

از ۲۹ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۷۰ به ۳/۲۹ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۹۰ و هم چنین حجم رواناب، طی این دوره، از ۳/۴ به ۶ میلی متر افزایش داشته است. نتایج به دست آمده می تواند کمک شایانی به مکان یابی اجرایی پروژه های آبخیزداری نماید.

واژه های کلیدی: حوزه آبخیز ریگان، دبی اوج، رواناب، شماره منحنی، منابع آب

مقدمه

بررسی دقیق مجموعه عوامل زیست محیطی که زمینه ساز بسیاری از عوامل طبیعی از جمله سیل می باشد، نشان می دهد که دخالت انسان در چرخه طبیعی آب از طریق پوشش گیاهی در عرصه های آبخیز، کاربری های غیر اصولی اراضی، توسعه سطوح غیر قابل نفوذ و امثال آن، احتمال سیل خیزی را در مناطق گوناگون افزایش داده است [۱۷]. در نتیجه پهنه جریان سیلاب ها گسترش یافته و زمین های بیش تری در هنگام طغیان آب ها تحت تأثیر قرار می گیرد. مکان هایی که با مطالعه و عدم رعایت حریم رودخانه در گذشته اشغال شده اند، امروزه مورد تهدید سیل قرار دارند. برای مقابله با این پدیده مخرب و حفاظت از جان و مال انسان ها روی زمین های کشاورزی و تأسیسات، به روش های گوناگونی از جمله احداث سدها و سازه های آبی و همچنین انجام عملیات مهندسی برای رودخانه ها، سواحل و حوزه های آبریز متوسل شده اند [۱۷]. در کشور ایران وقوع سیلاب هر ساله باعث خسارات مالی و جانی فراوانی می گردد، بنابراین ضرورت ایجاب می کند که با یک مدیریت مناسب و تشخیص پتانسیل ها و محدودیت های موجود در هر حوزه در جهت کنترل فرسایش و کاهش سیلاب در منطقه اقدام شود و با بهره برداری مناسب از زمین های موجود سبب کاهش رواناب و افزایش بهره وری از آن می شود. مدیریت حوزه آبخیز با شناخت کاربری های موجود در هر حوزه می تواند در جهت کنترل فرسایش، کاهش سیلاب و افزایش بهره وری امکانات نقش بسزایی ایفا نماید. لذا لزوم مطالعات دقیق هیدرولوژیکی و ارائه راهکارهای مهار آب های سطحی برای جلوگیری از وقوع بلایایی از قبیل سیل، خشکسالی، فرسایش خاک و نیز تأمین آب مورد نیاز بخش کشاورزی، آشامیدنی و صنعتی یکی از اولویت های سیاست گذاری کشور را به خود اختصاص داده است [۲۱].

پژوهش هایی در مناطق مختلف در زمینه اثرات تغییر کاربری

تحلیل تأثیر گذاری تغییر کاربری اراضی بر میزان رواناب سطحی حوزه آبخیز ریگان استان کرمان

مهدی عزیززاده جهان آبادی^۱، سهیلا نوری^۲، علیرضا شهریار^۳

و عباس خاک سفیدی^۴

تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۶/۲۱

چکیده

توسعه مناطق مسکونی و شهری در حاشیه رودخانه ها و بستر دشت های سیلابی بدون توجه به شرایط هیدرولوژیکی و هیدرولوژیکی حاکم بر حوضه بالادست و رودخانه، باعث افزایش خطر سیلاب می شود. بنابراین مطالعه سیلاب ها به منظور برنامه ریزی، بهره برداری بهینه و مدیریت این پدیده طبیعی از جمله مسائل مهم در مدیریت منابع آب است. پژوهش حاضر، با هدف بررسی میزان تغییر کاربری اراضی با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تصاویر ماهواره ای لندست طی سال های ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ در حوزه آبخیز ریگان استان کرمان به مساحت ۷۰۹۱ کیلومتر مربع انجام و تأثیر آن بر افزایش سیل خیزی رواناب های سطحی حوزه بررسی شد. برای این کار در مرحله نخست تصاویر ماهواره ای تفسیر و مورد پردازش قرار گرفته و تغییر کاربری ها مشخص و مقادیر CN خاک محاسبه شد. سپس به کمک مدل HEC-HMS فرایند بارش - رواناب در این حوزه شبیه سازی شد و مقادیر دبی پیک سیلاب در هر دوره به دست آمد و در نهایت هیدروگراف سیلاب حوزه آبخیز برآورد شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح نفوذناپذیر شهری و تخریب اراضی کشاورزی و مراتع در منطقه مورد مطالعه میزان CN خاک از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ از ۶۵/۲۸ به ۷۰/۲۵ افزایش یافته که به دنبال آن دبی اوج سیلاب

۱- کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳- دانشیار، گروه مهندسی فضای سبز، دانشکده علوم زیست محیطی و کشاورزی پایدار، دانشگاه سیستان و بلوچستان

۴- مربی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران و نویسنده مسئول
Email: a.khaksafidi@uoz.ac.ir

اراضی بر میزان رواناب سطحی صورت گرفته که به منظور بررسی پیوند پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی به مواردی اشاره می‌گردد: سومارو و اوگوشی [۲۲] تغییرات کاربری اراضی، پوشش زمین و شماره منحنی را در حوزه رودخانه جوبارو در ژاپن مطالعه کردند. آن‌ها برای شبیه‌سازی فرایند بارش رواناب از ابزارهای Arc GIS، Hec GeoHMS و MIKE 11-RR استفاده و نتایج نشان داده که از سال ۱۹۴۸ تا ۲۰۰۵ شماره منحنی کاهش و قابلیت اراضی افزایش یافته و این در حالی است که تغییرات CN در زیر حوزه‌های مختلف، متفاوت بوده است. در زیر حوزه‌های کوهستانی به دلیل اصلاح اراضی بایر و جنگل کاری مقدار CN از ۴۸/۲۴ در سال ۱۹۴۸ به ۶۷/۰۷ در سال ۲۰۰۵ تقلیل یافته و مقدار CN در زیرحوزه‌های هموار دشت سر به دلیل توسعه شهرسازی و شالیکاری، از ۶۸/۸۱ در سال ۱۹۴۸ به رقم ۷۰/۴۱ در سال ۲۰۰۵ افزایش یافته و در نهایت دبی پیک سیلاب برای یک بارش معین در کاربری‌های اراضی مختلف کاهش یافته است.

اولیویرا و همکاران [۱۸] تغییرات کاربری اراضی، پوشش زمین و شماره منحنی را در حوزه آبخیز سرادوبیوم برزیل مطالعه کردند. آن‌ها در محیط نرم‌افزار Arc GIS با تلفیق نقشه‌های شیب، نقشه خاک و زمین‌شناسی، نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک را به دست آوردند که مقدار CN برای خاک‌های لخت کلاس A، ۸۹/۹، خاک‌های لخت کلاس B، ۸۸/۳، مرتع ۷۷/۷ و اراضی سویا، ارزن و نیشکر به ترتیب ۸۳/۵، ۷۳/۹ و ۸۳/۹ به دست آمد.

گناهون و هاج [۶] در حوزه رودخانه غرق علیا، اتیوپی با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS و HEC-HMS نقشه پوشش زمین را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM و لندست سنجنده ETM مربوط به سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۴ و ۲۰۰۳ تهیه کردند. سپس آن‌ها برای واسنجی و اعتبارسنجی داده‌های موجود از مدل HBV^۱ استفاده کردند و نتیجه گرفتند که تغییر کاربری اراضی از ۶ درصد در سال ۱۹۸۶ به ۹ درصد در سال ۱۹۹۴ و ۲۵ درصد در سال ۲۰۰۳ رسیده است.

لیو و همکاران [۱۳] در حوزه نوین‌نهر هند با استفاده از Arc GIS و HEC-HMS به بررسی تغییر کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداختند و نتیجه گرفتند که تغییر کاربری اراضی از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۶ از ۸/۴ به ۱۵/۶ افزایش و باعث کاهش اراضی جنگلی به اراضی مسکونی و کشاورزی شده که این، سبب افزایش شماره منحنی از ۵۶ به ۷۲ گردیده که در پی آن، افزایش عمق رواناب بوجود خواهد آمد.

آهنی و همکاران [۱] به بررسی ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن در میزان تولید رواناب در حوزه آبخیز تن‌سرخ شیراز پرداختند. بررسی آن‌ها نشان داد که با کاهش درصد پوشش گیاهی، عمق رواناب به صورت نمایی افزایش یافته است.

نظری سامانی و همکاران [۱۶] به ارزیابی روند تغییرات کاربری

اراضی حوزه آبخیز طالقان استان تهران در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ پرداخته‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده روند تغییرات کاربری در برخی کاربری‌ها مانند اراضی رها شده و مراتع بیش تر است.

مصطفی‌زاده و همکاران [۱۵] ارزیابی اثرات هیدرولوژیک طرح آبخیزداری جعفرآباد استان گلستان را با استفاده از مدل HEC-HMS را بررسی و نتیجه گرفتند که تأثیر سازه‌ها بر کلیه معیارها در دوره بازگشت‌های متفاوت کم‌تر از ۱/۵ درصد بوده و از طرفی با افزایش دوره بازگشت سیلاب، تأثیر سازه‌ها بر کاهش دبی اوج و حجم سیلاب کاهش یافته و بیش‌ترین تأثیر سازه‌ها بر معیارهای هیدرولوژیک در دوره بازگشت‌های پایین ۲ تا ۱۵ ساله بوده است.

بویه [۴] کارایی روش شماره منحنی و استدلالی را در برآورد ارتفاع و دبی رواناب در حوزه آبخیز سرباز استان سیستان و بلوچستان مورد ارزیابی قرار داد. برای این کار مقدار دبی اوج مشاهداتی به عنوان مبنا در نظر گرفته شد و مقدار دبی اوج برآورد شده و مقادیر درصد خطا نسبت به دبی اوج مشاهداتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد، روش شماره منحنی، دبی اوج را با دقت کم‌تر و خطای بسیار بالاتری نسبت به روش استدلالی برآورد می‌نماید و میزان خطای RMSE برابر ۰/۲۴۲ و MRE برابر ۰/۱۴۶- بدست آمد که نشان می‌دهد که میزان رواناب محاسبه شده کمتر از مقدار رواناب مشاهده‌ای است.

وفاخواه و همکاران [۲۴] تأثیر تغییر کاربری بر مقدار رواناب در حوزه آبخیز چالوس‌رود را مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که در حوزه آبخیز چالوس کاهش مساحت اراضی جنگلی و افزایش مناطق شهری و اراضی بایر سبب افزایش عمق رواناب سطحی شده است.

حسینی و همکاران [۹] اثرات تغییر کاربری اراضی بر سیل‌خیزی و دبی رواناب حوزه آبریز عموقین استان اردبیل را با استفاده از مدل WMS بررسی که نتایج نشان‌داد، با توجه به حساسیت بالای این مدل به توزیع بارندگی در سرتاسر منطقه، استفاده از هایتوگراف بارندگی منطقه برای دستیابی به نتایج مطلوب مدل ضروری می‌باشد و شماره منحنی حوزه، بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ افزایش سه درصدی داشته که در نتیجه کاهش کیفیت مراتع و تغییر کاربری مراتع به زمین‌های کشاورزی بوده و در مناطقی از حوزه می‌باشد که بیش‌ترین پتانسیل سیل‌خیزی و فرسایش را دارا می‌باشند که سبب می‌شود برای دوره‌های بازگشت ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله، حداکثر دبی سیلاب به ترتیب برابر ۲۶/۲۲ و ۲۵/۵ درصد افزایش یابد. بنابراین، با توجه به افزایش قابل توجه دبی سیلاب‌ها متأثر از تغییر کاربری در سطح حوزه، مدیریت کاربری اراضی منطقه لازم و ضروری می‌باشد.

خاوریان و همکاران [۱۱] در تحقیقی تحت عنوان پیش‌بینی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر خصوصیات جریان ماهانه با استفاده از مدل هیدرولوژیکی و داده‌های سنجنش از دور در حوزه آبریز کوزه‌تپراقی اردبیل نتیجه گرفتند که مقدار ضریب تبیین برای مراحل واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب برابر با ۰/۷۷ و ۰/۶۵ می‌باشد و نتیجه گرفتند که اگر تغییرات کاربری‌های اراضی در حوضه‌ی مورد



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان کرمان

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در شهرستان ریگان استان کرمان در جنوب شرق ایران و در فاصله ۳۰۰ کیلومتری جنوب کرمان، وسعت ۷۰۶۸ کیلومترمربع، ارتفاع ۵۵۰ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی ۸۹ میلی‌متر، دمای متوسط ۲۲ درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی ۳۵ درصد قرار دارد و فاقد رودخانه دائمی و شامل مناطق کوهستانی و هم دشتی است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

روش تحقیق

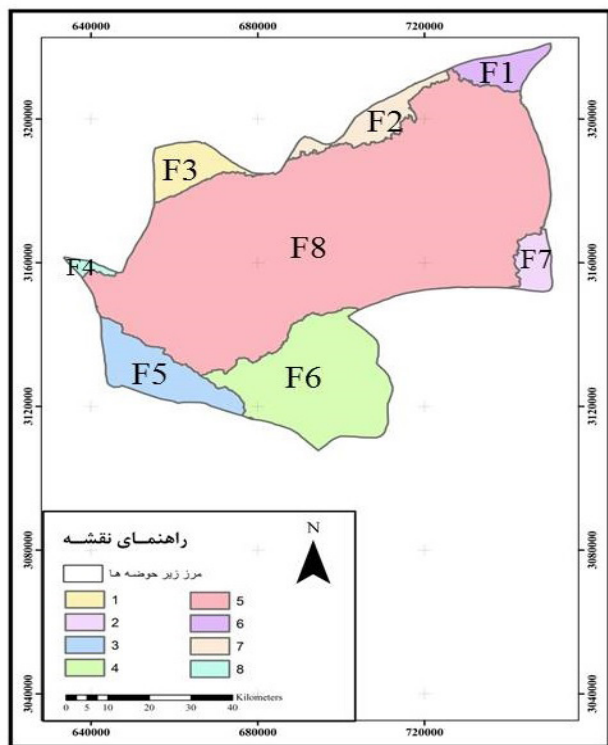
ابتدا نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از سایت سازمان نقشه‌برداری زمین‌شناسی آمریکا تهیه و با استفاده از برنامه Arc-Hydro، نقشه توپوگرافی ژئورفرنس و با استفاده از لایه رقومی توپوگرافی با فواصل ۵ متری، نقشه مدل رقومی ارتفاع^۱ ترسیم و تصحیحات لازم روی DEM صورت گرفت و براساس شبکه آبراهه، حوزه آبخیز مورد مطالعه به ۸ واحد هیدرولوژیک یا زیر حوزه تقسیم گردید (شکل ۲ و ۳). زیرحوزه (F4) با $km^2 30$ کم‌ترین مساحت و زیرحوزه (F8) با $km^2 4933$ بیش‌ترین مساحت در بین زیرحوزه‌ها را دارد و حداقل ارتفاع $m 450$ و حداکثر ارتفاع $m 2842$

مطالعه در آینده براساس شرایط تدوین‌شده در سناریوهای احیاء کاربری اراضی ۳ (احداث باغ در اراضی کشاورزی آبی)، ۴ (احداث باغ در اراضی کشاورزی آبی و احیاء مراتع شخم‌خورده) و ۵ (احداث باغ در مراتع شخم‌خورده و کم‌بازده) باشد، حجم رواناب به‌میزان اراضی براساس شرایط تدوین‌شده در سناریوهای تخریب کاربری اراضی در سناریوی ۹ (تبدیل مراتع پرشیب به زراعت دیم) و ۱۰ (تبدیل مراتع کم شیب به اراضی بدون پوشش) باشد، میزان رواناب ماهانه به‌میزان ۱۵/۲۴ و ۴/۵ درصد افزایش می‌یابد.

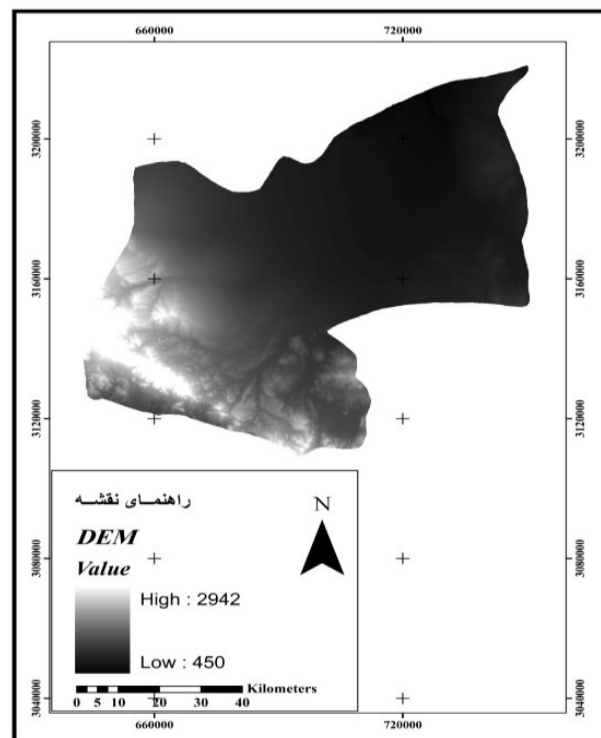
بررسی پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که تغییرات کاربری اراضی یکی از عامل‌های مهم در تغییر جریان هیدرولوژیک، فرسایش حوزه و تخریب تنوع زیستی است. بنابراین می‌توان با اطلاع از روند تغییرات کاربری اراضی در راستای هدایت اکوسیستم به سمت تعادل قدم برداشت [۱۶].

نظر به افزایش وقوع سیلاب‌های مخرب و هم‌چنین افت سطح آب‌های زیرزمینی که موجب تنزل کمی و کیفی آب، نشست زمین و تداخل سفره‌های آب شور و شیرین، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود و حوزه آبخیز ریگان نیز در این مناطق قرار دارد لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تغییر کاربری و تغییرات پوشش گیاهی ناشی از آن، بر تغییرات رواناب سطحی و سیل‌خیزی حوزه آبخیز ریگان با استفاده از روش شماره منحنی انجام شد.

1. DEM



شکل ۳: نقشه زیر حوضه‌های حوزه آبخیز ریگان



شکل ۲: نقشه DEM حوزه آبخیز ریگان

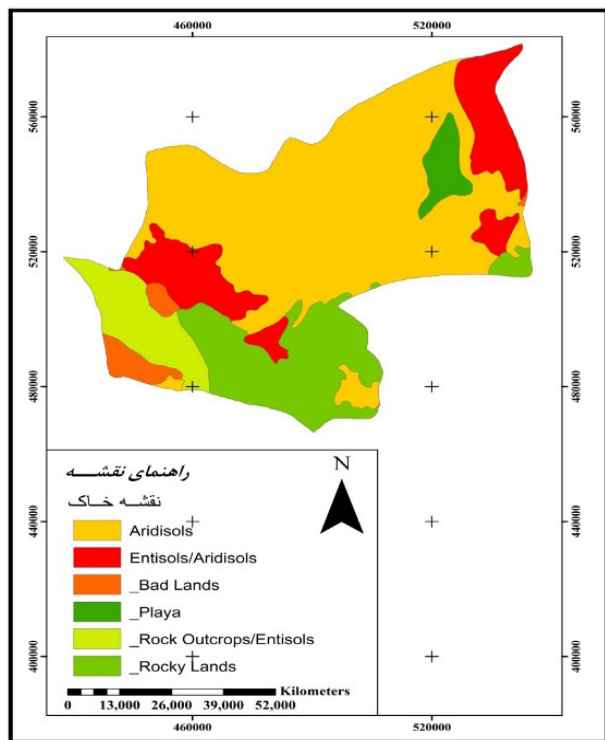
جدول ۱: پارامترهای فیزیوگرافی حوزه آبخیز مورد مطالعه

زیر حوضه	مساحت (Km ²)	محیط (Km)	ضریب شکل	ضریب فشردگی گراولوس	نسبت گردی حوزه	طول آبراهه اصلی (Km)	طول کل آبراهه‌ها (Km)	تراکم زهکشی (Km/km ²)	شیب ناخالص آبراهه اصلی (%)	شیب خالص آبراهه اصلی (%)	زمان تمرکز کالیفرنیا (hr)	کریچ (min)
F1	۱۵۸	۷۰/۹۳۳	۲/۶۳	۱/۵۹	۰/۳۹	۷/۲۵	۲۶/۱۰	۰/۱۶۵	۸/۸۴	۸/۶۱	۲۲/۰۶	۰/۷۸
F2	۲۰۸	۱۴۲/۵	۰/۲۷	۲/۵	۰/۱۲	۸/۲۶	۲۶/۸	۰/۱۲۹	۸/۳۴	۸/۱۲	۱۷/۰۸	۳/۷۸
F3	۲۱۷	۸۵/۵	۰/۴۷	۰/۱۶	۰/۳۷	۲۰	۹۹/۴	۰/۴۵۸	۹/۱۶	۸/۸۳	۳/۶۷	۱/۹۹
F4	۳۰	۳۳/۱۴۵	۲/۷۵	۱/۷۰	۰/۳۴	۲/۶۹	۲/۶۵	۰/۰۸۹	۸/۹۵	۸/۷۳	۱۵/۲۹	۰/۱۵
F5	۳۷۹	۱۱۳/۱۶	۱/۳۹	۱/۶۵	۰/۳۷	۱۷/۰۳	۸۶/۵۲	۰/۲۲۸	۸/۸۸	۸/۵۶	۳۷/۴۱	۱/۴۴
F6	۱۰۱۹	۱۵۷/۶۶۶	۰/۵	۱/۴۰	۰/۵۱	۵۳/۵۱	۳۲۹/۷۵	۰/۳۲۴	۸/۴۹	۸/۲۳	۱۲/۸۷	۵/۶۱
F7	۱۲۴	۶۰/۴۵	۰/۰۷	۱/۵۳	۰/۴۲	۱۳/۵۵	۳۳/۶۳	۰/۲۷۱	۸/۷۱	۸/۴۳	۷۸/۵۰	۱/۵۴
F8	۴۹۳۳	۴۰۹/۵۶۰	۰/۳۱	۱/۶۴	۰/۳۶	۱۴۳/۳۲	۱۳۵۰/۱۵	۰/۲۷۴	۸/۹۷	۸/۶۸	۷۹/۲۷	۱۶/۸۵
کل حوزه	۷۰۶۸	۴۳۷/۱۸	۰/۴۴	۱/۴۶	۰/۴۷	۱۴۳/۵	۱۹۵۵	۰/۲۷۷	۸/۷۹	۸/۵۲	۷۹/۲۹	۱۶/۹۰

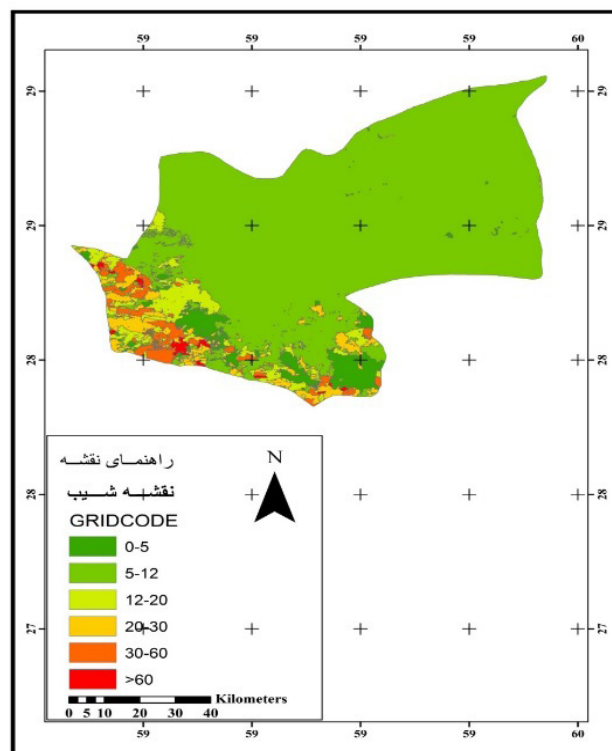
کاربری اراضی بدست آمد (شکل ۱۲، ۱۳ و ۱۴). بیشترین سطح این حوزه معادل ۶۹/۶۸ درصد، دارای شیب کم ۱۲-۵ درصد است و کاربری مرتع و اراضی کشاورزی به ترتیب بیشترین و کمترین مساحت حوزه را در هر ۳ دوره زمانی به خود اختصاص داده‌اند و گروه هیدرولوژیکی A با ۴۸/۷ درصد بیشترین مساحت را دارا می‌باشد (شکل ۱۵ و ۱۶ و جدول ۳).

می‌باشد. پارامترهای فیزیوگرافی حوزه آبخیز ریگان در جدول ۱ آورده شده است. نقشه‌های شیب، شبکه هیدروگرافی، زمین‌شناسی، خاکشناسی و پوشش گیاهی، تهیه و با استفاده از آن‌ها نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک رسم شد (اشکال ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و جدول ۲) و با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۷ و تصاویر Google Earth در ۳ دوره زمانی ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ (اشکال ۹، ۱۰ و ۱۱) نقشه

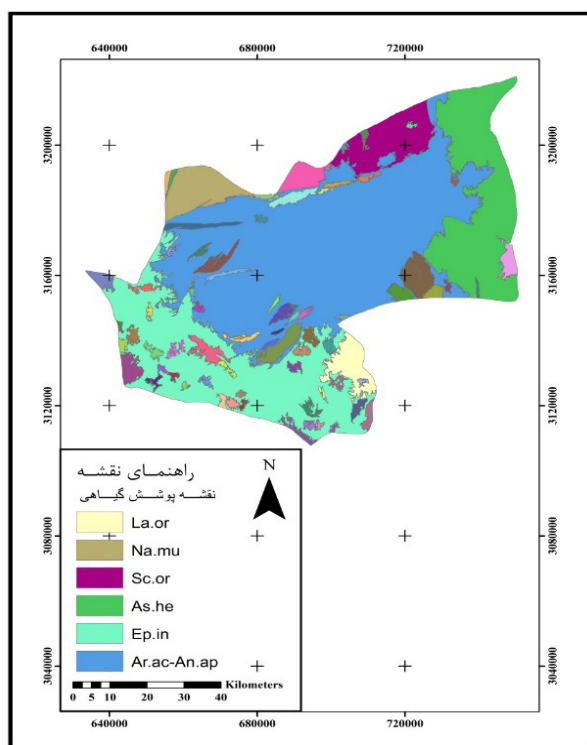
1. Landsat



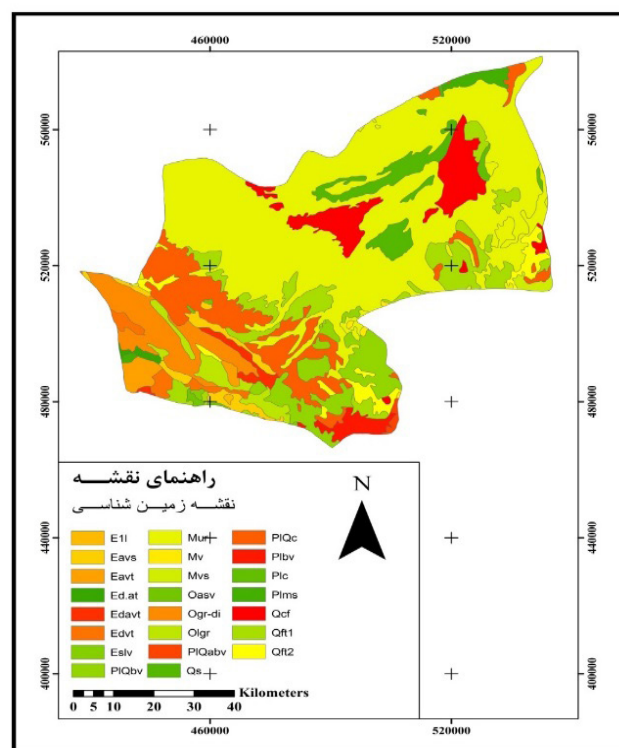
شکل ۶: نقشه خاکشناسی حوزه مورد مطالعه



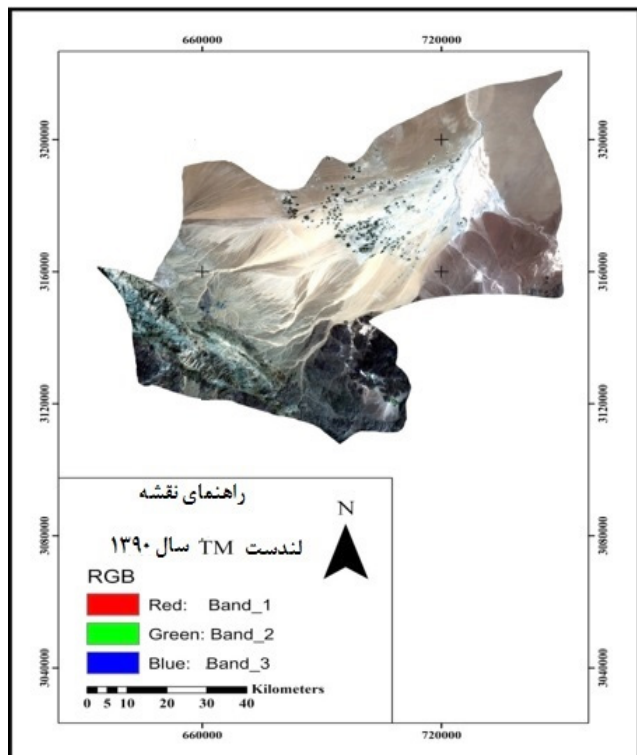
شکل ۴: نقشه شیب حوزه مورد مطالعه



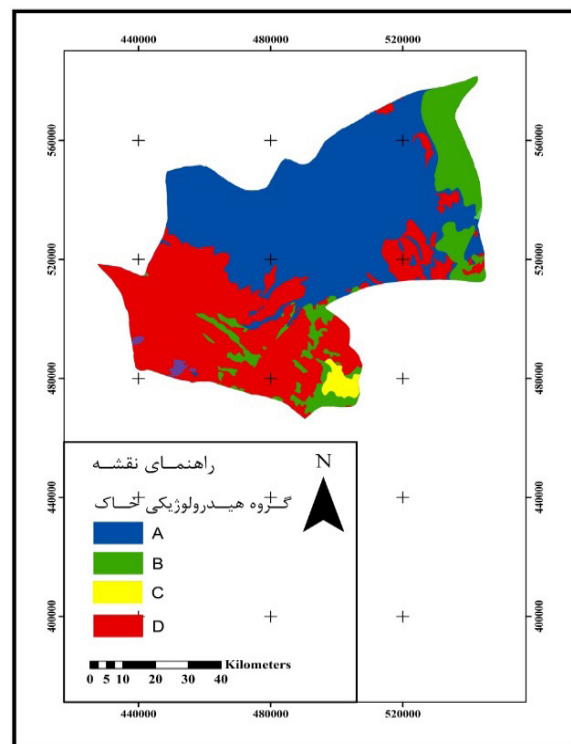
شکل ۷: نقشه پوشش گیاهی حوزه مورد مطالعه



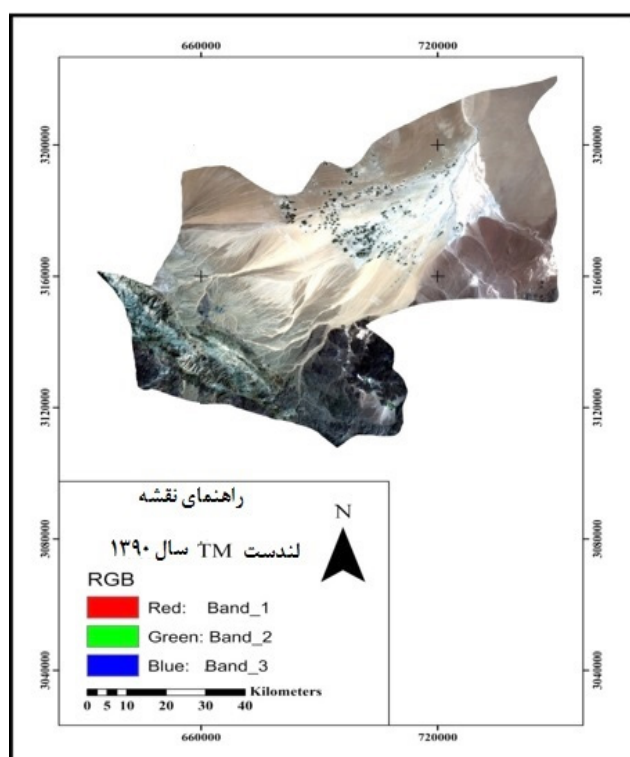
شکل ۵: نقشه زمین‌شناسی حوزه مورد مطالعه



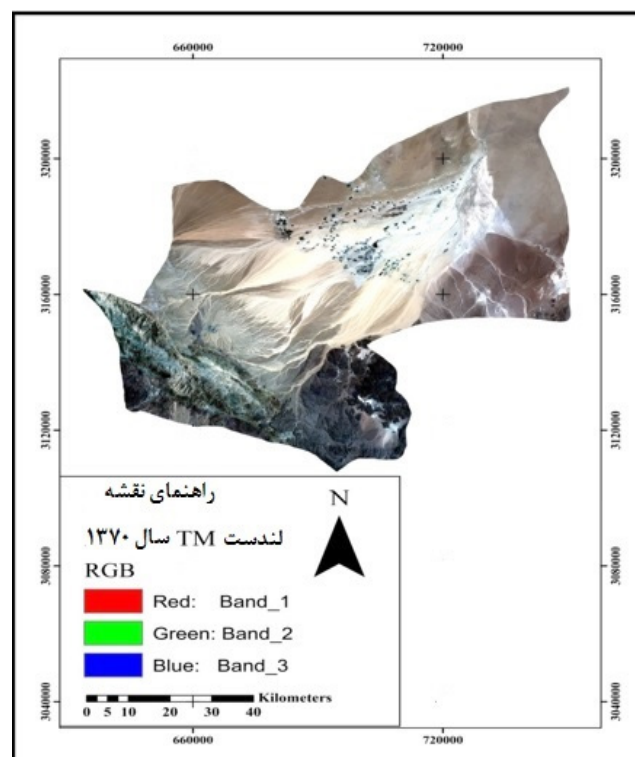
شکل ۱۰: تصویر رنگی ماهواره‌ای لندست سال ۱۳۸۰



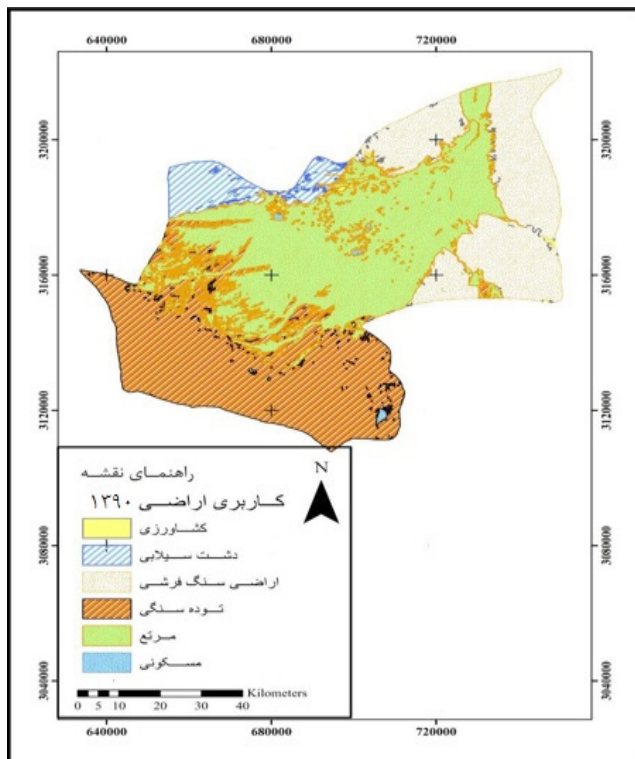
شکل ۸: نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی حوزه مورد مطالعه



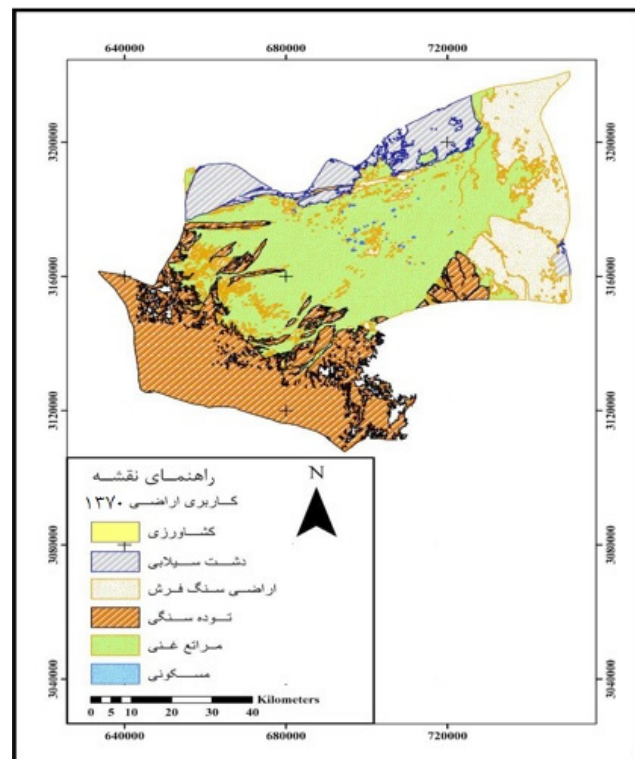
شکل ۱۱: تصویر رنگی ماهواره‌ای لندست سال ۱۳۹۰



شکل ۹: تصویر رنگی ماهواره لندست سال ۱۳۷۰



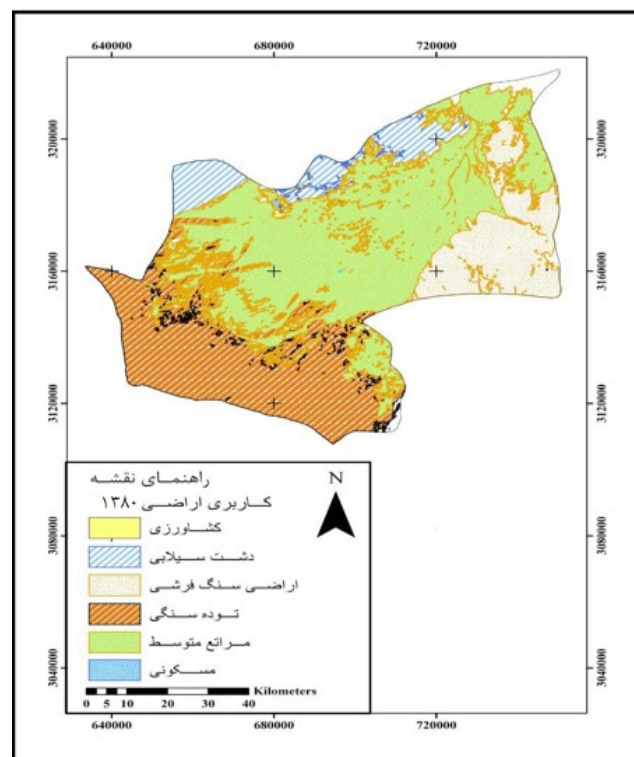
شکل ۱۴: نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۹۰



شکل ۱۲: نقشه کاربری اراضی حوزه در سال ۱۳۷۰

جدول ۲: شیب زیرحوزه‌های آبخیز مورد مطالعه

زیرحوزه	طبقات شیب	۰-۵	۵-۱۲	۱۲-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۶۰	>۶۰
F1	مساحت (Km ²)	-	۱۵۸	-	-	-	-
	درصد مساحت	-	۱۰۰	-	-	-	-
F2	مساحت (Km ²)	-	۲۰۸	-	-	-	-
	درصد مساحت	-	۱۰۰	-	-	-	-
F3	مساحت (Km ²)	-	۲۱۷	-	-	-	-
	درصد مساحت	-	۱۰۰	-	-	-	-
F4	مساحت (Km ²)	۷/۵	-	۲۲/۵	-	-	-
	درصد مساحت	۲۵	-	۷۵	-	-	-
F5	مساحت (Km ²)	۳۰	۳۸	۵۲/۵	۷۶	۱۳۵/۲	۴۷/۳
	درصد مساحت	۷/۹۱	۱۰/۰۲	۱۳/۸۵	۲۰/۰۵	۳۵/۶۷	۱۲/۵
F6	مساحت (Km ²)	۵۶۰/۳	۳۱۸/۶	-	۴۴/۳	۹۵/۸	-
	درصد مساحت	۵۴/۹۸	۳۱/۶	-	۴/۳۴	۹/۰۶	-
F7	مساحت (Km ²)	-	۱۲۴	-	-	-	-
	درصد مساحت	-	۱۰۰	-	-	-	-
F8	مساحت (Km ²)	-	۴۰۳۸	۶۲۴/۸	۷۰/۲	۲۰۰	-
	درصد مساحت	-	۸۱/۸۵	۱۲/۶۹	۱/۳۶	۴/۱	-
کل حوزه	درصد مساحت	۹/۴۳	۶۹/۶۸	۱۰/۸۶	۲/۹۷	۶/۲۰	۰/۸۶



شکل ۱۳: نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۸۰

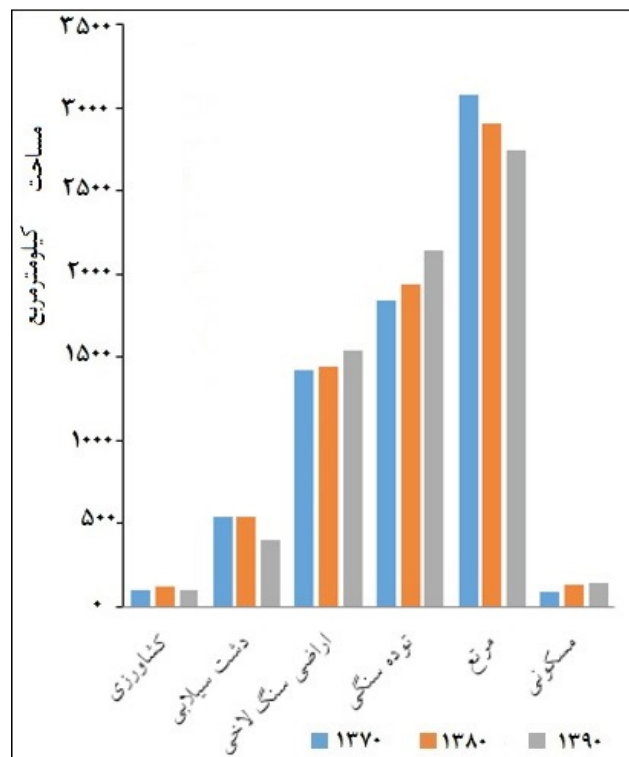
جدول ۳: مساحت و درصد کاربری‌های اراضی حوزه در نقشه‌های حاصل از تصاویر لندست در سال‌های مختلف

سال	۱۳۷۰	۱۳۸۰	۱۳۹۰		
انواع کاربری	مساحت (Km ²)	درصد مساحت	مساحت (Km ²)	درصد مساحت	درصد مساحت
کشاورزی	۱۰۵/۳	۱/۴۹	۱۲۵	۱/۷۷	۹۹
دشت سیلابی	۵۲۲	۷/۳۹	۵۲۲	۷/۳۹	۳۸۲/۵
اراضی سنگ فرش	۱۴۲۵	۲۰/۱۶	۱۴۵۰	۲۰/۵۱	۱۵۴۷
توده سنگی	۱۸۳۵/۷	۲۵/۹۷	۱۹۳۲	۲۷/۳۳	۲۱۴۵
مرتع	۳۰۸۵	۴۳/۶۵	۲۹۰۴	۴۱/۰۹	۲۷۴۶
مسکونی	۹۵	۱/۳۴	۱۳۵	۱/۹۱	۱۴۸/۵
جمع	۷۰۶۸	۱۰۰	۷۰۶۸	۱۰۰	۷۰۶۸

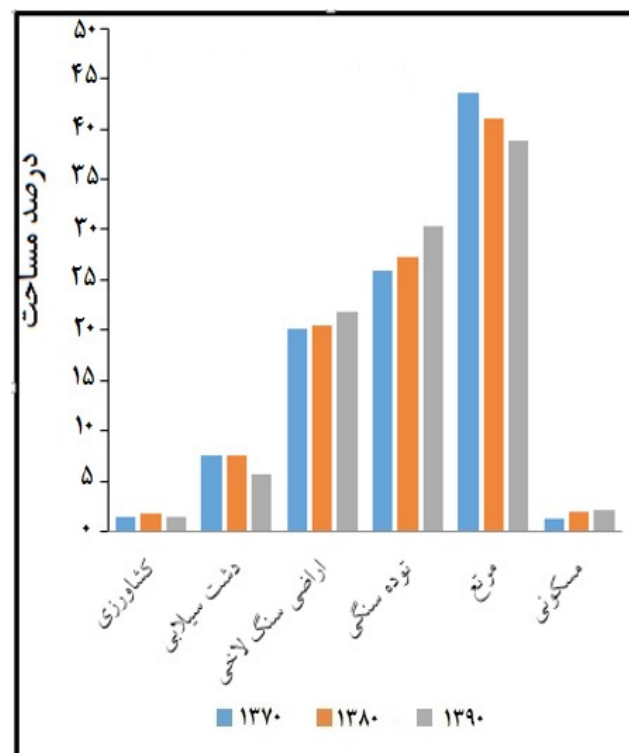
در مرحله بعد براساس نمونه‌های تعلیمی طبقات، میانگین و جدول واریانس برای باندهای مورد استفاده در طبقه‌بندی محاسبه و میزان احتمال تعلق پیکسل‌ها به هر یک از طبقات محاسبه و براساس بالاترین میزان احتمال، عمل طبقه‌بندی و اختصاص پیکسل‌ها به طبقات مختلف صورت گرفت. برای اجرای صحیح این شیوه، باید طبقات از یک توزیع نرمال برخوردار باشند. جهت بیان صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده از معیارهای کمی نظیر صحت کلی و ضریب کاپا بر اساس رابطه (۱) استفاده شد [۱۴].

$$K = \frac{Pr(o) - Pr(c)}{1 - Pr_c} \quad \text{رابطه ۱}$$

K: ضریب کاپا، Pr(o): صحت کلی، Pr(c): توافق اتفاقی مقدار ضریب کاپا می‌تواند بین صفر و یک متغیر باشد. برای برآورد صحت نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی با استفاده از نرم‌افزار ENVI، ۵۰ نمونه کاملاً غیر تصادفی روی نقشه طبقه‌بندی شده، انتخاب و برای این‌که همه کاربری‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفت، ۱۶ نمونه تصادفی متعادل شده دیگر به طریقی مشخص شدند که از هر یک از کاربری‌ها به‌طور مساوی ۲ نمونه انتخاب شده باشد تا صحت این نمونه‌ها که با واقعیت‌های زمینی مقایسه می‌شوند، مورد تأیید قرار گیرد. جدول (۴) نتایج طبقه‌بندی و برآورد صحت به روش حداکثر احتمال را برای داده‌های ماهواره لندست نشان می‌دهد.



شکل ۱۵: تغییرات مساحت کاربری اراضی در سه دوره زمانی



شکل ۱۶: تغییرات درصد مساحت کاربری اراضی

جدول ۴: نتایج طبقه‌بندی صحت کلی و ضریب کاپا برای تصاویر لندست با روش حداکثر احتمال

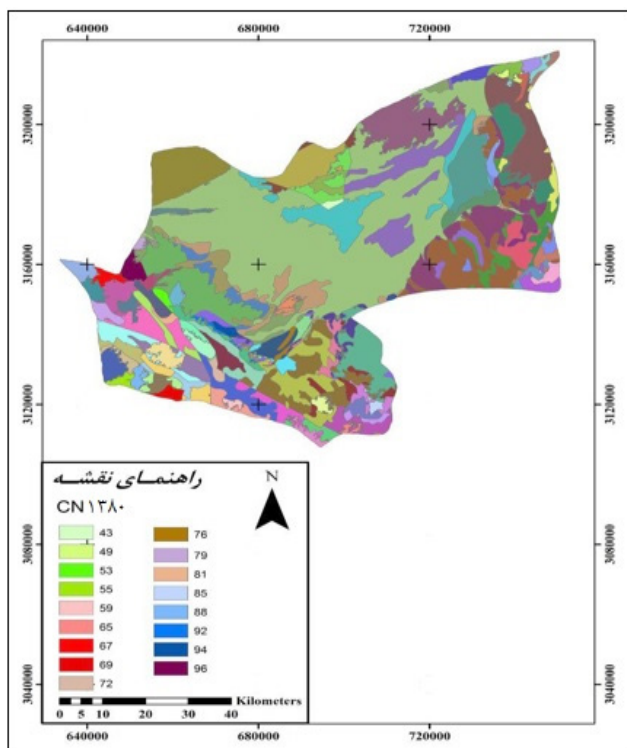
سال	۱۳۷۰	۱۳۸۰	۱۳۹۰
صحت کلی	۷۷/۲	۷۹/۲	۸۳/۸
ضریب کاپا	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸۷

با تلفیق نقشه‌های گروه هیدرولوژیکی خاک، کاربری اراضی و شیب، نقشه CN برای تمام زیر حوزه‌ها تهیه و مقدار CN در شرایط مرطوب و خشک محاسبه و توسط روابط ۲ و ۳ تصحیح شد.

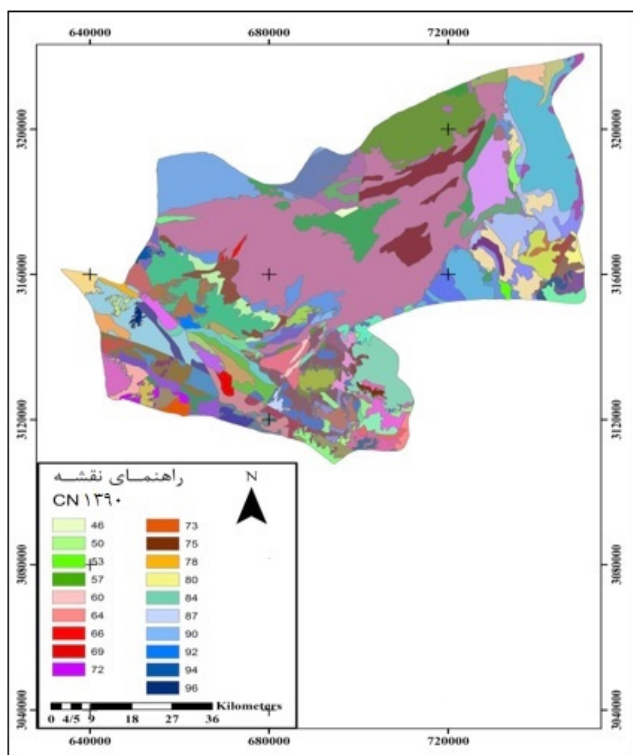
$$CN_I = \frac{4.2CN_{(II)}}{10 - 0.58CN_{(II)}} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$CN_{III} = \frac{23CN_{II}}{10 + 0.13CN_{(II)}} \quad \text{رابطه ۳}$$

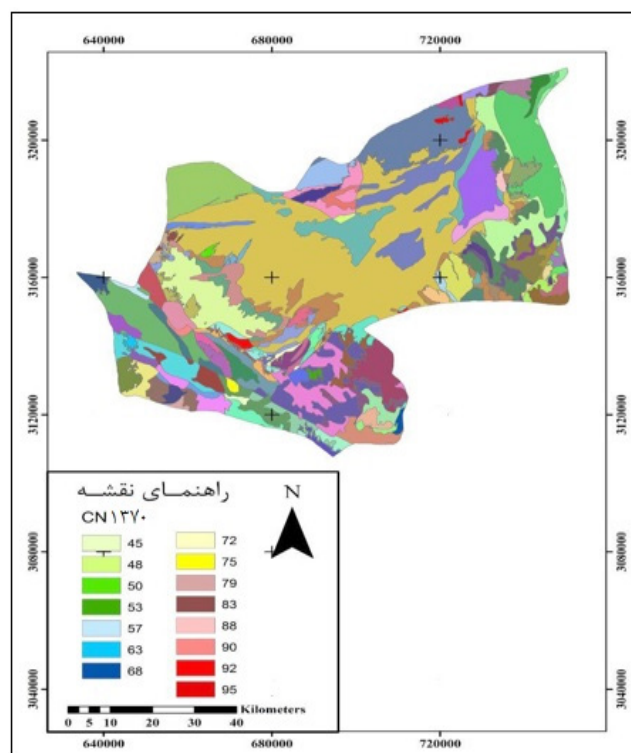
CN_I ، CN_{II} و CN_{III} به ترتیب شماره منحنی با توجه به شرایط رطوبت پیشین خاک خشک، خاک متوسط و خاک مرطوب می‌باشد (اشکال ۱۷، ۱۸، ۱۹ و جدول ۵). پس از آن ارتفاع رواناب و دبی اوج با دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه گردید (جدول ۶).



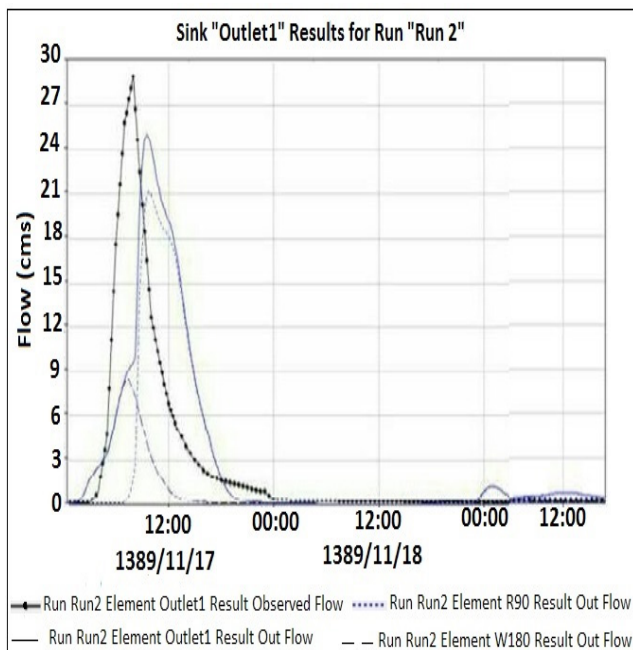
شکل ۱۸: نقشه شماره منحنی در سال ۱۳۸۰



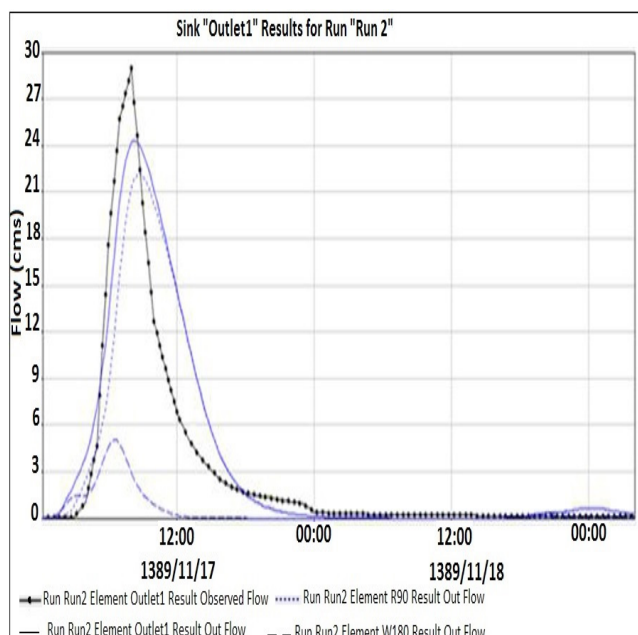
شکل ۱۹: نقشه شماره منحنی در سال ۱۳۹۰



شکل ۱۷: نقشه شماره منحنی سال ۱۳۷۰



شکل ۲۰: مقایسه هیدروگراف مربوط به سال ۱۳۷۰ و هیدروگراف مشاهده‌ای



شکل ۲۱: مقایسه هیدروگراف مربوط به سال ۱۳۸۰ و هیدروگراف مشاهده‌ای

جدول ۵: جدول شماره منحنی رواناب زیرحوزه‌های آبخیز

سال	۱۳۷۰	۱۳۸۰	۱۳۹۰
F1	۵۹/۴۵	۶۳/۲۳	۶۶/۱۴
F2	۶۲/۷۵	۶۰/۶۶	۶۶/۲۸
F3	۶۴/۲۳	۶۸/۳۴	۷۱/۴۸
F4	۶۹/۷۱	۷۳/۲۵	۷۶/۵۵
F5	۷۳/۱۴	۷۴/۲۸	۷۶/۴۹
F6	۷۱/۸۶	۷۳/۳۱	۷۵/۱۵
F7	۵۵/۱۹	۵۸/۱۹	۶۰/۷۷
F8	۶۵/۹۱	۶۸/۹۱	۶۹/۲۱
کل حوزه	۶۵/۲۸	۶۷/۵۲	۷۰/۲۵

پس از انجام مراحل مختلف، مدل‌سازی حوزه آبخیز با مدل HEC-HMS انجام شد و هیدروگراف خروجی منطقه برای دوره بازگشت‌های مختلف بارش طرح با استفاده از مدل شبیه‌سازی گردید. مدل HEC-HMS برای شبیه‌سازی پاسخ رواناب سطحی یک حوزه آبخیز نسبت به بارندگی معین طراحی شده و این مدل حوزه آبخیز را به عنوان یک سیستم بهم پیوسته با مؤلفه‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی نمایش می‌دهد. هر مؤلفه مدل یک جنبه از فرآیند بارش-رواناب را داخل بخشی از حوزه که معمولاً به عنوان زیر حوزه در نظر گرفته می‌شود شبیه‌سازی می‌کند. به عبارت دیگر مؤلفه‌های مختلفی برای شبیه‌سازی سیستم فیزیکی حوزه ترکیب می‌شوند و هر مؤلفه قسمتی از محاسبات لازم را برای یک هیدروگراف کامل انجام می‌دهد و دارای چندین زیر مدل در بخش‌های رواناب، آب پایه و جریان کانالی می‌باشد و برای شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوزه‌های آبخیز به کار می‌رود. این مدل دارای سه بخش اصلی به نام‌های مدل حوضه، مدل اقلیمی و شاخص کنترل می‌باشد و دارای قابلیت کالیبراسیون و بهینه‌سازی پارامترها است [۱۹].

برای شبیه‌سازی بارش-رواناب با مدل HEC-HMS با وارد کردن مقدار CN، تلفات اولیه و زمان تاخیر به دست آمد و کالیبراسیون مدل با توجه به آنالیز حساسیت، با پارامتر تلفات اولیه انجام و مدل با استفاده از شش واقعه ثبت شده کالیبره شد و اعتباریابی مدل بر اساس واقعه‌ای که در کالیبراسیون دخالت داده نشده بود انجام گرفت. به منظور ارزیابی دقت و کارایی مدل از نمایه‌های ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب نش-ساتکلیف استفاده گردید که بهترین مقدار برای معیارهای مذکور به ترتیب صفر و یک است که عدد ضریب نش-ساتکلیف بدست آمده بالا بوده و نشان از کارایی خوب مدل HEC-HMS می‌باشد.

شکل‌های ۲۰، ۲۱ و ۲۲ هیدروگراف سیلاب به دست آمده در مدل HEC-HMS با استفاده از شماره منحنی در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ و مقایسه آن با دبی مشاهده شده در تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۷ که مقدار آن توسط آب منطقه‌ای ۲۴/۴ مترمکعب بر ثانیه ثبت گردیده را نشان می‌دهد.

جدول ۷: درصد مطابقت بین دبی سیلاب محاسبه شده و اندازه گیری شده

C	N	C	N	C	N	
۱۳۹۰	۱۳۸۰	۱۳۷۰				
۲۹/۳	۲۹/۱	۲۹				دبی حداکثر سیلاب محاسبه شده با HEC-HMS
۸۳/۶۹	۷۴/۴۵	۶۵/۲۸				درصد مطابقت با سیلاب مشاهده ای
۱۸/۸۵	۱۹/۲۶	۲۰/۰۹				درصد خطا در اوج (PEP)
۶	۴/۴	۳/۴				حجم رواناب
۱۱/۸۲	۱۸/۳۱	۲۰/۶۳				اختلاف حجم
۰/۳۱	۰/۸۷	۰/۸۹				ضریب نش ساتکلیف
۱۷۴	۷۵/۸	۸۶/۱				جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)

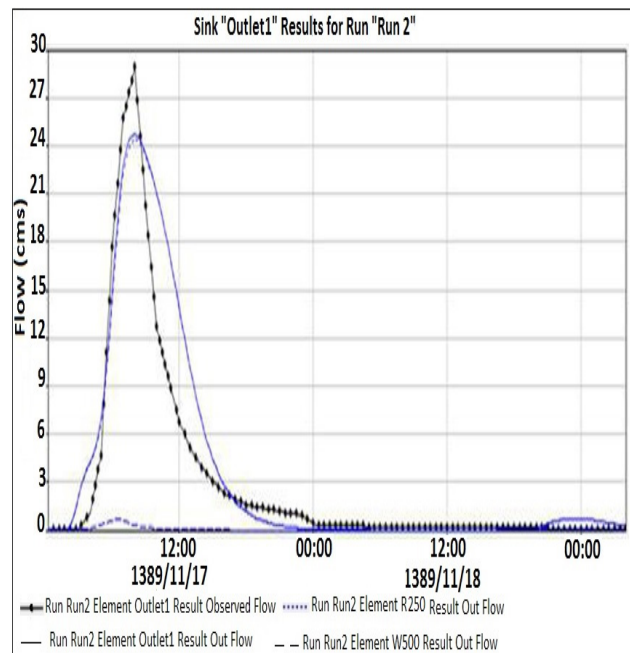
نتایج و بحث

مجموعه عوامل شیب، خاک و زمین شناسی منجر به قرار دادن ۴۸/۷ درصد حوزه در گروه هیدرولوژیکی خاک از نوع A شده که بنا به تعریف توان تولید رواناب در این خاکها ضعیف است کمترین مقدار مساحت حوزه با ۲/۳ درصد در گروه هیدرولوژیکی خاک از نوع C قرار دارد.

نتایج طبقه بندی نشان می دهد که صحت کلی و ضریب کاپا حاصل از برآورد صحت در نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۷۰ حاصل از تصاویر TM به ترتیب برابر ۷۷/۲ و ۰/۷۱ و در نقشه به دست آمده از تصاویر لندست در سال ۱۳۸۰ به ترتیب برابر ۷۹/۲ و ۰/۷۶ درصد و در نقشه به دست آمده از تصاویر لندست در سال ۱۳۹۰ به ترتیب برابر ۸۳/۸ و ۰/۸۷ درصد می باشد. براساس نتایج به دست آمده ضریب کاپای ۰/۸۷ بیشترین دقت را در پایش تغییرات کاربری اراضی در این تحقیق داشته است که ضریب کاپای محاسبه شده با نتایج به دست آمده از مطالعات آرخی و نیازی [۳] که به ارزیابی روش های مختلف سنجش از دور برای پایش تغییرات کاربری اراضی در حوزه دره شهر در استان ایلام پرداختند مطابقت دارد.

طبقه بندی تصاویر ماهواره ای لندست به روش نظارت شده و با الگوریتم حداکثر احتمال برای تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه نشان داد که استفاده از این روش دارای کارایی بالایی برای تولید نقشه های کاربری و پوشش اراضی می باشد. نتایج به دست آمده از این بخش با نتایج مرادی و همکاران [۱۴] که به بررسی دقت روش های طبقه بندی نظارت شده در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی پرداختند یکسان است که این موضوع برتری روش طبقه بندی حداکثر احتمال را نسبت به سایر روش ها نشان می دهد.

با توجه به بازدهی های صورت گرفته از حوزه آبخیز ریگان به خوبی نمایان گردید تصاویر ماهواره ای لندست دارای دقت مناسبی جهت تهیه نقشه های کاربری اراضی می باشند. این نتایج با نتایج French و همکاران [۵] که آن ها از داده های سنجش از دور و



شکل ۲۲: مقایسه هیدروگراف مربوط به سال ۱۳۹۰ و هیدروگراف مشاهده ای

جدول ۶: محاسبه ارتفاع رواناب و دبی اوج با دوره بازگشت های مختلف با استفاده از روش SCS

زمان	۱۳۹۰	۱۳۸۰	۱۳۷۰					
	Q_{max}	Q (cm)	Q_{max}	Q (cm)	Q_{max}	Q (cm)	P (mm)	T
دوره بازگشت	دبی اوج (m ³ /s)	ارتفاع رواناب	دبی اوج (m ³ /s)	ارتفاع رواناب	دبی اوج (m ³ /s)	ارتفاع رواناب	بارش ۲۴ ساعته	
۵	۶۸۴/۱	۰/۶۶	۵۱۸/۲۶	۰/۵	۳۵۴/۴۲	۰/۳۴	۵۰	
۲۵	۱۳۷۸/۵۸	۱/۳۳	۱۱۲۹/۸۱	۱/۰۹	۸۶۰/۱۳	۰/۸۳	۶۵	
۵۰	۱۹۳۸/۳۱	۱/۸۷	۱۶۳۷/۷۱	۱/۵۸	۱۲۹۵/۶۶	۱/۲۵	۷۵	
۱۰۰	۲۴۳۵/۸۴	۲/۳۵	۲۰۹۳/۷۹	۲/۰۲	۱۶۹۹	۱/۶۴	۸۳	
۲۰۰	۲۹۵۴/۱۱	۲/۸۵	۲۵۷۰/۵۹	۲/۴۸	۲۱۲۴/۸۸	۲/۰۵	۹۱	

برای ارزیابی مدل، از رابطه ۴ استفاده شد که در آن میزان جریان ماکزیمم به وسیله درصدی از خطا در جریان پیک ارزیابی می شود [۲۰].

$$PEP = \frac{Q_s - Q_{PO}}{Q_{PO}} \times 100$$

رابطه ۴

که در این رابطه Q_s دبی ماکزیمم شبیه سازی شده و Q_{PO} دبی ماکزیمم مشاهده ای است. نتایج در جدول (۷) ارائه شده است.

تصاویر بدست آمده از ماهواره لندست TM، برای تهیه نقشه کاربری اراضی و فاکتورهای تعیین کننده شماره منحنی و عمق رواناب استفاده کردند، همسو می باشد.

با توجه به جدول ۳ کاربری اراضی در طی سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۸۰ روند افزایشی داشته که علت ایجاد آن مناطق مسکونی در اطراف رودخانه ها و مناطق پست تر و گسترش کشت و زراعت در این مناطق بوده است ولی طی سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۰ به علت گسترش شهر ریگان و خشکسالی های و برداشت های بی رویه که از سفره های آب های زیرزمینی رخ داده اغلب این زمین های زراعی از بین رفتند و مناطق مسکونی گسترش یافته است.

مراعات طی سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۹۰ از ۴۳/۶۵ به ۳۸/۸۵ درصد، روند کاهشی داشته است که علت آن از بین رفتن مراتع غنی و جایگزین شدن آن با مراتع متوسط و فقیر می باشد که این تغییر کاربری، سبب افزایش شماره منحنی از ۶۵/۲۸ در سال ۱۳۷۰ به ۷۰/۲۵ در سال ۱۳۹۰ گردیده که در پی آن، افزایش ارتفاع رواناب از ۰/۳۴ به ۰/۶۶ میلی متر و افزایش دبی اوج از ۳۵۴/۴۲ مترمکعب بر ثانیه به ۶۸۴/۱ مترمکعب بر ثانیه در دوره بازگشت ۵ ساله خواهد شد (جدول ۵) که نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده از تحقیقات وفاخواه و همکاران [۲۲] و HAJ و Getahun [۶] مطابقت دارد. آن ها نیز نشان دادند که با افزایش مناطق شهرنشینی و کاهش پوشش گیاهی و تغییر کاربری اراضی میزان دبی پیک سیلابی و رواناب به شکل تصاعدی افزایش می یابد.

این نتایج با تحقیقات حسینی و همکاران [۸]، خادمی و همکاران [۱۰] و سلیمانی ساردو و همکاران [۱۹] که به ارزیابی کارایی مدل HEC-HMS در حوزه های آبخیز مورد مطالعه آن ها برای برآورد جریان های سیلابی پرداخته اند و نتایج آن ها نشان داد که، این نرم افزار قابلیت برآورد دبی پیک حوزه مورد مطالعه را با خطای کم نسبت به دبی های مشاهده ای دارد مشابهت دارد.

خلیقی سیگارودی و همکاران [۱۲] اثر تغییر کاربری اراضی را بر سیل خیزی بررسی نمودند. نتایج مطالعه آن ها نیز نشان داد که سیلاب در دوره جدید در بعضی از زیر حوزه ها تا ۷۰٪ نسبت به دوره قدیم افزایش یافته است.

آرام و همکاران [۲] و Suriya و Mudgal [۲۳] نیز دریافتند که با گسترش شهرها میزان دبی سیلاب افزایش می یابد. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج حسن زاده و همکاران [۷] که مدیریت حوزه های آبریز را با استفاده از مدل های Geo HEC-HMS و Geo HEC-RS در حوزه های رودخانه گرگان رود بررسی نمودند مطابقت دارد.

نتیجه گیری

با توجه به تغییرات کاربری رخ داده، می توان گفت که وقوع سیلاب های شدیدتر (با دوره بازگشت بالاتر) در رودخانه های این حوزه، کاملاً محتمل بوده و خسارات حاصل از این سیلاب ها،

بسیار شدیدتر از آن چیزی خواهد بود که در سیلاب های اخیر رخ داده است. این موضوع در خصوص محدوده شهری ریگان که مرکز جمعیتی بزرگ می باشند از اهمیت بسیار بالاتری برخوردار است. نتایج جدول ۸ نشان می دهد که دبی سیلاب در طی سه دوره زمانی افزایش قابل توجهی نداشته است، به طوری که در سال ۱۳۷۰ میزان دبی ۲۹ مترمکعب بر ثانیه و در سال ۱۳۸۰ به میزان ۲۹/۱ افزایش و به مقدار ۲۹/۳ مترمکعب بر ثانیه در سال ۱۳۹۰ رسیده است که علت اصلی آن طرح های آبخیزداری انجام شده در بالادست حوزه آبخیز ریگان مثل احداث سد نسا و سازه های کنترلی سیلاب می باشد. دبی حداکثر سیلاب به دست آمده از تصاویر لندست ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ به ترتیب ۶۵/۲۸، ۷۴/۴۵ و ۸۳/۶۹ درصد با دبی مشاهده ای مطابقت دارد. به بیان دیگر می توان بیان داشت که میزان دقت در برآورد CN از طریق GIS حدود ۸۹ درصد می باشد. دقت زیاد نتایج تصاویر لندست نشان می دهد که می توان به صحت نتایج از این روش اعتماد کرد.

از دیاد و تمرکز جمعیت به هر دلیلی با توسعه و گسترش مناطق مسکونی در تمامی جهات همراه است. نفوذپذیری سطحی آب در خاک های رسوبی دشت های منتهی به شهر در شرایط گذشته به طور حتم خوب و کافی بوده و سیل های سرازیر شده از دامنه های ارتفاعات غربی شهر در فاصله ای نه چندان دور در سطح اراضی پخش و متوقف می شده است. از طرف دیگر آزاد بودن بستر مسیل ها و حاشیه آن که به صورت مراتع و اراضی کشاورزی اداره می شده، امکان گسترش و پخش و توزیع سریع سیل ها را در این اراضی تأمین نموده است. در حال حاضر با تغییر کاربری نه تنها این سطوح از دریافت و نفوذ رواناب های بالادست حذف می شوند، بلکه آب حاصل از ریزش های جوی وارده روی این سطوح نیز به سمت جنوب که توسط رودخانه شریک آباد زهکشی می گردید، تحمیل می شود که خود سبب افزایش دبی پیک سیلاب می گردد.

در مطالعه حاضر با کاهش پوشش گیاهی و افزایش مناطق شهری میزان دبی پیک سیلاب افزایش داشته که منجر به خساراتی در محدوده شهری گردیده است. علت اصلی وقوع سیلاب ها در منطقه مورد مطالعه تغییر کاربری های صورت گرفته از مرتع به مناطق غیر قابل نفوذ شهری می باشد که این عامل سبب افزایش دبی سیلاب به میزان ۲۹/۳ درصد می باشد. با توجه به این که در مناطق دوردست و کوهستانی جمع آوری اطلاعات بخصوص برای یک دوره طولانی می تواند کاری دشوار و در بسیاری از موارد غیرممکن است. این تحقیق نشان می دهد که استفاده از مدل HEC-HMS در مطالعات مختلف در این منطقه به خصوص مطالعات هیدرولوژی حوزه ای بسیار راهگشا باشد. این موضوع در مورد کشور ما که مناطق کوهستانی آن زیاد بوده و دسترسی به آن مناطق هم دشوار است از اهمیت بیش تری برخوردار می باشد.

منابع

Drainage Basin, Journal of Natural Environmental Hazards, 8(22): 145-162.

10-Khademi, M., Soltani Gardfaramarzi, S., Ghasemi, M., and Azizian, A. 2015. Evaluation of efficiency of HEC-HMS model to simulate flood events in Eskandari watershed. 2nd International conference on sustainable development, strategies and challenges With a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, 23-25 Feb 2016, Tabriz, Iran.

11-Khavarian, H., Aghaii, M., and Mostafazadeh, R. 2020. Predicting the effect of land use changes on the characteristics of monthly flow using hydrological model and Remote sensing data in the watershed of Koze Tapraghi, Ardabil, Hydrogeomorphology, 24(6): 19-39 (In Persian).

12-Khalighi sigaroodi, Sh., Mahdavi, M., and Saghaian, B. 2006. Land use change effects on potential flooding, Using NRCS Model (Case Study: Barandoozchay basin). Iranian journal natural resource, 58(4): 733-742 (In Persian).

13-Liu, Y., Theller, L.O., Pijanowski, B.C. and Engel, B.A. 2016. 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, India, Science of the total environment, 553: 149-163.

14-Moradi, A. R., Jafari, M., Arzani, H., and Ebrahimi, M. 2016. Assessment of land use changes into dry land using satellite images and Geographical information system (GIS). RS & GIS Techniques for Natural Resources, 7(1): 89-100 (In Persian).

15-Mostafazadeh, R., Sadoddin, A., Bahremand, A.R., and Nazarnajad, H. 2020. Assessing hydrological effects of Jafar-Abad watershed management project in Golestan province using HEC-HMS model, Journal of Watershed Engineering and Management, 2(2): 83-94 (In Persian).

16-Nazari Samani, A. A., Ghorbani, M., and Kuhbanani, H.M. 2010. Assessing the trend of land use changes in Taleghan watershed in the period 1987 to 2001, Rangeland Scientific Research Journal, 4(3): 442-451 (In Persian).

17-Nohegar, A., Kazemi M., Ghasr dashti Roshan,

1-Ahani, H., Taleb Beidokhti, N., Ghorbani, A., Kherad, M., and Rastegar moghaddam, M. 2008. Assessing Land Use Change and Its Impact on Runoff Production (Case Study of Tang-e-Sorkh Watershed in Shiraz), 3rd Iranian Water Resources Management Conference, University of Tabriz, October 15-13, 2008, 32-41 (In Persian).

2- Aram, M., Abghari, H., and Malekinezhad, H. 2009. Investigation of urbanization and development on the watershed peak hydrograph using HEC-HMS. International Conference Water resource, 79: 123-134.

3- Arekhi, S., and Niazi, Y. 2010. Assessing different remote sensing techniques to detect land use changes (Case study in Dareshahr, Ilam province), Iranian journal of Range and Desert Research, 17(1): 74-93 (In Persian).

4-Booye, N. 2014. The efficiency of experimental methods of curve and rational number in estimating the height and runoff flow in Sarbaz watershed. Master Thesis in Watershed Management, University of Zabol., Department of Range and watershed management, 98p.

5-French, R. H., Miller, J. J., Dettling, C. H., and Carr, J. R. 2006. Use of remotely sensed data to estimate the flow of water to a playa lake. Journal of Hydrology, 325(1-4): 67-81.

6-Getahun, Y. S., and HAJ, V.L. 2015. Assessing the impacts of land use-cover change on hydrology of Melka Kuntie subbasin in Ethiopia, Using a Conceptual Hydrological Model. Hydrology Current Research, 6(3): 210-221.

7-Hassanzadeh, A., Baheri, A., Sedghi, H., and Shabanlu, S. 2010. Watershed management using HEC-Geo-HMS and HEC-Geo-RAS models. Ninth Water Hydraulic Conference. November 2010, Tarbiat Modares University, 8p.

8-Hosseini, S. M., Jafar Biglou, M., Yamani, M., and Gravand, F. 2015. Prediction of historical floods of Kashkan River using HEC-HMS. Quantitative geomorphological research, 4(1): 118-133 (In Persian).

9-Hosseini, Y., Ramezani Moghaddam, J., and Abdolalizadeh, Z. 2019. Evaluating the Impact of Land Use Changes on Flooding and Flood Runoff in Amuqin

- 22-Sumarauw, J.S.F., and Ohgushi, K. 2012. Analysis on Curve Number, Land Use and Land Cover Changes and the Impact to the Peak Flow in the Jobaru River Basin, Japan. *International Journal of Civil & Environmental Engineering*, 12(2): 17-23.
- 23-Suriya, S., and Mudgal, B.V. 2012. Impact of urbanization on flooding: The Thirusoolam subwatershed a case study. *Journal of Hydrology*, 412-413:210-219.
- 24-Wafakhah, M., Javadi, M.R., and Najafi Majd, J. 2015. The effect of land use change on runoff in Chalous River watershed. *Echo Hydrology*, 2(2): 211-220 (In Persian).
- M., and Rezaei, P. 2012. Survey of the Effects of Land Use Variation on Flooding Potential in Tang-e-Bostanak Watershed. *Journal of Environmental Erosion Research*, 2: 28-41 (In Persian).
- 18- Oliveira, P.T.S., Nearing, M., Rodrigues, D.B.B., Panachuki, E., and Wendland, E. 2013. Curve Number estimation from rainfall-runoff data in the Brazilian Cerrado Biome, *American Geophysical Union*, 12-15 February 2013, Fall Meeting.
- 19-Osareg, A., and Tavakoli Zadeh, A.A. 2008. *Hydrological simulation system*. 1th Edition, Islamic Azad University of Ahvaz Publications, 276 p.
- 20-Roy, D., Begam, S., Ghosh, S., and Jana, S. 2013. Calibration and Validation of HEC-HMS Model for a River Basin in Eastern India. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 8(1): 40-56.
- 21-Soleimani sardoo, F., Soltani koupai, S., and Salajeghe, A. 2010. Application of HEC-HMS hydrological model in simulation of flow in Jiroft dam basin. *8th International Seminar on River Engineering*, Shahid Chamran University of Ahvaz, 12p.



Abstract

Analysis of the impact of land use change on the amount surface runoff in the Rigan watershed of Kerman province

M. Alizadeh Jahanabadi¹, S. Noori², A. Shahriari³ and A. Khaksefidi^{4*}

Received: 2022/08/13 Accepted: 2022/09/12

The development of residential and urban areas on the banks of rivers and flood plains, regardless of the hydraulic and hydrological conditions governing the upstream basin and the river, increases the risk of flooding. Therefore, the study of floods for the purposes of planning, optimal exploitation and management of this natural phenomenon is one of the important issues in water resources management. The current research aims to investigate the rate of land use change using the HEC-HMS hydrological model and geographic information system (GIS) and Landsat satellite images during the years 1991, 2001 and 2011 in the Rigan watershed of Kerman province with an area of 7091 square kilometers. It was investigated on the increase of flooding of surface runoff in the area. For this purpose, in the first step, satellite images were interpreted and processed, and changes in land use was determined and soil CN values were calculated. Then, with the help of HEC-HMS model, the rainfall-runoff process in this basin was simulated and the peak flood discharge values were obtained in each period, and finally the flood hydrograph of the watershed was estimated. The results showed that with the increase of urban impervious surfaces and destruction of agricultural lands and pastures in the study area, the rate of soil CN from 1991 to 2011 increased from 65.28 to 70.25, following which the peak flood discharge from 29 m³ / sec in 1991 to 29.3 m³ / sec In 2011 and also the volume of runoff has increased from 3.4 to 6 mm during this period. The obtained results can be of great help to the implementation of watershed projects.

Keywords: Rigan watershed, Peak discharge, Runoff, Curve Number, Water resources.

1. Master of Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

2. Assistant Professor, Rangeland and Watershed Department, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

3. Associate Professor, Department of Green Space Engineering, Faculty of Environmental Sciences and Sustainable Agriculture, University of Sistan and Baluchestan.

4. *Lecturer, Range and Watershed management Department, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran, Email: a.khaksafidi@uoz.ac.ir