

## بررسی اثر کاربری اراضی در شرایط فعلی و بهینه روی رسوبدهی حوزه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شور و شیرین شیراز)

علی طالبی<sup>۱\*</sup>، سیده فاطمه سوزنده پور<sup>۱</sup>، محمد تقی دستورانی<sup>۲</sup>،  
علی اکبر کریمیان<sup>۱</sup> و محبوبه سلطانی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۷)

### چکیده

کاربری اراضی یکی از فاکتورهای اساسی در کنترل رفتار هیدرولوژیکی حوزه‌ها می‌باشد. در مقابل ویژگی‌های عمدتاً ثابت حوزه و مؤثر بر چرخه آب حوزه (مانند خصوصیات خاک، توپوگرافی، اقلیم و کاربری اراضی) ممکن است زمینه‌ساز تغییرات کوتاه مدت باشند. بنابراین، عموماً فرض می‌شود که تغییر کاربری اراضی علت تغییر در پویایی هیدرولوژیکی حوزه‌ها می‌باشد. در این مقاله اثر کاربری اراضی در شرایط فعلی و بهینه بر رسوبدهی حوزه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و اجرای مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS در حوزه آبخیز شور و شیرین واقع در استان فارس بررسی شده است. نقشه کاربری اراضی جهت تهیه نقشه شماره منحنی استفاده شد و این نقشه به‌عنوان پارامتر مهم جهت ورودی مدل استفاده گردید. نتایج نشان داد که رسوب برآورد شده در دو شرایط با یکدیگر تفاوت داشته و رسوب برآوردی به‌میزان متوسط ۱۲ درصد، در شرایط کاربری بهینه کمتر از شرایط فعلی اراضی می‌باشد. کاهش دبی اوج و میزان رسوب در شرایط بهینه اراضی نسبت به شرایط کاربری فعلی بیان‌کننده این مطلب است، که تغییر کاربری اراضی و نوع کاربری مورد استفاده نقش بسزایی در کاهش یا افزایش ارتفاع رواناب و در نتیجه دبی اوج سیلاب و میزان رسوبزایی حوزه دارد.

کلمات کلیدی: کاربری اراضی، شرایط بهینه، رسوبزایی، مدل HEC-HMS

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳. مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان یزد

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: talebisf@yazd.ac.ir

## مقدمه

گسترش فعالیت‌های انسان در طبیعت، کاربری‌های نامناسب اراضی و بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولی از منابع طبیعی عرصه‌های وسیعی از کشور را در معرض تخریب اراضی قرار داده است، که نتیجه آن بروز عواملی چون افزایش سیلاب‌ها، فرسایش و کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش تولید، بیکاری و پیامدهای منفی اقتصادی - اجتماعی شده است. لذا مقابله با این وضعیت نیازمند یک برنامه جامع استفاده از سرزمین می‌باشد، که در آن کاربری‌ها در یک چارچوب مشخص به صورت منطقی و متناسب با توان محیط انتخاب شود.

سلبی (۱۴) با بررسی میزان رسوب در رابطه با استفاده‌های مختلف از اراضی در ایالات متحده آمریکا به این نتیجه دست یافته است که به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار رسوب تولید شده مربوط به اراضی جنگلی و مناطق شهری تحت عملیات ساختمانی بوده است. سوان و کامتورن (۱۵)، با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-1 و سیستم اطلاعات جغرافیایی، اثرات تغییر کاربری اراضی بالادست حوزه را روی الگوی سیلاب در نواحی پایین دست حوزه مورد ارزیابی قرار داده‌است و نشان داد موقعی که مساحت جنگل کاهش می‌یابد، رواناب حوزه و زیرحوزه‌ها بیشتر می‌شود. نی هوف و همکاران (۱۱) در بررسی اثرات کاربری اراضی روی تولید رواناب ناشی از رگبار در یک حوزه متوسط مقیاس در جنوب غربی آلمان به این نتیجه رسیدند که تأثیر شرایط کاربری اراضی روی تولید رواناب ناشی از رگبار تا حد زیادی به خصوصیات رویداد بارش وابسته است. لین و همکاران (۱۰) با مطالعه بر روی اثرات سناریوهای تغییر کاربری اراضی روی الگوهای کاربری اراضی و هیدرولوژی در حوزه آبخیزی در تایوان شمالی و با ترکیب یک مدل تغییر کاربری و یک مدل هیدرولوژیکی به این نتیجه رسیدند تغییرپذیری و مقدار مؤلفه‌های هیدرولوژیکی (مخصوصاً دبی رواناب و آب زیرزمینی) در آینده به‌طور قابل توجهی در مدت شبیه‌سازی تحت تأثیر تغییر کاربری اراضی بودند. چوی و همکاران (۸) با ارزیابی اثر هیدرولوژیکی

پتانسیل تغییر کاربری اراضی از طریق مدل‌سازی هیدرولوژیکی و تغییر کاربری اراضی برای حوضه آبریز رودخانه کیشواکی آمریکا با ترکیب یک مدل رشد شهری (LEAM luc) و یک مدل هیدرولوژیکی نیمه توزیعی به این نتیجه رسیدند که سناریوهای کاربری اراضی تولید شده به وسیله مدل شهری منجر به تغییرات اندکی در رواناب کل می‌شود، ولی تغییرات قابل توجهی در جریان سطحی ایجاد می‌کند. آگرومینگ و همکاران (۱۶) تغییر در رواناب سطحی و مقدار رسوب به دلیل تغییر کاربری اراضی در چهار حوضه با مقیاس‌های مختلف (از ۱ تا ۷۳ km<sup>۲</sup>) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که به علت احیای جنگل و کشت ناری، رواناب سطحی و رسوب به ترتیب ۱۰۰-۲۰٪ و ۱۰۰-۱۰٪ درصد کاهش می‌یابد. گاو و همکاران (۹) در منطقه نیمه‌خشک تپه‌ای-خندقی حوزه چانگان در چین به تجزیه و تحلیل اثرات استفاده از زمین و ساختار پوشش زمین در ارتباط الگوی مکانی فرسایش خاک و هدررفت آب، از طریق بررسی حوزه و شبیه‌سازی مدل پرداختند. تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای نشان داد که ساختار بهینه‌سازی استفاده از زمین، با طراحی خوب الگوی مکانی قادر به کاهش فرسایش خاک، افزایش استفاده از منابع آب و افزایش بهره‌وری کشاورزی می‌باشد. نوتبرت و همکاران (۱۲) با استفاده از روش مدل‌سازی به مطالعه نیروهای مؤثر برای فرسایش خاک و رسوب از یک طرف، و دبی آب از سوی دیگر، در طول دوره زمین‌شناسی هولوسن برای حوزه دایجله در بلژیک پرداختند. نتایج نشان داد که فرسایش خاک از هولوسن اولیه تاکنون افزایش یافته است، که حدود ۹٪ به علت تغییرات آب و هوایی، و حدود ۶۰٪ به علت تغییرات در استفاده از زمین می‌باشد، و همچنین دبی متوسط تا حدود ۷٪ افزایش یافته است که عمدتاً به دلیل تغییرات استفاده از زمین می‌باشد. نونس و همکاران (۱۳) نتایج حاصل از پاسخ‌های هیدرولوژیکی خاک و فرسایشی شش نوع کاربری اراضی و پوشش گیاهی (محصول غلات، زمین‌های آیش، پوشش بوته، بهبود پوشش گیاهی بومی، زمین جنگل کاری با کاج بیابانی و

بیشترین میزان رواناب مربوط به کاربری مسکونی و کمترین مربوط به کاربری زراعی می‌باشد.

هدف از این تحقیق ارزیابی اثرات کاربری اراضی روی تولید رسوب با استفاده از اجرای یک مدل بارش-رواناب (جهت تعیین دبی) و منحنی سنج رسوب (جهت تعیین رابطه دبی-رسوب) برای کاربری فعلی و شرایط بهینه اراضی (متناسب با استعداد اراضی از طریق آمایش سرزمین) می‌باشد. نتیجه تحقیق می‌تواند برنامه‌ریزان و بهره‌برداران را در رابطه با مدیریت مناسب کاربری اراضی جهت کاهش فرسایش و رواناب حوزه‌های آبخیز یاری نماید.

## مواد و روش‌ها

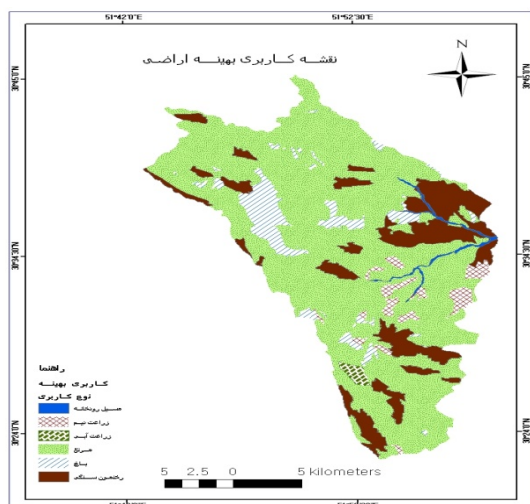
### معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز شور و شیرین از نظر تقسیمات کشوری جزء استان فارس محسوب شده و یکی از زیرحوزه‌های آبخیز سد درودزن است. این حوزه با مساحتی بالغ بر ۵۰۹۶ هکتار دارای مختصات جغرافیایی ۲۳ ۵۱ تا ۵۹ ۵۱ طول شرقی و ۲۲ ۳۰ تا ۴۸ ۳۰ عرض شمالی است (شکل ۱).

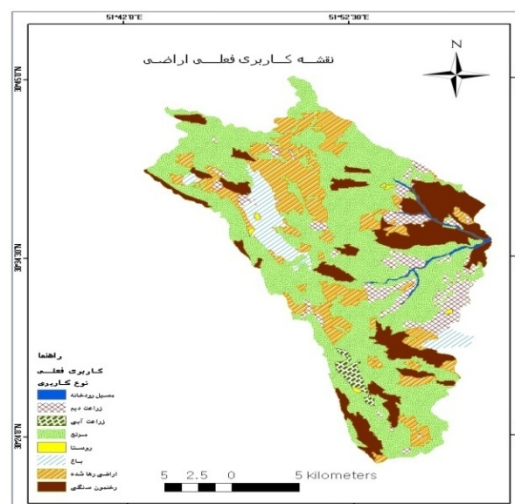
### تهیه نقشه کاربری فعلی و بهینه اراضی

به‌منظور تهیه نقشه کاربری فعلی اراضی ابتدا به کمک نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ نقشه مقدماتی تهیه و با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای نقشه مربوطه تصحیح و تکمیل شد، سپس با نقشه کاربری اراضی تهیه شده توسط اداره کل منابع طبیعی مقایسه و در بازدید صحرایی با اصلاحات نهایی نقشه کاربری اراضی منطقه (شکل ۱) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گردید. با مقایسه ویژگی‌های اکولوژیکی هر واحد زیست محیطی با مدل اکولوژیکی کاربری‌ها به‌عمل آمد. این مدل در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به عوامل آن شبیه‌سازی و اجرا شد و در نهایت نقشه توان اکولوژیکی سرزمین برای حوزه مذکور تهیه گردید (شکل ۲).

چراگاه را بررسی نموده و نشان دادند که زمین‌های زراعی و جنگل‌کاری توسط کاج به‌عنوان مهم‌ترین نوع کاربری از نظر ایجاد رواناب و فرسایش خاک می‌باشد. در مقابل پوشش درختچه و احیای درختان بلوط، بیشترین ظرفیت نفوذ و پایین‌ترین میزان فرسایش خاک را موجب می‌شوند. سعادت‌ی و همکاران (۳) اثرات تغییر کاربری اراضی در رواناب سطحی را با مدل SWAT شبیه‌سازی کرده و نتایج نشان داد که این مدل رواناب را با ضریب تبیین ۶۹٪ نسبت به رواناب اندازه‌گیری شده شبیه‌سازی کرد و همچنین مدل در شبیه‌سازی چرخه هیدرولوژیکی جنگل نسبت به مرتع و زراعت توانایی کمتری دارد. هادیانی (۷) در بررسی نقش کاربری اراضی بر دبی سیلاب‌های منطقه‌ای درحوزه آبخیز مادرسو با روش SCS به این نتیجه رسیدند که دبی سیلاب در کاربری فعلی اراضی نسبت به کاربری متناسب با توانایی اراضی دارای افزایش ۳۱ تا ۷۹ به تناسب در دوره بازگشت آنها بوده است. آقاراضی و همکاران (۱) در بررسی نقش کاربری اراضی و شیب در تولید رواناب در رودخانه قره‌چای در استان مرکزی به این نتیجه رسیدند که تولید رواناب در کاربری‌ها در شیب‌های مختلف بستگی به پوشش گیاهی داشت و صرفاً با افزایش شیب افزایش نمی‌یافت. غفاری و همکاران (۵) اثرات هیدرولوژی تغییر کاربری اراضی در طی ۴۰ سال اخیر در حوضه زنجان رود را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان دهنده تأثیرات قابل توجه تغییر کاربری اراضی روی جریان رودخانه‌ای و بار آبی حوضه است، به‌طوری که تغییر در کاربری اراضی از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۶ منجر به افزایش مقدار رواناب سطحی در حدود ۳۳ درصد و کاهش سطح سفره آبهای زیرزمینی در حدود ۲۲ درصد شده است. سعیدیان و مردای (۴) در تحقیقی به‌منظور تعیین مؤثرترین کاربری‌ها در فرسایش و رسوب‌زایی نهشته‌های مختلف سازند گچساران، بخشی از حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان رسوب مربوط به کاربری زراعی و کمترین مربوط به کاربری مسکونی می‌باشد. ولی



شکل ۲. نقشه کاربری بهینه اراضی



شکل ۱. نقشه کاربری فعلی اراضی

نتایج مدل نسبت به تغییر پارامتر مورد نظر ترسیم می‌گردد. هرچه انحنای منحنی این تغییرات بیشتر باشد یک تغییر کوچک در پارامتر مربوطه، باعث تغییرات زیادی در جواب مدل می‌شود و در این صورت، مدل را نسبت به آن پارامتر، حساس می‌گویند (۲).

### واسنجی و اعتباریابی مدل HEC-HMS

در این مرحله پارامترهای مدل با یک گروه از داده‌ها، واسنجی می‌گردد. سپس اعتباریابی مدل از طریق اجرای مدل با پارامترهای بهینه شده برای گروه دوم داده‌ها انجام می‌شود و نهایتاً هیدروگراف شبیه‌سازی شده با هیدروگراف مشاهده شده مقایسه می‌شود.

کارایی مدل هیدرولوژی در شبیه‌سازی هیدروگراف سیل در مرحله اعتبارسنجی، با استفاده از شاخص‌های ناش-ساتکلیف (معادله ۱) و اریبی مدل در برآورد حجم جریان (معادله ۲) مورد ارزیابی قرار گرفت.

$$C_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=0}^n (Q_{si} - Q_{oi})^2}{\sum_{i=0}^n (Q_{oi} - Q_0)^2} \quad [1]$$

$$\text{Bias} = \left( \frac{\sum_{i=0}^n Q_{si}}{\sum_{i=0}^n Q_{oi}} \right) - 1 \quad [2]$$

که در آن  $Q_{si}$  و  $Q_{oi}$  مقادیر مشاهداتی و شبیه‌سازی شده و  $Q_0$  مقدار دبی متوسط مشاهداتی می‌باشد. در معیار ناش-ساتکلیف،

### تهیه نقشه شماره منحنی حوزه

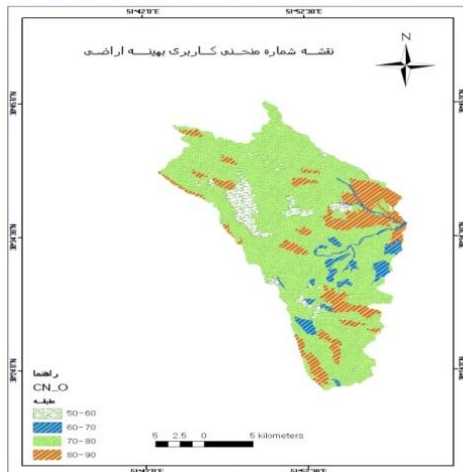
شماره منحنی پارامتر بی‌بعدی است که در روش SCS برای تعیین پارامتر اتلاف اولیه کاربرد دارد. برای تهیه نقشه شماره منحنی، نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک با کاربری اراضی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تلفیق شد و سپس با استفاده از جداول مربوط به تعیین شماره منحنی (۶)، امتیازدهی انجام و سپس میانگین امتیازات کسب شده به‌عنوان شماره منحنی هر کاربری تعریف گردید. آن‌گاه شماره منحنی متوسط وزنی در هر زیرحوزه محاسبه گردید.

### اجرای مدل HEC-HMS در شرایط کاربری فعلی اراضی

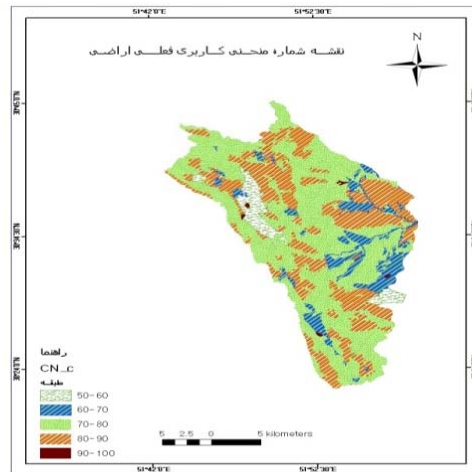
پس از ورود داده‌ها و تکمیل مدل حوزه، مدل هواشناسی و شاخص‌های کنترلی، مدل HEC-HMS برای داده‌های بارش-رواناب مشاهده شده اجرا و هیدروگراف شبیه‌سازی شده مدل به‌دست آمد. تمام رویدادهای مشاهده شده در شرایط رطوبت پیشین متوسط خاک روی داده بودند، بنابراین مدل نیز در شرایط متوسط اجرا شد.

### آنالیز حساسیت مدل نسبت به تغییر پارامترها

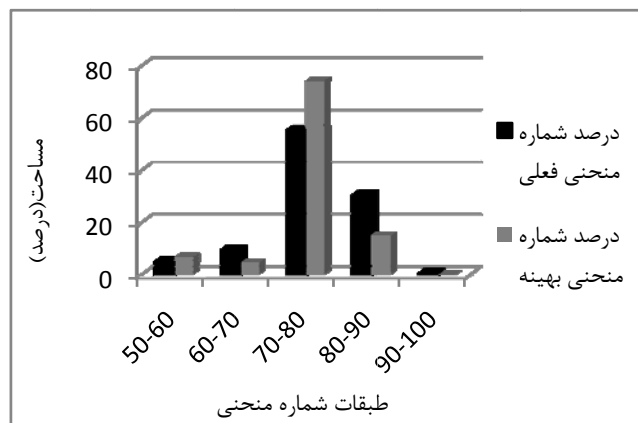
آنالیز حساسیت، شدت تغییر یک عامل وابسته با توجه به تغییر یک عامل مستقل را بررسی می‌کند. بدین منظور منحنی تغییرات



شکل ۴. نقشه شماره منحنی بهینه اراضی



شکل ۳. نقشه شماره منحنی فعلی اراضی



شکل ۵. مقایسه درصد مساحت شماره منحنی مربوط به کاربری فعلی و بهینه

$b$  ضرائب ثابت معادله است. در مختصات لگاریتمی مقدار ضریب  $a$  فاصله قائم محل تقاطع خط بهترین برازش با محور قائم تا مبدأ مختصات است و مقدار نمای  $b$  برابر با شیب خط بهترین برازش است.

### نتایج و بحث

نقشه شماره منحنی جهت کاربری فعلی و شرایط بهینه اراضی

از مقایسه نتایج حاصل از نقشه‌های تهیه شده شماره منحنی فعلی (شکل ۳) و شماره منحنی بهینه (شکل ۴) و تعیین مساحت کاربری‌های مختلف نتایج به صورت هیستوگرام (شکل ۵) بدست می‌آید.

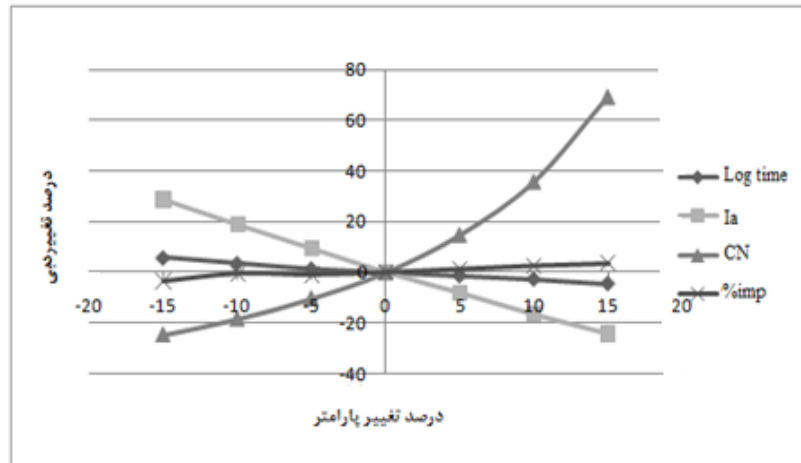
مقدار عددی یک نشان‌دهنده تطابق کامل هیدروگراف شبیه‌سازی شده و مشاهداتی است. در صورتی که هر چه میزان اریبی مدل در برآورد حجم جریان کمتر باشد کارایی مدل بالاتر خواهد بود. سرانجام پس از اعتبارسنجی و برآورد اریبی، مدل برای شرایط بهینه نیز اجرا گردید.

### منحنی سنج رسوب

برای ترسیم منحنی سنج رسوب از روش اداره احیای اراضی امریکا (USBR) استفاده می‌شود.

$$Q_s = aQ_w^b \quad [3]$$

در روابط فوق  $Q_s$  غلظت رسوب بر حسب میلی‌گرم در لیتر یا تن در روز؛  $Q_w$  دبی جریان بر حسب مترمکعب بر ثانیه؛ و  $a$  و



شکل ۶. منحنی تغییرات مدل به ازای تغییر در پارامترها (Lag time زمان تأخیر، Ia تلفات اولیه، CN شماره منحنی، %imp درصد نفوذناپذیری)

جدول ۱. نتایج اعتباریابی مدل با رویداد ۱۳۸۲/۱۰/۱۹

پارامتر	مشاهده شده	شبیه‌سازی شده	درصد اختلاف
دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه)	۵۶/۳	۶۰/۳	۷/۱
حجم سیل (هزار مترمکعب)	۶۱۰۷/۰۴	۴۹۳۹/۸	-۱۹/۱۱

متوسط اجرا شد.

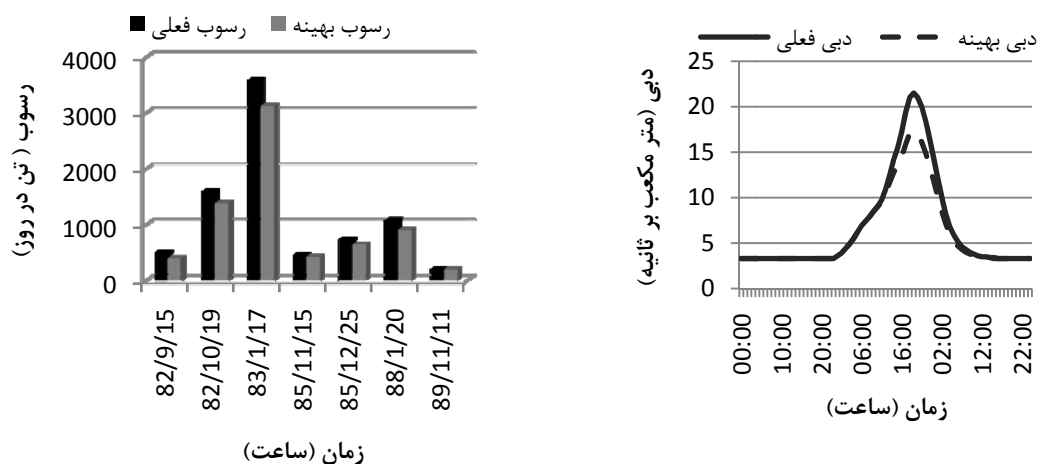
برای تعیین پارامترهای مناسب جهت واسنجی مدل، از آنالیز حساسیت استفاده شد. برای این منظور آنالیز حساسیت برای چهار پارامتر شماره منحنی، زمان تأخیر، درصد نفوذناپذیری و تلفات اولیه انجام گرفت. شکل ۶ منحنی تغییرات مدل به ازای تغییر در هر یک از پارامترها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد شماره منحنی و تلفات اولیه، بیشترین حساسیت را دارا می‌باشند.

با استفاده از پارامترهای بهینه‌شده، مدل با رویدادهای ۱۳۸۲/۱۰/۱۹ و ۱۳۸۸/۱/۲۰ و ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ اعتباریابی شد که نتایج آن برای یکی از رگبارها در جدول ۱ ارائه شده است. پس از اعتبارسنجی مدل، CN مربوط به کاربری بهینه وارد مدل شده و اجرا می‌گردد. نتایج مربوط به اجرای مدل در شرایط کاربری فعلی و بهینه اراضی برای کلیه رگبارها انجام گردید که نتایج آن برای یک رگبار در شکل ۷ ارائه شده است.

همان‌گونه که در شکل‌های (۳، ۴ و ۵) مشاهده می‌شود، درصد مساحت مربوط به شماره منحنی‌های کمتر از ۸۰ در نقشه کاربری بهینه نسبت به کاربری فعلی بیشتر می‌باشد. همچنین درصد مساحت مربوط به شماره منحنی‌های بیشتر از ۸۰ یعنی شماره منحنی‌های بالا از نظر تولید رواناب در کاربری بهینه نسبت به کاربری فعلی کمتر می‌باشد. این بدین معنی است که مقدار کلی شماره منحنی (شماره منحنی وزنی) در شرایط بهینه (CN=۷۶/۷۲) کمتر از شرایط فعلی (CN=۷۸/۴۱) می‌باشد.

#### اجرای مدل HEC-HMS در شرایط کاربری فعلی و بهینه اراضی

پس از ورود داده‌ها و تکمیل مدل حوزه، مدل هواشناسی و شاخص‌های کنترلی، مدل HEC-HMS برای داده‌های بارش - رواناب مشاهده شده اجرا و هیدروگراف شبیه‌سازی شده مدل به دست آمد. تمام رویدادهای مشاهده شده در شرایط رطوبت پیشین متوسط خاک روی داده بودند، بنابراین مدل نیز در شرایط



شکل ۷. مقایسه هیدروگراف شبیه‌سازی در شرایط کاربری فعلی و بهینه اراضی  
شکل ۸. مقایسه رسوب کاربری فعلی و بهینه کاربری اراضی  
فعلی و بهینه اراضی رویداد ۱۳۸۲/۹/۱۵

جدول ۲. شاخص‌های RMSE و  $R^2$  جهت تعیین رابطه بهینه سنجه رسوب در حوزه آبخیز شور و شیرین

انواع منحنی سنجه	$R^2$	RMSE
یک خطی سالانه	۰/۶۵	۴۷۳/۷
حد وسط دسته	۰/۹۱	۸۱/۱
یک خطی سالانه (۷۰ درصد داده‌ها)	۰/۶۱	۱۶۰/۶
حد وسط دسته (۷۰ درصد داده‌ها)	۰/۹۸	۷۶۶/۳

جدول ۳. نتایج حاصل از برآورد رسوب در شرایط کاربری فعلی و بهینه اراضی

تاریخ	رسوب کاربری فعلی	رسوب کاربری بهینه	درصد اختلاف نسبی رسوب
۸۲/۹/۱۵	۵۰۶/۲	۳۹۷/۶	۲۱/۴
۸۲/۱۰/۱۹	۱۵۹۲/۰	۱۳۸۸/۰	۱۲/۸
۸۳/۱/۱۷	۳۵۸۴/۷	۳۱۲۹/۶	۱۲/۷۰
۸۵/۱۱/۱۵	۴۵۶/۸	۴۲۸/۴	۶/۲
۸۵/۱۲/۲۵	۷۳۸/۴	۶۴۶/۶	۱۲/۴
۸۸/۱/۲۰	۱۰۸۴/۹	۹۱۴/۲	۱۵/۷
۸۹/۱۱/۱۱	۲۰۶/۶	۱۹۹/۵	۳/۴

مطالعه با کل داده‌ها و ۷۰ درصد داده‌ها ترسیم شد. از بین منحنی سنجه‌های سالانه و حد وسط دسته، حد وسط با در نظر گرفتن کل داده‌ها با توجه به معیار RMSE طبق جدول ۲ برای

نتایج حاصل از برآورد رسوب در شرایط کاربری فعلی و بهینه اراضی در این قسمت منحنی سنجه‌های سالانه و حد وسط حوزه مورد

تناسب اراضی نسبت به کاربری فعلی شده است و بیان کننده این است که مقدار افزایش یا کاهش ارتفاع رواناب و رسوب تابعی از شماره منحنی حوزه می باشد. همچنین نتایج نشان می دهد که رسوب برآورد شده در دو شرایط با یکدیگر تفاوت داشته و رسوب برآوردی به میزان متوسط ۱۲ درصد، در شرایط کاربری بهینه کمتر از شرایط فعلی اراضی می باشد. کاهش دبی اوج و میزان رسوب در شرایط بهینه اراضی نسبت به شرایط کاربری فعلی بیان کننده این مطلب است، که تغییر کاربری اراضی و نوع کاربری مورد استفاده نقش بسزایی در کاهش یا افزایش ارتفاع رواناب و در نتیجه دبی اوج سیلاب و میزان رسوبزایی حوزه دارد.

برآورد رسوب معلق معتبرتر است. پس از برآورد دبی شبیه سازی در مراحل قبل و ترسیم منحنی سنج رسوب مقدار دبی های شبیه سازی شده در هر رویداد را در معادله به دست آمده از منحنی سنج قرار داده و مقادیر رسوب در هر دو حالت کاربری فعلی و بهینه اراضی برآورد می گردد. نتایج مربوط در جدول ۳ و شکل ۸ ارائه شده است.

نتایج نشان می دهد که هر چند تفاوت چشمگیری در شماره منحنی های وزنی حوزه در هر دو شرایط کاربری فعلی و تناسب اراضی مشاهده نشد، اما تأثیر این عامل در ارتفاع رواناب و رسوب برآوردی برای هر دو شرایط مورد مطالعه مشهود بوده و باعث کاهش ارتفاع رواناب و رسوب در شرایط

### منابع مورد استفاده

۱. آقا رضی، ح.، ا. نجیمی، و ا. مرادی نژاد. ۱۳۸۸. نقش کاربری اراضی و شیب در تولید رواناب، مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲ تا ۳ اردیبهشت ۱۳۸۸.
۲. تلوری، ع. ۱۳۷۵. *مدل های هیدرولوژی به زبان ساده*، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، تهران.
۳. سعادت، ح.، ش. ع. غلامی، ف. شریفی و س. ع. ایوب زاده. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی در رواناب سطحی مدل شبیه سازی، مجله منابع طبیعی ایران (۲) ۵۹: ۳۱۳-۳۰۱.
۴. سعیدیان، ح. و ح. مرادی. ۱۳۹۰. بررسی برخی شاخص های خاک و کاربری اراضی در سازند گچساران با استفاده از رگرسیون چند متغیره. مجله پژوهش های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) شماره ۹۰: ۷۸-۸۶.
۵. غفاری، گ. ج. قدوسی و ح. احمدی. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر پاسخ های هیدرولوژی حوضه آبخیز (مطالعه موردی: حوضه آبخیز زنجان رود). مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک (۱) ۱۶: ۱۸۰-۱۶۳.
۶. مهدوی، م. ۱۳۸۱. *هیدرولوژی کاربردی*. چاپ سوم، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
۷. هادیانی، م. ۱۳۸۶. نقش تغییر کاربری اراضی بر دبی سیلاب های منطقه ای. مجله محیط شناسی (۴۲) ۱۶: ۳۳-۹.
8. Choi, W. and B. Deal. 2008. Assessing hydrological impact of potential land use change through hydrological and land use change modeling for the Kishwaukee River basin (USA). *J. Environ. Manage.* 88 : 1119-1130.
9. Gao, Q., M. Kang, H. Xu, Y. Jiang and J. Yang. 2010. Optimization of land use structure and spatial pattern for the semi-arid loess hilly-gully region in China. *CATENA* 81: 196-202.
10. Lin, Y., N. Hong, P. Wu, C. Wu and P. Verburg. 2007. Impacts of land use change scenarios on hydrology and land use patterns in the Wu-Tu watershed in Northern Taiwan. *Landscape Urban Plan* 80: 111-126.
11. Niehoff, D., U. Fritsch and A. Bronstert. 2002. Land-use impacts on storm-runoff generation: scenario of land-use change and simulation of hydrological response in a meso-scale catchment in SW-Germany. *J. Hydrol.* 267. 80-93.
12. Notebaert, B., G. Verstraeten, P. Ward, H. Renssen and A. V. Rompaey. 2011. Modeling the sensitivity of sediment and water runoff dynamics to Holocene climate and land use changes at the catchment scale. *Geomorphology* 126: 18-31.
13. Nunes, A. N., C. António, A. C. de Almeida., and C O A. Coelho. 2011. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. *Appl Geogr.* 31: 687-69.



14. Selby, M. J. 1994 Hillslop sediment transport and deposition. Sediment transport depositional processes, Blackwell, 61-87.
15. Suwanwerakamtorn, R., 1994. GIS and hydrobgic modelling for management of small watersheds. ITC J. 4: 343-349.
16. Xiaoming, Z., C. Wenhong, G. Qingchao and W. Sihong. 2010. Effects of landuse change on surface runoff and sediment yield at different watershed scales on the Loess Plateau. J. Sediment Res. 25: 283-293.