بررسی استفاده ازمتغیرهای مورفومتری حوزه‌های آبریز در تحلیل منطقه‌ای سیلاب (مطالعه موردی : حوزه‌های آبریز سردآبرود، چالوس و کورکورسر)

کیا بزرگمهر[1]

چکیده

به‌منظوراستفاده از متغیرهای مورفومتری حوزه‌های آبریز در تحلیل منطقه‌ای سیلاب‌های حوزه‌های آبریز سردآبرود چالوس و کورکورسر، ابتدا داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای هشت ایستگاه هیدرومتری منطقه جمع‌آوری و پس از رفع نواقص، بازسازی آماری و تطویل آن، دوره آماری 29 ساله انتخاب شد. بعد از آن، آزمون همگنی داده‌های دبی سیل به روش ران‌تست انجام شد. سپس داده‌هارا با توزیع‌های آماری متداول در هیدرولوژی برازش داده که تابع توزیع آماری پیرسون تیپ سه و لوگ پیرسون تیپ سه به‌عنوان مناسب‌ترین توزیع آماری محدوده مورد مطالعه انتخاب و به‌وسیله آنها دبی متوسط سیلاب ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه شد. علاوه بر این متغیرهای مورفومتری حوزه‌ها و زیر حوزه‌ها که سیزده متغیر مستقل می‌باشند، اندازه‌گیری و محاسبه شد. پس از آن ضریب‌همبستگی و آزمون رابطه معنی‌داری بین متغیرهای مورفومتری و دبی سیل انجام گرفت. نتایج حاصل از مطالعات نشان داد که پنج متغیر مورفومتری (تعداد کانال رود، طول رود، مساحت حوزه ضریب‌شکل هورتون و محیط حوزه‌ها) رابطه خطی و معنی‌داری را با متغیر مستقل داشته‌است که از بین آنها متغیر مستقل تعداد کانال رود با مربع همبستگی (R^2) بالاتر، به‌عنوان بهترین متغیر مستقل در تشکیل معادله رگرسیون خطی و برآورد دبی متوسط سیل حوزه‌ها انتخاب شد. سایر متغیرهای مستقل معنی‌دار به‌خاطر وجود رابطه خطی مشترک چندگانه در تشکیل معادله رگرسیون، حذف شدند.

واژه‌های کلیدی : تحلیل منطقه‌ای سیل، متغیرهای مورفومتری، توزیع‌های آماری، دبی حداکثر لحظه‌ای، تعداد کانال رود

1- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس Kia Bozorgmehr @ yahoo .com

مقدمه

سیلاب یکی از گسترده‌ترین مخاطراتی است که عمدتاً انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ به‌خاطر این‌که انسان نواحی مستعد سیل را برای زندگی انتخاب نموده‌است (هارت، 1986). ویژگی‌های وقوع این پدیده در ایران و جهان شناخته شده‌است. در طی نیم قرن اخیر از نظر تعداد، حجم رواناب جاری شده و خسارات وارده، روند افزایشی داشته‌است. در طی چهل سال گذشته بیش از 3700 واقعه مهم سیل در کشور ثبت شده‌است که 52 درصد آن مربوط به ده سال اخیر می‌باشد. تعداد سیل در دهه1370 تا1380، حدود 5 برابر دهه 1330تا1340 بوده‌است(شریفی و نوروزی، 1381). ابعاد وقوع این پدیده در منطقه مورد مطالعه نیز شناخته شده‌است که از مهمترین آنها می‌توان به رخداد سیلاب‌های مهرماه 1373 و 1383 اشاره نمود.

پژوهشگران و محققین روش‌های متفاوتی را جهت بررسی، مطالعه و پیش‌بینی سیلاب اتخاذ می‌کنند که از مهم‌ترین آنها روش تحلیل منطقه‌ای سیل[1] می‌باشد. در این روش از داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای چندین ایستگاه هیدرومتری واقع در پایین دست حوزه‌ها و زیر حوزه‌ها با توزیع آماری مناسب و عوامل مؤثر در وقوع سیلاب مانند متغیرهای مورفومتری استفاده می‌شود. به‌عبارت دیگر با برقراری رابطه مناسب بین داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌ها و عوامل مؤثر در وقوع سیل اقدام به تشکیل معادلعه رگرسیون خطی، برآورد و پیش‌بینی سیلاب حوزه‌ها و مناطق فاقد آمار سیل می‌نمایند .

در این رابطه پژوهش‌های متعددی انجام شده‌است: مهدوی و هاشمی (1376) در تحقیقی تحت عنوان دبی متوسط سیل از روی عوامل فیزیکی در استان سمنان، ده ایستگاه آب‌سنجی به روش تحلیل منطقه‌ای انتخاب نموده و سپس بین عوامل مورفومتری و اقلیمی با دبی متوسط سیلاب روابط رگرسیونی برقرار نمود و معادلاتی برای منطقه مورد مطالعه ارایه نموده‌است. در مدل‌های معادله، مساحت حوزه از عوامل مهم در تعیین دبی متوسط سیل بوده به‌نحوی که به تنهایی نیز معادله‌ای را با سطح معنی‌داری یک درصد تشکیل می‌دهد.

محاسبه و تحلیل دبی متوسط سیل با استفاده از روش تحلیل منطقه‌ای سیلاب در محدوده خیرود نوشهر تا سردآبرود چالوس (ثروتی، جداری عیوضی و بزرگمهر، 1385) صورت گرفته‌است. در این تحقیق نیز ضمن برقراری رابطه معنی‌داری بین دبی متوسط سیل با مساحت حوزه‌ها در سطح معنی‌دار 0/05، معادله خط آنها را نوشته و با استفاده از آن، دبی متوسط سیلاب حوزه‌ها و مناطق فاقد آمار با دوره بازگشت‌های مختلف آنها محاسبه شده‌است .

همچنین در تحقیقی دیگر، مدل‌بندی سیلاب منطقه‌ای در شرق دریاچه ارومیه با فاکتورهای مساحت حوزه، میانگین شیب آبراهه اصلی و طول کلی آبراهه‌ها، همبستگی خوبی با سیلاب منطقه نشان می‌دهند (موحد دانش و فاخری، 1368).

[1] - Regional Flood Analysis

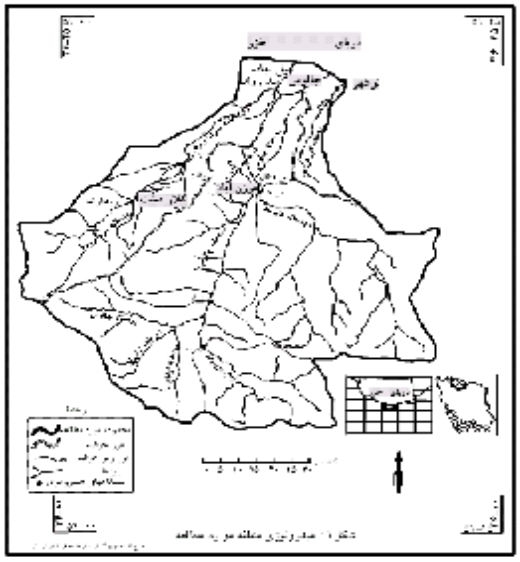
با عنایت به این‌که پیش‌بینی دبی حداکثر سیل در مطالعات و طرح‌های آبی ضروری می‌باشد و از طرفی چون پارامترها و شاخص های مورفومتری از عوامل پایدار مؤثر بر سیلاب می‌باشند ، تبیین اهمیت و استفاده از آنها به‌صورت معادله یا مدل در پیش‌بینی متوسط دبی حداکثر سیلاب به‌ویژه در حوزه‌ها و مناطق فاقد آمار مورد مطالعه، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

مواد وروش کار

حوزه‌های آبریز سردآبرود چالوس و کورکورسر در شمال ایران با مختصات جغرافیایی 50 درجه و 57 دقیقه الی 51 درجه و 30 دقیقه طول شرقی و 36 درجه و 8 دقیقه الی 36 درجه و 41 دقیقه عرض شمالی قرار داشته (شکل 1) و از مورفولوژی کوهستان- جلگه برخوردار است. مجموع مساحت حوزه‌ها با احتساب جلگه‌های ساحلی آنها به 1 / 2288 کیلومتر مربع رسیده، چهار نقطه شهری، کلاردشت، مرزن‌آباد، چالوس و محدوده غربی شهر نوشهر را در بر می‌گیرد. حوزه آبریز مورد مطالعه از سه رودخانه مجزا برخوردار است که در آن رودخانه سردآبرود در حوزه آبریز سردآبرود از شهرهای کلاردشت و چالوس، رودخانه چالوس در حوزه آبریز چالوس از شهرهای مرزن‌آباد و چالوس و رودخانه کورکورسر از محدوده غربی شهر نوشهر عبور کرده و به دریای مازندران می‌ریزد. محدوده مورد مطالعه که از حوزه‌ها و زیر حوزه‌های متعددی تشکیل شده، دارای 8 ایستگاه هیدرومتری با آمار برداشت دبی حداکثر لحظه‌ای بیش از 15 سال می‌باشند که فرصت خوبی را جهت بررسی و مطالعه و برآورد دبی سیلاب‌های حوزه‌هاو مناطق فاقد آمار به روش تحلیل منطقه‌ای سیل فراهم می‌سازد. برای انجام آن با استفاده از متغیرهای مورفومتری، آمار دبی حداکثر 8 ایستگاه هیدرومتری در محدوده مورد مطالعه جمع‌آوری شد. پس از بررسی، ایستگاه‌های دارای نواقص آماری، بازسازی و تطویل گردید. برای این کار از روش‌های همبستگی بین ایستگاه‌ها، ایستگاه‌های معرف و نسبت نرمال در محیط نرم افزاری s.p.s.s استفاده شد. پس از تکمیل داده‌های آماری ایستگاه‌ها، آنها را با توزیع‌های متداول در هیدرولوژی که شامل توزیع نرمال[1]، لوگ نرمال دو پارامتری[2] لوگ نرمال سه پارامتری[3]، پیرسون تیپ سه[4] ، لوگ پیرسون تیپ سه[5] و گمبل یا مقادیر حد نوع یک[6] می‌باشند در محیط نرم‌افزاری اسمادا[7] برازش داده و با استفاده از برآورد مجموع مربعات باقی-مانده[8]، بهترین توزیع آماری داده‌های دبی سیل ایستگاه‌ها، انتخاب شد. با استفاده از توزیع مناسب آماری انتخابی، دبی حداکثر سیلاب سالانه ایستگاه‌ها با دوره بازگشت‌های مختلف، محاسبه شد(آنالیز نقطه‌ای).

[1] - normal distribution
2 –parameter log Normal
3 –parameter log normal
4 – pearson type III
5- log pearson Type III
[6]- Gumbel distribution (Extreme value type I)
7- SMADA
8- Residual square summation

برای دستیابی به نتایج قابل اعتماد، داده‌های دبی ایستگاه‌های مورد مطالعه، آزمون همگنی به روش ران تست[1] قرار گرفتند.



در تعیین پارامترها و شاخص‌های مورفومتری، مراحل به شرح زیر انجام شد:

- مساحت حوزه‌های آبریز به‌وسیله پلانیمتر دیجیتال، محیط حوزه، طول حوزه‌ها، طول آبراهه‌ها و رودخانه‌های حوزه‌های آبریز به‌وسیله کورویمتر دیجیتال بر روی نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس 1 :50000 اندازه‌گیری و تعیین شد (جدول 1)

- تعداد انشعابات و رودها به روش استرالر[2] شمارش شد (جدول 1).

- نسبت انشعاب بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید:

$$BR = Anti\log\left[\frac{\log n1 - \log ni}{n-1}\right]$$

BR = نسبت انشعاب رودخانه‌های رده یک

n_i= تعداد رودخانه‌های آخرین رده

$n1$= تعداد رودخانه‌های رده یک

n= شماره رده رودخانه اصلی

- تراکم زهکشی (فریفته،1370) از رابطه زیر حاصل شد:

$$D = \frac{\sum L_k}{A_k}$$

D : تراکم زهکشی

L_k : طول آبراهه‌ها به کیلومتر

A_k : مساحت حوزه به کیلومتر مربع

[1] - Run Test
[2] - Strahler

- متوسط شیب حوزه به‌وسیله رابطه زیر تعیین شد:

$$\%S = \frac{H}{D}$$

S % = شیب به درصد

H = اختلاف ارتفاع

D = مسافت افقی

- متوسط شیب آبراهه اصلی با استفاده از رابطه زیر مشخص شد :

شیب ناخالص آبراهه به درصد $= \frac{h(max) - h(min)}{L} \times 100$

L = طول آبراهه اصلی

$H\ (max)$ = حداکثر ارتفاع حوزه

$H\ (min)$ = حداقل ارتفاع حوزه

- متوسط ارتفاع حوزه‌ها($\overline{H}$) از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$H = Z_1 - Z_2$$

H : اختلاف ارتفاع حوزه به متر

Z_1 : مرتفع‌ترین نقطه در حوزه

Z_2 : پایین‌ترین نقطه حوزه که معمولاً در محل خروجی حوزه قرار دارد

- ناهمواری حوزه‌ها: از اختلاف ارتفاع بین سرچشمه رود و دهانه رود اصلی حوزه حاصل شد.
- ضریب گردی یا گراولیوس[1]:

$$Cc = \frac{.28p}{\sqrt{A}}$$

Cc :ضریب گردی یا گراولیوس

A :مساحت حوزه به کیلومترمربع

P :محیط حوزه به کیلومتر

-ضریب شکل هورتون:[2]

$$Hr = \frac{A}{L^2}$$

Hr :-ضریب شکل هورتون

A :مساحت حوزه به کیلومترمربع

L :طول حوزه به کیلومتر

[1] - Gravelius
[2] - Horton

نتایج حاصل از اندازه گیری‌ها ومحاسبات مربوط به متغیرهای مورفومتری در جدول 1 آمده‌است.

پس از محاسبه دبی سیلاب ایستگاه‌ها (متغیر وابسته) و تعیین پارامترها و شاخص‌های مورفومتری (متغیرهای مستقل در جدول 1) ضریب همبستگی[1] و سطح معنی‌دار بین آنها تعیین شده و پس از بررسی مجدد، با توجه به رابطه مناسب، معادله خط رگرسیون آنها را نوشته و به‌وسیله آن می‌توان دبی متوسط سیل را در حوزه‌ها و نقاط فاقد آمار پیش بینی نمود.

جدول 1 – پارامترهای مورفومتری حوزه‌های بالا دست ایستگاه‌های هیدرومتری

پارامترها / ایستگاه‌ها	مساحت حوزه‌ها به کیلومتر مربع	طول حوزه ها به کیلومتر مربع	محیط حوزه ها به کیلومتر مربع	طول آبراهه‌ها به‌کیلومتر مربع	تعداد رود یا اشعابات	نسبت انشعاب	تراکم زهکشی	متوسط شیب حوزه ها به رصد	متوسط شیب آبراهه اصلی	متوسط ارتفاع حوزه ها	ناهمواری حوزه ها	ضریب گردی یا گراولیوس	ضریب شکل هورتون
پل ذغال	1628,3	52,55	213,7	1742,2	1320	3,18	1,07	66	6,9	2298	2880	1,48	1
هنیسک	635,1	48,6	125,6	679,05	404	3,16	1,07	58,8	5,9	2142,5	2870	1,39	0,41
آبشار	593,4	31,5	129,35	831,46	731	3,56	1,4	74,4	9	2553	2830	1,49	0,77
ولی آباد	197,5	18,6	65,55	308,46	271	3,83	1,56	73,7	10,4	.2842	1930	1,3	0,67
پل جاده	444,3	56,6	131	510,1	351	4	1,15	60,8	6,6	2440	3890	1,98	0,17
والت	329,9	37,25	93,35	449,25	314	3,92	1,36	60,1	7,9	2916	2940	1,44	0,39
رودبارک	207,2	25,75	70,4	322,7	238	3,69	1,56	75,3	10	3101	2570	1,37	0,49
کورکورسر	67,8	21,1	45	58,5	27	4,7	89.	37	8,7	950	1745	1,49	0,26

بحث ونتایج

۱ – انتخاب مناسب‌ترین توزیع آماری جهت برآورد دبی متوسط سیل

یکی از اشتباهات عمده در تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی آن است که خصوصیات واقعی توزیع تصادفی داده‌ها در نظر گرفته نمی‌شود و اکثراً فرض می‌شود که توزیع فراوانی داده‌ها به‌صورت نرمال است. درست است که داده‌های هیدرولوژی پارامترهای تصادفی می‌باشند اما این‌که تصور کنیم همواره وقوع آنها از قوانین تصادفی نرمال تبعیت می‌کند صحیح نمی‌باشد. بر این اساس متخصصان هیدرولوژی آماری که روی این موضوع کار کرده‌اند، توزیع‌های متفاوتی را پیشنهاد کرده‌اند که هر کدام ممکن است با نام خاصی ذکر شوند (علیزاده ، 1377).

در این تحقیق پس از این‌که داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌های هیدرومتری با توزیع‌های مختلف آماری، نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، پیرسون تیپ سه، لوگ پیرسون تیپ سه و توزیع گمبل مقادیر حد نوع یک برازش داده شدند، مناسب‌ترین توزیع آماری ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از مجموع مربعات باقی‌مانده[2] ، تعیین شده‌است (جدول 2).

[1] - coefficient of correlation
[2] - Residual square summation

جدول 2 – انتخاب مناسب‌ترین توزیع آماری ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه ها	نام توزیع آماری در هیدرولوژی
پل ذغال	لوگ پیرسون تیپ سه
هنیسک	لوگ نرمال دو پارامتری
آبشار	پیرسون تیپ سه
ولی آباد	پیرسون تیپ سه
پل جاده	لوگ پیرسون تیپ سه
والت	پیرسون تیپ سه
رودبارک	لوگ پیرسون تیپ سه
کورکورسر	پیرسون تیپ سه

با توجه به جدول 2، ملاحظه می‌شود که توزیع پیرسون تیپ سه و لوگ پیرسون تیپ سه به‌عنوان توزیع غالب برازش داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌های مورد مطالعه تعیین شده‌است. علاوه بر این با استفاده از توزیع منتخب مذکور دبی متوسط سیل ایستگاه‌های مورد مطالعه با دوره برگشت‌های متفاوت، محاسبه شده‌است (جدول 3).

جدول 3 – محاسبه دبی متوسط سیل ایستگاه‌های مورد مطالعه به متر مکعب بر ثانیه

دوره های بازگشت / ایستگاه‌ها	T_2	T_3	T_5	T_{10}	T_{25}	T_{50}	T_{100}	T_{200}
پل ذغال	67/04	85/36	109/64	146/74	205/8	260/07	324/5	400/9
هنیسک	10/55	13/12	16/14	20/16	25/56	29/79	34/18	38/78
آبشار	43/80	51/44	62/58	79/63	104/68	125/2	146/79	169/43
ولی آباد	14/67	20/37	29/35	43/87	66/07	84/69	104/69	125/79
پل جاده	16/118	19/39	23/03	27/66	33/61	38/09	42/61	47/21
والت	13/81	18/30	24/4	33/26	45/78	55/76	66/13	76/85
رودبارک	10/80	14/02	18/29	24/83	35/24	44/79	56/1	69/47
کورکورسر	22/48	34/86	53/23	81/69	123/9	158/63	195/42	234/04

۲– تعیین ضریب همبستگی و سطح معنی‌داری بین متغیرهای مورفومتری (متغیرهای مستقل) و دبی متوسط سیل (متغیر وابسته) ایستگاه‌ها و تعیین معادله خط رگرسیونی :

پیش از تشکیل مدل خط رگرسیون، تعیین ضریب همبستگی بین متغیرها و سطح معنی‌داری آن که در این تحقیق ضریب همبستگی چند جانبه است، ضروری می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که از مجموع سیزده متغیر مستقل مورفومتری، پنج متغیر شامل مساحت، محیط، طول رود، تعداد رود و ضریب شکل هورتون با دبی متوسط سیل همبستگی و ارتباط معنی‌داری دارند بنابراین سایر متغیرها که از ضریب همبستگی پایین و فاقد ارتباط معنی‌داری می‌باشند، حذف می‌شوند(جدول 4).

جدول 4 – بررسی معنی داری ضرایب همبستگی در سطح آزمون 5% بین متغیرها و مربع ضریب همبستگی بین آنها (R^2)

شماره	متغیرها	سطح معنی داری	R^2
1	دبی متوسط سیل با مساحت حوزه ها	**a** = 0/05 >**P - value** = 0/010	0/697
2	دبی متوسط سیل با محیط حوزه ها	**a** = 0/05 >**P - value** = 0/03	0/571
3	دبی متوسط سیل با طول رود	**a** = 0/05 >**P - value** = 0/007	0/731
4	دبی متوسط سیل با تعداد رود	**a** = 0/05 >**P - value** = 0/002	0/809
5	دبی متوسط سیل با ضریب شکل هورتون	**a** = 0/05 >**P - value** = 0/018	0/635
6	دبی متوسط سیل با طول حوزه	**a** = 0/05 <**P - value** = 0/516	0/074
7	دبی متوسط سیل با نسبت انشعاب	**a** = 0/05 <**P - value** = 0/374	0/133
8	دبی متوسط سیل با تراکم زهکشی	**a** = 0/05 <**P - value** = 0/531	0/069
9	دبی متوسط سیل با متوسط شیب حوزه	**a** = 0/05 <**P - value** = 0/757	0/017
10	دبی متوسط سیل با متوسط شیب آبراهه اصلی	**a** = 0/05 <**P - value** = 0/693	0/028
11	دبی متوسط سیل با متوسط ارتفاع حوزه	**a** = 0/05 <**P - value** = 0/714	0/024
12	دبی متوسط سیل با نا هموارى حوزه	**a** = 0/05 <**P - value** = 0/870	0/005
13	دبی متوسط سیل با ضریب گراولیوس	**a** = 0/05 <**P - value** = 0/943	0/001

از طرف دیگر مطالعه همبستگی بین متغیرها نشان داد که بین متغیرهای مستقل نیز همبستگی و ارتباط خطی وجود دارد که در اصطلاح دانش آمار، چند هم خطی[1] یا رابطه خطی مشترک چندگانه، می‌گویند. در چنین حالتی استنتاج بر مبنای مدل رگرسیون می‌تواند گمراه کننده باشد (نصیری، 1384) و امکان ضعف برآورد ضریب رگرسیون وجود دارد، لذا استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره با خطاهای زیادی همراه بوده و دارای اشکال است. در این حالت می‌توان متغیری را که بالاترین مقدار مربع ضریب همبستگی یا ضریب تعیین (R^2) می‌باشد را انتخاب نموده و اقدام به تشکیل معادله رگرسیون خطی ساده نمود (جدول4) محاسبات انجام شده نشان داد که پارامتر تعداد کانال رود بالاترین مقدار مربع ضریب همبستگی را در بین متغیرهای مستقل دارد که به‌عنوان بهترین متغیر مستقل در پیش‌بینی دبی متوسط سیل استفاده شده و معادله رگرسیون خطی آن به شکل زیر است:

$$Y = a + bx$$

Y = متغیر وابسته (دبی متوسط سیل)

a = ثابت معادله (عرض از مبدأ)

b = شیب خط

x = متغیر مستقل (تعداد رود)

[1] - Multicollinearity

همچنین اهمیت سایر متغیرهای مستقل درارتباط با برآورد دبی‌سیل به‌ترتیب داشتن مربع ضریب همبستگی عبارت است از طول جریان رود، مساحت، ضریب شکل هورتون و محیط حوزه‌ها. با استفاده از معادله فوق الذکر می‌توان دبی متوسط سیل را برای حوزه‌ها و مناطق فاقد آمار سیل محاسبه نمود (جدول 5)

جدول 5 – برآورددبی متوسط سیل حوزه های فاقد آمار سیل

حوزه های آبریز	تعداد کانال رود	دبی متوسط سیل m^3/s
چالوس	1366	65 / 7
سردآبرود	351	20
کورکورسر	27	5 /4

نتیجه گیری

همان‌طورکه در مقدمه اشاره شد از روش‌هایی که در بررسی، محاسبه و پیش بینی سیل استفاده می‌شود، روش تحلیل منطقه‌ای سیلاب می‌باشد. در این روش ضمن استفاده از داده‌های آماری دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌های هیدرومتری و برازش آنها با توزیع‌های مناسب آماری، از متغیرهای مورفومتری حوزه‌ها استفاده می‌شود. این روش در محدوده مورد مطالعه اعمال شده که نتایج آن به‌شرح زیر می‌باشد:

1– تابع توزیع پیرسون تیپ سه و لگاریتم آن به‌عنوان مناسب‌ترین تابع توزیع‌آماری برای محاسبه و تحلیل دبی سیلاب‌های منطقه مشخص گردیده‌است.

2– در بررسی و تعیین ضریب‌همبستگی و سطح معنی‌داری بین متغیرهای مورفومتری و دبی متوسط سیل فقط پنج متغیر مورفومتری از مجموع سیزده متغیر، همبستگی و ارتباط معنی‌دار در سطح آزمون 0/05 داشته‌اند که عبارتند از مساحت، محیط، طول جریان رود، تعداد کانال رود و ضریب شکل هورتون. بنابراین سایر متغیرها در بررسی و تخمین دبی سیل حذف شدند.

3– اولویت همبستگی معنی‌داری آنها با دبی متوسط سیل به‌وسیله مربع ضریب همبستگی (R^2) مشخص گردید که به‌ترتیب عبارتند از تعداد کانال رود، طول رود، مساحت حوزه‌ها، ضریب شکل هورتون و محیط حوزه.

4– در بررسی و تعیین ضریب‌همبستگی بین متغیرها مشخص شد که بین متغیرهای مورفومتری (مستقل) ارتباط خطی وجود دارد که اصطلاحاً چند هم‌خطی یا رابطه‌خطی مشترک چندگانه می‌گویند لذا استفاده از آنها در جهت تشکیل رگرسیون خطی، گمراه کننده و امکان خطا و ضعف زیاد را به‌دنبال دارد، در چنین حالتی متغیری که بالاترین مربع ضریب همبستگی (R^2) را در بین متغیرهای مستقل که در این تحقیق تعدادکانال رود تعیین شد، انتخاب شده و در پیش‌بینی دبی متوسط سیل حوزه‌ها و مناطق فاقد آمار سردآبرود، چالوس، کورکورسر با استفاده از معادله رگرسیون خط، محاسبه شده‌است.

منابع

۱- ثروتی، م،ر. ج، جداری عیوضی، وک ، بزرگمهر،1385. محاسبه و تحلیل دبی متوسط سیل با استفاده از روش تحلیل منطقه‌ای سیلاب در محدوده خیررود نوشهر تا سردآبرود چالوس،فصل نامه جغرافیایی سرزمین.شماره 10 صفحه 78-62

۲- سازمان تحقیقات منابع آب (تماب)، 1382، آمار دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاههای هیدورمتری پل ذغال، ولی‌آباد، آبشار، هنسیک ،والت، رودبارک، سردآبرود پل جاده، کورکورسر

۳- سازمان جغرافیایی ارتش، نقشه توپوگرافی 1:50000 نوشهر، چالوس، نشتارود، پول، مرزن‌آباد، رودبارک، شهرستانک، گاجره و آسارا

٤- سازمان جغرافیایی ارتش، نقشه توپوگرافی 1:250000 سری **k 551** به شماره‌های **NJ39-15** و **NJ39-14**

٥- شریفی، ف، و غ ، ر ، نورورزی، 1381، مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، کلید توسعه منابع زیستی، مجله جنگل و مرتع شماره 56 ، صفحه33-22

٦- علیزاده، ا، 1377، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی،چاپ دهم ، صفحه 497، 622 صفحه

۷- فریفته،ج ، 1370، تحلیلهای کمی در ژئومورفولوژی(ترجمه) ، انتشارات دانشگاه تهران ،صفحه 27 ، 357 صفحه

۸- موحد دانش،ع ، وا ، فاخری ، 1368 ، مدل بندی سیلابهای منطقه ای شرق دریاچه ارومیه ، مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی ایران ، شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس ، صفحه134-113

۹- مهدوی ،م و ع،ا، هاشمی ، 1376، تعیین بده متوسط سیل از روی عوامل فیزیکی حوزه‌ها در استان سمنان مجله پژوهش و سازندگی شماره36 ، صفحه20-18

۱۰- نصیری،ر ، 1384، آموزش گام به گام **spss 13** ، انتشارات نشر گستر ، صفحه 131 ، 326 صفحه

11- Hart , M . G .,1986 . Geomorphology, Pure And Applied , first Indian Reprint ,CBS Publishers & Distributors: p . 148