دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال نوزدهم، شماره‌ی ۶۵
بهار ۱۳۹۸ صفحات ۱۰۵-۹۱

**هاجر مارابی** [۱]
**حمید رحیمی** [۲]
***آئیژ عزمی** [۳]

# اثر ویژگی‌های ژئوهیدرولوژی بر پراکنش و الگوی توزیع نقاط روستایی استان کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۲

## چکیده

پراکنش نقاط روستایی به علل متعددی وابسته است که از آن جمله می‌توان به نقش خصوصیات کمی ژئوهیدرولوژی اشاره نمود که موضوع این تحقیق است. تحقیق در استان کرمانشاه صورت گرفته است. در این تحقیق در وهله نخست با توجه به معادله ارائه شده، تراکم هسته‌ای با دقت ۲۰۰×۲۰۰ متر ایجاد شد. سپس مطالعات خصوصیات و شاخص‌های کمی ژئوهیدرولوژی استان از قبیل شاخص ناهمگنی، شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI)، ارتفاع، شیب، جهت شیب، تراکم آبراهه، تراکم درجه آبراهه، فاصله از خط‌الرأس‌ها، شاخص تراکم جریان، شاخص موقعیت توپوگرافی (TPI)، شاخص نسبت زبری زمین (SRR) و شاخص آمیختگی توپوگرافی (CTI) محاسبه گردید. برای تعیین نتایج از همبستگی پیرسون و سنجش وایازش خطی میان داده‌های ژئوهیدرولوژی پارامتریک با مقادیر تراکم روستاها و از وایازش ناپارامتریک برای دیگر عوامل ژئوهیدرولوژی ناپارامتری استفاده و سپس نوع الگوی روستاها در مورد هریک از عوامل یاد شده از طریق شاخص خود همبستگی موران تعیین شد. نتایج بیانگر این بوده است که بیش‌ترین تراکم نقاط روستایی در جهت شیب غربی واقع شده و به لحاظ مورفومتری زمین، در مناطق مسطح استقرارگاه‌های روستاییان بنا شده است. در مورد چینش و الگوی پراکنش نقاط روستایی در استان کرمانشاه به‌ترتیب تراکم درجه آبراهه، ارتفاع، تراکم آبراهه، ناهمگنی، شیب، فاصله از خط الراس، TPI، SRR، TWI و CTI اثرگذار بوده است. با مطالعه نوع ارتباط،

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی.
۲- دانش آموخته دکتری مخاطرات آب‌وهوایی، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی.
*۳- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه رازی. (نویسنده مسئول). E-mail: a.azmi@razi.ac.ir

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

رابطه منفی عوامل شیب، ارتفاع، موقعیت توپوگرافی و ناهمگنی و رابطه مثبت تراکم آبراهه، تراکم درجه آبراهه، فاصله از خط الراس، TWI و CTI بر تراکم استقرارگاه‌های روستایی به صورت معنادار تاثیرگذار بوده است.

**کلید واژه‌ها**: شاخص‌های ژئوهیدرولوژی، پراکنش، الگوی توزیع، نقاط روستایی، استان کرمانشاه.

**مقدمه**

عوامل طبیعی بر نواحی روستایی و پراکنش آن‌ها تاثیر می‌گذارند (Abdollah Zadeh et al., 2017: 121). شیب، جهت، ارتفاع، بافت خاک، فرسایش خاک، درصد پوشش گیاهی، سنگ بستر، رطوبت نسبی، دما، تعداد روزهای آفتابی، فاصله از راه‌های ارتباطی، فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از مناطق مسکونی، چشم‌انداز و کاربری اراضی بر پراکنش روستایی اثر می‌گذارند (Rezvani et al., 2019: 2). بسترهای طبیعی شرایط لازم را برای استقرار سکونتگاه‌های روستایی مهیا می‌سازند، ولی بعضی از آن‌ها شرایط پایدارتر را نسبت به بعضی دیگر ایجاد می‌کنند؛ این بسترها عبارتند از: شیب، ارتفاع از سطح دریا، ساختار زمین‌شناسی، منابع آب و اقلیم منطقه می‌باشد. هر یک از این بسترها یا عوامل هم به‌طور انفرادی و هم در رابطه با یکدیگر تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند. وجود چنین تفاوت‌هایی است که ویژگی‌های مناطق مختلف را سبب می‌شود (Gholami Rad and Vali Shariat Panahi, 2012: 55-56) استقرار جوامع انسانی در سطح زمین همواره در راستای دستیابی به حداکثر منابع طبیعی مانند منابع آبی، پوشش گیاهی مناسب و دسترسی به زمین قابل کشت صورت گرفته است، بی‌شک این تلاش بر پایه اصولی است که امروزه به علم مکان‌یابی تعبیر می‌شود. در ابتدای حیات بشر مخاطرات طبیعی تا زمان وقوع‌شان برای بشر ناشناخته بوده و اصولاً پس از رخدادهای زیان‌بار متنوعی از سیل، خشکسالی و زلزله، جوامع درصدد استقرار و اسکان مجدد در سرزمین‌هایی بودند که علاوه بر دسترسی به منابع طبیعی فوق‌الذکر از مخاطرات طبیعی نیز در امان باشند. حوادث طبیعی زاده عناصر و عوامل طبیعی هستند، اما مداخله سودجویانه انسان در طبیعت بر کمیت و کیفیت بسیاری از حوادث طبیعی اثرگذار است (Jafar Bigloo et al., 2013: 34). واقعیت این است که به نظر می‌رسد، بستر طبیعی قادر است در رابطه با عوامل و عناصر آب و خاک، شیب، آب‌وهوا محدودیت‌ها یا فرصت‌هایی را در برابر توسعه سکونتگاه‌های روستایی ایجاد نماید. به بیان دیگر بسترهای طبیعی شرایط لازم را برای استقرار سکونتگاه‌های روستایی ایجاد می‌کنند، ولی بعضی از آن‌ها شرایط پایدارتر را نسبت به بعضی دیگر ایجاد می‌کنند. این بسترها عبارتند از: شیب، ارتفاع از سطح دریا، ساختار زمین‌شناسی، منابع آب، خاک و قابلیت اراضی (Akbar Oghli et al., 2007: 46) از نخستین کارها در این زمینه را Tidskrift (1987) در جزیره سالنتو ایتالیا انجام داده است. او از مهم‌ترین عوامل در توزیع جمعیتی و نقاط مسکونی را طبقه توپوگرافی، سیستم کشاورزی و خصوصیات تاریخی معرفی نموده است.

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

در کاری دیگر Seto & Feragkias (2005) در بخش ساحلی شرق چین تاثیر معنادار عوامل جغرافیایی بر بالانس جمعیت انسانی و پهنه‌های زراعی بررسی گردید. هدف از این تحقیق برنامه‌ریزی مکانی-جمعیتی این منطقه بود. در نهایت نیز آن‌ها اذاعان نمودند که اختلافات دسترسی‌های جغرافیایی باعث تغییر توزیع جمعیتی شده است. توزیع نقاط روستایی تحت تاثیر عواملی چند از جمله عوامل طبیعی، انسانی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی می‌باشد که هریک دارای زیرمجموعه‌های مرتبطی است و این تاثیرات مورد تحقیق قرار گرفته و همچنان نیازمند بررسی‌های کامل‌تری می‌باشد. Lee et al (2011) اختلافات مکانی در توزیع نقاط سکونتگاهی در سه ناحیه از منطقه استخر گورگس در مرکز چین را مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که مهم‌ترین عامل در الگوی توزیع مکانی نقاط مسکونی عامل ناهمواری است. Anabestani (2011) درباره نقش عوامل طبیعی در پایداری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان سبزوار از طریق روش همبستگی پرداخت و به این نتیجه رسید که پیدایش سکونتگاه‌های بشری و به‌ویژه روستاها بر پایه عوامل طبیعی مانند آب و خاک مناسب استوار بوده است. با توجه به یافته‌های پژوهش، راهکارهای اجرایی برای تداوم پایداری سکونتگاه‌های روستایی شامل بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک، تقویت بنیان‌های اقتصاد روستایی، مدیریت اراضی کشاورزی، تعیین الگوی کشت و اصلاح الگوی مصرف آب کشاورزی پیشنهاد شده است. Wei et al (2013) در مطالعه الگوی پراکنش جمعیتی سکونتگاه‌های انسانی در حوضه رودخانه شیانگ نتیجه گرفتند که این الگو به شدت متاثر از خصوصیات طبیعی منطقه است. در این میان عواملی مانند گستره بیابان، ناهمواری‌ها و تغییرات اقلیمی بسیار حائز اهمیت هستند. Zhang et al (2014) به بررسی الگوی پراکنش نقاط سکونتگاهی انسانی در ارتباط با وضعیت جغرافیایی در ساحل شرقی چین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخته است و جهت تعیین الگوی پراکندگی از معادله Ripley's K و شبیه‌سازی مونت کارلو بهره گرفته‌اند. نتایج آن‌ها با معادلات وایازی[4] اثبات می‌نمود که فاکتورهای ناهمواری، شیب و جهت شیب در نواحی مضرس ارتباط مثبتی دارد اما در دامنه‌های جنوبی پراکنش معمولی است. در این راستا پژوهش Jiang et al (2015) که به بررسی سیر تکاملی سکونتگاه‌های روستایی و منطقه بندی حوضه اساس به وسیله خود همبستگی فضایی پرداخته‌اند و چنین نتیجه گرفتند که اولاً خودهمبستگی مکانی بین اندازه، شکل و توزیع وجود دارد، دوماً اختلاف مشهودی بین خصوصیات تراکمی در نواحی هموار و ناهموار وجود دارد و ثالثاً در نواحی متراکم خصوصیات شکل، اندازه و توزیع یکنواخت است. همچنین پژوهش Rahmani (2004) در زمینه تحلیل اثر عوامل محیط طبیعی در الگوی توزیع فضایی سکونتگاه‌ها و جمعیت روستایی شهرستان آمل با بهره‌گیری از روش توصیفی و نقشه‌های شیب و توپوگرافی به این نتیجه رسید که نحوه پراکنش و ساختار مکانی سکونتگاه‌های روستایی به عواملی چند بستگی دارد. این ساختار در واقع نمود عینی و عملکرد روندهای طبیعی اکولوژیک و اجتماعی اقتصادی است و میزان تبعیت و تأثیرپذیری هر یک از متغیرها از عوامل محیط طبیعی متناسب

4- Regression

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

با شرایط قرارگیری آن در سطح فضای جغرافیایی ناحیه، تفاوت زیادی با هم دارند. Akbar Oghli et al (2007) با استفاده از همبستگی پیرسون ارتباط بین توزیع نقاط روستایی و عوامل طبیعی سکونتگاه‌های روستایی ارتفاعات کپه داغ-هزارمسجد را مطالعه نمودند. آن‌ها خاک و منابع آب (به‌ویژه چشمه) را مهم‌ترین عوامل در تعیین موقعیت مکانی روستاها معرفی نمودند. در تحقیق Maleki (2009) که به ارزیابی موقعیت مکانی استقرار اماکن روستایی در شهرستان کرمانشاه با استفاده از روش‌های آماری در محیط GIS پهنه‌بندی گردید و نتایج به‌دست آمده موقعیت روستاها را در شرایط مناسب، متوسط و نامناسب نشان می‌دهد. در تحقیقی از Akbar Oghli et al (2007) که به بررسی جایگاه عوامل طبیعی در استقرار سکونتگاه‌های روستایی ارتفاعات کپه‌داغ پرداخته‌اند و با استفاده از همبستگی پیرسون چنین نتیجه حاصل شد که منطقه دارای شیب زیاد و در معرض حرکات دامنه‌ای است که این منطقه برای زراعت و دامداری مناسب بوده و چشمه‌ها هم در پراکنش روستاها مهم است. Bahrami (2011) عوامل طبیعی با وجود محدودیت مکانی فضایی و معیشتی، مشکلات-حاشیه شهر سنندج را نیز دو چندان کرده است. از طرفی دیگر با برنامه‌ریزی درست می‌توان پتانسیل‌های محیطی منطقه در زمینه‌های مختلف را بهبود داد. Jafar Bigloo et al (2013) نقش عوامل طبیعی در پراکنش فضایی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان تربت‌جام را از طریق همبستگی پیرسون و تحلیل در محیط GIS مورد تحقیق قرار داده و نتایج نشان داده که بیش از ٤٥ درصد روستاهای این شهرستان در ۵۵ درصد از پهنه شهرستان که موقعیت مناسب و متوسطی از نظر معیارهای چهارگانه دارند، مستقر هستند و ۱۵ درصد روستاها نیز در ۱۵ درصد از پهنه شهرستان که موقعیت نامناسبی دارند؛ استقرار یافته‌اند. Mosavi et al (2012) جهت تعیین الگوی پراکنش نقاط شهری آذربایجان‌غربی، برخی عوامل طبیعی مانند ارتفاع، شیب، لندفرم، اقلیم، منابع آب و کاربری زمین را به روش خود همبستگی موران ارزیابی نمودند و نتیجه گرفتند که اقلیم و دسترسی به منابع بیش‌ترین اثر را در توزیع نقاط شهری داشته‌اند. Gholami Rad & Vali Shariat Panahi (2012) در رابطه با بررسی جایگاه عوامل طبیعی در استقرار سکونتگاه‌های روستایی استان کرمانشاه بر اساس مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با استفاده از GIS، چنین نتیجه گرفتند که بیش‌ترین تعداد روستاهای استان کرمانشاه در تیپ مناسب مستقر شده و تنها ۲/۹ درصد روستاها در شرایط نامناسب طبیعی واقع شده‌اند؛ بنابراین بین عوامل طبیعی و مکان‌گزینی روستاهای استان کرمانشاه رابطه مستقیم وجود دارد. Fazel Nia et al (2012) در ارتباط با تحلیلی بر عوامل طبیعی مؤثر در پراکنش و استقرار سکونتگاه‌های روستایی در شهرستان سیرجان ۵ معیار طبیعی شامل ارتفاع، شیب، جهت شیب و عناصر اقلیمی (بارش و دما) به عنوان عوامل مؤثر در استقرار سکونتگاه‌ها انتخاب شده و با استفاده از روش‌های آماری در محیط GIS و شاخص موران مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته‌اند و نتایج نشان داد که با توجه به عدم همبستگی معنادار عوامل طبیعی در مکان گزینی مناطق روستایی، با استفاده از شاخص موران که از توابع خود همبستگی فضایی جهت استخراج الگوی توزیع می‌باشد. Ebrahimi (2014) به‌وسیله مدل AHP اذعان کردند که از بین عوامل ۹ گانه (سنگ‌شناسی، گسل، شیب، ارتفاع، جهت دامنه، رودخانه، بارش، دما، رطوبت) سه عامل ارتفاع، شیب و بارش نقش مؤثرتری در بین

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

دیگر عوامل در پیدایش و چگونگی شکل‌گیری و توسعه شهر و سکونتگاه‌های محدوده شهر کلاردشت دارند. Aziz poor & Shamsi (2014) به روش توصیفی-تحلیلی مهم‌ترین عوامل اثرگذار در موقعیت استقرارگاه‌های روستایی را توپوگرافی، منابع آب و شیب را در دهستان لواسان کوچک معرفی می‌کند. Khosravi et al (2014) با فازی‌سازی عوامل طبیعی اثرگذار در تعیین استقرار روستاها و طبقه‌بندی نتیجه همپوشانی طبقه روستاهای بردسکن را واکاوی نمودند. آن‌ها تقریباً ۷۵ درصد از روستاهای محدوده یاد شده را در محدوده به نسبت ضعیف و ضعیف به لحاظ پتانسیل‌های طبیعی معرفی نمودند.

**مواد و روش‌ها**

در این پژوهش محدوده استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفته است که این استان با مساحت ۲٤٦۲۲ کیلومتر مربع تقریباً ۱/۵ درصد از کل مساحت ایران را به‌خود اختصاص داده و بین ۳۳ درجه و ٤۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ٤۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار رفته است. استان کرمانشاه در غرب کشور قرار دارد و از شمال با کردستان، از شرق با همدان، از جنوب با ایلام همسایه است و در غرب نیز با کشور عراق همجوار است. در کل نیز شکل ناهمواری‌ها به‌گونه‌ای وضعیت تقریباً متضرسی به لحاظ ارتفاعی دارد. فاصله مستقیم روستاهای استان از یکدیگر نیز ۱/۲۹ کیلومتر است. با توجه به اثرات و پتانسیل‌های حوضه‌های هیدرولوژیک در متراکم و پراکنده شدن روستاها در این پژوهش نیز بررسی خصوصیات ژئوهیدرولوژی حوضه‌های آبریز استان کرمانشاه و نقش آن بر توزیع و الگوی توزیع نقاط روستایی در دستور کار قرار گرفت. در وهله نخست با توجه به معادله تراکم هسته‌ای[۵] با دقت ۲۰۰×۲۰۰ متر ایجاد شد و مقادیر تراکم در نقاط روستایی محاسبه شد. در بخش اول مطالعات خصوصیات و شاخص‌های کمی ژئوهیدرولوژی استان از قبیل شاخص ناهمگنی[٦]، شاخص رطوبت توپوگرافی[۷]، ارتفاع، شیب، جهت شیب، تراکم آبراهه، تراکم درجه آبراهه استرالر، فاصله از خط‌الرأس‌ها[۸]، شاخص تراکم جریان[۹]، شاخص موقعیت توپوگرافی[۱۰]، شاخص نسبت زبری زمین[۱۱] و شاخص آمیختگی توپوگرافی[۱۲] محاسبه گردید. شاخص ناهمگنی از محاسبه اختلاف پیکسل‌های موجود در پنجره همسایگی[۱۳] مورد مطالعه حاصل می‌شود. اگر به طور فرضی برای هریک از پیسکل‌های یک پنجره ۳×۳ نام الفبایی فرضی و برای پیسکل مرکزی نام الفبایی A بگذاریم، معادله به شکل رابطه (۱) در ذیل می‌آید (Reila et al.,1999):

5- Kernel Density
6- Heterogeneity
7- Topographic Wetness Index (TWI)
8- Distance of Ridges (DR)
9- Flow Accumulation (FA)
10- Topography Position Index (TPI)
11- Surface Relief Ratio (SRR)
12- Compound Topographic Index (CTI)
13- Neighborhood

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

| | | |
|---|---|---|
| B | C | D |
| I | A | E |
| H | G | F |

$$TRI = \sqrt{(\sqrt{A-B}) + (\sqrt{A-C}) + \cdots + (\sqrt{A-I})} \quad (۱)$$

شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI) از طریق رابطه (۲) حاصل می‌شود:

$$TWI = \ln \alpha / \tan\beta$$ رابطه (۲)

در این رابطه $\alpha$ مساحت موضعی بالای دامنه که از طریق مسیرهای معینی زهکشی می‌شود و $\beta$ شیب دامنه‌های موضعی زهکش شده تأثیرگذار در شیب هیدرولیک مسیر زهکشی است. کمیت ارتفاع، شیب و جهت شیب نیز از لایه رقومی DEM با دقت ۳۰ متر استان تهیه شده است. لازم به ذکر است که یادآوری شود تمامی عملیات شاخص‌های ژئوهیدرولوژیک مبتنی بر دقت همین لایه استوار شده است. تراکم آبراهه‌ها نیز بر اساس معادله هسته تراکم خطی حاصل گردید. در این قسمت هیچ وزنی در معادله مداخله داده نشده است. در مقابل در ایجاد لایه با تراکم آبراهه استرالر وزن درجه آبراهه‌ها در معادله تراکم وارد شده و لایه تراکم درجه آبراهه بدین‌گونه طراحی شده است. ارزیابی فاصله خط الراس بر اساس لایه معکوس رقومی به‌دست آمده است. به عبارتی با استفاده از این لایه معکوس شبکه آبراهه‌ها استخراج گردید. در این حالت شبکه آبراهه‌ها تنها یک مفهوم فانتزی از واقعیت خط الراس‌ها خواهد بود. شاخص تراکم جریان نیز با استفاده از عملگر Flow Accumulation با توجه به تجمیع مقادیر پیکسل‌های حاصل از جهت جریان[14] به‌دست می‌آید. شاخص موقعیت توپوگرافی (TPI) با توجه به معادله عمومی آن‌که در رابطه (۳) مشاهده می‌شود حاصل می‌شود (Weiss, 2001):

$$TPI < scalefactor > = int\ ((dem - focalmean\ (dem\ annulus, irad, orad))\ + .5)$$ رابطه (۳)

Focalmean = میانگین کانونی

Scalefactor = شعاع بیرونی بر حسب واحد نقشه

Irad = شعاع داخلی در سلول های متحدالمرکز

Orad = شعاع خارجی در سلول های متحدالمرکز

سپس با استفاده از سیستم ٤ طبقه دیکسون و بیر که بر اساس رزولوشن، قاعده همسایگی و با شرایط واقعی انطباق بیش‌تری دارد (Maleki et al., 2015) طبقه‌بندی نهایی انجام می‌شود. جهت محاسبه نسبت زبری زمین نیز از شاخص SRR استفاده شد که بیانگر زبری و مقاومت ممتد سطحی زمین دارد که از طریق معادله (٤) حاصل می‌شود (Pike & Wilson, 1971):

14- Flow Direction

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

$$SRR = (z(mean) - z\ (min))/(z(max) - z\ (min))$$ رابطه (٤)

برای محاسبه وضعیت رطوبی حوضه‌ها نیز از شاخص CTI استفاده شد که در آن شیب و مشارکت جریانات بالادستی مطابق واحد وسعت چهارگوش[15] جهت جریان در نظر گرفته می‌شود. معادله این شاخص نیز در رابطه (۵) مشاهده می‌شود:

$$CTI = \ln As / (\tan (beta))$$ رابطه (۵)

$$As = (\text{flow accumulation} + 1) * (\text{pixel area in m2})$$ رابطه (٦)

در این معادله As مقدار محاسبه شده از رابطه (٦) است و beta هم شیب بر حسب درجه است (Gessler & et al.,1995) پس از آماده‌سازی لایه‌های اولیه ژئوهیدرولوژیک منطقه، تراکم نقاط روستایی استان نیز با استفاده از الگوریتم تراکم هسته با دقت ۲۰۰×۲۰۰ مترمربع طراحی گردید و ضریب تراکم پیکسلی تمامی روستاها محاسبه شد. در مرحله نتیجه‌گیری ابتدا میزان همبستگی پیرسون میان داده‌های ژئوهیدرولوژی با مقادیر تراکم روستاها محاسبه و سپس الگوی روستاها در باب هریک از عوامل یاد شده از طریق شاخص خود همبستگی موران همبستگی موران[16] تعیین شد. شاخص موران بیانگر توزیع پخش[17]، توزیع اتفاقی[18] و توزیع مرتب[19] معنادار[20] است که از طریق رابطه (۷) به‌دست می‌آید.

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^{n} z_i^2}$$ رابطه (۷)

که در آن $z_i$ حاصل تفریق جدول توصیفی عارضه از متوسط $(x_i - \bar{x})$، $w_{ij}$ وزن مکانی بین عارضه j و i، n مجموع تعداد عوارض و $S_0$ مجموع تمام اوزان مکانی است. نحوه محاسبه $S_0$، $z_i$، E [I] و V [I] به‌ترتیب در روابط (۸ تا ۱۱) مشاهده می‌گردد:

$$S_0 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}$$ رابطه (۸)

$$z_I = \frac{I - E\ [I]}{\sqrt{V\ [I]}}$$ رابطه (۹)

$$E\ [I] = -\frac{1}{n-1}$$ رابطه (۱۰)

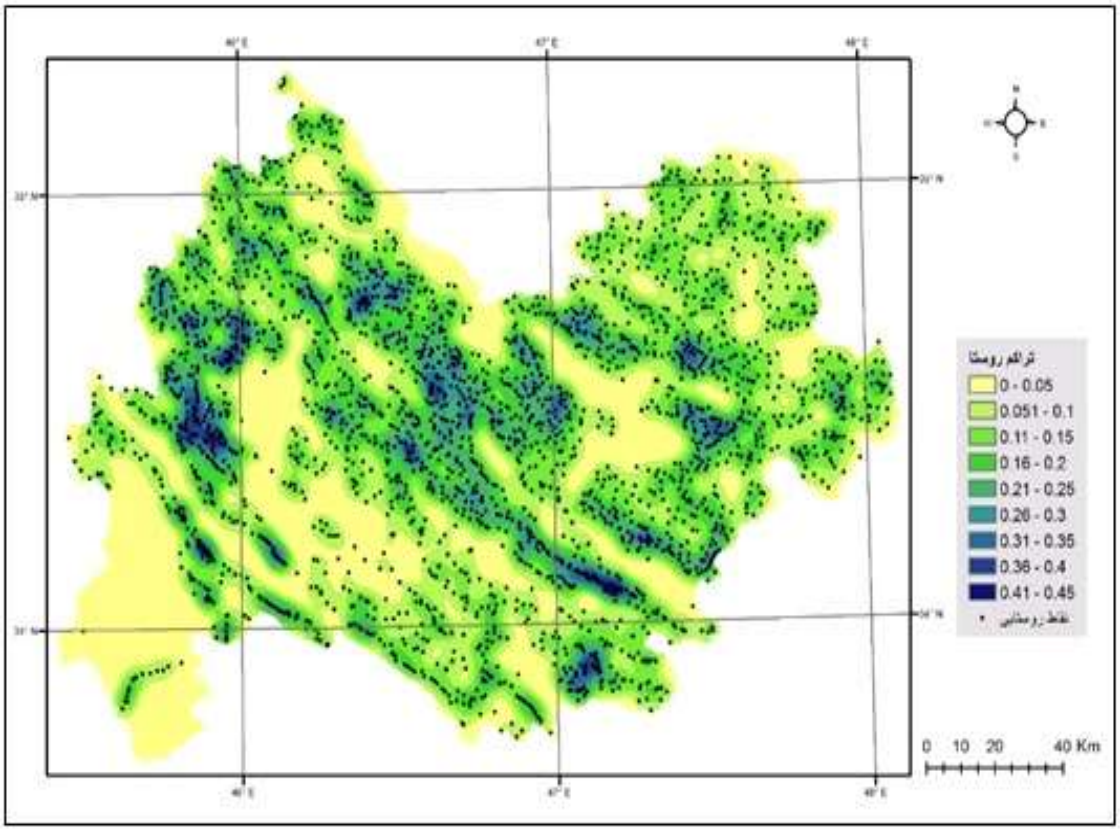
15- Orthigonal
16- Spatial Autocorrelation (Morans I)
17- Dispersed
18- Random
19- Clustered
20- Significant

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

$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2$$ رابطه (۱۱)

## یافته‌ها و بحث

با توجه به فاصله افقی روستاهای استان مشاهده می‌شود که با افزایش فاصله تعداد روستاها نیز کاسته می‌شود و بالعکس با کاهش فاصله تعداد روستاها نیز افزوده می‌شود. این مطلب هم از طریق نقشه تراکم و هم از طریق نقشه درون‌یابی فاصله روستاها قابل استناد است (شکل ۱).

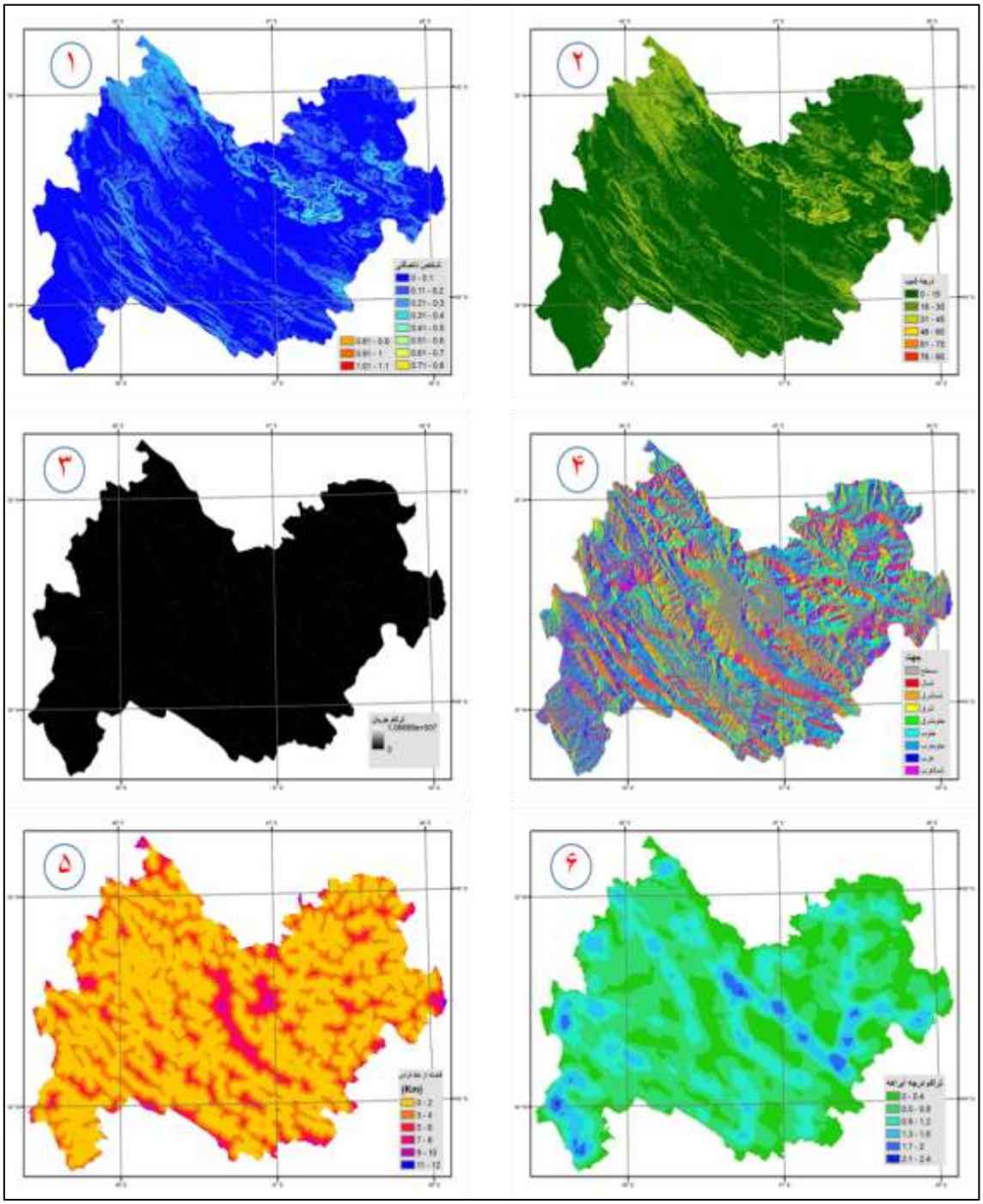



**شکل ۱: نقشه تراکم روستاهای استان کرمانشاه**

**Figure 1: Density map of villages in Kermanshah province**

سپس لایه‌های ژئوهیدرلوژی مشتمل بر لایه‌های شاخص ناهمگنی، شاخص رطوبت توپوگرافی، ارتفاع، شیب، جهت شیب، تراکم آبراهه، تراکم درجه آبراهه استرالر، فاصله از خط الرأس‌ها، شاخص تراکم جریان و شاخص موقعیت توپوگرافی، شاخص SRR و شاخص CTI ترسیم و مقادیر هریک از این شاخص‌ها برای تمامی نقاط روستایی استان کرمانشاه استخراج شد (اشکال ۲ و ۳).

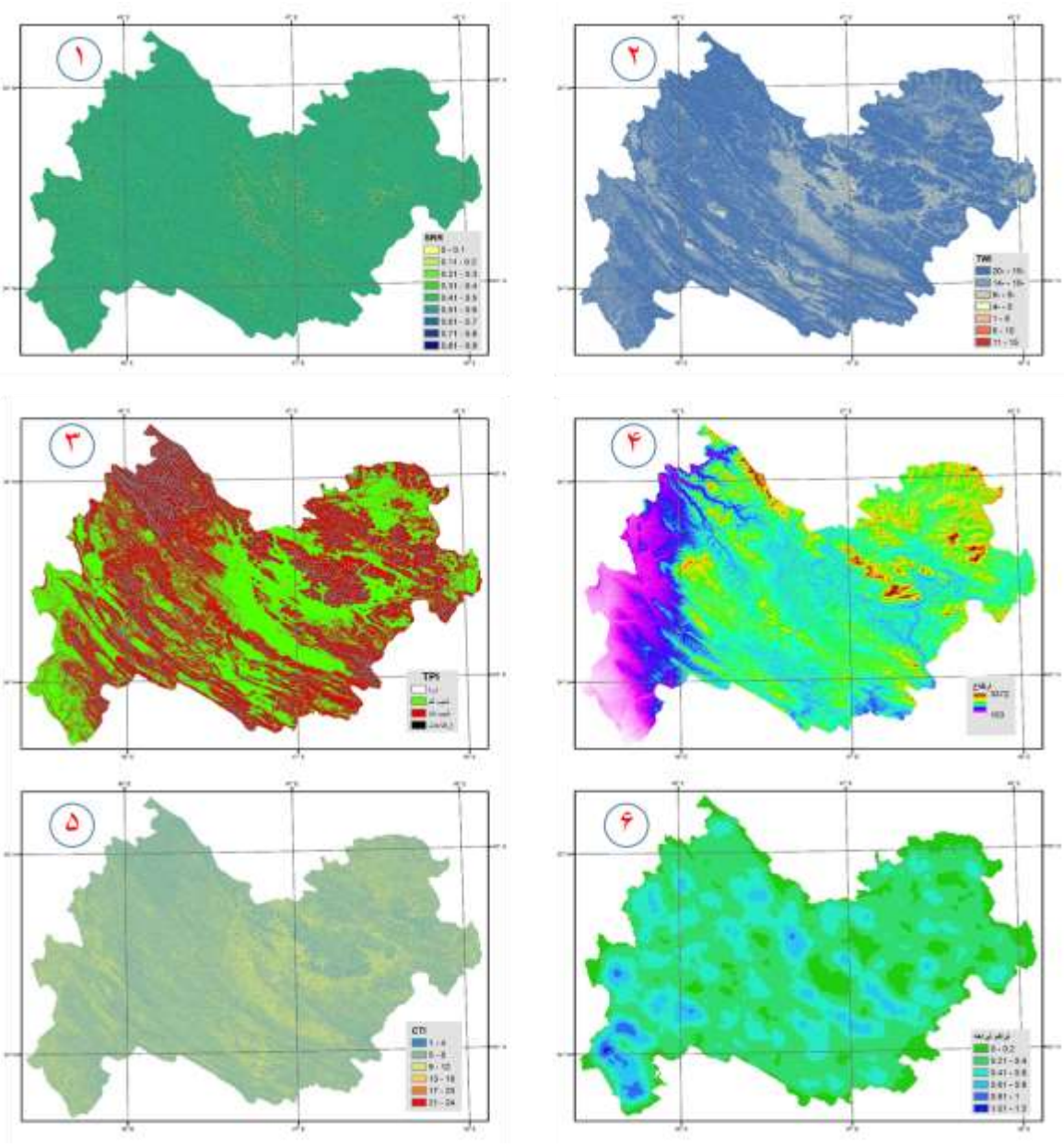
[ Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31 ]




شکل ۲: لایه ژئوهیدرولوژی مستخرج از DEM ۳۰ متر استان کرمانشاه: ۱- شاخص ناهمگنی، ۲- درجه شیب، ۳- تراکم جریان، ٤- جهت شیب، ٥- فاصله از خط الراس و ٦- تراکم درجه آبراهه

**Figure 2: Geochemical layer extracted from 30 m DEM of Kermanshah province: 1- heterogeneity index, 2- degree slope, 3- flow density, 4- way slope, 5- distance from ridge and 6- degree waterfall**

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




**شکل ۳: لایه ژئوهیدرولوژی مستخرج از DEM ۳۰ متر استان کرمانشاه: ۱- SRR، ۲-TWI، ۳- TPI، ٤- ارتفاع، ٥- CTI و ٦- تراکم آبراهه**

**Figure 3: Geohydrology layer extracted of 30 m DEM of Kermanshah Province: 1- SRR, 2- TWI, 3-TPI, 4- Height, 5- CTI, 6- Condensation Channel**

سپس با استفاده از داده‌های استخراجی نقاط نمونه (کل نقاط روستایی) همبستگی مابین میزان تراکم نقاط روستایی با فاکتورهای ژئوهیدرولوژی طراحی و محاسبه شد. نتایج حاکی از ارتباط معنادار تراکم نقاط روستایی با عوامل یاد شده دارد. به ترتیب اولویت نیز تراکم آبراهه، تراکم درجه آبراهه، فاصله از خط الراس، ارتفاع، شاخص ناهمگنی، شیب، شاخص TPI، شاخص CTI و در نهایت نیز شاخص TWI ارتباط معناداری دارند و شاخص تراکم جریان، جهت شیب و شاخص SRR فاقد همبستگی معناداری با تراکم نقاط روستایی دارد (جدول ۱ و شکل ٤).

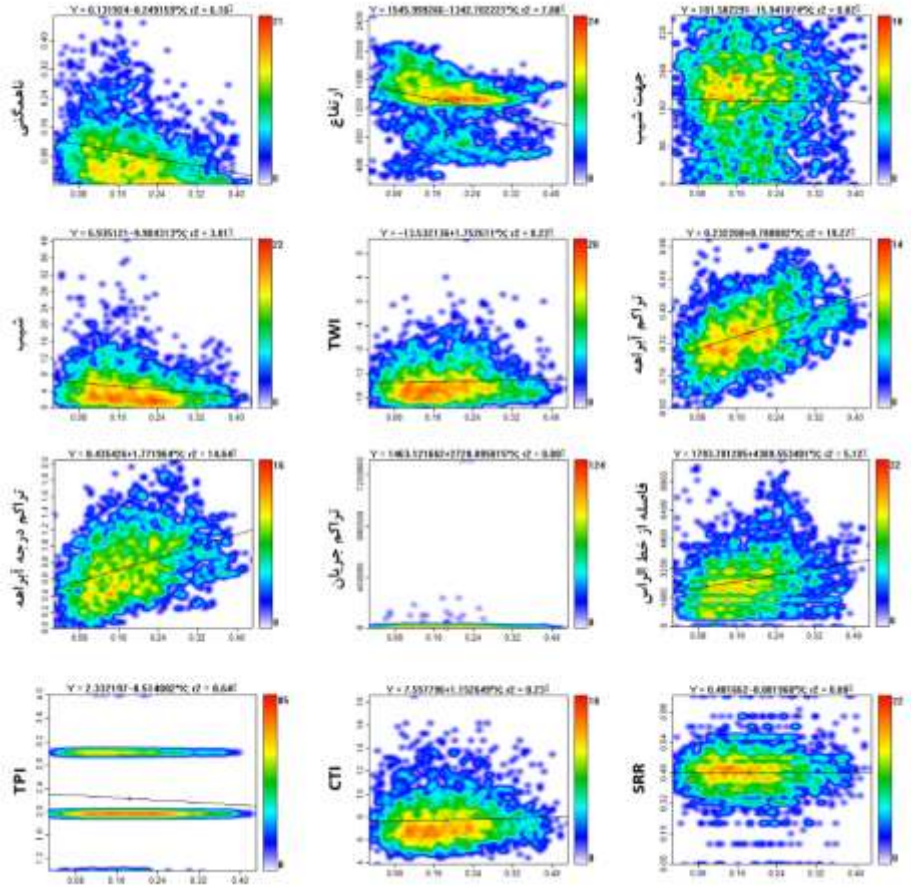
[ Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31 ]

جدول ۱- سنجش همبستگی و قابلیت برآورد لایه‌های ژئوهیدرولوژی در تراکم نقاط روستایی استان کرمانشاه

**Table 1- Correlation and geohydrology estimation capability in rural areas of Kermanshah province**

| شاخص | همبستگی | درصد پیش‌بینی کنندگی | شاخص | همبستگی پیرسون | پیش‌بینی کنندگی (٪) |
|---|---|---|---|---|---|
| ناهمگنی | -۰/۲٤۸** | ٦/۱٦ | تراکم درجه آبراهه | ۰/۳۸۳** | ۱٤/٦٤ |
| ارتفاع | -۰/۲۷۹** | ۷/۸ | تراکم جریان | ۰/۰۰٦ | ۰ |
| جهت شیب | -۰/۰۱٤ | ۰/۰۲ | فاصله از خط | ۰/۲۲٦** | ۵/۱۲ |
| شیب | -۰/۱۷۳** | ۳/۰۱ | TPI | -۰/۰۸۰** | ۰/٦٤ |
| TWI | ۰/۰٤٦* | ۰/۲۲ | CTI | ۰/۰٤۸* | ۰/۲۳ |
| تراکم آبراهه | ۰/٤۳۹** | ۱۹/۲۷ | SRR | -۰/۰۰۱ | ۰ |

با توجه به شیب خط منتج از معادله وایازش خطی ما بین عوامل یاد شده با تراکم نقاط روستایی این نتیجه حاصل می‌شود که به صورت نسبی با کاهش ناهمگنی و تضرس، ارتفاع، طبقه لندفرم و شیب و با افزایش نسبی تراکم آبراهه، تراکم درجه آبراهه، فاصله از خط الراس، TWI و CTI تراکم نقاط روستایی بیش‌تر می‌شود. لازم به یادآوری است که در تمامی معادلات y بیانگر تراکم نقاط روستایی و x بیانگر هریک از فاکتورهای ژئوهیدرولوژی مورد بررسی است (شکل ٤).




شکل ٤: قابلیت برآورد لایه‌های ژئوهیدرولوژی با پراکنش نقاط روستایی استان کرمانشاه به روش وایازش خطی

**Figure 4: Estimation of geohydrology layers with distribution of rural areas of Kermanshah province by linear method**

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

البته لازم به ذکر است که به لحاظ آماری چون شاخص TPI و جهت شیب ماهیتی اسمی دارند، لذا در این مرحله از سنجش ارتباط وایازش ناپارمتری نیز استفاده شد که نتایج آن در جدول (۲) آمده است. بر اساس شاخص TPI بیش‌ترین همبستگی پراکنش نقاط روستایی با طبقه مناطق شیب کم با ۷۰ درصد است و از نظر جهت شیب نیز بیش‌ترین همبستگی با جهت غربی با ۲۱ درصد فراوانی نقاط روستایی است.

**جدول ۲- سنجش ارتباط ناپارامتریک لایه‌های ژئوهیدرولوژی در تراکم نقاط روستایی استان کرمانشاه**

**Table 2- Nonparametric association of geohydrology layers in the density of rural areas of Kermanshah province**

| TPI | | | | جهت شیب | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبقه | فراوانی | ٪ | همبستگی | طبقه | فراوانی | ٪ | همبستگی |
| دره | ۱۷۹ | ٤ | -۰/۰۸۳ | مسطح | ۳۸ | ۱ | ۰/۰۲۵ |
| شیب کم | ۳۸۹ | ۷۰ | ۰/۱۵۳ | شمال | ٤۳۲ | ۱۵ | ۰/۰۰٦ |
| شیب زیاد | ۱۳۱٤ | ۲۷ | -۰/۱۲٤ | شمال‌شرق | ۲٦۳ | ۹ | ۰/۰۲۸ |
| ارتفاعات | ۵۷۹ | ۰ | -۰/۰۱۰ | شرق | ۲۷۳ | ۱۰ | ۰/۰۲۲ |
| | | | | جنوب‌شرق | ۳۱۳ | ۱۱ | -۰/۰۲۹ |
| | | | | جنوب | ۵٤۰ | ۱۹ | -۰/۰۳۱ |
| | | | | غرب | ٦۰۳ | ۲۱ | ۰/۰۰۳ |
| | | | | شمال‌غرب | ۳٦۰ | ۱۳ | ۰/۰۰۳ |
| $R^2$ | ۰/۷۲۷ | | | $R^2$ | ۰ | | |

در نهایت نیز نتایج خود همبستگی موران بیانگر وجود الگوی پراکنش منظم روستاها به‌ترتیب در مورد تراکم درجه آبراهه، ارتفاع، تراکم آبراهه، ناهمگنی، شیب، فاصله از خط‌الراس، TPI، SRR، TWI و CTI است. در مورد شاخص‌های تراکم جریان و جهت شیب، الگوی اتفاقی به‌دست آمده است (جدول ۳).

**جدول ۳- نتایج الگوی توزیع روستاهای استان کرمانشاه با استفاده از شاخص خود همبستگی موران**

**Table 3- Results of distribution pattern of villages in Kermanshah province using Moran self-correlation index**

| شاخص | نمره شاخص موران | نمره استاندارد | مقدار احتمال | درصد اطمینان | نوع توزیع |
|---|---|---|---|---|---|
| ناهمگنی | ۰/۵٤ | ۷/۷۸ | ۰ | ٪۹۹ | منظم |
| ارتفاع | ۰/۷۹۸ | ۱۱/۵۲ | ۰ | ٪۹۹ | منظم |
| جهت شیب | ۰/۰٦٦ | ۰/۹٦ | ۰/۳٤ | - | اتفاقی |
| شیب | ۰/۳٤۲ | ٤/۹۵ | ۰/۰۰۰۰۰۱ | ٪۹۹ | منظم |
| TWI | ۰/۱۸۹ | ۲/۷۳ | ۰/۰۰٦٤ | ٪۹۹ | منظم |
| تراکم آبراهه | ۰/۵٦۹ | ۸/۲۱ | ۰ | ٪۹۹ | منظم |
| تراکم درجه آبراهه | ۰/۸۵۵ | ۱۲/۳٤ | ۰ | ٪۹۹ | منظم |
| تراکم جریان | ۰/۰۳٤ | ۰/٦٤ | ۰/۵۲۲ | - | اتفاقی |
| فاصله از خط الراس | ۰/۳۲۸ | ٤/۷٤ | ۰/۰۰۰۰۰۲ | ٪۹۹ | منظم |
| TPI | ۰/۲۸٤ | ٤/۱۱ | ۰/۰۰۰۰٤۰ | ٪۹۹ | منظم |
| CTI | ۰/۱۱٦ | ۱/٦۸ | ۰/۰۹۳ | ٪۹۰ | منظم |
| SRR | ۰/۲۰۱ | ۲/۹۰ | ۰/۰۰۳۷ | ٪۹۹ | منظم |

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

## نتیجه‌گیری

در مورد نقش خصوصیات کمی ژئوهیدرولوژی با پراکنش نقاط روستایی تقریباً کاری منسجم انجام نپذیرفته و علت اهتمام به این پروژه نیز فقدان مطالعات پیشین در این حیطه است. در این تحقیق سوای دلایل انسانی، فرهنگی، ارتباطی، اقتصادی و ... سعی بر واضح نمودن نقش عوامل ژئوهیدرولوژی کمی در تعیین پراکنش و الگوی توزیع نقاط روستایی قرار دارد که نتایج شایان توجهی نیز به‌دست آمده است. با مطالعه نوع ارتباط، رابطه منفی عوامل شیب، ارتفاع، TPI و ناهمگنی و رابطه مثبت تراکم آبراهه، تراکم درجه آبراهه، فاصله از خط الراس، TWI و CTI بر تراکم استقرارگاه‌های روستایی اثرگذاری نموده است. بیش‌ترین همبستگی تمرکز مناطق مسکونی روستاییان نیز به‌ترتیب در سطح ۹۹ درصد با عامل تراکم آبراهه، تراکم درجه آبراهه، ناهمگنی، فاصله از خط الراس، شیب و شاخص TPI است و در سطح ۹۵ درصد اطمینان نیز این همبستگی به‌ترتیب با شاخص‌های TWI و CTI برقرار است. بیش‌ترین تراکم نقاط روستایی در جهت شیب غربی واقع شده و به لحاظ مورفومتری زمین، در مناطق مسطح و شیب کم، مساکن روستاییان بنا شده است. در مورد چینش و الگوی پراکنش نقاط روستایی در استان کرمانشاه به‌ترتیب تراکم درجه آبراهه، ارتفاع، تراکم آبراهه، ناهمگنی، شیب، فاصله از خط الراس، TPI، SRR، TWI و CTI اثرگذار بوده است. در مجموع، محیطی که دسترسی به منابع آب‌های سطحی دائمی‌تر، ارتفاعات پایین‌تر، زمین‌های غیر متضرس‌تر، شیب‌های ملایم، فاصله گرفتن از ستیغ‌ها و خط الراس‌ها، دوری گزینی از مسیل‌ها و باتلاق‌ها، استقرار در پهنه‌های وسیع و هموار و عمدتاً در جهات غربی دلایل گزینش سکونتگاه‌های روستاییان استان کرمانشاه بوده است. این گزینش‌ها به لحاظ آماری نه تنها اتفاقی نبوده بلکه کاملاً گویای نظم در انتخاب چنین استقرارگاه‌های نیز می‌باشد.

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

## References

- Abdollah Zadeh, G. H., Ranjbari Shareh, S., Rahimi, R. A., (2017), "Investigating the impact of watershed projects on quality of life in rural areas of Babol", ***Journal of Geographical Space***, 17 (59): 121-142. [In Persian].
- Akbar Okhli, F., Velayati. S., (2007), "The study of the status of natural factors in the establishment of rural settlements (A case study of rural settlements of Kopeh Dagh highlands - Hizmeshjd)", ***Journal of the Geographical Society of Iran (Geography)***, 13: 45-66. [In Persian].
- Anabstani, A. A., (2011), "The role of natural factors in stability of rural settlements (case study: Sabzevar county)", ***Geography and Environmental Planning***, 40 (4): 89-104. [In Persian].
- Azizpour, F., Shamsi, R., (2014), "The role of environmental factors in the spatial organization of rural settlements (Case study: Small Lavasan Village)", ***Sepehr***, (29), 89: 106-112. [In Persian].
- Bahrami, R. A., (2011), "Environmental constraints and bottlenecks and its effect on the instability of rural settlements (case study: Sanandaj city)", ***Quarterly Journal of Rural Studies***, 2 (2):153-170. [In Persian].
- Ebrahimi, J., Masoumeh Pashandi, L., (2014), "Investigating the role of natural geography factors in the formation and development of settlements (Case Study: Kelardasht City)", 2nd Iranian Congress on Urban Management,17 november 2014, university of Tehran, Index (COI): TSDI02_037. [in Persian].
- Fazelniaya, Gh., Rajaei, M. Hakim Dost, S. Y., (2012), "An analysis of natural factors affecting the distribution and establishment of rural settlements in Sirjan City", ***Regional Planning Quarterly***, 16: 109-124. [In Persian].
- Gessler, P. E., Moore, I. D., McKenzie, N. J., Ryan, P. J., (1995), "Soil-landscape modeling and spatial prediction of soil attributes", ***International Journal of GIS***, 9 (4): 421-432.
- Gholami Rad, Z., Vali Shariat Panahi, M., (2012), "Determination of the place of natural factors in establishment of rural settlements in kermanshah province based on the analytical hierarchy process model (AHP) model using GIS", ***Geography of the Territory***, 10 (37): 55-76. [In Persian].
- Jafar Biggloo, M., Ghadiri-Mousem, M., Mousavi-Roozan, S. M., Mousavi-Roozan, R., Bakhshi, Z., (2013), "The role of natural factors in spatial dispersion of rural settlements of Torbat Jam", ***Quarterly Journal of Space economic and Rural Development***, 2(2): 54-33. [In Persian].
- Jiang, G., He, X., Ma.W., (2015), " Rural settlements spatial pattern evolution and zoning district based on spatial autocorrelation, ***Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering***, 31 (13): 265-273.
- Khosravi, O., Asghari Lafmajani, S., Alipour, M., (2014), "Application of fuzzy logic in optimal location of villages settlement and analysis of the present situation of villages in relation to natural factors (central desert of Bardescan study area)", ***Iranian Journal of Applied Geomorphology***, 4: 78-89. [In Persian].
- Li, Y., Liu, C., Zhang, H., Gao, X., (2011), "Evaluation on the human settlements environment suitability in the Three Gorges Reservoir Area of Chongqing based on RS and GIS", ***J. Geogr. Sci***, 21: 346-358.

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

- Maleki, A., Marabi, H., Rahimi, H., (2016), "Assessment of topographic positioning index (TPI) in Sanandaj-Sirjan zone and Broken Zagros", ***Quantitative Geomorphology Researches***, 5 (1): 129-141. [In Persian].
- Maleki, A., (2009), "Assessment of the situation of the establishment of rural places in Kermanshah city", ***Quarterly Journal of Human Geography***, 3: 13-26. [In Persian].
- Mousavi, M., Nazarmafar, H., Avatab, A., (2013), "The study of the role of natural factors in the geographical distribution of population and urban settlements using GIS and Geoda (Case study: West Azarbaijan Province)", ***Geography Quarterly and Studies Environmental Issue***, 5: 80-98. [In Persian].
- Pike, R. J., Wilson, S. E., (1971), "Elevation relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area altitude analysis", Bull, ***Geol. Soc. Am***, 82: 1079-1084.
- Rahmani, M., (2004), "Effect of natural environment factors on spatial distribution pattern of settlements and rural population of Amol city", ***Population Quarterly***, 12 (49-50): 141-152. [In Persian].
- Rezvani, M., Ali Khah Asl, M., Faraji Farkhani, A.,(2019), Evaluation of ecological capability for expanded and concentrated outdoor recreation utilization of the Bargour basin of Kardeh basin of Mashhad using the Hierarchical-Fuzzy analytical process, ***Journal of Geographical Space***, 18 (64): 1-19. [In Persian].
- Riley, S. J., DeGloria, S. D., Elliot, R., (1999), "A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity", ***Intermountain Journal of Sciences***, 5 (1-4): 23-27.
- Seto, K. C., Fragkias, M., (2005),"Quantifying spatiotemporal patterns of urban land-use change in four cities of China with time series landscape metrics", ***Landsc. Ecol***, 20: 871-888.
- Tidsskrift, G., (1987), "Location of rural settlements and geology: A case study of the Salento peninsula (S. Italia)", Bind 87, ***Copenhagen***, 87: 42-49.
- Wei, W., Shi, P., Zhou, J., Feng, H., Wang, X., Wang, X., (2013), "Environmental suitability evaluation for human settlements in an arid inland river basin: A case study of the Shiyang River Basin", ***J. Geogr. Sci***, 23: 331-343.
- Weiss, A., (2001), "Topographic position and landforms analysis", Poster presentation, ESRI User Conference, U.S.A, San Diego, CA, 3 july: 2001, pp 1-3.
- Zhang, Zh., Xiao, R., Shortridge, A., Wu, J., (2014), "Spatial point pattern analysis of human settlements and geographical associations in Eastern Coastal China: A case study", ***International Journal Environ*tal *Research Public Health***, 11 (3): 2818-2833.

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