



University of Tehran Press

Town & Country Planning

Online ISSN: 2423-6268

Home Page: <https://jtcp@ut.ac.ir>

Land Potential and Balance Analysis of Macro-Land Use Development in Qeshm Island

Parvaneh Sobhani¹ | Afshin Danehkar^{2*} | Mohsen Soleymani Roozbahani³

1. Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. Email: sobhani.pa@lu.ac.ir

2. Corresponding Author, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: danehkar@ut.ac.ir

3. Department of Environment, Natural Resources of Tehran, Tehran, Iran. Email: Mohsen.Soleymanir@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received April 06, 2025
Revised May 06, 2025
Accepted April 16, 2025
Published online 15 June 2025

Keywords:
Macro-land uses,
Sustainable development,
Ecological potential evaluation,
Qeshm Island

ABSTRACT

Irrational human use of land in many parts of the world has led to the destruction of natural potential and existing resources. Evaluating potential and allocating land uses is a method that can establish a logical relationship and sustainable compatibility between the natural potential of the environment, land use development, and human activities in space. The present study evaluated the ecological potential and balance of macro-land use development, including urban and rural development, industrial development, and irrigated agricultural development on Qeshm Island based on ecological criteria and spatial indicators derived from existing study records. Subsequently, while developing a literal model for land uses, spatial indicators were integrated in the form of mathematical models using Boolean algebra logic, and the layers of each indicator were mapped and integrated in a Geographic Information System (GIS) environment. According to the results, 17,473.49 ha of the island's surface have ecological potential for urban development, 34,736.25 ha for rural development, 30,089.93 ha for industrial development, and 56,957 ha for irrigated agriculture development. In terms of balance, the region has 17,473.49 ha of possible urban development, 650.64 ha and 34,709.51 ha for balanced and possible rural development, 2,251.55 ha and 2,389 ha for balanced and possible industrial development, and 56,957 ha for balanced irrigated agriculture development. The results of the ecological capacity assessment on Qeshm Island can serve as a platform for the balanced development of uses and a tool for identifying existing imbalances. This assessment helps to evaluate the ecological capacities and limitations of the region for the development of macro-uses, the potential for multiple exploitation of plannable capacities, and the identification of considerations regarding natural hazards and environmental sensitivity in the development of uses in the study area.

Cite this article: Sobhani, P.; Danehkar, A. & Soleymani Roozbahani, M. (2025). Land Potential and Balance Analysis of Macro-Land Use Development in Qeshm Island. *Town and Country Planning*. 17 (1), 93-112. <http://doi.org/10.22059/jtcp.2025.392957.670502>



© Authors retain the copyright and full publishing rights.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2025.392957.670502>

Publisher: University of Tehran Press.



انتشارات دانشگاه تهران

آمایش سرزمین

شاپا الکترونیکی: ۶۲۶۸-۲۴۲۳

سایت نشریه: <https://jtcp@ut.ac.ir/>

توان سنجی و تعادل سنجی توسعه کلان کاربری ها در جزیره قشم

پروانه سبحانی^۱ | افشین دانه کار^{۲*} | محسن سلیمانی روزبهانی^۳

۱. گروه محیط زیست، دانشگاه لرستان، دانشکده منابع طبیعی، خرم آباد، ایران، رایانامه: sobhani.pa@lu.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، کرج، ایران، رایانامه: danehkar@ut.ac.ir
۳. گروه محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، کرج، ایران، رایانامه: Mohsen.Soleymanir@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی، مروری

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۵/۰۸

کلیدواژه:

ارزیابی توان اکولوژیک، توسعه پایدار، جزیره قشم، کلان کاربری ها.

استفاده غیر منطقی انسان از سرزمین در بسیاری از نقاط دنیا منجر به نابودی پتانسیل های طبیعی و منابع موجود شده است. ارزیابی توان بالقوه و تخصیص کاربری های متناسب با توان سرزمین روشی است که می تواند میان توان طبیعی محیط، توسعه کاربری ها، و همچنین فعالیت های انسان در فضا یک رابطه منطقی و سازگاری پایدار برقرار کند. در این زمینه، در مطالعه حاضر به ارزیابی توان اکولوژیک و تعادل سنجی توسعه کلان کاربری، از جمله توسعه شهری و روستایی و توسعه صنعتی و توسعه کشاورزی آبی، در جزیره قشم مبتنی بر معیارهای اکولوژیک و شاخص های فضایی بر اساس سوابق مطالعاتی موجود پرداخته شد. سپس، ضمن تدوین مدل حرفی برای کاربری ها، شاخص های مکانی در قالب مدل های ریاضی با منطق جبر بولین تلفیق و لایه های هر شاخص در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه سازی و تلفیق شد. مطابق نتایج ۱۷۴۷۳/۴۹ هکتار از سطح جزیره دارای توان اکولوژیک برای توسعه شهری، ۳۴۷۳۶/۲۵ هکتار دارای توان برای توسعه روستایی، ۳۰۸۹/۹۳ هکتار دارای توان برای توسعه صنعتی، و ۹۵۷/۵۶ هکتار دارای توان برای توسعه کشاورزی آبی است. از نظر تعادل سنجی نیز منطقه دارای ۱۷۴۷۳/۴۹ هکتار توسعه ممکن شهری، ۶۵۰/۶۴ هکتار و ۳۴۷۰۹/۵۱ هکتار توسعه متعادل و توسعه ممکن روستایی، ۲۲۵۱/۵۵ هکتار و ۲۳۸۹ هکتار توسعه متعادل و ممکن صنعتی، و ۹۵۷/۵۶ هکتار توسعه متعادل کشاورزی آبی است. نتایج ارزیابی توان اکولوژیک در جزیره قشم می تواند به عنوان بستری برای توسعه متعادل کاربری ها و ابزاری برای شناسایی بی تعادلی های موجود به سنجش ظرفیت ها و محدودیت های اکولوژیک منطقه برای توسعه کلان کاربری ها، امکان بهره برداری چندگانه از ظرفیت های قابل برنامه ریزی، شناسایی ملاحظات مخاطرات طبیعی و حساسیت محیط در توسعه کاربری ها در محدوده مورد مطالعه کمک کند.

استناد: سبحانی، پروانه؛ دانه کار، افشین و سلیمانی روزبهانی، محسن (۱۴۰۴). توان سنجی و تعادل سنجی توسعه کلان کاربری ها در جزیره قشم. *آمایش سرزمین*، ۱۷ (۱) ۹۳-۱۱۲. <http://doi.org/10.22059/jtcp.2025.392957.670502>

© نویسندگان. ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2025.392957.670502>



مقدمه

استفاده غیر منطقی انسان از سرزمین در بسیاری از نقاط دنیا منجر به نابودی پتانسیل‌های طبیعی و منابع موجود شده است (Ruiz Serrano et al., 2024). بنابراین، دستیابی به توسعه پایدار مستلزم اجرای انواع طرح‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع طبیعی بر اساس توان بالقوه منابع و ظرفیت قابل تحمل محیط زیست است (Yue et al., 2021). تعیین توان بالقوه و تخصیص کاربری‌های متناسب با توان سرزمین روشی است که می‌تواند میان توان طبیعی محیط و نیاز جوامع و کاربری‌ها و همچنین فعالیت‌های انسان در فضا یک رابطه منطقی و سازگاری پایدار برقرار کند. ارزیابی توان ابزاری برای برنامه‌ریزی راهبردی استفاده از سرزمین است (Shamai & Jafarpour Ghalehtemouri, 2024). بهره‌برداری از سرزمین به اندازه توان یا پتانسیل تولیدی به این معنی است که نوع استفاده از سرزمین یا کاربری‌ها متناسب با استعداد طبیعی و ویژگی‌های طبیعی یا اکولوژیک آن باشد (Hernández & Camerin, 2024). زیرا توسعه همواره در بستری به نام محیط صورت می‌گیرد و چنانچه این بستر توان و ظرفیت پذیرش توسعه را نداشته باشد به نابودی محیط زیست و ناکارآمدی طرح توسعه و بحران منجر خواهد شد (Eakin et al., 2022).

توسعه بی‌رویه و بی‌توجهی به قابلیت‌ها و محدودیت‌های اکولوژیک در استفاده از سرزمین عمدتاً با پیامدهای زیان‌بار و جبران‌ناپذیری همراه است (بهشتی و منوری، ۱۳۹۶؛ Sobhani et al., 2022). قابل توجه است که منابع در دسترس انسان برای بهره‌برداری در کره زمین بسیار محدود است. همین منابع محدود نیز روزبه‌روز در اثر استفاده بی‌رویه و نادرست در حال تخریب و آلوده شدن هستند (Edo et al., 2024). به عبارتی محیط زیست طبیعی توان اکولوژیک محدودی برای استفاده انسان از آن دارد. از این رو شناخت توان و محدودیت‌های طبیعی هر منطقه یکی از اصلی‌ترین بخش‌ها و پیش‌نیاز استقرار و توسعه هر نوع کاربری است (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ سجادی و همکاران، ۱۳۹۶). توسعه و حفظ توازن بوم‌شناختی زمانی محقق خواهد شد که از سرزمین به تناسب قابلیت‌ها و توانمندی‌های آن استفاده شود. بر این اساس، شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین پیش از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیار حائز اهمیت است (Wei et al., 2023; Schirpke et al., 2023). در غیر این صورت استفاده از قابلیت سرزمین به نوعی صورت خواهد گرفت که محدودیت‌های طبیعی و اکولوژیک مانع از استمرار فعالیت‌ها می‌شود و عملاً بسیاری از سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده به هدر می‌رود. ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین به عنوان یکی از ابزارهای حرکت در جهت توسعه پایدار به دنبال سنجش موجودی و توان نهفته سرزمین بر اساس معیارهای مشخص و ازپیش‌طرح‌ریزی‌شده است (شمسی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱؛ Sobhani et al., 2023).

پیشینه نظری پژوهش

با توجه به اهمیت این موضوع، مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است که از آن‌ها می‌توان به مطالعه جعفری (۱۴۰۲) در آمایش سرزمین، ارزیابی توان اکولوژیک، و برنامه‌ریزی کاربری اراضی اشاره کرد. نتایج نشان داد فضای زیست طبیعی جهان توان اکولوژیک محدودی برای استفاده انسان دارد. از این رو به‌کارگیری ناآگاهانه از سرزمین همراه با مدیریت غلط به بهره‌برداری نادرست و استفاده غیر منطقی انسان از سرزمین منجر می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر دانه‌کار و سبحانی (۱۴۰۳) به ارزیابی توان اکولوژیک و تعادل‌سنجی توسعه کلان‌کاری‌ها در مجموعه شهری تهران- البرز پرداختند. مطابق نتایج، پهنه‌های دارای توان برای توسعه طبیعت‌گردی (گردشگری گسترده) بیشترین وسعت (۷۲/۱۷٪) از سطح منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. علاوه بر این، بر اساس پراکندگی مناطق تحت حفاظت، ۲۸ درصد از منطقه دارای محدودیت بوم‌شناختی برای توسعه کاربری‌ها است و با توجه به ملاحظات حفاظتی نیز ۸۱۹۳۶ هکتار از سطح منطقه دارای ممنوعیت توسعه فیزیکی و ۱۸۵۰۰۸۰ هکتار دارای محدودیت توسعه فیزیکی است.

فرانکو و ماگالهایس^۱ (۲۰۲۲) به ارزیابی تناسب اکولوژیک تغییر کاربری اراضی در جنوب شرق پرتغال پرداختند. آن‌ها بیان کردند که رویه و سیاست برنامه‌ریزی کاربری اراضی فاقد چشم‌اندازی از توان توسعه و تناسب سرزمین است. از این رو برای

توسعه کلان‌کاربری‌ها باید به ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین و شناسایی توان بالقوه آن برای توسعه فعالیت‌های انسانی پرداخت. گائو^۱ و همکارانش (۲۰۲۳) نیز توان اکولوژیک بالقوه ساختار کاربری اراضی را در منطقه دلتای رودخانه یانگ تسه در چین مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد منابع زمین برای بقای انسان ضروری است. با این حال بهره‌برداری بیش از حد و استفاده غیر منطقی از سرزمین پایداری جامعه بشری را تهدید می‌کند. بنابراین برقراری تعادل بین توسعه و توان بالقوه سرزمین می‌تواند به کنترل نابودی این منابع ارزشمند زیستی کمک کند. در مطالعه‌ای دیگر ونگ^۲ و همکارانش (۲۰۲۳) به ارزیابی توان اکولوژیک سبز در رودخانه یانگ تسه چین بر اساس مدل AHP پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد ارزیابی توان اکولوژیک سبز می‌تواند به توسعه متوازن و بهره‌وری متناسب با ظرفیت منابع و قابلیت سرزمین برای توسعه کلان‌کاربری‌ها کمک کند. کابسینیا^۳ و همکارانش (۲۰۲۴) ارزیابی توان اکولوژیک مخازن آبی را با استفاده از رویکرد تحلیل منحنی پاسخ (PRC) مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بیان کردند که ظرفیت این منابع و همچنین تناسب فعالیت‌های قابل توسعه در مناطق مدیترانه‌ای می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا سرمایه طبیعی را برای دستیابی به اهداف متعدد، به‌خصوص افزایش خدمات اکوسیستمی، مدیریت کنند و خوانایی و تفسیر الگوهای مکانی را در تغییرات زمانی بهبود بخشند. علاوه بر این نویدی^۴ و همکارانش (۲۰۲۲) در مطالعه خود به ارزیابی توان اکولوژیک و تخمین مساحت کاربری اراضی کشاورزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل ANP-WLC پرداختند. نتایج ارزیابی توان اکولوژیک نشان داد ۶۰ درصد از باغ‌های میوه و ۴۰/۱۹ درصد از مزارع گندم در کلاس توان اکولوژیک خوب قرار دارند. در مجموع از نظر توان اکولوژیک ۲۲۹۰ هکتار از منطقه در کلاس ضعیف و ۴۰۳۰ هکتار نیز در کلاس عالی قرار دارد.

مطابق مطالعات صورت‌گرفته، ارزیابی دقیق از منابع و توان اکولوژیک سرزمین می‌تواند منجر به بهره‌برداری صحیح از اراضی، توسعه پایدار، و حفاظت از منابع ارزشمند زیستی شود. با توجه به رشد جمعیت و توسعه کلان‌کاربری‌ها، رعایت این امر در مناطقی با توسعه و گسترش فراوان کلان‌کاربری‌ها ضروری است. در این زمینه، جزیره قشم به دلیل دسترسی بالا و تمرکز جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی از موقعیت منحصربه‌فردی در میان سایر جزایر و سواحل جنوب کشور برخوردار است. این محدوده همچنین دارای شرایط جغرافیایی ویژه‌ای است که بستر مناسبی را برای توسعه انواع کاربری‌ها و تمرکز فعالیت‌ها فراهم کرده است. در جزیره قشم، با توجه به تقاضای بالا به تبدیل اراضی و ساخت فعالیت‌های صنعتی و سکونتگاهی، افزایش تهدید زمین‌های کشاورزی و منابع طبیعی، تولید انواع زباله‌ها و پسماندها، تشدید روند آلودگی‌های آب و خاک و هوا، تخریب زیستگاه‌های حساس و کاهش تنوع زیستی، افزایش فشار بهره‌وری از منابع آب زیرزمینی، و توسعه شهرنشینی ارزیابی توان اکولوژیک در این محدوده را الزامی می‌دارد. از این رو، برای جلوگیری از نابودی منابع طبیعی و دستیابی به برنامه‌ریزی صحیح و پایدار به ارزیابی توان اکولوژیک و تعادل‌سنجی توسعه کلان‌کاربری‌ها (شامل توسعه شهری، توسعه روستایی، توسعه صنعتی، توسعه کشاورزی آبی) در این منطقه پرداخته شد. ارزیابی توان اکولوژیک بر اساس معیارها و شاخص‌های مکانی وابسته به منابع اکولوژیک تصمیم‌گیری و قابلیت‌سنجی برای استقرار فعالیت‌ها و کاربری‌ها را به انجام می‌رساند. این سنجش برآیندی از ویژگی‌های محیطی مانند اقلیم (دامنه دمایی، بارش، باد)، آب قابل برنامه‌ریزی سطحی و زیرزمینی (برای کشاورزی و صنعت و شرب)، نوع سنگ، ویژگی‌های خاک (عمق، حاصل‌خیزی و زهکشی خاک، تیپ و واحد اراضی، تناسب خاک برای کشاورزی)، ناهمواری‌ها (دامنه ارتفاعی و شیب)، پوشش گیاهی (تیپ، انبوهی، درجه حفاظتی و کیفی)، حیات وحش (تنوع گونه‌ای، جمعیت، زیستگاه‌ها) برای استقرار هر یک از کاربری‌ها شمرده می‌شود (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه حاضر هدف از ارزیابی توان اکولوژیک در جزیره قشم سنجش ظرفیت‌ها و محدودیت‌های اکولوژیک منطقه برای توسعه کلان‌کاربری‌ها و بستری برای توسعه متعادل کاربری‌ها و ابزاری برای شناسایی بی‌تعادلی‌های موجود است که تا کنون در مطالعات صورت‌گرفته کمتر به این موضوع پرداخته شده است. در این زمینه، عمده‌ترین سؤالات پژوهش عبارت‌اند از: ۱. کدام یک از کاربری‌ها از بیشترین توان

1. Gao

2. Wang

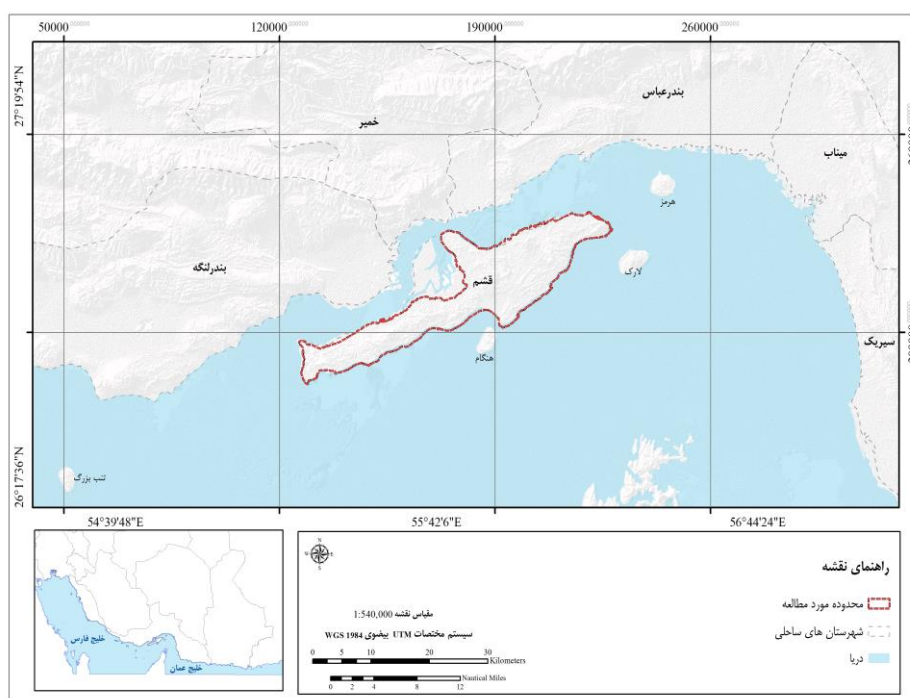
3. Cabecinha

4. Navidi

اکولوژیک برای توسعه در جزیره قشم برخوردارند؟ ۲. از نظر تعادل‌سنجی در توسعه کاربری‌های مختلف، چند درصد از منطقه دارای توسعه ممکن، متعادل، و نامتعادل است؟ ۳. امکانات و محدودیت‌های اقلیمی منطقه تا چه میزان بر توسعه کلان‌کاری‌های مورد بررسی (توسعه شهری، روستایی، صنعتی، کشاورزی آبی) مؤثر است؟

محدوده مورد مطالعه

جزیره قشم یکی از جزایر خلیج فارس است که با مساحت ۱۴۹۱۰۰ هکتار به عنوان بزرگ‌ترین جزیره ایران و خاورمیانه در استان هرمزگان واقع شده است. این جزیره از شمال به شهر بندرعباس، از مرکز به بخش خمیر و قسمتی از شهرستان بندرلنگه، از شمال شرقی به جزیره هرمز، از شرق به جزیره لارک، از جنوب به جزیره هنگام، و از جنوب غربی به جزایر تنب بزرگ و تنب کوچک و ابوموسی محدود می‌شود. نزدیک‌ترین بندر به این جزیره بندرعباس با فاصله ۲۰ کیلومتر است که دسترسی به این منطقه را فراهم کرده است. طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت کل جزیره قشم ۱۴۸۹۹۳ نفر است که از این تعداد ۶۶۸۰۱ نفر در نقاط شهری و ۸۲۱۶۰ نفر در نقاط روستایی سکونت دارند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). از نظر آب‌وهوایی نیز جزیره قشم از اقلیمی گرم و خشک برخوردار است و تابستان‌های گرم و طولانی و زمستان‌های کوتاه دارد. همچنین، بر مبنای طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، اقلیم غالب در این منطقه فراخشک گرم است. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه نمایش داده شده است.



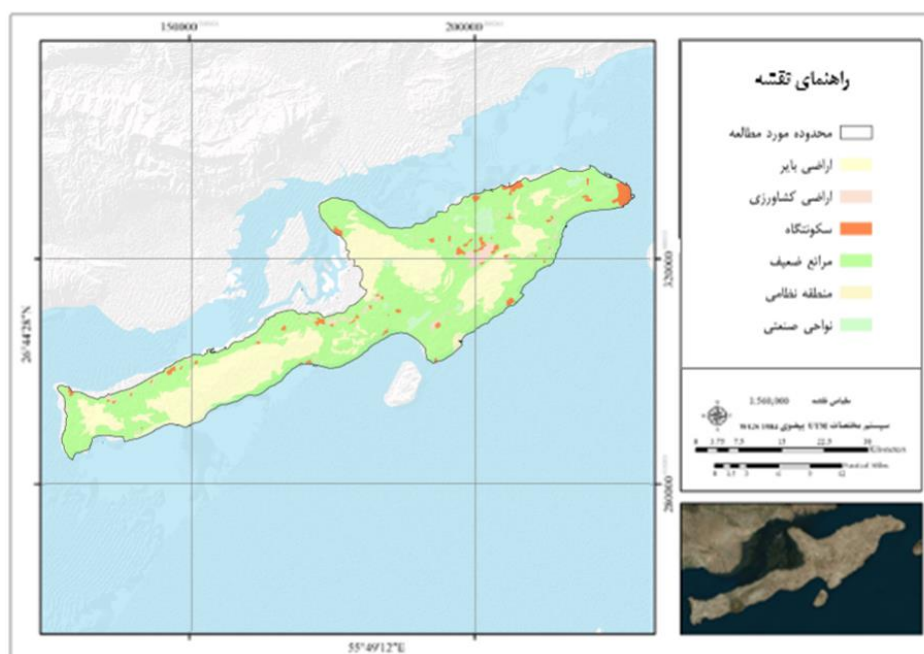
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

روش‌شناسی پژوهش

ارزیابی توان اکولوژیک شکلی از تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی با تکیه بر مؤلفه‌های اکولوژیک (اقلیم، آب، زمین، گیاه، جانور) است که با توجه به کاربری‌های مورد انتظار معیارهای اکولوژیک قابلیت‌سنجی جهت استقرار کاربری‌ها شناسایی و در قالب مدل‌های حرفی شده بیان می‌شود (دانه‌کار و همکاران، ۱۴۰۰). سپس شاخص‌های مکانی هر مدل در قالب مدل‌های ریاضی با منطق جبر بولین با یک‌دیگر تلفیق و نقشه‌های تلفیقی هر کاربری در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۱ نقشه‌سازی

1. Geographic Information System (GIS)

می‌شود. در این مطالعه به منظور ارزیابی توان اکولوژیک توسعه کلان‌کاربری‌ها به شناسایی و بررسی معیارها و شاخص‌های ارزیابی توان اکولوژیک بر اساس مطالعات نظری و سوابق موجود (مطابق جدول ۱) پرداخته شد. گفتنی است معیارهای تعریف‌شده با یک دامنه مشخص از شایستگی‌ها برای هر یک از کلان‌کاربری‌ها (توسعه شهری، روستایی، کشاورزی، و...) از اهمیت بالایی برخوردارند که می‌توانند برای آن کاربری از توان و قابلیت لازم برخوردار باشند یا توان نداشته باشند (ساختار صفر و یکی دارند). در ادامه، پس از ارزیابی توان اکولوژیک، به تعادل‌سنجی هر یک از کاربری‌ها بر اساس آخرین نقشه کاربری/پوشش اراضی موجود از محدوده مورد مطالعه پرداخته می‌شود (شکل ۲). بدین ترتیب پهنه‌هایی که در محدوده توان اکولوژیک موجود دارای تطابق با توسعه کاربری‌های منطقه بودند به عنوان توسعه متعادل و در مقابل پهنه‌هایی از کاربری که در خارج از محدوده‌های توان اکولوژیک توسعه یافته‌اند به عنوان توسعه نامتعادل معرفی می‌شوند. همچنین پهنه‌هایی که در منطقه دارای توان اکولوژیک هستند اما کاربری در آن توسعه نیافته است به عنوان توسعه ممکن شناسایی و معرفی می‌شوند. بدین ترتیب فرایند تعادل‌سنجی و اعتبارسنجی در این مطالعه بر اساس نقشه وضع موجود کاربری/پوشش اراضی منطقه صورت گرفت. همچنین حد آستانه شایستگی معیارها بر اساس طرح ملی آمایش سرزمین (۱۳۹۸) تعیین شد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۲. نقشه کاربری/پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه

مدل توان اکولوژیک توسعه کلان‌کاربری‌ها

در این مطالعه به ارزیابی توان اکولوژیک برای توسعه چهار کلان‌کاربری شامل توسعه شهری، توسعه روستایی، توسعه صنعتی، و توسعه کشاورزی آبی در جزیره قشم پرداخته شد. پهنه‌بندی کاربری‌های یادشده نیز با استفاده از معیارها و شاخص‌های ارزیابی توان اکولوژیک مطابق مطالعات نظری و سوابق موجود (آخوندی و همکاران، ۱۳۹۴؛ احمدی میرقائد و همکاران، ۱۳۹۲؛ اسدی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۸؛ اشرف‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ باغ‌خانی‌پور، ۱۳۹۴؛ باغ‌خانی‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ بدراق‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶؛ بنافی، ۱۳۷۸؛ پطروسیان و همکاران، ۱۳۹۳؛ جزیره‌ای، ۱۳۸۰؛ جلوانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ حدادی‌نیا و دانه‌کار، ۱۳۹۱؛ خلیفه و همکاران، ۱۳۹۷؛ خلیلی و همکاران، ۱۳۹۸؛ دانه‌کار و محمودی، ۱۳۹۱؛ دانه‌کار و محمودی، ۱۳۹۲؛ دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۴؛ دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۷؛ دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸؛ الف؛ دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸؛ ب؛ دانه‌کار و همکاران، ۱۴۰۰؛ دانه‌کار و همکاران، ۱۴۰۱؛ دانه‌کار و همکاران، ۱۴۰۲؛ دهشور و همکاران، ۱۳۹۲؛ رحیمی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵؛ خلیلی و همکاران، ۱۳۹۸؛ سالاری و همکاران، ۱۳۹۷؛ شریفی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹؛ عبدالله‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴؛ عزیزی جلیلیان و

دانه‌کار، ۱۳۹۰؛ کنشلو، ۱۳۹۴ الف و ۱۳۹۴ ب؛ گروسی، ۱۳۹۴؛ مخدوم، ۱۳۷۲؛ مسعودی و همکاران، ۱۳۹۴؛ مصفای و همکاران، ۱۳۹۷؛ منوری و همکاران، ۱۳۹۱؛ نظری و همکاران، ۱۳۹۶؛ سالاری و همکاران، ۱۳۹۷) و بر اساس مشارکت معیارهای تعریف‌شده برای توسعه متعادل هر یک از کاربری‌ها در چارچوب دامنه شایستگی شاخص‌های مکانی موجود انجام شد (جدول ۱). گفتنی است دامنه شایستگی یا حد آستانه هر یک از شاخص‌ها بر اساس طرح ملی آمایش سرزمین (۱۳۹۸) تعیین شده است. رابطه‌های ۱ تا ۴ نیز چگونگی تلفیق شاخص‌های معیارهای توان‌سنجی توسعه شهری، توسعه روستایی، توسعه صنعتی، و توسعه کشاورزی آبی را در جزیره قشم نشان می‌دهد.

جدول ۱. معیارها و شاخص‌های ارزیابی توان اکولوژیک برای توسعه متعادل کلان‌کاری‌ها

توسعه شهری				
ردیف	معیار	قابلیت	محدودیت (معیارهای حذفی)	
۱	طبقه شیب	۲ تا ۱۵ درصد	کمتر از ۲ درصد (به سبب زهکشی ضعیف) و بیش از ۱۵ درصد	
۲	طبقه ارتفاع از سطح دریا	تا ۲۵۰۰ متر	بیش از ۲۵۰۰ متر	
۳	متوسط دمای سالیانه	بیش از ۱۰ درجه سلسیوس	کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس	
۴	سرعت باد	کمتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت	بیش از ۵۰ کیلومتر بر ساعت	
۵	طبقه منابع و استعداد خاک	---	If1 (خاک‌های بدون محدودیت برای کشاورزی)	
۶	طبقه تناسب خاک برای کشاورزی	---	گروه I (خاک‌های بدون محدودیت برای کشاورزی)	
۷	واحد اراضی	---	2.4, 2.7, 3.4, 4.2, 6.1, 7.2	
۸	طبقه عمق خاک	کم تا متوسط	خیلی کم	
۹	طبقه حاصل‌خیزی خاک	---	خوب	
۱۰	طبقه زهکشی خاک	متوسط تا خوب	ضعیف	
۱۱	طبقه شوری خاک	---	خیلی زیاد	
۱۲	نوع سنگ	ماسه‌سنگ، کنگلومرا، سنگ تبخیری	سنگ مارن	
۱۳	پوشش جنگلی	---	تمام رویشگاه‌های جنگلی	
۱۴	پوشش مرتعی	---	خوش‌خوراک، تولید بیش از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، انبوهی بیش از ۱۰ درصد	
۱۵	آب قابل برنامه‌ریزی	بیش از ۱۰۰۰ متر مکعب در روز (حداقل شهر ۵۰۰۰ نفری)	کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در روز	
توسعه روستایی				
۱	طبقه شیب	تا ۲۰ درصد	بیش از ۲۰ درصد	
۲	طبقه ارتفاع از سطح دریا	تا ۳۰۰۰ متر	بیش از ۳۰۰۰ متر	
۳	متوسط دمای سالیانه	بیش از ۵ درجه سلسیوس	کمتر از ۵ درجه سلسیوس	
۴	سرعت باد	کمتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت	بیش از ۵۰ کیلومتر بر ساعت	
۵	طبقه منابع و استعداد خاک	---	If1 (خاک‌های بدون محدودیت برای کشاورزی)	
۶	طبقه تناسب خاک برای کشاورزی	---	گروه I (خاک‌های بدون محدودیت برای کشاورزی)	
۷	واحد اراضی	---	2.4, 2.7, 3.4, 4.2, 6.1, 7.2	
۸	طبقه عمق خاک	کم تا خیلی زیاد	خیلی کم	
۹	طبقه حاصل‌خیزی خاک	---	خوب	
۱۰	طبقه زهکشی خاک	خوب تا ضعیف	---	
۱۱	طبقه شوری خاک	---	خیلی زیاد	
۱۲	نوع سنگ	ماسه‌سنگ، سنگ تبخیری، سنگ مارن، کنگلومرا	-	
۱۳	پوشش جنگلی	---	تمام رویشگاه‌های جنگلی	
۱۴	پوشش مرتعی	---	خوش‌خوراک، تولید بیش از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، انبوهی بیش از ۱۰ درصد	
۱۵	آب قابل برنامه‌ریزی	بیش از ۱۴۰ متر مکعب در روز (حداقل روستای ۱۰۰۰ نفری)	کمتر از ۱۴۰ متر مکعب در روز	

ادامه جدول ۱.

توسعه صنعتی		
۱	طبقه شیب	تا ۱۰ درصد
۲	طبقه ارتفاع از سطح دریا	تا ۳۰۰۰ متر
۳	متوسط دمای سالیانه	بیش از ۵ درجه سلسیوس
۴	سرعت باد	کمتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت
۵	طبقه منابع و استعداد خاک	---
۶	طبقه تناسب خاک برای کشاورزی	---
۷	واحد اراضی	---
۸	طبقه عمق خاک	کم تا خیلی زیاد
۹	طبقه حاصل خیزی خاک	---
۱۰	طبقه زهکشی خاک	متوسط تا خوب
۱۱	طبقه شوری خاک	---
۱۲	نوع سنگ	ماسه سنگ، کنگلومرا، سنگ تیخیری
۱۳	پوشش جنگلی	---
۱۴	پوشش مرتعی	---
۱۵	آب قابل برنامه ریزی	وجود آب قابل برنامه ریزی صنعت در حوضه
توسعه کشاورزی آبی		
۱	طبقه شیب	تا ۱۰ درصد
۲	طبقه ارتفاع از سطح دریا	تا ۳۰۰۰ متر
۳	متوسط دمای سالیانه	بیش از ۵ درجه سلسیوس
۴	طبقه منابع و استعداد خاک	If1
۵	طبقه تناسب خاک برای کشاورزی	I, IIA, IIIS
۶	واحد اراضی	3.4, 4.2, 7.2
۷	طبقه عمق خاک	کم تا خیلی زیاد
۸	طبقه حاصل خیزی خاک	متوسط تا خوب
۹	طبقه زهکشی خاک	ضعیف تا خوب
۱۰	طبقه شوری خاک	---
۱۱	پوشش جنگلی	---
۱۲	آب قابل برنامه ریزی	بیش از ۱۰۰ متر مکعب در هکتار در سال

توسعه شهری	UD:	(SL1+ SL2+ SL3+ SL4+ SL5+ SL6) × (EL1+ EL2) × (TE1+ TE2) × (WS1+ WS2+ WS3) × (SD1+ SD2+ SD3+ SR1+ SR2+ SR3) × (ST2+ ST3+ ST4+ ST5) × (DW1) - (LC6+ LU1+ FC1+ FC2+ RP1+ RO1+ RO2)	رابطه ۱)
توسعه روستایی	RD:	(SL1+ SL2+ SL3+ SL4+ SL5+ SL6+ SL7) × (EL1+ EL2) × (TE2+ TE3+ TE4) × (WS1+ WS2+ WS3) × (SD1+ SD2+ SD3+ SR1+ SR2+ SR3+ SR4) × (ST2+ ST3+ ST4+ ST5) × (DW1) - (LC6+ LU1+ FC1+ FC2+ RP1+ RO1+ RO2)	رابطه ۲)
توسعه صنعتی	ID:	(SL1+ SL2+ SL3+ SL4) × (EL1+ EL2) × (TE1) × (WS1+ WS2+ WS3) × (SD1+ SD2+ SD3+ SR1+ SR2+ SR3) × (ST2+ ST3+ ST4+ ST5) × (IW1) - (LC6+ LU1+ FC1+ FC2+ RP1+ RO1+ RO2)	رابطه ۳)
توسعه کشاورزی آبی	IA:	(SL1+ SL2+ SL3+ SL4) × (EL1+ EL2) × (TE1) × (SD1+ SD2+ SD3+ SF1+ SF2+ SR1+ SR2+ SR3+ SR4) × (AW2+ AW3) - (LC6+ LU1+ FC1+ FC2+ RP1+ RO1+ RO2)	رابطه ۴)

بررسی وضعیت اقلیمی منطقه

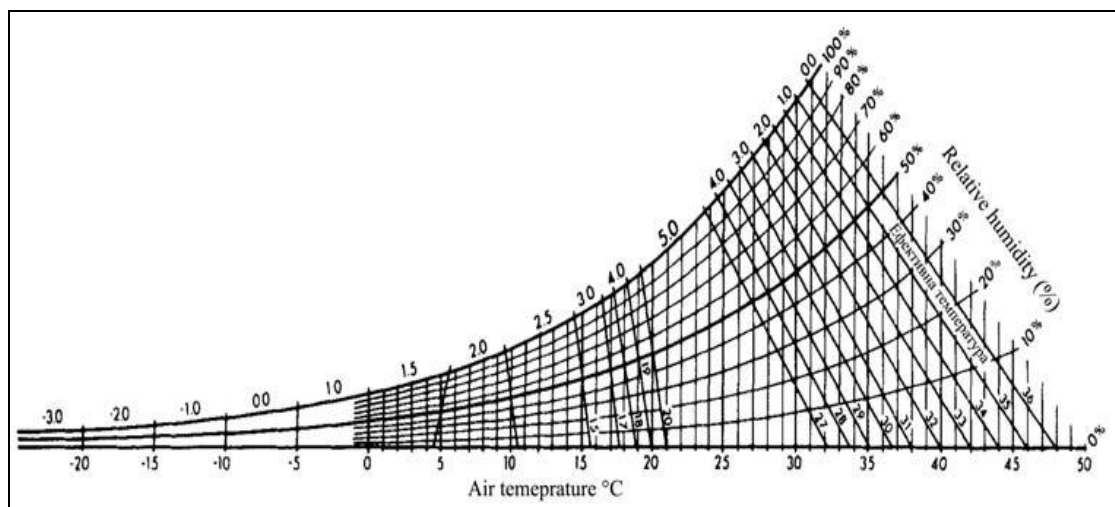
در مطالعه حاضر به منظور تدقیق ارزیابی توان اکولوژیک (مطابق شاخص‌های مکانی جدول ۱) از نظر معیارهای اقلیمی و همچنین شناسایی مطلوب‌ترین ماه‌ها برای توسعه کلان کاربری‌ها در جزیره قشم به بررسی وضعیت اقلیمی منطقه با دو شاخص اقلیمی، از جمله شاخص اقلیم گردشگری (TCI) و شاخص ترجونگ، به ترتیب به دلیل جامعیت بررسی پارامترهای اقلیمی و همچنین تحلیل وضعیت آب‌وهوایی طی شب و روز به شرح زیر پرداخته شد.

شاخص اقلیم گردشگری (TCI)

شاخص اقلیم گردشگری بر مبنای هفت متغیر اقلیمی مرتبط با گردشگری شامل میانگین حداکثر دما، میانگین دمای ماهیانه، حداقل رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی، میانگین مجموع بارش سالیانه، میانگین ساعات آفتابی روزانه، و میانگین سرعت باد غالب محاسبه می‌شود. هر یک از این متغیرهای اقلیمی، با توجه به اهمیت نسبی آن‌ها، وزن‌دهی و رتبه‌بندی می‌شوند و در نهایت در رابطه ۵ قرار می‌گیرند و مقدار TCI به دست می‌آید (Mieczkowski, 1985).

$$\text{TCI} = 2(4\text{CID} + \text{CIA} + 2\text{P} + 2\text{S} + \text{W}) \quad (\text{رابطه ۵})$$

در این رابطه، CID شاخص آسایش روزانه، CIA شاخص ۲۴ ساعته، P نرخ بارش، S ساعات آفتابی، و W متغیر باد است. شاخص آسایش روزانه متشکل از دو پارامتر حداکثر دمای روزانه و حداقل رطوبت نسبی روزانه است که بر اساس شکل ۳ از محل تقاطع دما و رطوبت نسبی به دست می‌آید و سهم آن در شاخص TCI نیز ۴۰ درصد است. همچنین محاسبه شاخص آسایش شبانه‌روزی (۲۴ ساعته) که شرایط آسایش حرارتی را در کل شبانه‌روز نشان می‌دهد، بر اساس متغیرهای میانگین دما و رطوبت نسبی روزانه (مطابق شکل ۲)، حاصل شد که سهم آن ۱۰ درصد از شاخص TCI است. همچنین زیرشاخص بارندگی شامل مقدار مطلق بارش ماهیانه است و سهم آن ۱۰ درصد از TCI است و بر اساس جدول ۲ نیز رتبه‌بندی و محاسبه می‌شود. ساعات آفتابی روزانه یکی دیگر از زیرشاخص‌های TCI در رابطه ۵ قرار می‌گیرد که هر چه ساعات آفتابی بیشتر باشد رتبه بیشتری نیز خواهد گرفت. این زیرشاخص دارای سهم ۲۰ درصدی از شاخص TCI است. زیرشاخص باد نیز با تلاطم و انتقال گرما در اقلیم‌های سرد یا ماه‌های سرد سال سبب عدم آسایش اقلیمی خواهد شد؛ درحالی‌که در اقلیم‌های گرم به علت تبخیر و خنک‌کنندگی دارای اثر مثبت است. در شاخص TCI رتبه‌بندی سرعت باد به کیلومتر بر ساعت در سه سیستم نرمال و آلیزه و اقلیم گرم رتبه‌بندی می‌شود که در منطقه مورد مطالعه در گروه اقلیم گرم قرار می‌گیرد. تفسیر مقدار عددی و طبقه‌بندی ارزش توصیفی هر شاخص TCI نیز مطابق جدول ۳ قابل توصیف است.



شکل ۳. نمودار شاخص آسایش شبانه گردشگری (Mieczkowski, 1985)

جدول ۲. رتبه‌بندی پارامترهای شاخص TCI (Mieczkowski, 1985)

رتبه	میانگین بارندگی ماهیانه (میلی‌متر)	میانگین ساعات آفتابی (ساعت در روز)	سرعت باد (کیلومتر بر ساعت)
۵	۰ - ۱۴/۹	$10 \geq$	.
۴/۵	۱۵ - ۲۹/۹	۹ - ۹/۹۹	.
۴	۳۰ - ۴۴/۹	۸ - ۸/۹۹	.
۳/۵	۴۵ - ۵۹/۹	۷ - ۷/۹۹	.
۳	۶۰ - ۷۴/۹	۶ - ۶/۹۹	.
۲/۵	۷۵ - ۸۹/۹	۵ - ۵/۹۹	.
۲	۹۰ - ۱۰۴/۹	۴ - ۴/۹۹	۲/۸۸ >
۱/۵	۱۰۵ - ۱۱۹/۹	۳ - ۳/۹۹	۲/۵ - ۸۸/۷۵
۱	۱۲۰ - ۱۳۴/۹	۲ - ۲/۹۹	۵/۹ - ۷۶/۰۳
۰/۵	۱۳۵ - ۱۴۹/۹	۱ - ۱/۹۹	۹/۱۲ - ۰۴/۲۳
۰	$150 \leq$	$1 <$	.

جدول ۳. مقدار عددی و طبقه‌بندی ارزش توصیفی شاخص TCI (Mieczkowski, 1985)

ارزش توصیفی	حدود شاخص
ایده‌آل	۱۰۰ - ۹۱
عالی	۹۰ - ۸۱
خیلی خوب	۸۰ - ۷۱
خوب	۷۰ - ۶۱
قابل قبول	۶۰ - ۵۱
کم	۵۰ - ۴۱
نامطلوب	۴۰ - ۳۱
بسیار نامطلوب	۳۰ - ۲۱
بی‌نهایت نامطلوب	۲۰ - ۱۱
غیر ممکن	۱۰ - ۰

شاخص ترجونگ

این شاخص یکی از روش‌های زیست اقلیمی برای ارزیابی آسایش انسان است که با استفاده از آن می‌توان مناسب‌ترین منطقه و مطلوب‌ترین ماه‌های سال را برای گردشگری و اقامت مشخص کرد. از مهم‌ترین مزیت‌های این شاخص می‌توان به کاربرد هم‌زمان متغیرهای اقلیمی از جمله دما، رطوبت، باد، تابش، و ساعات آفتابی که مجموعه شرایط دمایی بدن انسان را کنترل می‌کنند اشاره کرد (احمدی و شائمی، ۱۳۹۱). همچنین شاخص ترجونگ از قابلیت تعیین زمان مطلوب گردشگری به تفکیک روز و شب برخوردار است (رضایی و همکاران، ۱۴۰۰). این شاخص کاربرد فراوانی در تعیین مکان مناسب برای احداث ساختمان‌های حساس از جمله آسایشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، تفریحگاه‌ها، زیرساخت‌های صنعت گردشگری و برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای دارد (Givoni, 1997). از این رو، در مطالعه حاضر علاوه بر TCI به بررسی شاخص ترجونگ نیز پرداخته شد.

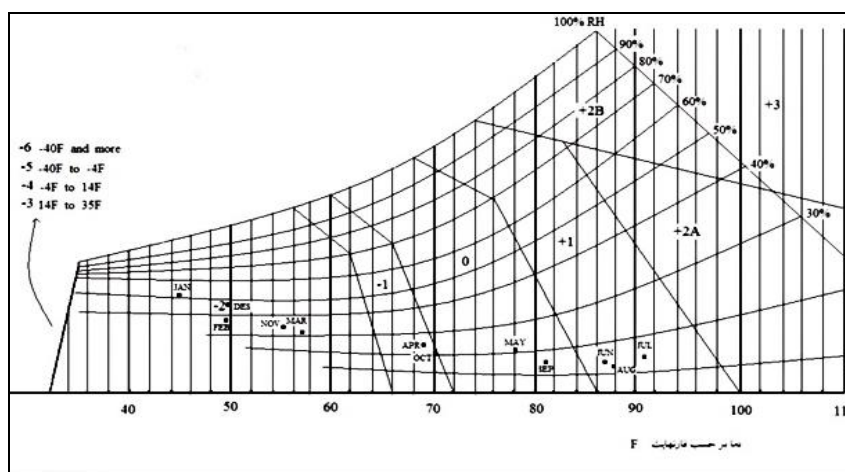
تقسیم‌بندی شاخص ترجونگ بر اساس تعیین و استفاده از دو ضریب راحتی و تأثیر خنک‌کنندگی باد بدین شرح است:

- تعیین ضریب حرارتی روز: برای تعیین این ضریب از میانگین حداکثر دمای روزانه بر حسب درجه فارنهایت و میانگین حداقل رطوبت نسبی روزانه بر حسب درصد استفاده می‌شود.

- تعیین ضریب راحتی شب: این ضریب بر اساس میانگین حداقل دما بر حسب درجه فارنهایت و میانگین حداکثر رطوبت نسبی بر حسب درصد محاسبه می‌شود. توصیف ضرایب شاخص ترجونگ مطابق جدول ۴ و شکل ۴ است.

جدول ۴. ضرایب شاخص ترجونگ (Terjong, 1968)

شرایط زیست اقلیمی	ضریب Terjong
بی‌نهایت سرد	-۶
فوق‌العاده سرد	-۵
بسیار سرد	-۴
سرد	-۳
بسیار خنک	-۲
خنک	-۱
مطبوع	۰
گرم	+۱
داغ	+۲A
بسیار داغ	+۲B
فوق‌العاده داغ	+۳



شکل ۴. محدوده ضرایب راحتی بر حسب محاسبات ترجونگ (Terjong, 1968)

یافته‌های تحقیق

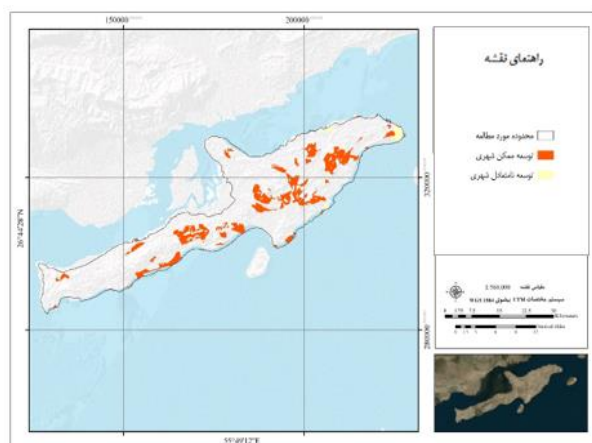
مطابق ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری در جزیره قشم (جدول ۵) نزدیک به ۱۷۴۷۳/۴۹ هکتار (۲۰/۹۸٪) از سطح منطقه دارای توان اکولوژیک برای این کاربری است که بیشترین پراکندگی در نواحی مرکزی قابل مشاهده است (شکل ۵). از نظر تعادل‌سنجی (جدول ۶) نیز منطقه دارای ۱۳۸۶/۱۱ هکتار (۱۰۰٪) توسعه نامتعادل شهری و ۱۷۴۷۳/۴۹ هکتار (۱۱/۷۲٪) توسعه ممکن شهری است (شکل ۶). همچنین ۳۴۷۳۶/۲۵ هکتار (۴۱/۷۲٪) از سطح جزیره به توان اکولوژیک توسعه روستایی اختصاص یافته است (شکل ۷) که از نظر تعادل‌سنجی دارای ۶۵۰/۶۴ هکتار (۲۶/۷۴٪) توسعه متعادل روستایی، ۱۷۸۲/۵۷ هکتار (۷۳/۲۶٪) توسعه نامتعادل روستایی و ۳۴۷۰۹/۵۱ هکتار (۲۳/۲۸٪) توسعه ممکن روستایی است (شکل ۸). توان اکولوژیک توسعه صنعتی در جزیره قشم ۳۰۸۹/۹۳ هکتار (۳۶/۱۴٪) از سطح منطقه را شامل می‌شود که بیشترین پهنه‌ها در شرق منطقه قابل مشاهده است (شکل ۹)، همچنین از نظر تعادل‌سنجی ۲۲۵۱/۵۵ هکتار (۴۸/۵۲٪) دارای توسعه متعادل صنعتی، ۲۳۸۹ هکتار (۵۱/۴۸٪) دارای توسعه نامتعادل صنعتی، و ۲۳۸۹ هکتار (۱/۶۰٪) از سطح منطقه دارای توسعه ممکن صنعتی است (شکل ۱۰). مطابق نتایج به‌دست‌آمده در جزیره قشم ۹۵۷/۵۶ هکتار (۱/۱۵٪) از سطح منطقه دارای توان اکولوژیک توسعه کشاورزی آبی است (شکل ۱۱) که این پهنه‌ها از نظر تعادل‌سنجی دارای ۹۵۷/۵۶ هکتار (۳۰/۲۲٪) توسعه متعادل کشاورزی آبی و ۲۲۱۰/۶ هکتار (۶۹/۷۸٪) توسعه نامتعادل است (شکل ۱۲).

جدول ۵. توان اکولوژیک توسعه کلان کاربری‌ها در جزیره قشم

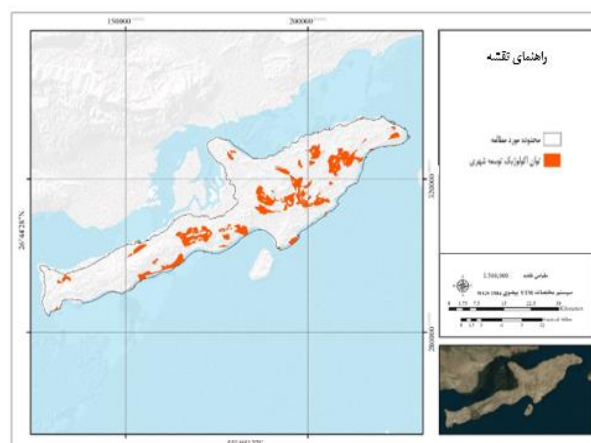
ردیف	توان اکولوژیک	مساحت (هکتار)	درصد
۱	توان توسعه شهری	۱۷۴۷۳/۴۹	۲۰/۹۸
۲	توان توسعه روستایی	۳۴۷۳۶/۲۵	۴۱/۷۲
۳	توان توسعه صنعتی	۳۰۰۸۹/۹۳	۳۶/۱۴
۴	توان توسعه کشاورزی آبی	۹۵۷/۵۶	۱/۱۵
	مجموع	۸۳۲۵۷/۲۳	۱۰۰

جدول ۶. تعادل سنجی توسعه کلان کاربری‌ها در جزیره قشم

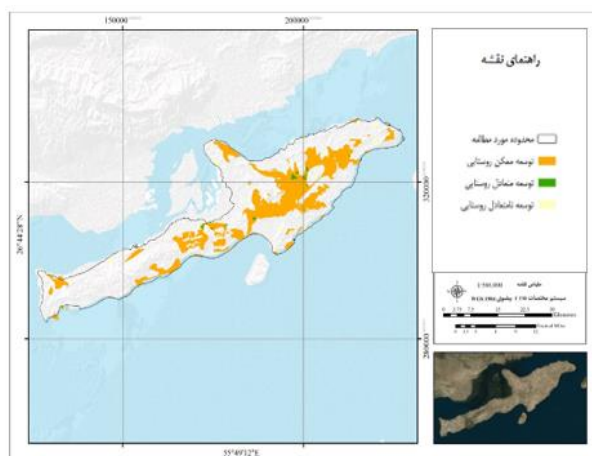
ردیف	نوع توسعه	توسعه موجود (هکتار)	توان اکولوژیک (هکتار)	توسعه متعادل (هکتار)	توسعه نامتعادل (هکتار)	توسعه ممکن (هکتار)	درصد
۱	توسعه شهری	۱۳۸۶,۱۱	۱۷۴۷۳,۴۹	۰	۱۳۸۶,۱۱	۱۷۴۷۳,۴۹	۱۱,۷۲
۲	توسعه روستایی	۲۴۳۳,۲۱	۳۴۷۳۶,۲۵	۶۵۰,۶۴	۱۷۸۲,۵۷	۳۴۷۰۹,۵۱	۲۳,۲۸
۳	توسعه صنعتی	۴۶۴۰,۵۵	۹۵۷,۵۶	۲۲۵۱,۵۵	۴۸,۵۲	۲۳۸۹	۱,۶۰
۴	توسعه کشاورزی آبی	۳۱۶۸,۱۶	۹۵۷,۵۶	۹۵۷,۵۶	۳۰,۲۲	۶۹,۷۸	۰



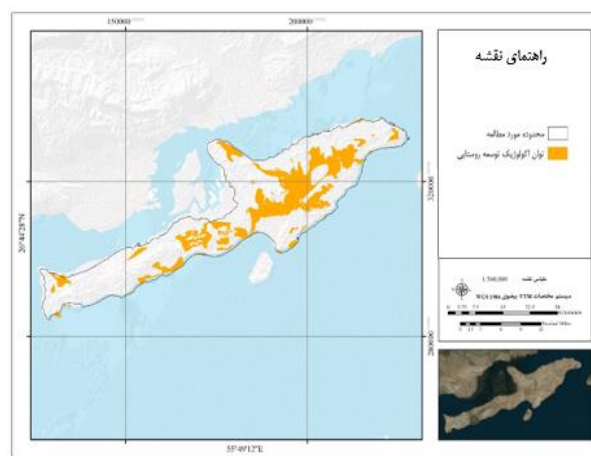
شکل ۶. نقشه تعادل سنجی توسعه شهری در جزیره قشم



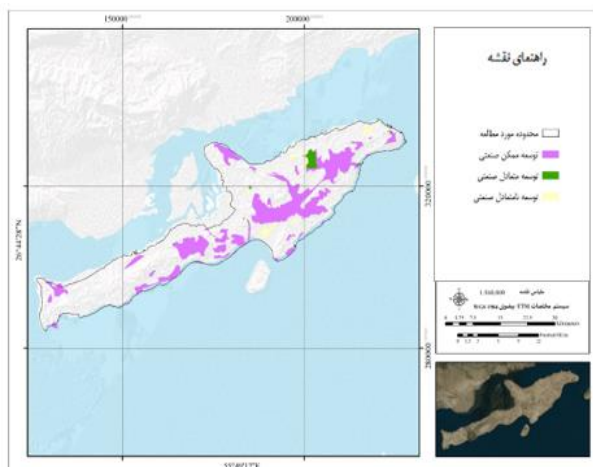
شکل ۵. نقشه توان اکولوژیک توسعه شهری در جزیره قشم



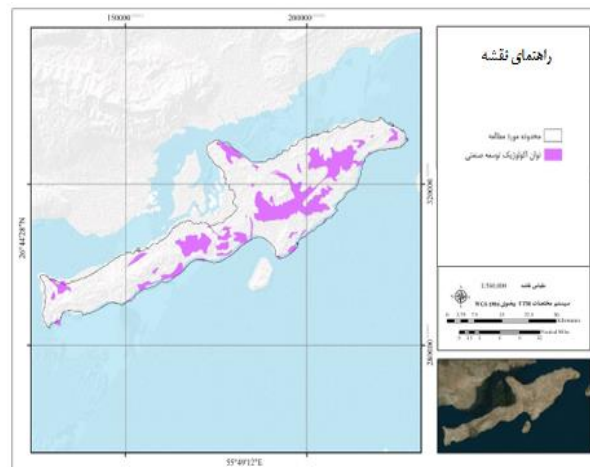
شکل ۸. نقشه تعادل سنجی توسعه روستایی در جزیره قشم



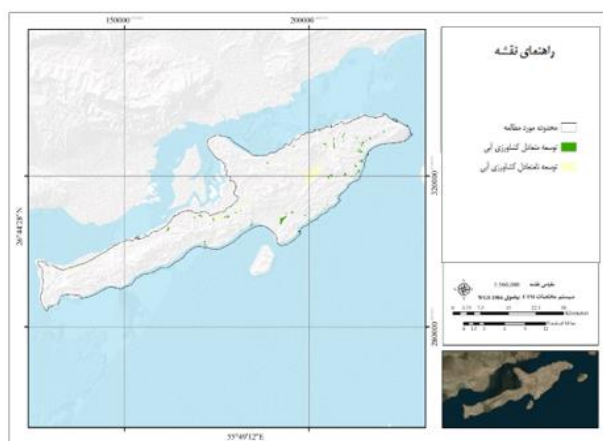
شکل ۷. نقشه توان اکولوژیک توسعه روستایی در جزیره قشم



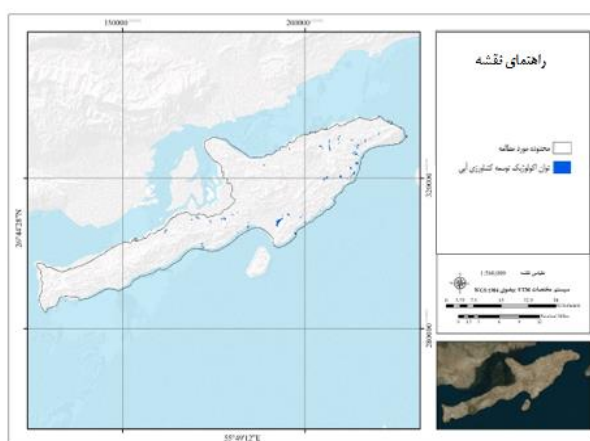
شکل ۱۰. نقشه تعادل‌سنجی توسعه صنعتی در جزیره قشم



شکل ۹. نقشه توان اکولوژیک توسعه صنعتی در جزیره قشم



شکل ۱۲. نقشه تعادل‌سنجی توسعه کشاورزی آبی در جزیره قشم



شکل ۱۱. نقشه توان اکولوژیک توسعه کشاورزی آبی در جزیره قشم

تحلیل شرایط اقلیمی منطقه برای توسعه کلان‌کاری‌ها

طبق آمار اقلیمی ۲۵ ساله (۱۹۹۶ - ۲۰۲۱) ایستگاه قشم نتایج به‌دست‌آمده از شاخص TCI حاکی از آن است که مطلوب‌ترین شرایط آب‌وهوای گردشگری در این جزیره مربوط به ماه‌های آذر (ضریب ۸۸)، دی (ضریب ۸۲)، و بهمن (ضریب ۸۶) در شرایط عالی و کمترین مطلوبیت مربوط به ماه‌های خرداد (ضریب ۵۰)، تیر (ضریب ۵۰)، مرداد (ضریب ۴۱)، شهریور (ضریب ۴۴)، و مهر (ضریب ۵۰) با وضعیت کم است. علاوه بر این، شرایط آب‌وهوای گردشگری در سایر ماه‌های سال شامل ماه‌های اسفند (ضریب ۷۸) و فروردین (ضریب ۷۴) در شرایط خیلی خوب و ماه آبان (ضریب ۶۶) در شرایط خوب است. بر این اساس بهترین زمان برای حضور گردشگران در این منطقه پنج ماه از سال است؛ شامل ماه‌های آذر، دی، بهمن و همچنین اسفند و فروردین (جدول ۷). نتایج نشان داد از نظر فصلی نیز بیشترین میزان شاخص اقلیم آسایش گردشگری به فصل زمستان و کمترین میزان به فصل تابستان اختصاص یافته است. بدین ترتیب روند تغییرات شاخص TCI طی سال‌های مورد مطالعه از فصل زمستان تا تابستان دارای روند خطی کاهنده‌ای است.

مطابق نتایج به‌دست‌آمده از شاخص ترجونگ نیز ضریب راحتی در طی روز برای ماه‌های دی و بهمن و اسفند در وضعیت مطبوع است؛ درحالی‌که برای ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر، و آبان از وضعیت داغی برخوردار است (جدول ۸). در سایر ماه‌های سال، از جمله فروردین و آذر، نیز دارای وضعیت خنک است. علاوه بر این، طی شب این شاخص در ماه‌های اردیبهشت تا مهر دارای ضریب راحتی داغ، در ماه‌های فروردین و آبان دارای ضریب راحتی مطبوع، در ماه‌های آذر و اسفند

خنک، و در نهایت در ماه‌های دی و بهمن با ضریب راحتی بسیار خنک است. از این رو مطابق نتایج به‌دست‌آمده بهترین زمان برای طبیعت‌گردی در منطقه طی روز در ماه‌های دی و بهمن و اسفند و طی شب در ماه‌های فروردین و آبان است.

جدول ۷. میزان شاخص TCI برای ماه‌های مختلف سال (۱۹۹۶ - ۲۰۲۱)

ماه	ضریب آسایشی برای هر شاخص					ضریب نهایی	شرایط آب‌وهوا برای گردشگری
	CID	CIA	سرعت باد	میزان بارش	ساعات آفتابی	اقلیم گردشگری	
ژانویه (دی)	۵	۴	۰	۳/۵	۵	۸۲	عالی
فوریه (بهمن)	۵	۴	۰	۴/۵	۵	۸۶	عالی
مارچ (اسفند)	۴	۵	۰	۴	۵	۷۸	خیلی خوب
آوریل (فروردین)	۳	۵	۰	۵	۵	۷۴	خیلی خوب
می (اردیبهشت)	۱	۳	۰	۵	۵	۵۴	قابل قبول
ژوئن (خرداد)	۱	۵	۰	۵	۵	۵۰	کم
جولای (تیر)	۱	۵	۰	۵	۵	۵۰	کم
آگوست (مرداد)	۱	۵	۰	۵	۵	۴۰	کم
سپتامبر (شهریور)	۱	۰	۰	۵	۵	۴۴	کم
اکتبر (مهر)	۰	۲	۰	۵	۵	۵۰	کم
نوامبر (آبان)	۲	۵	۰	۰	۵	۶۶	خوب
دسامبر (آذر)	۵	۵	۰	۴/۵	۵	۸۸	عالی

جدول ۸. ضریب آسایش شاخص ترجونگ برای ماه‌های مختلف سال (۱۹۹۶ - ۲۰۲۱)

ماه	ژانویه (دی)	فوریه (بهمن)	مارچ (اسفند)	آوریل (فروردین)	می (اردیبهشت)	ژوئن (خرداد)	جولای (تیر)	آگوست (مرداد)	سپتامبر (شهریور)	اکتبر (مهر)	نوامبر (آبان)	دسامبر (آذر)
روز	مطبوع	مطبوع	مطبوع	خنک	داغ	داغ	داغ	داغ	داغ	داغ	داغ	خنک
شب	بسیار خنک	بسیار خنک	خنک	مطبوع	داغ	داغ	داغ	داغ	داغ	داغ	مطبوع	خنک

امکانات و محدودیت‌های اقلیمی منطقه برای توسعه کلان‌کاربری‌ها

تحلیل پارامترهای اقلیمی دما و بارش و باد در ایستگاه قشم نشان داد توسعه انواع کلان‌کاربری‌ها در این منطقه بدون محدودیت و بلا مانع است (جدول ۹). علاوه بر این امکانات و محدودیت‌های اقلیمی منطقه (جدول ۱۰) نشان داد با توجه به خشک بودن اقلیم جزیره قشم و همچنین نتایج شاخص TCI منطقه فاقد ماه‌های شایسته (ماه‌هایی با وضعیت عالی تا خوب) برای کاربری‌های مورد بررسی است. درحالی‌که بر اساس شاخص ترجونگ منطقه برای توسعه کلان‌کاربری‌های کشاورزی آبی و توسعه صنعتی دارای پنج ماه شایسته (خنک تا مطبوع روزانه) است. برای توسعه روستایی و شهری نیز دارای شش ماه مطلوب با دامنه شایستگی روزهای خنک تا مطبوع و شب‌های بسیار خنک تا خنک است. بدین ترتیب در سایر ماه‌ها دارای محدودیت‌های اقلیمی برای توسعه کاربری‌های یادشده است. اما این بدین معنا نیست که منطقه از توان لازم برخوردار نیست؛ بلکه مطلوبیت کافی را برای توسعه این کاربری‌های ندارد.

جدول ۹. تعیین اقلیم منطقه برای توسعه کلان‌کاربری‌ها

پارامترهای اقلیمی	شاخص	مقدار شاخص در محل	کشاورزی آبی	توسعه روستا	توسعه شهری	توسعه صنعتی
دما	متوسط سالیانه (°C)	۲۶/۸۲	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت
بارش	متوسط مجموع سالیانه (mm)	۱۳۹/۴	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت
باد	متوسط سرعت باد غالب (km/h)	۱۲/۹۷	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت

جدول ۱۰. قابلیت توسعه کاربری‌ها بر اساس شاخص‌های اقلیمی TCI و ترجونگ

شاخص	کاربری‌ها قابلیت	کشاورزی آبی	توسعه روستا	توسعه شهری	توسعه صنعتی
TCI	دامنه شایستگی	غیر قابل ارزیابی	غیر قابل ارزیابی	غیر قابل ارزیابی	غیر قابل ارزیابی
ترجونگ	تعداد ماه‌های شایسته دامنه شایستگی	خنک تا مطبوع روزانه	روز خنک تا مطبوع، شب بسیار خنک تا خنک	روز خنک تا مطبوع، شب بسیار خنک تا خنک	خنک تا مطبوع روزانه
	تعداد ماه‌های شایسته	۵ ماه	۶ ماه	۶ ماه	۵ ماه

بحث و نتیجه

ارزیابی توان، برآوردی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های اراضی منطقه برای توسعه کلان‌کاربری‌ها می‌باشد که با سنجش ویژگی‌های اکولوژیک سرزمین، توان محیط را برای استقرار کاربری‌ها تعیین و درجه‌بندی می‌کند. در این زمینه، در مطالعه حاضر به ارزیابی توان اکولوژیک و تعادل‌سنجی توسعه کلان‌کاربری از جمله توسعه شهری و روستایی، توسعه صنعتی، و توسعه کشاورزی آبی در جزیره قشم پرداخته شد.

مطابق ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری در جزیره قشم، نزدیک به ۱۷۴۷۳/۴۹ هکتار از سطح منطقه دارای توان اکولوژیک برای این کاربری است که بیشترین پراکندگی در نواحی مرکزی قابل مشاهده است. همچنین ۳۴۷۳۶/۲۵ هکتار از سطح منطقه به توان اکولوژیک توسعه روستایی اختصاص یافته است. دهقان و همکارانش (۱۳۹۹) در مطالعه خود بیان کردند که جزیره قشم با توجه به مناطق بکر و زیبای گردشگری روستایی می‌تواند به عنوان راهکاری اساسی در توسعه پایدار روستایی مطرح شود. علاوه بر این، توان اکولوژیک توسعه صنعتی در جزیره قشم ۳۰۰۸۹/۹۳ هکتار از سطح منطقه را شامل می‌شود که بیشترین پهنه‌ها در شرق منطقه قابل مشاهده است. در این زمینه، نتایج مطالعه سالاری و همکارانش (۱۳۹۷) نشان داد که این جزیره از توان بالایی برای احداث و توسعه شهرک‌های صنعتی برخوردار است. همچنین نتایج نشان داد جزیره قشم دارای ۹۵۷/۵۶ هکتار توان اکولوژیک برای توسعه کشاورزی آبی است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده پورا بر اهییم‌زاده و یآوری (۱۳۸۲) بیان کردند که جزیره قشم از پتانسیل بالایی برای توسعه انواع کلان‌کاربری‌ها برخوردار است. بنابراین، ارزیابی توان و ظرفیت برد زیستی در این جزیره به منظور توسعه پایدار و حفاظت از منابع ارزشمند زیستی آن امری ضروری است.

از نظر تعادل‌سنجی نیز نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که منطقه دارای ۱۳۸۶/۱۱ هکتار توسعه نامتعادل شهری و ۱۷۴۷۳/۴۹ هکتار توسعه ممکن شهری است. همچنین دارای ۶۵۰/۶۴ هکتار توسعه متعادل روستایی، ۱۷۸۲/۵۷ هکتار توسعه نامتعادل روستایی، و ۳۴۷۰۹/۵۱ هکتار توسعه ممکن روستایی است. از نظر صنعتی، این جزیره دارای ۲۲۵۱/۵۵ هکتار توسعه متعادل صنعتی، ۲۳۸۹ هکتار توسعه نامتعادل صنعتی، و ۲۳۸۹ هکتار توسعه ممکن صنعتی است. جزیره قشم از نظر تعادل‌سنجی کشاورزی آبی نیز دارای ۹۵۷/۵۶ هکتار توسعه متعادل کشاورزی آبی و ۲۲۱۰/۶ هکتار توسعه نامتعادل است. در این زمینه، نتایج پژوهش رحمن‌آبادی و همکارانش (۱۳۹۹) نشان داد ارزیابی توان اکولوژیک بر پایه ویژگی‌های محیط طبیعی می‌تواند به توسعه متعادل و ممکن کلان‌کاربری‌ها در منطقه کمک کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، به منظور تحقق مدیریت مطلوب منطقه، بهره‌برداری از منابع طبیعی باید متناسب با ظرفیت‌ها و توان محیطی صورت گیرد. همچنین در این منطقه باید ملاحظات از جمله مدیریت بهینه منابع محیطی، به‌ویژه آب، کاهش آسیب‌های بوم‌شناختی، مدیریت یکپارچه و سازشی منابع طبیعی، و بهبود شاخص‌های حفاظت از محیط زیست در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری مورد توجه قرار گیرد.

نتایج تحلیل اقلیم منطقه نیز نشان داد که مطلوب‌ترین شرایط اقلیمی مبنی بر TCI مربوط به ماه‌های آذر و دی و بهمن است؛ درحالی‌که در شاخص ترجونگ مطلوب‌ترین شرایط اقلیمی به ماه‌های دی و بهمن و اسفند اختصاص یافته است. مطابق TCI، شرایط اقلیم گردشگری در آذرماه در وضعیت عالی و در شاخص ترجونگ در وضعیت خنک (طی روز) قرار گرفته است. همچنین اردیبهشت‌ماه مطابق با TCI از شرایط قابل قبول گردشگری و در شاخص ترجونگ از شرایط داغی برخوردار است.

ماه‌های شهرپور و مهر نیز در شاخص TCI در شرایط کم و در شاخص تریجیونگ در شرایط داغی هستند. همان‌طور که نتایج نشان داد در هر دو شاخص مردادماه کمترین ضریب را به خود اختصاص داده است و همچنین ماه‌های دی و بهمن و اسفند دارای شرایط مطلوب گردشگری هستند. با توجه به خشک بودن اقلیم منطقه قشم و همچنین نتایج شاخص TCI منطقه فاقد ماه‌های شایسته (ماه‌هایی با وضعیت عالی تا خوب) برای کاربری‌های مورد بررسی است؛ درحالی‌که بر اساس شاخص تریجیونگ منطقه برای توسعه کلان‌کاربری‌های کشاورزی آبی و توسعه صنعتی دارای پنج ماه شایسته (خنک تا مطبوع روزانه) است. برای توسعه روستایی و شهری نیز دارای شش ماه مطلوب با دامنه شایستگی روزهای خنک تا مطبوع و شب‌های بسیار خنک تا خنک است. بدین ترتیب در سایر ماه‌ها دارای محدودیت‌های اقلیمی برای توسعه کاربری‌های یادشده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد از نظر شرایط اقلیمی ماه‌های آذر و دی و بهمن در وضعیت آسایش و ماه‌های خرداد تا مهر بسیار گرم و خیلی گرم هستند. از این رو طی این فصل‌ها، به دلیل نامطلوب بودن شرایط اقلیمی، توسعه کلان‌کاربری‌ها با محدودیت روبه‌روست. در این زمینه، نتایج مطالعه پناهی و ستاری (۱۳۹۶) نیز نشان داد گرمای شدید و گرد و غبار دلیل اصلی نامساعدی شرایط رطوبتی در فصل تابستان و ایجاد شرایط نامطلوب برای آسایش اقلیمی در منطقه است. همان‌طور که نتایج نشان داد شرایط اقلیمی منطقه یکی دیگر از شاخص‌های مهم در توان‌سنجی و توسعه کلان‌کاربری‌ها به‌ویژه در مناطقی با اقلیم گرم و خشک است.

جزیره قشم دارای منابع زیستی و توان اکولوژیک بالایی در توسعه انواع کلان‌کاربری‌ها متناسب با ظرفیت‌های زیستی منطقه است. از این رو، با توجه به افزایش جمعیت، گسترش کلان‌کاربری‌ها و رشد انواع فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی در این منطقه به طور چشمگیری در حال پیشروی است. بنابراین، به منظور دستیابی به مدیریت یکپارچه سرزمین و تحقق اصول توسعه پایدار، توجه به تدوین برنامه مدیریت زیست‌بومی در چارچوب ظرفیت‌شناسی منابع زیستی، مدیریت تهدیدات (کنترل آلاینده‌ها، تخریب، کاهش منابع) و پیش‌بینی مخاطرات محیطی (ریسک رانش، لغزش، سیل، فرونشست، طوفان)، ارتقای سطح همکاری و هماهنگی بین سازمان‌های ذی‌ربط، ساماندهی، توانمندسازی، و تقویت مشارکت فعالان محیط زیستی و جوامع محلی و نهادهای غیردولتی، و در نهایت کنترل و مدیریت پیامدهای توسعه سازگار با ظرفیت زیستی و اقلیم منطقه امری ضروری است. همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و مطابق طرح ملی آمایش سرزمین (۱۳۹۸)، به منظور تحقق مدیریت مطلوب منطقه، بهره‌برداری از منابع طبیعی باید متناسب با ظرفیت‌ها و توان محیطی صورت گیرد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۸). نیز بر اساس نتایج ارزیابی توان در طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی استان هرمزگان (۱۳۹۵)، در این منطقه باید ملاحظات مورد توجه قرار گیرد؛ از جمله مدیریت بهینه منابع محیطی، به‌ویژه آب، کاهش آسیب‌های بوم‌شناختی، مدیریت یکپارچه و سازشی منابع طبیعی، و بهبود شاخص‌های حفاظت از محیط زیست در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری (مهندسان مشاور سازه‌پردازی ایران، ۱۳۹۵). علاوه بر این می‌توان به نتایج مطالعه Rybina و همکارانش (۲۰۲۲) به منظور طرح آمایش سرزمین در کشور اروپا و توسعه کلان‌کاربری‌ها بر اساس مدیریتی یکپارچه اشاره کرد. در مطالعه‌ای دیگر Chigbu و Kalashyan (۲۰۱۵) به ارزیابی توان اکولوژیک کلان‌کاربری‌ها بر اساس طرح آمایش کشور آلمان پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌سوست که بر بهره‌برداری منابع متناسب با توان محیطی و ظرفیت‌های موجود در منطقه تأکید دارد.

نتایج ارزیابی توان اکولوژیک توسعه کلان‌کاربری‌ها در جزیره قشم می‌تواند، به عنوان بستری برای توسعه متعادل کاربری‌ها و ابزاری برای شناسایی بی‌تعدالی‌های موجود، به سنجش ظرفیت‌ها و محدودیت‌های اکولوژیک منطقه برای توسعه کلان‌کاربری‌ها، امکان بهره‌برداری چندگانه از ظرفیت‌های قابل برنامه‌ریزی، شناسایی ملاحظات مخاطرات طبیعی، و حساسیت محیط در توسعه کاربری‌ها در محدوده مورد مطالعه کمک کند. بر این اساس، با توجه به توان اکولوژیک به‌دست‌آمده از منطقه، می‌توان به تخصیص کاربری‌های متناسب با توان جزیره، نیاز جوامع و همچنین توزیع فعالیت‌های انسان در فضا، رابطه‌ای منطقی و سازگاری پایدار فراهم کرد. بدین ترتیب باید از بی‌تعدالی‌ها به سمت توسعه متعادل و از توسعه‌های متعادل به سوی توسعه متوازن پیش رفت. همچنین توجه داشته باشیم که با توجه به توسعه ممکن در منطقه هر گونه توسعه کلان‌کاربری‌ها باید در این محدوده‌ها صورت گیرد و در غیر این صورت می‌تواند منجر به تهدیدات و مخاطراتی در منطقه شود.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشیتدوین برنامه مدیریت یکپارچه منطقه ساحلی (ICZM) جزیره قشم فی ما بین منطقه آزاد قشم و دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (ابلاغیه شماره ۱۴۰۳/۲۰۸۲۴) است. نویسندگان این مقاله همچنین بر خود لازم می‌دانند از مساعدت دفتر محیط زیست منطقه آزاد قشم، آقایان مهندس داخه و مهندس نصیری، کمال تشکر را ابراز کنند.

منابع

- بهشتی، زیبا و منوری، مسعود (۱۳۹۶). ارزیابی توان اکولوژیک کاربری شهری با مدل MCDM و GIS (مطالعه موردی: شهر سهند). *جغرافیا و توسعه فضای شهری*، ۴(۱)، ۴۱ - ۵۵.
- پناهی، علی و ستاری، علی رضا (۱۳۹۶). تحلیلی بر پتانسیل های اقلیم گردشگری در شهرهای دامنه سبلان. *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۱(۶۲)، ۶۱ - ۷۷.
- پورابراهیم زاده، شراره و باوری، احمد رضا (۱۳۸۲). برنامه ریزی توسعه آتی جزیره قشم در چهارچوب آمایش سرزمین. *محیط شناسی*، ۲۹(۳۱)، ۷۱ - ۸۸.
- جعفری، وحید (۱۴۰۲). آمایش سرزمین، ارزیابی توان اکولوژیک و برنامه ریزی کاربری اراضی. *نوزدهمین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری، و توسعه شهری*.
- جعفری، شیرکو؛ طاهری، فریدون؛ صمدی، بهاره؛ عزیزی جلیلیان، منا و مشهدی رفیعی، مجید (۱۳۹۸). مطالعات سند ملی آمایش سرزمین (ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین). *مرکز پژوهش های توسعه و آینده نگری*، ۱ - ۲۰۹.
- دانه کار، افشین و سبحانی، پروانه (۱۴۰۳). ارزیابی توان اکولوژیک و تعادل سنجی توسعه کلان کاربری ها در مجموعه شهری تهران- البرز. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۴(۴)، ۳۷ - ۵۷.
- دهقان، علی رضا؛ خرمایی، فرهاد؛ غنمیت، الناز و طباطبایی، سید مسعود (۱۳۹۹). نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در توسعه اکوتوریسم پایدار روستایی جزیره قشم. *توسعه پایدار محیط جغرافیایی*، ۲(۳)، ۸۷ - ۱۰۴.
- رحمن آبادی، حسن؛ حسین زاده، محمدمهدی و میرباقری، بابک (۱۳۹۹). ارزیابی توان اکولوژیک فضای جغرافیایی شهرستان کنگاور بر پایه ویژگی های محیط طبیعی. *آمایش سرزمین*، ۱۲(۱)، ۲۹ - ۵۲.
- رضایی، حسن؛ فلاح قاهره، غلام عباس و کرمی، مختار (۱۴۰۰). بررسی پتانسیل های زیست اقلیمی جهت توسعه توریسم (مطالعه موردی: نیشابور). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۲، ۱۱۷ - ۱۳۴.
- سالاری، مسعود؛ شریعت، سید محمود؛ رحیمی، راضیه و دشتی، سولماز (۱۳۹۷). ارزیابی توان سرزمین به منظور استقرار کاربری شهرک صنعتی با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره و AHP (مطالعه موردی: جزیره قشم). *جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای*، ۸(۳۱)، ۳۰۳ - ۳۱۵.
- سبحانی، پروانه؛ گشتاسب، حمید؛ نظامی، باقر و جهانی، علی (۱۳۹۶). ارزیابی توان اکولوژیک در مناطق شکار ممنوع برای ارتقا به سطوح حفاظتی بالاتر با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: منطقه شکار ممنوع الوند). *پژوهش های محیط زیست*، ۱۶(۱)، ۲۹ - ۴۲.
- سبحانی، پروانه؛ گشتاسب، حمید؛ نظامی، باقر و جهانی، علی (۱۳۹۷). ارزیابی قابلیت ارتقای سطح حفاظتی مناطق شکار ممنوع (مطالعه موردی: منطقه شکار ممنوع الوند همدان). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۰(۳)، ۱۴۵ - ۱۵۷.
- سجادی، ژیلدا؛ افراسیابی، محمداصادق؛ توکلی نیا، جمیله و یوسفی، حسین (۱۳۹۶). ارزیابی و تحلیل وضعیت منابع آب و خاک در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران با استفاده از مدل نیروی محرکه، فشار، وضعیت و پاسخ. *اکوهیدرولوژی*، ۴(۱)، ۱۰۳ - ۱۱۸.
- شمسی پور، علی اکبر؛ فیضی، وحید و ساعدموچشی، رامین (۱۳۹۱). ارزیابی توان اکولوژیک زمین در تعیین قابلیت زمین در حوزه شهری یاسوج با مدل اکولوژیک. *مطالعات شهری*، ۵، ۶۱ - ۷۲.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن.
- مهندسان مشاور سازه پردازی ایران (۱۳۹۸). مطالعات مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی استان هرمزگان.
- Agbo, J. J. (2024). Impact of environmental pollution from human activities on water, air quality and climate change. *Ecological Frontiers*.
- Beheshti, Z. & Munavari, M. (2017). Assessing the ecological potential of urban land use with MCDM and GIS model (case study: Sahand city). *Geography and Urban Space Development*, 4(1), 41-55. (in Persian)
- Cabecinha, E., Pardal, M. Â., Cabral, J. A., Monteiro, S. M., Cortes, R., Saavedra, M. J., & Van den Brink, P. (2024). Assessing the ecological potential of reservoirs: a principal response curve (PRC) analysis approach. *Hydrobiologia*, 851(1), 25-44.
- Chigbu, U. E. & Kalashyan, V. (2015). Land-use planning and public administration in Bavaria, Germany: Towards a public administration approach to land-use planning. *Geomatics: Landmanagement and Landscape*.

- Danekar, A. & Sobhani, P. (2024). Ecological capacity assessment and balance assessment of macro-land use development in the Tehran-Alborz urban complex. *Geographical Planning of Space*, 14(4), 37-57. (in Persian)
- Dehghan, A. R., Khormaei, F., Ghanmit, A., & Tabatabaei, S. M. (2020). The role of information and communication technology in the development of sustainable rural ecotourism in Qeshm Island. *Sustainable Development of Geographical Environment*, 2(3), 104-87. (in Persian)
- Rahmanabadi, H., Hosseinzadeh, M. M., & Mirbagheri, B. (2020). Ecological capacity assessment of geographical space in Kangavar County based on natural environment characteristics. *Town and Country Planning*, 12(1), 52-29. (in Persian)
- Eakin, H., Keele, S., & Lueck, V. (2022). Uncomfortable knowledge: mechanisms of urban development in adaptation governance. *World development*, 159, 106056.
- Edo, G. I., Itoje-akpokiniowo, L. O., Obasohan, P., Ikpekor, V. O., Samuel, P. O., Jikah, A. N., Franco, L., & Magalhães, M. R. (2022). Assessing the ecological suitability of land-use change. Lessons learned from a rural marginal area in southeast Portugal. *Land Use Policy*, 122, 106381.
- Gao, Z. Q., Tao, F., Wang, Y. H., & Zhou, T. (2023). Potential ecological risk assessment of land use structure based on MCCA model: A case study in Yangtze River Delta Region, China. *Ecological Indicators*, 155, 110931.
- Givoni, B. (1997). *Climate consideration in building and urban design*. New York: Wiley.
- Hernández, R. C. & Camerin, F. (2024). The application of ecosystem assessments in land use planning: A case study for supporting decisions toward ecosystem protection. *Futures*, 161, 103399.
- Jafari, V. (2023). Land use planning, assessing ecological potential and land use planning. 19th National Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development. (in Persian)
- Mieczkowski, Z. (1985). The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *Canadian Geographer*, 29, 220-233.
- Navidi, M. N., Chatrenour, M., Seyedmohammadi, J., Khaki, B. D., Moradi-Majd, N., & Mirzaei, S. (2023). Ecological potential assessment and land use area estimation of agricultural lands based on multi-time images of Sentinel-2 using ANP-WLC and GIS in Bastam, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), 36.
- Panahi, A. & Sattari, A. R. (2017). An analysis of the potential of tourism climate in the cities of the Sabalan range. *Geography and Planning*, 21(62), 61-77. (in Persian)
- Pourabrahimzadeh, S. & Yavari, A. R. (2003). Planning the future development of Qeshm Island within the framework of land use planning. *Envieromental Studied*, 29(31), 71-88. (in Persian)
- Rezaei, H., Fallah Qalheri, G. A., & Karami, M. (2021). Investigating the potential of bioclimatic conditions for tourism development (case study: Neyshabur). *Environmental Science and Technology*, 22, 117-134. (in Persian)
- Ruiz Serrano, A., Musumeci, A., Li, J. J., Ruiz Serrano, M., & Serrano Barquin, C. (2024). Rationality and the exploitation of natural resources: a psychobiological conceptual model for sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, 1-23.
- Rybina, O., Inas Hasan, K., Muhammad, A. D., Alobaidi, Y., Viktor, G., Nataliia, P., & Lyudmila, B. (2022). Experience of Land Use Development Planning at the Local (Municipal) Level in the European Union. *Journal of Information Technology Management*, 14(2), 56-69.
- Sajadi, G., Afrasiabi, M. S., Tavakolinia, J., & Yousefi, H. (2017). Evaluation and analysis of the status of water and soil resources in 22 areas of Tehran using the driving force, pressure, state and response model. *Ecologyhydrology*, 4(1), 103-118. (in Persian)
- Salari, M., Shariat, S. M., Rahimi, R., & Dashti, S. (2018). Assessing the land potential for the establishment of an industrial town using the multi-criteria decision-making method and AHP (case study: Qeshm Island). *Geography and Regional Planning*, 8(31), 315-303. (in Persian)
- Schirpke, U., Tasser, E., Borsky, S., Braun, M., Eitzinger, J., Gaube, V., & Thaler, T. (2023). Past and future impacts of land-use changes on ecosystem services in Austria. *Journal of Environmental Management*, 345, 118728.
- Shamai, A. & Jafarpour Ghalehtemouri, K. (2024). Land use evaluation and capacity assessment for sustainable urban physical development: case of study Ahvaz city. *City, Territory and Architecture*, 11(1), 18.
- Shamsipour, A., Feyzi, V., & Saed-Mocheshi, R. (2012). Evaluation of the ecological potential of land in determining land potential in the urban area of Yasuj with an ecological model. *Urban Studies*, 5, 61-72. (in Persian)
- Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Sadeghi, S. M. M., & Marcu, M. V. (2022). Estimation of ecotourism carrying capacity for sustainable development of protected areas in Iran. *International journal of environmental research and public health*, 19(3), 1059.

- Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Sadeghi, S. M. M., & Wolf, I. D. (2023). Land potential for ecotourism development and assessing landscape ecology in areas on protection of Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 26(3), 8103-8137.
- Sobhani, P., Gashtasb, H., Nezami, B., & Jahani, A. (2018). Evaluation of the potential for improving the protection level of no-hunting areas (Case study: Alvand no-hunting area, Hamadan). *Environmental Science and Technology*, 20(3), 157-145. (in Persian)
- Sobhani, P., Gashtasb, H., Nezami, B., & Jahani, A. (2017). Assessing the ecological potential in hunting ban areas for promotion to higher protection levels using the multi-criteria decision-making method (case study: Alvand hunting ban area). *Environmental Research*, 8(16), 29-42. (in Persian)
- Statistical Center of Iran (2016). Results of the General Population and Housing Census. (in Persian)
- Terjung, W. H. (1968). World Patterns of Distribution of the Monthly Comfort Index. *International Journal of Biometeorology*, 12, 119-151.
- Wang, W., Chen, L., & Yan, X. (2023). Evaluation of ecological green high-quality development based on network hierarchy model for the demonstration area in Yangtze River Delta in China. *Frontiers in Public Health*, 11, 1159312.
- Wei, H., Wang, Y., Liu, J., Zhang, J., & Cao, Y. (2023). Coordinated development of cultivated land use and ecological protection in cities along the main stream of the Yellow River in Henan Province, China. *Ecological Indicators*, 156, 111143.
- Yue, Q., Wu, H., Wang, Y., & Guo, P. (2021). Achieving sustainable development goals in agricultural energy-water-food nexus system: An integrated inexact multi-objective optimization approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 174, 105833.