University of Tehran Press

Journal of Environmental Studies
Vol. 49, No. 2, Summer 2023

Journal Homepage: www.Jes.ut.ac.ir
Print ISSN: 1025-8620 Online ISSN 2345-6922

Impact Assessment of the Land Use Changes on Ecosystem Services in the Metropolitan Region of West Tehran

Hashem Dadashpoor[1], Niki Mahdavi[2]

1. Urban and Regional Planning Department, Faculty of Arts and Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Email: H-dadashpoor@modares.ac.ir
2. Urban and Regional Planning Department, Faculty of Arts and Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Email: niki.mahdavi@gmail.com

Article Info

Research Article:
Research Paper

Article history:
Received 14 January 2023
Received in revised from 22 July 2023
Accepted 6 August 2023
Publish online 8 August 2023

Keywords:
Economic value, Impact assessment, Land use changes, Ecosystem services, Urban region.

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the consequences of land use changes on the values of ecosystem services in urban areas of the west of Tehran province. For this purpose, first, the land use/cover types of the region in 1985, 2000 and 2015 were classified using the maximum likelihood method, and their changes over time were examined. Then, different types of existing ecosystem services were identified using the theoretical approach presented by Costanza et al. (1997), and their economic value was calculated. Finally, the relationship between factors affecting land use changes and ecosystem service values was analyzed using multiple regression. The results show that, following the reduction of rangelands and agricultural lands, the value of ecosystem services has decreased by 51.2%. Based on the results of the regression analysis, the nine following factors affecting socio-economic development have the greatest impact on reducing the value of ecosystem services in the region, respectively: the increase in the number of roads, number of employees, population, public vehicles, non-agricultural income, value of industrial assets, number of immigrants, size of agricultural plots, and GDP. Therefore, spatial planning measures, such as spatial rules and policies, should be taken in this region to prohibit the expansion of constructed lands in the area of green and natural lands.

Cite this article: Dadashpoor, H., Mahdavi, N. (2023). Impact Assessment of the Land Use Changes on Ecosystem Services in the Metropolitan Region of West Tehran. Journal of Environmental Studies, 49 (2), 121- 140.
DOI: http//doi.org/10.22059/JES.2023.326109.1008192

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/JES.2023.326109.1008192

Extended Summary

Introduction

Land use /cover changes, change the value of ecosystem services. Rapid population growth, rapid urbanization, as well as economic and industrial growth, have led to drastic changes in land uses and land cover in the study area, which includes the counties of Islamshahr, Shahriyar, Robat Karim, Malard, Baharestan and Quds.

the present study seeks to answer the following questions:

1- What have been the changes in land use during the thirty-year period from 1985 to 2015?

2- How much is the economic value of the existing ecosystem services in the region?

3- What are the impacts of land use /cover changes on the value of ecosystem services?

Materials and Methods

The current research is applied in terms of its purpose and descriptive-analytical in terms of its nature and methodology. In the first step, in order to assess land use changes, satellite images were first obtained by referring to the US Geological Survey (USGS) database for the years 1985, 2000 and 2015. Satellite images were categorized using the maximum likelihood method. Finally, using the Cross-tabulation function of Arc GIS 10.4 software, the conversion of land uses to each other was investigated. In the second step, the theoretical approach of Costanza et al. (1997) was chosen to identify the ecosystem services in the region. The annual economic value of the ecosystem services was determined using data-driven approaches in combination with the value transfer approach. By dividing the calculated values by the area of land use types, the value coefficients of ecosystem services per unit area per year were obtained. In this study, 2011 is set as the reference year for the calculation of the economic value of each ecosystem service. Monetary values taken from previous research were corrected using the inflation rate between the original year of research and 2011 using Equation (1).

: (1) Equation

Value of services in the year 2011(Rial)= (Inflation rate index number in the year 2011/ Inflation rate index number in the previous period) * Amount of service value (Rial)

In the next stage, by multiplying the value coefficients of ecosystem services in the area of each type of land use in all three time periods of 1985, 2000 and 2015, the changes in the value of ecosystem services of each land use and the changes in the total value of ecosystem services in the region were calculated. In the final step, the impacts of land use change on the value of ecosystem services were analyzed by the function of multiple linear regression with "Enter" method in SPSS 26 software.

Discussion

The results of the classification of satellite images show that the land use/land cover in the region consists of constructed lands, agriculture, green and open spaces, rangeland, and barren lands. The most common form of land conversion in this period is the transformation of agricultural lands into built-up areas and the conversion of rangelands into barren, built-up areas, and agriculture. The value of ecosystem services in the periods of 1985 to 2015 decreased by 857249573 million rials (51.36%). In general, the decrease in the level of natural and semi-natural lands following the development of constructed lands caused the loss of ecosystem services value during the study period. The results of regression analysis show the factors of the number of roads with a coefficient of 0.566, and the number of employees with a coefficient of 0.501 have the greatest impact on the value of ecosystem services. After that, the factors of population number, number of public vehicles, annual non-agricultural income of households, Value of industrial assets, Number of immigrants, size of agricultural land plots and GDP, have the most negative impact, respectively.

Conclusions

The results of the study indicate the encroachment of built-up lands on green and natural areas and the consequent decline in the value of ecosystem services. Therefore, spatial development policies in this region should be formulated in order to prevent illegal constructions and protect the privacy of agricultural and natural lands. In this regard, the provision of solutions such as the preparation and implementation of watershed management plans and paying attention to the ecological potential of the region in locating land uses is necessary. Measures including guaranteeing the purchase of basic agricultural products by the government and subsidy payment policies to inputs used in the agricultural sector are proposed as incentives for the development of agricultural activities. The use of infill development and development approaches in brown lands to meet the housing needs of a growing population is effective in protecting natural lands.

نشـــریه محیـــط شناســـی
دوره ۴۹، شمـــاره ۲، تابستان ۱۴۰۲
Journal Homepage: http://Jes.ut.ac.ir
۶۹۲۲- ۲۳۴۵ :شاپای الکترونیکی ۸۶۲۰- ۱۰۲۵ :شاپای چاپی
University of Tehran Press

ارزیابی پیامدهای تغییرات کاربری زمین روی خدمات اکوسیستم در منطقه شهری غرب تهران

هاشم داداش‌پور[۱]✉، نیکی مهدوی[۲]

۱. گروه طراحی و برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، رایانامه: h-dadashpoor@modares.ac.ir
۲. گروه طراحی و برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، رایانامه: niki.mahdavi@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷

کلیدواژه‌ها:
ارزش اقتصادی، ارزیابی پیامد، تغییرات کاربری زمین، خدمات اکوسیستم، منطقه شهری.

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی پیامدهای تغییرات کاربری زمین بر ارزش‌های خدمات اکوسیستم در منطقه شهری واقع در غرب استان تهران انجام شده است. بدین منظور، ابتدا انواع کاربری/ پوشش زمین موجود در منطقه در سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ با استفاده از روش حداکثر احتمال طبقه‌بندی شده و تغییرات آن‌ها در طی زمان مورد بررسی قرار گرفت. سپس انواع خدمات اکوسیستم موجود، با تبعیت از رویکرد نظری کستانزا و همکارانش (۱۹۹۷) شناسایی شده و ارزش اقتصادی آن‌ها محاسبه شد. در نهایت، ارتباط میان عوامل مؤثر بر تغییرات کاربری‌ها و ارزش خدمات با استفاده از روش رگرسیون چندگانه تحلیل شد. یافته‌های تحقیق بیانگر تجمع پهنه‌های با ارزش بالای خدمات اکوسیستم در نواحی میانی و شرقی و در محل اراضی مرتعی و کشاورزی است. در طی بازه زمانی مورد بررسی، به دنبال کاهش سطح اراضی مرتعی و کشاورزی، ارزش خدمات اکوسیستم به میزان ۵۱/۲ درصد کاهش یافت. تحلیل رگرسیون نشان داد ۹ عامل موثر بر توسعه اجتماعی- اقتصادی شامل افزایش تعداد راه‌ها، تعداد شاغلان، جمعیت، وسایل نقلیه عمومی، درآمد غیرکشاورزی، ارزش دارایی‌های صنعتی، تعداد مهاجران وارد شده، اندازه قطعات اراضی زراعی و تولید ناخالص داخلی به ترتیب دارای بیشترین تاثیر بر کاهش ارزش خدمات اکوسیستم در منطقه هستند. بنابر نتایج حاصل از تحقیق، می‌بایست اقدامات برنامه‌ریزی فضایی در این منطقه، با تدوین ضوابط و سیاست‌های فضایی مانع از گسترش اراضی ساخته شده در پهنه اراضی سبز و طبیعی گردد.

استناد: داداش‌پور، هاشم.؛ مهدوی، نیکی. (۱۴۰۲). ارزیابی پیامدهای تغییرات کاربری زمین روی خدمات اکوسیستم در منطقه شهری غرب تهران. نشریه محیط‌شناسی، ۴۹(۲)، ۱۲۱- ۱۴۰.
DOI: http//doi.org/ 10.22059/JES.2023.326109.1008192
DOR: 20.1001.1.10258620.1402.49.2.7.9

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/ 10.22059/JES.2023.326109.1008192

۱. مقدمه

خدمات اکوسیستم به مزایایی گفته می‌شود که انسان‌ها از طبیعت بدست می‌آورند. اکوسیستم‌ها می‌توانند خدمات متنوعی را به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم برای انسان‌ها و سایر موجودات فراهم آورند که این خدمات اهمیت زیادی در زندگی، سلامتی و همچنین رفاه انسان‌ها دارد. مفهوم خدمات اکوسیستم و ارزش‌های مالی آن، پیوند و توازن میان مواهب طبیعی و بهره‌وری اقتصادی را بیان می‌کند؛ اما به دلیل اینکه اغلب خدمات اکوسیستمی که انسان‌ها مورد بهره‌برداری قرار می‌دهند، مستقیماً در بازارها ارزش‌گذاری و مبادله نمی‌شوند، متأسفانه در بسیاری از موارد مورد غفلت قرار می‌گیرند (Costanza et al., 1997; Kumar, 2010).

اگرچه اهمیت اکوسیستم‌های طبیعی برای انسان‌ها از جنبه‌های مختلف (اکولوژیکی، فرهنگی و اقتصادی) روشن است، برآورد ارزش خدمات اکوسیستم‌ها در واحدهای پولی، موجب افزایش آگاهی و شناخت اهمیت آن‌ها برای سیاست‌گذاران می‌گردد. محاسبه ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستم، قدم مهمی در حل تعارضات میان ذی‌نفعان، ایجاد تعادل میان منافع طبیعی و اقتصادی و مدیریت پایدارتر اکوسیستم است (Costanza et al., 2011). ارزش‌گذاری اقتصادی، تنها راه حل پیش رو برای محافظت از اکوسیستم و خدمات آن نیست؛ بلکه باید به‌عنوان ابزاری در کنار برنامه‌ریزی و مقررات فضایی دیده شود(R. De Groot et al., 2012; Schägner et al., 2013).

ارزش خدمات اکوسیستم برای انواع مختلف کاربری/پوشش زمین متفاوت است. بنابراین تغییرات کاربری زمین از جمله مهم‌ترین عواملی است که به‌صورت مستقیم منجر به تغییر در ارزش خدمات می‌شوند. بر همین اساس، در اغلب موارد، تحلیل تغییرات خدمات اکوسیستم با ارزیابی تغییرات کاربری زمین سنجیده می‌شود (R. S. De Groot et al., 2010; Müller and Burkhard, 2012; Tianhong et al., 2010). در حقیقت تغییرات کاربری/ پوشش زمین از طریق عواملی مانند تغییرات دما، بارندگی، افزایش جمعیت، شهرنشینی، صنعتی شدن، افزایش تولید و به‌طورکلی رشد اقتصادی که به‌طور خاص در کشورهای در حال توسعه در سال‌های اخیر روند شتابانی به خود گرفته است، باعث تغییر در ارزش خدمات اکوسیستم می‌گردد. برآورد تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم در پاسخ به تغییرات کاربری زمین به سیاست‌گذاران برای شناخت منافع و هزینه‌های تبدیل کاربری زمین کمک می‌کند(Bateman et al., 2013; Cumming et al., 2014; Goldstein et al., 2012). از سویی دیگر، فهم رابطه بین فعالیت‌های انسانی و ارزش خدمات اکوسیستم، با کمک به توسعه سیاست‌ها و مدیریت منطقی، منجر به ارتقای ارزش خدمات اکوسیستم می‌شود. همچنین تحلیل اثرات فعالیت‌های انسانی روی ارزش خدمات اکوسیستم، در ترویج توسعه پایدار جامعه انسانی، اقتصاد و محیط اکولوژیکی اهمیت دارد(Brown, 2013; Estoque and Murayama, 2013). از طرفی، با وجودی که برنامه‌ریزی فضایی با تجویز سیاست‌های مکان‌محور و دخالت داشتن در تغییر کاربری زمین، یکی از مهم‌ترین عوامل انسانی تغییر اکوسیستم‌ها و ارزش آن‌ها است، مفهوم خدمات اکوسیستم، به‌صورت کمرنگ و ضعیفی در فرایند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی‌ها وارد شده است (Crossman et al., 2013; Geneletti, 2012). در دهه‌های اخیر، رشد سریع جمعیت، روند شتابان و گسترده شهری شدن و همچنین رشد اقتصادی و صنعتی، منجر به گسترش مهاجرت به شهرها و در پی آن تغییرات شدیدی در کاربری‌ها و پوشش زمین در اغلب مناطق شهری کشور شده است. به‌طوری‌که اراضی ساخته‌شده گسترش فراوانی یافتند و اراضی طبیعی و نیمه‌طبیعی مثل مراتع و زمین‌های کشاورزی از بین رفته و یا دچار زوال شدند. این تغییرات، در محدوده مورد مطالعه که شامل شهرستان‌های اسلامشهر، شهریار، رباط‌کریم، ملارد، بهارستان و قدس می‌شود، به دلیل نزدیکی و دسترسی آسان به پایتخت، ارزان بودن قیمت زمین و مسکن، وجود کارخانجات و کارگاه‌ها و عدم برخورداری از ویژگی‌های منفی کلانشهرها مثل ازدحام و آلودگی شدت قابل توجهی پیدا کرده است. به طوری که این منطقه تبدیل به بستری برای سرریز مازاد جمعیت از کلانشهر تهران، گسترش نواحی شهری و تبدیل اراضی طبیعی و نیمه‌طبیعی به اراضی مصنوع شده است (Pourahmad et al., 2011; Golchoobidiva & Nasehi, 2016) . بنابراین بررسی تغییرات کاربری اراضی در این منطقه و آگاهی از پیامد این تغییرات روی ارزش خدمات اکوسیستم به منظور درک بهتر اثرات فعالیت‌های انسانی بر محیط طبیعی و یکپارچگی مفهوم ارزش خدمات اکوسیستم در برنامه‌ریزی فضایی ضرورت دارد.

در این تحقیق، به منظور بررسی پیامدهای تغییرات کاربری/ پوشش زمین بر ارزش خدمات اکوسیستم، ابتدا تغییرات کاربری زمین در طی بازه سی ساله ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت. سپس انواع خدمات اکوسیستم موجود در منطقه مورد شناسایی قرار گرفته و

ارزش اقتصادی آن‌ها محاسبه شد. نهایتا به منظور پاسخ به هدف اصلی تحقیق، پیامد تغییرات کاربری/ پوشش زمین بر ارزش خدمات اکوسیستم از طریق روش‌های آماری مورد بررسی قرار گرفت.

۲. پیشینه پژوهش

برآورد ارزش خدمات اکوسیستم و بررسی تغییرات آن همگام با تغییرات کاربری زمین در تحقیقات بسیاری با موفقیت به کار گرفته شده است، برای مثال: رضایی و همکارانش (2020)، روند تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم در اثر تغییرات سطح اراضی نیمه‌طبیعی و تراکم مناطق نیمه‌طبیعی درون اراضی کشاورزی در دشت همدان–بهار در بین سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۵ را ارزیابی کردند. آن‌ها از روش انتقال منفعت برای محاسبه ارزش خدمات اکوسیستم استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد کاهش شدید در سطح اراضی نیمه‌طبیعی و افزایش وسعت کاربری صنعتی– مسکونی منجر به کاهش ارزش خدمات اکوسیستم شده است(Rezaee et al., 2020). نوری نجفی و همکارانش (2018) با بکارگیری فناوری سنجش از دور و داده‌های ارزش غیر محلی برگرفته از روش انتقال منفعت، تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم در اثر احداث سد سهند در استان آذربایجان شرقی را بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد دسترسی به منابع آبی، زمینه‌ساز تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی آبی شده که کاهش شدید ارزش خدمات اکوسیستم را در پی داشته است (Nouri Najafi et al., 2018). جهانداری و همکارانش (2022) تغییر ارزش خدمت ترسیب کربن در روند توسعه شهری در یک حوزه آبخیز واقع در شهر بندرعباس را ارزیابی کردند. آن‌ها از مدل InVEST برای محاسبه ارزش ترسیب کربن استفاده کردند. تبدیل اراضی مرتعی و بایر به اراضی کشاورزی، موجب افزایش ارزش خدمت ترسیب کربن در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ شده است (Jahandari et al., 2022). رحیمی بالکانلو و همکارانش (2021) تغییرات تامین خدمات اکوسیستم در حوزه دریاچه ارومیه را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها از ماتریکس ارزیابی خدمات اکوسیستم بر اساس رویکرد مشاوره افراد متخصص بهره جستند. یافته‌های تحقیق نمایانگر گسترش سطح اراضی شهری و بایر و کاهش تامین آب دریاچه است که کاهش انواع خدمات اکوسیستم تفریحی، تنوع زیستی، تنظیمی و فرهنگی را در پی داشته است (Rahimi Balkanlou et al., 2021). سجادی قائم مقامی و همکارانش (2021) پیامدهای رشد و توسعه شهری بر خدمت اکوسیستم ذخیره کربن را در سه زیرحوزه آبریز در استان البرز مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها روش از انتقال منفعت برای تخمین ارزش خدمت ذخیره کربن استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد به طور کلی افزایش اراضی انسان‌ساخت و تخریب اراضی سبز و طبیعی کاهش موجب کاهش ذخیره کربن شده است (Sajjadi Ghaemmaghami et al., 2021). رئوفی و همکارانش (۲۰۲۴) روند تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم در اثر تغییرات کاربری اراضی در استان‌های گلستان، خراسان شمالی، خراسان رضوی و خراسان جنوبی را مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها به منظور تعیین سهم ارزش انواع خدمات اکوسیستم در کاربری‌های مختلف از پرسشنامه‌های ابداعی AHP استفاده نمودند. در استان گلستان تبدیل کاربری پوشش درخت و درختچه به مرتع و تبدیل مراتع به اراضی شهری، برهنه و کشاورزی باعث کاهش ارزش کل خدمات اکوسیستم شد. در استان خراسان شمالی تخریب اراضی دارای پوشش درخت و درختچه و نفوذ اراضی شهری به اراضی زراعی کاهش کلی خدمات اکوسیستم را موجب شد(Raoufi et al., 2024). Cabral و همکارانش (۲۰۱۶)، با بررسی تغییرات کاربری زمین در شهر بردئوکس بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶، تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم را بررسی کردند. آن‌ها ابتدا با نظرسنجی از ساکنان، خدمات اکوسیستم موجود در منطقه را شناسایی کرده و سپس با استفاده از مدل InVEST ارزش آن‌ها را محاسبه نمودند. تغییرات کاربری/ پوشش زمین در شهر بردئوکس، کاهش همه انواع خدمات اکوسیستم به جز خدمت تنظیم فرسایش را در پی داشته است (Cabral et al., 2016). Ji و همکارانش (۲۰۲۳) اثرات تغییر کاربری زمین روی ارزش خدمات اکوسیستم در شهرستان جیشیشان در کشور چین را مطالعه کردند. آن‌ها از روش انتقال منفعت اصلاح شده با داده‌های آماری جهت تخمین ارزش خدمات اکوسیستم استفاده کردند. تحول اراضی زراعی به مرتعی و نواحی ذخیره آب موجب افزایش کلی ارزش خدمات اکوسیستم در منطقه شد (Ji et al., 2023).

با توجه به مرور منابع صورت گرفته، تا کنون در رابطه با تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه تحقیق حاضر و پیامد آن روی طیف متنوعی از خدمات اکوسیستم تحقیق جامعی انجام نشده است. همچنین سایر پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه، تنها تغییرات

سطح انواع پوشش زمین و تغییرات خدمات اکوسیستم را بررسی کرده و رابطه میان عوامل محرک تغییر کاربری/ پوشش زمین و تغییر ارزش خدمات اکوسیستم را مورد توجه قرار نداده‌اند.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش کار توصیفی-تحلیلی می‌باشد. به منظور پاسخ‌گویی به هدف اصلی پژوهش حاضر، روش تحقیق مشتمل بر سه بخش است: بخش نخست، شامل روش مورد استفاده جهت بررسی و آشکارسازی تغییرات کاربری/پوشش زمین است. در بخش دوم، روش ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم و برآورد تغییرات آن با تحولات کاربری زمین ارائه شده است. نهایتا بخش سوم شامل روش تبیین پیامد تغییرات کاربری‌ها بر ارزش خدمات اکوسیستم است.

۳-۱. بررسی تغییرات کاربری/ پوشش زمین

در این تحقیق، از روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی، برای تشخیص تغییرات کاربری‌های زمین استفاده شد. بدین‌صورت که ابتدا تصاویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شده و سپس تغییرات مساحت انواع کاربری زمین و تبدیل آن‌ها به یکدیگر طی دو دوره زمانی ۱۵ ساله در سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ بررسی گردید.

بدین منظور، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای با مراجعه به پایگاه داده سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS) برای مقاطع زمانی ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر تهیه شد (جدول ۱). در مورد تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده، با مقایسه موقعیت جغرافیایی چند نقطه معلوم از منطقه مورد مطالعه در نرم‌افزار Google Earth با موقعیت جغرافیایی همان نقاط در تصاویر تهیه شده، مشخص شد که موقعیت عوارض در تصاویر منطبق بر واقعیت‌های زمینی می‌باشد و نیازی به تصحیح هندسی[۱] در این زمینه نیست. همچنین در طی فرایند تهیه تصویر توسط سنجنده، اطلاعات رادیومتریک هر باند به‌صورت مقادیری ذخیره می‌گردد. تصحیح رادیومتریک تصاویر ماهواره‌ای مورد نیاز تحقیق با استفاده از ابزار واسنجی رادیومتریکی[۲] در نرم افزار Evni 5.1 انجام شد.

هدف از تصحیح اتمسفری تعیین ارزش‌های واقعی بازتابش سطح با از بین بردن اثرات جوی از تصاویر ماهواره‌ای است. تصحیحات اتمسفری با استفاده از عملکرد تصحیح اتمسفری سریع[۳] در نرم‌افزار Envi 5.1 انجام شد.

سپس تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از روش بیشترین شباهت[۴] به‌عنوان دقیق‌ترین و مطمئن‌ترین روش موجود، طبقه‌بندی شدند. به‌منظور سنجش صحت طبقه‌بندی انجام شده، ضریب کاپا[۵]، به کمک داده‌های واقعی از سطح زمین مورد محاسبه قرار گرفت. در گام نهایی، به کمک عملکرد ماتریس متقاطع[۶] نرم‌افزار Arc GIS 10.4 تبدیل کاربری‌ها به یکدیگر، در طی دوره تحقیق بررسی شد.

جدول ۱. ویژگی‌های تصاویر ماهواره مورد استفاده تحقیق مأخذ: مطالعات نگارندگان براساس اطلاعات وبسایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا (earthexplorer.usgs.gov)

مقطع زمانی	تاریخ	مشخصات	سنجنده	قدرت تفکیک مکانی
۱۹۸۵	22 june	LT51650351985173AAA02	لندست ۵(TM)	۳۰ متر
۲۰۰۰	31 may	LT51650352000151AAA02	لندست ۵(TM)	۳۰ متر
۲۰۱۵	9 june	LC81650352015160LGN00	لندست ۸(OLI)	۳۰ متر

۳-۲. محاسبه ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستم و بررسی توزیع فضایی آن در سطح منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق، رویکرد نظری Costanza و همکارانش (۱۹۹۷)، به‌عنوان رویکردی معتبر و دقیق در زمینه شناسایی خدمات اکوسیستم

۱. Geometric Correction
۲. Radiometric Calibration
3. Quick Atmospheric Correction (QUAC)
4. Maximum likelihood
5. Kappa
6. Cross-tabulation

موجود در منطقه انتخاب شد. کستانزا و همکارانش (۱۹۹۷)، در تحقیقی با عنوان «تعیین ارزش مالی خدمات اکوسیستم جهان»، ارزش ۱۷ نوع از خدمات اکوسیستم را در واحد سطح ۱۶ نوع از کاربری/پوشش زمین در سطح جهان بررسی کردند. پس از شناسایی انواع خدمات اکوسیستم موجود در منطقه، ارزش اقتصادی سالانه خدمات، با استفاده از رویکردهای داده محور (با استفاده از داده‌های اصلی از منطقه مورد مطالعه) در ترکیب با رویکرد انتقال ارزش (از تحقیقات پیشین ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم) تعیین شد. با تقسیم ارزش‌های محاسبه شده به مساحت انواع کاربری/ پوشش زمین، ضرایب ارزش خدمات اکوسیستم در واحد سطح در سال بدست آمد.

در اینجا سال ۱۳۹۰، به دلیل فراهم بودن حداکثری داده‌های مورد نیاز برای ارزش‌گذاری و میانی بودن آن در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ به‌عنوان سال مبنا برای محاسبه ارزش اقتصادی هر یک از خدمات اکوسیستم انتخاب شد. ارزش‌های پولی برگرفته از تحقیقات قبلی، با استفاده از نرخ تورم موجود در سایت بانک مرکزی، بین سال تحقیق اصلی و ۱۳۹۰ با استفاده از رابطه (۱) اصلاح شد (Fu et al., 2016).

رابطه (۱) مبلغ ریالی ارزش خدمات * (عدد شاخص نرخ تورم در مقطع زمانی قبلی / عدد شاخص نرخ تورم در سال ۹۰) = سال۹۰

در مرحله بعد با ضرب ضرایب ارزش خدمات اکوسیستم در مساحت هر یک از انواع کاربری‌ها/ پوشش زمین در هر سه مقطع زمانی سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵، تغییرات ارزش هر یک از خدمات اکوسیستم هر یک از کاربری‌ها و همچنین تغییرات ارزش کل خدمات اکوسیستم موجود در منطقه در طی سال‌ها با استفاده از روابط (۲) و (۳) محاسبه شد.

رابطه (۲) $ESV_K = \sum_j A_K \times VC_{KJ}$

رابطه (۳) $ESV = \sum_K \sum_j A_K \times VC_{KJ}$

که در آن ESV ارزش کل خدمات اکوسیستم برای پوشش زمین k و خدمات اکوسیستم J، ESV_K ارزش کل خدمات اکوسیستم برای هر پوشش زمین است (Wu et al., 2013). در جدول (۲) خدمات اکوسیستم موجود در هر یک از انواع پوشش زمین منطقه مورد مطالعه و روش مورد استفاده جهت تعیین ارزش آن‌ها ارائه شده است. همچنین تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم در دو بازه زمانی ۱۵ ساله با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شد (Zang et al., 2011). در گام بعد، به منظور تهیه نقشه‌های ارزش خدمات اکوسیستم، از عملکرد رنگ‌های مدرج[۷] نرم‌افزار ARC GIS10.4 استفاده شد.

رابطه (۴) درصد تغییر ارزش خدمات اکوسیستم = $\left(\frac{\text{ارزش خدمات اکوسیستم اولین مقطع زمانی} - \text{ارزش خدمات اکوسیستم آخرین مقطع زمانی}}{\text{ارزش خدمات اکوسیستم اولین مقطع زمانی}}\right) * ۱۰۰$

۳-۳. ارزیابی پیامدهای تغییرات کاربری/ پوشش اراضی روی ارزش خدمات اکوسیستم

در این مرحله، به منظور پاسخ به هدف اصلی تحقیق، پیامدهای تغییرات کاربری/ پوشش زمین روی ارزش خدمات اکوسیستم بوسیله عملکرد تحلیل رگرسیون چندگانه (رابطه ۵) در نرم‌افزار SPSS 26 مورد بررسی قرار گرفت.

رابطه (۵) $Y_i = + \beta_1 x_{i1}\ \beta_0 + \beta_2 x_{i2} + \cdots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon$

در این رابطه Y_i متغیر وابسته ارزش خدمات اکوسیستم و x_i متغیرهای مستقل هستند که در این تحقیق شامل عوامل اثرگذار بر تغییرات کاربری/ پوشش زمین می‌گردد. β_0 ضریب ثابت، β_pضریب تاثیر هر کدام از متغیرهای مستقل و ε خطای مدل است.

عوامل موثر بر تغییرات کاربری/ پوشش زمین در قالب سه دسته کلی بیوفیزیکی، اجتماعی–اقتصادی و همسایگی (X. Li et al., 2013) در جدول (۳) ارائه شده است. همچنین داده‌های مورد نیاز، به روش کتابخانه‌ای و با مراجعه به اسناد سالنامه آماری استان تهران گردآوری شدند.

7. Graduated color

جدول ۲. خدمات اکوسیستم موجود در منطقه و روش ارزش‌گذاری آن‌ها (مأخذ:مطالعات نگارندگان)

خدمات اکوسیستم	مراتع	کشاورزی	فضاهای سبز و باز
تأمین غذا	هزینه جایگزینی	قیمت‌گذاری بازاری مستقیم	–
ذخایر ژنتیکی	–	–	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی
گرده‌افشانی	هزینه جایگزینی	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی	–
تنظیم گاز	هزینه جایگزینی	–	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی
تنظیم آب	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی	–	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی
کنترل بیولوژیکی	هزینه جایگزینی	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی	–
دفع زائدات	هزینه جایگزینی	–	–
کنترل فرسایش	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی	–	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی
تشکیل خاک	هزینه جایگزینی	–	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی
تفریحی	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی	–	انتقال ارزش از تحقیقات اصلی

جدول ۳. عوامل تاثیر گذار، متغیرها و شاخص‌های سنجش تغییرات کاربری و پوشش زمین (مأخذ:مطالعات نگارندگان)

عوامل تاثیرگذار بر تغییرات کاربری و پوشش زمین	شاخص‌ها	متغیرها
عوامل طبیعی	○ توپوگرافی ○ اقلیم	• ارتفاع • شیب • میانگین سالانه دمای هوا • میانگین بارندگی سالانه
اجتماعی اقتصادی	تحولات جمعیتی	• تعداد کل جمعیت • نرخ رشد کل جمعیت • نسبت شهرنشینی • تراکم جمعیتی • تعداد مهاجران وارد شده
	تحولات اقتصادی	• تعداد شاغلان • نرخ اشتغال • تعداد شاغلان بخش‌های کشاورزی و صنعت • تعداد متقاضیان کار در منطقه • میزان درآمد سالانه خانوارها • میزان در آمد کشاورزی • میزان درآمد غیرکشاورزی • اجاره بهای مسکن • تعداد کارگاه‌های صنعتی • ارزش کل دارایی‌های صنعتی • تولید ناخالص داخلی • هزینه فعالیت‌های کشاورزی • اندازه قطعات اراضی کشاورزی • توزیع خدمات و زیرساخت‌های عمومی در منطقه (تعداد انشعاب آب، تعداد انشعاب گاز، برق، تعداد مراکز بهداشتی–درمانی، تعداد مراکز آموزشی، تعداد راه‌ها)
	توسعه فناوری ارتباطی و مخابراتی	• خدمات مخابراتی (تعداد مشترکین تلفن ثابت، اینترنت و دفتر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) روستایی) • تعداد وسایل نقلیه عمومی
همسایگی	نسبت زمین‌های شهری	• سهم نسبی اراضی ساخته شده

قابل ذکر است، پیش از انجام تحلیل رگرسیون چندگانه، بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها، با استفاده از تحلیل کشیدگی و چولگی در نرم‌افزار SPSS 26 انجام شد. چنانچه مقادیر کشیدگی و چولگی متغیرها بین ۲- تا ۲ باشد، داده‌ها از توزیع نرمال برخوردارند. در گام بعد، برای بررسی رابطه میان متغیرهای مستقل و ارزش خدمات اکوسیستم ضریب همبستگی پیرسون و جهت بررسی تاثیر متغیرهای مستقل بر ارزش خدمات اکوسیستم، رگرسیون خطی چندگانه به روش همزمان، مورد استفاده قرار گرفت.

۴-۳. منطقه مورد مطالعه

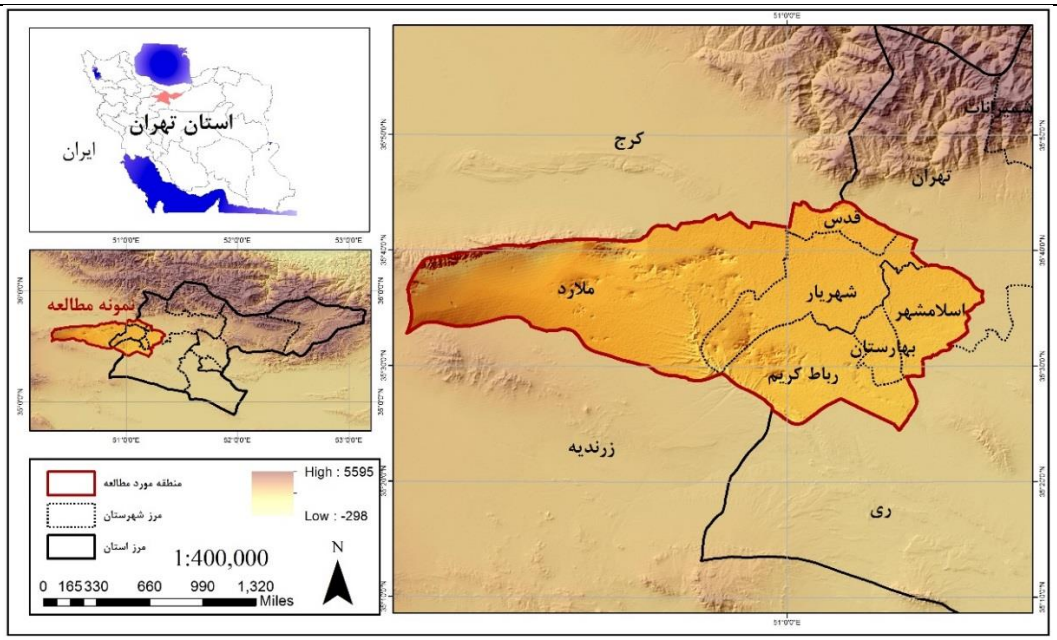
منطقه مورد مطالعه تحقیق، شامل شهرستان‌های اسلامشهر، رباط‌کریم، بهارستان، شهریار، قدس و ملارد می‌باشد. این منطقه از نظر جغرافیایی در غرب پایتخت کشور و بین ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. مساحت منطقه ۱۸۸۷ کیلومترمربع است که ۱۳/۶ درصد از مساحت استان تهران را دربرمی‌گیرد. براساس آخرین دوره سرشماری کشور، ۲۸۱۴۶۰۳ نفر جمعیت در این محدوده سکونت دارند (Iran Statistical Centre, 2016). پهنه‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی منطقه شامل اراضی زراعی و مرتعی می‌گردد. اراضی زراعی آبی و دیم در شمال، شرق و مرکز منطقه قرار دارند. اراضی مرتعی محدوده‌های تقریبا کوچکی از شمال، غرب و جنوب منطقه را پوشانده‌اند. در حال حاضر، محصولات زراعی منطقه شامل گندم، جو، ذرت، کلزا، نباتات علوفه‌ای و سبزی و صیفی و محصولات باغی شامل سیب، انگور، انار، گیلاس، زردآلو، قیسی، هلو و شلیل می‌باشد. میزان کل تولیدات زراعی و باغی محدوده ۸۴۸۰۲۴/۴ تن در سال است. تولیدات دامی منطقه شامل گوشت قرمز، گوشت مرغ، ماهی، شیر، تخم مرغ و عسل بوده و میزان کل تولیدات دامی منطقه ۴۵۳۸۹۵ تن در سال است (Agriculture Jahad Organization of Tehran, 2019). اراضی مرتعی این محدوده جزء مراتع قشلاقی است. گونه‌های گیاهی مرتعی از انواع گرامینه‌های یکساله، گونه‌های خاردار، تیغ‌دار و علف شور تشکیل می‌گردد. این مراتع از نظر درجه مرغوبیت به عنوان درجه سه تقسیم‌بندی می‌شوند که علاوه بر تعلیف دام به تولید خاک و جلوگیری از فرسایش، تنظیم آب و هوا و کنترل بیولوژیک فرسایش خاک منطقه کمک می‌نمایند. همچنین مراتع مورد مطالعه در فراهم آوری محیط تفریحی برای ساکنان نقش دارند (Natural Resources Organization, 2016).

بررسی تغییرات جمعیتی منطقه نشان‌دهنده شیب صعودی تغییرات نرخ رشد جمعیت، رشد بالای شهرنشینی و مهاجرپذیری است که موجب تغییرات کاربری اراضی و به‌خصوص افزایش سطح اراضی مصنوع و کاهش اراضی طبیعی و نیمه‌طبیعی شده است. علاوه براین، افزایش اشتغال در بخش صنعت، افزایش تولید ناخالص داخلی، رشد بیشتر ارزش افزوده بخش صنعت نسبت به بخش کشاورزی، افزایش درآمد غیرکشاورزی سالانه خانوارها، افزایش هزینه فعالیت‌های کشاورزی، افزایش تعداد کارگاه‌های صنعتی منطقه و روند رو به رشد سرمایه‌گذاری برای آن‌ها در منطقه، در جهت دستیابی به سود اقتصادی بیشتر، تحولات کاربری زمین به سمت توسعه اراضی ساخته‌شده و صنعتی و کاهش اراضی زراعی و باغی را به دنبال داشته است (Ministry of Roads and Urban Development, 2009).

۴. یافته‌های پژوهش

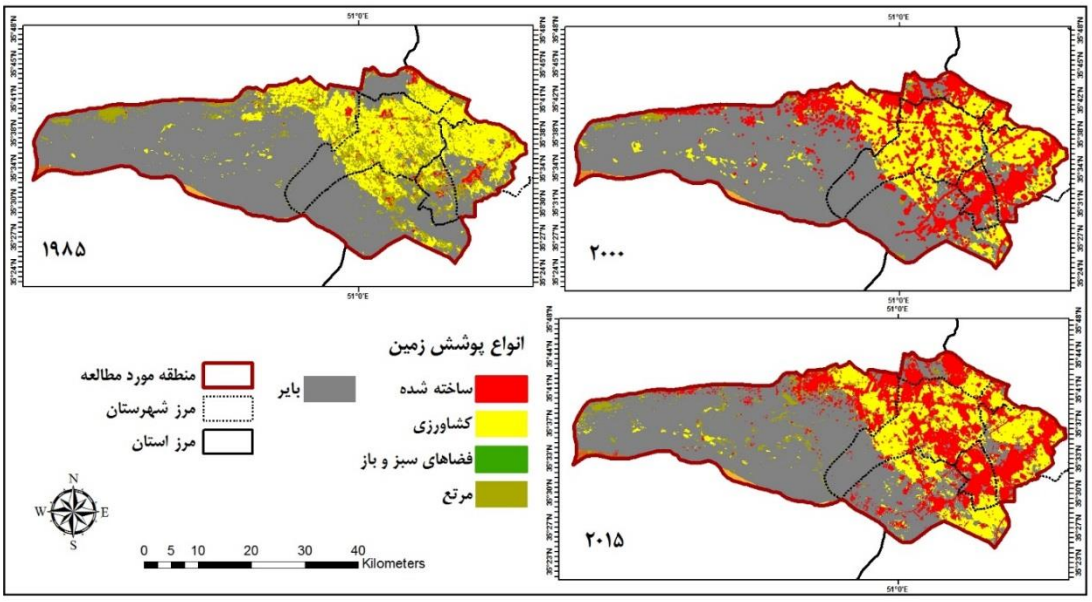
۴-۱. تغییرات کاربری/ پوشش زمین در منطقه

نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده این است که کاربری‌ها و پوشش زمین موجود در منطقه، شامل اراضی ساخته شده، اراضی کشاورزی، فضاهای سبز و باز، مراتع و اراضی بایر می‌گردد. پس از تهیه نقشه‌های کاربری زمین، به منظور بررسی صحت طبقه‌بندی صورت گرفته، دو شاخص صحت کل و ضریب کاپا به وسیله نرم‌افزار Envi 5.1 محاسبه شدند. براساس استاندارد زمین‌شناسی آمریکا (USGS) حداقل مقدار قابل قبول ضریب کاپا ۸۵ درصد است (Anderson, 1976). برای این کار ۴۱۷ نقطه به‌صورت تصادفی بر روی تصاویر ایجاد شد و کاربری این نقاط توسط تصاویر گوگل ارث و نقشه‌های توپوگرافی مرکز نقشه‌برداری مشخص شدند (National cartographic centre, 1395). در طبقه‌بندی ۱۹۸۵ دقت کلی ۸۶ و ضریب کاپا ۸۱، سال ۲۰۰۰، دقت کلی ۹۰ و ضریب کاپا ۸۶ و در سال ۲۰۱۵، دقت کلی ۸۸ و ضریب کاپا ۸۵ به دست آمد. بنابراین صحت بدست آمده از طبقه‌بندی تایید می‌شود.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه تحقیق (مأخذ: نگارندگان براساس تقسیمات کشوری وزارت کشور (Interior, 2014))

با مقایسه نقشه‌های کاربری/ پوشش زمین، تغییرات سطح و توزیع فضایی کاربری‌ها مشخص شد (شکل ۲ و جدول ۴). در سال ۱۹۸۵، مساحت مناطق ساخته شده ۳۸۵۷ هکتار بوده است که به ترتیب به ۱۰۶۷۱ و ۳۳۸۹۴ هکتار در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ افزایش یافته است. به طوری که سهم نسبی اراضی ساخته شده از ۲ درصد در سال ۱۹۸۵ به ۱۷/۶ درصد رسیده است. در طی دوره سی ساله مورد بررسی، مساحت اراضی کشاورزی به میزان ۱۱۰۶۳ هکتار (برابر با ۱۹ درصد) کاهش یافت. توسعه اراضی ساخته شده بر گستره اراضی زراعی، به ویژه در پهنه میانی و شمالی منطقه موجب کاهش سطح اراضی کشاورزی شد. در مقاطع آماری ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵، اراضی مرتعی سطحی معادل ۵/۲، ۲/۸ و ۲/۵ درصد از وسعت منطقه را دربرگرفته بودند که نشان‌دهنده کاهش سطح مراتع به میزان ۲/۷ درصد است.



شکل ۲. تغییرات کاربری زمین منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ (مأخذ: مطالعات نگارندگان)

جدول ۴. مساحت و درصد کاربری‌ها در سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵

طبقات کاربری زمین	۱۹۸۵		۲۰۰۰		۲۰۱۵	
	مساحت(هکتار)	درصد	مساحت(هکتار)	درصد	مساحت(هکتار)	درصد
ساخته‌شده	۳۸۵۷	۲	۱۰۶۷۱	۵/۵۴	۳۳۸۹۴	۱۷/۶
کشاورزی	۵۷۷۳۷	۲۹/۲۸	۶۲۹۳۵	۳۲/۶۸	۴۶۶۷۴	۲۴/۲۴
فضاهای سبز و باز	۵	۰/۰۱	۴۳	۰/۰۳	۳۴۹	۰/۱۸
مراتع	۹۹۸۹	۵/۱۹	۵۴۰۱	۲/۸	۴۸۳۴	۲/۵۱
بایر	۱۲۰۹۷۶	۶۲/۸۲	۱۱۳۵۱۴	۵۸/۹۵	۱۰۶۸۱۴	۵۵/۴۷
کل	۱۹۲۵۶۴	۱۰۰	۱۹۲۵۶۴	۱۰۰	۱۹۲۵۶۴	۱۰۰

تبدیل انواع کاربری‌ها/ پوشش زمین موجود در منطقه به یکدیگر از طریق عملکرد ماتریس متقاطع نرم‌افزار Arc GIS10.4 مشخص شد (جدول ۵). در طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵، ۱۵۴۶۷ هکتار، معادل ۲۷ درصد از اراضی کشاورزی به اراضی ساخته‌شده و ۶۴۴۳ هکتار از آن (۶ درصد) به اراضی بایر تبدیل شد. سهم وسیعی از اراضی مرتعی به کاربری‌های دیگر تبدیل شده و تنها میزان کمی از آن‌ها در محدوده باقی ماندند. چنانچه به ترتیب ۳۵، ۳۳ و ۲۴ درصد از مراتع به اراضی بایر، کشاورزی و ساخته‌شده تغییر کاربری دادند. نهایتاً ۱۰ درصد از اراضی بایر به اراضی ساخته‌شده تبدیل شد و تنها یک درصد از آن صرف احداث فضاهای سبز و باز شهری شد. بیشترین شکل تبدیل اراضی در این دوره، تحول اراضی کشاورزی به اراضی ساخته‌شده و تبدیل مراتع به اراضی بایر، ساخته‌شده و کشاورزی است. رشد اراضی مصنوع، موجب تخریب اراضی کشاورزی و طبیعی در طی زمان شده است.

جدول ۵. ماتریس تبدیل کاربری‌ها به یکدیگر طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵

کاربری/ پوشش زمین	کاربری/ پوشش زمین (هکتار)					
	ساخته‌شده	کشاورزی	فضاهای سبز و باز	مراتع	بایر	جمع (۱۹۸۵)
ساخته‌شده	۳۶۰۲	۳۱	۳	۸	۲۱۳	۳۸۵۷
کشاورزی	۱۵۴۶۷	۳۳۰۶۹	۱۷۲	۲۵۸۷	۶۴۴۳	۵۷۷۳۷
فضاهای سبز و باز	۴	۰	۱	۰	۰	۵
مراتع	۲۴۳۳	۳۲۸۱	۷۴	۷۱۲	۳۴۸۹	۹۹۸۹
بایر	۱۲۳۸۷	۱۰۲۹۴	۱۰۰	۱۵۲۷	۹۶۶۶۹	۱۲۰۹۷۶
جمع (۲۰۱۵)	۳۳۸۹۳	۴۶۶۷۴	۳۴۹	۴۸۳۴	۱۰۶۸۱۵	۱۹۲۵۶۵

۲-۴. تغییرات ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستم در منطقه

در جدول (۶)، ضرایب ارزش اقتصادی انواع خدمات در اکوسیستم‌های موجود (با واحد میلیون ریال/ هکتار. سال ۹۰) آورده شده است. ارزش خدمات اکوسیستم موجود در منطقه، برای سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ برآورد شد (جدول ۷). ارزش کل خدمات، در مقاطع زمانی مذکور به ترتیب ۱۶۶۹۱۵۹۴۰۶، ۹۰۹۵۰۶۷۷۶ و ۸۱۱۹۰۹۸۳۳ میلیون ریال بوده است. در تمامی دوره‌های مورد بررسی مراتع واجد بالاترین ارزش خدمات بوده‌اند. همچنین بررسی توزیع فضایی ارزش‌ها در منطقه، نشان‌دهنده تجمع آن‌ها در نواحی میانی و شرقی در محل اراضی مرتعی و کشاورزی است. در طی دوره مورد بررسی، لکه‌های با ارزش بالای خدمات، با پهنه‌های کم‌ارزش‌تر جایگزین شده‌اند (شکل ۳). در طی بازه زمانی سی ساله تحقیق، یعنی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ ارزش کل خدمات اکوسیستم به میزان ۸۵۷۲۴۹۵۷۳ میلیون ریال که ۵۱/۳۶ درصد از ارزش موجود در سال ۱۹۸۵ است، کاهش پیدا کرد. در این دوره زمانی، ارزش خدمات مراتع و اراضی کشاورزی به ترتیب به میزان ۸۵۴۸۲۳۷۴۸ و ۲۴۴۱۳۵۴/۳۶ میلیون ریال که ۵۱/۶ درصد و ۱۹/۲ درصد نسبت به سال ۱۹۸۵ است، کاهش یافته است. در مقابل، تغییرات ارزش خدمات فضاهای سبز و باز نشان‌دهنده افزایش قابل توجه آن به میزان ۱۵۵۲۹/۴۹۶۵ میلیون ریال (۶۸۸۰ درصد) نسبت به سال ۱۹۸۵ است (جدول ۸). کاهش ارزش خدمات اکوسیستم مرتعی به دلیل ارزش بالای آن، موجب کاهش کلی ارزش خدمات در منطقه

شد. به طورکلی، کاهش سطح اراضی طبیعی و نیمه‌طبیعی به دنبال توسعه اراضی ساخته شده، موجب از دست رفتن ارزش خدمات اکوسیستم در طی دوره زمانی مورد مطالعه شد.

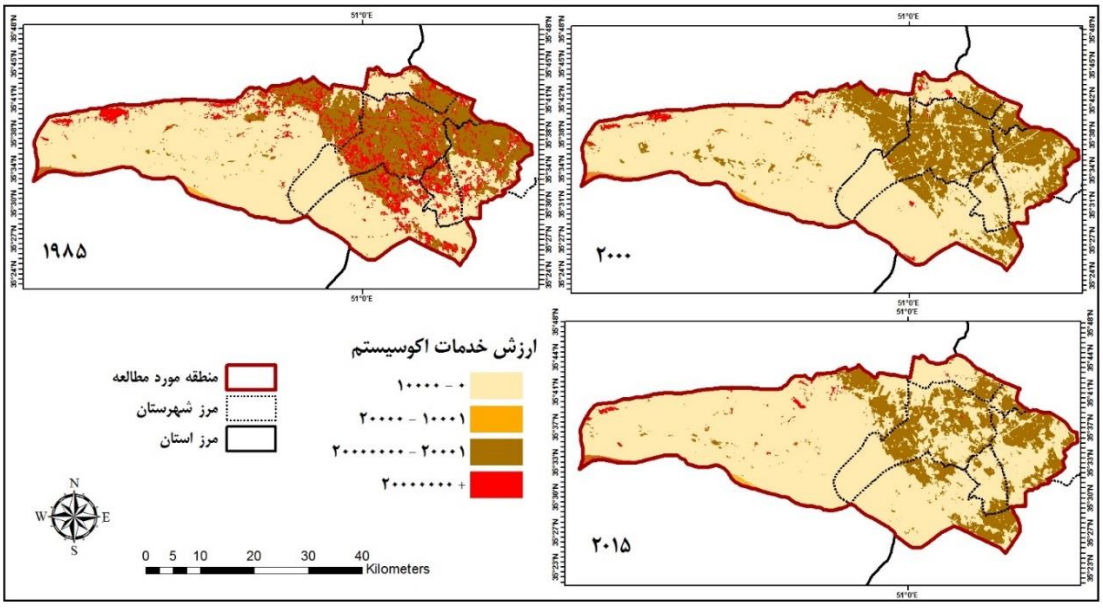
جدول ۶. ضرایب ارزش خدمات اکوسیستم (میلیون ریال ۱۳۹۰/هکتار.سال)

خدمات اکوسیستم	مراتع	کشاورزی	فضاهای سبز و باز	ساخته‌شده	بایر
تأمین غذا	۰/۱۲۶۷۹۹	۱۱۱	–	۰	۰
منابع ژنتیکی	–	–	۱۳/۹۰۴۸۱۱	۰	۰
گرده‌افشانی	۹/۰۴۴۱۱۲	۱۰۹/۵۹۲۷۵۲	–	۰	۰
تنظیم گاز	۱۶۵۸۰۹	–	۱۸/۹۰۳۸۵۱	۰	۰
تنظیم آب	۰/۴۷۲۶۵۹	–	۱/۳۷۲۷۶	۰	۰
کنترل بیولوژیکی	۴/۴۴۰۸۲۸	۰/۰۸۴۶۷۴	–	۰	۰
دفع زائدات	۰/۰۰۲۴۱۶	–	–	۰	۰
کنترل فرسایش	۰/۱۲۸۷۶۲	–	۲/۴۲۰۷۹۵	۰	۰
تشکیل خاک	۰/۹۶۶۶۷۱	–	۰/۳۳۹۵۰۲	۰	۰
تفریحی	۰/۰۱۷۱۴۶	–	۸/۲۰۲۱۶۶	۰	۰

(Abdi et al., 2008; Amirnejad et al., 2018; Baranian Kabir et al., 2017; Hosseini et al., 2017; Khorramdel et al., 2018; Mahlouji Rad et al., 2016; Mousavi and Arzani, 2014; Tahmasebi and Pourgharai, 2000; Yegane et al., 2016; مطالعات نگارندگان)

جدول ۷. ارزش خدمات اکوسیستم برآورده شده برای هر یک از انواع کاربری‌ها/ پوشش زمین در سال‌های ۱۹۸۵ ،۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵

کاربری/ پوشش زمین	۱۹۸۵		۲۰۰۰		۲۰۱۵	
	ارزش مالی	سهم نسبی (درصد)	ارزش مالی	سهم نسبی (درصد)	ارزش مالی	سهم نسبی (درصد)
مراتع	۱۶۵۶۴۱۷۹۲۸	۹۹/۲	۸۶۵۶۱۶۵۰۱	۹۸/۵	۸۰۱۵۹۴۱۸۰	۹۸/۷
کشاورزی	۱۲۷۴۱۲۵۲/۵	۰/۷۶	۱۳۸۸۸۳۳۳/۸	۱/۵۳	۱۰۲۹۹۸۹۸/۲	۱/۲۷
فضاهای سبز و باز	۲۲۵/۷۱۹۴۲۵	۰/۰۰۰۰	۱۹۴۱/۱۸۷۰۶	۰/۰۰۰۲	۱۵۷۵۵/۲۱۵۹	۰/۰۰۱۹
مجموع	۱۶۶۹۱۵۹۴۰۶	۱۰۰/۰	۹۰۹۵۰۶۷۷۶	۱۰۰	۸۱۱۹۰۹۸۳۳	۱۰۰



شکل ۳. توزیع فضایی ارزش خدمات اکوسیستم در منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ (مأخذ: مطالعات نگارندگان)

جدول ۸. تغییرات مالی ارزش خدمات اکوسیستم بین دوره‌های آماری ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ و ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ (مأخذ: مطالعات نگارندگان)

کاربری‌ها/سال	۲۰۰۰ -۱۹۸۵		۲۰۱۵ -۲۰۰۰		۲۰۱۵ -۱۹۸۵	
	ارزش مالی	درصد	ارزش مالی	درصد	ارزش مالی	درصد
مراتع	-۷۶۰۸۰۱۴۲۷/۱	-۴۵/۹۳	-۹۴۰۲۲۳۲۱	-۱۰/۵۰	-۸۵۴۸۲۳۷۴۸	-۵۱/۶۱
کشاورزی	۱۱۴۷۰۸۱/۲۷	۹/۰۰	-۳۵۸۸۴۳۶	-۲۵/۸۴	-۲۴۴۱۳۵۴/۳۶	-۱۹/۱۶
فضاهای سبز و باز	۱۷۱۵/۴۶۷۶۳	۷۶۰/۰۰	۱۳۸۱۴/۰۲۹	۷۱۱/۶۳	۱۵۵۲۹/۴۹۶۵	۶۸۸۰/۰۰
مجموع	-۷۵۹۶۵۲۶۳۰/۴	-۴۵/۵۱	-۹۷۵۹۶۹۴۳	-۱۰/۷۳	-۸۵۷۲۴۹۵۷۳	-۵۱/۳۶

۳-۴. پیامد تغییرات کاربری/ پوشش زمین روی ارزش خدمات اکوسیستم

به منظور انجام تحلیل رگرسیونی، ابتدا نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون چولگی و کشیدگی در نرم‌افزار SPSS 26 مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۹). همان‌طور که مشاهده می‌گردد، تمامی متغیرها دارای توزیع نرمال بوده و می‌توان از آزمون‌های پارامتریک جهت تحلیل آن‌ها استفاده نمود.

جدول ۹. بررسی وضعیت توزیع متغیرهای تحقیق (مأخذ: مطالعات نگارندگان)

متغیر	چولگی	کشیدگی
ارتفاع	۰	۰
شیب	۰	۰
میانگین سالانه دمای هوا	-۰/۷۵۷	-۰/۲۸۹
میانگین بارندگی سالانه	۱/۰۰۱	-۰/۶۹۰
تعداد کل جمعیت	-۰/۲۸۸	-۰/۰۲۲
نرخ رشد کل جمعیت	۰/۸۷۸	۰/۵۲۱
نسبت شهرنشینی	-۰/۲۸۹	-۰/۰۹۹
تراکم جمعیتی	۰/۱۰۳	-۰/۰۰۵
تعداد مهاجران وارد شده	-۰/۷۳۷	-۰/۴۳۶
تعداد شاغلان	-۱/۲۹۳	-۰/۴۵۶
نرخ اشتغال	۰/۶۶۱	-۰/۲۶۱
تعداد شاغلان بخش کشاورزی	-۱/۴۳۱	-۰/۹۴۹
تعداد شاغلان بخش صنعت	-۱/۵۴۳	-۰/۸۶۹
تعداد متقاضیان کار در منطقه	۱/۴۴۱	-۰/۵۲۸
میزان درآمد سالانه خانوارها	-۱/۵۴۰	-۰/۷۸۳
میزان در آمد کشاورزی	۰/۹۹۳	۰/۳۴۱
میزان درآمد غیرکشاورزی	۱/۵۳۳	-۰/۶۵۶
اجاره بهای مسکن	۱/۰۳۲	-۰/۵۶۴
تعداد کارگاه‌های صنعتی	۱/۰۶۹	۰/۴۵۵
ارزش کل دارایی‌های صنعتی	۱/۴۴۸	۰/۸۷۶
تولید ناخالص داخلی	۱/۷۰۱	۰/۶۴۶
هزینه فعالیت‌های کشاورزی	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵
اندازه قطعات اراضی کشاورزی	۱/۶۸۰	۰/۷۸۲
تعداد انشعاب آب	-۰/۰۸۸	-۰/۰۸۱
تعداد انشعاب گاز	-۰/۶۸۹	-۰/۴۲۱
برق	-۱/۴۵۰	-۰/۹۸۸
تعداد مراکز بهداشتی-درمانی	-۱/۶۱۴	-۰/۸۱۹
تعداد مراکز آموزشی	۰/۹۰۵	۰/۵۶۸

ادامه جدول ۹. بررسی وضعیت توزیع متغیرهای تحقیق (مأخذ: مطالعات نگارندگان)

متغیر	چولگی	کشیدگی
تعداد راه‌ها	-۰/۰۶۷	-۰/۰۰۷
تعداد مشترکین تلفن ثابت	-۱/۷۳۱	-۰/۹۸۶
اینترنت	۰/۸۶۸	-۰/۰۶۹
دفتر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) روستایی	۱/۳۸۳	۰/۹۹۲
تعداد وسایل نقلیه عمومی	۱/۶۴۸	۰/۹۴۲
سهم نسبی اراضی ساخته شده	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴

در جدول (۱۰)، نتایج حاصل از بررسی ضریب همبستگی پیرسون میان متغیرهای مستقل و ارزش خدمات اکوسیستم برای متغیرهایی که همبستگی میان آن‌ها معنادار بود، ارائه شده است. براین اساس، متغیر تعداد راه‌ها بیشترین همبستگی را با متغیر وابسته دارد. به طوری که ضریب پیرسون میان این دو متغیر برابر با ۰/۶۶۴- محاسبه شده است. پس از آن به ترتیب عوامل تعداد شاغلان، تعداد جمعیت، تعداد وسایل نقلیه عمومی و میزان درآمد غیرکشاورزی سالانه خانوارها قرار دارند. با توجه به اینکه مقدار معناداری برای تمامی متغیرها برابر با ۰/۰۰۰ است، نتایج حاصل با یک درصد خطا، قابل تعمیم به کل جامعه آماری است.

جدول ۱۰. ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه میان متغیرهای مستقل و ارزش خدمات اکوسیستم (مأخذ: مطالعات نگارندگان)

متغیر مستقل	ضریب همبستگی پیرسون	ضریب تعیین	معناداری
ارتفاع	۰/۱۲۲	۰/۰۱	۰/۰۰۰
تعداد کل جمعیت	-۰/۵۶۴	۰/۳۲	۰/۰۰۰
نسبت شهرنشینی	-۰/۱۱۳-	۰/۰۱	۰/۰۰۰
تراکم جمعیتی	-۰/۲۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰۰
تعداد مهاجران وارد شده	-۰/۳۰۱	۰/۰۹	۰/۰۰۰
تعداد شاغلان	-۰/۵۸۹	۰/۳۵	۰/۰۰۰
تعداد شاغلان بخش صنعت	-۰/۱۸۵	۰/۰۳	۰/۰۰۰
میزان درآمد سالانه خانوارها	-۰/۱۹۸	۰/۰۴	۰/۰۰۰
میزان در آمد کشاورزی	-۰/۱۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰۰
میزان درآمد غیرکشاورزی	-۰/۳۶۱	۰/۱۳	۰/۰۰۰
ارزش کل دارایی‌های صنعتی	-۰/۳۳۴	۰/۱۱	۰/۰۰۰
تولید ناخالص داخلی	-۰/۲۴۱	۰/۰۶	۰/۰۰۰
اندازه قطعات اراضی کشاورزی	-۰/۲۷۸	۰/۰۸	۰/۰۰۰
تعداد راه‌ها	-۰/۶۶۴	۰/۴۴	۰/۰۰۰
اینترنت	-۰/۱۷۳	۰/۰۳	۰/۰۰۰
تعداد وسایل نقلیه عمومی	-۰/۴۴۱	۰/۱۹	۰/۰۰۰

در ادامه، متغیرهای مستقلی که دارای همبستگی معنادار با ارزش خدمات اکوسیستم بودند، وارد تحلیل رگرسیون چندگانه شدند. مقدار آزمون دوربین واتسون ۱/۹۲۱ برآورده شده که انجام تحلیل رگرسیونی را تایید می‌نماید. نتایج تحلیل، همبستگی معنادار میان متغیرهای مستقل و ارزش خدمات اکوسیستم را نشان می‌دهند. چنانچه ضریب همبستگی تحلیل، رقم نسبتا بالای ۰/۵۵۶ می‌باشد. در مجموع ۹ متغیر مستقل باقی‌مانده در تحلیل، ۳۲ درصد از واریانس ارزش خدمات اکوسیستم را تبیین می‌کنند (جدول ۱۱). با توجه به نتایج آزمون معناداری F، ضرایب همبستگی و ضریب تعیین معنادار بوده و قابل تعمیم به کل جامعه است.

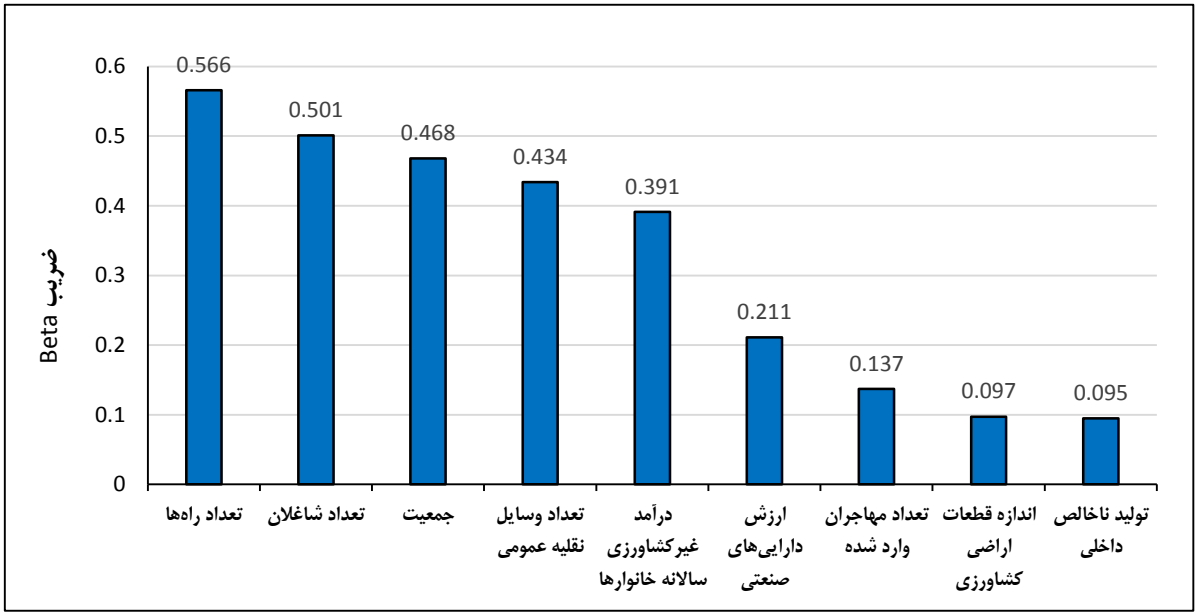
جدول ۱۱. ضریب همبستگی و ضریب تعیین رابطه میان متغیرهای مستقل و ارزش خدمات اکوسیستم (مأخذ: مطالعات نگارندگان)

ضریب همبستگی (r)	ضریب تعیین (R Squares)	درجه آزادی (df)	آزمون معناداری (F)	سطح معناداری (sig)	دوربین واتسون (Durbin-Watson)
۰/۵۵۶	۰/۳۲۰	۹	۱۹/۵۸۲	۰/۰۰۰	۱/۹۲۱

در جدول (۱۲)، ضریب B، ضریب استاندارد نشده متغیرهای مستقل در معادله رگرسیون چندمتغیره است. ضریب Beta، ضریب استانداردسازی شده است که نشان‌دهنده شدت و جهت تاثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته است. بررسی ضرایب معیاری تحلیل (Beta) نشان می‌دهد از میان متغیرهای مستقل، عوامل تعداد راه‌ها با ضریب ۰/۵۶۶ و تعداد شاغلان با ضریب ۰/۵۰۱ بیشترین تاثیر را بر کاهش ارزش خدمات اکوسیستم دارند. پس از آن به ترتیب، عوامل تعداد جمعیت، تعداد وسایل نقلیه عمومی و درآمد غیرکشاورزی سالانه خانوارها، از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار هستند (جدول۱۲ و نمودار۱). قابل ذکر است، سایر مولفه‌های مستقل از مدل حذف شده‌اند. با توجه به شاخص معناداری، تمامی نتایج حاصل از تحلیل صورت گرفته قابل اعتماد بوده، در سطح خطای یک درصد قابل تعمیم به کل جامعه است.

جدول ۱۲. ضرایب رگرسیون چندگانه رابطه میان متغیرهای مستقل و ارزش خدمات اکوسیستم (مأخذ: مطالعات نگارندگان)

متغیرها	ضریب B	ضریب Beta	T	معناداری (sig)
عرض از مبدأ	۲۱/۴۶۶	-	۱۰/۲۵۸	۰/۰۰۰
جمعیت	-۰/۳۰۷	-۰/۴۶۸	-۹/۴۱۷	۰/۰۰۰
تعداد مهاجران وارد شده	-۰/۱۰۶	-۰/۱۳۷	۲/۱۳۵	۰/۰۰۰
تعداد شاغلان	-۰/۳۲۹	-۰/۵۰۱	-۷/۸۴۳	۰/۰۰۰
تعداد راه‌ها	-۰/۳۷۲	-۰/۵۶۶	۸/۸۸۶	۰/۰۰۰
تولید ناخالص داخلی	-۰/۰۵۵	-۰/۰۹۸	۳/۴۵۰	۰/۰۰۰
ارزش دارایی‌های صنعتی	-۰/۱۷۲	-۰/۲۱۱	**-۵/۴۲۶**	۰/۰۰۰
اندازه قطعات اراضی کشاورزی	-۰/۵۸	-۰/۰۹۷	۲/۴۸۴	۰/۰۰۰
تعداد وسایل نقلیه عمومی	-۰/۲۳۹	-۰/۴۳۴	۶/۳۹۸	۰/۰۰۰
درآمد غیرکشاورزی سالانه خانوارها	-۰/۲۱۵	-۰/۳۹۱	-۴/۹۴۱	۰/۰۰۰



نمودار ۱. میزان تأثیرگذاری متغیرهای مستقل بر ارزش خدمات اکوسیستم براساس ضرایب رگرسیونی استاندارد

۵. بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در گام اول این پژوهش، تغییرات کاربری زمین در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل، نشان‌دهنده افزایش قابل توجه سطح اراضی ساخته شده است. در حقیقت اراضی ساخته شده با تعرض به نواحی سبز و طبیعی گسترش یافتند. به طوری که تبدیل اراضی مرتعی و کشاورزی به اراضی مصنوع، مهم‌ترین نوع تغییر کاربری/ پوشش زمین صورت گرفته در منطقه است. بررسی نتایج

حاصل از تحقیق داداش‌پور و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیانگر توسعه اراضی مسکونی، صنعتی و خدماتی در شهرستان‌های واقع در غرب پایتخت کشور است که موجب کاهش سطح اراضی طبیعی و کشاورزی شده است. شرایط مساعد محیطی (ارتفاع و شیب کم) و دسترسی مناسب به شبکه ارتباطی، شرایط مناسبی جهت توسعه ساخت‌وسازها در این منطقه را فراهم آورده است (Dadashpou et al., 2015). در بخش دوم تحقیق، تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم در منطقه مورد مطالعه تحلیل شد. نتایج حاصل، بیانگر کاهش ۵۱ درصدی ارزش خدمات در طی دوره زمانی سی ساله تحقیق است. کاهش اراضی مرتعی با ارزش بالای اکولوژیکی در مرتبه اول و کاهش سطح اراضی کشاورزی در رتبه دوم و جایگزینی آن‌ها با اراضی مصنوع که فاقد ارزش‌های زیست‌محیطی می‌باشند، عامل اصلی کاهش ارزش خدمات اکوسیستم در منطقه است. نتیجه حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات اسدالهی و سلمان‌ماهینی (۱۳۹۶)، شعبانی و کامیاب (۱۳۹۸)، عشورنژاد و همکارانش (۱۳۹۸)، Gashaw و همکارانش (۲۰۱۸) و Mamat و همکارانش (۲۰۱۸) تطابق دارد (Asadolahi and Salmanmahiny, 2017; Ashournejad et al., 2019; Gashaw et al., 2018; Mamat et al., 2018; Shabani and Kamyab, 2019) چنانچه در تحقیقات مذکور نیز، کاهش سطح اراضی طبیعی و نیمه‌طبیعی به دلیل توسعه اراضی مصنوع موجب کاهش ارزش خدمات اکوسیستم شده است.

در این تحقیق، روابط میان عوامل موثر بر تغییرات کاربری زمین و تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از این است که عامل «افزایش تعداد راه‌ها»، دارای بیشترین تاثیر بر کاهش ارزش خدمات اکوسیستم بوده است. توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقلی، یکی از عوامل موثر بر شکل‌گیری و توزیع فعالیت‌ها و مراکز جمعیتی است. ساخت پیوندهای جدید یا توسعه پیوندهای موجود روی محل سرمایه‌گذاری‌های جدید در مکان تاثیر می‌گذارد که در واقع روی تقاضا برای سفر تأثیر گذاشته و یک مکان جدید را شکل می‌دهد (Polzin, 1999). در منطقه مورد مطالعه، در طی بازه زمانی مورد بررسی، آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها به ترتیب ۷۳,۹ و ۹۳ کیلومتر گسترش یافته‌اند (Statistical yearbook of Tehran province, 2016). توسعه محورهای ارتباطی در منطقه، زمینه‌ساز تغییرات کاربری زمین بوده است. به طوری که اراضی ساخته‌شده که فاقد ارزش طبیعی و اکولوژیکی هستند، پیرامون محورهای ارتباطی رشد یافته‌اند. در تحقیقی مشابه، توسعه شبکه راه‌ها در استان چینگهای در کشور چین موجب کاهش خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی شد (S. Li et al., 2018). در تحقیق دیگری که توسط چن و همکارانش (۲۰۲۱) در حوزه شهری پیرامون رودخانه یانگ‌تسه انجام شد، توسعه راه‌ها و افزایش قابلیت دسترسی کاهش خدمات اکوسیستم را در پی داشت (Chen et al., 2021).

نتایج تحلیل رگرسیونی، نشان‌دهنده تأثیر متغیر «تعداد شاغلان» بر کاهش ارزش خدمات اکوسیستم در منطقه است. رشد درآمد به دنبال افزایش تعداد شاغلان، منجر به تغییر ساختار اقتصادی از اتکاء به کشاورزی به تمرکز بر تولید و توسعه بخش خدمات می‌شود. رشد بخش صنعت و خدمات، افزایش نیاز به اراضی مصنوع را در پی دارد (Deng et al., 2008). تعداد شاغلان منطقه، از 306799 نفر در سال پایه به ۶۸۶۸۵۲ نفر در آخرین مقطع زمانی افزایش یافته است. بررسی‌های آماری نشان‌دهنده افزایش تعداد شاغلان در بخش‌های صنعت و کشاورزی به میزان به ترتیب ۱۳۳ و ۱۲۰ درصد است. درحالی که تعداد شاغلان بخش کشاورزی تنها ۶ درصد افزایش یافته است (Statistical yearbook of Tehran province, 2016). سودآوری فعالیت‌های صنعتی و خدماتی موجب کاهش تمایل به مشاغل کشاورزی و در نهایت تبدیل اراضی طبیعی و زراعی به اراضی مصنوع شده که کاهش خدمات اکوسیستم را در پی داشته است.

«افزایش جمعیت» متغیر دیگری است که در کاهش ارزش خدمات اکوسیستم مؤثر بوده است. رشد جمعیت موجب نیاز فزاینده به تأمین غذا، مسکن، خدمات و زیرساخت‌ها می‌گردد و تأثیر مستقیمی بر گسترش اراضی مصنوع دارد. نیاز روزافزون به غذا، کشاورزان را به سوی بهره‌گیری از زمین‌های طبیعی مانند مراتع و جنگل‌ها با ارزش بالای اکوسیستم سوق می‌دهد. از سوی دیگر، نیاز جمعیت به مسکن، موجب تغییر سریع کاربری اراضی به سمت کاربری مسکونی می‌گردد (Quesada et al., 2017). تعداد جمعیت ساکن در منطقه از ۱۲۵۶۷۴۹ نفر در اولین مقطع زمانی با نرخ رشد ۴,۱ به ۲۸۱۴۶۰۳ نفر در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است. همچنین داده‌های آماری نشان‌دهنده مهاجرپذیر بودن منطقه است. به طوری که در طی سال‌های ۱۳۶۵–۱۳۹۵، ۲۱۲۵۸۱۳ نفر وارد منطقه شده‌اند (Statistical yearbook of province, 2016) (Tehran). چنین تغییراتی تبدیل اراضی مرتعی به زراعی و همچنین تحول از پوشش زراعی به اراضی ساخته شده را پی داشته که در نهایت موجب کاهش ارزش خدمات اکوسیستم در منطقه شده است. Wu و همکارانش (2013) و Cai و همکارانش (2013) به نتیجه مشابهی در تحقیقات خود دست یافتند (Cai et al., 2013; Wu et al., 2013).

یافته‌های تحقیق گویای تأثیر منفی متغیر «افزایش وسایل نقلیه عمومی» روی ارزش خدمات اکوسیستم است. بهبود دسترسی به حمل و نقل عمومی موجب کاهش هزینه‌های دسترسی و تشویق افراد به سکونت در مکان می‌شود. تسهیل حمل و نقل موجب افزایش ارزش اقتصادی زمین شده و تمایل به ساخت‌وساز را افزایش می‌دهد. گسترش استفاده از وسایل نقلیه عمومی در نتیجه پیشرفت فناوری یکی از عوامل موثر بر توسعه اراضی مصنوع است. در منطقه مورد بررسی، تعداد وسایل نقلیه عمومی از ۱۵۲۰ عدد به ۱۰۹۱۲ در طی بازه زمانی ۳۰ ساله افزایش یافته است (Statistical yearbook of Tehran province, 2016). بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، موجب گسترش اراضی مصنوع و در نهایت کاهش ارزش خدمات اکوسیستم شده است.

یافته‌های پژوهش بیانگر تأثیر منفی متغیرهای «میزان درآمد غیرکشاورزی» و «تولید ناخالص داخلی» روی ارزش خدمات اکوسیستم است. رشد اقتصادی که با متغیرهایی شامل میزان درآمد و تولید ناخالص داخلی سنجیده می‌گردد، منجر به افزایش تمایل دولت برای سرمایه‌گذاری‌های عمومی در توسعه خدمات و زیرساخت‌ها می‌شود. بنابراین رشد اقتصادی موجب افزایش تقاضا برای توسعه زمین می‌شود که گسترش سریع نواحی ساخته شده را در پی دارد (Wu and Zhang, 2012). میزان درآمد غیرکشاورزی سالانه هر خانوار در منطقه از ۳۸۳۷ به ۸۵۱۹۶ هزار ریال در طی بازه زمانی مورد بررسی، افزایش یافته است. همچنین بررسی‌های آماری نشان‌دهنده رشد ۴۹۵۴ درصدی شاخص تولید ناخالص داخلی است (Statistical yearbook of Tehran province, 2016). سودآوری فعالیت‌های غیرکشاورزی و ارتقای رشد اقتصادی در منطقه تحت مطالعه، موجب توسعه خدماتی- زیرساختی و افزایش سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های صنعتی و خدماتی شده است. این فرایند تبدیل اراضی سبز و طبیعی به پهنه‌های مصنوع را در پی داشته که موجب کاهش ارزش خدمات اکوسیستم شده است. یافته‌های مذکور با نتایج تحقیق Wu و Zhang (2012) در منطقه کلانشهری هانگژو مطابقت دارد (Wu and Zhang, 2012).

نتایج تحلیل آماری رگرسیون، بیانگر کاهش ارزش خدمات اکوسیستم در اثر کوچک شدن قطعات اراضی کشاورزی است. چندپارگی قطعات زیر کشت، زمینه‌ساز اضمحلال این اراضی و تبدیل آن‌ها به انواع دیگر کاربری‌ها را فراهم می‌آورد و تاثیر منفی روی طیف متنوعی از خدمات و عملکردهای اکوسیستم دارد (Mitchell et al., 2015). در طی بازه زمانی تحقیق، تبدیل اراضی کشاورزی به کاربری‌های شهری و مسکونی موجب چندپارگی اراضی زراعی شده است. نتایج حاصل از تحقیق با یافته‌های Lee و همکارانش در دشت ساحلی غرب تایوان مطابقت دارد (Lee et al., 2015).

«ارزش دارایی‌های صنعتی» دیگر عامل موثر بر کاهش ارزش خدمات اکوسیستم شناسایی شد. ارزش ماشین‌آلات و تجهیزات اداری، وسایل نقلیه، ساختمان و زمین صنعتی به دنبال افزایش سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های صنعتی افزایش یافت (Statistical yearbook of Tehran province, 2016). توسعه کارگاه‌های صنعتی در منطقه با تحول اراضی زراعی به اراضی مصنوع صورت گرفت که کاهش خدمات اکوسیستم را در پی داشت.

در این مقاله، هر یک از کاربری‌ها/ پوشش زمین موجود در منطقه به عنوان شاخصی جهت معرفی انواع اکوسیستم‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی مورد استفاده قرار گرفته است. بنابراین تحولات کاربری زمین، به عنوان عامل اصلی تغییر اکوسیستم‌ها و خدماتی که فراهم می‌آورند در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه خدمات اکوسیستم بر بستر پوشش اراضی، قابل تولید و دستیابی هستند، بررسی تغییرات ارزش خدمات با تغییرات کاربری/ پوشش زمین می‌تواند نتایج قابل اطمینانی بدست دهد. همچنین انگاشت ارزش پولی برای خدمات بازاری و یا غیربازاری اکوسیستم‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی، به کمی‌سازی ارزش‌های طبیعی غیرقابل مبادله و ایجاد درک روشنی از تغییرات ارزش‌های طبیعی غیرقابل مشاهده کمک می‌کند.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، سیاست‌های توسعه فضایی در این منطقه باید در جهت ممانعت از ساخت‌وسازهای بی‌رویه و محافظت از حریم اراضی زراعی و طبیعی تدوین گردد. در این راستا، تمهید راهکارهایی برای جلوگیری از تغییر کاربری مراتع، مانند تهیه و اجرای طرح‌های آبخیزداری و توجه به توان اکولوژیک منطقه در مکانیابی کاربری‌ها ضرورت می‌یابد. انجام اقداماتی شامل تضمین خرید محصولات اساسی کشاورزی توسط دولت و سیاست پرداخت یارانه به نهاده‌های مورداستفاده در بخش کشاورزی به عنوان مشوقی جهت توسعه فعالیت‌های زراعی پیشنهاد می‌گردد. استفاده از رویکردهای توسعه میان‌افزا و توسعه در اراضی قهوه‌ای برای پاسخ به نیاز اسکان جمعیت در حال رشد، جهت محافظت از اراضی طبیعی موثر می‌باشد.

در این تحقیق محدودیت دسترسی داده‌های محلی منطقه مورد مطالعه از سازمان‌های ذی‌ربط، مانع از برآورد ارزش تمامی خدمات اکوسیستم با رویکرد داده محور با دقت و اعتبار بالاتر نسبت به رویکرد انتقال ارزش شد. علاوه بر این، عدم امکان رابطه سنجی عواملی مثل تغییرات مساحت اراضی صنعتی و شهری با تغییرات ارزش خدمات اکوسیستم به دلیل عدم دسترسی به این داده‌ها در سطح محدوده، از دیگر محدودیت‌های تحقیق می‌باشد؛ لذا پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی، بررسی ارتباط میان تغییرات سطوح صنعتی و شهری و ارزش خدمات اکوسیستم مد نظر قرار گیرد. در ادامه این پژوهش، در راستای یکپارچگی بیشتر مفهوم خدمات اکوسیستم در مدلسازی تغییرات آتی کاربری زمین، انجام تحقیقاتی با هدف ارائه الگوی مناسب تخصیص کاربری‌ها با در نظر گرفتن نیازهای کاربری زمین و ارزش‌های خدمات اکوسیستم به صورت توأمان، پیشنهاد می‌شود.

۶. منابع

Abdi, N., Madah Arefi, H. & Zahedi Amiri, G. D. (2008). Estimation of carbon sequestration in Astragalus rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 15(2), 269–282.(inPersian).

Agriculture Jahad Organization of Tehran. (2019). *Agriculture physiognomy*. https://www.tehran-agri.ir/index.aspx?siteid=4.(inPersian).

Amirnejad, H., Ataie Solout, K. & Zarandian, A. (2018). Determining the economic value of water conservation function by plant coverage of Bamou national park. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *25*(1), 216–226. https://doi.org/10.22092/ijrdr.2018.116239.(inPersian).

Anderson, J. R. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (Vol. 964). US Government Printing Office.

Asadolahi, Z. & Salmanmahiny, A. R. (2017). Assessing the impact of land use change on ecosystem services supply (carbon storage and sequestration). *Environmental Researches*, *8*(15), 203–215. https://doi.org/20.1001.1.20089597.1396.8.15.24.0.(inPersian).

Ashournejad, Q., Amiraslani, F., Kiavarz Moghadam, M. & Toomanian, A. (2019). Impacts of Landuse/Landcover Changes on the Ecosystem Service Values in Pars Special Economic Energy Zone Using Remote Sensing. *Physical Geography Research Quarterly*, *51*(2), 317–333.(inPersian).

Baranian Kabir, E., Mousavi, seyed alireza, Bashari, H., Mosaddeghi, M. & Basiri, M. (2017). Economic Consequences of Converting Rangelands to Dry Farmlands, Focusing on Soil and Water Conservation Services. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 6(2), 27–41. https://doi.org/10.18869/acadpub.ijae.6.2.27. (inPersian).

Bateman, I. J., Harwood, A. R., Mace, G. M., Watson, R. T., Abson, D. J., Andrews, B., Binner, A., Crowe, A., Day, B. H. & Dugdale, S. (2013). Bringing ecosystem services into economic decision-making: land use in the United Kingdom. *Science*, *341*(6141), 45–50.

Brown, G. (2013). The relationship between social values for ecosystem services and global land cover: an empirical analysis. *Ecosystem Services*, *5*, 58–68.

Cabral, P., Feger, C., Levrel, H., Chambolle, M. & Basque, D. (2016). Assessing the impact of land-cover changes on ecosystem services: A first step toward integrative planning in Bordeaux, France. *Ecosystem Services*, *22*, 318–327.

Cai, Y.-B., Zhang, H., Pan, W.-B., Chen, Y.-H. & Wang, X.-R. (2013). Land use pattern, socio-economic development, and assessment of their impacts on ecosystem service value: study on natural wetlands distribution area (NWDA) in Fuzhou city, southeastern China. *Environmental Monitoring and Assessment*, *185*(6), 5111–5123.

Chen, W., Zeng, Y. & Zeng, J. (2021). Impacts of traffic accessibility on ecosystem services: An integrated spatial approach. *Journal of Geographical Sciences*, *31*, 1816–1836.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'neill, R. V. & Paruelo, J. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, *387*(6630), 253–260.

Costanza, R., Kubiszewski, I., Ervin, D., Bluffstone, R., Boyd, J., Brown, D., Chang, H., Dujon, V., Granek, E., & Polasky, S. (2011). Valuing ecological systems and services. *F1000 Biology Reports*, *3*.

Crossman, N. D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E. G., Martín-Lopez, B., McPhearson, T. & Boyanova, K. (2013). A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services*, *4*, 4–14.

Cumming, G. S., Buerkert, A., Hoffmann, E. M., Schlecht, E., Von Cramon-Taubadel, S. & Tscharntke, T. (2014). Implications of agricultural transitions and urbanization for ecosystem services. *Nature*, *515*(7525), 50–57.

Dadashpour, H., Kheirodin, R., Yaghobkhani, M. & Chamani, B. (2015). Modeling Tehran land use changes by using the MOLAND Model. *Regional Planning*, 4(16), 49–64. https://www.sid.ir/paper/230430/en.(inPersian).

De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A. & Hein, L. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, *1*(1), 50–61.

De Groot, R. S., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L., Haines-Young, R., Gowdy, J., Maltby, E., Neuville, A. & Polasky, S. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Ecological and Economic Foundations* (pp. 9–40). Earthscan, Routledge.

Deng, X., Huang, J., Rozelle, S., & Uchida, E. (2008). Growth, population and industrialization, and urban land expansion of China. *Journal of Urban Economics*, *63*(1), 96–115.

earthexplorer.usgs.gov

Estoque, R. C., & Murayama, Y. (2013). Landscape pattern and ecosystem service value changes: Implications for environmental sustainability planning for the rapidly urbanizing summer capital of the Philippines. *Landscape and Urban Planning*, *116*, 60–72.

Fu, B., Li, Y., Wang, Y., Zhang, B., Yin, S., Zhu, H., & Xing, Z. (2016). Evaluation of ecosystem service value of riparian zone using land use data from 1986 to 2012. *Ecological Indicators*, *69*, 873–881. https://doi.org/10.1016/ j.ecolind. 2016.05.048

Gashaw, T., Tulu, T., Argaw, M., Worqlul, A. W., Tolessa, T., & Kindu, M. (2018). Estimating the impacts of land use/land cover changes on Ecosystem Service Values: The case of the Andassa watershed in the Upper Blue Nile basin of Ethiopia. *Ecosystem Services*, *31*, 219–228.

Geneletti, D. (2012). *Integrating ecosystem services in land use planning: Concepts and applications*. Center for International Development at Harvard University.

Golchoobidiva, S., & Nasehi, S. (2016, May). Investigating the appearance of urban land to improve the environmental quality of cities. Paper presented at the *Second International Congress of Earth Sciences and Urban Development, Tabriz*, Iran. https://doi.org/ESUD02_534.(inPersian).

Goldstein, J. H., Caldarone, G., Duarte, T. K., Ennaanay, D., Hannahs, N., Mendoza, G., Polasky, S., Wolny, S., & Daily, G. C. (2012). Integrating ecosystem-service tradeoffs into land-use decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(19), 7565–7570.

Hosseini, S., Amirnejad, H., & Oladi, J. (2017). Determination of the Non-Market Values of Functions and Services of the National Park Kiasar. *Iranian Journal Of Economic Research*, 22(72), 79–102. https://doi.org/10.22054/ ijer. 2017.8292.(inPersian).

Interior, M. (2014). *Country divisions*.(inPersian).

Iran Statistical Centre. (2016). *Population and Housing Census*. https://www.amar.org.ir/english/Population-and-Housing- Censuses.(inPersian).

Jahandari, J., Hejazi, R., Jozi, S. A., & Moradi, A. (2022). Impacts of urban expansion on spatio-temporal patterns of carbon storage ecosystem services in Bandar Abbas Watershed using InVEST software. *Water and Soil Management and Modeling*, 2(4), 91–106. https://doi.org/10.22098/MMWS.2022.11069.1097. (inPersian).

Ji, Y., Wang, L., Qu, Y., & Ma, P. (2023). The Impact of Land Use Change on The Ecosystem Service Value of The Agricultural Pastoral Ecotone: Taking Jishishan County as an example. *Academic Journal of Science and Technology*, *6*(2), 1–5. https://doi.org/10.54097/ajst.v6i2.9433

Khorramdel, S., Moghaddam, P. R., & Ghafori, A. A. (2018). Economic evaluation of agroecosystem services of saffron in Khorasan Razavi province. *Saffron Agronomy and Technology*, *6*(1), 73–89.(inPersian).

Kumar, P. (2010). *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations*. UNEP/Earthprint.

Lee, Y.-C., Ahern, J., & Yeh, C.-T. (2015). Ecosystem services in peri-urban landscapes: The effects of agricultural landscape change on ecosystem services in Taiwan's western coastal plain. *Landscape and Urban Planning*, *139*, 137–148.

Li, S., Zhang, Y., Wang, Z., & Li, L. (2018). Mapping human influence intensity in the Tibetan Plateau for conservation of ecological service functions. *Ecosystem Services*, *30*, 276–286.

Li, X., Zhou, W., & Ouyang, Z. (2013). Forty years of urban expansion in Beijing: what is the relative importance of physical, socioeconomic, and neighborhood factors? *Applied Geography*, *38*, 1–10.

Mahlouji Rad, M., Mobarghaei, N., Rezvani Moghaddam, P., Parsa, M., Shahnoushi Froshani, N., & Asadi, G. (2016). Comparison of value of ecosystem services in conventional and Wheat and Potato organic farms in Fariman city. *Journal of Agroecology [Online]*, *6*(1), 151–165.(inPersian).

Mamat, A., Halik, Ü., & Rouzi, A. (2018). Variations of ecosystem service value in response to land-use change in the Kashgar Region, Northwest China. *Sustainability*, *10*(1), 200.

Ministry of Roads & Urban Development. (2009). *Project of Tehran province*.(inPersian).

Mitchell, M. G. E., Bennett, E. M., & Gonzalez, A. (2015). Strong and nonlinear effects of fragmentation on ecosystem service provision at multiple scales. *Environmental Research Letters*, *10*(9), 094014. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/9/094014

Mousavi, S. A., & Arzani, H. (2014). Economic valuation of water regulation function by central Alborz rangeland ecosystems. *Iranian Journal of Ecohydrology*, *1*(1), 11–16.(inPersian).

Müller, F., & Burkhard, B. (2012). The indicator side of ecosystem services. *Ecosystem Services*, *1*(1), 26–30.

National cartographic centre. (1395). *Topographic maps*. https://www.ncc.gov.ir/.(inPersian).

Natural Resources Organization. (2016). *Ministry of Agriculture-Jahad*. https://en.frw.ir/.(inPersian).

Nouri Najafi, F., Veisi, H., & Mirzaee, R. (2018). Changes in land use and ecosystem services in Sahand dam using remote sensing technique. *Environmental Sciences*, *16*(1), 207–224. (inPersian).

Polzin, S. E. (1999). Transportation/land-use relationship: Public transit's impact on land use. *Journal of Urban Planning and Development*, *125*(4), 135–151.

Pour Ahmad, A., Seifoddini, F., & Parnoon, Z. (2011). The Role of Migration in Change of Islamshahr Land Use. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, *4*(6), 49–61.(inPersian).

Quesada, B., Devaraju, N., de Noblet-Ducoudré, N., & Arneth, A. (2017). Reduction of monsoon rainfall in response to past and future land use and land cover changes. *Geophysical Research Letters*, *44*(2), 1041–1050.

Rahimi Balkanlou, K., Panahi Fatemeh, Jafary, M., & Malekian, A. (2021). Investigating Ecosystem Services Provision Dynamics under Landuse/landcover Changes in the Lake Urmia Basin. *Irrigation and Water Engineering*, 12(2), 414–429. https://doi.org/10.22125/iwe.2021.142424.(inPersian).

Raoufi, M., Kouchaki, A., & Nasiri Mahalati, M. (2024). Assessment the trend of changes in ecosystem services by monitoring land use changes in North and Northeast of Iran. *Journal of Agroecology*, *online pub*. https://doi.org/10.22067/JAG.V15I1.76685.(inPersian).

Rezaee, M. E., Barmaki, M., & Veisi, H. (2020). Land Use Changes and Their Effects on the Value of Ecosystem Services in Hamadan- Bahar Plain: With Emphasis on Semi-Natural Areas. *Environment and Development*, *10*(20), 25–34. https://www.iraneiat.ir/article_114702.html.(inPersian).

Sajjadi Ghaemmaghami, S. A., Sayahnia, R., Mobarghei Dinan, N., & Makhdoum Farkhondeh, M. (2021). Evaluating the implications of urban growth on carbon fixation ecosystem services (Case study: Karaj Subcatchments). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 12(1), 20–37. https://doi.org/10.30495/GIRS.2021.677995. (inPersian).

Schägner, J. P., Brander, L., Maes, J., & Hartje, V. (2013). Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects. *Ecosystem Services*, *4*, 33–46.

Shabani, N., & Kamyab, H. (2019). The impact of land use/land cover change on ecosystem services in Golestan province. *Environmental Sciences*, *17*(2), 43–56. (inPersian).

Statistical yearbook of Tehran province. (2016).https://www.amar.org.ir/salnameh-amari/agentType/ ViewSearch/ CustomFieldIDs/635/SearchValues/1395/PropertyTypeID/2086. (inPersian).

Tahmasebi, G., & Pourgharai, hossein. (2000). The role of honeybee in pollination and agricultural production increase. *Agricultural Economy and Development*, *8*(30), 131–144.(inPersian).

Tianhong, L., Wenkai, L., & Zhenghan, Q. (2010). Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen. *Ecological Economics*, *69*(7), 1427–1435.

Wu, K., Ye, X., Qi, Z., & Zhang, H. (2013). Impacts of land use/land cover change and socioeconomic development on regional ecosystem services: The case of fast-growing Hangzhou metropolitan area, China. *Cities*, *31*, 276–284.

Wu, K., & Zhang, H. (2012). Land use dynamics, built-up land expansion patterns, and driving forces analysis of the fast-growing Hangzhou metropolitan area, eastern China (1978–2008). *Applied Geography*, *34*, 137–145.

Yegane, H., Rafiee, H., Iraj, S., & Bazgir, A. (2016). Estimating the recreational value of Taham watershed rangelands in Zanjan by using a contingent valuation method. *Agricultural Economics*, *9*(4), 151–175. (inPersian).

Zang, S., Wu, C., Liu, H., & Na, X. (2011). Impact of urbanization on natural ecosystem service values: a comparative study. *Environmental Monitoring and Assessment*, *179*(1–4), 575–588.