

بررسی تغییرات کاربری اراضی شهری با استفاده از مدل ASSA

فاطمه رضایی*^۱ عبدالرضا بهره مند^۲ واحد بردی شیخ^۳ محمد تقی دستورانی^۴ سید محمد تاج بخش^۵

۱- دانشجوی دکترای آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران

۲ و ۳- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران

۴- استاد دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، خراسان رضوی

۵- استادیار دانشگاه بیرجند، بیرجند، خراسان جنوبی

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۷

چکیده

تمرکز بر حوضه‌های آبخیز شهری از چند دهه گذشته مورد توجه بوده است. الگوی رشد حوضه‌های شهری نیازمند طراحی سیستم ذخیره آب باران (رواناب) می‌باشد. برای این منظور تخمین میزان رواناب و درصد تولید رواناب در سطوح آبخیز شهری دارای اهمیت می‌باشد و به منظور بررسی پاسخ هیدرولوژیکی مناطق همگن به رواناب شهری منطقه مورد نظر به عنوان واحدهای همگن مطالعاتی در مدیریت آبخیز شهری (رواناب) در نظر گرفته و با بررسی تغییرات کاربری اراضی برای سه دوره ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ میزان تغییرات کاربری با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی و بلوک‌های آماری سازمان نقشه برداری و تصاویر ماهواره‌ای در محیط جی آی اس تعیین شد و با بررسی تغییرات کاربری اثر آن بر دبی اوج در محیط مدل ASSA (Civil Storm) مشخص شد. نتایج پژوهش نشان داد که دبی اوج در سال ۱۳۹۵ با افزایش سطوح نفوذ ناپذیر به مراتب بیشتر از سال‌های آماری موجود می‌باشد و با افزایش ۲۶ درصدی مناطق نفوذ ناپذیر از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۵ میزان دبی ۲۴ درصد افزایش داشته است.

واژه‌های کلیدی: سطوح نفوذ ناپذیر، دبی اوج، رواناب شهری، کاربری اراضی، مدل ASSA

مقدمه

شهر سازی عموماً همراه با افزایش سطوح نفوذ ناپذیر جاده‌ها، پشت بام‌ها، ساخت سیستم‌های هیدرولیکی زهکشی رواناب‌های ناشی از رگبارها، کوبیدگی خاک و تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی همراه است. نتایج این تغییرات افزایش جریان‌های سیل (Leopold, 1968؛ سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۴)، فرسایش رودخانه‌ای و کاهش بالقوه جریان آب پایه (Schueler 2009؛ Paul and Meyer 2001) را در پی دارد.

طاهری بهبهانی (۱۳۷۵) بیان کردند وقوع سیل علاوه بر این که تابع وقایع اقلیمی به ویژه مقدار، شدت، توزیع مکانی و زمانی بارندگی است، تحت تأثیر ویژگی‌های مختلف حوضه آبخیز مانند کاربری اراضی و دخالت انسان نیز است. افزایش سطوح نفوذ ناپذیر حوضه که ناشی از شهر سازی و احداث انواع سازه‌ها بر خاک‌های نفوذ پذیر است، به طور طبیعی از میزان سطوح نفوذ پذیر که قادر به جذب بخشی از بارندگی هستند، می‌کاهد. حاصل این تغییرات، توسعه زهکشی حوضه، کوتاه شدن زمان تمرکز و افزایش شدت آبدهی سیلاب‌های حوضه خواهد بود.

خالقی (۱۳۸۹) شبیه سازی هیدروگراف جریان با استفاده از مدل SWMM و پیش بینی اثرات آبخیزداری در رودخانه خشک شیراز را انجام داده‌اند و ضمن مطالعه موجود به این نتیجه رسیدند که نتایج واسنجی و اعتبار سنجی مدل، همبستگی مناسبی با داده‌های اندازه‌گیری شده دبی جریان در رودخانه خشک شیراز از خود نشان می‌دهد. رضائی و موسوی (۱۳۸۹) در یک طرح تحقیقاتی با هدف تامین آب و توسعه باغات مثمر در ایستگاه قره چریان زنجان

نویسنده مسئول: فاطمه رضایی گروی Frezayi25@yahoo.com

از روش‌های مناسب ایجاد سامانه‌های سطوح جمع آوری آب باران استفاده کردند و برای این منظور فراوانی بارش‌های روزانه در هر ماه و برای یک دوره آماری ۴۵ ساله و برای مقادیر بیشتر از صفر، ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌متر تهیه گردید و سطوح آبگیر با تیمارهای سطح عایق، نیمه عایق و طبیعی در چهار تکرار بر روی سطح شیب‌دار ایجاد و میزان بارش روزانه و عمق رواناب اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میزان فراوانی بارش‌های روزانه با عمق مساوی یا بیشتر از ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌متر در ماه‌های گرم شامل تیر، مرداد و شهریور به ترتیب دارای متوسط فراوانی وقوع حدود یک بار در یک، سه و ده سال هستند. همچنین حد آستانه بارندگی برای شروع رواناب در سطوح عایق، نیمه عایق و طبیعی در حدود ۱، ۴ و ۷ میلی‌متر و متوسط درصد ضریب رواناب ۴۳/۹، ۱۲/۱۵ و ۳/۰۴ درصد می‌باشد.

Sheeder و همکاران (2002) طی پژوهشی در سه حوضه کوچک واقع در ایالات متحده آمریکا، اثر توسعه اراضی شهری بر واکنش هیدرولوژیک را مورد بررسی قرار دادند. در نهایت، نتایج تحقیق ایشان نشان داد که با توسعه اراضی شهری، شماره منحنی حوضه افزایش می‌یابد و زمان تأخیر حوضه، کاهش می‌یابد، در نتیجه واکنش هیدرولوژیک حوضه منجر به وقوع بارندگی، سریع‌تر شده و دبی اوج بیشتری تولید می‌شود. همچنین ایشان منشأ دبی اوج هیدروگراف سیل را تفکیک نموده و بیان کردند که منشأ رواناب در پیک‌های سریع، اراضی شهری است و پیک‌های تأخیری هیدروگراف، ناشی از رواناب اراضی طبیعی (غیر شهری) است.

Rodriguez و همکاران (2003) طی تحقیقی جهت بررسی رواناب سطحی در حوضه‌های شهری و تعیین هیدروگراف‌های واحد مناطق مطالعاتی (جاده، ساختمان و مناطق طبیعی) از روی بانک اطلاعات شهری به این نتیجه رسیدند که هیدروگراف‌های واحد شهری (URBS-UHs)، از نظر شکل و اندازه به طور معنی داری با هیدروگراف‌های منتج شده از اندازه‌گیری‌های بارش رواناب مشابه می‌باشد. همچنین میزان رواناب را در سطح جاده‌ها بیشتر از سطح ساختمان و بیشتر از سطوح طبیعی خاک به دست آوردند.

Ying و همکاران (2009) برای بررسی پتانسیل اثر تغییر کاربری اراضی بر سیلاب حوضه‌ی زیتاکسی^۲ واقع در چین از مدل تجربی و واقعه محور HEC-HMS استفاده نمودند. در این مطالعه پس از واسنجی و اعتبارسنجی مدل HEC-HMS دو سناریو با استفاده از مدل CLUE-S جهت پیش بینی کاربری اراضی سال ۲۰۵۰ طراحی شده است. (A) سناریوی افزایش ۹ تا ۱۷ درصدی در مناطق شهری (B) افزایش بین ۹ تا ۱۴ درصدی مناطق شهری، نتایج نشان دادند که سناریوهای کاربری اراضی به علت افزایش سرعت گسترش مناطق مسکونی و ساختمانی باعث افزایش رواناب مخصوصاً دبی اوج خواهد شد. بارش‌هایی با دوره بازگشت ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ سال، دبی اوج ۳/۸، ۲/۶ و ۲/۳ درصد در سناریوی A و ۲/۸، ۱/۹ و ۱/۷ درصد تحت سناریوی B افزایش می‌یابد. رواناب کل نیز در سناریوی A به ترتیب ۴/۷، ۳/۴ و ۳۰ درصد و تحت سناریوی B ۳/۳، ۲/۵ و ۰/۵ درصد افزایش می‌یابد.

رستمی خلج (۱۳۹۰)، بیان کردند با توجه به رشد سریع شهر سازی و شهر نشینی در ایران، مشکلاتی از جمله آب گرفتگی معابر سطح شهر، انتشار آلودگی‌های زیست محیطی و خطرات ناشی از گسترش سیلاب به واسطه عدم وجود سیستم زهکشی مناسب و نابسامانی کانال‌ها و مسیل‌ها از معضلات اساسی بسیاری از حوضه‌های شهری ایران به شمار می‌آیند و به نظر می‌رسد در سال‌های اخیر افزایش ریسک سیلاب‌های شهری را نسبت به سیلاب‌های روستایی شاهد باشیم.

طاهری هروی (۱۳۹۵) به بررسی تاثیر تغییرات کاربری اراضی و توسعه شهری روی عکس العمل‌های هیدرولوژیکی حوضه‌های آبخیز طرقله و دهبار بالا دست کلان شهر مشهد پرداخت و ضمن مطالعه موجود به این نتیجه رسید که شماره منحنی، ارتفاع و حجم رواناب در حوضه طرقله بیشتر از حوضه دهبار است که بیانگر نفوذ پذیری کمتر خاک در حوضه طرقله و پتانسیل تبدیل حجم بیشتری از بارش به رواناب، در این حوضه است. در نتیجه تغییرات کاربری اراضی و توسعه شهری بر روی پاسخ هیدرولوژیکی منطقه تأثیر می‌گذارد و تغییراتی در شاخصه‌های

² Xitiaoxi

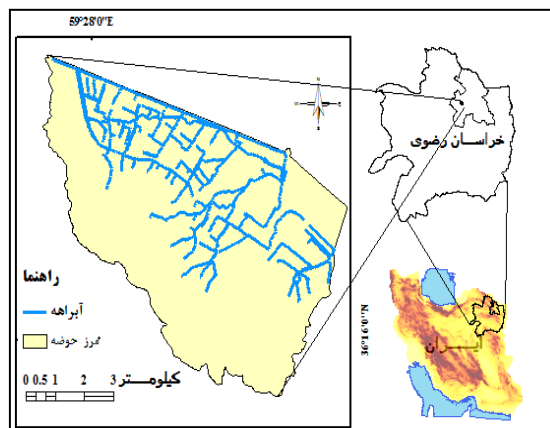
هیدرولوژیکی و افزایش سیل خیزی حوضه آبخیز را موجب می‌شود.

در دهه‌های اخیر در کشور ما ایران، به دلیل افزایش جمعیت و نرخ رو به رشد آن و از سوی دیگر مهاجرت‌های غیر قابل کنترل جمعیت روستا نشین به سوی مراکز شهری، ساختارهای زیر بنایی و تشکیلاتی نیز به صورت تصاعدی به سمت حوضه‌های شهری متمرکز شده است. لیکن در روند توسعه‌ی فیزیکی مناطق شهری، به مسائل مربوط به زیر ساخت‌های طبیعی (مناطق مسکونی و تجاری، شبکه خیابان‌ها و پارک‌ها یا فضاهای نفوذپذیر)، مبانی هیدرولوژیکی و ویژگی‌های اقلیمی توجه کافی نشده است. علاوه بر آن در اقلیم خشک و نیمه خشک میزان بارش کم، نامنظم و پراکنده است. علی‌رغم کمی بارش، بخش قابل توجهی از بارندگی‌ها تند، ناگهانی و کوتاه مدت بوده و سیلاب‌های با دبی نسبتاً زیاد ایجاد می‌کند. بنابراین شناسایی مناطقی که دارای پتانسیل سیل خیزی بالا هستند کمک موثری به برنامه‌های زیر بنایی مربوط به توسعه شهری (اسکان، ترانشه‌های نفوذ پذیر و پارک‌ها) و کاهش خسارات مالی به بخش‌های مختلف می‌نماید، به این دلیل مدیریت آب‌های سطحی در حیطه کلان شهرها از اهمیت خاصی برخوردار است در واقع با تبدیل حوضه‌های آبخیز غیر شهری به شهری، در نتیجه تغییر کاربری اراضی از حالت طبیعی (کشاورزی، مرتعی و جنگلی) به شهری (مسکونی، صنعتی، تجاری، ورزشی، جاده‌ها و معابر)، موضوع پیچیده‌ای تحت عنوان آبخیزداری شهری متولد شده است، در واقع سیلاب در حوضه‌های آبخیز شهری در سطوح صاف و غیر قابل نفوذ که با سامانه زهکشی مصنوعی توسط بشر ساخته شده است، با سرعت بالا اتفاق می‌افتد. با توجه به این عامل حالت شهری یافتن مناطق طبیعی باعث ازدیاد حجم و شدت رواناب و وقوع سیل در مناطق پایین دست (اغلب به صورت آب گرفتگی معابر، خیابان‌ها و منازل) به ویژه در مناطق پست شهر می‌شود (حسین زاده و جهادی طرقي، ۱۳۸۶). لذا در این تحقیق بررسی پاسخ هیدرولوژیکی کاربری‌های مختلف به بارش و اثر متفاوت مولفه‌های مختلف شهری (مناطق مسکونی، تجاری، پارک‌ها یا فضاهای نفوذ پذیر و ...) که منجر به پاسخ هیدرولوژیکی متفاوت در مناطق همگن مطالعاتی به رواناب شهری می‌شوند از اهمیت زیادی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در منطقه ۹ شهرداری مشهد با مساحتی در حدود ۴۱/۷۴ کیلومتر مربع (شکل ۱)، به دلایلی از جمله ۱- حساسیت به سیل خیزی از سمت حوضه‌های بالا دست ۲- داشتن کانال‌های تقریباً منظم ۳- وقوع زهکش اصلی شهر در خط القعر این منطقه ۴- دارای سابقه سیل خیزی کمتر از ۴۰ سال، انجام شد و همچنین با بررسی‌های میدانی از مردم محلی و بازدید میدانی در هنگام وقوع بارندگی مشخص شد که منطقه مورد نظر دارای عمق آبرفتگی می‌باشد.



شکل (۱): مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

در این تحقیق با بررسی تغییرات کاربری اراضی برای سه دوره ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۳ میزان تغییرات کاربری با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی و بلوک‌های آماری سازمان نقشه برداری برای سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۳ و تصاویر ماهواره‌ای لندست برای سال ۱۳۷۵ در محیط جی آی اس تعیین شد و با بررسی تغییرات کاربری اثر آن بر دبی اوج در مدل ASSA (Civil Storm) مشخص شد.

مدل ASSA^۲

مدل (ASSA) یک بسته مدل سازی پیشرفته، قدرتمند، و جامع برای تحلیل و طراحی سیستم‌های زهکشی شهری، رواناب شهری و فاضلاب‌های بهداشتی است. از قابلیت‌های این مدل این است که می‌تواند به طور همزمان از مدل‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و مدل‌های کیفیت آب در دو واحد آمریکایی و متریک پشتیبانی کند. مواردی که می‌توان از این مدل برای طراحی و تجزیه و تحلیل آن‌ها استفاده کرد عبارتند از:

- ۱- طراحی سیستم‌های زهکشی بزرگراه‌ها
- ۲- طراحی سیستم زهکشی شهری و حوضچه‌های ذخیره مرتبط
- ۳- سیستم زهکشی زیر سطحی
- ۴- بهینه سازی و طراحی اندازه حوضچه‌های ذخیره و خروجی‌ها
- ۵- طراحی پل‌ها و آبروهای (کالورت) زیر زمینی
- ۶- مطالعات کیفیت آب

مدل ASSA به راحتی با نرم افزارهای AutoCAD Civil 3D و AutoCAD Map 3D و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS داده‌های خود را به اشتراک می‌گذارد.

داده‌های مورد نیاز مدل ASSA (Civil Storm)

ورودی‌های مورد نیاز مدل عبارتند از: خصوصیات فیزیکی زیر حوضه‌ها، مشخصات شبکه زهکشی و داده‌های هواشناسی و هیدرولوژی منطقه مورد مطالعه که به شرح زیر می‌باشند:

تعیین مرز حوضه و زیر حوضه‌ها: برای تعیین مرز زیر حوضه‌های شهری از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰، نقشه مسیر کانال‌ها، مسیرهای زهکشی و نقشه بلوک‌های ساختمانی که از اداره کل راه و شهر سازی و شهرداری مشهد تهیه شد استفاده گردید. سپس بر اساس جهت حرکت رواناب روی کلیه معابر (مسیرهای اصلی و فرعی کانال‌ها و جوی‌های آب)، زیر حوضه‌ها تعیین گردید که در نهایت ۱۱۳ زیر حوضه برای منطقه مطالعاتی در نظر گرفته شد. مساحت، عرض معادل زیر حوضه‌ها و شیب متوسط مستقیماً با استفاده از نرم افزار Arc GIS محاسبه شد و درصد مناطق نفوذ ناپذیر با استفاده از نقشه کاربری به دست آمد. ذخیره چالابی، حجمی است که باید قبل از ایجاد رواناب روی سطوح نفوذ پذیر و نفوذ ناپذیر پر شود.

هدر رفت^۴ یا تلفات اولیه^۵ به سبب پدیده‌هایی هم چون ذخیره سطحی^۶، خیس شدن سطح^۷، وجود موانع و تبخیر^۸ ایجاد می‌شود. برای تعیین این پارامترها در هر زیر حوضه با توجه به عدم وجود هر گونه اطلاعات جهت واسنجی، از مقادیر توصیه شده توسط راهنمای نرم‌افزار برای کاربری‌های مختلف استفاده گردید (جدول ۱).

³ Autodesk Storm and Sanitary Analysis

⁴ Loss

⁵ Initial abstraction

⁶ Surface ponding

⁷ Surface wetting

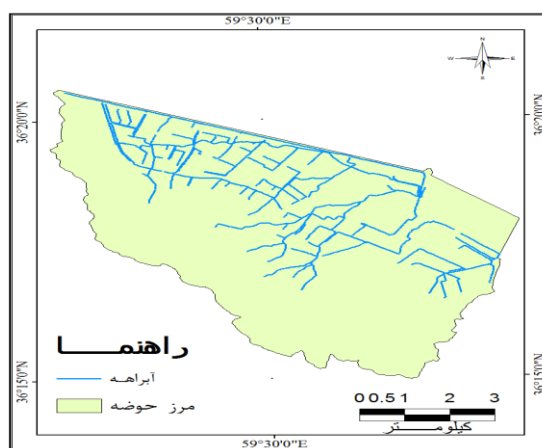
⁸ Evaporation

جدول (۱): مقادیر ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذ ناپذیر و نفوذ پذیر ASCE (1992)

مقادیر ارتفاع ذخیره (mm)	نوع سطح	ردیف
۱/۲۷-۲/۵۴	سطح نفوذ ناپذیر	۱
۲/۵۴-۵/۰۸	چمن	۲
۵/۰۸	مرتع	۳
۷/۶۲	جنگل تنک	۴

اطلاعات مربوط به کانال‌ها

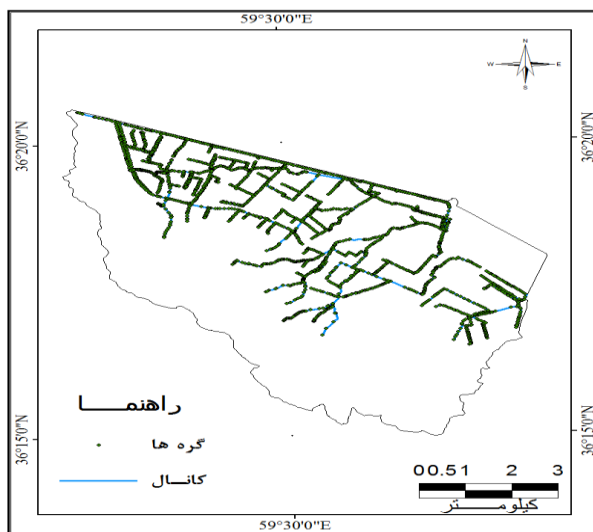
در منطقه مورد مطالعه ۲۸۰۵ کانال وجود دارد (شکل ۲). اطلاعات مربوط به آن‌ها شامل شماره کانال، شماره گره بالا دست و پایین دست، طول کانال، عمق کانال، عرض بالای کانال، شکل و ضریب زبری مانینگ می‌باشد.



شکل (۲): نقشه شبکه آبراهه منطقه مورد مطالعه

اطلاعات مورد نیاز اتصالات: مشخصات اتصالات و محل ورود رواناب هر زیر حوضه به مجاری شبکه زهکشی از طریق بازدید میدانی و مشخصات آن‌ها از قبیل رقوم کف، طول و عرض جغرافیایی و حداکثر عمق اتصالات با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مشخص گردید.

اطلاعات مربوط به گره‌ها: در کل شبکه زهکشی منطقه تعداد ۲۸۰۶ گره مشخص شد که اطلاعات مربوط به آن شامل شماره گره، حداکثر عمق و تراز گره می‌باشد. شکل (۳) موقعیت گره‌ها بر روی نقشه ارائه شده است.



شکل (۳): موقعیت گره‌ها

اطلاعات هواشناسی و هیدرولوژی

این اطلاعات شامل مقادیر بارش (تک واقعه یا پیوسته)، تبخیر ماهانه، سرعت باد و همچنین اطلاعات و پارامترهای برف می‌باشد. با توجه به فرضیات استفاده از مدل در واقعه رگباری اطلاعات فوق‌الذکر تأثیر عمده‌ای بر نتایج مدل نداشته و حساسیت چندانی ندارند، با این احوال این اطلاعات با فرض واقعه رگباری و به شکل زیر در مدل جایگزینی شده است. با توجه به فرضیات و امکانات مدل در خصوص دما از انتخاب عدم وجود اطلاعات استفاده شده است. در خصوص تبخیر با توجه به این که زمان وقوع رگبارهای اندازه‌گیری شده در فصلی بوده که هوا سرد است، میزان تبخیر برابر صفر در نظر گرفته شد. از آن جا که برآورد رواناب در مدل ASSA و سایر مدل‌های جمع‌آوری رواناب شهری بر اساس مقادیر بارش می‌باشد. بنابراین این اطلاعات از مهم‌ترین و اساسی‌ترین اطلاعات مورد استفاده مدل هستند. در این تحقیق جهت محاسبه مقدار رواناب از روش SCS استفاده شده است.

نتایج و بحث

با بررسی تغییرات کاربری اراضی برای سه دوره ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۳ میزان تغییرات کاربری تعیین شد. بخش غالب تغییرات کاربری انجام شده در قسمت جنوب غربی حوضه اتفاق افتاده و مناطق شهری در این قسمت توسعه یافته است. میزان تغییرات کاربری در دو دوره ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۳ تغییرات زیادی را نشان نمی‌دهد ولی از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳ در مناطق شهری تراکم ساختمانی افزایش زیادی داشته و به همین نسبت آپارتمان‌سازی نسبتاً زیادی صورت گرفته در نتیجه ضریب رواناب در این مناطق افزایش یافته، همچنین در مناطق غیر شهری تغییراتی در نوع پوشش گیاهی مشاهده می‌گردد. برای نشان دادن تأثیر تغییرات صورت گرفته بر روی رواناب و مدل‌سازی آن، تغییرات روی پارامترهای درصد مناطق نفوذ ناپذیر، ضریب زبری مناطق نفوذ پذیر، ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذ پذیر، درصد مناطق نفوذ ناپذیر بدون ذخیره سطحی و مقدار شماره منحنی بررسی انجام گرفت. تغییرات انجام شده در کاربری برای سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۳ در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): میزان تغییرات پارامترها در اثر تغییر کاربری اراضی در مدل ASSA

زیر حوضه	درصد مناطق نفوذ ناپذیر			ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذ پذیر			N- نفوذ پذیر			درصد مناطق نفوذ ناپذیر			سال		
	CN	بدون ذخیره سطحی		نفوذ پذیر											
S1	۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۱۸	۵	۲
S10	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S100	۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۲۷	۱۰	۴
S101	۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۲۷	۵	۳
S102	۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۱۳/۵	۱۰	۴
S103	۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۴۵	۳۰	۱۰
S104	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S105	۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۶۳	۵۰	۳۰
S106	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S107	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S108	۶۹	۶۹	۶۹	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۱۸	۱۸	۱۸
S109	۶۹	۶۹	۶۹	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۱۸	۱۸	۱۸
S11	۷۹	۷۹	۷۹	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۰.۶	۰/۱۷	۰/۱۷	۱۸	۱۸	۱۸
S110	۶۹	۶۹	۶۹	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۴/۵	۴/۵	۴/۵
S111	۸۶	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۸۱	۱۰	۵
S112	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S113	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S12	۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۲۷	۸	۳
S13	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S14	۷۹	۷۹	۷۹	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۰.۶	۰/۰.۶	۰/۰.۶	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵
S15	۷۹	۷۹	۷۹	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۰.۶	۰/۰.۶	۰/۰.۶	۹	۹	۹
S16	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S17	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S18	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S19	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S2	۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۴/۵	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۲۷	۱۰	۵
S20	۸۶	۸۶	۶۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۰.۶	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S21	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S22	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S23	۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۱۳/۵	۵	۲
S24	۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۳۶	۱۵	۸
S25	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S26	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S27	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S28	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S29	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S3	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S30	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱
S31	۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱

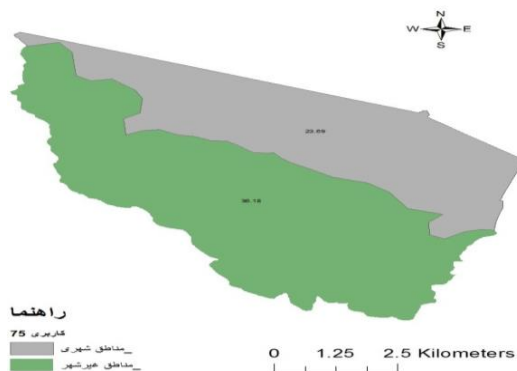
ادامه جدول (۲): میزان تغییرات پارامترها در اثر تغییر کاربری اراضی در مدل ASSA

CN	درصد مناطق نفوذ ناپذیر			ارتفاع ذخیره در			N- نفوذ پذیر			درصد مناطق نفوذ ناپذیر			زیر حوضه		
	بدون ذخیره سطحی			مناطق نفوذ پذیر											
۹۳	۸۵	۷۵	۹۳	۸۵	۷۵	۹۳	۸۵	۷۵	۹۳	۸۵	۷۵	۹۳	۸۵	۷۵	سال
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۳۲
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۳۳
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۳۴
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۳۵
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۳۶
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۳۷
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۳۸
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۳۹
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۴
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۴۰
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۴۱
۸۰	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۷۲	۵۰	۳۵	S۴۲
۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۴۵	۲۰	۸	S۴۳
۷۰	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۲۷	۱۵	۵	S۴۴
۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۲۷	۱۵	۵	S۴۵
۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۴۵	۳۰	۱۵	S۴۶
۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۵۸/۵	۵۸/۵	۴۰	S۴۷
۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۵۸/۵	۵۸/۵	۴۰	S۴۸
۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۴۵	۲۰	۸	S۴۹
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱.۵	۸۱	۸۱	۸۱	S۵
۸۰	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۷۲	۶۰	۴۰	S۵۰
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۱
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۲
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۳
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۴
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۵
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۶
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۷
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۸
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۵۹
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۶
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۶۰
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۶۱
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۶۲
۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۶۳	۴۰	۲۵	S۶۳
۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۵۴	۳۵	۱۵	S۶۴
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۶۵
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۶۶
۸۶	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰.۸	۰/۰.۶	۰/۱.۳	۰/۱.۵	۸۱	۶۰	۴۵	S۶۷

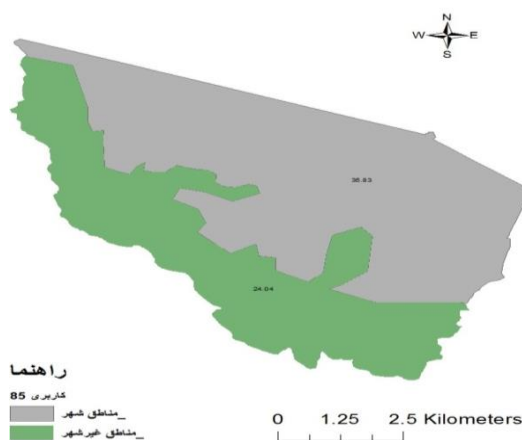
ادامه جدول (۲): میزان تغییرات پارامترها در اثر تغییر کاربری اراضی در مدل ASSA

CN	درصد مناطق نفوذ ناپذیر بدون ذخیره سطحی			ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذ پذیر			N- نفوذ پذیر			درصد مناطق نفوذ ناپذیر			زیر حوضه	سال	
۹۳	۸۵	۷۵	۹۳	۸۵	۷۵	۹۳	۸۵	۷۵	۹۳	۸۵	۷۵	۹۳	۸۵	۷۵	S۶۸
۸۶	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۸۱	۳۰	۱۰	S۶۹
۸۶	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۸۱	۳۰	۱۰	S۷
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۷۰
۷۰	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۱۳/۵	۵	۲	S۷۱
۷۰	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۱۳/۵	۵	۲	S۷۲
۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۳۶	۵	۲	S۷۳
۷۹	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۱۳/۵	۱۰	۴	S۷۴
۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۱۳/۵	۵	۲	S۷۵
۸۶	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۸۱	۶۰	۴۵	S۷۶
۸۶	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۸۱	۸۱	۶۵	S۷۷
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۷۸
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۷۹
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۰
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۱
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۲
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۳
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۴
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۵
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۶
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۷
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۸
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۸۹
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۹
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۹۰
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۹۱
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۹۲
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۵۴	۵۴	۵۴	S۹۳
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	S۹۴
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۴۹/۵	۴۹/۵	۴۹/۵	S۹۵
۸۶	۸۶	۷۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۴۵	۴۵	۴۵	S۹۶
۸۶	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۲	۸۱	۸۱	۸۱	۶۵	۳۵	S۹۷
۸۰	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۶۳	۶۰	۴۰	S۹۸
۷۵	۶۹	۶۵	۱۹	۱۵	۱۰	۴/۱	۴/۵	۵/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۴/۵	۲	۲	S۹۹

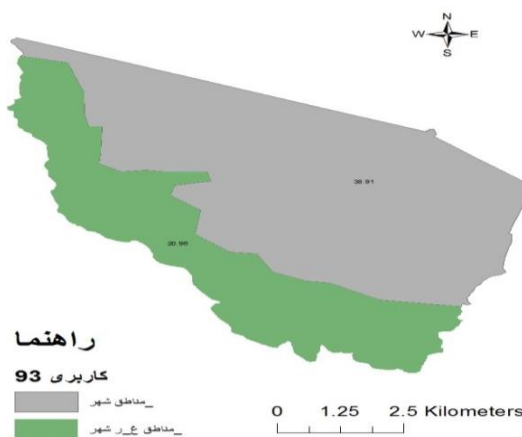
نقشه تغییرات مناطق شهری سال ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۳ در شکل‌های (۴ تا ۷) ارائه شده است.



شکل (۴): نقشه کاربری در سال ۱۳۷۵



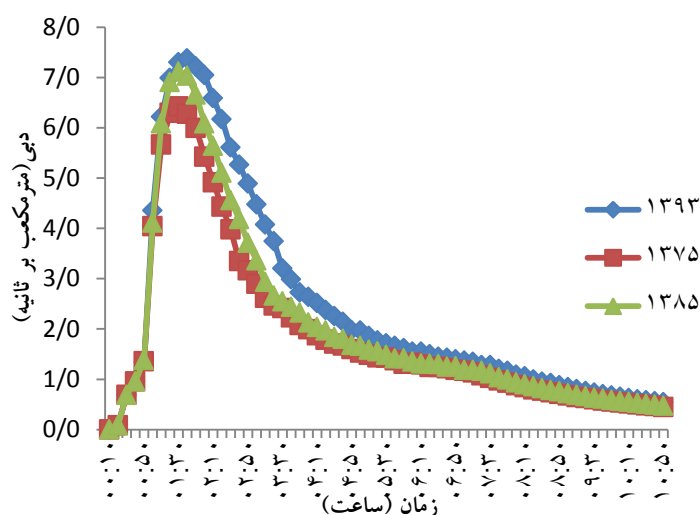
شکل (۵): نقشه کاربری در سال ۱۳۸۵



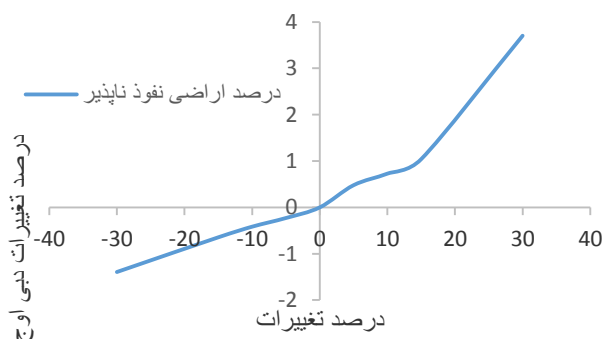
شکل (۶): نقشه کاربری در سال ۱۳۹۳

تغییر کاربری مناطق نفوذ پذیر به مناطق نفوذ ناپذیر شهری یکی از عوامل افزایش میزان دبی در مناطق شهری است. در منطقه مورد مطالعه از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۳ تغییرات زیادی در کاربری منطقه ایجاد شده است که در شکل‌های (۴ تا ۶) نشان داده شده است، به طوری که در مناطق مسکونی تراکم ساختمان‌ها افزایش یافته و منازل

ویلايي زيادي به آپارتمان تبديل شده‌اند از طرف ديگر در مناطق غير شهري (کوه‌های آب و برق) ساخت و سازهای زيادي صورت گرفته که باعث افزايش مناطق نفوذ ناپذير گشته است. با توجه به اشکال ۵ تا ۸ مشخص می‌شود که از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۸۵، ۲۰ درصد افزايش مناطق شهري و از سال ۱۳۸۵ تا ۰۹۵، ۵ درصد افزايش مناطق شهري را داشته‌ايم و از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۳ افزايش ۲۶ درصدی مناطق شهري به عبارتی افزايش مناطق نفوذ ناپذير به دست آمد.



شکل (۷): مقادير دبي شبیه سازی شده در اثر تغيير کاربری سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳



شکل (۸): درصد تغییرات اراضی نفوذ ناپذير و تأثیر آن بر دبي اوج بر حسب درصد

همان طور که در شکل (۷) نشان داده شده است با افزايش سطوح نفوذ ناپذير، میزان دبي نیز از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۳ افزايش داشته است.

مقدار تغییرات دبي در اثر تغيير کاربری اراضی برای این سه دوره نشان داد مقدار دبي اوج از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۳ به میزان ۰/۷ درصد و مقدار دبي به طور متوسط به میزان ۸ درصد افزايش یافته است. همچنین میزان دبي اوج از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۳ ۵/۲ درصد و میزان دبي ۲۴ درصد افزايش داشته است. نتایج مقادير دبي شبیه سازی شده در خروجی میدان آزادی برای سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۳ با بارندگی و دوره بازگشت ۲۵ ساله در شکل (۷) ارائه شده است. بنابراین با توجه به شکل‌های (۴ تا ۸) مشخص می‌شود که با افزايش سطوح نفوذ ناپذير از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۳، حجم دبي و همچنین دبي اوج افزايش پیدا کرده است.

نتیجه گیری

علی رغم کمی بارش، بخش قابل توجهی از بارندگی‌ها تند، ناگهانی و کوتاه مدت بوده و سیلاب‌های با دبی نسبتاً زیاد ایجاد می‌کند. بنابراین شناسایی مناطقی که دارای پتانسیل سیل خیزی بالا هستند کمک موثری به برنامه‌های زیر بنایی مربوط به توسعه شهری (اسکان، ترانشه‌های نفوذ پذیر و پارک‌ها) و کاهش خسارات مالی به بخش‌های مختلف می‌نماید، به این دلیل مدیریت آب‌های سطحی در حیطه کلان شهرها از اهمیت خاصی برخوردار است. همچنین با توجه به کمبود منابع آبی و افزایش جمعیت، امروزه هدف، جمع آوری رواناب ناشی از بارش در سطوح همگن مطالعاتی می‌باشد. بنابراین با دانستن میزان رواناب ایجاد شده در سطوح مختلف، سازه‌های استاندارد متناسب با حجم رواناب در خروجی هر یک از کاربری‌های همگن از جمله چاه‌های جذبی پیشنهاد می‌شود.

در مطالعه حاضر به منظور مدل سازی بارش-رواناب از مدل ASSA (Civil Storm) بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که مدل ASSA قابلیت انتقال مستقیم داده‌ها و اطلاعات از سیستم اطلاعات جغرافیایی را دارا است بنابراین مدل ASSA (Civil Storm)، مدلی کاربر پسند، کم هزینه و دقیق می‌باشد.

نقشه‌های تغییرات کاربری شهری در منطقه مورد مطالعه نشان داد از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳ مناطق شهری از ۲۳/۰۴ کیلومتر مربع به ۳۸/۹۱ کیلومتر مربع افزایش یافته که به طور متوسط ۲۶ درصد به مساحت مناطق شهری و نفوذ ناپذیر افزوده شده است. به همین نسبت مقدار تغییرات دبی در اثر تغییر کاربری اراضی برای این سه دوره نشان داد دبی اوج از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۳ به میزان ۰/۷ درصد و مقدار دبی به طور متوسط به میزان ۸ درصد افزایش یافته و همچنین میزان دبی اوج از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۳ تغییر چشم گیری داشته و دبی اوج به میزان ۵/۲ درصد و میزان دبی ۲۴ درصد افزایش داشته است.

همچنین از بین ۵ پارامتر استفاده شده (درصد مناطق نفوذ ناپذیر، ضریب زبری مناطق نفوذ پذیر، ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذ پذیر، درصد مناطق نفوذ ناپذیر بدون ذخیره سطحی و مقدار شماره منحنی) در مدل ASSA جدول (۱) درصد مناطق نفوذ ناپذیر بیشترین تاثیر را بر میزان دبی اوج داشته است و بعد از این به ترتیب پارامتر ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذ پذیر، ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذ ناپذیر و مناطق نفوذ ناپذیر بدون ذخیره سطحی در رتبه بعدی قرار داشته‌اند.

منابع

۱. اصغری مقدم، م.ر. (۱۳۸۶). هیدرولوژی و سیل خیزی شهر، چاپ اول، انتشارات مسعی، تهران.
۲. حسین زاده، س.ر. و م. جهادی طرقي (۱۳۸۶). اثرات گسترش شهر مشهد بر الگوی زهکشی طبیعی و افزایش خطر سیلاب های شهری. پژوهش های جغرافیایی، ۲۰۰۷-۱۲.
۳. خالقی، ا. (۱۳۸۹). شبیه سازی هیدروگراف جریان با استفاده از مدل SWMM و پیش بینی اثرات آبخیزداری در رودخانه خشک شیراز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گرگان.
۴. رستمی خلج، م. (۱۳۹۰). پهنه بندی خطر سیلاب شهری با استفاده از تلفیق مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی، مطالعه موردی: منطقه ۲ شهرداری مشهد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۴۱ص.
۵. رضائی، ع. و س.ج. موسوی (۱۳۸۹). لزوم سطح عایق برای جمع آوری آب باران در نواحی نیمه خشک، مجله علمی- پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال چهارم- شماره ۱۱ تابستان ۸۹.
۶. سلیمانی، م.، ک. بهزادیان و ع. اردشیر (۱۳۹۴). ارزیابی راهکارهای اصلاح شبکه زهکشی آب‌های سطحی شهری بر اساس معیارهای مبتنی بر ریسک. مجله آب و فاضلاب، شماره ۶، ۱۴-۱ ص.
۷. شهبازی، ع. (۱۳۹۱). مدیریت رواناب شهری به منظور کاهش خطرات با استفاده از مدل SWMM. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۵۰ ص.

۸. طاهری هروی، م. (۱۳۹۵). بررسی تاثیر تغییرات کاربری اراضی و توسعه شهری روی عکس‌العمل‌های هیدرولوژیکی حوضه‌های آبخیز (مطالعه موردی: حوضه‌های طرقله و حصار-دهبار)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کاشان، ۱۴۰ ص.
۹. طاهری بهبهانی، م. (۱۳۷۵). سیلاب‌های شهری. انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران. ۵۳۶ ص.
۱۰. فاطمی عقدا، م.، پ. رضایی، م. نوری‌زاده و ع. نجف‌زاده (۱۳۸۵). زمین‌شناسی کواترنری کاربردی. ترجمه، انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ اول، تهران، ۴۶۶ ص.
11. Leopold L.B. (1968). *Hydrology for Urban Land Planning—A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use*. Geological Survey Circular 554; U.S. Geological Survey: Washington D.C., USA.
12. Paul M.J. and Meyer J.L. (2001). *Streams in the urban landscape*. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 32, 333-365.
13. Rodriguez F., Andrieu H. and Creutin J.D. (2003). *Surface runoff in urban catchments: morphological identification of unit hydrographs from urban data banks*. *Journal of Hydrology* 283 (1-4), 146-168.
14. Schueler T.R., Fraley-McNeal L. and Cappiella K. (2009). *Is impervious cover still important? Review of recent research*. *J. Hydrol. Eng.* 14, 309-315.
15. Sheeder S.A., Ross J.D. and Carlson T.N. (2002). *Dual urban and rural hydrograph in three small watersheds*. *J. Water Resources Association*, 38 (4). pp 1027-1040.
16. Ying C., Youpeng X. and Yixing Y. (2009). *Impacts of land use change scenarios on storm-runoff generation in Xitiaoxi basin China*. *Quaternary International*, V 208, Issues 1-2.

Assessing Urban Land Use Changes Using ASSA Model

Fatemeh Rezaei¹ Abdolreza Bahremand² Vahed Berdi Shaikh³ Mohammad Taghi Dasturani⁴ Sayed Mohammad Tajbakhsh⁵

¹ PH.D Student Gorgan, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Golestan Province, IRAN

^{2&3} Associate Professor, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University of Golestan Province, IRAN

⁴ Professor, Ferdowsi University of Mashhad, Khorasan Razavi Province, IRAN

⁵ Assistant Professor, Birjand University, South Khorasan Province, IRAN

Received: 2017/02

Accepted: 2018/09

Abstract

Urban watersheds have been a centerpiece among communities over the last few decades. Every growing urban watershed requires a system designed to store rainwater (runoff). Hence, estimating the amount of runoff and runoff generation percentage of different parts in an urban catchment system is substantial. Therefore, this was set as the cornerstone for assessing the hydrological response of different homogenous units of our study area. To this aim, land use maps were prepared for three different years (i.e. 1996, 2006, and 2016) using available archived data, census blocks obtained from National Cartographic Center, and satellite images in ArcGIS platform. Afterwards, the impact of land use changes on the peak discharge was analyzed over these years using ASSA (CivilStorm) software. The results revealed that the peak discharge in 2016 is significantly higher than the years before which stems from the increasing pattern of impermeable surfaces, in such a way that a 26% increase in impermeable surfaces from 1996 to 2016 has consequently increased the discharge by 24%.

Keywords: Impermeable surfaces, Peak discharge, Urban runoff, Land use, ASSA model