Archive of SID

مجله دانش آب و خاک/ جلد 21 شماره 1/ سال 1390

بررسی روش‌های برآورد دبی اوج سیل در قالب تحلیل منطقه‌ای در حوضه‌های کم داده

حسین ملکی نژاد[1*]، سمانه پورمحمدی[2]

تاریخ دریافت : 89/2/21 تاریخ پذیرش: 89/11/15

1- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

2- دانش آموخته کارشناسی ارشد، مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه یزد

* مسئول مکاتبه E mail: hmalekinezhad@yazduni.ac.ir

چکیده

برآورد دبی اوج سیلاب در یک حوضه، یکی از مهمترین مسائلی است که هیدرولوژیست‌ها و کارشناسان بخش آب را به خود مشغول کرده است. روش‌های تحلیل منطقه‌ای سیلاب یکی از کارآمدترین روش‌ها جهت برآورد دبی سیل در مناطق فاقد داده یا دارای طول دوره آماری کوتاه می‌باشد. در تحقیق حاضر که در حوضه‌های اصفهان- سیرجان و یزد- اردکان صورت پذیرفته است از سه روش هیبرید، گشتاور خطی و رگرسیون چند متغیره استفاده شده است. هدف از انجام این تحقیق مقایسه کارایی این روش‌ها در برآورد دبی اوج در برخی ایستگاههای واقع در حوضه ایران مرکزی است. بدین منظور پس از شناسایی مهمترین فاکتورهای موثر بر دبی اوج از طریق تجزیه و تحلیل عامل‌ها، اقدام به تعیین ضرایب معادلات تخمین دبی اوج به صورت کلی $Q_p=aX^bY^cZ^d$ به دو روش هیبرید و رگرسیون چند متغیره شد. از نتایج روش گشتاور خطی که قبلاً در منطقه مطالعاتی و با همین منظور انجام شده بود نیز استفاده گردید و مقایسه سه روش با یکدیگر از طریق آماره‌های RRMSE و MAE انجام یافت. در حوضه‌های مورد مطالعه نتایج نشان داد که برای دوره بازگشت‌های کوتاه (2، 5 و 10 ساله) روش رگرسیون چند متغیره و سپس روش هیبرید نسبت به گشتاور خطی برتری دارد. اما برای دوره بازگشت‌های بالاتر (25 و 50 سال) روش گشتاورخطی نسبت به سایر روش‌ها مناسب‌تر است. نتایج حاصله از این تحقیق نشان دهنده اهمیت تمامی این روش‌ها در تحلیل سیلاب بوده لذا در هر منطقه همگن هیدرولوژیکی به فراخور منطقه، شرایط اقلیمی، تعداد و نوع داده و هم‌چنین دوره بازگشت مورد انتظار یک روش نسبت به دیگری می‌تواند برتری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز منطقه‌ای سیل، دبی اوج، رگرسیون چند متغیره، گشتاور خطی، هیبرید

www.SID.ir

Archive of SID

Investigating the Peak Flood Estimation Methods in a Regional Analysis Approach for Low-Data Catchments

H Malekinezhad[1*] and S Pourmohammadi[2]

Received: 11 January 2011 Accepted: 4 February 2011
[1]Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Yazd, Iran
[2]Former MSc. Student, Desert Management, Faculty of Natural Resources, University of Yazd, Iran
* Corresponding author: hmalekinezhad @yazduni.ac.ir

Abstract

The methods of regional flood frequency analysis is one of the most reliable and applicable technique for the regions with insufficient recorded data. In this study three techniques of flood analysis were used to evaluate the priority and importance to estimate the peak flow for different return periods. The hybrid, multiple regression and L-moments are the three approaches applied for Yazd-Ardakan and Isfahan-Sirjan plains in central Iran. At the first step, the most effective physical and hydrological parameters were identified by factor analysis technique. Then the coefficients of the power formula of $Q_p=aX^bY^cZ^d$ were estimated regarding the hybrid and multiple-regression methods. The results of this analysis were compared to the L-moments approach using RRMSE and MAE statistics. The findings showed better performance of the multiple regression and hybrid rather than L-moments methodat short return periods (2, 5 and 10-year). For longer return periods (25 and 50-year) the L-moments approach represented better-fit to the observed flood data. In general, due to variability of the parameters such as, climatic factors, data length and type, affecting peak flood, each one of the regional flood frequency analyses may have better performance for the case studies. Therefore, these techniques should be evaluated for each hydrological homogeneous region.

Keywords: Hybrid, L-moments, Multiple-regression, Regional flood frequency analysis

مقدمه

برآورد سیلاب مبنای طراحی در پروژه‌های مختلف نظیر طرحهای آبخیزداری، کنترل و مهار سیلاب، طراحی سازه‌های آبی مثل سازه‌های رودخانه-ای، سرریز سدها و بندهای خاکی و زیرگذر جاده ها دارای اهمیت زیادی بوده و در صورت موجود بودن آمار و اطلاعات کافی از مشخصات سیلاب‌های گذشته در حوضه براحتی امکان پذیر است. اما بسیاری از رودخانه‌ها و مسیل‌ها عمدتآ به دلایل اقتصادی فاقد ایستگاه‌های هیدرومتری و یا آمار کافی می باشند. بسیاری از ایستگاه‌های هیدرومتری موجود بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی کشور بدلیل تازه

www.SID.ir

Archive of SID

تاسیس بودن آنها دارای آمار کوتاه مدت هستند که به تنهایی برای برآورد دبی سیلابها با دوره های برگشت مختلف نمی‌توان از آنها استفاده کرد. تعدادی فرمول تجربی نظیر فولر، کریگر یا دیکن با استفاده از داده-های هیدرولوژی مناطق خاصی از کشورهای دیگر ارائه شده است که برای استفاده در مناطق دیگر نیاز به واسنجی دارند (مهدوی، 1371). بمنظور افزایش دقت در پیش بینی‌های هیدرولوژیکی مانند برآورد دبی اوج سیل برای دوره‌های برگشت مختلف و بالا بردن ضریب اطمینان در تخمین‌ها، استفاده حداکثر از داده های موجود در کلیه ایستگاه‌های یک منطقه امری اجتناب ناپذیر است. برای این منظور روش‌های مختلفی تحت عنوان روش‌های منطقه‌ای تجزیه و تحلیل سیلاب شناخته می‌شوند. در تجزیه و تحلیل منطقه‌ای سیل با استفاده از داده‌های موجود و محدود در نقاطی خاص می‌توان مقادیر داده‌ها را در حوضه‌های فاقد آمار و یا دارای آمار کوتاه مدت در آن منطقه تخمین زد. روش-های مختلفی در مبحث تحلیل منطقه‌ای سیل ارائه شده است که از میان آنها می‌توان به روش‌های شاخص سیل، کاربرد ممان‌های خطی و رگرسیونی اشاره نمود (ملکی نژاد و همکاران، 2011). در کلیه روش‌های تحلیل منطقه ای سیل ابتدا بایستی مهمترین عوامل موثر بر شدت سیل را مشخص و سپس به دسته‌بندی حوضه به دو یا چند منطقه همگن اقدام نمود که از نظر خصوصیات تولید سیل و بطور کلی خصوصیات هیدرولوژیکی شباهت‌های بیشتری دارند. برآورد دبی اوج در منطقه هایی با آمار محدود یا بدون آمار یکی از مسایل مهم در مدیریت منابع آب و طراحی سازه های آبی است. یک مسأله اساسی در تحلیل منطقه ای سیلاب در روش‌های مرسوم، نیاز به برون‌یابی برای تخمین دبی‌های با دوره بازگشت بزرگتر است که بر اساس روابط منطقه‌ای صورت می‌گیرد. این مسأله خود می-تواند منشأ خطای بزرگی شود. این خطا در روش هیبرید با ترکیب آمار ناقص ایستگاه‌های همجوار و همگن که با استفاده از فاکتورهای مؤثر بر دبی سیلاب استاندارد شده‌اند، تا حدودی کاهش می‌یابد . در این روش داده‌های بزرگ و کوچک با هم ترکیب می‌شوند و آمار مرکب پایداری تولید و باعث می شود برازش توزیع آماری بهتر صورت گیرد (هجالیمارسوم و توماس 1992). در رابطه با تحلیل منطقه‌ای سیلاب مطالعات زیادی صورت گرفته که به برخی از آنها می‌توان اشاره نمود. پیرسون[1] (1991)، با استفاده از نمودارهای گشتاورهای خطی به گروه‌بندی 275 ایستگاه در نیوزیلند پرداخت. ایستگاه‌های مورد بررسی دارای حداقل 10 سال داده مشاهداتی بودند، بطوری‌که میانگین طول آمار مشاهداتی منطقه 21 سال گزارش شده بود. کاربرد تئوری گشتاورهای خطی در بررسی سیلاب‌های نیوزیلند نشان می‌دهد که سری‌های سیلابی سالیانه منطقه سات کانتربری[2] با توزیع مقادیر حد نوع دوم برازش بهتری دارد، در حالی که نتایج پژوهش‌های قبلی مقادیر حد نوع اول را به عنوان بهترین توزیع برای این منطقه معرفی کرد. ووگل و همکاران (1993)، با استفاده ازتئوری گشتاورهای خطی به بررسی تناوب سی حوضه‌ی آبخیز استرالیا پرداختند و 61 ایستگاه آب سنجی را درسرتاسر این کشور بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که توزیع‌های مقادیرحد تعمیم یافته[3] و ویکبی[4] بهترین تطابق را با داده‌های جریان در برخی مناطق استرالیا دارند، عمده بارش این مناطق ناشی از رگبارهای زمستانه است. برای دیگر حوضه-های آبخیز استرالیا توزیع‌های پارتو تعمیم یافته[5] و ویکبی بهترین برازش را با داده‌های مشاهداتی جریان نشان دادند.

ریگز و هس (1993) ده روش تحلیل منطقه‌ای سیلاب را در آمریکا بررسی کردند و به تعیین پارامترهای موثر در دبی سیلاب پرداختند. آنان نتیجه گرفتند که سطح حوضه مهمترین و موثرترین پارامتر در تولید سیلاب می باشد. پس از آن شیب آبراهه و متوسط بارندگی سالانه حوضه از اهمیت بیشتری برخوردارند. ریگز و هس (1993) در تحقیق خود مدل-

[1] Pearson
[2] South Canterbury
[3] Generalized extreme values
[4] Wakeby
[5] Generalized pareto

www.SID.ir

Archive of SID

های منطق ایسیل را برای دوره بازگشت های 2، 25 و 50 ساله در برخی از حوضه‌های آمریکا ارائه داد و توسط آن دبی اوج سیلاب از روی سطح حوضه و متوسط بارندگی سالانه حوضه برآورد شد. در تحقیقی دیگر توسط مور (1987) از تلفیق دو روش هیبرید و رگرسیون جهت ارائه مدل منطقه‌ای برای حوضه آبخیز بریتانیا استفاده کرد و به این نتیجه رسید که در حوضه های فاقد آمار کافی تلفیق این دو روش مناسب می‌باشد. کوانتی و مویسلو(1987) مدلی برای تخمین تناوب سیل برخی از حوضه‌های کشور ایتالیا ارائه کرد و از خصوصیات فیزیکی حوضه، حداکثر دبی سالانه و روزانه و دبی اوج لحظه‌ای در مدل خود استفاده کردند. چاووشی و اسلامیان (1378) در تحقیقی دیگر جهت تخمین دبی اوج لحظه ای با دوره بازگشت‌های مختلف در حوضه‌های فاقد آمار (حوضه زاینده رود) از آنالیز منطقه‌ای سیل استفاده نمودند. جالمارسون و توماس (1990) برای اولین بار روش هیبرید را برای مطالعه روابط منطقه‌ای سیلاب در جنوب غربی ایالت متحده به کار برد، در این روش روابط منطقه‌ای سیلاب براساس عوامل سطح و ارتفاع تعیین شدند. پتی لیک (1994) به منظور بررسی روابط جریان های بیشینه، بارندگی و عوامل سطح حوضه، مطالعاتی در پنج منطقه کوهستانی در غرب آمریکا انجام داد و نتیجه گرفت که سطح حوضه و متوسط سالانه بارندگی از مهمترین عوامل می باشند. هنربخش (1374) آنالیز منطقه ای سیلاب را به دو روش سیل شاخص و رگرسیون چندگانه در حوضه آبخیز دریاچه نمک انجام داد و به این نتیجه رسید که فقط در دوره بازگشت صد ساله، روش رگرسیون چندگانه دقت بیشتری دارد. آنالیز منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید توسط چاوشی و اسلامیان (1378)، نجاتی (1378) و سیف (1380) در مناطق مختلف ایران مطالعه شده است. تحقیقی دیگری را محسنی ساروی و همکارانش (1382) انجام دادند. ملکی نژاد و همکاران (2011) کارایی تکنیک گشتاورهای خطی را برای مقایسه دو روش شاخص سیل و رگرسیون چند متغیره جهت برآورد دبی حداکثر سیل در حوضه دریاچه نمک انجام داد. در تحقیقی که توسط ملکی نژاد (1385) صورت گرفت، برتری کارایی روش هیبرید در برآورد دبی اوج با دوره بازگشت‌های مختلف در مقایسه با روش رگرسیونی در حوضه‌های کوچک آشکار گردید. هدف از این تحقیق مقایسه کارایی روش‌های هیبرید، رگرسیون چندمتغیره خطی و گشتاور خطی جهت برآورد دبی اوج در حوضه مرکزی ایران می‌باشد.

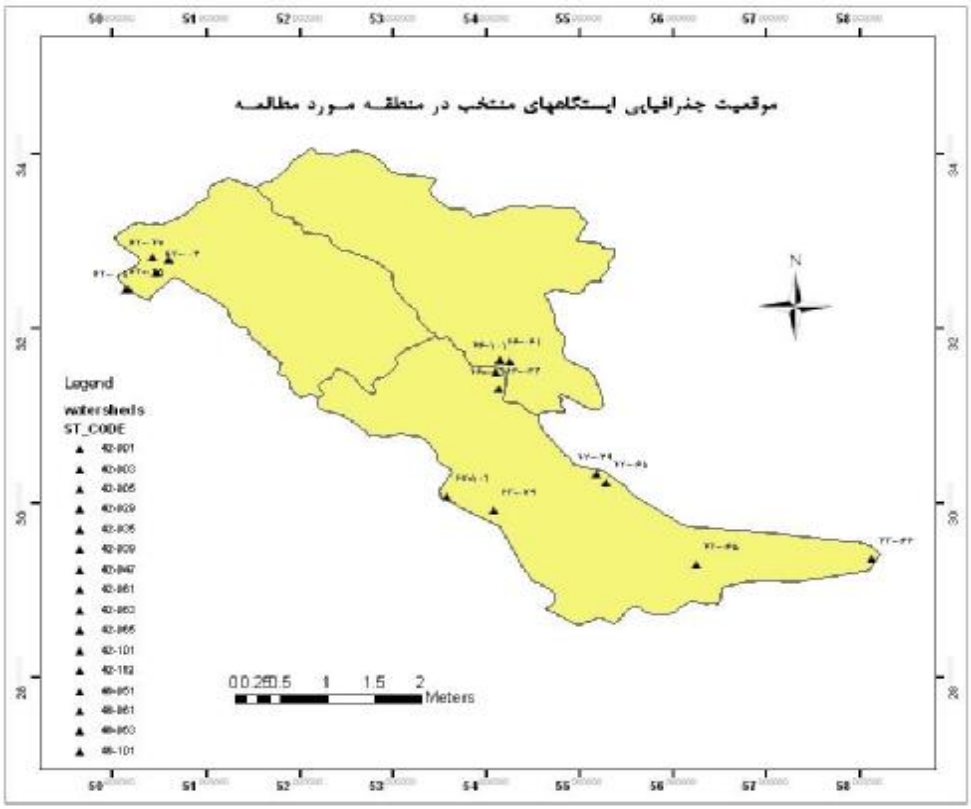
مواد و روش‌ها

معرفی مناطق مطالعاتی

حوضه‌های مورد مطالعه شامل حوضه‌های اصفهان- سیرجان و دشت یزد- اردکان می‌باشد. حوضه آبخیز اصفهان- سیرجان که در بعضی منابع، حوضه آبخیز باتلاق گاوخونی و کویر سیرجان نیز نامیده شده است، ازجمله زیرحوضه های بزرگ آبخیز مرکزی ایران است. مساحت این حوضه 99300 کیلومتر مربع می‌باشد که خود به دو زیر حوضه اصلی زاینده- رود و ابرقو- سیرجان تقسیم می‌شود. حوضه آبخیز دشت یزد- اردکان با مساحت 650000 هکتار در بخش شمالی استان یزد واقع شده است و در حدود 24/9 درصد از مساحت کل این استان را شامل می‌شود. تصویر کلی از مناطق مورد مطالعه در شکل شماره یک نشان داده شده است. منطقه مورد مطالعه شامل 14 ایستگاه بود که در جدول شماره 1 مشخصات آنها بیان شده است. در این جدول ضریب گراولیوس نسبت بین محیط حوضه به محیط دایره هم مساحت با آن است و هر چه حوضه کشیده‌تر باشد مقدار آن از یک بیشتر می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 1- محدوده منطقه مطالعاتی(محمدی 1387)

روش تحقیق

جهت انجام این تحقیق ابتدا همگنی ایستگاه‌های موجود در منطقه مطالعاتی بررسی شد. جهت تعیین همگنی ایستگاه‌های مطالعاتی از روش کلاستر یا خوشه بندی استفاده گردید. این روش در مواقعی بکار می‌رود که به دسته بندی مشاهدات به گروه‌های مشخصی نیاز است. در این روش فرض شده است که در ابتدا هیچ اطلاعی از وضعیت دسته بندی موجود نیست و گروه‌ها ناشناخته‌اند. در این فرایند روش سلسه مراتبی به اجرا در آمد که طی آن ابتدا با در نظر گرفتن هر یک از مشاهدات به عنوان یک دسته مجزا آغاز می گردد. در مرحله اول هر دو مشاهده‌ای که به همدیگر نزدیکتر باشند (شباهت بیشتری بین متغیرهای مورد نظر در آن مشاهده وجود داشته باشد) در یک دسته قرار می‌گیرند. در مرحله بعدی هر مشاهده‌ای که شباهت بیشتری به این دسته داشته باشد به آن می‌پیوندد و یا اینکه آن مشاهده با یکی دیگر از مشاهدات تشکیل دسته مجزایی می‌دهد. این کار تا زمانی که تمامی مشاهدات تشکیل یک دسته واحد را بدهند ادامه خواهد یافت. بزرگترین دسته ایجاد شده شامل تمامی مشاهدات بوده که عملاً هیچ ارزشی در دسته بندی نخواهد داشت. به طور کلی هر چه به انتهای آنالیز خوشه ای نزدیکتر شویم میزان مشابهت‌های دسته‌های بزرگتر کمتر خواهد شد. تا اینکه در آخرین دسته، شباهت بسیار ناچیزی بین مشاهدات آنها وجود داشته باشد. میزان همبستگی بین دسته‌های ایجاد شده به صورت یک نمودار پلکانی به نام دندروگرام[1] نمایش داده می‌شود (ملکی‌نژاد و پورمحمدی 1387). در تحقیق حاضر از نرم افزار مینی تب[2] جهت انجام آنالیز خوشه‌ای و روش تجزیه استفاده شده است. روش تجزیه و تحلیل عاملی اولین بار توسط

[1] Dendrogram
[2] Minitab

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره 1- مشخصات و آمار مورد استفاده هر یک از ایستگاه‌های منتخب

نام ایستگاه	نام رودخانه	مختصات جغرافیایی		مساحت	شیب آبراهه	طول آبراهه	ضریب
		طول	عرض	(km^2)	اصلی (%)	اصلی (km)	گراولیوس*
چهلگرد	تونل اول کوهرنگ	50-07	32-28	430	23/9	32/75	0/971
قلعه شاهرخ	زاینده رود	50-28	32-39	1917/5	23	66/5	1/167
اسکندری	پلاسجان	50-26	32-49	1600	5	41/5	0/999
زمانخان	زاینده رود	50-54	32-30	5766	21/2	130/5	1/338
بندپایین	رودخانه اعظم	54-05	29-55	1011/5	6/2	35	1/06
دره در	تونل دوم کوهرنگ	50-17	32-45	32	26/8	9/25	0/71
تاجو مدوار	سردرودخانه	55-11	30-20	47/7	11/7	14	1/245
مندرجان	سمندگان	50-39	32-47	119,5	14/1	16/5	1/313
آبدرمیان	آبدرمیان	55-17	30-15	46/3	7/4	12/75	1/326
رمرزج	اسطور	58-08	29-22	120	16/3	7	0/483
باغستان	ده بالا	54-07	31-36	66/22	13/5	12/7	1/23
طزرجان	طزرجان	54-11	31-35	29/85	20	8/2	0/376
دره	منشاد	54-13	31-32	25/57	5/5	16	1/45
فخرآباد	فخرآباد	54-15	31-37	205/2	6/5	24/5	1/2

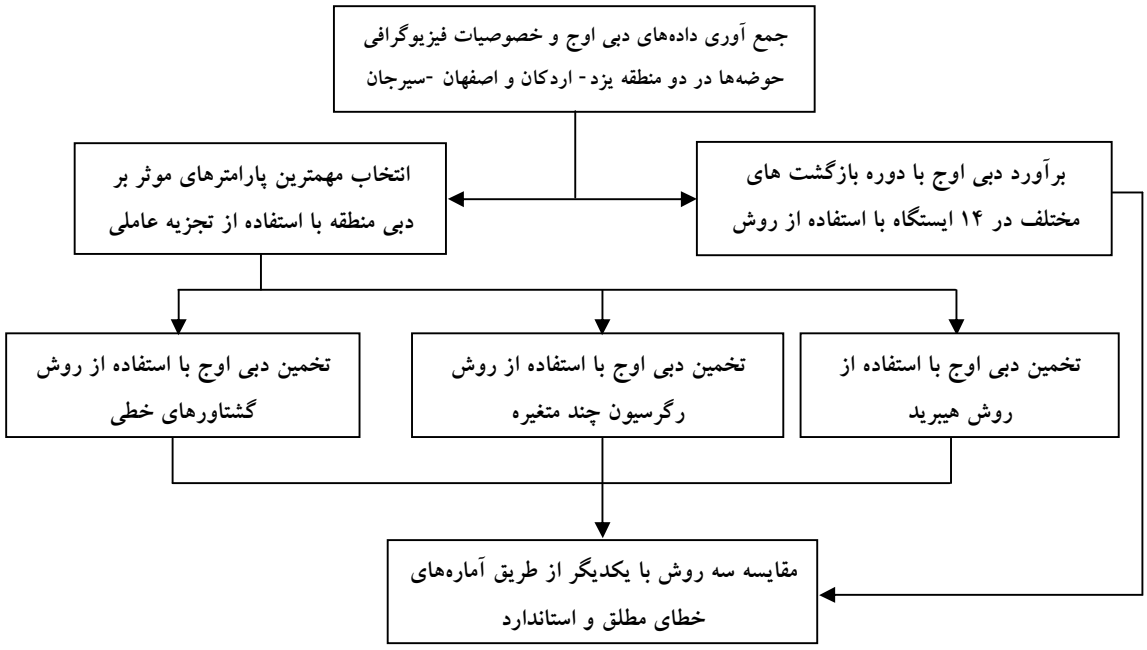
***** Gravellius coefficient

چارلز اسپیرمن[1] ابداع گردید. در این روش هر چند مقدار همبستگی داخلی بین متغییر ها نزدیک تر باشد تعداد عامل‌های پدید آمده کمتر خواهد بود. در تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه رابطه عددی بیش از دو متغیر را در یک زمان می‌توان بررسی نمود ولی با افزایش تعداد متغیرها، معادله رگرسیون چندگانه بطور فزاینده-ای غیر قابل کنترل می‌گردد ولی این مشکل در تجزیه و تحلیل عاملی وجود ندارد و ضمناً اهمیت و وزن هر عامل نشان داده می‌شود. برای انجام تجزیه عاملی مراحل استاندارد سازی داده‌ها , تعیین ماتریس وزن عامل‌ها[2] ,انتخاب تعداد عامل‌ها و دوران عامل‌ها[3] انجام می‌شود (ملکی نژاد و پورمحمدی1387). در تحقیق حاضر از نرم افزار "می نی تب[4] " برای تجزیه عاملی پارامترهای اقلیمی مورد مطالعه (متغیرها) در تعیین عوامل موثر بر دبی حداکثر استفاده شد. به این منظور از روش مولفه‌های اصلی و هم‌چنین از دوران نوع "واریماکس"استفاده گردید. با انجام تجزیه عاملی، چهار عاملی که بیشترین نقش در دبی حداکثر را داشت، مشخص گردید. در این روش هفده مشخصه اقلیمی در چهار فاکتور گروه‌بندی شد و از بین مشخصه‌های قرار گرفته در هر فاکتور، مشخصه دارای بیشترین وزن تعیین شد. بنابراین از بین هفده پارامتر مذکور مساحت، طول آبراهه، متوسط بارندگی سالانه و بارش 24 ساعته بعنوان فاکتورهای اصلی مورد بررسی قرار گرفتند. سپس با توجه به این فاکتورها، فرمول‌های محاسبه دبی برای دوره بازگشت‌های 2 تا 50 سال برآورد گردیده شد. برای این کار از دو روش مختلف هیبرید[5] و رگرسیون چند متغیره خطی[6] استفاده شد. بدین منظور یک مرتبه از فاکتور مساحت حوضه به تنهایی، یک مرتبه از فاکتورهای طول آبراهه و متوسط

[1] Charles Spearman
[2] Factor loading matrix
[3] Factor Rotations
[4] Minitab
[5] Hybrid
[6] Multiple linear regression

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- مراحل مختلف انجام تحقیق

بارندگی سالانه و یک مرتبه هم از فاکتورهای طول آبراهه و بارش 24 ساعته استفاده شد. به این ترتیب سه دسته فرمول برای محاسبه دبی‌های اوج در هر دوره بازگشت بدست آمد. هم‌چنین مقایسه‌ای بین نتایج این دو با روش گشتاور خطی (محمدی 1387) نیز صورت پذیرفته و بهترین روش از میان آنها معرفی گردیده است. در انتها توسط آماره های RRMSE [1] و MAE [4] میزان صحت و دقت فرمول های برآوردی ارزیابی گردید. آمارهRRMSE مقدار نسبی جذر میانگین مربعات خطا بوده و بیانگر میزان خطای برآورد متغیرها نسبت به میانگین مقدار مشاهداتی است. آماره MAE نیز میانگین خطای مطلق است. این دو آماره که معرف خطای روش در برآورد دبی اوج به کمک روش‌های هیبرید و رگرسیون خطی می‌باشند، از مقایسه دبی‌های محاسباتی (به روش هیزن) و دبی‌های تخمینی (توسط فرمول‌های جداول 2 تا 4) بدست آمده‌اند. این آماره‌ها امکان مقایسه دو روش هیبرید و رگرسیون خطی با یکدیگر و نیز مقایسه با نتایج روش گشتاور خطی را فراهم می‌آورند. در تحقیق حاضر از ذکر جزئیات روش‌های مورد استفاده (هیبرید، رگرسیون چندمتغیره، گشتاور خطی) صرف‌نظر شده و بیشترین تاکید بر روی مقایسه و بررسی کارآیی هر یک در تحلیل منطقه‌ای سیلاب می‌باشد. در شکل 2 مراحل مختلف انجام این تحقیق آورده شده است.

نتایج و بحث

در جداول 2 تا 4 فرمول‌های محاسبه دبی اوج با دو روش هیبرید و رگرسیون خطی به کمک پارامترهای مساحت حوضه (A)، طول آبراهه اصلی (L)، متوسط بارندگی سالانه (P_a) و بارندگی 24 ساعته (P_{24}) آورده شده‌است. همانطوری که ملاحظه می‌گردد، برای تمامی دوره بازگشت‌ها ضرایب فرمول‌ها متفاوت است که ناشی از تفاوت در فرایند هر روش برای تعیین دبی اوج می‌باشد.

[1] Relative root mean square error
[4] Mean absolute error

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره 2 – فرمول‌های استخراج شده جهت محاسبه دبی اوج توسط مساحت حوضه (A) به دو روش مختلف

دوره بازگشت	روش هیبرید	روش رگرسیون خطی	R^2 هیبرید	R^2 رگرسیون خطی
2	$Q_2 = 41.09A^{0.02}$	$Q_2=4.13A^{0.33}$	0/80	0/83
5	$Q_5 = 47.5A^{0.03}$	$Q_2=8.87A^{0.26}$	0/78	0/82
10	$Q_{10} = 60.5A^{0.04}$	$Q_{10}=15.48A^{0.22}$	0/70	0/75
25	$Q_{25} = 100.6A^{0.04}$	$Q_{25}=34.67A^{0.18}$	0/59	0/61
50	$Q_{50} = 147.9A^{0.071}$	$Q_{50}=66.06A^{0.16}$	0/50	0/52

جدول شماره 3 – فرمول‌های استخراج شده جهت محاسبه دبی اوج توسط طول آبراهه اصلی (L) و متوسط بارندگی سالانه (Pa) به دو روش مختلف

دوره بازگشت	هیبرید	رگرسیون خطی	R^2 هیبرید	R^2 رگرسیون خطی
2	$Q_2 = 0.35L^{069}P_a^{0.42}$	$Q_2=0.12L^{0.66}P_a^{0.54}$	0/83	0/86
5	$Q_5 = 1.55L^{0.62}P_a^{0.25}$	$Q_5=0.68L^{0.52}P_a^{0.39}$	0/80	0/82
10	$Q_{10} = 6.04L^{0.56}P_a^{0.11}$	$Q_{10}=3.07L^{0.44}P_a^{0.24}$	0/72	0/76
25	$Q_{25} = 28.8L^{0.47}$	$Q_{25}=23.9L^{0.36}P_a^{0.04}$	0/68	0/70
50	$Q_{50} = 60.3L^{0.41}$	$Q_{50}=93.32L^{0.33}P_a^{-0.07}$	0/60	0/65

جدول شماره 4 – فرمول‌های استخراج شده جهت محاسبه دبی اوج توسط طول آبراهه اصلی (L) و بارندگی 24 ساعته (P24) به دو روش مختلف

دوره بازگشت	هیبرید	رگرسیون خطی	R^2 هیبرید	R^2 رگرسیون خطی
2	$Q_2 = 0.11L^{0.694}P_{24h}0.925$	$Q_2=0.03L^{1.19}P_{24}^{0.64}$	0/84	0/87
5	$Q_5 = 0.85L^{0.62}P_{24h}0.55$	$Q_5=0.33L^{0.79}P_{24}^{0.51}$	0/80	0/82
10	$Q_{10} = 4.7L^{0.56}P_{24h}^{0.24}$	$Q_{10}=2.04L^{0.47}P_{24}^{0.44}$	0/73	0/78
25	$Q_{25} = 28.8L^{0.47}$	$Q_{25}=22.09L^{0.07}P_{24}^{0.36}$	0/69	0/70
50	$Q_{50} = 60.3L^{0.41}$	$Q_{50}=109.6L^{-0.15}P_{24}^{0.33}$	0/60	0/65

در جداول 5 تا 7 آماره‌های RRMSE و MAE در هر روش محاسبه شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره 5- مقایسه آماری نتایج حاصله از دو روش مختلف برای محاسبه دبی اوج توسط مساحت حوضه (A)

دوره بازگشت	هیبرید		رگرسیون خطی	
	RRMSE	MAE (m^3)	RRMSE	MAE (m^3)
2	3/86	44/30	1/23	32/39
5	2/42	56/45	1/01	37/19
10	1/92	51/97	0/93	47/07
25	1/62	76/48	0/90	76/98
50	1/52	126/25	0/92	126/97
میانگین	2/27	71/09	0/99	64/12

جدول شماره 6- مقایسه آماری نتایج حاصله از دو روش مختلف برای محاسبه دبی اوج توسط طول آبراهه اصلی (L) و متوسط بارندگی سالانه (Pa)

دوره بازگشت	هیبرید		رگرسیون خطی	
	RRMSE	MAE (m^3)	RRMSE	MAE (m^3)
2	1/92	37/34	1/03	30/54
5	1/42	42/47	0/83	34/99
10	1/40	51/37	0/86	44/52
25	1/40	82/42	0/93	73/95
50	1/43	137/20	1/05	123/70
میانگین	1/51	70/16	0/94	61/54

جدول شماره 7- مقایسه آماری نتایج حاصله از دو روش مختلف برای محاسبه دبی اوج توسط طول آبراهه اصلی (L) و بارندگی 24 ساعته (P24)

دوره بازگشت	هیبرید		رگرسیون خطی	
	RRMSE	MAE (m^3)	RRMSE	MAE (m^3)
2	1/78	37/65	0/59	32/29
5	1/39	42/58	0/62	36/75
10	1/39	51/41	0/82	43/92
25	1/40	82/42	1/34	76/36
50	1/43	137/20	2/13	149 /19
میانگین	1/48	70/25	1/1	52/43

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره 8 - آماره های RRMSE و MAE مربوط به محاسبه دبی اوج با استفاده از روش گشتاور خطی (1387)

دوره بازگشت	RRMSE	MAE (m^3)
۲	۱/۱۵	۳۶/۷
۵	۱/۳٤	۷۲/۳٦
۱۰	۱/۲۲	۹۰/۸٦
۲۵	۰/۸۰	۱۰۹/۳۱
۵۰	۰/۵۰	۱۰۸/٦۳

همانطوری که در جداول فوق ملاحظه می‌گردد، به طور کلی روش رگرسیون خطی نسبت به روش هیبرید مقادیر خطای کمتری داشته و مناسب‌تر است. البته در دوره بازگشت‌های بالا (25 و 50 سال) مقادیر خطای دو روش به هم نزدیکتر شده است. در برخی موارد روش هیبرید مناسبتر از روش رگرسیون خطی می‌باشد (جدول 7 برای دوره بازگشت 50 سال). همانطوری که در مواد و روش‌های تحقیق عنوان شد، مقایسه‌ای بین نتایج حاصله از اعمال این دو روش (هیبرید و رگرسیون چند متغیره) با نتایج حاصله از مطالعات قبلی بویژه محمدی (1387) با روش گشتاور خطی در محدوده مطالعه (جدول 8) صورت گرفت. نتایج این مقایسه نشان داد که در دوره بازگشت‌های بالا (25 و50 سال)، روش گشتاور خطی نسبت به سایر روش‌ها دقت برآورد بیشتری دارد. اما در دوره بازگشت‌های پایین (2، 5 و10 سال) روش رگرسیون خطی نسبت به دو روش دیگر نتایج بهتری نشان داد.

نتیجه گیری

روش‌های مختلفی جهت برآورد دبی اوج در حوضه‌های فاقد ایستگاه یا ایستگاه‌های دارای نقص آماری وجود دارد. در این تحقیق سه روش هیبرید، گشتاور خطی و رگرسیون چند متغیره ارزیابی و مقایسه شدند. نتایج این مطالعه نشان که برای دوره بازگشت‌های کوتاه (2، 5 و 10 ساله) روش رگرسیون خطی و سپس روش هیبرید نسبت به گشتاور خطی برتری دارد. اما برای دوره بازگشت‌های بالا (25 و 50 سال) روش گشتاور خطی نسبت به سایر روش‌ها مناسب‌تر است. نتایج حاصله از این تحقیق نشان دهنده اهمیت تمامی این روش‌ها در تحلیل سیلاب بوده که هر کدام به فراخور منطقه، شرایط اقلیمی، تعداد و نوع داده و همچنین دوره بازگشت مورد انتظار میتواند نسبت به دیگری کارایی و ارجحیت داشته باشد. شناسایی بهترین روش نیازمند تعیین شاخص‌های آماری و مقایسه آنها با یکدیگر در قالب مناطق همگن هیدرولوژیکی خواهد بود.

منابع مورد استفاده

چاوشی بروجنی س و اسلامیان س‌س، 1378 . تخمین دبی سیل با تناوب مختلف در حوضه آبخیز زاینده رود. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 3، شماره 3، صفحه‌های 12-1.

سیف ع، 1380 . بررسی روش ترکیبی داده‌ها در برآورد دبی سیلاب بخشی از جنوب غربی کشور. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

www.SID.ir

Archive of SID

محسنی ساروی م، روحانی ح، تلوری ع و زهتابیان غ، 1382. تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید در شرق و شمال شرق ایران، مجله منابع طبیعی ایران، جلد 56 ، شماره 3، صفحه‌های 175-165.

محمدی م، 1387. بررسی کارایی تکنیک گشتاورهای خطی در تجزیه و تحلیل فراوانی منطقه ای سیل در حوضه‌های اصفهان-سیرجان و دشت یزد-اردکان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد.

ملکی نژاد ح، 1385. تعیین و ارزیابی روابط سیل- احتمال وقوع با استفاده از تکنیک‌های همبستگی– مبنا، هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز.

ملکی نژاد ح، پورمحمدی س، 1387. تعیین مهمترین پارامترهای اقلیمی موثر بر تبخیر در مناطق خشک کشور به کمک تجزیه عاملی دوران یافته، سومین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز.

مهدوی م، 1371. هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم ، انتشارات دانشگاه تهران.

نجاتی آ، 1378. استفاده از روش هیبرید در زیر حوزه‌های رودخانه کرخه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

هنربخش ا، 1374. آنالیز منطقه‌ای سیلاب در حوضه‌های آبخیز دریاچه نمک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

Caunti P and Moisello U. 1987. Methods for estimating the peak discharge through the records of mean daily discharge, Pp. 177-184. Proceedings of the international symposium on flood frequency and risk analysis, Louisiana State University, USA.

Hjalimarsom HW and Thomas BE, 1992. New look at regional flood-frequency relations for arid lands, Journal of Hydraulic Engineering 118: 868-886.

Malekinezhad H, Nachtnebel HP and Klik A, 2011. Comparing the index-flood and multiple regression methods using L-moments, Physics and Chemistry of the Earth, 36: 54-60.

Moor RJ, 1987. Combined regional flood frequency analysis and regression on catchment characteristic by maximum likelihood estimation, Pp. 119-131. Proceeding of International Symposium of Flood Frequency and Risk Analysis, Louisiana State University, USA.

Pearson CP, 1991. New Zealand regional flood frequency analysis using L-moments. Journal of Hydrology (NZ) 30: 53-64.

Pitilick J, 1994. Relation between peak flows, precipitation and physiography for five mountainous regions in the Western USA. Journal of Hydrology 158: 219-240.

Riggs, TC and Hess GW, 1993. Techniques at engaged sites, IAHS Publication, No.190, Pp.159-170.

Vogel RM, McMahon TA, and Chiew FHS, 1993. Flood flow frequency model selection in Australia, Australian Journal of Hydrology 146: 421-449.

www.SID.ir