



## بررسی هیدروگراف سیل با استفاده از مدل شبیه‌سازی بارش-رواناب در حوزه آبخیز ایوان

• مریم مرادنژادی

دانشجوی دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

• کامران کریمی

دانشجوی دکتری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

• سارا نخعی نژادفرد

دانشجوی دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

• حسن خسروی

استادیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

• مقصد جوری غلامی

دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۲

Email: [hakhosravi@ut.ac.ir](mailto:hakhosravi@ut.ac.ir)

### چکیده

در این تحقیق که در حوزه آبخیز ایوان در استان ایلام انجام شد، هیدروگراف سیلاب با استفاده از مدل *HEC HMS* در نرم‌افزارهای *HECGEO HMS* و *Arc Map 9.3*، شبیه‌سازی و بررسی شد. در این تحقیق سعی شده است با روندیابی هیدروگراف زیرحوضه‌ها تا خروجی کل حوضه میزان مشارکت آن‌ها در ایجاد سیل خروجی حوزه تعیین و زیر حوضه‌ها از نظر سیل‌خیزی اولویت‌بندی شود. برای این منظور از داده‌های سیلاب و دبی و بارش روزانه و ساعتی ایستگاه‌های باران‌سنجی منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۷۰-۱۳۹۰) استفاده شد. سپس کل حوضه به ۴ واحد کوچک‌تر (*E1, E2, E3, E4*) برای تجزیه و تحلیل بهتر تقسیم‌بندی شد و نقشه‌های توپوگرافی، پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در محیط *Arc Map* تهیه شد. در مرحله بعد، از تلفیق نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک نقشه *CN* حوضه به دست آمد. نتایج نشان‌دهنده این است که مشارکت زیر حوضه‌ها در رواناب ایجاد شده با مساحت آن‌ها رابطه مستقیم ندارد. شماره منحنی متوسط وزنی برای زیر حوضه‌های مورد مطالعه نزدیک به ۸۰ به دست آمد که نشان می‌دهد در هر رویداد بارندگی حجم زیادی از آن در سطح زمین جاری می‌شود. افزایش ارتفاع رواناب نشان‌دهنده تغییر بیشتر خاک، هدر رفتن آب قابل دسترس گیاهان و خطر ایجاد سیل در منطقه است. با توجه به کاربری موجود در منطقه که جنگل است، این نتیجه‌گیری خطر تغییر کاربری از جنگل به مرتع و در نتیجه افزایش سیلاب را در پی دارد.

کلمات کلیدی: مدل *HEC HMS*، بارش-رواناب، هیدروگراف سیلاب، حوزه آبخیز ایوان.

Watershed Management Research (Pajouhesh &amp; Sazandegi) No 103 pp: 52-60

**Assessing Flood Hydrograph by Using Simulated Runoff-Rainfall (Case Study: Evan Watershed)**

By: M. Moradnejadee, PhD Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran. K. Karimi, PhD Student, Faculty of Range land and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. S. Nakhaee Nejadfar, PhD Student, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University, Iran. H. Khosravi, Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran. M. Joorgholami, Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

This research was performed in the watersheds of Evan in Ilam province. Flood hydrograph was simulated by using HEC HMS model in HECGEO HMS and ARC MAP9.3 software. To this purpose, data of flood, discharge, daily and hourly rainfall were used in the 30 years period (1981-2011). Then all watersheds was divided to 4 smaller unit (E1, E2, E3, E4) and the maps were prepared like topography, vegetation, hydrologic soil groups in ARC MAP environment. The next step land use and hydrological soil group maps were combined and the result was CN map. As a result, E2 has the most runoff, On the other hand, the participation rate of sub areas in runoff aren't direct relationship with area. Average cure number is 80 for sub area of study and this is significant cure number that showed that every rain, lots of its volume is flowing in the ground. Increasing height of runoff displayed that more changes in soil, waste of Plant available water in this area. This result is following changing land use from forest to grassland.

Keywords: HEC HMS, Rain- Run off, Flood hydrograph, Ivan watershed.

**مقدمه**

ایران سرزمینی است نسبتاً خشک با میانگین بارندگی کمتر از یک سوم متوسط بارندگی جهانی است. از طرف دیگر زمان ریزش نزولات جوی همزمان با فصل کشت محصولات کشاورزی به عنوان مصرف کننده اصلی آب نیست. به هر حال باید قبول کرد که خشکی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و برنامه‌ریزی‌ها باید مطابق با این اصل صورت گیرند. یکی از راه‌های سازگاری با خشکی استفاده بهینه از منابع آب است. باید سعی کرد تا حد امکان از ریزش‌های جوی، جریان‌های سطحی و منابع زیرزمینی به نحو مطلوب استفاده شود و این کار جز با شناخت پدیده‌های هیدرولوژیکی عملی نخواهد بود.

وجود پوشش گیاهی در سطح خاک و تراکم آن از عوامل مهم کاهش فرسایش و رواناب می‌باشد. یک خاک پوشیده از گیاهان متراکم، حداکثر مقاومت را در برابر جریان آب دارد و با وجود بارندگی‌های شدید و شیب‌های تند نیز فرسایش کمی در آن بوجود می‌آید (Rfahi, 1999).

در ایران تاکنون مطالعات اندکی در مورد هیدرولوژی اکوسیستم‌های جنگلی انجام شده است (Mashayekhi, 2009). پس از تعیین مشخصه‌های بارندگی حوضه‌ی آبخیز نکارود و تهیه نقشه‌ی پوشش گیاهی آن با استفاده از روش SCS و مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS به شبیه سازی حوزه پرداخت. نتایج نشان دادند که با افزایش دوره بازگشت سیل، تاثیر تغییر کاربری اراضی کاهش می‌یابد. Khalighi, 2004 با بررسی میزان تغییر کاربری اراضی بر مشخصات هیدرولوژیکی آب‌های سطحی در حوضه باراندوز چای استان آذربایجان غربی مشاهده نمود که در اثر تغییر کاربری اراضی در حوضه‌ی مورد مطالعه، دبی اوج افزایش یافته و زمان تمرکز، زمان تاخیر و زمان تا اوج کاهش یافته است. Sadeghi et al.

۲۰۰۵ با بررسی نقش کاربری اراضی بر نوع و شدت فرسایش خاک در حوزه آبخیز کسسیلیان به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری جنگلی نه تنها بر نوع فرسایش بلکه بر شدت آن نیز تأثیر معنی‌دار داشته است. طی تحقیقی، Besharati, 2006 به اولویت‌بندی مکانی مناطق سیل خیز در حوزه رودک با استفاده از مدل شبیه سازی HEC-HMS پرداخت. در این تحقیق با استفاده از الحاقی HECGEO-HMS در نرم افزار ARC/VIEW تعداد پنج زیر حوضه انتخاب و کلیه خصوصیات فیزیوگرافی آن‌ها با توجه به نقشه مدل رقومی حوضه استخراج گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که میزان مشارکت زیر حوضه‌ها در سیل خروجی، با مساحت آن‌ها رابطه مستقیم ندارد.

در تحقیقی et al, 2005 Kneble مدل منطق‌های سیل را با استفاده از مدل HEC-HMS و HEC-RAS بررسی کردند آن‌ها در تبدیل بارش به رواناب از روش مود کلارک اصلاح شده بهره گرفته و پارامترهای حوضه مورد مطالعه را نیز به صورت دستی کالیبره کردند تا شبیه سازی خوبی از دبی ۱۲ زیر حوضه داشته باشند نتایج حاکی از دست یافتن به ابزاری مناسب برای پیش‌گویی هیدرولوژیکی منطقه ای در حوضه بود. Agget & Mccoll, 2006 با استفاده از مدل HEC-HMS به پیش بینی الگوی کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۱۵، ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ در حوزه آبخیز کیتاتیس در واشنگتن پرداختند آن‌ها از روش SCS برای تعیین رواناب و انتقال، از روش ماسکینگام ۸ نقطه ای کانژ برای روندیابی کانال‌ها استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS قابلیت پیش‌بینی الگوهای مختلف کاربری اراضی که به ویژه در طراحی شهری و کاهش خسارات سیل که در حوضه‌های شهری از اهمیت به سزایی برخوردار است، را دارا است. Mahmudian et al.

### مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

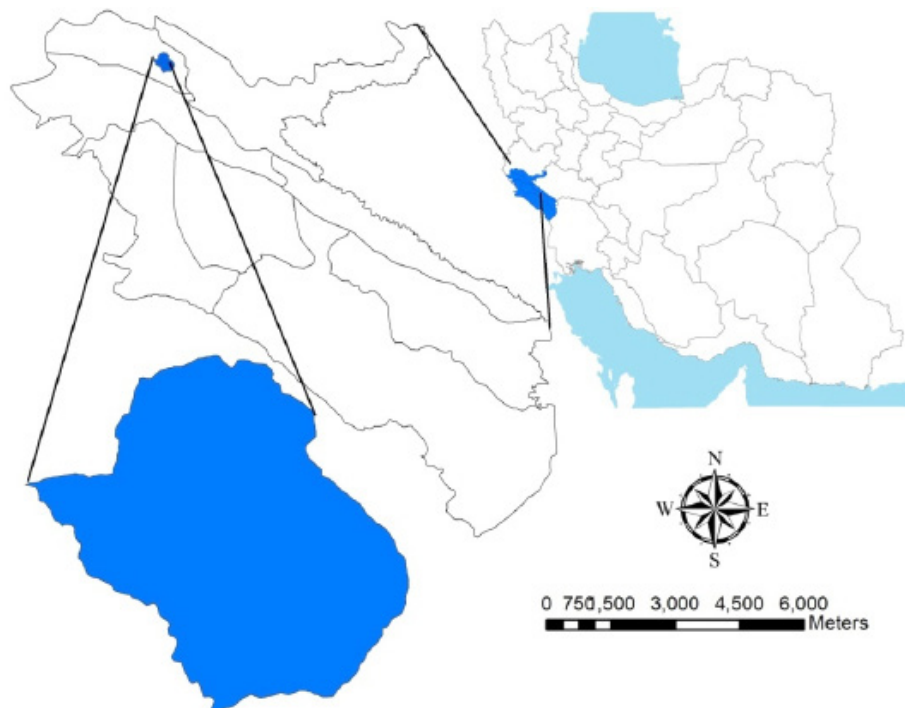
حوزه آبخیز ایوان غرب در شهرستان ایوان غرب از توابع استان ایلام واقع شده است. محدوده حوزه مورد مطالعه از  $39^{\circ} 17' 46''$  تا  $40^{\circ} 23' 23''$  طول شرقی و  $53^{\circ} 45' 33''$  تا  $49^{\circ} 51' 33''$  عرض شمالی می‌باشد. بطور کلی این منطقه دارای یک ناحیه تپه ماهوری و مناطقی نیز با ارتفاع کمتر و بصورت دامنه‌ای تشکیل شده است. ارتفاعات حوزه از ۱۱۵۳ تا ۱۹۱۰ متر از سطح دریا متغیر است.

### روش تحقیق

در این تحقیق برای شبیه سازی هیدروگراف سیلاب از مدل *HEC* منطقه استفاده شد، که برای این منظور ابتدا حوزه آبخیز ایوان به واحدهای کوچکتر به منظور شناخت هرچه بهتر خصوصیات هیدرولوژیکی تقسیم شد. سپس با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاعی منطقه (*DEM*) و نرم افزار *HEC GEO HMS* در محیط *Arc Map*، کل حوزه به واحدهای کوچکتر تقسیم بندی شد. با در نظر گرفتن عواملی چون مساحت حوزه و همچنین وضعیت حاکم بر شبکه رودخانه و ارتباط شاخه‌های فرعی با آبراهه‌های اصلی و شرایط رویشگاهی و نقشه‌های توپوگرافی، تقسیم بندی اولیه تدقیق گردید که در نتیجه حوزه مورد بررسی به ۴ واحد کاری تقسیم شد. که واحدهای کاری بر اساس حرف اول شهر ایوان به نام‌های *E1*، *E2*، *E3* و *E4* نامگذاری شدند. در جدول ذیل برخی از مشخصات فیزیوگرافی حوزه آمده است.

۲۰۰۲ برای تعیین هیدروگراف سیل در حوزه آبخیز رودخانه کروسپیوند از مدل *HEC-HMS* استفاده نمودند. آن‌ها برای تعیین تلفات بارش از روش شماره منحنی کمک گرفته و هیدروگراف حوزه با استفاده از روش هیدروگراف اشنایدر بدست آوردند. نتایج این مطالعه تایید کننده قابلیت‌های این مدل هیدرولوژیک در پیش بینی هیدروگراف بود. در سال ۱۹۷۰، *Eston* مطالعات خود بر روی دو حوزه آبخیز کوچک در کوه‌های امتال در سوئیس شروع کرد یکی از جنگل‌ها تقریباً بطور کامل جنگل بود و یکی دیگر هم بصورت چراگاه در آمده بود. با اندازه گیری رواناب و بارش و همچنین اب و هوا تاثیر جنگل بر آب تعیین شد و به این نتیجه رسیدند که وجود اختلافات در جریان فقط بخاطر تفاوت در مقدار پوشش جنگلی است. *Joseph et al*، ۲۰۰۷ با بررسی تاثیر برداشت تجاری از جنگل در منطقه سانگای پاداس در مالزی با استفاده از مدل *HEC-HMS* به این نتیجه رسیدند که اثر تخریب جنگل بر روی هیدروگراف رواناب نسبتاً مهم بود با وجود اینکه در صد کوچکی از جنگل نخستین تخریب شده بود پیک رواناب و حجم آن ۵٪ افزایش یافت و همچنین مشخص شد که تخریب جنگل بوسیله عملیات‌های برداشت بویژه در جریانات بالا در منطقه سوک ممکن است همیشه در افزایش پیک سیلاب سهم داشته باشد.

هدف از این پژوهش بررسی برآورد هیدروگراف سیلاب در حوزه آبخیز ایوان با مدل *HEC-HMS* می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است با روندیابی هیدروگراف زیرحوضه‌ها تا خروجی کل حوزه میزان مشارکت آن‌ها در ایجاد سیل خروجی حوزه تعیین و زیر حوضه‌ها از نظر سیل‌خیزی اولویت بندی شود.



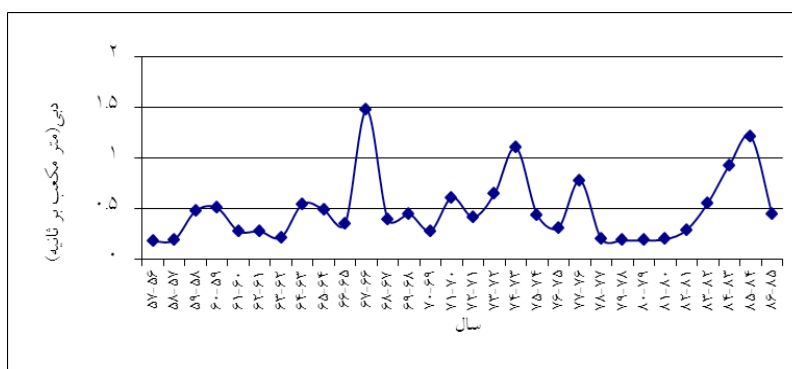
شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز ایوان در استان و کشور

جدول ۱- مشخصات فیزیک جغرافی واحد های هیدرولوژیک منطقه مورد مطالعه

پارامتر	زیر حوضه	E1	E2	E3	E4
مساحت ( $Km^2$ )		۱۲/۷۲۴	۵/۶۳۳	۸/۱۲۷	۳/۵۳۷
ارتفاع وزنی ( $m$ )		۱۵۳۵/۸	۱۶۲۴/۷	۱۵۵۸/۳	۱۶۱۲/۵
شیب متوسط وزنی حوضه (%)		۲۱/۶	۲۵/۳	۲۱/۳	۲۵/۷
زمان تمرکز (کرپیج) ( $hr$ )		-	۰/۳۸	-	۰/۴۹

متوسط در این ایستگاه استفاده گردید که شکل شماره ۲ هیدروگراف سالانه ایستگاه ایوان را نشان می‌دهد. در ادامه نقشه‌های توپوگرافی، پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در محیط *Arc Map* تهیه شد. در مرحله بعد از تلفیق نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک نقشه *CN* حوضه به دست آمد. برای تعیین شماره منحنی یا *CN* در هر یک از واحدهای هیدرولوژیک از روش

برای به دست آوردن داده‌های بارش و سیلاب و دبی، از آمار بارش روزانه و ساعتی ایستگاه‌های باران سنجی منطقه مورد مطالعه از سال آبی ۷۱-۱۳۷۰ آغاز و به سال آبی ۹۰-۱۳۸۹ ختم گردید که دوره‌های ۲۰ ساله می‌باشد. در این مطالعه آمار ایستگاه ایوان پس از جمع‌آوری کنترل و سپس محاسبات لازم بر روی آن انجام گرفت. برای رسم هیدروگراف سالانه و ماهانه ایستگاه ایوان از دبی‌های



شکل ۲- نمودار هیدروگراف سالانه ایستگاه ایوان

چنانچه این توان کم باشد، شرایط هیدرولوژیکی خوب است و برای مراتع و زمین‌های زراعی به روش‌های مختلف بیان می‌گردد که از ذکر آن‌ها خودداری می‌شود. اجرای مدل *HEC HMS* نیاز به یکسری پارامترهای ورودی دارد که در جدول ۳ نشان داده شده است.

### نتایج

با توجه به مساحت هر یک از واحدهای همگن، *CN* هر واحد به صورت وزنی محاسبه گردید که مقادیر آن در جدول ۲ آمده است. همچنین شکل ۳ تلفیق دو نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی و شکل ۴ نقشه *CN* در منطقه ایوان را نشان می‌دهد. شکل‌های ۵ و ۶ مراحل اجرای مدل در نرم افزار *HEC HMS* را نشان می‌دهند.

*S.C.S* استفاده شد که برای تعیین بارش مازاد یا رواناب نیاز به مقدار کل تلفات یا *S* می‌باشد که توسط رابط‌های، با یک عامل بدون بعد به نام *CN* محاسبه می‌گردد که روابط آن به شکل زیر می‌باشد.

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4$$

بر حسب سانتی متر

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

بر حسب میلی متر

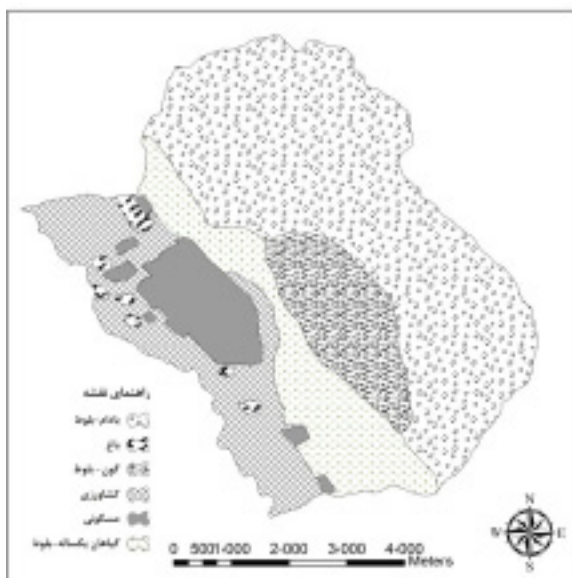
مقدار *CN* بین صفر تا ۱۰۰ متغیر است. در *CN* برابر صفر هیچ گونه روانابی از بارندگی حاصل نیامده و در *CN* برابر ۱۰۰ کل بارش در سطح زمین جریان یافته و ارتفاع رواناب برابر ارتفاع بارندگی خواهد بود. شماره منحنی به نوبه خود از روی مشخصات خاک، نوع بهره‌وری از زمین و شرایط رطوبت قبلی خاک تعیین می‌شود. وضعیت هیدرولوژیکی، بیانگر توان ایجاد رواناب در یک منطقه بوده و

جدول ۲- ورودی‌هایی که به مدل داده شده است

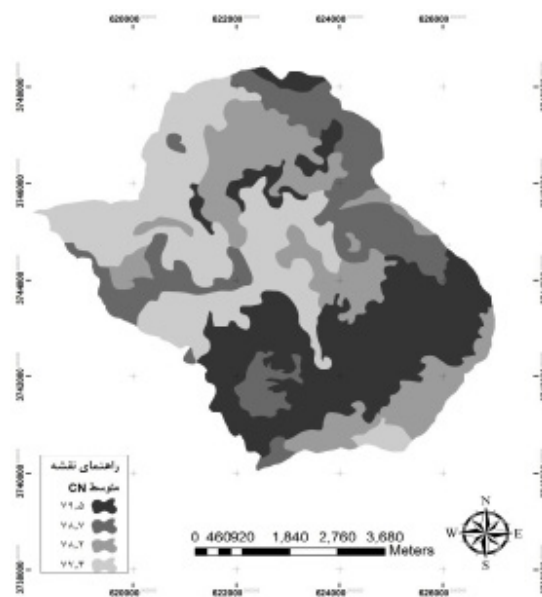
واحد‌ها	مساحت (km <sup>2</sup> )	CN متوسط	S (mm)	tc (min)	تلفات اولیه	TL (min)
E1	۱۴/۳۵	۷۸/۲۰	۷۰/۸۱	۵۰/۹۰	۱۴/۱۶	۳۰/۵۴
E2	۱۲/۷۸	۷۹/۵۰	۹۶/۳۴	۳۲/۸۰	۱۳/۰۹	۱۹/۶۸
E3	۱۰/۳۴	۷۷/۴۰	۷۴/۱۷	۴۱/۳۰	۱۴/۸۳	۲۴/۷۸
E4	۴/۵۵	۷۸/۷۰	۶۸/۷۴	۴۷/۱۰	۱۳/۷۴	۲۸/۲۶

جدول ۳- مقادیر وزنی شماره منحنی CN در هر از واحدهای هیدرولوژیک

واحد‌ها	وزنی CN
E1	۷۸/۲۰
E2	۷۹/۵۰
E3	۷۷/۴۰
E4	۷۸/۷۰
کل حوزه	۷۸/۴۷



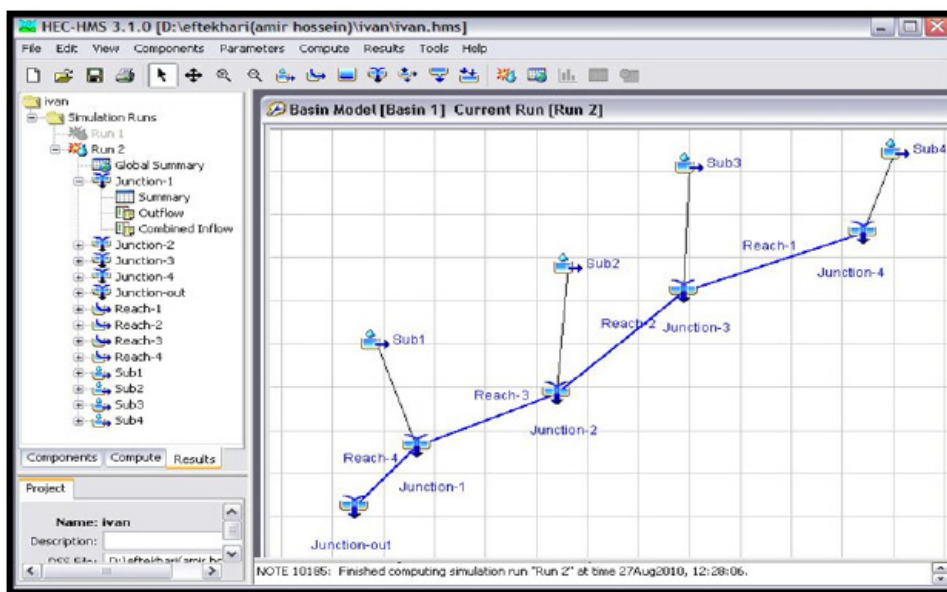
شکل ۴- نقشه CN منطقه مورد مطالعه



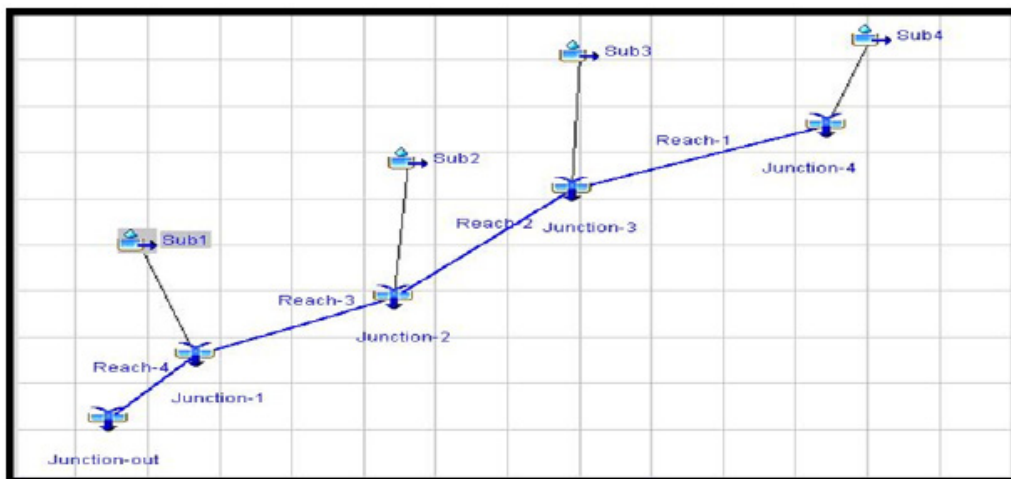
شکل ۳- نقشه کاربری اراضی و تیپ‌های پوشش گیاهی حوزه آبخیز ایوان

است در هیدروگراف‌های بقیه زیر حوزه‌ها به نسبت، وضعیت حجم آب عبوری و شیب هیدروگراف‌ها بهتر می‌شود اما با توجه به اینکه در حوزه پوشش جنگلی وجود دارد انتظار می‌رفت که وضعیت هیدروگراف‌های خروجی مدل برای زیر حوزه‌ها بهتر بود.

هیدروگراف‌های به دست آمده از مدل در شکل‌های ۸ تا ۱۱ برای هر یک از زیر واحدها نشان داده شده است. در هیدروگراف زیر حوزه E2 همانطور که مشاهده می‌شود شیب نمودار در ورودی و خروجی حوزه بالا است که نشان دهنده شرایط بد زیرحوزه



شکل ۵- شکلی از محیط کار در مدل

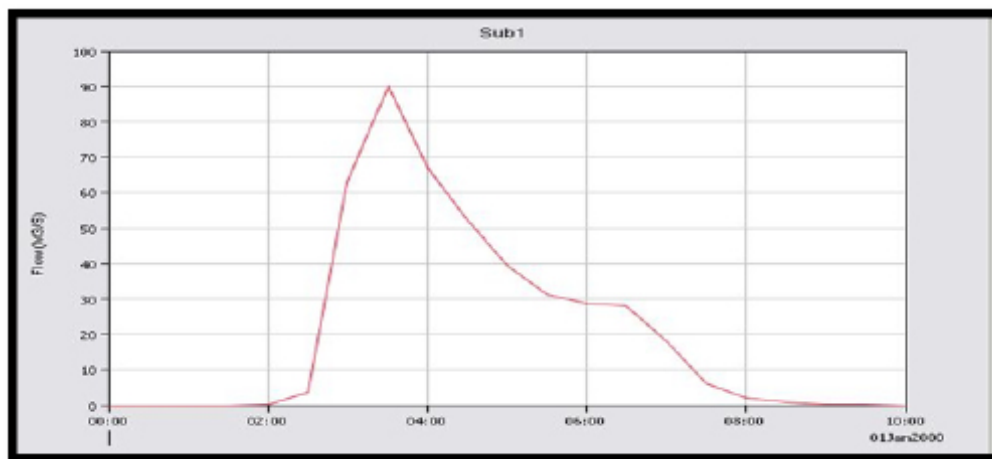


شکل ۶- شبکه زیرحوضه‌ها و بازه‌های روندیابی در مدل HEC-HMS برای حوضه

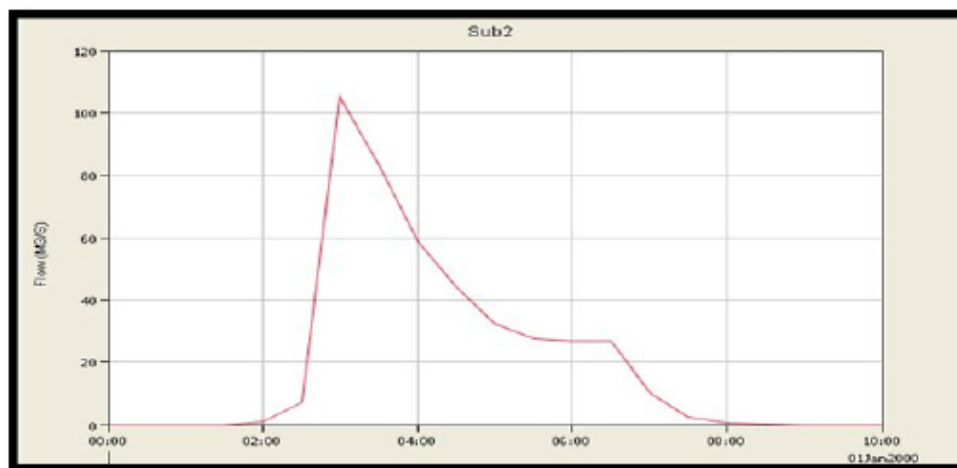
### بحث و نتیجه‌گیری

گرفت که رواناب ایجاد شده در سطح زیر حوضه‌ها با هیدروگراف‌ها رابطه مستقیم دارد. باتوجه به اینکه حوضه مورد مطالعه فاقد ایستگاه هیدرومتری در قسمت خروجی می‌باشد پس مدل کالیبره نشد اما هدف از این کار مقایسه این حوضه با اجرای مدل در سال‌های آینده بعد از اقدامات لازم جهت جلوگیری از رواناب و سیل است. قابل ذکر است که در حال حاضر اقدامات مناسب جهت جلوگیری از سیل در منطقه در دست اجرا می‌باشد. عمده‌ترین کاربری موجود در منطقه کاربری جنگل با وضعیت هیدرولوژیکی فقیر و متوسط است.

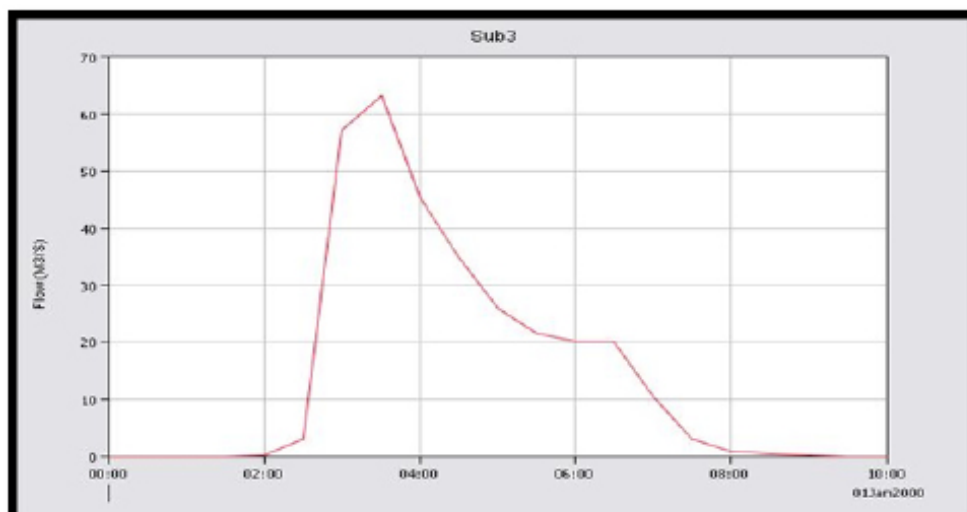
با توجه به شکل‌های ۸ تا ۱۱ می‌توان نتیجه گرفت که زیر حوضه  $E2$  بیشترین رواناب را دارد. از طرفی میزان مشارکت زیر حوضه‌ها در رواناب ایجاد شده با مساحت آن‌ها رابطه مستقیم ندارد، این مطلب از تطابق مساحت‌های زیر حوضه‌ها که در جدول ۴ آمده است و هیدروگراف‌های به دست آمده از مدل، استنباط شد. Chidaz et al, ۲۰۰۸ در قسمتی از تحقیق خود با عنوان ارزیابی مدل HEC-HMS به منظور برآورد هیدروگراف سیلاب در حوضه آبخیز کسلیان نیز به همین نتیجه رسیدند. از بررسی نقشه CN و شماره منحنی‌های به دست آمده، می‌توان نتیجه



شکل ۸- هیدروگراف زیر حوض E1



شکل ۹- هیدروگراف زیر حوضه E2



شکل ۱۰- هیدروگراف زیر حوضه E3



شکل ۱۱- هیدروگراف زیر حوزه E4

5. Chidaz A.Saravi M and Vafakhah M.(2008) Evaluating the HEC\_HMS model for estimating flood hydrograph in Kasilian basin. Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi) No 84 pp: 71-59
6. Khalighi Sigaroodi, SH. 2004. Assising effect landuse on hydrological characteristics of surface waters in basin Barandooz Chai in iran. PHD thesis of university of Tehran. page 217
7. Refahi J. 1999. Water erosion and erosion control. publication of university of Tehran. page 551.
8. Sadeghi, S.H.R. Safaeian S. and Ghanbari A. study on the effect of landuses and intensity of soil erosion. journal of agricultural engineering Reserch. page -85-26 96
9. Mahmoodian Shooshtari M Majdzade Tabatabaei M and Yusefi A. Investigation and app;ication HEC-HMS model in river engineering. case study: Kar and Sivend rivers in shirazuiversity of ahvaz. in iran. page-1061 1068
10. Mashayekhi Z. Panahi M. Karami M. Khalighi SH. Khoshsolat. M and Bakhtiari F. Effect of forest covers on water conservation and surface runoff reduction in Bazoft river basin. Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol. 18 No. 2010 .3
11. Mahdavi. M. 2007. Applied Hydrology .publication of university of Tehran. vol.2 page. 437

شماره منحنی متوسط وزنی برای زیر حوزه‌های مورد مطالعه نزدیک به ۸۰ به دست آمده که شماره منحنی قابل توجهی است و نشان می‌دهد که در هر ریزداد بارندگی حجم زیادی از آن در سطح زمین جاری می‌شود. افزایش ارتفاع رواناب نشان دهنده تغییر بیشتر خاک، هدر رفتن آب قابل دسترس گیاهان و خطر ایجاد سیل در منطقه است. با توجه به کاربری موجود در منطقه که جنگل است، در حوزه مورد مطالعه جنگل‌ها تنک می‌باشند بنابراین می‌توان گفت افت کمی و کیفی جنگل در منطقه تاثیر بسزایی در افزایش رواناب خروجی زیرحوزه‌ها داشته است اما همین جنگل تنک تاثیر زیادی بر نفوذپذیری خاک داشته است

این نتیجه گیری خطر تغییر کاربری از جنگل به مرتع و کاهش درختان منطقه و در نتیجه افزایش سیلاب را در پی دارد. این نتیجه گیری با تحقیقات Mahdavi ۲۰۰۷، نتایج تحقیق Mirzaee، ۱۹۹۶ در جنگل‌های شمال کشور نیز مؤید نقش کتمان ناپذیر پوشش جنگلی در حفظ آب و کاهش رواناب در حوضه‌های آبخیز جنگلی می‌باشد.

#### منابع مورد استفاده

1. Natural resurses organization of ilam-related reports to ivan watershed
2. Meteorological Organization. data 2011-1981
3. Besharati T.(2006) Prioritize areas prone to flooding in roudak watershed using a simulation HEC-HMS Model. watershed Msc thesis of natural resurses college of sari. page 116.
4. Poor Aghnaei m j. Assessing the effect of land cover on flood regime watershed nekarood MSC thesis of univercity of tehran. page 98



- Maidment. "Regional Scale Flood Modeling Using Nexrad Rainfall. Gis. and Hec-Hms/Ras: A Case Study for the San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event." Journal of Environmental Management 75, no. 336-325 :(2005) 4.
16. Dinor, J. O. S. E. P. H., N. A. Zakaria, R. O. Z. I. Abdullah, and A. Ghani. "Deforestation effect to the runoff hydrograph at Sungai Padas catchment." In 2nd international conference on managing rivers in the 21th century: solutions towards sustainable river basins. Riverside Kuching, Sarawak, Malaysia, pp. 2007 .8-6.
12. Mirzaei, M. economic value of environmental goods (forest) in the marked. MSC thesis of environment. university of Tehran. page 110.
13. McColl, Ch. and G. Aggett (2006) Land use forecasting and hydrologic model integration for improved land use decision support. Journal of Environmental Management, September 2007, pages 512-494
14. Aston, A. R. "Rainfall Interception by Eight Small Trees." Journal of Hydrology 42, no. -383 :(1979) 4-3 396.
15. Knebl, M. R., Z. L. Yang, K. Hutchison and D. R.

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■