Archive of SID

بررسی و تعیین شاخصهای هیدرولوژی به کمک حوضه‌های آبخیز مشابه (مطالعه موردی حوضه آبخیز دریاچه نمک ایران)

غلامرضا زهتابیان و علی اکبر موسوی

دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و کارشناس ارشد آبخیزداری

تاریخ وصول مقاله سیزدهم، شهریور ماه ۱۳۷۹

چکیده

یکی از مشکلات عمده در مطالعات هیدرولوژی دوره‌های کم‌آبی و پرآبی عدم وجود یا ناقص بودن آمار هیدرومتری می‌باشد که این نقیصه به دلایل مختلف بالا بودن هزینه ایجاد ایستگاههای هیدرومتری، مشکل نگهداری ایستگاهها و همچنین عدم دسترسی به همه حوزه‌های آبخیز می‌باشد. در این تحقیق پس از بررسی ایستگاههای هیدرومتری موجود در دریاچه نمک تعداد ۱۹ ایستگاه که دارای بهترین آمار از نظر طول دورهٔ آماری و سایر موارد بودند اثر انتخاب شد و جریانهای حداقل (جریانهای کمینه) ۷ روزه و Q 90% و دبی‌های حداکثر آنها استخراج شد و سپس بازسازی و تطویل آمار با استفاده از برنامه کامپیوتری HYFA مقادیر فوق در دورهٔ برگشتهای ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله تعیین گردید. جهت تعیین حوزه‌های آبخیز مشابه و گروههای همگن ۱۴ پارامتر مورفومتری، اقلیمی ژئومورفولوژی و زمین شناسی از حوزه‌های آبخیز منتخب استخراج شد و به کمک تجزیه به عاملها پارامترهای مهم و مستقل انتخاب شدند. آنگاه به کمک فاکتورهای انتخاب شده از دو روش همگن‌سازی عددی و غیر عددی (مانند آنالیز خوشه‌ای) و غیر عددی (مانند منحنی‌های آندرو) حوضه‌های آبخیز مشابه تعیین شده و سپس جریانهای حداقل و حداکثر هر ایستگاه از طریق نسبت مساحت بین حوزه‌های آبخیز مشابه برآورد گردید و در انتها به بحث در مورد کارایی روشهای گرافیکی و عددی در تعیین مناطق همگن و همچنین کارایی روش انتقال شاخصها در برآورد جریانهای حداقل و حداکثر پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی : خشکسالی هیدرولوژی، آنالیز خوشه‌ای، دریاچه نمک ایران، جریانهای حداقل و حداکثر در مناطق خشک.

مقدمه

خشکسالی و سیل دو حادثهٔ استثنایی و تأسف‌باری است که همواره جوامع انسانی، گیاهی و بطور کلی اکولوژیک محیط را دستخوش تغییرات شگرف قرار می‌دهد (۵، ۷، ۸ و ۱۰).

این وقایع، یعنی خشکسالی و سیل در مطالعات هیدرولوژی و طراحی سازه‌های آبی مانند، بند انحرافی، کانالها، پل‌ها، سدها و ... باید مطالعه شوند، اما از مشکلات اساسی در تعیین این وقایع در حوزه‌های آبخیز

www.SID.ir

Archive of SID

ایـران و جـهان فـقدان آمـار و اطـلاعات هـیدرومتری می‌باشد (۱۱ و ۹). این فقدان آمار را دلایل مختلفی از جمله عدم دسترسی به همه حوزه‌های آبخیز، بالا بودن هزینه ایجاد و نگـهداری ایسـتگاهها و ... بـوجود آورده است. بعلت ضرورت برآورد دقیق دبی حداکثر سیلاب جهت پیشگیری از تخریب سازه‌ها و یا غـیر اقـتصادی بودن طرح و همچنین برآورد جریانهای حداقـل جـهت مدیریت سدها و همچنین کیفیت آبـهای جـاری کـه در دوره‌های کم‌آبی مشهودتر می‌باشد، روشهای مختلفی از جـمله روشـهای تـجربی و روشـهای مـبتنی بـر آمـار هیدرومتری مانند روش شاخص سیلاب، روش هیبرید، روش همبستگی چند متغیره، روش شـبکه‌های مـربعی و غـیره اسـتفاده مـی‌شود. در ایـن مـقاله جـهت بـرآورد مـقادیر فـوق از تـئوری تشـابه هـیدرولوژیکی حـوضه‌های آبـخیز اسـتفاده شـده است (۶، ۱۲، ۱۶ و۱۳).

ویژگیهای منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز دریاچه نمک یکی از زیر حوضه‌های کویر مرکزی ایران می‌باشد. این حوزه در طول جغرافیایی ´ ۰۰ و °۴۸ تا ´ ۰۰ و °۵۳ شرقی و عرض جغرافیایی ۰۰ و °۳۲ تا ۰۰ تـا °۳۷ شـمالی واقـع شـده است. بـخش شمالی حوضه بوسیله البرز و کوههای رودبـار و بـخش شمال غرب و غرب آن با انشعابات زاگـرس و زاگـرس اصلی، بخش جنوبی باکوههای کرکس و شرق حوضه به مناطق کویری محدود مـی‌گردد. وسـعت مـنطقه مـورد مطالعه حدود ۹۲۵۵۰کیلومتر مربع برآورد می‌شود. آب و هوای آن در بخش مرکزی خشک و میزان بارندگی آن حدود ۱۳۰ میلی‌متر در سال در حالیکه نواحی مرتفع آن (مانند تـهران، گـلپایگان و هـمدان) دارای آب و هـوای معتدل با تابستانهای نسبتاً گرم می‌باشد. بارندگی متوسط سالیانه در نواحی اخیر حدود ۲۵۰ مـیلی‌متر مـی‌باشد. حوزه آبخیز دریاچه نمک به چند زیر حوزه اصلی مانند حوزه آبخیز شور، جاجرود، قم، قره‌چای و کرج تقسیم می‌شود شکل (۱).

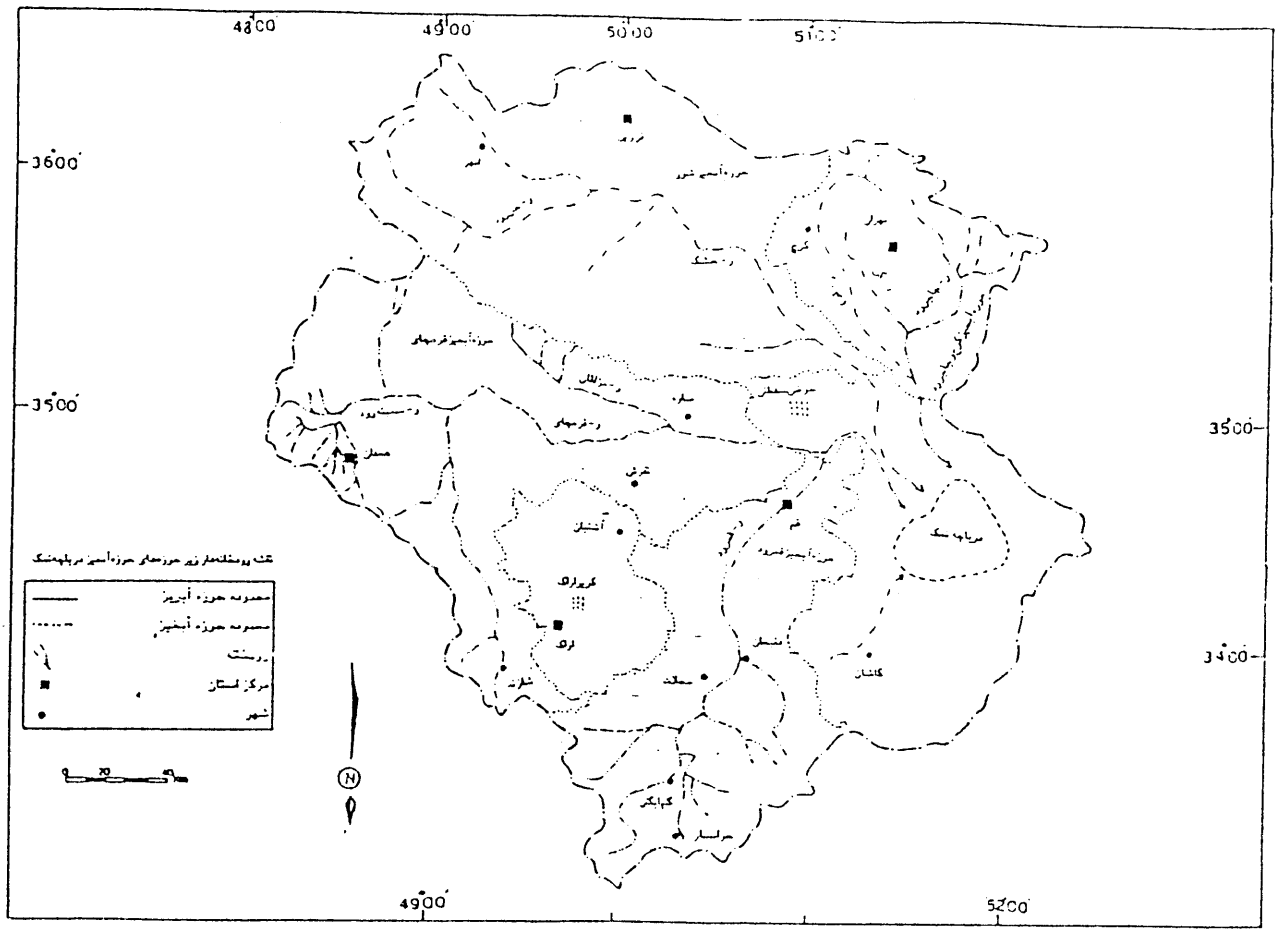
مواد و روشها

الف - انتخاب ایستگاهها

در حـوزه آبـخیز دریـاچه نـمک ۱۲۰ ایسـتگاه هیدرومتری وجود دارد که به منظور انـدازه‌گـیری دبـی آب، کیفیت، آب و مواد رسوبی معلق در منطقه تأسیس شده‌اند. جهت انتخاب ایستگاههای مناسب، برای این تحقیق، ابتدا ایستگاههای مناسب با توجه به اینکه (۱) ایستگاه مورد نظر در مناطق دشتی واقع نشـده بـاشد و نزدیک کوهستان باشد. (۲) در بالادست ایستگاه زمـین زراعی کمتر باشد. (۳) بند یا سد انحرافی یا هرگونه سازه ذخیره‌ای دیگر در مسیر جریان نباشد. (۴) دارای دوره آماری مناسب (بیش از ۱۰ سال) باشد انـتخاب شـدند (۱۴، ۱۵، ۱۷ و ۱۸).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ - موقعیت حوزه آبخیز دریاچه نمک و زیر حوضه های اصلی آن

ب - تعیین جریانهای حداقل و دبی‌های حداکثر در ایستگاههای منتخب

در کل مطالعات خشکسالی هیدرولوژیک (جریانهای کمینه) بر روی جریان‌های حداقل متمرکز می‌شود و مهمترین تحلیل‌ها در این رابطه تحلیل طول دوره‌ای است که جریان زیر یک سطح مشخص باقی مانده و حجم کمتری رواناب زیر آستانه را ایجاد کرده باشد. آمار مورد استفاده جهت مطالعه جریان کمینه معمولاً در طول یک دورهٔ زمانی (مدت جریان) یک فصل یا سال در نظر گرفته می‌شود. دورهٔ زمانی تعیین شده را اکثراً ۱، ۷، ۱۵ و ۳۰ روزه در نظر می‌گیرند. البته ممکن است بصورت سایر دوره‌های زمانی ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد بعنوام مقادیر پتانسیل جریان‌های کمینه رودخانه‌ای بکار رود. در این مطالعه جریان‌های حداقل در دورهٔ زمانی ۷ روزه و Q 90% (مقدار دبی است که ۹۰ درصد سال دبی بیش از این مقدار باشد) از میان دیگر دوره‌های زمانی جریانهای حداقل انتخاب شدند و در تمام حوزه‌های آبخیز برای هر سال مقادیر آنها تعیین شد.

همچنین برای تعیین دبی‌های حداکثر در هر یک از ایستگاهها در سالهای متفاوت، حداکثر مطلق ارائه

www.SID.ir

Archive of SID

شده برای آن ایستگاه در هر سال در نظر گرفته می‌شود.

سپس با استفاده از برنامه کامپیوتری HYFA مناسبترین توزیع آماری منطقه‌ای بر جریانهای حداقل و دبی‌های حداکثر به دست آمد که مناسبترین توزیع منطقه‌ای برای جریانهای حداقل توزیع گامای ۲ پارامتری و برای دبی‌های حداکثر توزیع لوگ نرمال ۲ پارامتری می‌باشد. در انتها با استفاده از توزیع‌ها آماری مناسب مقادیر فوق در دوره برگشتهای مختلف تعیین شده که در جدول شماره (۱) خلاصه گردیده است.

ج - انتخاب داده‌ها جهت تعیین مناطق و حوزه‌های آبخیز مشابه

پس از انتخاب زیرحوزه‌ها، ۱۴ ویژگی مورفولوژی، اقلیمی و زمین شناسی درکلیه زیر حوزه‌ها تعیین شدند.

۱ - ویژگیهای مورفولوژی: مساحت (A)، محیط (p)، شیب متوسط حوضه (SW)، ارتفاع حداقل (Himn)، ارتفاع حداکثر (Hmax)،ارتفاع متوسط (Hm)، طول آبراهه اصلی (Li)، تراکم آبراهه (Dd)شیب متوسط آبراهه اصلی (Ssw)، ضریب شکل حوضه آبخیز (Cc).

۲ - ویژگیهای اقلیمی: بارندگی متوسط سالانه (Pm)، دمای متوسط سالانه (Tma)، متوسط حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته (دورهٔ برگشت ۲ سال)(P24y2).

۳ - ویژگیهای زمین شناسی: درصد سازندهای نفوذپذیر (PPf).

به لحاظ اینکه داده‌ها مورد نظر دارای پراکندگی مناسبی از نظر آماری باشند (به عبارتی از توزیع نرمال تبعیت کنند) عملیات تبدیل (Transformation) صورت گرفت، عملیات تبدیل در اینجا لگاریتمی کردن متغیرها می‌باشد. ضمناً از آن جایی که متغیرهای انتخاب شده دارای مقیاس‌های متفاوت هستند لذا برای یک مقیاس کردن از روش استاندارد کردن (Standardazation) صورت زیر استفاده شد که در آن هدف داشتن متغیرهایی با میانگین صفر و انحراف معیار ۱ ± است.

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{s}$$

در اینجا x برابر مقدار عددی هر متغیر، $\bar{x}$ مقدار میانگین متغیر مربوط، s برابر انحراف معیار و z برابر مقدار استاندارد شده می‌باشد.

د - انتخاب متغیرهای اصلی

از آنجایی که تعداد ۱۴ متغیر در هر یک از زیر حوضه‌ها استخراج شده، لازم است که تعداد آنها محدود شود و متغیرهای مستقل که کمترین همبستگی داخلی را با هم دارند انتخاب شوند. روشهای مختلفی برای این کار وجود دارد که در این مقاله از روش تجزیه و تحلیل عاملی (factor analysis) استفاده شده است. تجزیه و تحلیل عاملی برای ۱۹ زیر حوضه و ۱۴ متغیر اندازه‌گیری شده بکار برده شد. این تجزیه و تحلیل شامل ۲۶۶ مشاهده منفرد می‌باشد. در طی تجزیه و تحلیل عاملی مشخص شد که اطلاعات با اختصاص دادن حول

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۱ - مقادیر جریان‌های حداقل ۷ روزه و Q 90% و دبی‌های حداکثر لحظه‌ای برای ۱۹ زیر حوضه مورد نظر در دورهٔ برگشت‌های مختلف

شماره ردیف	نام ایستگاه	دبی‌های حداقل ۷ روزه					دبی‌های حداقل Q 90%					دبی‌های حداکثر لحظه‌ای				
		۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰
۱	سراب‌حنده	/۲۷۲	/۱۲۴	/۰۷۵	/۰۴۵	/۰۲۷	/۴۴۵	/۲۴۸	/۱۷۳	/۱۲۴	/۰۹	۳۸/۵۴	۹۹/۲۸	۱۶۵/۵۵	۲۸۷/۴۲	۴۱۱/۳۷
۲	یالفان	/۰۰۶	/۰۰۱	۰	۰	۰	/۰۱۴۵	/۰۰۴	/۰۰۱۵	۰	۰	۲۸/۷۳	۶۰/۳۳	۹۶/۱۳۷	۱۶۳/۹۷	۲۳۴/۶۶
۳	رازین	/۰۷۴	۰/۲۶	/۰۱۲	/۰۰۶	/۰۰۲	/۱۳۶	/۰۴۶	/۰۲۱	/۰۰۸۶	/۰۰۲۸	۳۷/۰۹	۸۵/۰۹	۱۳۴/۸۳	۲۲۲/۷۶	۳۰۹/۳۴
۴	آبگرم	/۲۴۳	/۱۵۶	/۱۲۰	/۰۹۵	/۰۷۷	/۴	/۲۶۹	/۲۱۴	/۱۷۶	/۱۴۵	۷۳/۹	۱۴۴/۱۲	۱۹۵/۵	۲۶۵/۳۶	۳۲۰/۷۶
۵	ارتش‌آباد	/۰۱۸	/۰۱۳	/۰۹۰	/۰۰۹	/۰۰۸	/۰۲۷۵	/۰۲۵۳	/۰۱۹۶	/۰۱۶۸	/۰۱۴	۱۸/۰۲	۴۴/۸۱	۷۴/۵۴	۱۲۹/۹۵	۱۸۶/۹
۶	قروه	/۱۳۶	/۱۰۵	/۰۹۱	/۰۸۱	/۰۷۲	/۱۶۷	/۱۳۲	/۱۱۵	/۱۰۳	/۰۹۳	۲۴/۶۵	۷۸/۷۸	۱۲۲/۴۵	۱۹۶/۹۵	۲۶۸/۱۹
۷	حاجی عرب	/۰۳۵	/۰۲۲	/۰۱۶	/۰۱۳	/۰۱	/۰۶	/۰۳۲	/۰۲۲	/۰۱۵	/۰۱۱	۱۹/۲۲	۴۳/۷۲	۶۶/۹	۱۰۵/۱۲	۱۴۰/۱۹
۸	سولان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵/۵	۱۰/۳۶	۱۴/۵۱	۲۰/۸۱	۲۶/۲۸
۹	صالح‌آباد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲/۰۴	۱۷/۸۸	۲۲/۱۹	۲۸/۰۸	۳۲/۷۸
۱۰	بهادربیک	/۰۳	۰	۰	۰	۰	/۰۰۶۷	۰	۰	۰	۰	۱۹	۲۸/۴۱	۳۳/۵۹	۴۰/۳۹	۴۴/۸۴
۱۱	خمیگان	/۰۰۴	/۰۰۳	/۰۰۲	/۰۰۱۸	/۰۰۱۸	/۰۱	/۰۰۵	/۰۰۳	/۰۰۲	/۰۰۱	۰ ۱۱/۱۳	۳۳/۷۸	۶۲/۱۸	۱۲۰/۴۵	۱۸۵/۲
۱۲	زهران	/۰۰۹	/۰۰۶	/۰۰۵	/۰۰۳۷	/۰۰۳۱	/۰۰۲	/۰۰۱	/۰۰۷	/۰۰۵۲	/۰۰۳۷	۱۲/۸۲	۳۸/۹۴	۶۲/۶۷	۱۰۰/۶۵	۱۳۵/۱
۱۳	پل‌آروان	/۰۱۰	/۰۰۳۴	/۰۰۱۳	۰	/۰۱۳۴	/۰۱۳۴	/۰۰۳۳	۰	۰	۰	۱۱/۷۸	۳۰/۷۷	۵۳/۲۳	۹۷/۱۹	۱۴۴/۲۳
۱۴	ده‌صومعه	۰/۰۵۸	/۰۱۹	/۰۰۹۴	/۰۰۳۷	/۰۰۱۸	/۰۱۰۵	/۰۳۷	/۰۱۷	/۰۰۸	/۰۰۳	۴۹/۵۳	۷۸/۶۵	۱۰۰/۴۸	۱۳۰/۷۲	۱۵۵/۱۴
۱۵	سیرا	۳/۵۴	۲/۹۵	۲/۶۷	۳/۴۵	۲/۲۷	۴/۰۲۶	۳/۴۰۲	۳/۱۰۳	۲/۸۷	۲/۶۷۸	۵۲/۰۷	۸۲/۶	۱۱۰/۰۲	۱۵۳/۷۵	۱۶۳/۱۴
۱۶	رودک	۲/۰۲۳	۱/۶۰۶	۱/۴۱۳	۱/۲۶۵	۱/۱۴	۲/۴۱	۱/۹۵	۱/۷۴	۱/۵۸	۱/۴۴	۵۵/۹۷	۸۵/۹۳	۱۰۷/۹۱	۱۳۷/۸۶	۱۶۱/۶۴
۱۷	بهجت‌آباد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰/۵۲	۲۰/۱۹۷	۲۸/۹۵	۴۲/۹۱	۵۵/۵۴
۱۸	سولقان	/۰۳۶	/۰۱۰	/۰۰۳۶	۰	۰	/۰۶۲	/۰۲۰۱	/۰۰۸۲	/۰۰۳۶	۰	۴۴/۵۳	۶۳/۸۴	۷۴/۱۱۳	۸۵/۲	۹۲/۴۴
۱۹	باراجین	/۰۱۶	/۰۱	/۰۰۸۴	/۰۰۶۵	/۰۰۵۶	/۰۲۳	/۰۱۶	/۰۱۳	/۰۱	/۰۰۹	۱۵/۰۵	۲۱/۴۵	۲۵/۰۸	۲۹/۱۸	۳۱/۹۶

www.SID.ir

Archive of SID

سه محور می‌توانند خلاصه شوند. دلیل بر سه محور، بالابودن ریشه پنهان ماتریس همبستگی بیش از یک است و تمام موارد فوق ۸۰/۲۹ درصد از تغییر داده‌های اصلی را توضیح می‌دهند ولی از سه فاکتور بعدی که دارای ریشه پنهان ماتریس همبستگی کمتر از یک نیز بودند ولی ۱۴/۵۳ درصد از تغییرات را توضیح می‌دهند نیز در تجزیه و تحلیل‌های بعدی استفاده شد. در این مطالعه متغیرهای مساحت، بارندگی متوسط سالانه، ارتفاع حداقل، ضریب شکل گراویلیوس، درصد سازندهای نفوذپذیر و تراکم آبراهه به ترتیب فاکتورهای مهم تشخیص داده شد.

هـ - تعیین حوزه‌های آبخیز مشابه

چندین روش برای تعیین حوزه‌های آبخیز مشابه وجود دارد که می‌توان آنها را به دو روش عددی مانند آنالیز خوشه‌ای و روش‌های گرافیکی مانند منحنی‌های آندرو، تصاویر چرنف و تصاویر ستاره‌ای تقسیم‌بندی کرد، که در این مقاله از روش منحنی‌های آندرو و آنالیز خوشه‌ای استفاده شده است.

۱ - روش عددی (تجزیه و تحلیل خوشه‌ای)

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای حل مسأله‌ای طرح شده است که در آن با در دست داشتن نمونه‌ای از n فرد و اندازه‌گیری P متغیر بر روی هر فرد، می‌توان افراد را در کلاسهایی گروه‌بندی نمود که افراد مشابه در داخل یک کلاس قرار گیرند. این روش باید کاملاً عددی (Numerical) باشد و تعداد کلاسهای آن مشخص نباشد. اگر حوضه‌های آبخیز دارای خواص اندازه‌گیری شدهٔ بسیار، مشابهی باشند نتیجتاً در فضای n بسیار نزدیک به یکدیگر قرار می‌گیرند.

مشابهت‌های این حوضه‌ها به کمک اندازه‌گیری فاصله بین آنها بررسی می‌گردد و این موضوع مقدار مشخصی را فراهم می‌آورد تحت عنوان ضریب تشابه یا عدم تشابه که به فاصلهٔ اقلیدسی (Euclidean distance) معروف می‌باشد و به کمک آن می‌توان شباهت دو حوضه را محاسبه نمود و از رابطهٔ آماری زیر بدست می‌آید.

$$dij = \sqrt{\sum_{i=1}^{p} (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

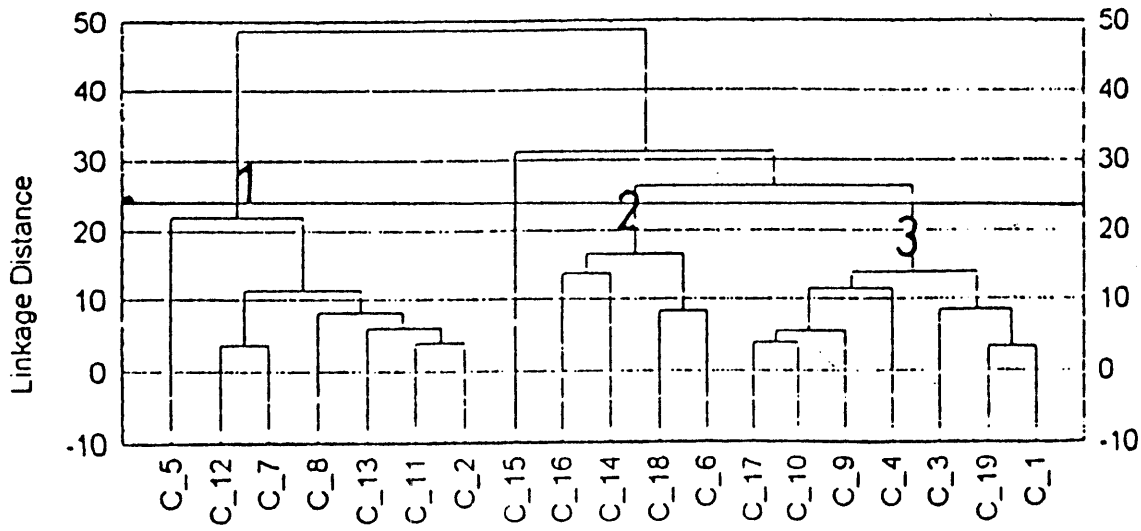
که در آن dij ضریب تشابه دو حوضه، xik مقدار متغیر xk برای فرد i و xjk مقدار همان متغیر برای فرد j می‌باشد. وقتی دو حوضه نزدیک به هم باشند یک وابستگی خوشه‌ای را تشکیل می‌دهند و نقطه بین آنها مرکز ثقل این وابستگی خوشه‌ای می‌باشد. سایر وابستگی‌های خوشه‌ای به طریق مشابه تشکیل می‌گردند و آخرین آنها که احتمالاً در پایین‌ترین سطح تشابه قرار دارد با گروه منفردی ترکیب می‌شود. این فرایند تا زمانی که تمام نقاط را شامل شود تکرار می‌گردد تشابه فوق را می‌توان به صورت یک نمودار چند شاخه‌ای ارائه نمود به این

www.SID.ir

Archive of SID

ترتیب تجزیه و بیان می‌کند. متداولترین روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای روش طبقاتی (Hierarchical) می‌باشد. تجزیه و تحلیل خوشه‌ای با ارائه نمودار چند شاخه‌ای برای ۱۹ زیر حوزه از حوزه آبخیز دریاچه نمک و براساس شش متغیر ذکر شده در بخشهای قبلی انجام شده است (شکل شماره ۲) که اگر مقدار محدود کنندهٔ ۲۴ به فاصله اتصال یا ضریب تعیین کننده تشابه اختصاص داده شود، سه گروه جداگانه از حوزه‌ها پدید می‌آید.

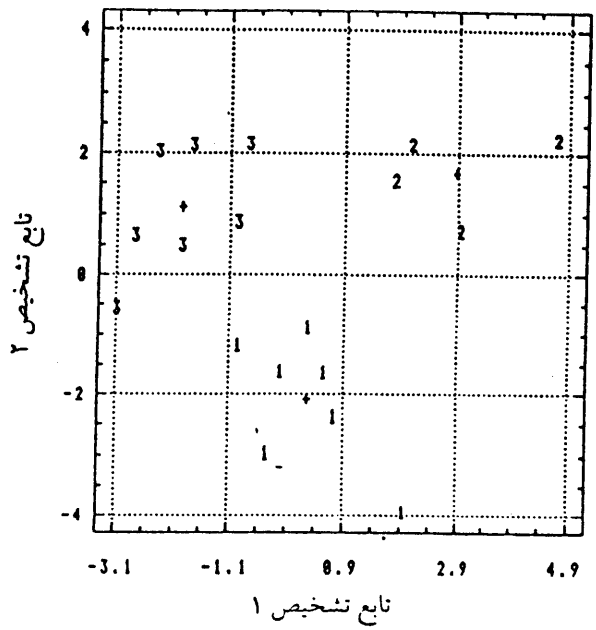
همچنین صحت تفکیل سه گروه به کمک تجزیه و تحلیل متمایزکننده امتحان شده است. به این ترتیب تجزیه و تحلیل متمایزکننده که (Discriminant analysis) روشی است شبیه به آزمون t که به بررسی تفاوت بین گروهها ویا مناطق جدا شده در تجزیه و تحلیل خوشه‌ای می‌پردازد و صحت مناطق همگن را مورد بررسی قرار می‌دهد. نقطه شروع تجزیه و تحلیل متمایزکننده عبارت از طرح طبقه‌بندی تهیه شده توسط تجزیه و تحلیل خوشه‌ای می‌باشد. با استفاده از محورهای متمایزکننده براحتی می‌توان صحت مناطق را مورد ارزیابی قرار داد. هر یک از گروههای خوشه‌ای (۳، ۲، ۱) دارای یک مرکز ثقل هستند. موقعیت مرکز ثقل در فضای n بعدی تجزیه تحلیل‌های عاملی برابر مقدار متوسط نمره (یا وزن) هر حوزه در گروه خوشه‌ای روی هر عامل می‌باشد. مقادیر این مرکز ثقل برای تعیین تفاوت معنی‌دار موجود بین گروهها بکار برده می‌شود. به کارگیری تجزیه و تحلیل متمایزکننده در مورد منطقه مورد مطالعه دال بر تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد بین سه گروه متمایز شده در آنالیز خوشه‌ای می‌باشد. تجزیه و تحلیل فوق توسط



شکل ۲ - دیاگرام خوشه ای یا درختی برای ۱۹ زیر حوزه آبخیز دریاچه نمک

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ - تجزیه و تحلیل متمایز کننده در تفکیک گروههای اصلی زیر حوزه آبخیز دریاچه نمک

محورهای متمایز کننده که نسبت به هم عمود هستند صورت می‌گیرد (شکل شماره ۳).

۲ - روش غیر عددی (گرافیکی)

مشاهدات P بعدی می‌توانند در دو بعد نمایش داده شوند و سپس تشخیص گروهها و افراد همگن و مشابه را از طریق چشم انجام داد. چندین طریق گرافیکی تبدیل مشاهدات P بعدی در ۲ بعد وجود دارد. مانند روش تصاویر چرنف ستاره‌ها و منحنی‌های آندرو که ما در این مطالعه از منحنی‌های آندرو استفاده کرده‌ایم.

- نمودار آندرو

آندرو نشان دادند مشاهدات را P بعدی با اندازه‌های $x_1, x_2, ...$ و XP می‌توان با سری فوریه زیر که تابعی از t می‌باشد نشان داد:

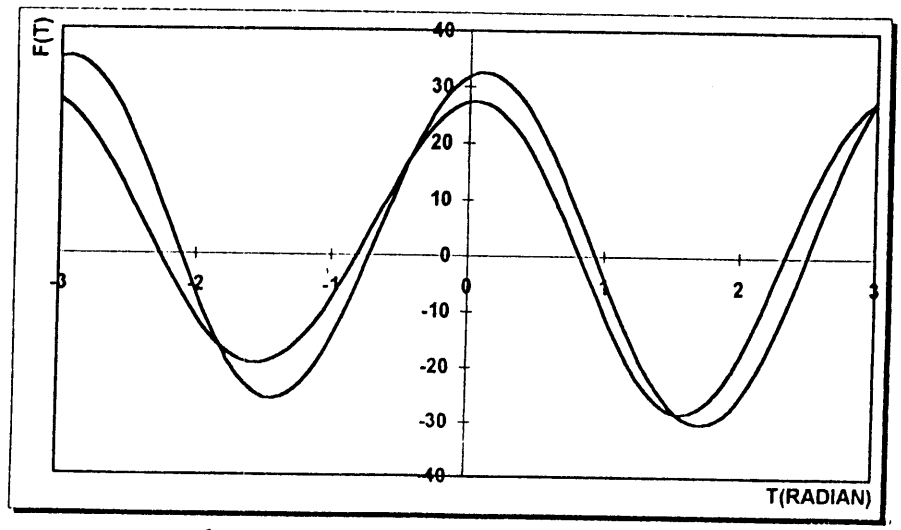
$$f(t) = \frac{x_1}{\sqrt{2}} + x_2 \sin t + x_3 \cos t + x_4 \sin 2t + x_5 \cos 2t + \\ + x_6 \sin 2t + ...$$

$$-\pi \leq t \leq +\pi$$

نمودارهای سری فوریه نمودارهایی ۲ بعدی خواهند بود که آنها را می‌توان به طور بصری دسته‌بندی و

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤ - منحنی های اندرو دو حوزه آبخیز مشابه آبگرم وقروه

حوزه‌های آبخیز مشابه را نیز بطور بصری جدا نمود.

جهت تعیین حوزه‌های آبخیز مشابه نمودار آندرو هر یک از حوزه‌ها به تفکیک ترسیم شده و دو به دو با هم مقایسه شده‌اند تا حوزه‌های مشابه تفکیک شوند. برای مثال شکل شماره ۴ دو حوزهٔ آبخیز مشابه را نشان می‌دهند.

نتایج

- برآورد جریان‌های حداقل و دبی‌های حداکثر از طریق تعیین حوزه‌های آبخیز مشابه

پس از اطمینان از متمایز بودن گروههای ۱ و ۲ و ۳ در آنالیز خوشه‌ای با کمک فاصله اقلیدسی حوضه‌های آبخیز مشابه دو به دو جدا می‌شوند. بدین ترتیب که دو حوضه که کمترین فاصله اقلیدسی را با هم دارند. مشابه می‌باشند. پس از تعیین حوزه های آبخیز مشابه، با استفاده از نسبت مساحت بین دو حوزه آبخیز مشابه جریانهای حداقل و دبی حداکثر با دورهٔ برگشتهای مختلف در حوزه‌های آبخیز مشابه برآورد گردید. جدول شماره ۲ مقادیر مشاهده‌ای و برآورد جریانهای حداقل و دبی حداکثر برای ایستگاه سراب هنده را در روش آنالیز خوشه‌ای نشان می‌دهد.

در روش منحنی‌های آندرو نیز پس از تعیین حوزه‌های آبخیز مشابه به صورت دو به دو مانند آنچه در روش آنالیز خوشه‌ای گفته شد اقدام به برآورد جریانهای حداقل و دبی‌های حداکثر شده است. جدول شماره ۳ مقادیر برآوردی و واقعی را برای حوزه آبخیز آبگرم نشان می‌دهد. برای سایر حوزهای آبخیز نیز به همین ترتیب عمل شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

پس از برآورد مقادیر جریان‌های و حداکثر لازم است تا میزان کارایی روش انتقال شاخص‌های

www.SID.ir

جدول شماره ۲ - مقادیر برآوردی و مشاهده‌ای جریانهای حداقل و دبی حداکثر در حوزه آبخیز سراب‌هنده به روش آنالیز خوشه‌ای

شماره ردیف	نام شاخص	دبی‌های حداقل ۷ روزه					مقادیر جریان حداقل Q 90%					مقادیر برآوردی دبی حداکثر لحظه‌ای				
		۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰
۱	مقادیر مشاهده‌ای	/۲۷۲	/۱۲۴	/۰۷۵	/۰۴۵	/۰۲۷	/۴۴۵	/۲۴۸	/۱۷۳	/۱۲۴	/۰۹	۳۸/۵۵	۹۹/۲۸	۱۶۵/۵۵	۲۸۷/۴۲	۴۱۱/۳۷
۲	مقادیر برآوردی	/۱۳	/۰۸۱	/۰۶۸	/۰۵۳	/۰۴۵	/۱۸۷	/۱۳۰	/۱۰۶	/۰۸۱	/۰۷۳	۱۲۳	۱۷۳	۲۰۴	۲۳۸	۳۶۱/۲۱

جدول شماره ۳ - مقادیر برآوردی و مشاهده‌ای جریانهای حداقل و دبی حداکثر در حوزه آبخیز آبگرم به روش منحنی‌های آندرو

شماره ردیف	مقادیر دبی	مقادیر جریان حداقل ۷ روزه					مقادیر جریان حداقل Q 90%					مقادیر دبی حداکثر لحظه‌ای				
		۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰
۱	مقادیر مشاهده‌ای	/۲۴۳	/۱۵۶	/۱۲	/۰۹۵	/۰۰۸	/۴	/۲۷	/۲۱۴	/۱۷۵	/۱۴۵	۷۳/۹	۱۴۴/۱۲	۱۹۵/۵	۲۶۵/۳۶	۳۲۰/۷۶
۲	مقادیر برآوردی	/۱۷۸	/۱۳۷	/۱۱۹	/۱۰۶	/۰۹۴	/۲۱۸	/۱۷۲	/۱۵	/۱۳۴	/۱۲۱	۷۶/۹۲	۱۰۳/۱۴	۱۶۰/۳	۲۵۷/۸	۳۵۱/۰۸

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

هیدرولوژی تعیین شود. جهت انجام این آزمون چندین روش پیشنهاد شده است که شامل درصد متوسط خطای نسبی، خطای استاندارد و مجذور میانگین خطا می‌باشند. در این طرح از درصد خطای نسبی بین مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی استفاده شده است که مقدار آن از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\%RE = \frac{Qo - Qc}{Qo} \times ۱۰۰$$

RE%درصد خطای نسبی

Qoمقدار دبی مشاهده‌ای

Qeمقدار دبی برآوردی

درصد خطای نسبی محاسبه شده بین مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی جریان‌های حداقل و حداکثر لحظه‌ای در هر روش (آنالیز خوشه‌ای و منحنی‌های آندرو) نشان می‌دهد که روش انتقال شاخص‌های هیدرولوژیک براساس تئوری حوزه‌های آبخیز مشابه، در برآورد جریان‌های حداقل از درصد خطای نسبی بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. اما این روش (انتقال شاخص‌ها) در برآورد جریان‌های حداکثر لحظه‌ای به کمک تعیین حوزه‌های آبخیز مشابه بوسیله منحنی‌های آندرو از درصد خطای نسبی نسبتاً پایینی برخوردار می‌باشد و این خطا بطور متوسط برابر ۴۵/۱۸ درصد می‌باشد.

این مقدار خطا یعنی ۴۵/۱۸ هرچند نسبت به روش آنالیز خوشه‌ای، در برآورد دبی‌های حداکثر و حداقل و روش منحنی‌های آندرو، در برآورد جریان‌های حداقل کمتر می‌باشد، اما هنوز درصد قابل قبولی نمی‌باشد.

با توجه باینکه این روش (انتقال شاخص‌ها) در سایر نقاط دنیا بکار برده شده است و به نتایج قابل قبولی رسیده‌اند، اما در کشور ما به نتایج قابل قبولی نرسیده‌ایم، علت آن می‌تواند دخل و تصرفهایی باشد که در حوزه‌های آبخیز بوسیله انسان انجام شده است.

از جمله این تغییرات در مورد جریان‌های حداکثر می‌تواند سدهای کوچک ذخیره‌ای و تأخیری باشد که در سر شاخه‌های رودخانه‌های اصلی احداث شده‌اند، همچنین استفاده از سیلابها جهت تغذیه مصنوعی آبخوانها یا استفاده در آبیاری باغات در فصول پرباران سال باشد.

علاوه بر این استفاده از آب رودخانه‌ها در فصول خشک سال جهت آبیاری مزارع و غیره منجر می‌شود که آمار واقعی نه در جریان‌های حداکثر و نه در جریانهای حداقل بدست آید. البته باید متذکر شد که در یک سیستم به پیچیدگی حوضه آبخیز ممکن است پارامترهای دیگری بر روی واکنش‌های هیدرولوژیک آن مؤثر باشد که فعلاً از دید انسان خارج می‌باشند و منجر می‌شوند که درصد خطا در محاسبات بالا باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱. بی. اف. جی. مانلی، ۱۳۷۳. آشنایی با روشهای آماری چند متغیره، مترجمین؛ دکتر محمد مقدم، مهندسین سید ا. محمدی شوطی، مهندس م. آقائی سربرزه، انتشارات پیشتاز علم.

۲. ج دبیلو، کانت، ۱۳، تحلیل فراوانی وقایع ریسک در هیدرولوژی، مترجمین: دکتر ابوالقاسم بزرگ‌نیا، دکتر امین علیزاده، دکتر محمود نقیب‌زاده، مهندس خیابانی، مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدست رضوی.

۳. چاوشی، س. ۱۳۷۷. منطقه‌ای کردن برآورد دبی حداکثر سیلاب در مناطق خشک طبق روش هیبرید. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. دورنکامپ و کینگ - سترالر، ۱۳۷۰. تحلیل‌های کمی در ژئومورفولوژی. ترجمه: جمشید فریفته، انتشارات دانشگاه تهران.

۵. سلاجقه، ع. ۱۳۷۳. برآورد دبی پیک سیلابی در حوضه‌های کوچک ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۶. سریو استاوا - کارتر، ۱۳۷۰. آمار چند متغیره کاربردی. مترجمین: دکتر ناصر رضا ارقامی و ابوالقاسم بزرگ‌نیا، انتشارات آستان قدس رضوی.

۷. سراج زاده، ح. ۱۳۷۲. روش محاسبه دبی‌های حداقل. انتشارات یونسکو.

۸. علیزاده، ا. ۱۳۶۸. مفهوم خشکسالی هیدرولوژیکی و روشهای پیش‌بینی آن. فصلنامه علمی و فنی سازمان هواشناسی کشور (نیوار)، نشر سازمان هواشناسی کشور.

۹. عرب خدری، م. ۱۳۶۸. بررسی سیلابهای حداکثر در حوضه‌های آبخیز البرز شمالی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۰. مهدوی، م. ۱۳۷۱. هیدرولوژی کاربردی (جلد ۲). انتشارات دانشگاه تهران.

۱۱. موسوی، ع. ا. ۱۳۷۸. بررسی و تعیین شاخص‌های هیدرولوژیکی به کمک حوضه‌های آبخیز مشابه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۲. هاشمی، ا. ۱۳۷۶. بررسی رابطه دبی سیلاب با بعضی از پارامترهای فیزیکی حوضه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

13. Andrews. D.R. (1972): Plots of High Dimensional Data Btometrics. 28. P, 125-136.

www.SID.ir

Archive of SID

14. Abrahams, A.D. (1972): Factor analysis of drainage basin properties: evidence for stream abstraction accompanyiang the degradation of relief. water Resourse Res (8) 3: 624 - 633.

15. Chernoff, (1973): Using faces to represent points in K Dimensiondal space graghically. J. Am. State. Assoc. 68: 361 - 363.

16. Malinaroli, E,Blom, and Busu, A (1991): Method of prorenace Determination Tested with Discriminant function analysis; jourant of sedimentary petrology. vol. 61, No. P.900 - 908.

17. Nathan, R.J.and McMahon, T.A. (1990 a): Edentification of homogenous regions for the purposes of regionalistion: j.Hydrology. 121: 217 - 238.

18. Nathan and. R.g, (1993): on the Assessment of catchment similarity for the transposition of Hydrologic Endices, Hydrologic and water Resources symposium.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation and determination of hydrological indices by the aid of analogous watersheds (case study : Salt Lake Drainage Basin)

G. R. Zehtabian and A. A. Mosavi

Associate Professor of Faculty of Natural Resources, University of Tehran and Expect of Water Catchment

Received for Publication 13, Sep. 2000

ABSTRACT

One of the main problem in hydrological studies of low - water flow (drought) and high - water flow periods is absence or deficiency of hydrometric statistics. This problem is due to high expenses of establishment of hydrological stations, difficulty in maintanance of stations and the fact that not all drainage basins are accessible. In this research. after investigation of hydrological stations present in salt Lake Drainage Basin. 19 station which have the best stations in the view of length of statistical periods and the other properties, were chosen and seven day low flows (minimum flows). Q %90 and maximum discharges were extracted. After reconstruction and extension of statistics, done by HYFA computer program, the above - mentioned factors were determined for 2, 5, 10, 25 and 50 year return periods. For determining analogous drainage basins and homogeneous groups, 14 morphometric, climatic and geologic parameters of selected drainage basins were extracted and important and independent parameters were chosen by analysis to factors. Then by using chosen parameters, analogous drainage basins were determined by two methods of numerical homogenization (such as cluster analysis) and non - numerical homogenization (such as Andro curves). Then the minimum and maximum flows for each station were estimated by area - ratio between analogous drainage basins. At the end, the efficiency of graphic and numerical methods for determinations of analogouse regions and also the efficiency of transfer method of indices in estimation of minimum and maximum flows were discussed.

Key words : Drought, Hydrological drought, Salt Lake, Iran, minimum and maximum flows in arid zones.

www.SID.ir