دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

# نقش اقدامات آبخیزداری بر خصوصیات آبنمود سیل (مطالعه موردی: حوزه آبخیز زوجی کاخک)

**فاطمه قطب الدین[۱]، محمد نهتانی[۲] و مرتضی دهقانی[۳]**

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه زابل
۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه زابل، (نویسنده مسوول: m.nohtani@uoz.ac.ir)
۳- کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان جنوبی و دانشجوی دکترای آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۸
صفحه ۲۰۴ تا ۲۱۰

**چکیده**

**در این مطالعه اثر اقدامات آبخیزداری بر ویژگی‌های آبنمود سیل با مدل HEC-HMS مورد بررسی قرار گرفته شده است. برای طراحی، واسنجی و اعتبارسنجی مدل اطلاعات حوزه معرف و زوجی کاخک در استان خراسان رضوی تهیه و با بازدیدهای میدانی تکمیل گردید. نتایج آزمون T جفتی و آماره‌های خطای نسبی، ضریب نش- ساتکلیف و ضریب تبیین برای مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده نرم‌افزار HEC-HMS کارایی مدل در شبیه‌سازی آبنمود سیل حوزه‌های شاهد و نمونه را تایید کرد. نتایج نشان داد که اقدامات آبخیزداری توانسته است عکس‌العمل هیدرولوژیکی حوزه و خصوصیات آبنمود سیلاب از جمله ضریب سیلاب، دبی پیک و حجم سیلاب را به‌ترتیب با $P_{value}$ برابر با ۰/۰۰۱ ، ۰/۰۲۷ و ۰/۰۲٦ به صورت معنی‌داری کاهش دهد علاوه بر این عملیات بیولوژیک نسبت به سازه‌ای، دبی پیک و حجم سیلاب را به‌ترتیب ۸/۸ و ۱۲/٦٤ درصد بیشتر تعدیل کرده است.**

**واژه‌های کلیدی: آبنمود سیل، اقدامات آبخیزداری، دبی پیک، حجم سیلاب، HEC-HMS**

## مقدمه

رشد بیش از حد و تصاعدی جمعیت، افزایش چشم‌گیر نیاز غذایی و محدود بودن منابع طبیعی باعث شده است که در چند دهه اخیر منتهی به سال ۱۳۹۶ فشار بسیار زیادی بر منابع طبیعی از طریق چرای مفرط و زودرس، تغییر کاربری اراضی و... وارد شود به طوری‌که تخریب منابع طبیعی یکی از معضلات قرن بیست و یکم به شمار می‌رود (۲۱). ارتقاء وضعیت اقتصادی و اجتماعی ساکنین حوضه همراه با حفظ منابع پایه (آب و خاک) از مهمترین اهداف آبخیزداری است که از طریق روش‌های مختلف مدیریتی، بیولوژیکی و سازه‌ای انجام می‌پذیرد (۱۸). از آن‌جایی که آبخیزداری در سطح گسترده در کشور در حال انجام است ارزیابی کمّی نتایج اقدامات به عمل آمده به منظور شناسایی نقاط ضعف و قوت و تدوین راهکارهای اصولی امری اجتناب‌ناپذیر و از نیازهای اساسی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور محسوب می‌شود (۱۹). از جمله تحقیقات انجام شده در داخل و خارج کشور می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

آذری و وفاخواه (۲) جهت بررسی تأثیر اقدامات کنترل سیلاب در تغییر شرایط هیدرولوژیکی حوزه آبخیز شورگل در استان آذربایجان شرقی، با استفاده از مدل HEC-HMS شرایط قبل و بعد از عملیات آبخیزداری حوزه آبخیز را شبیه‌سازی کردند. نتایج تحقیق ضمن نشان دادن عکس‌العمل متفاوت زیرحوزه‌های مختلف در کاهش دبی اوج (۵۸ تا ۹۹ درصد) و حجم سیلاب بیانگر این است که با افزایش دوره بازگشت سیلاب، نقش اقدامات کنترل سیلاب در کاهش دبی اوج سیلاب کاهش می‌یابد. اسکندری و همکاران (۷) نشان دادند آبخیزداری حوزه آبخیز زاینده‌رود دبی اوج سیلاب را در دوره‌ی حین و بعد از اجرا به‌ترتیب ۴۲ و ۷۰ درصد کاهش داده و در مجموع عملیات آبخیزداری دبی اوج سیلاب را تعدیل کرده است. فصاحت و همکاران (۹) نشان دادند احداث سد مخزنی دبی اوج سیلاب حوزه آبخیز جونقان-فارسان را ۳۴ درصد کاهش داده است. نورعلی و همکاران (۱۷) اثر عملیات بیولوژیک و سازه‌ای حوزه آبخیز عمارت شهرستان قوچان بر کنترل سیل را با استفاده از روش SCS و نرم‌افزار HEC-HMS مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که آبخیزداری دبی اوج و حجم سیلاب را ۷۰ درصدکاهش داده است. نورعلی و قهرمان (۱۶) با استفاده از مدل HEC-HMS تأثیر عملیات آبخیزداری بر آبنمود سیل حوزه آبخیز گوش و بهره را ارزیابی کرده و نشان دادند که عملیات بیولوژیکی و مکانیکی آبخیزداری دبی اوج سیلاب را تا ۳۶/۲۱ درصد و حجم سیلاب را تا ۳۴/۷۸ درصد کاهش داده است. ایشان اظهار کردند در سیلاب‌های با دوره بازگشت بالا تأثیر آبخیزداری بر دبی اوج و حجم سیلاب کمتر شده است که می‌تواند ناشی کاهش اثرات پوشش گیاهی در شدت‌های بالای بارش و همچنین کوچک بودن حجم مخازن سازه‌های آبخیزداری باشد. میکائیل‌زاده و همکاران (۱۳) با بهره‌گیری از مدل HEC-HMS اثر آبخیزداری بر کاهش دبی اوج سیلاب حوزه آبخیز نهند آذربایجان شرقی را بررسی کرده و نشان دادند که دبی اوج در دوره بازگشت ۲ و ۱۰۰ سال به ترتیب به میزان ۴۶/۴۲ و ۱۷/۸۲ درصد و حجم سیل به میزان ۴۵/۴۸ و ۲۵/۸۶ درصد کاهش یافته است. رحمانی و همکاران (۱۹) اثر تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های هیدرولوژیک حوزه آبخیز کسیلیان را با مدل HEC-HMS بررسی کردند و نشان دادند که تبدیل جنگل به مرتع باعث شده ۱۱/۲ متر مکعب بر ثانیه به دبی اوج و ۹۸/۸ متر مکعب به حجم رواناب اضافه شود.

سان و ژو (۲۳) نشان دادند تراس‌بندی همراه با جنگل‌کاری متوسط دبی رواناب را ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. شی و همکاران (۲۲) اثر احداث سدهای اصلاحی[۱] حوزه آبخیز تسنگون[۲] تایوان را با نرم‌افزار HEC-HMS شبیه‌سازی کردند و نشان دادند احداث سازه‌های آبخیزداری پیک و حجم جریان را در سطح ۹۵٪ تعدیل کرده است.

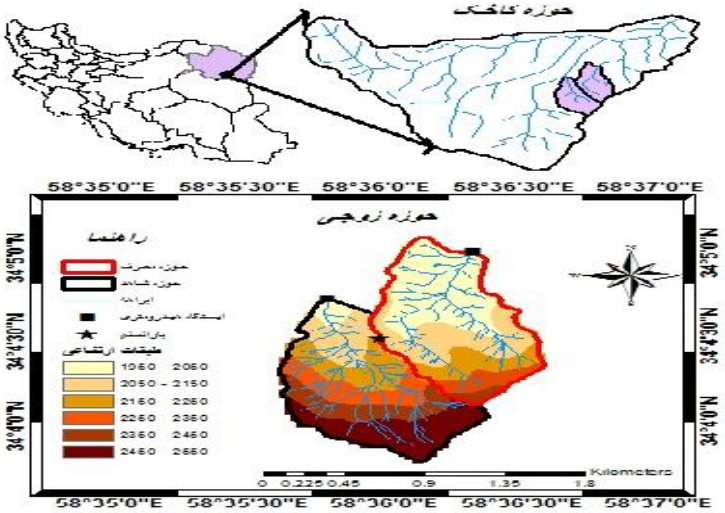
1- Check dams
2- Tsngvn

بوستامی و همکاران (۳) نشان دادند که سازه‌های آبخیزداری حوزه ساراواک[1] ۳۴/۱۸ درصد حجم سیلاب را کاهش داده است. در مجموع با وجود اینکه عملیات بیولوژیک و سازه‌ای آبخیزداری در سطح وسیعی از حوزه‌های آبخیز کشور انجام شده است ولی اثرات آن در خصوصیات آبنمود سیل و به طور کلی کاهش اثرات محسوس و نامحسوس سیل و خشکسالی در حد قابل قبولی مورد توجه قرار نگرفته است لذا در این تحقیق نقش اقدامات آبخیزداری بر خصوصیات آبنمود سیل حوزه معرف و زوجی کاخک مورد بررسی قرار گرفته شده است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

حوزه معرف و زوجی کاخک در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان گناباد و بین طول‌های جغرافیایی ″۳۷ ′۳۵ °۵۸ تا ″۴۱ ′۳۶ °۵۸ شرقی و عرض‌های ″۰۱ ′۰۴ °۳۴ تا ″۰۷ ′۰۵ °۳۴ شمالی قرار دارد که شامل دو زیرحوزه شاهد (بدون عملیات آبخیزداری) و نمونه (حوزه دارای اقدامات آبخیزداری متناسب) است. شرایط یکسان هیدرومرفولوژیکی دو زیرحوزه شاهد و نمونه و همچنین وجود اطلاعات مناسب و دقیق جهت طراحی، واسنجی و اعتبارسنجی مدل EC-HMS موجب شد تا این حوزه انتخاب گردد. در شکل (۱) حوزه نمونه و شاهد و موقعیت ایستگاه باران‌سنجی و ایستگاه‌های هیدرومتری هر حوزه قابل مشاهده است و در جدول (۱) خصوصیات مرفولوژیکی، اقلیمی، زمین‌شناسی و وضعیت اقدامات و عملیات آبخیزداری اجرا شده نشان داده شده است.




شکل ۱- موقعیت منطقه مورد تحقیق
Figure 1. Location of the study area

### روش تحقیق

در این مطالعه به منظور شبیه‌سازی فرایند بارش–رواناب و بررسی نقش آبخیزداری بر خصوصیات آبنمود سیل از نرم‌افزار HEC-HMS و قابلیت‌ها و امکانات نرم‌افزار ArcGIS10.3 استفاده شده است. وقایع بارش– رواناب و نوع و موقعیت آبخیزداری از بایگانی حوزه زوجی کاخک مستقر در اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان گناباد جمع‌آوری شد و خصوصیات مرفولوژیکی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و شماره منحنی رواناب[2] حوزه شاهد و نمونه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و تصاویر گوگل ارث[3] و بازدیدهای میدانی و قابلیت‌های نرم‌افزار ArcGIS10.3 محاسبه گردید (جدول ۱). در مرحله بعد، ابتدا تمامی وقایع بارشی منجر به رواناب اخذ و سپس از بین این وقایع، ۳ واقعه بارش–رواناب (۱۴) که از همگنی، صحت و دقت لازم برخوردار بوده و واجد شرایط واسنجی و اعتبارسنجی مدل HEC-HMS بودند به شرح جدول ۲ انتخاب گردید.

با توجه به نقش تأثیرگذار نوع و موقعیت عملیات اجرا شده آبخیزداری بر خصوصیات آبنمود سیل در این مطالعه ضمن استفاده از اطلاعات موجود در بایگانی (دفتر حوزه زوجی) با بازدیدهای میدانی حجم مخزن سازه‌های اجرا شده با استفاده از مترکشی و قوانین احجام هندسی محاسبه و در نهایت شرایط هیدرومورفولوژیکی حوزه شاهد و نمونه در نرم‌افزار HEC-HMS طراحی و مدل گردید.

### واسنجی و اعتبارسنجی مدل

با تعیین شرایط هیدرومورفولوژیکی حوزه شاهد و نمونه سه واقعه بارش–رواناب انتخاب شده در مرحله اول به عنوان ورودی به نرم‌افزار HEC-HMS وارد شد و مدل در شرایط هیدروکلیماتولوژیکی NRCS[4] اجرا، واسنجی و اعتبارسنجی گردید. برای این هدف ابتدا با آزمون T جفتی میانگین داده‌ها بررسی و سپس برای ارزیابی مقادیر شبیه‌سازی دبی اوج و حجم سیلاب از آماره‌های ضریب کارایی معروف به ضریب نش–ساتکلیف (EF)[5]، خطای نسبی (RE)[6] و ضریب تعیین ($R^2$) استفاده شده است (جداول ۳ و ۴).

1- Sarawak 2- Curve Number 3- Google Earth 4- Natural Resources Conservation Service
5- Efficiency Coefficient (Nash-Sutcliffe Coefficient) 6- Related Error

ضریب تعیین توان دوم ضریب همبستگی است که تغییرات داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی را خطی توضیح می‌دهد و میزان آن بین صفر تا یک است (۵).

رابطه (۱)

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(o_i-\bar{o})(p_i-\bar{p})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(o_i-\bar{o})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(p_i-\bar{p})^2}}\right]^2,$$

جدول ۱- خصوصیات حوزه زوجی کاخک

Table 1. Characteristics of Kakhk Paired Catchment

| عنوان | واحد | حوزه شاهد | حوزه نمونه | عنوان | واحد | حوزه شاهد | حوزه نمونه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مساحت | هکتار | ۱۱۲/۸ | ۱۱۱/۹ | بارش سالانه | میلی‌متر | ۲۴۳ | ۲۴۳ |
| محیط | کیلومتر | ۴/۴۴ | ۴/۵۹ | متوسط دما سالانه | درجه سانتی‌گراد | ۱۴/۲۴ | ۱۴/۲۴ |
| شیب متوسط وزنی | درصد | ۵۸/۰۷ | ۵۸/۹ | گابیون | سازه | ۰ | ۹ |
| طول آبراهه اصلی | کیلومتر | ۱/۹۵ | ۱/۹۲ | خشکه چین | سازه | ۰ | ۷ |
| حداقل ارتفاع | متر | ۲۱۱۰ | ۲۰۶۴ | نهالکاری | هکتار | ۰ | ۵۴/۳ |
| حداکثر ارتفاع | متر | ۲۶۶۵ | ۲۵۹۳ | کپه کاری | هکتار | ۰ | ۱۴/۸ |
| ضریب گردی | - | ۰/۷۲ | ۰/۶۶ | بذرپاشی | هکتار | ۰ | ۱۱۱/۹ |
| زمان تمرکز | دقیقه | ۱۰/۹ | ۱۰/۸ | بانکت | هکتار | ۰ | ۲۶/۳ |
| تراکم آبراهه | کیلومتر بر کیلومترمربع | ۱/۷۵ | ۱/۷۴ | برش ولکانیکی | هکتار | ۶۱/۲۵ | ۶۷/۱ |
| | | | | شیل و شیست | هکتار | ۳۸/۷۵ | ۳۲/۹ |

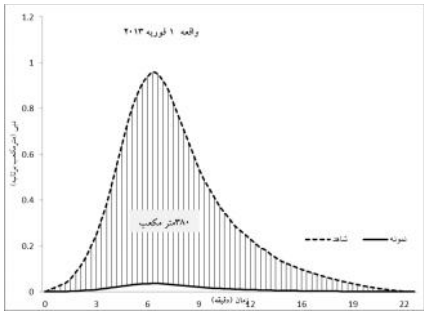
ضریب کارایی (ضریب نش-ساتکلیف) یکی از معروفترین آماره‌های ارزیابی مدل‌های هیدرولوژیکی است (۵).
رابطه (۲)

$$E = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(o_i - p_i)^2}{\sum_{i=1}^{N}(o_i - \bar{o})^2},$$

که $o_i$: مقدار مشاهداتی، o: متوسط مشاهداتی، $P_i$: مقدار شبیه‌سازی مدل و p: متوسط شبیه‌سازی مدل می‌باشد.

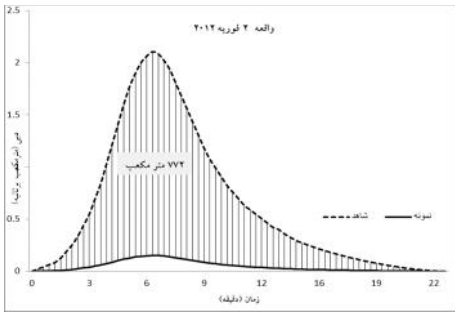
به‌منظور آشکارسازی اثر اقدامات آبخیزداری بر خصوصیات جریان، هیدروگراف سیلاب وقایع بارشی یکم فوریه ۲۰۱۳ (شکل ۲)، دوم (شکل ۳) و بیست و ششم (شکل ۴) فوریه ۲۰۱۲ با استفاده از روش چاو بازسازی شده است.

در جدول ۳ نتایج مقایسه میانگین (آزمون T) دبی اوج و حجم سیلاب مشاهداتی و شبیه‌سازی حوزه‌های نمونه و شاهد در سطح ۵ درصد نشان داده شده است. نتایج آماره $P_{value}$ نشان می‌دهد میانگین مقادیر برآوردی و واقعی دبی اوج و حجم سیلاب در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. میزان خطای نسبی محاسبه شده در پیک و حجم سیلاب به‌ترتیب حدوداً ۱۰/۶ و ۳۱ درصد و ضریب تبیین و ضریب کارایی حدودا ۰/۹ محاسبه شده که نشان می‌دهد مقادیر مشاهداتی و برآوردی مدل HEC-HMS دقت لازم برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی آبنمود سیل را دارد (جداول ۳ و ۴).



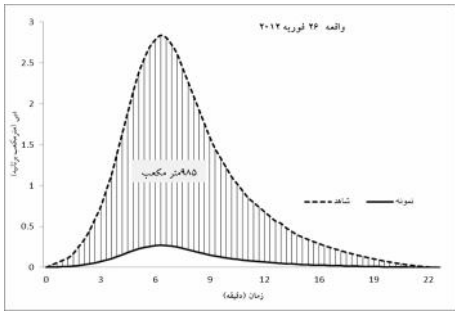

شکل ۲- هیدروگراف سیلاب مشاهداتی حوزه شاهد و نمونه (اول فوریه ۲۰۱۳)

Figure 2. Observed flood hydrograph in experimental and control Catchment (February 1, 2013)




شکل۳- هیدروگراف سیلاب مشاهداتی حوزه شاهد و نمونه (دوم فوریه ۲۰۱۲)

Figure 3. Observed flood hydrograph in experimental and control Catchment (February 2, 2012)




شکل ۴- هیدروگراف سیلاب مشاهداتی حوزه شاهد و نمونه (۲۶ فوریه ۲۰۱۲)

Figure 4. Observed flood hydrograph in experimental and control Catchment (February 26, 2012)

جدول ۲- وقایع بارش- رواناب انتخابی

Table 2. Selected rainfall-runoff events

| زمان واقعه | | ۱ فوریه ۲۰۱۳ | ۲فوریه ۲۰۱۲ | ۲۶ فوریه ۲۰۱۲ |
|---|---|---|---|---|
| مقدار رگبار (میلی‌متر) | | ۷۵/۵ | ۶۰/۱ | ۴۰ |
| دبی پیک(مترمکعب برثانیه) | حوزه نمونه | ۰/۲۶۹۹ | ۰/۱۵۲ | ۰/۰۳۶ |
| | حوزه شاهد | ۲/۵۶۷ | ۱/۹۵۳۳ | ۰/۹۲۲۸ |

جدول ۳- نتایج آزمون T برای مقادیر مشاهداتی و شبیه‌سازی (مدل HEC-HMS) حوزه نمونه و شاهد

Table 3. The results of T- test for the observed and simulation data (HEC-HMS Model) in Experimental and control Catchment

| | نام زیرحوزه | $t_{value}$ | $P_{value}$ | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|
| دبی پیک | حوزه نمونه | -۰/۶۲۸ | ۰/۵۹۴ | ۰/۰۰۳۱۷ | ۰/۰۰۸۷۳ | ۰/۰۰۵۰۴ |
| | حوزه شاهد | ۱/۳۸۶ | ۰/۳ | ۰/۰۶۹۳ | ۰/۰۸۶۶ | ۰/۰۵ |
| حجم سیلاب | حوزه نمونه | ۲/۲۱۷ | ۰/۱۵۷ | ۳۶/۴۵۸ | ۲۸/۴۸۴ | ۱۶/۴۴۵ |
| | حوزه شاهد | ۰/۰۷۷ | ۰/۹۴۶ | ۲۵/۳۱۹ | ۵۶۹/۰۸۷ | ۳۲۸/۵۶۲ |

جدول ۴- نتایج مقادیر آماره‌های مورد استفاده

Table 4. Results of used Statistical criteria

| | پارامتر | خطای نسبی (درصد) | ضریب تبیین | ضریب کارایی |
|---|---|---|---|---|
| حوزه نمونه | پیک سیلاب | ۱۰/۶۷ | ۰/۹۹۷ | ۰/۹۹۳۳ |
| حوزه شاهد | | ۱۰/۶۹ | ۰/۹۹۵ | ۰/۹۷۸۷ |
| حوزه نمونه | حجم سیلاب | ۳۱/۰۳ | ۱ | ۰/۹۵۶۸ |
| حوزه شاهد | | ۳۱/۰۳ | ۰/۹۷۶ | ۰/۹۰۰۸ |


[ DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.10.3 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.10.19.204 ]

جدول ۵ – مقایسه خصوصیات آبنمود سیل حوزه نمونه و شاهد

Table 5. Comparison of flood hydrograph characteristics in Experimental and control -Catchment

| پارامتر | t | $P_{value}$ | Mean Difference | Std. Error Difference |
|---|---|---|---|---|
| دبی پیک (مترمکعب برثانیه) | ۳/۴۳۰ | ۰/۰۲۷ | ۱/۶۶ | ۰/۴۸۴۳ |
| حجم سیلاب (مترمکعب) | ۳/۴۳۴ | ۰/۰۲۶ | ۷۱۲/۶۶ | ۲۰۷/۵۴ |
| ضریب سیلاب | ۷/۸۰۴ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۵۴۱ | ۰/۰۰۶۹ |

جدول (۵) نشان می‌دهد که خصوصیات آبنمود سیل حوزه شاهد در سطح ۵ درصد با حوزه نمونه اختلاف معنی‌داری دارد. این جدول و اشکال ۲ تا ۴ نشان می‌دهد در وقایع سیلابی مورد بررسی، متوسط حجم سیلاب حوزه نمونه که اقدامات آبخیزداری در آن انجام شده حدود ۷۱۲ متر مکعب کمتر از حوزه فاقد اقدامات آبخیزداری بوده است. در واقع این میزان بارش بواسطه آبخیزداری به منابع آب زیرزمینی اضافه شده است. میانگین دبی پیک حوزه دارای اقدامات آبخیزداری ۱/۶۶ مترمکعب در ثانیه و ضریب سیلابی ۰/۰۵۴۱ درصد نسبت به حوزه شاهد کمتر می‌باشد.

برای تفکیک سهم اثرگذاری اقدامات بیولوژیک و سازه‌ای آبخیزداری بر هیدروگراف سیل (۱۴) حوزه نمونه، مدل HEC-HMS مجددا در دو حالت ۱- عملیات بیولوژیک (شامل بذرپاشی، بانکت‌بندی، نهالکاری وکپه‌کاری با فرض موفقیت تمام عملیات و پس از سه سال از اجرا) ۲- عملیات مکانیکی (شامل اجرای ۹ سازه گابیونی و ۷ سازه خشکه‌چین با فرض اجرای همزمان تمامی سازه‌ها در یک سال) طراحی و اجرا گردید. بر این اساس نسبت کاهش پیک و حجم سیلاب بر اثر اقدامات و عملیات بیولوژیک نسبت به سازه‌ای به‌ترتیب ۸/۸ و۱۲/۶۴ درصد تعیین شد که نشان‌دهنده نقش موثرتر اقدامات بیولوژیک نسبت به عملیات مکانیکی آبخیزداری است.

## نتایج و بحث

نتایج آزمون T جفتی برای مقادیر دبی اوج و حجم سیلاب مشاهداتی و برآوردی مدل HEC-HMS و همچنین آماره‌های خطای نسبی، ضریب کارایی (نش–ساتکلیف) و ضریب تبیین نشان‌دهنده دقت مناسب مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل HEC-HMS است. بر این اساس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در صورت طراحی و واسنجی صحیح این مدل، می‌توان از مقادیر شبیه‌سازی و پیش‌بینی شده این مدل به نحو موثری در حوزه‌های آبخیز کشور استفاده کرد.

عملیات آبخیزداری به صورت معنی‌دار و موثری خصوصیات آبنمود سیل را تعدیل کرده است در واقع اقدامات آبخیزداری با تعدیل پارامترهای موثر بر آبنمود سیل (زمان تمرکز، سرعت جریان و ایجاد فرصت برای نفوذ) ضمن کاهش خسارات محسوس و نامحسوس سیل با تغذیه آبخوان‌ها و منابع آب زیرزمینی، کمیت و کیفیت آن را افزایش داده و از این طریق بحران‌های سیل و خشکسالی حوزه‌های آبخیز را کنترل می‌کند.

دوره بازگشت وقایع رگباری مورد استفاده با برازش توزیع‌های مختلف آماری و انتخاب توزیع مناسب در نرم‌افزار Hyfran انجام شد که نشان می‌دهد وقایع رگباری مورد استفاده دوره بازگشت متفاوت دارند.

نتایج نشان می‌دهد با توجه به شدت واقعه رگبار و خصوصیات هیدروگراف‌های مورد استفاده، با افزایش شدت واقعه رگبار، تأثیر عملیات آبخیزداری در کاهش پیک و حجم سیلاب کمتر شده است. علاوه بر آن نقش اقدامات مختلف آبخیزداری در تعدیل خصوصیات آبنمود سیل یکسان نیست بطوریکه عملیات بیولوژیکی نقش مهم‌تری دارد.

در مجموع نتایج این تحقیق با نتایج محققانی همچون کاستیلو و همکاران (۴)، اورارد و همکاران (۷)، بوستامی و همکاران (۳)، عباسی و همکاران (۱)، اسکندری و همکاران (۶)، نورعلی و همکاران (۱۶) و دهقانی فیروزآبادی و همکاران (۵) همسو می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیق با تحقیقات میکائیل زاده و همکاران (۱۲) و آذری و وفاخواه (۲) در رابطه با کاهش اثرات آبخیزداری در دوره بازگشت بالا مطابقت دارد. در این تحقیق فقط نقش آبخیزداری بر خصوصیات آبنمود سیل مورد بررسی قرار گرفت، توصیه می‌گردد در تحقیقات آتی اثرات این اقدامات بر فرسایش و رسوب خاک نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.


[ DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.10.3 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.10.19.204 ]

## منابع


1. Abbasi, M., M. Mohsenisaravi, M. Khairkhah, Sh. Khalighisigaroudi, Gh. Rostamizadeh and M. Hosseini. 2010. The effect of watershed management activities in the basin concentration time and curve number using HEC-HMS model. (Case Study: Kan Watersheds in Tehran). Journal of Range and Watershed, Iranian Journal of Natural Resources, 63(3): 375-385 (In Persian).
2. Azari, M. and M. Vafakhah. 2010. The role of flood control measures in changing hydrological conditions using HEC-HMS model (Case Study: Shourgol Watershed). Proceedings of the Sixth National Conference on Watershed Management Science and Engineering and the Fourth National Conference on erosion and sedimentation, Tarbiat Modarres University, Nour Mazandaran, 8 pp (In Persian).
3. Bustami, R., C. Bong, D. Mach, A. Hamzah and M. Patrick. 2009. Modeling of flood mitigation structures for Sarawak river sub-basin using info works river simulation (RS). World Academy of Science, Engineering and Technology 30. pp: 14-18.
4. Castillo, V.M., W.M. Mosch, C. Garcia, G.G. Barbera, J.A. Navarro and Z.F. Lopez-Bermude. 2007. Effectiveness and geomorphologic impact of check dams for soil erosion control in a semiarid Mediterranean: EI Caravan (Murcia, Spain), CATENA-01159, 12.
5. Darand, M. and S. Zand arimi. 2016. Evaluation of the accuracy of the Global Precipitation Climatology Center (GPCC) data over Iran. Iranian Journal of Geophysics, 10(3): 95-113 (In Persian).
6. Dehghanifiroozabadi, N., A. Jamali and M. Hassanzadehnofouti. 2014. The effect on reducing flood basin watershed management activities with the help of mathematical model HEC-HMS. (Case Study: Trzjan Watersheds in Yazd). Journal of the geography, Fourteenth year, Number, 47: 163-182 (In Persian).
7. Eskandari, M., M. Dastourani, A. Fatahi and M. Nasri. 2012. Watershed management activities conducted to evaluate the effects on the flow regime of the river basin (Case study: Mondarejan Sub-basin), Second National Conference on Integrated Water Resource Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 8 pp (In Persian).
8. Evrard, O., E. Persoons, K. Vandaele and B.V. Wesemael. 2007. Effectiveness of erosion mitigation measures to prevent muddy floods. a case study in the Belgian loam belt. Agriculture Ecosystem and Environment. J.118: 149-158.
9. Fasahat, V. S. J., Sadatinejad, A. Honarbakhsh and H. Samadi-Boroujeni. 2014. Influence of Storage Dam Construction on Downstream Flood Reduction. Journal of Watershed Management Research, 5(10): 44-55 (In Persian).
10. Golkariyan, A., D. Davoudimoghadam, S.A. Naghibi and M. Eshghizadeh. 2013. Performance models of erosion and sediment yield on the slopes of pasture rangeland hydrology of arid (Case Study: Shahid Noori Watersheds in Kakhk). Journal of Range and Watershed, 66(3): 457-467 (In Persian).
11. Gonabad Kakhk watershed assessment report. 2008. Department of Natural Resources and Watershed Khorasan Razavi, 30 pp (In Persian).
12. Mahdavi, M. 2013. Applied hydrology. 2nd edn, Eighth Edition., Tehran: Institute University Press, 440pp (In Persian).
13. Michailzadeh, H., A. Talebi, A. Karimiyan and A. Mokhtari. 2014. Effect of Watershed Management Measures (mechanical) in reducing the flood peak by using HEC-HMS model (Case Study: Nahand catchment in Azarbaijan East). National Conference on sustainable development of renewable natural resources, Hamadan, 10 pp (In Persian).
14. Nadimi, N., GH. Zehtabian and A. Malekian. 2011. Evaluation of the role of Biological practices on flood Control (Case study: Yengajeh Watershed). Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) 96: 97-107.
15. Nassirimoghadam, F. 2004. Evaluating the effect of watershed management practices on flood debris using hydrological models, M.Sc. Thesis, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran (In Persian).
16. Nourali, M. and B. Ghahraman. 2014. Assessment of Watershed Management Projects on Flood Hydrograph using HEC-HMS Model (Case Study: Goosh-Bahreh Watershed). Journal of Watershed Management Research, 7(13): 60-71 (In Persian).
17. Nourali, M., M. Aazamirad and S. Sabahmashhadi. 2013. Performance Evaluation of Watershed Management Measures on flood control model HEC-HMS (Case Study: Emarat Watersheds in Ghoochan). The Ninth National Conference of Watershed Management Engineering Iran, Yazd University, 7 pp (In Persian).
18. Radwan, A. 1999. Flood analysis and mitigation for an area in Jordan. Journal of Water Resources and Management, 125(3): 170-177.
19. Rahmani, N., K. Shahedi, K. Soleimani and M. Yaghoubzadeh. 2016. Evaluation of the Land use Change Impact on Hydrologic Characteristics (Case Study: Kasilian Watershed). Journal of Watershed Management Research, 7(13): 23-31 (In Persian).
20. Rajora, R. 1998. Integrated watershed management, A Field Manual for Equitable, Productive and Sustainable Development, Rawat Publication, New Dehli, India. 616 pp.
21. Sadeghi, S. H. R., F. Sharifi, A. Frootan and M. Rezaei. 2004. Quantitaties evaluation of Watershed actions. (Case study: Kan catchment). Journal of Pajouhesh-Sazandegi, 65(4): 96-102.
22. Shieh, Ch. L., Y.R. Gud and W. Sho. 2007. The application of range of variability approach to the assessment of a check dam on riverine habitat alternation. Journal of Environmental Geology, 52: 427-435.
23. Sun, G. and G. Zhou. 2006. Potential water yield reduction due to forestation across China. Direct: ELSEVIER.




[ DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.10.3 ]

[ DOI: 10.29252/jwmr.10.19.204 ]

# Role of Watershed Management Practices on Flood Hydrograph Characteristics (Case Study: Kakhk Paired Watershed)

**Fatemeh Ghotbaldin[1], Mohammad Nohtani[2] and Morteza Dehghani[3]**

1- M.Sc. Graduated in Watershed Management, University of Zabol
2- Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, University of Zabol (Corresponding Author: m.nohtani@uoz.ac.ir)
3- Senior expert of Southern Khorasan Natural Resources and Watershed Management Administration and Ph.D. Student of Watershed Management, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: May 23, 2017 Accepted: December 29, 2018

**Abstract**

In the present study, the impact of watershed management practices on flood hydrograph characteristics was investigated using HEC-HMS model. In order to design, calibrate, and validate the model, data from a representative paired watershed (Kakhk Watershed, Khorasan Razavi Province, Iran) was collected and field surveys were performed to have the dataset further completed. Results of paired sample t-test, relative error statistics, Nash–Sutcliffe relative error and coefficient of determination for both real data and simulated results utilizing the HEC-HMS simulation software confirmed efficiency of the model in simulating flood hydrographs of the control and sample watersheds. Based on the results, watershed management practices could attenuate hydrologic response of the watershed and flood hydrograph characteristics such as flood coefficient (*p*-value: 0.001), peak discharge (*p*-value: 0.027), and flood volume (*p*-value: 0.026). Moreover, a comparison between structural practices and biological practices showed that, the biological practices could further attenuate the peak discharge and flood volume by 8.8 and 12.64%, respectively.

**Keywords:** Flood hydrograph, Watershed management practices, Peak discharge, Flood volume, HEC-HMS



[ DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.10.3 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.10.19.204 ]