مجله علمی پژوهش درعلوم انسانی ومطالعات اجتماعی، شماره ۱۶ ، تابستان ۱۳۹۸، ص۷۹-۶۶
http://www.jhss.ir

پهنه بندی مورفوتکتونیکی منطقه غرب دریاچه ارومیه با استفاده از تحلیل فضایی چند متغیره حداقل فاصله

علی نصیری[1]
[1]استادیار دانشگاه پیام نور - گروه علمی جغرافیا - تهران

چکیده:

پهنه بندی های مورفوتکتونیکی گوناگونی توسط محققینی چند در کشورمان انجام گرفته است. اما این پهنه بندی ها دقیق نبوده و بصورت چشمی و ذهنی و بدون استفاده از روش های تحلیل کمی صورت گرفته است. از طرف دیگر پهنه بندی های مذکور مبهم بوده و در مقیاس ملی و بدون بهره گیری از داده های شرایط محلی و منطقه ای انجام گرفته است. بدین منظور در پژوهش حاضر از روش های کمی فضایی جهت این کار بهره گرفته ایم. روش های کمی فضایی زیادی با قابلیت های گوناگون در سامانه های اطلاعات جغرافیایی ارائه شده است. یکی از ارجحیت های انتخاب روش ها ساده بودن آنهاست و یا بعبارتی معیار ساده بودن و کاربردوست بودن روش ها در انجام با کیفیت و دقت نتایج کار حائز اهمیت است. از طرف دیگر داده های حاصل از عوامل متنوع سازنده پهنه ها (یا واحدهای) مورفوتکتونیکی منطقه که از نظر ماهیتی متنوع و متفاوت هستند در انتخاب روش مناسب و موثر مورد توجه بوده است. بدین ترتیب تحلیل های چند متغیره فضایی جهت تحلیل و پردازش چنین داده هایی دارای قابلیت زیادی هستند. در پژوهش حاضر برای تحلیل پهنه های مورفوتکتونیکی منطقه پژوهشی از روش تحلیل مکانی چند متغیره حداقل فاصله استفاده گردید. در این تحقیق از داده های موجود مورفوتکتونیکی منطقه همچون ارتفاع، زمین لرزه ها، گسلها، شاخص Ar و لایه های طول آبراهه ها و سطوح اساس آبراهه ها متشکل از متغیرهای یازده گانه در تحلیل پهنه های مورفوتکتونیکی استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می دهند که ۴ پهنه مورفوتکتونیکی (A,B,C,D) با ویژگی متمایز بر مبنای سامانه های ارتفاعی، مورفراستراکچر و تکتونیکی، گسلی، زمین لرزه ای در منطقه گسترش دارند. همچنین نتایج نشان می دهند که در حال حاضر این پهنه های متنوع مورفوتکتونیکی متمایز غالباً تحت کنترل عملکرد سامانه های گسلی، زمین لرزه ساخت و هیدرولوژیکی قرار دارند. نتیجتاً انطباق خوب پهنه های مذکور با واقعیت های مورفراستراکچر و تکتونیک و زمین لرزه های منطقه حاکی از کارائی خوب روش تحلیل فضایی چند متغیره مذکور را نشان می دهد.

کلید واژه : تحلیل چند متغیره مکانی، حداقل فاصله، فازی، الگوهای مورفوتکتونیکی، غرب دریاچه ارومیه.

مقدمه:

مطالعات ژئومورفوتکتونیکی با هدف شناخت تنوع پهنه های مورفوتکتونیکی منطقه با توان و قابلیت های متفاوت در استفاده بهینه از منابع و پهنه های سرزمینی و برنامه ریزی توسعه اراضی امر حیاتی است. این پهنه ها با مطالعه و تحلیل عوامل مختلف مورفوتکتونیکی همچون ارتفاعی، زمین شناسی و تکتونیکی، زمین لرزه ای و هیدرولوژی از طریق روش های تحلیلی متعدد تجربی و کمّی اعم از فضایی و غیر فضایی چند متغیره تعیین می شوند.

مطالعات پهنه های مورفوتکتونیکی در خصوص شناسائی و تعیین تیپ های متنوع آن با عوامل، معیار ها و دیدگاه های متفاوت با اولین مرز بندی واحدهای ناهمواریها یا واحدهای کلان ژئومورفوتکتونیکی زمین شروع شد. سرزمین ایران بعنوان یک واحد مورفوتکتونیکی (فلات) بخشی از زون بزرگ فعال زمین ساختی آلپ – هیمالیا است که مابین بلوک ها یا صفحات لیتولوژیکی اورسیا از شمال، بلوک افریقا و عربی از جنوب و بلوک هند و استرالیا در طرف شرق در یک ناحیه فشارشی حاصل از همگرایی صفحات مذکور بخصوص صفحات عربی و اوراسیا واقع شده است(شکل۱). در حال حاضر این صفحات با سرعتی حدود ۲۴ میلی متر در سال(ورنانت و همکاران۲۰۰۴ از محمدی و همکاران۱۳۹۰) به سمت یکدیگر در حرکت هستند. چشم انداز و تکامل ژئومورفوتکتونیکی ایران تحت کنترل این محیط فشارشی است. این حرکت همگرائی به طرف مدیترانه ادامه می یابد. شدت همگرائی در مدیترانه شرقی شدیدتر از مدیترانه غربی به لحاظ تاثیر زون فرورانشی در مدیترانه مرکزی و زون های تصادمی ترکیه (مدیترانه شرقی) و غرب اسپانیا است (Rodriguez and Barba 2004). موقعیت همگرایی حرکات پلیتهای مذکور الگوهای متفاوتی از زون های مورفوتکتونیکی و مورفوسیسموتکتونیکی را در پهنه سرزمینی ایران بوجود آورده است. مطالعه حرکات نئوتکتونیکی براساس شاخص های تحلیلی مورفواستراکچر انجام می شود. این شاخص ها توسط Guerasimov 1964 ارائه و بعدها بوسیله پژوهشگرانی چند از جمله Gorielov et al. 1973، Guerasimov 1973، and Rantsman 1973 Guerasimov، Mescheriakov 1966 و Rantsman 1961, 1979 مورد تجدید نظر و توسعه داده شدند. تحلیل های مورفوتکتونیکی بر پایه مبانی تئوریک مجموعه ژئواستراکچر، مورفواستراکچر و مورفواسکالچر[۲]انجام می گیرد. این تحلیل ها بر مبنای اصل ژنتیک پیدایش و توسعه واحدهای ناهمواریها انجام گرفته و ناهمواریها را نتیجه تعامل فرآیندهای درونی و بیرونی مورد توجه قرار می دهند. طبق نظر Alekseevskaya et al. 1977 نقشه های مورفواستراکچر می توانند نقطه شروع مطالعات مسائل ژئوفیزیکی زیادی باشند. زمین لرزه های شدید با گره های شبکه های گسلی مرتبط هستند (Zhidkov et al. 1975). ساختارهای مورفونئوتکتونیکی پیرامون سیستم تقاطع بزرگترین سامانه های خطوط شکستگی شکل می گیرند. مکانیسم فیزیکی تشکیلات گره های سامانه های گسلی نخست بوسیله Mckenzie and Morgan 1968 مطرح شد اما Gabrielov et al. 1996 تمرکز زمین لرزه های شدید را در چنین ساختارهایی را مورد بحث قرار دادند. با این وجود تاکید برخی محققین بر این است که پهنه بندی مورفواستراکچرال بدون توجه و استفاده از داده های زمین لرزه ای انجام گیرد (Rodriguez and Barba 2004). زمین لرزه و تکتونیک نتیجه فرآیندهای درونی همسان پوسته زمین و گوشته فوقانی هستند زیرا زمین لرزه ها در واحدهای مختلف زمین شناسی اتفاق می افتند که همان ها باعث تنوع شرایط مختلف محیطی می شوند. استفاده از داده های زمین شناسی در ارزیابی خطرات زمین لرزه ها نشاندهنده این است که زمین لرزه ها تداوم و نتیجه فرآیندی آخرین حرکات تکتونیکی است که آثار و شواهد آنها بوسیله رخدادهای متنوع در سنگ ها و ساختارها ابقا می شود.

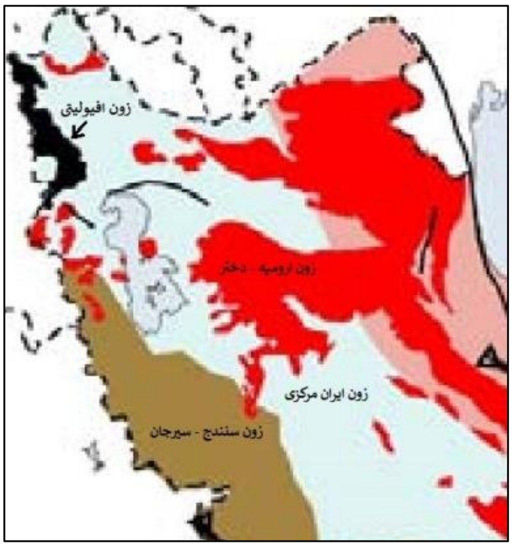
در ایران پهنه بندی های زمین ساختی چندی انجام گرفته از آن جمله می توان به کار اشتال (۱۹۱۱) اشاره نمود که سرزمین ایران به سه پهنه البرز، زاگرس و ایران مرکزی (توده میانی) تقسیم بندی کرده است. پهنه بندی اشتوکلین (۱۳۴۷) که گستره ایران را به ۹ پهنه زمین ساختی تقسیم بندی نموده، که منطقه پژوهشی (غرب دریاچه ارومیه) در آن بخشی از زون سنندج – سیرجان معرفی شده است. نبوی (۱۳۵۵) ایران به ۱۶ واحد ساختمانی – رسوبی پهنه بندی نموده که منطقه مورد بررسی در آن، بخشی از زون خوی – مهاباد معرفی شده است. افتخارنژاد (۱۳۵۹) با در نظر گرفتن معیارهای مانند زمان، نوع پوسته (قاره ای یا اقیانوسی) و تاریخ کوهزایی، ایران را به ۱۳ پهنه تقسیم نموده است که منطقه پژوهشی بخشی از زون همدان – ارومیه معرفی شده است(به نقل از عیوضی ۱۳۷۴). در پهنه بندی زمین شناسی دیگری این منطقه (غرب دریاچه ارومیه) شامل زون ایران مرکزی، زون ماگمایی ارومیه - دختر و زون سنندج – سیرجان (شکل۱) را شامل می شود(محمدی و همکاران ۱۳۹۰). آقانباتی (۱۹۸۶)،

[۱] - البته رقم های متفاوتی از میزان حرکات صفحات در منابع مختلف ذکر شده است. در قرآن هم دقیقا به این موضوع اشاره شده است. کوه ها (واحد های خشکی یا صفحات پوسته) را می نگری فکر می کنی آنها ثابتند آنها مثل ابر در حرکتند سوره نمل آیه ۸۸.

[۲]Geostructure, Morphostructure and Morphosculture

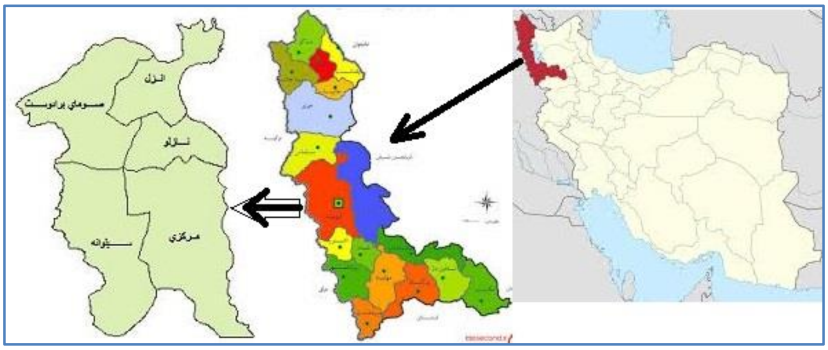
بربریان (۱۹۸۱)، بربریان و کینگ (۱۹۸۱)، داودزاده و همکاران (۱۹۸۶)، Boulin (1991), Choubert and Fauremuret (1980), و Dawoudzadeh and W. Diefenbach (1987) و زمانی و همکاران (۲۰۰۹) از نظر جغرافیایی براساس تاریخ کوهزایی و الگوهای ساختاری، ایران را به پهنه های مختلف تکتونیکی و رسوبی تقسیم بندی نمودند. نوروزی (۱۹۷۶و ۱۹۷۹)، طاهری و نیازی (۱۹۸۱)، Ambraseys and Melville (1987) و Karakaisis (1994)، قلندزاده و همکاران ۱۳۸۲، اسکندری و همکاران ۱۳۸۲ و معین فر و همکاران ۲۰۱۲ گستره سرزمینی ایران را بر اساس داده های لرزه نگاری به واحدهای مختلف سیسموتکتونیکی پهنه بندی کردند (نقل از زمانی ۲۰۰۹). پهنه بندی های مذکور دارای ابهام و با عدم اطمینان زیادی همراه است. این پهنه بندی بیشتر ذهنی بوده و بدون استفاده از تحلیل های کمی صورت گرفته است و ثانیا ارائه تفسیر دقیق از حجم انبوهی از داده های تکتونیکی، شتابنگاری، ژئومورفولوژی و هیدرولوژی با چشم غیر مسلح کاری دشوار است (با تغییر از زمانی و همکاران ۲۰۰۹). این پهنه بندی ها در سطح ملی بر اساس شاخص الگوهای ساختاری و رسوبی زمین بیشتر بصورت کیفی و بدون تحلیل های کمی مکانی و بدون توجه به عوامل و داده های محلی صورت گرفته، ولیکن با عوامل و الگوهای مورفوژنتیکی، الگوهای تکتونیکی، ژئومورفولوژیکی، زمین لرزه ای و توپوگرافی منطقه پژوهشی همخوانی نشان نمی دهند. هدف عمده این مطالعه تعیین پهنه های مورفوتکتونیکی منطقه غرب دریاچه ارومیه با بهره گیری از تحلیل های کمی فضایی حداقل فاصله با استفاده از متغیرهای مورفوتکتونیکی منطقه می باشد. پهنه بندی مورفوتکتونیکی با استفاده از تحلیل های فضایی چند متغیره انجام می شود. شناخت و تعیین عوامل موثر نخستین گام و مهمترین بخش کار در این نوع تحلیل ها محسوب می شوند. لذا شناخت عوامل شکل دهنده و سازنده مورفوتکتونیک منطقه از دیگر اهداف این پژوهش است.

شکل ۱- الگوهای ساختاری منطقه پژوهشی (محمدی و هم. ۱۳۹۰)



منطقه پژوهشی

محدوده مورد مطالعه منطقه غرب دریاچه ارومیه عمدتا شهرستان ارومیه را دربر می گیرد که مرکز استان آذربایجان غربی است (شکل۲). به لحاظ موقعیت مورفوتکتونیکی این منطقه از طرف شرق به گسل تبریز - ماکو و چاله ساختمانی دریاچه ارومیه محدود از طرف غرب به ارتفاعات مرزی با امتدادهای محوری پیچیده و مختلف عمدتا در روندهای شمالی – جنوبی ، غربی – شرقی و قلل مدور آتشفشانی، از شمال به چاله و گسل سلماس و از طرف جنوب نیز به حوضه دشت نقده و رودخانه قیدار منتهی می شود. در این منطقه از غرب به شرق از ارتفاع ناهمواریها کاسته شده که از ۳۶۰۰ متر در غرب به ۱۰۵۰ متر در ساحل دریاچه ارومیه می رسد و همچنین هر چقدر از غرب به شرق حرکت می‌کنیم از میزان نزولات جوی نیز کاسته می شود و در کوههای مرزی خصوصاً در اطراف سردشت میزان بارش به۸۰۰ میلی متر می رسد ولی در نزدیکی های دریاچه ارومیه به کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر هم کاهش می‌یابد.



شکل شماره ۲ موقعیت منطقه مورد مطالعه (منبع: منابع اینترنتی و نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰).

مواد و روش ها

عوامل گوناگونی در شکل گیری انواع پهنه های مورفوتکتونیکی منطقه موثرند. تحت تاثیر عوامل ذاتی (ژنتیکی) سامانه های مختلف تکتونیکی (از جمله سامانه های شکستگیها، گره ها)، شرایط پیچیده فیزیکی مورفولوژیکی و توپوگرافی، عوامل زمین شناسی و هیدرولوژی، این پهنه ها را شکل می دهند. در این پژوهش از داده های قابل دسترس همچون داده های زلزله های ثبت شده دستگاهی (شدت، عمق، تراکم کانون های زلزله) و همچنین گسل ها (طول شکستگی، تراکم، و شدت جنبایی آنها بر مبنای داده های زمین شناسی و لرزه ای)، داده های ارتفاعی و همچنین داده های شبکه هیدروگرافی مورد استفاده قرار گرفت که پایگاه داده ای (یا مجموعه داده های) با ماهیت های متفاوتی تشکیل شد. با استفاده از تبدیلات کرجینگ در محیط تحلیل فضایی ArcGIS 10/3 داده های گسسته نقطه ای به لایه های پیوسته اطلاعاتی تبدیل شد. بدین وسیله لایه هم پایه سطحی و شیب و مدل رقومی زمین از داده های ارتفاعی و شبکه هیدروگرافی منطقه تهیه شد و همچنین لایه های مختلف اطلاعاتی چون لایه های شدت ، عمق و تراکم کانون های زلزله ها و نیز سایر لایه های مورد نیاز از قبیل لایه های شدت جنبایی شبکه گسل ها، فاصله از خطوط شکستگی و تراکم شبکه گسلی در سطح منطقه از داده های شتاب نگاری و شبکه گسل های منطقه با کمک تکنیک کرجینگ تولید گردید. سپس با توجه به دامنه متفاوت داده ها از تکنیک فازی جهت هم مقیاس سازی لایه های اطلاعاتی استفاده گردید. یکی از مهمترین روش های شناخت ساختار و ماهیت زیر بنایی داده های فضایی چند متغیره و روابط بین آنها تحلیل مولفه های اصلی است. لذا جهت تعیین عوامل تاثیرگذار در ساختار مورفوتکتونیکی منطقه از تحلیل های مولفه های اصلی(PCA) در محیط ArcGIS 10/3 استفاده بعمل آمد. از تکنیک فازی در استاندارد سازی و ساده سازی داده هایی با سطح مقیاس های متنوع استفاده شد(شکل ۳).

در این پژوهش از مدل تحلیل فضایی چند متغیره حداقل فاصل در محیط نرم افزار Geomatica 2016 برای تحلیل داده های یاد شده استفاده گردید. نهایتاً لایه پهنه های مورفوتکتونیکی منطقه پژوهشی تولید شد. روش کمترین فاصله از میانگین چند متغیره بر محاسبه فاصله اقلیدسی در فضای چند بعدی استوار است. تعیین فاصله بین پیکسل‌های ناشناخته نسبت به میانگین کلاس های مربوط به الگوهای مورفوتکتونیکی هسته اولیه این روش را تشکیل می‌دهد. روش طبقه‌بندی کمترین فاصله از میانگین علاوه بر فاصله اقلیدسی می‌تواند با سایر روش‌های فاصله‌یابی نیز اجرا شود (واکرو لندگرب[1]۱۹۷۲). روش یاد شده فضای چند بعدی را به سطوح یا نواحی کلاس‌های الگوهای مختلف مورفوتکتونیکی تقسیم‌بندی می‌کند. بدین ترتیب هر کلاس دارای سطحی با مرزهای تصمیم‌گیری مشخص خواهد بود که این مرزهای تصمیم‌گیری با فاصله مساوی از مراکز کلاس‌ها قرار دارند. سطوح مشخص کننده مرز کلاس‌های مختلف الگوهای یاد شده در این روش خطی است. استفاده از روش کمترین فاصله از میانگین برای بررسی سریع نتایج پردازش و طبقه‌بندی نیز پیشنهاد شده است. این روش با تعداد نمونه‌های کمتر و بدون حساسیت زیاد به صادق نبودن پیش فرض‌های آماری مبنی بر نرمال بودن توزیع کلاس‌ها نتایج خوبی به دست می‌دهد. رابطه روش پردازش حداقل فاصله از میانگین چند متغیره بر اساس رابطه زیر انجام می شود (ریچارد ۲۰۰۶) :

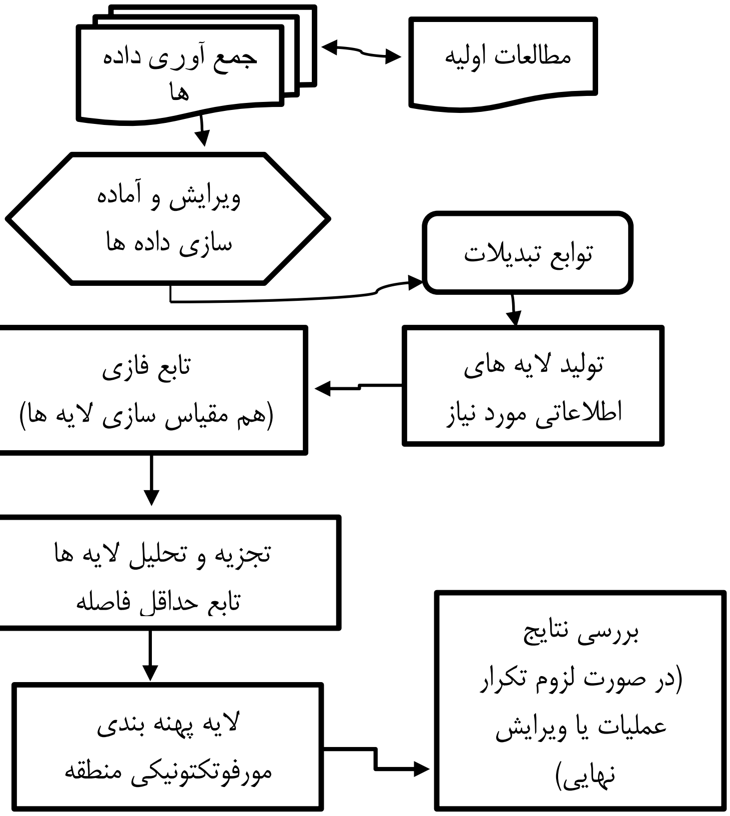
$$x \in \omega_i \quad \text{if} \quad g_i(x) > g_j(x) \quad \text{for all} \quad j \neq i \qquad (۱-۱)$$

جائیکه

$$g_i(x) = 2m_i.x - m_i.m_i \qquad (۱-۲)$$

[1] - Wacker and Landgrebe 1972.

معادله (۲-۱) تابع تشخیص روش طبقه بندی حداقل فاصله از میانگین چند متغیره کلاس ها تعریف می شود. m_i میانگین کلاس مورفوتکتونیکی i ام و x موقعیت پیکسل ناشناخته در فضای چند بعدی.



شکل ۳ پروسه اجرائی تحقیق

یافته های تحقیق

به دلیل موقعیت خاص منطقه و همگرایی عوامل مختلف مورفوژنتیکی و تکتونیکی مسبب تاثیر عوامل زیادی در شکل گیری مورفوتکتونیکی آن شده است. تعدد عوامل متنوع سازنده ژئومورفولوژیکی، تکتونیک و زمین شناسی اعم از عوامل محلی (زون ایران مرکزی، سامانه های گسلی بزرگ تبریز، ارومیه و شکستگی های بستر دریاچه، چاله گرابن دریاچه ارومیه، فعالیت آتشفشانی بصورت قلل مدور و همچنین توده های نفوذی که نظام سامانه رسوبی آن را برهم زده) و بیرونی (زون برخوردی اوراسیا و صفحه عربی که باعث رانش آن به طرف شمال و همچنین انحراف امتداد محور ناهمواریهای منطقه از محور سامانه های اصلی البرز و زاگرس شده) با تاثیرگذاری های متفاوت، پیچیدگی خاصی را به الگوهای مورفوتکتونیکی منطقه داده است. از نظر ساختار لندفرمی منطقه غرب دریاچه با امتداد محوری غالبا شمالی – جنوبی به کلی متفاوت از شرق آن (قلل آتشفشانی سهند بصورت مخروط مرکب و اراضی هموار پیرامون و توده میشو با امتداد محوری شرقی - غربی) است. بررسی ها نشان می دهند که تفاوت های مورفوتکتونیکی در منطقه غرب دریاچه نیز از شمال به جنوب آن وجود دارد.

نقشه های توپوگرافی ابزار خیلی مفیدی در کاربرد متدهای ژئومورفولوژیکی برای تحلیل های کمی و کیفی الگوهای مورفواستراکچر بشمار می آیند (Filosofov, 1960). نقشه های توپوگرافی، داده های پایه برای تولید مجموعه نقشه های ویژه ای بنام مورفوایزوهیپس[1]هستند (Jain 1980). این نقشه ها خطوط همپایه یا هم ارتفاع ناهمواریها را در هر منطقه با در نظر گرفتن فرم منشاء اولیه زمین عمومیت می بخشند. مراحل اولیه مطالعات نئوتکتونیک آرایش و طبقه بندی عناصر ناهمواریها است(Gonzales et al. 1989). Cotilla et al. 1991 در کوبا ارتباط مستقیم بین نقشه مورفوایزوهیپس و نقشه هم پایه[2] برای ساختارهای بزرگ پیدا نمودند. شاخص حداکثر ارتفاع (Ar[3]) منطقه یا حوضه که حداکثر اختلاف ارتفاع در واحد سطح معین

[1] - Morphoisohypses
[2] -Isobase map
[3] - Amplitude of relief (Ar)

است(Cotilla et al. 1991). این پارامتر امکان شناسایی پهنه های فرسایشی با درجات متفاوتی از شدت فرسایش یافتگی را امکان پذیر می سازد. مقادیر کمی بالای Ar در پهنه های شدیدا تغییر شکل یافته[1]تکتونیکی رخ می دهد. تغییر پذیری مکانی شاخص Ar امکان شناسایی پهنه های بالا آمده[2](بعبارتی پهنه های فعال تکتونیکی) نسبت به پهنه های مجاور را مسیر می سازد (Cotilla et al. 1997).

البته شاخص زیادی برای تحلیل های الگوهای مورفوتکتونیکی و تغییر شکل تکتونیکی لندفرم ها پیشنهاد و مورد استفاده محققین است که از آنها بنام شاخص های ژئومورفیکی یاد می شود، که از جمله آنها: انتگرال هیپسومتری (Hi)، شاخص شیب طول آبراهه اصلی (Sl)، تقارن شبکه هیدروگرافی حوضه (Af)، شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (Vf)، شاخص تقارن (متقاطع) توپوگرافی حوضه (T)، شکل شبکه هیدروگرافی حوضه (Bs)، نسبت حداکثر پهنای حوضه به پهنای خروجی (W) و شاخص نسبیت فعال تکتونیکی[3](Iat) را شامل می شوند(بهرامی ۲۰۱۲). در این مقاله برای اولین بار جهت تولید نقشه مورفوایزوهیپسیز[4]منطقه از شاخص Ar استفاده بعمل آمد. برای تولید لایه مورفوایزوهیپسیز منطقه با بهره گیری از شاخص Ar از تحلیل مکانی لایه DTM از رابطه ۱ استفاده شد، مدل رقومی ارتفاعی زمین، شیب و جهت با بهره گیری از مدل کرجینگ از نقشه های رقومی توپوگرافی منطقه در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره ای تهیه شد.

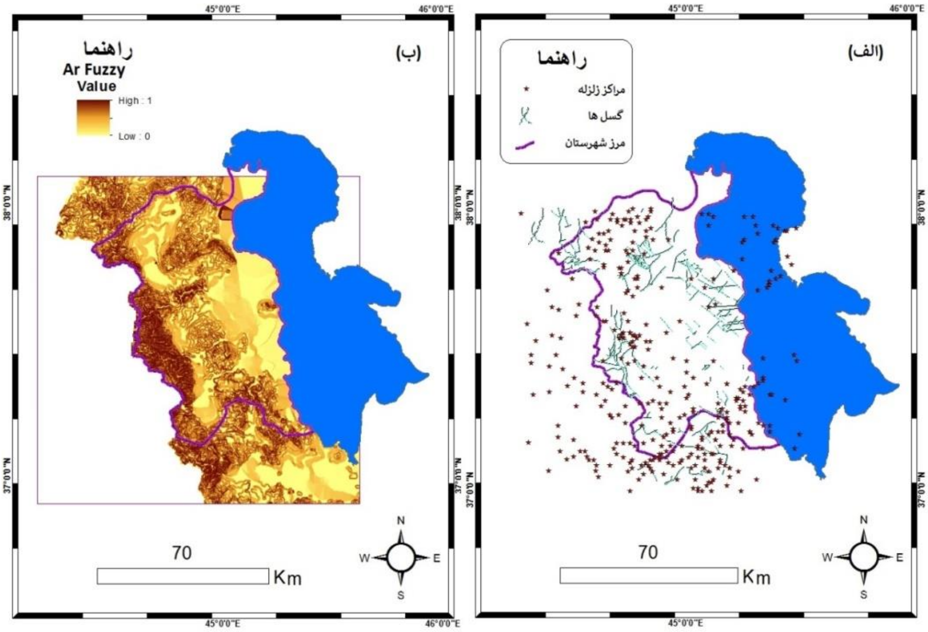
نقشه مورفوایزوهیپسیز با استفاده از ابزار Focal statistics از مجموعه Spatial analysis با تعریف Window ۳*۳ با آماره Range (که اختلاف بین بیشترین ارتفاع را با کمترین آن در پیکسل های مجاور محاسبه و در پیکسل مرکزی قرار می گیرد) از لایه DTM منطقه تولید شد. مقادیر برای هر پیکسل در خروجی با بررسی پیکسل به پیکسل از رابطه (۱) زیر تعیین شده است.

$$\text{Focal range} = \text{focal maximum} - \text{focal minimum} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

لایه های تراکم گسلها، طول خطوط گسلی، فاصله از خطوط شکستگی و همچنین لایه کانونهای زلزله بر اساس داده های ثبت شده دستگاهی تهیه و سپس لایه های تراکم زلزله ها، شدت زلزله ها، عمق زلزله ها با استفاده از روش کرجینگ از آن تولید شد. لایه شبکه هیدروگرافی و رتبه بندی آن، لایه سطوح پایه رتبه آبراهه ها و همچنین لایه زمین شناسی برای استفاده در پردازش بعدی تولید و تهیه گردید. با توجه به اینکه، داده های لایه های مختلف متغیرها دارای مقیاس های اندازه گیری متفاوتی بودند این موضوع موجب وزن های متفاوت در نتایج می شود لذا باعث می شود که نتایج بیشتر تحت تاثیر چند متغیر معین قرار بگیرند. برای حل این مشکل از روش فازی جهت هم مقیاس سازی داده های لایه های مربوطه استفاده گردید، بدین ترتیب تمامی داده های لایه مذکور در دامنه بین ۰ و ۱ استاندارد سازی شد(شکل ۴ ب).

داده های سامانه های گسلی از داده های مهم در تحلیل الگوهای مورفواستراکچر هر منطقه است. لایه تراکم گسل ها[5] بر اساس تعیین تعداد گسل در واحد سطح بدست می آید (Cotilla et al. 1991). این نقشه بیانگر درجه و یا میزان شکستگی پوسته زمین در هر منطقه است. در تحقیق حاضر این لایه با استفاده از ابزار Density از مجموعه Spatial analysis در محیط ArcGIS 10/3 تولید گردید. میزان انطباق بالای کانون های زلزله ها و خطوط گسلی و شکستگی ها (شکل۴ الف) با اطمینان بیشتری فرضیه گسل زلزله ها را تائید می کند (Mogi 1967 نقل از Cotilla et al. 2004). پهنه ها یا واحدهای مورفواستراکچر بر مبنای ساختارهای پوسته زمین یا قسمت بالایی آن بعبارتی ناهموارهای توپوگرافیک تعریف می شوند (Chigariov 1977; Nikolaev 1982 نقل از Cotilla et al. 2004).

[1] - Deformed zones
[2] - Uplifted Zones
[3] - Index of relative active tectonics
[4] - Morphoisohypses map
[5] - Fault Density map



شکل ۴- (الف) لایه سامانه گسلی و مراکز رو زمینی زلزله ها و (ب) لایه فازی مورفوایزوهیپسیز منطقه

نقشه های ژئومورفیکی و تکتونیکی الگوهای مربوط به واحد های لندفرمی ساختارهای پوسته زمین را صرفاً بر اساس یکی از دو شواهد ژئومورفیکی یا زمین شناسی تبیین می کنند (با تغییر از Cotilla et al. 2004). در پژوهش حاضر جهت تحلیل و تعیین پهنه های مورفوتکتونیکی از هر دو شواهد ساختاری و ژئومورفیکی استفاده شد. با توجه به روابط پیچیده فضایی و مکانی عوامل متنوع سازنده با سازمان درونی و بیرونی، تعیین اینکه چه عواملی در شکل دهی و سازندگی الگوهای مورفوتکتونیکی منطقه تاثیرگذاری بیشتری دارند از اهمیت خاصی برخوردار است. بخصوص در صورتی که عوامل مختلف سازنده مورفوتکتونیک ماهیتی متفاوتی داشته باشند که در این شرایط، کار تجزیه و تحلیل داده ها دشوارتر می شود لذا در این مواقع بهره گیری از تحلیل های فضایی چند متغیره راهکار مفیدی است. از تکنیک فازی در استاندارد سازی و ساده سازی داده هایی با سطح مقیاس های متفاوت انجام شد. این کار تحلیل چنین داده های با روابط و مناسبات مکانی و فضایی پیچیده را راحت تر می سازد. لذا این پروسه کمک زیادی به افزایش دقت نتایج حاصله در اثر بهره گیری از روش های ساده تر با پارامترهای کمتر (به جای استفاده از روش های پیچیده تر با پارامترهای بیشتر و نتایج پیچیده تر همراه با خطاهای نامشخص می کند که امکان تفسیر و درک آنها (نتایج) را به مراتب دشوار تر می کند و این به نوبه خود ممکن است با ابهامات زیادی همراه باشد) را فراهم می نماید. همچنین این روش ها پردازش را راحت تر و تحلیل های دقیقتری را ارائه می نمایند و نیز کاهش زمان و هزینه ها را امکان پذیر می سازند. به همین دلایل در این پژوهش از مدل تحلیل حداقل فاصل چند متغیره در محیط نرم افزار Geomatica 2016 برای تحلیل داده های یاد شده استفاده گردید. در این روش بر اساس پارامتر میانگین الگوهای مورفوتکتونیکی و فواصل بین آنها در فضای چندی با توجه به همبستگی درونی آنها (پهنه ها) بهره گرفته می شود. با توجه به اصل جغرافیایی نزدیکی – همانندی و ارتباط درونی و یا خود همبستگی فضایی، نقاطی که در درون یک الگوی مشخص جا گرفته اند دارای الگوی مکانی واحدی هستند.

متغیرهای مختلف مذکور یعنی لایه های حاصل از سامانه لرزه ای مانند شدت، عمق و تراکم زلزله ها، لایه های بدست آمده از سامانه هیدرولوژی از قبیل سطوح پایه رتبه های آبراهه ها و طول آبراهه ها، لایه های سامانه ارتفاعی مثل مدل رقومی ارتفاع زمین و شاخص Ar، لایه های حاصل از سامانه گسلی مانند شدت جنبایی گسل ها، عمق گسل ها، طول گسل ها و تراکم شبکه گسلها با استفاده از تحلیل فازی در فضای چند بعدی در محیط ArcGIS 10/3 هم مقیاس و استاندارد شده و بدین ترتیب فایل های آماره های لایه ها جهت پردازش نهایی بدست آمدند. بدین ترتیب با استفاده از تکنیک حداقل فاصله با تحلیل نهایی متغیرهای فوق الذکر در محیط Geomatica 2016 لایه پهنه های گوناگون مورفوتکتونیکی منطقه پژوهشی بدست آمد.

بحث و نتایج

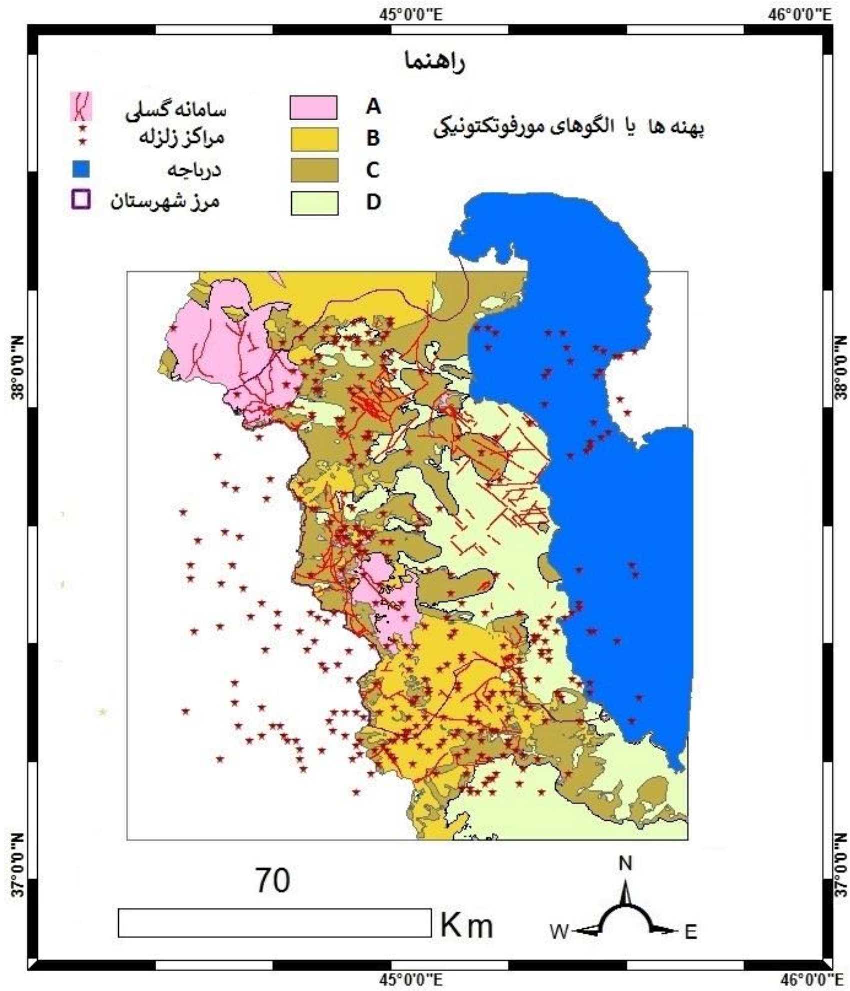
بررسی نتایج بدست آمده از تحلیل حداقل فاصله از میانگین نشان می دهد که ۴ الگوی متفاوت مورفوتکتونیکی در منطقه پژوهشی وجود دارد (شکل ۵). الگوهای یادشده تحت تاثیر متغیرهای یازده گانه مورفوتکتونیکی مذکور با توجه به همبستگی فضایی درونی شان شناسایی و تعیین شدند. نتایج این تحلیل نشان می دهد که این ۴ پهنه مورفوتکتونیکی منطقه عمدتا حاصل عملکرد عوامل سازنده مورفوتکتونیک شامل عوامل سامانه گسلی (تراکم گسل ها، عمق و شدت جنبای گسل ها) عوامل هیدرولوژی (سطوح همپایه آبراهه ها، تعداد آبراهه ها و طول آبراهه ها)، سامانه ارتفاعی، تراکم و شدت زلزله ها است. پهنه های مذکور معلول موقعیت زمین ساختی منطقه مورد مطالعه و قرار گرفتن آن در میانه کمربند فعال تکتونیکی و کوهزایی آلپ – هیمالیا، حلقه اتصال فلات های ایران و آناتولی و در کانون اتصال واحدهای مختلف زمین شناختی و زمین ساختی ایران، میان مخروط های آتشفشانی و توده های آذرین باتولیتی، سامانه گسل های بزرگ مانند گسل تبریز در شرق و گسل ارومیه در غرب، چاله ساختمانی (گرابن) دریاچه ارومیه است که سیستم خاص مورفوتکتونیکی را در این منطقه شکل داده است. تراکم، وسعت و شدت پیچیدگی های فیزیکی سطح ناهمواری ها و چشم انداز متنوع مورفوتکتونیکی منطقه از ویژگی بارز آن است.

نتایج این تحقیق روشن می سازد که پهنه های مورفوتکتونیکی تعیین شده مذکور کاملا با شواهد و واقعیات زمینی چون سامانه گسلی، چشمه های لرزه زا، شکل و ساختار زمین ساختی منطقه منطبق است. نتایج نشان می دهند که عامل هیدرولوژی (مورفولوژی شیکه، سطوح همپایه آبراهه ها، تعداد آبراهه ها) در حال حاضر نسبت به سایر عوامل از فعالترین عامل مورفولوژیکی در منطقه است که به دلیل بالا آمدگی ارتفاعات و وضعیت تکتونیکی فعال منطقه پژوهشی است که باعث به هم خوردن تعادل سطح اساس سامانه مذکور و موجب فعال شدن فرآیند فرسایش عمقی (حفر بستر) آن شده است.

نتیجه گیری

از مباحث تحقیق نتیجه گیری می شود که نمی توان به نتایج حاصل از روش های سنتی و ذهنی اتکاء نمود. زیرا با توجه به عوامل مختلف مانند ماهیت موضوع که محوریت فضایی و مکانی دارد و نوع و ماهیت داده های مورد استفاده با زنجیره ای از روابط پیچیده و گسترده متقابل بین متغیرها و نا مشخص بودن شیوه عمل و روند تحلیل داده ها بوسیله روش های مذکور و عدم امکان قابلیت سنجی تحلیل داده های پیچیده فضایی و نا مشخص بودن دقت کار است که نتایج حاصله را بسیار ابهام آمیز می کند. نتیجه این که اصولاً روش ها و شیوه های تحلیل داده ها در هر تحقیقی بایستی مشخص و روند تحلیل قابل درک باشد. در نتیجه گیری بعدی این حقیقت روشن می شود که تکنیک تحلیل فضایی چند متغیره حداقل فاصله مورد استفاده بخوبی پهنه های مورفوتکتونیکی را تفکیک نموده و نتایج خوبی را ارائه می دهد. این تکنیک از تکنیک های هوش مصنوعی محسوب می شود. انطباق خوب نتایج با واقعیت های زمینی موید کارائی بالای روش یاد شده است. نتیجه گیری بعدی مربوط به عوامل موثر و تعیین کننده رفتارهای مورفوتکتونیکی منطقه است. عوامل ناحیه ای از قبیل عوامل ژئومورفولوژیکی (مانند ابعاد، گسترش و امتداد ناهمواریها و جهت آنها، وسعت و جهات دامنه ها)، عوامل و فرآیندهای مورفودینامیک و سامانه گسل ها (عوامل اولیه) و هیدرولوژی (عامل ثانویه) نقش تعیین کننده در سازندگی مورفوتکتونیکی کنونی منطقه دارند. این عوامل تحت کنترل عوامل مورفودینامیک بیرونی (سامانه های صفحات عربی و اوراسیا منطقه) نقش موثر و مهمی در این خصوص ایفاء می نمایند. در کل از نتایج این تحقیق این نتیجه گیری می شود که سامانه هیدرولوژی، سامانه گسلی و فعالیت تکتونیکی منطقه در تعامل با هم وضعیت کنونی پهنه های مورفوتکتونیک منطقه را در کنترل دارند و آن را شکل داده اند.

برخی از ویژگی های ۴ پهنه متفاوت مورفوتکتونیکی شناسایی شده در منطقه پژوهشی که با حروف لاتین A,B,C,D نامگذاری شده (شکل ۵) به شرح زیر است:



شکل شماره ۵ – لایه پهنه های مورفوتکتونیکی تحلیل چند متغیره فضایی حداقل فاصله منطقه پژوهشی

پهنه مورفوتکتونیکی A

این پهنه در قسمت شمال غرب و غرب و جنوب غرب منطقه مورد بررسی گسترش دارد و لندفرم اراضی مرتفع کوهستانی دارد که میانگین ارتفاع آن ۲۳۰۰ متر از سطح دریا است. در قسمت شمال غربی تنوع واحد های زمین شناسی این پهنه چشم گیر بوده بخصوص که این تنوع بصورت رگه هایی در بخش میانی به پهنای ۱۶ کیلومتر در امتداد شمالی – جنوبی خود نمائی می کند. رخساره واحد های سنگی نیز بصورت نوارهای باریک و کشیده در جهت شمالی و جنوبی منطبق بر سامانه گسلی در امتداد آنها رخنمون دارند. این زون ریفتی است که در شمال به یک مخروط آتشفشانی منتهی شده و در ادامه به زون افیولیت های خوی می پیوندد. این پهنه از سنگ های شیل سبز، میکاشیست، گرانیت و گنیس و پریودیت، گابرو و بازالت، دولومیت دگرگونی، سنگ آهک و شیل (تشکیلات باروت) و کنگلومرا، مخروط افکنه و پادگانه های رودخانه ای و رسوبات فلیشی تشکیل شده است. بخش غربی این پهنه لندفرم کوهستانی مرتفع دارد و امتداد محور ناهمواریهای آن شمالی – جنوبی است. این محور در برخی نواحی توسط سرشاخه های رودخانه ها عمدتا نازلوی چای و شهرچای بریده شده است. سامانه هیدرولوژی با الگوی مورفولوژی شاخه درختی عمود بر محور ناهمواریها جریان دارد و لندفرم دره های فرسایشی V شکل نسبتا گسترده ای را در آن تشکیل داده است. این بخش از واحدهای زمین شناسی متنوعی و متراکمی تشکیل شده است. ماسه سنگ، مارن و آهک، کنگلومرا و ماسه سنگ، تشکیلات قرمز (کنگلومرای قرمز، ماسنگ، مارن و ژیپس)، سنگ های با درجه دگرگونی کم، رخساره شیست سبز، فیلیت، اسلیت، ماسه سنگ دگرگونی تشکیل شده است. این بخش از پهنه با توجه به میانگین شاخص Ar برابر ۷۳ از نظر تکتونیکی بسیار فعال است. مقادیر بالای Ar در پهنه های با بیشترین تغییر فرم مورفوتکتونیکی اتفاق می افتد (Cotilla et al. 1991). بالاآمدگی تکتونیکی بیشتری نسبت به پهنه های مجاور نشان می دهد. انطباق محور سامانه گسلی با محور ناهمواری و همچنین سامانه بسیار متراکم گسلی، انطباق کانون زلزله ها با سامانه گسلی و ماهیت لندفرم مورفوهیدرولوژی از شواهد آشکار این بالاآمدگی است. الگوی فرم سامانه

گسلی عمدتا موازی، خمیده و متراکم با انشعابات متعدد و با امتداد محوری شمالی – جنوبی است. چگونگی و فرم شکستگی ها و انطباق آنها با محور ناهمواریها، نشان از الگوی خاص مورفواستراکچری با شدت عمل نیروهای تکتونیکی از جهات شرق و غرب است که موجب شکستگی و بالاآمدگی بیشتر آن شده است. بعلاوه رخداد زلزله های زیاد در چند سال اخیر در این پهنه با شدت حدود ۵ ریشتر و تراکم آنها در نقطه ثقل این پهنه نشان از پویایی تکتونیکی آن است و این پویایی آن را از سایر پهنه ها متمایز ساخته است.

پهنه مورفوتکتونیکی B

این پهنه عمدتا اراضی کوهستانی با حوضه ها و دشت های کوچک میان کوهی (مانند هوسین، کنگچین و سرو، سیلوانا و مرگور و ترگور در امتداد شمالی – جنوبی احتمالا خط گسلی) مابین ارتفاعات غربی (پهنه A) و ارتفاعات شرقی پهنه (و پهنه های D و C) را در بر می گیرد. گسل های این پهنه کم و بصورت پراکنده مشاهده می شوند و عمدتا گسلهای آن کوچک و بدون اتصال و گره بوده روند و امتداد آنها جهات مشخصی را نشان نمی دهند.

به لحاظ سنگ شناسی عمدتا از سنگ های رسوبی مانند سنگ آهک و آهک دولومیتی، شیل قرمز و آهک با سطوح نسبتا گسترده و بخش جنوب غرب پهنه مذکور از سنگ های آذرین نفوذی گابرو، دیوریت و فلیت، اسلیت و سنگ های دگرگونی و با سطوح محدود و تراکم زیاد مابین دو تشکیلات کواترنری (دشت زیوه (دشت مرگور - ترگور) در شمال آن با روند شمالی – جنوبی و دشت نقده – اشنویه و رودخانه قدار چای با روند تقریبا شرقی – غربی) با هسته باتولیتی مرکزی تشکیل شده است. ولیکن سامانه زمین لرزه ای آن رخداد زلزله های ۲ الی ۴/۲ درجه ریشتر در آن طی ساله های اخیر تراکم زیادی را نشان می هند. فعالیت های زلزله خیزی این پهنه شدید و تراکم بالای کانون های زمین لرزه ای در آن نشان دهنده وضعیت فعال تکتونیکی این پهنه است. وضعیت مورفولوژیکی و مورفواستراکچر سامانه هیدرولوژی با بسترهای تنگ و عمیق برشی و فرسایش عمقی از شواهد و آثار وضعیت فعال مورفوتکتونیکی است که این نشان از بالاآمدگی ارتفاعات این پهنه است.

پهنه C

ساختار ژئومورفولوژیکی (مانند روند محور و ابعاد ناهمواریها، جهت و وسعت دامنه ها)، توپوگرافی و ارتفاع این پهنه متفاوت از سایرین است. آرایش فضایی مولفه های مورفوتکتونیکی آن بیشتر از عوامل گسلی و هیدرولوژی تبعیت می کنند. پهنه **C** عمدتاً لندفرم طاق مانند باتولیتی توده کوهستانی کم ارتفاعی را نشان می هد که میانگین ارتفاع آن ۱۷۸۰ متر از سطح دریا است. توده کوهستانی باتولیتی با سنگ های گرانیتی، دیوریتی و گنیس مربوط به پره کامبرین با پیرامونی از سنگ های رسوبی است که هسته ناهمواریها را این توده های نفوذی تشکیل داده با نفوذ و فشار به طبقات رسوبی بالایی موجب بالاآمدگی ارتفاعات و در برخی جاهای آن به مرور زمان با فرسایش لایه های بالایی توده های نفوذی این پهنه ظاهر شدند. واحدهای سنگ شناسی از تنوع و تراکم بیشتری بخصوص در بخش مرکزی به نسبت سطح پهنه در آن مشاهده می شوند. عمدتا از رسوبات کواترنری، سنگ های آهکی، سنگ کوارتزیت و از سنگ های آذرین میگماتیت، گنیس و گرانیت تشکیل شده است.

سامانه گسلی این پهنه با الگوی (فرم فضایی، شکل تراکم، توزیع فضایی، نوع و روند گسترش) خاص و بسیار متفاوت از سایر پهنه ها است. این سامانه غالبا از گسل های مزدوج تشکیل شده که منطبق بر رئوس ارتفاعات بوده و بیشتر در بخش مرکزی پهنه متراکم شده اند. این شدت شکستگی نشان دهنده موقعیت و وضعیت فعال تکتونیکی و بالا آمدگی پهنه است. گسل ها در ۲ روند متفاوت از هم مشاهده می شوند. گسل های مزدوج کوچکتر با روند شمال غرب – جنوب شرق و گسل های بزرگتر با روند شمال شرقی - جنوب غربی مشهود هستند. در این زون تراکم نسبتا" بالائی از زمین لرزه های با بزرگی بین ۲/۵ تا ۳ در عمق ۷ تا ۳۴ کیلومتر در چند سال اخیر را می توان مشاهده نمود.

پهنه D

این پهنه اراضی مخروط افکنه ای و پادگانه های رودخانه های شهرچای، باراندوز چای نازلوچای و اراضی هموار ساحلی دریاچه ارومیه را در بر می گیرد که عمدتا از نهشته های جوان کواترنری و در اراضی کم ارتفاع آمیزه ای رنگین از کنگلومرا، ماسه سنگ و سنگ های تبخیری گچ تشکیل شده است. سامانه گسلی آن غالبا بصورت گسل های مزدوج در دو روند متقاطع شمال غربی – جنوب شرقی و شمال شرقی – جنوب غربی مشاهده می شوند. این دو روند در این پهنه عمومیت دارد ولیکن در اراضی تپه ماهوری و کم ارتفاع ساحلی که از سطح محدودی برخوردارند، خطوط شکستگی با روند شرقی – غربی نیز قابل مشهود است که به صورت مورب و قائم خطوط گسلی دو روند مذکور را قطع می کنند (شکل ۵). آرایش مکانی این سامانه دارای الگوی هندسی فرم و منظم است با خطوط مستقیم و موازی و متقاطع در دو روند مذکور بوده و از اتصالات قائمه ای برخوردار است. این الگوی سامانه گسلی منحصراً در این پهنه بوده و در سایر پهنه ها مشهود نیست. گسل بزرگ ارومیه – مریوان از این پهنه می گذرد. تعداد

وقوع زلزله ها در این پهنه خیلی نادر و انگشت شمار گزارش شده است. بزرگای زلزله های آن کم بین ۲ الی ۳ ریشتر بوده است. این پهنه میانگین کمیت شاخص Ar برابر ۱۳ است که این نشاندهنده پایداری نسبی مورفوتکتونیکی آن است. این پهنه به لحاظ وضعیت مورفولوژیکی در مرحله تراکمی است و دارای لندفرم مخروط افکنه های رودخانه های جاری منطقه می باشد.

منابع :

۱) بی.اف. جی مانلی، ترجمهٔ دکتر محمد مقدم، سیدابوالقاسم محمدی شوطی و مصطفی آقائی سربرزه، آشنایی با روشهای آماری چند متغیره ، انتشارات پیشتاز علم ۱۳۷۳. ۲۰۸ صفحه .

۲) محمدی نجمه، سدید خوی احمد، صدودی فروخ و فتانه تقی زاده فرهمند ۱۳۹۰، تغییرات عمق موهو در برخی از زون های زمین ساختی ایران با استفاده از روش تابع انتقال گیرنده P. مجله ژئوفیزیک جلد ۵، شماره ۴، ص ۱۳۲-۱۵۲، ۱۳۹۰.

۳) مجتبی یمانی، محمدرضا قاسمی، سیدکاظم علوی پناه، ابوالقاسم گورابی، ۱۳۸۹، مورفوتکتونیک ناحیه دهشیر با استفاده از تکنیک های ژئومورفومتری. فصلنامه پژوهش های جغرافیای طبیعی ، سال چهل و دوم، شماره ۷۱.

۴) میرزائی نوربخش، ۱۳۸۳. ایالت های لرزه زمین ساختی ایران. موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، سیمنار آموزشی، مرداد ۱۳۸۳.

۵) قلندر زاده عباس و همکاران ۱۳۸۲ ریز پهنه بندی لرزه شهر ارومیه با استفاده از اندازه گیری های میکروترمور، چهارمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله در ایران ، تهران و ایران.

۶) سازمان زمین شناسی کشور، پهنه های رسوبی- ساختاری عمده ایران. پایگاه ملی داده های علوم زمین.
http://www.ngdir.ir

۷) جداری عیوضی جمشید، ۱۳۸۱، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۸) آقانباتی سید علی ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران . انتشارات سازمان معادن و صنایع ایران.

۹) آمبرسیز و ملویل (۱۹۸۲) و آمبرسیز (۱۹۸۸)، کاتالوگ زمین لرزه های ایران، دانلود از اینترنت.

۱۰) اسکندری معصومه و همکاران ۱۳۸۲، پهنه بندی خطر زمینلرزه در استان خوزستان به روش احتمالاتی، اینترنت.

۱۱- حبیب پور کرم و صفری رضا ۱۳۸۸ . راهنمای جامع کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی (تحلیل داده های کمی) چاپ غزال .

۱۲- نصیری پرویز، ابراهیمی محمد علی، جعفر آقایی محمد، ۱۳۹۴، روش های پیشرفته آماری، تهران انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۴

13) M. O . Cotilla Rodriguez and D. Cordoba Barba 2004, Morphotectonics of the Iberian Peninsula, pure and Applied Geophysics, 161. P. 755-815.

14) . Zakerinejad R, Hochschild V, Rahimi M, Maerker M, 2016, Morphotectonic analysis of the Zagros Mountains Using High Resolution DEM to Assess Gully Erosion Processes: A case Study in the Fars Province, Southwest of Iran, IGRDJ Journal Vol. 6, Issue 4, March 2016.

15) Arian, Mehran, Bagha, Nooshin, 2012, Active Tectonics of Tehran Area, Iran, J. Basic. Appl. Sci. Res., 2(4)3805-3819, 2012.

16) S Karimiparidari, M Zaré, H Memarian.2011, NEW SEISMOTECTONIC ZONING MAP OF IRAN, 6th international conference Earthquake Engineering and Seismology, Tehran, Iran 2011.

17) Bahrami, Shahram.(2012), Morphotectonic evolution of triangular facets and wine-glass valleys in the Noakoh, anticline, Zagros, Iran: Implications for active tectonics, Elsevier journal homepage : www.elsevier.com/locate/geomorph Geomorphology 159-160 (2012) 37–49.

18) John A. Richards and Xiuping Jia,2006, Remote Sensing Digital Image Analysis, 4th Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006 Printed in Germany.

19) A. Zamani, M. Nedaei and R. Boostani, 2009. Tectonic Zoning of Iran Based on Self-Organizing Map. Journal of Applied Sciences, 9: 4099-4114.

20) A.A. Moinfar, A. Naderzadeh and M.H. Nabavi, 2012, New Iranian Seismic Hazard Zoning Map for New Edition of Seismic Code and Its Comparison with Neighbor Countries, 15WCEE_1480, 2012.

مجله علمی پژوهش درعلوم انسانی ومطالعات اجتماعی، شماره۱۶ ، تابستان ۱۳۹۸، ص ۷۹-۶۶
http://www.jhss.ir

Determined Morphotectonic zones by using minimum distance multivariate spatial analysis technique (west part of Urmia Lake)

A. Pr. Nasiri Ali. Geography Department, Payamnoor University – p. box 19395-4697 Tehran -I.R. of IRAN

Introduction

Various morphotectonic zonations have been carried out by several researchers in our country. But these zones are not precise and are visual and subjective without using quantitative analysis methods. On the other hand, the zoning is obscure and nationally and without the use of local and regional data. For this purpose, we have used spatial quantitative methods for this study. There are more spatial methods are presented with various capabilities in geographic information systems. One of the priorities of choosing methods is their simplicity, or is the simplicity and applicability of methods, which is important in performing the quality and accuracy of the results of the work. On the other hand, the data obtained from the various resources of the morphotectonic zones (or units) of the region, which are different and diverse in nature, have been considered in selecting the appropriate and effective method. In this way, multivariate analysis spatial analysis is very useful for analyzing and processing such data. In the present study, for analyzing the morphotectonic zones of the research area, a multivariate spatial analysis of the minimum distance was used.In this research, morphotectonics data of the area such as elevation, earthquakes, faults, Ar index, and length of the waterways layers and the basis of the channels, consisting of eleven variables, were used in the analysis of morphotectonic zones.The results of this study show that four morphotectonic zones (A, B, C, D) there are with a distinctive feature based on the altitude, morphostructur and tectonic systems, faults, and earthquakes in the region. Also, the results show that at present, these distinctive morphotectonic zones are often controlled by the functions of the fault, earthquake and hydrological systems. Consequently, the good fits of the above-mentioned zones to the facts of the morphostructure, Tectonic and the earthquakes in the region indicates the good performance of the multivariate spatial analysis methodology.

Materials and methods

The morphotectonic zones are recognized by investigating the analysis of various geomorphologic and tectonics factors with different methods like spatial and nonspatial quantitative methods. The natural environmental areas have differential morphotectonic patterns. Accordingly, different morphotectonic patterns of our country especially study area base on local variables are neither studied nor known. Hence, the main purpose of the present study is to produce morphotectonic zones map of west part of Urmia Lake by using the spatial multivariate analysis minimum distance technique, geomorphology and tectonic data.

Various morphotectonic factors whether local or world scales affect formation of morphotectonic pattern types. Inherent factors (or genetic) global morphotectonic systems like that alpine – Himalia systems, Arabian and Eurasia plates systems and complex local natural faults and tectonics systems, water derange networks, height, geomorphology (landform trends, dimension, directions and physical complex conditions of geomorphogenetic factors, lead to form different morphotectonic pattern types. morphotectonic producer factors have different properties. Accordingly, analyses of quantities and qualities obtained data are very difficult, so the spatial fuzzy method are proposed as standardization tools for above mentioned data of morphotectonic systems. Thereby we can use simple technique and high qualities analysis and good understanding research processes and interpretation of results. In this research diverse morphotectonic data and factors from various resources in different layers of the studied area such as fault length, seismic magnitudes and depth and Ar index data and water surface map, drainages network length layer together with height and geographical directions data have been analyzed to produce different morphotectonic patterns map. Hereby, analysis of different types of data such as spatial and nonspatial quantities and qualities data is one of the most difficult challenges in morphotectonic researches. In order to solve the above mentioned problems GIS spatial analysis techniques, spatial and multivariate analysis algorithms such as minimum distance visual analysis were used to analyze different nature types of data.

Results and discussion

The patterns of morphotectonic were identified by application of the multivariate spatial analysis of minimum distance method. The number of the factors were to specify that affected the morphology and tectonic properties of the study area. The variabilities have been had equals weights in analysis so, the fuzzy method used for scaling of different scales 11 variabilities such as fault length, magnitudes, depth, Ar index and height, seismic magnitudes and depth, drainage network length and counts, water surface isomap and DTM layers. The morphotectonic patterns determined by using minimum distance analysis of the above mentioned 11 variables. The results shown that 4 different morphotectonic zones have been detected in the study area, here so called (A,B,C,D) types. These zones have different morphostruture patterns and especial arrangement of morphotectonic elements.

The A zone is located in the west part of study area with the high mountain land, different faults systems pattern from each other zones and density fault network, most seismic events and the Ar index is 75 so that high active morphotectonic zone in the area. The other section of this zone is that high mountain landform, most geo units variety, rift zone, low faults network but a long fault line, relatively low seismicity activity in recently years and the Ar index is 44 so that it's morphotectonic active zone.

The B zone is mountain land, spatial arrangement of mountains, sparse faults networks, most geo units variety, with high density of seismic events and the Ar index equal to 42 show that active morphotectonic zone .

The C zone is mainly located in the north part of the study area, have mountain land landform so elevation mean is 1720 meter, with density faults network which especial pattern of faults system like conjugate faults system in northwest - southeast trend and with long fault lines in northeast – southwest trend, relatively low seismicity activity in recently years. The Ar index of this zone is 31 so, this shown that it's relatively active morphotectonic zone.

The D pattern including the coastal plain were formed by the alluvial fan of the area rivers systems. Also this zone have conjugate faults network but however this conjugate faults system were with less seismic events, low Ar index 13, so it's shown that this zone is tectonically inactive status in the east part of the study area (Urmia Lake west area).

The results of this research shown that, in present time the fault systems, hydrology derange network and height are the most important factors in building systems of morphotectonic pattern in the study erea. These factors are controlling of the morphotectonic systems status of study area.

Key word : Spatial analysis, fuzzy, minimum distance, morphotectonic pattern, Urmia urban**.**