

## بررسی تأثیر عوامل منطقه‌ای هواشناسی و فیزیوگرافی حوضه‌ها در دقت برآورد آبدهی محتمل سالانه در سطح کشور ایران

جهانگیر پرهمت

دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری (porhemmat@scwmri.ac.ir)

### چکیده

برنامه‌ریزی مدیریت حوزه‌های آبخیز نیاز به آگاهی و تحلیل عوامل متعددی از جمله آبدهی و نوسانات آن دارد، که در سرشاخه‌ها حائز اهمیت بیشتری است. بسیاری از طراحی‌های سازه‌ها بر روی رودخانه‌ها نیاز به اطلاعات آبدهی محتمل 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 پایین دست مهم و ضروری است. ولی تاکنون بر اساس اطلاعات موجود بطور جامع مورد بررسی و تحلیل قرار نگرفته است. بدین منظور در این تحقیق ایران به ۸ منطقه تقسیم شد و آمار آبدهی ایستگاه‌های هیدرومتری در سطح هر منطقه جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفت. سپس پارامترهای مساحت، محیط، ارتفاع متوسط، طول آبراهه اصلی، طول مستطیل معادل، شیب حوضه، شیب رودخانه اصلی، تراکم زهکشی، ضریب گراویلپوس و متوسط بارندگی سالانه حوضه با دوره بازگشت‌های مختلف برای تحلیل منطقه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. تعدادی از ایستگاه‌ها در هر منطقه بعنوان ایستگاه‌های شاهد برای ارزیابی و تعدادی به عنوان ایستگاه‌های مبنا برای استخراج روابط منطقه‌ای و تعدادی برای ارزیابی انتخاب شد. نتایج نشان داد که در تمامی مناطق ۸ گانه کشور از بین عوامل متعدد فیزیوگرافی عامل مساحت و نیز عامل اقلیمی بارندگی سالیانه، مهمترین نقش را در تعیین آبدهی نسبت به سایر عوامل موثر دارا می‌باشند. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که عمق متوسط دبی سالانه در سطح حوضه در تحلیل منطقه‌ای با متغیر بارندگی و مساحت نسبت به دبی از همبستگی بیشتری برخوردار می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آبدهی سالانه، روابط آبدهی، تحلیل همگنی، تحلیل منطقه‌ای، مناطق هشت گانه ایران

## مقدمه

مطالعات زیادی در دهه های ۱۹۰۰ تا ۱۹۶۰ در برآورد ارتفاع رواناب سالانه و یا آبدهی صورت گرفته که بخشی از آنها مربوط به بررسی رابطه بین آبدهی و بارندگی میباشد. توسط (Justin, ۱۹۱۴) رابطه ای را برای برآورد آبدهی سالانه با استفاده از بارندگی سالانه، درجه حرارت متوسط سالانه و شیب متوسط حوضه ارائه نمود. (استرانگنس، ۱۹۲۸) روابط بین بارش و دبی و ضریب تبدیل بین آنها را محاسبه کرده و برای بارش های با شدتهای مختلف ضرایبی را ارائه کرد (Gray, ۱۹۷۰). (گری، ۱۹۷۰) کارهایی را که توسط (Justin, ۱۹۱۴)، (گرانسکی، ۱۹۲۲)، (واندت، ۱۹۳۷)، (تورک، ۱۹۴۵) انجام شده است، در دسته ی روابط آبدهی با بارش و دما قرار داد (Gray, ۱۹۷۰). کمیته تحقیق کشاورزی هند (ICAR) رابطه ای را برای برآورد آبدهی در حوضه های کوچک تا ۱۰۰ کیلومتر مربع ارائه داد (ICAR, ۱۹۷۱). در این رابطه، آبدهی سالانه با استفاده از بارندگی سالانه، مساحت حوضه و درجه حرارت سالانه برآورد گردیده است (علیزاده، ۱۳۷۴). همچنین روابط دیگری نیز توسط سایر محققین ارائه شده که توسط (ضیائی، ۱۳۸۰) و (مهدوی، ۱۳۸۴) مورد بررسی قرار گرفته اند.

بر اساس نظر (Subramanaya, ۲۰۰۰) کل آبدهی یک رودخانه عبارت است از مقدار کل آب جریان یافته از مقطع خروجی یک رودخانه در سال که به آورد (آبدهی) سالانه معروف است. برای آنالیز منطقه ای آبدهی سالانه از روش های تجربی و یا روابط منطقه ای استفاده شده است، که اغلب روابط تجربی در کشورهای آسیایی نظیر هند پیشنهاد شده است (Subramanaya, ۲۰۰۰). معتقد است که رابطه آبدهی با بارش در مقیاس سالانه در حوضه های کوچک به صورت خطی و در حوضه های بزرگ، به صورت نمایی می باشد.

(Mosely, ۱۹۸۱) در نیوزیلند تحقیقاتی را در این زمینه برای همگن بندی نواحی مختلف انجام داده و نتیجه گیری نمودند که علی رغم نزدیکی جغرافیایی بین حوضه ها، بعضاً عدم هماهنگی در رفتار هیدرولوژیکی آنها دیده می شود. (Wiltshire, ۱۹۸۶) به منظور طبقه بندی حوضه به گروه های همگن برای تحلیل فراوانی سیل رویه ای را پیشنهاد نمود که در یک جستجوی تکراری بین ویژگی های حوضه ها از بانک داده های منطقه با بهینه نمودن آماره ها، گروه های همگن بهینه را انتخاب نمود. (Burn و Cunderlik, ۲۰۰۲) بدنبال توسعه تکنیک تخمین فراوانی سیل در حوضه های بدون آمار با فرض این که تشابه حوضه ای در رژیم بارش می تواند یکی از گزینه های تعیین گروه های همگن جریانهای سطحی و به تبع آن فراوانی سیل باشد، رابطه بین رژیم بارش و رژیم سیلاب را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که رابطه منطقه ای جریانهای سطحی بر اساس بارندگی منتج به گروه های همگن زیادی می شود. (قنبرپور و همکاران، ۲۰۰۳) برای حوضه های بدون آمار از تحلیل منطقه ای برای تخمین شاخص جریان پایه حوضه کارون استفاده نمودند. در این تحقیق شاخص دبی پایه با مساحت دارای رابطه معنی داری معرفی شده است.

علاوه بر روش های تجربی، روش های همبستگی تک و چند متغیره بین آبدهی سالانه و بارش و عوامل دیگر نظیر دما، شیب حوضه، نوع خاک و پوشش گیاهی استفاده شده است (Dsa, ۲۰۰۰). (Burn و همکاران، ۲۰۱۰). با بررسی روند وقایع حدی هیدرولوژیکی در حوضه های آبخیز کانادا نتیجه گیری نمودند که تعداد روندهای موجود خارج از انتظار بوده و جریانهای حداکثر سالانه و فصل بهار هم در مقدار جریان و هم در زمان وقوع دارای روند کاهشی می باشند ولی جریانهای شرایط کم آبی هم روند افزایشی و هم روند کاهشی را نشان می دهند. (Muhara, ۲۰۰۱) در تانزانیا بر اساس دیاگرام گشتاورهای خطی نواحی همگن هیدرولوژیکی را تعیین کرده و برای ۱۲ منطقه همگن، توزیع های احتمالاتی مناسب را معرفی نمودند. (مهدوی و آذرخشی، ۱۳۸۳) برای تهیه مدل پیش بینی جریان ماهانه از روش بیلان آبی و بر اساس بارندگی و تبخیر و تعرق ماهانه نسبت به ایجاد معادلات رگرسیون اقدام کرده اند. نتایج حاصله بیانگر آن است که در بیش از ۷۰ درصد موارد این روش می تواند رواناب ماهانه را شبیه سازی نماید و نیز متغیرهای دخیل در معادلات رگرسیون در حوضه های مختلف متفاوت می باشند. امین و غفوری روزبهانی (۱۳۸۱) شبیه سازی رواناب سطحی و تبخیر و تعرق حوضه آبخیز معرف رود زرد را با مدل استانفورد-۴ انجام دادند و خدمتی (۱۳۸۸) و خدمتی و همکاران (۱۳۸۹) بررسی و تحلیل سیلاب های جنوب شرق کشور را با روش همگن بندی انجام داد، ولی برای آبدهی پیشنهاد مشخصی ارائه نمودند. سمیعی و همکاران (۱۳۸۴) با آنالیز منطقه ای جریان های کم در تعدادی از حوضه های آبخیز تهران نشان دادند که روش رگرسیون چند متغیره، دقیق تر از روش شاخص جریان کم بوده و این یافته سازگار با نتایج سایر تحقیقات نیز می باشد. بوانی و مرید (۱۳۸۴) برای مدل نمودن رژیم ماهانه

جریان در رودخانه زاینده رود اصفهان از روش شبکه عصبی مصنوعی و با استفاده از متغیرهای بیشینه و کمینه دما و بارندگی ماهانه ماه مورد نظر و ماه قبل و میزان تشعشع همان ماه استفاده کرده‌اند. هم‌چنین، (شریفی، ۱۳۸۳) ارزیابی مدل رایانه‌ای AWBM2000 در شبیه سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی تعدادی از حوضه‌های آبخیز ایران را انجام ولی برای آبدهی با دوره برگشت پیشنهاد مشخصی ارائه نمودند. روابط منطقه‌ای آبدهی نیز در سطح کشور مورد بررسی قرار گرفته است (رضایی، ۱۳۸۷). (قرمزچشمه و همکاران، ۱۳۹۱). (پرهمت، ۱۳۹۱). (پرهمت و حیدری‌زاده، ۱۳۹۱). (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۳). هم‌چنین، (پرهمت، ۱۳۹۵) روابط آبدهی منطقه‌ای محتمل سالانه در واحدهای هیدرولوژیک حوضه‌های کرخه، دز و کارون را بررسی و نتیجه‌گیری نمود که دبی جریان در سطوح مختلف احتمال دارای ضریب همبستگی بالایی با ۱۰ عامل شامل مساحت، طول مستطیل معادل، شیب، ضریب گراویلیوس، بارندگی، طول آبراهه اصلی، شیب آبراهه اصلی، ارتفاع متوسط حوضه، تراکم زهکشی و محیط حوضه می‌باشد. هم‌چنین، رابطه دبی با چهار عامل اول مستقیم و با شش عامل بعدی معکوس می‌باشد.

با توجه به ضرورت برآورد آبدهی با استفاده از پارامترهای اقلیمی و فیزیکی قابل دسترس در حوضه‌های بدون آمار، در این مقاله سعی شده است تأثیر این عوامل بر آبدهی، در سطح حوزه‌های آبخیز کشور مورد بررسی قرار گیرد.

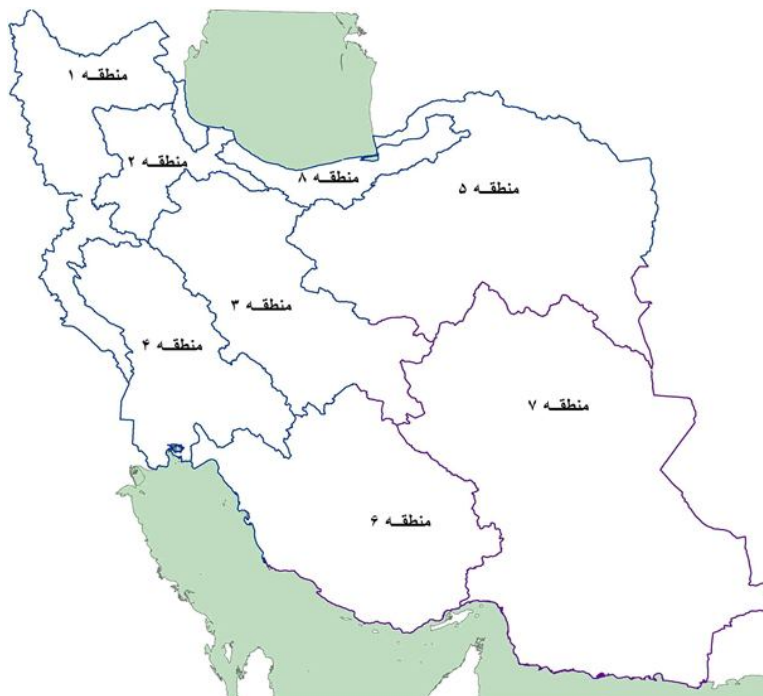
## روش کار

به منظور دستیابی به اهداف این تحقیق، ابتدا کشور بر اساس حوضه‌های اصلی به ۸ منطقه مطابق شکل (۱) تقسیم و سپس در هر منطقه طرح تحقیقاتی موضوعی برای دستیابی به روابط منطقه‌ای در برآورد آبدهی سالانه با دوره بازگشت‌های مختلف آن منطقه اجراء گردید. مناطق ۸ گانه در این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- منطقه ۱ شامل حوضه‌های آبخیز مرزی غرب، ارومیه و ارس
- ۲- منطقه ۲ شامل حوضه سفیدرود تا مقطع سد واقع در منطقه شمال غرب ایران
- ۳- منطقه ۳ واقع در مرکز ایران شامل حوضه‌های آبخیز قهرود قم، مزلقان (رازین)، زاینده رود، جاجرود و کرج
- ۴- منطقه ۴ شامل حوضه‌های کرخه، دز و کارون
- ۵- منطقه ۵ در برگیرنده حوضه‌های آبخیز قره‌قوم یا کشف‌رود- هریرود در منتهی الیه شمال شرقی ایران و هم‌چنین حوضه‌های اترک و کویر مرکزی
- ۶- منطقه ۶ نیز شامل حوضه‌های هنديجان-جراحی، شاپور- دالکی، مند-ششپیر، کل-مهران و بختگان
- ۷- منطقه ۷ بخش جنوب شرقی ایران واقع در محدوده حدفاصل مرز کشورهای پاکستان و افغانستان با مرز مناطق ۳، ۵ و ۶ در این تقسیم‌بندی

۸- منطقه ۸ شامل حوضه‌های آبخیز ناحیه خزری از جمله تالش، مرداب انزلی، لاهیجان- نور و هراز-نکا

برای بررسی داده‌های مورد نیاز ابتدا ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری مورد بررسی و سپس بر اساس آنها آمار آبدهی ایستگاه‌های هیدرومتری در سطح کشور جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفت. بر این اساس ایستگاه‌هایی که دارای آمار کافی از نظر کمی و کیفی در یک دوره مشترک بودند انتخاب و پیکر بندی تقسیمات حوضه‌های اصلی بر اساس آنها صورت گرفت. سپس برای ایستگاه‌های منتخب، پارامترهای هیدرولوژیکی و فیزیوگرافی مانند بارش متوسط سالانه، مساحت، محیط، ارتفاع متوسط، شیب متوسط، طول آبراهه اصلی، شیب متوسط آبراهه، تراکم زهکشی، ضریب گراویلیوس و آبدهی متوسط سالانه تعیین و یا برآورد شد. سپس با استفاده از مدل‌های آماری و برازش مدل مناسب، تحلیل احتمالاتی آبدهی متوسط سالانه انجام و دبی با دوره بازگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ ساله برآورد شد. در نهایت با بررسی روابط و ضرایب همبستگی دبی‌های محتمل با پارامترهای هیدرولوژیکی و فیزیوگرافی تأثیر مشترک و منفرد آنها در دقت برآورد دبی‌های محتمل در سطح هر منطقه تعیین شد. شایان ذکر است که برای اطمینان از روابط حاصل از تحلیل‌های منطقه‌ای، تعدادی از ایستگاه‌ها در هر منطقه در تعیین روابط استفاده نشده و سپس برای ارزیابی دقت روابط همبستگی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برای هر کدام از مناطق هشت‌گانه روش یاد شده به‌طور جداگانه و تفصیلی انجام و سپس نتایج تحلیل شده است.



شکل ۱- نمایش موقعیت مناطق هشت‌گانه کشور در نقشه ایران

## نتایج و بحث

پس از بررسی و تحلیل همگنی حوضه‌های هیدرولوژیکی منتهی به ایستگاه‌های هیدرومتری بر اساس آبدهی و ۱۰ عامل منتخب روسط و ضرایب همبستگی در هر کدام از مناطق همگن به تفکیک مناطق هشت‌گانه در سطح کشور انجام شد. همان‌طور که قبلاً یادآوری شد، پارامترهای مورد استفاده شامل مساحت، محیط، ارتفاع متوسط از سطح دریا، طول آبراهه اصلی، طول مستطیل معادل، شیب حوضه، شیب رودخانه اصلی، تراکم زهکشی، ضریب گراویلیوس و متوسط بارندگی سالانه در سطح حوضه می‌باشند.

در بین عوامل فوق، مساحت به عنوان یک عامل مهم فیزیوگرافی دارای مهمترین نقش در میزان دبی متوسط سالانه حوضه می‌باشد. کما اینکه بسیاری از تحقیقات گذشته نیز نشان دهنده این است که عامل مساحت حوضه به عنوان یک متغیر موثر مستقل، مهمترین نقش را در برآورد رواناب و سیلاب حوضه‌ها با دوره‌های بازگشت مختلف دارد. از طرفی در تشخیص و خوشه‌بندی حوضه‌های همگن و متشابه از نظر رفتار و عکس‌العمل هیدرولوژیکی علاوه بر عامل مساحت حوضه، متغیرهای طول آبراهه اصلی، شیب متوسط وزنی، ارتفاع متوسط و بارندگی متوسط سالانه حوضه از اهمیت خاصی برخوردارند. نقش این عوامل خصوصاً در دست‌یابی به روابط منطقه‌ای آبدهی با دقت و اعتبار مناسب کاملاً مشهود است.

گروه‌های همگن هیدرولوژیکی در منطقه یک نشان دهنده آن است که از بین عوامل مرفومتری در برخی زیرحوضه‌ها علاوه بر مساحت، عامل شیب و در برخی دیگر تراکم زهکشی و طول آبراهه اصلی در کنار عامل اقلیمی بارش نقش موثری در تولید آبدهی داشته‌اند. در این منطقه، آبدهی با دوره بازگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ ساله زیرحوضه‌های گروه‌های همگن یک و سه، دارای همبستگی با ضریبی در محدوده ۰/۷ تا ۰/۷۸ با عوامل فیزیوگرافی و بارش می‌باشند. این وضعیت برای گروه همگن ۲ به نحوی است که با دخالت ضریب گراویلیوس و شیب در کنار مساحت و بارش، ضریب همبستگی آبدهی با این عوامل با افزایش دوره بازگشت از ۲ سال به ۱۰۰ ساله، از ۰/۸۸ به ۰/۶۸ کاهش یافته است.

بررسی‌های انجام گرفته در منطقه ۲ نشان داد، گروه‌بندی حوضه‌ها با استفاده از روش‌های همگن‌بندی حوضه‌ها تغییرات معنی داری را

در برآورد آبدهی سالانه زیرحوضه‌ها ایجاد نمی‌نماید. بررسی عوامل تأثیرگذار در تشخیص زیرحوضه‌های همگن نشان داد که از بین عوامل مرفومتری عامل مساحت نقش کلیدی دارد. هرچند با تجزیه و تحلیل عاملی مشخص شد که ارتفاع متوسط حوضه نیز به‌عنوان یک متغیر مستقل از مساحت و وابسته به مقدار بارندگی سالانه می‌تواند یک عامل اثرگذار برای انتخاب زیرحوضه‌های همگن هیدرولوژیکی باشد. به نظر می‌رسد که بارندگی سالانه به‌دلیل داشتن دامنه کم تغییرات در حوضه‌های مختلف منطقه ۲ نسبت به تغییرات وسیع سطح حوضه نمی‌تواند به یک عامل مهم در تغییر دبی نسبت به مساحت خود را نشان دهد. همچنین سایر عوامل فیزیوگرافی نیز قادر به تأثیرگذاری در نحوه شکل‌گیری اعضاء هر خوشه همگن نبودند. نتیجه نهائی اینکه در منطقه ۲ خوشه‌بندی داده‌ها (ایستگاه‌های آب‌سنجی) نتیجه بخش نبوده و تنها بر اساس کل داده‌ها و متغیر مساحت، مدل ریاضی پیش‌بینی جریان سالانه با دقت قابل قبول مورد حصول است، و لذا مدل ریاضی مبتنی بر تنها عامل مساحت در کل منطقه ۲، قابل قبول و توصیه می‌شود.

بررسی دقت روابط منطقه‌ای آبدهی در منطقه ۳ براساس سه ایستگاه آب‌سنجی شاهد نشان داد که در حوضه آبخیز قم (ایستگاه قهرود) مقادیر خطای روابط از ۱/۲ درصد برای دوره بازگشت ۲ سال تا ۱۴/۴ درصد برای دوره بازگشت ۱۰۰ ساله تغییر می‌کند. این خطاها در حوضه آبخیز مرکزی (ایستگاه مزلقان) برای دوره بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله از ۵ درصد تا ۳۲/۸ درصد برآورد شده است. همچنین در حوضه آبخیز اصفهان (ایستگاه پل زمانخان زاینده رود) مقادیر خطای روابط منطقه‌ای آبدهی در دوره بازگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ سال از ۷/۶ درصد تا ۱۸ درصد بدست آمده است. نتیجه‌گیری کلی در این ارتباط گویای آنست که بطور کلی خطای روابط استخراجی با توجه به عوامل موثر دخیل در روابط بدست آمده رفته رفته با افزایش دوره بازگشت نیز افزایش یافته و به‌عبارتی از دقت روابط بدست آمده کاسته شده است، هر چند که تا دوره برگشت ۱۰۰ ساله این روابط در سطح معنی داری ۵ درصد به لحاظ آماری معتبر هستند.

در منطقه ۴ بررسی نوع متغیرهای مؤثر در آبدهی با دوره بازگشت مختلف نشان داد که در مواردی دبی با عوامل مرفومتری از جمله مساحت و شیب حوضه دارای رابطه مستقیم بوده ولی با برخی عوامل از جمله بارندگی رابطه معکوس از خود نشان داده است. هر چند در آن دسته از متغیرها که رابطه مستقیم نشان داده‌اند از جمله مساحت که هر چه بیشتر باشد آبدهی حوضه بنحوی افزایش می‌یابد و یا شیب حوضه که ضریب آبدوی را بیشتر نموده و تلفات را کاهش می‌دهد، لذا تأثیر مستقیم بر دبی متصور است. اما از میان دسته پارامترهایی که در گروه اول بر دبی تأثیر معکوس نشان داده‌اند، مهمترین آنها بارندگی می‌باشد که هرچه بارندگی افزایش یابد انتظار افزایش دبی به نسبت آن نیز می‌باشد، ولی در کلیه روابط چند متغیره گروه اول بارندگی تأثیر معکوس بر دبی نشان داده است. این موضوع در منطقه ۲ نیز روی داده است، و همانطور که ذکر شد، به نظر می‌رسد که بارندگی سالانه به‌دلیل داشتن دامنه کم تغییرات در حوضه‌های مختلف منطقه ۴ نیز همانند منطقه ۲ نسبت به تغییرات وسیع مساحت حوضه نمی‌تواند به یک عامل مهم در تغییر دبی نسبت به مساحت خود را نشان دهد. چنین نتیجه‌ای با نتایج برخی تحقیقات از جمله (Gerald و همکاران، ۲۰۰۲) و نیز (اسلامی و ثقفیان، ۱۳۸۷) مشابهت دارد. کما اینکه اثر متقابل دو عامل بارندگی و مساحت بطور همزمان در ایجاد آبدهی در این منطقه نشان داد که در روابط نوع اول، دبی با مساحت رابطه‌ی مستقیم ولی با بارندگی رابطه معکوس داشته و نیز در روابط نوع دوم قضیه برعکس است. نکته‌ی دیگر در بررسی‌های مربوط به استخراج روابط منطقه‌ای آبدهی همچنین نشان داد که رابطه تک متغیره همبستگی دبی با مساحت در دوره بازگشت‌های مختلف با ضریب همبستگی بین ۰/۷۹ تا ۰/۸۵ به لحاظ آماری از اعتبار خوبی برخوردار هستند که خود گویای نقش بسیار بالای عامل مساحت در تخمین جریان رودخانه‌ها می‌باشد. اما نحوه همبستگی در این خصوص به نحوی است که با افزایش دوره بازگشت ضریب همبستگی کاهش یافته، که بیانگر لزوم توجه به سایر عوامل در ایجاد جریان به ویژه در دوره بازگشت‌های بالاتر است. نکته قابل ذکر دیگر این است که عمق متوسط سالانه دبی در سطح حوضه با بارندگی رابطه مستقیم و معنی‌داری را نشان می‌دهد. بر این اساس تحلیل عمق متوسط سالانه دبی در سطح حوضه در رابطه همبستگی دو متغیره با مساحت و بارندگی همبستگی بالایی را نشان داد که با مقایسه با رفتار دبی در مقابل بارندگی نشان می‌دهد که در این‌گونه مناطق می‌توان از عمق متوسط سالانه دبی در سطح حوضه بجای دبی استفاده نمود.

تحلیل همبستگی حوضه‌های منطقه ۵ یعنی حوضه قره‌قوم، در خوشه یک نشان داد که علاوه بر روابط رگرسیونی چند متغیره، رابطه آبدهی تک عاملی با مساحت نیز در حد قابل قبول یعنی سطح همبستگی ۹۵٪ برقرار است. بررسی روابط آبدهی اترک و نیز منطقه یک همگن حوضه کویر نشان داد که روابط متأثر از عوامل فیزیوگرافی شامل مساحت حوضه، طول آبراهه اصلی و درصد شیب آبراهه

اصلی و عامل اقلیمی بارندگی در سطح ۹۹٪ معنی دار هستند. اما روابط منطقه‌ای در گروه همگن دو درحوزه کویر با دخالت عوامل یاد شده، در سطح معنی دار ۹۵٪ بدست آمد. در ناحیه یک همگن حوضه قره قوم ضریب همبستگی روابط آبدی نسبت به مساحت زیر حوضه ها از دوره بازگشت ۲ ساله تا ۲۰۰ ساله بین ۰/۸ تا ۰/۵۴ تغییر کرد. این مقادیر در ناحیه همگن دو حوضه قره قوم از ۰/۷۹ تا ۰/۶۷ تغییر را نشان می‌دهد. این بدان معنی است که دقت روابط با افزایش دوره بازگشت رفته رفته کاهش می‌یابد. در حوضه‌های آبخیز منطقه ۶ کشور، بر اساس ویژگی‌های فیزیوگرافی و اقلیمی، سه گروه همگن هیدرولوژیکی تشخیص داده شد. نتایج آزمون تحلیل عاملی نشان داد که از میان عوامل متعدد فیزیوگرافی، سه عامل مساحت، طول آبراهه اصلی و عامل اقلیمی بارندگی حوضه در هر سه گروه بعنوان عوامل مستقل و تأثیرگذارتر می‌باشند. در روابط منطقه‌ای دبی با مساحت، بارندگی و طول مستطیل معادل در گروه ۱، بارندگی، مساحت، و ضریب گراویلیوس در گروه ۲ و بارندگی، مساحت، طول آبراهه اصلی و تراکم زهکشی در گروه ۳ دارای رابطه‌ی مستقیم بوده ولی با سایر عوامل مؤثر همبستگی منفی وجود داشت. علاوه بر این در این منطقه، نتایج تحلیل همبستگی چند متغیره با استفاده از همه عوامل فوق برای دو حوضه که در تحلیل همبستگی مشارکت داده نشده بودند، نشان داد که داده‌های مشاهده‌ای و محاسباتی دارای ضریب همبستگی به ترتیب معادل ۰/۹۹۲ و ۰/۹۵۷ و ۰/۹۹۸ برای گروه‌های سه گانه و هر کدام با ۷ زوج داده می‌باشند. این ضریب بالا بیانگر این می‌باشد که روابط بدست آمده از کارایی بالایی در تخمین دبی متوسط سالانه در دوره بازگشت‌های مختلف برخوردار بوده و بیانگر مثبت همگن‌بندی هیدرولوژیکی زیر حوضه‌ها در بهبود روابط منطقه‌ای می‌باشد. نکته قابل ذکر دیگر این است که عمق متوسط سالانه دبی در سطح حوضه با بارندگی رابطه مستقیم و معنی‌داری را نشان می‌دهد. بر این اساس تحلیل عمق متوسط سالانه دبی در سطح حوضه در رابطه همبستگی دو متغیره با مساحت و بارندگی همبستگی بالایی را نشان داد که با مقایسه با رفتار دبی در مقابل بارندگی نشان می‌دهد که در این گونه مناطق می‌توان از عمق متوسط سالانه دبی در سطح حوضه بجای دبی استفاده نمود.

در منطقه ۷، روابط چند متغیره آبدی بر اساس پارامترهای فیزیوگرافی و بارندگی در قالب دو دسته زیرحوضه‌های همگن نشان داد که در گروه اول مساحت حوضه، بارندگی و طول آبراهه اصلی بیشترین تأثیر را در تولید آبدی حوضه‌ها دارند. در زیرحوضه‌های همگن گروه دوم که بارش در جنوب و نقاط پست منطقه کمتر است آبدی رودخانه‌ها اهمیت خود را نسبت به سطح و شیب حوضه نمایان می‌کند. سنجش دقت روابط برآوردی از طریق معیار RMSE با استفاده از دو ایستگاه آسنجی شاهد راپیچ - کاریانی در گروه ۱ و میناب - بارانتین در گروه ۲ نشان داد که روابط استخراجی از دقت بسیار خوبی برخوردارند.

بررسی روابط آبدی منطقه ۸ (ناحیه خزری) نشان داد که علاوه بر عوامل فیزیوگرافی نظیر مساحت و پارامتر اقلیمی بارش که عموماً در قریب به اتفاق حوضه‌های کشور نقش کلیدی داشته‌اند، در این منطقه دخالت عامل پوشش جنگلی در ایجاد آبدی امری انکارناپذیر است. بطوریکه با جداسازی زیرحوضه‌های جنگلی و لحاظ کردن فاکتور درصد مساحت پوشش جنگلی در کنار سایر فاکتورها، ارتباط عوامل مذکور با عامل آبدی در سطح معنی داری (۱ درصد) و با ضریب همبستگی حدود ۰/۸۵ برای دوره بازگشت‌های مختلف برقرار گردید.

### نتیجه‌گیری

با استفاده از پارامترهای هیدرولوژیکی و فیزیوگرافی مانند بارش متوسط سالانه، مساحت و شیب حوضه، روابط منطقه‌ای آبدی محتمل با دوره بازگشت‌های مختلف برای مناطق همگن استخراج و ارزیابی شد. پس از ارزیابی روابط بدست آمده اقدام به استخراج روابط جامع‌تر همراه با ایستگاه‌های شاهد گردید. نتایج نشان داد که در تمامی مناطق ۸ گانه کشور از بین عوامل متعدد فیزیوگرافی عامل مساحت و نیز عامل اقلیمی بارندگی سالیانه، مهمترین نقش را در تعیین آبدی نسبت به سایر عوامل موثر دارا می‌باشند. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که عمق متوسط دبی سالانه در سطح حوضه در تحلیل منطقه‌ای با متغیر بارندگی و مساحت نسبت به دبی از همبستگی بیشتری برخوردار می‌باشد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از طرح تحقیقاتی بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدی سالانه با دوره بازگشتهای مختلف در ۸ منطقه کشور با کد مصوب ۸۵۰۰۸-۰۰۰۰-۰۲-۰۴۰۰۰۰-۱۰۰-۴ در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری می‌باشد. مطمئناً بدون حمایت مالی و پشتیبانی این پژوهشکده تحقیق یاد شده میسر نمی‌شد. بدینوسیله از مدیران و کارکنان آن کمال سپاسگزاری و قدردانی به عمل می‌آید.

## منابع

- پرهت، جهانگیر، اسلامی، علیرضا، قمرچشمه، باقر، ۱۳۹۲، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدی سالانه با دوره بازگشتهای مختلف در هشت منطقه کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، شماره فروست ۴۴۳۷۰: صص ۱۱۹.
- پرهت، جهانگیر، ۱۳۹۱، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدی سالانه با دوره بازگشتهای مختلف در هشت منطقه کشور، طرح موضوعی منطقه شش کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، شماره فروست ۴۰۹۸۳/۵۹.
- پرهت، جهانگیر، حیدری‌زاده، مجید، ۱۳۹۱، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدی سالانه با دوره بازگشتهای مختلف در هشت منطقه کشور- طرح موضوعی منطقه شش کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، شماره فروست ۴۰۹۸۳/۵۰.
- علیرضا اسلامی، جهانگیر پرهت و نادرقلی ابراهیمی، ۱۳۹۳، تحلیل روابط منطقه‌ای آبدی رودخانه‌های حوضه مرکزی ایران، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۶، شماره ۱.
- پرهت، جهانگیر، ۱۳۹۵، بررسی روابط منطقه‌ای آبدی محتمل سالانه در واحدهای هیدرولوژیک، مطالعه موردی: حوضه‌های کرخه، دز و کارون، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، دوره ۸، شماره ۳، صفحه ۳۳۹-۳۴۹.
- اسلامی، علیرضا، ثقفیان، بهرام، (۱۳۸۷)، نقش عوامل مورفومتری و اقلیمی حوضه در تولید جریان‌های سیلابی (مطالعه موردی حوضه‌های آبخیز ناحیه غربی خزر)، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۸، صفحات ۱۵۷-۱۴۹.
- امین، سیف‌اله، غفوری‌روزبهنی، عبدالمجید، ۱۳۸۱، شبیه‌سازی رواناب سطحی و تبخیر و تعرق حوضه آبخیز معرف رود زرد با مدل استانفورد-۴، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره سوم، صص: ۱۲-۱.
- بوانی، مساح، مرید، سعید، ۱۳۸۴، اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده رود اصفهان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال نهم، شماره چهارم، صص: ۲۷-۱۷.
- پرهت، جهانگیر، (۱۳۸۹)، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدی سالانه با دوره بازگشتهای مختلف در منطقه چهار کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- پرهت، جهانگیر، حیدری‌زاده، مجید، (۱۳۹۰)، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدی سالانه با دوره بازگشتهای مختلف در ۸ منطقه کشور- پروژه منطقه ۶ کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- خدمتی، حامد، ۱۳۸۸، بررسی و تحلیل سیلابهای جنوب شرق کشور با روش همگن‌بندی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران.
- خدمتی، حامد، منشوری، محمد، حیدری‌زاده، مجید، صدقی، حسین، ۱۳۸۹، منطقه بندی و برآورد دبی سیلابی در حوضه‌های فاقد آمار جنوب شرق ایرانبا ترکیب روش شاخص سیلاب و رگرسیون چند متغیره، مجله آب و خاک، دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۲۴، شماره ۳، صص ۵۹۳-۶۰۹.
- سمیعی، مسعود، مهدوی، محمد، ثقفیان، بهرام، محسنی ساروی، محسن، ۱۳۸۴، آنالیز منطقه‌ای جریانهای کم در حوضه‌های آبخیز استان تهران، مجله پژوهش و سازندگی، جلد ۵۸، شماره ۱، صص: ۶۳-۵۱.
- شریفی، فرود، صفاپور، شبنم، ایوب‌زاده، سیدعلی، ۱۳۸۳، ارزیابی مدل رایانه‌ای AWBM۲۰۰۰ در شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی تعدادی از حوضه‌های آبخیز ایران، مجله پژوهش و سازندگی، جلد ۱۷، شماره ۲، صص: ۴۲-۳۵.
- قمرچشمه، باقر، ۱۳۹۱، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدی سالانه با دوره بازگشتهای مختلف در منطقه ۱ کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- رضایی، علی، ۱۳۸۷، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدی سالانه با دوره بازگشتهای مختلف در زیرحوضه‌های آبخیز سد سفیدرود (منطقه ۲ کشور)، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

- ضیائی، حجت‌اله. ۱۳۸۰. اصول مهندسی آبخیزداری، دانشگاه امام رضا، ۵۴۲ ص
- علیزاده، امین. ۱۳۷۴. اصول هیدرولوژی کاربردی، دانشگاه امام رضا، ۶۲۴ ص
- عباسی، علی اکبر، جهانگیر پرهمت (۱۳۸۸)، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدهی سالانه با دوره بازگشت‌های مختلف در ۸ منطقه کشور- زیر طرح استان خراسان و نواحی اطراف (منطقه ۵)، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- غیائی، نجفقلی، پرهمت، جهانگیر، تلوری، عبدالرسول، (۱۳۹۰)، بررسی روابط منطقه‌ای آبدهی سالانه با دوره برگشت‌های مختلف (ناحیه خزر- منطقه ۸)، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- مهدوی، محمد، ۱۳۸۴، هیدرولوژی کاربردی، دانشگاه تهران، جلد اول،
- مهدوی، محمد، آذرخشی، مریم، ۱۳۸۳، تعیین مدل بیلان آبی مناسب ماهانه در حوضه‌های آبخیز کوچک کشور (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی و شمال خراسان)، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، شماره ۳، ص: ۴۲۶-۴۱۵.
- مهدیان، محمدحسین، حیدری‌زاده، مجید، غیائی، نجفقلی، (۱۳۹۰)، بررسی روابط منطقه‌ای برآورد آبدهی سالانه با دوره بازگشت‌های مختلف در استان‌های اصفهان، مرکزی، قم، تهران، همدان و قزوین (منطقه ۳)، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۶، طرح سیمای حوضه‌های آبخیز کشور، نقشه کاربری اراضی.

- Burn, D.H., M. Sharif and K. Zhang (2010). "Detection of trends in hydrological extremes for Canadian watersheds", Hydrological Processes, DOI: 10.1002/hyp.7625.
- Cunderlik, J.M. and D.H. Burn. 2002. Analysis of the linkage between rain and flood regime and its application to regional flood frequency estimation, Journal of Hydrology, 261 (1-4), 115-131,
- Dsa, G.H. 2000. Hydrology and soil conservation engineering, Printed Hall of India, New Delhi, 490 p.
- Ghanbarpour M. Reza, S. Gholami, E. Ahmadi and M. Teimouri, 2003, Regional Study of Groundwater Contribution to Stream Flo: A Case Study in Karun Basin in Iran, [http://old.cgs.gov.cn/zt\\_more/34/zhaiyao/html/02/227.htm](http://old.cgs.gov.cn/zt_more/34/zhaiyao/html/02/227.htm)
- Gray, D.M. 1970. Handbook on principle of hydrology, Secreteriat, Canada.
- Justin, J.D. 1914. Derivation of runoff from rainfall data, Trans. Amer. Soc. Civ. Engrs., No.77, pp. 346-384.
- Gerald, C. N., Tooth, S. and Knighton, D., 2002; A global perspective on dry land rivers: Perceptions, misconceptions and distinctions, dry land rivers: Hydrology and Geomorphology of Semi-Arid Channels, John Wiley & Sons Inc, United Kingdom, p.17-54.
- Kimkh, 2010, Assesment of the effects of the discordants sites on regional flood frequency analysis, Betul Saf. Pamukkale University, Civil Engineering Depatment, Hydraulic and Water Devision, Turkey.
- Subramanaya, K. 2000. Engineering hydrology, McGraw- Hill, New Delhi, 394 p.
- Mosely, M. P. (1981). Delineation of New Zeland hydrological regions. J. of Hydrology 49: P 173-192,
- Sankarasubramanian A. and K Srinivasan. 1999. Investigation and comparison of sampling properties of L-moments and conventional moments, Journal of Hydrology, NO. 218, 13-34.
- Wiltshires, S. E. (1986) Identification of homogeneous regions for flood frequency analysis J. of hydrology 84: 287-302.