تخمین آبدهی و همگن بندی حوضه های آبخیز فاقد آمار شمال غرب کشور با استفاده از منحنی رشد منطقه ای

(استان های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، ایلام وکردستان)

سیده هدی رحمتی
دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
hoda_rahmati_1985@yahoo.com

جهانگیر پرهمت
استادیار و عضو هیات علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

پیمان دانش کار آراسته
استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره) قزوین

مجید حیدری زاده
استادیار و رئیس بخش تحقیقات هیدرولوژی و منابع آب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده مسئول و بخشی از طرح مـلی" بررسی روابط منطقه ای آبدهی سالانه با دوره بازگشت های مختلف در حوضه های فاقد آمار" با مسئولیت آقای دکتر جهانگیر پرهمت.

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۱ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۳۰**

چکیده

برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی در مدیریت حوضه‌های آبخیز نیاز به داده‌های مختلفی از جمله آبدهی و نوسانات آن دارد. مقادیر آبدهی متوسط با دوره بازگشت‌های مختلف برای تخمین آورد رودخانه‌ها، برنامه‌ریزی برای بهره برداری از سدهای کوچک و بزرگ، مدیریت اراضی زراعی پایین دست و سایر پروژه‌های منابع آب وآبخیزداری مورد نیاز می‌باشد، ولی تاکنون بر اساس اطلاعات موجود بطور جامع مورد بررسی و تحلیل قرار نگرفته است. از نتایج این تحقیق در تعیین آبدهی حوضه‌های بدون آمار بطور مستقیم استفاده می‌گردد. در این مطالعه آمار آبدهی ایستگاه‌های هیدرومتری در سطح منطقه جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفت و ایستگاه‌هایی که دارای آمار کافی از نظر کمی و کیفی در یک دوره مشترک هستند، انتخاب گردید. برای این ایستگاه‌ها آبدهی متوسط سالانه محاسبه شد. تحلیل همگنی حوضه‌ها با توجه به آبدهی و پارامترهای تأثیرگذار صورت گرفت. علاوه بر این تعدادی از سالها در کلیه ایستگاه‌ها برای ارزیابی روابط بدست آمده از تحلیل منطقه‌ای کنار گذاشته شد علاوه بر تحلیل منطقه‌ای آبدهی متوسط سالانه، تحلیل احتمالاتی نیز انجام و سپس بهترین توزیع آماری برای آنها برازش داده و دبی با دوره بازگشتها ۲ تا ۱۰۰ ساله برآورد شد. با استفاده از مساحت حوضه، روابط منطقه‌ای آبدهی محتمل با دوره بازگشت دو ساله برای مناطق همگن استخراج گردید. سپس بر اساس منحنی رشد منطقه ای که حاصل مقادیر بی بعد آبدهی با دوره بازگشتهای مختلف نسبت به دوره بازگشت دو سال است، مقادیر آبدهی در ایستگاه- های شاهدی که در محاسبات نقشی نداشته بدست آمده و با مقدار دبی مشاهده ای ارزیابی شده و در هر منطقه روابط مناسب تعیین گردید. نتایج این تحقیق نشان می دهد که همگن بندی در این منطقه برای تخمین آبدهی در حوضه های فاقد آمار با استفاده از منحنی رشد منطقه ای تاثیر گذار نیست، اما می توان آبدهی حوضه ها را با دقت خیلی خوبی بدست آورد. لازم به ذکر است که روابط رگرسیونی به دست آمده بر مبنای میانه، از دقت بالاتری نسبت به روابط به دست آمده بر مبنای میانگین برخور دارند.

کلمات کلیدی: آبدهی سالانه، تحلـیل خوشــه ای ، حوضه های فاقد آمار، روابط آبدهی، منطقه بندی.

مقدمه

مدیریت جامع حوضه آبخیز نیاز به توزیع مکانی تولید جریان در سطح حوضه‌های آبخیز کشور بخصوص در سرشاخه‌ها دارد، در حالی که اطلاعات اندازه‌گیری شده و مشاهده‌ای در نقاط محدودی (ایستگاه‌های هیدرومتری) قرار می‌گیرند. تعمیم اطلاعات 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. بخشهای اجرایی در سالهای گذشته میلیاردها ریال صرف عملیات سازه‌ای و بیولوژیکی نموده است که در طراحی اغلب آنها برآورد آبدهی سالانه و با احتمالات مختلف دخیل بوده است. دقت در برآورد این ارقام در بهینه‌سازی ابعاد و سطح اجرایی برنامه نقش بسیار زیادی دارد و هر اندازه برآوردها بتواند با اطمینان بیشتری صورت گیرد از بزرگی ابعاد و گستردگی خارج از نیاز و یا توان آبدهی سالانه جلوگیری خواهد کرد.

در دنیا و ایران در مورد دبی‌های سیلابی و کم آبی تحقیقات زیادی صورت گرفته است ولی در مورد تحلیل منطقه‌ای دبی متوسط سالانه موارد کمتری در منابع مشاهده شده است. روش‌های تحلیل منطقه‌ای برای آبدهی متوسط نیز مانند روش‌های استفاده شده برای دبی‌های سیلابی و کم آبی می‌باشد که بر حسب اطلاعات قابل دسترس چکیده‌ای از آن ها ارائه می‌گردد.

کل آبدهی یک رودخانه عبارت است از مقدار کل آب خروجی از مقطع خروجی یک رودخانه در سال که به آورد سالانه معروف است (Subramanaya,2000). برای آنالیز منطقه‌ای آبدهی سالانه از روش‌های تجربی و یا روابط منطقه‌ای استفاده شده است که اغلب روابط تجربی در کشورهای آسیایی مانند هند پیشنهاد شده‌اند. Subramanaya ،(2000) معتقد است که رابطه آبدهی سالانه با بارش سالانه در حوضه‌های کوچک به صورت خطی و در حوضه‌های بزرگتر رابطه نمایی دارد. مطالعات زیادی در دهه‌های ۱۹۰۰ تا ۱۹۶۰ در برآورد ارتفاع رواناب سالانه و یا آبدهی صورت گرفته و بررسی ها چندی بین رابطه آبدهی و بارندگی صورت گرفته است. گری (۱۹۷۰) کارهائی را که توسط جاستین (۱۹۱۴)، گرانسکی (۱۹۲۲)، واندت (۱۹۳۷) و تورک (۱۹۴۵) انجام داده اند در دسته روابط آبدهی با بارش و دما قرار داده است. بر اساس نتایج این بررسی، برخی از تحقیقاتی که منجر به ارائه روابط تجربی آبدهی سالانه شده به شرح زیر می‌باشد.

Barlows (1915)، برای کشور هند و برای حوضه‌های کوچکتر از ۱۳۰ کیلومتر مربع رابطه‌ای بین بارش سالانه و جریان سطحی ارائه کرده است. Strangez (1928)، روابط بین بارش و دبی و ضریب تبدیل بین آنها را محاسبه کرده و برای بارشهای با شدتهای مختلف ضرایبی را ارائه کرده است. Khosla (1960)، روابط بین بارش و دما را در چندین حوضه از هند و آمریکا بررسی و رابطه بین بارش و رواناب را برای شرایط دمایی مختلف ارائه کرده است. کمیته تحقیق کشاورزی هند (ICAR ,1971) رابطه‌ای را برای برآورد آبدهی در حوضه‌های کوچک تا ۱۰۰ کیلومتر مربع ارائه داده است. در این رابطه آبدهی سالانه با استفاده از بارندگی سالانه، مساحت حوضه و درجه حرارت سالانه برآورد می‌گردد (نقل از ضیائی،۱۳۸۰). Justin (1914)، رابطه‌ای را برای برآورد آبدهی سالانه با استفاده از بارندگی سالانه، درجه حرارت متوسط سالانه و شیب متوسط حوضه ارائه کرده است (Alizadeh,1995). روابط دیگری نیز توسط سایر محققین ارائه شده که توسط ضیائی (۱۳۸۰) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. استامی و هس(۱۹۹۳) برای تحلیل منطقه ای سیلاب رودخانه های ایالت جورجیای ۱ امریکا از آمار ۴۲۶ ایستگاه موجود در منطقه استفاده کردند .در این بررسی با استفاده از روش تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره بین پارامترهای فیزیکی و اقلیمی حوزۀ آبخیز با دبی های سیلابی حاصل از توزیع احتمالی پیرسون تیپ سه، مدلهای برآورد دبی سیلاب منطقهای را ارائه کردند .همچنین این تحقیق نشان داد که مساحت حوضه معنی دارترین متغیر مرتبط با دبی سیلابی می باشد. (نقل از صادقی،۲۰۱۰)

Kimkh(2010)، به بررسی اثر داده های پرت در دقت تخمین آنالیز منطقه ای سیلاب بر مبنای روش L-moment پرداخت. وی ابتدا منطقه مورد مطالعه را به دو منطقه همگن تقسیم نمود. در یکی از منطقه ها بر مبنای روش های کلاسیک و در دیگری بر مبنای ماتریس کواریانس مینیمم اقدام به تعیین داده های پرت نمود.نتایج در این مناطق نشان می دهند که روش های

کلاسیک در تخمین داده پرت و بنابراین در تخمین دبی پیک سالانه سیلاب از دقت کمتری برخوردارند.

Ouarda(2007)، با تحقیقاتی بر روی رودخانه های فاقد آمار در جنوب کانادا و شمال امریکا نشان داد که یک رگرسیون دو الی چهار متغیره کمک می کند تا بتوانیم برآورد خوبی از Q_5 و Q_{100} در مواقع سیلابی داشته باشیم. وی همچنین نشان داد عدم توجه به همگنی داده ها و نیز وجود ترند در آن ها می تواند به شکل قابل توجهی با عث تخمین بیشتر و یا کمتر از حد واقعی گردد.

تلوری و اسلامی (۲۰۰۵)، طی تحقیقی بر روی حوضه های آبخیز شمال کشور (ناحیه خزری) با انتخاب مهمترین پارامتر های فیزیوگرافی و اقلیمی مربوط به ۳۱ حوضه آبخیز ناحیه خزر شرقی و ۲۳ حوضه آبخیز خزر غربی در دو روش، آن ها را همگن بندی نمودند. روش اول بر اساس متغیر مساحت حوضه و متغیر هیدرولوژیکی دبی ویژه دو ساله که در این صورت هر دو ناحیه به سه گروه همگن تقسیم بندی شدند. روش دوم بر اساس متغیر های مستقل یعنی مساحت، شیب متوسط وزنی، ارتفاع متوسط، تراکم زهکشی و بارندگی متوسط سالیانه حوضه، برای ناحیه خزر شرقی و مساحت، طول آبراهه اصلی، شیب متوسط وزنی، تراکم زهکشی و بارندگی متوسط سالیانه حوضه، برای ناحیه خزر غربی همگن بندی انجام گرفت. در این مورد هر دو ناحیه به چهار گروه همگن تقسیم بندی شدند. شایان ذکر است که حوضه های گنبد، قراقلی و کروخیل مربوط به ناحیه خزر شرقی بعلت داشتن مساحت زیاد در دو حالت در یک گروه همگن قرار گرفتند. همینطور حوضه رزن مربوط به ناحیه خزر غربی در دو حالت به عنوان یک حوضه ناهمگن نسبت به بقیه حوضه ها در یک گروه جداگانه دسته بندی شد.

داودی راد (۱۹۹۹)، روابط عوامل موثر بر جریان (بویژه عوامل مورفومتری) با دبی های حداکثر سیلابی را برای حوضه های آبخیز کویر مرکزی (دریاچه نمک) مورد بررسی قرار داد و با انتخاب ۲۳ ایستگاه هیدرومتری و ۱۹ عامل فیزیوگرافی، اقلیمی و زمین شناسی و با انجام آزمونهای تحلیل عاملی، تحلیل خوشه ای و توابع متمایز کننده عوامل مستقل موثر بر حداکثر سیلاب لحظه ای مشخص و با استفاده از عوامل مستقل، مناطق همگن هیدرولوژیکی را تعیین نمود. در این بررسی مدلهای رگرسیونی چند متغیره را برای دبی های با دوره بازگشت های مختلف به تفکیک برای هر یک از گروه های همگن و برای کل منطقه (بدونه در نظر گرفتن حوضه های همگن) ارائه گردیده است. نتایج مدل های بدست آمده برای کل منطقه نشان داد که مساحت مهمترین پارامتر موثر و دخیل در تولید جریان (حداکثر سیلاب لحظه ای) می باشد. اما در گروه های همگن علاوه بر مساحت، دیگر پارامترهای مستقل نظیر تراکم زهکشی، ارتفاع متوسط حوضه، فاکتور شکل، بارندگی حداکثر ۲۴ ساعته و نیز تعداد روزهای بارانی در مدل ها ظاهر شدند.

اسلامی (۲۰۰۴)، با بررسی تحقیقات گذشته از میان عوامل موثر مستقل در ایجاد جریانهای حداکثر سیلابی در حوضه های آبخیز شمال کشور عامل مساحت را مهمترین متغیر اثر گذار تشخیص داد. سپس مدل منطقه ای برآورد دبی اوج سیلاب را در کل منطقه و گروه های همگن هیدرولوژیکی مورد بررسی قرار داد. نتیجه آنکه مدل مربوط به گروه های همگن از دقت بیشتری نسبت به مدل کل منطقه برخوردار است. قسمت نوآوری این تحقیق در پیاده سازی مدل برآورد دبی اوج مبتنی بر عامل مساحت با دوره های بازگشت مختلف در محیط GIS و استخراج نقشه های سیل با توجه با شبکه آبراهه ها بوده است. (نقل از خدمتی، ۲۰۱۰)

تحقیقات انجام شده انالیز منطقه ای، بیشتر در مورد دبیهای سیلابی و یا کم آبی بوده و در مورد آنالیز منطقه ای دبی سالانه تحقیق خاصی صورت نگرفته است. همچنین در منابع مورد بررسی از میانه، بجای میانگین استفاده نشده است. از این رو این تحقیق با اهداف دستیابی به روابط منطقه‌ای آبدهی سالانه با دوره بازگشت‌های مختلف (رابطه دبی-مساحت) برای حوضه‌های بدون آمار ، دستیابی به روابط منطقه‌ای آبدهی متوسط سالانه و تعیین و بررسی زیر حوضه های همگن هیدرولوژیکی به اجرا در آمده است، به علاوه میانگین و میانه دبی نیز تحلیل می گردد.

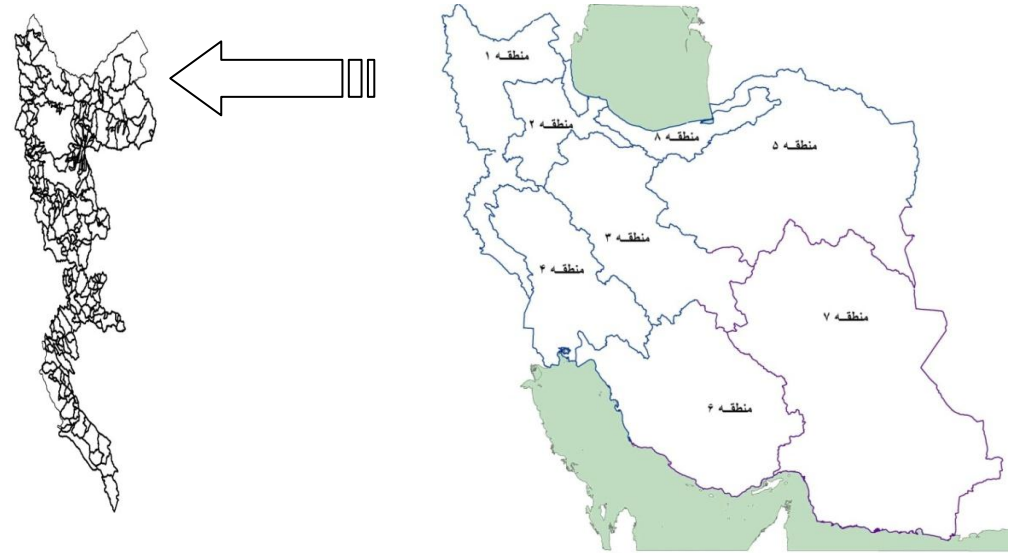
مواد و روشها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

موقعیت منطقه یک و زیرحوضه ها در شکل(۱) ارائه شده است.تعداد ایستگاه های هیدرومتری در منطقه مورد مطالعه ۲۲۸ و تعداد ایستگاه های هواشناسی ۳۴۴ می باشد. این منطقه شامل استان های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، ایلام و کردستان با مساحتی برابر با (km^2) ۱۱۵۴۰۸/۶ کیلومترمربع می باشد.

تحقیق

عموماً داده های مورد استفاده در مدیریت حوضه های آبخیز در چهارگروه متغیر های اقلیمی، هیدرولیکی، فیزیوگرافی حوضه و متغیر های مربوط به خاک، پوشش گیاهی و زمین شناسی دسته بندی می شوند. احتمال وقوع حوادث را پس ازاندازه گیری و ثبت متغیر های مذکور، تجزیه و تحلیل نموده وسپس آن ها را ازگذشته به آینده تعمیم می دهیم (نقل از خدمتی، ۲۰۱۰). تجزیه و تحلیل فراوانی وقوع متغیرهای هیدرولوژیکی در چار چوب قوانین آمار و احتمالات سری های هیدرولوژیکی و بخصوص سری های بارش و رواناب صورت می گیرد. در حوضه های بزرگ و متوسط، که دارای داده های اندازه گیری شده در یک دوره طولانی می باشند، تحلیل فراوانی سری های هیدرولوژیک امکان پذیر بوده و کاربرد عملی فراوانی در برنامه های مختلف منابع آب، کنترل سیلاب، ساماندهی رودخانه و طراحی و اجرای عملیات حفاظت خاک و آبخیزداری دارد. پس از تعیین مناطق همگن هیدرولوژیکی، می توان نتایج حاصل از تحلیل فراوانی در یک منطقه شاخص را در آن ها تعمیم داد.



شکل(۱) : موقعیت منطقه یک و نمایش زیر حوضه ها

به طور کلی گام های زیر به منظور تخمین آبدهی با دوره بازگشت های مختلف در حوضه های فاقد آمار صورت می گیرد:

۱- بررسی و بازسازی اطلاعات

۲- تجزیه و تحلیل فراوانی و انتخاب مناسب ترین تابع توزیع منطقه ای

۳- برآورد میزان بارندگی زیرحوضه‌ها در دوره بازگشتهای مختلف

۴- همگن بندی و تعیین زیر حوضه های همگن هیدرولوژیکی

۵-ایجاد روابط رگرسیونی بین دبی با دوره بازگشت دو سال و مساحت حوضه

۶- شاخص بدون بعد منحنی رشد منطقه ای با تقسیم مقدار دبی های با دوره های بازگشت مختلف به مقدار دبی با دوره بازگشت دو سال محاسبه می شود.
۷-منحنی رشد منطقه ای بین دوره بازگشت به عنوان متغیر مستقل و شاخص بدون بعد به عنوان متغیر وابسته محاسبه و ترسیم می شود.

در تمام حوضه های فاقد آمار، پس از محاسبه ی میزان شاخص بدون بعد با توجه به دوره بازگشت مورد نظر و انتقال آن بر روی منحنی یا مدل ریاضی بدست آمده از مرحله قبل، میزان دبی برآورد می شود.

بررسی و آماده سازی اطلاعات

در بسیاری از مطالعات هیدرولوژیکی آگاهی از میزان آبدهی با دوره بازگشت های مختلف از موارد ضروری می باشد، این در حالی است که در اکثر موارد با فقدان و یا کمبود ایستگاه های هیدرومتری مواجه بوده و نیز عوامل بسیاری وجود دارند که باعث از دست رفتن آمار برخی ایستگاه ها می شوند. از این رو در ابتدا اقدام به جمع آوری، اصلاح، و بازسازی آمار بارندگی و دبی در منطقه گردید. به منظور شناسایی داده های پرت(داده های خارج از انتظار بارندگی و دبی) از آزمون داده های پرت (Outlier) استفاده شد. آزمون مربوطـه برای هر دو وضعیت داده هـا (بالا و پایین) انجـام گردید که برای تعیین آستانه داده های پرت بالا از رابطه(۱) و برای تعیین آستانه داده های پرت پایین از رابطه(۲) استفاده شد.

$$Y_H = \bar{Y} + KnSy \quad (۱)$$

$$Y_L = \bar{Y} + KnSy \quad (۲)$$

Y_H = آستانه داده های پرت بالا به صورت لگاریتمی
Y_L = آستانه داده های پرت پایین به صورت لگاریتمی
Kn = ضریبی است که از جداول مربوطه به تعداد داده ها انتخاب می‌شود.
Sy = انحراف از معیار داده ها

در سالهایی که داده‌های بارندگی یا دبی ثبت نگردیده بود، با استفاده از ماتریس همبستگی و رابطه همبستگی با ایستگاه‌ها ی دیگر نواقص دبی و بارش کلیه ایستگاه‌ها تا ۳۰ سال آماری مشترک تکمیل گردید.

انتخاب مناسب ترین تابع توزیع منطقه ای

تجزیه وتحلیل آمارهای بارندگی و دبی در تواترهای مختلف با استفاده از نرم افزار HYFA و بر اساس توزیع های رایج در هیدرولوژی (نرمال، لوگ نرمال دو متغیره و سه متغیره، پیرسون، لوگ پیرسون، گاما وگمبل) انجام شد. نتیجه این موارد نشان داد که تابع توزیع لوگ پیرسون سه پارامتری برای ایستگاه های هواشناسی و تابع توزیع لوگ نرمال سه پارامتری برای ایستگاه های هیدرومتری، مناسب ترین توزیع منطقه ای می باشد. جهت انتخاب بهترین تابع توزیع احتمالی برای هر ایستگاه هواشناسی و هیدرومتری از میان شش توزیع احتمالی فوق الذکر از آزمون نکوئی برازش (کلموگروف-اسمیرنوف) استفاده شد.

همگن بندی حوضه ها

یکی از روش هایی که می توان توسط آن آمار جریان را به سایر حوضه ها تعمیم داد، تعیین همگنی حوضه های آبخیز می باشد. در این مطالعه به منظور همگن بندی مناطق مورد نظر، از تحلیل خوشه ای (Cluster Analyzer)، استفاده گردیدو بـرای تحلیل خوشـه ای، نرم افزار آماری (SPSS 18) بکار گرفته شد. تحلیل خوشه ای به عنوان نوعی تحلیل چندمتغیره، ابزاری آماری است که در آن داده ها و مشاهدات بر اساس متغیرهای تعیین شده توسط محقق طبقه بندی می شوند (Shamkoueyan et al,2008).در این روش حوضه ها از نظر خصوصیات فیزیکی دو به دو با هم مقایسه می شوند و باید از مقیاس های کمی استفاده کرد تا بتوان بیشترین شباهت یا کمترین فاصله بین داده ها و مشاهدات را اندازه گیری نمود. پارامتر های کمی مورفولوژیکی استخراج شده شامل مساحت، محیط، طول، ارتفاع متوسط، شیب متوسط حوضه، طول و شیب متوسط آبراهه اصلی، تراکم زهکشی و ضریب گراویلیوس بودند. پس از استخراج پارامترهای ژئومورفولوژی و متغیر های مورد نیاز با استفاده از روش Z-SCORE داده ها استاندارد شدن (Ghiasi et al,2004). با توجه به دندوگرام استخراج شده (شکل۴) و بر اساس فاصله اقلیدوسی ۲۱ حوضه ها به دو گروه همگن تقسیم شدند. سپس جهت اعتباریابی گروه ها، روش تابع تشخیص (Canonical Discriminant Function)، مورد استفاده قرار گرفت و بعد از پنج بار تعویض گروه ها بر

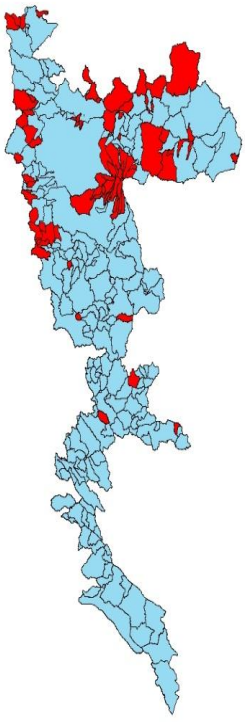
مبنای ارزیابی مدل، میزان دقت مدل بر مبنای جدول(۶) برابر ۱۰۰٪ گردید. (جدول۱)

جدول (۱): میزان دقت مدل در فرض پنجم

		WITH ONLY P10	Predicted Group Membership		Total
			1	2	
Original	Count	1	130	0	130
		2	0	63	63
	%	1	100.0	.0	100.0
		2	.0	100.0	100.0

a. 100.0% of original grouped cases correctly classified.

شماتیک حاصل از همگن بندی (با استفاده از نرم افزار ARC GIS 9.3) در شکل(۲) آورده شده است.



شکل(۲):نمایش حوضه های همگن در منطقه

ساخت مدل های مبتنی بر روش منحنی رشد منطقه ای

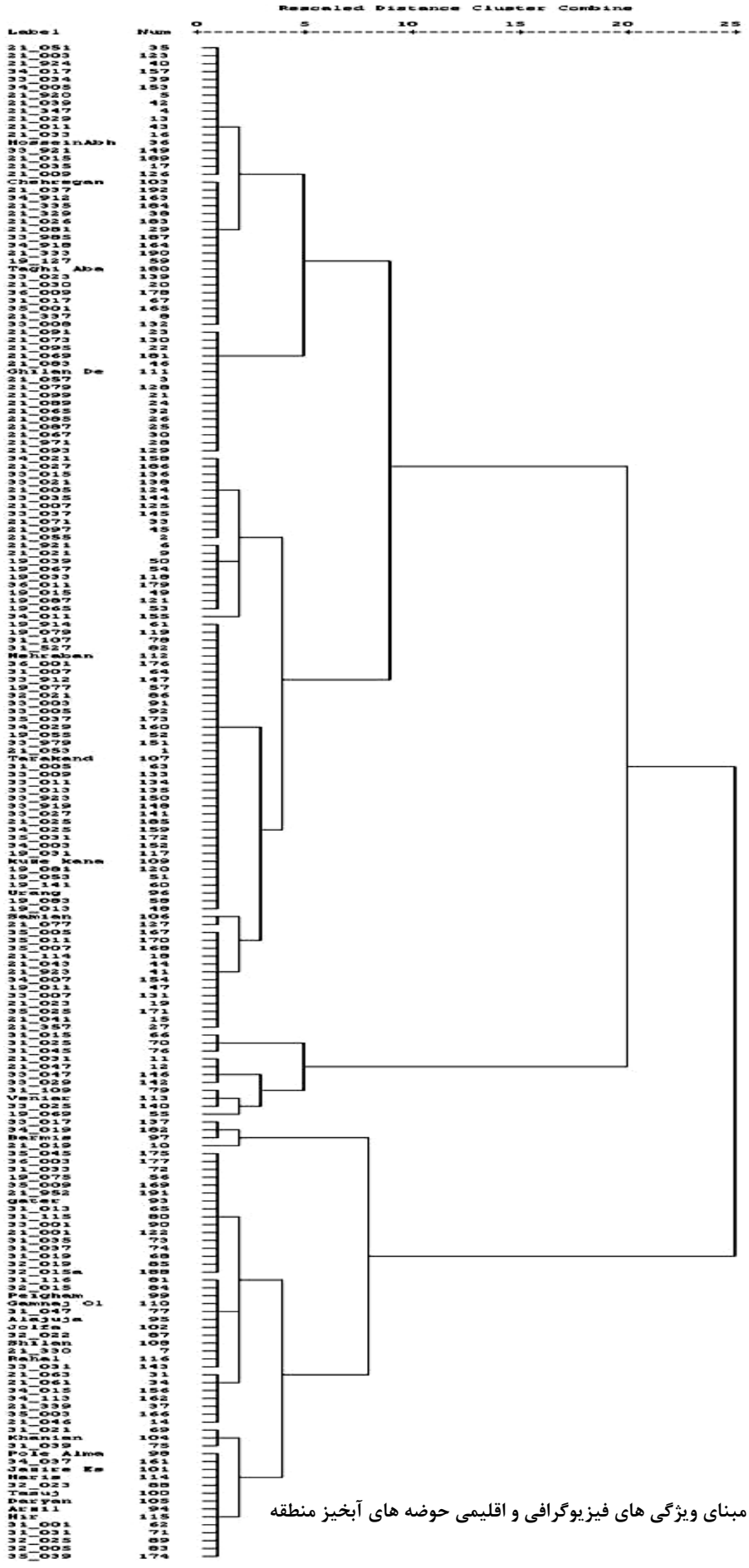
پس از برازش آبدهی با توزیع غالب منطقه (تابع توزیع لوگ نرمال سه پارامتری)، مقدار آبدهی با دوره بازگشت های مختلف برآورد گردید. سپس میانگین و میانه نسبت های بی بعد (حاصل تقسیم آبدهی با دوره های بازگشت مختلف به آبدهی با دوره بازگشت دو سال) برای هر زیرحوضه محاسبه شد (جدول۲). در نهایت مقادیر میانگین و میانه در هر دوره بازگشت برای ایستگاه های هیدرومتری در هر گروه تعیین شد. پس از آن منحنی منحنی رشد منطقه ای این شاخص های بی بعد در ایستگاه ها در کاغذ نیمه لگاریتمی ترسیم گردید.

جدول(۲): نسبت های بی بعد دبی در حوضه های آبخیز گروه یک

Q100/Q2	Q50/Q2	Q25/Q2	Q20/Q2	Q10/Q2	Q5/Q2	Q2/Q2	code2	Group
3.07	2.74	2.40	2.29	1.94	1.57	1	21_337	1
4.84	3.89	3.08	2.85	2.20	1.64	1	21_081	1
1.95	1.84	1.71	1.67	1.52	1.34	1	19_011	1
1.90	1.82	1.72	1.68	1.54	1.36	1	19_013	1
2.15	2.05	1.93	1.88	1.71	1.47	1	19_015	1
3.43	3.03	2.62	2.49	2.07	1.64	1	19_039	1
2.29	2.15	1.98	1.93	1.72	1.46	1	31_007	1
2.35	2.18	1.99	1.92	1.70	1.45	1	31_015	1
2.47	2.25	2.02	1.95	1.70	1.43	1	33_005	1
2.52	2.35	2.14	2.07	1.82	1.52	1	19_031	1
3.12	2.74	2.37	2.25	1.89	1.52	1	19_081	1
1.50	1.49	1.47	1.46	1.40	1.30	1	19_087	1
2.04	1.94	1.82	1.77	1.61	1.40	1	33_007	1
2.11	1.97	1.82	1.77	1.59	1.38	1	33_015	1
4.33	3.68	3.06	2.87	2.29	1.74	1	33_027	1
2.18	2.04	1.89	1.83	1.65	1.43	1	33_035	1
11.03	7.89	5.53	4.91	3.31	2.12	1	34_003	1
14.48	10.32	7.14	6.29	4.10	2.49	1	34_005	1
1.47	1.39	1.36	1.35	1.35	1.32	1	34_017	1
2.22	2.07	1.91	1.86	1.67	1.44	1	34_021	1
3.37	2.99	2.61	2.48	2.07	1.65	1	35_001	1
1.90	1.79	1.68	1.64	1.50	1.33	1	35_005	1
2.13	2.00	1.85	1.80	1.62	1.41	1	35_007	1
2.37	2.17	1.95	1.88	1.66	1.41	1	35_011	1
2.73	2.46	2.19	2.10	1.81	1.50	1	35_031	1
2.94	2.61	2.27	2.17	1.84	1.50	1	36_001	1
11.52	10.30	8.71	8.12	6.07	3.80	1	36_009	1
3.90	3.40	2.90	2.74	2.25	1.74	1	36_011	1
3.65	3.13	2.65	2.50	2.06	1.62	1	Average	1
2.47	2.25	2.02	1.95	1.72	1.47	1	Median	1

جدول(۳): نسبت های بی بعد دبی حداکثر روزانه سیلاب در حوضه های آبخیز گروه دو

Q۱۰۰/Q۲	Q۵۰/Q۲	Q۲۵/Q۲	Q۲۰/Q۲	Q۱۰/Q۲	Q۵/Q۲	Q۲/Q۲	کد حوضه	شماره گروه
۲	۱/۸۵	۱/۷	۱/۶۴	۱/۵	۱/۳	۱	۳۱-۰۰۱	۲
۱/۸	۱/۷	۱/۵۶	۱/۵۲	۱/۴	۱/۲۴	۱	۳۱-۰۱۹	۲
۲/۲	۲	۱/۸۱	۱/۷۶	۱/۵۶	۱/۳۵	۱	۳۱-۰۲۱	۲
۲/۴	۲/۲	۲	۱/۹	۱/۷	۱/۴	۱	۳۱-۰۳۱	۲
۱/۷۶	۱/۶۶	۱/۵۶	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱	۳۱-۰۳۷	۲
۲/۱۵	۲	۱/۸۷	۱/۸	۱/۶	۱/۴	۱	۳۲-۰۰۵	۲
۲/۱۵	۲	۱/۸۱	۱/۷۵	۱/۵۶	۱/۳۵	۱	۳۲-۰۲۵	۲
۲/۲	۲/۰۱	۱/۸	۱/۷۴	۱/۵۴	۱/۳۲	۱	۳۳-۰۰۱	۲
۱/۶	۱/۵۳	۱/۵	۱/۴۴	۱/۳۶	۱/۲۵	۱	۳۴-۰۱۱	۲
۲/۷۴	۲/۵	۲/۲	۲/۱	۱/۸	۱/۵	۱	۳۴-۰۱۵	۲
۲/۰۱	۱/۸۶	۱/۷	۱/۶۶	۱/۵	۱/۳۱	۱	۳۵-۰۰۳	۲
۲/۱۶	۲	۱/۸	۱/۷۷	۱/۶	۱/۳۶	۱	۳۵-۰۰۹	۲
۲/۱	۱/۹۴	۱/۷۷	۱/۷۲	۱/۵۴	۱/۳۴	۱	میانگین	۲
۲/۱۵	۱/۹۸	۱/۸۱	۱/۷۵	۱/۵۵	۱/۳۴	۱	میانه	۲



شکل(۴):دندوگرام بر مبنای ویژگی های فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه های آبخیز منطقه

به منظور برآورد آبدهی با دوره بازگشت های مختلف، روابط رگرسیونی بین نسبت اندازه آبدهی با دوره های بازگشت مختلف به دوره بازگشت دو سال و دوره بازگشت برای سری دوره آماری ۳۰ سال ایجاد شد. ضریب تعیین رابطه رگرسیونی بین نسبت های بی بعد در گروه یک بر اساس میانگین۰,۹۹۹ (رابطه۴) و بر اساس میانه ۰/۹۹۰ (رابطه۵)، درگروه دو بر اساس میانگین ۰/۹۹۹ (رابطه۶) و بر اساس میانه ۰/۹۹۲ (رابطه۷)، به دست آمد. در مرحله بعد اقدام به ایجاد رابطه بین میانگین و میانه نسبت های بی بعد بدون در نظر گرفتن گروه های همگن شد. جدول(۴) میانگین و میانه نسبت های بی بعد در کل حوضه های مورد مطالعه با دوره بازگشت های مختلف را نشان می دهد. ضریب تعیین رابطه رگرسیونی در این حالت بر اساس میانگین ۰/۹۹۹ (رابطه۸)، و بر اساس میانه ۰/۹۶۴ (رابطه۹)، نسبت های بی بعد، در تمام حوضه ها بدون در نظر گرفتن گروه های همگن بدست آمد.

4	R=0.999	میانگین	گروه ۱	(Qt/Q2)=0.67*Ln(Tr)+0.521
5	R=0.990	میانه	گروه ۱	(Qt/Q2)=0.366*Ln(Tr)+0.826
6	R=0.999	میانگین	گروه ۲	(Qt/Q2)=0.276*Ln(Tr)+0.866
7	R=0.992	میانه	گروه ۲	(Qt/Q2)=0.291*Ln(Tr)+0.847
8	R=0.999	میانگین	کل منطقه	(Qt/Q2)=0.539*Ln(Tr)+0.638
9	R=0.964	میانه	کل منطقه	(Qt/Q2)=0.299*Ln(Tr)+0.905

جدول(۴): میانگین و میانه نسبت های بی بعد دبی حداکثر روزانه سیلاب در کل حوضه های آبخیز بدون در نظر گرفتن گروه های همگن

نسبت های بی بعد	Q۲/Q۲	Q۵/Q۲	Q۱۰/Q۲	Q۲۰/Q۲	Q۲۵/Q۲	Q۵۰/Q۲	Q۱۰۰/Q۲
میانگین	۱	۱/۵۳	۱/۹	۲/۲۴	۲/۳۶	۲/۷۳	۳/۱۴
میانه	۱	۱/۴۲	۱/۶۶	۱/۸۷	۱/۹۲	۲/۰۵	۲/۱۹

سرانجام اقدام به ایجاد رابطه رگرسیونی بین دبی با دوره بازگشت دو سال و مساحت حوضه ها در هر گروه شد. روابط (۱۰) و (۱۱) به ترتیب متعلق به گروه یک، دو می باشند و رابطه(۱۲) متعلق به کلیه حوضه ها (بدون استفاده از گروه بندی) می باشد.

10	R=0.400	گروه ۱	Q2=4.675*Log(A)-8.412
11	R=0.791	گروه ۲	Q2=9.647*Log(A)-17.24
12	R=0.512	کل منطقه	Q2=4.370*Log(A)-7.261

برای آزمودن معادله های (۱۰) تا (۱۲) از آمار دو حوضه که در ایجاد این معادلات نقشی نداشته اند (از هر گروه همگن یک حوضه) استفاده شد، که در جدول(۵) نتایج این تحلیل آمده است. جهت ارزیابی مدل های تهیه

شده از معیار جذر میانگین مربع خطا (RMSE)، استفاده شد.

واضـح است، مدلی که مقادیر RMSE کمتری را نتیجه دهـد، مناسـب تر است. با توجه به جدول(۵) مشاهده می شود که مدل جریان حاصل از همگن بندی در گروه دو مناسب تر از مدل کل منطقه برای حوضه های انتخابی این تحقیق می باشد،در حالی که در گروه اول مدل کل منطقه برمدل حاصل از همگن بندی ترجیح داده می شود.لازم به ذکر است که روابط رگرسیونی به دست آمده بر مبنای میانه، از دقت بالاتری نسبت به روابط به دست آمده بر مبنای میانگین برخوردارند (جدول۵).

جدول(۵): صحت سنجی مدل، با و بدون گروه بندی در دوره بازگشت های مختلف (m^3/s)

گروه	کد ایستگاه	مساحت	دوره بازگشت	دبی مشاهده ای	دبی برآوردی با میانگین و همگن بندی	دبی برآوردی با میانه و همگن بندی	دبی برآوردی با میانگین و بدون همگن بندی	دبی برآوردی با میانه و بدون همگن بندی
۱	۱۹-۰۸۱	۶۴۸/۲۲	۲	۳/۵	۴/۷	۴/۷	۵	۵
			۵	۵/۳	۷/۶	۶/۷	۷/۶	۷
			۱۰	۶/۶	۹/۸	۷/۹	۹/۵	۸
			۲۰	۷/۹	۱۲	۹/۱	۱۱/۳	۹/۱
			۲۵	۸/۳	۱۲/۷	۹/۵	۱۱/۹	۹/۴
			۵۰	۹/۶	۱۴/۹	۱۰/۷	۱۳/۸	۱۰/۴
			۱۰۰	۱۱	۱۷/۱	۱۱/۹	۱۵/۷	۱۱/۵
			RMSE		۴/۱	۱/۲	۳/۴	۱/۲
۲	۳۱-۰۰۱	۸۵/۹۸	۲	۰/۹	۱/۴	۱/۴	۱/۲	۱/۲
			۵	۱/۱	۱/۵	۱/۹	۱/۸	۱/۷
			۱۰	۱/۳	۱/۹	۲/۲	۲/۲	۱/۹
			۲۰	۱/۴	۲/۱	۲/۴	۲/۷	۲/۱
			۲۵	۱/۴	۲/۴	۲/۵	۲/۸	۲/۲
			۵۰	۱/۶	۲/۵	۲/۸	۳/۳	۲/۵
			۱۰۰	۱/۷	۲/۸	۳/۱	۳/۷	۲/۷
			RMSE		۰/۸	۰/۷	۱/۳	۰/۷

نتیجه گیری

درمطالعه انجام شده به منظور برآورد آبدهی درحوضه های فاقد آمار شمال غرب توسط روش منحنی رشد منطقه ای، ابتدا برای اطمینان از عدم وجود داده پرت، از آزمون داده های پرت استفاده شد. در این آزمون وجود داده پرت در ۳۵ ایستگاه هواشناسی و ۲۸ ایستگاه هیدرومتری مشاهده شد. برای بازسازی نواقص آماری، از ایستگاهی که بیشترین ضریب همبستگی در سالهای مشترک با ایستگاهی که نیاز به بازسازی دارد، استفاده شد. . با استفاده از نرم افزار HYFA دبـی با دوره بازگشت های مختلف محاسبه شد. تابع توزیع لوگ پیرسون سه پارامتری برای ایستگاه های هواشناسی و تابع توزیع لوگ نرمال سه پارامتری برای ایستگاه های هیدرومتری، به عنوان توزیع غالب منطقه ای شناخته شدند. خصوصیات فیزیوگرافی و مورفومتری حوضه ها استخراج شدند و با استفاده از منحنی خوشه ای و تابع تشخیص با فاصله اقلیدوسی ۲۱ حوضه ها در دو گروه همگن قرار گرفتند. در هر منطقه منحنی های رشد منطقه ای بین دوره بازگشت بعنوان متغیر مستقل و شاخص بی بعد (حاصل تقسیم آبدهی با دوره های بازگشت مختلف به آبدهی با دوره بازگشت دو سال) بعنوان متغیر وابسته ترسیم و روابط بین دبی با دوره بازگشت دو سال و دبی با دوره بازگشت مختلف استخراج شد. سرانجام اقدام به ایجاد رابطه رگرسیونی بین دبی با دوره بازگشت دو سال و مساحت حوضه ها در هر گروه و نیز بدون گروه بندی شد. برای صحت سنجی روابط ریاضی بدست آمده از آمـار دو

ایستگـاه هیدرومتری موجود در منطقـه که در ایجاد معادلات نقشی نداشته اند استفـاده شـد. با توجه به مقاسیه میزان RMSE در روابط بدست آمده از همگن بندی و بدون همگن بندی مشخص شد، که همگن بندی در این منطقه برای تخمین آبدهی در حوضه های فاقد آمار با استفاده از منحنی رشد منطقه ای تاثیر گذار نیست، اما می توان آبدهی حوضه ها را با دقت خیلی خوبی بدست آورد و با توجه به نتایج حاصله، روابط رگرسیونی به دست آمده بر مبنای میانه، از دقت بالاتری نسبت به روابط به دست آمده بر مبنای میانگین برخوردارند. پیشنهاد می شود که برای بررسی دقیقتر تاثیر همگن بندی در تخمین آبدهی حوضه های فاقد آمار از روش های دیگری همچون رگرسیون چند متغیره، منحنی های اندرو، L-moment و ..... استفاده و با نتایج این پژوهش مقایسه شود.

تقدیر و تشکر:

در اینجا لازم میدانم از همکاری بی شائبه جناب آقای مهندس باقر قرمز چشمه و آقای مهندس حامد خدمتی که در تمامی مراحل این پژوهش، کمک و همفکری نموده اند، تقدیر و تشکر نمایم.

منابع:

۱. اسلامی، ع.؛ ع. تلوری. ۱۳۸۴. تأثیر همگنی حوضه های آبخیز در روابط منطقه‌ای سیلاب، مجله آب و آبخیز، جلد ۱، شماره ۳، ص: ۴۸-۳۹.

۲. تلوری، ع. ۱۳۸۲. واسنجی و مقایسه کاربرد برخی روشهای تجربی برای برآورد دبی های حداکثر لحظه ای در حوضه آبخیز کرخه، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۵۱ صفحه.

۳. خدمتی، ح.؛ م. منشوری؛ م. حیدری زاده؛ ح. صدقی. ۱۳۸۹.منطقه بندی و برآورد دبی سیلابی در حوضه های آبخیز فاقد آمار جنوب شرق ایران با ترکیب روش شاخص سیلاب و رگرسیون چند متغیره، نشریه علمی پژوهشی آب و خاک، دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۲۴ شماره ۳ ص۵۹۳

۴. داودی راد، ع. ا. ۱۳۷۸. بررسی روابط بین عوامل مورفومتری حوضه و دبی های سیلابی در حوضه های آبخیز مرکزی ایران، دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.

۵. شامکوئیان، ح. ۱۳۸۷. تحلیل فراوانی سیلاب با استفاده از تئوری گشتاورهای خطی و سیلاب نمایه در حوضه های آبریز استان های خراسان،پایان نامه کارشناسی ارشد-دانشگاه فردوسی مشهد.

۶. صادقی، س. ح. ر. ۱۳۸۹. مدلسازی تولید رواناب حوضه های آبخیز استان کردستان با استفاده از متغیرهای فیزیوگرافی و اقلیمی، دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس مازندران، نور.

۷. ضیائی، ح. ا. ۱۳۸۰. اصول مهندسی آبخیزداری، دانشگاه امام رضا، ۵۴۲ ص.

۸. علیزاده، ا. ۱۳۷۴، اصول هیدرولوژی کاربردی، دانشگاه امام رضا، ۶۲۴ ص.

۹. غیاثی، ن. ق. ۱۳۸۳.بررسی تاثیر برخی ویژگی هندسی آبخیزها بر سیلاب های حداکثر لحظه ای با دوره بازگشت های مختلف، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

10. Gray, D. M. 1970. Handbook on Principle of Hydrology. Secreteriat.Canad

11. Justin, J. D. 1914, Derivation of Runoff from Rainfall Data, Trans. Amer. Soc. Civ. Engrs., No.77, pp. 346-384.

12. Kimkh. 2010. Assessment of the effects of discordant sites on regional flood frequency analysis,Betül Saf. Pamukkale University, Civil Engineering Department, Hydraulic and Water Resources. Division. Turkey.

13. Ouadra, M. L. and B. M. J. Taha. 2010. Non stationary regional flood frequency analysis at ungauged sites, University of Quebec,Canada.

14. Stamy, T. C. and G. W. Hess. 1993. Techniques for estimating magnitude and frequency of floods in rural basins in Georgia. Water Resources Investigation Report 93-4016, USGS Publication, 94 pp.

15. Subramanaya, K. 2000, Engineering Hydrology, McGraw- Hill, New Delhi, 394 pp.

Yeild estimation and homogenizing in north-west unguaged sites of Iran by applying Regional Growth Curve (Azarbayejan sharghi, Azarbayejan gharbi, Ardebil, Kordestan and Ilam provinces)

S. H.Rahmati , J.Porhemmat, P.Daneshkar Arasteh, M.Heidarizadeh

1. M.Sc Student in Agricultural Engineering (Irrigation and Drainage), Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: hoda_rahmati_1985@yahoo.com
2. Assistant professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Center, Tehran, Iran
3. Assistant professor, Department of Water Sciences and Engineering, International Imam Khomeini University, Qazvin, Iran
4. Assistant Professor, Head of Hydrology and Water Resources Research, Soil Conservation and WatershedManagement Research Center, Tehran, Iran

Abstract:

Programminng and prioritizing are two important factors in basin management that needs different data as like as yield value and its fluctuations. The amount of average yield with different return periods is needed for different purposes as: Estimating river yield, planning for the operation of small and large dams, downstream farms management and other water resources and watershed management projects. Based on available references, there isn't any comprehensive surveying on this matter. Results of this paper can be applied directly for estimating unguaged sites yields. In this study, hydrometric stations data were collected and analyzed and then the stations which had sufficient data (in regards of both quality and quantity) in the common period were selected. Annual average yields of these stations were calculated. Basins homogenizing was done based on yields and other effective parameters. Furthermore, a number of years in all stations were put away from regional analyzing for evaluating achieved equations. In addition to regional analyzing of annual average yields, probability analysis was also done; the best statistical distribution was fitted and yeild discharge with 2 to 100 years return periods were estimated. By applying basin's area, probable yield regional equations with 2 years return period were extracted for homogeneous regions.Then based on regional growth curve (Dimensionless ratio of yields with different return periods devided by yield with 2 ears return period) yield values in the stations which didn't participate in the calculation, were achieved and evaluated with observed yield values. So in each region appropriate equations were determined. As the results of this study shows, in this region homogenizing for yield estimation in unguaged sites was not an appropriate method using regional growth curve, but it can estimate yields with an acceptable accuracy. On the other hand, results shows that regression equations based on median were more accurate in comparison with mean.

Key Words: Annual yeild, Clustrering Analysis , Unguaged sites, Yeild equations, Zonation.