

## مدل سازی اثر تغییر کاربری اراضی بر میزان رواناب سطحی در حوزه آبخیز خرم آباد با استفاده از تلفیق مدل L-THIA و RS و GIS

حدیث رشیدی<sup>۱</sup>

علی حقی زاده<sup>۲\*</sup>

[Haghizadeh.a@lu.ac.ir](mailto:Haghizadeh.a@lu.ac.ir)

حسین زینی وند<sup>۳</sup>

ناصر طهماسبی پور<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** تغییرات کاربری زمین، عمدتاً فواید اجتماعی-اقتصادی زیادی را به دنبال دارد. با این حال، این تغییرات آثار منفی را به محیط زیست طبیعی وارد می کند. 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 آب گرفتگی در مناطق پست شهر مطالعات متعددی برای توسعه مدل ها با رویکرد شبیه سازی تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته است. در این تحقیق از مدل L-THIA برای تخمین رواناب ناشی از تغییر کاربری در حوزه خرم آباد استفاده شده است. مدل L-THIA، مدلی برای ارزیابی آثار بلندمدت حاصل از تغییر کاربری زمین بر منابع آبی است که با استفاده از داده های ساده و در دسترس نظیر داده های اقلیمی بلندمدت، نقشه های کاربری اراضی و نقشه های خاک قابل اجراست.

**روش بررسی:** این مطالعه، در دوره زمانی ۱۰ ساله و در فاصله زمانی سال های ۱۳۸۳-۱۳۹۳ انجام شد. تصاویر لندست از سایت سازمان زمین شناسی ایالت متحده داندلود گردید و تصحیحات مختلف بر روی آن ها انجام گردید. نقشه های کاربری زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ۷ سنجنده ETM و تصاویر لندست ۸ مربوط به سنجنده OLI به ترتیب مربوط به سال های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳ تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. داده های بارش از سازمان آب منطقه ای تهیه می گردد. پس از مرتب کردن برای تجزیه و تحلیل آبی آماده می شوند با تلفیق نقشه کاربری اراضی و نقشه های بافت خاک در نرم افزار جی آی اس، گروه هیدرولوژیکی خاک تولید می گردد. و در نهایت نقشه های آماده شده به مدل L-THIA داده می شود و تأثیر تغییر کاربری بر رواناب سطحی بررسی می گردد.

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. \* (مسئول 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.

**واژه‌های کلیدی:** L-THIA، تغییر کاربری زمین، حوزه خرم‌آباد، رواناب، مدل‌سازی هیدرولوژیکی.

# **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<sup>1</sup>**

**Ali Haghizadeh<sup>2\*</sup>**

[Haghizadeh.a@lu.ac.ir](mailto:Haghizadeh.a@lu.ac.ir)

**Hossein zeinivand<sup>3</sup>**

**Naser Tahmasebipour<sup>2</sup>**

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, Khorramabad, Iran.

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

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

خرم‌آباد انجام شده 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 در زمینه تغییرات کاربری اراضی بر مقدار رواناب حوزه انجام شده 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 حوضه آبخیز چالوس رود نشان داد که عمق رواناب به ترتیب از ۴۲۲/۹۸ به ۸۰۹/۱۶۸ میلی‌متر طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۷۹ رسید که بیان‌گر افزایش ۱۱۸۸/۳۶۸ میلی‌متری عمق رواناب طی ۱۶ سال است. از نتایج این تحقیق برمی‌آید مدل

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 مورد توجه 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 در روی زمین مانند تخصیص اراضی به فعالیت‌های زراعی، مناطق مسکونی، جنگل، مرتع، معدن، تأسیسات صنعتی و همانند آن است. افزایش رواناب به‌واسطه تغییر کاربری می‌تواند شاخص خوبی برای تعیین احتمال بالقوه افزایش سیلاب در یک حوزه 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). درزمینه تأثیرات کمی تغییرات کاربری اراضی بر مقدار رواناب حوزه در مناطق مختلف ایران و جهان تحقیقاتی انجام گرفته است. چوی و دیل تأثیرات هیدرولوژیکی تغییر کاربری اراضی را با استفاده از مدل، برای حوزه رودخانه کیشواکی در نیمه غربی آمریکا ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که مدل‌سازی، به‌وسیله 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

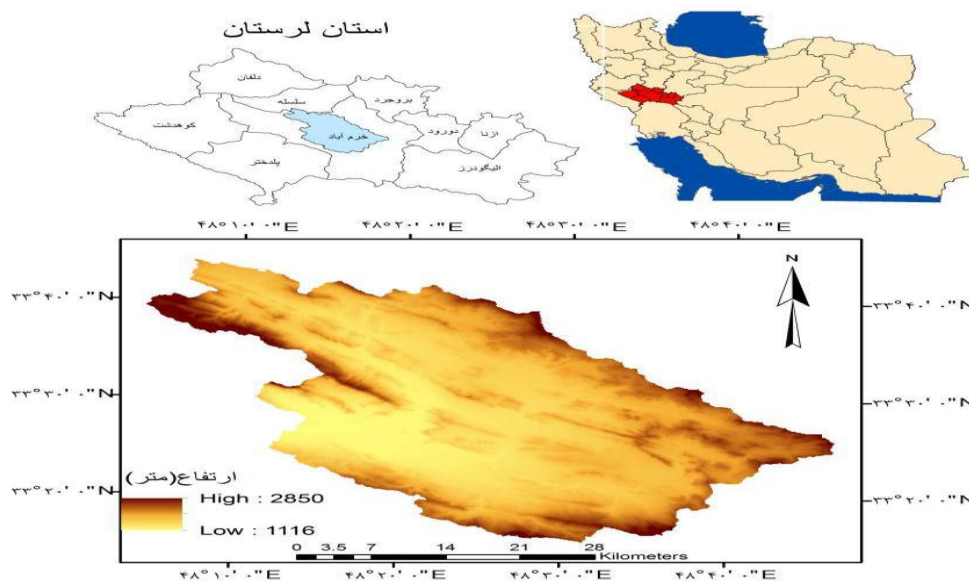
### مواد و روش‌ها

#### خصوصیات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز رودخانه خرم‌آباد یکی از هشت زیر حوزه مهم حوزه آبخیز کشکان است که از زیر حوزه‌های مهم کرخه هست. حوزه آبخیز خرم‌آباد از نظر 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 و ۴۳ دقیقه و ۵۲ ثانیه شمالی در بخش میانی سلسله جبال زاگرس قرار گرفته 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 خرم‌آباد- اندیمشک محدود می‌شود. مساحت منطقه مورد مطالعه در حدود ۱۶۵۹ کیلومتر مربع هست. رودخانه خرم‌آباد با طول آبراه 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.

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 مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Study Area

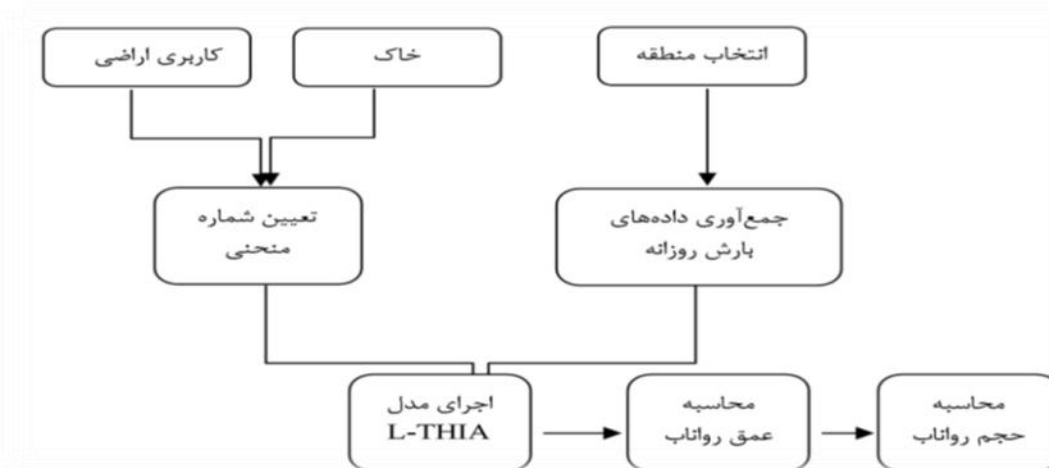
### مدل L-THIA

همین دلیل، مدل L-THIA مورد توجه سیاست گذارانی است که می‌خواهند پیامدهای مدیریت بحران را شناسایی نموده و آثار نامطلوب آن را اصلاح نمایند (۱۶). مدل L-THIA، 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 بیشترین شباهت از لحاظ خصوصیات تولید رواناب، با آن طبقه را دارد (۱۷). برای مثال، کاربری زمین بایر که در طبقات کاربری زمین مورد نظر مدل L-THIA قرار ندارد، با توجه به ویژگی تولید رواناب در زمین‌های بایر، برای استفاده در مدل L-THIA در طبقه مناطق مسکونی متراکم قرار گرفت. دلیل این امر توانایی مشابه دو کاربری در تولید رواناب است. به این ترتیب نقشه‌های کاربری سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳ دوباره

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 بیش‌تر 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 وارد کردن داده‌های بارش و گروه هیدرولوژیکی خاک و نقشه‌ی کاربری اراضی در واقع مدل با شرایط منطقه اجرا می‌شود و به نوعی کالیبره می‌گردد. به

به صورت لایه‌های رستری مورد نیاز برای اجرای مدل تبدیل شد. جدول (۲) چگونگی طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری زمین بر حسب طبقات مدل L-THIA و کدهای طبقات کاربری زمین را نشان می‌دهد.

طبقه‌بندی شدند تا اجرای فرایند مدل‌سازی برای هر یک از آن‌ها انجام پذیر 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



شکل ۲- مراحل اجرای مدل L-THIA

Figure 2. The process of L-THIA model run

### روش پژوهش

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 شانس بین داده‌های واقعیت زمینی و طبقه‌بندی تصادفی است (۱۹). میزان ضریب کاپا بین صفر و یک متغیر است. زمانی که کاپا صفر باشد، نشان‌دهنده 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 به منظور 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 مورد استفاده در این مطالعه را نشان می‌دهد. لایه‌ی

در این مطالعه از نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی هم چون، ArcMap، ArcView 3.2، ENVI 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 لندست ۷ 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 تصحیحات هندسی با استفاده از سنجنش‌ازدور، تصحیحات رادیو متریک با استفاده از نرم‌افزار انوی و تصحیحات خطوط جالفاتده 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 شد ۷۰ درصد نمونه‌ها برای استفاده در طبقه‌بندی و ۳۰ درصد نمونه‌ها برای بررسی

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 در گذشته و حال محاسبه شد. وجود لایه‌ی کاربری زمین و گروه هیدرولوژیکی خاک و داده‌های بارش طولانی‌مدت روزانه (۳۰ ساله)، از موارد ضروری برای اجرای مدل است. پس از تهیه لایه‌های مذکور (آمار بارش روزانه، کاربری زمین و گروه هیدرولوژیکی خاک)، داده‌ها در محیط نرم‌افزار Arcview، و با استفاده از برنامه L-THIA GIS/NPS، مدل‌سازی شدند.

دیگری که در این مدل مورد استفاده واقع شد، داده‌های مربوط به هیدرولوژیکی خاک است. گروه‌های هیدرولوژیکی خاک طبق تعریف سازمان حفاظت خاک ایالات متحده 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 بیش‌ترین قدرت نفوذ و کم‌ترین توانایی تولید رواناب و گروه D کم‌ترین قدرت نفوذ و بیش‌ترین توانایی تولید رواناب را دارد. در این مطالعه، برای تعیین گروه‌های هیدرولوژیکی 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 در بازه‌های زمانی مورد مطالعه استفاده شد. در مدل L-THIA، داده‌های سالانه بارش به‌صورت بارش‌های مجزا مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به

#### جدول ۱- داده‌های مورد استفاده در مطالعه

Table 1. Data used in the study

تاریخ	توصیف داده‌ها	داده‌های مورد استفاده
۱۳۸۳/۳/۳۱	مربوط به سنجنده ETM ماهواره لند ست ۷	تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۳
۱۳۹۳/۳/۱۴	مربوط به سنجنده OLI ماهواره لندست ۸	تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۳

#### جدول ۲- چگونگی طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری زمین برحسب طبقات مدل L-THIA

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

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

#### یافته‌ها

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 ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳ به‌صورت جداگانه تهیه شد (شکل ۳ و ۴).

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



طبق اطلاعات جدول (۴)، بیشترین تغییرات مربوط به کاربری

شهری، اراضی بایر و اراضی کشاورزی است.

### جدول ۳- 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 زمین ۱۳۸۳	۰/۸۹	۹۰
نقشه‌ی کاربری زمین ۱۳۹۳	۰/۹۱	۹۳

### جدول ۴- مساحت کاربری‌های مختلف اراضی (مترمربع) در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳

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

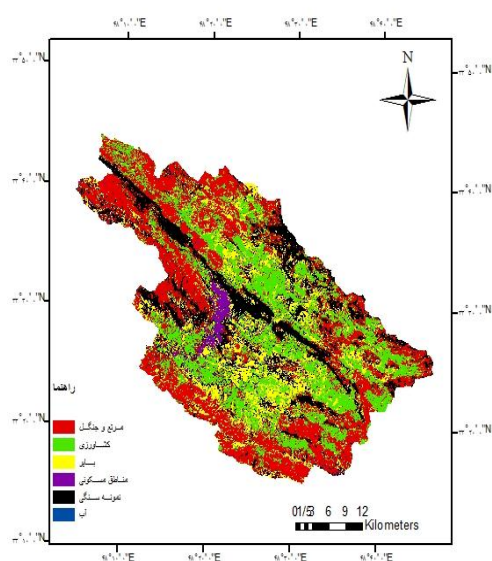
خروجی حاصل از اجرای مدل L-THIA، برای سال‌های مورد مطالعه به‌طور جداگانه تهیه شد. شکل‌های (۷ و ۸)، به ترتیب نقشه‌های عمق و حجم رواناب سالانه در سال ۱۳۸۳ و شکل‌های (۹ و ۱۰) نقشه‌های عمق و حجم رواناب سالانه را در سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهند. جدول (۵)، نتایج حاصل از بررسی عمق و حجم رواناب را نشان می‌دهد.

نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک با استفاده از نقشه کاربری زمین و نقشه قابلیت اراضی تهیه شد (شکل ۵). بیشترین سطح منطقه در گروه هیدرولوژیک C و کمترین 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

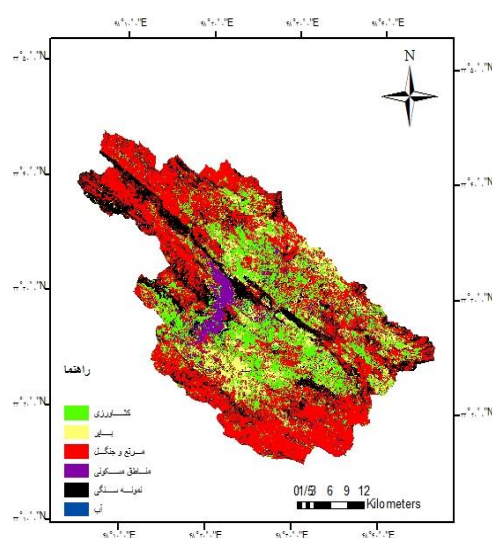
### جدول ۵- نتایج حاصل از بررسی مقادیر عمق و حجم رواناب سالانه

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

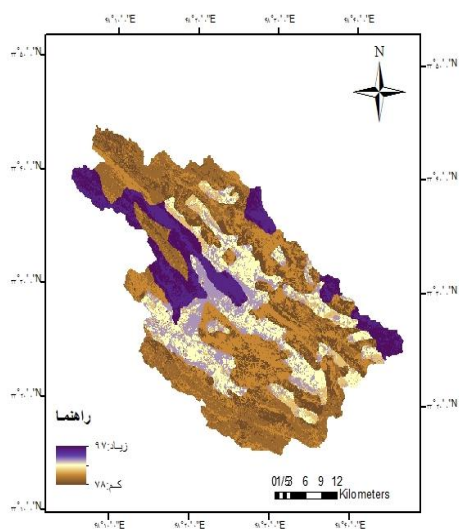
سال مورد مطالعه	مجموع مقادیر عمق رواناب (m)	عمق رواناب (cm)	مجموع مقادیر حجم رواناب (m <sup>3</sup> /cell)
۱۳۸۳	۸۱۸۴۵۸/۲۵۳	۱۶/۱۲	۲۶۷۶۲۷۳۴۵/۳
۱۳۹۳	۸۸۵۱۴۶/۴۱۲	۱۸/۳۲	۳۰۵۷۱۵۱۵۶/۱



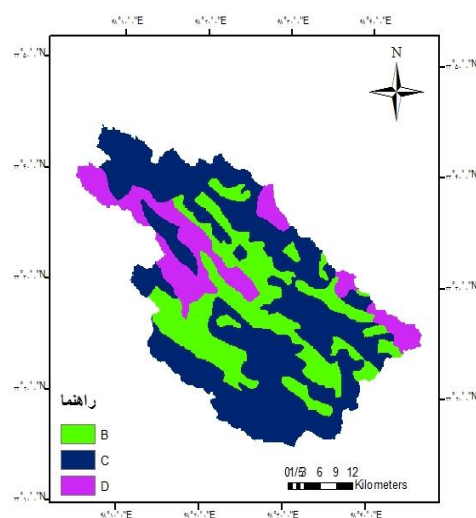
شکل ۴-نقشه‌ی کاربری اراضی ۱۳۹۳  
Figure 4. Land use/ cover map in 1393



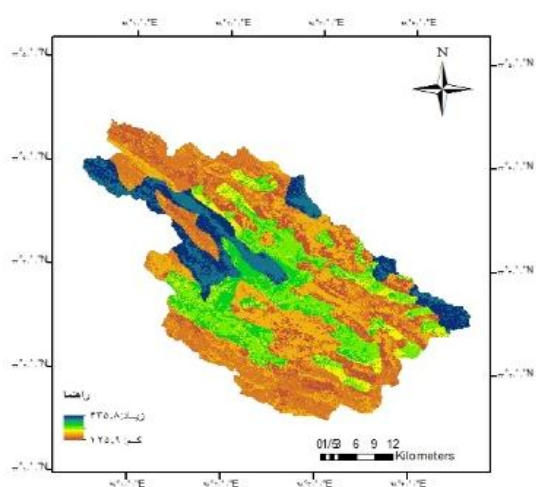
شکل ۳-نقشه‌ی کاربری اراضی ۱۳۸۳  
Figure 3. Land use/ cover map in 1383



شکل ۶-نقشه‌ی شماره منحنی  
Figure 6. CN map

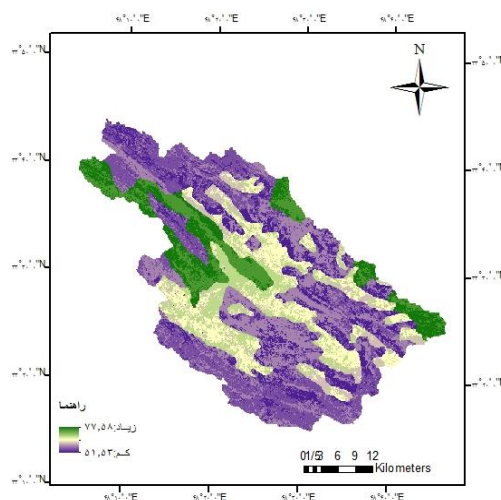


شکل ۵- نقشه‌ی گروه هیدرولوژیکی خاک  
Figure 5. Soil hydrologic group map



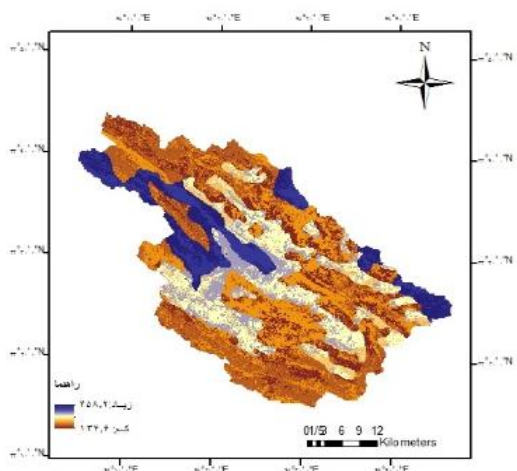
شکل ۸- نقشه‌ی حجم رواناب ۱۳۸۳

Figure 8. Runoff Volume Map 1383



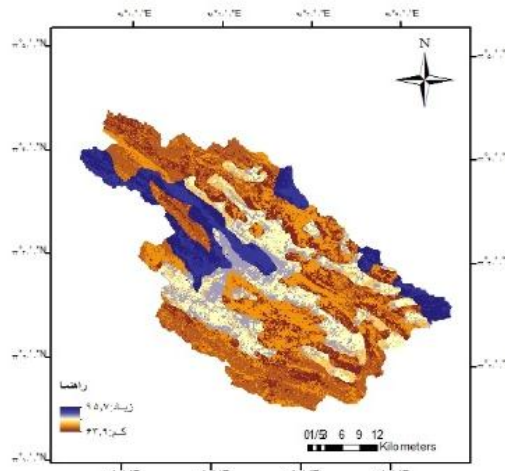
شکل ۷- نقشه‌ی عمق رواناب ۱۳۸۳

Figure 7. Runoff depth Map 1383



شکل ۱۰- نقشه‌ی حجم رواناب ۱۳۹۳

Figure 10. Runoff Volume Map 1393



شکل ۹- نقشه‌ی عمق رواناب ۱۳۹۳

Figure 9. Runoff depth Map 1393

### بحث و نتیجه‌گیری

از جمله فن‌آوری‌های مورد استفاده 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

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

مسکونی و سطوح غیرقابل نفوذ در دوره زمانی موردنظر است به طوری که میانگین رواناب سالانه حدود ۱۲ درصد افزایش یافته است. در واقع 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,
- استفاده از روش حداکثر احتمال در نرم‌افزار ENVI نقشه طبقه‌بندی تصاویر سال‌های مورد استفاده تهیه شد. در نهایت نقشه‌ی طبقه‌بندی‌شده سال ۱۳۹۳ با 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 صحت‌سنجی قرار گرفتند. برای ارزیابی کلی نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده از دقت کلی و ضریب کاپا استفاده شده است. ضریب کاپای نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده برای سال ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳ به ترتیب ۸۹ و ۹۱ هست. با مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی، روند تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های مورد مطالعه مشخص گردید. تفسیر تصاویر ماهواره‌ی نشان داد که بیش‌ترین 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 افزایش یافته 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 مورد مطالعه است (۲۲). این موضوع اثرات حاصل از تغییرات کاربری زمین بر رواناب سطحی را در منطقه مورد مطالعه 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

- Gorgan region", 2015, Environmental Research, Volume 6, Number 11, Spring and Summer 2015, from pages 131 to 140 . (In Persian)
11. Wafakhah, 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 land use change and climate change on hydrology and water quality: An application to the Trail Creek Watershed, Indiana. Science of the Total Environment, 2016. Volume 553, 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.
  - 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 and 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) WWS 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 global frame. 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

22. Engel, B. 2005. Long-Term Hydrological Impact Assessment version-2.3. United States Environmental Protection Agency (EPA).  
[Http://www.ecn.purdue.edu/runoff](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.
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)