نخستین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران
۲۳ و ۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۴
دانشگاه فردوسی مشهد

تعیین مناسب‌ترین معیارهای فیزیوگرافیکی طبقه‌بندی حوضه‌های همگن (مطالعه موردی محدوده‌های مشهد و نیشابور)

الیاس رمضانی‌پور - دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه فردوسی مشهد
ابوالفضل مساعدی*- استاد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد
منصور مصداقی - استاد مدعو دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد

***تلفن نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۵۰۰۷۴۵۸ - پست الکترونیکی:mosaedi@um.ac.ir**

چکیده

در حوضه‌های فاقد آمار تعیین حوضه‌ها با ویژگی‌های فیزیوگرافیک مشابه و گروه‌بندی آن‌ها برای اهداف مختلف از قبیل؛ عملیات برآورد رسوب و محاسبه پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ها به عنوان روشی برای برآورد دقیق‌تر پارامترهای مورد بررسی پیشنهاد می‌شود. در این پژوهش به منظور گروه‌بندی همگن ۱۶حوضه آبخیز واقع در محدوده‌های مشهد و نیشابور در استان خراسان رضوی از ابزار کاربردی آنالیز گروهی در نرم‌افزار Arc GIS 10.3 استفاده گردید. برای این منظور ابتدا داده‌ها، اطلاعات و نقشه‌های مورد نیاز از شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی اخذ گردید، پارامترهای فیزیوگرافی مورد بررسی پس از محاسبه در دو دسته پارامترهای قابل اندازه‌گیری و محاسباتی تقسیم شدند. سپس اقدام به گروه‌بندی همگن حوضه‌ها بر اساس پارامترهای تفکیک شده گردید. در این راستا برای تعیین فواصل بین افراد (حوضه‌ها) از طریق اندازه و مشابهت از رابطه اقلیدوسی و از روش نزدیکترین همسایه برای بررسی میزان تشابهات بین پارامترها استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که از بین پارامترهای فیزیوگرافی مورد مطالعه جهت طبقه‌بندی همگن حوضه‌ها، پارامتر ضریب گراویلیوس حوضه کم‌ترین میزان انحراف معیار را در طبقه‌بندی حوضه‌های همگن ارائه داده است.

کلید واژه: طبقه‌بندی، خصوصیات فیزیوگرافی، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، GIS، حوضه آبخیز

تعیین مناسب‌ترین معیارهای فیزیوگرافیکی طبقه‌بندی حوضه‌های همگن (مطالعه موردی محدوده‌های مشهد و نیشابور)

۱- الیاس رمضانی‌پور، دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه فردوسی مشهد
۲- ابوالفضل مساعدی*، استاد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد
۳- منصور مصداقی، استاد مدعو دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد
* نویسنده مسئول، نمابر: ۰۵۱۳۸۷۸۸۰۵، پست الکترونیکی:mosaedi@um.ac.ir

چکیده

در حوضه‌های فاقد آمار تعیین حوضه‌ها با ویژگی‌های فیزیوگرافیک مشابه و گروه‌بندی آن‌ها برای اهداف مختلف از قبیل؛ عملیات برآورد رسوب و محاسبه پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ها به عنوان روشی برای برآورد دقیق‌تر پارامترهای مورد بررسی پیشنهاد می‌شود. در این پژوهش به منظور گروه‌بندی همگن ۱۶حوضه آبخیز واقع در محدوده‌های مشهد و نیشابور در استان خراسان رضوی از ابزار کاربردی آنالیز گروهی در نرم‌افزار Arc GIS 10.3 استفاده گردید. برای این منظور ابتدا داده‌ها، اطلاعات و نقشه‌های مورد نیاز از شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی اخذ گردید، پارامترهای فیزیوگرافی مورد بررسی پس از محاسبه در دو دسته پارامترهای قابل اندازه‌گیری و محاسباتی تقسیم شدند. سپس اقدام به گروه‌بندی همگن حوضه‌ها بر اساس پارامترهای تفکیک شده گردید. در این راستا برای تعیین فواصل بین افراد (حوضه‌ها) از طریق اندازه و مشابهت از رابطه اقلیدوسی و از روش نزدیکترین همسایه برای بررسی میزان تشابهات بین پارامترها استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که از بین پارامترهای فیزیوگرافی مورد مطالعه جهت طبقه‌بندی همگن حوضه‌ها، پارامتر ضریب گراویلیوس حوضه کم‌ترین میزان انحراف معیار را در طبقه‌بندی حوضه‌های همگن ارائه داده است.

واژه‌های کلیدی: ***طبقه‌بندی، خصوصیات فیزیوگرافی، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، GIS، حوضه آبخیز***

۱-مقدمه

انتقال رسوبات حاصل از فرسایش و وقوع سیل ضمن محدودسازی منابع آب و خاک، مشکلات اقتصادی و اجتماعی زیادی را پدید می‌آورد. رسوبدهی یا سیل‌خیزی‌حوضه‌ها متاثر از عوامل فیزیوگرافی، اقلیمی، هیدرولوژیکی، پوشش‌گیاهی و زمین‌شناسی حوضه بالادست می‌باشد. در حوضه‌های فاقد آمار، روش‌های تحلیل منطقه‌ای به‌دلیل امکان‌تهیه‌مدل‌های قابل قبول در برآورد رسوب‌معلق و همچنین وضعیت سیل‌خیزی حوضه‌ها می‌توانند مفید باشند. هدف از آنالیز منطقه‌ای که با گروه‌بندی حوضه‌های آبخیز همراه است،تعمیم اطلاعات نقاط اندازه‌گیری در قالب روابط ریاضی بین خصوصیات مختلف حوضه‌ها و میزان رسوب به مناطق همگن هیدرولوژیکی است. تاکنون پژوهش‌هایی در زمینه تجزیه و تحلیل منطقه‌ای سیلاب انجام شده‌است که در هر یک از این پژوهش‌ها از یکی از روش‌های همگن‌بندی استفاده شده است.

آکرمن و سینکلر (۱) در پژوهشی به بررسی اهمیت تعیین منطقه‌های همگن بر اساس ویژگی‌های حوضه آبخیز در تحلیل منطقه‌ای سیلاب در اسکاتلند پرداختند. آن‌ها برای همگن‌بندی از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای استفاده کردند. از بین پنج منطقه همگن ایجاد شده تنها گروه دو قادر به توضیح تغییرات دبی نبوده است. استامی و هس (۳) مدل‌های منطقه‌ای سیلاب را در ایالت‌های جوجیا و فلوریدا آمریکا مورد بررسی قرار دادند و منطقه مورد نظر را بر اساس مساحت به چهار منطقه همگن طبقه‌بندی نمودند. تاسکر و همکاران (۱۴) منطقه مورد پژوهش در ارکانزاس را با روش جغرافیایی به چهار منطقه تفکیک نموده و برای هر یک معادله‌ای ارائه نمودند. اوردا و همکاران (۱۳) در حوضه آبخیز مورد پژوهش در ایالت اونتاریوی کانادا برای تعیین منطقه‌های همگن آب‌شناختی از روش تجزیه و تحلیل همبستگی استاندارد استفاده نمودند. جلدسن و همکاران (۱۲) در آفریقای جنوبی برای تجزیه و تحلیل منطقه‌ای سیلاب از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای همگن‌بندی استفاده کردند و منطقه‌های مورد پژوهش را بر اساس نمایه تمرکز بارندگی ماهانه به دو منطقه همگن تقسیم نمودند.

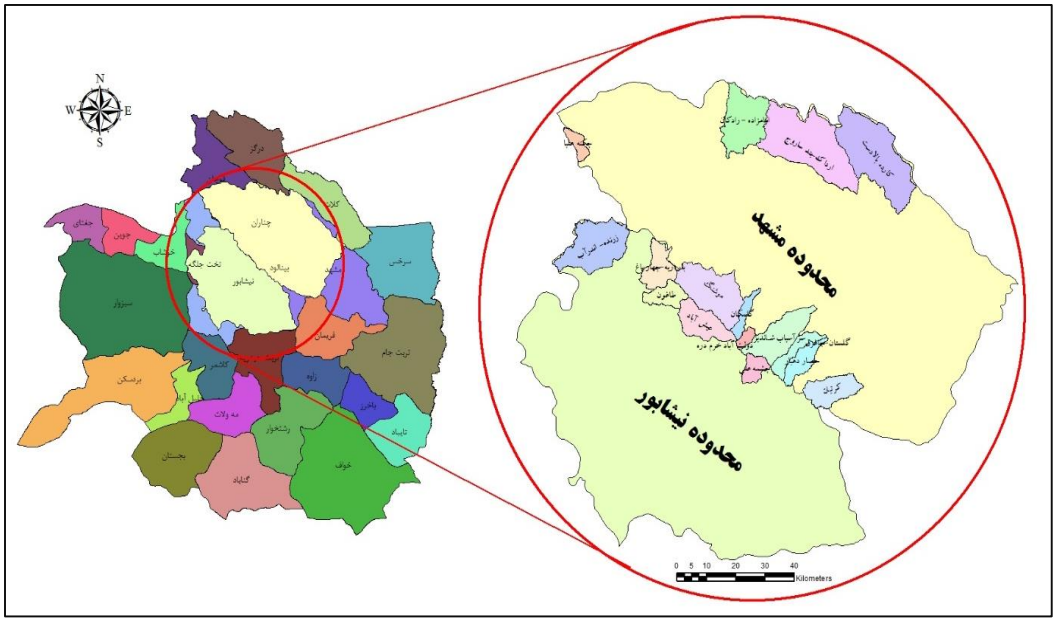
در این پژوهش سعی بر آن است که با استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[1]) بر اساس پارامترهای فیزیوگرافی حوضه آبخیز که به دو دسته پارامترهای قابل اندازه‌گیری و محاسباتی تقسیم‌بندی می‌شوند، گروه‌بندی منطقه‌ای انجام گیرد و در نهایت گروه‌های همگن مورد مقایسه قرار گرفته وپارامترهای مناسب که باعث ایجاد بهتربن طبقه‌بندی با تعداد مناسب حوضه‌ها در بین گروه‌بندی‌های انجام شده گردیده است، انتخاب شود. این امر محققین را قادر خواهد ساخت تا گروه‌های واقعی را براساس پارامترهای مناسب آشکار ساخته و از طرف دیگر برای کاهش داده‌ها و سهولت تصمیم گیری‌ها نیز مفید واقع گردد.

[1] **Geographic Information Systems**

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-معرفی مناطق مورد مطالعه

این مطالعه با توجه به آمار و اطلاعات موجود، در حوضه‌های۱۶ ایستگاه هیدرومتری واقع در محدوده‌ی شهرستان‌های مشهد و نیشابور صورت گرفت. این ایستگاه‌ها در تعدادی از حوضه‌های واقع در کدهای کلی ۶۰ برای محدوده مشهد و ۴۷ برای محدوده نیشابور (براساس سیستم تقسیم‌بندی حوضه‌های آبریز کشور) واقع شده‌اند. موقعیت دو محدوده‌ی مشهد و نیشابور، در حد فاصل مختصات جغرافیایی؛ ۵۸ درجه و ۱۲ دقیقه و ۱۳ ثانیه تا ۶۰ درجه و ۷ دقیقه و ۳۱ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه و ۳ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۳ دقیقه و ۴ ثانیه عرض شمالی می‌باشد. وسعت کلی دو محدوده‌ی مطالعاتی مشهد و نیشابور معادل ۱۷۲۳۸ کیلومتر مربع می‌باشد. شکل (۱) نقشه موقعیت محدوده‌های مورد مطالعه را در استان خراسان رضوی نشان می‌دهد.



شکل ۱: *موقعیت محدوده‌های مورد مطالعه در استان خراسان رضوی*

۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها و محاسبه پارامترهای فیزیوگرافی

داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز شامل اطلاعات توصیفی حوضه‌ها و همچنین نقشه‌های مورد نیاز از قبیل نقشه‌های مربوط به خطوط تراز و آبراهه‌های حوضه‌ها از شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی اخذ شد.به منظور تعیین برخی از پارامترهای فیزیوگرافی قابل اندازه‌گیری از قبیل طول آبراهه اصلی، طول تمامی آبراهه‌ها، مساحت، محیط حوضه‌ها فاصله مستقیم نقطه شروع آبراهه اصلی تا نقطه خروجی حوضه (پارامترهای بیان شده در جدول ۱) ابتدا مرز حوضه‌ها به کمک لایه‌های رقومی‌شده منحنی تراز و آبراهه‌ها بسته شد، سپس پارامترهای مورد نیاز با استفاده از نرم افزار Arc GIS 10.3 به صورت مستقیم تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سایر پارامترهای فیزیوگرافی مورد بررسی که به عنوان پارامترهای محاسباتی نامگذاری شده است، از قبیل ضریب گراویلیوس، ضریب گردی، نسبت کشیدگی، ضریب پیچان رودی آبراهه اصلی و تراکم زهکشی آبراهه‌ها از

طریق معادلات حاکم بر آن‌ها و روابط قابل قبولی که در منابع مختلف ذکر شده است، محاسبه گردید. کلیه پارامترهایی که در این مطالعه با استفاده از نرم افزارArc GIS 10.3 و روابط ذکر شده در منابع مختلف محاسبه گردیده‌اند، در جدول‌های ۱ و ۲ به طور خلاصه ارائه شده‌اند.

جدول ۱: *مقادیر مربوط به پارامترهای قابل اندازه‌گیری ایستگاه‌های هیدرومتری*

نام ایستگاه هیدرومتری/حوضه	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	محیط حوضه (کیلومتر)	طول آبراهه اصلی (کیلومتر)	فاصله مستقیم نقطه شروع آبراهه اصلی و نقطه خروجی حوضه (کیلومتر)	طول کلیه آبراهه‌ها (کیلومتر)
ارداک-بندساروج	۴۹۷,۰۳	۱۳۱,۷۲	۴۷,۱۴	۳۲,۷۷	۵۶۱۲,۲۴
امامزاده – رادکان	۲۵۱	۹۱,۵۸	۳۶,۲۷	۲۲,۳۸	۲۷۷۵,۷۹
بار اریه-چهار باغ	۱۱۷,۶	۶۰,۸۸	۲۴,۹۵	۱۵,۹۳	۱۳۱۹,۲۷
چشمه علی	۵۹,۸۸	۳۵,۷	۱۳,۰۸	۹,۸۲	۷۵۶,۸۶
چکنه علیا	۴۲,۳۴	۳۵,۱۲	۱۴,۲۱	۱۱,۹۴	۴۵۵,۱۱
حصار دهبار	۸۸,۷۶	۵۴,۳۴	۲۵,۰۳	۲۰,۸۸	۹۹۴,۸۸
دولت آباد خرم دره	۴۰,۹۱	۴۶,۱۶	۲۱,۱۳	۱۹,۱۷	۵۰۸,۵۹
زرنده- اندرآب	۲۸۱,۴۹	۹۱,۰۳	۲۰,۳۶	۱۷,۶۲	۲۹۹۴,۷۸
سر آسیاب شاندیز	۲۰۳,۶	۷۷,۲۵	۳۴,۱۴	۲۸,۹	۲۳۵۶,۹۸
طاغون	۸۲,۸۲	۴۸,۴۵	۱۹,۴۹	۱۴,۷۷	۹۶۳,۸۶
عیش آباد	۱۵۱	۶۲,۳۶	۲۱,۸۱	۱۵,۱۶	۱۸۹۴,۳۱
کارده بالادست	۴۴۷,۶۶	۱۱۶,۰۱	۵۰,۳۸	۳۸,۵۱	۵۰۷۵,۱۸
کرتیان	۱۳۹,۶۹	۵۹,۲۶	۲۴,۸۵	۲۰,۰۱	۱۵۱۵,۵۴
گلستان-جاغرق	۷۳,۲۷	۶۰,۱۳	۲۷,۷۱	۲۰,۴۵	۸۳۵,۷۳
گلمکان	۴۸,۴۲	۴۷,۰۹	۲۱,۴۱	۱۸,۱۳	۵۷۹,۷۴
موشنگ	۲۸۳,۵۱	۸۲,۷۷	۲۹,۵۶	۱۰,۷۴	۳۳۲۸

جدول شماره ۲: *مقادیر مربوط به پارامترهای محاسباتی ایستگاه‌های هیدرومتری*

نام ایستگاه هیدرومتری/حوضه	ضریب گراویلیوس	نسبت کشیدگی	ضریب گردی	ضریب پیچان رودی آبراهه اصلی	تراکم زهکشی آبراهه (کیلومتر بر کیلومتر مربع)
ارداک-بند ساروج	۱,۶۵	۰,۵۳	۰,۳۶	۱,۴۴	۱۱,۲۹
امامزاده – رادکان	۱,۶۲	۰,۴۹	۰,۳۸	۱,۶۲	۱۱,۰۶
بار اریه-چهار باغ	۱,۵۷	۰,۴۹	۰,۴	۱,۵۷	۱۱,۲۲
چشمه علی	۱,۲۹	۰,۶۷	۰,۵۹	۱,۳۳	۱۲,۶۴
چکنه علیا	۱,۵۱	۰,۵۲	۰,۴۳	۱,۱۹	۱۰,۷۵
حصار دهبار	۱,۶۱	۰,۴۲	۰,۳۸	۱,۲	۱۱,۲۱
دولت آباد خرم دره	۲,۰۲	۰,۳۴	۰,۲۴	۱,۱	۱۲,۴۳
زرنده- اندرآب	۱,۵۲	۰,۹۳	۰,۴۳	۱,۱۶	۱۰,۶۴
سر آسیاب شاندیز	۱,۵۲	۰,۴۷	۰,۴۳	۱,۱۸	۱۱,۵۸
طاغون	۱,۴۹	۰,۵۳	۰,۴۴	۱,۳۲	۱۱,۶۴
عیش آباد	۱,۴۲	۰,۶۴	۰,۴۹	۱,۴۴	۱۲,۵۵
کارده بالادست	۱,۵۴	۰,۴۷	۰,۴۲	۱,۳۱	۱۱,۳۴
کرتیان	۱,۴	۰,۵۴	۰,۵	۱,۲۴	۱۰,۸۵
گلستان-جاغرق	۱,۹۷	۰,۳۵	۰,۲۵	۱,۳۶	۱۱,۴۱
گلمکان	۱,۸۹	۰,۳۷	۰,۲۷	۱,۱۸	۱۱,۹۷
موشنگ	۱,۳۸	۰,۶۴	۰,۵۲	۲,۷۵	۱۱,۷۴

۲-۳- تعیین همگنی حوضه‌ها

برای تعیین منطقه‌های همگن می‌توان از معیارهای مختلف و متفاوتی استفاده کرد. از این معیارها می‌توان به ویژگی‌های طبیعی نظیر ویژگی‌های آب و هوایی، محدوده‌های جغرافیایی، مرزهای سیاسی و وضعیت توپوگرافی و ارتفاعی اشاره نمود. روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای نیز یکی از روش‌های طبقه‌بندی حوضه‌ها و تعیین حوضه‌های همگن است. این روش بر مبنای ویژگی‌های فیزیکی حوضه آبخیز (مساحت و ارتفاع) و ویژگی‌های جریان (دبی ویژه) با استفاده از عامل‌های مستقل، مناطق همگن را تعیین می‌نماید. تعداد گروه‌های همگن مورد نظر یکی از معیارهای گروه‌بندی است که می‌بایست در این ارتباط تصمیم‌گیری شود. بر اساس تعداد کل حوضه‌ها و همچنین وضعیت تعداد حوضه‌های دارای آمار می توان در رابطه انتخاب اولیه تعداد مناطق همگن تصمیم‌گیری نمود. بنا بر این، تعداد گروه‌های همگن مورد نظر یکی از معیارهای گروه‌بندی است که می‌بایست در این ارتباط تصمیم‌گیری شود.

در این پژوهش برای تعیین منطقه‌های همگن از پارامترهای قابل اندازه‌گیری و یا محاسباتی فیزیوگرافی حوضه‌ها استفاده گردید. به این منظور ابتدا داده‌های خام خصوصیات فیزیوگرافی (شامل: طول آبراهه اصلی، محیط، مساحت و.....) به نرم‌افزار Arc GIS 10.3 معرفی شدند. به‌این منظور از ابزار آنالیز گروهی[۲] که در نرم افزار Arc GIS 10.3 تعبیه گردیده‌است استفاده شد. در این ابزار پارامترهای مورد نظر که لازم است بر اساس آن‌ها فرآیند گروه‌بندی انجام گردد، برای نرم افزار تعریف می‌شود. برای تعیین فواصل بین افراد (حوضه‌ها) از طریق اندازه و مشابهت از رابطه اقلیدوسی استفاده شد. روش نزدیکترین همسایه[۳] به منظور بررسی میزان تشابهات بین پارامترها و حوضه‌ها انتخاب گردید. تعداد گروه‌های همگن برای هرگونه طبقه‌بندی حوضه‌ها براساس پارامترهای مختلف فیزیوگرافی، ۴ گروه انتخاب شد.

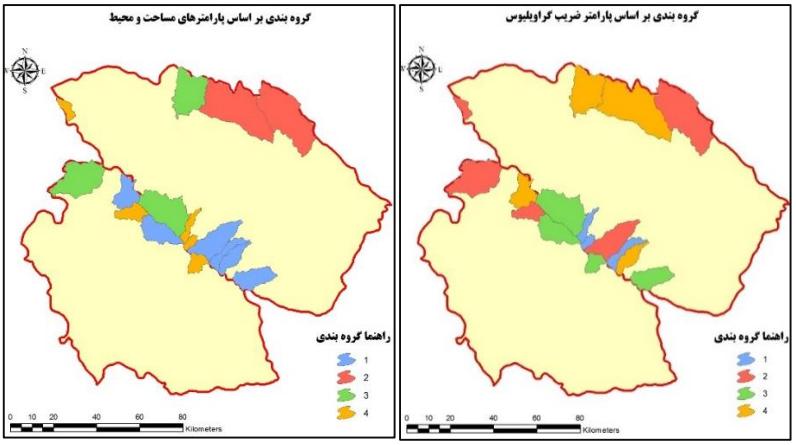
۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

شکل‌های ۲ تا ۶ وضعیت همگن‌بندی حوضه‌ها از نظر پارامترهای فیزیوگرافی که به دو دسته قابل اندازه‌گیری و یا محاسباتی تقسیم شده است را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل‌ها مشخص است برای کلیه حوضه‌ها ۴ گروه همگن محاسبه شده است. در بین طبقه‌بندی‌های انجام شده، در بعضی از طبقات فقط یک حوضه قرار می‌گیرد. که این امر نشان می‌دهد حوضه مذکور نسبت به سایر حوضه‌ها بر اساس معیارهای طبقه‌بندی متفاوت است. این معیارهای پارامترهای نسبت کشیدگی، تراکم زهکشی آبراهه و ضریب پیچان رودی آبراهه می‌باشند. حداکثر تعداد حوضه در یک طبقه ده حوضه می‌باشد که در روش طبقه‌بندی بر اساس پارامترهای طول آبراهه اصلی و فاصله مستقیم نقطه شروع آبراهه اصلی تا نقطه خروجی حوضه اتفاق افتاده است. شکل ۷ نشان می‌دهد که در روش طبقه‌بندی حوضه‌ها با استفاده از پارامتر ضریب گراویلیوس بهترین حالت رخ می‌دهد بطوریکه تعداد

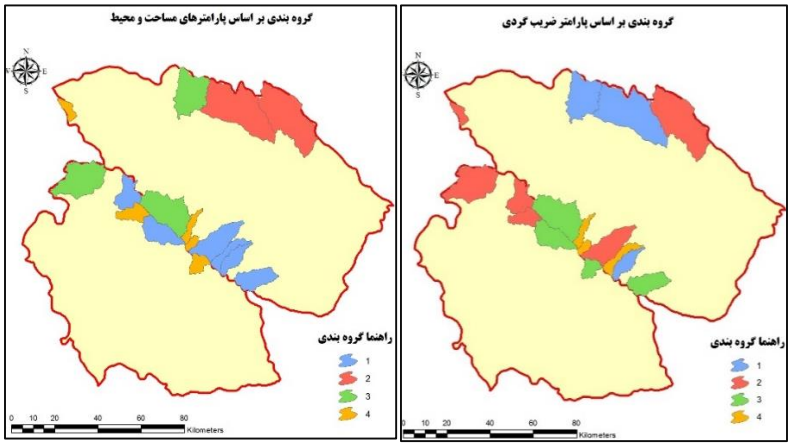
۲Grouping Analysis

۳Nearest neighbor

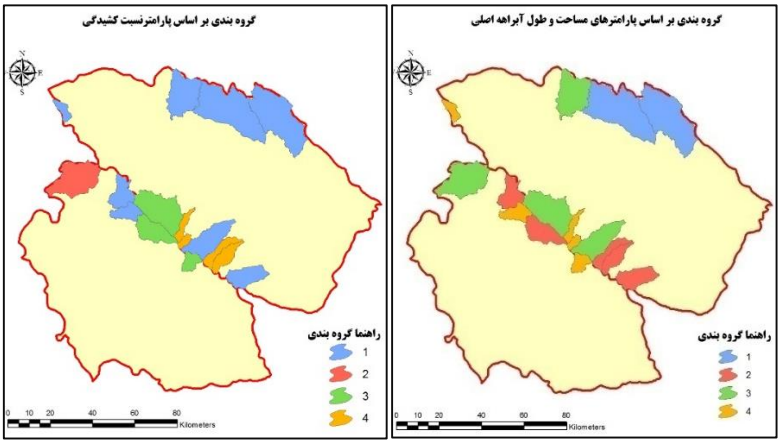
حوضه مناسب در هر طبقه با کم‌ترین انحراف معیار تعلق گرفته است، این در حالی است که در روش طبقه‌بندی با استفاده از پارامترهای طول آبراهه اصلی و فاصله مستقیم نقطه شروع آبراهه اصلی تا نقطه خروجی حوضه بدترین حالت رخ داده است، بطوریکه انحراف معیار تعداد حوضه‌های تعلق گرفته در هر طبقه بیش‌ترین مقدار بوده است.



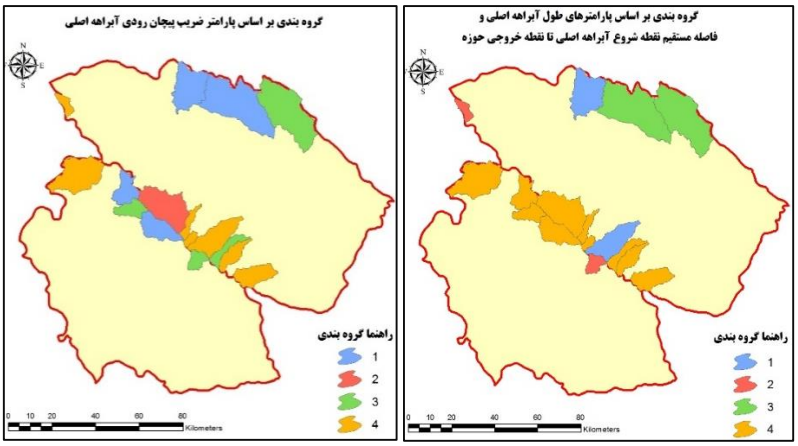
شکل ۲: *گروه‌بندی حوضه‌ها بر اساس پارامترهای مساحت، محیط و ضریب گراویلیوس*



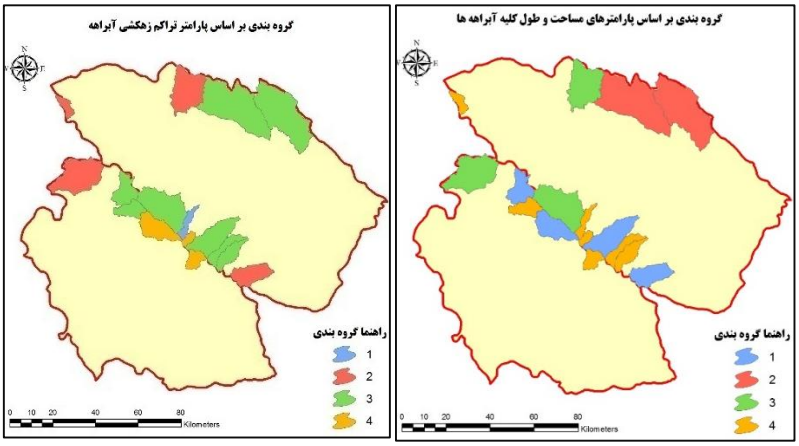
شکل ۳: *گروه‌بندی حوضه‌ها بر اساس پارامترهای مساحت، محیط و ضریب گردی*



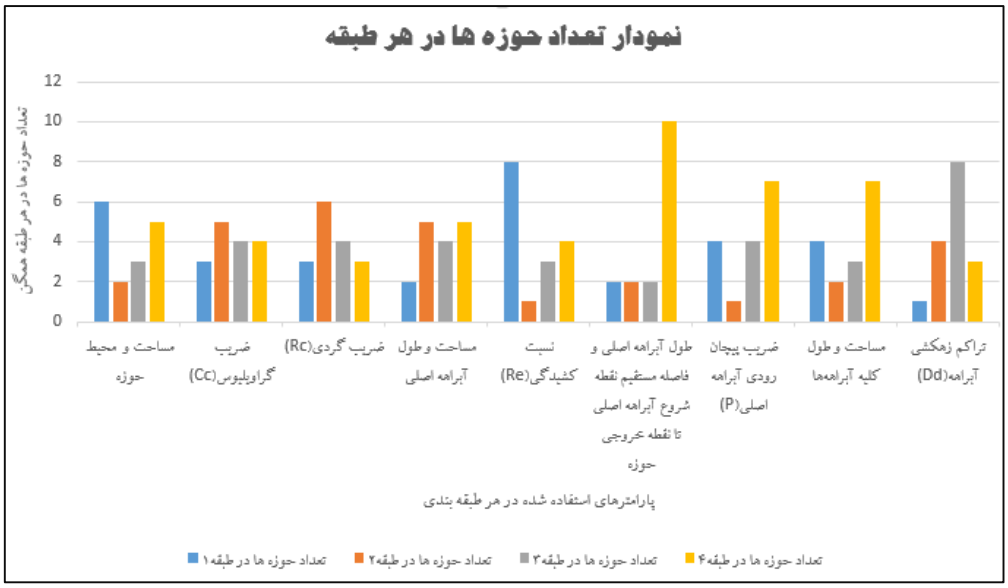
شکل ٤: *گروه‌بندی حوضه‌ها بر اساس پارامترهای مساحت، طول آبراهه اصلی و نسبت کشیدگی*



شکل ٥: *گروه‌بندی حوضه‌ها بر اساس پارامترهای طول آبراهه اصلی، فاصله مستقیم نقطه شروع آبراهه اصلی تا نقطه خروجی حوضه و ضریب پیچان رودی آبراهه اصلی*



شکل ٦: *گروه‌بندی حوضه‌ها بر اساس پارامترهای مساحت، طول کلیه آبراهه‌ها و تراکم زهکشی آبراهه*



شکل ۷: *هیستوگرام تعداد حوضه‌ها در هر طبقه از گروه‌بندی انجام شده*

نتایج حاصل از طبقه‌بندی‌های انجام شده و شکل شماره (۱) نیز نشان می‌دهد که مقادیر تخصیص تعداد حوضه‌ها به طبقه سه دارای کم‌ترین میزان انحراف از معیار بوده است لذا تعداد حوضه‌ها در طبقه سه دارای کم‌ترین مقدار تغییر در طبقه بندی‌های مختلف بوده است. از طرفی طبقه چهار دارای بیش‌ترین میزان انحراف از معیار در برابر تخصیص تعداد حوضه‌ها بر اساس طبقه‌بندی های مختلف بوده است.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که اگر هدف اصلی از پژوهش انتخاب مناسب‌ترین پارامتر فیزیوگرافی به منظور طبقه‌بندی همگن حوضه‌ها با استفاده پارامترهای فیزیوگرافی حوضه از قبیل؛ مساحت، محیط، طول آبراهه اصلی، فاصله مستقیم نقطه شروع آبراهه اصلی و نقطه خروجی حوضه، طول کلیه آبراهه‌ها، ضریب گراویلیوس، ضریب گردی، نسبت کشیدگی، ضریب پیچان‌رودی آبراهه اصلی و تراکم زهکشی آبراهه‌ها باشد، پارامتر ضریب گراویلیوس به عنوان برترین پارامتر انتخاب می‌گردد. زیرا براساس ۱۶ ایستگاه هیدرومتری بهترین نتیجه را در طبقه‌بندی حوضه‌ها جهت استفاده از آن برای اهداف بعدی ارائه داده است. پیشنهاد می‌شود که در صورت امکان مطالعات مربوط به گروه‌بندی همگن حوضه‌ها در راستای اهداف مختلف بر اساس پارامترهای فیزیوگرافی بیش‌تر و با استفاده از توانمندی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی که با سهولت و سرعت بیشتری امکان پذیر است، صورت پذیرد تا امکان کسب نتایج بهتر در زمینه موضوعات مورد بررسی فراهم شده و در نهایت تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی به طور دقیق‌تری صورت گیرد.

۴- مراجع

1. Acreaman, M.C. and Sinclair, C.D. (1986). Classification of drainage basins according to their physical characteristics for flood frequency analysis in Scotland. Journal of Hydrology, 84, 365-384.
2. Assuncao, R. M., M. C. Neves, G. Camara, and C. Da Costa Freitas. (2006). "Efficient Regionalisation Techniques for Socio-economic Geographical Units using Minimum

Spanning Trees" in *International Journal of Geographical Information Science* 20 (7), 797–811.
3. Astamy, T.C. and Hess, G.W. (1993). Techniques for estimating magnitude and frequency of floods in rural basins in Georgia U.S. Geological Survey Water Resource Investigations Report. 93-4016, 94p.
4. Clatworthy, J., Buick, D., Hankins, M., Weinman, J., & Horne, R. (2005). The use and reporting of cluster analysis in health psychology: A review. *British Journal of Health Psychology* 10, 329-358.
5. Cole, A. J. &Wishart, D. (1970). An improved algorithm for the Jardine-Sibson method of generating overlapping clusters. *The Computer Journal* 13(2), 156-163.
6. Duque, J. C., R. Ramos, and J. Surinach. 2007. "Supervised Regionalization Methods: A Survey" in *International Regional Science Review* 30, 195–220.
7. Ester, M., Kriegel, H.P., Sander, J., and Xu, X. (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Portland, Oregon, USA: AAAI Press, pp. 226–231.
8. Hinde, A., T. Whiteway, R. Ruddick, and A. D. Heap. (2007). "Seascapes of the Australian Margin and adjacent sea floor: Keystroke Methodology." in *Geoscience Australia*, Record 2007/10, 58pp.
9. Huang, Z. (1998). Extensions to the K-means Algorithm for Clustering Large Datasets with Categorical Values. *Data Mining and Knowledge Discovery*, pp. 283-304.
10. I. O. Kyrgyzov, O. O. Kyrgyzov, H. Maître and M. (2007).Campedel. Kernel MDL to Determine the Number of Clusters, MLDM, pp. 203-217.
11. Jain, A. K. (2009). "Data Clustering: 50 years beyond K-Means." *Pattern Recognition Letters*.
12. Kjeldsen, T.r. and Smithers, J.C. (2002). Regional flood frequency analysis in the KwaZulaNatal, province, South Africa, using the index flood method. Journal of Hydrology, 255, 194-211.
13. Ourada, B.M.J., Claude, G., George, S., Cavadias and Bobee, B. (2001). Regional flood frequency estimation with canonical correlation analysis. Journal of Hydrology 254, 157-173.
14. Tasker, G.D. (1982). Comparing methods of hydrologic regionalization. Water Resources Bulletin, 18(6), 965-970.