journal of Regional Planning

Winter 2023. Vol 12. Issue 48

ISSN (Print): 2251-6735 - ISSN (Online): 2423-7051

Research Paper

Spatial Heterogeneity of Ecological Security of Samian Watershed, Ardabil Province

Zeinab Hazbavi [1], Leyla Babaei[2], Shirin Zareie[3], Nazila Alaei[2], Raheleh Malekian[4]

1. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, and Member of Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Ph.D. Student, Watershed Management Engineering and Sciences, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran.
3. Former M.Sc. Student, Watershed Management Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
4. Ph.D., Senior Expert, Water Studies Section of National Agriculture and Water Strategic Research Center, Tehran, Iran.

Received: 14 February 2021
Accepted: 01 May 2021
PP: 77-94

Use your device to scan and read the article online

Keywords:
Resource balance, Spatial pattern, Watershed degradation, Ecological security supply

Abstract

The ecological security of the watershed depends on the land capacity and the level of demand expected to ensure the survival of the population living in it and and its regional assessment is necessary to advance the strategic planning and poliy-making. Towards this, the aim of this study was to analyze the heterogeneity of ecological security of the Samian Watershed located in the center of Ardabil Province. Accordingly, a comprehensive evaluation method based on the analysis of various dimensions of supply and demand of material and spiritual security for 27 sub-watersheds was conceptualized and implemented. It was found that the mean value of both supply and demand indicators of ecological security in the whole watershed are equal to 0.53. In general, this watershed has marginal security. However, in terms of spatial heterogeneity, the maximum value of the ecological security index (0.49) was allocated to sub-watershed 22 located in the central part of the watershed. One of the general features of this sub-watershed is the existence of the irrigated agriculture, which has caused the region to be at a high level in terms of ecological security and supplied the demands of region population. Also, the minimum value of this index (-0.43) is related to sub-watershed 27 located in the northwest. The Ardabil City, the capital of Ardabil Province, is located in this sub-watershed, and the urban nature and lack of agriculture, forest, and garden land use are among the characteristics of this sub-watershed, which has led to the sub-watershed being in an unsafe situation. The spatial distribution of the ecological security index showed that 12, 51, 33, and 4% of the region, respectively characterized by security, marginal security, marginal insecurity, and insecurity states cover.

Citation: Hazbavi, Z; Babaei, L; Zareie, Sh; Alaei, N; Malekian, R (2023). Spatial Heterogeneity of Ecological Security of Samian Watershed, Ardabil Province, Journal of Regional Planning Journal of Regional Planning, Vol 12, No 48, PP:77-94.

DOI: 10.30495/JZPM.2021.27360.3853

DOR: 20.1001.1.22516735.1401.12.48.5.9

***Corresponding author:** Zeinab Hazbavi
Address: Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, and Member of Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Tell: +989166084002
Email: z.hazbavi@uma.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Ecological security is a term used by scientists to analyze the connection between environmental conditions and security threats. The common elements of the definitions of ecological security include improving the scarcity of natural resources, maintaining a healthy environment, curbing environmental degradation, and preventing social disorder and conflict (promoting social stability). The security attitude towards ecological crises is the result of the destructive consequences of human activities and consequently the increasing future conflicts in regard to the unpredictable crises at local, regional, and national levels. In this regard, planners and decision-makers need a new set of data and practical knowledge on the ecological status of the land, which indicates the importance of new assessment methods in the planning and lawful management of watersheds. Ecological security is a term used by scientists to analyze the link between environmental conditions and security threats. Common elements of ecological security definitions include improving natural resource scarcity, conserving a healthy environment, improving environmental degradation, and preventing social disorder and conflict (promoting social stability). To this end, the current study was planned to analyze the heterogeneity of ecological security of Samian Watershed located in Ardabil Province, northwestern Iran.

Methodology

The studied area includes the Samian Watershed situated in the center of Ardabil Province. This watershed is part of the Aras River Basin, which has an area equivalent to 4236 km^2. Ardabil city, the capital of Ardabil province, is located in the center of this watershed, and Namin, Nir, and Sareen cities form part of it. The evaluation of ecological security was carried out in accordance with the principles of Maslow's theory based on a comparative analysis between material needs including the functions of nutrition, endurance, and storage, and spiritual needs including the function of the landscape to ensure human well-being. A comprehensive evaluation method based on the analysis of various dimensions of material and spiritual security governing 27 sub-watersheds of Samian was conceptualized and implemented. In this assessment, material (intrinsic) demands include the nurturing, carrying, and storage functions and spiritual (flexible) demands refer to the landscape function to ensure human well-being. For this purpose, firstly, the impact of urban, industrial, and agricultural development was examined, and also coefficients of supply, demand, and technology were considered to assess the regional ecological security. Besides, according to the spatial distribution of ecological security, different sub-watersheds based on four degrees of security (0.25 - 0.50), marginal security (0.25 - 0.00), marginal insecurity (0.00 - -0.25), and insecurity (-0.50 - -0.25) were prioritized.

Results and Discussion

The results of the ecological security supply in (ESS) showed that the average value and standard deviation of the supply component are equal to 0.53 and 0.13, respectively. The component classes of ecological supply security in this watershed including very high, high, medium, and low and most of the sub-watersheds (about 67%) belong to the medium class. So that the maximum value of the supply ecological security component with a value of 1.00 corresponds to sub-watershed 22 and the minimum value of this component with a value of 0.35 corresponds to sub-watershed 9. The results of the evaluation of the ecological security demand component (ESD) of the Samian Watershed showed that the average value and standard deviation of the demand component are equal to 0.53 and 0.09, respectively. According to the spatial distribution maps, the watershed was evaluated in a medium condition in terms of the demand component include very high, high, medium, and low, and most of the sub-watersheds (about 96%) belong to the medium class. It was found that the supply and demand of ecological security in the whole watershed are equal to 0.53, and therefore in general, this watershed has marginal security. However, in terms of spatial heterogeneity, the maximum value of

the ecological security index (ESI=0.49) was allocated to sub-watershed 22 located in the central part of the watershed. One of the general features of this sub-watershed is irrigated agriculture existence, which has caused the region to be at a high level in terms of ecological security and supplied the demands of the region's population. Also, the minimum value of this index (ESI=-0.43) is related to sub-watershed 27 located in the central part. The Ardabil City, the capital of Ardabil Province, is located in this sub-watershed, and the urban nature and lack of agriculture, forest, and garden land use are among the characteristics of this sub-watershed, which has led to the sub-watershed being in an unsafe situation. The spatial distribution of the ecological security index showed that 12, 51, 33, and 4% of the region, respectively characterized by security, marginal security, marginal insecurity, and insecurity states cover.

Conclusion

The ecological security assessment is one of the current issues in the world that has received less attention in Iran. While national and regional security is expected to face a major challenge in the near future by reducing land ecological security. Therefore, the present study has taken steps in regard to explaining the emerging and at the same time indigenous strategies and management tools of the country's conditions and investigated the ecological security of the Samian Watershed located in northwestern Iran. The ecological security analysis showed marginal security for the study watershed. This region has sufficient agricultural lands to meet human food needs and reliable resilience to environmental pressures. Increasing concerns about ecological security require guidelines for redesigning different ecosystems and development models. The applied approach and results of this study are naturally in line with the needs of officials and policymakers in the field of natural resources and the environment of the country in recent years and could be applied to systematic regional planning based on the existing potential.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای

زمستان ۱۴۰۱، سال ۱۲، شماره ۴۸

شاپا چاپی: ۶۷۳۵-۲۲۵۱ – شاپا الکترونیکی: ۷۰۵۱-۲۴۲۳

مقاله پژوهشی

ناهمگونی فضایی امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان، استان اردبیل

زینب حزباوی[۱]*، لیلا بابایی[۲]، شیرین زارعی[۳]، نازیلا علایی[۲]، راحله ملکیان[۴]

۱. استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. دانشجوی دکتری، علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۴. دکتری، کارشناس ارشد مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۶ بهمن ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۰

شماره صفحات: ۹۴-۷۷

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

واژه‌های کلیدی:
الگوی فضایی، تأمین امنیت اکولوژیکی، تخریب حوزه آبخیز، توازن منابع

چکیده

امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز به ظرفیت زمین و سطح تقا ضای مورد انتظار برای تضمین حیات جمعیت ساکن در آن وابسته بوده و ارزیابی منطقه‌ای آن برای پیشبرد برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های راهبردی ضروری است. به‌همین منظور، پژوهش حاضر با هدف تحلیل وضعیت ناهمگونی امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان واقع در بخش مرکزی استان اردبیل انجام شد. بر همین اساس، یک روش ارزیابی جامع مبتنی بر تحلیل ابعاد مختلف تأمین و تقاضای امنیت مادی و معنوی در سطح ۲۷ زیرحو ضه مفهوم سازی و پیاده سازی شد. نتایج نشان داد که مقدار متو سط هر دو مؤلفه تأمین و تقاضـــای امنیت اکولوژیکی در کل حوزه آبخیز برابر با ۰/۵۳ بوده اســـت. هم‌چنین، از لحاظ شـــاخص امنیت اکولوژیکی (ESI)، کل حوزه آبخیز دارای وضـعیت امن جزئی اسـت. با وجود این، از لحاظ ناهمگونی فضـایی، حداکثر مقدار شاخص امنیت اکولوژیکی (۰/۴۹) به زیرحو ضه ۲۲ واقع در ق سمت مرکزی اخت صاص داده شد. از ویژگی‌های کلی این زیرحوضه می‌توان به کاربری زراعت آبی اشاره کرد که موجب شده است منطقه از لحاظ امنیت اکولوژیکی در سـطح بالایی قرار گیرد. هم‌چنین، حداقل مقدار این شـاخص (۰/۴۳-) مربوط به زیرحوضـه ۲۷ واقع در بخش مرکزی استان است. شهر اردبیل مرکز استان اردبیل در این زیرحوضه قرار دارد و شهری بودن و نبود کاربری زراعت، جنگل و باغ از جمله ویژگی‌های این زیرحوضه است که منجر به قرار گرفتن این زیرحوضه در وضعیت ناامن شده است. توزیع مکانی شاخص امنیت اکولوژیکی نشان داد که وضعیت‌های امن، امن جزئی، ناامن جزئی و ناامن به‌ترتیب ۱۲، ۵۱، ۳۳ و چهار درصد حوزه آبخیز سامیان را شامل شده‌اند.

استناد: حزباوی، زینب؛ بابایی، لیلا؛ زارعی، شیرین؛ علایی نازیلا و راحله ملکیان (۱۴۰۱): **ناهمگونی فضایی امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان، استان اردبیل**، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال ۱۲، شماره 48،مرودشت: صص۷۷-۹۴.

DOI: 10.30495/JZPM.2021.27360.3853

DOR: 20.1001.1.22516735.1401.12.48.5.9

* **نویسنده مسئول:** زینب حزباوی

نشانی: استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تلفن: ۰۹۱۶۶۰۸۴۰۰۲

پست الکترونیکی: z.hazbavi@uma.ac.ir

مقدمه

فعالیت‌ها و تصرفات انسانی یکی از اجزای مهم و عوامل اصلی تغییر و تخریب اکوسیستم یا بوم‌سازگان به‌شمار می‌روند. به‌نحوی‌که اثرات مختلف فعالیت‌های گسترده انسان در اکوسیستم طبیعی، مسائل و مشکلات گسترده محیط زیست را به‌دنبال داشته است (Taghilo et al., 2021: 117). برای مثال، تخریب جنگل‌ها و مراتع برای توسعه روستائی، شهری و صنعتی بدون در نظر گرفتن استعداد و پتانسیل مراتع، موجب تخریب اراضی، افزایش سیلاب‌ها، افزایش انواع خشک‌سالی‌ها از جمله کشاورزی، وقوع گسترده زمین‌لغزش‌ها و فرسایش خاک، کاهش حاصلخیزی اراضی، کاهش تولید و افزایش هزینه‌های آن و نهایتاً تهدید امنیت غذایی شده است (Liu et al., 2018: 1; Hazbavi et al., 2020: 128). شواهد زیادی نشان می‌دهد که اکوسیستم‌های زمین در بسیاری از مناطق به مقدار زیاد تحت تنش قرار گرفته و عملکرد آن‌ها به‌سبب بهره‌برداری مداوم و بیش از حدِ مجاز از منابع زمین مختل شده است که سالانه منجر به تحمیل میلیاردها دلار خسارت می‌شود. با افزایش سریع شهرنشینی و توسعه جوامع انسانی، بالاجبار برخی از مناطق شهری با مشکل انواع آلودگی‌ها (صوتی، هوا، خاک، آب)، فرسایش خاک، بیابان‌زایی زمین (متأثر از پویش‌های انسانی)، زباله‌های پر خطر، راه‌سازی، مسائل هسته‌ای، تهی‌سازی منابع، تخریب پوشش گیاهی جنگلی و کاهش تنوع زیستی مواجه شده‌اند، که به‌طور قابل توجهی امنیت اکولوژیکی یا بوم‌شناختی زمین (LES)[1] شهری را تهدید می‌کند (Xu et al., 2014: 10537; Amiri et al., 2021: 25).

نگرش امنیتی به مقوله بحران‌های محیط زیست، برآیند پیامدهای زیان‌بار این رخدادها بر معیشت و فزایندگی دامنه کشمکش‌های محلی و ملی بر سر کاهش سطح برخورداری‌ها و هراس از تحولات (ناخو شایند) پیش‌بینی‌ناپذیر آینده است (Kavianirad, 2011: 85). افزایش نگرانی‌ها در مورد امنیت مناطق اکولوژیکی، نیاز به داشتن دستورالعمل‌هایی برای طراحی مجدد اکوسیستم‌های مختلف و مدل‌های توسعه را می‌طلبد. در همین راستا، برنامه‌ریزها و تصمیم‌گیران به مجموعه‌ای از داده‌ها و دانش عملی جدید در زمینه و ضعیت اکولوژیکی زمین نیاز دارند که نشان‌دهنده اهمیت تبیین روش‌های ارزیابی جدید در برنامه‌ریزی و مدیریت قانونمند حوزه‌های آبخیز است (Xu et al., 2014: 10538; Soheily Najafabadi et al., 2020: 189). از طرفی، مناطق مختلف کشور دارای شرایط اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی و انسانی مختلفی دارند و این تفاوت‌ها ضرورت مطالعات منطقه‌ای را در راستای حفظ و یا جلوگیری از تخریب بیش‌تر مناطق اکولوژیکی مورد تأکید قرار می‌دهد. استان اردبیل به سبب داشتن شرایط آب و هوای مناسب و جاذبه‌های گردشگری متنوع و وجود تنوعی از انواع واحدهای اراضی به‌صورت دامنه‌های مشرف به سبلان و سرشاخه‌های بالیخلوچای و جنگل‌های فندقلو تحت تعرض بشر با اهداف مختلف قرار گرفته است. علاوه بر این، شهر اردبیل به‌عنوان مرکز استان در حوزه آبخیز سامیان واقع شده و به‌عنوان یک مرکز جمعیتی مورد توجه دخالت‌های انسانی و در برخی مواقع مخرب امنیت اکولوژیکی قرار گرفته است (Zareie, 2020: 45; Zareie et al., 2020: 217). به همین دلیل، تحلیل های علمی مرتبط با اثر گذاری عوامل مختلف بر امنیت اکولوژیکی به‌صورت کمّی، مدیریت منابع آب و خاک را در این استان میسر نموده و در نتیجه به حفظ مناسب سرمایه‌های اقتصادی و انسانی کمک خواهد کرد. به‌همین منظور، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان واقع در قسمت مرکزی استان اردبیل به‌سبب مشاهده دخالت‌های انسانی و توسعه شهری در آن و نیز وجود سابقه پژوهشی مناسب برای دستر سی به داده‌های پایه برنامه‌ریزی شد. با توجه به موارد مطرح، پژوهش حاضر در پی پاسخ به این سؤال اساسی است که درصد مشارکت متغیرهای امنیت اکولوژیکی از ابعاد مختلف مادی و معنوی چگونه است و توزیع فضایی مؤلفه‌های تأمین و تقاضای امنیت اکولوژیکی و نیز شاخص نهایی امنیت در سطح حوزه آبخیز سامیان چگونه است؟ بر اساس شناخت مقدماتی از وضعیت و توزیع منابع اکولوژیکی و نیازهای انسانی فرض بر این است که درصد مشارکت متغیرهای امنیت اکولوژیکی از نظر منابع مادی و معنوی متفاوت بوده و نیز توزیع مکانی و فضایی امنیت اکولوژیکی در سطح حوزه آبخیز سامیان کاملاً ناهمگون است.

پیشینه تحقیق و مبانی نظری

امنیت اکولوژیکی، اصطلاحی است که توسط دانشمندان برای تحلیل پیوستگی میان شرایط محیط زیستی و تهدیدات امنیتی به‌کار می‌رود. عناصر مشترک تعاریف امنیت اکولوژیکی شامل بهبود کمبود منابع طبیعی، حفظ یک محیط سالم، مهار تخریب محیط زیست و پیش‌گیری از بی‌نظمی اجتماعی و تعارض (ارتقاء ثبات اجتماعی) است (Glenn et al., 1998: 1). ارزیابی امنیت اکولوژیکی (ESA)[2] یکی از اجزای مطالعات ارزیابی ریسک و شکنندگی اکولوژیکی[3] است که اخیراً در سراسر جهان بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Gao et al., 2012: 2307) و

[1] Land Ecological Security

[2] Ecological Security Assessment

[3] Ecological Risk and Fragility

به‌عبارتی موضوع جدیدی برای توسعه پایدار جامعه بشری در قرن بیست و یکم محسوب می‌شود (Tian & Gang, 2012: 1184; Wang & Gu, 2020: 1). بنابراین، کسب اطلاعات از وضعیت امنیت اکولوژیکی مرجع کلیدی برای تصمیم‌گیران حوزه‌های برنامه‌ریزی، مدیریت و حفاظت از زمین است.

در حالت کلی ارزیابی و تحلیل امنیت اکولوژیکی دارای اصول و چارچوب مشخص مبتنی بر تحلیل اکولوژی (بوم‌شناسی) سیمای سرزمین، تجزیه و تحلیل واقعیت‌های زمینی، سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است (Dai et al., 2013: 392). تغییرات محیط اکولوژیکی را می‌توان از طریق تجزیه و تحلیل حساسیت اکولوژیکی، انتخاب شاخص‌های اکولوژیکی یا زیستی مطالعه کرد و اقدامات مدیریتی مناسب را پیشنهاد نمود (Gao et al., 2012: 2314). روش‌های مختلفی مانند چارچوب فشار–حالت–پاسخ[1] (Wang and Gu., 2020: 1)، اکولوژی چشم‌انداز[2] (Kuchma et al., 2013; Aspinal & Pearson, 2000: 299)، تجزیه و تحلیل جریان مواد[3] (Huang et al., 2012: 104)، خدمات اکوسیستم[4] (Asadollahi et al., 2019; Jin et al., 2021: 563)، و رد پای اکولوژیکی[5] (Badehian & Mansouri, 2017: 635; Yang and Hu, 2018: 178) برای ارزیابی امنیت اکولوژیکی استفاده شده است. برای مثال، ژانگ[6] و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی امنیت اکولوژیکی حوضه رودخانه یوان بر اساس الگوی فرسایش خاک و شاخص الگوی چشم‌انداز پرداختند. نتایج نشان داد که زمین‌های مسکونی، پهنه‌های آبی و زمین‌های لخت از شاخص الگوی یکپارچه چشم‌انداز کم‌تری برخوردار بوده که نشان‌دهنده امنیت اکولوژیکی کم‌تر آن‌هاست. با این حال، سطح فرسایش خاک در جنگل‌های با پوشش انبوه، نسبت به زمین‌های زراعی و مزارع بالاتر بود که دلالت بر روند تخریب و هدررفت خاک دارد. سو[7] و همکاران (۲۰۱۱) از مدل کاتاستروف[8] برای ارزیابی امنیت اکولوژیکی و به‌منظور غلبه بر مضرات و پیچیدگی روش‌های ارزیابی فعلی استفاده نمودند. سیستم شاخص ارزیابی کاتاستروف تحت چارچوب فشار–حالت–پاسخ به زیرسیستم‌های سلسله مراتبی تقسیم شد. روند نزولی قابل توجهی برای امنیت اکوسیستم منطقه مطالعاتی بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۸ به‌دست آمد. دو[9] و همکاران (۲۰۱۳) به ارزیابی الگوی مکانی–زمانی امنیت اکولوژیکی شهری با استفاده از مدل فشار–حالت–پاسخ در منطقه Xuzhou پرداختند. نتایج نشان داد که امنیت اکولوژیکی منطقه تحت فشارهای زیادی از جمله شهرنشینی و توسعه صنعت معدن قرار گرفته و مناطق ناامن بسیار سریع و با سرعت بیش‌تری گسترش یافته‌اند. یو[10] و همکاران (۲۰۱۸) نیز به بررسی امنیت اکولوژیکی مناطق شهری در Jilin در شمال غربی چین پرداختند. در این پژوهش از معیارهای تراکم لکه، تراکم حاشیه، بعد فراکتال و گسستگی سیمای سرزمین استفاده شد. نتایج نشان داد که دخالت انسان و افزایش زمین‌های کشاورزی در منطقه باعث کاهش امنیت اکولوژیکی سیمای سرزمین شده است.

یانگ[11] و همکاران (۲۰۱۸) روش‌های استفاده از منابع طبیعی بر اساس مدل سه‌بعدی ردپای اکولوژیکی در شمال Shaanxi، واقع در چین را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که عوامل اصلی محرکه تغییر در ردپای اکولوژیکی، جمعیت و ارزش تولید صنعتی هستند. هم‌چنین این منطقه برای تأمین سطح مصرف منابع خود به ۴/۰۸ برابر مساحت فعلی خود نیاز دارد. وانگ[12] و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی تحول امنیت اکولوژیکی در پکن تحت تأثیر سیاست‌های مختلف در دهه‌های اخیر بر اساس مدل چارچوب فشار–حالت–پاسخ پرداختند. نتایج نشان داد که از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰، به‌دلیل تأثیر مشترک ساخت مکان‌های المپیک ۲۰۰۸، سیاست‌های اصلاح محیط زیست شهری و سیاست‌های املاک و مستغلات، سطح کلی ایمنی در شهر مرکزی بهتر بود، اما حومه روند متضاد را نشان داد. در سال ۲۰۱۰–۲۰۱۵، املاک و مستغلات در پکن نیز به‌شدت توسعه یافته است. لیو[13] و همکاران (۲۰۱۹) تغییرات مکانی و زمانی امنیت اکولوژیکی زمین و عوامل مؤثر بر آن را با استفاده از سنجش از دور و مدل‌های رگرسیون وزن‌دار فضایی[14] (GWR) در چین تحلیل نمودند. نتایج نشان داد که از نظر مکانی، از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ مناطق با امنیت اکولوژیکی بالا به‌تدریج تمایل به پراکندگی و تکه‌شدگی داشتند و مناطق با امنیت بالا از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۶ به میزان قابل توجهی کاهش یافته‌اند. وانگ و گو[15] (۲۰۲۰) تأثیر امنیت اکولوژیکی بر پایداری شهری در غرب چین منطقه Xi'an را با استفاده از چارچوب نیروی محرکه– فشار–حالت–پاسخ تحلیل نمودند. نتایج نشان داده است که امنیت اکولوژیکی اساساً پایدار و وضعیت کلی نزدیک به وضعیت ایمن است، اما تفاوت

[1] Pressure (P)-State (S)-Response (R)
[2] Landscape Ecology
[3] Material Flow Analysis
[4] Ecosystem Services
5 Ecological Footprint
[6] Zhang
[7] Su
[8] Catastrophe
[9] Du
[10] Yu
[11] Yang
[12] Wang
[13] Liu
[14] Geographically Weighted Regression
[15] Wang and Gu

قابل‌توجهی در سطح منطقه وجود دارد. با توجه به نتایج ارزیابی، تأثیر امنیت اکولوژیکی بر پایداری عمدتاً مربوط به جمعیت با تراکم بالا، مصرف آب با تراکم بالا، مصرف سرانه زیاد انرژی، پوشش گیاهی کم و آبراهه رودخانه‌ای با تراکم کم است. ون[1] و همکاران (۲۰۲۱) به ارزیابی امنیت محیط زیستی سرزمین و تجزیه و تحلیل عوامل تأثیرگذار در حوضه دریاچه Chaohu، واقع در چین از ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ پرداختند. نتایج بیان‌گر گسترش مداوم اراضی شهری و متفاوت بودن سطح امنیت اکولوژیکی در طول دوره مطالعه بوده است.

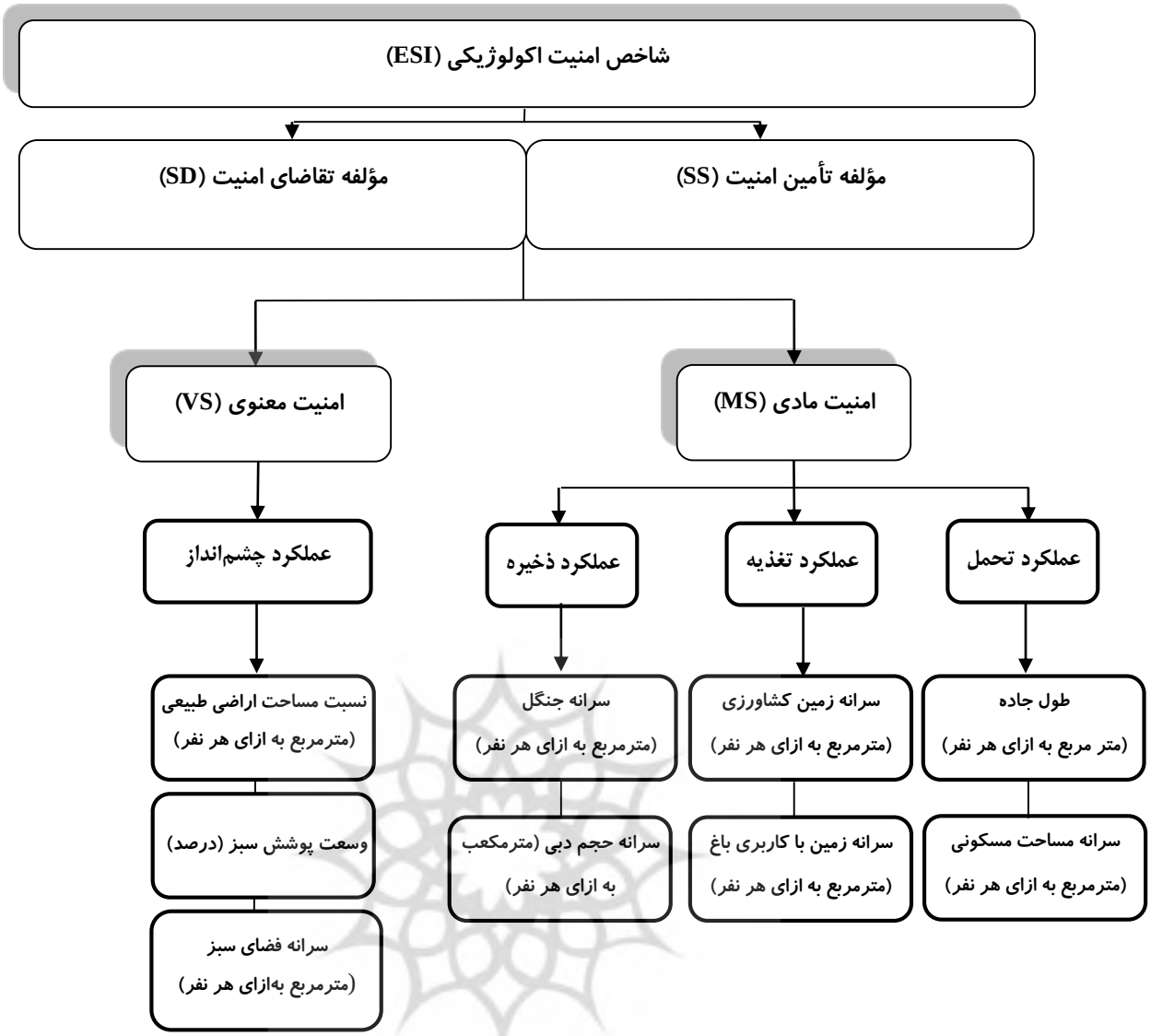
در ایران نیز کاویانی‌راد (۱۳۹۰) به تبیین مفهوم امنیت اکولوژیکی (رابطه امنیت و اکولوژی) پرداختند. ایشان اذعان کردند که طرح مفاهیم امنیت انسانی و امنیت اکولوژیکی با توجه به نقش فزاینده مخرب انسان در کره زمین و پیامدهای فضایی آن در قالب بحران‌های اجتماعی–سیاسی توجه پژوهش‌گران را به خود معطوف کرده است. محمدی و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی ظرفیت برد و امنیت اکولوژیکی شهر سنندج با روش رد پای بوم‌شناختی پرداختند. نتایج نشان داد که سرانه رد پای بوم‌شناختی این شهر، برای بخش‌های مسکن، حمل و نقل و غذا، ۱/۴۳ هکتار جهانی است که کم‌تر از سرانه رد پای ملی (۲/۷ هکتار جهانی) ارزیابی شد. ظرفیت زیستی برای شهر سنندج، ۰/۳۸ هکتار جهانی به‌دست آمد که نشان‌دهنده کمبود اکولوژیکی در این شهر است و شهر را به سمت ناپایداری پیش می‌برد. یارمحمدی و همکاران (۱۳۹۷) به ارزیابی توان اکولوژیکی جهت توسعه شهری با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در استان اردبیل پرداختند. در این پژوهش به پهنه‌بندی توان اکولوژیکی استان اردبیل با استفاده از تلفیق مدل فازی و آنتروپی شانون پرداخته شده و با بهره‌گیری از روش تاکسونومی عددی اقدام به اولویت‌بندی توان‌های محیطی در پنج بازه بسیار مطلوب، مطلوب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف شد. نتایج نشان داد که در هر دو روش (فازی و تاکسونومی) قسمت‌های شمالی استان جزء مناطق مناسب تا خیلی‌مناسب، قسمت‌های جنوبی متوسط نامناسب، بخش‌هایی از قسمت‌های شرقی متوسط تا مناسب و قسمت‌های غربی نامناسب هستند. علائی و همکاران (۱۳۹۸)، به مطالعه اجمالی شاخص امنیت اکولوژیکی سیمای سرزمین در آبخیز بیله‌درق، اردبیل پرداختند. نتایج نشان داد که تغییرات شاخص امنیت اکولوژیکی سیمای سرزمین برای آبخیز بیله‌درق بین ۰/۰۳ تا ۰/۲۸ تغییر می‌کند. از بین شش زیرحوضه مورد مطالعه، زیرحوضه‌های ۳ (واقع در جنوب آبخیز) با مقدار ۰/۲۸ و ۵ (واقع در شمال آبخیز) با مقدار ۰/۰۳ به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر شاخص امنیت اکولوژیکی را به خود اختصاص دادند.

جمع‌بندی مرور منابع دلالت بر تعدد روش‌های ارزیابی وضعیت امنیت اکولوژیکی دارد. اما به‌طور کلی بر اساس مرور روش‌ها و نیز تحلیل فلسفه ارائه و کاربرد هر کدام از آن‌ها می‌توان بیان نمود که تمام روش‌ها به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم از نظریه Maslow تبعیت می‌کنند. Maslow پیشنهاد می‌کند که احساس مردم از امنیت شامل داشتن ایمنی شخصی، منابع کافی، اموال کافی، تضمین حیات، ضمانت شغلی و ایمنی خانوادگی است که این نیازها را در مجموع به دو صورت نیازهای مادی[2] و معنوی[3] می‌توان طبقه‌بندی کرد. نیازهای مادی شامل عملکردهای تغذیه[4]، تحمل[5] (بردباری) و ذخیره[6] هستند و نیازهای معنوی به عملکرد چشم‌انداز[7] برای تأمین رفاه انسان اشاره دارند (Xu et al., 2014: 10537). با توجه به موضوعات مطرح شده و نیز سابقه پژوهش می‌توان جمع‌بندی نمود که در داخل کشور هنوز مطالعات جامعی در این زمینه انجام نشده است، این در حالی است که امروزه حرکت به سمت پایداری در سطوح مختلف مدیریتی و برنامه‌ریزی به‌عنوان یکی از ارکان اصلی برنامه‌ریزان، تصمیم‌گیرندگان و متخصصان کشور است. به‌دلیل نگرش ساده، جامع و یکپارچه، استفاده از این رویکرد برای انجام پژوهش حاضر مد نظر قرار گرفت.

مواد و روش تحقیق

ارزیابی امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان منطبق با اصول حاکم در نظریه Maslow مبنی بر تحلیل مقایسه‌ای بین نیازهای مادی شامل عملکردهای تغذیه، تحمل و ذخیره و نیازهای معنوی شامل عملکرد چشم‌انداز برای تأمین رفاه انسان صورت پذیرفت (Xu et al., 2014: 10550). در شکل ۱ یک نمای کلی از مراحل محاسبه شاخص امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان ارائه شده است.

[1] Wen
[2] Material Demands
[3] Spiritual Demands
[4] Nurturing Function
[5] Carrying Function
[6] Storage Function
[7] Landscape Function



شکل ۱- نمودار جریانی محاسبه شاخص امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان- (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

محاسبه مؤلفه‌های تأمین امنیت (SS) و تقاضای امنیت (SD):

برای محاسبه امنیت مادی از شش متغیر مختلف شامل طول جاده، سرانه مناطق مسکونی، سرانه زمین کشاورزی، سرانه زمین با کاربری باغ، سرانه جنگل و سرانه حجم دبی استفاده شد. هم‌چنین، برای محاسبه امنیت معنوی، سه متغیر مختلف شامل نسبت مساحت اراضی طبیعی (مرتع و جنگل)، درصد پوشش سبز و سرانه فضای سبز مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین طول جاده، ابتدا نقشه تراکم جاده در محیط GIS تهیه و سپس نسبت به محاسبه طول کل جاده موجود در هر زیرحوضه اقدام شد. کل سرانه‌های مورد استفاده در این بخش از تقسیم مساحت پهنه‌های مربوطه به جمعیت ساکن در هر زیرحوضه محاسبه شدند. علاوه بر این، برای تهیه درصد پوشش سبز پس از دریافت تصاویر لندست ۸ برای تاریخ اول ژوئیه ۲۰۱۸، تجزیه و تحلیل‌های لازم در نرم‌افزار TerrSet پس از تبدیل باندهای ۴ و ۵ به فرمت ادریسی و تهیه نقشه NDVI صورت پذیرفت (Zareie, 2020: 35). سرانه فضای سبز نیز از تقسیم مساحت فضای سبز به‌دست آمده از روی تصاویر Google Earth بر جمعیت محاسبه شد. نقشه فضای سبز تنها برای شهرهای اردبیل، نمین، نیر، هیر، سرعین و کورائیم استخراج شد. قابل ذکر است که در این تحقیق برای محاسبه متغیرهای مؤلفه تقاضا، استانداردهای ملی نیز تأثیر داده شدند تا میزان تقاضای مورد نیاز برای هر متغیر تعیین شود.

در مرحله بعد، متغیرهای محاسبه شده در دو بخش امنیت مادی و معنوی برای هر زیرحوضه و نیز کل حوزه آبخیز سامیان، برای محاسبه مؤلفه‌های تأمین امنیت و تقاضای امنیت متناسب با رابطه‌های ۱ و ۲ به‌کار برده شدند.

رابطه (۱)
$$SS = \mu \sum_{sx=1}^{sy} \delta_{sx} M_{sx} + \gamma \sum_{sm=1}^{sn} \beta_{sm} V_{sm}$$

$$SD = \mu \sum_{dx=1}^{dy} \delta_{dx} M_{dx} + \gamma \sum_{dm=1}^{dn} \beta_{dm} V_{dm}$$ رابطه (۲)

در رابطه ۱، SS مؤلفه تأمین امنیت منطقه‌ای؛ Msx و Vsm به‌ترتیب مقادیر متغیرهای مورد استفاده در محاسبه مؤلفه‌های تأمین امنیت مادی و امنیت معنوی هر زیرحوضه؛ δsx و βsm به‌ترتیب وزن‌های اختصاص داده شده به هر کدام از متغیرهاست؛ μ و γ وزن‌های اختصاص داده شده به اهمیت مؤلفه‌های تأمین امنیت مادی و امنیت معنوی است (Xu et al., 2014: 10545). در رابطه ۲، SD مؤلفه تقاضای امنیت منطقه‌ای؛ Mdx و Vdm به‌ترتیب مقادیر متغیرهای مورد استفاده در محاسبه مؤلفه تقاضای امنیت مادی و امنیت معنوی زیرحوضه؛ δdx و βdm وزن‌های اختصاص داده شده به‌دست آمده از روش دلفی[1] به میزان اهمیت تقاضای امنیت مادی و امنیت معنوی هستند (Xu et al., 2014: 10545).

اعمال ضرایب توزیع منطقه‌ای منابع و مشارکت فن‌آوری در مؤلفه تأمین امنیت:

توسعه فن‌آوری به‌طور فوق‌العاده‌ای در بهبود تولید محصولات کشاورزی به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم در تأمین امنیت اکولوژیکی تأثیر دارد. از طرف دیگر نحوه مصرف و استفاده انسان از منابع مادی بر میزان تأمین امنیت اکولوژیکی تأثیرگذار هستند که در پژوهش حاضر در قالب محاسبه رد پای اکولوژیکی تأثیر داده شد. بنابراین، با در نظر گرفتن ضریب مشارکت فن‌آوری و ضریب توزیع تأمین، نهایتاً مؤلفه تأمین امنیت اکولوژیکی (*ESS*) حوزه آبخیز سامیان به شرح رابطه ۴ محاسبه شد.

$$ESS_i = k \times R_i \times T_{agri} \times SS$$ رابطه (۳)

در این رابطه، ESS_i مؤلفه تأمین امنیت اکولوژیکی زیرحوضه i؛ k عدد ثابت برای استانداردسازی است که داده $ESSi$ را در محدود صفر تا یک استانداردسازی می‌کند؛ R_i ضریب توزیع تأمین در زیرحوضه i، که بر اساس پتانسیل تولید زیستی و عامل خروجی در مدل رد پای اکولوژیکی محاسبه شد؛ T_{agri} ضریب مشارکت فن‌آوری (رابطه ۴) و *SS* نیز مؤلفه تأمین منطقه‌ای به‌دست آمده از رابطه (۲) است.

$$T_{agri} = exp\left(\frac{GDP_{agri}}{GDP}\right)$$ رابطه (۴)

در این رابطه، GDP_{agri} بیان‌گر سرانه کشاورزی ناشی از اعمال فن‌آوری جدید در منطقه و *GDP* مساحت کل کشاورزی است. در حوزه آبخیز سامیان زمین‌های برخوردار از فن‌آوری آبیاری بارانی و قطره‌ای در این محاسبات مورد توجه قرار گرفتند.

ردپای اکولوژیکی در سطح حوزه آبخیز سامیان با تکمیل ۱۱۲ پرسشنامه در قالب ۱۴ سؤال ساده و با تبعیت از الگوی پرسشنامه شبکه جهانی ردپا (*www.footprintcalculator.org*) انجام شد.

اعمال ضریب استانداردسازی در مؤلفه تقاضای امنیت:

بر اساس رابطه ۵، برای تسهیل مقایسه دو مؤلفه تقاضا و تأمین امنیت، رابطه ۳ برای محاسبه مؤلفه تقاضای امنیت اکولوژیکی (*ESD*) استفاده شد.

$$ESD_i = k_i \times SD$$ رابطه (۵)

در این رابطه، k_1 یک عدد ثابت برای استانداردسازی است که داده *ESD* را در محدوده صفر تا یک استانداردسازی می‌کند و *SD* مؤلفه تقاضای امنیت منطقه‌ای است که از رابطه ۳ به‌دست آمده است.

محاسبه شاخص امنیت اکولوژیکی (ESI):

پس از استانداردسازی مؤلفه‌ها، شاخص امنیت اکولوژیکی (*ESI*) هر زیرحوضه از طریق تفاوت بین مؤلفه تأمین امنیت اکولوژیکی و مؤلفه تقاضای امنیت اکولوژیکی (رابطه ۶) به‌دست آمد که در چهار طبقه مساوی تقسیم‌بندی شد (جدول ۱).

$$ESI_i = ESS_i - ESD_i$$ رابطه (۶)

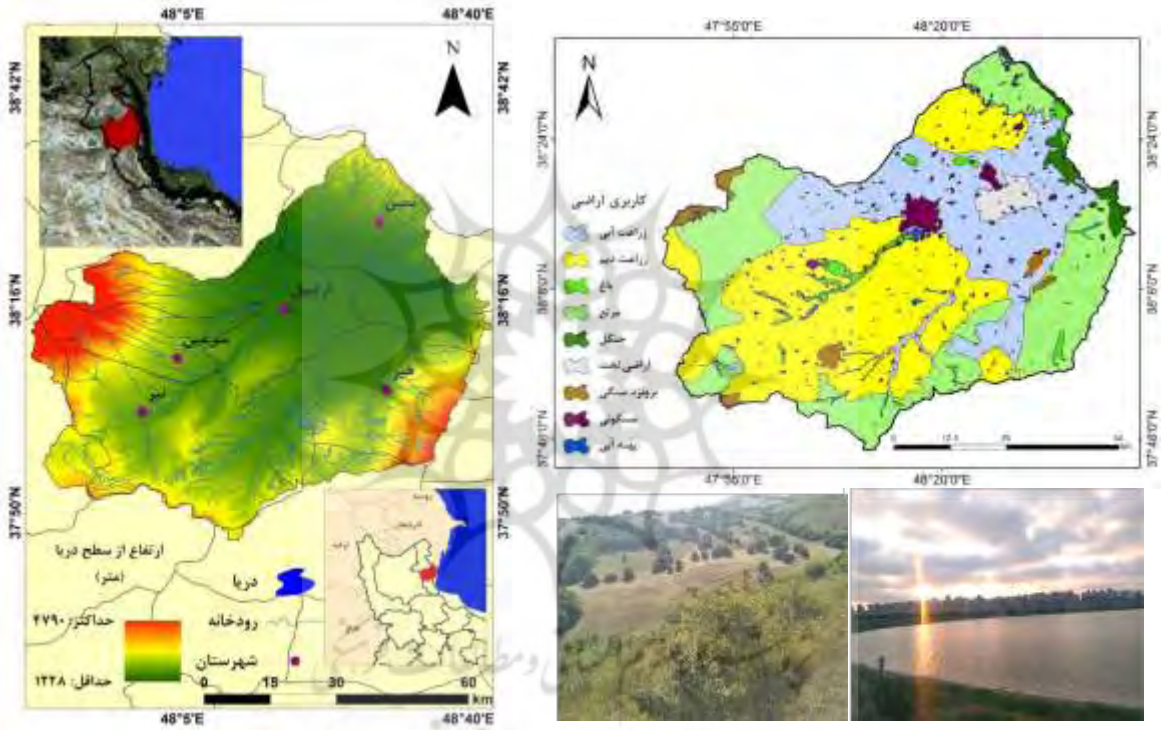
جدول ۱- توصیف استانداردهای طبقه‌بندی امنیت اکولوژیکی (ESI) منبع: Xu et al. (2014)

سطح *ESI*	*ESI*	ویژگی‌ها
سطح ۱: امن (*Security*)	۰/۲۵≤ *ESI*<۰/۵	مؤلفه تأمین امنیت بزرگ‌تر از مؤلفه تقاضای امنیت است، ساختار اکوسیستم زمین کامل، عملکرد دارای ثبات و خاک حاصلخیز است، سیستم نیز می‌تواند خدمات اکولوژیکی مناسبی فراهم نماید، و مشکلات اکولوژیکی زیاد نیستند.
سطح ۲: امن جزئی (*Marginal security*)	۰<*ESI*<۰/۲۵	مؤلفه تأمین امنیت بزرگ‌تر از مؤلفه تقاضای امنیت است، محیط زیست زمین تخریب شده است، و مشکلات اکولوژیکی زیاد نیستند.
سطح ۳: ناامن جزئی *Marginal*) (*insecurity*	-۰/۲۵≤ *ESI*<۰	مؤلفه تأمین امنیت کم‌تر از مؤلفه تقاضای امنیت است، ساختار اکوسیستم زمین کامل نیست، عملکرد ثبات ندارد و خاک حاصلخیز نیست، و مشکلات اکولوژیکی مشهود است.
سطج ۴: ناامن (*Insecurity*)	-۰/۵< *ESI*≤-۰/۲۵	مؤلفه تأمین امنیت کم‌تر از مؤلفه تقاضای امنیت است، و محیط زیست اکولوژیکی زمین نیاز دارد که فوراً احیا شود.

[1] Delphi Method

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل حوزه آبخیز سامیان واقع در استان اردبیل است (شکل ۲). حوزه آبخیز سامیان جزء مجموعه حوزه‌های رودخانه ارس بوده که مساحتی معادل با ۴۲۳۶ کیلومتر مربع دارد. شهرستان اردبیل، مرکز استان اردبیل در مرکز این حوزه آبخیز واقع شده و شهرستان‌های نمین، نیر و سرعین بخشی از آن را تشکیل می‌دهند. مختصات محدوده جغرافیایی بین ´۴۲ °۴۷ تا ´۲۸ °۴۸ طول شرقی و ´۴۰ °۳۷ تا ´۲۰ °۳۸ عرض شمالی قرار دارد. قسمت‌های مرکزی حوضه از واحدهای اراضی دشت‌های دامنه‌ای تشکیل شده که عمده فعالیت‌های کشاورزی استان اردبیل در این قسمت متمرکز است. ارتفاع بلندترین نقطه (قله کوه سبلان) نسبت به سطح دریا برابر ۴۷۸۸ متر و ارتفاع پست‌ترین نقطه واقع در حوالی پل سامیان برابر ۱۲۰۰ متر است (Zareie, 2020; Zareie et al., 2020). بر اساس تقسیم‌بندی‌های هیدرولوژیکی، حوزه آبخیز سامیان به ۲۷ زیرحوضه تقسیم شد. هم‌چنین توزیع مکانی کاربری اراضی در حوزه آبخیز سامیان (شکل ۲) نشان می‌دهد که کاربری زراعت دیم ۳۸/۵۹ درصد، زراعت آبی ۲۷/۱۳ درصد، مرتع ۲۴/۴۸ درصد، جنگل ۱/۷۲ درصد، اراضی لخت ۱/۶۹ درصد، باغ ۲/۲۵ درصد، برونزد سنگی ۱/۷۷ درصد، مسکونی ۲/۳۳ درصد و پهنه‌های آبی ۰/۱۸ درصد از کاربری اراضی حوضه را تشکیل می‌دهند (Zareie, 2020: 45).

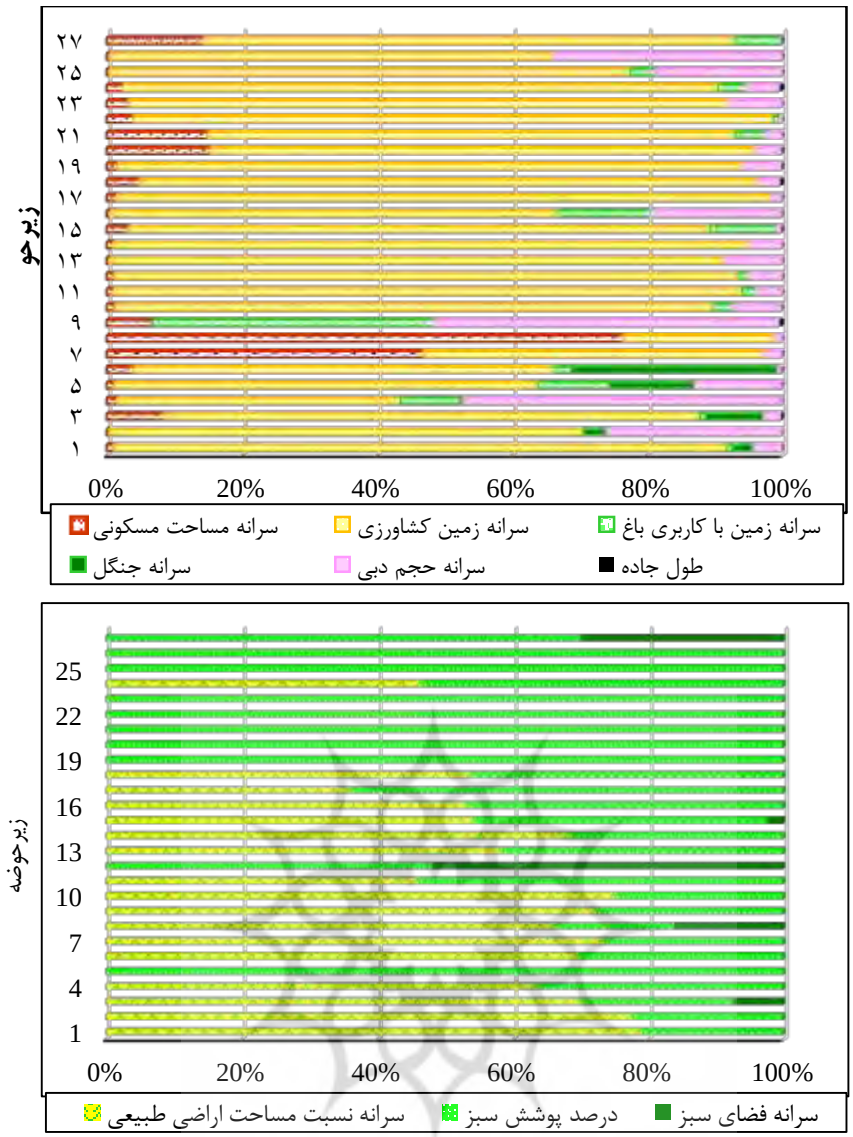


شکل ۲- موقعیت و توزیع فضایی کاربری‌های زمین در حوزه آبخیز سامیان - (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

بحث و یافته‌های تحقیق

توزیع مکانی متغیرهای امنیت مادی و معنوی در مؤلفه تأمین:

طبق نتایج به‌دست آمده برای محاسبه امنیت مادی (شکل ۳) مشخص شد که حداکثر و حداقل طول جاده حوزه آبخیز سامیان در زیرحوضه‌های ۱۵ (واقع در غرب حوضه) و ۲۶ (واقع در مرکز حوضه) به‌ترتیب با مقدار عددی ۰/۶۲ و ۰/۰۸ متر به ازای هر نفر به‌دست آمد. هم‌چنین حداکثر و حداقل مساحت مسکونی به‌ترتیب در زیرحوضه‌های ۸ (واقع در شمال شرقی حوضه) و ۲ (واقع در شمال حوضه) با مقدار ۳۳۲/۰۴ و ۰/۲۵ مترمربع به ازای هر نفر برآورد شد.



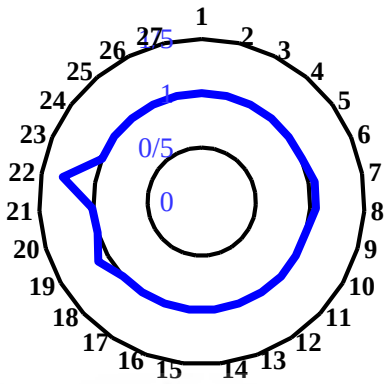
شکل ۳- درصد مشارکت متغیرهای امنیت مادی (بالا) و معنوی (پایین) در محاسبه مؤلفه تأمین حوزه آبخیز سامیان- (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

حداکثر زمین کشاورزی در زیرحوضه ۲۲ واقع در قسمت مرکزی حوضه (۴۰۵/۸۸ مترمربع به ازای هر نفر) و حداقل مقدار آن در زیرحوضه ۹ واقع در جنوب شرقی حوضه (صفر) قرار گرفت. زمین با کاربری باغ در زیرحوضه‌های ۲، ۷، ۸، ۱۳، ۱۴، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۳ (صفر) حداقل و در زیرحوضه ۱۵ (۳۱/۷۱ مترمربع به ازای هر نفر) حداکثر مقدار را به خود اختصاص داد. هم‌چنین بیش‌ترین وسعت جنگل در زیرحوضه ۶ با مساحت ۵۳۴۳۲۸۳۹/۲۹ مترمربع برآورد شد و زیرحوضه‌های ۷ تا ۲۷ بدون جنگل بوده‌اند. حداکثر و حداقل سرانه حجم دبی به‌ترتیب در زیرحوضه‌های ۴ (۴۱/۰۵ مترمکعب به ازای هر نفر) و ۲۷ (۰/۰۳ مترمکعب به ازای هر نفر) به‌دست آمد.

تحلیل نتایج حاصل از متغیرهای مربوط به امنیت معنوی (شکل ۳) نشان داد که نسبت مساحت اراضی طبیعی (مرتع و جنگل) در زیرحوضه‌های ۵، ۱۲، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۵، ۲۶ و ۲۷ با مقدار عددی صفر، حداقل و در زیرحوضه ۶ با مقدار عددی ۱/۷۵، حداکثر است. هم‌چنین حداقل درصد پوشش سبز در زیرحوضه ۲۷ با مقدار عددی ۱۰/۲۲ و حداقل آن در زیرحوضه‌های ۴، ۲۵ و ۲۶ به‌دست آمد. سرانه فضای سبز برای زیرحوضه‌های ۳، ۸، ۱۲، ۱۵ و ۲۷ که به‌ترتیب شهرهای نمین، هیر، کورائیم، سرعین و اردبیل در این زیرحوضه‌ها واقع شده است با مقادیر عددی ۰/۱۱، ۰/۱۸، ۰/۰۵، ۰/۰۳ و ۴/۳۷ مترمربع به ازای هر نفر برآورد شد. سایر زیرحوضه‌ها فاقد فضای سبز شهری بوده‌اند.

تغییرات ضریب مشارکت فن‌آوری و رد پای اکولوژیکی:

برای دستیابی به نتایج مؤلفه تأمین امنیت اکولوژیکی، پس از محاسبه مؤلفه تأمین امنیت ضریب مشارکت فن‌آوری و ردپای اکولوژیکی در هر زیرحوضه محاسبه شد. مقدار مشارکت فن‌آوری برای حوزه آبخیز سامیان با میانگین و انحراف معیار ۱/۰۴ و ۰/۱۸ (شکل ۴)، در زیرحوضه ۲۲ واقع در قسمت مرکزی با مقدار عددی ۱/۳۰ حداکثر به‌دست آمد. این مقدار در سایر زیرحوضه‌ها تقریباً دارای دامنه عددی مشابه و بین ۱ تا ۱/۰۷ متغیر بوده است. طبق نتایج به‌دست آمده (جدول ۲)، حداکثر و حداقل ردپای اکولوژیکی برای هر فرد در زیرحوضه‌های ۱ و ۸ به‌ترتیب برابر با مقدار عددی ۱۱/۸۰ و ۶/۶۰ به‌دست آمد. همچنین برای کل حوزه آبخیز سامیان مقدار ردپای اکولوژیکی برای هر فرد ۷/۸۷ برآورد شد. طبق نتایج رد پای کربن هر فرد (انتشار CO_2 به تن در سال) ۱۳/۵۳ تن در سال برآورد شد. ردپای کربن هر فرد (از کل ردپای اکولوژیکی) نیز برابر با ۵۹/۳۵ درصد به‌دست آمد.



شکل ۴- تغییرات ضریب مشارکت فن‌آوری در زیرحوضه‌های مختلف (۱-۲۷) سامیان- (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

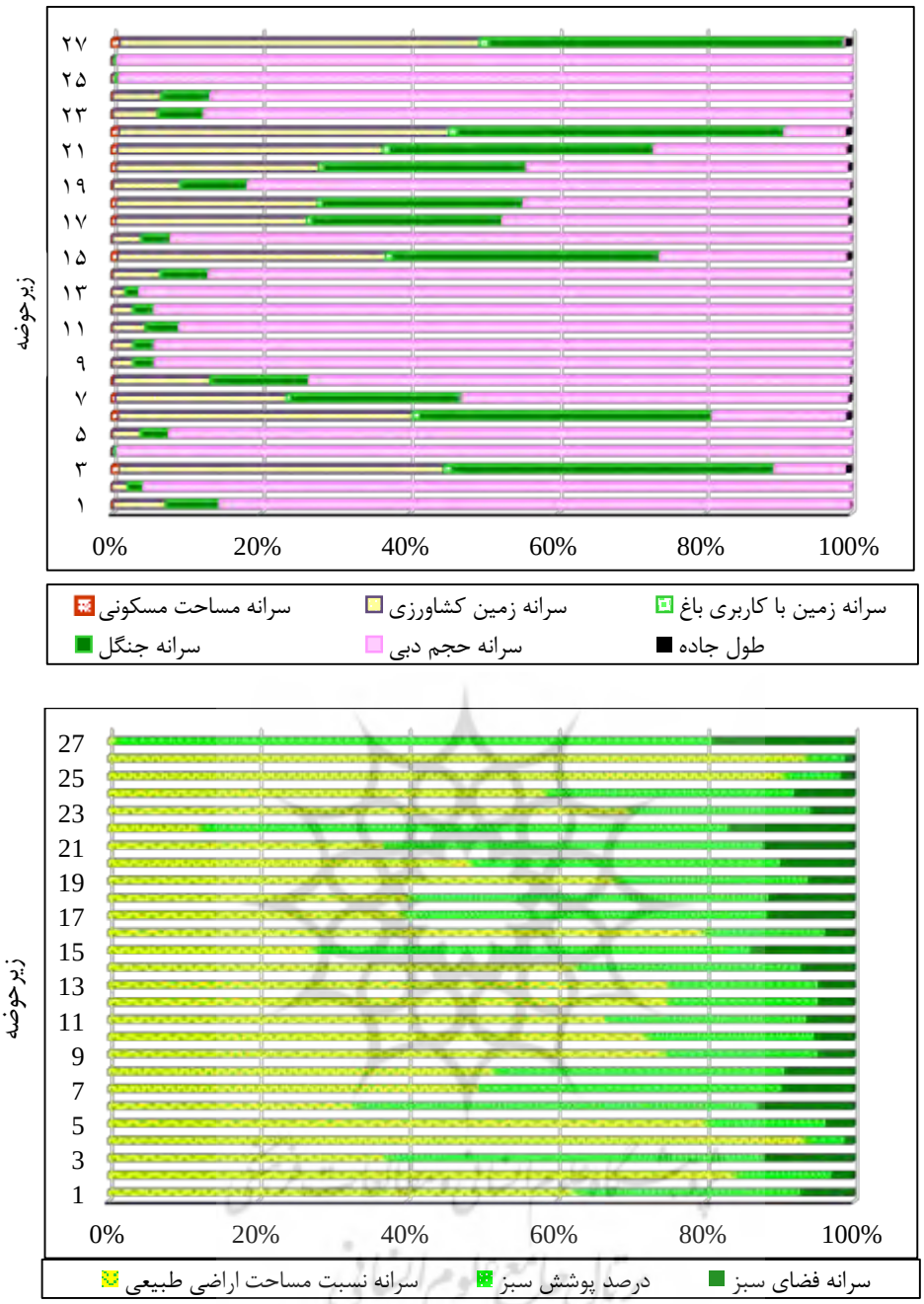
جدول ۲- مقادیر ردپای اکولوژیکی در زیرحوزه‌های آبخیز سامیان

زیرحوضه	ردپای اکولوژیکی	زیرحوضه	ردپای اکولوژیکی
۱	۱۱/۸۰	۱۵	۷/۷۵
۲	۹/۵۷	۱۶	۷/۳۹
۳	۷/۳۳	۱۷	۷/۲۰
۴	۷/۴۲	۱۸	۷/۰۲
۵	۷/۴۶	۱۹	۷/۶۹
۶	۷/۴۸	۲۰	۷/۷۹
۷	۷/۵۰	۲۱	۷/۸۴
۸	۶/۶۰	۲۲	۷/۸۶
۹	۶/۹۵	۲۳	۷/۸۷
۱۰	۷/۳۰	۲۴	۷/۸۸
۱۱	۷/۵۳	۲۵	۷/۸۸
۱۲	۷/۶۴	۲۶	۷/۸۹
۱۳	۷/۷۰	۲۷	۷/۸۹
۱۴	۷/۷۲	کل حوضه	۷/۸۷

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

توزیع مکانی متغیرهای امنیت مادی و معنوی در مؤلفه تقاضا:

در این تحقیق برای محاسبه متغیرهای مؤلفه تقاضا از استانداردهای ملی استفاده شد. طول جاده طبق استاندارد ملی برای هر نفر ۳۵ تا ۵۰ متر است که در این تحقیق ۳۵ متر به ازای هر نفر در نظر گرفته شد. طبق نتایج به‌دست آمده برای محاسبه امنیت مادی (شکل ۵) مشخص شد که حداکثر و حداقل طول جاده حوزه آبخیز سامیان در زیرحوضه‌های ۲۷ و ۴ به‌ترتیب با مقدار عددی ۲۵/۸۵ و ۰/۰۲ متر به ازای هر نفر مورد تقاضا است. مساحت مسکونی طبق استاندارد ملی برای هر نفر ۴۰ تا ۵۰ مترمربع است که در این تحقیق ۴۵ مترمربع به ازای هر نفر در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج حداکثر و حداقل مساحت مسکونی به‌ترتیب در زیرحوضه‌های ۲۷ و ۲۶ با مقدار ۳۳/۲۳ و ۰/۰۲ مترمربع به ازای هر نفر برآورد شد.



شکل ۵- درصد مشارکت متغیرهای امنیت مادی (بالا) و معنوی (پایین) در محاسبه مؤلفه تقاضا حوزه آبخیز سامیان- (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

مساحت زمین کشاورزی طبق استاندارد ملی برای هر نفر ۲۰۰۰ مترمربع نیز برآورد شده است. حداکثر زمین کشاورزی در زیرحوضه ۲۷ (۱۷۷۹/۹۰ مترمربع به ازای هر نفر) و حداقل مقدار آن در زیرحوضه ۲۶ (۱/۰۷ مترمربع به ازای هر نفر) قرار گرفت. زمین با کاربری باغ ۵۰ مترمربع به ازای هر نفر در نظر گرفته شد. حداقل و حداکثر آن به‌ترتیب در زیرحوضه‌های ۲۷ و ۲۶ به‌دست آمد. سرانه جنگل به ازای هر نفر۷۵۰۰ مترمربع در دنیا است که در ایران ۲۰۰۰ مترمربع در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس حداقل و حداکثر سرانه جنگل مورد تقاضا به‌ترتیب در زیرحوضه‌های ۲۷ و ۲۶ قرار گرفته است. حجم آب مصرفی به ازای هر نفر ۰/۱۵ مترمکعب است که حداکثر و حداقل حجم آب به‌ترتیب در زیرحوضه ۲۵ (۳۴۲/۰۲ مترمکعب به ازای هر نفر) و زیرحوضه ۲۷ (۰/۷۶ مترمکعب به ازای هر نفر) محاسبه شد.

در محاسبه امنیت معنوی در مؤلفه تقاضا، متغیر نسبت مساحت اراضی طبیعی (مرتع و جنگل) که طبق استاندارد ملی برای هر نفر ۱۵۰۰ مترمربع ذکر شده است، در زیرحوضه‌های ۲۶

و ۲۷ حداقل و حداکثر مقدار به‌دست آمد. هم‌چنین درصد پوشش سبز در این تحقیق متوسط در نظر گرفته شد. به‌طوری‌که ۵۰ درصد پوشش سبز موجود باشد به این معنی است که تقاضا برای هر نفر می‌تواند تأمین شود. حداقل تقاضای درصد پوشش سبز در زیرحوضه ۲۷ برابر با ۳۶/۹۲ و حداقل آن در زیرحوضه ۲۶ برابر با ۰/۰۳ است. سرانه فضای سبز طبق استاندارد ملی برای هر نفر ۱۲ مترمربع است (Lotfi et al., 2015: 9). بر این اساس حداکثر و حداقل سرانه فضای سبز برای زیرحوضه‌های ۲۷ و ۲۶ به‌ترتیب برابر با ۸/۸۶ و ۰/۰۱ برآورد شد (شکل ۵).

توزیع مکانی مؤلفه‌های تأمین و تقاضا و شاخص امنیت اکولوژیکی:

نتایج حاصل از ارزیابی مؤلفه تأمین امنیت اکولوژیکی (ESS) حوزه آبخیز سامیان (شکل ۶) نشان داد که مقدار متوسط و انحراف معیار مؤلفه تأمین به‌ترتیب برابر با ۰/۵۳ و ۰/۱۳ و در وضعیت متوسط است. طبقات مؤلفه تأمین امنیت اکولوژیکی در این حوزه آبخیز شامل خیلی‌زیاد، زیاد، متوسط و کم بوده و عمده زیرحوضه‌ها (حدود ۶۷ درصد) مربوط به طبقه متوسط است. به‌طوری‌که حداکثر مقدار مؤلفه تأمین امنیت اکولوژیکی با مقدار ۱/۰۰ مربوط به زیرحوضه ۲۲ و حداقل مقدار این مؤلفه با مقدار ۰/۳۵ مربوط به زیرحوضه ۹ است. وضعیت‌های خیلی‌زیاد، زیاد و کم به‌ترتیب ۸، ۲۰ و ۵ درصد منطقه را شامل شده است. در حالت کلی زیرحوضه ۲۲ در وضعیت خیلی‌زیاد، زیرحوضه‌های ۱، ۸ و ۱۵ زیاد، زیرحوضه‌های ۳ و ۹ در وضعیت کم و بقیه زیرحوضه‌ها در وضعیت متوسط قرار گرفتند.

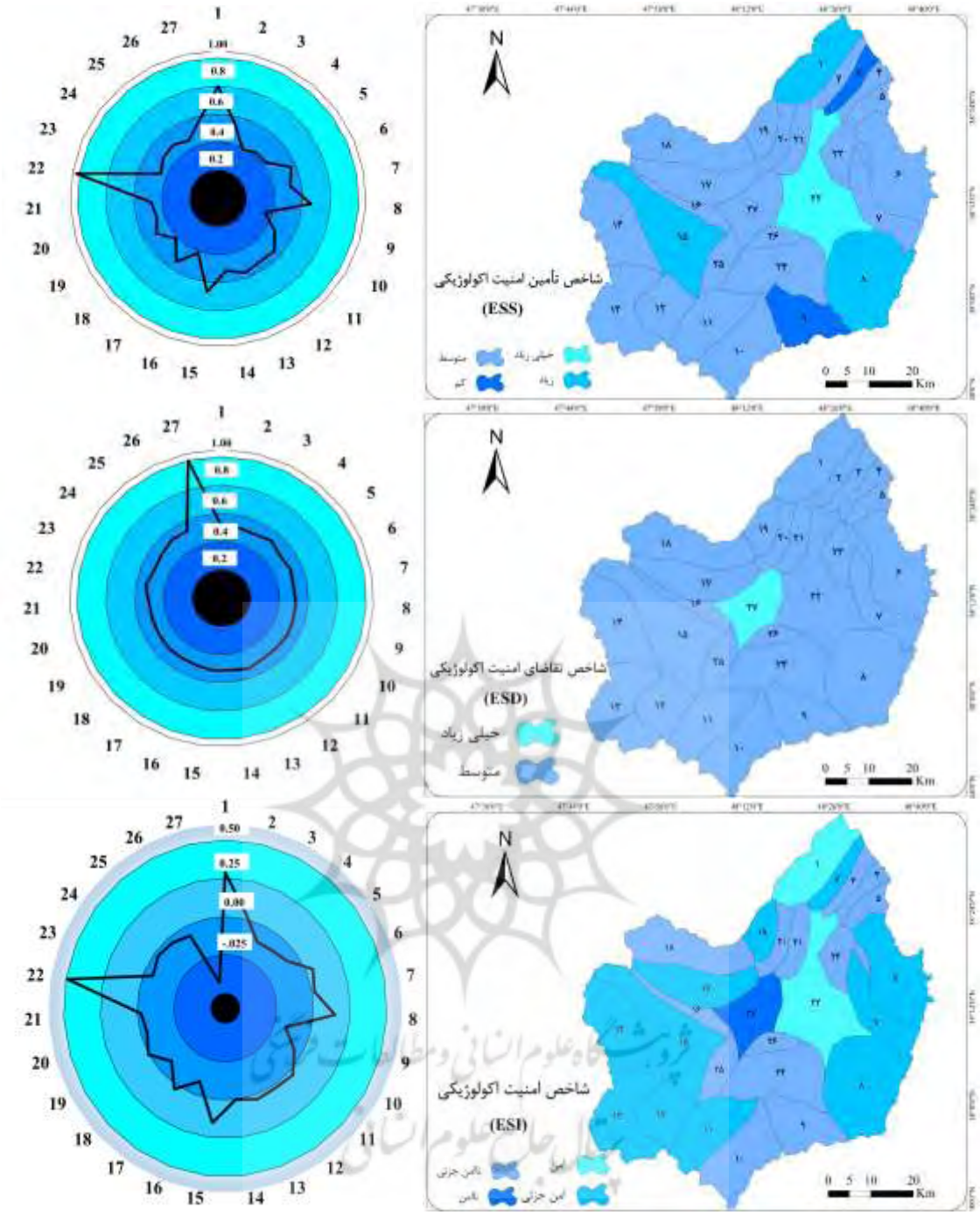
نتایج حاصل از ارزیابی مؤلفه تقاضای امنیت اکولوژیکی (*ESD*) حوزه آبخیز سامیان (شکل ۶) نشان داد که مقدار متوسط و انحراف معیار مؤلفه تقاضا به‌ترتیب برابر با ۰/۵۳ و ۰/۰۹ است. با توجه به نقشه‌های توزیع مکانی حوزه آبخیز مذکور، حوزه آبخیز سامیان در وضعیت متوسط از لحاظ مؤلفه تقاضای امنیت اکولوژیکی ارزیابی شد. یعنی طبقات مؤلفه تقاضای امنیت اکولوژیکی در این حوزه آبخیز شامل خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم بوده و عمده زیرحوضه‌ها (حدود ۹۶ درصد) مربوط به طبقه متوسط است. در حالت کلی زیرحوضه ۲۷ در وضعیت خیلی زیاد و بقیه زیرحوضه‌ها در وضعیت متوسط از نظر تقاضا قرار گرفتند که نشان‌دهنده تمرکز غیراصولی جمعیت در ازیرحوضه ۲۷ است و تناسب بین تقاضا نسبت به پتانسیل اکولوژیکی منطقه رعایت نشده است.

برخی از این یافته‌ها با نتایج مطالعه زارعی و همکاران (۲۰۲۰) که مقادیر نقطه آسیب‌پذیری کلی از نظر اقلیمی را بررسی نموده‌اند، در یک راستاست. هم‌سویی امنیت اکولوژیکی پایین و آسیب‌پذیری اقلیمی بالا نقاط داغ حوزه آبخیز سامیان را برای کارشناسان و مدیران منطقه‌ای برجسته می‌نماید. برای مثال زیرحوضه ۱۶ دارای امنیت اکولوژیکی پایین و آسیب‌پذیری اقلیمی خیلی‌زیاد و زیرحوضه‌های ۲۶ و ۲۷ (بخش‌های مرکزی) دارای امنیت اکولوژیکی پایین و از نظر اقلیمی دارای آسیب‌پذیری با طبقه در خطر هستند. بخش پایین‌دست آبخیز نیز از نظر آسیب‌پذیری اقلیمی در طبقه خطر ارزیابی شده است. این یافته‌ها در ادغام با ارزیابی امنیت اکولوژیکی می‌تواند برای تبیین طرح‌های مدیریتی و نیز حکمرانی خوب کاربرد قابل توجهی داشته باشند. زیرا نشان می‌دهد که مناطق بسیار آسیب‌پذیر از لحاظ اقلیمی، در دو طبقه امن جزئی یا ناامن جزئی دسته‌بندی شده‌اند. از طرفی زیرحوضه‌های با کم‌ترین آسیب‌پذیری اقلیمی در سطح ناامن جزئی از لحاظ اکولوژیکی قرار گرفتند. در راستای نتایج پژوهش حاضر، دو و همکاران (۲۰۱۳) نیز امنیت اکولوژیکی شهر Zhuzhou را به‌دلیل شهرنشینی و توسعه صنعت معدن جزء مناطق ناامن ارزیابی کردند. در همین‌راستا، یافته‌های یو و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی امنیت اکولوژیکی مناطق شهری در Jilin در شمال غربی چین نشان داد که دخالت انسان و افزایش زمین‌های کشاورزی در منطقه باعث کاهش امنیت اکولوژیکی سیمای سرزمین شده است.

جدول ۳- ویژگی‌های توصیفی امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان سامیان

آماره توصیفی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
مؤلفه تأمین امنیت اکولوژیکی (*ESS*)	۰/۳۵	۱/۰۰	۰/۵۳	۰/۱۳
مؤلفه تقاضای امنیت اکولوژیکی (*ESD*)	۰/۵۰	۱/۰۰	۰/۵۳	۰/۰۹
شاخص امنیت اکولوژیکی (*ESI*)	-۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۰۰	۰/۱۶

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱



شکل ۹- تغییرات مکانی مؤلفه‌های تأمین (بالا) و تقاضا (وسط) و شاخص امنیت اکولوژیکی (پایین) در حوزه آبخیز سامیان- (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

نتایج حاصل از ارزیابی درجه امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان (جدول ۳ و شکل ۶) نشان داد که مقدار متوسط و انحراف معیار شاخص‌امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰ و ۰/۱۶ است. هم‌چنین با توجه به نقشه‌های توزیع مکانی، حوزه آبخیز سامیان در وضعیت امن جزئی از لحاظ امنیت اکولوژیکی و توان اکولوژیکی ارزیابی شد. یعنی طبقات امنیت اکولوژیکی در این حوزه آبخیز شامل امن، امن جزئی، ناامن جزئی و ناامن بوده و عمده زیرحوضه‌ها (حدود ۵۱ درصد) مربوط به طبقه امن جزئی است. به‌طوری‌که حداکثر مقدار شاخص امنیت اکولوژیکی با مقدار ۰/۴۹ مربوط به زیرحوضه ۲۲ و حداقل مقدار این شاخص با مقدار ۰/۴۳- مربوط به زیرحوضه ۲۷ که شهر اردبیل هم در این زیرحوضه قرار دارد، است. وضعیت امنیت اکولوژیکی در قسمت شرق و جنوب غربی حوزه آبخیز در وضعیت امن جزئی قرار گرفته است.

توزیع مکانی شاخص امنیت اکولوژیکی (شکل ۹) نیز نشان داد که ۵۱ درصد منطقه در وضعیت امن جزئی قرار گرفته است. سپس وضعیت‌های امن، ناامن جزئی و ناامن به‌ترتیب ۱۲، ۳۳ و چهار درصد منطقه را شامل شده است. در حالت کلی زیرحوضه‌های ۱ و ۲۲ در وضعیت امن، زیرحوضه‌های ۲، ۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۷ و ۱۹ امن جزئی، زیرحوضه‌های ۳، ۴، ۵، ۹، ۱۰، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۴، ۲۵ و ۲۶ در وضعیت ناامن جزئی و زیرحوضه ۲۷ در وضعیت ناامن قرار گرفت. در همین راستا، محمدی و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی ظرفیّت برد و امنیّت اکولوژیکی شهر سنندج با روش رد پای بوم‌شناختی، شاخص توزیع رد پای بوم‌شناختی سنندج را تقریبا برابر با سه گزارش دادند. یافته‌های پژوهش یارمحمدی و همکاران (۱۳۹۷) با ارزیابی توان اکولوژیکی جهت توسعه شهری با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در استان اردبیل بیان کردند که قسمت‌های شمالی استان جزء مناطق مناسب تا خیلی‌مناسب، قسمت‌های جنوبی متوسط تا نامناسب، بخش‌هایی از قسمت‌های شرقی متوسط تا مناسب و قسمت‌های غربی نامناسب هستند. هم‌چنین، برای کل حوزه آبخیز سامیان مقدار ردپای اکولوژیکی برای هر فرد ۷/۸۷ برآورد شد.

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل متغیرها و مؤلفه‌های استفاده شده برای ارزیابی امنیت اکولوژیکی حوزه آبخیز سامیان مشخص شد که از نظر کلی حوزه آبخیز سامیان به‌سبب داشتن زمین کشاورزی کافی برای تأمین نیازهای غذایی انسان و قابلیت تاب‌آوری آن در برابر فشارهای وارده منطبق با آمار و اطلاعات قابل دسترس از لحاظ امنیت اکولوژیکی به‌طور کلی به‌صورت دارای امن جزئی ارزیابی شد. این یافته‌ها بیان‌گر تعادل نسبی میزان تأمین و تقاضای منابع اکولوژیکی در مناطق مختلف حوزه آبخیز سامیان است. این موازنه دو مؤلفه در تحقق امنیت اکولوژیکی آینده مناطق شهری واقع در حوزه آبخیز مطلوب نیست.

هم‌چنین نتایج نشان داد که مناطق واقع در ضلع جنوب غربی و شمال شرقی به‌دلیل کاربری مرتع، زراعت و باغ امنیت اکولوژیکی بالایی داشته که زیرحوضه‌های ۶، ۷، ۸، ۱۱ تا ۱۵ و ۲۲ را شامل می‌شود و بخش‌های مرکزی و پایین‌دست به‌دلیل کمبود کاربری کشاورزی و باغات امنیت اکولوژیکی پایینی داشته که از جمله آن‌ها زیرحوضه‌های ۱۶، ۲۰، ۲۱، ۲۴، ۲۵، ۲۶ و ۲۷ هستند. به‌طور کلی، نتایج حاکی از این بود که در حوزه آبخیز سامیان ۵۱ درصد منطقه در وضعیت امن جزئی قرار گرفته است. سپس وضعیت‌های امن، ناامن جزئی و ناامن به‌ترتیب ۱۲، ۳۳ و چهار درصد منطقه را شامل شده است.

در حالت کلی می‌توان گفت ارزیابی امنیت اکولوژیکی یکی از موضوعات به روز در دنیاست که کم‌تر در ایران به آن توجه شده است. در حالی‌که انتظار می‌رود در آینده‌ای نزدیک امنیت ملی و منطقه‌ای از طریق کاهش امنیت اکولوژیکی زمین با چالش اساسی روبه‌رو شود. به‌عبارتی نتایج پژوهش حاضر در راستای تبیین راهبردها و ابزار مدیریتی نوظهور و در عین حال بومی شرایط حوزه آبخیز کشور گام برداشته و طبیعتاً مطابق با نیاز روز مسئولین و سیاست‌گذاران حوزه‌های منابع طبیعی و محیط زیست کشور طی سال‌های اخیر است. علاوه بر این یافته‌های منتج از پژوهش حاضر برای مطالعات آینده‌پژوهشی و نیز تدوین سناریوهای مدیریتی در مقیاس منطقه‌ای قابلیت کاربرد دارند.

References

1- Alaei, N., Babaei, L., Hazbavi, Z., Mostafazadeh, R. (2019). Determining and comparing the values of ecological security index of land appearance in Bilehedargh sub watershed, Ardabil. The First International Conference and the Fourth National Conference on the Protection of Natural Resources and the Environment. 1-12 (In Persian).

2- Albers, H.J., Goldbach, M.J. (2000). Irreversible ecosystem change, species competition, and shifting cultivation. Resour. Energy Economics, 22, 261–280.

3- Amiri, A., Amouzegar, S., Arefei, M. (2021). Explaning the relationship between development and security in Iran's Provices. Regional Planning, 10(40), 15-34 (In Persian).

4- Asadolahi, Z., Mobaraghi, N., Keshtkar, M. (2019). Clarifying the ecosystem services concept: a solution to avoid double counting in the valuation of ecosystem services. Journal of Environment and Development, 9 (18), 103-93 (In Persian).

5- Aspinall, R., Pearson, D. (2000). Integrated geographical assessment of environmental condition in water catchments: Linking landscape ecology, environmental modelling and GIS. Journal of Environmental Management, 59(4), 299–319.

6- Badehian. Z., Mansouri, M. (2017). Determining the ecological sustainability of Kalshor watershed using ecological footprint. Environmental Science, 42(3), 635-625 (In Persian).

7- Dai, F., Nan, L., Liu, G. (2010). Assessment of regional ecological security based on ecological footprint and influential factors analysis: a case study of Chongqing Municipality, China. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 390-400.
8- Du, P., Xia, J., Du, Q., Luo, Y., Tan, K. (2013). Evaluation of the spatio-temporal pattern of urban ecological security using remote sensing and GIS. International of Journal of Remote Sensing, 34, 848–863.
9- Gao, Y., Wu, Z., Lou, Q., Huang, H., Cheng, J., Chen, Z. (2012). Landscape ecological security assessment based on projection pursuit in Pearl River Delta. Environmental Monitoring and Assessment, 184(4), 2307–2319.
10- Glenn, J.C., Gordon, T.J., Perelet. R. (1998). Defining environmental security: implications for the U.S. Army. Editor: Molly Landholm. AEPI-IFP-1298.
11- Guo, Sh., Wang, X. (2019). Ecological security assessment based on ecological footprint approach in hulunbeir grassland, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(23), 4805.
12- Hazbavi, Z., Parchami, N., Alaei, N., Babaei, L. (2020). Assessment and analysis of the KoozehTopraghi Watershed health status, Ardabil Province, Iran. Journal of Soil and Water Resources Conservation, 9(3), 121-142 (In Persian).
13- Huang, C.L., Vause, J., Ma, H.w., Yu, Ch.P. (2012). Using material/substance flow analysis to support sustainable development assessment: A literature review and outlook. Resources, Conservation and Recycling, 68, 104-116.
14- Jin, x., Wei. L., Wang. Y., Lu, Y. (2021). Construction of ecological security pattern based on the importance of ecosystem service functions and ecological sensitivity assessment: a case study in Fengxian County of Jiangsu Province, China. Environment, Development and Sustainability, Springer, 23(1), 563-590.
15-Kavianirad, M. (2010). The spatial analysis of the environmental risks and ecological crises in Iran. Strategic Studies Quarterly, 13(2), 33-57.
16- Kavianirad, M. (2011). Assessment of the relations between security and ecology. Geopolitical Quarterly, 7 (3), 80-100 (In Persian).
17- Kuchma, T., Tarariko, O., Syrotenko, O. (2013). Landscape diversity indexes application for agricultural land use optimization. Procedia Technol., 8, 566–569.
18- Liu, P., Jia. Sh., Han, R. Zhang, H. (2018). Landscape pattern and ecological security assessment and prediction using remote sensing approach. Journal of Sensor, 1058513.
19- Lotfi, S., Mahdi, A., Mohammadpour, S. (2014). The survey distribution, standards and measuring green space per capita based on bahram soltani's model case study: Qom City, district no.1. Geography and Territorial Spatial Arrangement, 4 (10), 1-18 (In Persian).
20- Mohammadi, N., Shayesteh, K., Ildermi, A.S., Molhosseini Darani, K. (2015). Assessment of urban carrying capacity and ecological security of Sanandaj using ecological footprint method. Geography and Environmental Sustainability, 6 (4), 67-79 (In Persian).
21- Soheily Najafabadi, S., Keshishiyan Siraki, G., Ghaedi, M., Simbar, R. (2020). The survey of economic development effects on environment security of Persian Gulf regional. Regional Planning, 10 (39), 187-200 (In Persian).
22- Su, Sh., Li, D., Yu, X., Zhang, Z., Zhang, Q., Xiao, R., Zhi, J., Wu, J. (2011). Assessing land ecological security in Shanghai (China) based on catastrophe theory. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 25, 737–746.
23- Taghilo, A., Bahrami jaf, S., Alizadeh, F., Shahbazi, M. (2021). Analyzing adaptability of farmers with drought in Urmia Lake (Bakeshlochay village, Urmia city). Regional Planning, 10(40), 117-132 (In Persian).
24- Tian, G., Gang, G. (2012). Research on regional ecological security assessment. Energy Procedia, 16, 1180–1186.
25- Wang, F., Gu, N. (2020). Impact of ecological security on urban sustainability in Western China-A case study of Xi'an. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 239980832093186.
26- Wang, Sh., Zhang, X., Yang, Y. 2019. The evolution of landscape ecological security in Beijing under the influence of different policies in recent decades. Science of the Total Environment 646, 49–57.
27- Wen, M., Zhang, T., Li, L., Chen. L., Hu, S., Wang, J., Liu. W., Zhang, Y., Yuan, L. (2021). Assessment of land ecological security and analysis of influencing factors in Chaohu

Lake basin, China from 1998–2018. Sustainability, 13(1), 1-1.
28- Xu, C., Pu, L., Zhu, M., Li, J., Chen, X., Wang, X., Xie, X. (2016). Ecological security and ecosystem services in response to land use change in the coastal area of Jiangsu, China. Sustainability, 8, 816.
29- Xu, L., Yin, H., Li, Z., Li, Sh. (2014). Land ecological security evaluation of Guangzhou, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 11, 10537-10558.
30- Yang, Y., Hu, D. (2018). Natural capital utilization based on a three-dimensional ecological footprint model: A case study in northern Shaanxi, China. Ecological Indicators, 87, 178–188.
31- Yarmohammadi, K., Khodabakhshi, Z., Nazarpour, A. (2019). Evaluating ecological capability for urban development using multi-criteria decision making models (Case Study: Ardabil Province). Geography and Environmental Studies, 7 (28), 61-74 (In Persian).
32- Yu, D., Wang, D., Li, W., Liu, Sh., Zhu,Y., Wu, W., Zhou, Y. (2018). Decreased landscape ecological security of peri-urban cultivated land following rapid urbanization: an impediment to sustainable agriculture. Sustainability, 10 (394), 1-16.
33- Zareie, Sh. (2020). Determination and comparison of watershed vulnerability degree of Samian Sub-watersheds in Ardebil Province. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, 104 p (In Persian).
34- Zareie, Sh., Hazbavi, Z., Mostafazadeh, R., Esmaeli Ouri, A. (2020). Vulnerability comparison of Samian Sub-watersheds based on climate change components. Physical Geography Research, 52(2), 217-236 (In Persian).
35- Zhang, Z., Liu, Sh., Dong, Sh. (2010). Ecological security assessment of Yuan river watershed based on landscape pattern and soil erosion. Procardia Environmental Sciences, 2, 613–618.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی