی و لکه‌های داغ ، سواحل غربی تا ارتفاع ۷۰۰ متری دارای نمره z مثبت و خوشه های با ارزش بالا، در سطح اطمینان ۹۹ درصد است. این محدوده ۱۵ درصد از کل استان را شامل می شود. محدوده ارتفاعات جنوبی نیز نمره z منفی و خوشه های با ارزش پایین با سطح اطمینان ۹۹ درصد را نشان می دهد. این محدوده نیز در حدود ۲۰ درصد از کل استان را شامل می شود. حدود ۶۵ درصد از مساحت استان نیز عدم وجود روند معنی داری را دارا می‌باشد. نتایج رگرسیون موزون جغرافیایی به خوبی نشان دهنده این موضوع است که بارش استان و ارتفاع دارای رابطه معناداری می باشد.که خود این موضوع رفتار بارش استان از غرب به شرق درخصوص رفتار بارش و ارتفاع را بازگو می‌کند.

کلیدواژگان: آمارفضایی، خودهمبستگی‌موران، مازندران، بارش،رگرسیون موزون جغرافیایی.

---

۱ .**نویسنده مسئول**: تهران، خیابان مفتح جنوبی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه اقلیم شناسی.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

مقدمه

بارش از متغیرترین عناصر اقلیمی است(علیجانی و همکارن،۱۳۹۴: ۷۲). در میان رویدادهای اقلیمی، با توجه به نقش حیاتی بارش این پدیده اهمیت ویژه‌ای دارد و در قیاس با پدیده‌های اقلیمی دیگراز پیچیدگی حرکتی چشم‌گیرتری برخوردار است(محمدی و مسعودیان،۱۳۸۹: ۴۷). این تغییرات هم در بعدمکان و هم بعد زمان در اقلیم منطقه رخ می‌دهد.شناخت رفتار این عنصر اقلیمی و تحلیل پراکندگی آن در بستر مکانی و زمانی اهمیت بسزایی دارد که می‌تواند منجر به برنامه ریزی جامع و دقیقی در مدیریت منابع آب،کشاورزی و...شود(علیجانی و همکاران،۱۳۹۴: ۷۲،ستوده وعلیجانی،۱۳۹۴: ۶۴). یکی از روش‌هایی که در شناخت پراکندگی بارش اهمیت داردخودهمبستگی‌فضایی‌می‌باشد.

تکنیک‌های زمین‌آمارو تحلیل خودهمبستگی فضایی از مفیدترین و پرکاربردترین ابزارهای تحلیل تداوم فضایی هستندکه امروزه در مطالعات اقلیم‌شناسی‌گسترده‌و چشم‌گیراستفاده می‌شود.تحلیل خودهمبستگی‌فضایی به محققان در شناخت الگوهای موجود در پهنه‌های مکانی کمک فراوانی می‌کند.پدیده‌ها و رخدادها دربستر مکانی یا بصورت پیوسته به هم مرتبط هستند و از الگوی خوشه‌ای خاصی تبعیت می‌کنند یا بصورت تصادفی دربسترمکان‌پراکنده شده اند(ستوده وعلیجانی،۱۳۹۴: ۶۴). این قابلیت، پژوهشگر را قادر می سازد با چهرهٔ واقعی تری از متغیر مورد بررسی روبه رو شود. بدیهی است که تحلیل ها نیز رنگ واقعی تری به خود خواهد گرفت(مک گروو و مانرو ، ۲۰۰۹ : ۴۹۴).ازکارهای انجام گرفته در این زمینه می‌توان از پژوهش علیجانی و همکاران(۲۰۰۷) نام برد. برای بررسی پراکندگی بارش ایران با استفاده از میانگین مقدار بارش روزانه[۲] و غلظت بارش[۳] این شاخص برای ایران به پنج طبقه تقسیم شده است با استفاده از تحلیل فضایی مناطق مختلف ایران مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از کریجینگ معمولی به درون یابی این ۲پارامتر در ایران پرداختند. نتایج بدست امده نشان میداد که میزان میانگین مقدار بارش روزانه ایران بسیار نامنظم و شدید در تمام مناطق ایران می‌باشد.این در حالی است که نتایج بارش با حوادث بزرگ مانند سیل حدود۲۰ درصد از مساحت ایران را تحت تاثیر قرار می‌دهد که از سواحل جنوبی و مناطق خشک مرکزی ومناطق سواحل شمالی ایران را در برمی-گیرد.این تجزیه تحلیل از قابلیت پشتیبانی و قابلیت اطمینان و دقت مدل سازی زمین‌آمار بدست آمد. سپس در سویس با استفاده از قابلیت روش‌های درون‌یابی با دومدل اسپیلان باکشش و با سطح صاف به درون یابی بارش پرداختند، همچنین این درون‌یابی با استفاده از متغیر کمکی ارتفاع یکبار و یکبار هم بدون ارتفاع در نظر گرفته شد نتایج هردو نتایج بسیار بهم نزدیک و همبستگی خوبی را نشان دادند(هارگرو،۲۰۰۱). در کانادابه بررسی داده‌های بارش روزانه ایستگاه‌های کشور با استفاده از خودهمبستگی محلی موران پرداختند نتایج بدست آمده ازاین مدل نشان داد که از ماه ژوئن تاسپتامبرتشابه فضایی معناداری در بین ایستگاه‌هااز لحاظ مقادیر بارش ثبت شده وجود ندارد.با توجه به این موضوع با استفاده از الگوی داده‌ساز[۴] ریچاردسون که مبتنی برزنجیره مارکوف بوده به سطح معنادار بودن یا نبودن بارش دست زدند.که این مدل هم به نتایج مدل قبلی صحه گذاشت، اما در دیگرماه‌هاعدم قاطعیت زیادی مشاهده نشده است(خلیلی و همکاران،۲۰۰۶). بریست و

2 Average rain amount per rainy day
3 Concentration index
4Weather Generator

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

همکاران (۲۰۱۱) برای شناخت مناطق آب‌و هوای در حوضه آبریزچات کبک،با تلفیق خودهمبستگی موران و هیدرولوژیکی با داده‌های بارش و جریان سطحی رودخانه پرداختند.آنها دریافتند با ترکیب این دول مدل هیدرولوژیکی بهترین شناخت را از مناطق آب‌وهوای حوضه ارئه می‌دهد. عثمان و همکاران(۲۰۱۵)، با استفاده از روش رگرسیون وزنی جغرافیایی برای پیدا کردند رابطه فضایی بین ارتفاع و آب و هوا (بارش، دما) در شمال نیجریه به این نتایج دست پیدا کردن که بین ارتفاع و متغیرهای اقلیمی مورد مطالعه رابطه معنی داری وجود دارد. آنها دریافتند که در مدلسازی مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی مشاهده شد که اثر ارتفاع بر متغیرهای اقلیمی به لحاظ جغرافیایی متفاوت است. دینکو و همکاران(۲۰۱۵)، به ارزیابی بارش در مناطق شرقی و غربی آفریقا پرداختند. با ترکیب الگوریتم تخمینی بارش باران ماهواره ای با داده های بارندگی ایستگاه زمینی به این نتیجه رسیدند که ترکیب این دونوع بارندگی‌های ماهواره ای یک بهبود جزئی تنها در مناطق با ورودی ایستگاه زمینی رابطه‌ای خوبی دارد. ایفنگ لو و همکاران(۲۰۱۶)، در بررسی بارش حوضه های کشور چین با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی عواملی همچون ارتفاع و عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی را به عنوان متغیرهای مستقل مورد استفاده قرار دادند. در نهایت، یک مدل بارندگی با ترکیب ایستگاه‌های زمینی و ماهواره‌ای میزان بارش ارائه شد. دقت مدل با استفاده از روش اعتبار سنجی متقابل بر اساس اندازه گیری باران سنجی مورد استفاده قرارگرفت. نتایج نشان داد مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی مبتنی برایستگاه‌های زمین و ماهواره خطا در بارندگی های را بهبود می بخشد.از جمله کارهایی که در ایران انجام شده است می توان به کاریاراحمدی و همکاران(۱۳۹۴)، با میانگین ماهانه ۲۰ساله بارش در شمال غرب وغرب ایران به بررسی تحلیل فضایی بارش ماهانهٔ شمال غرب ایران با استفاده از آمارهٔ خودهمبستگی فضایی پرداختند.نتایج نشان داد که بارش در ماه های دسامبر، ژانویه، فوریه و نوامبر به ترتیب دارای بیشترین الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت بوده، این اثر تحت سامانه های بزرگ مقیاس جوی بوده. در حالی که در ماه های ژوئیه، سپتامبر و اوت به ترتیب کمترین الگوی خودهمبستگی فضایی مشاهده شد که معنادار نیز نبود. بارش ها تحت تأثیر عوامل محلی ناهمگون ایجاد شده.علیجانی(۱۳۹۰)،به بررسی بحران‌های دمایی،سرمایشی و بارشی کل ایران پرداخت اهمیت اینکار در این بود که ایران را از لحاظ این پارامترها طبقه بندی کرده اهمیت دیگردر این بوده که حداقل۴۰درصد ازسال ایران دارای بحران اقلیمی می‌باشد.ستوده و علیجانی(۱۳۹۴)،رابطه پراکندگی فضایی بارش سنگین و الگوی فشار در گیلان را مطالعه کردند آنها متوجه شدند الگوی پرفشارغربی تا حدودی داخل استان نفوذ می‌کند و الگوی پرفشارسیبری بارش خط سواحل و شرق استان را باعث می‌شود. همچنین از بررسی تغییرات الگوهای خود همبستگی فضایی درون دهه ای بارش ایران طی نیم قرن اخیر دریافتند که بارش دارای الگوی خوشه‌ای بالا می‌باشد وتلفیق آن با تحلیل طیفی وجود چرخه‌های کوتاه و میان مدت در بارش ایران رخ می‌دهد.در ایران نیز،با استفاده از تحلیل خودهمبستگی موران به بررسی بارش‌های شمال‌غربی پرداخته شد(یاراحمدی و همکاران،۱۳۹۴).

در مازندران وجود کوهستان البرز و دریای خزر در جنوب و شمال موقعیت جغرافیایی منحصر به فردی برای این استان ایجاد کرده است.وجود رشته کوه البرزدر قسمت جنوبی مازندران یک قوس عظیمی به وجود آورده است که مانع عبور رطوبت دریای مازندران به مرکزایران می‌شود وجلگه پست دریای مازندران را از فلات

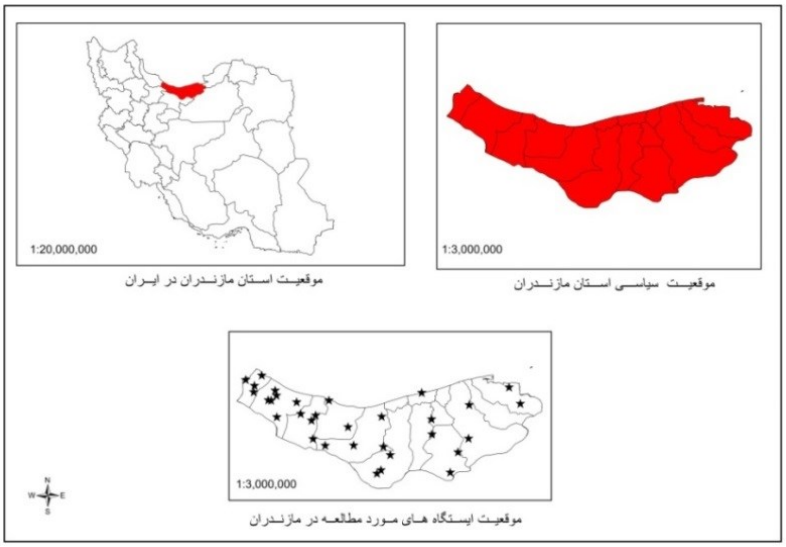
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

مرکزی جدا ساخته و حد فاصل بین این دو آب و هوا متضاد می‌باشد.این شرایط سبب شده است که بارش منطقه الگوی پیچیده و متفاوتی با سایر کشور داشته باشد.میانگین بارش سالانه مازندران طی دوره مورد مطالعه ۶۸۱/۵ میلی متر می باشد.میانگین کمترین بارش۱۹۴/۷ میلی‌متر است که منطبق با ارتفاعات و در شرق استان قرار گرفته این در حالی است که میانگین بیشترین بارش ۱۴۶۵/۱میلی‌متر برای غرب استان است.همچنین میزان چولگی وکشیدگی بارش به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۴۰- است.و ضریب تغییرات بارش طی دوره ۰/۴۸ می‌باشد.از این رو،در این تحقیق سعی شده است که با شناخت کلی روند بارش منطقه‌ای استان همراه روندبارش با متغیر ارتفاع پرداخته شود تا بتوان به شناخت الگوی بارش استان منجر شود،سپس با توجه به شناخت روند منطقه‌ای با استفاده از مدل‌های تحلیل فضایی به شناخت دقیقتر روند محلی بارش پرداخته شود.

روش تحقیق

در این پژوهش به منظور تحلیل فضایی بارش استان، داده‌های بارش سالانه از سازمان هواشناسی و وزارت نیرواخذگردید.جهت مطالعه رفتار بارش میانگین۲۲ ساله(۲۰۱۰- ۱۹۸۸)در ۳۲ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتولوژی وباران‌سنجی در محدوده‌ای به مساحت ۲۳۷۵۶کیلومترمربع استفاده شده.درشکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.برای مطالعه پراکندگی بارش وساختارفضایی منطقه ابتداویژگی‌های کلی بارش محاسبه شده؛ سپس برای آشکارسازی رفتار فضایی و تغییرات بارش در راستای ارتفاعات را مطالعه خواهیم کرد که با استفاده از مدل‌های مناسب رگرسیونی برای اطلاعات بیشتر پراکندگی بارش بصورت ناحیه بندی صورت گرفته می‌شود؛ که به رفتار منطقه‌ای بارش استان می‌انجامد.باتوجه به اینکه تعداد ایستگاه‌ها در منطقه کم است میزان کاربری استفاده از بارش در همه جای منطقه لازم می‌باشد.برای فراهم نمودن داده‌های قابل اطمینان بارش از روش درون‌یابی‌استفاده شده است. برای بالا بردن دقت رفتار منطقه‌ای و محلی از درون یابی استفاده گردید.برای رفتار محلی استفاده از واریوگرام و خودهمبستگی فضایی بکار گرفته شد براساس رفتار محلی و منطقه‌ای از روش کریجینگ رونداربرای درون‌یابی بارش و نقشه پراکندگی بارش تهیه گردید.در نهایت با استفاده از نقشه نهایی براساس شاخص موران محلی در منطقه شناسایی شد. با توجه به نتایج شاخص موران محلی در آخر رابطه بین بارش و ارتفاع با شاخص رگرسیون موزون جغرافیایی پرداخته تا ارتباط این دو عامل بصورت اخص مورد ارزیابی قرارگیرد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]



شکل(۱). موقعیت جغرافیایی استان مازندران همراه با ایستگاه‌های مورد مطالعه

شاخص خودهمبستگی فضایی در جهت این اصل جغرافیایی است که در سال ۱۹۷۰ والدو تابلر[5] جغرافیدان آمریکایی به این صورت مطرح کرد: در جغرافیا، همهٔ پدیده ها به همدیگر مرتبطاند، این ارتباط بین پدیده‌هایی که به هم نزدیک ترند،بیشتر و بین پدیده‌هایی که از هم دورترند، کم رنگ‌تر است. وی این اصل را قانون اول جغرافیا نامید (تابلر، ۱۹۷۰ : ۲۳۶).شاخص خودهمبستگی فضایی به مثابه روشی برای بررسی و آشکارسازی الگوها و روندهای فضایی متغیر درسطح منطقهٔ مد نظر به کار می رود. اگر درصدد آن باشیم که بدانیم آیا مشاهدات نمونه برداری شده در سطح منطقهٔ مد نظر دارای تشابه معنا داری است یا دارای استقلال فضایی است. این شاخص به مثابهٔ ابزار آمار فضایی، قابلیت پاسخگویی به این پرسش و پرسش های مشابه را دارد(موران، ۱۹۵۰ : ۱۹). به کارگیری شاخص خودهمبستگی فضایی برای تشخیص الگوهای مکانی متغیر مورد بررسی، در نظرگرفتن همزمان مقدار متغیر و موقعیت مقادیر مشاهداتی مبتنی است(اندی، ۲۰۰۹ : ۷۴۹)؛ به عبارت دیگر علاوه بر توزیع فضایی متغیر مورد بررسی در بین موقعیت های مشاهداتی، به موقعیت و آرایش فضایی خود موقعیت های مشاهداتی نیز از راه ساختار ماتریس کوواریانس توجه می‌کند. مقدار عددی شاخص خودهمبستگی موران بین ۱ ± است. ۱ به معنای توزیع خوشه ای مشاهدات و ۱- به معنای توزیع پراکندهٔ مشاهدات در سطح مورد بررسی است و مقدار صفر به معنای توزیع تصادفی مشاهدات در فضای مورد بررسی است(تانگلین۲۰۰۷: ۴۶؛۱۸۶ : گریفیت۲۰۰۳: ۱۸۶). شکل(۲) به صورت شماتیک شاخص موران را توضیح می‌دهد.

[5] Waldo Tobler

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

شکل(۲)، شکل شماتیک شاخص موران

شاخص خودهمبستگی فضایی که به آمارهٔ موران معروف است با استفاده از رابطه(۱) محاسبه می‌شود (دانیل،۱۹۸۷: ۹۷). رابطه(۱):

$$I = \frac{n\Sigma\Sigma w_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{w\Sigma(x_i - \bar{x})^2}$$ رابطه(۱).

X_i ضریب متغیر فاصله ای یا نسبی در واحدهای ناحیه ای، i ، n

تعداد واحدهای ناحیه ای، وزن w_{ij} (شامل تسهیلات شهری می باشد). ضریب موران بین ۱- تا ۱ متغیر است. ۱- برابر تعامل فضایی منفی و ۱ برابر تعامل فضایی مثبت می باشد . این وزن ها براساس ماتریس وزن دهی به دست می آید که درایه های این ماتریس قطری براساس الگویی استفاده می شود که برای بررسی روابط فضایی مشاهدات نمونه بردار ی شده است. الگوهای مختلفی برای کمی سازی الگوهای روابط فضایی، توسعه داده شده است که هرکدام دارای کاربردهای ویژه ای است(اودلند ۱۹۸۸ ؛یولا و گیلز، ۱۹۹۱: ۴۳۲ ؛آنسلین،۱۹۸۰: ۲۴۶؛ مرداخ و همکاران،۱۹۹۳ : ۳۳۸).

تحلیل خوشه و ناخوشه که به شاخص انسلین محلی موران نیزشناخته می‌شوداز ابزارهای مفید برای نمایش آماری پدیده‌ها در فضا می‌باشد. همان طور که می دانیم، در سال ۱۹۹۵ ، انسلین شاخص محلی موران یا شاخص محلی پیوند فضایی که می کوشد نقاط محلی را تشخیص دهد و اینکه چگونه مکان‌های انفرادی در پیوندهای فضایی مؤثر هستند را پیشنهاد داد(یاماداو همکاران،۲۰۰۶: ۲۷۰). این شاخص برای منطقه i پیوند فضایی بین یک ارزش را در i و نزدیک به آن به صورت رابطه(۲) تعریف می کند:

$$Ii = \frac{xi - \bar{x}}{S_x^2} \sum_{i=1 j\neq i}^{n} \omega_{ij}(x_i - \bar{x})$$ رابطه(۲)

که درآن x_i به خصیصه عارضه i و$\bar{x}$ میانگین خصیصه مربوط و ω_{ij} وزن فضایی بین i و j می‌باشد.Ii مثبت نشان می دهد که مناطق با ارزش بالا به وسیله مناطق با ارزش بالا(بالا - بالاHigh- High) و مناطق با ارزش پایین به وسیله مناطق با ارزش پایین(پایین – پایین Low- Low) . محصور شده است.Ii منفی نشان می دهد که ارزش پایین به وسیله ارزش بالا(پایین – بالا Low – High) یا ارزش بالا به وسیله ارزش پایین(بالا - پایین High – Low) احاطه شده است(انسلین،۱۹۹۲: ۱).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

نتایج

قبل از هرچیزباید بدانیم که رگرسیون برای بیان تحلیل رابطه، برآورد وپیش‌بینی استفاده می‌شود.از این رو رگرسیون نتیجه عملی شناخت روابط متغیرها،برای توصیف، برآورد پیش‌بینی داده‌هاست.به عبارت دیگر،اعتبار این برآورد را میزان همبستگی دو متغیرتعیین می‌کند.با توجه به این مطلب اول به برآورد همبستگی بارش و ارتفاع منطقه پرداخته می‌شود.جدول(۱) نتایج همسبتگی این دو متغیر را نشان می‌دهد.جدول ماتریس همبستگی بیانگر این موضوع می‌باشد که با اطمینان ۰/۹۹ وسطح خطای کمتر از ۰,۰۱ بین سطح بارش و ارتفاع رابطه وجود دارد.ازطرفی،مقدار این رابطه برابر با ۰,۶۰۱- است.

جدول (۱).نتایج ارزیابی همبستگی بین دو متغیر بارش و ارتفاع

		بارش	ارتفاع
بارش	Pearson Correlation	1	-.601**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	32	32
ارتفاع	Pearson Correlation	-.601**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	32	32
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

رگرسیون این امکان را فراهم می‌کند که تغییرات متغیرهای وابسته را از طریق متغیرمستقل پیش‌بینی کند . سهم هریک از متغیرهای مستقل در تبیین متغیر وابسته تعیین می‌گردد. با توجه به اینکه رفتار بارش استان مازندران از لحاظ مکانی و هم از نظر توپوگرافی منطقه دارای پیچیدگی‌های فراوانی‌می‌باشدو هیچ روندی از وضعیت بارش آن ارائه نشده است. به این منظور داده‌های بارش مکانی محدوده مورد مطالعه و ارتفاع، براساس نرم افزارCurveExpert مورد برازش رگرسیونی قرار گرفت و نتایج این برازش در جدول (۲) آورده شده است.

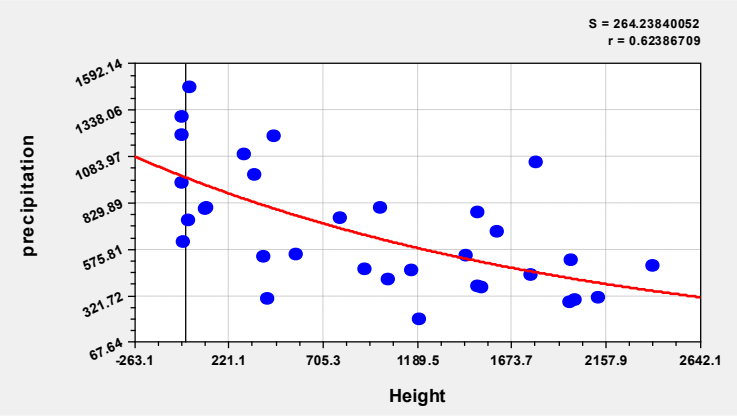
جدول (۲). نتایج ارزیابی مدل‌های برازش شده رگرسیون همرا میزان خطا و ضریب همبستگی

ضریب همبستگی(R)	خطای استاندارد(SE)	مدل برازش	تابع رگرسیون
۰,۶۲	۲۶۴,۲۳	$y=ae^{bx}$	Exponential Fit
۰,۶۳	۲۶۴,۴۸	$y=a+bx+cx^2$	Quadratic Fit
۰,۶۴	۲۶۶,۸۱	$y=a+bx+cx^2+dx^3$	3rd degree Polynomial Fit
۰,۶۳	۲۶۹,۳۲	$y=a+b\cos(cx+d)$	Sinusoidal Fit
۰,۶۰	۲۷۰,۲۴	$y=a+bx$	Linear Fit
۰,۶۰	۲۷۴,۴۳	$y=a+bx+\frac{c}{x^2}$	Heat Capacity Model
۰,۱۲	۳۳۵,۴۳	$y=\frac{ax}{b+x}$	Saturation Growth-Rate

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

Model			
Modified Exponential	$y=ae^{b/x}$	۳۳۵,۵۵	۰,۰۹
Root Fit	$y = ab^{1/x}$	۳۳۶,۵۵	۰,۰۹
Hyperbolic Fit	y=a+b/x	۳۳۷,۱۲	۰,۰۷
Exponential Association	$y = a(1 - e^{-bx})$	۵۷۶,۰۶	۱,۳۷

بررسی های انجام‌شده از دو متغییر بارش و ارتفاع در استان مازندران نشان می دهد که بارش نسبت به ارتفاع در استان مازندران دارای روند می‌باشد.آنچه از نتایج برمی‌آید این است که ۴ مدل از ۱۱ مدل برازش شده دارای کمترین خطای استاندارد و بیشترین میزان همبستگی را دارا می‌باشد. همچنین بهترین مدل برازش شده یک تابع رگرسیونی غیرخطی می‌باشد. مدل غیرخطی قادرخواهد بودکه پراش خطا را ثابت نگاه دارد. چون ثبات پراش خطا یکی از فرض‌های زیربنایی روش کم ترین مربعات می‌باشد(عساکره، ۱۳۹۰: ۲۴۵).نتایج ،دو مدل رگرسیونی اولی دارای کمترین خطای استاندارد و دیگری دارای بیشترین میزان همبستگی است را نشان می دهد. اولین مدل رگرسیون غیرخطی نمایی می‌باشد، که از نظر میزان خطای استاندارد کمترین میزان ۲۴۶/۲۳خطا را دارا می‌باشد، درحالی که میزان همبستگی آن ۰/۶۲ است. این مدل بهترین رگرسیون در بین ۱۱ مدل دیگر می‌باشد. در این مدل ابتدا بایستی متغیر وابسته(y) را به لگاریتم طبیعی آن (y') تبدیل کنیم. سپس معادله خطی آن را برآورد نماییم.در صورتی که مقدارa برابر با لگاریتم طبیعی آن(a') باشد؛ معادل خطی آن بصورت $y' = a' + bx$ خواهد بود. مدل نمایی در مورد تغییرات بارش و ارتفاع می‌تواند به خوبی این تغییرات (بیشینه وکمینه) را نشان دهد. این مدل بصورت یک رگرسیون خطی نزولی است و نشان می دهد، که از نواحی پست به سمت ارتفاعات از میزان بارش کاسته می گردد. با توجه به شکل (۳) بیشینه بارش استان مازندران در سواحل و نواحی پست جلگه ای آن است . بیشترین شیب کاهشی بارش تا ارتفاع ۷۰۰ متری است که پس از آن از میزان شیب آن کاسته می شود.

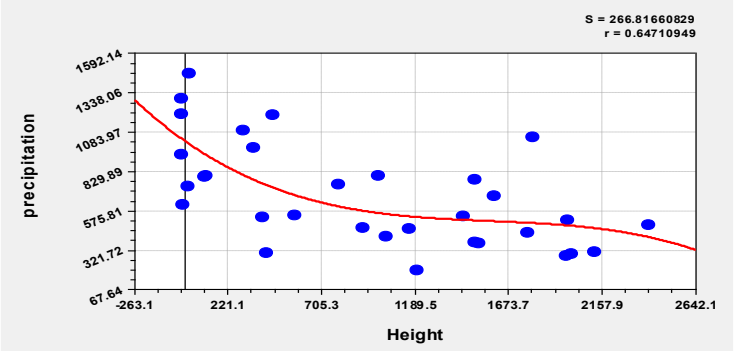


شکل(۳). مدل رگرسیونی توان تعدیل شده

دومین مدل، مدل رگرسیون درجه سوم می‌باشد که دارای خطای استاندارد(۲۶۶/۸۱)بیشتری نسبت به رگرسیون توان تعدیل یافته است. این مدل نسبت به سایر مدل های معرفی شده در جدول (۱) دارای بیشترین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

میزان همبستگی۰/۶۴ است. با توجه به خروجی مدل رگرسیون درجه سوم، وضعیت بارش در استان مازندران به صورت سهمی است. میزان بارش از سواحل به سمت ارتفاعات کاسته می شود. بیشترین شیب تا ارتفاع ۷۰۰ متری است؛ از این ارتفاع تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری با کاهش شیب روبرو هستیم. در ارتفاع ۲۰۰۰ متر و بیشتر میزان شیب افزایش می یابد. با توجه به شکل(۴) کمترین میزان کاهش مقدار بارش را در محدوده ارتفاعات میانی(۷۰۰تا ۲۰۰۰ متر) شاهد هستیم. بیشترین میزان کاهش بارش نیز از سواحل تا ارتفاع ۷۰۰ متری رخ می دهد. همچنین روند کاهش بارش در ارتفاع ۲۰۰۰ متر و بیشتر نیز با افزایش شیب خطی قابل مشاهده است.

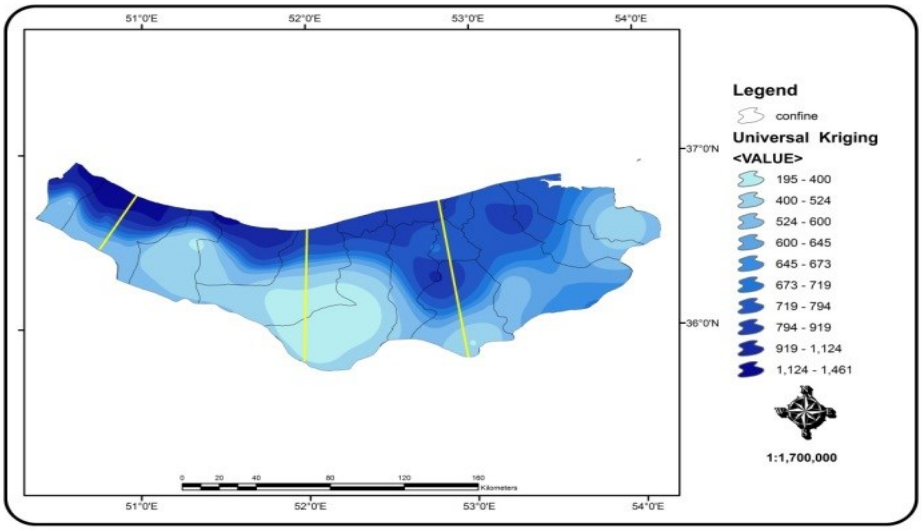


شکل (۴). مدل رگرسیونی درجه سوم

مدل‌های مختلفی برای درون‌یابی وجود دارد.کریجینگ یکی از مدل‌هایی است که در نواحی دارای مرز مشخص و دارای پیچیدگی‌های زیاد(مناطق کوهستانی) کاربرد دارد. با توجه به اینکه(مطابق شکل ۲و۳) بارش استان مازندران دارای روند است؛ تنها مدل برای پهنه‌بندی بارش، مدل کریجینگ جهانی[۶] می‌باشد. در شکل (۵) خروجی مدل کریجینگ جهانی همراه خطوط نیم‌رخ در سه منطقه نشان داده شده است.

6 Universal Kriging

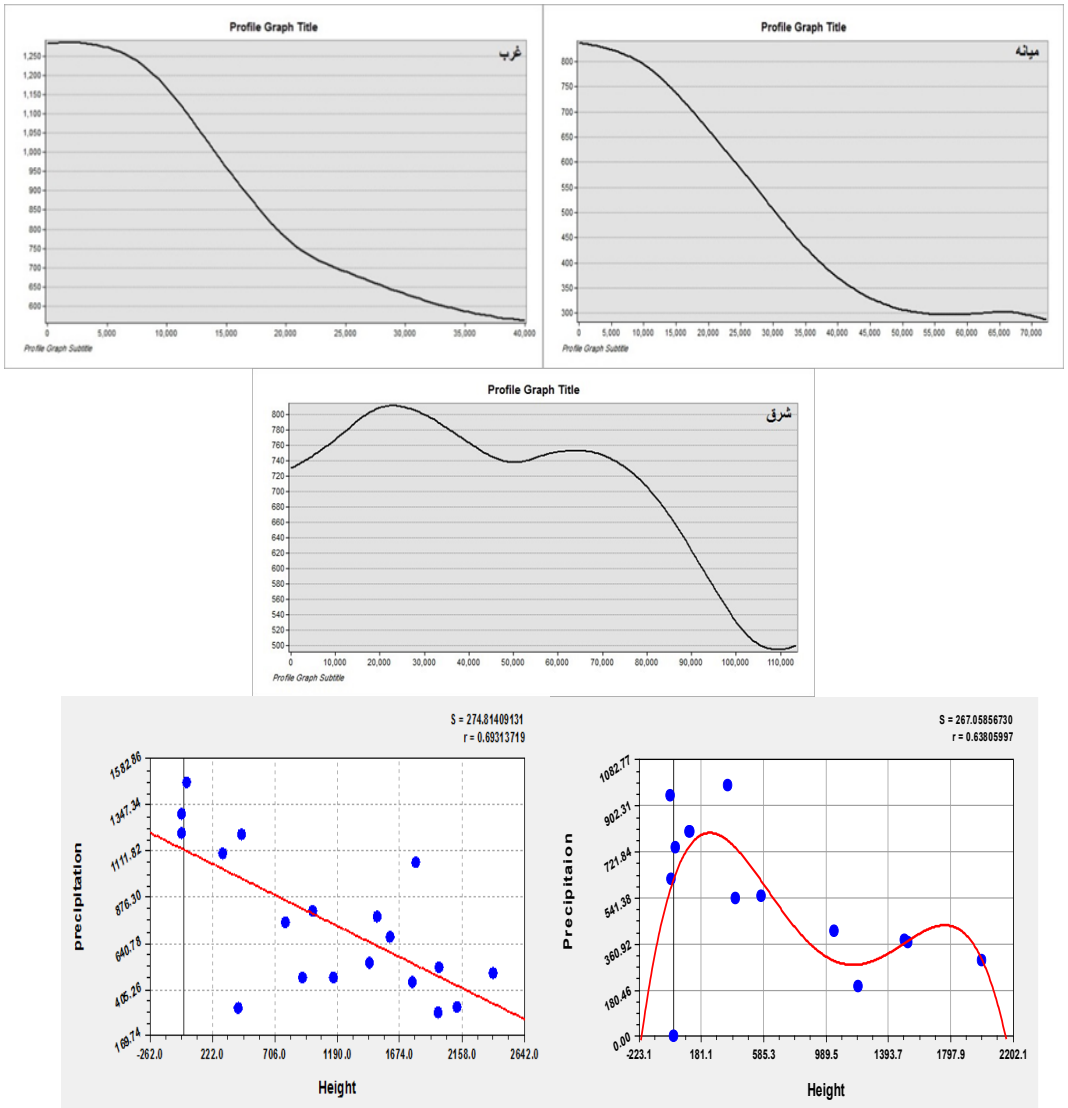
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]



شکل(۵). نقشه درون‌یابی بارش استان مازندران براساس مدل کریجینگ جهانی

با توجه به اینکه درون‌یابی مناسب بارش در استان صورت گرفت، برای درک بهتر رفتار بارش در استان مازندران، آن را به سه بخش غرب ،مرکز و شرق تقسیم کردیم. نتایج این تقسیم بندی با توجه به خروجی مدل‌ها ، در قسمت های غربی و میانی استان مازندران ، بارش و ارتفاع دارای رابطه ای معکوس نزولی است و با افزایش ارتفاع شاهد کاهش میزان بارش خواهیم بود. در ناحیه جلگه ای بخش های مرکزی و غرب محدوده مورد مطالعه بیشترین بارش ها به وقوع می پیوندد. در حالت معمول در سراسر دنیا ، با افزایش ارتفاع(به طور متوسط تا ارتفاع ۱۵۰۰متر) شاهد افزایش بارش ها هستیم(علیجانی و کاویانی،۱۳۷۴) . اما وضعیت بارش محدوده مرکزی و غرب استان مازندران متفاوت است با روندجهانی، و با افزایش ارتفاع شاهد کاهش بارش خواهیم بود. در اشکال (۶) ازچپ نیم رخ غرب، مرکز وشرق استان همراه با مدل رگرسیونی بهینه آورده شده است . بنابر این وضعیت بارش در این محدوده با توجه به سیر افزایش ارتفاع، دارای یک روند خطی کاهشی است. عامل کم بودن فاصله ارتفاعات و خط ساحل می تواند علت اصلی سیر خطی بارش در این محدوده باشد. این درحالی است که ۱۹ ایستگاه بارش در این دومنطقه دارای خطای نسبی ۲۷۴/۸۱ می باشد و همبستگی ۰/۶۹ درصد است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]



شکل (۶). نیم رخ بارش ازراست درمناطق غرب ،مرکز و شرق استان همراه با بهترین مدل رگرسیونی

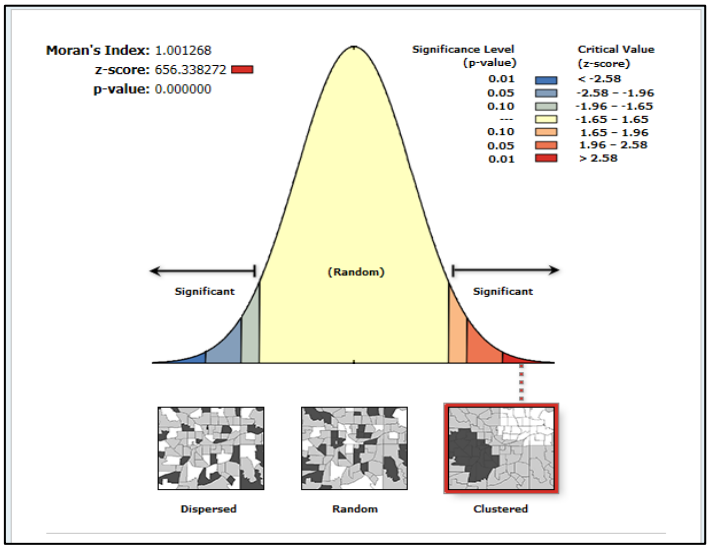
روند بارش در قسمت های شرقی منطقه مورد مطالعه وضعیتی متفاوت با مناطق غرب و مرکز دارد. در این بخش از استان نیز بیشینه بارش در سواحل قرار دارد و با افزایش فاصله از سواحل شاهد کاهش بارش هستیم. تفاوت این بخش نسبت به نواحی غربی استان آن است که در بخش کوهپایه ای دوباره شاهد افزایش بارش ها هستیم. میزان بارش در بخش کوهپایه ای به اندازه میزان وقوع آن در سواحل است. در این محدوده دو بخش بیشینه بارشی قابل مشاهده می باشد در شکل (۶)از راست نیم رخ و بهترین مدل رگرسیونی شرق آورده شده است.محدوده ساحلی و محدوده پایکوهی بیشترین میزان بارش سالانه را دریافت می کند و دارای وضعیت سهمی می باشد. نواحی کوهستانی نیز کمترین میزان بارش را دریافت می کند. زیادی فاصله بین خط ساحل و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

ارتفاعات می تواند موجب شکل گیری ناحیه بیشینه بارش پایکوهی باشد و همچنین موجب نمود بهتر نقش ارتفاع در افزایش بارش در شرق استان خواهد بود. بارش از ۱۳ایستگاه در این منطقه دارای خطای نسبی ۲۶۷/۰۵ می باشد و همبستگی ۰/۶۳ درصد است.بنظر عامل خطی بودن وضعیت بارش در غرب استان کاهش فاصله خط ساحل و ارتفاعات است. در این صورت ارتفاعات نمی تواند نقش خود را به بهترین شکل ایفا کند . ارتفاعات در این بخش یک مانع است که موجب فشردگی هوا و در نتیجه صعود آن در بخش ساحلی می‌گردد. اما در قسمت های شرقی استان به دلیل افزایش فاصله ارتفاعات و خط ساحل ، هردو این عوامل به بهترین شکل ممکن ایفای نقش می کنند. بنابر این در محدوده شرقی شاهد حالت سهمی و نقاط بیشینه بارش پایکوهی و ساحلی هستیم.

در ادامه با توجه به شناخت وضعیت بارش در استان مازندران به بررسی رفتارمحلی بارش براساس آمارفضایی می‌پردازیم. نقشه بهینه به صورت نقطه‌ای تبدیل شده ونقاط هم‌ارزش کنار هم درمی‌آیند، که به آن‌ها گروه‌های هم‌ارزش گویند. تحلیل خودهمبستگی فضایی عمومی را می توان برای توصیف ویژگیهای فضایی یک متغیردر کل یک ناحیه به کار برد و با استفاده از آن میانگین تفاوت فضایی بین تمام سلولهای فضایی و سلولهای مجاور آنها را شناسایی کرد.تحلیل خودهمبستگی فضایی موران جهانی ، دو نوع خروجی به صورت عددی و به صورت گرافیکی ارائه می‌دهد. به طورکلی اگر مقدار شاخص موران نزدیک به ۱+ باشد، داده ها دارای خودهمبستگی فضایی و دارای الگوی خوشه ای بوده و اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد ۱- باشد، آنگاه داده ها از هم گسسته و پراکنده خواهند بود. خروجی گرافیکی، پراکنده یا خوشه ای بودن داده ها را نشان می دهد . در مورد این ابزار، فرضیهٔ صفر این است که هیچ نوع خوشه بندی فضایی بین مقادیر عنصر مرتبط با عوارض جغرافیایی مورد نظر وجود ندارد. زمانی که مقدارسطح معنی داری بسیار کوچک و مقدار Z محاسبه شده (قدر مطلق آن) بسیار بزرگ باشد(خارج از محدودهٔ اطمینان قرار گیرد)، آنگاه می توان فرضیهٔ صفر را رد کرد. اگر مقدار شاخص موران بزرگتر از صفر باشد، داده ها خوشه بندی فضایی را نشان می دهند و اگر مقدار شاخص کمتر از صفر باشد عوارض مطالعه شده دارای الگوی پراکنده هستند. همان طوری که در شکل (۵) مشاهده می‌کنید شاخص موارن ۱+ می‌باشدکه نشان می‌دهدبراساس این شاخص بارش استان مازندران دارای الگوی خوشه‌ای بالا در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد می‌باشد. آماره Z ۶۵۶/۳۳۸ است. براساس این الگو می‌توان گفت که بارش مازندران از الگوی خوشه‌ای بالا تبعیت می کند. بنابراین با توجه به بالابودن مقدارZ و پایین بودن مقدار ارزشی سطح معنی داری می توان فرضیه وجود نداشتن خودهمبستگی فضایی بین داده بارش استان مازندران را رد نمود.در ادامه شکل (۷) نتایج حاصل از الگوی موران آورده شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

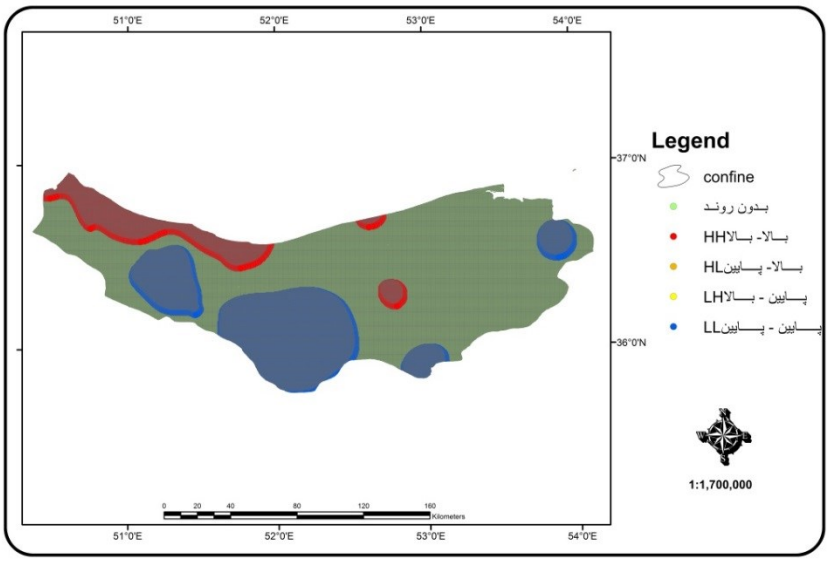


شکل (۷). نتایج حاصل ازپراکنش الگوی موران بارش مازندران

نتایج موران محلی به سوال؛ آیا عوارض به صورت تصادفی، پراکنده یا خوشه ای در فضا توزیع شده اند؟پاسخ می دهد.علت اینکه از موران محلی برای خوشه‌ای یا تصادفی بودن استفاده گردیدبخاطراین است که موران جهانی تنها رفتار خوشه‌ای بارش را نشان می‌دهد.این آماره نمی‌تواندبیانگر نوع رفتارفضایی پدیده ضمن شناخت از رفتار خوشه‌ای بر روی بارش روی نقشه را به نمایش درآورد. لذا برای آشکارسازی نحوه بارش از نظر الگوی توزیع پراکندگی‌های فضایی از آماره محلی موران استفاده شده است. خوشه‌های خروجی مدل با حروف اختصاری چون، HH که بیانگر خوشه‌های مقادیر زیاد یا خودهمبستگی فضایی مثبت در سطح ۹۹ درصد اطمینان است، LL بیانگر خوشه های مقادیر کم یا خودهمبستگی فضایی منفی در سطح ۹۹ درصد اطمینان است، HL نشانگر ناخوشه ای بودن است که در آن مقادیر زیاد توسط مقادیر کم محاصره شده اند وLH تک سلول هایی است که در آن عارضه دارای مقدار کم، توسط عوارض دارای مقادیر زیاد محاصره شده اند و از نظر آماری معنادار (سطح ۵درصد) هستند را از یکدیگر متمایز می کند. نتایج این تحلیل در شکل (۸) مشاهده می‌شود و نشان می‌دهدکه در مناطق سواحل و تا ارتفاع تقریبی ۷۰۰ متری از سواحل رامسر، تنکابن، چالوس و نوشهر دارای الگوی خود همبستگی فضایی مثبت در سطح ۹۹ درصد می‌باشد. این در حالی است که نقاط بالا-بالا در محدوده سواحل غربی کمترین تمرکز را دارا می‌باشد.و نشان دهنده این است که خوشه‌های گرم فقط درپهنه‌ای غربی از استان وجود دارد و نسبت به نقاط دیگرازنظرفضایی محدودمی‌باشد.می‌توان گفت که تمرکزبارش در این محدوه است. منطقه بابلسرو قراخیل و ساری دومنطقه جداگانه از لحاظ الگوی خودهمبستگی مثبت در مرکزو شرق مازندران هستند. بنابراین ۴ منطقه به صورت جداگانه در ارتفاعات استان دارای الگوی خود همبستگی منفی می‌باشد و حدود ۶۵ درصد استان هیچ نوع الگویی حاکم نبوده و یا به عبارتی فاقد خودهمبستگی فضایی می‌باشد. این وضعیت در تمام سطح استان وجود دارد، اما بیشتر در مرکز و شرق استان به چشم می خورد. ازلحاظ تک سلول‌هاLH و HL نشانگر ناخوشه ای بودن در استان دیده نمی-

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

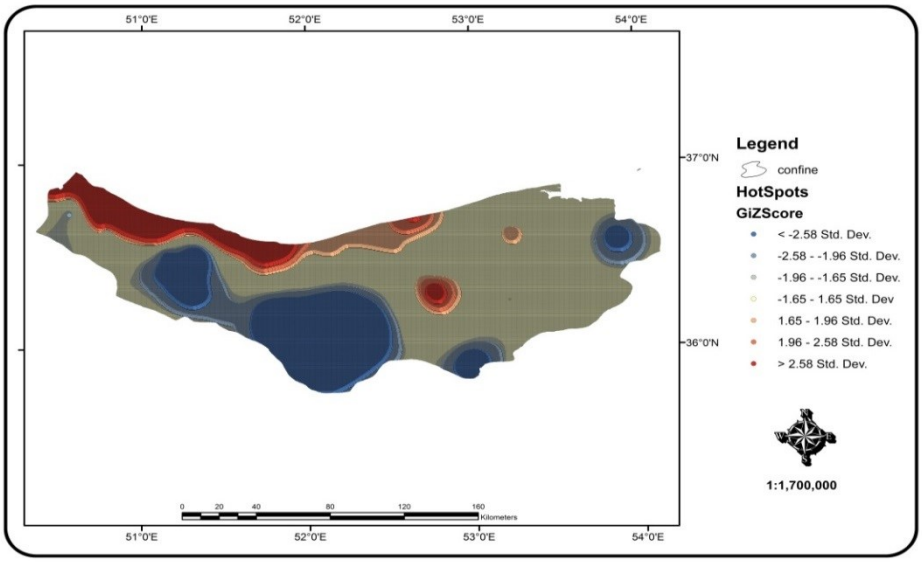
شود.حال با توجه به نتایج بدست آمده ازموران محلی یک تحلیل با شکل(۸) که نقشه بهینه پهنه بندی بارش استان مازندران است نشان می‌دهد؛ که لکه‌های بالا- بالا دقیقا برسواحل غربی استان و کمی بیشتر می‌باشد، این درحالی است‌که دو لکه بالا- بالا در سواحل مرکزی و مرکز استان منطبق می‌باشد.که نشان دهنده این است که هرچه از سواحل غربی به طرف شرق این لکه‌ها به کمترین حد خود و بصورت پراکنده در نقاط با بارش بیشتر از میانگین استان برسد بارش کم با ارتفاعات در شرق استان منطبق است که رفتار لکه‌های پایین- پایین در ارتفاعات و شرق در نتایج موران محلی انطباق کامل پیدا می‌کند.می‌توان گفت که میزان بارش استان بستگی به شرایط توپوگرافی و محلی وشرایط محیطی در سراسر استان دارد. در شکل (۸) نتایج موران محلی آورده شده است.



شکل(۸). نتایج موران محلی بارش استان مازندران

به دلیل اینکه توزیع فضایی خوشه‌ها دقیقا در منطقه تعیین شود از شاخص هات اسپات استفاده شده است. این روش نوعیZ امتیاز است. برای امتیازZ مثبت و معنادار از نظرآماری، هر چه امتیاز Z بزرگتر باشد، مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه بندی شده و لکهٔ داغ تشکیل می دهند. برای امتیاز Z منفی و معنادار از نظر آماری، هر چه امتیاز Z کوچکتر باشد، به معنای خوشه بندی شدیدتر مقادیر پایین خواهد بود و این ها در حقیقت لکه های سرد را نشان می دهند. در شکل (۹) نتایج تحلیل پربارش و کم بارش نشان داده شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

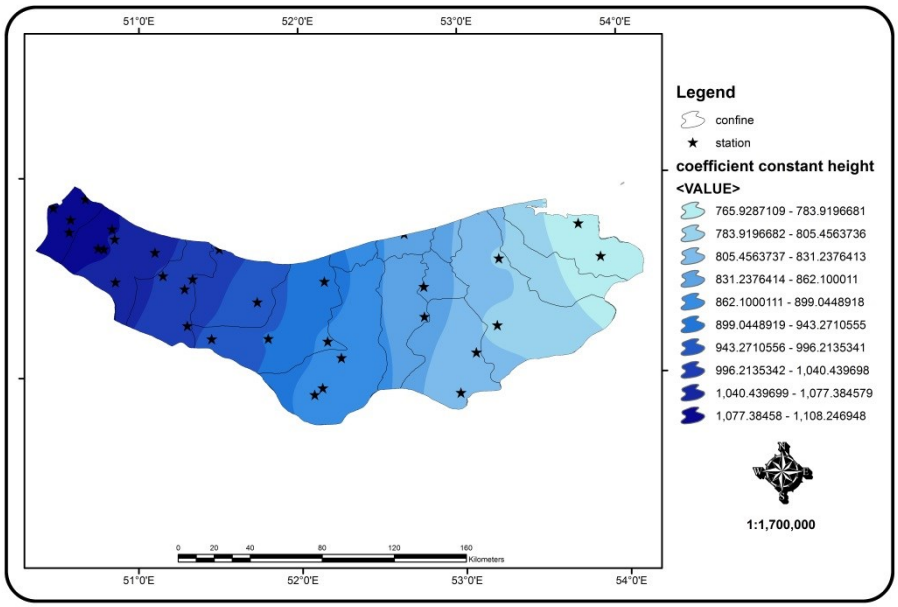


شکل(۹). نتایج نقاط پربارش و کم بارش استان مازندران

که نواحی پربارش (داغ)استان منطبق برسواحل غربی استان از رامسر تا سواحل بابلسرکه اوج آن در سـواحل و ارتفاعات تقریبا۴۰۰ متری شهرستان تنکابن می‌باشد و ۲نقطه در مرکز و قرآن تـالار و شـرق داراب کـلا دارای معنی داری مثبت خودهمبستگی فضایی در سطح ۹۹درصد می‌باشـد. ایـن رونـد نشـان دهنـده آن اسـت کـه بیشینه بارش مازندران بر روی سواحل قرار دارد؛ که حدود۱۵درصد از مساحت اسـتان را دربرمـی‌گیـرد.این در حالی است ۲۰ درصد از مساحت استان در ارتفاعـات دارای رونـد منفـی خودهمبسـتگی فضـایی در سـطح ۹۹ درصد اطمینان است که نـواحی کـم بـارش (سـرد) را تشـکیل مـی‌دهنـد.۶۵ درصـد از مسـاحت‌کـل‌اسـتان‌از غرب،ارتفاعات ، سواحل وکوهپایه‌ها دارای روند منفی خودهمبستگی فضایی در سطح ۹۵ درصد می‌باشـد. ایـن روند نشان دهنده این است که بارش در مازندران تابع عوامل محلی و موقعیـت جغرافیـایی وبادهـای بـاران آور می‌باشد.

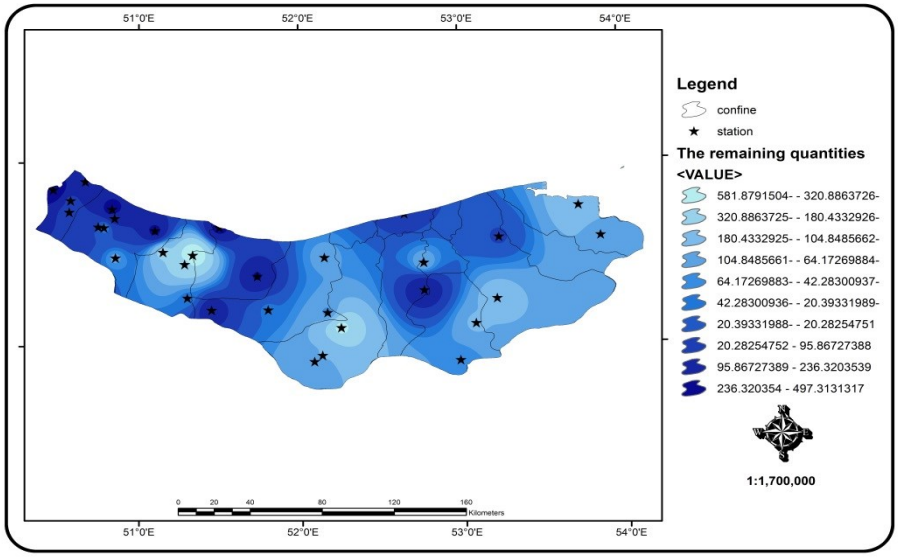
در نهایت برای تکمیل هدف این پژوهش با استفاده از رگرسـیون مـوزون جغرافیـایی بـه بررسـی رفتـار بـارش وارتفاع پرداخته شد.همان گونه که مشاهده شد. شکل(۱۰) مقادیر توزیع ثابت ارتفاع را نشان می‌دهد که بـارش استان در قسمت‌های غربی و قسمت‌های مرکز استان دارای ضریب ثابت بالایی می باشد این درحالی اسـت کـه بسمت شرق استان این ضریب کم و کمتر می‌شود. آنچه مسلم است ضرایب ثابت مثبت ارتفاع بـرای پیشـگویی فضایی استان مناسب می‌باشد؛ که خود نشان دهنده ارتباط مثبت ومستقیم اسـت.این رونـد نقـش ارتفاعـات و جهت بادهای باران آور منطقه را به خوبی نشان می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]



شکل(۱۰). نتایج ضریب ثابت ارتفاع و بارش استان مازندران

در شکل(۱۱) نقشه باقی مانده بارش در مدل رگرسیون موزون می‌باشد.که دارای مقادیر ۵۸۱,۸۷- تا ۴۹۷,۳۱۳ می باشد؛ که خود نشان دهنده رابطه نزدیک بارش و ارتفاع در منطقه است. این موضوع بخوبی در مناطق غربی استوار بوده که در قسمت‌های میانی و شرقی این رفتار بصورت نایکنواخت صورت می‌گیرد شکل(۱۱).



شکل(۱۰). نتایج مقادیر باقی مانده بارش استان مازندران

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

جدول(۳). نتایج ارزیابی مقادیرواقعی و پیش بینی شده بارش استان مازندران

		مقادیرمشاهده	مقادیرپیش‌بینی شده
مقادیرمشاهده	Pearson Correlation	1	.682**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	32	32
مقادیرپیش‌بینی شده	Pearson Correlation	.682**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	32	32
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

در جدول(۳) مقادیرواقعی و پیش بینی شده را نشان می‌دهد. جدول مربوطه بیانگر این نکته‌می‌باشدکه‌بین مقادیرمشاهده شده و پیش‌بینی شده در مدلGWR که دارای مقادیر۰,۹۹ درسطح خطای کمتر از ۰۱.۰ قرار دارد. خود بیان کننده این موضوع است که مدل رگرسیون موزون در پیش‌بینی بارش و ارتفاع عملکرد خوبی داشته است.این میزان رابطه نزدیکی بین مقادیرمشاهده شده و پیش‌بینی شده که بارش استان از غرب به شرق استان با ارتفاع چگونه تغییرمی‌کند را دارا می‌باشد.

نتیجه‌گیری

استفاده از تکنیک‌های آمارفضایی ابزاری سودمند برای ردیابی تغییرات زمانی و مکانی عناصر اقلیمی می باشد . در این راستا کاربرد تکنیک های آمار فضایی در سال‌های اخیر رویکردی نوین و بسیار کارآمد برای مدل سازی تغییرات زمانی و مکانی عناصر اقلیمی را دارد. تحقیق حاضر با استفاده از روش‌های رگرسیونی و زمین-آمارکریجینگ رونددار و موران محلی به شناسایی پراکندگی و تحلیل فضایی بارش استان مازندران پرداخته شد. مهم‌ترین نتایج این تحقیق شناسایی پراکندگی بارش با ارتفاعات بود که بهترین مدل یکی مدل رگرسیون غیرخطی نمایی و دومین رگرسیونی درجه سوم می‌باشد که به ترتیب خطای نسبی۲۴۶/۲۳ ، ۲۶۶/۸۱ و میزان همبستگی۰/۶۲ ، ۰/۶۴ را نشان می‌دهد. پس از شناسایی رفتار منطقی بارش استان با استفاده از تحلیل خودهمبستگی فضایی و موران محلی به بررسی رفتار محلی بارش استان پرداخته شد؛ نتایج نشان داد با معقول بودن مقدار ارزش سطح معنی داری بارش استان دارای همبستگی فضایی می‌باشد.نتایج‌موران‌محلی وخوشه-های‌پربارش(داغ) و کم بارش(سرد)نشان داد که؛ در سواحل غربی و میانی استان، تا ارتفاع ۷۰۰متری همبستگی فضایی مثبت درسطح ۹۹درصد بوده است. محدوده دارای همبستگی مثبت، حدود ۱۵ درصد از کل استان را شامل می شود. این درحالی است که ۶۵ درصد از مساحت استان دارای روند محلی نبوده و بخش‌های دارای روند منفی خودهمبستگی فضایی در سطح ۹۵ درصد را دارا می‌باشد. محدوده دارای روند منفی همبستگی در حدود ۲۰ درصد از کل استان را شامل می گردد. می‌توان گفت که بارش استان بستگی به شرایط توپوگرافی و محلی وشرایط محیطی در سراسر استان دارد.این درحالی است نتایج رگرسیون موزون جغرافیایی به خوبی نشان دهنده این موضوع است که بارش استان و ارتفاع دارای رابطه معناداری می باشد.که خود این موضوع رفتار بارش استان از غرب به شرق درخصوص رفتار بارش و ارتفاع را بازگو می‌کند.مقادیر ثابت بارش و ارتفاع نشان داد که ارتفاع عامل مهمی در بارش استان و در ارتباط نزدیک با جهت بادهای باران آور

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

عمل می‌کند. پس از مشخص شدن نتایج ارزیابی‌ها، لازم است نتایج این تحقیق را با نتایج پژوهش‌های مشابه مقایسه کنیم. نااوم و سانیس(۲۰۰۴) در سوئیس، بهترین مدل را برای‌درون‌یابی‌داده‌های‌بارندگی‌سالانه‌درآن-منطقه، مدلهای کریجینگ نمایی و کریجینگ عمومی معرفی‌کرده‌اند. مظفری وهمکاران(۱۳۹۱) با استفاده از دادهای بارش استان بوشهر بهترین مدل برای درون‌یابی را مدل کریجینگ معمولی شناختند. این درحالی بودتابع رگرسیون چندجمله‌ای درجه چهارم بهترین نتیجه را با ارتفاع و بارش معرفی کردند. مظفری(۱۳۹۳) به بررسی تحلیل آماری فضایی بارش ایران پرداختند.نتایج نشان داد که میانگین بارش بلند مدت ایران در حال افزایش است.این درحالی است که موران محلی از خوشه‌ای بودن بارش ایران است که نقشه‌های تحلیل پراکندگی لکه‌های داغ این امر را نشان می‌دهد.بلیانی(۱۳۹۵) درتحلیل فضایی بارش سالانه استان خوزستانبه این نتایج رسید رگرسیون موزونی جغرافیایی در استان خوزستان، نشان از مقادیر پایین باقیمانده‌های خطا، به مقادیر بالای R^2، عدم وجود خودهمبستگی فضایی و نرمال بودن مقادیر باقی مانده مدل را نمایش می دهد.

منابع

بلیانی،سعید ،(۱۳۹۵)، **تحلیل فضایی بارش سالانه استان خوزستان، رویکردی از تحلیل رگرسیون های فضایی**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۱۶(۴۳)**: ۱۲۴-۱۴۳.

ستوده، فاطمه، علیجانی، بهلول، (۱۳۹۴)، رابطه‌ی پراکندگی فضایی بارش‌های سنگین و الگوهای فشار در گیلان، **نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۲(۱)**: ۶۳-۷۳.

عساکره،حسین، (۱۳۹۰)، **مبانی اقلیم‌شناسی‌آماری**، انتشارات دانشگاه زنجان، صفحه ۲۴۵.

علیجانی، بهلول، کاویانی، محمدرضا، (۱۳۷۴) ، **مبانی اقلیم شناسی**، انتشارات پیام نور.

علیجانی، بهلول، (۱۳۹۰)، **تحلیل فضایی دما ها و بارش های بحرانی روزانه در ایران**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۱۷(۲۰)**: ۱۰-۳۰.

علیجانی، بهلول، دوستکامیان، مهدی، اشرفی، سعیده، شاکری، فهیمه، (۱۳۹۴)، **بررسی تغییرات الگوهای خود همبستگی فضایی درون دهه ای بارش ایران طی نیم قرن اخیر**، جغرافیا و آمایش شهری منطقه-ای،۸: ۷۱-۸۸.

محمدی، بختیار، مسعودیان، ابوالفضل،(۱۳۸۹)، **تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران مطالعه‌ی موردی: آبان‌ماه ۱۳۷۳**،فصلنامه جغرافیا و توسعه، **۸(۱۹)**: ۴۷-۷۰.

مظفری، غلامعلی، شفعیی،شهاب،رکن الدین،بهنوش، (۱۳۹۳)، **تحلیل آماری- فضایی بارش پیش بینی شده ایران توسط مدل جفت شده گردش عمومی جو- اقیانوسی HADCM3**، مجله هواشناسی کشاورزی ، **۲(۲)**: ۳۶-۴۵.

یاراحمدی، داریوش، حلیمی، منصور، زارعی چقابلکی، زهرا.(۱۳۹۴) ، **تحلیل فضایی بارش ماهانهٔ شمال غرب ایران با استفاده از آمارهٔ خودهمبستگی فضایی**، پژوهش های جغرافیای طبیعی، **۴۷(۳)**: -۴۵۲ ۴۶۲.

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]

[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

Anselin, L. (1980). "**Estimation Methods for Spatial Autoregressive". Structures Regional Science Dissertation and Monograph Series**. No. 8. Cornell University. Ithaca. NY. 273 pp.

Andy, M. (2009). "**The ESRI Guide to GIS Analysis**". Spatial Measurements and Statistics. Redlands. CA: Esri Press. Vol.2.

Aifeng Lv, , Zhou.L,(2016), **A Rainfall Model Based on aGeographically Weighted Regression Algorithm for Rainfall Estimations over the Arid Qaidam Basin in China**, Remote Sens. **8(311),** 1-17

Anselin, L. (1992). Spatial data analysis with GIS: An introduction to application in the social sciences , **National Center For Geographic Information and Analysis University of California** , Santa Barbara, CA 93106 , Technical Report 92-10.

Brissette, F, Khalili, M, Leconte, R,(2011), **EFFECTIVENESS OF MULTI-SITE WEATHER GENERATOR FOR HYDROLOGICAL MODELING**, JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION, **47(2),** 303-314.

Daniel, A.G. (1987). **Spatial Autocorrelation**": **A Primer, Resource Publication Geography**. Association of American geographers.

Dinku, T.; Alessandrini, S.; Evangelisti, M.; Rojas, O.(2015**). A description and evaluation of FAO satellite rainfall estimation algorithm**. Atmos. Res., **163**, 48–60.

Griffith, D.A. (2003). **Spatial Autocorrelation and Spatial Filtering: Gaining Understanding through Theory and Scientific Visu-alization**. Advances in Spatial Science. Springer.

Hargrove, W .(2001). **Interpolation of Rainfall in Switzerland Using a Regularized Spline with Tension. Geographic Information and Spatial**. **Technologies Group**, Book Ridge National laboratory. **1**: 122-125.

Khalili, M., Leconte, R. and Brissette, F. (2006). **Stochastic Multisite Generation of Daily Precipitation Data Using Spatial Autocorrelation**. journal of hydro-meteorology, **8**, 8396 –412.

McGrew, J. and Monroe, C. (2009). **An Introduction to Statistical Problem Solving in Geography**. 2nd edn, Long Grove, IL: Waveland Press, Inc.

Moran, P. (1950). **Notes on Continuous Stochastic Phenomena**, In Biometrika. **37 (1-2),** 17-23.

Murdoch, J., Rahmatian, C.M. and Thayer, M.A. (1993). **A spa-tially autoregressive median voter model of recreation expen-ditures.** Public Finan. Quart. **21**, 334–350.

Odland, J. (1988). **Spatial Autocorrelation. Sage Publications. provided Arc GIS extension** "ext-ahp". http://www.tu- darmstadt.de/fb/geo/members/ marinoni en.htm.

Tobler, W. (1970). **A computer movie simulating urban growth in the Detroit region**. Economic Geography. **46 (2).** 234-240.

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]

[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]

Tonglin, Z., Lin, G. (2007). **A decompositionof Moran's I for clustering detection,Computational statistics and data analysis**. Computational Statistics & Data Analysis. **51**, 6123-6137.

Ullah, M. and Giles (1991). **Handbook of Applied Eco-nomic Statistics**. Marcel Dekker. Inc.

Usman .U, Aliyu M. L. and Aminu M. K.(2015), **Study oftheGeographically Weighted Regression Application on Climate Data**, Mathematical Theory and Modeling, **5(8),** 62-66.

Yamada, L. Thill, J.C. (2006). **Local Indicators of Network-Constrained Clusters in Spatial Point Patterns.** Geographical Analysis, **39**, 268-292.

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.5.1]

[DOI: 10.29252/jgs.19.52.1]