

پژوهش‌های جغرافیایی - شماره ۶۴، تابستان ۱۳۸۷
صص ۸۹ - ۱۰۴

ارزیابی تاثیر تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر رژیم سیلابی رودخانه تجن با استفاده از تکنیک سنجش از دور

منوچهر فرج زاده- دانشیار گروه سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس
مهنام فلاح* - کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس
پذیرش مقاله: ۱۳۸۴/۱۰/۴ تائید نهایی: ۱۳۸۶/۲/۲۶

چکیده

برای بررسی نوع تغییرات پوشش گیاهی حوضه رودخانه تجن، تصاویر TM و ETM+ سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ انتخاب و پس از تصحیح و بارسازی، برای ارزیابی تغییرات، از روش های تفریق، نمایش رنگی، شاخص پوشش گیاهی و مقایسه بعد از طبقه بندی استفاده گردید. نتایج نشان داد که علی رغم سیر نزولی بارندگی در این دوره زمانی، دبی افزایش یافته است. این در حالی است که میانگین کل شاخص پوشش گیاهی حوضه ۱۲/۸۹ درصد و شاخص پوشش گیاهی جنگل و مرتع ۹/۸۵ و ۳۴/۷ درصد کاهش یافته است. با توجه به عدم تغییر توپوگرافی و شیب حوضه طی این دوره، می توان نتیجه گرفت، افزایش رواناب بیشتر بدلیل کاهش جنگل و مرتع بوده، که در این میان نوع خاک نیز آن را تشدید نموده است و عوامل آب و هوایی (میزان بارندگی) تاثیر قابل توجهی در آن نداشته است.

کلیدواژه‌ها: تغییر کاربری و پوشش اراضی، تجن، شاخص پوشش گیاهی، TM، ETM+.

مقدمه

تغییر کاربری و پوشش اراضی، بالطبع نتایج هیدرولوژیکی در مقیاس محلی، ناحیه‌ای و جهانی به همراه دارد. تاثیر هیدرولوژیکی تغییرات کاربری و پوشش اراضی، در مقیاسهای زمانی و مکانی مختلف دیده می‌شود. تاثیر مستقیم آن بیشتر در کیفیت رواناب حوضه مشاهده می‌شود. اگر این تغییرات در مقیاس مکانی در سطح قابل توجهی رخ دهد، این امکان وجود دارد که بر اقلیم مناطق نیز تاثیر بگذارد. تغییر آب و هوا، خواه در مقیاس محلی خواه جهانی، اثرات ثانویه بر هیدرولوژی هر دو به همراه خواهد داشت. سابقاً هیدرولوژیست‌ها به تاثیر مستقیم و محلی تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر هیدرولوژی توجه داشتند، اما امروزه آن‌ها به اثرات ثانویه نیز اهمیت می‌دهند. تغییرات عمده کاربری و پوشش اراضی شامل ایجاد و تخریب جنگل، افزایش روز افزون فعالیت‌های کشاورزی، زهکشی اراضی مرطوب، احداث جاده و شهرسازی اثرات هیدرولوژیکی را به همراه خواهند داشت. این اثرات هیدرولوژیکی بر روی جریان های فصلی و سالانه، سیل، کیفیت آب و فرسایش قابل مشاهده می باشد (Colder, 1993, chapter 13). همچنین تاثیر تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر وقوع سیل یک

رودخانه می‌تواند از طریق مدلسازی باران-رواناب ارزیابی گردد. برای فهمیدن اثرات آینده تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر جریان رودخانه، دانستن اثرات تاریخی (مشهور) این تغییرات بر رژیم رودخانه مهم می‌باشد. در حوضه آبریز دریای خزر بارها سیل‌های مخرب اتفاق افتاده است که در این میان می‌توان به سیل مرداد ماه ۷۸ رودخانه نکارود اشاره نمود که علاوه بر خسارات مالی، خسارات جانی را هم به همراه داشته است (غریب، ۱۳۸۱، ۳-۲). رودخانه تجن نیز در همین حوضه آبریز قرار دارد که با توجه به مطالعات مربوط به سیل، جزء رودخانه‌های حادثه خیز این حوضه آبریز می‌باشد که در سال‌های اخیر به دلیل تغییرات پوشش و کاربری اراضی خصوصاً در حاشیه رودخانه، خسارت‌پذیری آن افزایش یافته است. رژیم این رودخانه برفی-بارانی و دارای آب دائم است (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۸، ۵۳).

امروزه تکنیک سنجش از دور امکاناتی را فراهم می‌آورد که از طریق آن می‌توان در مقیاس‌های زمانی مورد نیاز، تغییرات کاربری اراضی را بازمیابی و سرعت و وسعت آن‌ها را نیز مشخص نمود. برای شناسایی این نوع تغییرات محققین از الگوریتم‌های مختلفی استفاده می‌نمایند. در مقاله حاضر سعی بر آن بوده است که پس از مشخص شدن نحوه تغییرات کاربری و پوشش اراضی، نقش آن در رژیم هیدرولوژیکی تفسیر و تحلیل شود.

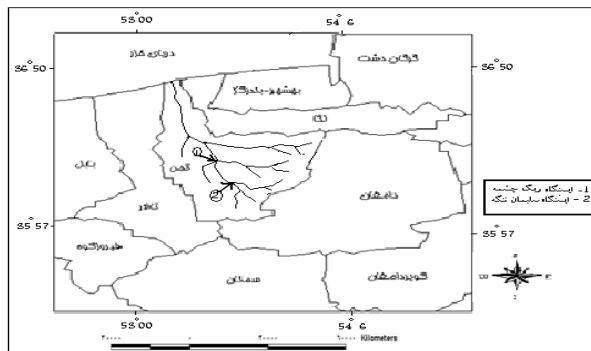
حوضه رودخانه تجن در استان مازندران در حوضه آبریز دریای خزر مابین دریای خزر و دامنه‌های شمالی ارتفاعات البرز قرار دارد. این حوضه بین طول جغرافیایی 00° تا 53° و عرض جغرافیایی 57° تا 35° واقع شده است. شکل ۱ نشان‌دهنده موقعیت منطقه مورد مطالعه می‌باشد. از نظر ناهمواری‌ها، حوضه آبریز تجن به دو قسمت جلگه‌ای در شمال و کوهستانی در جنوب تقسیم شده است. این حوضه با مساحت بالغ بر ۴۱۸۷ کیلومتر مربع، دارای ارتفاع متوسط ۱۲۶۷ متر، حداکثر ارتفاع ۳۷۰۰ متر، حداقل ارتفاع صفر و شیب متوسط معادل ۱۴ درجه برآورد شده است. از نظر زمین‌شناسی در این محدوده ۵ گسل به ترتیب از شمال به جنوب به نامهای گسل مازندران-خزر، شمال البرز (جنوب مازندران)، بادله، صبور و میلا به چشم می‌خورد. همچنین سنگ‌های رسوبی ۶۴/۲ درصد، سنگ‌های آتشفشانی-رسوبی ۳۰/۲۵ درصد و سنگ‌های آذرین ۵/۵ درصد از منطقه را پوشش داده‌اند [بانک اطلاعاتی حوضه‌های کشور، ۱۳۸۱]. چهره جغرافیایی حوضه بدلیل تلفیق اثرات سه عامل استمرار جهت‌گیری شرقی-غربی کوه‌ها و ارتفاع به دو نوع آب و هوای معتدل خزری و کوهستانی تقسیم می‌شود. در آب و هوای معتدل خزری بارش‌های قابل ملاحظه، دمای معتدل، تابستان‌های گرم، مرطوب و زمستان‌های معتدل و در نوار ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر و بالاتر، آب و هوای معتدل کوهستانی با ویژگی‌های کاهش میزان بارندگی سالیانه، کاهش متوسط درجه حرارت ماهانه، زمستان‌های سرد همراه با یخبندان‌های طولانی و تابستان‌های کوتاه حاکم می‌باشد. تیپ اقلیمی منطقه مرطوب-معتدل است (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۸، ۵۳). این منطقه شامل ۶ تیپ اراضی می‌باشد. این تیپ‌ها شامل کوه‌ها، تپه‌ها، فلات‌ها و تراس‌های فوقانی، دشتهای دامنه‌ای، دشت‌های رسوبی و رودخان‌های و اراضی پست و شور می‌شوند (موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۷۹، ۳۲-۴۱). حوضه آبریز تجن در منطقه‌ای واقع شده است که رودخانه‌ها علیرغم این که در مقایسه با رودخانه‌های سایر حوضه‌های کشور از نظر پوشش گیاهی و ضریب

رواناب دارای وضعیت مناسبتری می‌باشند و اصولاً سیل خیزی آن‌ها می‌بایست کمتر باشد، اما به دلایل مختلف از نظر سیل خیزی و خصوصاً حادثه آفرینی وضعیت مساعدی نداشته و حتی روند حادثه خیزی آن‌ها رو به افزایش است. رودخانه تجن از دیدگاه مطالعات سیل جزء رودخانه‌های حادثه خیز استان مازندران می‌باشد، چون علیرغم وضعیت پوشش گیاهی مناسب، وضعیت کاربری اراضی درحاشیه رودخانه‌ها که توسط زارعین تصرف شده، احتمال خسارت پذیری را افزایش داده است. همچنین در منطقه، رگبارهایی با مدت طولانی، شدت بیشتر و یا دوره برگشت کمتر رخ می‌دهد (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۸، ۵۳).

درو^۱ و همکاران در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰، درو و بتس^۲ ۲۰۰۰، مدل باران - رواناب LIS-FLOOD را بمنظور ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی بر سیل حوضه میوز و اودر (در اروپا) ارائه داده‌اند. این مدل برای شبیه سازی رواناب و سیل حوضه های مربوط به رودخانه‌های بزرگ با بارندگی شدید بکار گرفته شده است. در این مدل اثرات توپوگرافی، مقدار و شدت بارندگی، گنجایش رطوبت خاک، نوع کاربری اراضی و نوع خاک در نظر گرفته شده است. در سال ۲۰۰۱ نوراوان^۳ و همکاران تحقیقی درارتباط با ارزیابی تغییر کاربری و پوشش اراضی و تاثیر آن بر رژیم هیدرولوژیکی حوضه رودخانه لانگات^۴ در مالزی با استفاده از تکنیک GIS انجام دادند. در این مطالعه سعی بر برقراری ارتباط بین مقدار تاثیر پوشش و کاربری اراضی (شهری) بر تغییر رفتار جریان رودخانه بود. آنان به منظور نمایش تنوع چشم انداز و تحلیل مکانی حوضه، از تکنیک GIS و در آنالیز آماری از SPSS10 و همچنین برای آنالیز تفکیک هیدروگراف ها از مدل تفکیک هیدروگراف ISEP استفاده نمودند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که رواناب سطحی با توسعه شهر نشینی افزایش یافته و این به دلیل افزایش میزان سطح غیرقابل نفوذ کاربری های اراضی مربوط به شهر می‌باشد که موجب تغییر در بزرگی (حجم) هیدروگراف ها گردیده است.

شرستا^۵ (۲۰۰۲) مدل مصنوعی شبکه عصبی ANN^۶ را برای تهیه نقشه الگوی غیر خطی باران - رواناب حوضه کاتمانکلو^۷ واقع در نپال ایجاد نمود و این شبکه را به عنوان یک ابزار برای ارزیابی تغییرات رواناب به دلیل تغییر کاربری های مختلف مورد استفاده قرار داد. در این مطالعه نقشه کاربری اراضی را از تصاویر رقومی سنجنده TM ماهواره لندست (سال های ۱۹۹۶، ۱۹۹۰، ۱۹۸۴) و نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک (HSG) را از نقشه خاک استخراج کرد. پایگاه داده‌ها در این تحقیق شامل اطلاعات مربوط به کاربری اراضی، نوع خاک، توپوگرافی، ویژگی هیدرولیک، بارندگی و دبی می‌باشد. نتیجه این مطالعه نشان داد که مدل ANN به همراه تکنیک RS و GIS ابزاری قوی برای ارزیابی اثرات هیدرولوژیکی ناشی از تغییرات کاربری اراضی می‌باشد. هراس^۸ و داتا^۹ در سال ۱۹۹۶ از مدل SHE به منظور شبیه‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی حوضه آگنو^{۱۰} (سومین رودخانه بزرگ در فیلیپین) استفاده کردند. بدین منظور داده‌های زمانی و مکانی مورد نیاز جمع آوری و برای مدیریت حجم وسیعی از این داده ها، GIS را توسعه دادند. در ایران تهرانی در سال ۱۳۸۰، به بررسی اثر تغییر پوشش گیاهی بر

از این داده ها، GIS را توسعه دادند. در ایران تهرانی در سال ۱۳۸۰، به بررسی اثر تغییر پوشش گیاهی بر روی تشدید پیامدهای پدیده سیلاب با استفاده از GIS و RS در حوضه آبخیز رودخانه مادر سو(دوغ) پرداخت که در این تحقیق با کمک مدل هیدرولوژیک شماره منحنی میزان تاثیر کاربری و پوشش اراضی، بافت، رطوبت خاک بر روی ایجاد رواناب در نظر گرفته شد و در نهایت به این نتیجه رسید که استفاده نابجا از اراضی، تخریب پوشش گیاهی و همچنین بروز رگبارهای موسمی شدید در منطقه می تواند از علل اصلی افزایش میزان رواناب در منطقه باشد. پوراغنیایی در سال ۱۳۸۰، در بررسی اثر تغییرات پوشش گیاهی و رژیم سیلابی حوضه آبخیز نکارود، نقشه های پوشش اراضی این حوضه را با استفاده از نقشه های قدیمی و عکس های هوایی و تصاویر ماهواره لندست تهیه نمود و با مقایسه هیدروگراف های شرایط پوشش مختلف، روند افزایشی در دبی اوج و حجم سیلاب حوضه در اثر تغییرات پوشش گیاهی در طی سال های ۴۶ تا ۷۹ مشاهده گردید. تصویری در سال ۱۳۷۷، به بازسازی تغییرات کاربری و پوشش گیاهی در منطقه بیابانی شرق کاشان با کمک داده های تصویر MSS1۹۷۶ پرداخت. در این تحقیق روش SMI برای بازیابی دقیق تر تغییرات پیشنهاد گردید و همچنین به این نتیجه رسید که استفاده توأم تفریق تصاویر و PCA نتایج بهتری را نشان می دهد. با توجه به پیشینه فوق الذکر ملاحظه می شود که علیرغم انجام مطالعات مختلف در خصوص ارتباط تغییرات جریان با تغییرات کاربری اراضی، در خصوص منطقه مورد مطالعه این پژوهش کاری صورت نگرفته است.



شکل ۱ موقعیت حوضه آبریز رودخانه تجن

مواد و روش ها

برای انجام این مطالعه از داده های بارندگی و دبی ایستگاه های باران سنجی و هیدرومتری سلیمان تنگه و ریگ چشمه (سال های آماری ۱۳۸۰-۱۳۴۸) استفاده گردیده است. ایستگاه سلیمان تنگه در طول جغرافیایی (۱۴' - ۵۳°)، عرض جغرافیایی (۱۵' - ۳۶°) و ارتفاع (۴۰۰ متر) و ایستگاه ریگ چشمه در طول جغرافیایی (۱۰' - ۵۳°)، عرض جغرافیایی (۲۱' - ۳۶°) و ارتفاع (۲۰۰ متر) قرار دارد.

برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی تصاویر ماهواره ای TM و ETM+ مربوط به دو تاریخ (۱۹۹۲/۶/۱۹) و (۲۰۰۱/۷/۳۰) انتخاب گردید. گرچه تصاویر یاد شده دارای فاصله زمانی است، اما این فاصله زمانی تاثیری در نتیجه تفسیر ندارد، زیرا مطابق با جدول ۵ کاربریهای مربوط به پوشش گیاهی جنگل و مرتع در سال ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ بخش عمده ای از حوضه را در بر گرفته است. با بازدید از منطقه در اواخر خرداد و اوایل مرداد مشخص شد که

رشد و سبزی‌نگی این دو نوع پوشش در هر دو ماه به نهایت خود رسیده است. بنابراین، این دو نوع پوشش هریک از شرایط یکسانی در هر دو ماه برخوردار می‌باشند. در خصوص اراضی زراعی که شامل کشت برنج می‌باشد تا اواسط خرداد برگ‌ها بطور کامل پدیدار می‌شوند. این وضعیت تا اوایل شهریور وجود دارد و در این فاصله زمانی به تعداد برگ‌ها افزوده نمی‌شود. بنابراین عملاً این فاصله زمانی (چهل روز) تأثیری در تفسیر و شناسایی این کاربری ندارد. همچنین برگ‌درختان مرکبات در این منطقه تا اواسط اردیبهشت به حد نهایی رشد رسیده است و این وضعیت تا اواخر شهریور وجود دارد و از اینرو مشکلی از نظر تفسیر ایجاد نخواهد نمود. شایان ذکر است دوره فنولوژیکی گیاهان طی چهل روز تغییراتی را از نظر بازتاب ایجاد می‌کند ولی چون هدف در این مطالعه شناسایی کاربری بوده است عملاً مشکلی در شناسایی واحد پیش نمی‌آورد ولی اگر هدف مطالعه فنولوژیکی گیاهی باشد قطعاً لازم است این بررسی بصورت دقیق صورت پذیرد.

برای استفاده از این تصاویر ضروری می‌بود که قبل از هر چیز عملیات بهبود کنتراست و تصحیح هندسی انجام گیرد. برای انجام این کار ابتدا از روش کشیدگی خطی و رفع نویز برای افزایش وضوح و کیفیت تصاویر استفاده شد و سپس تصویر ETM+ با استفاده از نقشه توپوگرافی و ۲۶ نقطه کنترل تصحیح و در مرحله بعد تصویر TM با ۲۴ نقطه کنترل نسبت به تصویر ETM+ تصحیح هندسی گردید. مقدار خطا برای هم مختصات سازی دو تصویر معادل $RMS = 0/39(\text{pixel})$ محاسبه شد، بنابراین دقت قابل قبولی را ارائه نموده است. به منظور تفسیر بهتر تصاویر، تصاویر کاذب رنگی با ترکیب باندهای (۲-۳-۴) تهیه گردید که در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

به منظور بررسی روند تغییرات بارندگی و دبی، میانگین متحرک ۵ ساله بارندگی و دبی دو ایستگاه سلیمان تنگه و ریگ چشمه براساس میانگین سالانه داده‌های مربوط به ایستگاه باران سنجی و هیدرومتری محاسبه گردید (جدول ۱).

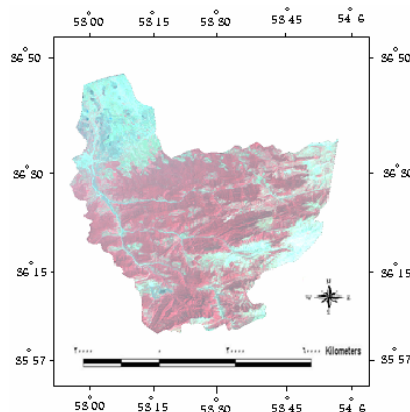
در این تحقیق به منظور شناسایی تغییرات کاربری و پوشش گیاهی از دو روش استفاده شد: در یکی از این روش‌ها صرفاً شناسایی مناطق تغییر یافته از مناطق تغییر نیافته مدنظر است و نیازی به ماهیت تغییرات نیست، مانند ترکیب رنگی کاذب، تفریق و شاخص پوشش گیاهی. قابل ذکر است که بکارگیری از این سه روش تنها به منظور سادگی و ارائه دید وسیع و اولیه از تغییرات بوده است که تقریباً از دقت یکسانی برخوردارند و محدودیت این نوع روش‌ها این است که اطلاعات کمی در مورد تغییرات در اختیار استفاده کننده قرار نمی‌دهند و تنها تغییرات را از غیر تغییرات مشخص می‌نمایند و در حقیقت استفاده از آن‌ها صرفاً بمنظور کمک در انتخاب نمونه‌های آموزشی در طبقه‌بندی نظارت شده بوده است. در روش ترکیب رنگی کاذب، باند دوم از تصویر سال ۱۹۹۲ به عنوان رنگ آبی و باند دوم از تصویر سال ۲۰۰۱ به عنوان لایه‌های سبز و قرمز مورد استفاده قرار گرفتند. برای تفریق تصاویر، پس از هم مختصات سازی، کلیه باندهای متناظر طیفی تصاویر منطقه مورد مطالعه از همدیگر تفریق شدند. همچنین جهت تهیه نقشه تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه از شاخص پوشش گیاهی استفاده شده

است. محاسبه این شاخص در تصاویر TM و ETM+ به صورت رابطه زیر بوده است (علیمحمدی، ۱۳۸۱، ۱۱):

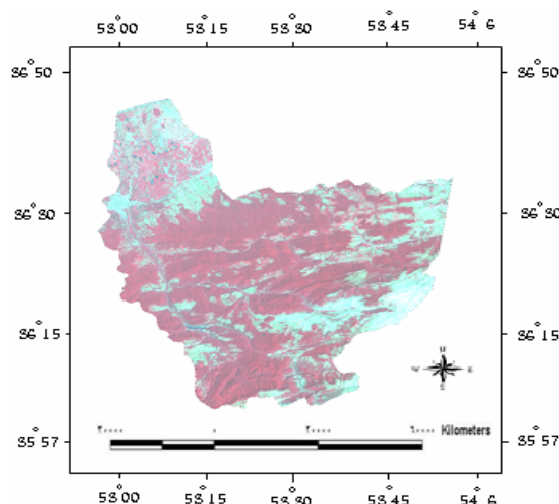
$$NDVI = \frac{(\text{باند } 3) - (\text{باند } 4)}{(\text{باند } 3) + (\text{باند } 4)}$$

برای ارزیابی تغییرات مربوط به پوشش گیاهی، NDVI سال ۱۹۹۲ از NDVI سال ۲۰۰۱ تفریق گردید که مقدار NDVI منفی یا مثبت نشان‌دهنده کاهش و افزایش و ارزشهای نزدیک به صفر بیانگر عدم تغییر در نظر گرفته شد. همچنین به منظور مطالعه پوشش گیاهی، شاخص پوشش گیاهی (NDVI) مربوط به هر زمان بر مبنای میانگین شدت سبزینگی به ۴ طبقه (شاخص سبزینگی کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) طبقه بندی گردید و میانگین شاخص پوشش گیاهی برای هر کاربری نیز محاسبه شد. در روش دیگر اطلاع از ماهیت و نوع تغییرات مهم است، یعنی از چه نوع کاربری به چه نوع کاربری دیگری تبدیل شده است، در این روش ابتدا تصاویر چند زمانه با استفاده از نمونه‌های آموزشی و سپس طبقه‌بندی نظارت شده به کلاس‌های مورد نظر طبقه بندی گردیده و سپس نوع و ناحیه تغییر هر کدام از کلاس‌ها مشخص شد. برای ارزیابی دقت نقشه با مقایسه این داده‌ها با نقشه وضعیت زمین که با استفاده از داده‌های زمین مرجع و عکس‌های هوایی و نقشه‌های موجود و برداشتهای زمینی جمع‌آوری گردید و با تحلیل ماتریس خطا دقت کلی نقشه تغییرات محاسبه گردید.

به منظور بررسی تغییر کاربری، با استفاده از عکسهای هوایی، نقشه‌های موضوعی، بازدید زمینی و روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال، تصاویر منطقه مورد مطالعه برای سال ۱۹۹۲ به ۶ طبقه و برای سال ۲۰۰۱ به ۷ طبقه تقسیم شد. در این روش هر پیکسل بر حسب دارا بودن بیشترین احتمال در کلاس مربوط طبقه‌بندی می‌شود (Richards, 1993, 161-166). برای ارزیابی تغییرات کاربری از روش مقایسه طبقه بندی‌ها استفاده شده است. این روش از متداولترین روش‌های ارزیابی و کشف تغییرات می‌باشد (Jensen, 1994, 316). شایان ذکر است برای ارزیابی دقت، ابتدا چند نقطه بعنوان نمونه (روی تصویر) انتخاب و سپس نوع پوشش یا کاربری آن‌ها از روی اطلس کاربری اراضی مشخص گردید. از تمامی نقاط نمونه تصویر، بازدید زمینی به عمل آمد که با استفاده از GPS مختصات این نقاط به دستگاه داده ضبط گردید. سپس به سمت نقاط مورد نظر حرکت نموده و نتیجه بازدید بدست آمد که نقاط مورد نظر در داخل پوشش و یا کاربری قرار داشتند.



شکل ۲ تصویر زمین مرجع با ترکیب باندی (۲-۳-۴) سال ۱۹۹۲



شکل ۳ تصویر زمین مرجع با ترکیب باندهای (۲-۳-۴) سال ۲۰۰۱

یافته‌های تحقیق

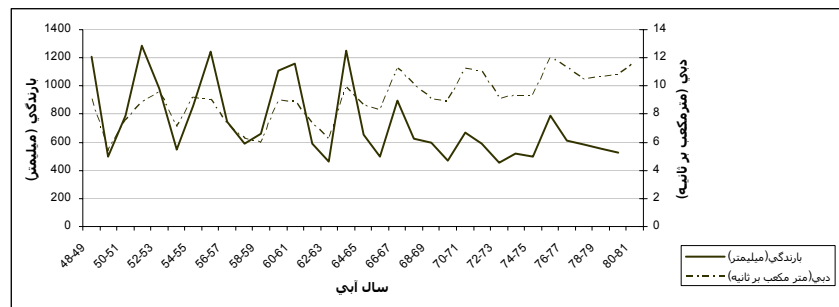
تغییرات دبی و بارندگی در دو ایستگاه سلیمان تنگه و ریگ چشمه مطابق با (جدول ۱) و شکل های (۴، ۵، ۶ و ۷) در سال های آغازین دوره آبی مورد مطالعه، نشان دهنده همخوانی آن ها است، اما هر چه به سال های پایانی دوره زمانی مورد مطالعه نزدیک می شویم از تطابق و همخوانی دبی و بارندگی کاسته می شود و روند دبی، علی رغم کاهش بارندگی، سیر صعودی می یابد. طبق نتایج حاصله با وجود کاهش بارندگی، رواناب در حوضه مورد مطالعه افزایش داشته است و این امر گویای آن است که عوامل دیگری بر افزایش رواناب تاثیر داشته است. احتمالاً این امر می تواند ناشی از عوامل دیگری از جمله تغییر کاربری و پوشش اراضی و ویژگیهای محیطی منطقه باشد.

همچنان که گفته شد برای شناسایی اولیه تغییرات، باند دوم از تصویر سال ۱۹۹۲ به عنوان رنگ آبی و باند دوم از تصویر سال ۲۰۰۱ به عنوان لایه های سبز و قرمز انتخاب گردیدند. در (شکل ۸) رنگ زرد و آبی نشان دهنده تغییرات می باشد. همچنین با استفاده از روش تفریق، تغییرات در نواحی جلگه ای حوضه، حاشیه رودخانه و بخشهایی از بالادست حوضه به چشم می خورد (شکل ۹). برای بازیابی تغییرات مربوط به پوشش گیاهی، NDVI سال ۱۹۹۲ از NDVI سال ۲۰۰۱ تفریق گردید که در تصویر تفریقی، مناطق با تغییرات زیاد به رنگ روشن و مناطق بدون تغییر به رنگ تیره مشخص می باشند (شکل ۱۰). دامنه شاخص پوشش گیاهی در منطقه برای سال ۱۹۹۲ بین ۰/۴۷۶۹- و ۰/۷۰۳۷ و برای سال ۲۰۰۱ بین ۰/۵۳۶۵- تا ۰/۶۸۵۷ متغیر است. برای شناسایی تغییرات، تصاویر طبقه بندی شده سال ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ (شکل ۱۱ و ۱۲) با همدیگر مورد مقایسه قرار گرفته و نتیجه آن به صورت یک جدول ماتریسی (جدول ۲) ارائه گردید. در این جدول کلاس های مربوط به تصویر سال ۱۹۹۲ به صورت ستونی و کلاس های مربوط به تصویر ۲۰۰۱ به صورت سطری دیده می شود. آرایه های این جدول نشان دهنده میزان تغییرات کاربری و پوشش در کلاس های مختلف بر حسب درصد می باشد. طبق نمونه های آزمایشی برداشت شده از تصاویر طبقه بندی شده سال ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ از منطقه مورد مطالعه و کنترل آن ها بوسیله مدارک و

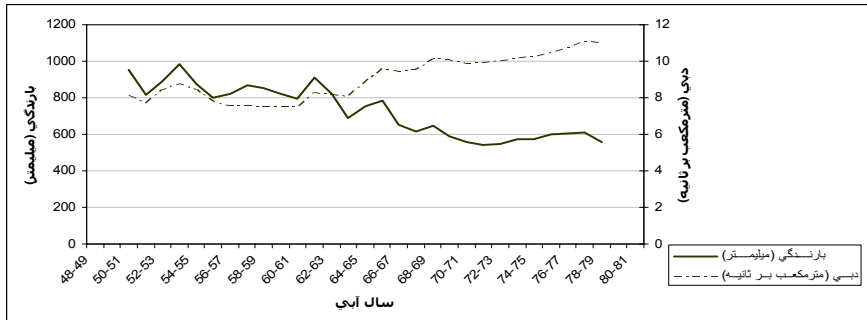
نقشه‌ها و عکس‌های هوایی و مشاهدات زمینی، مقدار دقت طبقه‌بندی برای ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ معادل ۰/۹۵ درصد (جدول ۳ و ۴) برآورد گردید.

جدول ۱ مقادیر بارندگی و دبی ایستگاههای باران سنجی و هیدرومتری رودخانه تجن و میانگین متحرک محاسبه شده برای آن‌ها

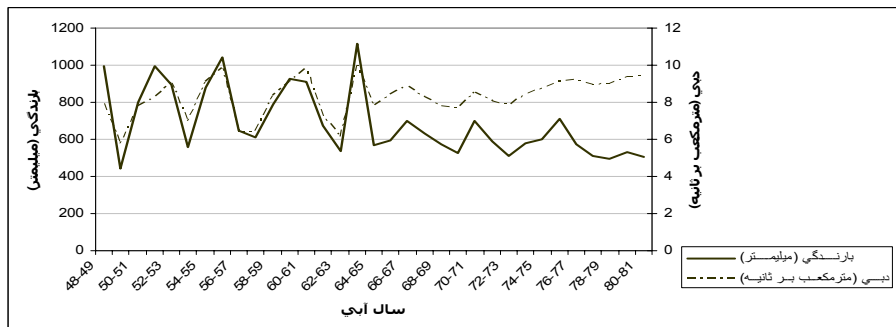
ایستگاه ریگ چشمه		ایستگاه سلیمان تنگه						سال آبی
دبی (متر مکعب بر ثانیه)		بارندگی (میلیمتر)		دبی (متر مکعب بر ثانیه)		بارندگی (میلیمتر)		
میانگین متحرک پنج ساله	میانگین سالانه	میانگین متحرک پنج ساله	میانگین سالانه	میانگین متحرک پنج ساله	میانگین سالانه	میانگین متحرک پنج ساله	میانگین سالانه	
	۷/۹۶		۹۹۴		۹/۱۳		۱۲۱۱	۴۸-۴۹
	۵/۷۵		۴۳۹/۵		۵/۴۱		۴۹۴	۴۹-۵۰
۷/۷۶۴	۷/۷۸	۸۲۵	۸۰۲	۸/۰۸۸	۷/۵۴	۹۵۱	۷۸۹	۵۰-۵۱
۷/۵۵۸	۸/۲۸	۷۳۷/۷	۹۹۵	۷/۶۸۶	۸/۸	۸۱۸/۳۶	۱۲۸۳	۵۱-۵۲
۸/۲۳۲	۹/۰۵	۸۲۵/۲۸	۸۹۴/۵	۸/۴۴۴	۹/۵۶	۸۹۱/۹	۹۷۸	۵۲-۵۳
۸/۶۴	۶/۹۳	۸۷۳/۷۴	۵۵۷/۵	۸/۸۴	۷/۱۲	۹۸۲/۵	۵۴۷/۸	۵۳-۵۴
۸/۲۶۴	۹/۱۲	۸۰۴/۶۴	۸۷۷/۵	۸/۴۳	۹/۲	۸۷۴/۹	۸۶۱/۷	۵۴-۵۵
۷/۷۴	۹/۸۲	۷۴۷/۷۴	۱۰۴۴/۳	۷/۷۷۲	۹/۰۲	۷۹۷/۵	۱۲۴۲	۵۵-۵۶
۸/۰۲۴	۶/۴	۷۹۴/۰۴	۶۴۹/۵	۷/۵۴۸	۷/۲۵	۸۲۰/۷۴	۷۴۵	۵۶-۵۷
۸/۰۲۶	۶/۴۳	۸۰۳/۵	۶۱۰	۷/۵۰۴	۶/۲۷	۸۷۰/۲	۵۹۱	۵۷-۵۸
۸/۰۲۶	۸/۳۵	۷۷۷/۲۴	۷۸۹	۷/۴۷۸	۶	۸۵۳/۶	۶۶۴	۵۸-۵۹
۸/۲	۹/۱۳	۷۸۱/۶۴	۹۲۴/۷	۷/۴۹۶	۸/۹۸	۸۲۱/۹	۱۱۰۹	۵۹-۶۰
۸/۱۳۸	۹/۸۲	۷۶۷/۴۴	۹۱۳	۷/۴۸	۸/۸۹	۷۹۵/۴	۱۱۵۹	۶۰-۶۱
۸/۴۶۸	۷/۲۷	۸۳۲/۳۴	۶۷۱/۵	۸/۲۵۶	۷/۳۴	۹۱۲/۸	۵۸۶/۵	۶۱-۶۲
۸/۲۰۲	۶/۱۲	۷۶۱	۵۳۹	۸/۱۷۴	۶/۱۹	۸۲۱/۸	۴۵۸/۵	۶۲-۶۳
۷/۹۱۸	۱۰	۶۹۷/۳۸	۱۱۱۳/۵	۸/۰۵۲	۹/۸۸	۶۸۹/۷	۱۲۵۱	۶۳-۶۴
۸/۲۴۴	۷/۸	۷۰۲/۸۲	۵۶۸	۸/۸۲۴	۸/۵۷	۷۵۱/۶	۶۵۴	۶۴-۶۵
۸/۶۷۶	۸/۴	۷۲۰/۸۲	۵۹۴/۹	۹/۶۰۲	۸/۲۸	۷۸۴/۸۸	۴۹۸/۵	۶۵-۶۶
۸/۲۳۸	۸/۹	۶۱۲/۵۲	۶۹۸/۷	۹/۴۳۶	۱۱/۲	۶۵۳/۵۲	۸۹۶	۶۶-۶۷
۸/۲۱	۸/۲۸	۶۰۴/۱۲	۶۲۹	۹/۵۰۲	۱۰/۰۸	۶۱۶/۲۲	۶۲۴/۹	۶۷-۶۸
۸/۲۴	۷/۸۱	۶۲۵/۶۴	۵۷۲	۱۰/۰۸۸	۹/۰۵	۶۴۹/۵۲	۵۹۴/۲	۶۸-۶۹
۸/۰۷۲	۷/۶۶	۶۰۴/۰۴	۶۲۶	۱۰/۰۴۴	۸/۹	۵۸۸/۹۸	۴۶۷/۵	۶۹-۷۰
۷/۹۸۴	۸/۵۵	۵۸۰/۷۶	۵/۷۰۲	۹/۸۵۴	۱۱/۲۱	۵۵۵/۶	۶۶۵	۷۰-۷۱
۸/۱۰۲	۸/۰۶	۵۸۱/۶۶	۵۹۰/۷	۹/۹	۱۰/۹۸	۵۴۰/۷۶	۵۹۳/۳	۷۱-۷۲
۸/۳۲	۷/۸۴	۵۹۵/۹۶	۵۱۲/۶	۹/۹۷۶	۹/۱۳	۵۴۷/۳۶	۴۵۸	۷۲-۷۳
۸/۴۲۶	۸/۴	۵۹۷/۸۶	۵۷۶/۵	۱۰/۱۳۴	۹/۲۸	۵۷۲/۲۶	۵۲۰	۷۳-۷۴
۸/۶۵۴	۸/۷۵	۵۹۴/۰۲	۵۹۷/۵	۱۰/۲۰۲	۹/۲۸	۵۷۵/۴	۵۰۰/۵	۷۴-۷۵
۸/۸۷۶	۹/۰۸	۵۹۳/۷۴	۷۱۲	۱۰/۴۷۲	۱۲	۶۰۰/۶	۷۸۹/۵	۷۵-۷۶
۹	۹/۲	۵۷۷/۸۴	۵۷۱/۵	۱۰/۷۵	۱۱/۳۲	۶۰۶/۸	۶۰۹	۷۶-۷۷
۹/۱۲۴	۸/۹۵	۵۶۴/۵۴	۵۱۱/۲	۱۱/۰۵۴	۱۰/۴۸	۶۱۱/۵	۵۸۴	۷۷-۷۸
۹/۱۸۸	۹/۰۲	۵۲۲/۷۲	۴۹۷	۱۰/۹۸۲	۱۰/۶۷	۵۵۷/۳۴	۵۵۱	۷۸-۷۹
	۹/۳۷		۵۳۱		۱۰/۸		۵۲۴	۷۹-۸۰
	۹/۴		۵۰۲/۹		۱۱/۶۴		۵۱۸/۷	۸۰-۸۱
	۸/۲۹۳		۶۸۸/۱۳		۹/۰۷۴۲		۷۲۷/۸۴	میانگین
	۱/۰۸۴		۱۸۳/۸۲		۱/۷۲		۲۶۳/۷	انحراف معیار
	۵/۷۵		۴۳۹/۵		۵/۴۱		۴۵۸	حداقل
	۱۰		۱۱۱۳/۵		۱۲		۱۲۸۳	حد اکثر
	۱۳/۰۷		۲۶/۷۱		۱۸/۹۵		۳۶/۲۳	ضریب تغییرات



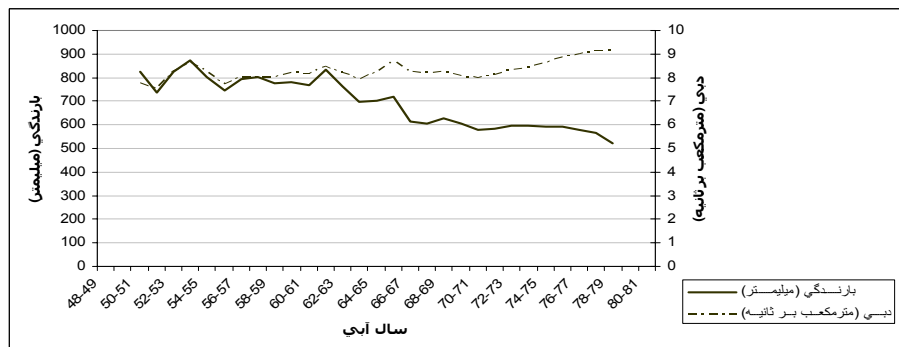
شکل ۴ میانگین سالانه دبی و بارندگی ایستگاه سلیمان تنگه



شکل ۵ میانگین متحرک ۵ ساله دبی و بارندگی ایستگاه سلیمان تنگه



شکل ۶ میانگین سالانه دبی و بارندگی ایستگاه ریگ چشمه



شکل ۷ میانگین متحرک ۵ ساله دبی و بارندگی ایستگاه ریگ چشمه

جدول ۲ نتایج حاصل از مقایسه طبقه‌بندی تصاویر سال‌های ۱۹۹۲ با ۲۰۰۱

۱۹۹۲	مناطق مسکونی	اراضی مرطوب	مخلوط زراعت و باغ	مرتع	اراضی زراعی	جنگل	مجموع
۲۰۰۱							
مناطق مسکونی	۰/۷۰۱۷۶۱	۰	۰/۱۷۵۶۸۵	۰/۰۱۷۵۶۹	۰/۳۵۱۳۳۹	۰	۱/۲۴۶۳
اراضی مرطوب	۰	۰/۰۵۲۷۰۶	۰/۱۲۲۹۸	۰/۰۱۷۵۶۹	۰/۰۱۷۵۶۹	۰	۰/۲۱۰۸
مخلوط زراعت و باغ	۰/۰۰۱۰۱	۰/۰۷۰۲۷۴	۷/۴۳۱۲	۲/۶۲۶۶۳	۵/۴۱۱۱۰۳	۱/۰۷۱۶۸	۱۶/۶۱۱
مرتع	۰	۰	۰/۵۹۷۳۳	۲۱/۶۰۹۲۸	۰/۱۰۵۴۶۵	۱/۴۴۰۶۱۸	۲۳/۵۵۹
اراضی زراعی	۰	۰/۰۷۰۲۷۴	۴/۴۰۹۶۹۸	۲/۶۰۶۱۸	۰/۲۹۸۶۶۵	۰/۵۵۷۵۲۴	۷/۹۴۲۳
جنگل	۰	۰	۰/۴۰۴۰۷۶	۰	۰/۰۳۵۱۳۷	۴۹/۴۲۰۴۲	۴۹/۸۵۹۶
سد	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱۷۵۶۹	۰	۰/۰۱۷۵
مجموع	۰/۷۰۲	۰/۱۹۳	۱۳/۱۴	۲۶/۸۷	۶/۲۳	۵۲/۴۹	۱۰۰

جدول ۳ نتایج حاصل از ارزیابی دقت تصویر طبقه‌بندی شده سال ۱۹۹۲

خطای کمیشن	مجموع	جنگل	اراضی زراعی	مرتع	مخلوط زراعت و باغ	اراضی مرطوب	مناطق مسکونی
۰/۰۰۰۴	۲۰۸۷	۰	۴	۰	۰	۰	۲۰۸۳
۰	۶۲۰	۰	۰	۰	۰	۶۲۰	۰
۰/۰۰۶۲	۲۹۲	۰	۲	۰	۲۹۰	۰	۰
۰/۰۰۶	۷۰۹	۰	۰	۷۰۳	۰	۰	۶
۰/۰۲۱۳	۷۴۳	۰	۷۳۲	۶	۵	۰	۰
۰	۶۳۵	۶۳۲	۰	۳	۰	۰	۰
۰	۵۰۸۶	۶۳۲	۷۳۸	۷۱۲	۲۹۵	۶۲۰	۲۰۸۹
۰/۰۱۸۱	۰	۰	۰/۰۲۰۶	۰/۰۱۱۳	۰	۰	۰/۰۱۰۱

پوشش گیاهی جنگل در ارتفاع متوسط ۱۳۹۸ متر با شیب متوسط ۱۵/۶۴ درجه قرار گرفته است، همچنین در این منطقه، پوشش گیاهی جنگل در خاک های نیمه عمیق رسی - لومی (Clay loam) و خاک های کم عمق همراه با سنگریزه دیده شده است که در هر دو نوع خاک، احتمال ایجاد رواناب و خطر سیل وجود دارد، بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که تغییر هر چند جزئی این نوع پوشش گیاهی با وجود شیب متوسط ۱۵/۶۴ درجه می‌تواند تأثیر تولید رواناب را در این نوع پوشش خاک تشدید نماید.

توسعه پوشش گیاهی مرتع خصوصاً در ارتفاع متوسط ۱۷۹۱/۵۴ متر و شیب متوسط ۱۶/۷ درجه و پوشش خاک همانند جنگل، می‌تواند تأثیر نفوذپذیری جریان آب را کاهش و در نتیجه منجر به ایجاد رواناب گردد. مخلوط زراعت و باغ در ارتفاع بین ۰ تا ۲۰۰ متر و شیب متوسط ۸/۴ قرار گرفته است، این نوع کاربری عمدتاً در خاک های عمیق و نیمه عمیق رسی - لومی در دشت های دامنه‌ای و رسوبی رودخان های توسعه یافته است. لذا بدلیل بالا بودن سفره آب زیر زمینی در صورت وجود شیب، احتمال سیل وجود دارد.

اراضی زراعی آبی در ارتفاع بین ۰ تا ۹۰ متر، شیب متوسط ۵/۲ درجه و پوشش خاک همچون کاربری مخلوط زراعت و باغ واقع می‌باشد، لذا بدلیل بالا بودن سفره آب زیر زمینی و وضعیت نامناسب زهکشی احتمال

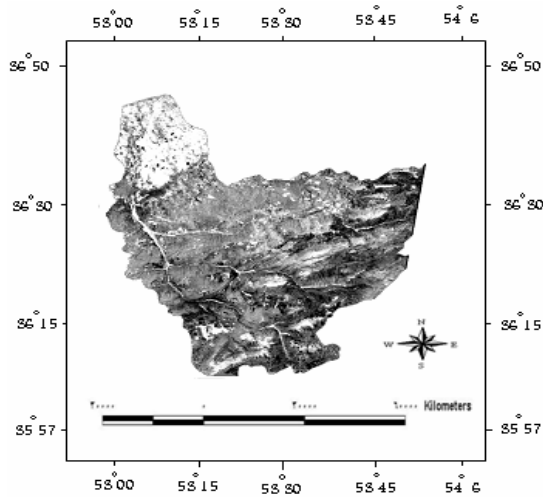
خطر سیل وجود دارد. مناطق مسکونی عمدتاً در بخش جلگه‌ای حوزه، در ارتفاع بین ۱۵ تا ۱۰۴ متر، شیب متوسط ۵ درجه و پوشش خاک عمدتاً عمیق رسی - لومی و کم عمق همراه با سنگریزه واقع می‌باشد. اراضی مرطوب در ارتفاع بین ۰ تا ۴۴ متر، شیب متوسط ۵ درجه و پوشش خاک عمدتاً رسی - لومی با نفوذپذیری پایین و اغلب اشباع از آب، توسعه یافته است.

جدول ۴ نتایج حاصل از ارزیابی دقت تصویر طبقه بندی شده سال ۲۰۰۱

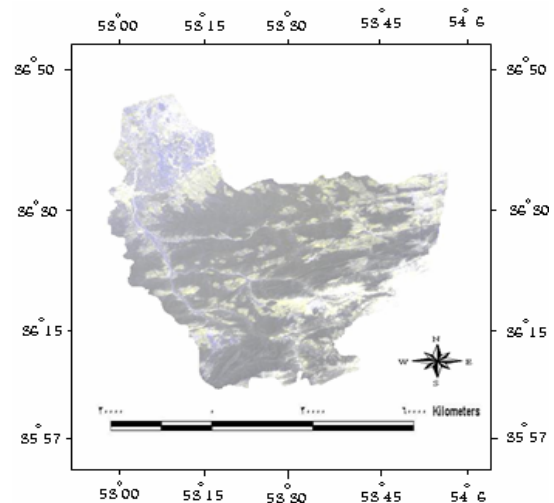
خطای کمیشن	مجموع	سد	جنگل	اراضی زراعی	مرتع	مخلوط زراعت و باغ	اراضی مرطوب	مناطق مسکونی	
۰/۰۰۳۴	۱۱۳۸	۰	۰	۶	۰	۰	۰	۱۱۳۲	مناطق مسکونی
۰/۰۱۶۲	۲۹۲	۲	۰	۰	۰	۰	۲۹۰	۰	اراضی مرطوب
۰/۰۲۵۴	۱۸۷	۰	۴	۰	۰	۱۷۶	۰	۷	مخلوط زراعت و باغ
۰/۰۰۸	۵۳۴	۰	۰	۳	۵۲۷	۰	۰	۴	مرتع
۰/۰۱۶۸	۶۱۵	۰	۰	۶۱۳	۲	۰	۰	۰	اراضی زراعی
۰/۰۱۵۷	۴۷۷	۰	۴۶۹	۰	۰	۸	۰	۰	جنگل
۰/۰۰۴	۲۰۴	۱۹۲	۰	۰	۰	۰	۱۲	۰	سد
	۳۴۴۷	۱۹۴	۴۷۳	۶۲۲	۵۲۹	۱۸۴	۳۰۲	۱۱۴۳	مجموع
۰/۰۱۱۲		۰/۰۱۲۱	۰/۰۰۶۳	۰/۰۱۴۳	۰/۰۱۲۵	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۵۲	خطای امیشن

جدول ۵ مقایسه مساحت و درصد تغییرات کاربریها طی دوره زمانی مورد مطالعه

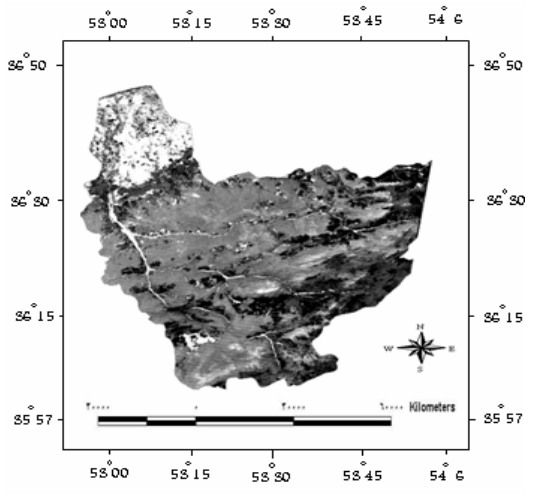
نوع کاربری	سال ۱۹۹۲		سال ۲۰۰۱		تغییرات	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	میزان	درصد
جنگل	۲۱۹۷۵۹/۴۲	۵۲/۴۹	۲۰۸۷۰۶/۵۶	۴۹/۸۵	۱۱۰۵۲/۸۶	۵/۰۲۹
مرتع	۱۱۲۴۹۶/۳۹	۲۶/۸۷	۹۸۵۹۶/۵۸	۲۳/۵۵	۱۳۸۹۹/۸۱	۱۲/۳۵
اراضی مرطوب	۸۰۸/۰۳	۰/۱۹۳	۸۸۲/۵۵	۰/۲۱۰۸	۷۴/۵۲	۹/۲۲
مخلوط زراعت و باغ	۵۵۰۱۳/۱۲	۱۳/۱۴	۶۹۵۴۵/۱۲	۱۶/۶۱۱	۱۴۵۳۲	۲۶/۴۱
اراضی زراعی	۲۶۰۸۳/۰۸	۶/۲۳	۳۳۲۴۲/۳۲	۷/۹۴	۷۱۵۹/۲۴	۲۷/۴۴
مناطق مسکونی	۲۹۳۹/۰۵	۰/۷۰۲	۵۲۱۷/۸۷	۱/۲۴۶۳	۲۲۷۸/۸۲	۷۱/۵۳
سد	-		۷۳/۲۶	۰/۰۱۷۵		
مجموع	۴۱۸۶۶۹/۱۳		۴۱۸۶۶۹/۱۳			



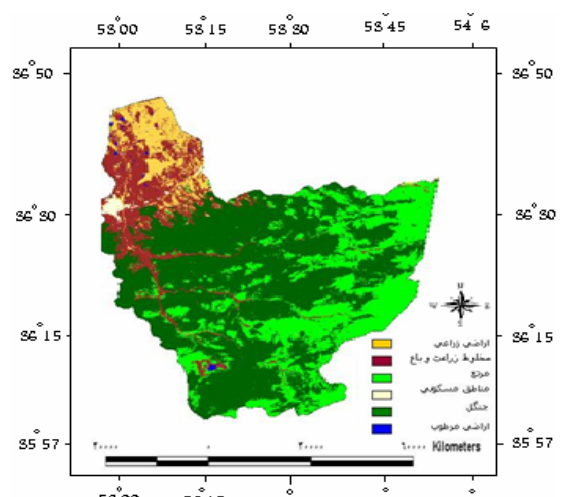
تصویر ۹ تفریقی باند ۴ تصاویر سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱



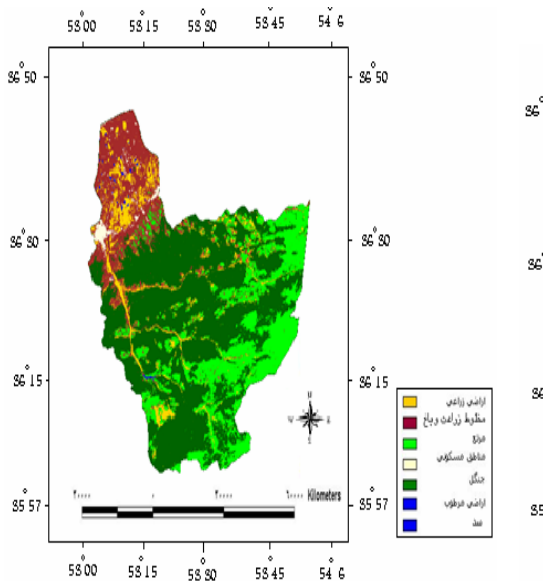
شکل ۸ شناسایی اولیه تغییرات کاربری شکل



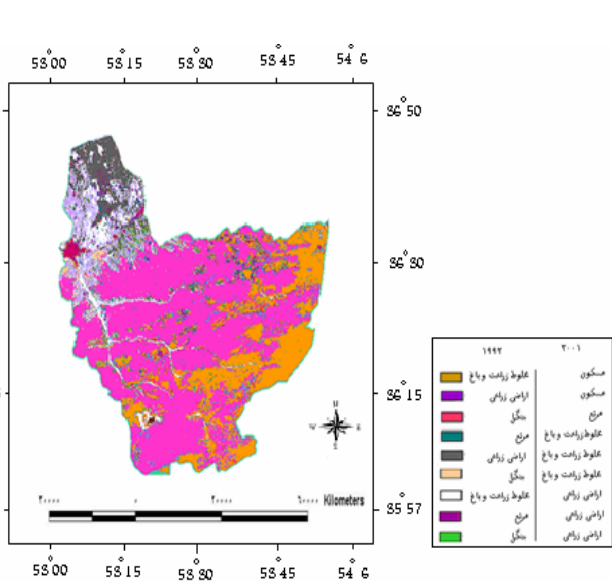
شکل ۱۱ نقشه طبقه‌بندی مربوط به تصویر سال ۱۹۹۲



شکل ۱۰ تصویر تفریقی شاخص پوشش گیاهی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱

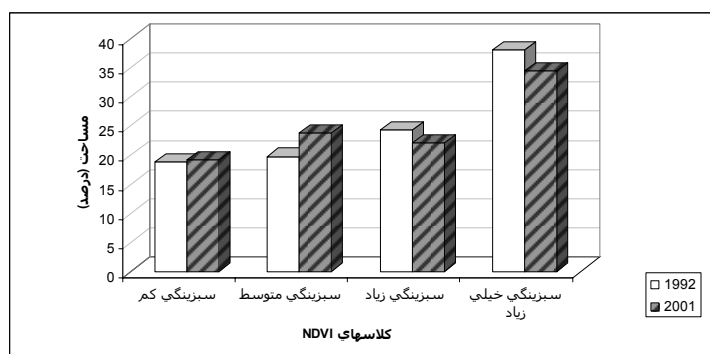


شکل ۱۲ نقشه طبقه‌بندی مربوط به تصویر سال ۲۰۰۱

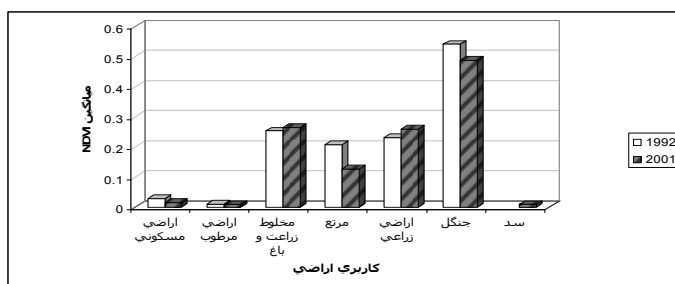


شکل ۱۳ نقشه تغییرات حاصل از مقایسه طبقه‌بندی‌ها

دامنه شاخص پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه برای سال ۱۹۹۲ بین ۰/۴۷۶۹- و ۰/۷۰۳۷ و برای سال ۲۰۰۱ بین ۰/۵۳۶۵- تا ۰/۶۸۵۷ متغیر است. جهت مطالعه پوشش گیاهی طی دوره زمانی مورد نظر (۹ ساله)، شاخص پوشش گیاهی مربوط به هر زمان به ۴ طبقه (جدول ۶ و ۷) دسته‌بندی گردید. مطابق با جداول (۶ و ۷) و شکل (۱۵) شاخص پوشش گیاهی اراضی مسکونی برای سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ از ۰/۰۲۸۱ به ۰/۰۱۴۷۲ کاهش داشته است و از لحاظ مساحت مطابق جدول ۵، ۷۱/۵۳ درصد نیز افزایش داشته است. کاهش شاخص به دلیل تبدیل اراضی زراعی و باغات به این نوع کاربری عمدتاً در بخش پایین دست حوضه می‌باشد. شاخص پوشش گیاهی اراضی مرطوب برای سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ از ۰/۰۹۹۷۷ به ۰/۰۸۳۲۹ کاهش و از لحاظ مساحت ۹/۲۲ درصد افزایش داشته است. افزایش وسعت آن به دلیل تبدیل اراضی زراعی و باغات در بخش جلگه ای به اراضی مرطوب می‌باشد. این اراضی شامل آب بندها و برکه ها می‌باشند. شاخص پوشش گیاهی اراضی زراعی و باغات برای سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ از ۰/۲۵۳۴ به ۰/۲۶۴۲ افزایش و از لحاظ مساحت ۱۷/۸۴ درصد افزایش داشته است. این افزایش به دلیل تبدیل اراضی مرطوب و اراضی زراعی و مرتع به این نوع کاربری بوده است. زیرا در بخش جلگه ای به دلیل آب کمتر نسبت به حاشیه رودخانه و کاهش بارندگی، کشاورزان را بر آن داشته است تا اراضی زراعی را به باغات تبدیل نمایند. شاخص پوشش گیاهی مرتع نیز برای سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ از ۰/۲۰۷۲ به ۰/۱۲۷ کاهش داشته است و از لحاظ مساحت ۱۲/۳۵ درصد کاهش داشته است که به دلیل استفاده از گیاهان مرتعی به عنوان چراگاههای فصلی و تخریب آن به منظور کشت نباتات بوده است. شاخص پوشش گیاهی جنگل برای سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ از ۰/۵۴۲۴ به ۰/۴۸۸۸ کاهش داشته و از لحاظ مساحت ۵/۰۲۹ درصد کاهش نشان می دهد. بنابراین طی این دوره زمانی از میانگین کل شاخص پوشش گیاهی ۱۲/۸۹ و میانگین شاخص پوشش گیاهی اراضی مسکونی ۴۷/۶۱، اراضی مرطوب ۱۶/۵۲، مرتع ۳۴/۷ و جنگل ۹/۸۵ کاسته شده و به میانگین شاخص پوشش گیاهی اراضی زراعی ۱۲/۳۵ و باغات ۴/۲۶ درصد افزوده گردیده است. طبق مطالب یادشده طی این دوره زمانی حوضه با سیر صعودی دبی در دو ایستگاه سلیمان تنگه و ریگ چشمه در سال ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ به ترتیب از ۱۰/۹۸ به ۱۱/۶۴ و از ۸/۰۶ به ۹/۴ رسیده است (جدول ۱).



شکل ۱۴ نمودار طبقه بندی پوشش گیاهی حوضه مورد مطالعه در سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱



شکل ۱۵ نمودار میانگین وزنی شاخص پوشش گیاهی برای هر یک از کاربری‌های موجود طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱

جدول ۶ طبقه‌بندی شاخص پوشش گیاهی در کاربری‌های منطقه مورد مطالعه در سال ۱۹۹۲

رتبه کلاس	دامنه کلاس	میانگین شاخص پوشش گیاهی	کاربری اراضی						
			اراضی مسکونی	اراضی مرطوب	اراضی زراعی و باغ	مرتع	اراضی زراعی	جنگل	کل
۱ (سبزی‌نگی کم)	تا ۰/۲۰۲۰۷۳ -۰/۵۳۶۵۸۵	۰/۰۰۹۹۷۷۷	۰/۷۶۲۱	۰/۱۹۳۲	۴/۱۳۱۴	۱۱/۴۶۵۲	۲/۱۱	۰	۱۸/۷۶
۲ (سبزی‌نگی متوسط)	تا ۰/۳۹۶۴۵ ۰/۲۰۲۰۷۳	۰/۳۰۰۵۷۶	۰/۰۴۰۵	۰	۵/۳۴۲۲	۱۱/۰۸۸	۳/۱۲۲۹	۰/۱۴۰۵	۱۹/۷۳۴۱
۳ (سبزی‌نگی زیاد)	تا ۰/۵۳۱۰۳۴ ۰/۳۹۶۴۵	۰/۴۸۳۳۱۶	۰	۰	۳/۶۶۷۶	۳/۹۳۹۵	۱/۰۰۳۸	۱۵/۶۹۲	۲۴/۳
۴ (سبزی‌نگی خیلی زیاد)	تا ۰/۷۰۳۷۰۴ ۰/۵۳۱۰۳۴	۰/۵۶۸۶۳۲	۰	۰	۱	۰/۳۸۶۵	۰	۳۳/۶۶	۳۸/۰۴۷
کل			۰/۷۰۲۷	۰/۱۹۳۲	۱۳/۱۴۱	۲۶/۸۷۹	۶/۲۳۶۸	۵۲/۴۹	
میانگین شاخص			۰/۰۲۸۱	۰/۰۹۹۷۷	۰/۲۵۳۴	۰/۲۰۷۲	۰/۲۳۱۶	۰/۵۴۲۴	

جدول (۷) - طبقه‌بندی شاخص پوشش گیاهی در کاربری‌های منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۱

رتبه کلاس	دامنه کلاس	میانگین شاخص پوشش گیاهی	کاربری اراضی							
			اراضی مسکونی	اراضی مرطوب	اراضی زراعی و باغ	مرتع	اراضی زراعی	جنگل	سد	کل
۱	تا ۰/۲۰۲۰۷۳ -۰/۵۳۶۵۸۵	۰/۰۰۸۳۲۹	۱/۲۱۱۲	۰/۲۱۰۸	۳/۱۸	۱۲/۹۱۴	۱/۶۳۱۲	۰	۰/۰۱۷۵	۱۹/۱۶۴۷
۲	تا ۰/۳۹۶۴۵ ۰/۲۰۲۰۷۳	۰/۲۳۵۴۰۲	۰/۰۳۵۱۳	۰	۸/۰۲۸۸	۸/۷۳۱۵	۳/۴۷۵۷	۳/۵۰۹۴	۰	۲۳/۷۸۰۷
۳	تا ۰/۵۳۱۰۳۴ ۰/۳۹۶۴۵	۰/۴۳۰۳۰۴	۰	۰	۴/۰۵۶	۱/۸۴۳۲	۲/۶۵۵۶	۵/۴۷۶ ۱۳	۰	۲۲/۱۰۲۴
۴	تا ۰/۷۰۳۷۰۴ ۰/۵۳۱۰۳۴	۰/۵۴۰۲۳۸	۰	۰	۱/۳۴۵۹	۰/۰۷۰۲	۰/۱۷۹۷	۳۲/۸۰۸	۰	۳۴/۳۹۴۸
کل			۱/۲۴۶۳	۰/۲۱۰۸	۱۶/۶۱۱	۵۵۹۳ ۲۳	۷/۹۴۲۳	۱۸۵۹۶ ۴۹	۰/۰۱۷۵	
میانگین شاخص			۰/۰۱۴۷۲	۰/۰۰۸۳۲۹	۰/۲۶۴۲	۰/۱۲۷	۰/۲۶۰۲	۰/۴۸۸۸	۰/۰۰۸۳۲	

بحث و نتیجه گیری

علیرغم کاهش بارندگی طی سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ در دو ایستگاه سلیمان تنگه و ریگ چشمه ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ به مقدار (۵۹۳/۳ به ۵۱۸/۷) و (۵۹۰/۷ به ۵۰۲/۹) افزایش میزان رواناب طی دوره زمانی مورد مطالعه صورت گرفته است که تغییرات پوشش و کاربری اراضی یا ویژگی های محیطی حوضه مهمترین دلیل آن می باشد. در میان انواع پوشش و کاربری اراضی تاثیر کاهش پوشش گیاهی مرتع و جنگل نسبت به سایر انواع کاربری ها بیشتر بوده است، زیرا در مقایسه با دیگر کاربری ها این دو نوع پوشش در ارتفاع و شیب بیشتر و خاک نیمه عمیق رسی - لومی و کم عمق همراه با سنگریزه با قابلیت نفوذ پذیری پایین قرار دارند، بنابراین وجود این گونه شرایط محیطی در این قسمت از حوضه به همراه کاهش پوشش گیاهی، تاثیر آن ها را قابل توجه تر نموده است. همچنین گسترش اراضی زراعی و باغات خصوصا " در حواشی رودخانه به همراه از بین بردن درختان جنگلی و گیاهان مرتعی، با وجود خاک رسی - لومی در این بخش از حوضه، به دلیل تشدید در کاهش قابلیت نفوذپذیری خاک، زمان رسیدن به اوج رواناب را کاهش داده است. در منطقه مورد مطالعه، مناطق مسکونی و اراضی مرطوب به طور عمده در نواحی جلگه ای حوضه یافت می شوند که طی دوره زمانی مورد نظر، توسعه این اراضی عمدتاً در نواحی پایین دست حوضه بوده است و دخل و تصرف چندانی بر جنگل ها و مراتع نداشته اند، لذا تاثیر این دو نوع کاربری بر جریان رواناب چندان قابل توجه نبوده است، تنها در صورت وقوع بارندگی های شدید و طولانی مدت در فصول پرباران سال و روان شدن جریان آب از بخش های بالادست حوضه، در برخی قسمت ها به دلیل تبدیل باغات و اراضی زراعی به مناطق مسکونی، قابلیت نگهداشت جریان آب و در نتیجه نفوذ آن کاهش و در نتیجه زمان رسیدن به اوج رواناب کاهش می یابد. بنابراین با استناد به مطالب فوق و عدم تغییر ویژگیهای توپوگرافی و شیب حوضه، طی دوره زمانی مورد نظر می توان گفت که افزایش رواناب بیشتر بدلیل کاهش پوشش گیاهی جنگل و مرتع بوده است که در این میان نوع پوشش خاک نیز آن را تشدید نموده است و عوامل آب و هوایی از جمله میزان بارندگی تاثیر قابل توجهی در آن نداشته است. هر چند که ممکن است نوع و شدت بارش ها در این دوره تغییر داشته باشد که لازم است مطالعاتی در آینده با این رویکرد صورت گیرد.

منابع

- ۱- پوراغنیایی محمد جواد (۱۳۸۰)، بررسی اثر تغییرات پوشش گیاهی در رژیم سیلابی حوضه های آبخیز (مطالعه موردی حوضه آبخیز نکارود)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۲- تصویری محمدرضا (۱۳۷۷)، بازسازی تغییرات کاربری و پوشش گیاهی در منطقه بیابانی شرق کاشان با استفاده از تحلیل داده های رقوم سنجش از دور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۳- تهرانی (۱۳۸۰)، بررسی اثر تغییر پوشش گیاهی بر روی تشدید پیامدهای پدیده سیلاب با استفاده از GI و RS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۴- شرکت مهندسین مشاور جاماب (۱۳۷۸)، طرح جامع آب کشور، حوضه آبریز ساحلی دریای خزر، وابسته به وزارت نیرو، صص ۵۳.

- ۵- علیمحمدی سراب عباس (۱۳۸۱)، جزوه درس پردازش تصاویر ماهواره ای، صص ۱۱.
- ۶- غریب معصومه (۱۳۸۱)، بررسی علل وقوع سیل نکا و خسارات ناشی از آن در مردادماه ۷۸، سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صص ۲-۳.
- ۷- مرکز تحقیقات خاک و آب‌خیزداری (۱۳۸۱)، بانک اطلاعاتی حوضه های کشور.
- ۸- موسسه پژوهش‌های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی (۱۳۷۹)، مطالعات سنتز طرح جامع توسعه کشاورزی و منابع طبیعی در استان مازندران، صص ۳۲-۴۱.

9- Anonymous. (2002). International Workshop on Land Uses Changes and Cover in the Mediterranean Region. The Mont-Lozer Watersheds, the Draix Watersheds, What about the hydrological part played by the forest under Mediterranean climate?, The real collobrier watersheds .

10-Brazon, I. and S. B. Serpico (1987). Detection of Change in Remotely Sensed Image by the Selective use of Multi – spectral Information. int. J. Remote Sensing. Vol. 18. no, 18-pp 3883- 3888 .

11- Colder, I. R. (1993). Hand book of Hydrology. (chapter 13). In Maidment, Hydrologic Effects of Land-use Change. Mc Graw-Hill, New York (book).

12-Deroo, A., Odijk, M., Schmuck, G., Koster, E. and Lucieer, A. (2001). Assessing the Effects of Land use Changes on Floods in the Meuse and Oder Catchment. Phys.Chem. Earth (B), 26:593-599

13- Herath, Srikantha and Dutta, Dushmanta. (1996). Effect of Landuse Derivation Strategies From Remote Sensing Data on Hydrologic Modeling. <http://www.gisdevelopment.net>

14- Jensen, J. (1994), Introductory Digital Image Processing. A remote sensing perspective, second edition. Prentice Hall, 316 p.

15- Noorazuan, M.H and Ruslan, Rainis and Hafizan, Juahir and Sharifuddin, M. Zain and Nazari, Jaafar. (2001), GIS Application in Evaluating Land use-Land Cover change and its Impact on Hydrological Regime in Langat River Basin, Malaysia, (assay).

16- Richard, J.A. (1993), Remote Sensing Digital Image Analysis, An introduction, Springer, Verlag Berlin Her delbery, German

17- Shrestha, Madhve Narayan. (2002). Integrated ANN Modeling for Assessment of Runoff Due to land-use Change using Remote Sensing and GIS, (assay).

<http://www.gisdevelopment.net>