مدل سازی تولید رواناب حوضه آبریز رودخانه کشکان
بر اساس روش های آماری

Modeling the Production of Runoff in Kashkan River Catchment Based on the Statistical Methods

حسین نگارش[۱]، تقی طاوسی[۲] مهدی مهدی نسب[۳*]

دریافت:۱۳۹۱/۰۸/۸ پذیرش:۱۳۹۳/۰۵/۱

چکیده

با تمام اهمیتی که آب در اقتصاد ایران دارد، هر ساله سیلاب حجم زیادی از آبها و خاکهای حاصلخیز کشور را از دسترس خارج نموده و به کویرها، دریاچه ها و دریاها انتقال می‌دهد. استفاده از مدل های مختلف تجربی موجود در برآورد رواناب با مشکلات فراوان همراه بوده است. به همین دلیل روش تحلیل منطقه ای در برآورد دبی با دوره های بازگشت معین با استفاده از ویژگی‌های فیزیوگرافی و اقلیمی کاربرد گسترده‌ای دارد. ارزیابی مدل های هیدرولوژیکی حوضه های آبریز که به شیوه های مختلف انجام می شود، منجر به کالیبره شدن مدل و افزایش قابلیت اعتماد به مقادیر حاصل از مدل می گردد. در این پژوهش از داده‌های بارش و دبی در مقیاس ماهانه و ویژگی های فیزیوگرافی ۵ زیرحوضه رودخانه کشکان که دارای پراکندگی مناسبی در سطح حوضه می‌باشند، از طریق رگرسیون چند متغیره به مدل سازی تولید رواناب مبادرت گردیده است. نتایج رگرسیون چند متغیره برای مدل سازی تولید رواناب نشان می‌دهد که عوامل تعیین کننده بر میزان دبی در دورهای بازگشت مختلف در حوضه آبریز رودخانه کشکان، فاکتورهای حداکثر بارش ماهانه، مساحت، زمان تمرکز، ضریب فشردگی و حداکثر ارتفاع حوضه می باشند. که در این بین دو متغیر، بیشینه بارش ماهانه و ضریب فشردگی دارای بیشترین تاثیر مثبت در افزایش تولید رواناب هستند.

واژگان کلیدی: مدل سازی رواناب، حوضه آبریز کشکان، سیلاب، مدل رگرسیونی، رگرسیون چند متغیره.

۱. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی ،دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان . (negaresh_h@yahoo.com)

۲. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی ،دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان. (tavousi .taghi@yahoo.com)

۳*. کارشناسی ارشد جغرافیا و مدرس دانشگاه پیام نور (نویسنده مسئول). (mehdi_4531@yahoo.com)

Hosain Negaresh[1], Taghi Tavousi[2], Mehdi Mehdinasab[3]

Accepted: 23/07/2014 Received: 29/10/2012

Abstract

Given the great importance of the water in the economics of Iran, flood water demises a huge volume of water and fertile soils into the deserts, lakes, and seas. Using the various existing experimental models in estimating the runoff has always been accompanied by difficulties. For this reason, the regional analysis method in estimating Debi with certain return periods and using climatic and physiographic features has a wide application. The evaluation of hydraulic method of Runoff Rivers, which is done in various ways, culminates in the calibration of the model and the reliable increase in the amounts taken from the model. In this study, the rainfall data and the Debi in the monthly scale and the physiographic features of 5 subrunoff of Kashkan river, which are appropriately spread, have been used to present a model for the production of runoff. The results of multivariable's regression for the modeling of the production runoff showed that the determining factors on Debi amount in the various return periods in Kashkan river runoff are monthly rainfall maximum factors, space, focusing time, compaction correlation, and the utmost river height. Among which the two variables, monthly rainfall history and compaction correlation, have the highest positive effects on the increase of runoff production.

Keywords: Runoff modeling, Kashkan river, floodwater, regression model, multivariable regression. .

1.Associate professor, Department of Geography& Environmental Planning, Sistan va Balochestan University. (negaresh_h@yahoo.com)

2. Associate professor, Department of Geography& Environmental Planning, Sistan va Balochestan University. (tavousi .taghi@yahoo.com)

3.* MSc of Geography, Education, Payame Noor University.(mehdi_4531@yahoo.com)

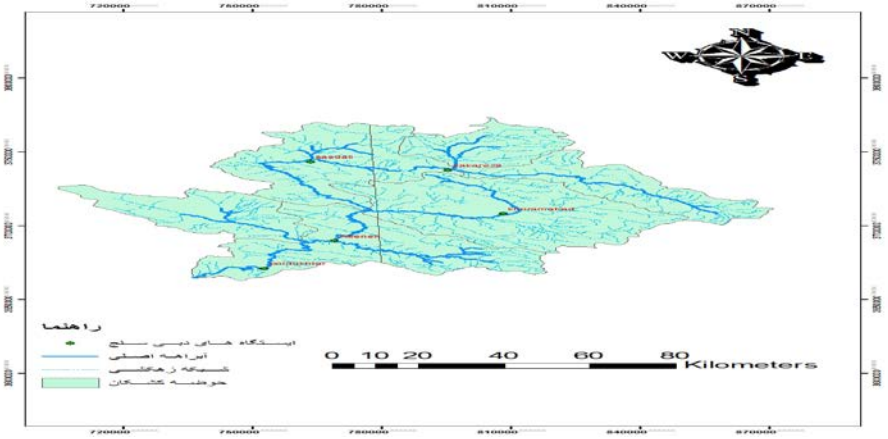
مقدمه

با تمام اهمیتی که آب در اقتصاد ایران دارد، هر ساله سیلاب حجم زیادی از آبها و خاکهای حاصلخیز کشور را از دسترس خارج نموده و به کویرها، دریاچه ها و دریاها انتقال می‌دهدعلیزاده(۱۳۸۸). افزایش برای تقاضای آب در مناطق مختلف بویژه در نواحی خشک و نیمه خشک، نیاز به مدیریت بهینه منابع آب را پیش از بیش نشان می دهد قنبرپور و همکاران(۱۳۸۷). آب سطحی که نتیجهٔ پاسخ های بارش- رواناب در یک حوضه می باشد، منبع بالقوه ای است که اگر به طور صحیح مدیریت شود، می‌تواند برای تأمین تقاضا مفید واقع گردد. از این رو برآورد رواناب حاصل از بارش های جوی، پایه و مبنای مطالعات بسیاری از طرح های مختلف توسعه و بهره برداری از منابع آب را تشکیل می‌دهدسوری نژاد(۱۳۸۱). مسئلهٔ برآورد رواناب سطحی در حوضهٔ آبریز رودخانه ها، موضوع پیچیده است که اطلاعات، فهم و دانش بشری از قوانین فیزیکی حاکم بر آن بعضاً از دیدگاه فرمول های ریاضی محدود می‌باشد. عوامل متعددی در بروز سیل در مناطق موثر است، از جمله این عوامل می توان به خصوصیات توپوگرافیک، مورفولوژی رودخانه، دینامیک بارش و فعالیت های بشری اشاره نمود بروکس(۲۰۰۳). برای تحلیل منطقه ای سیلاب روش های مختلفی ارائه شده است که سیل نمایه، روش توزیع منطقه ای و همبستگی چند متغیره(استخراج رابطه همبستگی بین سیل با دوره های بازگشت مختلف، عوامل اقلیمی و فیزیوگرافی حوضه ها) از این جمله هستند. ارزیابی مدل های هیدرولوژیکی حوضه های آبریز که به شیوه های مختلف انجام می شود، منجر به کالبیره شدن مدل و افزایش قابلیت اعتماد به مقادیر حاصل از مدل می گردد. از اواسط قرن نوزدهم میلادی تا کنون، روش های تجربی و مدل های هیدرولوژیکی مختلفی برای برآورد و محاسبه رواناب سطحی تهیه شده است سینگ(۱۹۸۸). لوگان و تونگ(۱۹۸۵)در راستای دست یابی به مدل برآورد دبی جریان متوسط سالیانه در ۱۵ حوضه آبخیز نیوزلند، از پارامتر مساحت و طول آبراهه اصلی و متغیر بارندگی متوسط سالیانه استفاده نمودند. هیس و استامی(۱۹۹۳) برای تحلیل منطقه‌ای سیلاب رودخانه های ایالت جورجیای آمریکا از آمار ٤٢٦ ایستگاه موجود در منطقه استفاده نمود اند، آنها در این بررسی با استفاده از روش تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره بین پارامتر های فیزیکی و اقلیمی حوضه آبخیز با دبی های سیلابی حاصل از توزیع احتمالی پیرسون تیپ ۳، مدل های برآورد دبی سیلاب منطقه ای را ارائه کردند، هم چنین این تحقیق نشان داد که سطح حوضه معنی‌دارترین متغیر مرتبط با دبی سیلابی می باشد. در ایران نیز قاسم پور(۱۳۷٤) مدل های منطقه ای برآورد دبی حداکثر لحظه ای سیلاب سالانه با دوره های بازگشت ۵ تا ۲۰۰ ساله برای منطقه غرب مازندران را از طریق رگرسیون چند گانه، با روش های پیش رو و پس رو بین دبی با دوره های بازگشت مختلف به عنوان متغیر وابسته و خصوصیات فیزیوگرافی به عنوان متغیر مستقل را ارائه نمود، نتایج ایشان نشان داد که مساحت مهمترین پارامتر موثر در تولید سیلاب بوده است. داودی راد و مهدوی(۱۳۷۸) برای ارائه مناسبترین مدل تخمین سیلاب در حوضه دریاچه نمک از طریق داده های ۲۳ ایستگاه آبسنجی، زمین شناسی و مورفولوژی ٦ عامل را انتخاب نموده که این عوامل ۹۲ درصد تغییرات را در داده‌های اصلی تبیین می نمایند. مرید و ریاضتی(۱۳۸۲) در پژوهشی به مقایسه مدلهای تحلیل منطقه ای سیلاب و بارش – رواناب در شرق استان هرمزگان اقدام نمودند و نتایج حاصل آنها نشان داد که روش GEV از میان روش های آماری و مدل HEC-1 نتایج مطلوبی را داشته اند. فضل اولی و همکاران(۱۳۸۵) در مطالعه ای به تعیین روابط پیش بینی رواناب در حوضه های آبریز معرف امامه و کسیلیان بر اساس روش های آماری پرداخته اند و نتایج آنها بیانگر، خطای استاندارد تخمین در رابطه بهینه پیش بینی رواناب در حوضه امامه برابر با ۰/۲٤۸ میلیمتر و برای حوضه آبریز

کسیلیان برابر با ۰/۲۰۵ میلیمتر بوده است. قهرودی تالی (۱۳۸۵) به ارزیابی مدل SCS-CN در تخمین رواناب حوضه آبریز سد امیر کبیر (کرج) پرداخته و به این نتیجه رسید که استفاده از مدل وزنی در محاسبه ی منحنی این امکان را فراهم می سازد که تمام عوامل موثر در تولید رواناب در نظر گرفته شود و در نتیجه تخمین درست تری از رواناب ناشی از بارندگی به دست آید. توکلی و رستمی نیا(۱۳۸۵) به ارائه مدل منطقه ای رگرسیونی برآورد سیلاب در حوضه های آبخیز استان ایلام بر اساس داده های بارش در دوره های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله و ۱٤ ویژگی فیزیوگرافی، ۱۱ زیرحوضه اقدام، و بر اساس آنالیز خوشه ای زیر حوضه ها را در سه گروه تقسیم بندی نمودند. آذری و همکاران(۱۳۸۷) به منظور اولویت بندی مشارکت زیر حوضه ها در دبی اوج و حجم رواناب، در حوضه آبخیزجاغرق از مدل HEC- HMS استفاده نمودند و نتایج آنها نمایانگر اولویت نخست در تولید و مشارکت سیلاب مربوط به زیرحوضه نزدیک نقطه خروجی حوضه می باشد. جوکار سرهنگی و همکاران(۱۳۸۸) با استفاده از ویژگی های ژئومورفولوژی کمی، مورفومتری و با بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی به مدل سازی برآورد سیلاب در حوضه های آبی واقع در دامنه شمالی البرز مبادرت نمودند، نتایج پژوهش آنها نشان داد که دبی حداکثر لحظه‌ای بیشتر تابعی از مساحت حوضه، طول حداکثر و عرض مستطیل معادل حوضه ها است. صلواتی و همکاران(۱۳۸۹) به مدل سازی تولید رواناب بر اساس متغیرهای فیزیوگرافی و اقلیمی در حوضه های آبخیز استان کردستان پرداختند و نتایج بدست آمده آنها بیانگر تغییرپذیری متغیرها و اهمیت آنها در تعیین دبی با دوره های بازگشت در ماه های مختلف داشت.

ویژگی های جغرافیایی حوضه آبریز کشکان

حوضه آبریز کشکان از نظر موقعیت جغرافیایی در محدوده ٤٧ درجه، ۱۲دقیقه تا ٤٨ درجه، ٥٩ دقیقه طول شرقی و ۳۳درجه، ۸ دقیقه تا ۳٤ درجه، ۲ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. در این حوضه هفت شاخه آبراهه اصلی همیشگی و چندین شاخه ادواری، شبکه زهکشی آن را تشکیل داده اند (شکل یک). بر اساس روش دومارتن، ضریب خشکی (I) برای حوضه آبریز رودخانه کشکان برابر با ۱۷/٦ می باشد که این حوضه را در محدوده اقلیم نیمه خشک قرار می دهد. از لحاظ سازندهای زمین شناسی حدود ٥۷ درصد، سازندهای این حوضه از رسوبات آبرفتی جدیدتر، مشترک آسماری- شهبازان، امیران و سنگ آهکی با ضخامت عظیم تشکیل شده است. از لحاظ درصد پراکنش کاربری اراضی، حوضه دارای ٤٥/۷٦ جنگل ، ۱۳/۲٤ مرتع، ۳۹/۹٦ کشاورزی و ۱/۰٤ اراضی انسان ساخت می باشد **مهدی نسب(۱۳۹۰)**.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوضه آبریزرودخانه کشکان

داده ها و روش شناسی

به علت وسعت بسیار زیاد حوضه آبریزکشکان و عدم کفایت داده ها از لحاظ طول دوره آماری، جهت انجام این تحقیق از داده های بارندگی و دبی پنج زیر حوضه رودخانه کشکان در طول دوره آماری ۱۳۹۰ تا ۱۳٦۰ استفاده شده است. ابتدا داده ها مورد نظر از بانک اطلاعات رایانه ای و دفاتر آمار سازمان آب منطقه ای استان لرستان گردآوری و در نرم افزارSPSS آزمون های آماری (همگنی داده ها و بازسازی داده های ناقص و آزمون کفایت داده ها) بر روی این داده ها صورت، سپس همانطور که در مطالعات هیدرولوژیکی علاوه بر داشتن داده‌های طولانی مدت بارش، داده‌های بارش باید از توزیع نرمال تبعیت کنند و به همین دلیل غالباً داده‌های مورد استفاده را با یک توزیع آماری برازش می‌دهند. جهت تعیین بهترین تابع توزیع احتمال برای بارش ماههای مختلف در نرم افزار SPSS از آزمون One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test استفاده شده است در این آزمون داده های بارش سالیانه از توزیع نرمال تعبیت می کنند(جدول ۱).

جدول۱. محاسبه توزیع نرمال داده های بارش سالیانه بر اساس آزمونK.S

	خرم آباد	پلدختر	افرینه	کاکارضا	سیدعلی
تعداد داده ها	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹
میانگین داده ها	٤۷٦/٥	۳۹٥/۳	٤۷٥/٥	٥۰٦	٥۰۱
انحراف معیار داده ها	۱۱٥/۱۲	۱۲۷/٤	۱۳۷/۱	۱٤۳/٤	۱۷۰/۹
مطلق ترین	۰/۰۹٥	۰/۱٥۱	۰/۰۸۳	۰/۱۱۹	۰/۱۰٦
مثبت انتهایی	۰/۰۹٥	۰/۱٥۱	۰/۰۸۳	۰/۱۱۹	۰/۱۰٦
اختلاف منفی	-۰/۰۹۳	-۰/۰۷۰	-۰/۰٦۳	-۰/۱۱۹	-۰/۰۹٦
کولموگروف اسمیرنولفZ	۰/٥۱٤	۰/۸۱۱	۰/٤٤۷	۰/٦۳۲	۰/٥۷۰
Asymp. Sig. (2-tailed)	۰/۹٤٥	۰/٥۲٦	۰/۹۸۸	۰/۸۲۰	۰/۹۰۱

آزمون داده ها: نرمال است

در ادامه خصوصیات فیزیوگرافی این پنج زیر حوضه مانند: محیط حوضه، مساحت حوضه، طول آبراهه اصلی، ضریب کشیدگی، تراکم زهکشی، ارتفاع حداکثر، ارتفاع حداقل، ضریب فشردگی، زمان تمرکز، شیب متوسط و طول حوضه محاسبه، و این خصوصیات فیزیوگرافی به همراه پارامتر اقلیمی حداکثر بارش ماهانه ایستگاه ها در دوره های بازگشت ۵،۱۰،۲۵،۵۰،۱۰۰،۲۰۰ ساله به عنوان متغیر مستقل لحاظ گردیده اند تا اثرات آنها و بیشترین تأثیر بر روی متغیر وابسته(دبی ماهانه) این پنج زیر حوضه در دوره های بازگشت ۵،۱۰،۲۵،۵۰،۱۰۰،۲۰۰ ساله، مشخص گردند. ملاک انتخاب متغیرهای مستقل، موثر بودن در تولید رواناب، سهولت دسترسی و اعتماد در اندازه گیری، اهمیت متغیر در منطقه مورد مطالعه و در نهایت استفاده از متغیرهای مذکور در سایر تحقیقات پیشین بوده است. برای مدل سازی تولید رواناب از روش رگرسیون چند متغیره استفاده گردیده است.

خصوصیات فیزیکی حوضه به مجموعه پارامترهایی گفته می شود که مقایر آنها برای حوضه آبخیز نسبتاً ثابت است و در واقع نشان دهنده وضع ظاهری حوضه می باشند. پارامترهای فیزیکی از این نظر حائز اهمیت می باشند که میان آنها و رواناب حاصل از بارش های جوی روابطی وجود دارد. بنابراین مهمترین پارامترهای مورد نیاز با استفاده از GIS محاسبه گردید(جدول۲).

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی زیر حوضه های مورد مطالعه کشکان

خصوصیات فیزیوگرافی	خرم آباد	پلدختر	افرینه	کاکارضا	سراب صید علی
مساحت Km^2	۱۷۱۸/۵۸	۷۴۹/۸۹	۱۴۱۸/۹۴	۱۲۰۴/۹۱	۷۹۷/۴۶
محیط به Km	۲۱۰	۱۳۰	۱۹۵	۱۹۵	۱۲۷
طول آبراهه اصلی به Km	۵۵	۵۲	۵۵	۴۸	۸۳
تراکم زهکشی Km/Km^2	۰/۶۲	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۸
زمان تمرکز به ساعت	۷	۶	۵	۵/۵	۳/۸
ارتفاع متوسط به متر	۱۶۳۵	۹۹۹	۱۳۵۹	۲۰۳۰	۱۹۳۷
ارتفاع حداقل به متر	۸۱۷/۵	۴۹۹/۵	۶۷۹/۵	۱۰۱۵	۹۶۸
ارتفاع حداکثر به متر	۲۴۵۲	۱۴۹۸/۵	۲۰۳۸/۵	۳۰۴۵	۲۹۰۵
ضریب فرم	۰/۴۴	۱/۰۲	۱/۰۳	۰/۲۱	۰/۵۸
ضریب فشردگی	۱/۴۱	۱/۳۳	۱/۴۴	۱/۵۷	۱/۲۶
شیب متوسط به درصد	۲۴/۳۶	۲۶/۹۳	۲۳/۸۵	۲۷/۴۸	۳۵/۱۵

مدل سازی به عنوان یکی از مفیدترین روش ها برای تحقق مسائلی است که با فرایندها ارتباط داردمحمدی(۱۳۸۶). مدلهای که بر پایه اصول آماری – احتمالی بنا گذاشته شده اند، از اهمیت ویژه ای برخوردارند. در این گونه مدلها ارزش های عددی یک دسته از پدیده ها و ویژگی های اصلی آنها با نشانه ها و نیز روابط بین این پدیده ها به روابط بین نشانه ها مانند می شود. در هر نوع مدلسازی یک استراتژی سه مرحله ای تشخیص(شناسایی)، برازش و آزمون صحت مدل، طراحی و اجرا خواهد گردید که طی آن نیز حدود اعتماد مدل مشخص خواهد شد. مدلهای رگرسیونی منطقه ای، مدتهاست برای پیش بینی مقادیر سیلاب مورد استفاده قرار می گیرند این مدلهای رگرسیونی، از مدلهای پیچیده باران- رواناب بهتر بوده است ستیدینگ(۱۹۹۲). کراف و رانتز پس از مطالعه روشهای گوناگون تحلیل منطقه ای سیلاب، دریافتند که تکنیک رگرسیون پیش بینی کننده بهتری نسبت به روش شاخص سیلاب یا برازش توزیع های فراوانی نظری بر داده های ثبت شده تاریخی است ویسمان(۱۹۸۹).

مدل رگرسیون چند متغیره نوع بسط یافته از مدل رگرسیون خطی دو متغیره است که در آن سعی می شود بر اساس چندین متغیر مستقل پیش بینی یا متغیر وابسته برآورد شود فرج زاده(۱۳۸۶).

(۱)

$$Y= a+ b\, x_1 + b_2\, x_2 + \cdots + b_n\, x_n$$

در روابط فوق:.. $b_{1,2,}$ ضرایب رگرسیون و x_i پارامترهای مستقل در مسئله و Y متغیر وابسته که در اینجا میزان دبی با دوره های بازگشت مختلف بر حسب متر معکب در ثانیه می باشد. در صورتی می توان از رگرسیون خطی استفاده نمود که شرایط ۱- میانگین (امید ریاضی) خطاها صفر باشد. ۲- واریانس خطاها ثابت باشد، بدین معنی که توزیع خطاها باید دارای توزیع نرمال باشد. ۳- بین خطاهای مدل همبستگی وجود نداشته باشد(دارای هم خطی نباشد). ٤- متغیر وابسته دارای توزیع نرمال باشد. یکی از مفروضاتی که در رگرسیون مدنظر قرار می گیرد، استقلال خطاها از یکدیگر است. در صورتی که فرضیه استقلال خطاها رد

شود و خطاها با یکدیگر همبستگی داشته باشد امکان استفاده از رگرسیون وجود ندارد. به همین منظور برای بررسی استقلال خطاها از یکدیگر از آزمون دوربین-واتسون استفاده شده است (رابطه ۲).

$$DW=\frac{\sum(et-e_{t-1})}{\sum e_t^2} \qquad (۲)$$

در این رابطه e_t میزان اختلال یا خطا در دوره زمانیT(برای مثال سال) و e_{t-1} میزان اختلال یا خطا در دوره زمانی قبل T است.

برای ارزیابی و مقایسه نتایج مدل رگرسیونی با مقادیر دبی مشاهداتی به نسبت مقادیر برآورد شده دبی توسط مدل، از معیارهای آماری شامل : ۱- میانگین خطا۲- میانگین قدر مطلق خطا۳- میانگین مجذور مربعات خطا ٤- خطای نسبی تایید و تخمین، استفاده گردید (روابط ۳ تا ٦). این (۷) فاکتورها زمانی می توانند ارزش رجحانی مدل ها را تبیین نمایند که بین مقادیر مشاهده شده و مقادیر پیش بینی شده، محاسبه شوند.

میانگین خطا(MBE)این تست عبارت از میانگین انحراف مقادیر حساب شده از مقادیر اندازه گیری شده می باشد، علامت مثبت و منفی آن نشان دهنده این است که مقادیر برآورده شده به ترتیب بیشتر یا کمتر از مقادیر اندازه گیری شده هستند(رابطه ۳).

$$MBE=\sum_{i=1}^{n}\frac{Si-Ci}{n} \qquad (۳)$$

میانگین قدر مطلق خطا(MAB) که فرمول آن به صورت زیر است:

$$MAB=\sum_{i=1}^{n}\frac{|(Si-Ci)|}{n} \qquad (٤)$$

میانگین مجذور مربعات خطا(RMSE) این تست اطلاعاتی در مورد عملکرد کوتاه مدت روابط ارائه می دهد و برای این منظور اگر انحراف واقعی بین مقادیر محاسبه شده از مقادیر اندازه گیری شده کمتر باشد، مدل عملکرد بهتری خواهد داشت(رابطه ۵).

$$RMSE=\left\{\sum_{i=1}^{n}\frac{(Si-Ci)=}{n}\right\}\frac{1}{2} \qquad (۵)$$

خطای نسبی تخمین و تایید(RE)

$$RE=\left|\frac{y_0-y_e}{y_e}\right|\times 100 \qquad (٦)$$

که در این رابطه: RE= درصد خطای نسبی،Y0 = مقدار مشاهده ای متغیر وابسته و Ye= مقدار تخمینی متغیر وابسته توزیع گامبل یکی از روشهای عمده در تحلیل های آماری داده های هیدرولوژی و هواشناسی و بهترین روش تجزیه و تحلیل مقادیر انتهایی(Extreme) است. منظور از مقادیر انتهایی حداکثرها و حداقل ها مشاهده شده یک متغیر در مدت زمان می باشدمهدی نسب(۱۳۹۰).

$$Xt=X+(0.78Y-0.45)\times Cv \qquad (۷)$$

:حداکثر پیراسنج های برآورد شده ماهانه(فراسنج بارش و دبی) در طی دوره های بازگشت مختلف، Xt :میانگین حداکثر پیراسنج ها(بارش و دبی)X:انحراف معیارCv

$$Y=-\ln\left(-ln\times\left(1-\frac{1}{TR}\right)\right) \qquad (۸)$$

دوره های بازگشتTR:

جدول ۳. مقادیر Y در دوره های بازگشت

مقدار y	دوره بازگشت	مقدار y	دوره بازگشت	مقدار y	دوره بازگشت
۲/۹۷	۲۵	۲/۲۵	۱۰	۱/۵۰	۵
۵/۳۰	۲۰۰	٤/٦۰	۱۰۰	۳/۹۰	۵۰

یافته ها

ضریب تعیین یا R^2 معیاری برای اندازه گیری کفایت مدل رگرسیونی می باشد و در همه تحقیقات رگرسیونی کاربرد گسترده ای دارد. چون نمی توان به مقدار مطلوب R^2 برای مدلهای زیر مجموعه رگرسیون دست یافت از مقدار رضایت بخش R^2 استفاده می گردد(**رمضانی و سلطانی**،

۲۴۳:۱۳۸۲). R^2 به دست آمده نشان می دهد که ۰/۵۹۶ درصد تغییرات رواناب در حوضه کشکان مربوط به پنج عامل حداکثر ارتفاع حوضه، مساحت حوضه، حداکثر بارش ماهانه، ضریب فشردگی و عامل زمان تمرکزمی باشد(جدول٤).

جدول٤. نتایج مدل رگرسیونی چند متغیره مدل سازی تولید رواناب در دوره بازگشت ۲۵ ساله

Model Summary

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای معیار تخمین
۱	۰/۸۷۲	۰/۵۹٦	۰/٦٤٤	۷۳٤/۱۸

متغیر مستقل: حداکثر ارتفاع، مساحت، بیشینه بارش ماهانه، ضریب فشردگی و زمان تمرکز

متغیر وابسته: دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال

جدول تحلیل واریانس رگرسیون به منظور بررسی قطعیت وجود رابطه خطی بین متغیرهاست. چون Sig برابر با صفر است و کمتر از ۵ درصد می باشد بنابراین فرض خطی بودن رابطه بین متغیرها تایید می شود. یا به عبارتی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل رابطه خطی وجود دارد. در(جدول۵) سطر Regression بیانگر میزان تغییرات متغیر وابسته است که از طریق متغیرهای مستقل تبیین می شود. سطرResidual یا باقیمانده ها بیانگر میزان تغییرات متغیر وابسته است که توسط سایر عوامل تبیین می شود.

جدول ۵. تحلیل واریانس رگرسیون متغیر وابسته دبی با دوره بازگشت ۲۵ساله

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F	سطح معناداری
رگرسیون	۳/۱۰۰۷	۵	٦۲۰۰۸۱۹/۱۳	۱۱/۵۰٤	۰/۰۰۰
باقیمانده	۲/۱۰۲۷	۳۹	۵۳۹۰۲٦/۷		
کل	۵/۲۰۳۷	٤٤			

متغیر مستقل: حداکثر ارتفاع، مساحت، بیشینه بارش ماهانه، ضریب فشردگی و زمان تمرکز

متغیر وابسته: دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال

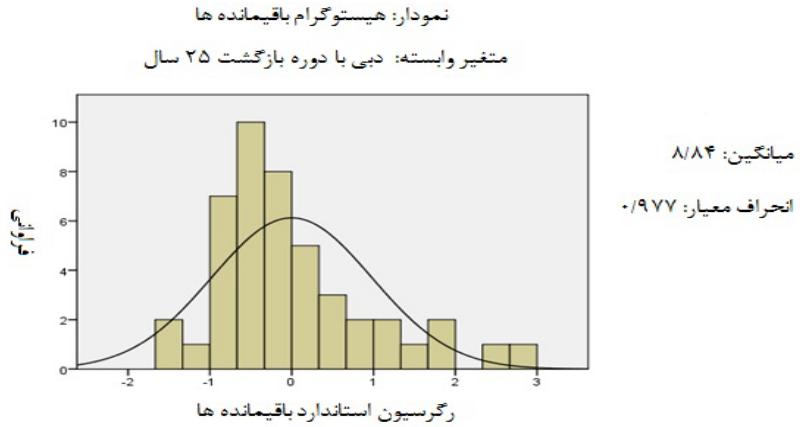
بر اساس (جدول٦) توزیع خطاها تقریباً نرمال است، مقدار میانگین ارائه شده در سمت نمودار بسیار کوچک و نزدیک به صفر(در جدول صفر) و انحراف معیار نزدیک به یک است.

جدول٦. میانگین و انحراف معیار باقیمانده ها دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله

	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	تعداد
مقدار پیش بینی	-۳/۳۱	۲/٤۳	۱/۰٦	۸۳۹/٤۲	٤٥
باقیمانده ها	-۱/۲٥	۲/۰۸	۰	٦۲۹/۲۱	٤٥
انحراف معیار پیش بینی	-۱/٦٥	۱/٦٤	۰	۱	٤٥
انحراف معیار باقیمانده ها	-۱/۷۱	۲/۸۳	۰	۰/۹٤۱	٤٥

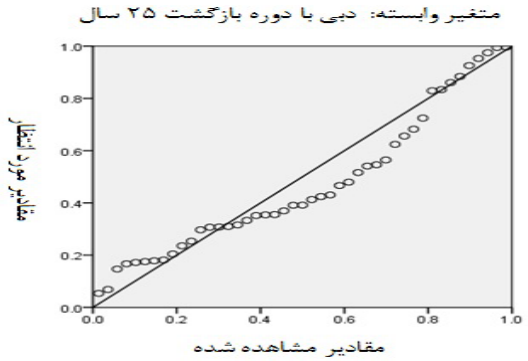
متغیر وابسته: دبی با دوره بازگشت۲۵ سال

نمودار هیستوگرام متغیر وابسته: دبی حوضه کشکان در دوره بازگشت ۲۵ ساله نشان می دهد که توزیع داده ها برای باقی مانده ها نرمال است. به عبارت دیگر نحوه پراکندگی دبی حوضه کشکان در دوره بازگشت ۲۵ ساله و داده های اندازه گیری آن تقریباً یکسان است. بنابراین می توان گفت فرض نرمال بودن توزیع باقی مانده ها برای متغیر وابسته صادق می باشد(شکل۲).



شکل۲. توزیع نرمال داده های باقیمانده دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله

در (شکل ۳) مقادیر احتمال تجمعی مورد انتظار باقی مانده ها به مقادیر متناظر توزیع نرمال نزدیک اند. بنابراین فرض نرمال بودن باقی مانده ها برای مدل رگرسیونی رد نمی شود.



شکل۳. توزیع پراکنش داده های دبی اندازه گیری شده نسبت به برآورد شده آن با دوره بازگشت ۲۵ ساله

در جدول ۷، ضریب β_1 کشش یا حساسیت دبی در دوره بازگشت ۲۵ ساله نسبت به ضریب β_1 برابر با ۳/۲٦٥ متر

مکعب می باشد. مقدار بدست آمده نشان دهنده ی اثر مقدار حداکثر بارش ماهانه بر میزان تولید دبی می باشد. ضریب β_2 برای متغیر مساحت، ۰۵۸/ ۳ متر مکعب را نشان می دهد. قدرت رابطهٔ خطی بین متغیرهای مستقل توسط شاخص تولرانس اندازه گیری می شود. برای هر متغیر مستقل تولرانس، نسبتی از پراکندگی آن متغیر است که توسط روابط خطی آن متغیر با سایر متغیرهای مستقل موجود در مدل توجیه نمی شود رمضانی و سلطانی (۱۳۸۲). با توجه به این که تولرانس یک نسبت است، مقدار آن بین صفر و یک می باشد. مقدار نزدیک به یک به این معنی است که در یک متغیر مستقل بخش کوچکی از پراکنش آن با سایر متغیرهای مستقل توجیه می کند و مقدار نزدیک به صفر نشان می دهد که یک متغیر تقریباً یک ترکیب خطی از سایر متغیرهای مستقل است. بتای استاندارد شده نقش بسیار مهمی را در پیش گویی متغیر وابسته نشان می دهد. بنابراین متغیر حداکثر بارش ماهانه و ضریب فشردگی به مراتب سهم بیشتری در مقایسه با سایر متغیرها در پیش گویی متغیر وابسته دارند.

جدول۷. نتایج مدل رگرسیونی چند متغیره مدل سازی تولید رواناب در دوره بازگشت ۲۵ ساله

مدل	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	t	سطح معناداری	آمارهای	
	B	خطای انحراف معیار	بتا			تولرانس	افزایش واریانس
1 (Constant)	۱۵۲۹/۱۹	۱۳۳۳/۳		-/۹۳۶	۰/۳۵۵		
حداکثر بارش ماهانه	۳/۲۶	۱/۱۳	۰/۲۹۸	۲/۸۶	۰/۰۰۷	۰/۶۸۱	۱/۴۲
مساحت	-۰/۲۰۷	۰/۴۲۳	-۰/۰۷۱	۰/۴۸۹	۰/۰۲۸	۰/۳۵۶	۱/۳۱
زمان تمرکز	-۲۷۳/۵	۱۵۴/۹	-۰/۲۷۰	-۱/۷۶	۰/۰۲۵	۰/۴۱۱	۱/۲۸
ضریب فشردگی	۳۲۰۲/۶	۱۳۲۱/۳	۰/۳۱۳	-۲/۴۲	۰/۰۲۰	۰/۵۹۱	۱/۴۰
حداکثر ارتفاع	-۱/۶۵	۰/۲۴۷	-۰/۸۷۶	-۶/۶۹	۰/۰۰۰	۰/۴۸۵	۱/۳۶

a. متغیر وابسته: دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال

معادله رگرسیونی چند متغیره بین متغیر وابسته میانگین دبی ماهانه با دوره بازگشت ۲۰۰ تا ۵ ساله و متغیرهای مستقل به شرح زیر می باشد.

$= 1244.568 + 4.009(Rainfall_5) - Runoff_5$
$0.186(A) - 259.324(Tc) + 3155.195(Cc) - 1.577(Hmax)$

$= 1487.467 + 3.509(Rainfall_{10}) - Runoff_{10}$
$0.194(A) - 277.395(Tc) + 3138.287(Cc) - 1.601(Hmax)$

$= 1529.196 + 3.265(Rainfall_{25}) - Runoff_{25}$
$0.207(A) - 273.595(Tc) + 3202.656(Cc) - 1.656(Hmax)$

$= 1636.918 + 3.021(Rainfall_{50}) - Runoff_{50}$
$0.210(A) - 286.355(Tc) + 3260.439(Cc) - 1.695(Hmax)$

$= 1735.584 + 2.962(Rainfall_{100}) - Runoff_{100}$
$0.186(A) - 302.161(Tc) + 3320.755(Cc) - 1.750(Hmax)$

$= 1773.561 + 2.059(Rainfall_{200}) + Runoff_{200}$
$0.212(A) - 402.648(Tc) + 3202.658(Cc) - 1.605(Hmax)$

در چهار زیرحوضه خرم آباد، پلدختر، کاکارضا و صیدعلی، میزان رواناب برآورد شده توسط مدل رگرسیونی بیشتر از رواناب مشاهداتی است (جدول۸).

جدول ۸. مقایسه نتایج دبی برآورد شده توسط مدل با مقادیر اندازه گیری شده دبی در حوضه کشکان و مقادیر خطاها

ایستگاه	متوسط دبی اندازه گیری شده بر حسب متر معکب در ثانیه	متوسط دبی برآورد شده بر حسب متر معکب در ثانیه
خرم آباد	۱۳۱/۵۸	۱٤۰/٦٥
پلدختر	٦۱٤/۰۲	٦۲۸/٦
افرینه	٤۱۳/۱٦	٤۰۹/٤
کاکارضا	۱۳٥/۳۰	۱۳٦/۸
سراب صید علی	٥۳/۳٦	٥۹/٥
MBE_{m^2}	۰/۰۰٦٤۸	
MAB_{m^2}	۲۹/۹۸۷٦	
$RMSE_{m^2}$	۱٦۸/۹۷	
RE	۷/۸۷	

بحث و نتیجه گیری

جایگاه جغرافیایی کشور طوری است که تمرکز زمانی و مکانی بارش، در بیشتر حوضه های آبریز باعث وقوع سیل می‌گردد. سیلاب ناشی از بارندگی است اما مطالعات نشان می دهد که بین این دو عامل رابطه خطی و مستقیمی وجود ندارد از جمله عوامل اصلی بر هم زننده این رابطه علاوه بر شرایط جغرافیایی می توان به ویژگی های فیزیکی حوضه آبخیز اشاره کرد. در این پژوهش مدلهای با ضریب همبستگی معنی دار در سطح ۱و ۵ درصد و به ترتیب مساوی یا بزرگتر از ۰/۷۰۸ و ۰/۵۷۲ با درجه آزادی متناسب با تعداد ۵ ایستگاه(زیرحوضه) مورد استفاده، به عنوان مدل نهایی انتخاب شده اند. برای ارزیابی مدلهای تهیه شده از معیارها و شاخص های متعددی از جمله ضریب همبستگی، خطای استاندارد، خطای نسبی تخمین و تایید و میانگین قدر مطلق خطا استفاده شده است. نتایج ضریب تعیین تحلیل و مدل رگرسیونی چند متغیره نشان می دهد که: ٦٤ درصد از تولید متوسط دبی ماهانه، در تمام دوره‌های بازگشت مختلف، فاکتورهای اصلی تولید رواناب در حوضه کشکان، عوامل بیشینه بارش ماهانه، مساحت، زمان تمرکز، ضریب فشردگی و حداکثر ارتفاع می باشند. برای مثال در مورد دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله r = ۰/۸۷۲ و R^2=۰/۵۹٦ محاسبه شده است و بیانگر آن است که نتایج حاصل از مدل رگرسیونی ۰/۵۹٦ درصد با واقیعت همخوانی دارد. بنابراین با استفاده از این روش می توان سیلاب را برای حوضه های آبی منطقه پیش بینی نمود. علارغم پتانسیل بسیار بالا برای تولید رواناب در سطح حوضه کشکان، به دلیل بالابودن میزان تراکم زهکشی یا "همان اندازه ی طول یک آبراهه که می تواند در محاسبه ی رواناب ناشی از بارندگی اثر بگذارد" زیرا با افزایش تراکم زهکشی، سطح انتقال آب(رواناب) بیشتر می گردد و در نتیجه نفوذ آب افزایش می یابد و پتانسیل

تولید رواناب کاهش می یابد و اینکه مساحت زیادی از سطح حوضه کشکان از سنگهای آهکی و رسوبی پوشانده شده است و این نوع سنگها دارای قابلیت انحلالی بسیار بالا و هم دارای شکاف و ترک های بسیار زیادی هستند در نتیجه میزان رواناب مشاهداتی را نسبت به رواناب محاسبه شده را پایین می آورند.

References

1. Alizade, A. (2009), Principles of Applied Hydrology, University of Imam Reza (AS), The twenty-sixth edition, Mashhad.
2. Azari, M., Sadeghi, HR., Telori, A. (2008), Determine the contribution of catchment basins Jagharq in peak flow and volume of runoff to prioritize flood control, Journal of Geography and Development, No.12, PP. 199-212.
3. Brooks K, N. (2003)., Hydrology and the Management of Watersheds, Lowa Static University Prees.P.160.
4. Davodirad, A., Mahdavi, M. (1999), Climate models and morphological study of flood discharge in arid and semi-arid Case Study (Salt Lake Basin), The second Conference on Climate Change, the Meteorological Agency.
5. Faazloli, R., Akhond Ali, A M., Behnia, A. (2006), Determination for predicting runoff in mountainous watershed case study, watershed Moaref Amameh and Kasilian, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, Vol. 13, No. 6, January - March, PP.108 - 117.
6. Faraj M., 1386. Climatology techniques, publisher, printing, Tehran.
7. Ghahroudi Tali, M.(2006), SCS-CN model assessment estimate catchment runoff Amir Kabir Dam Branch, Journal of Geography and Development, Spring& Summer, No. 7, pp. 198- 185.
8. Ghanbarpour, M. Amiri, M., Gholami, S. (2008), Evaluation of the monthly flow forecasting model based on time series analysis, case study: Karkheh Basin, Iranian Journal of Natural
9. Resources, Vol. 61, No.1, Spring, Tehran University, pp. 55- 43.
10. Ghasempour F. (1999), Regional analysis of flood in West Mazandaran (Chalose-Ramsar), Master Thesis Watershed, Supervisor Dr Amin Alizadeh, Tarbiat Modarres University, Tehran.
11. Jokarsarhangi, A., Amirahmadi, A., Nikzad, A. (2009), Modeling of flood water basin on the northern slopes of the Alborz using geomorphological and morphometric characteristics and application of GIS, Journal of Geography and Planning, Tabriz University, No. 29, PP> 141- 162.
12. Lawgun, N. , Toong, AR.(1985), Regional flood- frequency analysis of small catchments in North Auckland and Coromandel (New Zealand), journal of Hydrology (New Zealand)24 (2): 64-76.
13. Mhdinasab, M.(2011), Modeling of rainfall - runoff Kashkan based on statistical models, Payanamh MSc Ecology and supervisors Dr Negaresh, H. & Tavousi, T., University of Sistan and Baluchestan, Zahedan.
14. Mohammadi, H. (2007), pamphleteer metod in Geography and Related Sciences (translation), Tehran University, Tehran.
15. Morid, S., Riazati, D. (2003), Comparative analysis of models of regional flood and rainfall - runoff in East province, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, Vol. 10, No. 2, Summer, pp. 193- 181.
16. Ramezani, A., Soltani, A. (2003), Introduction

to Applied Regression Analysis, Nashar Publication, Esfahan.
17. Salavati, B., Sadeghi, HR., Telori, A. (2010), Runoff modeling watersheds Kurdist an province of physiographic and climatic variables, Journal of Soil and Water, Volume 24, at 1, April and May, pp. 96, 84
18. Singh vijay p. (1988)., Hydrologic systems Vol. 1&2, Prentice Hall, Englwood cliffs, New Jersey, PP.480&320
19. Sorinejad, A. (2002), Kashkan River Basin watershed r unoff volume estimation using GIS, Geographical Research, 43, pp. 57 -80.
20. Stamy TC.,Hess GW.(1993), Techniques for estimating magnitude and frequency of floods in rural basins in Georgia. Water Resources Investigation Report 93-4016, USGS Publication , 94P
21. Stedinger I. R, Vogel R. M, Foufoule-Geovgiouse.,(1992.), Frequncy analysis of extreme events, Ihmaidment DR. (Ed shief) Hand book of hydrology, Mc Graw- Hill – Inc., Newyork USA.
22. Tavakoli, M., Rostaminia, M.(2006), Model of regional flood basins in Ilam, Journal of Agricultural Sciences, Vol. 12, No. 2, PP. 347- 3557.
23. Viessman W. JR, Lewis G.L.L Knapp JW. (1989), Introduction to hydrology, delhi Press, Happev and Row Publishrs