

## Land use changes around the wetland and diversity of waterfowl and shorebirds in Anzali, Almagol, Alagol, and Ajigol international wetlands (Iran)

Narjes Nazari<sup>\*1</sup>, Bahman Shams Esfandabad<sup>2</sup>, Javad Varvani<sup>3</sup>, Abbas Ahmadi<sup>2</sup>, Hamid Toranjzar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ph.D. Student, Department of Environment, Islamic Azad University Arak Branch, Arak, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Environment, Islamic Azad University Arak Branch, Arak, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Environment, Islamic Azad University Arak Branch, Arak, Iran

### Abstract

#### Introduction

Anzali, Ajigol, Almagol and Alagol international wetlands are important global ecosystems. In this study, the trend of land use changes in these wetlands and its impacts on the distribution of waterfowl and shorebirds. One of the common methods in studying the ecosystem changes of wetlands is the diversity evaluation of waterfowl and shorebirds. Because of the ease of observing birds in nature, it is possible to find any possible changes in the wetlands by continuously studying the species diversity, population changes, and the habitat quality.

#### Materials and Methods

Satellite images and field information of wetlands and their land changes were prepared based on available data and field surveys. In order to prepare the vegetation map based on the wetland index, 6 bands of Landsat satellite TM sensor were used to calculate the NVIDA index. Also, using field survey and sampling of plants and wetland index, the predominance of plants in the region was determined. Then, land-use maps in different periods of 20 years (1998-2019) were prepared based on satellite image processing and image classification using the maximum likelihood method. The data obtained during 8 years census and field surveys, the Shannon-Wiener species diversity indices and inversely the Simpson index, Margalf and Manhink indices has been calculated and were used to determine the species richness and Pilo and Simson indices were used to determine the species evenness.

#### Results and Discussion

The results showed that the water area in Alagol, Ajigol and Almagol international wetlands has decreased by 1050.8 hectares (53.7%) and in Anzali wetland by 1541 hectares (18.9%). According to the results, in Alagol, Ajigol and Almagol international wetlands, the most changes are related to vegetation of medium density with 273% increase and in Anzali wetland, the most changes are related to increase in herbaceous plants with 270.3%. According to Margalf species richness index, the highest species richness was observed in Abchelikian. Also, the highest species diversity was observed in the genus Murghabian based on Shannon-Wiener index and the reverse of Simpson index. Also, the highest amount of species evenness based on Pilo index and Simpson index was observed in the Baklanian genus.

#### Conclusion

The water extent of the wetlands has generally decreased and due to the increase of man-made land uses in the margins of the wetlands, adverse effects on the wetland ecosystem have been caused to vulnerability of wetlands to degradation. As a result of declining water levels in wetlands and the uncontrolled growth of non-native plants and the reduction of dissolved oxygen, the rate of habitat destruction of migratory aquatic animals and birds will increase. Due to the declining trend in biodiversity indicators in recent years as a result of declining water levels and land-use change, increasing the ecological protection of the wetland through management projects such as habitat protection, poaching control and pollution control, is recommended.

**Keywords:** Biodiversity, Ecosystem index, Species richness, Vegetation change.

**Article Type:** Research Article

\*Corresponding Author, E-mail: mersa.s.t.1366@gmail.com

**Citation:** Nazari, N., Shams Esfandabad, B., Varvani, J., Ahmadi, A., & Toranjzar, H. (2022). Land use changes around the wetland and diversity of waterfowl and shorebirds in Anzali, Almagol, Alagol and Ajigol international wetlands (Iran). *Water and Soil Management and Modeling*, 2(3), 27-39.

DOI: 10.22098/mmws.2022.9871.1068

DOR: 20.1001.1.27832546.1401.2.3.3.2

Received: 20 November 2021, Received in revised form: 28 December 2021, Accepted: 28 December 2021, Published online: 27 May 2022

*Water and Soil Management and Modeling*, Year 2022, Vol. 2, No. 3, pp. 27-39

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili

© Author(s)





## تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب و تنوع پرندگان آبی و کنار آبی در تالاب‌های بین‌المللی انزلی، آماگل، آلاگل و آجی‌گل

نرجس نظری<sup>۱\*</sup>، بهمن شمس اسفندآباد<sup>۲</sup>، جواد وروانی<sup>۳</sup>، عباس احمدی<sup>۲</sup> و حمید ترنج زر<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترا، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران  
<sup>۳</sup> دانشیار، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران

### چکیده

تالاب‌های بین‌المللی انزلی، آجی‌گل، آماگل و آلاگل از اکوسیستم‌های مهم جهانی بوده که در این پژوهش سعی بر آن شد تا روند تغییرات اراضی این تالاب‌ها و تأثیر آن در پراکنش پرندگان آبی و کنار آبی مورد بررسی قرار گیرد. ابتدا عکس‌های ماهواره‌ای و اطلاعات میدانی تالاب‌ها و تغییرات اراضی آن‌ها بر اساس بانک‌های اطلاعاتی و پیمایش‌های صحرایی تهیه شد. سپس نقشه‌های کاربری اراضی در دوره‌های مختلف ۲۰ ساله (۲۰۱۹-۱۹۹۸) بر اساس پردازش تصاویر ماهواره‌ای و طبقه‌بندی تصاویر از روش حداکثر احتمال تهیه شد. از نتایج هشت سال سرشماری و پیمایش‌های صحرایی، به‌منظور محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون-وینر و عکس شاخص سیمسون، از شاخص‌های مارگالف و منهینک به‌منظور مشخص نمودن غنای گونه‌ای و از شاخص‌های پیلو و سیمسون برای تعیین یکنواختی گونه‌ای استفاده شد. نتایج نشان داد مساحت آبی در منطقه تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آجی‌گل و آماگل، در مجموع ۱۰۵۰/۸ هکتار معادل ۵۳/۷ درصد کاهش و در تالاب انزلی ۱۵۴۱ هکتار معادل ۱۸/۹ درصد کاهش داشته است. طبق نتایج، در منطقه تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آجی‌گل و آماگل بیش‌ترین تغییرات مربوط به پوشش گیاهی تراکم متوسط با ۲۷۳ درصد افزایش است و در تالاب انزلی بیش‌ترین تغییرات مربوط به گیاهان علفی با ۲۷۰/۳ درصد افزایش است. بر اساس شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بیش‌ترین غنای گونه‌ای در تیره آبچلیکیان مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین تنوع گونه‌ای بر اساس شاخص شانون-وینر و عکس شاخص سیمسون در تیره مرغابیان و بیش‌ترین مقدار یکنواختی گونه‌ای بر اساس شاخص پیلو و شاخص سیمسون در تیره باکلانیان مشاهده گردید. یافته‌های پژوهش نشان‌دهنده کاهش چشمگیر اراضی بخش آبیگر تالاب‌های مورد مطالعه در طی ۱۰ سال گذشته و تبدیل آن به زمین‌های بایر و انسان ساخت است که از جمله علل اصلی این تغییرات را باید در مسائلی مانند خشکسالی، احداث سد، برداشت بی‌رویه آب تالاب‌ها برای مصارف کشاورزی، پرورش ماهی و احداث کانال و جاده در منطقه و بین تالاب‌ها دانست.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات پوشش گیاهی، تنوع زیستی، شاخص اکوسیستمی، غنای گونه‌ای

### نوع مقاله: پژوهشی

\*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mersa.s.t.1366@gmail.com

**استناد:** نظری، ن.، شمس اسفندآباد، ب.، وروانی، ج.، احمدی، ع.، و ترنج زر، ح. (۱۴۰۱). تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب و تنوع پرندگان آبی و کنار آبی در تالاب‌های بین‌المللی انزلی، آماگل، آلاگل و آجی‌گل. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۲۷(۳)، ۲۷-۳۹.

DOI: 10.22098/mmws.2022.9871.1068

DOR: 20.1001.1.27832546.1401.2.3.3.2

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۹، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۰۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۷، تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۳/۰۶



*مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، سال ۱۴۰۱، دوره ۲، شماره ۳، صفحه ۲۷ تا ۳۹

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی

## ۱- مقدمه

تالاب، زیست‌بوم ارزشمندی است که در بین انواع زیست‌بوم‌های طبیعی، کارکردهای بسیار گوناگونی دارد و علاوه بر حفاظت از تنوع زیستی، دارای ارزش‌های طبیعی، اقتصادی و اجتماعی دیگری نیز است (Ahmadpour et al., 2011; Arthington et al., 2010). تالاب‌ها به‌عنوان جزء اساسی اکوسیستم جهانی در پیش‌گیری یا کاهش شدت سیل، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و فراهم کردن زیستگاه منحصر به‌فرد برای گیاهان و جانوران مهم هستند (Maltby, 2009). از دیگر خدمات و سودمندی‌های تالاب می‌توان به حفظ کیفیت آب‌ها، تولیدات کشاورزی، شیلات و سرگرمی و دیگر خدماتی چون ذخیره سیلاب‌ها و کنترل فرسایش خاک اشاره کرد (Li et al., 2018). فاکتورها و عواملی متنوعی بر کارکرد اکولوژیکی اکوسیستم تالاب مؤثر هستند. تغییرات کاربری اراضی که در آن زراعت‌های متمرکز جایگزین پوشش گیاهی طبیعی می‌شود، بهره‌برداری بیش از اندازه از آب‌های زیرزمینی، فعالیت‌هایی مانند احداث طرح‌های بزرگ آبیاری و هم‌چنین کاهش جریان خروجی از تالاب از عوامل مؤثر بر این کارکرد محسوب می‌شوند (Camacho-Valdez et al., 2014; Pophare et al., 2014; Al-Wahaibi et al., 2021). در این بین، ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی فرآیندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیط زیست تالاب است (Behroozirad, 2000).

از آن‌جا که تالاب‌ها به‌عنوان کانون‌های حساس دارای تنوع گونه‌ای بسیار بالای جانوری و گیاهی هستند، اندازه‌گیری خصوصیات اکولوژیکی و حفظ تنوع زیستی به‌منظور ارزیابی پیامدهای محیط‌زیستی در آن‌ها، از اهمیت بالایی برخوردار است (Hosseini Mousavi et al., 2012). به‌طوری که پایش روند تغییرات تالاب‌ها و اراضی پیرامونی آن‌ها می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم‌های ارزشمند مفید باشد. در دهه‌های اخیر متأسفانه فعالیت‌ها و دخالت‌های نابجا باعث متوقف شدن فرآیند تکاملی تالاب‌ها و تخریب آن‌ها شده است (Davies et al., 2020). یکی از روش‌های رایج در بررسی تغییرات اکوسیستمی تالاب‌ها، ارزیابی تنوع پرندگان آبی و کنار آبی است (Fan et al., 2021). چرا که به‌دلیل آسانی مشاهده پرندگان در طبیعت، می‌توان با مطالعه مستمر تنوع گونه‌ای، تغییرات جمعیتی و دقت در سایر شرایط زیستی آن‌ها، به‌روز هرگونه تغییر احتمالی در تالاب‌ها پی برد (Luo et al., 2019). با بررسی و مقایسه تراکم و تنوع پرندگان می‌توان به‌خوبی کیفیت زیستگاه و سایر شرایط زیستی لازم برای هرگونه در تالاب را مشخص کرد (Riazi and Mir Armandi, 2008). در ارتباط با بررسی این موضوع، پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. در مطالعه‌ای توسط

Kaboli et al. (2006) با بررسی عوامل مؤثر بر میزان موفقیت جوجه‌آوری سنقر تالابی در تالاب‌های بین‌المللی آبی گل، آلاگل و آماگل در دشت ترکمن صحرا مشخص شد یکی از عوامل تهدید کننده حیات وحش این تالاب‌ها برای پرندگان بومی و مهاجر جوجه‌آور، تغییرات غیرقابل پیش‌بینی سطح آب ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از آب تالاب‌ها برای مصارف آبی‌پروری است. (Hosseini Mousavi et al. (2012) با بررسی روند تغییر تراکم و شاخص‌های تنوع پرندگان تالابی میان تالاب‌های شادگان و هورالعظیم مشخص کرد که روند کاهش شماره پرندگان در تالاب هورالعظیم بیش‌تر از پرندگان تالاب شادگان است. (Ashoori and Varasteh Moradi (2014) با بررسی تنوع گونه‌ای پرندگان آبی و کنار آبی مهاجر زمستان‌گذران در تالاب بین‌المللی انزلی دریافتند علی‌رغم تهدیدات و مشکلات تالاب انزلی در سال‌های اخیر، تغییرات تنوع و جمعیت پرندگان آبی و کنار آبی با توجه به شرایط دمایی هوا همواره در نوسان بوده است. (Pourmoosa and Naderi (2020) با بررسی تراکم و تنوع گونه‌ای پرندگان تالاب بین‌المللی امیرکلاویه طی دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۶-۱۳۹۵) بر اساس سرشماری زمستانه نتیجه گرفتند شاخص‌های تنوع زیستی، مقادیر نسبتاً بالا، اما با یک روند کاهشی و شاخص یکنواختی گونه‌ای، روند نسبتاً ثابتی را در این بازه ۱۰ ساله دارند. (Kačergytė et al. (2021) با ارزیابی احداث تالاب‌های مصنوعی کشور سوئد در تنوع پرندگان و موفقیت باروری دریافتند اندازه تالاب با غنای گونه‌ای، فراوانی جفت و فراوانی جوجه ارتباط مثبت دارد. (Hohman et al. (2021) با شناسایی تغییرات تالاب‌ها و تهدیدات انسانی آن‌ها برای حفاظت از پرندگان آبی در حاشیل دریای زرد نتیجه گرفتند تهدیدهای مستقیم انسانی ناشی از کشاورزی و شهرنشینی به‌عنوان یک مانع عمل می‌کنند.

هر چند مطالعاتی در نقاط مختلف جهان در خصوص تنوع زیستی پرندگان تالاب صورت گرفته است؛ اما مطالعات کمی در مورد ارتباط تغییر کاربری اراضی و تنوع زیستی پرندگان در داخل کشور به‌صورت تفصیلی و مقایسه‌ای وجود دارد. حال آن‌که به‌دلیل امکان تغییرات متعدد در تالاب‌های کشور و به‌دنبال آن کاهش جمعیت پرندگان در آینده به دلایلی نظیر ساختار اکوسیستمی و زیستگاهی تالاب، شکار بی‌رویه، ورود سموم و کودهای کشاورزی به تالاب، فعالیت‌های صیادی و ایجاد ناامنی برای جامعه پرندگان در سال‌های اخیر، ضرورت دارد تا این موضوع بیش‌تر مورد توجه قرار گیرد. از این رو در پژوهش حاضر به بررسی تغییرات کاربری اراضی چهار تالاب بین‌المللی انزلی، آماگل، آلاگل و آبی گل و تنوع پرندگان آبی و کنار آبی پرداخته می‌شود. انجام این پژوهش می‌تواند کمک شایانی در

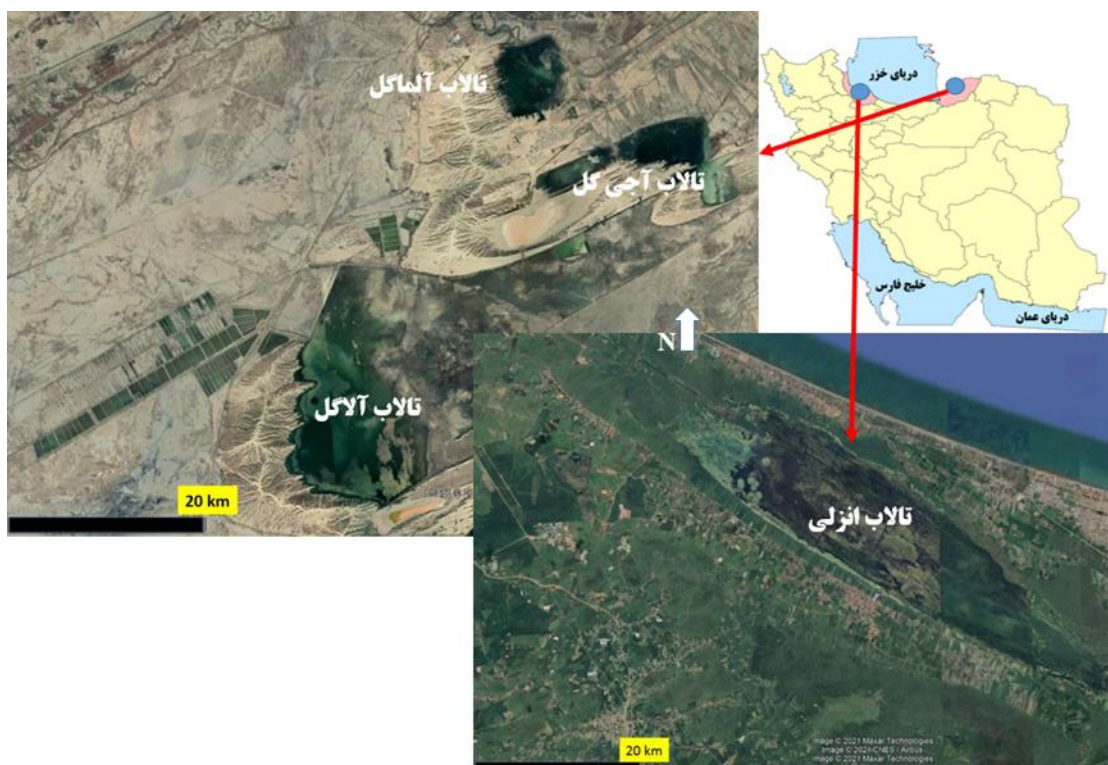
بررسی سلامت تالاب‌های ذکر شده، داشته باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

تالاب انزلی با وسعت ۱۵۰۰۰ هکتار یکی از ۲۴ تالاب بین‌المللی ایران است که در سال ۱۳۵۴ به‌همراه ۱۸ تالاب دیگر به دفتر کنوانسیون رامسر معرفی شد. امروزه وسعت این تالاب بر اساس گزارش‌های موجود ۱۹۳۰۰ هکتار است و در موقعیت جغرافیایی  $37^{\circ}25'$  تا  $37^{\circ}30'$  عرض شمالی و  $49^{\circ}25'$  تا  $49^{\circ}30'$  طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). این تالاب مشتمل بر چهار بخش مرکزی، غربی (تالاب بزرگ)، شرقی و سیاه‌کشیم است. بخش مرکزی تالاب انزلی امروزه پهنه‌آبی وسیعی است و دو پناهگاه حیات وحش سلکه و سرخانکل به‌همراه خروجی آب تالاب به دریا در محدوده این بخش از تالاب قرار دارد. اغلب بخش شرقی این تالاب امروزه پوشیده از گیاهان آبی‌بُنی در آب و یکی از آلوده‌ترین و کم‌عمق‌ترین محدوده‌های تالاب انزلی است. پناهگاه حیات وحش چوکام در

محدوده این بخش از تالاب قرار دارد. بخش غربی تالاب انزلی که از نوع لاگون است، پهنه‌آبی وسیعی است و عمیق‌ترین بخش تالاب در محدوده این بخش قرار دارد. سیاه‌کشیم، قدیمی‌ترین منطقه حفاظت شده در مجموعه تالاب انزلی است که امروزه به‌جز چند کلاسه (پهنه آبی) و رودخانه‌های جاری در آن، بقیه سطح آن از گیاهان آبی‌بُنی در آب به‌ویژه گیاه نی (*Phragmites australis*) پوشیده شده است (Ashoori and Varasteh Moradi, 2014). تالاب‌های آبی‌گل، آلاکل و آماکل در دشت ترکمن صحرا و در حومه شهرستان گنبد کاووس از استان گلستان و در نزدیکی مرز ایران - ترکمنستان به‌ترتیب با مختصات جغرافیایی  $37^{\circ}24'$  طول شرقی و  $37^{\circ}24'$  عرض شمالی و  $54^{\circ}35'$  طول شرقی و  $36^{\circ}25'$  عرض شمالی واقع شده‌اند (شکل ۱). مساحت تالاب‌های آبی‌گل، آلاکل و آماکل به‌ترتیب در حدود ۳۳۰، ۲۴۰۰ و ۲۰۸ هکتار است که طی فصول مختلف سال نوسانات شدیدی نشان می‌دهد (Kaboli et al., 2006).



شکل ۱- موقعیت تالاب‌های مطالعاتی  
Figure 1- Location of study wetlands, Iran

### ۲-۲- تهیه نقشه تغییرات کاربری اراضی

به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی سواحل تالاب‌ها، از تصاویر ماهواره‌ای Landsat 8 OLI and TIRS TM, TEM در محدوده سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۹ که از سایت EOS

(<https://eos.com/landsat-7>) دریافت گردید، استفاده شد. بدین منظور، تبدیل اطلاعات و پردازش داده‌های ماهواره‌ای برای استفاده اطلاعات رقومی ماهواره‌ای در محیط نرم‌افزار ILWIS انجام گرفت. سپس میزان و نرخ تغییرات حاصله از تغییرات تراز

پیکسل‌های موجود در هر تصویر به دو طبقه آب و خشکی تقسیم شد:

If ((b4>b2) and (b5>b2)) (۱)  
then 0 else 255

که در این رابطه b4، b2 و b5 به ترتیب باند دو، چهار و پنج سنجنده هستند (Rasouli et al., 2009). به منظور طبقه‌بندی تصاویر از روش حداکثر احتمال که یکی از متداول‌ترین روش‌های طبقه‌بندی داده‌های سنجنش از دور است استفاده شد.

$$L_k(x) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma_k|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x - \mu_k) \cdot \Sigma_k^{-1} (x - \mu_k)^T \right\} \quad (2)$$

در مرحله تفسیر بصری-رقومی برای جداسازی پدیده آب از سایر پدیده‌ها، از ترکیب رنگی RGB=543 استفاده شد. در این ترکیب رنگی، پدیده رنگی آب به رنگ تیره درآمد و به خوبی از سایر پدیده‌ها قابل تفکیک است. برای تفکیک پوشش گیاهی از سایر پدیده‌ها، از ترکیب رنگی RGB=457 استفاده شد که در این روش، پوشش گیاهی به دو بخش علفی و خشبی قابل تفکیک است.

### ۲-۳- ارزیابی پوشش گیاهی

به منظور تهیه نقشه پوشش گیاهی بر اساس شاخص تالابی، از شش باند سنجنده TM ماهواره لندست ۵ در بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۷ استفاده شد تا شاخص NVDA محاسبه شود. همچنین با استفاده از پیمایش میدانی و نمونه‌گیری گیاهان و شاخص تالابی بودن، غالبیت گیاهان منطقه تعیین شد. از این اطلاعات به منظور گویا کردن طبقه‌بندی نظارت نشده به کمک مازول ISOCLUST استفاده شد. به کمک تصویر ماهواره‌ای و بازدید میدانی اولیه، تعداد ترانسکت‌ها، مسیر آن‌ها و نیز محل نقاط نمونه‌گیری بر اساس تغییرات محیط در طول شیب تعیین گردید. در نقاطی که امکان ادامه ترانسکت وجود نداشت، نقاط اضافی در نظر گرفته شد (شکل‌های ۲ و ۳).



شکل ۲- موقعیت نقاط نمونه‌گیری، تعداد ترانسکت‌ها و مسیر آن‌ها در تالاب آلماتل، آجی‌گل و آلاگل

Figure 2- Location of sampling points, number of transects and their route in Almagol, Ajigol and Alagol wetlands, Iran

آب و جایگزینی واحدهای رسوبی و مورفولوژی منطقه ساحلی محاسبه شد و وسعت تمامی عوارض به صورت نقشه‌های نهایی تهیه گردید. به منظور صحت‌سنجی نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای، از نمونه‌های شاهد که بر اساس پیمایش صحرایی به وسیله دستگاه جی پی اس به دست آمد، استفاده شد. در انتخاب نقاط سعی شد از هریک از پدیده‌های اصلی شناسایی شده در تفسیر تصاویر (آب، نیزار، گیاهان علفی و گل و لای) برداشت زمینی صورت گیرد. به طور کلی شش کلاس کاربری در منطقه شامل آب، نمک‌زار، اراضی بایر، گیاهان کم تراکم، گیاهان با تراکم متوسط و گیاهان با تراکم زیاد تعریف شد. در این بخش پس از آماده کردن تصاویر چند زمانه‌ای منطقه، در مرحله پیش‌پردازش روی کلیه تصاویر ماهواره‌ای اصلاحات رادیومتریک، ژئومتریک و تکنیک‌های نرمال‌سازی اعمال شد. بدین منظور از روش کم‌کردن ارزش پیکسل‌های تیره استفاده شد و با استفاده از باند هفت سنجنده TM، ETM و Landsat 8 OLI and TIRS که آب و سایه در این باند دارای ارزش DN صفر است، ارقام پیکسل‌های باندهای یک تا پنج و هفت منطقه بر روی محورهای X و Y نسبت به هم تعیین محل شد. تصحیحات هندسی بر اساس روش تصویر به تصویر با استفاده از تصاویر سال ۲۰۱۹ اعمال و تصحیحات اتمسفری به علت وجود عارضه آب در منطقه بر اساس روش کم‌کردن پیکسل‌های تیره یک انجام شد. در مرحله پردازش، با تفسیر بصری تصاویر مربوط به منطقه مورد مطالعه و استفاده از ویژگی انعکاسی آب در باند مادون قرمز که تقریباً صفر است، خط برخورد خشکی و آب در منطقه تالابی شناسایی شد. در این مرحله علاوه بر روش‌های بصری، از روش‌های نسبت باندها، تفریق باندها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای شناسایی مناطق تغییر یافته به صورت رقومی استفاده گردید که شامل تقسیم تصاویر و تفریق باندها است.

نسبت باندها به وسیله تقسیم باندهای یک تصویر از زمان اول بر باندهای تصویر زمان دوم صورت می‌گیرد. زمانی که این نسبت نزدیک به یک باشد می‌توان چنین نتیجه گرفت که تغییری اتفاق نیفتاده است. تفریق تصاویر بر مبنای پیکسل به پیکسل صورت می‌گیرد که مقدار آن از ۲۵۵- تا ۲۵۵+ برای تصاویر TM و ETM+ متغیر است.

به منظور تقسیم پیکسل‌های موجود در تصویر به دو طبقه آب و خشکی با استفاده از ویژگی‌های طیفی پدیده آب، از تفسیر رقومی استفاده شد. حاصل این تقسیم نوعی طبقه‌بندی نظارت نشده است. بنابراین، این روش فقط برای بررسی تغییرات بخش آبیگر تالاب استفاده شد. برای بررسی مناطق مرطوب و سایر عناصر وابسته به تالاب، از روش تفسیر بصری رقومی به صورت تکمیلی استفاده شد. در این روش با استفاده از قانون زیر،

هستند که ثبات یک اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. تنوع گونه‌ها دارای دو مؤلفه؛ یعنی غنای گونه و یکنواختی گونه‌ها هستند، در حالی که غنای گونه‌ها جزئی از تنوع گونه‌ها است. تنوع گونه‌ها نشان می‌دهد که بیش‌تر افراد جامعه متعلق به یک گونه هستند یا نه و بحث یکنواختی گونه‌ها را نیز در برمی‌گیرد (Bock et al., 2007).

جدول ۱- روابط شاخص‌های زیستی مورد استفاده برای تالاب‌ها  
Table 1- Relationships of bio-index used for wetlands

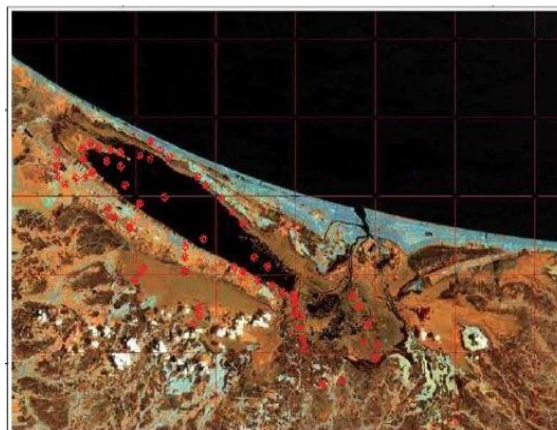
دامنه	فرمول محاسباتی	نام شاخص
0-5	$1-D = \sum_{i=1}^s \frac{ni(ni-1)}{n(n-1)}$	تنوع گونه‌ای سیمپسون (Simpson, 1949)
0-5	$H' = -\sum_{i=1}^s (Pi \cdot \ln Pi)$	تنوع گونه‌ای شانون-وینر (Shannon and Weaver, 19449)
1-∞	$Rmg = \frac{s-1}{\ln(N)}$	غنای گونه‌ای مارگالف (Clifford and Stephenson, 1975)
1-∞	$J = \ln(s)$	یکنواختی گونه‌ای پیلو (Quan, 2002)
-	$D = \frac{N}{A}$	تراکم گونه‌ای (Dale and Thomas, 1987)

در این روابط ۱-D شاخص سیمپسون، N تعداد کل افراد در نمونه، ni تعداد افراد گونه نام، H' شاخص شانون-وینر، pi نسبت تعداد هر یک از گونه‌های پرنده به تعداد کل پرندگان مشاهده شده، J شاخص یکنواختی پیلو، S تعداد گونه‌های موجود در نمونه، Rmg شاخص مارگالف، A مساحت و D شاخص تراکم گونه‌ای است.

### ۳- نتایج و بحث

جدول ۲ مساحت کاربری‌های اراضی و مقدار تغییرات هر کاربری را در منطقه تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آجی‌گل و آماگل نشان می‌دهد. همچنین در شکل ۴ درصد تغییرات سطوح کاربری‌ها آمده است. با توجه به این نتایج، مساحت آبی تالاب‌های فوق در مجموع ۱۰۵۰/۸ هکتار معادل ۵۳/۷ درصد کاهش داشته است. در این بین، بیش‌ترین تغییرات مربوط به پوشش گیاهی تراکم متوسط با ۲۷۳ درصد افزایش است. در حالی که اراضی بایر با ۵/۹ درصد کاهش، کم‌ترین تغییرات را داشته است.

جدول ۳ مساحت کاربری‌های اراضی و مقدار تغییرات هر کاربری را در منطقه تالاب انزلی نشان می‌دهد. همچنین در شکل ۵ درصد تغییرات سطوح کاربری‌ها آمده است. با توجه به این نتایج، مساحت آبی تالاب فوق در مجموع ۱۵۴۱ هکتار معادل ۱۸/۹ درصد کاهش داشته است که کم‌ترین درصد تغییر در بین کاربری‌هاست. در این بین بیش‌ترین تغییرات مربوط به گیاهان علفی با ۲۷۰/۳ درصد افزایش است.



شکل ۳- موقعیت نقاط نمونه‌گیری، تعداد ترانسکت‌ها و مسیر آن‌ها در تالاب انزلی

Figure 3- Location of sampling points, number of transects and their route Anzali wetland, Iran

### ۲-۴- ارزیابی پوشش گیاهی

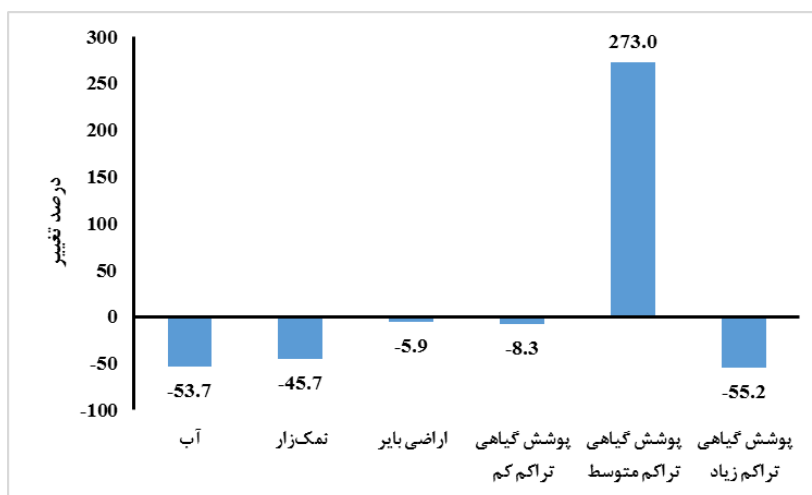
در سال‌های اخیر، هر ساله به مدت دو هفته، پرندگان آبی و کنار آبی تالاب‌های مورد مطالعه در محدوده زمانی دی ماه تا بهمن ماه توسط کارشناسان اداره کل حفاظت محیط زیست استان‌های گیلان و گلستان شمارش شده‌اند. بنابراین، ابتدا هماهنگی کامل با دفتر امور حیات وحش و آبزیان استان‌های گیلان و گلستان انجام شد و سپس در حضور یکی از نمایندگان این ادارات و با استفاده از دوربین دو چشمی سرشماری انجام شد. به‌منظور شناسایی پرندگان و شمارش آن‌ها به توصیه سازمان بین‌المللی تالاب، از روش تمام‌شماری<sup>۱</sup> و کتاب راهنمای صحرایی پرندگان (Mansoori, 2013) استفاده شد. سازمان بین‌المللی تالاب‌ها این روش را برای شمارش پرندگان در مناطق تالابی توصیه می‌کند و در حال حاضر در سراسر دنیا برای شمارش پرندگان در تالاب‌ها استفاده می‌شود (Torres, 1995). در این پژوهش نتایج هشت سال سرشماری پرندگان آبی و کنارآبی تالاب‌های بین‌المللی انزلی، آلاگل، آماگل و آجی‌گل تجزیه و تحلیل شد. مطابق با جدول ۱، از شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون-وینر و عکس شاخص سیمسون (۱/D) به‌منظور مشخص کردن تنوع گونه‌ای پرندگان آبی و کنارآبی، از شاخص‌های مارگالف و منهینک به‌منظور مشخص نمودن غنای گونه‌ای و از شاخص‌های پیلو و سیمسون برای تعیین یکنواختی گونه‌ای و برای تعیین تشابه بین گونه‌ای پرندگان آبی در سال‌های مختلف و بخش‌های مختلف تالاب انزلی از شاخص موریتا استفاده گردید و برای انجام محاسبات از نرم‌افزارهای SDR 4، Canoco، Ecological Methodology و Excel 2013 استفاده شد. غنای گونه‌ها و تنوع گونه‌ها دو شاخص مختلف تنوع زیستی

<sup>1</sup> Total count

جدول ۲- مساحت کاربری‌های اراضی و مقدار تغییرات هر کاربری در منطقه تالاب‌های آلاگل، آجی گل و آلماکل (هکتار)

Table 2- Land use area and amount of changes in Alagol, Ajigol and Almagol wetlands (hectares)

مقدار تغییرات	سال میلادی					کاربری اراضی
	2019	2015	2010	2005	1998	
-1050.8	906.3	1015.2	1280.6	1648.7	1957.1	آب
-136.5	162	162	179.7	338.4	298.5	نمک‌زار
-364.3	5821	5648.7	5648.7	5465.4	6185.3	اراضی بایر
-155.8	1732.2	1611.5	1611.5	1518.8	1888	پوشش گیاهی تراکم کم
2713.8	3708	3691	3573	2035.2	994.2	پوشش گیاهی تراکم متوسط
-1023.9	832.3	832.3	832.3	2070.4	1856.2	پوشش گیاهی تراکم زیاد



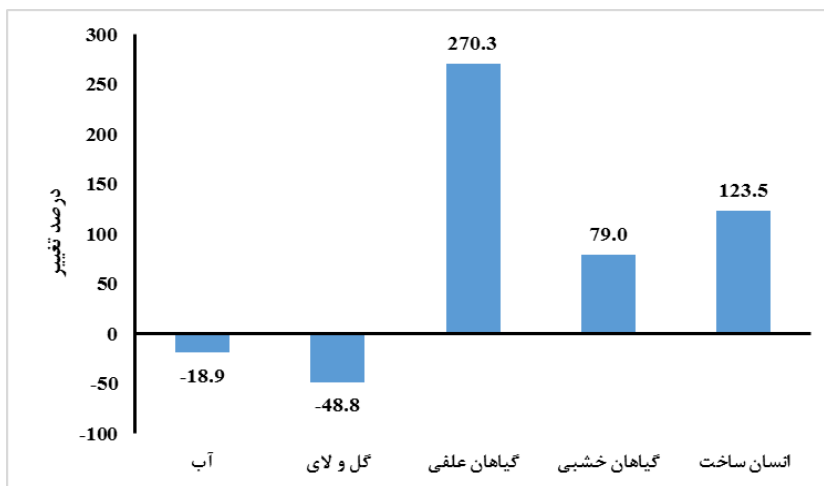
شکل ۴- تغییرات سطوح کاربری‌های موجود در منطقه تالاب‌های آلاگل، آجی گل و آلماکل

Figure 4 - Land use variations levels in Alagol, Ajigol and Almagol wetlands

جدول ۳- مساحت کاربری‌های اراضی و مقدار تغییرات هر کاربری در تالاب انزلی (هکتار)

Table 3- Land use area and amount of changes in Anzali wetland (hectares)

مقدار تغییرات	سال میلادی				کاربری اراضی
	2019	2008	2003	1998	
1541	6620	6610	6610	8161	آب
-830	870	1000	1400	1700	گل و لای
-10810	14810	12380	11100	4000	گیاهان علفی
-6160	13960	10340	9800	7800	گیاهان خشبی
-210	380	290	210	170	انسان ساخت



شکل ۵- تغییرات سطوح کاربری‌های موجود در منطقه تالاب انزلی

Figure 5 - Land use variations levels in the Anzali wetland

بر اساس نتایج به دست آمده، هر سه تالاب آلاگل، آلماکل و آجی گل دچار افت شدید وسعت شده‌اند. به طور کلی می‌توان گفت در دهه اخیر از میزان آب این تالاب‌ها کاسته شده است و تالاب‌ها به شدت در حال تخریب هستند. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، مجموع پهنه آبی تالاب‌های آلاگل، آلماکل و آجی گل از مساحت ۱۹۵۷/۱ هکتار در سال ۱۹۹۸ به ۹۰۶/۳ هکتار کاهش یافته است که در نتیجه، وسعت پوشش گیاهی تراکم متوسط گسترش پیدا کرده است. تغییرات زیاد در حوضه این تالاب‌ها ناشی از خشکسالی، احداث سد، پرورش ماهی، برداشت بی رویه آب برای کشاورزی و کانال کشی و احداث جاده باعث تغییر زیست بوم و تغییر کاربری اراضی شده است (Ghorbani et al., 2016). نمکزار تالاب‌های آلماکل، آجی گل و آلاگل که در سال ۱۹۹۸ حدود ۲۹۸/۵ هکتار بوده است، در سال ۲۰۱۹ به ۱۶۲ هکتار رسیده است. پسروی آب و به دنبال آن ایجاد پوشش گیاهی، مانند نيزارها، در اطراف سواحل تالاب‌ها باعث کاهش نمک‌زار شده است. در جداول ۴ و ۵ بررسی‌های میدانی، درصد پوشش نسبی گیاهان در ترانسکت‌های اندازه‌گیری شده از تالاب‌های مطالعاتی آمده است.

جدول ۶ بررسی معنادار بودن مقایسه تغییرات کاربری و درصد پوشش نسبی را در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهد که در آن بررسی معناداری پارامترهای اندازه‌گیری میزان تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر اساس تصاویر طبقه‌بندی شده تالاب‌های مطالعاتی مشخص شد. نتایج نشان می‌دهد بین پارامترهای مورد اندازه‌گیری (تغییرات کاربری و درصد پوشش نسبی) رابطه معناداری وجود دارد. به طوری که سطح معناداری در منطقه تالاب‌های آلماکل، آجی گل و آلاگل برابر ۰/۰۰۳۱ و در تالاب انزلی برابر ۰/۰۰۳۶ است.

تالاب انزلی یکی از مهمترین اکوسیستم‌های با اهمیت دنیا است. متأسفانه در چند سال اخیر عوامل متعددی بر این اکوسیستم تأثیرگذار بوده‌اند. آلودگی ناشی از ورود فاضلاب‌های شهری، فاضلاب‌های روستایی، صنایع و کارگاه‌های مستقل در حوزه آبریز از طریق رودخانه‌های ورودی به این تالاب، وضعیت بیولوژیکی و اکولوژیکی آن را دستخوش تغییر نموده و ادامه این روند توالی تدریجی، اما شدید این اکوسیستم را سبب شده است. نتایج حاصل از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های مورد بررسی نشان دهنده این نکته است که مساحت بخش آبی تالاب از ۸۱۶۱ هکتار در سال ۱۹۹۸ به ۶۶۲۰ هکتار در سال ۲۰۱۹ کاهش یافته است که دلیل این امر، پیش‌آمدگی آب دریای خزر در سال ۱۹۹۸ و خشکسالی‌های دوره‌های زمانی نزدیک به سال ۱۹۹۱ است. اما مساحت بخش‌های مختلف تالاب در این سال‌ها کاهش چشم‌گیری داشته است. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که تالاب انزلی طی دوره مورد مطالعه، دچار کاهش مساحت و افزایش تغذیه‌گرایی شده است. نکته قابل توجه این که مساحت اراضی انسان‌ساخت حدود ۲۱۰ هکتار افزایش یافته است. همچنین نتایج تحقیق حاضر با تحقیق انجام گرفته در زمینه تعیین میزان حساسیت مناطق مختلف تالاب انزلی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی همسو بوده و نشان دهنده افزایش تغذیه‌گرایی با توجه به تغییرات پوشش گیاهی حاشیه تالاب است (Zebardast and Jafari, 2011). بنابراین، باید این موضوع را نیز در نظر گرفت که عامل دیگری که در ترکیب و غنای گونه‌ای تالاب‌ها اهمیت دارد، پوشش گیاهی تالاب است. پوشش گیاهی خود می‌تواند با توجه به نیازهای زیستگاهی گونه‌های مختلف بر امنیت زیستگاه مؤثر باشد که این یافته‌ها با نتایج (1974) Kimball and Kimball در مطالعات بخش‌های مختلف تالاب انزلی مطابقت دارد.



جدول ۶- بررسی معنادار بودن مقایسه تغییرات کاربری و پوشش اراضی

Table 6- Investigating the significance of comparing land use changes and land cover

تالاب انزلی	تالاب‌های آماگل، آجی گل و آلاگل	پارامتر
60	40	تعداد
5300	7.22	میانگین
2.534	5.03	انحراف معیار
-241	0.237	مطلق
310	0.237	مثبت
-109	-0.109	منفی
0.237	0.237	آماره آزمون
0.0036	0.0031	سطح معنی داری

جدول ۷- فهرست تیره‌های پرندگان آبی و کنارآبی زمستان‌گذران تالابی آماگل، آجی گل و آلاگل سال ۲۰۱۹

Table 7- List of species of waterfowl and shorebirds overwintering Almagol, Ajigol and Alagol wetlands in 2019

تیره	تالاب	
	آماگل	آجی گل
کشیم	0	4
پلیکانیان	0	2
باکلانینان	1	2
مرغابیان	14	8
کاکاییان	3	3
آبچلیکیان	2	3

پس از سرشماری و بررسی نتایج با نتایج سال‌های قبل، نمودار تغییرات جمعیت رسم شد (شکل ۶). نتایج به‌وضوح نشان می‌دهد که از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۷، یک روند کاهشی در جمعیت پرندگان آبی و کنار آبی رخ داده است. به عبارتی تعداد مهاجرت پرندگان آبی و کنار آبی به تالاب‌های مطالعاتی رو به کاهش است. تغییرات آب و هوایی، تغییر زیستگاه و از دست رفتن زیستگاه به طرق مختلف از عوامل روند کاهشی مهاجرت پرندگان آبی و کنارآبی به تالاب‌های مطالعاتی است که Pourmoosa and Naderi (2020) نیز به آن اشاره داشتند.

مقادیر شاخص غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای پرندگان مهاجرآبی و کنارآبی زمستان‌گذران به تالاب‌های انزلی، آماگل، آلاگل و آجی گل محاسبه شد که نتایج در جدول ۹ آمده است. بر اساس شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بیشترین غنای گونه‌ای در آبچلیکیان مشاهده شد. همچنین بیشترین تنوع گونه‌ای بر اساس شاخص شانون-وینر و عکس شاخص سیمسون در تیره مرغابیان و بیشترین مقدار یکنواختی گونه‌ای بر اساس شاخص پیلو و شاخص سیمسون در تیره باکلانینان مشاهده گردید.

جدول ۴- تخمین درصد پوشش نسبی گیاهان در ترانسکت در تالاب‌های آماگل، آجی گل و آلاگل

Table 4- Estimation of relative vegetation cover percentage in transects for Almagol, Ajigol and Alagol wetlands

نام فارسی	شاخص تالابی	درصد پوشش	درصد نسبی
خارشتر	غیر تالابی	63	61
سویده شور	تالابی	20	19.90
بره تاغ - تیره علف‌شور	غیر تالابی	3	2.90
گز درختچه‌ای	تالابی	10.5	10.20
گز سفید پنبه‌ای	تالابی	38	13.50
جارو ترکمنی - بهمنی	تالابی	38	13.50
سویده شور	غیر تالابی	3	1.10
سنبله نمکی	غیر تالابی	63	24
چمن و گلستگ	غیر تالابی	85.5	0.80
شمعدانی متعفن	غیر تالابی	3	3.50
آتریپلیکس	غیر تالابی	85	0

جدول ۵- تخمین درصد پوشش نسبی گیاهان در ترانسکت در تالاب انزلی

Table 5- Estimation of relative vegetation cover percentage in transects for Anzali wetland

نام فارسی	شاخص تالابی	درصد پوشش	درصد نسبی
نی معمولی	تالابی	47	41
اسپارگانوم	تالابی	19	19.90
لوتی	غیر تالابی	6	5.90
سیرپوس	تالابی	10.5	10.20
پلی گنوم	تالابی	27	23.50
پونه آبی	تالابی	27	21.10
تیرکمان آبی	تالابی	4	2.10
بارهنگ آبی	تالابی	5	4.6
بوتوموس	تالابی	36.5	28.80
نلومبو	تالابی	3	3.50
دم اسب	تالابی	47	12
اوتریکولاریا	تالابی	12.12	11
شالوین	تالابی	13.7	11.50
هیدروکاریس	تالابی	28	21.90
مریم آبی	تالابی	56	47.70

فهرست تیره‌ها و گونه‌های پرندگان آبی و کنارآبی زمستان‌گذران تالاب‌های مطالعاتی در جداول ۷ و ۸ آمده است. با توجه به جدول ۷، تیره مرغابیان در تالاب‌های آلاگل و آماگل بیش‌ترین فراوانی را دارد؛ در حالی که در تالاب آجی گل، تیره کشیم فراوانی نسبی بیش‌تری دارد. همچنین طبق جدول ۸، اردک سرسبز بیش‌ترین فراوانی را در بین گونه‌های تالاب انزلی دارد و پس از آن، جمعیت گونه باکلان بزرگ قابل توجه است. در کل فهرست تیره‌های پرندگان آبی و کنارآبی زمستان‌گذران در تالاب انزلی بیش‌تر از تالاب‌های آماگل، آجی گل و آلاگل است که این می‌تواند دلیل وسعت بیش‌تر تالاب انزلی نسبت به سایر تالاب‌های مطالعاتی باشد.

و محدودیت‌های زیستگاهی (پوشش گیاهی) باشد. در پژوهش Kaboli et al. (2021) و Hohman et al. (2021) نیز مشخص شد که دخالت‌های مستقیم انسانی به‌عنوان یک تهدید برای اکوسیستم تالاب‌هاست.

#### جدول ۹- مقادیر شاخص غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای و

یکنواختی گونه‌ای پرندگان مهاجر آبی و کنارآبی

زمستان‌گذران به تالاب‌های مطالعاتی

Table 9- Species richness index, species diversity and species uniformity of migratory waterfowl and wintering aquatic birds to study wetlands

تیره	مارگالف	شانون - وینر	عکس شاخص سیمسون	پیلو	سیمسون
حواصیلیان	0.69	0.94	1.71	0.48	0.26
باکلانینان	0.09	0.64	1.75	0.88	0.87
پرستودریاییان	0.35	1	1.32	0.46	0.24
کشیم	0.61	1.08	2.62	0.67	0.52
آبچلیکیان	1.57	1.15	2.41	0.39	0.16
کاکاییان	0.59	1.11	2.77	0.57	0.38
پلیکانیان	0.12	0.08	2.66	0.67	0.52
سلیمیان	0.39	0.06	1.09	0.03	0.20
مرغابیان	1.36	1.35	2.83	0.45	0.15

اندازه تالاب تعیین کننده اصلی غنا و وفور گونه‌ای است. Riazi and Mir Armandi (2008) با آنالیز آمارهای سرشماری نیمه زمستانه پرندگان مهاجر آبی در تالاب‌های سه استان شمالی بیان نمودند که تالاب انزلی، در بین تالاب‌های شمالی کشور بیشترین ارزش اکولوژیک را برای پرندگان آبی مهاجر زمستان‌گذران دارد. به‌نظر می‌رسد، اندازه و تنوع در زیستگاه‌های آبی مهمترین نقش را در جلب انواع پرندگان آبی و کنارآبی زمستان‌گذران با توجه به عادات تغذیه‌ای شان دارد؛ زیرا زیستگاه شاخص بسیار مناسبی از وضعیت فرصت‌های تغذیه‌ای موجود برای گونه‌های مختلف پرندگان است و می‌تواند به‌مقدار زیادی جمعیت و تنوع پرندگان را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین، با توجه به این که تالاب انزلی از لحاظ وسعت بسیار بزرگ‌تر از بقیه تالاب‌های مورد مطالعه است که به‌تبع امنیت بیشتری را برای پرندگان ایجاد می‌کند، انتظار می‌رود، غنای گونه‌ای آن نیز بیشتر از بقیه تالاب‌ها باشد. مقادیر غنای گونه‌ای استاندارد شده، این مطلب را تأیید کرد. (Kačergyte et al. (2021) نیز نتیجه گرفتند اندازه تالاب با غنای گونه‌ای، فراوانی جفت و فراوانی جوجه ارتباط مثبت دارد. از آنجا که بیشترین تنوع و جمعیت پرندگان آبی مربوط به بخش مرکزی تالاب انزلی است و با وجود دو پناهگاه حیات وحش، به‌نظر می‌رسد عامل امنیت و نوع پوشش گیاهی نقش بسیار مهمی برای حضور تعداد بیشتر با تنوع بالاتر

#### جدول ۸- فهرست تیره‌ها و گونه‌های پرندگان آبی و کنارآبی

زمستان‌گذران تالابی انزلی سال ۲۰۱۹

Table 7- List of species of waterfowl and shorebirds overwintering Anzali wetlands in 2019

نام تیره	نام گونه	وضعیت
باکلانینان	باکلان کوچک	986
	باکلان بزرگ	3587
مرغابیان	غاز خاکستری	2378
	قوی فریادکش	96
حواصیلیان	تنجه	6
	حواصیل خاکستری	37
آبچلیکیان	آبچلیک پاسرخ	58
	پاشلک معمولی	63
پلیکانیان	پلیکان سفید	5
	پلیکان خاکستری	1089
سلیمیان	خروسکولی	1595
	پرستوی دریایی تیره	37
پرستودریاییان	اردک ارده ای	2478
	خوتکا	2531
-	اردک سرسبز	7586
	اردک نوک پهن	57
-	اردک سرخ‌نایی	518
	اردک بلوطی	10
-	اردک سیاه‌کاکل	162
	جمع کل	-



شکل ۶- تغییرات جمعیت پرندگان آبی و کنار آبی

زمستان‌گذران تالاب‌های مطالعاتی

Figure 6- population changes of waterfowl and waterfowl overwintering in study wetlands.

در تالاب‌های آلمان، آجی‌گل و آلاگل که پوشش گیاهی و عمق آب نسبت به تالاب انزلی کمتر است، به‌طبع تنوع گونه‌ای برای تیره مرغابیان که بیشترین فراوانی را دارد بالاست. به‌طوری که نتایج نشان داد، بیشترین تنوع گونه‌ای مربوط به مرغابیان است. از آنجا که مرغابی‌سانان معمولاً در آب‌های با پوشش گیاهی کم و اندک، مشاهده می‌شوند؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد که مهم‌ترین عامل اختلاف در فراوانی، غنا و ترکیب گونه‌ای پرندگان موجود در تالاب‌ها، عامل امنیت (شکار و صید)

تالاب آماگل، علی رغم کم بودن تعداد گونه‌هایش نسبت به تالاب‌های دیگر موجود در این مطالعه، بیش‌تر است. عواملی چون خشکسالی و کمبود بارش در طی چند سال گذشته، اثرات منفی بر تالاب‌های مطالعاتی داشته‌اند.

در یک دید کلی، بر اساس داده‌های حاصل از این پژوهش، به‌طور کلی از میزان آب تالاب‌ها کاسته شده است و به‌دلیل افزایش کاربری‌های انسان، ساخت در حاشیه تالاب‌ها، اثرات سوء بر اکوسیستم تالابی شکل گرفته است و تالاب‌ها به‌شدت در معرض تخریب قرار گرفته‌اند. در نتیجه کاهش سطح آب تالاب‌ها و رشد بی‌رویه گیاهان و کاهش اکسیژن محلول، سرعت تخریب زیستگاه آبزیان و پرندگان مهاجر افزایش خواهد یافت. با توجه به روند کاهش شاخص‌های تنوع زیستی طی سال‌های اخیر در نتیجه کاهش سطح آب و تغییر کاربری اراضی، افزایش حفاظت اکولوژیک تالاب از طریق انجام طرح‌های مدیریتی، مانند حفاظت ساختار زیستگاه، کنترل شکار غیرمجاز و نیز کنترل آلودگی‌ها، پیشنهاد می‌شود.

در منطقه باشد که (Ashoori and Varasteh Moradi 2014) نیز به این موضوع اشاره کرده‌اند.

#### ۴- نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، تنوع پرندگان آبی و کنارآبی در تالاب انزلی در مقایسه با تالاب آلاگل، آماگل و آجی گل بیشتر بود. به‌نظر می‌رسد شدت سرمای هوا در عرض‌های شمالی، مهمترین عامل مهاجرت تعداد بیشتر پرندگان به تالاب‌های گیلان و از جمله تالاب انزلی است. بررسی داده‌های سال‌های اخیر نیز موید همین نکته است که تنوع و تراکم پرندگان آبی و کنارآبی در سال‌های خیلی سرد (۱۳۸۶ و ۱۳۹۲) مشابه و در سال‌های نسبتاً سرد (۱۳۸۴، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۱) نیز مشابه یکدیگر هستند. به‌طور کلی تعداد گونه و متوسط فراوانی پرندگان آبی، در همه تالاب‌های مورد مطالعه، بیشتر از تعداد گونه و فراوانی پرندگان کنارآبی بود که می‌تواند به‌خاطر شکل مورفولوژیکی خاص این تالاب‌ها باشد. تراکم پرندگان در

#### منابع

- احمدپور، م.، و سینکا‌کریمی، م.ح.، قاسم پوری، س.م.، و احمدپور، م. (۱۳۸۹). بررسی پاییزه تغییرات تنوع و تراکم پرندگان آبی و کنار آبی دامگاه‌های سه‌گانه تالاب بین‌المللی سرخورد. *اکوبیولوژی تالاب*، ۲(۶)، ۳۳-۴۲.
- بهروزی‌راد، ب. (۱۳۷۸). تالاب‌ها در قرن بیست و یکم. *محیط‌زیست*، ۲۸، ۲۳-۳۱.
- پورموسی شیخعلی کلایه، ه.، و نادری، س. (۱۳۹۹). بررسی تراکم و تنوع گونه‌های پرندگان تالاب بین‌المللی امیرکلایه طی دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۶-۱۳۹۵) بر اساس سرشماری زمستانه. *پژوهش و فناوری محیط زیست*، ۵(۸)، ۱۵-۲۴.
- حسینی موسوی، س.م.، امینی، ا.، و صبا، م.ص. (۱۳۹۱). روند تغییرات شاخص‌های تنوع و تراکم پرندگان آبی و کنارآبی زمستان‌گذران تالاب‌های هورالعظیم و شادگان (۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸). *اکوبیولوژی تالاب*، ۳(۱۲)، ۶۹-۸۰.
- رسولی، ع.ا.، زرین بال، م.، و شفیع، م. (۱۳۸۸). کاربرد تصاویر ماهواره‌ای با هدف تشخیص تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی تأثیرات محیط زیستی. *پژوهش‌های آبخیزداری*، ۲۱(۱)، ۱-۱۱.
- ریاضی، ب.، و میرآمندهی، آ. (۱۳۸۷). پرندگان آبی زمستان‌گذران در تالاب‌های گیلان، مازندران و گلستان و طبقه‌بندی ارزشی این تالاب‌ها بر اساس معیارهای پرندگان. *محیط‌شناسی*، ۳۴(۴)، ۸۹-۱۰۰.
- زبردست، ل.، و جعفری، ح.ر. (۱۳۹۰). ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش از دور و ارائه راه حل مدیریتی. *محیط‌شناسی*، ۳۷(۵۷)، ۵۷-۶۴.
- عاشوری، ع.، و وارسته مرادی، ح. (۱۳۹۳). بررسی تنوع گونه‌های پرندگان آبی و کنارآبی مهاجر زمستان‌گذران در تالاب بین‌المللی انزلی. *اکوبیولوژی تالاب*، ۶(۲۰)، ۵۵-۶۶.
- قربانی، ر.، تقی‌پور، ع.ا.، و محمودزاده، ح. (۱۳۹۱). ارزیابی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آماگل و آجی‌گل ترکمن - صحرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۳(۴)، ۱۶۷-۱۸۴.
- کابلی، م.، کرمی، م.، و حسن‌زاده کبابی، ب. (۱۳۸۵). بررسی عوامل مؤثر بر میزان موفقیت جوجه‌آوری سنقر تالابی (Circus aeruginosus) به‌عنوان یک گونه چتر در تالاب‌های بین‌المللی آجی‌گل، آلاگل و آماگل در دشت ترکمن صحرا. *منابع طبیعی ایران*، ۵۹(۳)، ۶۶۹-۶۸۰.
- منصوری، ج. (۱۳۹۲). راهنمای پرندگان ایران. انتشارات فرزانه، ۵۲۸ صفحه.

#### References

Ahmadpour, M., Sinka Karimi, M.H., Ghasem Pouri, S.M., & Ahmadpour, M. (2011). Autumn study of changes in diversity and density of waterfowl and shorebirds in three

habitats of Sarkhrood International Wetland. *Wetland Ecobiology*, 2(6), 33-42 (in Persian).  
Al-Wahaibi, B.M., Jafary, T., Al-Mamun, A., Baawain, M.S., Aghbashlo, M., Tabatabaei, M.

- & Stefanakis, A.I., (2021). Operational modifications of a full-scale experimental vertical flow constructed wetland with effluent recirculation to optimize total nitrogen removal. *Cleaner Production*, 296, 126558.
- Arthington, Á.H., Naiman, R.J., McClain, M.E., & Nilsson, C. (2010). Preserving the biodiversity and ecological services of rivers: new challenges and research opportunities. *Freshwater Biology*, 55(1), 1-16.
- Ashoori, A., & Varasteh Moradi, H. (2014). Diversity study of Wintering Waterfowls and Waders in Anzali Wetland, Iran. *Wetland Ecobiology*, 6(2), 55-66 (in Persian).
- Behroozirad, B. (2000). Wetlands in the 21st century. *Environment*, 28, 23-31 (in Persian).
- Bock, C.E., Jones, Z.F., & Bock, J.H. (2007). Relationships between species richness, evenness, and abundance in a southwestern savanna. *Ecology*, 88(5), 1322-1327.
- Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A., Berlanga-Robles, C.A. & Nunes, P.A. (2014). Effects of land use changes on the ecosystem service values of coastal wetlands. *Environmental management*, 54(4), 852-864.
- Clifford, H.T., & Stephenson, W. (1975). An introduction to numerical classification. *Academic Press*, London, England.
- Dale, M.R., & Thomas, A.G. (1987). The structure of weed communities in Saskatchewan fields. *Weed Science*, 35(3), 348-355.
- Davies, G.T., Finlayson, C.M., Pritchard, D.E., Davidson, N.C., Gardner, R.C., Moomaw, W.R., Okuno, E. & Whitacre, J.C. (2020). Towards a universal declaration of the rights of wetlands. *Marine and Freshwater Research*, 72(5), 593-600.
- Fan, J., Wang, X., Wu, W., Chen, W., Ma, Q. & Ma, Z. (2021). Function of restored wetlands for waterbird conservation in the Yellow Sea coast. *Science of the Total Environment*, 756, 144061.
- Ghorbani, R., Taghipour, A.A., & Mahmoudzadeh, H. (2016). Analysis and Evaluation of Land Use Changes in International Wetlands of Ala-Gol, Alma- Gol & Ajay-Gol In Turkaman Sahra, Using Multi-temporal Satellite Images. *Geography and Environmental Planning*, 23(4), 167-186 (in Persian).
- Hohman, T.R., Howe, R.W., Tozer, D.C., Giese, E.E.G., Wolf, A.T., Niemi, G.J., Gehring, T.M., Grabas, G.P. & Norment, C.J. (2021). Influence of lake levels on water extent, interspersions, and marsh birds in Great Lakes coastal wetlands. *Great Lakes Research*, 47(2), 534-545.
- Hosseini Mousavi, S.M., Amini, A., & Saba, M.S. (2012). Trend of changes in diversity and density indices of waterfowl and shorebirds overwintering in Hur al-Azim and Shadegan wetlands (2006-2009). *Wetland Ecobiology*, 3 (12), 69-80 (in Persian).
- Kaboli, M., Karami, M., & Hassanzadeh Kiabi, B. (2006). A Study of the Factors affecting the Breeding Success of Marsh Harrier (*Circus aeruginosus*) as an Umbrella Species in Aji-gol, Ala-gol and Alma-gol International Wetlands of Turkmen Steppe. *Iranian Natural Resources*, 59(3), 669-680 (in Persian).
- Kačergytė, I., Arlt, D., Berg, Å., Žmihorski, M., Knape, J., Rosin, Z.M. & Pärt, T. (2021). Evaluating created wetlands for bird diversity and reproductive success. *Biological Conservation*, 257, 109084.
- Kimball, D. & Kimball, S. (1974). Limnological study of the Anzali wetland. Technical Report, Department of the Environment of Iran, 114 pages.
- Li, L., Su, F., Brown, M.T., Liu, H. & Wang, T. (2018). Assessment of ecosystem service value of the Liaohe Estuarine Wetland. *Applied Sciences*, 8(12), 2561.
- Luo, K., Wu, Z., Bai, H., & Wang, Z. (2019). Bird diversity and waterbird habitat preferences in relation to wetland restoration at Dianchi Lake, south-west China. *Avian Research*, 10(1), 1-12.
- Maltby, E. (Ed.) (2009). *Functional assessment of wetlands: towards evaluation of ecosystem services*. 1st edition: Woodhead Publishing, 694 pages.
- Mansoori, J. (2013). Guide to Birds of Iran. Farzaneh Publications, 528 pages (in Persian).
- Pophare, A.M., Lamsoge, B.R., Katpatal, Y.B., & Nawale, V.P. (2014). Impact of over-exploitation on groundwater quality: a case study from WR-2 Watershed, India. *Earth System Science*, 123(7), 1541-1566.
- Pourmoosa Sheykh-Ali Kelayeh, H., & Naderi, S. (2020). Investigation of birds' density and species diversity of Amir-Kelayeh international wetland during a 10-year period (2007-2016), based on winter census. *Environmental Research and Technology*, 5(8), 15-24 (in Persian).
- Quan, R.C., Wen, X., & Yang, X. (2002). Effects of human activities on migratory waterbirds at Lashihai Lake, China. *Biological Conservation*, 108(3), 273-279.
- Rasouli, A.A., Zarrinbal, M., & Shafie, M. (2009). Application of satellite imageries on the assessment of landuse changes and consequence environmental impacts. *Watershed Researches in Pajouhesh & Sazandegi*, 82, 2-11 (in Persian).
- Riazi, B., & Mir Armandi, A. (2008). Study on the Wintering Water Birds of Guilan, Mazandaran and Golestan, and Ranking the Wetland Areas Based on the Bird Criteria. *Environmental Studies*, 34 (46), 89-100 (in Persian).

- Shannon, C.E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Univ. Ill. Press. Urbana, 20. Illinois: University of Illinois Press. 144 pages.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688-688.
- Torres, R. (1995). Waterfowl community Structure of laguna Santo Domingo (Cordoba) during an annual cycle. *Revista de la Asociacion de Ciencias Naturales del Litoral*, 26(1), 33-40.
- Zebardast, L., & Jafari, H.R. (2011). Use of Remote Sensing in Monitoring the Trend of Changes of Anzali Wetland in Iran and Proposing Environmental Management Solution. *Environmental Studies*. 37(57), 57-64 (in Persian).