



پرویشگاه علوم انسانی ومطالعات فرہنگی  
پرتال جامع علوم انسانی





Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

## Geography and Environmental Hazards

Volume 11, Issue 3 - Number 43, Fall 2022


<https://geoeh.um.ac.ir>

 <https://doi.org/10.22067/geoeh.2021.73198.1123> 

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهارم و سوم، پاییز ۱۴۰۱، صص ۱۶۱-۱۴۷

مقاله پژوهشی

### بررسی نقش کاربری بهینه اراضی در تولید رواناب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نهر اعظم شیراز)

 محمدتقی دستورانی<sup>۱</sup> - استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
 محمود رضا براهیمی - کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران  
 علی‌اکبر کریمیان - دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران  
 امیر اسماعیل پور زرمهری - کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۴      تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۹/۲۴      تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۹/۲۸

#### چکیده

تغییر کاربری اراضی یکی از فاکتورهای مهم در تغییر وضعیت هیدرولوژیکی جریان، فرسایش و رسوب و گاهی اوقات منجر به مشکلات جدی در شرایط اکولوژیکی می‌گردد. هدف از این پژوهش بررسی وضعیت تبدیل بارش به رواناب حوزه در شرایط کاربری فعلی نسبت به شرایط بهینه است. بدین منظور پس از تهیه نقشه کاربری اراضی فعلی و نقشه توان اکولوژیکی حوزه (کاربری بهینه) اثرات کاربری اراضی روی تولید رواناب حوزه آبخیز نهر اعظم شیراز به وسیله اجرای مدل هیدرولوژیکی SCS (روش سرویس حفاظت خاک آمریکا) در دو حالت کاربری فعلی و بهینه مورد بررسی قرار می‌گیرد. مقایسه سطوح کاربری‌ها در هر دو شرایط نشان می‌دهد که در کل در وسعت اراضی کشاورزی تغییر چندانی حاصل نشده است؛ اما در شرایط بهینه نسبت به شرایط فعلی ۸/۱ درصد از سطح اراضی شهری کاهش یافته و ۱۷/۱۸ درصد به سطح اراضی مرتعی افزوده می‌شود. همچنین نتایج نشان دهنده مقدار متوسط شماره منحنی ۸۲/۶ برای کاربری‌های فعلی و ۷۵/۲ برای کاربری‌های بهینه است. نتایج حاصل از برآورد ارتفاع رواناب در دو شرایط

Email: [dastorani@um.ac.ir](mailto:dastorani@um.ac.ir)

۱ نویسنده مسئول : ۰۹۱۳۳۵۷۵۴۲۵

نحوه ارجاع به این مقاله:

دستورانی، محمدتقی؛ براهیمی، محمودرضا؛ کریمیان، علی‌اکبر؛ اسماعیل پور زرمهری، امیر. (۱۴۰۱). بررسی نقش کاربری بهینه

اراضی در تولید رواناب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نهر اعظم شیراز). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۱(۳)، صص ۱۶۱-۱۴۷  
<https://doi.org/10.22067/geoeh.2021.73198.1123>

موردبررسی نشان می‌دهد که درصد کاهش ارتفاع رواناب در شرایط بهینه نسبت به فعلی با افزایش دوره بازگشت کمتر می‌شود، به طوری که بیشترین درصد کاهش ارتفاع رواناب مربوط به دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰ و ۲۵ سال به ترتیب با ۳۷/۴۷، ۲۹/۹۷، ۲۶/۵۴ و ۲۳/۳۲ درصد است. این نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی به منظور کاربری اراضی بر اساس استعداد آن‌ها نقش قابل توجهی در کاهش خسارات سیل و نیز هدررفت رواناب‌ها دارد.

**کلیدواژه‌ها:** کاربری اراضی، رواناب، شماره منحنی (CN)، توان اکولوژیک.

#### ۱- مقدمه

محیط‌زیست طبیعی جهان توان اکولوژیکی محدودی برای استفاده انسان دارد. در برخی از محیط‌ها طبیعت با کمترین خسران مهیای بالاترین توسعه است و در برخی دیگر کمترین توسعه در آن منجر به خرابی محیط‌زیست می‌شود. این معنا بیان‌کننده این است که برای انجام توسعه در محیط‌زیست پیش از برنامه‌ریزی، باید به ارزیابی توان اکولوژیکی آن در چارچوب یک برنامه جامع منطقه‌ای پرداخت. هادیانی (۱۳۸۶)، در بررسی نقش کاربری اراضی بر دبی سیلاب‌های منطقه‌ای در حوزه آبخیز مادر سو با روش SCS به این نتیجه رسید که تخریب شدید و تغییر کاربری اراضی در این حوزه، به‌ویژه در مناطق با گروه‌های هیدرولوژیکی خاک C و D سبب شده است دبی حداکثر سیلاب ناشی از کاربری فعلی اراضی (در وضعیت رطوبت پیشین خاک II و III) نسبت به دبی پیش‌بینی شده ناشی از استفاده از اراضی به تناسب توانایی آن‌ها تا بیش از ۷۰٪ افزایش یابد. علاوه بر آن بیشترین نقش کاربری اراضی در افزایش دبی سیلاب در وضعیت رطوبت پیشین متوسط است. در این حالت با استفاده از داده‌های بارندگی و جریان مشاهداتی نسبت به واسنجی مدل<sup>۱</sup> HEC-HMS اقدام و به وسیله آن (CN) محاسبه شدند، نتایج مربوط به برآورد شماره منحنی توسط مدل گفته شده با نتایج مربوط به روش مشاهده شده سازگاری نشان داد. **رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۳)**، تغییرات کاربری باغ، دیم و بایر را در طی سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ در حوزه آبخیز سد علویان مراغه در مقدار رواناب و سیل‌خیزی حوضه موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد با افزایش مساحت کاربری مرتع در سال ۲۰۱۳ مقدار رواناب در حوزه ۱۴٪ کاهش یافته است. **فرضی و همکاران (۱۳۹۴)**، تأثیر کاربری اراضی مرتع و زراعت را در تولید رواناب و رسوب با استفاده از شبیه‌ساز باران در طبقات شیب ۱۰-۰، ۳۰-۱۰ و بالای ۳۰ درصد را در حوزه آبخیز صنوبر تربت‌حیدریه بررسی کردند. نتایج نشان داد که مقدار رواناب و رسوب در کاربری مرتع در مقایسه با کاربری زراعت بیشتر بود. تغییر کاربری اراضی یکی از فاکتورهای مهم در تغییر وضعیت هیدرولوژیکی، فرسایش حوزه بوده و باعث خسارت زیست‌محیطی می‌شود. **شایسته و ابدیان (۱۳۹۸)**، آثار تغییر کاربری اراضی در دوره زمانی (۱۳۷۳-۱۳۹۴) بر روی عمق و حجم رواناب با استفاده از مدل<sup>۲</sup> L-THIA در حوزه

1 The Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System

2 Long-Term Hydrological Impact Assessment

آبخیز زیارت بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در اثر تغییر کاربری عمق رواناب تولیدی به طور متوسط ۱۴/۲ میلی‌متر در طی ۲۱ سال، زمان، عمق رواناب تولیدی در حوضه به طور متوسط افزایش پیدا کرده است. **بیلز و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۸۱)**، با مطالعه ۵۸۵ سیلاب مشاهداتی از ۳۶ حوزه آبخیز نشان دادند که رواناب حاصل از بارندگی نسبت به تغییرات شاخص شماره منحنی (CN) بسیار حساس است. لذا با مطالعه ۱۵ خصوصیت فیزیکی حوزه به این نتیجه رسیدند که کاربری اراضی و خصوصیات فیزیکی خاک مهم‌ترین عوامل در تعیین شماره منحنی حوزه هستند. **یشواتسفا و باردوسی<sup>۲</sup> (۲۰۰۴)**، با استفاده از یک مدل توصیفی بارش-رواناب به بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر میزان رواناب پرداختند و به این نتیجه رسیدند که توسعه شهری سبب افزایش دبی اوج سیل می‌شود و در مقابل افزایش اراضی جنگلی کاهش دبی اوج را به دنبال دارد. ارزیابی اثرات تغییرات زیست‌محیطی گوناگون روی عکس‌العمل‌های هیدرولوژیکی حوزه‌ها یکی از زمینه‌های مهم در تحقیقات در دهه‌های اخیر بوده است. علاوه بر آب و هوا، کاربری اراضی یکی از فاکتورهای اساسی کنترل رفتار هیدرولوژیکی حوزه‌ها است (**هورمان و همکاران<sup>۳</sup>، (۲۰۰۵)**). برخلاف ویژگی‌های عمدتاً ثابت حوزه (مثل خصوصیات خاک و توپوگرافی و شکل)، کاربری اراضی به علت تغییرپذیری سریع خود ممکن است زمینه‌ساز تغییرات کوتاه‌مدت و شدید در چرخه هیدرولوژیکی حوزه باشد. بنابراین، عموماً فرض می‌شود که تغییر کاربری اراضی علت اصلی تغییر در پویایی هیدرولوژیکی حوزه‌ها است (**هویمان و همکاران<sup>۴</sup>؛ (۲۰۰۹)**). **یئو و گلدمن<sup>۵</sup> (۲۰۰۹)**، رابطه بین دبی پیک رواناب و الگوهای کاربری اراضی را در حوزه‌ای در جنوب غرب اوهایو در ایالات متحده آمریکا مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دادند و به وجود رابطه قوی بین دبی پیک رواناب و نوع کاربری اراضی حوزه اشاره کردند. تغییر کاربری اراضی می‌تواند ناشی از تغییرات آب و هوایی، اقدامات سیاسی، شرایط اقتصادی-اجتماعی و تغییرات جمعیت شناختی باشد (**آلفرت و همکاران<sup>۶</sup>؛ (۲۰۱۰)**). **آلفرت و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۰)** با شبیه‌سازی اثرات گذشته و شرایط احتمالی آینده مربوط به تغییرات کاربری اراضی روی عکس‌العمل هیدرولوژیکی حوزه آبریز رودخانه هانت در شمال آلمان با استفاده از مدل فرآیند محور شبیه‌سازی بیلان آبی<sup>۷</sup> (WaSiM-ETH) به این نتیجه رسیدند که مدل به اندک تغییرات مشاهده شده در آخرین دهه از قرن بیستم به شدت حساس است. همچنین نتایج نشان داد که مدل به پوشش زمین نسبت به سناریوهای مختلف، حساسیت بیشتری دارد.

1 Bales and Beston

2 Yeshewatesfa and Bardossy

3 Hörmann et al

4 Huismann et al

5 Yeo and Guldman

6 Elfert et al

7 Water Balance Simulation Model

ساندار کومار و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) در تجزیه و تحلیل رواناب برای حوزه آبخیز با استفاده از روش SCS-CN<sup>۲</sup> و GIS<sup>۳</sup> به این نتیجه رسیدند که:

۱. GIS یک ابزار کارآمد برای آماده‌سازی بیشتر اطلاعات ورودی مورد نیاز برای مدل SCS است.

۲. ترکیب سنجش از دور و مدل SCS، برآورد رواناب را با دقت و سرعت بیشتری انجام می‌دهد.

**زنگ و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۰)**، اثرات تغییر کاربری اراضی روی تولید رواناب و رسوب در چهار حوزه آبخیز واقع در کشور چین را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از به ترتیب کاهش ۲۰ تا ۱۰۰ درصد و ۱۰ تا ۱۰۰ درصد میزان رواناب و رسوب در اثر تغییر کاربری به اراضی جنگل کاری شده و اراضی زراعی تراس بندی شده بود. **اوجی و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۲)**، تأثیر مدیریت کاربری اراضی را روی کاهش رواناب سطحی در حوزه جاجرود استان تهران بر اساس سه سناریوی مختلف بررسی کردند. نتایج نشان داد که استفاده بهینه از اراضی (کاربری بر اساس استعداد زمین) می‌تواند رواناب سطحی را تا حدود ۷۳ درصد کاهش دهد. **مرکادو و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۷)**، تأثیر توسعه اراضی بر رواناب ناشی از بارش در کاربری‌های جنگل، اراضی کشاورزی پارکینگ‌ها، مناطق مسکونی، اراضی لخت، گراسلندها و جاده‌ها در منطقه ژیونجی کره جنوبی در طی ژوئن سال ۲۰۱۱ تا دسامبر سال ۲۰۱۵ با استفاده از مدل PCSWMM<sup>۷</sup> بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیشترین مدت زمان رواناب در سال ۲۰۱۵ با ۲۶ ساعت و کمترین مدت زمان رواناب در سال ۲۰۱۱ با مقدار برابر با ۶۳ ساعت بود. بیشترین حجم رواناب در سال ۲۰۱۳ با مقدار برابر با  $\log_{10} m^3/4$  بود. این امر ناشی از افزایش مساحت اراضی لخت در سال ۲۰۱۳ در مقایسه با دوره‌های دیگر بود. **شرستا و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۲۱)**، تأثیر تغییر کاربری اراضی ناشی از شهرسازی بر رواناب سطحی با استفاده از GIS<sup>۹</sup> و روش SCS-CN<sup>۱۰</sup> در طول سال‌های ۱۹۸۰، ۱۹۹۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ برای رویدادهای بارشی با دوره بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ ساله در ژامین چین را شبیه‌سازی کردند. نتایج برای تمامی دوره‌های بازگشت مذکور نشان داد که در بین تمامی دوره‌ها، دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۵ بیشترین تغییرات رواناب و دوره ۱۹۸۰-۱۹۹۰ کم‌ترین تغییرات را دارا بودند. پژوهش حاضر به دنبال آن است که وضعیت رواناب در حوزه را در شرایط کاربری فعلی اراضی نسبت به شرایط بهینه کاربری اراضی که بر اساس توان اکولوژیکی حوزه تعیین می‌گردد، مورد ارزیابی قرار دهد.

1 Sundar Kumar

2 Soil Conservation Service-Curve Number

3 Geographic Information System

4 Zang et all

5 Owji et all

6 Mercado et all

7 The Personal Computer Storm water Management Model

8 Shrestha et all

9 Geographic Information System

10 Soil Conservation Service-Curve Number

## ۲- مواد و روش‌ها

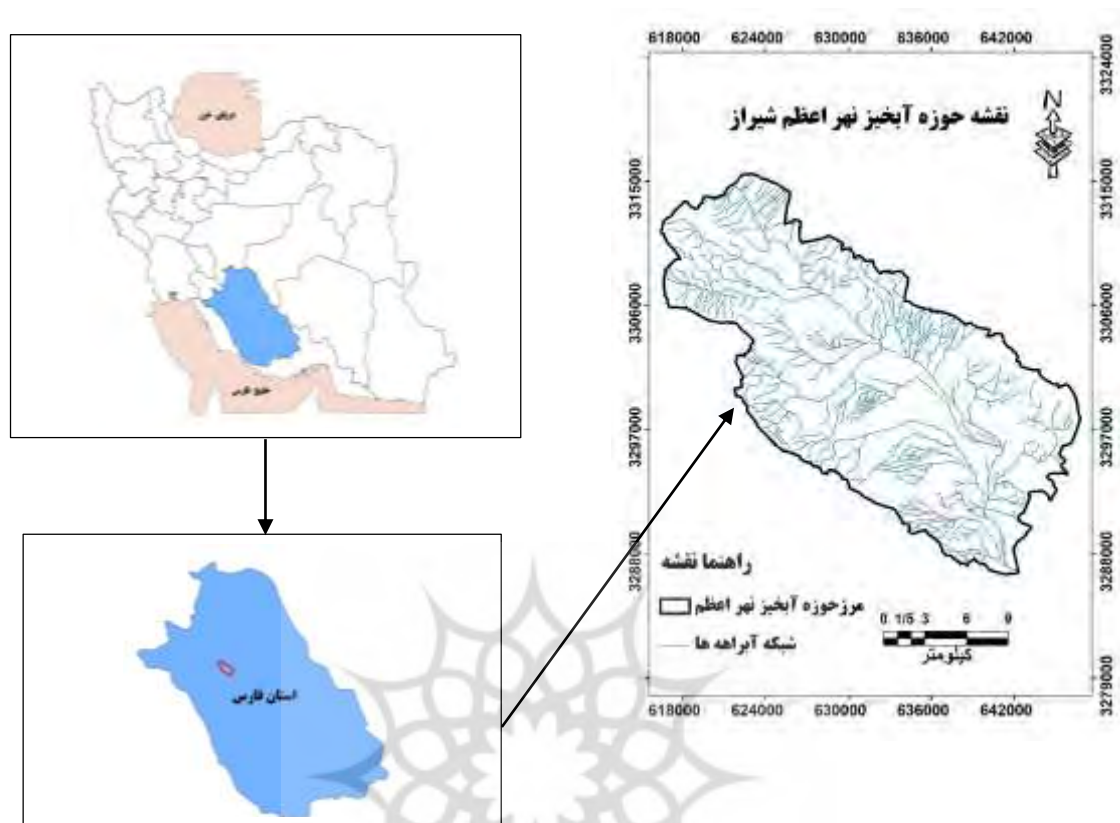
## ۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز نهرا عظم یکی از زیرحوزه‌های حوزه آبخیز رودخانه خشک شیراز است، که در شمال غرب شهر شیراز واقع شده است. حوزه نهرا عظم بین طول‌های جغرافیایی  $13^{\circ}12'12''$  تا  $13^{\circ}15'13''$  طول شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $29^{\circ}42'10''$  الی  $29^{\circ}42'57''$  عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). این حوزه دارای یک ایستگاه باران‌سنجی بوده و در خروجی حوزه نیز یک ایستگاه هیدرومتری وجود دارد. متوسط بارندگی سالانه حوزه  $592/37$  میلی‌متر است و اقلیم حوزه بر اساس داده‌های ایستگاه باران‌سنجی مستقر در داخل حوزه و با روش دومارتن نیمه مرطوب ارزیابی شده است. حداقل و حداکثر ارتفاع در حوزه نهرا عظم به ترتیب  $1658$  و  $3001$  متر از سطح دریا می‌باشد و شیب متوسط حوزه نیز  $23/37$  درصد است (مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان فارس،  $1381$ )

## ۲-۲- روش انجام پژوهش

## ۲-۲-۱- تهیه نقشه کاربری فعلی اراضی

به منظور تهیه نقشه کاربری فعلی اراضی ابتدا به کمک نقشه‌های رقومی توپوگرافی  $1:25000$  (سازمان نقشه برداری کشور)، نقشه Dem با اندازه سلول  $10$  متر در محیط Arc GIS 9.3 برای حوزه آبخیز نهرا عظم شیراز نقشه اولیه تهیه گردید، سپس با استفاده از آن نقشه‌های طبقات ارتفاعی، شیب و جهت شیب ایجاد شد. با تلفیق نقشه‌های مذکور (طبقات ارتفاعی، شیب و جهت شیب)، نقشه واحدهای اراضی حوزه به دست آمد. کاربری فعلی واحدهای اراضی در حوزه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در گوگل ارث مشخص گردید. در نهایت نقشه نهایی کاربری اراضی منطقه (شکل ۲) با دقت بالا با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 9.3 پس از انجام بازدید صحرایی و مقایسه با نقشه کاربری اراضی تهیه شده توسط اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس تهیه گردید.



شکل ۱- نقشه موقعیت حوزه آبخیز نهر اعظم در استان فارس



شکل ۲- نقشه کاربری فعلی اراضی در حوزه نهر اعظم شیراز



## ۲-۲-۲- تهیه نقشه توان اکولوژیکی (کاربری بهینه) حوزه

شناسایی منابع سرزمین گام اول ارزیابی و برنامه‌ریزی سرزمین می‌باشد. لذا بایستی در ابتدا مطالعات فیزیوگرافی، هواشناسی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، خاک و پوشش گیاهی انجام گردد و به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از نقشه‌های موضوعی در رابطه با منابع اکولوژیکی حوزه آبخیز روش سیستمی مورد استفاده قرار گیرد. پس از جمع‌بندی و تحلیل داده‌ها، مرحله دوم ارزیابی توان اکولوژیک است که با استفاده از تصحیح نقشه‌ها و ترکیب آن‌ها صورت می‌گیرد. بدین نحو که منابع اکولوژیک حوزه آبخیز با ترکیب پارامترهای تشکیل دهنده اکوسیستم با یکدیگر معین گردیده و مرز اکوسیستم‌ها بر روی نقشه مشخص می‌شود. واحدهای به دست آمده از این ترکیب‌ها را یگان‌های زیست‌محیطی می‌نامند (مخدوم، ۱۳۸۱). مدل مورد استفاده در این تحقیق جهت ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین، مدل سیستمی مخدوم (۱۳۸۱) می‌باشد، که برای هریک از کاربری‌های جنگل، مرتع‌داری، فاریاب، کشاورزی دیم، توسعه شهری-روستایی و صنعتی، باغبانی، توریسم متمرکز، توریسم گسترده و حفاظت (رخنمون سنگی) با توجه به شرایط فیزیوگرافیکی و اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه در سه طبقه، شامل طبقه یک (توان بالا)، طبقه دو (توان متوسط)، طبقه سه (توان پایین) برای حوزه آبخیز نهر اعظم تدوین گردید. کار ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین با مقایسه ویژگی‌های اکولوژیکی هر واحد زیست‌محیطی با مدل اکولوژیکی کاربری‌ها به عمل آمد و توان سرزمین برای هریک از سناریوهای تعریف شده مشخص و در نهایت نقشه توان اکولوژیکی سرزمین برای حوزه مذکور تهیه گردید (شکل ۳). در این تحقیق کلیه نقشه‌های تلفیقی در محیط نرم‌افزار Arc Gis 9.3 تهیه و ترسیم شده است.

## ۲-۳- برآورد ارتفاع رواناب

به منظور بررسی نقش کاربری اراضی بر ارتفاع رواناب، در این تحقیق روش مدل شماره منحنی (SCS) مربوط به سازمان حفاظت خاک آمریکا که با توجه به وضعیت خاک، پوشش گیاهی، خصوصیات فیزیوگرافیک و در نهایت کاربری اراضی به برآورد ارتفاع رواناب می‌پردازد انتخاب شد. مراحل برآورد ارتفاع رواناب در این روش به شرح زیر است.

## ۲-۳-۱- برآورد شماره منحنی (CN)

یکی از عوامل مؤثر در برآورد شماره منحنی نفوذپذیری خاک است که از نظر توانایی در تولید هرز آب به ۴ گروه هیدرولوژیکی A، B، C و D تقسیم می‌شود، که A کم‌ترین توان تولید رواناب و D بیشترین توانایی تولید رواناب را دارا می‌باشد. پس از تهیه نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک (شکل ۴)، نقشه مذکور با نقشه‌های کاربری فعلی اراضی و توان اکولوژیک منطقه (کاربری بهینه) مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار GIS تلفیق شد و مقادیر شماره



منحنی برای هر یک از کاربری‌ها در هر دو حالت کاربری فعلی و بهینه و برای شرایط رطوبت پیشین متوسط خاک برآورد گردید. سپس نقشه شماره منحنی برای هر دو شرایط کاربری فعلی و بهینه تهیه و در نهایت مقادیر متوسط وزنی شماره منحنی حوزه برای هر دو شرایط کاربری برآورد گردید (شکل‌های ۵ و ۶).

### ۲-۳-۲- برآورد میزان تلفات (S)

مقدار تلفات کل یا (S) را پس از محاسبه شماره منحنی (CN)، از رابطه ۱ بر حسب میلی‌متر برای هر دو شرایط کاربری فعلی و کاربری متناسب با توان اکولوژی برآورد گردید.

رابطه (۱)

$$S=(25400/CN)-254$$

که در این رابطه مقدار تلفات کل (S) بر حسب میلی‌متر است (مهدوی، ۱۳۹۲).

### ۲-۴- محاسبه ارتفاع رواناب

جهت برآورد ارتفاع رواناب از داده‌های بارش حداکثر ۲۴ ساعته ایستگاه هواشناسی حوزه مورد مطالعه برای یک دوره آماری ۳۷ ساله استفاده گردید. مراحل آماده‌سازی داده‌های مورد نظر برای برآورد ارتفاع رواناب به شرح زیر می‌باشد:

الف) انتخاب بهترین توزیع آماری: در هیدرولوژی سعی می‌شود برای داده‌ها توابع احتمالاتی مناسبی پیدا و رسم شود تا از روی آن‌ها بتوان مقدار متغیر مورد نظر را به ازای احتمالات مختلف محاسبه کرد (مهدوی، ۱۳۹۲). امروزه نرم‌افزارهای کامپیوتری در اختیار است که علاوه بر برازش و ارائه نمایه‌های نکویی برازش، مقادیر متغیر را به ازای آن توزیع در احتمالات مختلف محاسبه می‌کند. لذا با استفاده از نرم‌افزار آماری EasyFit 5/5 professional داده‌های مورد نظر با آزمون برازش نکویی کلموگروف-اسمیرنوف مورد برازش قرار داده شده و بهترین توزیع آماری برای داده‌های مورد مطالعه، یعنی توزیع گامای ۳ پارامتره<sup>۱</sup> انتخاب شد.

ب) آنالیز فراوانی وقایع: هدف از تحلیل فراوانی وقایع در هیدرولوژی به دست آوردن احتمال وقوع یک حادثه مثل حداکثر بارش ۲۴ ساعته، حداکثر لحظه‌ای سیلاب و غیره می‌باشد (مهدوی، ۱۳۹۲). بدین منظور و پس از مشخص شدن نوع توزیع مناسب، مقادیر بارش حداکثر ۲۴ ساعته حوزه مورد مطالعه برای دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله با استفاده از نرم‌افزار مذکور و توزیع گامای ۳ پارامتره محاسبه گردید.

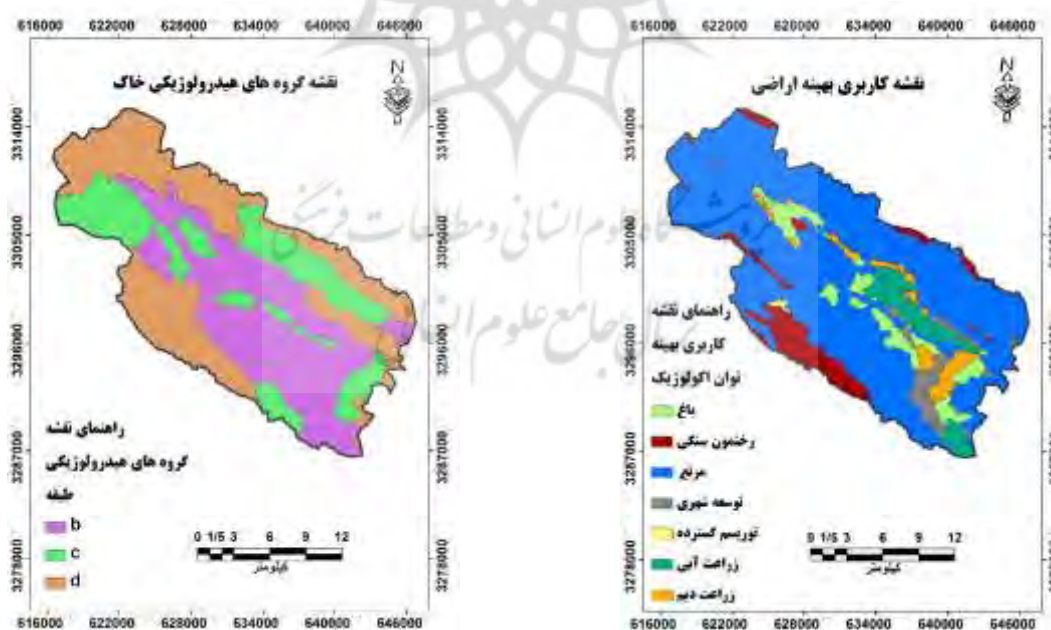
پس از تعیین بارش حداکثر ۲۴ ساعته با دوره بازگشت‌های مختلف ارتفاع رواناب برای دوره بازگشت‌های مورد نظر در هر دو حالت کاربری فعلی و بهینه با استفاده از فرمول زیر (رابطه ۲) برآورد گردید:

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \quad \text{و} \quad p > 0.2S \quad \text{رابطه (۲)}$$

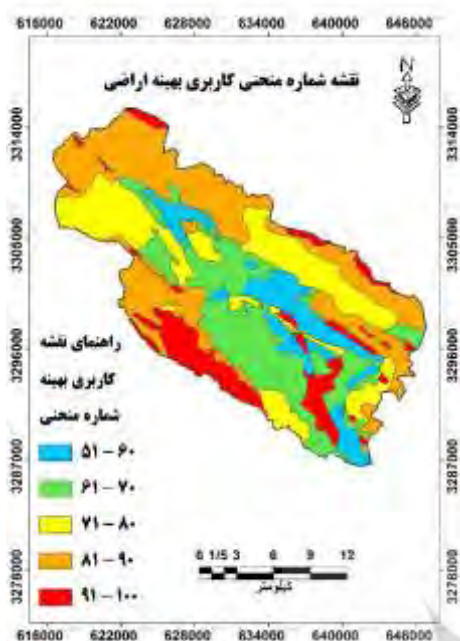
که در آن Q: ارتفاع رواناب بر حسب میلی متر، P: ارتفاع بارندگی ۲۴ ساعته به میلی متر و S: حداکثر توان نگهداری مربوط به ایترسپشن و نفوذ در خاک و ذخیره سطحی می باشد (مهدوی، ۱۳۹۲).

### ۳- نتایج و بحث

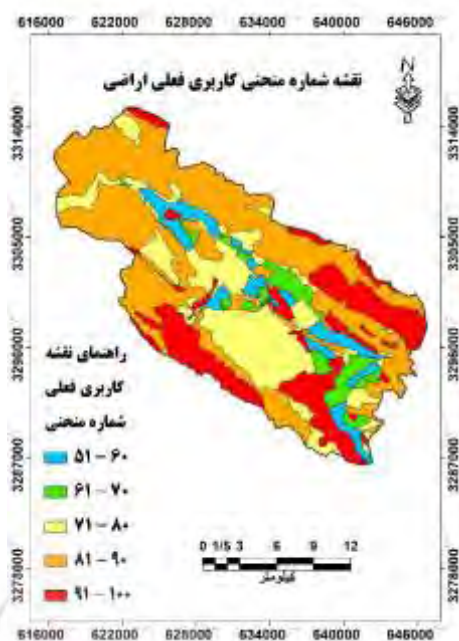
با توجه به شکل ۳ از نظر توان اکولوژیکی بیشترین بخش حوزه را کاربری مرتع به خود اختصاص داده است و اراضی کشاورزی از این نظر در رده دوم قرار دارد. کاربری‌های توسعه شهری و صنعتی وسعت کمتری را به خود اختصاص داده‌اند که این خود نشان‌دهنده این است که حوزه مورد مطالعه به صورت کلی توان بالایی برای مرتعداری و در رده بعدی توسعه کشاورزی دارد. خصوصیات خاک شامل بافت، ظرفیت و شدت نفوذ از مطالعات خاک‌شناسی رودخانه خشک شیراز (تهیه شده توسط اداره کل منابع طبیعی استان فارس) استخراج و براساس آن گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوزه آبخیز نهر اعظم تعیین و تفکیک گردید. همان‌طور که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در حوزه مورد مطالعه شامل گروه‌های b، c و d که به ترتیب میزان تولید رواناب آن‌ها متوسط، نسبتاً زیاد و خیلی زیاد است. شکل ۵ نشان می‌دهد که بیشترین طبقه شماره منحنی برای طبقه ۸۱-۹۰ است که نشان‌دهنده پتانسیل بالای حوزه برای تولید رواناب در شرایط کاربری فعلی اراضی است. براساس شکل ۶ مقدار شماره منحنی در این طبقه (۹۰-۸۱) در شرایط بهینه کاربری‌های کاهش خواهد یافت.



شکل ۳- نقشه کاربری بهینه اراضی در حوزه نهر اعظم شیراز شکل ۴- نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوزه



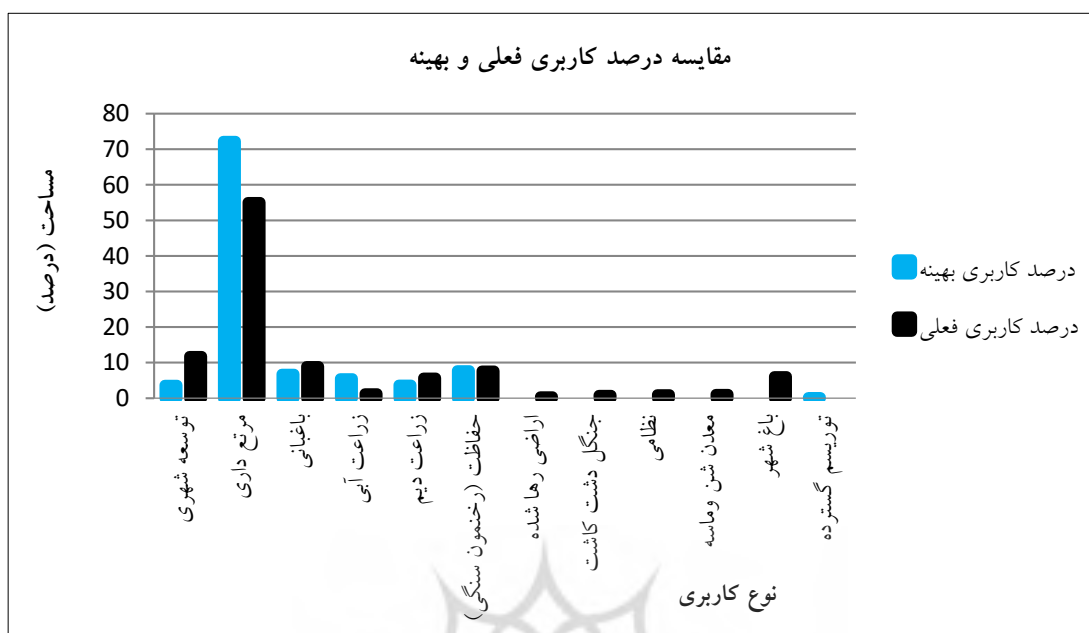
شکل ۶- نقشه شماره منحنی در حالت کاربری  
بهینه اراضی نهر اعظم شیراز



شکل ۵- نقشه شماره منحنی در حالت کاربری  
فعلی اراضی حوزه

### ۳-۱- نتایج حاصل از مقایسه کاربری فعلی و کاربری بهینه

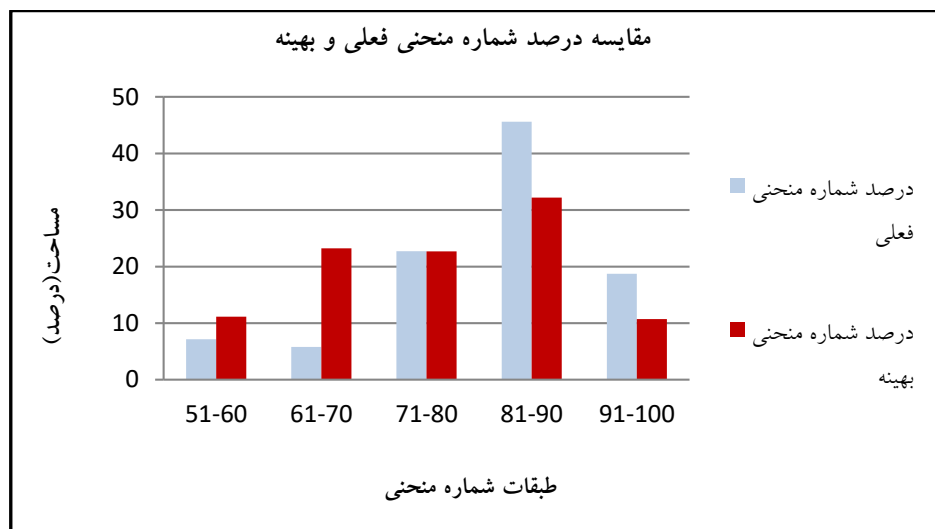
بررسی و مقایسه سطوح کاربری‌های دو نقشه نشان می‌دهد که در وسعت اراضی کشاورزی (باغات، زراعت آبی، زراعت دیم) تغییر چندانی حاصل نشده است؛ اما کاهش ۸/۱ درصد از سطح اراضی توسعه شهری و افزایش ۱۷/۱۸ درصد به سطح اراضی مرتعی در نقشه توان اکولوژیک نسبت به نقشه کاربری فعلی اراضی در حوزه نشان از توان پایین حوزه مورد مطالعه جهت توسعه شهری و توان بالای منطقه جهت کاربری مرتعی می‌باشد. این مطلب بیان کننده این نکته می‌باشد که توسعه شهری در سطح منطقه بدون توجه به توان اکولوژیکی حوزه مورد مطالعه صورت گرفته است (شکل ۷).



شکل ۷- مقایسه درصد مساحت کاربری‌ها در نقشه‌های کاربری فعلی و کاربری بهینه

### ۳-۲- نتایج حاصل از مقایسه وضعیت شماره منحنی

همان‌گونه که در شکل (۸) مشاهده می‌شود، درصد مساحت مربوط به شماره منحنی‌های کمتر از ۷۰ در نقشه کاربری بهینه نسبت به کاربری فعلی بیشتر می‌باشد. همچنین درصد مساحت مربوط به شماره منحنی‌های بیشتر از ۸۱ یعنی شماره منحنی‌های بالا از نظر تولید رواناب در کاربری بهینه نسبت به کاربری فعلی کمتر می‌باشد. داده‌های این شکل همچنین بیان می‌کند که مقدار کلی شماره منحنی (متوسط وزنی شماره منحنی) در شرایط بهینه ( $N=75/2$ ) کمتر از شرایط فعلی ( $CN=82/6$ ) می‌باشد.



شکل ۸- مقایسه درصد مساحت اراضی با طبقات مختلف شماره منحنی در نقشه‌های کاربری فعلی و کاربری

بهینه

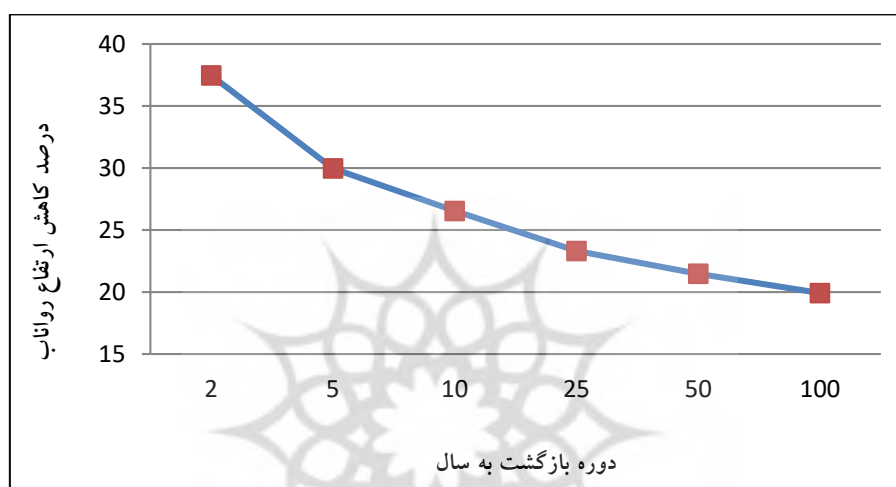
### ۳-۳- نتایج مربوط به ارتفاع رواناب در دو حالت کاربری بهینه و کاربری فعلی

**جدول (۱)** ارتفاع رواناب برآوردی حوزه را برای دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله در شرایط کاربری فعلی و کاربری بهینه نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود ارتفاع رواناب در حالت استفاده از اراضی با توجه به توان سرزمین (کاربری بهینه) کمتر از ارتفاع رواناب در شرایط کاربری فعلی می‌باشد. هر چند میزان این تفاوت با افزایش دوره بازگشت افزایش می‌یابد، ولی با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که درصد کاهش ارتفاع رواناب در شرایط بهینه نسبت به شرایط فعلی با افزایش دوره بازگشت کمتر می‌شود، به طوری که درصد کاهش ارتفاع رواناب مربوط به دوره بازگشت ۲ ساله ۳۷/۴۷ است که این مقدار در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله به ۱۹/۹۲ تقلیل می‌یابد. روند این کاهش در **شکل ۹** نمایش داده شده است.

این مطلب بیان‌کننده این نکته می‌باشد که تأثیر نوع کاربری‌ها در کاهش ارتفاع رواناب با افزایش دوره بازگشت کاهش می‌یابد و تأثیر عوامل دیگر مثل خصوصیات بارش بر ارتفاع رواناب در دوره بازگشت‌های بالا بیشتر از تغییر کاربری اراضی می‌باشد. ضمناً نتایج این تحقیق با نتایج زنگ و همکاران (۲۰۱۰) و اوجی و همکاران (۲۰۱۲) که کاهش قابل ملاحظه رواناب در حالت استفاده از اراضی بر اساس استعداد آن (کاربری بهینه اراضی) را نشان دادند هم راستا می‌باشد.

جدول ۱- ارتفاع رواناب برآوردی با مدل SCS در شرایط کاربری فعلی و بهینه اراضی در حوزه نهر اعظم شیراز

دوره بازگشت به سال (Tr)	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
در کاربری فعلی (میلی‌متر)	۲۴/۵۸	۴۱/۳۶	۵۳/۳۵	۶۸/۸۲	۸۰/۳۶	۹۱/۷۹
در کاربری بهینه (میلی‌متر)	۱۵/۳۷	۲۸/۹۷	۳۹/۱۹	۵۲/۸۷	۶۳/۱	۷۳/۵
میزان تفاوت (میلی‌متر)	۹/۲۱	۱۲/۳۹	۱۴/۱۶	۱۶/۰۵	۱۷/۲۶	۱۸/۲۹
درصد تفاوت	۳۷/۴۷	۲۹/۹۷	۲۶/۵۴	۲۳/۳۲	۲۱/۴۸	۱۹/۹۲



شکل ۹- روند کاهش ارتفاع رواناب حوزه در حالت کاربری بهینه نسبت به کاربری فعلی به ازاء افزایش دوره بازگشت

## ۴- جمع‌بندی

نتایج تحقیق نشان دهنده کاهش ارتفاع رواناب و به تبع آن مقدار دبی اوج سیلاب در شرایط کاربری بهینه نسبت به شرایط فعلی اراضی در حوزه نهر اعظم شیراز است. از دلایل این مطلب می‌توان به کاهش وسعت اراضی مسکونی در کاربری بهینه نسبت به کاربری فعلی، افزایش سطح مراتع و تا حدودی نیز افزایش سطح اراضی کشاورزی آبی (باغات و اراضی زراعی) در شرایط بهینه اشاره کرد. بدیهی است لحاظ شرایط مناسب کشت و کار در اراضی کشاورزی و همچنین لحاظ اصول صحیح مرتعداری در اراضی مرتعی در شرایط بهینه نسبت به شرایط فعلی در تولید رواناب تأثیرگذار است. کاهش ارتفاع رواناب در شرایط تناسب اراضی (کاربری بهینه) 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 دارد. توجه به توان سرزمین در برنامه‌ریزی‌های استفاده از سرزمین

و تعیین نوع کاربری با توجه به توان اکولوژیکی منطقه می‌تواند تا حد زیادی اثرات زیست‌محیطی و هیدرولوژیکی مخرب ناشی از کاربری‌های غیر اصولی را کاهش دهد و منطقه مورد نظر را در جهت توسعه و پیشرفت سوق دهد. موضوع عدم رعایت نوع کاربری اراضی در حوزه‌های آبخیز ایران یک مسئله بسیار رایج بوده که متأسفانه آنچنان که باید از طرف بهره‌برداران رعایت نمی‌شود و مسئولین و دست‌اندرکاران نیز در این خصوص تا کنون برنامه‌ریزی و تلاش مناسب از خود نشان نداده‌اند. نتیجه بی‌توجهی به این موضوع مهم علاوه بر اینکه بازدهی سرزمین را پایین نگهداشته و باعث عدم تأمین منافع مناسب برای بهره‌برداران در درازمدت می‌شود، همان‌گونه که نتایج تحقیق نشان داد باعث هدر رفت بخش قابل توجهی از آب حاصل از بارش‌ها در کشور کم آب ما می‌گردد، که البته بایستی خسارات حاصل از فرسایش و هدررفت حجم عظیمی از خاک‌های حاصل خیز و نیز خسارات ناشی از تشدید سیلاب‌ها را نیز بدان افزود.

#### کتابنامه

- رضایی مقدم، محمدحسین؛ اندریانی، صغری؛ الماس پور، فرهاد؛ ولی زاده کامران، خلیل؛ مختاری اصل، ابوالفضل؛ ۱۳۹۳. بررسی اثرات تغییر کاربری و پوشش اراضی بر روی سیل خیزی و دبی رواناب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سد علویان). *هیدروژئومورفولوژی*. دوره ۱. شماره ۱. صص ۵۷-۴۱. [https://journals.tabrizu.ac.ir/article\\_3274.html](https://journals.tabrizu.ac.ir/article_3274.html)
- سازمان نقشه‌برداری کشور. نقشه‌های رقومی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه خشک‌رود شیراز. شایسته، کامران؛ عابدیان، سحر؛ ۱۳۹۸. ارزیابی درازمدت اثرات هیدرولوژیک تغییر کاربری اراضی بر میزان رواناب سالانه در حوضه آبریز زیارت. *فصلنامه علمی فضای جغرافیایی*. سال نوزدهم. شماره ۶۶. صص ۶۱-۴۳. <http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-3766-fa.html>
- فرضی، پریسا؛ آذرخشی، مریم؛ رسول‌زاده، علی؛ بشیری، مهدی؛ ۱۳۹۵. تأثیر کاربری اراضی بر تولید رواناب و رسوب در شیب‌ها و شدت‌های بارش. مختلف با استفاده از شبیه‌ساز باران (مطالعه موردی: حوضه آبخیز صنوبر، تربت‌حیدریه). *علوم و مهندسی آبخیزداری*. دوره ۱۰. شماره ۳۳. صص ۲۶-۱۹. <http://jwmsei.ir/article-1-543-fa.html>
- مخدوم، مجید؛ ۱۳۸۱. شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران.
- مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان فارس؛ ۱۳۸۱. گزارش سیمای حوضه آبخیز رودخانه خشک شیراز. مهدوی، محمد؛ ۱۳۹۲. *هیدرولوژی کاربردی*. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.
- هادیانی، میر امید؛ ۱۳۸۶. نقش تغییر کاربری اراضی بر دبی سیلاب‌های منطقه‌ای (مطالعه موردی در حوزه آبخیز مادرسو). *محیط‌شناسی*. دوره ۳۳. شماره ۴۲. صص ۱۶-۹. [https://jes.ut.ac.ir/article\\_18655.html](https://jes.ut.ac.ir/article_18655.html)



- Bales, J., Beston, R.P., 1981. The curve number as a hydrologic index. Proceeding of international symposium on Rainfall-runoff hydrologic modeling. Mississippi state university, pp. 371-386.
- Elfert, S., Bormann, H., 2010. Simulated impact of past and possible future land use changes on the hydrological response of the Northern German lowland Hunte catchment. *Journal of Hydrology*, vol. 383, pp. 245-255. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.12.040>
- Hörmann, G., Horn, A., Fohrer, N., 2005. The evaluation of land-use options in mesoscale catchments-prospects and limitations of eco-hydrological models. *Ecol Model*, vol. 187, pp. 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.01.022>
- Huisman, J.A., Breuer, L., Bormann, H., Bronstert, A., Croke, B.F.W., Frede, H.G, Gräff, T., Hubrechts, L., Jakeman, A.J., Kite, G., Leavesley, G., Lanini, J., Lettenmaier, D.P., Lindström, G., Seibert, J., Sivapalan, M.G., Viney, N.R., Willems, P., 2009. Assessing the impact of land use change on hydrology by ensemble modelling (LUCHEM) III: scenario analysis. *Adv Water Resour*, vol. 32, pp. 159-170. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2008.06.009>
- Mercado M.A., Lee B.Y., Memon S.A, Umer S.R, Salim I., Lee C., 2017. Influence of land development on stormwater runoff from a mixed land use and land cover catchment. *Science of the Total Environment*, vol. 599, pp. 2142-2155. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.081>
- Owji, M.R., Nikkami, D., Mahdian, M.H., Mahmoudi, S., 2012. Minimizing Surface Runoff by Optimizing Land Use Management. *World Applied Sciences Journal*, vol. 20, pp. 170-176. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2012.20.01.125>
- Shrestha, S., Cui, S., Xu, L., Wang, L., Manandhar, B., Ding, S., 2021. Impact of Land Use Change Due to Urbanisation on Surface Runoff Using GIS-Based SCS-CN Method: A Case Study of Xiamen City China. *land*, vol. 10, pp. 1-18. <https://doi.org/10.3390/land10080839>
- Sundar Kumar, P., Kanth, R., Babu, M.J., Praveen, T.V., Vagolu, V., 2010. Analysis of the Runoff for Watershed Using SCS-CN Method and Geographic Information Systems. *International Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 2, pp. 3947-3654. <https://www.researchgate.net/journal/International-Journal-of-Engineering-Science-and-Technology-0975-5462>
- Yeo, I.Y., Guldmann, J.M., 2009. Analyzing the relationship between peak runoff discharge and land-use pattern—a spatial optimization approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 6, pp. 3543-3575. <https://doi.org/10.5194/hessd-6-3543-2009>
- Yeshewatesfa, H., Bardossy A., 2004. Modeling of the effect of land use changes on the runoff generation of a river basin through parameter regionalization of a watershed model. *Journal of Hydrology*, vol. 292, pp. 281-295. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.01.002>
- Zang, X., Cao, W., Guo, Q, Wu, S., 2010. Effects of land use change on surface run off and sediment yield at different watershed scales on the Loess Plateau. *International Journal of Sediment Research*, vol. 25, pp. 283-29. [https://doi.org/10.1016/S1001-6279\(10\)60045-5](https://doi.org/10.1016/S1001-6279(10)60045-5)