



## Anthropogenic Environmental Disturbances Around the Qara Qeshlaq Wetland Southeast of Urmia Lake

Behrooz Sari Sarraf<sup>1</sup>, Maryam Bayati Khatibi<sup>2</sup> ✉

1. Department of Climatology, Faculty of Planning and Environment Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Email: [bsarraf@gmail.com](mailto:bsarraf@gmail.com)

2. (Corresponding Author) Department of RS & GIS, Faculty of Planning and Environment Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Email: [m\\_bayati@tabrizu.ac.ir](mailto:m_bayati@tabrizu.ac.ir)

### ARTICLE INFO

Article type:  
Research Article

#### Article History:

Received:

28 December 2025

Received in revised form:

6 March 2026

Accepted:

30 March 2026

Available online:

12 May 2026

#### Keywords:

Anthropogenic,  
Environmental  
Disturbances,  
Qara Qeshlaq Lagoon,  
Lake Urmia,  
Soil Salinity,  
Water Salinity,  
Particulate Matter,  
Dryness of the Lagoon.

### ABSTRACT

In the last three decades, a major surge in the implementation of dam projects, excessive groundwater extraction, and excessive cultivation have disrupted the hydrological balance and, in general, the natural balance in the Qara Qeshlaq wetland and region. In this study, the water and soil characteristics as well as the climate of Qara Qeshlaq were examined using field, laboratory, and report data. To achieve the goal of the study and to investigate the environmental changes occurring in the Qara Qeshlaq wetland, statistics and information related to wells around the wetland were obtained from relevant organizations and examined. To fill the gap in some data, including the chemical quality of water and soil, 9 more wells were drilled (due to lack of information) and the samples were tested and their EC, SAR, and Ph values were determined. The results of chemical analysis of some water quality parameters of the wells in the study area showed that all the wells are in the bad category in terms of water quality and the EC fluctuations in the samples were high, and in one of the samples this rate was more than 170. Studies also showed that the soils sampled in the study area are dominated by fine-textured and saline soils. A more detailed study of the vegetation cover of the salt marshes in this area showed that due to the drying of the wetland due to human interference, saline vegetation has replaced the previous vegetation.

**Citation:** Sari Sarraf, B., & Bayati Khatibi, M. (2026). Anthropogenic Environmental Disturbances Around the Qara Qeshlaq Wetland Southeast of Urmia Lake. *Geographical planning of space quarterly journal*, 16 (1), 53-74.

<http://doi.org/10.30488/gps.2026.444500.3729>



© The Author(s)

Publisher: Golestan University Press

## Extended Abstract

### Introduction

In recent decades, the human role in environmental disturbances is much more prominent than natural changes over time. Due to the sensitivity of wetlands near the internal lake to rapid changes, wetlands have experienced the most disturbances in decades. The Qara Qeshlaq wetland is among the ecosystems that have sustained the most significant damage and undergone substantial anthropogenic changes. This wetland, recognized as an international forest under the Ramsar Convention, is the largest in Iran and hosts over 185 species of wild birds. Qara Qeshlaq Lagoon is located in the south of Urmia Lake National Park covers an area of 48 thousand hectares between Sofichai River in Bonab and Zarinee Rood in Miandoab. In terms of ecological features and the existence of very suitable habitats, the Qara Qeshlaq Lagoon is ecologically significant, particularly at the mouths of the Zarinee Rood and Sufi Chai rivers, adjacent to the lake, and at the confluence of Urmia Lake's saline waters with the fresh waters of these rivers. The existence of vast lands and swampy plains and the existence of salt-loving meadows and natural aquatic plants resistant to salt water, as well as the agricultural land of the villages around the region, in turn, is a very suitable habitat.

The Qara Qeshlaq Wetland is considered, a sensitive ecosystem in the northwest, has suffered the most damage in the last three decades and experienced the most severe anthropogenic changes. Recently, changes in Lake Urmia and in land use around the lagoon have led to major changes in this lagoon. As Lake Urmia has continued to dry up over the past decade (due to natural and human factors), a large number of freshwater and brackish satellite lagoons around this lake have also faced drying up. Unfortunately, they have been damaged due to the implementation of infrastructure projects, land use changes, pollution and reduced water inflows. These problems have threatened the biodiversity of this wetland complex, which was of international importance, and the conditions of the villages and towns surrounding the lake and its satellite wetlands have faced

serious problems. This study investigates how anthropogenic changes contributing to the various effects of anthropogenic changes regarding the drying of the Qara Qeshlaq wetland, its characteristics of the soil and water around the wetland, and the region's susceptibility to the creation of dust centers.

### Methodology

This study examines the different aspects of underground water due to its significant role in changing the conditions of underground water in the occurrence of changes in the conditions of soil and vegetation. Underground water is extracted without electricity, and inquiries have been made to the regional water companies of East Azarbaijan and the province's electricity distribution regarding this practice. This statistic shows the number of 25990 registered wells in total, whose coordinates are also recorded in the UTM image system. To prepare a classified map of the drop in the underground water level, the position of the piezometric wells and the amount of decrease in the underground water level in the form of a shape file Converted in ArcGIS software.

The weights and points considered for the ranking of the drop in the underground water level by the Natural breaks method are divided into five parts based on the value of the pixels. Piezometric well data in the studied area in the time period (1390-1400) has been used to check the underground water level. In this research, to check the chemical quality of water, and due to the lack of information, about nine wells were drilled in the area and their water samples were tested. In addition, in order to examine the chemical quality of underground water in the area, nine wells were constructed around the villages of Qara Qeshlaq and Majid Abad and samples were collected.

### Results and Discussion

Based on the results of chemical analysis of some water quality parameters of wells in the study area, the EC level in all wells is in the bad category in terms of quality. The highest value is related to well number 3 of Majid Abad village at the rate of 132.9

ds/m Siemens per meter. The lowest amount with EC of 5.4 Deci Siemens per meter belongs to well number 4 of Majid Abad. In terms of SAR values, the water of wells 1, 4 and 5 of Majid Abad is in the category of good quality water. The water of wells in the south, west and middle of the village Qara Qeshlaq is in the average category and the rest of the water samples classified in the bad category. Examination of the electrical conductivity (EC) in samples from the study area reveals fluctuations indicating the presence of soils ranging from low salinity to highly saline. This amount is more than 170 in one of the samples. Design map from the collected samples and the distribution of the EC value in the study area reveals that almost the entire area is covered by saline soils. The amount of EC increases as we move towards the northwest. The spatial extent of these soils is considerable in the study area. Acidic soils are widespread in the central (around the Qara Qeshlaq wetland) and northern regions. In these soils, the solubility of aluminum, iron, and manganese increases. These compounds can be poisonous to plants in high concentration. High soil acidity can absorb other elements. It disrupts minerals such as phosphorus, potassium, etc. in the soil. The growth of plants decreases or stops at a pH of more than 9. Only salt-loving plants can grow at a high pH. Examining the graphs of the samples taken from the region indicates that the amount of organic carbon in the soils of the area is less than 5. It means that the soils are of low quality according to this index.

### **Conclusion**

According to the values obtained from the analysis of the salinity indices indicating that the pH level in the collected samples is often more than 7, and therefore most of the soils in the investigated area are saline. In other words, such soils are only suitable for the growth of saline-loving plants. Examining the scatter map of pH distribution at the regional level also showed that the extent of acidic soils is greater in the central (around Qara Qeshlaq wetland) and northern areas. This has caused saline-loving plants to settle in the

investigated area. The density of vegetation should be reduced to a significant amount and fine-textured soils will be more exposed to wind erosion. The findings suggest that restoring Qara Qeshlaq wetland to its former state is unlikely given the prevailing conditions. Nevertheless, implementing strategies focused on soil stabilization and vegetation development can help control dust emission to a certain degree. A study of the pH distribution map across the region also exhibited that the extent of acidic soils is greater in the central (around the Qara Qeshlaq Wetland) and northern areas. This has caused halophilic plants to settle in the studied area, significantly reducing the density of vegetation, and making fine-textured soils more susceptible to wind erosion. According to the results, given the prevailing conditions in the Qara Qeshlaq wetland, substantial restoration efforts are unlikely to succeed. However, implementing measures for soil stabilization and vegetation development can help mitigate the flow of fine dust to some extent.

### **Funding**

There is no funding support.

### **Authors' Contribution**

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

### **Conflict of Interest**

Authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

## آشفتگی‌های محیطی آنتروپوژنیک در اطراف تالاب قره قشلاق جنوب شرق دریاچه ارومیه

بهرروز ساری صراف<sup>۱</sup>، مریم بیاتی خطیبی<sup>۲</sup> ✉

۱- گروه آب و هواشناسی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: [bsarraf@gmail.com](mailto:bsarraf@gmail.com)  
۲- نویسنده مسئول، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: [m\\_bayati@tabrizu.ac.ir](mailto:m_bayati@tabrizu.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
<b>نوع مقاله:</b> مقاله پژوهشی	در سه دهه اخیر، خیزش بزرگ در اجرای پروژه‌های سدسازی، استحصال زیاد آب‌های زیرزمینی و انجام کشت افراطی، موجب شده که توازن هیدرولوژیکی و به‌طور کلی توازن طبیعی در منطقه و تالاب قره قشلاق به هم بخورد. در این مطالعه، در محدوده قره قشلاق، ویژگی‌های آب و خاک و همچنین آب و هوایی قره قشلاق با استفاده از داده‌های میدانی، آزمایشگاهی و گزارش‌های موردبررسی قرار گرفت. برای رسیدن به هدف مطالعه و به منظور بررسی تغییرات محیطی رخ داده در محدوده تالاب قره قشلاق، آمار و اطلاعات مربوط به چاه‌های اطراف تالاب از سازمان‌های مربوطه اخذ و موردبررسی قرار گرفت و برای پر نمودن خلأ در بعضی از داده‌ها از جمله، کیفیت شیمیایی آب و خاک، ۹ چاه دیگر حفاری شد (به دلیل فقدان اطلاعات) و نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گرفت و مقادیر EC، SAR و Ph آن‌ها تعیین گردید. نتایج تجزیه شیمیایی برخی پارامترهای کیفی آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه، نشان داد که از نظر کیفیت آب تمامی چاه‌ها در رده بد قرار دارند و در نمونه‌ها میزان نوسانات EC بالا بوده و این میزان در یکی از نمونه‌ها از ۱۷۰ نیز بیشتر است. بررسی‌ها همچنین در مورد نمونه‌های خاک‌ها برداشت شده نیز نشان داد که در محدوده موردبررسی، غالبیت با خاک‌هایی با بافت ریز و شور است. بررسی دقیق‌تر پوشش گیاهی شوره‌زارهای این منطقه، نشان داد که در اثر خشک شدن تالاب در اثر دخل و تصرف‌های انسانی، پوشش گیاهی شور پسند، جایگزین پوشش گیاهی قبلی شده است.
<b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۴/۱۰/۰۷	
<b>تاریخ بازنگری:</b> ۱۴۰۴/۱۲/۱۵	
<b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۵/۰۱/۱۰	
<b>تاریخ چاپ:</b> ۱۴۰۵/۰۲/۲۲	
<b>واژگان کلیدی:</b> آنتروپوژنیک، آشفتگی‌های محیطی، تالاب قره قشلاق، خشکی تالاب، دریاچه ارومیه.	

**استناد:** ساری صراف، بهروز و بیاتی خطیبی، مریم. (۱۴۰۵). آشفتگی‌های محیطی آنتروپوژنیک در اطراف تالاب قره قشلاق جنوب شرق دریاچه ارومیه. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۶ (۱)، ۷۴-۵۳.

<http://doi.org/10.30488/gps.2026.444500.3729>

## مقدمه

امروزه انسان به عنوان متهم اصلی وقوع تغییرات عمده محیطی در بیشتر نقاط زمین معرفی می‌گردد. تغییرات در محدوده‌های خشکی و آبی و محیط‌های هم‌جوار از پیامدهای بی‌حد و حصر انسان در اکوسیستم‌های طبیعی است. در بین بیشتر اکوسیستم‌ها شاید تالاب‌ها از حساس‌ترین محدوده‌های طبیعی به تغییرات ناشی از دخالت‌های انسان باشند. این اکوسیستم‌ها به هرگونه تغییر در شرایط محیطی، تغییر در دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، عکس‌العمل نشان می‌دهند و تغییر در این اکوسیستم‌ها نیز بر محیط اطراف خود تأثیر می‌گذارد. در دهه‌های اخیر نقش انسان در وقوع آشفته‌گی‌های محیطی در چنین محدوده‌هایی بسیار برجسته‌تر از تغییرات طبیعی در طی زمان است. تغییرات ناشی از دخالت‌های انسان در تالاب‌های هم‌جوار با دریاچه‌های داخلی، به مراتب بیشتر از تالاب‌های هم‌جوار با آب‌های آزاد است.

در ایران، در دو دهه اخیر، خیزش بزرگ در اجرای پروژه‌های سدسازی توسط وزارت خانه نیرو و عدم کارشناسی اصولی در این ساخت‌وسازها موجب شده که توازن هیدرولوژیکی و همچنین طبیعی در محدوده تالاب‌ها به هم بخورد و هم‌زمان با تأثیر تغییرات اقلیمی، موجبات خشک شدن دریاچه و رودخانه‌ها و در نهایت تالاب‌ها فراهم شود؛ سدسازی بر روی رودخانه‌هایی که زاینده تالاب‌ها بودند، درواقع رگ حیاتی تالاب‌ها را قطع کرده و خشکی این محدوده‌ها، بحران‌های زیست‌محیطی مهم‌تری همچون ایجاد زمینه برای توفان‌های شن و نمک را به دنبال داشته است. درواقع یکی از مهم‌ترین بحران‌های محیطی ناشی از خشکی تالاب‌های لب‌شور، مساعد شدن زمین برای ایجاد گرد و غبار باشد. در بخش‌های مختلف دنیا و از جمله ایران و در محدوده موردبررسی، به دنبال خشک شدن تالاب‌ها، مدیریت نامتناسب آب و زمین در رابطه با شرایط خشک‌سالی، تشدید وقوع طوفان‌های گرد و غبار را به دنبال داشته است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹؛ حمزه و همکاران، ۱۳۹۵؛ جمالی و همکاران، ۱۳۹۱؛ صحرایی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Adamo et al., 2022, Shao et al., 2011؛ زندو الماسیان، ۱۳۹۹؛ طائی سمیرمی و همکاران، ۱۳۹۹ و شعاعی و همکاران، ۱۳۹۹). عواقب ناشی از خشک شدن تالاب و خیزش ریز گرد‌ها، علاوه از تخریب اراضی، موجب ایجاد محیط نامناسب زندگی برای ساکنان این مناطق و موجب تهدیدی جدی برای سلامت مردم، وارد آمدن آسیب‌های جدی به اقتصاد و تولیدات کشاورزی و دامداری شده است (درگاهیان و همکاران، ۱۴۰۱؛ روحانی و همکاران، ۱۴۰۰ و منوچهری و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به اهمیت عواقب وخیم خشک شدن تالاب‌ها، شناخت کانون‌های تولید گرد و غبار و یا به‌طور کلی کانون‌های فرسایش بادی، محققین مختلف از زوایا و ابعاد متفاوت چنین پدیده‌هایی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. بعضی از محققین نقش عناصر اقلیمی را مدنظر قرار داده‌اند و با به‌کارگیری مدل‌های مختلف (صلاحی و همکاران، ۱۳۹۸؛ ریوندی و همکاران، ۱۳۹۲؛ کارگر و همکاران، ۱۳۹۵ و حسینی و همکاران، ۱۳۹۷، آبروش و همکاران، ۱۴۰۰؛ Draxler & Hess, 1989; Feng et al., 2010; Hugenholtz et al., 2010) کانون‌های تشکیل و جریان مسیر ریز گرد‌ها را مورد مطالعه قرار داده‌اند و محققین دیگری هم با به‌کارگیری داده‌ها و ابزارهای سنجش از دور این پدیده‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند (آرامی و همکاران، ۱۴۰۰، احمدی و همکاران، ۱۳۹۱؛ حسینی و رستمی، ۱۳۹۷ و Colarco et al., 2023).

در بیشتر قسمت‌های کشور به لحاظ وقوع تغییرات محیطی به دست انسان (آنتروپوژنیک) و طبیعت، کانون‌های فرسایش بادی جدیدی تشکیل شده و یا در حال شکل‌گیری هستند که شناسایی آن‌ها می‌تواند به اتخاذ تدابیر به‌موقع و اصولی منجر شود. امروزه در غرب کشور به دنبال خشک شدن دریاچه ارومیه و خشکی تالاب قره قشلاق و به دنبال آن ایجاد تغییرات در ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی، تغییرات عمده‌ای محیطی در حال وقوع است که یکی از نمودهای مهم این تغییرات، ایجاد کانون‌هایی جدیدی برای فرسایش بادی و تولید گرد و غبارهای خطرناک تبدیل شده است. در

این محدوده از غرب کشور، به دلیل تراکم جمعیت نتایج تشکیل کانون‌های فرسایش بادی می‌تواند منجر به خسارات جبران‌ناپذیری از نظر آلودگی هوا، آب، خاک و سلامت انسان شود.

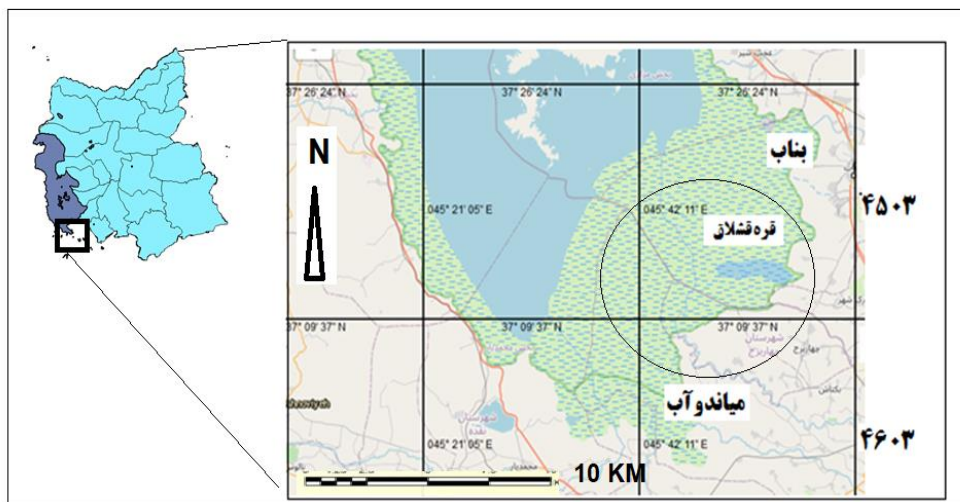
تالاب قره قشلاق، از جمله اکوسیستم‌های حساس شمال غرب محسوب می‌شود که بیشترین آسیب را در سه دهه اخیر متحمل شده و به شدیدترین صورت ممکن، تغییرات آنتروپوژنیک را تجربه کرده است. این تالاب بزرگ‌ترین تالاب آبی خاکی ایران با داشتن بیش از ۱۸۵ گونه از پرندگان وحشی به عنوان یک تالاب بین‌المللی در کنوانسیون رامسر مورد تصویب قرار گرفته است. تالاب قره قشلاق در جنوب پارک ملی دریاچه ارومیه با مساحتی بالغ بر ۴۸ هزار هکتار مابین رودخانه صوفیچای در بناب و زرینه‌رود در میاندوآب واقع شده است. به لحاظ خصوصیات اکولوژیکی و وجود زیستگاه‌های بسیار مناسب به ویژه در مصب رودخانه‌های زرینه‌رود و صوفی چای و با هم‌جواری با دریاچه و همچنین قرارگیری در محل اتصال آب‌های شور دریاچه ارومیه با آب‌های شیرین رودخانه‌های فوق‌الذکر، از تنوع زیستی فوق‌العاده‌ای برخوردار است. تا سال‌های اخیر، وجود اراضی پهناور و دشت‌های جلگه‌ای و وجود گذارهای شور پسند و گیاهان آبی تالابی زیستگاه بسیار مناسبی برای حیات وحش منطقه به وجود آورده بود. اخیراً، وقوع تغییرات در دریاچه ارومیه و تغییرات کاربری در اطراف تالاب، منجر به بروز تغییرات عمده‌ای در این تالاب شده است. با ادامه روند خشکی دریاچه ارومیه طی دهه گذشته (به علت عوامل طبیعی و انسانی)، تعداد زیادی از تالاب‌های اقماری آب شیرین و لب‌شور نیز در اطراف این دریاچه با خشکی مواجه شده‌اند. متأسفانه در اثر اجرای طرح‌های زیربنایی، تغییرات کاربری زمین، آلودگی و کاهش جریان‌های ورودی آب آسیب‌دیده‌اند. این مشکلات، تنوع زیستی این مجموعه تالابی را که از اهمیت بین‌المللی برخوردار بوده، در معرض تهدید قرار داده است و شرایط روستاها و شهرهای پیرامون دریاچه و تالاب‌های اقماری آن را با مشکلات جدی مواجه نموده است. در این پژوهش سعی شده است، اثرات مختلف تغییرات آنتروپوژنیک خشک شدن تالاب قره قشلاق بر ویژگی‌های خاک و آب اطراف تالاب و مساعد شدن منطقه برای ایجاد کانون‌های ریز گرد، تحلیل گردد.

### محدوده مورد مطالعه

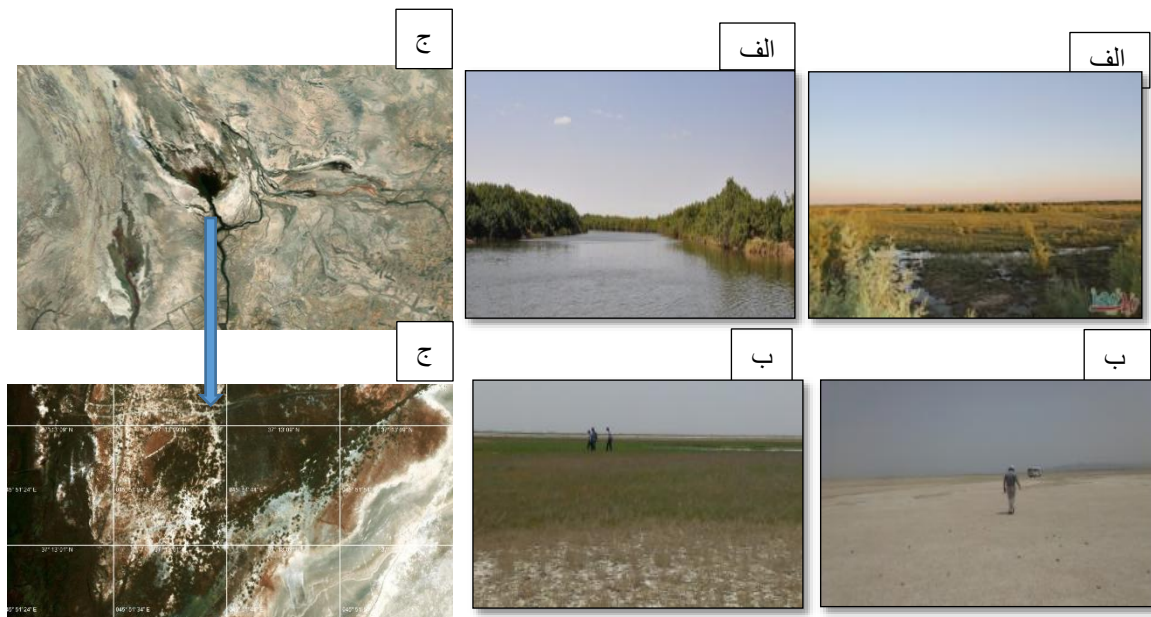
تالاب قره قشلاق در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۳ دقیقه و ۲۵ ثانیه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۵۱ دقیقه و ۳۸ ثانیه طول شرقی در استان آذربایجان شرقی واقع است (شکل ۱). تالاب و منطقه شکار ممنوع قره قشلاق با ۴۸ هزار هکتار مساحت در بین رودخانه‌های دائمی صوفی چای و زرینه‌رود و در حاشیه جنوبی پارک ملی دریاچه ارومیه در جنوب استان آذربایجان شرقی حد فاصل شهرستان‌های بناب، ملکان و میاندوآب قرار دارد. محدوده مورد مطالعه، با مساحت ۱۸۷۵۷/۶ هکتار تنها بخشی از محدوده تالاب را دربرمی‌گیرد (شکل ۱).

وجود ۱۸۵ گونه پرنده بومی و مهاجر، پستانداران متعدد گونه‌های متنوع و نادر گیاهی و آبی تالاب قره قشلاق را به یکی از زیستگاه‌های مهم حیات طبیعی و وحشی تبدیل کرده است. میش مرغ، فلامینگو، درنا، اردک، غاز آنقوت و کبک از جمله پرندگانی بودند که در این تالاب به صورت مهاجر و دائم سکونت داشتند. از گز، نی، نخل مرداب و گیاهان خانواده اسفناج به عنوان گونه‌های شاخص گیاهی تالاب قره قشلاق می‌توان نام برد. در این منطقه به علت شیب اندک زمین‌های اطراف دریاچه ارومیه، تالاب‌های کم‌عمقی در پی پخش شدن آب رودخانه‌ها در حد فاصل دو رودخانه زرینه‌رود و صوفی‌چای پدید می‌آید (شکل ۲). بحرانی‌ترین مناطق تالاب قره قشلاق، در نزدیکی روستاهای قره قشلاق بناب و مجید آباد ملکان می‌باشند. این روستاها بیشتر در معرض ریز گردها و وزش بادهای نمکی از سمت دریا هستند.

روستای قره‌قشلاق در دهستان بناجوی غربی بخش مرکزی شهرستان بناب واقع شده است و شیب زمین در محل روستا، ۰/۴۷ درصد است. روستای مجید آباد نیز در دهستان گاودل غربی بخش مرکزی شهرستان ملکان واقع شده است و شیب زمین در محل روستای مجید آباد ۰/۸۶ درصد است. با توجه به موقعیت طبیعی و جغرافیایی تالاب قره قشلاق در غرب کوهپایه‌های سه‌پند و در جنوب شرقی و شرق دریاچه ارومیه متأثر از دو نوع آب و هوای کوهستانی سه‌پند و اقلیم دریایی دریاچه ارومیه می‌باشد. بیشترین نزولات جوی متعلق به فصل زمستان و بهار است و در تابستان به‌طور کلی بارشی وجود ندارد یا میزان آن بسیار کم است (متوسط بارندگی ۳۰۳ میلی‌متر است). قدیمی‌ترین سازند در این محدوده به سنگ آهک کرتاسه مربوط می‌شود (K1m). بیشترین درصد مساحت به واحد (Qs1) تعلق دارد که در حال حاضر شورزارها هستند و علت گستره زیاد آن پسروری دریاچه می‌باشد. واحد بعدی نیز پادگانه‌های آبرفتی (Qf1t1) عصر حاضر هستند. این منطقه دارای رسوباتی با عمق بیشتر از ۱۰۰ متر است و شیب کمی در حدود یک تا چهار درصد دارد. کلیه اراضی کشاورزی و اماکن مسکونی در این تپ قرار گرفته و خاک این منطقه سنگین و دارای مقدار زیادی املاح است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه



شکل ۲. وضعیت تالاب قره قشلاق: (الف) در سال ۱۳۸۷، (ب) در تیرماه ۱۳۹۴ و (ج) وضعیت امروز قره قشلاق

## روش پژوهش

با عنایت بر اینکه تغییرات محیطی در تالاب قره قشلاق هم در پارامترهای محیطی به‌وضوح نمایان شده و هم خود این پارامترها در تشدید تغییرات رخ داده تأثیرگذار هستند، در این پژوهش سعی شده است آب‌های زیرزمینی، خاک و پوشش گیاهی با استناد به داده‌های سنجش از دور و داده‌های میدانی و آزمایشگاهی موردبررسی قرار گیرد. در این مطالعه به دلیل نقش تغییر در شرایط آب‌های زیرزمینی در وقوع تغییرات شرایط خاک و پوشش گیاهی، سعی شده است از ابعاد مختلف آب‌های زیرزمینی مورد مطالعه قرار گیرد. برای تهیه نقشه تراکم چاه‌های برداشت آب زیرزمینی، آمار چاه‌هایی که با برق یا بدون برق آب‌های زیرزمینی را استحصال می‌کنند، از شرکت‌های آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و توزیع برق استان استعلام و مختصات تعداد ۲۵۹۹۰ حلقه چاه در سیستم تصویر UTM ثبت شد و برای تهیه نقشه کلاس‌بندی شده افت سطح آب زیرزمینی، موقعیت چاه‌های پیژومتری و میزان کاهش سطح آب‌های زیرزمینی به صورت shape file در نرم‌افزار ArcGIS تبدیل شد. برای تهیه و تولید نقشه یکپارچه و منحنی‌های هم‌تراز افت سطح آب‌های زیرزمینی منطقه مورد نظر از روش درون‌یابی وزن دهی معکوس فاصله (IDW) در نرم‌افزار ArcGIS 10.7 استفاده و وزن‌ها و امتیازات لحاظ شده برای رتبه‌بندی افت سطح آب زیرزمینی به روش Natural breaks بر اساس ارزش پیکسل‌ها به پنج قسمت تقسیم‌بندی شد. برای بررسی سطح آب‌های زیرزمینی از داده‌های چاه پیژومتری موجود در محدوده مورد مطالعه در بازه زمانی (۱۳۹۰-۱۳۹۰) استفاده شد. در این تحقیق، برای بررسی کیفیت شیمیایی آب و به دلیل فقدان اطلاعات، در حدود ۹ چاه در منطقه حفاری شد و نمونه آب آن‌ها مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۲) و به منظور بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه، ۹ چاه در اطراف روستاهای قره قشلاق و مجید آباد احداث شد و اقدام به نمونه‌برداری از آن‌ها گردید. سپس نمونه‌ها برای اندازه‌گیری مقادیر Ph، SAR، EC مورد آزمایش قرار گرفت.

جدول ۲. بررسی توزیع و پراکنش مقدار EC آب در نمونه‌های آب برداشت‌شده

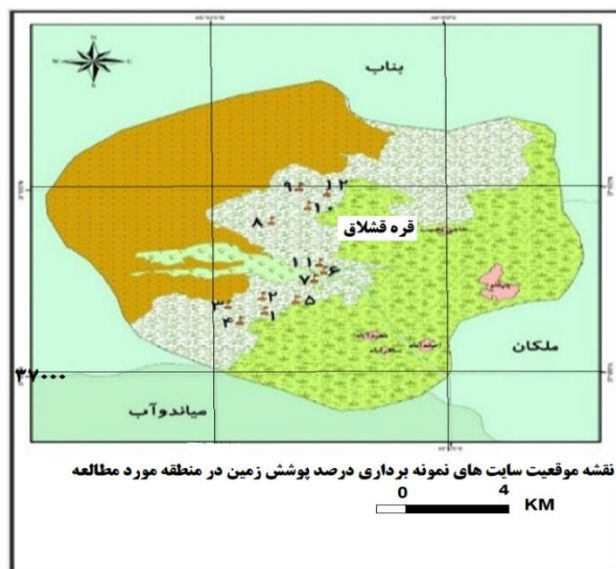
ردیف	نمونه	SAR	PH	EC (ds/m)
۱	غرب روستا	۳۱/۲۵	۸/۱	۱۶/۸
۲	جنوب روستا	۲۱/۱۶	۷	۹/۷
۳	غرب روستا	۲۲/۳۵	۷/۹	۱۶/۷
۴	جنوب روستا	۷۸/۹۵	۷/۰۸	۸/۸
۵	وسط روستا	۲۰/۸۱	۶/۴۴	۴۰
۶	چاه یک مجید آباد	۱۴/۵۵	۷/۳۶	۶/۶
۷	چاه دو مجید آباد	۸۷/۴۰	۶/۷۹	۸۴/۴
۸	چاه سه مجید آباد	۴۵/۱۵	۵/۵۹	۱۳۲/۹
۹	چاه چهار مجید آباد	۱۱/۵۹	۷/۶۱	۴/۵
۱۰	چاه پنج مجید آباد (شرب)	۱۲/۳۷	۶/۶۱	۴/۶

در این پژوهش نمونه‌های گیاهی در واحدهای گیاهی در سطح جمع‌آوری گردید. پوشش گیاهی شوره‌زارهای این منطقه به روش پلات بررسی و نمونه‌های مختلف برداشت و اندازه قطعه نمونه به کمک روش سطح حداقل با استفاده از پلات‌های مستقیم تعیین گردید (شکل ۳). در هر قطعه نمونه ضرایب فراوانی- چیرگی، جامعه‌پذیری و شکل زیستی گونه‌ها مشخص و پس از انتقال نمونه‌ها به هر باریوم دانشگاه تبریز، داده‌های حاصله به روش گونو مورد تجزیه و تحلیل و شناسایی قرار گرفت و در نهایت نام‌گذاری علمی آن‌ها بر اساس قوانین نام‌گذاری جامعه‌شناسی گیاهی انجام گرفت.

در بررسی خاک، علاوه از استفاده از داده‌ها و اطلاعات موجود مربوط به خاک‌های اطراف تالاب قره قشلاق، خاک‌های منطقه به‌طور کلی رده‌بندی شدند. برای بررسی دقیق‌تر خاک و از محدوده‌های موردنظر، ابتدا از ۱۰ نقطه متفاوت و سپس از ۳۴ نقطه دیگر نمونه خاک برداشت شد و مقدار EC,PH,SAR، کربنات نمونه در محیط آزمایشگاهی بررسی و طبق جداول استاندارد میزان شوری خاک تعیین گردید و در نهایت توزیع ویژگی‌ها خاک بر مبنای EC,PH, به صورت نقشه ارائه گردید. با توجه به اهمیت بافت خاک در تغییرات محیطی، بافت ۳۴ نمونه خاک تعیین گردید.



ناحیه	تاج پوشش (%)	پوشش لاشبرگ (%)	پوشش زمین (%)
ناحیه ۱	۳/۸۲	۱/۶۴	۵/۴۶
ناحیه ۲	۷/۸۲۵	۳/۳۷۵	۱۱/۲
ناحیه ۳	۲/۹۸	۱/۵۶	۴/۵۴



شکل ۳. الف) نقشه سایت‌های نمونه‌برداری درصد پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه و ب) تعیین ضرایب چیرگی پوشش گیاهی (سایت ۴) و ت) درصد پوشش با تفکیک سه ناحیه در تیپ ۴



جدول ۳. آمار پلات‌های نمونه‌برداری شده در سایت‌ها

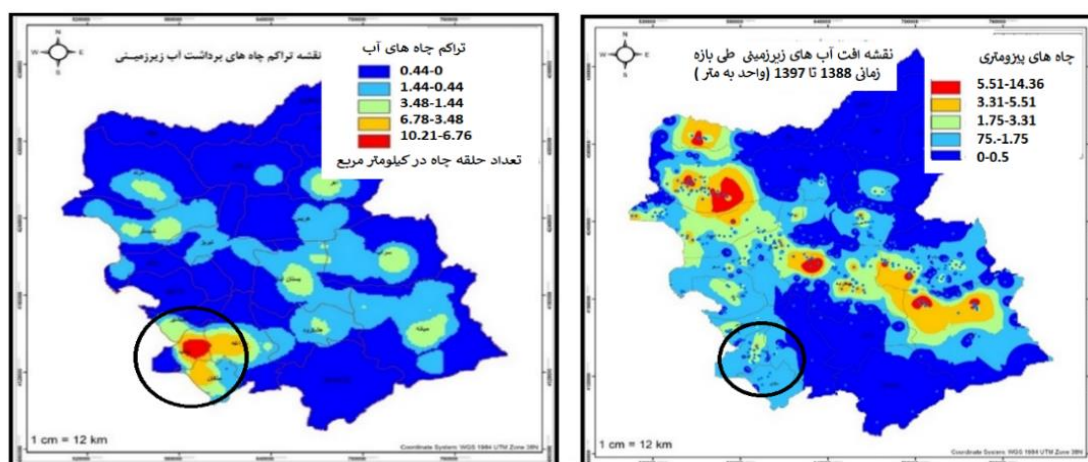
سایت ۶			سایت ۵			سایت ۴			سایت ۳			سایت ۲			سایت ۱			مختصات
584839,4118991	583943,4117513	582171,4116485	581796,4117262	582883,4117696	582945,4116976													
سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	نوع پوشش
۰	۰	۰	۱/۵	۱	۰	۳	۱	۰	۱	۲	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	
۰	۰/۵	۹	۰	۱	۳	۰	۰/۵	۳	۰	۱/۵	۴/۵	۰	۵	۳	۰	۱	۰/۵	۲
۰	۰	۷	۰	۲	۴	۰	۱	۵/۵	۰	۰/۵	۳	۰	۱	۳	۰	۰/۵	۳	۳
۰	۰/۵	۰/۵	۰	۱	۲	۰	۰/۵	۲	۰	۳	۷	۰	۴	۱۰	۰	۰/۵	۶	۴
۰	۰	۳	۰	۰/۵	۳/۵	۰	۴	۸	۰	۱	۴	۰	۲	۴	۰	۰/۵	۳/۵	۵
۰	۲	۳۰	۰	۱	۰	۰	۱/۵	۳	۰	۲	۵/۵	۰	۱	۲	۰	۱	۸	۶
۰	۹	۱۰	۰	۰/۵	۰/۵	۰	۱	۱/۵	۰	۴	۱	۰	۱	۳/۵	۰	۰/۵	۰	۷
۰	۵	۱۶	۰	۱/۵	۶	۰	۲	۹	۰	۵	۱۲	۰	۰	۰/۵	۰	۵	۱۸	۸
۰	۲	۲	۰	۴	۱۱	۰	۰/۵	۰	۰	۲	۶	۰	۰/۵	۲	۰	۳	۴	۹
۰	۴	۲۳	۰	۲	۴	۰	۱	۲/۵	۰	۰/۵	۱	۰	۱/۵	۳	۰	۰/۵	۰/۵	۱
جمع			۰	۲۳	۱/۵	۰	۱۵	۳۵	۰	۱۵	۱/۵	۰	۱۶	۳۱	۰	۱۳	۴۳	
سایت ۱۲			سایت ۱۱			سایت ۱۰			سایت ۹			سایت ۸			سایت ۷			مختصات
584933,4122851	584692,4119348	584321,4122186	584055,4123116	583162,4121435	584535,4118573													
سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	سنگریزه	لاسیبرگ	چاه	نوع پوشش
۰	۰/۵	۱	۰	۱	۸	۰	۱	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰/۵	۱	۰	۱	۸	۱
۰	۱	۳	۰	۵	۲	۰	۰/۵	۷	۰	۱	۰/۵	۰	۱	۳	۰	۱	۱۱	۲
۰	۱	۲/۵	۰	۱/۵	۶	۰	۰	۰/۵	۰	۱	۱	۰	۱	۲/۵	۰	۴	۸	۳
۰	۲	۴	۰	۲	۱	۰	۹	۱۰	۰	۱/۵	۰/۵	۰	۱/۵	۰/۵	۰	۷	۲	۴
۰	۱	۰	۰	۲	۴	۰	۱	۰/۵	۰	۱	۵	۰	۰/۵	۰	۰	۳	۲	۵
۰	۰/۵	۲	۰	۳	۰/۵	۰	۱	۱	۰	۱	۳	۰	۲	۶	۰	۰/۵	۱	۶
۰	۳	۶	۰	۱	۳	۰	۲	۵	۰	۰/۵	۲	۰	۱	۳/۵	۰	۱۱	۹	۷
۰	۲/۵	۰/۵	۰	۰/۵	۰	۰	۴	۱۱	۰	۰	۱	۰	۳	۸	۰	۸	۶	۸
۰	۳	۸	۰	۱/۵	۱	۰	۱	۳	۰	۲	۴	۰	۱	۴	۰	۹	۶	۹
۰	۱۰	۳	۰	۲	۵	۰	۲	۲	۰	۰/۵	۱	۰	۱	۲	۰	۰	۶	۱
جمع			۰	۱۵	۳۰	۰	۱۹	۳۰	۰	۱۵	۱/۵	۰	۱۸	۱/۵	۰	۴۴	۵۹	

یافته‌ها

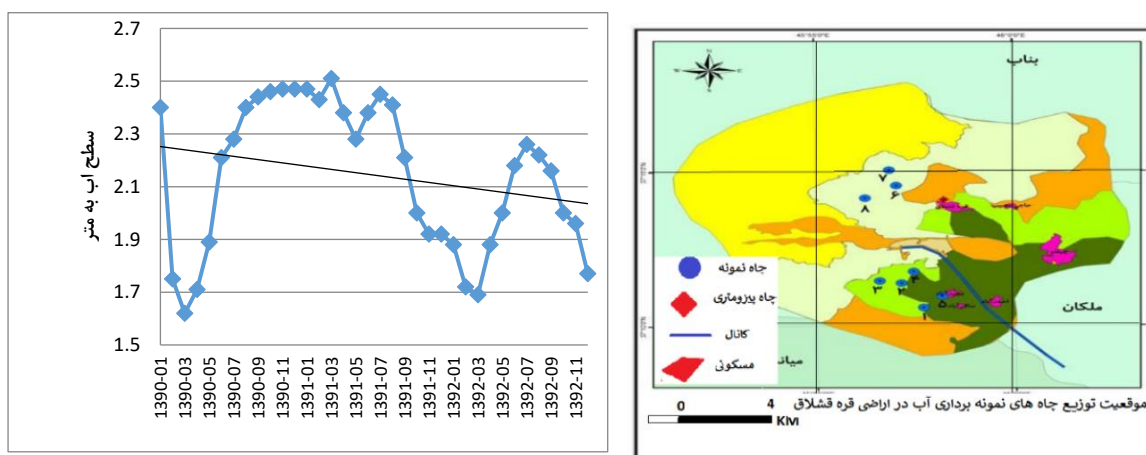
تغییرات در میزان استحصال آب‌های زیرزمین در محدوده مورد مطالعه

بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد که افت سطح آب‌های زیرزمینی یکی از علل عمده خشک شدن تالاب قره قشلاق بوده است. با توجه به استحصال زیاد آب‌های زیرزمینی در کل منطقه شمال غرب کشور، سطح آب‌های زیرزمینی به مقدار قابل ملاحظه‌ای افت داشته است. بررسی نقشه توزیع و تراکم چاه‌های شمال غرب کشور نیز نشان می‌دهد که تراکم توزیع چاه‌های آب در محدوده مورد مطالعه به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایر قسمت‌های استان و منطقه شمال غرب کشور است (شکل ۴). سطح آب چاه پیژومتری موجود در محدوده مورد مطالعه بین سال‌های مورد بررسی، نوسانات زیاد در سطح آب‌ها را نشان می‌دهد. روند نمودار حکایت از این دارد که سطح آب این چاه در سال ۱۳۹۲ نسبت به دو سال قبل افت شدیدی را نشان می‌دهد (شکل ۵) و این افت طبق گزارش‌های همچنان ادامه دارد. بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی برخی پارامترهای کیفی آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه، میزان EC در تمامی چاه‌ها از نظر کیفیت در

رده بد قرار دارند. بیشترین مقدار مربوط به چاه شماره ۳ روستای مجید آباد به میزان ۱۳۲/۹ (ds/m) دسی زیمنس بر متر می‌باشد. کمترین میزان نیز با EC ۴/۵ دسی زیمنس بر متر به چاه شماره چهار مجید آباد اختصاص دارد. از نظر مقادیر SAR آب چاه‌های یک، چهار و پنج مجید آباد در رده آب با کیفیت خوب قرار دارد. آب چاه‌های جنوب و غرب و وسط روستای قره قشلاق در رده متوسط و بقیه نمونه آب‌ها در رده بد می‌باشند. بیشترین میزان SAR به چاه شماره دو مجید آباد مربوط می‌شود. مقادیر Ph موجود در آب‌های چاه‌های نمونه‌برداری شده نیز به استثنای چاه سه روستای مجید آباد با مقدار ۵/۵۹، وسط روستای قره قشلاق به میزان ۶/۴۴ و چاه پنج مجید آباد به میزان ۶/۶۱ که اسیدی می‌باشند بقیه خنثی بوده و آب چاه غرب روستای قره قشلاق تا حدودی قلیایی هست (شکل ۵ و ۶). به منظور ارزیابی آب از نظر طبقه‌بندی کیفی و بر اساس شاخص‌های قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم برای مصارف کشاورزی از نمودار پیشنهادی آزمایشگاه اصلاح اراضی شور وزارت کشاورزی آمریکا (نمودار ویلکوکس) استفاده شد (Todd: 1980, 311). با دخالت دادن این دو شاخص SAR و EC، ۱۶ گروه آب تشخیص داده می‌شود. ۱۶ گروه آب، از نظر کیفیت شیمیایی آب در چهار طبقه قرار می‌گیرند (جدول ۵). نتایج حاصل از بررسی داده‌های آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از طریق نمودار ویلکوکس نشان می‌دهد که آب‌های این منطقه از نظر کیفیت شیمیایی در رده خیلی شور قرار می‌گیرد. چون مقادیر SAR و EC نمونه آب چاه‌های مورد بررسی در گروه آبی C4S4 و C4S3 قرار می‌گیرند (شکل ۶).

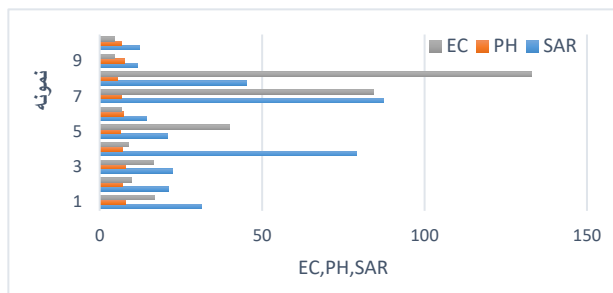


شکل ۴. نقشه افت آب‌های زیرزمینی و نقشه تراکم چاه‌های برداشت آب زیرزمینی



شکل ۵. الف) نقشه موقعیت چاه‌های نمونه‌برداری در اراضی محدوده مورد مطالعه و ب) نمودار سطح آب چاه پیرومتری روستای قره قشلاق (نمودار سمت راست زیر نقشه)

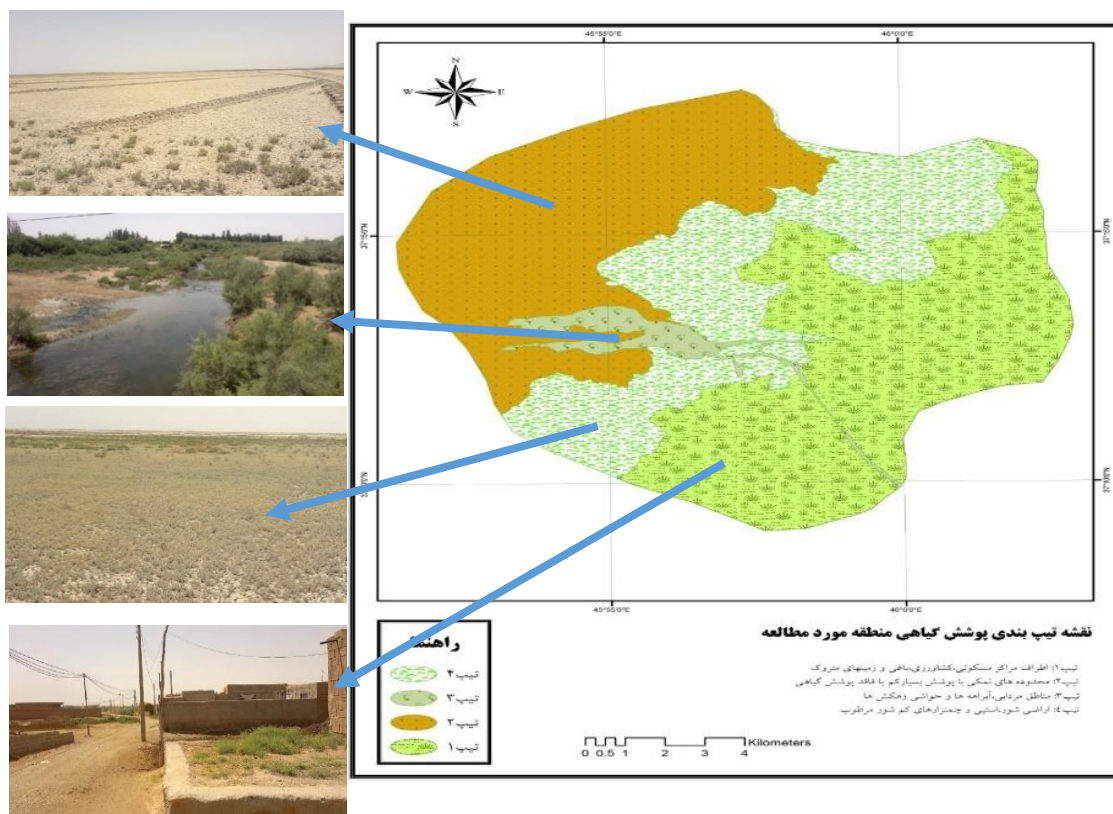
نوع کیفیت آب	گروه آب
شیرین	C1S1
متوسط	C2S1-C2S2- C1S2-
شور	C3S3- C3S2- C3S1- C2S3- C1S3
خیلی شور	C4S1- C4S2- C4S3- C4S4- C3S4- C2S4- C1S4



شکل ۶. الف) مقادیر EC, SAR و Ph چاه‌های مورد بررسی در محدوده مورد مطالعه وب: طبقه‌بندی کیفیت آب آبیاری بر اساس دو شاخص SAR و EC

### تغییر در گونه‌های گیاهی در حاشیه جنوب شرقی دریاچه ارومیه و تالاب قره قشلاق

مطالعه پوشش گیاهی شوره‌زارهای حاشیه جنوب شرقی دریاچه ارومیه قبل از پسروری زیاد آب دریاچه، بیان می‌کند که از نظر پوشش گیاهی تغییرات زیادی در این منطقه صورت گرفته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که علاوه بر کاهش ۲۵ درصدی در تعداد جوامع گیاهی، برخی از آن‌ها به دلیل تغییرات شرایط محیطی با جوامع دیگر جایگزین شده‌اند، اما این جایگزینی نتوانسته کاهش چشمگیر در پوشش گیاهی این منطقه را جبران نماید. از گونه‌های گیاهی که در تالاب قره‌قشلاق به حیات خود ادامه از گز، نی، نخل مرداب می‌توان نام برد. در مطالعات میدانی با توجه به ویژگی‌های گونه‌های غالب و ویژگی‌های سطح زمین منطقه مورد مطالعه به چهار تیپ مختلف تقسیم شد (شکل ۷).



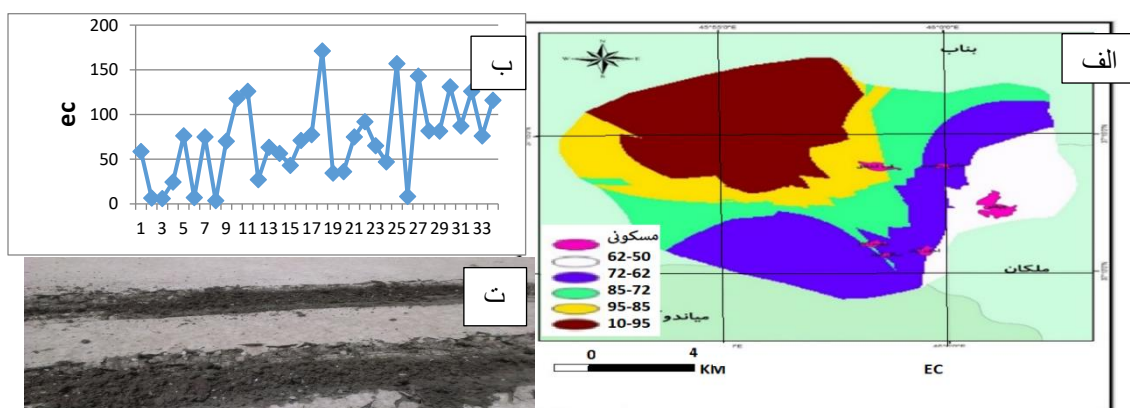
شکل ۷. نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

تیپ ۱، شامل محدوده‌های مسکونی، زمین‌های کشاورزی و زمین‌های متروک، در این محدوده می‌توان به علف‌های هرز و گیاهانی با ترکیب Poaceae, Rapistrum rugosum, tamarix, elaeagnus angustifolia, poa annua, bromus danthonia, bromus tectorum, alopeurus, sinecio,

... Salsola, taraxacum sp, cirsium sp, arnebia, مشاهده نمود. تیپ ۲، مربوط به محدوده‌های نمکی با پوشش بسیار کم یا فاقد پوشش گیاهی است. این محدوده شامل زمین‌های شور و بستر فروکش کرده دریا هستند که به صورت پراکنده دارای گیاهانی مانند گونه شور، چمن شور و شورپای در سطح بستر شور مشاهده می‌شوند. تیپ ۳. در این محدوده ترکیبی از درخت گز، نی و گونه‌های شور دیده می‌شود. محدوده تیپ ۴، اراضی شور، استپی و چمنزارهای کم شور مرطوب، در این محدوده‌ها می‌توان انواع گونه‌های گیاهی شور پسند را مشاهده کرد (شکل ۷).

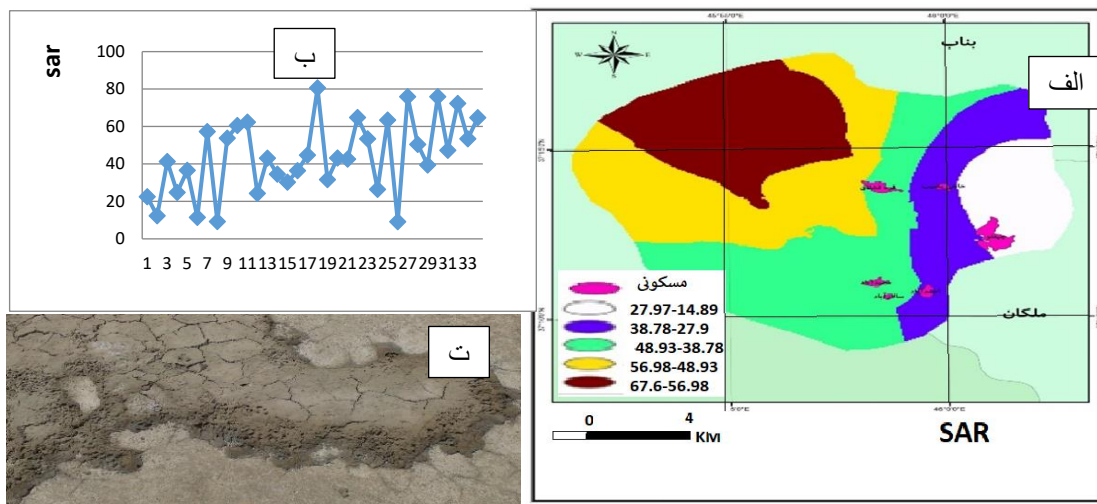
### تغییرات در ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های محدوده تالاب قره قشلاق

ناحیه حوضه دریاچه ارومیه به خصوص اراضی پیرامون دریاچه، متشکل از خاک‌های باتلاقی شور، رسوبی شور و خاک‌های شور قلیایی است. تشکیلات گچی و نمکی واقع در حوضه‌های آبد رودخانه‌های واقع در شرق و شمال دریاچه توأم با مواد رسی رسوبات قرمز و همچنین تأثیر آب شور مجموعاً در تولید خاک‌های شور یا قلیایی و شور و قلیایی و همچنین باتلاقی و مرطوب که محتوی املاح محلول زیادی هستند، تأثیر زیادی داشته است. جلگه‌های زیرین رود - مهاباد و ارومیه از مواد رسوبی می‌باشند. لذا نقاطی که تحت تأثیر آب دریاچه واقع نشده‌اند و سطح آب زیرزمین آن‌ها در عمق مناسبی قرار دارد و از بهترین خاک‌های ناحیه رود به شمار می‌روند. پس از اراضی شور و باتلاقی کنار دریاچه به سمت تراس‌های مرتفع و ارتفاعات، ابتدا خاک‌های مرطوب و بعد خاک‌های رسوبی و سپس خاک‌های تراس‌های مرتفع مرکب از خاک‌های رسوبی قدیمی و خاک‌های براون قرار گرفته و بالأخره خاک‌های براون همراه با لیتوسل و لیتوسل آهکی که حد نهایی خاک‌های ارتفاعات منطقه‌ای را تشکیل می‌دهند، قرار گرفته‌اند بررسی میزان هدایت الکتریکی نمونه‌های برداشت‌شده از محدوده مورد مطالعه شده نشان می‌دهد که میزان نوسانات EC نشان‌دهنده حضور خاک‌هایی با شوری کم تا خاک‌های بسیار شورا است (شکل ۸).



شکل ۸. الف) توزیع مقدار EC خاک در محدوده مورد مطالعه، ب) مقدار EC در نمونه‌های برداشت‌شده: خاک‌هایی که در طبقه بسیار شور قرار گرفته‌اند و ت) نمونه خاک در محدوده طبقه بسیار شور با EC بالاتر از ۱۷۰

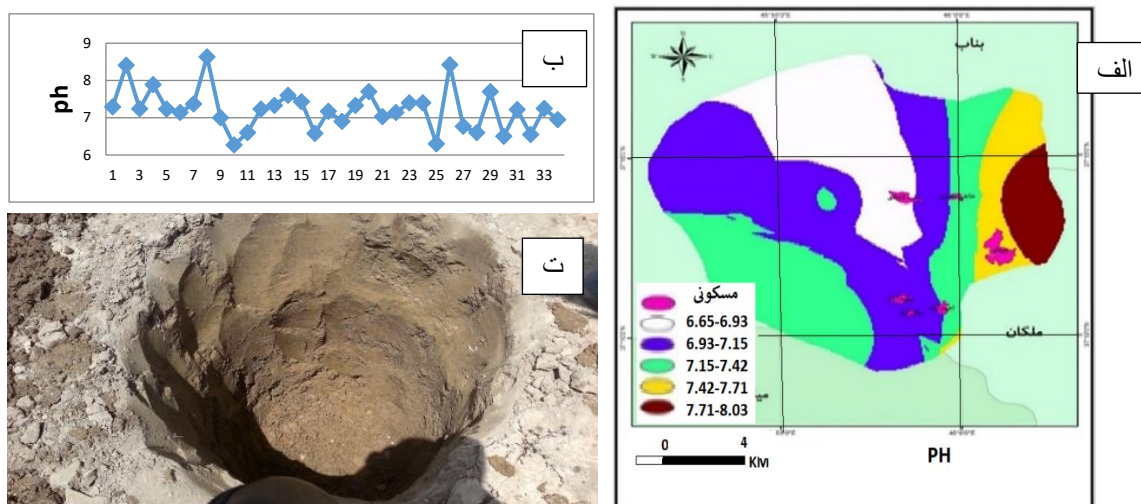
میزان EC در یکی از نمونه‌ها از ۱۷۰ نیز بیشتر است. نقشه طراحی‌شده از نمونه‌های برداشت‌شده و پراکندگی میزان مقدار EC در سطح محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که تقریباً کل منطقه تحت پوشش خاک‌های شور قرار دارد. میزان EC هرچه به طرف شمال غربی پیش می‌رویم زیادتر می‌شود. وسعت چنین خاک‌های در محدوده مورد مطالعه زیاد است. با توجه به نتایج حاصل از تحلیل نمونه‌های خاک‌های مورد آزمایش می‌توان چنین نتیجه گرفت که (شکل ۹) مقدار SAR در بیشتر نمونه‌ها بین ۳۰ تا ۷۰ است. یعنی در این محدوده‌ها با حضور رس‌های قابل تورم، می‌توان انتظار حضور خاک‌های پف کرده را داشت.



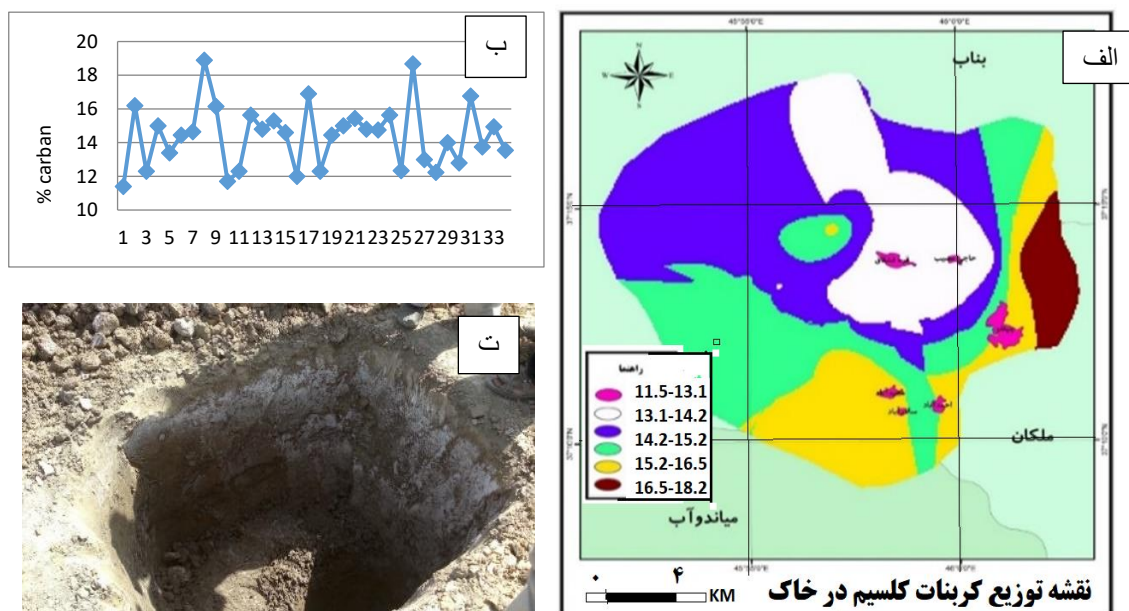
شکل ۹. الف) نقشه پراکندگی میزان SAR در محدوده مورد مطالعه، ب) میزان SAR در نمونه‌ها و ت) خاک‌های پف کرده در نمونه خاک‌هایی که میزان SAR آن‌ها زیاد است (در بالای روستای مجید آباد)

در محدوده مورد مطالعه، در قسمت‌هایی که میزان شوری در نهشته‌های سطحی متشکل از رس‌های حاوی مونتموریونیت افزایش می‌یابد، رس‌های سطحی، حجم بیشتری از آب را نگهداری می‌کنند و میزان آب‌گذری در آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. طبق آزمایش‌های صورت گرفته، در محدوده مورد مطالعه زمانی آماس رس‌ها افزایش می‌یابد که میزان ESP و SAR به بیش از ۱۵ می‌رسد (شکل ۹). در محدوده مورد مطالعه وسعت محدوده خاک‌های پف کرده زیاد است و با عبور و مرور بر روی آن‌ها قشر بالایی شکسته و ریز گردهای زیادی تولید می‌کنند. مقادیر SAR نیز در گستره کلی ۱۰ تا ۲۰ را باید بالقوه خطرناک تلقی نمود (بیاتی خطیبی و کرمی، ۱۳۹۰). مقادیر بزرگ‌تر SAR و (ESP) را می‌توان در خاک‌هایی که میزان رس آن‌ها کم است و یا در خاک‌هایی که رس‌ها حاوی مقادیر کم کانی‌هایی با ویژگی‌های تورمی بالا هستند (مانند اسمکتیت) خطر پف شدن خاک‌ها قابل ملاحظه نیست (بیاتی خطیبی و کرمی، ۱۳۹۰). بررسی پراکندگی میزان SAR در محدوده مورد مطالعه (شکل ۹) حاکی از این است که، میزان تمرکز در بخش‌های شمال غربی بالا است. یعنی در محدوده که پراکندگی خاک‌هایی شدیداً شور و فاقد پوشش گیاهی بیشتر است و صرفاً در مکان‌هایی که امکان استقرار گیاهان بسیار شور پسند وجود دارد. نتایج بررسی میزان PH نیز نشان‌دهنده میزان بالای شوری خاک است. طبق مقادیر درج شده در نمودار ترسیمی از میزان PH در نمونه‌های برداشت شده می‌توان گفت که این میزان در محدوده مورد مطالعه اغلب بیش از ۷ است و بنابراین اغلب خاک‌های محدوده مورد بررسی، از نوع بازی هستند. بررسی نقشه پراکندگی توزیع (شکل ۱۰) PH در سطح منطقه مورد مطالعه نیز حاکی از این است که خاک‌های اسیدی در محدوده‌های مرکزی (حوالی تالاب قره قشلاق) و شمالی بیشتر گسترده شده‌اند. شایان ذکر است که در این خاک‌ها حلالیت آلومینیم، آهن، منگنز افزایش می‌یابد. این ترکیبات در غلظت زیاد می‌توانند برای گیاهان مسموم‌کننده باشد. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که در بعضی از افق‌ها تجمع کربنات کلسیم به مقدار زیاد صورت گرفته و با کاهش مقدار بارندگی این لایه کربناتی نزدیک به سطح زمین انباشته شده است. بررسی نمودارهای ترسیمی از نمونه‌های برداشت شده از منطقه حاکی از این است که مقدار آن در بخش‌های مختلف منطقه دارای نوسانات زیادی است (شکل ۱۰ و ۱۱). نقشه پراکندگی میزان کربنات کلسیم نشان می‌دهد که میزان تمرکز کربنات کلسیم در زمین‌های بالاتر از شهر ملکان و روستای چپقلو بیشتر است و هرچه به طرف روستای قره قشلاق و زمین‌های اطراف آن می‌رویم

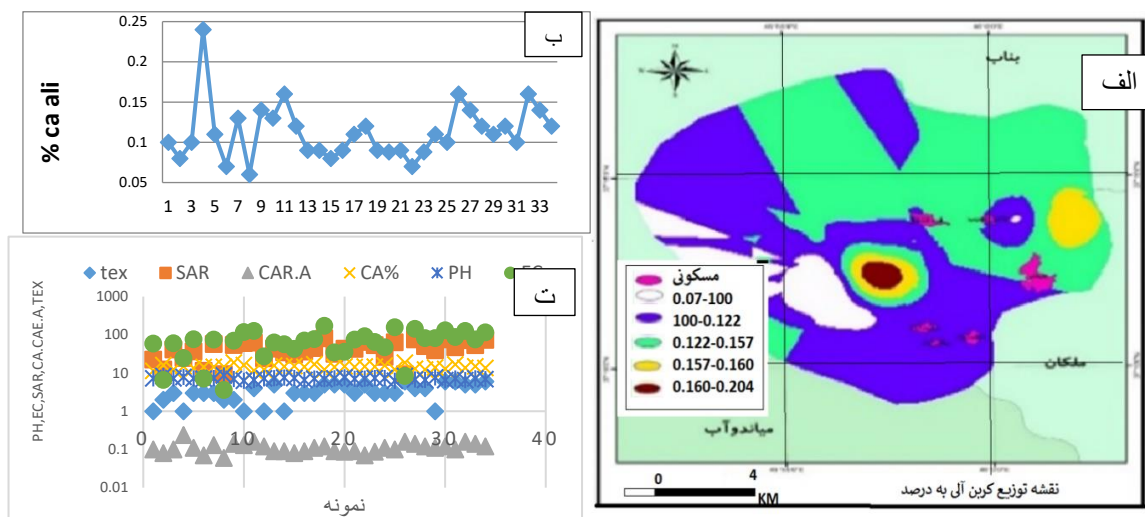
از میزان آن کاسته می‌شود. این امر خود حاکی از این است که خاک این محدوده‌ها در صورت تشدید خشکی، در معرض تخریب خواهند بود. بررسی نمودارهای نمونه‌های برداشت‌شده از منطقه حاکی از این است که مقدار درصد کربن آلی در خاک‌های محدوده موردنظر کمتر از ۵٪ است یعنی خاک‌ها طبق این شاخص از مرغوبیت پایین برخوردارند. بررسی نقشه ترسیمی از میزان درصد کربن آلی (شکل ۱۲) نشان می‌دهد که این عدم مرغوبیت هرچه به طرف بخش‌های شمالی پیش می‌رویم بیشتر می‌شود. مواد آلی خاک که وظایف زیادی بر عهده دارد و به عنوان شاخص نیتروژن محسوب می‌گردند. خاک‌ها در این محدوده از کمبود زیادی برخوردارند.



شکل ۱۰. الف) پراکندگی میزان PH در محدوده مورد مطالعه و ب) میزان PH در نمونه‌های برداشت‌شده از محدوده مورد مطالعه و ت) حضور منگنز در محل نمونه خاک برداشت‌شده در بین مجیدآباد و قره قشلاق



شکل ۱۱. الف) نقشه پراکندگی کربنات کلسیم در محدوده منطقه مورد مطالعه و ب) درصد کربنات کلسیم در نمونه‌های خاک برداشت‌شده و ت) وجود کربنات کلسیم در افق‌های نزدیک به سطح زمین، در نمونه‌های خاک‌های محدوده مورد

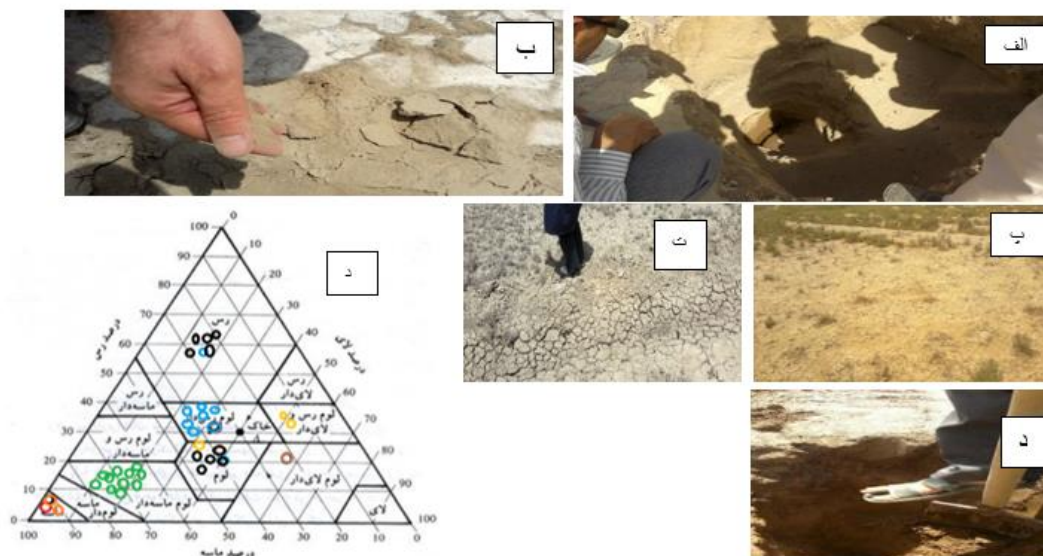


شکل ۱۲. الف) نقشه پراکندگی درصد کربن آلی و ب) درصد کربن آلی در نمونه خاک‌های برداشت‌شده و ت) نتایج آزمایش‌های کلی از نمونه‌های خاک برداشت‌شده در منطقه مورد مطالعه

### ویژگی‌های فیزیکی نمونه خاک‌های برداشت‌شده از منطقه مورد مطالعه

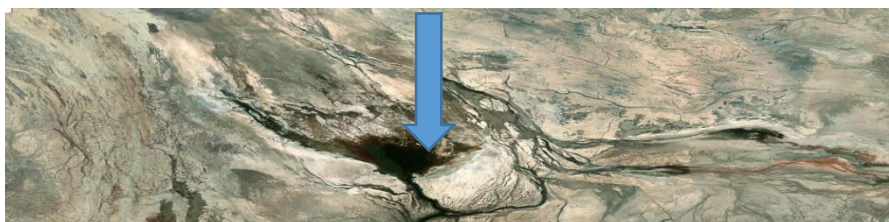
در بیشتر نمونه‌های برداشت‌شده بافت خاک ریزاست. در این خاک‌های ریزبافت، مانند خاک‌های رسی، فضای بین دانه‌های کوچک و ارتباط بین فضاهای خالی وجود ندارد. این امر از قابلیت نفوذپذیری خاک‌ها می‌کاهد. با توجه به تفاوت در میزان نفوذپذیری خاک‌ها به تبعیت از نوع بافت، در خاک‌های ماسه‌ای، لومی، سیلتی و لومی مقدر آب در خاک متفاوت است (شکل ۱۳).

بخشی از نمونه‌های برداشت‌شده دارای بافت لومی هستند. لوم‌ها، دارای بهترین ترکیبات فیزیکی و شیمیایی برای رشد گیاهان و کشت محصولات هستند. زهکشی آب‌های موجود در آن‌ها به سبب بافتی که دارند، به آسانی صورت می‌گیرد. مواد مغذی موجود در آن‌ها برای رشد گیاهان در حد مناسب است و با توجه به حضور پوشش گیاهی در سطوح آن‌ها، چنین خاک‌هایی استعداد کمتری به فرسایش از خود نشان می‌دهند. بنابراین اگر این نوع خاک‌های منطقه در معرض شوری قرار نگیرند فرسایش بادی از خود مقاومت نشان دهند. با توجه به بررسی میدانی و عنایت به خود ویژگی‌های بافت خاک‌های می‌توانند در مقابل حاوی شن‌های ریز و محتوی سیلت‌ها می‌توان گفت که این نوع خاک‌ها، به فرسایش مستعد هستند. این خاک‌ها می‌توانند به عنوان منشأ ریزگردها عمل کنند (شکل ۱۵، پ). در خاک‌های رسی منطقه، مواد مغذی برای رشد گیاهان مناسب است، اما زهکشی در آن‌ها ضعیف بوده و در شرایط مرطوب به سادگی به باتلاق و در شرایط خشکی، به زمین‌های سخت و کلوخه‌ای تبدیل می‌شوند.



شکل ۱۳. الف) بافت خاک در نمونه برداشت شده از نزدیکی روستای قره قشلاق، ب) نمونه خاک ریزبافت در نزدیکی روستای مجید آباد و پ) خاک‌هایی با دارای بافت شن ریز و مستعد به تولید ریز گردها (نزدیکی روستای قره قشلاق)، پ) خاک‌های رسی مستعد به تبدیل به زمین‌های سخت (نزدیکی روستای مجید آباد، ت) خاک‌های بافت ریز و کلوخه‌ای بین روستای قره قشلاق و تالاب، د) بافت نمونه خاک‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه

بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که امروزه دیگر رمقی در تالاب باقی نمانده و به غیر از یک محدوده بسیار کوچک که محل رویش نیزارهاست، این تالاب نمی‌تواند به عنوان یک اکوسیستم تالاب زنده ایفای نقش کند (شکل ۱۴). با توجه به این واقعیت تلخ و برای جلوگیری از فاجعه خیزش ریز گردها به نظر می‌رسد که باید به اقداماتی دست زد.

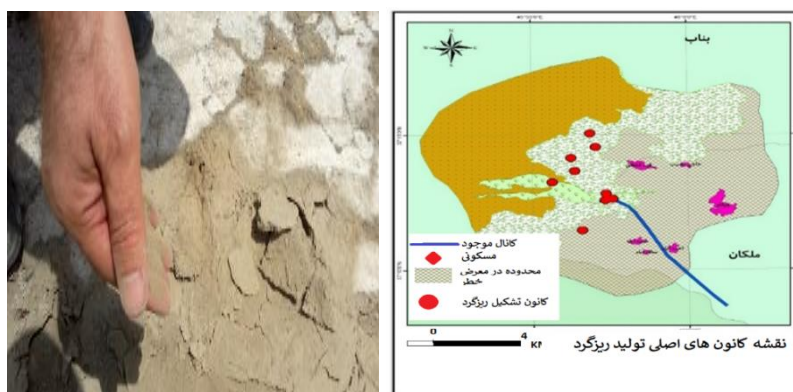


شکل ۱۴. شرایط کنونی تالاب قره قشلاق (ناسا، ۲۰۲۴)

با توجه به تجربیات حاصل از بازدیدهای میدانی، شناسایی وضعیت و نوع پوشش گیاهی و همچنین تجزیه و تحلیل‌های آزمایشگاهی می‌توان پیشنهادهایی را به صورت زیر ارائه نمود:

- اراضی تیپ ۴ در محدوده مورد مطالعه با پوشش گیاهی کم و اغلب شور پسند و به صورت پراکنده پوشیده شده‌اند. بخشی از این محدوده تحت عملیات فارو قرار گرفته‌اند. در این محدوده می‌توان پشته‌ها و نبکاهایی را ایجاد کرد که به مرور پوشش گیاهی استقرار و به تثبیت ریز گردها کمک کند. در بخش‌هایی از این محدوده که امکان ایجاد کانال‌های آب (حتی کم‌عمق) و رساندن آب وجود داشته باشد، می‌توان به توسعه درختان گز و گیاه نی و همچنین گونه‌های شور پسندی مانند قلیا که می‌توان از آن به‌طور اقتصادی هم بهره‌برداری نمود اقدام نمود. شایان‌ذکر است که در محدوده مورد مطالعه، ایجاد کانال به ایجاد اکوسیستم متفاوت منجر شده است که می‌توان با ایجاد چند کانال، چنین شرایطی را در محدوده توسعه داد. در محدوده‌هایی که پوشش گیاهی شور پسند به صورت پراکنده وجود دارد، مانند گونه‌های شور، با

استفاده از با تقویت پوشش گیاهی می‌توان تا حدودی از فرسایش بادی و تشدید این گرد و غبارها کاست. زیرا که گیاهان زبری سطح را افزایش داده و در نتیجه سرعت باد را کاهش می‌دهند؛ سیستم ریشه گیاهان ذرات خاک را به هم چسبیده نگه داشته و با ایجاد سایه، رطوبت خاک را به‌طور موقت افزایش می‌دهند و بدین ترتیب قشر سطحی و خاک را تثبیت کرده و از حرکت بازمی‌دارد. گیاهانی که برای تثبیت تپه‌ها انتخاب می‌شوند، باید به خشکی مقاوم و اثر تثبیت‌کننده قوی داشته باشد. بهترین گیاهان، گیاهانی هستند که به صورت تک‌تک در روی ماسه‌های موردنظر روییده و با شرایط آن منطقه سازگار است. از خصوصیات این مناطق اغلب وجود آب در عمق کم است. خاک غالباً تا فاصله ۴۰-۵۰ سانتی‌متری از سطح زمین مرطوب است و در عمق ۲ تا ۳ متری یا کمی بیشتر به آب می‌رسد. برای جلوگیری از پیشروی شوره‌زارها و ممانعت از فرسایش خاک از گیاهان دیگری مانند گز، خارشتر، افاقیا اسکمبیل و.. که به شوری و خشکی مقاوم‌اند استفاده می‌شود. بهترین و بیشترین اثر را در تثبیت ریز گردها دارد. برای افزایش پایداری سطح خاک، علاوه بر پوشش گیاهی و بقایای محصول می‌توان از پوشش‌های مصنوعی مانند شن خیلی درشت، سنگریزه ریز، فیبر و مواد مشابه استفاده نمود. بر اساس اطلاعات حاصل از آزمایش‌های خاک، تجربیات میدانی و با استناد به ویژگی‌های نوع بافت سطحی خاک‌های محدوده مورد مطالعه (تعیین نوع بافت نمونه‌های برداشت‌شده) می‌توان نتیجه گرفت که با عنایت به تغییرات زیادی که در شرایط محیطی صورت گرفته، محدوده مورد مطالعه به یکی از کانون‌های اصلی تولید ریز گرد تبدیل شده است. کانون‌های اصلی تولید ریز گرد در منطقه به صورت نقشه (شکل ۱۵) قابل تعیین و معرفی است.



شکل ۱۵. نقشه کانون اصلی تولید ریز گرد در منطقه مورد مطالعه با خاک‌های تولیدکننده ریز گردها

بستر خشک‌شده تالاب قره قشلاق و دریاچه ارومیه امروزه به محل و مکان انتشار ریز گردها تبدیل شده است با توجه به بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی می‌توان برای کاهش اثرات فرسایش بادی راه‌حل‌های زیر پیشنهاد نمود:

#### ۱- کورت بندی چشمه‌های انتشار ریز گردها و سرازیر کردن آب رودخانه در بین آنها

در این روش می‌توان با شناسایی چشمه‌های اصلی ریز گرد در منطقه موردنظر از محل اتصال رودخانه (مردوق چای یا زرینه‌رود) به بستر دریاچه سه یا چهار کورت با دیواره‌هایی به ارتفاع نیم متر به موازات شیب منطقه ایجاد نمود و بدین ترتیب در فواصل زمانی مشخصی حجم زیادی از آب رودخانه (به منظور جریان سریع و پخش آب در کل محدوده کورت) به داخل کورت‌ها هدایت می‌شود و تا زمان وجود آب و مرطوب بودن خاک سطح زمین تثبیت ریز گردها تضمین می‌شود.

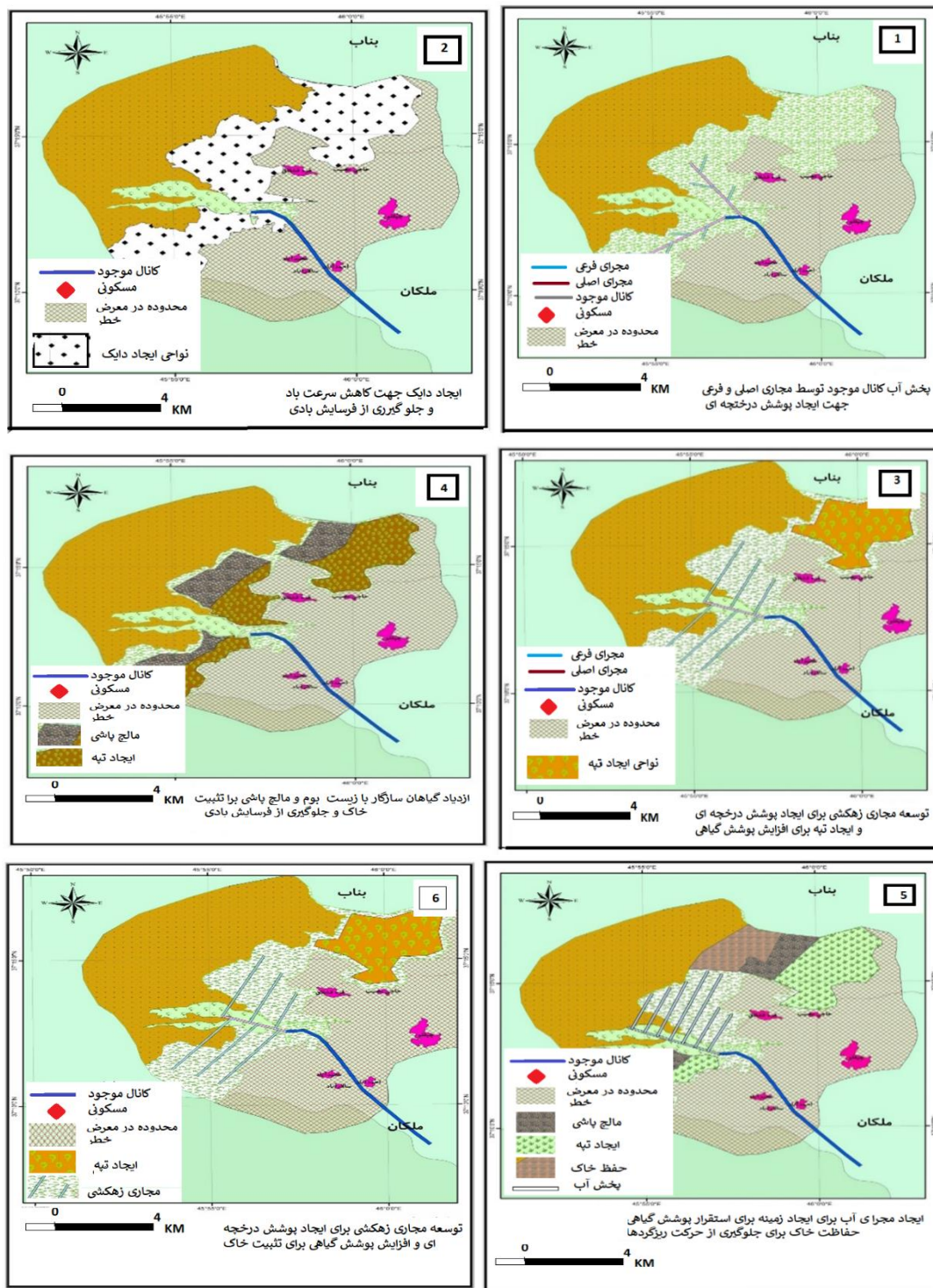
#### ۲- ایجاد مانع در مقابل بادهای شدید در سطح زمین از طریق احداث دیوارهای گلی (دایک)

ازجمله اقدامات مکانیکی مهم در تثبیت ریز گردها در مناطقی که با وزش بادهای شدید مواجه هستند احداث دیواره‌هایی به عنوان مانع در مقابل وزش باد می‌باشد. احداث این دایک‌ها ضمن کاهش سرعت وزش باد در سطح زمین

باعث می‌گردد ذرات خاک در پشت دیواره‌ها جمع شده و پخش نگردد، همچنین باعث کاهش میزان تبخیر از سطح زمین می‌گردد.

### ۳- افزایش میزان پوشش گیاهی

پوشش گیاهی ممکن است به صورت بوته، درختچه، درخت و یا گیاهان مرتعی باشد. پوشش گیاهی به طرق مختلفی در تثبیت شن‌ها مؤثر است.



شکل ۱۶. پیشنهادها در محدوده قره قشلاق برای تثبیت خاک و جلوگیری از ریزگردها (شماره نقشه‌ها منطبق با شماره پیشنهادها است)

#### ۴- تثبیت شن‌های روان به وسیله مواد پوشاننده سطح

استفاده از مالچ شنی و سنگریزه‌ای به دلیل عدم وجود پوشش سنگ و سنگریزه در محدوده مورد مطالعه و همچنین سازگاری با اکوسیستم منطقه و عدم محدودیت‌هایی مانند حرکت دام در مراتع برای تثبیت قسمتی از منطقه توصیه می‌گردد.

#### ۵- تلفیق عملیات بیولوژیکی و مکانیکی

در مرکز منطقه مورد مطالعه با توجه به وجود کانال زه‌کشی عملیات پخش آب کانل جهت ازدیاد پوشش درختچه‌ای پیشنهاد می‌گردد. در قسمت‌های شمالی و جنوبی عملیات اصلاحی به سه منطقه تقسیم می‌گردد. در نواحی نزدیک به مراکز سکونت عملیات کپه کاری جهت ازدیاد پوشش گیاهی سازگار با منطقه، پس‌از آن، استفاده از پوشش شنی و سنگریزه‌ای و نواحی بعد از آن حفاظت قشر سفالی شده سطح خاک پیشنهاد می‌گردد.

۶- توسعه مجاری زهکشی برای توسعه درختچه که این روش نیز برای توسعه پوشش گیاهی شور پسند مناسب به نظر می‌رسد.

### بحث

در سه دهه گذشته سدهای بی‌شماری بر روی رودخانه‌های منتهی به دریاچه ارومیه بسته شده است. در بین این رودخانه‌ها، نزدیک به نیمی از تأمین آب دریاچه مربوط به زرينه‌رود است (۴۰ درصد) که در تغذیه تالاب نیز نقش اولیه داشته و در شرایط کنونی، برای تأمین آب شرب تبریز مورد استفاده قرار می‌گیرد، علاوه بر این، استحصال زیاد آب‌های زیرزمینی برای تأمین آب، تغییرات کاربری زمین از مرتع به کشت، باعث افت شدید آب‌های زیرزمینی شده که بخشی از تأمین‌کننده آب برای تداوم حیات تالاب بوده است. خشک شدن بستر رودخانه‌های منتهی به دریاچه و خشک شدن تالاب‌ها بستر خشک همراه با خاک شور با بافت ریز را برجای گذاشته است که به این محدوده‌ها به کانون‌های زایش گرد و غبار و محل‌های بحرانی و تهدیدکننده سلامت تبدیل شده‌اند. بافت خاک به‌طور کلی ریز بوده و به صورت پراکنده لکه‌های نم‌کار در آن‌ها مشاهده می‌شود. محدودیت‌های اصلی این اراضی نیز عبارت از تراز بالای آب زیرزمینی، زهکشی ضعیف، شوری بسیار زیاد و قلیایی است. این اراضی معمولاً از آب اشباع می‌مانند و با ادامه روند کاهش آب دریاچه و خشک شدن کامل آن بستر دریاچه به کانون تولید ریز گردها تبدیل شده است. طبق بازدیدهای میدانی می‌توان گفت که خاک‌های خیلی شور و شورزارها از تنوع ریخت شناختی، فیزیکی و شیمیایی زیادی برخوردار هستند. همین مسئله موجب می‌شود که راه‌کارهای تثبیت ریز گردها حتی در بخش کوچکی بسیار متنوع باشد. نوع بافت خاک، تعیین‌کننده میزان اکسیژن در خاک، میزان و نحوه جابجایی آب در خاک، میزان نفوذ ریشه در خاک و همچنین تعیین‌کننده فرسایش پذیری خاک‌ها است (بیاتی خطیبی و کرمی، ۱۳۹۰). بافت خاک به‌طور مستقیم بر ویژگی‌های هیدرولوژیکی، بیولوژیکی و فیزیکی خاک‌ها تأثیر می‌گذارد. بررسی بافت نمونه‌ها نشان می‌دهد که بافت خاک، شنی، لومی رسی، لومی سیلتی است. محدوده‌هایی با خاک‌های دارای بافت‌های لومی و رسی بیشترین محدوده‌های تولید ریز گردها هستند. بررسی کانون‌های اصلی تولید ریز گردها نشان می‌دهد که این کانون‌ها دقیقاً در محدوده‌هایی قرار گرفته‌اند که قشر محافظ سطحی بسیار نازک و با اعمال کوچک‌ترین آشفتگی قشر به‌هم‌ریخته و ریز گردها را در اختیار جریان‌ات قرار می‌دهد. این نوع خاک‌ها در بخش سطحی دارای بافت ریز بوده و توسط بادهای نه‌چندان قوی می‌توانند از سطح جدا شده و در جهت جریان‌ات به بخش‌های اطراف پخش گردند. نتایج این مطالعات با پژوهش‌های صورت گرفته توسط جمالی و همکاران (۱۳۹۹) و آرامی و همکاران (۱۴۰۰) در بخش‌های مختلف ایران، به خصوص در جنوب که بیشترین تغییرات را تجربه کرده است، هم‌خوانی دارد.

## نتیجه‌گیری

امروزه با خشکی محیط و عقب‌نشینی دریاچه ارومیه تالاب قره قشلاق به صورت یک اکوسیستم تالابی مثل گذشته عملکردی ندارد و در این شرایط، تالاب بسیار آسیب‌پذیر گردیده و درعین حال آسیب‌رسان شده است. در طی سال‌های اخیر و تداوم خشک‌سالی بخش اعظمی از گیاهان مرتعی، گز زارهای تالاب را خشک نموده و با به هم خوردن تعادل طبیعی تالاب و پایین رفتن سطح ایستایی آب‌های منطقه و غیر فعال شدن باکتری‌های خاک و افزایش غلظت شوری خاک و همچنین لخت و عریان شدن سطح تالاب، فرسایش بادی به یک تهدید عمده منطقه اطراف تبدیل شده است. تالاب قره‌قشلاق به عنوان بزرگ‌ترین تالاب آبی خاکی ایران به لحاظ خصوصیات اکولوژیکی و وجود زیستگاه‌های بسیار مناسب به ویژه در مصب رودخانه‌های زرينه‌رود و صوفی چای با دریاچه و اتصال آب‌های شور دریاچه ارومیه با آب‌های شیرین رودخانه‌های فوق‌الذکر همین طور وجود اراضی پهناور آن و دشت‌های جلگه‌ای و وجود گزراه‌ای شور پسند و گیاهان آبی تالابی مقاوم به آب‌های شور و همین طور اراضی کشاورزی روستاهای اطراف منطقه به نوبه خود زیستگاه بسیار مناسبی برای حیات وحش منطقه محسوب می‌شود. از جمله ویژگی‌های بسیار مهم تالاب قره قشلاق موقعیت جغرافیایی و قرار گرفتن آن در جنوب و جنوب شرقی دریاچه ارومیه بود. زمانی که دریاچه از حالت متعادل خارج شد و محدوده آن به شدت تحت کاربری‌ها غیراصولی قرار گرفت، این تالاب نیز تحت تأثیر قرار گرفت. بررسی‌ها نشان داد که افزایش در استحصال آب‌های زیرزمینی و تعداد چاه‌های برداشت آب، تالاب را به وضعیت وخیمی دچار نموده است و ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آب و خاک‌های محدوده موردبررسی تغییر یافته است. بررسی‌های میدانی نشان داد که در بعضی از افق‌ها تجمع کربنات کلسیم به مقدار زیاد صورت گرفته و با کاهش مقدار بارندگی این لایه کربناتی نزدیک به سطح زمین انباشته شده است و در طول زمان از مرغوبیت خاک کاسته‌اند. نتایج بررسی میزان EC, SAR, PH, نیز نشان داد که میزان شوری خاک افزایش یافته است. طبق مقادیر حاصل از بررسی شاخص‌های شوری نشان داد که میزان PH در نمونه‌های برداشت شده اغلب بیش از ۷ است و بنابراین اغلب خاک‌های محدوده موردبررسی بازی هستند. به عبارت دیگر این‌گونه خاک‌ها فقط زمینه را برای رشد گیاهان شور پسند فراهم می‌کنند. بررسی نقشه پراکندگی توزیع PH در سطح منطقه نیز نشان داد گستره خاک‌های اسیدی در محدوده‌های مرکزی (حوالی تالاب قره قشلاق) و شمالی بیشتر است. این امر باعث شده است که گیاهان شور پسند در محدوده موردبررسی مستقر شوند و از تراکم پوشش گیاهی به مقدار قابل توجهی کاسته شود و خاک‌های ریزبافت بیشتر در معرض فرسایش بادی قرار گیرند. با توجه به نتایج حاصل از بررسی‌های صورت گرفته می‌توان نتیجه گرفت که با شرایط حاکم بر تالاب قره قشلاق چندان امیدی برای احیای آن وجود ندارد، ولی می‌توان با اعمال اقداماتی و اتخاذ تدابیری تثبیت خاک، توسعه پوشش گیاهی و در نهایت از جریان ریزگردها تا حدی جلوگیری نمود.

## حامی مالی

این اثر حامی مالی ندارد.

## سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمامی بخش‌ها و مراحل پژوهش سهم برابر دارند.

## تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با انتشار این مقاله ندارند.

## تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

## منابع

- آبروش، صمد؛ محمدخان، شیرین؛ ثروتی، محمدرضا و قهرودی، منیژه. (۱۴۰۰). مسیریابی و بررسی روند حرکت منابع تولید گرد و غبار در شکل‌گیری تپه‌های ماسه‌ای با استفاده از مدل HYSPLIT مطالعه موردی: شرق استان قم. نشریه مرتع و آبخیزداری، ۷۴(۲)، ۲۸۶-۲۷۳.
- آرامی، علی؛ کریمی سنگچینی، ابراهیم و دیناروند، مهری. (۱۴۰۰). ردیابی طوفان‌های شدید گرد و غبار در جنوب غرب ایران با استفاده از مدل HYSPLIT. کاربرد سیستم‌اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه‌ریزی، ۱۳(۱)، ۱۳-۲۸.
- بیاتی خطیبی، مریم و کرمی، فریبا. (۱۳۹۰). ژئومورفولوژیکی خاک. تهران: انتشارات سمت.
- پاکزاد، حمیدرضا؛ پسندی، مهرداد؛ رومیانی، ادشیر و کمالی، مهدی. (۱۳۹۳). بررسی توزیع فلزات سنگین Ni، Cr، Sr، Cu و Zn در رسوبات دانه ریز تالاب انزلی. فصلنامه علوم محیطی، ۱۲(۲)، ۱۹-۳۰. <https://doi.org/10.1001.1.10258620.1390.37.57.6.4.30-19>
- نبی بید هندی، غلامرضا؛ جوانمرد، سهیلا؛ زهتابیان، غلامرضا و موسوی، معصومه. (۱۴۰۰). کاربرد مدل‌های WRF-Chem و HYSPLIT در بررسی کانون و مسیر گرد و غبار (مورد مطالعه: طوفان گرد و غبار سپتامبر ۲۰۱۵ در کلان‌شهر تهران). نشریه علوم جوی، ۴(۱)، ۳۰-۴۴.
- جمالی، علی‌اکبر؛ قانع عزآبادی، نرگس و اژدر، سوسن. (۱۳۹۹). کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در بررسی تغییرات غبار طی ۴۰ سال اخیر در نواحی غرب و جنوب غرب کشور و همسایه‌های ایران و ارتباط آن با باد و پوشش گیاهی. چهارمین کنفرانس ملی حفاظت خاک و آبخیزداری، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.
- عبدلی، محمدم و پناهنده، محمد. (۱۳۹۹). بررسی روند تغییرات پوشش محدوده مرتبط با تالاب انزلی به کمک فناوری سنجش از دور و چارچوب مفهومی DPSIR. فصلنامه علوم محیطی، ۱۸(۴)، ۱۲۵-۱۴۰. <https://doi.org/10.52547/envs.18.4.125.140-125>
- علیدادی، سمانه و جعفری، رضا. (۱۴۰۰). شناسایی و پهنه بندی گرد و خاک بیابانی با استفاده از داده‌های سطح یک مودیس و شاخص‌های AOD و AI در جنوب غربی ایران. مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، ۱۰(۳۳)، ۵۳-۶۰. [doi: 10.22052/deej.2021.10.33.39](https://doi.org/10.22052/deej.2021.10.33.39)
- درگاهیان، فاطمه؛ پورهاشمی، مهدی و رضوی زاده، سمانه. (۱۴۰۱). ارزیابی وقوع، ردیابی و منشاء پدیده گرد و غبار در سایت‌های پایش زوال جنگل‌های زاگرس استان چهارمحال و بختیاری. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۹(۲)، ۸۷-۱۰۲. <https://doi.org/10.1001.1.24237892.1401.9.2.6.4>
- رجبی، معصومه و بیاتی خطیبی، مریم. (۱۳۹۰). ژئومورفولوژی شمال غرب ایران. تبریز: انتشارات دانشگاه تبریز.
- صالحی، صادق و غلامدوست اشکیکی، عاطفه. (۱۳۹۲). ارزیابی مدل مدیریت مشارکتی تالاب‌ها از نظر جامعه محلی (مطالعه موردی: تالاب انزلی، گیلان). فصلنامه علوم محیطی، ۱۱(۵)، ۱۰۵-۱۱۸.
- فیلی، یوسف. (۱۳۸۹). بررسی فشارهای احتمالی بالا آمدن آب خزر بر محیط‌های طبیعی تالاب انزلی در شمال ایران. فصلنامه علوم محیطی، ۳(۱۲)، ۱۰۲-۹۱.
- مقدس داریوش؛ عبدلی، اصغر؛ حسن‌زاده، بهرام و رحمانی، حسین. (۱۴۰۰). ارزیابی خطر مهاجم شدن گونه غیربومی *Gervais1848)Coptodon zillii* در تالاب انزلی با استفاده از مدل AS - ISK. فصلنامه علوم محیطی، ۱۸(۱۰)، ۲۵۵-۲۷۰. <https://doi.org/10.29252/envs.18.2.255.270-255>
- ناعمی تبار، مهناز و زنگنه اسدی، محمدعلی. (۱۴۰۱). بررسی آنومالی‌های حرارتی و رطوبتی بین زمان حال و پلیوسون و بازسازی شرایط اقلیمی با استفاده از شواهد ژئومورفیک مطالعه موردی: ارتفاعات شمالی بینالود. مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۱۲(۲)، ۹۹-۱۱۵. <http://doi.org/10.30488/GPS.2022.273894.3369>

ایرانی، طیبیه؛ عبقری، هیراد و رسولی، علی‌اکبر. (۱۴۰۲). تحلیل ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی و سنجش‌های سیمای سرزمین مطالعه موردی، حوزه آبخیز گدارچای. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۴(۱)، ۱۶۵-۱۸۸.  
<http://doi.org/10.30488/GPS.2023.406594.3662>

## References

- Abdoli, M., & Panahandeh, M. (2019). Investigating the trend of changes in the area cover related to Anzali Wetland using remote sensing technology and the DPSIR conceptual framework. *Quarterly Journal of Environmental Sciences*, 18(4), 125-140. <https://doi.org/10.52547/ENVS.18.4.125> [In Persian]
- Abroosh, S., Mohammad Khan, S., Tharvati, M., & Ghahrudi, M. (2021). Water path and investigation of the movement process of dust generation sources in the formation of sand dunes using the HYSPLIT model (Case study: East of Qom province). *Rangeland and Watershed Management Journal*, 74(2), 273-286. [In Persian]
- Adamo, N., Al-Ansari, N., Sissakian, V., Fahmi, K., & Abed, S. (2022). Climate change: Droughts and increasing desertification in the Middle East, with special reference to Iraq, 2022. *Engineering*, 14, 235-273. <https://doi.org/10.4236/eng.2022.147021>
- Alfaro, C. (2008). Influence of soil texture on the binding energies of fine mineral dust particles potentially released by wind erosion. *Geomorphology*, 93, 157-167. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.02.012>
- Alidadi, S., & Jafari, R. (2021). Identification and zoning of desert dust and soil using MODIS level 1 data and AOD and AI indices in southwestern Iran. *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, 10(33), 53-66. <https://doi.org/10.22052/DEEJ.2021.10.33.39> [In Persian]
- Arami, A., Karimi Sangchini, A., & Dinarvand, M. (2021). Tracking severe dust storms in southwestern Iran using the HYSPLIT model. *Application of Geographic Information Systems and Remote Sensing in Planning*, 13(1), 13-28 [In Persian]
- Ardahanlioglu, O., Oztas, T., Evren, S., Yilmaz, S., & Yildirim, Z. (2003). Spatial variability of exchangeable sodium, electrical conductivity, soil pH and boron content in salt-and sodium affected areas of the Idgir plain (Turkey). *Journal of Arid Environments*, 54, 495-503. <https://doi.org/10.1006/jare.2002.1073>
- Bayati Khatibi, M., & Karami, F. (2011). *Soil geomorphology*. Samt Publications. [In Persian]
- Bolloorani, A. D., Ranjbareslamloo, S., Mirzaie, S., Bahrami, H. A., Mirzapour, F., & Tehrani, N. A. (2020). Spectral behavior of Persian oak under compound stress of water deficit and dust storm. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 88, 102-128. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102082>
- Dargahian, F., Pourhashemi, M., & Razavizadeh, S. (2022). Evaluation of the occurrence, tracking and origin of dust phenomena in the monitoring sites of Zagros forest degradation in Chaharmahal and Bakhtiari province. *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*, 9(2), 87-102. <https://doi.org/20.1001.1.24237892.1401.9.2.6.4> [In Persian]
- Feng, X., Yafeng, W., Liding, C., Bojie, F., & Gangshuan, B. (2010). Modeling soil erosion and its response to land-use change in hilly catchments of the Chinese Loess Plateau. *Geomorphology*, 118, 239-248. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.01.004>
- Fili, Y. (2010). Investigation of possible pressures of rising Caspian water on the natural environments of Anzali Wetland in northern Iran. *Quarterly Journal of Environmental Sciences*, 3(12), 91-102. [In Persian]
- Ginoux, P., Prospero, J. M., Gill, T. E., Hsu, N. C., & Zhao, M. (2012). Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on MODIS deep blue aerosol products. *Reviews of Geophysics*, 50(3), 3005-3015. <https://doi.org/10.1029/2012RG000388>
- Hashizume, M., Kim, Y., Ng, C. F. S., Chung, Y., Madaniyazi, L., & Bell, M. L. (2020). Health effects of Asian dust: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 128(6), PMC7319773. <https://doi.org/10.1289/EHP5312>

- Hugenholtz, C. H., & Wolfe, S. A. (2005). Biogeomorphic model of dunefield activation and stabilization on the northern Great Plains. *Geomorphology*, 70, 53-70. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.03.011>
- Hugenholtz, C. H., Wolfe, S. A., & Moorman, B. J. (2010). Rates and environmental controls of aeolian dust accumulation, Athabasca River Valley, Canadian Rocky Mountains. *Geomorphology*, 121, 274-282. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.04.024>
- Irani, T., Abqari, E., & Rasuli, A. (2023). Analysis of the relationship between land use changes and landscape metrics (Case study: Godarchay watershed). *Journal of Geographical Spatial Planning*, 14(1), 165-188. <https://doi.org/10.30488/GPS.2023.406594.3662> [In Persian]
- Jamali, A., Ghane-ezzabadi, N., & Azhdar, S. (2019). Application of satellite images in studying dust changes over the last 40 years in the western and southwestern regions of the country and neighboring Iran and its relationship with wind and vegetation. *Fourth National Conference on Soil Conservation and Watershed Management*. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran. [In Persian]
- Li, H., Chen, L., Li, Q., & Cohen, J. (2018). Prenatal exposure to sand and dust storms and children's cognitive function in China: A quasi-experimental study. *The Lancet Planetary Health*, 2(5), e214-e222. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30068-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30068-8)
- Lien, H., Owili, P. O., Muga, M. A., & Lin, T. H. (2019). Ambient particulate matter exposure and under-five and maternal deaths in Asia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 3855-3868. <https://doi.org/10.3390/ijerph16203855>
- Mahowald, N. M., Kloster, S., Engelstaedter, S., Moore, J. K., Mukhopadhyay, S., McConnell, J. R., & Albani, S. (2010). Observed 20th century desert dust variability: Impact on climate and biogeochemistry. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10(22), 10875-10893. <https://doi.org/10.5194/acp-10-10875-2010>
- Moghaddas, D., Abdoli, A., Hassanzadeh, B., & Rahmani, H. (2021). Assessing the risk of invasiveness of the non-native species *Coptodon zillii* (Gervais 1848) in Anzali Wetland using the AS-ISK model. *Quarterly Journal of Environmental Sciences*, 18(10), 255-270. <https://doi.org/10.29252/ENVS.18.2.255> [In Persian]
- Mori, I., Nishikawa, M., Tanimura, T., & Quan, H. (2003). Change in size distribution and chemical composition of kosa (Asian dust) aerosol during long-range transport. *Atmospheric Environment*, 37(30), 4253-4263. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(03\)00535-1](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(03)00535-1)
- Nabibidhendi, G., Javanmard, S., Zehtabian, G., & Mousavi, M. (2021). Application of WRF-Chem and HYSPLIT models in investigating dust source and path (Case study: September 2015 dust storm in Tehran metropolis). *Journal of Atmospheric Sciences*, 4(1), 30-44. [In Persian]
- Naeemi Tabar, M., & Zanganeh Asadi, M. (2021). Investigation of temperature and humidity anomalies between the present and the Pliocene and reconstruction of climatic conditions using geomorphic evidence (Case study: Northern heights of Binaloud). *Journal of Geographical Spatial Planning*, 12(2), 99-115. <https://doi.org/10.30488/GPS.2022.273894.3369> [In Persian]
- Pakzad, H., Pasandi, M., Rumiani, A., & Kamali, M. (2014). Investigation of the distribution of heavy metals Cu, Sr, Cr, Ni and Zn in fine-grained sediments of Anzali Wetland. *Quarterly Journal of Environmental Sciences*, 12(2), 19-30. <https://doi.org/20.1001.1.10258620.1390.37.57.6.4> [In Persian]
- Rajabi, M., & Bayati Khatibi, M. (2011). *Geomorphology of Northwest Iran*. Tabriz University Press. [In Persian]
- Salehi, S., & Gholamdoost Ashkiki, A. (2013). Evaluation of the participatory management model of wetlands from the perspective of the local community (Case study: Anzali Wetland, Guilan). *Journal of Environmental Sciences*, 11(5), 105-118. [In Persian]