

تحلیل خوشه‌ای حوضه‌های آبخیز با تأکید بر پارامتر زمان تمرکز (مطالعه موردی: استان هرمزگان)

چکیده

شناسایی زیرحوضه‌های آبخیز با همگنی اولین گام حیاتی در تعمیم نتایج مطالعات محیطی به مناطق مختلف می‌باشد. هدف این تحقیق، بررسی همگنی ۸۱ زیرحوضه آبخیز خط ساحلی استان هرمزگان از نظر پارامتر زمان تمرکز (کرپیج، چاو، کالیفرنیا، برانسی ویلیامز و هات وی) با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی و نرم افزارهای ArcGIS ۱۰٫۸ و SPSS ۲۷ می‌باشد. در این پژوهش، خصوصیات فیزیوگرافیک حوضه آبخیز از جمله مساحت، طول حوضه، بالاترین ارتفاع حوضه، طول آبراهه اصلی، بالاترین ارتفاع آبراهه اصلی و شیب آبراهه اصلی جهت محاسبه زمان تمرکز برآورد گردید و سپس پارامترهای زمان تمرکز با استفاده از روابط تجربی محاسبه شدند. داده‌ها با استفاده از روش Z-Score استاندارد شدند و مناطق همگن با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی مشخص گردیدند. تعداد مطلوب خوشه برای منطقه مورد مطالعه ۶ خوشه تخمین زده شد. بر اساس نمودار دندروگرام، زیرحوضه‌های همگن به ۶ خوشه تقسیم شدند. تفاوت‌های معناداری در الگوهای تغییرات زمانی بین این خوشه‌ها وجود دارد، این خوشه‌ها دارای تفاوت‌های مکانی نیز هستند که این نشان‌دهنده عدم همگانی در الگوی زیرحوضه‌های آبخیز است همچنین تفاوت‌های موجود در بین خوشه‌ها می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلف جغرافیایی (وضعیت جغرافیایی حوضه‌ها)، شرایط اقلیمی (بارندگی و دما) و فعالیت‌های انسانی (استفاده از منابع آب) باشد. نتایج این تحلیل به محققان و مدیران منابع آب کمک می‌کند تا تصمیم‌های بهینه در زمینه مدیریت حوضه‌های آبخیز را اتخاذ کنند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل خوشه‌ای، سلسله مراتبی، دندروگرام، زمان تمرکز، زیرحوضه آبخیز

مقدمه

تغییرپذیری روزافزون توزیع مکانی و زمانی منابع آب به دلیل تشدید کنش انسانی بدون برنامه‌ریزی کافی بر سیستم‌های طبیعی و اجتماعی تأثیر گذاشته است [۱]. بنابراین بررسی پارامترهای زمانی در مدیریت منابع آب با اقدامات ساختاری و غیرسازه‌ای از اهمیت بالایی برخوردار است [۲]. زمان تمرکز (Tc) یک حوضه، زمان مورد نیاز برای حرکت رواناب از دورترین نقطه از نظر هیدرولیکی تا خروجی یک حوضه است [۳، ۴، ۵]. در طراحی سازه‌های کنترل سیلاب، سرریز سدها و غیره زمان تمرکز از مهمترین متغیرها است که برخلاف اهمیت زیاد آن، کمتر مورد مطالعه جدی قرار گرفته است. زمان تمرکز یکی از مهمترین پارامترهای هیدرولوژیکی در حوضه‌های آبخیز است که برخلاف کاربردهای بسیار زیادی که در طراحی سازه‌های هیدرولیکی از قبیل سرریز سدها، پل‌ها، آب بندها، سیستم‌های تخلیه فاضلاب، بخصوص در حوضه‌های آبخیز فاقد آمار آب سنجی دارد، کمتر به بررسی آن پرداخته شده است [۶]. زمان تمرکز را زمان لازم برای مشارکت همزمان تمامی بخش‌های یک حوضه آبخیز در دبی خروجی تعریف کرده است. به گفته

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

مک کوئن و همکاران [۵] زمان تمرکز (TC) پارامتر زمانی است که بیشتر در مدیریت منابع آب استفاده می‌شود. با توجه به اینکه تعیین زمان تمرکز بستگی به شرایط فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه دارد محققین فرمول‌های زیادی را برای زمان تمرکز پیشنهاد کرده‌اند که اکثر آنها بر اساس اطلاعات محدود حوضه‌های آبخیز خاص به دست آمده‌است و کاربرد آنها برای شرایط اقلیمی دیگر با شک و تردید توأم است. این در حالی است که کشور ایران دارای اقلیم‌های متفاوتی بوده و نمی‌توان به دلخواه و با در نظر گرفتن بعضی از پارامترها از این فرمول‌ها و روابط استفاده کرد. بنابراین نیاز است که این فرمول‌ها و روابط در حوضه‌های مختلف کشور مورد آزمایش قرار گرفته تا بهترین روش انتخاب شود. مفهوم TC بسیار مورد تردید است، زیرا تعیین آن مشکل است و شدت بارندگی و شرایط رطوبت اولیه حوضه بر آن تأثیر می‌گذارد.

از جمله معادلات تجربی برای حوضه‌هایی که در آنها جریان رودخانه غالب است، مانند فرمول‌های ویلیامز ۱۹۲۲، کریچ ۱۹۴۰، جانستون-کراس ۱۹۴۹، و هاکتانیر و سزن ۱۹۹۰ توسعه یافتند. این معادلات تجربی معمولاً با استفاده از تحلیل رگرسیون با پارامترهای ورودی به عنوان پارامترهای حوضه و کانال، که شامل مساحت زهکشی حوضه، طول کانال، شیب حوضه یا کانال، و پارامترهای شکل حوضه است، توسعه داده شدند [۴،۵،۷،۸]. این پارامترها را می‌توان از داده‌های توپوگرافی حوضه‌ها یا مختلف و با روش‌های مختلف استخراج یا تخمین زد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS) و سنجش از دور با تجزیه و تحلیل پارامترهای فیزیکی حوضه، بهترین تکنیک برای توصیف حوضه آبی، برنامه‌ریزی و اجرای مدیریت است که به صرفه‌ترین، صرفه‌جویی در زمان و دقیق‌ترین روش می‌باشد [۹] یکی از روش‌های آماری برای تعیین همگنی حوضه‌های آبخیز استفاده از تحلیل خوشه‌ای است. اگر حوضه‌های آبخیز دارای خواص اندازه‌گیری مشابه باشند، در فضای n بعدی بسیار نزدیک به یکدیگر قرار می‌گیرند. مشابهت‌های این حوضه‌ها به کمک اندازه‌گیری فاصله بین آنها در این فضا بررسی می‌گردد که نتیجه آن شاخصی به نام ضریب مشابهت است که شباهت حوضه‌ها را تعیین می‌نماید [۱۹] در روش تحلیل خوشه‌ای گروه‌های همگن بیشتری نسبت به روش‌های کلاسیک دیگر قابل تفکیک است [۱۰].

در یک مطالعه موردی در ۱۳۰ حوضه در اوگاندا جمشید [۲۰] با استفاده از عوامل ژئومورفولوژی کمی نظیر مساحت، طول آبراهه تعداد آبراهه‌ها، تراکم زهکشی، ناهمواری نسبی و نسبت انشعاب، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای گروه‌های همگن انجام شده است. محققین از جمله جئو و همکاران^۱ [۱۸] با هدف شناسایی تغییرات سالانه و فصلی و الگوهای فضایی کیفیت آب در حوضه، تایپو چین با استفاده از زمینه تحلیل خوشه‌ای پرداخت نتایج نشان داد سایت‌های نظارت بر اساس کیفیت آب در طول دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ به شش خوشه تقسیم شدند. کیفیت آب از خوشه ۱ به خوشه ۴ بدتر شد. سایت‌های خوشه ۱ بیشتر در کنار رودخانه یانگ تسه و دریاچه تایپو توزیع شدند. سایت‌های خوشه ۴ عمدتاً در امتداد مرز جنوب شرقی نزدیک شانگ‌های قرار داشتند، در حالی که سایت‌های باقی مانده به طور جداگانه در شهرهای اصلی توزیع شدند.

شریفی و همکاران [۲۱] به بررسی روش تحلیل خوشه‌ای و رگرسیون چند متغیره در ارزیابی پتانسیل سنجی سیلاب با تأکید بر پارامترهای هیدروژئومورفولوژیکی پرداختند و نتایج نشان داد که مناطق همگن سیلاب در زیر حوضه‌های آبخیز در ۴ خوشه می‌باشند. همچنین پارامترهای مهم و موثر در مدل درگرسونی در قالب ۶ عامل می‌باشند. در مطالعه‌ای لچانس و همکاران^۲ [۱۱] در کبک کانادا تحلیل خوشه‌ای را در مورد تعیین گروه‌های همگن از نظر کیفیت آب به کار برده‌اند. در این تحقیق بر اساس سه عامل گل

^۱ Gao et al

^۲ Lachance et al

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبگیرهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

آلودگی، مقدار فسفر و ازت غیر آلی اندازه‌گیری شده از ۱۱۲ ایستگاه ۲۳، منطقه همگن در طول ۲۰۰ مایل در رودخانه سنت لارنس تشخیص داده شده است.

در پژوهش قیومیان و همکاران^۳ [۱۲] با استفاده از آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) یعنی مقادیر n و تجزیه و تحلیل خوشه ای شباهت‌های تغییرات عمودی در ویژگی‌های ژئوتکنیکی لایه‌های زیر زمین دشت گیلان را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی ۴ منطقه همگن در ناحیه مذکور تشخیص داده شده است

تحلیل خوشه‌ای حوزه‌های آبخیز از لحاظ زمان تمرکز به معنای تحلیل الگوهای زمانی تمرکز آب در حوزه‌های آبخیز است. معمولاً برای گروه‌بندی مکان‌های پایش آب به گروه‌های همگن استفاده می‌شود این تحلیل می‌تواند به ما کمک کند تا الگوهای تغییرات زمانی در تمرکز آب در حوزه‌های آبخیز را درک کرده و برای مدیریت بهتر منابع آبی استفاده شود [۱۲]. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی کارایی تحلیل خوشه در گروه‌بندی حوزه‌های آبخیز با استفاده از برخی از روابط تجربی زمان تمرکز جریان‌های سطحی حوزه‌های آبخیز خط ساحلی استان هرمزگان می‌باشد.

۲- مواد و روش

۲-۱ منطقه مورد مطالعه

استان هرمزگان با مساحت ۷۰۶۹۷ کیلومتر مربع در جنوب ایران در مختصات جغرافیای ۲۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی قرار دارد [۱۳]. این منطقه دارای آب و هوای خشک و نیمه‌خشک و بارش اغلب رگباری است به گونه‌ای که با متوسط بارندگی سالانه کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر رخداد سیل‌های شدید در استان رایج است. رودخانه‌های استان عموماً فصلی و دارای جریان محدود بوده و رودهای دائمی غالباً از ارتفاعات خارج استان سرچشمه می‌گیرند. برخی از رودها نیز با عبور از نمک‌زارهای ساحلی یا دشت‌های گچی شور شده و همگی به خلیج فارس می‌ریزند [۲۷]. در این پژوهش از مدل جهانی ارتفاع رقومی سنجنده استر^۴ با اندازه یاخته تقریبی ۳۰ در ۳۰ متر برای تفکیک حوزه‌های آبخیز سواحل استان هرمزگان، بهره گرفته شد و به این ترتیب ۸۱ حوزه شناسایی شد. از منابع اطلاعاتی موجود از قبیل نقشه محدوده‌های مطالعاتی حوزه‌های آبخیز ایران (سازمان مدیریت منابع آب ایران) و نقشه آبراهه‌های استان (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان هرمزگان) جهت کنترل و تدقیق نقشه حوزه‌های آبخیز که با استفاده از مدل رقومی ارتفاع تولید شده بود استفاده شد. (شکل ۱).

به منظور استخراج خصوصیات فیزیوگرافیک حوزه‌های مورد مطالعه مدل رقومی ارتفاع به افزونه Arc Hydro در نرم‌افزار ArcGIS ۱۰.۴ وارد شد سپس تصحیحات و پردازش‌های لازم از قبیل کنترل و ویرایش آبراهه‌ها و مرز حوزه‌ها تعیین شد. با استفاده از خصوصیات فیزیوگرافیک حوزه‌های آبخیز و تعدادی از معادلات و روابط تجربی زمان تمرکز محاسبه شد. فرمول‌ها و روابط تجربی زیادی توسط متخصصان هیدرولوژی پیشنهاد شده است که در این پژوهش از بعضی از مهمترین این روابط استفاده می‌شود. پارامتر نرم افزارهای ArcGIS ۱۰.۸، گوگل ارث و SPSS ۲۷ جهت محاسبه و استخراج متغیرهای فیزیوگرافیک حوزه‌ها جهت محاسبه زمان تمرکز و تحلیل آماری داده‌ها استفاده شده است.

^۳ Ghayoumian et al

^۴. ASTGTM: ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) V. ۳, <https://lpdaac.usgs.gov/products/astgtmv003>

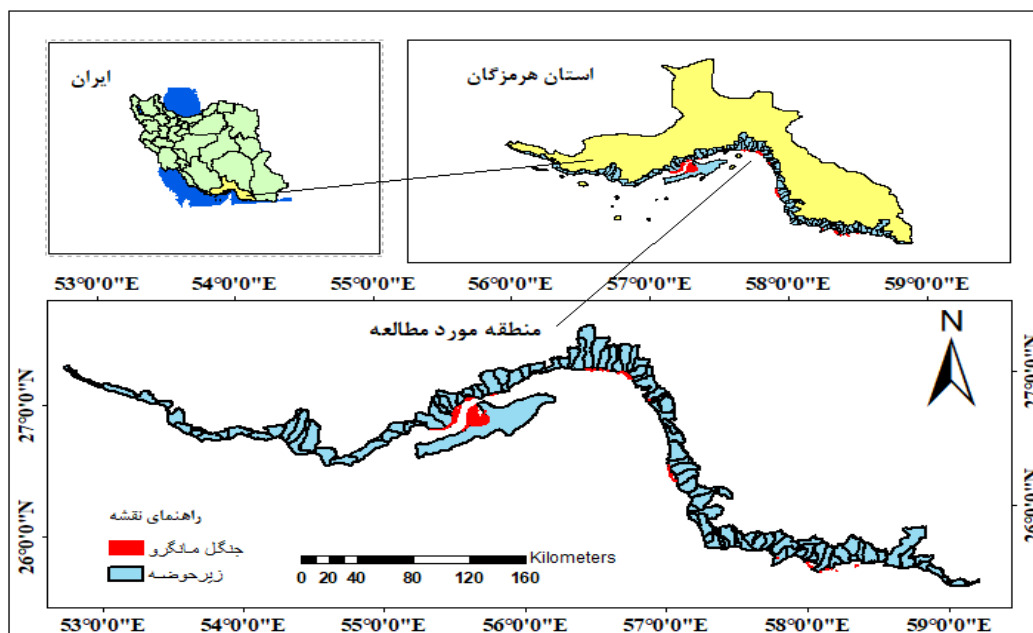
12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

پارامترهای فیزیوگرافیک که برای محاسبه زمان تمرکز لازم است نظیر مساحت، محیط، شیب آبراهه اصلی، شیب حوزه، بالاترین ارتفاع حوزه، طول آبراهه اصلی، بالاترین ارتفاع آبراهه اصلی اندازه گیری و محاسبه شدند. در این تحقیق وسیله اندازه گیری برای مساحت و طول آبراهه اصلی، بالاترین ارتفاع حوزه و پایین ترین طول آبراهه اصلی در نرم افزار ArcGIS، به ترتیب ابزار Calculate Geometry و Measure استفاده شد. و سایر پارامترها از جمله زمان تمرکز به ساعت نیز با استفاده از فرمول‌های ارائه شده محاسبه شدند. پارامترهای اندازه گیری و محاسبه شده برای حوزه‌های مطالعه شده، در جدول شماره ۱ آورده شده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS استفاده شده است.

۲-۲ روش تحقیق

تحلیل خوشه‌ای حوزه‌های آب‌خیز یک روش است که برای تقسیم و دسته بندی حوزه‌های آب‌خیز بر اساس ویژگی‌های مشترک و شباهت‌های آنها استفاده می‌شود یا هنر یافتن گروه‌های مشابه در داده‌ها را تحلیل خوشه‌ای^۵ می‌نامند [۱۴]. این روش به ما کمک می‌کند تا الگوهای مختلف آب‌خیزها را شناسایی کرده و ارتباطات بین آنها را درک کنیم. هدف اصلی تحلیل کلاستر، که به عنوان تحلیل بخش‌بندی^۶ یا تحلیل تاکسونومی/ طبقه بندی^۷ نیز خوانده می‌شود این است که زیرگروه‌های همگن از پاسخ‌گویان را شناسایی کند تا بر اساس اطلاعاتی در خصوص یکسری متغیرها، پاسخ‌گویان را با توجه به آنها گروه‌بندی کند.

^۵ cluster analysis

^۶ Segmntation analysis

^۷ Taxonomy analysis

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

الگوریتم‌های زیادی برای تحلیل خوشه‌ای (CA) ارائه شده است که به دو گروه اصلی شامل سلسله مراتبی و مکرر تقسیم می‌شوند. اکثر محققان از روش سلسله مراتبی^۱ به عنوان یک الگوریتم مناسب استفاده می‌کنند در روش سلسله مراتبی، گروه‌بندی داده‌ها به دو روش تجمعی و توزیعی انجام می‌شود. در روش تجمعی، ابتدا هر داده یک گروه واحد می‌سازد. سپس گروه‌های مشابه به تدریج به یک گروه فردی ترکیب می‌شوند. در روش توزیعی، گروه‌بندی به صورت معکوس از روش تجمعی می‌باشد. خروجی روش سلسله مراتبی به صورت دندروگراماتیک است و رابطه بین هر دسته از داده‌ها با شباهت آنها نمایش داده می‌شود. تعدادی از آنالیزهای خوشه‌ای انجام می‌شود که معیارهای فاصله و روش‌های پیوندی مختلف را برای طیف وسیعی از تعداد خوشه‌ها ترکیب می‌کنند. در این تحقیق الگوریتم پیوند Ward به این دلیل انتخاب شد که تمایل به تشکیل خوشه‌های کروی با اندازه مساوی دارد و بهترین نتایج را برای شناسایی مناطق همگن می‌دهد.

۲-۳- استاندارد کردن داده‌ها

جهت پرهیز از استاندارد کردن از تاثیر واحدهای اندازه گیری و عدم وابستگی به آنها، داده‌های استخراج شده استاندارد می‌شوند. در این صورت متغیرها تاثیر غیرمتجانسی بر اندازه‌گیری فاصله نخواهند داشت. از متداول‌ترین روش‌ها، روش Z-score می‌باشد در هر مشاهده از یک متغیر تصادفی اگر میانگین داده‌ها کم شود و به انحراف معیار داده‌ها تقسیم شود مقدار بدست آمده را Z-score گویند، که از رابطه شماره یک بدست می‌آید.

$$Z_i = (X_i - X_m) / S_d$$

رابطه ۱

Z_i = عدد استاندارد شده

X_i = داده‌ها

X_m = میانگین داده‌ها

S_d = انحراف معیار داده‌ها

به دلیل دامنه متفاوت و S فاصله مشابهت متغیرها محاسبه شده است. فاصله مشابهت متغیرها از رابطه ۲ به فاصله اقلیدسی معروف است محاسبه می‌شود.

$$d_{ij} = \sqrt{(xi_1 + xj_1)^2 + (xi_2 + xj_2)^2 + \dots + (xi_n + xj_n)^2}$$

رابطه ۲

در رابطه شماره ۲ xi, xj مشاهدات و d_{ij} فاصله اقلیدسی می‌باشد [۲۲].

جدول (۱): ویژگی‌های فیزیوگرافیک استخراج شده از ۸۱ حوزه و مورد استفاده در تحقیق

منبع	رابطه	نماد	ویژگی
[۲۳]	--	A	مساحت حوزه (کیلومتر مربع)
[۱۵]	--	L	طول حوزه (کیلومتر)
[۲۳]	--	H _{max}	بالا ترین ارتفاع حوزه (متر)
[۲۳]	--	HS _{max}	بالا ترین ارتفاع آبراهه اصلی (متر)
[۱۶]	--	LA	طول آبراهه اصلی (کیلومتر)

^۱ Hierarchical cluster analysis (HCA)

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

[۲۳]	$SA = (dh_s/L_s) * 100$	SA	شیب متوسط آبراهه
[۴]	$Tk = 0.0003 \times (LA^{0.77} \times SA^{-0.385})$	Tk	زمان تمرکز کریچ (ساعت)
	$Tka = 0.949 \times (LA^3 / (Hmin_{max})^{0.385})$	Tka	زمان تمرکز کالیفرنیا
	$Tch = 0.00032 \times (LA^{1.15} / (H0.385min_{max}))$	Tch	زمان تمرکز چاو
[۲۴]	$Tb = 0.96L^{1.2} / (H0.201min_{max})$	Tb	زمان تمرکز برانسی ویلیامز
	$Th = (0.67nL_c / \sqrt{SA})^{0.467}$	Th	زمان تمرکز کربای-هاتوی

۳- نتایج و بحث

با توجه به پردازش اطلاعات در محیط ArcGIS و بررسی‌های دفتری پارامترهای فیزیکی حوضه از قبیل مساحت، شیب آبراهه اصلی طول آبراهه اصلی، زمان تمرکز و ... تعیین گردید. که نتایج مربوط به محاسبه هر کدام از عوامل فوق در جدول ذیل محاسبه گردید. همانگونه که مشاهده می‌گردد، تغییرات مساحت و ارتفاع حوزه‌های آب‌خیز به ترتیب از ۷/۷۶ تا ۱۴۵۴/۳۷ کیلومتر مربع و از ۲۰ تا ۱۴۵۲ متر از سطح دریا مشاهده شد، دامنه، میانگین و واریانس ویژگی‌های فیزیوگرافیک محاسباتی در ۸۱ حوزه مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول (۲): ویژگی‌های فیزیوگرافیک محاسباتی در ۸۱ حوزه مورد مطالعه (یافته‌های تحقیق)

ویژگی	نماد	دامنه	کمترین	بیشترین	میانگین	واریانس
مساحت (کیلومتر مربع)	A	۱۴۴۶/۶۱	۷/۷۶	۱۴۵۴/۳۷	۱۲۲/۵۸	۲۷۳۴۸/۳۶
بالاترین ارتفاع (متر)	HmaxH	۱۴۳۲	۲۰	۱۴۵۲	۳۹۹/۸۴	۱۱۸۷۳۵/۰۴
بالاترین ارتفاع آبراهه اصلی (متر)	HmaxA	۱۳۷۴	۱۱	۱۳۸۵	۲۸۵/۵۱	۹۷۱۶۰/۸۵
طول آبراهه اصلی (کیلومتر)	LA	۴۱/۳	۳/۳۶	۴۴/۶۶	۱۹/۳۱	۸۱/۳۹
شیب آبراهه اصلی	SA	۱۱/۴۲	۰/۰۷	۱۱/۴۹	۱/۸۹	۶/۴۷
زمان تمرکز به روش چاو (ساعت)	Tch	۱۲/۲۰	۰/۴۷	۱۲/۶۷	۴/۳۵	۸/۳۰
زمان تمرکز به روش کریچ	Tk	۱۲/۰۳	۰/۴۴	۱۲/۴۹	۴/۲۹	۸/۰۹
زمان تمرکز به روش کربای-هاتوی	Th	۴۲/۸۵	۰/۶۰	۴۳/۴۵	۱۱/۶۹	۹۹/۸۲
زمان تمرکز به روش کالیفرنیا	Tka	۱۶/۲۵	۰/۴۱	۱۶/۶۶	۳/۸۵	۷/۶۷
زمان تمرکز به روش برانسی ویلیامز	Tb	۱۶/۱۰	۱/۲۹	۱۷/۳۹	۷/۹۸	۱۷/۰۲

پس از انتخاب پارامترهای مؤثر که شامل زمان تمرکز به روش کریچ، هاتوی، کالیفرنیا، چاو و برانسی ویلیامز است، نخستین گام از تحلیل خوشه‌ای انتخاب تعداد مطلوب خوشه می‌باشد که با استفاده از فرمول $\sqrt{N/2}$ برای تعیین تعداد خوشه‌ها استفاده شد که در آن N تعداد کل حوضه است [۲۵]. زیرحوضه مورد مطالعه (۸۱ زیرحوضه) با استفاده از روش سلسه مراتبی ورد، خوشه‌بندی شدند. بنابراین با توجه به نمودار درختی شکل شماره ۱ و موقعیت جغرافیایی و اقلیمی منطقه مورد، منطقه به ۶ خوشه همگن تقسیم شد. همان گونه که از نمودار دندروگرام مشاهده می‌گردد نمودار زمان تمرکز حوضه‌هایی که با یکدیگر بیشترین تشابه را دارند ترکیب شده‌اند و یک خوشه را تشکیل داده‌اند و سپس خوشه‌هایی که با یکدیگر بیشترین تشابه را دارند ادغام شده‌اند و در انتها دو خوشه اصلی که نسبت به یکدیگر کمترین تشابه را دارند به وجود آمده است برای پی بردن به رابطه بین هر پارامتر یک مسیر مشخص از هر پارامتر به پارامتر دیگر ترسیم و ردیابی می‌شود. در صورتی که فاصله خط عمودی



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

کوتاه باشد، نشان‌دهنده این است که دو پارامتر با هم رابطه نزدیکی دارند و با هم دسته‌بندی شده‌اند و اگر این فاصله زیاد باشد به معنای عدم گروه‌بندی است [۲۶].



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران



دانشگاه هرمزگان

دوازدهمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

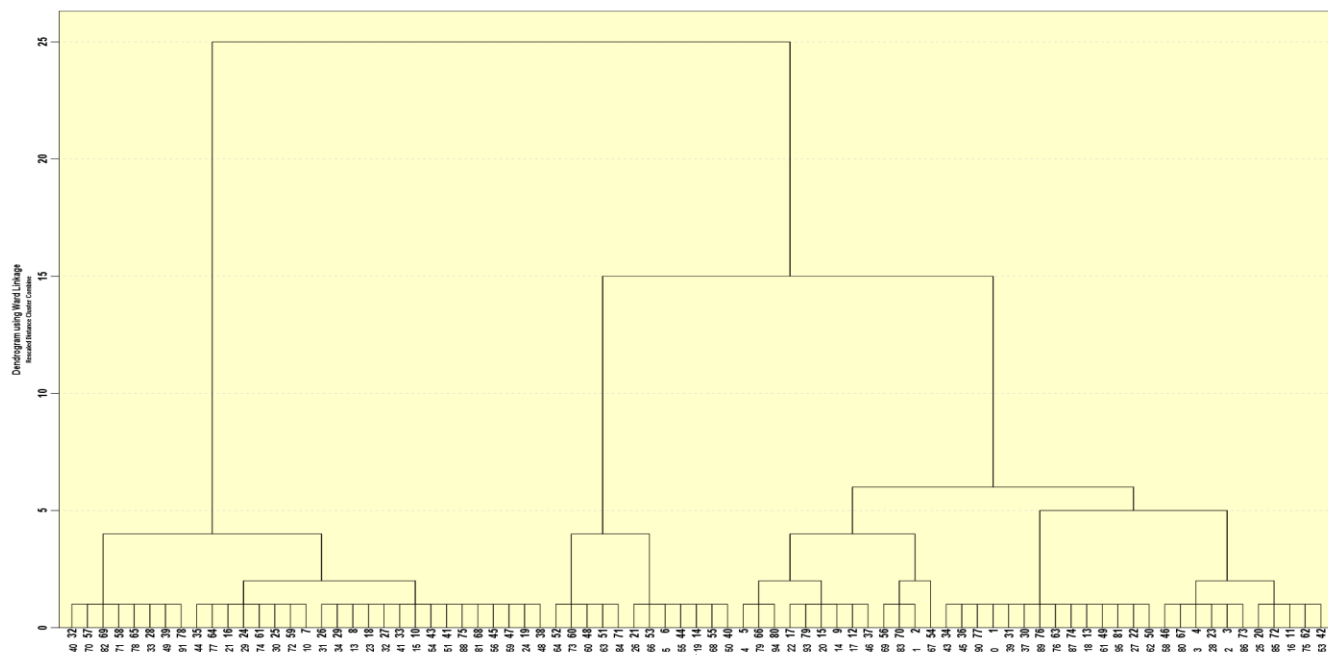
12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲



شکل ۲- نمودار دندروگرام پارامترهای زمان تمرکز زیرحوضه‌های آبخیز منطقه مورد مطالعه

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

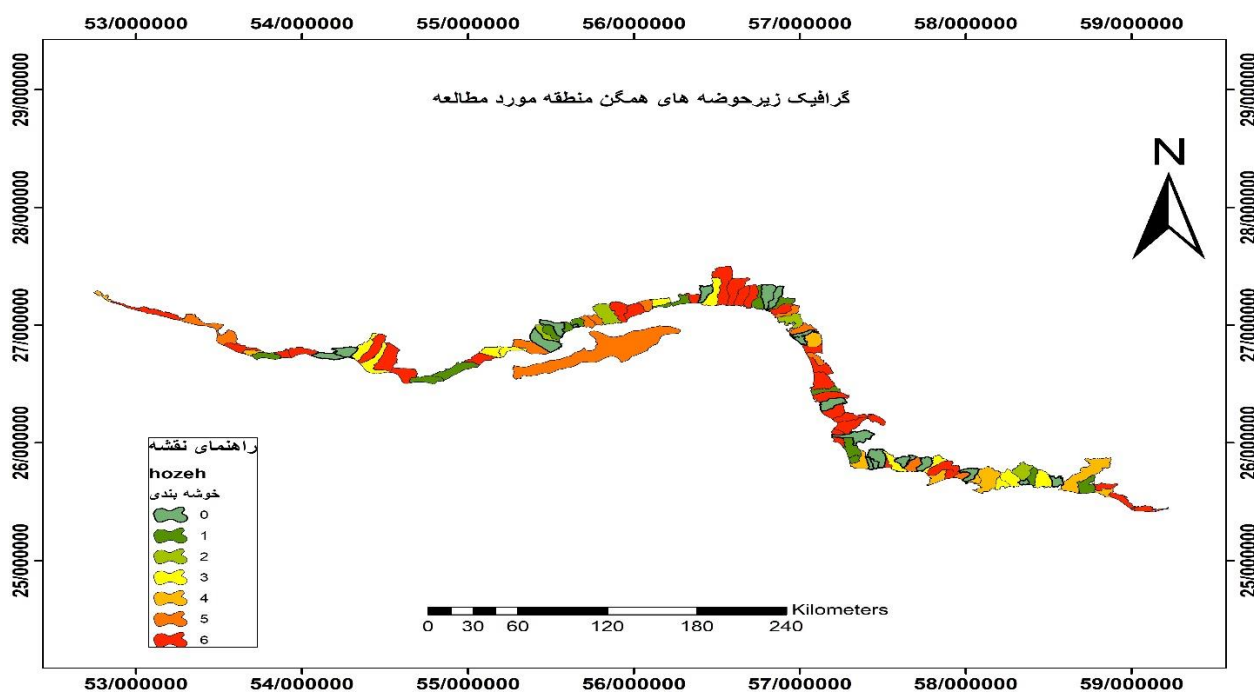
(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

باتوجه به نمودار درختی زیرحوضه‌های شماره‌ی (۰، ۱۸، ۲۷، ۳۷، ۳۹، ۴۳، ۴۵، ۶۱، ۶۲، ۷۶، ۸۷، ۸۹، ۹۰ و ۹۵) در خوشه‌شماره یک قرار می‌گیرند، زیرحوضه‌های شماره‌ی (۱، ۶۷، ۶۹ و ۸۳) در خوشه شماره ۲، زیرحوضه‌های شماره (۳، ۲، ۳، ۱۶، ۲۵، ۲۸، ۵۳، ۵۸، ۷۵، ۸۰، ۸۵ و ۸۶) در خوشه شماره ۳، زیرحوضه‌های شماره (۴، ۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۲، ۴۶، ۷۹، ۹۳ و ۹۴) در خوشه شماره ۴، زیرحوضه‌های شماره (۵۱، ۱۹، ۲۶، ۵۰، ۵۵، ۶۰، ۶۳، ۶۴، ۶۶، ۶۸، ۷۳ و ۸۴) در خوشه شماره ۵ و زیرحوضه‌های شماره (۱۰، ۱۳، ۱۵، ۲۱، ۲۳، ۲۴، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۴۰، ۴۱، ۴۴، ۴۸، ۴۹، ۵۱، ۵۴، ۵۶، ۵۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۴، ۷۷، ۷۸، ۸۱، ۸۲ و ۸۸) در خوشه شماره ۶ قرار می‌گیرند. زیرحوضه‌های مربوط به هر خوشه بیشترین شباهت را باهم دیگر دارند.



شکل شماره ۲- گرافیک زیرحوضه‌های همگن منطقه مورد مطالعه از لحاظ پارامتر زمان تمرکز

۴- نتیجه‌گیری

برای انجام تجزیه و تحلیل خوشه‌ای الگوریتم‌های زیادی وجود دارند، لیکن تا کنون هیچ کدام از آنها به عنوان بهترین روش معرفی نشده‌اند. این الگوریتم‌های مختلف الزاماً نتایج یکسانی را برای مجموعه معینی از داده‌ها فراهم نمی‌آورد. تجزیه و تحلیل حاصل از داده‌ها و خوشه‌های بدست‌آمده ممکن است به نوع متغیرها حساس باشند. در این پژوهش ابتدا خصوصیات فیزیوگرافیک لازم جهت محاسبه زمان تمرکز با استفاده از نرم افزار ArcGIS و روابط تجربی برآورد گردید پس از استخراج زمان تمرکز به روش‌های مختلف، داده‌ها با استفاده از روش SCORE-Z استاندارد شدند. سپس با استفاده از تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی و محاسبه فاصله اقلیدسی و بر اساس روش ورد پارامترهای زمان تمرکز وارد نرم افزار SPSS شدند. نمودار دندروگرام خروجی یک نمودار درختی است که برای پی بردن به نحوه ادغام کلاسترها در همدیگر مرسوم است که شباهت‌های نسبی بین زیرحوضه‌های آبخیز را نشان می‌دهد. در این نمودار، مقدار متغیرهای هر گروه بیشترین شباهت را با یک دیگر و کمترین شباهت

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

را با گروه‌های دیگر دارد. دندروگرام، نموداری از مشاهدات ترکیبی و مقادیر ضرایب خوشه‌بندی در هر خوشه است [۱۷]. به طور کلی تحلیل خوشه‌ای زیرحوضه‌های آبخیز از نظر زمان تمرکز سبب عوامل ذیل می‌شود.

۱. شناسایی الگوهای زمان تمرکز
تحلیل خوشه‌ای به شما کمک می‌کند الگوهای مشابه در زمان تمرکز زیر حوضه‌ها را شناسایی کنید. این الگوها ممکن است به تفاوت‌ها یا همگانی در ویژگی‌های مورد مطالعه اشاره کنند.
۲. تفاوت‌ها در ویژگی‌های زمان تمرکز:
اگر زیر حوضه‌ها در یک خوشه قرار گیرند، این نشان‌دهنده تشابه در ویژگی‌های زمان تمرکز است. از طرف دیگر، زیر حوضه‌هایی که در خوشه‌های مختلف قرار دارند، ممکن است ویژگی‌های متفاوتی در زمان تمرکز داشته باشند.
۳. اهمیت تصمیم‌گیری بهینه:
این تحلیل به محققان و مدیران منابع آب کمک می‌کند تا تصمیم‌های بهینه در زمینه مدیریت حوضه‌های آبخیز را اتخاذ کنند. به عنوان مثال، اگر زیر حوضه‌هایی در یک خوشه باشند، ممکن است از یک رویکرد مشابه در مدیریت آب بهره‌مند شوند.
۴. تعیین الگوهای سازماندهی:
اطلاعات به دست آمده از تحلیل خوشه‌ای زیر حوضه‌ها امکان سازماندهی بهتر و تفهیم بهتری از نقاط قوت و ضعف هر گروه را فراهم می‌کند. این الگوها می‌توانند بهترین راهبردها برای مدیریت بهینه منابع آب را نشان دهند.
۵. ارتقاء دقت پیش‌بینی
با درک بهتر زمان تمرکز در خوشه‌های مختلف، مدل‌های پیش‌بینی می‌توانند دقت بیشتری در پیش‌بینی رواناب و تغییرات زمانی آن داشته باشند.
۶. تحلیل خوشه‌ای زیر حوضه‌ها از لحاظ زمان تمرکز ابزاری موثر برای تفهیم و بهینه‌سازی مدیریت حوضه‌های آبخیز است که به ارتقاء پژوهش‌ها و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با منابع آب کمک می‌کند.

۹-مراجع

- [۱] Nikolić M, Teodorović D. Transit network design by bee colony optimization. Expert Systems with Applications; ۴۰(۱۵):۵۹۴۵-۵۵, ۲۰۱۳.
- [۲] Barranquero RS, Guerrero M, Noriega RB, de Galarreta AR, Mezzina A, Paz LE, San Juan RF, Varni M, Cortelezzi A. Environmental assessment of water management and urban growth: A case study in an Argentina Pampean plain's basin. Applied Geography; ۱۶۰:۱۰۳۰۹۵, ۲۰۲۳.
- [۳] Bell FC, Kar SO. Characteristic response times in design flood estimation. Journal of Hydrology.; ۸(۲):۱۷۳-۹۶, ۱۹۶۹.
- [۴] Kirpich ZP. Time of concentration of small agricultural watersheds. Civil engineering; ۱۰(۶):۳۶۲, ۱۹۸۴.
- [۵] McCuen RH, Wong SL, Rawls WJ. Estimating urban time of concentration. Journal of hydraulic Engineering; ۱۱۰(۷):۸۸۷-۹۰۴, ۱۹۸۴.
- [۶] Akan AO, Houghtalen RJ. Urban hydrology, hydraulics, and stormwater quality: engineering applications and computer modeling. John Wiley & Sons; Aug ۲۲, ۲۰۰۳.
- [۷] Fang X, Thompson DB, Cleveland TG, Pradhan P, Malla R. Time of concentration estimated using watershed parameters determined by automated and manual methods. Journal of Irrigation and Drainage Engineering; ۱۳۴(۲):۲۰۲-۱۱, ۲۰۰۸.
- [۸] Guzey GE, Önöz B. Performance Assessment Comparison between Physically Based and Regression Hydrological Modelling: Case Study of the Euphrates-Tigris Basin. Sustainability; ۱۵(۱۳):۱۰۶۵۷, ۲۰۲۳.
- [۹] Pande CB, Moharir KN, Khadri SF. Watershed planning and development based on morphometric analysis and remote sensing and GIS techniques: a case study of semi-arid watershed in Maharashtra, India. In Groundwater resources development and planning in the semi-arid region ۲۰۲۱ May ۲۸ (pp. ۱۹۹-۲۲۰). Cham: Springer International Publishing.
- [۱۰] Duran BS, Odell PL. Cluster analysis: a survey. Springer Science & Business Media, ۲۰۱۳.
- [۱۱] Lachance M, Bobee B, Gouin D. Characterization of the water quality in the Saint Lawrence River: determination of homogeneous zones by correspondence analysis. Water Resources Research; ۱۵(۶):۱۴۵۱-۶۲, ۱۹۷۹.
- [۱۲] Ghayoumian J, Aghda SM, Koike K, Doi E, Sadat N, Nakajima S. CONSTRUCTION AND APPLICATION OF A GEOTECHNICAL DATABASE FOR PREPARATION OF ENGINEERING GEOLOGICAL MAPS FOR NORTHWESTERN IRAN. Geoinformatics.; ۴(۳):۲۷۳-۸۲, ۱۹۹۳.
- [۱۳] Fabbrocino S, Rainieri C, Paduano P, Ricciardi A. Cluster analysis for groundwater classification in multi-aquifer systems based on a novel correlation index. Journal of Geochemical Exploration; ۲۰۴:۹۰-۱۱۱, ۲۰۱۹.
- [۱۴] Safa, O., Soltanipoor, M.A., Rastegar, S., Kazemi, M., Nourbaksh Dehkordi, K., and Ghannadi, A. (۲۰۱۳). An ethnobotanical survey on hormozgan province, Iran. Avicenna Journal of Phytomedicine, ۳(۱), ۶۴-۸۱.
- [۱۵] Maechler M. Finding groups in data: Cluster analysis extended Rousseeuw et al. R package version. ۲۰۱۹ Jun ۷; ۲(۰):۲۴۲-۸.

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

[۱۵] Nooka Ratnam K, Srivastava YK, Venkateswara Rao V, Amminedu EK, Murthy KS. Check dam positioning by prioritization of micro-watersheds using SYI model and morphometric analysis—remote sensing and GIS perspective. Journal of the Indian society of remote sensing; ۳۳:۲۵-۳۸, ۲۰۰۵.

[۱۶] Horton RE. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological society of America bulletin; ۵۶(۳):۲۷۵-۳۷۰, ۱۹۴۵.

[۱۷] Yim O, Ramdeen KT. Hierarchical cluster analysis: comparison of three linkage measures and application to psychological data. The quantitative methods for psychology; ۱۱(۱):۸-۲۱, ۲۰۱۵.

[۱۸] Gao B, Xu Y, Lin Z, Lu M, Wang Q. Temporal and spatial characteristics of river water quality and its influence factors in the Taihu Basin Plains, Lower Yangtze River, China. Water; ۱۴(۱۰):۱۶۵۴, ۲۰۲۲.

[۱۹] غیاثی، ن. عرب خدری، م. غفاری، ع. حاتمی، ج. بررسی تاثیر برخی ویژگی‌های هندسی آب‌خیزها بر سیلابهای حداکثر لحظه‌ای با دوره برگشتهای مختلف، پژوهش و سازندگی، ۱۳۸۳.

[۲۰] جمشید، ج. تحلیل‌های کمی در ژئومورفولوژی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.

[۲۱] شریفی پیچون، م. امیدوار، ک. متذکر، ک. استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و رگرسیون چند متغیره در ارزیابی پتانسیل سنجی سیلاب با تاکید بر پارامترهای هیدروژئومورفولوژیکی (مورد مطالعه: حوضه آب‌خیز رودخانه مارون). مخاطرات محیط طبیعی، ۱۳۹۸.

[۲۲] عطایی، ه. شیران. شناسایی زیرحوضه‌های هیدروژئولوژیکی همگن از نظر عوامل ژئومورفولوژیک موثر بر سیلاب با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (مطالعه موردی: دشت کرون)، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۱۳۹۰.

[۲۳] علیزاده، ا. هیدرولوژی کاربردی (چاپ چهارم). مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۹۴.

[۲۴] شهبازی، ع. خلیقی سیگارودی، ش. ملکیان، آ. و سلاجقه، ع. انتخاب بهترین فرمول تجربی برای برآورد زمان تمرکز در حوزه‌های آب‌خیز شهری (مطالعه موردی: شهر ماهدشت). مرتع و آب‌خیزداری، ۱۳۹۳.

[۲۵] زارع چاهوکی، م.ع. تجزیه و تحلیل داده‌ها در پژوهش‌های منابع طبیعی با نرم افزار SPSS (چاپ دوم). تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، ۱۳۹۳.

[۲۶] چوپانی، س. خسرو شاهی، م. غلامپور، م. و میرآخوخلو، خ. قلمرو محدوده‌های بیابانی استان هرمزگان از دیدگاه زمین‌شناختی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۳۸۵.

[۲۷] سلطانی گردفرامری، س. قیسوری، م. صابری، ع. قاسمی، م. ارزیابی نرم افزارهای هیدروژئولوژیکی در استخراج پارامترهای فیزیوگرافی حوضه آب‌خیز. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۳۹۹.



Cluster analysis of watersheds with emphasis on concentration time parameter (case study: Hormozgan province)

Abstract

Identifying Watershed Sub-Basins With Homogeneity Is The First Critical Step In Generalizing The Results Of Environmental Studies To Different Regions. The Aim Of This Research Is To Investigate The Homogeneity Of ^{۸۱} Sub-Watersheds Of Hormozgan Coast Line In Terms Of Concentration Time Parameter (Kerpich, Chau, California, Bransi Williams And Hathway) Using Hierarchical Cluster Analysis Method And Arcgis ^{۱۰,۸} And SPSS ^{۲۷} Software. In This Research, The Physiographic Characteristics Were Estimated To Calculate The Concentration Time And Then The Parameters Of The Concentration Time Were Calculated Using Empirical Relationships. The Data Were Standardized Using The Z-Score Method And The Homogeneous Regions Were Determined Using The Hierarchical Cluster Analysis Method. The Optimal Number Of Clusters For The Study Area Was Estimated To Be ۶ Clusters. According To The Dendrogram Diagram, The Homogeneous Subareas Were Divided Into ۶ Clusters. There Are Significant Differences In The Patterns Of Temporal Changes Between These Clusters, These Clusters Also Have Spatial Differences, Which Indicates The Lack Of Universality In The Pattern Of Watershed Sub-Basins, And The Differences Between The Clusters Can It Is Affected By Various Geographical Factors (Geographical Situation Of Basins), Climatic Conditions (Rainfall And Temperature) And Human Activities (Use Of Water Resources). The Results Of This Analysis Help Researchers And Water Resource Managers To Make Optimal Decisions In The Field Of Watershed Management.

Key words: Cluster Analysis, Hierarchy, Dendrogram, Concentration Time, Watershed Sub-Basin