

Assessing rangeland ecosystem stability using natural resource monitoring guidelines (Case study: Malekshahi watershed, Ilam Province)

Zeinab Akbari ¹, Ali Talebi ^{2*}, Ehsan Fathi ³, Sara Parvizi ³, Amirhossein Abdi ⁴, and Amir Sahebdel ⁴

1. PhD. student in Watershed Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.
2. Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, University of Yazd, Yazd, Iran.
3. PhD graduate in Watershed Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.
4. Master of Remote Sensing, Space Research institute, Tehran, Iran.

* Corresponding Author: talebisf@yazd.ac.ir

Received date: 20/07/2025

Accepted date: 20/10/2025



[10.22034/jdmal.2025.2063479.1508](https://doi.org/10.22034/jdmal.2025.2063479.1508)

Abstract

Rangelands, as extensive and essential ecosystems, have in recent years been subjected to various pressures, leading to degradation and reduced efficiency. The present study investigates the sustainability status of the rangeland ecosystem in the Malekshahi watershed in Ilam Province using the monitoring and evaluation guideline for natural resources management projects. In this method, three sustainability criteria were applied: soil sustainability, including five indicators of soil conservation, erodibility, soil surface roughness, soil stability, and soil texture; vegetation sustainability, including eight indicators of biodiversity, regeneration and age class, plant vigor and vitality, species composition, canopy cover, litter percentage index, condition of poisonous invasive species, and annual production index; and socio-economic sustainability, including three indicators of livestock–rangeland balance, balance between human population and rangeland, and exploitation suitability index. These indicators were used to evaluate and calculate rangeland sustainability through a scoring method. Furthermore, land use changes during the period 2011–2021 were examined. The scores of soil, vegetation, and socio-economic sustainability criteria were obtained as 13, 29, and 6, respectively, and the land use changes indicated that forest area decreased by about 7% in 2021, while rangeland increased by 2%. According to the results, the final sustainability score of the rangeland ecosystem in the Malekshahi watershed was 48, indicating a moderate overall condition. Based on these findings, the soil, vegetation, and socio-economic components of sustainability in the Malekshahi watershed appear to be in an unfavorable state, largely due to overgrazing beyond the carrying capacity, excessive dependence of the local population on rangeland resources, and inappropriate land-use changes. Nevertheless, the applied method offers a valuable scientific framework for evaluating rangeland sustainability and can serve as a practical tool to support informed decision-making and future management initiatives.

Keywords: Biodiversity, Indicator, Land Use, Natural Resources Management, Rangeland Degradation, Sustainability Assessment

How to cite this article

Akbari, Z. Talebi, A. Fathi, E. Parvizi, S. Abdi, A and Sahebdel, A. (2025). Assessing rangeland ecosystem stability using natural resource monitoring guidelines) Case study: Malekshahi watershed, Ilam Province). *Desert Management*, 13(3), 19-36. DOI: [10.22034/jdmal.2025.2063479.1508](https://doi.org/10.22034/jdmal.2025.2063479.1508)



Extended Abstract

Introduction

Rangelands, which cover nearly half of the world's terrestrial areas, are vital ecosystems that support millions of people who depend on their ecological services (28, 25). These ecosystems provide forage for domestic and wild herbivores, help conserve biodiversity, supply medicinal and food plants, sequester carbon, serve as reservoirs of non-renewable biodiversity, and preserve cultural traditions (26). Additionally, rangelands contribute to employment for more than 1.3 billion people worldwide (22). In recent years, however, persistent droughts, unsustainable exploitation, and improper grazing practices have led to widespread degradation, particularly in Iran. To address these challenges, various approaches and indicators have been developed to assess rangeland sustainability. Among them, the ecosystem-based rangeland sustainability assessment using the Monitoring and Evaluation Guidelines for Natural Resources and Watershed Management Projects has been widely applied (27). This method evaluates three main criteria:

1. Soil, including five indicators—soil conservation, erodibility, surface roughness, soil stability, and soil texture;
2. Vegetation, with eight indicators—biodiversity, reproductive status, age class, plant vigor, species composition, canopy cover, litter percentage, invasive plants, and annual production; and
3. Socio-economic, consisting of three indicators—livestock-to-rangeland ratio, human population-to-rangeland ratio, and utilization appropriateness (23).

These indicators are essential for monitoring, reporting, and decision-making, and have been increasingly applied at local, regional, and national scales (12, 18, 4, 30). Previous studies have also emphasized the influence of climate change, grazing intensity, land-use changes, and socio-economic pressures on rangeland sustainability. For example, assessments conducted in the Qatourchay and Shazand watersheds, based on biotic, hydrological, geomorphological, and soil erosion indicators, identified moderate to poor sustainability conditions (15, 8, 9). Socio-economic evaluations have further shown that overgrazing, early and prolonged grazing, high livestock density, and land conversion are among the main drivers of rangeland degradation in Iran (2, 10, 19). The Malekshahi rangelands, as sensitive and valuable ecosystems, play an important role in biodiversity conservation, erosion control, and supporting local livelihoods. Overall, the literature highlights the need for an integrated, interdisciplinary approach that considers environmental, social, and economic dimensions for effective assessment and sustainable management of rangelands (13).

Accordingly, the main objective of this study is to apply an ecosystem-based approach using the Monitoring and Evaluation Guidelines for Natural Resources and Watershed Management Projects to assess the sustainability of the rangeland ecosystem in the Malekshahi watershed. By simultaneously evaluating soil, vegetation, socio-economic criteria, and land-use changes, this study provides a comprehensive assessment of ecosystem sustainability and its underlying drivers. The resulting framework can serve as a practical tool to support informed decision-making by managers and policymakers for sustainable natural resource management.

Material and Methods

The Malekshahi watershed, covering an area of 120.79 km², is located in Ilam Province, Iran. Geographically, it lies between 46°30'38" and 46°40'23" east longitude and 33°19'49" and 33°26'52" north latitude (Fig. 1). In this study, the sustainability of the watershed was assessed based on the Monitoring and Evaluation Guidelines for Natural Resources and Watershed Management Projects, developed by the Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision and the Forests, Range, and Watershed Management Organization of Iran (2009). In this method, the relevant criteria, indicators, and variables were initially identified. Each variable was classified into several numerical categories, and a score ranging from excellent to poor was assigned to each class. The sum of these scores represented the overall sustainability level of the rangeland ecosystem within the watershed (Table 3). To analyze land-use and land-cover (LULC) changes, Landsat satellite images from 2011 and 2021 were utilized (Table 1). The images were classified using a supervised classification approach based on the Maximum Likelihood algorithm. The selected images had the highest available spatial resolution and the lowest cloud cover. Before classification, the datasets were checked and corrected for geometric, radiometric, and atmospheric distortions. To enhance reliability, the resulting maps were validated using ground control points, and classification accuracy was assessed through the Kappa coefficient and Overall Accuracy indices (Table 2). Overall, rangeland ecosystem sustainability in the Malekshahi watershed was evaluated using three main criteria, sixteen indicators, and ninety variables, in accordance with the national monitoring and evaluation guideline.

Results and Discussion

Natural changes in vegetation cover and soil conditions generally remain in balance without human interference; however, human activities, depending on climatic and edaphic conditions, have exerted varying impacts on rangelands. Understanding these changes is essential for sustainable conservation and utilization. In this study, the rangeland ecosystem score was calculated as 48, which, according to Table 3, falls within the moderate category. Detailed scores for the rangeland ecosystem criteria are presented in Table 4 and Fig. 2. The results indicate that soil and vegetation stability are not in an optimal condition, primarily due to overgrazing, unsustainable utilization of vegetation cover, and livestock numbers exceeding the carrying capacity of the rangeland. These pressures have contributed to declining vegetation cover, reduced litter volume, and increased soil erosion. To improve these conditions, the implementation of management interventions—such as exclosure, biological treatments, and mechanical operations—is recommended. Regarding the social and economic criteria, excessive dependence of local communities on rangeland resources, inappropriate land-use changes, and a reduction in conservation areas have negatively influenced rangeland ecosystem stability. Declining income and productivity from rangelands have also contributed to the migration of herders to urban areas. Ecotourism can serve as a sustainable livelihood alternative and a supplementary source of income for local communities. Case studies in Tanzania have demonstrated that ecotourism can reduce poverty and promote natural resource conservation (1). Domestic studies also indicate that integrating livestock production with tourism, beekeeping, and medicinal plant harvesting can substantially increase the income of rangeland users. The land-use and land-cover change analysis for the period 2011–2021 (Table 5, Fig. 3) showed a decrease in forested areas, while rangelands, agricultural lands, and orchards have expanded. These shifts may have important environmental and management implications for the region.

Conclusion

The sustainability assessment of the Malekshahi watershed rangelands indicated that the overall condition of these ecosystems is moderate, with a total score of 48. The land-use change analysis showed a 7% reduction in forest areas and a 2% increase in rangeland extent during the study period. To enhance the current conditions, it is necessary to implement management strategies such as forest restoration, sustainable rangeland utilization, and reducing the key factors contributing to degradation. Overall, the applied assessment method provides a practical and scientific tool for evaluating rangeland sustainability and can serve as a valuable basis for effective planning and decision-making in natural resource management.

Keywords: Biodiversity, Indicator, Land Use, Natural Resources Management, Rangeland Degradation, Sustainability Assessment.

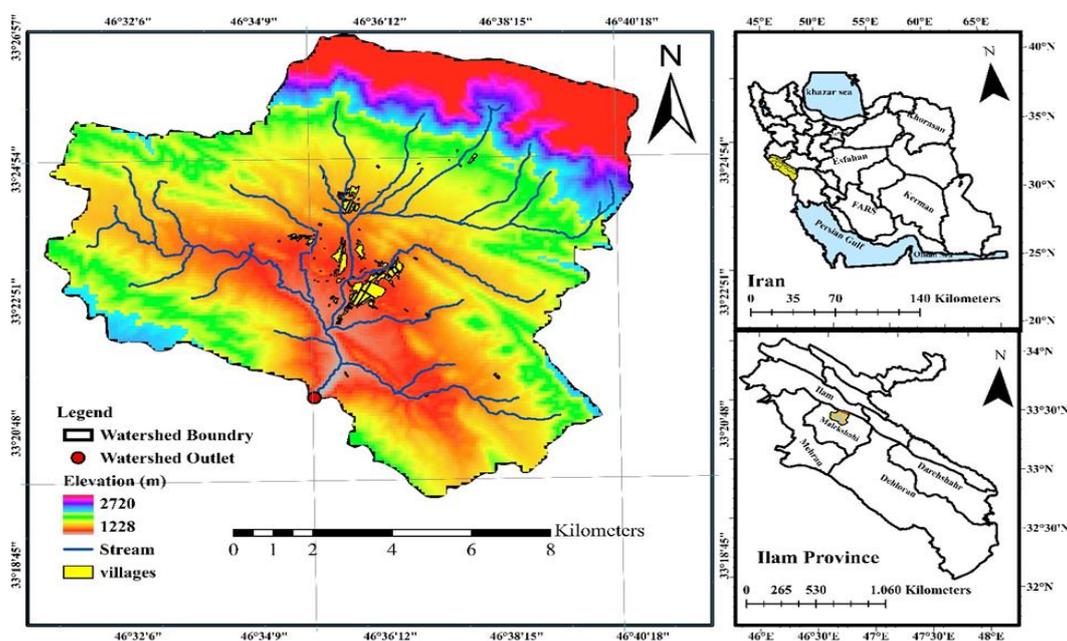


Fig 1. Location of the study area.

Table 1. Satellite images used for land- use/land- cover extraction in the Malekshahi watershed

Satellite	Resolution	Image Date	Kappa Index Accuracy	Overall Accuracy Index
Landsat 7	30 m	2011	0.82	0.87
Landsat 8	30 m	2021	0.82	0.88

Table 2. Criteria and Indicators Used for Assessing Rangeland Ecosystem Sustainability Based on the Method of the Natural Resources and Watershed Management Organization of Iran

Row	Criterion	Indicators, Variables, and Scoring Ranges for Each Indicator and Variable
1	Soil Sustainability	Soil Protection Index (1-5), Erosion Susceptibility Index (1-4), Soil Roughness (1-4), Soil Sustainability (1-5), Soil Texture (1-4)
2	Vegetation Sustainability	Biodiversity Index with variables: Species Diversity (1-4), Degree of Typological Purity (1-3), Regeneration and Age Class Index with variables: Status of Regeneration and Rejuvenation of Species (1-5), Presence of Different Age Classes (1-4), Plant Vigor and Vitality Index with variables: Height of Rangeland Plants (1-4), Color and Vigor of Plants (1-4), Seed Production of Rangeland Plants (1-4); Plant Composition Index with variables: Palatability Class (1-4), Growth Form (1-4); Canopy Cover Percentage Index (1-4), Percentage of Litter and Straw Index (1-3), Invasive Toxic Plant Status Index (1-4), Annual Production Index (1-4)
3	Economic and Social Sustainability	Livestock-Rangeland Suitability with variables: Ratio of Existing Livestock to Rangeland Capacity (1-3), Matching Livestock with Rangeland (1-3); Human Population-Rangeland Suitability Index (1-4), Exploitation Suitability Index with variables: Conversion of Rangeland to Other Land Uses (1-4), Protective Area Level (1-3)

Table 3. Determination of Rangeland Ecosystem Sustainability Levels

Score Range	Category
More than 80	Excellent
Between 65 and 80	Good
Between 45 and 64	Average
Between 25 and 44	Poor
Less than 25	Very Poor

Table 4. Scores for Rangeland Ecosystem Criteria in the Maleksahhi Watershed

Criterion	Min and Max Score	Score in the Watershed
Soil Sustainability	5-22	13
Vegetation Sustainability	13-51	29
Socio-Economic Sustainability	5-17	6
Final Score for the Rangeland Ecosystem in the Maleksahhi Watershed	-	48

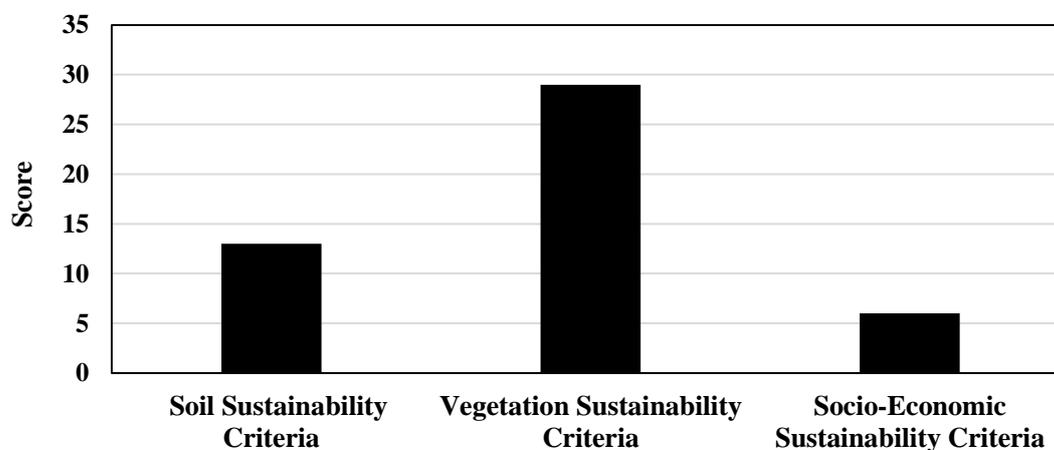
**Fig 2. Scores of rangeland ecosystem criteria in the Malekshahi watershed Top of Form**

Table 5. Land use changes in the Maleksahhi Watershed during the period 2011-2021

Land Use Type	2011 -Area (ha)	2011- %	2021- Area (ha)	2021- %
Rangeland	11,114.12	9.25%	13,331.06	11.02%
Orchard	1,169.78	1.4%	3,487.44	3.20%
Residential Areas	232.52	1.92%	329.40	2.74%
Agriculture	2,527.35	20.92%	2,557.20	21.19%
Forest	6,266.03	51.87%	5,364.38	44.40%
Rocks and Bare Land	1,769.47	14.64%	2,109.33	17.45%

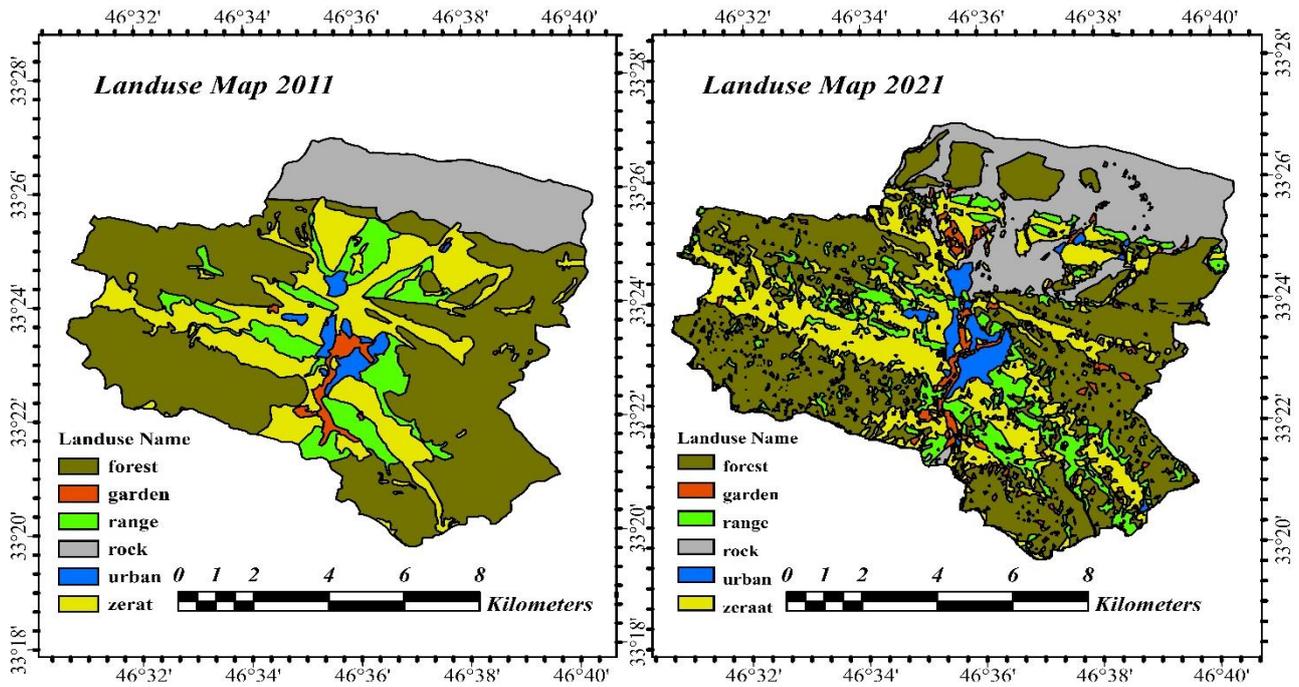


Fig 3. Land use map of the Maleksahhi Watershed during the period 2011-2021



تحلیل پایداری بومسازگان مرتعی بابره‌گیری از دستورالعمل‌های پایش و ارزیابی منابع طبیعی در حوزه آبخیز ملکشاهی، استان ایلام

زینب اکبری^۱، علی طالبی^{۲*}، احسان فتحی^۳، سارا پرویزی^۳، امیر حسین عبدی^۴، امیر صاحب‌دل^۴

۱. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲. استاد دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۳. دانش آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۴. کارشناسی ارشد سنجش از دور، مرکز تحقیقات فضایی ایران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: talebisf@yazd.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۹



[10.22034/jdmal.2025.2063479.1508](https://doi.org/10.22034/jdmal.2025.2063479.1508)

چکیده

مراعات به‌عنوان بومسازگان‌های گسترده و حیاتی، در سال‌های اخیر زیر فشارهای مختلف دچار تخریب و کاهش کارایی شده‌اند. پژوهش حاضر به بررسی وضعیت پایداری بومسازگان مرتع در حوزه آبخیز ملکشاهی در استان ایلام و با روش دستورالعمل پایش و ارزیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی می‌پردازد. در این روش از سه معیار پایداری خاک، شامل ناهمواری سطح خاک، بافت خاک، پایداری خاک، فرسایش پذیری، حفاظت خاک، معیار پایداری پوشش گیاهی شامل؛ شاخص زادآوری و کلاس سنی، تنوع زیستی، ترکیب گیاهی، بنيه و شادابی گیاهان، تاج پوشش، شاخص درصد لاشبرگ، وضعیت گیاهان مهاجم سمی و شاخص مقدار تولید سالانه و معیار پایداری اجتماعی- اقتصادی شامل؛ تناسب دام و مرتع، تناسب بین جمعیت انسانی و مرتع و شاخص تناسب بهره‌برداری برای ارزیابی و محاسبه پایداری مرتع به روش امتیازدهی استفاده شد. همچنین تغییر کاربری اراضی دوره زمانی ۱۴۰۰-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. امتیاز معیارهای پایداری خاک، پوشش گیاهی و اجتماعی- اقتصادی به ترتیب ۱۳، ۲۹ و ۶ به‌دست آمد و تغییرات کاربری اراضی نشان داد که مساحت کاربری جنگل در سال ۱۴۰۰ حدود ۷٪ کاهش و کاربری مرتع ۲٪ افزایش یافته است. همچنین با توجه به نتایج، امتیاز نهایی بومسازگان مرتع حوزه آبخیز ملکشاهی ۴۸ به‌دست آمد که نشان‌دهنده وضعیت متوسط است. طبق نتایج پژوهش حاضر، پایداری خاک، پوشش گیاهی و ابعاد اجتماعی- اقتصادی در حوزه آبخیز ملکشاهی به‌واسطه فشار چرای بیش از ظرفیت مرتع، متکی‌بودن جمعیت به مرتع بیش از توان آن و تغییر نامناسب کاربری اراضی در وضعیت نامطلوب قرار دارد. بااین حال، روش به‌کاررفته می‌تواند چارچوبی علمی برای ارزیابی پایداری مرتع و ابزاری کاربردی برای مدیریت بومسازگان‌های مرتعی ارائه دهد.

واژگان کلیدی: ارزیابی پایداری؛ تخریب مرتع؛ مدیریت منابع طبیعی؛ شاخص؛ تنوع زیستی؛ کاربری اراضی

استناد به این مقاله

اکبری، زینب، طالبی، علی، فتحی، احسان، پرویزی، سارا، عبدی، امیر حسین و صاحب‌دل، امیر. (۱۴۰۴). تحلیل پایداری بومسازگان مرتعی با بهره‌گیری از دستورالعمل‌های پایش و ارزیابی منابع طبیعی در حوزه آبخیز ملکشاهی، استان ایلام. مدیریت بیابان، ۱۳(۳)، ۱۹-۳۶.

DOI: [10.22034/jdmal.2025.2063479.1508](https://doi.org/10.22034/jdmal.2025.2063479.1508)

■ مقدمه

مراتع به‌عنوان یکی از پهنه‌های اصلی بوم‌سازگانی در سطح جهان، بخش وسیعی از اراضی خشکی را شامل می‌شوند (۲۸). این سامانه‌های طبیعی زیستگاه و منبع اصلی تأمین خدمات اکولوژیکی برای جمعیت زیادی از انسان‌ها به‌شمار می‌آیند که معیشت آن‌ها وابستگی مستقیمی به کارکردهای مراتع دارد (۲۵). از جنبه‌های مختلف اکولوژیکی، اقتصادی و فرهنگی، مراتع دارای نقش و اهمیت بالایی هستند؛ به‌گونه‌ای که زیستگاه گونه‌های اهلی و وحشی، پشتیبان تنوع زیستی، منبع تولید گیاهان خوراکی و دارویی، مخزن جذب و ذخیره کربن، ذخیره‌گاه ارزشمند تنوع زیستی غیرقابل تجدید و بستر شکل‌گیری و تداوم آداب، رسوم و سنت‌هایی محسوب می‌شوند که طی قرون متمادی انتقال یافته‌اند (۲۶). همچنین نقش حیاتی در ایجاد اشتغال برای بیش از ۱/۳ میلیارد نفر در سراسر جهان ایفا می‌کند (۲۲). در دهه‌های اخیر، مراتع در بسیاری از نواحی ایران تحت تأثیر تداوم دوره‌های خشکسالی، الگوهای نادرست بهره‌برداری و چرای غیراصولی دام، با روند فزاینده‌ای از تخریب و افت کیفیت مواجه شده‌اند. شاخص‌ها و روش‌های متعددی وجود دارد که براساس آنها می‌توان به بررسی سطح پایداری، توسعه‌یافتگی منابع طبیعی در مناطق مختلف پرداخت. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش ارزیابی پایداری بوم‌سازگان مرتع در حوزه‌های آبخیز با استفاده از رویکرد بوم‌سازگانی دستورالعمل پایش و ارزیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی کشور (۲۷) اشاره کرد. این روش از سه معیار پایداری خاک، شامل؛ ناهمواری سطح خاک، بافت خاک، پایداری خاک، فرسایش پذیری، حفاظت خاک، معیار پایداری پوشش گیاهی شامل؛ شاخص زادآوری و کلاس سنی، تنوع زیستی، ترکیب گیاهی، بنیه و شادابی گیاهان تاج پوشش، شاخص درصد لاشبرگ، وضعیت گیاهان مهاجم سمی و شاخص میزان تولید سالیانه و معیار پایداری اجتماعی- اقتصادی شامل؛ سه شاخص تناسب بین مرتع و جمعیت انسانی، تناسب دام و مرتع و شاخص تناسب بهره‌برداری که هرکدام دارای زیرشاخص‌هایی هستند، برای ارزیابی پایداری بوم‌سازگان مرتع استفاده

می‌شود (۲۳). شاخص‌های توسعه پایداری درجه رسیدن به هدف‌ها را به خوبی اندازه‌گیری می‌کنند (۱۸). طی دهه گذشته، شاخص‌های توسعه در مقیاس‌های مختلف از جمله منطقه‌ای، ملی و محلی یا میدانی، به‌صورت گسترده به‌عنوان یک رویکرد رایج و ابزار ارزیابی در سطوح وسیع به‌کار گرفته شده‌اند (۱۲). از سوی دیگر، پیچیدگی‌های روش‌های مبتنی بر داده‌های آزمایشگاهی و همچنین محدودیت‌های زمانی و هزینه‌ای موجود در مدل‌های شبیه‌سازی، سبب شده است تا شاخص‌ها بیش از پیش به‌عنوان شاخص‌های نمایانگر و ابزارهای سنجش در برنامه‌های پایش و ارزیابی مورد توجه قرار گیرند (۴). شاخص‌ها ابزار ایده‌آلی به‌منظور پیگیری تغییرات در شرایط حوزه آبخیز هستند و در نتیجه، اطلاعاتی برای تصمیم‌گیری را فراهم می‌کنند (۳۰). در زمینه پایداری حوزه‌های آبخیز و مراتع بررسی‌های گوناگونی انجام شده‌است که به ذکر چند مورد پرداخته می‌شود. در پژوهشی وضعیت سلامت و پایداری بوم‌سازگان با بهره‌گیری از شاخص تغییرات جهانی اقلیم ارزیابی شد و یافته‌ها حاکی از آن بود که ناهنجاری‌های اقلیمی قادرند از مسیرهایی مانند کاهش و حذف گونه‌ها، انقراض زیستی، جابه‌جایی مکانی گونه‌ها و دگرگونی در الگوهای رفتاری آن‌ها، کارکرد و سلامت بوم‌سازگان را تحت تأثیر قرار دهند (۲۱). درجه سلامت زیرحوزه‌های آبخیز قطورچای در استان اردبیل با استفاده از پنج بخش شامل وضعیت زیستی با شاخص غنای گونه، پیوستگی هیدرولوژیک با شاخص تراکم سازه‌ها در واحد طول رودخانه، ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی بر پایه شاخص‌های حساسیت خاک نسبت به فرسایش و آسیب‌پذیری اقلیمی، مؤلفه‌های هیدرولوژیکی شامل پوشش گیاهی چندساله و سطوح نفوذناپذیر، و همچنین وضعیت کیفی منابع آب با شاخص منابع آلاینده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این پژوهش بیانگر آن بود که سطح سلامت تمامی زیرحوضه‌ها در وضعیت میانی قرار داشت (۱۵). در پژوهشی سلامت آبخیز شازند در استان مرکزی بر اساس پوشش گیاهی با بهره‌گیری از داده‌های شاخص NDVI ارزیابی شد. برای این منظور، نقشه‌های NDVI با تحلیل

(۱۹). پژوهشگران داخلی عوامل مؤثر بر تخریب حوزه‌های آبخیز کشور را با استفاده از پرسشنامه کتبی و نظرات مدیران و کارشناسان مورد بررسی قرار دادند. به منظور سنجش پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ^۱ و برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS بهره‌گیری شد. نتایج آن پژوهش نشان داد که از دیدگاه مدیران، تراکم بالای دام، تخریب پوشش گیاهی، چرای شدید، تغییر کاربری مراتع و چرای زودهنگام بودند؛ در حالی که از نظر کارشناسان، ترتیب اهمیت این عوامل به صورت تغییر کاربری مراتع، چرای شدید، تخریب پوشش گیاهی، تعداد زیاد دام و چرای زودرس، مهم‌ترین عوامل تخریب حوزه‌های آبخیز معرفی شدند (۱۰). بررسی‌های انجام شده، نشان می‌دهد که تأثیر تغییرات کاربری اراضی، چرای دام، و مدیریت حوزه آبخیز در پایداری مراتع برجسته است. در مرتع بیشتر به ارزیابی پوشش گیاهی، تنوع زیستی، چرای دام و تأثیرهای آن بر فرسایش خاک متمرکز بوده است و نقش مدیریت پایدار در بهبود شرایط بوم‌شناختی مراتع را برجسته کرده‌اند. در پایان، این منابع بر اهمیت پایش مستمر و اتخاذ رویکردهای جامع مدیریتی برای حفاظت و ارتقای پایداری بوم‌سازگان تأکید دارند. مراتع حوزه آبخیز ملکشاهی به‌عنوان یکی از اکوسیستم‌های حساس و ارزشمند، نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی، کنترل فرسایش خاک، و تأمین معیشت جوامع محلی این منطقه دارند. در مجموع، مرور پژوهش‌های جدید نشان می‌دهد که ارزیابی پایداری مرتع نیازمند رویکردی یکپارچه و میان‌رشته‌ای است که ابعاد زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی را همزمان در نظر گیرد (۱۳). هدف اصلی پژوهش حاضر در به‌کارگیری رویکرد بوم‌سازگانی راهنمای پایش و ارزیابی پروژه‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری در ارزیابی وضعیت پایداری بوم‌سازگان مرتعی حوزه آبخیز ملکشاهی است. این دستورالعمل در سطح ملی تدوین شده، اما تاکنون در قالب مطالعه‌ای جامع برای تحلیل پایداری مرتع در مقیاس حوزه آبخیز به‌کار نرفته است. استفاده همزمان از معیارهای خاک، پوشش گیاهی و اقتصادی-اجتماعی در کنار بررسی تغییرات کاربری

تصاویر ماهواره لندست ۸ تهیه گردید. نتایج نشان داد این حوزه آبخیز با امتیاز سلامت ۰/۳۴ از نظر پتانسیل پوشش گیاهی، در وضعیت نسبتاً ناسالم قرار دارد (۸). علاوه بر این، در پژوهشی دیگر، پویایی سلامت آبخیز صنعتی شازند بر اساس معیار فرسایش خاک با استفاده از مدل RRV در چهار سال ۱۳۶۵، ۱۳۷۷، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، میزان فرسایش خاک در ۲۴ زیرآبخیز به‌صورت ماهانه و با استفاده از معادله اصلاح‌شده جهانی هدررفت خاک برآورد شد. یافته‌ها نشان داد که در طول دوره مورد مطالعه، روند مشخصی در شاخص سلامت آبخیز مبتنی بر فرسایش خاک مشاهده نمی‌شود. به‌طوری‌که سلامت آبخیز در دوره ۱۳۶۵-۱۳۷۷ به میزان ۲۳٪، در دوره ۱۳۶۵-۱۳۸۷ به میزان ۱۳٪ و در دوره ۱۳۸۷-۱۳۹۳ به میزان ۶٪ کاهش یافت. وضعیت سلامت آبخیز در بازه‌های زمانی مورد مطالعه به ترتیب به میزان ۱۳، هشت و ۲۲٪ بهبود یافته است (۹). در پژوهشی شاخص‌های زیستی مرتبط با سلامت رودخانه و نقش آنها در وضعیت کلی حوزه آبخیز رودخانه هوآی چین نیز بررسی شده است. در این مطالعات، عوامل زیست‌محیطی مؤثر مانند شرایط جوی، نوع پوشش گیاهی و کاربری زمین، ویژگی‌های خاک، رژیم هیدرولوژیکی و کیفیت آب به طور جامع ارزیابی گردیدند. نتایج نشان داد که ۴۴٪ دارای وضعیت سالم، ۵۱٪ کمی سالم و ۵٪ باقی‌مانده ناسالم است (۲۹). در مطالعه‌ای که به ارزیابی عوامل اجتماعی-اقتصادی مؤثر بر تخریب مراتع در یازده استان ایران پرداخته شده، مهم‌ترین چالش‌ها و محدودیت‌های مدیریت منابع طبیعی که به تخریب مراتع منجر گردیده‌اند، به ترتیب شامل مسائل مرتبط با دام و فعالیت‌های دامداری، چرای مفرط و بیش از ظرفیت، چرای زودهنگام و چرای طولانی شناسایی کردند (۲). در تحقیقی دیگر با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و شاخص پایداری، پایداری حوزه آبخیز لرما-چاپالا مورد سنجش قرار گرفت و محققین به این نتیجه رسیدند که منطقه در وضعیت پایداری ضعیفی قرار دارد. در این پژوهش، فعالیت‌های شدید کشاورزی و دامداری، همراه با فقدان تعامل میان عوامل سیاسی، اقتصادی و اجتماعی، به‌عنوان عوامل اصلی تخریب این حوضه شناسایی شدند

۱. Cronbach's alpha

متغیر به چندین رده عددی تقسیم‌بندی شده و به هر رده امتیازی از عالی تا ضعیف اختصاص داده می‌شود. در نهایت، امتیازهای کسب شده جمع‌بندی شده و برای هر شاخص یک طبقه‌بندی کلی تعیین و مجموع امتیازات، مقدار نهایی پایداری بوم‌سازگان مرتع حوزه آبخیز را نشان می‌دهد (۲۷).

همچنین به منظور تحلیل تغییرات کاربری اراضی، از تصاویر ماهواره‌ای Landsat برای سال‌های ۲۰۱۱ (۱۳۹۰ شمسی) و ۲۰۲۱ (میلادی ۱۴۰۰ شمسی) استفاده شد (جدول ۱). در پژوهش حاضر از طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد و با کمک خوارزمیک بیشترین شباهت نقشه کاربری اراضی حاصل با هر یک از تصاویر مورد مطالعه جداگانه استخراج شد. تصاویر به گونه‌ای انتخاب شد که بیشترین وضوح و کمترین ابرناکی در منطقه مشاهده شود. به منظور کنترل کیفیت داده‌ها و آگاهی از وجود خطای اتمسفری، هندسی و رادیومتری، داده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و افزایش دقت طبقه‌بندی، هر یک از نقشه‌های بدست آمده به کمک نقاط کنترلی برداشت شده کنترل شد و در پایان دقت طبقه‌بندی تصاویر با دو شاخص کاپا و صحت کلی ارزیابی شد (۲۴).

بوم‌سازگان مرتع

پایداری بوم‌سازگان مرتعی با سه معیار، شانزده شاخص و نود کمیت مورد ارزیابی قرار گرفت. معیارها و شاخص‌های مورد استفاده طبق دستورالعمل و راهنمای پایش و ارزشیابی پروژه‌ها و طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری که برای سنجش پایداری بوم‌سازگان مرتع ارائه شده است (جدول ۲). طبقه‌بندی پایانی پایداری بوم‌سازگان مرتعی نیز در جدول ۳ آورده شده است.

اراضی، امکان ارائه تصویری یکپارچه از وضعیت پایداری و عوامل مؤثر بر آن را فراهم کرده است. بنابراین، در پژوهش حاضر ضمن ایجاد الگوی کاربردی برای ارزیابی پایداری مراتع، می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری مدیران و تدوین سیاست‌ها در راستای دستیابی به توسعه پایدار منابع طبیعی باشد.

■ مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی حوزه ملکشاهی

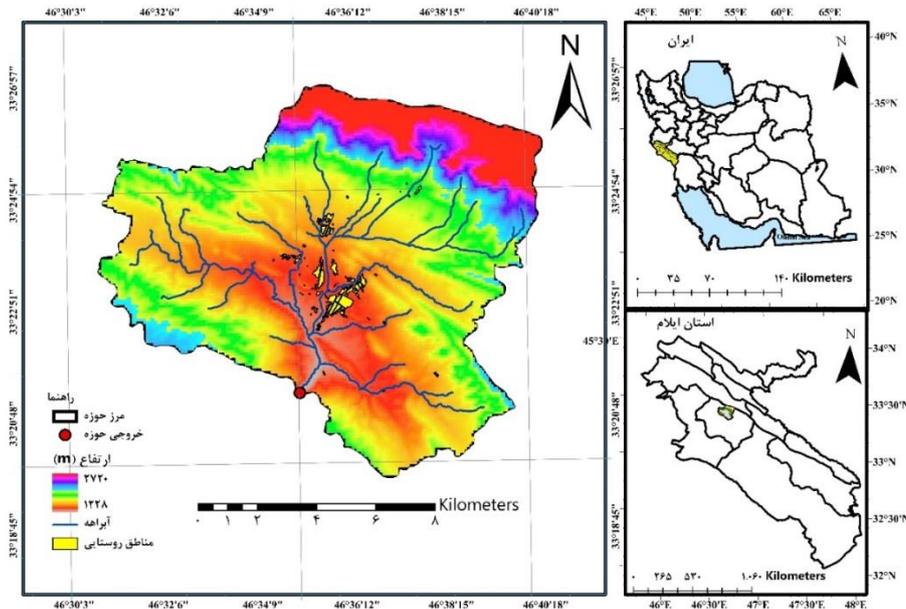
حوزه آبخیز ملکشاهی با مساحت $120/79 \text{ Km}^2$ در استان ایلام ایلام واقع شده و از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین $33^{\circ}30'38''$ تا $46^{\circ}40'23''$ طول شرقی و $33^{\circ}19'49''$ تا $33^{\circ}26'52''$ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). حداکثر ارتفاع حوزه 2720 m و حداقل ارتفاع در خروجی حوزه برابر 1228 m از سطح دریا می‌باشد (۶). میانگین بارش سالانه در این حوزه در دوره آماری سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ حدود 590 mm و میانگین دمای حداکثر و حداقل نیز به ترتیب $23/25^{\circ}\text{C}$ و $11/06^{\circ}\text{C}$ است.

■ روش تحقیق

روش مورد استفاده در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری پایداری حوزه آبخیز برگرفته از راهنمای پایش و ارزیابی طرح‌ها و پروژه‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری است که در سال ۱۳۸۸ توسط معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، دفتر نظام فنی و اجرایی و سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری برای ایران تهیه شد. در این روش، ابتدا معیارها و شاخص‌ها تعیین شده و متغیرهای مرتبط با هر شاخص اندازه‌گیری می‌شوند. هر

جدول ۱. تصاویر مورد استفاده برای استخراج نقشه کاربری اراضی

ماهواره	قدرت تفکیک	تاریخ تصویر	دقت سنجی با شاخص کاپا	دقت سنجی با شاخص دقت کلی
Land sat 7	۳۰m	۲۰۱۱	۰/۸۲	۰/۸۷
Land sat 8	۳۰m	۲۰۲۱	۰/۸۲	۰/۸۸



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۲. معیارها و شاخص‌های مورد استفاده جهت ارزیابی پایداری بوم‌سازگان مرتع حوزه آبخیز ملکشاهی در استان ایلام با استفاده از روش سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور (۲۷)

ردیف	معیار	شاخص‌ها، متغیرها و محدوده امتیازهای هر شاخص و متغیر
۱	پایداری خاک	حفاظت خاک (۵-۱)، فرسایش‌پذیری (۴-۱)، ناهمواری سطح خاک (۴-۱)، پایداری خاک (۵-۱)، بافت خاک (۴-۱).
۲	پایداری پوشش گیاهی	تنوع زیستی شامل متغیرهای تنوع گونه‌ای (۴-۱)، درجه خلوص تیپ (۳-۱)، شاخص زادآوری و کلاس سنی شامل متغیرهای وضعیت زادآوری و تجدید حیات گونه‌ها (۵-۱)، وجود طبقه‌های سنی گوناگون (۴-۱)، شاخص بنیه و شادابی گیاهان شامل متغیرهای ارتفاع گیاهان مرتعی (۴-۱)، رنگ و شادابی گیاهان (۴-۱) و متغیر تولید بذر گیاهان مرتعی (۴-۱). ترکیب گیاهی شامل متغیرهای کلاس خوشخواری (۴-۱) و فرم رویشی (۴-۱). شاخص درصد تاج پوشش (۴-۱)، درصد لاشبرگ (۳-۱)، شاخص وضعیت گیاهان مهاجم سمی (۴-۱) و شاخص مقدار تولید سالانه (۴-۱).
۳	اجتماعی - اقتصادی	تناسب دام و مرتع شامل متغیرهای نسبت دام موجود به مجاز مرتع (۳-۱)، رعایت تناسب دام با مرتع (۳-۱) - تناسب بین جمعیت انسانی و مرتع (۴-۱) و تناسب بهره‌برداری شامل متغیرهای تبدیل اراضی مرتعی به سایر کاربری‌ها (۴-۱)، سطح حفاظتی (۳-۱).

در غیاب دخالت مستقیم انسان، همواره به صورت طبیعی و متعادل رخ داده و بخشی از روندهای اکولوژیکی پایدار بوده است. با این حال، دخالت‌های انسانی در شرایط مختلف اقلیمی و خاکی، تأثیرات متفاوتی بر روی پوشش گیاهی و خاک مراتع بر جای می‌گذارد (۱۴). درک روند تغییراتی که ناشی از مدیریت انسانی در زیستگاه‌های مرتعی رخ می‌دهد، اهمیت بالایی دارد و می‌تواند به حفظ، بقای بوم‌سازگان‌ها و بهره‌برداری پایدار و مؤثر از آن‌ها کمک کند. امتیاز بوم‌سازگان مرتع ۴۸ به‌دست آمد که در وضعیت متوسط قرار گرفت (جدول ۳). امتیاز معیارهای بوم‌سازگان مرتع نیز برآورد شد (جدول ۴ و شکل ۲).

جدول ۳. تعیین درجه پایداری بوم‌سازگان‌های مرتعی (۲۷)

امتیاز	طبقه
بیش از ۸۰	عالی
بین ۶۵ تا ۸۰	خوب
بین ۴۵ تا ۶۴	متوسط
بین ۲۵ تا ۴۴	ضعیف
کمتر از ۲۵	خیلی ضعیف

نتایج و بحث

بوم‌سازگان‌های مرتعی همواره در تعامل پیچیده‌ای میان دام و گیاه و در چارچوب شرایط اقلیمی و محیطی شکل گرفته‌اند. تغییرات طبیعی در خاک و پوشش گیاهی،

مانند قرق، عملیات بیولوژیکی و مکانیکی می‌تواند میزان خاک لخت که به طور غیرمستقیم در شاخص حفاظت خاک منعکس می‌شود را کاهش و پایداری خاک را بهبود دهد.

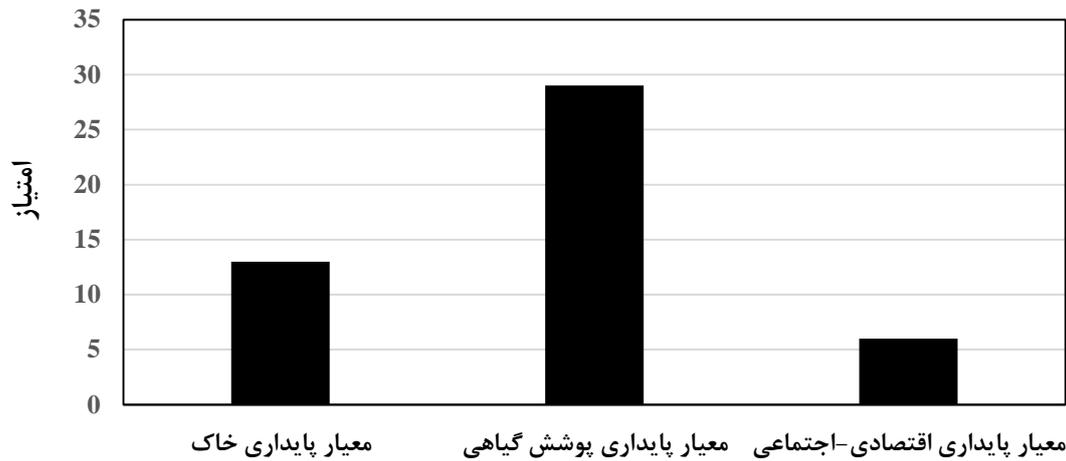
در بخش پایداری پوشش گیاهی، اغلب شاخص‌ها مقادیر پایینی داشته‌اند. تنوع گونه‌ای با امتیاز ۳ از ۴ در حد متوسط ارزیابی شد، اما خالص بودن تیپ با امتیاز ۲ از ۳ نشان‌دهنده سلطه چند گونه خاص بر ترکیب گیاهی است. شاخص زادآوری و تجدید حیات گونه‌ها امتیاز ۳ از ۵ را کسب کرده که بیانگر ضعف نسبی در بازسازی طبیعی است. وجود طبقه‌های سنی با امتیاز ۲ از ۴ نیز نشان داد که چرخه‌های سنی کامل و پایداری جمعیت گیاهی در مرتع برقرار نیست. شاخص‌های مرتبط با بنیه و شادابی گیاهان وضعیت نامناسب‌تری داشتند؛ ارتفاع گیاهان مرتعی با امتیاز ۲ از ۴ و تولید بذر با امتیاز ۲ از ۴، همراه با رنگ و شادابی گیاهان با امتیاز ۳ از ۴ نشان داد که پوشش گیاهی از نظر کیفیت و توان تولید مثل در سطح ضعیف تا میانگین قرار دارد. در ترکیب گیاهی، طبقه خوشخوراکی و فرم رویشی هر دو امتیاز ۲ از ۴ را دریافت کردند که بیانگر کاهش ارزش چرای و غلبه گونه‌های کم‌ارزش یا مقاوم به چرای شدید است. شاخص درصد تاج پوشش نیز با امتیاز ۲ از ۴ نشان‌دهنده کاهش تراکم پوشش و افزایش خاک لخت است. شاخص میزان تولید سالیان با امتیاز ۲ از ۴ و شاخص خار و خاشاک با امتیاز ۲ از ۳ نیز حاکی از افت تولید زیست‌توده و کاهش کیفیت چراگاهی هستند. علاوه بر این، شاخص گیاهان مهاجم سمی با امتیاز ۲ از ۴ تأییدکننده حضور گونه‌های نامطلوب در ترکیب گیاهی مرتع است. در مجموع، پوشش گیاهی مرتع در شرایط شکننده قرار دارد و چرای بیش از ظرفیت مجاز یکی از مهم‌ترین عوامل بروز این وضعیت است.

ارزیابی معیارهای بوم‌سازگان مرتع در حوزه آبخیز ملکشاهی نشان می‌دهد که بیشترین امتیاز مربوط به پایداری پوشش گیاهی با ۲۹ امتیاز است (جدول ۴). این موضوع بیانگر آن است که پوشش گیاهی منطقه، اگرچه در معرض تهدیدهای انسانی و طبیعی قرار دارد، هنوز به‌عنوان عامل اصلی حفظ کارکردهای اکولوژیکی و خدمات مرتع نقش پررنگی ایفا می‌کند. پس از آن، پایداری خاک با ۱۳ امتیاز در جایگاه دوم قرار دارد. این امر نشان‌دهنده حساسیت خاک منطقه به فرسایش و تخریب است و اهمیت اقدامات حفاظتی همچون مدیریت چرای دام، عملیات آبخیزداری و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی را دوچندان می‌کند. در مقابل، پایداری اقتصادی و اجتماعی با ۶ امتیاز کمترین سهم را به خود اختصاص داده است که حاکی از ضعف مشارکت جوامع محلی، محدودیت‌های اقتصادی در بهره‌برداری اصولی، و کم‌توجهی به نقش معیشتی پایدار مراتع است.

نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌ها نشان می‌دهد که پایداری خاک در سطح مناسبی قرار ندارد. شاخص حفاظت خاک با امتیاز ۳ از ۵ و شاخص فرسایش‌پذیری با امتیاز ۲ از ۴ بیانگر آن است که خاک منطقه در معرض خطر فرسایش متوسط تا بالا قرار دارد. همچنین ناهمواری سطح خاک با امتیاز ۲ از ۴ و پایداری کلی خاک با امتیاز ۳ از ۵ نشان‌دهنده کاهش مقاومت خاک در برابر تخریب است. بافت خاک نیز با امتیاز ۳ از ۴ وضعیت نسبتاً قابل قبولی دارد، اما به دلیل ضعف دیگر شاخص‌ها، توان کلی خاک در تأمین پایداری مطلوب کاهش یافته است. این شرایط به‌طور مستقیم ناشی از چرای مفرط و بهره‌برداری بیش از حد از پوشش گیاهی بوده که سطح قابل توجهی از خاک را بدون حفاظ رها کرده است. در نتیجه، فرسایش تدریجی موجب تخریب ساختمان خاک، کاهش نفوذپذیری و افت پایداری آن شده است. اجرای اقداماتی

جدول ۴. امتیاز معیارهای بوم‌سازگان مرتع در حوزه آبخیز ملکشاهی

معیار	حداقل و حداکثر امتیاز معیار	امتیاز در حوزه آبخیز
پایداری خاک	۲۲-۵	۱۳
پایداری پوشش گیاهی	۵۱-۱۳	۲۹
پایداری اقتصادی و اجتماعی	۱۷-۵	۶
امتیاز نهایی بوم‌سازگان مرتع در حوزه آبخیز ملکشاهی	-	۴۸



شکل ۲. امتیاز معیارهای بوم‌سازگان مرتع در حوزه آبخیز ملکشاهی

جامع از منابع، از تخریب بیشتر مراتع جلوگیری کرده و همزمان شرایط اکولوژیکی منطقه را پایدار نگه دارد و معیشت خانوارهای بهره‌بردار نیز تأمین گردد (۳). مراتع داران و جوامع وابسته به مراتع در سال‌های اخیر به دلیل کاهش بازدهی، ناچار به ترک حرفه خود و مهاجرت به مناطق شهری شده‌اند. یکی از فعالیت‌هایی که می‌تواند به‌عنوان منبع درآمد جایگزین برای مردم محلی مورد استفاده قرار گیرد، طبیعت‌گردی است. این صنعت با ارزش، نه تنها نقش مهمی در تقویت اقتصاد جوامع محلی ایفا می‌کند، بلکه به حفظ و حفاظت از محیط طبیعی نیز کمک می‌کند (۷). نمونه‌هایی از اجرای برنامه‌های طبیعت‌گردی در برخی مناطق تانزانیا نشان داد که طبیعت‌گردی گزینه بسیار خوبی برای کاهش تخریب مراتع و حفظ حیات وحش است (۱). پژوهشگران داخلی در مطالعه ای چرای دام، گردشگری در سامان عرفی، زنبورداری و بهره‌برداری از گیاهان دارویی در مرتع لار آبرسازندران را جهت اولویت استفاده از مراتع این منطقه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اگر در مرتع دامداری انجام شود حدود ۴۲ میلیون تومان عاید مرتعدار خواهد شد و اگر گردشگری، زنبورداری و استحصال گیاهان دارویی اجرا شود، در مجموع بیش از ۳۸۰ میلیون تومان به درآمد مرتعدار افزوده خواهد شد. این افزایش درآمد قادر است معیشت بهره‌بردار یک خانوار را بهبود ببخشد همچنین منجر به حفظ مراتع و ارائه خدمات توسط مراتع خواهد شد (۲۰).

در بعد اجتماعی-اقتصادی مشخص شد که شاخص نسبت دام موجود به ظرفیت مجاز و رعایت تناسب دام هر دو امتیاز ۱ از ۳ را به خود اختصاص دادند، که نشان‌دهنده چرای مفرط و فشار بیش از توان مرتع است. تناسب جمعیت انسانی با مرتع با امتیاز ۲ از ۴ نشان داد که وابستگی معیشت جوامع محلی به مرتع بسیار فراتر از ظرفیت واقعی آن است. شاخص تبدیل اراضی مرتعی به سایر کاربری‌ها و شاخص سطح حفاظتی نیز هر دو امتیاز یک را کسب کردند، که بیانگر تغییر کاربری غیرمجاز و کاهش مناطق قرق و حفاظت‌شده است. این شرایط اجتماعی-اقتصادی نه تنها موجب کاهش شاخص‌های بوم‌شناختی مرتع شد، بلکه کارکردهای بوم‌شناختی آن مانند تولید علوفه، حفاظت خاک و تنظیم چرخه آب را نیز تضعیف کرده‌است. از مهم‌ترین عوامل در حفظ و پایداری منابع طبیعی، به‌ویژه مراتع، بهره‌برداری و استفاده از این عرصه‌ها بر اساس توان اکولوژیکی، ظرفیت‌ها و قابلیت‌های واقعی آن‌ها است؛ به‌گونه‌ای که الگوی بهره‌برداری متناسب با استعداد طبیعی هر منطقه طراحی و اجرا شود. نتایج نشان داد که تغییر در ترکیب پوشش گیاهی گیاهی، غلبه گیاهان مهاجم، وجود فرسایش، افزایش سطوح خاک لخت، کاهش مقاومت سطح خاک، خشکسالی، تعداد بیش از حد دام و فقر معیشتی مردم از مهمترین عوامل کاهش پایداری مراتع در این منطقه هستند. با در نظر گرفتن روند تخریب مراتع و کاهش سطح آن‌ها به دلایل گوناگون، لازم است راهکارهایی ارائه شود که ضمن بهره‌برداری بهینه و

۱۴۰۰ بیانگر فشارهای فزاینده انسانی و تغییر الگوهای بهره‌برداری از زمین است. کاهش سطح جنگل‌ها نشان‌دهنده تخریب پوشش گیاهی طبیعی و افزایش مخاطرات محیط‌زیستی همچون فرسایش خاک، کاهش تنوع زیستی و تضعیف توان ذخیره و تنظیم منابع آب در منطقه می‌باشد. در مقابل، افزایش اراضی کشاورزی و باغی به‌طور مستقیم ناشی از گسترش فعالیت‌های کشاورزی و تبدیل اراضی طبیعی به زمین‌های زراعی است که اگرچه می‌تواند مزایای اقتصادی کوتاه‌مدت برای جوامع محلی داشته باشد، اما در بلندمدت تهدیدی جدی برای پایداری اکوسیستم محسوب می‌شود. در پژوهشی در شمال ایران، تأثیر تخریب جنگل و تغییر پوشش گیاهی از جنگل طبیعی *Zelkova* به مراتع با گونه‌های *Festuca*، *Dactylis* و *Stachys* بر ویژگی‌های خاک و تراکم موجودات خاکزی بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین تراکم کرم‌های خاکی، ریزبندپایان، نماتدها، پروتوزوآها، باکتری‌ها و قارچ‌های خاک در جنگل *Zelkova* مشاهده گردید و با تغییر پوشش گیاهی این تراکم کاهش یافت. به‌طور کلی، تخریب جنگل و تغییر پوشش گیاهی منجر به کاهش کیفیت خاک و زیست‌مندان آن و در پایان کاهش پایداری آب‌خیزها می‌شود و پوشش‌های جنگلی به دلیل نقش کلیدی در چرخه مواد غذایی و خدمات اکوسیستمی در زیست‌بوم‌های کوهستانی اهمیت ویژه‌ای دارند (۱۱).

افزایش اراضی مرتعی نیز می‌تواند ناشی از تغییر کاربری جنگل‌ها به مراتع یا توسعه بهره‌برداری دامی باشد که فشار مضاعفی بر منابع آب و خاک وارد می‌کند. از سوی دیگر، گسترش مناطق مسکونی و باغ‌ها، بیانگر رشد جمعیت و توسعه سکونت‌گاه‌های انسانی است که منجر به افزایش تقاضا برای منابع و تغییر الگوهای استفاده از زمین شده است. به‌طور کلی، الگوی تغییر کاربری اراضی در این دوره نشان می‌دهد که روند بهره‌برداری از اراضی به سمت کاهش کاربری‌های طبیعی و افزایش کاربری‌های انسانی و اقتصادی پیش می‌رود. این روند در صورت تداوم می‌تواند باعث تشدید مشکلات زیست‌محیطی همچون کاهش ظرفیت بوم‌سازگان بروز سیلاب‌های مخرب، افزایش فرسایش و کاهش کیفیت منابع آبی شود.

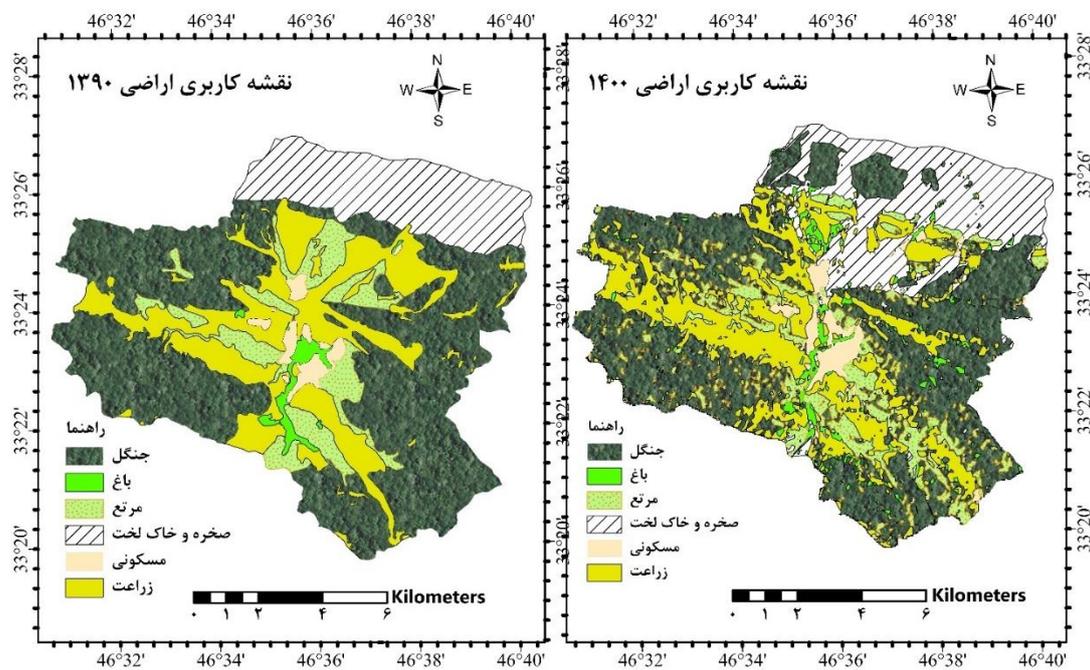
نتایج ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ در جدول (۵) و شکل (۳) ارائه شده است. طبق اطلاعات موجود در نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۰، مناطق جنگلی بیشترین مساحت را در سطح منطقه مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند. پس از آن، اراضی کشاورزی به‌عنوان دومین کاربری غالب در منطقه شناخته شد. همچنین، پس از مناطق صخره‌ای و فاقد پوشش گیاهی، اراضی مرتعی در این منطقه جایگاه سوم را از نظر مساحت دارند. این تغییرات در کاربری اراضی نشان‌دهنده تحولاتی در نحوه بهره‌برداری از منابع طبیعی و توزیع اراضی در منطقه است که می‌تواند پیامدهای زیست‌محیطی و مدیریتی قابل توجهی داشته باشد. با بررسی نقشه کاربری اراضی سال ۱۴۰۰ مشخص شد که سطح کاربری جنگل نسبت به دوره قبل کاهش یافته است، در حالی که دیگر کاربری‌ها از جمله مرتع، کشاورزی، باغ، مناطق مسکونی و صخره افزایش یافته‌اند (شکل ۳).

بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دوره‌ی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ نشان‌دهنده روندهای معناداری در کاهش و افزایش برخی کاربری‌ها است. در این بازه زمانی، سطح جنگل‌ها از $6266/03 \text{ ha}$ به $5364/38 \text{ ha}$ کاهش یافته که بیانگر افتی معادل $90/165 \text{ ha}$ است. همچنین سطح مراتع از $1114/12 \text{ ha}$ به $1331/6 \text{ ha}$ رسیده که کاهش نسبی قابل توجهی را نشان می‌دهد. در مقابل، کاربری‌های انسانی افزایش یافته‌اند؛ به‌طور مشخص، اراضی کشاورزی از $169/78 \text{ ha}$ به $2527/35 \text{ ha}$ رسیده است. باغ‌ها از $169/78 \text{ ha}$ به $387/4 \text{ ha}$ افزایش یافته‌اند و مناطق مسکونی نیز از $232/52 \text{ ha}$ به $329/4 \text{ ha}$ رسیده‌اند. در همین راستا، سطح اراضی صخره‌ای و فاقد پوشش از $1769/47 \text{ ha}$ به $2109/3 \text{ ha}$ افزایش یافته است. این تغییرات نشان می‌دهند که در طول یک دهه اخیر، سهم کاربری‌های طبیعی مرتع و جنگل به نفع کاربری‌های انسانی یعنی کشاورزی، باغ و مسکونی و نیز اراضی فاقد پوشش کاهش یافته است. چنین روندی تهدیدی جدی برای پایداری منابع طبیعی محسوب می‌شود و می‌تواند پیامدهای اکولوژیکی نظیر کاهش تنوع زیستی، افزایش فرسایش خاک و افت خدمات اکوسیستمی را در پی داشته باشد.

این تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا

جدول ۵. تغییر کاربری اراضی در حوزه آبخیز ملکشاهی برای دوره زمانی ۱۴۰۰-۱۳۹۰

نوع کاربری	۱۳۹۰			۱۴۰۰		
	مساحت (ha)	درصد	دقت تولید کننده	مساحت (ha)	درصد	دقت تولید کننده
مرتع	۱۱۱۴/۱۲	۹/۲۵	۹۱	۱۳۳۱/۶	۱۱/۰۲	۹۳
باغ	۱۶۹/۷۸	۱/۴	۸۰	۳۸۷/۴	۳/۲۰	۹۱
مناطق مسکونی	۲۳۲/۵۲	۱/۹۲	۹۷	۳۲۹/۴۰	۲/۷۴	۹۵
کشاورزی	۲۵۲۷/۳۵	۲۰/۹۲	۹۶	۲۵۵۷/۲	۲۱/۱۹	۹۷
جنگل	۶۲۶۶/۰۳	۵۱/۸۷	۹۱	۵۳۶۴/۳۸	۴۴/۴۰	۸۶
صخره و فاقد پوشش	۱۷۶۹/۴۷	۱۴/۶۴	۸۹	۲۱۰۹/۳	۱۷/۴۵	۹۸
دقت کل			۰/۸۲			۰/۸۷
ضریب کاپا			۰/۸۲			۰/۸۸



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز ملکشاهی در بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۴۰۰

توان بوم‌شناختی منطقه، به‌عنوان راهکارهای علمی و مبتنی بر شواهد جدید، ضروری و قابل توصیه است. حوزه آبخیز ملکشاهی با برخورداری از ظرفیت‌های مشخصی همچون تولید عسل با کیفیت بالا به دلیل شرایط مناسب زنبورداری، رویش گیاهان دارویی نظیر بومادران و کتیرا، و فعالیت‌های متنوع در صنایع دستی، یکی از مناطق مستعد برای توسعه اقتصادی و اشتغال‌زایی پایدار است. همچنین وجود چشم‌اندازهای طبیعی مانند جنگل‌های بلوط زاگرس، تنوع زیستی بالای جانوری و گیاهی، این منطقه را به مقصدی مناسب برای توسعه گردشگری تبدیل می‌کند. با این حال، بخش عمده

الگوی تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰، که با کاهش سطح جنگل و افزایش اراضی کشاورزی، مرتعی، باغی و مسکونی همراه بوده است، پیامدهایی همسو با یافته‌های پژوهش‌های اخیر دارد. این تغییرات معمولاً به افزایش فرسایش و تولید رسوب (۵)، کاهش ذخیره کربن و افت کیفیت خاک (۱۶)، تشدید خطر وقوع سیلاب و ناپایداری هیدرولوژیک (۱۷) و در نهایت کاهش تنوع زیستی منجر می‌شوند. بر این اساس، اجرای راهبردهایی همچون حفاظت و احیای جنگل‌ها، به‌کارگیری شیوه‌های کشاورزی حفاظتی، مدیریت و کنترل چرای دام، و برنامه‌ریزی کاربری اراضی بر اساس

جنگل‌ها حدود ۷٪ کاهش و مراتع حدود ۲٪ افزایش یافته است. در مجموع، نتایج نشان داد که سطح پایداری بوم‌سازگان مرتع در حد میانگین قرار دارد و تغییر کاربری اراضی در یک دهه اخیر نیز بیانگر کاهش سطح جنگل‌ها و افزایش نسبی مراتع است. این روند علاوه بر تأثیر بر کارکردهای بوم‌شناختی منطقه، می‌تواند پیامدهای اجتماعی و اقتصادی قابل توجهی نیز در پی داشته باشد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود در بررسی‌های آینده ضمن تمرکز بر بازسازی جنگل‌ها، بهبود روش‌های مدیریت مرتع و ارتقای شیوه‌های بهره‌برداری اصولی، از رویکردهایی چون پایش مستمر با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین سنجش‌ازدور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، تحلیل جامع و همزمان شاخص‌های بوم‌شناختی، اجتماعی و اقتصادی، ارزیابی اثرات سیاست‌های مدیریتی و میزان مشارکت جوامع محلی، و مدل‌سازی سناریوهای مختلف تغییر کاربری زمین و تغییر اقلیم استفاده شود. بهره‌گیری از چنین رویکردهای چندبعدی و بین‌رشته‌ای می‌تواند زمینه‌ساز دستیابی به مدیریت پایدار منابع طبیعی، ارتقای تاب‌آوری بوم‌سازگان‌های مرتعی و افزایش سطح پایداری آنها در بلندمدت باشد.

■ سپاسگزاری

بدین‌وسیله نویسندگان مراتب قدردانی و تشکر خود را از تمامی اساتید و کارشناسان جهت همکاری در انجام این پژوهش اعلام می‌دارند.

فعالیت‌های اقتصادی این حوزه آبخیز همچنان بر بهره‌برداری مستقیم از منابع طبیعی، به‌ویژه کشاورزی و دامداری متمرکز است که منجر به فشار بیش‌ازحد بر خاک، آب و مراتع می‌شود. توسعه زیرساخت‌های مناسب برای استفاده از ظرفیت‌هایی نظیر پرورش زنبورعسل و تولید عسل طبیعی، بهره‌برداری اصولی و فرآوری گیاهان دارویی مانند بومادران و کتیرا، حمایت از صنایع دستی سنتی و ایجاد امکانات گردشگری مبتنی بر مناظر جنگل‌های بلوط و فرهنگ عشایری، می‌تواند ضمن کاهش فشار بر منابع طبیعی، منجر به تنوع‌بخشی به اقتصاد محلی و افزایش درآمد و رفاه مردم شود. این تغییر در الگوی معیشت، با کاهش بهره‌برداری‌های غیرپایدار، به حفاظت از منابع طبیعی این حوزه آبخیز و پایداری بوم‌شناختی آن کمک زیادی خواهد کرد.

■ نتیجه‌گیری

مراتع به‌عنوان یکی از بوم‌سازگان‌های مهم، علاوه بر تأمین علوفه، خدمات و کارکردهای متنوعی ارائه می‌دهند. ارزیابی صحیح و تعیین تناسب مرتع برای انواع استفاده‌ها، همراه با بهره‌برداری اصولی و بهره‌گیری از فناوری‌های مناسب، امکان مدیریت بهینه مراتع را فراهم می‌کند. در پژوهش حاضر، پایداری بوم‌سازگان مرتع در حوزه آبخیز ملکشاهی با استفاده از روش سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری ایران بررسی شد. نتایج این ارزیابی نشان داد که سطح پایداری بوم‌سازگان مرتع برابر با ۴۸ است که نشان‌دهنده سطح میانگین پایداری است. تحلیل تغییرات کاربری اراضی نیز نشان داد که از سال ۱۴۰۰، مساحت

■ References

1. Adhikari, B. (2011). Poverty reduction through promoting alternative livelihoods: Implications for marginal drylands. *Journal of International Development*, 25(7), 947-967. doi.org/10.1002/jid.1820
2. Ansariri, N., Seyed Akhlaghi Shal, J., & Ghasemi, M. H. (2009). Determination of socio-economic factors on natural resources degradation of Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 15(4), 508-524. [In Persian]
3. Arzani, H., Azarnivand, H., Safaeian, N., & Safaeian, R. (2006). Strategy for the use of nectariferous plants in multipurpose rangeland planning. *Agriculture and Food Industries*, 20(4), 151-162. doi.org/20.1001.1.20084773.1390.42.1.9.5 [In Persian]
4. Bockstaller, C., & Girardin, P. (2003). How to validate environmental indicators. *Agricultural Systems*, 76(4), 639-653. [doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00053-7)

5. Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., & Panagos, P. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion, *Nature Communications (Nat. Commun.)*, 8, 2013. doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7
6. Engineering Advisory Firm of Catchment Plan., 2007. Detailed executive studies of the Malekshahi watershed. General Natural Resource Office of Ilam Province
7. Gurung, D. B., & Seeland, K. (2011). Ecotourism benefits and livelihood improvement for sustainable development in the nature conservation areas of Bhutan. *Journal of Sustainable Development*, 19(5), 348-358. doi.org/10.1002/sd.443
8. Hazbavi, Z., Sadeghi, S. H. R., & Gholamalifard, M. (2018). Land cover-based watershed health assessment. *AGROFOR International Journal*, 3(1), 47-55. doi.org/10.7251/AGRENG1803047H
9. Hazbavi, Z., Sadeghi, S. H. R., & Gholamalifard, M. (2019). Dynamic analysis of soil erosion-based watershed health. *Geography, Environment, Sustainability*, 12(3), 43-59. doi.org/10.24057/2071-9388-2018-58
10. Kavianpour, H., Barani, H., & Ghorbani, A. (2015). Investigation of effective factors on degradation of watersheds from the standpoint of natural resources managers and experts in Iran. *Extension and Development of Watershed Management*, 3(10), 9-14. [In Persian]
11. Kooch, Y., Piri, A. S., & Tilaki, G. A. D. (2021). Conversion of forest to rangelands suppress soil fauna and flora densities during long-term in mountain ecosystems. *Ecological Engineering*, 165, 106241. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106241
12. Khayrandish, H., Sadeghipour, A., & Mohammadi Kangarani, H. (2022). Comparison of HELP and forest, rangeland and watershed management methods on watershed sustainability assessment: A case study of Bakhtegan, Fars Province. *Desert Ecosystem Engineering*, 9(28), 103-117. doi.org/10.22052/deej.2020.9.28.61 [In Persian]
13. Mai, T., Reardon-Smith, K., Cobon, D. H., Nguyen-Huy, T., & Mushtaq, S. (2025). Defining potential pathways for improving the resilience and sustainable development of rangeland grazing systems: Insights from northern Australia. *Science of the Total Environment*, 978, 179488. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179488
14. Mahdavi, M., Arzani, H., & Jouri, M. H. (2009). Analysis of rangeland condition's changes using the qualitative method of rangeland health (Case study: Steppic rangeland of Roudshour). *Rangeland*, 3(3), 158-173. [In Persian].
15. Momenian, P., Nazarnejad, H., Miryaghoubzadeh, M., & Mostafazadeh, R. (2018). Assessment and prioritizing of subwatersheds based on watershed health scores (case study: Ghortorchay, Khoy, West Azerbaijan). *Journal of Watershed Management Research*, 9(17), 1-13. doi.org/10.29252/jwmr.9.17.1 [In Persian].
16. Nave, L. E., DeLyser, K., Domke, G. M., Holub, S. M., Janowiak, M. K., Keller, A. B., & Swanston, C. W. (2024). Land use change and forest management effects on soil carbon stocks in the Northeast US. *Carbon Balance and Management*, 19(1), 5. doi.org/10.1186/s13021-024-00251-7
17. Pham, H. C., & Alila, Y. (2024). Science of forests and floods: The quantum leap forward needed, literally and metaphorically. *Science of the Total Environment*, 912, 169646. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169646
18. Pourasghar Sangachin, F., Salehi, A., & Masnavi, M. R. (2011). Comparative-analytical comparison of sustainable development measurement methods. *Environmental Research*, 1(1), 67-82. doi.org/20.1001.1.20089597.1389.1.1.7.6 [In Persian].
19. Preciado-Jiménez, M., Aparicio, J., Güitrón-de-los-Reyes, A., & Hidalgo-Toledo, J. A. (2013). Watershed sustainability index for the Lerma-Chapala Basin. *Technology and Water Sciences*, 4(4), 93-113.
20. Rahimi Dehcheraghi, M., Arzani, H., Azarnivand, H., Jafari, M., & Zare Chahouki, M. (2023). Optimal rangeland management to improve rangeland livelihood (Case study of Lar Absar Mazandaran rangeland). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 30(1), 48-59. doi.org/10.22092/ijrdr.2023.128947 [In Persian].

Persian].

21. Rani, G., Kaur, J., Kumar, A., & Yogalakshmi, K. N. (2019). Ecosystem health and dynamics: An indicator of global climate change. *Contemporary Environmental Issues and Challenges in Era of Climate Change*, 1, 1-23. doi.org/10.1007/978-981-32-9595-7_1
22. Runting, R. K., King, D., Nolan, M., Navarro, J., Marcos-Martinez, R., Rhodes, J. R., & Bryan, B. A. (2024). Balancing livestock production and environmental outcomes in northern Australia's tropical savanna under global change. *Environmental Research Letters*, 19(10), 104014. doi.org/10.1088/1748-9326/ad6f2d
23. Sadeghi, H., Saedodin, A., Asadi-Nelivan, O., Hezbavi, Z., Zare-Karizi, A., & Moeiri, M. (2020). Watershed health and sustainability (Principles, approaches, and evaluation methods). *Tarbiat Modares University Press*. doi.org/10.1007/978-981-13-7158 [In Persian].
24. Saraskanrood, S. A., Khodabandelo, B., Naseri, A., & Moradi, A. (2019). Extracting land use map based on a comparison between Pixel-based and object-oriented classification methods case study: Zanjan City. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 28(110), 195-208. doi.org/10.22131/sepehr.2019.36623 [In Persian]
25. Siroosi, H., Heshmati, G. A., & Salmanmahiny, A. (2018). Suitability analysis for eco-tourism in rangelands using fuzzy logic-based multi-criteria model (Case study: Rangeland of Jahan Nama Protected Area). *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 26(2), 233-245. doi.org/10.22092/ijrdr.2019.119358 [In Persian]
26. Squires, V. R. (2009). Range and animal sciences and resources management. *Encyclopedia of Life Support Systems*, 424 424-437.
27. Strategic Supervision Deputy, Technical and Executive System Office, Forests, Rangelands, and Watershed Management Organization, Planning and Coordination Office. (2009). *Guidelines for monitoring and evaluation of natural resources and watershed management projects* (Publication No. 505). [In Persian].
28. Svejcar, A. J., Angell, R. F., Bradford, J., Dugas, W., Emmerich, W. E., Frank, A. B., Gilmanov, T., Haferkamp, M. R., Johnson, D. A., Mielnick, P., Morgan, J. A., Saliendra, N., Schuman, G. E., Sims, P. L., & Snyder, K. A. (2008). Carbon fluxes on North American rangelands. *Rangeland Ecology and Management*, 61(5), 465-474. doi.org/10.2111/07-108.1
29. Walmsley, J., Carden, M., Revenga, C., Sagona, F., & Smith, M. (2001). Indicators of sustainable development for catchment management in South Africa-Review of indicators from around the world. *Water Sa*, 27(4), 539-550. doi.org/10.4314/wsa.v27i4.4968
30. Xia, J., Zhang, Y., Zhao, C., & Bunn, S. E. (2014). A bio-indicator assessment framework of river ecosystem health and the detection of factors influencing the health of the Huai River Basin, China. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(8), 1-34. [doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.00009](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.00009)