Journal of Agricultural Economics Research

Summer 2024. Vol 16. Issue 2

ISSN (Print): 2008-6407 - ISSN (Online): 2423-7248

Research Paper

Identification of Priority Areas for the Application of Water and Soil Conservation Measures: A Study Region of the Northeastern MOND Basin

Hamed Dehghanpur[1*], Mansour Zibaei[2]

1-Assistant Professor of Agricultural Economics, Darab College of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University.

2-Professor of Agricultural Economics, Shiraz University.

Received: 2019/04/03
Accepted: 2024/08/03
PP:119-133

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/jae.2024.20981.1999

Keywords:
Prioritization of catchment basins, Water conservation, Soil conservation, Markov chain, Fuzzy Hierarchy Analysis

Abstract

Introduction: In recent decades, rapid changes in land use and vegetation been accompanied by significant impacts, including degradation of natural resources, environmental pollution, and inappropriate growth of different areas. Awareness of land use change and the analysis of the reason for these changes in a given time period and prediction of these changes in the coming years can be an important step in the planning and implementation of water and soil conservation measures.

Materials and Methods: Using Landsat satellite images and Markov chain model, land use and land use changes for 2030, 2045 and 2060 in the northeastern part of the basin for existing sub-basins predicted. In the next step, using the fuzzy hierarchical analysis method, land use types weighed in the environmental point of view. Finally, using the weights obtained, the priority of the sub-basins studied was environmental.

Findings: The results show that, over time, we will encounter medium and poor pasturelands with increasing area of residential land, land and agricultural lands and decreasing forestland area. In addition, based on the results of land use prediction and prioritization of sub-basins, the sub-basins of Quar, Ghotbabad and Khafar in 2030, Ghotbabad, between the forest and Quar in 2045, and Ghotbabad, Medi-Jangal and Zahedon in 2060 had a higher environmental significance than other sub-basins. In the sub-basins of Hakan, Ajanjan and Firoozabad, the application of water and soil conservation measures is of great importance.

Conclusion: To achieve more reliable results, by identifying endangered and damaged areas, efforts can be made to improve the situation through the implementation of water and soil conservation measures.

Citation: Dehghanpur Hamed, Zibaei Mansour.(2024). Identification of Priority Areas for the Application of Water and Soil Conservation Measures: A Study Region of the Northeastern MOND Basin. Journal of Agricultural Economics Research.16(2):119-133

*Corresponding author: Hamed Dehghanpur
Address: Darab College of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University, Shiraz, Iran.
Tell: 0098 90 2290 4400
Email: hdehghanpur@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Considering the ever-increasing changes in land use and the need for managers and experts to be aware of the changes and transformations that have occurred in order to make policies and solve existing problems, it seems necessary to reveal the changes in order to determine the process of changes over time (19). Evaluating the process of changes in the resources and ecological conditions of such areas help managers to make the necessary decisions (26). Remote sensing is a key technology to assess the extent and extent of land use changes (14). Through this method, it is possible to detect the desired changes in the area by using a set of multi-time images and their processing, and manage sensitive areas in an efficient manner using the obtained results (6). In recent decades, rapid changes in land use and vegetation been accompanied by significant impacts, including degradation of natural resources, environmental pollution, and inappropriate growth of different areas. Awareness of land use change and the analysis of the reason for these changes in a given time period and prediction of these changes in the coming years can be an important step in the planning and implementation of water and soil conservation measures.

Materials and Methods

The current study aims to using Landsat satellite images and Markov chain model, land use and land use changes for 2030, 2045 and 2060 in the northeastern part of the basin for existing sub-basins predicted. In the next step, using the fuzzy hierarchical analysis method, land use types weighed in the environmental point of view. Finally, using the weights obtained, the priority of the sub-basins studied was environmental.

The CA-Markov model is a combination of the Markov chain automatic cell model and the multipurpose land allocation (MOLA) model, which is used to predict future changes in land use. First, by applying the Markov chain model, the probability of changing land use map classes to each other is calculated in the form of a land use status change matrix based on the changes made from time T0 to T1. The output of the Markov model, which is the state change matrix, is non-spatial in nature, that is, there is no knowledge and awareness of the geographical location of land uses. CA-Markov model is used to predict the location of land uses (land use map) in the future. Markov chain adds. In this study, the map of 1987, 2001 and 2016 was used to predict the map of 2030, 2045 and 2060.

After defining the criteria, a questionnaire was prepared to determine the importance levels of these criteria. To evaluate the questions, people select only the relevant descriptive variable, then the selected options are converted into scales that include triangular fuzzy numbers and are generalized to perform calculations and analyze the results. In this study, after completing a questionnaire from ten agricultural and environmental economics experts and specialists, using the fuzzy hierarchy method (FAHP), seven factors of agricultural land, forest, barren land, medium rangeland, poor rangeland, water area and Residential lands were investigated for decision making. For this purpose, each of the criteria was ranked between 1 and 9 based on the opinion of experts. Then, the pairwise comparison matrices between the criteria were formed by fuzzy numbers and the elements of the triangular function were calculated. Finally, with the weights obtained from this section, the studied sub-basins were prioritized in terms of the need to apply water and soil protection measures.

Findings

According to the results obtained in 1986, respectively, the sub-basins of Kavar, Khafr and Meimand Shabankare had a favorable condition. Also, in 2001, Khafr and Kavar sub-basins are in the first and second ranks, but the Mok-Mahkoye sub-basin has a better position than Meimand Shabankare and is in the third rank. During these two years, the Zahedoun sub-basin has been in a more critical situation among the studied sub-basins, which after these years will witness the improvement of the condition of this sub-basin in a way that is based on the predictions made in the year 2060 will be in third place. Also, in 2016, Fasa, Kavar and Qutbabad sub-basins were ranked first to third among the studied regions. This year, Hakan sub-basin is in the last rank, which reveals the necessity of proper protection and management of water and soil resources in this sub-basin. The results of this study showed over time, we will encounter medium and poor pasturelands with increasing area of residential land, land and agricultural lands and decreasing forestland area. In addition, based on the results of land use prediction and prioritization of sub-basins, the sub-basins of Quar, Ghotbabad and Khafr in 2030, Ghotbabad, between the forest and Quar in 2045, and Ghotbabad, Medi-Jangal and Zahedon in 2060 had a higher environmental significance than other sub-basins. In the sub-basins of Hakan, Daranjan and Firoozabad, the application of water and soil conservation measures is of great importance.

Based on the results obtained from the land use forecast of Kavar, Qutbabad and Khafr sub-basins in 2030, Qutbabad, Mianjangal and Kavar sub basins in 2045 and Qutbabad, Mianjangal and Zahedun sub basins in in 2060, they had a more favorable situation than other sub-basins. During

the predicted time period, Hakan, Daranjan and Firozabad sub-basins are in unfavorable conditions, respectively. As mentioned earlier, the change of vegetation has a great impact on soil moisture, permeability, evaporation and transpiration and erosion. In other words, the reduction of forest vegetation and pastures against the increase of agricultural lands, barren lands and human settlements will lead to an increase in soil erosion and a decrease in water infiltration, and this will lead to the creation of vulnerable areas. Therefore, the sub-basins that are in an unfavorable condition in terms of the type of vegetation are more vulnerable in terms of water and soil resources, and it is necessary to carry out water and soil protection measures for these sub-basins in order to It prevented the irreparable effects that will be brought to the environment.

Discussion and Conclusion

In recent decades, the rapid changes in land use and vegetation in the suburbs of big cities have been associated with important consequences such as the destruction of natural resources, environmental pollution and inappropriate growth of cities. Being aware of land use changes and analyzing the cause of these changes in a period of time and predicting these changes in the coming years can be an important step in planning and optimal use of resources and controlling and curbing unprincipled changes in the future. Therefore, in this study, using Landsat satellite images and Markov chain model, land use changes for the years 2030, 2045 and 2060 in the northeastern part of Abriz Mand basin at the level of existing sub-basins (16 sub-basins) It was seen. In the next step, the types of land use in the area were weighted using the fuzzy hierarchical analysis method. Finally, by using the obtained weights, the studied sub-basins were prioritized in terms of vegetation, in the sub-basins that have weaker vegetation, the possibility of water and soil wastage has increased, hence Water and soil protection measures are very important for them.

The results of this study showed that over time, we will face an increase in the area of residential lands, barren lands, and agricultural lands, and a decrease in the area of forest lands, medium and poor pastures.

Also, based on the results of the fuzzy hierarchical analysis method, the highest weight was assigned to forest vegetation. Therefore, in 1986, respectively, the sub-basins of Kavar, Khafr and Maimand of Shabankare had a good condition in terms of the type of vegetation. Also, in 2001, Khafr and Kavar sub-basins were ranked first and second, but Mok-Mahkoyeh sub-basin was ranked higher than Meimand Shabankare and was ranked third. During these two years, the Zahedoun sub-basin has had inadequate vegetation compared to the studied sub-basins, but from 2001 onwards, we will witness the improvement of the condition of this sub-basin from this point of view, in such a way that based on the predictions In 2060, it will be ranked third in terms of vegetation. Also, in 2016, Fasa, Kovar and Qutb Abad sub-basins ranked first to third among the studied sub-basins. This year, Hakan sub-basin is in the last place. Also, according to the forecasts, the sub-basins of Kovar, Qutb Abad and Khafar in 2030, the sub-basins of Qutb Abad, Mian Jangal and Kovar in 2045 and the sub basins of Qutb Abad, Mian Jangal and Zahedun. In 2060, they had a more favorable situation than other sub-basins. During the predicted time period, Hakan, Daranjan and Firozabad sub-basins are in the lowest ranks in terms of vegetation cover. Therefore, the need to pay attention to these sub-basins in order to carry out water and soil protection measures due to inappropriate vegetation is determined. Knowing about the state of vegetation in different areas and understanding the current situation and the trend of changes in the coming years can play an important role in improving the management and planning and optimal allocation of resources in order to preserve the existing resources (especially water and soil resources) in different areas. have The results obtained from this study can be used for this purpose and by knowing the areas with more suitable land use (forests and pastures), more effective steps can be taken in preserving and maintaining these valuable resources. Also, with the increase in the area of land without vegetation, agricultural land and residential land, soil erosion has increased due to the decrease in permeability, and this leads to the loss of water and soil resources. To achieve more reliable results, by identifying endangered and damaged areas, efforts can be made to improve the situation through the implementation of water and soil conservation measures.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Hamed Dehghanpur and Mansour Zibaei; Methodology and data analysis: Hamed Dehghanpur and Mansour Zibaei; Supervision: Hamed Dehghanpur and final writing: Hamed Dehghanpur

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest

شاپا چاپی: ۶۴۰۷ -۲۰۰۸ - شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۲۴۸

مقاله پژوهشی

شناسایی مناطق دارای اولویت به منظور بکارگیری اقدامات حفاظت آب و خاک: منطقه مورد مطالعه شمال شرقی حوضه آبریز مند

حامد دهقانپور [۱*]، منصور زیبایی [۲]

۱- استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

۲- استاد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۱/۱٤
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۵/۱۳
شماره صفحات:۱۳۳-۱۱۹

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI: 10.30495/jae.2024.20981.1999

واژه‌های کلیدی:
کاربری اراضی، حفاظت آب، حفاظت خاک، زنجیره مارکوف، تحلیل سلسله مراتبی فازی

چکیده

مقدمه و هدف: در دهه‌های اخیر تغییرات سریع کاربری اراضی و پوشش گیاهی با پیامدهای مهمی از جمله تخریب منابع طبیعی، آلودگی‌های زیست‌محیطی و رشد نامناسب مناطق مختلف همراه بوده است. آگاهی از تغییرات کاربری اراضی و تجزیه و تحلیل علت این تغییرات در یک دوره زمانی و پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آینده می‌تواند در برنامه‌ریزی و بکارگیری اقدامات حفاظت آب و خاک گام مهمی باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط و مدل زنجیره مارکوف، تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی برای سال‌های ۲۰۳۰، ۲۰۴۵ و ۲۰۶۰ در بخش شمال شرقی حوضه آبریز مند برای زیرحوضه‌های موجود پیش‌بینی شد. در مرحله بعد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی انواع کاربری اراضی در منطقه از نظر نوع پوشش گیاهی وزن‌دهی شدند. در نهایت با استفاده از وزن‌های بدست آمده به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه از نظر ضرورت بکارگیری اقدامات حفاظت آب و خاک پرداخته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در طول زمان با افزایش وسعت اراضی مسکونی، زمین‌های بایر و اراضی کشاورزی و کاهش سطح اراضی جنگلی، مرتع متوسط و فقیر روبرو خواهیم شد. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده از پیش‌بینی کاربری اراضی و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها، زیرحوضه‌های کوار، قطب آباد و خفر در سال ۲۰۳۰، قطب آباد، میان جنگل و کوار در سال ۲۰۴۵ و قطب‌آباد، میان‌جنگل و زاهدون در سال ۲۰۶۰ از وضعیت مناسبی نسبت به سایر زیر حوضه‌ها برخوردار بوده‌اند اما در زیرحوضه‌های حکان، دارنجان و فیروزآباد بکارگیری اقدامات حفاظتی آب و خاک ضروری می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری: از نتایج بدست آمده از این مطالعه می‌توان برای این منظور استفاده نمود و با شناخت مناطق دارای کاربری اراضی مناسب‌تر (جنگل‌ها و مراتع) در حفظ و نگهداری از این منابع ارزشمند گام‌های موثرتری برداشت. همچنین با افزایش مساحت اراضی فاقد پوشش گیاهی، اراضی زراعی و اراضی مسکونی فرسایش خاک به علت کاهش نفوذپذیری افزایش پیدا کرده و همین امر منجر به از بین رفتن منابع آب و خاک می‌گردد. از این‌رو، با شناخت مناطق در معرض خطر و آسیب دیده می‌توان با به کارگیری اقدامات حفاظتی آب و خاک درصدد بهبود شرایط پیش آمده گام برداشت.

* **نویسنده مسوول:** حامد دهقانپور
نشانی: دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز.
تلفن: ۰۹۰۲۲۹۰۴۴۰۰
پست الکترونیکی: hdehghanpur@gmail.com

مقدمه

با توجه به تغییرات روزافزون کاربری اراضی و ضرورت آگاهی مدیران و کارشناسان از چگونگی تغییر و تحولات رخ داده برای سیاست‌گذاری و رفع مشکلات موجود، آشکارسازی تغییرات برای مشخص کردن روند تغییرات در طول زمان ضروری به نظر می‌رسد (۱۹). ارزیابی روند تغییرات در منابع و شرایط اکولوژیک چنین مناطقی، مدیران را در اتخاذ تصمیمات مورد نیاز کمک می‌کنند (۲۶). سنجش از دور یک فناوری کلیدی جهت ارزیابی وسعت و میزان تغییرات کاربری اراضی است (۱۴). از طریق این روش می‌توان با استفاده از مجموعه تصاویر چند زمانه و پردازش آنها، نسبت به آشکارسازی تغییرات مورد نظر در منطقه اقدام کرد و با استفاده از نتایج بدست آمده به شیوه‌ای کارآمد به مدیریت مناطق حساس پرداخت (۶). از طرف دیگر پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات احتمالی آینده برای آگاهی از کمیت و کیفیت تغییرات احتمالی آینده اهمیت دارد (۲۹). از جمله مدل‌هایی که برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده می‌شود، مدل زنجیره مارکوف است (۱۶). با پیش‌بینی تغییرات کاربری، می‌توان میزان گسترش و تخریب منابع را مشخص و این تغییرات را در مسیرهای مناسب هدایت کرد. در مطالعات مختلفی از مدل زنجیره مارکوف استفاده شده است (۱، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۲۰، ۲۲، ۲۵ و ۲۷)

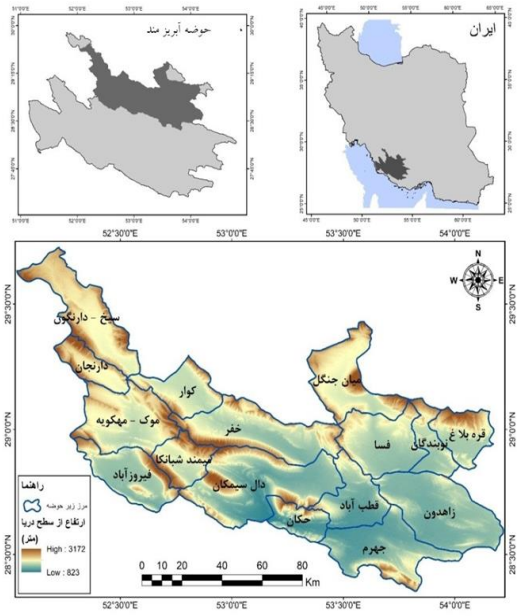
اطلاع از الگوی کاربری اراضی و دانستن تغییرات هر کدام از کاربری‌های در طول زمان، یکی از پیش‌شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از منابع آب و خاک می‌باشد. ادامه حیات جوامع انسانی مستلزم وجود و حفظ اراضی زراعی، مرتعی و جنگلی خواهد بود. زیرا نوع بهره‌برداری از اراضی عامل بسیار مهمی در فرسایش و تولید رسوب در حوضه و در نتیجه حفظ منابع آب و خاک به شمار می‌رود (۲، ۷، ۱۲، ۱۹، ۲۳، ۲۸ و ۲۹). میزان فرسایش خاک همبستگی قوی با پوشش و کاربری زمین دارد (۹ و ۲۶). تغییرات کاربری زمین یا درصد پوشش گیاهی اثرات بسیاری در میزان هدررفت آب و خاک دارد. از این رو شناسایی روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه‌های آبخیز به منظور مدیریت حوضه‌های آبخیز و منابع آب و خاک نقش موثری دارد. به عبارت دیگر، شرط اول کنترل منابع آب و خاک و بهبود وضعیت بحرانی یک حوضه آبخیز، شناسایی مناطق و زیرحوضه‌های با وضعیت بحرانی‌تر و اولویت‌بندی آن ها از لحاظ انجام اقدامات حفاظت آب و خاک می‌باشد. شناسایی تغییرات کاربری اراضی در آینده به ارزیابی مناسب و اولویت-بندی زیرحوضه‌های مختلف به منظور حفاظت و مدیریت مناسب آن ها، کمک خواهد کرد.

با بررسی مطالعات پیشین آشکار می‌شود که مطالعات زیادی در زمینه تغییر کاربری اراضی انجام شده است هر چند مطالعه در زمینه تجزیه و تحلیل تغییرات در سطح زیرحوضه با طبقه‌بندی کاربری اراضی گوناگون و اولویت‌بندی آنها اندک می‌باشد (۹، ۱۳، ۱۷، ۲۳ و ۱۸).

بیشتر مطالعاتی که از مدل زنجیره مارکوف استفاده نموده‌اند، در یک منطقه شهری یا یک کاربری اراضی خاص و یا طبقه‌بندی-های محدود شده می‌باشد. همچنین در برخی مطالعات به اولویت‌بندی حوضه‌های آبریز با بررسی عوامل مختلفی از جمله تخریب (۲۴)، فرسایش خاک (۲۳)، عوامل ژئومورفولوژیکی (۳، ۲۴ و ۲۲) و شاخص عملکرد رسوب (۱۱) پرداخته شده است. در سال ۲۰۰۶ با استفاده از تصاویر سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ و همچنین مدل پیش‌بینی مارکوف به بررسی تغییر کاربری اراضی در اندونزی پرداخته شد. نتایج نشان داد که بخش قابل توجهی از اراضی جنگلی در حال تبدیل شدن به اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی هستند (۱۹). در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۷۲ و ۲۰۰۱ و مدل زنجیره مارکوف به بررسی تغییرات کاربری و پوشش منطقه‌ای در ایالت آمریکا پرداخته و از تصاویر طبقه‌بندی شده سال‌های مورد مطالعه برای پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی در مدت زمان ۱۵ سال استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که روند رو به رشدی در اراضی مسکونی به دلیل عوامل محرک اقتصادی و اجتماعی وجود دارد (۱۵).در ایران نیز پژوهش‌های زیادی در زمینه پایش، آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور انجام شده است (۴، ۱، ۱۶ و ۹). اما همچنان نیاز است با انجام پژوهش‌های علمی بیشتر روند تغییرات و پیش‌بینی این تغییرات در سایر نقاط ایران مورد ارزیابی قرار گیرد. از این رو هدف از انجام این مطالعه بررسی تغییرات کاربری اراضی در فواصل دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۸۷ برای بخش شمال شرقی حوضه آبریز مند و پیش‌بینی تغییرات برای سال‌های ۲۰۳۰، ۲۰۴۵ و ۲۰۶۰ با استفاده از مدل زنجیره مارکوف است تا از این طریق مناطقی که تحت تاثیر تغییر کاربری اراضی در آینده قرار می‌گیرند مشخص گردند. حوضه آبریز مند از نظر تقسیمات کشوری به استان فارس تعلق دارد. این منطقه شامل زیرحوضه‌های سیخ-دارنگون، دارنجان، کوار، موک-مهکویه، خفر، میمند، فیروزآباد، دال سیمکان، حکان، قطب‌آباد، زاهدون، فسا، قره‌بلاغ، نوبندگان و جهرم می‌باشد (شکل ۱).

در مرحله بعد با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی (FAHP) وزن هر یک از کاربری‌های اراضی تعیین شد. سپس با استفاده از وزن‌های بدست آمده به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد

مطالعه از نظر ضرورت بکارگیری اقدامات حفاظت آب و خاک، مبادرت ورزید.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز مند و زیرحوضه‌های آن

حوضه آبریز مند از لحاظ ژئومورفولوژی، حمل رسوبات به خلیج فارس و همچنین از جنبه‌های اقتصادی و کشاورزی در جنوب کشور دارای اهمیت ویژه‌ای است. سطح آب زیرزمینی در دشت-های این حوضه آبریز دارای افت سالانه قابل ملاحظه ای می باشد. بررسی های اقلیمی نشان‌دهنده گسترش دوره های خشکسالی در چندسال اخیر بوده که از دلایل عمده کاهش سطح آب سفره های آبرفتی می باشد. علاوه برآن افزایش چشمگیر حفاری چاه و استخراج آبهای زیرزمینی به دلایل خشکسالی، توسعه کشاورزی و افزایش نیاز مصرف آب در بخش‌های مختلف شرب و صنعت سبب پایین آمدن بیشتر سطح آب سفره‌های آبرفتی شده است. بنابراین، باید در راستای ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا اقدامات اثربخشی صورت گیرد که یکی از این اقدامات حفاظت آب و خاک و افزایش بهره‌وری منابع آب و خاک است.

روش تحقیق

در این مطالعه از ماتریس تغییرات کاربری و مدل زنجیره مارکوف برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده شد. قبل از اینکه هر گونه پردازش‌های حرفه ای بر روی تصاویر لندست صورت گیرد باید ابتدا برخی از پیش پردازش‌ها انجام شود تا تصاویر آماده برای پردازش‌های بعدی از جمله طبقه بندی تصاویر و شناسایی تغییرات کاربری اراضی شوند. پیش پردازش‌هایی که بر روی تصاویر باید انجام گیرد شامل تصحیح رادیومتریک و تصحیح اتمسفری می باشد که در نهایت خروجی ما باید به صورت بازتاب سطح زمین تبدیل گردد تا پردازش های ما معنی دار گردد. زنجیره مارکوف، دنباله‌ای از فرایندهای تصادفی است که در آن نتیجه هر فرایند در هر زمان، تنها به نتیجه فرایند در زمان مجاور آن وابسته است. زنجیره مارکوف به وسیله تعدادی از وضعیت‌ها و احتمال تغییر بین وضعیت‌ها تعیین می‌گردد. فرایند تصادفی $X = [X_t, t\epsilon N]$، یک زنجیره مارکوف است اگر برای هر $t\epsilon N$ و $j\epsilon S$ (که در آن S یک مجموعه قابل شمارش است)، شرط زیر برقرار باشد.

$$P[X_{t+1} = j|X_1 = j_1, X_2 = j_2, \dots, X_t = j_t] = P[X_{t+1} = j|X_t = j_t] \quad (۱)$$

در این الگو y برداری از متغیر وابسته، x نمایانگر متغیرهای توضیحی، w1 و w2 ماتریس وزن‌های فضایی هستند که در ادامه چگونگی شکل‌گیری آن‌ها توضیح داده می‌شود. این الگوها به‌صورت هم‌زمان وقفه فضایی و همبستگی فضایی جمله خطا را دارا می‌باشد. در رابطه (۱)، β نشان‌دهنده برداری از پارامترها برای متغیرهاست. ρ نشان‌دهنده ضریب خودهمبستگی فضایی است و درنهایت λ ضریب خودهمبستگی فضایی در جملات خطا می‌باشد. اگر در رابطه (۱)، پارامتر λ برابر با صفر باشد. بدین معنی است که خودهمبستگی فضایی در جملات اخلال وجود نداشته باشد رابطه شماره (۲) به دست می‌آید:

$$P_{ij} = P[X_{t+1} = j|X_1 = j|X_t = i] = \frac{N[X_t = i, X_{t+1} = j]}{N[X_t = i]} \quad (۲)$$

که $N[X_t = i, X_{t+1} = j]$ تعداد تغییرات از وضعیت i به وضعیت j و $N[X_t = i]$ تعداد کل دوره‌های قرار گرفته در وضعیت i است. زنجیره مارکوف دارای یک ماتریس تبدیل وضعیت است.

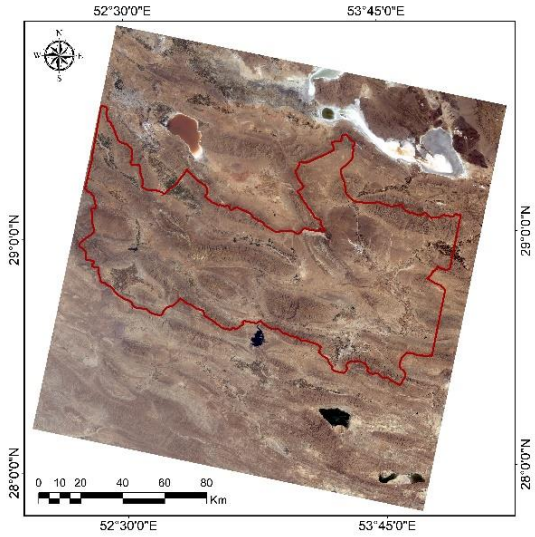
مدل‌های مبتنی بر زنجیره مارکوف اطلاعات پیچیده را در قالب ماتریس تغییر وضعیت گردآوری می‌کنند. از این رو با کمک زنجیره مارکوف سیستم‌های بسیار پیچیده و مرکب که در آن فرایندهای زیربنایی قابل شناسایی نیستند را می‌توان مدلسازی نمود. در مطالعات تغییر کاربری اراضی روش مارکوف توزیع مساحتی کاربری زمین در انتهای یک دوره زمانی را با استفاده از توزیع کاربری در ابتدای دوره و یک ماتریس تغییر وضعیت پیش‌بینی می‌کند. این ماتریس تغییر وضعیت با توجه به تغییرات مشاهده شده در گذشته بدست می‌آید و برای پیش‌بینی کاربری‌ها در زمان آتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مدل CA-Markov[1] تلفیقی از مدل سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف و مدل تخصیص چندمنظوره اراضی (MOLA) است که به منظور پیش‌بینی تغییرات آینده کاربری اراضی به کار می‌رود. ابتدا با به کارگیری مدل زنجیره مارکوف احتمال تغییر طبقات نقشه کاربری اراضی به یکدیگر در قالب یک ماتریس تغییر وضعیت کاربری‌ها و بر مبنای تغییرات صورت گرفته از زمان T_0 تا T_1 محاسبه می‌شود. خروجی مدل مارکوف که همان ماتریس تغییر وضعیت است از لحاظ ماهیت غیرمکانی است یعنی در آن هیچ دانش و آگاهی از موقعیت جغرافیایی کاربری‌های زمین وجود ندارد. برای پیش‌بینی موقعیت مکانی کاربری‌ها (نقشه کاربری اراضی) در زمان آتی از مدل CA-Markov استفاده می‌شود که این مدل مولفه‌های مجاورت مکانی و دانش کاربر نسبت به توزیع مکانی احتمال تبدیل کاربری‌ها، را به مدل زنجیره مارکوف اضافه می‌کند. در این مطالعه از نقشه سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ استفاده شد تا نقشه سال‌های ۲۰۳۰، ۲۰۴۵ و ۲۰۶۰ پیش‌بینی شود.

از آنجایی که قضاوت انسان همواره با ترجیحاتی همراه است که مبهم‌اند و نمی‌توان آنها را با مقادیر عددی دقیق بیان کرد، رویکرد واقع‌بینانه استفاده از ارزیابی‌های زبانی به جای مقادیر عددی است. این به آن معناست که رتبه‌ها و وزن‌ها در یک مسئله با استفاده از متغیرهای زبانی یا اعداد فازی معادل آنها تعیین شوند (Chang, 1996).

اطلاعات مورد نیاز جهت انجام این مطالعه شامل، تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۸۷ (سنجنده TM)، ۲۰۰۱ (سنجنده +ETM) و ۲۰۱۶ (سنجنده OLI/TIRS) می‌باشد. تصاویر لندست استفاده شده در این تحقیق در شماره خط عبور ماهواره ای (WRS_PATH) ۱۶۲ و شماره ردیف ماهواره ای (WRS_ROW) ۴۰ قرار دارند. این تصاویر از سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده[2] دانلود شده است.چون قسمت‌هایی از محدوده مورد مطالعه در فریم‌های دیگر تصاویر لندست قرار داشتند و تصاویر همزمان با تصاویر ذکر شده در بالا موجود نبود، بنابراین قسمت‌هایی از محدوده مورد مطالعه حذف و اصلاح شد. شکل (۲) محدوده مورد مطالعه نهایی را نشان می دهد.

بعد از تعریف معیارها، یک پرسشنامه تهیه شد تا سطوح اهمیت این معیارها تعیین شود. برای ارزیابی سوالات، افراد تنها متغیر توصیفی مربوطه را انتخاب می‌کنند، سپس گزینه‌های منتخب به مقیاس‌های که شامل اعداد فازی مثلثی است تبدیل می‌شوند و برای انجام محاسبات و تحلیل نتایج، تعمیم داده می‌شوند. در این مطالعه بعد از تکمیل پرسشنامه از ده نفر از کارشناسان و متخصصان اقتصادکشاورزی و محیطزیست، با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی (FAHP)، هفت عامل زمین کشاورزی، جنگل، زمین بایر، مرتع متوسط، مرتع فقیر، پهنه آبی و اراضی مسکونی، برای تصمیم‌گیری بررسی شدند. برای این منظور ابتدا هر یک از معیارها بر اساس نظر کارشناسان به مقادیری بین ۱ تا ۹ رتبه‌بندی شدند. سپس ماتریس‌های مقایسه زوجی میان معیارها توسط اعداد فازی تشکیل شد و المان‌های تابع مثلثی محاسبه شد. در نهایت با وزن‌های بدست آمده از این بخش به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه از نظر ضرورت بکارگیری اقدامات حفاظت آب و خاک پرداخته شد.



شکل ۲- محدوده مورد مطالعه حوضه آبریز مند

نتایج و بحث

در این مطالعه با استفاده از روش حداکثر احتمال، تصاویر مربوط به سال‌های ۱۹۸۶، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ طبقه‌بندی شده و نقشه کاربری اراضی مربوط به این سال‌ها تهیه شد (شکل ۳).

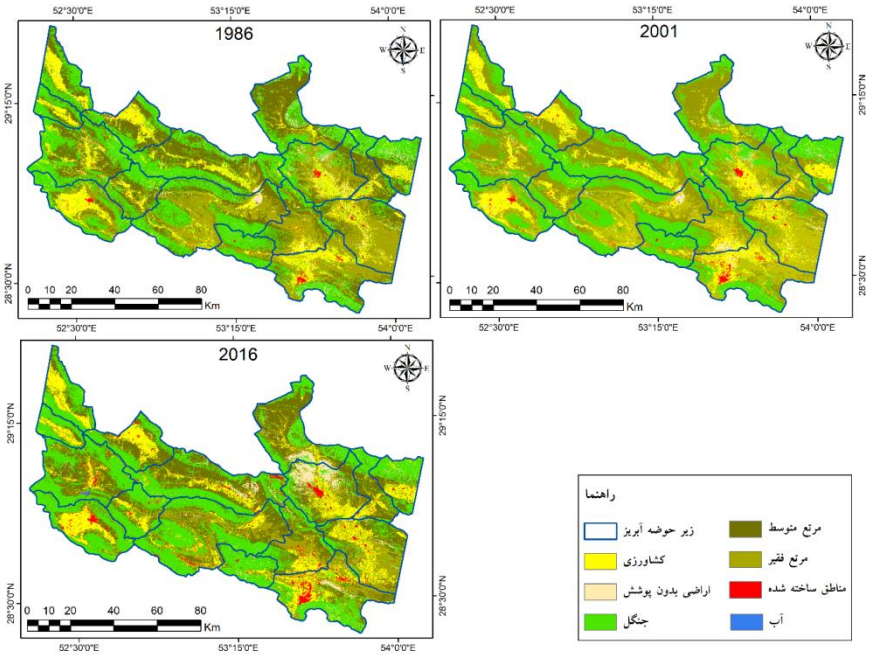
دقت کلی و ضریب کاپا برای تصاویر طبقه‌بندی شده در جدول (۲) گزارش شده است. مشاهده می‌شود که دقت کلی و ضریب کاپا هر دو بیش از ۸۹ درصد هستند.

جدول ۲- دقت کلی و ضریب کاپا برای سال‌های مورد استفاده

سال	۱۹۸۶	۲۰۰۱	۲۰۱۶
دقت کلی	۰/۹۲۳	۰/۹۳۶	۰/۹۵۱
ضریب کاپا	٪۸۹	٪۹۱	٪۹۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

1 Cellular Automata (CA)-Markov



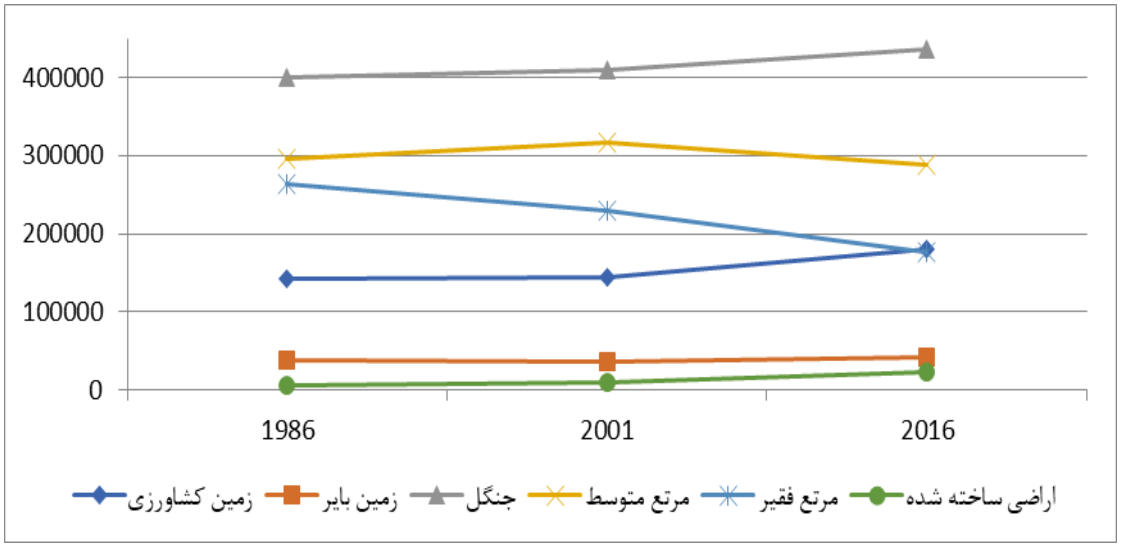
شکل ۳– نقشه کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸٦، ۲۰۰۱ و ۲۰۱٦

آمار مربوط به مساحت و میزان تغییرات به وقوع پیوسته در جدول (۳) و شکل (۴) نشان داده شده است. در سال ۱۹۸۶ کلاس اراضی جنگلی با در اختیار داشتن ۳۴/۸۶ درصد کل مساحت منطقه، گسترده‌ترین کلاس می‌باشد. پس از آن نیز کلاس‌های مرتع متوسط و مرتع فقیر با ۲۵/۸۶ و ۲۲/۹۵ درصد مساحت منطقه، به ترتیب در رده‌های دوم و سوم قرار دارند.

جدول ۳- مساحت کلاس‌های مختلف کاربری در سال‌های مورد بررسی

نوع کاربری	۱۹۸۶		۲۰۰۱		۲۰۱۶	
	مساحت		مساحت		مساحت	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
کشاورزی	۱۳۳۲۴۱	۱۲/۵۰	۱۴۳۴۰۵	۱۲/۵۲	۱۶۰۸۶۹	۱۴/۰۴
زمین بایر	۲۸۷۱۷	۳/۲۹	۳۶۷۷۶	۳/۲۱	۴۱۹۲۹	۳/۶۶
جنگل	۴۳۵۲۶۷	۳۴/۸۶	۴۲۹۸۴۷	۳۷/۵۳	۴۲۰۰۲۴	۳۹/۷۵
مرتع متوسط	۳۰۱۲۷۷	۲۵/۸۶	۲۹۶۱۰۹	۲۸/۸۵	۲۸۸۱۵۱	۲۵/۱۳
مرتع فقیر	۲۴۰۸۷۸	۲۲/۹۵	۲۲۹۸۹۵	۲۰/۰۷	۲۱۵۷۸۸	۱۵/۳۴
اراضی مسکونی	۵۸۶۸	۰/۵۰	۹۲۳۲	۰/۸۰	۱۷۷۶۸	۱/۹۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق



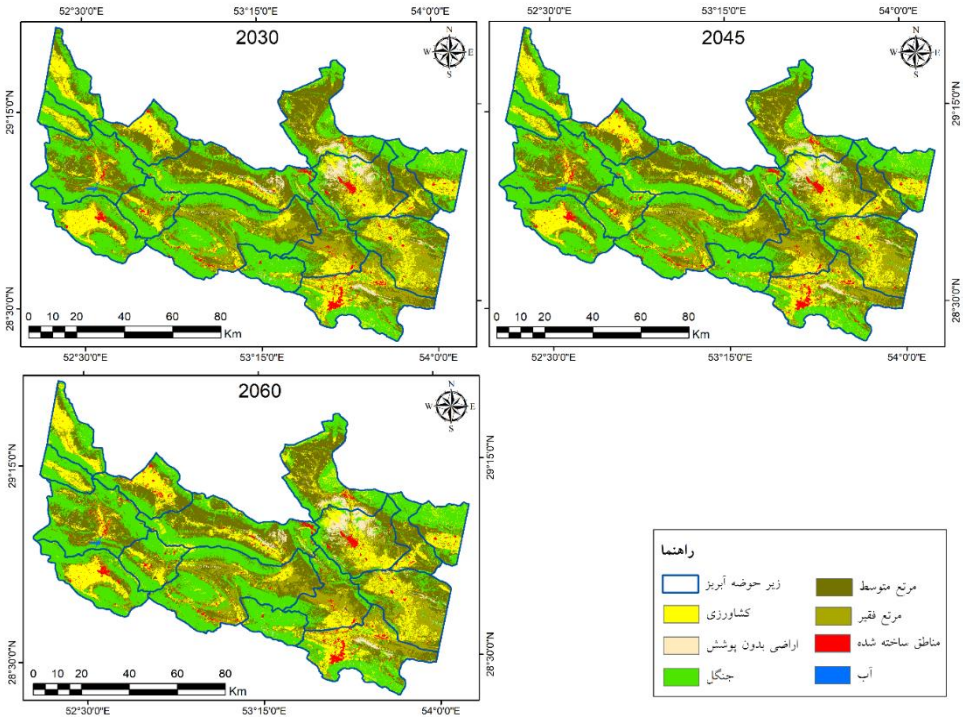
شکل ٤–روند تغییرات سطح کلاس‌ها در دوره ۱۹۸٦ تا ۲۰۱٦

در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ نیز اراضی جنگلی، مرتع متوسط و مرتع فقیر در رده اول تا سوم از نظر وسعت در منطقه قرار دارند.

طی دوره ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۱ بیشترین کاهش به ترتیب به مرتع فقیر (با کاهش ۴/۵۶ درصد)، مرتع متوسط (با کاهش ۱/۷۲ درصد) و جنگل (با کاهش ۱/۲۴ درصد) مربوط بوده است. در مقابل کلاس اراضی مسکونی، زمین بایر و اراضی کشاورزی به ترتیب با ۵۷/۳۳، ۲۸/۰۶ و ۷/۶۳ درصد بیشترین رشد را داشته‌اند.

همچنین طی دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۶ مرتع فقیر، مرتع متوسط و جنگل با ۶/۱۴، ۲/۶۹ و ۲/۲۸ درصد کاهش همراه بوده‌اند. همچنین سطح کلاس اراضی مسکونی، اراضی بایر و اراضی کشاورزی به ترتیب ۹۲/۴۶، ۱۴/۰۱ و ۱۲/۱۸ درصد افزایش یافته است. در شکل (۴) روند تغییرات سطح کلاس‌ها را در سال‌های ۱۹۸۶، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ نمایش داده شده است.

با استفاده از ماتریس تبدیل وضعیت سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶، نقشه کاربری اراضی سال‌های ۲۰۳۰، ۲۰۴۵ و ۲۰۶۰ پیش‌بینی شده است (شکل ۵).



شکل ۵ –نقشه پیش‌بینی کاربری اراضی سال‌های ۲۰۳۰، ۲۰۴۵ و ۲۰۶۰

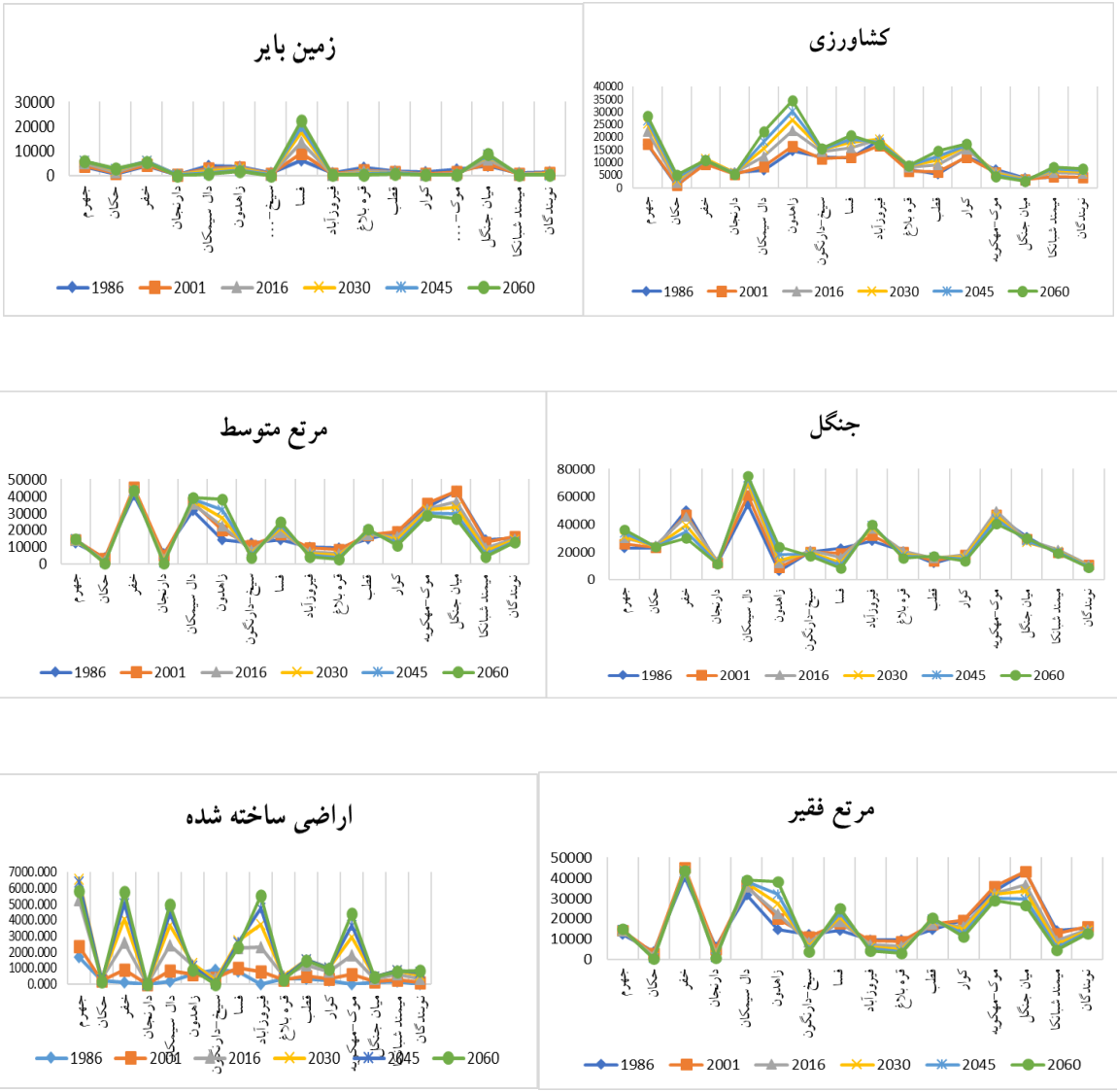
نتایج مدل زنجیره مارکوف به منظور اعتبارسنجی از طریق مقایسه نتایج مدلسازی شده سال ۲۰۱۶ با کاربری اراضی طبقه‌بندی شده سال ۲۰۱۶ در جدول (۴) نشان داده شده است. تفاوت اندکی بین نتایج مدلسازی شده و طبقه‌بندی شده وجود دارد، که بیشترین مقدار خطا ۱۱ درصد در اراضی بایر است. خطا بین طبقه‌بندی اصلی و مدل شبیه‌سازی شده ۳٪- در اراضی کشاورزی، ۰/۵ ٪- در جنگل و مرتع متوسط، ۲٪ در مرتع فقیر و اراضی ساخته‌شده می‌باشد. بنابراین نتایج اعتبارسنجی کاربری اراضی سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد که مدل مارکوف نتایج قابل قبولی را ارائه کرده است. در ادامه کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۳۰، ۲۰۴۵ و ۲۰۶۰ با استفاده از نقشه کاربری اراضی ۲۰۱۶ پیش‌بینی شده است.

جدول ٤– دقت و صحت کاربری اراضی مدلسازی شده و طبقه‌بندی شده در سال ۲۰۱٦

نوع کاربری اراضی	مقادیر طبقه‌بندی شده	مقادیر مدل‌سازی شده	خطا (KM^2)	خطا (درصد)
کشاورزی	۱۶۰۹	۱۶۵۷	-۴۸/۲۶	-۳
زمین بایر	۴۱۹/۳	۳۷۳/۲	۴۶/۱۲	۱۱
جنگل	۴۵۵۳	۴۵۷۵	-۲۲/۷۶	-۵
مرتع متوسط	۲۸۷۹	۲۸۹۳	-۱۴/۳۹	-۵
مرتع فقیر	۱۷۵۸	۱۷۲۳	۳۵/۱۶	۲
اراضی مسکونی	۲۲۷/۷	۲۲۳/۱	۴/۵۵۴	۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تغییرات مثبت اراضی مسکونی از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۱ قابل توجه می‌باشد (۵۷/۳۳٪)، که تا سال ۲۰۶۰ دارای نرخ افزایشی می‌باشد و بیشترین تغییرات از ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۶ اتفاق افتاده است که ۹۲/۴۶٪ افزایش داشته است. همچنین در طول دوره مورد مطالعه شاهد افزایش وسعت اراضی کشاورزی خواهیم بود در مقابل وسعت اراضی جنگلی، مراتع متوسط و فقیر از روند رو به کاهش برخوردار هستند. منطقه مورد مطالعه شامل ۱۶ زیرحوضه می‌باشند. در شکل (۶) روند تغییرات هر یک از کاربری اراضی در سال‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. زیر حوضه‌های فیروزآباد، جهرم و سیخ-دارنگون دارای بیشترین وسعت اراضی کشاورزی در بین زیرحوضه‌های مورد مطالعه در سال ۱۹۸۶ می‌باشند. بر اساس نتایج بدست آمده در سال ۲۰۶۰، وسعت اراضی کشاورزی فیروزآباد به میزان ۹/۴۲- درصد، جهرم ۶۶/۷۴ درصد و ۲۹/۱۴ درصد تغییر خواهد کرد. در این سال بیشترین وسعت اراضی کشاورزی به زیرحوضه‌های زاهدون، جهرم و دال-سیمکان اختصاص دارد.



شکل ٦- وسعت اراضی (برحسب هکتار) در زیرحوضه‌های مورد مطالعه

همچنین زیر حوضه‌های فسا، دال سیمکان و میان جنگل در طول دوره مورد مطالعه از بیشترین وسعت اراضی بایر برخوردار بوده‌اند و شاهد افزایش وسعت این اراضی در زیر حوضه‌های فسا (۲۵۹/۹۶ درصد) و میان جنگل (۱۳۲/۷ درصد) به میزان قابل توجهی خواهیم بود. اراضی فاقد پوشش گیاهی تاثیر زیادی در فرسایش خاک و هدررفت آب خواهند داشت، زیرا سطح زمین فاقد هرگونه پوشش گیاهی در برابر عوامل فرسایش آبی و بادی است.

بیشترین وسعت جنگل مربوط به زیرحوضه‌های دال-سیمکان، خفر و موک-مهکویه می‌باشد که در طول زمان بر وسعت اراضی جنگلی دال-سیمکان (حدود ۳۷ درصد) افزوده شده و از وسعت اراضی جنگلی خفر و موک-مهکویه کاسته شده است، که این مسئله در زیرحوضه خفر قابل توجه می‌باشد (۴۰/۷۵٪-). از نظر مرتع متوسط در سال ۱۹۸۶، به ترتیب زیرحوضه‌های میان جنگل، خفر و موک-مهکویه از بیشترین وسعت برخوردار می‌باشند که در طی دوره مورد بررسی وسعت این اراضی در

خفر به میزان اندکی (۶/۹۴ درصد) افزایش یافته است اما در زیرحوضه‌های میان‌جنگل (۳۷/۶۲- درصد) و موک-مهکویه (۱۴/۱۶- درصد) به میزان قابل توجهی کاهش یافته است در مقابل وسعت این اراضی در زیرحوضه‌های زاهدون و فسا به میزان چشمگیری افزایش خواهد یافت. زیر حوضه‌های دال سیمکان، زاهدون و جهرم در سال ۱۹۸۶ دارای بیشترین وسعت مرتع فقیر بوده‌اند که در طول زمان بر وسعت این اراضی افزوده خواهد شد. وجود مرتع به علت ساختار ریشه‌ای متراکم شدیدا در نگهداشت ذرات خاک به یکدیگر تاثیر می‌گذارد. جنگل‌ها نیز به علت داشتن تاج پوشش مانع برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک و متلاشی شدن خاکدانه‌ها و موجب تشدید نفوذپذیری می‌گردند (۲۱). از این رو مراتع و جنگل‌ها نقش موثری در حفاظت از منابع آب و خاک ایفا نموده و لازم است در حفظ و ارتقاء آنها گام‌های موثری را برداشت.

همچنین بیشترین سطح اراضی مسکونی مربوط به زیرحوضه-های جهرم، سیخ دارنگون و فسا به ترتیب می‌باشد که از یک روند افزایشی در زیرحوضه‌های جهرم و فسا برخوردار خواهیم بود اما وسعت این اراضی در سیخ دارنگون به میزان ۹۶/۵ درصد کاهش خواهد یافت. گسترش اراضی مسکونی باعث افزایش سطوح نفوذناپذیر خاک و افزایش میزان رواناب و در نتیجه ایجاد سیل و فرسایش می‌گردد.

جهت اولویت‌بندی کاربری اراضی در زیرحوضه‌های مورد مطالعه ابتدا ماتریس مقایسات زوجی انواع کاربری اراضی استخراج شد. در مرحله بعد وزن نرمال شده هر یک از کاربری-های اراضی محاسبه شد که نتایج حاصل از آن در جدول (۸) ارائه شده است.

جدول ۸- ماتریس نرمال شده و وزن نهایی برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها

	وزن نرمال نشده	وزن نرمال شده
کشاورزی	۰/۲۹۱	۰/۱۲۴
زمین بایر	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳
جنگل	۱/۰۶۶	۰/۴۵۶
مرتع متوسط	۰/۹۳۳	۰/۳۹۹
مرتع فقیر	۰/۰۴۱	۰/۰۱۸
اراضی مسکونی	۰	۰
	۳/۷۸۸	۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین وزن به جنگل (۰/۴۵۶) اختصاص داده شده است. بعد از آن مرتع متوسط (۰/۳۹۹)، اراضی کشاورزی (۰/۱۲۴)، مرتع فقیر (۰/۰۱۸) و اراضی بایر (۰/۰۰۳) به ترتیب از درجه اهمیت بالاتری از نظر کارشناسان محیط‌زیست برخوردار بوده‌اند. همچنین از دیدگاه کارشناسان اراضی مسکونی وزن صفر را کسب نموده است که نشان از بی اهمیتی آن دارد.

شاخص سازگاری (CI) و شاخص سازگاری تصادفی (RI) به ترتیب معادل ۰/۰۱۵۶ و ۱/۲۳۳ بدست آمد. بنابراین نسبت سازگاری (CR) که از حاصل تقسیم این دو بر یکدیگر بدست می‌آید برابر با ۰/۰۱۲۶ یا ۱/۲۶۵ درصد می‌باشد. در صورتی که مقدار CR کمتر از ۱۰ باشد می‌توان از وزن‌های بدست آمده برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه استفاده کرد. در نهایت با استفاده از وزن‌های محاسبه شده به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه پرداخته شد. در جدول (۹) نتایج حاصل از اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه از نظر ضرورت بکارگیری اقدامات حفاظت آب و خاک ارائه شده است.

جدول ۹- اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه از نظر پوشش گیاهی در سال‌های مختلف

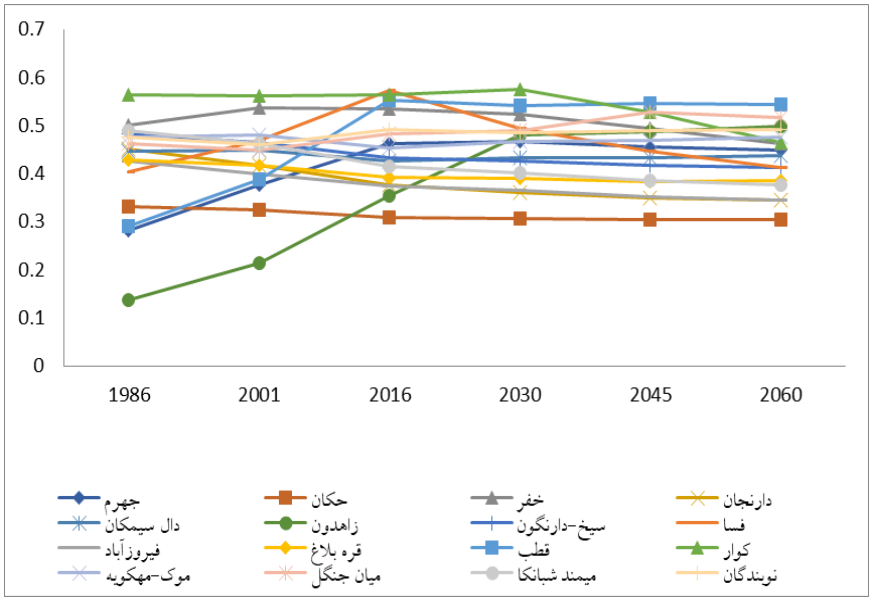
	۱۹۸۶	۲۰۰۱	۲۰۱۶	۲۰۳۰	۲۰۴۵	۲۰۶۰
جهرم	۰/۴۲۹	۰/۵۷۸	۰/۶۹۶	۰/۶۹۸	۰/۶۸۴	۰/۶۷۵
حکان	۰/۵۳۱	۰/۵۱۸	۰/۴۹۳	۰/۴۸۷	۰/۴۸۵	۰/۴۸۹
خفر	۰/۸۰۷	۰/۸۶۶	۰/۸۵۶	۰/۸۲۸	۰/۷۷۰	۰/۷۱۱
دارنجان	۰/۷۲۷	۰/۶۷۴	۰/۶۰۷	۰/۵۸۴	۰/۵۶۴	۰/۵۵۷
دال سیمکان	۰/۷۱۹	۰/۷۲۰	۰/۶۷۹	۰/۶۹۵	۰/۶۹۶	۰/۷۰۳
زاهدون	۰/۲۱۲	۰/۳۳۵	۰/۵۵۶	۰/۷۶۵	۰/۷۸۰	۰/۷۹۹
سیخ-دارنگون	۰/۷۷۱	۰/۷۴۷	۰/۶۹۷	۰/۶۹۰	۰/۶۷۳	۰/۶۶۸
فسا	۰/۶۴۰	۰/۷۴۷	۰/۹۱۶	۰/۷۶۹	۰/۶۸۸	۰/۶۳۱
فیروزآباد	۰/۶۸۹	۰/۶۳۹	۰/۶۰۲	۰/۵۸۸	۰/۵۶۸	۰/۵۵۴

قره بلاغ	۰/۶۸۵	۰/۶۷۰	۰/۶۲۴	۰/۶۱۹	۰/۶۱۱	۰/۶۱۵
قطب‌آباد	۰/۴۶۲	۰/۶۱۷	۰/۸۸۵	۰/۸۶۷	۰/۸۷۵	۰/۸۷۵
کوار	۰/۹۱۰	۰/۹۰۵	۰/۹۰۸	۰/۹۳۰	۰/۸۵۲	۰/۷۵۱
موک–مهکویه	۰/۷۶۸	۰/۷۷۶	۰/۷۳۳	۰/۷۴۹	۰/۷۴۹	۰/۷۵۹
میان جنگل	۰/۷۴۶	۰/۷۲۴	۰/۷۷۶	۰/۷۸۶	۰/۸۵۱	۰/۸۳۲
میمند شبانکاره	۰/۷۸۷	۰/۷۴۴	۰/۶۶۴	۰/۶۴۳	۰/۶۱۹	۰/۶۰۶
نوبندگان	۰/۷۶۹	۰/۷۴۰	۰/۷۹۰	۰/۷۷۵	۰/۷۸۶	۰/۷۹۳
حداکثر	۰/۹۱۰	۰/۹۰۵	۰/۹۱۶	۰/۹۳۰	۰/۸۷۵	۰/۸۷۵
حداقل	۰/۲۱۲	۰/۳۳۵	۰/۴۹۳	۰/۴۸۷	۰/۴۸۵	۰/۴۸۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج بدست آمده در سال ۱۹۸۶ به ترتیب زیرحوضه‌های کوار، خفر و میمند شبانکاره از وضعیت مطلوبی برخوردار بوده‌اند. همچنین در سال ۲۰۰۱ زیرحوضه‌های خفر و کوار در رده اول و دوم قرار دارند اما زیرحوضه موک–مهکویه از جایگاه بهتری نسبت به میمند شبانکاره برخوردار شده و در رده سوم جای گرفته است. در طی این دو سال زیر حوضه زاهدون در بین زیرحوضه‌های مورد مطالعه از وضعیت بحرانی‌تری برخوردار بوده است که بعد از این سالها شاهد بهبود وضعیت این زیرحوضه خواهد بود به گونه‌ای که براساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته در سال ۲۰۶۰ در جایگاه سوم قرار خواهد گرفت. همچنین زیرحوضه‌های فسا، کوار و قطب‌آباد در سال ۲۰۱۶ در رتبه‌های اول تا سوم در بین مناطق مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در این سال زیرحوضه حکان در رده آخر واقع شده است که ضرورت حفاظت و مدیریت مناسب منابع آب و خاک را در این زیرحوضه آشکار می‌سازد.

بر اساس نتایج بدست آمده از پیش‌بینی کاربری اراضی زیرحوضه‌های کوار، قطب‌آباد و خفر در سال ۲۰۳۰، زیرحوضه-های قطب‌آباد، میان جنگل و کوار در سال ۲۰۴۵ و زیرحوضه-های قطب‌آباد، میان‌جنگل و زاهدون در سال ۲۰۶۰ از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر زیر حوضه‌ها برخوردار بوده‌اند. در طی دوره زمانی پیش‌بینی شده، به ترتیب زیرحوضه‌های حکان، دارنجان و فیروزآباد در شرایط نامناسبی قرار گرفته‌اند. همانطور که پیشتر گفته شد تغییر پوشش گیاهی تاثیر زیادی بر روی رطوبت خاک، نفوذپذیری، تبخیر و تعرق و فرسایش پذیری می‌گذارد. به عبارت دیگر کاهش پوشش گیاهی جنگلی و مراتع در برابر افزایش اراضی کشاورزی، زمین‌های بایر و سکونتگاه‌های انسانی منجر به افزایش فرسایش خاک و کاهش نفوذ آب شده و همین امر منجر به ایجاد مناطق آسیب‌پذیر خواهد شد (صفاری و همکاران، ۱۳۹۷). از این رو زیرحوضه‌های که از نظر نوع پوشش گیاهی در وضعیت نامناسبی واقع شده‌اند در زمینه منابع آب و خاک آسیب‌پذیرتر بوده و لازم است انجام اقدامات حفاظت آب و خاک برای این زیرحوضه‌ها در دستور کار قرار گیرد تا از آثار جبران‌ناپذیری که به محیط‌زیست وارد خواهد شد، جلوگیری نمود. همچنین در شکل (۸) زیرحوضه‌های مورد مطالعه از نظر درجه اهمیت برای دوره زمانی ۲۰۶۰-۱۹۸۶ نشان داده شده‌اند.



شکل ۷- اولویت بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه از نظر پوشش گیاهی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در دهه‌های اخیر تغییرات سریع کاربری اراضی و پوشش گیاهی در حومه شهرهای بزرگ با پیامدهای مهمی از جمله تخریب منابع طبیعی، آلودگی‌های زیست‌محیطی و رشد نامناسب شهرها همراه بوده است. آگاهی از تغییرات کاربری اراضی و تجزیه و تحلیل علت این تغییرات در یک دوره زمانی و پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آینده می‌تواند در برنامه‌ریزی و استفاده بهینه از منابع و کنترل و مهار تغییرات غیراصولی در آینده گام مهمی باشد. از این رو، در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و مدل زنجیره مارکوف، تغییرات کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۳۰، ۲۰۴۵ و ۲۰۶۰ در بخش شمال شرقی حوضه آبریز مند در سطح زیرحوضه‌های موجود (۱۶ زیرحوضه) پیش‌بینی شد. در مرحله بعد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی انواع کاربری اراضی در منطقه وزن-دهی شدند. در نهایت با استفاده از وزن‌های بدست آمده به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه از نظر پوشش گیاهی پرداخته شد، در زیرحوضه‌هایی که از پوشش گیاهی ضعیف‌تری برخوردار هستند امکان هدررفت آب و خاک بالا رفته از این رو انجام اقدامات حفاظت آب و خاک برای آنها اهمیت زیادی دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که در طول زمان با افزایش وسعت اراضی مسکونی، زمین‌های بایر و اراضی کشاورزی و کاهش سطح اراضی جنگلی، مرتع متوسط و فقیر روبرو خواهیم شد.

همچنین بر اساس نتایج روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، بیشترین وزن به پوشش گیاهی جنگل (۰/۴۵۶۸) اختصاص داده شد.

مراتع متوسط، اراضی کشاورزی، مراتع فقیر و اراضی بایر با وزن‌های ۰/۳۹۹، ۰/۱۲۴، ۰/۰۱۸ و ۰/۰۰۳ در رتبه‌های بعد واقع شدند. از این رو، در سال ۱۹۸۶ به ترتیب زیرحوضه‌های کوار، خفر و میمند شبانکاره از وضعیت مناسبی از نظر نوع پوشش گیاهی برخوردار بوده‌اند. همچنین در سال ۲۰۰۱ همچنان زیرحوضه‌های خفر و کوار در رده اول و دوم قرار داشته اما زیرحوضه موک-مهکویه در رتبه بالاتری نسبت به میمند شبانکاره واقع شده و در رده سوم جای گرفته است. در طی این دو سال زیر حوضه زاهدون از پوشش گیاهی نامناسبی نسبت به زیرحوضه‌های مورد مطالعه برخوردار بوده است اما از سال ۲۰۰۱ به بعد شاهد بهبود وضعیت این زیرحوضه از این منظر خواهیم بود، به گونه‌ای که براساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته در سال ۲۰۶۰ در جایگاه سوم از نظر پوشش گیاهی قرار خواهد گرفت. همچنین زیرحوضه‌های فسا، کوار و قطب‌آباد در سال ۲۰۱۶ در رتبه‌های اول تا سوم در بین زیرحوضه‌های مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در این سال زیرحوضه حکان در رده آخر واقع شده است. همچنین با توجه به پیش‌بینی‌های صورت گرفته ، زیرحوضه‌های کوار، قطب‌آباد و خفر در سال ۲۰۳۰، زیرحوضه‌های قطب‌آباد، میان جنگل و کوار در سال ۲۰۴۵ و زیرحوضه‌های قطب‌آباد، میان‌جنگل و زاهدون در سال ۲۰۶۰ از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر زیر حوضه‌ها برخوردار بوده-اند. در طی دوره زمانی پیش‌بینی شده، به ترتیب زیرحوضه‌های حکان، دارنجان و فیروزآباد در پائین‌ترین رده‌ها از نظر پوشش گیاهی قرار گرفته‌اند. از این رو، لزوم توجه به این زیرحوضه‌ها به منظور انجام اقدامات حفاظتی آب و خاک به دلیل پوشش گیاهی نامناسب، مشخص می‌گردد. آگاهی از وضعیت پوشش گیاهی نواحی مختلف و شناخت وضع موجود و روند تغییرات در سال‌های آتی می‌تواند نقش مهمی در ارتقای مدیریت و برنامه-ریزی و تخصیص بهینه منابع جهت حفظ منابع موجود (به ویژه منابع آب و خاک) در مناطق مختلف داشته باشد. از نتایج بدست آمده از این مطالعه می‌توان برای این منظور استفاده نمود و با شناخت مناطق دارای کاربری اراضی مناسب‌تر (جنگل‌ها و مراتع) در حفظ و نگهداری از این منابع ارزشمند گام‌های موثرتری برداشت. همچنین با افزایش مساحت اراضی فاقد پوشش گیاهی، اراضی زراعی و اراضی مسکونی فرسایش خاک به علت کاهش نفوذپذیری افزایش پیدا کرده و همین امر منجر به از بین رفتن منابع آب و خاک می‌گردد. از این‌رو، با شناخت مناطق در معرض خطر و آسیب دیده می‌توان با به کارگیری اقدامات حفاظتی آب و خاک درصدد بهبود شرایط پیش آمده گام برداشت.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت‌نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: حامد دهقانپور، منصور زیبایی؛ روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها: حامد دهقانپور، منصور زیبایی؛ نظارت: منصور زیبایی و نگارش نهایی: حامد دهقانپور.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Al-sharif A.A., Pradhan, B., (2015). A novel approach for predicting the spatial patterns of urban expansion by combining the chi-squared automatic integration detection decision tree, Markov Chain and cellular automata models in GIS. Geocarto Int. 30, 858–881.

2. Bakker M.M., Govers G., Kosmas C., Vanacker V., Van Oost K., Rounsevell M. 2005. Soil erosion as a driver of land-use change. Agriculture, Ecosystems and Environment 105: 467–481.
3. Chakraborty A., Sachdeva, K., Joshi, P., (2016). Mapping long-term land use and land cover change in the central Himalayan region using a tree-based ensemble classification approach. Appl. Geogr. 74, 136–150.
4. Chopra, R., Dhiman, R.D., Sharma, P., (2005). Morphometric analysis of sub-watersheds in Gurdaspur district, Punjab using remote sensing and GIS techniques. J. Indian Soc. Remote Sens. 33, 531–539.
5. Chung, S.H., Lee, A.H.L. and Pearn, W.L., (2005)., Analytic Network Process (ANP) approach for product Mix Planning in Semiconductor Fabricator., International Journal of Production Economics., 96., pp. 15-36.
6. Deng, H., (1999). Multi-criteria analysis with fuzzy pairwise comparisons, International Journal of Approximate Reasoning 21:231–215
7. Fu, B., Chen, L., Ma, K., Zhou, H., Wang, J. 2000. The relationships between land use and soil conditions in the hilly area of the loess plateau in northern Shaanxi, China. Catena 39: 69-78.
8. Fu, X., Wang, X., Jeffrey Yang, Y., 2018. Deriving suitability factors for CA-Markov land use simulation model based on local historical data. Journal of Environmental Management, 206, 10-19.
9. García-Ruiz, J. M. (2010). The effects of land uses on soil erosion in Spain: a review. *Catena*, *81*(1), 1-11.
10. Gross,J. E., 2006. Remote sensing for the national parks. Park Science, 24, 30–36.
11. Hernández-Guzmán, R., Ruiz-Luna, A., González, G., 2019. Assessing and modeling the impact of land use and changes in land cover related to carbon storage in a western basin in Mexico. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 13, 318-327.
12. Hessel R., Messing I., Chen L.D., Ritsema C., Stolte J. 2003. Soil erosion simulations of land use scenarios for a small Loess Plateau catchment. Catena 54: 289–302.
13. Huang, Y., Nian, P., Zhang, W., (2015). The prediction of interregional land use differences in Beijing: a Markov model. Environ. Earth Sci. 73, 4077–4090.
14. Jain, M.K., Das, D., (2010). Estimation of sediment yield and areas of soil erosion and deposition for watershed prioritization using GIS and remote sensing. Water Resource. Manage. 24, 2091–2112.
15. Jones, D.A., (2009). Monitoring land use and cover around parks: A conceptual approach. Remote Sensing of Environment, 113, 1346–1356.
16. Khan, M., Gupta, V., Moharana, P., (2001). Watershed prioritization using remote sensing and geographical information system: a case study from Guhiya, India. J. Arid Environ. 49, 465–475.
17. Ku, C.-A., (2016). Incorporating spatial regression model into cellular automata for simulating land use change. Appl. Geogr. 69, 1–9.
18. Lambin, E.F. and H. J. Geist. (2006). Land Use and Land Cover Change Local Processes and Global Impacts. Heidelberg, New York.
19. Long, H. L., Heilig, G.K., Wang, J., Li, X.B., Luo, M., Wu, X.Q., Zhang, M. 2006. Land use and soil erosion in the ipper reaches of the Yangtze River: some socio-economic considerations on china's grain for green programme, Land degradation & development, 17: 589-603.
20. Losiri, C., Nagai, M., Ninsawat, S., Shrestha, R.P., (2016). Modeling urban expansion in Bangkok Metropolitan region using demographic–economic data through cellular Automata-Markov Chain and multi-layer perceptron-Markov Chain models. Sustainability 8, 686.
21. Mahdavi, M. 1388. Applied Hydrology (Vol. 2), Sixth Edition, Tehran University Press (In Persian).
22. Mahini, A., Feghhi, J., Nadeali, A. and Rezai, B. (2008). Changes in tree cover the Golestan province artificial neural network classification methods using ETM + and TM Landsat data. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16 (3), 505-495.
23. Meng Q.H., Fu B.J., Yang L.Z. 2001. Effects of land use on soil erosion and nutrient loss in the Three Gorges Reservoir Area, China. Soil Use and Management 17: 288–291.
24. Mishra, V.N., Rai, P.K., (2016). A remote sensing aided multi-layer Perceptron-Markov chain analysis for land use and land cover change prediction in Patna district (Bihar), India. Arab. J. Geosci. 9, 1–18.
25. Mukhopadhyay, A., Mondal, P., Barik, J., Chowdhury, S., Ghosh, T., Hazra, S., (2015). Changes in mangrove species assemblages and future prediction of the Bangladesh Sundarbans using Markov Chain model and cellular automata. Environ. Sci.: Processes Impacts 17, 1111–1117.
26. Pacheco, F. A. L., Varandas, S. G. P., Fernandes, L. S., & Junior, R. V. (2014). Soil losses in rural watersheds with environmental land use conflicts. *Science of the Total Environment*, *485*, 110-120.
27. Peterson, L., Bergen, K., Brown, D., Vashchuk, L., Blam, Y., (2009). Forested land-cover patterns and trends over changing forest management eras in the Siberian Baikal region. For. Ecol. Manag. 257, 911–922.
28. Quinton, J.N., Govers, G., VanOost, K., Bardgett, R.D., 2010.The impact of agricultural Soil erosion on biogeochemical cycling-s2. Nat. Geosci.3, 1–6. https://doi.org/10. 1038/ngeo838.
29. Wang, Y., Mitchell, B. R., Nugranad-Marzilli, J., Bonynge, G., Zhou, Y., & Shriver, G. (2009).

Remote sensing of land-cover changes and landscape context of the National Parks: A case study of the Northeast Temperate Network. *Remote Sensing of Environment*, *113*(7), 1453-1461.