فصلنامه علمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال ۱۰، شمارهٔ پیاپی ۳۸، تابستان ۱۳۹۹
شاپای چاپی: ۶۷۳۵- ۲۲۵۱ – شاپای الکترونیکی: ۷۰۵۱- ۲۴۲۳
http://jzpm.miau.ac.ir

تحلیل آمار فضایی زلزله و تطابق آن با گسل ها و رسوبات سست کواترنری با استفاده از *GIS* در استان خوزستان

دکتر محمد ابراهیم عفیفی[۱]: استادیار گروه جغرافیا ژئومورفولوژی ،واحد لارستان ، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، لارستان، ایران

دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۳ صص ۱۹۰- ۱۷۹ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۱۹

چکیده

آنچه دارای اهمیت است وضعیت شهرها و کلان شهرهایی است که بر روی گسل‌ها یا در مجاورت آنها ساخته شده و در معرض خطر زلزله قرار دارند. هدف اصلی این پژوهش تجزیه تحلیل آمار فضایی زلزله های استان خوزستان و تطابق آن با گسل ها و رسوبات سست کواترنری می باشد. جهت بررسی خوشه های زلزله ابتدا به تعیین بهترین روش درونیابی زلزله از شاخص کریجیینگ پرداخته شد که نتایج نشان داد که روش وزن دهی معکوس با ضریب تعییین ۰/۷۵ بهترین مدل جهت پهنه بندی زلزله می باشد. برای تحلیل و توزیع فضایی زلزله از شاخص موران ولکه های داغ با استفاده از نرم-افزار *ArcGIS10* و با ابزار موجود *Spatial Statistics Tools* که بسیار منعطف است استفاده شد. تحلیل خوشه ای یک روند کلی است و میتواند توسط الگوریتم های مختلفی به دست آید. بیشترین الگوی خوشه ای زلزله مربوط به زلزله های بزرگتر از ۶ ریشتر ۱/۰۰۳۶۶۵ می باشد. نتایج بررسی جهت کلی زلزله در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹- ۲۰۱۴ نشان داد که جهت زلزله های با بزرگی مختلف در این استان از شمال غربی به سمت جنوب شرقی می باشد. زلزله با گسل ها و سازند کواترنر رابطه مستقیم دارد.

واژه‌های کلیدی: زلزله، استان خوزستان، گسل، شاخص کرجینگ ، آماره موران.

[۱]- نویسنده مسئول: *afifi_ebrahim@yahoo.com* ، ۰۹۱۷۱۸۱۶۳۵۳

مقدّمه:

بررسی های آماری زلزله های رخ داده، به ویژه در دهه های اخیر نشان می دهد که ایران از جمله مهم ترین کشورهای زلزله خیز جهان محسوب می شود و بارها شاهد حوادثی بوده ایم (*Hashemi 2010:10*). همچنین با قرار گیری در کمربند زلزله آلپ –هیمالیا، کشور ایران طی قرون گذشته ۱۳۰ زلزله به بزرگی ۷/۵ یا بیشتر را تجربه کرده است که ده ها هزار نفر انسان را به کام مرگ فرستاده است (*Aghamohammadi 2016:47*). بدون شک این گونه زلزله ها آخرین زلزله هایی نیست که در ایران اتفاق می افتد و منجر به بحران های ملی می شود. امروزه اهمیت رخداد زلزله در کشور ما با تشدید روند توسعه کشور، گسترش شهری، تمرکز جمعیت و افزایش سرمایه های مادی و معنوی و افزایش آسیب پذیری این سرمایه ها در پهنه لرزه خیز ایران بیشتر درک می شود. با توسعه و گسترش روزافزون شهرهای بزرگ در مناطق لرزه خیز از جهات جمعیتی، اقتصادی، سیاسی و اجتماعی، آسیب پذیری این شهرها در مقابل زمین لرزه های مخرب رو به افزایش است (*Adib 2016:6*). ویژگی‌های زمین ساخت رشته‌کوه‌های زاگرس و دشت خوزستان سبب فعالیت تعداد زیادی گسل شده که منشأ لرزش‌های زمین در این منطقه می‌شوند(*Naseri 2016:47*). عمق کانون زلزله های استان بین ۲۰ تا ۳۰ کیلومتری پوسته زمین است. در مورد تطابق زلزله ها با گسل ها و رسوبات سست کواترنر اولا وجود زلزله با گسل ها و سازند کواترنر رابطه مستقیم دارد درثانی بیشترین تطابق گسل ها و رسوبات سست کواترنر مربوط به زلزله های با بزرگی۳-۴ ریشتر و نیز زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر می باشد. نتایج تحلیل های الگوی خوشه زلزله نشانگر خوشه ای بودن زلزله در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱۴ می باشد. آنچه دارای اهمیت است وضعیت شهرها و کلان شهرهایی است که بر روی گسل ها یا در مجاورت آنها ساخته شده و در معرض خطر زلزله قرار دارند (*Gholizade 2010:20*). بدین لحاظ توجه صرف به شاخص های سازه ای در کاهش آسیب پذیری لرزه ای کافی نیست بلکه از طریق ایجاد رابطه دوسویی میان برنامه ریزی و مدیریت ریسک زلزله، می توان ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای و برآورد ریسک کامل تر و دقیق تری انجام داد و به تدوین راهبردها و برنامه های مقابله با زلزله پرداخت (*Hataminezhad 2008:30*). در این پژوهش یک مجموعه تحلیل های آمار فضایی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بر روی زمین لرزه های استان خوزستان صورت می گیرد. آمار فضایی به ما کمک می کند تا رفتار پدیده های جغرافیایی را بهتر درک نماییم، و به ما در شناسایی الگوها و روندهای موجود در پدیده های جغرافیایی و کشف آنها کمک زیادی می نماید(*Bahri 2018:25*) .به کمک آمار فضایی می توان نحوه توزیع پدیده های متعدد از جمله زمین لرزه را در یک عدد خلاصه نمود .به طوری که بسیاری از تصمیماتی را که با ملاحظه نقشه ها صورت می گیرند با دقت علمی بیشتری اتخاذ گردد(*Afsharnajafi 2016:5*).

هدف تحقیق: تجزیه و تحلیل آمار فضایی زلزله استان خوزستان و تطابق آن با رسوبات سستت کواترنری.

فرضیه تحقیق: توزیع فضایی گسل ها در روند وتوزیع زلزله استان خوزستان مطابقت دارد.

سوال تحقیق: آیا آمار فضایی (شناسایی گسل هاو سازندها) در روند و توزیع رخدادهای زلزله مؤثر است؟

پیشینه و مبانی نظری:

(*Falsoleiman 2012:6*) با استفاده از *GIS* و *RS* به مدیریت زلزله پرداختند. این مطالعه در کشور ایران انجام شد و نتایج نشان داد که ترکیب *GIS* و *RS* بهتر می تواند به شناسایی نقاط حادثه خیز بپردازد. (*Zangi Abadi 2015:15*) به کاربرد منطق فازی و آمار فضایی در ارزیابی خطر ریسک زلزله ها در منطقه ۱۶ تهران پرداختند. نتایج نشان داد که مناطق جنوبی نقاط آسیب پذیرتری در مقابل زلزله بودند. *(Anselin 2000:6)* به توزیع مکانی- فضایی زلزله ها در کالیفرنیا پرداختند. در این پژوهش از آمار فضایی در توزیع مکانی فضایی زلزله ها استفاده شد و شاخص مورد استفاده در این پژوهش شاخص *K-Reply* بود. نتایج نشان داد که بیشتر زلزله ها در مناطق جنوبی کالیفرنیا اتفاق افتاده اند.*(Ahmadi, ۱۹۹۹)* به ارزیابی ریسک زلزله ها در محیط *GIS* پرداختند. در این پژوهش از تکنیک آمار فضایی موران استفاده شد و علاوه بر آن از *K-reply* نیز استفاده شد. این پژوهش نشان داد که نقاط داغ و سرد زلزله و کانون های آن توسط آمار فضایی قابل شناسایی است. *(Anselin 2000:5)* در پژوهشی تحت عنوان توزیع فضایی مکانی زلزله ها با استفاده از *GIS* در کشور چین پرداختند. روش تحقیق برپایه آمار فضایی بود و علاوه بر *GIS* از سنجش از دور نیز استفاده شد. نتایج تحقیق حاکی از آن است که با استفاده از *GIS* می توان به مدیریت ریسک زلزله پرداخت.*(Hashemi 2010:9)* به تحلیل مکانی زمانی اثر متقابل گسل های لرزه ای بر یکدیگر در بخش میانی ناحیه زاگرس پرداختند.*(Aghamohammadi 2016:47)* استخراج گسل های زمین شناسی را با استفادهه ز داده های سنجش از دور در شمال اسستن خراسان مورد بررسی قراردادند. (*Adib 2016:7*). پهنه بندی لرزهای شرق استان یزد بر اساس زلزله ها و گسل های کواترنر با استفاده از مدلسازی فرکتالی مورد بررسی قرار دادند. (*Afsharnajafi 2016:5*) ویژگی های زمین

ساختی خط واره ها ی مرتبط با دگرسانی در منطقه بجستان خاور ایران را مورد بررسی قراردادند. (*Naseri 2015:47*) الگو یابی داده های لرزه ای با استفاده از خوشه بندی به منظور پیش بینی زلزله در جزیره قشم مورد بررسی قراردادند.

مواد و روش تحقیق:

در این پژوهش جهت پهنه بنـدی زلزله در استان خوزستان داده هـای مربوط به شدت زلزله در منطقه مورد مطالعه وارد پایگـاه داده اطلاعـات *GIS* گردیـد و بـا اسـتفاده از فنـون زمـین آمـار اقدام به پهنه بندی شد جهت پهنه بندی زلزله در منطقه مورد مطالعه، از مدل کریجینگ استفاده شد.

چگونگی اجرای میان یابی با روش *Kriging*:

روش های میانیابی *Spline* و *IDW* جز روش های جبری محسوب می گردند. اما میان یابی با روش *Kriging* جز روش های زمین آمار است که مبتنی بر مدلهای آماری شامل خودهمبستگی می باشند.از این روشها نه تنها برای برآورد رویه یک سطح استفاده می شود بلکه به کمک این روشها پارامترهایی مثل قطعیت و دقت نتایج خروجی حاصل از میانیابی را نیز می توان محاسبه نمود.یک فرمول کلی برای روشهای میانیابی *IDW* و *Kriging* وجود دارد که هر دو برای تعیین ارزش هر یاخته، به ارزشهای خروجی نقاط نمونه برداری شده انتخابی مجاور، وزنهایی را می دهند تا مقدار ارزش هر یاخته را به این طریق برآورد نمایند.در روش *Kriging* مقدار وزنهایی که به ارزش نقاط نمونه برداری شده ورودی اختصاص داده می شود نه تنها مبتنی بر فاصله بین هر نقطه نمونه برداری شده است بلکه علاوه بر آن به نحوه چیدمان و نظم کلی پراکنش مکانی نقاط نمونه برداری شده و همچنین مقدار ارزش های آنها بستگی دارد.

برای انجام میانیابی به روش *Kriging* دو کار لازم است که انجام گیرد:

الف: مشخص کردن قواعد وابستگی در میان یابی با روش *Kriging* ب: پیش بینی و برآورد نتایج.

خودهمبستگی مکانی به عنوان یک اصل کلی در علوم جغرافیا، بیان کننده این مسئله است که چیزهایی که به هم نزدیک تر هستند شباهت بیشتری با هم دارند تا نسبت به چیزهایی که دورتر از هم قرار دارند. بنابراین در تمام جفت موقعیت هایی که نزدیک تر هستند باید از نظر مقدار ارزشهایی که دارند به هم شبیه تر باشند و همچنین تفاضل مربعات کمتر است. همینطور که فاصله بین جفت نقاط ورودی، از هم زیادتر می شود در واقع شباهت بین نقاط نمونه برداری شده کمتر بوده و ارزشهای آنها تفاضل مربعات بیشتری را نشان می دهند.

شاخص موران : خودهمبستگی به رابطه بین مقادیر باقیمانده در طول خط رگرسیون مربوط می‌شود. خودهمبستگی قوی زمانی رخ می‌دهد که مقایر یک متغیر که از نظر جغرافیایی به هم نزدیک هستند با هم مرتبط باشند به عبارتی دیگر تغییراتشان به صورت سیستماتیک رخ دهد. اگر عوارض و یا مقادیر متغیرهای مربوط به آنها به طور تصادفی در فضا توزیع شده باشند ظاهراً نباید بین آنها ارتباطی وجود داشته باشد. آزمون موران الگوی پراکنش این عوارض را با در نظر گرفتن مقادیر خصیصه مورد مطالعه از نظر الگوی خوشه‌ای و یا پراکنده بودن مورد بررسی قرار می‌دهد.مدل خود همبستگی فضایی موران : شاخص موران بین مقادیر ۱- تا ۱+ محاسبه می شود.مقدار ۱+ بیانگر الگوی کاملاً تک قطبی (خوشه ای)، مقدار صفر بیانگر الگوی تجمع تصادفی یا چند قطبی و مقدار ۱- بیانگر الگوی پراکنده می باشد.هر چه این ضریب مقدار بالاتری داشته باشد ، بیانگر تجمع زیاد و هر چه مقدار پایین تری داشته باشد بیانگر پراکندگی می باشد. نتیجه بصورت خوشه ای(*clustered*)، تصادفی(*random*) و یا پراکنده (*dispersed*) روی شکل خروجی مدل نشان داده می شود. ابزار این مدل در *analyzing tools* -> *spatial statistics tools* قرار دارد.

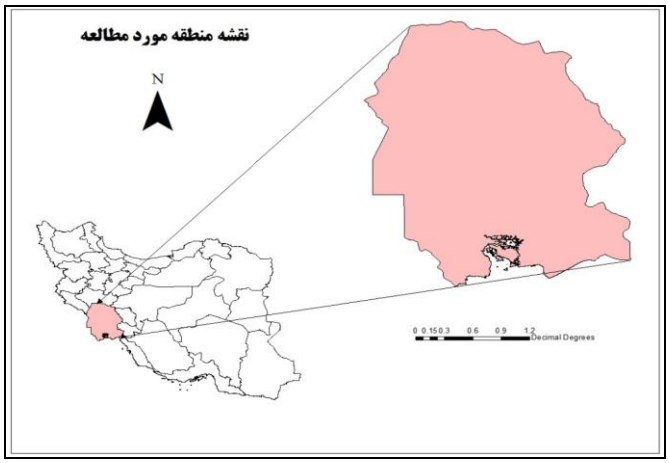
خوشه‌بندی: در خوشه‌بندی، هدف تقسیم داده به گروه‌های مختلف است که با رنگ‌های مختلف در اینجا نشان داده شده‌اند.در تجزیه و تحلیل خوشه یا خوشه بندی، گروه بندی مجموعه ای از اشیاء انجام می‌شود اینکار به این صورت است که اشیاء در یک گروه (به نام خوشه) در مقایسه با دیگر دسته‌ها (خوشه ها) مشابه تر هستند. این وظیفه اصلی داده کاوی اکتشافی است و یک روش معمول برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری است که در بسیاری از زمینه‌ها از جمله یادگیری ماشین، تشخیص الگو،تجزیه و تحلیل تصویر، بازیابی اطلاعات، بیوانفورماتیک، فشرده سازی داده‌ها و گرافیک کامپیوتری استفاده می‌شود.تجزیه و تحلیل خوشه ای خود یک الگوریتم خاص نیست، بلکه روند کلی است و می‌تواند توسط الگوریتم‌های مختلفی به دست آید که در درک آنچه که یک خوشه را تشکیل می‌دهند و نحوه کارآمدی آن‌ها را پیدا می‌کند.اصطلاحات خوشه‌ها شامل گروه‌هایی با فاصله‌های کم بین اعضای خوشه، مناطق متراکم فضای داده، فواصل و یا توزیع‌های آماری خاص است. بنابراین خوشه بندی می‌تواند به عنوان یک مسئله بهینه سازی چند هدفه صورت گیرد. الگوریتم خوشه بندی مناسب و تنظیمات پارامتر (از جمله پارامترهایی مانند تابع فاصله مورد استفاده، آستانه تراکم یا تعداد خوشه مورد انتظار) بستگی به تنظیم مجموعه داده‌ها توسط فرد و استفاده خاص فرد از نتایج دارد. تجزیه و تحلیل خوشه ای یک روش اتوماتیک نیست، بلکه یک فرآیند

تکراری از کشف دانش یا بهینه سازی چند هدفه تعاملی است که شامل آزمایش و شکست است. اغلب لازم است که داده‌های پیش پردازش شده و پارامترهای مدل اصلاح شوند تا نتیجه حاصل ، همان نتیجه دلخواه باشد.

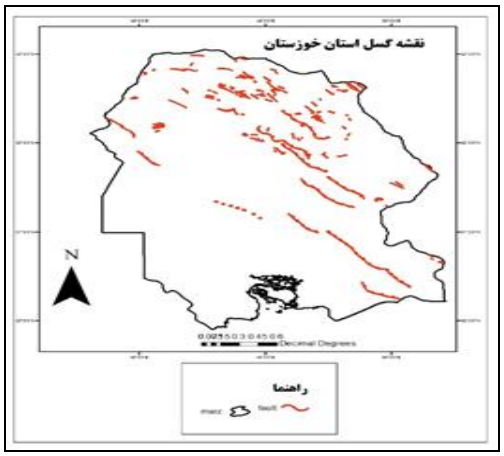
محدوده تحقیق:

استان خوزستان با مساحت ۶۴۲۳۶ کیلومترمربع بین ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی از خط استوا در جنوب غربی ایران واقع شده است. این استان از شمال با استان لرستان، از شرق و شمال شرق با استانهای چهارمحال بختیاری و کهکیلویه و بویراحمد، از جنوب با خلیج فارس، از غرب با کشور عراق، ازشمال غربی با استان ایلام و از جنوب شرقی با کشور عراق، از شمال غربی با استان ایلام و از جنوب شرقی با استان بوشهر همسایه است و دارای ۲۴ شهرستان، ۵۱بخش،۱۲۷ دهستان و ۵۴ شهر می باشد.

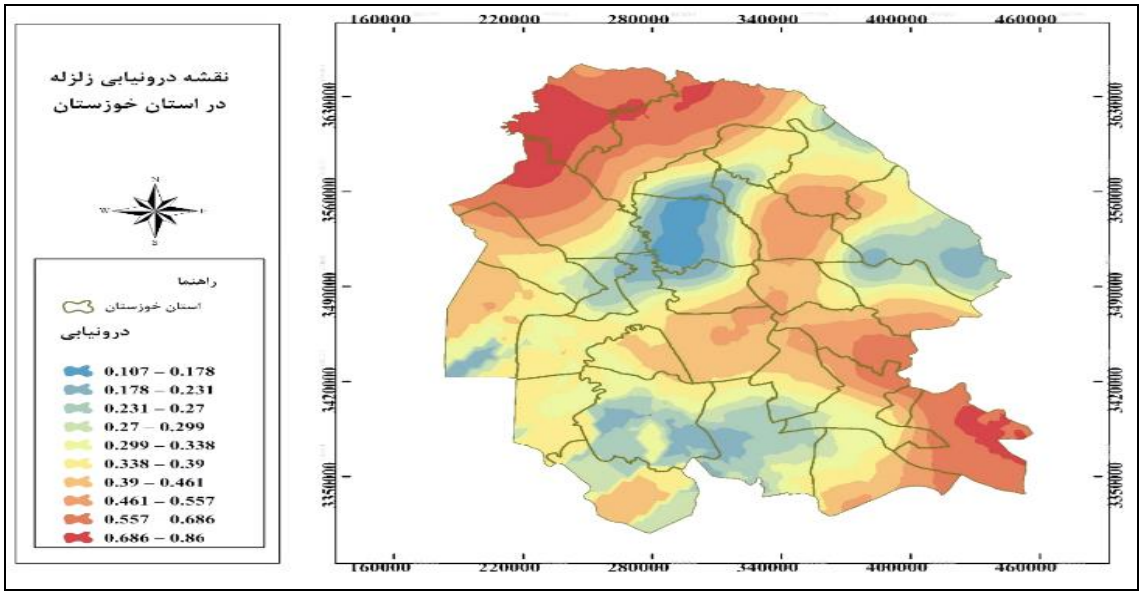
گسل های استان خوزستان: گسل ها مهم‌ترین چشمه‌های لرزشی زمین هستند که در نتیجه فشار وارده بر پوسته زمین ایجاد می‌شوند. میزان لرزه‌خیزی زمین تا حدود زیادی از تعداد و میزان فعال بودن گسله‌ها تأثیر می‌پذیرد. ویژگی‌های زمین ساخت رشته‌کوه‌های زاگرس و دشت خوزستان سبب فعالیت تعداد زیادی گسل شده که منشأ لرزش‌های زمین در این منطقه می‌شوند. گسل های استان، در پی سنگ پرکامبرین ایجاد شده اند و مربوط به دوره های ترشیاری و کواترنری می باشند. عمق کانون زلزله های استان بین ۲۰ تا ۳۰ کیلومتری پوسته زمین است. گسل های اصلی استان با جهت شمال غربی ــ جنوب شرقی در قسمت کوهستانی استان قرار دارند.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه (منبع: نگارنده)



شکل۲- نقشه گسل های استان خوزستان (منبع: نگارنده)



شکل ۳- درون یابی زلزله های استان خوزستان به روش شاخص کریجینگ در دوره آماری مورد مطالعه

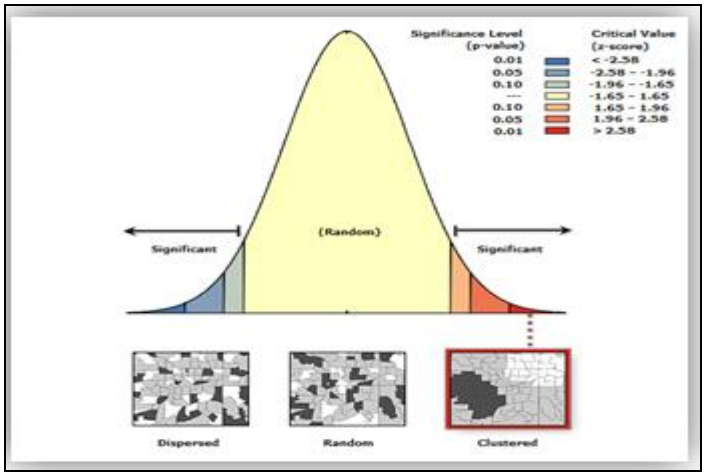
بحث و یافته های تحقیق:

تحلیل فضایی زلزله در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱٤:

در این مرحله بعد از استخراج زلزله های استان خوزستان به تحلیل فضایی زلزله در این استان می پردازیم. در این مرحله نقشه بهینه که حالت رستری دارد، به نقطه ای تبدیل می شود که هر پهنه هم ارزش به نقاط هم ارزش کنار هم درمی آیند، که گروه های هم ارزش شناخته می شوند. یکی از شاخص های تحلیل های فضایی شاخص موران است، این شاخص بر دو اصول مهم متکی است، یکی دارای یک توزیع مشخصی از شاخص ها است و هم بر ارزشهای همسایگی متکی است . یکی از نقاط ضعف این تحلیل این است که نمی تواند به شناسایی انواع گوناگونی از طبقه بندی الگوهای فضایی بپردازد . برای تحلیل خوشه بندی فضایی زلزله استان خوزستان با استفاده از نرم افزار *ArcGIS10* و با ابزار موجود *Spatial Statistics Tools* که بسیار منعطف است استفاده شد.در این پژوهش بعلت محدودیت مقاله فقط زلزله های بابزرگی ۶ ریشتر به بالا برای نمونه ارائه شده است .

تحلیل فضایی زلزله های با بزرگی بیشتر از ٦ ریشتر در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱٤:

نتایج حاصل از کاربرد شاخص موران در خصوص توزیع فضایی زلزله با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر در دوره آماری ۱۹۲۹- ۲۰۱۴ در استان خوزستان در نمودار نشان داده شده است، از آنجایی که شاخص موران محاسبه شده مثبت و برابر ۱/۰۰۳۶۶۵ که نشانگر خوشه ای بودن توزیع فضایی زمین لرزه‌های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر در استان خوزستان است. با توجه به اینکه مقدار۴۲۸/۰۴۰۰۵۰ *ZScore=* محاسبه شده درسطح اطمینان *sig.L=0.01* بزرگتر از مقدار مورد انتظار (*EI=2/58*) است، درنتیجه خوشه ای بودن توزیع فضا یی زلزله مورد تأ ییـد واقع مـی گـردد . همچنین مقدار *p value* محاسبه شده برابر با ۰ محاسبه شده است که چون مقدار آن کمتر از ۰/۰۵ می باشد در نتیجه خوشه ای بودن زلزله در استان خوزستان از این جهت نیز مورد تأیید قرار می گیرد. به عبارتی می توان گفت که الگوی به دست آمده نشان دهنده خوشه بندی زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر در این استان می باشد.

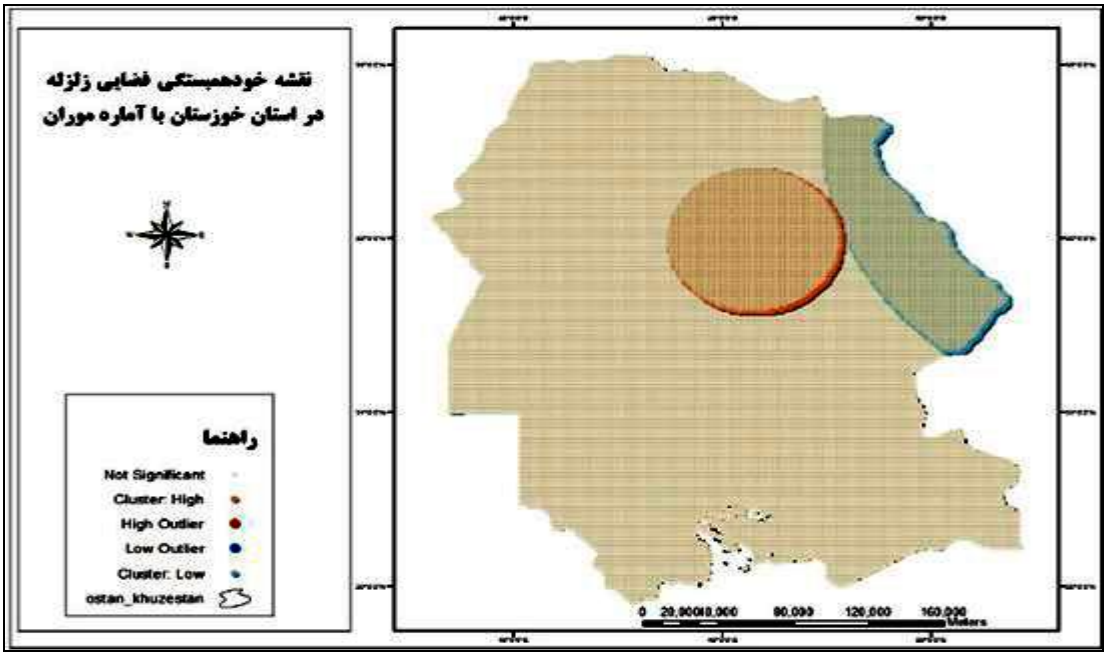


شکل ٤- گزارش خود همبستگی فضایی زلزله با بزرگی بیشتر از ٦ ریشتر در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱٤

جدول۱- نتایج خلاصه تحلیل زلزله با بزرگی بیشتر از ٦ ریشتر در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹

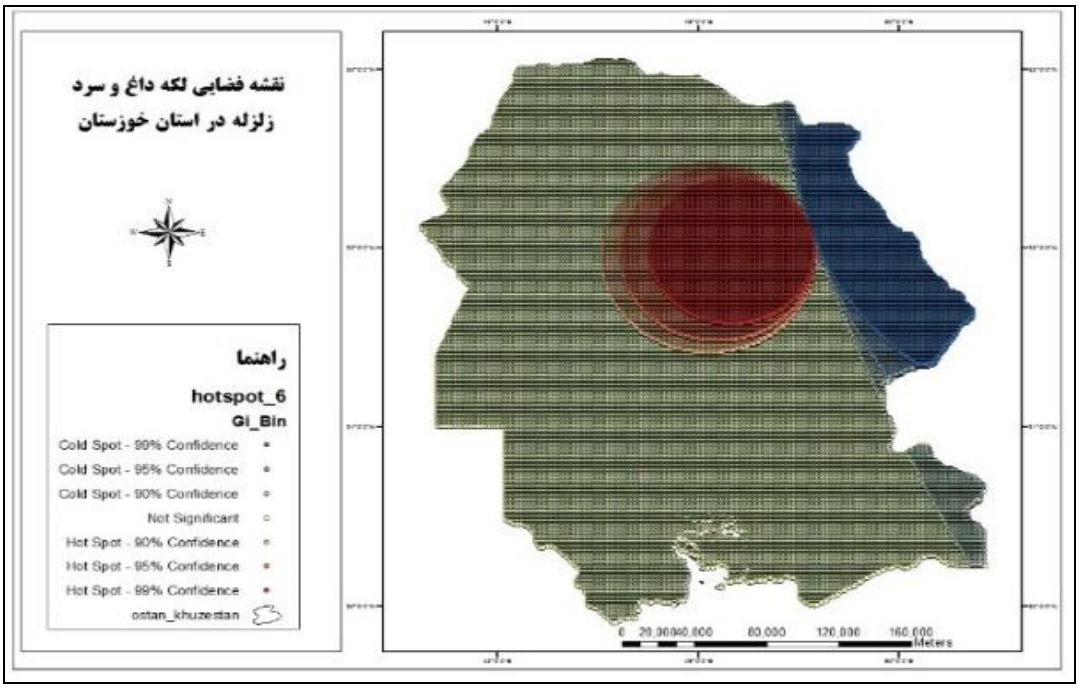
Global Moran's I Summary	
Moran's Index:	1.003665
Expected Index:	-0.000021
Variance:	0.000005
z-score:	428.040050
p-value:	0.000000
Dataset Information	
Input Feature Class:	grid_6
Input Field:	GRID_CODE
Conceptualization:	INVERSE_DISTANCE
Distance Method:	EUCLIDEAN
Row Standardization:	False
Distance Threshold:	1659.6840 Meters
Weights Matrix File:	None
Selection Set:	False

ازآنجا که زلزله های با بزگی بیشتر از ۶ ریشتر در استان خوزستان الگوی خوشه بندی دارد، (شکل۱۰) نشان می دهد که نواحی مرکزی به سمت شمال شرقی استان با خوشه بالا و جنوب شرقی و نواحی شمال شرقی این استان دارای خوشه بندی پایین زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱۴ می باشد.



شکل۵- نقشه خود همبستگی فضایی زلزله های با بزرگی بیشتر از ٦ ریشتر با آماره موران در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱٤ در استان خوزستان

نتایج (شکل۵) که بیانگر لکه داغ و سرد زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر در استان خوزستان می باشد، نشان می دهد که شمال شرقی استان دارای خوشه ای پایین (مناطق سرد) است و این بدان معنا است که این پهنه ها محدوده هایی هستند که در آن مقادیر کم زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر دیده می شود و برعکس نواحی مرکزی رو به سمت شمال شرقی در استان دارای محدوده هایی هستند که در آن مقادیر بالای زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر دیده می شود و در واقع لکه داغ را تشکیل می دهند.

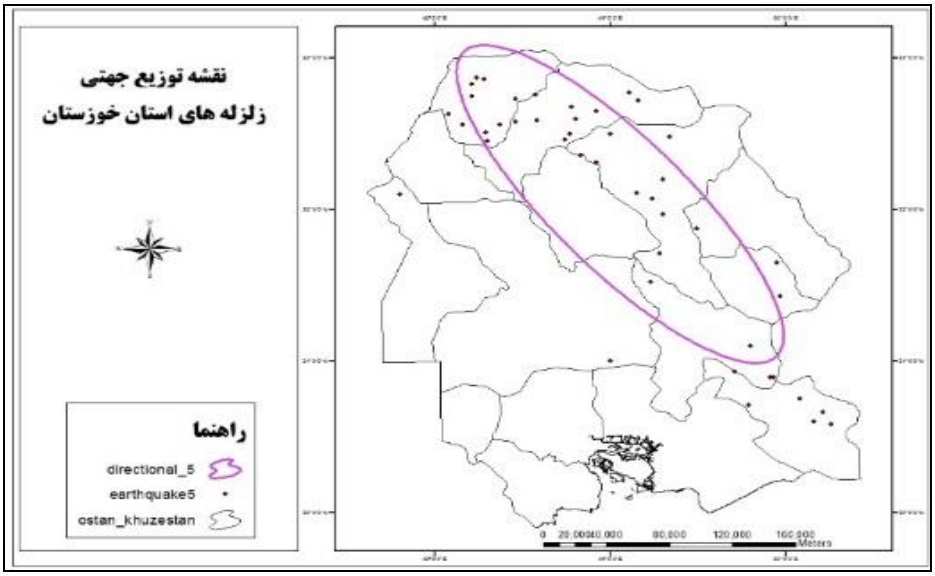


شکل٦- نقشه فضایی لکه داغ و سرد زلزله با بزرگی بیشتر از ٦ ریشتر در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱٤

توزیع بسیاری از پدیده های جغرافیایی در فضا بگونه ای است که ممکن است جهت دار بوده و نتوان آنها را با دایره نشان داد. در این موارد می توان با محاسبه واریانس های محور های x و y بطور جداگانه و مستقل روند و جهت توزیع پدیده ها در فضا را نشان داد. توزیع جهت دار نشان می دهد که آیا توزیع عوارض جغرافیایی در فضا بصورتی جهت دار قرار گرفته اند یا خیر.

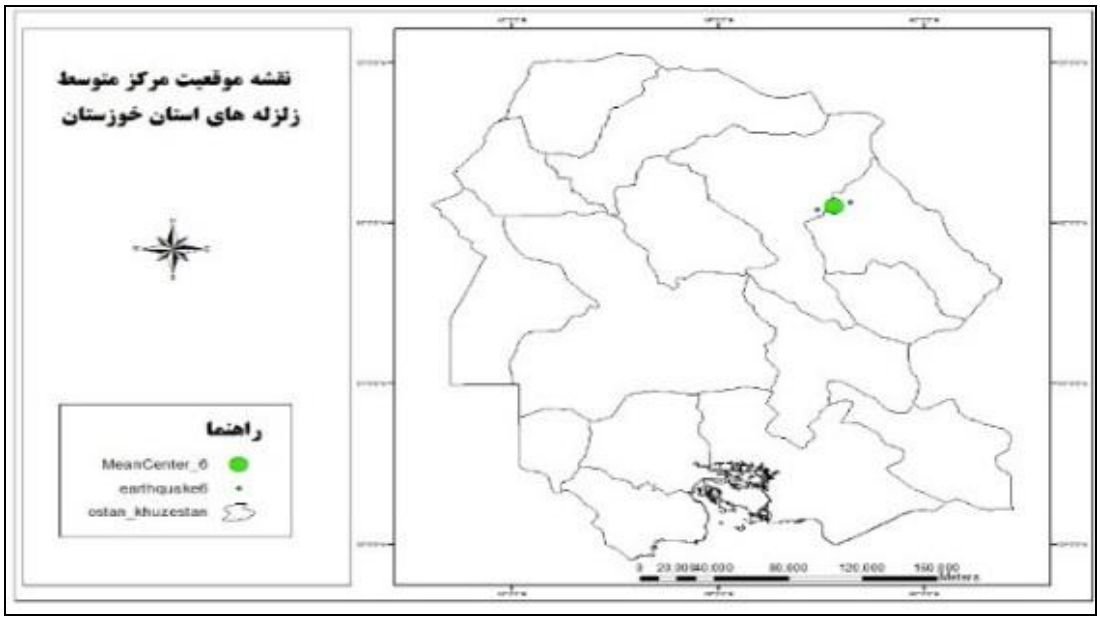
جهت زلزله های با بزرگی ٦ ریشتر به بالا در استان خوزستان در دوره اماری ۱۹۲۹-۲۰۱٤:

شکل ۷ جهت زلزله های با بزرگی ۶ ریشتر به بالا در استان خوزستان در دوره اماری ۱۹۲۹-۲۰۱۴ را نشان می دهد. با توجه به این نقشه می توان گفت که جهت زلزله های با بزرگی ۶ ریشتر به بالا در استان خوزستان در دوره اماری ۲۰۱۴-۱۹۲۹ از شمال غربی به شرق می باشد.



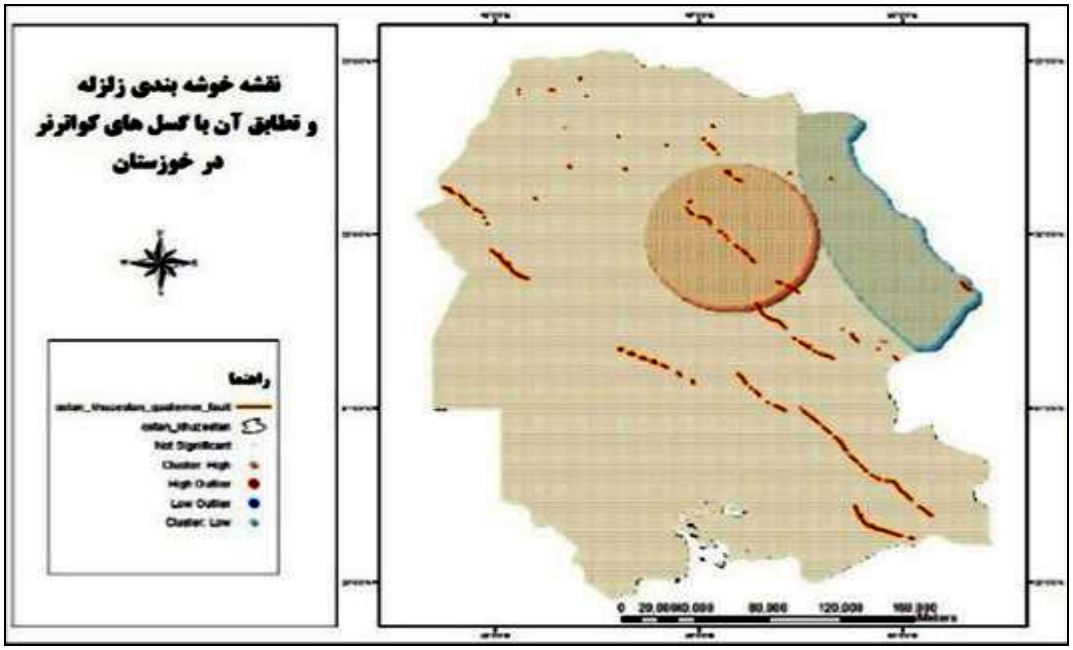
شکل ۷- نقشه جهت زلزله های با بزرگی ٦ ریشتر به بالا در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱٤

میانگین مرکزی ساده ترین تحلیل در آمار فضایی است. این تحلیل مشابه میانگین در آمار معمولی است و بصورتی مشابه محاسبه می شود. این تحلیل مرکز جغرافیایی و یا مرکز ثقل مجموعه ای از عوارض را مشخص می کند. (شکل ۸) نقشه موقعیت مرکز متوسط زلزله در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۴-۲۰۱۶ نشان میدهد.



شکل ۸- موقعیت مرکز متوسط زلزله ٦ ریشتر به بالا در استان خوزستان دردوره آماری ۱۹٤۲-۲۰۱٦.

(شکل۹) نقشه خوشه بندی زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر و تطابق آن با گسل کواترنر در استان خوزستان در دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۲۹ را نشان می دهد. همانطور که در این نقشه مشخص است در نواحی که با خوشه بالای زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر موا جه هستیم شاهد گسل های کواترنر نیز می باشیم.



شکل ۹- خوشه بندی زلزله های با بزرگی بیشتر از ٦ ریشتر و تطابق آن با گسل کواترنر در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹-۲۰۱٤

نتیجه گیری:

غالب گسلها و شکستگی ها در استان خوزستان، شمال غرب- جنوب شرق و به تبعیت از آن پراکنش رومرکز زلزله ها نیز دارای الگوی پهنه ای، با روند شمال غرب-جنوب شرق میباشد. گسلهای شمال غربی-جنوب شرقی نقش مهمی در فعالیتهای لرزه ای ناحیه داشته و بالا بودن تراکم فعالیتهای لرزه ای در مناطق با تراکم بیشتر گسلهای استان مؤید این امر است. مطالعات نشان داد که با استفاده از شاخص کریجینگ و شاخص موران و خوشه بندی میتوان زمینلرزه ها، تراکم گسلش و نیز پهنه های لرزه ای را به نحو مطلوب از یکدیگر تفکیک نمود. جهت تعیین الگوی خوشه زمین لرزه با بزرگی های مختلف در استان خوزستان از آماره موران و لکه های داغ استفاده شد. بیشترین الگوی خوشه ای زلزله مربوط به زلزله های بزرگتر از ۶ ریشتر (۱/۰۰۳۶۶۵) می باشد. از آنالیز نقاط داغ برای نشان دادن اینکه در کدام از مناطق تمرکز مکانی بالا یا پایین وجود دارد،استفاده شد. در نتایج حاصل از این آنالیز نقاط داغ و سرد از نظر بزرگی زمین لرزه های رخ داده در محدوده هر منطقه به خوبی مشخص شده اند و نشان میدهند که در سطح استان نقاط داغ دیده میشود. با محاسبه مرکز متوسط نقاط زلزله می توان نشان داد که این مراکز تا چه حد به مراکز شهرستان ها نزدیک هستند و یا در نزدیکی کدام یک از شهرهای محدوده هر شهرستان قرار گرفته اند . با بررسی این مراکز به صورت دوره ای می توان جابجایی مرکز تمرکز زمین لرزه ها را پایش کرد و آمادگی بیشتری با توجه به تغییر زمان نسبت به آن داشته باشیم. نتایج بررسی جهت کلی زلزله در استان خوزستان در دوره آماری ۱۹۲۹- ۲۰۱۴ نشان داد که جهت زلزله های با بزرگی مختلف بجز زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر در این استان از شمال غربی به سمت جنوب شرقی می باشد. که به احتمال زیاد وجود گسل ها و رسوبات سست کواترنر در امتداد این جهت عامل اصلی جهت گیری این زلزله ها در این جهت بوده است .یعنی وجود گسل و رسوبات سست کواترنر از دلایل اصلی رخداد زلزله در چنین جهتی شده است. در مورد تطابق زلزله ها با گسل ها و رسوبات سست کواترنر می توان گفت که بیشترین تطابق گسل ها و رسوبات سست کواترنر مربوط به زلزله های با بزرگی بیشتر از ۶ ریشتر می باشد.

References:

۱. *Amin Naseri Mohammad Reza Zafarani Hamid 1395 Seismic data modeling using clustering in order to predict earthquakes, Sharif Civil Engineering Quarterly, Volume 2-32 No. 1/2 Summer 2016 Pages 29 to 37*

۲. *Bahri Ali Khosravi Younes 2018 Application of space statistics statistics tools in Ark GIS software in environmental sciences Journal of Mapping Engineering and Environmental Information, Volume 9, Number 3, September 2016*

۳. *Adib Ahmad Afzal Peyman Zare Masoumeh 2016 Seismic zoning of East Stan Yazd based on earthquakes and Quaternary faults using fractal modeling of Advanced Applied Geological Journal No. 22 Winter 2016*

۴. *Agha Mohammadi Zanjirabad Hossein Afshari Somayeh Nouri Mohammad Reza 2016 Extraction of geological faults using remote sensing data Case study of Kopeh Dagh in the north of North Khorasan province*

۵. *Hashemi Seyed Nasser Hassanloo Azra 2010 Spatial-temporal spatial analysis of the interaction of seismic faults on each other in the middle part of Zagros region Journal of Advanced Applied Geology No. 2 Volume 1 Winter 2011*

۶. *Zangiabadi, Ali. Tabrizi, Nazanin (2015). Tehran earthquake and spatial assessment of urban areas. Geographical Research, Summer 2016, Volume 38, Number 56.*

۷. *Fal Suleiman, Mahmoud; Mohammad Haj Yapour; Kamal Jamshidi (2012). Vulnerability of physical elements of rural settlements in earthquake-prone areas (example: Qaenat and Zirkuh counties), Geographical Spatial Planning Journal. Second year. Number six.*

۸. *Gholizadeh, Mohammad Hossein, Heiman Shahabi and Hadi Nairi (2010). Earthquake risk zoning by multi-criteria spatial analysis method, Journal of Geography and Development, No. 17, Sistan and Baluchestan University Press, Zahedan.*

۹. *Maliki, Fariborz (2018). The basics of seismic zoning and seismic hazard analysis methods. Earthquake Basics Training Seminar Construction and Analysis of Relative Earthquake Risk.14.Anselin, L. (2000). GIS, spatial econometrics and social science research,Journal of Geographical Systems, 2: 11–15.*

Journal of Regional Planning
ISSN (Print): 2251-6735 Vol. 10/ No. 38/ Summer 2020
ISSN (Online): 2423-7051

Research Paper

Earthquake spatial statistics analysis and its adaptation to faults and quaternary loess sediments using GIS (Case of study Khuzestan province)

Mohammad Ebrahim Afifi [1]: *Assistant Professor, Department of Geography Geomorphology, Larestan Branch, Larestan Islamic Azad University, Larestan, Iran*

Received: 2019/2/2 *pp:189- 190* *Accepted: 2019/12/10*

Abstract

What is important is the condition of cities and metropolises that are located on faults or in the vicinity of them and are in danger of earthquakes. The main objective of this research is to analyze the spatial statistics of earthquakes in Khuzestan province and its adaptation to loose faults and sediments. Quaternary. In order to investigate earthquake clusters, the first step was to determine the best earthquake interpolation method from the kriging index. The results showed that the inverse weighing method with the coefficient of 0.75 is the best model for earthquake zoning. For the analysis and distribution of the earthquake spatial distribution, Hot applications using the ArcGIS 10 software and the very flexible Spatial Statistics Tools tool were used. The cluster analysis is a general trend and can be obtained by various algorithms. The largest earthquake cluster pattern is related to earthquakes larger than 6 magnitudes of 003665/1. The results of the total earthquake investigation in Khuzestan province during the statistical period of 2014-2019 showed that the magnitude of the earthquakes in this province is from the northwest to the south-east. The earthquake has a direct relationship with faults and quaternary formation.

Key words: *Earthquake, Khuzestan province, fault, Karajing index, Moran statistics.*

Extended abstract

Introduction

Statistical studies of earthquakes, especially in recent decades, show that Iran is one of the most important earthquake-prone countries in the world and we have witnessed many incidents (Hashemi 2010: 10). Also in the Alpine-Himalayan earthquake belt, Iran has experienced 130 earthquakes of magnitude 7.5 or more over the past centuries, killing tens of thousands of people (Aghamohammadi 2016: 47). Undoubtedly, such earthquakes are not the last earthquakes to occur in Iran and lead to national crises. Today, the importance of the earthquake in our country is further understood by the intensification of the country's development process, urban development, population concentration and increasing material and spiritual capital and increasing the vulnerability of these assets in the seismic zone of Iran. With the increasing development and expansion of large cities in earthquake-prone areas in terms of population, economy, politics and society, the vulnerability of these cities to destructive earthquakes is increasing (Adib 2016: 6). Land features of the Zagros and Khuzestan plains have caused a large number of faults that are the source of earthquakes in this region (Naseri 2016: 47).

Methodology:

[1] - *Corresponding Author's , Email:afifi_ebrahim@yahoo.com, Tel: +989171816353*

In this study, for the construction of the earthquake zone in Khuzestan province, data related to the severity of the earthquake in the study area entered the GIS database and by using statistical techniques, zoning was used to measure the earthquake in the study area. Was. Self-correlation is related to the relationship between residual values along the regression line. Strong self-correlation occurs when the values of a variable that are geographically close are related to each other, in other words, their changes occur systematically. If the effects or values of the variables related to them are randomly distributed in space, there should apparently be no connection between them. The Moran test examines the distribution pattern of these effects by considering the values of the studied traits in terms of cluster pattern or scattering. Indicates a completely unipolar (cluster) pattern, a value of zero indicates a random or multipolar aggregation pattern, and a value of 1. indicates a scattered pattern. The higher the coefficient, the higher the accumulation and the lower It is scattered. The result is displayed as clustered, random, or dispersed on the model output. The tools of this model are located in spatial statistics tools -> analyzing tools. Khuzestan province with an area of 64236 square kilometers is located between 47 degrees and 41 minutes to 50 degrees and 29 minutes east longitude and 29 degrees and 58 minutes to 33 degrees and 4 minutes north latitude of the equator in southwestern Iran. It is bordered by Lorestan province to the north, Chaharmahal Bakhtiari, Kohkiluyeh and Boyer-Ahmad provinces to the east and northeast, the Persian Gulf to the south, Iraq to the west, Ilam province to the northwest, and Iraq to the northeast. It is neighboring with Ilam province and from the southeast with Bushehr province and has 24 cities, 51 districts, 127 villages and 54 cities.

Result and discution:

At this stage, after extracting the earthquakes in Khuzestan province, we analyze the space of the earthquake in this province. At this stage, the optimal map, which has a redemption status, becomes a point where each area values both the points and the values side by side, which are also known as value groups. One of the indicators of spatial analysis is Moran index, this index relies on two important principles, one has a specific distribution of indicators and also relies on the values of coexistence. One of the weaknesses of this analysis is that it cannot identify the various types of spatial patterns. To analyze the spatial clustering of the earthquake in Khuzestan province using ArcGIS10 software and with the tools of Spatial Statistics Tools, which is very flexible, it was used.

Conclusion:

Most faults and fractures in Khuzestan province, northwest-southeast and consequently the distribution of the epicenter of the earthquake has a wide pattern, with a northwest-southeast trend. Northwest-southeast faults play an important role in seismic activity in the area, and the high density of seismic activity in areas with higher density of faults in the province confirms this. Studies have shown that seismic indexing, muran index, and clustering index can be used to segregate earthquakes, fault densities, and seismic zones. Moran statistics and hot spots were used to determine the pattern of earthquakes of different magnitudes in Khuzestan province. The largest cluster pattern of earthquakes is related to earthquakes larger than 6 Richter (003665/1). The hotspot analysis was used to show in which areas of high or low spatial focus. In the results of this analysis, hot and cold points in terms of magnitude of earthquakes in the area of each region are well identified and show that hot spots are seen in the province. How close are these centers to the city centers or are they located near any of the cities in each city? By examining these centers periodically, we can monitor the movement of the epicenter and be more prepared for the change of time. The results of the general direction of earthquake in Khuzestan province in the statistical period of 1929-2014 showed that the direction of earthquakes with different magnitudes except earthquakes with magnitudes greater than 6 Richter in this province is from northwest to southeast. It is likely that the presence of weak Quaternary faults and sediments along this route has been the main cause of these earthquakes in this direction. That is, the existence of weak Quaternary faults and sediments has been one of the main reasons for the earthquake in such a direction. Regarding the compatibility of earthquakes with weak Quaternary faults and sediments, it can be said that the greatest compatibility of faults and weak Quaternary sediments is related to earthquakes with magnitudes greater than 6 Richter.