

بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز گیوی چای و تأثیر آن بر فرسایش با استفاده از سنجش از دور و GIS

صیاد اصغری سراسکانرود^{۱*}، مصطفی امیدفار^۲، احسان قلعہ^۳

*^۱- نویسنده مسئول، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

^۲ و ^۳- دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

*ایمیل نویسنده مسئول: s.asghari@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۲

چکیده

تغییر پوشش و کاربری زمین بر بسیاری از فرایندهای طبیعی نظیر فرسایش خاک و تولید رسوب و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اثر می‌گذارد. هدف از تحقیق حاضر بررسی روند تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز گیوی چای و همچنین تأثیر آن بر فرسایش خاک با استفاده از الگوریتم WLC می‌باشد. برای انجام تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره لندست برای سال‌های ۱۹۸۵ (TM) و ۲۰۲۰ (OLI) استفاده و نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش شی‌گرا تهیه شد. نتایج آشکار سازی تغییرات نشان داد که بیشترین میزان تغییرات افزایشی برای کشت آبی می‌باشد که نسبت به سال ۱۹۸۵، ۱۷/۸۹ درصد افزایش داشته است. بیشترین میزان کاهش تغییرات برای مرتع کم تراکم می‌باشد که ۱۳/۰۲ درصد کاهش داشته است. با توجه به نقشه پهنه‌بندی فرسایش سال ۱۹۸۵ به ترتیب ۲۷/۷۶ و ۱۳/۰۶ در صد و با توجه به پهنه‌بندی فرسایش سال ۲۰۲۰ به ترتیب ۲۴/۹۸ و ۱۶/۳۹ در صد از مساحت حوضه آبریز گیوی چای در دو طبقه پرخطر و بسیار پرخطر قرار دارند، به نحوی که این طبقات نیز در هر دو بازه زمانی در کاربری‌های مسکونی، کشت دیم و مرتع متوسط قرار دارند.

کلمات کلیدی

"تغییرات کاربری اراضی"، "فرسایش خاک"، "طبقه‌بندی شی‌گرا"، "الگوریتم WLC".

Investigation of land use changes in Givi Chay catchment and its effect on erosion using RS and GIS

Sayyad Asghari Sarasekanrood^{1*}, Mostafa Omidifar², Ehsan Ghale³

*1. Graduate Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2, 3. Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*Email Address: s.asghari@uma.ac.ir

Abstract

Changes in land cover and land use affect many natural processes such as soil erosion and sediment production and the physical and chemical properties of the soil. The purpose of this study is to investigate the trend of land use change in Givi Chay catchment area and also its effect on soil erosion using WLC algorithm. For the present study, Landsat satellite images for 1985 (TM) and 2020 (OLI) were used and the land use map was prepared using the object-oriented method. The results of detection of changes showed that the highest rate of increase is for irrigated cultivation, which has increased by 17.89% compared to 1985. The highest rate of change is for low density pastures, which has decreased by 13.02%. According to the erosion zoning map of 1985, 27.76 and 13.06%, and according to the erosion zoning of 2020, 24.98 and 16.39% of the Givi Chay catchment area in two high-risk floors and very risky, so that these classes are also in both time periods in residential use, rainfed cultivation and medium rangeland.

Keywords

"Landuse change", "Soil erosion", "Object-oriented classification", "WLC algorithm"

۱- مقدمه

تعریف کاربری اراضی، استفاده از زمین در شرایط حاضر می‌باشد. نقشه کاربری اراضی، پوشش فیزیکی سطح زمین را با توجه به استفاده آن نشان می‌دهد (ژانگ و همکاران^۱، ۲۰۱۰). بررسی کاربری اراضی و استفاده از زمین یعنی تمام فعالیت‌های موجود در یک محل یا انواع مختلف استفاده از زمین در یک محل به تصویر کشیده شود. نظیر زمین‌های زراعی، باغ‌ها، مناطق مسکونی، جنگل و مرتع، معادن و ... (آرخی، ۲۰۰۸). تغییرات کاربری اراضی باعث ایجاد تغییرات بسیار وسیعی در سیستم‌های سطح زمین می‌شود. از جمله این تغییرات تغییر در سیستم هیدرولوژیکی (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۶) اثرات بر میزان فرسایش (طاللی خیاوی و همکاران، ۱۳۹۶، ثقفی و رحمانی، ۱۳۹۶) تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶) و تغییرات بسیار وسیع در مورفولوژی سطح زمین می‌شود. بنابراین مطالعه تغییرات کاربری اراضی یکی از ضروری‌ترین مطالعه شناخت چهره زمین محسوب می‌شود. شناسایی تغییرات زمانی و دقیق کاربری اراضی پایه گذار درک بهتری از ارتباط‌ها و اثرهای متقابل انسان و منابع اراضی می‌باشد. شناخت این روابط موجب مدیریت و استفاده پایدار از این منابع می‌شود. در مطالعه تغییرات باید بررسی لازم در ارتباط با تغییرات سطح کاربری یا پوشش زمین، نرخ تغییرات و توزیع فضایی آن‌ها انجام گردد و همچنین روند تغییرات حاکم بر کاربری‌های مختلف بررسی و ارزیابی صحت انجام شود (تراپتی و کومار^۲، ۲۰۱۰). تغییرات کاربری اراضی یکی از عوامل‌های مهم در تغییر جریان هیدرولوژیک و فرسایش است و می‌توان با اطلاع از روند تغییرات کاربری اراضی در راستا هدایت اکوسیستم به سمت تعادل قدم برداشت (نظری سامانی و همکاران، ۱۳۸۹). بسیاری از مسائل زیست‌محیطی نظیر، فرسایش خاک، بیابان‌زایی، تخریب منابع، آلودگی‌های زیست‌محیطی و غیره، ریشه در تغییرات کاربری اراضی دارند (بای و همکاران^۳، ۲۰۱۷). فرسایش خاک و پیامدهای ناشی از آن، امروزه یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی به شمار می‌رود (اکیو و همکاران^۴، ۲۰۰۹). در برخی از کاربری‌ها میزان تخریب و فرسایش خاک به حدی است که اگر کنترل یا متوقف نشود تمامی منابع خاکی آن ممکن است طی چند دهه از بین برود (ویلکاکس و همکاران^۵، ۱۹۹۶). در کشور ایران به دلیل عدم توجه به مسئله قابلیت و تناسب کاربری زمین، بیشتر اراضی به صورت نامناسب و نامعقول استفاده می‌شوند که این استفاده نادرست، به شدت فرسایش و رسوب حوضه‌های آبخیز را افزایش می‌دهد. این حقیقت که فرسایش خاک در نتیجه فقر و استفاده نادرست از زمین است و بر آن نمی‌توان غلبه کرد، مگر با اصلاح استفاده و مدیریت زمین به خوبی مورد توجه قرار نگرفته است میزان فرسایش خاک همبستگی قوی با پوشش و کاربری زمین دارد (گارسیا رویز^۶، ۲۰۱۰، پاچکو و همکاران^۷، ۲۰۱۴). در راستای پایش ارزیابی تغییرات محیطی، سیستم‌های پایش و ماهواره‌های سنجش از دور، تکنولوژی قدرتمندی را فراهم می‌آورند که امکان ارزیابی روند تغییرات محیطی را با مقایسه تصاویر چند زمانه فراهم می‌آورد (اسام و همکاران^۸، ۲۰۱۳ و فیضی زاده و همکاران، ۲۰۱۲). استفاده از

تکنولوژی سنجش از دور در منابع طبیعی جایگاه خاصی دارد. مقایسه چند زمانه. بروز بودن اطلاعات، پردازش رقومی، نوع داده‌ها و سرعت انتقال داده‌های سنجش از دور به عنوان مهم‌ترین تکنولوژی در آشکار سازی تغییرات مطرح ساخته است. تاکنون مطالعات فراوانی در مورد تهیه نقشه‌های کاربری، بررسی تغییرات آن‌ها و تأثیر کاربری در فرسایش خاک در ایران و در سایر کشورها انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر فرسایش خاک با استفاده از روش WLC در حوزه آبخیز آق‌لاقان چای پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که پهنه‌بندی فرسایش برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ اغلب مناطق با طبقه بسیار پرخطر و مناطق پرخطر در محدوده کاربری‌های دیم زار و کشاورزی و باغات اقل شده است که مساحت طبقه بسیار پرخطر نیز در سال‌های مذکور به ترتیب ۱۱/۲۰، ۱۲/۲۰ و ۱۲/۲۲ درصد و طبقه پرخطر به ترتیب ۲۵/۵۹، ۲۶/۶۵ و ۲۸/۲۹ درصد می‌باشد. اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی به بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های پیکسل پایه و شی گرا با استفاده از تصاویر ماهواره استر به بررسی تأثیر تغییرات کاربری بر فرسایش خاک پرداختند. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که پهنه بندی خطر فرسایش برای سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۹/۰۸ و ۱۵/۸۸ درصد و با توجه به پهنه بندی فرسایش در سال ۲۰۱۷ که به ترتیب ۱۳/۶۶ و ۲۹/۷۶ درصد از منطقه مورد مطالعه در دو طبقه بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارند. اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی به بررسی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر میزان فرسایش با استفاده از روش شی گرا به کمک تصاویر سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ سنجنده‌های ASTER و ماهواره TERRA در حوضه سیمینه رود بوکان پرداختند. نتایج به دست آمده از تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین میزان مساحت در سال ۲۰۰۰ متعلق به کاربری مرتع اما این کاربری در سال ۲۰۱۷ کاهش چشمگیری داشته است و به زمین‌های زراعی تبدیل شده است. نقشه پهنه بندی فرسایش به دست آمده نیز برای سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۸/۷۹ و ۲۸/۲ درصد اما برای سال ۲۰۱۷ به ترتیب ۱۱/۰۴ و ۳۴/۰۸ درصد از مساحت شهرستان در طبقه بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارد. اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به تحلیل تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر فرسایش خاک در منطقه شهرستان نیر با استفاده از تصاویر لندست برای بازه زمانی ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ پرداختند نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با توجه به نقشه پهنه بندی فرسایش در سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۱۷/۲۵ و ۲۴/۵۵ درصد و در سال ۲۰۱۶ نیز ۱۲/۵۴ درصد و ۲۶/۵۱ درصد از مساحت شهرستان در دو طبقه بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارند. اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای در حوزه رود ورس، به بررسی تأثیر کاربری اراضی بر فرسایش پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که کاربری زراعت دیم از بیشترین و مراتع از کمترین پتانسیل جهت ایجاد فرسایش برخوردارند. آذرخشی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای در حوزه صنوبر، به این نتیجه دست یافتند که بخش اعظم تغییرات کاربری اراضی رخ داده در منطقه، در

⁵ Wilcox et al

⁶ Garica-ruiz

⁷ Pacheco et al

⁸ Esam et al

¹ Zhang et al

² Trapathidk & Kumaram

³ Bai et al

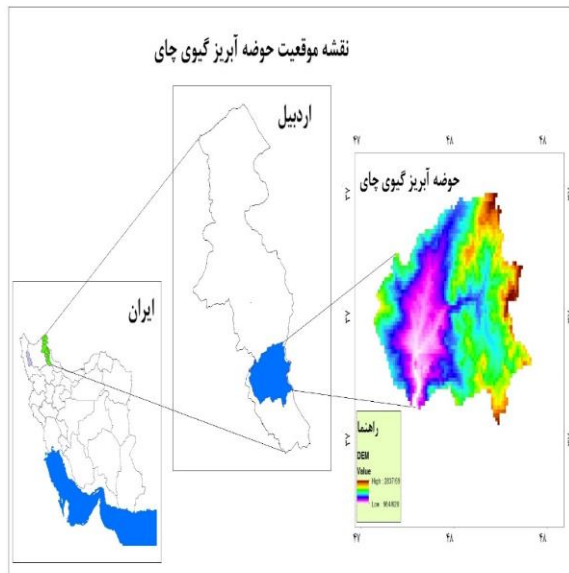
⁴ Ekwue et al

استفاده تغییر پوشش زمین بر فرسایش خاک و رسوب در حوضه آبخیز Winike و حوضه Omo Gibe اتیوپی پرداختند نتایج نشان می‌دهد که کل تلفات خاک از ۷۷۴٫۸۶ هزار تن در سال ۱۹۸۸ به ۹۵۱٫۲۱ هزار تن در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته در حالی که صادرات رسوب مربوطه ۳٫۸۵ هزار تن برای مدت مشابه افزایش یافته است. این موارد متعاقباً در هر نوع کاربری اراضی بررسی شد. مزارع کشت شده بالاترین میزان فرسایش خاک را ایجاد می‌کنند، از ۱۰٫۰۲ تن در هکتار در سال در سال ۱۹۸۸ به ۴۳٫۴۸ تن در هکتار در سال در سال ۲۰۱۸ در مقایسه با چرا، بوته، جنگل، زمین چوبی و نوع استفاده از زمین لخت افزایش می‌یابد. این امر با گسترش سطح زیر کشت مطابقت دارد. هدف از تحقیق حاضر بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز گیوی چای برای بازه زمانی ۳۵ ساله (۱۹۸۵-۲۰۲۰) با استفاده از طبقه بندی شی‌گرا و همچنین تأثیر کاربری‌های اراضی بر فرسایش خاک با استفاده از روش WLC می‌باشد.

۲- روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعتی معادل ۶۱۸ کیلومتر مربع در بخش شمال غربی کشور قرار دارد. حوضه آبریز رودخانه گیوی چای از بخش شمالی به حوضه آبریز قره سو از خاور به حوضه‌های آبریز رودخانه آق اولر، تاورود و لومیر (ساحل جنوب شرقی دریا خزر)؛ از بخش جنوبی به حوضه آبریز پایاب رودخانه قزل اوزون و از بخش غربی به حوضه آبخیز سنگور چای محدود می‌گردد (شکل ۱). مرتفع ترین نقطه ارتفاعی به ۳۰۰۹ متر از سطح دریا در قله عجم داغ واقع در بخش خاوری و پست ترین محل با ارتفاع مطلق ۱۵۱۲ متر از سطح دریا مربوط به گلوگاه حوضه در بخش غربی حوضه می‌باشد. حضور کوه ها و تپه ها در بخش های وسیعی از اراضی حوضه آبخیز گیوی چای موجب افزایش شیب و میزان پستی و بلندی اراضی گردیده است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

• روش تحقیق

زمینه تبدیل باغات به مرتع و زراعت به مرتع است که منجر به کاهش میزان فرسایش شده است. فیضی زاده (۲۰۱۷) تغییر کاربری اراضی و نقش آن در فرسایش حوضه علویان را بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که تبدیل اراضی مرتعی پرتراکم به مراتع کم تراکم و زراعت دیم مهم‌ترین عامل در فرسایش منطقه است. جمالی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به مقایسه دقت طبقه بندی سری زمانی تصاویر لندست در پایش تغییرات کاربری اراضی بخش مرکزی ساری پرداختند و با توجه به نتایج مطالعه روش نظارت شده برای طبقه بندی کاربری اراضی به عنوان مناسب ترین روش مشخص شد. مرادی و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیمزار در دو شهرستان رابرو ارزوئیه پرداختند. نتایج نشان داد که گسترش فعالیت‌های زراعی، موجب تبدیل مراتع به زمین‌های کم بازده می‌شود. مارتینز و همکاران^۱ (۲۰۱۱) به مدل سازی اثرات تغییرات کاربری زمین بر روی رواناب و فرسایش خاک در جنوب اسپانیا پرداختند و به این نتیجه رسیدند که افزایش کشت دیم و تبدیل پوشش گیاهی به مناطق مسکونی و راه های ارتباطی به طور محسوسی باعث فرسایش خاک شده است. داسیلوا و همکاران^۲ (۲۰۱۶) به بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی باعث تغییر در دسرسی به منابع آب شده است و همین عامل باعث ایجاد کشت دیم و افزایش فرسایش در منطقه شده است. نالینا و همکاران^۳ (۲۰۱۴) به مطالعه تغییرات کاربری اراضی منطقه نیلجیس هند، پرداختند. نتایج نشان داد که کشاورزی در اراضی شیب دار کوهستانی طی این دوره به سرعت افزایش یافته است سانتوس و همکاران^۴ (۲۰۱۷) به بررسی تغییرات کاربری اراضی و نقش آن بر فرسایش خاک در برزیل پرداختند و نتایج به دست آمده نشان داد که سطح زمین‌های کشاورزی و مراتع کاهش یافته و میزان فرسایش در این مناطق ۱۰ برابر افزایش داشته است. بین کتون و همکاران^۵ (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای اثر کاربری اراضی و تغییر پوشش زمین در فرسایش خاک در منطقه کوه Liupan، واقع در جنوب Ningxia، کشور چین فرسایش خاک به پنج درجه خفیف، سبک، متوسط، شدید و خیلی شدید طبقه بندی شده است. بیشترین افزایش فرسایش خاک در مزارع به علت تبدیل دامنه های شیب دار به گندم زار و تخریب مرتع و افزایش فعالیت‌های انسانی بود. فرسایش خاک در مرتع با پوشش چمن در حد متوسط و یا پایین و بر روی خشکی شدید است. فعالیت‌های انسانی، کشت در دامنه های شیب دار و چرای بیش از حد مراتع از دلایل اصلی برای افزایش فرسایش شدید می‌باشد. اتا هنری و ایسانو^۶ (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی تأثیر تغییرات پوشش زمینی کاربری زمین بر میزان فرسایش خاک در حوضه آبریز رودخانه Eyiohia علیا در منطقه شمال آفریقا در کشور نیجریه پرداختند نتایج نشان داد که در طی سالهای ۱۹۹۶ و ۲۰۱۶ با افزایش زمین‌های زیر کشت ۳۴۰۰ هکتار، سکونتگاه ۲۳۰۰ هکتار و زمین لخت ۲۶۰۰ هکتار به جز زمین چرا با ۳۰۰ هکتار هزینه زمین جنگلی است که ۸۶۰۰ هکتار کاهش یافته است. مطابق با نمون های زمینی از پوشش گیاهی بومی، میزان فرسایش خاک برای کل حوضه آبریز فوقانی از ۷۹ تن در هکتار در سال ۱۹۹۶ بود که برای سال ۲۰۱۶ به ۱۴۹ تن در هکتار افزایش یافت. آبراهام برتا و همکاران^۷ (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی اثر

⁵ Bin Quan et al

⁶ Ota Henry & Eyasu

⁷ Abreham et al

¹ Martinez et al

² Dasilva et al

³ Nalina et al

⁴ Santos et al

مختلف نسبت داده می شود (طبقه بندی نرم). در این روش طبقه بندی، پیکسل آمیخته از یک درجه عضویت برای هر کلاس برخوردار است و براساس منطق فازی متناسب با درجه عضویت در یک کلاس خاص طبقه بندی می شوند (ماینت و همکاران، ۲۰۱۱). در نهایت جهت ارزیابی و بررسی دقت نقشه ها تغییرات کاربری اراضی از فاکتورهایی از جمله شاخص دقت کلی و ضریب کاپا استفاده شد. دقت کلی یکی از مهمترین و ساده ترین معیارهای دقت است. این شاخص نیاز به فرآیند پیچیده ای جهت انجام محاسبه ندارد. صحت کلی میانگینی از صحت طبقه بندی نسبت اشیاء درست طبقه بندی شده به جمع کل اشیاء معلوم را نشان می دهد و از طریق فرمول زیر محاسبه می شود.

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^C n_{Eii}}{N} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این فرمول C: تعداد کلاس ها، N: تعداد کل اشیاء معلوم، Eii: اعضای قطری ماتریس خطا و OA: دقت کل طبقه بندی را نشان می دهد. شاخص کاپا یک روش گسسته می باشد که از نظر آماری برای مشخص کردن اختلاف ماتریس خطا در بررسی صحت استفاده شده را نشان می دهد. محدوده شاخص کاپا بین صفر و یک است. اگر مقدار K برابر با عدد یک باشد، طبقه بندی بوجود آمده کاملاً صحیح می باشد. اگر مقدار K صفر باشد به معنای تصادفی بودن فرایند طبقه بندی می باشد و اگر مقدار K منفی باشد، نشان دهنده ضعف طبقه بندی می باشد. شاخص کاپا از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^n ini+n+i}{N^2 \sum_{i=1}^n ini+n+i} \quad \text{رابطه (۲)}$$

: تعداد ردیف ها در ماتریس، تعداد مشاهدات در ردیف IIام و ستون IIام روی قطر اصلی، n+i: کل مشاهدات ردیف IIام و ستون Iام، و N: کل مشاهدات است. اما برای تهیه نقشه های پهنه بندی فرسایش خاک در ابتدا نقشه معیارهای لازم تهیه گردید. تهیه لایه های اطلاعاتی در این تحقیق نیز شامل تهیه، طبقات ارتفاعی با استفاده از مدل رقومی نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ همچنین تهیه لایه های زمین شناسی و حوضه آبریز گیوی چای با استفاده از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور، از مدل رقومی ارتفاع جهت تولید نقشه شیب منطقه، تهیه لایه اطلاعاتی کاربری حوضه با استفاده از نقشه کاربری، تهیه نقشه بارش منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده های باران سنجی در داخل حوضه استفاده شده، برای نقشه راه های ارتباطی و نقشه آبراهه های حوضه آبریز گیوی چای از مطالعات امایش سرزمین و سند راهبردی توسعه استان اردبیل (۱۳۹۵) تهیه گردید

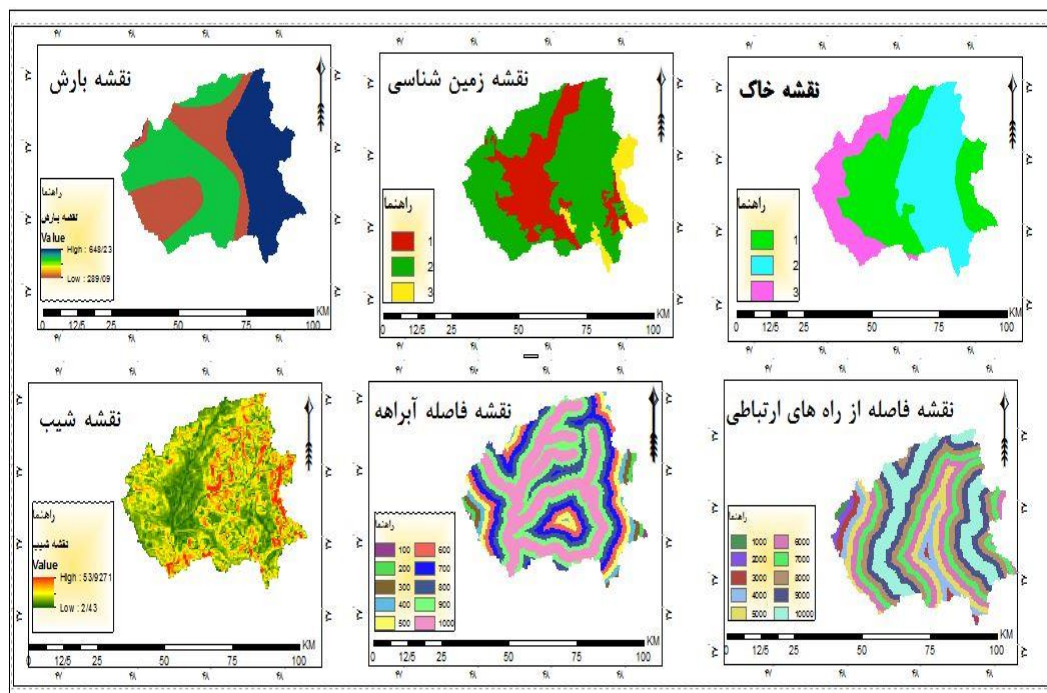
پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش آن تحلیلی مبتنی بر تلفیق آنالیز داده ها و تکنیک های دور سنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی است. بخش اعظم این مقاله براساس مطالعات میدانی می باشد بر همین اساس منطقه مورد مطالعه به وسیله پیمایش های میدانی صورت گرفته، و در پیمایشات میدانی از نواحی که دارای فرسایش می باشند و عواملی که باعث جلوگیری از فرسایش بودند در مطالعه میدانی مورد بررسی قرار گرفته اند. در ابتدا تصاویر مورد نیاز از سایت زمین شناسی (USGS) آمریکا تهیه گردید، پس از تهیه تصاویر در ابتدا می بایست تصحیحات رادیومتریکی بر روی تصاویر اعمال شوند، شد این نوع تصحیح بدون توجه به مکان و مشخصات هندسی اجزای تصویر فقط با مقادیر درجات خاکستری پیکسل ها کار کرده و سعی در تصحیح آن ها دارند، این تصحیح برای کاهش و یا حذف نوع خطای عمده به کار می روند (حسنی تبار، ۱۳۹۵). پس از رفع تصحیح رادیومتریکی از تصحیح اتمسفری با روش FLAASH استفاده شد. این روش یکی از بهترین روش های تصحیح اتمسفری می باشد. برای انجام تصحیح جزئی اتمسفری به روش FLAASH باید تصویر مورد نظر از نوع رادیانس با فرمت BIL باشد. این روش از مدل انتقال رادیانس MODTRAN4 برای حذف اثرات اتمسفری استفاده می کند، علاوه بر این این روش ابزاری است که طول موج های مرئی، فروسرخ نزدیک و فروسرخ کوتاه را تا محدوده ۲/۵ میکرومتر پشتیبانی می کند (جوی زاده، ۱۳۹۶). پس از انجام تصحیحات مورد نیاز بر روی تصاویر در نرم افزار ENVI 5.3 جهت انجام فرایند طبقه بندی از روش شی گرا و الگوریتم نزدیک ترین همسایه استفاده گردید، پردازش شی گرای تصاویر ماهواره ای به عنوان رویکردی نوین در سنجش از دور شناخته می شود استفاده تلفیقی از اطلاعات طیفی و مکانی را در پردازش تصاویر ماهواره ای مدنظر قرار می دهد. در این فرایند روش طبقه بندی اطلاعات فیزیکی، محیطی، شکل و الگو مورد استفاده می گیرد تا خطاهای ناشی از شباهت طیفی در پردازش پیکسل پایه به حداقل رسیده و موجبات افزایش دقت فراهم گردد (لیلسند و همکاران، ۲۰۰۱). سگمنت سازی اولین و مهم ترین مرحله در تبدیل تصویر به واحدهای مجزا می باشد (هانگ و همکاران، ۲۰۰۸). در طول فرایند سگمنت سازی تمام تصاویر سگمنت سازی شده و شی های تصویری براساس معیار همگنی در رنگ و شکل تولید می شوند (یان، ۲۰۰۳). جهت تولید یا سگمنت سازی تصاویر ماهواره ای از الگوریتم Multiresolution Segmentation استفاده شده است. این نوع از الگوریتم سگمنت سازی یکی از پرکاربردترین الگوریتم های تولید سگمنت است که با به حداقل رساندن میانگین مکانی ناهمگنی ها در باندهای طیفی تصاویر اقدام به ایجاد شی (Object) می کند (موسوی و همکاران، ۱۳۹۷). در فرایند طبقه بندی با الگوریتم نزدیکترین همسایه در روش طبقه بندی شی گرا، پیکسل ها براساس وزنشان به کلاس های

3 Yan

4 Maint et al

1 Lillesand et al

2 Huang et al



شکل ۲- نقشه اطلاعات بارش، زمین شناسی، خاک، شیب، فاصله از آبراهه و فاصله از راه های ارتباطی حوزه آبریز گیوی چای

در این رابطه؛ C_j معرف میزان اطلاعات معیار j و انحراف معیار در مقادیر مربوط به عامل یا معیار j را نشان می دهد. با توجه به روابط یادشده، معیارهایی که دارای C_j بیشتری باشند وزن زیادی به خود اختصاص خواهند داد. وزن هر عامل مانند j با استفاده از رابطه ۵ تعیین گردید (مالچویسکی، ۲۰۰۶).

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^m C_k} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این رابطه؛ W_j معرف وزن معیار j و C_k نشانگر میزان اطلاعات مجموع معیارهای k است که از $k=1$ شروع شده و تا $k=m$ ادامه دارد. استفاده از روش کرتیک، در وزن دهی معیارها در پژوهش حاضر می تواند گاهی در جهت حل معضل استقلال صفات از یکدیگر باشد که به هنگام مقایسه زوجی در چارچوب روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در شرایط عدم تحقق همبستگی بین صفات، عینیت می یابد؛ زیرا در این روش، وجود همبستگی بالای یک معیار با معیارهای دیگر، می تواند در کاهش وزن آن معیار اثر گذار باشد (مالچویسکی، ۲۰۰۶). لایه های نقشه استاندارد شده وزنی را ایجاد می کنیم (با ضرب لایه های نقشه استاندارد شده در وزن های متناظر بر آن ها)؛ با اعمال عملیات همپوشی جمعی بر روی لایه های نقشه استاندارد شده وزنی، نمره یا امتیاز کل را در رابطه با هر گزینه به دست می آوریم و گزینه ها را بر حسب امتیاز کارکردی کل، رتبه بندی می نماییم. گزینه ای که دارای بالاترین امتیاز (رتبه) باشد، به عنوان بهترین گزینه شناخته می شود. به طور رسمی در قاعده تصمیم گیری برای ارزیابی هر گزینه با A_i از رابطه ۶ استفاده گردید (مالچویسکی، ۲۰۰۶).

$$A_i = \sum_j w_j x_{ij} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در نهایت جهت وزن دهی از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) استفاده شد در این روش ابتدا هر لایه معیار را به صورت استاندارد در می آوریم. در این پژوهش از روش فازی جهت استانداردسازی استفاده شده است. در مجموعه های فازی، بیشترین ارزش یعنی مقدار یک به حداکثر عضویت و کمترین ارزش یعنی صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می گیرد (سویی^۱، ۱۹۸۸). وزن های معیارها تعیین گردید، بدین صورت که به طور مستقیم، وزنی از اهمیت نسبی به هر نقشه معیار اختصاص می دهیم؛ در این مطالعه از روش وزن دهی کرتیک استفاده شد. در این روش، داده ها براساس میزان تداخل و تضاد موجود بین عوامل یا معیارها مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. در این روش کرتیک، برای هر معیار ارزیابی دامنه ای از تغییرات مقادیر اندازه گیری شده در میان پیکسل ها (گزینه) وجود دارد که در قالب یک تابع عضویت بیان می شوند. هر کدام از بردارهای تشکیل شده برای معیارهای مورد استفاده، دارای پارامترهای آماری از جمله انحراف معیار هستند. پس از محاسبه انحراف معیار عوامل و معیارهای مورد بررسی، ماتریس متفاوتی به ابعاد $m \times m$ ایجاد می گردد که شامل ضرایب همبستگی بین بردارهای تشکیل شده است (مالچویسکی^۲، ۲۰۰۶). با تعیین پارامترهای بالا، تضاد موجود بین معیار j با معیارهای دیگر از روی رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$C_{jk} = \sum_{k=1}^m (1 - r_{jk}) \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه؛ C_{jk} معرف مجموع تضاد معیار j با معیارهای k است که از $k=1$ شروع شده و تا $k=m$ ادامه دارد و r_{jk} همبستگی بین دو معیار k و j را نشان می دهد. میزان اطلاعات عامل j از رابطه ۴ محاسبه می شود (مالچویسکی، ۲۰۰۶).

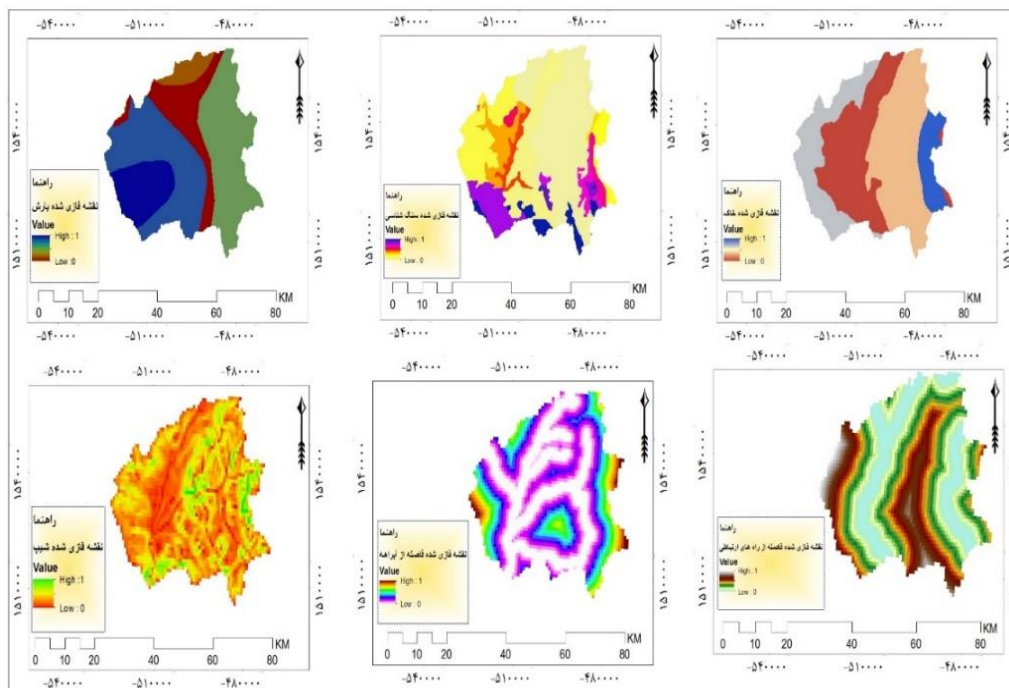
$$c_j = 8j \sum_{k=1}^m (1 - r_{jk}) \quad \text{رابطه (۴)}$$

² Malchevsky

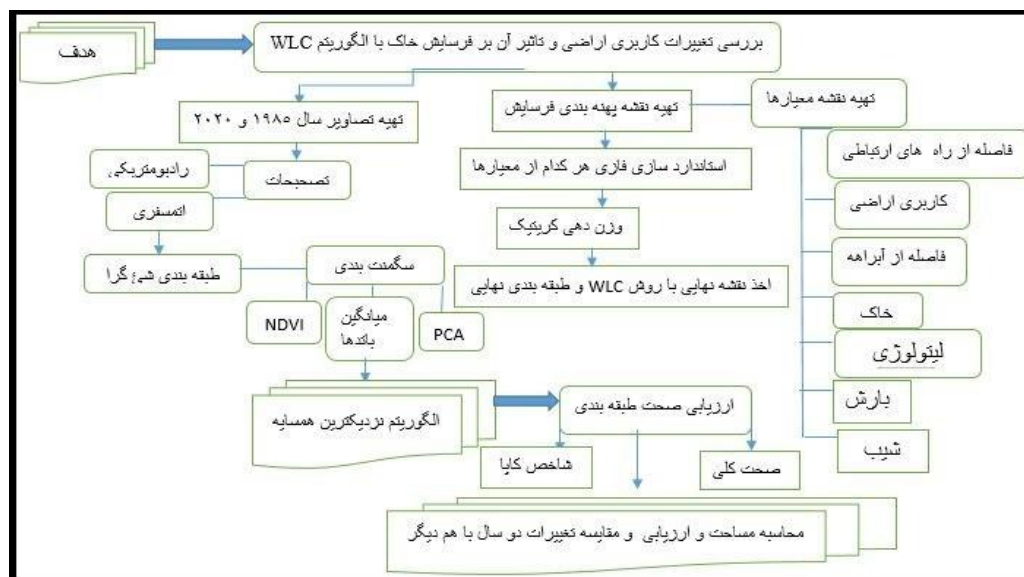
¹ Sui

با تعیین ارزش حداکثر $i = A_j$ اولویت‌دارترین گزینه انتخاب می‌گردد (مالچویسکی، ۲۰۰۶).

در این رابطه؛ x_{ij} معرف نمره گزینه i ام در ارتباط با صفت j ام و w_j مشتمل بر یک وزن استاندارد شده است که مجموع وزن‌ها برابر یک می‌باشد ($\sum w_j$). وزن‌ها اهمیت نسبی هر صفت را به نمایش می‌گذارند.



شکل ۳- نقشه استاندارد شده اطلاعات بارش، زمین شناسی، خاک، شیب، فاصله از آبراهه و فاصله از راه‌های ارتباطی حوزه آبریز گیوی چای



شکل ۴- فلوچارت و روند کلی پژوهش

۳- نتایج

مطالعه صورت گرفت. سپس بعد از تعیین کلاس‌ها و انجام طبقه‌بندی با استفاده شغ: گرا نقشه کاربری اراضی هر دو روش برای سال‌های ۱۹۸۵ و ۲۰۲۰ استخراج گردید (شکل ۵). با توجه به نتایج به دست آمده از طبقه بندی شغ: گرا جدول (۲) و شکل (۵) می‌توان گفت که در طی این سال‌ها مساحت کشت آبی و کشت دیم افزایش یافته که

به منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، طبقات کاربری اراضی در ۱۰ کلاس باغ، بایر، کشت آبی، کشت دیم، مرتع متراکم، مرتع متوسط، مرتع کم تراکم، کوهستان، مسکونی، پهنه آبی و کوهستان برای هر دو مقطع زمانی انتخاب گردید. این کاربری‌ها با شناخت کامل از منطقه مورد

دخیل می‌باشند همچنین برای سال ۱۹۸۵ دقت کلی ۹۱ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۳ درصد می‌باشد.

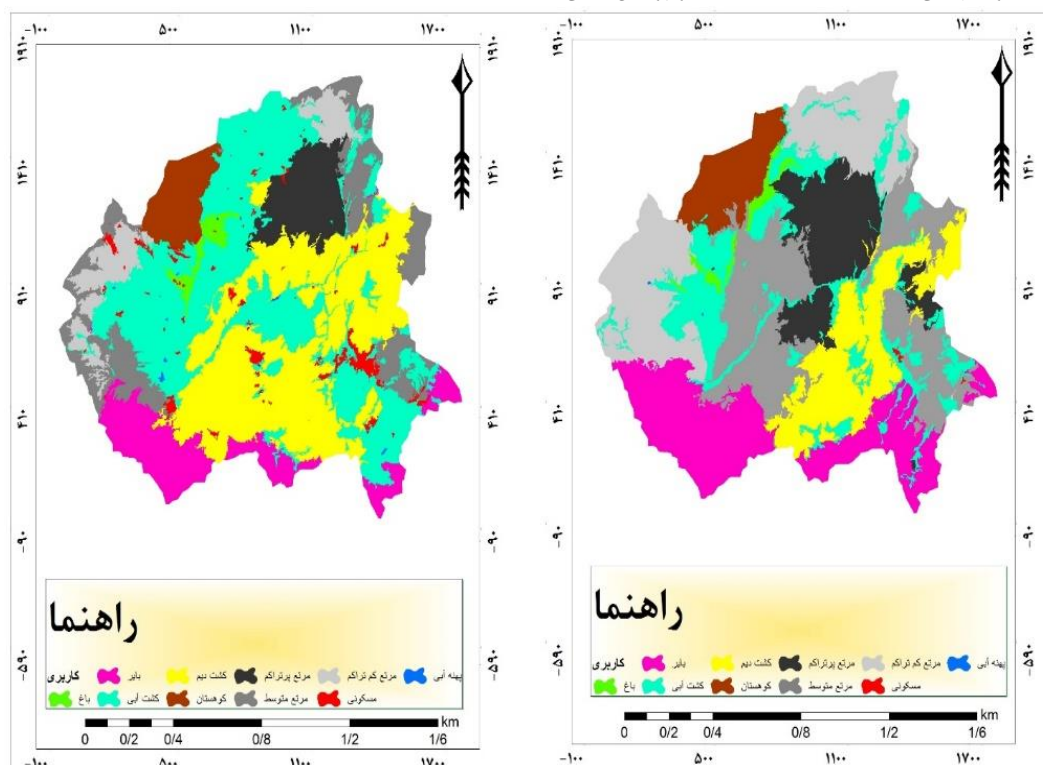
جدول ۱- دقت کلی و ضریب کاپا طبقه‌بندی شی‌گرا

تصویر سال	شاخص کاپا	دقت کلی
۱۹۸۵	۰/۹۳	٪۹۱
۲۰۲۰	۰/۹۶	٪۹۹

جدول ۲- مساحت و میزان تغییرات کاربری اراضی حوزه آبریز گیوی
چای در سال های ۱۹۸۵ و ۲۰۲۰

کاربری	۱۹۸۵	۲۰۲۰
باغ	۱/۱۷	۱/۲۴
بایر	۱۷/۱۰	۹/۱۳
کشت آبی	۱۴/۰۱	۳۱/۹۰
کشت دیم	۱۲/۵۴	۱۸/۱۵
کوهستان	۵/۶۲	۴/۳۱
مرتج پرتراکم	۱۱/۲۴	۶/۲۳
مرتج متوسط	۲۰/۱۸	۱۱/۶۸
مرتج کم تراکم	۱۸/۰۶	۵/۰۴
مسکونی	۰/۰۶	۲/۱۱
پهنه آبی	۰/۰۱	۰/۲۰

می‌توان گفت این افزایش مساحت در منطقه ناشی از تخریب کاربری‌های مرتج متوسط و کم تراکم و مرتج پرتراکم می‌باشد که به مرور زمان از بین رفته. در طی دوره مورد مطالعه وسعت اراضی کشت آبی و کشت دیم به ترتیب از ۱۴/۰۱ درصد به ۱۲/۵۴ درصد در سال ۱۹۸۵ به ۳۱/۹۰ و ۱۸/۱۵ درصد در سال ۲۰۲۰ رسیده است این افزایش مساحت به علت گرایش مردم به زیر کشت بردن اراضی مرتج ، وضعیت مناسب نزولات جوی و ذخیره کافی آب‌های زیر زمینی، از سوی دیگر افزایش این کاربری‌ها رو به پیشرفت تکنولوژی و ادوات کشاورزی می‌توان نسبت داد. مناطق مسکونی نیز در طی دور مطالعاتی دستخوش تغییراتی قرار گرفته و به میزان ۲/۰۵ درصد افزایش یافته است این نتیجه نشان می‌دهد که با توجه به رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای سکونتگاه، با گذر زمان تبدیل اراضی طبیعی به مناطق مسکونی اتفاق افتاده است. همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین سهم عامل تغییرات کاربری اراضی منطقه به طور عمده به علت گسترش فعالیت‌های انسانی است که موجب تغییرات بسیاری در پوشش زمین شده. متأسفانه بروز چنین تغییراتی علاوه بر این که می‌تواند اثرات منفی بر محیط زیست و منابع طبیعی منطقه داشته باشند، سبب افزایش خطرات و خسارت ناشی از بلایای طبیعی مانند فرسایش و سیل نیز می‌شوند. در نهایت می‌توان بیان کرد که تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و بررسی تغییرات صورت گرفته در پوشش زمین در مقیاس‌های زمانی و مکانی گوناگون سبب افزایش شناخت محیط زیست، تلاش در جهت مدیریت پایدار منابع طبیعی و اعمال برنامه‌های مدیریتی مناسب می‌شود. نتایج نشان داد طبقه‌بندی برای سال ۲۰۲۰ از دقت بالاتری برخوردار است به‌طوری که دقت کلی ۹۹ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۶ درصد می‌باشد در به دست آوردن این دقت می‌توان عواملی از جمله وضوح بالا تصویر و به کارگیری الگوریتم‌هایی از جمله شکل، بافت، خاک و پوشش گیاهی



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی با استفاده از طبقه‌بندی شی‌گرا سمت چپ (۱۹۸۵) و سمت راست (۲۰۲۰)

پهنه بندی فرسایش خاک

به منظور پهنه بندی فرسایش با توجه به نقشه کاربری برای دو مقطع زمانی ۱۹۸۵ - ۲۰۲۰ و سایر نقشه‌های معیار استفاده شده در شکل (۷) در ابتدا وزن دهی هر یک از معیارها اعمال شده، سپس مفروضات پایه‌ای و وزن نهایی که حاصل وزن دهی کریتیک می‌باشد. در بین معیارها انتخاب

شده و موثر در جریان پهنه‌بندی فرسایش حوضه آبریز گیوی چای آورده شده است. در نهایت با اجرای مراحل دیگر مدل WLC نقشه پهنه‌بندی فرسایش برای حوضه آبریز گیوی چای در ۵ طبقه بسیار کم خطر تا بسیار پر خطر برای هر دو بازه زمانی به دست آمد (شکل ۷). مساحت هر یک از طبقات نیز در جدول (۳) ذکر شده است.

جدول ۳- مجموع تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات و وزن نهایی معیارهای مطرح در پهنه‌بندی فرسایش سال ۱۹۸۵

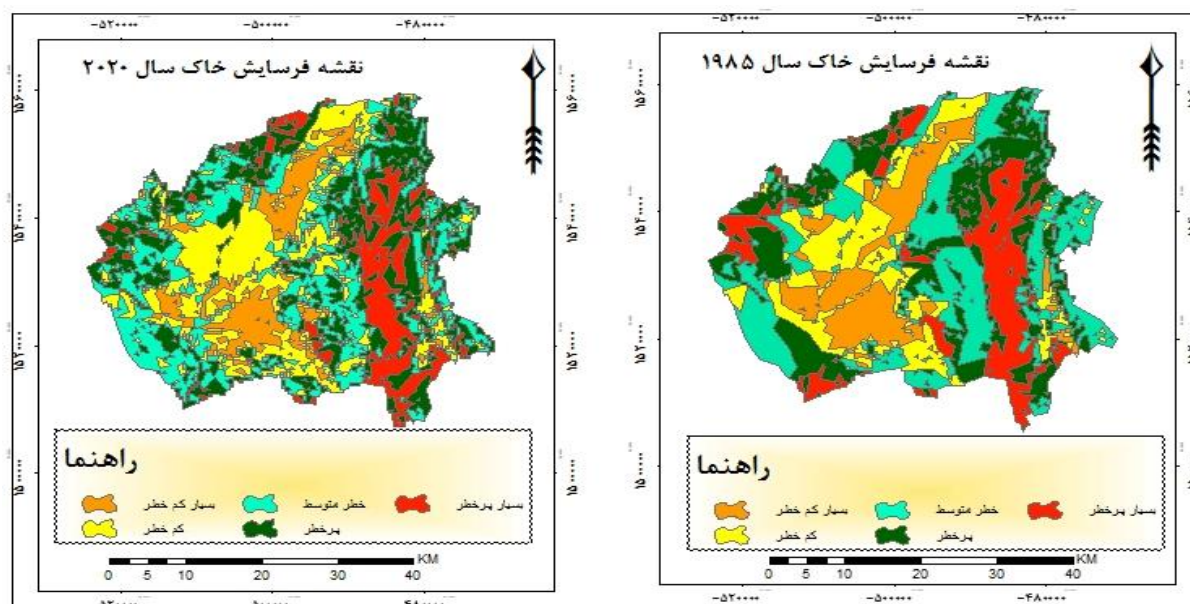
معیار	مجموع تضاد	انحراف معیار	میزان اطلاعات	وزن نهایی
شیب	۷/۶۹	۸۵/۳۷	۵۱۳/۹۳	۰/۲۲
لیتولوژی	۵/۲۷	۷۸/۱۲	۳۶۰/۹۸	۰/۱۷
خاک	۵/۹۵	۶۴/۶۰	۲۹۶/۸۷	۰/۱۴
کاربری اراضی	۶/۹۸	۸۳/۹۶	۴۷۳/۵۴	۰/۱۶
بارش	۵/۳۵	۶۶/۶۳	۴۵۵/۴۳	۰/۲۰
فاصله از راه‌های ارتباطی	۷/۷۵	۵۱/۸۲	۳۱۲/۲۸	۰/۱۳
فاصله از آبراهه	۵/۹۷	۵۶/۷۳	۲۹۸/۵۶	۰/۱۰

جدول ۴- مجموع تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات و وزن نهایی معیارهای مطرح در پهنه‌بندی فرسایش سال ۲۰۲۰

معیار	مجموع تضاد	انحراف معیار	میزان اطلاعات	وزن نهایی
شیب	۷/۶۵	۸۲/۲۸	۵۲۵/۵۴	۰/۲۰
لیتولوژی	۵/۲۷	۸۰/۶۳	۵۱۰/۸۷	۰/۱۹
خاک	۵/۳۱	۶۴/۹۱	۲۹۶/۹۶	۰/۱۴
کاربری اراضی	۷/۲۲	۷۶/۷۰	۳۵۰/۳۸	۰/۱۶
بارش	۵/۲۴	۶۶/۶۳	۴۵۱/۱۷	۰/۱۸
فاصله از راه‌های ارتباطی	۷/۲۴	۴۹/۵۲	۳۲۷/۴۳	۰/۱۳
فاصله از آبراهه	۵/۶۶	۵۵/۲۰	۲۸۵/۳۲	۰/۱۰

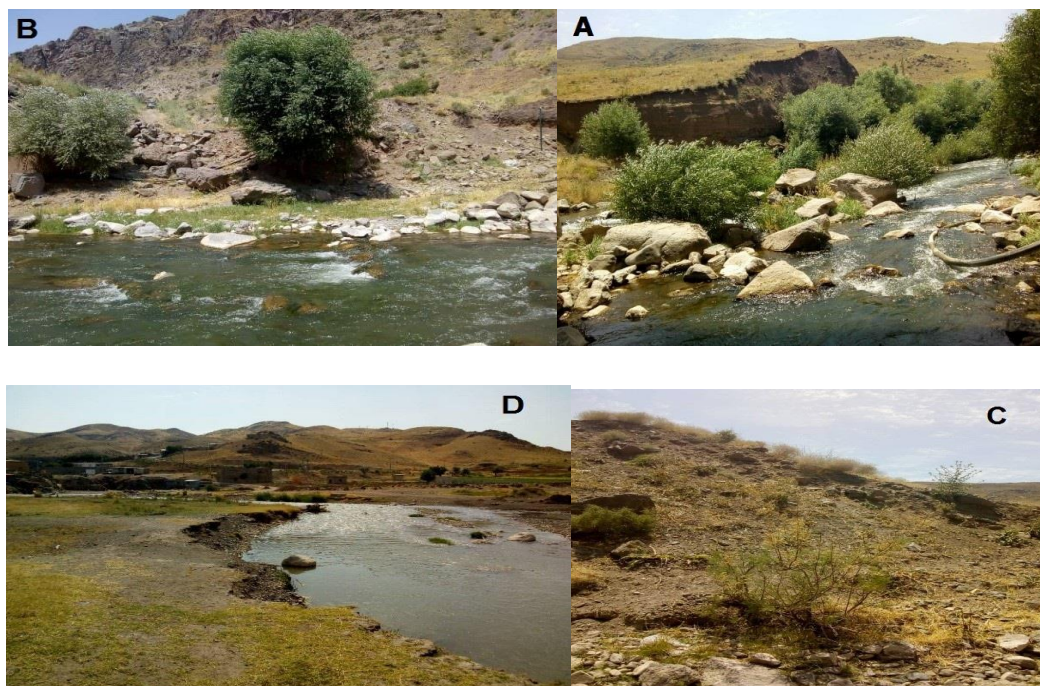
با توجه به نقشه‌های پهنه بندی به دست آمده در محدوده مطالعاتی می‌توان گفت در سال ۱۹۸۵ مساحت طبقه بسیار پر خطر ۱۳/۰۶ درصد می‌باشد که مساحت این طبقه در سال ۲۰۲۰ نیز به ۱۶/۳۹ درصد افزایش یافته است. اما مساحت طبقه پرخطر از ۲۷/۷۶ درصد در سال ۱۹۸۵ به ۲۴/۹۸ درصد کاهش یافته است. در نقشه فرسایش به دست آمده برای سال های ۱۹۸۵ و ۲۰۲۰ به طور عمده مناطق با طبقه بسیار پرخطر و پر خطر به ترتیب در کاربری‌های کشت دیم، کشت آبی، مرتع متوسط و زمین‌های بایر قرار دارند. بنابراین تغییرات حادث شده در منطقه باعث تغییرات در روند مورفولوژیک منطقه شده است. برای مثال تبدیل کاربری مرتع متوسط و زمین های بایر به مرور زمان به کاربری‌های کشت دیم و کشت آبی باعث ایجاد یک سری تغییرات در سیستم فرسایش حوضه آبریز گیوی چای شده، با توجه به این که مراتع نقش حفاظتی در مقابل فرسایش منطقه دارند هر گونه تغییر در میزان پوشش گیاهی و افزایش دخالت های انسانی از جمله ساخت و ساز یا ایجاد تغییر در وضعیت طبیعی زمین از جمله شخم زدن باعث افزایش میزان فرسایش منطقه مورد مطالعه خواهد شد. از سوی دیگر باید توجه

داشت که تغییر کاربری اراضی مرتعی به ویژه د مناطق پرشیب کوهستانی علاوه بر ایجاد پدیده فرسایش خاک، باعث جاری شدن سیل نیز خواهد شد که این امر کیفیت مناسب خاک را تحت تأثیر قرار می دهد. همچنین با مطالعات میدانی و بررسی نقشه‌های موجود دریافته شد که افزایش مساحت کاربری مسکونی در طول زمان همراه با کاهش مساحت کاربری‌های از جمله کاربری بایر و مرتع متوسط بوده است. که این امر حاکی از ساخت و ساز های مسکونی بر روی کاربری‌های بایر و مرتع متوسط می‌باشد. که منجر به انهدام و نابودی کاربری مرتع متوسط شده است و از سوی دیگر وجود فعالیت‌های انسانی در منطقه مانند ایجاد ترانژه برای جاده سازی و عدم رعایت اصول مکانیک خاک در احداث مناطق مسکونی و ابنیه فنی منجر به افزایش پتانسیل فرسایش خاک در منطقه می شود. این تغییرات بوجود آمده می‌توانند باعث ایجاد تغییرات زیادی در جریان های هیدرولوژیک منطقه ایجاد بکنند تا باعث افزایش میزان تمرکز جریان، افزایش میزان فرسایش ناشی از تجمع جریان، کاهش نفوذ و بالاخره باعث کاهش میزان تغذیه سفره‌های زیر زمینی می‌شود.



شکل ۶- نقشه پهنه‌بندی فرسایش با استفاده از الگوریتم WLC
جدول ۴- اطلاعات طبقات خطر فرسایش سال (۱۹۸۵-۲۰۲۰)

سال ۲۰۲۰		سال ۱۹۸۵		طبقات
درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	
۱۴/۱۴	۲۵۳۷۶/۱۰	۱۱/۳۳	۲۰۱۵۲/۴۰	بسیار کم خطر
۱۶/۱۱	۲۸۹۰۹/۳۰	۲۱/۷۲	۳۸۹۶۹/۵۰	کم خطر
۲۸/۳۲	۵۰۸۱۷/۷۰	۲۶/۲۱	۴۷۰۳۲/۴۰	خطر متوسط
۳۴/۹۸	۴۴۸۲۹/۵۰	۳۷/۷۶	۴۹۸۱۷/۷۴	پرخطر
۱۶/۳۹	۲۹۴۰۹/۰۰	۱۳/۰۶	۲۳۴۴۰/۷۰	بسیار پرخطر



شکل ۸- مناطق مختلف از حوضه آبریز گیوی چای، A: نمونه بارز فرسایش بوسیله زیر بری رودخانه B: نقش درختچه‌های کناری حاشیه رودخانه و نقش حفاظتی آنها در مقابل فرسایش C: فرسایش دامنه‌ای بخاطر عمل بارش‌های شدید D: در مواقع سیلابی اراضی حاشیه کناری رودخانه‌ها به وسیله جریان‌های بزرگتر تخریب می‌شوند.

۴- نتیجه گیری

اطلاع از نسبت کاربری ها/ پوشش اراضی در یک محیط طبیعی و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم ترین موارد در برنامه ریزی هت می باشد. با اطلاعا از نسبت تغییرات کاربری ها در طول زمان می توان تغییرات آتی را پیش بینی نموده و اقدامات مقتضی را انجام داد. در حال حاضر تکنولوژی سنجش از دور بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج پوشش/ کاربری اراضی بوده که بیشترین سرعت و دقت را دارد. با استفاده از داده های چند زمانه سنجش از دور با کمترین هزینه می توان نسبت به استخراج کاربری اراضی اقدام نموده و سپس با مقایسه آن در دوره های زمانی مختلف نسبت تغییرات را ارزیابی نمود. در تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ و لندست ۵ به منظور ارزیابی و بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز گیوی چای برای سال های ۱۹۸۵ و ۲۰۲۰ و همچنین نقش آن در فرسایش خاک پرداخته شد. در این تحقیق به منظور انجام فرایند طبقه بندی از روش روش شی گرا و الگوریتم نزدیکترین همسایه استفاده گردید. آشکارسازی تغییرات در بین دو بازه زمانی مذکور نشان داد که بیشتری میزان تغییرات افزایش برای کاربری کشت آبی می باشد از مهم ترین عوامل افزایش مساحت این کاربری را می توان افزایش نزولات جوی و افزایش پهنه آبی اشاره کرد و بیشترین میزان کاهش مساحت در منطقه برای کاربری مرتع متراکم می باشد که میزان زیادی از مساحت خود را به مرور زمان از دست داده چرا که با افزایش جمعیت باعث به زیر کشت بردن این اراضی شده است. با توجه به نقشه پهنه بندی فرسایش خاک در محدوده آبریز گیوی چای برای سال های ۱۹۸۵ و ۲۰۲۰ می توان گفت مناطق بسیار پرخطر و پرخطر در کاربری های کشت دیم، کشت آبی مرتع متوسط و مناطق مسکونی می باشند از مهم ترین عوامل فرسایش خاک در حوضه آبریز گیوی چای می توان کاهش میزان مراتع (مرتع پرتراکم، متوسط کم تراکم) می باشد چرا که با از بین رفتن پوشش گیاهی طبیعی منجر به کاهش مقاومت خاک از یک سو و از سو دیگر افزایش میزان فرسایش خاک و به تبع آن رسوب خواهد شد.

منابع

- جهانبخش، س.، زاهدی، م.، ولیزاده کامران، خ.، ۱۳۸۸. محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از روش سبال و درخت تصمیم گیری در محیط GIS و RS در بخش مرکزی منطقه مراغه، نشریه علمی - پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی (دانشگاه تبریز)، ص ۱۹-۴۲.
- رضایی مقدم، م.، هاتفی اردکانی، م.، ۱۳۹۴. کاربرد تصاویر ماهواره ای و GIS در امکان سنجی استفاده از انرژی تابشی خورشید جهت تامین روشنایی، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دوره ۶، شماره ۲۱، ص ۱۰۵-۱۲۴.
- کمالی، ع.، مرادی، ا.، ۱۳۸۴. تابش خورشیدی (اصول و کاربردها در کشاورزی و انرژی های نو)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- آذرخی، م.، مساعدی، م.، بشیری، و.، اوجاقلو شهابی، ر.، ۱۳۹۶. اثر تغییرات بارش و کاربری اراضی بر تولید رسوب منطقه موردی: حوزه آبخیز صنوبر - تربت حیدریه، نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری، ص ۳۳-۲۵.
- اسفندیاری، م.، معینی، ا.، مقدسی، ر.، ۱۳۹۳. بررسی تأثیر کاربری اراضی و پوشش گیاهی بر اشکال فرسایش و میزان تولید رسوب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رود ورس استان قزوین)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ص ۵۱-۶۲.
- اصغری سراسکانرود، ص.، آقاییاری، ل.، پیروزی، ا.، ۱۳۹۶. بررسی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر فرسایش با استفاده از GIS & RS

می توان گفت نتایج بسیاری از تحقیقات نشان دهنده این امر می باشد که بر اثر تبدیل کاربری مرتع به کاربری کشت دیم و کشت آبی باعث هدر رفتن خاک بر اثر شستو شو و تولید رواناب در اراضی شیب دار که باعث بوجود آمدن فرسایش خاک بسیار گسترده ای در سطح منطقه شده است. در مطالعه ای اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی به بررسی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر میزان فرسایش با استفاده از روش شی گرا به کمک تصاویر سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ سنجنده های ASTER و ماهواره TERRA در حوضه سیمینه رود بوکان پرداختند نتایج به دست آمده از تحقیق نشان می دهد که بیشترین میزان مساحت در سال ۲۰۰۰ متعلق به کاربری مرتع اما این کاربری در سال ۲۰۱۷ کاهش چشمگیری داشته است و به زمین های زراعی تبدیل شده است. نقشه پهنه بندی فرسایش به دست آمده نیز برای سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۸/۷۹ و ۲۸/۲ درصد اما برای سال ۲۰۱۷ به ترتیب ۱۱/۰۴ و ۳۴/۰۸ درصد از مساحت شهرستان در طبقه بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارد. آراییندا و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه دیگری از معادله فرسایش و سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور تعیین تأثیر استفاده از زمین، تغییر نوع پوشش اراضی در پتانسیل فرسایش خاک در حوزه کشاورزی استفاده شد. نتایج نشان داد که پتانسیل متوسط فرسایش خاک حوزه کمی افزایش داشت. مطابق نتایج استفاده از زمانی و پوشش گیاهی به عنوان گندم زار زیان آور ترین عمل از نظر از دست دادن خاک در حوزه آبخیز است در حالی که جنگل ها به عنوان موثرترین مانع برای از دست دادن خاک محسوب می شوند. به نظر می رسد لازم است تا جهت حفظ عرصه های طبیعی، تثبیت و قانونی کردن کاربری اراضی، کنترل فرسایش و اقداماتی برای حفاظت خاک و آب در مناطق با پتانسیل فرسایشی بالا، در چارچوب طرح های حفاظتی در دستور کار متخصصین و مدیران اراضی قرار گیرد. از سوی دیگر نهادها و سازمان های دولتی و غیر دولتی در منطقه می توانند در امر نظارت بر تغییرات کاربری اراضی، اعمال مدیریت نمایند.

- (مطالعه موردی: شهرستان نیر)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ص ۵۰-۶۲
- اصغری سراسکانرود، ص.، پالیزبان، د.، پیروزی، ا.، ۱۳۹۷. بررسی مقایسه‌ای تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر میزان فرسایش با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌گرا در حوضه سیمینه رود بوکان، پژوهش‌های فرسایش محیطی، ص ۹۴-۱۰۹.
 - اصغری سراسکانرود، ص.، فعال نذیری، م.، اردشیر پی، ع.ا.، ۱۳۹۸. بررسی اثرات کاربری اراضی بر فرسایش خاک با الگوریتم WLC (مطالعه موردی: حوضه آبخیز آق لاقان چای)، پژوهش‌های فرسایش محیطی، ص ۷۱-۵۳.
 - اصغری سراسکانرود، ص.، محمدنژاد آروق، و.، امامی، ه.، ۱۳۹۷. بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های پیکسل پایه و شی‌گرا و تحلیل اثرات تغییر کاربری‌ها بر فرسایش خاک (منطقه موردی: شهرستان مراغه)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ص ۱۶۰-۱۷۸.
 - ثقفی، م.، رحمتی، ا.، ۱۳۹۶. تخمین برآورد تغییرات پهنه‌های فرسایش بادی با استفاده از مدل IRIFR و مدل استخراج کاربری اراضی و پوشش زمین از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه موردی: دهستان مازان، خراسان جنوبی، فضای جغرافیایی، ص ۱۶۵-۱۸۵.
 - جعفری، ز.، نیک نهاد قره ماخر، ح.، قاسمی، م.، جعفری، ع.، ۱۳۹۶. بررسی اثرات بهینه‌سازی کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و شاخص فرسایش‌پذیری آن در مراتع آوار، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ص ۸۸-۸۰.
 - جمالی، ع.ا.، عظیمی نجار کلایی، ا.، حسینی، ز.، ۱۳۹۶. مقایسه دقت طبقه‌بندی سری زمانی تصاویر لندست در پایش تغییرات کاربری اراضی، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ص ۴۷-۳۳.
 - جوی زاده، س.، قمرزاده، م.، ابراهیمی، م.، شمس آبادی، م.، ۱۳۹۶. آموزش کاربردی ENVI (مقدماتی و پیشرفته)، انتشارات دانشگاهی کیان.
 - حسنی تبار، س.م.، جعفرزاده، ج.، ۱۳۹۵. گامی نو در پردازش تصاویر ماهواره‌ای (مبانی و کاربرد) ENVI 5.3، انتشارات ناقوس.
 - ریاحی، م.، سلیمانی، ک.، موسوی، س.ر.، بنی‌هاشم، م.، ۱۳۹۶. بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر دبی رودخانه با استفاده از مدل HEC-HMS مطالعه موردی: حوضه آبخیز لکشا نکا رود، مجله پژوهش آب ایران، ص ۳۳-۴۳.
 - طالبی خیابوی، ح.، ذبیحی، م.، مصطفی‌زاده، ر.، ۱۳۹۶. تأثیر سناریوهای مختلف مدیریت کاربری اراضی بر میزان فرسایش خاک با استفاده از مدل USLE و GIS در آبخیز سد یامچی اردبیل، نشریه آب و خاک، ص ۲۲۱-۲۳۴.
 - فیضی زاده، ب.، ۱۳۸۶. مقایسه روش‌های پیکسل پایه و شی‌گرا در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز GIS دانشگاه تبریز، صص ۷۴-۹۳.
 - کرم، ا.، رعیتی شوازی، م.، غفاریان مالمیری، ح.، عادل، س.، ۱۳۹۶. مقایسه کارایی برخی الگوریتم‌های طبقه‌بندی در مطالعه تغییرات لندفرم‌های بیابانی دشت یزد- اردکان، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ص ۷۳-۵۷.
 - مرادی، ع.، جعفری، م.، ارزانی، ح.، ابراهیمی، م.، ۱۳۹۵. ارزیابی تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیمزار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ص ۸۹-۱۰۰.
 - موسوی، م.ن.، سارلی، ر.، خداداد، م.، ۱۳۹۷. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی شهرستان پلدختر با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، مطالعات محیطی هفت حصار، ص ۱۱۵-۱۰۳.
 - نظری سامانی، ع.ا.، قربانی، م.، کوهبنانی، ح.ر.، ۱۳۸۹. ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰، مجله علمی پژوهشی مرتع، ص ۴۴۲-۴۵۱.
 - Abreham Berta, A., Eyasu, E., Teshome, S., Gudina, L., 2019. Landuse/land cover change effect on soil erosion and sediment delivery in the Winike watershed, Omo Gibe Basin, Ethiopia, Science of The Total Environment, Vol 728, P. 412-421.
 - Arabinda, Sh., Kamlesh, N., Tiwari, P.B., Bhadoria, S., 2011. Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed, Environmental Monitoring and Assessment, Vol 173, P. 789-801.
 - Arekhi, S., Niazi, Y., 2008. Evaluation of Different Methods of Remote Sensing for Land-use Changes Monitoring (Case study: Darreh Shahr Area, Ilam Province), Iranian Journal of Range and Desert Research, Vol 17(1), P.74-93.
 - Bai, X., Sharma, R.C., Tateishi, T., 2017. A Detailed and High-resolution Land Use and Land Cover Change Analysis over the Past 16 Years in the Horqin Sandy Land, Inner Mongolia, Mathematical Problems in Engineering, doi.org/10.1155/2017/1316505.
 - Bin Quan, M.J., Römken, M., Rui, L., Wang, F., Chen, J., 2011. Assessing the effects of land use changes on soil erosion in Three Gorges Reservoir Region of China, Frontiers of Environmental Science & Engineering in China, Vol 5, P. 564-572
 - Da Silva, V.P.R., Silva, M., De Souza, E.P., 2016. Influence of land use change on sediment yield: A case study of the submiddle of the Sao Francisco River Basin, Soil and Water Engineering, Vol 36(6), P. 1005-1015.
 - Ekwue, E.I., Bharat, C., Samaroo, K., 2009. Effect of soil type, peat and farmyard manure addition, slope and their interactions on wash erosion by overland flow of some Trinidadian soils. Biosystems Engineering, Vol 102, P. 236-243.
 - Esam, I., Abdalla, F., Erich, N., 2012. Land Use and Land Cover Changes of West Tahta Region, Sohag Governorate, Upper Egypt, Journal of Geographic Information System, Vol 4, P. 483-493.
 - Feizizadeh, B., 2017. Modeling the Trends of the Land Use Cover Change and Its Impactson the

- Erosion System of the Allavian Dam Based on the Remote Sensing and GIS Techniques, Hydrogeomorphology, Vol 3(11), P. 21-38.
- Feizizadeh, B., Blaschke, T., Nazmfar, Z., Akbari, E., Kohbanani, H.R., 2013. Monitoring land surface temperature relationship to land use/land cover from satellite imagery in Maraqeh, Journal Environmental Planning Management, Vol 56(9), P. 1290-1315.
 - Garcia-ruiz, j.m., 2010. The effects of landuses on soil erosion in Spain: A review. Catena, Vol 81(1), P. 1-11.
 - Huang, L., Ni, L., 2008. Object-oriented classification of high resolution satellite image for better accuracy. In Proceedings of the 3rd International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, Shanghai, China, P. 211-218.
 - Lillesand, T., Kiefer, R.W., Chipman, J., 2001. Remote sensing and image interpretation, 6th Edition, Wiley Publication, Washington.
 - Malchevsky, I., 2006. Translated by A. Pizhizkar et al. Ghaffari Gilandeh. Geographic Information System and Multi-criteria Decision Analysis, First Edition, Side Publications, P. 597-622.
 - Martínez-Murillo, M.J.F., Lopez Vicente, M., Poesen, J., Ruiz Sinoga, J.D., 2011. Modelling the effects of landuse changes on runoff and soil Erosion in two Mediterranean catchments with active gullies (South of Spain), Landform Analysis, Vol 17(1), P. 99-104.
 - Myint, S.W., Gober, P., Brazel, A., GrossmanClarke, S., Weng, Q., 2011. Per-pixel - objectbased classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. Remote sensing of environment, Vol 115(5), P. 1145-1161.
 - Nalina, P., Meenambal, T., Sathyanarayan, S.R., 2014. Land use land coer dynamics of nilgiris district, India infered from satelliti imageries. American Journal of Applied Sciences, Vol 3(11), P. 455-46.
 - Ota Henry, O., Eyasu, E., 2020. Effect of land use land cover changes on the rate of soil erosion in the Upper Eyiohia river catchment of Afikpo North Area, Nigeria, Environmental Challenges, Vol 1(10), P. 1-9.
 - Pacheco, F.A.L., Varandas, S.G.P., Fernandes, L.S., Junior, R.V., 2014. Soil losses in rural watersheds with, environmental land use conflicts. Sci. Total Environ. Vol 485, P. 110-120.
 - Santos, J.C.N., Andrade, E.M., Medeiros, P.H.A., Joao, M., 2017. Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid, Revista Ciencia Agronomica, Vol 48(2), P. 251-260.
 - Sui, D.Z., 1999. A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban Land Evaluation. Computer, Environment, and Urban Systems, Vol 16(1), 101-115.
 - Trapathidk, K., 2012. Remote sensing based analysis of land use land cover dynamics in takula block, almora district(ut tarkand), journal of human Ecology, Vol 38(3), P. 2007-2012.
 - Wilcox, B.P., Allen, B.D., Newman, K.D., Reid, D.B., Pitlik, J., Davenport, D.W., 1996. Runoff and erosion on the pajarito plateau: Observation from the field. New Mexico geological guid book, P. 433-439.
 - Yan, G., 2003. Pixel based and object oriented image analysis for coal fire research. Enschede, Holanda, P. 1-93.
 - Zhang, X., Kang, T., Wang, H., Sun, Y., 2010. Analysis on spatial structure of landuse change based on remote sensing and geographical information system, International Journal of Applied Earth Observation and Geo information, Vol 12, P.145-150.