Vol.11, No.3, Fall 2022, pp.147-161 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI:10.22067/geoeh.2021.73198.1123 Open access

Evaluating the Role of Optimized Land Use in Runoff Generation (Case Study: Nahre Azam Watershed of Shiraz)

Mohammad Taghi Dastorani[a*], Mahmood Reza Barahimi[b], Ali Akbar Karimian[c], Amir Esmailpour Zarmehri[d]

[a] *Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*
[b] *MSc in Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran*
[c] *Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran*
[d] *MSc in Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Iran*

Received: 26 October 2021 ***Revised: 15 December 2021*** ***Accepted: 19 December 2021***

Abstract

Land use change is one of the most important factors affecting flow hydrology, erosion and sedimentatio that sometimes causes biodiversity destruction. The purpose of this research was evaluating runoff generation process in current land use condition in comparison with the optimized land use condition in Nahre Azam watershed of Shiraz. To do this, after preparating current and optimized (land use types regarding land capability) land use maps, the impacts of land use on runoff generation were evaluated for the two mentioned conditions using SCS hydrological model. The comparison of the land uses in these conditions indicates that agricultural areas do not show considerable differences. However, there is 8.1% decrease in urbanized area and 17.18% increase in range lands in optimal land use condition comparing to the current land use condition. The results also show that the overall value of CN in current land use condition is 82.6 while it is 75.2 in the optimized land use condition. The percentage of decrease in the runoff in the optimized land use condition over the current land use condition decreases as the return period is increased, and the highest decreas of runoff belongs to return periods of 2, 5, 10 and 25 years which is respectively 37.47%, 29.97%, 26.54%, and 23.32%. The results show that identification of the capability of the lands is very important and land use planning based on the land potential plays an important role in reducing flood damages and runoff loss.

Keywords: Land Use, Runoff, Curve Number, Ecological Potential

[*]. Corresponding author: Mohammad Taghi Dastorani E-mail: dastorani@um.ac.ir Tel: + 989133575425

How to cite this Article: Dastorani, M. T., Barahimi, M. R., Karimian, A. A., & Zarmehri, A. (2022). Evaluating the role of optimized land use in runoff generation (Case study: Nahre Azam watershed of Shiraz). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(3), 147-161.
DOI:10.22067/geoeh.2021.73198.1123

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

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 چهل 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[1]- 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 اسماعیل‌پور زرمهری- کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/٤ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۹/۲٤ 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 به‌وسیله اجرای مدل هیدرولوژیکی SCS **(روش سرویس حفاظت خاک آمریکا)** در دو حالت کاربری فعلی و بهینه موردبررسی 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 ۸۲/٦ برای کاربری‌های فعلی و ۷۵/۲ برای کاربری‌های بهینه است. نتایج حاصل از برآورد ارتفاع رواناب در دو شرایط

۱ نویسنده مسئول : ۰۹۱۳۳۵۷۵٤۲۵
Email: dastorani@um.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:

دستورانی، محمدتقی؛ براهیمی، محمودرضا؛ کریمیان، علی اکبر؛ اسماعیل پور زرمهری، امیر. (۱٤۰۱). بررسی نقش کاربری بهینه اراضی در تولید رواناب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نهر اعظم شیراز). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۱(۳)، صص ۱٦۱-۱٤۷
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، به‌طوری‌که بیشترین درصد کاهش ارتفاع رواناب مربوط به دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰ و ۲۵ سال به ترتیب با ۳۷/٤۷، ۲۹/۹۷، ۲٦/٥٤ و ۲۳/۳۲ درصد است. این نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی به‌منظور 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 بیان کننده 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 (۱۳۸٦)، در بررسی نقش کاربری اراضی بر دبی سیلاب‌های منطقه‌ای در حوزه آبخیز مادرسو 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 پیش‌بینی‌شده ناشی از استفاده از اراضی به‌تناسب 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 HEC-HMS[1] اقدام و به‌وسیله آن (CN) محاسبه شدند، نتایج مربوط به برآورد شماره منحنی توسط مدل گفته شده با نتایج مربوط به روش مشاهده‌شده 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 ۱٤٪ کاهش یافته است. فرضی و همکاران (۱۳۹٤)، 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 عابدیان (۱۳۹۸)، آثار تغییر کاربری اراضی در دوره زمانی (۱۳۹٤-۱۳۷۳) بر روی عمق و حجم رواناب با استفاده از مدل L-THIA[2] در حوزه

1 The Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System
2 Long-Term Hydrological Impct Assessment

آبخیز زیارت بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در اثر تغییر کاربری عمق رواناب تولیدی به‌طور متوسط ۱۴/۲ میلی‌متر در طی ۲۱ سال، زمان، عمق رواناب تولیدی در حوضه به‌طور متوسط افزایش پیدا کرده است. بیلز و همکاران[1] (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[2](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[3]، 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 (هویسمان و همکاران[4]، ۲۰۰۹). یئو و گلدمن[5] (۲۰۰۹)، رابطه بین دبی پیک رواناب و الگوهای کاربری اراضی را در حوزه‌ای در جنوب غرب اوهایو در ایالات‌متحده آمریکا موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل 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[6]،۲۰۱۰). آلفرت و همکاران[5] (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 شبیه‌ساز بیلان آبی[7](WaSiM-ETH) به این نتیجه رسیدند که مدل به اندک تغییرات مشاهده شده در آخرین دهه از قرن بیستم به‌شدت 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 all
4 Huismann et all
5 Yeo and Guldmann
6 Elfert et all
7 Water Balance Simulation Model

سـاندار کومار و همکاران [۱] (۲۰۱۰) در تجزیه‌وتحلیل رواناب برای حوزه آبخیز با استفاده از روش SCS-CN[۲] و GIS[۳] به این نتیجه رسیدند که:

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

۲. ترکیب سنجش‌ازدور و مدل SCS برآورد رواناب را با دقت و سرعت بیشتری انجام می‌دهد.

زنگ و همکاران[۴] (۲۰۱۰)، اثرات تغییر کاربری اراضـی روی تولید رواناب و رسـوب در چهار حوزه آبخیز واقع در کشور چین را موردبررسی قرار دادند. نتایج حاکی از به ترتیب کاهش ۲۰ تا ۱۰۰ درصد و ۱۰ تا ۱۰۰ درصد میزان رواناب و رسـوب در اثر تغییر کاربری به اراضـی جنگل‌کاری شـده و اراضـی زراعی تراس‌بندی شـده بود. اوجی و همکاران[۵] (۲۰۱۲)، تأثیر مدیریت کاربری اراضـی را روی کاهش رواناب سـطحی در حوزه جاجرود استان تهران بر اسـاس سـه سـناریوی مختلف بررسـی کردند. نتایج نشـان داد که استفاده بهینه از اراضی (کاربری بر اساس استعداد زمین) می‌تواند رواناب سـطحی را تا حدود ۷۳ درصد کاهش دهد. مرکادو و همکاران[۶] (۲۰۱۷)، تأثیر توسعه اراضی بر رواناب ناشـی از بارش در کاربری‌های جنگل، اراضـی کشـاورزی پارکینگ‌ها، مناطق مسـکونی، اراضـی لخت، گراسـلندها و جاده‌ها در منطقه ژیونجی کره جنوبی در طی ژوئن سـال ۲۰۱۱ تا دسامبر سال ۲۰۱۵ با استفاده از مدل PCSWMM[۷] بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیشترین مدت‌زمان رواناب در سال ۲۰۱۵ با ۲۶ ساعت و کمترین مدت‌زمان رواناب در سال ۲۰۱۱ با مقدار برابر با ۶/۳ ساعت بود. بیشترین حجم رواناب در سال ۲۰۱۳ با مقدار برابر با $\log_{10} m^3$ ۴/۴ بود. این امر ناشی از افزایش مساحت اراضی لخت در سال ۲۰۱۳ در مقایسه با دوره‌های دیگر بود. شـرستا و همکاران[۸] (۲۰۲۱)، تأثیر تغییر کاربری اراضی ناشی از شهرسازی بر رواناب سطحی با استفاده از GIS[۹] و روش SCS-CN[۱۰] در طول سال‌های ۱۹۸۰، ۱۹۹۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ برای رویدادهای بارشی با دوره بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ سـاله 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

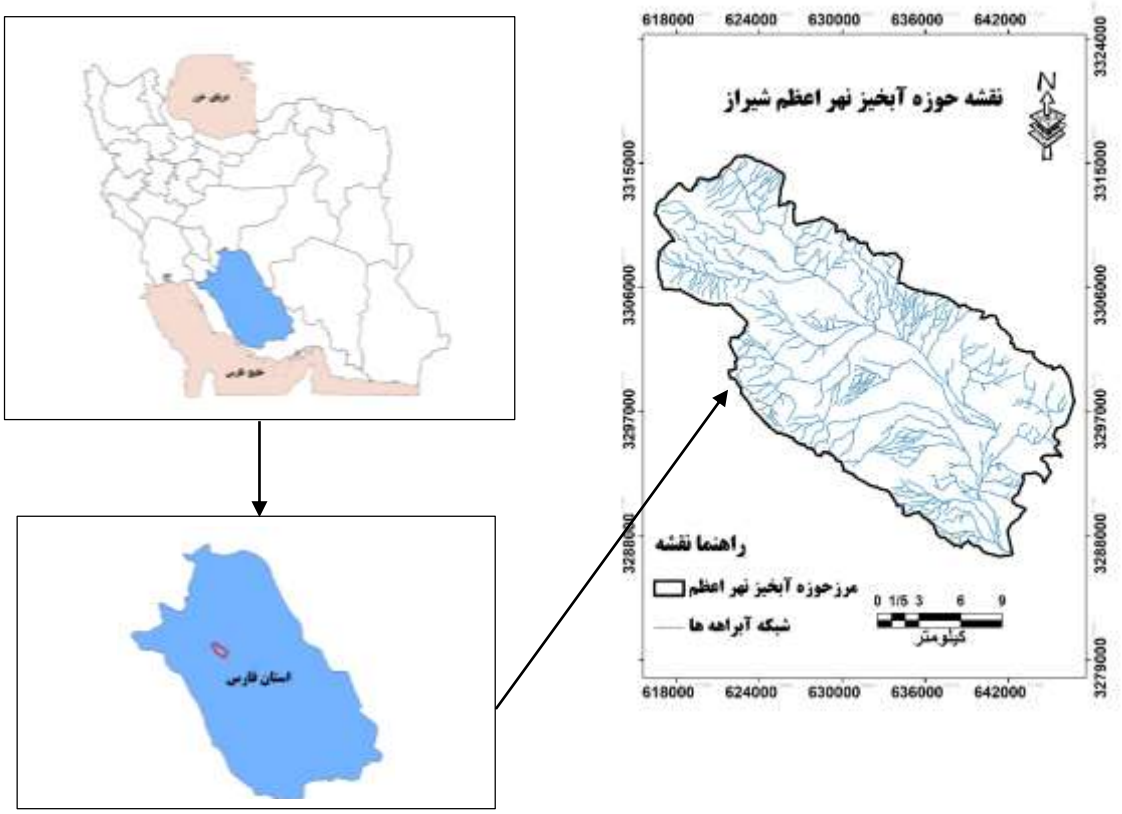
۲-۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

حوزه آبخیز نهراعظم یکی از زیرحوزه‌های حوزه آبخیز رودخانه خشک شیراز است، که در شمال غرب شهر شیراز واقع شده است. حوزه نهراعظم بین طول‌های جغرافیایی "۱۳/٦ ۱۲ ′۵۲ °۵۲ تا "۱۵/۷ ۱۳ ′۵۲ °۵۲ طول شرقی و عرض‌های جغرافیایی"۱۰/۹ ′۴۲ °۲۹ الی"۴۲/۷ ′۵۷ °۲۹ 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 ۵۹۲/۳۷ 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 نهراعظم به ترتیب ۱٦۵۸ و ۳۰۰۱ متر از سطح دریا می‌باشد و شیب متوسط حوزه نیز ۲۳/۳۷ درصد است (مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، ۱۳۸۱)

۲-۲- روش انجام پژوهش

۲-۲-۱- تهیه نقشه کاربری فعلی اراضی

به‌منظور تهیه نقشه کاربری فعلی اراضی ابتدا به کمک نقشه‌های رقومی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ (سازمان نقشه برداری کشور)، نقشه Dem با اندازه سلول ۱۰ متر در محیط Arc GIS 9.3 برای حوزه آبخیز نهراعظم 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 موردمطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در گوگل ارث مشخص گردید. درنهایت 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 نهراعظم 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 پوشش‌گیاهی انجام گردد و به‌منظور تجزیه‌وتحلیل 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 تشکیل‌دهنده 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 موردمطالعه در سه طبقه، شامل طبقه یک (توان بالا)، طبقه دو (توان متوسط)، طبقه سه (توان پایین) برای حوزه آبخیز نهراعظم 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 درنهایت 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

به‌منظور بررسی نقش کاربری اراضی بر ارتفاع رواناب، در این تحقیق روش مدل شمارهٔ منحنی (SCS) مربوط به سازمان حفاظت خاک آمریکا که با توجه به وضعیت خاک، پوشش گیاهی، خصوصیات فیزیوگرافیک و درنهایت 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 ٤ 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 ٤)، نقشه مذکور با نقشه‌های کاربری فعلی اراضی و توان اکولوژیک منطقه (کاربری بهینه) موردمطالعه 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 شـرایط رطوبت پیشین متوسط خاک برآورد گردید. سـپس نقشـه شـماره منحنی برای هر دو شـرایط کاربری فعلی و بهینه تهیه و درنهایت مقادیر متوسط وزنی شماره منحنی حوزه برای هر دو شرایط کاربری برآورد گردید (شکل‌های ۵ و٦).

۲-۳-۲- برآورد میزان تلفات (S)

مقدار تلفات کل یا (S) را پس از محاسـبه 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).

۲-٤- محاسبه ارتفاع رواناب

جهت برآورد ارتفاع رواناب از داده‌های بارش حداکثر ۲٤ سـاعته ایستگاه هواشناسی حوزه موردمطالعه برای یک دوره آماری ۳۷ سـاله اسـتفاده گردید. مراحل آماده‌سـازی داده‌های مورد نظر برای برآورد ارتفاع رواناب به شرح زیر می‌باشد:

الف) انتخاب بهترین توزیع آماری: در هیدرولوژی سـعی می‌شود برای داده‌ها توابع احتمالاتی مناسبی پیدا و رسم شـود تا از روی آن‌ها بتوان مقدار متغیر مورد نظر را به ازای احتمالات مختلف محاسـبه 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–اسـمیرنوف مورد برازش قرار داده شـده و بهترین توزیع آماری برای داده‌های موردمطالعه، یعنی توزیع گامای ۳ پارامتره[1] انتخاب شد.

ب) آنالیز فراوانی وقایع: هدف از تحلیل فراوانی وقایع در هیدرولوژی به دسـت آوردن احتمال وقوع یک حادثه مثل حداکثر بارش ۲٤ سـاعته، حداکثر لحظه‌ای سـیلاب و غیره می‌باشـد (مهدوی، ۱۳۹۲). بدین منظور و پس از مشـخص شـدن نوع توزیع مناسب، مقادیر بارش حداکثر ۲٤ ساعته حوزه موردمطالعه 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 ۲٤ 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:

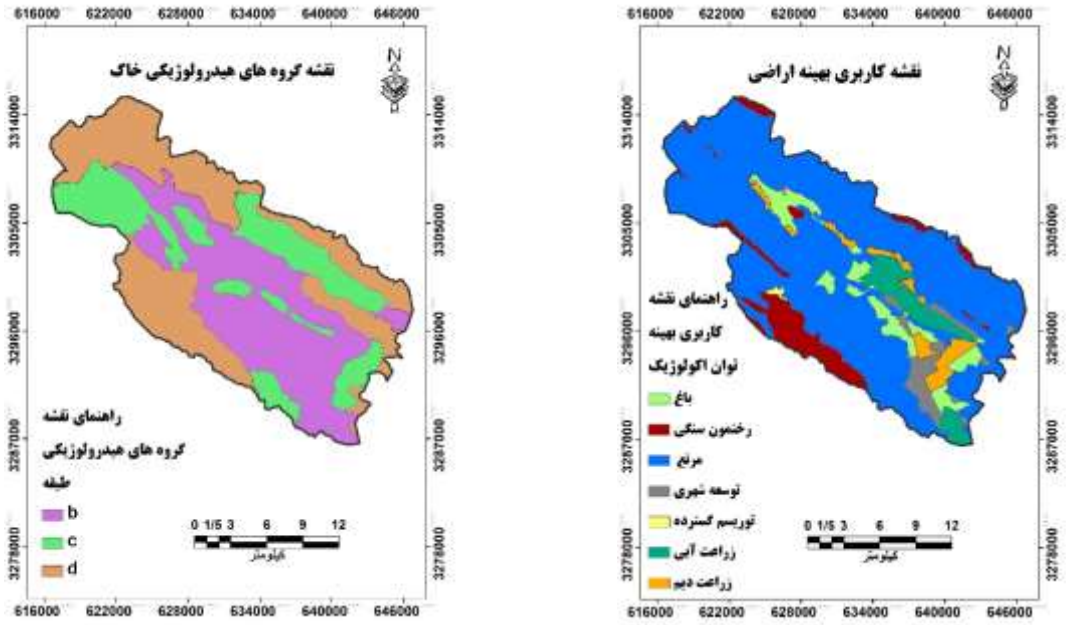
$$Q=\frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \quad و \quad p>0.2S$$ رابطه (۲)

1 Three-Parameter Gamma Distribution

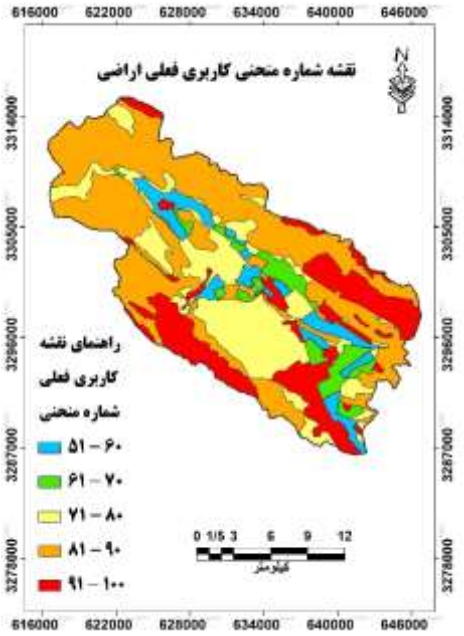
که در آن Q: ارتفاع رواناب بر حسب میلی‌متر، P: ارتفاع بارندگی ۲٤ ساعته به میلی‌متر و S: حداکثر توان نگهداری مربوط به اینترسپشن و نفوذ در خاک و ذخیره سطحی می‌باشد (مهدوی، ۱۳۹۲).

۳- نتایج و بحث

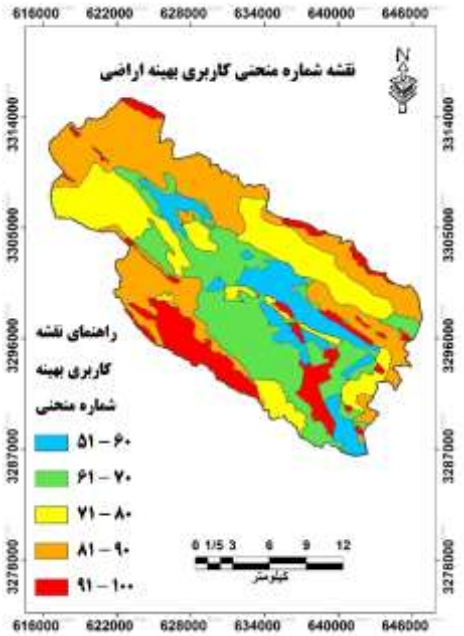
با توجه به شکل ۳ از نظر توان اکولوژیکی بیش‌ترین بخش حوزه را کاربری مرتع به خود اختصاص داده است و اراضی کشاورزی از این نظر در رده دوم قرار دارد. کاربری‌های توسعه شهری و صنعتی وسعت کمتری را به خود اختصاص داده‌اند که این خود نشان‌دهنده این است که حوزه موردمطالعه به‌صورت کلی توان بالایی برای مرتع‌داری و 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 ٤ ملاحظه می‌شود گروه‌های هیدروژیکی خاک در حوزه موردمطالعه شامل گروه‌های b، c و d که به ترتیب میزان تولید رواناب آن‌ها متوسط، نسبتاً زیاد وخیلی 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 ٦ 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 ٤- نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوزه



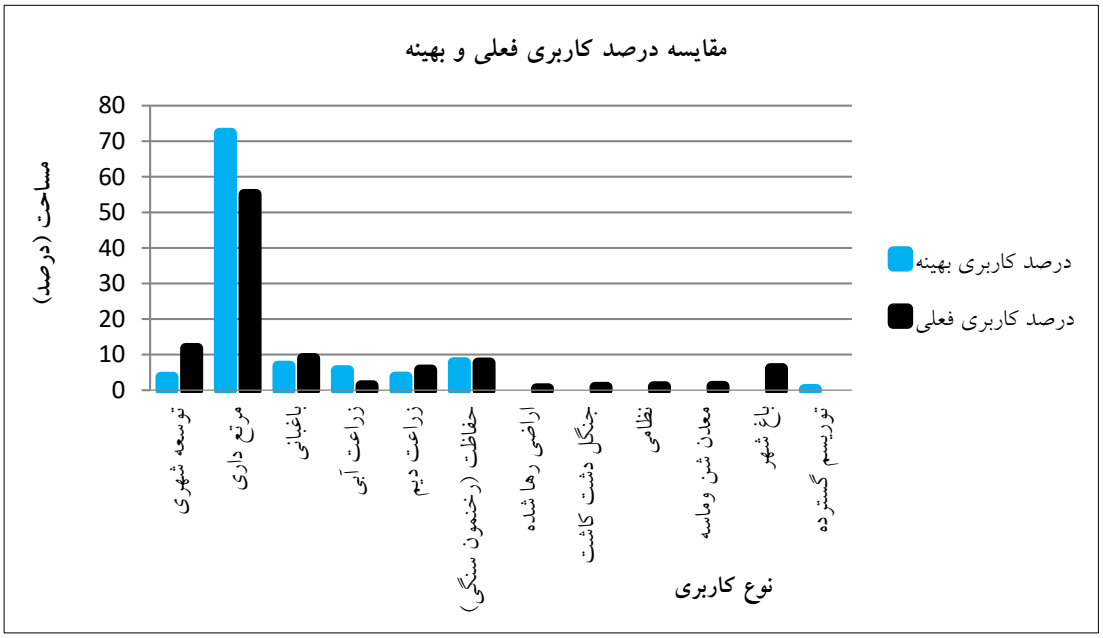
شکل۵- نقشه شماره منحنی در حالت کاربری فعلی اراضی حوزه



شکل ٦- نقشه شماره منحنی در حالت کاربری بهینه اراضی نهر اعظم شیراز

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

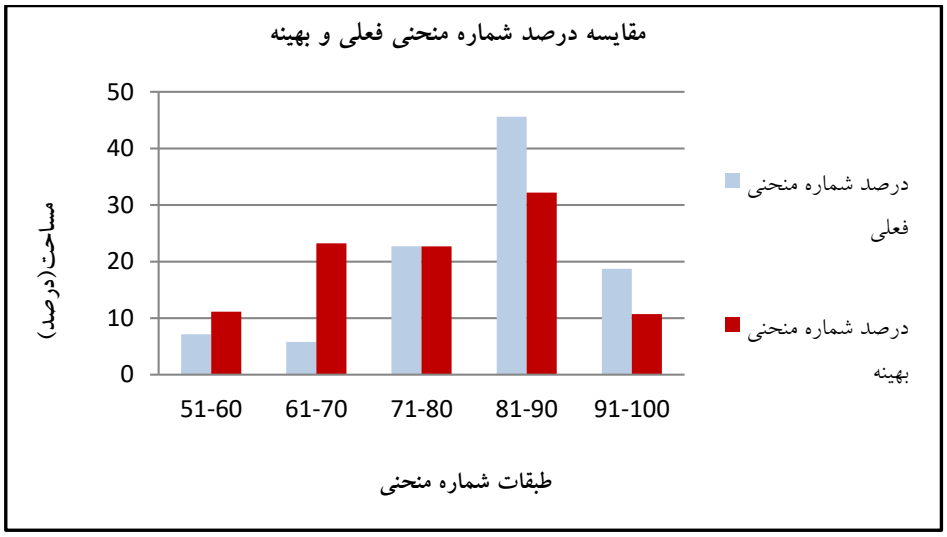
بررسی و مقایسه سطوح کاربری‌های دو نقشه نشان می‌دهد که در وسعت اراضی کشاورزی (باغات، زراعت آبی، زراعت دیم) تغییر چندانی حاصل نشده است؛ اما کاهش ۸/۱ درصد از سطح اراضی توسعه شهری و افزایش ۱۷/۱۸ درصد به سطح اراضی مرتعی در نقشه توان اکولوژیک نسبت به نقشه کاربری فعلی اراضی در حوزه نشان از توان پایین حوزه موردمطالعه جهت توسعه شهری و توان بالای منطقه جهت کاربری مرتع‌داری می‌باشد. این مطلب بیان کننده این نکته می‌باشد که توسعه شهری در سطح منطقه بدون توجه به توان اکولوژیکی حوزه موردمطالعه 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=۷۵/۲) کمتر از شرایط فعلی (CN= ۸۲/٦) می‌باشد.



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

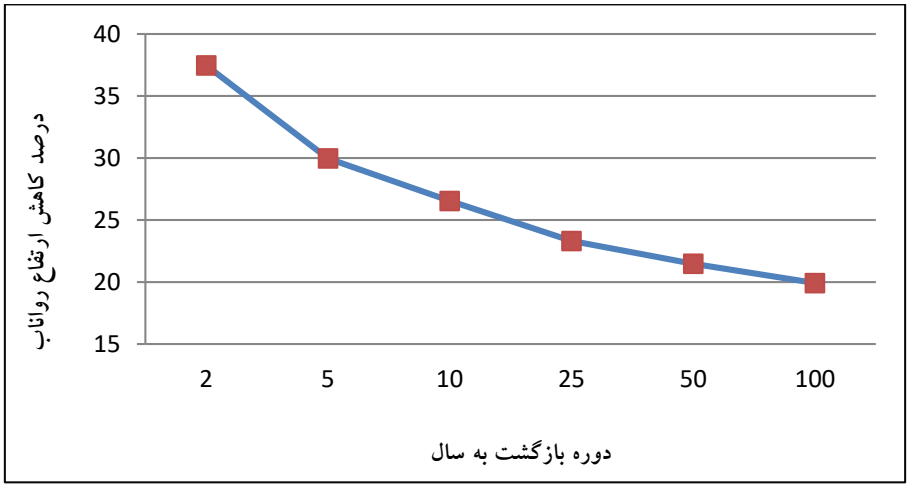
۳-۳- نتایج مربوط به ارتفاع رواناب در دو حالت کاربری بهینه و کاربری فعلی

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، به‌طوری‌که 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)	۲٤/۵۸	٤۱/۳٦	۵۳/۳۵	٦۸/۸۲	۸۰/۳٦	۹۱/۷۹
در کاربری بهینه (میلی‌متر)	۱۵/۳۷	۲۸/۹۷	۳۹/۱۹	۵۲/۷۷	٦۳/۱	۷۳/۵
میزان تفاوت (میلی‌متر)	۹/۲۱	۱۲/۳۹	۱٤/۱٦	۱٦/۰۵	۱۷/۲٦	۱۸/۲۹
درصد تفاوت	۳۷/٤۷	۲۹/۹۷	۲٦/۵٤	۲۳/۳۲	۲۱/٤۸	۱۹/۹۲



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

٤- جمع‌بندی

نتایج تحقیق نشـان دهندهٔ کاهش ارتفاع رواناب و به‌تبع 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 نسـبت به کاربری فعلی، افزایش سـطح مراتع و تا حدودی نیز افزایش سـطح اراضی کشاورزی آبی (باغات و اراضـی زراعی) در شـرایط بهینه اشـاره کرد. بدیهی اسـت لحاظ شـرایط مناسـب کشت و کار در اراضی کشـاورزی و همچنین لحاظ اصـول صـحیح مرتع‌داری در اراضـی 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 بیان کننده این مطلب اسـت، که تغییر کاربری اراضـی و نوع کاربری مورداسـتفاده نقش بسـزایی 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 قابل‌توجهی 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 سیل‌خیزی و دبی رواناب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سد علویان). *هیدروژئومرفولوژی*. دوره ۱. شماره ۱. صص ۵۷-۴۱. 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 ٦٦. صص ٦١-٤٣. 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: حوزه آبخیز صنوبر، تربت‌حیدریه). *علوم و مهندسی آبخیزداری*. دوره ۱۰. شماره ۳۳. صص ۲٦-۱۹. 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؛ ۱۳۸٦. نقش تغییر کاربری اراضی بر دبی سیلاب‌های منطقه‌ای (مطالعهٔ موردی در حوزه آبخیز مادرسو). *محیط‌شناسی*. دوره ۳۳. شماره ٤۲. صص ۱٦ -۹.

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. Mississipi 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 inmesoscale 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

Huismann, 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