Hydrogeomorphology Vol. 12, No. 43, 2025

Research Paper

Investigating land use changes and their effects on soil erosion Case study: Namin County

Leila Aghayary[1], Sayyad Asghari Saraskanrood[2*], Batool Zeynali[3]

1. Postdoctoral Researcher, Department of Physical Geography, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. aghayary.leila@yahoo.com
2. Professor of Geomorphology, Department of Physical Geography, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. s.asghari@uma.ac.ir.
3. Professor of climatology, Faculty of Social Sciences, University of Mohagheg Ardabili, Ardabil, Iran. zeynali.b@uma.ac.ir

Keywords

Erosion, Land Use Changes, ARAS, Namin County, Ardabil.

Received: 2024/12/18

Accepted: 2025/03/15

Published: 2025/07/21

A B S T R A C T

Introduction

Since its inception, the Earth has been constantly evolving and changing due to internal and external forces (Rajaei[1] , 1992). One of these factors that causes changes and transformations in different parts of the Earth is the phenomenon of erosion, which is one of the most important phenomena of the morphology of the Earth's surface. Also, one of the environmental hazards and ecological crises that the world is facing today, and one of the factors of erosion, is the phenomenon of land use change. The acceleration of land use changes has led to significant changes in the world and the transformation of land uses, so that areas of natural areas such as forests and agricultural lands have been converted into urban lands. By knowing the rate of land use changes over time, future changes can be predicted and necessary measures can be taken. Land cover maps are used in the management of natural resources and the environment and in identifying the potential and potential of lands. And they are considered as a source of information for adopting principled policies and developing development programs. Since models based on the global erosion equation fail to consider the interdependence of factors affecting soil erosion, MCDM method is used to explore a wide range of options in terms of objective conflicts and multiple criteria (Aher[2] et al., 2013).

Methodology

The research under study is an applied research and its result is the investigation of land use changes and their impact on erosion in Namin city. This research is based on the use of remote sensing methods to obtain land use changes in the 22-year period of study and the use of the ARAS multi-criteria analysis method in the GIS environment to zone the soil erosion potential of Namin city due to land use changes. ARC GIS, Ecognition, ENVI, Idrisi Excel software have also been used to process images and analyze data. In order to investigate the risk of erosion in the data collection stage, first, considering the natural and human conditions of the region, the factors of slope, lithology, land use, precipitation, distance from communication road, distance from watercourse and soil were identified as effective factors in soil erosion in the study

*Correspondin Author: Sayyad Asghary Saraskanrood E-mail: s.asghari@uma.ac.ir.

Aghayary, Leila; Asghari Saraskanrood, Sayyad; Zeynali, batool. (2025). Investigating land use changes and their effects on soil erosion Case study: Namin County.Hydrogeomorphology, 12(43): 142–158

DOI: 10.22034/hyd.2025.65075.1771

Copyright: © by the authors Publisher: University of Tabriz

Results and Discussion

area. In the next stage, information layers related to each of the factors were prepared in the geographic information system environment. Information layers of communication roads and waterway network were prepared and measured using the map of communication lines and rivers of Ardabil province. The slope layer was prepared using a 12.5 m digital elevation model, Alos satellite, and Palsar sensor, taken from the site (vertex.daac.asf.alaska.edu). To extract information layers related to lithology (rock resistance), the geological map of Ardabil province was used with a scale of 1:10000. The precipitation map of the city was also drawn according to the data of meteorological and rain gauge stations and using the precipitation gradient equation (P:0.227H-85.04). Thus, in the ARC MAP software, using the Calculator Raster command, the elevation class map was replaced by the H component and then the precipitation map was extracted. In the present study, with the aim of extracting land use in Namin County, first, Landsat satellite images from (TM.OLI) sensors for two time periods from 2002 to 2024 were obtained in August from the US Geological Survey website, and then a land use map was extracted for the two time periods using an object-oriented method.

Conclusions

Water and soil are among the most precious national resources of the country. Unfortunately, in the last decade, due to land use changes and destruction of vegetation cover, most of the precipitation has turned into runoff, in addition to wasting this vital resource, causing huge floods, causing great financial and human losses. Knowing the ratio of uses and how it changes over time is one of the most important issues in planning and policy-making and preserving natural resources and people's lives and property. It can be said that land use changes are one of the important factors in causing soil erosion. Therefore, in the present study, the study of land use changes and its role in the rate of soil erosion using remote sensing techniques and ARAS multi-criteria analysis has been investigated and analyzed for two time periods of 2002 and 2024. The results of the studies showed that in 2002, the most dominant area of land use was related to poor pastures and rainfed agriculture, covering 493.71 and 209.91 percent of the basin area, respectively, and in 2024, the largest area was allocated to poor pastures and rainfed agriculture, covering 422.62 and 271.93 percent of the basin area. According to the results of the study during the period under study, the most important changes during this period include an increase in agricultural land, an increase in the area of human settlements, and barren land, while a decrease in good and poor pastures

.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقاله پژوهشی

بررسی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر فرسایش خاک مطالعه موردی: شهرستان نمین

لیلا آقایاری[۱]، صیاد اصغری سراسکانرود*[۲]، بتول زینالی[۳]

۱.پژوهشگر پسادکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. aghayary.leila@yahoo.com
۲.نویسنده مسئول، استاد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. s.asghari@uma.ac.ir
۳. استاد اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. zeynali.b@uma.ac.ir

کلیدواژه‌ها

فرسایش، تغییرات کاربری اراضی، مدل ARAS، شهرستان‌نمین، استان اردبیل.

چکیده

آب و خاک از گران‌بهاترین منابع ملی هر کشوری هستند. تغییرات کاربری اراضی، یکی از عوامل مهم در ایجاد فرسایش به خصوص فرسایش خاک است و در سال‌های اخیر، تاثیر متقابل تغییرات کاربری اراضی و فرسایش خاک به یک نگرانی عمده زیست محیطی منجر شده است. از این‌رو، هدف پژوهش حاضر، بررسی تغییرات کاربری‌های مختلف و ارزیابی اثرات تغییرات کاربری‌ها بر فرسایش خاک، در شهرستان نمین می-باشد. در راستای دستیابی به اهداف این تحقیق، ابتدا نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش شی‌گرا برای دو دوره‌ی ۲۰۰۲ و ۲۰۲۴، تهیه شده است. در مرحله بعد لایه‌های اطلاعاتی سایر عوامل مؤثر برای فرسایش خاک شهرستان در محیط GIS تهیه گردید. ارزش‌گذاری و استانداردسازی لایه‌ها با استفاده از تابع عضویت فازی و وزن‌دهی معیارها، با بهره گیری از روش CRITIC انجام شد. تحلیل و مدل‌سازی نهایی با استفاده از الگوریتم چند معیارARAS ، صورت پذیرفت. نتایج این پژوهش نشان داد، بیشترین میزان مساحت در سال ۲۰۰۲ مربوط به مراتع ضعیف و زراعت دیم، به ترتیب با ۴۹۳/۷۱ و ۲۰۹/۹۱ کیلومتر مربع و در سال ۲۰۲۴، مربوط به مراتع ضعیف و مراتع دیمی به ترتیب با ۴۲۲/۶۲ و ۲۷۱/۹۳ کیلومترمربع می‌باشد. با توجه به نقشهٔ پهنه بندی فرسایش سال ۲۰۰۲ به ترتیب ۱۵/۰۵ و ۲۲/۴۶ درصد و طبق پهنه‌بندی فرسایش ۲۰۲۴ به ترتیب ۱۵/۹۲ و ۲۵/۰۴ درصد از مساحت شهرستان در دو طبقهٔ بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارند. به طور کلی می توان گفت، عمده دلایل افزایش مقدار وجود فرسایش در سطح شهرستان نمین خاک فرسایش پذیر، وقوع بارندگی‌های شدید و دخالت عوامل انسانی از طریق تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی، چرای بیش از حد و لگدکوب شدن مراتع توسط دام‌ها، رها شدن آب آبیاری در انتهای اراضی زراعی، احداث جاده و شخم در جهت شیب و آبیاری نامناسب را از جمله عوامل عمده از بین رفتن و فرسایش خاک و در نتیجه کاهش حاصلخیزی و عملکرد کشاورزی در شهرستان نمین می‌توان عنوان کرد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۳۰

* صیاد اصغری سراسکانرود رایانامه: s.asghari@uma.ac.ir

شناسه دیجیتال مقاله: 10.22034/hyd.2025.65075.1771

ارجاع به این مقاله: آقایاری، لیلا؛ اصغری سراسکانرود، صیاد؛ زینالی، بتول (۱۴۰۴). بررسی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر فرسایش خاکمطالعه موردی: شهرستان نمین. هیدروژئومورفولوژی، ۱۲ (۴۳): 158–142.

Copyright: ©2025 by the authors Publisher: University of Tabriz

مقدمه

معضل فرسایش با کاهش حاصلخیزی خاک باعث تخریب اکوسیستم‌های طبیعی نظیر جنگل‌ها و مراتع و اکوسیسم‌های کشاورزی می‌گردد. مطالعات متعددی نشان داده که در میان عوامل مسبب فرسایش خاک، کاربری اراضی از اهمیت بیشتری نسبت به سایر عوامل برخوردار است(آدیلیا[1] و همکاران، ۲۰۲۱). نوع و شدت فرسایش عموما تابع اقلیم،توپوگرافی،خاک و کاربری اراضی است که در این بین تاثیر کاربری اراضی به دلیل نقش انسان بر چرخه طبیعت مهم‌تر و ارجح‌تر از سایر عوامل است. نوع کاربری اراضی به همراه شرایط مدیریت بهره‌برداری از آن به عنوان یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار بشری بر روی منابع طبیعی و بخصوص فرسایش خاک به شمار می‌آید. با توجه به نقش بهینه کاربری اراضی در توسعه پایدار و کاهش هدر رفت منابع طبیعی، می‌توان گفت که تغییرات کاربری اراضی باعث به هم خوردن چرخه محیط طبیعی می‌گردد. همچنین به تبع آن فرسایش خاک در اثر عدم مدیریت صحیح اراضی و کاربری نادرست آن باعث بروز اثرات نامطلوبی بر زندگی اقتصادی- اجتماعی ساکنین منطقه خواهد داشت(آرخی[2] و همکاران،۱۴۰۲)

یکی از مباحث در کشورهای در حال توسعه تغییر کاربری اراضی است. به دلیل رشد جمعیت و کمبود زمین‌های جدید برای کشاورزی، مناطق وسیعی از جنگل‌ها تخریب و تبدیل به زمین زراعی و به تبع آن زمین‌های کشاورزی به موارد صنعتی و شهری تبدیل شده است(عمادی و همکاران،۱۳۸۷). تغییرات کاربری اراضی امروزه به فرایندی پیچیده‌تری تبدیل شده است که عوامل مختلف اجتماعی و فضایی را در بر دارد(والبونا،۲۰۱۰) .بنابراین در طول زمین الگوهای پوشش زمین و به تبع آن کاربری اراضی دچار تغییر و دگرگونی اساسی می شوند. این تغییرات به تازگی به عنوان یکی از اجزای بنیادین تغییرات زیست محیطی جهان و پژوهش های توسعه پایدار معرفی شده است .بنابراین نیاز به آشکار سازی و پیش بینی چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت زیادی برخوردار است (محمدیاری،۱۳۹۳).

از آن‌جایی که مدل‌های مبتنی بر معادله جهانی فرسایش موفق به در نظر گرفتن وابستگی متقابل عوامل موثر بر فرسایش خاک نمی‌باشند(نخای و همکاران ، ۲۰۰۹). لذا، برای کشف طیف وسیعی از گزینه‌ها از نظر درگیری‌های عینی و معیارهای چندگانه، از روش MCDM استفاده می‌شود(آهر و همکاران ، ۲۰۱۳). در این روش‌های تصمیم‌گیری برای بهینه‌سازی مدل، از معیارهای مختلفی برای افزایش صحت تصمیمات استفاده می‌شود(جورجیو و همکاران، ۲۰۱۶). در نتیجه می‌توان گفت، با توجه به محدودیت‌های روش‌های سنتی، (عرب عامری و همکاران،۲۰۱۸) که عمدتاً وقت‌گیر و هزینه‌بر بوده و اغلب با خطا همراه است، استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، با یک رویکرد تلفیقی، علاوه بر سودآوری می‌تواند باعث تسریع در روند برنامه‌ریزی در تشخیص موارد بحرانی و اضطراری شده و منجر به صدور نتایج مناسبی گردد. در شهرستان نمین به دلیل عدم توجه به مسئله و قابلیت و تناسب کاربری زمین، بیشتر اراضی به صورت نامناسب و نامعقول استفاده می‌شوند که این استفاده نادرست ، به شدت فرسایش و رسوب را افزایش می‌دهد و همچنین با توجه به اینکه اغلب کاربری اراضی به صورت زمین‌های کشاورزی، باغات و مراتع می‌باشد، استفاده غیراصولی و بی‌رویه از اراضی، باعث افزایش میزان فرسایش در شهرستان نمین می‌گردد. رسوبات ناشی از فرسایش خاک ، علاوه بر هدر رفتن و کاهش حاصلخیزی خاک، موجب کاهش کیفیت آب و کاهش عمر مفید منابع و مخازن طبیعی شهرستان نمین شده است.

در مورد موضوع مورد مطالعه تحقیقات و مطالعات گسترده و مختلفی در سطح ایران و جهان صورت گرفته است که گزیده ای از آنها عبارتند : اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی شهرستان نیر و تأثیر آن بر فرسایش با روش کرتیک منطقه پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که به ترتیب ۱۲/۵۴ و ۲۶/۵۱ درصد از مساحت شهرستان در دو طبقهٔ 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. (صفاری و همکاران ۱۳۹۷)، به بررسی تاثیر تغییرات پوشش و کاربری زمین در قابلیت فرسایش خاک

1.Adeliya

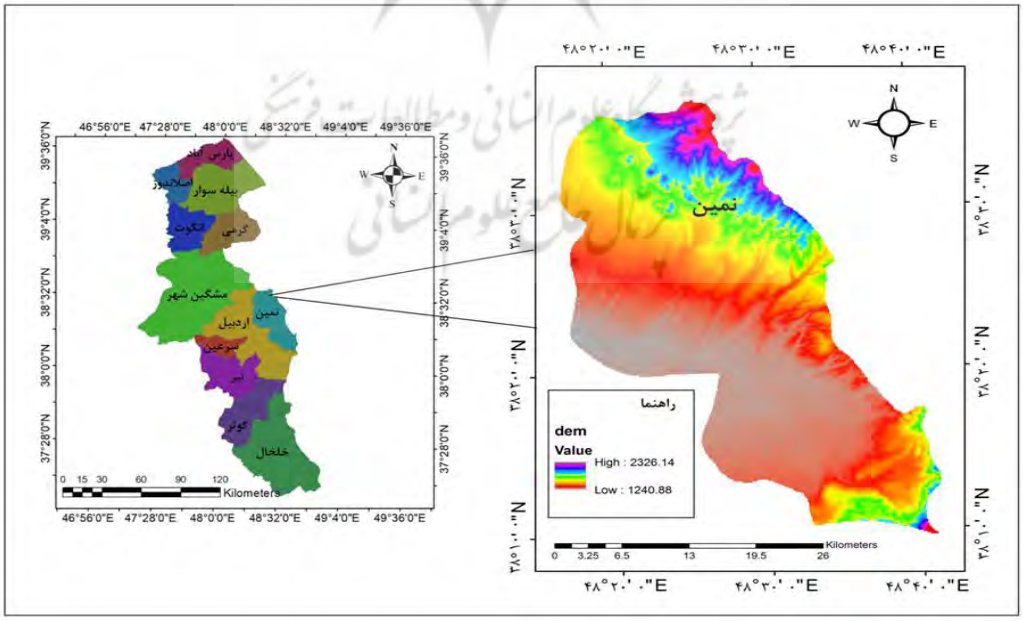
2.Arkhi

حوضه قره‌سو گرگانرود طی سه بازه زمانی ۱۹۹۵ ، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که سطوح کشاورزی، زمین‌های بدون پوشش و سکونتگاه‌های انسانی در طی بازه سی ساله افزایش یافته است و همچنین رشد نواحی غیرقابل نفوذ بوسیله فعالیت‌های انسانی، رشد مناطق شهری و روستایی، تغییرات الگوی کشت و تخریب پوشش گیاهی و مراتع منجر به افزایش پتانسیل فرسایش در سطح حوضه شده است. (اصغری سراسکانرود و همکاران ،۱۳۹۸) مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی اثرات کاربری اراضی بر فرسایش خاک با الگوریتم WLC در حوضه آبخیز آقالقان‌چای انجام دادند که نتایج پژوهش آن ها نشان داد، در طی بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸، به طور عمده مناطق بسیار پرخطر و پرخطر در کاربری‌های کشاورزی و باغات واقع گردیده و تغییر مراتع و تبدیل آن به مناطق کشاورزی و انسان ساخت، بیشترین میزان تاثیر را بر فرسایش خاک داشته است. میاحی و همکاران(۱۴۰۰) اثر تغییر کاربری اراضی بر فرسایش خاک تالاب هور العظیم با استفاده از معادله جهانی ارزیابی فرسایش خاک (RUSLE) طی سالهای ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد، در بازه زمانی مورد بررسی، از مساحت طبقات دارای کلاس فرسایشی کم کاسته و به مساحت کلاس‌های فرسایشی زیاد افزوده شده است وکاهش پوشش گیاهی و مناطق آبی به همراه افزایش اراضی بایر نقش مهمی در افزایش درصد فرسایش خاک، در محدوده داشته است. مددی و همکاران (۱۴۰۱) ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر فرسایش خاک در حوضه بالادست سد یامچی اردبیل، با استفاده از الگوریتم تصمیم‌گیری چند معیاره ARAS و روش‌های نوین سنجش از دور را مطالعه کردند و عمده دلایل افزایش مقدار فرسایش در سطح حوضه مورد مطالعه، افزایش اراضی زراعی (دیم و آبی)، اراضی بایر، مراتع ضعیف و نواحی انسان‌ساخت و کاهش سطح مراتع خوب و متوسط می‌باشد. اصغری و همکاران (۱۴۰۳) ارزیابی و تغییرات کاربری-اراضی بر روی فرسایش خاک گیوی‌چای با استفاده از مدلG2 را بررسی کردند نتایج نشان‌دهنده افزایش کاربری مناطق مسکونی و پوشش گیاهی ضعیف و کاهش کاربری باغ‌ها و پوشش‌گیاهی متوسط بود. این تغییرات به طور مستقیم بر فرسایش خاک تأثیر گذاشته‌اند. سانتوس و همکاران(۲۰۱۷) به بررسی تغییرات کاربری اراضی و نقش آن بر فرسایش در مناطق نیمه خشک برزیل، در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۱ ،پرداختند و نتایج به دست آمده، نشان داد که سطح اراضی جنگلی و مراتع کاهش و میزان فرسایش در این مناطق ۱۰ برابر افزایش یافته است. کیدن و همکاران(۲۰۱۹) تاثیر استفاده از زمین بر فرسایش خاک و عملکرد رسوب، در اتیوپی، طی سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۵ با استفاده از مدل EGEM مورد مطالعه قرار دادند نتایج نشانگر تبدیل سریع کاربری‌های با پوشش‌گیاهی طبیعی به کاربری‌های اصلاح شده بشر می‌باشد . لی و همکاران(۲۰۲۱) به بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر فرسایش رودخانه ای با استفاده از روش GCD در شهرستان Kedong ، واقع در شمال‌شرقی چین بین سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد، زمین‌های زیرکشت، در بازه زمانی مورد مطالعه به طور چشم‌گیری، افزایش یافته و کشت زمین در دامنه‌ها، به ویژه در دامنه‌های بزرگتر از ۴ درجه، ممکن است سرعت فرسایش رودخانه را تشدید کند. فراریا و همکاران (۲۰۲۴)در کتاب تاثیر تغییرات کاربری اراضی بر فرسایش خاک مروری کوتاه بر فرآیندهای فرسایش خاک و حساسیت آن ها در کاربری های مختلف زمین، از جمله زمین های کشاورزی، جنگلی و شهری و همچنین شیوه های مختلف مدیریت خاک که برای کاهش این مشکل به کار گرفته شده است، ارائه می دهد. علاوه بر این، این فصل اطلاعات مربوط به استفاده از سنجش از دور برای پشتیبانی از ارزیابی فرسایش خاک را ترکیب می‌کند و نمونه‌هایی از داده‌های سنجش از دور مورد استفاده در مطالعات مختلف برای پشتیبانی از مدل‌سازی فرسایش خاک را ارائه می‌دهد.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

شهرستان نمین یکی از شهرستان‌های استان اردبیل واقع در شمال‌غربی ایران است. این شهرستان، با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی قرار دارد (شکل ۱). شهرستان نمین در شمال‌شرق استان اردبیل و در فاصله ۲۲ کیلومتری مرکز استان در کنار جاده ترانزیتی اردبیل به گیلان و تهران با وسعت ۱ هزار و ۳۷ کیلومترمربع در همسایگی کشور جمهوری آذربایجان واقع شده که حدود پنج و نیم درصد کل مساحت استان اردبیل را در بر می‌گیرد. جمعیت شهرستان حدود ۶۱ هزار نفرو دارای سه شهر نمین، ابی‌بیگلو و عنبران و شامل سه بخش مرکزی، ویلکیج و عنبران و همچنین دارای ۷ دهستان و ۹۱ روستا است. از نظر ارتفاع، شهرستان نمین در محدوده ارتفاعی ۱۳۴۱ تا ۲۳۲۶ متر از سطح دریا قرار دارد. کوه‌های شهرستان نمین شامل کوه قرخلر، کوه عنبران، کوه فندق پشته، کوه‌های ننه کران، کوه بزرگ (بیوک داغ) در شمال شرقی ده کلسر، کوه‌های دگرماندرق، کوه‌های آبی بیگلو که در جنگل واقع شده و گرمه‌چشمه و سوها و نیارق و حور که یک رشته‌کوه از نمین بلکه از مغانات رو به جنوب شرقی پیشرفته و به کوه‌های باغرو متصل شده است. هر یک از این کوه‌ها اسم محلی مخصوص دارد و مجموع آنها همان کوه تالش است. از نظر زمین‌ساختی منطقهٔ مورد مطالعه در زون زمین‌ساختی البرز غربی- آذربایجان قرار دارد و این واحد، یک واحد مرکب با ساختمان های زمین‌های شکسته، چین‌خورده و آتشفشانی می‌باشد. جنبش‌های زمین‌ساخت آخر کرتاسه(حرکت لارامید)، نخستین جنبش‌های منطقه‌اند و در نتیجه‌ی این حرکات، شمال غرب ایران، به شکل مرکز جنبش‌های زمین‌ساختی آتشفشانی ظاهر شده است. فعالیت‌های ماگمایی آذربایجان از نوع آتشفشانی بوده و محیط‌های رسوبی و مناطق چین‌خورده را پوشش داده است. به ترتیب واحدهای Eav (آندزیت ولکانیکی)، با پوشش ۳۳۹/۰۳ کیلومترمربع از سطح شهرستان وQt2 (رسوبات تراس‌های آبرفتی و مخروط-افکنه‌های پایکوهی)، با پوشش ۲۷۶/۲۱ کیلومترمربع از سطح شهرستان، بیش‌ترین مساحت به خود اختصاص داده‌اند. همچنین، به ترتیب واحدهای PAEav (آندزیت آتشفشانی)، با مساحت ۳/۱۴۸ کیلومترمربع و pcbr (دولومیت و ماسه‌سنگ)، با مساحت ۸/۸۳۷ کیلومترمربع، کمترین مقدار از مساحت شهرستان را پوشانده‌اند. از نظر واحدهای ژئومورفولوژیکی، منطقه مورد مطالعه در واحد شمال‌غربی قرار دارد. نمین دارای آب و هوای معتدل، زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم است(عابدینی،۱۴۰۲).



شکل (۱): موقعیت شهرستان نمین

Figure(1): **Location of Namin County**

مواد و روش

پژوهش مورد مطالعه از نوع تحقیقات کاربردی می‌باشد و نتیجه آن بررسی تغییرات کاربری زمین و تاثیر آن بر فرسایش درشهرستان نمین می‌باشد. این پژوهش مبتنی بر استفاده از روش‌های سنجش از دور برای رسیدن به تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۲۲ ساله‌ی مورد مطالعه و استفاده از روش تحلیل چند معیاره ARAS ، در محیط GIS به منظور پهنه‌بندی پتانسیل فرسایش‌پذیری خاک شهرستان نمین در اثر تغییرات کاربری اراضی، می‌باشد. جهت پردازش تصاویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزارهای ARC GIS, Ecognition, ENVI، Excel Idrisi، بهره گیری شده است. به منظور بررسی خطر فرسایش در مرحله جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا با توجه به شرایط طبیعی و انسانی منطقه، عوامل شیب، لیتولوژی، کاربری اراضی، بارش، فاصله از راه ارتباطی، فاصله از آبراهه و خاک، به عنوان عوامل مؤثر در فرسایش خاک منطقه مورد مطالعه شناسایی گردید. در مرحله بعد لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر یک از عوامل، در محیط سیستم اطالعات جغرافیایی تهیه گردید. لایه‌های اطلاعاتی راه‌های ارتباطی و شبکه آبراهه، با استفاده از نقشه‌ی خطوط ارتباطی و رودخانه‌های استان اردبیل، تهیه و مورد سنجش قرار گرفت. لایه‌ی شیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی ۱۲/۵ متر، ماهواره Alos ، سنجنده Palsar ،اخذ شده از سایت(vertex.daac.asf.alaska.edu) تهیه شد. جهت استخراج لایه‌های اطلاعاتی مربوط به لیتولوژی (مقاومت سنگ‌ها)، از نقشه زمین‌شناسی استان اردبیل؛ با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ استفاده شد. نقشه بارش شهرستان نیز، با توجه به داده‌های ۵ ایستگاه هواشناسی و باران‌سنجی و با بهره‌گیری از معادله گرادیان بارش(P:0.227H-85.04) ، ترسیم شد. بدین صورت که در نرم افزارARC MAP ،با استفاده از دستور Calculator Raster، نقشه طبقات ارتفاعی جایگزین مولفه H شده و سپس نقشه بارش استخراج گردید.

به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرستان نمین، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای لندست از سنجنده‌های (TM - OLI) برای سال‌های (۲۰۰۲ و ۲۰۲۴)، از سایت زمین‌شناسی آمریکا اخذ شد. با نظر به این موضوع که اتمسفر همواره به عنوان یکی از عوامل اثرگذار در پردازش‌های تصاویر بوده است و اثرات اتمسفر معمولاً به صورت خطای جمع شونده[1]، ظاهر و باعث روشنی بیش ازحد تصویر و کاهش وضوح می‌شوند (جوان و حسنی‌مقدم، ۱۳۹۶). بنابراین، خطاهای حاصل از اتمسفر در پردازش تصاویر باید تصحیح گرد و در همین راستا، به‌منظور آماده‌سازی تصاویر، نسبت به تصحیحات اتمسفری در نرم‌افزار Envi5.3، اقدام شد. سپس، طبقه‌بندی با روش شی‌گرا و با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی توسط نرم‌افزار ecognition، انجام شد. مبنای طبقه‌بندی شی‌گرا فرایند قطعه‌بندی (سگمنت‌سازی) است و با ایجاد سگمنت‌های مناسب زمینه برای اجرای بهتر الگوریتم‌های شئ‌گرا فراهم می‌شود. سگمنت به معنای گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که از نظر ارزش عددی و بافت به هم شبیه هستند. سگمنت‌سازی با تفکیک مکانی چندگانه یک روش بهینه‌سازی است که ناهمگنی متوسط پیکسل‌ها را به حداقل و همگنی مربوطه را به حداکثر می‌رساند (جعفرزاده و نظم‌فر، ۱۳۹۸). در مرحله قطعه‌بندی، پیکسل‌های تصویر بر اساس تفاوت‌ها و شباهت‌های موجود میان آن‌ها در زمینه ویژگی‌های طیفی و شکلی و با در نظر گرفتن درجه‌ای از ناهمگنی مجاز در هر قطعه، به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند که این قطعه‌ها یا شی‌های ساخته شده در گام بعدی به منظور شناسایی عوارض مورد نظر، کلاس‌بندی می‌شوند. در فرآیند قطعه‌بندی مفسر می‌تواند با در نظر گرفتن پارامترهای شکل، بافت، ضریب فشردگی و معیار نرمی، فرایند قطعه‌بندی تصویر را انجام داده و بر اساس نسبت اهمیّت هر یک از این عوامل در خصوصیات کلاس‌های موردنظر برای استخراج از تصاویر ماهواره‌ای، نسبت اهمّیت آن‌ها را در فرایند قطعه‌بندی اعمال نماید. در این پژوهش پارامترهای مؤثر بر استخراج کلاس‌ها در طبقه‌بندی شی‌گرا عبارتند از: ۱- انحراف معیار باندها: انحراف معیار یکی از شاخص‌های پراکندگی است که نشان می‌دهد به‌طور میانگین، داده‌ها چه مقدار، از مقدار متوسط فاصله‌دارند. ۲-شاخص NDVI[2]: در این پژوهش از شاخص NDVI به‌منظور جداسازی بهتر پوشش‌گیاهی از بقیه پدیده‌ها استفاده شد. ۳-واریانس: واریانس برای محاسبه بافت بر پایه

[1] - Falling error
[2]- Normalized Difference Vegetation Index

میانگین و پراکندگی در اطراف میانگین از ارزش سلول‌ها داخل GLCM[1] به کار گرفته می‌شود. ۴- شاخص‌های هندسی، که پارامترهای مؤثری همچون حداکثر اختلاف، درجه روشنایی، ضخامت، مساحت و فشردگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش جهت قطعه‌بندی از روش چند مقیاسه[2] استفاده شده است. برای این منظور با تجزیه و تحلیل، مقیاس ۳۵ برای تصویر سال ۲۰۲۴ و مقیاس ۴۰ برای تصویر سال ۲۰۰۲ انتخاب شد و شکل و ضریب فشردگی برای هر دو تصویر ۰/۴ و ۰/۶ در نظر گرفته شد. بررسی نتایج طبقه‌بندی یکی از مراحل مهّم است و هیچ طبقه‌بندی تازمانی که دقت آن ارزیابی نشود، مستند نخواهد بود (فیضی‌زاده و همکاران، ۲۱۳:۱۳۹۷). پارامتر اصلی که برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد، صحت کلی و ضریب کاپا می‌باشند. با توجه به نتایج به دست آمده، صحت کلی و ضریب کاپا بر روی تصویر ۲۰۰۲ به ترتیب دارای مقدار ۹۷٪ و ۹۶٪ می‌باشد و بر روی تصویر سال ۲۰۲۴ نیز مقدار ضریب کاپا با ۹۶٪ و مقدار صحت کلی با ۹۶٪ برابر است. در نهایت لایه‌های به‌دست آمده برای محاسبه مساحت کاربری‌ها، تهیهٔ نقشهٔ خروجی مناسب و اعمال نمودن معیار کاربری در فرآیند پهنه‌بندی خطر فرسایش، به نرم‌افزار Arc GIS، انتقال داده شدند.

تهیه نقشه پهنه‌بندی فرسایش با استفاده از روش(ARAS ارزیابی نسبت جمعی)

روش ARAS مبتنی بر این استدلال است که با استفاده از مقایسه‌های ساده نسبی می توان پدیده‌های دنیای پیچیده را درک کرد (علیزاده و همکاران،۱۴۰۰). این تکنیک، روشی قدرتمند در ارائه نرخ عملکرد و درجه مطلوبیت گزینه‌های مختلف نسبت به وضع بهینه است و از سهولت کاربرد نسبی نیز برخوردار است (آنامرادنژاد و همکاران، ۱۳۹۷). مراحل الگوریتم پیاده‌سازی آراس به شرح ذیل می باشد.

۱: تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم در این روش به صورت معیار- گزینه است. یعنی یک ماتریسی که ستون‌های آن را معیارهای مساله و سطرها را گزینه‌ها تشکیل می‌دهند و هر سلول نیز در واقع امتیاز هر گزینه نسبت به هر معیار است (جدول۱).

جدول(۱): ماتریس معیارهای مطرح در پهنه‌بندی فرسایش حوضه مطالعاتی

Table (1)**: Matrix of criteria considered in erosion zoning of the study basin**

معیار پیکسل	کاربری	خاک	لیتولوژی	فاصله از آبراهه	فاصله از جاده	بارش	شیب
پیکسل ۱	x11	X12	X13	X14	X15	....	X1n
پیکسل ۲	X21	x22	X23	X24	X25	.....	X2n
...	.....	..... .	.....	.....	.....	.....	.....
M پیکسل	Xm	Xm2	Xm3	Xm4	Xm5	.....	Xmn

۲: نرمال کردن ماتریس تصمیم یا استانداردسازی: در پیاده‌سازی تمامی الگوریتم‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر و جهت دستیابی به الگوی پهنه‌بندی مکانی خطر فرسایش خاک، مرحله استانداردسازی، با توجه به تابع عضویت فازی صورت پذیرفت (جدول ۲). استاندارد نمودن داده‌ها به معنی همسان کردن دامنهٔ تغییرات داده‌ها بین صفر و یک و یا یک دامنهٔ مشخص دیگر است. در مجموعه‌های فازی، بیشترین ارزش یعنی مقدار یک به حداکثر عضویت و کم‌ترین ارزش یعنی صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلّق می‌گیرد(بایومگرتل[3] و همکاران ، حسینی و همکاران، ۲۰۱۹).

[1]- Gray Level Co Gray Level Co-Occurrence Matrix
[2]- Multiresolution Segmentation
[3] . Baumgertel et all

جدول(۲): نوع توابع فازی سازی لایه‌های تاثیر گذار بر خطر فرسایش خاک در شهرستان نمین

Table(2)**: Types of fuzzification functions of layers affecting soil erosion risk in Namin County**

متغیر	توضیحات	نوع تابع فازی
بارش	با افزایش مقدار بارش، خطر و پتانسیل وقوع بارش افزایش می‌یابد.	تابع خطی افزایشی
شیب	کلاسه بندی مجدد و اختصاص کدها براساس اهمیت آن در وقوع خطر فرسایش و سپس فازی کردن.	تابع بزرگ فازی
فاصله از آبراهه	در مناطق مجاور آبراهه‌ها، پتانسیل و امکان وقوع خطر فرسایش افزایش می‌یابد.	تابع بزرگ فازی
کاربری اراضی	اختصاص کدها براساس اهمیت آن در وقوع خطر فرسایش و سپس فازی کردن.	تابع بزرگ فازی
خاک	اختصاص کدها براساس اهمیت آن در وقوع مخاطره فرسایش و سپس فازی کردن.	تابع بزرگ فازی
لیتولوژی	اختصاص کدها براساس اهمیت آن در وقوع خطر فرسایش و سپس فازی کردن آن.	تابع بزرگ فازی
فاصله از راه‌های ارتباطی	در مناطق مجاور راه‌های ارتباطی، پتانسیل و امکان وقوع فرسایش افزایش می‌یابد.	تابع بزرگ فازی

۳: وزن‌دار کردن ماتریس نرمال: در این پژوهش، جهت وزن‌دهی عوامل از روش CRITIC استفاده شده است. در این روش، داده‌ها بر اساس میزان تداخل و تضادّ موجود بین عوامل یا معیارها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و بعد از محاسبهٔ انحراف معیار عوامل، ماتریس متقارنی به ابعاد m×m ایجاد می‌گردد که شامل ضرایب همبستگی بین بردارهای تشکیل شده است. با تعیین پارامترهای بالا، تضادّ موجود بین معیار j با معیارهای دیگر با استفاده از رابطهٔ ۱ ، محاسبه می‌گردد.

(۱)

$$Cjk = \sum_{k=1}^{m}(1 - rjk)$$

که در آن Cjk معرّف مجموع تضادّ معیار j با معیارهای k است که از k = 1 شروع شده و تا k = m ادامه دارد و rjk، همبستگی بین دو معیار k و j را نشان می‌دهد. میزان اطّلاعات عامل j را می‌توان با استفاده از رابطهٔ ۲، محاسبه نمود.

$$Cj = \delta j \sum_{k=1}^{m}(1 - rjk) \qquad (۲)$$

که در آن Cj، معرّف میزان اطّلاعات معیار j و انحراف معیار در مقادیر مربوط به عامل یا معیار j را نشان می‌دهد. با توجّه به روابط یادشده، معیارهایی که دارای Cj بیشتری باشند وزن زیادی به خود اختصاص خواهند داد. وزن هر عامل مانند j از رابطهٔ ۳، تعیین می‌گردد.

$$Wj = \frac{Cj}{\sum_{k=1}^{m} C_k} \qquad (۳)$$

که در آن Wj معرّف وزن معیار j و Ck نشانگر میزان اطّلاعات مجموع معیارهای k است که از k = 1 شروع شده و تا k = m ادامه دارد. لذا، وزن نهایی هر معیار، از تقسیم میزان اطلاعات هر معیار بر مجموع میزان کل اطلاعات تمامی معیارها بدست می‌آید (علی‌نژاد و خلیلی[1]، ۲۰۱۹).

۴- محاسبه مطلوبیت کل هر گزینه: برای به دست آوردن تابع بهینگی S_i، اعداد نرمال شده وزین (x_{ij}) را به صورت سطری با هم جمع می‌کنیم (رابطه ۴). بزرگترین مقدار S_i بهترین است، و کمترین آن بدترین. با توجه به روند محاسبه شده، تابع بهینگی S_i دارای یک رابطه مستقیم و متناسب با مقادیر x_{ij} و وزن‌های w_j از معیارهای بررسی شده و تأثیر نسبی آنها بر روی نتیجه‌ی نهایی است.

(۴)

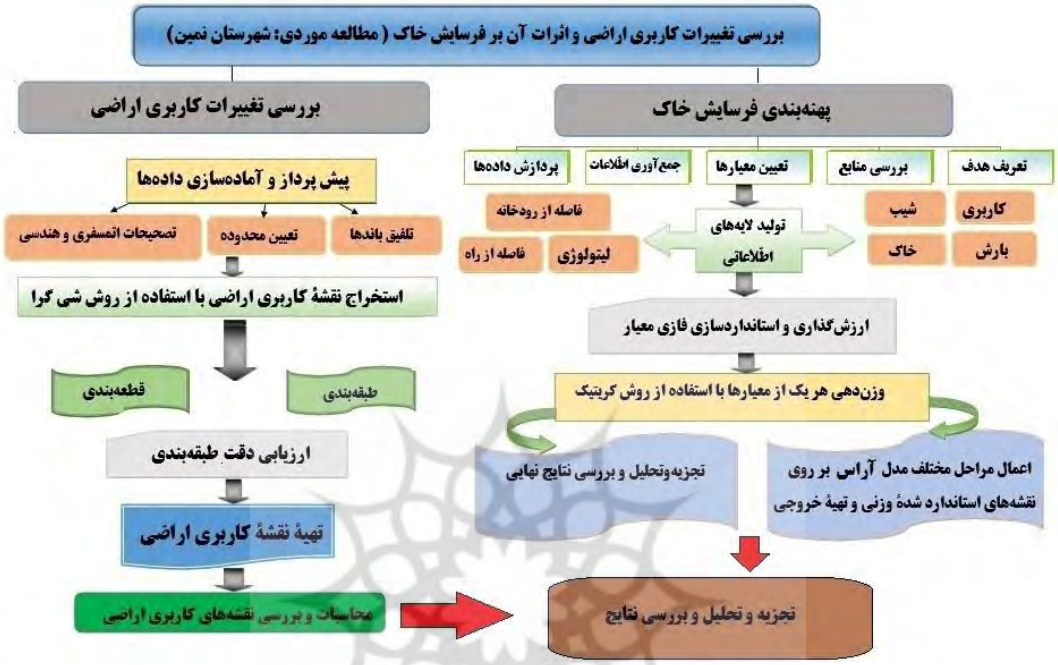
$$S_i = \sum_{j=1}^{n} \hat{x}_{ij} \; ; \; i=\overline{0.m.}$$

[1] Alinezhad and Khalili

۵- محاسبه مطلوبیت نسبی هر گزینه و رتبه‌بندی گزینه‌ها: درجه ی مطلوبیت هر گزینه (آلترناتیو) به وسیله مقایسه متغیری که تجزیه و تحلیل شده است با حالت ایده آل یعنی S_o مشخص می‌گردد. معادله مورد استفاده برای محاسبه درجه‌ی مطلوبیت K_i از یک گزینه a_iبه صورت رابطه (۵) است (دیانی و همکاران، ۱۳۹۷؛ زاوادسکاس و تورسکیس[1]، ۲۰۱۰).

(۵)

$$K_i = \frac{S_i}{S_o};\ i = \overline{0.m.}$$



شکل ۲: فلوچارت مربوط به فرآیند پژوهش

Figure 2: Flowchart of the research process

بحث و یافته‌ها

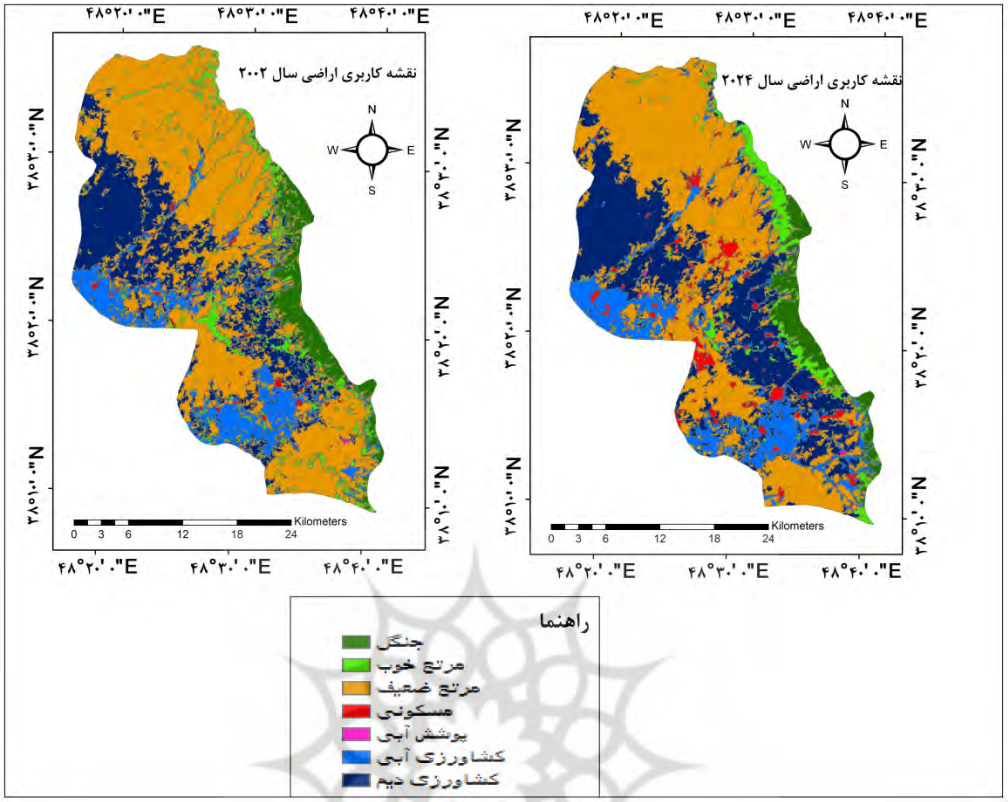
تهیه نقشه کاربری اراضی

بیشترین میزان مساحت کاربری اراضی، در سال ۲۰۰۲ مربوط به مراتع ضعیف با ۴۹۳/۷۱ کیلومترمربع و کشاورزی دیم با ۲۰۵/۹۱ کیلومترمربع می‌باشد (شکل۳). در نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۴، به ترتیب کاربری‌های مراتع ضعیف با مساحت ۴۲۲/۶۲ کیلومترمربع، کشاورزی دیم با مساحت ۲۷۱/۹۳ کیلومترمربع و کشاورزی آبی با مساحت ۲۸ /۱۰۳ کیلومترمربع، بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. به علاوه شایان ذکر می‌باشد که در سال ۲۰۰۲ ، مناطق با پوشش آبی با مساحت ۰/۵۵، نواحی مسکونی با مساحت ۹/۵۳ و جنگل با مساحت ۴۱/۵۹ کمترین میزان مساحت را داشته‌اند. هرچند که در سال ۲۰۲۴ نیز کاربری‌های با پوشش آبی با مساحت ۰/۸۹، نواحی انسان‌ساخت و مسکونی با مساحت ۳۴/۶۵ و جنگل با مساحت ۴۶/۷۳ کمترین مقدار از مساحت این شهرستان را به خود اختصاص داده‌اند، ولی مساحت این کاربری‌ها در سال ۲۰۲۴، نسبت به سال ۲۰۰۲، افزایش داشته است.

به طور کلی، بررسی تغییرات پوشش زمین با استفاده از ابزار سنجش از دور در شهرستان نمین، در طی بازه زمانی مورد بررسی، کاهش مساحت مراتع خوب و مناطق جنگلی در مقابل، افزایش کاربری‌های؛ مناطق مسکونی و انسان ساخت، زراعت دیم، زراعت آبی را نشان میدهد (جدول ۳). قابل ذکر می‌باشد در پژوهش حاضر، به جهت تفکیک بهتر با دقت بالاتر عوارض مراتع با توجه به میزان پوشش گیاهی

[1] Zavadskas and Turskis

با بررسی ndvi به دو بخش مرتع ضعیف و مرتع خوب تقسیم گردیده است،که در مطالعات مختلف به منظور بررسی مرتع، از تصاویر لندست به عنوان داده اصلی استفاده شده است.



شکل (۳): نقشه کاربری اراضی شهرستان نمین سال ۲۰۰۲ و ۲۰۲۴

Figure(3): Land use map of Namin County in 2002 and 2024

جدول(۳): مساحت و میزان تغییرات هر نوع از کاربرهای اراضی درسطح شهرستان نمین در سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۴

Table (3): Area and rate of change of each type of land user in Namin County from 2002 to 2024

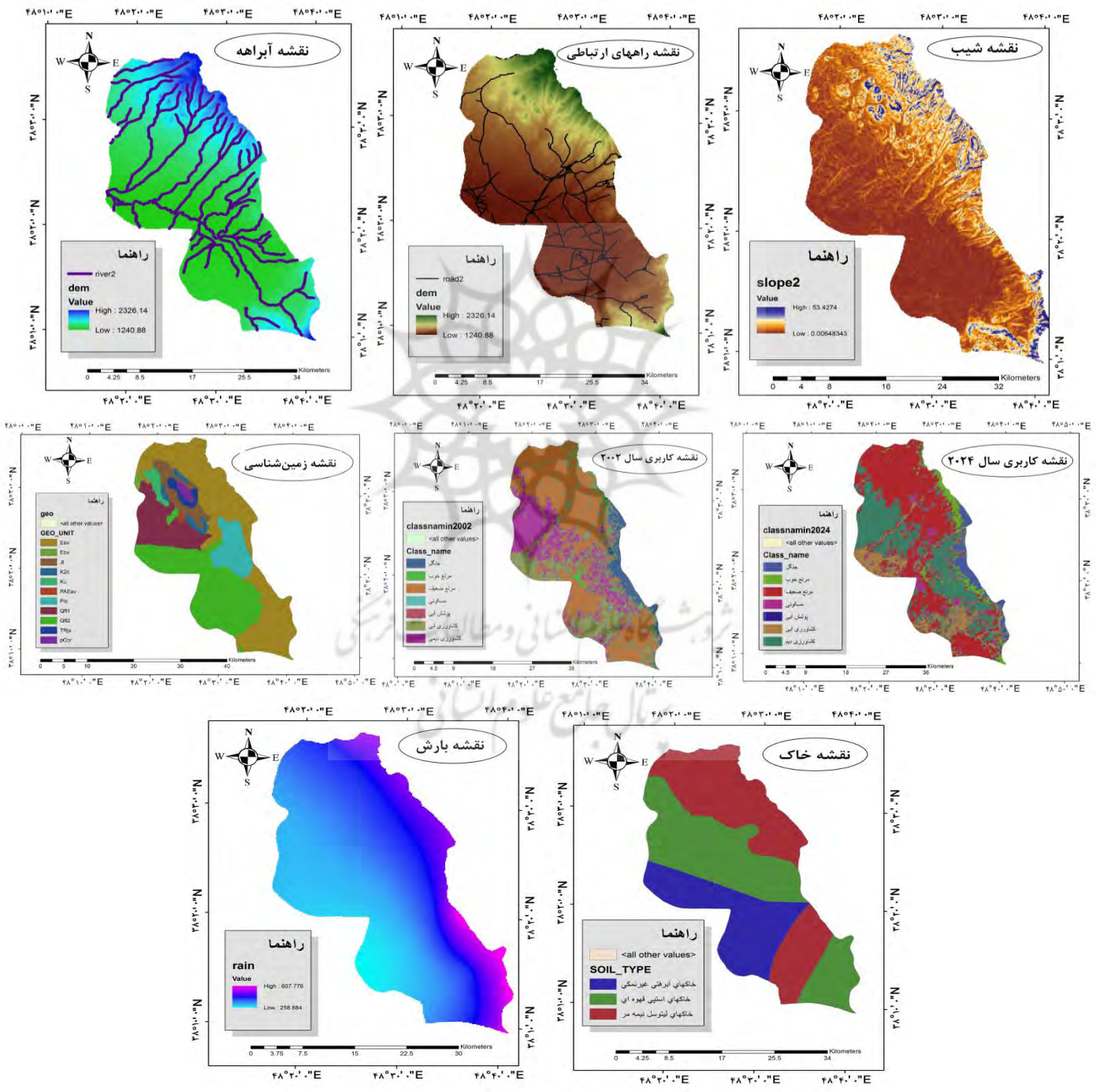
نوع کاربری	در سال ۲۰۰۲ مساحت به کیلومترمربع	در سال ۲۰۲۴ مساحت به کیلومترمربع	میزان تغییرات به کیلومترمربع	روند تغییرات
زراعت دیمی	۲۰۹/۹۱	۲۷۱/۹۳	۶۲/۰۲	افزایشی
زراعت آبی	۱۰۳/۲۸	۱۱۳/۴۷	۱۰/۱۹	افزایشی
جنگل	۵۹/۴۱	۴۶/۷۳	۱۲/۶۸	کاهشی
مرتع خوب	۷۳/۸۸	۵۵/۹۳	۱۷/۹۵	کاهشی
مراتع ضعیف	۴۹۳/۷۱	۴۲۲/۶۲	۷۱/۰۹	کاهشی
مسکونی	۹/۵۳	۳۴/۶۵	۲۵/۱۲	افزایشی
پوشش آب	۰/۵۵	۰/۸۹	۰/۳۴	افزایشی

پهنه‌بندی فرسایش خاک

به منظور پهنه‌بندی فرسایش، با توجه به نقشه کاربری مربوط به دو دوره زمانی و نیز نقشه سایر معیارهای مطرح (شکل ۳)، ابتدا وزن‌دهی معیارها انجام گردید. مفروضات پایه‌ای (ماتریس همبستگی، ماتریس تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات) و همچنین، وزن نهایی حاصل از وزن‌دهی کرتیک در بین معیارهای مطرح در پهنه‌بندی خطر فرسایش خاک در شهرستان نمین، در جدول ۴، آورده شده است. با

توجه به نتایج حاصله، به ترتیب معیارهای شیب، کاربری ارضی، خاک و لیتولوژی در هر دو دوره مورد مطالعه، بیشترین وزن و اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به اینکه در وزن‌دهی CRITIC، وزن معیارها، با توجه به نقشه‌های معیار و میزان همبستگی، تضاد و انحراف معیار بین لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده، تعیین می‌گردد، می‌توان بیان داشت که استفاده از این روش، در وزن‌دهی معیارها در پژوهش حاضر می‌تواند معضل استقلال صفات از یکدیگر که به هنگام مقایسهٔ زوجی در چارچوب روش فرایند

تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای وجود دارد را برطرف نماید. سپس با انجام مراحل روش ARAS، نقشه‌ی پهنه‌بندی فرسایش شهرستان نمین، در ۵ طبقه بسیار پرخطر تا بسیار کم خطر، و بازه زمانی ۲۰۰۲ و ۲۰۲۴، استخراج گردید(جدول۵).



شکل(۴): نقشه معیارهای مطرح در پهنه‌بندی فرسایش شهرستان نمین

Figure (4): Map of criteria used in erosion zoning in Namin County

هیدروژئومورفولوژی، دوره ۱۲، شماره ۴۳، تابستان ۱۴۰۴

جدول(۴): مجموع تضاد، انحراف معیار، میزان اطلاعات و وزن نهایی معیارهای مطرح در پهنه‌بندی فرسایش شهرستان نمین

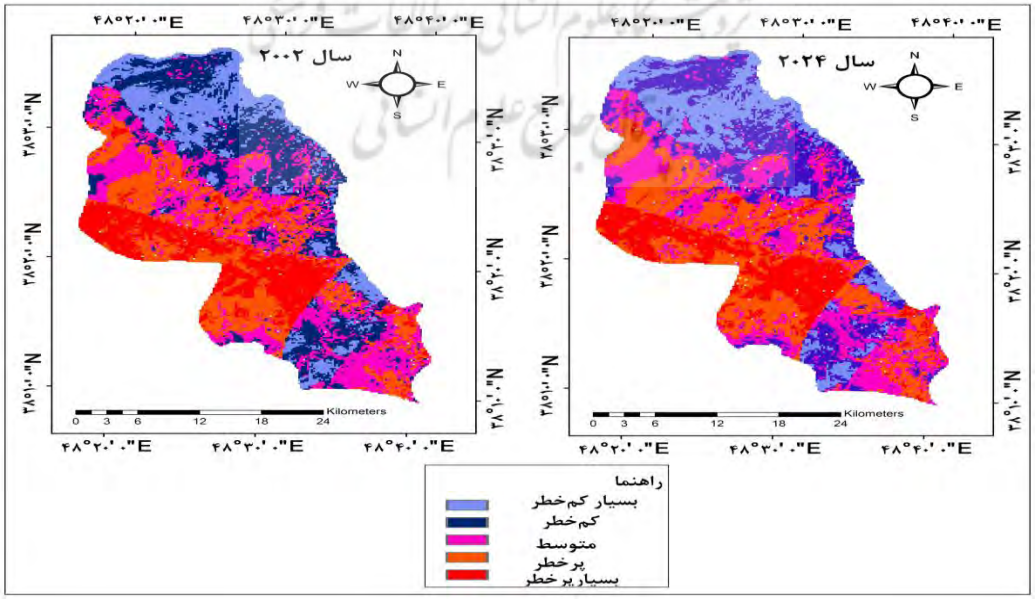
Table (4): Total contrast, standard deviation, amount of information and final weight of the criteria considered in the erosion zoning of Namin County

	معیار	مجموع تضاد	انحراف معیار	میزان اطلاعات	وزن نهایی
با استفاده از نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۲	شیب	۳/۴۳	۰/۲۹	۱/۱۰۰	۰/۱۷۱
	لیتولوژی	۲/۴۰	۰/۳۴	۰/۸۲	۰/۱۴۰
	کاربری اراضی	۲/۸۴	۰/۳۳	۰/۹۴	۰/۱۶۰
	خاک	۲/۵۴	۰/۳۶	۰/۹۱	۰/۱۵۶
	بارش	۲/۹۵	۰/۲۴	۰/۷۱	۰/۱۲۲
	فاصله از رودخانه	۲/۰۶	۰/۳۷	۰/۷۷	۰/۱۳۲
	فاصله از راه ارتباطی	۲/۱۸	۰/۳۱	۰/۶۸	۰/۱۱۶
با استفاده از نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۴	شیب	۳/۴۲	۰/۲۹	۱/۰۱	۰/۱۷۰
	لیتولوژی	۷۹/۴۰	۰/۳۴	۰/۸۳	۰/۱۳۹
	کاربری اراضی	۲/۸۴	۰/۳۳	۰/۹۳	۰/۱۵۷
	خاک	۲/۵۴	۰/۳۶	۰/۹۳	۰/۱۵۶
	بارش	۲/۹۴	۰/۲۴	۰/۷۳	۰/۱۲۲
	فاصله از رودخانه	۲/۰۶	۰/۳۹	۰/۸۱	۰/۱۳۶
	فاصله از راه ارتباطی	۲/۱۸	۰/۳۱	۰/۶۹	۰/۱۱۶

جدول(۵): اطلاعات طبقات خطر فرسایش سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۲۴

Table (5): Erosion risk class information for the years 2002 and 2024

	طبقهٔ خطر	بسیار پرخطر	پرخطر	خطر متوسط	کم‌خطر	بسیار کم‌خطر
سال ۲۰۰۲	مساحت به کیلومترمربع	۱۳۵/۵۹	۲۰۲/۲۸	۲۱۸/۰۹	۲۰۳/۸۸	۱۴۰/۵۷
	مساحت به درصد	۱۵/۰۵	۲۲/۴۶	۲۴/۲۲	۲۲/۶۴	۱۵/۶۱
سال ۲۰۲۴	مساحت به کیلومترمربع	۱۲۵/۳۷	۲۲۵/۵۵	۲۱۰/۰۸	۱۹۷/۱۹۳	۱۴۳/۳۴
	مساحت به درصد	۱۵/۹۲	۲۵/۰۴	۲۳/۳۲	۲۱/۸۹	۱۳/۹۱



شکل (۵):نقشه پهنه‌بندی فرسایش سال ۲۰۰۲ و ۲۰۲۴ شهرستان نمین با استفاده از مدل ARAS

Figure(5): Erosion zoning map for 2002 and 2024 in Namin County using the ARAS model

نتایج مطالعات نشان می‌دهد(شکل۵) که در نقشه فرسایش هر دو دوره‌ی مطالعاتی، به طور عمده مناطق با طبقه بسیار پرخطر و پرخطر درکاربری‌های زراعی دیم و آبی، مراتع خوب، مراتع ضعیف ، مناطق انسان ساخت جنگل و پوشش آبی قرار دارند. با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی فرسایش در محدوده مطالعاتی، در سال ۲۰۰۲ مساحت طبقه بسیار پرخطر و پرخطر، ۲۰۲/۲۸ و ۱۳۵/۵۹ کیلومترمربع بوده است که مقدار این طبقات خطر در سال ۲۰۲۴ به ترتیب؛ ۲۲۵/۵۵ و ۱۲۵/۳۷ کیلومترمربع افزایش یافته است. علت افزایش مناطق دارای احتمال خطر فرسایش را می‌توان در کاهش مراتع خوب و تبدیل آن ها به مناطق کشاورزی، مراتع ضعیف و نواحی انسان ساخت دانست. مددی و همکاران (۱۴۰۱)، میاحی و همکاران (۱۴۰۰)، امیدی‌فر (۱۳۹۹)، حسین‌زاده (۱۳۹۸)، اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۸)،سانتوس و همکاران (۲۰۱۷)، کیدن و همکاران (۲۰۱۹)، کوجو و همکاران (۲۰۲۰)، لی و همکاران (۲۰۲۱)، نیز افزایش مساحت اراضی کشاورزی، اراضی بایر و مناطق مسکونی و در مقابل کاهش مراتع را از دلایل اصلی افزایش پتانسیل خطر فرسایش خاک، مطرح کرده اند.

در سطح منطقه مورد مطالعه، به وسیله‌ی روستانشینان منطقه، بیشتر اراضی مرتعی؛ به اراضی زراعی و به خصوص، به دیم‌زارهای ضعیف، تغییر کاربری داده‌اند. هرچند کشت‌زارهای دیم نقشی مهم در افزایش محصولات کشاورزی و تأمین غذا دارند، اما تغییر کاربری به دلیل تأثیر بر پوشش‌گیاهی و به هم‌خوردگی سطح خاک، سبب تشدید هدررفت خاک و جاری شدن رواناب سطحی شده و در نتیجه کیفیت خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این تغییر کاربری، در صورتی که با عدم توجه به قابلیت اراضی و رعایت اصول صحیح خاک‌ورزی توام باشد، منجر به تولید روان آب سطحی و در نتیجه تشدید روند فرسایش می‌گردد که نتیجه نهائی آن کاهش حاصل‌خیزی و کاهش محصول است. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود که در طی این سال‌ها مساحت کشت آبی و کشت دیم تقریبا جای خود را به مراتع دادند. علت این امر را می‌توان وجود اکثر اراضی کشاورزی این منطقه بر دامنه‌های

شیب‌دار دانست، زیرا با گذشت زمان و کاهش مساحت اراضی دیم، مواد حاصل‌خیز این اراضی به مرور زمان بازده و کارایی خود را از دست داده و رها می‌شوند و جای خود را به مراتع می‌دهند. اگر چه اراضی رها شده به سمت افزایش پوشش گیاهی سطحی پیش خواهد رفت بر اساس تلفیق نقشه شیب و کاربری، عمده دیم‌زارهای شیب‌دار حوضه که کانون و مرکز فرسایش‌اند، در نیمه میانی در شیب‌های ۱۵ تا ۳۰ درصد پراکنده اند. با توجه به این که اغلب اراضی کشاورزی به ویژه؛ دیم‌زارهای منطقه بر روی دامنه‌های شیب‌دار قرار گرفته اند، بنابراین انجام شخم در جهت شیب به خصوص در زمان وقوع بارندگی‌های با شدت زیاد، منجر به فرسایش خاک می‌شود. بدین صورت که، در شخم موازی شیب، آب حاصل از بارندگی در شیارهای کشت با سهولت بیشتری جریان یافته و از زمین زراعی خارج شده و در نتیجه هدررفت آب و خاک افزایش می یابد. از طرفی برداشت بی رویه‌ی علوفه از مراتع برای تغذیه‌ی دام، در فصل سرد و چرای زودرس در فصل بهار باعث گردیده تا از میزان مراتع کاسته شده و با شروع فصل بارش خصوصا در فصل بهار، رواناب افزایش می‌گردد و این امر بر مورفولوژی رودخانه‌ای نیز تأثیر مستقیمی گذاشته و به تغییر رفتار بستر نیز منجر می‌گردد. نکته حائز اهمیت دیگر در مورد سکونتگاه مسکونی است که رشدی بیش از سه و نیم برابری داشته است. افزایش مناطق مسکونی و رشد زمین‌های غیر قابل نفوذ بر فرآیندهای حاکم بر حوضه تاثیرگذار بوده و به افزایش سطوح پرخطر و رواناب سطحی، از نظر فرسایش خاک، در سطح حوضه منجر شده است.

همچنین، سطح زیادی از اراضی پرخطر در حواشی رودخانه‌های اصلی موجود در منطقه مورد مطالعه (قره سو، نمین چایی، عنبران چایی) قرار دادند و رودخانه‌های دائمی و پرآب به راحتی می‌توانند، مواد سطحی و خاک را شسته و با خود حمل نمایند. از طرفی بارندگی نسبتاً زیاد در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، نقش مهمی را در تشدید و توسعه‌ی فرسایش خطی رواناب‌ها در سطح شهرستان نمین بر عهده دارد. از سوی دیگر احداث جاده و افزایش قابل توجه مناطق مسکونی، که این افزایش مساحت را می توان ناشی از احداث جاده های بین شهری و گسترش حمل و نقل و ارتباطات، افزایش جمعیت و ایجاد شهرک در منطقه مطالعاتی و با از بین بردن پوشش مرتعی در دامنه‌های پرشیب باعث شده در هنگام بارش بهاری و ذوب برف، زمینه جهت فرسایش‌پذیری خاک فراهم گردد. وجود خاک فرسایش

پذیر، وقوع بارندگی‌های شدید و دخالت عوامل انسانی از طریق تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی، چرای بیش از حد و لگدکوب شدن مراتع توسط دام‌ها، رها شدن آب آبیاری در انتهای اراضی زراعی، احداث جاده و شخم در جهت شیب و آبیاری نامناسب را از جمله عوامل عمده از بین رفتن و فرسایش خاک و در نتیجه کاهش حاصلخیزی و عملکرد کشاورزی در شهرستان نمین می‌توان عنوان کرد.

نتیجه‌گیری

آب و خاک از گران‌بهاترین منابع ملی کشور هستند. متأسفانه در دهه اخیر، در اثر تغییر کاربری اراضی و تخریب پوشش گیاهی، قسمت اعظم نزولات تبدیل به رواناب شده، علاوه بر هدررفت این منبع حیاتی، با ایجاد سیلابهای عظیم، باعث خسارات مالی و جانی فراوان می‌شود. اطلاع از نسبت کاربری‌ها و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری و حفظ منابع طبیعی و جان و مال مردم می‌باشد. می توان ادغان داشت که، تغییرات کاربری اراضی یکی از عوامل مهم در ایجاد فرسایش خاک است. لذا، در پژوهش حاضر نیز بررسی تغییرات کاربری اراضی و نقش آن در میزان فرسایش خاک با استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و تحلیل چند معیاره ARAS، برای دو بازه زمانی ۲۰۰۲ و ۲۰۲۴، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج مطالعات نشان داد که در سال ۲۰۰۲، غالب‌ترین مقدار مساحت کاربری‌ها مربوط به کاربری‌های مراتع ضعیف و زراعت دیم به ترتیب با پوشش ۴۹۳/۷۱ و ۲۰۹/۹۱ درصد از مساحت حوضه، می‌باشد و در سال ۲۰۲۴ بیشترین میزان مساحت، به کاربری‌های مراتع ضعیف، و زراعت دیم، به مقدار ۴۲۲/۶۲ و ۲۷۱/۹۳ درصد از سطح حوضه، اختصاص دارد. با توجه به نتایج مطالعه در طی بازه‌ی زمانی مورد مطالعه، از مهم ترین تغییرات در این مدت می‌توان به افزایش زمین‌های کشاورزی، افزایش مساحت سکونتگاه‌های انسانی، زمین‌های بایر و در مقابل کاهش مراتع خوب و ضعیف اشاره کرد.

پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده افزایش کاربری کشت دیم و کشت آبی که ناشی از بین رفتن کاربری مراتع می‌باشد. و هم چنین افزایش وسعت کاربری مسکونی است. کاهش کاربری بایر احتمال افزایش مناطق مسکونی و ساخت و ساز در این محدوده را دارد. این افزایش مناطق مسکونی به دنبال افزایش جمعیت را نیز به همراه دارد از سوی دیگر این افزایش جمعیت کاهش منابع طبیعی از جمله منابع آب سطحی و زیرزمینی و مراتع می‌شود. هر چند به نظر می‌رسد با فشارهای مضاعفی که بر مراتع وارد شده امکان پس‌رفت و کاهش بیش از پیش این منابع قابل انتظار است، چرا که محیط طبیعی در وهله اول از عوامل انسانی تاثیر می‌پذیرد، سپس عوامل انسانی را تحت شعاع قرار می‌دهد (کاهش سبزینگی و از بین رفتن مراتع) بنابراین برای تداوم و حفظ منابع طبیعی لزوم برنامه‌ریزی و جلوگیری از تخریب مراتع و همچنین سرمایه‌گذاری در منطقه مورد مطالعه اجتناب‌پذیر 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 شدند. متأسفانه بروز چنین تغییراتی علاوه بر این که می‌توانند اثرات منفی برمحیط زیست و منابع طبیعی منطقه داشته باشند، سبب افزایش خطرات و خسارت ناشی از بلایای طبیعی مانند 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.

References

Asghari Saraskanroud, S. Madadi, A. Aghazadeh, N. & Mostafizadeh, R. (2023). Assessment and land use changes on soil erosion of Givi Chai using the G2 model. Hydrogeomorphology. Asghari, P. Akhal Naziri, M. Ardeshir P. A. (2019). Investigation of the effects of land use on soil erosion with the WLC algorithm (Case study: Agha-Laghanchay watershed). Environmental Erosion Research, Year 9, Issue 2, pp. 53-71.

Asghari-Saraskanroud, S. Belvasi, M. Zeinali, B. Yelvasi, I. Davoudi, A. (2014) Study of soil erosion risk in the Doab watershed of Lorestan using network analysis and remote sensing and GIS technologies. Environmental Erosion Research, Summer 2014, pp. 72-89.

Abedini, M. Aghayari, L. Piroozi, E. (2023). Assessment and zoning of subsidence in Namin County using radar interferometry and ARA multi-criteria technique. Quantitative Geomorphology Research.
.
Aher, P. Adinarayana, J. Gorantiwar SD. (2013). Prioritization of watersheds using multicriteria evaluation through the fuzzy analytical hierarchy process. Agric Eng Int CIGR J, 15(1): 11–1.

Alizadeh, R. Izadi, H. Arasteh, M. (2021). Ranking of nature-based tourism capacity in mountainous areas, case study: eastern region of Lorestan province. Spatial Planning and Development (Humanities Department), 25(1), 149-174.

Adélia N, Nunes ACA. and Celeste C., (2011). Impact of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. Applied Geography, 31(2): 687–699. DOI: 10.1016/j.apgeog.2010.12.006.

Arekhia, S, Salmanib, S, Emadaddian. (2022). Evaluating the Impact of Land Use Changes on Erosion and Sedimentation using the EPM model (Case Study: Kal-Aji Basin, Golestan Province) Geography and Environmental Hazards Volume 12, Issue 3 - Number 47, Fall 2023.

Anamradnejad, R. Nikpour, A. Hassani, Z. (2018). Physical-spatial analysis of urban areas based on smart urban growth indicators (case study: Babol city). Quarterly Journal of Urban Research and Planning, 9(34), 19-30.
Bayati Khatibi, M. Ali, I. Karimzadeh, S. (2023). Spatial Zoning of Soil Erosion with RUSLE Model; Case Study of Quetta Sub-Basin (Pakistan). Hydrogeomorphology.

Baumgertel, A. Luki´,c S. Belanovi,´c .Simi´,c S. Kadovi,´c R.(2019). Identifying Areas Sensitive toWind Erosion—A Case Study of the AP Vojvodina (Serbia). Appl. Sci., 9: 1- 12.

Carla S.S. Ferreira, Milica Kašanin-G, Marijana, k, Kalantari, Z.(2024). Impacts of land use and land cover changes on soil erosion. Monitoring, Mapping, and Modeling Earth Observation .2024, Pages 229-248.
Feizizadeh, B. Haji Mir Rahimi, M. (2008), Detecting land use changes using object-oriented method (case study: Andisheh town), Proceedings of Tehran Geomatics Conference.

Feizizadeh, B, Khedmatzadeh A, Nikjoo, M. (2018). Fine-classification of garden and crop lands using basic object processing techniques and fuzzy algorithms with the aim of estimating the cultivated area, Applied Research in Geographical Sciences, 18 (48), 201-216.

Georgiou, D. Mohammed, E.S. Rozakis, S. (2015). Multi-criteria decisionmaking on the energy supply configuration of autonomous desalination units. Renew. Energy 75: 459– 467.

Kidane, M. Bezie. A. Kesete, N. Tolessa, T. (2019). The impact of land use and 0land cover (LULC) dynamics on soil erosion and sediment yield in Ethiopia. Heliyon, 5 (12): 1-13.

Jafarzadeh, J, Nazmfar, H, (2010). Investigating the efficiency of satellite image classification methods in assessing urban land use changes using scale optimization in object-oriented processing (Case: Ardabil city), Urban Research and Planning, 10(36): 117-127.

Javan, F, and Hassani-Moghaddam, H, (2017). Detecting the extent of Hyrcanian forest destruction using satellite images and support vector machine algorithm (Case study: Rezvanshahr County), Forest Strategic Strategy, 2 (5): 1-11.

Li, M. Li, T. Zhu, L. Meadows, ME. Zhu, W. Zhang, S. (2021). Effect of Land Use Change on Gully Erosion Density in the Black Soil Region of Northeast China from 1965 to 2015: A Case Study of the Kedong County. Front. Environ. Sci, 9: 652-933.

Mousavi, H. Ranjbar A. Haseli, M. (2015). Monitoring and tracking land use changes in the Abarkooh basin using satellite images (1976-2014), Quarterly Journal of Geographic Information (Sepehr), 25(97): 129-146.

Miyahi, J. Eskandari-Damaane, E. Zarasvand, A. (2021). Evaluation of the effect of land cover change on soil erosion process of Hor-e-Azim wetland in southwestern Iran, Natural Environment Hazards, Volume 10, Issue 27, pp. 107-122.

Nekhay, O. Arriaza, M. Boerboom, L. (2009). Evaluation of erosion risk using Analytic Network Process and GIS: a case study from Spanish mountain olive plantations. J Environ Manag, 90(10): 3091-3104.
Rezaei Moghadam, M. Mokhtari, D. Samandar, N, (2019). Extraction and evaluation of land use changes using SVM algorithm with polynomial kernel and maximum likelihood method in the Ojanchai-Bostan Abad watershed, Geography and Environmental Hazards, Volume 9, Issue 4, pp. 25-44.

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): 251-260.

Traore, A. Mawenda, J. Komba, A. (2018). Land-Cover Change Analysis and Simulation in Conakry (Guinea), Using Hybrid Cellular-Automata and Markov Model. Urban Sci. Volume 2, Issue 2.
.
Valbuena, D. Verburg P. H. Bregt A. K. and Ligtenberg A. (2010). An agent-based approach to model land-use change at a regional scale. Landscape Ecol, 25: pp. 185-199.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی