



Environmental Capability Assessment of Kheyroud Forest Ecotourism with a Sustainable Management Approach

Iman Shirmohamadi¹, Jahangir Fegghi², Majid Makhdoum Farkhondeh²,
Ali Jahani³, Vahid Etemad³

1. Ph.D. Student, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Associate Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

DOI: 10.22034/eiap.2024.191711

Document Type
Research Paper

Received
2023/02/18

Accepted
2024/01/01

Abstract

The growing and diverse trend of human social needs has led to a change in people's attitudes about the environment and natural resources. As a result, the importance of ecological and environmental functions of forest resources is increasing. This change of attitude has led to the development of the philosophy of sustainable and multi-purpose management of forests. The aim of the present study is the spatial zoning of the environmental capability of Kheyroud forest ecotourism based on special environmental model with a sustainable management approach. The ecological, socio-economic and environmental capability models presented for Hyrcanian forests were used as the basis of the present study. After preparing the required layers, the evaluation of the environmental capability was done based on three scenarios of high, medium, and low severity, and a spatial zoning was done. In this research, the smallest planning unit was selected based on the hydrological response units (HRU). The results of the implementation of the special model of the environmental capability of ecotourism, which is the integration of ecological and socio-economic models, showed that the integration of layers in scenarios with high, medium and low severity, for determiniting of suitable areas for ecotourism in the study area is appropriate.

Keywords: Assessment, Scenario, Environmental capability, Ecotourism, Zoning

Introduction

The trend of growing and diverse social needs of human beings, resulting from factors such as rapid population growth, urbanization, and industrialization, has led to a change in people's attitudes towards the environment and natural resources (Turker et al., 2014). Forest ecosystems are a turning point and center of the sustainable development process. According to the definition, sustainable forest management is an evolving and dynamic concept aimed at preserving and improving the economic, social, and environmental values of all types of forests to benefit present and future generations of human communities, and criteria and indicators are among its most important implementation tools (Kumar et al., 2021). Changes in the economic, political, cultural, technological, and environmental aspects of the world call for a reassessment of development policies within the framework of the new concept of sustainable development and sustainable forest management. This requires a multidimensional approach such as ecotourism to obtain various ecological, economic, and social benefits. According to the definition of the United Nations World Tourism Organization, tourism refers to an activity in which an individual travels outside his/her place of residence for a specific period and spends the income earned from his/her place of residence at the visited location (UNWTO, 2015). Ecotourism is a type of tourism activity (Olearnik & Barwicka, 2018). Sustainable forest management is defined as a strategy for poverty reduction and forest protection that includes a series of activities and rational use of resources. Tourism is one of these services. In many cases, ecotourism is a suitable option for the sustainable use of forest resources and poverty reduction in communities (Rodriguez-Pineros & Mayett-Moreno, 2015). Ecological capability assessment is a factor in balancing ecotourism implementation and protection aspects of sustainable management of resources, including forests (Kahan, 1998). Identifying appropriate land use for its optimal use and preventing destruction due to population growth can be an effective step in sustainable development strategies (Prato, 2007). Given the current state of Iran's natural resources, it is necessary to plan any activity, including ecotourism, concerning the potential and capabilities of the land and sustainable development principles. Given the above, this article aims to evaluate the environmental capability of Kheyroud forest for ecotourism with a sustainable management approach.

Methods

In the present study, Kheyroud forest at the University of Tehran, with an area of about 8,000 hectares located 7 kilometers east of Nowshahr city between $27^{\circ} 36'$ to $40^{\circ} 36'$ North latitude and $32^{\circ} 51'$ to $43^{\circ} 51'$ East longitude, was selected as the study area. The methodology is based on the study by Sheikh Hossein Ferd and colleagues (2022). In this study, first, based on questionnaires and expert opinions criteria and sub-criteria of ecological, and socio-economic ecotourism in Hyrcanian forests were identified. Then, using the entropy method, the criteria and sub-criteria were weighted and ultimately prioritized using the TOPSIS method. In this study, Hydrological Response Units (HRUs) in the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model were used. SWAT is a semi-distributed physical model developed for predicting the effects of land use, climate change, and management in large and complex watersheds for the agricultural research sector in the United States. The smallest planning unit in this model is HRUs, which are derived from the integration of slope, land use, and soil maps (Gholami and Nasiri, 2015). Three scenarios of strict, moderate, and lenient were considered, and a special model of environmental capability for ecotourism was developed based on these scenarios. To make special models of environmental capability, ecological capability models and socio-economic capability models were integrated. For example, to construct a special model of environmental capability for ecotourism, ecological capability models and socio-economic capability models were integrated.

Results and Discussion

The results obtained from the integration of sub-criteria based on Makhdoum's environmental model for centralized and extensive ecotourism investigated in three scenarios for HRUs. It showed that the entire study area is suitable for extensive ecotourism. The special model of environmental capability for extensive ecotourism based on the strict scenario led to the construction of a spatial zoning map in the form of equation (1).

Equation (1):

$$Ete2 = So(1,2,3,4,5,6,7) + Vi(1,2,3) + Vsp(1,2,3,4,5) + Cp(1,2,3,4,5) + Ba(1,2,3,4,5) + Fa(1,2,3,4,5) + Ri(1,2,3,4,5) + Sp(1,2,3,4,5) + Pa(1,2,3,4,5) + Rma(1,2,3,4,5) + Rsf(1,2,3,4,5) + Lw(1,2,3,4,5) + Au(1,2,3,4,5) + Hc(1,2,3,4,5) + Se(1,2,3,4,5) + Ra(1,2,3,4,5) + Ps(1,2,3,4,5) + An(1,2,3,4,5)$$

The implementation of the special model of environmental capability for centralized ecotourism in three scenarios resulted in the construction of the zoning map in Kheyroud forest. (Figures 1, 2, 3).

The special model of environmental capability for centralized ecotourism based on the strict scenario is shown in equation (2).

Equation (2):

$$Eti2 = So(1,2,3) + Pte(1,2,3,4,5,6,7) + Pf(1,2,3,4,5) + Pd(1,2,3,4) + E1(1,2,3,4) + Cp(1,2,3,4) + Vi(1,2,3) + Ft(1,2,3,4) + Ba(1,2,3,4,5) + Fa(1,2,3) + Ri(1,2,3,4,5) + Sp(1,2,3,4,5) + Cr(1,2,3,4,5) + Rma(1,2,3,4,5) + Rsf(1,2,3,4,5) + Lw(1,2,3,4,5) + R(1,2,3,4,5) + Hc(1,2,3,4,5) + Gs(1,2,3,4,5) + T(1,2,3,4,5) + Grs(1,2,3,4,5) + Ra(1,2,3,4,5) + C(1,2,3,4,5) + Rahpn(1,2,3,4,5) + Ps(1,2,3,4,5)$$

In the above equations, the abbreviations represent the following:

So: slope (percentage), Pte: Soil texture, Pf: Soil fertility, Pd: Soil depth, E1: rock sensitivity to erosion, Cp: crown cover percentage, Vi: forest virginity, Ft: forest type, Ba: animal species diversity, Fa: fault, Ri: distance from the river, Sp: spring, Cr: accommodation centers, Rma: main forest road, Rsf: secondary forest road, Lw: dirt path, R: restaurant, Hc: medical centers, Gs: gas station, T: toilet, Grs: grocery store, Ra: rural areas, Pa: pasture, C: cowshed, Pahpn: historical religious and national sites, Ps: scenic spots.

Based on the integration of sub-criteria maps, no suitable area for environmental capability of the first-order concentrated ecotourism was found in Kheyroud forest. Using the integration of the sub-criteria map according to equation 2, the zoning map of the environmental capability of the second-order concentrated ecotourism was obtained in Kheyroud forest (**Figure 1**). Analysis of the parcel characteristics of this area indicates that 822 parcels with an area of 336/2102743 square meters (2,7433/210 hectares) are suitable for this area. Based on the medium-stringency scenario, a special model for ecotourism potential was formed using equation (3).

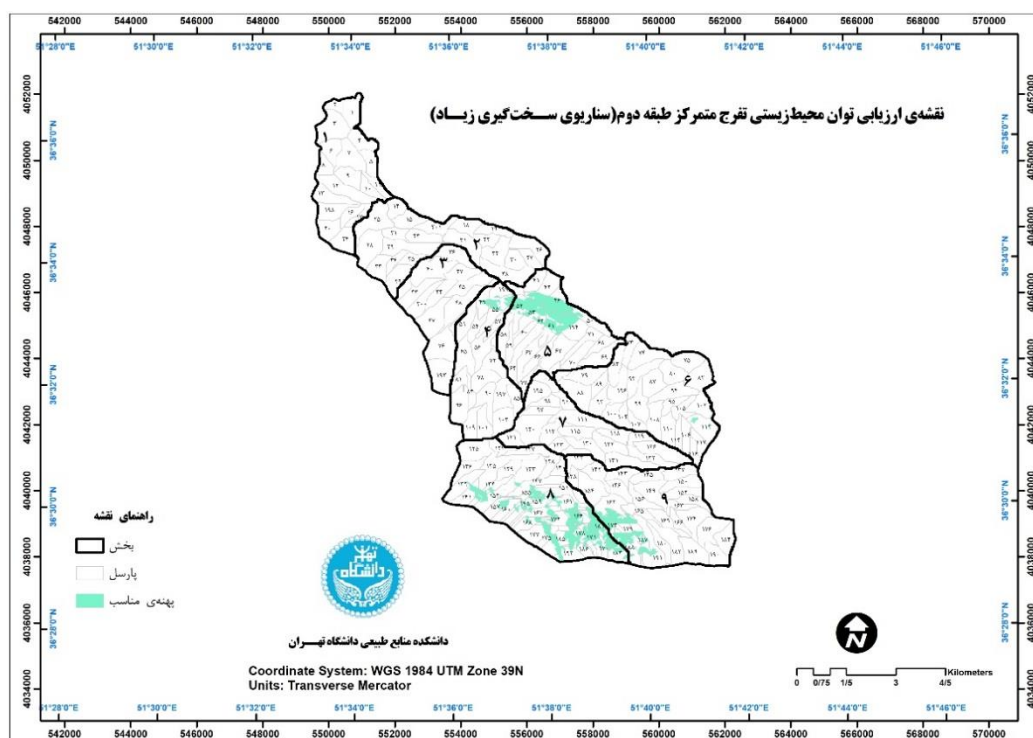


Figure 1. Zoning map of the environmental capability of the second floor of the concentrated ecotourism of the high-severity scenario

E equation (3):

$$E_{t1} = S_o(1,2,3) + P_f(1,2,3) + V_i(1,2,3) + F_a(1,2) + R_i(1,2,3,4,5) + C_r(1,2,3) + R_{ma}(1,2,3) + R_a(1,2,3)$$

Using the integration of the sub-criteria map according to equation 3, the zoning map of the environmental capability of the first-order concentrated ecotourism was obtained in Kheyroud forest (**Figure 2**). Analysis of the parcel characteristics of this area indicates that 1013 parcels with an area of 8/2681895 square meters (18,958/268 hectares) are suitable for this area.

Using the integration of the sub-criteria maps according to equation 4, the zoning map of the environmental capability of the second-order concentrated ecotourism was obtained in Kheyroud forest (**Figure 3**). Analysis of the parcel characteristics of this area indicates that 823 parcels with an area of 3/2102743 square meters (2,7433/210 hectares) are suitable for this area.

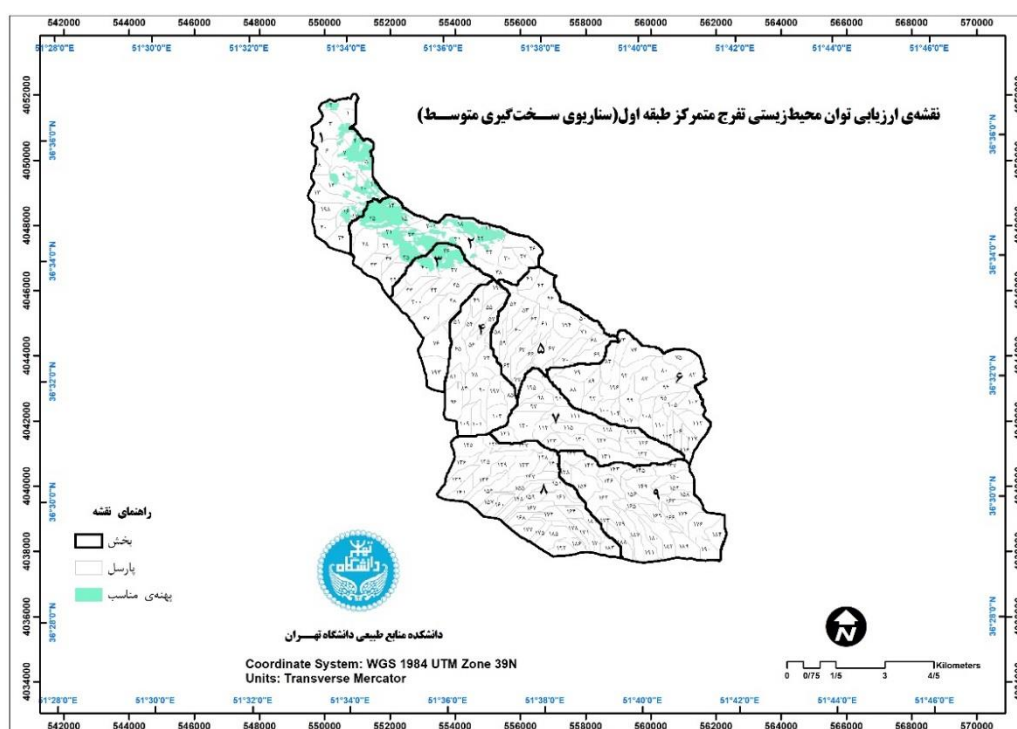


Figure 2. The zoning map of the environmental capability of the concentrated ecotourism of the first floor of the medium severity scenario

In the present study, a special model of the environmental capability of Kheyroud forest ecotourism using the integration of ecological and socio-economic models based on the developed models by Sheikh Hossein Fard and colleagues (2021) was used in three scenarios of strict, moderate, and lenient. The use of Makhdom's ecological models to assess various land uses including ecotourism has been common in Iran. Based on ecological criteria and sub-criteria such as water resources, vegetation, climate, soil, etc., and their placement in Makhdom's mathematical model, suitable areas for extensive and concentrated tourism are differentiated (Makhdom, 2011). In ecotourism potential analysis, socio-economic factors such as safety, commercial centers, accessibility, etc., are also important. Therefore, integrating ecological factors with socio-economic factors in ecotourism planning and analysis has significant importance (Makhdom et al., 2002). Ecotourism has a reciprocal relationship with the environment, and in ecotourism planning and analysis, ecological, social, and economic factors should be considered (Altinay & Hussain, 2005). Ecotourism development requires establishing a positive relationship between ecological, social, and economic factors, which benefits the entire community and local people (Bookbinder et al., 1998). Based on the results obtained from the present research, factors such as distance from the river, access to the main and secondary forest roads, degree of slope, virginity, and security of rural areas are important for evaluating the environmental capability of ecotourism in Kheyroud forest. Access to water resources or the distance from the river has always been one of the factors influencing the evaluation of tourism potential in various studies (Mikaili and

Deziani, 2013; Heshmati et al., 2022). Based on the study by Nasrollahi and Musa Biki Deh-Abadi (2014) from the tourists' point of view, factors such as access to facilities, maintenance of main roads, air pollution, peace accommodation (security), and access to historical monuments should be considered in ecotourism planning. The results of the present research are consistent with these studies in terms of the use of criteria and sub-criteria in evaluating the environmental capability of Kheyroud forest ecotourism.

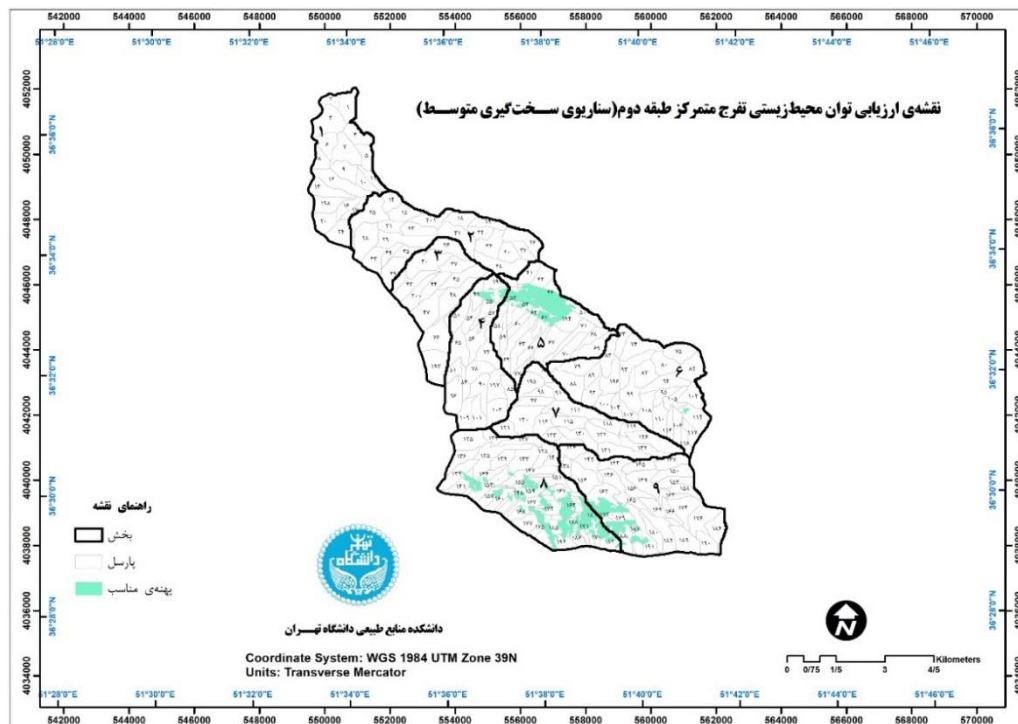


Figure 3: The zoning map of the environmental capability of the concentrated ecotourism of the second floor of the medium severity scenario

Conclusion

The results of the implementation of the environmental capability of ecotourism, which is based on the integration of ecological and socio-economic models, showed that the combination of layers in high, medium, and low severity scenarios can define suitable areas for ecotourism in a favorable way. The present research can provide a conceptual framework for understanding park tourism and its management, as well as a practical guide for planners and managers.

References

- Türker M.F.; Aydın, İ.Z. & Aydın T.2014. Ecotourism Activities for Sustainability and Management of Forest Protected Areas: A Case of Camili Biosphere Reserve Area, Turkey.
- Kumar D.; Thakur C.L.; Bhardwaj D.R.; Sharma N.; Sharma H. & Sharma P. 2021. Sustainable Forest Management a Global Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 10(01): 2521-2528.
- UNWTO .2015. United Nations World Tourism Organization. Retrieved from: <http://www2.unwto.org>.
- Olearnik, J. & Barwicka, K. 2018. Ecotourism as a Factor Influencing Behaviour of Tourism Market Participation. In: *Economic Problems of Tourism* 44 (4): 17-24.
- Rodríguez-Piñeros S. & Mayett-Moreno Y. 2015. Forest owners' perceptions of ecotourism: Integrating community values and forest conservation. *AMBIO* 44: 99–109.

Kahen, G. 1998. Tourism industry and sustainable development is a symbol of dynamic management. *Journal of Environmental Studies*. 24(21). (in Persian)

Prato G. 2007. Evaluating land use plans under uncertainty. *Land Use Policy* 24:165-174.

Sheikh hossein fard; M.; Feghhi, J.; Makhdom, M., & Alambeigi, A. 2021. The ecotourism environmental model (ecological, socio-economic) for Hyrcanian forests. *Forest and Wood Products*, 74(2): 137-146. doi: 10.22059/jfwp.2020.306919.1123(in Persian)

Gholami, S. & Nasiri, M. 2015. Simulation of Atrak River monthly discharge using SWAT model, Case study: Maraveh Tappeh watershed, Gholestan province. *Watershed Engineering and Management*, 2015; 7(2): 126-135. doi: 10.22092/ijwmse. 101256 (in Persian)

Makhdom, M.; Feghhe, J.; Sharafe, M. 2011. Evaluation of ecotourism in the forests surrounding Zaribar wetland using Geographic information system (GIS). *Environmental Researches*, 1(2): 19-30 (in Persian)

Makhdom, M.; Darvish Sefat, A.; Jafarzadeh, H. & Makhdom, A. 2002. Environmental assessment and planning with geographic information systems (GIS). *Tehran University Publications*. 20•1; 1(2): 19-30. (in Persian)

Altinay, M. & Hussain K. 2005. Sustainable Tourism Development: A Case Study of North Cyprus. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 17(3). 272 – 280.

Bookbinder M.P.; Cauley H.; Rajouria A.; Dinerstein E. & Rijal A. 1995. Ecotourism's Support of Biodiversity Conservation. *Conservation Biology* 12: 1399–1404.

Mihaeili, T. A. R. & Desiani, S. 2013. Resources assessment for tourism landuse development Case study: Ziarat Waterhed of Gorgan. *Scientific and Research Electronic Jornal* 22; 161:371 -9. (in Persian)

Heshmati, M.; Gheitury, M. & Shadfar, S. 2022. Factors affecting possibility of ecotourism development and sustaining natural resources using SWOT approach in west Iran. *International Journal of Geoheritage and Parks*. 10: 173-183 (In persian).

Nasrollahi, Z. & Moosabeiki Dehabadi, F. 2015. Importance-Performance Analysis Sustainable Tourism Based on environmental, social and economic aspect. *urban tourism*, 2(1): 45-59. doi: 10.22059/jut. 2015. 54065. (in Persian)

ارزیابی توان محیط‌زیستی اکوتوریسم جنگل خیرود با رویکرد مدیریت پایدار

ایمان شیرمحمدی^۱، جهانگیر فقهی^۲، مجید مخدوم فرخنده^۲، علی جهانی^۳، وحید اعتماد^۳

۱. دکتری علوم جنگل - جنگلداری، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲. استاد تمام گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳. دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۲۹

چکیده

روند رو به رشد و متنوع نیازهای اجتماعی بشر منجر به تغییر نگرش مردم در مورد محیط‌زیست و منابع طبیعی شده است. در نتیجه اهمیت کارکردهای اکولوژیکی و محیط‌زیستی منابع جنگلی در حال افزایش است. این تغییر نگرش سبب توسعه فلسفه مدیریت پایدار و چندمنظوره جنگل‌ها شده است. هدف مطالعه حاضر پهنه‌بندی مکانی توان محیط‌زیستی اکوتوریسم جنگل خیرود براساس مدل‌های ویژه با رویکرد مدیریت پایدار است. مدل‌های اکولوژیکی، اجتماعی - اقتصادی و محیط‌زیستی اکوتوریسم شده برای جنگل‌های هیرکانی مورد استفاده قرار گرفت. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز، ارزیابی توان محیط‌زیستی براساس سه سناریوی سخت‌گیری زیاد، متوسط و کم انجام گرفت و نقشه پهنه‌بندی مکانی ترسیم شد. در این تحقیق، کوچک‌ترین واحد برنامه‌ریزی بر مبنای واحدهای واکنش هیدرولوژیکی انتخاب شد. نتایج حاصل از اجرای مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم که از ادغام مدل‌های اکولوژیکی و اجتماعی - اقتصادی است، نشان داد که تلفیق لایه‌ها در سناریوهای سخت‌گیری زیاد، متوسط و کم، مناطق مناسب اکوتوریسم در محدوده مورد مطالعه را به نحو مطلوبی مشخص می‌نماید.

کلید واژه‌ها: ارزیابی، سناریو، مدل محیط‌زیستی، اکوتوریسم، پهنه‌بندی

سرآغاز

روند رو به رشد و متنوع نیازهای اجتماعی بشر که ناشی از عواملی مانند رشد سریع جمعیت، توسعه شهری و صنعتی شدن است، منجر به تغییر نگرش مردم در مورد محیط‌زیست و منابع طبیعی شده است (Turker et al., 2014). مدیریت پایدار یک ایده جهانی برای حفظ و نگهداری کیفیت زندگی بهتر بشر بر روی زمین است. در سال ۲۰۱۵، تعداد ۱۹۳ کشور دنیا سند بالادستی ۲۰۳۰ را جهت توسعه پایدار مورد توافق قرار دادند که شامل ۱۷ هدف، ۱۶۹ زیرهدف و ۲۳۲ شاخص است و جنبه‌های اجتماعی، اکولوژیکی و اقتصادی توسعه را شامل می‌شود (Katila et al., 2020). اکوسیستم‌های جنگلی نقطه عطف و قانونی فرآیند توسعه پایدار می‌باشند. با بررسی اهداف توسعه پایدار، مشخص می‌شود که در اهداف شماره ۱۵ و ۶ به طور صریح از جنگل‌ها نام برده شده است. هدف شماره ۱۵ روی حفاظت، نگهداشت و استفاده پایدار از اکوسیستم‌های خشکی و کم‌کردن کاهش تنوع زیستی تاکید دارد که جنگل‌ها بخش قابل توجه و مهمی از اکوسیستم‌های خشکی محسوب می‌شوند. در هدف شماره ۶، حفاظت و نگهداشت جنگل‌ها یکی از اهداف رسیدن به آب تمیز و بهداشتی است (Katila et al., 2020). طبق تعریف، مدیریت پایدار جنگل یک مفهوم در حال تکامل و پویا با هدف حفظ و بهبود ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی، و محیط‌زیستی تمام انواع جنگل‌ها در جهت سود بردن نسل‌های حاضر و آینده جوامع بشری بوده و از مهمترین ابزارهای اجرای آن، معیارها و شاخص‌ها است (Kumar et al., 2021).

تغییرات رخ داده در جنبه‌های اقتصادی، سیاسی، فرهنگی، تکنولوژیکی و محیط‌زیستی جهان، بازنگری مجدد سیاست‌های توسعه‌ای را در قالب مفهوم جدید توسعه پایدار و مدیریت پایدار جنگل ایجاب نموده و نیازمند یک رویکرد چندجانبه از قبیل اکوتوریسم برای کسب فواید مختلف اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی است. براساس تعریف سازمان جهانی گردشگری ملل متحد^(۱)، به فعالیتی که در آن فرد برای یک مقطع زمانی معین به خارج از مکان زندگی خود مسافرت کرده و در آن محل مورد بازدید، عایدی کسب شده از محل زندگی خود را خرج نماید، گردشگری^(۲) می‌گویند (UNWTO, 2015). اکوتوریسم^(۳) یکی از انواع فعالیت‌های گردشگری است که عبارتست از کلیه اشکال گردشگری که ویژگی‌های ذیل را داشته باشند (Olearnik &

Barwicka, 2018): ۱. کلیه اشکال گردشگری برپایه طبیعت که انگیزه گردشگر مشاهده و لذت بردن از طبیعت و نیز فرهنگ‌های سنتی غالب در مناطق طبیعی باشد. ۲. دربرگیرنده مشخصه آموزش باشد. ۳. معمولاً توسط یک کادر تخصصی سازماندهی می‌شوند. ۴. این فعالیت اثرات منفی روی محیط طبیعی و فرهنگی-اجتماعی را به حداقل می‌رساند. ۵. از طریق ایجاد سود اقتصادی برای جوامع میزبان و سازمان‌های مدیریت‌کننده مناطق طبیعی، فراهم کردن فرصت‌های شغلی و درآمدی برای جوامع محلی، و افزایش آگاهی حول محور حفاظت از طبیعت و ارزش‌های فرهنگی با یک نگاه حفاظتی، پایداری طبیعت را تضمین می‌کند. جامعه بین‌المللی گردشگری^(۴) یک تعریف قابل‌قبول‌تری از اکوتوریسم ارائه داده که طبق آن اکوتوریسم عبارتست از مسافرت مسئولانه به مناطق طبیعی که منجر به حفاظت از طبیعت و بهبود معیشت افراد محلی می‌شود (Forje et al., 2021). اکوتوریسم یا همان گردشگری پایدار چیزی جدا از توسعه پایدار و یا مدیریت پایدار جنگل نیست. آن دسته از فعالیت‌های گردشگری که نیاز گردشگران امروز را تامین نموده، بدون آن که امکان تامین نیاز گردشگران آینده را به مخاطره اندازد به عنوان گردشگری پایدار شناخته شده است (Danekar, 2019). مدیریت پایدار جنگل به عنوان یک استراتژی برای کاهش فقر و حفاظت از جنگل به گونه‌ای تعریف می‌شود که شامل یکسری از فعالیت‌ها و استفاده معقول از خدمات این منابع باشد. گردشگری یکی از این خدمات است که در موارد متعدد اکوتوریسم نشان داده برای استفاده پایدار از منابع جنگلی و کاهش فقر جوامع گزینه مناسبی است به طوری که جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی مدیریت پایدار جنگل را تضمین می‌کند و بهترین فرصت برای مدیریت پایدار جنگل محسوب می‌شود (Rodriguez-Pineros & Mayett, 2015). برای رسیدن به مدیریت پایدار جنگل از اکوتوریسم طبیعت نیاز به بررسی و ارزیابی توان اکولوژیکی (محیط‌زیستی) منطقه موردنظر است. برنامه‌ریزی کاربری‌ها با دید اکولوژیک یا آمایش سرزمین راه حل منطقی گسستن چرخه فقر جامعه و بحران محیط‌زیست و ایجاد بستر لازم برای رسیدن به توسعه پایدار است (Ramakrishna, 2003). در واقع، ارزیابی توان اکولوژیکی، عامل تعادل بین اجرای اکوتوریسم و جنبه حفاظتی مدیریت پایدار منابع از جمله جنگل است

نتایج تحلیل AHP-SWOT در این تحقیق نشان داده که عامل تنوع زیستی به عنوان نقطه قوت و وجود شکارچیان به عنوان تهدیدی برای توسعه اکوتوریسم است. همچنین برپایه نتایج به دست آمده مشخص شده که نگهداری جاده‌های موجود عاملی برای پیشبرد اکوتوریسم در منطقه مورد مطالعه است. همچنین با در نظر گرفتن این موارد، می‌توان سریع‌تر به اهداف توسعه پایدار رسید. با توجه به مطالب گفته شده، هدف مقاله حاضر ارزیابی توان محیط‌زیستی جنگل خیرود برای اکوتوریسم با رویکرد مدیریت پایدار است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در پژوهش حاضر، جنگل آموزشی پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران با نام جنگل خیرود با مساحت حدود ۸ هزار هکتار واقع در ۷ کیلومتری شرق شهر نوشهر بین $27^{\circ} 36'$ تا $30^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $32^{\circ} 51'$ تا $33^{\circ} 51'$ طول شرقی به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد (شکل ۱). حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا در جنگل خیرود به ترتیب ۵۰ و ۲۲۰۰ متر است. میانگین بارندگی سالیانه در بخش‌های این جنگل متفاوت بوده و بین ۱۳۱۲ تا ۱۴۴۸ میلی‌متر است. همچنین میزان متوسط دمای سالیانه آن بین $15/44^{\circ}$ تا $5/32^{\circ}$ درجه سانتی‌گراد است. براساس فرمول اقلیمی آمبرژه، اقلیم محدوده مورد مطالعه از نوع مرطوب سرد بوده و فاقد فصل خشک است (Etamad, 2019). جنگل خیرود بواسطه تفاوت در مقادیر حداقل و حداکثر ارتفاع، دارای پوشش گیاهی و نوع خاک متفاوتی است. تیپ اصلی و غالب جنگل خیرود شامل خالص راش، راش-ممرز و آمیخته راش-ممرز، افرا و توسکا به همراه سایر گونه‌های صنعتی بوده و گونه‌های همراه این تیپ‌ها شامل گیلاس وحشی، بارانک، بلوط، نمدار و ون بطور پراکنده و انفرادی در ترکیب توده‌های جنگلی است (Etamad, 2019).

روش تحقیق

از آنجایی که جنگل خیرود جزئی از منطقه رویشی هیرکانی است، (Fard et al., 2021) مدل محیط‌زیستی اکوتوریسم جنگل‌های هیرکانی را ارایه نموده‌اند، از این‌رو روش‌شناسی مطالعه حاضر بر مبنای مطالعه ایشان است. در مطالعه مذکور،

(KAHEN, 1998). تعیین کاربری‌های مناسب برای اراضی به منظور استفاده بهینه از سرزمین و جلوگیری از تخریب در اثر افزایش جمعیت می‌تواند گامی مؤثر در استراتژی توسعه پایدار باشد (Prato, 2007). بنابراین، با توجه به وضعیت منابع‌زیستی کشور لازم است هرگونه برنامه‌ریزی در خصوص فعالیت‌های مختلف از جمله اکوتوریسم با نگرش به استعداد و قابلیت‌های سرزمین و اصول پایداری توسعه صورت پذیرد. به هماهنگی روابط بین انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین برای بهره‌برداری درخور و پایدار از تمام امکانات انسانی و فضایی سرزمین با هدف بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان، آمایش سرزمین یا ارزیابی توان سرزمین گفته می‌شود (Masoudi, 2019). به بیان دیگر، انسان باید آن استفاده‌ای از سرزمین داشته باشد که ویژگی‌های طبیعی یا اکولوژیکی سرزمین، دیکته می‌کند سپس این ویژگی‌ها را با نیازهای اقتصادی- اجتماعی خود سازگار کند (Makhdoum, 1998). ارزیابی توان اکولوژیک مهمترین و اساسی‌ترین مرحله آمایش سرزمین را تشکیل می‌دهد که در طی آن به بررسی توان‌های بالقوه و بالفعل پرداخته می‌شود (Makhdoum, 1998; Danekar, 2019). عواملی مانند منابع آبی، پوشش گیاهی، و جاذبه‌های گردشگری از مهمترین معیارهای اکولوژیک و اجتماعی- اقتصادی جهت ارایه مدل محیط‌زیستی گردشگری در جنگل‌های هیرکانی است (Fard et al., 2021). در این تحقیق ابتدا منابع اکولوژیکی (پایدار و ناپایدار) شناسایی شده و با استفاده از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در نهایت ۱۵۱ یگان محیط‌زیستی تفکیک و نقشه آنها ترسیم شد. با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری DEMATEL فازی بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی، مناطق توسعه اکوتوریسم در ترکیه ارزیابی شده است (Kaymaz et al., 2021). در این بررسی، چهار گروه معیار و ۱۶ زیرمعیار استفاده شده است. سپس با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی، منطقه مورد نظر به طبقات تناسب اکوتوریسم خیلی مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب تقسیم‌بندی شده است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داده که استفاده از مدل مذکور روش مناسب و دقیقی برای مکان‌یابی فعالیت‌های اکوتوریسم است. عوامل مؤثر بر توسعه اکوتوریسم در مناطق حفاظت شده کامرون نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Forje et al., 2021). این تحقیق با استفاده از روش پرسشنامه‌ای و با مشارکت ۱۲۴ نفر از کارشناسان و افراد مطلع انجام شده است.

روش آنترابی، معیارها و زیرمعیارها وزن‌دهی شد و در نهایت با استفاده از روش TOPSIS اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها انجام گرفت (جدول ۱).

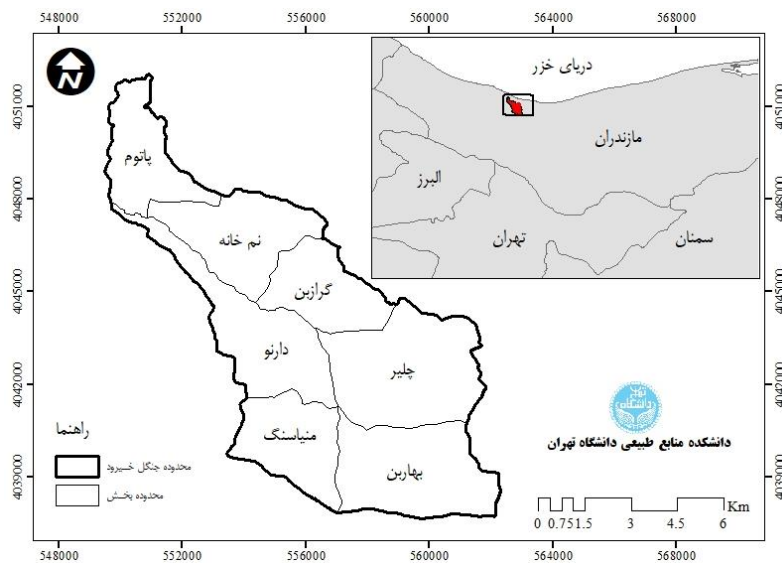
ابتدا معیارها و زیرمعیارهای اکولوژیک، اجتماعی-اقتصادی اکوتوریسم در جنگل‌های هیرکانی براساس توزیع پرسشنامه و بهره‌گیری از نظر متخصصان مشخص شد. سپس با استفاده از

جدول (۱): معیارها و زیرمعیارهای اکولوژیک، اجتماعی-اقتصادی موثر بر اکوتوریسم در جنگل‌های هیرکانی (Fard et al., 2021)

وزن نهایی	زیرمعیار	وزن نهایی	معیار اصلی	نوع معیار	وزن نهایی	زیرمعیار	وزن نهایی	معیار اصلی	نوع معیار
۱	آثار باستانی	۱	جاذبه‌های اکوتوریسم	اجتماعی-اقتصادی	۰/۸۹	آبشار	۱	منابع آبی	اکولوژیک
۱	نقطه‌های خوش‌منظر				۰/۷۹	چشمه			
۱	جاذبه‌های طبیعی				۰/۷۸	رودخانه			
۱	سازه‌های منفرد	۰/۷۰	تالاب						
۰/۷۵	قلعه	۰/۷۰	دریاچه						
۱	مراکز اقامتی	۰/۶۰	ساختار زیربنایی		۱	بکر بودن جنگل	۰/۹	پوشش گیاهی	
۰/۹۴	راه مال‌رو				۰/۵۴	درصد تاج پوشش			
۰/۸۲	جاده اصلی جنگلی				۰/۵۴	تنوع گونه‌ای درختی			
۰/۸۲	رستوران				۰/۵۴	تیپ جنگل			
۰/۷۶	بزرگراه				۱	شیب	۰/۸	توپوگرافی	
۰/۷۶	آزادراه			۱	باقث خاک	۰/۶	خاکشناسی		
۰/۷۶	راه فرعی جنگلی			۱	زهکشی				
۰/۷۶	سرویس بهداشتی			۰/۷۵	حساسیت به فرسایش				
۰/۷۱	فروشگاه مواد غذایی			۰/۵	عمق خاک				
۰/۵۹	مراکز درمانی			۰/۵	حاصلخیزی	۰/۶	حیات وحش		
۰/۵۲	پمپ بنزین	۰/۴۶	کاربری اراضی	۱	تنوع جانوری	۰/۶	آب و هوا و اقلیم		
۱	مناطق روستایی			۰/۶۷	تعداد روزهای آفتابی				
۰/۸۲	مرتع			۰/۶۷	دما				
۰/۵	گاوسرا	۰/۲۹	جمعیت‌شناختی	۱	گسل	۰	زمین‌شناسی		
۱	امنیت			۰/۵	ضریب مقاومت سنگ به فرسایش				
۱	مواد زاید	۰/۲۹	آلاینده‌ها						
۱	تعداد دام در سامان عرفی	۰/۲۲	دام						

اقلیم و مدیریت‌ها در حوضه‌های آبریز بزرگ و پیچیده برای بخش تحقیقات کشاورزی آمریکا ارایه شده است. کوچکترین واحد برنامه‌ریزی در این مدل، HRUs است که از تلفیق نقشه‌های طبقات شیب، کاربری اراضی و خاک حاصل می‌شوند (Gholami, 2015).

در تحقیق (Fard et al., 2021) تلفیق لایه‌ها در سطح یگان زیستی انجام گرفته است. اما در پژوهش حاضر از واحدهای واکنش هیدرولوژیک^(۵) (HRU) در مدل ارزیابی آب و خاک^(۶) (SWAT) استفاده شده است. مدل SWAT یک مدل فیزیکی و نیمه توزیعی است که برای پیش‌بینی اثر تغییر کاربری، تغییر



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه مناسب برای اکوتوریسم گسترده است. مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم گسترده بر مبنای سناریوی سخت‌گیری زیاد که منجر به تولید نقشه پهنه‌بندی مکانی شده است به صورت رابطه (۱) است:

رابطه (۱)

$$Ete2 = So(1,2,3,4,5,6,7) + Vi(1,2,3) + Vsp(1,2,3,4,5) + Cp(1,2,3,4,5) + Ba(1,2,3,4,5) + Fa(1,2,3,4,5) + Ri(1,2,3,4,5) + Sp(1,2,3,4,5) + Pa(1,2,3,4,5) + Rma(1,2,3,4,5) + Rsf(1,2,3,4,5) + Lw(1,2,3,4,5) + Au(1,2,3,4,5) + Hc(1,2,3,4,5) + Se(1,2,3,4,5) + Ra(1,2,3,4,5) + Ps(1,2,3,4,5) + An(1,2,3,4,5)$$

اجرای مدل توان ویژه محیط‌زیستی اکوتوریسم متمرکز در سه سناریو، منجر به تولید نقشه پهنه‌بندی مربوطه در جنگل خیرود شده است. (شکل‌های ۲، ۳، ۴)

مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم متمرکز بر مبنای سناریوی سخت‌گیری زیاد به صورت رابطه (۲) است.

رابطه (۲)

$$Eti2 = So(1,2,3) + Pte(1,2,3,4,5,6,7) + Pf(1,2,3,4,5) + Pd(1,2,3,4) + E1(1,2,3,4) + Cp(1,2,3,4) + Vi(1,2,3) + Ft(1,2,3,4) + Ba(1,2,3,4,5) + Fa(1,2,3) + Ri(1,2,3,4,5) + Sp(1,2,3,4,5) + Cr(1,2,3,4,5) + Rma(1,2,3,4,5) + Rsf(1,2,3,4,5) + Lw(1,2,3,4,5) + R(1,2,3,4,5) + Hc(1,2,3,4,5) + Gs(1,2,3,4,5) + T(1,2,3,4,5) + Grs(1,2,3,4,5) + Ra(1,2,3,4,5) + C(1,2,3,4,5) + Rahpn(1,2,3,4,5) + Ps(1,2,3,4,5)$$

در رابطه فوق، علایم اختصاری به شرح ذیل می‌باشند:

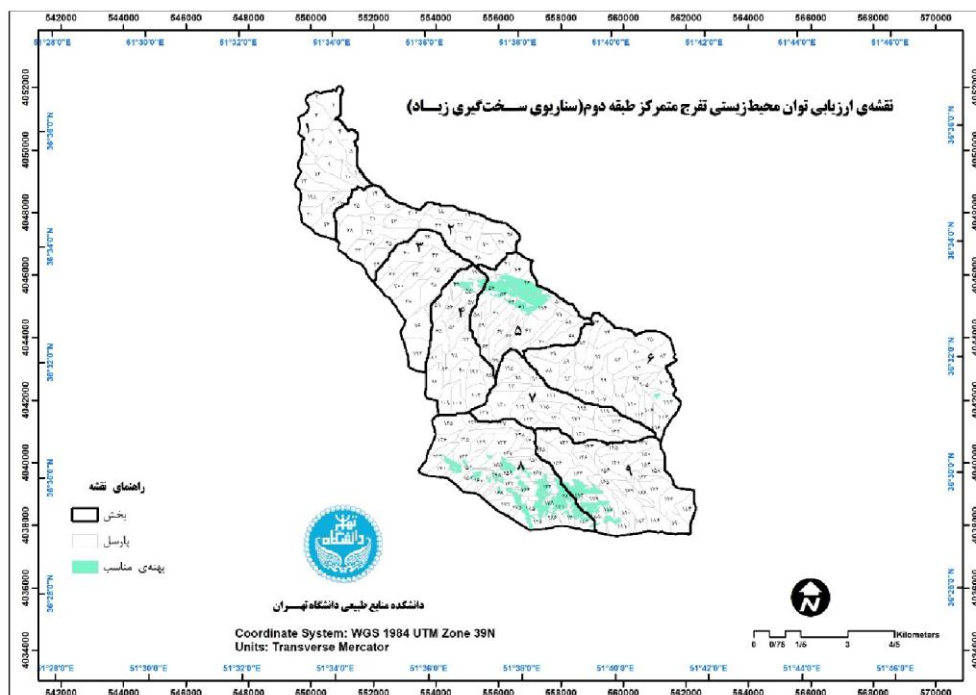
سپس سه سناریو سخت‌گیری زیاد، متوسط و کم در نظر گرفته شد و مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم متمرکز و گسترده براساس سناریوهای مذکور توسعه داده شد. در سناریوی سخت‌گیری کم، حداقل زیرمعیارهای لازم و ضروری برای تهیه مدل‌ها در نظر گرفته شد. در سناریوی سخت‌گیری متوسط، زیرمعیارهایی از هر معیار که دارای وزن به دست آمده از تاپسیس بیشتری هستند به عنوان لایه منتخب انتخاب شدند. در بعضی از معیارها که زیرمعیار مربوطه وزن بیشتری را دارا بود اما به دلیل شرایط منطقه مناسب نبودند، از زیرمعیارهای با وزن کمتر استفاده شده است. در سناریوی سخت‌گیری زیاد، به استثنای لایه‌هایی که فقط واجد یک طبقه هستند، کلیه لایه‌ها یا زیرمعیارهای موجود در مدل‌های ریاضی توان محیط‌زیستی اکوتوریسم در نظر گرفته شدند. برای تهیه مدل‌های ویژه توان محیط‌زیستی، از ادغام مدل‌های توان اکولوژیک و مدل توان اقتصادی-اجتماعی استفاده شد. برای نمونه، جهت ساخت مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم متمرکز، مدل‌های توان اکولوژیک و مدل توان اقتصادی-اجتماعی اکوتوریسم متمرکز با یکدیگر ادغام شدند.

نتایج

نتایج حاصل از تلفیق زیرمعیارها براساس مدل محیط‌زیستی مخدوم برای اکوتوریسم متمرکز و گسترده در سه سناریو و برای واحدهای HRUs مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که کل

جنگل، Lw: راه مالرو، R: رستوران، Hc: مراکز درمانی، Gs: پمپ بنزین، T: سرویس بهداشتی، Grs: فروشگاه مواد غذایی، Ra: مناطق روستایی، Pa: مرتع، C: گاوسرا، Pahpn: اماکن باستانی تاریخی زیارتی و ملی، Ps: نقاط خوش منظره.

So: شیب (درصد)، Pte: بافت خاک، Pf: حاصلخیزی خاک، Pd: عمق خاک، El: حساسیت سنگ به فرسایش، Cp: درصد تاج پوشش، Vi: بکر بودن جنگل، Ft: تیپ جنگل، Ba: تنوع گونه‌ای جانوری، Fa: گسل، Ri: فاصله از رودخانه، Sp: چشمه، Cr: مراکز اقامتی، Rma: جاده اصلی جنگلی، Rsf: جاده فرعی



شکل (۲): نقشه پهنه بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم سناریوی سخت‌گیری زیاد

جدول (۲): مشخصات پارسل‌های مناسب اکوتوریسم در ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم سناریوی سخت‌گیری زیاد در جنگل خیرود

شماره پارسل	مساحت (مترمربع)
۴۸۴۸	۳۵۳۱/۲
۴۹۱۹	۴۰۰
⋮	⋮
۴۹۴۸	۴۰۰
۴۹۴۹	۴۰۰

رابطه (۳)

$$Eti1 = So(1,2,3) + Pf(1,2,3) + Vi(1,2,3) + Fa(1,2) + Ri(1,2,3,4,5) + Cr(1,2,3) + Rma(1,2,3) + Ra(1,2,3)$$

از تلفیق نقشه زیرمعیارها طبق رابطه (۳)، نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه اول در جنگل خیرود به دست آمد (شکل ۳). بررسی مشخصات پارسل‌های این پهنه نشان

ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه اول براساس تلفیق نقشه زیرمعیارها، هیچ پهنه مناسبی برای این توان در جنگل خیرود به دست نیامد.

ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم

از تلفیق نقشه زیرمعیارها طبق رابطه (۲)، نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم در جنگل خیرود به دست آمد (شکل ۲). بررسی مشخصات پارسل‌های این پهنه نشان می‌دهد که تعداد ۸۲۲ پارسل به مساحت ۲۱۰۲۷۴۳/۳۳۶ مترمربع (۲۱۰/۲۷۴۳۳۳۶ هکتار) مناسب این پهنه است (جدول ۲).

بر مبنای سناریوی سخت‌گیری متوسط، مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم متمرکز طبقه اول (۳) تشکیل شد.

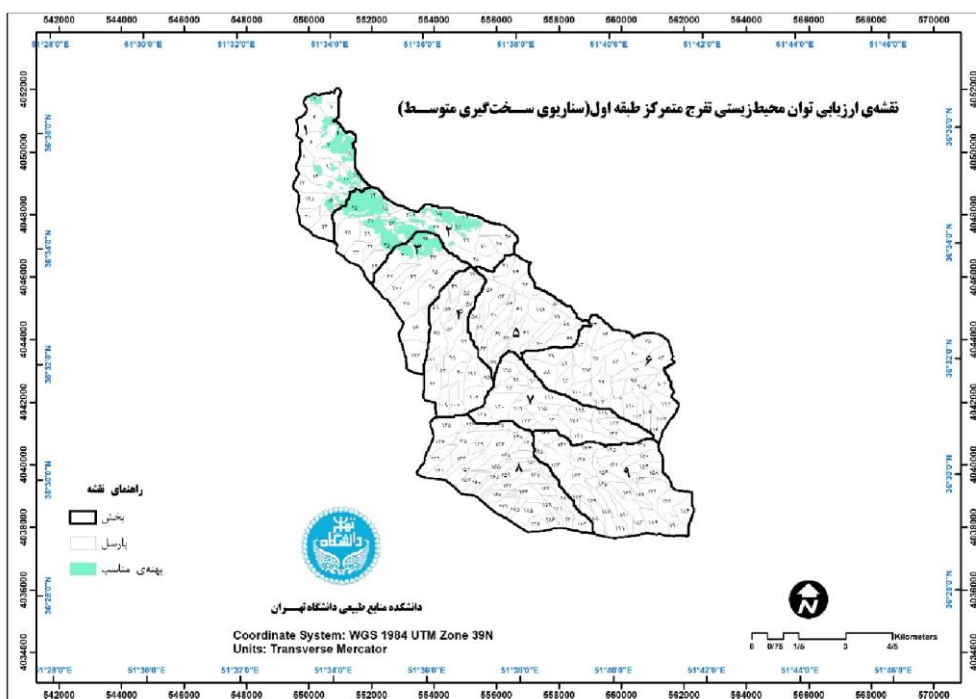
جدول (۳): مشخصات پارسل‌های مناسب اکوتوریسم در ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه اول سناریوی سخت‌گیری متوسط در جنگل خیرود

شماره پارسل	مساحت (مترمربع)
۵۵	۴۰۰
۵۶	۴۰۰
⋮	⋮
۶۴	۸۰۰
۵۴	۱۲۰۰

می‌دهد که تعداد ۱۰۱۳ پارسل به مساحت ۲۶۸۱۸۹۵/۸ مترمربع (۲۶۸/۱۸۹۵۸ هکتار) مناسب این پهنه است (جدول ۳).

ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم سناریوی سخت‌گیری متوسط در جنگل خیرود

$$Eti2 = So(1,2,3) + Pf(1,2,3,4,5) + Vi(1,2,3) + Fa(1,2,3) + Ri(1,2,3,4,5) + Cr(1,2,3,4,5) + Rma(1,2,3,4,5) + Ra(1,2,3,4,5) + Rahpn(1,2,3,4,5) + SE(1,2,3,4,5)$$

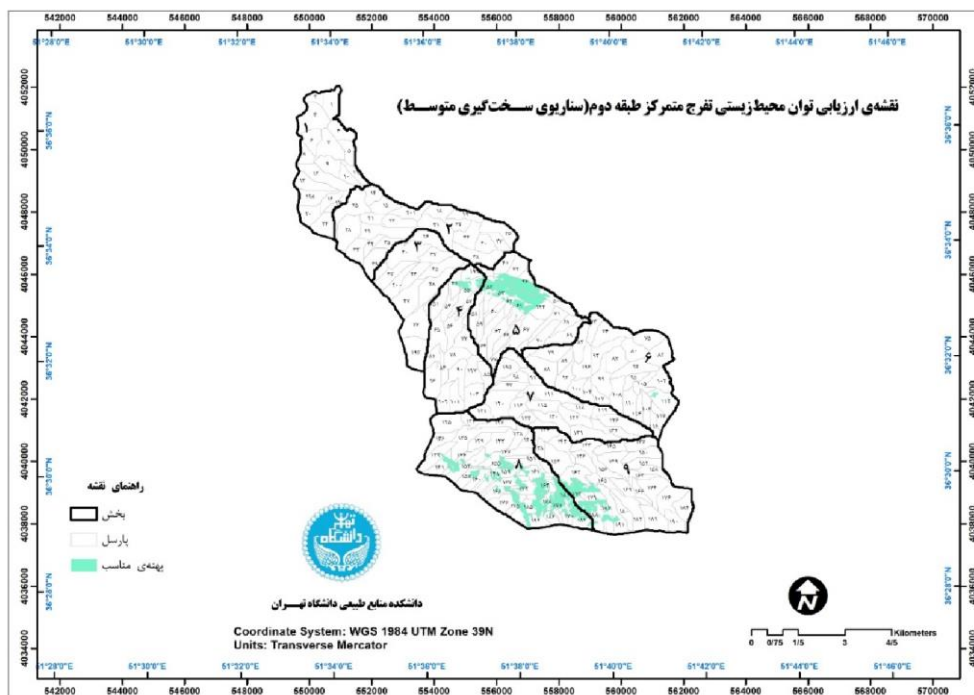


شکل (۳): نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه اول سناریوی سخت‌گیری متوسط

جدول (۴): مشخصات پارسل‌های مناسب اکوتوریسم در ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم سناریوی سخت‌گیری متوسط در جنگل خیرود

شماره پارسل	مساحت (مترمربع)
۴۸۴۸	۳۵۳۱/۲
۴۹۱۹	۴۰۰
⋮	⋮
۴۹۴۸	۴۰۰
۴۹۴۹	۴۰۰

از تلفیق نقشه زیرمعیارها طبق رابطه (۴) نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم در جنگل خیرود به دست آمد (شکل ۴). بررسی مشخصات پارسل‌های این پهنه نشان می‌دهد که تعداد ۸۲۳ پارسل به مساحت ۲۱۰۲۷۴۳/۳ مترمربع (۲۱۰/۲۷۴۳۳ هکتار) مناسب این پهنه است (جدول ۴)



شکل (۴): نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم سناریوی سخت‌گیری متوسط

ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم

مدل ویژه توان اکولوژیک تفرج متمرکز طبقه دوم
رابطه (۶)

$$Eti2(E) = So(1,2,3) + Vi(1,2,3) + Ri(1,2,3,4,5)$$

از تلفیق نقشه زیرمعیارها طبق رابطه (۶)، نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم در جنگل خیرود به دست آمد (شکل ۶). بررسی مشخصات پارسل‌های این پهنه نشان می‌دهد که تعداد ۵۸۹۰ پارسل به مساحت ۱۱۷۵۲۶۲۲/۲ مترمربع (۱۱۷۵/۲۶۲۲۲ هکتار) مناسب این پهنه است (جدول ۶).

جدول (۶): مشخصات پارسل‌های مناسب اکوتوریسم در ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم سناریوی سخت‌گیری کم در جنگل خیرود

شماره پارسل	مساحت (مترمربع)
۴۳	۴۰۰
۴۴	۸۰۰
⋮	⋮
۵۶	۴۰۹
۶۳	۴۰۰

در خصوص سناریوی سخت‌گیری کم، مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم متمرکز طبقه اول طبق رابطه (۵) است.

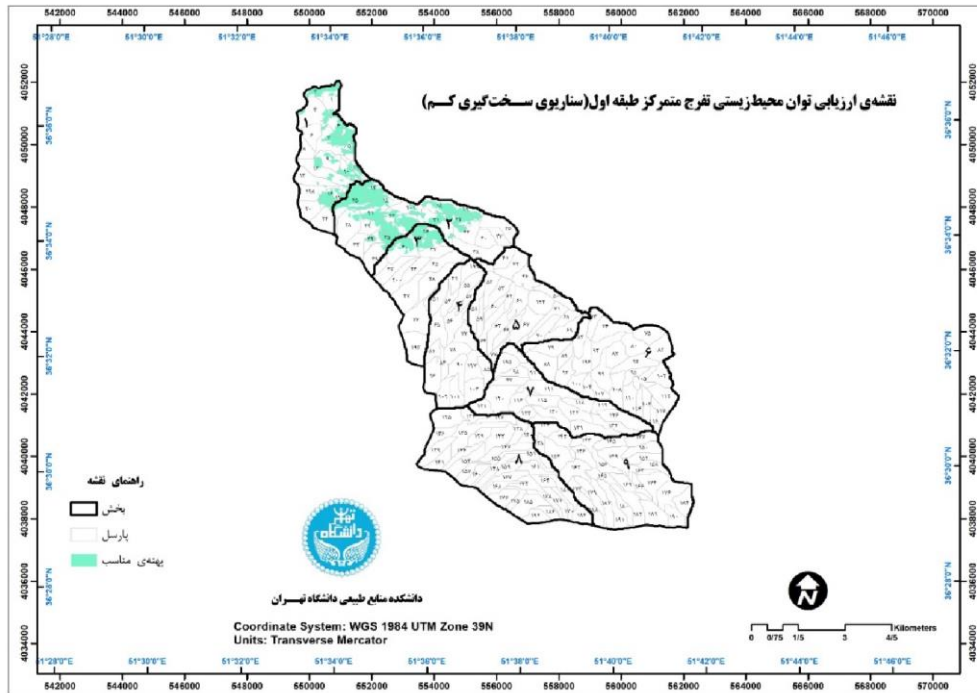
رابطه (۵)

$$Eti1 = So(1,2,3,4) + Vi(1,2,3) + Ri(1,2,3,4,5) + Cr(1,2,3,4) + Rma(1,2,3) + Ra(1,2,3,4)$$

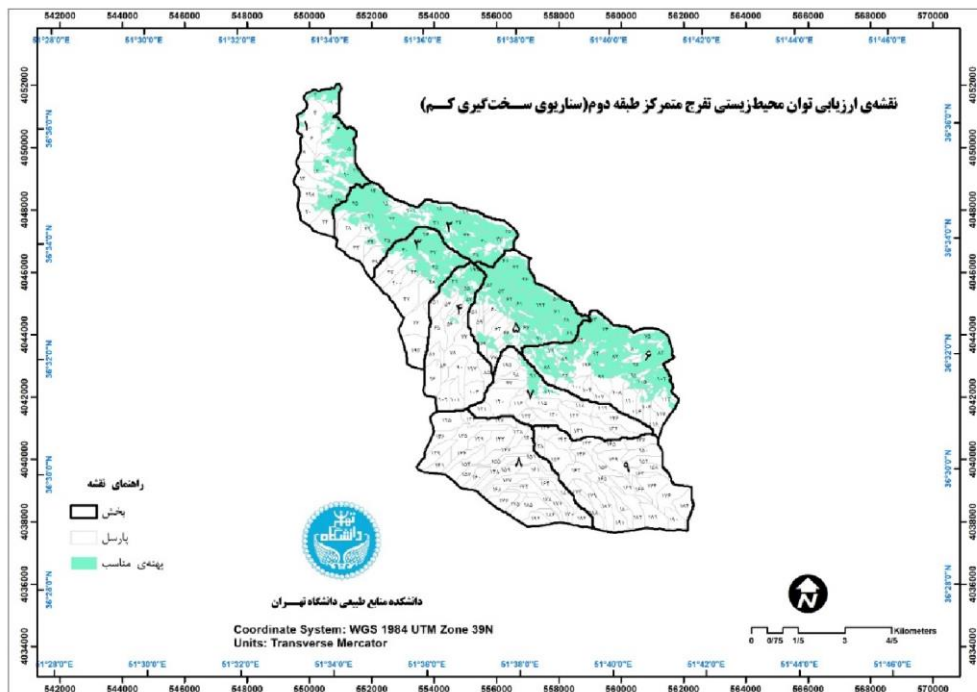
از تلفیق نقشه زیرمعیارها طبق رابطه (۵)، نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه اول در جنگل خیرود به دست آمد (شکل ۵). بررسی مشخصات پارسل‌های این پهنه نشان می‌دهد که تعداد ۱۲۵۵ پارسل به مساحت ۳۱۷۷۳۴۱ مترمربع (۳۱۷/۷۳۴۱ هکتار) مناسب این پهنه است (جدول ۵).

جدول (۵): مشخصات پارسل‌های مناسب اکوتوریسم در ارزیابی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه اول سناریوی سخت‌گیری کم در جنگل خیرود

شماره پارسل	مساحت (مترمربع)
۴۳	۴۰۰
۴۴	۸۰۰
⋮	⋮
۵۶	۴۰۰
۶۳	۴۰۰



شکل (۵): نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه اول سناریوی سخت‌گیری کم



شکل (۶): نقشه پهنه‌بندی توان محیط‌زیستی تفرج متمرکز طبقه دوم سناریوی سخت‌گیری کم

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم جنگل خیرود با استفاده از ادغام مدل‌های اکولوژیکی و اجتماعی-

اقتصادی و بر مبنای مدل‌های توسعه داده شده (Fard et al., 2021) در سه سناریوی سخت‌گیری زیاد، متوسط و کم مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین واحد کاری یا برنامه‌ریزی به

توان محیط‌زیستی اکوتوریسم در جنگل خیرود می‌باشند. دسترسی به منابع آبی یا همان فاصله از رودخانه همواره یکی از عوامل موثر بر ارزیابی توان گردشگری در مطالعات مختلف بیان شده است (Mikaeili, T. A. R, 2014; Heshmati et al., 2022). دسترسی به جاده نیز از عوامل موثر بر گردشگری است. براساس مطالعه (Nasrollahi & Moosabeiki Dehabadi, 2015) که به بررسی اهمیت عوامل محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی در گردشگری پایدار پرداخته‌اند، از دیدگاه گردشگران، عواملی مانند دسترسی به امکانات، نگهداری جاده‌های اصلی، آلودگی هوا، آرامش محل اقامت (امنیت) و دسترسی به آثار تاریخی باید در برنامه‌ریزی اکوتوریسم مورد توجه قرار گیرد. طبق مطالعه (Sanchez-Prieto et al., 2021) که برنامه‌ریزی اکوتوریسم را در یک منطقه حفاظت شده در خلیج کالیفرنیا انجام داده‌اند، از سه دسته معیار فیزیکی (مانند آب و هوا، صخره، نوع خاک) اکولوژیکی (مانند پوشش جوامع گیاهی، فراوانی و تنوع جوامع جانوری خشکی، کیفیت منظر طبیعی)، و اجتماعی اقتصادی (مانند کاربری زمین، آثار تاریخی و فرهنگی، دسترسی به فروشگاه‌ها، اشتغال) برای این منظور استفاده نموده‌اند. نتایج تحقیق حاضر با مطالعات مذکور از نظر استفاده از معیارها و زیرمعیارها در ارزیابی توان محیط‌زیستی اکوتوریسم جنگل خیرود همخوانی دارد.

تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری بوده و بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه کارکنان جنگل خیرود و کلیه افرادی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

یادداشت‌ها

1. United Nations World Tourism Organization
2. Tourism
3. Ecotourism
4. International Ecotourism Society
5. Hydrological Response Unit
6. Soil and Water Assessment Tool

جای استفاده از یگان‌های زیستی، از واحدهای واکنش هیدرولوژیک استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که پهنه‌بندی مدل ویژه توان محیط‌زیستی اکوتوریسم متمرکز و گسترده در جنگل خیرود در سناریوهای سخت‌گیری زیاد، متوسط و کم روشی مناسب برای تعیین پهنه‌های مناسب برای اکوتوریسم است. نتایج حاصل از مدل ویژه نشان داد که کل جنگل خیرود بر اساس هر سه سناریو مناسب برای اکوتوریسم گسترده است.

در سناریوی سخت‌گیری کم، لایه‌های شیب، بکر بودن جنگل، فاصله از رودخانه، فاصله از مراکز اقامتی و فاصله از جاده اصلی جنگلی در مدل ویژه توان محیط‌زیستی به کار رفتند. همچنین در سناریوی سخت‌گیری متوسط علاوه بر لایه‌های مذکور، لایه‌های فاصله از گسل، حاصل‌خیزی خاک، فاصله از اماکن زیارتی و تاریخی نیز در مدل مربوطه وجود داشتند.

استفاده از مدل‌های اکولوژیکی مخدوم جهت ارزیابی توان سرزمین انواع کاربری‌ها از جمله اکوتوریسم در ایران معمول بوده است. براساس معیارها و زیرمعیارهای اکولوژیک مانند منابع آبی، پوشش گیاهی، اقلیم، خاکشناسی و غیره، و جای‌گذاری آنها در مدل ریاضیاتی مخدوم، پهنه‌های مناسب گردشگری گسترده و متمرکز متمایز می‌شوند (Makhdoum, 2011). در ارزیابی توان گردشگری، علاوه بر عوامل اکولوژیک، جنبه‌های اجتماعی-اقتصادی مانند امنیت، مراکز فروشگاه‌ها، جاده‌های دسترسی و غیره نیز اهمیت دارند. بنابراین تلفیق عوامل اکولوژیک، اجتماعی-اقتصادی در برنامه‌ریزی و ارزیابی توان گردشگری یک منطقه اهمیت زیادی دارد (Makhdoum et al., 2002). اصولاً گردشگری و محیط‌زیست رابطه متقابلی با هم داشته و از اینرو در برنامه‌ریزی گردشگری باید جنبه‌های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی را در نظر گرفت (Altinay & Hussain, 2005). طبق نظر (Saarinen, 2006) سه رویکرد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی جزء منابع پایداری گردشگری بوده و باید مورد توجه قرار گیرند. از طرف دیگر، توسعه اکوتوریسم نیازمند ایجاد یک رابطه مثبت بین جنبه‌های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی بوده تا برای کل جامعه و افراد محلی مفید باشد (Bookbinder et al., 1998). براساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، لایه‌های فاصله از رودخانه، دسترسی به جاده‌های اصلی و فرعی جنگلی و تا حدودی میزان شیب، بکر بودن، امنیت و مناطق روستایی از عوامل مهم ارزیابی

فهرست منابع

- Altinay, M. & Hussain K. 2005. Sustainable Tourism Development: A Case Study of North Cyprus. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 17(3). 272 – 280.
- Bookbinder, M.P., Cauley, H., Rajouria, A., Dinerstein, E. & Rijal, A. 1995. Ecotourism's Support of Biodiversity Conservation. *Conservation Biology* 12: 1399–1404.
- Danekar, A., Nobakht, A., Ataei, E., Bayat, D., Karami, J., Davoudi, Y., Javanmiri Poor, M. 2019. Application zonation based on ecological capacity for multifunctional forest management with emphasis on biodiversity in hyrcanian forests of northern Iran. *Journal of Environmental Science Studies*, 4(1): 965-978. (in Persian)
- Fard, S, H, M., Fegghi, J., Makhdom, M. & Alambeigi, A. 2021. The ecotourism environmental model (ecological, socio-economic) for Hyrcanian forests. *Forest and Wood Products*, 74(2): 137-146. doi: 10.22059/jfwp.2020.306919.1123 (in Persian).
- Forje, G.W., Tchamba, M.N. & Manasseh, E. 2021. Determinants of ecotourism development in and around protected areas: The case of Campo Ma'an National Park in Cameroon. *Scientific African* doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00663.
- Gholami, S. & Nasiri, M. 2015. Simulation of Atrak River monthly discharge using SWAT model, Case study: Maraveh Tappeh watershed, Golestan province. *Watershed Engineering and Management*, 7(2): 126-135. doi: 10.22092/ijwmse.2015.101256 (in Persian)
- Heshmati, M., Gheitury, M. & Shadfar, S. 2022. Factors affecting possibility of ecotourism development and sustaining natural resources using SWOT approach in west Iran. *International Journal of Geoheritage and Parks*. 10: 173-183 (In Persian).
- KAHEN, G. 1998. Tourism industry and sustainable development is a symbol of dynamic management. *Journal of Environmental Studies*. 24(21). (in Persian).
- Katilaa, P., McDermottb, C., Larsonc, A., Aggarwald, S. & Giessene, L. 2020. Forest tenure and the Sustainable Development Goals- A critical view. *Forest Policy and Economics* 120: 102294.
- Kumar, D., Thakur, C.L., Bhardwaj, D.R., Sharma N.; Sharma, H. & Sharma, P. 2021. Sustainable Forest Management a Global Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 10(01): 2521-2528.
- Kumar, D., Thakur, C.L., Bhardwaj, D.R., Sharma, N., Sharma, H. & Sharma, P. 2021. Sustainable Forest Management a Global Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 10(01): 2521-2528.
- Makhdom, M., Darvish Sefat, A., Jafarzadeh, H. & Makhdom, A. 2002. Environmental assessment and planning with geographic information systems (GIS). *Tehran University Publications*. 20۰1; 1(2): 19-30. (in Persian)
- Makhdom, M. 1998. The foundation of land development. second edition, Publishers of Tehran university, (in Persian)
- Makhdom, M. 2011. The foundation of land development, Publishers of Tehran university, P 289 (in Persian)
- Masoudi, M. & Karimi, F. 2019. Land suitability of Development Use using Current Models and new model of EMOLUP (A case study: Sepidan Township, Iran). *Journal of Environmental Science Studies*, 4(2): 1443-1458. (in Persian).
- Mikaeili, T. A. R. & Dezirani, S. 2014. Resources assessment for tourism landuse development Case study: Ziyarat Watershed of Gorgan. *Scientific and Research Electronic Journals*. 22; 9- 1 371. (in Persian)

- Nasrollahi, Z. & Moosabeiki Dehabadi, F. 2015. Importance-Performance Analysis Sustainable Tourism Based on environmental, social and economic aspect. *urban tourism*, 2(1): 45-59. doi: 10.22059/jut.2015. 54065. (in Persian)
- Olearnik, J. & Barwicka, K. 2018. Ecotourism as a Factor Influencing Behaviour of Tourism Market participation. In: *Economic Problems of Tourism* 44 (4): 17-24.
- Prato, G. 2007. Evaluating land use plans under uncertainly. *Land Use Policy* 24:165-174.
- Ramakrishna, N. 2003. Production system planning for natural resourceconservation in a micro watershed. *Electronic Green* 18: 1-10.
- Rodríguez-Piñeros, S. & Mayett-Moreno, Y. 2015. Forest owners' perceptions of ecotourism: Integrating community values and forest conservation. *AMBIO* 44: 99-109.
- Saarinen, J. 2006. Traditions of sustainability in tourism studies. *Annals of Tourism Research* 33(4): 1121-1140.
- Saarinen, J. 2006. Traditions of sustainability in tourism studies. *Annals of Tourism Research* 33(4): 1121-1140.
- Sánchez-Prieto, M. C., Luna-González, A., Espinoza-Tenorio, A. & González-Ocampo, H. A. 2021. Planning Ecotourism in Coastal Protected Areas; Projecting Temporal Management Scenarios. *Sustainability* 13(14):7528.
- Türker, M.F., Aydın, İ.Z. & Aydın, T. 2014. Ecotourism Activities for Sustainability and Management of Forest Protected Areas: A Case of Camili Biosphere Reserve Area, Turkey.
- UNWTO .2015. United Nations World Tourism Organization. Retrieved from: <http://www2.unwto.org>.