



بررسی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر فرسایش با استفاده از RS و GIS (مطالعه موردی: شهرستان نیر)

صیاد اصغری سراسکانرود^{۱*}، لیلی آقایی^۲، الناز پیروزی^۲

۱. دانشیار دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا، دانشگاه محقق اردبیلی

۲. دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۱۴ آبان ۱۳۹۶

پذیرش: ۲۹ دی ۱۳۹۶

دسترسی اینترنتی: ۱ اسفند ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی:

کاربری اراضی

طبقه‌بندی نظارت شده

فرسایش

کرتیک

ترکیب خطی وزن (WLC)

چکیده

بر اثر فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های طبیعی، چهره زمین همواره دستخوش تغییر است. از این رو برای مدیریت بهینه مناطق طبیعی آگاهی از نسبت کاربری اراضی از ضروریات محسوب می‌شود. فرسایش خاک نیز از جمله بلایای محیطی است که هر ساله موجب هدر رفتن هزاران تن خاک زراعی می‌شود و تغییرات کاربری اراضی یکی از عامل‌های مهم در فرسایش است. بنابراین، تحقیق حاضر به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی شهرستان نیر، واقع در استان اردبیل و تأثیر آن بر فرسایش با استفاده از GIS و RS انجام شده است. برای انجام تحقیق از تصاویر سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶، سنجنده OLI و TIRS، ماهواره لندست ۸ استفاده شد و نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده تهیه گردید. نقشه پهنه‌بندی فرسایش با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی و عوامل شامل شیب، لیتولوژی، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه، بارش و خاک با استفاده از روش وزن‌دهی کرتیک و روش ترکیب خطی وزن (WLC) انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین میزان مساحت در سال ۲۰۰۰ مربوط به کاربری زراعت دیم با ۴۴۲/۳۸ کیلومترمربع و سپس مراتع نیمه‌متراکم با مساحت ۳۴۷/۳۹ کیلومترمربع است و در سال ۲۰۱۶، بیشترین میزان مساحت مربوط به کاربری مراتع متراکم و سپس کاربری مراتع نیمه‌متراکم به ترتیب با ۴۷۸/۷۶ و ۴۵۸/۵۰ کیلومترمربع است. با توجه به نقشه پهنه‌بندی فرسایش سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۱۷/۲۵ و ۲۴/۵۵ درصد و با توجه به پهنه‌بندی فرسایش ۲۰۱۶ به ترتیب ۱۲/۵۴ و ۲۶/۵۱ درصد از مساحت شهرستان در دو طبقه بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارند. به طور عمده مناطق با طبقه بسیار پرخطر و پرخطر در هر دو دوره زمانی در کاربری‌های زراعت دیم و زراعت آبی- باغات قرار دارند.

*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: s.asghari@uma.ac.ir

مقدمه

یکی از مخاطرات محیطی و بحران‌های اکولوژیکی که امروزه جهان با آن روبرو است، پدیده تغییر کاربری اراضی می‌باشد (۱۰). تغییرات کاربری اراضی یکی از عامل‌های مهم در تغییر جریان هیدرولوژیک و فرسایش است و می‌توان با اطلاع از روند تغییرات کاربری اراضی در راستای هدایت اکوسیستم به سمت تعادل قدم برداشت (۱۱). فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین عامل تخریب و کاهش باروری خاک می‌باشد که امروزه در حال افزایش است و منجر به از دست رفتن خاک مرغوب کشاورزی می‌شود (۱۴). امروزه پدیده فرسایش خاک به دلیل دخالت‌های غیرکارشناسانه انسان از روند طبیعی خود خارج شده و تبعات جبران ناپذیری از جمله هدر رفت خاک، کاهش سطح زمین‌های کشاورزی، کاهش عمر مفید سدهای مخزنی را به دنبال داشته است (۷).

معمولاً آشکارسازی تغییرات، فرآیند مربوط به تشخیص مناطق تغییر یافته در دو تصویر و دو زمان متفاوت می‌باشد (۲۴ و ۲۷). روش‌های متعددی برای آشکارسازی تغییرات محیطی به کار گرفته می‌شود که از مهمترین آن‌ها می‌توان به استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی اشاره نمود (۱۸ و ۲۶). تصاویر ماهواره‌ای به جهت ارائه اطلاعات بهنگام، تنوع اشکال، رقومی بودن و امکان پردازش در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی از اهمیت بالایی برخوردارند (۱۷ و ۲۳). بنابراین می‌توان گفت، استفاده از داده‌های سنجش از دور در محیط GIS می‌تواند شناخت مناسبی از چگونگی تغییرات کاربری اراضی ارائه داده و در مدیریت آن راهکارهای مناسبی ارائه دهد (۱۵ و ۲۰).

تاکنون مطالعات فراوانی پیرامون تهیه نقشه‌های کاربری، بررسی تغییرات آن‌ها و نقش کاربری در فرسایش خاک در ایران و در سایر کشورها انجام شده که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. اسفندیاری و همکاران (۳) 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

برخورد دارند. مرادی و همکاران (۹) به ارزیابی تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیمزار در دو شهرستان رابر و ارزوئیه پرداختند. نتایج نشان داد که گسترش فعالیت‌های زراعی، موجب تبدیل مراتع به زمین‌های کم بازده می‌شود. فیضی‌زاده (۶) تغییرات کاربری اراضی و نقش آن در فرسایش حوزه علویان را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تبدیل اراضی مرتعی پر تراکم به مراتع کم تراکم و زراعت دیم، مهم‌ترین عامل در فرسایش منطقه می‌باشد. خالدیان و نیک‌کامی (۵) در حوزه چهل گزی، به مطالعه نقش کاربری اراضی در میزان فرسایش و رسوب پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین پتانسیل فرسایش و رسوب‌دهی منطقه، مربوط به کاربری دیم می‌باشد. آذرخشی و همکاران (۱) در مطالعه‌ای در حوزه صنوبر، به این نتیجه دست یافتند که بخش اعظم تغییرات کاربری اراضی رخ داده در منطقه، در زمینه تبدیل باغات به مرتع و زراعت به مرتع است که منجر به کاهش میزان فرسایش شده است. جمالی و همکاران (۴) در مطالعه‌ای به مقایسه دقت طبقه‌بندی سری زمانی تصاویر لندست در پایش تغییرات کاربری اراضی بخش مرکزی ساری پرداختند و با توجه به نتایج مطالعه روش نظارت شده برای طبقه‌بندی کاربری اراضی به عنوان مناسب‌ترین روش مشخص شد. مارتینز موریلو همکاران (۱۹) 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 راه‌های ارتباطی به طور محسوسی باعث فرسایش خاک شده است. نالینا و همکاران (۲۱) به مطالعه تغییرات کاربری اراضی منطقه نیلجیس هند، پرداختند. نتایج نشان داد که کشاورزی در اراضی شیب‌دار کوهستانی طی این دوره به سرعت افزایش یافته است. داسیلوا و همکاران (۱۶) به بررسی تأثیر تغییرات کاربری زمین بر عملکرد فرسایش خاک در رودخانه سانفرانسیسکو پرداختند و معتقدند که تغییرات کاربری اراضی باعث تغییر در دسترسی به منابع آب شده است و همین عامل باعث ایجاد کشت دیم و افزایش فرسایش در منطقه شده است. سانتوز و همکاران (۲۲)

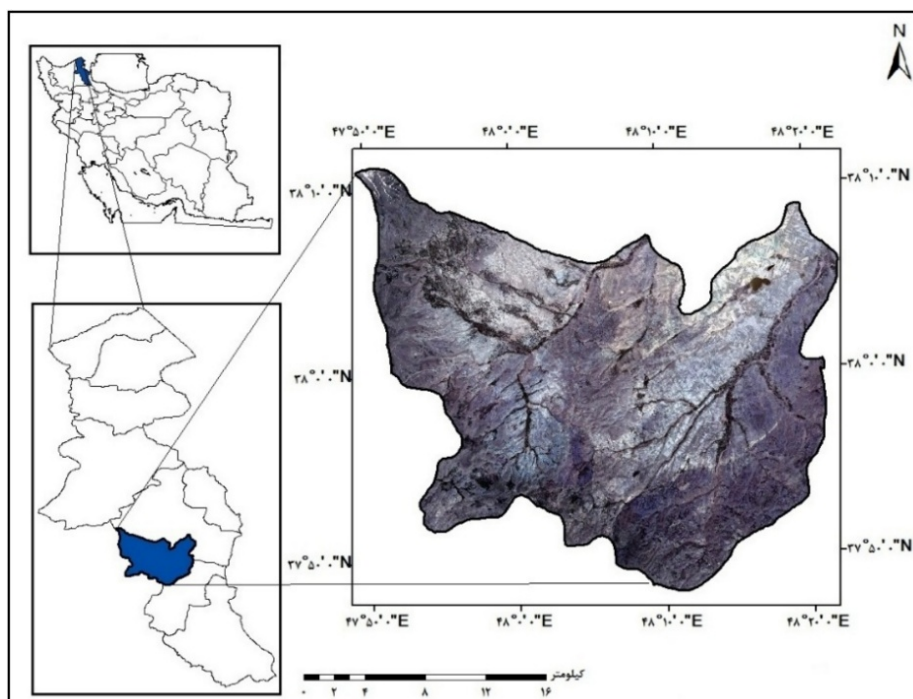
است (شکل ۱). مساحت شهرستان ۱۲۲۴ کیلومتر مربع می‌باشد که ۶/۹ درصد مساحت استان اردبیل را تشکیل می‌دهد و دارای دو بخش مرکزی و کورائیم است. شهرستان نیر در ۳۹ کیلومتری غرب اردبیل بین کوه‌های سبلان و بزقوش قرار دارد. این شهرستان از طرف شمال به شهرستان‌های اردبیل و سرعین، از جنوب به شهرستان‌های کوثر و میانه، از شرق به شهرستان‌های کوثر و اردبیل و از غرب به شهرستان سراب محدود می‌شود. بلندترین کوه‌های آن چال داغی و سوغاتلی داغ می‌باشد و رودهای مهم آن بالیقلوچای، نیرچای، آق لاقان چای، قوری چای و جوراب چای است. ارتفاع متوسط شهرستان از سطح دریا ۱۶۸۷ متر و ارتفاع مرکز شهرستان (شهر نیر)، ۱۶۳۰ متر می‌باشد. از نظر آب و هوایی، در زمستان آب و هوای سرد و در تابستان آب و هوای نسبتاً معتدلی را دارا می‌باشد و میزان بارندگی متوسط منطقه ۳۵۰ میلی‌متر در سال می‌باشد (۱۲).

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. در تحقیق حاضر نیز با استفاده از نتایج پژوهش‌های مورد اشاره و با توجه به اهمیت مطالعه تغییرات کاربری‌ها و نقش آن در فرسایش خاک در گذر زمان و نیز با تأکید بر بررسی کارائی و دقت نتایج حاصل از بکارگیری داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، تغییرات کاربری اراضی در شهرستان نیر و نقش آن در خطر فرسایش خاک (بین سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۰)، مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

شهرستان نیر بین $47^{\circ}51'00''$ تا $48^{\circ}21'00''$ دقیقه طول شرقی و $37^{\circ}47'00''$ تا $38^{\circ}47'00''$ عرض شمالی واقع شده



شکل ۱. نقشه موقعیت شهرستان نیر در ایران و اردبیل

داده‌های مورد استفاده

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش تحقیق آن تحلیلی مبتنی بر تلفیق آنالیز داده‌ها و تکنیک‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی است. در مطالعه حاضر، از لایه GIS مرز شهرستان نیر (ترسیم شده توسط وزارت کشور)، به منظور ترسیم مرز محدوده، استفاده شد. با استفاده از نقشه توپوگرافی نیر (با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰)، لایه‌های فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و شیب ترسیم گردید. نقشه خاک محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه خاک استان اردبیل و نقشه زمین‌شناسی محدوده نیز با توجه به نقشه زمین‌شناسی استان اردبیل، به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، تهیه شد. نقشه بارش شهرستان، با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی نیر و همچنین ایستگاه‌های مجاور و با به دست آوردن معادله گرادیان بارش (۸۴/۵۱-ارتفاع × ۰/۲۲۳ = بارش)، ترسیم شد. برای شناسایی منطقه و تهیه نقشه کاربری، از نقشه کاربری اراضی شهرستان و تصاویر Google Earth و تصاویر لندست هشت، شامل سنجنده OLI و TIRS، مسیر ۱۶۷ و ردیف ۳۴، مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ (۲۰۰۰/۰۹/۱۳) و ۲۰۱۶ (۲۰۱۶/۰۹/۱۳)، استفاده گردید. جهت پردازش تصاویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم افزارهای ENVI، ArcGIS، Idrisi و Excel استفاده گردید.

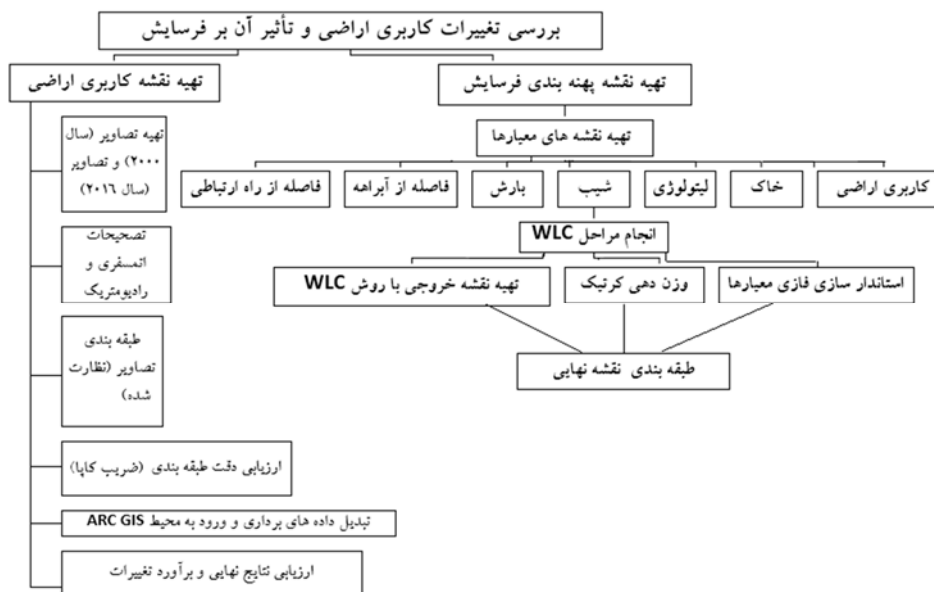
روش تحقیق

در این مطالعه از تصاویر مربوط به ماهواره لندست سازمان زمین‌شناسی آمریکا (USGS)، در سطح تصحیحات LIT (شامل تصحیح رادیومتری در سطح سیستماتیک، تصحیح

هندسی با استفاده از نقاط کنترل زمینی و همچنین تصحیح خطای جابه‌جایی ناشی از توپوگرافی) استفاده شد. به منظور اطمینان از عدم وجود خطاهای اتمسفری، در این مطالعه از روش Flaash، که قدرتمندترین روش برای تصحیحات اتمسفری می‌باشد، استفاده گردید. در مرحله بعد جهت آشکارسازی و تعیین نوع کاربری‌ها، از طریق روش طبقه‌بندی نظارت شده Maximum Likelihood، پردازش و بارزسازی تصاویر در دو بازه زمانی انجام شد. لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از درستی و صحت آن است (۱۳). در این مطالعه از ضریب کاپا جهت بررسی دقت طبقه‌بندی نقشه‌ها استفاده شد. ضریب کاپا با استفاده از رابطه ۱، محاسبه گردید. در محاسبه ضریب کاپا پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی نشده‌اند نیز دخالت داده می‌شوند، از این رو معیار مناسبی برای مقایسه نتایج طبقه‌بندی‌های مختلف می‌باشد.

$$\text{kappa} = \frac{P_i - P_c}{1 - P_c} \times 100 \quad [1]$$

در این رابطه؛ P_i درستی مشاهده شده، P_c توافق مورد انتظار است. حالت ایده آل برای مقدار ضریب کاپا عدد یک می‌باشد و چنانچه این مقدار برابر صفر باشد طبقه‌بندی کاملاً تصادفی و اگر مقدار منفی به دست بیاید نشان دهنده خطا در طبقه‌بندی است (۲). بعد از تهیه نقشه کاربری اراضی، با توجه به در نظر گرفتن عوامل شامل شیب، لیتولوژی، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه، بارش، خاک و کاربری اراضی، با استفاده از روش وزن‌دهی کرتیک و روش WLC، نقشه پهنه‌بندی فرسایش در دو بازه زمانی ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ تهیه شد. شکل ۲، فلوجارت مربوط به مراحل تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۲. فلوچارت مراحل تحقیق

مراحل روش WLC (ترکیب خطی وزنی)

هر لایه نقشه 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 (۲۵).

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 بر اساس میزان تداخل و تضاد موجود بین عوامل یا معیارها مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. در 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 مقارنی به ابعاد $m \times m$ ایجاد می گردد که شامل ضرایب همبستگی بین بردارهای تشکیل شده است. با تعیین پارامترهای بالا، تضاد موجود بین معیار زبا معیارهای دیگر از

روی رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$C_{jk} = \sum_{k=1}^m (1 - r_{jk}) \quad [2]$$

در این رابطه؛ C_{jk} معرف مجموع تضاد معیار زبا 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 ۳ محاسبه شد.

$$C_j = \delta_j \sum_{k=1}^m (1 - r_{jk}) \quad [3]$$

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 از رابطه ۴ تعیین گردید.

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^m C_k} \quad [4]$$

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 گامی در جهت حل معضل

$$A_i = \sum_j w_j x_{ij} \quad [5]$$

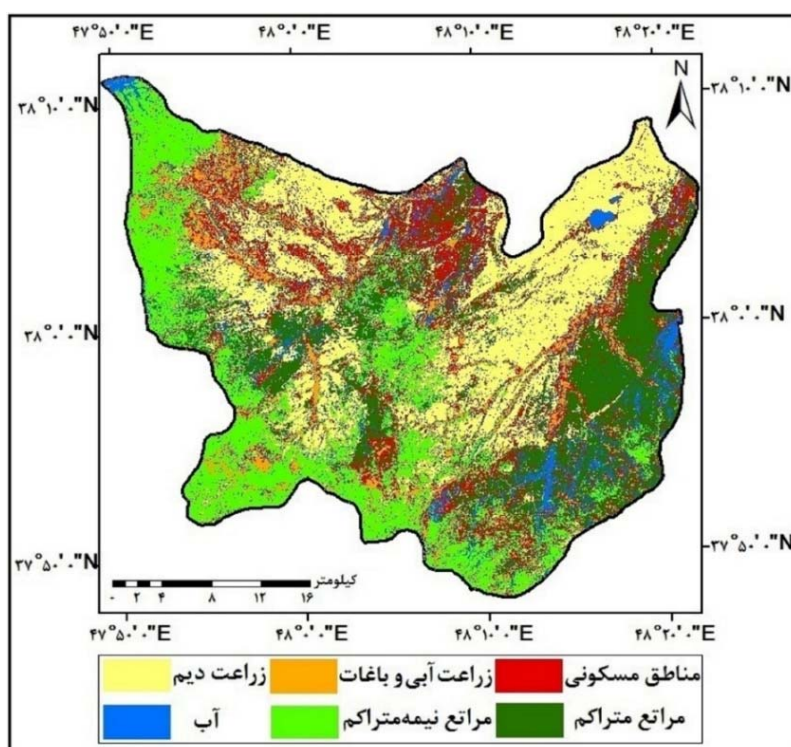
در این رابطه؛ x_{ij} معرف نمره گزینه i ام در ارتباط با صفت j ام و w_j مشتمل بر یک وزن استاندارد شده است که مجموع وزن‌ها برابر یک می‌باشد ($\sum w_j = 1$). وزن‌ها اهمیت نسبی هر صفت را به نمایش می‌گذارند. با تعیین ارزش حداکثر $A_j = i$ اولویت‌دارترین گزینه انتخاب می‌گردد. در رابطه ۴ به مانند معادل رگرسیون تناسب به صورت خطی تعیین می‌شود (۸).

نتایج

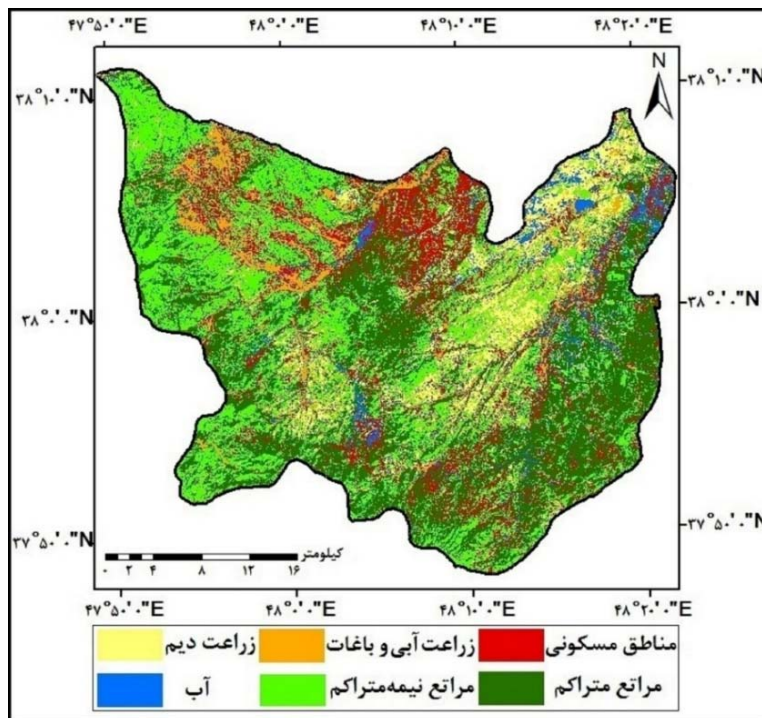
پس از اعمال طبقه‌بندی اراضی به روش نظارت شده، نقشه کاربری اراضی در شش کلاس؛ مناطق مسکونی، آب (رودخانه و دریاچه)، زراعت دیم، زراعت آبی و باغات، مراتع متراکم و مراتع نیمه‌متراکم، تهیه گردید (شکل‌های ۳ و ۴).

استقلال صفات از یکدیگر باشد که به هنگام مقایسه زوجی در چارچوب روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و در شرایط عدم تحقق همبستگی بین صفات، عینیت می‌یابد؛ زیرا در این روش، وجود همبستگی بالای یک معیار با معیارهای دیگر، می‌تواند در کاهش وزن آن معیار اثرگذار باشد

لایه‌های نقشه استاندارد شده وزنی را ایجاد می‌کنیم (با ضرب لایه‌های نقشه استاندارد شده در وزن‌های متناظر بر آنها)؛ با اعمال عملیات همپوشی جمعی بر روی لایه‌های نقشه استاندارد شده وزنی، نمره یا امتیاز کل را در رابطه با هر گزینه به دست می‌آوریم؛ و گزینه‌ها را بر حسب امتیاز کارکردی کل، رتبه‌بندی می‌نماییم. گزینه‌ای که دارای بالاترین امتیاز (رتبه) باشد، به عنوان بهترین گزینه شناخته می‌شود. به طور رسمی در قاعده تصمیم‌گیری برای ارزیابی هر گزینه یا A_i ، از رابطه ۵ استفاده گردید.



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه (سال ۲۰۰۰)



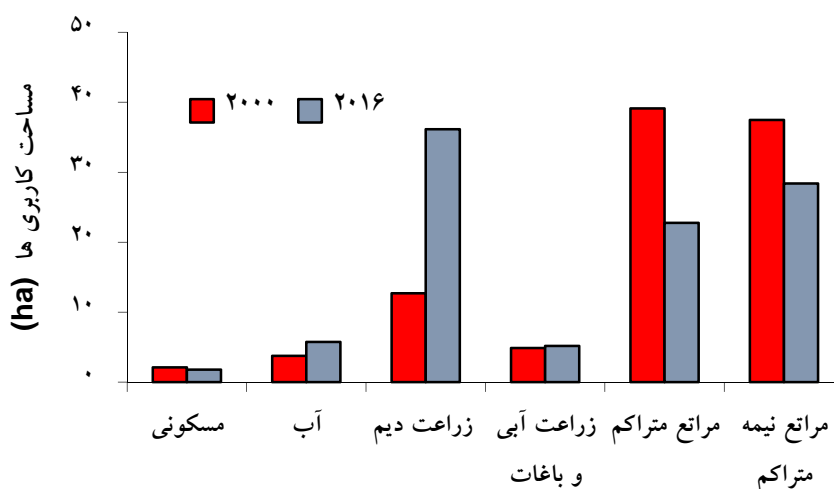
شکل ۴. نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه (سال ۲۰۱۶)

و ۱۵۵/۲۷ کیلومترمربع بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند و کاربری‌های زراعت آبی و باغات، آب و مناطق مسکونی، کم‌ترین پوشش زمین را شامل می‌شوند (جدول ۱). مقایسه درصد مربوط به وسعت انواع کلاس‌های مربوط به کاربری اراضی شهرستان نیر در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶، در شکل ۵، نشان داده شده است. با توجه به نتایج مطالعه، شاهد روند کاهشی زراعت دیم و زراعت آبی و باغات از یک طرف و از طرف دیگر شاهد افزایش کاربری‌های مراتع متراکم، مراتع نیمه‌متراکم و مناطق مسکونی هستیم.

تغییرات پوشش اراضی بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶
با توجه به نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه، بیشترین میزان مساحت در سال ۲۰۰۰ مربوط به کاربری زراعت دیم با ۴۴۲/۳۸ کیلومترمربع و سپس کاربری مراتع نیمه‌متراکم و مراتع متراکم، به ترتیب با ۳۴۷/۳۹ و ۲۷۸/۵۱ کیلومترمربع می‌باشد و کاربری‌های آب، زراعت آبی و باغات و مسکونی کمترین مقدار مساحت را شامل می‌شود. در نقشه کاربری اراضی ۲۰۱۶، به ترتیب کاربری‌های مراتع متراکم، مراتع نیمه‌متراکم و زراعت دیم، با مساحت ۴۷۸/۷۶، ۴۵۸/۵۰

جدول ۱. مساحت و میزان تغییرات کاربری اراضی شهرستان نیر در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶

روند تغییرات	در سال ۲۰۱۶ مساحت		در سال ۲۰۰۰ مساحت به		نوع کاربری
	میزان تغییرات به کیلومترمربع	به کیلومترمربع	کیلومترمربع	به کیلومترمربع	
+	۳/۹	۲۵/۸۸	۲۱/۹۸		مناطق مسکونی
-	۲۴/۴۲	۴۵/۸۷	۷۰/۲۹		آب
-	۲۸۷/۱۱	۱۵۵/۲۷	۴۴۲/۳۸		زراعت دیم
-	۳/۷۳	۵۹/۷۲	۶۳/۴۵		زراعت آبی و باغات
+	۲۵/۲۰۰	۴۷۸/۷۶	۲۷۸/۵۱		مراتع متراکم
+	۱۱۱/۱۱	۴۵۸/۵۰	۳۴۷/۳۹		مراتع نیمه متراکم



شکل ۵. مقایسه درصد مربوط به وسعت انواع کلاس‌های کاربری اراضی (سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۰۰)

بررسی صحت طبقه‌بندی

سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶، به ترتیب ۸۵/۹۳ و ۸۶/۵۶ درصد می‌باشد. از طرف دیگر میزان ضرایب به دست آمده بیانگر این است که تصاویر ماهواره با دقت قابل قبول قادر به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی می‌باشد (جدول ۲).

نتایج صحت طبقه‌بندی برای نقشه‌های کاربری سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ نشان داد که در هر دو تصویر میزان ضریب کاپا قابل قبول و ضرایب ارزیابی (ضریب کاپا)، استخراج شده در

جدول ۲. نتایج ارزیابی دقت تصاویر کلاس‌بندی شده کاربری اراضی در بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶

سال	نام کاربری	دقت کاربری (درصد)	دقت تولیدکننده (درصد)	ضریب کاپا
۲۰۰۰	مناطق مسکونی	۷۹/۹۵	۶۷/۹۷	۸۵/۹۳
	آب	۵۴/۰۵	۶۱/۸۸	
	زراعت دیم	۸۰/۳۸	۷۸/۶۳	
	زراعت آبی و باغات	۷۲/۹۱	۸۴/۲۰	
	مراعت متراکم	۶۳/۷۶	۷۶/۹۹	
	مراعت نیمه متراکم	۸۰/۹۶	۹۰/۷۷	
۲۰۱۶	مناطق مسکونی	۵۶/۰۸	۷۰/۳۵	۸۶/۵۶
	آب	۷۷/۰۶	۶۵/۳۶	
	زراعت دیم	۵۵/۱۵	۸۳/۸۵	
	زراعت آبی و باغات	۷۸/۸۰	۹۳/۷۱	
	مراعت متراکم	۷۸/۰۸	۶۳/۲۵	
	مراعت نیمه متراکم	۹۰/۳۰	۸۴/۱۳	

پهنه‌بندی فرسایش خاک

کرتیک معیارها، در جدول ۳ آورده شده است. سپس با انجام دیگر مراحل مدل WLC، نقشه پهنه‌بندی فرسایش، در ۵ طبقه بسیار پرخطر تا بسیار کم خطر، در دوبازه زمانی ۲۰۰۰ و

جهت پهنه‌بندی فرسایش خاک ابتدا وزن‌دهی معیارها انجام گردید. مفروضات پایه‌ای و وزن حاصل از وزن‌دهی

۲۰۱۶، به دست آمد (شکل‌های ۶ و ۷). مساحت و تعداد پیکسل‌های مربوط به هر یک از طبقات خطر نیز در جدول ۴ آورده شده است.

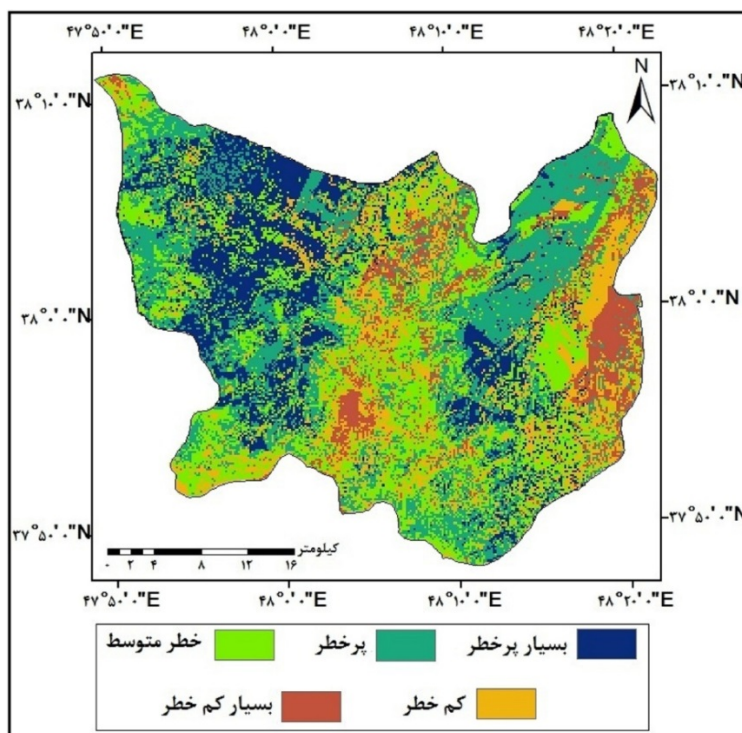
جدول ۳. مجموع تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات و وزن نهایی معیارهای مطرح در پهنه‌بندی فرسایش

وزن نهایی	میزان اطلاعات	انحراف معیار	مجموع تضاد	معیار
۰/۱۵۲	۱/۰۳۷	۰/۲۸۹	۳/۵۸۴	شیب
۰/۱۵۵	۱/۰۵۸	۰/۴۰۲	۲/۶۳۲	لیتولوژی
۰/۱۶۵	۱/۱۲۶	۰/۴۰۱	۲/۸۰۴	کاربری
۰/۱۴۸	۱/۰۱۰	۰/۴۴۱	۲/۲۹۱	خاک
۰/۱۵۲	۱/۰۳۶	۰/۳۷۲	۲/۷۸۱	بارش
۰/۱۱۱	۰/۷۶۲	۰/۴۳۴	۱/۷۵۵	فاصله از آبراهه
۰/۱۱۳	۰/۷۷۳	۰/۳۹۱	۱/۹۷۶	فاصله از راه ارتباطی

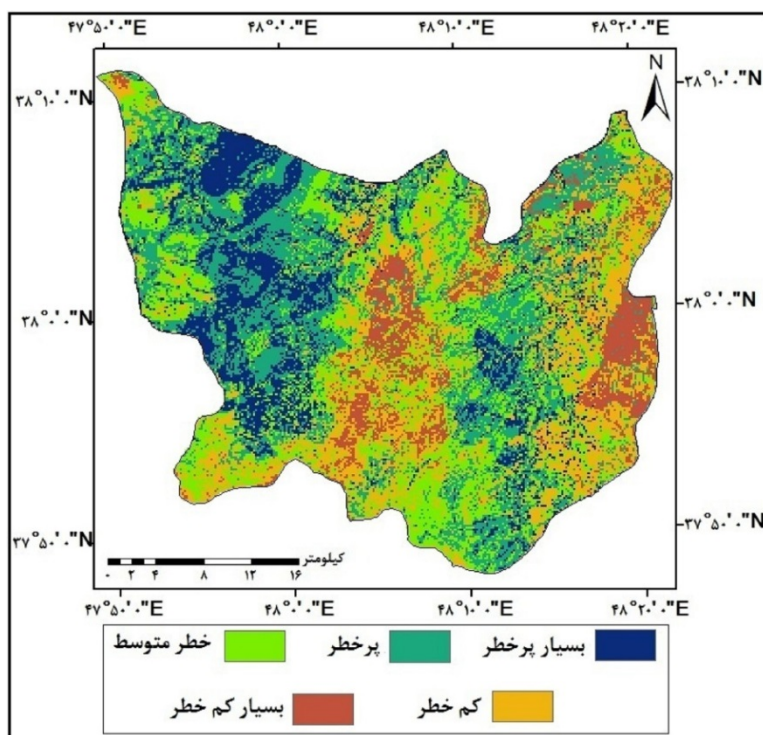
۰/۱۶۱	۱/۰۳۷	۰/۲۸۹	۳/۵۸۴	شیب
۰/۱۶۴	۱/۰۵۸	۰/۴۰۲	۲/۶۳۲	لیتولوژی
۰/۱۴۸	۰/۹۵۷	۰/۳۶۲	۲/۶۴۱	کاربری
۰/۱۴۸	۰/۹۵۵	۰/۴۴۱	۲/۱۶۵	خاک
۰/۱۵۶	۱/۰۰۶	۰/۳۷۲	۲/۷۰۱	بارش
۰/۱۰۹	۰/۷۰۶	۰/۴۳۴	۱/۶۲۷	فاصله از آبراهه
۰/۱۱۱	۰/۷۲۰	۰/۳۹۱	۱/۸۴۱	فاصله از راه ارتباطی

با استفاده از نقشه کاربری اراضی ۲۰۰۰ سال

با استفاده از نقشه کاربری اراضی ۲۰۱۶ سال



شکل ۶. نقشه پهنه‌بندی فرسایش سال ۲۰۰۰ شهرستان نیر با استفاده از روش WLC



شکل ۷. نقشه پهنه‌بندی فرسایش سال ۲۰۱۶ شهرستان نیر با استفاده از روش WLC

جدول ۴. اطلاعات طبقات خطر فرسایش (سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶)

سال	طبقه خطر	بسیار پرخطر	پرخطر	خطر متوسط	کم خطر	بسیار کم خطر
۲۰۰۰	مساحت به کیلومتر مربع	۲۱۱/۲۰۰	۳۰۰/۴۴۷	۲۹۹/۵۵۳	۲۳۸/۷۳۱	۱۷۴/۰۶۹
	مساحت به درصد	۱۷/۲۵	۲۴/۵۵	۲۴/۴۷	۱۹/۵۱	۱۴/۲۲
۲۰۱۶	مساحت به کیلومتر مربع	۱۵۳/۴۵۱	۳۲۴/۴۶۱	۳۵۹/۴۴۰	۲۴۱/۵۳۲	۱۴۵/۱۱۶
	مساحت به درصد	۱۲/۵۴	۲۶/۵۱	۲۹/۳۷	۱۹/۷۳	۱۱/۸۵

با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی فرسایش در محدوده مطالعاتی می‌توان گفت که در نقشه فرسایش سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶، به طور عمده مناطق با طبقه بسیار پرخطر و پرخطر در کاربری‌های زراعت دیم، زراعت آبی-باغی قرار دارند و مناطق با خطر کم و بسیار کم در کاربری‌های مراتع متراکم و مراتع نیمه متراکم قرار گرفته‌اند. در سال ۲۰۰۰ مساحت طبقه بسیار پرخطر ۲۱۱/۲۰۰ کیلومتر مربع بوده است که مقدار این طبقه از خطر در سال ۲۰۱۶ به ۱۵۳/۴۵۱ کیلومتر مربع کاهش یافته است که علت این امر را می‌توان به ترتیب به افزایش ۲۵/۲۰۰ و ۱۱۱/۱۱ کیلومتر مربعی کاربری‌های مراتع متراکم و نیمه متراکم نسبت داد. در مقابل مساحت طبقه پرخطر از

۳۰۰/۴۴۷ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۰، به ۳۲۴/۴۶۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است که علت این امر را می‌توان در افزایش ۳/۹ کیلومتر مربعی از مساحت مناطق مسکونی و به تبع دخالت انسان در محیط (مانند: ایجاد ترانژه برای جاده‌سازی و عدم رعایت اصول مکانیک خاک در احداث مناطق مسکونی و ابنیه فنی و ...) دانست.

بحث و نتیجه‌گیری

اطلاع از نسبت کاربری‌ها و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری می‌باشد. فرسایش خاک یک مشکل جهانی است که به طور

کاربری‌های مراتع متراکم و مراتع نیمه متراکم قرار گرفته‌اند. می‌توان گفت نتایج مطالعه، با نتایج مطالعات؛ اسفندیاری و همکاران (۳)، خالدیان و نیک‌کامی (۵)، فیضی‌زاده (۶)، مارتینز‌موریلو همکاران (۱۹) و داسیلوا و همکاران (۱۶)، مبنی بر این امر که، کاربری زراعت دیم از بیشترین و مراتع از کمترین پتانسیل جهت ایجاد فرسایش برخوردارند، مطابقت دارد.

همچنین نتایج مطالعه نشان داد که مساحت طبقه بسیار پرخطر در سال ۲۰۰۰، ۱۷/۲۵ درصد بوده است که مساحت این طبقه در سال ۲۰۱۶ به ۲۴/۵۵ کیلومتر مربع کاهش یافته است. علت کاهش مساحت این طبقه از خطر در بازه زمانی مورد مطالعه، افزایش ۱۲/۵۴ کیلومتر مربعی مراتع متراکم و نیز افزایش ۱۱۱/۱۱ کیلومتر مربعی مراتع نیمه متراکم می‌باشد. بنابراین، نتیجه مطالعه حاضر با مطالعه آذرخشی و همکاران (۱)، که اظهار داشتند بخش اعظم تغییرات کاربری اراضی، مربوط به افزایش مراتع می‌باشد و این امر منجر به کاهش میزان فرسایش شده است، مطابقت دارد. در مقابل مساحت طبقه پرخطر از ۲۴/۵۵ درصد در سال ۲۰۰۰، به ۲۶/۵۱ درصد در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است که علت این امر را می‌توان در افزایش ۳/۹ کیلومتر مربعی از مساحت مناطق مسکونی دانست. بنابراین، نتیجه به دست آمده، همانند نتیجه مطالعه، مارتینز‌موریلو همکاران (۱۹)، بر نقش تبدیل پوشش گیاهی به مناطق مسکونی در ایجاد فرسایش تأکید دارد.

به نظر می‌رسد لازم است تا جهت حفظ عرصه‌های طبیعی، تثبیت و قانونی کردن کاربری اراضی، کنترل فرسایش و اقداماتی برای حفاظت خاک و آب در مناطق با پتانسیل فرسایشی بالا، در چارچوب طرح‌های حفاظتی در دستور کار متخصصین و مدیران اراضی قرار گیرد. از طرف دیگر نهادهای مدنی و سازمان‌های دولتی و غیردولتی در منطقه می‌توانند در امر نظارت بر تغییرات کاربری اراضی، اعمال مدیریت نمایند.

جدی منابع آب و خاک را تهدید می‌کند و تغییرات کاربری اراضی یکی از عامل‌های مهم در فرسایش خاک می‌باشد. لذا در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به ارزیابی و پایش تغییرات کاربری اراضی رخ داده در شهرستان نیر در خلال سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ و نقش آن در فرسایش خاک پرداخته شد. تعداد کاربری اراضی با توجه به تصاویر و نقشه‌های کاربری موجود و شرایط منطقه مورد مطالعه، برای تهیه نقشه پوشش زمین به شش کلاس تقسیم شده است که عبارتند از؛ مناطق مسکونی، آب (رودخانه و دریاچه)، زراعت دیم، زراعت آبی و باغات، مراتع متراکم و مراتع نیمه متراکم. در ضمن، پس از طبقه‌بندی تصاویر مذکور با استفاده از روش نظارت شده، نتایج به صورت نقشه تهیه گردید. نتایج نشان داد که در سال ۲۰۰۰، غالب‌ترین مقدار مساحت کاربری‌ها، مربوط به کاربری زراعت دیم، با ۳۶/۱۴ درصد و سپس کاربری مراتع نیمه متراکم، با ۲۸/۳۸ درصد می‌باشد. همچنین با توجه به نقشه کاربری مربوط به سال ۲۰۱۶، کاربری مراتع متراکم با ۳۹/۱۱ درصد و کاربری مراتع نیمه متراکم با ۳۷/۴۶ درصد، بیشترین مساحت شهرستان را پوشش می‌دهند. با توجه به یافته‌های تحقیق، دقت کل در نقشه‌های طبقه‌بندی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶، به ترتیب ۸۵/۹۳ درصد و ۸۶/۵۶ درصد، بدست آمد.

همچنین با توجه به نتایج مطالعه در طی بازه زمانی مورد مطالعه در شهرستان نیر، مراتع متراکم، مراتع نیمه متراکم و مناطق مسکونی، به ترتیب ۲۰۰/۲۵، ۱۱۱/۱۱ و ۳/۹ کیلومتر مربع روند افزایشی داشته‌اند و در مقابل مساحت کاربری‌های زراعت دیم، آب و زراعت آبی و باغات به ترتیب ۲۸۷/۱۱، ۲۴/۴۲ و ۳/۷۳ کیلومتر مربع کاهش یافته است، که این امر بیانگر روند کلی تخریب پوشش گیاهی باغات و زمین‌های زراعی در منطقه، از طریق جایگزین کردن مراتع متراکم، نیمه متراکم و ساخت و سازهای مربوط به مناطق مسکونی می‌باشد. با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی فرسایش در محدوده مطالعاتی، در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶، به طور عمده مناطق با طبقه بسیار پرخطر و پرخطر در کاربری‌های زراعت دیم، زراعت آبی - باغی قرار دارند و مناطق با خطر کم و بسیار کم در

منابع مورد استفاده

۱. آذرخشی، م.، الف.، مساعدی، م.، بشیری و ر. اوجاقلو شهابی. ۱۳۹۶. اثر تغییرات بارش و کاربری اراضی بر تولید رسوب، مطالعه موردی: حوزه آبخیز صنوبر- تربت حیدریه (نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری)، ۱۱(۳۷): ۳۳-۲۵.
۲. ارخی، ص. ۱۳۹۴. آشکارسازی تغییرات پوشش/ کاربری اراضی با پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره ای با استفاده از نرم‌افزار Idrisi selvi (مطالعه موردی: منطقه آبدانان)، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۴(۹۵): ۶۲-۵۱.
۳. اسفندیاری، م.، الف. معینی و ر. مقدسی. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر کاربری اراضی و پوشش گیاهی بر اشکال فرسایش و میزان تولید رسوب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رود ورس استان قزوین)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۱۱(۴۲): ۶۲-۵۱.
۴. جمالی، ع. الف.، الف. عظیمی نجار کلایی و ز. حسینی. ۱۳۹۶. مقایسه دقت طبقه بندی سری زمانی تصاویر لندست در پایش تغییرات کاربری اراضی، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۸(۲): ۴۷-۳۳.
۵. خالدیان، ح.، د. نیک کامی. ۱۳۹۶. نقش بهینه‌سازی کاربری اراضی بر کاهش پتانسیل فرسایش و رسوب با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی (مطالعه موردی: حوزه چهل گزی سنندج)، نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۱(۱): ۱۱۱-۹۵.
۶. فیضی‌زاده، ب. ۱۳۹۶. مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر سیستم فرسایش در حوزه سد علویان با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS، مجله‌هیدروژئومورفولوژی، ۱۱: ۳۸-۲۱.
۷. کرم، الف.، الف. صفریان و ش. حجه فروش‌نیا. ۱۳۸۹. برآورد و پهنه‌بندی فرسایش خاک در حوزه ماملو (شرق تهران) با استفاده از روش‌های معادله اصلاح شده جهانی فرسایش خاک و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مجله پژوهش‌های دانش زمین، ۱(۲): ۸۶-۷۳.
۸. مالچفسکی، ی. ۱۳۸۵. ترجمه الف. پرهیزگار و ع. غفاری گیلانده. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، چاپ اول، انتشارات سمت، ۵۹۷ صفحه.
۹. مرادی، ع.، م. جعفری، ح. ارزانی و م. ابراهیمی. 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، ۷(۱): ۱۰۰-۸۹.
۱۰. موسوی، ح.، الف. رنجبر و م. حاصلی. ۱۳۹۴. پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوزه ابرکوه با استفاده از تصاویر ماهواره ای (۲۰۱۴-۱۹۷۶)، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۵(۹۷): ۱۴۶-۱۲۹.
۱۱. نظری سامانی، ع. الف.، م. قربانی و ح. ر. کوهبنانی. ۱۳۸۹. ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰، مجله علمی پژوهشی مرتع، ۴(۳): ۴۵۱-۴۴۲.
۱۲. وب سایت استانداری اردبیل. ۱۳۹۶.
۱۳. یوسفی، ص.، م. تازه، س. میرزایی، ح. ر. مرادی و ش. توانگر. ۱۳۹۰. مقایسه الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرستان نور)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۲(۲): ۲۵-۱۵.
14. Bouaziz M, Leidiy M, Gloaguen R. 2011. Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring, Aremotoe sensing study of sc Ethiopia, Geoscience frontiers, 2(2): 237-245.
15. Coppin P, Jonckheere I, Nackaerts K, Muys B, Lambin E. 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: A review. International Journal of Remote Sensing, 25(9): 1565-1596.
16. Da Silva, V.P. R, Silva M. T, De Souza E. P. 2016. Influence of land use change on sediment yield: A case study of the sub-middle of the SAO Francisco River Basin, Soil and Water Engineering. 36 (6): 1005-1015.
17. Haack B- N, Rafter A. 2006. Urban growth analysis and modeling in the Kathmandu valley, Nepal, Habitat International, 30(4): 1056-1065.
18. Jabbar, M-T, Zhou X. 2011. Eco-environmental change detection by using remote sensing and GIS techniques: a case study Basrah province, south part of Iraq. Journal of Environ Earth Sci., DOI 10.1007/s12665- 011-0964-5.
19. Martínez-Murillo M J.F, Lopez Vicente M,

- Poesen J, Ruiz Sinoga J.D. 2011. Modelling the effects of land use changes on runoff and soil Eerosion in two Mediterranean catchments with active gullies (South of Spain), *Landform Analysis*, 17(1): 99–104.
20. Mendoza M.E. 2004. Analysing land cover and land use change processes at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watwrshed, Mexico (1975-2003). *Applied Geography*, 31(1): 237-250.
21. 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*, 3(11): 455-461.
22. 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*, 48(2): pp. 251-260.
23. Shataee Sh, Abdi O. 2007. Land Cover Mapping in Mountainous Lands of Zagros Using ETM⁺ Data (Case Study: Sorkhab Watershed, Lorestan Province), *J., Agri. Sci. Natural Resources*, 14(1): 129-139.
24. Singh A. 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data, *International Journal of Remote Sensing*, 10(6): 989-1003.
25. Sui D. Z. 1999. A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban Land Evaluation. *Computer, Environment, and Urban Systems*, 16(1) : 101-115.
26. Wessels K.J, Prince S.D, Frost P-E, Van Zyl D. 2004. Assessing the effects of human induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series. *Journal of Remote Sensing Environment*, 9(1): 47–67.
27. Xiaolu S, Cheng Bo. 2011. Change Detection Using Change Vector Analysis from Landsat TM Images in Wuhan, *Procedia Environmental Sciences*, 11 (1): 238 – 244.



Study of land use change and its effect on erosion in Nir city using GIS and RS (Case study: Nir county)

S. Asghari Saraskanroud ^{1*}, L. Aghayary ², E. Pirouzi ²

1. Assoc. Prof. College of Humanities, Department of Geography, University of Mohaghegh Ardabili

2. Ph.D. Student of Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili

ARTICLE INFO

Article history:

Received 05 November 2017

Accepted 19 January 2018

Available online 20 February 2018

Keywords:

Landuse

Supervised classification

Erosion

Critic

Weighted linear combination (WLC)

ABSTRACT

Due to human activities and natural phenomena, the face of the earth is always undergoing change. Therefore, for the optimal management of the natural areas, awareness of the land use ratio is a necessity. Soil erosion is one of the environmental disasters that annihilates thousands of soil, crops each year, and land use change is one of the important factors in erosion. Therefore, the present study was conducted to investigate the land use change trend in Nair, Ardabil province, and its effect on erosion using GIS and RS in order to carry out the research, images from 2000 and 2016, OLI and TIRS sensors, Landsat 8 were used and land use map was prepared using a controlled classification method. The erosion zonation map was performed using landuse maps and factors such as slope, lithology, distance from the road, distance from the waterway, precipitation and soil using Critical Weighing and Weighted Linear Combination (WLC). The results showed that the highest amount of area in 2000 was related to dry land farming with 442.38 km² and semi-condensing pastures with an area of 347.39 km². In 2016, the highest area of use of rangelands density, and then the use of semi-metamorphic rangelands are 478.76 and 458.5 km², respectively. According to the erosion zoning plan of 2000, 17.25% and 25.55%, respectively, according to the 2016 erosion zonation, 12.44% and 26.51% of the city area are located in two high risk and high risk categories. Mostly, high risk and high-risk areas are located in both dry land and aquaculture fields at both time periods.

* Corresponding author e-mail address: s.asghari@uma.ac.ir