University of Tehran Press

Iranian Journal of Field Crop Science

Online ISSN: 2423-8082

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

Evaluation of Alborz Province Ecological Potential in Terms of Agriculture by Geographic Information System and Analytical Hierarchy Process

Monireh Bahrami[1] | Fereydoon Sarmadian[2]✉ | Ebrahim Pazira[3]

1. Department of Soil Science and Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2. Corresponding Author, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: fsarmad@ut.ac.ir
3. Department of Soil Science and Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: July 26, 2022
Received in revised form: December 03, 2022
Accepted: December 25, 2022
Published online: December 25, 2022

Keywords:
Agricultural use,
land resource potential,
land use,
location-based systems,
pairwise comparison matrix.

ABSTRACT

Accurate evaluation of the resources and ecological potential (EP) of the lands will promote the proper utilization of the lands. This study was conducted to identify and model the ecological resources of agricultural lands in Alborz province. To prepare the EP map, the layers of effective ecological resources in the irrigated crop, dry farming, garden, and tree planting land uses were determined according to the parametric method, and then the significance coefficient of each criterion was calculated by the analytic hierarchy process (AHP) method and the couple criteria competition. The results showed that 22.6% of the lands have a suitable capacity for irrigated crop. Also, 70,699 hectares of lands are suitable for gardens and tree planting, which is 47% (equal to 36,728 hectares) higher than the current cultivated area (33,971 hectares), which is currently under other land use. The EP of the province for dry farming was estimated to be 9064 hectares, and currently, regardless of the land capacity, 20097 hectares of lands are under dry farming. According to the results, about 70% of the lands of Alborz province have agricultural EP. This fact was observed on the situation there is no match between the current land use and the EP, as the most contrary can be observed in the irrigated crop land use in Eshtehard city and for garden and tree planting was in Savoojbolagh and Nazarabad cities.

Cite this article: Bahrami, M., Sarmadian, F., & Pazira, E. (2023). Investigating and determining the ecological potential of the Alborz province in terms of agriculture by Geographic Information System and Analytical Hierarchy Process. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *54*(2), 165-178. DOI: 10.22059/ijfcs.2022.325686.654834.

© The Authors.

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/ijfcs.2022.325686.654834

انتشارات دانشگاه تهران

علوم گیاهان زراعی ایران

شاپا الکترونیکی: ۸۰۸۲-۲۴۲۳

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی استان البرز با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی

منیره بهرامی[۱] | فریدون سرمدیان[۲]✉ | ابراهیم پذیرا[۳]

۱. گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران.

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج. رایانامه: fsarmad@ut.ac.ir

۳. گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۰/۰۴

کلیدواژه‌ها:
آمایش سرزمین،
پتانسیل منابع ارضی،
سیستم‌های مکان-مبنا،
کاربری کشاورزی،
ماتریس مقایسه زوجی

چکیده

ارزیابی دقیق از منابع و توان اکولوژیک اراضی، موجب ارتقاء بهره‌برداری صحیح از اراضی می‌شود. این مطالعه با هدف شناسایی و مدل‌سازی منابع اکولوژیکی اراضی کشاورزی استان البرز انجام شد. برای تهیه‌ی نقشه توان اکولوژیک، لایه‌های منابع اکولوژیکی مؤثر در کاربری‌های زراعت آبی، دیم، باغ و درختکاری طبق روش پارامتریک و سپس محاسبه ضریب اهمیت هر معیار با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و مقایسه زوجی معیارها تعیین شد. نقشه رقومی توان اکولوژیکی کشاورزی بر اساس وزن‌دهی و تلفیق نقشه‌ی معیارها به همراه لایه‌های اطلاعاتی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه شد. نتایج نشان داد که ۲۲/۶ درصد از اراضی دارای توان مناسب زراعت آبی هستند. همچنین، ۷۰۶۹۹ هکتار از اراضی برای باغ و درختکاری مناسب هستند که در مقایسه با سطح زیر کشت فعلی (۳۳۹۷۱ هکتار) ۴۷٪ (معادل ۳۶۷۲۸ هکتار) بالاتر است که این مقدار در حال حاضر تحت کاربری دیگری قرار دارد. توان اکولوژیک استان برای زراعت دیم ۹۰۶۴ هکتار برآورد شد که در حال حاضر بدون توجه به توان اراضی، ۲۰۰۹۷ هکتار از اراضی زیر کشت دیم است. باتوجه‌به نتایج حاصل از این پژوهش، حدود ۷۰ درصد از اراضی استان البرز دارای توان اکولوژیک کشاورزی هستند. این درصورتی است که بین کاربری فعلی و توان اکولوژیکی تطابق و همخوانی وجود ندارد. بیش‌ترین عدم تطابق آن‌ها در شهرستان اشتهارد در کاربری زراعت آبی و در شهرستان‌های ساوجبلاغ و نظرآباد در کاربری باغ و درخت‌کاری به چشم می‌خورد.

استناد: بهرامی، م.، سرمدیان، ف.، و پذیرا، ا. (۱۴۰۲). ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی استان البرز با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی. *علوم گیاهان زراعی ایران، ۵۴(۲)، ۱۶۵-۱۷۸*. DOI: 10.22059/ijfcs.2022.325686.654834.

CC BY NC

ناشر: موسسه انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان

۱. مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از مهمترین ارکان تولید غذا، همواره در اقتصاد جهانی جایگاهی ویژه داشته است. امروزه اهمیت کاربری کشاورزی و تأثیر آن بر اقتصاد کشور بر کسی پوشیده نیست و نیاز بخش‌های مختلف اقتصادی کشور به کشاورزی واقعیتی است که اگر به آن توجه نشود، به توسعه و رشد آینده کشور آسیب بزرگی وارد خواهد شد (Azmi *et al.*, 2014). علاوه‌براین، کاربری کشاورزی از اکوسیستم در جهت سهولت زندگی انسان بهره می‌برد، بنابراین ایجاد تعادل در احیای اکولوژیکی و مبادلات کشاورزی–اکوسیستم باید اولویت اصلی در سیاست‌های کاربری اراضی باشند (Yang *et al.*, 2018).

امروزه استفاده از مفاهیمی همچون ارزیابی توان اکولوژیکی[1] برای برنامه‌ریزی صحیح و استفاده همه‌جانبه بر پایه شناخت استعدادها و توان تولیدی هر محیط مورد توجه قرار گرفته است (AhmadiSani *et al.*, 2020). هدف از ارزیابی توان اکولوژیک بررسی حداکثر یگانگی و سازگاری کاربری یک سرزمین با توان بالقوه آن در یک گستره مشخص (حوزه آبریز یا آبخیز) است (Dashti *et al.*, 2010). در این راستا پژوهشی با هدف ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی شهرستان استهبان با استفاده از فرآیند تصمیم‌گیری چندمتغیره (MCDM)[2] انجام شد. نتایج آن نشان داد که ۷۷ درصد از مساحت اراضی مورد مطالعه از نظر تطبیق بین کاربری و توان اکولوژیک در وضعیت ایده‌آل می‌باشند و ۲۳ درصد از اراضی تطابق کمتری داشتند (Khalili *et al.*, 2018). در مطالعه‌ای دیگر بااستفاده‌از روش ترکیب خطی وزن‌دار[3]، معیارهای توان کشاورزی وزن‌دهی شدند. نتایج حاصل از ارزیابی نشان داد که ۸۴/۱۹ درصد از اراضی دارای توان بسیار خوب تا ضعیف برای کاربری کشاورزی و ۱۵/۸۱ درصد نیز دارای توان خوب تا متوسط برای مرتع‌داری بودند (Safaripour & Naseri, 2017). همچنین مطالعه‌ای با هدف ارزیابی مناطق مناسب برای ذرت (*Zea mays* L.) در اکوسیستم نیمه‌خشک در جنوب هند انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که رویکرد تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[4] و سامانه اطلاعات جغرافیایی[5] (GIS) برای افزایش دقت در ارزیابی تناسب زمین بسیار موثر است (Ramamurthy *et al.*, 2020). در پژوهشی دیگر محققان از روش تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی توان اکولوژیک اراضی در شهرستان اشتهارد استان البرز استفاده کردند که نتایج آنها حاکی از آن بود که ۱/۵ درصد از مساحت این شهرستان دارای توان اکولوژیک درجه‌یک برای فعالیت‌های کشاورزی است (Dehghan *et al.*, 2018).

محققان خاطر نشان کرده‌اند که کشاورزان بر اساس سه گروه اصلی از عوامل اجتماعی، اقتصادی و محیطی، کاربری اراضی خود را تعیین می‌کنند (Truong *et al.*, 2022). عوامل اجتماعی نقش مهمی در تعیین کاربری اراضی دارند؛ زیرا کشاورزان تمایل دارند کاربری زمین خود را باتوجه‌به روند همسایگان و شباهت بین سیستم‌های کشاورزی تعیین کنند (Liu *et al.*, 2021). همچنین محیط زیست از طریق واحدهای اراضی[6] تاثیر زیادی بر تعیین کاربری اراضی دارد (Shahpari *et al.*, 2021). واحدهای اراضی شامل اقلیم منطقه‌ای، شکل زمین، زمین‌شناسی، خاک، هیدرولوژی و انواع پوشش گیاهی در هر منطقه می‌باشند (Truong *et al.*, 2022). به همین دلیل است که متخصصان اذعان می‌کنند برنامه‌ریزی آمایش سرزمین بدون برنامه‌ریزی منطقه‌ای در عمل کاربردی نخواهد داشت. لذا نقش منطقه درآمایش سرزمین فوق‌العاده مهم و اساسی بوده و به همین دلیل است که در هر نوع مدیریت و برنامه‌ریزی از نوع آمایش سرزمین و برنامه‌ریزی منطقه‌ای پرسش اصلی، انتخاب مناطق و سپس فرآیند تهیه برنامه‌های آمایش سرزمینی است. در مطالعه‌ای که در استان سمنان انجام گرفته است برای ارزیابی توان اکولوژیک کاربری کشاورزی از معیارهای شکل زمین، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، اقلیم ومنابع آب استفاده شد. براساس نتایج حاصل بیش‌ترین توان اکولوژیکی کشاورزی در قسمت دشتی استان سمنان به دلیل دسترسی به منابع آب و همچنین داشتن خاک لومی‌رسی است (Ghandali *et al.*, 2020). در پژوهشی دیگر از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با هدف بررسی تناسب اراضی برای فعالیت‌های

1. Ecological Potential
2. Multi-Criteria Decision Analysis
3. Weighted Linear Combination
4. Analytic Hierarchy Process
5. Geographic Information System

کشاورزی[1] در شمال غربی ترکیه استفاده شد. پارامترهای مربوط به خاک، ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب تهیه شدند. برای وزن‌دهی به پارامترها در روند فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از نظرات نهادهای عمومی (متخصصین شاغل در ادارات) و کارشناسان استفاده و در نهایت چهار درجه از تناسب اراضی برای فعالیت‌های کشاورزی شناخته شد (Everest *et al.*, 2021). همچنین در مطالعه‌ای دیگر به شناسایی حوزه‌های مناسب کشاورزی در منطقه آناتولی ترکیه پرداخته شد. تحلیل تصمیم چندمتغیره در محیط فازی یکپارچه با تکنیک‌های GIS[2] و مدل‌های مختلف درون‌یابی زمین‌آماری[3] انجام شد. نتایج نشان داد که ۳۰/۳٪ از کل منطقه برای کشاورزی در سطح بسیار مناسب و مناسب، ۴۲/۷٪ برای مصارف کشاورزی نامناسب و ۲۷ درصد برای فعالیت‌های کشاورزی نامناسب است (Ozkan *et al.*, 2020).

روش تحلیل سلسله مراتبی همراه با سامانه اطلاعات جغرافیایی، علاوه‌بر اصلاح نقشه‌های لازم، در برنامه‌ریزی مکانی و مدیریت و تفسیر داده‌های اکولوژیکی در مراحل مختلف فرآیند برنامه‌ریزی به‌کار برده می‌شوند (Ahmadisani *et al.*, 2011; Baskent & Keles, 2005). ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی ابزار غالبی برای ارزیابی تناسب زمین است (Lopez *et al.*, 2020; Memarbashi *et al.*, 2017; Roy & Saha, 2018; Selim *et al.*, 2018). ازاین‌رو به‌کارگیری این ترکیب برای تصمیم‌گیری چندجانبه، سریع و دقیق در مورد انبوه داده‌های منطقه ضرورت دارد.

باتوجه‌به شرایط ویژه اقلیمی و جغرافیایی مناسب برای توسعه فعالیت‌های کشاورزی به عنوان ضامن امنیت غذایی و عاملی تاثیرگذار روی وضعیت اقتصادی استان البرز، تعیین توان اکولوژیک اراضی آن در راستای برنامه‌ریزی‌های صحیح استفاده از اراضی ضروری به نظر می‌رسد. بنابر ضرورت بیان‌شده در این تحقیق توان اکولوژیکی اراضی استان البرز به‌منظور کاربری‌های کشاورزی بر اساس اصول آمایش سرزمین و مقایسه آن با کاربری‌های فعلی ارزیابی شد. این تحقیق به تعیین میزان تطابق یا عدم تطابق کاربری‌ها در راستای استفاده اصولی و درست بر اساس توان طبیعی منطقه و جلوگیری از تخریب و فرسایش اراضی و اهتمام بیشتر به مدیریت اراضی منطقه کمک خواهد کرد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

استان البرز با وسعت ۵۱۴۱۸۷ هکتار، حد واسط °۵۰ تا °۵۱ ′۳۰/′۳۰ طول شرقی و °۳۵ ′۳۰/′۳۵ تا °۳۶ ′۳۰/′۳۰ عرض شمالی، در غرب استان تهران و جنوب دامنه رشته‌کوه البرز واقع شده است. در حال حاضر استان البرز دارای شش شهرستان کرج، اشتهارد، ساوجبلاغ، طالقان، نظرآباد و فردیس است (شکل ۱). استان البرز با وسعت ۵۱۷۳۷۱/۵ هکتار در حدود ۰/۳ درصد مساحت کل کشور ایران را به خود اختصاص داده است.

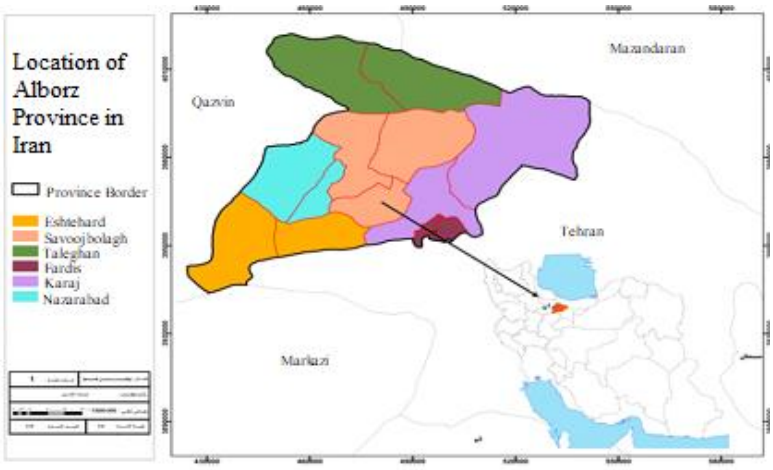
۲-۲. روش تحقیق

این تحقیق به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ روش، توصیفی و تحلیلی است و برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار کتابخانه‌ای و مطالعات و مشاهدات میدانی استفاده شده است. عمده‌ترین کاربری‌های کشاورزی مورد بررسی در این تحقیق شامل زراعت آبی، دیم، باغ و درختکاری بود. برای توان‌سنجی کاربری در ابتدا لازم است منابع اکولوژیکی مؤثر بر آن در منطقه شناسایی و سپس داده‌ها تجزیه‌وتحلیل شده و اولویت‌بندی آن‌ها بااستفاده‌از روش تحلیل سلسله مراتبی انجام شود. بر اساس روش پارامتریک توان اکولوژیکی کشاورزی بااستفاده‌از نقشه‌های معیارهای اصلی هرکدام از کاربری‌های زراعت آبی، دیم، باغ و درختکاری و ضریب اهمیت هر معیار به روش تحلیل سلسله مراتبی و با مقایسه زوجی معیارها در نرم‌افزار Expert Choice (نسخه ۱۱) تعیین شد. پس از وزن‌دهی معیارها روی‌هم‌گذاری[4] لایه‌های محیطی نقشه‌ی هر یک از معیارها در محیط نرم‌افزار Arc-GIS (نسخه 10.7.1) تهیه شد (Ozkan *et al.*, 2020) که حاصل آن تولید نقشه معیارها و همچنین نقشه نهایی ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی استان بود.

---

1. Geographic Information system
3. Geostatistic
1. Overlay

نحوه امتیازدهی (رتبه‌بندی) به این صورت است که برای مناسب‌ترین حالت امتیاز ۱۰ و برای بدترین شرایط امتیاز صفر در نظر گرفته می‌شود و سایر طبقات (زیرمعیارها) بین ۰ تا ۱۰ رتبه‌بندی می‌شوند.

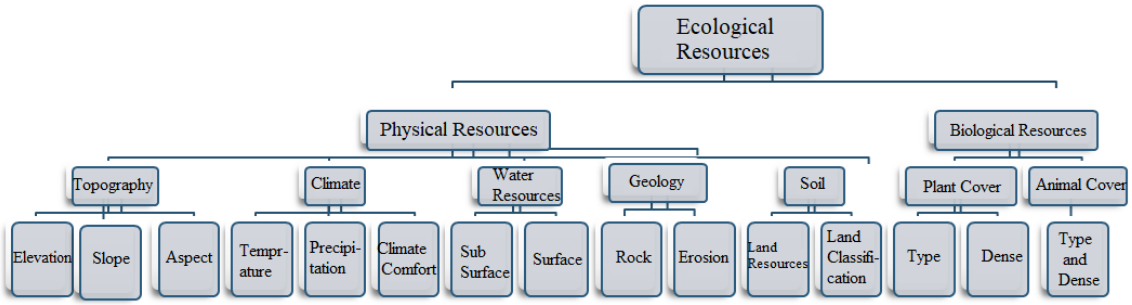


شکل ۱. موقعیت استان البرز در ایران

۳-۲. فرآیند ارزیابی توان اکولوژیکی

فرآیند ارزیابی توان اکولوژیکی در پژوهش حاضر شامل سه بخش اساسی زیر بود که پس از طی این مراحل، توان اکولوژیکی در محدوده‌ی مطالعاتی تعیین شد: اول- شناسایی منابع اکولوژیکی؛ دوم- تجزیه‌وتحلیل و جمع‌بندی داده‌ها؛ سوم- ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین. منابع اکولوژیکی که اغلب در تعیین توان اکولوژیک به‌عنوان معیار از آن‌ها استفاده می‌شود شامل منابع زیستی و منابع فیزیکی هستند (شکل ۲).

برای ارزیابی توان اکولوژیک یک منطقه نیاز به تعداد زیادی از شاخص‌ها و نمایه‌های محیط طبیعی است که هر یک به‌نوعی در ارزیابی توان اکولوژیک تأثیر می‌گذارند. پس از شناسایی منابع و جمع‌آوری داده‌های موردنیاز، برای تجزیه‌وتحلیل، رقومی‌کردن[1] و ارزیابی توان اکولوژیک استان از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد.



شکل ۲. منابع اکولوژیک مؤثر در تعیین توان اکولوژیک (Makhdoom, 2003).

باتوجه‌به اطلاعات در دسترس و ویژگی‌های اکولوژیکی خاص استان البرز و مقیاس مورد استفاده و باتوجه‌به هدف و متناسب با زمان، بودجه و فنّاوری موجود برای دست‌یابی به نتایج قابل قبول، به نظر می‌رسد بهترین روش برای ارزیابی توان اکولوژیک در پژوهش حاضر روش پارامتریک باشد. روش تحلیل پارامتریک یک یا چندعاملی از نظر علمی روش مطلوبی است که استفاده از آن به‌ویژه در فعالیت‌های مرتبط با آمایش سرزمین (یک یا چند کاربری) معمول است (Juita & Lopulisa, 2020; Marbun *et al.*, 2019). در این روش پارامترها و یا ویژگی‌های سرزمین (خاک، سنگ، پوشش گیاهی، شکل زمین و ...) به‌صورت مجزا نقشه‌سازی شده و به‌طور مجزا نیز ارزش‌گذاری می‌شوند. هر یک از لایه‌ها یا نقشه‌ها بیان‌کننده خصوصیات محیطی است که

2. Digitizing

با روی‌هم اندازی آن‌ها نقشه تلفیقی نهایی همراه با جداول و ماتریس‌ها تهیه شده و نتایج ارزیابی می‌شوند. این نقشه می‌تواند اثر جمعی پارامترها و طبقات را در ارتباط با توان سرزمین و مبنای ارزیابی و تناسب آن برای هر نوع کاربری خاص تعیین کند. این روش با فرض تابع مطلوبیت خطی و جمع‌پذیر میسر می‌شود. اگرچه وجود این فرض به‌سادگی و در همه موارد صادق نیست، ولی می‌توان آن را به ازای ارزش‌های مختلفی از اوزان (W) به کار برد و راه‌حل‌های مؤثر را به وجود آورد. مدل ریاضی ارزیابی توان اکولوژیک (Tashayo *et al.*, 2020) به‌صورت معادله یک است:

$$S = \sum_{i=1}^{n} Wi.Vi$$ معادله ۱

که در آن، S= توان اکولوژیک (تناسب برای کارکرد مورد نظر)، V= معیار مورد نظر، W= ضریب اهمیت معیار است.

گام اول در تعیین توان اکولوژیک کشاورزی تعیین معیارهای مؤثر در کاربری‌های زراعت آبی، دیم، باغ و درختکاری از بین منابع اکولوژیک و نقشه‌سازی آن‌ها است. در یک جمع‌بندی از فرآیند انجام کار، می‌توان مراحل زیر را در نظر گرفت (Kumar *et al*., 2020):

۱. تعیین و انتخاب معیارها، از بین منابع اکولوژیک

۲. تعیین و انتخاب زیرمعیارها از معیار اصلی

۳. کمی سازی داده‌های کیفی با تعمیم رتبه و امتیاز زیرمعیارها به واحدهای زمین پایه (پیکسل)

۴. تعیین ضریب اهمیت هر معیار به روش AHP

۴. ۱. ساختار روش تحلیل سلسله مراتبی

در روش تحلیل سلسله مراتبی، برای تولید ماتریس زوجی در تعیین وزن لایه‌های معیارها و زیرمعیارهای مختلف و اندازه‌گیری اهمیت نسبی آن‌ها از روش پیشنهادی (Saaty, 1980) استفاده شد. در این روش محاسبه وزن معیارها طی سه گام زیر انجام می‌شود: ۱. ساختن درخت سلسله مراتبی، ۲. تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، ۳. محاسبه اوزان؛ برای محاسبه وزن معیارها ابتدا ماتریس مقایسه زوجی براساس نظر کارشناس تهیه می‌شود.

۴-۲. انتخاب معیار و زیرمعیارها

برای ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تعداد زیادی از منابع اکولوژیکی بررسی و شناسایی می‌شوند. این منابع شامل منابع فیزیکی، هیدرولوژی و منابع آب، شکل زمین، زمین‌شناسی و خاک‌ها می‌باشند (Makhdoom, 2001). در این مطالعه معیارها و زیرمعیارها باتوجه‌به منابع نام‌برده‌شده و براساس مدل مخدوم، به شرح جدول ۱ تهیه شد.

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارها برای ارزیابی توان اکولوژیک

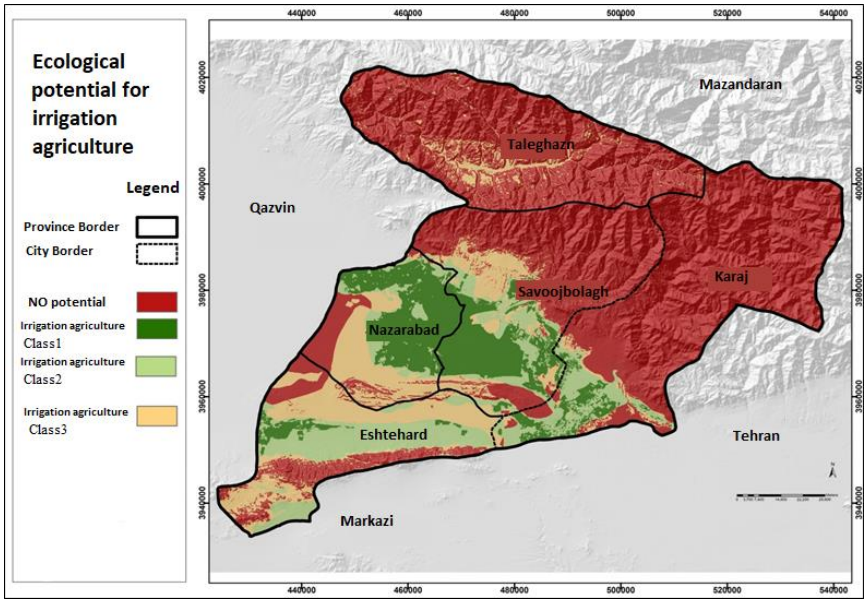
Resources	Criteria	Sub-criteria	Unit
Topography	Elevation	< 1200, 1200-1800,1800-2200,2200-2600,2600-3000, 3000-3400,3400-3800, > 3800	M
	Slope	< 3, 3-7,7-15,15-30,>30	%
	Aspect	North, South, East, West, Flat	
Land and Soil	Landform	1.1,1.2,1.3,2.1,2.2,2.3,2.4,3.2,3.3,4.1,4.3,4.5,4.7, 6.3,7.2,8.1,8.2,9.1,9.2	
	Land classification	I, II, III, III, IV, others	
	Land use	irrigated agriculture, farming agriculture, Pasture, wasteland and protected	
Geology	Erosion	Low, Moderate, High	
Climate	Rain	207-300, 300-400, 400-500, 500-600, 600-678	mm
	Temperature	6-10, 10-16, 16-20, 20-22, 22-25.6	°C
Hydrology	Access to water	0, -7, -14, -51, -185, -190	
Vegetation	Vegetation	Art-Sie – Stipa, Ast – scariola stipa, Artem – Sie – Ptero, Ast – thymus acomth, Psath – Agropyr, Psathyr – Leucopoa, Agr-Leuco – Ast, Prennial grass – thymus, Halocnemum, Art e – sie – Ast, Ast – Agro, Ast-Acantholimom, Ast-onbrychis, Ast – prennial grass, Ast – prangus, Agr-Ast – acamth, Ast-Dioplotaemia	
	Protected area		

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

۱-۳. تعیین توان اکولوژیک برای زراعت آبی

برای تعیین توان اکولوژیک زراعت آبی در سطح استان از چهار معیار شیب، خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی، منابع و قابلیت اراضی و دسترسی به منابع آب استفاده شد. رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارها جهت بررسی ارزیابی توان اکولوژیک استان البرز برای زراعت آبی در جدول ۲ نشان داده شده است. اصولاً اراضی با شیب بیش از ۱۵ درصد برای انواع زراعت آبی نامناسب هستند؛ زیرا در این اراضی به دلیل ایجاد گرادیان هیدرولیکی، توانایی نگهداشت آب در زمین کاهش یافته و آب کافی در اختیار گیاه قرار نمی‌گیرد و به‌صورت رواناب جاری می‌شود (Azmi *et al.*, 2014). این در حالی است که ۲۶۸۸۲۷/۵ هکتار از توزیع گسترهٔ استان در سطوح با شیب بالای ۱۵ درصد می‌باشند که در حدود ۵۲/۳ درصد از وسعت استان را شامل می‌شود. باتوجه‌به اطلاعات ارائه‌شده طبقه‌بندی اراضی از نظر نوع خاک دارای بیشترین امتیاز برای زراعت آبی است. همچنین به نظر می‌رسد در ارتباط با منابع آب، بیلان منابع آب در واحدهای هیدرولوژیک استان بتواند زیرمعیار مناسبی برای اثربخشی معیار آب در تعیین توان باشد.

پس از وزن‌دهی معیارها، روی‌هم‌گذاری آن‌ها توسط نرم‌افزار Arc- GIS انجام شد که حاصل آن نقشه طبقه‌بندی رقومی توان اکولوژیک استان برای زراعت آبی بود (شکل ۳). وضعیت توان اکولوژیک این کاربری به‌تفکیک شهرستان‌های استان در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بر اساس نقشه توان اکولوژیک زراعت آبی، ۶۲/۳ درصد سطح منطقه برای زراعت آبی نامناسب (فاقد توان) و ۳۷/۳ درصد نیز برای کاربری کشاورزی زراعت آبی با درجه تناسب‌های مختلف است. از مجموع این ۳۷/۷ درصد کاربری کشاورزی از نظر زراعت آبی در منطقه ۱۱/۱ درصد اراضی استان البرز دارای توان مناسب (زراعت آبی کلاس ۱)، ۱۱/۵ درصد دارای توان متوسط (زراعت آبی کلاس ۲)، ۱۵/۲ درصد دارای توان کم (زراعت آبی کلاس ۳) بودند. بنابراین نتایج حاصل بیانگر این است که حدود ۲۲/۶ درصد منطقه مطالعاتی در کلاس توان مناسب کشاورزی برای زراعت آبی بوده و می‌توان برنامه-ریزی‌های لازم را برای مدیریت آن‌ها انجام داد. شهرستان ساوجبلاغ با ۶/۷ درصد و شهرستان نظرآباد با ۶/۲ درصد دارای بیشترین سطح مناسب برای کشاورزی زراعت آبی (توان مناسب و توان متوسط) و شهرستان طالقان با کمتر از یک درصد حداقل توان را برای زراعت آبی دارا می‌باشند (شکل ۳). باتوجه‌به شکل ۳ اراضی دارای توان مناسب و متوسط برای زراعت آبی در بخش‌های مرکزی و جنوب استان البرز واقع شده‌اند. این مناطق دارای شیب کم (۳-۰ درصد)، دبی آب زیاد، عمق و زهکشی خوب خاک می‌باشند. همچنین شهرستان طالقان به‌دلیل قرارگرفتن در ارتفاع بالا، دارابودن شیب زیاد و به دنبال آن فراهم‌نبودن شرایط کشت و کار دارای توان کمتر برای کاربری زراعت آبی می‌باشد.



شکل ۳. نقشه توان اکولوژیک استان البرز برای زراعت آبی

جدول ۲. وزن معیارها و رتبه‌بندی زیرمعیارهای توان اکولوژیک برای زراعت آبی

Rank	Sub criteria	Significance factor	Criterion	
10	I	0.3	Land classification	Ecological potential for irrigation agriculture
9	II			
8	III			
7	III+IV			
0	others			
5	Land unit 3.2	0.1	Land resources and capabilities	
5	Land unit 3.3			
10	Land unit 4.1			
10	Land unit 4.3			
10	Land unit 4.5			
10	Land unit 4.7			
3	Land unit 8.1			
3	Land unit 8.2			
2	Land unit 9.1			
2	Land unit 9.2			
0	Others			
10	Irrigation agriculture	0.2	Land use and coverage	
1	Rainfed agriculture			
1	Rainfed agriculture with rangeland			
0	Others			
10	0-5	0.2	Slope	
8	5-10			
6	10-15			
1	15-20			
0	>20			
10	0	0.2	Access to water resources	
8	-7			
7	-14			
6	-51			
4	-185			
3	-190			

جدول ۳. توان اکولوژیک استان البرز برای زراعت آبی (هکتار)

City	No Potential	Appropriate Potential	Medium Potential	Low Potential	Total area of Suitable and Medium Potential	% Area of Suitable and Medium Potential
Karaj	125545	6550	12496	3752	19019	3.7
Savoojbolagh	65124	21741	12533	16414	34274	6.6
Nazarabad	9192	24498	7605	17386	32103	6.2
Eshtehard	18885	4086	26389	29647	30475	5.9
Taleghan	101374	0	69	10981	69	0.01
Area Total	320120	٥٦٨٧٥	٥٩٠٦٥	٧٨١١٧	١١٥٩٤٠	
Arae %	٦٢,٣	١١,١	١١,٥	١٥,٢		٢٢,٦

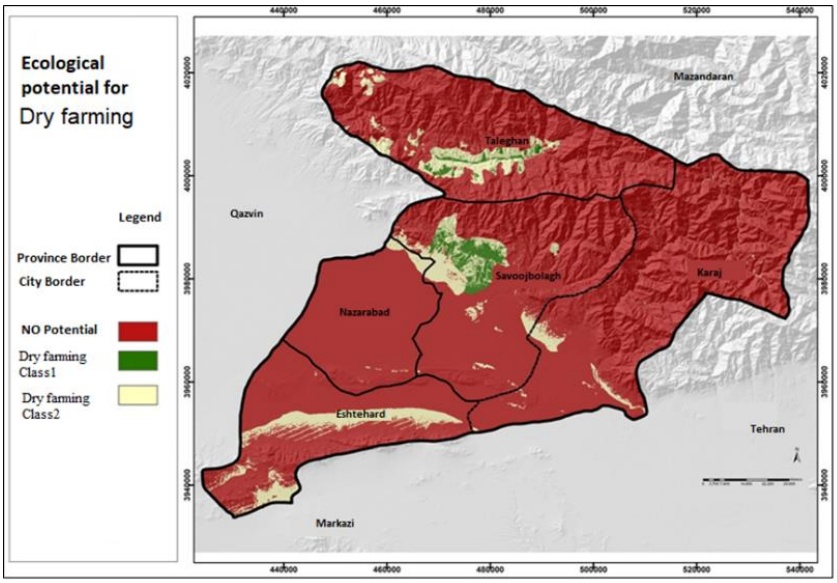
۲-۳. تعیین توان اکولوژیک برای زراعت دیم

برای تعیین توان اکولوژیک زراعت دیم در سطح استان از چهار معیار شیب، قابلیت اراضی، بارش و کاربری و پوشش زمین استفاده شد. اصولاً کشت دیم در اراضی تا شیب ۱۵ درصد امکان‌پذیر است و درشیب‌های بالاتر به‌دلیل کاهش ذخیره آب، بازده محصول کاهش می‌یابد. بنابراین شیب منطقه به چهار زیرمعیار ۰–۵، ۵–۱۰، ۱۰–۱۵ و بیش از ۱۵ طبقه‌بندی و وزن‌دهی شد. قابلیت اراضی نیز یکی از معیارهای مهم در تعیین توان اکولوژیک برای زراعت دیم است. ویژگی‌هایی نظیر نوع خاک‌ها و نیز محدودیت‌های ناشی از بافت، عمق، ناهمواری و میزان سنگریزه نوع بهره‌برداری از آن‌ها را مشخص می‌کند (Soil and Water Research Institute, 1989). در استان البرز با کدگذاری‌های استاندارد مطالعات خاکشناسی واحدهای اراضی ۲ ۳. و ۳ ۳. و هم‌چنین بخشی از تیپ اراضی ۲ (تپه) و ۸ (واریزه‌های بادبزنی‌شکل سنگریزه‌دار) و ۹ (آبرفت‌های بادبزنی‌شکل سنگریزه‌دار) تا حدودی برای این کاربری تناسب دارند. میزان نزولات جوی و نیز تناوب و توزیع آن‌ها یکی از معیارهای مهم در تعیین توان اکولوژیک برای زراعت دیم است. بارش سالیانه بیش از ۸۰۰ میلی‌متر بهترین شرایط برای کشت دیم است، درصورتی‌که

این میزان برای استان البرز از ۶۰۰ میلی‌متر آن‌هم در نواحی مرتفع بیشتر نمی‌شود. بنابراین میزان بارش باران (General Meteorological Organization, 2012) در چهار زیرمعیار تعریف و وزن‌دهی شد (جدول ۳). بر اساس نقشه کاربری اراضی استان این کاربری از نظر نحوه پراکنش و توزیع مکانی به‌صورت مخلوط با مراتع و به شکل پراکنده در نیمه شمالی استان و در شهرستان طالقان و بخش‌هایی از شهرستان ساوجبلاغ در مجموع به مساحت ۹۰۶۴ هکتار دیده می‌شود. نتیجه تلفیق این چهار معیار و زیرمعیارهای آن‌ها بر اساس جدول ۳ توان اکولوژیک استان را برای زراعت دیم نمایش می‌دهد. نتیجه ارزیابی نشان می‌دهد توان اکولوژیک استان باتوجه‌به نتایج حاصل در وضعیت مناسبی قرار ندارد. بیش‌ترین تناسب برای زراعت دیم با کمتر از دو درصد در شهرستان‌های طالقان و ساوجبلاغ است (جدول ۴). میانگین بارندگی سالانه استان البرز ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد که پراکندگی این میزان بارش در شمال استان و نواحی مرتفع بیشتر است. بنابراین شهرستان‌های واقع در ارتفاعات بالاتر مانند ساوجبلاغ و طالقان از میزان بارندگی بیشتری برخوردار هستند. از طرفی به دلیل قرارگیری در شیب بیشتر خاک‌های این مناطق از تکامل کمتری برخوردار بوده و مناسب کشت و کار و زراعت نمی‌باشند. بنابراین، همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده شده است وجود کاربری زراعت دیم در استان از توسعه چشمگیری برخوردار نبوده و صرفا به صورت مخلوط با مراتع و به شکل پراکنده در نیمه شمالی استان و در شهرستان طالقان و بخش‌هایی از شهرستان ساوجبلاغ مجموعاً به مساحت ۸۵۲۵ هکتار دیده می‌شود.

جدول ٤. توان اکولوژیک استان البرز برای زراعت دیم (هکتار)

City	No Potential	Low Potential (S2)	Suitable Potential (S1)	% Area of Suitable Potential
Karaj	144542	3774	0	0
Savoojbolagh	98116	11260	6438	1.2
Nazarabad	56904	1778	0	0
Eshtehard	65021	13981	6	0.001
Taleghan	97230	12512	2620	0.5
Total Area	461813	43305	9064	
Area %	89.8	8.4		1.78



شکل ٤. توان اکولوژیک استان البرز برای زراعت دیم

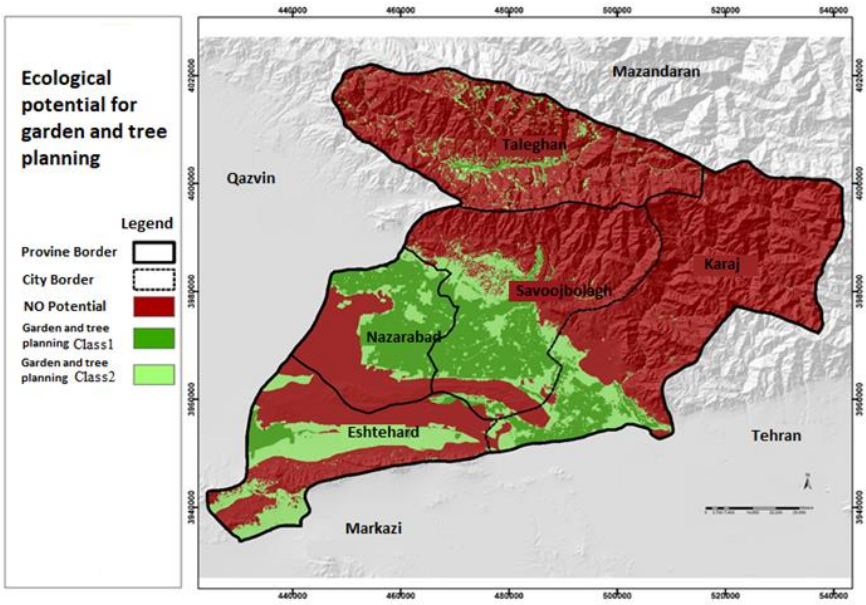
۳-۳. تعیین توان اکولوژیک برای باغ و درخت‌کاری

یکی دیگر از کاربردهای اصلی در گروه فعالیت‌های کشاورزی، کاربری باغ و درخت‌کاری است که در سطح استان از رونق زیادی برخوردار بوده و سهم زیادی را به خود اختصاص داده است. متأسفانه در سال‌های اخیر به دلیل بالارفتن قیمت زمین و عدم بهره‌وری فعالیت‌های باغداری بسیاری از اراضی باغی استان از بین رفته و تلاش برای تغییر کاربری آن‌ها به‌شدت رونق یافته و در کلیه مناطق استان به‌ویژه در جنوب شهرستان کرج و اطراف نظرآباد مشهود است.

توان اکولوژیک استان برای باغ و درختکاری برحسب هکتار برای هر شهرستان در جدول ۵ نشان داده شده است. نتیجه ارزیابی نشان می‌دهد شهرستان‌های ساوجبلاغ، نظرآباد و کرج با ۵/۵، ۴/۷ و ۲/۴ درصد به‌ترتیب بیش‌ترین تناسب را برای باغ و درخت‌کاری دارند، درحالی‌که دو شهرستان اشتهارد و طالقان با ۰/۸۵ و ۰/۳۴ کمترین توان را دارا می‌باشند. شایان اشاره می‌باشد که در شهرستان طالقان و شمال شهرستان کرج، دره‌ها و دامنه‌های کم‌شیب ارتفاعات برای باغ و درخت‌کاری دارای توان با درجات یک و دو هستند (شکل ۵).

جدول ۵. توان اکولوژیک استان برای باغ و درخت‌کاری (هکتار)

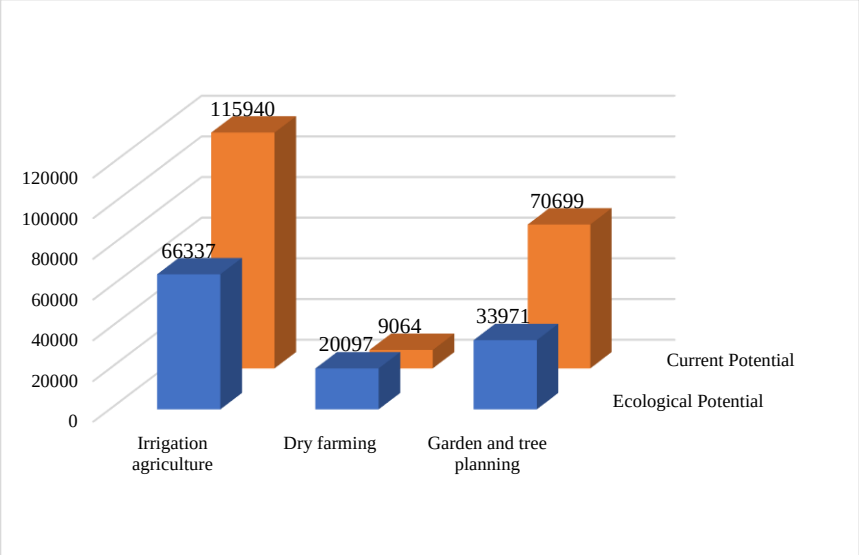
City	No Potential	Low Potential (S2)	Suitable Potential (S1)	% Area of Suitable Potential
Karaj	123247	12752	12317	2.4
Savoojbolagh	68247	19374	28192	5.5
Nazarabad	26454	8217	24011	4.7
Eshtehard	47172	27419	4416	0.85
Taleghan	99218	11380	1763	0.34
Total Area	364338	79142	70699	
Area %	70.85	15.4		13.75



شکل ۵. توان اکولوژیک استان برای باغ و درخت‌کاری

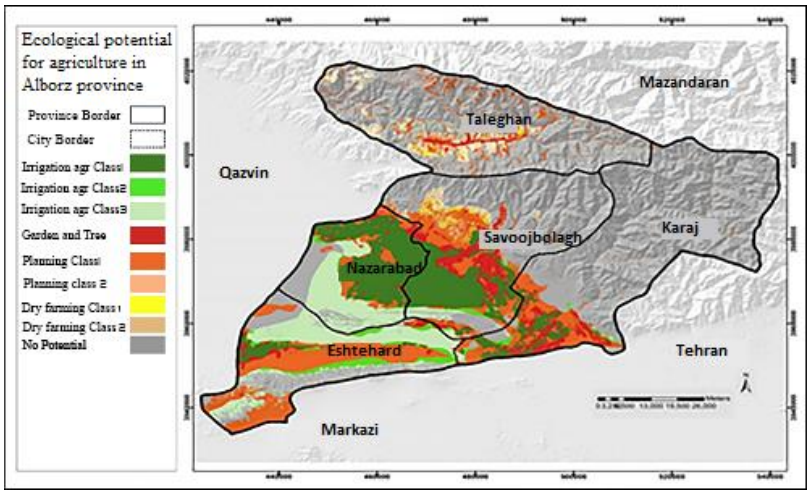
بر اساس شکل ۶، نتایج مقایسه مجموع اراضی استان که بر اساس ارزیابی توان اکولوژیک دارای توان مناسب و یا متوسط برای زراعت آبی هستند (۱۱۵۹۴۰ هکتار) با کاربری فعلی که در آن‌ها زراعت آبی انجام می‌شود (۶۶۳۳۷ هکتار) نشان داد که تنها ۱۱/۲ درصد از توان ۲۲/۶ درصدی که برای کشاورزی زراعت آبی مناسب است تحت بهره‌برداری می‌باشد. ۱۱/۴ درصد از اراضی که دارای توان اکولوژیک مناسب برای زراعت آبی هستند که در حدود ۴۹۶۰۳ هکتار از اراضی استان را تشکیل می‌دهند، در حال حاضر بهره‌برداری دیگری از آن‌ها به عمل می‌آید که بیش‌ترین عدم تطابق مربوط به این کاربری مربوط به شهرستان اشتهارد

می‌باشد. همچنین، از تطبیق مجموع اراضی که برای زراعت دیم دارای توان مناسب هستند (حدود ۹۰۶۴ هکتار از اراضی استان) با کاربری فعلی آن (حدود ۲۰۰۹۷ هکتار) مشخص شد که بسیاری از اراضی که فاقد توان اکولوژیک برای زراعت دیم هستند در حال حاضر زیر کشت دیم می‌باشند که این مساله به‌طور جدی موجب تخریب منابع اراضی و تهدیدهای زیست‌محیطی از قبیل فرسایش خاک و افزایش رخداد سیلاب‌ها می‌شود. همچنین اگر مجموع اراضی دارای توان اکولوژیک (براساس ارزیابی انجام‌شده) برای باغ و درختکاری (۷۰۶۹۹ هکتار) را با سطح اراضی که در حال حاضر دارای کاربری باغ و یا درختکاری می‌باشند (۳۳۹۷۱) تطبیق دهیم؛ مشخص می‌شود که حدود ۳۶۷۲۸ هکتار (معادل ۴۸ درصد) از اراضی استان دارای توان اکولوژیک برای باغ و درخت‌کاری هستند که در حال حاضر تحت بهره‌برداری دیگری می‌باشند. این اختلاف بیانگر توان بالای اکولوژیک استان البرز درزمینه باغداری و تولید محصولات باغی می‌باشد.



شکل ٦. مساحت (هکتار) زراعت آبی، دیم و باغ براساس کاربری فعلی و توان اکولوژیکی در استان البرز.

برای تهیه نقشه توان اکولوژیکی کشاورزی استان لازم است در ابتدا آن بخش از اراضی استان که دارای توان با درجات مختلف برای کشاورزی هستند به‌طور یکپارچه مشخص شده و سپس سایر کارکردهای اصلی بر آن منطبق شوند. برای این منظور ابتدا نقشه توان اکولوژیک برای زراعت آبی با نقشه توان اکولوژیک برای باغ و درخت‌کاری بر اساس ماتریسی معرفی‌شده با هم تلفیق شده و نقشه حاصل مجدداً با نقشه توان اکولوژیک برای زراعت دیم تلفیق شده است. در انتهای این عملیات، نقشه توان اکولوژیکی کشاورزی استان تهیه شد (شکل ۷).



شکل ۷. نقشه نهایی توان اکولوژیک برای کشاورزی در استان البرز

میزان توان اکولوژیک استان برای کشاورزی در هر سه کاربری زراعت آبی، زراعت دیم و باغ و درختکاری در جدول ۶ نشان داده شده است. بر اساس توان اکولوژیک استان، ۳۳/۷ درصد از کل اراضی استان، مناسب برای زراعت آبی و فقط ۲/۳۶ درصد از اراضی برای کشاورزی دیم مناسب هستند. این در حالی است که ۳۵/۳ درصد از اراضی برای باغ و درختکاری دارای تناسب درجه‌یک و دو هستند و به‌طور کلی ۲۸/۵ درصد از اراضی استان فاقد توان اکولوژیک برای کشاورزی می‌باشند.

جدول ٦. مساحت توان اکولوژیک استان برای کشاورزی برحسب هکتار

Ecological Potential	Area (Hectare)	% Area	Total Area %
Irrigation agriculture Class1	113360	30	33.7
Irrigation agriculture Class2	11974	3.1	
Irrigation agriculture Class3	1908	0.5	
Gardening and tree planting Class1	40600	10.7	35.3
Gardening and tree planting Class2	92802	24.6	
Dray Farming Class 1	4047	1.07	2.36
Dry farming Cass 2	4726	1.25	
Inappropriate	107709	28.5	28.5

تاکنون مطالعات زیادی دررابطه‌با ارزیابی توان اکولوژیک و تناسب اراضی انجام شده است (Mokarram & Aminzadeh, 2010; Zhang *et al.*, 2015). پژوهش حاضر نیز بر توان اکولوژیک اراضی استان البرز برای کشاورزی و مقایسه آن با کاربری فعلی تأکید دارد و نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند به راهنمای مناسبی برای برنامه‌ریزان، مسئولان و کاربران اراضی در مورد نحوه استفاده یا برنامه‌ریزی از آن باشد. مطالعه Herzberg *et al.* (2018) به بررسی تناسب اراضی در مناطق تپه‌ای برای پنج گیاه برنج (*Oryza sativa*)، اقاقیا (*Acacia* spp.)، موز (*Musa* spp.)، فیکوس (*Hevea brasiliensis*)، کاساوا (*Manihot esculenta*) و قهوه (*Coffea canephora*) بااستفاده‌از تحلیل سلسله مراتبی پرداخت. نتایج نشان داد شاخص تناسب برای کشت کاساوا در منطقه مورد مطالعه از ۶/۲۹ تا ۷/۹۲ متغیر است. در تحقیقی Ennaji *et al.* (2018) نیز به ارزیابی تناسب اراضی کشاورزی بااستفاده‌از خصوصیات خاک، شیب و همچنین برنامه تناسب اراضی پرداختند و مناطق مناسب برای کشاورزی دیم را تعیین کردند. نتایج نشان داد به‌دلیل بافت نامناسب و شوری کم، ۱۲/۱ درصد از اراضی برای کشاورزی مناسب نیست. همچنین Taghizadeh Mehrjardi *et al.* (2020) از روش‌های یادگیری ماشین برای ارزیابی تناسب زمین برای دو محصول گندم و جو دیم استفاده کردند که در مقایسه با نقشه‌های سنتی دارای دقت بالاتری بودند. در مطالعه‌ای مدل پارامتریک در ارزیابی تناسب اراضی برای زراعت آبی گندم با تکنیک مرتب‌سازی اولویت گزینه‌ها بر مبنای شباهت به راه حل ایده‌آل (TOPSIS)[1] مقایسه شد که ضریب تبیین هر دو مدل به‌ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۹۴ بود که نشان از توانایی بالای هر دو مدل در ارزیابی توان اکولوژیک منطقه برای کشت گندم است (Bagherzadeh & Gholizadeh, 2016). در بسیاری از مطالعات ارزیابی توان اکولوژیک اراضی کشاورزی از ادغام روش تحلیل سلسله مراتبی با تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است (Sharma *et al.*, 2018). همسو با نتایج مطالعه حاضر تلفیق رویکرد تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در سایر مطالعات نیز منجر به ارزیابی مناسب‌بودن اراضی برای محصولات زراعی استراتژیک در خاک‌های شور، سدیمی و آهکی تحت شرایط نیمه‌خشک شده است (Pilevar *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2015). همچنین نتایج Dedeoğlu & Dengiz (2019) و Seyedmohammadi *et al.* (2019) نشان داد استفاده از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی در ادغام با سیستم اطلاعات جغرافیایی از ظرفیت بالایی برای ادغام داده‌های ناهمگن برای تعیین و طبقه‌بندی مناسب‌بودن اراضی در مناطق کشاورزی برخوردار است. مطالعه دیگری نشان داد که تجزیه‌وتحلیل معیارها در یک مدل تحلیل سلسله مراتبی عنصر–ماده[2] یک نقشه مناسب برای زراعت جو ایجاد کرده است. ضریب تبیین بین شاخص تناسب زمین و عملکرد جو مشاهده‌شده در این مطالعه ۰/۹۷۴ بود (Saha *et al.*, 2020). همچنین مقایسه روش تحلیل سلسله مراتبی و نسبت فرکانس (FR) بااستفاده‌از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی تناسب اراضی کشاورزی منطقه کوهستانی در هند نشان داد که هر دو روش برای نقشه‌برداری توان اکولوژیک

1. The technic for order preference by similarity to ideal solution
2. Matter-Element

کشاورزی مناسب هستند (Kumar *et al.*, 2020). در این پژوهش نیز بر اساس معیارهایی که به‌منظور زراعت آبی، دیم، باغ و درخت کاری مشخص شد، سعی شد تا با اعمال معیارهای ارزیابی مطرح‌شده و پس از مشخص‌شدن توان اکولوژیکی محدوده‌ی مورد مطالعه، نقشه‌های مربوط به توان مناسب اکولوژیکی و مقایسه آن با شرایط کنونی منطقه انجام شود.

۴- نتیجه‌گیری

شناسایی تناسب و کیفیت اراضی برای تصمیم‌گیری در مورد استفاده از زمین باتوجه‌به پتانسیل آن و حفاظت از منابع طبیعی برای نسل‌های آینده اهمیت زیادی دارد. در این مطالعه، شناسایی مناطق مناسب برای زمین‌های کشاورزی بادرنظرگرفتن شاخص‌های خاک و زمین، توپوگرافی، اقلیم، پوشش گیاهی و زمین‌شناسی در مقیاس منطقه‌ای در استان البرز انجام شد. در مجموع، ۲۶۹۴۱۷ هکتار از اراضی دارای توان درجه یک تا سه برای کشاورزی و ۱۰۷۷۰۹ هکتار از اراضی فاقد توان کشاورزی هستند. این در صورتی است که بین کاربری فعلی و توان اکولوژیکی تطابق و همخوانی وجود ندارد. به‌نحوی‌که بیش‌ترین عدم تطابق آن‌ها در شهرستان اشتهارد در کاربری زراعت آبی و در شهرستان‌های ساوجبلاغ و نظرآباد در کاربری باغ و درخت‌کاری وجود دارد.

ارزیابی توان اکولوژیک می‌تواند به‌عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی حیاتی برای ارزیابی منطقی شیوه‌های کشاورزی پایدار برای یک منطقه عمل کند و امکان جلوگیری از فرآیند آزمون و خطا در برنامه‌ریزی کاربری اراضی کشاورزی را فراهم کند. بنابراین ارزیابی توان اکولوژیک و تناسب اراضی باید قبل از اجرای هر تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری و توسعه کاربری خاص، به‌ویژه در بخش کشاورزی، گامی ضروری باشد. بدین‌ترتیب، نتایج کاربردی این تحقیق می‌تواند جهت برنامه‌ریزی‌های آتی در بخش کشاورزی استان، در وهله نخست مورد استفاده کلیه مدیران و تصمیم‌گیران و سپس مروجان و کاربران اراضی کشاورزی قرار گیرد.

۵. منابع

Ahmadisani, N., Babayikafyi, S., & Mataji, A. (2011). Investigation of ecotourism activity in North Zagros forests using multi-criteria decision making. *Geographic Information System and Remote Sensing, 4*(3), 65-64.

AhmadiSani, N., Babaiekafaky, S., Pukkala, T., Mataji, A., & Abdolkarimi, R. (2012). Integration of GIS, RS and MCDM for ecological land suitability assessment in multiple-use forestry. *Archives Des Science, 65*(6), 59-70.

Azmi, A.F., Mirzaei Ghaleh, R., & Shamsi. (2014). Challenges and difficuities of agriculture and its role in the migratoin from rural to urban (Case study: Rural district of shirz, Harsin city). *Modares Journal of Human Science Spatial Planning, 2*, 55-70. (In Persian)

Bagherzadeh, A., Gholizadeh A. (2016). Modeling land suitability evaluation for wheat production by parametric and TOPSIS approaches using GIS, northeast of Iran. Modeling Earth Systems and Environment, 2, 1-11.

Baskent, E.Z., & Keles, S. (2005). Spatial forest planning: A review. *Ecological Modelling, 188*, 145-173.

Dashti, S., Monavarim, M., Shariati, M., & Sabzghabaei, G.R. (2010). Ecological capability evaluation on Zakherd watershed for ecotourism development by application of GIS. *Human & Environment, 8*(3), 19-26. (In Persian)

Dedeoğlu, M., & Dengiz, O, (2019). Generating of land suitability index for wheat with hybrid system aproach using AHP and GIS. *Computers and Electronics in Agriculture, 167*, 105062.

Dehghan, P., Azarneivand, H., Khosravi, H., Zehtabian, G.H., Moghadamnia, A.R, (2018) . Design of agricultural ecological and rangeland capability model using integrated approach of FUZZY-AHP (A case study: Eshtehard city). Journal of Range and Watershed Managment, 71(1), 11-24.

Ennaji W, Barakat A, El Baghdadi M, Oumenskou H, Aadraoui M, Karroum LA, Hilali A (2018) GIS-based multi-criteria land suitability analysis for sustainable agriculture in the northeast area of Tadla plain (Morocco). Journal of Earth System Science 127 (2018): 1-14.

Everest, T., Sungur, A., & Özcan, H. (2021). Determination of agricultural land suitability with a multiple-criteria decision-making method in Northwestern Turkey. *International Journal of Environmental Science and Technology, 18*, 1073–1088.

General meteorological office and water resources management organization of Alborz of the province, 2012.

Ghandali, M., Shayesteh, K., & Mesgari, M.S. (2020). Suitability evaluation for agriculture with regard to ecological, economic power and social demand in Semnan watershed. *Journal of Environmental Science and Technology*, *22*(4), 299-313.

Herzberg, R., Gia Pham, T., Kappas, M., Wyss, D., & Thi Minh Tran, C. (2019). Multi-criteria decision analysis for the land evaluation of potential agricultural land use types in a Hilly area of central Vietnam. *Land*, *8*, 90.

Juita, N., Lopulisa, C. (2020, October). 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.

ر, A., Pramanik, M., & Chaudhary, S. (2020). 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*, https://doi.org/10.1016/j.jssas.2020.10.001.

Khalili, S., Soltaninejad, H., & Tavakolinia, J. (2019). Evaluating the ecological capability of agriculture in Estahban county. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, *50*(2), 265-280. (In Persian)

Liu, G.X., Wang, X.J., Xiang, A.C., Wang, X.R., Wang, B.X., & Xiao, S.M. (2021). Spatial heterogeneity and driving factors of land use change in the middle and upper reaches of Ganjiang river, Southern China. *The Journal of Applied Ecology*, *32*(7), 2545-2554.

Lopez, R.S., Fernández, D.G., López, J.S., Briceño, B.R., Oliva, M., Murga, E.T., Trigoso, D.I., Castillo, E.B., Gurbillón, A.B. (2020). Land Suitability for Coffee (Coffea arabica) Growing in Amazonas, Peru: Integrated Use of AHP, GIS and RS, ISPRS International Journal of Geo-Information, 9(11), 673.

Makhdom, H. (2001). Foundation for land use planning, fourth edition, *Tehran Publication and Printing Institute*, pp. 16, 123, 189-207. (In Persian)

Makhdom, M., DarvishSefat, A., & Makhdom, A. (2003). Environmental assessment and planning with geographic information system, *University Press*, 304p.

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

Memarbashi, E., Azadi, H., Barati, A.A., Mohajeri, F., Van Passel, S., Witlox, F. (2017). Land-Use Suitability in Northeast Iran: Application of AHP-GIS Hybrid Model, ISPRS International Journal of Geo-Information, 6, 396.

Mokarram M, Aminzadeh F (2010) GIS-based multicriteria land suitability evaluation using ordered weight averaging with fuzzy quantifer: a case study in Shavur Plain, Iran. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 38(2), 508-512.

Özkan, B., Dengiz, O., & DemirağTuran, I. (2020). Site suitability analysis for potential agricultural land with spatial fuzzy multi-criteria decision analysis in regional scale under semi-arid terrestrial ecosystem. *Scientific Reports*, *10*, 22074.

Pilevar, A.R., Matinfar, H.R., Sohrabi, A., & Sarmadian, F. (2020). Integrated fuzzy, AHP and GIS techniques for land suitability assessment in semi-arid regions for wheat and maize farming. *Ecological Indicators*, 105887.

Ramamurthy, V., Reddy, G.O., & Kumar, N. (2020). Assessment of land suitability for maize (*Zea mays* L.) in semi-arid ecosystem of southern India using integrated AHP and GIS approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, *179*, 105806.

Roy, J., Saha, S., (2018). Assessment of land suitability for the paddy cultivation using analytical hierarchical process (AHP): a study on Hinglo river basin, Eastern India, Modeling Earth Systems and Environment, 4, 601-618.

Saaty, T.L. (1980). The analytic hierarchy process: *Planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill International Book Co., New York.

Safaripour, M., & Naseri, D. (2019). Ecological land capability evaluation for agriculture and range management using WLC method (Case study: Onarchay watershed, Ardabil province). *Journal of Environmental Science and Technology*, *21*(8), 113-123. (In Persian)

Saha, S., Sarkar, D., Mondal, P., Goswami, S. (2020). GIS and multi-criteria decision-making assessment of sites suitability for agriculture in an anabranching site of sooin river, India. Modeling Earth Systems and Environment, 7, 571-588.

Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A.A., & McDowell, R.W. (2019). Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture. *Geoderma*, *352*, 80-95.

Shahpari, S., Allison, J., Harrison, M.T., & Stanley, R. (2021). An integrated economic, environmental and social approach to agricultural land-use planning. *Land*, *10*(4), 364.

Sharma R, Kamble SS, Gunasekaran A (2018) Big GIS analytics framework for agriculture supply chains: a literature review identifying the current trends and future perspectives. Computers and Electronics in Agriculture, 155, 103-120.

Soil and Water Research Institute, 1989. Guide for classification of lands for irrigation. Publication No. 205, Technical Publication No. 766, Agriculture and Natural Resources Organization. Ministry of Agriculture. 91p.

Taghizadeh Mehrjardi, R., Nabiollahi, K., Rasoli, L., Kerry, R., & Scholten, T. (2020). Land suitability assessment and agricultural production sustainability using machine learning model. *Agronomy*, *10*, 573.

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.

Truong, Q.C., Nguyen, T.H., Tatsumi, K., Pham, V.T., & Tri, V.P.D. (2022). A land-use change model to support land-use planning in the Mekong Delta (MEKOLUC). *Land*, *11*(2), 297.

Yang, S., Zhao, W., Liu, Y., Wang, S., Wang, J., & Zhai, R. (2018). Influence of land use change on the ecosystem service trade-offs in the ecological restoration area: Dynamics and scenarios in the Yanhe watershed, China. *Science of the Total Environment*, *644*, 556-566.

Zhang, J., Su, Y., Wu, J., & Liang, H. (2015). GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in Shandong province of China. *Computers and Electronics in Agriculture*, *114*, 202-211.