Journal of Geography and Planning
Online ISSN: 2717-3534 Print ISSN: 2008-8078
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

Investigating the Impact of Environmental Changes on Agricultural Land Use Change in Highlands (Case study of Fereydunshahr County)

Ameneh Jovzi Khamesloei[1], **Hedayatollah Nouri**[2]✉, **Daryush Rahimi**[3]

1. PhD Student, Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: A.jovzi98@geo.ui.ac.ir
2. Corresponding Author, Professor, Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: h.nouri@geo.ui.ac.ir
3. Professor, Department of Physical Geography, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: d.rahimi@geo.ui.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 17 February 2025
Revised: 8 September 2025
Accepted: 14 September 2025
Published: 15 March 2026

Keywords:
Land use change,
Environmental factors,
Remote Sensing,
Fereydounshahr County.

ABSTRACT

Objective Fereydounshahr, with an average altitude of more than 2,530 meters above sea level, is considered one of the highest counties in Esfahan Province. Agriculture is one of the most important economic sectors in this Region, and a portion of the county's land is dedicated to this activity. Land use change is one of the important issues in this region in the field of natural resource management, and it has increased rapidly in recent years. The present study aimed to investigate the impact of environmental factors on agricultural land use change in Fereydounshahr County from 2000 to 2020.

Methods: This research, using remote sensing (RS) and geographic information system (GIS) techniques, has mapped and analyzed land use changes, especially in agriculture, in the form of thematic maps, and has examined and evaluated the most important environmental factors affecting the changes according to the perspective of the farming community using factor analysis and the perspective of relevant experts using paired comparisons using the eigenvector method.

Results: The results showed that there is generally a systematic change trend in most land use classes. Agricultural land use in this county has changed significantly over the past 20 years. So that the area of arable and garden lands has increased from 16,367.2 hectares in 2000 to 20,259.3 hectares in 2020 and this upward trend is currently continuing. The area of agricultural land is expanding on lands with slopes above 20%. The important reasons for these changes are economic issues, climatic fluctuations, and technological development.

Conclusions: Considering the topography of the city, encroachment on lands that are not suitable for cultivation in terms of soil parameters, height, and slope will cause irreparable environmental consequences and damage to the environment of this region. The results of this research will provide more efficient decision-making towards natural resource sustainability for regional planners.

Cite this article: Jovzi Khamesloei, A., Nouri, H., & Rahimi, D. (2026). Investigating the Impact of Environmental Changes on Agricultural Land Use Change in Highlands (Case study of Fereydunshahr County). *Journal of Geography and Planning*, 30(95), 328-352. http//doi.org/10.22034/gp.2025.65934.3366

© The Author(s).
Publisher: University of Tabriz.
DOI: http//doi.org/10.22034/gp.2025.65934.3366

Introduction

Environmental change is a major challenge, particularly for communities dependent on natural resources. Among these, Communities living in mountainous and high-altitude areas are directly affected by environmental change, especially in the agricultural sector. Distance to population centers, adverse physical conditions, and the need for specific technical infrastructure limit mountain agricultural systems. However, a better understanding of land use change brings into focus the issue of changing mountain landscapes and their various functions. Fereydounshahr County, a mountainous geographical area, possesses relatively good characteristics, such as water resources and fertile soil, favorable for agriculture. However, the presence of rugged terrain and dispersed settlements in this area emphasizes the importance of agricultural land for residents. Agriculture currently plays a prominent role in the economy of this county and drives its economic development. A notable point today is the accelerating change in agricultural land use in this city over the past two decades. This study aims to investigate environmental changes and their effects on agricultural land use in Fereydounshahr County, to understand the trends in agricultural land use changes over the past 20 years (2000-2020).

Materials and Methods

This research employs an analytical approach based on the integration of data analysis and remote sensing (RS) techniques, along with a geographic information system (GIS). The first part of this study examines changes in various land uses, with a focus on agricultural land use, over a 20-year period. To generate land use map, Landsat satellite images, including ETM+ and OLI sensors, from the years 2000 to 2020 were utilized. Using Envi software, with the selection of appropriate classification algorithms, final classifications for the time periods were performed. After evaluating the accuracy of the classification, the data were transferred to the Arc GIS software environment for the preparation of thematic maps, information extraction, and change detection. In the second part of the research, the environmental factors affecting changes in agricultural land use were surveyed through a questionnaire. The most important environmental components and factors were extracted, examined, and analyzed from the experts' perspective through the Analytical Hierarchy Process (AHP), and from the Farmers perspective using an exploratory factor analysis model using SPSS software.

Results

Considering the changes that have occurred during the 20-year period (2000 to 2020), arable and garden land use has experienced a relatively large increase, which indicates the importance of agriculture and horticulture in this county. Based on the extracted land use maps, the largest area of agricultural land is located in the northeastern and northwestern parts of this county. Most of the arable land in the northeastern part of the county consists of irrigated land, while most of the arable land in the northwestern part consists of rain-fed land. Similarly, the largest development of agricultural land is related to the two northeastern and northwestern parts of the county, which has been associated with the destruction of medium and good quality pastures. A large part of the agricultural land in the southern and near-central areas of the county includes garden lands, which have developed on the slopes of the Zagros Mountains and their valleys, and the rest of the arable land is mostly cultivated as rain-fed. In general, during the past 20 years, the agricultural land of the county has increased by nearly 4,000 hectares (2 percent). So that the area of arable and garden lands in 2000 with 16,367.2 hectares has reached 20,259.3 hectares in 2020. The results of the opinions of experts and users in examining the most important factors affecting the change of agricultural land use indicate that; climatic-biophysical, economic and technological factors were identified as the most effective factors. These three factors have had a great impact on the type of decision of farmers in converting land and the type of land use.

Conclusion

This study provides an overview of land use change with a focus on agricultural use and its underlying main drivers in Fereydounshahr County over a 20-year period. Using remote sensing (RS) and geographic information system (GIS) techniques, this research mapped and analyzed land use changes in the form of thematic maps, and using the AHP model and exploratory factor analysis, examined and evaluated the most important factors affecting the changes. According to the results of the research findings, agricultural land use in this county has changed significantly in the past 20 years. The most important reasons for these changes can be the increase in economic activities (especially agriculture), the widespread use of technology, including under-pressure irrigation, the use of advanced equipment, improved seeds, etc. in various sectors of agriculture and horticulture and rainfall fluctuations and a significant decrease in it, especially in recent years. By comparing and reviewing the findings, it can be concluded that the situation of the landscape structure of the studied area in the current situation is still in a destructive trend due to the increasing destruction and transformation. Due to the topography and high altitude of the city, encroachment on lands that are not suitable for cultivation in terms of soil, altitude

and slope parameters, in addition to not being suitable for cultivation, will cause irreparable environmental damage to the environment of this area. It is hoped that the results of this research can provide the basis for appropriate management policies for the sustainability of the region for regional planners and managers.

Keywords: Land use change, Environmental factors, Remote Sensing, Fereydounshahr County.

جغرافیا و برنامه ریزی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۸۰۷۸ شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۳۵۳۴
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

بررسی تأثیر تغییرات محیطی بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی مناطق مرتفع با رویکرد سنجش از دور (مطالعه موردی: شهرستان فریدونشهر)

آمنه جوزی خمسلوئی[۱]، سید هدایت الهنوری[۲]✉، داریوش رحیمی[۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: A.jovzi98@geo.ui.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، استاد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان ، ایران. رایانامه: h.nouri@geo.ui.ac.ir

۳. استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: d.rahimi@geo.ui.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۲۴

کلیدواژه‌ها:
تغییر کاربری اراضی،
عوامل محیطی،
سنجش از دور،
شهرستان فریدونشهر.

چکیده

شهرستان فریدونشهر با ارتفاع متوسط بیش از ۲۵۳۰ متر از سطح دریا یکی از مرتفع‌ترین شهرستان‌های استان اصفهان محسوب می‌شود. کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های فعال اقتصادی در شهرستان فریدونشهر است و بخش عمده‌ای از اراضی شهرستان به این فعالیت اختصاص دارد. تغییر کاربری اراضی یکی از مسائل مهم این شهرستان در حوزه مدیریت منابع طبیعی است و در طی سال‌های اخیر به سرعت آن افزوده شده است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر عوامل محیطی بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی شهرستان فریدونشهر طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ انجام شده است. این تحقیق با بهره‌گیری از تکنیک‌های دورسنجی (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تغییرات کاربری اراضی به‌ویژه بر کشاورزی را در قالب نقشه‌های موضوعی ترسیم و تحلیل کرده و مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در تغییرات صورت گرفته را مطابق دیدگاه جامعه کشاورزان به روش تحلیل‌عاملی و دیدگاه کارشناسان ذیربط در قالب مقایسات زوجی به روش بردار ویژه بررسی و ارزیابی کرده است. نتایج نشان داد که به طور کلی یک روند تغییر منظم در اکثر طبقات کاربری وجود دارد. کاربری اراضی کشاورزی در این شهرستان در طی ۲۰ سال گذشته به میزان قابل توجهی تغییر کرده است. به طوری‌که مساحت اراضی زراعی و باغی در سال ۲۰۰۰ با ۱۶۳۶۷/۲ هکتار به ۲۰۲۵۹/۳ هکتار در سال ۲۰۲۰رسیده است و درحال حاضر این روند صعودی ادامه دارد. با در نظر گرفتن وضعیت توپوگرافی منطقه؛ سطح اراضی کشاورزی در زمین‌های با شیب بالای ۲۰ درصد درحال گسترش است. مهم‌ترین دلایل این تغییرات مسائل اقتصادی، نوسانات اقلیمی و گسترش فناوری هستند. با توجه به وضعیت توپوگرافی شهرستان؛ تجاوز به اراضی که از لحاظ پارامترهای خاک، ارتفاع و شیب برای کشت مناسب نیستند تبعات و آسیب‌های جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی برای محیط این منطقه به بار خواهد آورد. نتایج این تحقیق تصمیم‌سازی کارآمدتر را در راستای پایداری منابع طبیعی برای برنامه‌ریزان و مدیران منطقه‌ای فراهم می‌نماید.

استناد: جوزی خمسلوئی، آمنه؛ الهنوری، هدایت و رحیمی، داریوش (۱۴۰۵). بررسی تأثیر تغییرات محیطی بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی مناطق مرتفع با رویکرد سنجش از دور(مطالعه موردی: شهرستان فریدونشهر). *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۳۰ (۹۵)، ۳۵۲-۳۲۸.
http//doi.org/10.22034/gp.2025.65934.3366

ناشر: دانشگاه تبریز.

© نویسندگان.

مقدمه

تغییر کاربری و پوشش زمین فرآیندی پویا و پیچیده است که توسط عوامل متقابل متنوعی، از عوامل طبیعی گرفته تا عوامل اجتماعی- اقتصادی هدایت می‌شود (هایلو[۱] و مامو[۲] و کیدان[۳]، ۲۰۲۰). عواملی که تغییرات کاربری اراضی را تسریع می‌کنند می‌توانند اجتماعی، اقتصادی یا زیست‌محیطی باشند که هر کدام پتانسیل تأثیرگذاری مثبت یا منفی بر سیستم محیط زیست دارند (بناویدز-سیلوا[۴]، جنسن[۵] و پلیسکاف[۶]، ۲۰۲۱). این تغییرات محیط زیست را با سرعت نگران‌کننده‌ای تغییر داده‌اند و به بحران‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی دامن زده‌اند (یائو و همکاران[۷]، ۲۰۲۱). علیرغم اینکه تغییرات کاربری اراضی می‌تواند توسط علل طبیعی ایجاد شود، فعالیت‌های انسانی محرک اصلی هستند. رشد سریع جمعیت و گسترش کشاورزی برای پاسخگویی به نیازهای غذایی رو به رشد جمعیت، محرک‌های اصلی تغییر کاربری اراضی در جهان است (بریحون و همکاران[۸]، ۲۰۱۹، لامبین و همکاران[۹]، ۲۰۰۱). در واقع مشکلات مالی و سودجویی در قالب بهره‌برداری بی‌رویه، باعث تغییرات کاربری اراضی نادرست شده و دست‌اندازی بشر به عرصه‌های منابع طبیعی، روز به روز بر برهم زدن تعادل‌های منطقه‌ای می‌افزاید. بنابراین، درک محرک‌های تبدیل کاربری زمین برای درک تعاملات انسان و محیط زیست بسیار مهم است (بناویدز-سیلوا و همکاران، ۲۰۲۱، اندالو و آنتنه[۱۰]، ۲۰۲۳). تغییرات محیطی، یک چالش مهم به‌ویژه در جوامع وابسته به منابع طبیعی است. در این میان جوامع کوهستانی و مرتفع که بسیاری از منابع طبیعی با ارزش‌های محلی و جهانی را در اختیار دارند (گرت-رگامی[۱۱]، برونر[۱۲] و کیاناست[۱۳]، ۲۰۱۲) که هم‌چنان به‌طور مداوم برای کشاورزی و سایر اهداف رفاهی در معرض تعدیل و تغییر بیشتر است (رابینسون و ساترلند[۱۴]، ۲۰۰۲). در این مناطق تغییرات محیطی به‌طور مستقیم بر تولید محصولات کشاورزی تأثیر می‌گذارد زیرا بخش کشاورزی ذاتاً حساس به شرایط تغییر محیط است و این امر موجب شده که این مناطق از آسیب‌پذیرترین بخش‌ها به خطرات و اثرات تغییرات محیطی باشد (ماپونیا و امپاندلی[۱۵]، ۲۰۱۲).

داده‌های سنجش از دور[۱۶] ماهواره‌ای که در دهه ۱۹۷۰ در اختیار دانشمندان محیط‌زیست قرار گرفت، در توصیف دقیق‌تر و منسجم‌تر روندهای تغییر پوشش زمین نقش مهمی داشته است. شناخت انواع تغییر، به یک کاربرد مهم سنجش از دور تبدیل شده است (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۷). سنجش از دور و فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی[۱۷] از جمله تکنولوژی‌های برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع هستند که اطلاعات به روز را برای اهدف مدیریتی فراهم می‌آورند. سنجش از دور ابزاری کارآمد برای مشاهدات سطح زمین است و به‌طور گسترده برای استخراج اطلاعات کاربری اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مقایسه با اندازه‌گیری‌های درجا، سنجش از دور تصاویر کاربری زمین در مقیاس بزرگ، با وضوح بالا و پیوسته را ارائه می‌کند (کشتکار، ویگت[۱۸] و علیزاده، ۲۰۱۷، لیندبلید و همکاران[۱۹] ۲۰۰۰، تائو[۲۰]، گائو[۲۱] و شیومین[۲۲] ۲۰۱۲، لیو و

1. Hailu
2. Mammo
3. Kidane
4. Benavidez-Silva
5. Jensen
6. Pliscoff
7. Yao et al
8. Berihun et al
9. Lambin et al
10. Endalew & Anteneh
11. Grêt-Regamey
12. Brunner
13. Kienast
14. Robinson& Sutherland
15. Maponya& Mpandeli
16. Remote Sensing
17. geographical information system
18. Voigt
19. Lindblade et al
20. Tao
21. Gao
22. Xiaomin

همکاران[1] ۲۰۱۰، مادوشری[2]، سومده[3] و گریسی[4]، ۲۰۱۰).

شهرستان فریدونشهر دارای ساختار جغرافیایی کوهستانی درکنار ویژگی‌های نسبی مناسب از جمله منابع آب و خاک حاصلخیز برای کشاورزی است. ساختار کوهستانی منطقه و پوشش وسیع ناهمواری‌ها در برابر سکونتگاه‌های معدود و پراکنده منطقه حاکی از اهمیت موضوع زمین کشاورزی در منطقه است. با این وجود کشاورزی شهرستان هم اکنون دارای جایگاه قوی در اقتصاد منطقه است و به عنوان محرک توسعه اقتصادی عمل می‌کند. منطقه مورد مطالعه قریب دو دهه است که فرآیند پویایی و تغییر کاربری زمین کشاورزی را تجربه می‌کند. بدین معنی که شدت و سرعت این تغییرات در طی سال‌های اخیر افزایش پیدا کرده است. یکی از مهم‌ترین دلایل انتخاب شهرستان فریدونشهر به عنوان نمونه موردی برای بررسی موضوع مورد مطالعه، ساختار توپوگرافی شهرستان است. ساختار ناهموار منطقه محدودیت‌هایی را برای کشاورزی ایجاد کرده است، چراکه زمین مناسب (خاک مناسب) برای کشاورزی با محدودیت رو به روست و این محدودیت ارزش زمین را بالا برده است. با وجود چنین محدودیتی در کنار کاهش میزان آب در دسترس کشاورزی، تغییراتی در ساختار کشاورزی و کاربری زمین مشاهده می‌شود، چنین تغییراتی متأثر از نیروهای محرک مختلفی است؛ در نتیجه‌ی تغییرات محیطی بالاخص نوسانات دما و بارش منابع آب محدودتر و اشکال بهره برداری از آب تغییر می‌کند. با وجود دارا بودن شهرستان فریدونشهر از منابع آبی نسبتاً مناسب، دست-اندازی انسان به طبیعت بیشتر و باعث تشدید کشت و گسترش اراضی کشاورزی در این منطقه شده است. هم‌زمان، تقاضای آبیاری به دلیل تشدید کشت محصولات به احتمال زیاد افزایش خواهد یافت. بنابراین تبدیل و تغییر مداوم، امکان بررسی جامع محرک‌های تغییرات مشاهده شده در کاربری اراضی کشاورزی را فراهم می‌کند. به منظور درک محرک‌های تغییرکاربری زمین، مهم است که بدانیم این تغییرات هم از نظر مکانی و هم از نظر زمانی رخ می‌دهند. به‌همین منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات محیطی و تأثیراتی که عوامل محیطی بر تغییر کاربری زمین کشاورزی در شهرستان فریدونشهر در طول ۲۰ سال گذشته (۲۰۲۰-۲۰۰۰) می‌گذارند، انجام شد.

پیشینه پژوهش

مطالعات اخیر در حوزه تغییر کاربری زمین نشان می‌دهند که رویکردهای پژوهشی در این زمینه به‌طور فزاینده‌ای در حال حرکت به سوی یکپارچه‌سازی عوامل اجتماعی-اقتصادی و مؤلفه‌های ژئو- بیوفیزیکی هستند. این گرایش نوظهور در ادبیات علمی، با هدف ارتقاء درک ما از علل، پیامدها و فرآیندهای پیچیده مرتبط با تغییر کاربری زمین و هم‌چنین پشتیبانی از برنامه‌ریزی برای توسعه پایدار چشم‌اندازها، در حال گسترش است. در راستای این رویکرد تلفیقی، مطالعات متعددی در سطح جهانی و ملی با تمرکز بر بررسی تغییرات کاربری اراضی، شناسایی عوامل و نیروهای محرک این تغییرات و ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی آن‌ها انجام شده است. در ایران نیز، پژوهشگران با بهره‌گیری از داده‌های سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های پیش‌بینی‌گر، تلاش کرده‌اند تا روندهای فضایی- زمانی تغییر کاربری اراضی را در مقیاس‌های مختلف تحلیل و تبیین نمایند. بر این اساس، در ادامه به مرور برخی از مطالعات برجسته‌ای که طی سالیان اخیر در ایران و سایر کشورها در این حوزه انجام شده‌اند پرداخته می‌شود، تا ضمن شناخت بهتر روندهای تحقیقاتی موجود، زمینه برای توسعه مدل‌ها و سیاست‌های مدیریتی مؤثرتر فراهم آید.

مطالعات داخلی

تغییر کاربری اراضی کشاورزی به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم در مدیریت منابع طبیعی و توسعه پایدار، در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران داخلی قرار گرفته است. در این راستا، نتایج کار تحقیقاتی شکریان و سلیمانی (۱۴۰۳)، در بررسی

1. Liu et al
2. Madhushree
3. Sumedha
4. Gracy

تغییرات کاربری اراضی در حوزه جلگه هراز استان مازندران نشان داد که طی دورهٔ آماری (۲۰۲۱-۱۹۸۰)، مساحت اراضی جنگلی و مرتعی کاهش یافته و به مساحت اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی افزوده شده است. در این تحقیق دخالت‌های عوامل انسانی نقش اصلی را در تغییرات کاربری اراضی دارد. اندکائی‌زاده و همکاران (۱۴۰۳)، با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرستان اهواز از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ به این نتیجه رسیدند که در دوره مورد مطالعه، مساحت اراضی با کاربری کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت افزایش یافته است. افزایش اراضی کشاورزی عمدتا ناشی از تبدیل اراضی بایر به کشاورزی بوده است. هم-زمان با این تغییرات، گسترش اراضی انسان‌ساخت منجر به کاهش اراضی کشاورزی مرغوب در حاشیه شهرها شده است. این تغییرات شدید در کاربری اراضی طی دو دهه اخیر، نشان‌دهنده ضرورت برنامه‌ریزی دقیق، علمی و مبتنی بر مشارکت تمامی ارگان‌های دخیل در تغییر کاربری اراضی در راستای کاهش پیامدهای منفی زیست‌محیطی و حفظ منابع طبیعی منطقه است. در مطالعه مشتاق مهر و همکاران (۱۴۰۴)، روند تغییرات کاربری اراضی شهرستان مهاباد در بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌سازی زنجیره مارکوف بررسی و تا سال ۲۰۴۰ پیش‌بینی شده است. نتایج نشان می‌دهد که اراضی ساخته‌شده افزایش و پهنه‌های آبی، اراضی زراعی، باغات و جنگل‌ها کاهش یافته‌اند. این روند می‌تواند تهدیدی جدی برای توسعه پایدار منطقه باشد و لزوم مدیریت دقیق کاربری زمین را نشان می‌دهد.

مطالعات خارجی

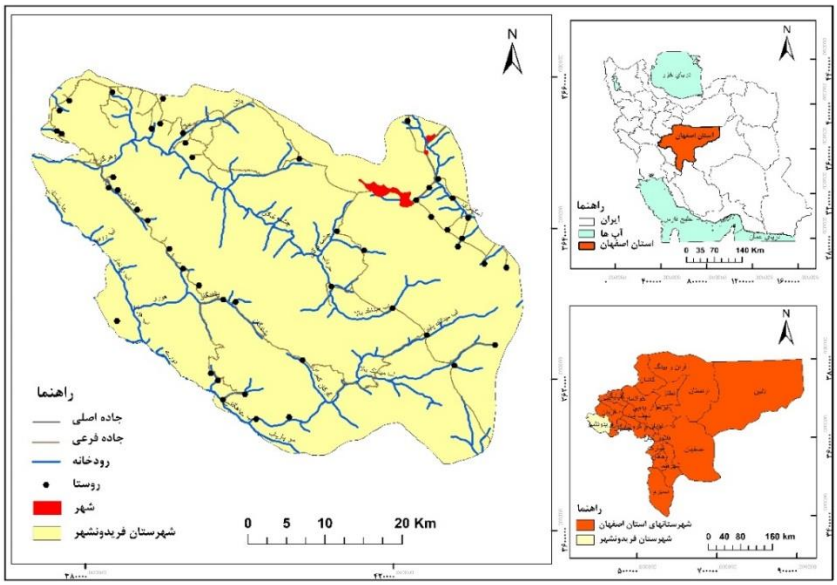
در این زمینه موتت[1] و همکاران (۲۰۰۶) در کار تحقیقاتی خود به بررسی تغییر کاربری زمین و محرک‌های آن در منطقه پیرامونی پارک ملی پیرنه (PNP) فرانسه با تمرکز بر تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی مناظر کوهستانی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که علاوه بر سیاست‌های کشاورزی و محیط زیستی، عوامل محلی مانند احداث جاده‌ها نیز در تشدید تغییرات کاربری اراضی کشاورزی نقش بسزایی دارند. هم‌چنین، این مطالعه به بررسی تأثیر عوامل طبیعی (شیب و ارتفاع) و اجتماعی-اقتصادی (الگوی پراکنش اراضی کشاورزی، نظام مالکیت) بر تغییرات کاربری اراضی در سطح قطعات کشاورزی پرداخته است. پولانیککاتیل[2]، پالامولنی[3] و روهیگا[4] (۲۰۱۶) در کار تحقیقی خود با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور، تغییرات پوشش زمین را در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۳ بررسی کرده و تأثیر آن‌را بر ارائه خدمات اکوسیستمی ارزیابی نموده‌اند. نتایج نشان داد که جنگل‌زدایی، کشاورزی در حاشیه رودخانه، آلودگی و برداشت بیش از حد منابع طبیعی پایداری خدمات اکوسیستمی را تهدید می‌کنند. کاهش چشمگیر جنگل‌ها و بوته‌زارها و افزایش قابل توجه مناطق کشاورزی و شهری در این بازه زمانی مشاهده شده است. در مطالعه‌ای، کین[5] و همکاران (۲۰۱۹) در کار پژوهشی خود به این نتیجه رسیدند که خطرات ناشی از تغییرات محیطی نارسایی و قحطی محصولات زراعی را افزایش داده و تعادل سیستم اجتماعی را مختل می‌کند. فشار محیطی توسط عوامل اجتماعی و سیاسی تشدید می‌شود و منجر به توسعه هرچه بیشتر و شدیدتر کشاورزی می‌شود. ژانگ و همکاران[6] (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به بررسی ویژگی‌های تکامل زمانی و مکانی و مکانیزم محرک‌های تغییر کاربری/ پوشش زمین در لائوس از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، نرخ تغییر کاربری/ پوشش زمین در سراسر کشور هم‌چنان در حال افزایش است و فرآیند این تغییر عمدتاً بین جنگل، بوته‌زار و زمین زراعی رخ داده است. مطالعات محمدی و همکاران (۲۰۲۳) و بشیریان، رحیمی و موحدی (۲۰۲۵) نشان می‌دهد تغییرات کاربری اراضی نقش موثری در افزایش مخاطرات محیطی مانند افزایش گرد و غبار، کاهش راندمان محصولات کشاورزی و محدودیت دسترسی به منابع آب را ایجاد نموده است.

1. Mottet
2. Pullanikkatil
3. Palamuleni
4. Ruhiiga
5. Qin
4. Zhang et al

روش پژوهش

منطقه مورد مطالعه

شهرستان فریدونشهر با مساحت ۲۱۵۹ کیلومترمربع در مختصات جغرافیایی بین ۴۹ درجه و ۴۰ دقیقه و صفر ثانیه تا ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه و ۲۰ ثانیه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۲ دقیقه و ۱۰ ثانیه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). این شهرستان با ارتفاع متوسط ۲۵۳۰ متر از سطح دریا یکی از مرتفع‌ترین شهرستان‌های استان اصفهان محسوب می‌شود. ناهمواری‌های این شهرستان منطبق بر امتداد ناهمواری‌های زاگرس چین‌خورده و دارای جهت شمال غربی – جنوب شرقی است. میانگین دمای متوسط سالیانه در منطقه ۱۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۵۵۰ میلی‌متر است (اداره هواشناسی شهرستان فریدونشهر، ۱۴۰۳). بنا به آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن مرکز آمار ایران، جمعیت شهرستان فریدونشهر در سال ۱۳۹۵ برابر با ۳۵۶۵۴ نفر بوده که از این تعداد، ۱۶۶۶۹ نفر را (۴۶/۷ درصد) جمعیت روستایی و ۱۸۹۸۵ نفر را (۵۳/۲ درصد) جمعیت شهری تشکیل داده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های فعال اقتصادی در شهرستان فریدونشهر است که بخشی از اراضی شهرستان به این فعالیت اختصاص دارد. طبق آمار سال ۱۴۰۰–۱۳۹۹ از مجموع کل اراضی زراعی و باغی ۲۰۲۵۹ هکتار، مقدار ۱۴۳۰۱ هکتار سطح زیرکشت اراضی زراعی و باغی است که پتانسیل بالایی در زمینه تولید محصولات کشاورزی ازجمله سیب‌زمینی، پیاز، گندم، جو، ذرت، علوفه، انواع حبوبات، صیفی‌جات و ... را در قالب کشت آبی و دیم دارد. سطح کشت، میزان تولید و عملکرد آن به شرایط اجتماعی _ اقتصادی و شرایط محیطی بستگی دارد (سالنامه آماری استان اصفهان، ۱۴۰۰).



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی شهرستان فریدونشهر

روش گردآوری داده‌ها

تحقیق حاضر به لحاظ ماهیت از نوع تحقیقات توصیفی است. از لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی و از نظر روش تحقیق، تحلیلی مبتنی بر تلفیق آنالیز داده‌ها و تکنیک‌های دورسنجی (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. در بخش اول این تحقیق سعی بر این است تا تغییرات کاربری‌های مختلف با تمرکز بر کاربری کشاورزی و روند تغییرات طی یک دوره ۲۰ ساله مورد بررسی قرار گیرد. برای شناسایی منطقه و تهیه نقشه کاربری، از نقشه کاربری اراضی شهرستان، تصاویر Google Earth و تصاویر ماهواره لندست سنجنده‌های، +ETM و OLI مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ استفاده شده است. شرحی از مشخصات تصاویر ماهواره‌ای در جدول (۱) گزارش شده است. تصاویر مربوط به ماهواره لندست از سایت زمین شناسی ایالات متحده

(earth explorer.usgs.gov) اخذ شد. در طول انتخاب تصویر، میزان پوشش ابر نیز مشخص شد، از آنجا که حضور ابر می‌تواند شناسایی عوارض را با مشکل مواجه کند و به میزان قابل‌توجهی دقت کار طبقه‌بندی را کاهش دهد (چاودوری[1]، ۲۰۲۰). برای این منظور تصاویر انتخاب شده از نظر میزان پوشش ابر قابل قبول هستند. میزان ابر برای تصویر سال ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ و۲۰۱۰، صفر درصد بود، به این معنا که هیچ‌گونه پوشش ابری در تصویر مشاهده نشده است. برای سال ۲۰۱۵، ۱/۴ درصد و برای سال ۲۰۲۰، ۰/۱ درصد تعیین شده بود.

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

ماهواره	سنجنده	ردیف/مسیر	سال اخذ	باندهای طیفی	دقت
لندست-۷	ETM+	۱۶۵/۳۷	۲۰۰۰-۲۰۰۵-۲۰۱۰	G. R. NIR. 2.3.4 Panchromatic.8	30 باند (Panchromatic 15)
لندست-۸	OLI	۱۶۵/۳۷	۲۰۱۵ - ۲۰۲۰	G. R. NIR. 3.4.5 Panchromatic.8	30 باند (Panchromatic15)

بخش دوم داده‌ها که عمدتاً به عنوان منابع اولیه یا دست‌اول و در قالب داده‌های توصیفی هستند از طریق ابزارهای جمع-آوری داده‌ها به روش میدانی شامل پرسشنامه، تهیه چک لیست در کنار مشاهدات میدانی جمع‌آوری شد. پرسشنامه‌های تحقیق حاضر برای دو گروه جامعه کشاورزان و جامعه کارشناسان تهیه شدند، برای تعیین تعداد جامعه آماری کارشناسان فرمول یا رابطه دقیقی وجود ندارد. در این نوع روش‌ها دانش و تخصص خبرگان بر کمّیت آن‌ها ارجحیت دارد (گودت[2]، دورانس[3] و گربر[4]، ۲۰۰۸). تعداد کارشناسان به تناسب کفایت موضوع و قابلیت دسترسی تا ۳۰ نفر پیش‌بینی شد. جامعه آماری بهره‌برداران تحقیق حاضر روستاهای بالای ۲۰ خانوار که حدود ۵۰ روستا و دو شهر برف انبار و فریدونشهر است. برای محاسبه تعداد نمونه لازم برای منطقه مورد مطالعه از فرمول کوکران با استفاده از تعداد کل خانوارها استفاده شد. با توجه به فرمول کوکران تعداد کل نمونه‌های مورد نیاز ۳۶۹ نفر به دست آمد. روش نمونه‌گیری به صورت تصادفی با انتساب و با در نظر گرفتن جنبه‌های تغییر بود. با توجه به وسعت منطقه مورد مطالعه، تعداد زیاد روستاهای شهرستان فریدونشهر، مکان‌گزینی اکثر روستاها در نواحی صعب العبور، عدم تسلط محقق به زبان محلی، سختی مجاب کردن کشاورزان در مورد موضوع چالش‌برانگیز تغییر کاربری اراضی دسترسی، گردآوری و تکمیل پرسشنامه به تعداد کافی و مورد انتظار و انجام مصاحبه برای تمامی مناطق نمونه‌برداری امکان‌پذیر نبود. به همین دلیل از مناطقی که تحت تغییر کاربری بودند جهت تکمیل پرسشنامه استفاده شد. از این مناطق روستاها و شهرهایی که از اهمیت بیشتری از نظر ایجاد تغییرات برخوردار بودند و با توجه به بازدیدهای میدانی و اطلاعات پایه‌ای و از نظر ویژگی‌های محیطی، جمعیتی و .... الگو و معرف مناطق تغییر بودند به عنوان محدوده‌های نمونه انتخاب شدند و نهایتاً ۱۵۲ پرسشنامه تکمیل گردید.

هدف از تهیه پرسشنامه و نظرسنجی از دو گروه مذکور؛ درک، شناخت و اولویت‌بندی علل تغییرات و تعاملات مورد نظر آن‌ها برای تشخیص تغییر کاربری اراضی کشاورزی است. پرسشنامه مربوط به کارشناسان در قالب مقایسات زوجی طراحی و تدوین شد و روایی آن با استفاده از نظر متخصصان مربوطه مورد تأیید قرار گرفت و در اختیار کارشناسان مربوطه قرار گرفت. روایی محتوایی پرسشنامه بهره‌برداران با استفاده از نظر متخصصان مرتبط با موضوع تحقیق یعنی بحث تغییر کاربری اراضی کشاورزی و عوامل مختلف مؤثر مورد تأیید قرار گرفت و پس از اعمال نظر متخصصان پرسشنامه نهایی طراحی شد که شامل دو بخش مشخصات فردی بهره‌برداران و گویه‌های دارای داده به صورت کمی با مقیاس رتبه‌ای (بر اساس طیف پنج گزینه‌ای لیکرت از خیلی کم تا خیلی زیاد) بود. پایایی یا قابلیت اعتماد پرسشنامه‌ها با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ تعیین شد. ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۰ به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی مناسب پرسشنامه بود.

1. Chowdhury et al
2. Godet
3. Durance
4. Gerber

با عنایت به این موضوع که شناسایی و تعیین عوامل و محرک‌های تغییرات کاربری زمین از مراحل پایه‌ای تحقیقات تغییرات کاربری زمین است؛ برای این منظور مجموعه شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر با استناد به برخی از مهم‌ترین مطالعات نزدیک و مربوط به موضوع مورد مطالعه طی سال‌های مختلف در قالب پیشینه پژوهش جمع‌آوری و در جدول (۲) تدوین گردید. لازم به ذکر است که در استفاده از نوع شاخص‌ها در تهیه و تکمیل پرسشنامه‌ها، قابلیت و توانایی علمی پاسخگویان مورد توجه قرار گرفته است. به عبارت دیگر؛ تهیه نظرسنجی از گروه جامعه کشاورز بایستی با میزان درک، شناخت، تجربه و سطح علمی آن‌ها همخوانی نزدیکی داشته باشد تا گروه مورد نظر از توانایی لازم برای پاسخگویی به سؤال‌های مورد نظر برخوردار باشد. متقابلاً مجموعه سؤال‌های مربوط به نظرسنجی از جامعه کارشناسان هم به تناسب درک، سطح علمی و ارتباط موضوعی با فعالیت آن‌ها در زمینه مورد نظر را نیز داشته باشند تا بتوان به یافته‌های دقیق و قابل اعتماد دست یافت.

جدول۲. محرک‌ها و شاخص‌های اساسی تغییر کاربری اراضی کشاورزی

نام نویسنده	عنوان پژوهش	شاخص‌های مورد استفاده						سال
		اقتصادی	اجتماعی- فرهنگی	فناوری	جمعیتی	اقلیمی- بیوفیزیکی	نهادی- مدیریتی	
تانری ورمیس[1]	تغییر کاربری اراضی کشاورزی و استفاده پایدار از منابع زمین در منطقه مدیترانه‌ای ترکیه (۲۰۰۳).		✓	✓	✓			۲۰۰۰-۲۰۰۵
موتت و همکاران	تغییر کاربری اراضی کشاورزی و عوامل مؤثر بر آن در مناظر کوهستانی: مطالعه موردی در پیرنه (۲۰۰۵).	✓	✓			✓		
هازل و وود[2]	عوامل تغییر در کشاورزی جهانی (۲۰۰۸).	✓			✓	✓		۲۰۰۵-۲۰۱۰
امبووا و همکاران[3]	تاریخچه تغییرات و سازگاری محیطی در شرق سالوم-سنگال، نیروهای محرک و ادراکات (۲۰۰۸).	✓			✓	✓		
مونتئانو و همکاران[4]	تغییرات پوشش جنگلی و اراضی کشاورزی در منطقه کارپات، فراتحلیل الگوهای بلندمدت و عوامل محرک تغییر (۲۰۱۴).	✓	✓				✓	۲۰۱۰-۲۰۱۵
می‌یپان و همکاران[5]	مدل‌سازی فضایی تغییر کاربری اراضی کشاورزی در مقیاس جهانی (۲۰۱۴).	✓	✓			✓		
ون ولیت و همکاران[6]	مظاهر و محرک‌های اساسی تغییر کاربری اراضی کشاورزی در اروپا (۲۰۱۵).	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
پلینینگر[7]	نیروهای محرک تغییر چشم‌انداز در اروپا: بررسی سیستماتیک شواهد (۲۰۱۶).		✓			✓	✓	۲۰۱۵-۲۰۲۵
بازامه و همکاران[8]	مدیریت زمین و استفاده پایدار از منابع زمینی در مورد بورکینافاسو (۲۰۱۹).	✓	✓			✓	✓	
منیرال اسلام و همکاران[9]	عوامل تعیین‌کننده تغییر کاربری اراضی کشاورزی در بنگلادش: برداشت‌ها و دیدگاه‌های کشاورزان از تغییرات اقلیمی (۲۰۱۹).	✓	✓			✓		
لی و همکاران[10]	تغییر اراضی کشاورزی، نیروهای محرک و تأثیر آن بر تغییرات الگوی چشم‌انداز در حوضه دریاچه دونگ‌تینگ (۲۰۲۰).				✓	✓		
طهماسبی و همکاران	تغییر کاربری اراضی کشاورزی تحت نوسانات و تغییرات اقلیمی: عوامل محرک و تأثیرات (۲۰۲۰).	✓	✓		✓			

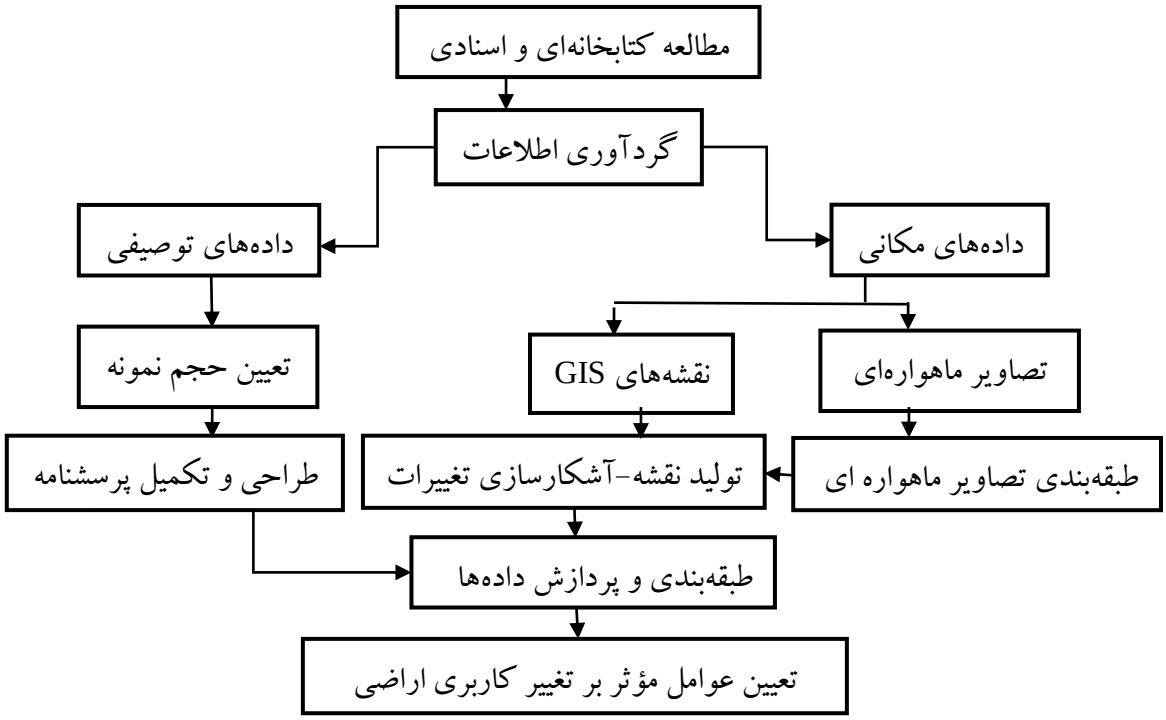
1. Tanrivermis
2. Hazell & Wood
3. Mbowa, et al
4. Munteanu, et al
5. Meiyappan, et al
6. van Vliet , et al
7. Plieninger, et al
8. Bazame, et al
9. Monirul Islam, et al
10. Li,et al

ژای[1]	ارزیابی عوامل محرک تغییر کاربری و پوشش زمین در منطقه نیوانگلند با استفاده از روش ترکیبی (۲۰۲۰).	✓			✓	✓	✓	
وانگ و لی[2]	تغییر کاربری اراضی کشاورزی چین و عوامل مؤثر بر آن: مروری بر ادبیات (۲۰۲۱).	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ند و آناندی[3]	تغییرات کاربری زمین در جنوب شرقی ایالات متحده: تغییرات کمی، عوامل محرک و اثرات زیست‌محیطی مورد انتظار (۲۰۲۲).	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ژانگ و همکاران	ویژگی‌های تکامل زمانی و مکانی و مکانیسم محرک آن در تغییر کاربری/پوشش زمین در لائوس از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ (۲۰۲۲).	✓	✓			✓		
یانگ[4]	تحلیل تغییر کاربری/پوشش زمین و نیروهای محرک در حوضه رودخانه سلنگا (۲۰۲۲).		✓			✓		
پنی[5]	استفاده از مشارکت عمومی در سناریوهای تغییر کاربری زمین برای تحلیل محرک‌های زیست‌محیطی و اجتماعی–اقتصادی (۲۰۲۲).	✓	✓			✓		
ورکافرهو[6]	عوامل محرک تغییر کاربری و پوشش زمین و راهبردهای مقابله معیشتی در ذخیره‌گاه زیست‌کره شکا؛ مطالعه موردی جنگل شاتو، جنوب‌غربی اتیوپی (۲۰۲۴)	✓	✓			✓		
آلن[7]	انسان‌ها، تغییرات اقلیمی یا هر دو باعث تغییر کاربری زمین می‌شوند؟ ارزیابی با مجموعه داده‌های SEDAC ناسا، GISو تکنیک‌های سنجش از دور (۲۰۲۵).	✓	✓		✓	✓		

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو بخش صورت گرفته است؛ در بخش اول، تحلیل داده‌های سنجش از دور به کمک نرم افزار Envi و بخش دوم تحقیق یعنی؛ عوامل محیطی مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و مدل تحلیل‌عاملی اکتشافی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. شکل ۲ ساختار شماتیکی از فرآیند تحقیق را نشان می‌دهد.

1. Zhai
2. Wang & Li
3. Nedd & Anandhi
4. Yang
5. Penny, et al
6. Workaferahu et al
7. Alen et al



شکل ۲. ساختار شماتیکی مراحل تحقیق

بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های سنجش از دور

بررسی تأثیر تغییرات محیطی بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی نیازمند دستیابی به یک شناخت کلی و دقیق از وضعیت گذشته و موجود زمین است. برای این منظور در مرحله نخست تغییرات کاربری‌های مختلف و روند تغییرات آن‌ها طی یک دوره ۲۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت و نتایج در قالب نقشه‌های موضوعی کاربری زمین به تفکیک دوره‌های ۵ ساله ترسیم و استخراج شدند. در ادامه به تشریح نتایج حاصل از تحلیل داده‌های سنجش‌از دور پرداخته شده است.

طبقه‌بندی تصاویر

برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در ابتدا بایستی نوع طبقه‌بندی مشخص شود. برای انجام طبقه‌بندی بعد از پروداکت و تصحیحات انجام شده، کلاس‌های طبقه‌بندی تعیین شدند. برای انتخاب باندهای مناسب برای تعیین کلاس‌های طبقه‌بندی از تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات کمکی نظیر نقشه کاربری اراضی شهرستان استفاده شده است. منطقه مورد نظر به ۷ کلاس یا کد بر اساس اهداف تحقیق طبقه‌بندی شد و به سیستم (Envi) معرفی شد. جدول (۳) طبقه‌بندی کاربری اراضی را در ۷ کلاس (سکونتگاه، اراضی زراعی و باغی، مراتع درجه یک، جنگل، پهنه‌های آبی، مراتع درجه دو تا درجه سه و اراضی عاری از پوشش (صخره)) نشان می‌دهد.

جدول ۳. طرح طبقه‌بندی کاربری اراضی

کد	طبقه‌بندی کاربری اراضی	سطوح طبقه‌بندی کاربری اراضی
۱	سکونتگاه	شامل سکونتگاه‌های شهری و روستایی و مناطق ساخته شده صنعتی
۲	اراضی زراعی و باغی	شامل اراضی زراعی آبی، دیم، آیش و باغات
۳	مراتع درجه یک(خوب)	شامل مراتعی با عدم آثار فرسایشی و پوشش گیاهی با ارزش غذایی بالا، مرسوم بودن کشت دیم
۴	جنگل	شامل جنگل‌های متراکم تا پراکنده
۵	پهنه‌های آبی	شامل رودخانه‌ها، سدهاو برکه‌های آب
۶	مراتع درجه دو تا درجه سه(متوسط)	شامل مراتعی با آثار چرای مفرط و فرسایش، مرسوم بودن کشت دیم
۷	عاری از پوشش(صخره)	فاقد پوشش گیاهی و غیر قابل کشت

انتخاب نمونه‌های تعلیمی

در مرحله پردازش، بعد از تعیین کلاس‌های طبقه‌بندی، نمونه‌های تعلیمی انتخاب شدند. با توجه به این‌که ترکیب‌های رنگی تصاویر هر کدام در بارزسازی پدیده‌های مختلف قابلیت دارند؛ بدین منظور برای انتخاب نمونه‌های آموزشی تصویر ترکیب رنگی RGB (قرمز، سبز و آبی) به عنوان مناسب‌ترین ترکیب رنگی جهت انتخاب نمونه‌های تعلیمی با ترکیب رنگی ۵، ۴، ۳، برای تصاویر مربوط به سنجنده لندست ۷ و ترکیب رنگی ۷، ۵، ۴ برای سنجنده لندست ۸ تهیه شد. پس از تهیه تصویر ترکیب رنگی نمونه‌برداری هر کدام از کاربری‌ها از تصاویر انجام شد. در انتخاب نمونه‌های آموزشی سعی بر آن شد تا نمونه‌ها هم معرف جامعه باشند و هم در سطح کل تصاویر به‌صورت پراکنده و از نظر تعداد نیز مناسب باشند. برای اطمینان بیشتر از تصاویر Google Earth مرتبط با هر کدام از سال‌های مورد نظر استفاده شد.

انتخاب الگوریتم طبقه‌بندی

در این پژوهش برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و استخراج کاربری‌ها و اطلاعات مورد نیاز از طبقه‌بندی نظارت شده[1] استفاده شده است. در زیرمجموعه این طبقه‌بندی الگوریتم‌های طبقه‌بندی مختلفی وجود دارد. برای انتخاب مناسب‌ترین الگوریتم، همه آن‌ها برای سال‌های مورد مطالعه آزمون و خطا شد و الگوریتم‌هایی که طبقه‌بندی‌های مناسبی را انجام دادند انتخاب شدند. در نهایت با استفاده از یک الگوریتم طبقه‌بندی جدید تحت عنوان طبقه‌بندی درخت تصمیم[2]، که تلفیقی از طبقه‌بندی‌های فوق را شامل می‌شود، طبقه‌بندی‌های نهایی مربوط به بازه‌های زمانی حاصل شده است. روش انجام این الگوریتم بدین صورت است که از بین طبقه‌بندی‌های انتخاب شده، مناسب‌ترین کلاس‌های هرکاربری انتخاب و وارد درخت تصمیم می‌شوند و خروجی آن یک طبقه‌بندی نهایی است.

اعتبارسنجی نتایج

در مرحله پس‌پردازش برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی، به محاسبه صحت کلی[3] و ضریب کاپا[2] پرداخته شد. دقت کلی یکی از ساده‌ترین پارامترهای دقت است که نیاز به عملیات پیچیده‌ای برای محاسبه ندارد، صحت کلی که میانگینی از صحت طبقه‌بندی است، نسبت اشیاء صحیح طبقه‌بندی شده به جمع کل اشیاء معلوم را نشان می‌دهد. هم‌چنین ضریب کاپا نیز تکنیک چندمتغیره گسسته‌ای است که اگر یک ماتریس خطا تفاوت معناداری با دیگری داشته باشد، در ارزیابی صحت برای تصمیم‌گیری‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد. چوانگا و همکاران[4] (۲۰۱۱)، بیان کرده‌اند که چنان‌چه صحت کلی و شاخص کاپا در نقشه‌های تولید شده بیش از ۷۰ درصد باشد، صحت نقشه‌های تولیدی قابل اعتماد است. با توجه به این‌که هر کدام از این الگوریتم‌های طبقه‌بندی یک یا بیشتر از یک طبقه را نسبت به یکدیگر از نظر تفسیر بصری بهتر طبقه‌بندی کرده‌اند، بدین دلیل از روش ترکیبی جدید درخت تصمیم استفاده شده است که نتایج دقت کلی آن قابل قبول است.

نتایج

تهیه نقشه کاربری اراضی و آشکارسازی تغییرات

نتایج حاصل از محاسبات صحت کلی و ضریب کاپا برای هر یک از طبقه‌بندی‌های انجام شده برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ که به روش درخت تصمیم انجام شد در جداول (۴ تا ۸) نشان داده شده است. بعد از این‌که تصاویر طبقه‌بندی کاربری اراضی شامل ۷ کلاس مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ به روش طبقه‌بندی درخت تصمیم استخراج شد، برای تبدیل به نقشه‌های موضوعی و استخراج اطلاعات و آشکارسازی تغییرات به محیط نرم افزار Arc GIS انتقال یافت. شکل ۳ به ترتیب نقشه‌های کاربری

1. Supervised Classification
2. Decision Tree Classification
3. Overall Accuracy
4. Chuanga

اراضی سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۰ را نشان می‌دهند.

جدول ٤. نتایج ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ (درصد)

الگوریتم / شاخص	فاصله ماهالانوبیس	شبکه عصبی	بیشینه شباهت	درخت تصمیم
صحت کلی	۷۸/۲۸	۸۴/۰۰	۸۳/۴۲	۸۵/۲۱
ضریب کاپا	۰/۷۱	۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۸۰

جدول ۵. نتایج ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده کاربری اراضی سال ۲۰۰۵ (درصد)

الگوریتم / شاخص	فاصله ماهالانوبیس	شبکه عصبی	بیشینه شباهت	درخت تصمیم
صحت کلی	۸۱/۱۴	۷۲/۵۷	۸۴/۵۷	۸۲/۲۱
ضریب کاپا	۰/۷۵	۰/۶۵	۰/۷۹	۰/۷۷

جدول ٦. نتایج ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده کاربری اراضی سال ۲۰۱۰ (درصد)

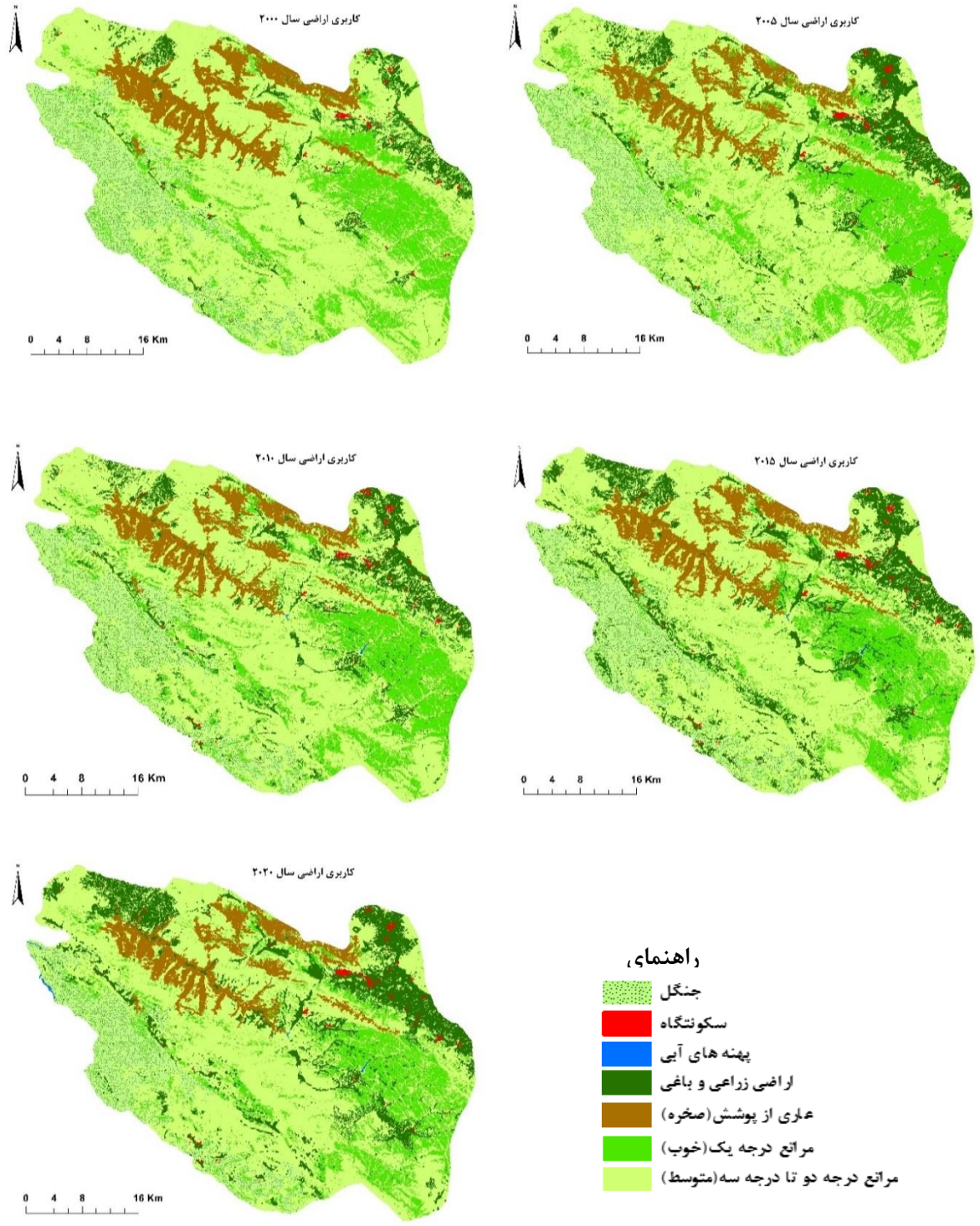
الگوریتم / شاخص	فاصله ماهالانوبیس	شبکه عصبی	بیشینه شباهت	درخت تصمیم
صحت کلی	۸۰/۵۷	۷۶/۵۷	۸۶/۲۸	۸۱/۵۷
ضریب کاپا	۰/۷۴	۰/۷۰	۰/۸۲	۰/۷۶

جدول ۷. نتایج ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده کاربری اراضی سال ۲۰۱۵ (درصد)

الگوریتم / شاخص	فاصله ماهالانوبیس	شبکه عصبی	بیشینه شباهت	روش جعبه‌ای	درخت تصمیم
صحت کلی	۸۱/۷۱	۸۶/۷۲	۸۵/۷۱	۷۶/۲۸	۸۰/۱۴
ضریب کاپا	۰/۷۶	۰/۸۰	۰/۸۱	۰/۷۰	۰/۷۳

جدول ۸. نتایج ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده کاربری اراضی سال ۲۰۲۰ (درصد)

الگوریتم / شاخص	فاصله ماهالانوبیس	شبکه عصبی	بیشینه شباهت	روش جعبه‌ای	درخت تصمیم
صحت کلی	۸۹/۴۷	۷۷/۳۶	۹۰/۰۰	۷۸/۴۲	۷۵/۷۸
ضریب کاپا	۰/۸۶	۰/۷۱	۰/۸۷	۰/۷۳	۰/۷۱



شکل ۳. نقشه‌های کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۰

توزیع مساحتی طبقات پوشش اراضی

بر اساس نقشه‌های کاربری اراضی محدوده مورد نظر که با روش درخت تصمیم استخراج شده است، ملاحظه می‌شود کاربری اراضی شهرستان فریدونشهر در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ شاهد تغییراتی بوده است. برای بررسی این تغییرات این دوره ۲۰ ساله به ۴ دوره ۵ ساله تقسیم شد تا نتایج تغییرات به تفکیک هر ۵ سال مورد بررسی قرار گیرد. بر اساس نتایج به‌دست آمده

طبق جدول ۹، در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ اراضی ساخته‌شده در قالب سکونتگاه با ۹۱/۴ هکتار رشدی ۱۷/۵درصدی داشته است، در طی این ۵ سال اراضی زراعی و باغی با ۱۵۷۷/۶ هکتار بالاترین میزان افزایش را با ۹/۶ درصد در بین همه کاربری‌ها در کل دوره‌های مورد مطالعه دارا است، اراضی شامل مراتع با درجه خوب با ۱۲۱۷ هکتار معادل ۳/۴ درصد افزایش داشته است. این در صورتی است که در طی همین ۵ سال اراضی جنگلی با ۵۹۳/۷ هکتار معادل ۱/۷ درصد کاهش پیدا کرده است. در طول دوره مورد مطالعه مذکور هیچ‌گونه پهنه آبی مشاهده نگردید. کاربری مربوط به مراتع متوسط بیشترین کاهش را از نظر مساحت با ۱/۹ درصد در بین کاربری‌ها در کل دوره‌های مورد مطالعه داشته است. تغییرات کاربری در دوره دوم ۵ ساله یعنی از سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ نشان می‌دهد که کاربری اراضی ساخته شده با ۸۷/۲ هکتار، افزایشی ۱۴/۲ درصدی داشته است. کاربری اراضی زراعی و باغی هم با ۹۸۹/۶ هکتار، افزایش ۵/۵ درصدی داشته است. در مقابل مراتع خوب با ۱۰۹۷/۴ هکتار معادل ۲/۹ درصد از اراضی خود را از دست داده است. هم‌چنین اراضی جنگلی تقریبا معادل دوره قبل با کاهش ۶۰۴ هکتار معادل ۱/۸ درصد رو به رو شده است. در این دوره ۳۹/۹ هکتار را پهنه‌های آبی به خود اختصاص داده است که مربوط به احداث دو سد قابل بهره‌برداری برای کشاورزی در نزدیکی دو روستای سرداب پایین و میدانک بزرگ است. مراتع متوسط نسبت به دوره قبل با ۵۵۸/۲ هکتار افزایش ۰/۵درصدی داشته است. بررسی نتایج در دوره سوم یعنی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ حاکی از آن است که اراضی ساخته شده با ۴۱/۱ هکتار، ۵/۷ درصد افزایش پیدا کرده است، اراضی زراعی و باغی هم با ۲۳۴/۹ هکتار معادل ۱/۲ درصد افزایش داشته است. آمار این دو کاربری نشان می‌دهد گرچه مساحت آن‌ها افزایش پیدا کرده است؛ اما نسبت به دوره‌های قبل افزایش ناچیزی داشته‌اند. در این دوره مراتع خوب نسبت به دوره قبل ۱۴۵/۸ هکتار معادل ۰/۴ درصد افزایش داشته است. اراضی جنگلی طبق روال دوره‌های قبل با کاهش رو به رو بوده است. میزان کاهش مساحت این اراضی در این دوره ۵۷۷/۸ هکتار معادل۱/۸ درصد است. پهنه‌های آبی با افزایش جزئی ۲/۷ هکتار و مراتع متوسط با ۱۸۰/۷ هکتار به ترتیب افزایش ۶/۸ و ۰/۱۵ درصدی داشته‌اند. بررسی نتایج دوره چهارم یعنی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ نشان می‌دهد؛ در این دوره شدت تغییرات نسبتاً بیشتر بوده است. اراضی ساخته شده با ۱۹/۲ درصد معادل ۱۴۲/۴ هکتار نسبت به دوره‌های پیشین بالاترین افزایش را داشته است. هم‌چنین اراضی زراعی و باغی هم با ۱۰۹۰ هکتار، ۵/۶ درصد نسبت به دو دوره قبل افزایش مساحت داشته است. در این دوره مراتع خوب با بالاترین کاهش روبه رو شده است. ۳/۸ درصد معادل ۱۳۷۸/۵ هکتار از این اراضی به کاربری دیگر تبدیل شده است. اراضی جنگلی گرچه کاهش پیدا کرده است، اما این مقدار با ۲۹۴/۳ هکتار و ۰/۹ درصد نسبت به دوره‌های قبل کاهش کمتری داشته است. پهنه‌های آبی و اراضی مربوط به مراتع متوسط هم به ترتیب با ۱۲۱/۳ هکتار و ۳۱۹ هکتار نسبت به دوره‌های قبل افزایش داشته اند. در تمام دوره‌ها کاربری مرتبط با اراضی عاری از پوشش (صخره) که اراضی غیر قابل کشت محسوب می‌شود یکسان بوده است.

بررسی ویژگی‌های توپوگرافیک یک ناحیه نشان می‌دهد که شیب یکی از مهم‌ترین جنبه‌های فیزیوگرافیک مؤثر در بهره‌برداری کشاورزی از زمین در یک ناحیه است. اثرات شیب بر کشاورزی ممکن است به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم باشد. با افزایش درجه شیب، گسترش خاک‌ها به‌آرامی رخ می‌دهد و عمق خاک و حاصلخیزی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر شیب تأثیرات منفی بر محصولات کشاورزی به‌طور مستقیم با محدود کردن امکان استفاده از ماشین‌آلات، برنامه‌های مدیریت از قبیل شخم خاک، آبیاری و زهکشی می‌گذارد (آکینسی[1]، اوزالپ[2]، تورگوت[3]، ۲۰۱۳).

بررسی پارامتر شیب در منطقه مورد مطالعه با هدف تعیین مناطق مناسب کشاورزی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و در تمام تحقیقاتی که به روش‌های مختلف ازجمله فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی صورت گرفته‌اند به‌عنوان یک عامل مهم در ارزیابی توان سرزمین برای کشاورزی به کار گرفته شده است. در همه این مطالعات شیب‌های کمتر نسبت به شیب‌های بیشتر

1. Akıncı
2. Ozalp
3. Turgut

مطلوب‌تر به شمار آمده‌اند، به‌عنوان‌مثال: از نظر فائو[1]، زمین با شیب ملایم (۱۶ درصد) برای مدیریت کشت مناسب است (فائو، ۱۹۷۶). شیب‌های (۴۰ درصد) در حاشیه تناسب برای کشاورزی قرار دارند (مصطفی و همکاران[2]، ۲۰۱۱، باندیوپادیی و همکاران[3]، ۲۰۰۹). شیب‌های تند (۳۰ درصد) عمیقاً فرسوده هستند و متعاقباً پوشش خاک نازک و بسیار کم‌عمق می‌باشد و برای فعالیت‌های کشاورزی نامناسب است. با این حال، برخی از مناطق که با شیب ملایم و متوسط در مناطق جنگلی توزیع‌شده‌اند برای اهداف کشاورزی در نظر گرفته نمی‌شود (زولکار[4] و باگات[5]، ۲۰۱۵). طبق طبقه‌بندی استاندارد شیب، ۳۰/۳ درصد از مساحت شهرستان فریدونشهر دارای شیب بین ۰ تا ۲۰ درصد و ۶۹/۶ درصد آن دارای شیب بالای ۲۰ درصد است. نتایج مقایسه سطح اراضی کشاورزی منطقه با نقشه شیب زمین منطقه نشان می‌دهد که در سری زمانی اول و دوم (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰) اراضی کشاورزی غالباً در شیب بین ۰ تا ۲۰ درصد گسترش پیدا کرده‌اند. اما در سری زمانی سوم و چهارم (۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰) اراضی کشاورزی در شیب‌های بالای۲۰ درصد نیز تجاوز و گسترش پیدا کرده است. این اراضی غالباً شامل اراضی مرتعی است که یا توسط کشاورزان تصرف می‌شود یا توسط منابع طبیعی بر اساس مالکیت کشاورزان اراضی تقسیم‌بندی شده و در اختیار بهره-برداران قرار می‌گیرد که غالبا تحت کشت دیم یا گسترش باغ قرار می‌گیرد.

جدول ۹. توزیع مساحت کاربری‌ها در منطقه مورد مطالعه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ (هکتار)

نوع کاربری	سال ۲۰۰۰		سال ۲۰۰۵		سال ۲۰۱۰		سال ۲۰۱۵		سال ۲۰۲۰	
	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد
سکونتگاه	۵۲۱/۵	۰/۲	۶۱۲/۹	۰/۳	۷۰۰/۱	۰/۳	۷۴۰/۳	۰/۳	۸۸۲/۷	۰/۴
اراضی زراعی و باغی	۱۶۳۶۷/۲	۷/۵	۱۷۹۴۴/۸	۸/۳	۱۸۹۳۴/۴	۸/۸	۱۹۱۶۹/۳	۸/۹	۲۰۲۵۹/۳	۹/۳
مراتع درجه یک (خوب)	۳۵۷۵۰/۳	۱۷	۳۶۹۶۷/۴	۱۷/۱	۳۵۸۶۹/۹	۱۶/۶	۳۶۰۱۵/۷	۱۶/۷	۳۴۶۳۷/۳	۱۶
جنگل	۳۳۱۱۳/۱	۱۵/۳	۳۲۵۱۹/۴	۱۴/۹	۳۱۹۱۵/۴	۱۴/۷	۳۱۳۳۷/۶	۱۴/۵	۳۱۰۴۳/۳	۱۴/۳
پهنه‌های آبی	۰	۰	۰	۰	۳۹/۹	۰/۰۱	۴۲/۷	۰/۰۱	۱۶۳/۹	۰/۰۷
مراتع درجه دو تا درجه سه	۱۱۶۱۴۱/۲	۵۴	۱۱۳۸۴۸/۹	۵۲/۷	۱۱۴۴۰۷/۲	۵۲/۹	۱۱۴۵۸۷/۹	۵۳/۰۸	۱۱۴۹۰۶/۹	۵۳/۲
عاری از پوشش (صخره)	۱۳۹۷۸/۸	۶/۴	۱۳۹۷۸/۸	۶/۴	۱۳۹۷۸/۸	۶/۴	۱۳۹۷۸/۸	۶/۴	۱۳۹۷۸/۸	۶/۴
کل	۲۱۵۸۷۲/۳	۱۰۰	۲۱۵۸۷۲/۳	۱۰۰	۲۱۵۸۷۲/۳	۱۰۰	۲۱۵۸۷۲/۳	۱۰۰	۲۱۵۸۷۲/۳	۱۰۰

عوامل مؤثر در تغییر کاربری اراضی کشاورزی

یافته‌های حاصل از اجرای روش *AHP* از دیدگاه کارشناسان

در ابتدا برای تعیین مهم‌ترین مؤلفه‌ها و محرک‌های محیطی و اولویت‌بندی آن‌ها از دیدگاه کارشناسان از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. در این روش بالاترین سطح سلسله مراتبی مدل، هدف تحقیق است که در این پژوهش بررسی عوامل محیطی و تأثیر آن بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی است. در این تحقیق مقایسات زوجی تنها بین معیارها و زیر معیارهای مورد نظر توسط ۳۰ خبره و کارشناس که در مورد موضوع پژوهش از زمینه اطلاعاتی و دانشی کافی و لازم برخوردار بودند، انجام‌شده است. عناصر سطوح به‌صورت دوتایی باهم توسط ایشان مقایسه شدند و سپس بر اساس میزان ارجحیت دو معیار، ارزش‌گذاری صورت گرفت. وقتی اهمیت معیارها، نسبت به یکدیگر برآورد می‌شوند، احتمال ناهماهنگی در قضاوت‌ها وجود دارد. روشی که ساعتی برای بررسی سازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته، محاسبه ضریبی به نام نسبت

1. FAO
2. Mustafa et al
3. Bandyopadhyay et al
4. Zolekar
5. Bhagat

سازگاری (I.R) است که از تقسیم شاخص سازگاری (I.I) به شاخص تصادفی بودن (R.I) به‌دست می‌آید (قدسی پور، ۱۳۹۲: ۶۸). درصورتی‌که نرخ ناسازگاری، کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد (I.R≤۰/۱)، در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد و می‌توان کار را ادامه داد. در غیر این صورت، تصمیم‌گیرنده باید در مقایسات زوجی تجدیدنظر کند (مؤمنی، ۱۳۸۹: ۴۴). در اینجا مقدار به دست آمده برای وزن‌دهی به معیارها کمتر از ۰/۱ است. در این پژوهش وزن‌دهی به معیارها به روش رویکرد ماهوی و با استفاده از تکنیک بردار ویژه انجام شده است. در این مرحله از روش تقریبی جایگزینی برای محاسبه بردار ویژه که همان بردار وزن است تحت عنوان توان‌های افزایشی[1] (به توان رساندن ماتریس تا جایی که ماتریس به اثبات برسد و این همان بردار وزن خواهد بود) استفاده شده است. مقادیر اوزان میان صفر و یک قرار می‌گیرد، مقدار یک بیشترین ارزش و مقدار صفر کمترین ارزش را دارد و مجموع وزن‌ها نیز یک می‌باشد. با توجه به روش فوق، وزن‌دهی برای هر یک از معیارها و زیر معیارها انجام شده و نتایج آن در جدول ۱۰ درج‌شده است.

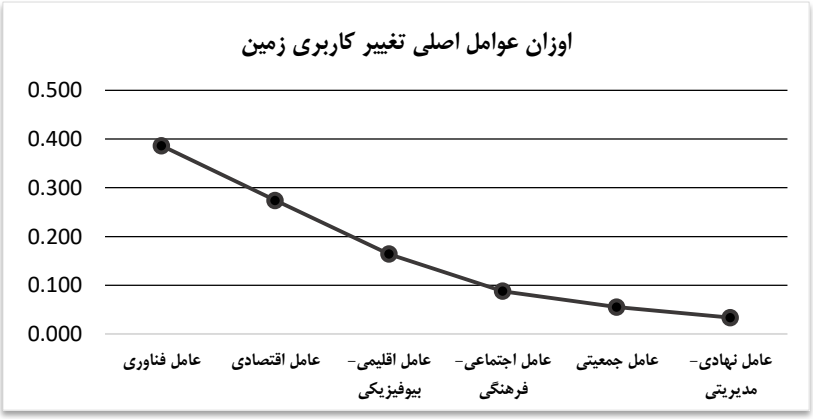
جدول ۱۰. وزن‌های حاصل از روش AHP

معیارهای اصلی	اوزان	رتبه	زیر معیارها	اوزان	رتبه
عامل جمعیتی	۰/۰۵۵	۵	مهاجرفرست بودن روستا یا شهر	۰/۳۸۴	۱
			تغییرات جمعیت	۰/۲۵۳	۲
			کاهش جمعیت کشاورزان	۰/۱۷۴	۳
			افزایش جمعیت صاحبان خانه دوم	۰/۰۹۵	۴
			افزایش جمعیت گردشگران	۰/۰۵۸	۵
			مهاجر پذیر بودن روستا یا شهر	۰/۰۳۶	۶
عامل اقلیمی-بیوفیزیکی	۰/۱۶۴	۳	کاهش بارش (برف و باران) برخی سال‌های اخیر	۰/۴۱۸	۱
			کاهش سایر منابع آب آبیاری در دسترس برای کشت و کار	۰/۲۴۹	۲
			خشکسالی‌های عمومی اخیر	۰/۱۶۳	۳
			مساعد نبودن زمین های کشاورزی برای کشت معمول سالانه	۰/۰۸۹	۴
			افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم	۰/۰۵۱	۵
			فرسایش و تخریب خاک اراضی کشاورزی	۰/۰۲۹	۶
عامل فناوری	۰/۳۸۶	۱	استفاده از روش‌های نوین آبیاری	۰/۴۳۸	۱
			مکانیزاسیون(ماشینی شدن کشاورزی)	۰/۲۵۰	۲
			تمایل بهره‌برداران به تغییر سیستم یا نوع بهره برداری زراعی و باغی	۰/۱۱۳	۳
			تغییر ترکیب محصول	۰/۱۱۲	۳
			تمایل بهره برداران به تغییر نظام بهره برداری	۰/۰۵۵	۴
			استفاده از نژادها و ارقام جدید نهاده ها	۰/۰۳۳	۵
عامل اقتصادی	۰/۲۷۴	۲	بازار نامطمئن و امنیت فروش محصولات کشاورزی	۰/۳۸۲	۱
			کاهش درآمد بخش کشاورزی	۰/۲۴۰	۲
			افزایش قیمت محصولات کشاورزی	۰/۱۶۷	۳
			قیمت نهاده‌های کشاورزی و ماشین آلات	۰/۰۹۲	۴
			ارزش زمین و ساختمان	۰/۰۶۰	۵
			متنوع شدن اقتصاد روستا یا شهر	۰/۰۳۶	۶
			ایجاد شغل های مرتبط با گردشگری	۰/۰۲۴	۷
عامل اجتماعی-فرهنگی	۰/۰۸۸	۴	آشنا نبودن کشاورزان با قوانین حفاظت از اراضی	۰/۴۶۶	۱
			بی توجهی کشاورزان به رعایت قوانین کشاورزی	۰/۲۶۴	۲
			میزان تحصیلات کشاورزان	۰/۱۴۱	۳
			ناآگاهی روستاییان از محدوده طرح هادی	۰/۰۸۳	۴
			کمی کشاورزان نسل های نو و تحصیل کرده	۰/۰۴۶	۵

1. Augmented Power

معیارهای اصلی	اوزان	رتبه	زیر معیارها	اوزان	رتبه
عامل نهادی-مدیریتی	۰/۰۳۳	۶	نقش قانون ارث و تقسیم پی در پی اراضی	۰/۳۷۸	۱
			حمایت ناکافی دولت از کشاورزی	۰/۲۴۰	۲
			میزان کارآمدی قانون حفظ کاربری اراضی و باغات	۰/۱۵۲	۳
			بیمه نبودن محصولات کشاورزی	۰/۱۰۰	۴
			میزان کارآمد بودن طرح هادی روستایی	۰/۰۶۲	۵
			نظارت مؤثر نهادهای محلی (شورا و...)	۰/۰۴۰	۶
			صنعتی شدن (احداث معدن)	۰/۰۲۸	۷

بر اساس جدول مذکور، یافته‌های حاصل از اجرای روش AHP نشان می‌دهد که در مقایسه زوجی پارامترهای اصلی، پاسخ دهندگان بیشترین امتیاز را به عامل فناوری با ۰/۳۸۶ امتیاز اختصاص داده‌اند. سپس عامل اقتصادی با ۰/۲۷۴ امتیاز و عامل اقلیمی- بیوفیزیکی با ۰/۱۶۴ امتیاز به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. سه عامل جمعیتی، اجتماعی و نهادی با امتیازات کمتر در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند (شکل ۴). به‌همین ترتیب در مقایسات زوجی زیرمعیارها در عامل جمعیتی؛ مهاجرفرست بودن روستا یا شهر، تغییرات جمعیت و کاهش جمعیت کشاورزان به ترتیب با ۰/۳۸۴، ۰/۲۵۳ و ۰/۱۷۴ امتیاز در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و بیشترین تأثیر را در تغییرات اراضی کشاورزی دارند. مقایسات زوجی زیرمعیارهای عامل اقلیمی – بیوفیزیکی نشان می‌دهد که کاهش بارش در برخی از سال‌های اخیرکاهش آب در دسترس برای کشت وکار و خشکسالی‌های عمومی اخیر از جمله مهم‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر در تغییر کاربری اراضی کشاورزی شهرستان فریدونشهر بوده است. که به ترتیب با ۰/۴۱۸، ۰/۲۴۹ و ۰/۱۶۳ امتیاز بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند. در بررسی نتایج مقایسات زوجی عامل فناوری؛ استفاده از روش‌های نوین آبیاری، مکانیزاسیون، تمایل بهره برداران به تغییر سیستم یا نوع بهره‌برداری زراعی و باغی و تغییر ترکیب محصول به ترتیب با ۰/۴۳۸، ۰/۲۵۰ و ۰/۱۱۳ امتیاز در رتبه‌های یک تا سه قرار گرفته اند. بازار نامطمئن و امنیت فروش محصولات کشاورزی، کاهش درآمد بخش کشاورزی و افزایش قیمت محصولات کشاورزی به ترتیب با ۰/۳۸۲، ۰/۲۴۰ و ۰/۱۶۷ امتیاز از عوامل مهم اقتصادی در تغییر کاربری اراضی کشاورزی شهرستان محسوب می‌شوند. در زمینه اجتماعی- فرهنگی؛ آشنا نبودن کشاورزان با قوانین حفاظت از اراضی با ۰/۴۶۶ امتیاز مهم‌ترین عامل و بی‌توجهی کشاورزان به رعایت قوانین کشاورزی و میزان تحصیلات کشاورزان به ترتیب با ۰/۲۶۴ و ۰/۱۴۱ امتیاز در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بررسی نتایج امتیازات داده شده به زیرمعیارهای مربوط به عامل نهادی-مدیریتی نشان می‌دهد که نقش قانون ارث و تقسیم پی‌درپی اراضی با ۰/۳۷۸ امتیاز، حمایت ناکافی دولت از کشاورزی با ۰/۲۴۰ امتیاز و میزان کارآمدی قانون حفظ کاربری اراضی و باغات با ۰/۱۵ امتیاز از عوامل مهم و تأثیرگذار در تغییر کاربری اراضی کشاورزی شهرستان محسوب می‌شوند.



شکل ٤. اوزان عوامل اصلی تغییر کاربری اراضی کشاورزی

یافته‌های حاصل از دید گاه کشاورزان

روش تحلیل عاملی اکتشافی

در این تحقیق هدف از کاربرد تحلیل‌عاملی، تلخیص و تقلیل داده‌ها و شناخت ابعاد و مؤلفه‌های تأثیرگذارتر محیطی بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی است. بدین‌منظور تحلیل نظرسنجی گروه کشاورزان با استفاده از مدل تحلیل عاملی اکتشافی صورت گرفت.

آزمون مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی

ازجمله روش‌های تشخیص داده‌ها جهت مناسب بودن تحلیل عاملی، آزمون KMO و آزمون بارتلت است. مقدار KMO همواره بین صفر و یک در نوسان است؛ درصورتی که این مقدار کمتر از ۰/۵۰ باشد داده‌ها برای تحلیل‌عاملی مناسب نخواهند بود و اگر مقدار آن بین ۰/۵۰ تا ۰/۶۹ باشد می‌توان با احتیاط بیشتر به تحلیل‌عاملی پرداخت. در صورتی که مقدار آن بزرگ‌تر از ۰/۷۰ باشد همبستگی‌های موجود بین داده‌ها برای تحلیل‌عاملی مناسب خواهند بود. از سوی دیگر برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل‌عاملی مبنی بر اینکه ماتریس همبستگی‌هایی که پایه تحلیل‌عاملی قرار می‌گیرد در جامعه برابر صفر نیست، باید از آزمون بارتلت استفاده کرد. برای اینکه یک مدل عاملی مفید و دارای معنا باشد، لازم است متغیرها همبسته باشند. در غیر این صورت دلیلی برای تبیین مدل عاملی وجود ندارد (کلانتری، ۱۳۸۲). با توجه به نتایج جدول (۱۱) مقدار KMO برابر با ۰/۷۰۶ و مقدار بارتلت ۱۶۳۴/۱ که در سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ قرار دارد که حاکی از مناسب بودن همبستگی متغیرهای وارد شده برای تحلیل است.

جدول ۱۱. مقدار آماره‌های KMO و بارتلت برای متغیرهای مرتبط با عوامل محیطی مؤثر بر کاربری اراضی کشاورزی

KMO	آزمون بارتلت	
	ضریب آزمون	سطح معنی‌داری
۰/۷۰۶	۱۶۳۴/۱	۰/۰۰۰

جدول ۱۲، مقادیر ویژه و درصد واریانس را در ارتباط با عامل‌های به‌دست‌آمده نشان می‌دهد. مقدار ویژه بیانگر سهم هر عامل از کل واریانس متغیرها است. به‌عبارت دیگر مقدار ویژه هر عامل بیانگر مقداری از واریانس کل گویه‌هاست (متغیرها) که آن عامل تبیین می‌کند یا توسط آن عامل تبیین می‌شود و هرچه مقدار آن بیشتر باشد نشان‌دهنده اهمیت بیشتر و تأثیر آن عامل است و بایستی مقدار آن بالای یک باشد. عامل اول ۱۵/۴۸ درصد واریانس متغیرها را توجیه می‌کند و عامل‌های پایین‌تر مقدار کمتری از واریانس را تبیین می‌کنند. چهار عامل در تحلیل عاملی شناسایی شده است که در واقع مقادیری هستند که دارای مقدار ویژه بیشتر از یک هستند و کل چهار عامل ۴۸/۱۹ درصد واریانس کل را تبیین می‌کنند.

جدول ۱۲. عوامل استخراج‌شده همراه با مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی

شماره عامل	مقدار ویژه	درصد واریانس تبیین شده	درصد واریانس تجمعی
اول	۴/۰۲	۱۵/۴۸	۱۵/۴۸
دوم	۳/۲۳	۱۲/۴۴	۲۷/۹۳
سوم	۲/۷۳	۱۰/۵۰	۳۸/۴۴
چهارم	۲/۵۳	۹/۷۵	۴۸/۱۹

ماتریس عاملی استخراج شده پس از چرخش واریماکس

برای شناسایی متغیرهای مربوط به هر عامل و نیز برای تفسیرپذیر نمودن عامل‌ها، چرخش عاملی انجام گردید. به منظور

جداسازی شفاف‌تر و واضح‌تر عامل‌ها از چرخش عاملی به شیوه واریماکس استفاده شد. در ماتریس به‌دست آمده هر متغیری که بار بیشتری بر یک عامل داشته باشد به آن عامل تعلق می‌گیرد و متغیرهایی که بار عاملی بیش‌تر از ۰/۵ داشته باشند سطح معنی‌داری بسیار قابل قبولی با عامل مربوطه دارند (منصورفر، ۱۳۹۳).

نام‌گذاری عوامل استخراج شده در جدول۱۳ انجام شده است. ضمن این‌که بارهای عاملی مربوط به گویه‌های هر عامل نیز ذکر شده است. پس از بررسی گویه‌های تحقیق، ۲۶ متغیر جهت انجام تحلیل عاملی و قرار گرفتن در فهرست عامل‌ها مناسب تشخیص داده شد که در این راستا بارهای عاملی دارای مقدار بیش از ۰/۵ به‌عنوان بارهای عاملی معنی‌دار در نظر گرفته شدند. عامل اول با دارا بودن شش متغیر ۱۵/۴۸ درصد واریانس کل را تبیین می‌کند و با نام خشکسالی، تخریب خاک و آینده کشاورزی پایدار نام‌گذاری شد. عامل دوم با دارا بودن هفت متغیر و تبیین ۱۲/۴۴ درصد واریانس کل، با نام نگرش و تصمیم‌گیری کشاورزان و نوسانات قیمت در جدول تحلیل‌عاملی قرار گرفت. عامل سوم با دارا بودن سه متغیر ۱۰/۵۳ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند و با نام بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در مدیریت منابع آب و خاک نام گذاری گردید. نهایتاً عامل چهارم با سه متغیر ۹/۷۵ درصد واریانس کل را نیز تبیین می‌کند و با نام مدیریت محلی- تغییرات جمعیت و گردشگران نام‌گذاری شد. چهار عامل مذکور به‌عنوان مهم‌ترین و مؤثرترین مؤلفه‌های تغییر کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان فریدونشهر بر اساس نتایج تحلیل‌عاملی انتخاب شدند.

جدول۱۳. عوامل استخراج شده در تحلیل عاملی به روش واریماکس و بار عاملی استخراج شده

شماره عامل	نام عامل	عنوان گویه	بار عاملی
اول	خشکسالی، تخریب خاک و آینده کشاورزی پایدار	کاهش سایر منابع آب آبیاری در دسترس برای کشت	۰/۷۴۳
		خشکسالی‌های عمومی اخیر	۰/۷۳۰
		مساعد نبودن زمین‌های کشاورزی برای کشت معمول سالانه	۰/۸۴۰
		فرسایش و تخریب خاک اراضی کشاورزی	۰/۷۲۸
		افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم	۰/۷۲۵
		کاهش بارش (برف و باران) برخی سال‌های اخیر	۰/۵۶۶
دوم	نگرش و تصمیم گیری کشاورزان و نوسانات قیمت	تمایل نداشتن نسل جدید به فعالیت کشاورزی	۰/۵۰۰
		فشار فرزندان به فروش زمین	۰/۵۷۰
		قیمت محصولات کشاورزی	۰/۶۳۵
		قیمت نهاده‌های کشاورزی (کود) و ماشین آلات	۰/۶۸۱
		فقر و کمبود درآمد	۰/۵۱۶
		بازار نامطمئن و امنیت فروش محصولات کشاورزی	۰/۶۷۴
		سهولت اخذ تسهیلات بانکی	۰/۶۷۱
سوم	بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در مدیریت منابع آب و خاک	نژادها و ارقام جدید نهاده ها (کود، بذر و ...)	۰/۷۸۱
		مکانیزاسیون (ماشینی شدن کشاورزی)	۰/۸۵۴
		استقاده از روش‌های جدید آبیاری	۰/۶۳۸
چهارم	مدیریت محلی – تغییرات جمعیت و گردشگران	نظارت مؤثر نهادهای محلی (مانند شورا	۰/۵۷۹
		تغییرات جمعیتی (کم یا زیاد شدن آن)	۰/۶۲۹
		افزایش جمعیت گردشگران	۰/۷۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

در مباحث قبل به بررسی تأثیر عوامل محیطی بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی شهرستان فریدونشهر طی یک دوره ۲۰ ساله پرداختیم. در بخش اول نقشه‌های تغییر کاربری اراضی کشاورزی به تفکیک دوره‌های مورد نظر ترسیم و نتایج میزان تغییرات ارائه گردید و در بخش دوم مهم‌ترین علل و محرک‌های این تغییرات یک بار از دیدگاه کارشناسان و یک بار از دیدگاه کشاورزان مطرح شد. با توجه به تغییرات صورت گرفته طی دوره ۲۰ ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰)، کاربری اراضی زراعی و باغی افزایش نسبتاً زیادی داشته که نشان دهنده اهمیت کشاورزی و باغداری در این شهرستان است. در مقابل اراضی مرتعی و جنگلی کاهش یافته است. آن‌چه که در اغلب این تغییرات مسلم است، تغییر از یک نوع کاربری به یک نوع کاربری دیگر است، برای مثال افزایش مساحت ۳۶۱ هکتاری اراضی مسکونی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، با توجه به تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی؛ قطعا با تبدیل اراضی زراعی به اراضی مسکونی همراه بوده است و آن‌چه در این نقشه‌ها بسیار واضح است، کاهش مراتع و جنگل و تبدیل شدن آن‌ها به زمین‌های زراعی و باغی و اراضی بایر مانند جاده و افزایش ۰/۴ درصدی اراضی مسکونی نسبت به سال ۲۰۰۰ منتج از تخریب اراضی زراعی است. این تغییرات در نهایت منجر به ایجاد تغییرات مخربی بر سیستم‌های مورفولوژیک منطقه مانند؛ افزایش میزان فرسایش کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی، بروز سیلاب‌های مخرب در حوضه آبخیز خواهد شد.

بررسی و تحلیل تغییراتی که مدنظر این پژوهش است و به‌عنوان هدف اصلی این مقاله دنبال می‌شود؛ تغییرات مربوط به کاربری اراضی کشاورزی شامل اراضی زراعی و باغی است. بر اساس نقشه‌های کاربری اراضی استخراج شده در صفحات قبل بیشترین مساحت اراضی کشاورزی در بخش شمال شرقی و شمال غربی این شهرستان قرار دارد. اغلب اراضی زراعی بخش شمال شرقی شهرستان را اراضی آبی تشکیل می‌دهد، در مقابل اغلب اراضی زراعی بخش شمال غربی از اراضی دیم تشکیل شده است. به همین ترتیب بیشترین توسعه اراضی کشاورزی هم مربوط به دو بخش شمال شرقی و شمال غربی شهرستان می‌شود که با از بین رفتن مراتع درجه متوسط و خوب همراه بوده است. بخش زیادی از اراضی کشاورزی نواحی جنوبی و تقریباً مرکزی شهرستان شامل اراضی باغی می‌شود که در دامنه رشته کوه‌های زاگرس و دره‌های آن توسعه یافته‌اند و مابقی اراضی زراعی غالباً به‌صورت دیم کشت می‌شود. به‌طورکلی در طی ۲۰ سال اخیر اراضی کشاورزی شهرستان قریب ۴۰۰۰ هکتار (۲ درصد) افزایش پیدا کرده است.

نتایج حاصل از نظرات کارشناسان و بهره‌برداران در بررسی مهم‌ترین عوامل مؤثر در ایجاد تغییر کاربری اراضی کشاورزی نشان می‌دهد که؛ یافته‌های مقایسات زوجی عوامل محیطی از دیدگاه کارشناسان گویای آن است که مهاجرفرست بودن روستا یا شهر، کاهش بارش (برف و باران) برخی سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های نوین آبیاری، بازار نامطمئن و امنیت فروش محصولات کشاورزی، آشنا نبودن کشاورزان با قوانین حفاظت از اراضی، نقش قانون ارث و تقسیم پی‌درپی اراضی به عنوان مهم‌ترین عوامل تغییر کاربری در کنار سایر عوامل محیطی هستند. در مقایسه زوجی پارامترهای اصلی، عامل فناوری، عامل اقتصادی و عامل اقلیمی – بیوفیزیکی بیشترین امتیاز را کسب کرده‌اند و به عنوان عوامل مهم و تأثیرگذار در فرآیند تغییر کاربری اراضی شناخته شدند (جدول ۱۰). نتایج تحلیل‌عاملی از دیدگاه بهره‌برداران نشان داد که؛ مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در تغییر کاربری زمین با توجه به بار عاملی در چهار عامل دسته‌بندی شدند. در این راستا پارامترهای اقلیمی و بیوفیزیکی تحت عنوان خشکسالی، تخریب خاک و آینده کشاورزی پایدار به عنوان عامل اول، پارامترهای اقتصادی–اجتماعی تحت عنوان نگرش و تصمیم‌گیری کشاورزان و نوسانات قیمت به عنوان عامل دوم، پارامترهای فناوری با عنوان بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در مدیریت منابع آب و خاک به عنوان عامل سوم و نهایتاً مدیریت محلی– تغییرات جمعیت و گردشگران در جایگاه چهارم به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در تغییر کاربری اراضی کشاورزی شهرستان فریدونشهر شناخته شدند (جدول ۱۳). به‌طور کلی نتایج مقایسه نظرات دو گروه کارشناسان و بهره‌برداران در بررسی عوامل محیطی مؤثر در تغییر کاربری اراضی کشاورزی شهرستان فریدونشهر نشان داد که هر دو گروه؛ عوامل اقلیمی– بیوفیزیکی، اقتصادی و فناوری را به عنوان مؤثرترین عوامل شناسایی کردند.

نتایج پژوهش حاضر در مقایسه با نتایج سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مطالعه حاضر همخوانی نزدیکی با برخی از مطالعات تغییر کاربری زمین دارد. با عنایت به اینکه مطالعه حاضر به بررسی تغییر کاربری زمین کشاورزی و عوامل تغییر پرداخته است و نتایج حاکی از آن است که مساحت اراضی کشاورزی در طی ۲۰ سال با وجود محدودیت‌های اقلیمی و اقتصادی و برخی عوامل دیگر در کنار گسترش تکنولوژی افزایش پیدا کرده است؛ با نتایج کار تحقیقاتی میتیکو باداسا و همکاران[1] (۲۰۲۵)، که اراضی کشاورزی در حوزه آبخیز آپر آنجر اتیوپی بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ به میزان قابل توجهی (۷۰۷/۴ کیلومتر مربع) افزایش یافته، درحالی که جنگل‌ها و مراتع به شدت کاهش یافته‌اند، ارتباط دارد. با نتایج مطالعه آگوماگو[2]، مارچانت[3] و استرینگر[4] (۲۰۲۵) که تغییرات کاربری اراضی در منطقه دلتای نیجر نیجریه را بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۴ تحلیل کرده‌اند؛ مناطق شهری (ساخته‌شده) و کشاورزی به ترتیب ۵۶۱ و ۷۹ درصد افزایش یافته‌اند. این تغییرات به قیمت از بین رفتن منابع طبیعی تمام شده، به طوری که جنگل‌های بارانی ۵۴ درصد و جنگل‌های حرا ۴۲ درصد کاهش یافته‌اند. نتایج مطالعه تغییرات کاربری زمین لیو و همکاران[5] (۲۰۲۵) نشان داد که طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ کاربری اراضی کشاورزی بیشترین سهم را در تغییر الگوی کاربری زمین داشته‌اند که با مطالعه حاضر ارتباط و همخوانی دارد. نتایج مطالعات داخلی عبادی و همکاران (۱۴۰۳) در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی حوضه فیروز آباد خلخال در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ نشان داد که بیشترین میزان تغییرات اتفاق افتاده مربوط به کاربری مرتع خوب به مرتع ضعیف با مقدار ۵۱/۷۲ کیلومتر مربع و بعد آن جنگل به مرتع خوب با مقدار ۳۰/۱۱ کیلومتر مربع است. دلایل این تغییرات افزایش جمعیت، چرای بی رویه دام، استفاده نادرست و غیرقانونی از اراضی مختلف می‌باشد. هم‌چنین نتایج کار پژوهشی رجبی، کرمی و رنجبری (۱۴۰۳) با بررسی تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۱ نشان داد که در سال ۲۰۰۱ بیشترین مساحت کاربری به اراضی مرتعی اختصاص داشت، درحالی که در سال ۲۰۲۱ اراضی دیم بیشترین مساحت را در حوضه قرنقوچای داشته است. در واقع طی سال های مورد مطالعه، با افزایش اراضی کشاورزی دیم از ۳۸ درصد به ۵۳/۱ درصد، اراضی مرتعی از ۶۰/۱۷ درصد به ۴۲/۳ درصد کاهش یافته است که با مطالعه حاضر ارتباط و همخوانی نزدیکی دارد.

از نظر بررسی عوامل و محرک‌های تغییر کاربری، اکثر تحقیقات صورت گرفته به نقش عوامل مکانی، اقلیمی، فناوری، نهادی، جمعیتی و اقتصادی به عنوان محرک‌های تغییر کاربری زمین اشاره کرده‌اند. گرچه تأثیر نوع محرک به منطقه مورد مطالعه ، زمان و نوع کاربری مورد نظر بستگی دارد. در این راستا نتایج کار ورکافراهو و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد که عوامل اجتماعی- اقتصادی مانند تحصیلات، اندازه خانوار، فاصله از بازار، قیمت‌های بازار و هم‌چنین عوامل طبیعی مانند بارندگی‌های نامنظم بر وابستگی مردم به منابع جنگلی تأثیر گذاشته و این امر منجر به استفاده گسترده از منابع طبیعی به عنوان یک استراتژی مقابله‌ای شده است. نتایج مطالعه رد[6] و وایت[7] (۲۰۲۵)، در کلان‌شهر دالاس-فورت ورث (۲۰۲۰-۲۰۰۰) نشان داد که تغییرات کاربری زمین عمدتاً تحت تأثیر عوامل اجتماعی-اقتصادی مانند رشد جمعیت، مسکن، حمل‌ونقل و وضعیت اقتصادی است. با این حال، عوامل اقلیمی مانند تغییرات دما و بارش نیز در این فرآیند نقش داشته‌اند. در مطالعه دیریبا[8] و همکاران (۲۰۲۴)، مساحت جنگل در جنوب غربی اتیوپی به‌طور چشمگیری از ۴۰۱۱۰/۲ هکتار در سال ۱۹۹۴ به ۲۸۷۶۳/۰ هکتار در سال ۲۰۲۱ کاهش یافته است. داده‌های نظرسنجی، نشان داد که این تغییرات ناشی از تعامل عوامل مختلفی از جمله محرک‌های اجتماعی-اقتصادی، محیطی، سیاستی و نهادی و فناوری هستند. رشد بالای جمعیت، گسترش زمین‌های کشاورزی و سکونت‌گاه‌ها، چرای بی‌رویه دام، و قطع درختان برای سوخت چوب به عنوان محرک‌های اصلی این تغییرات شناسایی شدند.

1. Mitiku Badasa et al
2. Agumagu
3. Marchant
4. Stringer
5. Liu et al
6. Raad
7. White
8. Diriba

نتایج کار تحقیقاتی خمیری[1] و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی روابط علت و معلولی بین محرک‌های تغییر کاربری زمین و اثرات آن بر جامعه و چشم‌انداز را بین سال‌های ۱۹۷۶ و ۲۰۱۶ نشان داد که طی ۴۰ سال، زمین‌های زیر کشت افزایش و سطح تالاب‌ها به شدت کاهش یافته است. محرک‌های اصلی این تغییرات شامل توسعه اقتصادی، شیوه‌های کشت و تکنیک‌های آبیاری کشاورزی بودند.

در نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود که مطالعه حاضر یک نمای کلی از تغییر کاربری اراضی با تمرکز بر کاربری کشاورزی و محرک‌های اساسی آن در شهرستان فریدونشهر طی یک دوره ۲۰ ساله ارائه می‌دهد. این تحقیق با بهره‌گیری از تکنیک‌های دورسنجی (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تغییرات کاربری اراضی را در قالب نقشه‌های موضوعی ترسیم و تحلیل کرده و با استفاده از مدل AHP و تحلیل‌عاملی اکتشافی مهم‌ترین عوامل مؤثر و دخیل در تغییرات صورت گرفته را بررسی و ارزیابی کرده است. با توجه به نتایج یافته‌های تحقیق، کاربری اراضی کشاورزی در این شهرستان در طی ۲۰ سال گذشته به میزان قابل توجهی تغییر کرده است. مهم‌ترین دلایل این تغییرات را می‌توان افزایش فعالیت‌های اقتصادی (به ویژه کشاورزی) دانست. چراکه افزایش سطح اراضی باغی و زراعی، اراضی دیم و تبدیل مراتع به اراضی زراعی، چرای به رویه دام‌های محلی و تبدیل آن به مراتع فقیر، نتایج تلاش جمعیت برای تأمین معیشت و مایحتاج غذایی است. بنابراین این کشاورزان و روستانشینان هستند که برای تثبیت و تملک اراضی اقدام به کشت و زرع، باغداری و کشاورزی در اراضی حاشیه روستاها، شهرها و مراتع نموده تا بتوانند ادعای مالکیت خود را به اثبات برسانند، متأسفانه بیشتر مراتع تخریب شده از این دست هستند. از دیگر عوامل تأثیرگذار بر تغییرات صورت‌گرفته می‌توان به کاربرد گسترده تکنولوژی از جمله آبیاری تحت فشار، استفاده از ادوات پیشرفته، بذرهای اصلاح‌شده در بخش‌های مختلف زراعت و باغ اشاره کرد. یکی دیگر از عوامل مهمی که در تغییر کاربری اراضی شهرستان تأثیر بسزایی داشته است؛ عوامل اقلیمی است. این تغییرات در پاسخ به نوسانات بارندگی و کاهش میزان قابل توجه آن به‌ویژه در سال‌های اخیر است. داده‌های هواشناسی و نظرات پاسخگویان بر ادعای این مطلب صحه می‌گذارند. به طور کلی سه عامل مهم فناوری، عامل اقلیمی و عامل اقتصادی بر نوع تصمیم کشاورزان در تبدیل زمین و نوع بهره‌برداری از زمین تأثیر زیادی داشته است. با مقایسه و بررسی یافته‌ها، می‌توان جمع‌بندی نمود که وضعیت ساختار سیمای سرزمین منطقه مورد مطالعه در شرایط فعلی به دلیل تخریب و تبدیلات فزاینده هم‌چنان روند تخریبی دارد. کاهش وسعت جنگل‌ها و مراتع منطقه و روند افزایشی کاربری مسکونی و زراعت دیم و آبی و اراضی باغی در کنار تجاوز به اراضی با شیب بالا بیانگر جایگزینی و تبدیل پوشش طبیعی منطقه با کاربری انسان‌ساخت است. با توجه به وضعیت توپوگرافی و مرتفع بودن شهرستان و محدودیت خاک از نظر عمق مناسب برای کشاورزی؛ تجاوز به اراضی، از لحاظ پارامترهای خاک، ارتفاع و شیب، اضافه بر اینکه برای کشت مناسب نیستند، تبعات و آسیب‌های جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی برای محیط این منطقه به بار خواهد آورد. امید است نتایج این تحقیق بتواند زمینه‌های سیاست‌گذاری‌های مدیریتی مناسب برای پایداری منطقه را برای برنامه‌ریزان و مدیران منطقه‌ای فراهم نماید.

منابع

اداره هواشناسی شهرستان فریدونشهر (۱۴۰۳)، ایستگاه سینوپتیک فریدونشهر، واحد آمار و اطلاعات.

سالنامه آماری استان اصفهان (۱۴۰۰)، معاونت آمار و اطلاعات (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اصفهان).

اندکائی زاده، کورش؛ عساکره، عباس و حجتی، سعید (۱۴۰۴). بررسی تغییرات کاربری اراضی کشاورزی شهرستان اهواز در بازهٔ زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از فناوری سنجش از دور. *مهندسی بیوسیستم ایران*، ۵۶ (۱)، ۷۰-۵۱ https://doi.org/10.22059/ijbse.2025.389807.665586

1. Khemiri

رجبی، معصومه؛ کرمی، فریبا و رنجبری، مجید (۱۴۰۳). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی در حوضه قرنقوچای هشترود. *فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۸ (۸۹)، ۲۱۵-۱۹۳. http//doi.org/10.22034/gp.2023.57904.3174

شکریان، فاطمه و سلیمانی، کریم (۱۴۰۳). تغییرات کاربری اراضی مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای در جلگهٔ هراز، *نشریه سنجش از دور و GIS ایران*، ۱۶ ، (۱)، ۱۲۸-۱۱۳. https://doi.org/10.48308/gisj.2023.232979.1176

عبادی، الهامه؛ اسفندیاری درآباد، فریبا؛ اصغری سراسکانرود، صیاد؛ مصطفی‌زاده، رئوف و مالنوری، الهام (۱۴۰۳). بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک شیگرا و پیکسل پایه مطالعه موردی: حوضه فیروز آباد خلخال. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۸ (۸۷)، ۲۷۵-۲۶۱. https://doi.org/10.22034/gp.2023.52092.3014

قدسی پور، سید حسن (۱۳۹۲). *فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)*، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۲۱۹.

محمودزاده، حسن؛ غلام‌نیا، خلیل و موسوی، سید محمد (۱۳۹۷). رویکرد سناریو محور در مدلسازی توسعه شهری (مطالعه موردی شهر ساری). *نشریه علمی – پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۲ (۶۴)، ۲۸۷-۲۶۷.

مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۹۵.

مشتاق‌مهر، عذرا؛ حجازی، سید اسدالله و کرمی، فریبا (۱۴۰۴). بررسی و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان مهاباد با استفاده از مدل زنجیره مارکوف. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۸ (۹۱)، ۲۰۵-۱۸۷. http//doi.org/10.22034/gp.2024.60347.3231

منصورفر، کریم. (۱۳۹۳). *آمار در علوم اجتماعی*، انتشارات پیام نور، ۲۴۰.

مومنی، منصور. (۱۳۸۹). *مباحث نوین تحقیق در عملیات*، تهران: انتشارات مومنی، ۳۶۰.

کلانتری، خلیل. (۱۳۸۲). *پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی-اقتصادی*، تهران: نشر شریف تهران، ۳۸۸.

Agumagu, O. O. Marchant, R. Stringer, L. C. (2025). Land Use and Land Cover Change Dynamics in the Niger Delta Region of Nigeria from 1986 to 2024. *Land*, 14, 765. https:// doi.org/10.3390/land1404076.

Akıncı, H. Ozalp, A. Turgut, B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97, 71-82.

Bandyopadhyay, S. Jaiswal, R. K. Hegde, V. S. Ayaraman, V. (2009). Assessment of land suitability potentials for agriculture using a remote sensing and GIS based approach, *International Journal of Remote Sensing*. 30, (4), 879-895.

Bashirian, F. Rahimi, D. Movahedi, S. (2025). Effects of land use changes on local dust event in Urmia Lake basin. *Land Use Policy*, *148*, 107416.

Bazame, R. Tanrivermis, H. Kapusuz, Y. E. (2019). Land management and sustainable use of land resources in the case of Burkina Faso, *Land Degradation and Development*. 30, (6), 608-621.

Benavidez-Silva, C. Jensen, M. Pliscoff, P. (2021). Future scenarios for land use in Chile: identifying drivers of change and impacts over protected area system. In: *Land*. (Basel), 10, 408. https://www.mdpi.com/2073-445X/10/4/408.

Berihun, M.L. Tsunekawa, A. Haregeweyn, N. Meshesha, D.T. Adgo, E. Tsubo, M. Yibeltal, M. (2019). Exploring land use/land cover changes, drivers and their implications in contrasting agro-ecological environments of Ethiopia, *Landuse policy*. 87, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837719304089.

Busko, M. Szafranska, B. (2018). Analysis of Changes in Land Use Patterns Pursuant to the Conversion of Agricultural Land to Non-Agricultural Use in the Context of the Sustainable Development of the Malopolska Region, *Sustainability*, 10, 136; doi:10.3390/su10010136.

Chowdhury, M. Emran Hasan, M. Abdullah-Al-Mamun, M.M. (2020). Land use/land cover change assessment of Halda watershed using remote sensing and GIS, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 23*, 63–75.

Chuanga, W. Lina, C. Chiena, & Choub, W. (2011). Application of markov-chain model for vegetation restoration assessment at Landslide areas caused by a catastrophic earthquake in central Taiwan. *Ecological modeling*, 222, 835-845.

Diriba, A. Rusha, B. Haile, Z. Asabeneh, A. Alemeyehu N, A. Nigus, T. T. (2024). Analyzing the extent and drivers of land use/land cover change in Southwestern Ethiopia. *Discover Sustainability*, 5, (1), https://doi.org/10.1007/s43621-024-00734-0.

Ebadi, E. Esfandiari Darabad, F. Asghari Saraskanro, S. Mostafazadeh, R., Mollanouri, E. (2024). Investigation of land use changes using object-oriented and pixel-based techniques Case study: Firoozabad Khalkhal Basin. *Journal of Geography and Planning*, 28 (87), 261-275 https://doi.org/10.22034/gp.2023.52092.3014. (in persian)

Endalew, T & Anteneh, M. (2023). Acacia decurrens tree plantations brought land use land cover change in northwestern of Ethiopia. *SN. Appl. Sci*. 5 (11), 300. https://link.spr inger.com/article/10.1007/s42452-023-05523-4.

Fereydounshahr County Meteorological Department (2023), *Fereydounshahr Synoptic Station, Statistics and Information Unit*. (in persian)

Finco, A. Nijkamp, P. (1997). "Sustainable land use: methodology and application," *Serie Research Memoranda* 0064, VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics.

Food & agriculture Organization. (1976). a frame work for land evaluation, International institute for land reclamation and improvement, published by arrangement with the food and agriculture organization of the United Nations. *Rome*, (32), 72.

Ghodsipour, S. H. (2013*). Analytical Hierarchy Process* (AHP), Tehran: Amir Kabir University of Technology Publications, (AUTP), 219. (in persian)

Gibbs, H.K. Ruesch, A.S. Achard, F. Clayton, M.K. Holmgren, P. Ramankutty, N. Foley, J. A. (2010). Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 107, 16732–16737.

Godet, M. Durance, PH. Gerber, A. (2008). Strategic Foresight (La Prospective): Use and Misuse of Scenario Buildin. *LIPSOR Working Paper* (*Cahiers du LIPSOR*), 137. www.laprospective.fr.

Grêt-Regamey, A. Brunner, S. Kienast, F. (2012). Mountain ecosystems services: who cares? *Mt. Res. Dev*. 32 (S1), S23–S34.

Hailu, A. Mammo, S. Kidane, M. (2020). Dynamics of land use, land cover change trend and its drivers in Jimma Geneti District, Western Ethiopia. *Land. Use policy*. 99, 105011. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837719317971.

Hazell, P & Wood, S. (2008). Drivers of change in global agriculture. P*hilos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 363(1491):495-515. Doi: 10.1098/rstb.2007.2166.

Islam, Md. M. Jannat, A. Dhar. A.R. Ahamed, T. (2020). Factors determining conversion ofagricultural land use in Bangladesh: farmers' perceptions and perspectives of climate change. *GeoJournal*, 85(2), 343–362.

Kalantari, Kh. (2003). *Data Processing and Analysis in Socio-Economic Research*, Tehran: Sharif Tehran Publishing, 388. (in persian)

Keshtkar, H. Voigt, W. Alizadeh, E. (2017). Land-cover classification and analysis of change using machine-learning classifiers and multitemporal remote sensing imagery. *Arab J Geosci*, 10 (6), 154.

Khemiri, K. Jebari, S. Mahdhi, N. Saidi, I. Berndtsson, R. Bacha, S. (2022). Drivers of Long-Term Land-Use Pressure in the Merguellil Wadi, Tunisia, Using DPSIR Approach and Remote Sensing. *Land*, 11, 138. https://doi.org/ 10.3390/land11010138

Lambin, E. F. Turner, B. L. Geist, H. J. Agbola, S. B. Angelsen, A. Bruce, J. W. Coomes, O. T. Dirzo, R.,

Fischer, G. Folke, C. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environ. Change*, 11, 261–269.

Li, J. Zhou, K. Dong, H. Xie, B. (2020). Cultivated Land Change, Driving Forces and Its Impact on Landscape Pattern Changes in the Dongting Lake Basin, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 7988. doi: 10.3390/ijerph17217988

Lindblade, K. A. Walker, ED. Onapa, AW. Katungu, J. Wilson, ML. (2000). Land use change alters malaria transmission parameters by modifying temperature in a highland area of Uganda [J]. *Tropical Med Int Health*, 5, (4), 263–274.

Liu, J. Hou, Y. Li, F. Zheng, B. Chen, Z. Zheng, F. Zhang, X. Yu, R (2025) Land use change projection and driving factors exploration in Hainan Island based on the PLUS model. Front. Mar. Sci. 12, 1534508. Doi: 10.3389/fmars.2025.1534508.

Madhushree, M. Sumedha, M. Gracy, O. (2010). A landscape approach for quantifying land-use and land-cover change (1976-2006) in middle Himalaya. *Reg Environ Chang*, 10, 145–155.

Mahmoudzadeh, H. Gholamnia, Kh. Mousavi, S. M. (2018). Scenario-based approach in urban development modeling (case study of Sari city). *Scientific-Research Journal of Geography and Planning*, 22 (64), 267-287. (in persian)

Mansourfar, K. (2014). *Statistics in Social Sciences*, Payam Noor Publications, 240. (in persian)

Maponya, Ph. & Mpandeli, S. (2012). Climate Change and Agricultural Production in South Africa: Impacts and Adaptation options. *Journal of Agricultural Science*, 4 (10), 48- 60.

Mbow, Ch. Mertz, O. Diouf, A. Rasmussen, K. Reenberg. A. (2008). The history of environmental change and adaptation in eastern Saloum–Senegal—Driving forces and perceptions, *Global and Planetary Change*, 210-221.

Meiyappan, P. Dalton, M. O'Neill, BC. Jain, A. K. (2014). Spatial modeling of agricultural land use change at global scale, *Ecological Modelling*, 291, 152-174.

Mitiku Badasa, M. Lachisa Busha, H. Geda Feyera, N. Gamtesa, O. Tekalign Emiru, I. Yonas Name, W. Mengistu Muleta, G. Kiros Tsegay, D. Dessalegn Obsi, G. (2025). GIS and remote sensing Based Analysis of Land use and Land cover Change in the Upper Anger watershed, Western Ethiopia. *GEOLOGY, ECOLOGY, AND LANDSCAPES*, 9, (2), 542–551 https://doi.org/10.1080/24749508.2023.2237323

Mohammadi, Z. Rahimi, D. Najafi, M. R. Zakerinejad, R. (2023). The Effect of environmental degradation and climate on dust in Khuzestan province, Iran. *Natural Hazards*, 120 (10), 1-20. DOI: 10.1007/s11069-023-06368-1.

Momeni, M. (2010). *New Topics in Operations Research*, Tehran: Momeni Publications, 360. (in persian)

Mottet, A. Ladet, S. Coque, N. Gibon, A. (2006). Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: A case study in the Pyrenees. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114, 296–310.

Munteanu, C. Kuemmerle. T. Boltiziar, M. Butsic, V. Gimmi, U. Halada, L. Kaim, D. Király, G. Gyuró, E. K. Kozak, J. Lieskovský, J. Mojses, M. Müller, D. Ostafin, K. Ostapowicz, K. Shandra, O. Štych, P. Walker, S. Radeloff, V. C. (2014). Forest and agricultural land change in the Carpathian region—A meta-analysis of long-term patterns and drivers of change. *Land Use Policy*, 38, 685-697.

Mustafa, A. A. Singh, M. Sahoo, R. N. Ahmed, N. Khanna, M. Sarangi, A. Mishra, A. K. (2011). Land suitability analysis for different crops: a multi criteria decision. Making approach using remote sensing and GIS. *Researcher*, 3 (12), 61–84.

Nrdd, R. Anandhi, A. (2022). Land Use Changes in the Southeastern United States: Quantitative Changes, Drivers, and Expected Environmental Impacts. *Land*, 11, 2246.

Penny, J. Djordjevic, S. Chen. A. S. (2022). Using public participation within land use change scenarios for analysing environmental and socioeconomic drivers, *Environmental Research Letters*, 2, 025002.

Plieninger, T. Draux, H. Fagerholm, N. Bieling, C. Bürgi, M. Kizos Kuemmerle, T. Primdahl, J. Verburg, P. H. (2016). The driving forces of landscape change in Europe: A systematic review of the evidence, *Land Use Policy*, 57, 204-214.

Pullanikkatil, D. Palamuleni, L. G. Ruhiiga, T. M. (2016). Land use/land cover change and implications for ecosystems services in the Likangala River Catchment, Malawi. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 93, 96–103. doi:10.1016/j.pce.2016.03.002.

Qin, Z. Storozum, M. Liu, H. Zhang, X. & Kidder, T. R. (2019). Investigating environmental changes as the driving force of agricultural intensification in the lower reaches of the Yellow River: A case study at the Sanyangzhuang site, *Quaternary International*, 521, 25-34.

Raad, A. & White, J.D. (2025). Humans, Climate Change, or Both Causing Land-Use Change? An Assessment with NASA's SEDAC Datasets, GIS, and Remote Sensing Techniques, *Urban Sci*, 9, 76. https://doi.org/10.3390/ urbansci9030076.

Rajabi, M. Karami, F. & Ranjbari, M. (2024). Investigating of changes in the chemical quality of surface water sources in Hashtrud's Qaranquchai Riverr. *Journal of Geography and Planning*, 28 (89), 193-215. http//doi.org/10.22034/GP.2023.57029.3152. (in persian)

Ren, Y. Li, Z. Li, J. Ding, Y. Miao, X. (2022). Analysis of Land Use/Cover Change and Driving Forces in the Selenga River Basin. *Sensors*, 22(3), 1041. https://doi.org/10.3390/s22031041

Robinson, R. & Sutherland, W. (2002). Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *J. Appl. Ecol*. 39, 157–176.

Statistics Center of Iran, General Population and Housing Census, 2016. (in Persian)

Statistical Yearbook of Isfahan Province (2020), *Deputy of Statistics and Information* (Management and Planning Organization of Isfahan Province). (in Persian)

Tahmasebi, T. Karami, E. Keshavarz, M. (2020). Agricultural land use change under climate variability and change: Drivers and impacts, *Journal of Arid Environments*, 180, 104202.

Tanrivermis, H. (2003). Agricultural land use change and sustainable use of land resources in the mediterranean region of Turkey. *Journal of Arid Environments*, 54 (3), 553-564.

Tao, L. Gao, Y. Xiaomin, L. (2012) Tempo-spatial evolution of land use pattern in inhabited islands at Zhqjiang Estuary [J]. *Anhui Agric Sci*, (2), 1169–1174

Van Vliet, J. de Groot, HLF. Rietveld, P. Verburg, PH. (2015). Manifestations and underlying drivers of agricultural land use change in Europe, *Landscape and Urban Planning*, 133, 24-36.

Wang, X. Li, X. (2021). China's agricultural land use change and its underlying drivers: A literature review, *J. Geogr. Sci*, 31(8), 1222-1242.

Workaferahu, A. Yechale, K. Abiyot, L. Dikaso, U. (2025). Drivers of land use land cover change and livelihood coping strategies in *Sheka* biosphere reserve; a case of *Shato* forest, Southwest Ethiopia, Discover *Sustainability; Hamburg*, 51, 208. DOI: 10.1007/s43621-024-00415-y

Yao, Z. Wang, B. Huang, J. Zhang, Y. Yang, J. Deng, R. Yang, Q. (2021). Analysis of land use changes and driving forces in the Yanhe River Basin from 1980 to 2015. J, *Sens*, (1), 6692333. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/2021 /6692333.

Zhai, R. Zhang, Ch. Li, W. Zhang, X. Li, X. (2020). Evaluation of Driving Forces of Land Use and Land Cover Change in New England Area by a Mixed Method, *International Journal of Geo-Information*, 9, 350. Doi:10.3390/ijgi9060350.

Zhang, Y. Niu, X. Hu, Y. Yan, H. Zhen, L. (2022). Temporal and Spatial Evolution Characteristics and Its Driving Mechanism of Land Use/Land Cover Change in Laos from 2000 to 2020, *Land*, 11, 1188. https://doi.org/10.3390/land11081188.

Zolekar, R. B. Bhagat, V.S. (2015), Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: Remote sensing and GIS approach, *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 300-320