

## بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر سیلخیزی با استفاده از مدل NRCS مطالعه موردی در حوزه باراندوزچای در آذربایجان غربی<sup>۱</sup>

شهرام خلیقی<sup>۲</sup> محمد مهدوی<sup>۳</sup> بهرام ثقفیان<sup>۴</sup>

### چکیده

تبدیل اراضی طبیعی مرتع و جنگل به اراضی زراعی و باغ که به صورت گسترده‌ای در بسیاری از نقاط ایران صورت گرفته، به تغییر رژیم آبدهی رودخانه در این مناطق منجر شده است. منطقه مورد مطالعه که حوزه رودخانه باراندوزچای واقع در شمال غربی ایران به مساحت ۱۱۴۶ کیلومتر مربع است، از این قاعده مستثنا نبوده، به طوری که طی یک دوره ۴۵ ساله (از ۱۳۳۴ تا ۱۳۷۹ که دارای عکس هوایی و تصویر ماهواره‌ای است)، سطح اراضی دیم از ۴۵۲۸ هکتار به ۲۰۲۳۱ هکتار افزایش یافته است. در این تحقیق ابتدا با تفسیر عکس‌های هوایی قدیم و تصاویر ماهواره‌ای جدید نقشه کاربری اراضی در هر دو زمان تهیه شد. سپس با استفاده از مدل حفاظت منابع طبیعی آمریکا (NRCS) در محیط نرم‌افزار HEC-HMS شبیه‌سازی بارش - رواناب صورت گرفت. نتایج نشان می‌دهد که سیلاب در دوره جدید در بعضی از زیرحوزه‌ها تا ۷۰ درصد نسبت به دوره قدیم افزایش یافته، ولی این افزایش دبی پیک در دوره بازگشت بزرگ‌تر، کمتر است.

**واژه‌های کلیدی:** تغییر کاربری اراضی، دبی اوج، شماره منحنی، مدل HEC-HMS شبیه‌سازی رواناب، مدل‌سازی بارش - رواناب.

<sup>۱</sup>- تاریخ دریافت: ۸۲/۶/۳۱، تاریخ پذیرش: ۸۳/۳/۲۵

<sup>۲</sup>- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (E-mail: Khalighi@ut.ac.ir)

<sup>۳</sup>- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۴</sup>- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

## مقدمه

حیات بشر بر روی کره زمین بخصوص در دهه‌های اخیر که انسان به فناوری دست یافته، موجب بروز تحولات عظیمی در سطح زمین شد. از جمله این تحولات می‌توان به تخریب جنگل‌ها و مراتع در سطح وسیع و ایجاد زمین‌های کشاورزی دیم اشاره کرد. هدف این تحقیق، بررسی نقش تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی بر سیل‌خیزی حوزه باراندوزچای است.

تنوع و تغییر شرایط طبیعی در حوزه آبخیز در مناطق مختلف بسیار زیاد است و کنترل و اندازه‌گیری تمام آن عوامل تقریباً غیر ممکن است، به همین دلیل استفاده از مدل‌های هیدرولوژیک برای کشف روابط حاکم بین پدیده‌های مختلف بسیار متداول است. در این زمینه، مطالعات زیادی در ایران و جهان صورت گرفته که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بهادری خسروشاهی (۱۳۷۰) در حوزه آبخیز رودخانه جاجرود به مساحت ۴۲۶ کیلومتر مربع به بررسی قابلیت به‌کارگیری هیدروگراف‌های واحد مصنوعی (NRCS و اشنایدر) در تعیین سیلابهای این رودخانه پرداخت. نتایج حاصله نشان داد که هیدروگراف NRCS انطباق خوبی با هیدروگراف مشاهده‌ای دارد (۱).

- کیمیایی (۱۳۷۴) روش NRCS و MC Mathe را جهت برآورد رواناب منطقه در آذربایجان شرقی به‌کار برده و نتیجه گرفت که روش NRCS برای شماره منحنی‌های بالا خیلی حساس است، ولی در تعیین دبی و بارش مازاد دقت خوبی دارد (۵).

- نساجی زواره (۱۳۷۸) به بررسی حداکثر سیلاب با روش NRCS و کوک در چند حوزه از البرز پرداخت و نتیجه گرفت روش NRCS برآورد مناسب‌تری دارد (۷).

- یزدانی محمدرضا (۱۳۷۹) از روش ترسیمی NRCS برای تعیین دبی حداکثر سیلاب در حوزه‌های آبخیز کوچک استفاده کرد و نتیجه گرفت این روش در دو منطقه

از سه منطقه مورد بررسی دارای کمترین خطا بوده و در منطقه سوم مناسب نیست (۸).

- پوراغنیایی، جواد (۱۳۸۰) با استفاده از روش NRCS به بررسی روند تغییر دبی سیلابی حوزه نکارود پرداخته و نتیجه گرفت تخریب جنگل در تشدید سیلاب حوزه آبخیز نکا موثر بوده است (۲).

- بورپیون ساپون<sup>۱</sup> (پایان‌نامه دکتری) به بررسی تاثیر جنگل‌تراشی بر آبدهی حوزه سد نم‌پونگ در تایلند پرداخته و نتیجه گرفت مدل NRCS نسبت به روش‌های رگرسیونی برای پیش‌بینی تغییرات ناشی از جنگل‌تراشی ارجحیت دارد (۹).

جنس کریستین لروپ<sup>۲</sup> (۱۹۹۸)، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی اثر تغییر کاربری اراضی بر رواناب حوزه با تلفیق استفاده از آزمون‌های آماری و مدلسازی هیدرولوژی»، منطقه‌ای در زیمباوه را مورد مطالعه قرار داد و بیان نمود، مدل مفهومی NAM در ۶ حوزه با مساحت ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلو متر مربع به خوبی مدل نیمه توزیعی WATBAL و مدل توزیعی MIKE SHE کارایی دارد (۱۲).

- قیتو<sup>۳</sup> (۱۹۹۱) در تحقیقی به مقایسه هیدروگراف‌های NRCS، اشنایدر و سانتاباربارا پرداخت و نشان داد که در حوزه‌های بزرگ NRCS برآورد بهتری دارد (۱۶).

در کلیه این مطالعات، با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی مقدار دبی حداکثر سیلاب برآورد شده است. انتخاب مدل بستگی به کارایی مدل و نیازهای اطلاعاتی آن دارد. از آنجا که در این تحقیق هدف بررسی نقش تغییر پوشش گیاهی و تغییر کاربری بر روند سیل‌خیزی منطقه بوده، مدل NRCS که مدل مفهومی تک واقعه‌ای است (۱۱ و ۱۴) و در آن از نوع کاربری اراضی و پوشش به همراه

<sup>۱</sup>- Boripun supon

<sup>۲</sup>- Jens Kristian Lorup

<sup>۳</sup>- Ghioto

حوزه از ۴۴°۴۵' تا ۴۵°۱۴' طول شرقی و ۳۷°۰۶' تا ۳۷°۲۹' عرض شمالی است. حداقل ارتفاع حوزه ۱۲۹۰ و حداکثر ۳۴۶۳ متر است. میزان بارندگی سالانه حوزه از ۳۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر متغیر است (۳).

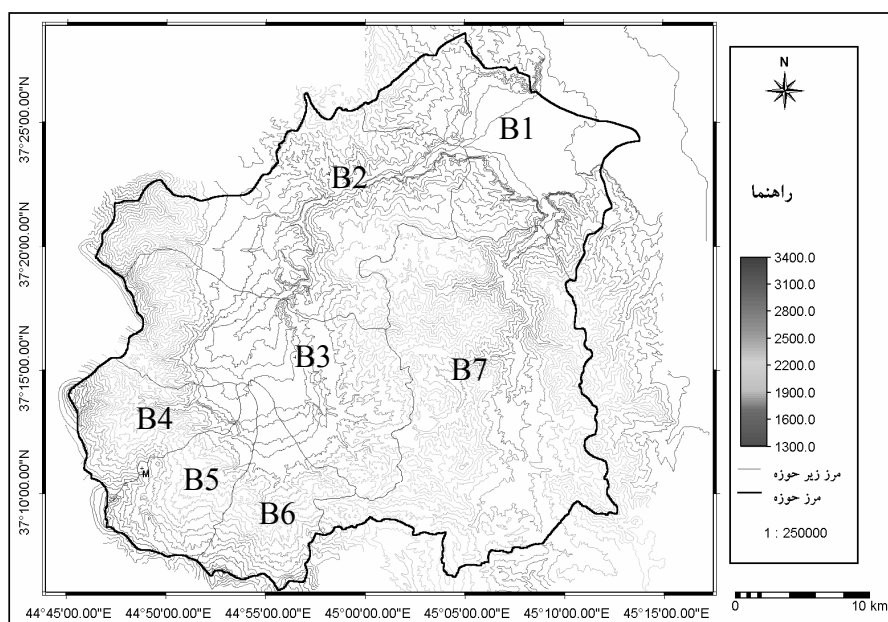
منطقه مورد نظر بر اساس نحوه انشعاب آبراهه‌ها، مساحت و وضعیت توپوگرافی به ۷ زیر حوزه تقسیم شد. در شکل (۱) نقشه توپوگرافی منطقه آمده است.

وضعیت هیدرولوژیکی خاک برای برآورد دبی سیلاب استفاده می‌کند انتخاب شد.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوزه باراندوزچای با مساحت ۱۱۴۶۳۰ هکتار در شمال غرب کشور بین دریاچه ارومیه و مرز ایران و کشورهای عراق و ترکیه واقع شده است. گسترده‌گی جغرافیایی این



شکل ۱- نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

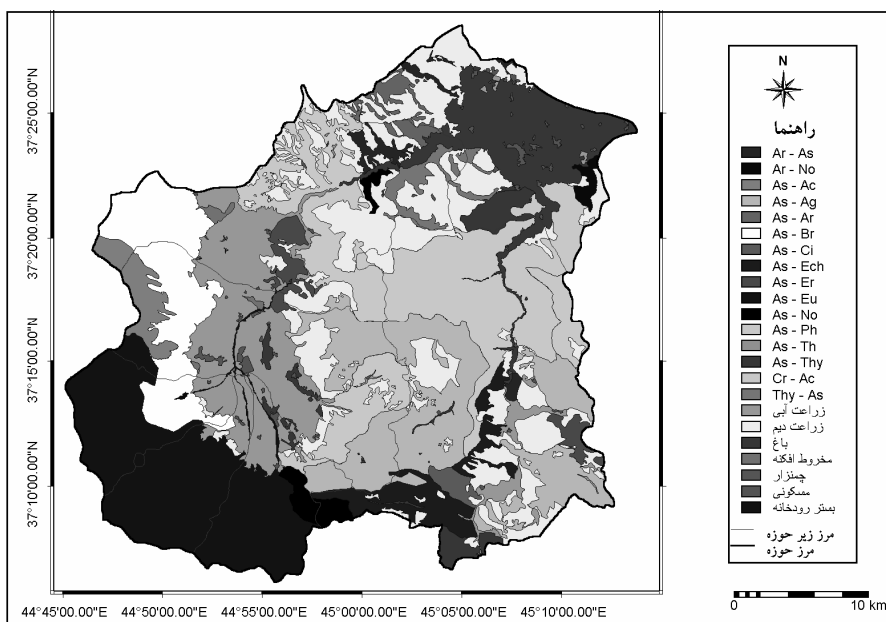
شد. تلفیق باندهای ۱، ۲ و ۳ این تصاویر تشکیل تصویر رنگی مجازی می‌دهد (false color composite). برای تفسیر این تصویر و جداسازی انواع کاربری روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌نشده (unsupervised) و نظارت‌شده (supervised) به کار رفت. از آنجا که درصد زیادی از منطقه را مراتع فقیر و دیمزارها تشکیل می‌دهد، از این رو نقشه‌های به‌دست آمده در تفکیک زمین‌های زراعی دیم و مراتع دارای خطاهای فراوانی بود که علت آن سهم ناچیز پوشش گیاهی در تشکیل بازتاب هر پیکسل نسبت به سهم نوع خاک و سنگ است. تصویر مزبور با روش چشمی که در آن علاوه بر تغییر رنگ و DN از

### روش تحقیق

مقایسه عکس‌های هوایی قدیم (۱۳۳۴) با تصاویر ماهواره‌ای جدید (۱۳۷۱ و ۱۳۷۹)، نشان می‌دهد که درصد زیادی از اراضی پرشیب منطقه که در قدیم به صورت مرتع بوده، در حال حاضر به دیمزار تبدیل شده است، همچنین اراضی کم‌شیب اطراف رودخانه باراندوز که به صورت زمین‌های زراعی آبی مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفته، امروزه به باغ میوه تغییر یافته است. برای تعیین دقیق وضعیت کاربری اراضی در زمان اخیر، از تصویر ماهواره‌ای aster با اندازه تفکیک مکانی ۱۵ متر استفاده

در شکل (۲) نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی منطقه که از تصاویر سال ۱۳۷۹ تهیه گردیده ارائه شده است. همچنین در جدول (۱) سطح انواع کاربری در زمان اخیر آورده شده است.

اطلاعات دیگری مثل شکل هندسی زمین‌های زراعی، فاصله با مناطق مسکونی و جاده‌ها، شیب سطح زمین و... استفاده می‌شود، تفسیر شد. پس از آن نقشه پوشش گیاهی تهیه‌شده توسط جهاد دانشگاهی که مربوط به سال ۱۳۷۶ است نیز در سیستم GIS به نقشه کاربری اضافه شد.



شکل ۲ - نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی به‌دست آمده از تصویر Aster سال ۱۳۷۹

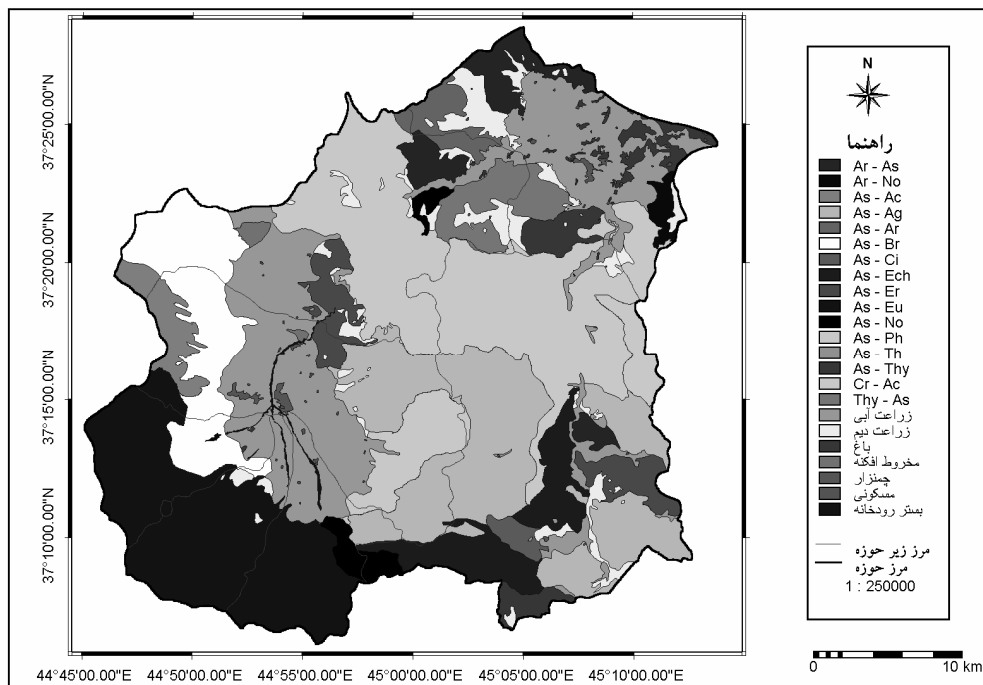
زراعت آبی را نیز می‌توان بر اساس شیب و وجود کانال‌های آبیاری در مناطق دشتی از زراعت دیم تفکیک کرد.

برای تهیه نقشه کاربری اراضی در قدیم نیز عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ تفسیر شد. انواع کاربری‌های قابل تفکیک بر روی عکس‌های هوایی شامل زراعت (آبی و دیم)، باغ، مرتع، روستاها و مناطق مسکونی و بستر رودخانه است.

جدول ۱- مساحت کاربری‌های مختلف بر اساس تصویر Aster سال ۱۳۷۹ (هکتار)

جمع	M	B۷	B۶	B۵	B۴	B۳	B۲	B۱	زیرحوزه
									کاربری
۷۱۵۵۹	۶۸	۲۴۹۲۶	۶۱۵۲	۶۰۳۴	۶۳۱۳	۱۱۵۶۲	۱۲۵۱۲	۳۹۹۱	مراتع
۱۲۶۶۴		۱۱۱۲	۱۳۰۷	۷۸۲	۷۲۵	۵۲۶۳	۳۳۹۰	۸۵	زراعت آبی
۲۰۲۳۱		۶۷۱۶	۴۷	۱۱۸	۵۵	۱۸۴۳	۶۶۴۹	۴۸۰۴	زراعت دیم
۸۷۷۸		۶۱۷	۱۳۰			۴۰۹	۶۲۳	۷۰۰۰	باغ
۲۵۱						۸۵	۱۶۶		مخروطه‌افکنه
۲۵۸						۱۵۱		۱۰۱	چمنزار
۶۵۷		۶۷	۵۵	۱۶	۵	۱۵۶	۱۰۱	۲۵۷	مسکونی
۲۳۲			۷۶	۳۳	۲۳	۹۴	۶		بستر رود

شکل (۳)، نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی منطقه در سال ۱۳۳۴ را نشان می‌دهد. در جدول (۲) نیز سطح انواع کاربری در زمان گذشته آورده شده است.



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی به دست آمده از عکس هوایی سال ۱۳۳۴

جدول ۲- مساحت کاربری‌های مختلف براساس عکس هوایی سال ۱۳۳۴ (هکتار)

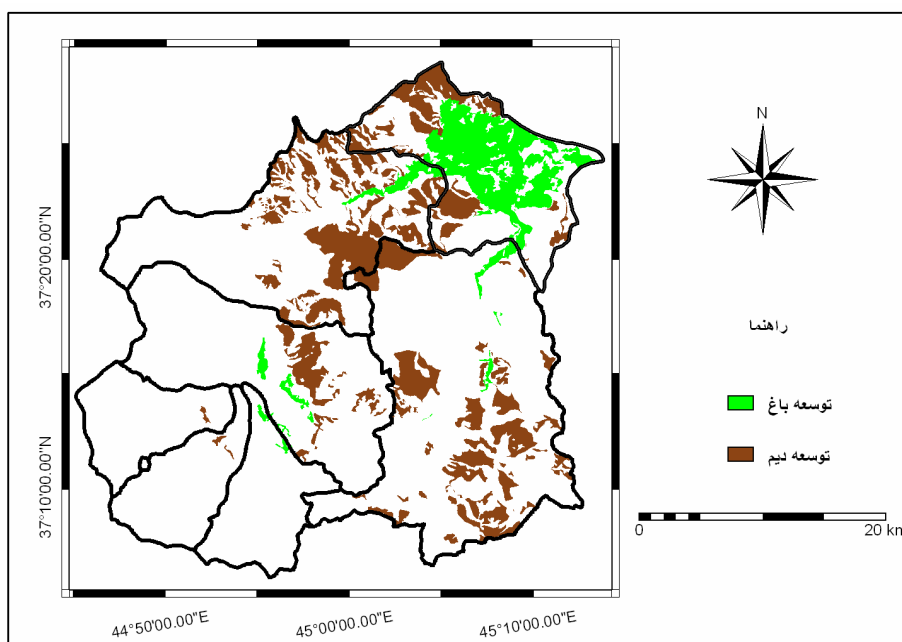
جمع	M	B۷	B۶	B۵	B۴	B۳	B۲	B۱	زیرحوزه
									کاربری
۸۷۶۰۷	۶۸	۳۰۹۳۶	۵۹۸۵	۶۰۲۴	۳۶۵	۱۳۲۰۲	۱۸۱۸۲	۶۸۴۶	مراتع
۲۰۲۳۱		۱۵۷۵	۱۶۹۲	۶۹۳	۷۱۷	۵۷۹۶	۳۶۶۹	۶۰۹۰	زراعت آبی
۴۵۲۸		۹۰۲		۲۲۹		۱۵۱	۱۲۹۶	۱۹۵۱	زراعت دیم
۱۲۲۳		۶			۱۶		۲۶	۱۱۷۶	باغ
۳۱۰					۵۹	۲۵۱			مخروطه افکنه
۳۴۰			۹			۲۳۰		۱۰۱	چمنزار
۱۵۷		۲۰	۱۱	۴	۱	۳۰	۱۷	۷۴	مسکونی
۲۳۲			۷۶	۳۳	۲۳	۹۴	۶		بستر رود
۱۱۴۶۲۹	۶۸	۳۳۴۳۸	۷۷۷۳	۶۹۸۳	۷۱۲۲	۱۹۵۶۲	۲۳۴۴۶	۱۶۲۳۷	جمع

نقشه توسعه اراضی دیم و باغ در این دوره ارائه شده است.

در جدول (۳)، میزان تغییر کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۷۹ برحسب درصد آمده است. در شکل (۴)،

جدول ۳- تغییر کاربری اراضی طی سال های ۱۳۳۴ تا ۱۳۷۹ بر حسب درصد

کل حوزه	B۷	B۶	B۵	B۴	B۳	B۲	B۱	زیر حوزه
								انواع اراضی
-۱۴	-۱۸	۲	۰	-۱	-۸	-۲۴	-۱۸	مرتع
-۷	-۱	-۵	۱	۰	-۳	-۱	-۳۷	زراعت آبی
۱۴	۱۷	۱	-۲	۱	۹	۲۳	۱۸	زراعت دیم
۷	۲	۲	۰	۰	۲	۳	۳۶	باغ
۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	مسکونی



شکل ۴- نقشه توسعه اراضی دیم و باغ طی سال های ۱۳۳۴-۱۳۷۹

قدیم و جدید تهیه شد. بر مبنای این نقشه و وضعیت هیدرولوژیک انواع زراعت و پوشش گیاهی مقدار CN برای هر واحد همگن تعیین شد. سپس مقدار CN برای هر زیرحوزه به صورت وزنی بر اساس مساحت هر واحد همگن به دست آمد که برای وضعیت رطوبت پیشین II (خاک نیمه مرطوب) بوده و با توجه به میزان بارندگی ۵ روز قبل برای حالت های دیگر رطوبت پیشین (خشک و مرطوب) قابل محاسبه است (۶ و ۱۳).

در مرحله بعد، از نقشه خاک شناسی منطقه که توسط جهاد دانشگاهی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه گردیده، استفاده شد و بر اساس بافت، نفوذپذیری، عمق خاک و وجود لایه نفوذناپذیر، نقشه گروه های هیدرولوژیک خاک مطابق تعاریف سازمان حفاظت خاک آمریکا (NRCS) تهیه شد. پس از تقاطع دادن نقشه های کاربری اراضی با نقشه گروه های هیدرولوژیک خاک، نقشه CN برای دو دوره

پس از انجام مراحل بالا، مدل برای شبیه‌سازی بارش - رواناب در دو دوره قدیم و جدید به کار گرفته شد.

### نتایج

مقدار CN وزنی محاسبه‌شده برای هر زیرحوزه در سه وضعیت رطوبتی I, II, III برای دوره‌های قدیم و جدید در جدول (۴) ارائه شده است.

برای شبیه‌سازی بارش - رواناب از مدل HEC-HMS استفاده شد و با ورود مقدار CN، تلفات اولیه و زمان تأخیر، مدل اجرا شد. کالیبراسیون مدل با توجه به آنالیز حساسیت، با پارامتر تلفات اولیه انجام گرفت و مدل با استفاده از شش واقعه ثبت شده کالیبره شد. اعتباریابی مدل بر اساس واقعه‌ای که در کالیبراسیون دخالت داده نشده بود، انجام گرفت.

جدول ۴- مقدار CN وزنی محاسبه شده در هر زیرحوزه

قدیم			جدید			زیر حوزه
CN III	CN II	CN I	CN III	CN II	CN I	
۸۰	۷۲	۵۵	۷۵	۶۸	۵۰	B۱
۷۹	۶۶	۴۷	۸۳	۷۱	۵۳	B۲
۸۵	۷۶	۵۹	۸۶	۷۸	۶۱	B۳
۸۹	۸۰	۶۲	۸۹	۸۰	۶۲	B۴
۸۸	۷۸	۶۰	۸۸	۷۸	۶۰	B۵
۹۰	۸۲	۶۵	۹۰	۸۲	۶۵	B۶
۸۵	۷۳	۵۶	۸۷	۷۷	۶۰	B۷

بر اساس نتایج کالیبراسیون مقادیر بهینه برای پارامتر تلفات اولیه در جدول (۵) ارائه شده است.

شکل (۵) نمونه‌ای از هیدروگراف شبیه‌سازی شده پس از کالیبراسیون مدل مربوط به واقعه بارش - رواناب ۷۴/۱/۲۹ را نشان می‌دهد.

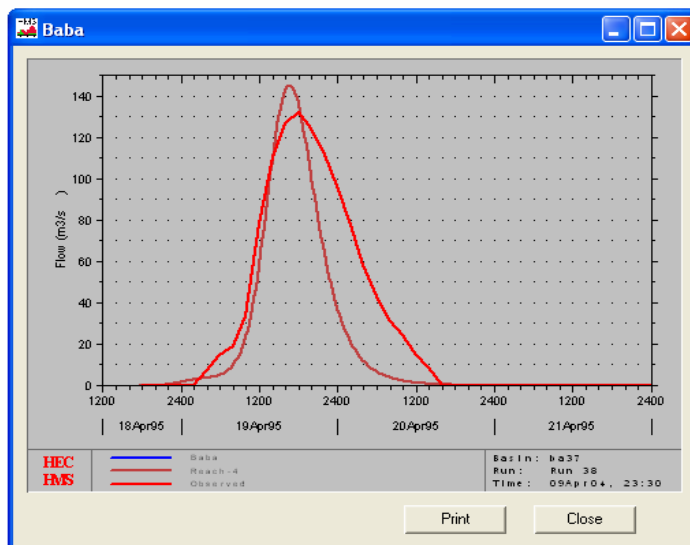
برای برآورد بارش با دوره بازگشت‌های مختلف در زمان تمرکز حوزه از دسته منحنی‌های شدت، مدت و فراوانی مربوط به ایستگاه ارومیه استفاده شد. در جدول (۶)، دبی اوج زیرحوزه‌ها در دوره بازگشت‌های مختلف برای دو دوره قدیم و جدید مقایسه شده است.

جدول ۵- مقادیر بهینه برای نسبت تلفات اولیه به تلفات کل

زیر حوزه	نسبت تلفات اولیه به تلفات کل	
	قبل از کالیبراسیون	بعد از کالیبراسیون
B۱	۰/۲	۰/۱۹۷
B۲	۰/۲	۰/۱۸
B۳	۰/۲	۰/۲۳
B۴	۰/۲	۰/۲۳
B۵	۰/۲	۰/۲۳
B۶	۰/۲	۰/۲۳
B۷	۰/۲	۰/۱۶۴

دیده می‌شود در زیرحوزه‌هایی که تغییر کاربری اراضی عمدتاً به صورت تبدیل مراتع به دیمزارها بوده (B۲، B۳)، این تغییر کاربری به همراه فشار چرای تحمیل شده بر سایر عرصه‌های طبیعی به افزایش CN و در نتیجه افزایش رواناب و دبی پیک منجر شده است.

افزایش دبی در اثر تبدیل مراتع به دیمزارها در بارندگی‌های با شدت و مقدار کمتر، بیشتر از بارندگی‌های شدید و با مقدار بیشتر است، زیرا پس از اشباع سطح پوشش گیاهی و پر شدن چاله‌های سطحی و ... (نگه‌داشت اولیه)، مازاد بارندگی به رواناب تبدیل می‌شود و در بارندگی‌های کمتر نسبت نگه‌داشت اولیه به کل بارندگی بیشتر از بارندگی‌های زیاد است.



شکل ۵ - هیدروگراف شبیه‌سازی شده پس از کالیبراسیون در ایستگاه بابرود (۷۴/۱/۲۹)

### بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج به دست آمده و مقایسه سطرهای جدول (۶)،

جدول ۶ - مقایسه دبی اوج با دوره بازگشت‌های مختلف در زیرحوزه‌ها

دوره بازگشت						دوره	زیر حوزه
Tr <sub>۱۰۰</sub>	Tr <sub>۵۰</sub>	Tr <sub>۲۰</sub>	Tr <sub>۱۰</sub>	Tr <sub>۵</sub>	Tr <sub>۲</sub>		
۲۶/۷	۲۲/۹	۱۷/۹	۱۴/۲	۱۰/۲	۴/۸	قدیم	B۱
۱۵/۳	۱۲/۶	۹/۲	۶/۸	۴/۴	۱/۹	جدید	
-۴۲/۷	-۴۵/۰	-۴۸/۶	-۵۲/۱	-۵۶/۹	-۶۰/۴	درصد تغییرات	
۶۷/۶	۶۰/۲	۵۰/۱	۴۲/۳	۳۳/۵	۲۰/۶	قدیم	B۲
۹۶/۱	۸۶/۸	۷۴/۴	۶۴/۴	۵۲/۹	۳۵/۱	جدید	
۴۱/۵	۴۴/۲	۴۸/۵	۵۷/۲	۵۷/۹	۷۰/۴	درصد تغییرات	
۹۲/۳	۸۲/۵	۶۹/۲	۵۸/۶	۴۶/۵	۲۸/۰	قدیم	B۳
۱۰۰/۹	۹۰/۶	۷۶/۸	۶۵/۸	۵۲/۹	۳۳/۰	جدید	
۹/۳	۹/۸	۱۱/۰	۱۲/۳	۱۳/۸	۱۷/۹	درصد تغییرات	
۴۸/۸	۴۴/۵	۳۸/۷	۳۴/۰	۲۸/۴	۱۹/۵	قدیم	B۴
۴۸/۸	۴۴/۵	۳۸/۷	۳۴/۰	۲۸/۴	۱۹/۵	جدید	
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	درصد تغییرات	
۴۱/۲	۳۷/۴	۳۲/۳	۲۸/۱	۲۳/۳	۱۵/۷	قدیم	B۵
۴۱/۲	۳۷/۴	۳۲/۳	۲۸/۱	۲۳/۳	۱۵/۷	جدید	
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	درصد تغییرات	
۵۶/۹	۵۲/۱	۴۵/۷	۴۰/۴	۳۴/۱	۲۳/۹	قدیم	B۶
۵۶/۹	۵۲/۱	۴۵/۷	۴۰/۴	۳۴/۱	۲۳/۹	جدید	
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	درصد تغییرات	
۱۲۰/۵	۱۰۹/۵	۹۴/۹	۸۳/۲	۶۹/۶	۴۸/۰	قدیم	B۷
۱۳۲/۴	۱۲۰/۸	۱۰۵/۴	۹۲/۸	۷۸/۳	۵۴/۸	جدید	
۹/۹	۱۰/۳	۱۱/۱	۱۱/۵	۱۲/۵	۱۴/۲	درصد تغییرات	



بخصوص آقای مهندس قرمز چشمه که در انجام این پژوهش کمک‌های شایان توجهی به عمل آوردند، صمیمانه تشکر می‌شود. همچنین از کارشناسان محترم جهاد دانشگاهی به سبب در اختیار گذاشتن اطلاعات و امکانات قدردانی می‌گردد.

در مورد زیرحوزه B۱ که دو نوع تغییر کاربری عمده در آن صورت گرفته (تبدیل مرتع به دیمزار و تبدیل مزارع آبی به باغ)، از آنجا که این دو تغییر تاثیر متضادی دارند، بنابراین دبی نسبت به دوره قدیم کاهش یافته است.

### تقدیر و تشکر

به‌دین وسیله از کارشناسان مرکز تحقیقات آبخیزداری،

### منابع

- ۱- بهادری خسروشاهی، فیروز، ۱۳۷۰. بررسی قابلیت بکارگیری هیدروگراف واحد در تعیین سیلاب‌ها، مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی ایران.
- ۲- پوراغنیایی، محمد جواد، ۱۳۸۰. بررسی تأثیر تغییرات پوشش گیاهی بر رژیم سیلابی حوضه آبخیز نکارود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۸ ص.
- ۳- جهاد دانشگاهی دانشکده منابع طبیعی، ۱۳۷۶. گزارشات پوشش گیاهی، خاکشناسی، فیزیوگرافی، هیدرولوژی، هواشناسی طرح منابع طبیعی تجدیدشونده حوزه باراندوزچای.
- ۴- سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی ۱۳۸۰-۱۳۳۵، آمار اندازه‌گیری سرعت آب رودخانه‌های استان.
- ۵- کیمیایی، علیرضا ۱۳۷۴. ارزیابی روش‌های Mc mathes scs جهت برآورد رواناب منطقه ليقوان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۶- مهدوی، محمد، ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۷- نساجی زواره، مجتبی، ۱۳۷۸. مقایسه دو روش شماره منحنی رواناب و کوک در برآورد دبی حداکثر سیلاب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۸- یزدانی، محمدرضا، محمد مهدوی و ابراهیم حسینی، ۱۳۸۰. تعیین دبی حداکثر سیلاب با استفاده از روش ترسیمی SCS در حوزه‌های آبخیز کوچک، مجله منابع طبیعی ایران (۵۴).

9-Boripun Supun 1998, The Use of a Theoretically – Based Rainfall – Runoff Model to Study the Effects of Deforestation on Water Yield of the Nam Pong Dam Watershed .PhD Thesis.

10-Ghioto R.D. 1991. Runoff hydrograph Computation Methods, Apaper for Stormwater Management

11-Karvonen, T. et al , 1999. A Hydrological Model for Predicting Runoff From Different Land Use Areas. Journal of Hydrology , 217 pp:253-265

12-Lorup, J. K., J. C. Refsgaard and D. Mazimavi., 1998, Assessing the Effect of Land Use Change on Catchment Runoff by Combined Use of Statistical Tests and Hydrological Modeling: Case Studies from Zimbabwe, Journal of Hydrology, 205,pp:147-163.

13-Richard H. McCuen 1989. Hydrologic Analysis and Design 867 P

14-USACE.2000. HEC-HMS User's Manual Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, 187pp.

## Land Use Change Effects on Potential Flooding, Using NRCS Model (Case Study: Barandoozchay Basin)

Sh.Khalighi<sup>1</sup>M.Mahdavi<sup>2</sup>B.Saghafian<sup>3</sup>

### Abstract

Land use transfer from range and forest to farm and orchard that has recently occurred in many parts of Iran has brought about change in water regime in many different river basins. The same has happened in the study area in Barandoozchay catchment with an area of 1146 km<sup>2</sup>, located in northwestern Iran. In this region during a 45 years period (1334 – 1379 for which air photographs and satellite images are available) the dry farming areas increased from 4528 to 20231 ha. In this study, after an interpretation of air photographs and satellite images the old and current land use maps have been prepared. NRCS model along with HEC\_HMS software were used to simulate rainfall-runoff in the catchment area. Results indicate that the flood in new period increased up to %70 during the studied period, but the extent in increase in peak discharge became lower for the higher return periods.

**Keywords:** Land use change, Peak discharge, Curve number, HEC HMS model, Runoff simulation, rainfall-runoff modeling.

---

<sup>1</sup> - Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of, Tehran (E-mail: Khalighi@ut.ac.ir)

<sup>2</sup> - Professor, Faculty of Natural Resources University of, Tehran

<sup>3</sup> -Scientific Staff Member, Soil Conservation and Watershed Management Research Center