

## صحت سنجی و آنالیز حساسیت مدل HEC-HMS در حوزه سد جیرفت

سعید سلطانی<sup>۱</sup>  
فرشاد سلیمانی ساردو<sup>۲</sup>  
علی سلاجقه<sup>۳</sup>

چکیده

سیل یک از مخرب‌ترین پدیده‌هایی است که در طبیعت رخ می‌دهد و همواره خسارات زیادی را به بار می‌آورد. مطالعه در این باره مستلزم شناخت و داشتن اطلاعات کافی در این ارتباط است اما به لحاظ کمبود و یا عدم داده در این باره مدل‌هایی طراحی شده تا بتوانند با توجه به شرایط هیدرولوژیکی، خاکشناسی و فیزوگرافی حوزه جریان سیل را شبیه‌سازی کنند. مدل HEC-HMS یکی از معتبرترین مدل‌های است که بمنظور شبیه‌سازی جریان طراحی شده است. این مطالعه بر روی حوزه سد جیرفت انجام گرفته و هدف از آن بررسی صحت و آنالیز حساسیت مدل HEC-HMS می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل دارای صحت بالایی هستند و مدل نسبت به تغییرات شماره منحنی بسیار حساس می‌باشد.

کلمات کلیدی: سیل، مدل HEC-HMS، صحت سنجی، آنالیز حساسیت، حوزه سد جیرفت

<sup>1</sup> اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - دانشکده منابع طبیعی تلفن ۰۲۱۱۳۹۱۳۵۵۵ Email : ssoltani@cc.iut.ac.ir  
<sup>2</sup> اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - دانشکده منابع طبیعی . تلفن ۰۹۱۳۹۵۰۴۰۸۷ Email : fsolaimani@gmail.com  
<sup>3</sup> کرج - دانشکده منابع طبیعی - Email:salajegh@ut.ac.ir

## مقدمه

استفاده بی رویه از منابع طبیعی و تخریب آن افزون بر اقلیم خشک و نیمه خشک حاکم بر کشور موجب گردیده تا سیلاب ها سال به سال چه از نظر تعداد دفعات و چه از نظر شدت خسارات افزایش چشمگیری داشته باشد. مدیریت حوزه آبخیز با تشخیص پتانسیل ها و محدودیتهای موجود در هر حوزه می تواند در جهت کنترل فرسایش، کاهش سیلاب و افزایش بهره وری امکانات نقش بسزایی ایفا نماید. بدین لحاظ انجام طرح های آبخیزداری در چند دهه اخیر در دستور کار سازمان های اجرایی قرار گرفته است تا بر اساس شناخت عرصه حوزه های مختلف و شرایط حاکم به آن بتوان مدیریت صحیح و استفاده بهینه از منابع و امکانات که متضمن توسعه پایدار در حوزه باشد را تعیین نمود. در سالهای اخیر استفاده از کامپیوتر برای مدل سازی بارش - رواناب بعلت سرعت عمل و دقت در محاسبات بسیار متداول شده است. در این راستا سازمانها و ارگانهای زیادی اقدام به تدوین برنامه های کامپیوتری نموده اند. یکی از مهمترین این سازمان ها، گروه مهندسی ارتش آمریکا<sup>4</sup> است که مدل های زیادی را تحت عنوان سری HEC عرضه نموده است، مانند HEC-1، HEC-2، HEC-5، HEC-6، HMS، HEC، HEC-RAS و ...

در میان مدل های یاد شده HEC-HMS برای شبیه سازی بارش - رواناب در حوزه های کوهستانی بکار می رود. در این ارتباط آذری و همکاران (۱۳۸۴) مطالعه ای جهت پهنه بندی خطر سیلاب بر روی حوزه آبخیز جاعرق در استان خراسان رضوی با استفاده از مدل های HEC-HMS و HEC-RAS انجام دادند و با استفاده از تلفیق این دو مدل نقشه پهنه بندی خطر سیلاب منطقه مورد مطالعه تهیه کردند [۱].

آشوری و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از مدل HEC-HMS به بررسی اثرات توسعه شهری و افزایش پهنه سیلگیر و خطرات ناشی از آن در حوضه آبخیز رودخانه دارآباد تهران پرداختند. داده های جریان را در دوره بازگشت های مختلف به دست آوردند. نتایج نشان داد که با ازای ۸ در صد توسعه شهری و تغییر کاربری در دوره ۱۴ ساله ۸ تا ۹ درصد پهنه سیلگیر افزایش پیدا می کند [۲].

ایزنلو و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از مدل بارش - رواناب HEC-HMS به مکان یابی زیر حوزه های موثر بر دبی اوج و حجم سیل بهاره در حوزه آبخیز کوشک آباد خراسان رضوی پرداختند و از روش SCS در تبدیل بارش به رواناب و روش ماسکینگهام در روند یابی سیل استفاده کردند [۳].

عربی و همکاران (۱۳۸۸) اثر عملیات آبخیزداری بر روی سیلاب را با استفاده از مدل HEC-HMS در حوزه تجریش بررسی کرده است. پس از واسنجی مدل، سیلاب در دوره بازگشت های مختلف شبیه سازی شد. نتایج نشان داد که اثر عملیات آبخیزداری روی هیدروگراف سیل در دوره بازگشت کم قابل توجه بوده است و با افزایش دوره بازگشت این اثر کاهش می یابد [۵].

بنی حبیب و همکاران (۱۳۸۸) در حوزه باروت آغاجی واقع در جنوب غربی شهر زنجان به ارزیابی راندمان مهار سیلاب طرح های آبخیزداری با استفاده از مدل HEC-HMS پرداخته است. در این تحقیق پارامتر های کاهش اولیه، شماره منحنی و زمان تاخیر زیر حوزه ها به عنوان مشخصات هیدرولوژیکی حوزه در شبیه سازی استفاده

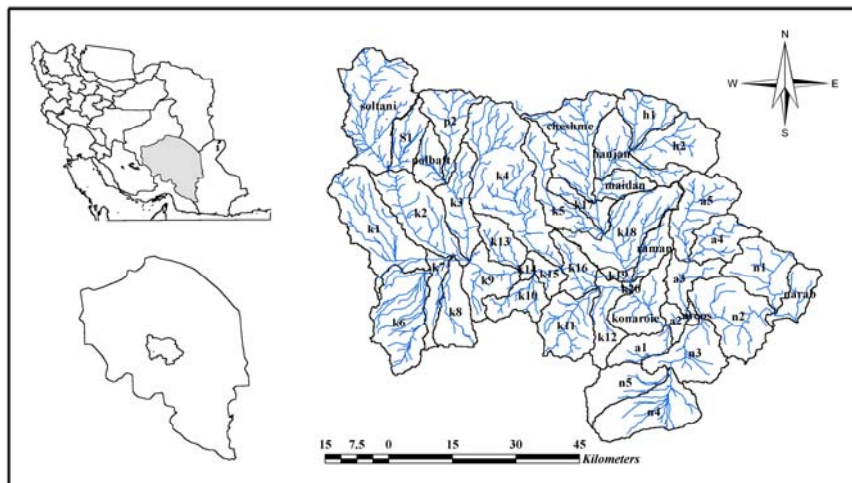
<sup>4</sup> U.S. Army Corps of Engineers

شده اند. نتایج به دست آمده نشان داد که پس از انجام عملیات آبخیزداری پیشنهادی ۲۰ درصد بده اوج و حدود ۱۲ درصد حجم جریان در سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله کاهش داشته اند و نیز زمان تمرکز حوزه نیز ۳۶ درصد افزایش یافته است [۴].

## مواد و روش ها

### بررسی منطقه مورد مطالعه

حوزه سد جیرفت با مساحتی بالغ بر ۵۰۰ هزار هکتار در محدوده بین ۲۸ درجه تا ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی در جنوب شرقی ایران قرار دارد (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه از شمال غرب به ارتفاعات بافت- ساردوئیه و لاله زار و از شرق به رشته کوه های جبالبارز تا خروجی آن که سد مخزنی هلیل رود جیرفت است، راه پیدا می کند. ارتفاع متوسط این حوزه ۱۷۴۱/۲ متر می باشد. بالغ بر ۸۰ درصد آن را مناطق کوهستانی و حداکثر ارتفاع آن در نواحی کوهستانی شمال حوزه به ۳۷۵۴/۱ متر می رسد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

### مدل HEC-HMS

مدل HEC-HMS از انواع مدل های ریاضی کامپیوتری بوده که خود دارای چندین زیر مدل در بخش های رواناب، جریان سطحی، آب پایه و جریان کانالی می باشد و برای شبیه سازی رفتار هیدرولوژیک حوزه های آبخیز به کار می رود. این مدل دارای سه بخش اصلی به نام های مدل حوزه، مدل اقلیمی و شاخص های کنترلی می باشد. همچنین این مدل دارای قابلیت کالیبراسیون و بهینه سازی پارامترها نیز می باشد.

### نتایج و بحث

برای اجرای مدل از داده های سیلابی ایستگاه کناروییه که مجهز به لیمنوگراف می باشد، استفاده گردید. با توجه به اینکه در مدل HEC-HMS برای ورود داده های هواشناسی از روش رگبار SCS استفاده شده است، بنابراین

بایستی بارشی با گسترگی منطقه ای انتخاب می گردید. بدین منظور از دو واقعه سیلابی در تاریخ های ۷۱/۱۱/۱۰ و ۷۱/۱۲/۱۵ که داری گسترش رگباری بارش در تمام منطقه بودند، استفاده شد. بررسی داده های باران سنجی ثبت شده در ایستگاه های حوزه مورد مطالعه در این دو تاریخ نشان می داد که این دو واقعه بارش به صورت گسترده در تمامی سطح حوزه رخ داده است و می توانند به عنوان وقایع معرف به منظور شبیه سازی دبی اوج سیلاب و همچنین صحت سنجی وارد مدل گردند.

بمنظور اجرای مدل و بهینه کردن پارامترها از واقعه ۷۱/۱۱/۱۰ و از واقعه بارش رواناب تاریخ ۷۱/۱۲/۱۵ جهت صحت سنجی مدل استفاده گردید. در جدول (۱) مقادیر پارامترهای بهینه شده مشخص شده است.

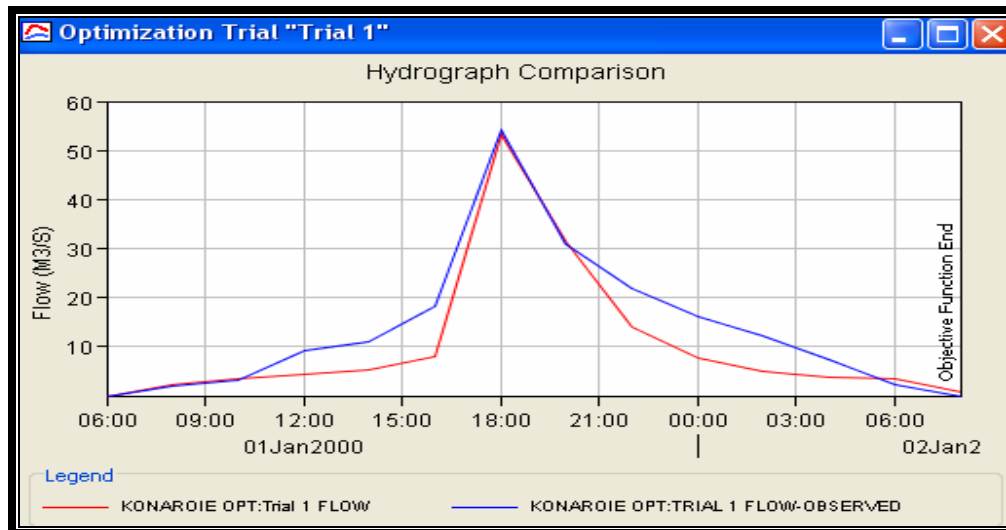
جدول ۱ - مقادیر بهینه شده پارامترهای ورودی به مدل

مقادیر بهینه شده			زیر حوزه	ردیف	مقادیر بهینه شده			زیر حوزه	ردیف
I <sub>a</sub>	t <sub>1</sub>	CN			I <sub>a</sub>	t <sub>1</sub>	CN		
۱۵/۲	۱۸/۶	۷۷	k <sub>20</sub>	۲۳	۱۰/۱	۲۴/۱	۸۲/۱	a <sub>1</sub>	۱
۱۴/۹	۲۱/۶	۷۷/۱	k <sub>3</sub>	۲۴	۱۱/۱	۲۰/۳	۸۱/۳	a <sub>2</sub>	۲
۱۰/۶	۲۱/۴	۷۸/۱	k <sub>4</sub>	۲۵	۵/۱	۳۴/۴	۹۰/۱	a <sub>3</sub>	۳
۴/۶۸	۲۲/۶	۹۱/۱	k <sub>5</sub>	۲۶	۱۵/۱	۱۹/۸	۸۷/۱	a <sub>4</sub>	۴
۳	۲۳/۴	۹۴/۱	k <sub>6</sub>	۲۷	۱۰/۱	۳۸/۳	۸۲/۱	a <sub>5</sub>	۵
۶	۲۶/۷	۸۸/۱	k <sub>7</sub>	۲۸	۱۵	۲۲/۳	۷۸	aross	۶
۵/۱	۲۴/۵	۹۰/۱	k <sub>8</sub>	۲۹	۱۶/۲	۲۳/۱	۷۵/۲	cheshme	۷
۳/۸	۳۹/۸	۹۲/۱	k <sub>9</sub>	۳۰	۱۹/۱	۲۱/۳	۷۳/۱	H <sub>1</sub>	۸
۹/۳	۳۴/۲	۸۴/۱	konaroi	۳۱	۱۵/۳	۲۰/۴	۷۵	h <sub>2</sub>	۹
۵/۱	۴۰/۳	۹۰/۱	maidan	۳۲	۴/۲	۲۰/۸	۹۲	hanjan	۱۰
۱۰/۶۷	۴۴/۳	۸۲/۱	n <sub>1</sub>	۳۳	۸/۷	۲۵/۶	۸۴/۱	k <sub>1</sub>	۱۱
۱۴/۲	۳۹/۸	۷۸/۱	n <sub>2</sub>	۳۴	۶/۸	۳۴/۵	۸۸	k <sub>10</sub>	۱۲

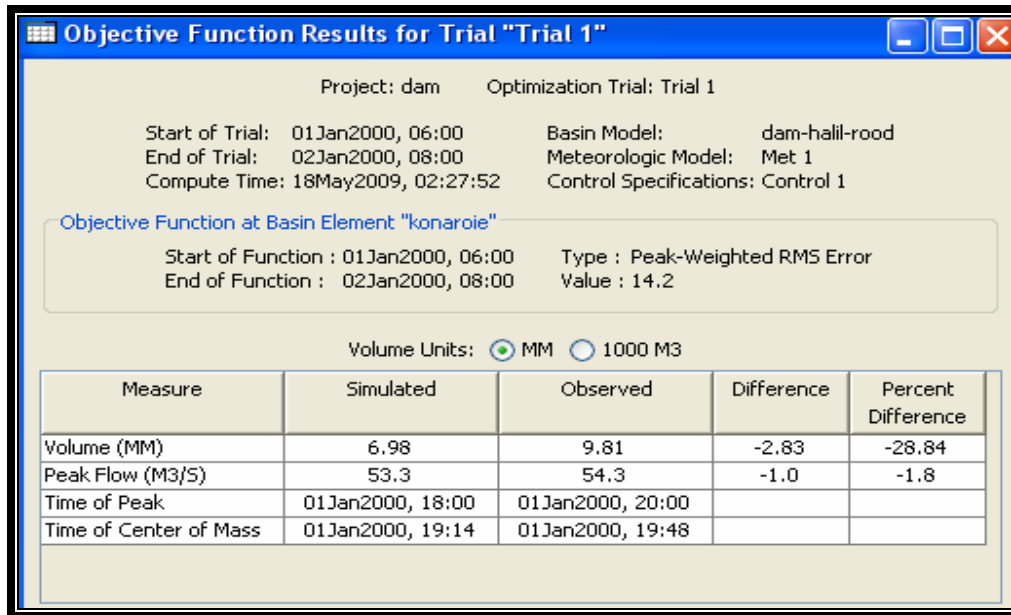
۱۵/۱	۴۰/۱	۷۷/۲	n <sub>3</sub>	۳۵	۳/۱	۲۶/۵	۹۳/۱	k <sub>11</sub>	۱۳
۱۸/۱	۳۷/۶	۷۴/۱	n <sub>4</sub>	۳۶	۱۴/۵	۱۹/۵	۷۸/۱	k <sub>12</sub>	۱۴
۲۳/۱	۴۹/۳	۶۷/۸	n <sub>5</sub>	۳۷	۶/۲۶	۱۶/۳	۸۸/۱	k <sub>13</sub>	۱۵
۱۷/۴	۱۹/۷	۷۴/۴	narab	۳۸	۹/۲	۲۳/۵	۸۴/۳	k <sub>14</sub>	۱۶
۱۸	۴۰/۵	۷۳/۲	P <sub>1</sub>	۳۹	۱۰/۵	۲۱/۴	۸۲/۱	k <sub>15</sub>	۱۷
۷/۵	۳۰/۲	۸۷/۱	Pol-baft	۴۰	۱۵/۱	۱۹/۹	۷۶/۵	k <sub>16</sub>	۱۸
۹/۴	۲۴/۶	۸۳/۱	raman	41	۱۴/۱	۱۹/۸	۷۸/۵	k <sub>17</sub>	۱۹
۷/۶	۲۳/۲	۸۴/۲	S <sub>1</sub>	42	۶/۲	۱۸/۷	۹۱/۱	k <sub>18</sub>	۲۰
۵/۹	۲۵/۶	۸۴/۵	soltani	۴۳	۶	۲۰/۹	۸۸/۱	k <sub>19</sub>	۲۱
-	-	-	-	-	۱۳/۱	۱۶/۸	۷۹/۲	k <sub>2</sub>	۲۲

### اعتباریابی مدل HEC-HMS

به منظور اعتبار سنجی مدل HEC-HMS از اطلاعات سیلاب رخ داده در تاریخ ۷۱/۱۲/۱۵ استفاده شد. به این صورت که پارامترهای بهینه شده در مرحله قبل به مدل وارد گردید و سیلاب شبیه سازی شده با سیلاب مشاهده شده در تاریخ ۷۱/۱۲/۱۵ مقایسه شد. شکل ۳ و ۲ وضعیت و اطلاعات مربوط به هیدروگراف شبیه سازی شده مربوط به اعتباریابی مدل در ایستگاه کناروئیه را نشان می دهد.



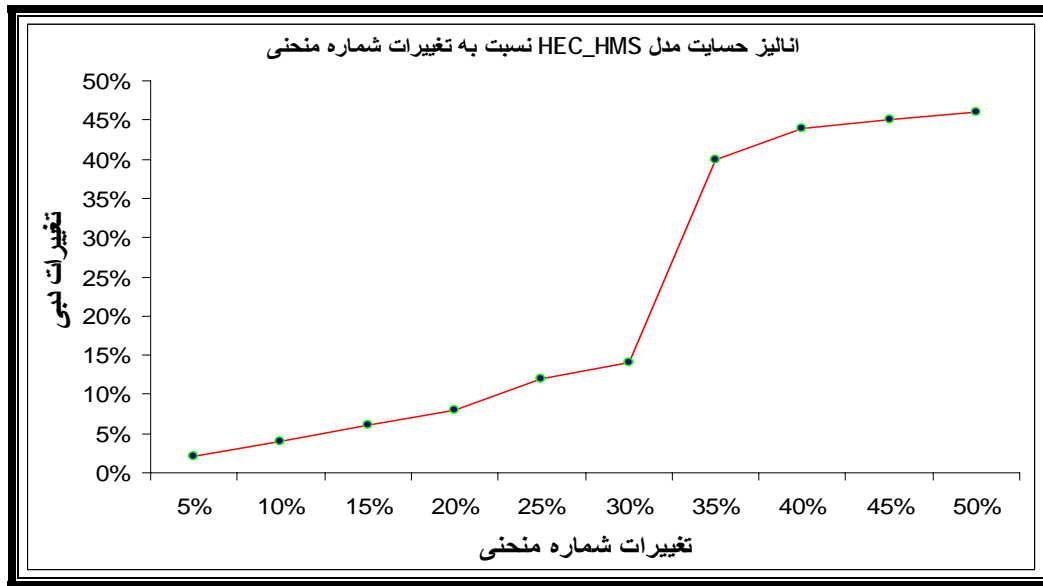
شکل ۲- وضعیت هیدروگراف شبیه سازی شده در ایستگاه کناروئیه



شکل ۳- اطلاعات مربوط به اعتبار یابی مدل در ایستگاه کناروئیه

#### آنالیز حساسیت مدل

به منظور آنالیز حساسیت مدل از داده های بارش، مقدار شماره منحنی و میزان جذب اولیه ( $I_a$ ) استفاده گردید. بدین صورت که داده های مورد نظر به فاصله های مساوی تقسیم گردید و در هر مرحله ۵ درصد مقدار اولیه به داده ها اضافه شد و این مقادیر به مدل وارد شدند و تاثیر آن را بر روی میزان دبی خروجی مشخص گردید. در مراحل اولیه، مقادیر بدست آمده از مدل حساسیت زیادی را نشان نمی داد. اما در زمان وارد کردن ۵ درصد مرحله هفتم، مدل نسبت به تغییرات شماره منحنی، حساسیت بالایی را نشان داد. بطوریکه وقتی مقدار شماره منحنی از ۷۸ بیشتر گردید، مقدار دبی به صورت نمایی افزایش پیدا کرد به عبارت دیگر برای مقادیر شماره منحنی زیر ۷۸ و بالای ۸۱ دبی زیاد تغییرات نشان نداد اما بین این دو مقدار دبی به صورت تصاعدی افزایش پیدا کرد و این نشان دهند این است که مدل به این پارامتر حساس بوده و هنگامی که مقدار شماره منحنی از ۷۸ تا ۸۱ تغییر می کند مقادیر دبی هم به صورت نمایی افزایش پیدا می کنند ( شکل ۴).



شکل ۴ - نمودار آنالیز حساسیت مدل HEC-HMS

#### منابع و ماخذ

- [۱]- آذری، م ، صادقی، ح، تلوری، ع ، ۱۳۸۴، "تلفیق مدل های HEC-HMS & HEC-RAS برای شبیه سازی سیلاب در حوزه جاغرق"، مجله مرتع و بیابان: ۵۳، صص ۴۲-۵۴
- [۲]- آشوری، م ، ارحمی، م، محمد پور، ع ، ۱۳۸۸، "بررسی اثرات توسعه شهری بر افزایش پهنه سیلگیر و خطرات ناشی از آن ( مطالعه موردی بخشی از حوزه آبریز رودخانه دارآباد شمال شهر تهران )"، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، صص ۱۲، گرگان
- [۳]- بنی حبیب ، ا، اوجاقلو، ف ، سادات جمالی، ف ، ۱۳۸۸، "ارزیابی راندمان مهار سیلاب طرح های آبخیزداری"، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، صص ۱۵۲، گرگان
- [۴]- ایزانلو، ح، مرادی، ح ، صادقی، ح، ۱۳۸۸، " مکان یابی زیر حوزه های موثر بر دبی اوج و حجم بهاره با استفاده از مدل HEC- HMS ( مطالعه موردی : حوزه آبخیز کوشک آباد خراسان رضوی )"، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، صص ۳۹، گرگان
- [۵]- عربی، ا، بنی حبیب، ا، ۱۳۸۸، "ارزیابی اثر عملیات آبخیزداری بر روی سیلاب"، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، صص ۱۵۱، گرگان

## **Analysis of accuracy and sensitivity of HEC-HMS model in Jiroft dam basin**

**Farshad soleimani sardoo  
Saiid soltani koupai  
Ali salajeghe**

### **Abstract**

Flood is a natural hazard damaging human communities. due to insufficient information in arid and semi arid regions, for identification amount of flood in these regions manyodels were designed for flood simulations according to hydrological and physiographical condition. this study applies HEC\_HMS model to investigate of the accuracy and sensitivity analysis. results showed that simulated values from model have a



high accuracy and model is very sensitive to curve number.

**Key words:** flood, HEC-HMS model, accuracy, sensitivity analysis, Jiroft dam basin