Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال یازدهم ـ شماره سوم ـ پاییز ۱۳۸۳
www.magiran.com/jasnr

تعیین مهمترین فاکتورهای اقلیمی و مورفومتری موثر بر دبی اوج و ارائه مدل رگرسیون در شرق و شمال شرق ایران

حامد روحانی[۱]، محسن محسنی‌ساروی[۲] و آرش ملکیان[۲]

[۱]دانشجوی دوره دکتری، دانشگاه کاتولیک لوون، بلژیک؛ [۲]دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۱۰/۲۹/ ۱۳۸۱؛ پذیرش: ۸۲/۱۲/۱۳

چکیده

شناخت مهمترین عوامل موثر بر دبی سیلابی و تعیین هیدرولوژیک مناطق همگن، اولین گام در برخی روشهای تحلیل فراوانی سیلاب منطقه‌ای می‌باشد. به‌منظور بررسی فاکتورهای مورفومتری و اقلیمی موثر بر دبی اوج سیلاب و ارائه مدل رگرسیونی، از داده‌های دبی اوج سیلاب و ۱۸ ویژگی حوضه در ۱۶ حوضه شرق و شمال شرق ایران استفاده شد. با انتخاب بهترین تابع توزیع منطقه‌ای (توزیع لوگ پیرسون) مقادیر دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره برگشت مختلف برآورد گردید. با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی، متغیرهای مستقل و با اهمیت تعیین گردیدند که شامل مساحت، ارتفاع متوسط وزنی حوضه، تراکم زهکشی و بارندگی متوسط سالیانه می‌باشند. سپس مناطق همگن هیدرولوژیک با استفاده از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای تعیین شده و مدلهایی برای کل منطقه و مناطق همگن ارائه گردید. به‌منظور مقایسه و ارزیابی صحت و کارآیی مدلهای برآوردی، با استفاده از روش RMSE مقادیر دبی برآوردی با مقادیر مشاهداتی مقایسه گردید که نشان داد مدلهای ارائه شده در مناطق همگن دارای دقت بالاتری نسبت به مدل ارائه شده برای کل منطقه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: دبی اوج سیلاب، شرق و شمال شرق ایران، رگرسیون چند متغیره، تجزیه و تحلیل عاملی، آنالیز خوشه‌ای

مقدمه

شناخت عوامل مهم مورفومتری و اقلیمی موثر بر دبی سیلابی و شناخت هیدرولوژیک مناطق همگن، اولین مرحله در بعضی از روشهای تحلیل فراوانی سیلاب منطقه‌ای می‌باشد(پرایسون، ۱۹۹۸). از میان عوامل موثر بر دبی سیلاب، ویژگیهای فیزیکی حوضه به سبب پایداری و تغییرپذیری بسیارناچیز نسبت به سایر عوامل از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند.

تجزیه و تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیلاب یک روش مناسب برای تخمین دبی‌های اوج سیلاب با احتمالات ویژه حد در مناطق فاقد ایستگاه و یا افزایش دقت تخمین در مناطق دارای ایستگاه با دوره آماری کوتاه می‌باشد. تجزیه و تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیل روشی برای انتقال اطلاعات فراوانی سیل از حوضه‌های دارای ایستگاه به حوضه‌های فاقد ایستگاه، بر اساس شباهت خصوصیات حوضه می‌باشد و اهمیت گروه‌بندی ایستگاهها توسط بسیاری از محققین اثبات شده است(لو و استدینگر، ۱۹۹۲؛ کوفمن و روسئو، ۱۹۹۰؛ لتن مایر، ۱۹۸۷؛ کوزرال، ۱۹۸۳).

در این تحقیق با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی، مهمترین عوامل موثر بر سیلاب و همگنی مناطق تعیین شده است. ریگز (۱۹۸۲) در ایالات‌متحده آمریکا

www.SID.ir

Archive of SID

سطح، شیب آبراهه اصلی و بارندگی متوسط سالیانه را بعنوان مهمترین فاکتورهای موثر بر دبی سیلاب تعیین کرد. پتی‌لیک (۱۹۹٤) در مطالعه‌ای که در پنج منطقه کوهستانی غرب آمریکا انجام داد، نتیجه گرفت که سطح حوضه و بارندگی متوسط سالیانه از مهمترین عوامل می‌باشند. مهدوی و هاشمی (۱۳٦۷) نیز در تحقیقی به بررسی رابطه بین دبی متوسط سیلاب با پارامترهای فیزیکی حوضه در استان سمنان پرداختند که چهار عامل مساحت حوضه، قطر حوضه، محیط و طول آبراهه اصلی وارد مدل گردیدند.

یلدسن و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای تجزیه و تحلیل فراوانی سریهای حداکثر سالانه سیلاب را در آفریقای جنوبی انجام دادند، منطقه مورد مطالعه بر اساس شاخص بارش ماهانه به دو ناحیه همگن تقسیم شد. نتایج نشان داد که توزیع‌های نرمال، پیرسون نوع سوم و پارتوی عمومی برای ناحیه دو مناسبترین توزیع هستند، در حالیکه برای ناحیه یک به دلیل وقوع چند سیلاب با بزرگی زیاد هیچ توزیع فراوانی ناحیه‌ای مناسبی پیدا نشد.

هدف از این تحقیق مهمترین فاکتورهای اقلیمی و مورفومتری موثر بر دبی اوج و ارائه مدل رگرسیون در شرق و شمال شرق ایران می‌باشد. این مطالعه، فرصتی برای تحقیق فراوانی سیل در یک منطقه جغرافیایی که دارای رژیم‌های اقلیمی متغیر از خشک تا نیمه خشک و نیمه‌کوهستانی است را فراهم می‌کند.

مواد و روشها

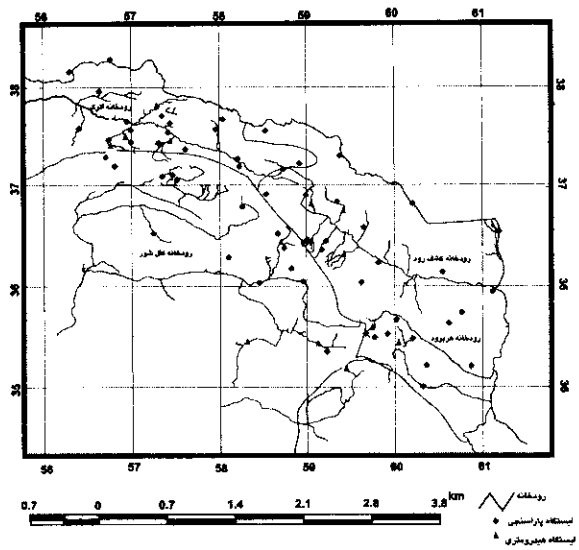
منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در شرق و شمال شرق ایران بین مختصات جغرافیایی ´۱۲ °۵٦ تا ´۱۱ °٦۱ طول شرقی و ´٤۹ °۳٤ تا ´۱٦ °۳۸ عرض شمالی واقع است. قسمتی از سه زیر حوزه اصلی اترک، کشف رود ـ هیرمند و کویر نمک در آن واقع شده است. حوزه رودخانه اترک دارای میانگین بارش ۲۵۰ ـ ٤۰۰ میلی‌متر می‌باشد. این حوضه از نظر آب و هوایی نیمه‌خشک ارزیابی می‌گردد. حوزه آبخیز کشف رود ـ هیرمند ناحیه‌ای کوهستانی و کم‌ارتفاع است که در سیستم طبقه‌بندی دو مارتن اصلاح شده واجد اقلیم فرا خشک تا خیلی مرطوب نوع ب می‌باشد. حوزه آبخیز کویر نمک در سیستم طبقه‌بندی دو مارتن اصلاح شده واجد اقالیم فراخشک تا مرطوب نوع ب است و اقلیم غالب منطقه اقلیم خشک می‌باشد(طرح جامع آب کشور، ۱۳۷۰). در منطقه مورد مطالعه ۲۱ ایستگاه هیدرومتری انتخاب شد که در طی دوره ثبت آماری تحت تاثیر تغییرات زیاد کاربری اراضی، گسترش شهر، نبودن و نزدیک سد انحرافی در بالادست ایستگاه قرار گرفته، که سبب ناهماهنگی در آمار می‌گردد، همچنین باید دارای طول دوره آماری مناسب و نزدیک به زمان حال باشند تا جدیدترین تغییرات در نظر گرفته شود.

مشخصات ایستگاههای هیدورمتری انتخاب شده برای بررسی در جدول ۱ آمده است. سه ایستگاه از ایستگاههای منتخب به‌عنوان ایستگاه شاهد استفاده شد. بازسازی و افتادگی‌های آماری با روش پلکانی بر مبنای انتخاب بهینه بین ضرایب همبستگی خطی متقابل دبی‌های حداکثر سالیانه و فاصله آنها انجام شد که دوره آماری از سال آبی ۱۳٥٤-۱۳٥۳ تا ۱۳۷۷-۱۳۷٦ به‌عنوان دوره مشترک آماری انتخاب گردید. شکل شماره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاههای هیدورمتری و باران‌سنجی منتخب در منطقه را نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل فراوانی سیلاب: برای انتخاب مناسبترین تابع توزیع احتمال منطقه‌ای از نرم‌افزار HYFA و FLIKE استفاده گردید. برای محاسبه احتمال تجربی داده‌ها از روش ویبول استفاده شد. هر سری آماری برای هر یک از هشت تابع توزیع ذکر شده در جدول ۲ مورد تحلیل قرار گرفته و از آزمون میانگین انحراف نسبی برای انتخاب بهترین برازش استفاده گردید (روحانی، ۱۳۸۰). به‌طوریکه به کمترین مقدار انحراف نسبی نمره یک و بیشترین مقدار نمره ۸ داده شد. سپس نمرات داده شده برای هر توزیع جمع زده شد (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ـ موقعیت ایستگاههای هیدرومتری و باران‌سنجی منتخب در شرق و شمال شرق ایران.

بررسی نمرات بدست آمده مشخص کرد که توزیع لوگ پیرسون نوع سوم مناسبترین توزیع می‌باشد. در نهایت دبی‌های حداکثر لحظه‌ای در دوره برگشت‌های ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال برای ایستگاههای منتخب محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل عاملی: تجزیه و تحلیل عاملی یکی از روشهای چند متغیره آماری است که با آن می‌توان تعداد زیادی از متغیرها را به چند عامل کاهش داد و به این ترتیب خلاصه‌ای از مهمترین داده‌های اصلی را مشخص نمود (دیلون و کلدستین، ۱۹۸٤).

در این تحقیق برای تعیین مهمترین عوامل فیزیکی و اقلیمی موقر بر دبی سیلابی از تجزیه و تحلیل عاملی استفاده شد (برایسون، ۱۹۸۸). در مرحله اول برای اینکه وزن اعداد هر واحدی ثابت شود و تاثیرات اصلی و اساسی خود را در محاسبات داشته باشد، تشکیل ماتریسی را دادند و استاندارد شدند (مقدم و همکاران، ۱۳۷۳).

آنچه در اینجا حائز اهمیت است، محدود نمودن تعداد عامل‌هاست، چرا که به تعداد متغیرها عامل ایجاد گردیده است. با اصلاح عامل KMO[1] (KMO=۰/۷۵) که شاخصی برای مقایسه مقادیر ضرایب همبستگی ساده و جزیی بر روی کلیه متغیرهاست، ده متغیر از ۱۷ متغیر صلاحیت ورود به مدل را داشتند (آمار پردازان، ۱۳۷۷). تجزیه و تحلیل عاملی اصلی را توضیح می‌دهد. بنابراین، اطلاعات حول چهار عامل خلاصه منطقی از داده‌ها را می‌دهد (جدول ۳). سپس، ماتریس وزنی عاملی با روش دوران واریماکس[2] به‌دست آمد(ناتان و مک‌ماهون، ۱۹۹۰)، (جدول ٤).

1- Kaisar-Mayer-Olkin
2- Varimax

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ـ مشخصات ایستگاه‌های آب‌سنجی منتخب در حوزه‌های آبخیز شرق و شمال شرق ایران.

ردیف	رودخانه	ایستگاه	مشخصات جغرافیایی طول	عرض
۱	کمایستان	حطیطه	۵۷-۱۴	۳۶-۳۳
۲	رونین	عراقی	۵۷-۲۷	۳۷-۰۸
۳	سنخواست	دربند	۵۶-۴۸	۳۷-۱۴
۴	کال سالار	جعفرمشهدی	۵۹-۲۵	۳۵-۱۱
۵	شصت دره	صنوبر	۵۹-۰۶	۳۵-۲۶
۶	ششطراز	کاریز	۵۸-۱۷	۳۵-۲۷
۷	طاغون	طاغون	۵۸-۴۱	۳۶-۲۵
۸	سنگرد	سنگرد	۵۸-۰۶	۳۵-۴۷
۹	فریمان	باغ عباسی	۵۹-۴۳	۳۵-۳۵
۱۰	فریزی	موشنک	۵۰-۰۴	۳۶-۳۰
۱۱	ارداک	بندساروج	۵۹-۲۴	۳۶-۴۵
۱۲	زشک	سرآسیاب‌شاندیز	۵۹-۱۳	۳۶-۲۰
۱۳	دهبار	حصار	۵۹-۲۴	۳۶-۱۸
۱۴	جا غرق	گلستان	۵۹-۲۴	۳۶-۱۹
۱۵	لائین سو	سنگ‌دیوار	۵۹-۳۲	۳۷-۱۰
۱۶	چناران	بابا امان	۵۷-۲۶	۳۷-۲۸
۱۷	شیرین‌دره	قتلش	۵۷-۱۷	۳۷-۴۹
۱۸	درکش	درکش	۵۶-۴۵	۳۷-۲۶
۱۹	شیرآباد	شیرآباد	۵۶-۵۵	۳۷-۳۱
۲۰	سملقان	دربند	۵۹-۵۹	۳۷-۳۶
۲۱	چندیر	آبرقایه	۵۶-۲۱	۳۸-۱۰

جدول ۲ـ جمع نمرات به‌دست آمده برای هر یک از توابع توزیع احتمال.

توزیع‌آماری	نرمال	لوگ نرمال دو پارامتری	لوگ نرمال سه‌پارامتری	گامای دوپارامتری	پیرسون نوع سوم	لوگ پیرسون نوع سوم	گمبل	پارتوی عمومی
جمع نمرات	۱۳۵	۹۷	۴۷	۵۲	۸۷	۳۶	۱۰۹	۸۴

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای: تجزیه و تحلیل خوشه‌ای یک روش واقعی‌تر جهت همگن‌بندی می‌باشد (تاسکر، ۱۹۸۲). در تحقیقات صورت گرفته مشخص شد که اولاً فاصله معینی برای مشابهت و جدا کردن گروهها در تجزیه و تحلیل فراوانی سیلاب وجود ندارد و تعداد خوشه‌ها اندازه مشخصی ندارند (ناتان و مک‌ماهون، ۱۹۹۰؛ اوریت، ۱۹۹۳).

روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به طریق طبقاتی تجمعی برای تعیین مناطق همگن هیدرولوژیک استفاده شد. معیارهای همگن‌بندی بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل، عاملی بود که به‌عنوان عامل متمایز کننده مناطق همگن استفاده گردید. برای تعیین گروهها از روش وارد[1] استفاده شد که به صورت شکل ۱ می‌باشد (برایسون، ۱۹۹۸؛ لتن مایر، ۱۹۸۷).

1- Ward

www.SID.ir

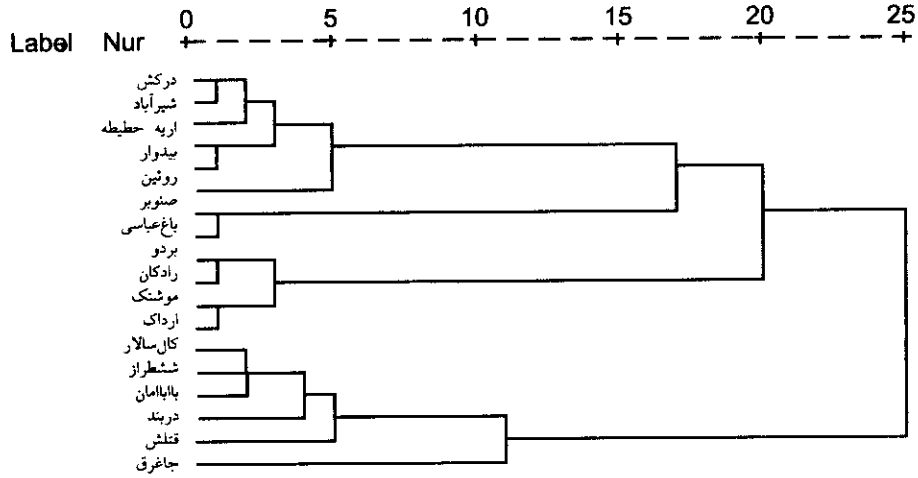
Archive of SID

جدول ۳ـ مقادیر ریشه پنهان ماتریسی و درصد واریانس عوامل.

عامل	مقدار ویژه اولیه		کل	درصد واریانس	مقادیر تجمعی درصد واریانس
	درصد واریانس	کل			
۱	۵۵/۸۶	۵۵/۸۶	۵/۴۷۷	۵۴/۷۶۹	۵۴/۷۶۹
۲	۷۳/۰۷	۱۷/۲۱	۱/۱۲۷	۱۱/۳۷۰	۶۶/۰۳۹
۳	۸۱/۱۹	۸/۱۲	۱/۱۰۴	۱۰/۰۴۲	۷۷/۰۸۱
۴	۸۷/۸۴	۶/۶۴	۱/۰۷۶	۱۰/۷۶۲	۸۷/۸۴۳
۵	۹۳/۹۲	۶/۰۸			
۶	۹۸/۵۶	۴/۶۴			
۷	۹۹/۳۷	۰/۸۱۵			
۸	۹۹/۶۸	۰/۲۰۳			
۹	۹۹/۹۶	۰/۲۸۵			
۱۰	۱۰۰/۰۰	۰/۰۳۴			

جدول ۴ـ وزنهای عوامل اصلی[1].

متغیرهای استاندارد شده	عوامل			
	۱	۲	۳	۴
مساحت	۰/۹۴۶	-۰/۰۴۰	-۰/۰۰۵	-۰/۰۸۵
ارتفاع	۰/۰۷۲۲	۰/۱۵۶	۰/۹۶۷	۰/۹۷
طول حوضه	۰/۹۱۴	-۰/۰۹۳	-۰/۰۵۵	-۰/۰۴۵
طول آبراهه اصلی	۰/۹۱۰	۰/۲۲۵	۰/۲۲۵	-۰/۰۰۶۷
طول آبراهه‌ها	۰/۹۰۵	۰/۱۸۷	۰/۱۴۵	-۰/۰۳۴
تراکم زهکشی	۰/۵۲۰	۰/۹۵۳	۰/۲۶۹	۰/۳۹۸
ضریب گراولیوس	۰/۰۲۶	۰/۰۲۹	۰/۱۵۸	۰/۱۲۸
زمان تمرکز	۰/۹۲۲	۰/۰۹۱	۰/۰۸۱	-۰/۰۳۵۷
بارندگی متوسط سالیانه	-۰/۱۶۵	۰/۱۵۸	۰/۰۶۸	۰/۹۳۶
تعداد آبراهه‌های رتبه یک	۰/۸۶۰	۰/۲۹۳	۰/۱۸۸	-۰/۵۹۲



شکل ۲ـ خوشه ایجاد شده بر اساس مساحت، ارتفاع متوسط، تراکم زهکشی و بارندگی متوسط سالیانه.

1- Principle componem loadings

www.SID.ir

Archive of SID

رگرسیون چند متغیره: در تحلیل منطقه‌ای، روش رگرسیون چندگانه، عموماً برای به‌دست آوردن روابط بین ویژگیهای جریان و خصوصیات منطقه استفاده می‌شود و مدلهایی به‌منظور برآورد جریان ارایه می‌گردد. کاربرد این روش در تحلیل منطقه‌ای از این جهت مفید است که می‌توان دبی را با دوره‌های برگشت مختلف به خصوصیات حوضه نسبت داد (پندی و نگوین، ۱۹۹۹).

در این تحقیق، متغیرهای مستقل و مهم که بوسیله روش تجزیه تحلیل عاملی انتخاب شده بود به روش رگرسیون گام به گام به مدل اضافه شد و مدلهایی در سطح ۰/۰۵ به‌دست آمد (کل منطقه، گروه همگن) (جدول ۵، ٦ و ۷).

جدول ۵ـ مدلهای ارائه شده رگرسیون چند متغیره برای کل منطقه.

دوره بازگشت	مدل	SE	R^2
۲	$Q_۲ = ۰/۰۳۰٦A + ۰/۰۰۱٦H - ۰/۰۸۳۹R + ۲/٤٥۷D + ٤۲/۳۲٦$	۱۵/۲۹	۰/٦۹۵
۱۰	$Q_{۱۰} = ۰/۰٤۷۳A - ۰/۲۹۱R + ۱٦۲/٦۳۳$	۲۷/۲٤	۰/٦۹۲
۲۵	$Q_{۲۵} = ۰/۰۳۹۹A - ۰/۵۵R + ۱٤۹/۲۰٤D + ۲٦۷/۲٤۸$	٤۲/۲٦	۰/٦۳
۵۰	$Q_{۵۰} = ۰/۸٤۲R + ۲٤۳/۷۳D + ٤۰۹/۷۸۷$	۷۸/۸۲	۰/۳۳۷
۱۰۰	$Q_{۱۰۰} = -۰/۹۸۸R + ۵۹۱/۵۷۷$	۱۳۸/۲٦	۰/۲۲۲

جدول ٦ـ مدلهای رگرسیونی ارائه شده برای منطقه همگن یک.

دوره بازگشت	مدل	SE	R^2
۲	$Q_۲ = ۰/۰۳٤A - ۰۵۳۳R + ۳۲/۸۱۱$	۵/۷۷	۰/۷۱۸
۱۰	$Q_{۱۰} = ۰/۰۵۸۸A - ۰/۳٦۵R + ۳٦/۵۲D + ۹۲/٦۳$	۹/٦۱	۰/۸۳۸
۵	$Q_{۵} = -۰/۳٦۵R + ۹۳/۲۹۹D + ۱۸۱/۲۲۵$	۱۸/۱۸	۰/۷٦۱
۲۵	$Q_{۲۵} = ۰/٦۷۵R + ۱۹۹/۹۷٦D + ۳۰۱/٤۸۵$	۳٦/۲۷۵	۰/۷۳
۵۰	$Q_{۵۰} = ۰/۹۳٦R + ۳۲۱/۵۵۳D + ٤۱۹/۵۸۸$	٦۲/۱۵	۰/٦۷۱
۱۰۰	$Q_{۱۰۰} = -۱/۰۳٦R + ٤۸۷/۸۳٤D + ۵٦٦/۹۷٦$	۱۰۰/٦۸	۰/٦۱٤

Q (مترمکعب بر ثانیه): دبی پیک با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشد.

D = تراکم زهکشی

جدول ۷ـ مدلهای رگرسیونی ارائه شده برای منطقه همگن دو.

دوره بازگشت	مدل	SE	R^2
۲	$Q_۲ = ۰/۰۷۳۳A - ۰/۵۳۷R - ۸۹/۰۹۸D + ۱۰۱/٤۷۷$	۳/۹۵	۰/۹۹۹
۵	$Q_{۵} = ۰/۲۲۸A - ۰/۵۷۷R - ۰/۰۵۳۷H + ۱٦۰/۹۹۳$	۵/۱	۰/۹۹۸
۱۰	$Q_{۱۰} = ۰/۲۳۹A - ۰/۳۹۳R - ۰/۰٦٦H - ۱۵۹/٤۵$	۲/۷	۱
۲۵	$Q_{۲۵} = ۰/۲۱۸A - ۰/۰٤۹۹H + ۱۱۹/۰۱۵$	۱۰/۵٦	۰/۹۸۲
۵۰	$Q_{۵۰} = ۰/۰۵۷٦A + ۰/۸۱۸R$	۲۷/٦۲	۰/۸۵۱
۱۰۰	$Q_{۱۰۰} = ۲/۱۵۵R$	۵۸/۳۷	۰/٦۹۹

A (کیلومتر مربع): مساحت حوزه آبخیز

R(میلی‌متر): بارندگی متوسط سالیانه

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه و تحلیل متمایزکننده[1] و ارزیابی مدلها: تجزیه و تحلیل متمایزکننده یکی از روشهای چند متغیره آماری است که در گروه بندی نمونه‌ها استفاده می‌شود، همچنین وضعیت حوضه‌های فاقد آمار را بر اساس ویژگیهای آن به گروههای موجود تعیین می‌کند (مقدم و همکاران، ۱۳۷۳).

برای ارزیابی مدلها سه ایستگاه شاهد (ایستگاههای آیرقایه، دهبار و سنگ‌دیوار) انتخاب شد، و موقعیت هر یک از ایستگاهها از طریق تجزیه و تحلیل توابع متمایزکننده در گروههای همگن مشخص گردید. به‌طوریکه در گروه‌بندی، حوزه دهبار و لائین سو در گروه یک و حوزه آیرقایه در گروه دو قرار گرفتند. سپس مقادیر دبی برآوردی برای سه حوضه در دوره‌های برگشت مختلف از طریق سه دسته و مدل برآوردی در دوره‌های برگشت به‌دست آمد (کل منطقه و مناطق همگن) (موسلی، ۱۹۸۱).

برای مقایسه مدلها از روش RMSE استفاده گردید (کجلدسن، ۲۰۰۲). مقادیر این معیار برای سه حوضه فوق بر اساس مدلهایی کلی منطقه و مدلهای گروه‌بندی شده در دوره‌های برگشت مختلف محاسبه شده است (جدول ۸ و ۹).

نتایج

تجزیه و تحلیل عاملی و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای: بر اساس جدول ٤ مساحت بیشترین بار وزنی (۰/۹٤٦) را روی عامل اول دارد و ٥٤/٤٧ درصد تغییر در داده‌های اصلی را توضیح می‌دهد. عامل دوم، تراکم زهکشی است که بیشترین بار وزنی را دارد و ۱۱/۲۷ درصد تغییر در داده‌های اصلی را توضیح می‌دهد. عامل سوم، که ۱۱/۰٤۲ درصد تغییر در داده‌های اصلی را توضیح می‌دهد، فاکتور ارتفاع متوسط است که بار وزنی بیشتری داشته و عامل چهارم فاکتور بارندگی که بار وزنی بیشتری داشته و ۱۰/۷٦ درصد تغییر در داده‌های اصلی را توضیح می‌دهد، انتخاب گردیدند. بنابراین چهار عامل مساحت، ارتفاع متوسط وزنی، تراکم زهکشی و بارندگی متوسط سالیانه مجموعاً ۸۷/۸٤ درصد از تغییر در داده‌های اصلی را توضیح می‌دهند.

جدول ۸ـ مقادیر RMSE برای کل منطقه با استفاده از مدلهای برآوردی آن.

ایستگاه	دوره بازگشت				
	۲	۱۰	۲۵	٥۰	۱۰۰
لائین	۱/٦٥۰	٤/۷۷٦	۸/۱۱۳	۱۱/٤٦۲	۱٥/۱٦٤
دهبار	۳/٥٥۰	۱۱/۳۹۳	۱۱/۱۳۳	۹/۰۰۹	۲۳/٦۹٤
آیرقایه	۰/۷۹۲	٥/۲٥۸	۸/۹۷۹	۱۱/۲۳۰	۱۱/٦۸۷

جدول ۹ـ مقادیر RMSE برای منطقه همگن یک و دو با استفاده از مدلهای برآوردی آن.

ایستگاه	دوره بازگشت				
	۲	۱۰	۲۵	٥۰	۱۰۰
لائین	۱/٤۰۲	٥/٥٦۱	۸/۸۳۲	۱۱/۸٦٤	۱٥/۹۳٦
دهبار	۳/۲۸۱	۳/٥۹۷	۲/۰۳٥	۱/٦٤۳	۱/٦۱۳
آیرقایه	۱/٤۰۲	٥/٥٦۱	۸/۸۳۳	۱۱/۸٦٥	۱٥/۹۳٦

1 - Discriminate Function Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

برای گروه‌بندی از روش وارد بر مبنای مربع‌فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار تشابه استفاده گردید. با بررسی خوشه حاصل و در نظر گرفتن حداکثر ضریب مشابهت ۲، ۱۹ گروه یا ۲ منطقه همگن حاصل می‌آید. حوضه‌هایی که در هر گروه همگن قرار می‌گیرند در شکل ۱ مشخص شده‌اند.

مقایسه مدلها: با یک دید کلی به دو دسته رابطه ارائه شده در جداول ۵، ٦ و۷ در می‌یابیم که روابط ارائه شده در مناطق همگن مقادیر ضریب تعیین بالاتر و اشتباه استاندارد تخمین کمتر نسبت به رابطه ارائه شده برای کل منطقه دارند.

همچنین، برای ارزیابی مدلها از روش RMSE استفاده شد. با بررسی جدول ۸ برای سه ایستگاه شاهد به خوبی مشهود است که به غیر از ایستگاه دهبار در مدلهای ارائه شده، در دو ایستگاه دیگر با افزایش دوره برگشت میزان خطا و انحراف در برآورد دبی بیشتر می‌گردد. همچنین با مقایسه RMSE دو ایستگاه لائین سو و آیرقایه در دو مدل مناطق همگن‌بندی شده و کلی منطقه مشخص می‌شود که مقدار خطا در مناطق گروه‌بندی شده کمتر است، ولی در مورد ایستگاه دهبار مقادیر برآورده شده دبی در مناطق همگن غیر منطقی است و علاوه بر اینکه با افزایش دوره برگشت روند مناسبی را طی نمی‌کنند، همچنین خطای دبی برآوردی در مدل کلی منطقه کمتر از خطای مدل گروه‌بندی شده آن است و حتی مقادیر دبی برآوردی منفی نیز در بین آنها مشاهده گردید و به خوبی شاهد این مدعاست که مدلهای ارائه شده در مناطق همگن برای برآورد جریان این حوضه در نظر گرفته شده کاربرد ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج به‌دست آمده و مقایسه آن با تحقیقات صورت گرفته می‌توان گفت:

استامی و همکاران (۱۹۹۳) در تحقیقی که در شش ایالت آمریکا انجام دادند، توزیع لوگ پیرسون نوع دوم را به‌عنوان توزیع غالب انتخاب کردند. همچنین، پاریدو و همکاران(۱۹۹۸) در مطالعه‌ای که در ٤۰۷ ایستگاه از ۱۱ کشور جنوب آفریقا انجام دادند، توزیع‌های پیرسون نوع دوم و لوگ پیرسون نوع دوم را برگزیدند، در بین هیدرولوژیست‌ها هیچگونه توافقی در مورد استفاده از یک تابع توزیع خاص وجود ندارد، ولیکن می‌توان توزیع مناسب را که نتایج حاصل از آن دارای کمترین خطا و نزدیکتر به واقعیت است، انتخاب کرد (بزرگ‌نیا، ۱۳٦۹). در این تحقیق از آزمون میانگین انحراف نسبی برای انتخاب بهترین برازش استفاده گردید. به‌طوریکه به کمترین مقدار انحراف نسبی نمره یک و به بیشترین مقدار نمره ۸ داده شد. سپس نمرات داده شده برای هر توزیع جمع زده شد (جدول ۳). بررسی نمرات به‌دست آمده مشخص نمود که توزیع لوگ پیرسون نوع سوم مناسبترین توزیع می‌باشد.

آکرمن و همکاران (۱۹۸٦) در تحقیق که در اسکاتلند انجام دادند، شش عامل مساحت حوضه، تراکم آبراهه، شاخص بارندگی. طول آبراهه اصلی، شیب و عامل کمبود رطوبت خاک را به‌عنوان متغیرهای مهم وارد مدل نمودند. همچنین استامی و همکاران (۱۹۹٤) مساحت را به‌عنوان مهمترین متغیر مرتبط با دبی سیلابی در شش ایالت آمریکا انتخاب کردند. در تحقیقی که برایسون و همکاران (۱۹۹۸) در جنوب‌شرقی استرالیا انجام دادند، با بکار بردن روش تجزیه و تحلیل عاملی، چهار عامل مساحت رسوبات کواترنری، میانگین روزهای بارندگی سالیانه، میانگین تبخیر از تشتک کلاس A و تراکم آبراهه را انتخاب نمودند، که ۷۱ درصد تغییر داده‌های اصلی را شرح می‌داد. در تحقیقی که داوودی‌راد (۱۳۷۸) در حوزه آبخیز مرکزی انجام داد با بکار بردن تجزیه و تحلیل عاملی متغیرهای مساحت حوضه، ارتفاع متوسط حوضه، تعداد روزهای بارانی، فاکتور شکل، بارندگی حداکثر ۲٤ ساعته و تراکم آبراهه بیش از ۹۲ درصد از تغییرات در داده‌های اصلی را توضیح دادند. در این تحقیق با اعمال روش تجزیه و تحلیل عاملی، ۱۷ متغیر استخراج شده از حوضه‌های مورد مطالعه به چهار متغیر مساحت حوضه،

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع متوسط حوضه. تراکم زهکشی و بارندگی متوسط سالیانه خلاصه گردید که ۸۷/۸٤ درصد واریانس را شرح می‌دهند. از این متغیرها در تفکیک مناطق همگن هیدرولوژیک و همچنین ارایه مدلهای برآوردی دبی‌های حداکثر لحظه‌ای استفاده گردید.

آکرمن و همکاران (۱۹۸٦) در تحقیقی که در اسکاتلند انجام دادند از ۵ گروه ایجاد شده براساس آنالیز خوشه‌ای یک گروه قادر به توضیح تغییرات دبی نبود. داودی راد (۱۳۷۸) مطالعه‌ای که در حوزه آبخیز مرکزی انجام داد، منطقه مورد مطالعه را بوسیله روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به سه گروه همگن طبقه‌بندی کرد و نتیجه گرفت که معادلات ارائه شده در مناطق همگن دارای خطای زیاد بوده و قابل کاربرد نیستند. کم بودن تعداد حوضه‌ها در واحدهای همگن یکی از عوامل مهم در کاهش دقت این دسته مدلها ذکر گردید.

منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به دو منطقه همگن تفکیک گردید و مدلهایی برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای در کل منطقه و مناطق همگن ارایه شد. برای مقایسه مدلها از روش RMSE استفاده گردید. مقایسه سه ایستگاه شاهد نشان داد در ایستگاه لایین‌سو و آیرقایه، مقدار خطا در مدلهای مناطق همگن‌بندی شده کمتر است، ولی در مورد ایستگاه دهبار مقادیر برآورد شده دبی در مناطق همگن غیر منطقی است، و مدلهای ارایه شده در مناطق همگن برای برآورد جریان در این حوضه کاربردی ندارد. در بررسیهای مختلف که توسط محققین در دنیا صورت گرفته اهمیت مناطق همگن هیدرولوژیک در افزایش دقت انتقال اطلاعات از مناطق دارای آمار به مناطق فاقد آمار و همچنین افزایش دقت و کارآیی مدلهای تحلیل منطقه‌ای بیان و اثبات شده است (پندی و نگوین، ۱۹۹۹؛ برایسون، ۱۹۹۸). در تحقیق حاضر نیز اهمیت و ضرورت ایجاد همگن در مقایسه با مدلهای کلی منطقه کاملاً مشهود است. همچنین مقادیر RMSE ارائه شده در دو حوزه شاهد آیرقایه و لائین‌سو — سنگ دیوار در مناطق همگن در مقایسه با مدلهای کلی منطقه کمتر می‌باشد. جواب ندادن ایستگاه دهبار در مناطق همگن را نباید دال بر نامناسب بودن ایجاد مناطق همگن هیدرولوژیک در منطقه مورد نظر قرار دارد. مهمترین دلایلی که می‌توان ذکر کرد، این است که در این تحقیق برای ایجاد مناطق همگن از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای استفاده شده، در حالیکه روشهای دیگری مانند منحنی‌های اندرو، دالریمپل، لانگبین و ... نیز وجود دارند که بهتر است که آنها نیز بررسی کردند. همچنین معیارهای تفکیک مناطق همگن، پراکندگی ایستگاههای مورد بررسی، ثبت دبی و محاسبه خصوصیات فیزیوگرافی نیز از جمله خطاها می‌باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق با همکاری مالی معاونت پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد که بدینوسیله تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین از سازمان تحقیقات منابع آب (تماب) به‌علت در اختیار گذاشتن آمار و داده‌های ایستگاههای هیدرومتری و باران سنجی نیز تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

۱.بزرگ‌نیا، ا. و ا. علیزاده، ح. خیابانی. ۱۳۷۹. تحلیل فراوانی وقایع و ریسک در هیدرولوژی (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۰۰ صفحه.

۲.داودی‌راد، ع. ۱۳۷۸. بررسی روابط بین عوامل مورفومتری حوضه و دبی‌های سیلابی در حوزه آبخیز مرکزی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۵۵ ص.

۳.روحانی، ح. ۱۳۸۰. تحلیل منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: خراسان). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد بیان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۳۱ ص.

٤.طرح جامع آب کشور، همنهاد، شرکت مهندسین مشاور جاما ب. وابسته وزارت نیرو، ۱۳۷۰.

www.SID.ir

Archive of SID

۵.شرکت آمارپردازان. ۱۳۷۷. راهنمای کاربران SPSS6، جلد دوم، مرکز فرهنگی انتشاراتی حامی. ۵۳۳ ص.

۶.مقدم، م.، ا. محمدی شوطی، م. آقایی سربرزه. ۱۳۷۳. آشنایی با روشهای آماری چند متغیره (ترجمه). انتشارات پیشتاز علم تبریز، ۲۰۸ ص.

۷.مهدوی، محمد و علی‌اصغر هاشمی. ۱۳۷۶. تعیین بده متوسط سیل از روی عوامل فیزیکی حوزه‌ها در استان سمنان. فصل‌نامه پژوهش و سازندگی، شماره ۳۶، ۱۸ـ۲۰.

8.Acreman, M.C. and C.D. Sinclair. 1986. Classification of drainage basins according to their physical characteristics for flood frequency analysis in Scotland. J. of hydrology. 84: 365-384.

9.Astamy, T.C., & G.W. Hess. 1993. Techniques for estimating magnitude and frequency of floods in rural basins in Georgia. USGS Water resources investigations report. 93-4016, 94p.

10.Bryson, B.V. 1998. Climatic and physical factors that influence the homogeneity of regional floods in southeastern Australia. Water Resources Research. 34(12):3369-3381.

11.Dillon, W.R., and M. Goldstein. 1984. Multivariate Analysis: Methods and Applications. John Wiley and Sons, New York. 587p.

12.Everitt, B.S. 1993. Cluster analysis, 3edit, Edward Arnold, London: 170p.

13.Kjeldsen, T.R., J.C., Smithers and R.E. Schulze. 2002. Regional flood frequency analysis in the KwaZulu-Natal province, South Africa, using the index-flood method. J. Hydrology. 255(1-4). 194-211.

14.Kuczera, G. 1983. Effect of sampling uncertainty and spatial correlation on an empirical Bayes procedure for conbining site and regional information. J. Hydrology. 65, 373-398.

15.Kufman, L., and P.J. Rousseeuw. 1990. Finding Groups in data: An Introduction to Cluster Analysis. John Wiley, NewYork, 342 p.

16.Lettenmaier, D.P., J.R. Walli, and E.F. Wood. 1987. Effect of regional heterogeneity and flood frequency estimation. Water Research. 23(2):313-323.

17.Lu, L.H., and J.R. Stedinger. 1992. Sampling variance of normalized GEV/PWM quartile estimation and regional homogeneity test, J. Hyrology, 138: 223-245.

18.Mosely, M.P. 1981. Delineation of New Zealand hydrological regions. J.Hydrology, 49:173-192.

19.Nathan, R.J., and T.A. McMahon. 1990. Identification of homogeneous regions for the pupose of regionalization. J. Hydrology, 121:217-238.

20.Pandy, G.R., and Nguyen. 1999. A comparative study of regression based method in regional flood frequency analysis. J. Hydrology., Amsterdam, 225(12):92-101.

21.Parida, B.P., R.K. Kacchroo, and D.B. Shrestha. 1998. Regional flood frequency analysis of Mahi-Sabarmati basin using Index Flood procedure with L-moments. Water Resources Management. 12(1):1-12.

22.Pitilick, J. 1994. Relation between peak flows, precipitation and physiography for five mountainous regions in the western U.S.A. J. Hydrology. 158:219-226.

23.Riggs, H.C. 1982. Regional analysis of stream flow characteristics. In:Hydrology Analysis and Interpretation. U.S. Geological Survey, 15p.

24.Tasker, G.D. 1982. Comparing methods of hydrologic regionalization. Water Resources Bulletin. 18(6):965-970.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 11(3), Automn 2004
www.magiran.com/jasnr

Important climatic and morphometric factors affecting on peak discharge and introducing a regression models (Case study: East and Northeast of Iran)

[1]H. Rouhani, [2]M. Mohseni Saravi and [2]A. Malekian
[1]Ph.D Student of Catholic University of Leuven, Belgium; [2]Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

Abstract

The identification of hydrologically homogenous regions is a primary step in many of regional flood frequency analysis techniques. This study was carrid out to determine the most important climatic and physical factors, which influence the watersheds in the east and northeast of Iran. The data of flood peak discharges and the characteristics of 16 basins in the study area were used. At first, test of the selected regional distribution function (Log Pearson type III) was fitted and instantaneous peak discharges in different return periods were calculated. Independent and significant variables were selected using factor analysis method such as: basin area, mean elevation, drainage density and annual average rainfall. These variables explained 87.82 per cent of total variances. Hydrologic homogenous regions were also distinct using cluster analysis method. Comparison of the calculated RMSEs in two basins showed low errors among grouped regions.

Keywords: East and Northeast of Iran; Peak flow; Multivariate regression; Component analysis; Cluster analysis; Homogenous regions

www.SID.ir