

روش نوین پیاده‌سازی روابط منطقه‌ای بدهی سیل در شبکه‌ی رودها

بهرام ثقفیان^{۱*}، مهدی باقری^۲، باقر قرمزچشمه^۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۲۴

چکیده

در مطالعات مهار کردن سیل و طراحی سازه‌های هیدرولیکی، تعیین بدهی سیل به ازای دوره‌های بازگشت مختلف در نقاط فاقد آمار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. روش تحلیل منطقه‌ای یکی از مهمترین روشها جهت برآورد این مقادیر می‌باشد. تحلیل منطقه‌ای سیل با استفاده از داده‌های بدهی ثبت شده در ایستگاههای آبسنجی منطقه و عوامل مؤثر بر آن انجام می‌گیرد. تعمیم شبیه منطقه‌ای به کلیه نقاط در امتداد شبکه‌ی رودهای حوضه‌های کرخه، کارون و دز به صورت پیوسته در محیط GIS، مساله اساسی این تحقیق می‌باشد. بدین منظور، ابتدا تحلیل فراوانی برای بیشترین بدهی‌های لحظه‌ای سالانه انجام گرفت. سپس تحلیل عاملی برای متغیرهای آبشناسی استنتاج شده، مناطق همگن به روش تحلیل خوشه‌ای شناسایی گردیدند. در نهایت، با استفاده از وایازی چندمتغیره بهترین شبیه برای هر منطقه‌ی همگن شناسایی شد و نقشه‌های بدهی سیل برای کل حوضه‌ها به ازاء دوره‌های بازگشت مختلف بر مبنای لایه‌ی تجمع جریان محاسبه گردیدند. در این تحقیق برنامه‌ای به زبان MATLAB برای محاسبه‌ی عملگرهای حسابی و آماری عوامل مؤثر بر بدهی سیل تدوین یافت، که با استفاده از آن می‌توان روابط تحلیل منطقه‌ای سیل را به شبکه‌ی رودها انتقال داد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل منطقه‌ای سیل، وایازی چندمتغیره، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS)، MATLAB

^۱- استاد گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

^۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران آب- دانشگاه امیر کبیر

^۳- استادیار پژوهشگاه حفاظت خاک و آبخیزداری

* نویسنده مسوول مقاله: b.saghafian@gmail.com

- ۲ مقدمه
- ۳ سیل از جمله فرایندهای آبخیز‌شناسی است که ابعاد آن
- ۴ تحت تأثیر شرایط مختلف طبیعی و مصنوعی مانند سطح
- ۵ زمین، پوشش گیاهی و شرایط اقلیمی تغییر می‌کند.
- ۶ پس از شناخت عوامل مؤثر بر بدهی سیل و محاسبه‌ی
- ۷ مقادیر آن به ازای دوره‌های مختلف بازگشت، برای تعمیم
- ۸ اطلاعات در مکان از تحلیل منطقه‌ای استفاده می‌شود.
- ۹ تحلیل منطقه‌ای سیل در حقیقت ابزاری است که با کمک
- ۱۰ آن می‌توان دانش موجود در نقاط ایستگاهی را به منطقه
- ۱۱ تعمیم داد. بدین ترتیب پس از بررسی داده‌های مشاهده‌ای
- ۱۲ سیل و ویژگیهای مؤثر بر آنها، روابطی به صورت معادلات
- ۱۳ یا نمودار برای منطقه مورد نظر ارائه می‌شود که می‌توان با
- ۱۴ استفاده از آنها در هر نقطه دلخواه از منطقه به شبیه‌سازی
- ۱۵ بده اقدام کرد.
- ۱۶ برخی عوامل مؤثر بر سیل شامل عملگرهای حسابی و
- ۱۷ آماری حوضه شامل مساحت، ارتفاع، شکل، شیب حوضه،
- ۱۸ شیب رود، طول رود، درصد مساحت جنگلی، بارندگی
- ۱۹ متوسط سالانه و تراکم زهکشی می‌شود. در گذشته،
- ۲۰ محاسبه این عوامل به صورت دستی و با استفاده از
- ۲۱ نقشه‌های کاغذی انجام می‌گرفت. خودکار کردن این
- ۲۲ محاسبات باعث افزایش سرعت و دقت، و در نتیجه
- ۲۳ صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ها می‌شود. این گونه عملیات
- ۲۴ بویژه برای طراحی سازه آبی که نیازمند بدهی طراحی
- ۲۵ می‌باشند اهمیت حیاتی دارد.
- ۲۶ نرم‌افزارهای موجود در محاسبه‌ی این عوامل دارای و
- ۲۷ کاستیهایی می‌باشند و نیاز به نوشتن برنامه‌ای را برای
- ۲۸ محاسبات مورد در این زمینه لازم نماید. با توجه به آن که
- ۲۹ اکثر عوامل مؤثر وابسته به نقشه‌ی شبیه ارتفاعی رقومی
- ۳۰ است، و این نقشه نیز به صورت رستری می‌باشد، یکی از
- ۳۱ مناسبترین انتخابهای زبان برنامه‌نویسی بر پایه ماتریسها،
- ۳۲ زبان برنامه‌نویسی MATLAB است.
- ۳۳ بررسی منابع در دسترس نشان می‌دهد که روشهای تعمیم
- ۳۴ مشخصه‌های جریان در سطح بسیار محدودی گزارش شده
- ۳۵ است. قریب به اتفاق منابع حاوی گزارشهای مربوط به
- ۳۶ استخراج عوامل و فراسنجهای شبیه‌های منطقه‌ای با
- ۳۷ استفاده از GIS می‌باشد و در ارتباط مستقیم با هدف و
- ۳۸ عنوان اصلی تحقیق نیست.
- ۳۹ مور (۱۹۸۷) در تحقیق خود از ترکیب تحلیل منطقه‌ای
- ۴۰ سیل و روش وایازی چندگانه جهت ارائه شبیه‌ی منطقه‌ای
- ۴۱ برای حوضه‌های آبخیز بریتانیا استفاده کرد. وی از روش
- ۴۲ حداکثر درست‌نمایی به منظور تخمین عوامل توزیع
- ۴۳ تناوب سیل استفاده نمود و نتیجه گرفت که ترکیب این
- ۴۴ دو روش، برای تخمین سیل در حوضه‌های فاقد آمار
- ۴۵ بریتانیا مناسب است. مک ماهون و همکاران (۱۹۹۱)
- ۴۶ تحلیل منطقه‌ای جریانهای کم را در استرالیا انجام دادند.
- ۴۷ ایشان با استفاده از وایازی چندمتغیره، شبیه لگاریتمی
- ۴۸ برای جریانهای کم به ازای تداومهای مختلف با عوامل
- ۴۹ شاخص جریان، سازندهای زمین‌شناسی و بارش ارائه
- ۵۰ نمودند. وارنر و همکاران (۱۹۹۹) در مورد تخمین حداقل
- ۵۱ جریان با استفاده از شبیه وایازی چند متغیره در ۱۹
- ۵۲ ایستگاه آبخیز حوضه‌ی آبخیز در پورتوریکو تحقیق
- ۵۳ کردند. آنان ۵۳ ویژگی گیتاشناسی و اقلیمی حوضه‌ها را با
- ۵۴ استفاده از GIS تعیین کرده و همبستگی و تأثیر آنها را بر
- ۵۵ جریان حداقل بررسی نمودند. در نهایت دو شبیه وایازی
- ۵۶ بده حداقل با چهار عامل زهکشی، شیب متوسط حوضه،
- ۵۷ نسبت طول انشعابات به طول آبراهه‌ی اصلی و مساحت
- ۵۸ حوضه ارائه گردیدند. هامت و همکاران (۲۰۰۵) برای ۹۴
- ۵۹ ایستگاه در منطقه‌ی غربی فلوریدا بدهی سیل را با
- ۶۰ دوره‌های بازگشت ۲ تا ۵۰۰ سال برآورد کردند. ایشان از
- ۶۱ روش تحلیل وایازی خطی چند متغیره برای برآورد رابطه
- ۶۲ ریاضی بین ویژگیهای حوضه و بدهی سیل با دوره‌های
- ۶۳ بازگشت مختلف استفاده نمودند.
- ۶۴ هنربخش (۱۳۷۴) بررسیهایی را در مورد سیلهای حداکثر
- ۶۵ لحظه‌ای ایستگاههای آبخیز واقع در حوضه‌ی کویر
- ۶۶ مرکزی انجام داد. وی بده‌های را با دوره‌ی بازگشت ۲ تا
- ۶۷ ۱۰۰ ساله منتج از بهترین تابع توزیع احتمالی (لوگ
- ۶۸ بهنجار سه فراسنجی) را از طریق روشهای شاخص سیل و
- ۶۹ وایازی چند متغیره به برخی عوامل گیتاشناسی نظیر
- ۷۰ مساحت و طول آبراهه اصلی ارتباط داد. نتیجه نشان داد
- ۷۱ که شبیه مربوط به روش وایازی چند متغیره از کارایی
- ۷۲ بیشتری نسبت به روش شاخص سیل برخوردار است.
- ۷۳ رستمی (۱۳۸۲) در شبیه‌بندی منطقه‌ای سیل حوضه
- ۷۴ غرب دریاچه ارومیه، از روش‌های لانگ‌بین و تحلیل
- ۷۵ خوشه‌ای برای همگن‌بندی استفاده کرد. وی برای تحلیل

آگاهی از روند تغییرات بدهی جریان بطور پیوسته مکانی در مسیر شبکه رودها از سرشاخه‌ها تا نقاط پایین دست حوضه، در طراحی سازه‌های آبی، تأسیسات، ابنیه و مسائل مربوط به مدیریت منابع آب از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در حوضه‌هایی نظیر کرخه، کارون و دز، که از جمله مهمترین حوضه‌های کشور به لحاظ وجود رودهای دائمی می‌باشند، ضرورت برآورد نقشه‌ی پیوسته‌ی بده‌های سیل باعث کاهش هزینه‌ی مالی، صرفه‌جویی در وقت و هماهنگی برای اجرای طرحهایی مانند آبخیزداری، سدسازی، تأمین و توسعه‌ی منابع آب و عملیات ساماندهی رودها می‌شود. در مجموع، هدف این تحقیق ارائه‌ی شبیه‌های منطقه‌ای بر اساس عوامل فیزیکی و آبشناسی منطقه‌ی و سپس ارائه‌ی روش شناسی و برنامه‌ی انتقال نتایج شبیه منطقه‌ای به شبکه رود جهت کاربرد در مناطق فاقد آمار است.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی تحقیق

منطقه‌ی تحقیق در جنوب غربی ایران قرار دارد و شامل سه حوضه‌ی بزرگ کرخه، کارون و دز می‌باشد. در شکل (۱) موقعیت این سه حوضه در ایران نشان داده شده است.



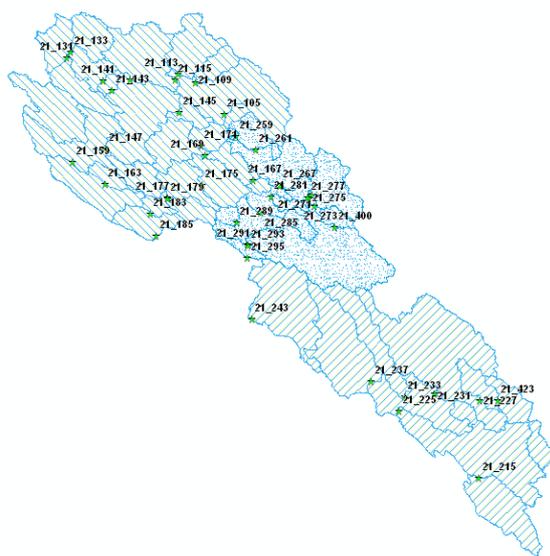
شکل ۱- موقعیت منطقه تحقیق در ایران

حوضه‌ی آبخیز کرخه در محدوده جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۵ درجه عرض شمالی و ۴۶ درجه تا ۴۹ درجه طول شرقی قرار دارد. سرشاخه‌های این رود از سلسله جبال زاگرس در غرب و شمال غرب کشور

۷۶ منطقه‌ای شبیه‌های خطی، لگاریتمی، توانی، وارون و
 ۷۷ نمایی را مورد بررسی قرار داد. نتایج پژوهش وی مشخص
 ۷۸ نمودند که عوامل مساحت، ضریب گراویلیوس، ضریب
 ۷۹ شکل، محیط و شیب حوضه از اهمیت بیشتری در شبیه
 ۸۰ منطقه‌ای سیلاب برخوردار بوده، و شبیه‌های خطی و
 ۸۱ لگاریتمی مناسب می‌باشند.
 ۸۲ تلوری و اسلامی (۱۳۸۲) در برآورد جریان حداکثر
 ۸۳ لحظه‌ای سیل در حوضه‌های شمال کشور، به این نتیجه
 ۸۴ رسیدند که در گروه‌های همگن خزر شرقی افزون بر
 ۸۵ مساحت، طول آبراهه اصلی، بارندگی متوسط سالانه، تراکم
 ۸۶ زهکشی، شیب و ارتفاع متوسط حوضه نقش مهمی را در
 ۸۷ تولید سیل دارند. همچنین، روش وایازی چندگانه روش
 ۸۸ مناسبتری نسبت به روش شاخص سیل می‌باشد.
 ۸۹ اسلامی و ثقفیان (۱۳۸۲) تحلیل منطقه‌ای سیل و تعمیم
 ۹۰ مکانی را برای بخشی از حوضه‌های شمالی کشور انجام
 ۹۱ دادند. عوامل مؤثر بر روابط منطقه‌ای نظیر مساحت
 ۹۲ حوضه، طول آبراهه‌ی اصلی و بارش متوسط حوضه به
 ۹۳ صورت نقشه‌های رستری تهیه شد و با تلفیق تحلیل
 ۹۴ مکانی در محیط GIS و تهیه نقشه‌های نمایه‌های
 ۹۵ هیدروژئومورفیک، بدهی سیل از نقاط موجود ایستگاه‌ها به
 ۹۶ کلیه شبکه رودها به صورت دستی تعمیم داده شد. مشابه
 ۹۷ همین کاربرد به وسیله‌ی ثقفیان (۲۰۰۹) برای تهیه
 ۹۸ نقشه‌های جریان کم گزارش شد. پیری و باصری (۱۳۹۳)
 ۹۹ نسبت جذبی سدیم (SAR) را در آبهای زیرزمینی با
 ۱۰۰ استفاده از وایازی خطی چند متغیره شبکه‌ی عصبی
 ۱۰۱ مصنوعی در دشت بجنستان برآورد نمودند. نتایج تحلیل
 ۱۰۲ حساسیت شبیه شبکه‌ی عصبی مصنوعی نشان دادند که
 ۱۰۳ فراسنج pH تاثیر بیشتری را در دقت برآورد نسبت جذب
 ۱۰۴ سدیم در منطقه دارد.
 ۱۰۵ از بررسی منابع معتبر برمی‌آید که هنوز یک روش خودکار
 ۱۰۶ مبتنی بر GIS برای تعمیم پیوسته شبیه‌های منطقه‌ای
 ۱۰۷ سیل در رودها ارائه نگردیده و کارهای انجام شده عمدتاً
 ۱۰۸ برای تهیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در تحلیل
 ۱۰۹ منطقه‌ای با کاربرد GIS بوده است. فرضیه این تحقیق
 ۱۱۰ مبتنی بر امکان ارائه‌ی الگوریتم ریاضی پیاده‌سازی روابط
 ۱۱۱ منطقه‌ای سیل در محیط GIS استوار است.

- ۱۴۰ سرچشمه می‌گیرد و شاخه اصلی آن در جهت کلی شمال
 ۱۴۱ به جنوب به طرف باتلاق‌های هورالعظیم در مرز ایران و
 ۱۴۲ عراق امتداد می‌یابد. این رود در محلی به نام پای پل وارد
 ۱۴۳ دشت خوزستان می‌شود. حوضه‌های آبخیز کارون و دز
 ۱۴۴ (کارون بزرگ) در داخل ارتفاعات زاگرس میانی قرار دارند
 ۱۴۵ و محدود به مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا
 ۱۴۶ ۵۲ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی، و ۳۰ درجه و ۲۰
 ۱۴۷ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی می‌باشند.
 ۱۴۸ مختصات و رودهای اصلی این سه حوضه در شکل (۲)
 ۱۴۹ نشان داده شده اند.
 ۱۵۰
 ۱۵۱ **توسعه روش پیاده‌سازی روابط منطقه‌ای**
 ۱۵۲ برآورد دستی عوامل آبشناسی حوضه نیازمند محاسبات
 ۱۵۳ طولانی بوده و برای حوضه‌های بزرگ غیرممکن به نظر
 ۱۵۴ می‌رسد، در نتیجه، نیاز به استفاده از علوم رایانه ای و
 ۱۵۵ برنامه‌نویسی در این زمینه احساس می‌شود. به علت
 ۱۵۶ استفاده از داده‌های رستری در محاسبات درون حوضه‌ای،
 ۱۵۷ و نیاز به عملیات ماتریسی با ابعاد وسیع، تصمیم به
 ۱۵۸ انتخاب زبان برنامه‌نویسی بر پایه ماتریسها گرفته شد. در
 ۱۵۹ این میان، MATLAB از ارجحیت خاصی برخوردار است؛
 ۱۶۰ لذا، برنامه‌ی پیاده‌سازی در این زبان نوشته شد که
 ۱۶۱ قابلیت اتصال را در هر مرحله با نرم‌افزار ArcGIS نیز دارد.
 ۱۶۲ الگوریتم محاسبات برنامه بدین صورت گرفت که پس از
 ۱۶۳ دریافت شبیه ارتفاعی رقومی (DEM)، ابتدا موقعیت
 ۱۶۴ خط‌های ارتفاعی شناسایی شد، و پس از اصلاح OGM،
 ۱۶۵ نقشه‌های شیب، جهت شیب، جریان انباشته و شبکه‌ی
 ۱۶۶ رود استخراج گردید. سپس محاسبه‌ی عملگرهای حسابی
 ۱۶۷ و آماری عوامل مشخصه هر زیرحوضه بالادست سلول‌های
 ۱۶۸ کل شبکه‌ی رود انجام گرفت و برای کل حوضه به صورت
 ۱۶۹ نقشه استخراج شد. این نتایج برای پیاده‌سازی روابط
 ۱۷۰ منطقه‌ای مورد نیاز است. با محاسبه‌ی مشخصات در
 ۱۷۱ شبکه‌ی رود به راحتی می‌توان مقادیر بده را با دوره‌های
 ۱۷۲ بازگشت مختلف در مکانهای بدون داده رود با دقت کافی
 ۱۷۳ به دست آورد. الگوریتم محاسبه بدین گونه بود که در ابتدا
 ۱۷۴ نوع عملگر محاسباتی (حداقل، حداکثر، مجموع، میانگین
 ۱۷۵ و غیره) مشخص گردید، سپس نقشه‌ی ویژگی مورد نظر
 ۱۷۶ وارد برنامه شد. برنامه با استفاده از نقشه‌ی تجمع جریان
- مقدار ویژگی مورد نظر برای حوضه بالادست هر سلول رود
 محاسبه گردید.
- تحلیل منطقه‌ای**
- به منظور محاسبه‌ی عوامل مؤثر بر بدهی حداکثر سیل
 با استفاده از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی GIS و برنامه‌ی
 نوشته شده در زبان MATLAB نقشه‌های عوامل
 گیتاشناسی نظیر مساحت، محیط، ارتفاع متوسط، ارتفاع
 حداکثر، ارتفاع حداقل، شیب متوسط، درصد مساحت
 انحناى دامنه (محدب، معقر و یکنواخت)، درصد مساحت
 حوضه در جهات مختلف شیب (شمال، شمال شرقی،
 شمال غربی، جنوب، جنوب غربی، جنوب شرقی، شرق،
 غرب و مسطح)، مجموع طول آبراهه‌ها، تراکم زهکشی،
 طول رود اصلی، شیب رود و فراسنجهای اقلیمی شامل
 میانگین بارندگی سالانه، میانگین بارندگی ماههای پرباران
 از آذر تا اردیبهشت (۶ماهه)، میانگین بارندگی ماههای آذر
 تا فروردین (۵ماهه) و میانگین بارندگی ماهانه‌ی کلیه‌ی
 ماههای پرباران سال (از آذر تا اردیبهشت)، و همچنین،
 درصد مساحت انواع کاربری اراضی بر اساس نقشه‌ی
 شاخص پوشش گیاهی ماهواره‌ای NDVI (مجموع مساحت
 جنگلی با مرتع خوب و زمینهای کشاورزی، مراتع متوسط،
 مراتع ضعیف و خاک لخت بدون پوشش) در نظر گرفته
 شد (رابطه‌ی ۱). NDVI یکی از شاخصهای مهم پوشش
 گیاهی است که از بهنجار نمودن نسبت نوار مادون قرمز
 نزدیک به نوار قرمز به دست می‌آید:
- $$NDVI = \frac{B_2 - B_1}{B_2 + B_1} \quad (1)$$
- که در آن B_2 نوار مادون قرمز نزدیک و B_1 نوار قرمز
 است.
- حجم زیاد مجموعه‌ی داده‌ها باعث به وجود آمدن مشکل
 در فهم و استنتاج صحیح از آنها می‌گردد. در این راستا،
 اجرای روشهای مختصرسازی و استخراج اطلاعات مربوطه
 ضروری است. تجزیه‌ی عاملی از جمله روشهای چند
 متغیره است که به وسیله آن تعداد زیادی از متغیرها را
 می‌توان به چند عامل مهم کاهش داد، و به این طریق،
 خلاصه‌ای از داده‌های اصلی مستقل را تهیه کرد. هر چه
 مقدار همبستگی داخلی بین متغیرها بیشتر باشد، تعداد

- ۲۱۳ عاملهای پدید آمده کمتر خواهد بود. عدم همبستگی بین
- ۲۱۴ این عاملها یک ویژگی مفید است، زیرا عدم همبستگی به
- ۲۱۵ این معنی است که عاملها، جنبه‌های متفاوتی از داده‌ها را
- ۲۱۶ اندازه می‌گیرند.
- ۲۱۷ همگنی آمار آبشناسی بدین معنی است که طبیعت یک
- ۲۱۸ پدیده‌ی آبشناسی در تمام نقاط منطقه‌ی همگن، در حد
- ۲۱۹ اختلاف قابل تحمل آماری یکسان می‌باشد. بطور کلی،
- ۲۲۰ مناطقی که از نظر آب و هوایی و ویژگیهای فیزیکی حوضه
- ۲۲۱ شامل: پستی و بلندیها و پوشش گیاهی همانند بوده و
- ۲۲۲ شرایطی یکسان را برای وقوع جریان ایجاد کنند، مناطق
- ۲۲۳ همگن بده نامیده می‌شوند. تجزیه‌ی خوشه‌ای از جمله
- ۲۲۴ روشهای تجزیه چندمتغیره است که با در دست داشتن n
- ۲۲۵ حوضه و اندازه‌گیری P متغیر در مورد هر فرد، می‌توان
- ۲۲۶ حوضه‌ها را در ردیف‌هایی گروه‌بندی کرد که افراد مشابه
- ۲۲۷ در داخل یک ردیف قرار گیرند.
- ۲۲۸ تحلیل تشخیص روشی است که به بررسی تفاوت بین
- ۲۲۹ گروهها و یا مناطق جدا شده در تجزیه‌ی خوشه‌ای، و
- ۲۳۰ همچنین، تخصیص یک مشاهده جدید، به گروههای
- ۲۳۱ تعریف شده قبلی به کار می‌رود. در تحلیل تشخیص نیز
- ۲۳۲ بحث گروه‌بندی و تفاوت بین گروهها مطرح است، اما فرق
- ۲۳۳ آن با تجزیه‌ی خوشه‌ای در آن است که در تحلیل
- ۲۳۴ تشخیص بر خلاف خوشه‌ای، گروهها از قبل مشخص و
- ۲۳۵ معلومند. در حقیقت، نقطه‌ی شروع تحلیل تشخیص، طرح
- ۲۳۶ طبقه‌بندی تهیه شده به وسیله‌ی تجزیه خوشه‌ای است. به
- ۲۳۷ کمک تحلیل تشخیص، بازده تجزیه خوشه‌ای و احتمال
- ۲۳۸ تخصیص هر حوضه فاقد آمار به هر یک از گروههای
- ۲۳۹ همگن به دست می‌آید. بیشترین احتمال به عنوان تعلق
- ۲۴۰ آن ایستگاه به گروه مربوطه تلقی می‌شود.
- ۲۴۱ تحلیل منطقه‌ای سیل روشی است که در حوضه‌های فاقد
- ۲۴۲ آمار جریان، با استفاده از آمار جریان سیل در حوضه‌های
- ۲۴۳ مجهز به ایستگاه‌های آبنجی روابطی را بین مقادیر
- ۲۴۴ جریان سیل و برخی از ویژگیهای ریخت شناسی،
- ۲۴۵ گیتاشناسی، اقلیمی، زمین شناسی، خاک شناسی، پوشش
- ۲۴۶ گیاهی و کاربری اراضی حوضه‌ها برآورد می‌کند. در واقع،
- ۲۴۷ داده‌های موجود و محدود منطقه‌ی مورد نظر را به
- ۲۴۸ روشهای مختلف برای تمام منطقه تعمیم می‌دهد. یکی از
- ۲۴۹ روشهای تحلیل منطقه‌ای سیل، استفاده از وایازی
- ۲۵۰ چندمتغیره است، که در آن بده با فراوانی معین (Q_T) با
- ۲۵۱ حوضه ارتباط می‌یابد. در این روش بین سیل با دوره‌ی
- ۲۵۲ بازگشتهای مختلف (متغیرهای وابسته) و متغیرهای
- ۲۵۳ مستقل مانند عوامل گیتاشناسی و اقلیمی روابطی تنظیم
- ۲۵۴ می‌گردد که با استفاده از آنها می‌توان سیل را با دوره‌ی
- ۲۵۵ بازگشت مورد نظر برای حوضه‌ی فاقد آمار در مناطق
- ۲۵۶ همگن برآورد نمود. در عمل، تفسیر نتایج تحلیل منطقه‌ای
- ۲۵۷ ساده نمی‌باشد، زیرا توصیف تمام تغییرات بر اساس
- ۲۵۸ ویژگیهای حوضه با استفاده وایازی امکان‌پذیر نیست،
- ۲۵۹ بنابراین، قسمتی از باقیمانده‌ی تغییرات مربوط به تصادف،
- ۲۶۰ و بخشی نیز مربوط به آن دسته از ویژگیهای حوضه است
- ۲۶۱ که وارد شبیه نشده‌اند، لیکن جدا کردن واقعی این دو
- ۲۶۲ مشکل است. مساله مهم دیگر استقلال آمار ایستگاهها از
- ۲۶۳ شاخصیگر است. چنانچه فرضاً ایستگاههای مورد مطالعه
- ۲۶۴ همگی در مسیر یک رود بزرگ واقع شده باشند، داده‌ها
- ۲۶۵ مستقل از هم نبوده و در چنین حالتی تغییرات مربوط به
- ۲۶۶ تصادف بسیار کوچک خواهد بود، لذا، آنچه با
- ۲۶۷ متوسط‌گیری به دست می‌آید قابل استفاده در حوضه‌های
- ۲۶۸ فاقد ایستگاه نیست. از طرف دیگر، اگر ایستگاهها مستقل
- ۲۶۹ از هم و در نتیجه تغییرات ناشی از تصادف بسیار باشد،
- ۲۷۰ ممکن است ضریب همبستگی نسبتاً زیاد شود، لکن
- ۲۷۱ کیفیت نتایج به واسطه‌ی اشتباه معیار بالا مناسب نباشد.
- ۲۷۲ علاوه بر این، بررسی عملکرد تحلیل منطقه‌ای سیل ممکن
- ۲۷۳ است با استفاده از وایازی اشتباه معیار باشد. در این صورت
- ۲۷۴ باید شبیه وایازی ارائه شده کمترین اشتباه معیار را داشته
- ۲۷۵ باشد. با کاهش اشتباه معیار، اشتباه ناشی از ویژگیهای
- ۲۷۶ حوضه نیز کاهش خواهد یافت. رابطه کلی به شرح زیر
- ۲۷۷ است:
- $$Q_i = f(A^a, B^b, C^c, \dots, Z^z) \quad (2)$$
- که در آن A, B, C, ... متغیرهای مستقل بوده، a, b, c, ... ضرایب ثابتی هستند که از تحلیل وایازی چند متغیره به دست می‌آیند، و Q_i نیز بده با دوره‌ی بازگشت T سال می‌باشد. روشهای گوناگونی جهت تعیین ضرایب این رابطه وجود دارد که ساده‌ترین آنها وایازی خطی، وایازی غیرخطی و پله‌ای (روش پیشرو و پسرو) می‌باشند.



شکل ۳- موقعیت ایستگاه‌های منتخب در منطقه تحقیق
 ۳۰۴ با انتخاب دوره‌ی آماری مشترک ۲۵ ساله، و پس از
 ۳۰۵ تکمیل داده‌های بده حداکثر لحظه‌ای، حداکثر بدهی
 ۳۰۶ لحظه‌ای ایستگاهها به ازای دوره‌های بازگشت مختلف با
 ۳۰۷ استفاده از نرم‌افزار SMADA برآورد گردیدند. برای این
 ۳۰۸ هدف، مناسبترین توزیع احتمال با توزیعهای مختلف
 ۳۰۹ آماری و آزمونهای نکویی برازش کلموگراف-اسمرنوف و
 ۳۱۰ کمترین مربعات، انتخاب شدند. سپس مقادیر بیشترین بده
 ۳۱۱ لحظه‌ای در ایستگاهها به ازای دوره‌های بازگشت مختلف
 ۳۱۲ برآورد گردید.

۳۱۳ پس از تعیین عوامل حوضه‌ای و اقلیمی (مجموعاً ۳۵
 ۳۱۴ عامل)، با استفاده از تحلیل عاملی در نرم افزار SPSS،
 ۳۱۵ عوامل مستقل شناسایی گردیده و در نهایت عامل مساحت
 ۳۱۶ حوضه‌ی بالادست با ۰/۹۹۶ تأثیر به عنوان عامل اول
 ۳۱۷ انتخاب شد. میانگین بارش ۶ ماهه، درصد مساحت نقشه‌ی
 ۳۱۸ NDVI مراتع ضعیف و شیب متوسط حوضه، عاملهای دوم
 ۳۱۹ تا چهارم مستقل شناسایی گردیدند.

۳۲۰ پس از انتخاب عوامل مؤثر با استفاده از تحلیل عاملی،
 ۳۲۱ روش تجزیه خوشه‌ای به طریق طبقاتی تجمعی برای
 ۳۲۲ تعیین مناطق همگن انجام گردید. معیارهای گروه‌بندی بر
 ۳۲۳ اساس نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل عاملی بود. برای
 ۳۲۴ تعیین گروه‌ها، از روش Ward استفاده گردید. با بررسی
 ۳۲۵ شاخواره نما و در نظر گرفتن حداکثر فاصله‌ی اقلیدسی
 ۳۲۶ ۱،۸، دو گروه همگن به دست آمد. گروه همگن یک شامل

۲۸۴ در انتخاب بهترین و مناسبترین شبیه برای هر گروه
 ۲۸۵ همگن، میانگین خطا به عنوان خطای شبیه مورد استفاده
 ۲۸۶ از رابطه‌ی زیر محاسبه شده است:

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Q_{act} - Q_{est}}{Q_{act}} \quad (3)$$

۲۸۷ که در آن MRE: میانگین خطا، Q_{act} : بدهی مشاهده شده،
 ۲۸۸ Q_{est} : بدهی محاسبه شده و n: تعداد ایستگاه‌های آبسنجی
 ۲۸۹ است.
 ۲۹۰



شکل ۲- محدوده رودهای منطقه تحقیق

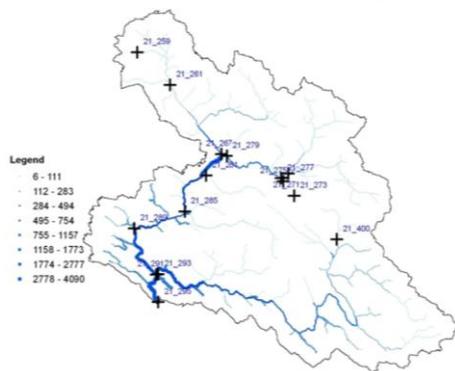
نتایج و بحث

۲۹۱ مجموع ایستگاههای آبسنجی دارای اندازه‌گیری بده
 ۲۹۲ حداکثر لحظه‌ای شاخص ۲۱ تماب در منطقه‌ی تحقیق
 ۲۹۳ شامل حوضه‌ی کرخه تا سد کرخه، کارون تا سد شهید
 ۲۹۴ عباسپور و دز تا سد دز حدود ۱۵۷ ایستگاه شناسایی
 ۲۹۵ شدند. تعداد ۴۴ ایستگاه (۲۱ ایستگاه برای حوضه کرخه،
 ۲۹۶ ۱۵ ایستگاه برای حوضه‌ی دز و ۸ ایستگاه برای حوضه‌ی
 ۲۹۷ کارون) بر اساس پراکنش جغرافیایی، طول دوره آماری،
 ۲۹۸ کیفیت آمار و تنوع مساحت حوضه‌های آبخیز انتخاب
 ۲۹۹ گردیدند (شکل ۳).
 ۳۰۰
 ۳۰۱
 ۳۰۲
 ۳۰۳

۳۵۵ جدول ۱- شبیه‌های وایزایی برتر برای مناطق همگن اول
۳۵۶ و دوم

شبه‌های وایزایی برتر		دوره بازگشت (سال)
منطقه همگن اول	منطقه همگن دوم	
$Q_5 = A^{0.981} \times 10^{-0.423}$	$Q_5 = A^{0.83} \times P^{2.11} \times 10^{-4.23}$	۵
$Q_{10} = A^{0.964} \times 10^{-0.271}$	$Q_{10} = A^{0.82} \times P^{1.85} \times 10^{-3.61}$	۱۰
$Q_{25} = A^{0.942} \times 10^{-0.095}$	$Q_{25} = A^{0.82} \times P^{1.59} \times 10^{-2.98}$	۲۵
$Q_{50} = A^{0.927} \times 10^{-0.26}$	$Q_{50} = A^{0.81} \times P^{1.43} \times 10^{-2.58}$	۵۰
$Q_{100} = A^{0.911} \times 10^{-0.141}$	$Q_{100} = A^{0.79} \times 10^{0.09}$	۱۰۰

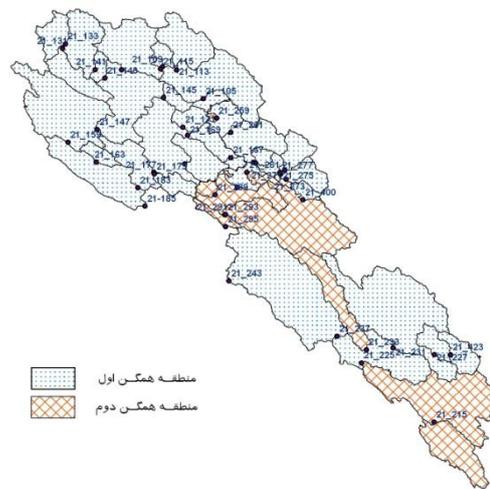
۳۵۷ پس از تعیین شبیه وایزایی برتر و با داشتن نقشه‌ی
۳۵۸ متغیرهای مستقل، می‌توان نقشه‌ی، بده را به ازای هر
۳۵۹ دوره‌ی بازگشت در امتداد شبکه‌ی رودهای حوضه‌ها با
۳۶۰ برنامه‌ی نوشته شده به دست آورد. برای این منظور، با
۳۶۱ داشتن نقشه‌ی عوامل مستقل و محاسبات شبیه وایزایی
۳۶۲ منتخب برای هر منطقه‌ی همگن در محیط برنامه نوشته
۳۶۳ شده نقشه‌ی بده با دوره‌ی بازگشت مشخص محاسبه
۳۶۴ می‌گردد. برای نمونه، نقشه‌ی بده با دوره‌ی بازگشت ۵
۳۶۵ ساله برای حوضه‌ی دز در شکل ۵، نقشه‌ی بده با دوره‌ی
۳۶۶ بازگشت ۵ ساله برای حوضه‌ی کرخه در شکل ۶، و نقشه-
۳۶۷ ی بده با دوره‌ی بازگشت ۵۰ ساله برای حوضه‌ی کارون در
۳۶۸ شکل ۷ نمایش داده شده اند.



۳۷۰ شکل ۵- نقشه بده سیل به ازای دوره بازگشت ۵۰ سال
۳۷۱ برای حوضه دز (متر مکعب بر ثانیه)
۳۷۲

۳۲۹ ۳۳ ایستگاه و گروه دوم شامل ۱۱ ایستگاه شناسایی
۳۳۰ گردیدند.

۳۳۱ در مرحله‌ی بعد، به منظور بررسی صحت تحلیل خوشه‌ای
۳۳۲ در تعیین مناطق همگن از تحلیل تشخیص استفاده شد.
۳۳۳ با توجه به تحلیل دو منطقه‌ی همگن بر اساس عوامل
۳۳۴ چهارگانه، یک تابع متمایز کننده ایجاد گردید. حداقل
۳۳۵ درصد تجمعی واریانس توابع ممیزی به صورت پیش فرض
۳۳۶ ۱۰۰ درصد می‌باشد. نتایج حاصله مجزا بودن گروه‌ها را
۳۳۷ تصدیق می‌کند. موقعیت مناطق همگن در شکل ۴ نمایش
۳۳۸ داده شده است.



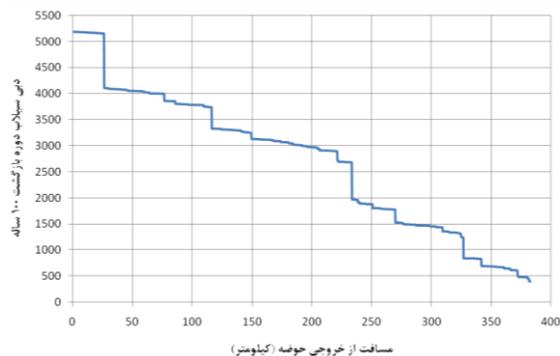
۳۳۹ شکل ۴- محدوده مناطق همگن در حوضه‌های تحقیق
۳۴۰

۳۴۱ معمولاً در هیدرولوژی رابطه‌ی بین متغیرها غیرخطی
۳۴۲ است؛ بنابراین، در این تحقیق علاوه بر شبیه خطی، شبیه
۳۴۳ لگاریتمی به شکل زیر نیز بررسی شد:

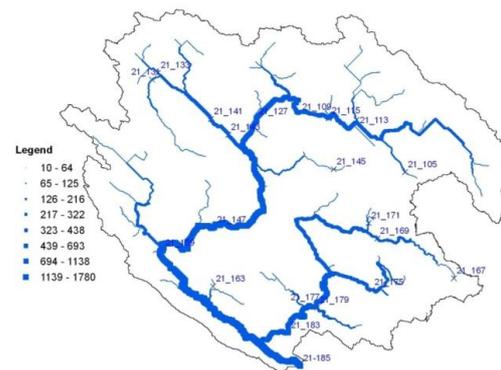
$$\log Y = \log b_0 + \log b_1 X_1 + \log b_2 X_2 + \dots + \log b_p X_p \quad (4)$$

۳۴۴ شبیه‌های وایزایی برای هر منطقه‌ی همگن و برای کلیه‌ی
۳۴۵ دوره‌های بازگشت استخراج گردیدند. معیار انتخاب بهترین
۳۴۶ شبیه، ضریب همبستگی بیشتر و میانگین مربعات خطای
۳۴۷ نسبی کمتر بود. مناسبترین شبیه‌ها در جدول ۱ برای دو
۳۴۸ منطقه‌ی همگن آمده است.

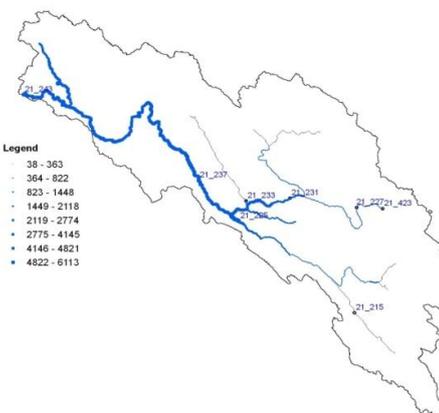
۳۵۰
۳۵۱
۳۵۲
۳۵۳
۳۵۴



شکل ۸- نیمرخ تغییرات طولی بده سیل ۱۰۰ ساله نسبت به مسافت در حوضه کرخه در امتداد رود اصلی



شکل ۶- نقشه بده سیل به ازای دوره بازگشت ۵۰ سال برای حوضه کرخه (متر مکعب بر ثانیه)



شکل ۷- نقشه بده سیل به ازای دوره بازگشت ۵۰ سال برای حوضه کارون (متر مکعب بر ثانیه)

نتیجه‌گیری ۳۸۹
 بطور کلی با استفاده از شبیه‌سازی وایزبی چندمتغیره در ۳۹۰
 منطقه می‌توان بدهی سیل را در ایستگاه‌های آب‌سنجی و ۳۹۱
 حوضه‌های فاقد ایستگاه برآورد کرد. جهت تعمیم ۳۹۲
 شبیه‌های منطقه‌ای در طول شبکه‌ی رودها، استفاده از ۳۹۳
 GIS نسبت به روشهای دیگر، مانند درون‌یابی ساده، ۳۹۴
 می‌تواند علاوه بر کاهش زمان محاسبات، دقت آنها را نیز ۳۹۵
 تا حد قابل توجهی افزایش دهد. با برآورد مقادیر بده سیل ۳۹۶
 در طول رودها و استخراج نیمرخ‌های طولی آن، رفتار ۳۹۷
 مکانی سیل در مسیر رودها شناخته می‌شود. ۳۹۸
 در اغلب مطالعات انجام شده در تحلیل منطقه‌ای برای ۳۹۹
 حوضه‌های مذکور، از عوامل گیتاشناسی و اقلیمی استفاده ۴۰۰
 می‌شود. در این تحقیق علاوه بر این عوامل، دو عامل ۴۰۱
 انحنای دامنه و نقشه NDVI نیز استفاده گردیده است که ۴۰۲
 در تحقیقات گذشته دیده نمی‌شد. ۴۰۳
 سایر نتایج عمده این تحقیق عبارتند از: ۴۰۴
 (۱) عوامل مؤثر بر بده سیل در حوضه‌های منطقه جنوب ۴۰۵
 غربی کشور با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی ۴۰۶
 عبارتند از مساحت، میانگین بارش ۶ ماهه (آذر، دی، ۴۰۷
 بهمن، اسفند، فروردین و اردیبهشت)، درصد مساحت ۴۰۸
 نقشه NDVI بین مقادیر ۰/۱ تا ۰/۲۵ و شیب رود ۴۰۹
 اصلی که ۹۰ درصد مجموع تغییرات اصلی را توضیح ۴۱۰
 دادند. ۴۱۱
 (۲) بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل عاملی و ۴۱۲
 همگن‌بندی با کاربرد تحلیل خوشه‌ای، دو منطقه ۴۱۳
 همگن به دست آمد. ۴۱۴
 ۴۱۵
 ۴۱۶
 ۴۱۷
 ۴۱۸

۳۷۳
 ۳۷۴
 ۳۷۵

۳۷۶
 ۳۷۷
 ۳۷۸
 ۳۷۹
 ۳۸۰
 ۳۸۱
 ۳۸۲
 ۳۸۳
 ۳۸۴
 ۳۸۵
 ۳۸۶
 ۳۸۷
 ۳۸۸

پس از محاسبه‌ی نقشه بدهی سیل جریان در امتداد رود
 می‌توان نیمرخ تغییرات طولی بده سیل را به ازای مسافت
 ترسیم نمود. برای این منظور، ابتدا رودهای اصلی در هر
 سه حوضه انتخاب شده و نقشه‌های بدهی سیل جریان بر
 روی آنها قرار گرفت. برای نمونه، بر اساس نقشه‌ی بدهی
 سیل جریان با دوره‌ی بازگشت ۱۰۰ ساله برای حوضه‌ی
 کرخه در امتداد رود اصلی، شکل ۸ نیمرخ تغییرات طولی
 بده سیل نسبت به مسافت را در حوضه‌ی کرخه به ازای
 دوره‌ی بازگشت ۱۰۰ ساله نشان می‌دهد. علت پرشها در
 این نیمرخ وارد شدن شاخه‌های فرعی به رود اصلی است.

- ۴۱۹ ۳) نتایج به دست آمده از دو شبیه‌های وایازی خطی و ۴۵۵
- ۴۲۰ لگاریتمی با استفاده از روش گام به گام نشانگر توان ۴۵۶
- ۴۲۱ بیشتر شبیه وایازی لگاریتمی در تحلیل منطقه‌ای ۴۵۷
- ۴۲۲ سیل حوضه‌های جنوب غربی ایران بود. ۴۵۸
- ۴۲۳ ۴) یکی از معایب شبیه وایازی چندگانه‌ی لگاریتمی در ۴۵۹
- ۴۲۴ تحلیل منطقه‌ای آن بود که پس از پیاده‌سازی ۴۶۰
- ۴۲۵ معادلات در مناطق همگن توانایی این شبیه در ۴۶۱
- ۴۲۶ پیش‌بینی بده سیل در محل اتصال رودها ضعیف بوده ۴۶۲
- ۴۲۷ و قادر به محاسبه مقادیر واقعی نبود. ۴۶۳
- ۴۲۸ ۵) از جمله محاسن پیاده‌سازی روابط منطقه‌ای سیل ۴۶۴
- ۴۲۹ آن است که در صورت وجود خطا در روابط، می‌توان ۴۶۵
- ۴۳۰ نقشه‌های بده را به صورت گرافیکی مورد آزمون قرار ۴۶۶
- ۴۳۱ داد. ۴۶۷
- ۴۳۲ ۴۶۸
- ۴۳۳ **سیاسگزاری** ۴۶۹
- ۴۳۴ این مقاله مستخرج طرح تحقیقاتی آنالیز منطقه ای سیل ۴۷۰
- ۴۳۵ در پژوهش‌شخصه حفاظت خاک و آبخیزداری می باشد. ۴۷۱
- ۴۳۶ ۴۷۲
- ۴۳۷ **منابع** ۴۷۳
- ۴۳۸ ۱. اسلامی، ا. و ب. ثقفیان. ۱۳۸۲. تعمیم پیوسته مکانی ۴۷۴
- ۴۳۹ شبیه منطقه‌ای جریان به شبکه آبراهه‌ها در شبکه ۴۷۵
- ۴۴۰ GIS. چهارمین کنفرانس هیدرولیک ایران. ۴۷۶
- ۴۴۱ دانش‌شخصه مهندسی دانشگاه شیراز. ۴۷۷
- ۴۴۲ ۲. پیری، ح. و ا. بامری. ۱۳۹۳. برآورد نسبت جذبی ۴۷۸
- ۴۴۳ سدیم(SAR) در آبهای زیرزمینی با استفاده از ۴۷۹
- ۴۴۴ وایازی خطی چند متغیره شبکه‌ی عصبی مصنوعی ۴۸۰
- ۴۴۵ (مطالعه‌ی موردی دشت بجستان). مجله مهندسی ۴۸۱
- ۴۴۶ منابع آب. دوره ۷، شماره ۲۱، ص ۶۷-۸۰ ۴۸۲
- ۴۴۷ ۳. ثقفیان، ب. ب. قرمزچشمه و سمعی. م. ۱۳۸۷. آنالیز ۴۸۳
- ۴۴۸ منطقه‌ای رسوب در حوزه‌های منطقه جنوب غرب ۴۸۴
- ۴۴۹ کشور. وزارت نیرو- شرکت سهامی مدیریت منابع آب ۴۸۵
- ۴۵۰ ایران. ۴۸۶
- ۴۵۱ ۴. تلوری، ع. و ع. اسلامی. شماره ۵۸- بهار ۱۳۸۲. ۴۸۷
- ۴۵۲ روش‌های برآورد جریان حداکثر لحظه‌ای سیل در ۴۹۰
- ۴۵۳ حوضه‌های شمال کشور. فصل‌نامه پژوهش و ۴۹۱
- ۴۵۴ سازندگی. ۴۹۲
۵. رستمی، س. ۱۳۸۲. شبیه بندی منطقه‌ای سیل ۴۹۳
- حوضه غرب دریاچه ارومیه. دانش‌شخصه کشاورزی ۴۹۴
- دانشگاه ارومیه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. ۴۹۵
۶. هنربخش، ا. ۱۳۷۴. آنالیز منطقه‌ای سیل در حوضه ۴۹۶
- آبخیز دریاچه نمک. دانشگاه تهران. پایان‌نامه ۴۹۷
- کارشناسی ارشد. ۴۹۸
7. Hammett, K.M., and M.J. DelCharco. 2005 . Estimating the magnitude and frequency of floods for streams in West-Central Florida. 2001. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005-5080, 15p., plus apps., ۴۹۹
8. McMahon, T.A., and R.J. Nathan. 1991. Estimating low flow characteristic in ungauged catchments. Center for Environmental Applied Hydrology. University of Melbourne. 60 p. ۵۰۰
9. Moore, I.D. and R.B. Grayson. and A.R. Landson. 1991. Digital terrain modelling: A Review of hydrological, geomorphological, and biological applications. Hydrol, Proc. 5: 3-30. ۵۰۱
10. Moore, R.J. 1987. Combined regional flood frequency analysis and regression on catchment characteristics by maximum likelihood estimation. Proc Int Symp Flood Frequency and Risk analysis. ۵۰۲
11. Ouarda, T.B.M.J. and C. Girard. G.S. Cavadias. and B. Bobee. 2001. Regional flood frequency estimation with canonical correlation analysis. Jo Hydrol. 254: 157-173. ۵۰۳
12. Warner, G.S. R.A. Garcia-Martion. F.N. Scatena. and D.L. Civco. 1991. Watershed characterization by GIS for low flow prediction. Chap.9 In J.G. Lyon (Ed.). GIS for Water Resources and Watershed Management., 101-107. ۵۰۴
13. B. Saghafian, 2009. Regional hydrologic mapping of flows in stream networks. Int J Appl. Earth Observ Geoinform. 11: 317-323. ۵۰۵

15. Zrinji, Z., and B.H. Buen. 1994. Flood frequency analysis for ungauged sites using a region of influence approach. *J Hydrol*, 153: 1-21. ۵۰۶
۵۰۷
۵۰۸
۵۰۹
14. A. Zinanlo 2003. Low flow and duration curve analysis aiming at predicting runoff from ungauged catchments. Master of Science Thesis, Int Inst Geo-Inform Sci Earth Observ. Enschede, The Netherlands, 94p. ۵۰۰
۵۰۱
۵۰۲
۵۰۳
۵۰۴
۵۰۵
۱
۲
۳
۴