Journal of Environmental Research
Vol. 14, No. 28, Autumn & Winter 2024

Journal Homepage: www.iraneiap.ir
Print ISSN: 2008-9597 Online ISSN 2008-9590

New Approach for Protection Prioritization of National Terrestrial Ecosystems

Document Type
Research Paper

Received
2019/11/25

Accepted
2024/01/01

Mona Azizi Jalilian[1], KamranShayesteh[2*], Afshin Danehkar[3]

1. Ph.D. of Environment, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran.
2. Assistant prof, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran.
3. Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

DOI: 10.22034/eiap.2024.191701

Abstract

Description of the ecosystems' characteristic and location plays an important role in terrestrial management, biomes and biodiversity protection. Selection of representative protected areas is possible by identification and classification of ecosystems and their geographical distribution. Moreover, the arrangement and adjacency of ecosystems can be useful in adopting appropriate land use patterns that is effective for land use planning results. In this study, we followed two goals including terrestrial ecosystems identification at national level and analysis of ecosystem structure indices in provinces for protected areas selection. Presence, diversity, and evenness indices, also, Jaccard's similarity coefficient were used. Based on land-climate and vegetation criteria, ecosystems were distinguished. For this purpose, DEM, De Martonne's classification and vegetation type layers were used and overlaid in the ArcGIS 10.2. Results showed that 21 ecosystems are distinguishable in the country and then according to provinces' analysis, Isfahan gained the first, Semnan, Fars, Kerman, and Golestan the second and Ardebil the third priorities in terms of protected areas selection. Also, based on similarity and dissimilarity indices, the provinces were classified into 12 groups. Patterns of selection of protected areas and capability assessment of ecosystem services for each group will be considered independently.

Keywords: National terrestrial ecosystems, Protection planning, Protection prioritization, Sustainable land management, Biogeoghraphy

* Corresponding author: Email: k.shayesteh@malayeru.ac.ir

Introduction

Biogeography, encompassing the study of plant and animal distribution, often delves into the intricate relationships between organisms and their geographical environments. Ecosystems, fundamental units of biogeography, encompass two primary types: terrestrial and aquatic. These ecosystems are studied, identified, and classified across varying scales, providing a framework for selecting and establishing a network of protected areas.

Iran's diverse landscape, characterized by distinct physiographic, geomorphological, and ecological features, has fostered a remarkable array of terrestrial ecosystems. Conserving this rich biodiversity necessitates a well- connected network of protected areas, encompassing representative, indicative, and unique ecosystems across various protection management levels. Recognizing these terrestrial ecosystems at the national level is crucial for effective protected areas management. Additionally, considering each province's contribution to Iran's ecosystem diversity is essential for future conservation planning. The present study, with the two objectives of identifying the terrestrial ecosystems at national level and analyzing these ecosystems in each of the provinces of the country, tries to reveal the hidden capacities of the provinces according to the degree of presence and diversity of the ecosystems in them, the dependence of the provinces in terms of having similar ecosystems and also their protection priorities in Iran's conservation planning.

Methodology / Study Area

Iran, covering an approximate land area of 1,632,210 square kilometers, is subdivided into 31 provinces, each averaging around 52,652 square kilometers. The present study comprises two primary steps, and a general overview of each is provided below.

- **Terrestrial Ecosystem Identification at the National Level**

To ecologically zone Iran's land and identify and map terrestrial ecosystems, the following steps were undertaken using ArcGIS 10.2 (Singers & Rogers, 2014):

1. Height and slope layers were prepared, and these two layers were overlaid to generate the landform layer.
2. The landform layer was overlaid with climatic layers, resulting in the creation of a layer representing homogeneous geo-climatic units.
3. The layer of homogeneous geo-climatic units was overlapped with plant type data, facilitating the preparation of the ecosystem layer.

- **Terrestrial Ecosystems Analysis in the Provinces**

In this study, a detailed analysis of terrestrial ecosystems within Iran's provinces was conducted. The process involved overlaying the country's provinces layer with the identified ecosystems layer using ArcGIS 10.2. The Summary Statistics command was then applied to analyze the ecosystems located in each province, comprising three key stages:

1. Calculation of Four Parameters: Number, area, percentage of occupied surface of ecosystems, and the highest percentage of occupied surface in each province were computed; Investigation of the distribution of ecosystems in all provinces, analyzing the distribution and abundance of ecosystems in each province using two indices: frequency or percentage of abundance (Bihamta & Zare Chahouki, 2015; Moghaddam, 2008) and presence (Moghaddam, 2008); Measurement of the presence of ecosystems in each province based on the percentage of abundance of ecosystems in the provinces.
2. Investigating Ecosystem Diversity: Ecosystem diversity in the provinces was examined based on two indices of diversity and evenness using Patch Analyst 5.2 in ArcMap (McGarigal & Marks, 1995; Karami & Feghhi, 2012; Nohegar et al., 2015); Prioritization of provinces based on the results and final prioritization according to the priority group of three indices: presence, diversity, and evenness.
3. Grouping Provinces Based on Dominant Ecosystems: Provinces were grouped based on the dominant ecosystem and placed in groups with similar ecological conditions. The Jaccard's similarity coefficient and four clustering methods using PC-ORD 5 were employed for regrouping (Krebs, 1989; Feleming & Aagaard, 1993). After grouping, the priority of the provinces in each group was analyzed, and based on that, groups with higher protection priority were determined.

Results

1. A total of 21 terrestrial ecosystems were identified at the national level, with 11 dominated by vegetation and the remaining 10 characterized by sparse non-dominant vegetation (Figure 1).
2. The dominant ecosystem in each province held the largest relative share, leading to the classification of provinces into six distinct groups (Figure 2). The final prioritization of provinces for protection is detailed in Table 1. The Jaccard coefficient and four clustering methods were employed, with the centralized clustering method chosen based on the study's objectives and the formed groups (Figure 3).

Discussion and Conclusion

The comprehensive review and analysis of the 21 identified ecosystems reveal that six ecosystems dominate the provinces, as illustrated in Figure 2. This finding suggests that neighboring provinces sharing a similar dominant ecosystem could collaboratively designate common representative areas, thereby ensuring the integrity of protected areas.

The prevalence of the Cold and Arid Semi-Steppe Scrubland and Grasslands, particularly notable in the northwestern and western provinces, significantly influences the lower protection priority assigned to these regions. In contrast, provinces such as Hormozgan, Kerman, and Sistan and Baluchistan emerge as promising options for selecting representative areas due to their substantial coverage of rare ecosystems, including Warm-Desert Bare Hill Mountains, Moderate and Arid Bare diverse land forms, and Humid and Moderate Bare Hill Lowlands.

The final prioritization designates Isfahan as the first priority, followed by Semnan, Fars, Kerman, Golestan (second priority), and Ardabil (third priority). These provinces should receive heightened attention in Iran's land conservation planning, guiding the selection of representative protection areas.

The similarity index (Figure 3) facilitated the identification of 12 groups, where provinces within each group share similar ecological conditions. Provinces such as Fars, characterized by the semi-steppe ecosystem, and Golestan, featuring the Arid Scrubland and Halophytes ecosystem, form distinct groups. The unique ecosystems present in these provinces underscore their importance and priority in land conservation planning and management.

To enhance the present study and elevate the quality of conservation planning, it is recommended to scrutinize the identified ecosystems in terms of content. This examination will help determine whether representative areas are needed in each province, thereby contributing to more targeted and effective conservation strategies nationwide.

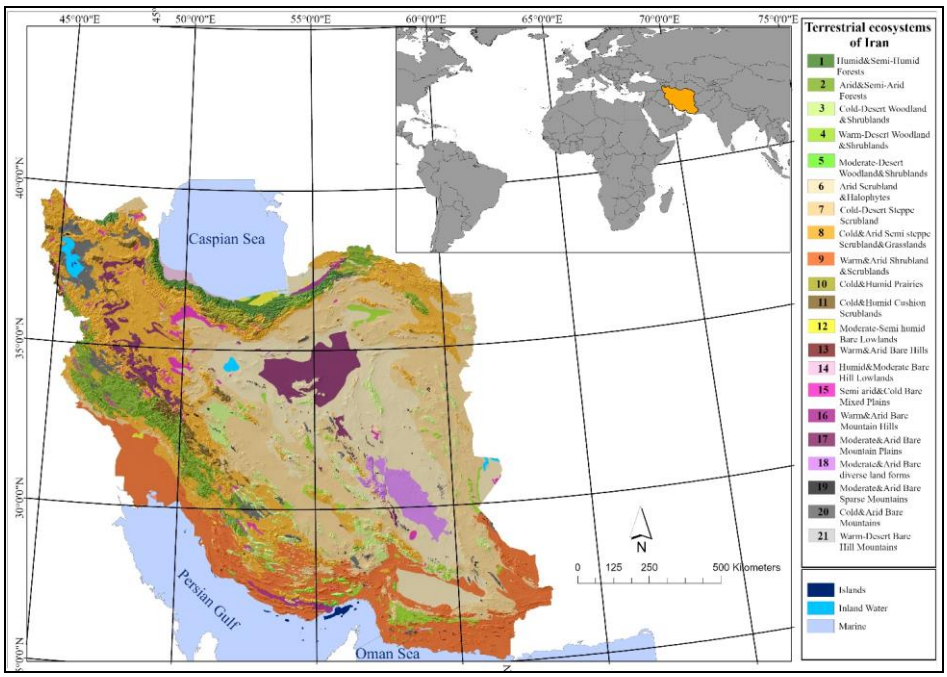


Fig. 1. Terrestrial ecosystem types

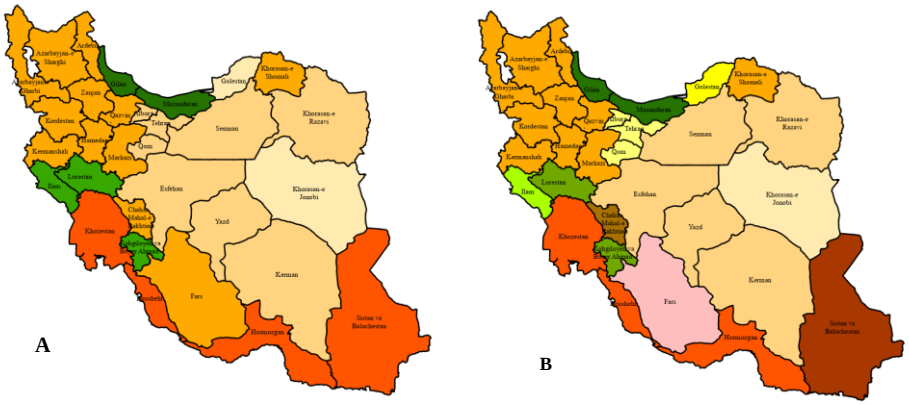


Fig. 2. (A) Grouping of provinces based on dominant ecosystem (B) Grouping of provinces based on the Jaccard coefficient using the centralized clustering method

Table 1. The final protection priority of the provinces based on the priority group of three indices: presence (1), diversity (2), and evenness (3)

	(1)	(2)	(3)	Final priority		(1)	(2)	(3)	Final priority
Esfehan	1	1	1	1	Gilan	3	2	2	10
Semnan	1	1	2	2	Lorestan	3	2	2	10
Fars	1	1	2	2	Khorasan-e Jonobi	2	3	3	11
Kerman	1	1	2	2	Khorasan-e Razavi	2	3	3	11
Golestan	2	1	1	2	Qazvin	2	3	3	11
Ardebil	3	1	1	3	Yazd	2	3	3	11
Alborz	4	1	1	4	Markazi	4	3	2	12
Tehran	3	2	1	5	Boushehr	2	4	4	13
Sistan va Balochestan	1	2	3	5	Azarbayjan-e Gharbi	3	3	3	14
Kermanshah	4	2	1	6	Azarbayjan-e Sharghi	3	3	3	14
Chahar Mahal-e	4	3	1	7	Hamedan	4	4	3	15
Hormozgan	1	3	4	7	Zanjan	4	4	4	16
Khozestan	1	4	4	8	Qom	4	4	4	16
Mazandaran	2	2	2	9	Kordestan	4	4	4	16
Ilam	3	2	2	10	Kohgiloyeh va Boyer Ahmad	4	4	4	16
Khorasan-e Shomali	2	2	3	10					

References

Bihamta, M.R. & Zare Chahouki, M.A. 2015. Principles of Statistics for the Natural Resources Science. Fourth edition. University of Tehran Press. (in Persian)

Fleming, I.A. & Aagaard, K. 1993. Documentation and measurement of biodiversity, NINAUtredning, 50: 1-23.

Karami, A. & Feghhi, J. 2012. Controlling and comparison of North and South Zagros Land Use Using Landscape Ecology Approach (Case Study: Provinces of Kurdistan and Kohgiloyeh and Boyer Ahmad). Town and Country Planning, 4(6), 5-34. (in Persian)

Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. New York, NY: Harper and Row Publishers Inc.

McGarigal, K. & Marks, B. J. 1995. FRAGSTATS:Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. FRAGSTATS Manual, 97331.

Moghaddam, M.R. 2008. Statistical and descriptive ecology of vegetation. Second edition. University of Tehran Press. (in Persian)

Nohegar, D. A.; Jabariyan Amiri, D. B. & Afrakhte, R. 2015. Land Use Analysis on Guilan Central District Using Landscape Ecology Approach. Geography and Territorial Spatial Arrangement, 5(15): 197-214. (in Persian)

Singers, N.J.D. & Rogers, G.M. 2014. A classification of New Zealand ' s terrestrial ecosystems. Sci. Conserv. 325: 1–87.

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱٤، شماره ۲۸، پاییز و زمستان ۱٤۰۲، از صفحه ۳ تا ۲۳

رویکردی نوین در اولویت بندی حفاظتی کلان اکوسیستم‌های خشکی کشور

منا عزیزی‌جلیلیان[۱]، کامران شایسته[۲]*، افشین دانه‌کار[۳]

۱. دانش آموخته دکترای محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
۲. استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
۳. استاد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۰٤ تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۲/۱۰/۱۱

چکیده

توصیف و تعیین خصوصیت و جایگاه مکانی اکوسیستم‌ها در مدیریت سرزمین، حفاظت زیست‌بوم‌ها و تنوع‌زیستی، نقش به‌سزایی دارد. از طریق شناسایی و طبقه‌بندی اکوسیستم‌ها و انتشار جغرافیایی آنها می‌توان به انتخاب مناطق حفاظتی معرف اقدام نمود. همچنین، آرایش و همسایگی اکوسیستم‌ها می تواند تسهیل‌کننده الگوهای مناسب استفاده از سرزمین باشد، موضوعی که در اثربخشی نتایج آمایش سرزمین نقش دارد. در مطالعه حاضر، دو هدف شناسایی اکوسیستم‌های خشکی کلان کشور و توزیع فضایی آنها در استان‌ها در نظر گرفته شد تا اولویت استان‌ها بر اساس برخی شاخص‌های ساختاری اکوسیستمی برای انتخاب مناطق معرف حفاظتی آشکار شود. برای این منظور شاخص‌های حضور، تنوع و یکنواختی اکوسیستم‌ها همچنین شاخص تشابه جاکارد مورد استفاده قرار گرفت. شناسایی اکوسیستم‌ها براساس معیارهای زمین‌اقلیمی و پوشش‌گیاهی صورت گرفت. به این منظور از لایه‌های رقومی ارتفاع، طبقات اقلیمی دومارتن و تیپ گیاهی کشور استفاده و همپوشانی و تلفیق لایه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.2 انجام شد. نتایج نشان داد، ۲۱ اکوسیستم خشکی کلان در سطح کشور قابل شناسایی است که پس از تحلیل موقعیت استانی معلوم شد استان اصفهان از نظر انتخاب مناطق معرف حفاظتی در اولویت نخست قرار دارد، پس از این استان، سمنان، فارس، کرمان و گلستان در اولویت دوم و استان اردبیل در اولویت سوم قرار گرفتند. همچنین، بر اساس تشابه اکوسیستمی، ۱۲ گروه استانی تشخیص داده شد که استان‌های هر گروه می‌توانند از الگوی انتخاب مناطق تحت حفاظت، مستقل از گروه دیگر برخوردار شوند. همچنین در فرایند برنامه‌ریزی مدیریت پایدار سرزمین، گروه‌های مستقل، از الگوی توان‌سنجی و ظرفیت‌یابی خدمات اکوسیستم مستقل برخوردار خواهند بود.

کلید واژه‌ها: کلان اکوسیستم‌های خشکی، برنامه‌ریزی حفاظت، اولویت‌بندی حفاظتی، مدیریت پایدار سرزمین، جغرافیای زیستی

* نویسنده مسئول: Email: k.shayesteh@malayeru.ac.ir
DOI: 10.22034/eiap.2024.191701

سرآغاز

جغرافیای زیستی دانش تجزیه و تحلیل توزیع و پراکندگی موجودات زنده به ویژه اجتماعات آنها در خشکی و آب‌ها، الگوی زمانی و مکانی انتشار آنها و نیز علل توزیع و پراکندگی آنها است (Shabani, 2017). این دانش در مرز تلاقی و تلفیق دو رشته علمی جغرافیا و زیست‌شناسی قرار دارد و به تعبیر دیگر جنبهٔ جغرافیایی دانش زیست‌شناسی، یا جنبهٔ زیست‌شناسی دانش جغرافیا محسوب می‌شود (Neishabouri, 2013). جغرافیای زیستی اغلب در برگیرنده مطالعه مشترکی از جغرافیای گیاهی و جغرافیای جانوری است (Shakuie, 2013). پوشش گیاهی از بنیادی‌ترین پدیده‌ها در تکوین چشم‌اندازهای جغرافیایی به شمار می‌رود و حیات جانوری به آن وابسته است (Asakereh, 2016). اکوسیستم، واحد مطالعه در دانش جغرافیای زیستی، محسوب می‌شود (Neishabouri, 2013) که از بر هم کنش عوامل فیزیکی و زیستی، و تحت اثر فرآیند تبادل ماده و انرژی تشکیل شده و عمل می‌کند و اغلب متاثر از فعالیت‌های انسانی است (Tansley, 1935; Chapin et al., 2002; Pickett & Cadenasso, 2002; Cardinale et al., 2012). اکوسیستم‌ها شامل دو تیپ اصلی خشکی و آبی هستند (Anwar et al., 2006) و در سطوح مختلفی مطالعه، شناسایی و نام‌گذاری می‌شوند. از منظر اودواردی اقلیم حیاتی (Realm)، زیست بوم (Biome) و پروانس جغرافیای زیستی (Biogeographical Province) شکلی از سلسله مراتب اکوسیستم است (Udvardey, 1975)، در حالی که بیلی، بوم ناحیه (Ecoregion)، پارچین سیمای سرزمین (Landscape Mosaic) و ایستگاه (Site) را از مراتب وابسته به اکوسیستم قلمداد می‌کند (Bailey,1988)، همچنین السون معتقد است اقلیم حیاتی، زیست بوم و بوم ناحیه (Olson et al., 2001) از سطوح سلسله مراتبی اکوسیستم‌ها محسوب می‌شوند. بنابراین پژوهشگران مختلف، همواره تلاش داشته‌اند از اکوسیستم یا مراتب دیگر وابسته به آن به عنوان واحد شناخت و برنامه‌ریزی برای تصمیم‌گیری‌های سرزمین سود برند.

شناسایی و نقشه‌سازی اکوسیستم‌ها با هدف برنامه‌ریزی حفاظت سرزمین، در مطالعات مختلف در سطح جهان انجام شده که به این منظور از معیارهای محیطی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به اقلیم (Kusbach, 2010; Singers & Rogers, 2014)، اقلیم زیستی (Sayre et al., 2009; Sayre et al., 2014) شکل زمین (Sayre et al., 2009; Sayre et al., 2014; Singers & Rogers, 2014)، پوشش گیاهی (Sayre et al., 2009; Kusbach, 2010; Sayre et al., 2014; Singers & Rogers, 2014; Blasi et al., 2017)، خاک (Kusbach, 2010) و سنگ (Sayre et al., 2009; Sayre et al., 2014) اشاره کرد. مطالعه شناسایی و تعیین مرز اکوسیستم‌ها در مقیاس ملی و با هدف ذکر شده، در کشور صورت نگرفته است اما می‌توان به واحدهای همگن جغرافیایی که در مقیاس جهانی و با نام‌های متفاوت برای سرزمین ایران شناسایی و معرفی شده‌اند اشاره کرد. در جدول (۱)، به صورت خلاصه این تجربیات ذکر شده است. علاوه بر این، در سطح ملی نیز، پنج منطقه اکولوژیک هیرکانی یا خزری، ایران- تورانی، ارسبارانی، زاگرس و خلیج- عمانی توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور معرفی شده است که با نواحی رویشی تهیه شده توسط Javanshir (1976) مطابقت دارد (Research Institute of Forests and Rangelands, 2015). همچنین در دو بررسی دیگر تلاش‌هایی برای دستیابی به واحدهای همگن اکولوژیک برای برنامه‌ریزی حفاظت سرزمین صورت گرفته است. در یکی از بررسی‌ها، در سطح ملی، زیست نواحی (Bioregion) کشور با استفاده از پراکنش پستانداران خشکی شناسایی شدند (Yusefi et al., 2019) و در بررسی دیگر، در سطح استانی، کارایی دو نوع واحد برنامه‌ریزی که از تلفیق تیپ‌های گیاهی با تیپ‌های اراضی و تیپ‌های گیاهی با طبقات ارتفاعی ایجاد شده بود، مورد ارزیابی قرار گرفت (Jafari et al., 2014).

تنوع اکوسیستم بخشی از تنوع‌زیستی است و برای حفاظت باید آن را بر پایه واحدهای مشخص جغرافیایی نشان داد. اهداف حفاظتی که بر پایه تنوع اکوسیستم قرار دارند، اغلب تیپ‌های اکوسیستم و محدوده آن را مشخص می‌کنند (Salmanmahiny, 2012). تنوع زیستی در هر منطقه کلید پایداری و سلامت محیط‌زیست آن محسوب می‌شود (Ardakani, 2017) و می‌تواند نقش اساسی در خدمات اکوسیستمی آن ایفا نماید (Mace et al., 2012). بنابراین تنوع اکوسیستم به عنوان یکی از سطوح تنوع‌زیستی، می‌تواند به پایداری بیشتر و تنوع خدمات منجر شده و ارزش حفاظتی منطقه را افزایش دهد. در برخی مطالعات به بررسی تنوع اکوسیستم و سیمای سرزمین در یک

منطقه و همچنین مقایسه آنها در مناطق مختلف پرداخته شده است. تحلیل تنوع سیمای سرزمین با اندازه‌گیری وفور و پوشش‌دهی تیپ‌های سیمای سرزمین (Kaplan & Kadmon, 1999)، تنوع گونه‌های چوبی در تیپ‌های مختلف جنگلی (Edae, et al., 2015)، تنوع گونه‌های درختی در لایه‌های جنگلی (Averti Ifo et al., 2016) و تنوع پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مختلف (Sadegh Yazdi et al., 2014) نمونه‌هایی در این زمینه هستند. همچنین مقایسه گروه‌های اکوسیستمی (Lapin & Barnes, 1995)، مقایسه تیپ‌های جنگلی (Averti Ifo et al., 2016)، مقایسه اکوسیستم‌ها (Sadegh Yazdi et al., 2014) و مقایسه مناطق جنگلی (Naghdi et al., 2014) از نظر پوشش گیاهی، برخی دیگر از مطالعاتی هستند که تشابه و تفاوت را در سطح اکوسیستمی مورد نظر قرار داده و بر اساس تشابه و تفاوت‌های بررسی شده گروه‌بندی‌هایی انجام داده‌اند. در سطح کشور چنین مطالعاتی به منظور گروه‌بندی با هدف حفاظت صورت نگرفته است و تنها می‌توان به دو مورد کلی اشاره کرد. نخست آن که گستره کشور در برخی از منابع، با توجه به عناصر اقلیمی، پوشش گیاهی و نوع خاک به هفت ناحیه جغرافیایی شمالی، شمال‌غربی، کوهپایه‌ها و دشت‌های مرکزی، زاگرس، نوار ساحلی جنوب، شرق و جنوب‌شرقی و شمال‌شرقی تقسیم شده است (Mohajerani, 2012; Ghadiri Masoum et al., 2013). با این وجود می‌توان طبقه‌بندی‌های کلان‌نگر دیگری را مشاهده نمود، مانند طبقات ۹ گانه آمایش سرزمین (بر اساس آیین‌نامه اجرایی ماده ۷۷ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور) و طبقه‌بندی ۱۰ گانه طرح‌های کالبدی (در دفتر برنامه‌ریزی منطقه‌ای سازمان برنامه و بودجه، سال ۱۳۶۴) که براساس برنامه‌ریزی و مدیریت توسعه و بی‌توجه به منابع اکولوژیک صورت گرفته است.

تلاش است نتیجه این مطالعه بتواند پیوندی میان طبقه‌بندی‌های اکولوژیک به عنوان پایه شناخت و برنامه‌ریزی با طبقه‌بندی‌های مدیریتی (استان های کشور)، به عنوان پایه تصمیم‌گیری، برقرار سازد تا از تصمیمات مدیریتی که با ساختار طبیعت هماهنگ نیستند به تدریج پرهیز شود.

از دیگر پیش‌فرض‌های این مطالعه توجه به محدود بودن سطح و پراکنش اکوسیستم‌ها و تنوع آنها در مقیاس ملی است، و هر چه این محدودیت بیشتر شود، ارزش حفاظتی سرزمین افزایش یافته و آن را در اولویت حفاظتی قرار می‌دهد (Assad et al., 2017; IUCN, 2015). از جمله مطالعاتی که با هدف اولویت‌بندی حفاظتی در کشور انجام شده است می‌توان به مطالعه Rashidi (2008)، Jafari و همکاران (2011)، Behrooj (2013)، Mehri و همکاران (2014)، Aryaee (2015)، Farkhani و همکاران (2017) و Esfandeh و همکاران (2017) اشاره نمود که چندان با هدف مطالعه حاضر همخوانی ندارند.

جدول(۱): واحدهای همگن جغرافیایی ایران در مراجع مختلف (مقیاس جهانی)

منبع	عنوان کلی واحد	نام واحد		
Udvardey, بیلی (۱۳۸۵)	پروانس جغرافیای زیستی بوم ناحیه	پروانس بیابان ایرانی کوه‌های زیر حاره‌ای	پروانس بیابان ایرانی– آناتولی بخش بیابانی حاره/ زیر حاره	پروانس زمین‌های مرتفع کوه‌های استپی
WWF[۱], Olson et al., 2001 WWF, 2012	بوم ناحیه Global 200	جنگل‌های معتدل هیرکانی– آناتولی–	–	–
	بوم ناحیه خشکی[۲]	بیابانی عربی و بوته‌زارهای خشک	جنگل‌های مختلط هیرکانی کاسپین	جنگلی مرتعی استپی
		بیابانی بوته‌ای مزوپوتامی	علفزار تالابی شور رسوبی دجله– فرات	استپی و بیابانی بوته‌ای
		بیابان جلگه‌ای کاسپین	نیمه بیابانی کپه داغ	استپی خاورمیانه
		جنگل‌های استپی کوهستانی زاگرس	نیمه بیابانی بادغیس و کرابیل	حوزه بیابانی مرکزی
		جنگل استپی و درختزارهای کپه داغ	بیابان ماسه‌ای رجیستان و شمال	درختزارهای خشک
		استپ کوهستانی آناتولی شرقی	درختزارهای کوهستانی شرقی و کوه	بیابانی و نیمه بیابانی
Sayre et	واحد اکولوژیک سرزمین[۳]	شامل ۸۶۵ واحد		

مدیریت حفاظتی سرزمین با هدف حمایت از زیست‌بوم‌ها و تنوع‌زیستی، وابسته به توصیف و تعیین خصوصیت و جایگاه مکانی اکوسیستم‌ها است (Sims et al., 1996). از طریق شناسایی و طبقه‌بندی اکوسیستم‌ها و انتشار جغرافیایی آنها، به شکل صحیح‌تری می‌توان به انتخاب مناطق حفاظتی اقدام و توزیع متعادل آنها در گستره کشور را برقرار نمود

(Madjnoonian, 1995). همچنین، آرایش و همسایگی اکوسیستم‌ها می‌تواند تسهیل‌کننده الگوهای مناسب استفاده از سرزمین باشد، موضوعی که در اثربخشی نتایج آمایش سرزمین نقش دارد.

کشور ایران سرزمینی وسیع با طبیعت متنوع است. دگرگونی منظر طبیعی و زیستی ایران تحت تاثیر متقابل ناهمواری و اقلیم این محدوده در طول زمان به شرایط پایدار رسیده است. محصول این پایداری شکل‌گیری خاک‌های متنوع، اندوختگاه‌های آبی در سطح و زیرزمین و آرایش گیاهی است (Rahnemai, 2014). تضاد شدید بین عوامل اقلیمی و توپوگرافی، همراه با تغییرات بارندگی و شرایط خاکی متفاوت به شدت در حیات گیاهی کشور موثر افتاده و تنوع و غنای زیادی را به وجود آورده است. آشیان اکولوژیک قلمرو زیستی ایران در دامنه تغییرات ارتفاع از ۲۶- تا ۵۶۷۱ متر، تغییرات دما در زمستان از ۳۵- تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد در تابستان و تغییرات بارش سالانه از ۱/۵ متر تا کمتر از ۱۰ میلی‌متر شکل گرفته است. ساختار فضایی پوشش گیاهی کشور بازتاب همین تضادها و گوناگونی گسترده اقلیمی، پیشینه گیاهی و ظرفیت تکاملی آن است. گستردگی ایران در پهنه پالئارکتیک به گونه‌ای است که از غنای جانوری مناطق جغرافیای زیستی اورینتال و اتیوپیا نیز سود می‌برد. رویش‌های گیاهی مختلف از پهنه دشت تا ستیغ کوهستان، زیستگاه‌های متنوعی را برای گونه‌های جانوری فراهم آورده است (Madjnoonian, 2014). چنین تنوع فیزیوگرافیک، ژئومورفولوژیک و اکولوژیک، سبب ایجاد سطح بالایی از تنوع اکوسیستمی در کشور شده است (Yavari et al., 2012). حفاظت از این گوناگونی نیازمند ایجاد شبکه‌ای از مناطق به هم پیوسته است که الزاما دربرگیرنده نمونه‌های معرف، شاخص و منحصر به فرد در طبقات مختلف مدیریت حفاظتی باشد. به واسطه وجود دو رشته کوه البرز و زاگرس، پیکره‌های آبی شمال و جنوب کشور و دشت‌های وسیع گرم و خشک مرکزی، ظرفیت‌های زیست جغرافیایی، زیست اقلیمی و تولیدی و به تبع آن اولویت‌های حفاظتی در کشور ناهمگون است. به همین دلیل دستیابی به الگوی سیستماتیک برای انتخاب مناطق تحت حفاظت و حمایت از تنوع‌زیستی و پدیده‌های نادر زمین ریخت‌شناسی، مستلزم تشخیص اکوسیستم‌های خشکی کلان کشور است. بدیهی است شناخت و سنجش این ظرفیت‌ها، بدون پشتوانه مدیریتی، اثربخش نخواهد بود، بنابراین توجه به پیشران مدیریتی استان‌های کشور و توزیع سهم مسئولیت در مراقبت از میراث طبیعی می‌تواند، تضمین‌کننده فرایند حفاظت سرزمینی باشد، از همین رو سهم استان‌ها از تنوع اکوسیستمی کشور لازم است مورد توجه برای برنامه‌ریزی آینده قرار گیرد. اغلب فقدان چنین نگرشی، مطالعات بوم‌شناختی و ارزیابی‌های محیطی را فاقد سازوکار اجرایی نموده است. این در حالی است که اغلب استان‌های کشور با اهداف عمرانی و آبادانی، یا پیش از اطمینان از نقش پشتیبانی اکوسیستم میزبان خود، ساختار و فرایندهای آن را مختل می‌سازند و یا در مقابل بدون توجه جدی به ظرفیت‌های زمین اقلیمی و تنوع اکوسیستمی خود، فارغ از معرف بودن، در پی افزایش تعداد مناطق هستند. مطالعه حاضر با دو هدف شناسایی اکوسیستم‌های خشکی کلان کشور و تحلیل این اکوسیستم‌ها در هر یک از استان‌های کشور، تلاش دارد تا ظرفیت‌های پنهان استان‌ها با توجه به درجه حضور و تنوع اکوسیستم‌های موجود در آنها، وابستگی استان‌ها به لحاظ داشتن اکوسیستم‌های مشابه و همچنین اولویت حفاظتی آنها را در برنامه‌ریزی حفاظت از سرزمین ایران آشکار سازد.

مواد و روش‌ها

- **محدوده مورد مطالعه**

گستره خشکی ایران که مساحت آن خوانده می‌شود با وسعت تقریبی ۱۶۳۲۲۱۰ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی ۴۴ درجه و ۲ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۳ دقیقه و ۴۵ ثانیه تا ۳۹ درجه و ۴۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی قرار گرفته است (Jafari, 2012). مطابق با آخرین تغییرات تقسیمات، ایران دارای ۳۱ استان با میانگین مساحت ۵۲۶۵۲ کیلومتر مربع است.

- **روش بررسی**

مناطق حفاظت شده مطابق الگوی اتحادیه جهانی حفاظت[۴] می‌باید معرف ویژگی‌های یک اکوسیستم باشند، به همین سبب شناسایی اکوسیستم‌های کلان هر کشور، پایه‌ای برای انتخاب مناطق تحت حفاظت است. این جنبه ساختاری، پیش زمینه اثربخشی جنبه‌های محتوایی (ارزش‌های حفاظتی) هر اکوسیستم خواهد بود. به همین دلیل در این مطالعه شناسایی کلان اکوسیستم‌های کشور، هدف نخست بررسی بود. با توجه به این که مناطق تحت حفاظت به برنامه و تصمیمات مدیریتی

وابسته‌اند و مدیران محیط‌زیست در قالب استان‌های کشور ماموریت حفاظتی انجام می‌دهند، ارتباط کلان اکوسیستم‌های خشکی با استان‌های کشور نیز محور توجه قرار گرفت. در واقع مناطق تحت حفاظت باید از توزیع متعادل در کلان اکوسیستم‌های کشور برخوردار بوده و استان‌هایی که از شاخص‌های کمی تنوع و پراکنش اکوسیستم‌ها برخوردارند معرفی شوند تا براساس نیازهای حفاظتی استان، نسبت به انتخاب مناطق تحت حفاظت اقدام نمایند. به طور ساده باید گفت، هر کلان اکوسیستم کشور حداقل به یک پارک ملی نیاز دارد و شایسته است توزیع پارک ملی میان استان‌ها به گونه‌ای باشد که هر استان بتواند یک پارک ملی در اختیار داشته باشد. بنابراین نمایندگی کردن اکوسیستم‌های کلان خشکی توسط استان‌ها می‌تواند در این ارتباط راهگشا باشد. قابل ذکر است که بررسی و تحلیل صورت گرفته در این مطالعه بر اساس ویژگی‌های ساختاری اکوسیستم‌ها در استان‌های یاد شده مورد توجه بوده است و عملکرد اکوسیستم‌ها و همچنین ارزش ذاتی حفاظتی هر اکوسیستم که مبتنی به معیارهای حفاظت می‌باشد، خارج از توجه این تحقیق است و بررسی‌های محتوایی در مطالعات بعدی انجام خواهد شد. در واقع این مطالعه به موقعیت فضایی توزیع کلان اکوسیستم‌ها و پراکنش استان‌های کشور توجه داشته است. بنابراین مطالعه حاضر برای پاسخ به سوالات زیر به انجام رسیده است:

- کلان اکوسیستم‌های خشکی کشور چه تعداد است؟
- توزیع جغرافیایی کلان اکوسیستم‌های خشکی ایران چگونه است؟
- کدام استان‌های کشور نمایندگی کدام کلان اکوسیستم‌های خشکی را عهده‌دار هستند؟
- وضعیت استان‌های کشور از نظر بسامد، حضور، تنوع، یکنواختی و تشابه کلان اکوسیستم‌های کشور چگونه است؟

براساس پیش‌فرض‌های بیان شده و به منظور پاسخ به سوالات یاد شده، این مطالعه در دو گام اصلی انجام شد که در ادامه به توضیح کلی هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

- **شناسایی کلان اکوسیستم‌های خشکی کشور**

در مطالعه حاضر برای پهنه‌بندی اکولوژیک سرزمین ایران و شناسایی و نقشه‌سازی کلان اکوسیستم‌های خشکی، پس از بررسی‌های منابع خارجی و داخلی، با توجه به شرایط اکولوژیک کشور و داده‌های در دسترس، دو معیار زمین و اقلیم (Sayre et al., 2014; Singers & Rogers, 2014) به عنوان معیارهای اصلی و یک معیار پوشش گیاهی (Sayre et al., 2009; Kusbach, 2010; Sayre et al., 2014; Singers & Rogers, 2014; Blasi et al., 2017) به عنوان معیار تاییدکننده انتخاب شد. لازم به ذکر است با توجه به سطح ملی مطالعه، مقیاس قابل قبول، ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰ هدف‌گذاری شد و تلاش شد لایه‌های مورد استفاده از مقیاس فوق کوچک‌تر نباشد. همچنین حداقل مساحت قابل قبول در هر مرحله از مطالعه، ۱۰۰۰ هکتار در نظر گرفته شد. در این مطالعه لایه شکل زمین از همپوشانی لایه طبقات ارتفاع و شیب تولید شد. لایه طبقات ارتفاع و شیب از لایه رقومی ارتفاع ۹۰ متری[۵]، لایه اقلیم از طبقات اقلیمی دومارتن گسترش یافته برای ایران در ۳۰ طبقه در مقیاس ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰ (Khalili et al., 1991) و لایه‌های تیپ گیاهی از نقشه تیپ‌بندی پوشش گیاهی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور مشتمل بر ۵۶۱ تیپ گیاهی در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ (Research Institute of Forests and Rangelands, 2015)، تهیه شد. طبقات ارتفاعی شامل سه طبقه بیش از ۲۰۰۰ متر، ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر و کمتر از ۵۰۰ متر، معرف تپه‌ها، ارتفاعات متوسط و ارتفاعات بلند است. طبقات شیب شامل تا ۸ درصد و بیش از ۸ درصد، معرف زمین‌های هموار (دشت و جلگه) و زمین‌های شیبدار است. شکل زمین از تلفیق دو لایه طبقات ارتفاع و شیب در شش طبقه، در بردارنده اراضی جلگه‌ای، دشت‌های کم ارتفاع، تپه ماهور، دشت‌های با ارتفاع متوسط، دشت‌های مرتفع و کوه پیش‌بینی شد.

پس از کسب داده‌ها مراحل زیر در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.2 به انجام رسید (Singers & Rogers, 2014):

- تهیه لایه‌های طبقات ارتفاع و شیب
- تلفیق دو لایه طبقات ارتفاع و شیب و تهیه لایه شکل زمین
- تلفیق لایه شکل زمین و طبقات اقلیمی و تهیه لایه واحدهای همگن زمین- اقلیمی
- هم‌پوشانی لایه واحدهای همگن زمین- اقلیمی با لایه تیپ گیاهی:

➢ استخراج تیپ‌های گیاهی هر پلی‌گون براساس سطح اشغال عناصر گیاهی؛

➢ کدگذاری پلی‌گون‌ها بر اساس تیپ غالب گیاهی و تفکیک آنها به دو گروه گیاه غالب (حداقل ۲۵ درصد سطح پلی‌گون

دارای پوشش گیاهی است) و بدون پوشش (کمتر از ۲۵ درصد سطح پلی‌گون دارای پوشش گیاهی است) و

- گروه‌بندی پلی‌گون‌ها از نظر کد عددی مشابه و همچنین از نظر تیپ غالب گیاهی با شرایط زیستگاهی مشابه و شناسایی اکوسیستم‌ها بر اساس گروه‌های ایجاد شده.

• تحلیل کلان اکوسیستم‌های خشکی در استان‌های کشور

در مطالعه حاضر با هم‌پوشی لایه استان‌های کشور (تهیه شده از دفتر تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۷) و لایه اکوسیستم‌های شناسایی شده در مرحله نخست این مطالعه، در محیط ArcGIS 10.2 و با استفاده از دستور Summary Statistics، اکوسیستم‌های قرار گرفته در هر یک از استان‌ها مشخص شد و از نظر برخی از ویژگی‌ها، با شاخص‌های کمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس سنجه‌های یکنواختی و تنوع سیمای سرزمین با استفاده از Patch Analyst 5.2 در محیط ArcMap محاسبه و تحلیل شدند. به علاوه، برای سنجش تشابه و تفاوت اکوسیستم‌ها در استان‌های کشور از نرم‌افزار PC-ORD 5 استفاده شد. روش‌های هر مرحله در ادامه تشریح می‌شود.

- تحلیل بر اساس برخی مولفه‌های کمی

مولفه‌های کمی مورد استفاده به گونه‌ای انتخاب شد که ضمن تشریح و مقایسه توزیع و پراکنش اکوسیستم‌ها در استان‌های کشور بتواند با تکیه بر ویژگی‌های ساختاری، اولویت گزینش مناطق حفاظتی استان‌های مختلف را براساس کمیابی و فراوانی اکوسیستم‌ها بازتاب دهد. شناخت کلی از اکوسیستم‌های موجود در هر یک از استان‌ها بر اساس چهار پارامتر تعداد، مساحت، درصد سطح اشغال اکوسیستم‌ها و بیشترین درصد سطح اشغال به دست آمد. به این ترتیب مشخص شد که در هر استان چه اکوسیستم‌هایی قرار دارند و اکوسیستم غالب کدام است. به منظور بررسی توزیع اکوسیستم‌ها در کل استان‌ها (سطح کشور) و تحلیل پراکنش و فراوانی اکوسیستم‌های هر استان، دو شاخص بسامد[۶] یا درصد فراوانی (Bihamta & Zare Chahouki, Moghaddam, 2008; 2015) و حضور[۷] (Moghaddam, 2008) مورد استفاده قرار گرفت. بسامد یا درصد فراوانی، تکرار یک اکوسیستم را در استان‌ها و درصد استان‌های دارای اکوسیستم مورد نظر را نسبت به کل استان‌ها نشان می‌دهد. این شاخص بازتاب پراکنش یک اکوسیستم در استان‌های مختلف است. در عمل، اکوسیستم‌های فراگیرتر انعطاف‌پذیری بیشتر و شکنندگی کمتری دارند و احتمال از دست رفتن آنها کمتر است. به این ترتیب، چنانچه بسامد یک اکوسیستم کمتر باشد اولویت حفاظتی بیشتری دارد. محاسبه درصد فراوانی اکوسیستم‌ها در استان‌های کشور، مطابق رابطه (۱) و به درصد بیان شد.

$$EF = \left(\frac{np}{NP}\right) \times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن EF درصد فراوانی اکوسیستم در کشور، np تعداد استان‌های دارای اکوسیستم مورد نظر و NP تعداد کل استان‌های کشور (۳۱ استان) است.

سنجش حضور اکوسیستم‌های هر استان نیز بر پایه دسته‌بندی درصد فراوانی اکوسیستم‌ها در استان‌های کشور در ۵ طبقه اکوسیستم‌هایی با کمتر از ۲۰ درصد، اکوسیستم‌هایی با ۲۱ تا ۴۰، ۴۱ تا ۶۰، ۶۱ تا ۸۰ و ۸۱ تا ۱۰۰ درصد حضور، صورت گرفت. تصور بر این است هر چه طبقه حضور بالاتر باشد، نشان‌دهنده بلوغ، خود پایداری و تاب‌آوری بیشتر اکوسیستم‌ها است. چنین اکوسیستم‌هایی از انعطاف‌پذیری زیاد برخوردارند و در شرایط زمین اقلیمی متنوع‌تری وجود دارند. اکوسیستم‌ها در طبقات حضور کمتر، از شکنندگی و گاه دست‌خوردگی بیشتر و در عمل با اولویت حفاظتی بیشتر برای احیا و بازسازی همراه هستند. سنجش طبقات حضور به سبب آن که بر پایه توزیع درصد فراوانی شکل گرفته، یک شاخص ترکیبی محسوب می‌شود و در عمل، قضاوت مربوط به درصد فراوانی را نیز در خود دارد. هر چه تعداد اکوسیستم‌هایی با طبقه حضور کمتر در استان بیشتر باشد، آن استان از اولویت بالاتری برای گزینش مناطق معرف تحت حفاظت برخوردار خواهد بود. برای بازتاب این وضعیت در فرایند تصمیم‌گیری، بر اساس نظر کارشناسی تیم مطالعه، مطابق طیف لیکرت ۵ طبقه، به هر طبقه نمره داده شد و طبق رابطه (۲) این نمره برای هر طبقه به وزن تبدیل شد. طبقه I حضور، بالاترین نمره و طبقه V حضور، کمترین نمره را کسب نمود. امتیاز طبقات حضور هر استان از مجموع وزن‌دار تعداد اکوسیستم‌های هر طبقه مطابق رابطه (۳) تعیین شد.

$$W_i = \frac{S_i}{\sum S_{i(1-5)}} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه wi وزن هر طبقه حضور، Si نمره هر طبقه حضور که برای طبقه I برابر با ۵، برای طبقه II برابر با ۴، برای طبقه

III برابر با ۳، برای طبقه IV برابر با ۲ و برای طبقه V برابر با ۱ است.

$$W = \sum_{1}^{5} W_i N_i$$ رابطه (۳)

در این رابطه W مجموع وزن‌دار امتیاز حضور اکوسیستم‌های هراستان، Wi وزن هر طبقه حضور، Ni تعداد اکوسیستم هر طبقه حضور است. استان‌ها از نظر اولویت گزینش مناطق حفاظتی بر اساس جمع وزن‌دار نرمال شده و میانه داده‌ها گروه‌بندی شدند.

- تحلیل بر اساس رویکرد سیمای سرزمین

پس از بررسی منابع و مطالعات مختلف، جهت کمی‌سازی سیمای سرزمین که وضعیت تنوع سیمای استان‌ها را مشخص می‌کند، دو سنجه انتخاب و در سطح سیمای سرزمین بررسی شد (جدول ۲). سنجه تنوع شانون، تنوع کلاس‌ها را اندازه‌گیری می‌کند و نسبت به نادرترین تکه‌ها حساس است (McGarigal & Marks, 1995). تنوع با دو جزء غنا و یکنواختی به صورت مستقل از هم اندازه‌گیری می‌شود. سنجه یکنواختی، یکنواختی توزیع مساحت کلاس‌های مختلف و غنا تعداد کلاس‌های موجود را اندازه‌گیری می‌کند (Karami & Feghhi, 2012). اعداد بزرگ‌تر به دست آمده از این سنجه، تنوع بالاتر سیمای سرزمین را نشان می‌دهد و تنوع بالا نیز نشان‌دهنده گوناگونی تکه‌ها و توزیع متناسب آنها در تمام منطقه است (Nohegar et al., 2015). بر اساس نتایج به دست آمده، استان‌ها از نظر شاخص تنوع اکوسیستمی طبقه‌بندی و اولویت‌بندی شدند. طبقه‌بندی و تعیین حدود طبقات حفاظتی بر اساس میانه داده‌ها انجام گرفت (Azari Dehkordi & Khazaei, 2009). همچنین اولویت‌بندی نهایی استان‌ها با توجه به گروه اولویت‌های سه شاخص حضور، تنوع و یکنواختی صورت گرفت.

جدول(۲): سنجه‌های محاسبه شده

سنجه	علامت اختصاری	واحد	محدوده تغییرات
شاخص تنوع شانون	SDI	ندارد	$SDI \geq 0$
شاخص یکنواختی شانون	SEI	ندارد	$0 \leq SEI \leq 1$

- تحلیل بر اساس تشابه و تفاوت اکوسیستم‌ها

استان‌ها پس از گروه‌بندی بر اساس اکوسیستم غالب و قرار گرفتن در گروه‌هایی با شرایط اکولوژیک مشابه، بر اساس محاسبه شاخص تفاوت و تشابه جاکارد و چهار روش خوشه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه، دورترین همسایه، پیوند متوسط و متمرکز، دوباره گروه‌بندی شدند. ضریب جاکارد از جمله ضریب‌های تشابه دو تایی است که برای داده‌های حضور/ عدم حضور با مقیاس اسمی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Krebs, 1989;Feleming & Aagaard,1993). پس از گروه‌بندی، اولویت استان‌ها در هر گروه نیز مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و مطابق با آن گروه‌های دارای اولویت حفاظتی بالاتر مشخص شد.

نتایج

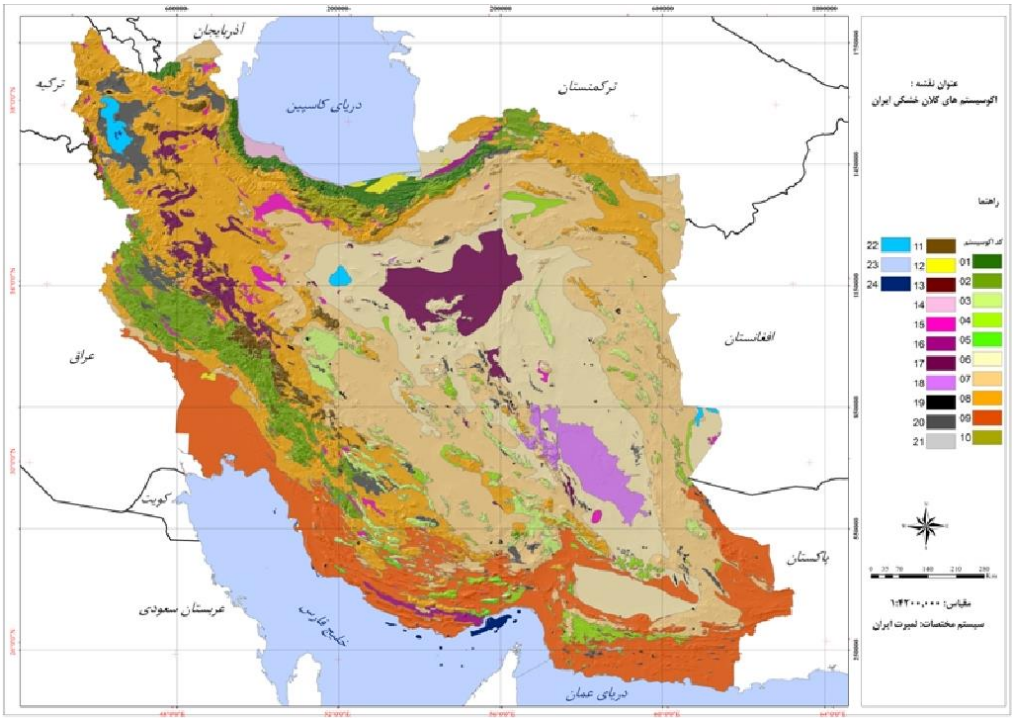
- کلان اکوسیستم‌های خشکی ایران

شکل زمین در ۶ طبقه در گستره کشور شناسایی شد. با تلفیق شکل زمین و طبقات اقلیمی، ۱۱۹ واحد همگن زمین- اقلیمی به وجود آمد که شامل حدود ۶۰۰۰ پلی گون بود. با استخراج تیپ‌های گیاهی غالب در هر پلی‌گون و کدگذاری آنها و گروه‌بندی پلی‌گون‌ها، دو گروه کلی شکل گرفت. به این ترتیب ۲۱ کلان اکوسیستم خشکی شناسایی و تعیین مرز شد که شامل ۱۱ اکوسیستم گیاه غالب (هر اکوسیستم در بردارنده مجموعه‌ای از پلی‌گون‌های زمین اقلیمی دارای حداقل ۲۵ درصد پوشش گیاهی و تیپ غالب گیاهی مشابه است) و ۱۰ اکوسیستم بدون پوشش گیاهی (هر اکوسیستم در بردارنده مجموعه‌ای از پلی‌گون‌های زمین اقلیمی مشابه دارای کمتر از ۲۵ درصد پوشش گیاهی و یا بدون پوشش گیاهی است) بود. جدول (۳) ویژگی‌های کمی اکوسیستم‌ها و شکل (۱) موقعیت مکانی آنها را نشان می‌دهد.

- تحلیل اکوسیستم‌ها در استان‌ها

اکوسیستم‌های موجود در هر یک از استان‌ها و سهم نسبی آنها در شکل (۲) نشان داده شده است. اکوسیستم غالب در هر استان، بیشترین سهم نسبی را به خود اختصاص می‌دهد و بر این اساس، استان‌ها به شش گروه تقسیم‌بندی شدند. پس از محاسبه

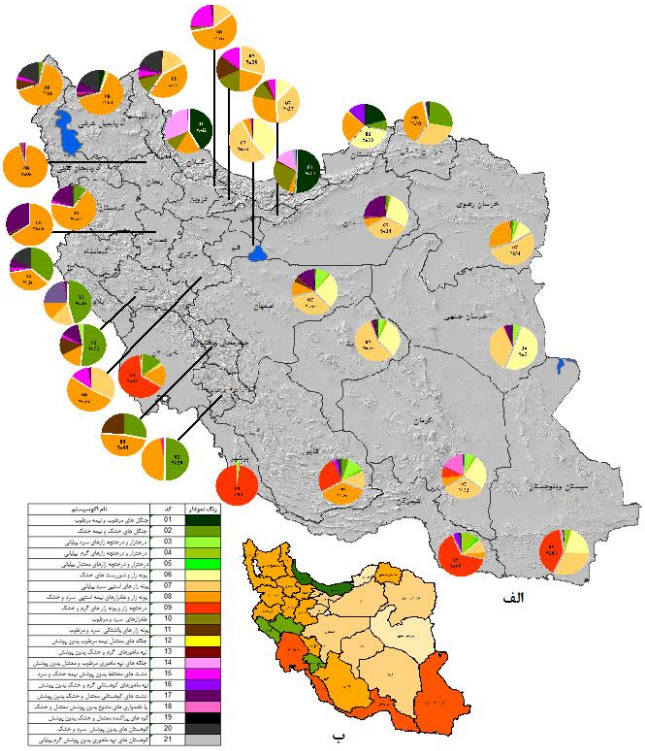
درصد فراوانی برای هر یک از اکوسیستم‌ها و طبقه‌بندی آن، اکوسیستم‌ها در پنج طبقه حضور قرار گرفتند. به این ترتیب که اکوسیستم با کدهای ۲۱، ۱۴، ۱۸، ۱۶، ۵ و ۱۲ در طبقه حضور I، با کدهای ۱۳، ۱، ۹، ۱۰، ۴، ۳ و ۶ در طبقه حضور II، کدهای ۲، ۲۰ و ۱۷ در طبقه حضور III، کدهای ۱۱، ۷ و ۱۹ در طبقه حضور IV و کدهای ۱۵ و ۸ در طبقه حضور V قرار گرفتند. همچنین نتایج به دست آمده از محاسبه مجموع وزن‌دار امتیاز حضور اکوسیستم‌ها در استان‌ها و اولویت‌بندی آنها در جدول (۴) نشان داده شده است. مطابق با این نتایج استان‌ها در چهار گروه اولویت برای انتخاب مناطق تحت حفاظت بر پایه فراوانی و کمیابی اکوسیستم‌های کلان قرار گرفتند. بر اساس محاسبه سنجه‌های تنوع و یکنواختی شانون نیز استان‌ها در چهار گروه اولویت قرار گرفتند. در نهایت با توجه به اولویت‌های سه شاخص ذکر شده، استان‌ها براساس کمیابی و تنوع اکوسیستم‌ها و گزینش مناطق معرف حفاظتی، اولویت‌بندی نهایی شدند (جدول ۵). نتایج به دست آمده از محاسبه ضریب جاکارد و چهار روش خوشه‌بندی، مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس هدف مطالعه و گروه‌های شکل گرفته، نتیجه روش خوشه‌بندی متمرکز مورد قبول واقع شد. با استفاده از این روش، استان‌ها به شکل منطقی‌تری از لحاظ ویژگی‌های اکولوژیک خود، گروه‌بندی شدند. شکل (۳)، گروه‌بندی استان‌ها را با استفاده از ضریب تفاوت جاکارد و روش خوشه‌بندی متمرکز نشان می‌دهد. همچنین، ضریب تشابه جاکارد برای دو گروه از استان‌ها که تنها شامل دو استان می‌شدند به صورت جداگانه محاسبه و میزان شباهت آنها از لحاظ اکوسیستم‌هایی که در آنها قرار گرفتند، محاسبه و نشان داده شد که استان‌های گیلان و مازندران در یک گروه و خراسان جنوبی و گلستان در دو گروه مجزا قابل طبقه‌بندی هستند.



شکل(۱): موقعیت مکانی اکوسیستم‌های کلان خشکی ایران

جدول (۳): ویژگی کمی اکوسیستم‌های خشکی کلان

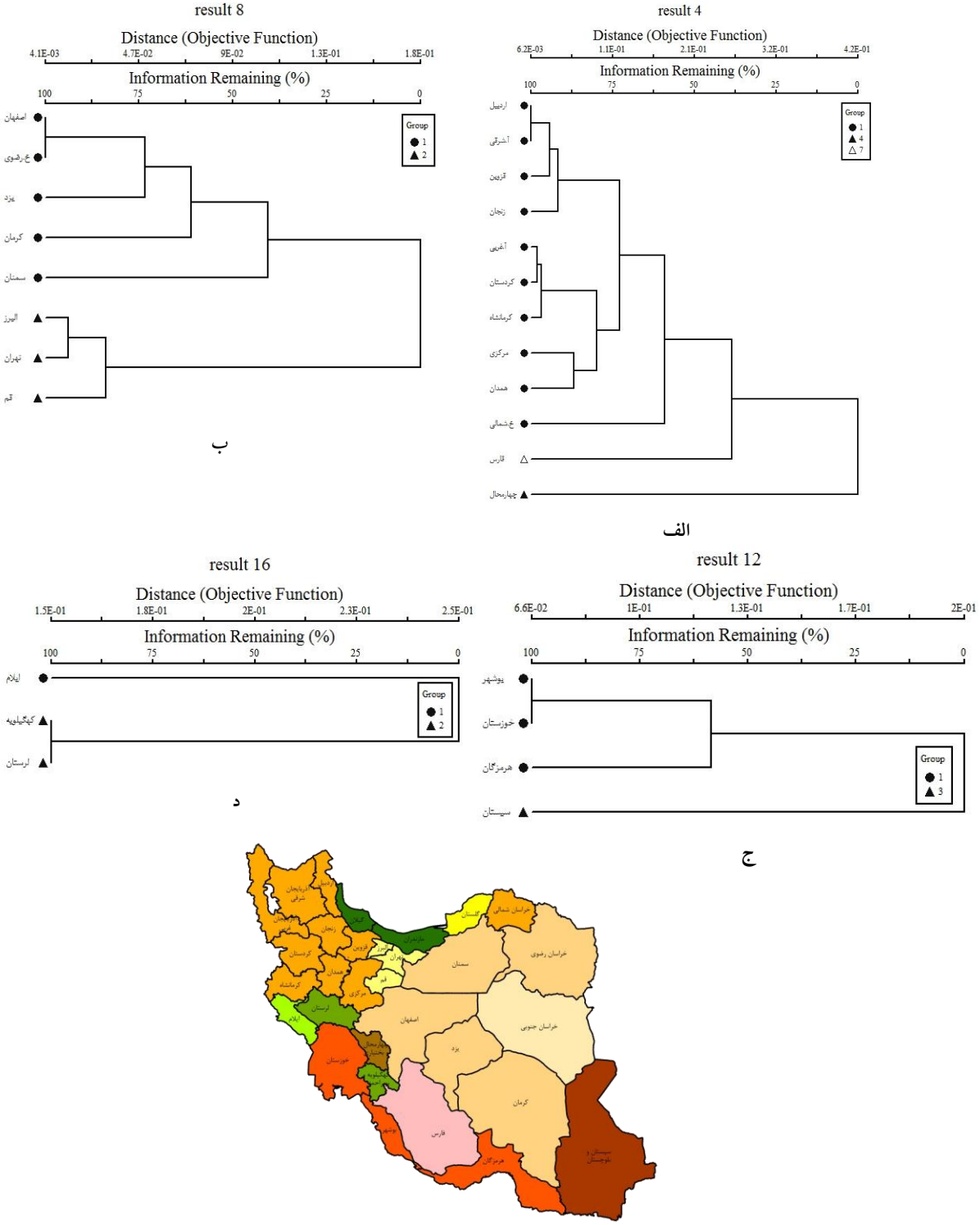
کد	نام اکوسیستم	تعداد لکه	مساحت (هکتار)	درصد اشغال
	اکوسیستم‌های گیاه غالب			
01	اکوسیستم جنگل‌های مرطوب و نیمه‌مرطوب	۱۷۹	۲۴۹۱۶۰۵	۱/۵۴
02	اکوسیستم جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک	۴۵۳	۷۹۳۰۶۱۷	۴/۹۰
03	اکوسیستم درختزار و درختچه‌زارهای سرد بیابانی	۳۳۸	۴۸۳۱۵۷۲	۲/۹۸
04	اکوسیستم درختزار و درختچه‌زارهای گرم بیابانی	۱۷۰	۲۷۶۲۷۹۲	۱/۷۱
05	اکوسیستم درختزار و درختچه‌زارهای معتدل بیابانی	۲۹	۳۱۹۸۸۸	۰/۱۹
06	اکوسیستم بوته‌زار و شوررست‌های خشک	۲۶۹	۲۶۱۷۶۵۹۹	۱۶/۲۰
07	اکوسیستم بوته‌زارهای استپی سرد بیابانی	۹۵۶	۴۰۶۴۱۸۶۳	۲۵/۱۶
08	اکوسیستم بوته‌زار و علفزارهای نیمه‌استپی سرد و خشک	۲۰۳۰	۳۲۰۳۶۳۵۲	۱۹/۸۳
09	اکوسیستم درختچه‌زار و بوته‌زارهای گرم و خشک	۵۴۸	۲۳۱۴۱۰۴۷	۱۴/۳۲
10	اکوسیستم علفزارهای سرد و مرطوب	۲۱	۱۳۳۳۳۱۸	۰/۸۲
11	اکوسیستم بوته‌زارهای بالشتکی سرد و مرطوب	۷۲	۲۰۹۷۸۲۳	۱/۲۹
	اکوسیستم‌های بدون پوشش			
12	اکوسیستم جلگه‌های معتدل نیمه‌مرطوب بدون پوشش	۱۵	۴۲۱۴۹۷	۰/۲۶
13	اکوسیستم تپه‌ماهورهای گرم و خشک بدون پوشش	۳۰	۶۹۹۷۲	۰/۰۴
14	اکوسیستم جلگه‌های تپه‌ماهوری مرطوب و معتدل بدون پوشش	۱۸	۵۱۱۴۸۹	۰/۳۱
15	اکوسیستم دشت‌های مختلط بدون پوشش نیمه‌خشک و سرد	۱۶۸	۱۸۳۶۴۳۶	۱/۱۳
16	اکوسیستم تپه‌ماهورهای کوهستانی گرم و خشک بدون پوشش	۲۸	۷۱۶۲۹۱	۰/۴۴
17	اکوسیستم دشت‌های کوهستانی معتدل و خشک بدون پوشش	۲۳۰	۷۱۸۰۱۱۴	۴/۴۴
18	اکوسیستم با ناهمواری‌های متنوع بدون پوشش معتدل و خشک	۲۷	۳۰۹۶۴۵۴	۱/۹۱
19	اکوسیستم کوه‌های پراکنده معتدل و خشک بدون پوشش	۱۴۱	۳۷۸۴۰۳	۰/۲۳
20	اکوسیستم کوهستان‌های بدون پوشش سرد و خشک	۲۰۴	۳۵۲۷۳۲۶	۲/۱۸
21	اکوسیستم کوهستان‌های تپه‌ماهوری بدون پوشش گرم بیابانی	۵	۳۱۷۰۶	۰/۰۱۹



شکل (۲): سهم اکوسیستم‌ها و انواع غالب آن در استان‌ها (الف)، گروه‌بندی استان‌ها بر اساس اکوسیستم غالب (ب)

جدول (۴): اولویت حفاظتی استان‌ها براساس شاخص حضور اکوسیستم‌ها

ردیف	استان	تعداد اکوسیستم هر طبقه حضور					نمره و وزن طبقات حضور با هدف حفاظت					جمع وزندار (W)	جمع نرمال شده	گروه اولویت حفاظت
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V			
							۵	۴	۳	۲	۱			
							۰/۳۳	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۷			
۱.	هرمزگان	۵	۵	۱	۲	۲	۱/۶۵	۱/۳۵	۰/۲۰	۰/۲۶	۰/۱۴	۳/۶	۰/۰۷۵	۱
۲.	فارس	۳	۴	۳	۳	۲	۰/۹۹	۱/۰۸	۰/۶	۰/۳۹	۰/۱۴	۳/۲	۰/۰۶۷	
۳.	سمنان	۱	۵	۳	۳	۲	۰/۳۳	۱/۳۵	۰/۶	۰/۳۹	۰/۱۴	۲/۸۱	۰/۰۵۹	
۴.	کرمان	۲	۴	۳	۲	۲	۰/۶۶	۱/۰۸	۰/۶	۰/۲۶	۰/۱۴	۲/۷۴	۰/۰۵۷	
۵.	سیستان و بلوچستان	۱	۵	۱	۲	۱	۰/۳۳	۱/۳۵	۰/۲	۰/۲۶	۰/۰۷	۲/۲۱	۰/۰۴۶	
۶.	اصفهان	۰	۳	۳	۳	۲	۰	۰/۸۱	۰/۶	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۹۴	۰/۰۴۰	
۷.	خوزستان	۲	۲	۱	۳	۲	۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۲	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۹۳	۰/۰۴۰	
۸.	خراسان شمالی	۱	۲	۲	۳	۲	۰/۳۳	۰/۵۴	۰/۴	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۸	۰/۰۳۷	۲
۹.	مازندران	۲	۲	۱	۲	۲	۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۲	۰/۲۶	۰/۱۴	۱/۸	۰/۰۳۷	
۱۰.	خراسان رضوی	۰	۳	۲	۳	۲	۰	۰/۸۱	۰/۴	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۷۴	۰/۰۳۶	
۱۱.	خراسان جنوبی	۰	۳	۲	۲	۲	۰	۰/۸۱	۰/۴	۰/۲۶	۰/۱۴	۱/۶۱	۰/۰۳۴	
۱۲.	بوشهر	۲	۲	۰	۲	۲	۰/۶۶	۰/۵۴	۰	۰/۲۶	۰/۱۴	۱/۶	۰/۰۳۳	
۱۳.	گلستان	۲	۲	۱	۱	۱	۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۲	۰/۱۳	۰/۰۷	۱/۶	۰/۰۳۳	
۱۴.	قزوین	۰	۳	۱	۳	۲	۰	۰/۸۱	۰/۲	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۵۴	۰/۰۳۲	
۱۵.	یزد	۰	۳	۲	۲	۱	۰	۰/۸۱	۰/۴	۰/۲۶	۰/۰۷	۱/۵۴	۰/۰۳۲	
۱۶.	اردبیل	۰	۲	۲	۳	۲	۰	۰/۵۴	۰/۴	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۴۷	۰/۰۳۱	۳
۱۷.	گیلان	۱	۳	۰	۱	۲	۰/۳۳	۰/۸۱	۰	۰/۱۳	۰/۱۴	۱/۴۱	۰/۰۲۹	
۱۸.	ایلام	۰	۲	۲	۲	۲	۰	۰/۵۴	۰/۴	۰/۲۶	۰/۱۴	۱/۳۴	۰/۰۲۸	
۱۹.	آذربایجان شرقی	۰	۱	۲	۳	۲	۰	۰/۲۷	۰/۴	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۲	۰/۰۲۵	
۲۰.	لرستان	۱	۰	۳	۱	۲	۰/۳۳	۰	۰/۶	۰/۱۳	۰/۱۴	۱/۲	۰/۰۲۵	
۲۱.	آذربایجان غربی	۰	۰	۳	۳	۲	۰	۰	۰/۶	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۱۳	۰/۰۲۴	
۲۲.	تهران	۰	۲	۰	۳	۲	۰	۰/۵۴	۰	۰/۳۹	۰/۱۴	۱/۰۷	۰/۰۲۲	
۲۳.	کهگیلویه و بویراحمد	۰	۱	۱	۳	۲	۰	۰/۲۷	۰/۲	۰/۳۹	۰/۱۴	۱	۰/۰۲۱	۴
۲۴.	زنجان	۰	۱	۱	۳	۲	۰	۰/۲۷	۰/۲	۰/۳۹	۰/۱۴	۱	۰/۰۲۱	
۲۵.	قم	۰	۰	۳	۲	۲	۰	۰	۰/۶	۰/۲۶	۰/۱۴	۱	۰/۰۲۱	
۲۶.	کردستان	۰	۰	۳	۲	۲	۰	۰	۰/۶	۰/۲۶	۰/۱۴	۱	۰/۰۲۱	
۲۷.	کرمانشاه	۰	۲	۱	۱	۲	۰	۰/۵۴	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۱	۰/۰۲۱	
۲۸.	البرز	۰	۱	۰	۳	۲	۰	۰/۲۷	۰	۰/۳۹	۰/۱۴	۰/۸	۰/۰۱۷	
۲۹.	چهارمحال و	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰/۲۷	۰/۲	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۶۷	۰/۰۱۴	
۳۰.	مرکزی	۰	۰	۱	۲	۲	۰	۰	۰/۲	۰/۲۶	۰/۱۴	۰/۶	۰/۰۱۲	
۳۱.	همدان	۰	۰	۱	۱	۲	۰	۰	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۴۷	۰/۰۱۰	
	جمع	۲۳	۶۴	۵۰	۷۰	۵۸	۷/۵۹	۱۷/۲۸	۱۰	۹/۱	۴/۰۶	۴۸/۰۳	۱	



شکل (۳): گروه‌بندی استان‌ها بر اساس ضریب تفاوت جاکارد در اکوسیستم‌های غالب؛ الف) بوته‌زار و علفزارهای نیمه استپی سرد و خشک، ب) بوته‌زارهای استپی سرد بیابانی، ج) درختچه‌زار و بوته‌زارهای گرم و خشک، د) جنگل‌های خشک و نیمه خشک به روش خوشه‌بندی متمرکز

جدول (۵): اولویت نهایی حفاظتی استان‌ها براساس گروه اولویت‌های سه شاخص حضور، تنوع و یکنواختی شانون

ردیف	نام استان	اولویت حضور	اولویت تنوع	اولویت یکنواختی	اولویت نهایی	ردیف	نام استان	اولویت حضور	اولویت تنوع	اولویت یکنواختی	اولویت نهایی
۱	اصفهان	۱	۱	۱	۱	۱۷	گیلان	۳	۲	۲	۱۰
۲	سمنان	۱	۱	۲	۲	۱۸	لرستان	۳	۲	۲	۱۰
۳	فارس	۱	۱	۲	۲	۱۹	خراسان جنوبی	۲	۳	۳	۱۱
۴	کرمان	۱	۱	۲	۲	۲۰	خراسان رضوی	۲	۳	۳	۱۱
۵	گلستان	۲	۱	۱	۲	۲۱	قزوین	۲	۳	۳	۱۱
۶	اردبیل	۳	۱	۱	۳	۲۲	یزد	۲	۳	۳	۱۱
۷	البرز	۴	۱	۱	۴	۲۳	مرکزی	۴	۳	۲	۱۲
۸	تهران	۳	۲	۱	۵	۲۴	بوشهر	۲	۴	۴	۱۳
۹	سیستان و بلوچستان	۱	۲	۳	۵	۲۵	آذربایجان غربی	۳	۳	۳	۱۴
۱۰	کرمانشاه	۴	۲	۱	۶	۲۶	آذربایجان شرقی	۳	۳	۳	۱۴
۱۱	چهارمحال و بختیاری	۴	۳	۱	۷	۲۷	همدان	۴	۴	۳	۱۵
۱۲	هرمزگان	۱	۳	۴	۷	۲۸	زنجان	۴	۴	۴	۱۶
۱۳	خوزستان	۱	۴	۴	۸	۲۹	قم	۴	۴	۴	۱۶
۱۴	مازندران	۲	۲	۲	۹	۳۰	کردستان	۴	۴	۴	۱۶
۱۵	ایلام	۳	۲	۲	۱۰	۳۱	کهکیلویه و بویراحمد	۴	۴	۴	۱۶
۱۶	خراسان شمالی	۲	۲	۳	۱۰						

بحث و نتیجه‌گیری

اکوسیستم‌های شناسایی شده در گام اول مطالعه حاضر که در دو طبقه کلی قرار گرفتند، واحدهای گیاهی و غیر گیاهی را شامل می‌شوند. اکوسیستم‌های گیاه غالب (اکوسیستم‌هایی که از مجموع پلی‌گون‌های زمین اقلیمی با حداقل ۲۵ درصد از هر نوع تیپ پوشش گیاهی تشکیل یافت)، بیشترین سطح اشغال را نسبت به سایر اکوسیستم‌ها به خود اختصاص دادند. این موضوع نقش پوشش گیاهی را در برنامه‌ریزی حفاظت در کشور پررنگ‌تر می‌کند. پر واضح است که پوشش گیاهی علاوه بر اینکه خود دارای ارزش حفاظتی است، به دلیل فراهم نمودن زیستگاه برای جانوران و همچنین نمایندگی شرایط اکولوژیک سرزمین در مرحله بلوغ خود، به صورت غیرمستقیم نیز دارای اهمیت است. از میان اکوسیستم‌های گیاه غالب، بوته‌زارهای استپی سرد بیابانی و سپس بوته‌زارها و علفزارهای نیمه‌استپی سرد و خشک به ترتیب اکوسیستم‌های غالب ایران را تشکیل دادند. وجود چنین واحدهای وسیعی، انتخاب مناطق معرف و یکپارچه را برای برنامه‌ریزان حفاظت ساده‌تر می‌کند.

اکوسیستم‌های بدون پوشش گیاهی نیز با وجود این که سطح کمی از سرزمین را اشغال کردند، به دلیل این که شکل غالب سرزمین در اقلیم خاصی را معرفی می‌کنند، واحدهای مناسبی برای تکمیل شبکه مناطق تحت حفاظت به ویژه مناطق دارای ویژگی‌های خاص ساختارهای زمین ریخت‌شناسی محسوب می‌شوند. کوهستان‌های تپه‌ماهوری گرم بیابانی و تپه‌ماهورهای گرم و خشک به ترتیب کوچکترین اکوسیستم‌های ایران را شامل می‌شوند.

مقایسه اکوسیستم‌های شناسایی شده در این مطالعه با واحدهای همگن جغرافیایی که در مقیاس جهانی تهیه شده و برای کشور قابل تشخیص است، نشان می‌دهد که معیارهای شناسایی و تعیین مرز واحدها در این مطالعات تا حدودی با یکدیگر مشابهت دارند. واحدها در مطالعه اودواردی (Udvardey, 1975) و بیلی (Bailey, 2006) بسیار گسترده و در مطالعه Sayre و همکاران (Sayre et al., 2014) بسیار محدود و کوچک هستند، اما در مطالعه حاضر تعداد واحدهای شناسایی شده نزدیک به تعداد آنها در مطالعه السون (Olson et al., 2001) است. نکته قابل توجه در نام‌گذاری واحدها است که تقریبا ماهیت و ویژگی آنها را نشان می‌دهد. واحدها معمولا یا پوشش گیاهی غالب در اقلیم خاص یا شکل زمین غالب در اقلیم خاص را معرفی می‌کنند. در ارتباط با واحدهای مطالعه Sayre و همکاران نیز وضعیت به

همین ترتیب است اما به دلیل زیاد بودن تعداد، از ذکر نام آنها در جدول (۱) صرف‌نظر شد. همچنین اکوسیستم‌های مطالعه حاضر در مقایسه با زیست نواحی شناسایی شده در مطالعه یوسفی و همکاران (Yusefi et al., 2019) نشان داد که به دلیل متفاوت بودن معیار شناسایی واحدها در دو مطالعه، خروجی‌ها نیز با یکدیگر تفاوت دارند. در مطالعه یوسفی هفت زیست ناحیه با نام‌های کوه های البرز–زاگرس– کپه داغ، حوضه مرکزی، بلوچستان– خراسان، سواحل خلیج فارس– خوزستان، کوه‌های مکران، دشت ترکمن، جلگه‌های مکران و دو ناحیه انتقالی ابرکوه– شاه رضا و اروند– شادگان معرفی شدند.

بررسی و تحلیل اکوسیستم‌های شناسایی شده نشان داد که از میان ۲۱ اکوسیستم، ۶ اکوسیستم در استان‌ها غالب هستند (شکل ۲). این اکوسیستم‌ها شامل؛ جنگل‌های مرطوب و نیمه‌مرطوب، جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک، بوته‌زارهای استپی سرد بیابانی، بوته‌زار و علفزارهای نیمه استپی سرد و خشک، بوته‌زار و شوررست‌های خشک و درختچه‌زار و بوته‌زارهای گرم و خشک می‌باشد. بر این اساس استان‌های هم جوار در صورت داشتن اکوسیستم غالب مشابه، می‌توانند مناطق معرف مشترک با یکدیگر انتخاب نمایند تا پیوستگی مناطق نیز حفظ گردد.

بوته‌زارها و علفزارهای نیمه‌استپی سرد و خشک بر اساس شاخص حضور، فراگیرترین اکوسیستم کشور هستند که لکه‌هایی از این اکوسیستم به جز در استان سیستان و بلوچستان در سایر استان‌های کشور دیده می‌شود. پس از آن، اکوسیستم دشت‌های مختلط بدون پوشش نیمه خشک و سرد شایع‌ترین است که در ۹۰ درصد استان‌های کشور پراکنده است و به همین دلیل در ترجیح پایین‌تر حفاظتی قرار می‌گیرد. غالب بودن اکوسیستم نیمه‌استپی در استان‌های شمال‌غربی و غربی کشور، نقش قابل توجهی در پایین آوردن اولویت حفاظتی این استان‌ها بازی می‌کند. در مقابل، کمیاب‌ترین اکوسیستم کشور، کوهستان‌های تپه‌ماهوری بدون پوشش گرم بیابانی است که تنها در استان هرمزگان شناسایی شده و نیاز به توجه ویژه دارد. پس از آن ناهمواری‌های متنوع بدون پوشش معتدل و خشک در استان‌های سمنان، سیستان و بلوچستان و کرمان و جلگه‌های تپه‌ماهوری مرطوب و معتدل بدون پوشش در استان‌های گیلان، مازندران و هرمزگان جزو کم پراکنش‌ترین‌ها هستند. در واقع اکوسیستم‌های یاد شده نسبت به دیگر اکوسیستم‌های کشور کمیاب‌تر و بالقوه، حساس و آسیب‌پذیرتر هستند. زیرا، تنها در ۱۰ درصد استان‌های کشور مشاهده می‌شوند. استان‌های هرمزگان، کرمان و سیستان و بلوچستان براساس ویژگی‌های ساختاری توزیع و پراکنش اکوسیستم‌ها، به دلیل این که سطح قابل توجهی از این اکوسیستم‌های کمیاب را در بر می‌گیرند، می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای انتخاب مناطق معرف حفاظتی مرتبط محسوب شوند. این در حالی است که استان‌های یاد شده به همراه استان‌های فارس، سمنان، اصفهان و خوزستان، از نظر درصد فراوانی، نمره‌دهی و وزن‌دهی طبقه حضور در گروه اول شایستگی برای انتخاب مناطق حفاظتی براساس ویژگی‌های ساختاری فراوانی و کمیابی اکوسیستم‌ها قرار گرفتند و از نظر برنامه‌ریزی حفاظت باید مورد توجه باشند. استان‌های اصفهان، اردبیل، البرز و گلستان، از نظر دو شاخص تنوع و یکنواختی اکوسیستم‌ها، دارای اولویت بالایی برای انتخاب مناطق تحت حفاظت هستند. در برنامه‌ریزی حفاظتی این استان‌ها، توجه به خدمات متنوع و متفاوت که به دلیل وجود تنوع اکوسیستمی فراهم شده، حایز اهمیت است. برپایه اولویت‌بندی نهایی، استان‌های اصفهان (اول)، سمنان، فارس، کرمان، گلستان (دوم) و اردبیل (سوم)، در برنامه‌ریزی حفاظت از سرزمین ایران و انتخاب مناطق حفاظتی معرف باید بیشتر مورد توجه قرار بگیرند، هر چند که سایر استان‌ها نیز می‌توانند سهم قابل توجهی در برنامه‌ریزی حفاظت، ایجاد و تکمیل شبکه مناطق تحت حفاظت و نیز حفظ تنوع اکولوژیک کشور داشته باشند.

در نظر گرفتن اولویت‌های نهایی استان‌ها در گروه‌های شناسایی شده بر اساس شاخص تشابه و تفاوت اکوسیستمی (شکل ۳)، به برنامه‌ریزی حفاظت و مدیریت کلان شبکه مناطق تحت حفاظت کشور کمک می‌نماید تا علاوه بر شناخت استان‌های وابسته به هم در قالب یک گروه، وضعیت حفاظتی آنها نیز تا حدی مشخص گردد. استان‌هایی که در یک گروه قرار می‌گیرند، دارای شرایط اکولوژیک مشابه هستند و به لحاظ داشتن اکوسیستم‌های مشابه و در صورت همجوار بودن، می‌توانند از الگوهای برنامه‌ریزی و مدیریت حفاظت مشابهی برخوردار باشند. بر این اساس، ۱۲ گروه استانی شناسایی شد. سه گروه استانی در اکوسیستم بوته‌زار و علفزارهای نیمه‌استپی سرد و خشک و دو گروه استانی در بوته‌زارهای استپی سرد بیابانی، دو گروه در درختچه‌زار و بوته‌زارهای گرم و خشک، دو گروه در اکوسیستم جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک (شکل ۳)، یک گروه در اکوسیستم جنگل‌های مرطوب و نیمه‌مرطوب (استان‌های گیلان

و مازندران) و در نهایت دو گروه مجزا (استان‌های خراسان جنوبی و گلستان) در اکوسیستم بوته‌زار و شوررست‌های خشک قرار دارند.

استان فارس در میان گروه‌های شناسایی شده در اکوسیستم نیمه‌استپی، به دلیل اینکه اولویت نهایی ۲ (جدول ۵) را به خود اختصاص داده و اکوسیستم‌هایی مشابهی با استان‌های دیگر ندارد و از این نظر در یک گروه مجزا قرار می‌گیرد، دارای اهمیت و اولویت در برنامه‌ریزی و مدیریت حفاظت سرزمین است. استان گلستان در اکوسیستم بوته‌زار و شوررست‌های خشک نیز وضعیتی مشابه با استان فارس را دارد. وجود سه استان اصفهان، سمنان و کرمان با اولویت‌های حفاظتی ۱ و ۲ (جدول ۵) در گروه پنج استانی اکوسیستم استپی، اهمیت این گروه را برای حفاظت افزایش می‌دهد. به علاوه، گروه سه استانی دیگر در این اکوسیستم که دو استان البرز و تهران با اولویت‌های ۴ و ۵ (جدول ۵) را شامل می‌شوند، چنین وضعیتی دارد. با این وجود توجه به تمامی گروه‌های شناسایی شده در برنامه‌ریزی کلان حفاظت کشور لازم و ضروری است.

تا کنون مطالعه‌ای در ارتباط با بررسی و تحلیل وضعیت اکوسیستم‌های استان‌ها در سطح کشور و همچنین اولویت‌بندی و گروه‌بندی آن‌ها به منظور برنامه‌ریزی حفاظت انجام نگرفته است. در این خصوص تنها می‌توان به نواحی جغرافیایی معرفی شده در مطالعات مهاجرانی و قدیری معصوم و همکاران اشاره و نتایج آن‌ها را با گروه‌های ۱۲ گانه مقایسه نمود. این مقایسه نشان می‌دهد که تنها یکی از گروه‌های استانی شامل خوزستان، بوشهر و هرمزگان با ناحیه نوار ساحلی جنوب در منابع ذکر شده هم‌خوانی کامل دارد. به علاوه مقایسه گروه‌های استانی در مطالعه حاضر با مناطق نه گانه آمایش سرزمین نشان می‌دهد که هیچ گونه هم‌خوانی بین این دو منطقه‌بندی وجود ندارد. گفتنی است که اساس و پایه آمایش سرزمین بر ارزیابی توان اکولوژیک قرار دارد، و ارزیابی توان اکولوژیک در واحدهای همگن اکولوژیک، پایه دقیق‌تری برای مدیریت پایدار سرزمین فراهم می‌آورد. با این وجود منطقه‌بندی کشور از دیدگاه آمایش سرزمین با اهداف هماهنگی در امور عمرانی و توسعه‌ای بین‌استانی، متمرکز کردن منابع و ایجاد فرصت‌های مناسب برای شهرهای متوسط، کوچک و مناطق روستایی و تدوین سیاست‌های توسعه منطقه‌ای صورت گرفته که با اهداف مطالعه حاضر متفاوت است، اما نباید نتایج آن‌ها به شکل اساسی متفاوت باشد. به منظور تکمیل مطالعه حاضر و ارتقا کیفیت برنامه‌ریزی حفاظت در استان‌های کشور پیشنهاد می‌شود که اکوسیستم‌های شناسایی شده از نظر محتوایی مورد بررسی قرار بگیرند تا نیاز و یا عدم نیاز آنها به داشتن مناطق معرف در هر یک از استان‌ها مشخص گردد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از آقای مهندس مشهدی رفیعی (مسئول بخش GIS شرکت مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران) به خاطر تامین داده و مشارکت تخصصی در نقشه‌سازی‌ها، آقایان؛ دکتر افتخاری (پژوهشگر بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور)، دکتر شیروانی (عضو هیات علمی گروه مهندسی جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تهران) و دکتر طویلی (عضو هیات علمی گروه مهندسی احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تهران) به خاطر مشاوره تخصصی در زمینه شناسایی اکوسیستم‌ها، آقای مهندس بیانی (مدیر کل دفتر مهندسی و مطالعات سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور) و آقای دکتر فهمی (معاون مدیرکل دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفای وزارت نیرو) به خاطر تامین داده، تشکر نمایند.

یادداشت‌ها

1. World Wide Fund For Nature
2. Terrestrial Ecoregion
3. Ecological Land Unit
4. International Union for Conservation of Nature
5. SRTM, 90 meters, February 2000, Available at: www.worldwildlife.org/publications/wildfinder-database, July 31, 2012
6. Frequency
7. Presence

فهرست منابع

Ardakani, M.R. 2017. Ecoloy. Sixteenth edition. University of Tehran press. (in Persian)

Aryaee, Z. 2015. Systematic selection of conservation patches using Biodiversity Rapid Assessment and Planning method (Case study: Golestan province), master of science thesis in environmental sciences, College of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan university of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Persian)

Asakereh, H. 2016. Fundamentals of Biogeography. Second edition. University of Zanjan press. (in Persian)

Assad, I.; Lundquist, C.J.; Erdmann, M.V. & Costello, M.j. 2016. Ecological criteria to identify areas for biodiversity conservation. Biological conservation.213: 309- 316.

Anwar, M.S.; Uppal,S.; Chitkara,A.; Kullu,A.; Bhardwaj,R.N. & Gaur,M. 2006. Fundamentals of Physical Geography, National Council of Educational Research and Training, Jalandhar.

Averti Ifo, S.; Moutsambote, J.M.; Koubouana ,F.; Yoka, J.; Ndzai, S.F.; Orcellie Bouetou-Kadilamio, L.N.; Mampouya, H.; Jourdain, C.; Bocko, Y.; Brigitte Mantota, A.; Mbemba, M.; Mouanga-Sokath, D.; Odende, R.; Romarick Mondzali, L.; Mampouya Wenina, Y.M.; Ouissika, B.C. & Joel, L.J. 2016. Tree Species Diversity, Richness, and Similarity in Intact and Degraded Forest in the Tropical Rainforest of the Congo Basin: Case of the Forest of Likouala in the Republic of Congo, International Journal of Forestry Research, vol. 2016, Article ID 7593681, 12 pages.

Azari Dehkordi, F.; & Khazaei, N. 2009. A Decision Support System for Environmental impact Assessment in landscape degradation (Case study: Shafarod Watershed in Gilan province of Iran). Journal of Environmental Studies, 35(50), 69-80. (in Persian)

Bailey, R.G. 1988. Ecogeographic analysis: a guide to the ecological division of land for resource management. Misc.Publ. No.1465.Washington, DC: USDA Forest Service.

Bailey, R. G. translated into Persian by: Abdolrassoul Salman Mahiny. 2006. Ecosystem Geography. Moje Sabz press. (in Persian)

Behrooj, B. 2013. Optimizing conservation patches of Golestan province using Tabu Search Algorithm, master of science thesis in environmental sciences, College of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan university of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Persian)

Bihamta, M.R. & Zare Chahouki, M.A. 2015. Principles of Statistics for the Natural Resources Science. Fourth edition. University of Tehran Press. (in Persian)

Blasi, C.; Capotorti, G.; Alós Ortí, M.M.; Anzellotti, I.; Attorre, F.; Azzella, M.M.; Carli, E.; Copiz, R.; Garfì, V.; Manes, F.; Marando, F.; Marchetti, M.; Mollo, B. & Zavattero, L. 2017. Ecosystem mapping for the implementation of the European Biodiversity Strategy at the national level: The case of Italy. Environ. Sci. Policy 78: 173–184.

Cardinale, B. J.; Duffy, J. E.; Gonzalez, A.; Hooper, D. U.; Perrings, C.; Venail, P. & Naeem, S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature, 486(7401): 59–67.

Chapin, F. S.; Matson, P. A. & Mooney, H. A. 2002. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer.

Edae, D.; Soromessa, T. & Senbeta, F. 2015. Woody Species Composition and Community Analysis in Managed and Community Used Forest Sites in Gelesha Kebele, Mejengir Forest, Gambella National Regional State, Journal of Natural Sciences Research, 5(17): 125-135.

Esfandeh, S.; Kaboli, M. & Eslami, L. 2017. Simulated annealing algorithm as a tool for systematic prioritization of protected area in Alborz province, Iran. Journal of Animal Environment, 9(1), 105-122. (in Persian)

Farkhani, A.; Salman Mahini, A.; Karimi, H. & Mikaeeli Tabrizi, A. R. 2017. Gap Analysis Approach for Prioritization and Selection of Protected Areas. Environmental Researches, 7(14), 73-83. (in Persian)

Fleming,I.A. & Aagaard,K. 1993. Documentation and measurement of biodiversity, NINAUtredning, 50: 1-23.

Ghadiri Masoum, M.; Baghiyani, H. R. & Ghadiri Masoum, M. 2013. Population Dynamics in Geographic Regions of Iran and its Consequences. Human Geography Research, 45(4), 57-74. (in Persian)

IUCN .2015. Guidelines for the application of IUCN Red List of Ecosystems Categories and Criteria, Version 1.0. Bland, L.M., Keith, D.A., Murray, N.J.& Rodriguez, J.P. (eds.). Gland, Switzerland: IUCN. ix + 93 pp.

Jafari, A. 2012. History of natural geography of Iran. Tehran: Gitashenasi Geographical & Cartographic Institute. (in Persian)

Jafari, A.; Yavari, A. R.; Bahrami, S. & Yarali, N. 2011. Selection of New Protected Areas Emphasizing Vegetation Types Using C-Plan (Case Study: Kohgiluye & Boir-Ahmad Province, Iran). Journal of Environmental Studies, 36(56), 1-12. (in Persian)

Jafari, A.; Yavari, A. & Yarali, N. 2014. The Environmental and Strategic Assessment of the Largest Landfill in Northern Iran (Saravan) by Using SWOT Method. Environmental Researches, 4(7), 93-102. (in Persian)

Javanshir, K. 1976. Atlas of woody plants of Iran. Tehran: National Society of Natural Resources and Human Environment Conservation. (in Persian)

Kaplan, D. & Kadmon, A. 1999. Ecodiversity Changes in the Hula Valley, During this Century, Proceeding Of IALE International Conference Landscape Ecology- Theory, Teaching, Applications (pp. 123-130) Pultusk, Poland.

Karami, A. & Feghhi, J. 2012. Controlling and comparison of North and South Zagros Land Use Using Landscape Ecology Approach (Case Study: Provinces of Kurdistan and Kohgiloyeh and Boyer Ahmad). Town and Country Planning, 4(6), 5-34. (in Persian)

Khalili, A.; Hejam, S. & IranNezhad, P.1991. The integrated water resources management plan of Iran. Ministry of Energy. (in Persian)

Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. New York, NY: Harper and Row Publishers Inc.

Kusbach, A. 2010. Terrestrial ecosystem classification in the Rocky Mountains, northern Utah, 213. Retrieved from http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1675&context=etd

Lapin, M.& Barnes, B.V. 1995. Using the Landscape Ecosystem Approach to Assess Species and Ecosystem Diversity, Conservation Biology, 9(5):1148-1158.

Mace, G. M.; Norris, K. & Fitter Alastair H. 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship, Trends in Ecology and Evolution, 27 (1):19-26.

Madjnoonian, H. 1995. Biosphere reserves. Tehran: Department of the Environment of Iran. (in Persian)

Madjnoonian, H. 2014. Protected Areas, Criteria & Guidelines for Selection, Conservation and Management of Protected Areas. Day Negar publication. (in Persian)

McGarigal, K., & Marks, B. J. 1995. FRAGSTATS:Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. FRAGSTATS Manual, 97331.

Mehri, A.; Salmanmahiny. A.; Mirkarimi, S.H. & Rezaei, H.R. 2014. Use of optimization algorithms to prioritize protected areas in Mazandaran Province of Iran. Journal of Nature Conservation. 22: 462-470.

Moghaddam, M.R. 2008. Statistical and descriptive ecology of vegetation. Second edition. University of Tehran Press. (in Persian)

Mohajerani, A.A. 2012. Spatial Distribution of Iran' s Population. The monthly Voice of the Islamic Republic of Iran, 11(65): 54 – 63. (in Persian)

Naghdi, R.; Pourbabaei, H.; Heydari, M. & Nori, M. 2014. The Effects of Forest Road on Vegetation and Some Physical and Chemical Properties of Soil, Case Study: Shafarood Forests, District No.2. Ecology of Iranian Forest, 2(3): 49 – 64. (in Persian)

Neishabouri, A. 2013. Biogeography. Twelfth edition. The Center for Studying and Compling University Books in Humanitics (SAMT). Institute for Research and Development in the Humanities.

Nohegar, D. A.; jabariyan amiri, D. B. & afrakhte, R. 2015. Land Use Analysis on Guilan Central District Using Landscape Ecology Approach. Geography and Territorial Spatial Arrangement, 5(15): 197-214. (in Persian)

Olson, D.M.; Dinerstein, E.; Wikramanayake, E.D.; Burgess, N.D.; Powell, G.V.N.; Underwood, E.C.; D'amico, J. A.; Itoua, I.; Strand, H.E.; Morrison, J.C.; Loucks, C.J.; Allnutt, T.F.; Ricketts, T.H.; Kura, Y.; Lamoreux, J.F.; Wettengel, W.W.; Hedao, P. & Kassem, K.R. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. Bioscience 51: 933- 938.

Pickett, S. T. A. & Cadenasso, M. L. 2002. The ecosystem as a multidimensional concept: Meaning, model, and metaphor. Ecosystems, 5(1): 1–10.

Rahnemai, M.T. 2014. Iran the spatial and natural potentials. Mahkameh publication. (in Persian)

Rashidi, P. 2008. Systematic Selection of Conservation Patches for Golestan Province Using CAPS Method, master of science thesis in environmental sciences, College of Natural Resources, university of Tehran. (in Persian)

Research Institute of Forests and Rangelands. 2015. Ecological regions of Iran. (in Persian)

Sadegh Yazdi H.; Rashed Mohasel, M. & Alimoradi, L. 2014. Comparing the Distribution of the Vegetative Cover in Two Different Ecosystems. Journal of Weed Ecology, 2(2): 113 – 122. (in Persian)

Salmanmahiny, A. 2012. Fundamentals of Environmental Protection. Second edition. Dey Negar publication. (in Persian)

Sayre, R.; Dangermond, J.; Frye, C.; Vaughan, R.; Aniello, P.; Breyer, S.; Cribbs, D.; Hopkins, D.; Nauman, R.; Derrenbacher, W.; Wright, D.; Brown, C.; Convis, C.; Smith, J.; Benson, L.; Paco VanSistine, D.; Warner, H.; Cress, J.; Danielson, J.; Hamann, S.; Cecere, T. & Reddy, P. 2014. A New Map of Global Ecological Land Units — An Ecophysiographic Stratification Approach. Washington, DC Assoc. Am. Geogr. 46.

Sayre, R.; Comer, P.; Warner, H. & Cress, J. 2009. A new map of standardized terrestrial ecosystems of the conterminous United States: US Geological Survey Professional Paper 1768 17.

Shabani, A. 2017. Biogeography. Mahvareh publication. (in Persian)

Shakuie, H. 2013. Philosophy Geography. Sixteenth edition. Gitashenasi publication. (in Persian)

Sims, R. A.; Corns, I. G. W. & Klinka, K. 1996. Global to local: Ecological land classification - Introduction. Environmental Monitoring and Assessment, *39*(1–3): 1–10.

Singers, N.J.D. & Rogers, G.M. 2014. A classification of New Zealand ' s terrestrial ecosystems. Sci. Conserv. 325: 1–87.

Tansley, A. G. 1935. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. Ecology, 16(3): 284–307.

Udvardy. 1975. Udvardy - A classification of the Biogeographical Provinces of the world.UNESCO's Man and Biosphere Programme, Project No.8.

WWF. 2012. Global 200. Available online at: http://www.worldwildlife.org/publications/global-200 . Accessed August 01, 2012.

WWF. 2012. Terrestrial Ecoregions of the World. Available online at: http://www.worldwildlife.org/ publications/terrestrial-ecoregions-of-the-world . Accessed August 01, 2012.

Yavari, A.R.; Daraei, L.; Hashemi, M. & Zebardast, L. 2012. The land of Iran is the result of mixing mountains and deserts. Yaran Mehr publication. (in Persian)

Yusefi, G. H.; Safi, K. & Barito, J. C. 2019. Network- and distance-based methods in bioregionalization processes at regional scale: An application to the terrestrial mammals of Iran. Journal of Biogeography, 46(11): 2433–2443.