

دو فصلنامه‌ی ژئومورفولوژی کاربردی ایران

سال اول، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۲۰

صص ۲۶ - ۱۵

رتبه‌بندی پتانسیل سه مخاطره زلزله، سیل و لغزش در غرب کشور با استفاده از آنالیز تاکسونومی

مجتبی یمانی*، دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، تهران، ایران

فاطمه مرادی‌پور، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

حوادثی که به‌طور ناگهانی روی می‌دهد و موجب وارد آمدن خسارت به انسان و محیط می‌شود؛ به عنوان مخاطرات طبیعی شناخته می‌شوند. این مخاطرات به دلیل ماهیت غیرمنتظره‌ی خود، در بیش‌تر موارد خسارات مالی و جانی بسیاری بر جای می‌گذارند. در بین مخاطرات طبیعی زلزله، سیل و لغزش جزو ویرانگرترین مخاطرات به شمار می‌آیند. بااین وجود همیشه تعدادی از مناطق نسبت به مناطق دیگر، بیش‌تر در معرض وقوع این حوادث قرار دارند و بیش‌ترین تعداد رویداد این‌گونه از حوادث را در خود ثبت می‌کنند. شناسایی مناطقی که دارای توسعه بیش‌تری از این‌گونه از مخاطرات طبیعی هستند، می‌تواند در جهت برنامه‌ریزی برای مقابله یا کاهش اثرات این حوادث مؤثر باشد. یکی از مؤثرترین روش‌ها برای درجه‌بندی، طبقه‌بندی و مقایسه‌ی شاخص‌های مختلف روش آنالیز تاکسونومی است. نوع خاص آن روش عددی است که در این مقاله استفاده شده است. تاکسونومی عددی روشی است که موارد مشابه را از موارد غیرمشابه مجزا می‌کند. در این مقاله میزان توسعه پتانسیل خطر زلزله، سیل و لغزش در چهار استان که بر روی کمربند کوهزایی زاگرس قرار گرفته‌اند و تقریباً مساحت‌های نزدیک به هم دارند مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به دست آمده مؤید این است که استان لرستان در بین چهار استان مطالعه شده، بیش‌ترین توسعه را از نظر پتانسیل مخاطرات فوق دارد و استان‌های کردستان و کرمانشاه به ترتیب در مراتب بعدی قرار دارند و در نهایت استان مرکزی کم‌ترین میزان توسعه را از نظر پتانسیل مخاطرات بررسی شده در بین چهار استان مورد مطالعه نشان می‌دهد.

واژه‌گان کلیدی:

آنالیز تاکسونومی، مخاطرات طبیعی، زلزله، سیل، لغزش، غرب ایران.

مقدمه

خطر عاملی امنیتی است که انسان را در طول تاریخ تا به امروز همواره به شکل‌های گوناگون مورد تهدید قرار داده است. تصادف، آلودگی‌ها، افزایش جمعیت، بحران کمبود منابع و انرژی، خشک‌سالی، جنگ و خشونت. در واقع انسان از زمانی که پا به عرصه‌ی حیات نهاده همواره مورد تهدید بوده است. اما آن‌چه که اهمیت این مسأله را دو چندان می‌کند، مخاطرات طبیعی است. حوادثی ویرانگر و ناگهانی که هر لحظه در جهان امکان وقوع دارد و برآیند آن خسارات جانی و مالی عمده است. عواقب آن ممکن است درازمدت و حتی برگشت‌ناپذیر باشد (Patwardhan; 2004, 253). مخاطرات طبیعی با انواع گوناگون و گستره‌ی نفوذشان، به عنوان پدیده‌هایی تکرار شدنی و مخرب، همواره در طول دوران حیات کره زمین وجود داشته‌اند و پس از پیدایش بشر نیز همیشه خطری جدی برای انسان بوده‌اند (پورطاهری، ۱۳۹۰: ۳۲). تحقیقات جغرافیایی درباره مخاطرات طبیعی سابقه‌ای طولانی دارد، آغاز آن با تمرکز بر روی فرآیندهای فیزیکی صورت گرفت و با افزایش شناخت از تعامل محیط فیزیکی و انسانی، سیر تکاملی خود را طی می‌کند (E.Motz; 2011, 1). در واقع حوادث طبیعی، زمانی مخاطره قلمداد می‌شوند که انسان‌ها از آن‌ها متضرر و یا متاثر گردند. به‌طوری که سرمای شدید در مناطق قطبی و گرمای فوق العاده در کویرها به هر میزان که شدید هم باشند، مادامی که انسان‌ها را تهدید نمی‌کنند، مخاطره قلمداد نمی‌شوند (اوزی، ۱۳۹۰: ۱۸).

"تجربیات کشورهای در حال توسعه در این زمینه، از آسیب‌پذیری بیش‌تر آنان در برابر مخاطرات طبیعی حکایت دارد. به‌طوری که وقوع ۱۱ مخاطره‌ی طبیعی در طول قرن بیستم، با فراوانی ۱۶۶۸۹، تلفات انسانی ۱۰۵۲۴۰۱ نفر و خساراتی در حدود ۶۳۱ میلیارد دلار بر جای نهاده که بیش‌تر آن‌ها در کشورهای در حال توسعه بوده است" (پورطاهری، ۱۳۹۰: ۳۲ - ۳۳). شهرها نیز به عنوان یک مکان تجمع برای جمعیت انسانی از وقوع این بلایای طبیعی مستثنی نمی‌باشند و لازم است چاره‌اندیشی‌های جدی جهت کاهش آسیب‌پذیری این سکونتگاه‌ها در برابر بلایای طبیعی صورت پذیرد (قنواتی، ۱۳۸۸: ۱۷). "باین وجود می‌توان ادعان داشت که هیچ جامعه‌ای ادعای مصونیت از مخاطرات طبیعی را ندارد و انسان‌ها همواره با تأثیرات ذهنی و عینی زیان بار آن مواجه‌اند" (پورطاهری، ۱۳۹۰: ۳۲). بر پایه گزارش اداره کمک‌های خارجی آمریکا، از سال ۱۹۰۰ تا ۱۹۸۱، تعداد حوادث طبیعی در جهان ۱۰۶۲ مورد بوده که در مقایسه با ۳۸۹ مورد حوادث سال‌های ۱۹۱۸ تا ۱۹۱۹ چشمگیر است (خالدی، ۱۳۸۰: ۱۰). در این میان سه پدیده‌ی زلزله، سیل و لغزش جزو ویرانگرترین این حوادث می‌باشند. زلزله خیز بودن یک منطقه یک خطر طبیعی جدی به حساب می‌آید. "این موضوع در کشور ایران به دلیل قرارگیری در کمربند گسل آلپ - هیمالیا از اهمیت خاصی برخوردار است" (ساسان‌پور ۱۳۸۹: ۲۹). در بعضی موارد زلزله خفیف است و خسارتی به بار نمی‌آورد ولی در موارد دیگر، شدت آن زیاد است و طی آن، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود و در این حالت خسارات فراوانی به بار می‌آورد (امیدوار، ۱۳۹۰: ۱۷).

سیل یک رویداد ناگهانی سریع و مخرب است که می‌تواند عوارض ویرانگر از جمله تخریب شهرها را به همراه داشته باشد (امیدوار، ۱۳۹۰: ۱۸۱). "تشدید سیر صعودی خسارات سیل در دو دهه‌ی گذشته سبب شده که آرزوی دیرینه درباره‌ی حل قطعی مسأله سیل و رواناب‌ها جای خود را به واقع‌گرایی و درک‌این واقعیت دهد که همیشه نمی‌توان در مهار سیلاب‌ها موفق بود؛ بلکه باید کوشید تا پیامدهای مخرب و زیانبار آن را کاهش داد" (صفاری، ۱۳۹۰: ۱۳۰).

در نهایت پدیده‌ی لغزش یکی از خطرات طبیعی است که همه ساله خسارات جانی و مالی فراوانی را در مناطق کوهستانی و دارای سازندهای رسوبی حساس به لغزش برجای می‌گذارد (مصفاei، ۱۳۸۹: ۱ - ۲). "زمین لغزش به تنهایی ۱۷٪ از بلایای طبیعی جهان را به خود اختصاص داده است و میزان مرگ و میر ناشی از این پدیده، در طی سال‌های ۱۹۰۳، تا ۲۰۰۴، در آسیا، آمریکا، اروپا، آفریقا و اقیانوسیه به ترتیب ۳۰، ۳۹، ۲۹ و ۱ درصد می‌باشد" (نیازی، ۱۳۸۹: ۹). یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی که در افزایش و یا کاهش میزان خسارت‌ها و تلفات انسانی در زمان بروز بلایای طبیعی تاثیر فراوانی دارد، وجود و یا فقدان سیستم مدیریت بحران کار می‌باشد (قنوتی، ۱۳۸۸: ۱۶). در این بین ایران نیز به واسطه‌ی مجموعه‌ی ویژگی‌های انسانی و محیطی، بحران‌های زیادی را متحمل شده و از جمله کشورهای آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی می‌باشد. در این صورت فهم صحیح عوامل تعیین‌کننده‌ی بروز بحران و خسارت‌های جبران‌ناپذیر ناشی از وقوع مخاطرات طبیعی در این کشور، پایه‌ی سیاست‌گذاری و تدوین برنامه‌های مناسب پیشگیری و مدیریت بحران‌های طبیعی است که از اولویت بالایی نیز برخوردار می‌باشد (رکن‌الدین افتخاری، ۱۳۸۷: ۳۰). بنابراین، شناسایی و طبقه‌بندی مناطق دارای پتانسیل خطر وقوع این گونه مخاطرات طبیعی از اهمیت بسیاری برخوردار است، و در جهت مدیریت صحیح بحران مؤثر است. "پژوهشگران بسیاری در مورد مسأله مدیریت بحران ناشی از بلایای طبیعی، مانند زمین لرزه، طوفان و... فعالیت کرده‌اند" (طالعی، ۱۳۹۰: ۸۴). "بدیهی است چنان‌چه مدیریت علمی و عملی مناسب در برخورد با حوادث غیر مترقبه موجود نباشد، خسارت‌های انسانی ناشی از بلایا چندین برابر خواهد بود" (عزیز پور، ۱۳۹۰: ۱۱۲).

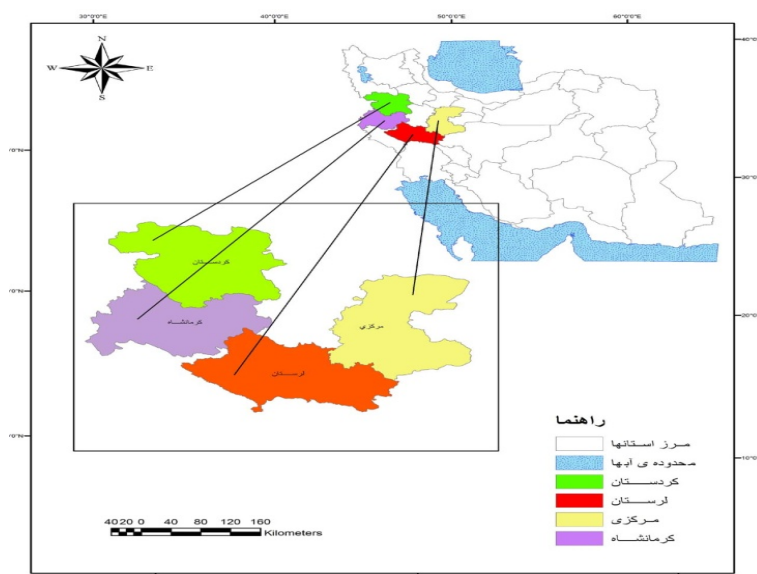
با توجه به شرح بالا استفاده از روش‌ها و مدل‌ها برای رتبه‌بندی مناطق از نظر مخاطرات طبیعی ضروری به نظر می‌رسد. "در این بین روش‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه که از اوایل دهه‌ی ۱۹۷۰م، شکل گرفته و توسعه یافته‌اند، کاربرد بیش‌تری دارند" (پورطاهری، ۱۳۹۰: ۳۶). روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه به دلیل توانمندی‌هایشان در مواجهه با موقعیت‌های پیچیده تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلفی مورد استفاده واقع شده‌اند (محمدی، ۱۳۸۹: ۲۷۵). در ارزیابی هر موضوعی ما نیاز به معیار اندازه‌گیری یا شاخص داریم. انتخاب شاخص‌های مناسب به ما امکان می‌دهد که مقایسه‌ی درستی بین جایگزین‌ها یا آلترناتیوها به عمل آوریم (آسایش، ۱۳۷۹: ۱۰۹). پور طاهری (۱۳۹۰) در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی تطبیقی روش‌های رتبه‌بندی مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی"، به منظور تعیین مناسب‌ترین روش رتبه‌بندی مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی، چهار روش ارزیابی شده را روش‌های بهینه تعیین کرده است. چهار روش یاد شده عبارتند از: تکنیک رتبه‌بندی براساس تشابه به حل ایده‌آل Topsis، روش حذف و انتخاب سازگار با واقعیت Electre، روش ساده وزین Saw و روش لکسیکوگراف. وی براساس میزان رابطه و توافق میان روش‌های رتبه‌بندی، روش Saw را گزینه‌ی مطلوب در رتبه‌بندی مخاطره‌های طبیعی در مناطق روستایی دانسته است. در مقاله‌ی حاضر برای نخستین بار جهت رتبه‌بندی پتانسیل مخاطرات طبیعی از روش آنالیز تاکسونومی استفاده شده است. از این روش تاکنون در حوزه رشته‌ی جغرافیا، فقط برای رتبه‌بندی توسعه در بخش مسائل انسانی استفاده شده است. طبق مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته در گرایش‌های طبیعی جغرافیا، تاکنون تحقیقی با استفاده از این روش صورت نگرفته است. روش تاکسونومی عددی یک روش عالی جهت طبقه‌بندی و گروه‌بندی گزینه‌های مختلف با اندازه‌گیری شاخص‌های گوناگون است؛ که با حذف واحد اندازه‌گیری شاخص‌ها، گزینه‌ها را به‌طور هم‌زمان مورد مقایسه قرار می‌دهد (تصدیقی، ۱۳۹۰: ۱۱۴۸). هدف از

این بررسی رفع مشکلاتی است که در پی می‌آید، نیمه غربی کشور به دلیل وضعیت اقلیمی مناسب و منابع طبیعی سرشار و شرایط منحصر به فرد خود، جمعیت زیادی را در خود جای داده است. این در حالی است که همه ساله مخاطرات طبیعی خسارات فراوانی را در این مناطق برجای می‌گذارد.

هرگونه برنامه‌ریزی در جهت فعالیت‌های عمرانی در این مناطق، به دلیل توسعه‌ی وقوع حوادث طبیعی باید با مطالعه و بررسی‌های علمی صورت گیرد. چراکه، اجرای هرگونه برنامه بدون بررسی جایگاه حوادث طبیعی و مناطق وقوع آن می‌تواند در کوتاه مدت به شکست بیانجامد. ضمن این‌که مشاهده شده است؛ برنامه‌هایی که با مطالعه کم‌تر و بدون در نظرگیری شرایط فوق اجرا شده‌اند، نه تنها با شکست مواجه شده، بلکه خسارات جانی و مالی فراوانی را هم برجای گذاشته‌اند. از این‌رو بررسی توسعه پتانسیل مخاطرات طبیعی، به خصوص سه پدیده اصلی زلزله، سیل و لغزش و شناسایی مناطق بحرانی در نیمه غربی کشور، می‌تواند در جهت کاهش خسارات جانی و مالی و اجرای صحیح برنامه‌های عمرانی مؤثر باشد. ضمن این‌که برنامه‌های مدیریت بحران را در جهت اجرایی شدن قبل از وقوع حوادث و نه بعد از آن سوق می‌دهد.

منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ای که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است شامل تعدادی از استان‌های واقع در غرب کشور است که شامل استان‌های: کرمانشاه، لرستان، کردستان و مرکزی است. استان‌های مورد مطالعه در قلمرو کوهزایی رشته کوه زاگرس قرار گرفته‌اند. بعضی از استان‌های مورد بررسی طی تاریخ خود، حوادث و مخاطرات طبیعی شاخصی را در خود ثبت نموده‌اند. استان کرمانشاه با مساحت ۲۴۹۹۸ کیلومتر مربع در ارتفاع ۱۴۱۰ متری از سطح دریا قرار دارد. استان لرستان با مساحت ۲۸۲۹۴ کیلومتر مربع، سرزمینی کوهستانی است؛ که غیر از چند دشت محدود، سراسر آن را کوه‌های زاگرس در بر گرفته است. کردستان با ۲۸۲۰۳ کیلومتر مربع در زاگرس میانی قرار گرفته است. در نهایت استان مرکزی با مساحتی معادل ۲۹۵۳۰ کیلومتر مربع بخش دیگری از محدوده‌ی مورد مطالعه است.

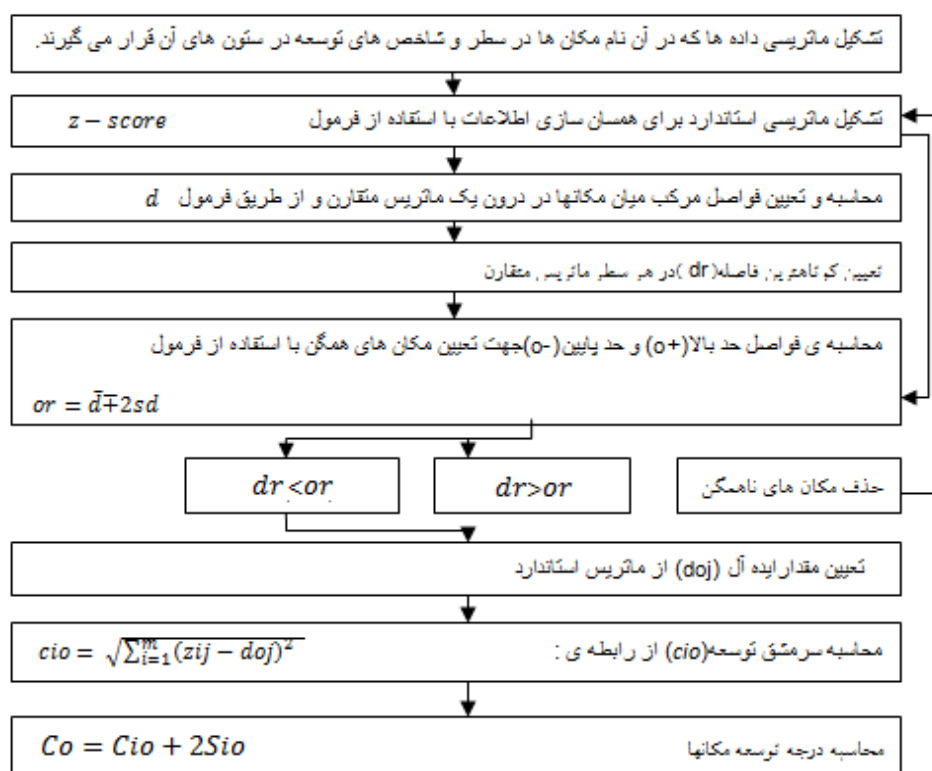


شکل شماره ۱: موقعیت مناطق مورد مطالعه بر روی نقشه

مواد و روش‌ها

دراین تحقیق ۴ استان لرستان، کرمانشاه، کردستان و مرکزی به روش آنالیز تاکسونومی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این روش به‌طور کلی یک روش عالی درجه‌بندی، طبقه‌بندی و مقایسه‌ی کشورها یا مناطق مختلف با توجه به درجه‌ی توسعه و مدرن بودن آن‌هاست و همچنین روشی است که یک مجموعه را به زیر مجموعه‌های کم و بیش همگن تقسیم می‌کند (سلطان پناه، ۱۳۸۹: ۱۵).

هدف ازاین مقایسه و بررسی رتبه‌بندی پتانسیل توسعه‌ی سه مخاطره‌ی طبیعی اصلی در استان‌های مورد بررسی است. برای این منظور آمار و اطلاعات مناطق لرزه خیز و لغزش برای چهار استان مورد بررسی از سازمان زمین شناسی و اطلاعات سیل از سازمان جهاد کشاورزی دریافت شد. دلیل اصلی انتخاب این استان‌ها رویداد مکرر مخاطرات طبیعی در آن‌ها و همین‌طور بافت کوهستانی مشابه و قرار گیری آن‌ها بر روی کمربند کوهستانی زاگرس است. ضمن این‌که استان‌های مورد بررسی مساحت‌های نزدیک به هم دارند و این یک امتیاز در روند کار محسوب می‌شود، چرا که صحت نتایج به دست آمده را بیش‌تر تایید می‌کند. و در نهایت وجود اطلاعات صحیح از مناطق مورد بررسی عامل انتخاب آن‌ها بوده است.

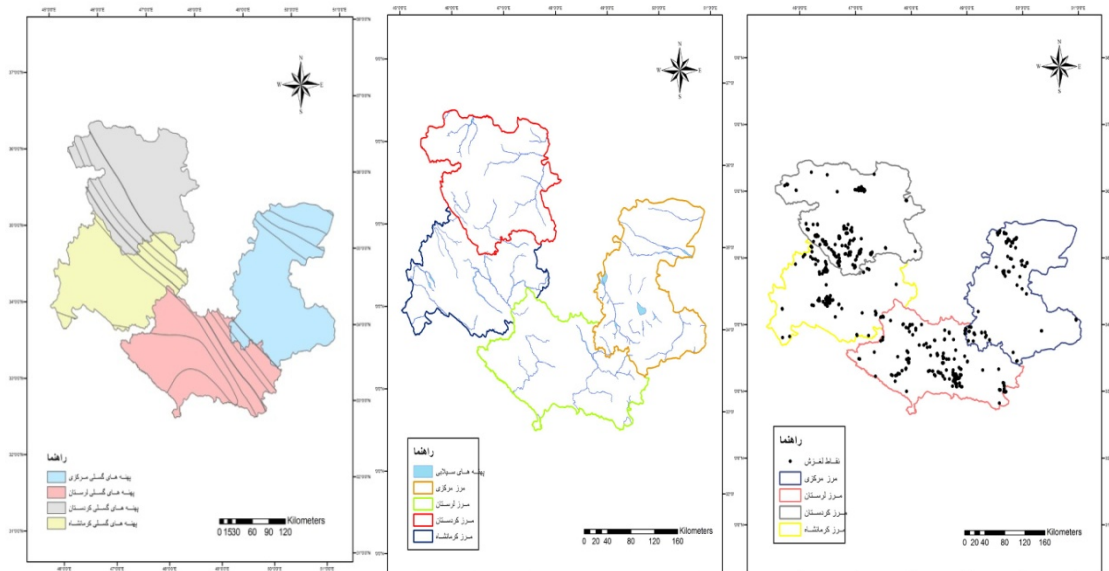


شکل شماره ۲: نمودار گردش مربوط به مراحل مختلف آنالیز تاکسونومی، برگرفته از کتاب دکتر آسایش صص ۱۰۷ - ۱۰۸.

بحث و نتایج

هدف ازاین مقایسه و بررسی رتبه‌بندی پتانسیل توسعه سه مخاطره‌ی طبیعی اصلی زلزله، سیل و لغزش در استان‌های مورد بررسی است. این کار با استفاده از آنالیز تاکسونومی صورت گرفته است. آنالیز تاکسونومی نخستین بار توسط اندرسون در سال ۱۷۶۳ م. پیشنهاد شد و در سال ۱۹۶۸ م. توسط پروفسور هلوینگ عضو

مدرسه عالی اقتصاد، به عنوان وسیله‌ای برای طبقه‌بندی درجه‌ی توسعه یافتگی بین ملل مختلف مطرح شد (استعلاجی، ۱۳۸۴: ۴۸). گونه‌ی ویژه آن تاکسونومی عددی است که بنابه تعریف، ارزیابی عددی شباهت‌ها و نزدیکی‌ها بین واحدهای تاکسونومیک و درجه‌بندی آن عناصر به گروه‌های تاکسونومی است (مسعود، ۱۳۹۰: ۴۵).



شکل شماره ۳: از سمت راست به ترتیب الف: موقعیت پهنه‌های گسلی ب: پهنه‌های سیلابی ج: نقاط لغزش، در استان‌های مورد مطالعه.

"حسینی (۱۳۷۰) با استفاده از روش طبقه‌بندی تاکسونومی، درجه توسعه یافتگی مناطق روستایی استان‌ها را تعیین و مقایسه کرد" (شریفی، ۱۳۸۸: ۸). در سطح بین‌المللی نیز Bhatia & Ria (۲۰۰۴) به کمک روش‌های تحلیل عاملی و تاکسونومی عددی به تعیین سطح توسعه‌ی ۳۸۰ بلوک در ۳۲ منطقه از هند در سال ۲۰۰۱ پرداخته‌اند (ابراهیم‌زاده، ۱۳۹۰: ۵۴). با توجه به این‌که آنالیز تاکسونومی روشی برای بررسی میزان توسعه است، در پژوهش حاضر با استفاده از این ویژگی، جهت رتبه‌بندی ۴ استان مورد بررسی از نظر میزان پتانسیل مخاطرات طبیعی، توسعه‌ی پتانسیل مخاطرات طبیعی بررسی شده و براین اساس رتبه‌بندی صورت گرفته است. ضمن این‌که در این مقاله برای نخستین بار با استفاده از روش مطرح شده مخاطرات طبیعی مورد رتبه‌بندی قرار گرفته‌اند. مراحل کار به شرح زیر است:

۱ - مرحله‌ی اول، ایجاد ماتریس داده‌ها: ابتدا ماتریس یک تشکیل داده شد، در این ماتریس استان‌ها و شاخص‌های مورد بررسی درج شده است و برای هر ستون میانگین و انحراف معیار محاسبه شد.

جدول شماره ۱ - ماتریس داده‌ها

شاخص استان	پهنه‌های گسلی با خطر بالا و نسبتاً بالا km^2	دشت سیلابی Km^2	تعداد نقاط لغزش	گسل $(xi - \bar{x})^2$	سیل $(xi - \bar{x})^2$	لغزش $(xi - \bar{x})^2$
لرستان	۷۱۶۷	۲۶۰	۱۷۵	۶۸۰۱۶۶۴	۱۸۲۲۵	۴۶
کردستان	۴۹۴۸	۲۶۱	۲۸۲	۱۵۱۳۲۱	۱۷۹۵۶	۱۳۲۲۵
کرمانشاه	۳۹۲۵	۴۲۳	۱۱۵	۴۰۱۹۵۶	۷۸۴	۲۷۰۴
مرکزی	۲۱۹۷	۶۳۶	۹۸	۵۵۷۹۰۴۴	۵۸۰۸۱	۴۷۶۱
\sum	۱۸۲۳۷	۱۵۸۰	۶۷۰	۱۲۹۳۳۹۸۵	۹۵۰۴۶	۲۰۷۵۴
\bar{x}	۴۵۵۹	۳۹۵	۱۶۷	۳۲۳۳۴۹۶	۲۳۷۶۱۵	۵۱۸۸۵
\bar{s}_i				۱۷۹۸.۱۹	۴۸۷.۴۶	۲۲۷.۷۸

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

۲ - مرحله دوم، استانداردسازی شاخص‌ها: چون دراین پژوهش هر شاخص دارای واحد مجزایی است، برای حذف واحدهای مختلف و به دست آوردن یک مقیاس واحد، هریک از اجزای ماتریس شماره یک توسط فرمول زیر استاندارد کرده و جدول ماتریس استاندارد برای آن تشکیل شد. اعداد استاندارد شده در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول شماره ۲: ماتریس استاندارد شده‌ی داده‌ها

شاخص استان	مناطق گسلی با خطر بالا و نسبتاً بالا km^2	دشت سیلابی Km^2	تعداد نقاط لغزش
لرستان	۱.۴۵	- ۰.۲۷	۰.۰۳
	D۱۱	D۱۲	D۱۳
کردستان	۰.۲۱	- ۰.۲۷	۰.۵۰
	D۲۱	D ۲۲	D۲۳
کرمانشاه	- ۰.۳۵	۰.۰۶	- ۰.۲۲
	D ۳۱	D۳۲	۳۳D
مرکزی	- ۱.۳۱	۰.۴۹	- ۰.۳۰
	D۴۱	D۴۲	D۴۳
ایده‌آل بزرگ‌ترین عدد	۱.۴۵	۰.۴۹	۰.۵۰

$$\frac{x_i - \bar{x}}{s_i}$$

۳ - مرحله سوم، محاسبه فواصل مرکب بین استان‌ها: در این مرحله براساس روش زیر فواصل مرکب بین استان‌ها به دست آمد. به این شکل که داده‌های هر سطر تا انتهای ستون به ترتیب از اعدادی که در پی آن می‌آید کسر شده، و این کار برای تمام ستون‌ها صورت گرفت. به این ترتیب فاصله هر استان از استان بعدی خود به دست آمد. نتایج در جدول‌های شماره ۳ و ۴ ارائه شده است.

$$d_{ab} = \sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + E^2}$$

جدول شماره ۳

شاخص استان	مناطق گسلی با خطر بالا و نسبتاً بالا km^2	دشت سیلابی Km^2	تعداد نقاط لغزش
لرستان	D ۱۱	D ۱۲	D ۱۳
کردستان	D ۲۱	D ۲۲	D ۲۳
کرمانشاه	D ۳۱	D ۳۲	D ۳۳
مرکزی	D ۴۱	D ۴۲	D ۴۳

جدول شماره ۴ - محاسبه فواصل مرکب بین شهرستان‌ها (مربوط جدول به مرحله‌ی سوم و چهارم)

D ۱۱ - D ۲۱	۱.۲۴	D ۱۲ - D ۲۲	۰	D ۱۳ - D ۲۳	- ۰.۴۷	$(۱.۲۴)^2 + (۰)^2 + (- ۰.۴۷)^2$	۱.۳۳
D ۱۱ - D ۳۱	۱.۸	D ۱۲ - D ۳۲	- ۰.۳۳	D ۱۳ - D ۳۳	۰.۲۵	$(۱.۸)^2 + (- ۰.۳۳)^2 + (۰.۲۵)^2$	۱.۸۵
D ۱۱ - D ۴۱	۲.۷۶	D ۱۲ - D ۴۲	- ۰.۷۶	D ۱۳ - D ۴۳	۰.۳۳	$(۲.۷۶)^2 + (- ۰.۷۶)^2 + (۰.۳۳)^2$	۲.۸۷
D ۲۱ - D ۳۱	۰.۵۶	D ۲۲ - D ۳۲	- ۰.۳۳	D ۲۳ - D ۳۳	۰.۷۲	$(۰.۵۶)^2 + (- ۰.۳۳)^2 + (۰.۷۲)^2$	۰.۹۶
D ۲۱ - D ۴۱	۱.۵۲	D ۲۲ - D ۴۲	- ۰.۷۶	D ۲۳ - D ۴۳	۰.۸	$(۱.۵۲)^2 + (- ۰.۷۶)^2 + (۰.۸)^2$	۱.۸۷
D ۳۱ - D ۴۱	۰.۹۶	D ۳۲ - D ۴۲	- ۰.۴۳	D ۳۳ - D ۴۳	۰.۰۸	$(۰.۹۶)^2 + (- ۰.۴۳)^2 + (۰.۰۸)^2$	۱.۰۵

۴ - مرحله چهارم، تعیین کوتاه‌ترین فاصله، با توجه به ماتریس فواصل، کوتاه‌ترین عدد هر ردیف افقی مشخص شده است. (جدول شماره ۴)

۵ - مرحله پنجم، رسم نمودار - در این مرحله براساس کوتاه‌ترین فاصله، استان‌هایی را که بیش‌ترین شباهت بین آن‌ها وجود دارد در جهت برداری به هم وصل شده است، جهت هر بردار هم جهت شهرستان معدل و طول آن با کوتاه‌ترین فاصله برابر است. (جدول شماره ۵ مشاهده شود)

جدول شماره ۵ - ماتریس فواصل مربوط به مراحل پنج و شش.

لرستان	کردستان	کرمانشاه	مرکزی	کوتاه‌ترین فاصله
۰	۱.۳۳	۱.۸۵	۲.۸۷	۱.۳۳
۱.۳۳	۰	۰.۹۶	۱.۸۷	۰.۹۶
۱.۸۵	۰.۹۶	۰	۱.۰۵	۰.۹۶
۲.۸۷	۱.۸۷	۱.۰۵	۰	۱.۰۵
				۴.۳
				۱.۰۷
				۱.۰۳
				$\sum \frac{d}{\sum d}$

۶ - مرحله ششم، پیدا کردن استان همگن: برای این کار فاصله‌های حد بالا (d) و حد پایین (d) براساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$d \pm = d \pm \pm sd$$

D در اینجا میانگین کوتاه‌ترین فاصله است، که در جدول ماتریس فواصل قید شده است (جدول شماره ۵) و از فرمول زیر حاصل شده است:

$$d = \frac{\sum d_i}{N}$$

و sd هم طبق فرمول روبه‌رو به دست آمده است:

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - d)^2}{N}}$$

در اینجا نتایج حاصل شده طبق فرمول‌ها عبارتند از:

جدول شماره ۶: نتایج فاصله‌های دو حد

Sd	حد بالای d	حد پایین d
۰.۱۵	۱.۳۷	۰.۷۷

استان‌هایی که فواصل آن‌ها بین دو حد بالا و پایین d قرار گیرد، «استان‌های همگن» نامیده می‌شوند. استان‌هایی که عدد آن‌ها بیش‌تر از حد بالای d باشند، نشان دهنده‌ی این است که هیچ‌گونه شباهتی از نظر توسعه بین این استان‌ها و دیگر استان‌های مورد بررسی وجود ندارد. و استان‌هایی که پایین‌تر از حد پایین d قرار دارند استان‌هایی هستند که میزان فاصله‌ی آن‌ها کم‌تر از مقداری است که بتوان تفاوتی بین دو استان نشان دهند. بنابراین، اگر استانی بیش‌تر از d+ و پایین‌تر از d- باشد حذف می‌شود. اگر استانی در این مرحله حذف شود باید از ابتدا ماتریس جدیدی را براساس استان‌های همگن تشکیل داده و مراحل فوق را بار دیگر تکرار کرد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این تحقیق هیچ استانی بالا و یا پایین‌این دو حد قرار ندارد. بنابراین، باید مرحله‌ی بعدی را انجام داد (جدول‌های شماره ۵ و ۶ مشاهده شود).

۷ - مرحله هفتم، برای انجام این مرحله به ماتریس دوم مراجعه شد و بزرگ‌ترین عدد به عنوان مقدار ایده‌آل تحت عنوان « D_i » مد نظر قرار گرفته شد. برای تشکیل ماتریس شماره ۶، هر کدام از اعداد ماتریس شماره ۲ به صورت ستونی از مقدار ایده‌آل هر ستون کسر و حاصل به توان ۲ رسانده شد و در نهایت مجذور مجموع اعداد به دست آمد. حاصل این کار ستون Cio است (جدول شماره ۶).

$$Cio = \sqrt{\sum (D_i - D_o)^2}$$

۸ - مرحله هشتم، محاسبه درجه توسعه مخاطرات در استان‌ها، درجه‌ی توسعه یافتگی مخاطرات با Fi نشان داده شده است که مقدار آن از فرمول زیر به دست آمده است.

$$fi = \frac{Cio}{Co}$$

Cio در مرحله قبل محاسبه شد و اعداد آن در جدول شماره ۶ که در پی می‌آید نشان داده شده است. و مقدار Co از فرمول زیر به دست آمده است:

$$Co = Cio + \pm sio$$

در این جا $\overline{C_{io}}$ میانگین ستون C_{io} و S_{io} هم انحراف از میانگین است، که طبق فرمول زیر به دست می‌آید.

$$S_{io} = \sqrt{\frac{\sum (C_{io} - \overline{C_{io}})^2}{N}}$$

بعد از محاسبه C_{io} و S_{io} نتایج آن‌ها در فرمول Co قرار داده شد و بعد از محاسبه Co در فرمول Fi یا همان درجه‌ی توسعه‌ی مخاطرات قرار داده شده است. نتیجه‌ی محاسبات در جدول شماره‌ی ۷ درج شده است.

جدول شماره ۷

رتبه‌بندی استان‌ها از لحاظ مخاطرات تعیین شده	Fi	C_{io}	$(Do)^2 - Di$	$(Do)^2 - Di$	$(Do)^2 - Di$	نام استان
	-	-	۰.۵۰	۰.۴۹	۱.۴۵	Do
۱	۰.۲۴	۰.۸۸	$(۰.۰۳ - ۰.۴۹)^2$	$(-۰.۲۷ - ۰.۴۹)^2$	$(۱.۴۵ - ۱.۴۵)^2$	لرستان
۲	۰.۳۹	۱.۴۵	$(۰.۵۰ - ۰.۴۹)^2$	$(-۰.۲۷ - ۰.۴۹)^2$	$(۰.۲۱ - ۱.۴۵)^2$	کردستان
۳	۰.۷۴	۲.۷۱	$(-۰.۲۲ - ۰.۴۹)^2$	$(۰.۰۶ - ۰.۴۹)^2$	$(-۰.۳۵ - ۱.۴۵)^2$	کرمانشاه
۴	۰.۷۸	۲.۸۷	$(-۰.۳۰ - ۰.۴۹)^2$	$(۰.۴۹ - ۰.۴۹)^2$	$(-۱.۳۱ - ۱.۴۵)^2$	مرکزی
		۱.۹۷				C_{io}
		۰.۸۴				So

نتیجه‌گیری

در روش آنالیز تاکسونومی درجه‌ی توسعه‌ی یافتگی مجموعه‌ی شاخص‌های مورد بررسی، بین صفر و یک می‌باشد و عدد به دست آمده برای هر استان هر قدر که به صفر نزدیک‌تر باشد، آن استان از لحاظ پتانسیل مخاطرات طبیعی توسعه‌ی بیش‌تری نشان می‌دهد و هر قدر به یک نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده‌ی عدم توسعه‌ی مخاطرات طبیعی در آن استان است.

در نهایت استان‌ها به ترتیب درجه‌ی توسعه‌ی یافتگی مخاطرات طبیعی بررسی شده مرتب شده‌اند. نتایج در جدول شماره‌ی ۶ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، استان لرستان از لحاظ پتانسیل خطر زلزله، سیل و لغزش، در بین چهار استان مورد بررسی، بیش‌ترین توسعه را دارد. استان‌های کردستان و کرمانشاه به ترتیب در مراتب دوم و سوم قرار دارند. استان مرکزی با رتبه چهار کم‌ترین میزان توسعه پتانسیل خطر را در بین چهار استان نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج به دست آمده و مشاهده‌ی نقشه‌های شکل ۲، صحت نتایج به دست آمده تا حدود زیادی تایید می‌شود. استان لرستان که در این پژوهش به عنوان پر مخاطره‌ترین استان (از نظر مخاطرات طبیعی) شناخته شده است، در تاریخ خود شاهد ویرانگرترین حوادث طبیعی، از جمله زلزله‌های مخرب ناشی از گسل سیلاخور بوده است. همین‌طور تعداد بسیار زیادی از حوادث ناشی از لغزش را در خود ثبت کرده است.

منابع و مأخذ

۱. آسایش، حسین (۱۳۷۹)، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، چاپ، تهران: موسسه انتشارات دانشگاه پیام نور.
۲. ابراهیم‌زاده، عیسی و دیگران (۱۳۹۰)، بررسی روند تغییرات درجه توسعه یافتگی مناطق روستایی سیستان و بلوچستان با بهره‌گیری از تاکسونومی عددی طی دهه‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۷۵، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره ۲۴، صص ۵۱ - ۷۶. سیستان و بلوچستان.
۳. استعلاجی، علیرضا (۱۳۸۴)، کاربرد آنالیز تاکسونومی در برنامه‌ریزی توسعه کشاورزی (مطالعه‌ی موردی ناحیه ورامین - پیشوا)، مجله‌ی دانش کشاورزی ایران، شماره ۳ و ۴، صص ۴۷ - ۵۶. تبریز.
۴. امیدوار، کمال (۱۳۹۰)، مخاطرات طبیعی، چاپ. یزد، مرکز انتشارات دانشگاه یزد.
۵. اوزی، رمضان (۱۳۹۰)، جغرافیای مخاطرات (مخاطرات انسانی و طبیعی)، چاپ، تبریز: دانشگاه تبریز.
۶. پورطاهری، مهدی و دیگران (۱۳۹۰)، ارزیابی تطبیقی روش‌های رتبه‌بندی مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی (مطالعه موردی: استان زنجان)، مجله پژوهش‌های روستایی، شماره ۳، صص ۳۱ - ۵۴. تهران.
۷. تصدیقی، حامد و دیگران (۱۳۹۰)، ارایه مدل ارزیابی عملکرد برای ادارات بیمه خدمات درمانی با استفاده از روش کارت امتیازی متوازن و آنالیز تاکسونومی (مطالعه موردی در اداره‌ی کل بیمه خدمات درمانی استان اصفهان). مجله مدیریت اطلاعات سلامت، شماره ۸، صص ۱۱۴۶ - ۱۱۵۵. اصفهان.
۸. خالدی، شهریار (۱۳۸۰)، بلایای طبیعی، چاپ. تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
۹. رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا و دیگران (۱۳۸۸)، تحلیلی بر دیدگاه‌های نظری آسیب‌پذیری جامعه نسبت به مخاطرات طبیعی، فصل‌نامه مدرس علوم انسانی، شماره ۱، صص ۲۹ - ۶۲. تهران.
۱۰. ساسان‌پور، فرزانه و دیگران (۱۳۸۹)، تأثیر عوامل انسان ساخت در تشدید پیامدهای مخاطرات طبیعی در محیط‌های کلان شهری با کاربرد منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۱۴، صص ۲۹ - ۵۰. تهران.
۱۱. سلطان‌پناه، هیرش و دیگران (۱۳۸۹)، به کارگیری و مقایسه تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در رتبه‌بندی کشورها بر مبنای میزان توسعه انسانی، مجله دانش و فناوری، شماره ۲، صص ۱ تا ۲۸. مشهد.
۱۲. شریفی، محمد امین و دیگران (۱۳۸۸)، اندازه‌گیری و تحلیل سطح توسعه مناطق روستایی در استان کردستان با استفاده از روش‌های تحلیل عامل و تاکسونومی عددی، مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۶۷، صص ۱ - ۲۴. تهران.

۱۳. صفاری، امیر و دیگران (۱۳۹۰)، ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر خطر سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۳ تهران)، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۲۰، صص ۵۰ - ۱۲۹. تهران.
۱۴. طالعی، محمد و دیگران (۱۳۹۰)، مسیریابی بهینه در محیط GIS برای تخلیه اضطراری آسیب دیدگان از حوادث ناگهانی، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۷۸، صص ۸۳ - ۱۰۰. تهران.
۱۵. عزیز پور، ملکه و دیگران (۱۳۹۰)، اولویت‌بندی عوامل مؤثر در مدیریت بحران شهری در برابر بلایای طبیعی (مطالعه موردی سازمان‌های مرتبط با بحران شهر اصفهان)، مجله‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۳، صص ۱۰۷ - ۱۲۴. اصفهان.
۱۶. قنواتی، عزت الله و دیگران (۱۳۸۸)، توانمندسازی مدیریت بحران شهری در جهت کاهش بلایای طبیعی (زلزله) نمونه موردی: شهر خرم‌آباد، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، شماره ۴، صص ۱۵ - ۲۴. لارستان.
۱۷. محمدی، علی (۱۳۸۹)، کاربرد مقایسه‌ای روش‌های تاپسیس تخصیص خطی و تاکسونومی در ارزیابی مالی، مجله‌ی پژوهش‌نامه اقتصادی، شماره ۱، صص ۲۷۳ - ۳۰۲. تهران.
۱۸. مسعود، محمد و دیگران (۱۳۹۰)، تعیین درجه توسعه نیافتگی شهرستان‌های استان اصفهان با تکنیک تاکسونومی عددی، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره ۸، صص ۳۹ - ۵۴.
۱۹. مصفاei، جمال (۱۳۸۹)، GIS ابزاری کارآمد در تعیین سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریت خطر زمین لغزش، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۲، صص ۱ - ۱۳. گرگان.
۲۰. نیازی، یعقوب و دیگران (۱۳۸۹)، ارزیابی کارایی مدل آماری دو متغیره در پیش‌بینی خطر زمین لغزش (مطالعه‌ی موردی: حوزه‌ی سد ایلام)، مجله‌ی علوم و مهندسی آب‌خیزداری ایران، شماره ۱۰، صص ۹ - ۲۰. تهران.

21.. E.Motz, B., 2011. Natural hazards: an evolving tradition in applied geography. Applied geography 31, 1 - 4.

22..Patwardhan, A., 2004. The methodology for assessing natural hazard impacts. Global and planetary change 47, 253 - 265.