





دانشکده علوم زمین

گروه آب شناسی و زمین شناسی زیست محیطی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی

عنوان:

پایش کیفی و ارزیابی زیست محیطی تالاب میانگران در استان خوزستان

مهمین اسماعیلی

استاد راهنما:

دکتر هادی جعفری

استاد مشاور:

دکتر گیتی فرقانی

بهمن ماه ۱۳۹۲

به یاد خدایی که احسان به پدر و مادر

را

در کنار توحید و یکتاپرستی ذکر نمود

تقدیم به

چشم‌های همیشه منتظر مادر

و

دست‌های زحمتکش پدر

## تقدیر و تشکر

سپاس خدایی را که در تمامی مراحل این رساله دست نهران خود را برآیم آشکار ساخت و شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رهنما راهم قرار داد تا این رساله را به پایان برسانم از استاد فاضل و اندیشمند جناب آقای دکتر هادی جعفری که زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند و همواره نگارنده را با صبر و حوصله فراوان راهنمایی می فرمودند، کمال تشکر و سپاس را دارم که بدون مساعدت و راهنمایی های ارزنده ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید. از سرکار خانم دکتر فوقانی که زحمت مشاوره این رساله را متقبل شدند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از اساتید با کمالات، شایسته و دلسوز دوره کارشناسی ارشد؛ آقایان دکتر کرمی، دکتر طاهری، دکتر صادقیان، دکتر امید، دکتر قاسمی، دکتر کاظمی، دکتر فرزندوست، دکتر رضائی، دکتر حافظی مقدس و بخصوص از دکتر قشلاقی بسیار سپاسگذارم که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند. از آقای موسوی و آقای عینی پور و از سرکار خانم دکتر زینب نجفی به خاطر همه زحماتشان سپاسگذارم. از دوستان عزیزم سرکار خانمها زهرا علی مرزانی، صغری کامرانی، مریم گلپج و عطیه حسلی بسیار تشکر می نمایم و سبزترین آرزوها را برایشان از خالق آرزوها خواستارم.

## چکیده

تالاب میانگران که یک منبع آب ضروری جهت تغذیه آب‌های زیرزمینی، کشاورزی و محیط زیست پرندگان نادر در استان خوزستان می‌باشد، تحت تأثیر منابع آلاینده مختلف نظیر فاضلاب‌های شهری و روستایی و پساب‌های کشاورزی قرار دارد. این مطالعه به بررسی و ارزیابی تأثیر منابع آلاینده بر کیفیت تالاب پرداخته است. به این منظور ۲۹ نمونه آب (۲۴ نمونه از آب تالاب و ۵ نمونه از ورودی‌های تالاب) برداشت شده و غلظت یون‌های اصلی، نیترات، فسفات و برخی فلزات سنگین در آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد تیپ آب ورودی‌ها بی‌کربناته کلسیک و بی‌کربناته منیزیک می‌باشد. غلظت نیترات در تمام نمونه‌های مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران کمتر از حد مجاز WHO است. غلظت فسفات بیشتر از مقدار حد مجاز یوتروفیک بوده، که این موضوع می‌تواند پدیده زیست انباشتگی را در تالاب در پی داشته باشد. غلظت عناصر  $Fe$ ،  $Cr$ ،  $Ni$ ،  $Zn$ ،  $As$ ،  $Pb$ ،  $Cd$  و  $Al$  مربوط به تمام ورودی‌ها در مقایسه با حد مجاز استاندارد بهداشت جهانی بیشتر می‌باشد. همچنین غلظت فلزات سنگین و سمی  $As$  و  $Cd$  در مقایسه با حد مجاز آب آبیاری بیشتر می‌باشد. حداکثر بار آلودگی مربوط به ورودی I2 (فاضلاب شهر ایذه) بوده که متأثر از آلودگی‌های فاضلاب شهری، غلظت بسیار بالایی از عناصر آرسنیک، کادمیوم و روی نشان می‌دهد. نتایج بررسی کیفی نمونه‌های آب تالاب میانگران نشان می‌دهد اغلب نمونه‌های تالاب تیپ بی‌کربناته کلسیک و بی‌کربناته منیزیک دارند. غلظت فسفات در تمام نمونه‌ها بیشتر از حد مجازی یوتروفیک می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که در تالاب شرایط یوتروفیک حاکم می‌باشد. که نمونه‌های تالاب میانگران در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی به عناصری از قبیل  $Al$ ،  $Fe$ ،  $Cr$ ،  $Ni$ ،  $Zn$ ،  $As$ ،  $Pb$ ،  $Cd$  و  $Al$  آلوده می‌باشند. غلظت فلزات سنگین  $As$  و  $Cd$  در تالاب در مقایسه با استاندارد آبیاری بیشتر می‌باشند. بررسی تغییرات مکانی این فلزات نشان می‌دهد بیشترین آلودگی مربوط به قسمت جنوب و شمال غرب تالاب بوده که به ترتیب تحت تأثیر ورودی فاضلاب شهری (I2) و زهکشی رواناب‌های سطحی از روستاهای واقع در شمال غرب تالاب (آبراهه I6) می‌باشند. تمام نمونه‌های تالاب دارای شاخص فلزی بیشتر از حد آستانه بوده، که این موضوع عمدتاً به دلیل غلظت بسیار بالای  $As$  و  $Cd$  می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: تالاب میانگران، فاضلاب شهری، آلودگی کشاورزی، مواد مغذی، عناصر سنگین.

## مقالات مستخرج از این پایان نامه:

۱- بررسی کیفی تالاب میانگران در شهرستان ایذه، خوزستان، اولین همایش پژوهشی‌های محیط زیست ایران، دانشکده مفتح، همدان، آبان ۱۳۹۲.

## فهرست

عنوان	شماره صفحه
فصل اول: کلیات .....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۱
۲-۱- بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق .....	۲
۳-۱- اهداف تحقیق .....	۴
۴-۱- خصوصیات منطقه مورد مطالعه .....	۵
۱-۴-۱- تالاب میانگران .....	۵
۱-۴-۱- ورودی‌های تالاب میانگران .....	۸
الف- فاضلاب شهری شماره یک (I1) .....	۸
ب- فاضلاب شهری شماره دو (I2) .....	۹
پ- آبراهه بلوطک شیخان (I3) .....	۱۰
ت- آبراهه راسوند (I4) .....	۱۱
ث- آبراهه میانگران سفلی (I5) .....	۱۱
ج- آبراهه میانگران علیا (I6) .....	۱۲
چ- آبراهه پرچستان گورویی (I7) .....	۱۲
ح- آبراهه آبراک (I8) .....	۱۳
۵-۱- شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه .....	۱۴
۶-۱- مشخصات حوضه آبریز .....	۱۴
۷-۱- پوشش گیاهی منطقه .....	۱۴
۸-۱- شرایط اجتماعی و جمعیت شهری و روستایی .....	۱۵
۹-۱- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه .....	۱۵
الف- سازند آهکی فهلیان .....	۱۵
ب- سازند آهکی داریان .....	۱۶
پ- سازند شیلی کزدمی .....	۱۶
ت- سازند سروک و ایلام .....	۱۶
ث- سازند شیلی گورپی .....	۱۷
ج- سازند پابده .....	۱۷
چ- سازند آهکی آسماری .....	۱۸
ح- سازند تبخیری گچساران .....	۱۸
خ- سازند بختیاری .....	۱۸
د- کنگلومرای تکوک .....	۱۹

۱۹	ذ- رسوبات کواترنر .....
۲۰	۱۱-۱- ساختار پایان نامه .....
۲۲	فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته .....
۲۲	۱-۲- مقدمه .....
۲۳	۲-۲- فاضلاب شهری (خانگی و صنعتی) .....
۲۳	۲-۲-۱- آلودگی پیکره‌های آبی به فلزات سنگین در اثر تخلیه فاضلاب‌های شهری .....
۲۶	۲-۲-۲- آلودگی پیکره‌های آبی به مواد مغذی در اثر تخلیه فاضلاب‌های شهری .....
۲۹	۳-۲- زهکشی رواناب زمین‌های کشاورزی .....
۳۰	۲-۳-۱- آلودگی آب به فلزات سنگین به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی .....
۳۲	۲-۳-۲- مغذی شدن آب به واسطه استفاده از کودهای شیمیایی .....
۳۴	۲-۴- مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه .....
۳۷	فصل سوم: مواد و روش‌ها .....
۳۷	۱-۳- مقدمه .....
۳۷	۲-۳- روش انجام تحقیق .....
۳۷	۱- گردآوری اطلاعات .....
۳۸	۲- نمونه‌برداری از ورودی‌ها و مناطق در دسترس تالاب .....
۳۸	۱-۲- روش نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌های تالاب و ورودی‌ها .....
۴۰	الف- اندازه‌گیری EC نمونه‌های آب .....
۴۰	ب- اندازه‌گیری کل جامدات حل شده در نمونه‌های آب (TDS) .....
۴۰	ج- اندازه‌گیری دمای نمونه‌های آب .....
۴۱	د- تعیین pH نمونه‌های آب .....
۴۱	۳- آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب .....
۴۲	۴- تفسیر و تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آنالیزها .....
۴۳	فصل چهارم: بررسی کیفی و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران و ورودی‌های آن .....
۴۳	۱-۴- مقدمه .....
۴۴	۲-۴- بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ورودی‌های تالاب میانگران .....
۴۵	۴-۲-۱- هدایت الکتریکی .....
۴۵	۴-۲-۲- pH .....
۴۶	۴-۲-۳- کل مواد جامد محلول (TDS) .....
۴۶	۴-۲-۴- یون‌های اصلی .....
۵۰	۴-۲-۵- سختی کل (TH) .....
۵۱	۴-۲-۶- قلیائیت .....
۵۱	۴-۲-۷- مواد مغذی .....



۵۲	..... فلزات سنگین ۸-۲-۴
۵۵	..... بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های آب تالاب میانگران ۳-۴
۵۷	..... هدایت الکتریکی ۱-۳-۴
۵۸	..... pH ۲-۳-۴
۶۱	..... یون‌های اصلی ۴-۳-۴
۶۶	..... شاخص اشباع (SI) ۵-۳-۴
۶۷	..... سختی کل (TH) ۶-۳-۴
۶۸	..... قلیائیت ۷-۳-۴
۷۰	..... مواد مغذی ۸-۳-۴
۷۵	..... کیفیت آب تالاب از نظر مصارف آبیاری ۹-۳-۴
۷۶	..... فلزات سنگین ۶-۲-۴
۸۲	..... تعیین منشأ احتمالی فلزات سنگین تالاب میانگران ۱-۶-۲-۴
۸۴	..... فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۸۴	..... ۱-۵- مقدمه
۸۴	..... ۲-۵- نتایج
۸۴	..... ۱-۲-۵- ارزیابی کیفی و زیست محیطی ورودی‌های تالاب میانگران
۸۶	..... ۲-۲-۵- ارزیابی کیفی و زیست محیطی تالاب میانگران
۸۷	..... ۳-۵- پیشنهادها
۸۹	..... منابع فارسی
۹۱	..... منابع لاتین

## فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۱): آبیاری زمین‌های کشاورزی اطراف تالاب ..... ۳
- شکل (۲-۱): نمایی از تالاب میانگران در فصل بهار ..... ۴
- شکل (۳-۱): محدود جغرافیای تالاب میانگران و راه‌های دسترسی به آن ..... ۶
- شکل (۴-۱): زمین‌های کشاورزی اطراف تالاب میانگران ..... ۶
- شکل (۵-۱): پرندگان کنار آبی تالاب میانگران ..... ۷
- شکل (۶-۱): پوشش گیاهی تالاب میانگران و آشیانه پرندگان کنار آبی ..... ۷
- شکل (۷-۱): حوضه آبریز تالاب میانگران و ورودی‌های آن (ورودی‌ها با علامت I مشخص می‌باشند) ..... ۸
- شکل (۸-۱): محل تلاقی کانال فاضلاب شماره یک شهر ایذه و کانال مصنوعی از سمت تالاب میانگران ..... ۹
- شکل (۹-۱): کانال اصلی فاضلاب شهر ایذه (کانال شماره دو) ..... ۱۰
- شکل (۱۰-۱): تجمع زباله و مصالح ساختمانی در بستر آبراهه بلوطک شیخان ..... ۱۰
- شکل (۱۱-۱): آبراهه میانگران سفلی در غرب تالاب میانگران ..... ۱۱
- شکل (۱۲-۱): تصاویری از بستر آبراهه میانگران علیا در شمال غرب تالاب میانگران ..... ۱۲
- شکل (۱۳-۱): نمایی از مسیر آبراهه پرچستان گورویی در شرق تالاب میانگران ..... ۱۳
- شکل (۱۴-۱): نمایی از آبراهه آبراک ..... ۱۳
- شکل (۱۵-۱): نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (بر گرفته از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ کوه آسماری و دهدز) ... ۲۰
- شکل (۱-۲): طبقه‌بندی نمونه‌های آب دریاچه کورتین (Curtin) بر اساس بار آلودگی فلزات سنگین و pH ..... ۲۵
- شکل (۲-۳): اندازه‌گیری پارامترهای صحرایی (EC, pH و دما) ..... ۴۱
- شکل (۱-۴): رابطه‌ی TDS و هدایت الکتریکی ورودی‌های تالاب میانگران ..... ۴۶
- شکل (۲-۴): نمودار پایپر نمونه‌های مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران ..... ۴۸
- شکل (۳-۴): نمودار استیف مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران ..... ۴۹
- شکل (۴-۴): نمودار شولر مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران ..... ۵۰
- شکل (۵-۴): غلظت فلزات سنگین در ورودی‌های تالاب میانگران و مقایسه آن با استاندارد WHO (2004) ..... ۵۵
- شکل (۶-۴): غلظت فلزات سنگین در ورودی‌های تالاب میانگران و مقایسه آن با حد مجاز آب آبیاری FAO ..... ۵۵
- شکل (۷-۴): تغییرات شاخص فلزی (MI) در ورودی‌های تالاب میانگران ..... ۵۵
- شکل (۸-۴): موقعیت نقاط نمونه‌برداری تالاب میانگران (نمونه‌های تالاب با علامت M نشان داده شده است) ..... ۵۶
- شکل (۹-۴): تغییرات مکانی هدایت الکتریکی در تالاب میانگران ..... ۵۸
- شکل (۱۰-۴): تغییرات مکانی pH در تالاب میانگران ..... ۵۹
- شکل (۱۱-۴): رابطه‌ی هدایت الکتریکی در مقابل TDS نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۰
- شکل (۱۲-۴): تغییرات مکانی TDS در تالاب میانگران ..... ۶۰
- شکل (۱۳-۴): نمودار پایپر مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۲
- شکل (۱۴-۴): نمودارهای استیف نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۳
- شکل (۱۵-۴): ترسیم نمونه‌های تالاب میانگران بر روی نمودار شولر ..... ۶۴
- شکل (۱۶-۴): تغییرات مکانی یون بی‌کربنات مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۵
- شکل (۱۷-۴): تغییرات مکانی یون کلسیم مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۵
- شکل (۱۸-۴): تغییرات مکانی یون سولفات مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۶
- شکل (۱۹-۴): تغییرات شاخص اشباع (SI) نسبت به کانی‌های مختلف در نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۶

- شکل (۴-۲۰): تغییرات سختی کل (TH) نمونه‌های تالاب میانگران و حد مجاز سختی بر حسب (WHO, 2004) ... ۶۸
- شکل (۴-۲۱): تغییرات قلیائیت کل در نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۹
- شکل (۴-۲۲): تغییرات قلیائیت نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۶۹
- شکل (۴-۲۳): تغییرات غلظت نیترات در نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۷۱
- شکل (۴-۲۴): تغییرات مکانی غلظت نیترات نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۷۱
- شکل (۴-۲۵): پراکندگی غلظت نیترات در مقابل قلیائیت ..... ۷۲
- شکل (۴-۲۶): تغییرات غلظت فسفات در نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۷۳
- شکل (۴-۲۷): تغییرات مکانی غلظت فسفات نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۷۳
- شکل (۴-۲۸): پراکندگی غلظت فسفات در مقابل قلیائیت ..... ۷۴
- شکل (۴-۲۹): پراکندگی غلظت نیترات در مقابل فسفات ..... ۷۴
- شکل (۴-۳۰): نمودار ویلکاکس مربوط به نمونه‌های آب تالاب میانگران ..... ۷۳
- شکل (۴-۳۱): غلظت فلزات سنگین نمونه‌های تالاب میانگران و مقایسه آن با حد مجاز آبیاری FAO و WHO .... ۷۸
- شکل (۴-۳۲): تغییرات مکانی فلز کادمیم در تالاب میانگران ..... ۸۰
- شکل (۴-۳۳): تغییرات مکانی فلز آرسنیک در تالاب میانگران ..... ۸۰
- شکل (۴-۳۴): تغییرات شاخص فلزی (MI) در نمونه‌های تالاب میانگران ..... ۸۱
- شکل (۴-۳۵): نمودار خوشه‌ای غلظت فلزات سنگین و پارامترهای شیمیایی ..... ۸۲

## فهرست جدول‌ها

- جدول (۱-۳): مختصات جغرافیایی نمونه‌های تالاب و ورودی‌های آن به ترتیب با علامت I و M مشخص می‌باشند. ۳۹
- جدول (۱-۴): پارامترهای فیزیکوشیمیایی ورودی‌های تالاب میانگران..... ۴۴
- جدول (۲-۴): روند تغییرات غلظت یون‌های اصلی و تیپ نمونه‌های آب ورودی‌های تالاب..... ۴۷
- جدول (۳-۴): طبقه‌بندی آب بر اساس سختی (WHO, 2004)..... ۵۰
- جدول (۴-۴): غلظت نیترات و فسفات ورودی‌های تالاب میانگران..... ۵۲
- جدول (۵-۴): غلظت فلزات سنگین در ورودی‌های تالاب میانگران (غلظت‌ها بر حسب میلی گرم بر لیتر می‌باشد) .. ۵۳
- جدول (۶-۴): شاخص فلزی (MI) ورودی‌های تالاب میانگران..... ۵۵
- جدول (۷-۴): پارامترهای فیزیکوشیمیایی نمونه‌ای مربوط به تالاب میانگران..... ۵۷
- جدول (۸-۴): نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب تالاب میانگران..... ۶۱
- جدول (۹-۴): روند تغییرات غلظت یون‌های اصلی و تیپ نمونه‌های تالاب میانگران..... ۶۲
- جدول (۱۰-۴): مقادیر شاخص‌های اشباع نمونه‌های تالاب نسبت به کانی‌های مختلف..... ۶۷
- جدول (۱۱-۴): مقدار سختی کل بر حسب میلی گرم بر لیتر و طبقه‌بندی آب تالاب از لحاظ سختی..... ۶۷
- جدول (۱۲-۴): مقدار قلیائیت نمونه‌های آب تالاب میانگران بر حسب میلی گرم بر لیتر..... ۶۹
- جدول (۱۳-۴): غلظت مواد مغذی در نمونه‌های تالاب میانگران (غلظت‌ها بر حسب میلی گرم بر لیتر می‌باشد)..... ۷۰
- جدول (۱۴-۴): ارزیابی نمونه‌های تالاب میانگران جهت مصارف کشاورزی..... ۷۶
- جدول (۱۵-۴): غلظت فلزات سنگین نمونه‌های آب تالاب میانگران در مقایسه با مقدار استاندارد WHO و FAO..... ۷۷
- جدول (۱۶-۴): شاخص فلزی (MI) نمونه‌های تالاب میانگران، محاسبه شده بر اساس استاندارد FAO..... ۸۱
- جدول (۱۷-۴): مقدار همبستگی بین فلزات سنگین و پارامترهای فیزیکوشیمیایی در نمونه‌های تالاب..... ۸۳

## فصل اول:

### کلیات

#### ۱-۱- مقدمه

تالابها توزیع جغرافیایی گسترده‌ای داشته و ۶ درصد از سطح زمین را به خود اختصاص داده‌اند. اصطلاح تالاب برای محیط‌های پیچیده‌ای که منطقه انتقالی بین محیط‌های آبی و خشکی هستند، کاربرد دارد. این محیط‌ها ممکن است شامل پوشش گیاهی (گیاهان علفی و یا چوبی) و یا فاقد پوشش گیاهی باشند. در میان تعاریف مختلف از تالابها توافق کلی وجود دارد که آنها حداقل یکی از ویژگی‌های زیر را دارا می‌باشند:

۱- حضور مکرر آب چه در سطح و یا در منطقه ریشه ۲- پوشش گیاهی به طور فصلی یا دائمی در شرایط مرطوب (Blackwell *et al.*, 2002).

تالابها زیستگاه گونه‌های گیاهان خاص و حیوانات کمیاب بوده، همچنین دارای مزایایی مانند کنترل سیلاب، منبع ذخیره‌سازی رواناب‌های سطحی، خود پالایی آب و استفاده تفریحی می‌باشند. تالابها به دلیل تفاوت در بافت خاک، آب و هوا، چشم انداز، آب شناسی، کیفیت آب، گیاهان و جانوران در یک منطقه نسبت به منطقه دیگر متفاوت می‌باشند. پیشرفت صنعت و کشاورزی همراه با رشد مداوم جمعیت و توسعه شهری موجب تغییرات قابل توجهی در محیط زیست طبیعی تالابها شده است، به این دلیل که تالابها گیرنده فاضلاب شهری و خانگی، پساب صنعتی و زهاب کشاورزی می‌باشند. با وجود تلاش‌هایی که در جهت حفاظت از تالابها صورت گرفته است، حدود ۵۰ درصد از تالابها در

جهان به دلیل فعالیت‌های انسانی تخریب شده‌اند. پرندگان به تغییرات در پارامترهای کیفیت آب تالاب مانند نیترات و آلودگی فلزات سنگین و شوری حساس بوده و این عوامل مرگ و میر آنها را در پی خواهد داشت (Sims *et al.*, 2013). همچنین کاهش تدریجی در جمعیت پرندگان، ماهی‌ها و یا تغییر در پوشش گیاهی تالاب‌ها از عواقب این تغییرات می‌باشد (Zhang and Ma, 2011). در سال‌های اخیر فلزات سنگین در پیکره‌های آبی به طور گسترده مطالعه شده‌اند. فرآیندهای طبیعی مانند تجزیه شیمیایی نمی‌توانند فلزات سنگین را حذف نمایند و در مقابل آنها توسط موجودات زنده غنی شده و به کمپلکس آلی بسیار سمی تبدیل می‌شوند. بنابراین آلودگی پیکره‌های آبی به فلزات سنگین، به ویژه از طریق ناحیه‌های صنعتی و پر جمعیت شهری به تحقیقات گسترده نیاز دارد (Jiang *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2007).

## ۱-۲- بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق

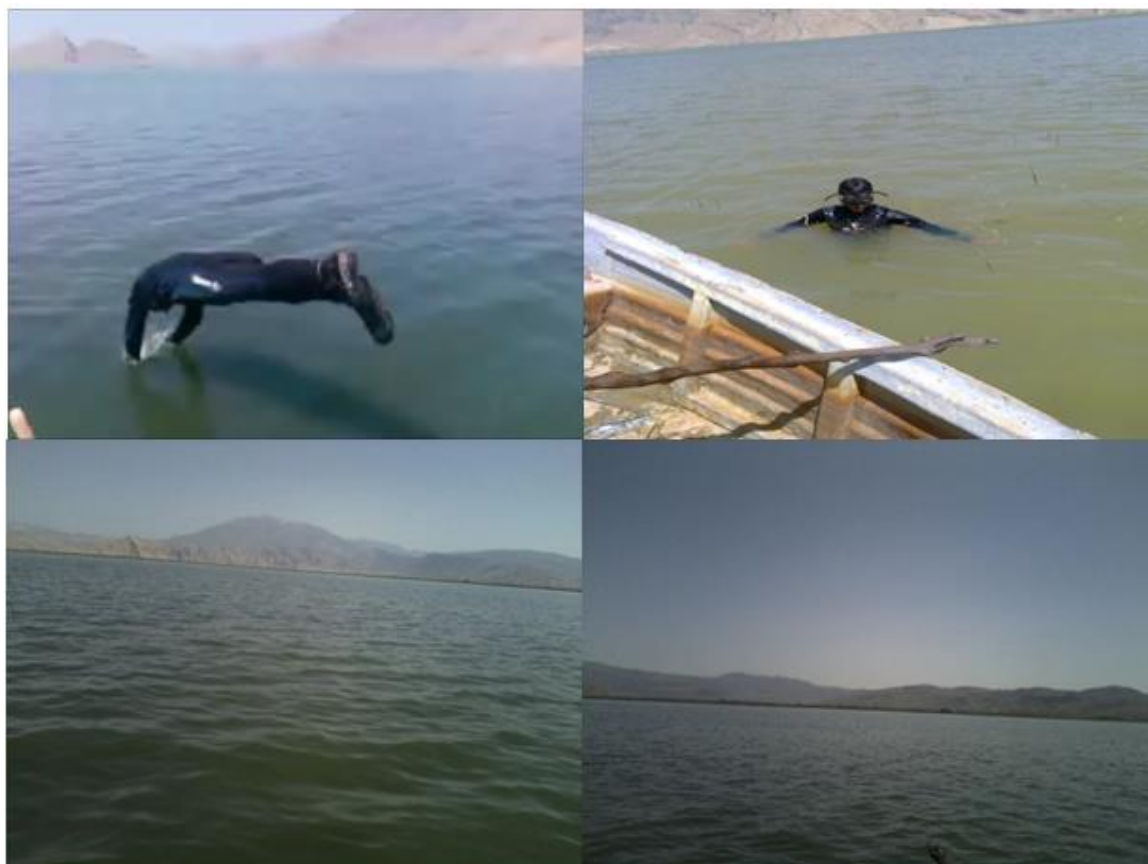
تالاب میانگران یکی از مهمترین تالاب‌های استان خوزستان می‌باشد که در فاصله ۱/۵ کیلومتری شمال شهر ایذه قرار گرفته است. این تالاب زیستگاه طبیعی پرندگان در حال انقراض از قبیل اردک سرسفید و شاه‌باز می‌باشد (حسینی موسوی و همکاران، ۱۳۸۹). تالاب میانگران سفره‌های آب زیرزمینی آزاد دشت ایذه را از طریق فروچاله‌های موجود در بخش‌هایی از آن تغذیه می‌نماید (Kalantari *et al.*, 2009). این پدیده به مرور زمان خود به عنوان یک عامل آلاینده‌ای است که سبب تخریب کیفیت منابع آب زیرزمینی منطقه خواهد شد. همچنین آب این تالاب جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی اطراف آن مصرف می‌شود (شکل ۱-۱) و در صورت بهبود شرایط کیفی تالاب میانگران می‌تواند ارزش زیبایی شناختی، اقتصادی- اجتماعی و تفریحی (شکل ۱-۲) نیز داشته باشد. آبراهه‌های منتهی به تالاب میانگران تحت تأثیر سازندهای کربناته مجاور، ورود پساب کشاورزی و فاضلاب روستاهای واقع در حوضه آبریز تالاب می‌باشد. همچنین تالاب میانگران متأثر از فاضلاب شهری (صنعتی و خانگی) است.



شکل (۱-۱): آبیاری زمین‌های کشاورزی اطراف تالاب

زمین‌های کشاورزی واقع در حوضه آبخیز تالاب طی فصل پائیز، زمستان و بهار زیر کشت دیم غلات گندم، جو و عدس می‌باشد. جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی موجود در اطراف تالاب در فصل تابستان از آب تالاب و فاضلاب شهر ایذه استفاده می‌شود. با توجه به خشکسالی‌های چند سال اخیر، تالاب تحت تأثیر تخلیه زهاب زمین‌های کشاورزی و فاضلاب شهر ایذه قرار گرفته است. اکسیداسیون بی‌هوازی مواد آلی به ایجاد بوهای زننده منجر شده که مهاجرت اجباری ساکنین اطراف تالاب و همچنین مهاجرت یا مرگ و میر آبزیان را در پی داشته است. تالاب میانگرن یک منبع آب ضروری برای منطقه بوده که برای اهداف مختلف استفاده می‌شود. پایش و ارزیابی کیفیت آب شیرین تالاب میانگرن ضروری بوده زیرا آب آن جهت تغذیه آب‌های زیرزمینی (مورد استفاده برای شرب و آبیاری زمین‌های کشاورزی)، حیوانات وحشی و اهلی، موجودات آبی و آبیاری زمین‌های کشاورزی مصرف می‌شود. علاوه بر آنها تالاب میانگرن زیستگاه طبیعی برای پرندگان در حال انقراض می‌باشد. منابع آلاینده واقع در حوضه آبریز با گذشت زمان تأثیر منفی بر روی کیفیت آب تالاب می‌گذارند. بنابراین ارزیابی کیفیت آب تالاب و غلظت فلزات سنگین آن برای سلامت انسان و پرندگان مهاجر منطقه اهمیت ضروری دارد. مهمترین عوامل تخریب کیفیت تالاب میانگرن، شامل ورود فاضلاب‌های شهری و روستایی و فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه جامعی در مورد کیفیت

آب تالاب و شناسایی آلاینده‌های مختلف آن انجام نشده است، این تحقیق به پایش و ارزیابی کیفیت زیست محیطی تالاب میانگران می‌پردازد.



شکل (۱-۲): نمایی از تالاب میانگران در فصل بهار

### ۳-۱- اهداف تحقیق

این مطالعه به بررسی و ارزیابی زیست محیطی تالاب میانگران می‌پردازد. به این منظور منابع آلاینده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای در حوضه آبرگیر تالاب مورد بررسی قرار گرفته است. فاضلاب شهر ایزده از طریق دو ورودی به تالاب وارد می‌شود. همچنین تالاب توسط زمین‌های کشاورزی، روستاها و جاده‌ها احاطه شده است. با توجه به وجود این منابع آلاینده در اطراف تالاب، هدف از مطالعه حاضر بررسی کیفی تالاب میانگران، منابع آلاینده آن و نقش این منابع در کیفیت تالاب می‌باشد. به طور کلی اهداف تحقیق حاضر شامل موارد زیر می‌باشد:



- شناسایی ورودی‌های تالاب، بررسی خصوصیات کیفی و نقش آنها در آلودگی تالاب
- بررسی کیفی تالاب میانگران و شناسایی مهمترین آلاینده‌های آن
- تعیین تغییرات مکانی پارامترهای هیدروشیمیایی (یون‌های اصلی، فرعی و فلزات سنگین) در بخش‌های مختلف تالاب
- ارزیابی تأثیر فلزات سنگین بر کیفیت تالاب میانگران

#### ۱-۴- خصوصیات منطقه مورد مطالعه

پیکره آب شیرین تالاب میانگران در شمال شهر ایذه بین عرض جغرافیایی  $31^{\circ} 58' 30''$  -  $31^{\circ} 37' 0''$  شرقی و طول جغرافیایی  $50^{\circ} 2' 30''$  -  $49^{\circ} 45' 0''$  شمالی در شمال شرقی استان خوزستان واقع شده است. مسافت شهر ایذه با مرکز استان (اهواز) ۱۸۰ کیلومتر می‌باشد. راه‌های اصلی دسترسی به منطقه مورد مطالعه شامل جاده ایذه - پیون، ایذه - کولفرج و جاده پرچستان می‌باشد (شکل ۱-۳).

حجم آب تالاب به مقدار بارش سالانه و میزان تبخیر بستگی دارد. مساحت تالاب ۴۰ کیلومتر مربع و یکی از منابع مهم آب شیرین در استان خوزستان است. حداکثر عمق تالاب، حدود ۵ متر در فصل تر بوده که به حدود ۰/۵ متر در فصل خشک کاهش می‌یابد. ارتفاع تالاب ۸۲۷ متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد. تالاب میانگران یک تالاب تکتونیکی با رسوبات غنی از رس بوده که در امتداد محور شمال غرب - جنوب شرق یک ناودیس واقع شده است (Kalantari et al., 2009).

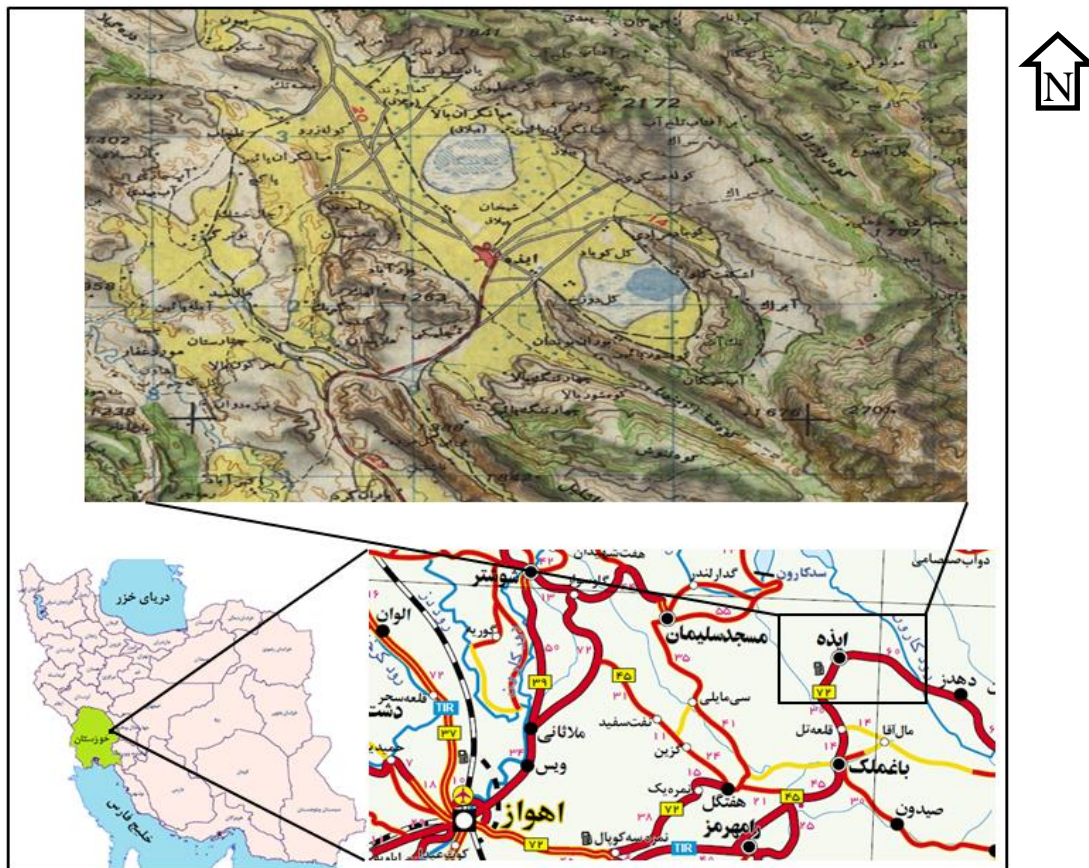
با توجه به اینکه مطالعه حاضر به ارزیابی کیفی و زیست محیطی تالاب میانگران و ورودی‌های آن پرداخته است، در ادامه خلاصه‌ای از خصوصیات تالاب و ورودی‌ها آن ارائه شده است.

#### ۱-۴-۱- ویژگی‌های تالاب میانگران

تالاب میانگران تالاب کوچک و کم عمق بوده که توسط جریان‌های فصلی در فصل زمستان و تا حدودی در فصل بهار تغذیه می‌شود. فاضلاب شهر ایذه در تمام طول سال بدون هیچ گونه تصفیه‌ای به جنوب تالاب وارد می‌شود. تالاب میانگران یک فرورفتگی ای تقریباً نیم دایره‌ای شکل بوده و غنی از

رس می‌باشد (Kalantari *et al.*, 2009). تالاب توسط زمین‌های کشاورزی، روستاها و دامداری‌های

ثابت و موقت احاطه شده است (شکل ۱-۴).



شکل (۱-۳): محدود جغرافیایی تالاب میانگران و راه‌های دسترسی به آن (برگرفته از نقشه راه‌های ایران از مؤسسه گیئاشناسی و نقشه توپوگرافی از سازمان جغرافیایی کشور، (۱۳۸۵))



شکل (۱-۴): نمونه‌هایی زمین‌های کشاورزی اطراف تالاب میانگران

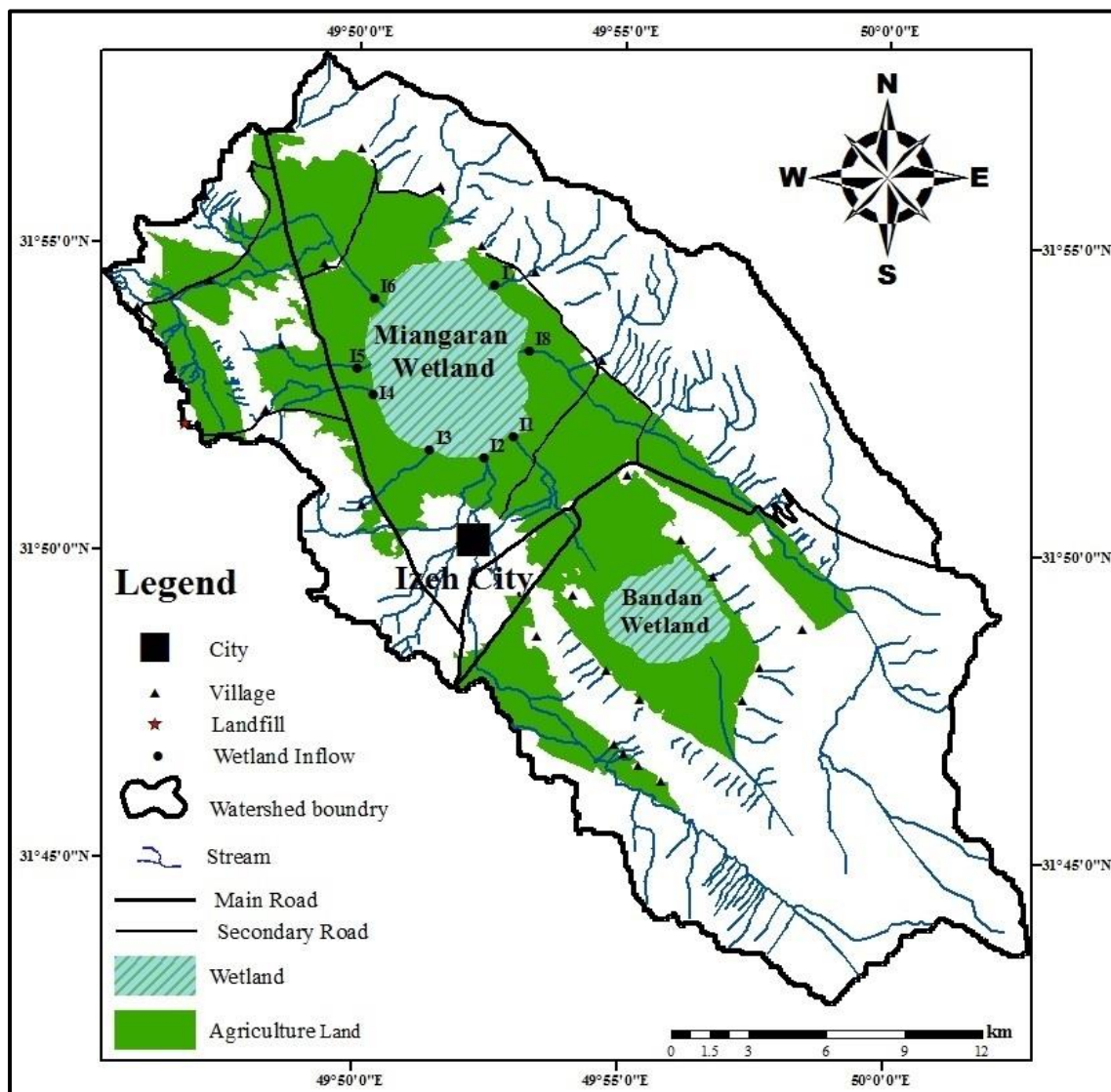
تالاب میانگران در امتداد رشته کوه زاگرس واقع شده و جایگاه تنوع زیستی پرندگان کنار آبی، مار آبی، قورباغه، لاک پشت و ماهی می باشد (بهروزی راد، ۱۳۸۷؛ ریاحی نیا، ۱۳۸۷). شکل ۱-۵ پرندگان کنار آبی تالاب میانگران را نشان می دهد. پوشش گیاهی تالاب میانگران نیز از بوده که محل لانه سازی و تخم گذاری پرندگان کنار آبی می باشد (شکل ۱-۶).



شکل (۱-۵): پرندگان کنار آبی تالاب میانگران



شکل (۱-۶): پوشش گیاهی تالاب میانگران و آشیانه پرندگان کنار آبی



شکل (۷-۱): حوضه آبریز تالاب میانگران و ورودی‌های آن (ورودی‌ها با علامت I مشخص شده‌اند)

#### ۱-۴-۲- ورودی‌های تالاب میانگران

تالاب میانگران از طریق هشت ورودی (شکل ۷-۱) تغذیه می‌شود که در ادامه توضیحات مختصری در مورد هر کدام ارائه شده است.

#### الف- فاضلاب شهری شماره یک (II)

تالاب بندان در جنوب شرق تالاب میانگران واقع شده است (شکل ۷-۱). توپوگرافی بستر تالاب بندان حدود دو متر بیشتر از سطح تالاب میانگران است که آب مازاد آن در فصول بارندگی از طریق یک

کانال مصنوعی به کانال فاضلاب شماره یک واقع در قسمت جنوب تالاب، وارد شده و از این طریق به تالاب میانگراں تخلیه می‌شود. همچنین این کانال در طول مسیر زهکشی از زمین‌های کشاورزی عبور می‌نماید. شکل ۸-۱ نشان دهنده تخلیه فاضلاب شهر ایذه و ورود آب تالاب بندان به تالاب میانگراں می‌باشد.



شکل (۸-۱): محل تلاقی کانال فاضلاب شماره یک شهر ایذه و کانال مصنوعی از سمت تالاب میانگراں

## ب- فاضلاب شهری شماره دو (I2)

کانال فاضلاب شهری شماره دو، کانال اصلی فاضلاب شهر ایذه (پساب بیمارستان، اماکن تجاری و صنعتی و فاضلاب خانگی) می‌باشد که در قسمت جنوب تالاب واقع شده است. فاضلاب تصفیه نشده شهر ایذه به طور مستقیم و منظم حدود ۵/۶ متر مکعب تخمین زده شده که به تالاب تخلیه می‌شود (Kalantari et al., 2009). فاضلاب شهری یک منبع آلاینده ثابت و دائمی برای تالاب در طول سال است. شکل ۹-۱ نشان دهنده کانال اصلی فاضلاب شهر ایذه می‌باشد.



شکل (۹-۱): کانال اصلی فاضلاب شهر ایذه (کانال شماره دو)

### پ- آبراهه بلوطک شیخان (I3)

آبراهه بلوطک شیخان یک جریان فصلی بوده و در جنوب غرب تالاب واقع شده است. این آبراهه به لحاظ لیتولوژی تحت تأثیر سازند آسماری می‌باشد. آبراهه بلوطک شیخان در طول سال محل انباشت زباله‌های خانگی، تخلیه فاضلاب‌های روستایی، فضولات حیوانی و مصالح ساختمانی می‌باشد و به دلیل نزدیک بودن این آبراهه به شهر، زباله‌های خانگی در این آبراهه انباشته می‌شوند (شکل ۱۰-۱). همچنین آبراهه بلوطک شیخان در طول مسیر، زهاب زمین‌های کشاورزی را زهکشی نموده و به تالاب وارد می‌نماید.



شکل (۱۰-۱): تجمع زباله و مصالح ساختمانی در بستر آبراهه بلوطک شیخان

#### ت - آبراهه راسوند (I4)

آبراهه راسوند یک جریان فصلی بوده و در غرب تالاب میانگران واقع شده است. به لحاظ لیتولوژی تحت تأثیر سازند آسماری و کنگلومرا تکوک می باشد. این جریان فصلی از روستای راسوند عبور می نماید و در طول سال محل انباشت زباله های خانگی، فاضلاب روستایی و فضولات حیوانی این روستا می باشد. همچنین آبراهه راسوند از زمین های کشاورزی عبور نموده و بعد از شستشو دادن زمین های اطراف مقدار زیادی از مواد آلاینده را به داخل تالاب وارد می نماید.

#### ث - آبراهه میانگران سفلی (I5)

آبراهه میانگران سفلی یک جریان فصلی بوده و در غرب تالاب واقع شده است. به لحاظ لیتولوژی تحت تأثیر سازند آسماری، پابده و کنگلومرا می باشد. این آبراهه در طول مسیر زهکشی از مرکز روستای میانگران سفلی عبور نموده و در طول سال محل انباشت زباله های خانگی، فاضلاب روستایی و فضولات حیوانی این روستا می باشد. آبراهه میانگران سفلی از زمین های کشاورزی عبور نموده و بعد از آبیاری زمین های اطراف مقدار زیادی از مواد آلاینده را به داخل تالاب میانگران وارد می نماید. شکل ۱-۱۱ نشان دهنده آبراهه میانگران سفلی می باشد.



شکل (۱-۱۱): آبراهه میانگران سفلی در غرب تالاب میانگران

### ج- آبراهه میانگران علیا (I6)

آبراهه میانگران علیا یک آبراهه فصلی بوده و در شمال غرب تالاب میانگران واقع شده است. این آبراهه در طول مسیر زهکشی از کنار روستای میانگران عبور می‌نماید. آبراهه میانگران علیا محل انباشت زباله‌های خانگی، فاضلاب روستایی و فضولات حیوانی در طول سال می‌باشد. این آبراهه همچنین از زمین‌های کشاورزی عبور نموده و بعد از آبخوبی زمین‌های اطراف مقدار زیادی از مواد آلاینده را به داخل تالاب میانگران وارد می‌نماید. آبراهه میانگران علیا به لحاظ لیتولوژی تحت تأثیر سازند آسماری، گچساران، بختیاری، پابده و کنگلومرا تکوک است. دامداری به طور ثابت و موقت در این منطقه وجود دارد. شکل ۱-۱۲ نشان‌دهنده آبراهه میانگران علیا می‌باشد.



شکل (۱-۱۲): تصاویری از بستر آبراهه میانگران علیا در شمال غرب تالاب میانگران

### ج- آبراهه پرچستان گورویی (I7)

این آبراهه در شمال شرقی تالاب میانگران واقع شده است. از لحاظ لیتولوژی تحت تأثیر سازند داریان فهلیان و کژدمی می‌باشد. جریان این آبراهه از مرکز روستای پرچستان گورویی که محل تجمع زباله خانگی و فضولات حیوانی می‌باشد، عبور نموده و در زمین‌های کشاورزی که محصولات آنها گندم و جو بوده، پخش می‌شود و در نهایت به تالاب وارد می‌گردد. شکل ۱-۱۳ نشان‌دهنده آبراهه پرچستان گورویی می‌باشد.





شکل (۱-۱۳): نمایی از مسیر آبراهه پرچستان گورویی در شرق تالاب میانگران

### ح- آبراهه آبراک (I8)

این آبراهه در شرق تالاب میانگران واقع شده است و زهکش سازندهای ایلام سروک، پاینده و گورپی می‌باشد. این آبراهه از وسط زمین‌های کشاورزی که محصولات آنها گندم و جو می‌باشند، عبور نموده و فاضلاب روستای پرچستان اورک و شالو به آبراهه آبراک وارد می‌شود. جریان آبراک یک جریان فصلی است و خروجی سالانه حوضه آبریز آن حدود ۳۴ متر مکعب آب به داخل تالاب می‌ریزد. درصد رس در رواناب آبراک به طور نسبی زیاد می‌باشد (Kalantari *et al.*, 2009). دامداری به طور ثابت و موقت در این منطقه وجود دارد. شکل ۱-۱۴ نمایی از آبراهه آبراک را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۱۴): نمایی از آبراهه آبراک

## ۱-۵- شرایط آب و هوای منطقه مورد مطالعه

آب و هوای منطقه ایذه نیمه مرطوب معتدل می‌باشد. تبخیر و بارندگی سالانه ایستگاه هواشناسی ایذه در دوره بیست و سه ساله (۸۳-۱۳۶۱) به ترتیب برابر با ۱۶۹۰ و ۶۷۰ میلی متر می‌باشد. حداکثر بارندگی سالانه در دوره آماری برابر ۱۰۷۸ میلی متر در سال ۸۳-۱۳۸۲ و حداقل آن در سال ۷۹-۱۳۷۸ برابر با ۳۵۳ میلی متر به وقوع پیوسته است (کشاورزی و همکاران، ۱۳۸۵).

## ۱-۶- مشخصات حوضه آبریز

حوضه آبریز منطقه مورد مطالعه یک حوضه بسته بوده و تمام رواناب‌های سطحی حاصل از بارندگی‌ها در دشت ایذه به تالاب میانگران که به عنوان نقطه تمرکز است، زهکشی می‌شود. فاضلاب شهر ایذه به کانال شماره دو وارد شده، علاوه بر این آب مازاد تالاب بندان توسط کانال مصنوعی و فاضلاب حاشیه شهر به کانال شماره یک وارد شده و از این طریق به تالاب تخلیه می‌شوند (Kalantari et al., 2009). بخش مهمی از فاضلاب‌های روستایی، فضولات حیوانی و مصالح ساختمانی در ورودی‌های تالاب میانگران انباشته شده و یا در مناطق اطراف تالاب به صورت پراکنده وجود دارند و به طور مستقیم به درون تالاب تخلیه نمی‌شوند، بلکه در طی بارندگی‌های سنگین و سیلابی از طریق کانال‌های کوچک و جریان‌هایی که در منطقه پراکنده است به تالاب وارد می‌شوند. تمام رواناب سطحی فصلی (بارندگی‌ها) و دائمی (فاضلاب) در جهت شیب حوضه آبریز به تالاب منتهی می‌شوند. مساحت حوضه آبریز تالاب میانگران ۳۸۷/۲۰۶ کیلومتر مربع می‌باشد. شکل ۱-۷ نشان دهنده حوضه آبریز تالاب میانگران است.

## ۱-۷- پوشش گیاهی منطقه

تالاب میانگران توسط نیزار پوشیده شده است. کشت دیم نوع رایج فعالیت کشاورزی بوده، که در حوضه آبریز تالاب در حال انجام است. محصولات اصلی کشاورزی در منطقه مورد مطالعه شامل گندم، جو، کلزا، برنج، عدس، ماش، ذرت علوفه‌ای، سبزی، صیفی و محصولات علوفه‌ای می‌باشد. فعالیت‌های

کشاورزی مهمترین منابع آلودگی مشاهده شده در حوضه آبریز می‌باشند. کاربری زمین‌ها در حوضه آبریز به پنج گروه از قبیل مزارع دیم، مزارع آبی، مراتع، جنگل، زمین‌های بایر و سنگ فرش تقسیم شده است. مزارع دیم نوع رایج کشاورزی در حوضه آبریز تالاب می‌باشد.

#### ۸-۱- شرایط اجتماعی و جمعیت شهری و روستایی

شهرستان ایزه در حوضه آبریز تالاب میانگران قرار دارد. وسعت کل این شهرستان ۳۸۸۵ کیلومتر مربع می‌باشد. بر اساس داده‌های جمعیت در سال ۱۳۸۵ جمعیت این شهرستان ۱۹۵۰۱۸ نفر (جمعیت شهری ۱۰۸۲۳۲ و جمعیت روستایی ۸۶۷۸۶) محاسبه شده است. شغل اصلی اکثر مردم شهر ایزه و روستاهای اطراف کشاورزی و دامپروری می‌باشد. شهر ایزه بزرگترین شهر در حوضه آبریز است.

#### ۹-۱- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

دشت ایزه بخشی از زاگرس چین خورده است که از شمال به مرز جنوبی زون راندگی‌ها، از جنوب با مرز شمال فرو افتادگی دزفول، از شرق به گسل کازرون محدود می‌شود (آقناباتی، ۱۳۸۳). واحدهای زمین شناسی در منطقه مورد مطالعه از کرتاسه تا عهد حاضر شامل سازندهای داریان-فهلپیان، کژدمی، ایلام - سروک، گورپی، پابده، آسماری، گچساران، بختیاری، کنگلومرای تکوک و کواترنری می‌باشد (شکل ۱-۱۵). نهشته‌های کواترنری حداکثر سطح پوششی را نسبت به دیگر سازندهای حوضه آبریز داشته است. جنس سازندهای حوضه آبریز از نوع آهکی، آهکی - دولومیتی و آهکی - شیلی و گچی می‌باشد. در ادامه مختصری در مورد لیتولوژی سازندهای واقع در حوضه آبریز تالاب از قدیم به جدید ارائه می‌گردد (آقناباتی، ۱۳۸۳).

#### الف - سازند آهکی فهلپیان

سازند فهلپیان از سنگ آهک ائولیتی متورق تا توده‌ای با توپوگرافی خشن به رنگ قهوه‌ای خاکستری

تشکیل شده است. مرز بالایی فهلیان با شیل‌های گدوان واضح می‌باشد. در ناحیه‌ی ایزه که سازند شیلی گدوان وجود ندارد، سازندهای آهکی داریان و فهلیان واقع در شمال و جنوب شرق منطقه مورد مطالعه، قابل تفکیک نبوده و روی هم قرار می‌گیرند که تنها با مطالعه فسیل‌شناسی می‌توان آنها را جدا نمود. بر اساس سنگواره‌ها سن سازند فهلیان، کرتاسه زیرین (نئوکومین-آپتین) تعیین شده است.

### ب- سازند آهکی داریان

سازند داریان با سن کرتاسه زیرین (به دلیل داشتن اربیتولین فراوان به سن آپتین) شامل سنگ آهک قهوه‌ای - خاکستری ضخیم لایه تا توده‌ای خشن و صخره‌ساز است. این سازند در منطقه ایزه به دلیل نبود مرز پایینی با گدوان، بر روی سازند فهلیان قرار گرفته است. مرز بالایی آن با سازند شیلی کژدمی به شدت فرسایش یافته، می‌باشد.

### پ- سازند شیلی کژدمی

رخساره شیلی سازند کژدمی با سن آلبین تا سنومانین را می‌توان در تمام خوزستان مشاهده نمود. این سازند شامل شیل قیری خاکستری تیره تا سیاه رنگ بیتومین‌دار بوده و همچنین همراه با لایه‌های نازک آهکی رسی تیره رنگ دارای فسیل آمونیت و مارن است. مرز پایینی سازند کژدمی با سنگ آهک داریان است که مرز ناپیوسته بوده و با لایه‌های سرخ رنگ اکسیده و دانه‌های گلوگونیت مشخص است. مرز بالایی آن با سنگ‌های آهکی سروک، تدریجی می‌باشد. این سازند، سنگ منشأ بسیار مهمی در حوضه رسوبی زاگرس بوده و رخنمون آن در این منطقه به عنوان یک واحد کلیدی به خوبی مشخص است.

### ت- سازند ایلام و سروک

این دو سازند متعلق به دوره کرتاسه بالایی است و در ناحیه ایزه رخنمون این دو سازند بسیار مشابه

بوده و در روی زمین قابل تفکیک نیستند. این دو سازند شامل سنگهای آهکی توده‌ای کرم تا خاکستری همراه با لایه‌های نازک مارن‌های خاکستری تیره حاوی درزه و شکاف است. بخش پایینی سازند ایلام - سروک به طور همشیب روی مارن‌های کژدمی قرار گرفته و با ناپیوستگی همشیب در زیر مارن‌های سازند گورپی قرار می‌گیرد. این نوع آهک‌های آبدار را می‌توان در قسمت شمال، شمال شرق و جنوب منطقه مورد مطالعه مشاهده نمود.

### ث - سازند شیلی گورپی

در اکثر نواحی زاگرس، سازند گورپی شامل تناوبی از مارن‌های خاکستری مایل به آبی و سنگهای آهکی مارنی نازک لایه است که به دلیل انحلال پذیری بالا، سیمای آن فرسوده می‌باشد. این سازند، سنگ پوش مخازن نفتی سروک است. مرز زیرین سازند گورپی با سازند ایلام و سروک، ناپیوستگی هم شیب بوده و مرز بالایی آن با شیل‌های ارغوانی سازند پابده، دگرشیبی فرسایشی است. سازند گورپی، در همه جا همزمان نیست و در نواحی خوزستان سن سازند گورپی کرتاسه بالایی (سانتونین تا ماستریشتین) است.

### ج - سازند پابده

سازند پابده در نواحی خوزستان گسترش داشته است و بسیار غنی از مواد آلی می‌باشد. در بسیاری از نقاط به بلوغ لازم برای تولید هیدروکربن نرسیده است و در نقاطی که به بلوغ رسیده باشد، سنگ منشأ پرتوان است. سازند پابده شامل شیل و مارن ارغوانی با تناوبی از شیل‌های آهکی، مارن و سنگ‌های آهکی مارنی نازک به رنگ کرم تا خاکستری است. درصد شیل و آهک رسی یکنواخت نیست. این سازند با ناپیوستگی هم شیب بر روی سازند گورپی قرار گرفته و مرز بالایی آن با سازند آسماری پیوسته و تدریجی است. سن سازند پابده از پالئوسن پسین تا ائوسن پسین است.

## چ- سازند آهکی آسماری

سازند آسماری، جوان‌ترین و مهم‌ترین سنگ مخزن پهنه زاگرس بوده که متعلق به الیگوسن - میوسن می‌باشد. این سازند شامل سنگهای آهکی مقاوم با لایه بندی ضخیم تا توده‌ای و برجسته کرم تا قهوه‌ای رنگ با مورفولوژی صخره‌ساز بوده (با میان لایه‌های نازک شیلی) و حاوی درزه‌های فراوان می‌باشد که به شکل نعل اسبی در بخش جنوب، شرق و غرب دریاچه بندان قرار گرفته است. قسمت دیگری از این نوع آهک‌های آبدار را در غرب دشت مشاهده است. این سازند از قسمت زیرین به طور هم شیب روی مارن و شیل‌های پابده قرار گرفته و از بالا توسط انیدریت و مارن‌های سازند گچساران پوشیده می‌شود.

## ح- سازند تبخیری گچساران

ضخامت این سازند به دلیل ویژگی شکل‌پذیری، متغیر بوده و فرسایش‌پذیری آن شدید می‌باشد. واحدهای اصلی سازند گچساران شامل مقدار زیادی گچ همراه با مارن‌های رنگارگ (سبز، خاکستری و قرمز)، لایه‌های ماسه سنگی و بدون نظم چینه‌ای می‌باشد. سازند مذکور پوش سنگ میدان‌های نفتی می‌باشد و بیشتر در نقاط پست و در محور ناودیس‌ها دیده می‌شود. مرز زیرین با سازند آسماری با نازک شدن کربنات‌ها و گذر تدریجی به رخساره گچی مشخص می‌شود. مرز بالایی با سازند آغاجاری تدریجی بوده و بر روی بالاترین لایه گچی قرار گرفته است. سنگواره مشخصی از این سازند بدست نیامده است اما بر اساس شواهد دیرینه‌شناسی سن میوسن میانی برای این سازند در نظر گرفته شد.

## خ- سازند بختیاری

سازند بختیاری ویژگی رسوبات آبرفتی - کوهپایه‌ای حاصل از فرسایش ارتفاعات را نشان می‌دهد. این سازند شامل کنگلومراهای چرتی و آهکی (قطعات قلوه‌سنگ‌ها و ریگ‌ها)، سنگهای آهکی و چرت‌های دارای مقادیری اکسید آهن به رنگ خاکستری تیره، کرم و قهوه‌ای که در یک زمینه ماسه‌ای، سیمان آهکی و یا سیلیسی به هم متصل شده‌اند، می‌باشند. ضخامت، میزان و نوع سیمان، اندازه و نوع قلوه‌ها

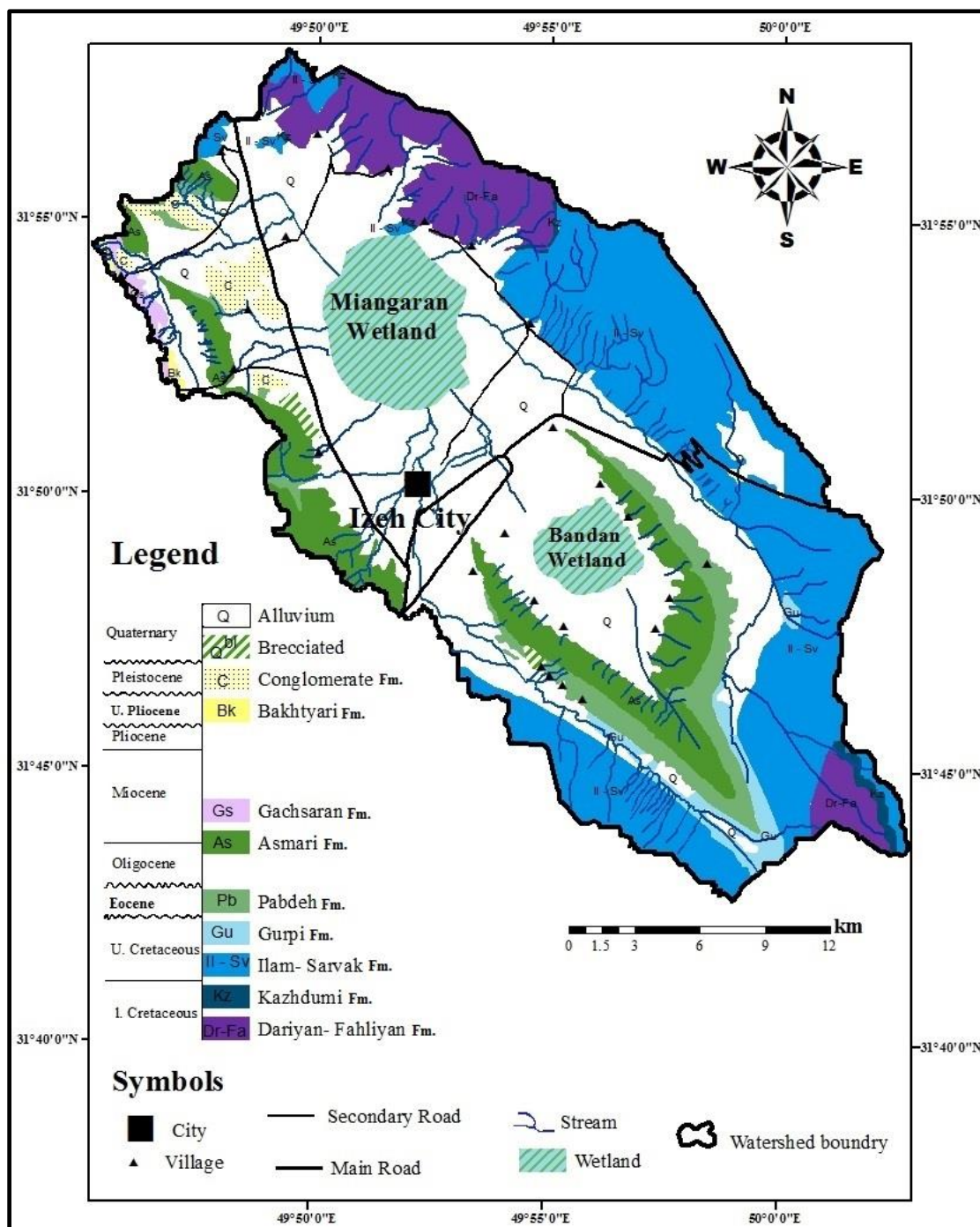
و نیز زمان تشکیل سازند بختیاری در نقاط مختلف متفاوت است. به طور کلی در اغلب نقاط به صورت یک واحد برجسته دیده می‌شود. وجود این سازند در قسمت‌های غرب منطقه، نقش مهمی در تغذیه آبخوان‌های زیرزمینی ایفا می‌نماید. سازند بختیاری در این منطقه به طور دگرشیب بر روی سازند قدیمی‌تر قرار گرفته و از بالا توسط رسوبات دوران چهارم (کواترنری) پوشیده شده است. از آنجایی که فسیل شاخصی از این سازند بدست نیامده است و به طور کلی در مقایسه با سایر نقاط زاگرس سن آن پلیوسن در نظر گرفته می‌شود.

#### د- کنگلومرای تکوک

کنگلومرا در این ناحیه گسترش چندانی نداشته و بیشتر به صورت پهنه‌های کوچک و پراکنده بر روی سازندهای نرم و فرسایشی رسوب نموده‌اند. کنگلومراهای تکوک فاقد سیمان بوده و لایه‌بندی آنها پس از تشکیل شیب‌دار شده‌اند. این رسوبات در غرب دشت قابل مشاهده می‌باشند. زمان تشکیل آنها پلیستوسن می‌باشد.

#### ذ- رسوبات کواترنر

در بین رسوبات کواترنری، رسوبات آبرفتی بیشترین سهم را داشته‌اند. این مواد فرسایشی هستند از دامنه ارتفاعات تا نواحی پست دشت‌ها گسترده شده‌اند و با دور شدن از ارتفاعات درشتی دانه‌های آنها کاهش یافته است. به همین دلیل به نام‌های مختلف از قبیل دشت، جلگه و غیره نامیده شده‌اند. سن این رسوبات متعلق به پلیستوسن - هولوسن تا عهد حاضر می‌باشد. رسوبات دوران چهارم به شکل آبرفت‌ها و مواد ریز و درشت دانه از قبیل رس، سیلت، ماسه، شن، قلوه سنگ در دهانه و اطراف مخروط افکنه‌ها، کف دره‌ها و در سطح دشت تجمع نموده و طبقات کم ضخامت را تشکیل داده است. وجود درز و شکاف و خلل و فرج در این رسوبات نرم موجب شده تا جریان‌های سطحی ناشی از بارندگی‌ها به درون آنها نفوذ نموده و آبخوان‌های آبرفتی را تشکیل داده‌اند.



شکل (۱-۱۵): نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (بر گرفته از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ کوه آسماری و دهدز)

## ۱۱- ساختار پایان نامه

مطالعات انجام شده در این پایان نامه به صورت زیر سازمان بندی شده است:

فصل اول: کلیات



فصل دوم: مروری بر مطالعات پیشین

فصل سوم: مواد و روش‌ها

فصل چهارم: بررسی کیفی و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران و ورودی‌های آن

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

## فصل دوم:

# مروری بر مطالعات گذشته

### ۲-۱- مقدمه

فعالیت‌های انسانی در حال حاضر در سراسر جهان تبدیل به یک نگرانی بسیار مهم برای محیط‌های آب شیرین شده است (Eddin *et al.*, 2013). رشد جمعیت و شتاب حاصل از فعالیت‌های شهری و کشاورزی، عوامل اصلی آلودگی‌های انسانی در منابع آبی می‌باشند (Raju *et al.*, 2011). مهمترین منابع آلاینده در حوضه‌های آبریز مناطق مختلف فاضلاب‌های خانگی، پساب‌های صنعتی، لندفیل‌ها و رواناب‌های کشاورزی می‌باشند (Koklu *et al.*, 2010). پدیده مغذی شدن یا یوتروفیکاسون<sup>۱</sup> به عنوان یکی از جدی‌ترین مشکلات زیست محیطی در محیط‌های آبی از قبیل دریاچه‌ها، مخازن و خلیج‌ها است که به ایجاد طعم و بوی نامطلوب، افزایش هزینه‌های تصفیه و کمبود منابع آب منجر می‌گردد. نیتروژن و فسفر به عنوان عناصر ضروری برای چرخه زیستی اغلب توسط فعالیت‌های انسانی از جمله تخلیه فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی به محیط‌های آبی وارد شده و افزایش بیش از حد آنها منجر به پدیده مغذی شدن می‌گردد (Luo *et al.*, 2011). همچنین فلزات سنگین خطرات جدی برای موجودات آبی و محیط زیست آنها ایجاد می‌نماید (Pourang *et al.*, 2005). بسیاری از فلزات سنگین در غلظت کم برای موجودات زنده سمی بوده و حتی تغییرات نسبی کم در غلظت آنها ممکن است پیامدهای زیست محیطی گسترده داشته باشد (Balkis *et al.*, 2010). فعالیت‌های انسانی تأثیر

---

<sup>۱</sup>Eutrophication

منفی بر روی کیفیت آب و عملکرد محیط زیست آبی داشته، از جمله باعث کاهش کیفیت آب و تنوع زیستی، تخریب زیستگاه‌های حیاتی و کاهش کیفیت در زندگی ساکنین محلی می‌شود (Satheeshkumar *et al.*, 2012). با توجه به هدف مطالعه حاضر که بررسی تالاب میانگران و ورودی‌های آن از نظر کیفی و غلظت فلزات سنگین می‌باشد، در ادامه منابع اصلی آلوده کننده کیفیت آب‌های سطحی از جمله پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری (خانگی و صنعتی) مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۲-۲- فاضلاب‌های شهری (خانگی و صنعتی)

فاضلاب شهری شامل فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های صنعتی می‌باشند (Khatib *et al.*, 2012). از نگرانی‌های جدی برای تالاب‌های مجاور شهرها، رواناب‌های ناشی از زهکشی مناطق شهری می‌باشد. ورود مداوم آلاینده‌ها به تالاب‌های شهری منجر به تخریب کیفیت آب، پوشش گیاهان بومی و رسوبات تالاب خواهد شد. فلزات سنگین به طور کلی توسط چندین فعالیت در مناطق شهری از جمله تجارت، صنعت و حمل‌ونقل ایجاد شده و همچنین این فلزات در فاضلاب‌های خانگی نیز یافت می‌شوند (Rouff *et al.*, 2013). علاوه بر این عناصر مغذی (نیتروژن و فسفر) نیز در فاضلاب‌های شهری ناشی از تخلیه پساب‌های خانگی می‌باشد (Roy *et al.*, 2007).

## ۲-۲-۱- آلودگی پیکره‌های آبی به فلزات سنگین در اثر تخلیه فاضلاب‌های شهری

پایش کیفیت آب و ارزیابی غلظت فلزات سنگین (Cd، Zn، Cr، Cu، Ni و Pb) در نمونه‌های سطحی تالاب کوکوکسیکمیس (Kucukcekmece) که یک پیکره آب شیرین واقع در غرب استانبول ترکیه است، نشان می‌دهد که غلظت تمام این فلزات به جز مس نسبت به داده‌های قبلی افزایش داشته است. بر اساس روش‌های آماری چند متغیره مانند تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (Cluster Analysis)،

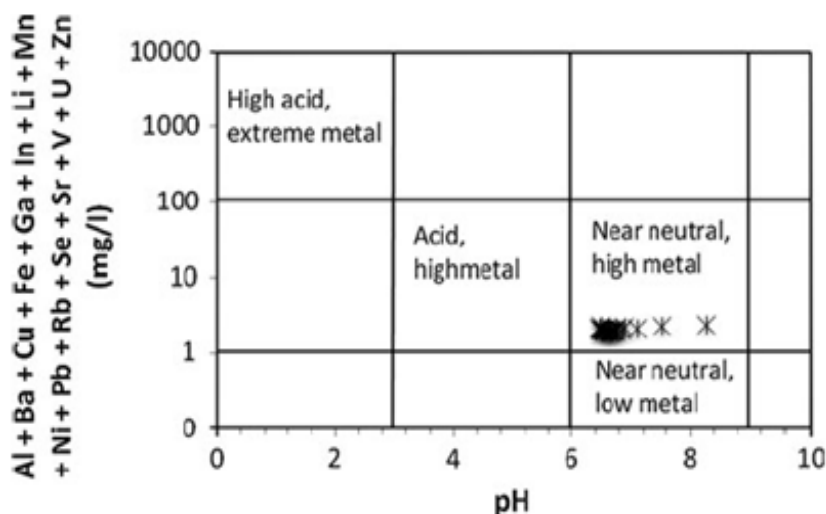
منبع احتمالی افزایش بار آلودگی، دفع بی رویه و طولانی مدت فاضلاب صنعتی و شهری می باشد (Altun *et al.*, 2009).

دریاچه مهارلو در جنوب غرب ایران واقع شده است. جهت بررسی آلودگی زیست محیطی این دریاچه غلظت فلزات سنگین (Mn و Fe، Ni، Zn، Pb، Cd، Cu، Co، Cr، As) در آب و رسوبات سطحی تعیین شده است. روش های مختلف ارزیابی کیفیت آب و رسوب از قبیل عوامل غنی سازی، شاخص زمین انباشت و عوامل آلودگی نشان می دهند که دریاچه مهارلو به شدت به فلزات کبالت، سرب و کادمیم آلوده است. این آلودگی به طور عمده در اثر زهکشی رودخانه خشک به عنوان آبراهه اصلی این دریاچه می باشد. این آبراهه از شهر شیراز عبور نموده و در طی چند دهه اخیر به دلیل افزایش سرعت شهرنشینی و صنعتی شدن این شهر مقدار بار آلودگی آبراهه خشک افزایش داشته است (Moore *et al.*, 2009).

جهت بررسی میزان آلودگی فلزات سنگین در آب دریاچه شهری و رودخانه مینگوآ (Mingoa) واقع در شهر یونده (Yaounde) در غرب کامرون، ۱۵ ایستگاه نمونه برداری انتخاب شده است. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی نمونه ها نشان داده است که غلظت عناصر آلومینیوم، آهن، منگنز، کادمیم و سرب در آب این دریاچه بیش از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2008) بوده است. زهکشی آلاینده های اصلی حاصل از فعالیت های انسانی مانند کشاورزی، فاضلاب خانگی و صنعتی توسط رودخانه مینگوآ به شکل یک آبراهه اصلی جمع آوری شده و به دریاچه شهری وارد می شود. این آلاینده ها در نهایت منجر به آلودگی آب به فلزات سنگین شده اند (Cheol Kwon *et al.*, 2012).

محققین با ارزیابی شاخص های آلودگی کیفیت آب برای پایش آلودگی فلزات سنگین (آهن، سلنیم، سرب و...) با مطالعه موردی دریاچه کورتین (Curtin) واقع در شرق مالزی بیان داشتند که نمونه های آب دریاچه به سرب آلوده بوده و اگزوز خودروها را به عنوان یکی از منابع آلودگی سرب در آب دریاچه کورتین معرفی نمودند. به طور کلی شدت آلودگی آب دریاچه به فلزات سنگین متوسط می باشد. شکل (۱-۲) ارتباط بین مجموع غلظت فلزات و pH را نشان می دهد که در منطقه خنثی با فلزات

سنگین بالا قرار گرفته‌اند (Prasanna *et al.*, 2012).



شکل (۱-۲): طبقه‌بندی نمونه‌های آب دریاچه کورتین (Curtin) بر اساس بار آلودگی فلزات سنگین و pH

در تحقیق صورت گرفته توسط جیانگ و همکاران (Jiang *et al.*, 2012) ارزیابی دقیقی بر روی غلظت فلزات سنگین (As، Cr، Cd، Cu، Zn، Ni و pb) محلول در آب به جهت اهمیت زیست محیطی دریاچه تایهو (Taihu) که در جنوب چین واقع شده، انجام گرفته است. افزایش ورود فاضلاب خانگی به دریاچه مورد نظر منجر به تجمع عمده فلزات سنگین در بخش‌های غربی و شمالی دریاچه شده و آلودگی از محل ورود رودخانه به طرف مرکز دریاچه کاهش نشان داده است.

بررسی کیفیت آب دریاچه آپپیر (Upper) در شهر بهوپال (Bhopal) استان مرکزی هند نشان می‌دهد که دریاچه آلوده بوده و غلظت فلزات سنگین مانند نیکل و کروم بیش از حد مجاز استاندارد هند (BIS)<sup>۱</sup> می‌باشد. منبع احتمالی این آلودگی ورود فاضلاب شهری تصفیه نشده به این دریاچه گزارش شده است (Virha *et al.*, 2010).

ارزیابی و بررسی تأثیر فاضلاب شهری از لحاظ غلظت فلزات سنگین بر روی کیفیت آب دریاچه هوسسینساگر (Hussainsagar) که در میان دو شهر حیدرآباد و اسکندرآباد کشور هند قرار گرفته، مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعه نشان می‌دهد که دریاچه ماهیت یوتروفیک و آلودگی شدید

<sup>۱</sup>Bureau of Indian Standards

به فلزات سنگین دارد. همبستگی مثبت میان عناصر نشان می‌دهند که فاضلاب شهری تصفیه نشده که شامل پساب صنعتی بوده، منبع اصلی آلودگی آب دریاچه می‌باشد. با توجه به اینکه ورودی‌های اصلی باعث آلودگی در آب دریاچه شده‌اند بایستی مانع ورود فاضلاب به دریاچه شده یا فاضلاب قبل از ورود به طور کامل تصفیه شوند (Reddy *et al.*, 2012).

## ۲-۲-۲- آلودگی پیکره‌های آبی به مواد مغذی در اثر تخلیه فاضلاب‌های شهری

منابع آب مجاور شهرها، حاوی مقادیر زیادی فسفر هستند که از فاضلاب خانگی حاوی مواد شوینده (نمک پلی فسفات) منشأ می‌گیرند. مواد مغذی نه تنها منجر به شکوفایی جلبک‌ها می‌شود بلکه اغلب بر رشد گیاهان تالاب نیز مؤثر خواهند بود (Fareed *et al.*, 2005).

بررسی پارامترهای کیفیت آب تالاب کوکوکسیکمیس (Küçükçekmece) در غرب استانبول واقع در ترکیه، نشان می‌دهند که مقدار بالای مواد مغذی (نیترات، فسفات و بار آلی) در تالاب‌ها باعث افزایش رشد باکتری‌ها شده است. این موضوع نه تنها ارزش غذایی آب را کاهش داده بلکه اغلب باعث ایجاد بوی نامطبوع، تغییر رنگ آب تالاب و کاهش جمعیت موجودات زنده شده است. توسعه سریع شهرنشینی منجر به افزایش ورود فاضلاب خانگی و شهری به تالاب شده و این تأثیرات را در پی داشته که در نهایت سبب تخریب تالاب گردیده است (Altun *et al.*, 2009).

در مطالعه انجام شده بوسیله سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2008) رابطه‌ی بین غلظت فلزات سنگین مانند کروم، منگنز، آهن، نیکل، مس، روی، کادمیم و سرب و خواص فیزیکی‌وشیمیایی آب هفت دریاچه مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که غلظت فلزات سنگین به جز آهن در نمونه‌های آب زیر حد سمیت سازمان بهداشت جهانی (WHO, 1998) می‌باشد. افزایش جذب کربن آلی محلول به وسیله پلانکتون‌ها طی فرآیند فتوسنتز منجر به افزایش pH آب‌ها شده و قلیائیت زیاد نشان دهنده استعداد بالقوه پیکره آب‌ها برای بروز پدیده‌ی یوتروفیکاسیون می‌باشد. این پیکره آبی با مقدار قلیائیت بیشتر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر به مواد مغذی غنی می‌باشد. بر اساس این

مشاهدات بسیاری از دریاچه‌های ناحیه ناینیتال (Nainital) تحت تأثیر ورود مواد شوینده ساکنین مجاور در معرض مشکل یوتریفیکاسیون قرار گرفته است.

مطالعه‌ی دریاچه منسار (Mansar) توسط میخلافی و همکاران (Mikhlafla *et al.*, 2003) نشان می‌دهد که آب این دریاچه در فصل بهار به علت رشد گیاهان و فعالیت فیتوپلانکتون‌ها نسبت به کلسیت و دولومیت فوق اشباع است. فرآیند فتوسنتز در حضور گیاهان و نور خورشید انجام می‌شود. جذب مولکول دی اکسید کربن از آب طی فرآیند فتوسنتز (معادله ۱-۲) مقدار pH را افزایش می‌دهد و در نتیجه میزان قلیائیت آب و غلظت بی‌کربنات افزایش می‌یابد:



در مطالعه راویکومار و همکاران (Ravikumar *et al.*, 2013) با تمرکز بر ارزیابی مقایسه‌ای کیفیت آب دریاچه‌های سنکی تانک (Sankey Tank) و ماللاتاهالی (Mallathahalli) که در جنوب غرب کشور هند واقع شده‌اند و به ترتیب توسط فاضلاب و آب باران تغذیه شده‌اند، شاخص کیفیت آب (WQI)<sup>۱</sup> و مقدار شوری نمونه‌های آب دریاچه‌ها در یک دوره ۳ ماهه از ماه مارس تا ماه می در سال ۲۰۱۲ برای ۳ ایستگاه پایش گردید. نتایج نشان می‌دهد که کیفیت آب دریاچه ماللاتاهالی به دلیل فعالیت‌های بشر مانند ورود فاضلاب خانگی تخریب و شوری آن زیاد شده است و همچنین دریاچه‌های سنکی تانک کیفیت آب خوب و شوری متوسط دارد. به طور کلی آب دریاچه‌ها مورد مطالعه باید قبل از مصرف جهت آبیاری تصفیه شوند.

نتایج ارزیابی تغییرات سطح کیفیت آب دریاچه یولوبات (Uluabat) در ترکیه نشان می‌دهد که دریاچه در معرض تخلیه فاضلاب شهری شامل فاضلاب خانگی (حاوی مواد شوینده) و پساب صنعتی که توسط رودخانه مصطفی کمال پاشا (Mustafa Kemal Pasa) به دریاچه مورد نظر انتقال یافته، قرار گرفته است. مواد شیمیایی و مواد مغذی که به محیط زیست آبریزان اضافه می‌شود مشکلات

<sup>۱</sup>Water quality index

مختلفی ایجاد می‌نماید. در این مطالعه جهت بررسی ارتباط بین پارامترهای کیفی آب دریاچه از روش آماری آنالیز خوشه‌ای استفاده شده است. نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای نشان می‌دهد ۱۲ نقطه نمونه‌برداری که به لحاظ خصوصیات کیفی مشابه می‌باشند، به دو خوشه تقسیم شده‌اند. هر دو خوشه از فاضلاب شهرهای متفاوت منشأ گرفته‌اند (Iscen *et al.*, 2008).

جهت ارزیابی کیفیت آب و شناسایی منابع آلاینده سه دریاچه در کشمیر، هند ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری برای دریاچه‌ها انتخاب شده است. نتایج نشان می‌دهد که غلظت پتاسیم، سدیم، هدایت الکتریکی، نیترات و فسفات در آب شیرین دریاچه خوشلسار (Khushalsar) نسبت به سایر دریاچه‌ها بیشترین مقادیر را داشته است. این موضوع نشان دهنده تأثیر شدید فعالیت‌های انسانی مانند فاضلاب خانگی بوده که یوتریفیکاسیون را شتاب می‌دهد و در نهایت افزایش تولید فیتوپلانکتون را در پی داشته است (Najar and Khan, 2012).

سولنکی و همکاران (Solanki *et al.*, 2010) تغییرات فصلی پارامترهای فیزیکوشیمیایی دریاچه پندو (Pandu) واقع در هند، که فاضلاب تصفیه نشده از نقاط مختلف شهر بدهان (Bodhan) به طور مستقیم به آن تخلیه شده را از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ مورد پایش قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که این دریاچه به دلیل بالاتر بودن غلظت فسفات و نیترات از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 1992) جزء دریاچه‌های یوتروفیک می‌باشد. تخلیه فاضلاب‌های شهری غنی از مواد مغذی به دریاچه سبب ایجاد این شرایط شده است. یوتریفیکاسیون می‌تواند اثرات بسیار مضر بر روی کیفیت آب دریاچه و موجودات آبی آن داشته باشد.

چاندرا و همکاران (Chandra *et al.*, 2010) چهار تالاب در شهر صنعتی کیمبتور (Coimbatore) در جنوب هند را از نظر کیفیت آب مورد پایش و ارزیابی قرار داده‌اند. تالاب‌ها در مجاورت شهر قرار گرفته‌اند و حداقل ظرفیت ذخیره‌سازی آب را به دلیل عمق کم دارا می‌باشند. بنابراین کیفیت آب تالاب‌ها تحت تأثیر تخریب سریع عوامل مربوط به توسعه شهری نظیر تخلیه زباله‌ها و فاضلاب‌ها قرار گرفته است. آلودگی تالاب یکدام (Ukkadam) نسبت به دیگر تالاب‌ها، بیشتر می‌باشد و مقدار هدایت



الکتریکی و pH آن بیش از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 1997) است. افزایش مقدار pH در تالاب‌ها به فرآیند فتوسنتز نسبت داده شده که در نتیجه منجر به افزایش سطح آلودگی در تالاب‌های مورد مطالعه شده است.

مطالعه الهتپ و گولو (Elhatip and Gullu, 2005) به بررسی تأثیر تخلیه فاضلاب شهری بر روی کیفیت آب دریاچه سد مماسین (Mamasin) در بخش مرکزی چین می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که منابع نقطه‌ای، آلاینده‌های مختلفی را به رودخانه‌های تغذیه کننده دریاچه سد منتقل می‌نمایند. ورود این آلاینده‌ها در نهایت منجر به ایجاد پدیده یوتروفیکاسیون در پیکره آب ساکن دریاچه سد مماسین (Mamasin) خواهد شد.

جمع‌بندی مطالعات انجام شده در مناطق مختلف جهان بیانگر این موضوع بوده که یکی از منابع فلزات سنگین محلول در آب‌های سطحی (دریاچه‌ها و تالاب‌ها)، ورود فاضلاب‌های شهری (خانگی و صنعتی) می‌باشد که افزایش غلظت عناصر از قبیل Ni, Zn, Pb, Co, Al, Cu, Cr, Zn, Cd, As, Fe و Mn را در آب‌های سطحی در پی داشته است. همچنین منابع آب مجاور شهرها، حاوی مقادیر زیادی مواد مغذی (فسفات و نترات) هستند که از فاضلاب شهری (خانگی و صنعتی) منشأ می‌گیرند. فرآیند یوتروفیکاسیون به طور معمول در پیکره‌ی آب‌های ساکن و در اثر افزایش مواد مغذی ایجاد می‌شود. ایجاد پدیده یوتروفیکاسیون در پیکره آب‌های ساکن منجر به جذب مولکول دی اکسید کربن از آب طی فرآیند فتوسنتز می‌شود و افزایش مقدار pH را در پی خواهد داشت و در نتیجه میزان قلیائیت آب و غلظت بی‌کربنات افزایش می‌یابد.

### ۳-۲- زهکشی رواناب زمین‌های کشاورزی

کودهای فسفاته برای کشاورزی ضروری بوده زیرا آنها حاوی مواد مغذی جهت افزایش محصولات کشاورزی می‌باشند. مواد طبیعی و کانی‌های خالص حاوی فلزات سنگین بوده، بنابراین فلزات سنگین در کودهای فسفاته و سایر کودهای شیمیایی می‌تواند وجود داشته باشد (Cheraghi et al., 2012).

مصرف کودهای شیمیایی خطر مغذی شدن منابع آبها در اثر شسته شدن نیتروژن (نیترات) و فسفر (فسفات) را افزایش می‌دهند. نیترات یک آلاینده رایج در منابع آب است و خطر جدی برای محیط زیست می‌باشد. افزایش غلظت نیترات در منابع آب به طور کلی به استفاده بیش از حد کودهای نیتروژن دار مصنوعی نسبت داده شده است. همچنین کودهای مصنوعی از منبع آلودگی فسفر برای محیط زیست آبریان بوده که منجر به رخداد پدیده یوتریفیکاسیون در ذخایر آب خواهند شد (Joseph *et al.*, 2012). همچنین مصرف کودهای شیمیایی و آفت کشها در زمینهای کشاورزی می‌تواند فلزات سنگین را به مخازن آب وارد نمایند. بنابراین فلزات سنگین، آب مخازن را برای موجودات زنده و کشاورزی نامناسب خواهند نمود (Grellier *et al.*, 2012).

### ۲-۳-۱- آلودگی آب به فلزات سنگین به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی

لی و همکاران (Li *et al.*, 2012) با استفاده از روش نمونه برداری سیستماتیک، ۶۲ نمونه از آب سطحی سه ورودی اصلی و دریاچه چوهو (Chaohu) در استان آنهو (Anhui) واقع در چین جهت بررسی غلظت فلزات سنگین جمع‌آوری نمودند. این محققین بیان داشتند که دریاچه نسبت به فلز کادمیم آلودگی محلی داشته است. تنها ۱۰ درصد تا ۱۵ درصد کودهای آلی و معدنی (کودهای فسفات‌ه حاوی فلزات سنگین مانند کادمیم، جیوه، مس، نیکل، سرب و روی) که در زمینهای کشاورزی این منطقه استفاده شده، توسط محصولات کشاورزی جذب شده و بقیه آن هدر می‌رود. این موضوع دلیل آلودگی محلی کادمیم بیان شده است.

فلز روی برای موجودات آبی در غلظت‌های زیاد، سمی بوده و خطر جدی برای محیط زیست آبریان ایجاد می‌نماید. ارزیابی فلزات سنگین در آبهای سطحی دریاچه سد کبان (Keban) واقع در ترکیه، نشان می‌دهد که غلظت فلز روی در این دریاچه نسبت به سایر دریاچه‌های مورد مطالعه بیشتر است. این موضوع به دلیل فعالیت‌های کشاورزی در اطراف دریاچه می‌باشد (Kulahci and Dogru, 2006). ینگ و همکاران (Ying *et al.*, 2012) آبهای سطحی دریاچه هونگهو (Honghu) در شرق مرکز

چین را به لحاظ غلظت فلزات سنگین مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهند که غلظت فلزات آرسنیک، کروم، سرب، مس و نیکل دریاچه نسبت به سایر رودخانه‌ها بیشتر بوده و دریاچه به فلزات سنگین آلوده است. معمولاً غلظت این فلزات در نقاط نمونه‌برداری که مقدار pH پایین‌تری دارند، بیشتر می‌باشد. همبستگی مثبت بین فلزات نشان می‌دهد که آنها از منبع احتمالی مشابه منشأ گرفته‌اند. از آنجایی که منطقه مورد مطالعه یکی از مهمترین قطب‌های کشاورزی در چین بوده، مصرف سالانه کودهای شیمیایی (کود فسفات‌ها که حاوی فلزات سنگین مانند مس، نیکل، کادمیم و سرب) دلیل انباشت فلزات سنگین در این دریاچه می‌باشد.

پایش و ارزیابی کیفیت آب دریاچه مانچار (Manchar) بزرگترین دریاچه آب شیرین در استان سینده (Sindh) پاکستان توسط مستوی و همکاران (Mastoi *et al.*, 2008) انجام شده است. برای این منظور دره نار (Nara) که زهکش مزارع کشاورزی است (که در آن از کودهای شیمیایی از قبیل اوره، نترات آمونیوم، نیتروفسفات و دی آمونیوم فسفات استفاده می‌شود)، مورد بررسی قرار گرفته است. خواص فیزیکوشیمیایی و غلظت هفت فلز سنگین مس، نیکل، روی، کبالت، آهن، سرب و کادمیم در آنها تعیین شده است. نتایج نشان می‌دهد که غلظت نترات و فسفات موجود در دریاچه در حد مجاز بوده، و مقدار این مواد مغذی در دره بیش از حد مجاز می‌باشد. دریاچه مانچار و دره نار به ترتیب به سرب و کادمیم آلوده بوده، و pH دره بیش از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004) می‌باشد. این مطالعه نشان می‌دهد که اگر آب زهکشی به دریاچه از طریق دره نار ادامه داشته باشد، در نهایت منجر به تخریب کیفیت آب دریاچه مانچار خواهد شد (Mastoi *et al.*, 2008).

مطالعه سینیر و همکاران (Sener *et al.*, 2013) تأثیرات زمین‌شناسی و انسانی بر روی کیفیت آب دریاچه اگیردیر (Egirdir) دومین دریاچه آب شیرین و قابل شرب کشور ترکیه را مورد بررسی قرار داده است. برای تعیین خواص هیدروژئوشیمیایی دریاچه ۴۸ نمونه برداشت شده و ۳۰ پارامتر کیفیت آب برای پایش فصلی انتخاب شده است. تیپ آب دریاچه  $\text{Ca-Mg-HCO}_3$  می‌باشد. بخش مهم آلودگی از طریق چهار جریان اصلی به دریاچه انتقال یافته و به طور مستقیم در ارتباط با منابع انسانی

مانند فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب‌ها می‌باشند. مناطق کشاورزی مجاور دریاچه یک خطر جدی برای کیفیت آب دریاچه می‌باشند. به طور کلی pH و فسفات نمونه‌های آب دریاچه بیش‌تر از مقدار حد مجاز یوتروفیک می‌باشد. مقدار فلزات کمیاب در نمونه‌های آب دریاچه کم بوده لیکن مقدار غلظت آلومنیوم، آهن و سرب بیش‌تر از حد مجاز بوده، که مرتبط با آلودگی‌های کشاورزی می‌باشند.

### ۲-۳-۲- مغذی شدن آب به واسطه استفاده از کودهای شیمیایی

یک مشکل جدی در مناطق با کشاورزی فشرده، انباشت فسفر در آب دریاچه‌ها و رودخانه‌ها بوده که ناشی از زهکشی زمین‌های کشاورزی می‌باشد. خاک‌هایی که در طی چندین دهه کشت می‌شوند ممکن است به دلیل مصرف کودهای آلی و معدنی، یک منبع برای فسفر باشند. زهکشی فسفر از زمین‌های کشاورزی به پیکره‌های آبی به دو شکل محلول و ذرات فسفر صورت می‌گیرد. با وجود تلاش‌های قابل توجهی که در جهت کاهش زهکشی فسفر از زمین‌های کشاورزی به محیط‌های آبی صورت گرفته است، هنوز این مسئله یک مشکل جدی و پرهزینه در اروپا و دیگر نقاط جهان می‌باشد (Lyngsie *et al.*, 2013).

محیط زیست تالاب‌ها به مواد مغذی که از طریق فعالیت‌های کشاورزی موجود در حوضه آبریز، به تالاب وارده شده، حساس می‌باشند. برای مثال تالاب شادگان واقع در استان خوزستان در سال‌های کم آبی (به دلیل افزایش فسفات) و پر آبی (به دلیل افزایش نیترات) یوتروفیک بوده و کاهش کیفیت آب باعث ایجاد شرایط ناسالم در محیط زیست تالاب شده است (Nouri *et al.*, 2010).

دریاچه ایمیر (Eymir) و موگان (Mogan) مجاور شهر آنکارا در ترکیه به شدت تحت تاثیر منابع آلاینده غیر نقطه‌ای از جمله رواناب کودهای شیمیایی که مقدار زیادی فسفر را به دریاچه‌ها زهکشی نموده، قرار گرفته‌اند. سطح فسفر در آب دریاچه‌ها بالاتر از مقدار یوتریفیکاسیون می‌باشد و محیط را برای حیات موجودات آبی نامناسب نموده است (Karakoc *et al.*, 2003).

بررسی وضعیت آلودگی تالاب چینکولام (Chinnakulam) واقع در جنوب هند نشان می‌دهد، به دلیل

استفاده از کود دی آمونیوم فسفات (DAP)<sup>۱</sup> و کود حیوانی در زمین‌های کشاورزی مجاور تالاب، غلظت فسفات افزایش یافته است (Chandra *et al.*, 2010).

بررسی کیفیت آب دریاچه تای (Tai) و دیان (Dian) واقع در چین نشان می‌دهد که دریاچه‌ها به طور کلی در اثر فعالیت‌های کشاورزی مغذی شده است (Le *et al.*, 2010). غلظت نیتروژن و فسفر در دریاچه تایهو (Taihu) واقع در جنوب چین تحت تأثیر توسعه کشاورزی افزایش داشته است و در نهایت منجر به مغذی شدن و کاهش تولید آبزیان دریاچه شده است (Chuai *et al.*, 2012).

مطالعه ارزیابی منابع آلودگی دریاچه ویکتوریا در شرق آفریقا نشان می‌دهد که افزایش جمعیت در این منطقه، نیاز به زمین‌های کشاورزی را افزایش داده است و به این منظور اقدام به سوزاندن جنگل‌ها نموده‌اند. افزایش ورود مواد مغذی به دریاچه به طور عمده ناشی از نشست گرد و غبار حاصل از سوزاندن جنگل‌ها و مزارع و زهکشی رواناب زمین‌های کشاورزی می‌باشد. این عوامل پدیده یوتریفیکاسیون را تسریع می‌دهند (Scheren *et al.*, 2000).

خانجانی و ابراهیمی (۱۳۸۷)، نقش پساب‌های کشاورزی بر میزان آلودگی آب تالاب چغاخور در استان چهارمحال بختیاری را مورد بررسی قرار دادند. این محققین بیان داشتند که پارامترهای فسفات و نترات در فصول مختلف سال تغییرات شدیدی نشان می‌دهند. این تغییرات ناشی از استفاده سموم در مزارع کشاورزی اطراف تالاب بوده که تأثیر قابل توجهی بر افزایش نترات و فسفات آب گذاشته است.

کاظمی و امیرنژاد (۱۳۹۱) به منظور بررسی وضعیت پر غذایی دریاچه زریوار در استان کردستان از شاخص تروفی کارلسون (TSI)<sup>۲</sup> استفاده کرده‌اند. مصرف کود و سموم آفت‌کش‌ها در زمین‌های کشاورزی شیب‌دار مشرف به دریاچه موجب ورود مواد مغذی به دریاچه شده، و افزایش رشد جلبک‌ها و فتوسنتزکننده‌ها را در پی داشته است. این موضوع در نهایت یوتریفیکاسیون را در دریاچه به همراه

---

<sup>۱</sup>Diammonium phosphate

<sup>۲</sup>Trophic Sstate Index

خواهد شد.

جهت تعیین تغییرات مکانی آلاینده‌های تالاب انزلی، نوابیان و همکاران (۱۳۹۱) از پهنه‌بندی کیفی آب استفاده نمودند. غلظت‌های نیتروژن و فسفر در ناحیه جنوب شرقی تالاب بالاتر از حد مجاز می‌باشد. به دلیل اینکه این ناحیه از تالاب محل ورود آبراهه‌ای بوده که در طول مسیر آلاینده‌ها موجود در زمین‌های کشاورزی و شالیزارها را زهکشی می‌نماید.

جمع‌بندی بررسی‌های صورت گرفته در مناطق مختلف ایران و جهان نشان می‌دهد که یکی دیگر از منابع فلزات سنگین محلول در آب‌های سطحی، مصرف سالانه کودهای آلی و معدنی بوده، که انباشت فلزات سنگین از قبیل آرسنیک، کروم، سرب، مس، روی، کادمیم، جیوه، آلومنیوم و نیکل در آب‌های سطحی در پی دارد. همچنین استفاده از کودهای شیمیایی و کودهای حیوانی در زمین‌های کشاورزی مجاور آب‌های سطحی، غلظت نیترات و فسفات را در آنها افزایش می‌دهد و در نهایت منجر به زیست انباشتگی (Eutrophication) در آب‌های سطحی می‌شود.

## ۲-۴- مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه

ناصری و علیجانی (۱۳۸۶) منابع آلاینده آب‌های زیرزمینی دشت ایذه (کانال‌های فاضلاب شهر ایذه، مرغداری‌ها، گاوداری‌ها، کودهای شیمیایی و آبیاری با استفاده از فاضلاب جهت شالی) واقع در استان خوزستان را بررسی نمودند. با توجه به بالا بودن قابلیت انتقال آبخوان‌های آبرفتی و کارستی دشت ایذه فاضلاب شهری به آبخوان نفوذ کرده و این امر منجر به آلودگی شدید نیتراته آب‌های زیرزمینی در نواحی وسیعی از دشت ایذه شده است.

کلانتری و همکاران (Kalantari et al., 2009) بیان داشتند آب‌های زیرزمینی تنها منابع موجود در دشت کوهستانی ایذه می‌باشند. افزایش تقاضا برای آبیاری منجر به کاهش جدی سطح آب زیرزمینی شده است. در این مطالعه تنها جایگزین مناسب برای جبران کمبود آب در این منطقه استفاده از تالاب میانگران پیشنهاد شده است. نتایج نشان می‌دهند کیفیت کلی آب در بخش‌های عمده‌ای از

تالاب برای آبیاری مناسب است. ایشان منبع اصلی تخریب کیفیت آب تالاب میانگران را ورود فاضلاب شهری دانسته که منجر به آلودگی آب در حاشیه تالاب شده است.

بررسی عوامل آلاینده آلی تالاب میانگران توسط ریاحی‌نیا (۱۳۸۷) با استفاده از شاخص‌های کیفی و زیستی آب انجام شده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که تالاب از نظر آلودگی وضعیت کیفی خوبی نداشته و در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری آلودگی نشان می‌دهد. عوامل آلودگی تالاب، ورود پساب‌های کشاورزی و فاضلاب شهری در حاشیه تالاب دانسته شده است.

کشاورزی و همکاران (۱۳۸۵) جهت تأمین آب آبیاری زمین‌های دیم دشت ایذه، تالاب میانگران را با توجه به این موضوع که آب ذخیره شده قابل توجه بوده، مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج سنجش هیدروشیمیایی نمونه‌های برداشت شده از آب تالاب نشان می‌دهد که کیفیت آب تالاب میانگران به عنوان یک منبع آب سطحی برای آبیاری مناسب می‌باشد.

مقایسه گونه‌های پرندگان غالب زمستان گذران تالاب‌های استان خوزستان (میانگران، بامداز، شادگان، خور موسی، ناصری و هورالعظیم) توسط حسینی موسوی و همکاران (۱۳۸۹) انجام شده است.

زنگنه (۱۳۹۰) با استفاده از مدلسازی، تأثیرات خشکسالی بر روی آب‌های زیرزمینی در دشت‌های هلايجان و نوترگی واقع در جنوب غرب ایذه را مورد بررسی قرار داده است.

مطالعه تالاب میانگران ایذه واقع در شمال شرقی خوزستان با هدف عوامل جاذبه و دافعه صنعت توریسم توسط موزرمی (۱۳۸۷) بررسی شده است.

تولایی نژاد و همکاران (۱۳۸۴) پتانسیل آب‌های زیرزمینی و عوامل آلوده کننده دشت ایذه را از لحاظ زیست محیطی مورد ارزیابی قرار داده و بیان داشتند بیشترین جریان‌های سطحی به دو تالاب بندان و میانگران منتهی می‌شوند. بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی آبرفتی منطقه به ویژه در قسمت مرکزی شهر به سمت نواحی شمالی دشت به خصوص تالاب میانگران (۱ تا ۴ متر) موجب آلودگی آبخوان دشت ایذه شده به نحوی که اثرات آن در چاه‌های حفر شده جهت شرب شهر تشخیص داده شده است.

در مجموع بررسی‌های صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه شامل ارزیابی پتانسیل آب‌های زیرزمینی و شناسایی منابع آلاینده آب‌های زیرزمینی دشت ایذه، بررسی عوامل جاذبه و دافعه صنعت توریسم تالاب میانگران، تأثیرات خشکسالی بر روی آب‌های زیرزمینی، شناسایی گونه‌های پرندگان نادر، تأثیرات عوامل آلاینده آلی تالاب و همچنین بررسی تالاب به لحاظ هیدروشمیایی جهت تأمین آب آبیاری مزارع می‌باشد. با توجه به اینکه ارزیابی زیست محیطی تالاب میانگران تاکنون انجام نشده است. بنابراین، در مطالعه حاضر تالاب به لحاظ زیست محیطی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.



## فصل سوم:

### مواد و روش‌ها

#### ۳-۱- مقدمه

با توجه به اینکه هدف مطالعه حاضر ارزیابی کیفی تالاب میانگران می‌باشد، پارامترهای فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین در تالاب و ورودی‌های آن اندازه‌گیری شده و نتایج مورد تجزیه تحلیل قرار گرفته است.

#### ۳-۲- روش انجام تحقیق

مطالعه حاضر طی مراحل زیر انجام شده است:

#### ۱- گردآوری اطلاعات

- مطالعات کتابخانه‌ای شامل مطالعات پیشین که در منطقه مورد مطالعه انجام شده و تحقیقات مشابه که در ایران و جهان صورت پذیرفته است.
- بررسی نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کوه آسماری و دهدز، تعیین حوضه آبریز منطقه و ترسیم نقشه زمین شناسی منطقه با استفاده از نرم افزار ArcGIS 10
- بازدید صحرایی جهت شناسایی تمام ورودی‌های تالاب میانگران و منابع آلاینده (نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای) واقع در حوضه آبریز در آبان ماه سال ۱۳۹۱

## ۲- نمونه‌برداری از ورودی‌ها و مناطق در دسترس تالاب

ابتدا جهت نمونه‌برداری سیستماتیک از آب تالاب و ورودی‌های آن، بررسی‌های اولیه بر روی نقشه زمین‌شناسی منطقه انجام شده و بازدید از منطقه مورد مطالعه صورت گرفت. سپس نقاط نمونه‌برداری روی نقشه منطقه بر اساس مکان‌هایی که معرف اثرات آلاینده‌ها بوده، تعیین شد. عملیات نمونه‌برداری بر اساس اهمیت منابع آلاینده انسان‌زاد مانند شهرها، روستاها و فعالیت‌های کشاورزی و منابع طبیعی از جمله هوازگی و فرسایش واحدهای سنگی منطقه که بر روی کیفیت آب تأثیر می‌گذارند، صورت پذیرفت. به این ترتیب ۲۹ نمونه آب سطحی (۵ نمونه از ورودی‌ها و ۲۴ نمونه از تالاب) از نقاط در دسترس در فروردین ماه سال ۱۳۹۲ برداشت گردید. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه مکان‌یاب جهانی (GPS) مشخص شد. موقعیت‌ها جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری در جدول ۱-۳ ارائه شده است.

## ۲-۱- روش نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌های تالاب و ورودی‌ها

نمونه‌های آب ۱۰ سانتی متر پایین تر از سطح آب تالاب و ورودی‌ها برداشت گردید و درب بطری‌ها پس از نمونه‌گیری در زیر آب بسته شد. به منظور بررسی کیفیت آب تالاب و ورودی‌های آن، از هر نقطه نمونه‌برداری دو نمونه آب (یکی برای اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی و دیگری برای اندازه‌گیری فلزات سنگین) برداشت گردید. نمونه‌های آب در بطری پلی اتیلن درب‌دار ۵۰۰ میلی لیتری برای آنالیزهای بعدی نگهداری شدند. لازم به ذکر است که بطری‌های پلی اتیلن قبل از نمونه برداری با آب تالاب، جهت جلوگیری از هر گونه آلودگی احتمالی شسته شدند. پارامترهای صحرائی از قبیل مقدار هدایت الکتریکی (EC)، کل مواد جامد محلول (TDS)، دما و pH نمونه‌های آب در محل بلافاصله بعد از برداشت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه EC متر و pH متر اندازه‌گیری گردید. از تعداد ۲۴ نمونه آب برداشت شده از آب تالاب، تعداد ۱۱ نمونه و از تعداد ۵ نمونه آب برداشت شده از ورودی‌ها، تعداد ۴ نمونه جهت اندازه‌گیری غلظت کاتیون‌های اصلی، آنیون‌های اصلی، مواد مغذی

(نیتрат و فسفات) و فلزات سنگین به آزمایشگاه‌های مربوطه ارسال شد. pH نمونه‌های آب مورد نظر برای آنالیز فلزات سنگین در محل نمونه برداری توسط اسید نیتریک ۱۰ درصد به زیر ۲ رسانده شده تا جذب فلزات بر روی دیواره ظروف و رسوب آنها به حداقل برسد. نحوه اندازه‌گیری پارامترهای صحرائی (دما، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول و pH) در زیر شرح داده شده است.

جدول (۳-۱): مختصات جغرافیایی نمونه‌های برداشت شده از تالاب و ورودی‌های آن (نمونه‌های مربوط به ورودی‌ها و تالاب به ترتیب با علامت I و M مشخص شده است)

نام نمونه	مکان نمونه برداری	Y	X
I1	فاضلاب شماره یک	31°51'.900" E	49°52'.940" N
I2	فاضلاب شماره دو	31°51'.540" E	49°52'.380" N
I8	آبراهه آبراک	31°53'.280" E	49°53'.220" N
I5	آبراهه میانگران سفلی	31°52'.980" E	49°49'.980" N
I3	آبراهه بلوطک شیخان	31°51'.660" E	49°51'.380" N
M1	تالاب	31°52'.347" E	49°52'.934" N
M2	تالاب	31°52'.197" E	49°52'.552" N
M3	تالاب	31°51'.941" E	49°52'.400" N
M4	تالاب	31°51'.930" E	49°52'.116" N
M5	تالاب	31°52'.257" E	49°51'.934" N
M6	تالاب	31°52'.592" E	49°51'.942" N
M7	تالاب	31°52'.790" E	49°52'.257" N
M8	تالاب	31°52'.749" E	49°52'.643" N
M9	تالاب	31°52'.443" E	49°52'.317" N
M10	تالاب	31°52'.047" E	49°53'.288" N
M11	تالاب	31°52'.400" E	49°53'.096" N
M12	تالاب	31°52'.712" E	49°53'.216" N
M13	تالاب	31°53'.269" E	49°53'.001" N
M14	تالاب	31°54'.748" E	49°51'.965" N
M15	تالاب	31°54'.567" E	49°52'.161" N
M16	تالاب	31°54'.306" E	49°52'.421" N
M17	تالاب	31°53'.994" E	49°52'.816" N
M18	تالاب	31°53'.793" E	49°53'.193" N
M19	تالاب	31°53'.993" E	49°50'.501" N
M20	تالاب	31°54'.431" E	49°50'.616" N
M21	تالاب	31°53'.813" E	49°50'.209" N
M22	تالاب	31°53'.461" E	49°50'.110" N
M23	تالاب	31°53'.212" E	49°50'.126" N
M24	تالاب	31°53'.074" E	49°50'.254" N

### الف - اندازه‌گیری EC نمونه‌های آب

هدایت الکتریکی (EC) توانایی عبور جریان الکتریکی از یک ماده است. آب خالص هم دارای هدایت الکتریکی بسیار پایین حدود چند صدم میکروموس بر سانتی‌متر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. واحد هدایت الکتریکی میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد. طبق واحدهای استاندارد بین‌المللی (SI) می‌تواند به صورت میکروزیمنس بر سانتی‌متر نیز بیان شود. وجود ذرات باردار (گونه‌های یونی) در محلول باعث رسانایی محلول می‌شود. جریان هدایت الکتریکی در واقع از طریق املاح محلول انتقال داده می‌شود. افزایش غلظت یون‌ها، هدایت الکتریکی محلول را افزایش می‌دهد. بنابراین اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول نشان‌دهنده غلظت یون‌های موجود در محلول می‌باشد (Hem, 1985). EC یک شاخص مفید از مجموع مواد جامد حل شده (TDS) است. علاوه بر مقدار و ترکیب گونه‌های یونی، EC به شدت وابسته به دما است. EC و دما رابطه خطی دارند و با هر یک درجه سانتی‌گراد افزایش دما، هدایت الکتریکی ۲ درصد افزایش می‌یابد (Hayashi, 2004). EC نمونه‌ها توسط EC متر مدل YK-2001CT با دقت یک میکروموس بر سانتی‌متر بلافاصله در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شده است (شکل ۳-۲).

### ب - اندازه‌گیری کل جامدات حل شده در نمونه‌های آب (TDS)

TDS کل مواد جامد محلول در آب است که معادل مجموع غلظت همه یون‌های محلول در آب می‌باشد (Hayashi, 2004). بلافاصله بعد از برداشت نمونه‌ها، TDS در محل با EC متر اندازه‌گیری شده است.

### ج - اندازه‌گیری دمای نمونه‌های آب

دما در محل با استفاده دماسنج نصب شده در دستگاه EC متر قابل حمل و بلافاصله بعد از برداشت نمونه‌های آب اندازه‌گیری شد (شکل ۳-۲).

### د- تعیین pH نمونه‌های آب

pH یا عکس غلظت یون هیدروژن، از عوامل مهم و مؤثر بر محیط زیست است (Khan *et al.*, 2005). pH در واقع منفی لگاریتم غلظت یون هیدروژن در محلول می‌باشد که رابطه آن به صورت زیر ارائه شده است (Hem, 1985).

$$pH = -\text{Log} [H_3O^+] \quad ۱-۳$$

pH نمونه‌های آب تالاب میانگران در محل بلافاصله با استفاده از pH متر YK-2001CT با دقت  $\pm 0.01$  اندازه‌گیری شد (شکل ۳-۲). اندازه‌گیری pH نیاز به کار دقیق و توجه ویژه‌ای از قبیل نگهداری الکتروود در محلول بافر و تصحیحات دمایی دارد. این روش برای اندازه‌گیری صحرائی دقیق است (Hem, 1985).



شکل (۳-۲): اندازه‌گیری پارامترهای صحرائی (EC، pH و دما)

### ۳- آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب

به منظور ارزیابی کیفیت تالاب میانگران و ورودی‌های آن، نمونه‌های آب به حجم ۵۰۰ میلی لیتر جهت اندازه‌گیری غلظت کاتیون‌های اصلی ( $Na^+$ ،  $K^+$ ،  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$ )، آنیون‌های اصلی ( $Cl^-$ ،  $SO_4^{2-}$ ،

$\text{HCO}_3^-$  و  $\text{CO}_3^{2-}$ ) و مواد مغذی (نیتрат و فسفات) به آزمایشگاه سازمان آب و فاضلاب استان خوزستان ارسال شد. غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی به روش تیتراسیون و غلظت نیترات و فسفات نمونه‌های آب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد. همچنین جهت اندازه‌گیری عناصر و فلزات سنگین با استفاده از دستگاه ICP- OES، نمونه‌ها به آزمایشگاه زمین‌شناسی زیست‌میطی دانشگاه زنجان ارسال شد.

#### ۴- تفسیر و تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آنالیزها

پس از انجام آنالیزهای مورد نیاز بر روی نمونه‌های ارسال شده به آزمایشگاه‌ها نتایج آنالیزها با استفاده از نرم افزارهای Arc GIS 10، PHEERQC 2.18.55، AQ.QA، SPSS 16.0 و Chemistry مورد ارزیابی قرار گرفت.

## فصل چهارم:

# بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین

## در تالاب میانگران و ورودی‌های آن

### ۴-۱- مقدمه

در این فصل به ارزیابی کیفی و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران و ورودی‌های آن پرداخته شده است. به این منظور خصوصیات فیزیکوشیمیایی ورودی‌های تالاب میانگران با ترسیم نمودارها و مقایسه با مقادیر استاندارد بررسی شده است. همچنین فلزات سنگین ورودی‌های تالاب با محاسبه شاخص فلزی و مقایسه داده‌ها با استانداردهای جهان (WHO, 2004 و FAO بررسی شده‌اند. در ادامه خصوصیات کیفی تالاب میانگران از نظر تغییرات یون‌های اصلی، مواد مغذی (نیترات و فسفات) و فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای اندازه‌گیری شده با استانداردهای جهانی مقایسه شده و تغییرات مکانی آنها با ترسیم نقشه و نمودارها مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین شاخص فلزی برای فلزات سنگین نمونه‌های تالاب محاسبه و بررسی شد. از روش‌های آماری از قبیل آنالیز خوشه‌ای (Cluster Analysis) و همبستگی پیرسون نیز جهت تعیین مشابهت میان عناصر و منشأ احتمالی آنها استفاده شده است.

## ۲-۴- بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ورودی‌های تالاب میانگران

موقعیت ورودی‌های تالاب میانگران در شکل ۱-۷ مشخص شده است. تالاب میانگران در مجموع دارای هشت ورودی است که اکثر این ورودی‌ها فصلی بوده و در مواقعی که بارش وجود دارد جاری شده و به تالاب وارد می‌شوند. این ورودی‌ها شامل کانال‌های فاضلاب شهری (I1 و I2)، آبراهه آبراک (I8)، آبراهه میانگران سفلی (I5)، آبراهه میانگران علیا (I6)، آبراهه پرچستان گورویی (I7)، آبراهه بلوطک شیخان (I3) و آبراهه راسوند (I4) می‌باشند. در مجموع از بین این ورودی‌ها، پنج ورودی I1، I2، I8، I5 و I3 نمونه‌برداری شده است. پارامترهای EC، دما و pH در محل اندازه‌گیری شده است. از هر ورودی دو نمونه به منظور آنالیز یون‌ها (یون‌های اصلی، نیترات و فسفات) و فلزات سنگین برداشت گردید. لازم به ذکر است که سایر ورودی‌ها در زمان نمونه‌برداری خشک بوده و بنابراین امکان نمونه‌برداری از آنها نبوده است. پارامترهای صحرایی از قبیل دما، pH، TDS، هدایت الکتریکی و نتایج آنالیز یون‌های اصلی در این ورودی‌ها در جدول ۴-۱ نشان داده شده است. در ادامه ارزیابی کیفی ورودی‌های تالاب میانگران با جزئیات بیشتر ارائه شده است.

جدول (۴-۱): پارامترهای فیزیکوشیمیایی ورودی‌های تالاب میانگران

مکان‌های نمونه‌برداری	فاضلاب شهر ایذه	فاضلاب شهر ایذه	آبراهه آبراک	آبراهه میانگران سفلی	آبراهه بلوطک شیخان
نام نمونه	I1	I2	I8	I5	I3
EC (µmhos/cm)	503	1003	418	608	915
TDS (mg/L)	316	598	260	316	611
pH	8.5	7.4	8.4	7.7	7.5
T (°C)	20.7	27.4	28.3	25.6	27.5
Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	47.2	80.2	36.0	70.0	-
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	29.0	40.3	35.3	31.1	-
Na <sup>+</sup> (mg/L)	39.1	46.0	23.0	34.5	-
K <sup>+</sup> (mg/L)	8.3	16.4	7.7	0.3	-
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	54.3	72.8	32.7	43.0	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	137.0	265.0	160.0	265.0	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	64.3	187.2	58.4	52.0	-



#### ۴-۲-۱- هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی نمونه‌های برداشت شده از ورودی‌های تالاب میانگران از حداقل ۴۱۸ میکروموس بر سانتیمتر تا حداکثر ۱۰۰۳ میکروموس بر سانتیمتر متغیر است. کمترین هدایت الکتریکی مربوط به آبراهه آبراک (I8) می‌باشد. این آبراهه رواناب‌های سطحی سازندهای سخت و توده‌ای را زهکشی می‌نماید و بنابراین EC اندک آن قابل انتظار می‌باشد. هدایت الکتریکی در ورودی میانگران سفلی (I5) حدود ۶۰۸ میکروموس بر سانتیمتر است. با توجه به اینکه این آبراهه نیز زهکش رواناب‌های سطحی بوده، بنابراین از میزان هدایت الکتریکی کمی برخوردار است. میزان هدایت الکتریکی نمونه I5 در مقایسه با نمونه I8 بالاتر بوده که به علت حرکت کندتر آب در این آبراهه و دبی کمتر آن در مقایسه با نمونه I8 می‌باشد. بیشترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به نمونه شماره دو (I2) می‌باشد. فاضلاب شهر ایذه توسط این کانال زهکشی می‌شود. ورودی شماره یک (I1) نیز بخشی از فاضلاب شهر ایذه را به تالاب وارد می‌نماید لیکن به علت اختلاط فاضلاب شهری با رواناب سطحی جاری از تالاب بندان، نمونه‌ی برداشت شده از این ورودی هدایت الکتریکی کمتری (۵۰۳ میکروموس بر سانتیمتر) در مقایسه با ورودی شماره دو دارد. مقدار هدایت الکتریکی آبراهه بلوطک شیخان (I3) ۹۱۵ میکروموس بر سانتیمتر بوده که این افزایش ناشی از زهکشی فاضلاب روستای بلوطک شیخان می‌باشد.

#### ۴-۲-۲- pH

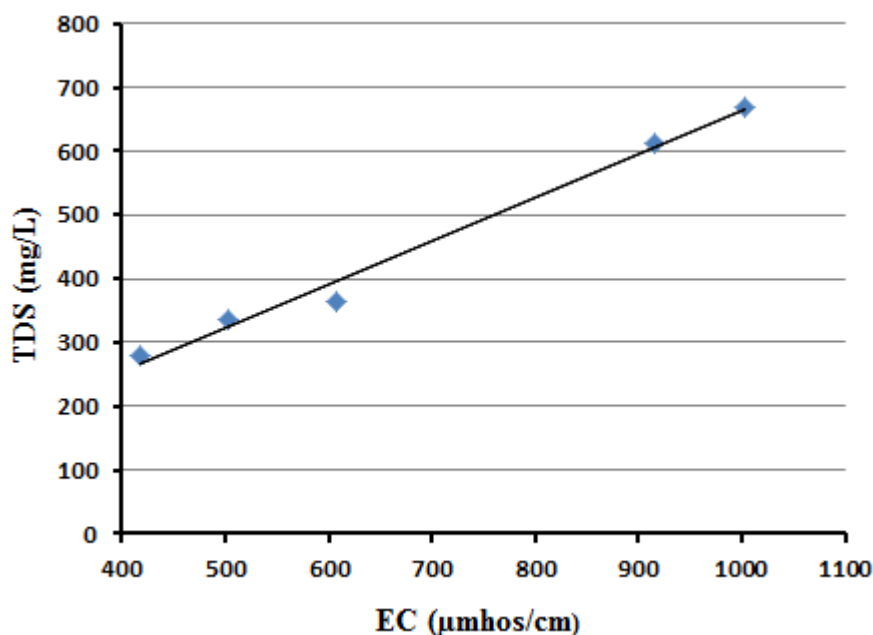
pH نمونه‌های آب مربوط به ورودی‌ها به تالاب میانگران از حداقل مقدار ۷/۴ مربوط به نمونه I2 تا حداکثر میزان ۸/۵ در نمونه I1 متغیر بوده و میانگین pH ورودی‌ها برابر با ۷/۹ است. آبراهه‌های I8 و I5 با توجه به اینکه از سازند آهکی زهکشی شده‌اند، pH بالایی نشان می‌دهند. نمونه I2 و I3 که به ترتیب فاضلاب شهر ایذه و روستای بلوطک شیخان را زهکشی می‌نمایند حداقل pH را نشان می‌دهند. این موضوع ممکن است به دلیل فرآیند تجزیه مواد آلی موجود در این ورودی‌ها در حضور

اکسیژن بوده که می‌تواند سبب کاهش pH و اسیدی شدن آنها شده باشد. مقدار pH نمونه I1 نیز که بخشی از فاضلاب شهر ایذه را زهکشی می‌نماید، در مقایسه با pH سایر ورودی‌ها بیشتر بوده که این موضوع می‌تواند به دلیل اختلاط فاضلاب با رواناب سطحی (از تالاب بندان) در این آبراهه باشد.

#### ۴-۲-۳- کل مواد جامد محلول (TDS)

میانگین TDS ورودی‌ها به تالاب ۴۵۱/۸ میلی گرم بر لیتر است. نمودار هدایت الکتریکی در مقابل TDS جهت تعیین رابطه بین این دو در شکل ۴-۱ نشان داده شده است. رابطه بین این دو پارامتر به صورت زیر می‌باشد:

$$TDS(\text{mg/L}) = 0.7EC(\mu\text{mhos/cm}) - 16.9$$



شکل (۴-۱): رابطه‌ی TDS و هدایت الکتریکی ورودی‌های تالاب میانگران

#### ۴-۲-۴- یون‌های اصلی

ارزیابی و بررسی غلظت یون‌های اصلی از قبیل کاتیون‌های  $\text{Ca}^{2+}$ ،  $\text{K}^+$ ،  $\text{Na}^+$ ،  $\text{Mg}^{2+}$  و آنیون‌های  $\text{HCO}_3^-$ ،  $\text{SO}_4^{2-}$  و  $\text{Cl}^-$  از طریق ترسیم نمودارهای مختلف با استفاده از نرم افزار AQ.QA انجام شده

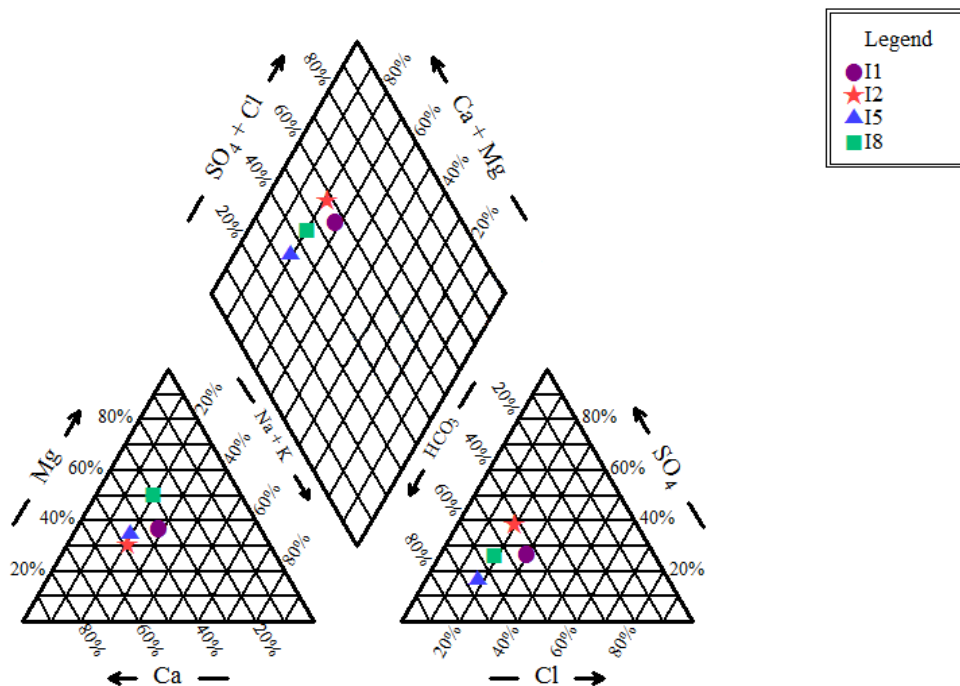
## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

است. نمودار پایپر (Piper, 1944) تعداد زیادی نمونه را در یک نمودار نشان می‌دهد و همچنین این نمودار از نظر تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی برای تعیین وضعیت شیمیایی و تیپ آب بسیار مفید خواهد بود (مقیمی، ۱۳۸۵). نمونه‌های مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران بر روی نمودار پایپر در شکل ۴-۲ ترسیم شده است. بر این اساس تیپ آب ورودی‌ها بی‌کربناته کلسیک و بی‌کربناته منیزیک می‌باشد. با توجه به اینکه اغلب سازندهای موجود در منطقه حوضه آبریز از جنس آهک و دولومیت می‌باشند، این موضوع قابل توجیه می‌باشد. تیپ نمونه‌های آب ورودی‌های تالاب میانگران و روند تغییر غلظت یون‌های اصلی در جدول ۴-۲ نشان داده شده است.

جدول (۴-۲): روند تغییرات غلظت یون‌های اصلی و تیپ نمونه‌های آب ورودی‌های تالاب

مکان‌های نمونه‌برداری	نام نمونه	غلظت کاتیون‌ها	غلظت آنیون‌ها	کاتیون غالب	آنیون غالب	تیپ و رخساره آب
فاضلاب شهر ایذه	I1	Mg > Ca > Na+K	HCO <sub>3</sub> > Cl > SO <sub>4</sub>	منیزیم	بی‌کربنات	بی‌کربناته منیزیک
فاضلاب شهر ایذه	I2	Ca > Mg > Na+K	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	کلسیم	بی‌کربنات	بی‌کربناته کلسیک
آبراهه آبراک	I8	Mg > Ca > Na+K	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	منیزیم	بی‌کربنات	بی‌کربناته منیزیک
آبراهه میانگران سفلی	I5	Ca > Mg > Na+K	HCO <sub>3</sub> > Cl > SO <sub>4</sub>	کلسیم	بی‌کربنات	بی‌کربناته کلسیک

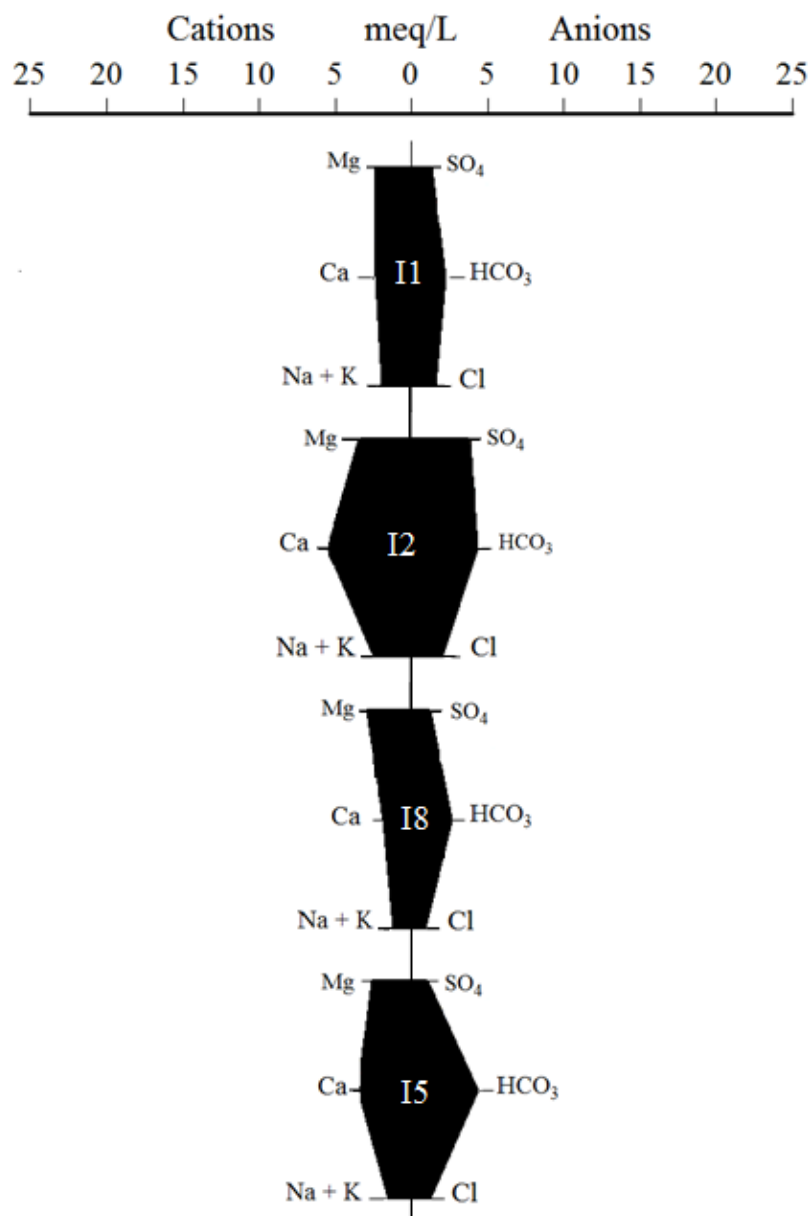
در بررسی روند تغییرات غلظت یون‌های اصلی ورودی‌های تالاب میانگران مشاهده می‌شود که کاتیون‌های منیزیم و کلسیم بیشترین مقدار کاتیون‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. یون‌های کلسیم و منیزیم از انحلال سنگ‌های دارای ترکیبات کلسیم و منیزیم ناشی می‌شوند. به طور کلی ورودی‌های تالاب رخساره کلسیک و منیزیک نشان می‌دهند که این مسئله در ارتباط با سازندهای آهکی با میان لایه‌های دولومیتی می‌باشد. در میان تمامی آنیون‌ها، یون بی‌کربنات غالب بوده و تمام ورودی‌ها تیپ بی‌کربناته نشان می‌دهند. به طور معمول یون بی‌کربنات از انحلال سنگ‌های کربناته در آب‌های حاوی دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود. با توجه به این موضوع که اکثر سازندهای موجود در حوضه آبریز از جنس کربناته بوده می‌توان این مسئله را توجیه کرد.



شکل (۴-۲): نمودار پایپر نمونه‌های مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران

نمودار استیف (Stiff diagram) یکی دیگر از نمودارهای مورد استفاده در شیمی آب بوده که غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها را بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر بر روی خطوط افقی با فواصل مشخص برای هر نمونه به صورت مجزا نشان می‌دهد. با اتصال نقطه انتهایی این خطوط سطحی به دست می‌آید که کل مواد جامد محلول آن نمونه را نشان می‌دهد و با استفاده از این نمودار می‌توان داده‌های به دست آمده از تجزیه شیمیایی نمونه‌های آب با منشأهای متفاوت را با یکدیگر مقایسه نمود (مقیمی، ۱۳۸۵). با توجه به شکل ۳-۴ ترکیب شیمیایی نمونه‌های آب ورودی‌های تالاب میانگران به لحاظ غلظت یون‌ها با یکدیگر مقایسه شده‌اند. مشاهده می‌شود که نمونه‌های I8 و I1 به لحاظ غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها مشابه می‌باشند. همچنین نمونه I5 نیز از لحاظ غلظت یون‌ها مشابه این دو ورودی بوده و تنها مقدار یون‌های کلسیم و بی‌کربنات آن بیشتر است. نمونه I2 از لحاظ غلظت یون‌ها نسبت به دیگر ورودی‌ها متفاوت می‌باشد.

همانطور که قبلاً ذکر گردید ورودی I2 زهکش اصلی فاضلاب شهر ایزه بوده و به همین دلیل ترکیب شیمیایی آن متفاوت از سایر ورودی‌ها می‌باشد.

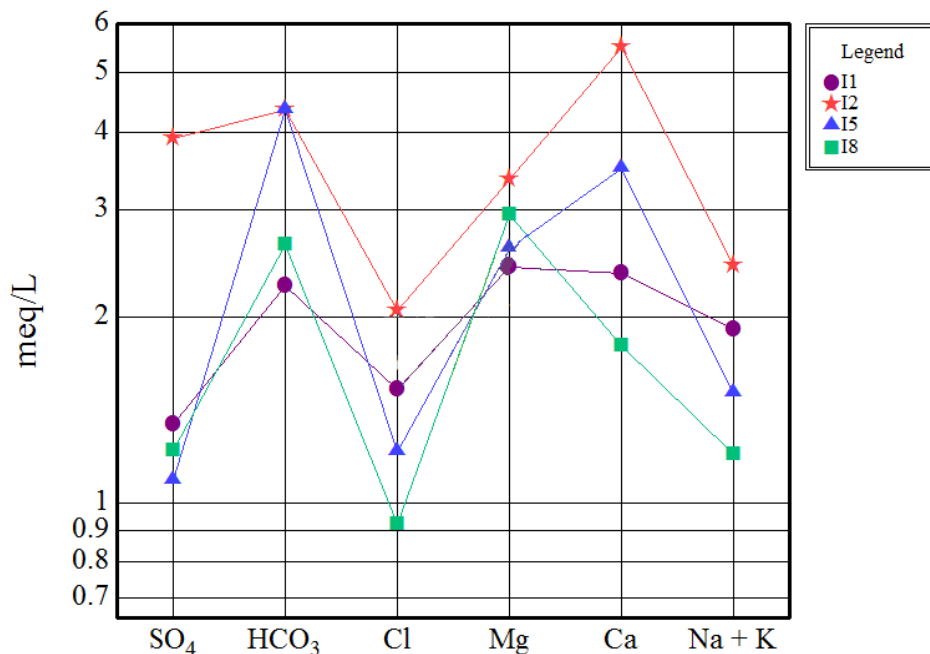


شکل (۴-۳): نمودار استیف مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران

یکی از مهمترین نمودارهایی که کاربرد وسیعی در بررسی کیفیت شیمی آب دارد نمودار شولر (Schoeller diagram) است. مشخصات شیمیایی آب‌ها در این نمودار به صورت خطوط شکسته ترسیم شده و نمونه‌های آب که از نظر ترکیب شیمیایی مشابه هستند به صورت خطوط شکسته موازی قرار می‌گیرند. مقایسه کیفیت آب‌های مختلف به لحاظ ترکیبات شیمیایی و غلظت یون‌های اصلی در نمودار شولر نسبت به سایر نمودارها به آسانی قابل تشخیص است. با توجه به نمودار شولر ترسیم شده مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران در شکل ۴-۴ ملاحظه می‌شود که ورودی I2 دارای

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

ترکیبی متفاوت نسبت به سایر ورودی‌ها می‌باشد. مقادیر سولفات در این ورودی تفاوت مشخصی با سایر ورودی‌ها نشان می‌دهد. افزایش سولفات به احتمال زیاد به آلودگی‌های شهری مرتبط می‌باشد.



شکل (۴-۴): نمودار شولر مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران

### ۴-۲-۵- سختی کل (TH)

بررسی میزان سختی ورودی‌های تالاب میانگران با طبقه‌بندی آب بر اساس سختی (جدول ۴-۳) نشان می‌دهد که نمونه I2 با مقدار سختی ۴۳۹/۵ میلی گرم بر لیتر و نمونه I5 با میزان سختی ۳۰۲/۵ میلی گرم بر لیتر در طبقه بندی آب‌های خیلی سخت قرار می‌گیرند. همچنین میزان سختی نمونه‌های I1 و I8 به ترتیب ۲۳۷ و ۲۳۴/۵ میلی گرم بر لیتر بوده که در طبقه بندی آب‌های سخت قرار می‌گیرند.

جدول (۴-۳): طبقه‌بندی آب بر اساس سختی (WHO, 2004)

طبقه‌بندی	محدوده سختی (میلی گرم بر لیتر)
نرم	0 - 75
سختی متوسط	75 - 150
سخت	150 - 300
خیلی سخت	> 300

#### ۴-۲-۶- قلیائیت

قلیائیت توانایی آب جهت خنثی نمودن یون  $H^+$  می‌باشد. قلیائیت آب ناشی از حضور یون‌های بی‌کربنات، کربنات و هیدروکسیل‌های موجود در آب بوده و مقدار آن برابر با مجموع غلظت این یون‌ها در آب می‌باشد (چالکش امیری، ۱۳۸۷). طبق نظر سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2008) پیکره‌های آبی با مقدار قلیائیت بیشتر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر غنی از مواد مغذی در نظر گرفته می‌شوند.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که میزان قلیائیت نمونه‌های I2 و I5 برابر ۲۶۵ میلی گرم بر لیتر و میزان قلیائیت نمونه‌های I1 و I8 به ترتیب ۱۳۷ و ۱۶۰ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. با توجه به اینکه میزان قلیائیت تمامی نمونه‌های برداشت شده از ورودی‌ها بیشتر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که تمامی ورودی‌ها و به ویژه نمونه‌های I2 و I5 غنی از مواد مغذی می‌باشند.

#### ۴-۲-۷- مواد مغذی

مقدار نیترات و فسفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران در جدول ۴-۴ نشان داده شده است. غلظت نیترات در نمونه I1 اندک بوده (۱۰/۸ میلی گرم بر لیتر) که به دلیل اختلاط فاضلاب شهر ایزه با رواناب سطحی و آب جاری شده از تالاب بندان می‌باشد. غلظت بالاتر نیترات در نمونه I2 (۱۶/۴۶ میلی گرم بر لیتر) متأثر از تخلیه فاضلاب شهر ایزه می‌باشد. غلظت نیترات در نمونه I8 حدود ۶/۹۱ میلی گرم بر لیتر بوده که در بین ورودی‌ها حداقل می‌باشد. این آبراهه زهکش طبیعی رواناب سطحی بوده و به نظر می‌رسد کمتر در معرض آلودگی قرار گرفته است. حداکثر غلظت نیترات در نمونه I5 با مقدار ۱۷/۰۶ میلی گرم بر لیتر، مشاهده می‌شود. این ورودی نیز مشابه ورودی I8 (آبراهه آبراک)، زهکش طبیعی رواناب سطحی بوده و همچنین در طول مسیر زهکشی خود از جریان‌های زیر سطحی مناطق کشاورزی تأثیر می‌پذیرد. دبی اندک آبراهه I5 نسبت به آبراهه I8 و همچنین انباشت فضولات حیوانی در مسیر این آبراهه از دلایل افزایش نیترات در این

ورودی نسبت به سایر ورودی‌ها می‌باشد. به طور کلی غلظت نیترات در تمام نمونه‌های آب سطحی ورودی‌های تالاب میانگرن کمتر از مقدار حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004) (۵۰ میلی گرم بر لیتر) می‌باشد.

غلظت فسفات در نمونه I1 که تحت تأثیر فاضلاب شهر ایذه و جریان‌های سطحی تالاب بندان می‌باشد، حدود (۰/۱۷ میلی گرم بر لیتر) می‌باشد. غلظت فسفات در نمونه I8 نیز که زهکش رواناب سطحی بوده اندک می‌باشد. غلظت فسفات موجود در نمونه I2 حدود ۲/۳۷ میلی گرم بر لیتر بوده که این افزایش احتمالاً به علت تخلیه فاضلاب‌های شهر ایذه به این آبراهه می‌باشد. مقدار فسفات در نمونه I5 برابر ۱/۱۴ میلی گرم بر لیتر بوده، که دلیل افزایش فسفات در این ورودی مشابه نیترات بوده که قبلاً بحث گردید. با توجه به اینکه مقدار حد مجاز یوتروفیک فسفات در آب‌های سطحی حداکثر ۰/۱ میلی گرم بر لیتر معرفی شده است (Sener *et al.*, 2013)، غلظت فسفات در تمام نمونه‌های آب سطحی ورودی‌های تالاب میانگرن بیشتر از مقدار حد مجاز یوتروفیک می‌باشد. این موضوع می‌تواند پدیده پر غذایی یا مغذی شدن (Eutrophication) را در تالاب به دنبال داشته باشد.

جدول (۴-۴): غلظت نیترات و فسفات ورودی‌های تالاب میانگرن

Station	I1	I2	I8	I5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	10.83	16.46	6.91	17.06
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	0.17	2.37	0.18	1.14

#### ۴-۲-۸- فلزات سنگین

نتایج آنالیز فلزات سنگین ورودی‌های تالاب میانگرن در جدول ۴-۵ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهند که غلظت عناصر Cd، Pb، As، Zn، Ni، Cr، Fe و Al در تمام نمونه‌های مربوط به ورودی‌ها در مقایسه با حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004) بیشتر می‌باشد (شکل ۴-۵). همچنین غلظت فلزات سنگین و کمیاب As و Cd مربوط به تمام ورودی‌ها در مقایسه با حد مجاز آب آبیاری FAO (Ayers and Westcot, 1994) بیشتر بوده و غلظت فلز Zn فقط در ورودی I2 بیشتر از



حد مجاز آبیاری می‌باشد (شکل ۴-۶).

جدول (۴-۵): غلظت فلزات سنگین در ورودی‌های تالاب میانگرن

Station	I1	I2	I8	I5	WHO*	FAO*
Al (mg/L)	1.437	0.742	0.751	2.119	0.2	5
Ba (mg/L)	BDL	0.030	BDL	0.083	0.7	2
Cd (mg/L)	0.076	0.094	0.105	0.082	0.003	0.01
Fe (mg/L)	1.030	0.443	0.324	1.584	0.3	5
Ni (mg/L)	0.065	0.070	0.042	0.064	0.02	0.2
Pb (mg/L)	0.221	0.364	0.450	0.326	0.01	5
Zn (mg/L)	1.123	2.998	0.752	1.351	0.01	2
Cr (mg/L)	0.064	0.069	0.069	0.084	0.05	0.1
As (mg/L)	0.144	0.266	0.119	0.170	0.01	0.1

\*حد مجاز آبیاری FAO در مطالعه آیرس و وستکت (Ayers and Westcot, 1994) ارائه شده است.

\*سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004).

BDL (below detection limit) زیر حد آشکارسازی دستگاه ICP – OES

روند تغییر غلظت عناصر در ورودی‌ها به صورت زیر می‌باشد:

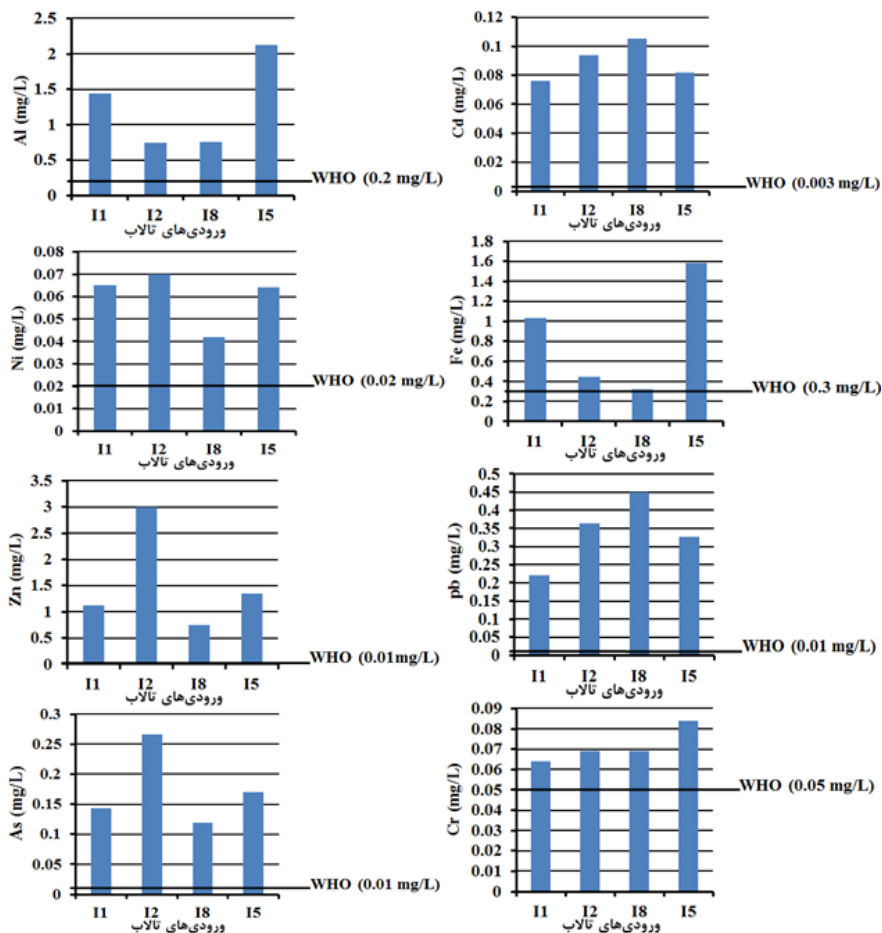
$$\text{Zn} > \text{Al} > \text{Fe} > \text{Pb} > \text{As} > \text{Cd} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Ba}$$

برای ارزیابی کیفیت کلی آب ورودی‌ها با توجه به مقدار فلزات کمیاب و محاسبه تأثیرات احتمالی آلاینده‌ها از شاخص فلزی (MI) که توسط تامسی و سینی (Tamasi and Cini, 2004) پیشنهاد شده است، استفاده شد. این شاخص طبق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$MI = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(MAC)_i} \quad (۱-۴)$$

در این رابطه  $C_i$  و  $(MAC)_i$  به ترتیب غلظت عنصر محلول مورد نظر (i) و حداکثر غلظت مجاز آن در نمونه می‌باشند. این شاخص فلزی بر اساس بیشترین حد مجاز فلزات کمیاب محاسبه می‌گردد. با توجه به اینکه منطق اساسی شاخص فلزی این است که اگر حتی  $C_i$  برای اکثر عناصر کوچکتر از  $(MAC)_i$  باشد، وجود چند عنصر مختلف در غلظت‌های بیشتر از حد مجاز یا نزدیک به حد مجاز

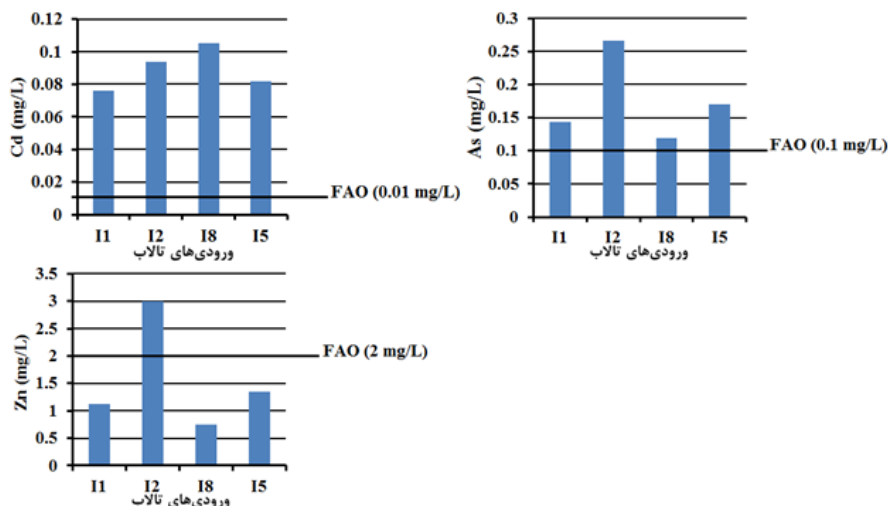
منجر به کاهش کیفیت کلی آب خواهد شد. آب‌های با مقدار شاخص فلزی بیشتر از یک، از آستانه هشدار دهنده عبور نموده و غیر قابل استفاده می‌باشند (Varrica *et al.*, 2013).



شکل (۴-۵): غلظت فلزات سنگین در ورودی‌های تالاب میانگران و مقایسه آن با استاندارد WHO (2004)

بررسی آلودگی فلزات سنگین در نمونه‌های ورودی‌های تالاب میانگران با استفاده از شاخص فلزی (MI) صورت گرفته است. لازم به ذکر است حداکثر غلظت مجاز در محاسبه MI بر اساس حد مجاز آب آبیاری FAO (Ayers and Westcot, 1994) لحاظ شده است. در این مطالعه تمام نمونه‌های ورودی‌ها دارای شاخص فلزی بیشتر از حد آستانه بوده و در جدول ۴-۶ ارائه شده، که این موضوع عمدتاً به دلیل غلظت بسیار بالای آرسنیک، کادمیم و روی در نمونه‌ها می‌باشد. همانطور که در شکل ۴-۷ نیز مشخص می‌باشد، حداکثر بار آلودگی مربوط به ورودی I2 می‌باشد. این نمونه تحت تأثیر آلودگی‌های شهر ایزه قرار گرفته و مقدار عناصر آرسنیک، کادمیم و روی غلظت بسیار بالایی در آن نشان می‌دهند.

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

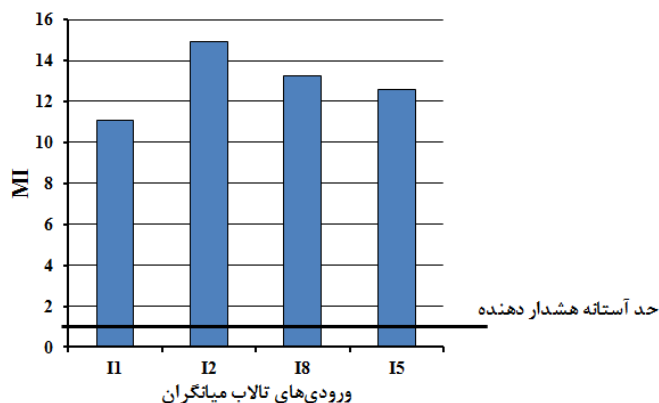


شکل (۴-۶): غلظت فلزات سنگین در ورودی‌های تالاب میانگران و مقایسه آن با حد مجاز آب آبیاری (FAO) در مطالعه آیرس و وستکت (Ayers and Westcot, 1994)

جدول (۴-۶): شاخص فلزی (MI) ورودی‌های تالاب میانگران

Station	شاخص فلزی (MI) آب بر حسب استاندارد آبیاری *FAO
I1	11.1041
I2	14.9238
I8	13.271
I5	12.5828

\* حد مجاز آب آبیاری FAO در مطالعه آیرس و وستکت (Ayers and Westcot, 1994) ارائه شده است.



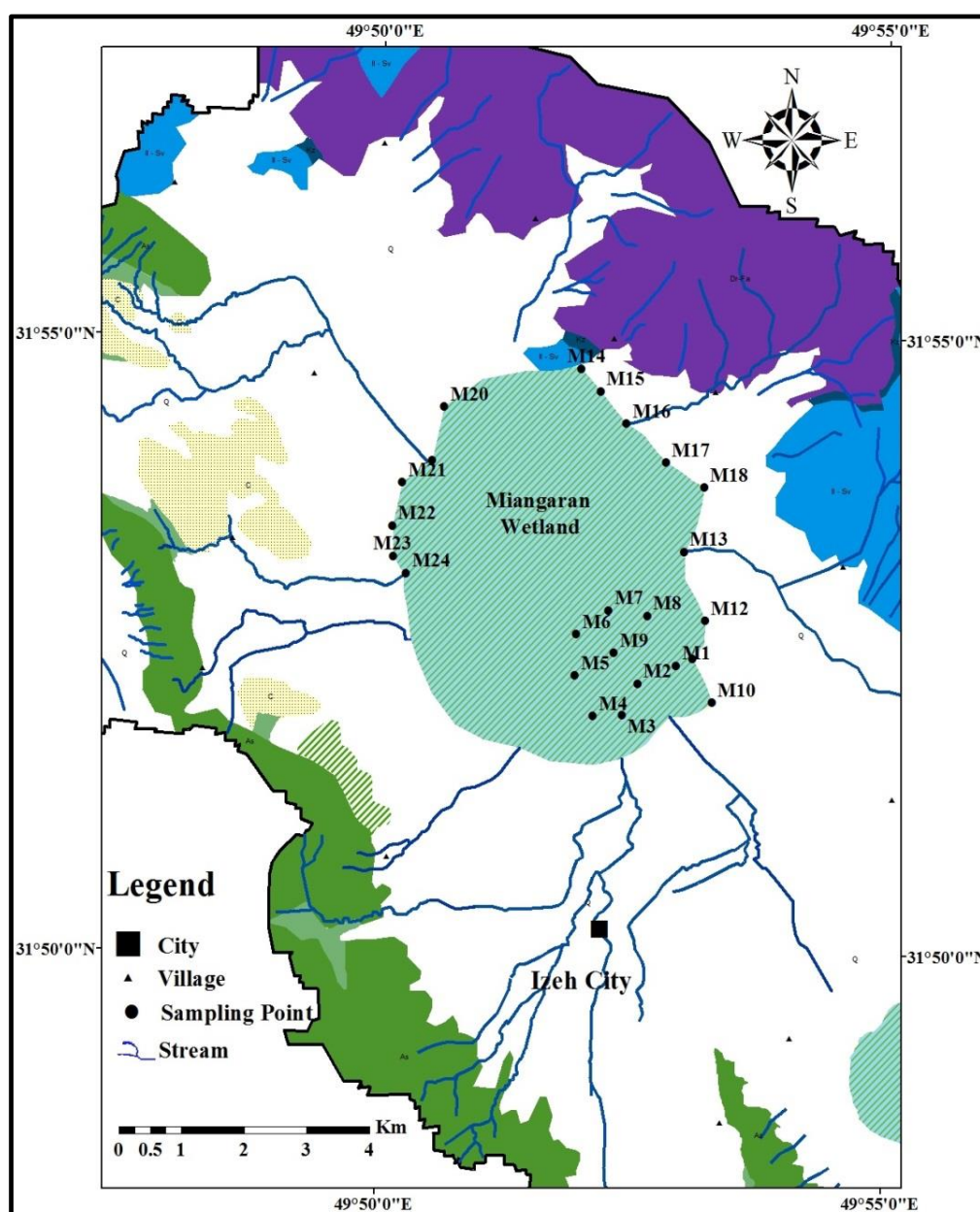
شکل (۴-۷): تغییرات شاخص فلزی (MI) در ورودی‌های تالاب میانگران

### ۳-۴- بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های آب تالاب میانگران

به منظور بررسی کیفیت آب تالاب میانگران از لحاظ پارامترهای فیزیکوشیمیایی و غلظت فلزات سنگین از آب تالاب در فروردین ماه سال ۱۳۹۲ نمونه‌برداری شد. لازم به ذکر است نمونه‌برداری

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

منظم از بخش‌های مختلف در این تحقیق مد نظر بوده است لیکن با توجه به اینکه قایق نمونه‌برداری در حین عملیات خراب شده است، امکان ادامه نمونه‌برداری میسر نبوده و بنابراین نمونه‌برداری فقط از مناطق در دسترس تالاب انجام شده است. حاشیه جنوب غربی تالاب نیز به دلیل رشد نیزه‌ها قابل دسترس نبوده و نمونه‌برداری از این محل انجام نشده است. در مجموع تعداد ۲۴ نمونه از آب تالاب میانگران در نقاط در دسترس برداشت شده است. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری تالاب میانگران در شکل ۴-۸ آورده شده که با علامت M1 تا M24 مشخص می‌باشند.



شکل (۴-۸): موقعیت نقاط نمونه‌برداری تالاب میانگران (نمونه‌های مربوط به تالاب با علامت M نشان داده شده است)

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

پارامترهای فیزیکی از قبیل EC، دما و pH مربوط به آب تالاب میانگران در محل اندازه‌گیری شده و در جدول ۴-۷ آورده شده است. در ادامه خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های مربوط به تالاب مورد بررسی قرار گرفته است.

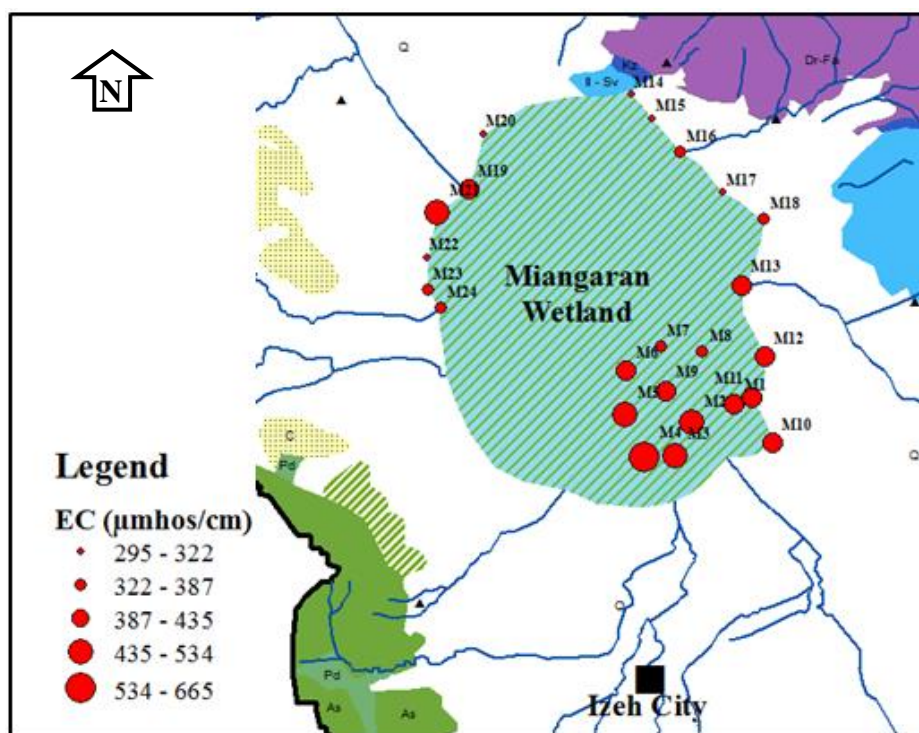
جدول (۴-۷): پارامترهای فیزیکوشیمیایی نمونه‌ای مربوط به تالاب میانگران

S	EC ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	pH	T ( $^{\circ}\text{C}$ )	TDS (mg/L)
M1	426	8.7	19.6	285
M2	486	8.6	23.6	325
M3	534	9	28.3	357
M4	665	8	27.3	444
M5	464	8.4	25.8	309
M6	402	8.9	25.6	267
M7	367	8.2	25.4	246
M8	387	8.5	24.6	275
M9	427	8.8	24.0	285
M10	435	9	30.6	289
M11	426	8.4	29.7	285
M12	408	8.6	26.9	272
M13	414	8.5	27.6	276
M14	295	8.8	23.0	198
M15	299	8.7	23.1	200
M16	352	8.3	23.0	235
M17	317	8.7	22.7	212
M18	344	8.7	22.7	229
M19	427	8.4	21.1	285
M20	298	9.5	21.2	199
M21	498	8.1	25.4	332
M22	322	9.1	25.6	215
M23	354	8.8	25.4	235
M24	372	8.6	25.5	248

### ۴-۳-۱- هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی نمونه‌های برداشت شده از تالاب میانگران از حداقل ۲۹۵ میکروموهس بر سانتی‌متر تا حداکثر ۶۶۵ میکروموهس بر سانتی‌متر متغیر بوده و میانگین هدایت الکتریکی تالاب ۴۰۵ میکروموهس بر سانتی‌متر می‌باشد. شکل (۴-۹) نشان دهنده تغییرات مکانی هدایت الکتریکی در تالاب میانگران می‌باشد. ناحیه‌ی حاشیه جنوبی تالاب میانگران که محل ورود فاضلاب شهری بوده، بیشترین میزان هدایت الکتریکی را دارا می‌باشد. هدایت الکتریکی از قسمت‌های حاشیه‌ی جنوبی تالاب به طرف شمال آن کاهش یافته است، به دلیل اینکه نمونه‌های آب با فاصله گرفتن از حاشیه تالاب با آب تالاب مخلوط شده و فرآیند رقیق شدن در آنها صورت گرفته است. نمونه‌های M19 و

M21 نیز که در حاشیه شمال غربی تالاب واقع شده‌اند هدایت الکتریکی بالایی نشان می‌دهد. این موضوع احتمالاً می‌تواند ناشی از تأثیر ورودی I6 بر این بخش از تالاب باشد. این آبراهه در ابتدای مسیر خود در ارتباط با لندفیل روباز شهر ایذه (شکل ۷-۱) بوده و همچنین در طول مسیر از روستاهای تلخاب، کله ضرب، بیضی تک، دهنو و میانگران علیا عبور می‌نماید. ورود آلاینده‌ها از این منابع و همچنین زهاب‌های کشاورزی می‌تواند سبب آلودگی این آبراهه و بنابراین آلودگی تالاب در بخش شمال غربی در اثر ورود آن به تالاب باشد. حاشیه شمال شرقی تالاب کمترین مقادیر EC را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه ورودی‌ها به این قسمت از تالاب عمدتاً رواناب سطحی از مناطق آهکی می‌باشد و همچنین هیچگونه ورودی فاضلاب در این بخش از تالاب وجود ندارد کاهش هدایت الکتریکی قابل توجیه می‌باشد.



شکل (۹-۴): تغییرات مکانی هدایت الکتریکی در تالاب میانگران

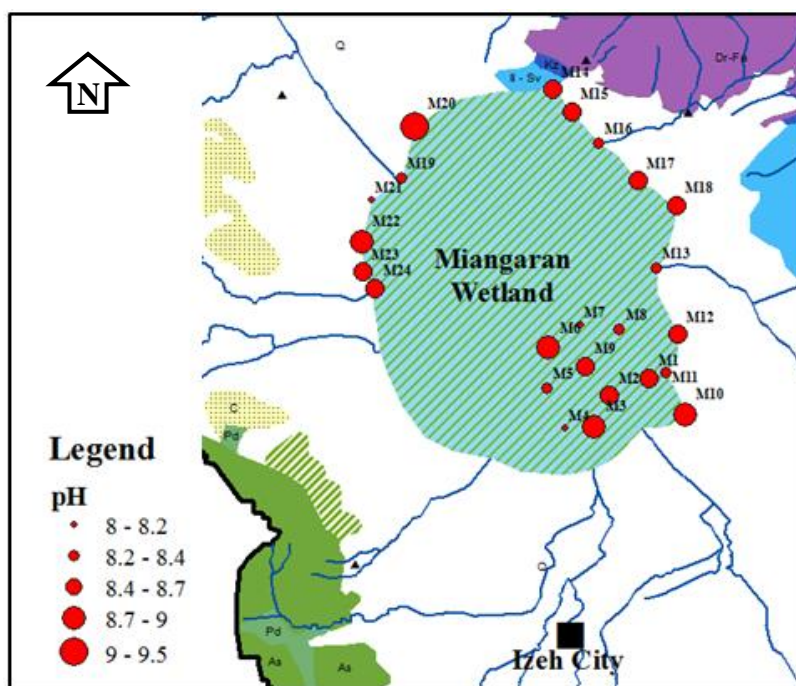
#### ۴-۳-۲-pH

pH نمونه‌های برداشت شده از تالاب میانگران از حداقل ۸ تا حداکثر ۹/۵ متغیر بوده و میانگین pH برابر ۸/۶ می‌باشد. با توجه به اینکه اکثر سازندهای حوضه آبریز زهکشی تالاب میانگران از نوع

سازندهای کربناته بوده و در مواقع بارندگی آب حاصل از انحلال و فرسایش این سازندها به تالاب وارد می‌گردد، بنابراین مقادیر بالای pH در تالاب قابل توجه می‌باشد. انحلال کلسیت سبب افزایش مقدار pH تا حدود ۸/۵ می‌گردد (Mikhlafla *et al.*, 2003). این در حالی است که pH اغلب نمونه‌های تالاب بیشتر از این مقدار تعادلی می‌باشد. با توجه به این موضوع که نمونه‌ها در فروردین ماه برداشت شده‌اند، انجام فرایند فتوسنتزی می‌تواند دلیل افزایش pH باشد. طی فرایند فتوسنتز (واکنش زیر)، دی اکسید کربن محلول تالاب توسط گیاهان موجود در تالاب جذب شده و بنابراین pH افزایش می‌یابد.



شکل (۴-۱۰) تغییرات مکانی pH تالاب میانگران را نشان می‌دهد. نمونه M20 با مقدار pH حدود ۹/۵ بیشترین میزان pH را نشان می‌دهد که احتمالاً این افزایش pH به دلیل پوشش علفی در حاشیه تالاب می‌باشد. کمترین میزان حدود ۸ و مربوط به نمونه M4 بوده که حداقل فاصله را با کانال ورودی فاضلاب شماره دو (ورودی فاضلاب شهر ایذه) دارد.

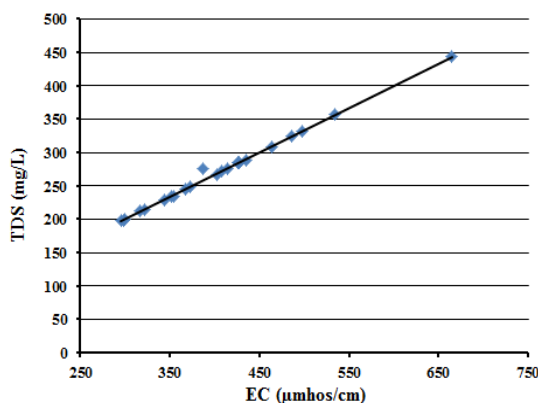


شکل (۴-۱۰): تغییرات مکانی pH در تالاب میانگران

### ۳-۳-۴- کل مواد جامد محلول (TDS)

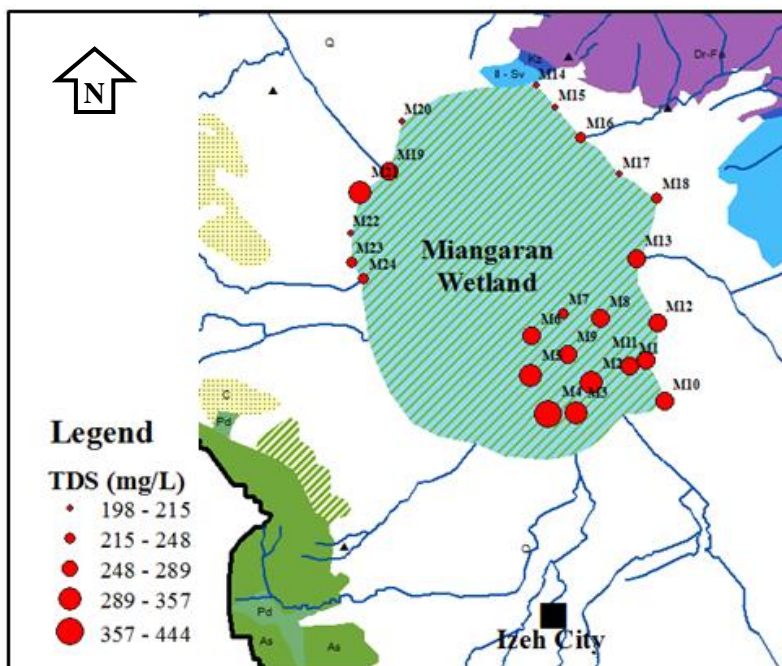
میانگین TDS نمونه‌های آب تالاب حدود ۲۷۱ میلی گرم در لیتر می‌باشد. نمودار هدایت الکتریکی در مقابل TDS جهت تعیین رابطه بین این دو در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده است. رابطه بین هدایت الکتریکی و TDS به صورت زیر می‌باشد:

$$TDS (mg/L) = 0.665EC (\mu mhos/cm) + 1.6$$



شکل (۴-۱۱): رابطه‌ی هدایت الکتریکی در مقابل TDS نمونه‌های تالاب میانگران

تغییرات مکانی TDS در تالاب میانگران در شکل ۴-۱۲ نشان داده شده که مشابه تغییرات هدایت الکتریکی می‌باشد.



شکل (۴-۱۲): تغییرات مکانی TDS در تالاب میانگران



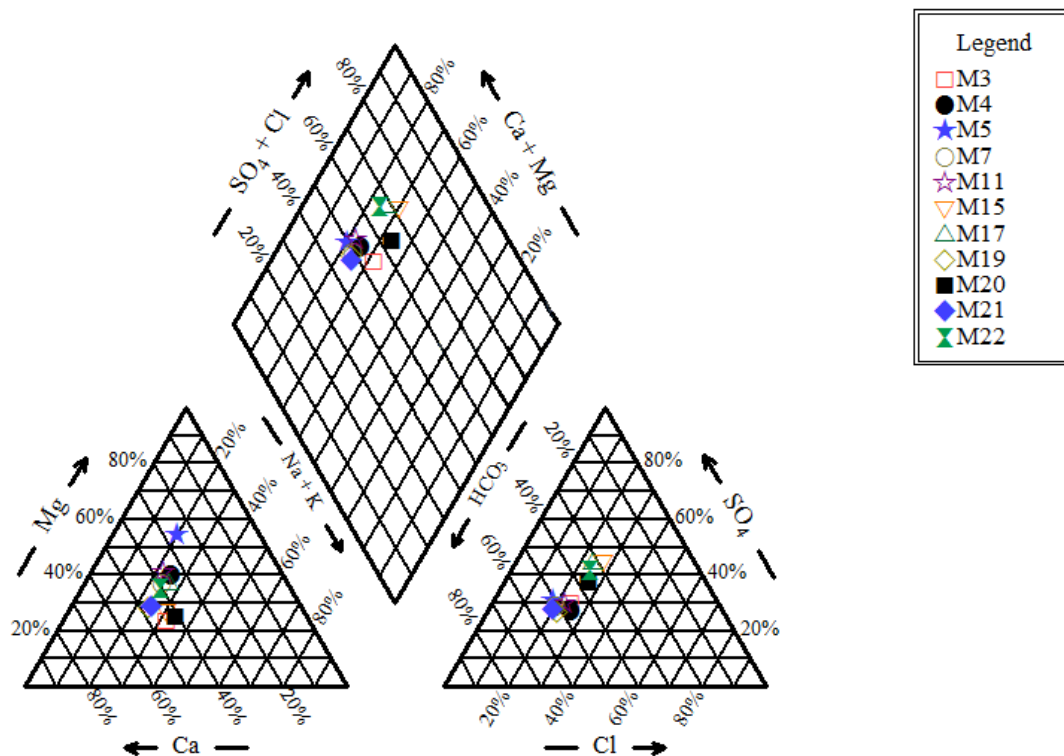
### ۴-۳-۴- یون‌های اصلی

در مجموع از بین ۲۴ نمونه برداشت شده از آب تالاب میانگران، ۱۱ نمونه به عنوان نمونه‌های معرف تالاب انتخاب شده و مورد آنالیز شیمیایی، جهت تعیین یون‌های اصلی، نیترات و فسفات در آنها تعیین شده است. نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها در جدول ۴-۸ نشان داده شده است.

جدول (۴-۸): نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب تالاب میانگران

نام نمونه	EC (umhos/cm)	pH	T (°C)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	TDS (mg/L)
M3	534	9	28.3	58.4	17.9	43.7	8.4	60.4	191.0	44.5	96.3	357
M4	665	8	27.3	56.2	38.3	41.4	10.5	60.7	190.0	0.0	85.8	444
M5	464	8.4	25.8	30.2	38.1	23.0	8.2	32.3	150.5	0.0	71.6	309
M7	367	8.2	25.4	38.4	21.5	23.0	7.3	29.5	125.0	0.0	55.1	246
M11	426	8.4	29.7	44.8	29.7	27.6	7.6	39.4	140.0	0.0	68.0	285
M15	299	8.7	23.1	32.2	12.2	23.0	6.7	32.0	56.5	0.0	70.1	200
M17	317	8.7	22.7	32.2	18.9	23.0	6.6	26.6	60.0	20.0	65.5	212
M19	427	8.4	21.1	51.6	17.9	25.3	9.0	34.8	140.0	0.0	56.5	285
M20	298	9.5	21.2	32.6	12.0	27.6	7.1	35.9	85.0	0.0	68.0	199
M21	498	8.1	25.4	53.4	19.4	27.6	9.2	40.8	185.5	0.0	75.8	332
M22	322	9.1	25.6	39.6	20.5	23.0	7.7	27.7	65.0	19.5	62.2	215
Min	298	8	21.1	30.2	12.2	23.0	6.6	60.7	190.0	44.5	96.3	444
Max	665	9.5	29.7	56.2	38.3	43.7	10.5	27.7	56.5	0.0	55.1	199
Mean	419.73	8.6	25.0	42.69	22.39	28.02	8.03	38.18	126.23	7.64	70.43	280.4

نمودار پایپر برای نمونه‌های تالاب میانگران در شکل ۴-۱۳ ترسیم شده است. تمامی نمونه‌های به جزء نمونه‌های M15، M17 و M22 در یک محدوده نزدیک به هم متمرکز شده و تیپ بی‌کربناته کلسیک و بی‌کربناته منیزیک دارند. با توجه به اینکه اغلب سازندهای موجود در منطقه حوضه آبریز از جنس کربناته می‌باشند، این موضوع قابل توجه است. نمونه‌های M15 و M17 واقع در شمال تالاب میانگران و نمونه‌ی M22 که در شمال غرب تالاب واقع شده است به لحاظ تیپ آب با سایر نمونه‌های تالاب تفاوت داشته و تیپ سولفات کلسیک نشان می‌دهند. انحلال مواد گچی در حوضه آبریز و وجود سازند گچساران در حاشیه غربی حوضه آبریز دلیل تغییر در تیپ آب تالاب در این بخش‌ها می‌باشند. تیپ نمونه‌های تالاب میانگران و روند تغییر غلظت یون‌های اصلی در جدول ۴-۹ آورده شده است.



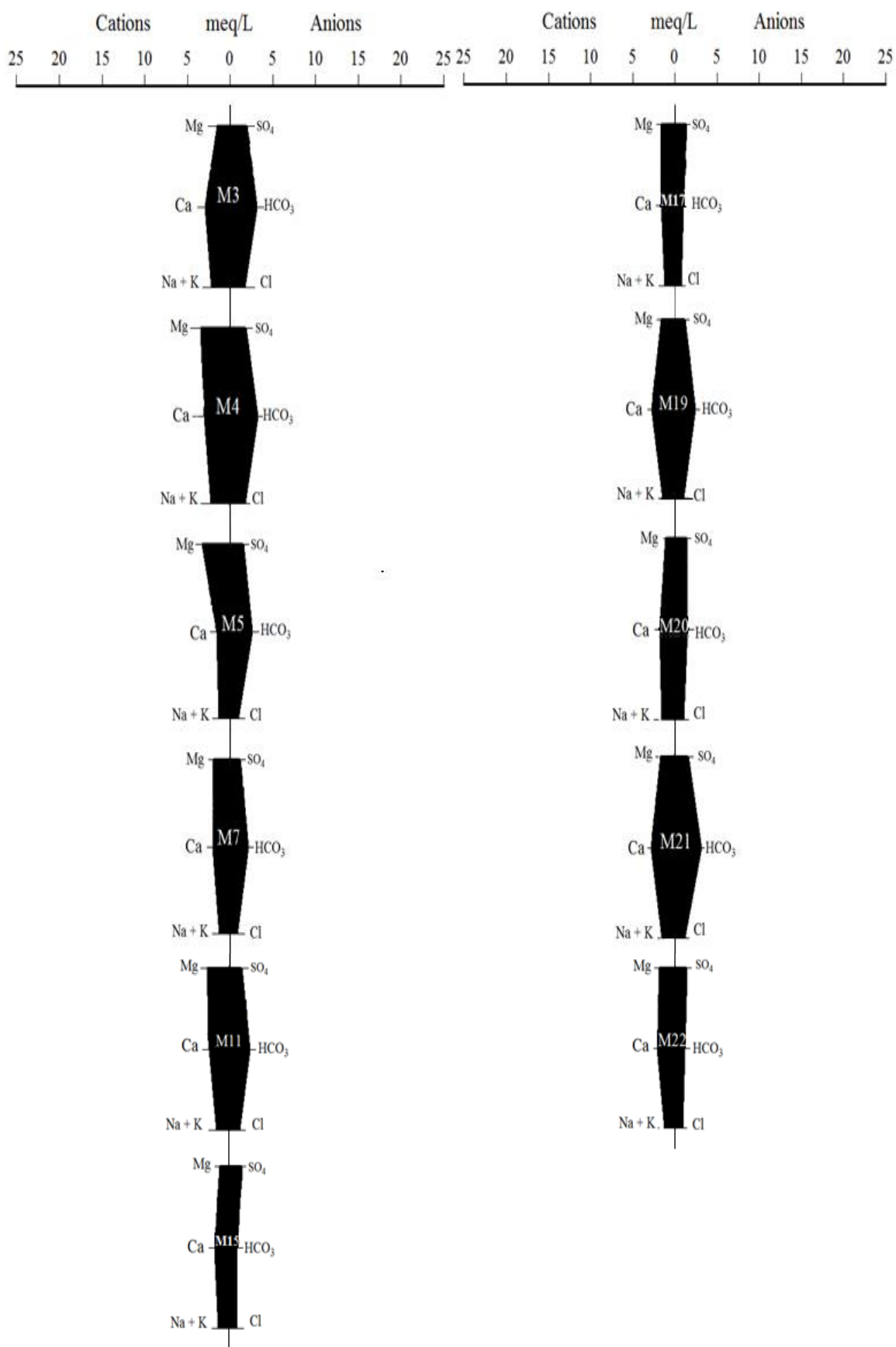
شکل (۴-۱۳): نمودار پایپر مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران

جدول (۴-۹): روند تغییرات غلظت یون‌های اصلی و تیپ نمونه‌های تالاب میانگران

نام نمونه	توالی غلظت آنیون‌ها	توالی غلظت کاتیون‌ها	تیپ و رخساره آب
M3	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته کلسیک
M4	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	Mg > Ca > Na+K	بی کربناته منیزیک
M5	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	Mg > Ca > Na+K	بی کربناته منیزیک
M7	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته کلسیک
M11	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	Mg > Ca > Na+K	بی کربناته منیزیک
M15	SO <sub>4</sub> > HCO <sub>3</sub> > Cl	Ca > Na+K > Mg	سولفاته کلسیک
M17	SO <sub>4</sub> > HCO <sub>3</sub> > Cl	Ca > Mg > Na+K	سولفاته کلسیک
M19	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته کلسیک
M20	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته کلسیک
M21	HCO <sub>3</sub> > SO <sub>4</sub> > Cl	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته کلسیک
M22	SO <sub>4</sub> > HCO <sub>3</sub> > Cl	Ca > Mg > Na+K	سولفاته کلسیک

نمودار استیف مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران در شکل ۴-۱۴ ارائه شده و ترکیب شیمیایی نمونه‌های آب به لحاظ غلظت یون‌ها با یکدیگر مقایسه شده‌اند. مشاهده می‌شود تمامی نمونه‌ها به طور کلی به لحاظ غلظت یون‌های اصلی مشابه می‌باشند. غلظت یون کلسیم در اکثر نمونه‌های تالاب بیشترین مقدار را در مقایسه با سایر کاتیون‌ها دارا می‌باشد.

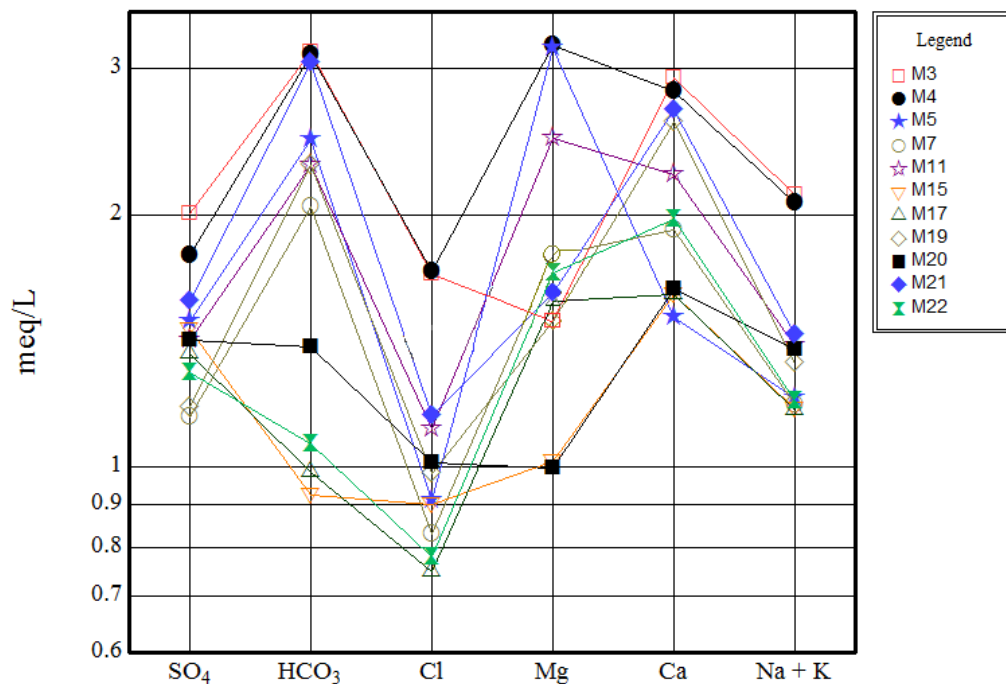
فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن



شکل (۴-۱۴): نمودارهای استیف نمونه‌های تالاب میانگران

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

نمودار شولر نمونه‌های تالاب میانگران در شکل ۴-۱۵ ارائه شده است. خطوط شکسته موازی در این نمودار بیانگر مشابهت ترکیب شیمیایی نمونه‌های تالاب می‌باشد. تفاوت مشخص سه نمونه M15، M17 و M22 با سایر نمونه‌های آب تالاب مربوط به غلظت یون سولفات می‌باشد. مقدار این یون در مقایسه با سایر آنیون‌های مربوط به این سه نمونه بیشتر می‌باشد.

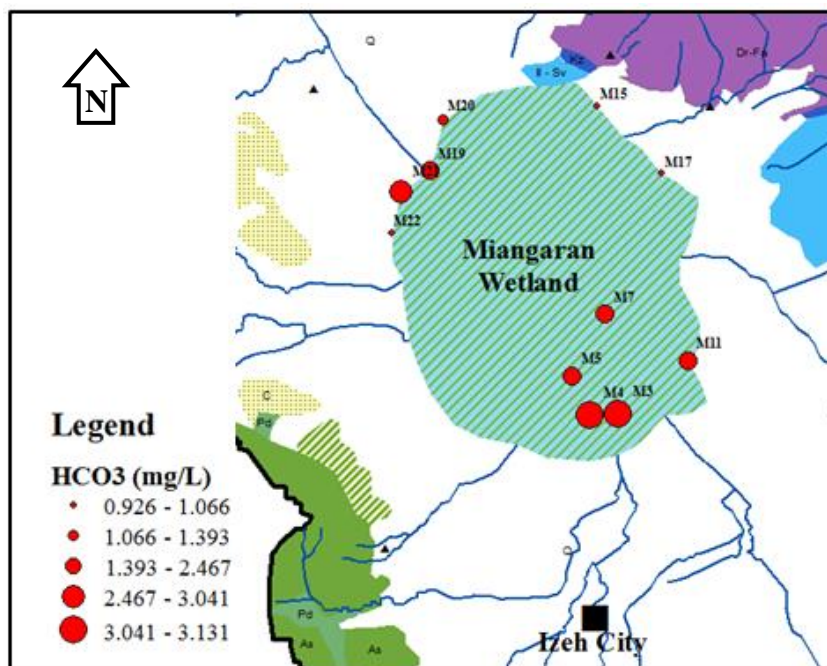


شکل ۴-۱۵: ترسیم نمونه‌های تالاب میانگران بر روی نمودار شولر

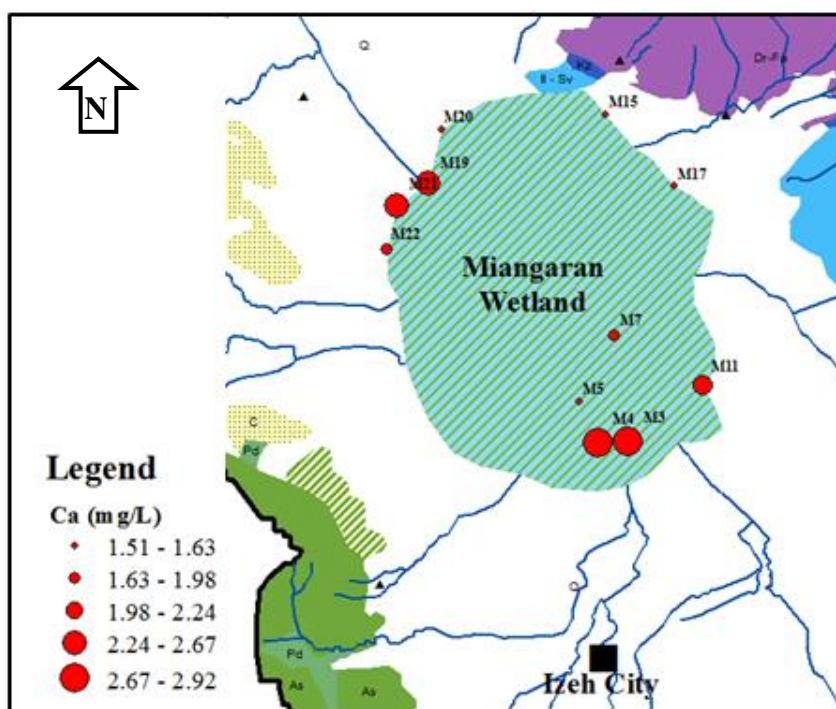
با توجه به اهمیت یون‌های بی‌کربنات، کلسیم و سولفات در ترکیب شیمیایی نمونه‌های تالاب میانگران، تغییرات مکانی آنها در بخش‌های مختلف تالاب در شکل‌های ۴-۱۶، ۴-۱۷، ۴-۱۸ ترسیم و بررسی شده است. شکل ۴-۱۶ نشان دهنده تغییرات مکانی یون بی‌کربنات در تالاب میانگران می‌باشد. بیشترین مقدار یون بی‌کربنات در نمونه‌های M4 و M3 واقع در جنوب و نمونه‌های M19 و M21 واقع در شمال غرب تالاب بوده که به ترتیب محل ورود فاضلاب اصلی شهر ایذه (ورودی I2) و زهکشی رواناب سطحی از روستاهای واقع در مسیر آبراهه میانگران علیا (ورودی I6) می‌باشد. تغییرات مکانی یون کلسیم مربوط به نمونه‌های تالاب در شکل ۴-۱۷ نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر این یون در نمونه‌های M4 و M3 واقع در جنوب و نمونه‌های M19 و M21 واقع در شمال غرب تالاب

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

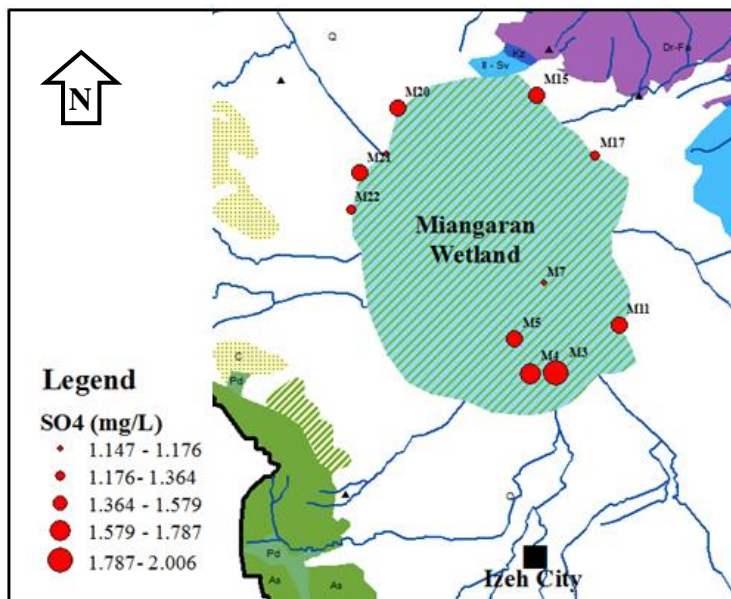
می‌باشد. شکل ۴-۱۸ تغییرات مکانی یون سولفات مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران را نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر این یون مربوط به نمونه‌های M3 و M4 واقع در ناحیه جنوب تالاب بوده که تحت تأثیر فاضلاب شهر ایذه قرار داشته‌اند.



شکل (۴-۱۶): تغییرات مکانی یون بی‌کربنات مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران



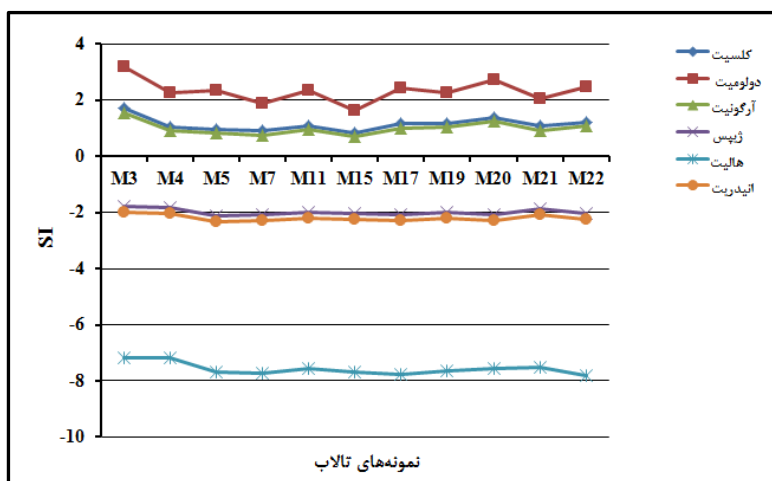
شکل (۴-۱۷): تغییرات مکانی یون کلسیم مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران



شکل (۴-۱۸): تغییرات مکانی یون سولفات مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران

#### ۴-۳-۵- شاخص اشباع (SI)

مقادیر شاخص اشباع برای نمونه‌های تالاب میانگران برای کانی‌های دولومیت، کلسیت، آرگونیت، ژیپس، هالیت و انیدریت توسط نرم افزار PHREEQC محاسبه شده است. همانطور که در شکل ۴-۱۹ و جدول ۴-۱۰ مشاهده می‌شود نمونه‌های تالاب نسبت به کانی‌های دولومیت، کلسیت و آرگونیت فوق اشباع می‌باشند. مقدار شاخص اشباع برای کانی‌های ژیپس، هالیت و انیدریت موجود در نمونه‌های آب تالاب منفی بوده، به دلیل اینکه این کانی‌ها آخرین سری از کانی‌های تبخیری هستند که به حالت اشباع خواهند رسید.



شکل (۴-۱۹): تغییرات شاخص اشباع (SI) نسبت به کانی‌های مختلف در نمونه‌های تالاب میانگران

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

جدول (۴-۱۰): مقادیر شاخص‌های اشباع نمونه‌های تالاب نسبت به کانی‌های مختلف

Station	Calcite	Dolomite	Aragonite	Gypsum	Halite	Anhydrite
M3	1.70	3.17	1.56	-1.78	-7.16	-2.00
M4	1.03	2.25	0.89	-1.83	-7.19	-2.05
M5	0.95	2.36	0.81	-2.13	-7.70	-2.35
M7	0.89	1.88	0.75	-2.09	-7.74	-2.31
M11	1.08	2.34	0.94	-1.98	-7.54	-2.20
M15	0.84	1.62	0.70	-2.03	-7.70	-2.25
M17	1.16	2.42	1.01	-2.09	-7.78	-2.31
M19	1.18	2.26	1.04	-1.98	-7.63	-2.20
M20	1.39	2.71	1.25	-2.09	-7.57	-2.31
M21	1.07	2.06	0.93	-1.85	-7.52	-2.07
M22	1.22	2.48	1.08	-2.03	-7.79	-2.25

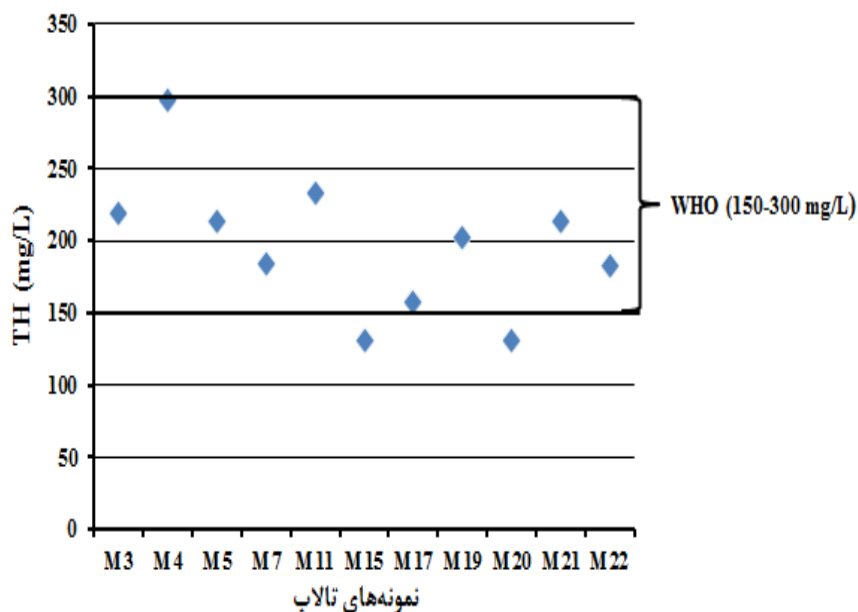
### ۴-۳-۶- سختی کل (TH)

سختی آب معرف غلظت کاتیون‌های دو ظرفیتی موجود در آب می‌باشد. معمولاً غلظت کلسیم و منیزیم در آب‌های طبیعی بسیار بیشتر از یونهای دیگر بوده و بنابراین غلظت یونهای کلسیم و منیزیم را مترادف با سختی آب در نظر می‌گیرند. بیشتر این ترکیبات که از کلسیم و منیزیم به وجود می‌آیند به شکل بی‌کربنات (ایجاد سختی موقت) و سولفات‌ها، کلریدها و نیترات‌ها (ایجاد سختی دائم) می‌باشند (چالکش امیری، ۱۳۸۷). مقدار سختی کل نمونه‌های تالاب میانگران در جدول ۴-۱۱ ارائه شده است.

جدول (۴-۱۱): مقدار سختی کل بر حسب میلی گرم بر لیتر و طبقه‌بندی آب تالاب از لحاظ سختی

نام نمونه	سختی کل	کیفیت آب بر حسب سختی کل
M3	219.5	سخت
M4	297.5	سخت
M5	231.5	سخت
M7	184	سخت
M11	233.5	سخت
M15	130.5	متوسط
M17	158	سخت
M19	202.5	سخت
M20	130.5	متوسط
M21	213	سخت
M22	183	سخت

میزان سختی نمونه‌های تالاب میانگران بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر بوده که با توجه به استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004) در رده آب سخت قرار می‌گیرند (شکل ۴-۲۰).



شکل (۴-۲۰): تغییرات سختی کل (TH) نمونه‌های تالاب میانگران و محدوده مجاز سختی بر حسب استاندارد بهداشت جهانی (WHO, 2004)

#### ۴-۳-۷- قلیائیت

مقدار قلیائیت نمونه‌های تالاب میانگران بر حسب میلی گرم بر لیتر در جدول ۴-۱۲ ارائه شده است. مقدار قلیائیت از حداقل مقدار ۷۷/۵ میلی گرم بر لیتر تا حداکثر ۲۳۵/۵ میلی گرم بر لیتر متغیر بوده و میانگین آن ۱۳۵/۸ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. همانطور که قبلاً بحث شد، پیکره‌های آبی با مقدار قلیائیت بیشتر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر غنی از مواد مغذی در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به شکل ۴-۲۱ که تغییرات قلیائیت نمونه‌های تالاب میانگران را نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که انباشتگی مواد مغذی در تالاب رخ داده است. شکل (۴-۲۲) تغییرات مکانی قلیائیت در بخش‌های مختلف تالاب میانگران را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار قلیائیت مربوط به نمونه‌های واقع در ناحیه جنوب و شمال غرب تالاب بوده که به ترتیب متأثر از ورود فاضلاب شهری و کشاورزی، فاضلاب

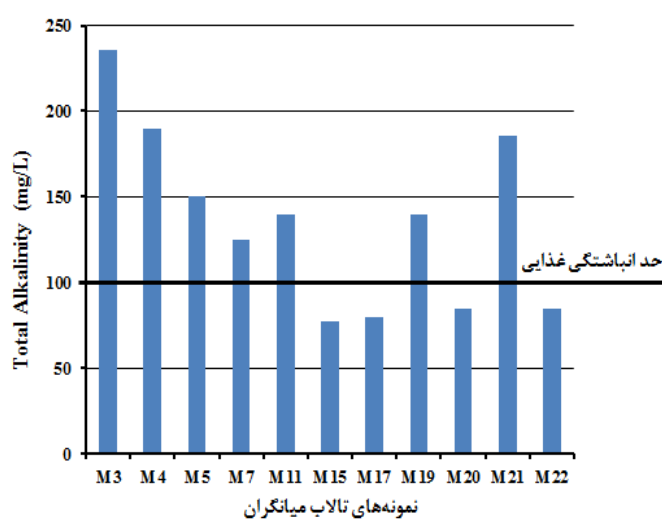


## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

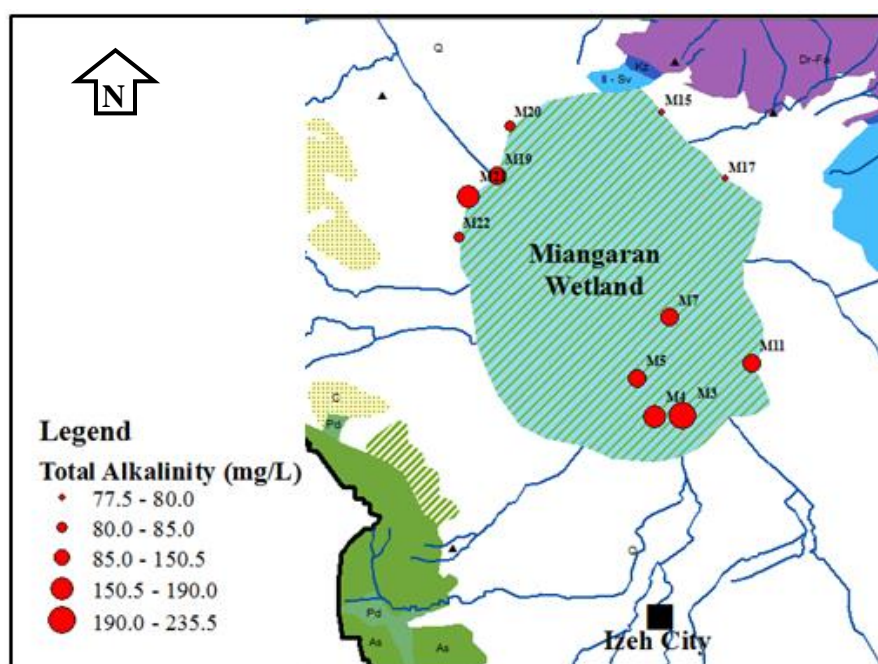
روستایی و زهکش احتمالی لندفیل روباز شهر ایذه می‌باشند. نمونه‌های واقع در این نواحی از تالاب غنی از مواد مغذی می‌باشند.

جدول (۴-۱۲): مقدار کلیائیت نمونه‌های آب تالاب میانگران بر حسب میلی گرم بر لیتر

ایستگاه	M3	M4	M5	M7	M11	M15	M17	M19	M20	M21	M22	Mean	حد مجاز انباشتگی
کلیائیت کل	235.5	190	150.5	125	140	77.5	80	140	85	185.5	84.5	135.8	100



شکل (۴-۲۱): تغییرات کلیائیت کل در نمونه‌های تالاب میانگران



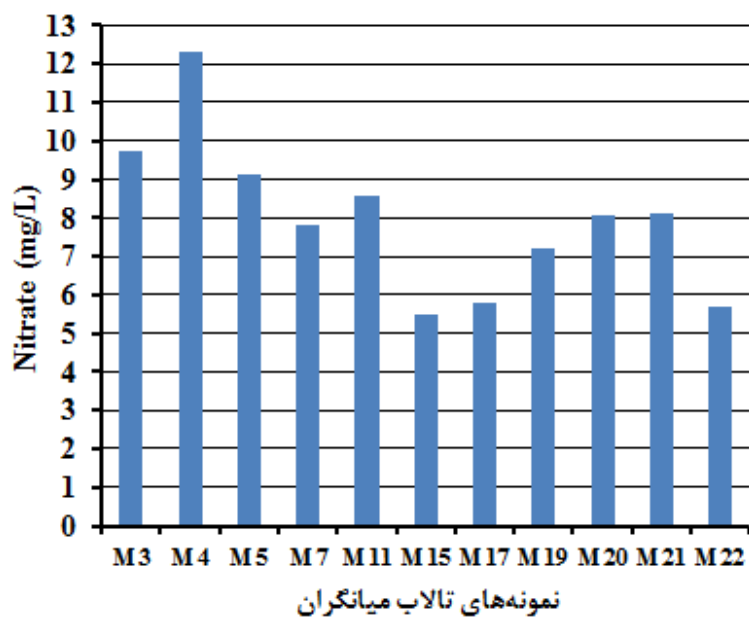
شکل (۴-۲۲): تغییرات کلیائیت نمونه‌های تالاب میانگران

### ۴-۳-۸- مواد مغذی

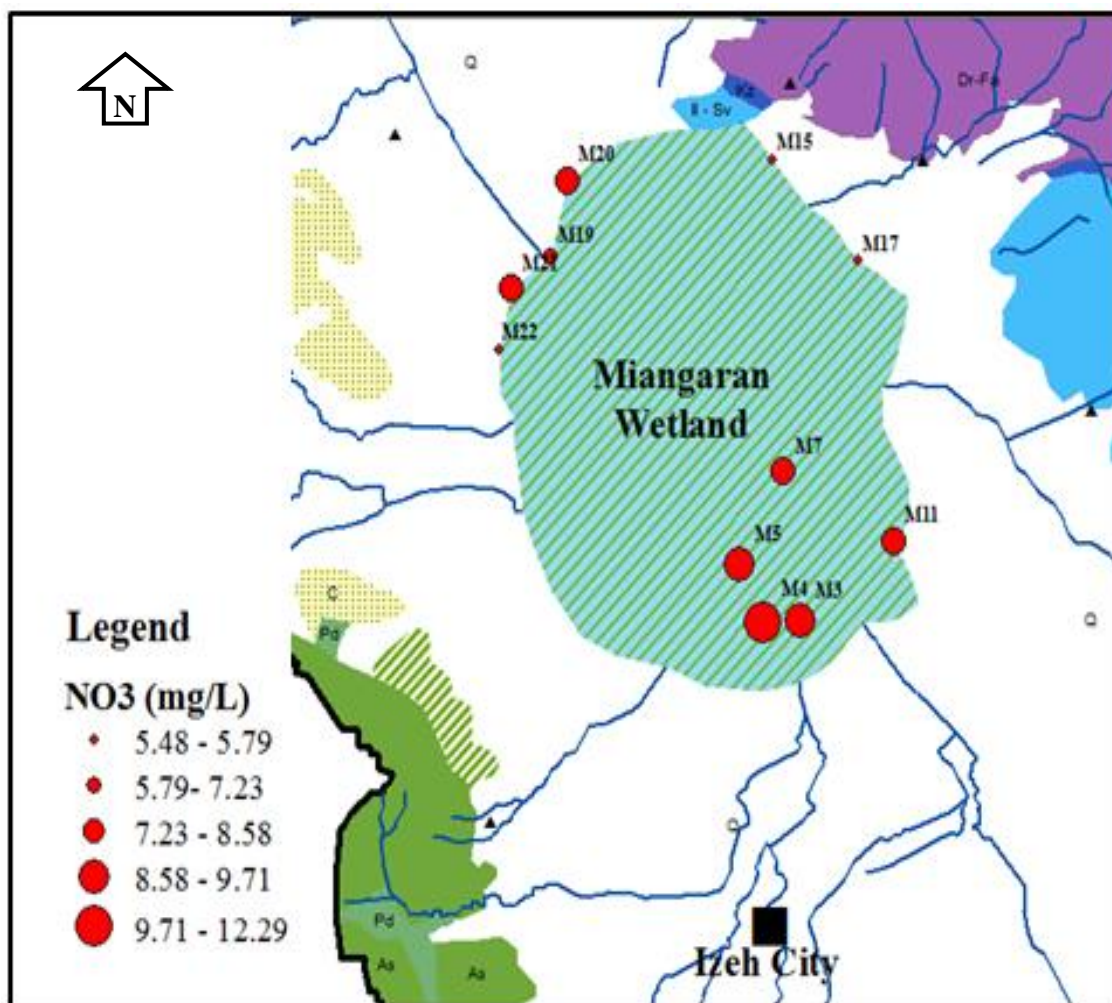
غلظت نیترات و فسفات مربوط به نمونه‌های تالاب میانگران در جدول ۴-۱۳ ارائه شده است. مقدار نیترات در نمونه‌های تالاب بین ۵/۶۹ و ۱۲/۲۹ میلی گرم بر لیتر بوده و مقدار میانگین آن ۸ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. با توجه به شکل ۴-۲۳ و ۴-۲۴ بیشترین غلظت نیترات مربوط به نمونه‌های M4، M3 و M5 واقع در جنوب تالاب بوده که محل ورود فاضلاب اصلی شهر ایذه (ورودی I2) به تالاب می‌باشد و همچنین نمونه‌های M19، M20 و M21 واقع در شمال غرب تالاب بوده که متأثر از فعالیت‌های کشاورزی، فاضلاب روستایی و زهکش احتمالی لندفیل روباز شهر ایذه می‌باشند، مقادیر بالایی از نیترات را نشان می‌دهد. به منظور بررسی ارتباط غلظت نیترات با مقدار کلیائیت، از نمودار پراکندگی غلظت (شکل ۴-۲۵) استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد مقدار نیترات همبستگی مثبت ( $R^2=0/598$ ) با مقدار کلیائیت دارد. مقدار بالای کلیائیت کل ممکن است نتیجه از فرآیند تجزیه مواد آلی بوده که همراه با اختلاط فاضلاب خانگی و پساب صنعتی حاوی مواد مغذی با آب تالاب صورت می‌گیرد (Solanki et al., 2010). به طور کلی غلظت نیترات در تمام نمونه‌های تالاب میانگران کمتر از حد مجاز WHO (۵۰ میلی گرم بر لیتر) می‌باشد.

جدول (۴-۱۳): غلظت مواد مغذی در نمونه‌های تالاب میانگران

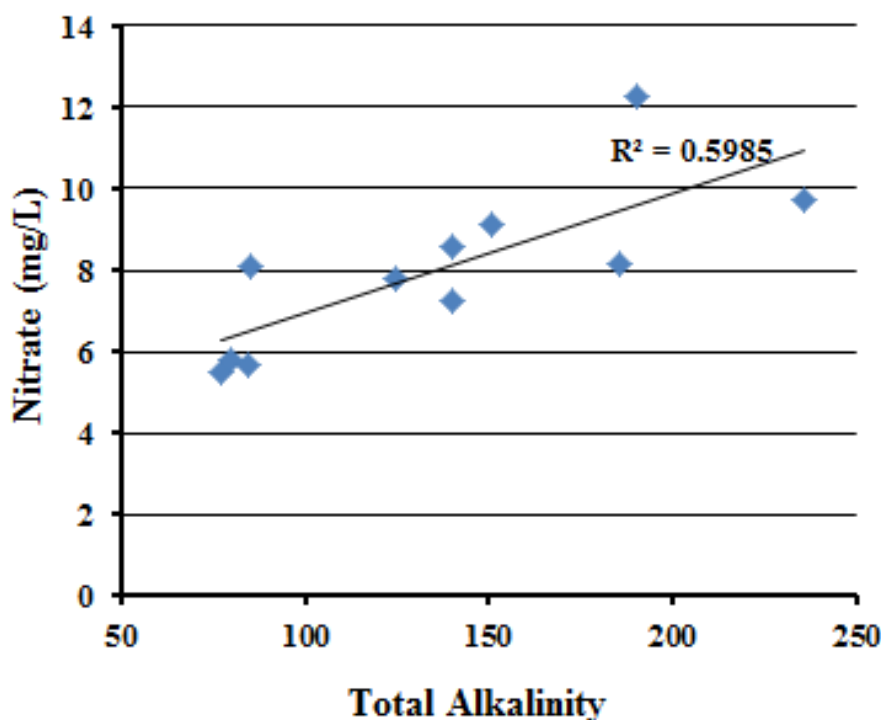
نام نمونه	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)
M3	9.71	0.38
M4	12.29	0.42
M5	9.14	0.24
M7	7.82	0.15
M11	8.58	0.21
M15	5.48	0.12
M17	5.79	0.22
M19	7.23	0.34
M20	8.07	0.23
M21	8.13	0.22
M22	5.69	0.31
Mean	8.00	0.26
حد مجاز یوتروفیک	-	0.1



شکل (۴-۲۳): تغییرات غلظت نیترات در نمونه‌های تالاب میانگران

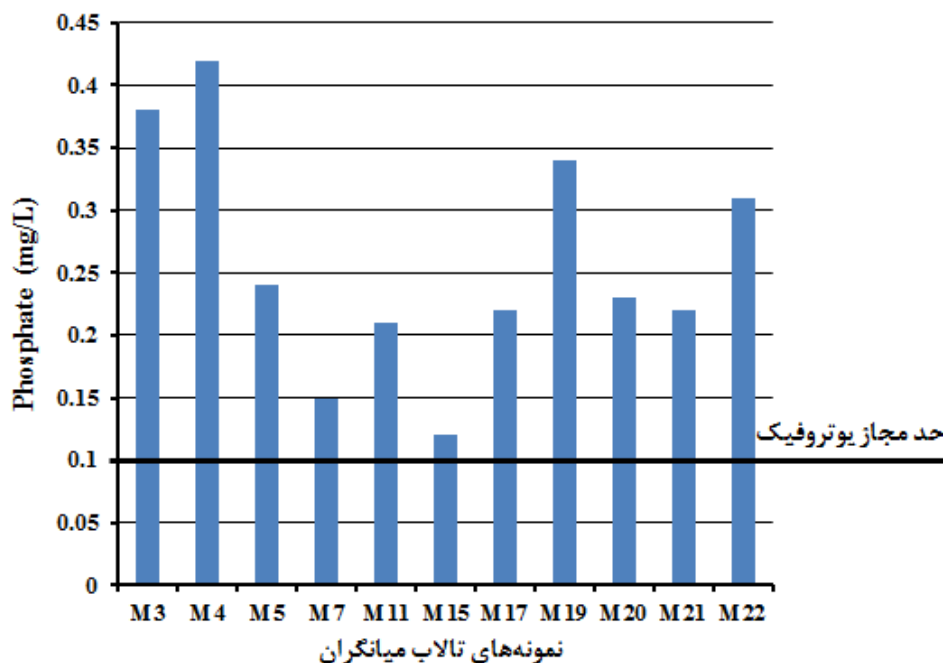


شکل (۴-۲۴): تغییرات مکانی غلظت نیترات نمونه‌های تالاب میانگران

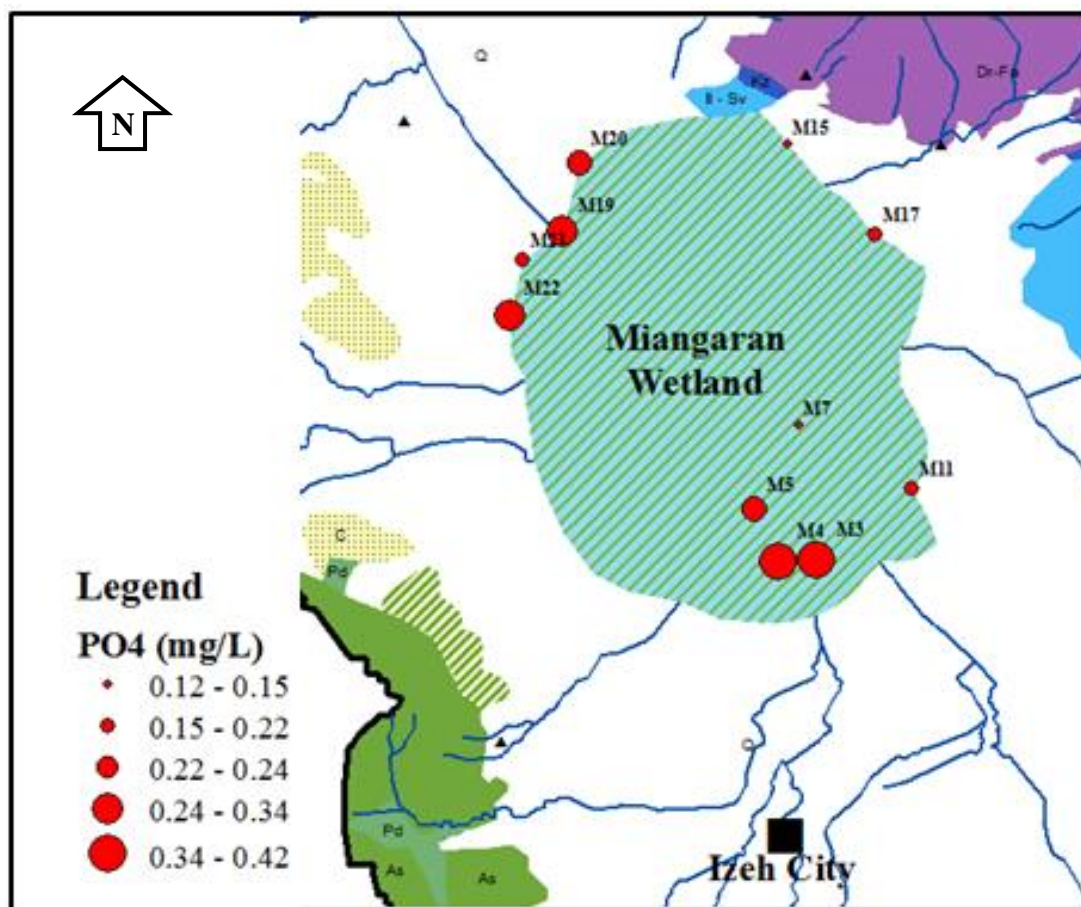


شکل (۴-۲۵): پراکندگی غلظت نیترات در مقابل قلیائیت

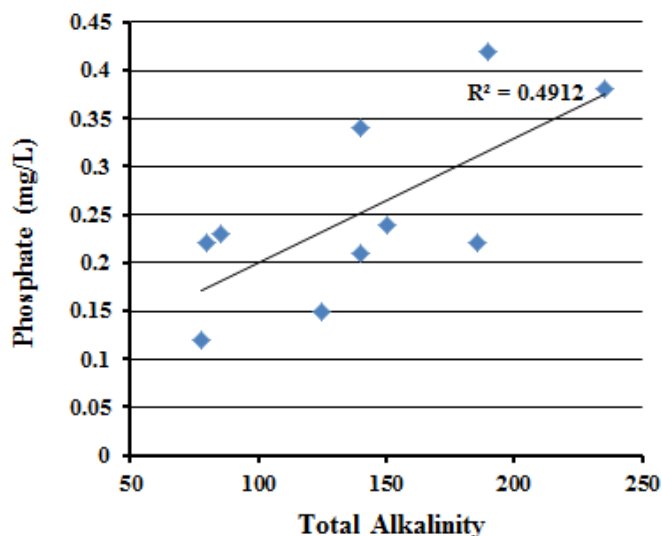
غلظت فسفات در نمونه‌های برداشت شده از آب تالاب میانگران از حداقل ۰/۱۲ میلی گرم بر لیتر تا حداکثر ۰/۴۲ میلی گرم بر لیتر متغیر بوده و میانگین آن ۰/۲۶ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. غلظت فسفات تمامی نمونه‌های تالاب میانگران در مقایسه با مقدار حد مجاز یوتروفیک (حداکثر ۰/۱ میلی گرم بر لیتر) بیشتر می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که در آب تالاب شرایط یوتروفیک وجود دارد. این وضعیت اثر فاضلاب‌های شهری و روستایی، کودهای شیمیایی، فضولات حیوانی و آفت‌کش‌های مورد استفاده در فعالیتهای کشاورزی را نشان می‌دهد. شکل‌های ۴-۲۶ و ۴-۲۷ نشان دهنده تغییرات غلظت فسفات در نمونه‌های تالاب میانگران می‌باشد. بیشترین غلظت فسفات مربوط به نمونه‌های آب M4 و M3 واقع در جنوب تالاب و همچنین نمونه‌های M19 و M22 واقع در شمال غرب تالاب می‌باشد. برای ارزیابی ارتباط فسفات با مقدار قلیائیت، از نمودار پراکندگی غلظت (شکل ۴-۲۸) استفاده شده است. مقدار فسفات همبستگی مثبت ( $R^2=0/491$ ) با مقدار قلیائیت نشان می‌دهد. دلیل همبستگی بالای فسفات با قلیائیت مشابه نیترات بوده که قبلاً بحث گردید.



شکل (۴-۲۶): تغییرات غلظت فسفات در نمونه‌های تالاب میانگران

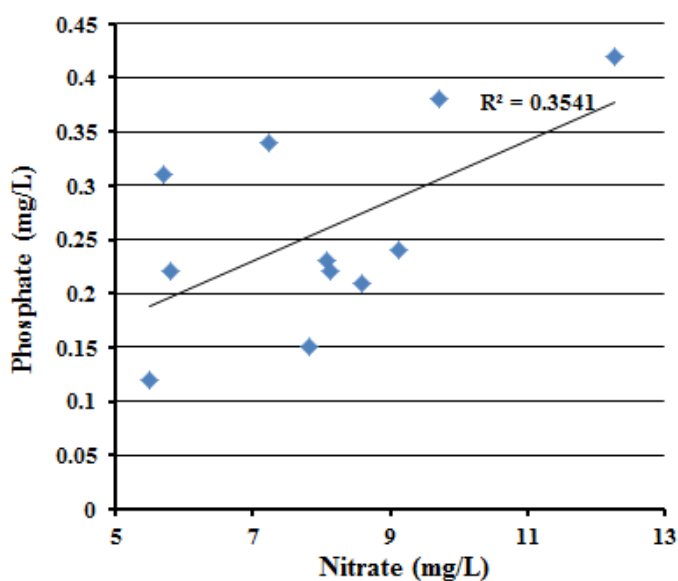


شکل (۴-۲۷): تغییرات مکانی غلظت فسفات نمونه‌های تالاب میانگران



شکل (۴-۲۸): پراکندگی غلظت فسفات در مقابل قلیائیت

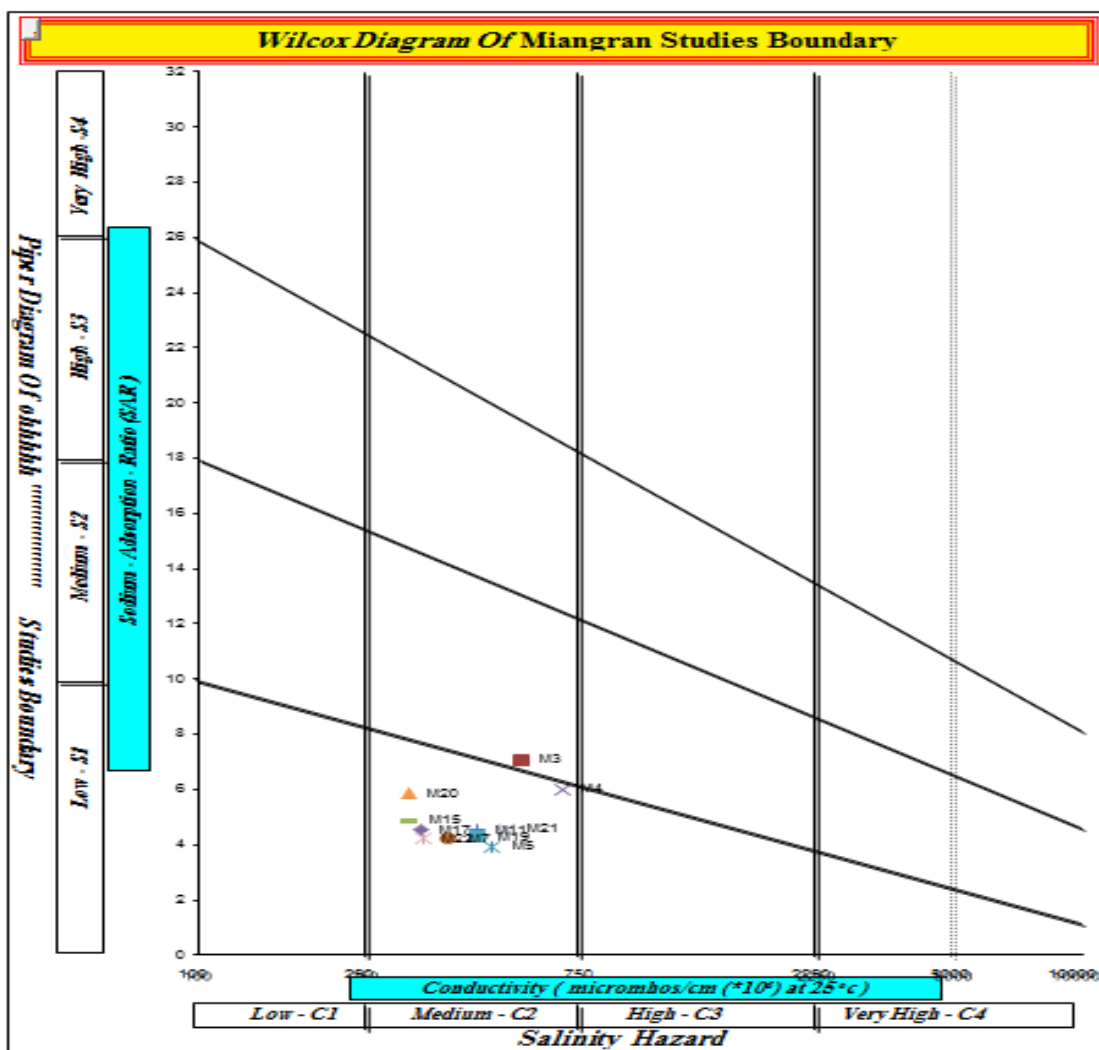
تالاب میانگران به دلیل بالا بودن غلظت فسفات آن جزء تالاب‌های یوتروفیک است. تخلیه فاضلاب‌های شهری، روستایی، فضولات حیوانی و پساب کشاورزی غنی از مواد مغذی به تالاب سبب ایجاد این شرایط شده است. یوتروفیکاسیون می‌تواند اثرات بسیار مضر بر روی کیفیت آب تالاب داشته باشد. بررسی رابطه نترات و فسفات (شکل ۴-۲۹) بیانگر همبستگی مثبت ( $R^2=0/354$ ) بوده که نشان دهنده منشأ یکسان این یون‌ها (احتمالاً فاضلاب شهری و روستایی و زهاب کشاورزی) در تالاب می‌باشد.



شکل (۴-۲۹): پراکندگی غلظت نترات در مقابل فسفات

### ۹-۳-۴- کیفیت آب تالاب از نظر مصارف آبیاری

با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه، آب تالاب در فصل تابستان جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، کیفیت آب تالاب میانگران برای مصارف کشاورزی با استفاده از نمودار ویلکاکس (Wilcox, 1955) مورد ارزیابی قرار گرفته است. این نمودار بر اساس دو پارامتر مهم قابلیت هدایت الکتریکی یا شوری (C) و نسبت جذب سدیم (S) به ۱۶ طبقه رده‌بندی شده است. آب‌های با کیفیت بسیار خوب در کلاس  $C_1S_1$  و آب‌های با کیفیت نامناسب برای مصارف کشاورزی در کلاس  $C_4S_4$  قرار می‌گیرند. شکل (۴-۳۰) نمودار ویلکاکس مربوط به نمونه‌های آب تالاب میانگران را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۳۰): نمودار ویلکاکس مربوط به نمونه‌های آب تالاب میانگران

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

با توجه به این شکل نمونه‌های تالاب در طبقه آب‌های  $C_2S_1$  و  $C_2S_2$  قرار گرفته است که برای آبیاری زمین‌های کشاورزی از کیفیت خوبی برخوردار می‌باشند. جدول (۴-۱۴) کیفیت تمامی نمونه‌های آب تالاب میانگران را جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی به تفکیک نوع رده کلاس نشان می‌دهد. با توجه به این مسئله که فاضلاب شهر ایزه به طور مستقیم و بدون اینکه عملیات تصفیه‌ای بر روی آن صورت گرفته باشد به تالاب وارد می‌شود و همچنین پساب کشاورزی، فضولات حیوانی و احتمالاً شیرابه لندفیل نیز به تالاب وارد می‌شوند، بنابراین برای کنترل آب آبیاری در بخش کشاورزی علاوه بر تعیین میزان هدایت الکتریکی (خطر شوری) و نسبت جذب سدیم (خطر سدیم)، باید مواد سمی و فلزات سنگین موجود در آن نیز ارزیابی گردد. در صورت استفاده از آب‌های آلوده به فاضلاب‌های صنعتی و شهری برای مصارف کشاورزی، این آب‌ها بایستی فاقد مواد سمی باشند (چالکش امیری، ۱۳۸۷). در ادامه آلودگی تالاب به فلزات سنگین بررسی شده است.

جدول (۴-۱۴): ارزیابی نمونه‌های تالاب میانگران جهت مصارف کشاورزی

نام نمونه	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
M3	7.07	534	$C_2-S_2$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M4	6.02	665	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M5	3.94	464	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M7	4.20	367	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M11	4.52	426	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M15	4.88	299	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M17	4.55	317	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M19	4.29	427	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M20	5.85	298	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M21	4.57	498	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
M22	4.20	322	$C_2-S_1$	کمی شور - مناسب برای کشاورزی

### ۴-۲-۶- فلزات سنگین

غلظت فلزات سنگین از قبیل Cd، Ba، Pb، As، Zn، Ni، Cr و Fe و عنصر Al در نمونه‌های تالاب جهت ارزیابی کیفی و زیست محیطی آن مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج آنالیز فلزات سنگین



## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگراں ورودی‌های آن

تالاب در مقایسه با مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004) و سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) در جدول ۴-۱۵ ارائه شده است. شکل ۴-۳۱ نشان دهنده تغییرات غلظت فلزات سنگین در مقایسه با حد مجاز آبیاری FAO و استاندارد سازمان بهداشت جهانی می‌باشد. طبق نتایج به دست آمده، نمونه‌های تالاب در مقایسه با (WHO, 2004) به عناصری از قبیل Cd، Pb، As، Zn، Ni، Cr، Fe و Al آلوده می‌باشد. روند تغییر غلظت عناصر در نمونه‌های تالاب به صورت زیر می‌باشد:

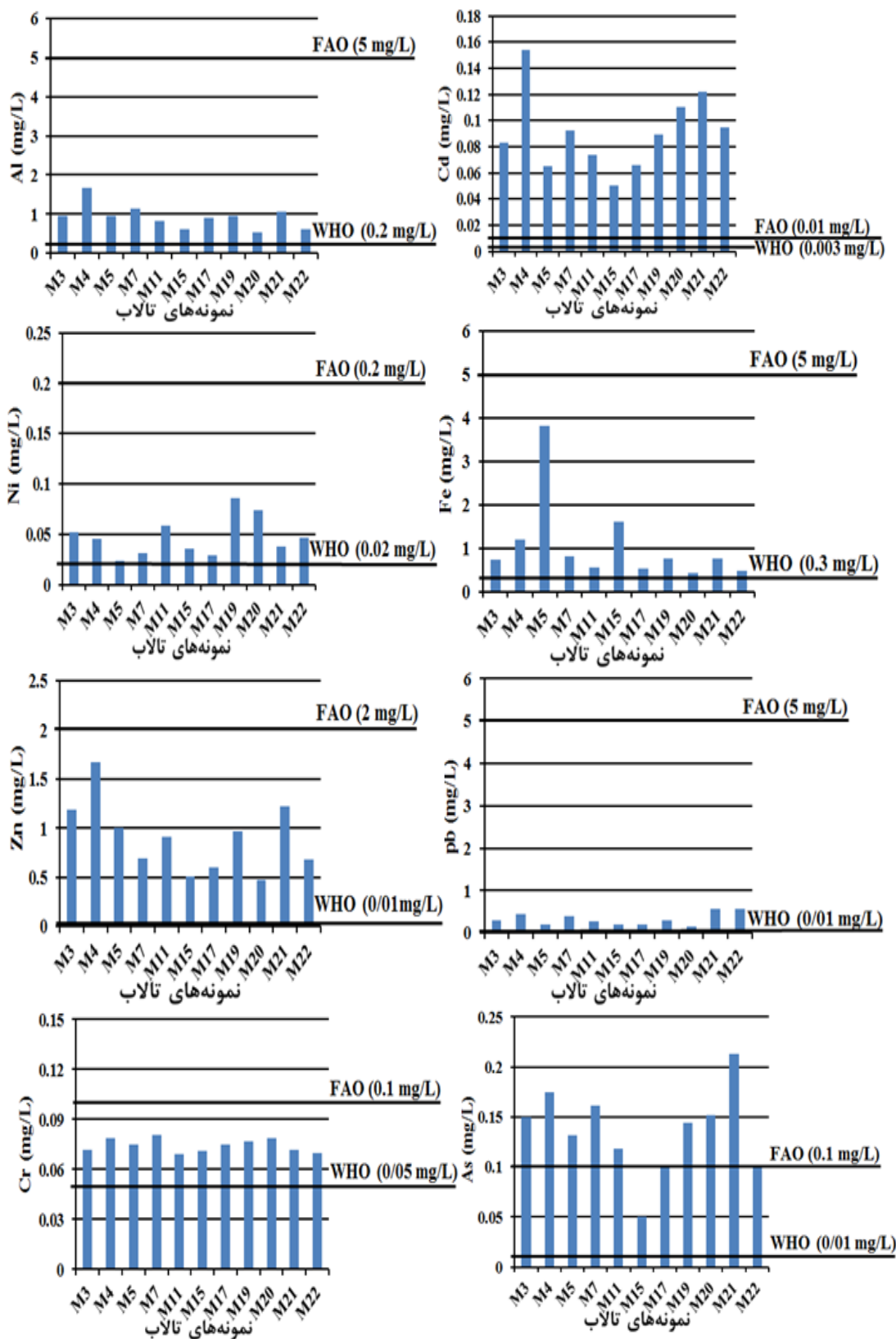
$$Fe > Al > Zn > Pb > As > Cd > Cr > Ni > Ba$$

جدول (۴-۱۵): غلظت فلزات سنگین نمونه‌های آب تالاب میانگراں در مقایسه با مقدار استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004) و سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)

Station	Al (mg/L)	Ba (mg/L)	Cd (mg/L)	Fe (mg/L)	Ni (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Cr (mg/L)	As (mg/L)
M3	0.955	BDL	0.083	0.745	0.052	0.311	1.192	0.072	0.150
M4	1.672	BDL	0.154	1.203	0.045	0.458	1.67	0.079	0.175
M5	0.955	0.005	0.065	3.813	0.023	0.215	1.002	0.075	0.132
M7	1.148	BDL	0.092	0.821	0.031	0.396	0.697	0.081	0.161
M11	0.829	BDL	0.074	0.568	0.059	0.285	0.912	0.069	0.118
M15	0.602	BDL	0.050	1.618	0.036	0.196	0.513	0.071	0.050
M17	0.911	BDL	0.066	0.539	0.029	0.210	0.605	0.075	0.099
M19	0.968	BDL	0.089	0.772	0.086	0.312	0.974	0.077	0.144
M20	0.539	BDL	0.110	0.422	0.074	0.156	0.479	0.079	0.152
M21	1.070	0.014	0.122	0.750	0.038	0.560	1.226	0.072	0.213
M22	0.625	BDL	0.095	0.486	0.047	0.560	0.684	0.070	0.100
Min	0.539	BDL	0.050	0.422	0.023	0.156	0.479	0.069	0.05
Max	1.672	0.014	0.154	3.813	0.086	0.56	1.67	0.081	0.213
Mean	0.940	0.002	0.090	1.070	0.050	0.320	0.900	0.075	0.140
WHO	0.2	0.7	0.003	0.3	0.02	0.01	0.01	0.05	0.01
FAO	5	2	0.01	5	0.2	5	2	0.1	0.1

ICP – OES (Below detection limit) BDL زیر حد آشکارسازی دستگاه

فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن



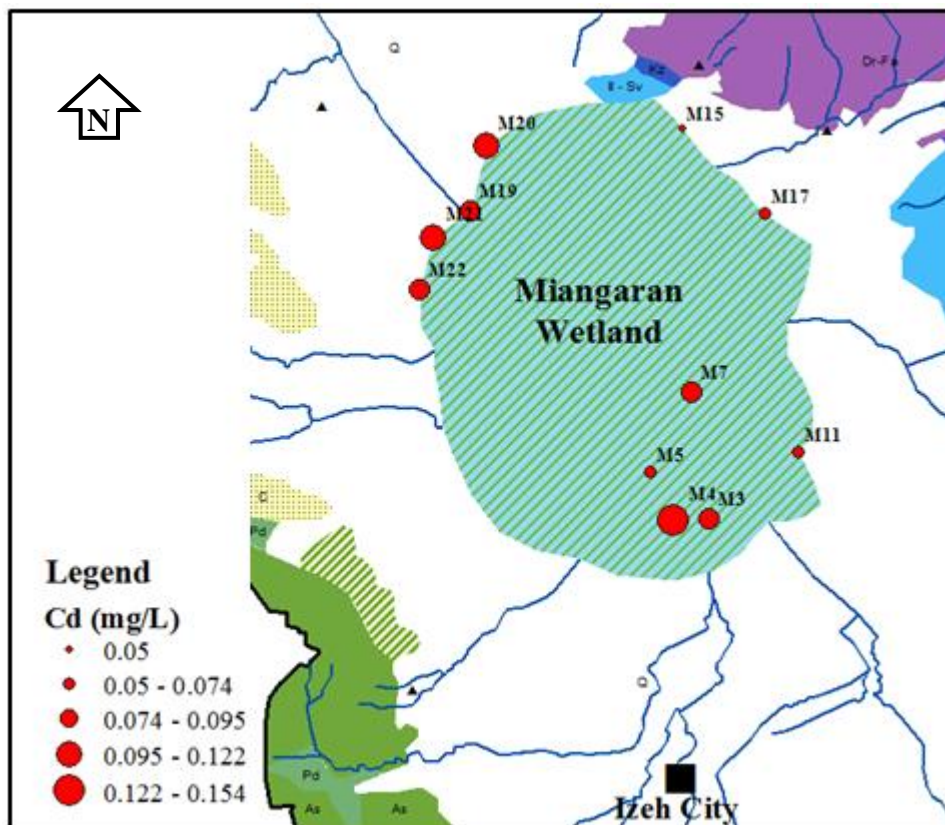
شکل (۴-۳۱): غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های تالاب میانگران و مقایسه آن با حد مجاز آبیاری (FAO) ارائه شده در مطالعه آیرس و وستکت (Ayers and Westcot, 1994) و استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004)

ترتیب کاهش فلزات سنگین در نمونه‌های تالاب با ترتیب کاهشی فلزات سنگین در ورودی‌های تالاب مطابقت دارد که نشان دهنده ورود آلاینده‌ها از طریق ورودی‌ها به تالاب می‌باشد. همچنین غلظت فلزات سنگین As و Cd مربوط به نمونه‌های تالاب در مقایسه با استاندارد آبیاری (FAO) بیشتر است که این مطلب نیز با نتایج بررسی ورودی‌های تالاب مطابقت دارد (شکل ۴-۳۱).

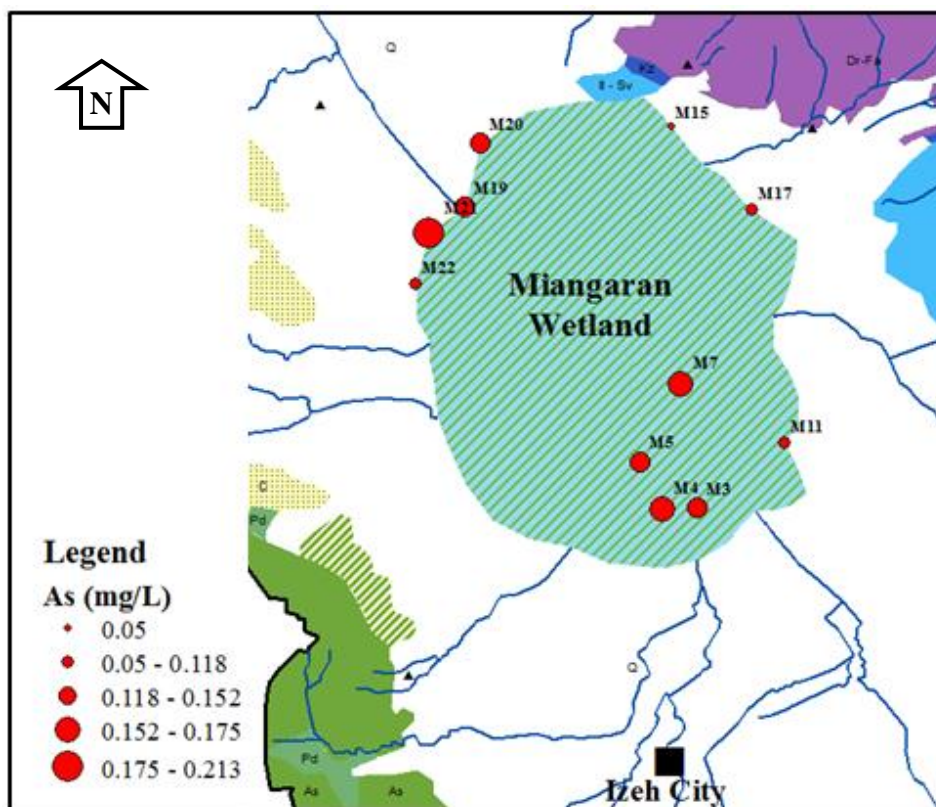
با توجه به غلظت بالای فلزات سنگین و سمی As و Cd در آب تالاب در مقایسه با استاندارد آب مورد استفاده در بخش کشاورزی، تغییرات مکانی این فلزات در بخش‌های مختلف تالاب در شکل‌های ۴-۳۲ و ۴-۳۳ ترسیم و بررسی شده است.

تغییرات مکانی غلظت کادمیم (Cd) در تالاب میانگران در شکل ۴-۳۲ نشان داده شده است. غلظت Cd در نمونه‌های برداشت شده از تالاب میانگران از حداقل ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر تا حداکثر ۰/۱۵۴ میلی گرم بر لیتر متغیر بوده و میانگین آن ۰/۰۹ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. بیشترین غلظت آن در نمونه M4 بوده که در جنوب تالاب واقع شده است این نمونه در نزدیکی محل ورود فاضلاب شماره دو (I2) به تالاب می‌باشد. نمونه M15 مربوط به شمال شرق تالاب کمترین مقدار Cd را دارد. افزایش غلظت فلز کادمیم در شمال غربی تالاب میانگران احتمالاً ناشی از ورود آبراهه I6 به این بخش از تالاب می‌باشد. دلیل آلودگی احتمالی این آبراهه قبلاً بحث شده است.

تغییرات مکانی غلظت آرسنیک (As) در تالاب میانگران در شکل ۴-۳۳ نشان داده شده است. غلظت As در نمونه‌های برداشت شده از آب تالاب میانگران از حداقل ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر تا حداکثر ۰/۲۱۳ میلی گرم بر لیتر متغیر بوده و میانگین آن ۰/۱۴ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. بیشترین غلظت آن مربوط به نمونه M21 بوده که در شمال غرب تالاب واقع شده است. دلیل افزایش آرسنیک در شمال غرب تالاب مشابه افزایش Cd می‌باشد. نمونه M15 مربوط به شمال شرق تالاب کمترین مقدار As را دارد. نمونه‌های نزدیک به ورودی فاضلاب شماره دو نیز مقدار آرسنیک آنها افزایش نشان می‌دهد.



شکل (۴-۳۲): تغییرات مکانی فلز کادمیم در تالاب میانگران



شکل (۴-۳۳): تغییرات مکانی فلز آرسنیک در تالاب میانگران

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

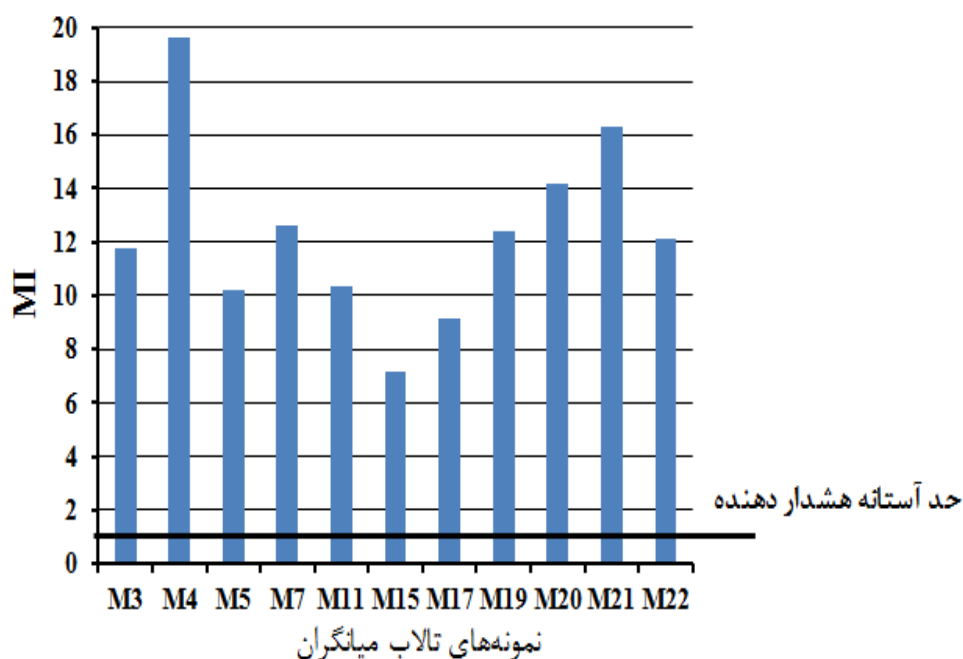
در مجموع طبق شکل‌های ۴-۳۲ و ۴-۳۳ بیشترین آلودگی در قسمت جنوب تالاب مشاهده می‌شود، که تحت تأثیر ورودی فاضلاب شماره دو (I2) می‌باشد. همانطور که قبلاً بیان گردید این ورودی زهکش اصلی فاضلاب شهر ایذه بوده و بنابراین بیشترین نقش را در آلودگی تالاب میانگران دارد. برای بررسی آلودگی فلزات سنگین در نمونه‌های تالاب میانگران جهت آبیاری از شاخص فلزی (MI) که طبق رابطه ۴-۱ محاسبه می‌شود، استفاده شده است. MI تالاب میانگران بر اساس حد مجاز آب آبیاری FAO محاسبه شده و در جدول ۴-۱۶ ارائه شده است. در این مطالعه تمام نمونه‌های تالاب دارای شاخص فلزی بیشتر از حد آستانه بوده، که این موضوع عمدتاً به دلیل غلظت بسیار بالای آرسنیک و کادمیم در نمونه‌ها می‌باشد.

جدول (۴-۱۶): شاخص فلزی (MI) نمونه‌های تالاب میانگران، محاسبه شده بر اساس استاندارد FAO

Station	M3	M4	M5	M7	M11	M15	M17	M19	M20	M21	M22
MI(FAO)*	11.78	19.66	10.18	12.60	10.36	7.13	9.12	12.44	14.14	16.33	12.08

\* حد مجاز آب آبیاری FAO در مطالعه آیرس و وستکت (Ayers and Westcot, 1994) ارائه شده است.

بار آلودگی فلزی تمامی نمونه‌ها بالا بوده که نشان دهنده بالا بودن غلظت فلزات سنگین در مقایسه با استاندارد آب آبیاری FAO می‌باشد (شکل ۴-۳۴).

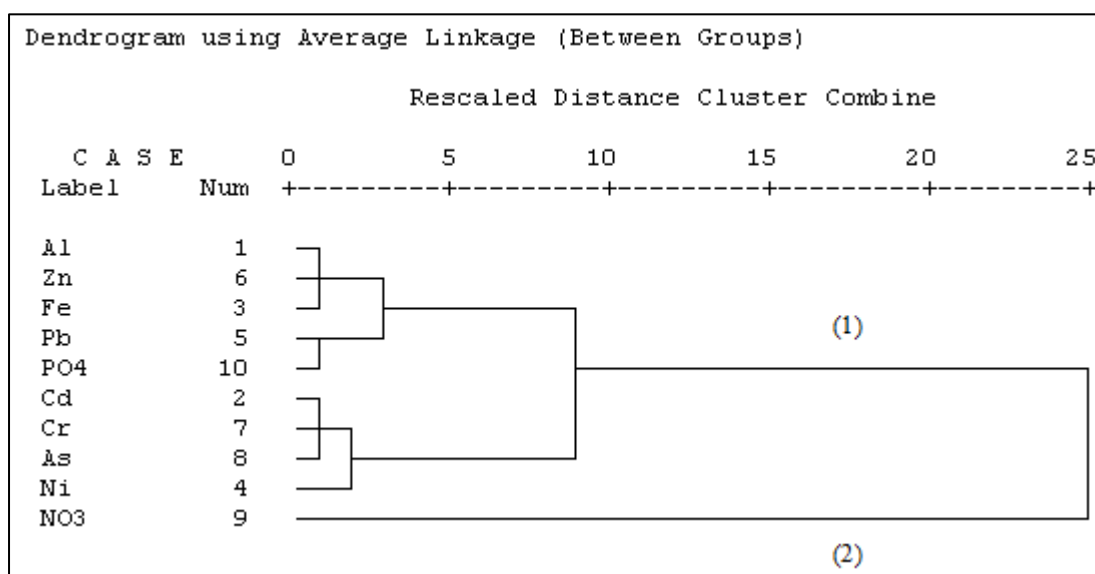


شکل (۴-۳۴): تغییرات شاخص فلزی (MI) در نمونه‌های تالاب میانگران

#### ۴-۲-۶-۱- تعیین منشأ احتمالی فلزات سنگین تالاب میانگران

به منظور تعیین منشأ فلزات سنگین از روش آماری آنالیز خوشه‌ای (Cluster Analysis) استفاده شده و نتایج آن در شکل ۴-۳۵ نشان داده شده است. در این روش فلزات سنگین و پارامترهای فیزیکوشیمیایی گروه‌بندی شده‌اند. بنابراین پارامترهای متعلق به خوشه‌های یکسان به احتمال زیاد از یک منبع مشترک منشأ گرفته‌اند (Prasanna *et al.*, 2012).

بر این اساس نمونه‌های تالاب به دو خوشه تقسیم می‌شوند. خوشه ۱ شامل Ni، Zn، As، Pb، Cd، Al، Fe، Cr،  $PO_4^{3-}$  می‌باشد که نشان می‌دهد Pb، Zn، Fe،  $PO_4^{3-}$  و Al احتمالاً از فاضلاب منشأ گرفته‌اند و فلزات Ni، As، Cd و Cr احتمالاً از فعالیت‌های کشاورزی ناشی شده‌اند. همچنین خوشه ۲ شامل  $NO_3^-$  بوده که احتمالاً ناشی از فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند. بنابراین پارامترهای متعلق به خوشه ۱ و ۲، از منابع انسانزاد منشأ گرفته‌اند.



شکل (۴-۳۵): نمودار خوشه‌ای غلظت فلزات سنگین و پارامترهای شیمیایی

همبستگی پیرسون روش آماری دیگری است که از آن جهت تعیین منشأ احتمالی آلاینده‌ها و برای ارزیابی ارتباط بین فلزات سنگین در حوضه آبریز تالاب میانگران استفاده شده است. مقادیر ضرایب همبستگی بین عناصر و پارامتر فیزیکوشیمیایی در نمونه‌های تالاب محاسبه شده و در جدول (۴-۱۷)

## فصل چهارم: بررسی کیفیت و آلودگی فلزات سنگین در تالاب میانگران ورودی‌های آن

ارائه شده است. همبستگی بالا در میان عناصر در نمونه‌های آب احتمالاً نشان دهنده این مطلب می‌باشد که عناصر آلاینده از منابع مشترک منشأ گرفته‌اند (Nguyen *et al.*, 2009). همبستگی منفی بین فلزات سنگین در نمونه‌های تالاب و pH مشاهده می‌شود، به عبارت دیگر غلظت فلزات سنگین رابطه عکس با pH دارد. همبستگی مثبت قوی و معنی داری میان آلومینیوم، روی، نیترات، آرسنیک و کادمیم وجود دارد. این موضوع نشان می‌دهد وجود این فلزات در تالاب از منابع انسانی موجود در حوضه آبریز منشأ گرفته‌اند. فاضلاب شهر ایزه و روستاهای اطراف تالاب و زهاب‌های کشاورزی، منابع احتمالی آلاینده‌های موجود در تالاب میانگران می‌باشند.

جدول (۴-۱۷): مقدار همبستگی بین فلزات و پارامترهای فیزیکوشیمیایی در نمونه‌های تالاب

	Al	Cd	Fe	Ni	Pb	Zn	Cr	As	pH	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
Al	1.000										
Cd	0.475	1.000									
Fe	0.288	-0.328	1.000								
Ni	-0.243	0.351	-0.582*	1.000							
Pb	0.501	0.588*	-0.157	-0.006	1.000						
Zn	0.817**	0.520	0.286	0.015	0.584*	1.000					
Cr	0.398	0.422	0.069	0.000	-0.129	0.005	1.000				
As	0.592*	0.794**	-0.158	0.182	0.443	0.618*	0.448	1.000			
pH	-0.806**	-0.163	-0.445	0.356	-0.460	-0.635*	-0.125	-0.301	1.000		
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.667*	0.586*	0.250	0.107	0.190	0.770**	0.342	0.710**	-0.364	1.000	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.396	0.575*	-0.141	0.413	0.364	0.658*	0.082	0.511	0.039	0.532*	1.000

\*\* معنی داری در سطح ۰/۰۱ در صد

\* معنی داری در سطح ۰/۰۵ در صد

## فصل پنجم:

# نتیجه‌گیری و پیشنهادها

### ۵-۱- مقدمه

تالاب میانگران که یک منبع آب ضروری جهت تغذیه آب‌های زیرزمینی، کشاورزی و محیط زیست پرندگان نادر در استان خوزستان می‌باشد، تحت تأثیر منابع آلاینده مختلف نظیر فاضلاب‌های شهری و روستایی و پساب‌های کشاورزی می‌باشد. این مطالعه به بررسی و ارزیابی تأثیر منابع آلودگی بر کیفیت تالاب پرداخته است. به این منظور ۲۹ نمونه آب (۲۴ نمونه از آب تالاب و ۵ نمونه از ورودی‌های تالاب) برداشت و یون‌های اصلی، نیترات، فسفات و فلزات سنگین اندازه‌گیری شده است. در ادامه نتایج حاصل از این تحقیق در ادامه ارائه شده است.

### ۵-۲- نتایج

#### ۵-۲-۱- ارزیابی کیفی و زیست محیطی ورودی‌های تالاب میانگران

- هدایت الکتریکی نمونه‌های برداشت شده از ورودی‌های تالاب میانگران از حداقل ۴۱۸ میکروموس بر سانتیمتر تا حداکثر ۱۰۰۳ میکروموس بر سانتیمتر متغیر می‌باشد. کمترین هدایت الکتریکی مربوط به آبراهه آبراک (I8) بوده، که رواناب‌های سطحی سازندهای صخره‌ای آهکی را زهکشی



- می‌نماید. همچنین بیشترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به نمونه آب فاضلاب شماره دو (I2) بوده که فاضلاب اصلی شهر ایزه را زهکشی می‌نماید.
- pH- نمونه‌های آب ورودی‌ها به تالاب میانگران از حداقل مقدار ۷/۴ تا حداکثر میزان ۸/۵ متغیر بوده و میانگین pH ورودی‌ها برابر با ۷/۹ است. کمترین pH مربوط به ورودی I2 (فاضلاب شهر ایزه) بوده که این کاهش به دلیل فرآیند تجزیه مواد آلی موجود در این ورودی می‌باشد.
- تیپ آب ورودی‌ها بی‌کربناته کلسیک و بی‌کربناته منیزیک می‌باشد. با توجه به اینکه اغلب سازندهای (ایلام - سروک ، آسماری و داریان - فهلیان) موجود در منطقه حوضه آبریز از جنس آهک و دولومیت می‌باشند می‌توان این مسئله را توجیه کرد.
- با توجه به اینکه میزان قلیائیت تمامی نمونه‌های برداشت شده از ورودی‌ها بیشتر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که تمامی ورودی‌ها و به ویژه نمونه‌های I2 (فاضلاب شهر ایزه) و I5 (ورودی میانگران سفلی) غنی از مواد مغذی می‌باشند. غلظت نیترات در تمام نمونه‌های مربوط به ورودی‌های تالاب میانگران کمتر از حد مجاز WHO می‌باشد. غلظت فسفات در تمام ورودی‌های تالاب میانگران بیشتر از مقدار حد مجاز یوتروفیک بوده، این موضوع می‌تواند پدیده مغذی شدن (Eutrophication) را در تالاب در پی داشته باشد.
- غلظت عناصر Cd، Pb، As، Zn، Ni، Cr و Fe و Al مربوط به تمام نمونه‌های ورودی‌ها در مقایسه با حد مجاز استاندارد بهداشت جهانی بیشتر می‌باشد. همچنین غلظت فلزات سنگین و سمی As و Cd مربوط به تمام ورودی‌ها در مقایسه با حد مجاز آب آبیاری بیشتر می‌باشد. روند تغییر غلظت عناصر در ورودی‌ها به صورت  $Zn > Al > Fe > Pb > As > Cd > Cr > Ni > Ba$  می‌باشد.
- تمام نمونه‌های ورودی‌ها دارای شاخص فلزی (MI) بیشتر از حد آستانه بوده، که این موضوع عمدتاً به دلیل غلظت بسیار بالای آرسنیک، کادمیوم و روی در نمونه‌ها می‌باشد.
- حداکثر بار آلودگی مربوط به ورودی I2 می‌باشد. این نمونه متأثر از آلودگی‌های شهر ایزه، غلظت بسیار بالایی از عناصر آرسنیک، کادمیوم و روی نشان می‌دهد.

## ۵-۲-۲- ارزیابی کیفی و زیست محیطی تالاب میانگران

- بیشترین میزان هدایت الکتریکی تالاب میانگران مربوط به ناحیه‌ی حاشیه جنوبی تالاب بوده، که محل ورود فاضلاب شهری می‌باشد. هدایت الکتریکی از قسمت‌های حاشیه‌ی جنوبی تالاب میانگران به طرف شمال آن کاهش می‌یابد.

- pH اغلب نمونه‌های تالاب بیشتر از مقدار تعادلی (۸/۵) می‌باشد. انجام فرایند فتوسنتز می‌تواند دلیل این افزایش pH در تالاب میانگران باشد. نمونه M4 که حداقل فاصله را با کانال ورودی فاضلاب شماره دو (I2) داشته کمترین میزان pH حدود ۸ را نشان می‌دهد.

- اغلب نمونه‌های تالاب تیپ بی‌کربناته کلسیک و بی‌کربناته منیزیک نشان می‌دهند. که این موضوع با توجه به سازندهای کربناته موجود در منطقه حوضه آبریز توجیه پذیر می‌باشد.

- نمونه‌های M4 و M3 واقع در جنوب و نمونه‌های M19 و M21 واقع در شمال غرب تالاب بیشترین مقدار یون بی‌کربنات و کلسیم را نشان می‌دهند که به ترتیب محل ورود فاضلاب اصلی شهر ایذه (ورودی I2) و زهکشی رواناب‌های سطحی از روستاهای واقع در مسیر آبراهه I6 می‌باشند.

- بیشترین مقدار قلیائیت مربوط به نمونه‌های واقع در ناحیه جنوب و شمال غرب تالاب بوده که به ترتیب متأثر از فاضلاب شهری و زهکشی رواناب‌های سطحی از روستاهای واقع در مسیر آبراهه (I6) می‌باشند. بنابراین نمونه‌های واقع در این نواحی از تالاب غنی از مواد مغذی می‌باشند.

- نتایج نشان می‌دهد مقدار نیترات و فسفات همبستگی مثبت با مقدار قلیائیت دارد. مقدار بالای قلیائیت کل احتمالاً نتیجه فرآیند تجزیه مواد آلی که همراه با اختلاط فاضلاب‌های شهری و روستایی و پساب کشاورزی حاوی مواد مغذی صورت می‌گیرد، باشد. به طور کلی غلظت فسفات در تمام نمونه‌های تالاب میانگران بیشتر از حد مجاز یوتروفیک می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که در آب تالاب شرایط یوتروفیک وجود دارد.

- به لحاظ مصارف آبیاری نمونه‌های تالاب در گروه‌های  $C_2S_1$  و  $C_2S_2$  قرار گرفته‌اند که از این دیدگاه برای آبیاری زمین‌های کشاورزی از کیفیت خوبی برخوردار می‌باشند.

- نمونه‌های تالاب میانگران در مقایسه با WHO به عناصری از قبیل Cd، Pb، As، Zn، Ni، Cr، Fe و Al آلوده می‌باشند. ترتیب غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های تالاب با ورودی‌های تالاب مطابقت دارد که نشان دهنده ورود منابع آلاینده‌ها از طریق ورودی‌ها به تالاب می‌باشد.
- غلظت فلزات سنگین As و Cd مربوط به نمونه‌های تالاب در مقایسه با استاندارد آبیاری FAO بیشتر می‌باشد. بررسی تغییرات مکانی فلزات سنگین و سمی As و Cd در تالاب میانگران نشان می‌دهد که بیشترین آلودگی مربوط به قسمت جنوب و شمال غرب تالاب است که به ترتیب تحت تأثیر ورودی فاضلاب شماره دو (I2) و زهکشی رواناب‌های سطحی از روستاهای واقع در مسیر آبراهه I6 می‌باشند. تمام نمونه‌های تالاب دارای شاخص فلزی بیشتر از حد آستانه بوده، که این موضوع عمدتاً به دلیل غلظت بسیار بالای آرسنیک و کادمیوم در نمونه‌ها می‌باشد.
- نتایج نشان می‌دهد که وجود این فلزات سنگین در نمونه‌های تالاب عمدتاً از منابع انسانی موجود در حوضه آبریز منشأ گرفته‌اند. فاضلاب شهر ایزده و روستاهای اطراف تالاب، زهاب‌های کشاورزی منابع احتمالی آلاینده‌های انسانزاد موجود در تالاب میانگران می‌باشند. نتایج به دست آمده از آنالیز خوشه‌ای و همبستگی پیرسون این موضوع را تأیید می‌نماید.

### ۵-۳- پیشنهادها

- با توجه به تأثیر ورودی‌ها بر کیفیت تالاب در صورت امکان از ورود مستقیم فاضلاب شهر ایزده به تالاب جلوگیری شده یا حداقل، فاضلاب پس از طی درجاتی از تصفیه به تالاب تخلیه گردد.
- کاهش مقادیر مواد مغذی در ورودی‌ها جهت جلوگیری از زیست انباشتگی تالاب که اثرات زیانباری بر آن دارد پیشنهاد می‌گردد.
- نحوه مصرف کودهای شیمیایی در زمین‌های کشاورزی مجاور تالاب مدیریت شده تا اثرات تخریبی پساب‌های کشاورزی ورودی به تالاب کاهش یابد.
- از تخلیه و انباشت فضولات حیوانی و مصالح ساختمانی در ورودی‌های اصلی تالاب جلوگیری گردد.

- با توجه به غلظت بسیار بالای فلزات سنگین در تالاب، هر گونه بهره‌برداری جهت مصارف مختلف بایستی با احتیاط صورت گیرد.

- بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات تالاب و رابطه آنها با آب پیشنهاد می‌گردد.

## منابع فارسی

آقابات‌ی ع، (۱۳۸۳)، "زمین‌شناسی ایران"، چاپ دوم، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ص ۵۸۶.

بهروزی راد ب، لطیفی م و افروز ن، (۱۳۸۷)، "تعیین تراکم و تنوع پرندگان کنار آبرزی تالاب میانگران/ینده در تابستان و پاییز ۱۳۸۶"، اولین همایش ملی تالاب‌های ایران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ص ۱۴.

تولایی نژاد م، رنگزن ک و چرچی ع، (۱۳۸۴)، "شناخت پتانسیل‌های آب زیرزمینی و بررسی عوامل آلوده‌کننده دشت/ینده"، چهارمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس تهران، ص ۱۱.

چالکش امیری م، (۱۳۸۳)، "اصول تصفیه آب و پساب‌های صنعتی"، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ص ۲۹۳.

حسینی موسوی م، امینی نسب م، صبا م.ص و کریم پور ر، (۱۳۸۹)، "مقایسه پرندگان نادر و حمایت شده تالاب‌های استان خوزستان در سال ۲۰۰۹"، دومین همایش ملی تالاب‌های ایران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ص ۷.

حسینی موسوی م، امینی نسب م، صبا م.ص و کریم پور ر، (۱۳۸۹)، "مقایسه گونه‌های غالب زمستان گذران تالاب‌های استان خوزستان (میانگران، بامدژ، شادگان، خورموسی، ناصری و هورالعظیم) در سال ۲۰۰۹"، دومین همایش ملی تالاب‌های ایران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ص ۷.

خانجانی م.ح و ابراهیمی ع، (۱۳۸۷)، "نقش پساب‌های کشاورزی بر میزان آلودگی آب تالاب چغاخور در استان چهارمحال بختیاری"، اولین همایش ملی تالاب‌های ایران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ص ۹.

ریاحی نیا، (۱۳۸۷)، "بررسی عوامل آلاینده آلی تالاب میانگران با استفاده از فاکتورهای کیفی آب و شاخصهای زیستی"، اولین همایش ملی تالاب‌های ایران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ص ۱۱.

زنگنه ا، (۱۳۹۰)، "مدل سازی اثرات خشکسالی بر روی آب‌های زیرزمینی در دشت‌های هلاچان و نوترگی، جنوب غرب ایذه"، اولین همایش ملی زمین شناسی ایران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، ص ۸.

مقیمی ه، (۱۳۸۴)، "هیدروشیمی"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ص ۲۱۷-۲۱۸. موزرمی س، (۱۳۸۷)، "عوامل جاذبه و دافعه صنعت توریسم در تالاب میانگرن ایذه"، اولین همایش ملی تالاب های ایران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ص ۸.

کاظمی ک و امیرنژاد ر، (۱۳۹۱)، "وضعیت پر غذایی دریاچه زریوار در استان کردستان با استفاده از شاخص تروفی کارلسون"، دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران، ص ۱۳.

کشاورزی م، کلانتری ن و چرچی ع، (۱۳۸۵)، "ارزیابی آب دریاچه‌های ایذه در تأمین آب کشاورزی اراضی دیم دشت ایذه"، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ص ۹.

ناصری ح.ر و علیجانی ف، (۱۳۸۶)، "بررسی منابع آلاینده آب های زیرزمینی دشت ایذه، شمال شرق خوزستان"، مجله علوم محیطی، شماره ۴، دوره ۴، ص ۳۳-۴۶.

نوابیان م، نوابیان م، وظیفه دوست م، و اسمعیلی ورکی م، (۱۳۹۱)، "پهنه‌بندی کیفی آب تالاب انزلی با استفاده از تحلیل مکانی داده‌های نقطه‌ای"، همایش ملی جریان و آلودگی آب، دانشگاه تهران، ص ۷.

نقشه‌های راه‌های ایران با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ (۱۳۸۵) مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.

نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کوه آسماری، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دهدز، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- Altun O., Saçan M.T. & Erdem A.K., (2009), "Water quality and heavy metal monitoring in water and sediment samples of the Kuçukçekmece lagoon, Turkey (2002–2003)", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 151, pp. 345.
- Ayers R.S. & Westcot D.W., (1998) "Water quality for agriculture" University of California.
- Balkis N., Aksu A., Okus E. & Apak R., (2010), "Heavy metal concentrations in water, suspended matter, and sediment from Gokova bay, Turkey", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 167, pp. 359–370.
- Blackwell M.S.A., Hogan D.V. & Maltby E., (2002), "Agriculture, Hydrology and Water Quality", Holloway University of London, GU25 4LN, UK, pp. 477.
- Chandra R., Nishadh K.A. & Azeez P.A., (2010), "Monitoring water quality of coimbatore wetlands, Tamil Nadu, India", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 169, pp. 671–676.
- Cheol Kwon J., Léopold E. N., Jung M.C., Emmanuel E.G., Israël M.L. & Kim K.H., (2012), "Impact assessment of heavy metal pollution in the Municipal lake water, Yaounde, Cameroon", *Geosciences Journal*, Vol. 16, pp. 193–202.
- Chuai X., Chen X., Yang L., Zeng J., Miao A. & Zhao H., (2012), "Effects of climatic changes and anthropogenic activities on lake eutrophication in different ecoregions", *International Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 9, pp. 503–514.
- Eddine B.B., Victor F., Amel D., Souad T. & Lotfi A., (2013), "What factors determine trace metal contamination in lake Tonga (Algeria)", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 185, pp. 9905-9915.
- Elhatip H. & Gullu O., (2005), "Influences of wastewater discharges on the water quality of mamasin dam watershed in Aksaray, Central Anatolian part of Turkey", *Environmental Geology*, Vol. 48, pp. 829-834.
- Fetter J.C., Brown R.N., Görres J.H., Lee C. & Amador J.A., (2012), "Nitrate and phosphate leaching under turfgrass fertilized with a squid-based organic fertilizer", *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 223, pp. 1531–1541.

Gooch J.W., (2007), “*Encyclopedic dictionary of polymers*”, Vol. 1, Springer New York, pp. 477.

Hayashi M., (2004), “Temperature - electrical conductivity relation of water for environmental monitoring and geophysical data inversion”, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 96, pp. 119–128.

Hem J.D., (1985), “*Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water*”, Vol. 3, U.S. Geological Survey, pp. 272.

Iscen C.F., Emiroglu O., Ilhan S., Arslan N., Yilmaz V. & Ahiska S., (2008), “Application of multivariate statistical techniques in the assessment of surface water quality in Uluabat lake, Turkey”, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 144, pp. 269-276.

Jiang X., Wang W., Wang S., Zhang B. & Hu J., (2012), “Initial identification of heavy metals contamination in Taihu lake, a eutrophic Lake in China”, *Journal of Environmental Sciences*, Vol. 24, pp. 1539–1548.

Kalantari N., Pawar N.J. & Keshavarzi M.R., (2009), “Water resource management in the intermountain Izeh plain, Southwest of Iran”, *Journal of Mountain Science*, Vol. 6, pp. 25–41.

Karakoc G., Erkoc F.U. & Katircioglut H., (2003), “Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan lakes (Turkey)”, *Environment International*, Vol. 29, pp. 21- 27.

Khan F.A. & Ansari A.A., (2005), “Eutrophication: an ecological vision”, *The Botanical Review*, Vol. 71, pp. 449- 482.

Khatib R.E., Lartiges B.S., Samrani A.E., Faure P., Houhou J. & Ghanbaja J., (2012), “Speciation of organic matter and heavy metals in urban wastewaters from an emerging country”, *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 223, pp. 4695–4708.

Koklu R., Sengorur B. & Topal B., (2010), “Water quality assessment using multivariate statistical methods a case study: Melen river system (Turkey)”, *Water Resources Management*, Vol. 24, pp. 959–978.

Kulahci F. & Dogru M., (2006), “Physical and chemical investigation of water and sediment of the Keban dam lake, Turkey: Part 2: Distribution of radioactivity, heavy metals and major elements”, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 268, pp. 529–537.



- Le C., Zha Y., Li Y., Sun D., Lu H. & Yin B., (2010), “Eutrophication of lake waters in China: cost, causes, and control”, *Environmental Management*, Vol. 45, pp. 662–668.
- Li G., Liu G., Zhou C., Chou C.L., Zheng L. & Wang J., (2012), “Spatial distribution and multiple sources of heavy metals in the water of Chaohu lake, Anhui, China” *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 184, pp. 2763–2773.
- Liu J., Dong Y., Xu H., Wang D. & Xu J., (2007), “Accumulation of Cd, Pb and Zn by 19 wetland plant species in constructed wetland”, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 147, pp. 947-953.
- Luo G., Bu F., Xu X., Cao J. & Shu W., (2011), “Seasonal variations of dissolved inorganic nutrients transported to the Linjiang bay of the three gorges reservoir, China”, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 173, pp. 55–64.
- Mastoi G.M., Shah S.G.S. & Khuhawar M.Y., (2008), “Assessment of water quality of Manchar lake in Sindh (Pakistan)”, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 141, pp. 287–296.
- Mikhlaifi A.S., Das, B.K. & Kaur P., (2003), “Water chemistry of Mansar lake (India): an indication of source area weathering and seasonal variability”, *Environmental Geology*, Vol. 44, pp. 645–653.
- Moore F., Forghani G. & Qishlaqi A., (2009), “Assessment of heavy metal contamination in water and surface sediments of the Maharlu saline Lake, SW Iran”, *Iranian Journal Science & Technol, Transaction A*, Vol. 33, pp. A1.
- Najar I.A. & Khan A.B., (2012), “Assessment of water quality and identification of pollution sources of three lakes in Kashmir, India, using multivariate analysis”, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 66, pp. 2367–2378.
- Nouri J., Mirbagheri S.A., Farrokhian F., Jaafarzadeh N. & Alesheikh A.A., (2010), “Water and eutrophic state in wet and dry quality variability years in wetlands of the semiarid and arid regions”, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 59, pp. 1397–1407.
- Prasanna M.V., Praveena S.M., Chidambaram S., Nagarajan R. & Elayaraja A., (2012), “Evaluation of water quality pollution indices for heavy metal contamination monitoring: a case study from Curtin lake, Miri city, East Malaysia”, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 67, pp. 1987-2001.

Raju K., Vijayaraghavan K., Seshachalam S. & Muthumanickam J., (2011), “Impact of anthropogenic input on physicochemical parameters and trace metals in marine surface sediments of bay of Bengal off chennai, India”, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 177, pp. 95–114.

Ravikumar P., Aneesul Mehmood M. & Somashekar R.K., (2013), “Water quality index to determine the surface water quality of Sankey Tank and Mallathahalli lake, Bangalore urban district, Karnataka, India”, *Applied Water Science*, Vol. 3, pp. 247–261.

Reddy M.V., Babu K.S., Balaram V. & Satyanarayanan M., (2012), “Assessment of the effects of municipal sewage, immersed idols and boating on the heavy metal and other elemental pollution of surface water of the eutrophic Hussainsagar lake (Hyderabad, India)”, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 184, pp. 1991–2000.

Satheeshkumar P. & Khan A.B., (2012), “Identification of mangrove water quality by multivariate statistical analysis methods in pondicherry coast, India”, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 184, pp. 3761–3774.

Sener S., Davraz A. & Karaguzel R., (2013), “Evaluating the anthropogenic and geologic impacts on water quality of the Egirdir lake, Turkey”, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 70, pp. 2527-2544.

Sims A., Zhang Y., Gajaraj S., Brown P.B. & Hu Z., (2013), “Toward the development of microbial indicators for wetland aassessment”, *Water Research*, Vol. 47, pp. 1711 -1725.

Singh A.P., Srivastava P.C. & Srivastava P., (2008), “Relationships of heavy metals in natural lake waters with physico-chemical characteristics of waters and different chemical fractions of metals in sediments”, *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 188, pp. 181–193.

Solanki V.R., Hussain M.M. & Raja S.S., (2010), “Water quality assessment of lake Pandu Bodhan, Andhra Pradesh state, India”, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 163, pp. 411–419.

Virha R ., Biswas A.K., Kakaria V.K., Qureshi T.A., Borana K., & Malik N., (2011), “Seasonal variation in physicochemical parameters and heavy metals in water of Upper lake of Bhopal”, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 186, pp. 168–174.

WHO (2004) Guidelines for drinking-water quality, 3rd edn. WHO, Geneva.

Ying H., Shihua Q., Chenxi W., Yanping K., Chen J., Chen W., Xiangyi G., (2012), "Preliminary assessment of heavy metal contamination in surface water and sediments from Honghu lake, East Central China", *Frontiers of Earth Science*, Vol. 6, pp. 39–47.

Zhang W.W. & Ma J. Z., (2011), "Waterbirds as bioindicators of wetland heavy metal pollution", *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 10, pp. 2769–2774.

## **Abstract**

Miangran wetland which is an essential source of water for groundwater recharge, agriculture uses and living environment for rare birds in Khuzestan province, is affected by different contamination sources like municipal and agricultural waste water. In this research the effects of the pollution sources on wetland quality was studied. Twenty nine water samples (24 samples from wetland body and 5 other from the inputs) were collected and major ions, nitrates, phosphates and heavy metals were measured. The Results show that water-type of the input are Ca-HCO<sub>3</sub> and Mg-HCO<sub>3</sub>. The concentration of Nitrate is less than the WHO standards. Phosphate concentration is more than eutrophication control limit, could be a cause for wetland eutrophication. Concentration of Cd, Pb, As, Zn, Ni, Cr, Fe and Al for the all inputs are more than WHO standards. The Concentration of toxic elements of As and Cd are also more than FAO permissible values. The Maximum contaminations load is related to input I2 (Izeh waste water canal) in which As, Cd and Zn show high concentrations. The qualitative assessments of Miangran wetland show that most of the sample are of a Ca-HCO<sub>3</sub> and Mg-HCO<sub>3</sub> water-type. Phosphate concentration in The all samples is higher than the eutrophication control limit, confirms eutrophication conditions are dominant. In compared with WHO standards, the wetland water samples are contaminated with Cd, Pb, As, Zn, Ni, Cr, Fe and Al. Concentration As and Cd are more than The FAO standard for irrigation uses. Spatial change of these element show that more contamination is observed at South and the North-West parts of the wetland where the municipal waste water (I2) and surface run-off from bordering village (I6) are discharged to the wetland, Respectively. All the wetland water samples have metal index higher than the threshold limit which is greatly related to high concentration of As and Cd.

**Keywords:** Miangran wetland, Municipal waste water, Agricultural contamination, Nutrients, Heavy elements.



**Shahrood University of Technology**  
**Faculty of Earth Sciences**  
**Hydrogeology and Environmental Geology Group**  
**M. Sc. Thesis**

**Water quality monitoring and environmental assessment of  
Mianganan wetland in Khuzestan**

**Mahin Esmaeili**

**Supervisor:**

**Dr. Hadi Jafari**

**Advisor:**

**Dr. Giti Forghani**

January 2014