

بررسی و ارائه روابط منطقه‌ای آب‌دهی در حوزه‌های آبخیز هم‌گن دریای خزر

نجفقلی غیائی^۱، مربی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۴/۲۰

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۰۴

چکیده

برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی در مدیریت حوزه‌های آبخیز نیاز به داده‌های مختلفی از جمله آب‌دهی و نوسانات آن دارد. مقادیر آب‌دهی متوسط، با دوره بازگشت‌های مختلف برای تخمین آورد رودخانه‌ها و برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری از سدهای کوچک و بزرگ مورد نیاز است. از طرفی آب‌دهی متوسط سالانه برای برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی زراعی پایین‌دست مورد نیاز می‌باشد. در این تحقیق آمار آب‌دهی ۴۰ ایستگاه هیدرومتری در سطح منطقه با آمار کافی از نظر کمی و کیفی در یک دوره مشترک انتخاب شدند. تحلیل هم‌گنی حوزه‌ها حوضه‌ها با توجه به آب‌دهی و پارامترهای هندسی تأثیرگذار صورت گرفت که به دو منطقه هم‌گن تفکیک شد. برای سنجش صحت درستی هم‌گنی در منطقه از تابع تشخیص استفاده شد، براساس آن هم‌گن‌بندی حوضه خزر در خوشه یک، ۱۰۰ درصد و در خوشه دو، ۹۴ درصد بوده است. همچنین، علاوه بر تحلیل منطقه‌ای آب‌دهی متوسط سالانه، تحلیل احتمالاتی بر روی آب‌دهی متوسط سالانه انجام و سپس توزیع نرمال به‌عنوان بهترین توزیع آماری انتخاب دبی با دوره بازگشت‌های دو تا ۱۰۰ ساله برآورد شد. با استفاده از پارامترهای هیدرولوژیکی و هندسی مانند بارش سالانه و مساحت، شیب حوضه و درصد مساحت جنگل، روابط منطقه‌ای آب‌دهی محتمل با دوره بازگشت‌های مختلف برای مناطق هم‌گن استخراج شد. حاصل این تحقیق ارائه روابط منطقه‌ای آب‌دهی متوسط و محتمل با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشد که در طرح‌های مختلف آبخیزداری و منابع آب کشور دارای کاربرد مستقیم هستند.

واژه‌های کلیدی: تابع تشخیص، تحلیل خوشه‌ای، دبی سالانه، رگرسیون چندمتغیره، ویژگی‌های هندسی

مقدمه

مدیریت جامع حوزه آبخیز نیاز به آگاهی از وضعیت توزیع مکانی جریان در سطح حوزه‌های آبخیز کشور به‌ویژه در سرشاخه‌ها دارد. در حالی که داده‌های جریان در نقاط محدودی (ایستگاه‌های هیدرومتری) اندازه‌گیری می‌شود. تعمیم داده‌های در دسترس حوضه‌های دارای آمار به حوضه‌های بدون آمار نیاز به تحقیق و بررسی کامل از تغییرات مکانی این عوامل و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های ثابت و پایدار حوضه‌ها دارد تا بتوان بر اساس آن‌ها در حوضه‌های بدون آمار که دستیابی به این پارامترها میسر نیست، برآوردی از آن‌ها داشت. روش‌های تحلیل منطقه‌ای برای آب‌دهی متوسط نیز مانند روش‌های تحلیل دبی‌های سیلابی و کم‌آبی می‌باشد که چکیده‌ای از آن‌ها ارائه شده است.

برای برآورد جریان‌های کم‌آبی و میانگین جریان‌های بلندمدت و ویژگی‌های سیلاب در هند روابط مورد استفاده را مورد بررسی قرار دادند (Jha و Smakhtin, ۲۰۰۷). در این بررسی، روش‌های مختلف برآورد جریان متوسط و پارامترهای مورد نیاز در روابط، برای حوضه‌های فاقد آمار درج شده است. Ouarda (۲۰۰۷) با تحقیق بر روی رودخانه‌های فاقد آمار در جنوب کانادا و شمال امریکا نشان داد که یک رگرسیون دو الی چهار متغیره کمک می‌کند، تا

^۱ نویسنده مسئول ghiasi34@gmail.com

برآورد مناسبی از دبی پنج و ۱۰۰ ساله در مواقع سیلابی به دست آید. همچنین، عدم توجه به هم‌گنی داده‌ها و نیز وجود روند در آن‌ها به شکل قابل توجهی باعث برآورد بیش‌تر و یا کم‌تر می‌شود.

کل آب‌دهی یک رودخانه عبارت است از مقدار کل آب از مقطع خروجی یک رودخانه در سال که به آورد سالانه معروف است (Subramanaya, ۲۰۰۰). علاوه بر روش‌های تجربی، از روش‌های هم‌بستگی تک و چندمتغیره بین آب‌دهی سالانه، بارش و عوامل دیگر مانند دما، شیب حوضه، نوع خاک و پوشش گیاهی استفاده شده است (Das, ۲۰۰۰). بین بارش و دما در چندین حوضه از هند (بررسی و رابطه بین بارش و رواناب برای شرایط دمایی مختلف توسط Redy (۱۹۹۲) ارائه شده است. رابطه برآورد آب‌دهی سالانه با استفاده از بارندگی سالانه، درجه حرارت متوسط سالانه و شیب متوسط حوضه توسط Justin (۲۰۰۱) ارائه شده است.

رحمتی و همکاران (۱۳۸۹) براساس آمار آب‌دهی متوسط سالانه با دوره برگشت‌های دو تا ۱۰۰ ساله و تحلیل هم‌گنی حوضه‌های شمال غرب کشور روابط رگرسیونی ارائه داده‌اند. بر مبنای این پژوهش، روابط به دست آمده در حوضه‌های هم‌گن برای برآورد آب‌دهی در حوضه‌های فاقد آمار از دقت خوبی برخوردار است. همچنین روابط به دست آمده بر مبنای میانه از روابط بر مبنای میانگین دارای دقت بیش‌تری می‌باشد.

حیدری‌زاده و همکاران (۱۳۸۷) از مدل چهار متغیره سالاس برای تعیین رابطه بین بارش-رواناب سالانه و ماهانه در یک حوضه استفاده نمودند. در این مدل، از طریق چهار فرآیند مهم جریان آب در حوضه، رابطه بین بارش و رواناب را به دست می‌آید. با داشتن میزان بارش و رواناب با واسنجی مدل می‌توان جریان خروجی را به جریان‌های پایه، زیرسطحی و مستقیم تجزیه کرده و میزان تبخیر و تعرق را به صورت سری زمانی ماهانه و سالانه برآورد نمود.

فتیده (۱۳۸۵) عوامل مؤثر بر پتانسیل‌های منابع آب و میانگین حجم سالانه آن‌ها را در استان گیلان ارزیابی نمود. به همین منظور، داده‌های خام اقلیمی درازمدت ایستگاه‌های رامسر و آستانه اشرفیه و سایر ایستگاه‌ها را به داده‌های ترکیبی و قابل استفاده از نظر هیدرولوژیکی تبدیل نمود. سپس، عوامل اصلی تعیین کننده شرایط اقلیمی این مناطق را مورد بررسی قرار داد. بررسی پراکنش بارش‌ها نشان می‌دهد که افزایش یا کاهش بارش‌های جوی از غرب گیلان به سمت شرق که در گزارش‌ها منتشر شده، واقعیت نداشته، بلکه زبانه‌های کم‌باران و پرباران در مناطق مختلف گیلان مشاهده می‌شود که در ارتباط با ژئومورفولوژی دشت آبرفتی گیلان است.

هدف از این تحقیق دستیابی به روابط منطقه‌ای آب‌دهی سالانه با دوره بازگشت‌های مختلف برای حوضه‌های بدون آمار و دستیابی به روابط منطقه‌ای آب‌دهی متوسط سالانه بوده است. در رابطه با سوابق تحقیق در دنیا و در کشور ایران کارهای پراکنده‌ای انجام شده است. علی‌رغم تنوع، به دلیل پیچیدگی و نامعین بودن، این موضوع از موارد تحقیقاتی روز بوده و دامنه وسیعی از نتایج این تحقیقات در دسترس می‌باشد. از این رو، رابطه منطقه‌ای آب‌دهی به دلیل پیچیدگی و تغییرات عوامل مؤثر بر آن به عنوان رابطه‌ای ثابت و یا فرمولی با ضرایب معین و ثابت قابل ارائه نبوده و تعمیم ضریب و ثابت‌های به دست آمده از مناطق دیگر به حوضه‌های ایران همراه با خطای زیادی می‌باشد. به این منظور، تحقیق حاضر به دنبال یافتن روابط مناسب دبی‌های احتمالاتی سالانه با عوامل هندسی برای حوضه‌های آبخیز کشور می‌باشد.

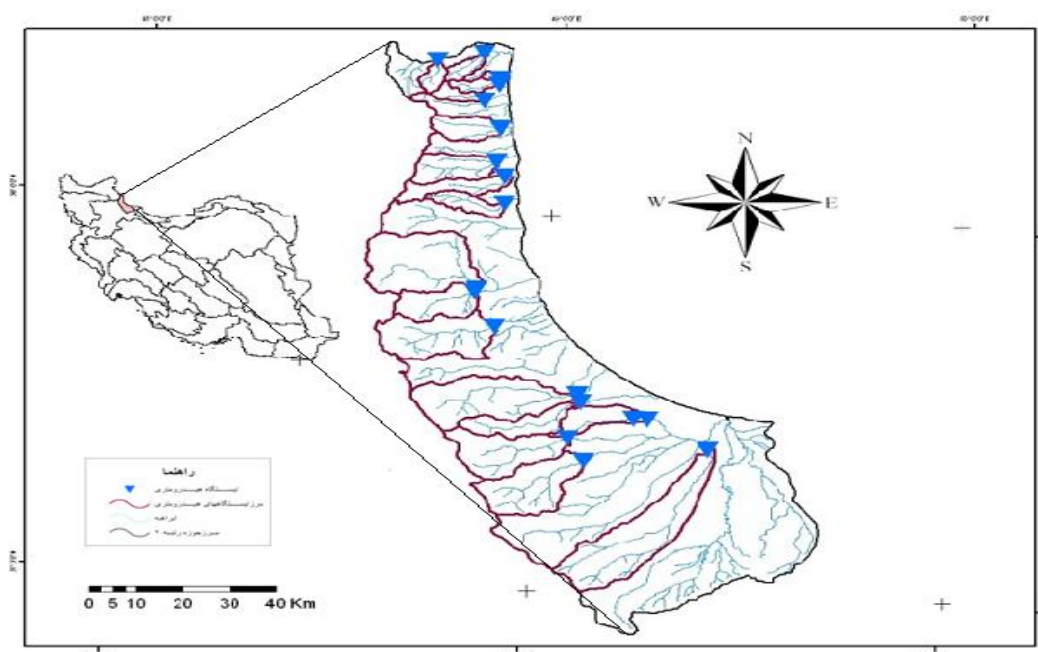
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه جنوبی حوضه خزر از نظر پستی و بلندی به دو منطقه تقسیم می‌شود. یک بخش از آن به صورت نوار باریکی در حدفاصل دریا و کوهستان قرار دارد. بخش دیگر مناطق کوهستانی است و تامین کننده آب دشت ساحلی می‌باشد. حداقل ارتفاع از سطح دریای آزاد ۲۸- متر و حداکثر آن قله دماوند با ۵۶۷۱ متر می‌باشد (عرب خدری، ۱۳۶۸). رشته کوه البرز مانند دیواره‌ای عظیم و مرتفع در امتداد دریای خزر قرار گرفته و وضعیت ویژه‌ای از لحاظ آب و هوایی در این منطقه به وجود آورده است. به طور کلی، در این منطقه رطوبت همیشه زیاد بوده و مقدار آن از شرق به غرب افزایش می‌یابد. بارش سالیانه نواحی البرز شمالی منظم و ضریب تغییرپذیری آن در تمام طول ساحل یک‌نواخت و به طور متوسط ۱۵ درصد می‌باشد (عرب خدری، ۱۳۶۸). میزان بارندگی در کوهستان از ارتفاع بیش‌از

۲۰۰ متر تابعی از مورفولوژی منطقه بوده و در صورت روند افزایشی ثابت ارتفاع، گرادیان منفی مشاهده می‌شود (غیائی، ۱۳۸۱). گرادیان بارندگی در هر ۱۰۰ متر ارتفاع، ۲۵ میلی‌متر کاهش می‌یابد (خلیلی به نقل از غیائی، ۱۳۸۱). در ارتفاع بالاتر از ۲۷۰۰ متر، ریزش‌های جوی اغلب به صورت برف می‌باشد. با تقسیم‌بندی آمبرژه البرز شمالی به پنج اقلیم نیمه مرطوب معتدل، مرطوب معتدل، مرطوب سرد، خیلی مرطوب و ارتفاعات فوقانی تقسیم می‌شود.

حوضه‌ها و ایستگاه‌های مورد مطالعه: در بخش گیلان و مازندران سه حوضه رتبه چهار براساس تقسیمات وزارت نیرو وجود دارد. در این منطقه از حوضه، ۱۷۴ ایستگاه آب‌سنجی و ۱۸۸ ایستگاه هواشناسی وجود دارد. با توجه به اطلاعات ایستگاه‌ها، طول دوره آماری ۲۵ ساله ۱۳۶۱-۱۳۶۰ تا ۱۳۸۴-۱۳۸۳ در نظر گرفته شد. در بین ایستگاه‌های آب‌سنجی ایستگاه‌های پونل با ۴۳ سال، ماشین خانه ۴۱ سال، تنگه لایچ ۴۱ سال، پلرود ۴۴ سال، هراتر سמוש ۴۵ سال، سلیمان تنگه ۴۳ سال، طالار ۴۹ سال، کسلیان ۴۵ سال، کیاکلا ۴۹ سال، قران تالار ۴۸ سال، بابلرود ۴۹ سال و پلور ۵۲ سال دارای بیش‌ترین آمار بوده‌اند. ویژگی‌های این سه زیرحوضه در زیر ارائه شده است.

حوضه تالش-مرداب-انزلی: در انتهای ساحل غربی دریای خزر واقع شده است. این حوضه بین مختصات جغرافیایی ۳۰'، ۴۸° و ۱۰'، ۴۹° درجه طول شرقی ۳۰'، ۳۷° تا ۳۰'، ۳۸° عرض شمالی واقع شده است. مساحت حوضه تالش ۳۲۳۲ کیلومتر مربع است که ۲۷۲۸ کیلومتر مربع آن را مناطق کوهستانی و ۵۰۴ کیلومتر مربع آن را کوه‌پایه و دشت تشکیل می‌دهد. این بخش از حوضه در امتداد ساحل دریاچه خزر قرار گرفته است. از رودخانه‌های مهم آن آستارا چای، مرداب، کانرود، لوند پل، کرکانرود، چاف رود، مرغک، پلنگ رود، خالکائی، ماسوله، رودخان و گز رودبار را می‌توان نام برد. شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه را نشان می‌دهد.



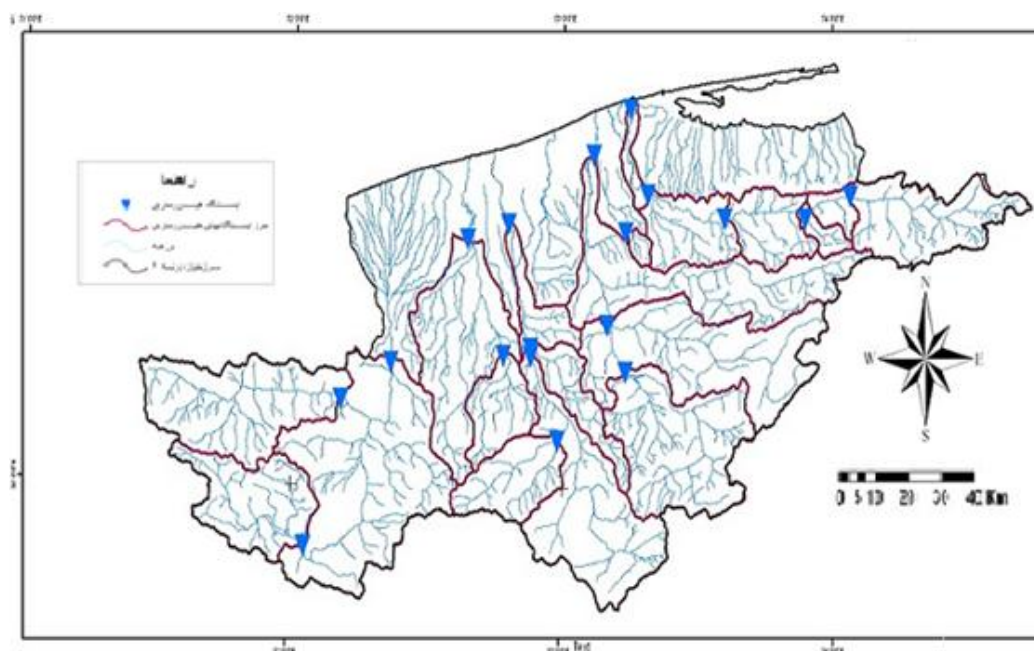
شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه تالش-انزلی

حوضه لاهیجان-نور: در دامنه‌های شمالی بخش مرکزی رشته‌کوه‌های البرز قرار دارد. مساحت حوضه حدود ۱۰۰۷۲ کیلومتر مربع و رودخانه‌های مهم آن رودسر، چابکسر، رامسر، تنکابن و نور می‌باشند. این حوضه عمدتاً کوهستانی بوده و ۸۵ درصد حوضه را شامل می‌شود. حوضه‌های رتبه سه حوضه لاهیجان-نور بر اساس نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ تفکیک و تعیین شده است. شکل ۲ موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه لاهیجان-نور را در ایران و زیرحوضه‌های رتبه سه و چهار آن را در حوضه اصلی و موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه را نشان می‌دهد.



شکل ۲- موقعیت ایستگاههای هیدرومتری حوضه لاهیجان-نور

حوضه هراز-نکاء: در دامنه‌های شمالی بخش مرکزی رشته‌کوه‌های البرز قرار دارد. مساحت این حوضه ۱۸۳۹۱ کیلومتر مربع و رودخانه‌های مهم آن شامل هراز، جویبار، تجن و نکاء می‌باشد. حدود ۷۳/۵ درصد این حوضه را مناطق کوهستانی و ۲۶/۵ درصد آن را مناطق دشتی تشکیل می‌دهد. زیرحوضه‌های رتبه سه و چهار حوضه هراز-نکاء براساس نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ تفکیک و تعیین شده است. شکل ۳ موقعیت ایستگاههای هیدرومتری حوضه و زیرحوضه‌های رتبه سه و چهار در حوضه اصلی را نشان می‌دهد.



شکل ۳- موقعیت ایستگاههای هیدرومتری حوضه هراز-نکا

جمع‌آوری آمار هواشناسی، آب‌سنجی و کنترل و بازسازی داده‌ها: به‌منظور آگاهی از وضعیت ایستگاههای هواشناسی و آب‌سنجی، آمار ایستگاههای موجود تا سال ۱۳۸۴ در هر سه زیرحوضه در استان‌های گیلان، مازندران از

وزارت نیرو تهیه شد. در منطقه مورد مطالعه ۱۷۴ ایستگاه اندازه‌گیری جریان وجود دارد که داده‌برداری آن‌ها از سال ۱۳۲۸ در ایستگاه پل ذغال شروع شده و ۵۷ سال داده آن در دسترس می‌باشد. در ضمن، ۱۸۸ ایستگاه هواشناسی متعلق به وزارت نیرو نیز در منطقه وجود دارد. با توجه به اطلاعات ایستگاه‌های آب‌سنجی، دوره آماری ۲۵ ساله از ۱۳۶۱-۱۳۶۰ تا ۱۳۸۴-۱۳۸۳ انتخاب شد و ایستگاه‌هایی که دارای آمار کامل بوده برای این پژوهش انتخاب شدند.

کنترل صحت و هم‌گن بودن آمار و بازسازی داده‌های ناقص: قبل از تحلیل داده‌ها از کیفیت و کامل بودن سری آماری آن‌ها اطمینان حاصل شد. بدون ارزیابی صحت داده‌ها تحلیل‌های پیچیده آماری نتایج قابل اعتمادی را نخواهند داشت. هر چند استاندارد بودن قرائت و ثبت داده‌ها تا حدی از ایجاد اشتباه می‌کاهد، ولی معمولاً تمامی داده‌هایی که در دسترس قرار می‌گیرند، به کنترل یا اصلاح نیاز دارند. برای تعیین هم‌گنی داده‌ها از آزمون دنباله‌ها استفاده شد و براساس نتایج استخراج شده داده‌ها هم‌گن و یک‌نواخت بودند. در سال‌هایی که داده جریان ثبت نشده، با استفاده از رابطه هم‌بستگی با ایستگاه‌های دیگر نواقص دبی سالیانه و بارش تکمیل شد. در مواقعی که ایستگاه مبنا نیز در یک سال خاص فاقد آمار بود، برای بازسازی از ایستگاه‌های دیگر براساس ماتریس هم‌بستگی استفاده و کلیه ایستگاه‌ها تا ۲۵ سال آمار مشترک تکمیل شد.

ویژگی‌های هندسی زیرحوضه‌های واقع در منطقه مطالعاتی: ویژگی‌های هندسی زیرحوضه‌ها با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ استخراج که در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول ملاحظه می‌شود، میزان بارش متوسط حوضه‌ها از ۴۲۷ تا ۱۱۳۱ میلی‌متر متغیر بوده و به ترتیب مربوط به حوضه‌های توتکابن و خطبه-سرا است. تالار با ۱۷۵۷ کیلومتر مربع بزرگ‌ترین و سیاه‌رود با ۱۵/۳ کیلومتر مربع کوچک‌ترین حوضه می‌باشد. بخش وسیعی از سطح حوضه پوشیده از جنگل است که پاشاکی با ۱۰۰ درصد بیش‌ترین و پلرود با ۱۴/۴ درصد کم‌ترین سطح حوضه را دارا می‌باشند.

نتایج و بحث

برآورد دبی جریان و رواناب با دوره بازگشت‌های مختلف: برای برآورد دبی با دوره بازگشت‌های مختلف، داده‌های آب‌دهی سالانه در محل ایستگاه‌های هیدرومتری، دبی متوسط در هر سال محاسبه شد. برای تمامی سال‌ها در طول دوره آماری آب‌دهی کل برای ایستگاه‌های منتخب استخراج شد. با استفاده از نرم‌افزار SMADA شش توزیع احتمالاتی شامل نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، پیرسون تیپ سه، لوگ پیرسون تیپ سه، گامبل تیپ یک به سری داده‌های ۲۵ ساله دبی سالانه ایستگاه‌ها برازش و تحلیل فراوانی شد. توزیع نرمال مناسب‌ترین توزیع احتمالاتی برای منطقه انتخاب شد. با استفاده از آن دبی جریان سالانه در حوضه‌های منتهی به ایستگاه‌های آب‌سنجی، دوره برگشت‌های دو تا ۱۰۰ ساله تعیین شد که در جدول ۲ آمده است.

برآورد میزان بارندگی زیرحوضه‌ها: بارش متوسط سالانه به‌عنوان پارامتر موثر بر میزان آورد سالیانه حوضه‌ها برآورد شده است. برای برآورد میزان بارندگی سالانه زیرحوضه‌ها از متغیر ارتفاع متوسط زیرحوضه‌ها استفاده شد. هم‌چنین، با استفاده از خطوط هم‌باران نیز بارش متوسط سالیانه استخراج و در جدول ۱ آمده است.

استخراج روابط آب‌دهی براساس خصوصیات هندسی حوضه‌ها: در این قسمت، امکان استخراج روابط آب‌دهی براساس خصوصیات مورفومتریک حوضه‌ها بررسی شده است. چنان‌چه تمام عوامل در استخراج روابط در نظر گرفته شوند، روابط استخراج شده در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشند. چنان‌چه روابطی با پارامترهای کم‌تر استخراج شوند، کاربردی‌تر بوده و در زمان و هزینه انجام مطالعات صرفه‌جویی می‌شود.

تعیین زیرحوضه‌های هم‌گن هیدرولوژیکی: برای تعیین زیرحوضه‌های هم‌گن هیدرولوژیکی از متوسط بارندگی سالیانه، مساحت، محیط، درصد مساحت جنگل، نسبت انشعاب، بارش و تراکم زهکشی زیرحوضه‌ها در روش تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. ابتدا متغیرهای فوق در نرم‌افزار SPSS تعریف و بر مبنای روش خوشه‌بندی زنجیره‌ای و روش

وارد^۱ خوشه‌های هم‌گن در داخل زیرحوضه‌ها تعیین شد (جدول ۳). در شکل ۴ دندوگرام تعیین گروه‌ها آمده است. برای سنجش درستی هم‌گنی در حوضه مورد نظر با استفاده از نرم افزار SPSS آزمون هم‌گنی تابع تشخیص^۲ انجام شد که نتایج آن در جدول ۴ ملاحظه می‌شود، براساس این آزمون، هم‌گنی حوضه خزر در خوشه یک، ۱۰۰ درصد و در خوشه دو، ۹۴ درصد بوده است.

جدول ۱- ویژگی‌های هندسی زیرحوضه‌های واقع در منطقه مطالعاتی

ایستگاه	محیط (km)	مساحت (km ²)	درصد جنگل	نسبت انشعاب	بارش (mm)	تراکم زهکشی
لمیر	۳۳/۹	۵۰/۲	۹۳	۳/۹۴	۹۷۸	۳/۱۳
خطبه سرا	۴۵/۲۵	۶۷/۵۸	۹۹/۴	۵/۴۴	۱۱۳۱	۳/۰۵
رودبار سرا	۶۸/۱	۱۲۵/۸۳	۸۰	۴/۶۱	۱۱۱۰	۲/۵۸
گلناران شمروود	۴۸/۶	۱۳۱/۲	۹۸/۷	۴/۴	۹۸۶	۲/۵۹
تاریک سیاهرود	۷۱/۶	۱۵/۳	۹۱/۸	۴/۴	۱۱۰۱	۲/۴۷
لوندویل	۳۴/۵	۴۰/۶۵	۶۹/۱	۵/۷۵	۹۴۳	۲/۲۸
چویر بالامحله	۴۲/۸	۷۰/۰۳	۸۰/۱	۴/۹۸	۱۰۱۵	۲/۹۱
قلعه رودخان	۴۶	۱۰۷/۷۶	۸۸/۵	۴/۸۸	۱۱۱۱	۲/۵۵
خاله سرا	۳۸/۲۹	۴۶/۷	۹۹/۵	۳/۸۳	۱۱۸۳	۲/۹۴
پاشاکی دیشام	۴۸/۷۲	۱۲۷/۷۱	۱۰۰	۳/۵۲	۱۰۸۰	۲/۴۷
اسالم ناورود	۸۱/۸	۲۷۳/۷۵	۷۸/۳	۳/۹۴	۹۲۴	۲/۴۸
حویق	۵۱/۵۳	۱۲۵/۸۴	۶۵/۴	۴/۴۳	۹۸۲	۲/۲۸
دیناچال	۷۸/۸	۱۹۰/۱	۸۲/۳	۴/۲۳	۱۰۶۰	۲/۸۱
شیر آباد اوستا قاسم	۶۰/۱۱۵	۸۶/۱۹	۶۳/۵	۴/۴۷	۹۴۲	۳/۰۴
سیبلی کانرود	۳۷/۷	۶۷/۵۹	۹۷/۵	۵/۳۳	۸۵۱	۲/۵۱
توتکابن تنکابن	۹۸/۶	۲۲۸	۹۸/۳	۳/۸	۴۲۷	۳/۱۶
لاویج	۴۵/۵	۹۸/۱	۹۹/۷	۳/۴	۶۵۹	۱/۹۱
والد سردابروود	۶۳/۶	۱۹۱	۱۷/۸	۳/۸۷	۶۲۵	۲/۹۲
نمارستاق هراز	۵۲/۶	۱۱۸	۲۵	۳/۶۱	۴۸۸	۲/۵۷
پلور لار	۱۵۲/۷	۷۰۰	۲۵	۳/۰۵	۶۱۳	۳/۳۷
ماشین کرکانرود	۱۲۱۷/۵	۵۸۵	۶۳/۵	۳/۸۲	۸۴۵	۲/۹۵
هشتبر کرکانرود	۱۱۴/۰۵	۵۲۵	۶۶/۲	۳/۶	۸۶۰	۳/۶۷
گانگسر چالکرود	۱۰۷/۷۸	۴۱۶	۴۲	۴/۲۲	۸۰۵	۲/۹۱
قران طالار بابلرود	۱۰۱/۸	۴۳۴	۸۴/۱	۳/۶۳	۸۱۷	۲/۹۳
هراتبر چشمه گیله	۱۴۵/۷۱	۷۷۲/۴	۴۰/۹	۳/۷۹	۶۲۰	۲/۸۴
رزن نور	۱۸۷	۱۱۸۱	۶۵	۳/۳۷	۵۰۵	۳/۵۱
کره سنگ هراز	۳۴۶/۲۵	۳۹/۴۱	۵/۹	۳/۹۵	۵۳۶	۲/۷۹
ریگ چشمه تجن	۳۱۲/۰۵	۲۷۰۳	۶۴	۴/۳۳	۶۸۰	۲/۶۱
درازلات پلرود	۲۲۹/۳	۱۵۷۶	۱۴/۴	۳/۷۲	۶۳۵	۲/۷
شیرگاه تالار	۲۵۵	۱۷۵۷	۳۶/۲	۴/۴۸	۶۴۰	۲/۸۱
ورن چهار دانگه	۲۴۲/۳	۱۱۹۵	۵۲/۹	۵	۶۳۷	۲/۶۵
سلیمان تنگه تجن	۲۰۴/۵	۱۲۳۹	۷۷/۳	۳/۸۵	۶۵۷	۲/۶۷
پل ذغال چالوس	۲۰۹/۷	۱۶۲۲	۳۱/۵	۴/۰۲	۵۴۴	۲/۴۷

¹ Ward

² Discriminate

جدول ۲- دبی متوسط سالانه (مترمکعب بر ثانیه) با دوره بازگشت‌های مختلف در ایستگاه‌های آبسنجی

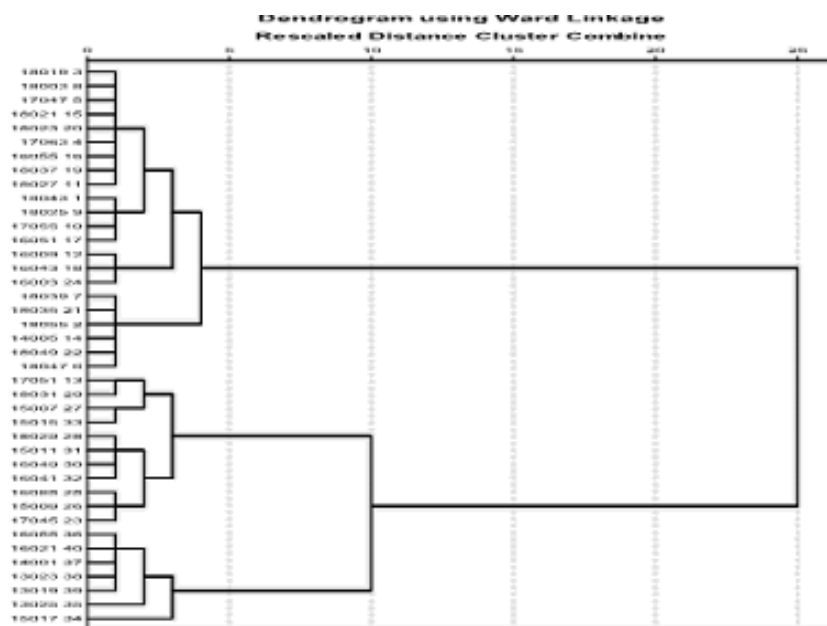
ایستگاه	دبی متوسط	۲ساله	۵ساله	۱۰ساله	۲۵ساله	۵۰ساله	۱۰۰ساله
خطبه سرا	۰/۹۳	۰/۹۳	۱/۱۷	۱/۳	۱/۴۳	۱/۵۲	۱/۶
جافرود	۲/۲۴	۰/۹۴	۱/۲	۱/۳۴	۱/۴۸	۱/۵۸	۱/۶۶
تاریک سیاهرود	۱/۴	۱/۴	۱/۷۱	۱/۸۷	۲/۰۴	۲/۱۵	۲/۲۵
اسالم ناورود	۱/۵۳	۱/۵۳	۱/۹۱	۲/۱	۲/۳۱	۲/۴۵	۲/۵۷
چوبر بالامحله	۵	۵	۵/۹۷	۶/۴۸	۷/۰۲	۷/۳۷	۷/۶۸
شیرگاه کسلیان	۳/۰۶	۳/۰۷	۳/۷۵	۴/۱۱	۴/۵	۴/۷۵	۴/۹۷
پونل سفارود	۵/۶۳	۵/۶۳	۶/۶۵	۷/۶۴	۸/۳۷	۸/۸۵	۹/۲۸
درازلات پلرود	۱۴/۶۵	۱۴/۶۴	۱۸/۲۳	۲۰/۱	۲۲/۰۹	۲۳/۳۸	۲۴/۵۴
رامسر صفارود	۱/۸۴	۱/۸۴	۲/۳۲	۲/۵۷	۲/۸۴	۳/۰۱	۳/۱۷
شیرآباد	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۵۷	۱/۷۲	۱/۸۷	۱/۹۷	۲/۰۶
سیبلی	۰/۹۴	۰/۹۴	۱/۲	۱/۳۴	۱/۴۸	۱/۵۸	۱/۶۶
لاویج	۱/۲	۱/۲	۱/۵	۱/۶۵	۱/۸۵	۱/۹۲	۲/۰۲
ماشین خانه	۷/۲۶	۷/۲۶	۷/۷۹	۹/۶	۱۰/۴۵	۱۱	۱۱/۵
قران تالار	۲/۷۴	۲/۷۴	۳/۳۳	۳/۶۴	۳/۹۶	۴/۱۷	۴/۳۷
چشمه‌گیله هراتبر	۱۵/۹۶	۱۵/۹۶	۲۱/۲۶	۲۴/۰۴	۲۶/۹۹	۲۸/۹	۳۰/۶۲
رزن نور	۶/۷۱	۶/۷۱	۸/۵۹	۹/۵۷	۱۰/۶۲	۱۱/۲۹	۱۱/۹
کره سنگ هراز	۲۷/۶	۲۷/۶۱	۳۴/۵۵	۳۸/۱۸	۴۲/۰۵	۴۴/۵۴	۴۶/۷۹
ریگ چشمه تجن	۹/۷	۹/۷	۱۲/۱۲	۱۳/۳۸	۱۴/۷۳	۱۵/۶	۱۶/۳۸
درازلات پلرود	۱۴/۶۵	۱۴/۶۴	۱۸/۲۳	۲۰/۱	۲۲/۰۹	۲۳/۳۸	۲۴/۵۴
توتکابن تنکابن	۳/۹۷	۳/۹۷	۵/۱۸	۵/۸۱	۶/۴	۶/۹۱	۷/۳
پل ذغال چالوس	۱۴/۴۳	۱۴/۴۳	۱۸/۰۹	۲۰/۰۱	۲۲/۰۵	۲۳/۳۷	۲۴/۵۶
زیلکی	۷/۳۹	۷/۳۹	۸/۶۸	۳۵/۹	۱۰/۰۷	۱۰/۵۴	۱۰/۹۶

جدول ۳- زیرحوضه‌های آبخیز انتخابی واقع در هر یک از خوشه‌ها

شماره خوشه	نام ایستگاه
۱	خطبه سرا، رودبار سرا جافرود، لوندویل، چوبر بالا محله، زیلکی شهر بیجار، شیرگاه کسلیان، پونل سفارود، هراتبر سمش، رامسر صفارود، اوستا قاسم شیر آباد، سیبلی کانرود، تنگه لاویج لاویج
۲	ماشین خانه کرکانرود، قران تالار بابلرود، هراتبر چشمه‌گیله، رزن نور، کره سنگ هراز، ریگ چشمه تجن، پلرود درازلات، توتکابن تنکابن، پل ذغال چالوس، شهر بیجار زیلکی

استخراج روابط آب‌دهی براساس خصوصیات هندسی حوضه‌ها: در این قسمت، امکان استخراج روابط آب‌دهی براساس خصوصیات مورفومتریک حوضه‌ها بررسی شده است. چنانچه تمام عوامل در استخراج روابط در نظر گرفته شوند، روابط استخراج شده در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشند. چنانچه روابطی با پارامترهای کم‌تر استخراج شوند، کاربردی‌تر بوده و در زمان و هزینه انجام مطالعات صرفه‌جویی می‌شود. در این حالت، به دلیل کاهش تعداد پارامترها، سطح دقت روابط پایین آمده و این روابط در سطح درصد معنی‌دار می‌باشند که برای استفاده، دقت قابل قبولی است. بر این اساس روابط استخراج شده با کلیه پارامترها و روابط با پارامترهای محدودتر، برای زیرحوضه‌های خوشه یک در جدول ۵ آمده است که نشان‌گر سطح معنی‌داری ۹۹ و ۹۵ درصد می‌باشد. این روابط برای زیرحوضه‌های خوشه دو در جدول ۶ ملاحظه می‌شوند. در این روابط، Q حجم جریان سالانه با دوره بازگشت دو تا ۱۰۰ساله (مترمکعب بر ثانیه)،

A مساحت حوضه (کیلومتر مربع)، P بارندگی سالانه (میلی‌متر)، FR درصد مناطق پوشیده از جنگل و R ضریب همبستگی است.



شکل ۴- نمودار دندان‌های خوشه‌ها براساس مساحت، محیط، تراکم زهکشی، درصد مساحت جنگل و بارندگی سالانه حوضه‌ها

جدول ۴- نتایج آزمون تابع تشخیص برای حوضه‌های ۴۰ گانه

dall	Predicted Group Membership		Total
	۱	۲	
Original Count	۱	۲۲	۲۲
	۲	۰	۱۸
%	۱	۱۰۰	۱۰۰
	۲	۰	۱۰۰
Cross-validate ^a Count	۱	۲۲	۲۲
	۲	۱	۱۷
%	۱	۱۰۰	۱۰۰
	۲	۵/۶	۹۴/۴

^aصحت‌یابی فقط برای حوضه‌هایی که در تحلیل بوده‌اند انجام شده است.

جدول ۵- روابط آب‌دهی برای زیر حوضه‌های خوشه یک حوضه آبخیز خزر

دوره بازگشت	رابطه	R	سطح معنی داری
۲	$Q2 = 0.15 + 0.007A - 0.013FR + 0.002P$	۰/۵۵	Ns
۵	$Q5 = 0.20 + 0.009A - 0.017FR + 0.003P$	۰/۵۶	Ns
۱۰	$Q10 = 0.207 + 0.01A - 0.018FR + 0.003P$	۰/۵۷	Ns
۲۵	$Q25 = 0.239 + 0.011A - 0.02FR + 0.003P$	۰/۵۷	Ns
۵۰	$Q50 = 0.236 + 0.011A - 0.021FR + 0.003P$	۰/۵۷	Ns
۱۰۰	$Q100 = 0.254 + 0.012A - 0.022FR + 0.004P$	۰/۵۷	Ns

جدول ۶- روابط آبدهی برای زیرحوضه‌های خوشه دو حوضه آبخیز خزر

دوره بازگشت	رابطه	R	سطح معنی داری
۲	$Q2 = 12.83 + 0.002A - 0.16FR + 0.005P$	۰/۹۹	۰/۹۹
۵	$Q5 = 17.33 + 0.003A - 0.21FR + 0.006P$	۰/۹۹	۰/۹۹
۱۰	$Q10 = 19.67 + 0.003A - 0.24FR + 0.006P$	۰/۹۰	۰/۹۹
۲۵	$Q25 = 22.16 + 0.003A - 0.27FR + 0.006P$	۰/۹۰	۰/۹۹
۵۰	$Q50 = 23.87 + 0.004A - 0.28FR + 0.006P$	۰/۹۰	۰/۹۹
۱۰۰	$Q100 = 25.23 + 0.004A - 0.30FR + 0.006P$	۰/۹۰	۰/۹۹

در بررسی روابط آبدهی چنانچه عوامل فیزیوگرافی مساحت، درصد مساحت پوشیده از جنگل و عامل بارندگی در نظر گرفته شود، برای گروه دو بهترین همبستگی حاصل می‌شود، لیکن در گروه یک همبستگی به‌دست آمده دارای رابطه معنی‌دار نمی‌باشد. از سویی، چنانچه همبستگی قابل قبول با در نظر گرفتن عوامل کم‌تری امکان‌پذیر باشد، مطلوب‌تر است، زیرا تعیین تمامی عوامل، مستلزم هزینه و زمان می‌باشد. در حوضه دریای خزر چنانچه حوضه‌های جنگلی را جدا نموده و بر این مبنا رابطه محاسبه شود، این رابطه در سطح ۹۹ درصد و با ضریب همبستگی ۸۵ درصد معنی‌دار بوده که در جدول ۷ ملاحظه می‌شود. بررسی روابط آبدهی حوضه نشان می‌دهد که این روابط متأثر از عوامل هندسی چون مساحت حوضه و درصد اراضی جنگلی است.

جدول ۷- روابط به‌دست آمده برای حوضه‌های پوشیده از جنگل

دوره بازگشت	رابطه	R	سطح معنی دار
۲	$Q2 = 6.3 + .008A - 0.057FR$	۰/۸۵	۰/۹۹
۵	$Q5 = 8.73 + .009A - 0.082FR$	۰/۸۵	۰/۹۹
۱۰	$Q10 = 10 + .01A - 0.095FR$	۰/۸۵	۰/۹۹
۲۵	$Q25 = 11.34 + .011A - 0.109FR$	۰/۸۴	۰/۹۹
۵۰	$Q50 = 12.22 + .012A - 0.118FR$	۰/۸۴	۰/۹۹
۱۰۰	$Q100 = 13 + .013A - 0.126FR$	۰/۸۴	۰/۹۹

منابع مورد استفاده

۱. حیدری‌زاده، م. و م. احمدی‌راد، ۱۳۸۷. استفاده از مدل چهار متغیره Salas در تجزیه مولفه‌های بیلان در داخل حوضه. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه تبریز.
۲. رحمتی، ه. ج. پرهت، پ. آراسته، پ. و م. حیدری‌زاده. ۱۳۸۹. تخمین آبدهی و هم‌گن‌بندی حوضه‌های آبخیز فاقد آمار شمال‌غرب با استفاده از منحنی رشد منطقه‌ای. مهندسی آبیاری و آب، ۱(۱): ۴۸-۵۸.
۳. عرب‌خدری، م. ۱۳۶۸. بررسی سیلاب‌های حداکثر در حوضه‌های آبخیز البرز شمالی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۴. غیائی، ن. ۱۳۸۱. مقایسه روش‌های برآورد برخی از ویژگی‌های هندسی آبخیزها از نقطه نظر اثر آن‌ها بر سیلاب‌های حداکثر با دوره برگشت‌های مختلف. گزارش نهائی طرح پژوهشاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۹ صفحه.
۵. محمدی فتیده، م. ۱۳۸۵. مطالعه مولفه‌های بیلان آب به‌ویژه رواناب در مناطق شرقی، غربی و مرکزی استان گیلان. اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران.
6. Dsa, G.H. 2000. Hydrology and soil conservation engineering. Printed Hall of India, New Delhi, 490 P.
7. Jha, R. and V. Smakhtin. 2008. A review of methods of hydrological estimation at un-gauged sites in India, Colombo Srilanka. International Water Management Institute, 24 p.

8. Justin, J.D. 1914. Derivation of runoff from rainfall data. Transaction of American Society of Civil Engineering, 77:346-384.
9. Ouadra, M. and B. Taha. 2010. Non stationary regional flood frequency analysis at un-gauged sites, University of Quebec, Canada.
10. Rama .R.P.J. 1992. A text book of hydrology. Laxmi Publication, 527 p.
11. Subramanaya, K. 2000. Engineering hydrology. McGraw-Hill, New Delhi, 394 p.

Investigating and presenting regional water yield equations in homogenous watersheds of Caspian Sea

Najafgholi Ghiasi¹, Scientific Board, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 10 July 2011

Accepted: 24 December 2011

Abstract

Watershed management planning and preference need variety of data like water yield and its fluctuation. Average water yield on different probabilities is needed for river discharge estimation and small and big dams utilization planning. On the other hand, annual water yield is needed for planning and management of downstream agricultural lands. In this research, 40 hydrologic stations with acceptable quantitative and qualitative data within a common base period. Watersheds homogeneity was analyzed based on water yield and influence of numeral parameters and segregated into two homogenous watersheds. The accuracy of homogeneity was tested by discriminant analysis and was 100 and 94 percent in clusters one and two, respectively. In addition to regional annual water yield analysis, the discharge probability was estimated and normal distribution was chosen as the best statistical distribution for discharges of two to 100 years return periods. Regional probable water yield equations with different return periods for homogenous regions were extracted using hydrological and numeral data such as annual discharge, area, slope and forest canopy cover. The results of present research were the probable annual water yield with different return periods which could be used in watershed management and water resources projects.

Key words: Annual runoff, cluster analysis, discriminant analysis, multiple regression, numeral characteristics

¹ Corresponding author: ghiasi34@gmail.com