

اثرات اقدامات سازه ای بر مدیریت منابع آب حوضه آبخیز کاشیدار

مهدی مفتاح هلقی

استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. Meftah_20@yahoo.com

محمد ابراهیم زنگانه

مربی گروه عمران، موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی - غیر دولتی لقمان حکیم گلستان. Mez1383@yahoo.com

ایمان کریمی راد

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

داود اختری

دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

محمد یاورزاده

دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

تعداد و شدت وقوع سیلاب‌های ویرانگر در دهه‌های اخیر نسبت به گذشته افزایش یافته است برای اصلاح روش‌ها و توجیه سرمایه‌گذاری در طرح‌های آبخیزداری، ارزیابی کمی عملکرد آن‌ها بر مهار سیل ضروری است. به منظور بررسی اثر اجرای طرح‌های آبخیزداری بر کاهش شدت سیل در حوضه آبخیز کاشیدار استان گلستان، تأثیر اجرای آن‌ها از سال 1380 بررسی گردید. برای این کار، با کاربرد مدل HEC-HMS حوضه کاشیدار شبیه‌سازی شده و با دادن اطلاعات به مدل، حوضه را در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در دوره‌های بازگشت مختلف مورد مقایسه قرار داده و میزان اثر عملیات آبخیزداری را بر پارامترهای سیل بررسی شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد اثر اقدامات آبخیزداری در دوره‌های بازگشت کوتاه مشخص‌تر می‌باشد. به عبارت دیگر تفاوت دبی اوج در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در دوره‌های بازگشت کوتاه معنی‌دار است، بطوریکه توانسته سیل‌های 2 و 5 ساله را بطور کامل از بین ببرد. همچنین بیشترین تأثیر اقدامات انجام شده بر روی شیب آبراهه اصلی در حوضه وامنان اتفاق افتاده و این اقدامات، شیب را در این منطقه تا 34 درصد کاهش داده است. بیشترین تأثیر برای زمان تمرکز نیز در حوضه تلوبین-گلستان با 93 درصد افزایش روی داده است. میانگین درصد کاهش دبی سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف نشان می‌دهد اقدامات آبخیزداری انجام شده در کل حوضه آبخیز کاشیدار توانسته بمیزان 90 درصد دبی سیلاب منطقه را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: سیل، اقدامات آبخیزداری، کاشیدار، HEC-HMS، SCS.

1- مقدمه

یکی از مهمترین بخش های علم هیدرولوژی، مطالعه سیلاب است. سیل از جمله بلایای طبیعی است که باعث خسارات اجتماعی اقتصادی فراوانی می گردد. مطالعات انجام شده نشان داده که سیلاب چه از نظر فراوانی و چه از نظر میزان خسارت وارده، بیشترین سهم را در بین بلایای طبیعی بر عهده دارد [1]. امروزه مشخص شده که حفاظت کامل از خطر سیلاب نمی تواند بعنوان یک هدف ماندگار مطرح باشد بلکه تنها با اعمال مدیریت صحیح می توان خسارت آن را تعدیل نمود. طبق بررسی هایی که در زمینه ایجاد سیل و عوامل مؤثر بر آن صورت گرفته است سه دسته عوامل را در شکل گیری سیلاب موثر دانسته اند. دسته اول عمدتاً عوامل اقلیمی، عوامل زمین شناسی - خاکشناسی، دسته دوم عوامل وابسته به به شرایط فیزیوگرافی حوضه و دسته سوم شامل خصوصیات حوزه آبخیز، خصوصیات نفوذپذیری و خصوصیات آبراهه اصلی می باشند که این از عواملی است که به شکل معمول آبخیزداران و طراحان منابع آب با استفاده از آن در پی تغییر در حداکثر دبی سیلاب یک منطقه یا ثابت نگهداشتن این حداکثر می باشد [2].

با توجه به سابقه طولانی اجرای پروژه های آبخیزداری در کشور لزوم ارزیابی اقدامات انجام شده و بررسی تاثیرات مورد نظر از این طرح ها اقدامی ضروری می باشد. امروزه استفاده از قابلیت مدل های هیدرولوژیک به منظور شبیه سازی اثرات فعالیت های مدیریتی در فرایند تصمیم گیری نقش تعیین کننده ای به خود گرفته است [3]. از میان این مدل ها، در این تحقیق مدل ریاضی HEC-HMS برای شبیه سازی فرآیند بارش روان آب حوضه آبخیز کاشیدار بکار رفته است. مدل HEC-HMS نسخه توسعه یافته HEC-1 تحت ویندوز است که توسط مهندسان هیدرولوژی مرکز مهندسی ارتش آمریکا برای شبیه سازی روان آب سطحی یک حوضه آبخیز نسبت به بارندگی های معین طراحی شده است. مطالعات مختلفی با هدف ارزیابی اقدامات آبخیزداری انجام شده است، از آن جمله (رادوان، 1999) با استفاده از مدل آنالیز سیلاب تهیه شده برای منطقه پترای اردن به بررسی نقش اقدامات کنترل سیلاب شامل جنگلکاری، تراس بندی، سد های ذخیره ای و کنترلی و ترکیب آنها با یکدیگر پرداخته است. نتایج شبیه سازی سیلاب با استفاده از مدل مربوطه کاهش دبی اوج و حجم سیلاب تا میزان 70 % بود [4]. (شکوهی، 2007) در ارزیابی تاثیر 140 سازه گابیونی و 3 سد ذخیره ای در بالادست آبخیز شهری بهبهان، با مدل HEC-HMS دریافت که احداث، سازه های ذخیره ای در بالادست آبخیزهای شهری به منظور کنترل سیل مناسب است [5]. (حقگو، 1380) با هدف ارزیابی تاثیر اقدامات آبخیزداری مکانیکی و بیولوژیکی بر کاهش دبی اوج سیلاب ها در آبخیز غازمحلہ کردکوی استان گلستان با مدل SCS به این نتیجه رسید که این کاهش 47 درصد بوده و سیلخیزی در آبخیز، کاهش یافته است [6]. (کبیر و همکاران، 1386) در بررسی اثر احداث سازه های اصلاحی بر روی زمان تمرکز در آبخیز رودبار قشلاق استان گلستان با استفاده از فرمول کریپیچ به این نتیجه رسیدند که میزان افزایش زمان تمرکز در همه موارد کمتر از یک درصد بوده است [7].

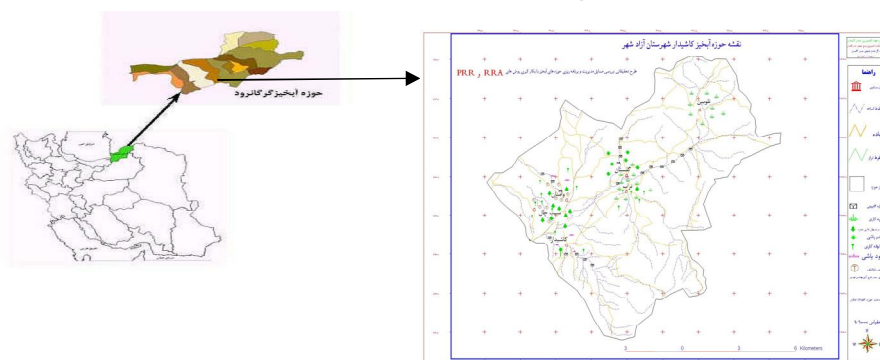
در این تحقیق تاثیر سازه های اصلاحی بر روی زمان تمرکز در شرایط بعد از اجرای اقدامات محاسبه و نیز طی بازدید صحرایی میزان بهبود پوشش گیاهی حوضه و ارتقاء وضعیت هیدرولوژیک حوضه بررسی و با اعمال

تغییرات ایجاد شده در ورودی‌های مدل اقدام به شبیه‌سازی رفتار سیلاب برای وقایع موجود گردید. در ادامه برای تعیین پاسخ حوضه در مقابل رگبارهای طرح اقدام به شبیه‌سازی رفتار سیلاب برای بارش‌های با دوره بازگشت‌های 2، 5، 10، 25، 50 و 100 ساله در قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری گردید.

2- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز کاشیدار با مساحت 150 کیلومتر مربع از سرشاخه‌های حوضه آبخیز خرمارود می‌باشد. این حوضه آبخیز بین طول‌های جغرافیایی شرقی $27^{\circ} 55'$ تا $40^{\circ} 55'$ و عرض‌های جغرافیایی شمالی $36^{\circ} 56'$ تا $05^{\circ} 37'$ واقع شده و از شمال شرقی به حوضه نردین، از شمال غرب به حوضه چهل‌چای، از غرب به حوضه فارسیان و از جنوب به زیر حوضه تیل‌آباد محدود می‌شود [8]. شکل (1) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مهم‌ترین عامل فیزیوگرافی در خصوص سیل و فرسایش بالا بودن شیب حوضه با متوسط 28/74 درصد می‌باشد. در جدول (1) مشخصات فیزیوگرافی حوضه دیده ارائه شده است.



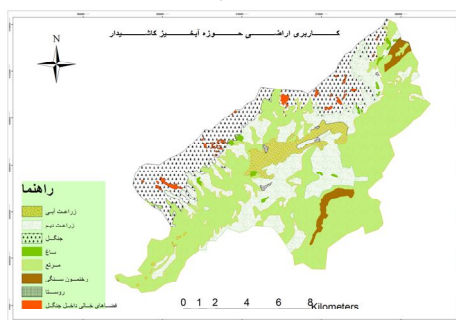
شکل (1): موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول 1: مشخصات فیزیوگرافی حوضه قبل از اقدامات آبخیزداری

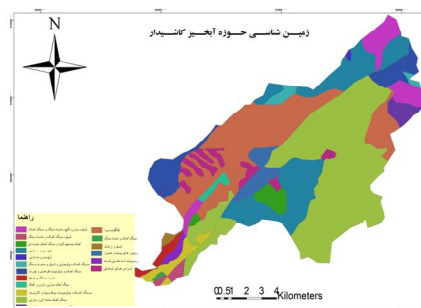
ویژگی فیزیوگرافی	زیر حوضه کاشیدار	زیر حوضه نراب	زیر حوضه تلوبین - گلستان	زیر حوضه وامان
مساحت (هکتار)	1796/6	2185	3986	841/8
محیط (کیلومتر)	18	23/25	30/25	14
کمترین ارتفاع (متر)	1250	1355	1355	1300
بیشترین ارتفاع (متر)	2550	2520	2436	2084
ارتفاع متوسط وزنی (متر)	1923/1	1937/8	1872/3	1598/6
شیب متوسط وزنی (%)	33/46	32/4	23/4	24/63
شیب آبراهه اصلی (%)	13/85	11	6/57	6/6
طول آبراهه اصلی (متر)	8300	10000	13625	5000
زمان تمرکز (ساعت)	2/17	2/69	3/82	1/64

با توجه به وضعیت زهکشی و موقعیت سازه‌های احداثی و به منظور افزایش دقت در مدل‌سازی هیدرولوژیک، آبخیز مورد مطالعه به چهار واحد هیدرولوژیک و یک واحد غیر هیدرولوژیک (سیب چال) تقسیم شد. در ادامه پارامترهای مورد نیاز فیزیوگرافی جهت انجام تحقیق، در هر یک از واحدهای هیدرولوژیک، محاسبه گردید. با توجه به روش‌های انتخابی در این مدل اقدام به شناسایی ورودی‌های مدل گردید برای تبدیل بارش به روان آب از روش شماره منحنی یا CN استفاده گردید، بدین منظور نقشه CN زیر حوضه‌ها از تلفیق نقشه‌های پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی در نرم افزار Arc GIS 9.2 تهیه گردید (شکل‌های (2) تا (5)).

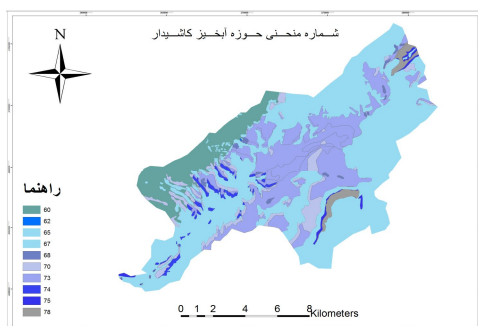
اقدامات بیولوژیکی اجرا شده در حوضه با تغییر میزان پوشش گیاهی و تغییر در کاربری حوضه باعث بهبود وضعیت هیدرولوژیک حوضه گردیده که تأثیرشان با تغییرات ایجاد شده در نقشه CN حوضه بررسی گردید. همچنین بمنظور بررسی اقدامات مکانیکی و سازه‌های احداث شده حوضه در کاهش میزان روان‌آب و اثرگذاری بر فرآیند بارش و روان‌آب، تأثیرشان بر شیب و زمان تمرکز حوضه مورد بررسی قرار گرفت و در ورودی‌های مدل اعمال و مدل اجرا گردید. مرحله بهینه‌سازی با تغییر پارامترهای CN و T_L انجام گرفت.



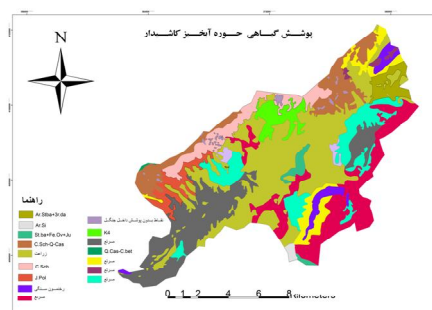
شکل (3): کاربری اراضی حوزه آبخیز کاشیدار



شکل (2): نقشه زمین شناسی حوزه آبخیز کاشیدار



شکل (5): نقشه شماره منحنی CN حوزه آبخیز کاشیدار

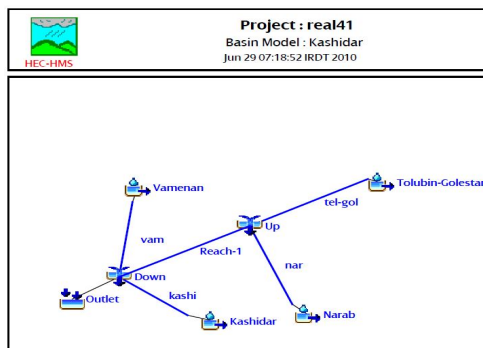


شکل (4): نقشه پوشش گیاهی حوزه آبخیز کاشیدار

مدل ریاضی HEC-HMS

این مدل برای شبیه سازی پاسخ رواناب سطحی یک حوضه آبخیز نسبت به بارندگی معین می‌باشد. این برنامه به گونه‌ای طراحی شده است که دامنه گسترده‌ای از نواحی جغرافیایی را پاسخگو باشد. بعلاوه این برنامه قابلیت تحلیل رودخانه‌های حوضه‌های آبخیز بزرگ، ذخایر آبی و هیدرولوژی سیلاب و رواناب حوضه‌های

آبخیز طبیعی و شهری را دارا می‌باشد [9]. نقشه تیپ حوزه آبخیز کاشیدار در مدل HEC-HMS در شکل (6) نشان داده شده است.



شکل (6): نقشه تیپ حوزه آبخیز کاشیدار در مدل HEC-HMS

سیل

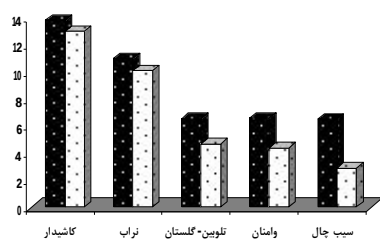
به منظور برآورد زمان‌های تمرکز و تأخیر حوضه به عنوان دو متغیر مورد نیاز برای اجرای مدل از روش SCS استفاده شد. در برآورد دبی لحظه ای سیل و شدت سیلاب در زیرحوضه ها، عوامل متعددی نقش دارند. عوامل فیزیوگرافی و اقلیمی مانند مساحت و بارش از عوامل مهم در محاسبه سیلاب محسوب میشوند. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه هیچگونه ایستگاه باران سنج ثبات تعبیه نشده است، از روش شماره منحنی SCS جهت برآورد سیلاب استفاده شد.

با توجه به اینکه مبنای محاسبات باید بر اساس مدت بارندگی برابر زمان تمرکز حوضه باشد با استفاده از روش وزیری مقادیر شدت بارندگی اصلاح می‌شود [10].

نتایج

شیب و زمان تمرکز

جهت نمایش بهتر تغییرات زمان تمرکز و شیب آبراه اصلی نمودار مقایسه‌ای آنها در شکل‌های (7) و (8) آمده است. همانطور که در شکل‌ها دیده می‌شود بیشترین تأثیر اقدامات انجام شده بر روی شیب آبراه اصلی در حوضه وامنان اتفاق افتاده است و این اقدامات، شیب را در این منطقه تا 34 درصد کاهش داده است. همچنین بیشترین تأثیر برای زمان تمرکز در حوضه تلوین - گلستان با 93 درصد افزایش روی داده است. مطالعات نشان می‌دهد کمترین تأثیرات اقدامات آبخیزداری انجام شده در حوضه کاشیدار اتفاق افتاده و تنها توانسته است مقدار شیب آبراه اصلی را 6 درصد کاهش و زمان تمرکز را 30 درصد افزایش دهد. شدت بارندگی به دست آمده از ایستگاه باران‌سنج نراب در زیر حوضه‌های حوضه آبخیز کاشیدار با استفاده از روش وزیری مربوط به طرح‌های اجرا شده محاسبه گردید.



■ قبل از اقدامات آبخیزداری □ بعد از اقدامات آبخیزداری

شکل (8): مقایسه مقادیر زمان تمرکز



■ قبل از اقدامات آبخیزداری □ بعد از اقدامات آبخیزداری

شکل (7): مقایسه مقادیر شیب آبراهه اصلی

تجزیه و تحلیل دبی پیک سیلاب در کل حوضه و زیرحوضه‌های آن

جهت تعیین دبی پیک سیلاب روش‌های متعددی وجود دارد که در مطالعه حوضه آبخیز کاشیدار از روش شماره منحنی S.C.S استفاده شده است. بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به حداکثر بارندگی 24 ساعته، مقدار میانگین حداکثر بارندگی 24 ساعته (PD_{MAX}) در طول دوره آماری منطقه مورد مطالعه برابر با 25/6 میلیمتر در نظر گرفته می‌شود. سپس مقادیر دبی ویژه سیلاب محاسبه شده در حوضه کاشیدار و زیرحوضه‌های بر اساس طرح‌های اجرا شده در منطقه مورد مطالعه برآورد گردید.

نتایج نشان می‌دهد اثر اقدامات آبخیزداری در دوره‌های بازگشت کوتاه مشخصتر است. به عبارت دیگر تفاوت دبی اوج در شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در دوره‌های بازگشت کوتاه معنی دار است. در جدول (2) درصد کاهش دبی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف ارائه شده است. طبق این جدول در کل حوضه آبخیز کاشیدار برای دوره‌های بازگشت 2 و 5 سال بطور 100 درصد دبی سیلابی کاهش پیدا کرده است. میانگین درصد کاهش دبی سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف نشان می‌دهد اقدامات آبخیزداری انجام شده در کل حوضه آبخیز کاشیدار توانسته بمیزان 90 درصد دبی سیلاب منطقه را کاهش دهد. این مقدار برای زیرحوضه‌های نراب 94/5 درصد، وامنان 97 درصد، کاشیدار 96/7 درصد، سیب چال 71/25 درصد و تلوین-گلستان 93/5 درصد می‌باشد.

جدول 2: درصد کاهش دبی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت						حوضه
2	5	10	25	50	100	آبخیز
100	100	97/97	93/36	90/52	88/36	کل حوضه
100	100	100	95/36	93/04	92/04	کاشیدار
100	100	96/84	91/86	90/24	88/41	نراب
100	100	94/86	90/75	87/70	85/93	تلوین - گلستان
100	100	100	85/0	58/0	42/0	سیب

چال	92/87	93/74	95/83	100	100	100
وامنان						

برای محاسبه حجم سیلاب کنترل شده در منطقه اقدام به رسم هیدروگراف‌های سیل در تمام زیرحوضه ها شد و با محاسبه سطح زیر نمودار مقادیر حجم سیلاب استخراج شد که نتایج آن در جدول (3) آورده شده است.

جدول 3: مقادیر حجم ویژه سیلاب محاسبه شده (1000 مترمکعب در کیلومتر مربع)

حوضه	دوره بازگشت					
	2	5	10	25	50	100
آبخیز						
کل	0	0	0/1191	0/7401	1/5290	2/5597
حوزه						
کاشیدار	0	0	0/0055	0/3228	0/8404	1/5585
نراب	0	0	0/1098	0/7093	1/4645	2/4393
تلوبین - گلستان	0	0	0/1906	1/0060	1/9769	3/2162
سیب	0	0	0	0/0966	0/4059	0/9084
چال						
وامنان	0	0	0/0237	0/4157	0/9978	1/7937

بحث و پیشنهادات

بررسی ها نشان می دهد که حوضه های نراب و تلوبین - گلستان بیشترین سیلخیزی را دارا می باشند، همچنین اقدامات مکانیکی انجام شده در حوضه نراب نتوانسته است تأثیر چشمگیری در زمان تمرکز و شیب آبراهه داشته باشد و عبارت دیگر نقش خود را بخوبی ایفا نکرده است. بنظر میرسد کاهش دبی پیک و حجم سیلاب در این حوضه می تواند ناشی از اقدامات بیولوژیکی و کاهش شماره منحنی باشد.

در صورتیکه اقدامات سازه ای درست طراحی نشوند باعث تشدید سیلاب ها می شوند. طبق بازدیدهای بعمل آمده از منطقه، گابیون های احداث شده بر روی آبراهه اصلی تخریب شده اند که نشان دهنده آنست که قدرت لازم جهت ایستادگی در مقابل سیلاب را نداشته اند. تخریب سازه ها نشان می دهد عملیات مکانیکی موقتی بوده و جنبه مسکن دارد و باید با فعالیت های بیولوژیکی همراه باشد و در واقع زمینه ساز استقرار پوشش تلقی می شوند.

همچنین عدم محاسبه دقیق رسوب منتقل شده از بالادست و در نتیجه طراحی گابیون ها با حجم نامناسب باعث گردیده پشت گابیون ها از رسوب پر شود و حتی در حوضه وامنان کاملاً زیر گل رفته است بطوریکه پشت گابیون ها درختکاری شده است. به نظر می رسد بتوان با برداشت مقاطع عرضی، پروفیل های طولی و داده های مورد نیاز روش های هیدرولیکی برآورد رسوب (مثل میر - پیتر - مولر، بگنولد، انیشتین و ...)، مطالعات مربوط به طراحی حجم گابیون ها را با صحت بیشتری انجام داد و بدینوسیله بر عمر مفید این سازه ها افزود.

با توجه به عدم وجود چاه‌های پی‌زومتری در حوضه آبخیز مورد مطالعه امکان بررسی تأثیر اقدامات اجرا شده بر روی منابع آب زیرزمینی فراهم نمی‌باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد جهت انجام مطالعات دقیق‌تر در این زمینه اقدام به احداث این چاه‌ها نموده تا با در دست داشتن اطلاعات مربوط به تغییرات سطح آب زیرزمینی بتوان مطالعات جامع‌تری در زمینه تأثیر اقدامات انجام شده داشت.

سپاسگزاری

از مدیرعامل محترم شرکت مهندسین مشاور زمین منابع گلستان که با در اختیار گذاشتن اطلاعات پایه یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- [1]. Green, C. H., Parker, D. J. and Tunstall, S. M., 2000. Assessment of Flood Control and Management Options, Flood Hazard Research Center, 124p.
- [2]. More, R.J., Bell U.A. and Jones, D.A., 2005. External Geophysics, Climate and Environment Forecasting for Flood Warning, C. R. Geoscience, 337: 203-217.
- [3]. Roo, A.D., Schmuck, G., Perdigao, V., Thielen, J. 2005. The influence of historic land use changes and future planned land use scenarios on floods in the Oder catchment. Physics and Chemistry of the Earth. 28 1291-1300p.
- [4]. Radwan, A., 1999. Flood Analysis and Mitigation for Area in Jordan, Journal of Water Resources and Management, 125(3): 170-177.
- [5]. Shokoohi, A.R. 2007. Assessment of Urban Basin Flood Control Measures Using Hydrogis Tools. Journal of Applied Science 7(13): 1726-1733p.
- [6]. حق گو، ک، 1380. ارزیابی تأثیر اقدامات آبخیزداری بر روی خصوصیات هیدرولوژیکی رودخانه (مطالعه موردی رودخانه غازمحلہ کردکوی)، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. 69 ص.
- [7]. کبیر، آ، نجفی نژاد، ع.، همت زاده، ی. و کورکی نژاد، م.، 1386. بررسی احداث سازه های اصلاحی بر روی زمان تمرکز (مطالعه موردی، حوزه آبخیز رودبار قشلاق استان گلستان)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد چهاردهم، صفحات 1-7.
- [8]. گزارش مطالعات اجرایی حوزه آبخیز کاشیدار. 1380. جلد دوم. مشاور زمین منابع گلستان. مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.
- [9]. کارآموز، م. و ش، عراقی نژاد. 1384. هیدرولوژی پیشرفته. چاپ اول. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر. 464 ص.
- [10]. عزیززاده، ا. اصول هیدرولوژی کاربردی. 1383. چاپ 17. دانشگاه امام رضا (ع). 815 ص.