علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره سه، خرداد ماه ۱۴۰۰

مدل‌سازی اثر تغییر کاربری اراضی بر میزان رواناب سطحی در حوزه آبخیز خرم‌آباد با استفاده از تلفیق مدل L- THIA و RS و GIS

حدیث رشیدی [۱]

علی حقی زاده [۲] *

Haghizadeh.a@lu.ac.ir

حسین زینی وند [۳]

ناصر طهماسبی پور [۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۴

چکیده

زمینه و هدف : تغییرات کاربری زمین ، عمدتاً فواید اجتماعی- اقتصادی زیادی را به دنبال دارد . با این‌حال، این تغییرات آثار منفی را به محیط‌زیست طبیعی وارد می‌کند. به علت حجم زیاد رواناب ناشی از عدم نفوذپذیری در سطح شهر و عدم تعبیه مناطق خاص یا هرگونه سازه جهت نفوذ آب علاوه بر مشکل آب‌گرفتگی در مناطق پست شهر مطالعات متعددی برای توسعه‌ی مدل‌ها با رویکرد شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته است. در این تحقیق از مدل L-THIA برای تخمین رواناب ناشی از تغییر کاربری در حوزه‌ی خرم‌آباد استفاده‌شده است. مدل L-THIA، مدلی برای ارزیابی آثار بلندمدت حاصل از تغییر کاربری زمین بر منابع آبی است که با استفاده از داده‌های ساده و در دسترس نظیر داده‌های اقلیمی بلندمدت، نقشه‌ی کاربری اراضی و نقشه‌ی خاک قابل‌اجراست.

روش بررسی : این مطالعه ، در دوره زمانی ۱۰ ساله و در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۹۳ انجام شد. تصاویر لندست از سایت سازمان زمین‌شناسی ایالت متحده دانلود گردید و تصحیحات مختلف بر روی آن ها انجام گردید. نقشه‌های کاربری زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سنجنده ETM و تصاویر لندست ۸ مربوط به سنجنده OLI به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳ تهیه و مورداستفاده قرار گرفت. داده‌های بارش از سازمان آب منطقه‌ی تهیه می‌گردد. پس از مرتب کردن برای تجزیه‌وتحلیل آتی آماده می‌شوند با تلفیق نقشه کاربری اراضی و نقشه‌ی بافت خاک در نرم‌افزار جی آی اس، گروه هیدرولوژیکی خاک تولید می‌گردد. و درنهایت نقشه‌های آماده‌شده به مدل L-THIA داده می‌شود و تأثیر تغییر کاربری بر رواناب سطحی بررسی می‌گردد.

۱- کارشناس ارشد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ،دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

۲- دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

یافته‌ها: نتایج مدل‌سازی با استفاده از L-THIA، افزایش رواناب سالانه در طی ده سال را نشان می‌دهد طبق نتایج مدل، میانگین میزان عمق رواناب منطقه، از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ از مقدار ۱۶/۱۲ به مقدار ۱۸/۳۲ رسیده است. نتایج حاصل از اجرای مدل افزایش حجم و عمق رواناب سطحی در فاصله‌ی زمانی موردنظر را نشان داد که این امر سبب ضرورت کنترل بر تغییرات کاربری زمین در منطقه شده است. تغییرات کاربری عمدتاً در جهت افزایش مناطق مسکونی و کاهش سطح زمین‌های جنگلی و مرتعی است.

بحث و نتیجه‌گیری: همان‌طور که از نتایج این تحقیق برمی‌آید مدل L-THIA، قابلیت مناسبی در بیان نحوه‌ی اثر تغییر کاربری بر مقادیر حجم و عمق رواناب دارد. همچنین با استفاده از نتایج مطالعه، می‌توان برنامه‌های کنترلی برای تغییرات کاربری زمین جهت جلوگیری از افزایش رواناب در منطقه تهیه نمود.

واژه های کلیدی: L-THIA، تغییر کاربری زمین، حوزه خرم‌آباد، رواناب، مدل‌سازی هیدرولوژیکی.

J. Env. Sci. Tech., Vol 23, No. 3, June, 2021

Modeling the Effects of Land Use Change on Surface Runoff in the Watershed of Khorramabad Using RS and GIS Integration Model and L- THIA

Hadis Rashidi[1]

Ali Haghizadeh[2]*

Haghizadeh.a@lu.ac.ir

Hossein zeinivand[3]

Naser Tahmasebipour[2]

Admission Date:July 26, 2017 Date Received: December 31, 2016

Abstract

Background and Objective: land use change, mainly socio-economic benefits to follow. However, these changes have negative effects on the natural environment. Due to the high volume of runoff from a lack of permeability in the city and Non-use of certain areas or any structure in addition to the problem of flooding in low-lying areas for water infiltration in several studies to develop models with simulation approach to land use changes have taken place. In this study, L-THIA model for estimating runoff from land use changes in the area of Khorramabad is used. The Model of L-THIA, a model to assess long-term effects land use change on water resources using simple and availability data Such as long-term climate data, land use map and soil map applicable.

Methods: This study was conducted in a period of 10 years and in the period of 2004-2014. Landsat images from the site the US Geological Survey has been downloaded and various corrections have been made. Land use maps were prepared and used using Landsat 7 satellite images of ETM sensors and Landsat 8 images of OLI sensors related to 2004 and 2014, respectively. Precipitation data are provided by the Regional Water Authority. After sorting, they are prepared for future analysis. By combining land use map and soil texture map in GIS software, the soil hydrological group is produced. Finally, the prepared maps are given to the L-THIA model and the effect of land use change on surface runoff is investigated.

Findings: The results of modeling using L-THIA, increased annual runoff in ten years shows that this increased volume of runoff and the need for control over land use change in the region. User modifications to increase mainly in residential areas and loss of woodland and grassland.

1- M.Sc. Student, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Lorestan University,Khoramabad, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Lorestan University, Khoramabad, Iran.* (Corresponding Author)

3- Associate Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Lorestan University,Khoramabad, Iran.

Discussion and Conclusion: As the results of this study show, the L-THIA model has a good ability to express the effect of land use change on the volume and depth of runoff. Also, using the results of the study, it is possible to prepare control programs for land use changes to prevent runoff in the area.

Keywords: L-THIA, Land Use Change, Khorramabad Area, Runoff, Hydrological Modeling.

مقدمه

در سراسر جهان تغییرات کاربری زمین در حال انجام است که این امر آثار مهمی بر ساختار و کارکرد اکوسیستم دارد(۱). اطلاع از عوامل مؤثر در تغییر کاربری اراضی در یک دوره زمانی می‌تواند موردتوجه برنامه‌ریزان و مدیران باشد(۲). تغییرات به‌طور طبیعی، به‌صورت تدریجی اتفاق می‌افتد اما تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی به‌صورت سریع و ناگهانی روی می‌دهد(۳). کاربری اراضی در مفهوم کلی آن به نوع استفاده از زمین در وضعیت موجود گفته می‌شود که دربرگیرنده تمامی کاربری‌ها در بخش‌های مختلف کشاورزی، منابع طبیعی و صنعت می‌شود(۴). کاربری اراضی شامل تمام فعالیت‌های موجود در منطقه یا ناحیه مانند یک حوزه آبخیز درروی زمین مانند تخصیص اراضی به فعالیت‌های زراعی، مناطق مسکونی، جنگل، مرتع، معدن، تأسیسات صنعتی و همانند آن است. افزایش رواناب به‌واسطه‌ی تغییر کاربری می‌تواند شاخص خوبی برای تعیین احتمال بالقوه افزایش سیلاب دریک حوزه‌ی آبخیز باشد. تغییرات نادرست کاربری اراضی، باعث به هم خوردن چرخه آب از تعادل طبیعی می‌شود که معضلاتی مثل سیل و کاهش منابع آب را در پی خواهد داشت(۵). درزمینه‌ی تأثیرات کمی تغییرات کاربری اراضی بر مقدار رواناب حوزه در مناطق مختلف ایران و جهان تحقیقاتی انجام‌گرفته است. چوی و دیل تأثیرات هیدرولوژیکی تغییر کاربری اراضی را با استفاده از مدل، برای حوزه‌ی رودخانه کیشواکی در نیمه‌ی غربی آمریکا ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که مدل‌سازی، به‌وسیله‌ی الحاق یک مدل تغییر کاربری توزیعی و یک مدل هیدرولوژیکی نیمه توزیعی می‌تواند ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری مفیدی باشد(۶). برای شبیه‌سازی آثار تغییر کاربری یک منطقه یا حوزه آبخیز مدل‌های هیدرولوژیکی زیادی وجود دارد که مدل L-THIA یکی از آن‌هاست و در ایران، تنها در یک مورد در حوزه‌ی خرم‌آباد انجام‌شده است. مدل L-THIA، یک مدل ساده و مرتبط با جی‌آی‌اس است که رواناب مستقیم را از داده‌های ورودی پایه شامل داده‌های اقلیمی بلندمدت،کاربری اراضی و گروه هیدرولوژیکی خاک برآورد می‌نماید(۷). مدل L-THIA یک مدل هیدرولوژیکی است که به ارزیابی آثار هیدرولوژیکی بلندمدت با استفاده از داده‌های در دسترس می‌پردازد(۸). در مدل L-THIA دو مؤلفه وجود دارد: یکی از آن‌ها عنصر هیدرولوژی و دیگری عنصر کیفیت آب است. برای عنصر هیدرولوژی، مدل L-THIA، رواناب مستقیم را بر مبنای روش شماره منحنی و داده‌های بارندگی روزانه برآورد می‌کند. عنصر کیفیت آب ، بار آلودگی را از رواناب مستقیم و ضرایب مربوط به کاربری زمین برآورد می‌نماید(۹). مطالعات زیادی درزمینه تغییرات کاربری اراضی بر مقدار رواناب حوزه انجام‌شده است به‌طور مثال گلدوی و همکاران، به بررسی تغییرات کاربری اراضی بر آب‌های سطحی با استفاده از مدل L-THIA در منطقه گرگان پرداختند. این مطالعه، در دوره زمانی ۲۷ ساله و در فاصله زمانی ۱۹۸۸-۲۰۰۷ انجام شد. با استفاده از نتایج مطالعه برنامه‌های کنترلی برای تغییرات کاربری زمین جهت جلوگیری از افزایش رواناب در منطقه تهیه کردند(۱۰). وفاه خواه و همکاران، به بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر مقدار رواناب در حوضه آبخیز چالوس رود پرداختند. در این تحقیق از مدل L-THIA جهت تخمین رواناب ناشی از تغییر کاربری اراضی در حوضه آبخیز چالوس استفاده شد. نتایج مدل‌سازی رواناب با استفاده از مدل L-THIA در حوضه‌ی آبخیز چالوس رود نشان داد که عمق رواناب به ترتیب از ۴۲۲/۹۸ به ۸۰۹/۱۶۸ میلی‌متر طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۷۹ رسید که بیان گر افزایش ۱۸۸/ ۳۶۸ میلی‌متری عمق رواناب طی ۱۶ سال است. از نتایج این تحقیق برمی‌آید مدل

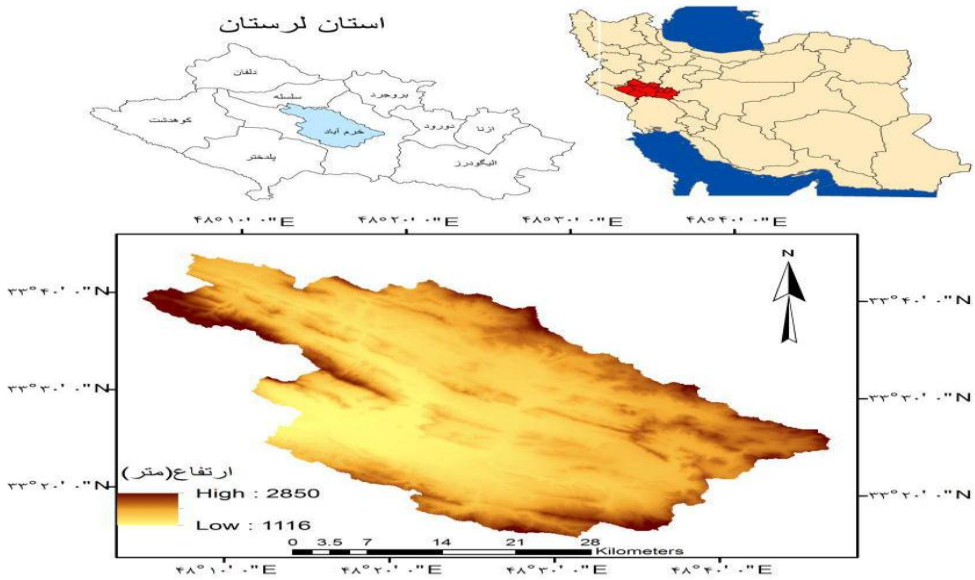
L-THIA قابلیت مناسبی در بیان نحوه اثر تغییر کاربری بر مقادیر حجم و عمق رواناب دارد. این مدل با ارایه‌ی نقشه‌ی توزیع مکانی رواناب، امکان شناسایی مناطق حادثه‌خیز، پهنه‌بندی سیل و همچنین مدیریت سیل را فراهم می‌سازد(۱۱). یازلو و همکاران برای انتخاب مکان بهینه، با استفاده از تغییرات کاربری اراضی و آب‌وهوا بر هیدرولوژی در حوزه‌ی نوین واقع در شمال غربی ایندیانا از مدل L-THIA استفاده نمودند. نتایج ایشان نشان داده تغییر کاربری موجب افزایش حجم رواناب و بارهای آلاینده می‌شود انتخاب و مکان بهینه زیرساخت‌ها با استفاده از مدل L-THIA انجام شد همچنین هزینه‌ی سالانه زیرساخت‌های سبز تا حد زیادی باعث افزایش حجم رواناب و بارهای آلاینده می‌شود(۱۲). با توجه به تأثیر کاربری اراضی بر وقوع سیلاب و تولید رواناب، ضرورت انجام این تحقیق، تعیین تأثیر تغییر کاربری اراضی بر حوزه آبخیز خرم‌آباد بر مقدار رواناب حوزه است. مدل L-THIA ، برای بررسی آثار تغییر کاربری زمین بر آب‌های سطحی استفاده شد. برای این کار، ابتدا نقشه‌های کاربری زمین منطقه، نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک و داده‌های اقلیم طولانی‌مدت تهیه شد. سپس، این اطلاعات برای اجرای مدل مورداستفاده قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقه موردمطالعه

حوزه آبخیز رودخانه خرم‌آباد یکی از هشت زیر حوزه مهم حوزه آبخیز کشکان است که از زیر حوزه‌های مهم کرخه هست. حوزه آبخیز خرم‌آباد ازنظر موقعیت جغرافیایی بین ۴۸ درجه و ۴ دقیقه و ۳۷ ثانیه تا ۴۸ درجه و ۴۶ دقیقه و ۳۷ ثانیه شرقی و ۳۳ درجه و ۱۵ دقیقه و ۱۶ ثانیه تا ۳۳ درجه ۴۳ دقیقه و ۵۲ ثانیه شمالی در بخش میانی سلسله جبال زاگرس قرارگرفته است.

این زیر حوزه از شمال به آبخیز کاکا رضا، از جنوب به آبخیز دز، از شرق به آبخیز زاغه و از غرب به جاده خرم آباد- اندیمشک محدود می‌شود. مساحت منطقه موردمطالعه در حدود ۱۶۵۹ کیلومترمربع هست. رودخانه خرم‌آباد با طول آبراهه اصلی ۷۳/۳ کیلومتر پس از عبور از داخل شهر و دشت جنوبی آن سرشاخه‌های فرعی کاکا شرف و سراب دایمی چنگالی در بخش جنوبی به آن ملحق می‌گردد که محل ایستگاه چم انجیر زیر حوزه رودخانه خرم‌آباد را به وجود می‌آورد. میانگین بارش سالیانه ۳۶۷/۲۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۷/۱۳ درجه است ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۱۴۷/۸ متر است. شکل (۱) تصویری از منطقه تحت مطالعه را نشان می‌دهد.



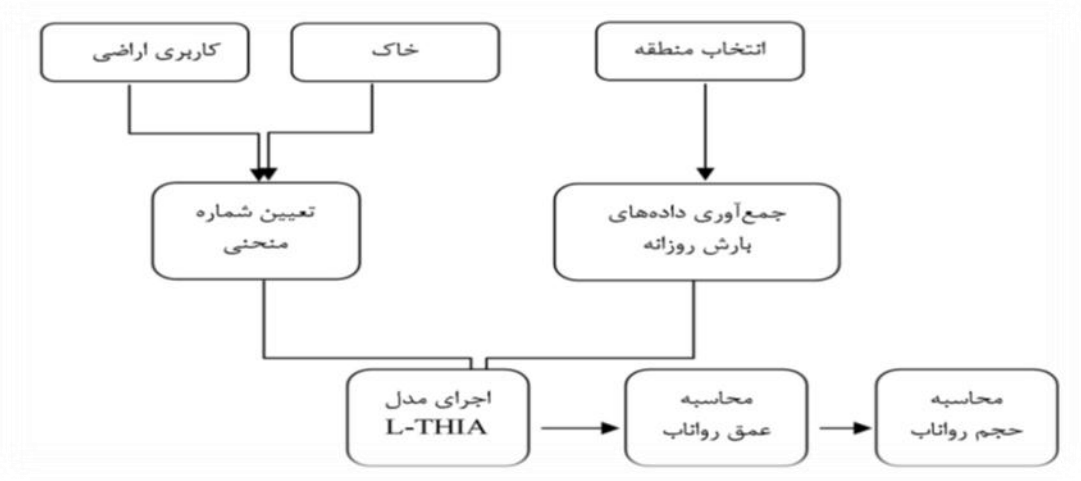
شکل ۱-منطقه موردمطالعه

Figure 1. Study Area

مدل L-THIA

مدل L-THIA، ابزاری مناسبی برای کمک به سنجش تأثیرات بالقوه‌ی تغییر کاربری زمین بر رواناب سطحی و آلودگی است(۱۳). این مدل، به‌عنوان ابزاری سریع و در دسترس برای استفاده در ارزیابی تأثیرات بلندمدت تغییر کاربری توسعه‌یافته است(۱۴). هسته‌ی اصلی این مدل بر مبنای روش شماره منحنی (CN) است. مقادیر CN بین ۰- ۱۰۰ است که در آن مقادیر بالا، به کاربری‌های شهری و مقادیر پایین به مناطقی با نفوذپذیری بالا(تالاب‌ها و مراتع با تراکم پوشش گیاهی بالا) تعلق می‌گیرد. در واقع استفاده از CN در L-THIA یک جایگزین ساده و مناسب برای مدل‌های هیدرولوژیکی پیچیده‌ای است که به داده‌های زیادی نیاز دارند و اغلب برای بیش تر مناطق در دسترس نیست(۱۵). مدل L-THIA با استفاده از داده‌های بارندگی روزانه، رواناب روزانه را تخمین می‌زند. مزیت این مدل، عدم نیاز به کالیبراسیون مدل با داده‌های واقعی است چون با واردکردن داده‌های بارش و گروه هیدرولوژیکی خاک و نقشه‌ی کاربری اراضی در واقع مدل با شرایط منطقه اجرا می‌شود و به نوعی کالیبره می‌گردد. به همین دلیل، مدل L-THIA مورد توجه سیاست گذارنی است که می‌خواهند پیامدهای مدیریت بحران را شناسایی نموده و آثار نامطلوب آن را اصلاح نمایند(۱۶). مدل LTHIA، ۸ طبقه کاربری زمین جهت اجرای مدل‌سازی در نظر می‌گیرد. این طبقات عبارت‌اند از: مناطق آبی، تجاری، کشاورزی، مناطق مسکونی متراکم، مناطق مسکونی کم تراکم، مرتع، جنگل و مناطق صنعتی. بنابراین برای اجرای مدل، نقشه‌های کاربری زمین منطقه مطالعاتی باید دوباره طبقه‌بندی می‌شدند. همچنین، اگر برخی از طبقات متفاوت با طبقات این مدل هستند، باید آن‌ها را در طبقه‌هایی قرارداد که بیش ترین شباهت از لحاظ خصوصیات تولید رواناب ، با آن طبقه را دارد(۱۷). برای مثال،کاربری زمین بایر که در طبقات کاربری زمین موردنظر مدل L-THIA قرار ندارد، با توجه به ویژگی تولید رواناب در زمین‌های بایر، برای استفاده در مدل-L THIAدر طبقه مناطق مسکونی متراکم قرار گرفت. دلیل این امر توانایی مشابه دو کاربری در تولید رواناب است. به‌این‌ترتیب نقشه‌ی های کاربری سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳ دوباره

طبقه‌بندی شدند تا اجرای فرایند مدل‌سازی برای هر یک از آن‌ها انجام‌پذیر شود. پس از انجام این کار، با استفاده از ماژول Land use Classification در برنامه L-THIA GIS/NPS به هر یک از طبقات کاربری زمین کدهایی از 1000 تا ۷۰۰۰ اختصاص داده شد و نقشه‌های کاربری زمین به‌صورت لایه‌های رستری موردنیاز برای اجرای مدل تبدیل شد. جدول(۲) چگونگی طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری زمین برحسب طبقات مدل L-THIA و کدهای طبقات کاربری زمین را نشان می‌دهد.



شکل۲- مراحل اجرای مدل L-THIA

Figure 2. The process of L-THIA model run

روش پژوهش

در این مطالعه از نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی هم چون، ArcMap، ArcView3.2 و ENVI، برای آماده‌سازی نقشه‌ها و فرآیند مدل‌سازی و نرم‌افزار گوگل ارث جهت بررسی صحت نقشه‌های کاربری استفاده گردید. برای تهیه نقشه‌های کاربری زمین سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳، به ترتیب از تصاویر ماهواره‌ی لندست۷ سنجنده ی ETM و تصاویر ماهواره‌ی لندست ۸ سنجنده OLI استفاده شد. جهت انجام این کار تصاویر پس از آماده‌سازی وارد نرم‌افزار ENVI شد. سپس تصیحات هندسی با استفاده از سنجش‌ازدور، تصیحات رادیو متریک با استفاده از نرم‌افزار انوی و تصیحات خطوط جاافتاده با استفاده از افزونه Gapfill بر روی تصاویر اولیه انجام شد. کاربری‌های موجود در منطقه با استفاده از تصویر رنگی کاذب، تصاویر گوگل ارث، بازدید میدانی و دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) برای هر کاربری تهیه شد. نمونه‌های تعلیمی به دودسته تقسیم شد۷۰ درصد نمونه‌ها برای استفاده در طبقه‌بندی و ۳۰ درصد نمونه‌ها برای بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده شد(۱۶). برای بیان صحت نقشه‌های تولیدی می‌توان از معیارهای کمی نظیر ضریب کاپا استفاده کرد(۱۸). کاپا شاخص توافق واقعی بین داده‌های واقعیت زمینی و طبقه‌بندی نظارت‌شده و توافق شانسی بین داده‌های واقعیت زمینی و طبقه‌بندی تصادفی است(۱۹). میزان ضریب کاپا بین صفر و یک متغیراست. زمانی که کاپا صفر باشد، نشان‌دهنده‌ی این است که طبقه‌بندی انجام‌گرفته بهتر از طبقه‌بندی تصادفی پیکسل‌ها نبوده است. هرچه این عدد به یک نزدیک باشد نقشه‌ی طبقه‌بندی‌شده از صحت بالاتری برخوردار است(۲۰). طبقات کاربری شامل ۱-اراضی کشاورزی ۲-اراضی مرتعی و جنگلی ۳-اراضی بایر ۴-مناطق شهری ۵-نمونه‌های سنگی ۶-آب است. پس از طبقه‌بندی، فیلتر MOD به‌منظور حذف تک پیکسل‌ها و قطعات کوچک انجام شد. و با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده (Maximum Likelihood)، لایه‌ی کاربری زمین تهیه شد. جدول(۱) داده‌های مورداستفاده در این مطالعه را نشان می‌دهد. لایه‌ی

دیگری که در این مدل مورداستفاده واقع شد، داده‌های مربوط به هیدرولوژیکی خاک است.گروه‌های هیدرولوژیک خاک طبق تعریف سازمان حفاظت خاک ایالات‌متحده در چهار گروه شامل گروه‌های A, B, C, D قرار دارند. این گروه‌ها نشان‌دهنده قابلیت نفوذپذیری خاک و یا تولید رواناب هستند. گروه A ، دارای بیش ترین قدرت نفوذ و کم ترین توانایی تولید رواناب و گروه D کم ترین قدرت نفوذ و بیش ترین توانایی تولید رواناب را دارد. در این مطالعه، برای تعیین گروه‌های هیدرولوژیک خاک از ویژگی نوع کاربری زمین و بافت خاک استفاده شد(۲۱). بنابراین از نقشه‌ی گروه هیدرولوژیکی خاک برای برآورد حجم و عمق رواناب سطحی دربازه های زمانی مورد مطالعه استفاده شد. در مدل L-THIA، داده‌های سالانه بارش به‌صورت بارش‌های مجزا مورداستفاده قرار می‌گیرد. با توجه به این امر لازم است از ایستگاه‌های باران‌سنجی موردنظر داده‌های بارش به‌صورت روزانه تهیه شود. پس از آماده‌سازی اولیه، جهت استفاده در فرایند مدل‌سازی هیدرولوژیکی به روش L-THIA ، به فایل متنی منتقل شد. در این تحقیق، با استفاده از مدل ارزیابی تأثیرات هیدرولوژیکی بلندمدت L-THIA، حجم و عمق رواناب درگذشته و حال محاسبه شد. وجود لایه‌ی کاربری زمین و گروه هیدرولوژیکی خاک و داده‌های بارش طولانی‌مدت روزانه (۳۰ساله)، از موارد ضروری برای اجرای مدل است. پس از تهیه لایه‌های مذبور(آمار بارش روزانه،کاربری زمین و گروه هیدرولوژیک خاک)، داده‌ها در محیط نرم‌افزار Arcview ۳,۲، و با استفاده از برنامه L-THIA GIS/NPS، مدل‌سازی شدند.

جدول۱-داده‌های مورداستفاده در مطالعه

Table 1. Data used in the study

داده‌های مورداستفاده	توصیف داده‌ها	تاریخ
تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۳	مربوط به سنجنده ETM ماهواره لند ست۷	۱۳۸۳/۳/۳۱
تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۳	مربوط به سنجده OLI ماهواره لندست۸	۱۳۹۳/۳/۱۴

جدول۲-چگونگی طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری زمین برحسب طبقات مدل L-THIA

Table 2. land-use map classification based on the model L-THIA

طبقات کاربری زمین منطقه	طبقات حاصل از طبقه‌بندی بر اساس مدل L-THIA	کد طبقات کاربری زمین
مرتع و جنگل	مرتع / علفزار	۶۰۰۰
کشاورزی	کشاورزی	۳۰۰۰
شهر	مناطق مسکونی متراکم	۴۰۰۰
بایر	مناطق مسکونی متراکم	۴۰۰۰
نمونه سنگی	مناطق مسکونی متراکم	۴۰۰۰
آب	آب	۱۰۰۰

یافته‌ها

در این مطالعه آثار حاصل از تغییرات کاربری زمین بر آب‌های سطحی در بازه زمانی ۱۰ ساله در منطقه مطالعاتی با استفاده از مدل L-THIA ارزیابی شد. برای انجام این کار، ابتدا نیاز به تهیه نقشه‌های کاربری زمین چند زمانه برای بازه زمانی موردنظر بود. این نقشه‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تهیه شدند. ضرایب ارزیابی صحت طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری اراضی در سال ۱۳۸۳، ۸۹ درصد و در سال ۱۳۹۳، ۹۱ درصد به دست آمد جدول(۳). نقشه‌های کاربری اراضی برای هر یک از سال‌های ۱۳۸۳و ۱۳۹۳ به‌صورت جداگانه تهیه شد (شکل۳و ۴).

طبق اطلاعات جدول(۴)، بیش ترین تغییرات مربوط به کاربری شهری، اراضی بایر و اراضی کشاورزی است.

جدول۳- نتایج حاصل از بررسی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

Table 3. The results of classification accuracy of satellite images

نقشه‌های کاربری زمین	ضریب کاپا	صحت کل (درصد)
نقشه‌ی کاربری زمین۱۳۸۳	۰/۸۹	۹۰
نقشه‌ی کاربری زمین ۱۳۹۳	۰/۹۱	۹۳

جدول۴-مساحت کاربری‌های مختلف اراضی(مترمربع) در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳

Table 4. Area of Different Land Use (Square meters) in 1383and 1393

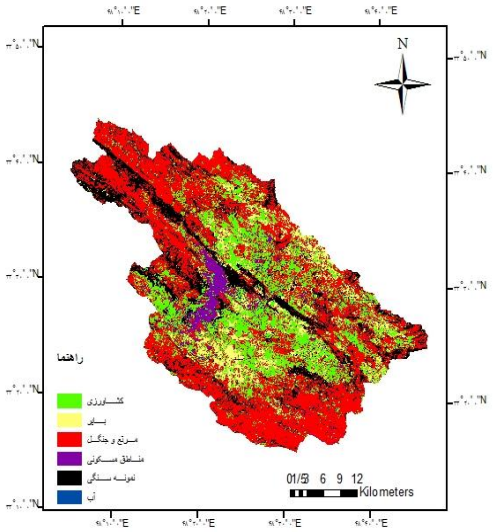
نوع کاربری	سال ۱۳۸۳	سال ۱۳۹۳
اراضی کشاورزی	۴۳۵۹۲۷۳۱۱/۶	۴۷۶۵۰۳۲۵۲/۴
اراضی بایر	۲۵۶۸۵۳۸۰۸/۵	۲۶۳۱۱۵۴۷۶/۳
اراضی مسکونی	۳۹۳۶۵۷۵۳/۴	۵۹۹۶۰۱۹۴/۴۲۶
مرتع و جنگل	۶۰۱۸۱۲۸۱۶	۵۴۹۰۱۲۳۱۰/۱
نمونه سنگی	۳۲۵۳۱۸۸۱۴/۱	۳۱۰۵۵۱۷۹۰/۶
آب	۳۵۵۰۳۴/۲۶۷۴	۳۵۳۱۱۳/۴۷۶۷
مجموع	۱۶۵۹۶۳۳۵۳۸	۱۶۵۹۶۳۳۵۳۸

نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک با استفاده از نقشه کاربری زمین و نقشه قابلیت اراضی تهیه شد(شکل ۵). بیش ترین سطح منطقه در گروه هیدرولوژیک C و کم ترین سطح منطقه در گروه D قرار دارد. تهیه نقشه شماره منحنی(CN) با استفاده از نقشه‌های کاربری زمین و نقشه گروه هیدرولوژیک خاک و نیز جدول CN تهیه شد شکل (۶). در مرحله بعد، نقشه‌ی عمق و حجم رواناب با استفاده از نقشه‌ی CN و فایل خروجی حاصل از اجرای مدل L-THIA، برای سال‌های موردمطالعه به‌طور جداگانه تهیه شد. شکل‌های (۷ و ۸)، به ترتیب نقشه‌های عمق و حجم رواناب سالانه در سال ۱۳۸۳ و شکل‌های (۹ و ۱۰) نقشه‌های عمق و حجم رواناب سالانه را در سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهند. جدول(۵)، نتایج حاصل از بررسی عمق و حجم رواناب را نشان می‌دهد.

جدول۵- نتایج حاصل از بررسی مقادیر عمق و حجم رواناب سالانه

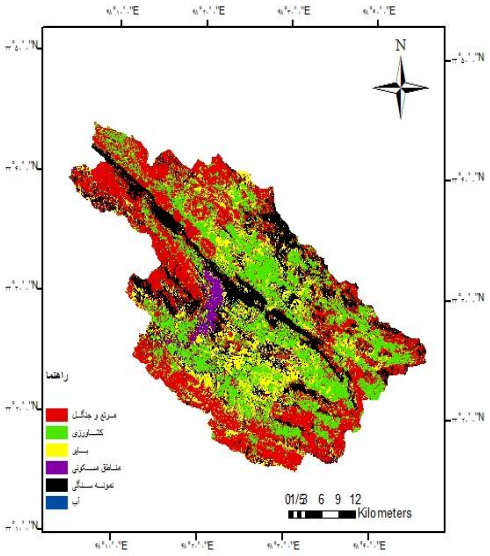
Table 5 - the Results of survey depth and volume of annual runoff

سال موردمطالعه	مجموع مقادیر عمق رواناب(m)	عمق رواناب(cm)	مجموع مقادیر حجم رواناب (m^3/cell)
۱۳۸۳	۸۱۸۴۵۸/۲۵۳	۱۶/۱۲	۲۶۷۶۲۷۳۴۵/۳
۱۳۹۳	۸۸۵۱۴۶/۴۱۲	۱۸/۳۲	۳۰۵۷۱۵۱۵۶/۱



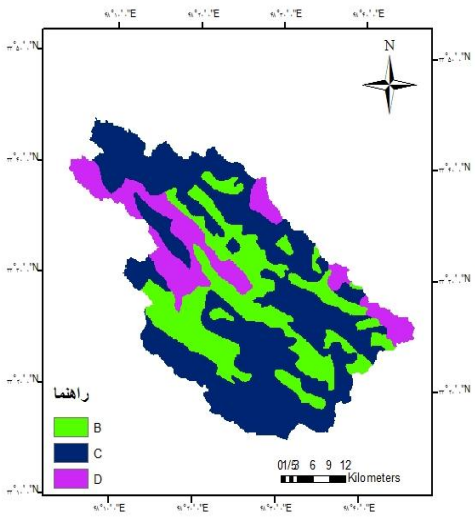
شکل۳-نقشه‌ی کاربری اراضی ۱۳۸۳

Figure 3. Land use/ cover map in 1383



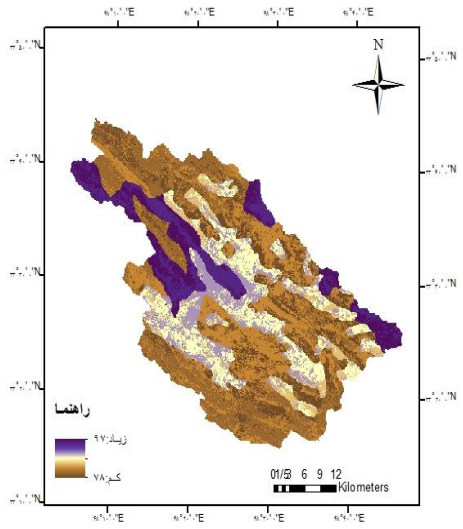
شکل۴-نقشه‌ی کاربری اراضی ۱۳۹۳

Figure 4. Land use/ cover map in 1393



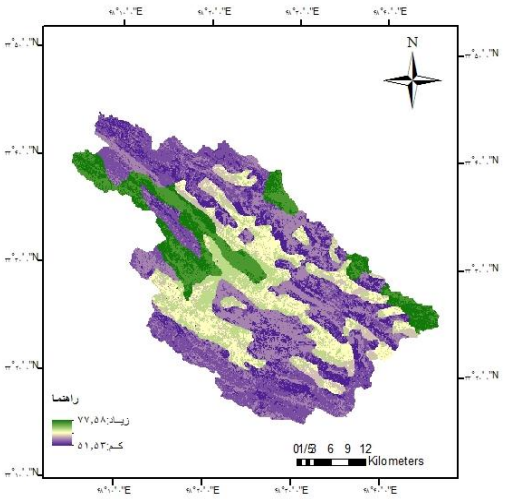
شکل۵- نقشه‌ی گروه هیدرولوژیکی خاک

Figure 5. Soil hydrologic group map



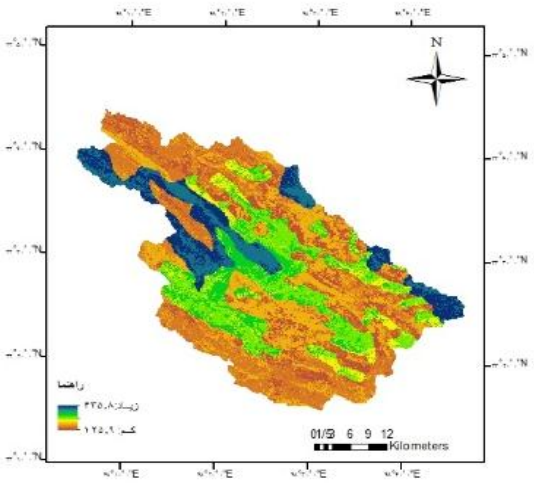
شکل۶-نقشه‌ی شماره منحنی

Figure 6. CN map



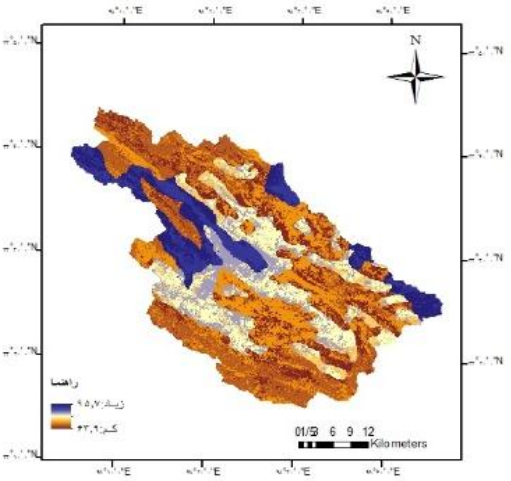
شکل۷-نقشه‌ی عمق رواناب۱۳۸۳

Figure7. Runoff depth Map 1383



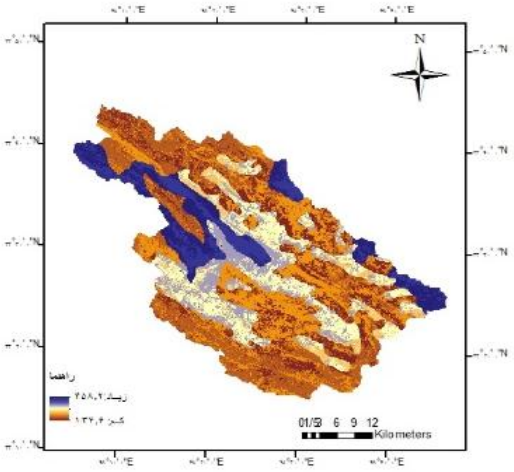
شکل۸-نقشه‌ی حجم رواناب۱۳۸۳

Figure 8. Runoff Volume Map 1383



شکل ۹-نقشه‌ی عمق رواناب ۱۳۹۳

Figure 9. Runoff depth Map 1393



شکل ۱۰- نقشه‌ی حجم رواناب۱۳۹۳

Figure10. Runoff Volume Map 1393

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به منظور پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی بر مقدار رواناب انجام گرفت. بررسی منابع زمینی و روند تغییرات آن‌ها با استفاده از روش‌های سنتی معمولاً زمان‌بر و مستلزم هزینه‌های زیاد است. این مساله همراه با پویایی و تحول پدیده‌های زمینی سبب شده است تا متخصصان برای یافتن روش‌های سریع و دقیق با استفاده از فنون پیشرفته تلاش بیش تری نمایند. فنون سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی ازجمله فن‌آوری‌های مورداستفاده در این زمینه می‌باشند در مطالعه‌ای که در حوزه خرم‌آباد صورت گرفت، از تصاویر ETM سال ۱۳۸۳ و تصاویر OLI سال ۱۳۹۳ استفاده گردید. پس از اعمال تصحیحات هندسی و رادیو متریک روی تصاویر، تصویر سال ۱۳۸۳ دارای خطای نوار شدگی بود که تصحیح نوار شدگی روی آن اعمال شد، با کمک گوگل ارث و ترکیب‌های رنگی کاذب نمونه‌های تعلیمی برای تصاویر تعریف شد. سپس با

استفاده از روش حداکثر احتمال در نرم‌افزار ENVI نقشه طبقه‌بندی تصاویر سال‌های مورداستفاده تهیه شد. در نهایت نقشه‌ی طبقه‌بندی‌شده سال ۱۳۹۳با نقاط حاصل از برداشت میدانی با استفاده از جی پی اس و نقشه سال ۱۳۸۳ با استفاده از ۳۰ درصد نقاط تعلیمی، مورد ارزیابی و صحت سنجی قرار گرفتند. برای ارزیابی کلی نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده از دقت کلی و ضریب کاپا استفاده‌شده است. ضریب کاپای نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده برای سال ۱۳۸۳و ۱۳۹۳ به ترتیب ۸۹ و ۹۱ هست. با مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی، روند تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های موردمطالعه مشخص گردید. تفسیر تصاویر ماهواره‌ی نشان داد که بیش ترین تغییرات مربوط به کاربری شهری، اراضی بایر و اراضی کشاورزی است؛ بدین ترتیب که مساحت شهر از ۳۳۹ مترمربع در سال ۱۳۸۳ به ۵۹۹ مترمربع در سال ۱۳۹۳ و اراضی بایر از ۲۵۶ مترمربع در سال ۱۳۸۳ به ۲۶۳ مترمربع در سال ۱۳۹۳ و اراضی کشاورزی از ۴۳۵ مترمربع در سال ۱۳۸۳ به ۴۷۶ مترمربع در سال ۱۳۹۳ افزایش‌یافته است. افزایش اراضی شهری و بایر، سبب کاهش اراضی مرتعی جنگلی شده است. سپس نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک تهیه گردید و با استفاده از مدل L-THIA ابتدا نقشه‌ی CN و سپس حجم و عمق رواناب به دست آمد. در این مطالعه از مدل L-THIA برای ارزیابی اثرات حاصل از تغییرات کاربری زمین بر منابع آب سطحی استفاده شد. این مدل با استفاده از نقشه‌های کاربری زمین چند زمانه و نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک منطقه اجرا گردید. نتایج نشان‌دهنده افزایش مجموع عمق و حجم رواناب در بازه زمانی موردمطالعه است(۲۲). این موضوع اثرات حاصل از تغییرات کاربری زمین بر رواناب سطحی را در منطقه موردمطالعه تأیید می‌نماید نتایج این تحقیق نشان داد که سامانه L-THIA ابزاری قوی برای ارزیابی تأثیر تغییر کاربری بر هیدرولوژی است(۲۳). نتایج این مطالعه با نتایج (۲۴) مطابقت دارد. آن‌ها از مدل L-THIA برای بررسی آثار هیدرولوژیکی حاصل از تغییرات کاربری زمین در منطقه‌ای در انگلستان در بازه زمانی ۱۹۷۱-۲۰۰۴ استفاده کردند. نتایج نشان‌دهنده افزایش عمق- و حجم رواناب در منطقه با تغییر کاربری زمین و توسعه مناطق مسکونی و سطوح غیرقابل نفوذ در دوره زمانی موردنظر است به‌طوری‌که میانگین رواناب سالانه حدود ۱۲ درصد افزایش‌یافته است. درواقع مدل L-THIA یک مدل ساده و مرتبط با جی آی اس است. که رواناب مستقیم را از داده‌های ورودی پایه شامل داده‌های اقلیمی بلندمدت، کاربری اراضی و گروه هیدرولوژیکی خاک برآورد می‌نماید. این مطالعه با پژوهش‌های وفاه خواه و همکاران(۱۳۹۴)، گلدوی و همکاران (۱۳۹۴)، اسفندیاری و همکاران(۱۳۹۳)، پسندیده فر و همکاران(۱۳۹۳) تطابق دارد. پیشنهاد می‌شود، اجرای برنامه‌های صحیح برای کنترل تغییرات کاربری زمین جهت حفظ منطقه انجام شود همچنین طراحی فیزیکی دقیق کاربری اراضی می‌تواند آثار حاصل از تغییرات کاربری زمین را کاهش دهد. می‌توان نتایج را در جهت اولویت‌بندی زیر حوزه‌ها برای انجام اقدامات آبخیزداری در بخش‌های آسیب‌پذیر کاربردی کرد.

Reference

1. Oluseyi, O.F. 2006. Urban Land Use Change Analysis of a Traditional City from Remote Sensing Data: The Case of Ibadan Metropolitan Area, Nigeria. Humanity & Social Sciences Journal. (1): 42- 61
2. Barati et al,2009, Investigation of land use changes under Shahrokh Castle basin using remote sensing technique, 13th year, forty-seventh pages 365-349. (In Persian)
3. Sanainejad, et al., "Using satellite imagery for vegetation studies, comparing different vegetation indices, a case study of Neishabour region, 2008", Proceedings of the 5th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Shahrivar, Mashhad. (In Persian)
4. Ahmadi, Rashid, "The role of land use in creating and intensifying the movements of forest stands", Master Thesis, Faculty of Humanities, 1995,

Tarbiat Modares University, 124 pages. (In Persian)

5. Shiravand, Sirus, "Land use change and its effect on surface runoff and groundwater fluctuations (Case study: Najafabad plain)". Thesis of Isfahan University of Technology, 2013, Faculty of Natural Resources. (In Persian)
6. Chio, W., and Deal, B. M., 2008. Assessing Hydrological Impact of Potential Land use Change through Hydrological ang Land use Change Modeling for the Kishwaukee River Basin (USA). Journal of Environmental Management, 86, 1119-1130.
7. Lin, Y. P; Hong, N. M; Wu, P. J; Wu, C. F. and Verburg, P. H. 2007. Impacts of land use change Wu-Tu watershed in Northern Taiwan. Landscape and urban planning. (80): 111-126.
8. Lim, K. J; Engel, B. A; Kim, Y; Bhadori, B and Harbor, J. 2001. Development of the long-term hydrologic impact assessment (LTHIA) WWW systems. This paper was peer- reviewed for scientific content. Pages 1018- 1023. In: D. e. Stott, R.H. Mohtar and G.C. Steinhardt (eds). Sustaining the globl fram. Selected papers from the 10th international soil conservation organization meeting held may 24-29, 1999 at Purdue University and the USDA- ARS national soil erosion research laboratory.
9. Lim, K. J; Engel, B. A; Tang, Z; Muthukrishnan, S; Choi, J. and Kim, K. 2006. Effects of calibration on L-THIA GIS runoff and pollutant estimation. Journal of Environmental Management. (78): 35-43.
10. Goldavi, Somayeh et al., "Evaluation of the effects of land use change on surface water using L-THIA model in Gorgan region", 2015, Environmental Research, Volume 6, Number 11, Spring and Summer 2015, from pages 131 to 140 . (In Persian)
11. Wafahkhah, Mehdi et al., "The effect of land use change on the amount of runoff in the Chalous River watershed", 2015, Echo Hydrology, Volume 2, Number 2, Summer 94, p. 22. (In Persian)
12. Yaoze,M, Optimal selection and placement of green infrastructure to reduce impacts of landuse change and climate change on hydrology and water quality: An application to the Trail Creek Watershed, Indiana. Science of the Total Environment, 2016. Volume553, 149-163
13. Salman Mahini-A, Hossein Nia-A, Ghasempoori-M, Tavassoli-A, Rezaei-M, "Long-term evaluation of hydrological effects (L-THIA) of land use change on annual runoff at the watershed scale", Geography and Development, 1391. (In Persian)
14. Tang, Z., B. A. Engel, B. C. Pijanowski and K. J. Lim. 2005. Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale. *Journal of Environmental Management* 76: 35–45.
15. Beheshti Javid, Ibrahim, "Zoning of flood potential of Balghuluchay catchment". 1390, Master Thesis. Tehran Teacher Training University, Faculty of Geography. (In Persian)
16. Darvishsefat, Ali Asghar, "Environmental Assessment and Planning with Geographic Information Systems (GIS)", 2001, Second Edition, University of Tehran Press. (In Persian)
17. Perumal, K., Bhaskaran, R., 2010, Supervised performance of multispectral images. Journal of Computing, 2 (2): 124-129.

18. Afifi, A.A., Clark, V. 1984, Computer-aided multivariate analysis, Lifetime Learning Pub., 458p.
19. Bronstert, A., Niehoff, D., Bürger, G. 2002, Effects of Climate and Landuse Change on Storm Runoff Generation: Present Knowledge and Modelling Capabilities. Hydrological Processes, 16(2), 509-529.
20. Malmiran, Hamid, "Digital Processing of Satellite Images", 2001, Ministry of Defense and Armed Forces Support Publications, 279 p. (In Persian)
21. Zahedi, Ehsan et al., "Study of land use change and its effect on hydrology of Ziarat Gorgan urban watershed", Proceedings of the 7th National Conference on Watershed Management Science and Engineering, 2011, Faculty of Natural Resources, University of Isfahan. (In Persian)
22. Engel, B. 2005. Long-Term Hydrological Impact Assessment version-2.3. United States Environmental Protection Agency (EPA). Http:/www.ecn.purdue.edu/runoff.
23. Maalim, F. K., Melesse, A. M., Belmont, P., Gran, K. B., 2013. Modeling the impact of land use changes on runoff and sediment yield in the Le Sueur watershed, Minnesota using GeoWEPP. Catena, 107, 35-45.
24. Perry, T. and Nawaz, R. 2008. An investigation into the extent and impacts of hard surfacing of domestic gardens in an area of Leeds, United Kingdom. Landscape and Urban Planning. (86): 1-13.