ISSN: 2538-4384; Geographical Researches Quarterly Journal. 2018;33(3):185-201

Impact Assessment of Urban Physical Development on Hydrogeomorphological Systems of Tehran Metropolis (Case study:Darband Catchment)

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Khosravi S.[1] *MA,*
Entezari M.* *PhD,*
Ahmad Abadi A.[2] *PhD,*
Pour Mousavi M.[3] *PhD,*

How to cite this article
Khosravi S, Entezari M, Ahmad Abadi A, Pour Mousavi M. Impact Assessment of Urban Physical Development on Hydrogeomorphological Systems of Tehran Metropolis (Case study: Darband Catchme-nt). Geographical Researches QuarterlyJournal.2018;33(3):185-201.

*Department of Geography, Faculty of Geographical Sciences, Isfahan, Iran
[1]Department of Geography, Faculty of Geographical Sciences, Isfahan, Iran
[2]Department of Geography, Faculty of Geographical Scineces, Kharazmi, Tehran, Iran
[3]Department of Geography & Urban Planning, Scinence & Research, Islamic Azad University, Tehran,Iran

Correspondence
Address: Water and soil laboratory, Faculty of Geographical Sciences, Isfahan, Iran.
Phone: 03137933096
Fax: -
Entezari54@yahoo.com

Article History
Received: July 3, 2018
Accepted: October 4, 2018
ePublished: December 09, 2018

ABSTRACT

Introduction and Background The development of urbanization and the transformation of rural areas into cities are accompanied by land use changes and pressure on natural systems. One of the natural systems is the rivers that are affected by human activities in urban areas.

Aims The purpose of this study is simulation and estimation of the variations of geohydro-logical parameters including surface runoff, river discharge, permeability and evapotranspiration.

Methodology his research has been conducted using the semi-distributed SWAT model in the last two decades of the past twenty years (1998) and present (2018) in the catchment area of Darband. In this study, the SUFI2 algorithm was used to calibrate the model.

Conclusion The results of the research show that after optimizing the parameters used in SWAT-CUP, the value of Nash-Sutcliff (NS) and R2 coefficient of year 1998 in the calibration stage is equal to 0.34 and 0.43, respectively, for the validation period, the coefficient value Nash-Sutcliff and the coefficient of determination are respectively 30/0 and 39/0 respectively. Also, the SWAT-CUP model was studied and evaluated in the current situation of Darband-Golad-Dare Basin for 2018. The results of observational and simulated hydrographs are presented and the performance evaluation values of the model are presented below. The value of nisoscatheff (NS) and coefficient of determination (R2) were estimated to be 0.31 and 0.46 during the calibration period, 0.33 and 0.39, respectively, during the validation period. According to the results of the performance evaluation, the model based on Nash-Thaw (NS) coefficient and determination coefficient (R2) shows the ability of the swat model to simulate the runoff of the basin. Similarly, the simulation results show that changes in the range of the study area caused a change in CN values, runoff and evapotranspiration at the user level over a period of 20 years.

Keywords Darband Catchment; CN; HRU; SWAT; SUFI2

CITATION LINKS

[A Detailed Plan of the Tehran 1 Region; 2007] Department of Management and Planning of Tehran ...; [Abbaspour; 2007] User manual for SWAT-CUP, SWAT ...; [Agha Beigi & Lesani; 2008] Runoff analysis of the city of Mashhad using ...; [Ahmad Abadi, et al.; 2017] The effects of watershed management practices ...; [Alansi, et al; 2009] Validation of SWAT model for stream flow ...; [Amani, et al.; 2006] Simulation of stream flow by applying SWAT ...; [Booth et al.; 2004] Reviving urban streams: Land use, hydrology, ...; [Chin; 2006] Urban transformation of river landscapes in ...; [Chin, et al.; 2013] 9.39 urbanization and river channels ...; [Findlay & Taylor; 2006] Why rehabilitate urban river ...; [Ghanavati, et al.; 2016] Hydrogeomorphological characteristics of Tehran ...; [Goodarzi, et al.; 2012] Performance comparison of three hydrological ...; [Haji Hosseini, et al.; 2015] Hydrological simulation of the upper hirmand ...; [Hardison, et al; 2009] Urban land use, channel incision, and water ...; [Hossein zadeh & Esmaeli; 2015] River geomorphology ...; [Hossein Zadeh & Jahadi Toroghi; 2007] The effects of urbanization on the natural ...; [Hosseini et al.; 2012] Effects of land use changes on water balance in Taleghan ...; [Hosseini & Mokarian; 2014] Estimation of ground water runoff by SWAT ...; [Lagacherie, et al.; 2008] A landscape discretization tool for distributed hydrological ...; [Lin, et al.; 2008] Monitoring and predicting land-use changes and the ...; [Mengistu; 2009] Watershed hydrological responses to changes in land ...; [Najafi; 2015] Geomorphologic modeling of bridges in ...; [Navratil, et al.; 2013] Hydrogeomorphic adjustments of stream channels ...; [Royall; 2013] Land-Use Impacts on the Hydrogeomorphology ...; [Saberi; 1995] Investigating the effects of urban development ...; [Taniguchi & Biggs; 2015] Regional impacts of urbanization on stream channel geometry: A case ...; [Verbeeten & Barendregt; 2007] The impacts of climate change on hydrological services ...; [Vietz, et al.; 2015] Urban hydrogeomorphology and the urban stream syndrome ...; [Zamanzadeh, et al.; 2013] Erosion of the bed and river bank due to the harvesting of river ...

Copyright© 2018. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی و سوم، شماره سوم، پاییز۱۳۹۷، شماره پیاپی ۱۳۰

سمیه خسروی، دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیا، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران **Khosravi S. MA**
دکترمژگان انتظاری، دانشیار، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیا، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران **Entezari M. PhD**
دکترعلی احمد آبادی، استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران **Ahmad abadi A. PhD**
دکترسیدموسی پورموسوی، استادیار،گروه جغرافیا وبرنامه ریزی شهری،واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران **Pour Mousavi M. PhD**
m.entezari@geo.ui.ac.ir

ارزیابی تأثیر توسعه کالبدی شهر بر سیستم های هیدروژئومورفولوژی کلان شهر تهران مطالعه موردی: حوزه آبریز دربند

دریافت مقاله:۱۳۹۷/۴/۱۲ پذیرش نهایی:۱۳۹۷/۷/۱۲

DOI: 10.29252/geores.33.3.185

چکیده

مقدمه: توسعه شهرنشینی و تبدیل مناطق روستایی به شهرها با تغییرات کاربری اراضی و فشار بر سیستم‌های طبیعی همراه است. یکی از سیستم‌های طبیعی، رودخانه‌ها هستند که در نواحی شهری تحت تأثیر فعالیت‌های انسان قرار می‌گیرند.

اهداف: هدف تحقیق حاضر شبیه‌سازی و برآورد تغییرات پارامترهای هیدرولوژیکی شامل میزان تولید رواناب سطحی، دبی رودخانه، نفوذپذیری و میزان تبخیر و تعرق می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش، با استفاده از مدل نیمه توزیعی SWAT در دو مقطع گذشته بیست سال گذَشته(۱۹۹۸) و حال حاضر(۲۰۱۸) در حوضه آبریز دربند صورت گرفته است. هم‌چنین در این تحقیق برای واسنجی مدل از الگوریتم SUFI2 استفاده‌شده است.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان می‌دهد بعد از بهینه‌سازی پارامترهای مورداستفاده در SWAT- CUP ، مقدار ضریب نش- ساتکلیف (NS) و ضریب تعیین (R2) سال ۱۹۹۸ در مرحله واسنجی به ترتیب معادل ۰/۳۴ و ۰/۴۳ می‌باشد برای دوره اعتبارسنجی مقدار ضریب نش- ساتکلیف و ضریب تعیین به ترتیب برابر با ۰/۳۰ و ۰/۳۹ می‌باشد. همچنین، مدل SWAT- CUP در وضعیت موجود حوضه دربند – گلابدره برای سال ۲۰۱۸ موردبررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج هیدرو گراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده و مقادیر ارزیابی کار آیی مدل در ادامه ارائه‌شده است. مقدار ضریب نش - ساتکلیف(NS) و ضریب تعیین(R2)، به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۴۶ در دوره واسنجی ، ۰/۳۳ و ۰/۳۹ در دوره اعتبارسنجی برآورد شده است. طبق نتایج ارزیابی کارایی مدل بر اساس ضریب نش - ساتکلیف(NS) و ضریب تعیین(R2)، نشان از توانایی مدل swat در شبیه‌سازی رواناب حوضه دارد. هم‌چنین نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد تغییرات کاربری در محدوده موردمطالعه باعث تغییر در مقادیر CN ، رواناب سطحی و تبخیر و تعرق در سطح کاربری‌ها در بازه زمانی ۲۰ ساله شده است.

واژگان کلیدی: حوضه آبریز دربند، شماره منحنی(CN)، واحدهای پاسخ هیدرولوژیکی(HRU)، مدل نیمه توزیعی SUFI2،SWAT.

مقدمه

رشد سریع شهرنشینی در طی سال‌های اخیر موجب گسترش شهرها مناطق مختلف جهان خصوصا کشورهای درحال‌توسعه شده است. این رشد سریع تغییراتی زیادی را به همراه داشته و به‌تبع آن سیستم‌های رودخانه را تحت تأثیر قرار داده است. شهرسازی

به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر سیستم‌های رودخانه‌ای تأثیر می‌گذارد (Hossein zadeh & Esmaeli, 2015). افزایش و گسترش شهرنشینی می‌تواند بر هیدرولوژی، ژئومورفولوژی و اکولوژی سیستم‌های رودخانه در مناطق شهری تأثیر بگذارد. از جنبه ژئومورفولوژیکی، شهرنشینی و گسترش آن بر مقدار رواناب و رسوب اثر گذاشته و نتیجه آن واکنش کانال به این تغییرات است (Chin, O'Dowd, & Gregory, 2013) .توسعه شهرنشینی و تبدیل مناطق روستایی به شهرها با تغییرات کاربری اراضی و فشار بر سیستم‌های رودخانه همراه است (Hardison, O'Driscoll, DeLoatch, Howard, & Brinson, 2009). در توان‌بخشی و احیاء رودهایی که در محدوده‌های شهری قرارگرفته‌اند عوامل مختلفی شامل هیدرولوژی، مورفولوژی، اکولوژی، سیاست، جامعه و اقتصاد نقش دارند که تلفیق آن‌ها می‌تواند در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری مدیران تأثیرگذار باشد (Findlay & Taylor, 2006). در شرایط محیطی مختلف، سیستم‌های رودخانه بسیار پیچیده بوده و به همین علت علوم مختلف ازجمله ژئومورفولوژی، این سیستم‌ها را از جنبه‌های مختلف موردبحث و بررسی قرار داده‌اند (Najafi, 2015). ژئومورفولوژیست‌ها، رودخانه‌ها را به‌عنوان یکی از فرآیندهای مؤثر در تغییر شکل چشم‌اندازها و لندفرم‌های زمین در مقیاس‌های مختلف(حوضه، کانال و بازه) مطالعه می‌کنند. به همین علت تاکنون مطالعات زیادی از جنبه‌های مختلف (طبقه‌بندی رود، ژئومتری کانال، هیدرولیک جریان) در خصوص رودخانه‌ها انجام‌گرفته است (Zamanzadeh, Yamani, & Bani Safar, 2013).

یکی از سیستم‌های طبیعی، رودخانه‌ها هستند که در نواحی شهری تحت تأثیر فعالیت‌های انسان قرار می‌گیرند لذا، نقش انسان در تغییر مجرای رودخانه غیرقابل‌اجتناب است (Booth et al., 2004). از طرف دیگر، بررسی و شناخت ویژگی‌های هیدرومورفولوژیک حوضه‌ها حائز اهمیت می‌باشد (Ghanavati, Safari, Karam, Najafi, & Jahandar, 2016). ویژگی‌های هیدروژئومورفولوژی حوزه شامل چرخه آب اعم از میزان تبخیر و تعرق، ضریب نفوذCN، رواناب و دبی و غیره می‌باشد. بدین‌صورت که توسعه شهرنشینی در ابتدا منجر به حمل رسوب و افزایش رسوب‌گذاری در مجرا شده و افزایش رواناب نیز منجر به افزایش فرسایش و بزرگ شدن مجرا می‌شود (Chin, 2006). هم‌چنین گسترش شهرها در حوضه آبریز، به دلیل افزایش سطوح نفوذناپذیر، منجر به افزایش حجم رواناب و سیلاب، کاهش زمان تمرکز، افزایش دبی حداکثر لحظه‌ای و تغییر کیفیت سیلاب می‌گردد. صابری (۱۳۷۴)، به مطالعه اثرات تغییرات ناشی از شهرسازی در مسیل‌های شمال تهران به‌منظور ارائه روش‌های کنترل و مدیریت سیلاب پرداخته است. که درنهایت به ارائه توصیه‌هایی در جهت کاهش خسارات ناشی از سیل در تهران مبادرت گردیده است (Saberi, 1995). حسین زاده و جهادی (۱۳۸۶)، اثرات گسترش شهر مشهد بر الگوی زهکشی طبیعی و تشدید سیلاب‌های شهری را مطالعه کرده‌اند و نتایج نشان داده‌اند گسترش فیزیکی باعث تشدید شرایط سیل‌خیزی در این شهر و آسیب‌پذیری بخش‌های وسیعی از بافت آن شده است (Hossein Zadeh & Jahadi Toroghi, 2007).

آقا بیگی و لسانی (۱۳۸۷)، به بررسی گسترش شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تأثیر این گسترش بر رواناب سطحی شهر پرداختند و در این مطالعه با بررسی و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای نتایج نشان دادند که سطوح نفوذپذیر دشت، دامنه‌های کم شیب ، حاشیه‌های رودخانه‌ها و اراضی کشاورزی به آسفالت خیابان و ساختمان‌های شهری تغییر فرم داده و به‌عبارت‌دیگر سطوح نفوذپذیر به سطوحی کاملاً غیرقابل نفوذ تبدیل‌شده‌اند (Agha Beigi & Lesani, 2008). حسینی و همکاران(۱۳۹۳) بررسی و برآورد جریان‌های زیرزمینی حوضه گل گل با استفاده از مدل سوات را انجام داده‌اند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان داده‌اند با توجه به سهم جریان‌های سطحی و زیرسطحی از کل بارش پتانسیل مناسب برای برنامه‌ریزان حوضه به‌منظور اجرای برنامه‌های مدیریتی به‌حساب می‌آید (Hosseini & Mokarian, 2014). احمدآبادی و همکاران(۱۳۹۵)، به تحلیل اثرات عملیات آبخیزداری بر خصوصیات هیدروژموروفولوژیکی حوضه آبریز عنبران چای با استفاده از مدل سوات پرداخته‌اند. که نتایج نشان می‌دهد مدل سوات به‌خوبی توانسته فرایندهای چرخه هیدرولوژیکی را شبیه‌سازی نماید و اطلاعات ارزشمندی برای مطالعات ژئومورفولوژی ارائه نماید (Ahmad Abadi, Kiani, & Ghafoorpoor Anbaran, 2017). لین و

همکاران (۲۰۰۸) به بررسی تغییرات و شبیه‌سازی کاربری اراضی و تأثیر آن بر هیدرولوژی و رواناب سطحی شهر با استفاده از مدل‌های رشد شهری و مدل‌های هیدرولوژیکی در حوضه آبریز پائوچیا در تایوان پرداختند. نتایج نشان از افزایش 22درصدی رواناب ناشی از رشد شهر می‌دهند (Lin, Lin, Wang, & Hong, 2008).

هاریسون و همکاران(۲۰۰۹)، اثرات کاربری اراضی شهری را بر کانال‌های رودخانه‌ای و تغییرات سطح آب زیرزمینی در رودخانه کارولینای شمالی بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که با افزایش مساحت سطوح نفوذناپذیر شهری رواناب ناشی از رگبار هم افزایش‌یافته و درجه فروسایی کانال رود افزایش و سطح آب زیرزمینی کاهش‌یافته است (Hardison et al., 2009). حسینی (۲۰۱۲)، در تحقیقی تأثیرات تغییر کاربری بر روی بیلان آبی و رسوبات معلق در حوزه آبخیز طالقان را موردپژوهش قرارداد. ایشان در واسنجی مدل از دو مدل برنامه SUFI2 و Parasol به‌منظور برآورد بیلان آبی استفاده نمود. نتایج تحقیق به‌خوبی میزان تبخیر و تعرق و رواناب را در بالادست و پایین‌دست حوزه نشان داده است (Hosseini et al., 2012). رویال (۲۰۱۳)، اثرات کاربری اراضی بر هیدروژئومورفولوژی حوزه‌های آبخیز کوچک را بررسی کرده است. نتایج نشان می‌دهد تغییرات کاربری اراضی باعث کاهش ظرفیت نفوذ، افزایش رواناب، تولید رسوب بیشتر و افزایش جریانات طوفانی در حوزه‌های آبریز خصوصاً حوزه‌های کوچک‌تر می‌گردد (Royall, 2013).

ناوراتیل و همکاران(۲۰۱۳)، با بررسی‌های میدانی، تعدیل‌های هیدروژئومورفیک رودخانه‌های کوچک را قبل از رشد شهری در حوضه آبریز یزرون فرانسه تحلیل نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که رودخانه‌های شهری بزرگ‌شدگی متفاوتی را تجربه نموده‌اند. هم‌چنین تعدیل‌های ایجادشده در کانال رود به‌صورت محلی بوده و برخی از بازه‌ها از شدت تغییر بیشتری برخوردار بوده است (Navratil, Breil, Schmitt, Grosprêtre, & Albert, 2013).

کریستین و بیگس(۲۰۱۵)، اثرات منطقه‌ای شهرنشینی بر روی هندسه جریان کانال‌ها را موردمطالعه قرار داده‌اند. منحنی هندسی هیدرولیک منطقه‌ای نشان می‌دهد که شهرنشینی در توسعه اکثریت کانال‌ها نقش داشته اما شدت توسعه به‌طور گسترده‌ای متفاوت است (Taniguchi & Biggs, 2015).

جووف و همکاران (۲۰۱۵)، هیدروژئومورفولوژی شهری و سندروم۱ جریان‌های شهری را مطالعه کرده‌اند.در واقع این پژوهش بررسی ادبیات سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ در ارتباط با هیدروژئومورفولوژی می‌باشد. جهت انجام کار ۵ ناحیه تحقیقاتی را که می‌توانند هیدروژئومورفولوژی شهری را گزارش دهند، شناسایی و راهکارهایی ارائه داده‌اند که میزان حجم رواناب رودخانه‌های شهری را کاهش تا تأثیر آن بر ژئومورفولوژی جریان را تقلیل دهند (Vietz, Walsh, & Fletcher, 2015).

حوضه آبریز دربند مهم‌ترین حوضه واقع در شمال تهران می‌باشند که بخش مهمی از رواناب جاری‌شده به‌طرف تهران از این حوضه سرچشمه می‌گیرد. احداث مساکن و سازه‌های خطی (بزرگراه‌ها، خیابان‌ها و غیره)ناشی از توسعه شهر تأثیرات مهم بر ژئومرفولوژی سیستم رودخانه‌ها در این محدوده‌ها داشته و دارد. در واقع استقرار مساکن و سازه‌ها در واحدهای ژئومورفولوژی حوزه رودخانه دربند که از ثبات مورفودینامیکی برخوردار نیستند، بدون مطالعات و برنامه‌ریزی اثرات سویی را در برهم زدن تعادل سیستم‌های ژئومورفیک دارند. ازاین‌رو در این مطالعه با توجه به واکنش‌های آبراهه‌ای دربند و رودخانه‌های فرعی آن و تغییرات ایجادشده روی سیستم‌های رودخانه‌ای نسبت به شناسایی اثرات طرح‌های توسعه کالبدی توسعه شهر در قالب عوامل جغرافیایی پرداخته‌شده است. بدین منظور مشخص کردن ویژگی‌های موجود و بررسی تأثیر عملیات ساختمانی و تأثیر آن‌ها روی سیستم‌های رودخانه‌ای و برنامه‌ریزی برای پروژه‌ها درحدی که حداقل اثرات منفی را بر محیط داشته باشند از اهمیت خاصی برخورداراست. بنابراین در این پژوهش سعی شده تا پارامترهای هیدروژئولوژیکی مانند رواناب،تبخیر و تعرق و

1Syndrome

DOI: 10.29252/geores.33.3. 185

میزان نفوذپذیری از طریق مدل فیزیکی و نیمه توزیعی سوات[1](مدل ارزیابی آب‌وخاک) با در نظر گرفتن توسعه کالبدی شهر در حوزه آبریز دربند کلان‌شهر تهران دردومقطع حال حاضر (۲۰۱۸)و دوره ۲۰ سال قبل شبیه‌سازی و برآورد شود.

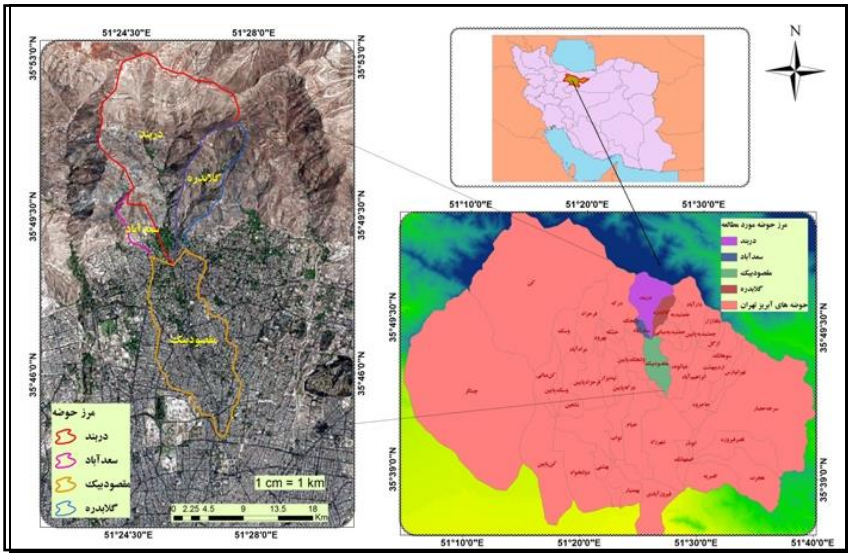
قابل‌ذکر است اکثر مطالعات انجام‌شده در این زمینه به‌صورت کیفی و در یک بخش از چرخه آب صورت گرفته است اما در پژوهش حاضر تمامی فرایندهای چرخه آب متأثر از توسعه شهری کمی سازی شده‌اند، و همچنین از دیگر نقاط قوت این پژوهش استفاده از مدل نیمه توزیعی سوات که در انتهای آن کالیبراسیون و ارزیابی دقت به‌طور کامل صورت انجام‌شده است.

محدوده موردمطالعه

حوضه آبخیز دربند- گلابدره در شمال شهر تهران در مختصات عرض جغرافیایی"۲۵ ′۳۵°۳۸ الی "۲۰′۵۳°۳۵و طول جغرافیایی "۳۰ ′۲۳°۵۱ الی′۲۸°۵۱ واقع‌شده است. این حوضه آبخیز درشیب‌های جنوبی البرز مرکزی در محدوده بخش مرکزی شهرستان شمیرانات استان تهران در فاصله بین لواسانات و کن قرارگرفته است. عرصه منابع طبیعی مشرف بر شمال تهران و در حوضه آبریزهای رودخانه جعفرآباد، گلابدره و دربند واقع‌شده است. حوضه موردمطالعه یکی از حوضه‌های کوهستانی است و قله توچال با ارتفاع ۲۹۵۷ متر در آن واقع است. حداقل ارتفاع حوضه ۱۳۲۰ متر در جنوب و حداکثر ارتفاع نیز ۳۹۳۸ متر در شمال حوضه است (A Detailed Plan of the Tehran 1 Region, 2007). با توجه به رشد سریع جمعیت تهران به‌ویژه در منطقه ۱شهرداری و تغییرات کاربری زمین ناشی از آن، رودخانه‌های شهری این منطقه ازجمله رودخانه دربند، به دلیل نیاز انسان به فضای زیست در معرض آسیب و تجاوز به حریم بوده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیوگرافی حوضه موردمطالعه

مشخصات حوضه	مساحت (KM)	محیط (KM)	طول حوضه (KM)	طول آبراهه اصلی (KM)	شیب حوضه(درصد)	حداقل ارتفاع(متر)	حداکثر ارتفاع(متر)
دربند	۲۳/۱	۲۳/۶۷	۸/۸	۷/۲	۵۹/۶۰	۱۳۲۰	۳۹۳۸



شکل ۱- موقعیت نسبی حوضه دربند- گلابدره

1 SWAT (Soil and Water Assessment Tool)

مواد و روش

در این پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای، تجربی و توصیفی-تحلیلی استفاده‌شده است. همچنین، جهت دستیابی به اهداف تحقیق از ابزارهایی مانند نقشه‌های مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر (DEM)، کاربری اراضی، نقشه خاک و داده‌های هواشناسی از قبیل بارش، حداقل و حداکثر دما، تابش خورشیدی، سرعت باد و رطوبت نسبی که به‌صورت اطلاعات روزانه برای دو دوره حال حاضر و ۲۰ سال گذشته استفاده‌شده است. میزان تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور، نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی در محیط نرم‌افزاری ENVI طی یک‌روند بیست‌ساله(۱۹۹۸ -۲۰۱۸) استخراج گردید. درنهایت در این پژوهش از مدل SWAT که یک مدل فیزیکی و نیمه توزیعی می‌باشد بهره گرفته‌شده است.

مدل SWAT یک مدل جامع در مقیاس حوضه‌ای می‌باشد که توسط سرویس تحقیقاتی کشاورزی آمریکا (USDA-ARS) ارائه‌شده است (Haji Hosseini, Haji Hosseini, Morid, & Delavar, 2015). این مدل، برای پیش‌بینی تأثیر روش‌های مدیریتی متفاوت بر جریان، رسوب، مواد مغذی و بیلان مواد شیمیایی در حوضه‌هایی با خاک، کاربری اراضی مختلف(تغییر کاربری) برای دوره‌های زمانی طولانی توسعه داده‌شده است (Verbeeten & Barendregt, 2007). در این مدل به‌جای آن‌که از معادلات رگرسیونی جهت توصیف رابطه بین متغیرهای ورودی و خروجی استفاده نماید، اطلاعات ویژه‌ای راجع به هوا، خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی و پوشش اراضی در حوضه آبریز دریافت می‌کند. این مدل به‌صورت یک الحاقی نرم‌افزار GIS می‌باشد و از قابلیت‌های آن بهره می‌گیرد. در این مدل فیزیک حرکت آب و رسوب، رشد گیاه، چرخه عناصر و جهت شبیه‌سازی به‌صورت پیوسته در نظر گرفته می‌شود. این مدل حوضه آبریز را به زیرحوضه‌های آبریز تقسیم می‌کند که با هرکدام به‌عنوان یک واحد مجزا رفتار می‌کند. همچنین زیرحوضه‌ها به بخش‌های پاسخ هیدرولوژی(HRU)۱ تقسیم می‌شوند که بخش‌هایی از زیرحوضه‌ها با پوشش‌ها، مدیریت و خصوصیات خاک می‌باشد. این مدل از روش عدد منحنی اصلاح‌شده۲ یا روش نفوذ گرین-امپت۳ جهت محاسبه حجم رواناب سطحی برای هر پاسخ هیدرولوژی استفاده می‌کند.

(HRUS) بر اساس نقاط متقاطع لایه‌های رستری یا وکتوری مربوط به کاربری‌های زمین، انواع خاک‌ها، زمین‌شناسی و زیرحوضه‌ها فراهم می‌آیند. از نقشه‌های خطی مربوط به نهر آب‌ها و شبکه‌های زهکشی رودخانه‌ها نیز می‌توان برای ایجاد (HRUS) استفاده کرد (Lagacherie, Rabotin, Colin, Moussa, & Voltz, 2010).

مدل SWAT در شبیه‌سازی چرخه هیدرولوژی از معادله توازن هیدرولوژیک(برای هر HRU) زیر رابطه(۱) استفاده می‌کند (Goodarzi, Zahabiyoun, Massah Bavani, & Kamal, 2012).

$$SWt = SWo + \sum_{i=1}^{i}(Rday - Qsurf - Ea - Wseep - Qgw) \qquad (۶)$$

در این رابطه، SWt مقدار نهایی آب خاک(mm)، SWo مقدار اولیه آب خاک در روز(mm)، Rday بارش روزانه، Qsurf رواناب سطحی، Ea تبخیر و تعرق واقعی، Wseep آبی که از پروفیل خاک به منطقه غیراشباع وارد می‌شود و Qgw جریان آب زیرزمینی خروجی به رودخانه برحسب میلی‌متر می‌باشد(Mengistu, 2009).

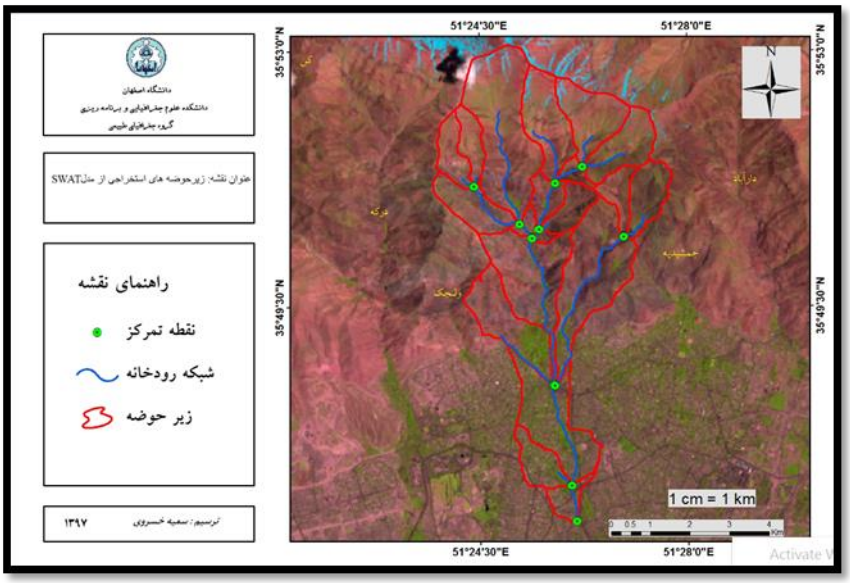
یافته‌های پژوهش

جهت استخراج خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آبریز دربند-گلابدره از مدل رقومی ارتفاعی باقدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر استفاده‌شده است. این اطلاعات شامل محدوده حوضه آبریز، زیرحوضه، نقاط تمرکز و خصوصیات فیزیکی حوضه آبریز

[1] - Hydrologic Response Unit
[2] - soil Conservation Service
[3] -Green and Ampt

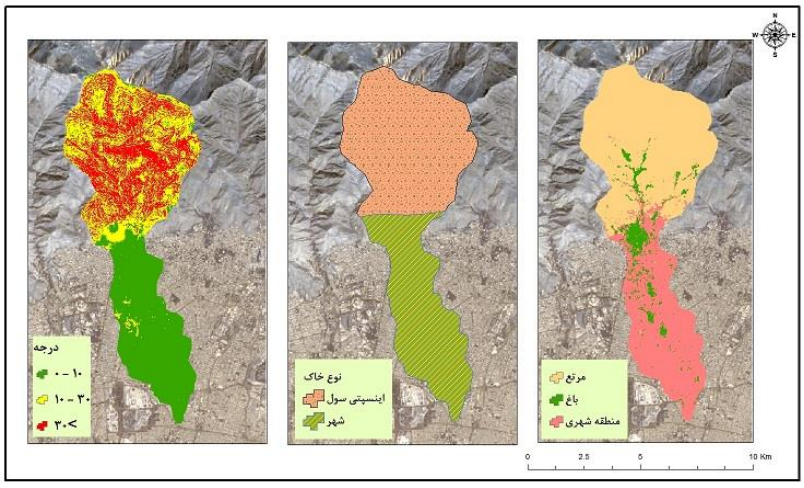
DOI: 10.29252/geores.33.3. 185

می‌باشد. در مرحله اول، با استفاده از داده توپوگرافی، حوضه آبریز دربند- گلابدره به ۲۱ زیرحوضه مطالعاتی تقسیم‌بندی شده است. سپس زیرحوضه‌ها بر اساس داده‌های خاک، شیب و کاربری اراضی به واحدهای پاسخ هیدرولوژیکی (HRU) تقسیم می‌شوند (شکل شماره ۲).

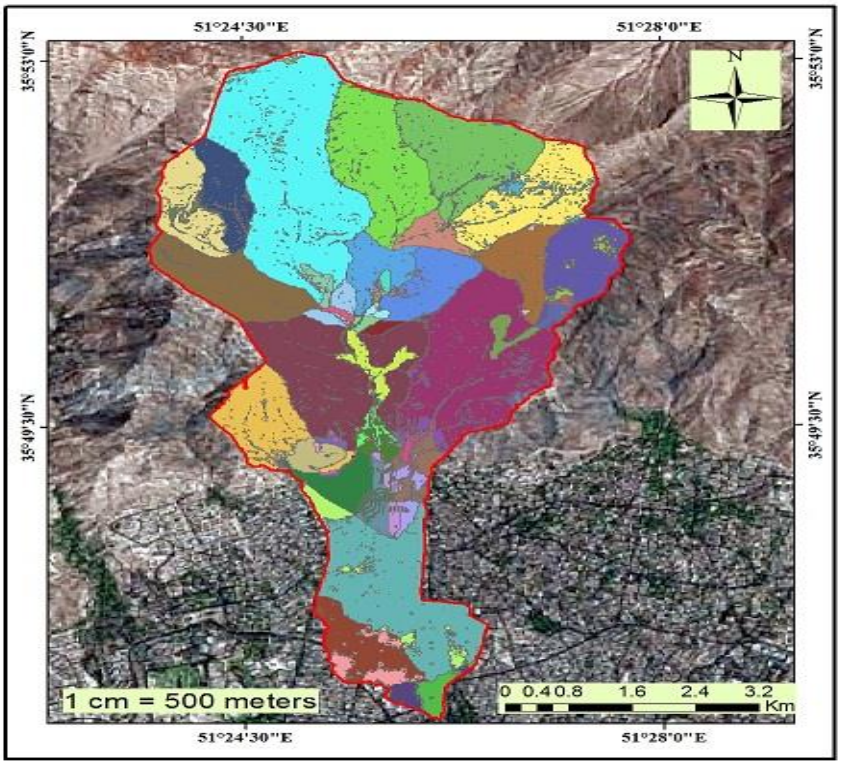


شکل ۲- زیرحوضه‌ها و شبکه جریان به همراه نقاط تمرکز حوضه آبریز دربند- گلابدره، استخراج از ARC SWAT

واحدهای پاسخ هیدرولوژیکی، واحدهای مطالعاتی جهت شبیه‌سازی فرآیند بارش – رواناب در مدل Arc Swat به کار گرفته می‌شود این واحدهای کاری از تلفیق و هم‌پوشانی سه لایه شامل کاربری اراضی، شیب و نوع خاک منطقه حاصل می‌گردد. در این مطالعه سه‌طبقه شیب برای حوضه آبریز دربند تعریف شد که شامل ۰تا۱۰ درصد، ۱۰تا۲۰ درصد و بیش از ۳۰ درصد می‌باشند(شکل۳). این طبقات شیب نه‌تنها به تفکیک مکانی بهتر حوضه کمک می‌کنند، بلکه برای تشخیص موقعیت مکانی واحدهای واکنش هیدرولوژیک نیز مناسب هستند. در حوضه آبریز دربند – گلابدره با توجه به لایه کاربری اراضی، خاک و شیب، تعداد ۵۱ واحد پاسخ هیدرولوژیکی استخراج‌شده است(شکل ۴).

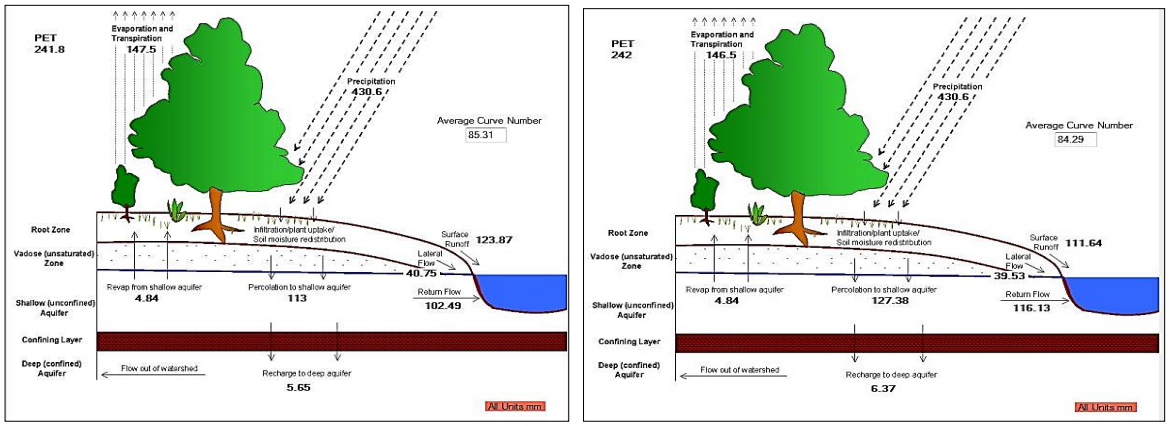


شکل۳- نوع کاربری زمین، خاک و شیب حوضه دربند- گلابدره



شکل ۴- نقشه HRU استخراجی توسط مدل ARC SWAT

در مرحله بعد به‌منظور شبیه‌سازی فرآیند بارش – رواناب بعد از استخراج واحدهای مطالعاتی، داده‌های روزانه آب و هواشناسی به مدل معرفی می‌شود این اطلاعات آب و هواشناسی شامل بارش، دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی، سرعت باد، تابش خورشیدی می‌باشد. در این پژوهش از داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شمال تهران بر اساس دوره آماری ۲۱ ساله از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۸ مورداستفاده قرار گرفت. در مرحله بعد نتایج مدل به‌صورت شما تیکی به دست می‌آید که اطلاعاتی از قبیل میزان بارش، تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل، شماره منحنی، جریان برگشتی و نفوذ به لایه‌های عمیق و سطحی زمین را ارائه می‌دهد(شکل ۵).



تحلیل شماتیک فرآیند بارش – رواناب سال ۱۹۹۸ **تحلیل شماتیک فرآیند بارش – رواناب سال ۲۰۱۸**

شکل ۵- تحلیل شماتیک فرآیند بارش – رواناب حوضه دربند-گلابدره سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۸

DOI: 10.29252/geores.33.3. 185

بخش چرخه هیدرولوژیکی

عناصر مهم چرخه هیدرولوژیکی را بارندگی، رواناب سطحی، تبخیر و تعرق، نفوذ و جریان‌های زیرقشری تشکیل می‌دهند. بیلان آبی با توجه به پارامترهای ورودی برای حوضه در دو مقطع حال حاضر(۲۰۱۸) و ۲۰ سال گذشته (۱۹۹۸) برآورد شد(جداول ۲و ۳).

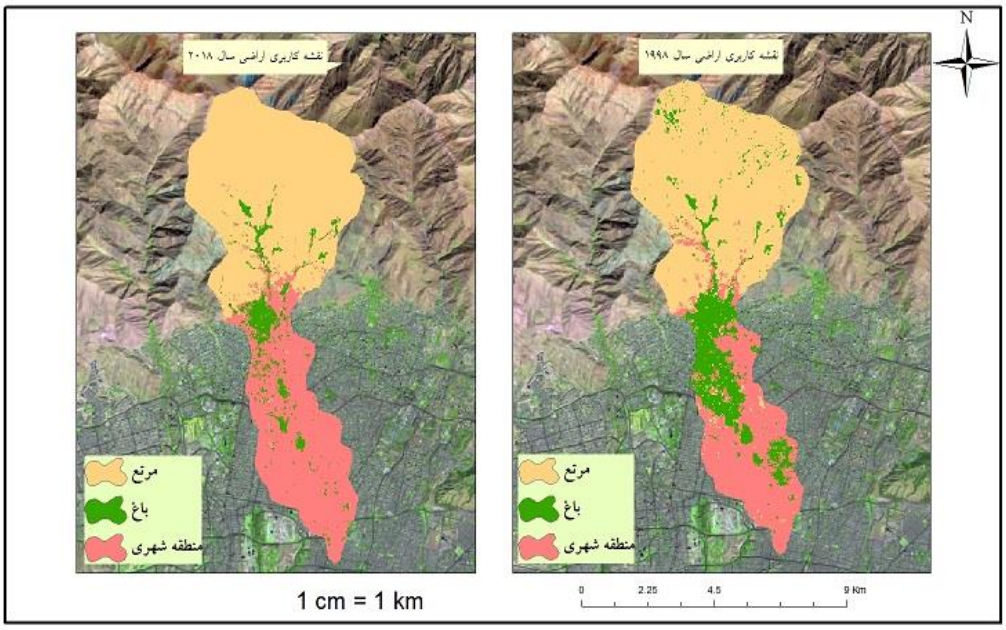
جدول۲-نسبت بیلان آبی سال ۱۹۹۸

جریان رودخانه/بارش	جریان پایه/ جریان کل	رواناب سطحی/ جریان کل	تبخیر و تعرق/ بارش
۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۷۲	۰/۸۹

جدول ۳- نسبت بیلان آبی سال ۲۰۱۸

جریان رودخانه/بارش	جریان پایه/ جریان کل	رواناب سطحی/ جریان کل	تبخیر و تعرق/ بارش
۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۷۸	۰/۸۵

جداول ۴ و۵ مقادیر پارامترهای هیدرولوژیکی را به تفکیک نوع کاربری اراضی شکل ۵ و۶ در محدوده موردمطالعه برای دو مقطع گذشته و حال نشان می‌دهد. بر اساس نقشه کاربری اراضی طی روند بیست‌ساله تغییراتی در گسترش فضای کالبدی شهری صورت گرفته است، در وضعیت حال حاضر در اثر گستردگی مناطق شهری تا خط ارتفاعی ۱۸۰۰ متر از سطح دریا، از میزان تراکم پوشش گیاهی کاسته شده است. تغییرات مذبور به‌تدریج در نوع گروه هیدرولوژیکی خاک و به‌تبع در میزان نفوذپذیری و رواناب تأثیرگذار خواهد بود(نقشه۵).



شکل۶- کاربری اراضی حوضه آبریز دربند -گلابدره برای دوره قبل(۱۹۹۸) و وضع موجود(۲۰۱۸)

جدول ۴- مقادیر پارامترهای هیدرولوژیکی به تفکیک نوع کاربری اراضی سال ۱۹۹۸

نوع کاربری	CN(شماره منحنی)	رواناب سطحیmm	تبخیر و تعرق(از سطح کاربری) (mm)
مرتع	۷۴	۱۲/۳۷	۱۳۹/۶۰
باغات	۷۰,۵	۲۳/۶۷	۱۲۸/۹۳
منطقه شهری	۷۹	۱۴/۹۷	۱۴۱/۷۶

جدول ۵- مقادیر پارامترهای هیدرولوژیکی به تفکیک نوع کاربری اراضی سال ۲۰۱۸

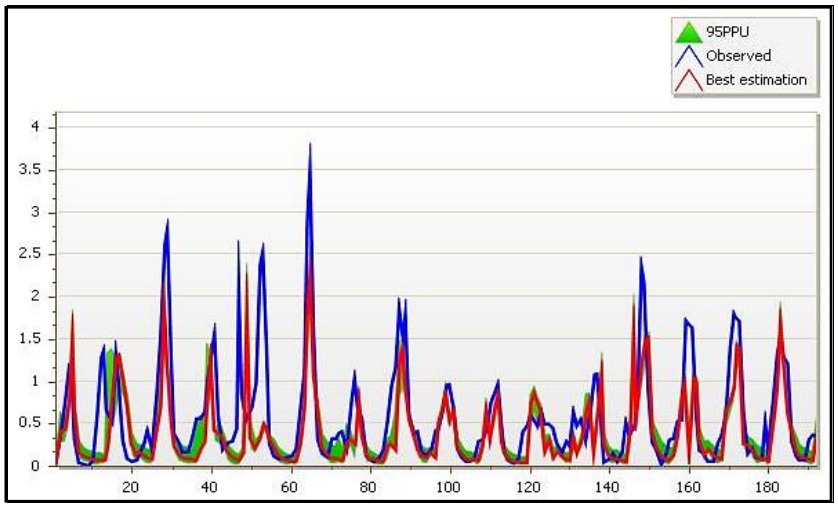
نوع کاربری	CN(شماره منحنی)	رواناب سطحی mm	(تبخیر و تعرقmm)
مرتع	۸۳	۱۳/۳	۱۳۷
باغات	۷۷,۵	۳۴	۱۲۳
منطقه شهری	۹۶	۴۰	۱۱۹/۰۲

ارزیابی دقت

در پژوهش حاضر، داده‌های اندازه‌گیری شده دبی روزانه در طول سال‌های ۱۹۹۰تا ۲۰۰۸ میلادی در ایستگاه هیدرومتری مقصود بیک مورداستفاده قرار گرفت. دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ میلادی جهت واسنجی و آمار دبی سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۰۷و ۲۰۰۸ برای اعتبارسنجی مدل در نظر گرفته شد. برای متعادل شدن مدل با شرایط محیطی دو سال ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹ به‌عنوان warm up مدل اختصاص یافت. مدل SWAT دارای پارامترهای متعددی است که شبیه‌سازی آن به تغییرات برخی از پارامترها حساسیت بیشتری دارد. این مرحله از محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SWAT-CUP و الگوریتم SUFI2 اجرا شد (Abbaspour, 2007). در الگوریتم SUFI2 با انجام چهار تکرار که هرکدام ۵۰۰ شبیه‌سازی بود واسنجی و اعتبارسنجی مدل SWAT در دو مرحله برای دوره قبل(سال ۱۹۹۸) و دوره وضع موجود (۲۰۱۸) انجام‌شده است. در مرحله اول، پارامترهایی که بیشترین تأثیر را در نتایج شبیه‌سازی داشتند، انتخاب و مقادیر بهینه آن‌ها حاصل گردید سپس بر اساس مقدار ضریب نش – ساتکلیف و ضریب تعیین، بهترین نتایج جهت واسنجی و اعتبار سنجی مدل صورت گرفت.

جدول۶-مقادیر پارامترهای تعیین‌شده برای واسنجی، حداقل، حداکثر و بهینه مقادیر حوضه دربند-گلابدره دوره قبل(سال ۱۹۹۸)

ترتیب حساسیت	نام پارامتر	حداقل مقادیر	حداکثر مقادیر	مقادیر بهینه
۱	R__CN2.mgt	-۰.۰۲۰۵۷۶	۰.۲۶۹۰۴۴	۰.۱۳۹۱۹۸
۲	R__SOL_AWC(..).sol	-۱.۵۸۸۰۱۰	-۰.۷۲۵۱۶۲	-۱.۵۷۵۰۶۷
۳	R__SOL_K(..).sol	-۰.۲۴۹۰۵۵	۰.۳۶۹۱۸۷	۰.۱۶۰۰۱۵
۴	R__SOL_BD(..).sol	۰.۶۴۴۲۳۹	۱.۲۵۵۳۳۱	۰.۸۱۸۴۰۰
۵	V__ALPHA_BF.gw	۰.۱۱۴۹۷۱	۰.۶۱۲۶۷۹	۰.۵۲۰۶۰۳
۶	V__GW_DELAY.gw	۱۸۲.۰۰۴۲۲۷	۲۷۱.۷۲۹۲۴۸	۲۶۵.۲۹۸۹۵۰
۷	V__GWQMN.gw	۱۲۲۸.۴۱۴۴۲۹	۲۲۸۸.۵۰۴۳۹۵	۲۱۱۰.۰۵۵۹۰۸
۸	V__GW_REVAP.gw	-۰.۱۱۰۱۶۶	-۰.۰۱۹۳۵۴	-۰.۰۳۴۰۳۵
۹	V__REVAPMN.gw	۱۱۰.۲۱۹۰۷۸	۲۴۷.۰۷۰۰۰۷	۲۴۳.۶۴۸۷۲۷
۱۰	V__RCHRG_DP.gw	۰.۸۱۷۹۷۷	۱.۲۱۹۸۴۵	۱.۱۶۴۲۵۳
۱۱	V__ESCO.hru	۰.۸۷۲۵۰۲	۱.۰۳۷۸۵۲	۱.۰۱۹۳۸۸
۱۲	V__EPCO.hru	۰.۸۷۰۰۹۶	۱.۰۵۱۴۰۸	۰.۹۲۶۰۰۱
۱۳	V__CH_N2.rte	-۰.۱۲۶۸۳۸	۰.۰۵۵۵۶۴	-۰.۱۲۲۲۷۸
۱۴	V__CH_K2.rte	۲۰.۶۹۵۵۰۷	۷۱.۲۵۷۳۷۰	۴۰.۳۳۰۳۶۴
۱۵	V__SLSUBBSN.hru	۰.۰۰۴۹۹۵	۰.۱۱۴۲۹۵	۰.۱۱۳۷۴۸
۱۶	V__SMTMP.bsn	-۳.۱۲۵۴۱۴	۰.۶۹۴۶۹۸	-۰.۳۳۰۳۶۵
۱۷	V__SMTMP.bsn	۶.۰۲۱۴۲۹	۱۲.۳۴۵۰۶۵	۱۰.۴۳۷۴۳۵
۱۸	V__SMFMX.bsn	-۰.۵۷۶۴۲۷	۴.۱۳۸۵۲۱	۰.۵۱۵۸۶۹
۱۹	V__SMFMN.bsn	۰.۴۳۶۵۴۶	۴.۸۶۴۸۹۸	۱.۳۵۹۱۱۹
۲۰	V__TIMP.bsn	۰.۶۴۳۱۱۵	۰.۹۶۲۲۷۹	۰.۸۲۶۶۳۴
۲۱	V__ALPHA_BNK.rte	۰.۰۸۴۸۵۵	۰.۵۳۷۹۱۳	۰.۱۳۲۴۲۶



شکل۷- نتایج هیدرو گراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده در دوره واسنجی بر پایه زمانی ماهانه، حوضه دربند-گلابدره سال ۱۹۹۸

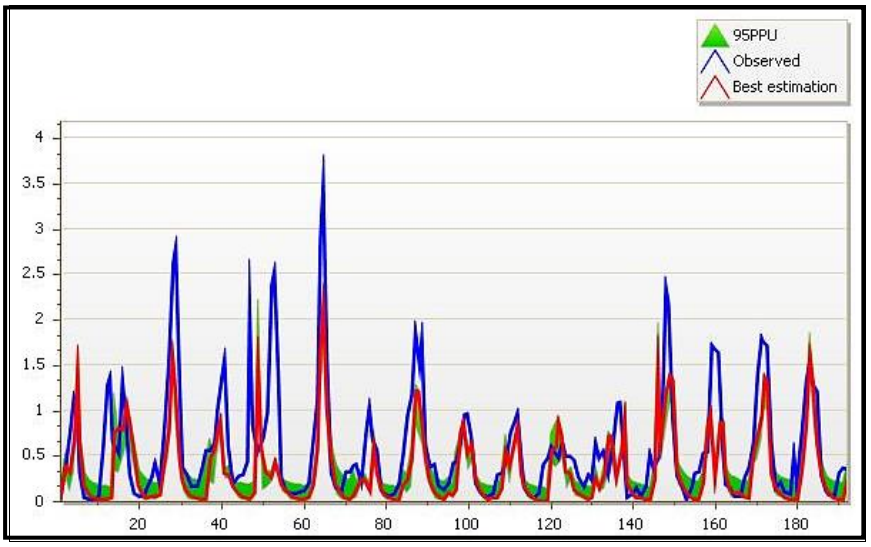
بعد از بهینه‌سازی پارامترهای مورداستفاده در SWAT- CUP ، مقدار ضریب نش- ساتکلیف (NS) و ضریب تعیین (R2) سال ۱۹۹۸ در مرحله واسنجی به ترتیب معادل ۰/۳۴ و ۰/۴۳ می‌باشد برای دوره اعتبارسنجی مقدار ضریب نش- ساتکلیف و ضریب تعیین به ترتیب برابر با ۰/۳۰ و ۰/۳۹ می‌باشد. همچنین، مدل SWAT- CUP در وضعیت موجود حوضه دربند – گلابدره برای سال ۲۰۱۸ موردبررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج هیدرو گراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده و مقادیر ارزیابی کارایی مدل در ادامه ارائه‌شده است. مقدار ضریب نش –ساتکلیف(NS) و ضریب تعیین(R2)، به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۴۶ در دوره واسنجی ، ۰/۳۳ و ۰/۳۹ در دوره اعتبارسنجی برآورد شده است. طبق نتایج ارزیابی کارایی مدل بر اساس ضریب نش –ساتکلیف (NS) و ضریب تعیین(R2)، نشان از توانایی مدل swat در شبیه‌سازی رواناب حوضه دارد.

جدول۷-مقادیر پارامترهای تعیین‌شده برای واسنجی، حداقل، حداکثر و بهینه مقادیر حوضه دربند-گلابدره وضع موجود(سال ۲۰۱۸)

ترتیب حساسیت	نام پارامتر	حداقل مقادیر	حداکثر مقادیر	مقادیر بهینه
۱	A__CN2.mgt	۸۳.۹۸۳۰۷۰	۸۶.۱۷۷۳۳۰	۸۵.۷۲۰۱۹۲
۲	R__SOL_AWC(..).sol	-۲.۵۵۳۸۱۷	-۱.۴۸۹۸۸۱	-۲.۲۲۲۲۲۴
۳	R__SOL_K(..).sol	۰.۹۹۱۸۶۵	۱.۵۱۸۴۵۷	۱.۴۹۶۵۱۶
۴	R__SOL_BD(..).sol	۰.۹۱۹۴۱۳	۱.۴۵۱۸۲۵	۰.۹۹۸۳۸۷
۵	V__ALPHA_BF.gw	۰.۸۰۵۲۶۵	۱.۰۵۵۵۹۷	۰.۹۳۶۶۸۹
۶	V__GW_DELAY.gw	۳۴۳.۹۱۷۸۷۷	۵۶۹.۸۵۰۵۸۶	۴۵۱.۹۸۹۰۱۴
۷	V__GWQMN.gw	۱۷۵۰.۸۴۵۵۸۱	۲۶۰۴.۳۳۱۵۴۳	۲۵۲۰.۴۰۵۵۱۸
۸	V__GW_REVAP.gw	-۰.۲۶۰۸۲۱	-۰.۰۶۰۱۲۱	-۰.۲۵۸۴۸۰
۹	V__REVAPMN.gw	۸۸.۲۹۲۲۴۴	۱۵۷.۴۵۸۲۰۶	۱۴۲.۵۸۷۵۲۴
۱۰	V__RCHRG_DP.gw	۰.۹۶۱۰۴۶	۱.۲۰۷۰۰۸	۱.۰۱۳۱۰۸

DOI: 10.29252/geores.33.3. 185

ترتیب حساسیت	نام پارامتر	حداقل مقادیر	حداکثر مقادیر	مقادیر بهینه
۱۱	V__ESCO.hru	۰.۵۰۵۶۶۶	۰.۶۱۶۹۷۴	۰.۵۸۱۵۴۱
۱۲	V__EPCO.hru	۰.۶۲۴۳۵۳	۰.۷۲۵۳۵۱	۰.۶۷۴۰۱۰
۱۳	V__CH_N2.rte	-۰.۰۵۲۷۰۷	۰.۰۲۶۷۱۳	-۰.۰۱۳۹۲۴
۱۴	V__CH_K2.rte	۴۶.۶۹۳۴۲۸	۹۲.۱۶۳۲۶۱	۸۰.۱۱۳۷۵۴
۱۵	V__SLSUBBSN.hru	۰.۱۲۱۵۴۸	۰.۱۸۷۰۱۸	۰.۱۴۵۶۶۳
۱۶	V__SMTMP.bsn	-۰.۴۸۲۵۶۷	۴.۱۲۱۹۸۱	۳.۴۰۸۲۷۶
۱۷	V__SMTMP.bsn	-۸.۰۶۷۹۳۷	-۴.۷۰۹۶۷۸	-۷.۱۴۴۴۱۶
۱۸	V__SMFMX.bsn	۲.۸۴۱۴۴۱	۶.۷۱۱۲۸۳	۳.۸۹۲۷۴۸
۱۹	V__SMFMN.bsn	-۱.۷۱۰۱۹۳	۲.۰۷۸۶۶۱	۰.۵۳۱۵۴۶
۲۰	V__TIMP.bsn	۰.۵۷۴۹۷۵	۰.۹۳۰۷۸۷	۰.۷۹۶۱۷۱
۲۱	V__ALPHA_BNK.rte	۰.۰۰۰۰۰۰	۰.۱۴۰۳۷۷	۰.۰۸۶۳۳۲



شکل۸-نتایج هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده در دوره واسنجی بر پایه زمانی ماهانه، حوضه دربند-گلابدره سال ۲۰۱۸

بحث

فعالیت‌های کاربری بشر به‌طور بنیادی تغییر هیدروژئومورفوژی رودخانه‌ها را به دنبال دارد. در دوران اخیر، فعالیت‌های انسانی به‌خصوص شهرنشینی بیشتر از هر عامل دیگر حتی تغییرات آب و هوایی مورفولوژی رودخانه‌ها را تغییر داده است. تغییر کاربری‌ها سبب افزایش رواناب، سیلاب و رسوب‌گذاری می‌شود و این افزایش می‌تواند به‌شدت مخاطرات ناشی از رودخانه‌ها را افزایش دهد. هم‌چنین، توسعه شهرها، به دلیل افزایش سطوح نفوذناپذیر، منجر به افزایش حجم رواناب و سیلاب، کاهش زمان تمرکز، افزایش دبی حداکثر لحظه‌ای و تغییر کیفیت سیلاب می‌گردد.

در محدوده موردمطالعه، تنوع و گوناگونی ساخت‌وساز و ساختارهای شهری، وجود موقعیت‌های مناسب و بافت‌های خاص در نواحی مختلف موجب شده است که فعالیت‌های مربوط به ساخت‌وساز در این نواحی وسعت گرفته و شهر بشدت به آن سمت توسعه بیابد و هم‌چنین سرمایه‌گذاران بیشتری به احداث پروژه‌های مختلف ساختمانی اقدام کنند که خود پیامدهای بسیاری بر روی تغییرات سیستم های ژئومورفیک ازجمله سیستم‌های رودخانه‌ای را به دنبال دارد.

از طرف دیگر در ژئومورفولوژی ما با فرایندها سروکار داریم و در این تغییرات خواسته‌ایم تأثیرات هیدروژئومورفولوژی را بررسی کنیم و قبل از آن چرخه آب است که تأثیر زیادی در فرایندهای مختلف خصوصاً فرایندهای جریانی دارد. درنتیجه ازآن‌جهت که اثربخش‌های مختلف چرخه آب را بررسی کنیم نیازمند کمی بودن آن‌ها هستیم و می‌بایست به سمت مدل‌هایی حرکتی کنیم که پایه فیزیکی دارند. سپس اثرات تغییرات پارامترها را در فرایندها و لندفرم‌ها می‌توان ملاحظه کرد. از این منظر مدل SWAT که یک مدل نیمه توزیعی بر پایه فیزیکی است انتخاب و با استفاده از این مدل فرایندهای چرخه آب را می‌توان کمی کرد.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج حاصل از شبیه‌سازی فرآیند بارش – رواناب ، میانگین بارش در حوضه آبریز دربند – گلابدره بر اساس داده هواشناسی ایستگاه شمال تهران، برابر با ۴۳۰/۶ میلی‌متر می‌باشد که از این مقدار بارش در دوره قبل ۱۴۶/۵ میلی‌متر و در سال ۲۰۱۸، به میزان ۱۴۷/۵میلی‌متر به‌صورت تبخیر و تعرق واقعی از سطح زمین و گیاه حوضه آبریز از دسترس خارج می‌گردد. میانگین شماره منحنی(CN) که نشان‌دهنده میزان نگهداشت آب بر روی حوضه آبریز می‌باشد در فرآیند شبیه‌سازی، این مقدار در سال ۱۹۹۸ برابر با ۸۴/۲۹ و سال۲۰۱۸ این مقدار به ۸۵/۳۱ افزایش داشته است. این افزایش درنتیجه توسعه کالبد شهری و افزایش سطوح نفوذناپذیر شهری در حوضه آبریز دربند- گلابدره اتفاق افتاده است و شرایط هیدرولوژیکی خاک و کاربری زمین دستخوش تغییرات شده است. درنتیجه این امر، کاهش نفوذپذیری و افزایش میزان رواناب سطحی را در حوضه دربند – گلابدره در پی داشته است. میزان رواناب سطحی در دوره قبل(۱۹۹۸)، ۱۱۱/۶۴میلی‌متر و در حال حاضر(۲۰۱۸) این مقدار به ۱۲۳/۸۷ میلی‌متر افزایش یافته است.

هم‌چنین میزان جریان بازگشتی به حوضه آبریز، نفوذ به آبخوان‌های سطحی و عمیق نیز روند کاهشی و منفی را به همراه داشته است که درنتیجه افزایش سطوح نفوذناپذیر شهری، بیشتر بارش‌های حوضه آبریز به‌صورت رواناب سطحی جاری می‌گردد و مقدار نفوذ را کاهش‌یافته است. همچنین، توسعه کالبدی شهر در حوضه آبریز دربند از بیست سال گذشته(۱۹۹۸) تاکنون(۲۰۱۸)، تغییرات قابل‌ملاحظه ای را در خصوصیات هیدرولوژیکی و درنهایت در ویژگی‌های هیدروژئومورفولوژیکی حوضه داشته است. محدوده موردمطالعه دارای سه نوع کاربری مرتع، باغات و منطقه شهری می‌باشد که در هریک از این کاربری‌ها میزان رواناب سطحی، نفوذپذیری و تبخیر و تعرق متفاوت می‌باشد.

به دلیل شرایط ذکرشده در ابتدای بحث محدوده موردمطالعه نسبت به سه دهه گذشته پرتراکم و به سمت کاربری‌های باغات و بخشی از کاربری‌های مرتعی حرکت کرده‌اند و به دنبال آن تغییر کاربری اتفاق افتاده است. مقدار شماره منحنی CN به علت تغییرات تراکم شهری و تغییرات کاربری در دوره زمانی ۲۰ ساله(از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸) از مقدار ۷۹ در منطقه شهری به ۹۶، ۷۴ در مرتع به ۸۳ و ۷۰,۵ در محدوده باغات به ۷۷,۵ تغییریافته است. نتایج نشان می‌دهد مقدار CN از گذشته تاکنون بیشتر شده است که به معنای این می‌باشد که میزان نفوذپذیری کاهش‌یافته است. از طرف دیگر تغییرات در مقدار CN بر روی مقدار رواناب سطحی تأثیر مستقیم می‌گذارد. به‌این‌ترتیب که در محدوده موردمطالعه از بیست سال گذشته تاکنون به ترتیب مقدار رواناب در کاربری‌های مختلف بدین گونه است: مقدار رواناب کاربری مرتع ۱۲,۳۷ به ۱۳,۳، کاربری باغات

DOI: 10.29252/geores.33.3. 185

۲۳,۶۷ به ۳۴ و کاربری منطقه شهری از ۱۴,۹۷ به ۴۰ تغییریافته‌اند. همان‌طور که ملاحظه شد با کاهش نفوذپذیری میزان رواناب سطحی بشدت افزایش یافت که خود در محدوده موردمطالعه مخاطرات جدی را به دنبال دارد. هم‌چنین شاخص تبخیر و تعرق هم بشدت تحت تأثیر می‌باشد بدین‌صورت که از ۱۹۹۸ تاکنون ۲۰۱۸، میزان تبخیر و تعرق از سطح کاربری در کاربری مرتع ۱۳۹,۶۰ به ۱۳۷، کاربری باغات از ۱۲۸,۹۳ به ۱۲۳ و در کاربری مناطق شهری از ۱۴۱,۷۶ به ۱۱۹,۰۲ تغییریافته است که نشان می‌دهد میزان تبخیر و تعرق نسبت به گذشته به دلیل از بین رفتن پوشش گیاهی در محدوده و تغییرات کاربری کاهش داشته است.

مدل SWAT بکار گرفته‌شده در این تحقیق و ارزیابی دقت خیلی مهم می‌باشد و از آن نظر که می‌خواهد داده شبیه‌سازی‌شده را بر اساس پارامترهایی مثل رواناب با داده‌های واقعی منطبق کند درنتیجه پارامترهای مختلفی که درگیر این چرخه هستند را مورد واسنجی و اعتبار سنجی قرارداد. درگذشته ۲۰۰۶ امانی و همکاران در پژوهشی شبیه‌سازی جریان در دو زیرحوضه ماهی دشت و سنجابی از زیرحوضه‌های رودخانه کارون را با استفاده از مدل سوات در دو مرحله واسنجی و اعتبار سنجی انجام دادند که نتایج حاکی از کارایی مناسب مدل در حوضه مذکور بود. که واسنجی مدل مقدار ضریبR2 شبیه‌سازی جریان ماهانه دو حوضه به ترتیب ۸۹ و ۸۱ درصد و اعتبار سنجی آن به ترتیب ۹۰ و۸۷ درصد نشان داد (Amani, Tajrishi, & Abrishamchi 2006) . هم‌چنین پژوهشی دیگر در سال ۲۰۰۹ توسط Alansi و همکاران اعتبارسنجی مدل سوات برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی جریان آبراهه‌ای در مالزی را انجام داده‌اند. که در آن نتایج شبیه‌سازی در مرحله واسنجی برای پایه زمانی ماهانه با استفاده از ضرایب کارایی R2 و نش- ساتکایف به ترتیب ۶۵٪ و ۶۲٪ و در مرحله اعتبارسنجی ۹۳٪ و ۹۲٪ به دست آمد. درنهایت می‌بایست خاطرنشان کرد مدل سوات در تحقیق آن‌ها توانست به‌خوبی در تشخیص زیرحوضه‌های دارای شرایط بحرانی مورداستفاده قرار گیرد (Alansi, Amin, Abdul Halim, Shafri, & Aimrun, 2009).

سهم نویسندگان: سمیه خسروی (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی (۶۰٪)، مژگان انتظاری (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی (۲۰٪)، علی احمدآبادی (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی (۱۰٪)، سید موسی پور موسوی (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی(۱۰٪)

منابع و مآخذ

A Detailed Plan of the Tehran 1 Region. (2007). *Department of Management and Planning of Tehran Urban Development Plans, Ministry of Housing and Urban Development* Retrieved from Tehran Municipality. (Persian)

Abbaspour, K. C. (2007). User manual for SWAT-CUP, SWAT calibration and uncertainty analysis programs. *Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Eawag, Duebendorf, Switzerland* .

Agha Beigi, M., & Lesani, M. (2008). *Runoff analysis of the city of Mashhad using the interpretation of satellite images and the proposed methods for controlling and reducing urban runoff*. Paper presented at the First National Engineering Conference of Consumers, Mashhad, Mashhad municipality. (Persian)

Ahmad Abadi, A., Kiani, T., & Ghafoorpoor Anbaran ,P. (2017). The effects of watershed management practices in Hydro-geomorphological characteristics in Anbaranchay watershed. *The Journal of Spatial Planning, 21*(2), 35-55. (Persian)

Alansi, A., Amin, M., Abdul Halim, G., Shafri, H., & Aimrun, W. (2009). Validation of SWAT model for stream flow simulation and forecasting in Upper Bernam humid tropical river basin, Malaysia. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 6*(6), 7581-7609. [DOI:10.5194/hessd-6-7581-2009]

Amani, N., Tajrishi, M., & Abrishamchi , A. (2006). *Simulation of stream flow by applying SWAT model and GIS*. Paper presented at the Seventh International Conference on River Engineering, Ahvaz, Shahid Chamran University. (Persian)

Booth, D. B., Karr, J. R., Schauman, S., Konrad, C. P ,.Morley, S. A., Larson, M. G., & Burges, S. J. (2004). Reviving urban streams: Land use, hydrology, biology, and human behavior. *Journal of the American Water Resources Association, 40*(5), 1351-1364. [DOI:10.1111/j.1752-1688.2004.tb01591.x]

Chin, A. (200 .(٦Urban transformation of river landscapes in a global context. *Geomorphology, 79*(3), 460-487. [DOI:10.1016/j.geomorph.2006.06.033]

Chin, A., O'Dowd, A. P., & Gregory, K. J. (2013). 9.39 urbanization and river channels. In J. F. Shroder (Ed.), *Treatise on Geomorphology* (pp. 809-827). San Diego: Academic Press.

Findlay, S. J., & Taylor, M. P. (2006). Why rehabilitate urban river systems? *Area, 38*(3), 312-325 .

Ghanavati, E., Safari, A., Karam, A., Najafi, E., & Jahandar, G. (2016). Hydrogeomorphological characteristics of Tehran metropolitan watersheds. *Journal of Hydrogeomorphology, 2*(6), 33-54. (Persian)

Goodarzi, M. R., Zahabiyoun, B., Massah Bavani, A. R., & Kamal, A. R. (2012). Performance comparison of three hydrological models SWAT, IHACRES and SIMHYD for the runoff simulation of Gharesou basin. *Journal of Water and Irrigation Managemant (Journal of Agriculture), 2*(1), 25-40. [DOI:10.22059/JWIM.2012.25090]. (Persian)

Haji Hosseini, H. R., Haji Hosseini, M. R., Morid, S., & Delavar, M. (2015). Hydrological simulation of the upper hirmand transboundary catchment using SWAT model. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 19*(72), 255-268. [DOI:10.18869/acadpub.jstnar.19.72.22]. (Persian)

Hardison, E. C., O'Driscoll, M .A., DeLoatch, J. P., Howard, R. J., & Brinson, M. M. (2009). Urban land use, channel incision, and water table decline along coastal plain streams, North Carolina. *Journal of the American Water Resources Association, 45*(4), 1032-1046. [DOI: 10.1111/j.1752-1688.2009.00345.x]

Hossein zadeh, M., & Esmaeli, R. (2015). *River geomorphology* (First ed.). Tehran: Shahid Beheshti University. (Persian)

Hossein Zadeh, R., & Jahadi Toroghi, M. (2007). The effects of urbanization on the natural drainage patterns and the increase of urban floods: Case study Metropolis of Mashhad-Iran. *Geographic Research, 39*(61), 145-159. (Persian)

Hosseini, M., Ghafouri, A. M., Amin, M. S. M., Tabatabaei, M. R., Goodarzi, M., & Abde Kolahchi, A. (2012). Effects of land use changes on water balance in Taleghan catchment, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology, 14*(5), 1161-1174 .

Hosseini, M., & Mokarian, Z. (2014). Estimation of ground water runoff by SWAT model in Golgol catchment. *Journal of Watershed Engineering and Management,, 8*(1), 80-92. [DOI:10.22092/IJWMSE.2016.105976]. (Persian)

Lagacherie, P., Rabotin, M., Colin, F., Moussa, R., & Voltz, M. (2010). Geo-MHYDAS: A landscape discretization tool for distributed hydrological modeling of cultivated areas. *Computers & Geosciences, 36*(8), 1021-1032. [DOI:10.1016/j.cageo.2009.12.005]

Lin, Y.-P., Lin, Y.-B., Wang, Y.-T., & Hong, N.-M. (2008). Monitoring and predicting land-use changes and the hydrology of the urbanized Paochiao watershed in Taiwan using remote sensing data, urban growth models and a hydrological model. *Sensors, 8*(2), 658-680. [DOI:10.3390/s8020658]

Mengistu, K. T. (2009). Watershed hydrological responses to changes in land use and land cover, and management practises at Hare Watershed, Ethiopia, engineering and machine engineering, University Siegen. Retrieved from http://dokumentix.ub.uni-siegen.de/opus/volltexte/2009/420/

Najafi, E. (2015). *Geomorphologic modeling of bridges in urban areas (case study: Tehran metropolis).* (PhD Thesis), Kharazmi University. (Persian)

Navratil, O., Breil, P., Schmitt, L., Grosprêtre, L., & Albert, M. B. (2013). Hydrogeomorphic adjustments of stream channels disturbed by urban runoff (Yzeron River basin, France). *Journal of Hydrology, 485*, 24-36. [DOI:10.1016/j.jhydrol.2012.01.036]

Royall, D. (2013). 13.3 Land-Use Impacts on the Hydrogeomorphology of small watersheds. In J. F. Shroder (Ed.), *Treatise on Geomorphology* (pp. 28-47). San Diego: Academic Press.

Saberi, A. (1995). *Investigating the effects of urban development changes in northern Tehran to provide methods for controlling and managing flood.* (Master's Thesis), Tarbiat Modares University. (Persian .(

Taniguchi, K. T., & Biggs, T. W. (2015). Regional impacts of urbanization on stream channel geometry: A case study in semiarid southern California. *Geomorphology, 248*, 228-236. [DOI:10.1016/j.geomorph.2015.07.038]

 DOI: 10.29252/geores.33.3. 185

Verbeeten, E., & Barendregt, A. (2007). *The impacts of climate change on hydrological services provided by dry forest ecosystems in West Africa* .Paper presented at the 4th International SWAT Conference, Netherlands .

Vietz, G. J., Walsh, C. J., & Fletcher, T. D. (2015). Urban hydrogeomorphology and the urban stream syndrome: Treating the symptoms and causes of geomorphic change. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 40*(3), 480-492 .

Zamanzadeh, S. M., Yamani, M., & Bani Safar, M. (2013). *Erosion of the bed and river bank due to the harvesting of river materials. Case study: Zaringal river, Golestan Province*. Paper presented at the Second International Conference on Environmental Risks, Tehran, Kharazmi University. (Persian)