Research in Ethnobiology and Conservation

Volume 2, Issue 1, pp. 67-78, 2024

homepage: http://ethnobiocons.qom.ac.ir/

# Evaluation of the Effects of Protection on Land Use/Cover Changes in Govater Bay and Hur-e-Bahu Following International Wetland Designation

**Masoumeh Arvin[1] | Mohsen Shahriari Moghadam [2]✉ | Vahid Rahdari [3]| Saeedeh Maleki Najafabadi [4]|**

[1] M.A., Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: arvinmasume@gmail.com

[2] Corresponding Author, Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: mohsen.shahriari@uoz.ac.ir

[3] Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: Vrahdari@uoz.ac.ir

[4] Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: smaleki@uoz.ac.ir

## Article Info

**Article type**

Research Article

**Article history**

Received: 14 November 2024

Revised: 02 January 2025

Accepted: 09 January 2025

Published: 23 January 2025

**Keywords**:

Error Matrix

Govater Bay

Land Cover

Mangrove

Ramsar Convention

## ABSTRACT

**Objective**: This study aims to investigate the changes in land use and cover in Govater Bay and Hur-e-Bahu following their designation as a wetland of international importance, using a time series of satellite images.

**Methods**: The effects of protection and changes in mangrove forests in Govater Bay and Hur-e-Bahu were analyzed using Landsat satellite images. Sample data were collected through field visits, Google Earth imagery, and visual interpretation of satellite images. Image classification was conducted using both supervised and unsupervised methods, resulting in a comprehensive land use and land cover map of the study area.

**Results**: the results showed that the extent of mangrove forests expanded significantly after their designation as a wetland of international importance. The most significant expansion occurred between 2011 and 2023. Analysis of land use maps revealed that the mangrove forest area increased from 685 hectares in 1998 to 2534 hectares in 2023, representing a 370% increase. The findings indicated that mangrove forest expansion was predominantly concentrated along the western and central coasts and within the estuaries.

**Conclusion**: The mangrove ecosystem in Nayband Bay is a dynamic system, as changes between mangrove forest cover and other vegetation types were observed during the study period. The expansion of these forests following the designation of the area as a valuable wetland under the Ramsar Convention demonstrates the positive impact of conservation measures on the development of mangrove forests as a safe habitat for the protection of various wildlife and aquatic species in the region.

**Cite this article:** Arvin, M., Shahriari Moghadam, M., & Rahdari, V., & Maleki Najafabadi, S. (2024). Evaluation of the effects of protection on land use/cover changes in Govater Bay and Hur-e-Bahu following international wetland designation. *Research in Ethnobiology and Conservation*, 2(1), 67-78. https//doi.org/10.22091/ethc.2025.11662.1042

©The Author(s).

Publisher: University of Qom

DOI: https//doi.org/10.22091/ethc.2025.11662.1042

پژوهش‌های زیست قوم‌شناختی و حفاظت

دوره ۲، شماره ۱، پاییز ۱۴۰۳، صفحه ۷۸-۶۷

homepage: http://ethnobiocons.qom.ac.ir/

# ارزیابی اثرات حفاظت بر تغییرات کاربری و پوشش اراضی خلیج گواتر و خور باهو پس از اعلام به عنوان یک تالاب بین المللی

معصومه آروین [۱] | محسن شهریاری مقدم [۲]✉ | وحید راهداری [۳] | سعیده ملکی نجف آبادی [۴]

[۱] کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: arvinmasume@gmail.com

[۲] نویسنده مسئول، دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: mohsen.shahriari@uoz.ac.ir

[۳] استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: vrahdari@uoz.ac.ir

[۴] استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: smaleki@uoz.ac.ir

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله**

پژوهشی

**تاریخچه**

دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۲۴

بازنگری ۱۴۰۳/۱۰/۱۳

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵

انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۰۴

**کلیدواژه‌ها**

پوشش اراضی

خلیج گواتر

کنوانسیون رامسر

ماتریس خطا

مانگرو

## چکیده

**هدف:** هدف از انجام این مطالعه بررسی روند تغییرات کاربری و پوشش اراضی تالاب بین‌المللی خلیج گواتر و خور باهو پس از اعلام این منطقه به عنوان یک تالاب با اهمیت بین‌المللی با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** برای ارزیابی تأثیرات حفاظت بر روند تغییرات جنگل‌های حرا در خلیج گواتر و خور باهو، از تصاویر ماهواره‌های لندست استفاده گردید. نمونه‌های تعلیمی با بازدید میدانی، بررسی تصاویر گوگل‌ارث و تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. طبقه‌بندی تصاویر، با استفاده از ترکیب روش‌های نظارت نشده و نظارت شده انجام و نقشه کاربری و پوشش اراضی برای منطقه مطالعه تهیه گردید.

**نتایج:** نتایج نشان داد وسعت جنگل‌های مانگرو پس از اعلام به عنوان یک تالاب با اهمیت بین‌المللی روند افزایشی داشته و بیشترین توسعه بین سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۲ رخ داده است. مطالعه نقشه‌های کاربری اراضی نشان داد، سطح جنگل‌های حرا از ۶۸۵ هکتار در سال ۱۳۷۷ به ۲۵۳۴ هکتار در سال ۱۴۰۲ افزایش و به مقدار ۳۷۰ درصد توسعه یافته است. نتایج بیانگر توسعه بیشتر جنگل‌های مانگرو در سواحل غربی و مرکزی منطقه و درون خورها بود.

**نتیجه‌گیری:** به‌طور کلی، اکوسیستم مانگرو در خلیج نایبند سیستمی پویا است، به‌گونه‌ای که در طول دوره مطالعه، تغییر پوشش جنگل‌های مانگرو به سایر انواع پوشش گیاهی و بالعکس مشاهده شد. روند گسترش جنگل مانگرو پس از ثبت منطقه به‌عنوان یک تالاب بین‌المللی در کنوانسیون رامسر، نشان‌دهنده تأثیر مثبت اقدامات حفاظتی بر توسعه جنگل‌های مانگرو به‌عنوان زیستگاهی امن در حفاظت از گونه‌های مختلف حیات وحش و آبزیان منطقه است.

**استناد:** آروین، معصومه، شهریاری مقدم، محسن، راهداری، وحید، و ملکی نجف آبادی، سعیده (۱۴۰۳). ارزیابی اثرات حفاظت بر تغییرات کاربری و پوشش اراضی خلیج گواتر و خور باهو پس از اعلام به عنوان یک تالاب بین المللی. *پژوهش‌های زیست قوم شناختی و حفاظت*، ۲(۱)، ۷۸-۶۷.

https//doi.org/10.22091/ethc.2025.11662.1042

ناشر: دانشگاه قم

© نویسندگان.

## مقدمه

جنگل‌های مانگرو که در ایران با عنوان جنگل حرا شناخته می‌شوند از جمله رویشگاه‌های جنگلی با اهمیت ساحلی هستند. این جنگل‌ها در مناطق جزر و مدی با اقلیم حاره‌ای و نیمه حاره‌ای یافت شده و از عناصر اصلی تالاب‌های ساحلی می‌باشند (Vasquez et al., 2024). جلوگیری از فرسایش ساحلی، حفاظت از تنوع زیستی و تولید بالا از خصوصیات مهم این زیستگاه بوده که نقش مهمی در حفظ بقاء و تنوع زیستی نواحی ساحلی دارد (Soffianian et al., 2023). این جنگل‌ها، زیستگاه مناسبی برای بسیاری از گونه‌ها بوده و نسبت به سایر اکوسیستم‌های دریایی تنوع زیستی قابل توجه‌ایی دارد (Petrosians et al., 2013). ریشه‌های درختان مانگرو نقش مؤثری در پایداری رسوبات دریایی داشته و باعث کاهش شدت برخورد امواج دریا با ساحل می‌گردند. همچنین زیست‌توده این درختان منبع غذایی مهمی برای چرای دام محسوب می‌شود (Rakotomavo and Fromard, 2010). ایران در جنوب غرب آسیا دارای بیشترین سطح مربوط به این جنگل‌ها است که در ۳ استان هرمزگان، بوشهر و سیستان و بلوچستان گسترش یافته‌اند. جنگل‌های مانگرو در ایران به‌صورت جوامع بزرگ و کوچک، جدا یا متصل دیده می‌شوند و در دامنه‌ی جزر و مد، مصب‌ها و جزایر بین خورها و در طول سواحل وجود دارند (Danehkar et al., 2012; Tabatabaie and Amiri, 2019; Soffianian et al., 2023). طی چند دهه اخیر روند نابودی این جنگل‌ها به دلیل فعالیت‌هایی از قبیل توسعه مراکز پرورش میگو، باعث افزایش نگرانی و تلاش برای حفظ این اکوسیستم مهم شده است (Pillay, 2004; Dan et al., 2016). بر اساس مطالعات انجام شده برای انجام یک مدیریت حفاظتی مؤثر، بررسی نتایج اقدامات مدیریتی که در گذشته انجام شده‌اند ضروری است (Zanganeh Asadi et al., 2017).

امروزه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات محیط زیست و مدیریت سرزمین به دلیل برداشت دوره‌ای تصویر از سطح زمین، ثبت طیف‌های مختلف امواج الکترومغناطیس و همچنین دید وسیع دارای کاربرد فراوان می‌باشد (Maleki and Rahdari, 2022). طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای امکان تهیه نقشه‌های موضوعی و بررسی دقیق مناطق محیط زیستی را بخصوص در مناطق دور و در بازه‌های زمانی مختلف را فراهم می‌کند (Rahdari et al., 2016). با استفاده از نقشه‌های تهیه شده به وسیله داده‌های سنجش از دور، امکان بررسی تغییرات رخ داده در کاربری و پوشش اراضی فراهم می‌گردد (Mei et al., 2016., Mir et al., 2021). نمایان‌سازی تغییرات شامل استفاده داده‌های چند زمانه برای تحلیل کمی اثرات زمانی یک پدیده می‌باشد که روند تغییرات سطح زمین را برای استفاده کاربران سرزمین و بخصوص مدیران مشخص می‌کند (Sabzghabaei et al., 2017). بررسی تغییرات جنگل‌های مانگرو از جمله نیازهای بنیادین در تدبیر و ارزیابی وضعیت این اکوسیستم و ارزیابی نتایج مدیریتی می‌باشد (Khoorani et al., 2015., Mafi Gholami et al., 2018). Zanganeh و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای نقشه جنگل‌های مانگرو در مناطق ساحلی بندرعباس را تهیه نمودند و اقدام به بررسی روند تغییرات این جنگل‌ها نمودند. آنها ضمن تائید قابلیت‌های داده‌های ماهواره‌ای و روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال، روند توسعه‌ای این جنگل‌ها را نشان دادند. Tabatabaie و Amiri (۲۰۱۹) برای تهیه نقشه جنگل‌های مانگرو در شهرستان بوشهر از سری زمانی داده‌های ماهواره لندست استفاده و برای بررسی تغییرات جنگل‌های مانگرو از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده نمودند. آنها تعیین روند تغییرات را از مزایای استفاده از این روش ذکر کردند. Dan و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای اقدام به بررسی روند تغییرات جنگل‌های مانگرو با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی نمودند. آنها مقایسه پس از طبقه‌بندی را روشی مناسب در تعیین روند تغییرات بیان کردند. Bihamta و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از تصاویر سنجنده TM، سنجنده +ETM و سنجنده OLI اقدام به تهیه نقشه و بررسی تغییرات جنگل‌های مانگرو در قشم نمودند و دقت نقشه‌های تهیه شده را با محاسبه شاخص کاپا و صحت کلی محاسبه کردند. آنها روند تغییرات در منطقه را با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه بررسی و روند کاهشی جنگل‌های مانگرو در این منطقه را نشان دادند.

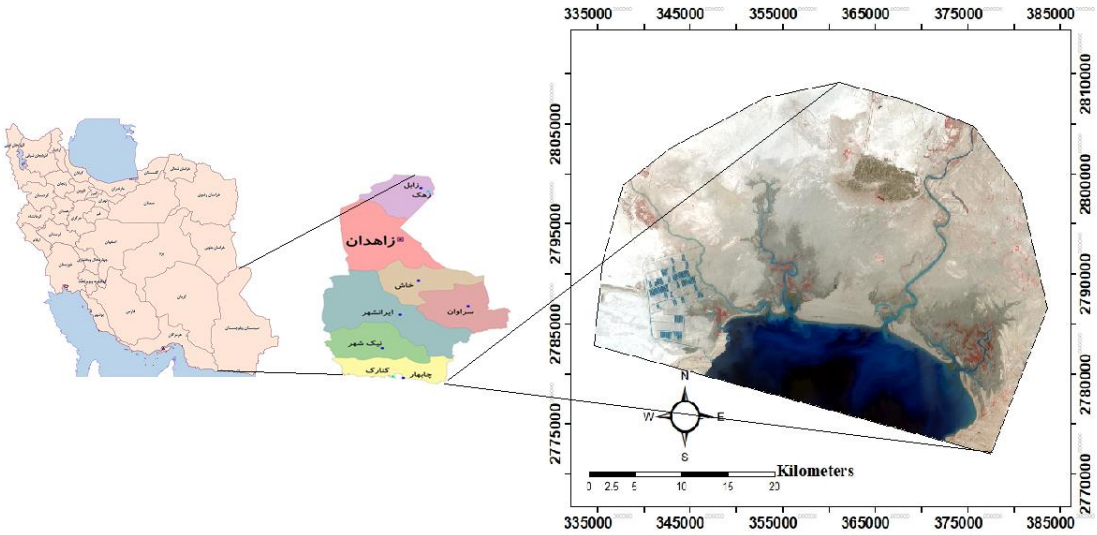
کنوانسیـون تالاب‌ها که به کنوانسیون رامسر شهرت دارد در سال ۱۹۷۲ برگزار و بر حفاظت و بهره‌برداری معقول از تالاب‌ها تأکید می‌کند. در ایران تا کنون ۲۶ تالاب با اهمیت بین المللی زیر نظر سازمان حفاظت محیط زیست در این کنوانسیون ثبت شده‌اند. یکی از تالاب‌های دریایی که در سال ۱۳۷۸ به عنوان یک تالاب با اهمیت در این کنوانسیون ثبت گردید خلیج گواتر و خور باهو می‌باشد که از مهم‌ترین خصوصیت آن وجود جنگل‌های مانگرو با گونه حرا (*Avicennia marina*) می‌باشد. با توجه به

مطالب ذکر شده این مطالعه با هدف بررسی روند تغییرات کاربری و پوشش اراضی در تالاب بین‌المللی خلیج گواتر و خور باهو در جنوب شرق ایران و در مجاور مرز کشور پاکستان پس از اعلام این منطقه به عنوان یک تالاب با اهمیت بین المللی با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

تالاب بین‌المللی خلیج گواتر و خور باهو در جنوب شرقی‌ترین منطقه ایران در شرق شهرستان چابهار و غرب شهر گوادر پاکستان و در عرض جغرافیایی ´۱۰ °۲۵ و طول جغرافیایی ´۳۰ °۶۱ قرار گرفته است. منطقه مطالعه شامل تالاب خلیج گواتر و خور باهو و اراضی مجاور آن با وسعت ۲۹۵۰۰ هکتار در منتهی‌الیه جنوب شرقی کشور و استان سیستان و بلوچستان، در ضلع غربی خلیج گواتر و در محل پیوند رودخانه باهوکلات به دریای عمان می‌باشد. بیشترین درجه حرارت منطقه در خرداد ماه تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد است. این منطقه در زمستان دارای آب و هوای معتدل بوده و درجه حرارت آن بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. درخت حرا (*Avicennia marina*) گونه درختی جنگل مانگرو در این منطقه می‌باشد. عقاب ماهیگیر، پلیکان پاخاکستری، سنقر تالابی و عقاب دریایی دم‌سفید از جمله پرندگان حمایت‌شده این منطقه هستند. مجموعه این اکوسیستم شامل رودخانه باهوکلات، خور و خلیج گواتر است که در سال ۱۳۷۸ با کد ۱۰۰۶ در فهرست تالاب‌های بین‌المللی رامسر قرار گرفته است (Ramsar Convention). در سواحل بالادست این منطقه، کاربری‌هایی مانند استخرهای پرورش میگو توسعه پیدا کرده‌اند. در پژوهش حاضر، محدوده مطالعه بر اساس حد پایینی جنگل‌های حرا و نیز بالادست ساحل شامل بخشی از منطقه حفاظت‌شده باهوکلات و تا نواحی تأثیرگذار بر روی این جنگل‌ها تعیین شد.




**شکل ۱. منطقه مطالعه در جنوب شرق ایران و استان سیستان و بلوچستان**

### داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش از تصاویر ماهواره لندست استفاده‌شده که از سایت USGS دانلود و تهیه گردیده است. این تصاویر مربوط به یک دوره‌ی سی‌ساله و متعلق به قبل از اعلام منطقه به عنوان تالاب بین‌المللی برای اردیبهشت سال ۱۳۷۷ ماهواره لندست ۴، سنجنده TM سال ۱۳۹۰ ماهواره لندست ۵، سنجنده TM و سال ۱۴۰۲ ماهواره لندست ۸، سنجنده OLI و بدون ابر و نویز انتخاب شدند. نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ مربوط به منطقه برای سال ۱۳۷۵ و نتایج نمونه‌برداری میدانی در اردیبهشت ۱۴۰۲، استفاده شد. همچنین از تصاویر نرم افزار گوگل ارث، برای بررسی وضعیت منطقه و تهیه نواحی آموزشی استفاده شد.

### تعیین پوشش اراضی منطقه مطالعه

با توجه به هدف این پژوهش، پوشش اراضی در دسته‌های، آب، پوشش گیاهی مرتعی، جنگل مانگرو، شوره‌زار و اراضی بایر تعیین گردید.

### پیش پردازش تصاویر

بهترین مدل برای تصحیح اتمسفر با استفاده از اطلاعات همراه تصویر و به روش FLAASH در نرم‌افزار ENVI 5.1 مشخص شد. با استفاده از محدوده تعیین شده برای منطقه، مرز منطقه مطالعه بر روی تصاویر ماهواره‌ای اعمال و از تصویر اصلی جدا شد.

### پردازش تصاویر

### تهیه تصاویر رنگی کاذب

در پژوهش انجام شده تصاویر رنگی کاذب FCC به وسیله باندهای گسترش داده‌شده از تلفیق باندی (قرمز، سبز و مادون قرمز میانی) برای همه تصاویر تهیه شده است. با توجه به مرور منابع انجام شده، از ترکیب باندی RGB۴۳۲ برای تصاویر سنجنده TM و ترکیب باندی۵۴۳ :RGB برای تصویر سنجنده OLI استفاده شد. تهیه تصاویر رنگی کاذب به ما این امکان را می‌دهد که پدیده‌های مختلف زمینی را به راحتی از یکدیگر تفکیک نموده و برای انجام مراحل طبقه‌بندی، کاربری‌های مختلف را به سادگی تشخیص داده و جهت تهیه نقشه پوشش و کاربری اراضی انتخاب کنیم (راهداری و همکاران، ۱۳۹۶).

### طبقه‌بندی نظارت نشده

برای تعیین دسته‌های بازتابشی موجود در منطقه طبقه‌بندی نظارت نشده به روش خوشه‌بندی و در ۱۰ دسته بدون برچسب برای تصویر سال ۱۴۰۲، انجام گردید.

### طبقه‌بندی نظارت شده

در این پژوهش طبقه‌بندی نظارت شده به روش بیشترین شباهت با استفاده از نمونه‌های تعلیمی تهیه شده در طی نمونه‌برداری میدانی، در محیط نرم افزار ARC MAP انجام شد (Rahdari et al., 2018).

### ارزیابی صحت طبقه‌بندی

دقت نقشه‌های تهیه شده برای همه تصاویر، با محاسبه ماتریس خطا با استفاده از نمونه‌های تعلیمی که در طبقه‌بندی تصویر مورد استفاده قرار نگرفته بودند و تهیه و شاخص کاپا و صحت کلی بر اساس رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه گردید.

رابطه ۱، صحت کلی

$$O.A = \frac{\sum_{i}^{c} Eii}{N}$$

که در آن C تعداد کلاس‌ها، N تعداد کل پیکسل‌های معلوم، Eii اعضای قطری ماتریس خطا وO.A (Accuracy Overal) دقت کلی می‌باشد.

رابطه ۲، ضریب کاپا

$$k = \frac{\theta_1 - \theta_2}{1 - \theta_2}$$

K: ضریب کاپا، $\theta_1$: دقت کلی، $\theta_2$: توافق اتفاقی که از طریق زیر محاسبه گردید.

$$\theta_1 = \sum x_i + \sum x + i / N^2$$

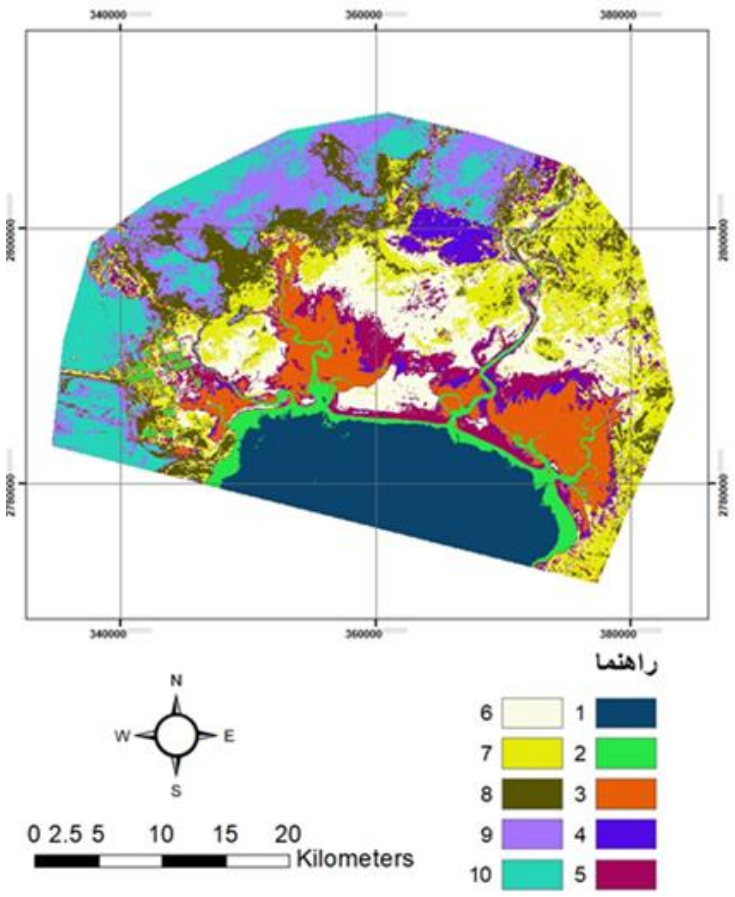
که $x_{i+}$: جمع ستون، $x+i$: جمع ردیف، N: تعداد کل ستون‌ها است (Rahdari et al., 2018).

### تعیین روند تغییرات جنگل‌های مانگرو

در این مطالعه برای بررسی تغییرات جنگل‌های مانگرو، ضمن تفسیر نقشه‌های پوشش اراضی تهیه شده، با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی با روی هم‌گذاری نقشه‌های سال ۱۳۷۷، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۲ روند تغییرات جنگل‌های مانگرو مورد بررسی قرار گرفت.

## نتایج

نقشه تهیه شده در تحقیق حاضر به روش طبقه‌بندی نظارت نشده (تصویر سال ۱۴۰۲)، در شکل ۲ نشان داده شده است. این نقشه در ۱۰ طبقه و بدون برچسب یا عنوان طبقه تهیه گردید. نشان‌دهنده دسته‌های بازتابشی مربوط به هر یک از کاربری و پوشش‌های اراضی می‌باشد که در تهیه مناطق آموزشی در طبقه نظارت شده و تهیه نقشه دقیق‌تر، مورد استفاده قرار گرفت. در این شکل، قسمت‌های مختلف زمین که دارای بازتاب‌های مشابه هستند، تعیین شده است. این شکل در واقع نشان‌دهنده تنوع بازتابشی کاربری‌های مشابه می‌باشد.

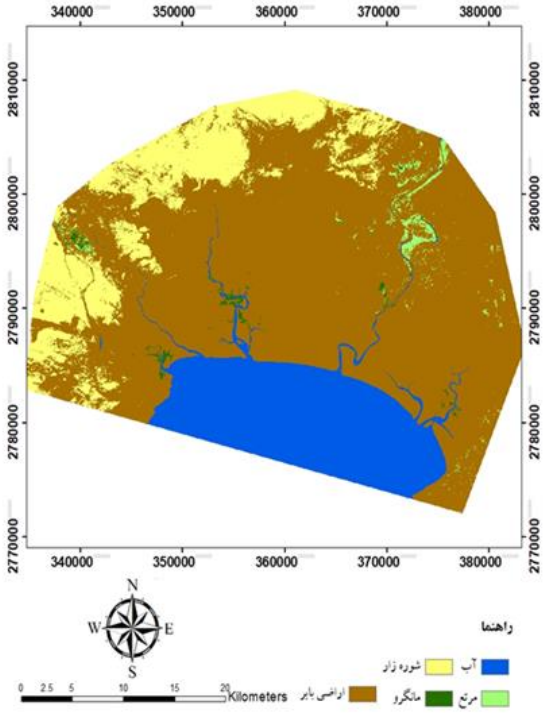



**شکل ۲. طبقه‌بندی نظارت نشده به روش خوشه‌بندی بدون برچسب**

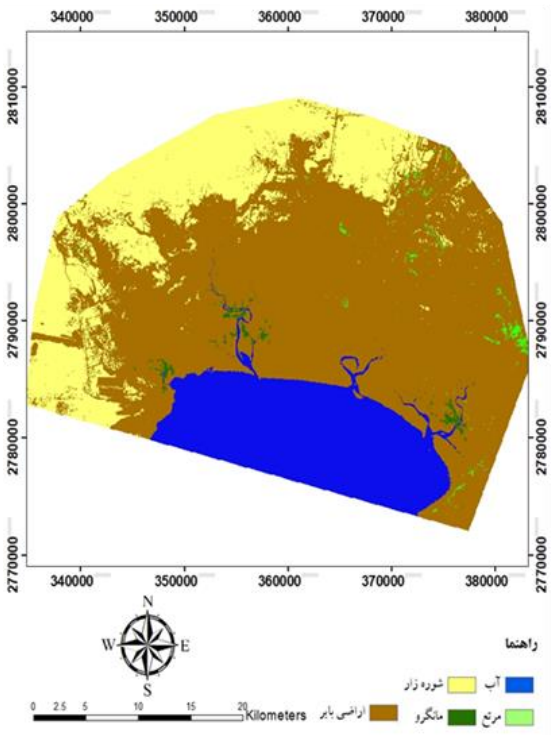
### طبقه‌بندی نظارت شده

شکل‌های ۳ تا ۵ به ترتیب نتایج طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای سال ۱۳۷۷، سال ۱۳۹۰ و سال ۱۴۰۲ را نشان می‌دهد. همچنین موقعیت جنگل‌های مانگرو در ساحل دریای عمان و خورهای منتهی به آن قابل تشخیص است. نتایج نشان می‌دهد جنگل‌های مانگرو در اراضی بایر مجاور مانگروها توسعه پیدا کرده‌اند. بررسی شکل‌های ۳ تا ۵ و جدول

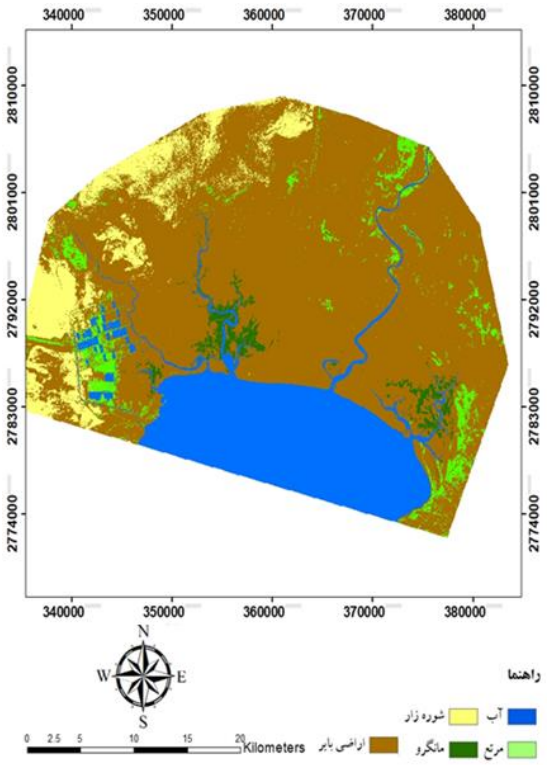
۱، نشان می‌دهد در دوره مطالعه، هرچند سطح مراتع در سال ۱۳۹۰ در مقایسه با سال ۱۳۷۷ کاهش یافته است، اما جنگل‌های مانگرو پس از اعلام به عنوان یک تالاب با اهمیت بین المللی و اعمال قوانین و اقدامات حفاظتی روند افزایشی داشته است و بیشترین توسعه در بین سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۲ رخ داده است. وسعت جنگل‌های مانگرو در سال ۱۴۰۲ در مقایسه با سال ۱۳۷۷، به مقدار ۳۷۰ درصد توسعه یافته‌اند. بررسی شکل‌های ۳ الی ۵، نشان می‌دهد توسعه جنگل‌های مانگرو بیشتر در سواحل ناحیه غربی و مرکزی منطقه مطالعه و درون خورها رخ داده است.




**شکل ۳. نقشه پوشش و کاربری اراضی سال ۱۳۷۷**




**شکل ٤. نقشه پوشش و کاربری اراضی سال ۱۳۹۰**




**شکل ۵. نقشه پوشش و کاربری اراضی سال ۱۴۰۲**

**جدول ۱. مساحت کاربری‌های اراضی بر حسب هکتار**

| مساحت برحسب هکتار | | | |
|---|---|---|---|
| سال ۱۴۰۲ | سال ۱۳۹۰ | سال ۱۳۷۷ | نام طبقه |
| ۲۴۶۵۴ | ۲۲۶۶۵ | ۲۰۶۷۶ | آب |
| ۵۱۱۵ | ۶۳۶ | ۱۴۸۸ | مرتع |
| ۸۵۴۱۱ | ۷۵۷۳۴ | ۸۷۴۰۰ | اراضی بایر |
| ۱۱۳۶۷ | ۲۹۳۳۸ | ۱۸۸۳۲ | شوره زار |
| ۲۵۳۴ | ۷۰۸ | ۶۸۵ | مانگرو |

## بررسی دقت نقشه‌های تهیه شده

جدول ۲، دقت نقشه تهیه شده با تهیه ماتریس خطا و محاسبه شاخص کاپا و صحت کلی، برای سال ۱۴۰۲ را نشان می‌دهد. بررسی ماتریس خطای تهیه شده برای نقشه سال ۱۴۰۲ و نقشه‌های تهیه شده از سایر تصاویر، نشان‌دهنده ضریب کاپای بیش از ۰/۸ و دقت کلی بیش از ۸۵ درصد می‌باشد که بر اساس مرور منابع انجام شده، دقت قابل قبول نقشه‌های تهیه شده را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول که روند تغییرات جنگل‌های مانگرو بر اساس روی هم گذاری نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۹۰ و سال ۱۴۰۲ را نشان می‌دهد، بیشترین توسعه در بین سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۲ رخ داده است.

**جدول ۲. ماتریس خطا مربوط به نقشه سال ۱۴۰۲**

| | آب | مرتع | اراضی بایر | شوره زار | جنگل مانگرو | مجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|
| آب | ۶۸۶۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۶۸۶۹ |
| مرتع | ۰ | ۵۲۵ | ۲۲۸ | ۰ | ۳۲ | ۷۸۵ |
| اراضی بایر | ۲۲۸ | ۳۵۱ | ۲۷۸۵ | ۳۰۱ | ۸۷ | ۳۷۵۲ |
| شوره زار | ۰ | ۰ | ۱۰۶ | ۱۷۵۸ | ۰ | ۱۸۶۴ |
| جنگل مانگرو | ۰ | ۵۲ | ۳۹ | ۰ | ۴۶۹ | ۵۶۰ |
| مجموع | ۷۰۹۷ | ۹۲۸ | ۳۱۵۸ | ۲۰۵۹ | ۵۸۸ | ۱۳۸۳۰ |
| ضریب کاپا | | ۰/۸۴ | | صحت کلی | | ٪۸۹ |

## بررسی روند تغییرات جنگل‌های مانگرو

بررسی تغییرات به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی و با استفاده از نقشه‌های تهیه شده انجام شد. جدول ۳، روند تغییر جنگل‌های مانگرو و چگونگی تغییرات آنها در دوره مطالعه را نشان می‌دهد.

**جدول ۳. روند تغییرات جنگل‌های مانگرو در دوره مطالعه**

| دوره زمانی | آب به مانگرو | مرتع به مانگرو | اراضی بایر به مانگرو | شوره زار به مانگرو | مانگرو بدون تغییر | مانگرو به آب | مانگرو به مرتع | مانگرو به اراضی بایر | مانگرو به شوره زار |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تغییرات بین سال‌های ۱۳۷۷ الی ۱۳۹۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۵ | ۰ | ۶۰۳ | ۰ | ۷ | ۷۰ | ۵ |
| تغییرات بین سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۲ | ۲۴ | ۴ | ۲۱۶۴ | ۲ | ۳۴۰ | ۱۷ | ۱۴۹ | ۲۰۵ | ۰ |

## بحث

در این مطالعه از نتایج طبقه‌بندی نظارت شده در تعیین مؤثر مناطق آموزشی برای طبقه‌بندی نظارت شده و تهیه نقشه پوشش اراضی منطقه استفاده گردید. Rahdari و همکاران (۲۰۱۶) و Salar و همکاران (۲۰۲۴) نیز برای بررسی تعیین بازتاب‌های مختلف از تلفیق روش‌های نظارت شده و نظارت نشده استفاده کردند و نتایج طبقه‌بندی نظارت نشده را در افزایش دقت طبقه‌بندی نظارت شده مؤثر بیان کرده‌اند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد وسعت جنگل‌های مانگرو در خلیج گواتر بین سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۴۰۲ روند افزایشی قابل توجه‌ایی (۳۷۰ درصد) داشته است که نشان‌دهنده اثربخشی اقدامات حفاظتی انجام شده در توسعه جنگل‌های مانگرو پس از اعلام به عنوان یک تالاب بین المللی است. هم‌راستا با نتایج تحقیق حاضر مطالعات دیگر نیز نشان داده است اقدامات حفاظتی نقش مؤثری در بازسازی و گسترش جنگل‌های مانگرو داشته است (Constance et al., 2021).

نتایج پژوهش حاضر در جدول شماره ۲، دقت قابل قبول نقشه‌های تهیه شده برای نقشه پوشش اراضی منطقه مطالعه می‌باشد. عوامل مختلفی را در دقت محاسبه شده برای نقشه‌های تهیه شده در پژوهش حاضر را می‌توان در نظر گرفت. انتخاب دقیق و هدفمند تصاویر ماهواره‌ای باعث افزایش دقت نقشه‌های تهیه شده می‌گردد (Ruiz-Luna and Berlanga-Robles, 2003). سنجنده‌های TM و OLI نصب شده بر روی ماهواره لندست با دید وسیع و برداشت در طیف‌های مختلف امواج الکترو مغناطیس و قدرت تفکیک مکانی۳۰ متر، در مطالعات منابع طبیعی، مانند جنگل، پرکاربرد هستند (Zanganeh et al., 2017; Erfanifard and Lotfi Nasirabad, 2022). Vasquez و همکاران (۲۰۲۴) نیز در مطالعه‌ای به منظور بررسی روند تغییرات جنگل‌های مانگرو به قابلیت ماهواره لندست و سنجنده‌های TM و OLI در تهیه نقشه‌های مربوط به جنگل‌های مانگرو اشاره کرده‌اند. Dan و همکاران (۲۰۱۶)، نیز در مطالعه خود برای تهیه نقشه جنگل‌های مانگرو با استفاده از داده‌های ماهواره لندست، صحت کلی ۸۳ درصد و ضریب کاپای ۰/۷۴ را گزارش کرده‌اند. Salar و همکاران (۲۰۲۴) نیز در مطالعه خود با استفاده از سری داده‌های ماهواره لندست، ضریب کاپا بیش از ۰/۸ و دقت کلی بیش از ۸۵٪ را محاسبه و قابل قبول گزارش و این روش را برای تهیه نقشه منابع اکولوژیک، کاربردی بیان کردند. روش نمونه‌برداری میدانی، تعیین محل مناطق تعلیمی و هم‌زمانی برداشت نمونه‌ها با برداشت تصویر، عامل مهمی در تهیه نقشه با دقت مناسب دارد (Rahdari et al., 2016). در پژوهش حاضر از تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه مناطق تعلیمی استفاده گردید. Tabatabaie و Amiri (۲۰۱۹) در مطالعه خود برای تهیه نقشه جنگل‌های مانگرو منطقه بوشهر، استفاده از روش تفسیر بصری را در افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، کاربردی بیان کرده‌اند.

استفاده از روش ترکیبی طبقه‌بندی تصویر، شامل استفاده از نتایج طبقه‌بندی نظارت نشده به منظور تعیین دسته‌های بازتابشی هر پوشش زمین و در نهایت، طبقه‌بندی نظارت‌شده نیز باعث افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. همچنین، Zanganeh و همکاران (۲۰۱۷) روش حداکثر احتمال را دارای دقت قابل قبول در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی بیان نموده‌اند. بررسی و مقایسه شکل ۳ و ۴ و جدول ۲ و ۳، نشان می‌دهد در بین سال‌های ۱۳۷۷ الی ۱۳۹۰ و پس از ثبت تالاب گواتر، علی‌رغم تبدیل ۷۰ هکتار از جنگل‌های مانگرو به اراضی بایر (جدول ۳)، سطح این جنگل‌ها به مقدار ۲۳ هکتار افزایش یافته است (جدول ۲). این افزایش از طریق تبدیل قسمت‌هایی از اراضی بایر به مقدار ۱۰۵ هکتار به جنگل‌های مانگرو بوده است. بررسی شکل‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهد، اراضی بایر که تبدیل به مانگرو شده‌اند، نواحی فاقد پوشش گیاهی در نوار ساحلی بوده‌اند. بررسی جدول ۲ نشان می‌دهد در دوره سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۲، سطح جنگل‌های مانگرو از ۷۰۸ هکتار در سال ۱۳۹۰ به ۲۵۳۴ هکتار در سال ۱۴۰۲ معادل ۳۵۸٪، افزایش یافته است. بررسی جدول ۳ و شکل‌های ۴ و ۵، نشان می‌دهد ۳۰۵٪، معادل ۲۱۶۴ درصد از این افزایش از طریق تبدیل اراضی بایر مجاور ساحل و خورهای منطقه و بخصوص در ناحیه شرقی و مرکزی منطقه بوده است. با این وجود در بین سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۴۰۲، برابر ۲۹ درصد از اراضی جنگلی در سال ۱۳۹۰ به اراضی بایر و ۲۱ درصد به مرتع تبدیل شده‌اند. بررسی جدول ۲، مربوط به ماتریس خطا نشان می‌دهد روند تغییر بین مراتع و جنگل مانگرو در بررسی تغییرات رخ داده در منطقه، می‌تواند به دلیل خطای موجود در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای باشد. به‌گونه‌ای که در جدول ۲، پیکسل‌هایی از مراتع و جنگل‌های مانگرو به اشتباه به یکدیگر نصبت داده شده‌اند.

بررسی جدول ۳، نشان می‌دهد جنگل‌های مانگرو اکوسیستمی پویا می‌باشد به گونه‌ای که علی‌رغم حفاظت‌های صورت گرفته، بخش‌هایی از این اکوسیستم به سایر پوشش‌ها مانند اراضی بایر، شوره‌زار و مرتع، تبدیل شده‌اند که جدا از اثرات فعالیت‌های انسانی، در نتیجه پویایی طبیعت نیز می‌باشد.

## نتیجه‌گیری

داده‌های ماهواره‌ای با برداشت دوره‌ای تصویر از سطح زمین، دارای این قابلیت هستند که پویایی اکوسیستم‌ها را نشان دهند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر استفاده از داده‌های سنجنده‌های TM و OLI با امکان دسترسی آسان، در مطالعات منابع طبیعی، کاربردی می‌باشند. استفاده از روش‌های ترکیبی در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و تهیه مناطق تعلمی به روش‌های مختلف، باعث افزایش دقت نقشه‌های تهیه شده می‌گردد. اکوسیستم مانگرو، یک سیستم پویا بوده به گونه‌ای که در پژوهش حاضر، تغییر این جنگل‌ها به سایر پوشش‌ها و بالعکس در دوره مطالعه مشاهده می‌شود. تهیه نقشه با فواصل زمانی، پویایی اکوسیستم‌ها را نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق، نشان داد اگرچه در دوره مطالعه، جنگل‌های مانگرو به سایر پوشش‌ها نیز تبدیل شده‌اند، روند رو به رشد جنگل‌های مانگرو، به خصوص پس از انجام اقدامات حفاظتی و ثبت این منطقه به عنوان یک تالاب با ارزش در سایت کنوانسیون رامسر قابل مشاهده است. روش بررسی تغییرات مقایسه پس از طبقه‌بندی، ضمن نشان دادن مقدار تغییرات، روند تغییرات را نشان می‌دهد که در پایش اکوسیستم‌ها و بررسی اثرات اقدامات مدیریتی دارای کاربرد می‌باشد.

## تشکر و قدردانی

از حمایت‌های مالی دانشگاه زابل گرنت شماره: UOZ.GR.5120 تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

دانه کار، افشین، عرفانی، ملیحه، نوری، غلامرضا، عقیقی، حسین، مروی مهاجر، محمدرضا، و اردکانی، طاهره (۱۳۹۱). بررسی تغییرات وسعت رویشگاه مانگرو (مطالعهٔ موردی: خور گواتر در استان سیستان و بلوچستان). *مجله جنگل ایران*، ۴ (۳)، ۱۹۷-۲۰۷.

پطروسیان، هستی، دانه‌کار، افشین، اشرفی، سهراب، و فقهی، جهانگیر (۱۳۹۲). بررسی شاخص‌های اقلیمی مؤثر بر اجتماعات حرا در سواحل استان هرمزگان. *اکوبیولوژی تالاب*، ۵ (۱۰)، ۵-۱۶.

خورانی، اسداله، بی‌نیاز، مهدی، و امیری، حمیدرضا (۱۳۹۴). تغییرات سطح جنگل‌های حرا با توجه به نوسانات اقلیمی (مطالعه موردی: جنگل‌های بین بندر خمیر و قشم). *مجله بوم شناسی آبزیان*، ۵ (۲)، ۱۰۰-۱۱۱.

مافی غلامی، داود، بهارلوئی، معصومه، و محمودی، بیت اله (۱۳۹۶). پایش نرخ پیشروی و پسروی در جنگل‌های مانگرو با استفاده از سنجش از دور و سامانه تجزیه و تحلیل رقومی خط ساحلی (DSAS) (مطالعه موردی: ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا). *محیط شناسی*، ۴۳ (۴)، ۶۴۳-۶۴۶.

راهداری، وحید، سفیانیان، علیرضا، ملکی، سعیده، خواجه الدین، سید جمال‌الدین، و راهداری، میثم (۱۳۹۵). تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی پناهگاه حیات وحش موته). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۸ (۱)، ۷۹-۸۹.

سالار، آتنا، شهریاری مقدم، محسن، راهداری، وحید، و ملکی، سعیده (۱۴۰۳). بررسی تأثیر تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر تالاب‌ها با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (مطالعه موردی: تالاب جازموریان). *علوم آب و خاک*. ۲۸ (۲)، ۹۶-۸۵.

سبزقبایی، غلامرضا، جعفرزاده، کاوه، دشتی، سیده سولماز، یوسفی خانقاه، شهرام، و بزم آرابلشتی، مژگان (۱۳۹۶). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان قائم شهر). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۹ (۳)، ۱۴۳-۱۵۷.

طباطبایی، طیبه، و امیری، فاضل (۱۳۹۸). ارزیابی چندزمانه تغییرات جنگل‌های مانگرو در مناطق ساحلی بوشهر با استفاده از تصاویر ماهواره لندست. *بوم شناسی کاربردی*، ۸ (۳)، ۶۲-۴۵.

زنگنه اسدی، محمد علی، تقوی مقدم، ابراهیم، و اکبری، الهه (۱۳۹۳). بررسی و ارزیابی روند تغییرات سطوح جنگل‌های حراء (مانگرو) با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور نمونه موردی: بندرعباس. *اکوسیستم‌های طبیعی ایران*، ۷ (۴)، ۱۷-۳۱.

میر، محدثه، ملکی، سعیده، و راهداری، وحید (۱۴۰۰). کاربرد بوم‌شناسی سیمای منظر در ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی مناطق خشک، مطالعه موردی: دشت سیستان. *بوم شناسی کاربردی*، ۱۰ (۲)، ۸۱-۶۷.

عرفانی فرد، یوسف، و لطفی نصیرآباد، محسن (۱۴۰۰). کارایی شاخص‌های مانگرو در تهیه نقشه جنگل‌های مانگرو با استفاده از تصاویر لندست ۸ در جنوب ایران. *سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۱۳ (۴)، ۶۸-۸۶.

## References

Bihamta, N., Soffianina, A., & Fakheran, S. (2017). Monitoring mangrove cover changes using satellite images in Qeshm Island, Iran. *IALE 2017 European Landscape Ecology Congress*, At Ghent, Belgum.

Constance, A., Haverkamp, P. J., Bunbury, N., & Schaepman-Strub, G. (2021). Extent change of protected mangrove forest and its relation to wave power exposure on Aldabra Atoll. *Global Ecology and Conservation*, 27, e01564.

Dan, T. T., Chen, C. F., Chiang, S. H., & Ogawa, S. (2016). Mapping and change analysis in mangrove forest by using Landsat imagery. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 3, 109-116.

Danehkar, A., Erfani, M., Nori, G. R., Aghighi, H., Mohajer, M. M., & Ardakani, T. (2012). Detection of mangrove vegetation area changes at Govater Creek in Sistan & Baluchestan Province. *Iranian Journal of Forest*, 4(3), 197-207. (in Perssian)

Erfanifard, Y., & Lotfi Nasirabad, M. (2022). Efficiency of mangrove indices in mapping some mangrove forests using Landsat 8 imagery in southern Iran. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 13(4), 68-86. (in Perssian)

Khoorani, A., Biniaz, M., & Amiri, H R. (2015). Investigating the changes of mangrove forests between Khamir port and Gheshmiseland and its correlation with climatic elements. *Journal of Aquatic Ecology*, 5(2), 100-111.

Mafi Gholami, D., Baharlouii, M., & Mahmoudi, B. (2018). Erosion and accretion monitoring in mangrove forests using remote sensing and Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (Case study: Hara Biosphere reserve). *Journal of Environmental Studies*, 43(4), 633-646. (in Perssian)

Maleki, S., & Rahdari, V. (2022). Investigation of L band PALSAR synthetic aperture radar (SAR) data in land cover mapping. *Desert Management*, 9(4), 23-38.

Mei, A., Manzo, C., Fontinovo, G., Bassani, C., Allegrini, A., & Petracchini, F. (2016). Assessment of land cover changes in Lampedusa Island (Italy) using Landsat TM and OLI data. *Journal of African Earth Sciences*, 122, 15-24.

Mir, M., Maleki, S., & Rahdari, V. (2021). Application of landscape ecology in spatio-temporal change detection of arid regions, case study: Sistan plain. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 10(2), 67-81. (in Perssian)

Petrosians, H., Danehkar, A., Ashrafi, S., & Feghhi J. (2013). Study of effective climatology indices on attending *Avicennia marina* forest in coastline of Hormozgan provinc. *Wetland Ecobiology*, 5(3), 5-16. (in Perssian)

Pillay, T. V. R. (2004). Aquaculture and the environment. Blackwell Publishing, 2, 31-38.

Rahdari, V. Soffianian, A. R., Maleki, S., Khajeddin, S. J., & Rahdari, M. (2016). Land use/cover mapping usig satellite data and geographic information system (GIS) (Case study: Mouteh wild life sanctuary). *Journal of Environmental Science and Technology*, 18(1), 79-89. (in Perssian)

Rahdari, V., Soffianian, A., Pourmanafi, S., Mosadeghi, R., & Mohammadi, H. G. (2018). A hierarchical approach of hybrid image classification for land use and land cover mapping. Geographica pannonica, 22(1).

Rakotomavo, A., & Fromard, F. (2010). Dynamics of mangrove forests in the Mangoky River delta, Madagascar, under the influence of natural and human factors. Forest Ecology and Management, 259(6), 1161-1169.

Ruiz-Luna, A., & Berlanga-Robles, C. A. (2003). Land use, land cover changes and coastal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico. *Landscape ecology*, 18(2), 159-171.

Sabzghabaei, G. R., Jafarzadeh, K., Dashti, S. S., Khanghah, S. Y., & Baleshti, M. B. (2017). Land use change detection using remote sensing and GIS. *Journal of Environmental Science and Technology*, 19(3), 143-157. (in Perssian)

Salar, A., Shahriari, M., Rahdari, V., & Maleki, S. (2024). Investigating the Impact of Land Use and Land Cover Changes on Wetlands Using Satellite Data (Case Study: Jazmorian Wetland). JWSS-Isfahan University of Technology, 28(2), 85-96. (in Perssian)

Soffianian, A. R., Toosi, N. B., Asgarian, A., Regnauld, H., Fakheran, S., & Waser, L. T. (2023). Evaluating resampled and fused Sentinel-2 data and machine-learning algorithms for mangrove mapping in the northern coast of Qeshm island, Iran. Nature Conservation, 52, 1-22.

Tabatabaie, T., & Amiri, F. (2019). Multi-temporal assessment of mangrove forests changes in the coastal areas of Bushehr region based on Landsat satellite imagery. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 8(3), 45-62. (in Perssian)

Vasquez, J., Acevedo-Barrios, R., Miranda-Castro, W., Guerrero, M., & Meneses-Ospina, L. (2024). Determining Changes in Mangrove Cover Using Remote Sensing with Landsat Images: a Review. *Water, Air & Soil Pollution*, 235(1), 18.

Zanganeh Asadi, M. A., Taghavi Moghadam, E., & Akbari, E. (2017). Evaluation and assessment of changes in forest area Harra (mangrove) Using remote sensing techniques Case Study: Bandar Abbas. *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, 7(4), 17-31. (in Perssian)