تعیین مدل مناسب تخمین دبی‌های میانگین و حداکثر روزانه با استفاده از خصوصیات فیزیوگرافیک برای حوضه آبخیز اترک

داورخلیلی و ابوالقاسم یوسفی *

چکیده

کاربرد روش تحلیل منطقه‌ای، در برآورد دبی جریان به شکل تابعی از خصوصیات آماری حوضه آبخیز در طراحی سازه‌های آبی و یا مدیریت منابع آب، همواره از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. بدین منظور، در این تحقیق مناسب‌ترین مدل تخمین دبی‌های میانگین و حداکثر روزانه با استفاده از پارامترهای فیزیوگرافیک، برای حوضه آبخیز اترک بررسی و ارائه گردیده است. این پارامترها شامل مساحت حوضه، طول آبراهه اصلی، ارتفاع میانگین حوضه، شیب حوضه و شیب آبراهه اصلی می‌باشند. پس از بررسی همبستگی بین پارامترها و تأثیر آنها در تولید دبی حداکثر روزانه، سه مدل تخمین دبی حداکثر روزانه به صورت توابعی از پارامترهای فیزیوگرافیک انتخاب گردید. مدل شماره ۱ دبی حداکثر روزانه را به صورت تابعی از مساحت حوضه و مدل شماره ۲ به صورت تابعی از مساحت حوضه و ارتفاع حوضه و مدل شماره ۳ به صورت تابعی از مساحت حوضه، شیب متوسط آبراهه اصلی مشخص نمود. آزمونهای انجام گرفته بیانگر قابلیت خوب هر سه مدل در تخمین دبی حداکثر روزانه بود. البته این نتیجه‌گیری فقط بیانگر آن است که هر سه مدل در محدوده قابل قبولی از عهده آزمونهای آماری برمی‌آیند. این خود می‌تواند سبب ایجاد خطا در برآورد دبی جریانهای میانگین و حداکثر روزانه باشد. به منظور حداقل کردن خطای محاسباتی، در یک آزمون دیگر هر سه مدل مجدداً مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب بهترین مدل، براساس مقایسه دبی میانگین روزانه حاصله از مدل‌ها با دبی میانگین روزانه مشاهده شده صورت گرفت. در نتیجه مدل شماره ۱ انتخاب گردید. توصیه‌های لازم جهت به کارگیری این مدل در حوضه‌های مشابه فاقد آمار انجام گردید. دستاورد اصلی این تحقیق در به کارگیری روش تحلیل منطقه‌ای آن بوده که صرفاً به نتایج خوب آزمون آماری در تناسب همبستگی داده‌ها بسنده نکرده است. انتخاب نهایی مدل منوط به قابلیت آن در تخمین آمار مشاهده‌ای است.

واژه‌های کلیدی – *مدل سازی ، تخمین دبی‌های میانگین و حداکثر روزانه، حوضه آبخیز اترک ، خصوصیات فیزیوگرافیک*

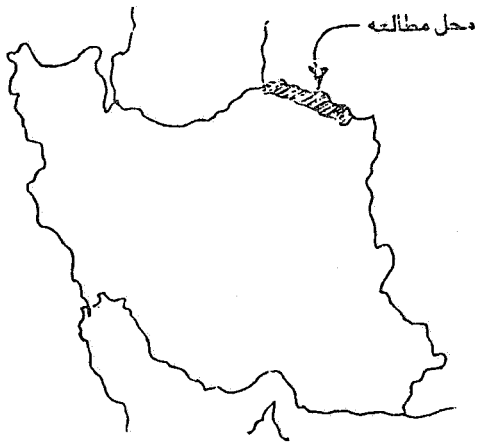
مقدمه

طراحی سازه‌های آبی و برنامه ریزی منابع آب در حوضه‌های آبخیز مستلزم برآورد مناسبی از دبی جریان می‌باشد. با توجه به عدم وجود آمار مناسب در بسیاری از نقاط دنیا، یکی از روشهای متداول تخمین مدل دبی جریان، روش تحلیل منطقه‌ای می‌باشد. در این روش که در واقع یک مدل همبستگی می‌باشد، دبی جریان به صورت متغیر وابسته و آن گروه از پارامترهای حوضه که دارای آمار بوده و متناسب با دبی جریان می‌باشند، به صورت متغیرهای مستقل بیان می‌گردد.

* به ترتیب استادیار بخش آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز و کارشناس ارشد اداره خدمات مهندسی آب و خاک استان سیستان و بلوچستان، زاهدان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]



شکل ۱- محل تقریبی حوضه آبخیز اترک

معمولاً این گونه مدل‌ها برای حوضه‌های دارای آمار تهیه شده و سپس در تخمین دبی جریان برای حوضه‌های مشابه فاقد آمار به کار برده می‌شوند.

در این گونه تحقیقات دبی حداکثر لحظه‌ای، دبی حداکثر روزانه و یا دبی میانگین روزانه، به عنوان تابعی از خصوصیات فیزیوگرافیک حوضه و یا عوامل اقلیمی در نظر گرفته می‌شود(۷).

دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و حداکثر روزانه، کاربردهای خاصی در طراحی سدها و کانال‌ها و سازه‌های کنترل سیلاب دارد. در حالی که برآورد مناسب دبی میانگین روزانه، در برنامه‌ریزی منابع آبی و توزیع آب از اهمیت خاصی برخوردار است. از جمله کارهای صورت گرفته در ایران به منظور بررسی دبی حداکثر روزانه، می‌توان تحقیقات داوری و ولی خوجینی (۱) ، عرب خدری (۲) و موسوی و سپاسخواه (۵) را نام برد. این تحقیقات نتایج مطلوبی را به ترتیب برای حوضه‌های آبخیز رودخانه کارون، مناطق البرز جنوبی و فارس در برداشته است. تحقیقات گسترده‌ای در نقاط مختلف دنیا به منظور تخمین دبی حداکثر لحظه‌ای صورت گرفته است. از جمله می‌توان از کارهای کریگر و جاستین (۸) ، روسکی (۱۱) و کارهای موسیرونیتا و انگلیس که در موتریها (۱۰) گزارش شده و همچنین از کارهای والترز و همکاران (۱۲) و گری (۹) نام برد. تحقیقات ذکر شده در فوق تنها قسمتی از کارهای گسترده در زمینه تخمین دبی‌های جریان می‌باشد که براساس آمار منطقه‌ای با شرایط اقلیمی و آب و هوایی خاص تهیه گردیده است. بعضی از این روشها مانند روش کریگر و جاستین (۸) ، در بسیاری از نقاط دنیا به منظور تخمین پتانسیل آبدهی حوضه به کار رفته است. در چنین مواردی پارامتر منطقه‌ای مدل نیز واسنجی شده است. در ایران نیز این روش به منظور آبدهی حوضه، در طراحی سدها در بسیاری از مناطق به کار رفته است (۶). البته همان طور که بیان گردید این روش در تخمین پتانسیل آبدهی حوضه به کار می‌رود.

نکته قابل توجه این است که در صورتی که آمار مناسب برای ارائه مدل دبی جریان وجود داشته باشد بهتر است از آن در تهیه مدل استفاده گردد. لذا نظر به این که عملاً هیچ گونه تحقیقات قبلی بر روی حوضه آبخیز اترک صورت نگرفته بود، زمینه را برای معرفی مدل‌های مناسب این منطقه از کشور فراهم آورد.

هدف از این تحقیق ارائه مناسب‌ترین مدل دبی‌های میانگین روزانه و حداکثر روزانه براساس خصوصیات فیزیوگرافیک انتخاب شده برای حوضه آبریز اترک می‌باشد، تا بتوان از آن برای حوضه‌های مشابه فاقد آمار استفاده نمود.

مواد و روشها

حوضه آبخیز اترک یکی از زیر حوضه‌های دریای خزر می‌باشد، این حوضه در شمال شرقی ایران واقع شده که قسمت عمده آن در شمال استان خراسان و قسمتی از آن در کشور ترکمنستان قرار دارد. خروجی حوضه در استان مازندران است. در این تحقیق به علت عدم دسترسی به آمار مربوط به کشور ترکمنستان، بررسی وضعیت قسمت شمالی حوضه امکان پذیر نبود، هر چند این موضوع هیچ گونه مشکلی را در انجام تحقیقات به وجود نیاورد چون جریانهای مربوط به قسمت شمالی در پایین دست حوضه به آبراهه اصلی می‌پیوندد، که عملاً به صورت یک زیر حوضه مستقل عمل می‌کند. مساحت کل در نظر گرفته شده در این تحقیق بالغ بر ۱۸۸۳۸/۵ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۱).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]

آبراهه اصلی از شهر قوچان شروع شده، پس از عبور از شهرهای فاروج، شیروان، بجنورد و آشخانه به استان مازندران وارد می‌شود و از مراوه تپه گذشته و به هوتن سرازیر می‌گردد، که در واقع قسمت پایین دست حوضه را مشخص می‌کند (شکل ۲). حوضه آبریز اترک بین رشته کوههای کپه داغ در شمال و آلاداغ و شاه‌جهان در جنوب واقع شده است. با توجه به این که حوضه از یک سو در مجاورت دریای خزر و از سوی دیگر در مجاورت کویر قره قوم قرار گرفته، سبب ایجاد تنوع آب و هوایی برای آن حوضه گردیده است. جبهه‌های مدیترانه‌ای که از غرب وارد می‌شوند قسمت عمده بارندگی را در سطح حوضه تولید می‌کنند، در حالی که جبهه‌هایی که از سیبری به منطقه می‌آیند سبب ریزش برفهای منطقه می‌باشند. میانگین بارندگی سالانه در سطح حوضه ۳۰۰ میلیمتر است که کمترین مقدار آن در ناحیه خروجی حوضه و حداکثر آن در جنگل گلستان می‌باشد. میانگین درجه حرارت سالانه منطقه ۱۲/۵ درجه سانتیگراد است که بین ۵ و ۱۷/۵ درجه سانتیگراد متغیر است. طبقه بندی اقلیمی، منطقه را به صورت خشک و نیمه خشک معرفی می‌کند، به استثناء قسمتهای محدودی که دارای آب و هوای مدیترانه‌ای و یا نیمه مرطوب می‌باشد (۴).

از نظر وضعیت پوشش گیاهی، حوضه شرایط خوبی ندارد. در اغلب تیپ ها، درصد پوشش گیاهی به ترتیب از بیشترین به کمترین مقدار متعلق به گراس ها، بوته‌ها، علفها و درخت و درختچه‌هاست. از مجموع ۲۸ تیپ گیاهی شناخته شده در سطح حوضه تنها ۴ تیپ وضعیت خوب، ۸ تیپ متوسط و ۱۶ تیپ دارای وضعیت فقیر می‌باشد. گرایش مرتع نیز منفی بوده و هیچ یک از مراتع دارای روند مثبت نمی‌باشند (۴).

در حوضه آبخیز اترک مناطق جنگلی نیز به چشم می‌خورد که عموماً مربوط به ارتفاعات جنگل گلستان می‌باشد. جامعه بلوط در مرز جنوب غربی حوضه اترک و ارتفاعات آلاداغ مشاهده می‌شود که مقاومت زیادی نسبت به سرما از خود نشان می‌دهد. به دلیل کمبود سوخت در منطقه، تعداد زیادی از درختهای ارس حوضه قطع شده و به مصرف سوخت رسیده است(۴).

همچنین در حوضه آبخیز اترک چند منطقه محافظت شده نیز وجود دارد، که می‌توان به منطقه گلول و سرانی در مرز شمال حوضه با وسعت ۱۷۰۰۰ هکتار، که می‌توان به منطقه قرخود در حاشیه جاده بجنورد-آزادشهر به وسعت ۲۸۰۰۰ هکتار و پارک ملی گلستان در مرز مشترک استانهای خراسان، مازندارن و سمنان با وسعت ۱۵۰۰۰ هکتار در بخش جنوب غربی اشاره نمود (۴).

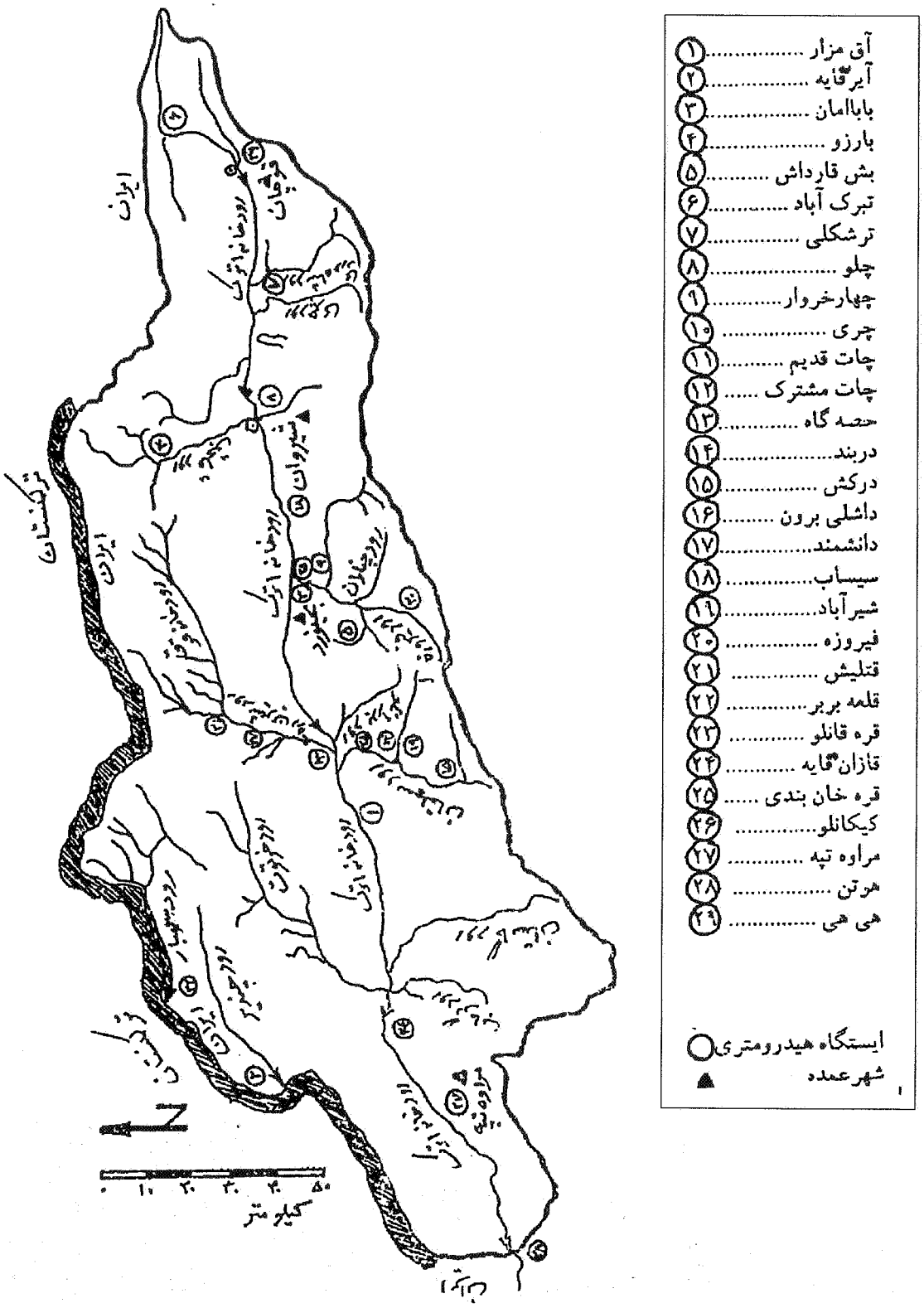
در حوضه اترک فرسایشهای مختلف دیده می‌شود که شامل انواع فرسایشهای سطحی، متمرکز، و حرکتهای توده‌ای (لغزشی) است. این فرسایشها در اثر عوامل گوناگون به وجود آمده است، که بخشی مربوط به نوع تشکیلات زمین شناسی، لیتولوژی و توپوگرافی بوده و بخش دیگر مربوط به نحوه بهره‌برداری از حوضه می‌باشد. فرسایش ویژه حوضه بین ۵۳۰ تا ۲۳۰۰ تن بر کیلومتر مربع در سال برآورد شده است (۴).

روش تحقیق این مطالعه بر مبنای تحلیل منطقه‌ای می‌باشد. در این روش مدل تخمین دبی موردنظر تابعی از متغیرهای فیزیوگرافیک حوضه است که بدین منظور از همبستگی یک متغیره یا چند متغیره استفاده می‌شود. انتخاب متغیرهای فیزیوگرافیک و نهایتاً انتخاب مدل‌های مناسب مستلزم بررسی و تحلیل آمار موجود است که به اختصار توضیح داده می‌شود.

به منظور ارائه مناسب‌ترین مدل‌های تخمین دبی حداکثر روزانه، ابتدا آمار موجود ایستگاههای هیدرومتری حوضه بررسی شد. اطلاعات مورد نیاز توسط سازمان آب منطقه‌ای استانهای خراسان و مازندارن تأمین گردید. آمار موجود مربوط به ۱۷ ایستگاه هیدرومتری با دوره آماری بین ۶ تا ۲۶ سال بود که پس از انجام آزمونهای لازم، جمعاً ۱۱ ایستگاه با ۲۲ سال آمار برای ادامه کار انتخاب گردید. سپس با به کارگیری توزیعهای متداول در هیدرولوژی، توزیعهای مناسب تعیین و دبی‌های مناسب تعیین و دبی‌های با دوره‌های برگشت مورد نظر مشخص گردید.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]



شکل ۲- موقعیت حوضه آبخیز اترک

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]

پارامترهای فیزیوگرافیک که مورد بررسی قرار گرفت شامل مساحت حوضه بالا دست ایستگاه هیدرومتری (A) ، ارتفاع میانگین حوضه (H_{avg})، شیب متوسط آبراهه اصلی (S_{r1} , S_{r2} ، که ۱ و ۲ مربوط به دو روش مختلف می‌باشد)، شیب متوسط حوضه (S_{w1} , S_{w2}) و طول آبراهه اصلی (L_r) می‌باشد. مقادیراین پارامترها در زیر حوضه‌های مختلف در جدول ۱ آورده شده است.

اطلاعات مورد نیاز مستقیماً از نقشه‌های توپوگرافی موجود با مقیاسهای ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ استخراج گردید.

برای محاسبه شیب متوسط حوضه از روشهای زیر استفاده شد (۳):

$$S_{w1} = (H.L)/A \qquad [1]$$

که :

S_{w1} : شیب متوسط حوضه (اعشار)

H : فاصله ارتفاعی خطوط تراز (کیلومتر)

L : مجموع طول خطوط تراز داخل حوضه (کیلومتر)

A : مساحت حوضه بالا دست ایستگاه هیدرومتری (کیلومترمربع)

در روش دوم :

$$S_{w2} = (H_{max} - H_{min})/(A)^{0.5} \qquad [2]$$

که:

S_{w2} : شیب متوسط حوضه (اعشار)

H_{max} : حداکثر ارتفاع حوضه (کیلومتر)

H_{min} : حداقل ارتفاع حوضه (کیلومتر)

برای محاسبه شیب آبراهه اصلی ابتدا شیب ناخالص (S_{r1}) که شیب خط فرضی بین ابتدا و انتهای آبراهه می‌باشد، محاسبه و شیب خالص (S_{r2}) ، به عنوان روش دوم، با محاسبه شیب خط فرضی مسیر آبراهه بین ۱۰ درصد و ۸۵ درصد طول مسیر محاسبه گردید (۳).

در مرحله بعد با استفاده از نرم افزارهای SLIDE , STATGRAF همبستگی یک متغیره بین پارامترهای فیزیوگرافیک بررسی گردید که نتایج همبستگی در جدول ۲ آورده شده است. برای جزئیات محاسبات به پایان نامهٔ یوسفی (۷) مراجعه شود.

نتایج و بحث

در انتخاب مناسب پارامترهای گرافیک، مساحت حوضه بالادست ایستگاه هیدرومتری به عنوان عمده‌ترین پارامتر در تخمین دبی حداکثر روزانه در نظر گرفته شد. با توجه به این که سایر پارامترها براساس نتایج جدول ۲ همبستگی خوبی را با مساحت نشان دادند در ابتدا همگی آنها مورد بررسی قرار گرفتند، که این کار با ایجاد مدل‌های همبستگی صورت گرفت. اولین مدل، مساحت حوضه را به عنوان تنها متغیر مستقل در نظر می‌گیرد که دبی حداکثر جریان تابعی از آن می‌باشد. مدل‌های بعدی به صورت ترکیبی از مساحت حوضه و یکی دیگر از پارامترهای فیزیوگرافیک در نظر گرفته شد. بدین منظور از همبستگی چند متغیره استفاده گردید. با توجه به این‌که سه مدل نهایتاً نتایج مطلوبی را در برداشتند، به منظور بررسی نهایی و تعیین مدل مناسب انتخاب گردیدند. لازم به تذکر است که بررسیهای مختلف نشان داد شکل نمائی معادلات بهترین ترکیب همبستگی را دارا است. (۷).

مدل شماره ۱ رابطه را به شکل زیر، بین دبی حداکثر روزانه و مساحت حوضه ارائه داد که برای مساحتهای بزرگتر از ۶۰ کیلومتر مربع مناسب می‌باشد:

$$Q_d = a + bA^c \qquad [3]$$

که:

Q_d : دبی حداکثر روزانه (مترمکعب در ثانیه)

A : مساحت حوضه بالادست ایستگاه هیدرومتری (کیلومتر مربع)

a,b,c : ضرائب ثابت برای دوره‌های برگشت ۲ الی ۱۰۰ ساله (جدول ۳).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]

جدول ۱- خصوصیات فیزیوگرافیک زیر حوضه‌ها

ردیف	حوضه آبخیز	A (Km^2)	H_{max} (m)	H_{min} (m)	H_{Avg} (m)	Sw۱ (%)	Sw۲ (%)	Lr (Km)	Sr۱ (%)	Sr۲ (%)
۱	تبرک آباد	۵۵۹/۹	۲۸۰۰	۱۶۷۰	۱۸۹۶	۱۳/۵۲	۵/۶۲	۳۸/۵	۳/۴۶	۲/۹۷
۲	بارزو	۲۹۶/۷	۲۹۰۳	۱۴۴۰	۱۹۱۵	۲۵/۲۳	۶/۵۶	۲۵	۵/۹۷	۲/۰۲
۳	سیساب	۵۶۰۴/۸	۲۹۰۳	۹۸۰	۱۶۰۳	۱۴/۰۵	۲/۵۷	۱۵۱/۵	۱/۲۰	۰/۵۷
۴	باباامان	۱۲۵۸/۱	۲۸۹۰	۱۰۱۰	۱۶۰۵	۱۶/۳۹	۵/۳	۵۲/۵	۲/۲۷	۱/۷
۵	قتلیش	۱۵۲۰/۶	۲۴۹۰	۹۶۰	۱۵۲۵	۱۶/۹۲	۳/۹۲	۷۰	۲/۱۹	۱/۲۸
۶	درکش	۱۱۳/۸	۲۴۵۵	۱۰۴۰	۱۸۱۷	۳۵/۹۵	۱۳/۲۶	۲۲	۶/۰۳	۵/۱
۷	دربند	۱۰۹۷/۲	۲۶۸۰	۶۸۰	۱۳۰۶	۱۷/۸	۶/۰۴	۹۹/۵	۱/۶۹	۲/۴۱
۸	شیرآباد	۱۶۷/۸	۲۴۷۰	۸۵۰	۱۷۸۵	۲۹/۵۴	۱۲/۵۱	۲۲/۵	۷/۰۴	۵/۴۷
۹	اق‌مزار	۱۱۷۳۹/۸	۲۹۳۰	۵۶۰	۱۴۱۸	۱۵/۲۶	۲/۱۶	۲۳۹/۵	۰/۹۴	۰/۴۶۹
۱۰	مراوه‌تپه	۱۷۱۸۲/۸	۲۹۳۰	۱۹۰	۱۳۰۱	۱۴/۰۷	۲/۰۷	۳۴۷	۰/۷۵	۰/۴۳۵
۱۱	هوتن	۱۸۸۳۸/۵	۲۹۳۰	۹۷	۱۲۱۸	۱۳/۴۸	۲/۰۲	۳۹۱/۵	۰/۶۹	۰/۴۰۱
۱۲	چهارخروار	۲۷۴/۱	۲۲۲۶	۱۰۷۰	۱۴۱۴	۱۹/۱۹	۶/۹۸	۳۶	۳/۲	۲/۶۶
۱۳	چری	۶۲/۷	۲۴۲۴	۱۲۰۰	۱۹۲۴	۲۵/۶	۱۵/۴۶	۲۴	۵/۱	۵/۰۴
۱۴	حصه‌گاه	۱۸۱۸/۴	۲۴۹۰	۶۲۰	۱۴۴۴	۱۶/۹	۴/۴۰	۹۹/۵	۱/۸۸	۰/۸۱
۱۵	فیروزه	۲۶۳/۴	۲۸۹۰	۱۳۱۰	۱۸۶۶	۲۲/۱۷	۹/۷۴	۲۵/۵	۳/۴۹	۲/۹۲
۱۶	قلعه بربر	۱۵۸۶/۸	۲۴۹۰	۷۷۰	۱۵۰۹	۱۷/۴۷	۴/۳۲	۸۲	۲/۱۰	۱/۱۹
۱۷	قازان قایه	۱۶۶۷۳	۲۹۰۳	۲۹۵	۱۳۲۴	۱۴/۲	۲/۰۲	۳۱۷	۰/۷۹	۰/۴۵
۱۸	قره‌خان‌بندی	۵۸۱۱	۲۹۰۳	۹۱۰	۱۵۹۱	۱۴/۱۵	۲/۶۱	۱۷۱	۱/۱۰	۰/۵۱
۱۹	کیکانلو	۳۰۷/۱۹	۲۱۷۶	۶۶۵	۱۲۶۳	۲۰/۵۷	۸/۶۲	۳۱	۴/۴۵	۲/۴۷
۲۰	هی‌هی	۹۰۰	۲۸۰۰	۱۳۵۰	۱۸۷۶	۱۲/۸۴	۴/۸۳	۵۶	۲/۵۹	۱/۷۷
۲۱	بش‌قارداش	۱۶۷/۵	۱۸۷۵	۱۱۰۰	۱۲۶۸	۱۰/۳۷	۵/۹۹	۱۵/۵	۱/۹۷	۰/۸۱
۲۲	چلو	۳۸۵/۶	۲۵۱۸	۱۱۳۰	۱۵۹۵/۸	۱۴/۳	۷/۰۷	۳۲/۵	۳/۴۵	۳/۱۲

همچنین رابطه‌ای بین دبی میانگین روزانه و مساحت حوضه به شکل زیر به دست آمد :

$$Q_{davg} = ۱۰ + ۰/۰۰۰۴۷A^{۱/۲۹۸} \qquad [۴]$$

$N = ۱۱$

$R = ۰/۹۸۱$

$P < ۰/۰۰۰۰۱$

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]

جدول ۲- ضرائب همبستگی پارامترهای فیزیوگرافیک حوضه‌ها

	A	H_{avg}	Sw۱	Sw۲	Lr	Sr۱	Sr۲
A	۱	-۰/۹۸	-۰/۸۱۱	-۰/۹۸۳	+۰/۹۹۱	-۰/۹۸۲	-۰/۹۸۲
H_{avg}		۱	+۰/۵۶۶	+۰/۶۲۲	+۰/۸۰۷	+۰/۸۶۸	+۰/۶۹۶
Sw۱			۱	+۰/۹۲۵	-۰/۷۶۴	+۰/۸۷۶	+۰/۸۳۹
Sw۲				۱	-۰/۹۳۱	+۰/۹	+۰/۹۸۸
Lr					۱	-۰/۹۲۹	-۰/۹۲۹
Sr۱						۱	+۰/۸۷۵
Sr۲							۱

جدول ۳- ضرائب ثابت رابطه مساحت حوضه با دبی حداکثر روزانه (مدل شماره ۱)

دوره برگشت (سال)	a	b	c	$R^۲$	سطح معنی‌داری کمتر از ...
۲	۷/۱۵	۰/۰۰۰۳۷۵	۱/۲۹۸	۰/۹۸۰	۰/۰۰۰۰۱
۵	۱۸/۰۵۲	۰/۰۰۰۵۴۷	۱/۳۲	۰/۹۶۴	۰/۰۰۰۰۱
۱۰	۲۵/۳۰۷	۰/۰۰۰۶۶۵	۱/۳۳	۰/۹۴۳	۰/۰۰۰۰۰۲
۲۵	۴۴/۲۰	۰/۰۰۰۸۵۴	۱/۳۴	۰/۸۹۷	۰/۰۰۰۰۴
۵۰	۵۲/۲۴۵	۰/۰۰۰۸۵۴	۱/۳۵	۰/۸۷۰	۰/۰۰۰۰۴
۱۰۰	۶۵/۶	۰/۰۰۰۸۰۲	۱/۳۸	۰/۸۴۱	۰/۰۰۰۰۵

که :

Q_{davg} : دبی میانگین روزانه (مترمکعب در ثانیه)

N : تعداد داده‌های آماری

R : ضریب همبستگی

P : سطح معنی‌داری

مدل شماره ۲ رابطه زیر را برای تخمین دبی حداکثر روزانه ارائه داد:

$$Q_d = aA^b H_{avg}^c \qquad [۵]$$

که :

H_{avg} : ارتفاع متوسط حوضه (کیلومتر)

جدول شماره ۴ ضرائب ثابت را در دوره‌های برگشت ۲ الی ۱۰۰ ساله نشان می‌دهد.

مدل دبی میانگین روزانه (شماره ۲) به صورت زیر است.

$$Q_{davg} = ۰/۳۵\ A^{۰/۷۷۱} H_{avg}^{۲/۰۷۹} \qquad [۶]$$

N= ۱۱

R = ۰/۹۸۱

P<۰/۰۰۰۰۱

مدل‌شماره ۳ رابطه زیر را برای تخمین دبی حداکثر روزانه ارائه داد:

$$Q_d = aA^b (S_{r۱})^c \qquad [۷]$$

که :

$S_{r۱}$: شیب ناخالص آبراهه اصلی (درصد)

ضرائب ثابت این رابطه برای دوره برگشتهای ۲ الی ۱۰۰ ساله در جدول ۵ آورده شده است.

مدل دبی میانگین روزانه شماره ۳ به صورت زیر است :

$$Q_{davg} = ۳/۶۰۱ \times ۱۰^{-۴} A^{۱/۳۵۴} S_{r۱}^{۱/۵۸} \qquad [۸]$$

N= ۱۱

R = ۰.۹۶۱

P<۰/۰۰۰۰۱

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]

جدول ۴- ضرائب ثابت مساحت و ارتفاع متوسط حوضه با دبی حداکثر روزانه (مدل شماره۲)

دوره برگشت (سال)	a	b	c	R^2	سطح معنی‌داری (P)
۲	۰/۱۴	۰/۸۲۴	۲/۵۶۷	۰/۸۷۳	۰/۰۰۰۳
۵	۰/۰۴۳	۰/۷۸۸	۲/۲۵۸	۰/۸۸۸	۰/۰۰۰۲
۱۰	۰/۱۲۱	۰/۷۲۴	۱/۷۵۴	۰/۸۶۶	۰/۰۰۰۳
۲۵	۰/۱۹۳	۰/۷۲۵	۱/۶۵۲	۰/۸۶۰	۰/۰۰۰۹
۵۰	۰/۶۴۱	۰/۶۷۱	۱/۱۲۰	۰/۸۲۴	۰/۰۰۱۴
۱۰۰	۱/۱۵۳	۰/۵۹۹	۰/۵۹۹	۰/۷۹۴	۰/۰۰۱۸

جدول ۵- ضرائب ثابت مساحت و شیب ناخالص آبراهه اصلی با دبی حداکثر روزانه (مدل شماره ۳)

دوره برگشت (سال)	a	b	c	R^2	سطح معنی‌داری (P)
۲	$۷/۰۴۲\times۱۰^{-۵}$	۱/۵۰۰	۱/۸۵۶	۰/۹۳۳	۰/۰۰۰۹
۵	$۴/۹۸۹\times۱۰^{-۴}$	۱/۳۶۳	۱/۵۸۸	۰/۹۳۴	۰/۰۰۰۹
۱۰	$۱/۹۳۰\times۱۰^{-۳}$	۱/۲۷۷	۱/۴۶۴	۰/۹۱۸	۰/۰۰۰۰۹
۲۵	$۴/۲۶۶\times۱۰^{-۳}$	۱/۲۰۷	۱/۲۹۷	۰/۸۹۶	۰/۰۰۰۱
۵۰	۰/۰۱۵۲	۰/۰۸۲	۱/۱۱۵	۰/۸۶۳	۰/۰۰۰۴
۱۰۰	۰/۰۴۰۷	۰/۹۹۳	۰/۹۶	۰/۸۲۵	۰/۰۰۰۹

در بررسی آزمونهای آماری، هر سه مدل به دست آمده در حد قابل قبولی قادر هستند دبی حداکثر روزانه را تخمین بزنند. اما به منظور آنکه انتخاب مناسب ترین مدل دقیق‌تر صورت گیرد، روابط ثابت بین دبی میانگین روزانه محاسبه شده از هر مدل بادبی میانگین روزانه مشاهده شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شکل کلی این رابطه به صورت زیر است:

$$Q_{davg} = a + b \quad Qdo \qquad [۹]$$

که :

Q_{davg} = دبی میانگین روزانه محاسبه شده توسط هر مدل (مترمکعب در ثانیه)

Qdo = دبی میانگین روزانه مشاهده شده از آمار (مترمکعب در ثانیه)

a,b = ضرائب ثابت

جدول ۶ ضرائب ثابت مدل‌ها را با مقادیر مشاهده شده ارائه می‌دهد.

همان طور که نتایج نشان می‌دهد مدل شماره ۱ بهترین همبستگی را داراست که می‌تواند به عنوان مدل دبی حداکثر روزانه پیشنهاد گردد. کاربرد مدل شماره ۱ در حوضه‌های مشابه فاقد آمار، برای تخمین دبی‌های میانگین و حداکثر روزانه توصیه می‌گردد.

در رابطه با مقایسه نتایج به دست آمده در این تحقیق با مدل‌های موجود در نقاط مختلف ایران و جهان، که برخی از آنها قبلاً در متن آورده شده است، نکات زیر قابل توجه می‌باشد:

۱- به طور کلی تهیه یک مدل تحلیل منطقه‌ای دبی جریان براساس آمار محلی موجود در یک منطقه خاص امکان پذیر است. این گونه مدل‌ها همبستگی بین داده‌ها را براساس آزمونهای آماری بیان می‌کنند. اما بایستی توجه نمود که

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]

جدول ۶- ضرائب ثابت بین دبی‌های میانگین روزانه مشاهده‌ای و محاسبه شده از مدل‌ها

مدل	a	b	R^2	SSD*
مدل شماره یک	۱/۰۷۱	۱/۰۰۲	۰/۹۶۱	۱۶۲۲
مدل شماره دو	۱۳/۴۱۱	۰/۶۰۸	۰/۷۹۷	۱۰۹۰۲
مدل شماره سه	۱۰/۴۱	۰/۶۹۸	۰/۸۸۹	۶۵۹۱

* مجموع توان دوم انحرافات

آزمونهای آماری فقط محدوده قابل قبول همبستگی بین داده‌ها را مشخص می‌کنند. در چنین شرایطی امکان خطای محاسباتی زیاد وجود دارد. به منظور به حداقل رساندن خطای محاسباتی لازم است اولاً مدل‌های همبستگی مختلف برای یک منطقه خاص تهیه شده و بعد از بین آنها بهترین مدل با قابلیت بازسازی آمار موجود انتخاب گردد.

۲- کاربرد این گونه مدل‌ها برای سایر مناطق، باید فقط در شرایط حوضه‌های آبخیز فاقد آمار مشابه صورت گیرد.

۳- با توجه به تنوع اقلیمی و آب و هوایی ایران، مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده برای مناطق متنوعی مانند خوزستان، فارس، البرز جنوبی و غیره مناسب نمی‌باشد. در غیر این صورت نیازی به توسعه این گونه مدل‌هابرای مناطق مختلف نخواهد بود.

۴- بهترین کاربرد مدل‌های تحلیل منطقه‌ای در واقع استفاده از آنها در قسمتهایی از خود حوضه می‌باشد که نیاز به بررسی داشته اما فاقد آمار مورد نیاز می‌باشند. البته در شرایطی که هیچ گونه اطلاعات محلی در دسترس نباشد برای حوضه‌های آبخیز در خارج از محدوده مطالعه شده مشابه نیز می‌توان از این گونه مدل‌ها استفاده نمود.

۵- در مواردی که عملاً هیچ گونه اطلاعاتی برای حوضه مورد مطالعه در دسترس نیست، می‌توان از مدل‌هایی که در مناطق مختلف جهان نتایج مطلوبی داشته است، با انجام تغییرات مناسب استفاده نمود. به عنوان مثال می‌توان مدل ارائه شده توسط کریگر و جاستین (۸) را ذکر نمود.

۶- با توجه به این که آمار محلی که زیربنای یک مدل تحلیل منطقه‌ای دبی جریان می‌باشد گویاترین و منطقی‌ترین شرایط را برای ارائه مدل پیشنهادی ایجاد می‌کند، عملاً مقایسه آن با مدل مناطق دیگر ضروری به نظر نمی‌رسد.

به منظوز بالاتر بردن دقت محاسبات، توصیه می‌گردد که با در دسترس قرار گرفتن آمار بیشتر حوضه آبخیز اترک ضرائب ثابت مدل شماره ۱ مجدداً بررسی گردیده، اصلاحات لازم منظور شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از سازمانهای آب استان خراسان و مازندران که با ارائه آمار این تحقیق ما را یاری نموده‌اند صمیمانه تشکر می‌نماییم.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]

منابع مورد استفاده

۱ - داوری، ک. و ع. ولی خوجینی. ۱۳۷۶. تجزیه و تحلیل سیلابهای منطقه‌ای و رسوب حوضه‌های آبخیز رودخانه کارون. طرح تحقیقاتی بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، شماره طرح ۶۳۶، ۱۵۴ صفحه.

۲- عرب خدری، م. ۱۳۷۴. برآورد سیلابهای طرح با استفاده از ویژگیهای حوزه آبخیز البرز شمالی. مجموعه مقالات کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحات ۲۲۲-۲۱۳

۳- علیزاده، ا. ۱۳۷۴. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ پنجم. انتشارات آستان قدس رضوی، ۶۳۴ صفحه.

۴- مدیریت آبخیزداری جهاد سازندگی خراسان.۱۳۷۳. مرحله شناسایی طرح آبخیزداری حوزه اترک. ۱۱۰ صفحه.

۵- موسوی، ه. و ع. ر. سپاسخواه. ۱۳۶۸. تخمین دبی حداکثر روزانه در حوضه‌های آبخیز فاقد آمار در استان فارس. مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی ایران، شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، صفحات ۳۱۵-۲۸۴.

۶- نجمائی، م. ۱۳۶۹. هیدرولوژی مهندسی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، صفحه ۹۵.

۷- یوسفی، ا. ۱۳۷۶. بررسی رابطه بین خصوصیات فیزیکی حوزه و دبی سیلاب در حوزه آبخیز اترک، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

8- Creager, W.P. and E.T. Justin. 1950. Hydroelectric Handbook. John Wiley and Sons Inc. 92 p.

9- Gray, D.M. 1961. Interrelationships of watershed characteristics. J.Geoph. Res. 66: 1215-1223.

10- Mutreja, K.N. 1986. Applied Hydrology. TATA McGraw-Hill Publishing Company, 956 p.

11- Roeske, R.H. 1978. Method for estimating the magnitude and frequency of flood in Arizona. Final Report, ADOT-RS- 121, U.S. Geological Survey, Tucson, AZ, 121 p.

12- Walters, C.B., M.K. Renards and J.Stone. 1987. Flood frequency estimates in southeastern Arizona. ASCE J. Irrig. and Drain. Eng., 113: 409-478.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.1.4]