

اثر تغییرات کاربری اراضی بر وضعیت آبگرفتگی شهری

(مطالعه موردی: حوضه شهری دامغان)

ابراهیم یوسفی مبرهن^۱، کریم سلیمانی و قربان وهابزاده

استادیار بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

سمنان، ایران. e.yousefi.m@gmail.com

استاد گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

k.solaimani@sanru.ac.ir

دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

gh.vahabzadeh@sanru.ac.ir

دریافت: بهمن ۱۳۹۸ و پذیرش: خرداد ۱۳۹۹

چکیده

حوضه شهری دامغان در سال‌های اخیر دچار تحولات زیادی از جمله افزایش شدید جمعیت شهرنشین، گسترش فیزیکی سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی، از بین رفتن فضای‌های سبز و تبدیل آن به کاربری‌های مسکونی شده است که این امر منجر به سیلاب و آب‌گرفتگی متعدد در محدوده شهری شده است. تغییرات کاربری اراضی در اثر فعالیت‌های انسانی یکی از موضوعات مهم در برنامه‌ریزی منطقه‌ای و توسعه‌ای می‌باشد. با توجه به مزیت‌ها و قابلیت‌هایی که داده‌های ماهواره‌ای دارند، این تکنولوژی می‌تواند کمک شایانی به شناسایی و کشف این تغییرات نماید. لذا جهت آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی از تصاویر سال ۲۰۰۳ سنجنده ETM⁺ و ۲۰۱۵ سنجنده OLI ماهواره‌ای لندست و برای محاسبه وضعیت آب‌گرفتگی حوضه شهری دامغان از روش USISM استفاده شده است. ارزیابی‌ها نشان داد که صحت کلی و ضریب کاپای نقشه طبقه‌بندی شده ETM⁺ به ترتیب ۷۵ و ۰٫۶۷ درصد و OLI برابر ۸۰ و ۰٫۷۴ درصد می‌باشد. نتایج مشخص کرد که بسیاری از اراضی فضای سبز به اراضی مسکونی و تجاری تبدیل شده‌اند. به گونه‌ای که بر وسعت اراضی مسکونی و تجاری طی ۱۲ سال ۲۸ درصد افزوده شده است. همچنین وسعت اراضی کشاورزی افزایش و وسعت مناطق بایر کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی: روش شبیه‌سازی رگبار-آبگرفتگی شهری، داده‌های ماهواره‌ای، فرورفتگی، تغییرات کاربری اراضی

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سمنان، ایران.

همکاران، ۲۰۰۹) و FCDC^۵ (زنگ و همکاران، ۲۰۱۴) و USISM^۶ (زنگ و پان، ۲۰۱۴) هستند. مزیت این مدل‌ها سرعت بالای محاسبات و توانمندی کافی آن‌ها است. پژوهش‌های زیادی در زمینه آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و گسترش فیزیکی شهر با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت گرفته است (آدامی و همکاران، ۲۰۱۲، بوری و همکاران، ۲۰۱۵، سیدهو و همکاران، ۲۰۱۶، جورج، ۲۰۱۶).

کاظمی و همکاران (۱۳۹۱) تأثیر تغییر کاربری اراضی بر پتانسیل سیلخیزی در حوضه آبخیز تنگ بستانک شیراز را بررسی کردند. نتایج در طی این دوره ۱۸ ساله، نشان داد که در تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته و تأثیر آن بر روی تغییرات بالقوه سیلخیزی، حوزه مذکور نه درصد سیلخیزتر شده بود. مافی و همکاران (۱۳۹۳) مدیریت و دفع رواناب‌های شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه بک شهر اهواز مطالعه کردند. نتایج تحقیق نشان داد که در این منطقه به علت شیب کم امکان تخلیهٔ ثقلی و به علت هزینهٔ زیاد امکان پمپاژ آب به رودخانهٔ کارون وجود ندارد، ولی با استفاده از تحلیل‌های GIS بهترین مسیر طبیعی منطبق بر خیابان‌ها برای تخلیهٔ رواناب، مشخص شد و در نهایت، نقشهٔ شبکهٔ پیشنهادی دفع آب‌های سطحی از منطقهٔ مورد مطالعه ارائه گردید. رحیمی و رحیمی داشلی‌برون (۱۳۹۵) بررسی اثر تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی بر سیلاب در شمال ایران را انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد طی دوره ۲۰ ساله، جنگل به سایر کاربری‌ها تغییر کرده که با توجه به نقش پوشش گیاهی در ایجاد رواناب، این تغییر کاربری منجر به افزایش رواناب و رخداد سیلاب‌های بزرگ در حوضه شد. سبزقبایی و همکاران (۱۳۹۶) مطالعه‌ای که در زمینه آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی قائم شهر با استفاده از روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که اراضی کشاورزی جنگل و پهنه آبی به اراضی باغی و مسکونی تبدیل شده-

سیلاب در طول تاریخ پرهزینه‌ترین و پرخطرترین، فاجعه در میان مخاطرات طبیعی بوده است (هی فینگ و همکاران، ۲۰۱۲). خطر وقوع سیل در طی زمان افزایش یافته است، به‌ویژه از زمانی که بسیاری از کشورها مجوز ساخت‌وساز در دشت‌های سیلابی را صادر کرده و حتی از رشد تجاری و مسکونی در این مناطق حمایت کرده‌اند (کاسکی، ۲۰۰۸). تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی در بین سایر عوامل، کلیدی‌ترین اثر معنی‌دار را بر روی عملکرد هیدرولوژیکی حوزه آبخیز از جمله رواناب و سیل دارند (کریمی سنگچینی و همکاران، ۱۳۹۹). روند افزایشی خسارات جانی و مالی ناشی از جاری شدن سیلاب طی چند دهه اخیر در جهان مهندسين آب و دیگر متخصصین مربوطه را بر آن داشته است که با اتکا بر ابزار مدرنی چون مدل‌های ریاضی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور چاره‌ای نو جهت کنترل و مدیریت این پدیده طبیعی بیندیشند. در اغلب پژوهش‌ها، آب‌گرفتگی شهری با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرودینامیکی انجام گرفته است (کیو و همکاران، ۲۰۰۰، هسو و همکاران، ۲۰۰۰، مارک و همکاران، ۲۰۰۴، پارادپ و همکاران، ۲۰۰۶، یو و لند، ۲۰۰۷، ژائو، ۲۰۰۸، وی و همکاران، ۲۰۱۲، آماگوچی و همکاران، ۲۰۱۲). این مدل‌های فوق (دسته اول)، بر مبنای فیزیکی بوده و می‌تواند تغییرات زمانی و مکانی رواناب را برآورد کند در عوض دارای یک گام زمانی کوچک بوده و به داده ورودی زیادی نیازمند است. دسته دوم شامل مدل‌هایی است که فقط مقدار نهایی آبگرفتگی را شبیه‌سازی می‌کند. الگوریتم‌های محاسباتی آنها بر مبنای بیلان آب بوده و تبادل آب توسط گرانش و توپوگرافی انجام می‌شود. مدل‌های دسته دوم شامل مدل‌های RFIM^۲ (کراپکا و همکاران، ۲۰۰۷)؛ RFSM^۳ (گلدبای و همکاران، ۲۰۰۸، لوم و همکاران، ۲۰۰۸)؛ GUFIM^۴ (چن و

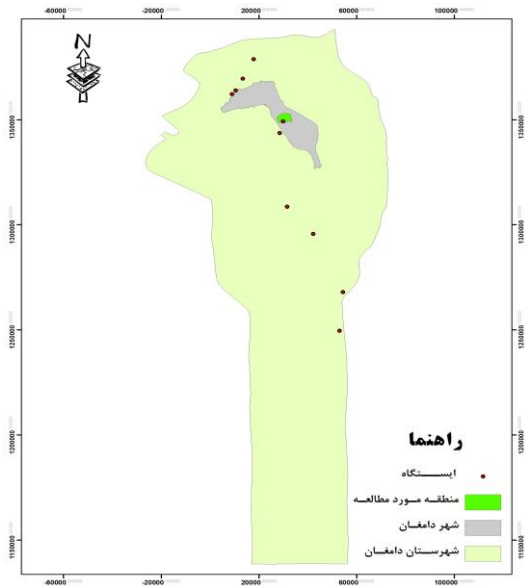
رگبار مورد نظر را بار روش کریجینگ تهیه کردند. با توجه به اینکه، حوضه شهری دامغان دچار تحولات زیادی از جمله افزایش شدید جمعیت شهرنشین، گسترش فیزیکی سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی و گسترش شهر در این سال‌ها شده است فلذا این امر، منجر به سیلاب و آب‌گرفتگی متعدد در محیط شهری و بروز مشکلات عدیده‌ای برای ساکنین می‌باشد؛ لذا هدف از این تحقیق، بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی بر وضعیت آب‌گرفتگی (عمق، سطح و حجم) ناشی از رگبار، با روش USISM در دو بازه زمانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دامغان بین ۵۴ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. شهر دامغان در دامنه جنوبی البرز و در ۱۲۰ کیلومتری شرق سمنان و ۷۰ کیلومتری غرب شاهرود واقع شده است. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نسبت به استان و کشور در شکل ۳ نشان داده شده است. قسمت اعظم مساحت شهرستان دامغان را دشت و قسمت دیگر را کوهستان تشکیل می‌دهد. شیب دشت دامغان از شمال غرب به جنوب شرق است که از چاه جام، به سمت دشت کویر باز هم از ارتفاع آن کاسته می‌شود تا اینکه کوه‌های کم ارتفاع واقع در جنوب، چاله یا دشت دامغان را از دشت کویر، جدا می‌کند. یکی از ویژگی‌های چنین مناطقی وقوع بارندگی‌هایی با تداوم کوتاه و شدت بالا می‌باشد بطوریکه کل بارندگی سالانه در عرض چند روز از سال در منطقه نازل می‌گردد.

اند به گونه‌ای که بر وسعت اراضی باغی طی ۱۵ سال ۲۷/۲۶ افزوده شده است. کریمی و همکاران (۱۳۹۷) به مقایسه و تحلیل جغرافیایی خطر آب‌گرفتگی در معابر شهری با استفاده از مدل AHPFuzzy پرداختند. نقشه پراکنش فضایی ارتفاع رواناب زیرحوضه‌ها و تعیین آب‌گرفتگی معابر در سطح مناطق مختلف شهر کرمان نشان داد که منطقه ۳ بیشترین خطر آب‌گرفتگی معابر را در سطح شهر دارد. کریمی فیروزجایی و همکاران (۱۳۹۷) پایش و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و گسترش فیزیکی شهر بابل در دوره زمانی ۱۳۶۴-۱۴۱۹ با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست انجام دادند. نتایج پژوهش بیان می‌کند که با افزایش فاصله از اراضی ساخته شده میزان تغییرات کاربری اراضی کاهش چشمگیری داشته است. زنگ و پن (۲۰۱۴) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، به شبیه‌سازی آب‌گرفتگی ناشی از رگبار در منطقه نان‌گانگ در شهر هاربین چین پرداختند. فروافتادگی‌های زمین در این روش، به عنوان هسته اصلی آب‌گرفتگی و سطح کل رواناب حوضه، حداکثر حجم ذخیره هر فروافتادگی و جهت جریان بین این فروافتادگی‌ها همه در شبیه‌سازی نهایی آب‌گرفتگی در نظر گرفته شد. نتیجه تحقیق آن‌ها نشان داد که که روش مذکور می‌تواند مکان‌های نهایی آب‌گرفتگی در منطقه شهری را شناسایی و عمق و سطح آب‌گرفتگی را به سرعت محاسبه نماید. پروچرمولا و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی برای تجزیه و تحلیل سیلاب سریع شهری یک مدل بر مبنای سامانه اطلاعات جغرافیایی (GBM) ارائه کردند. همپوشانی لایه‌های مختلف GIS نشان داد که مناطق با سطوح بالاتر سیلاب مربوط است به (۱) فروافتادگی‌ها و یا (۲) بخش‌هایی که تحت تأثیر جریان‌های روزانه آب فشرده شده‌اند که به وضوح روی نقشه قابل شناسایی‌اند همچنین آن‌ها نقشه نقاط آب‌گرفتگی

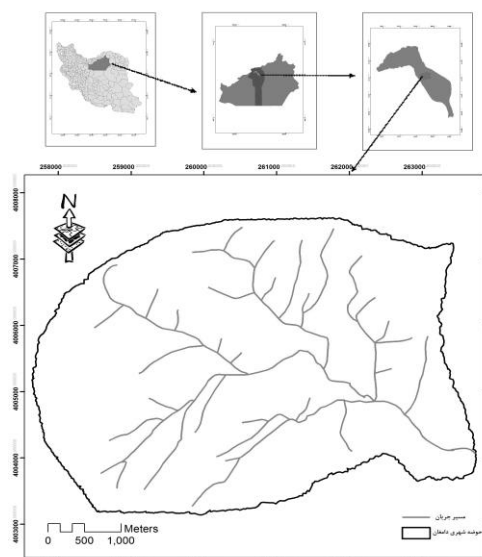


شکل ۴- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی در محدوده مطالعاتی

سپس با استفاده از تجزیه و تحلیل سه بعدی نرم افزار DEM (3D Analysis) مبتنی بر TIN را به DEM شطرنجی (Raster) با رزولوشن دو متر تبدیل می‌کنیم.

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی

در تحقیق حاضر از روش نظارت شده و الگوریتم روش حداکثر احتمال جهت طبقه‌بندی تصاویر سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست ۷ در سال ۱۳۸۲ همچنین از تصاویر لندست ۸ در سال ۱۳۹۴ استفاده شد. ترکیب بانندی در باندهای ۱ تا ۸ به جز باند ۶ (به علت ماهیت متفاوت) لندست ۷ و در تصاویر لندست ۸ نیز باندهای ۲ تا ۸ به جز باند ۷ انجام گرفت. در نهایت با استفاده از مرز پلیگونی حوضه شهری دامغان اقدام به برش تصاویر گردید. در مرحله بعد کلاس‌های کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه با توجه به بازدید میدانی و تفسیر چشمی روی تصاویر ماهواره ای انتخاب گردید. این کلاس‌ها شامل چهار کلاس کاربری شامل مناطق مسکونی و تجاری، اراضی کشاورزی، اراضی جنگلی و پارک‌ها و اراضی بایر طبقه‌بندی گردید. در این سناریو جهت تعیین وضعیت آب‌گرفتگی ابتدا نقشه کاربری شهری در دو بازه زمانی متفاوت تهیه گردید، سپس با استفاده از متوسط



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

داده‌های مورد استفاده

مجموعه‌ای از ایستگاه‌های هواشناسی متعلق به وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کشور، شبکه ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه را تشکیل می‌دهند این مجموعه شامل ایستگاه‌های سینوپتیک، تبخیرسنجی و باران سنجی می‌باشد. در محدوده مطالعاتی و اطراف آن، بیش از ۱۱ ایستگاه هواشناسی واقع می‌باشد ارتفاع ایستگاه‌ها از ۸۸۶ متر در ایستگاه سینگ تا ۲۳۰۰ متر در ایستگاه شه‌میرزاد متغیر است. نحوه پراکنش ایستگاه‌ها در شکل ۴ نمایش داده شده است. برای تعیین حجم اصلی بارش از تنها ایستگاه هواشناسی موجود در منطقه (دانشگاه آزاد) استفاده شده است. از چهار واقعه رگبار جهت بررسی کارایی روش USISM در شبیه‌سازی آبرفتگی انتخاب شده است. این وقایع به مدت زمان حدود دو ساعت، با مقادیر بارش متفاوت در ساعت اول و در ساعت دوم است. از آنجا که دانشگاه آزاد تنها ایستگاه بارش در (۲۵۰۰ هکتار) این منطقه کوچک مورد مطالعه است، لذا بارش می‌تواند به عنوان بارش متوسط استفاده گردد. نقشه توپوگرافی ورودی، نقشه با مقیاس ۱/۲۰۰۰ شهر دامغان است، ما نقشه خطوط تراز را به DEM مبتنی بر شبکه نامنظم مثلثی (TIN) تبدیل، و

دلیل توپوگرافی محلی می‌تواند دچار آبرگرفتگی شود، اگر چه ارتفاع متوسط فرورفتگی بالاتر از سایر نقاط باشد) و ارتباط بین فرورفتگی‌ها محاسبه گردید (ین و همکاران، ۲۰۱۰). در محاسبه آبرگرفتگی با این روش، رواناب‌های سطحی باید فرورفتگی‌های سطح فعلی اول را پر کند؛ اگر یک فرورفتگی از آب سرریز شد، آب مازاد به سمت فرورفتگی پایین‌دست جریان می‌یابد؛ بنابراین، برای محاسبه آبرگرفتگی، رابطه پیوستگی بین فرورفتگی‌ها نیز مشخص شد. سپس، فرورفتگی‌ها با استفاده از DEM پر شده منهای DEM اصلی، محاسبه گردید. در ادامه یک الگوریتم D8 (جهت هشت‌گانه ریزش هر نقطه) برای محاسبه جهت جریان و تقسیم حوضه آبخیز با توجه به رتبه، از بالادست به پایین دست استفاده شد (زنگ و همکاران، ۲۰۱۴). تصویر نقشه مسیر جریان در شکل ۱ نشان داده شده است.

حجم رواناب‌های سطحی برای هر فرورفتگی بر اساس رابطه ۴ محاسبه می‌شود:

$$V_i = R_s * A_i = (R - S) * A_i \quad (5)$$

حجم رواناب سطحی و سطح حوضه آبخیز برای هر فرورفتگی به ترتیب V_i و A_i می‌باشد. رواناب سیستم فاضلاب (S) را می‌توان با سرعت متوسط زهکشی آب در مدت زمان رگبار برآورد کرد. ما حجم رواناب سطحی V_i هر یک از فرورفتگی را با حداکثر ذخیره‌سازی که هر فرورفتگی می‌تواند در خود جای دهد، مقایسه می‌کنیم. اگر V_i کمتر از این حداکثر است، V_i حجم نهایی آبرگرفتگی از فرورفتگی مربوطه خواهد بود، و سطح و عمق آبرگرفتگی آن را می‌توان با استفاده از منحنی ذخیره-سازی محاسبه کرد. در غیر این صورت، اگر V_i از حداکثر ذخیره آب تجاوز کند، فرورفتگی به طور کامل پر شده و آب اضافی را در امتداد مسیر شبکه رودخانه به فرورفتگی بعدی منتقل می‌کند. نتیجه نهایی آبرگرفتگی، عمق و سطح فرورفتگی‌ها هستند. نمودار جریان الگوریتم یکپارچه در شکل (۲) نشان داده شده است.

درصد مناطق غیرقابل نفوذ و مقدار CN مناطق نفوذپذیر، مقدار CN برای کاربری‌های تجاری، صنعتی و مسکونی که مقادیر ترکیبی هستند به دست آوردیم. در ادامه با استفاده از CN ترکیبی منطقه، وضعیت آب‌گرفتگی در دو بازه زمانی مذکور محاسبه و ارایه گردید.

محاسبه رواناب

بیان آبی از واقعه رگبار می‌تواند به صورت معادله ۱ نشان داده شود:

$$R_s = R - S - E \quad (1)$$

که در آن R_s : مقدار رواناب سطحی (میلی‌متر)

R : مقدار کل رواناب (میلی‌متر)

S : مقدار از رواناب سیستم فاضلاب (میلی‌متر)

E : مقدار تبخیر (میلی‌متر)

به دلیل اینکه در محیط شهری، تبخیر در واحد سطح تقریباً ۰/۵ درصد حجم کل بارندگی از یک رگبار سه روزه است (آپیروماناکول، ۲۰۰۱)، با نادیده گرفتن تبخیر، معادله ۱ را می‌تواند به صورت معادله ۲ بیان نمود:

$$R_s = R - S \quad (2)$$

کل رواناب با روش SCS محاسبه می‌شود (ام کوبین، ۱۹۸۲ و وودوارد و همکاران، ۲۰۰۳)

$$R = \frac{(P - 0.2Sr)^2}{(P + 0.8Sr)} \quad (3)$$

$$Sr = \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right) \quad (4)$$

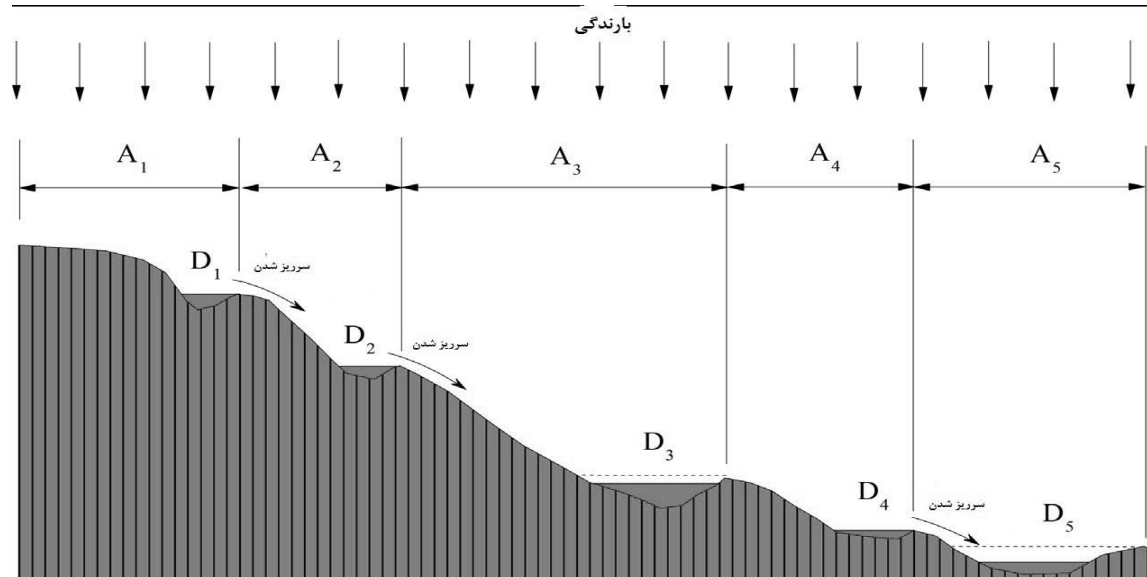
P : مقدار بارش (میلی‌متر)

Sr : پتانسیل نگهداری حداکثر رطوبت خاک (میلی‌متر)

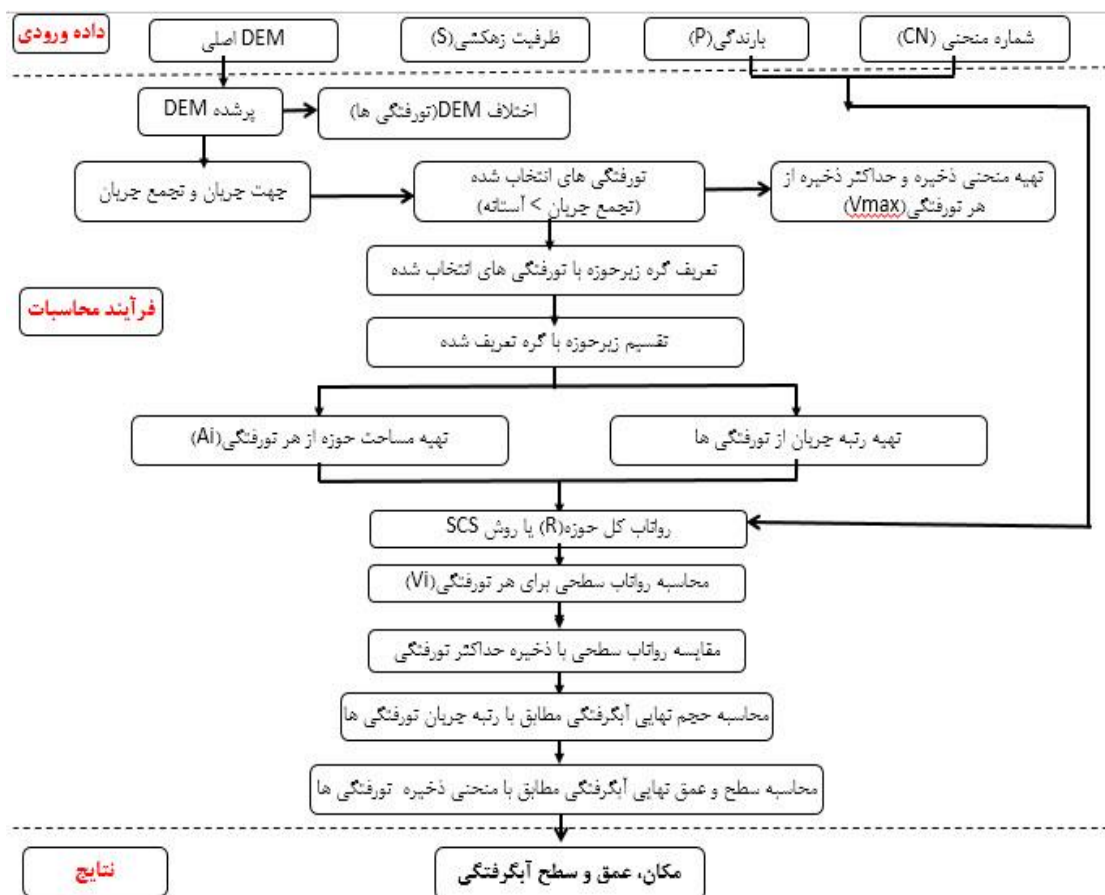
CN: شماره منحنی رواناب

محاسبه آب‌گرفتگی

برای محاسبه وضعیت آبرگرفتگی در هر فرورفتگی، ابتدا سطح هر فرورفتگی مشخص و پس از آن رواناب سطحی برای هر فرورفتگی محاسبه شد. سپس وضعیت "فرورفتگی با تراز بالا" (برخی از فرورفتگی‌ها به



شکل ۱- فرآیند آب بارندگی جابجا شده بین فرورفتگی‌ها D5 و D1, D2, D3, D4 فرورفتگی‌ها هستند؛ A5 و A1, A2, A3, A4 به ترتیب حوضه‌های این فرورفتگی‌ها هستند. خط چین‌ها حداکثر ذخیره فرورفتگی‌ها را نشان می‌دهد (زنگ و همکاران، ۲۰۱۴)



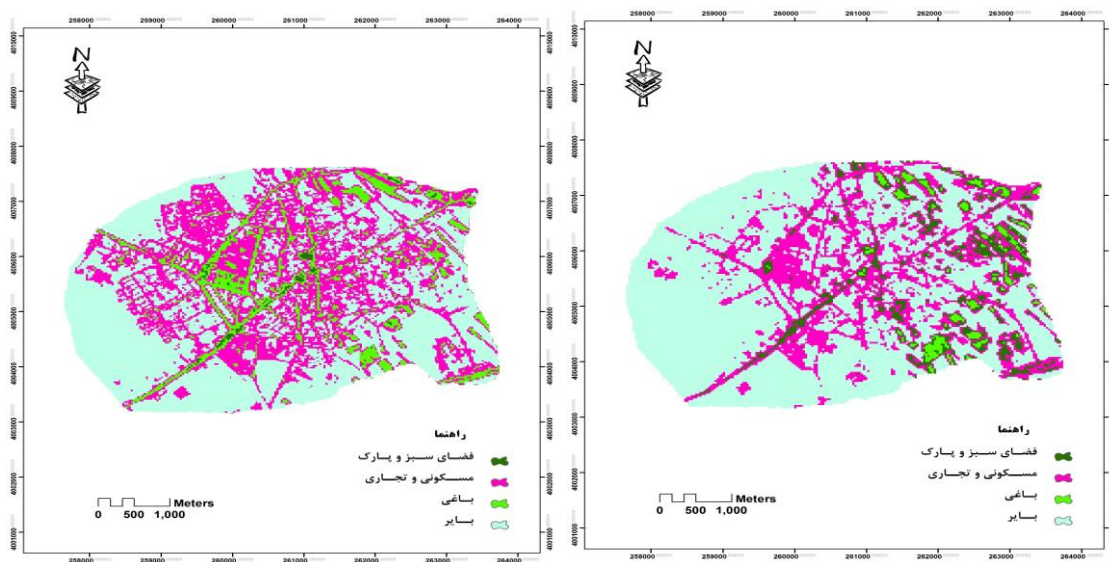
شکل ۲- نمودار جریان مسیر USISM و الگوریتم محاسبات (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۵)

نتایج و بحث

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان یکی از منابع مهم برای نمایش تغییرات محیطی و شهری و مدیریت بحران مطرح می‌باشد. بررسی این داده‌ها در شرایط مختلف محیطی با تنوع کاربری‌ها و پوشش‌های گیاهی ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق؛ از بین الگوریتم‌های مختلف مورد استفاده، روش طبقه‌بندی نظارت‌شده در طبقه‌بندی کاربری‌های مورد نظر در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است (شتایی و عبدی، ۱۳۸۶؛ سنجری، ۱۳۹۵؛ سبزیبایی و همکاران، ۱۳۹۶؛ هاشمی نسب و جعفری، ۱۳۹۷؛ کریمی فیروزجایی، ۱۳۹۷؛ اشرف و یاسوشی، ۲۰۰۹ و رأوات و همکاران، ۲۰۱۳).

به منظور مشاهده میزان تغییرات و تبدیل یک کاربری به کاربری دیگر، آشکارسازی تغییرات برای سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۴ انجام گرفت. نقشه‌های کاربری اراضی در چهار گروه اراضی مسکونی و تجاری، اراضی باغی، اراضی فضای سبز و پارک‌ها و اراضی بایر مربوط

به سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۴ در شکل‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. در نتیجه افزایش جمعیت طی دهه‌های اخیر بخش قابل توجهی از سایر کاربری‌ها (کاربری فضای سبز و پارک و اراضی بایر) به کاربری مسکونی و تجاری تبدیل شده است. همچنین نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۴، بیانگر ثبات نسبی کاربری باغی طی دوره ۱۲ ساله مورد مطالعه می‌باشد. در مرحله بعدی با انجام عملیات میدانی، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و نمونه‌برداری تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه، پارامترهای دقت کل و ضریب کاپا به شرح جدول ۱ استخراج گردید. در نهایت پس از آشکارسازی تغییرات، طبقه‌بندی تصاویر انجام و نقش تغییرات کاربری اراضی شهری در افزایش سطوح آب‌گرفتگی با استفاده از روش USISM تعیین شد. مساحت‌های کاربری اراضی برای ۴ کلاس مسکونی و تجاری، اراضی باغی، اراضی فضای سبز و پارک‌ها و اراضی بایر به تفکیک برای سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۴ در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۵- نقشه‌ی کاربری اراضی شهری سال ۱۳۸۲

شکل ۶- نقشه‌ی کاربری اراضی شهری سال ۱۳۹۴

جدول ۱- ضریب کاپا و صحت کلی

نقشه کاربری اراضی	ضریب کاپا	صحت کلی (%)
سال ۱۳۸۲	۰/۶۷	۷۵
سال ۱۳۹۴	۰/۷۴	۸۰

جدول ۲- مساحت های کلاس های مختلف کاربری اراضی

سال ۱۳۹۴		سال ۱۳۸۲		کلاس کاربری اراضی
درصد	هکتار	درصد	هکتار	
۴/۲	۹۰/۳	۲/۸	۶۰/۲	باغی
۶۴/۶	۱۳۸۸/۹	۳۶/۴	۷۸۲/۶	مسکونی و تجاری
۰/۹	۱۹/۴	۲/۲	۴۷/۳	فضای سبز و پارک
۳۰/۳	۶۵۱/۵	۵۸/۶	۱۲۵۹/۹	بایر

جدول ۳- مقادیر CN ترکیبی با استفاده از درصد مناطق غیر قابل نفوذ

ترکیبی CN	درصد مناطق غیر قابل نفوذ	نقشه کاربری اراضی
۸۸	۳۶	سال ۱۳۸۲
۹۳	۶۵	سال ۱۳۹۴

های مصنوعی و تخریب هر چه بیشتر بسترهای طبیعی که موجب کاهش نفوذپذیری خاک (افزایش CN) در مناطق مسکونی و شهری شده است در چنین شرایطی خاک توانایی جذب آب را نداشته و موجب افزایش رواناب در منطقه شده که از سال ۱۳۸۲ به سال ۱۳۹۴ موجب افزایش معنادار سطح، عمق و حجم آبرفتگی شدیم. لازم به ذکر است که سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۸۲، سطح کل آبرفتگی نسبت به عمق و حجم آبرفتگی روند صعودی کندتری (حدود پنج درصد) را نشان داد ولی حجم و عمق کل آبرفتگی به ترتیب ۳۷ درصد و ۳۳ درصد افزایش یافته است. لازم به ذکر است که نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیق زنگ و پن (۲۰۱۴) و یوسفی و همکاران (۱۳۹۵) که از روش USISM در شبیه سازی رگبار استفاده کردند در شناسایی مکان های آبرفتگی در منطقه شهری و شبیه سازی وضعیت آبرفتگی (سطح و حجم آبرفتگی) با دقت و سرعت بالا مطابقت دارد.

تحقیق انجام گرفته با تحقیقات ملس و جردن (۲۰۰۳)؛ فتحی زاده و همکاران (۱۳۹۲)؛ فارسی و یوسفی (۱۳۹۲)؛ سنجرى (۱۳۹۵)؛ امان پور و همکاران (۱۳۹۶)؛ زارع و همکاران (۱۳۹۶)؛ هاشمی نسب و جعفری (۱۳۹۷) همسو می باشد که برای طبقه بندی تصاویر ماهواره ای جهت تهیه نقشه کاربری اراضی از روش حداکثر احتمال استفاده نمودند.

با توجه به اینکه در این تحقیق از روش سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS) جهت محاسبه رواناب استفاده شده است لذا با استفاده از مقادیر شماره منحنی ترکیبی منطقه مورد مطالعه (جدول ۳)، نقش تغییرات کاربری شهری بر وضعیت آبرفتگی برای سال های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۴ تعیین شد و به ترتیب در جداول ۴ و ۵ همچنین شکل ۷ نمایش داده شده است.

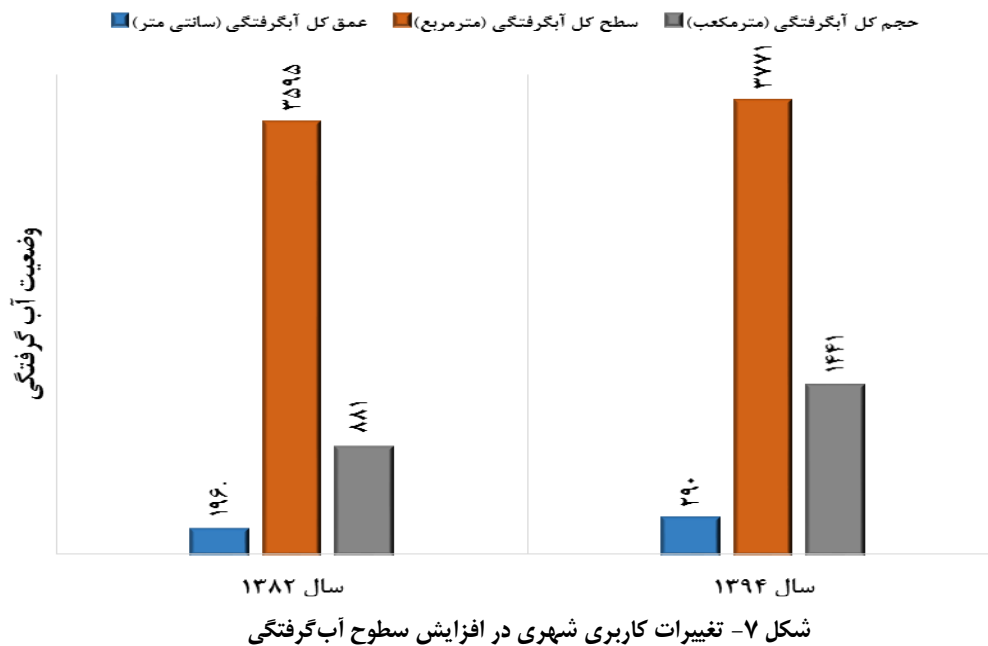
با مقایسه نتایج وضعیت آبرفتگی در بازه زمانی سال های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴ در می یابیم که تغییرات کاربری شهری در افزایش آبرفتگی نقش بسزایی داشته است زیرا به واسطه افزایش شهرنشینی و گسترش ساخت-

جدول ۴- وضعیت آب‌گرفتنی در سال ۱۳۸۲

مکان‌های آب‌گرفتنی	عمق آب‌گرفتنی (سانتی‌متر)	سطح آب‌گرفتنی (مترمربع)	حجم آب‌گرفتنی (مترمکعب)
خیابان لاله	۲۶/۶	۳۴۵	۹۱/۸
خیابان گل یاس	۲۵/۴	۳۶۰	۹۱/۵
خیابان شریعت	۲۹/۱	۴۳۰	۱۲۵/۳
خیابان معراج	۸/۳	۳۷۰	۳۰/۹
خیابان چشمه علی	۴۵	۴۴۲	۱۹۸/۵
خیابان چشمه علی	۲۵/۳	۶۴۰	۱۶۲
خیابان پاسداران	۱۶/۵	۵۸۵	۹۶/۴
خیابان شهدا	۱۹/۹	۴۲۳	۸۴/۲
جمع	۱۹۶/۲	۳۵۹۴,۵	۸۸۰/۷

جدول ۵- وضعیت آب‌گرفتنی در سال ۱۳۹۴

مکان‌های آب‌گرفتنی	عمق آب‌گرفتنی (سانتی‌متر)	سطح آب‌گرفتنی (مترمربع)	حجم آب‌گرفتنی (مترمکعب)
خیابان لاله	۴۰/۶	۳۶۰	۱۴۶
خیابان گل یاس	۳۷/۸	۳۸۵	۱۴۵/۵
خیابان شریعت	۴۴	۴۵۲/۵	۱۹۹/۳
خیابان معراج	۱۲/۵	۳۹۲	۴۹/۱
خیابان چشمه علی	۴۵	۴۴۱/۵	۱۹۸/۵
خیابان چشمه علی	۲۶/۳	۶۷۰	۱۷۶
خیابان پاسداران	۲۴/۷	۶۲۰	۱۵۴/۱
خیابان شهدا	۲۹/۸	۴۵۰	۱۳۴/۱
جمع	۲۶۰/۷	۳۷۷۱	۱۲۰۱/۹



پیشنهادهای ترویجی

افزایش شهرنشینی در دهه‌های اخیر و رشد سریع شهرها به سمت حوضه‌های بالادست، همچنین پدیده تغییر اقلیم و تاثیر بر الگوهای مکانی و زمانی بارش، فرایندهای بارش - رواناب را در حوضه‌های شهری به شدت تحت تاثیر قرار داده است همچنین آبرفتگی در مناطق شهری در نتیجه ایجاد نقص و یا هر نوع ناکارآمدی در سیستم‌های زهکشی شهری، موجب وارد شدن خسارات زیادی به ساختمان‌ها و دیگر زیرساخت‌های عمومی و خصوصی می‌شود. با توجه به این‌که داده‌های سنجش از دور از توانایی بالایی در استخراج انواع نقشه‌های کاربری اراضی دارند، لذا در این تحقیق به منظور پایش تغییرات کاربری اراضی از تصاویر سال ۱۳۸۲ سنجنده ETM⁺ و ۱۳۹۴ سنجنده OLI ماهواره‌ای لندست استفاده شد و برای محاسبه وضعیت آب‌گرفتگی (سطح، حجم و عمق) حوضه شهری دامغان روش جدید USISM (شبیه‌سازی آبرفتگی ناشی از رگبار، مبتنی بر سامانه اطلاعات جغرافیایی) معرفی گردید.

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از داده‌های سنجنده‌های مختلف ماهواره لندست قابلیت بالایی

در بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه دارد و سنجش از دور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می‌تواند موجب کاهش هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای جمع‌آوری اطلاعات و آمار گردد بنابراین با در دست داشتن میزان و جهت تغییرات کاربری اراضی در منطقه می‌توان اقدامات مدیریتی لازم را جهت کاهش تخریب اراضی منطقه اعمال نمود. از مزایای استفاده از استفاده از روش USISM می‌توان به داده‌های ورودی کم، سرعت شبیه‌سازی زیاد و فرایند شبیه‌سازی بسیار ساده اشاره نمود که توانست سطح، حجم و عمق آبرفتگی حوضه شهری دامغان شبیه‌سازی و برآورد کند؛ لذا روش USISM برای استفاده تحت شرایط زیر توصیه می‌شود: (۱) فقدان داده سیستم فاضلاب دقیق برای منطقه شهری؛ (۲) در مناطقی که عمق و سطح آبرفتگی بسرعت باید تخمین زده شود. (۳) رگباری که مدت زمان آن کوتاه و آبرفتگی تنها با بارندگی ایجاد می‌شود، نه سیلاب رودخانه‌ای.

۱- از سایر روش‌های شبیه‌سازی آب‌گرفتگی سریع سیلاب (RFIM) جهت محاسبه وضعیت آب‌گرفتگی (عمق، سطح و حجم آب‌گرفتگی) در حوضه شهری دامغان استفاده گردد و و ضمن مقایسه نتایج حاصل از شبیه‌سازی روش USISM با سایر روش‌های مرسوم،

طیفی بالاتر جهت آشکارسازی تغییرات مانند IRS، IKONOS و SPOT استفاده گردد.

۴- جهت شبیه‌سازی وضعیت آب‌گرفتگی در تعیین شماره منحنی از سایر روش‌های طبقه‌بندی تصاویر مانند طبقه‌بندی شیء‌گرا و دیگر روش‌های پیکسل پایه از جمله روش طبقه‌بندی درخت تصمیم‌گیری و مقایسه با نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌گردد.

۵- جهت تعیین نقش پدیده تغییر اقلیم در افزایش سطوح آب‌گرفتگی، از نرم‌افزارهای مرسوم مانند SDSM و Lars-WG استفاده گردد.

بهترین روش از نظر دقت، سادگی و صرفه‌جویی در زمان تعیین گردد.

۲- جهت شبیه‌سازی وضعیت آب‌گرفتگی در حوضه شهری دامغان از مدل‌های هیدرولوژی و هیدرودینامیکی یک بعدی و دو بعدی رایج به کار گرفته شود و نتایج آن‌ها با روش USISM مقایسه گردد، زیرا میزان صحت نتایج حاصل از آن‌ها می‌تواند راهنمای محققین در زمینه مدل‌سازی هیدرولوژیکی باشد.

۳- برای تهیه نقشه کاربری اراضی و ارزیابی دقیق در این نواحی، از تصاویری با قدرت تفکیک مکانی و قدرت

فهرست منابع

۱. رحیمی، د.، رحیمی، ی. ۱۳۹۵. بررسی اثر تغییرات اقلیمی و کاربری ارضی بر سیلاب در شمال ایران (حوضه مادرسو). جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. ۲۷(۱): ۸۹-۱۰۲.
۲. زارع، م.، تیموریان، ت.، جوری، م.ح. ۱۳۹۶. پایش تغییرات کاربری اراضی/ پوشش با استفاده از شاخص‌های شدت تغییرات، درجه پویایی و مقایسه پس از طبقه بندی. فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران. ۸(۱): ۱۳۶-۱۲۳.
۳. سبزقبایی، غ.، جعفرزاده. ک، دشتی. س.س.، یوسفی‌خانقاه، ش.، بزم‌آرا بلشتی، مژ. ۱۳۹۶. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان قائم‌شهر). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۹(۳): ۱۵۷-۱۴۳.
۴. سنجر، ص. ۱۳۹۷. بررسی روند تغییرات کاربری اراضی منطقه بم. نشریه مدیریت اراضی. ۴(۱): ۳۱-۲۱.
۵. شتابی، ش.، عبدی، ا. ۱۳۸۶. تهیه نقشه کاربری اراضی در مناطق کوهستانی زاگرس با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ منطقه مورد مطالعه: حوضه سرخاب خرم‌آباد لرستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۱): ۱۳۹-۱۲۹.
۶. فارسی، ج.، م. یوسفی. ۱۳۹۲. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور مطالعه موردی: دشت بجنورد فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۲(۷): ۹۵-۱۰۶.
۷. فتحی زاد، ح.، ح. کریمی، م. توکلی، م. بازگیر. ۱۳۹۲. بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز خشک و نیمه - خشک دویرج با استفاده از سنجش از دور و GIS. اولین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین. دانشگاه اصفهان.
۸. کاظمی، م.، ا. نوحه‌گر، م. قصردشتی‌روشن، پ. رضائی. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر پتانسیل سیل‌خیزی (مطالعه موردی حوزه آبخیز تنگ بستانک شیراز). فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش‌های فرسایش محیطی. ۲(۱): ۴۱-۲۸.

۹. کریمی سنگچینی، ا.، م. اونق. ا. سعدالدین. ا. یوسفی مبرهن. ۱۳۹۹. پیش بینی اثر حالت‌های ممکن مدیریت پوشش گیاهی بر حجم رواناب و آلاینده های رودخانه‌یی با مدل L-THIA در آبخیز حبله رود. پژوهش‌های آبخیزداری. ۳۳(۳): ۳۶-۵۲.
۱۰. کریمی، ص.، ح. غضنفرپور، ن. علیمرادی‌پور. ۱۳۹۷. مقایسه و تحلیل جغرافیایی خطر آب‌گرفتگی در معابر شهری (مورد مطالعه: معابر مناطق چهارگانه شهر کرمان). مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)، ۵ (۱): ۱۷-۳۴.
۱۱. کریمی فیروزجایی، م.، م. کیاورز. م. کلانتری. ۱۳۹۷. پایش و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی و گسترش فیزیکی شهر بابل در دوره زمانی ۱۳۶۴-۱۴۱۹ با استفاده از تصاویر چندزمانه لندست. فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه ریزی توسعه کالبدی، (پیاپی ۱۱): ۳۲-۵۲.
۱۲. مافی، ع.ا.، غ. ر. مرادی، س. حیاتی، ر. اخیام‌پور. ۱۳۹۳. مدیریت و دفع رواناب های شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تکنیک River tools (مطالعه موردی: منطقه یک شهر اهواز). جغرافیا و توسعه ناحیه ای. ۱۲(۲۲): ۱-۱۵.
۱۳. یوسفی مبرهن، ا.، ک. سلیمانی، ق. وهاب‌زاده. ۱۳۹۵. شبیه‌سازی رگبار - آب‌گرفتگی مبتنی بر سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوضه شهری دامغان. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۷ (۱): ۳۹-۲۶.
14. Adami, M., B.F.T. Rudorff., R.M. Freitas., D.A. Aguiar., L.M. Sugawara., and M.P. Mello. 2012. Remote sensing time series to evaluate direct land use change of recent expanded sugarcane crop in Brazil. Sustainability. 4(4): 574-585.
15. Amaguchi, H., A. Kawamura., J. Olsson., T. Takasaki. 2012. Development and testing of a distributed urban storm runoff event model with a vector-based catchment delineation. Journal of Hydrology. 420-421: 205-215.
16. Apirumanekul, C. 2001. Modeling of Urban Flooding in Dhaka City. Master Thesis No. WM-00-13, Asian Institute of Technology, Bangkok.
17. Ashraf, M., and Y.D. Yasushi. 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. Applied Geography. 29: 390-401.
18. Boori, M.S., V. Voženilek., K. Choudhary. 2015. Land use/cover disturbance due to tourism in Jeseníky Mountain, Czech Republic: A remote sensing and GIS based approach. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 18(1): 17-26.
19. Cheng, X.T. 2010. Urban water disasters and strategy of comprehensive control of water disaster. Journal of Catastrophol. 25 (s): 10-15.
20. Haifing, J., L. Yuwen., L. Shaw., and ch.Yu. Yorong. 2012. Planning of LID-BMPs for urban runoff control. The case of BeijingOlympic village. Technology for Sustainable Water Environment Separation and Purification Technology, 140, pp: 112-119.
21. Hsu, M.H., S.H. Chen., and T.J. Chang. 2000. Inundation simulation for urban drainage basin with storm drainage system. Journal of Hydrology. 234: 21-37.
22. Kusky, T. 2008. Floods: Hazards of Surface and Groundwater Systems, Facts on File publishing, New YorkEkstrom, M.; Fowler, H.J.; Kilsby, G.G.; Jones, P.D; 2003. New estimates of future changes in extreme rainfall across the UK using regional climate model integrations2. Future estimates and use in impact studies. Journal of Hydrology, Vol 300, pp: 234-251.
23. George, J. 2016. Land Use/Land Cover Mapping With Change Detection Analysis of Aluva Taluk Using Remote Sensing and GIS. International Journal of Science, Engineering and Technology, 4(2): 383-389.

24. Gouldby, B., P. Sayers., J. Mulet-Marti., M.A.A.M. Hassan., and D. Benwell. 2008. A methodology for regional-scale flood risk assessment. *Water Management*. 161 (3): 169–182.
25. Krupka, M., S. Wallis., S. Pender., and S. Neélz. 2007. Some practical aspects of flood inundation modelling, *Transport phenomena in hydraulics*, Publications of the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, E-7 (401): 129 –135.
26. Lhomme, J., P. Sayers., B. Gouldby., P. Samuels., M. Wills., and J. Mulet-Marti. 2008. Recent Development and Application of a Rapid Flood Spreading Method. *Flood Risk Management: Research and Practice – Samuels et al. (Eds)*, 15-24.
27. Mark, O., S. Weesakul., C. Apirumanekul., S.B. Aroonnet., and S. Djordjevic. 2004. Potential and limitations of 1D modeling of urban flooding. *Journal of Hydrology*. 35: 159–172.
28. Melesse A.M. and J.D. Jorda. 2003. Spatially distributed watershed mapping and modeling, Thermal maps and vegetation Indices to enhance land cover and surface microclimate mapping; Part I. *Journal of Spatial Hydrology* 3: 325-338.
29. Mccuen, R.H. 1982. *A Guide to Hydrologic Analysis Using SCS Method*. Prentice- Hall Inc., Englewood Cliffs, 67–97.
30. Portugués-Mollá I., X. Bonache-Felici., J.F. Mateu-Bellés., and J.B. Marco-Segura. 2016. A GIS-based model for the analysis of an urban flash flood and its hydro-geomorphic response. The Valencia event of 1957. *Journal of Hydrology* 380: 114–121.
31. Pradeep, K.B., J.A. Barry., and Y.L. James. 2006. Runoff quality analysis of urban catchments with analytical probabilistic models. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 132 (1) : 4–14.
32. Qiu, J.W., N. Li., X.T. Cheng. 2000. The simulation system for heavy rainfall in Tianjin City. *Journal of Hydraulic Engineering*. 11: 34–42.
33. Rawat, J.S., V. Biswas and M. Kumar. 2013. Changes in land use/cover using geospatial techniques: A case study of Ramnagar town area, district Nainital, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 16: 111-117.
34. Sidhu, N., M.S. Rishi., and R. Singh. 2016. Spatio-Temporal Study of the Distribution of Land Use and Land Cover Change Pattern in Chandigarh, India Using Remote Sensing and GIS Techniques. In *Geostatistical and Geospatial Approaches for the Characterization of Natural Resources in the Environment* (pp. 785-789). Springer International Publishing.
35. Wei, O.Y., B.B. Gu., F.H. Hao., H.B. Huang., J.G. Li., and Y.W. Gong. 2012. Modeling urban storm rainfall runoff from diverse underlying surfaces and application for control design in Beijing. *Journal of Environment Management*. 113: 467–473.
36. Woodward, D.E., R.H. Hawkins., R. Jiang., A.T. Hjelmfelt., J.A. Van Mullem., and Q.D. Quan. 2003. Runoff curve number method: examination of the initial abstraction ratio. In: *Proc. ASCE Conf. Proc.*, Philadelphia, PA, vol. 118, pp. 308.
37. Yin, Z.E., S.Y. Xu., J. Yin., and J. Wang. 2010. Small-scale based scenario modeling and disaster risk assessment of urban rainstorm water-logging. *Acta Geographica Sinica*. 65 (5): 553–562.
38. Yu, D., and S.N. Land. 2006. Urban fluvial flood modeling using a two-dimensional diffusion-wave treatment: Part1 Mesh resolution effects. *Hydrological Processes*. 20(7): 1567–1583.
39. Zhang, S.H., T.W. Wang., and B.H. Zhao. 2014. Calculation and visualization of flood inundation based on a topographic triangle network. *J. Hydrol.* 509: 406–415.
40. Zhang, SH., and B. Pan. 2014. An urban storm-inundation simulation method based on GIS *Journal of Hydrology*, 517: 260–268.
41. Zhao, D.Q., J.N. Chen., and Q.Y. Tong. 2008. Construction of SWMM urban drainage network model based on GIS. *China Water Wastewater* 24 (7): 88–91.

Using USISM to Monitor Land Use Change and Its Effects on Urban Inundation (A Case Study of Damghan Urban Basin)

E. Yousefi Mobarhan¹, K. Soleimani, and G. Vahabzadeh

Assist. Professor; Soil Conservation and Watershed Management Research Institute; Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center; AREEO²; Semnan; Iran. *e.yousefi.m@gmail.com*

Professor of Natural Resources, Sari University of Agricultural & Natural Resources Sciences, Sari, Iran. *k.solaimani@sanru.ac.ir*

Associate Professor of Natural Resources, Sari University of Agricultural & Natural Resources Sciences, Sari, Iran. *gh.vahabzadeh@sanru.ac.ir*

Received: January 2020 and Accepted: June 2020

Abstract

Land use change due to human activities is one of the most important issues in regional planning and development. Damghan urban basin has in recent years undergone many changes of the sort, including intensely increased urban population, physical expansion of urban and rural settlements, and disappearance of green spaces converted into residential areas. These changes have resulted in many flooding and inundation events within the urban area. The satellite technology can be exploited to identify such changes and the areas affected. For the purposes of this study, use was made of the ETM⁺ images of 2003 and the OLI images of 2015 obtained from Landsat to calculate the inundation conditions in Damghan urban basin using the USISM method. The ETM⁺ results showed a kappa coefficient of 75% and an overall accuracy of 0.67% while those of OLI images were 80% and 0.74%, respectively. The images revealed that green spaces had been converted to residential and commercial sites at a rate of 28% in 12 years. Meanwhile, agricultural land was found to have increased during the same period but barren lands to have decreased.

Keywords: Urban watershed, USISM, Satellite data, Depression, Land use change

¹ Corresponding author: Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Semnan, Iran.

² Agricultural Research, Education, and Extension Organization