



Environment and Water Engineering

Homepage: www.jewe.ir



ISSN: 2476-3683

Research Paper

Habitat Classification of Maharlu Wetland Using MedWet Classification System

Mehrdad Zamanpoore^{1*}, Mojtaba Pakparvar², Ahmad Hatami³ and Atekeh Zahirian³

¹Assoc. Professor, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization of Iran (AREEO), Shiraz, Iran

²Assist. Professor, Department of Watershed Management, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization of Iran (AREEO), Shiraz, Iran

³Research Assist., Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization of Iran (AREEO), Shiraz, Iran

Article information

Received: August 31, 2022

Revised: November 01, 2022

Accepted: November 06, 2022

Keywords:

Aquatic Ecosystems

Protection

Playa

Saline Lake

*Corresponding author:

m.zamanpoore@areeo.ac.ir



Abstract

Identifying the different habitats in wetlands is essential for their protection. This research was carried out with the aim of classifying habitat areas of Maharlu wetland in Fars province using MedWet, Mediterranean Wetland Habitat Classification System. Information on dominant vegetation cover, soil, and hydrology of the wetland was prepared using field surveys. The data on the water regime were obtained with quarterly satellite images from 2016-2019 in remote sensing media using ArcGIS. Sampling was performed for wetland plants and lake bed outcrops from 39 stations in May 2020. Plants were identified and classified on the basis of being an annual or perennial presence and submerged or floating. By stacking this information in ILWIS, different habitat zones were separated. Each was then specified using habitat international standard codes, and habitat maps were prepared. In total, 42 habitats were identified in the Maharlu wetland. The most prevalent habitats were palustrine-emergent-persistent-seasonally flooded-Mixosaline- (P-EPSX-) (14,797,300 m²), palustrine-emergent-persistent-temporarily flooded-Mixosaline (P-EPSX-) (296,600 m²), lacustrine-littoral-emergent-persistent-seasonally flooded-mixosaline- (LLEPSX) (2,079,900 m²), and lacustrine-littoral-emergent-persistent-Semipermanently flooded-mixosaline- (LLEPLX-) (493,000 m²). The results of this research in recognizing habitats are useful for the protection of ecosystem sections, especially plant communities.

© Authors, Published by **Environment and Water Engineering** journal. This is an open-access article distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Introduction

MedWet (Mediterranean Wetland System) is a hierarchical classification method for the identification of wetland habitats. Wetland habitats were classified and mapped by interpretation of aerial photographs and field work for soil mapping and plant species inventory. The method was mostly used in European and North African countries having Mediterranean climates. MedWet method was tested for the first time in Iran in Fars province to identify different habitats, and prepare a habitat map with hydrology, soil types, and vegetation. It was also used in the study of Parishan, Shadgan and Zaribar wetland ecosystems in Iran. Maharlu is a saltwater ecosystem, 10 km southeast of Shiraz, and a unique natural habitat. Despite the high value and importance of Maharlu wetland in Fars province, a habitat map has not been yet prepared for it. The purpose of this research is to identify the habitats in the Maharlu wetland using the MedWet hierarchical method, and to prepare a habitat map by combining hydrological, vegetation, soil, and salinity information.

Material and Methods

Maharlu lake is located in the southeast of Shiraz, at the middle part of Maharlu watershed with the geographical position N 26° 31' 29", E 26° 43' 52". Its minimum and maximum altitude is 1461 and 1465 m asl., respectively. At the highest water level its area is 175-250 km², its mean depth is 55 cm with a maximum of 3 m, its length is 31 km, its maximum width is 11 km, and the average volume of the lake is estimated to be about 130 MCM. The maximum water intake was determined with aerial photographs of the lake in the high water period of 2005. Thirty-nine stations were visited in November 2018 to identify hydric soils using the soil color comparison method (USDA 2018). Aquatic plant samples were taken from 39 stations in November 2018 and May 2019. The percentage of wetland surface vegetation coverage (being more or less than 30%) was measured at each station. It was checked that they are annual or perennial, and floating or submerged. The bed profile was identified as being rock, cobbles/gravel, sand, mud, organic, or salt crust. Water salinity zones were classified using previous data measurements from Zamanpoore et al. (2019b). Ecological

boundaries of the wetland were demarcated on Google Earth. The change of the lake border in different years was analyzed with the time series of Landsat 5 and 8 images (USGS, 2020) in 2014-2018 using ENVI software. The Medvet method divides the wetland into system, subsystem, class, and subclass categories. Each habitat is then described by water regime, water salinity, dominant species, and artificial structures. A code (an alphabet letter) is used for each category and feature. Information was integrated in the GIS and ILWIS software, and by combining the data and maps, a zoned map and a classification table of wetland habitats were prepared.

Results

Two Lacustrine and Palustrine were recognized. Both persistent and non-persistent macrophyte groups were found in Palustrine subsystem. The main part of Maharlu is of Lacustrine, and the vegetation of the water bed or emergent plants can be seen. The lacustrine subsystems of the lagoon are littoral, from the shore line to a depth of about 2 m, and limnetic, more than 2 m. Two classes of non-vegetated and emergent were identified in the palustrine system. Most of the lake, except for parts of the periphery is non-vegetated. In the lacustrine-littoral subsystem, three classes of water surface, non-vegetated, and emergent were identified. For the lacustrine-limnetic subsystem, only water surface was identified. In this class only salt layers were seen on the bed, subclass salt crust. The dominant plants are *Halocnemum strobilaceum*, *Salsola crassa*, and *Petrosimonia glauca*. Five categories of permanently, semi-permanently, seasonally, and intermittently flooded were identified as water regime modifiers. The water salinity modifiers in the largest area of the lake is hypersaline (> 40 mg/l), but in a narrow strip in the west of the wetland is mixosaline (0.5-0.30 mg/l). After combining all habitat information, 42 different habitats were identified across the lake (Fig. 1). The widest habitat of the wetland with 110,330,000 m² area is in the middle. Its water regime is semi-permanent, having water in most periods of growing seasons. Its surface is non-vegetated and salt crust, and its water salinity is hypersaline (LLOALY). The largest area of the palustrine system with 14,749,300 m² is having emergent persistent vegetation, seasonally flooded, and mixosaline salinity, coded as P-EPSX-.

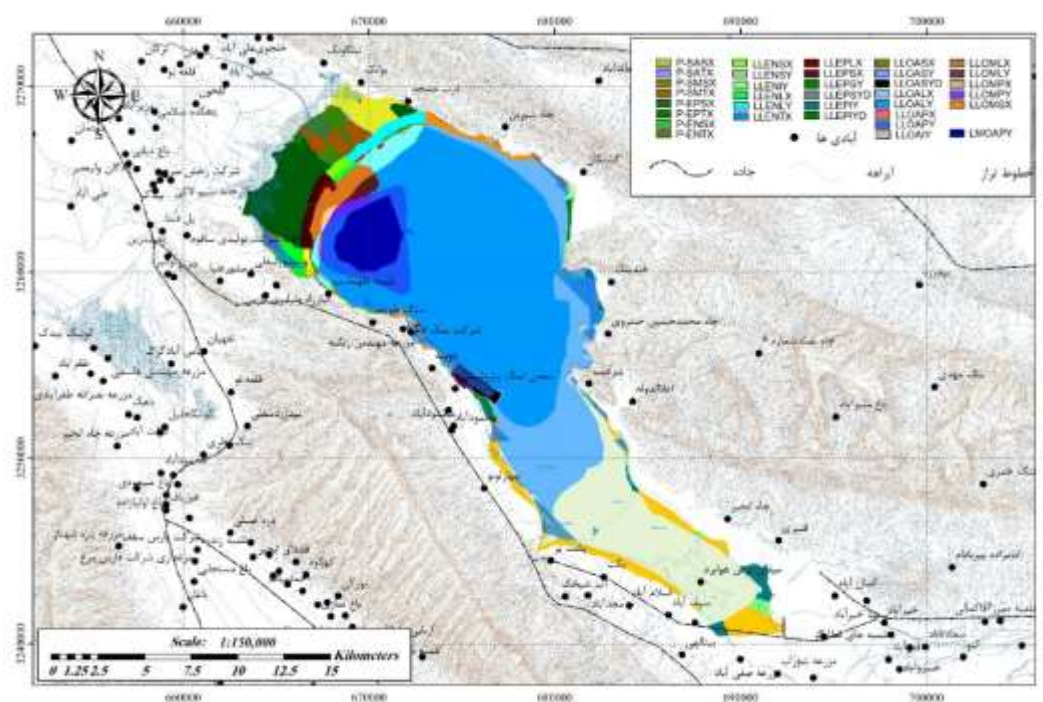


Fig. 1 Map of classified habitats in Maharlu wetland

The findings of this research showed several differences between the habitat composition of Maharlu and the other three studied wetlands. In Maharlu, most of the soil surface is covered by salt crust. The water regime of a large part of Zaribar is in permanent drainage, very different from Maharlu. The bed type of Parishan wetland is very different from Maharlu, all of it covered with loamy-clay fine-textured soil, while the main area of Maharlu is salt crust, with mud bed only in the palustrine parts. Vegetation in and around.

Conclusions

The water regime of Maharlu wetland is semi-permanent in its largest area, seasonal or intermittent in the west, and permanently flooded only in the mid-west. Bed cover in the main part of the wetland is salt crust. The largest habitat is in the middle of the lake with a semi-permanent water regime, in an area of 110,330,000 m², hypersaline water, and non-vegetated salt crust bed. Plant communities are rich in a large part of

palustrine habitats in the western entrance with identifiers P-EPSX-, P-EPTX-, P-ENSX-, P-ENTX-, the total area of which is 20,725,800 m². Scattered communities with LLE identifiers can be seen in the northern and southern margins with a total area of 10,252,100 m².

Acknowledgment

This paper is the result of a research in the Agricultural Research, Education and Extension Organization of Iran (24-50-12-018-980875). We would like to thank the General Department of Environmental Protection of Fars Province for funding the research (4435/400/96/S).

Data Availability

The data used in this research are presented in the text of the article.

Conflicts of interest

The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.



ISSN: 2476-3683

محیط زیست و مهندسی آب

Homepage: www.jewe.ir

مقاله پژوهشی

رده بندی زیستگاهی تالاب مهارلو در سامانه MedWet

مهرداد زمان پور^{۱*}، مجتبی پاک پرور^۲، احمد حاتمی^۳، و عاتکه ظهیریان^۴

^۱دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
^۲استادیار، بخش آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
^۳کارشناس ارشد پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: [۱۴۰۱/۰۶/۰۹]
 تاریخ بازنگری: [۱۴۰۱/۰۸/۱۰]
 تاریخ پذیرش: [۱۴۰۱/۰۸/۱۵]

واژه های کلیدی:

بوم سازگان آبی
 پلایا
 حفاظت
 دریاچه آب شور

شناخت بخش های زیستگاهی گوناگون در تالاب برای حفاظت آن ضروری است. این پژوهش با هدف رده بندی پهنه های زیستگاهی تالاب مهارلو در استان فارس به روش مَدِوت، سامانه طبقه بندی زیستگاهی تالاب های مدیریت شده، انجام شد. اطلاعات پوشش گیاهی غالب، خاک و آب شناسی از تالاب در بازدیدهای میدانی به دست آمد. داده های رژیم آبی با عکس های ماهواره ای فصلی از ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ در سامانه اطلاعات جغرافیایی در ArcGIS به دست آمد. اطلاعات گیاهان تالابی و رخنمون بستر دریاچه با نمونه برداری از ۳۹ ایستگاه در اردیبهشت ۱۳۹۹ گردآورده شد. گیاهان شناسایی و بر مبنای یک ساله یا چندساله بودن، و بن در آب یا غوطه ور بودن رده بندی شد. با روی هم گذاشتن و برخورد دادن لایه های رقومی دارنده ی این اطلاعات در نرم افزار ILWIS، پهنه های زیستگاهی جدا شد. سپس هر زیستگاه با شناسه های معیار بین المللی مشخص و نقشه زیستگاه ها تهیه شد. در مجموع ۴۲ زیستگاه در تالاب مهارلو شناسایی شد. مهم ترین زیستگاه ها ماندآب-پوشش گیاهی پدیدار-پایدار-آب گیری فصلی-چندگونه شور (P-EPSX) با مساحت $14,797,300 \text{ m}^2$ ، ماندآب-پوشش گیاهی پدیدار-پایدار-آب گیری گذرا-چندگونه شور (P-EPTX) با مساحت $2,079,900 \text{ m}^2$ ، دریاچه ای-کرانه ای-پوشش گیاهی پدیدار-پایدار-آب گیری فصلی-چندگونه شور (LLEPSX) با مساحت $2,079,900 \text{ m}^2$ و دریاچه ای-کرانه ای-پوشش گیاهی پدیدار-پایدار-آب گیری نیمه دائمی-چندگونه شور (LLEPLX) با مساحت $493,000 \text{ m}^2$ بود. نتیجه ی این پژوهش در شناخت زیستگاه ها برای حفاظت از بخش های زیست بوم به ویژه جامعه های گیاهی بسیار سودمند است.

*نویسنده مسئول:

m.zamanpoore@areeo.ac.ir



۱- مقدمه

برای دانستن این که کدام منطقه تالاب باید حفاظت و مدیریت شود شناخت محدوده زیستگاه‌ها ضروری است. پهنه‌بندی بخشی از فرآیند طرح‌ریزی محیط‌زیستی برای تشخیص دادن و جدا کردن ناحیه‌های مشخص (پهنه) است. با پهنه‌بندی می‌توان کاربری‌های ناسازگار را جدا، و فعالیت‌های مناسب را شناسایی کرد. برگزیدن سامانه مناسب رده‌بندی کاری پایه‌ای در تهیه شناختگان^۱ تالاب است. این کار زیرساختی فراهم می‌کند تا با آن بتوان ناهمگونی تالاب را شناخت. هر زیستگاه پستی‌بلندی، خاک، آب‌شناسی، و پوشش گیاهی غالبی دارد که منحصر به خود آن است. مدوت^۲ یا سامانه تالاب‌های مدیریت‌شده، روشی برای رده‌بندی کردن زنجیره‌وار (سلسله‌مراتبی)^۳ است که کمک می‌کند زیستگاه‌های تالابی تشخیص داده و شناسایی شود. بر پایه سامانه رده‌بندی رامسر که توسعه‌یافته سامانه کوواردین^۴ است، بهترین رویکرد تهیه شناختگان زیستگاه-مدار^۵ است (Ramsar Convention Secretariat 2010). شبیه سازمان ماهی‌گیری و حیات طبیعی ایالات متحد نیز بر پایه شناخت زیستگاه و با روش‌های ویژه نقشه‌برداری است. رده‌بندی و نقشه‌برداری از زیستگاه‌های تالابی با تفسیر عکس‌های هوایی و کارهای میدانی برای نقشه خاک و فهرست گونه‌های گیاهی انجام می‌شود (Zalidis et al. 1997). هدف بیش‌تر کارهای انجام‌شده در پهنه‌بندی کاربردی تالاب‌ها ارزیابی کردن وضعیت تالاب‌ها بوده است، و کم‌تر بر شناخت زیستگاه‌ها تمرکز شده است. بیش‌تر تالاب‌های میان‌رودان (میان دجله و فرات) در جنوب عراق از سامانه ماندابی است، اگرچه با گذشت زمان افت‌وخیز بسیاری در آن‌ها دیده می‌شود. (Jawad 2021) آن‌ها را در وضعیت طبیعی به سه گروه اصلی ماندآب‌های الحَمَّار، ماندآب‌های مرکزی و ماندآب‌های الهویزه تقسیم کردند. تشخیص داده شد که تالاب الحَمَّار نیمه‌شور، پرمغذی، و کم‌عمق (۱/۸ - ۳ m) است؛ تالاب مرکزی که آب خود را از دجله می‌گیرد بیش‌تر در بخش‌های شمالی است، و پهنه‌ی آن ۳۰۰۰ - ۴۰۰۰ km² است؛ و تالاب‌های الهویزه (هورالعظیم) که آب آن از دجله و

کرخه می‌آید در شرق و نزدیک مرز ایران است (Jawad, 2021). شناسایی و رده‌بندی ۱۲۳ جایگاه تالابی در ترکیه با روش کورین^۶ و بهره‌گیری از تصویرهای ماهواره‌ی لندست ۸ نشان داد که کاهش ورودی آب بر بیش‌تر آن‌ها در بلندی‌ها و اقلیم‌های گوناگون تاثیر گذارده‌است. بیش‌ترین شمار تالاب‌ها از نوع آبدار و سپس ماندآب^۷ بود (Ataol and Onmus, 2021). در پاکستان ۲۲۵ تالاب مهم ملی در آبخیز ایندوس شناسای شد، که ۱۵ تالاب آن در پیمان رامسر ثبت است؛ آب آن‌ها از کوهستان‌های هیمالیا، هندوکش، و کاراکورا می‌آید. Nawaz et al. 2018 این تالاب‌ها را در سامانه‌ی کوواردین به تالاب‌های بالادستی (کوهستانی)، میانه (دشت آب‌رُفتی)، و پایین‌دستی (دریاچه‌ای و رودخانه‌ای) رده‌بندی کردند. در رده دریاچه‌ای و رودخانه‌ای ماندآب‌های زه‌کش، خورها، و خلیج‌های با جمعیت درختان حرّاً یا بی آن ثبت شد (Nawaz et al. 2018).

در ایران، تالاب چغاخور (چهارمحال و بختیاری) برای نقشه‌سازی و پهنه‌بندی و گزینش پهنه‌های حفاظتی روش ارزیابی چندمعیاری مکانی به‌کار برده‌شد. زیستگاه، زیرمعیارهای تهدید، و درجه حفاظتی گونه‌ها مهم‌ترین معیارهای اصلی در گزینش پهنه‌های حفاظتی بود. بر پایه پراکندگی گیاهان آبزی و تعیین مرز تالاب گستره پهنه هسته مرکزی ۱/۲۴٪، گستره پهنه میانه در پهنه آبی ۱۹/۵٪، و گستره پهنه هسته مرکزی ۲۸/۵٪ بود (Asadollahi et al. 2012). Jamshidi Zanjani and Saeedi (2014) تالاب انزلی را بر پایه شاخص‌های سنجش آلودگی فلزات سنگین پهنه‌بندی کیفی کردند. آلودگی در بخش‌های شرق تالاب و ورودی رودهای پیربازار، پسیخان و شیجان بیش‌تر بود. بررسی شاخص‌های خطر بوم‌شناختی و درجه آلودگی اصلاح‌شده نشان داد که در شرق و جنوب شرق تالاب آلودگی در اندازه میانه، و خطر بوم‌شناختی در اندازه زیاد بود (Jamshidi Zanjani and Saeedi, 2014). ساحل رودسر (مازندران) نیز بر پایه معیارهای سازمان حفاظت محیط‌زیست پهنه‌بندی

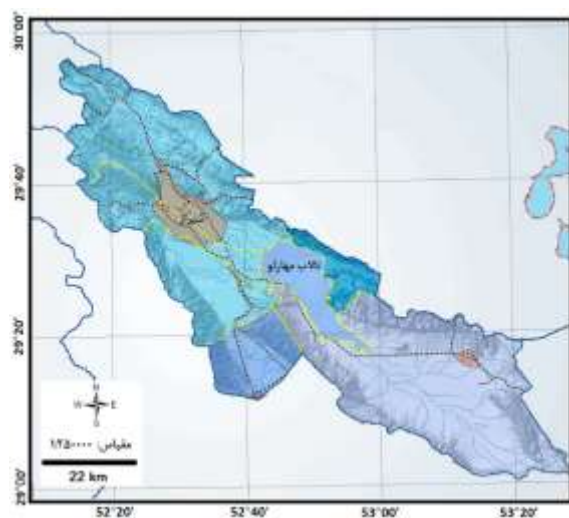
⁵Habitat-Oriented Inventory⁶CORINE⁷Marsh¹Inventory²MedWet³Hierarchichal⁴Cowardin

طبیعی و نقش آن در زندگی مردم پیرامون بسیار است، تاکنون برای آن نقشه زیستگاهی تهیه نشده است. هدف از این پژوهش شناسایی زیستگاه‌های درون تالاب مهارلو به‌روش زنجیره‌وار (سلسله‌مراتبی) MedWet، و تهیه نقشه زیستگاه‌های آن با روی هم گذاشتن اطلاعات آبشناسی، پوشش گیاهی، خاک و شوری بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه پژوهش

دریاچه مهارلو با موقعیت جغرافیایی $26^{\circ}31'26''N$ ، $29^{\circ}26'26''E$ در $52^{\circ}43'$ در جنوب شرقی شیراز و بخش میانی آبخیز مهارلو جای دارد (شکل ۱). کمینه و بیشینه بلندی آن از تراز دریا به ترتیب ۱۴۶۱ و ۱۴۶۵ m است. در سال‌های کم‌باران مانند دهه گذشته، مقدار آب دریاچه به شدت کاهش می‌یابد و گاهی نیز خشک می‌شود. در پرآب‌ترین هنگام گستره آن 175-km^2 ، میانگین ژرفای آن ۵۵ cm با بیشینه ۳ m، درازای آن ۲۵۰ km، بیش‌ترین پهنای آن ۱۱ km، و میانگین حجم دریاچه حدود ۱۳۰ MCM برآورد شد (NCKRS 1995).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی تالاب در آبخیز مهارلو (برگرفته از Sharifi 2015)

Fig. 1 Geographical location of the wetland in Maharlu catchment (Sharifi 2015)

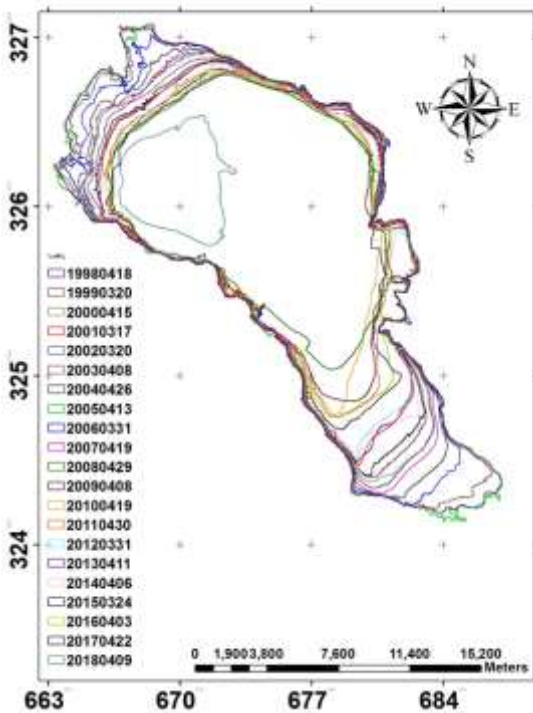
در آبخیز مهارلو چشمه‌های پرشماری هست که بیش‌تر آن‌ها در دامنه کوه‌های آهکی است. چشمه‌های بابونک، نیلگونک و برم‌شور از مهم‌ترین آن‌ها است (Mesbah 2011). میانگین بارندگی سالانه حوضه ۳۲۰ mm، میانگین دمای سالانه $17/31^{\circ}C$ و میانگین تبخیر و تعرق سالانه آن mm

بوم‌شناختی شد (Sepehr et al. 2018). به کمک شاخص‌های ریخت‌شناسی، منطقه ساحلی به چندین زیستگاه تقسیم و روی نقشه پهنه‌بندی مشخص شد.

روش مدوت بیش‌تر در کشورهای اروپایی و شمال آفریقا با اقلیم مدیترانه‌ای به کار گرفته شده است. برای نمونه در تالاب آب شور اولسینی در مونتنگرو (MedWet 2020b)، تالاب سیبو در مراکش (MedWet 2020a)، تالاب‌های گورپس-سانه‌ادیا، سیب‌خا، اوگلات اداپرا، و ال کالا در الجزایر، و تالاب‌های سیب‌خا سلیمان، کوربا، غار الماله، اسيجومی، شط الکتابیه، سیبخت ذریا، اود اکاری، اود میلا، و اود رخاما در تونس با این روش کار شد (MedWet 2017). بیش‌ترین بررسی‌ها بر تالاب‌های کشور کنیا انجام شد (MEMR 2012). ویژگی‌های تالاب‌های ایران همخوانی زیادی با شاخص‌های مدوت دارد، بنابراین می‌توان آن را در روش‌های مدیریت تالاب به کار برد (Nezakati et al. 2010). اگرچه سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران روش مدوت را برای شناخت زیستگاه‌های تالابی کشور توصیه کرده است، پژوهش‌های اندکی برای شناخت و رده‌بندی زیستگاهی تالاب‌های ایران به این روش انجام شده است. پهنه‌بندی به روش مدوت برای نخستین بار در ایران در تالاب پریشان استان فارس آزموده شد (Zahirian et al. 2012). پهنه‌بندی دقیق مدوت برای شناسایی زیستگاه‌های مختلف تالاب، و تهیه نقشه زیستگاه‌ها با معیارهای آب‌شناسی، خاک‌شناسی، و پوشش گیاهی در این تالاب انجام شد (Nezakati et al. 2010). Mohseni et al. (2015) نیز در بررسی بوم‌سامانه تالاب شادگان مدل مدوت را به کار گرفتند. Rashidi et al. (2015) تالاب زیربار را با سامانه مدوت ارزیابی کردند و نقشه پهنه‌بندی زیستگاهی را به دست آوردند.

تالاب مهارلو از بوم‌سازگان آب شور کشور در فاصله ۱۰ km جنوب شرقی شیراز، با شوری بسیار زیاد از زیستگاه‌های طبیعی منحصربه‌فرد استان فارس و کشور است. کاهش ورود آب به دشت شیراز، و خشک شدن چشمه برم‌شور و دیگر چشمه‌های منطقه موجب کاهش تراز دریاچه و خشک شدن تدریجی آن شده است (Zamanpoore et al. 2019a). افزایش برداشت آب در این منطقه نیز پیشروی آب‌های شور را به آبخوان‌های ابرفتی افزایش داده است. اگرچه ارزش و اهمیت تالاب مهارلو در استان فارس در تعادل زیست‌بوم‌های

دریاچه را نشان می‌دهد. در بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۹۸، زمستان ۱۳۹۶ با سطح 20.3 km^2 پرآب‌ترین زمان، و پاییز ۱۳۹۶ با سطح 33 km^2 کم‌آب‌ترین زمان بود (شکل ۳). بخش‌های مختلف توصیف آبی زیستگاه‌ها بر پایه این یافته‌ها، و نقشه‌های خشکیدگی و خط ساحلی سال‌های مختلف شناسایی شد و در شکل (۳) آورده شده است.



شکل ۳ - نقشه تغییر خط ساحلی دریاچه‌ی مهارلو در دوره ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ (Pakparvar et al. 2021)

Fig. 3 Map of shoreline change for Maharlu lake during the period 1998 up to 20118 (Pakparvar et al. 2021)

۳-۲-۲- ترکیب اجتماع گیاهی

نمونه‌برداری برای به‌دست آوردن فهرست گیاهان آبی تالاب از ۳۹ ایستگاه در آبان ۱۳۹۸ و اردیبهشت ۱۳۹۹ انجام شد. هر گیاه به‌طور کامل یعنی همراه با ریشه، ساقه، گل‌آذین و میوه، برداشته و نمونه هرباریومی از آن‌ها تهیه شد (Kent 2011). گیاهان با منابع علمی معتبر شناسایی و گروه‌بندی شد (Rechinger 1963-2021). درصد پوشش گیاهی سطح تالاب در هر ایستگاه با کاربرد چهارچوب (قاب) 1 m^2 با ۱۰ تکرار با فاصله ۱۰۰ m از هم اندازه‌گیری شد. در هر چهارچوب درصد پوشش (بیش‌تر یا کم‌تر از ۳۰٪) ثبت شد. پس از شناسایی هر گیاه با کمک منابع (Rechinger 1963-2021)

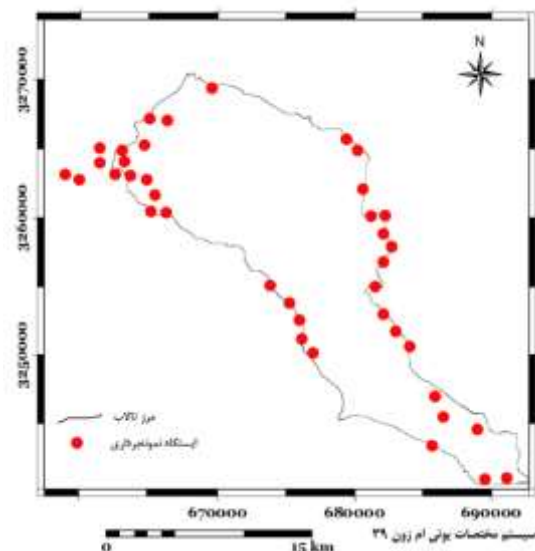
۳۱۹۳/۶ برآورد شده است. اطلاعات کامل از بوم‌شناسی دریاچه در Zamanpoore et al. (2019a) آورده شد.

۲-۲- روش‌شناسی پژوهش

روش‌شناسی این پژوهش نخست به‌کارگیری داده‌های کتابخانه‌ای و تفسیر و پردازش تصویرهای ماهواره‌ای بود، و هر جا که داده‌ای نبود، یا دقت داده‌ها کافی نبود با بازدیدهای میدانی تکمیل شد.

۲-۲-۱- مرز تالاب

مرز تالاب با سه عامل پوشش گیاهی آبی، خاک هیدریک، و حد آبی‌گیری تعیین شد (Farinha et al. 1996). بیشینه حد آبی‌گیری تالاب با کمک عکس هوایی از دریاچه در دوره پراپی ۲۰۰۵ مشخص شد. هر جا که خاک و پوشش گیاهی مناسب بود، از داده‌های آن‌ها بهره گرفته شد تا مرز تالاب دقیق‌تر تعیین شود. برای بررسی آبدار بودن خاک تالاب به روش مقایسه رنگ خاک (USDA 2018) از ۳۹ ایستگاه در آبان ۱۳۹۸ بازدید شد (شکل ۲).



شکل ۲- مرز تالاب مهارلو و ایستگاه‌های نمونه‌برداری از گیاهان و خاک تالاب

Fig. 2 Boundaries of Maharlu wetland and the stations where plants and soil samples were collected

۲-۲-۲- رژیم آبی تالاب

برای شناسایی رژیم آبی تالاب از داده‌های سنجش‌ازدور بهره‌گرفته شد. خط مرز آبی‌گیری دریاچه در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۴ مبنای آبی‌گیری سالانه تعیین شد (Pakparvar et al. 2017; Samiei et al. 2021). شکل (۳) خط مرز آبی‌گیری

شوری آب، گونه غالب، و ساختارهای مصنوعی توصیف می شود (Farinha et al. 1996). برای هر رده و ویژگی یک شناسه (یک حرف الفبای لاتینی) به کار گرفته می شود، تا هر زیستگاه ویژه با ترکیب آن ها شناسانده شود. با داده های به دست آمده، نخست سامانه ها، زیرسامانه ها، رده ها، زیررده ها، و توصیف گرهای رژیم آبی و شوری بر پایه تعریف مدوت شناسایی و دسته بندی شد (Farinha 1996). مرزبندی محدوده های بوم شناسی تالاب بر نقشه گوگل ارث انجام شد. تغییر مرز دریاچه در سال های مختلف با مجموعه زمانی تصویرهای ماهواره ای لندست ۵ و ۸ (USGS, 2020) با نرم افزار ENVI بررسی شد. تلفیق اطلاعات در سامانه ای اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار ILWIS انجام شد، و با تلفیق کردن داده ها و نقشه ها، نقشه پهنه بندی شده و جدول رده بندی زیستگاه های تالاب به دست آمد.

۳- یافته ها و بحث

برای هر مرحله از رده بندی نقشه ای تهیه شد. نقشه ها یک به یک و به شیوه زنجیره وار (سلسله مراتبی) از نقشه یکم تا نقشه آخر روی هم تلفیق شد، تا هر زیستگاه در نقشه نهایی با مجموع توصیف گرهای خود مشخص شود.

۳-۱- سامانه ها

از میان پنج سامانه ممکن دو سامانه دریاچه ای^۳ (شناسه: L) و ماندآبی^۴ (شناسه: P) در تالاب مهارلو تشخیص داده شد (شکل ۴-الف). بخش پایانی رودهای ورودی به دریاچه در میانه بخش ماندآبی دیده می شود، اما عمق چندانی ندارد و شکل مجرای^۵ کاملی نیز ندارد. بنابراین جزو سامانه رودخانه ای^۶ تشخیص داده نشد. البته بخش هایی از رودخشک یا آبراهه دیگر جزو سامانه رودخانه ای است، اما از محدوده تالاب مهارلو بیرون است و در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفت.

مشخص شد که سرشت آن ها یک ساله یا چندساله است، و شرایط رویش آن ها بن در آب یا غوطه ور است.

۲-۲-۴- اطلاعات بافت خاک

برای شناسایی بافت و رخ نمون بستر تالاب داده های برداشته شده از بازدیدهای میدانی و داده های Mesbah and Amidi (2006)، (Mesbah (2011)، Samiei et al. (2017) و (Pakparvar et al. (2021) به کار برده شد. در رده بندی زیستگاهی لازم است دانسته شود که نوع بستر تالاب از کدام یک از گروه های صخره سنگی^۱، قله سنگی/سنگ ریزه یی^۲، شنی^۳، گلی^۴، آلی^۵، یا پوسته نمکی^۶ است. مرزبندی و بررسی میدانی جنس بستر در اردیبهشت ۱۳۹۸ از ۳۹ ایستگاه (شکل ۲) انجام شد. جزئیات بیشتری از روش نمونه برداری در Mesbah et al. (2011) آورده شده است.

۲-۲-۵- شوری آب

پهنه های شوری آب بر پایه دستورکار مدوت رده بندی شد. شوری آب تالاب ها در سامانه مدوت در اکوسیستم آب های درونی با شوری های مختلف در هفت رده است: آب شیرین با شوری کمتر از ۰/۵ mg/l، کم شور^۷ ۵/۵ - ۵/۰ mg/l، میانه شور^۸ (مزوسالین) ۵/۰ - ۱۸/۰ mg/l، پر شور^۹ ۱۸/۰ - ۳۰/۰ mg/l، بسیار شور^{۱۰} ۳۰/۰ - ۴۰/۰ mg/l، فرا شور^{۱۱} با شوری < ۴۰ mg/l، و چندگونه شور^{۱۲} با شوری ۰/۵ - ۳۰/۰ mg/l (Farinha et al. 1996). رده بندی توصیف گر شوری آب در تالاب مهارلو با بهره گرفتن از داده های به دست آمده از اندازه گیری های Zamanpoore et al. (2019b) انجام شد. هر پهنه از دریاچه با معیارهای پیش گفته تطبیق داده و رده بندی شد.

۲-۲-۶- رده بندی و نقشه زیستگاهی تالاب

سازمان دهی رده بندی در سامانه مدوت به شیوه پلکانی است، که تالاب را به گروه های سامانه، زیرسامانه، رده، و زیررده تقسیم می کند. سپس هر زیستگاه با معیارهای رژیم آبی،

⁹ Polysaline

¹ Eusaline 0

¹ Hypersaline 1

¹ Mixosaline 2

¹ Lacustrine 3

¹ Palustrine 4

¹ Canal 5

¹ Riverine 6

¹ Rock

² Cobbles/gravel

³ Sand

⁴ Mud

⁵ Organic

⁶ Salt crust

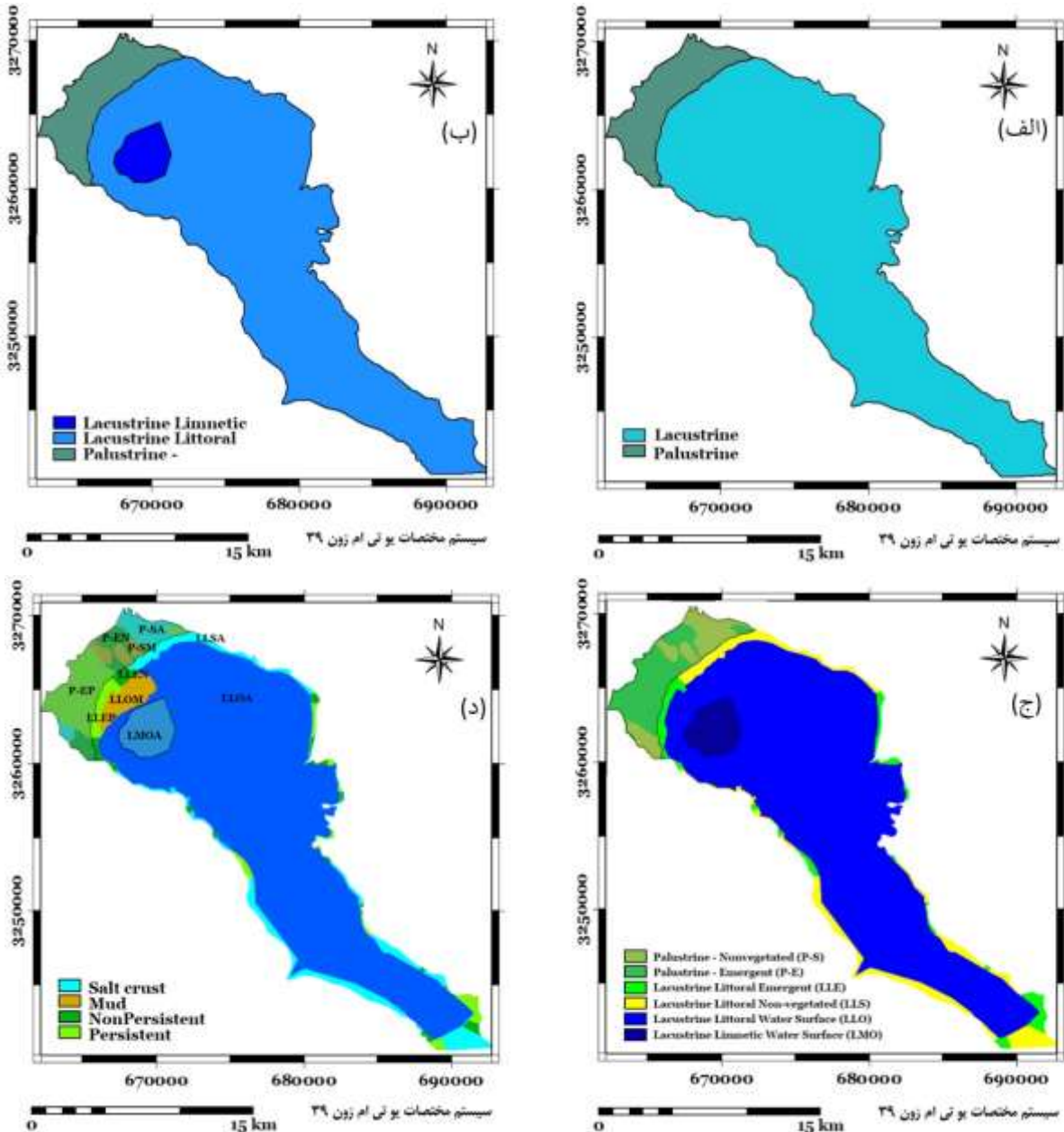
⁷ Oligosaline

⁸ Mesosaline

۳-۱-۱- سامانه ماندآبی

بخش کوچک‌تر در شمال غربی تالاب از سامانه ماندآبی است که آب رودها و سیل‌گذرها به آن می‌ریزد، و خاک بخش‌هایی از آن در بیش‌تر سال مرطوب است. آب‌گیری در بخش‌های

کناری آبراهه فصلی است، اما در بخش میانی ماندگارتر است. این ویژگی موجب می‌شود که گیاهان بن در آب در نیمی از این سامانه گسترده باشد. هر دو گروه گیاهان پایدار و ناپایدار در این بخش یافته می‌شود.



شکل ۴- بخش‌های زنجیره‌وار تالاب مهارلو: الف- سامانه‌ها، ب- زیرسامانه‌ها، ج- رده‌ها، و د- زیررده‌ها

Fig. 4 Hierarchical sections of Maharlu wetland: a) Syatems, b) Subsystems, c) Classes, and d) Subclasses

۳-۱-۲- سامانه دریاچه‌ای

بخش اصلی و بزرگ دریاچه مهارلو از نوع دریاچه‌ای است، زیرا پهنه آن بیش از ۸ ha است و پوشش گیاهی بستر آب یا گیاهان پدیدار در آن دیده می‌شود. زیستگاه‌های تالابی در

دریاچه کرکینی (یونان) با روش رده‌بندی زیستگاهی مشابه اما ساده‌تر از سامانه مِدوت انجام شد. مهم‌ترین آن‌ها زیستگاه دریاچه‌ای-کرانه‌ای-سطح آب‌پوش-بستر شنی (۵۳٪)، سپس زیستگاه دریاچه‌ای آزادآب با سطح آبی و بستر شنی (۲۳٪)، و

کردستان) سه رده غرق آبی دائمی، نیمه دائمی و پیوسته در رده‌های عمدتاً مردابی و اندکی دریاچه‌ای دیده شد (Rashidi et al. 2015). به دلیل تفاوت سیستم‌های طبقه‌بندی متفاوتی که در این تالاب و تالاب مهارلو به کار برده شد، مقایسه مستقیم رده‌های این دو با هم ممکن نیست. با این حال، برپایه همین اطلاعات به نظر می‌رسد در مقایسه با تالاب مهارلو بیش‌تر گستره تالاب زیربار از نوع ماندآبی باشد. از سوی دیگر در تالاب پریشان سه سامانه دریاچه‌ای، مردابی، و آب‌راه‌ها شناسایی شد. این تالاب در زمان انجام پژوهش در ۱۳۸۹، آباد بود و بخش‌های ورود آب در آن نیز کاملاً پرآب بود. بنابراین سامانه رودخانه‌ای در آن تشخیص داده می‌شد. در حالی که در تالاب مهارلو در زمان این پژوهش آب رسیده به تالاب بسیار کم بود، به گونه‌ای که در آن بخش سامانه تالابی شکل نگرفته بود (Nezakati et al. 2010).

۳-۱-۵- زیررده‌ها

بر پایه داده‌های به دست آمده از جنس بستر و ترکیب و نوع پوشش گیاهی زیررده‌ها شناسایی شد (شکل ۴-د). در سامانه‌ی ماندآبی-رده نارسته بخشی از بستر تالاب از لایه‌های نمک پوشیده شده است، و بخشی کاملاً گلی است. بنابراین، دو زیررده پوسته نمکی^۱ (A)، (شناسه: P-SA) و زیررده گلی^۲ (M)، (شناسه: P-SM) شناسایی شد. در سامانه ماندآبی-رده گیاهان پدیدار در بخش‌هایی گیاهان یک‌ساله و در بخش‌های دیگر گیاهان چندساله دیده شد. بنابراین، این رده به دو زیررده پایدار^۳ (P)، (شناسه: P-EP) و زیررده ناپایدار^۴ (N)، (شناسه: P-EN) تقسیم شد.

در سامانه دریاچه‌ای کرانه‌ای-رده سطح آب پوش (O) نیز دیده شد که بستر تالاب از دو نوع پوشش نمک و گل است. بنابراین، به دو زیررده پوسته نمکی (A)، (شناسه: LLOA) و زیررده گل (M)، (شناسه: LLOM) تقسیم شد. سامانه دریاچه‌ای کرانه‌ای-رده نارسته تنها بخش‌هایی با پوشش لایه‌های نمک دارد. بنابراین، این رده تنها یک زیررده پوسته نمکی (A)، (شناسه: LLSA) دارد. در سامانه دریاچه‌ای کرانه‌ای-رده گیاهان پدیدار، هر دو گروه گیاهان یک‌ساله و دوساله دیده

زیستگاه دریاچه‌ای کرانه‌ای با بستر گیاهان آبزی برگ‌شناور (۳٪) بود. در دلتای نستوس یونان زیستگاه دریاچه‌ای-جنگلی-برگریز (۲۴٪) و دریایی-سطح آب پوش-بستر شنی (۲۳٪)، زیستگاه دریاچه‌ای-گیاهان پدیدار-پایدار (۱۶٪)، و خور سطح آب پوش-بستر شنی (۱۰٪) بود (Zalidis et al. 1997). هر سه نوع تالاب رودخانه‌ای، دریاچه‌ای و ماندآبی در رده‌بندی تالاب‌های درونی کنیا در آفریقا هست، و توصیف‌گرهای آن در آب‌های شیرین، شور، و مردابی دیده می‌شود (MEMR 2012). از سوی دیگر تالاب‌های پاکستان به روش کواردین رده‌بندی شد (Nawaz et al. 2018). با این روش نیز بخش‌های دریاچه‌ای و رودخانه‌ای در سرزمین‌های پایین‌دست آبخیز ایندوس با سامانه مدوت هم‌خوانی دارد، اگرچه در تالاب مهارلو سامانه رودخانه‌ای شکل نگرفته است.

۳-۱-۳- زیرسامانه‌ها

بر پایه داده‌های ژرفاسنجی (Pakparvar et al. 2021) زیرسامانه‌های دریاچه‌ای تالاب در دو بخش از خط ساحل تا ژرفای حدود ۲ m به نام کرانه‌ای^۱ (شناسه: LL)، و از ژرفای بیش‌تر از ۲ m به نام آزادآب^۲ (شناسه: LM) شناسایی شد. در شیوه‌نامه مدوت برای سامانه‌ی ماندآبی (شناسه: P-) زیرسامانه‌ای تعریف نشده است؛ به همین دلیل به جای شناسه آن نشانه - گذاشته می‌شود (شکل ۴-ب).

۳-۱-۴- رده‌ها

رده‌های هر زیرسامانه با مطابقت دادن داده‌های جمع‌آوری شده از گیاهان تالاب با دسته‌های تعریف شده در شیوه‌نامه‌ی مدوت مشخص شد (شکل ۴-ج). در سامانه ماندآبی دو رده نارسته^۳ (S، شناسه: P-S) و گیاهان پدیدار^۴ (پایه بلند) (E، شناسه: P-E) شناخته شد. جز بخش‌هایی از نوار پیرامونی، بیش‌تر دریاچه در رده نارسته است. در زیرسامانه دریاچه‌ای-کرانه‌ای از میان چهار رده تعریف شده، سه رده سطح آب پوش^۵ (O، شناسه: LLO)، نارسته (شناسه: LLS)، و گیاهان پدیدار (شناسه: LLE) در گستره دریاچه شناخته شد. برای سامانه دریاچه‌ای در زیرسامانه آزادآب (M) نیز تنها رده سطح آب پوش (شناسه: LMO) شناخته شد. در تالاب زیربار (ایران،

^۶Salt crust

^۷Mud

^۸Persistent

^۹Inpersistent

^۱Littoral

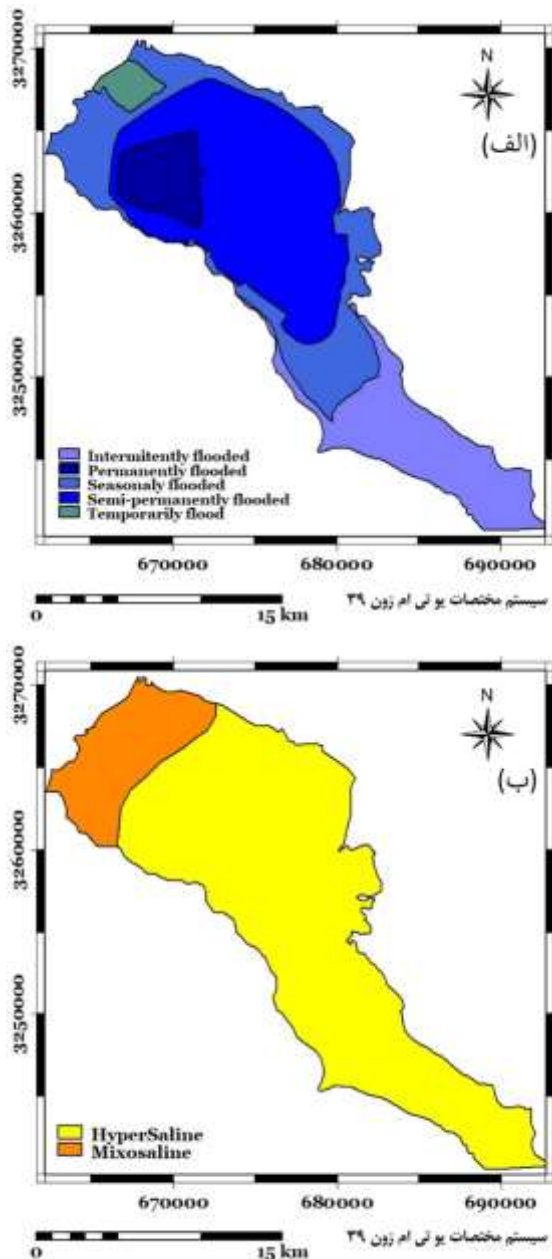
^۲Limnetic

^۳Non-vegetated

^۴Emergent

^۵Water Surface

رودها به اندازه‌های نزدیک به آب شیرین یعنی دسته چندگونه شوری می‌رساند.



شکل ۵- بخش‌های زنجیره‌وار تالاب مهارلو: الف-توصیف‌گرهای رژیم آبی و ب-توصیف‌گرهای شوری آب

Fig. 5 Hierarchical sections of Maharlu wetland: a) water regime modifiers and b) water salinity modifiers

شوری آب در بخش ماندابی بسیار متغیر است و بسته به فصل و مقدار آب شیرین ورودی، اندازه آن متغیر است. این ویژگی

شد، بنابراین دو زیررده پایدار (P)، (شناسه: LLEP) و زیررده ناپایدار (N)، (شناسه: LLEN) تشخیص داده شد. این دو زیررده در بیش‌تر جاها در اجتماع‌های نزدیک‌به‌هم، یا پیوسته به‌هم است، و گاهی نیز این دو اجتماع کاملاً درهم‌شده دیده می‌شود. در سامانه دریاچه‌ای-آزادآب نیز تنها بستری با لایه‌های نمکی دیده شد. بنابراین همه این بخش تنها یک زیررده پوسته نمکی (A)، (شناسه: LMOA) را تشکیل می‌دهد. جمعیت گیاه غالب در این دریاچه به‌ترتیب به‌صورت *Salsola Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. B. *Petrosimonia glauca* (Pall.) Bge. و *crassa* M. B. شناسایی شد. هر سه گونه از خانواده *Amaranthaceae* و زیرخانواده *Chenopodiaceae* است.

۳-۱-۶- توصیف‌گرهای رژیم آب، شوری آب و بخش ساختگی تالاب

نتایج داده‌های روش سنجش از دور دریاچه مهارلو نشان داد که در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۹۸، زمستان ۱۳۹۶ با سطح 1396 km^2 ۲۰۳ پرآب‌ترین، و پاییز ۱۳۹۵ با سطح 81 km^2 کم‌آب‌ترین بود. با کمک نقشه‌ها توصیف‌گرهای رژیم آب تالاب مهارلو تشخیص داده شد. پنج دسته آب‌گرفته دائمی، نیمه‌دائمی، فصلی، گذرائی و گاه‌به‌گاه، در تالاب مهارلو شناخته شد (شکل ۵-الف). تنها بخش کوچکی از دریاچه آب‌گیری دائمی دارد و بزرگ‌ترین مساحت سامانه دریاچه‌ای در سازگان آب‌گیری نیمه‌دائمی است. بخش‌هایی کوچک در غرب دریاچه با روند فصلی و گاه‌به‌گاه آب‌گیری می‌شود. بیش‌ترین شوری در سه ایستگاه اندازه‌گیری در ۱۲ ماه در درون بخش‌های دریاچه‌ای 650 mg/l و میانگین سالانه آن 290 mg/l بود (Zamanpoore et. al. 2019b). بر این پایه، توصیف‌گر شوری آب در دسته‌بندی مِدوت گستره بزرگ بخش‌های دریاچه‌ای تالاب را در گروه فراشور (بیش‌تر از 40 mg/l) می‌گذارد. شوری آب در نوار باریکی در غرب سامانه دریاچه‌ای، که موازی با مرز سامانه ماندابی است در هر هنگام از سال متغیر است، و در گروه توصیف‌گر چندگونه‌شوری (شوری $0/5$ تا 30 mg/l) دسته‌بندی می‌شود. در هنگام‌هایی که آب جریان دارد، بر شوری محیط اثر می‌گذارد و آن را در بخش ورودی

⁴Temporarily Flooded

⁵Intermittently Flooded

¹Permanently Flooded

²Semi-Permanently Flooded

³Seasonally Flooded

بستر گلی-نیمه‌دایمی-شور، و دریاچه‌ای-کرانه‌ای-نارسته-گلی-فصلی-شور مهم‌ترین زیستگاه‌ها بود (Nezakati et al. 2010). بخش‌های بزرگی از تالاب‌های الحمار، الویزه و مرکزی در جنوب عراق دچار کاهش‌های شدید آب در سال‌های پی‌درپی است. بخش‌های بزرگی از بیابان پیرامون تالاب در روی‌دادهای سیلاب به زیر آب می‌رود، و بخش‌های ماندآبی دور از هم به‌هم می‌پیوندند. بخش بزرگ این ناحیه در سامانه ماندآبی در بستر گلی است (Jawad 2021). از این دیدگاه شرایط آن به تالاب مهارلو شباهت دارد. از سوی دیگر جمعیت غالب گیاهان آن *Phragmitis communis* و *Typha augustata* است (Jawad 2021) که با گیاهان مهارلو هم‌خوانی ندارد. در این پژوهش با تلفیق همه لایه‌های استخراج شده (شکل‌های ۴ و ۵) نقشه نهایی زیستگاهی به صورت شکل (۶) به‌دست آمد.

برپایه یافته‌های این نقشه (شکل ۶)، سامانه ماندآبی تنها در بخش غربی دریاچه جا دارد و همه دیگر بخش‌های شرقی، شمالی، و غربی تالاب سامانه دریاچه‌ای است. گسترده‌ترین پهنه بخش ماندآبی با $14,749,300 \text{ m}^2$ که با شناسه P-EPSX نام‌گذاری شد پوشش گیاهی پدیدار و پایدار دارد. آبدهی آن فصلی و شوری آن چندگونه‌شور است و در نقشه با رنگ سبز مشخص شده است. پهنه بزرگ $6,274,200 \text{ m}^2$ از این سامانه نیز نارسته است و سطح آن از پوسته نمکی است. اگرچه آبدهی آن نیز فصلی و شوری آن چندگونه‌شور است. این پهنه در شمال سامانه ماندآبی است و در نقشه شکل (۶) به رنگ زرد است. تنها بخشی از تالاب که در سامانه دریاچه‌ای در زیرسامانه آزادآب دسته‌بندی شد با شناسه LMOAPY در میانه غربی این سامانه جا دارد. این از مهم‌ترین زیستگاه‌های تالاب است که به‌دلیل ژرفای بیش‌تر در همه فصل‌های سال آب دارد. گستره آن $10,989,400 \text{ m}^2$ و شوری آن مانند بیش‌تر بخش‌های تالاب هایپرسالین است. این بخش در نقشه با آبی تیره مشخص شده است. گسترده‌ترین بخش زیستگاهی تالاب با $110,330,000 \text{ m}^2$ مساحت در میانه آن است که در نقشه شکل (۶) رنگ آبی متوسط دارد. بوم‌سازگان آبی آن نیمه‌دایمی است و در بیش‌تر فصل‌های پاییز و زمستان

باعث می‌شود که سامانه ماندآبی نیز در گروه چندگونه‌شوری دسته‌بندی شود. در حالی که (Ataol and Onmuş 2021) ماندآب‌های ترکیه را در سامانه کورین به‌طور کلی به دو گروه آب‌های درونی (شیرین) و نمکی تقسیم کرده اند. شکل (۵-ب) پهنه‌بندی تالاب را از دیدگاه توصیف‌گر شوری آب نشان می‌دهد، که در آن بخش بزرگ تالاب در دسته فراشور به رنگ زرد، و بخش ماندآبی و بخشی کوچک در ناحیه ورودی سامانه دریاچه‌ای در دسته چندگونه به رنگ نارنجی مشخص شده است. تنها بخشی از تالاب که درون آن ساخت‌وساز شده و توصیف‌گر ساختگی مهمی در آن دیده می‌شود مجموعه نمک‌گیری دریاچه، وابسته به پتروشیمی فارس، در پیرامون میانه غربی دریاچه است. کاربرد این ساختمان و حوضچه‌های تبخیر برای جداکردن نمک‌ها از آب است. این توصیف‌گر از نوع خاک ریز/حصار دسته‌بندی شد.

۳-۱-۷- پهنه‌بندی تالاب

برپایه داده‌های به‌دست آمده، زیستگاه‌های درون تالاب شناسایی و شناسه‌گذاری شد. جدول (۱) نشان می‌دهد که پس از تلفیق کردن اطلاعات زیستگاهی، ۴۲ زیستگاه مختلف در سراسر دریاچه به‌دست آمد. مهم‌ترین آن‌ها در بخش‌های پرتنوع‌تر دریاچه زیستگاه ماندآب-پوشش گیاهی پدیدار-پایدار-آب‌گیری فصلی-چندگونه‌شور (P-EPSX)، ماندآب-پوشش گیاهی پدیدار-پایدار-آب‌گیری گذرا-چندگونه‌شور (P-EPTX)، ماندآب-پوشش گیاهی پدیدار-ناپایدار-آب‌گیری فصلی-چندگونه‌شور (P-ENSX)، ماندآب-پوشش گیاهی پدیدار-ناپایدار-آب‌گیری گذرا-چندگونه‌شور (P-ENTX)، در بخش ماندآبی، و دریاچه‌ای-کرانه‌ای-پوشش گیاهی پدیدار-پایدار-آب‌گیری فصلی-چندگونه‌شور (LLEPSX)، دریاچه‌ای-کرانه‌ای-پوشش گیاهی پدیدار-پایدار-آب‌گیری نیمه‌دایمی-چندگونه‌شور (LLEPLX)، دریاچه‌ای-کرانه‌ای-سطح آب‌پوش-پوشش نمکی-آب‌گیری نیمه‌دایمی-فراشور (LLOALY)، و دریاچه‌ای-کرانه‌ای-سطح آب‌پوش-پوشش نمکی-آب‌گیری دائمی-فراشور (LMOAPY)، در بخش دریاچه‌ای بود.

در تالاب پیریشان زیستگاه‌های دریاچه‌ای-کرانه‌ای-پوشش مستغرق-دایمی-شور-ناجاس، دریاچه‌ای-کرانه‌ای-نارسته-

¹Diked/Impounded

و بهار آب دارد. شوری آب آن هایپرسالین، و سطح آن پوسته نمکی و نارسه است، و با شناسه LLOALY نام‌گذاری شد.

جدول ۱- شناسه‌های بین‌المللی زیستگاه‌های تالاب مهارلو

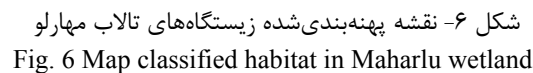
Table 1 international habitat codes for Maharlu wetland

System	Subsystem	Class	Subclass	Water regime	Water salinity	Artificial	Code	Area (m ²)
Palustrine	-	N.Veg	Salt crust	Seas.Fl.	Mixosaline	-	P-SASX-	6274200
Palustrine	-	N.Veg	Salt crust	Temp.Fl.	Mixosaline	-	P-SATX-	149300
Palustrine	-	N.Veg	Mud	Seas.Fl.	Mixosaline	-	P-SMSX-	28100
Palustrine	-	N.Veg	Mud	Temp.Fl.	Mixosaline	-	P-SMTX-	3529300
Palustrine	-	Emergent	Persistent	Seas.Fl.	Mixosaline	-	P-EPSX-	14797300
Palustrine	-	Emergent	Persistent	Temp.Fl.	Mixosaline	-	P-EPTX-	296600
Palustrine	-	Emergent	N.Pers.	Seas.Fl.	Mixosaline	-	P-ENSX-	2173100
Palustrine	-	Emergent	N.Pers.	Temp.Fl.	Mixosaline	-	P-ENTX-	3458800
Lacustrine	Litoral	Emergent	N.Pers.	Seas.Fl.	Mixosaline	-	LLENSX-	523900
Lacustrine	Litoral	Emergent	N.Pers.	Seas.Fl.	HyperSaline	-	LLENSY-	1646600
Lacustrine	Litoral	Emergent	N.Pers.	SeP.Fl.	Mixosaline	-	LLENLX-	42100
Lacustrine	Litoral	Emergent	N.Pers.	SeP.Fl.	HyperSaline	-	LLENLY-	27100
Lacustrine	Litoral	Emergent	N.Pers.	Temp.Fl.	Mixosaline	-	LLENTX-	8700
Lacustrine	Litoral	Emergent	N.Pers.	Int.Fl.	HyperSaline	-	LLENIY-	1373600
Lacustrine	Litoral	Emergent	Persistent	Seas.Fl.	Mixosaline	-	LLEPSX-	2079900
Lacustrine	Litoral	Emergent	Persistent	Seas.Fl.	HyperSaline	-	LLEPSY-	1111000
Lacustrine	Litoral	Emergent	Persistent	Seas.Fl.	HyperSaline	Diked	LLEPSYD	45700
Lacustrine	Litoral	Emergent	Persistent	SeP.Fl.	Mixosaline	-	LLEPLX-	493000
Lacustrine	Litoral	Emergent	Persistent	Int.Fl.	HyperSaline	-	LLEPIY-	2784400
Lacustrine	Litoral	Emergent	Persistent	Int.Fl.	HyperSaline	Diked	LLEPIYD	116100
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Salt crust	Seas.Fl.	Mixosaline	-	LLOASX-	493100
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Salt crust	Seas.Fl.	HyperSaline	-	LLOASY-	39286400
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Salt crust	Seas.Fl.	HyperSaline	Diked	LLOASYD	1965900
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Salt crust	Per.Fl.	HyperSaline	-	LLOAPY-	9303700
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Salt crust	Per.Fl.	Mixosaline	-	LLOAPX-	119100
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Salt crust	SeP.Fl.	Mixosaline	-	LLOALX-	4002300
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Salt crust	SeP.Fl.	Hypersaline	-	LLOALY-	110330000
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Salt crust	Int.Fl.	HyperSaline	-	LLOAIY-	43633800
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Mud	SeP.Fl.	Mixosaline	-	LLOMLX-	3880900
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Mud	SeP.Fl.	HyperSaline	-	LLOMLY-	1232800
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Mud	Per.Fl.	HyperSaline	-	LLOMPY-	1008000
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Mud	Per.Fl.	Mixosaline	-	LLOMPX-	488600
Lacustrine	Litoral	W.Surf.	Mud	Seas.Fl.	Mixosaline	-	LLOMSX-	83200
Lacustrine	Litoral	N.Veg.	Salt crust	Seas.Fl.	Mixosaline	-	LLSASX-	3032000
Lacustrine	Litoral	N.Veg.	Salt crust	Seas.Fl.	HyperSaline	-	LLSASY-	3741800
Lacustrine	Litoral	N.Veg.	Salt crust	Seas.Fl.	HyperSaline	Diked	LLSASYD	128400
Lacustrine	Litoral	N.Veg.	Salt crust	Temp.Fl.	Mixosaline	-	LLSATX-	11100
Lacustrine	Litoral	N.Veg.	Salt crust	SeP.Fl.	Mixosaline	-	LLSALX-	165200
Lacustrine	Litoral	N.Veg.	Salt crust	SeP.Fl.	HyperSaline	-	LLSALY-	96900
Lacustrine	Litoral	N.Veg.	Salt crust	Int.Fl.	HyperSaline	-	LLSAIY-	12144200
Lacustrine	Litoral	N.Veg.	Salt crust	Int.Fl.	HyperSaline	Diked	LLSAIYD	204200
Lacustrine	Limnetic	W.Surf.	Salt crust	Per.Fl.	HyperSaline	-	LMOAPY-	10989400

N.Veg: Non-vegetated; N.Pers.: Nonpersistent; W.Surf.: Water surface; Seas.Fl.: Seasonally flooded; Temp.Fl.: Temporarily flooded; Int.Fl.: Intermittently flooded; SeP.Fl.: Semi-permanently; Per.Fl.: Permanently flooded

یافته‌های این پژوهش تفاوت‌های زیادی میان ترکیب زیستگاهی تالاب مهارلو با سه تالاب پژوهیده دیگر نشان داد. سطح خاک را پوسته نمکی پوشانده است، و حتی اگر در

لایه‌های زیرین انباشت مواد آلی باشد، لایه‌های ضخیم نمک آن را کاملاً جدا کرده است و تأثیری بر زیستگاه سطحی ندارد. در مقایسه، Rashidi et al. (2015) در تالاب زریبار نشان دادند که پیرامون تالاب را چمنزار و زمین‌های کشاورزی با خاک آبدار و آلی گرفته است، و این تفاوت مهمی در کیفیت



یافته‌های این پژوهش تفاوت‌های زیادی میان ترکیب زیستگاهی تالاب مهارلو با سه تالاب پژوهیده دیگر نشان داد. در تالاب مهارلو جز در بخش‌های مرطوب ماندآبی بیش‌تر سطح خاک را پوسته نمکی پوشانده است، و حتی اگر در لایه‌های زیرین انباشت مواد آلی باشد، لایه‌های ضخیم نمک آن را کاملاً جدا کرده است و تأثیری بر زیستگاه سطحی ندارد. در مقایسه، Rashidi et al. (2015) در تالاب زیربار نشان دادند که پیرامون تالاب را چمنزار و زمین‌های کشاورزی با خاک آبدار و آلی گرفته است، و این تفاوت مهمی در کیفیت آب و در نتیجه ماهیت زیستگاه‌های دو دریاچه ایجاد می‌کند. رژیم آبی تالاب زیربار نیز تفاوت بزرگی با مهارلو دارد، زیرا بخش بزرگی از آن در آبگیری دائمی است، در حالی که در مهارلو تنها بخشی فرورفته در بخش میانی-غربی آبگیری دائمی دارد. پی‌رو همین گوناگونی، ترکیب گیاهان زیربار نیز شامل *Nymphaea alba*, *Rorippa amphibian*

دو بخش، همه بخش‌های دیگر در دسته فراشور یعنی بیش از ۴۰ mg/l است.

۲- بزرگ‌ترین زیستگاه تالاب مهارلو با $110,330,000 \text{ m}^2$ مساحت در میانه دریاچه با رژیم آبی نیمه‌دایمی است، که در سال‌های با بارندگی عادی در بیش‌تر فصل‌های پاییز تا بهار آب دارد. شوری آب آن فراشور، و سطح آن پوسته نمکی و نارسته است.

۳- رژیم آبی تالاب در بزرگ‌ترین پهنه آن از نوع نیمه‌دایمی و در غرب دریاچه فصلی یا گاه‌به‌گاه است. آب‌گیری تنها در میانه غربی دائمی است. بیش‌ترین ژرفای تالاب در زیستگاه با آب‌گیری دائمی دیده شد که گستره آن $10,989,400 \text{ m}^2$ است و جز در خشک‌سالی‌های بسیار شدید در همه فصل‌های سال آب دارد.

۴- پوشش بخش اصلی تالاب پوسته نمکی است. جامعه‌های گیاهی تنها در بخش ورودی غرب تالاب در بخش بزرگی از زیستگاه‌های ماندآبی با شناسه‌های P-EPTX، P-EPSX، P-ENTX، P-ENSX- غنی است، که مجموع مساحت آن $20,725,800 \text{ m}^2$ است. به جز آن در حاشیه شمالی و جنوبی گروه‌های پراکنده با پیش‌شناسه‌های LLE به مجموع گستره $10,252,100 \text{ m}^2$ دیده می‌شود.

۵- در پهنه کامل تالاب ۴۲ زیستگاه گوناگون شناسایی و شناسه‌گذاری شد. مهم‌ترین این زیستگاه‌ها عبارت بود از زیستگاه ماندآبی با پوشش گیاهی پدیدار پایدار با آب‌گیری فصلی و شوری چندگونه‌شور (P-EPSX) با گستره $14,797,300 \text{ m}^2$ ماندآبی با پوشش گیاهی پدیدار پایدار با آب‌گیری گذرا و شوری چندگونه‌شور (P-EPTX) با گستره $296,600 \text{ m}^2$ دریاچه‌ای کرانه‌ای با پوشش گیاهی پدیدار پایدار با آب‌گیری فصلی و شوری چندگونه‌شور (LLEPSX) با گستره $20,799,900$ تا $493,000$ بود.

نمونه‌برداری از بخش‌های ورودی دریاچه از محدودیت‌های اصلی این پژوهش بود. این بخش‌ها ماندآبی است، و یکی‌شدن آب رودهایی که به تالاب می‌ریزند با بخشی از پساب آلوده‌ی شهر شیراز، پیمایش زمینی این بخش را دشوار کرد. این پژوهش بخش نخستین از پژوهش‌هایی است که برای مدیریت و حفاظت از تالاب ضروری است. لازم است زیستگاه‌های حساس شناسایی شود، و تراز حفاظت از آن بر پایه

بود (Nezakati et al. 2010). در مقایسه، یافته‌های این پژوهش نشان داد که پوشش گیاهی در درون و پیرامون مهارلو بسیار کم‌تر از پریشان است و برخلاف پریشان بخش نارسته بزرگ‌ترین بخش تالاب مهارلو است. یافته‌های تالاب شادگان نیز نشان داده است که این تالاب در مقایسه با مهارلو بسیار متفاوت است. خاک بستر شادگان از نوع ماسه نرم، آهک و گچ، و با بافت سنگین است، که از این نظر با بافت خاک بستر مهارلو تفاوت دارد. پوشش گیاهی آن نیز از نوع گیاهان تک‌لپه و دولپه‌یی گزارش شد، به‌دلیل مشخص نشدن گونه‌ها امکان مقایسه آن نیست. از سوی دیگر، سامانه تالاب شادگان از نوع مصبی شناخته شد، که کاملاً با هر دو سامانه‌ی مهارلو متفاوت است، اگرچه درون این سامانه و زیرسامانه‌های آن پهنه آب‌پوش و گیاهان پدیدار دیده شد، که با بخش‌هایی بزرگی از مهارلو همخوانی دارد. توصیف‌گر رژیم آبی در سراسر پهنه شادگان از نوع آب‌گرفته‌ی دائمی است، در حالی که در مهارلو تنها بخش کوچکی این ویژگی را دارد. از دیدگاه توصیف‌گرهای شوری آب نیز در تالاب شادگان همه گروه‌های آب شیرین، الیگوهالین، مزوهالین، پلی‌هالین، میکسوهالین، یوهالین، و هایپرهالین دیده شد (Mohseni et al. 2015)، که ویژگی تالاب‌های دریایی است، اما در این پژوهش در تالاب مهارلو تنها دو گروه میکوسالین و هایپرسالین، ویژگی تالاب‌های درونی، ثبت شد، که نشان می‌دهد زیستگاه‌های تالاب مهارلو برخلاف شادگان گوناگونی زیادی ندارد.

۴- نتیجه‌گیری

تهیه شناسنامه تالاب (شناختگان) گام مهمی است که در آینده می‌توان به کمک آن تغییرها را شناخت و روندها را ارزیابی کرد. نقشه‌برداری از این بوم‌سازگان توجه‌ها را به‌سوی آن‌دسته از تالاب‌ها می‌کشد که در فشار، و نیازمند حفاظت یا بازسازی‌اند. نتیجه این پژوهش شناسایی و فهرست‌سازی زیستگاه‌های گوناگون تالاب مهارلو به‌روش مَدوت و تهیه نقشه آن‌ها با کمک دانسته‌های آب‌شناسی، پوشش گیاهی، جنس خاک، و شوری در آن بود. یافته‌های اصلی این پژوهش به شرح زیر است:

۱- شوری آب تالاب مهارلو در سامانه ماندآبی و انتهای بخش غربی سامانه دریاچه‌ای چندگونه‌شور است و به‌دلیل ورودی نامنظم آب شیرین، افت‌وخیز شوری آن زیاد است. به‌جز این

دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده شده در این پژوهش در متن مقاله ارائه شده است.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که، هیچ‌گونه تضاد منفعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

توانمندی‌های هر بخش مشخص شود. کاربرد عملی نتیجه این پژوهش در حفاظت و بهره‌برداری (احتمالی) پایدار از تالاب خواهد بود.

سیاسگزاری

این گزارش نتیجه پژوهشی است که به شماره ۲۴-۵۰-۱۲-۹۸۰۸۷۵-۰۱۸ در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسید. از اداره کل حفاظت محیط‌زیست فارس برای تأمین هزینه این پژوهش (۹۶/۴۰۰/۴۴۳۵/ص) سپاسگزاری می‌شود.

References

- Asadollahi, Z., Danekar, A., & Asadollahi, Z. (2012). Conservation zoning of Chaghakhor wetland through spatial multi-criteria evaluation. *Wetland Ecobio.*, 4(13), 35–47. [In Persian].
- Ataol, M., & Onmuş, O. (2021). Wetland loss in Turkey over a hundred years: implications for conservation and management, *Ecosyst. Health Sustain*, 7(1), 1930587, DOI: [10.1080/20964129.2021.1930587](https://doi.org/10.1080/20964129.2021.1930587).
- Cap-Net (2007). Integrated water resources management. Available online at: <http://www.cap-net.org/tutorialiwrn/1-iwrn/iwrn-1-2>. Accessed 15, August 2020.
- Farinha, J. C., Costa, L. T., Zalidis, G., Mantzavelas, A., Fitka, E., Hecker, N., & Tomas Vives, P. (1996). Mediterranean wetland inventory: habitat description system. MedWet/Instituto da Conservacao da Natureza / Wetlands International. Volume III. UK. 87 pp.
- Jamshidi Zanjani, A., & Saeedi, M. (2014). Metals Pollution Assessment of Surface Sediment in Anzali Wetland and Their Quality Zonation. *J. Environ. Stud.*, 39(4), 157–170. doi: [10.22059/jes.2014.36469](https://doi.org/10.22059/jes.2014.36469). [In Persian].
- Jawad, L. A. (2021). Southern Iraq's marshes: their environment and conservation. Springer Switzerland. DOI: [10.1007/978-3-030-66238-7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66238-7).
- Kent, M. (2011). Vegetation description and data analysis: A practical approach, 2nd Edition. Wiley-Blackwell, 428 pp.
- MedWet. (2017). Wetlands sentinels in the Maghreb. Mediterranean wetland projects, Available online at: <https://medwet.org/medwetcsnetwork/>. Accessed: August 03, 2019.
- MedWet. (2020a). Waman Sebou: Managing water resources in Morocco (the Sebou river basin). Mediterranean wetland projects, Available online at: <https://medwet.org/medwetcsnetwork/>. Accessed August 03, 2019.
- MedWet. (2020b). Ulcinj Salina (Montenegro) protecting, restoring and conserving a key wetland for nature and people. Available online at: <https://medwet.org/medwetcsnetwork/>. Accessed August 03, 2019.
- MEMR. (2012). Kenya wetlands Atlas, Ministry of Environment and Mineral Resources, Kenya. ISBN: 978-9966-21-178-1. 150 pp.
- Mesbah, S. H., & Amidi, J. (2006). Estimating the annual sedimentation rate of Maharlu Lake using cs137. Abstract book of the National Erosion and Sedimentation Conference, Tehran, Iran [In Persian].
- Mesbah, S. H. (2011). Investigating the deposits of Maharlu Lake. Final report of the research project. Agricultural Research, Education and Extension Organization of Iran 39711. 67 pp. [In Persian].
- Mohseni, F., Alimizadeh, H., & Changizi, F. (2015). Surveying and analyzing the Shadegan wetland ecosystem using the MedWet model. The First National Conference on Natural

- Environment, Rasht, Iran. Available online at: <https://civilica.com/doc/490351>. Accessed: December 25, 2020 [In Persian].
- NCKRS (National Center for Karst Research and Studies). (1995). Hydrogeology of Maharlu area. The final report of the comprehensive studies of Maharlu area. 112 pp. [in Persian].
- Nawaz, R., Dehlavi, A. and Bajwa, N. (2018). Indus river basin wetlands. In: Finlayson, C., Milton, G., Prentice, R. and Davidson, N. (eds) The wetland book. Springer, Dordrecht. DOI: [10.1007/978-94-007-4001-3_219](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4001-3_219).
- Nezakati, R., Haeripour, S. and Malmasi, S. (2010). Guidelines for zoning wetland habitats based on the MedWet system. Dayere ye Sabz Publications, Tehran, Iran. 105 pp. [in Persian].
- Pakparvar, M., Mesbah, S. H., Ghahari, G., Samii, M., Abbasi, A., Keshavarzi, H., Enayati, K., & Kooshafar, S. (2021). Monitoring the drying process of Maharlu wetland and their role in dust production. (Final report of the research project). Agricultural Research, Education and Extension Organization of Iran. 104 pp. [in Persian].
- Ramsar Convention Secretariat. (2010). Wise use of wetlands: Concepts and approaches for the wise use of wetlands. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th edition, Vol. 1. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. Available online at: <http://www.ramsar.org/pdf/lib/hbk4-01.pdf>. Accessed: August 03, 2020.
- Rashidi A., Fegghi, J., Sharifi, M., & Bayat, M. (2015). Evaluation and mapping of Zaribar wetland using MedWet classification system. The first national conference on the protection and restoration of wetlands and lakes with an emphasis on Zarivar Lake, Marivan, Sanandaj Branch, Islamic Azad University [in Persian].
- Rechinger, K. H. (Ed). (2021). Flora Iranica: Flora des iranischen Hochlandes und der umrahmenden Gebirge, Vols. 1–178. Akademische Druck- U Verlagsanstalt, Graz, Austria
- Samiei, M., Ghazavi, R., Pakparvar, M., & Vali A. A. (2017). The Effect of climate change on Maharlu lake level change using satellite image processing. *J. RS GIS Nat. Resour.*, 8(1), 1–18. [in Persian].
- Seddighi, E. (1999). Investigating the geological pollution and sewage entering the water of Shiraz Khosk River and Maharlu lake with emphasis on heavy metal pollution. Dissertation. University of Shiraz. 138 pp.
- Sepehr, M., Jamalzad-Fallah, F., Jamalzadeh, H., Shabani, R., & Karamirad, S. (2018). Zoning and Determining Ecological Sensitivity of Coastal Zones in Rudsar for Identifying Sensitive Coastal-Marine Areas. *Wetland Ecobio.*, 10 (3), 13–36. [In Persian].
- Sharifi, F. (2015). Atlas of watersheds of Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization of Iran. 0142929915. [In Persian].
- USDA (United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service). (2018). Field indicators of hydric soils in the United States, Version 8.2. Vasilas, L. M., Hurt, G. W. and Berkowitz, J. F. (eds.). USDA, NRCS, in cooperation with the National Technical Committee for Hydric Soils.
- USGS (United States Geological Survey). (2020). Earth explorer. Available online at: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Accessed 5, May 2020.
- Zahirian, A., Padash, A., Jozi, S. A., Zamanpoore, M., & Nabavi, S. M. B. (2012). Wetland zoning to establish land conservation using MCE method (Case study: Parishan wetland, Iran). *Adv. Environ. Bio*, 6(3), 931–939.
- Zalidis, G., Fitoka, E. N., & Mantzavelas, A. L. (1997). Habitat inventory on two greek wetlands. *Wetland.*, 17(4), 439–446. DOI: [10.1007/BF03161509](https://doi.org/10.1007/BF03161509).
- Zamanpoore, M., Mesbah, H., Hosseinie-Marandi, H., Ghahari, G., Hatami, A., Zahirian, A., & Hasanshahi, H. (2019a). Rapid assessment of biodiversity for Maharlu Salt Lake. Agricultural Research, Education and Extension Organization of Iran. 54545. 140 pp. [in Persian].
- Zamnapoore, M., Ghaed-Abdi, M., & Ahmadi, N. (2019b) Chemical and physical properties of Maharlu Salt Lake prior to an extensive

drought. *Ecopersia*. 7(1). 59–67. DOI:
[20.1001.1.23222700.2019.7.1.6.8](https://doi.org/10.1001.1.23222700.2019.7.1.6.8)

How to cite this paper:

Zamanpoore, M., Pakparvar, M., Hatami, A. and Zahirian, A. (2023). Habitat Classification of Maharlu Wetland Using MedWet Classification System. *Environ. Water Eng.*, 9(3), 449–466. DOI:
[10.22034/ewe.2022.360015.1804](https://doi.org/10.22034/ewe.2022.360015.1804)
