برآورد ضریب منطقه‌ای کریگر در حوضه‌های کوهستانی

روح اله محتشم زاده[1]، سجاد مشعلی[2]، بهروز دهانزاده[3]

۱- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،rohmohtasham@gmail.com

۲- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۳- گروه آبیاری و زهکشی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۲۴

چکیده

کشور ایران با ویژگی‌های اقلیمی خاص خود دارای شرایط آب و هوایی مختلفی بوده که این تفاوت‌های اقلیمی ایجاب می‌کند در هر منطقه مطالعات هیدرولوژیکی متناسب با آن به عمل آید. استان لرستان با توجه به کوهستانی بودن نسبت به سایر نقاط از رطوبت بیشتری برخوردار است، بنابراین در این منطقه زمینه برای وقوع سیلاب مساعدتر بوده و مطالعات هیدرولوژیکی خاصی را ایجاب می‌کند. هدف از این تحقیق بررسی ضریب منطقه‌ای کریگر در حوضه‌های کوهستانی می-باشد، لذا براساس آخرین آمار منتشره از سوی شرکت آب منطقه‌ای استان آمار دبی‌های حداکثر لحظه‌ای ۲٤ ایستگاه هیدرومتری در نقاط مختلف استان اخذ گردید. مساحت حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه بین ۹۵۵۰ کیلومتر مربع (کشکان پلدختر) تا ۳۵ کیلومترمربع (کمندان کمندان) متغیر بود. نتایج این تحقیق نشان داد دامنه تغییرات ضریب کریگر در حوضه-های آبخیز استان لرستان بسیار کمتر از ارقامی می‌باشد که تاکنون توصیه گردیده است. همچنین با افزایش دوره بازگشت ضریب کریگر در مناطق کوهستانی با روند بیشتری نسبت به مناطق خشک بالا می‌رود. این مسئله در برنامه‌ریزی و مدیریت کمی منابع آب می‌بایست مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ***ضریب کریگر، لرستان، دوره بازگشت، ضریب منطقه‌ای***

مقدمه

کشور ایران از نظر اقلیم روی کمربند خشک کره زمین واقع گردیده و در مدار ۴۰-۲۵ درجه عرض شمالی یک منطقه کم‌باران و خشک و نیمه‌خشک را به وجود آورده است. برحسب تعریف خشکسالی انحراف بارش نسبت به میانگین بارندگی در یک دوره مشخص می‌باشد. دوره‌ای که در آن میزان متوسط بارندگی کمتر از ۷۵ میلی‌متر در متوسط طولانی‌مدت باشد بعنوان خشکسالی محسوب می‌شود (خسروشاهی و همکاران، ۱۳۹۰).

فرمول کریگر از جمله روش‌های تجربی است که در مورد برآورد دبی حداکثر با توجه به سطح حوزه ارائه گردیده و با در نظر گرفتن اثر عوامل اقلیمی، دارای یک ضریب منطقه‌ای می‌باشد (مهدوی، ۱۳۸۱). تاکنون این ضریب به صورت تخمین بسیارکلی و از روی مشابهت مناطق مختلف کشور با مناطق دیگری از جهان خصوصاً آمریکا که این ضریب در آنجا تعیین شده، برآورد گردیده و در طراحی سازه‌ها مد نظر قرار گرفته است (اسلامیان و همکاران، ۱۳۸۲; بهره مند، ۱۳۷۸).

در این پژوهش به منظور بررسی ضریب فرمول کریگر برای دبی‌های سیلابی سالانه رودخانه‌های استان لرستان از داده‌های دبی روزانه ۲۴ ایستگاه هیدرومتری استفاده گردید و این داده‌ها با ۶۵ توزیع

آماری موجود، در نرم افزار EasyFit برازش داده شد و پس از انجام آزمون‌های نکویی برازش و تعیین بهترین توزیع آماری برای هر ماه ایستگاه‌های منتخب با استفاده از محاسبات آماری در نرم افزارهای SPSS و Excel اقدام به تعیین میزان دبی سیلابی با دوره بازگشت‌های مختلف گردید و سپس با استفاده از رابطه تجربی کریگر اقدام به تعیین ضریب این رابطه برای استان لرستان گردید.

مواد و روش ها

استان لرستان با وسعتی معادل ۲۸۵۶۰ کیلومتر مربع به مرکزیت شهرستان خرم آباد در غرب و جنوب غربی ایران بین ۴۶ درجه و۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و۳ دقیقه در طول شرقی و۳۲ درجه و۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و۲۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. استان لرستان در واقع منطقه‌ای کوهستانی است و به جزء چند دشت محدود، منطقه هموار دیگری در آن دیده نمی‌شود. با توجه به گسترش ارتفاعات در لرستان شیب متوسط آن ۱۱ درصد وارتفاع متوسط آن ۱۸۳۳ متر می‌باشد. بلندترین نقطهٔ آن اشترانکوه با ارتفاع ۴۰۵۰ متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطهٔ آن ۵۰۰ از سطح دریاست که در جنوب شهرستان پلدختر قرار دارد. این استان در مجموع دارای ۲۰ نقطهٔ شهری ۲۵ بخش و ۸۱ دهستان و ۲۸۴۲ روستاست. جمعیت استان حدود ۱۷۰۰۰۰۰ نفر است که ۵۳/۶۵ درصد آن را جمعیت شهری و۴۶/۳۵ درصد آن را جمعیت روستایی تشکیل می‌دهد. بعد خانوار در استان لرستان معادل ۵/۵۲ نفر است.

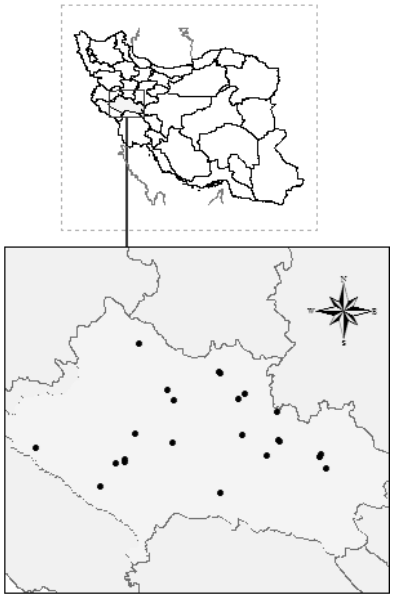
مشخصات مربوط به ایستگاه‌های هیدرمتری مورد مطالعه در این مقاله در جدول شماره ۱ درج شده است. سعی شده که پراکنش ایستگاه‌ها به گونه‌ای باشد که نقاط مختلف استان را پوشش دهد (شکل شماره ۲) و از ایستگاه‌هایی استفاده گردد که دارای دوره آماری مناسب و طولانی‌مدتی باشند.

جدول ۱- مشخصات مربوط به ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در استان لرستان

ردیف	ایستگاه هیدرومتری	طول دوره آماری (سال)	عرض	طول	ارتفاع ایستگاه (متر)	مساحت بالادست (کیلومتر مربع)
1	کشکان پل دختر	39	33° 9'17/62"N	47°42'43/11"E	663	9550/3
2	مادیان رود برآفتاب	35	33°18'18/67"N	47°49'0/44"E	775	1128/8
3	چولهول افرینه	47	33°18'51/80"N	47°53'22/00"E	801	1124/7
4	کشکان افرینه	53	33°19'52/00"N	47°53'41/00"E	801	6801
5	کشکان دو آب ویسیان	39	33°29'44/67"N	47°57'55/55"E	962	3805/8
6	خرم آباد چم انجیر	33	33°26'44/76"N	48°14'55/77"E	1126	1640
7	هرو کاکارضا	35	33°43'9/54"N	48°15'5/15"E	1524	1149/2
8	سراب صید علی	53	33°47'11/69"N	48°12'26/12"E	1527	774/7
9	نور آباد	53	34° 4'52/00"N	47°58'14/00"E	1784	606
10	دره دزدان	53	33°23'24/63"N	47°12'23/98"E	863	567
11	سرخاب کشور	29	33° 8'5/79"N	48°37'53/06"E	932	335/6
12	سبزآب چم چیت	53	33°22'47/31"N	48°58'14/41"E	1331	212
13	تیره درود	53	33°28'37/44"N	49° 3'46/67"E	1446	3482/2
14	ماربره دورود	52	33°28'35/52"N	49° 4'14/00"E	1449	2563/7
15	دره تخت دره تخت	23	33°22'38/20"N	49°23'10/02"E	1830	39/9
16	ماربره دره تخت	27	33°22'59/60"N	49°22'58/78"E	1823	2186/8

ردیف	ایستگاه هیدرومتری	طول دوره آماری (سال)	عرض	طول	ارتفاع ایستگاه (متر)	مساحت بالادست (کیلومتر مربع)
17	کمندان کمندان	42	33°18'30/00"N	49°25'60/00"E	2031	35
18	ازنا چم زمان	49	33°23'29/00"N	49°23'52/00"E	1838	2023
19	تیره مردوک	43	33°40'16/39"N	49° 3'7/44"E	1544	980
20	آبسرده تگه محمد حاجی	51	33°44'14/00"N	48°45'16/41"E	1544	216
21	رحیم آباد	52	33°46'46/58"N	48°48'12/44"E	1482	909/1
22	سراب سفید ونایی	44	33°54'53/65"N	48°37'10/10"E	1936	46/3
23	گله رود ونایی	32	33°53'48/14"N	48°37'20/28"E	1934	46/6
24	هرو دهنو	10	33°30'32/00"N	48°46'57/00"E		263/3

مطالعاتی که در ارتباط با سیل‌خیزی در سطح حوضه‌ها و یا کشورها نسبت به یکدیگر انجام شده است (اسلامیان و همکاران، ۱۳۸۲؛ براتی و اکبری، ۱۳۸۹؛ یاری و همکاران، ۱۳۸۸)، شاخص‌های متفاوتی را برای سیل‌خیزی معرفی نموده‌اند بطور مثال در بسیاری از مطالعات جهانی که از فرمول کریگر استفاده می‌شود مقادیر C بعنوان شاخص سیل‌خیزی حوضه‌ها معرفی شده است. داده‌های دبی روزانه ۲۴ ایستگاه‌های مورد مطالعه جمع‌آوری شده و با استفاده از نرم افزارهای SPSS و Excel اقدام به برآورد دبی حداکثر سالانه در ایستگاه‌ها گردید. سپس دبی حداکثر مربوط به دوره‌های بازگشت ۲ , ۳ , ۵ , ۱۰ , ۱۵ , ۲۰ , ۳۰ , ۴۰, ۵۰ , ۸۰ , ۱۰۰ , ۲۰۰ , ۴۰۰ ساله در هر یک از ایستگاه‌ها و با استفاده از نرم افزار Easyfit تعیین شد.



شکل ۲- جانمایی ایستگاه‌های هیدرومتری در کشور و استان لرستان

در پاره‌ای از مطالعات که معمولاً براساس داده‌های مشاهده‌ای سیلاب و برخی از پارامترهای آماری، نسبت به بررسی سیل‌خیزی حوضه‌ها اقدام شده است، معمولاً یکی از شاخص‌های آماری (در بسیاری از موارد ضریب تغییرات) مبنای سیل‌خیزی حوضه‌ها قرار گرفته است. یعنی مقادیر بیشتر ضریب مربوطه حاکی

از بی نظمی و تغییرپذیری سیلاب بوده، به طوری‌که با استفاده از همین شاخص، شرایط سیل‌خیزی کشورها نسبت به هم مقایسه شده است. همچنین در این مطالعات معمولاً دبی اوج زیر حوضه‌ها در مقایسه با هم (فقط در محل زیر حوضه) بدون توجه به تأثیر و یا مشارکت آن زیرحوضه در سیل خروجی کل حوضه مد نظر بوده است (Bedient et al., 2012). اما در این تحقیق شاخص کمی سیل‌خیزی بصورت زیر تعریف و توصیف گردید.

میزان کمی تأثیر رواناب تولید شده در سطح زیرحوضه‌ها (با در نظرگرفتن کلیه ویژگی‌های زیرحوضه‌ها) در افزایش یا کاهش مشخصه‌های سیل خروجی کل حوضه، بعنوان شاخص یا شدت سیل-خیزی آن زیر حوضه تعیین می شود (Strupczewski et al., 2001). این افزایش یا کاهش می تواند بوسیله مشخصه‌های تراز آب، دبی و یا پهنه سیل گیری برای میزان مشارکت هر یک از زیرحوضه‌ها در خروجی حوضه سنجیده شود. در این تحقیق از مشخصه دبی اوج سیل در خروجی حوضه به منظور اولویت بندی و تعیین شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها استفاده می‌گردد.

برآورد دبی حداکثر سیلاب با استفاده از روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است که براساس آمار موجود و بهره‌گیری از تجزیه و تحلیل‌های نقطه‌ای یا منطقه‌ای و روابط تجربی استوار می‌باشد (Pan et al., 2013). یکی از این رابطه‌ها رابطه کریگر است که به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$Q = 46CA^{0.894\times A^{-0.048}} \qquad (۱)$$

که در آن Q: دبی حداکثر سیل به فوت مکعب بر ثانیه، C: ضریب کریگر ، A: مساحت حوضه بر مایل مربع در این رابطه با ایجاد یک معادله بین دبی اوج سیلاب و سطح حوضه‌ی آبخیز، ضریب کریگر برای هر حوضه تخمین زده می‌شود. سپس با استفاده از میانگین متحرک این حوضه‌ها ضریب کریگر کل منطقه برآورد می‌شود. طبق مطالعات انجام شده ضریب کریگر برای اکثر مناطق حدود ۱۰۰ و حداکثر تا ۲۰۰ می‌باشد و در کشور ما گاهی ضریب ۱۰۵ نیز بدست آمده است (مهدوی, ۱۳۸۱)

نتایج

نتایج بدست آمده از این تحقیق بطور خلاصه در جداول شماره ۱ ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌گردد بیشترین ضریب کریگر در استان لرستان مربوط به حوضه‌های آبخیز کشکان دوآب ویسیان و کمترین مربوط به حوضه دره‌تخت دره‌تخت می‌باشد که با توجه به وسعت این حوضه‌ها منطقی به نظر می‌رسد. بطور کلی ضریب کریگر در استان لرستان ارقام پایینی دارد که نمایانگر توان سیل-خیزی اندک حوضه است.

بحث و نتیجه گیری

همانگونه که اشاره گردید دامنه تغییرات ضریب کریگر در استان لرستان که از جمله استان‌های کوهستانی کشور محسوب می‌شود، بسیار کمتر از آنچه می‌باشد که تاکنون در منابع مختلف ذکر گردیده است.

مهدوی و خلیقی (۱۳۷۶) در طی تحقیقات خود که در حوضه‌های دریای مازندران، خلیج فارس و دریای عمان، دریاچه‌ی ارومیه، فلات مرکزی و حوضه‌های واقع در شرق ایران انجام داده اند، به این نتیجه رسیدند که ضریب کریگر در سطح کشور ارقام بالایی را نشان می‌دهد. این ضریب حتی برای سیل‌ها با دوره بازگشت ۵۰۰ سال در حوضه‌ی خلیج فارس و دریای عمان به ۱۱۱ رسیده و در سایر حوضه‌ها بجز حوضه‌ی دریای مازندران نزدیک به ۱۰۰ می‌باشد. این مقدار زیاد برای ضریب کریگر بخوبی توان سیل‌خیزی بالا را در کشور نشان می‌داد.

این در حالی است که در تحقیق حاضر مقدار ضریب کریگر با دوره بازگشت‌های ۲ تا ۲۰۰ ساله در دامنه‌ی ۰/۹۴ تا ۲۱/۷۴ در نوسان می‌باشد . جدول شماره ۴ به خوبی توان سیل خیزی این استان را نشان

می دهد با توجه به مقادیر ضریب کریگر در جدول ۴ توان سیل خیزی لرستان در دوره بازگشت های بالای ۱۰۰ سال قابل توجه می باشد . از آنجا که برآوردهای هیدرولوژیکی در برنامه ریزی و مدیریت کمی و کیفی منابع آب باید دارای دقت بالایی باشد تا طرح مورد نظر عملکرد مناسبی داشته باشد و با توجه به تخمین های انجام شده برای ضریب کریگر باید در مناطق کوهستانی در کشور بازنگری محاسبات صورت گرفته و جنبه های اقتصادی در حالتی که دبی های طرح بیشتر از مقدار لازم، برآورد شده اند انجام پذیرد که در این زمینه باید به میزان دوره ی بازگشت نیز توجه گردد.

جدول ۲- ضریب کریگر برای سیلا ب‌ها با دوره بازگشت‌های مختلف

ایستگاه هیدرومتری	مساحت (کیلومتر مربع)	دوره بازگشت (سال)												
		2	3	5	10	15	20	30	40	50	80	100	200	400
نورآباد	606	0/58	0/77	0/99	1/24	1/37	1/46	1/57	1/65	1/70	1/81	1/86	1/99	2/10
سراب سفید ونایی	46/3	0/31	0/39	0/50	0/67	0/79	0/89	1/05	1/18	1/30	1/58	1/73	2/33	3/14
ماربره درود	2563/7	0/34	0/53	0/82	1/32	1/69	1/98	2/47	2/86	3/20	4/03	4/48	6/17	8/41
تیره درود	3482/2	0/90	1/25	1/69	2/27	2/61	2/85	3/19	3/42	3/61	3/99	4/18	4/74	5/29
گله رود ونایی	46/6	0/67	0/81	0/95	1/12	1/23	1/32	1/48	1/62	1/74	2/08	2/28	3/15	4/55
رحیم آباد	909/1	0/44	0/54	0/69	0/91	1/05	1/16	1/34	1/47	1/58	1/82	1/95	2/38	3/45
دره دزدان	567	0/31	0/45	0/65	1/02	1/29	1/52	1/89	2/20	2/47	3/12	3/49	4/87	6/76
کشکان پل دختر	9550/3	2/46	3/22	3/92	4/54	4/78	4/92	5/06	5/15	5/20	5/29	5/32	5/40	5/44
چلهول افرینه	1124/7	0/91	1/35	1/90	2/65	3/09	3/40	3/85	4/16	4/41	4/94	5/18	5/97	6/75
کشکان افرینه	6801	1/94	2/62	3/36	4/21	4/64	4/91	5/25	5/48	5/64	5/94	6/07	6/43	6/72
مادیان رود برآفتاب	1128/8	0/27	0/45	0/69	1/05	1/29	1/46	1/72	1/92	2/08	2/44	2/61	3/22	3/89
خرم آباد چم انجیر	1640	0/95	1/30	1/68	2/13	2/37	2/53	2/75	2/92	3/06	3/38	3/55	4/27	5/42
هرو کاکارضا	1149/2	1/35	1/73	2/24	2/99	3/46	3/82	4/35	4/74	5/06	5/76	6/12	7/28	8/58
سراب صید علی	774/7	0/48	0/61	0/77	1/00	1/15	1/26	1/42	1/54	1/64	1/85	1/96	2/30	2/68
آبسرده تنگه محمد حاجی	216/0675	0/86	1/24	1/71	2/34	2/69	2/94	3/32	3/60	3/74	4/14	4/32	4/89	5/45
تیره مردوک	980	0/50	0/67	0/92	1/34	1/65	1/90	2/30	2/63	2/91	3/58	3/95	5/33	7/13
ازنا چم زمان	2023	0/22	0/37	0/58	0/90	1/11	1/27	1/51	1/69	1/84	2/18	2/36	2/95	3/63
ماربره دره تخت	2186/8	0/31	0/48	0/72	1/10	1/36	1/56	1/87	2/12	2/32	2/79	3/04	3/91	4/95
کمندان کمندان	35	0/61	0/79	0/98	1/19	1/30	1/37	1/49	1/58	1/66	1/84	1/95	2/36	2/97
دره تخت دره تخت	39/9	0/39	0/50	0/62	0/77	0/85	0/90	0/96	1/01	1/04	1/10	1/13	1/20	1/27
سبز آب چم چیت	212	1/61	1/89	2/13	2/43	2/64	2/82	3/15	3/44	3/70	4/41	4/84	6/66	9/58
سرخاب کشور	335/6	2/00	2/64	3/48	4/74	5/54	6/13	7/01	7/67	8/20	9/37	9/95	11/89	14/03
هرو دهنو	263/3	1/12	1/55	1/99	2/46	2/69	2/82	2/99	3/12	3/22	3/42	3/50	3/50	3/61
کشکان دوآب ویسیان	3805/8	1/83	2/31	2/84	3/71	4/35	4/88	5/76	6/49	7/13	8/72	9/60	12/99	17/67

جدول ۳- ضریب کریگر برای سیلاب‌ها با دوره بازگشت‌های مختلف

مساحت	دوره بازگشت												
(کیلومتر مربع)	2	3	5	10	15	20	30	40	50	80	100	200	400
ضریب کریگر	0/94	1/26	1/67	2/32	2/80	3/20	3/91	4/55	5/14	6/78	7/82	12/65	21/74

منابع

۱- اسلامیان, س., موسوی, س.ف., جمشید نژاد عنبرانی, ج., بیابانکی, م., ۱۳۸۲. برآورد سیلاب با استفاده از ضرایب رواناب محتمل,ارائه شده :چهارمین کنفرانس هیدرولیک ایران. انجمن هیدرولیک ایران, شیراز ,ص.10 .

۲- براتی, ر., اکبری, غ., ۱۳۸۹. شبیه سازی سیلاب در رودخانه به کمک شماهای مختلف عددی (مطالعه موردی رودخانه کارون). مجله فنی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد ۳, ۲۷–۴۲.

۳- بهره مند, ع., ۱۳۷۸. مدیریت سیلاب، جزوه درسی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری.

۴- خسروشاهی, م., محمودی, ف.ا., کاشکی, م., ۱۳۹۰. محدوده‌های بیابانی ایران با تاکید بر نقش عوامل زمین شناختی موثر در تشکیل آنها. علوم زمین ۲۰, ۱۵–۲۲.

۵- مهدوی, م., ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی (جلد دوم), چاپ سوم . انتشارات دانشگاه تهران.

۶- یاری, ر., کهنه, ع., جندقی, ن., خجسته, ف., ۱۳۸۸. بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی بر ضریب رواناب سطحی و دبی اوج سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف (مطالعه موردی: حوضه آبخیز النگ دره گرگان,(ارائه شده :دومین کنفرانس سراسری آب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان ,ص.8 .

7- Bedient, P.B., Huber, W.C., Vieux, B.E., 2012. Hydrology and Floodplain Analysis, 5 edition. ed. Prentice Hall.

8- Pan, T., Yang, Y., Kuo, H., Tan, Y., Lai, J., Chang, T., Lee, C., Hsu, K.H., 2013. Improvement of watershed flood forecasting by typhoon rainfall climate model with an ANN-based southwest monsoon rainfall enhancement. Journal of Hydrology 506, 90–100.

9- Strupczewski, W.G., Singh, V.P., Feluch, W., 2001. Non-stationary approach to at-site food frequency modelling I . Maximum likelihood estimation. Journal of Hydrology 248, 123–142.