Tarbiyat Modares University

Autumn. 2024. Vol 28. Num 3

The Journal of Spatial Planning & Geomatics

Research Paper

Assessment of Ecological Capacity and Balance in Lorestan Province with a Spatial Planning Approach

Samaneh Hassanpour[1*], Omid Omidi Shahabad[2], Zahra Najafizadeh [3], Saman Abizadeh[4]

1. PhD in Economics, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.
2. PhD in Geography and Rural Planning, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. M.A. in Public Administration, Borujerd Islamic Azad University, Borujard, Iran.
4. Assistant Professor in Art and Architecture, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran.

Received: 2024/07/27
Accepted:2025/01/27

ABSTRACT

The assessment of ecological capacity and balance evaluates the permissible human activities within each land zone, while also identifying activities that are either infeasible, lack economic viability, or adversely affect environmental sustainability. This investigation seeks to safeguard environmental functions through the analysis and evaluation of ecological potential in Lorestan Province, which is undergoing significant urbanization. In pursuit of this objective, the ecological capacity for settlement expansion within Lorestan Province is assessed, alongside the identification of the opportunities, capabilities, and constraints inherent in the region's land resources, thereby establishing a foundation for effective planning. The research utilizes a land capability analysis methodology based on an ecological framework developed through fuzzy land-use planning techniques. Among the myriad criteria and variables influencing land capability, three primary factors—agricultural potential, forestry, and urban-residential development—were scrutinized. Significant environmental and ecological potentials act as critical constraints on urban development. Approximately 94% of the province's territory is deemed suitable for residential and industrial advancement; however, this statistic pertains exclusively to areas earmarked for development, while approximately 6% of the land exhibits insufficient ecological capacity to support such expansion. Consequently, it is imperative to enhance urban green infrastructure, foster biodiversity-oriented agricultural practices, and implement initiatives such as forest restoration to improve regional vegetation cover.

Keywords: *Ecological Capability Assessment; Environment; Regional Development; Lorestan Province.*

***Corresponding Author:** PhD in Economics, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

ORCID: 0000 0002 6756 7760

s-hasanpour@stu.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

In the realms of planning and development, the formulation of a document that articulates an aspirational future predicated on principles of justice, utilizing a coherent, balanced, and integrated spatial framework, constitutes a fundamental management requisite for the realization of sustainable national and regional development. Consequently, in accordance with legal mandates, the organization responsible for the governance and planning of provinces is entrusted with the responsibility of developing provincial spatial plans that delineate a long-term vision spanning a 20-year horizon, aimed at fostering justice and sustainable development throughout the territory. This document, underpinned by strategic analytical frameworks, endeavors to elucidate the what, why, and how of developmental processes within the province. In essence, it strives to provide answers to the following inquiries: What is the present condition of the province? What is the envisioned future state for the province's development? And what methodologies can be employed to attain this desired state? Therefore, the provincial spatial plan, adopting a holistic perspective within the context of spatial development, seeks to mitigate regional disparities and furnish appropriate remedies for achieving balanced, comprehensive, and sustainable development at the provincial echelon.

Geographically, the province of Lorestan is situated in a manner that the pronounced topography obstructs the development of extensive and fertile plains. The overall altitude of agricultural terrains exceeds that of the waterways and their respective courses. Agricultural areas are predominantly cultivated on the lower slopes, and the irrigation of these regions encounters considerable obstacles and expenditures. Among the essential elements of this research are the ecological potential and environmental equilibrium achieved through regional planning methodologies, optimization of land utilization, ecological security frameworks, and evaluation of harvesting capacity, and synchronization across tiers of environmental sustainability within Lorestan province. Furthermore, the innovative dimension of this research encompasses the amalgamation of regional planning with the spatial optimization of land use, ecological security frameworks, and the evaluation of harvesting capacity for the advancement of environmental sustainability in Lorestan province.

Despite the strategic geographical location of this province, which functions as a critical nexus between the central and eastern regions of the nation as well as the southern areas, it ought to serve as a catalyst for progress and prosperity within the province; however, due to a variety of factors, its geographical position has thus far resulted in a relatively diminished competitive advantage for growth and advancement. This study aims to explore the inquiry: In what ways can ecological equilibrium be achieved within the developmental framework of Lorestan province through ecological considerations?

Research Method

This investigation is characterized by its applied and developmental dimensions, employing a mixed-methods framework that integrates documentary analysis and survey methodologies. The study adopts a descriptive-analytical format, utilizing an amalgamation of quantitative and qualitative paradigms. The data collection process was executed through both library-based and field-based approaches. The library-based approach encompassed an examination of literature, including books, Persian and Latin scholarly articles, reports, and official statistics sourced from pertinent governmental departments and organizations engaged in urban-regional planning. Furthermore, it incorporated global datasets and references, in addition to cartographic materials and satellite imagery pertinent to the research subject.

In the methodological approach employed, data was acquired through systematic observation, structured interviews, and meticulously designed questionnaires aimed at experts and officials from pertinent organizations. To conduct an analysis of land capability (specifically, environmental transport metrics) within the urban regions of Lorestan Province, data and diverse environmental cartographic resources were initially compiled from an assortment of sources. Following this, through the identification of various environmental resources and the formulation of thematic maps, critical maps and data were extracted and applied in the evaluation of the ecological capacity of the land.

Results & discussion

Taking into account the previously discussed aspects and the findings derived from the investigation concerning the significance of evaluating ecological potential within the analyzed region, it can be deduced that, as per the executed analyses, 42% of the province's territory possesses the ecological potential requisite for the advancement of irrigated agriculture, whereas 58% is categorized as areas deficient in ecological potential for such endeavors. A considerable portion of this territory, exceeding fifty percent, lacks ecological viability and presents limitations, with significant restrictions on the enhancement of irrigated agriculture representing approximately 23%.

Furthermore, the ecological capacity of the province for the advancement of rain-fed agriculture encompasses 45% of the total area, whereas 55% encompasses regions devoid of ecological potential for this agricultural practice. Within this context, 47% is characterized by a lack of ecological viability and presents various limitations, with significant restrictions on rain-fed agriculture constituting approximately 8%.

Moreover, the ecological capacity for the establishment of orchards within the province is quantified at 38%, whereas 62% consists of regions devoid of ecological capacity for such agricultural endeavors. Within this aggregate, 60% is characterized by a deficiency in ecological viability and presents various limitations, with significant restrictions on orchard development representing approximately 2.5%.

Ninety-four percent of the territory within the province exhibits the capacity for both residential and industrial advancements. It is imperative to emphasize that this statistic exclusively pertains to regions designated for development, whereas roughly 6% of the land is devoid of ecological viability for residential and industrial endeavors, with 5% classified as lacking ecological functionality and constraints, and significant limitations representing approximately 1%.

Conclusion

Consequently, the equilibrium of environmental resources and the ecological footprint reveals that the ecological footprint for Lorestan Province stands at 2.9 hectares per individual. Among the various counties, Salsaleh County exhibits the most significant per capita ecological footprint of 7 hectares per individual, signifying the highest proportion of ecological footprint relative to biocapacity. In contrast, the county of Delfan possesses the lowest ratio of ecological footprint to biocapacity, with a ratio of 1.6, indicating the minimal exploitation of its biocapacity.

فصلنامه آمایش فضا و ژئوماتیک
دانشگاه تربیت مدرس
دوره ۲۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳

ارزیابی توان و موازنه اکولوژیکی استان لرستان با رویکرد آمایشی

سمانه حسن‌پور[۱*]، امید امیدی شاه آباد[۲]، زهرا نجفی‌زاده[۳]، سامان ابی‌زاده[۴]

۱. دکتری اقتصاد، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران (نویسنده مسئول).
۲. دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. کارشناس ارشد مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد، بروجرد، ایران.
۴. استادیار هنر و معماری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۸

چکیده

ارزیابی توان و موازنه اکولوژیک تعیین می‌کند که هر یک از فعالیت‌های انسانی در کدام پهنه از سرزمین قابل انجام است و بالعکس در هر یک از پهنه‌ها چه فعالیت‌هایی قابل انجام نیست یا انجام دادن آن صرفهٔ اقتصادی به دنبال ندارد یا مخرب پایداری محیطی است. این پژوهش با هدف حفظ قابلیت‌های زیست‌محیطی، به آزمون و ارزیابی قابلیت سنجش در حوزه استان لرستان، که با آهنگی فزاینده گسترش شهری را دنبال کرده، می‌پردازد. به‌همین منظور تعیین توان اکولوژیک حوزه استان لرستان برای گسترش سکونتگاهی و همچنین مشخص کردن امکانات، توانمندی‌ها و محدویت‌های منابع سرزمینی منطقه لرستان به عنوان بستر مناسب هرگونه برنامه‌ریزی، است. روش مطالعه در تحلیل قابلیت‌سنجی زمین مبتنی بر یک مدل اکولوژیکی است که بر مبنای روش آمایش سرزمین منطق فازی طراحی شده است. از بین معیارها و گزینه‌های مختلف مؤثر در قابلیت زمین، سه گزینه اصلی قابلیت زراعی، جنگلداری و توسعه شهری، سکونتی و فعالیت‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. پتانسیل‌های وسیع محیطی و اکولوژیکی، عوامل محدودکننده‌ای برای توسعه شهری به‌شمار می‌روند. ۹۴ درصد پهنه استان دارای توان جهت توسعه سکونت و صنعت هستند، البته این مقدار تنها مربوط به اراضی مجاز توسعه است و در مقابل حدود ۶ درصد از اراضی فاقد توان اکولوژیک جهت توسعه سکونت و صنعت هستند. بنابراین، تقویت زیرساخت‌های سبز شهری، ترویج توسعه کشاورزی سازگار با تنوع زیستی و اجرای اقداماتی مانند احیای جنگل‌ها برای افزایش پوشش گیاهی منطقه‌ای ضروری است.

واژگان کلیدی: *ارزیابی توان اکولوژیک، محیط‌زیست، توسعه منطقه‌ای، استان لرستان.*

۱. مقدمه

تخریب محیط‌زیست عمدتاً به دلیل انتشار مداوم گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی است (Balat et al, 2023). اجلاس زمین ریو (۱۹۹۲) استنباط کرد که هیچ جایگزین معتبری به جز تأکید بر ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی برای نجات زمین وجود ندارد و این سه عامل کاملاً به یکدیگر وابسته‌اند (Strong, 1992). به‌منظور

* نویسنده مسئول s-hasanpour@stu.ac.ir

پاسخگویی به جمعیت رو به رشد، فناوری‌های مدرن جو اکولوژیکی را دستکاری می‌کنند و در نتیجه منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شوند (Zali et al., 2016). فناوری‌های پیشرفته مانند زیست‌توده تأثیر منفی بر محیط‌زیست دارند (Gyamfi et al, 2021). علاوه‌بر این، استفاده از فن‌آوری‌های مدرن منجر به پیامدهایی مانند جنگل‌زدایی، تخریب زمین، فرسایش خاک، آلودگی آب، آلودگی هوا و غیره می‌شود که به نوبه خود بر کشاورزی و محصولات کشاورزی تأثیر می‌گذارد (Ali, 2004). از آنجایی که جمعیت یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تقاضا است، افزایش مستمر جمعیت جهان، تقاضای جهانی برای غذا جهت رفع نیازهای اولیه انسان را افزایش می‌دهد (FAO, 2017)؛ کشاورزی شکل پیشرو در مدیریت جهانی زمین است و اکوسیستم کشاورزی نزدیک به ۴۰ درصد از سطح زمین را در برمی‌گیرد (Cervantes-Godoy & Dewbre, 2010). اکوسیستم‌های کشاورزی به‌طور قابل‌توجهی به مناطق روستایی محدود می‌شوند و تقریباً ۵۰ درصد از جمعیت جهان در این مناطق روستایی زندگی می‌کنند (Hodgson, 2012). در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، کشاورزی به‌عنوان محرک اصلی رشد اقتصادی در نظر گرفته می‌شود و تقریباً ۷۵ درصد ارزش افزوده کشاورزی در این کشورها تولید می‌شود (Kopittke et al, 2019). اکوسیستم‌های کشاورزی فرآیندها یا اکوسیستم‌های طبیعی در زمین‌های کشاورزی هستند که برای حفظ تولید محصولات کشاورزی مانند غذا، کالاهای قابل برداشت و الیاف تغییر یافته‌اند (Khan, 2021). اکوسیستم‌های کشاورزی فرآیندهایی هستند که توسط انسان طراحی شده و برای افزایش تولیدات کشاورزی استفاده می‌شود. تولید سریع مواد غذایی و فیبر نیز به‌عنوان عاملی برای تخریب محیط‌زیست در نظر گرفته می‌شود (Nunes et al, 2020). برای اطمینان از کیفیت محیطی برای بقا، بر حفظ همان کیفیت از طریق استفاده پایدار و مناسب از منابع موجود تاکید شده است (Aktar et al, 2009). بنابراین، برنامه‌ریزی زمین بر بنیاد این فرض استوار شده که تعاملی بین نیازهای اجتماعی و نیازهای استفاده‌کنندگان و ویژگی‌های فیزیکی و محیط طبیعی هر زمین (شیب، منظر، آفتاب، خاک، پوشش گیاهی و حیوانی) وجود دارد (Zali & Zamanipour, 2016). باید این فرض را پذیرفت که پایداری زیست‌محیطی کوتاه و بلندمدت برای هرگونه تغییر کاربری زمین یا تغییر مدیریت زمین از اهمیت بالایی برخوردار است. این مفاهیم به‌عنوان الگویی از توسعه که برای جنبه‌های اکولوژیک و زیست‌محیطی انسان، در کنار سایر جنبه‌ها ارزش قائل است، درک می‌شود (زالی، ۱۳۷۹). قابلیت‌سنجی اکولوژیک که در گذشته با عبارت توسعه سازگار با محیط و سپس با توسعه محیط‌زیست خوانده می‌شد، امروزه به توسعه پایدار معروف شده است. در مباحث توسعه پایدار، ابعاد مختلفی از رابطه میان توسعه و محیط زیست آشکار می‌گردد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ضرورت درون‌زایی فرآیند توسعه، به رسمیت شناختن نقش مردم در فرآیند توسعه و توجه به توان اکولوژیک محیط اشاره کرد (شمسی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱). از سوی دیگر، جمعیت شهری همواره رو به افزایش است؛ تا جایی که پیش‌بینی می‌شود جمعیت شهری جهان در سال ۲۰۵۰ به ۶/۴ میلیارد نفر خواهد رسید (WHO, 2014). این رشد جمعیت دارای پیامدهای نامطلوبی برای محیط‌زیست است. از جهتی دیگر، ایده‌ها و رهیافت‌هایی لازم بود که روشی نوین در برابر میراثی که شهرنشینی گسترده پس از جنگ جهانی دوم و گسترش فعالیت‌های صنعتی که زیرساخت‌های شهری و خدمات شهری را کاهش و ضایعات زیست‌محیطی را به بار آورده‌است، باشد (Ganley et al, 2007). بدون تردید یکی از موارد مهمی که بشر همواره با آن دست و پنجه نرم می‌کند نحوه

نگرش و برخورد با منابع انرژی و تعامل بین منابع و اثرات ناشی از این مصرف است (Zali et al., 2013). رشد سریع جمعیت شهرها به دلیل نرخ بالای موالید و مهاجرت به شهرها، به همان نسبت مصرف منابع و انتشار آلودگی درآنها را افزایش داده است (Hosam et al, 2016). این روند نه تنها موجب برهم خوردن تعادل اقتصادی و اجتماعی درون شهرها شده، بلکه عدم تعادل اکولوژیک منطقه‌ایی، عرصه‌های طبیعی را روزبه‌روز بر ساکنان تنگ‌تر کرده است. به‌عبارت دیگر، بروز تغییر و تحول در پوشش و کاربری اراضی به‌ویژه در فضاهای سرزمینی و منطقه‌ای درپی بهره‌برداری بی‌رویه و دخالت افسارگسیخته فعالیت‌های انسانی صورت می‌گیرد؛ از سال ۲۰۱۲ به بعد اقتصاد سبز به‌عنوان محرکی جدید برای رشد اقتصادی و ابزاری برای کاهش فقر بیان شد، که هدف کلی آن ارائه یک تسهیل‌کننده و سرعت بخش در جهت دستیابی به توسعه پایدار است؛ که نه تنها گسترش سریع اقتصادی موجب تضعیف پایداری مصرف منابع طبیعی شد، بلکه سبب تخریب جدی محیط‌زیست در بسیاری از کشورها و مناطق شده است؛ بنابراین، ارزیابی علمی پتانسیل و توان اکولوژیکی ضروری است (Wang et al, 2018). از این رو در دو دهه اخیر، منطقی‌ترین راه برای انجام مطالعات شهری و منطقه‌ای، دخالت دادن جنبه‌های اکولوژیک و رعایت اصول زیست‌محیطی و اصل پایداری در برنامه‌ها و تصمیمات است که از آن به‌عنوان ارزیابی توان اکولوژیک یاد می‌شود. ارزیابی توان اکولوژیک، سنجش موجودی و توان بالقوه سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح‌ریزی شده است. این مطالعات به‌عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی استفاده از زمین در تمام نقاط جهان به‌کار گرفته می‌شود. این امر به دلیل ضرورت انتخاب و بهره‌برداری بهینه از پتانسیل اکولوژیک سرزمین در قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت زیست‌محیطی به‌منظور دستیابی به اصل توسعه پایدار است (فیروزی و همکاران، ۱۳۹۲). در برنامه‌ریزی و توسعه، تهیه سندی که بتواند آینده مطلوب بر پایه عدالت با رویکرد سازمان فضایی منسجم، متوازن و یکپارچه را ارائه کند از الزامات مدیریتی تحقق توسعه پایدار ملی و منطقه‌ای است. بر همین اساس و بر حسب تکلیف قانونی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان‌ها، مکلف به تهیه اسناد آمایش استانی هستند که در افق بلندمدت ۲۰ ساله، چشم انداز مطلوب و مورد اجماع عمومی را برای دستیابی به عدالت و توسعه پایدار در پهنه سرزمین فراهم کند. این سند با تکیه بر تفکر راهبردی به‌دنبال تبیین چیستی، چرایی و چگونگی توسعه در استان است. به‌عبارت دیگر به دنبال پاسخ به این سوالات است که درحال حاضر استان در چه وضعیتی قرار دارد؟ وضع مطلوب برای توسعه استان کدام است و چگونه باید به آن وضع مطلوب دست یابد؟ بدین ترتیب، آمایش استان با رویکرد همه‌سونگر در چارچوب توسعه فضایی، سعی دارد با پدیده عدم تعادل‌های منطقه‌ای برخورد کرده و راهکارهای مناسب را برای تحقق توسعه متوازن، همه‌جانبه و پایدار در سطح استان ارائه کند. از لحاظ جغرافیایی، استان لرستان در وضعیتی قرار دارد که شیب تند زمین مانع از شکل‌گیری دشت‌های بزرگ و حاصل‌خیز شده است. میزان ارتفاع عمومی زمین‌های کشاورزی از سطح آبراه‌ها و مسیر حرکت آبی که از آن می‌گذرد، بالاتر است. زمین‌های زراعی عموماً در کوهپایه‌ها کشت می‌شوند و آبرسانی به این زمین‌ها با مشکلات و هزینه‌های زیادی صورت می‌گیرد. از ضرورت‌های پژوهش می‌توان به ظرفیت اکولوژیکی و تعادل زیست‌محیطی از طریق رویکرد برنامه‌ریزی منطقه‌ای و بهینه‌سازی کاربری اراضی، الگوهای امنیت اکولوژیکی، ارزیابی ظرفیت برداشت

و هماهنگی بین سطوح پایداری زیست‌محیطی در استان لرستان اشاره کرد. همچنین جنبه نوآوری پژوهش حاضر شامل تلفیق برنامه‌ریزی منطقه‌ای با بهینه‌سازی مکانی کاربری اراضی، الگوهای امنیت اکولوژیکی و ارزیابی ظرفیت برداشت برای پایداری زیست‌محیطی در استان لرستان است. اگرچه موقعیت مهم استراتژیک این استان که به عنوان یک مرکز مهم ارتباط دهنده بین استان‌های مرکزی و شرقی کشور با استان‌های جنوبی، باید عامل محرک توسعه، عمران و آبادانی در استان گردد، اما بنا به دلایلی تاکنون موقعیت جغرافیایی استان مزیت نسبی کمتری برای رشد و توسعه برای آن فراهم کرده است. این پژوهش به دنبال پاسخگویی به این سوال است که چگونه می توان با عوامل چهارگانه اکولوژیکی در روند توسعه استان لرستان موازنه اکولوژیکی ایجاد کرد؟

۲. مبانی نظری

از آغاز قرن بیست‌ویکم، ترویج شدید شهرنشینی به‌عنوان یک موضوع محوری در جوامع شهری ظاهر شده‌است. شهرنشینی یک پدیده جهانی است که پیامدهای مهمی برای امنیت زیست‌محیطی دارد (Brovkin et al., 2013, Imhoff et al., 2000, Liu et al., 2019). گسترش سریع مناطق شهری چالش‌های متعددی را برای پایداری زیست‌محیطی و رفاه اکوسیستم‌ها ایجاد می‌کند (Rahman et al., 2023, Redman and Jones, 2005, Seto et al., 2012). در طول سال‌ها، محققان مطالعات گسترده‌ای برای درک رابطه پیچیده بین شهرنشینی و امنیت زیست‌محیطی انجام داده‌اند (Ding et al., 2022, Qiu et al., 2021, Zhou et al., 2023, Zou et al., 2022). مطالعات متعدد به درک ما از شهرنشینی و تأثیر آن بر امنیت محیطی کمک قابل‌توجهی کرده است (Wang et al., 2021, Wei et al., 2022, Yao et al., 2023). محققان الگوهای فضایی گسترش شهری را بررسی کرده، محرک‌های شهرنشینی را تجزیه و تحلیل کرده و پیامدهای آن را برای اکوسیستم‌ها بررسی کرده‌اند. این مطالعات بینش‌های ارزشمندی در مورد پویایی گسترش شهری و پیامدهای اکولوژیکی آن ارائه کرده است (Gašparović, 2020, Huang et al., 2019). به‌عنوان مثال تحقیقات انجام شده از دست‌دادن قابل‌توجه زیستگاه‌های طبیعی به‌دلیل گسترش شهری را آشکار کرده و اهمیت حفظ فضاهای سبز در مناطق شهری را برجسته کرده است. علاوه‌بر این، محققان روابط بین شهرنشینی و شاخص‌های مختلف اکولوژیکی، مانند تنوع زیستی، کیفیت هوا و آب، و خدمات اکوسیستمی را بررسی کرده‌اند (Kondratyeva et al., 2020; Zali & Zamanipoor, 2015). شهرنشینی فرآیند مهمی است که در دهه‌های گذشته کشورهای درحال توسعه را متحول کرده و پیامدهای عمیقی برای امنیت زیست‌محیطی دارد (Amin Nayeri et al, 2019). تحقیقات گسترده‌ای برای درک رابطه پیچیده بین شهرنشینی و پایداری اکولوژیکی انجام شده است. شهرنشینی سریع همچنین کمبود منابع مانند آب و انرژی را تشدید می‌کند و منجر به آلودگی محیط‌زیست از جمله آلودگی هوا و آب می‌شود. علاوه‌بر این، توزیع نابرابر مزایای شهرنشینی و زیست‌محیطی اغلب منجر به بی‌عدالتی‌های اجتماعی و زیست‌محیطی می‌شود. پرداختن به این مشکلات مستلزم برنامه‌ریزی شهری یکپارچه و پایدار، مکانیسم‌های حکمرانی موثر و رویکردهای نوآورانه برای کاهش اثرات منفی شهرنشینی بر امنیت زیست‌محیطی است (Han et al., 2022). مناظر شهری به‌تدریج به دلیل شهرنشینی دچار تکه‌تکه شدن فزاینده می‌شوند که منجر به تغییرات آب و هوایی منطقه‌ای و جهانی و تغییرات چرخه بیوژئوشیمیایی می‌شود (Sun and Wang, 2022; Zali & Zali, 2010). بنابراین، برای

پایدار بودن، بشریت نیاز به کاهش اثرات زیست‌محیطی خود در زیر مرزهای سیاره‌ای دارد (Liu et al., 2021). تجزیه و تحلیل توانایی اکولوژیکی و رابطه با فعالیت‌های انسانی در مناطقی که شهرنشینی سریع را تجربه می‌کنند برای توسعه پایدار شهری مهم است (Agrawal et al., 2021). در ۳۰ سال گذشته، ساخت‌وسازهای شهری در مقیاس بزرگ و فعالیت‌های انسانی ناشی از توسعه سریع شهرنشینی تأثیر عمیقی بر کاربری زمین داشته که منجر به تغییر در توان اکولوژیک شده است (Lyu et al., 2018). با تکه‌تکه شدن بی‌رویه اراضی و توسعه شهری و شهرنشینی، توان و موازنه اکولوژیک کاهش می‌یابد و در نتیجه بر خدمات ارائه شده تأثیر می‌گذارد (Zhan et al., 2023). به عنوان مثال، وی[1] و همکاران (۲۰۲۲) کشف کردند که تکه‌تکه شدن توان اکولوژیک، تامین خدمات را مختل می‌کند. از این منظر، مردم به دنبال کیفیت زندگی بالاتری هستند و بنابراین الزامات یک محیط زندگی شهری با کیفیت بالا در حال کاهش است (Mikovits et al., 2014). از این‌رو، رابطه پیچیده و مکانیزم ذاتی بین عرضه کاربری‌های اراضی شهری و تقاضای انسانی وجود دارد، همچنین بر ارزیابی توان و موازنه اکولوژیک خدمات شهری در مناطق تاکید شده است. ارزیابی خدمات اکوسیستمی از دو جنبه توان و موازنه اکولوژیکی می‌تواند مبنای علمی برای مدیریت خدمات اکوسیستمی فراهم کند، که منجر به دستیابی به امنیت اکولوژیکی و افزایش رفاه انسان می‌شود. علاوه‌بر این، بهینه‌سازی رابطه بین توان و موازنه خدمات اکوسیستمی می‌تواند مشکل نارسایی خدمات شهری که توسط اوکوسون[2] و همکارانش (۲۰۲۰)، پیشنهاد شده را حل کند؛ که به ناتوانی در اطمینان از دسترسی همه شهروندان به خدمات اساسی اشاره دارد.

۳. پیشینه تحقیق

ناصحی و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهش «ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه فضای سبز با هدف توزیع بهینه پارک‌های شهری (مطالعه موردی شهر تهران)»، نقشه‌های مربوط به هر یک از لایه‌ها را در محیط نرم‌افزار ایدریسیرا استانداردسازی و به صورت فازی تهیه کردند. برای تعیین اهمیت شاخص‌های مورد نظر ابتدا اهمیت نسبی و وزن هر کدام از معیارها با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی تهیه شدند. درنهایت با استفاده از عملگرهای فازی ترکیب شده و نقشه نهایی ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه فضای سبز به سه طبقه شامل نامناسب، نسبتاً مناسب و مناسب تقسیم شد و مناطق در اولویت برای توسعه فضای سبز معرفی گردید.

موحد و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهش «طراحی پارک اکولوژیک؛ گامی در راستای پایداری زیست‌محیطی شهرها؛ مطالعه: ارتفاعات جنوب غربی مشهد»، نشان دادند که در فرآیند طراحی پارک اکولوژیک به عنوان نمونه طراحی اکولوژیک، باید معیارها و فعالیت‌هایی مدنظر قرار گیرد که آن‌ها را از سایر پارک‌ها متمایز می‌سازد. هم‌چنین در فرآیند طراحی با ارزیابی توان اکولوژیک، توجه کردن به لایه‌های زیست‌محیطی پایه و بومی‌سازی مدل‌های اکولوژیک جهت بارگذاری، می‌تواند به بالاترین درصد بهره‌وری محیطی و کمترین تأثیرات منفی بر محیط‌زیست منجر شود.

---

[1] Wei
[2] Okosun

محمودزاده و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهش «تحلیل وضعیت بوم‌شناختی پارک‌های شهری؛ مطالعه موردی: تبریز»، نشان دادند که پارک ائل‌گلی از نظر اکولوژیکی در بهترین وضعیت قرار دارد و پارک‌های شمس، باغمیشه و ارم در رتبه‌های بعدی قرار دارند که نیازمند اتخاذ سیاست‌های مناسب در این زمینه برای بهبود وضعیت آنهاست. به گونه‌ای که در روش تاپسیس پارک ائل‌گلی در مجموع شاخص‌ها و متغیرهای در نظر گرفته شده براساس دسترسی، فرهنگی، زیست‌محیطی و کالبدی با ضریب ۱۶ 94/15 <Ci"> در رتبه نخست قرار داشته و از نظر اکولوژیکی نسبت به سایر پارک‌های مدنظر وضعیت بهتری دارد. سپس پارک شمس با ضریب ۱۶ 27/10 <Ci"> در رتبه دوم و بعد از پارک ائل‌گلی قرار دارد و پارک‌های باغمیشه و ارم به ترتیب با ضرایب ۶/۸۳ و ۳/۰۳ در رتبه‌های سوم و چهارم قرار دارند.

عزیزی و صادقی (۱۳۹۹)، در پژوهش «خشک‌سالی و مهاجرت‌های اکولوژیکی در شمال غرب ایران در سه دهه اخیر»، نشان دادن که که الگوی مکانی فراوانی رخداد خشک‌سالی عموماً از جنوب غرب به سمت سایر جهات جغرافیایی به‌ویژه مناطق شرقی و شمال شرق منطقه مورد مطالعه گسترش دارد. تحلیل موازنه مهاجرتی نیز نشان داد که در دوره مورد بررسی اکثر شهرستان‌های منطقه مورد مطالعه (حدود ۷۵ درصد) از موازنه مهاجرتی منفی برخوردار بوده‌اند. در نهایت نتایج کلی تحلیل رگرسیون وزنی جغرافیایی نشان از وجود ضریب تعیین (R2) نسبتاً کم (۲۱.۵ درصد) در بین متغیر مستقل و وابسته است.

قضاوی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهش «عوامل مؤثر در طراحی پایدار منظر اکولوژیک رودخانه مطابق با میزان آب و خشکی‌های فصلی (مورد شناسی: رودخانهٔ زاینده‌رود اصفهان)»، راهکارهایی درجهت طراحی پایدار اکولوژیک منظر رودخانهٔ زاینده‌رود را نشان دادند که بیان‌کنندهٔ اهمیت فاکتورهای ایمنی و امنیت، نفوذپذیری، زیرساخت‌ها، نشانه‌ها و پوشش‌گیاهی در طراحی است.

ورما[1] (۲۰۱۸)، در پژوهش «موازنه اکولوژیکی: یک نیاز ضروری برای بقای انسان»، به این نتایج دست یافت که تعادلی بین موجودات زنده و عوامل زیستی وجود دارد که تعادل اکولوژیکی نامیده می‌شود. این سیستم تعادل اکولوژیکی، به طور کلی برای انسان مفید است. عوامل طبیعی و انسانی که باعث عدم تعادل اکولوژیکی می‌شوند به شدت بر احساسات، معیشت، سبک زندگی و نگرش‌ها تأثیر می‌گذارند و در نهایت بقای انسان را به چالش می‌کشند. از آنجایی که انسان بخشی جدایی‌ناپذیر از طبیعت یا محیط‌زیست است، زندگی در دنیای طبیعی و اجتماعی نیاز مبرمی به پیوند بین جنبه‌های اجتماعی با توسعه پایدار و محیط‌زیست دارد. این مورد به حفظ تعادل اکولوژیکی که یک نیاز ضروری برای بقای انسان است، کمک خواهد کرد.

دای[2] و همکاران (۲۰۲۱)، در تجزیه و تحلیل خود نشان دادند که خدمات اکوسیستمی ارائه شده توسط زیرساخت‌های سبز–آبی شهری تحت‌تأثیر مساحت پارک، مقدار کل شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده و شاخص بدنه آب نرمال شده و فاصله از مرکز شهر قرار دارد. علاوه‌بر این، یک پدیده فضایی قابل‌توجهی پیدا شد که ظرفیت اکولوژیکی پارک‌های نوع دریاچه در مرکز شهر بیشتر از سایر زیرساخت‌های سبز–آبی شهری در همان مکان بود. باتوجه به رابطه با شدت

[1] Verma
[2] Dai

فعالیت انسانی، مناطق پرتقاضا و پرعرضه عمدتاً در مناطق بسیار توسعه‌یافته از نظر تنظیم خدمات متمرکز بودند. با این وجود، نابرابری زیست‌محیطی شدید در مراکز شهری کوچک رخ داده‌است که نیازمند توجه فوری دولت است. این کار به این سوال پاسخ داد که کجا و چگونه می‌توان زیرساخت‌های سبز–آبی در ووهان را بهینه کرد و به ساخت فضای سبز آبی موجود کمک کرد.

۴. محدوده مورد مطالعه و ویژگی‌های آن

استان لرستان در پهنه غربی کشور، با مساحتی بالغ بر ۲۸۰۹۹ کیلومتر مربع حدود ۱/۷ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است، این استان از لحاظ مساحتی در رتبه ۱۶ بین استان‌های کشور قرار دارد. از نظر مختصات جغرافیایی استان بین مدار ۴۶ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۰۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه و ۳۴ درجه و ۲۳ دقیق عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. میانگین ارتفاع آن بیش از ۲۲۰۰ متر از سطح دریا است و پست‌ترین نقطه استان با ارتفاع ۱۹۳ متر در دشت‌های استان و بلندترین قله آن اشتران‌کوه با ارتفاع حدود ۴۰۸۰ متر از سطح دریا در میان رشته کوه زاگرس قرار دارد. طول استان از شمالی‌ترین نقطه تا جنوبی‌ترین نقطه بالغ بر ۱۹۰ کیلومتر و عرض استان از شرقی‌ترین نقطه تا غربی‌ترین نقطه حدود ۲۹۰ کیلومتر است. به منظور شناسایی کاربری اراضی استان در وضع موجود از چندین لایه اطلاعاتی در محیط GIS استفاده شده و نهایتا با تلفیق این لایه‌ها نحوه استفاده از زمین در مقیاس استان مشخص شده است. لایه پوشش زمین دریافتی از سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری که در در سال ۱۳۹۹ با استفاده از تصویر هوایی ماهواره سنتینل ۲ و برداشت‌های زمینی تدقیق شده است؛ لایه محدوده سکونتگاه‌های استان که از تلفیق محدوده مصوب شهرهای در شورای عالی شهرسازی و معماری ایران و محدوده مصوب طرح‌های هادی شهری و روستایی تهیه شده‌است؛ و لایه پهنه‌های صنعتی شامل شهرک‌ها و نواحی صنعتی و واحدهای بزرگ صنعتی که از شرکت شهرک‌های صنعتی کشور اخذ شده‌است در نرم‌افزار Arc GIS با استفاده از ابزار همپوشی ترکیب شده و ضمن بررسی نتایج با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، لایه نحوه استفاده زمین تهیه شده است، شکل شماره ۱ به پهنه‌بندی نحوه استفاده از زمین در استان لرستان که با استفاده از ابزار همپوشانی نرم‌افزار Arc GIS اشاره دارد.

شکل ۱. پهنه‌بندی کاربری اراضی در استان لرستان

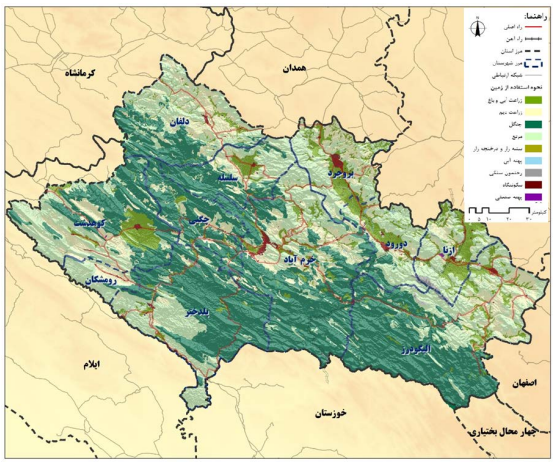

Figure 1. Land Use Zoning in Lorestan Province

اراضی زراعی و باغات استان لرستان مجموعاً بالغ بر ۶۶۹۰ کیلومترمربع مساحت دارند که این میزان سهمی معادل ۲۳/۷ درصد از مساحت استان لرستان است، در این میان اراضی دیم با مساحتی بالغ بر ۳۹۷۱ کیلومترمربع بیشترین سهم را به‌خود اختصاص داده و ۶۰ درصد از کل اراضی زراعی و باغی استان مربوط به اراضی کشت دیم است. سایر سطوح پوشش اراضی شامل پهنه‌های ساخته‌شده (شهری، صنعتی و روستایی) و برون‌زدگی‌های سنگی سهمی کمتر از ۱/۸ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند؛ جدول شماره ۱ بیان‌گر مساحت نحوه استفاده از زمین و سهم شهرستان‌های استان از هر نوع پهنه است.

جدول ۱. پهنه‌بندی کاربری اراضی (هکتار) در استان لرستان به تفکیک شهرستان (منبع: نگارندگان)

شرح	زراعت آبی و باغ	زراعت دیم	جنگل	مرتع	بیشه‌زار و درختچه زار	پهنه آبی	رخنمون سنگی	سکونتگاه	پهنه صنعتی	جمع کل
ازنا	۴۷۵۵۹	۱۷۱۸۴	۰	۶۷۳۵۵	۰	۱۱۸۵	۴۸۱۲	۱۷۸۵	۴۰۲	۱۴۰۲۸۳
الیگودرز	۴۰۴۹۱	۶۰۱۹۷	۲۸۰۵۲۰	۱۳۹۳۳۵	۰	۱۹۱۳	۳۰۳۵	۱۵۲۱	۱۰۱	۵۲۷۱۱۳
بروجرد	۴۲۸۳۹	۴۲۴۰۷	۸۸۶	۷۴۶۵۷	۰	۹۴۸	۰	۵۴۹۵	۱۱۵	۱۶۷۳۴۸
پلدختر	۱۱۳۰۶	۱۱۵۵۵	۲۳۳۹۲۷	۱۱۲۷۳۴	۰	۲۰۵۳	۹۴۸	۷۷۰	۶۲	۳۷۳۳۵۵
چگنی	۵۷۶۴	۲۰۸۷۲	۱۰۴۵۴۹	۸۷۶۹	۰	۲۰۲۹	۰	۳۹۷	۰	۱۴۲۳۸۱
خرم آباد	۳۰۸۳۹	۶۹۲۵۰	۲۷۷۳۶۷	۱۱۲۰۷۱	۰	۱۶۵۶	۵۲۰	۶۶۵۴	۲۳۸	۴۹۸۵۹۴
دلفان	۱۲۱۲۳	۷۰۴۳۰	۸۲۰۴۵	۱۰۵۵۸۷	۱۶	۲۰۶	۸۵۹	۱۵۴۰	۱۴	۲۷۲۸۲۲
دورود	۲۹۹۲۷	۱۲۶۳۶	۲۰۲۴۹	۷۰۳۹۸	۰	۲۰۶۰	۹۰۳	۳۳۴۱	۱۰۲	۱۳۹۶۱۶
رومشکان	۱۹۴	۱۳۱۲۲	۷۸۸۷	۳۴۰۹۰	۰	۶۰	۰	۵۷۸	۰	۵۵۹۳۱
سلسله	۱۴۱۷۷	۱۸۹۸۵	۷۰۴۶۶	۴۹۹۲۲	۰	۱۷۲۲	۶۳۴	۸۲۳	۵۳	۱۵۶۷۸۲
کوهدشت	۳۶۶۷۰	۶۰۴۹۰	۱۴۳۲۳۱	۱۰۱۵۰۷	۴۸	۱۱۳۴	۰	۱۲۷۸	۱۱۸	۳۴۴۴۷۶
استان لرستان	۲۷۱۸۹۰	۳۹۷۱۲۹	۱۲۲۱۱۲۶	۸۷۶۴۲۵	۶۴	۱۴۹۶۴	۱۱۷۱۲	۲۴۱۸۲	۱۲۰۵	۲۸۱۸۶۹۹

Table 1. Land Use Zoning Area (Hectares) in Lorestan Province by City (Source: Authors)

۵. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و توسعه‌ای و از نظر روش ترکیبی از روش‌های اسنادی و پیمایشی است و از نظر ماهیت توصیفی- تحلیلی است که با استفاده ترکیبی از مدل‌های کمی و کیفی انجام شده است. گردآوری اطلاعات در پژوهش حاضر به دو روش کتابخانه‌ای و میدانی صورت پذیرفته است. با بکارگیری روش کتابخانه‌ای شامل بررسی کتاب‌ها، مقالات فارسی و لاتین، گزارش‌ها و آمارهای رسمی ادارات و سازمان‌های دولتی ذی‌ربط در امر برنامه‌ریزی شهری-منطقه‌ای، از آمارها و استنادات جهانی و نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای در ارتباط با موضوع پژوهش استفاده شده است. در روش میدانی با استفاده از مشاهده، مصاحبه و پرسشنامه با متخصصین و مسئولین نهادهای مرتبط به موضوع به جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز محدوده مورد مطالعه مبادرت گردید. در تحلیل قابلیت زمین (سنجش حمل محیطی) در حوزه شهری استان لرستان، ابتدا با استفاده از منابع مختلف، داده‌ها و نقشه‌های مختلف محیطی تهیه گردیدند. در ادامه با شناسایی منابع محیطی مختلف و تهیه نقشه‌های موضوعی، نقشه‌ها و اطلاعات مورد نیاز و با اهمیت بالا استخراج شده و در ارزیابی توان اکولوژیکی زمین به‌کار گرفته شدند. برای انجام این قسمت از مطالعات از روش تحلیل

پارامتریک استفاده شده است. در روش تحلیل پارامتریک یک یا چند عامل، پارامترها و یا ویژگی‌های سرزمین (خاک، سنگ، پوشش گیاهی، شکل زمین و غیره) به صورت مجزا نقشه‌سازی شده و به طور مجزا نیز ارزش‌گذاری می‌شوند (Juita & Lopulisa, 2020; Mrbun et al., 2019). روی هم‌اندازی دو یا چند لایه یا نقشه که هر یک بیانگر خصوصیات رده‌بندی شده و عوامل موثر بر توان‌های مختلف محیطی آن است منجر به تلفیق لایه‌ها و دستیابی به یک نقشه تلفیقی نهایی است که همراه با جدول‌ها یا ماتریس‌های جمع‌بندی نتایج، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این نقشه می‌تواند اثر جمعی پارامترها و طبقات را در ارتباط با توان سرزمین و مبنای ارزیابی توان آن برای هر نوع کاربری خاص تعیین کند. روش تحلیل پارامتریک با فرض تابع مطلوبیت خطی و جمع‌پذیر میسر می‌گردد. اگرچه وجود این فرض به سادگی و در همه موارد صادق نیست لکن می‌توان آن را به ازای ارزش‌های مختلفی از اوزان (W) به کار برد و راه‌حل‌های موثر را به‌وجود آورد. مدل ریاضی ارزیابی توان اکولوژیک (Tashayo et al, 2020) در رابطه (۱) بدین گونه است:

$$S = \sum_{i=1}^{n} Wi.Vi$$

رابطه (۱)

که در آن S توان اکولوژیک (توان زمین برای کارکرد خاص)؛ V معیار مورد نظر؛ W ضریب اهمیت معیار است. در این روش در ابتدا پارامترهای موثر (معیارها) برای هر یک از کارکردهای اصلی با توجه به اطلاعات در دسترس شناسایی شده و زیر معیارهای آن‌ها نیز مشخص گردیدند و سپس با اعمال نظر کارشناسی که متأثر از شرایط ویژه استان لرستان است، ضریب اهمیت هر یک از آن‌ها با روش AHP مشخص و به مدل معرفی شد تا با هم تلفیق شوند و نهایتاً توان اکولوژیک استان برای هر یک از کارکردهای اصلی مشخص شود (Kumar et al., 2021). پس از شناسایی منابع اکولوژیک و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، برای تجزیه و تحلیل و ارزیابی توان اکولوژیک ناحیه از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) کمک گرفته شده است. و سپس به وضعیت موازنه برد اکولوژیک با روش زیر پرداخته می‌شود:

تحلیل ظرفیت برد محیطی به عنوان گام نخست نشان‌دهنده میزان ظرفیت محیط است که بتواند بدون دخالت در یکپارچگی عملکردی و قدرت فرآوری اکوسیستم مربوطه به حیات خود ادامه دهد. از این‌رو، به منظور سنجش توان و موازنه اکولوژیکی از کمیت کاربری زمین‌ها به عنوان ارقام پایه استفاده می‌شود. همچنین می‌توان از مدل ردپای اکولوژیک به عنوان یکی از مدل‌های تقاضاسنجی استفاده کرد؛ که تقاضای انسان را در زیست کره مورد بررسی قرار می‌دهد. این مدل جهت برآورد مقدار زمین مورد نیاز در یک منطقه برای تولید منابع مورد نیاز مصرف ساکنان، فعالیت‌های توسعه و نیز جذب مواد زائد در این بخش استفاده شده است.

به‌منظور سنجش ظرفیت برد محیط‌زیستی از رابطه (۲) استفاده شده است:

$$\boldsymbol{BC = A * YF * EQF}$$

رابطه (۲)

در رابطه (۲) BC ظرفیت زیستی؛ A نشانگر میزان مساحت زمین با کاربری خاص، YF ضریب بازده و EQF ضریب تعادل برای پهنه زمین کشور است (Li et al., 2021).

همچنین به منظور سنجش ردپای اکولوژیک در شهرستان‌های استان لرستان با توجه به داده‌ها و اطلاعات در دسترس از رابطه (۳) استفاده شده‌است:

$$FP = (CF + CA + CL) * CC$$ رابطه (۳)

در رابطه (۳) FP نشان‌دهنده ردپای اکولوژیک به جای مانده از فعالیت‌های انسانی است که براساس کربن منتشر شده ناشی از مصرف مواد سوختی و انرژی‌زا در بخش حمل‌ونقل و صنعت (CF)؛ کربن منتشر شده ناشی از فعالیت‌های مرتبط با زراعت (CA)؛ کربن منتشر شده ناشی از فعالیت‌های مرتبط با دامپروری (CL) و ضریب مبدل کربن انتشاریافته به هکتار جهانی (CC) محاسبه می‌شود (Kratena, 2008).

و در نهایت برای برآورد ارزش سالانه خدمات اکولوژیک زمین از رابطه (۴) استفاده شده است:

$$VL = A * CL$$ رابطه (۴)

در رابطه (۴) VL نشان‌دهنده ارزش دلاری زمین است که از حاصل‌ضرب A مساحت زمین به تفکیک نوع کاربری در CL ضریب مخصوص ارزش دلاری هر هکتار زمین با کاربری مشخص محاسبه می‌شود. سپس با استفاده از وزن‌دهی بین‌معیاری، معیارها (در سطوح مختلف) مورد مقایسه قرار گرفته و وزن هر یک از آن‌ها برای دستیابی به اهداف (پهنه‌ها) تعیین شده است. یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها، تکنیک «فرآیند تحلیلی سلسله‌مراتبی (AHP)» است. فرآیند تحلیلی سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. علاوه‌بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند؛ هم‌چنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چندمعیاره است. فرآیند تحلیلی سلسله‌مراتبی دارای پنج مرحله است که عبارتند از: ایجاد یک ساختار سلسله‌مراتبی از موضوع مورد بررسی؛ محاسبه وزن‌ها (ضریب اهمیت) معیارها (و زیرمعیارها در صورت وجود)؛ محاسبه وزن گزینه‌ها؛ محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها؛ و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها. در وزن‌دهی و قضاوت بین معیارها به این نکات توجه شده است: در صورتی که تعداد معیارها، سه معیار و کم‌تر بوده از روش رتبه‌بندی استفاده شده است. در صورتی‌که تعداد معیارها بیش از سه معیار بوده از روشAHP استفاده شده است. مجموع وزن معیارها برابر با یک است. نتیجه این وزن‌دهی برای معیارهای اصلی که با نظرخواهی از تعدادی از کارشناسان محیط‌زیست صورت گرفته در جداول ۲، ۵، ۸ و ۱۱ آمده است. پس از وزن‌دهی معیارها، تلفیق نقشه‌ها توسط نرم‌افزار GIS انجام می‌شود که حاصل آن تولید یک نقشه با فرمت RASTER است.

۶. تحلیل یافته‌ها

۶-۱- ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه زراعت آبی

در قابلیت‌سنجی کاربری کشاورزی در بخش زراعت آبی از ۴ معیار طبیعی (خاک، توپوگرافی زمین، منابع آب و کاربری زمین) و از ۸ زیرمعیار (کلاس‌خاک، تیپ خاک، فرسایش خاک؛ شیب زمین، کونه طبیعی زمین، آب زیرزمینی، دسترسی به منابع آب سطحی؛ پهنه‌بندی کاربری زمین) استفاده گردید که به شرح جدول ۲ اولویت‌بندی شده‌اند.

جدول ۲. رتبه‌بندی زیرمعیارها و ضریب اهمیت معیارها برای توان اکولوژیک زراعت آبی (منبع: نگارندگان)

معیار	امتیاز معیار	زیرمعیار	امتیاز زیرمعیار	نوع پهنه	امتیاز
خاک	۰.۳	کلاس خاک	۰.۵	کلاس(I)	۱۰
				کلاس(II)	۹
				کلاس(III)	۷
				کلاس(IV)	۵
				کلاس(V)	۳
				کلاس(VI)	۰
		تیپ خاک	۰.۲۵	Inceptisols	۱۰
				Inceptisols/Vertisols	۸
				Rock Outcrops/Inceptisols	۱
				Rock Outcrops/Entisols	۱
				Bad Lands	۰
		فرسایش خاک	۰.۲۵	کمتر از ۲ تن در هکتار	۱۰
				بین ۲ تا ۴.۵ تن در هکتار	۸
				بین ۴.۵ تا ۹ تن در هکتار	۶
				بین ۹ تا ۱۸ تن در هکتار	۴
				بیش از ۱۸ تن در هکتار	۲
توپوگرافی زمین	۰.۲	شیب زمین	۰.۷۵	صاف(۰ تا ۳ درصد)	۱۰
				شیب ملایم (3 تا ۵ درصد)	۹
				شیب دار (۵ تا ۸ درصد)	۸
				خیلی شیبدار (۸ تا ۱۲ درصد)	۷
				شیب نسبتا تند (۱۲ تا ۲۵ درصد)	۵
				شیب تند (۲۵ تا ۴۰ درصد)	۲
				شیب خیلی تند (۴۰ تا ۷۰ درصد)	۱
				شیب فوق العاده تند(بیشتر از ۷۰)	۰
		گونه طبیعی	۰.۲۵	دشت	۱۰
				کوهپایه	۳
				کوهستان	۱
منابع آب	۰.۲	آب زیرزمینی	۰.۵	پهنه فاقد محدودیت	۱۰
				دشت ممنوعه	۳
				پهنه تحت تاثیر فرونشست زمین	۱
		دسترسی به منابع آب سطحی	۰.۵	کمتر از ۲.۵ کیلومتر	۱۰
				بین ۲.۵ تا ۵ کیلومتر	۸
				بین ۵ تا ۷.۵ کیلومتر	۶
				بین ۷.۵ تا ۱۰ کیلومتر	۴
				بیش از ۱۰ کیلومتر	۲
کاربری زمین	۰.۳	پهنه‌بندی کاربری زمین	۱	زراعت آبی و باغات	۱۰
				زارعت دیم	۸
				مرتع کم تراکم	۵
				مرتع نیمه متراکم	۴

۳	مرتع متراکم				
۳	درختچه‌زا				
۱	رخنمون سنگی				
۱	پهنه جنگل(متراکم تا کم تراکم)				
۰	بستر رودخانه ها و پهنه آبی				
۰	پهنه های ساخته شده				

Table 2. Ranking of Sub-criteria and Importance Coefficients of Criteria for the Ecological Capacity of Irrigated Agriculture (Source: Authors)

طبق جدول شماره ۲ نتیجه این وزن‌دهی برای معیارهای اصلی که از تعدادی از کارشناسان محیط‌زیست نظرخواهی شده به‌دست آمده است. وزن‌دهی معیارها با روش AHP انجام شد، پس از وزن‌دهی معیارها، تلفیق نقشه‌ها توسط نرم‌افزار GIS انجام می‌شود که حاصل آن تولید یک نقشه با فرمت RASTER است. با توجه به شکست‌های موجود در اندازه این واحدها، می‌توان توسط نرم‌افزار آن‌ها را به پنج طبقه بدین شرح تقسیم‌بندی کرد: واحدهای فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی (N2) برای زراعت آبی؛ واحدهای فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N1) برای زراعت آبی؛ واحدهای با توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S3) برای زراعت آبی؛ واحدهای با توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S2) برای زراعت آبی؛ واحدهای با توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1) برای زراعت آبی؛ بر اساس طبقه‌بندی انجام شده شکل شماره ۲ توان اکولوژیک استان لرستان را جهت توسعه زراعت آبی نمایش می‌دهد.

شکل ۲. ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه زراعت آبی در استان لرستان

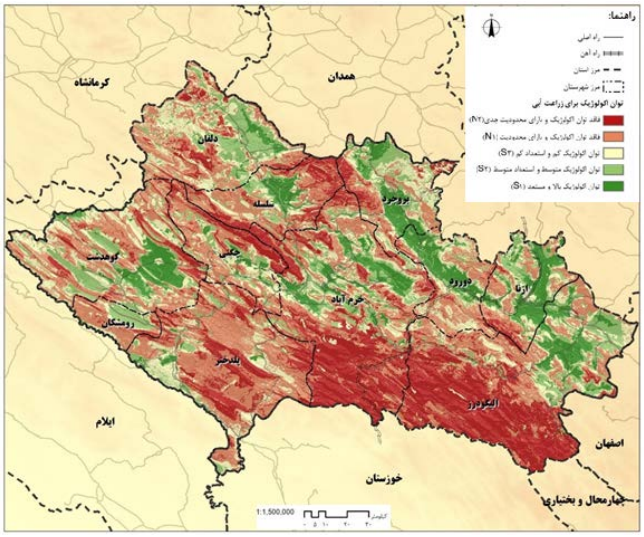

Figure 2. Evaluation of the Ecological Capacity for the Development of Irrigated Agriculture in Lorestan Province

جدول ۳ مساحت مناطق دارای توان توسعه کشاورزی آبی را به تفکیک شهرستان در منطقه نشان می‌دهد. داده‌ها بر حسب کیلومتر مربع ارائه می‌شوند که یک واحد اندازه‌گیری معمول برای مساحت زمین است. این جدول شامل ردیف‌هایی برای هر شهرستان یا بخش اداری است، با مقادیر مربوطه نشان‌دهنده مساحت زمینی است که مناسب یا

دارای توان بالا برای کشاورزی آبی است. این اطلاعات می‌تواند برای برنامه‌ریزی منطقه‌ای، تخصیص منابع و اولویت‌بندی تلاش‌های توسعه کشاورزی ارزشمند باشد.

جدول ۳. مساحت پهنه‌های دارای توان توسعه زراعت آبی (کیلومترمربع) به تفکیک شهرستان‌ها (منبع: نگارندگان)

شرح	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی(N2)	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N۱)	توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S۳)	توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S۲)	توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1)
ازنا	۷۷/۸۹	۳۸۵/۶۶	۲۷۵/۰۷	۲۸۰/۴۷	۳۷۸/۳۶
الیگودرز	۲۲۴۴/۳۰	۱۴۱۵/۸۰	۵۷۷/۴۴	۶۱۷/۸۷	۳۹۵/۷۷
بروجرد	۱۷۹/۴۳	۴۰۱/۷۹	۴۲۲/۹۰	۳۵۴/۴۹	۲۹۴/۹۸
پلدختر	۸۷۵/۰۵	۱۹۴۴/۲۳	۶۲۷/۹۷	۲۲۰/۸۴	۵۳/۲۳
چگنی	۲۹۵/۷۹	۵۹۹/۱۰	۲۷۸/۳۰	۱۷۵/۰۲	۷۵/۵۶
خرم آباد	۱۸۵۷/۰۳	۱۳۷۶/۸۵	۶۷۰/۳۶	۶۰۵/۲۴	۴۴۲/۱۳
دلفان	۲۶۴/۸۰	۹۷۴/۳۹	۷۶۴/۴۹	۶۱۶/۹۱	۹۹/۷۳
دورود	۵۷/۲۷	۵۱۷/۰۹	۳۲۲/۵۱	۱۶۱/۱۰	۳۲۴/۲۸
رومشکان	۴۸/۲۴	۲۸۰/۱۳	۹۰/۲۵	۱۳۷/۵۱	۲/۰۶
سلسله	۳۵۶/۹۵	۶۶۲/۹۵	۲۲۲/۲۳	۱۶۰/۸۵	۱۶۱/۸۵
کوهدشت	۲۷۵/۲۰	۱۳۳۹/۳۹	۸۶۹/۷۴	۵۶۱/۸۳	۳۹۲/۵۴
کل استان	**٦٥٣١/٩٦**	**٩٨٩٧/٣٨**	**٥١٢١/٢٦**	**٣٨٩٢/١٣**	**٢٦٢٠/٤٨**

Table 3. Area of Zones with Capacity for Irrigated Agriculture Development (Square Kilometers) by County (Source: Authors)

کل مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک بالا (S1) برای زراعت آبی در استان لرستان بالغ بر ۲۶۲۰ کیلومترمربع است، این میزان سهمی بالغ بر ۹/۳ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک متوسط (S2) برای توسعه زراعت آبی بالغ بر ۳۸۹۲ کیلومتر مربع است، که سهمی بالغ بر ۱۳/۸ درصد از مساحت استان است. عرصه‌های دارای توان اکولوژیک کم (S3) مساحتی بالغ بر ۵۱۲۱ کیلومتر مربع دارند و سهم مساحتی آن ۱۸/۲۵ درصد است؛ بنابراین در مجموع حدود ۴۲ درصد پهنه استان دارای توان جهت توسعه زراعت آبی است و ۵۸ درصد جز پهنه‌های فاقد توان اکولوژیک زراعت آبی است که از این میزان ۳۵ درصد با مساحتی بالغ بر ۹۸۹۷ کیلومترمربع فاقد توان اکولوژیک و محدودیت است و سهمی معادل ۲۳ درصد با مساحت ۶۵۳۱ کیلومتر مربع دارای محدودیت جدی جهت توسعه زراعت آبی است. به نسبت مساحت شهرستان بیشترین عرصه‌های دارای توان اکولوژیک بالا(S1) در توسعه زارعت آبی به ترتیب مربوط به شهرستان ازنا و درود و بروجرد است. در طرف مقابل بیشترین عرصه‌های دارای محدودیت جدی (N2) به ترتیب مربوط به شهرستان‌های الیگودرز و خرم‌آباد است. اما مقایسه شهرستانی از سهم پهنه‌های دارای توان اکولوژیک بالا (S1) جهت توسعه زراعت آبی نشان از توزیع مناسب‌تر این پهنه‌ها دارد به نحوی که به ترتیب شهرستان‌های خرم‌آباد، الیگودرز، کوهدشت، ازنا و درود با اختلاف کم سهم ۱۲ تا ۱۷ درصد از اراضی دارای توان اکولوژیک بالا (S1) در توسعه زراعت آبی را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول شماره ۴ سهم مساحت هر شهرستان در استان را بر حسب مناطقی که می‌تواند کشاورزی آبی را توسعه دهد، به صورت درصد بیان می‌کند. این داده‌ها بینش‌هایی را در مورد توزیع نسبی مناطق با پتانسیل بالا برای کشاورزی آبی در سراسر شهرستان‌های مختلف در استان فراهم می‌کند. با ارائه اطلاعات به صورت درصدی، جدول امکان مقایسه مستقیم سهم یا اهمیت هر شهرستان را با پتانسیل کلی کشاورزی آبی در منطقه فراهم می‌کند.

جدول ٤. سهم مساحتی (درصد) هر یک شهرستان‌های استان به تفکیک پهنه‌های دارای توان توسعه زراعت آبی (منبع: نگارندگان)

شرح	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی(N2)	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N1)	توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S3)	توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S2)	توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1)
ازنا	۵/۵۷	۲۷/۶۰	۱۹/۶۸	۲۰/۰۷	۲۷/۰۸
الیگودرز	۴۲/۷۴	۲۶/۹۶	۱۱/۰۰	۱۱/۷۷	۷/۵۴
بروجرد	۱۰/۸۵	۲۴/۳۰	۲۵/۵۷	۲۱/۴۴	۱۷/۸۴
پلدختر	۲۳/۵۱	۵۲/۲۵	۱۶/۸۷	۵/۹۳	۱/۴۳
چگنی	۲۰/۷۸	۴۲/۰۸	۱۹/۵۵	۱۲/۲۹	۵/۳۱
خرم آباد	۳۷/۵۰	۲۷/۸۱	۱۳/۵۴	۱۲/۲۲	۸/۹۳
دلفان	۹/۷۳	۳۵/۸۲	۲۸/۱۰	۲۲/۶۸	۳/۶۷
دورود	۴/۱۴	۳۷/۴۱	۲۳/۳۳	۱۱/۶۵	۲۳/۴۶
رومشکان	۸/۶۴	۵۰/۱۹	۱۶/۱۷	۲۴/۶۴	۰/۳۷
سلسله	۲۲/۸۱	۴۲/۳۷	۱۴/۲۰	۱۰/۲۸	۱۰/۳۴
کوهدشت	۸/۰۰	۳۸/۹۵	۲۵/۲۹	۱۶/۳۴	۱۱/۴۲
کل استان	۲۳/۲۸	۳۵/۲۷	۱۸/۲۵	۱۳/۸۷	۹/۳۴

Table 4. Areal Share (Percentage) of Each County in the Province by Zones with Capacity for Irrigated Agriculture Development (Source: Authors)

۶-۲- ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه زراعت دیم

معیارهای موثر در تعیین توان اکولوژیک به منظور زراعت دیم در استان لرستان و با توجه به اطلاعات در دسترس عبارتند از: (۱) معیار خاک‌شناسی که پیش‌تر توضیحات آن ارائه شد؛ (۲) معیار توپوگرافی زمین با این تفاوت که توسعه زراعت دیم در اراضی با شیب ملایم و شیب‌دار و تیپ اراضی تپه و کوهپایه نیز میسر است؛ (۳) معیارهای مرتبط با اقلیم و هواشناسی که جایگزین معیارهای مرتبط با منابع آب (در ارزیابی توان اکولوژیک زراعت آبی) می‌شوند؛ (۴) معیار کاربری زمین وضع موجود. روش کار نیز همانند تعیین توان اکولوژیک برای زراعت آبی است. لازم به توضیح است که توسعه زراعت دیم در سرزمین نیازمند وجود معیارهای هواشناسی مطلوب از قبیل بارش بالا، متوسط دمای بالا و میانگین تبخیر کمتر است؛ که در جدول شماره ۵ پهنه‌های مختلف استان از نظر این زیرمعیارها اولویت‌بندی شده‌اند.

جدول ۵. رتبه‌بندی زیرمعیارها و ضریب اهمیت معیارها برای توان اکولوژیک زراعت دیم (منبع: نگارندگان)

معیار	امتیاز معیار	زیرمعیار	امتیاز زیرمعیار	نوع پهنه	امتیاز
خاک	۰.۳	کلاس خاک	۰.۵	کلاس(I)	۱۰
				کلاس(II)	۹
				کلاس(III)	۷
				کلاس(IV)	۵
				کلاس(V)	۳
				کلاس(VI)	۰
		تیپ خاک	۰.۲۵	Inceptisols	۱۰
				Inceptisols/Vertisols	۸
				Rock Outcrops/Inceptisols	۱
				Rock Outcrops/Entisols	۱
				Bad Lands	۰
		فرسایش خاک	۰.۲۵	کمتر از ۲ تن در هکتار	۱۰
				بین ۲ تا ۴.۵ تن در هکتار	۸
				بین ۴.۵ تا ۹ تن در هکتار	۶
				بین ۹ تا ۱۸ تن در هکتار	۴
				بیش از ۱۸ تن در هکتار	۲
توپوگرافی زمین	۰.۲	شیب زمین	۰.۷۵	شیب دار (۵ تا ۸ درصد)	۱۰
				شیب ملایم (3 تا ۵ درصد)	۹
				صاف(۰ تا ۳ درصد)	۸
				خیلی شیبدار (۸ تا ۱۲ درصد)	۷
				شیب نسبتا تند (۱۲ تا ۲۵ درصد)	۵
				شیب تند (۲۵ تا ۴۰ درصد)	۲
				شیب خیلی تند (۴۰ تا ۷۰ درصد)	۱
				شیب فوق العاده تند(بیشتر از ۷۰)	۰
		گونه طبیعی زمین	۰.۲۵	دشت	۱۰
				کوهپایه	۶
				کوهستان	۱
اقلیم و هواشناسی	۰.۳	میانگین بارش سالانه	۰.۵۰	بیشتر از ۱۹۹۰ میلی‌متر	۱۰
				بین ۱۷۵۰ تا ۱۹۹۰ میلی‌متر	۹
				بین ۱۶۲۰ تا ۱۷۵۰ میلی‌متر	۸
				بین ۱۴۸۰ تا ۱۶۲۰ میلی‌متر	۷
				بین ۱۳۴۰ تا ۱۴۸۰ میلی‌متر	۶
				بین ۱۲۱۰ تا ۱۳۴۰ میلی‌متر	۵
				بین ۱۰۸۰ تا ۱۲۱۰ میلی‌متر	۴
				بین ۹۴۰ تا ۱۰۸۰ میلی‌متر	۳
				بین ۸۰۰ تا ۹۴۰ میلی‌متر	۲
				کمتر از ۸۰۰ میلی‌متر	۱
		میزان تبخیر	۰.۲۵	کمتر از ۱۲۲۰میلی‌لیتر	۱۰
				بین ۱۲۲۰ تا ۱۵۵۰ میلی‌لیتر	۸

				بین ۱۵۵۰ تا ۱۸۵۰ میلی‌لیتر	۶
				بین ۱۸۵۰ تا ۲۱۵۰ میلی‌لیتر	۴
				بیشتر از ۲۱۵۰ میلی‌لیتر	۲
		۰.۲۵	اقلیم	SA-C-W	۱۰
				SA-K-W	۱۰
				SA-C-VW	۷
				SA-M-VW	۵
				سایر	۱
کاربری زمین	۰.۲	۱	پهنه‌بندی کاربری زمین	زراعت دیم	۱۰
				مرتع کم تراکم	۷
				زراعت آبی و باغات	۶
				مرتع نیمه متراکم	۴
				مرتع متراکم	۳
				درختچه زا	۳
				رخنمون سنگی	۱
				پهنه جنگل(متراکم تا کم تراکم)	۱
				بستر رودخانه ها و پهنه آبی	۰
				پهنه های ساخته شده	۰

Table 5. Ranking of Sub-criteria and Importance Coefficients of Criteria for the Ecological Cpacity of Rainfed Agriculture (Source: Authors)

شکل شماره ۳ ارزیابی توان اکولوژیکی برای توسعه کشاورزی دیم در استان لرستان را ارائه می‌دهد. نقشه یا نمایش فضایی، ارزیابی عوامل محیطی و بیوفیزیکی مختلف را به تصویر می‌کشد که به مناسب بودن و توان فعالیت‌های کشاورزی دیم در منطقه کمک می‌کنند. استفاده از یک نمایش بصری، مانند یک نقشه زیر، اجازه می‌دهد تا توزیع فضایی و الگوهای توان اکولوژیکی به وضوح بیان شود.

شکل ۳. ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه زراعت دیم در استان لرستان

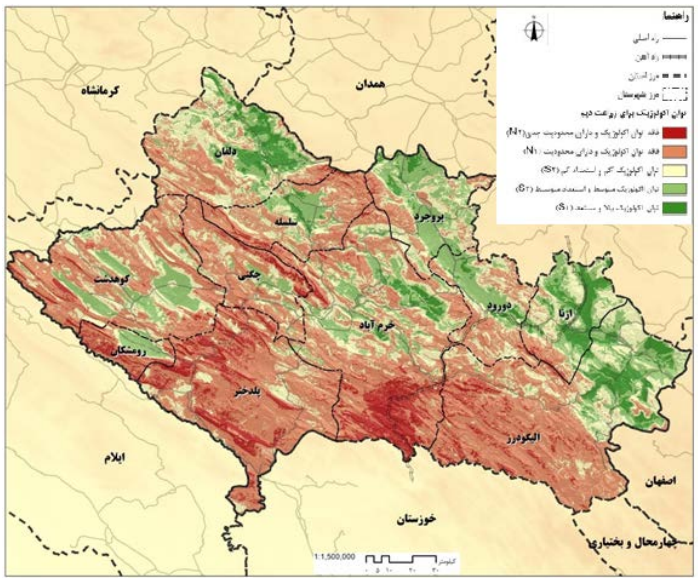

Figure 3. Evaluation of Ecological Capacity for the Development of Rainfed Agriculture in Lorestan Province

جدول ۶ مساحت مناطق دارای توان برای توسعه کشاورزی دیم را به تفکیک منطقه یا شهرستان در منطقه نشان می‌دهد. تفکیک براساس منطقه یا شهرستان امکان درک دقیق‌تری از توزیع این توان را در بین واحدهای مختلف در منطقه فراهم می‌کند.

جدول ٦. مساحت پهنه‌های دارای توان توسعه زراعت دیم (کیلومترمربع) به تفکیک شهرستان‌ها (منبع: نگارندگان)

شرح	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی (N2)	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N1)	توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S3)	توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S2)	توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1)
ازنا	۱۶/۴۱۰۴۵	۱۷۸/۶۳۰۲	۴۵۶/۰۸	۴۳۷/۸۶۸۲	۳۰۸/۵۵۴۴
الیگودرز	۳۶۰/۷۹۵۲	۲۷۵۵/۴۹۴	۱۰۳۸/۶۰۴	۶۶۷/۳۴۰۳	۴۲۹/۲۶۵۶
بروجرد	۸/۰۹۰۲۴۹	۳۵۵/۶۰۰۳	۴۹۸/۸۵۰۱	۶۹۷/۲۷۰۶	۹۳/۷۶۱۰۶
پلدختر	۷۳۰/۰۳۸۸	۲۵۶۴/۱۶۴	۴۱۰/۴۳۷۲	۱۶/۹۲۹۷۱	۰
چگنی	۹۹/۳۳۳۶۹	۸۹۵/۲۲۲۵	۲۹۰/۳۹۱۷	۱۳۸/۸۲۳	۰
خرم آباد	۷۶۶/۳۳۴۳	۲۲۵۸/۹۷۷	۱۰۶۴/۲۲۴	۷۱۱/۳۶۷۹	۱۵۰/۹۱۸۱
دلفان	۲۲/۱۱۰۳۸	۸۵۲/۴۹۹۹	۹۶۶/۸۶۰۶	۵۲۱/۶۰۸۱	۳۵۷/۴۱۵۹
دورود	۷/۳۳۹۱۱۶	۵۳۸/۰۴۳۹	۴۰۲/۱۵۷۸	۳۸۱/۷۴۳	۵۳/۰۰۴۹۸
رومشکان	۱۲۵/۲۶۱۸	۲۴۹/۱۹۸۲	۶۳/۲۵۵۹	۱۲۰/۴۸۳۳	۰
سلسله	۶۴/۵۱۳۰۵	۸۳۹/۵۹۶	۳۳۴/۰۸۳۶	۲۷۲/۸۴۵۲	۵۳/۷۹۵۸۲
کوهدشت	۱۵۲/۰۶۱۳	۱۸۱۸/۹۴	۸۷۲/۵۹۲۶	۵۹۴/۸۴۶۹	۰/۳۵۶۰۷۴
کل استان	۲۳۵۲/۲۸۸	۱۳۳۰۶/۳۷	۶۳۹۷/۵۳۷	۴۵۶۱/۱۲۶	۱۴۴۷/۰۷۲

Table 6. Area of Zones with Capacity for Rainfed Agriculture Development (Square Kilometers) by District (Source: Authors)

کل مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک بالا (S1) جهت توسعه زراعت دیم در استان لرستان بالغ بر ۱۴۴۷ کیلومترمربع است، این میزان سهمی بالغ بر ۵ درصد از مساحت استان را به‌خود اختصاص داده است. مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک متوسط (S2) بالغ بر ۴۵۶۱ کیلومترمربع است، که سهمی بالغ بر ۱۶ درصد از مساحت استان است. عرصه‌های دارای توان اکولوژیک کم (S3) مساحتی بالغ بر ۶۳۹۷ کیلومترمربع دارند و سهم مساحتی آن ۲۳ درصد است؛ بنابراین در مجموع حدود ۴۵ درصد پهنه استان دارای توان جهت توسعه زراعت آبی است و ۵۵ درصد جز پهنه‌های فاقد توان اکولوژیک جهت توسعه زراعت دیم است که از این میزان ۴۷ درصد با مساحتی بالغ بر ۱۳۳۰۶ کیلومترمربع فاقد توان اکولوژیک و محدودیت است و سهمی معادل ۸ درصد با مساحت ۲۳۵۲ کیلومترمربع دارای محدودیت جدی جهت توسعه زراعت دیم است. به نسبت مساحت شهرستان بیشترین عرصه‌های دارای توان اکولوژیک بالا (S1) در توسعه زارعت دیم به ترتیب مربوط به شهرستان ازنا و دلفان و الیگودرز است و شهرستان‌های پلدختر، چگینی و رومشکان فاقد پهنه با توان اکولوژیک بالا جهت توسعه زراعت دیم هستند. در طرف مقابل بیشترین عرصه‌های دارای محدودیت جدی (N2) به ترتیب مربوط به شهرستان‌های رومشکان و پلدختر است. مقایسه شهرستانی از سهم پهنه‌های دارای توان اکولوژیک بالا(S1) جهت توسعه زراعت دیم نشان از ظرفیت بالای شهرستان‌های الیگودرز، دلفان و ازنا در توسعه زارعت دیم دارد و شهرستان‌های پلدختر، چگینی و رومشکان و کوهدشت فاقد این مزیت هستند.

جدول ۷ سهم مساحت هر ناحیه یا شهرستان در استان را در رابطه با مناطقی که دارای توان توسعه کشاورزی دیم هستند نشان می‌دهد. داده‌های این جدول درک دقیق‌تری از توزیع نسبی توان کشاورزی دیم در واحدهای مختلف اداری در استان ارائه می‌دهد. با بیان مساحت هر منطقه به عنوان درصدی از کل مساحت دارای توان کشاورزی دیم، جدول امکان تحلیل مقایسه‌ای از اهمیت و سهم هر منطقه در چشم‌انداز کلی توسعه کشاورزی دیم در منطقه را فراهم می‌کند.

جدول ۷. سهم مساحتی (درصد) هر یک شهرستان‌های استان به تفکیک پهنه‌های دارای توان توسعه زراعت دیم (منبع: نگارندگان)

شرح	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی (N2)	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N1)	توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S3)	توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S2)	توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1)
ازنا	۱/۱۷	۱۲/۷۸	۳۲/۶۳	۳۱/۳۳	۲۲/۰۸
الیگودرز	۶/۸۷	۵۲/۴۷	۱۹/۷۸	۱۲/۷۱	۸/۱۷
بروجرد	۰/۴۹	۲۱/۵۰	۳۰/۱۷	۴۲/۱۷	۵/۶۷
پلدختر	۱۹/۶۲	۶۸/۹۰	۱۱/۰۳	۰/۴۵	۰/۰۰
چگنی	۶/۹۸	۶۲/۸۸	۲۰/۴۰	۹/۷۵	۰/۰۰
خرم‌آباد	۱۵/۴۸	۴۵/۶۲	۲۱/۴۹	۱۴/۳۷	۳/۰۵
دلفان	۰/۸۱	۳۱/۳۴	۳۵/۵۴	۱۹/۱۷	۱۳/۱۴
دورود	۰/۵۳	۳۸/۹۲	۲۹/۰۹	۲۷/۶۲	۳/۸۳
رومشکان	۲۲/۴۴	۴۴/۶۴	۱۱/۳۳	۲۱/۵۸	۰/۰۰
سلسله	۴/۱۲	۵۳/۶۵	۲۱/۳۵	۱۷/۴۴	۳/۴۴
کوهدشت	۴/۴۲	۵۲/۸۹	۲۵/۳۷	۱۷/۳۰	۰/۰۱
کل استان	۸/۳۸	۴۷/۴۱	۲۲/۸۰	۱۶/۲۵	۵/۱۶

Table 7. Areal Share (Percentage) of Each District in the Province by Zones with Potential for Rainfed Agriculture Development (Source: Authors)

۶-۳- ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه باغداری

معیارهای موثر در تعیین توان اکولوژیک به منظور زراعت دیم در استان لرستان و با توجه به اطلاعات در دسترس عبارتند از: (۱) معیار خاک‌شناسی که پیش‌تر به طول توضیحات آن ارائه شد؛ (۲) معیار توپوگرافی زمین با این تفاوت که توسعه باغداری در اراضی با شیب شیب‌دار و تیپ اراضی تپه و کوهپایه نیز میسر است؛ (۳) معیار منابع آب که در بخش زارعت آبی توضیحات آن ارائه شد؛ (۴) معیارهای مرتبط با اقلیم و هواشناسی و توسعه در پهنه‌های دارای بارش بالا و اقلیم مناسب؛ (۴) معیار کاربری زمین وضع موجود. روش کار نیز همانند تعیین توان اکولوژیک برای زراعت آبی است. این عوامل در جدول ۸ مشهود است.

جدول ۸ رتبه‌بندی زیرمعیارها و ضریب اهمیت معیارها برای توان اکولوژیک باغداری (منبع: نگارندگان)

معیار	امتیاز معیار	زیرمعیار	امتیاز زیرمعیار	نوع پهنه	امتیاز
خاک	۰.۳	کلاس خاک	۰.۵	کلاس(III)	۱۰
				کلاس(IV)	۹
				کلاس(II)	۷
				کلاس(I)	۵
				کلاس(V)	۳
				کلاس(VI)	۰
		تیپ خاک	۰.۲۵	Inceptisols	۱۰
				Inceptisols/Vertisols	۸
				Rock Outcrops/Inceptisols	۱
				Rock Outcrops/Entisols	۱
				Bad Lands	۰
		فرسایش خاک	۰.۲۵	کمتر از ۲ تن در هکتار	۱۰
				بین ۲ تا ۴.۵ تن در هکتار	۸
				بین ۴.۵ تا ۹ تن در هکتار	۶
				بین ۹ تا ۱۸ تن در هکتار	۴
				بیش از ۱۸ تن در هکتار	۲
توپوگرافی زمین	۰.۲	شیب زمین	۰.۷۵	شیب دار (۵ تا ۸ درصد)	۱۰
				خیلی شیبدار (۸ تا ۱۲ درصد)	۹
				شیب نسبتا تند (۱۲ تا ۲۵ درصد)	۸
				شیب ملایم (3 تا ۵ درصد)	۷
				صاف(۰ تا ۳ درصد)	۶
				شیب تند (۲۵ تا ۴۰ درصد)	۲
				شیب خیلی تند (۴۰ تا ۷۰ درصد)	۱
				شیب فوق العاده تند(بیشتر از ۷۰)	۰
		گونه طبیعی زمین	۰.۲۵	دشت	۱۰
				کوهپایه	۶
				کوهستان	۱
منابع آب	۰.۱۵	آب زیرزمینی	۰.۵	پهنه فاقد محدودیت	۱۰
				دشت ممنوعه	۳
				پهنه تحت تاثیر فرونشست زمین	۱
		دسترسی به منابع آب سطحی	۰.۵	کمتر از ۲.۵ کیلومتر	۱۰
				بین ۲.۵ تا ۵ کیلومتر	۸
				بین ۵ تا ۷.۵ کیلومتر	۶
				بین ۷.۵ تا ۱۰ کیلومتر	۴
				بیش از ۱۰ کیلومتر	۲
اقلیم و هواشناسی	۰.۱۵	میانگین بارش سالانه	۰.۷۵	بیشتر از ۱۹۹۰ میلی‌متر	۱۰
				بین ۱۷۵۰ تا ۱۹۹۰ میلی‌متر	۹
				بین ۱۶۲۰ تا ۱۷۵۰ میلی‌متر	۸
				بین ۱۴۸۰ تا ۱۶۲۰ میلی‌متر	۷

معیار	امتیاز معیار	زیرمعیار	امتیاز زیرمعیار	نوع پهنه	امتیاز
				بین ۱۳۴۰ تا ۱۴۸۰ میلی‌متر	۶
				بین ۱۲۱۰ تا ۱۳۴۰ میلی‌متر	۵
				بین ۱۰۸۰ تا ۱۲۱۰ میلی‌متر	۴
				بین ۹۴۰ تا ۱۰۸۰ میلی‌متر	۳
				بین ۸۰۰ تا ۹۴۰ میلی‌متر	۲
				کمتر از ۸۰۰ میلی‌متر	۱
		اقلیم	۰.۲۵	SA-C-W	۱۰
				SA-K-W	۱۰
				SA-C-VW	۷
				SA-M-VW	۵
				سایر	۱
کاربری زمین	۰.۲	پهنه‌بندی کاربری زمین	۱	زراعت آبی و باغات	۱۰
				زراعت دیم	۱۰
				مرتع کم تراکم	۷
				مرتع نیمه متراکم	۴
				مرتع متراکم	۳
				درختچه زا	۳
				رخنمون سنگی	۱
				پهنه جنگل(متراکم تا کم تراکم)	۱
				بستر رودخانه ها و پهنه آبی	۰
				پهنه های ساخته شده	۰

Table 8. Ranking of Sub-criteria and Importance Coefficients of Criteria for Ecological Capacity of Orcharding

شکل ۴ ارزیابی توان اکولوژیکی برای توسعه باغداری در استان لرستان را ارائه می‌دهد. این شکل یک نمایش فضایی از ارزیابی را ارائه می‌دهد و مناطقی را با درجات مختلف مناسب بودن اکولوژیکی برای فعالیت‌های باغداری برجسته می‌کند. این شکل از یک طرح رنگی برای به تصویر کشیدن سطوح مختلف توان اکولوژیکی، از کم تا زیاد، استفاده می‌کند. این نمایش بصری امکان شناسایی آسان‌ترین مناطق برای توسعه باغداری در استان لرستان را فراهم می‌کند.

شکل ٤. ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه باغداری در استان لرستان

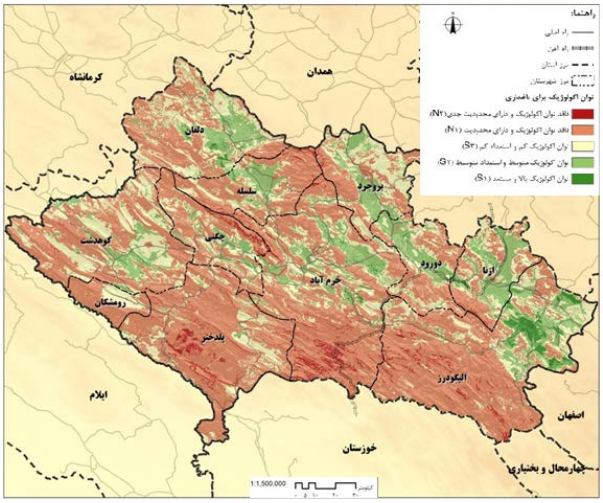

Figure 4. Evaluation of Ecological Capacity for Orcharding Development in Lorestan Province

جدول ۹ مساحت مناطق دارای توان توسعه باغ را به تفکیک کیلومترمربع برای هر ناحیه در منطقه نشان می‌دهد. این جدول با کمی کردن مساحت پهنه‌های دارای توان باغداری می‌تواند برنامه‌ریزی استراتژیک و اجرای پروژه‌های باغداری را اطلاع دهد و می‌تواند به شناسایی مناطق دارای بیشترین توان برای توسعه باغداری، هدایت تخصیص منابع، سرمایه‌گذاری‌های زیربنایی و اجرای سیاست‌ها و برنامه‌های حمایتی کمک کند.

جدول ۹. مساحت پهنه‌های دارای توان توسعه باغات (کیلومترمربع) به تفکیک شهرستان‌ها (منبع: نگارندگان)

شرح	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی (N2)	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N1)	توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S3)	توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S2)	توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1)
ازنا	۸/۸	۵۰۸/۶	۳۸۲/۲	۴۷۵/۰	۲۲/۸
الیگودرز	۱۴۱/۶	۳۳۵۷/۹	۸۷۸/۶	۶۲۶/۰	۲۴۷/۲
بروجرد	۱۰/۳	۶۵۸/۸	۶۱۱/۲	۳۶۹/۱	۴/۲
پلدختر	۱۷۷/۹	۲۹۵۵/۱	۵۳۶/۴	۵۰/۶	۱/۵
چگنی	۴۶/۵	۸۶۰/۰	۳۳۱/۴	۱۸۰/۰	۵/۸
خرم آباد	۲۵۵/۳	۳۱۳۶/۳	۸۴۲/۷	۶۸۴/۹	۳۲/۶
دلفان	۳/۳	۱۲۸۵/۴	۸۹۵/۰	۵۰۶/۱	۳۰/۶
دورود	۰/۴	۶۴۸/۳	۳۶۵/۷	۳۵۴/۷	۱۳/۱
رومشکان	۴/۶	۳۹۸/۳	۱۵۱/۳	۴/۱	۰/۰
سلسله	۳۱/۱	۹۷۹/۷	۲۷۶/۰	۲۶۳/۱	۱۵/۰
کوهدشت	۱۲/۷	۱۹۱۵/۴	۱۱۰۲/۱	۳۹۳/۱	۱۵/۵
کل استان	۶۹۲/۶	۱۶۷۰۳/۸	۶۳۷۲/۶	۳۹۰۶/۸	۳۸۸/۴

Table 9. Area of Zones with Potential for Orchard Development (square kilometers) by District (Source: Authors)

طبق جدول ۱۰ کل مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک بالا(S1) برای توسعه باغات در استان لرستان بالغ بر ۳۸۸ کیلومترمربع است، این میزان سهمی بالغ بر ۱.۴ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک متوسط (S2) برای توسعه باغات بالغ بر ۳۹۰۶ کیلومترمربع است، که سهمی بالغ بر ۱۳.۸ درصد از مساحت استان است. عرصه‌های دارای توان اکولوژیک کم (S3) مساحتی بالغ بر ۶۳۷۲ کیلومترمربع دارند و سهم مساحتی آن ۲۳ درصد است؛ بنابراین در مجموع حدود ۳۸ درصد پهنه استان دارای توان جهت توسعه باغات است و ۶۲ درصد جز پهنه‌های فاقد توان اکولوژیک باغات که از این میزان ۶۰ درصد با مساحتی بالغ بر ۱۶۷۰۳ کیلومترمربع فاقد توان اکولوژیک و محدودیت است و سهمی معادل ۲.۵ درصد با مساحت ۶۹۲ کیلومترمربع دارای محدودیت جدی جهت توسعه باغات است. به نسبت مساحت شهرستان بیشترین عرصه‌های دارای توان اکولوژیک بالا(S1) در توسعه باغات به ترتیب مربوط به شهرستان ازنا و الیگودرز است. در طرف مقابل بیشترین عرصه‌های دارای محدودیت جدی (N2) به ترتیب مربوط به شهرستان‌های خرم‌آباد و پلدختر است. اما مقایسه شهرستانی از سهم پهنه‌های دارای توان اکولوژیک بالا (S1) جهت توسعه باغات نشان از توزیع نامناسب این پهنه‌ها دارد به نحوی

که به ترتیب شـهرسـتان های الیگودرز، خرم‌آباد و دلفان با اختلاف زیاد به ترتیب با سـهم ۶۴ و ۸ درصـد از اراضـی دارای توان اکولوژیک بالا(S1) در توسعه باغات را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۱۰. سهم مساحتی (درصد) هر یک شهرستان‌های استان به تفکیک پهنه‌های دارای توان توسعه باغات (منبع: نگارندگان)

شرح	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی (N2)	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N1)	توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S3)	توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S2)	توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1)
ازنا	۰/۶۳	۳۶/۴۰	۲۷/۳۵	۳۳/۹۹	۱/۶۳
الیگودرز	۲/۷۰	۶۳/۹۴	۱۶/۷۳	۱۱/۹۲	۴/۷۱
بروجرد	۰/۶۲	۳۹/۸۴	۳۶/۹۶	۲۲/۳۲	۰/۲۶
پلدختر	۴/۷۸	۷۹/۴۱	۱۴/۴۱	۱/۳۶	۰/۰۴
چگنی	۳/۲۶	۶۰/۴۰	۲۳/۲۸	۱۲/۶۴	۰/۴۱
خرم آباد	۵/۱۶	۶۳/۳۴	۱۷/۰۲	۱۳/۸۳	۰/۶۶
دلفان	۰/۱۲	۴۷/۲۵	۳۲/۹۰	۱۸/۶۰	۱/۱۳
دورود	۰/۰۳	۴۶/۹۰	۲۶/۴۶	۲۵/۶۶	۰/۹۵
رومشکان	۰/۸۲	۷۱/۳۵	۲۷/۱۰	۰/۷۳	۰/۰۰
سلسله	۱/۹۹	۶۲/۶۱	۱۷/۶۴	۱۶/۸۱	۰/۹۶
کوهدشت	۰/۳۷	۵۵/۷۰	۳۲/۰۵	۱۱/۴۳	۰/۴۵
کل استان	۲/۴۷	۵۹/۵۲	۲۲/۷۱	۱۳/۹۲	۱/۳۸

Table 10. Area share (percentage) of each county in the province, broken down by areas with Capacity for orchard development (Source: Authors)

۶-۴- ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه سکونت و صنعت

در فرایند ارزیابی توان اکولوژیک به طور عمومی روش‌های تحلیل از دو نوع منطق پیروی می‌کنند، نخست منطق فازی که در بخش‌های پیش از آن استفاده شد و ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه زارعت آبی، دیم و باغداری که توضیحات کامل در این خصوص ارائه شده است. دوم منطق بولی (صفر و یک) که بیشتر بر ممنوعیت‌های توسعه در سرزمین اشاره دارد و از نظر فنی بر اساس این منطق می‌توان دو نوع پهنه شامل ممنوع و مجاز را شناسایی کرد. در فرایند ارزیابی سرزمین جهت توسعه سکونت و صنعت می‌بایست نخست از منطق بولی استفاده کرد و پهنه‌های ممنوع توسعه را مشخص کرد؛ سپس برمبنای منطق فازی ارزیابی توان در پهنه‌های مجاز را مورد بررسی قرار داد. از این‌رو در ادامه با مرور قوانین ملاک عمل توسعه سرزمین لایه‌های مرتبط با پهنه‌های ممنوع مشخص شده است. در مرحله دوم، مطابق با جدول ۱۱ و منطق فازی معیارهای موثر در تعیین توان اکولوژیک به منظور توسعه سکونت و صنعت در استان لرستان و با توجه به اطلاعات در دسترس مشخص شده‌اند که عبارتند از: (۱) معیار خاک‌شناسی که پیش‌تر توضیحات آن ارائه شد؛ (۲) معیار توپوگرافی زمین؛ (۳) معیار منابع آب؛ (۴) معیارهای مرتبط با اقلیم؛ (۴) معیار کاربری زمین وضع موجود. روش کار در این مرحله نیز همانند تعیین توان اکولوژیک برای زراعت آبی است.

جدول ۱۱. رتبه‌بندی زیرمعیارها و ضریب اهمیت معیارها برای توان اکولوژیک سکونت و صنعت (منبع: نگارندگان)

معیار	امتیاز معیار	زیرمعیار	امتیاز زیرمعیار	نوع پهنه	امتیاز
خاک	۰.۱	تیپ خاک	۱	Inceptisols/Vertisols	۱۰
				Inceptisols	۸
				Rock Outcrops/Inceptisols	۱
				Rock Outcrops/Entisols	۱
				Bad Lands	۱
توپوگرافی زمین	۰.۳	شیب زمین	۰.۷۵	صاف(۰ تا ۳ درصد)	۱۰
				شیب ملایم (3 تا ۵ درصد)	۹
				شیب دار (۵ تا ۸ درصد)	۸
				خیلی شیبدار (۸ تا ۱۲ درصد)	۷
				شیب نسبتا تند (۱۲ تا ۲۵ درصد)	۵
				شیب تند (۲۵ تا ۴۰ درصد)	۲
				شیب خیلی تند (۴۰ تا ۷۰ درصد)	۱
				شیب فوق العاده تند(بیشتر از ۷۰)	۰
		گونه طبیعی زمین	۰.۲۵	دشت	۱۰
				کوهپایه	۶
				کوهستان	۱
منابع آب	۰.۱۵	آب زیرزمینی	۰.۵	پهنه فاقد محدودیت	۱۰
				دشت ممنوعه	۳
				پهنه تحت تاثیر فرونشست زمین	۱
				پهنه های دارای فرونشست زمین	ممنوع
		دسترسی به منابع آب سطحی	۰.۵	کمتر از ۲.۵ کیلومتر	۱۰
				بین ۲.۵ تا ۵ کیلومتر	۸
				بین ۵ تا ۷.۵ کیلومتر	۶
				بین ۷.۵ تا ۱۰ کیلومتر	۴
				بیش از ۱۰ کیلومتر	۲
اقلیم	۰.۱۵	اقلیم	۱	SA-C-W	۱۰
				SA-K-W	۱۰
				SA-C-VW	۷
				SA-M-VW	۵
				سایر	۱
کاربری زمین	۰.۲۵	پهنه بندی کاربری زمین	۱	پهنه های ساخته شده	۱۰
				مرتع کم تراکم	۴
				زراعت دیم	۳
				زراعت آبی و باغات	۲
				رخنمون سنگی	۲
				درختچه زا	ممنوع
				مرتع متراکم	ممنوع
				مرتع نیمه متراکم	ممنوع
				بستر رودخانه ها و پهنه آبی	ممنوع
				پهنه جنگل(متراکم تا کم تراکم)	ممنوع

Table 11. Ranking of sub-criteria and importance coefficient of criteria for ecological capacity of residence and industry (Source: Authors)

شکل ۵ ارزیابی توان اکولوژیکی برای توسعه مسکونی و صنعتی در منطقه را ارائه می‌دهد که نمایش فضایی از مناطق با درجات مختلف ،مناسب بودن برای این نوع فعالیت‌های کاربری اراضی را ارائه می‌دهد. این ارزیابی بر اساس تجزیه و تحلیل جامع عوامل محیطی مختلف مانند توپوگرافی، ویژگی‌های خاک، منابع آب و حساسیت اکولوژیکی است. این عوامل برای تعیین توان اکولوژیکی کلی برای توسعه مسکونی و صنعتی یکپارچه شده‌اند. شکل ۵ از یک طرح رنگی برای تمایز سطوح مختلف توان اکولوژیکی استفاده می‌کند. مناطق با توان بالا در سایه‌های سبز نشان داده شده‌اند، که نشان می‌دهد این مکان‌ها دارای شرایط و منابع محیطی لازم برای حمایت از توسعه پایدار مسکونی و صنعتی هستند. برعکس، نواحی با توان پایین در سایه‌های قرمز نشان داده می‌شوند که محدودیت‌های بالقوه یا حساسیت‌های محیطی را نشان می‌دهد که ممکن است برای چنین توسعه‌ای محدود یا نیازمند برنامه‌ریزی دقیق باشد.

شکل ۵. ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه سکونت و صنعت

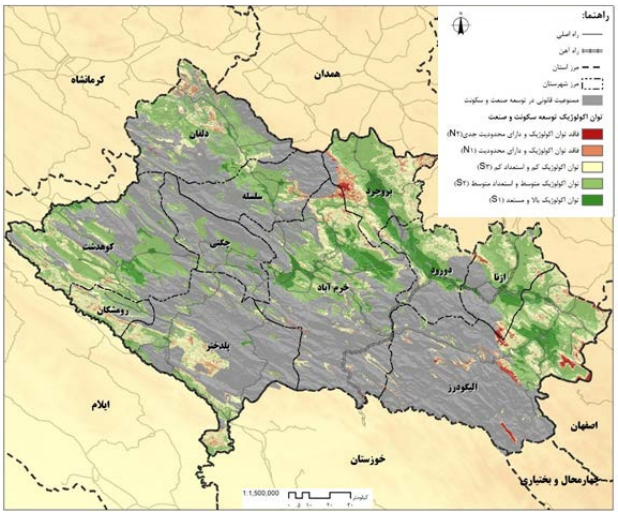

Figure 5. Ecological Potential Assessment for Residential and Industrial Development

جدول ۱۲ مساحت مناطق دارای توان توسعه مسکونی و صنعتی را به تفکیک شهرستان‌ها نشان می‌دهد. داده‌ها بر حسب کیلومترمربع ارائه می‌شوند که یک واحد اندازه‌گیری معمول برای مساحت زمین است. به طور کلی، این جدول مجموعه داده ارزشمندی را برای درک توزیع منطقه‌ای منابع زمین با توان توسعه مسکونی و صنعتی ارائه می‌دهد که می‌تواند از تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر و مبتنی بر شواهد در زمینه برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای حمایت کند.

جدول ۱۲. مساحت پهنه‌های دارای توان توسعه سکونت و صنعت (کیلومترمربع) به تفکیک شهرستان‌ها (منبع: نگارندگان)

شرح	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی (N2)	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N1)	توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S3)	توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S2)	توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1)
ازنا	۱۱/۰۲	۲۸/۰۵	۲۳۸/۹۲	۶۳۸/۳۲	۱۰۱/۱۸
الیگودرز	۷۷/۱۱	۱۷۰/۰۸	۶۴۳/۱۲	۹۲۵/۶۰	۲۲۷/۲۵
بروجرد	۱۹/۳۵	۱۵۳/۴۴	۴۸۸/۷۳	۷۰۶/۰۱	۱۸۲/۵۳
پلدختر	۱/۶۷	۸۶/۱۳	۵۶۱/۷۲	۴۵۵/۶۳	۱۷/۲۱
چگنی	۰/۰۴	۱/۵۲	۱۸/۰۸	۲۵۷/۷۵	۱۹/۵۱
خرم آباد	۱۱/۰۰	۸۴/۵۷	۵۲۰/۲۵	۱۰۳۵/۵۲	۳۵۳/۰۳

دلفان	۳/۴۹	۸۵/۶۱	۳۲۳/۷۷	۹۴۹/۳۲	۳۱/۲۸
دورود	۰/۴۳	۱۴/۰۲	۲۱۶/۱۲	۲۹۴/۱۹	۲۲۵/۱۴
رومشکان	۰/۱۰	۲۸/۶۵	۲۱۱/۵۱	۱۸۹/۰۳	۵/۴۸
سلسله	۳/۵۳	۲۵/۰۷	۶۹/۶۴	۳۵۲/۵۱	۳۲/۶۶
کوهدشت	۰/۶۵	۴۴/۷۸	۴۳۲/۵۱	۱۳۰۶/۳۶	۱۲۳/۲۷
کل استان	**۱۲۸/٤۰**	**۷۲۱/۹۱**	**۳۷۲٤/۳۷**	**۷۱۱۰/۲۳**	**۱۳۱۸/٥٤**

Table 12. Area of Zones with Residential and Industrial Development Capacity (Square Kilometers) by County (Source: Authors)

طبق جدول ۱۲ و ۱۳، در پهنه مجاز جهت توسعه سکونت و صنعت کل مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک بالا (S1) برای این فعالیت در استان لرستان بالغ بر ۱۳۱۸ کیلومترمربع است، این میزان سهمی بالغ بر ۱۰ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داد ه‌است. مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک متوسط (S2) برای توسعه سکونت و صنعت بالغ بر ۷۱۱۰ کیلومترمربع است، که سهمی بالغ بر ۵۵ درصد از مساحت استان است. عرصه‌های دارای توان اکولوژیک کم (S3) مساحتی بالغ بر ۳۷۲۴ کیلومترمربع دارند و سهم مساحتی آن ۲۹ درصد است؛ بنابراین در مجموع حدود ۹۴ درصد پهنه استان دارای توان جهت توسعه سکونت و صنعت هستند. باید توجه داشت این مقدار تنها مربوط به اراضی مجاز توسعه است و در مقابل حدود ۶ درصد از اراضی فاقد توان اکولوژیک جهت توسعه سکونت و صنعت هستند که از این میزان ۵ درصد با مساحتی بالغ بر ۷۲۱ کیلومترمربع فاقد توان اکولوژیک و محدودیت است و سهمی معادل ۱ درصد با مساحت ۱۲۸ کیلومترمربع دارای محدودیت جدی جهت توسعه سکونت و صنعت است. به نسبت مساحت شهرستان بیشترین عرصه‌های دارای توان اکولوژیک بالا (S1) در توسعه سکونت و صنعت به ترتیب مربوط به شهرستان درود، خرم‌آباد، بروجرد و الیگودرز است. بیشترین عرصه‌های دارای توان اکولوژیک متوسط (S2) به ترتیب مربوط به شهرستان‌های چگینی، سلسله و کوهدشت است. اما مقایسه شهرستانی از سهم پهنه‌های دارای توان اکولوژیک بالا (S1) جهت توسعه سکونت و صنعت نشان می‌دهد که به ترتیب شهرستان‌های خرم‌آباد، الیگودرز و درود با سهمی معادل ۲۷، ۱۸ و ۱۷ درصد از اراضی دارای توان اکولوژیک بالا (S1) در توسعه سکونت و صنعت را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۱۳. سهم مساحتی(درصد) هر یک شهرستان‌های استان به تفکیک پهنه‌های دارای توان توسعه سکونت و صنعت (منبع: نگارندگان)

شرح	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت جدی(N2)	فاقد توان اکولوژیک و دارای محدودیت (N1)	توان اکولوژیک کم و استعداد کم (S3)	توان اکولوژیک متوسط و استعداد متوسط (S2)	توان اکولوژیک بالا و مستعد (S1)
ازنا	۱/۰۸	۲/۷۶	۲۳/۴۸	۶۲/۷۴	۹/۹۴
الیگودرز	۳/۷۷	۸/۳۲	۳۱/۴۸	۴۵/۳۰	۱۱/۱۲
بروجرد	۱/۲۵	۹/۹۰	۳۱/۵۳	۴۵/۵۵	۱۱/۷۸
پلدختر	۰/۱۵	۷/۶۷	۵۰/۰۵	۴۰/۶۰	۱/۵۳
چگنی	۰/۰۱	۰/۵۱	۶/۰۹	۸۶/۸۱	۶/۵۷
خرم آباد	۰/۵۵	۴/۲۲	۲۵/۹۶	۵۱/۶۶	۱۷/۶۱
دلفان	۰/۲۵	۶/۱۴	۲۳/۲۳	۶۸/۱۳	۲/۲۴
دورود	۰/۰۶	۱/۸۷	۲۸/۸۲	۳۹/۲۳	۳۰/۰۲

رومشکان	۰/۰۲	۶/۵۹	۴۸/۶۵	۴۳/۴۸	۱/۲۶
سلسله	۰/۷۳	۵/۱۹	۱۴/۴۱	۷۲/۹۲	۶/۷۶
کوهدشت	۰/۰۳	۲/۳۵	۲۲/۶۷	۶۸/۴۸	۶/۴۶
کل استان	۰/۹۹	۵/۵۵	۲۸/۶۴	۵۴/۶۸	۱۰/۱۴

Table 13. Area share (percentage) of each county in the province, broken down into zones with Capacity for residential and industrial development (Source: Authors)

۶-۵- وضعیت موازنه اکولوژیک (ظرفیت برد محیط‌زیستی و ردپای اکولوژیک)

تجربه نشان می‌دهد بسیاری از سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرانی که در فرایند برنامه‌ریزی توسعه قرار دارند، به دنبال اتخاذ تصمیم بر پایه اهداف مشخص و قابل ارزشیابی برای بهره‌برداری پایدار از منابع هستند. بنابراین ترجیحات در سیاست‌گذاری‌های توسعه بیش‌تر به سوی سنجش کمی ظرفیت‌ها و ارزش‌های محیط‌زیستی گرایش دارد. با توجه به این مهم در این بخش طی دو مرحله وضعیت موازنه اکولوژیک و نیز ارزش خدمات اکولوژیک به تفکیک گستره‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. به طور کلی طبق جدول ۱۴، ردپای اکولوژیک استان لرستان ۲.۹ ظرفیت زیستی این استان است، بر اساس تحلیل انجام شده ظرفیت زیستی شهرستان پلدختر با ۲.۸ هکتار به ازای هر نفر است، بیشترین سرانه ردپای اکولوژیک نیز مربوط به شهرستان سلسله با ۷ هکتار به ازای هر نفر است. بر اساس مقایسه انجام شده، ظرفیت زیستی شهرستان‌های دورود، بروجرد و سلسله به ترتیب بالاترین نسبت ردپای اکولوژیک را نسبت به ظرفیت زیستی داشته‌اند، به نحوی که ردپای اکولوژیک شهرستان دورود ۶ برابر ظرفیت زیستی این شهرستان بوده است و این مقدار برای دو شهرستان بروجرد و سلسله ۴.۶ برابر است. کمترین مقدار نیز مربوط به شهرستان دلفان است که ردپای اکولوژیک این شهرستان ۱.۶ برابر ظرفیت زیستی است.

جدول ۱۴. ظرفیت و ردپای اکولوژیک (هکتار جهانی) به تفکیک شهرستان‌های استان (منبع: نگارندگان)

شهر استان	ردپای اکولوژیک	سرانه ردپای اکولوژیک	ظرفیت زیستی (هکتار جهانی)	سرانه ظرفیت زیستی	کسری اکولوژیک (هکتار جهانی)	نسبت ردپا اکولوژیک به ظرفیت زیستی
ازنا	۳۸۱۵۷۹	۵/۱	۱۴۶۴۴۸	۲/۰	۲۳۵۱۳۱	۲/۶
الیگودرز	۷۸۱۶۱۹	۵/۷	۳۷۱۸۴۰	۲/۷	۴۰۹۷۷۹	۲/۱
بروجرد	۸۵۸۷۴۲	۲/۶	۱۸۵۶۸۲	۰/۶	۶۷۳۰۶۰	۴/۶
پلدختر	۳۳۹۴۹۸	۴/۶	۲۰۳۹۰۱	۲/۸	۱۳۵۵۹۷	۱/۷
چگنی	۲۰۹۲۷۹	۵/۰	۹۷۸۶۲	۲/۳	۱۱۱۴۱۷	۲/۱
خرم آباد	۱۵۱۹۱۰۳	۳/۰	۳۵۵۰۸۲	۰/۷	۱۱۶۴۰۲۲	۴/۳
دلفان	۳۱۷۴۴۴	۲/۲	۲۳۳۴۰۵	۱/۶	۸۴۰۳۹	۱/۴
دورود	۷۲۲۰۵۸	۴/۱	۱۱۹۵۲۲	۰/۷	۶۰۲۵۳۵	۶/۰
رومشکان	۱۰۲۱۲۵	۲/۶	۴۴۱۸۲	۱/۱	۵۷۹۴۴	۲/۳
سلسله	۵۲۷۱۲۰	۷/۰	۱۱۵۱۳۵	۱/۵	۴۱۱۹۸۵	۴/۶
کوهدشت	۴۷۷۱۱۶	۲/۹	۲۸۴۰۹۶	۱/۷	۱۹۳۰۲۰	۱/۷
کل استان	۶۲۳۵۶۸۳	۳/۵	۲۱۵۷۱۵۴	۱/۲	۴۰۷۸۵۲۹	۲/۹

Table 14. Ecological capacity and footprint (global hectares) by county in the province (Source: Authors)

نسبت ردپای اکولوژیک به ظرفیت زیستی یک معیار مهم برای ارزیابی پایداری محیط زیست در مناطق مختلف است. در استان لرستان، این نسبت به تفکیک شهرستان‌ها کمک به فهم این مساله می‌کند که چگونه مصرف منابع طبیعی نسبت به توانایی محیط زیست برای تجدید این منابع است. در شکل ۶ این نسبت مشهود است.

شکل ٦. نسبت ردپای اکولوژیک به ظرفیت زیستی به تفکیک شهرستان های استان لرستان

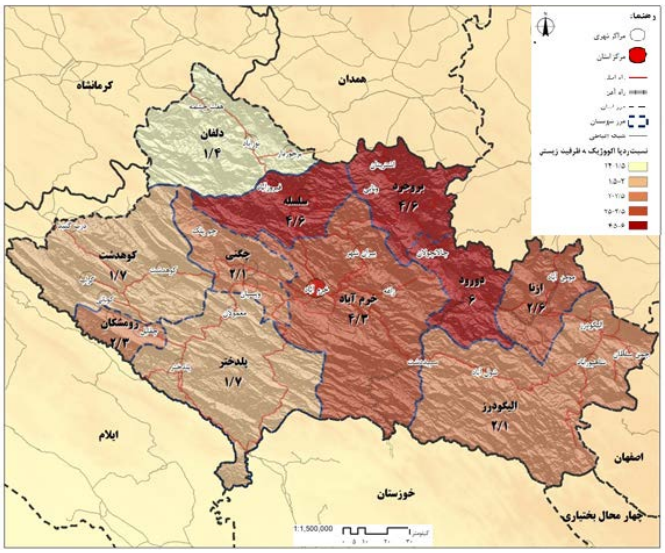

Figure 6. The ratio of ecological footprint to biocapacity by county in Lorestan Province

۶-۶- برآورد ارزش سالانه خدمات اکولوژیک زمین

آگاهی اندک در خصوص دارایی‌ها و ارزش‌های اقتصادی محیط‌زیست و تولیدات و خدمات اکولوژیک و طبیعت بخصوص در بخش زمین و آب منجر به تخریب و تغییر کاربری زمین در حوزه‌های مختلف شده است، به طوری‌که سودهای کوتاه مدت، توجیهی برای این تغییرات به‌شمار رفته است. بنابراین توجه به ارزش خدمات اکولوژیک که به صورت گسترده و زنجیره‌ای سودهای متعددی برای بشریت ایجاد می‌کند می‌تواند، عاملی برای ممانعت از این تغییرات باشد؛ در این بخش تلاش شده‌ا ست بر مبنای ارزش‌های جهانی تعیین‌شده برای خدمات اکولوژیک میزان ارزش و دارایی محیطی به تفکیک شهرستان محاسبه شود.

جدول ۱۵ ارزش سالانه خدمات اکولوژیک به تفکیک شهرستان‌های استان لرستان، اطلاعات مهمی درباره ارزش اقتصادی خدماتی که اکوسیستم‌ها به جامعه ارائه می‌دهند، ارائه می‌کند. این جدول با ارائه ارزش مالی این خدمات، به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا اهمیت حفاظت از محیط زیست و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های محیط‌زیستی را درک کنند. همچنین، با مشخص کردن ارزش خدمات هر شهرستان، می‌توان سیاست‌های متناسب با نیازها و ویژگی‌های خاص هر منطقه را طراحی کرد.

جدول ۱۵. ارزش سالانه خدمات اکولوژیک به تفکیک شهرستان های استان لرستان (منبع: نگارندگان)

شرح	ارزش سالانه خدمات اکولوژیک (دلار)	ارزش سالانه خدمات اکولوژیک (میلیون دلار)	متوسط ارزش سالانه خدمات اکولوژیک به ازای هکتار زمین (دلار)
ازنا	۸۵۶۳۳۷۸۰	۸۵/۶	۶۱۱/۲
الیگودرز	۸۰۰۳۱۸۷۸۸	۸۰۰/۳	۱۵۱۲/۳
بروجرد	۸۲۱۴۴۰۶۰	۸۲/۱	۴۹۱/۵
پلدختر	۶۵۸۲۰۹۸۹۶	۶۵۸/۲	۱۷۶۳/۱
چگنی	۲۹۶۴۹۶۹۵۰	۲۹۶/۵	۲۰۸۲/۵
خرم آباد	۷۶۷۴۴۳۹۳۱	۷۶۷/۴	۱۵۳۹/۱
دلفان	۲۷۴۸۰۹۷۳۸	۲۷۴/۸	۱۰۰۷/۳
دورود	۱۴۰۰۲۲۷۰۲	۱۴۰/۰	۱۰۱۱/۴
رومشکان	۴۱۶۵۲۲۹۹	۴۱/۷	۷۳۹/۳
سلسله	۲۳۶۳۱۲۸۵۳	۲۳۶/۳	۱۵۰۷/۵
کوهدشت	۴۳۶۰۱۰۳۹۲	۴۳۶/۰	۱۲۶۴/۶
استان لرستان	۳۸۱۹۰۵۵۳۸۹	۳۸۱۹/۱	۱۳۵۴/۳

Table 15. Annual value of ecological services by county in Lorestan Province (Source: Authors)

بر این اساس بیشترین ارزش خدمات اکولوژیک سالانه مربوط به شهرستان الیگودرز با ۸۰۰ میلیون دلار سالانه و سپس شهرستان خرم‌آباد با ۷۶۷ میلیون دلار سالانه در رده دوم قرار دارد. کمترین ارزش نیز مربوط به شهرستان رومشکان با ۴۲ میلیون دلار سالانه است؛ اما از نظر متوسط ارزش سالانه خدمات اکولوژیک شهرستان چگینی با ۲۰۸۲ دلار به ازای هر هکتار در رده نخست قرار دارد و شهرستان پلدختر با ۱۷۶۳ دلار به ازای هر هکتار در رده دوم قرار گرفته است. کمترین ارزش متوسط نیز مربوط به شهرستان بروجرد با متوسط ۴۹۱ دلار است. شکل ۷ با توجه به جدول ۱۵ تهیه شده که متوسط ارزش سالانه خدمات اکولوژیکی در استان لرستان به تفکیک شهرستان است.

شکل ۷. متوسط ارزش سالانه خدمات اکولوژیک به ازای هر هکتار زمین به تفکیک شهرستان های استان لرستان

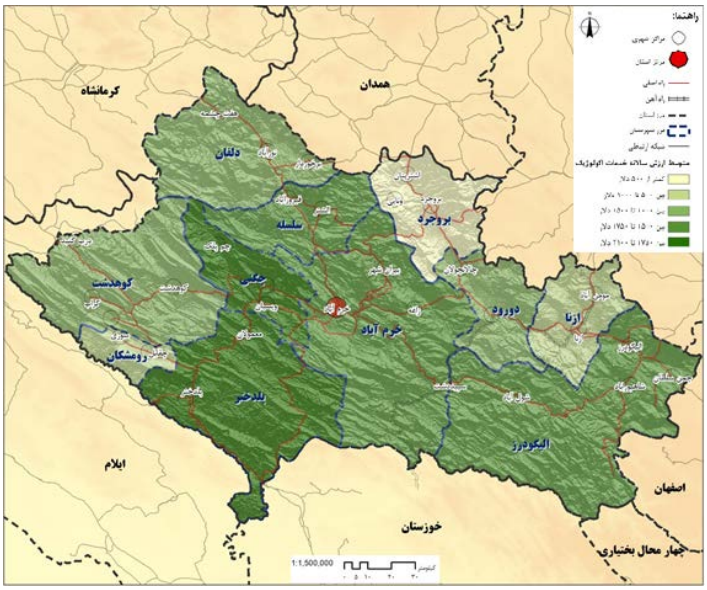

Figure 7. Average annual value of ecological services per hectare of land by county in Lorestan province

۷. بحث

با توجه به مواردی که بیان شد و با عنایت به نتایج پژوهش مبنی بر اهمیت ارزیابی توان اکولوژیکی در منطقه مورد مطالعه، می‌توان چنین استنباط کرد که از نظر مطالعات انجام شده ۴۲ درصد پهنه استان دارای توان اکولوژیکی توسعه زراعت آبی و ۵۸ درصد جز پهنه‌های فاقد توان اکولوژیک توسعه زراعت آبی است که بیش از نیمی از آن فاقد توان اکولوژیک و محدودیت است و محدودیت جدی جهت توسعه زراعت آبی نیز سهمی معادل ۲۳ درصد دارد. همچنین توان اکولوژیک استان در جهت توسعه زراعت دیم ۴۵ درصد پهنه استان است و ۵۵ درصد جز پهنه‌های فاقد توان اکولوژیک جهت توسعه زراعت دیم است که از این میزان ۴۷ درصد فاقد توان اکولوژیک و محدودیت است و محدودیت جدی جهت توسعه زراعت دیم نیز سهمی معادل ۸ درصد است. در ادامه، توان اکولوژیک توسعه باغات در استان ۳۸ درصد است و ۶۲ درصد جز پهنه‌های فاقد توان اکولوژیک باغات هستند که از این میزان ۶۰ درصد فاقد توان اکولوژیک و محدودیت است و محدودیت جدی جهت توسعه باغات نیز سهمی معادل ۲/۵ درصد است. ۹۴ درصد پهنه استان دارای توان جهت توسعه سکونت و صنعت هستند. باید توجه داشت این مقدار تنها مربوط به اراضی مجاز توسعه است و در مقابل حدود ۶ درصد از اراضی فاقد توان اکولوژیک جهت توسعه سکونت و صنعت هستند که ۵ درصد آن فاقد توان اکولوژیک و محدودیت است و محدودیت جدی جهت توسعه سکونت و صنعت و سهمی معادل ۱ درصد را دارد.

وضعیت موازنه اکولوژیکی استان لرستان در سطح شهرستان‌های آن متفاوت است به طوریکه ردپای اکولوژیک استان لرستان ۲/۹ ظرفیت زیستی این استان است. کمترین مقدار مربوط به شهرستان دلفان است که ردپای اکوژیکی این شهرستان ۱/۶ برابر ظرفیت زیستی و شهرستان سلسله نیز با ۷ هکتار به ازای هر نفر بیشترین سرانه ردپای اکولوژیک را به خود اختصاص داده‌است.

موضوع توان و موازنه اکولوژیک استان لرستان با رویکرد آمایشی اخیر در پژوهش‌ها و مطالعات علمی توسط متخصصان این حوزه از جمله (مرادزاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ پیرمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷؛ فرجی و صحنه، ۱۳۹۹؛ جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۹؛ حسنی و همکاران، ۱۴۰۰؛ وانگ[1] و همکاران، ۲۰۱۸) مورد توجه قرار گرفته و تبیین شده‌است که نتایج حاصل از آن‌ها با نتایج حاصل از پژوهش حاضر همسو است.

۸. نتیجه‌گیری

ارزیابی توان اکولوژیکی بر اساس برنامه‌های مدیریتی نوین نیازمند تصمیم‌گیری بر اساس روابط متقابل بین معیارهای گوناگون اکولوژیک است، چرا که با شناخت میزان تاثیرپذیری هرکدام از شاخص‌ها و عوامل اکولوژیک در روند ارزیابی، تصمیم صحیح و جامع‌تر و ارزیابی انجام شده، می‌تواند نمود بیشتر و بهتری از توان سرزمین جهت کاربری‌های مختلف باشد.

[1] Wang

بنابراین، توازن منابع محیط‌زیستی و ردپای اکولوژیک نشان می‌دهد، ردپای اکولوژیک استان لرستان با ظرفیت زیستی ۲/۹ هکتار به ازای هر نفر است. بین شهرستان‌ها، شهرستان سلسله با بیشترین سرانه ردپای اکولوژیک ۷ هکتار به ازای هر نفر، بیشترین نسبت ردپای اکولوژیک به ظرفیت زیستی را دارا است و کمترین نسبت ردپای اکولوژیک به ظرفیت زیستی نیز به شهرستان دلفان اختصاص دارد که این شهرستان با نسبت ۱/۶ برابر، کمترین بهره‌برداری از ظرفیت زیستی را دارا است.

در تحلیل توان اکولوژیک شهرستان درود بیشترین مساحت توان اکولوژیک بالا (S1) در توسعه زارعت آبی را دارد، علاوه‌براین، شهرستان‌های الیگودرز و خرم‌آباد سهم بیشترین عرصه‌های دارای محدودیت جدی (N2) را در توسعه زراعت آبی دارند. بنابراین، نیاز به توجه بیشتری در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آبی و کشاورزی دارند. در بحث محدودیت جدی توان اکولوژیکی، شهرستان رومشکان بیشترین مساحت عرصه دارای محدودیت جدی (N2) جهت توسعه زراعت دیم را داراست و پس از آن شهرستان پلدختر قرار دارد. این نتایج نشان می‌دهد که شهرستان‌های رومشکان و پلدختر با محدودیت جدی در توسعه زراعت دیم مواجه هستند. در طرف مقابل، شهرستان‌های الیگودرز، دلفان و ازنا بیشترین ظرفیت برای توسعه زراعت دیم را دارند و می‌توانند در تولید محصولات زراعی دیم موفقیت بیشتری نسبت به شهرستان‌های دیگر داشته باشند. شهرستان‌های الیگودرز و خرم‌آباد بیشتر از سایر شهرستان‌ها امکان توسعه باغات در اراضی با توان اکولوژیک بالا را دارند. از نظر محدودیت‌های قانونی توسعه سکونت و فعالیت، براساس نتایج تحلیل، شهرستان بروجرد با برخورداری از ۹۱ درصد از پهنه‌های مجاز توسعه، بیشترین سهم را در استان لرستان دارد. همچنین، شهرستان رومشکان با ۷۸ درصد و شهرستان ازنا با ۷۳ درصد نیز در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. از نظر مساحت، شهرستان الیگودرز، خرم‌آباد و کوهدشت بیشترین مقدار اراضی مجاز توسعه را دارند. اما شهرستان چگینی کمترین سهم (۲۰ درصد) را دارد و در نظرات عرصه‌های مجاز توسعه کمتری دارد.

در پهنه مجاز جهت توسعه سکونت و صنعت کل مساحت عرصه دارای توان اکولوژیک بالا برای این فعالیت‌ها در استان لرستان بالغ بر ۱۳۱۸ کیلومترمربع است، این میزان سهمی بالغ بر ۱۰ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. به نسبت مساحت شهرستان بیشترین عرصه‌های دارای توان اکولوژیک بالا در توسعه سکونت و صنعت به ترتیب مربوط به شهرستان درود، خرم‌آباد، بروجرد و الیگودرز است. در مقایسه شهرستانی از سهم پهنه‌های دارای توان اکولوژیک بالا جهت توسعه سکونت و صنعت نشان می‌دهد به ترتیب شهرستان‌های خرم‌آباد، الیگودرز و درود به ترتیب با سهمی معادل ۲۷، ۱۸ و ۱۷ درصد از اراضی دارای توان اکولوژیک بالا در توسعه سکونت و صنعت را به خود اختصاص داده‌اند.

شایان ذکر است که ارزیابی توان صرفاً بر اساس عوامل اکولوژیک انجام شده و با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق جهت ارزیابی توان و موازنه اکولوژیکی استان لرستان به لحاظ توان‌های اکولوژیکی استان، جهت استفاده بهتر و پایدار از زمین راهکارهای زیر ارائه می‌گردد:

- برخوداری برنامه‌ریزان از تخصص‌های مختلف در زمینه توان اکولوژیکی جهت استفاده بهتر از زمین در استان.

- برآورد و لحاظ کردن توان‌های محیطی و ظرفیت زمین در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی جهت توسعه شهری در سطح استان.
- بکارگیری وزن پارامترها برای توسعه استان در جهت ارزیابی توان اکولوژیکی.
- بکارگیری تکنیک‌های مؤثر جهت اتخاذ تصمیم صحیح و به موقع در رابطه با توان اکولوژیکی سرزمین در جهت توسعه شهر.

منابع

- پیرمحمدی، ز.، فقهی، ج.، زاهدی امیری، ق. ا.، و شریفی، م. (۱۳۸۷). کاربرد GIS در ارزیابی توان اکولوژیکی برای کاربری اکوتوریسم. همایش زمین شناسی کاربردی و محیط زیست.
- جمعه پور،م.، اتحاد, ش.، و نوریان, ف. (۱۳۹۹). تبیین اصول، ابعاد و مؤلفه‌های رویکرد شهر اکولوژیک (مطالعهٔ موردی: شهر بجنورد). *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*, *۸* (۲), ۳۹۱-۴۱۳. doi: 10.22059/jurbangeo.2020.298673.1241
- حسنی، م.، میکائیلی‌تبریزی، ع.، سلمان‌ماهینی، ع.، و دلیری، ح. (۱۴۰۰). ارزیابی توان اکولوژیک، بهینه‌سازی رشد شهری و توسعهٔ صنعتی با استفاده از سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری چندمعیاری ? What if (مطالعهٔ موردی: شهرستان گنبدکاووس، استان گلستان). *محیط‌زیست طبیعی*، *۷۴* (۲)، ۳۷۲-۳۸۵. https://doi.org/10.22059/jne.2021.320570.2189
- زالی، ن. (۱۳۷۹). *رتبه بندی توسعه منطقه‌ای (استان آذربایجان شرقی)*. پایان نامه دکتری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- شمسی‌پور، ع.ا.، فیضی، و.، و ساعدموچشی، ر. (۱۳۹۱). ارزیابی توان اکولوژیکی محیط جهت تعیین مناطق مناسب کاربری ها در حوزه شهری یاسوج با مدل اکولوژیک. *مطالعات شهری*, ۲ (۵), ۶۱-۷۲.
- عزیزی، ع.، و صادقی، ر. (۱۳۹۹). خشکسالی و مهاجرت‌های اکولوژیکی در شمال غرب ایران در سه دهه اخیر. *محیط شناسی*، *۴۶* (۴)، ۶۲۳-۶۰۱. https://doi.org/10.22059/jes.2021.323287.1008170
- فرجی، ا.، و صحنه، ف. (۱۳۹۹). ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین در استان گلستان به منظور توسعهٔ کاربری‌های کشاورزی با رویکرد آمایش سرزمین. *مجله علمی. آمایش سرزمین*، *۱۲* (۲)، ۲۵۳-۲۷۴. doi: 10.22059/jtcp.2020.294811.670053
- فیروزی، م.ع.، گودرزی، م.، زارعی، ر.، و اکبری، ع. (۱۳۹۲). ارزیابی توان اکولوژیک منطقه نمونه گردشگری سد شهید عباسپور با تاکید بر توسعه پایدار گردشگری، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، *۱۳* (۲۸)، ۱۷۶-۱۵۳.
- قضاوی، ف.، حقیقت‌بین، م.، و بمانیان، م.ر. (۱۳۹۸). عوامل مؤثر در طراحی پایدار منظر اکولوژیک رودخانه مطابق با میزان آب و خشکی‌های فصلی(مورد شناسی: رودخانهٔ زاینده‌رود اصفهان). *جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای*، *۹* (۳۱)، ۱۳۱-۱۵۲. https://doi.org/10.22111/gaij.2019.4709
- محمودزاده، ح.، واعظی، م.، باکویی، م.، و رستمی، ر. (۱۳۹۹). تحلیل وضعیت بوم شناختی پارک‌های شهری (مطالعه موردی: تبریز). *مطالعات شهری*، *۹* (۳۵), ۷۵-۶۱. https://doi.org/10.34785/J011.2021.872

- مرادزاده، ف.، بابایی کفاکی، س.، و متاجی، ا. (۱۳۹۰). ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه سطحی جنگل با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: منطقه دادآباد در استان لرستان). *تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده*، ۲ (۴)، ۲۴-۱۱.
- موحد، س.، لقایی، ح.ع.، و حبیب، ف. (۱۳۹۵). طراحی پارک اکولوژیک؛ گامی در راستای پایداری زیست‌محیطی شهرها (مطالعه موردی: ارتفاعات جنوب غربی مشهد). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۸(۴)، ۲۰۳-۲۲۱.
- ناصحی، س.، شادکام، س.، و امیری، م. ج. (۱۳۹۵). ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه فضای سبز با هدف توزیع بهینه پارک های شهری (مطالعه موردی شهر تهران). *جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم انداز زاگرس*، ۲۹ (۸)، ۱۵۳-۱۶۷.

- Agrawal, K. K., Panda, C., & Bhuyan, M. K. (2021). Impact of urbanization on water quality. In *Current Advances in Mechanical Engineering: Select Proceedings of ICRAMERD 2020* (pp. 665-673). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4795-3_60
- Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdiscipl. Toxicol., *2* (1), 1-12. https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7
- Ali, A. (2004). Technological change in agriculture and land degradation in Bangladesh: a case study. Land Degrad. *Dev*., *15* (3), 283-298. https://doi.org/10.1002/ldr.617
- Amin Nayeri, B., Zali, N., & Motavaf, S. H. (2019). Identification of regional development drivers by scenario Planning. *International Journal of Urban Management and Energy Sustainability, 1* (2), 67-80. https://doi.org/10.22034/IJUMES.2017.06.15.016
- Azizi, A., & Sadeghi, R. (2021). Drought and Ecological Migration in Northwestern of Iran Over the Last Three Decades (1986-2016). *Journal of Environmental Studies*, *46* (4), 601-623. https://doi.org/10.22059/jes.2021.323287.1008170. (in Persian).
- Balat, M., Balat, H., & Acici, N. (2023). Environmental issues relating to greenhouse carbon dioxide emissions in the world Energy Explor. *Exploit*, *21* (5), 457-473. https://doi.org/10.1260/014459803322986286
- Brovkin, V., Boysen, L., Arora, V. K., Boisier, J. P., Cadule, P., Chini, L., ... & Weiss, M. (2013). Effect of anthropogenic land-use and land-cover changes on climate and land carbon storage in CMIP5 projections for the twenty-first century. *Journal of Climate*, *26* (18), 6859-6881. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00623.1
- Cervantes-Godoy, D., & Dewbre, J. (2010). Economic importance of agriculture for poverty reduction OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers, *23*. https://doi.org/10.1787/5kmmv9s20944-en
- Dai, X., Wang, L., Tao, M., Huang, C., Sun, J., & Wang, S. (2021). Assessing the ecological balance between supply and demand of blue-green infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 288, 112454. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112454
- Ding, M., Liu, W., Xiao, L., Zhong, F., Lu, N., Zhang, J., ... & Wang, K. (2022). Construction and optimization strategy of ecological security pattern in a rapidly urbanizing region: A case study in central-south China. *Ecological Indicators*, *136*, 108604. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108604
- El Ghorab, H. K., & Shalaby, H. A. (2016). Eco and Green cities as new approaches for planning and developing cities in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, *55* (1), 495-503. https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.12.018
- FAO (2017). The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges, Rome.
- Faraji, A. & Sahneh, F. (2020). The Ecologic Capability Evaluation of Golestan Province Lands Through a Land Use Approach to Develop Agricultural Uses. *Town and Country Planning*, *12* (2), 253-274. doi: 10.22059/jtcp.2020.294811.670053. (In Persian).
- Firouzi, M.A., Goodarzi, M., Zarei, R., & Akbari, A. (2013). Evaluation of the ecological potential of the Shahid Abbaspour Dam tourism model area with emphasis on sustainable tourism development, *Applied Research in Geographical Sciences, 13* (28), 153-176. (In Persian).
- Ganley, D. D., Quintanar, A. P., & Loop, L. S. (2007). Raising the Bar of Teacher Quality: Accountability, Collaboration, and Social Justice. *College Quarterly*, *10* (3), 1-11.

- Gašparović, M. (2020). Urban growth pattern detection and analysis. In *Urban ecology* (pp. 35-48). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820730-7.00003-3
- Ghezavi, F., haghighatbin, D. & bemanian, D. R. (2019). Effective Factors in Sustainable Design of River Ecological Landscape According to Amount of Water and Seasonal Drought (Case study: Zayandehrud River, Isfahan). *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, *9* (31), 131-152. (In Persian) doi: 10.22111/gaij.2019.4709
- Gyamfi, B., Ozturk, I., Bein, M., & Bekun, F. (2021). An investigation into the anthropogenic effect of biomass energy utilization and economic sustainability on environmental degradation in E7 economies. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 15* (3), 840-851. https://doi.org/10.1002/bbb.2206
- Han, Z., Cui, S., Yan, X., Liu, C., Li, X., Zhong, J., & Wang, X. (2022). Guiding sustainable urban development via a multi-level ecological framework integrating natural and social indicators. *Ecological Indicators*, *141*, 109142. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109142
- Hassani, M., Mikaeili-Tabrizi, A., Salman-Mahiini, A., & Daliri, H. (2012). Assessing ecological capacity, optimizing urban growth and industrial development using a multi-criteria decision support system? What if (Case study: Gonbad-Kavos County, Golestan Province). *Natural Environment, 74* (2), 372-385. https://doi.org/10.22059/jne.2021.320570.2189. (In Persian).
- Hodgson, E. (2012). Toxicology and Human Environments (first ed.), Elsevier Science.
- Huang, X., Xia, J., Xiao, R., & He, T. (2019). Urban expansion patterns of 291 Chinese cities, 1990–2015. *International journal of digital earth*, *12* (1), 62-77. https://doi.org/10.1080/17538947.2017.1395090
- Imhoff, M. L., Johnson, P., Holford, W., Hyer, J., May, L., Lawrence, W., & Harcombe, P. (2000). BioSAR/sup TM: an inexpensive airborne VHF multiband SAR system for vegetation biomass measurement. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, *38* (3), 1458-1462. https://doi.org/10.1109/36.843042
- Jomehpour, M., Ettehad, S. S. & Nourian, F. (2020). Explaining the principles, dimensions and components of the ecological city approach (case study of Bojnourd city). *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, *8* (2), 391-413. doi: 10.22059/jurbangeo.2020.298673.1241. (In Persian).
- Juita, N., & Lopulisa, C. (2020). Land evaluation of sweet potatoes with a parametric approach. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 575, No. 1, p. 012104). IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012104
- Khan, N. (2021). Climate Change and Sustainability of Agriculture in Bangladesh. *Springer Climate*, 65-84. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75825-7_4
- Kondratyeva, A., Knapp, S., Durka, W., Kühn, I., Vallet, J., Machon, N., ... & Pavoine, S. (2020). Urbanization effects on biodiversity revealed by a two-scale analysis of species functional uniqueness vs. redundancy. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *8*, 73. https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00073
- Kopittke, P., Menzies, N., Wang, P., McKenna, B., & Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environ. Int., 132*, 105078. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078
- Kratena, K. (2008). From ecological footprint to ecological rent: An economic indicator for resource constraints. *Ecological Economics*, *64* (3), 507-516. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.09.019
- Kumar, A., Pramanik, M., Chaudhary, S., & Negi, M. S. (2021). Land evaluation for sustainable development of Himalayan agriculture using RS-GIS in conjunction with analytic hierarchy process and frequency ratio. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *20*(1), 1-17. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2020.10.001
- Li, P., Zhang, R., & Xu, L. (2021). Three-dimensional ecological footprint based on ecosystem service value and their drivers: A case study of Urumqi. *Ecological indicators*, 131, 108117. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108117
- Liu, S., Zhang, J., Geng, Y., Li, J., Wang, Y., & Zhang, J. (2021). Plausible response of urban encroachment on ecological land to tourism growth and implications for sustainable

management, a case study of Zhangjiajie, China. *Ecological Indicators*, *132*, 108253. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108253
- Liu, X., Pei, F., Wen, Y., Li, X., Wang, S., Wu, C., ... & Liu, Z. (2019). Global urban expansion offsets climate-driven increases in terrestrial net primary productivity. *Nature communications*, *10* (1), 5558. https://doi.org/10.1038/s41467-019-13462-1
- Lyu, R., Zhang, J., Xu, M., & Li, J. (2018). Impacts of urbanization on ecosystem services and their temporal relations: a case study in Northern Ningxia, China. *Land use policy*, *77*, 163-173.https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.022
- Mahmoudzadeh, H., Vaezi, M., bakooyi, M. & Rostami, R. (2020). Ecological status analysis of urban parks (Case study: Tabriz). *Motaleate Shahri*, *9* (35), 61-75. doi: 10.34785/J011.2021.872. (In Persian).
- Marbun, P., Nasution, N., Hanum, H., & Karim, A. (2019). Evaluation of land suitability on arabica coffee plantation by parametric method in Lintongnihuta district. *Earth and Environmental Science*, 260, 012155. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/260/1/012155/meta
- Mikovits, C., Rauch, W., & Kleidorfer, M. (2014). Dynamics in urban development, population growth and their influences on urban water infrastructure. *Procedia Engineering*, *70*, 1147-1156. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.127
- Moradzadeh, F., Babaei Kafaki, S., & Metaji, A. (2011). Assessing the ecological potential of forest surface development using Geographic Information System (GIS) (Case study: Dadabad region in Lorestan province). *Renewable Natural Resources Research, 2* (4), 11-24. (In Persian).
- Movahed, S., Leghai, H.A., & Habib, F. (2016). Designing an ecological park; a step towards environmental sustainability of cities (Case study: Southwestern heights of Mashhad). *Environmental Science and Technology, 18* (4), 203-221. (In Persian).
- Nasehi, S., Shadkam, S., & Amiri, M. J. (2015). Evaluation of the ecological potential for green space development with the aim of optimal distribution of urban parks (case study of Tehran city). *Zagros Landscape Geography and Urban Planning Quarterly*, *8* (2), 153-167. (in Persian).
- Nunes, F., de Jesus Alves, L., de Carvalho, C., Gross, E., de Marchi Soares, T., Prasad, M. (2020). Soil as a complex ecological system for meeting food and nutritional security. Climate Change and Soil Interactions, 229-269. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00009-6
- Okosun, A. E., Okeke, F. O., Igwe, A. E., Ezema, E. C., & Okpalike, C. O. (2023). Rural area infrastructural challenges and the role of architecture in urban-rural development in Nigeria. *European Journal of Sustainable Development*, *12* (4), 305-305. https://doi.org/10.14207/ejsd.2023.v12n4p305
- Pirmohammadi, Z., Fakhi, J., Zahedi Amiri, Q. A., & Sharifi, M. (2008). Application of GIS in assessing ecological potential for ecotourism use. Conference on Applied Geology and Environment. (In Persian)
- Qiu, M., Yang, Z., Zuo, Q., Wu, Q., Jiang, L., Zhang, Z., & Zhang, J. (2021). Evaluation on the relevance of regional urbanization and ecological security in the nine provinces along the Yellow River, China. *Ecological Indicators*, *132*, 108346. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108346
- Rahman, G., Chandio, N. H., Moazzam, M. F. U., & Al Ansari, N. (2023). Urban expansion impacts on agricultural land and thermal environment in Larkana, Pakistan. *Frontiers in Environmental Science*, *11*, 1115553. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1115553
- Redman, C. L., & Jones, N. S. (2005). The environmental, social, and health dimensions of urban expansion. *Population and environment*, *26*, 505-520. https://doi.org/10.1007/s11111-005-0010-1
- Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(40), 16083-16088. https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109
- Shamsipour, A., Faizi, V., & Saedmochshi, R. (2011). Evaluation of the ecological potential of the environment to determine the suitable areas for land uses in the urban area of Yasouj with an ecological model. Urban Studies, 2(5), 61-72. (in Persian).
- Strong, M. F. (1992). The promises and challenges of UNCED'92. *Ocean & coastal management*, *18*(1), 5-14. https://doi.org/10.1016/0964-5691(92)90049-Q

- Sun, Y., & Wang, N. (2022). Sustainable urban development of the π-shaped Curve Area in the Yellow River basin under ecological constraints: A study based on the improved ecological footprint model. *Journal of Cleaner Production*, *337*, 130452. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130452
- Tashayo, B., Honarbakhsh, A., Akbari, M., & Eftekhari, M. (2020). Land suitability assessment for maize farming using a GIS-AHP method for a semi-arid region, Iran. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *19* (5), 332-338. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2020.03.003
- United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil (June 1992), 3-14.
- Verma, A. K. (2018). Ecological balance: An indispensable need for human survival. *Journal of Experimental Zoology, India*, *21*(1), 407-409.
- Wang, R., Bai, Y., Alatalo, J. M., Yang, Z., Yang, Z., Yang, W., & Guo, G. (2021). Impacts of rapid urbanization on ecosystem services under different scenarios–A case study in Dianchi Lake Basin, China. *Ecological Indicators*, *130*, 108102. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108102
- Wang, S F., Xu, Y., Liu, T J., and Peng, Z. L. (2018). Review of evaluation on ecological carrying capacity: The progress and trend of methodology. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, *113* (1), 012018. https://doi.org/10.1088/1755-1315/113/1/012108
- Wei, L., Zhou, L., Sun, D., Yuan, B., & Hu, F. (2022). Evaluating the impact of urban expansion on the habitat quality and constructing ecological security patterns: A case study of Jiziwan in the Yellow River Basin, China. *Ecological Indicators*, *145*, 109544. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109544
- WHO. (2014). Report of world urban population, challenge and future management.
- Yao, Y., Shen, Y., & Liu, K. (2023). Investigation of resource utilization in urbanization development: An analysis based on the current situation of carbon emissions in China. *Resources Policy*, *82*, 103442. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103442
- Zali, N., & Zali, R. (2010). Stability of tenure of regional development managers during 1979-2005 Case Study: Senior managers of East Azabaijan Province. Management and Development Process, *23* (1), 83-108. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17350719.1389.23.1.2.7. (In Persian).
- Zali, N., & Zamanipoor, M. (2015). Systematic Analysis of Strategic Variables of Regional Development in Scenario- based Planning (Case: Mazandaran Province). *Town and Country Planning, 7* (1), 1-28. https://doi.org/10.22059/jtcp.2015.54779
- Zali, N., & Zamanipour, M. (2016). Presenting And Implementing A New Model For Scenario Building In Regional Plannings Case Study: Mazandaran Province. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, *l 6* (18), 1-24. https://doi.org/10.22111/gaij.2016.2365
- Zali, N., Ghal'ejough, F. H., & Esmailzadeh, Y. (2016). Analyzing Urban Sprawl of Tehran Metropolis in Iran (During 1956-2011). Anuario do Instituto de Geociencias, 39(3).
- Zali, N., Hatamzadeh, S., Azadeh, S. R., & Salmani, T. E. (2013). Evaluation of new towns construction in the around of Tehran megacitiy. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, *7* (1), 15-23. https://www.jstor.org/stable/26203386
- Zhan, C., Xie, M., Lu, H., Liu, B., Wu, Z., Wang, T., & Li, S. (2023). Impacts of urbanization on air quality and the related health risks in a city with complex terrain. *Atmospheric Chemistry and Physics*, *23* (1), 771-788. https://doi.org/10.5194/acp-23-771-2023, 2023.
- Zou, C., Zhu, J., Lou, K., & Yang, L. (2022). Coupling coordination and spatiotemporal heterogeneity between urbanization and ecological environment in Shaanxi Province, China. *Ecological Indicators*, *141*, 109152. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109152