

بررسی کیفیت شیمیایی و آلودگی‌های نفتی و فلزی در رواناب‌های سطحی مجتمع

پخش و پالایش سازند اراک

عبدالرضا واعظی هیر^{*۱}

r.vaezi@tabrizu.ac.ir

محمد رنج دوست یامچی^۲

علی کدخدایی^۳

علیرضا گل محمدی^۴

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی روان آب‌ها با هیدروکربن‌های نفتی در پالایشگاه‌ها، جایگاه‌های سوخت‌گیری، مخازن نفت و فراورده‌های نفتی و در محل عبور لوله‌های انتقال سوخت، کاملاً محتمل بوده و حساسیت ویژه‌ای دارد. هدف از این پژوهش بررسی آلودگی مواد هیدروکربنی و همچنین بررسی هیدروشیمیایی و کیفیت روان آب‌های موجود در قسمت پخش و پالایشگاه سازند می‌باشد.

روش بررسی: در این پژوهش رواناب‌های سطحی پالایشگاه سازند که توسط شبکه زهکشی پالایشگاه جمع‌آوری و وارد حوضچه‌های تبخیر می‌شوند، از نظر خصوصیات هیدروشیمیایی و میزان غلظت آلاینده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این منظور ۱۲ نمونه آب‌های سطحی مناطق مختلف پالایشگاه تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. علاوه بر مواد هیدروکربنی، کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی، مواد مغذی و چند عنصر سنگین در نمونه‌ها مورد آنالیز قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بسیاری از نمونه‌ها دارای غلظت در حد استاندارد مجاز بوده، ولی نمونه شماره (SW2) از نظر کیفیت با بقیه نمونه‌ها متفاوت بوده و مقادیر بالایی از عناصر محلول را نشان می‌دهد. علت این امر می‌تواند آلوده شدن آن با فاضلاب صنعتی باشد. در نتایج به دست آمده از آنالیز هیدروکربنی، در رواناب‌های بخش مرکزی پالایشگاه غلظت بالایی از بنزن و زایلن مشاهده گردید ولی آثاری از تولوئن و MTBE تشخیص داده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری: آلودگی‌های شناسایی شده در رواناب‌های پالایشگاه از دو منشأ می‌توانند ناشی شده باشند اول از ریزش‌های جوی که به دلیل آلودگی هوا در مناطق صنعتی، جزء منابع اصلی ایجاد آلودگی در رواناب‌ها می‌باشد و منشأ دوم آلودگی‌ها ناشی از فعالیت‌های صنعتی در محدوده پالایشگاه می‌باشد.

واژگان کلیدی: مواد هیدروکربنی، هیدروشیمی، روان آب‌های سطحی، پالایشگاه سازند

۱- استاد گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (مسئول مکاتبات)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی محیط زیست، گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- استاد گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Investigation of chemical quality, oil and metal contamination of surface waters at Shazand Refinery and Distribution Complex, Arak, Iran

Abdorreza Vaezihir^{1*}

r.vaezi@tabrizu.ac.ir

Mohammad Ranjdoust Yamchi²

Ali Kadkhodaie³

Gholmohammadi Alireza⁴

Received: August 20, 2016

Accepted: January 23, 2019

Abstract

Background and Purpose: Pollution of surface water by hydrocarbon compounds released from the refineries, storage tanks and convey pipeline is very possible and need to be addressed with high sensitivity. Purpose of this study is investigation of contamination and hydrochemical properties of runoff waters at Shazand refinery. Water samples collected and analysed for major ions and oil and metal contaminants.

Research method: Twelve samples were collected from surface waters of the refinery and were analyzed for oil materials, some heavy metals, nutrients and major ions. Some other parameters like EC and pH were measured in situ.

Findings: According to the results, the runoff in some parts of the refinery shows contamination by benzene. Ethylbenzene concentration, however, is less than maximum permissible level and no evidence of MTBE and toluene was detected.

Discussion and conclusion: Pollution by benzene can be due to pollutants released from the refining process and spilling of oil. A part of BTEX pollutants in surface water can be come from atmospheric washout during precipitation. No evidents of MTBE detected in the samples. It should be mentioned that BTEX and MTBE are volatile components and cannot be survived in surface water for a long time. Chemical parameters such as EC and ions concentration in the surface water in the central area of the refinery shows an anomaly which would be related to the industrial activities. The runoff of this part of the refinery is less suitable for industrial and agricultural usages.

Keywords: hydrocarbon material, hydrochemical, runoff, Shazand Refinery

1- Professor, Earth Sciences Dept., Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran *Corresponding author

2- MSc. Student of environmental geology, Dept., Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

3- Professor, Earth Sciences Dept., Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

4- MSc. Student of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Sciences and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

زمینه و هدف

بررسی کیفیت شیمیایی آب یکی از مراحل بسیار ضروری و مهم در بررسی و مطالعه رودخانه‌ها می‌باشد و کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌ها متأثر از عوامل طبیعی و مصنوعی بوده که این عوامل با توجه به زمان و لیتولوژی حوضه آبریزی که رودخانه در آن جریان دارد کیفیت آب رودخانه را تحت تأثیر خود در می‌آورد. به طور کلی منشأ طبیعی یون‌های محلول در آب رودخانه بستگی به کیفیت آب بارندگی و نوع لیتولوژی حوضه آبریز آن دارد و منشأ مصنوعی یون‌های موجود در رودخانه نیز ناشی از فاضلاب‌های صنعتی و خانگی و کودهای کشاورزی است که در حوضه آبریز استفاده می‌شود [۱].

آلوده شدن آب عمدتاً به دلیل فعالیت‌های مختلف بشر، که البته با هدف رفاه و پیشرفت صورت می‌گیرد، ایجاد می‌شود. فاضلاب‌های خانگی، کشاورزی و صنعتی آلاینده آب‌های شیرین از جمله روان آب‌های سطحی و رودخانه‌ها هستند. پساب‌های صنعتی حاوی آلاینده‌های خطرناک بوده و چنانچه ورود و نفوذ آن‌ها به منابع آبی گسترش یابد، مصرف آب آن منابع نه تنها برای انسان بلکه برای گیاهان و جانوران نیز خطرناک می‌شود. یکی دیگر از مواد آلوده‌کننده آب‌ها مواد نفتی است که به دلیل کندی تجزیه و قابلیت انتشار سریع به همه جا سرایت می‌کند، خطرناک و گاهی موارد مرگبار هستند.

فعالیت‌های انسانی به ویژه صنعتی با استحصال و مصرف آب همراه است، به طوری که باعث تولید پساب‌ها، زهاب‌ها، پسماندها و گازهای آلاینده می‌شوند و این آلاینده‌ها از راه‌های گوناگون وارد محیط زیست می‌گردد. فرایندهای گوناگون صنعتی همراه با تولیدات متنوع و گسترده مواد و ترکیبات، آلودگی‌های متعددی را برای بشر ایجاد می‌نماید، به طوری که شناسایی آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از فعالیت واحدهای صنعتی به ویژه در قسمت منابع آب ضرورت پیدا کرده است [۲]. امروزه آلودگی منابع آب سطحی با آلاینده‌های مختلف از جمله هیدروکربن‌ها و حلال‌های شیمیایی و پساب‌های صنعتی آثار منفی زیست‌محیطی

متنوعی به دنبال دارد. نشت فرآورده‌های نفتی و آلودگی منابع آب سطحی در این محل‌ها امری تقریباً اجتناب‌ناپذیر است. آلاینده‌های روان آب‌ها با هیدروکربن‌های نفتی در پالایشگاه‌ها، جایگاه‌های سوخت‌گیری، مخازن نفت و فرآورده‌های نفتی در محل عبور لوله‌های تأسیسات انتقال سوخت، حساسیت ویژه‌ای دارد، چرا که معمولاً از شروع آلودگی تا تشخیص آن مدت زمانی طولانی می‌گذرد و در صورت بروز، درمان آن به زمان و هزینه‌های اقتصادی چشم‌گیری نیاز دارد [۳].

WHO Balance and Bartram (۱۹۹۶) در گزارش UNEP و WHO ترکیب آب‌های سطحی و زیرزمینی را به عوامل طبیعی (زمین شناسی، توپوگرافی، هواشناسی، هیدروژئولوژی و زیست شناختی) در حوضه آبریز و تغییرات فصلی در حجم رواناب، شرایط و نوع هوازگی و سطح آب‌ها وابسته دانسته‌اند. تغییرات شدید طبیعی ناشی از عوامل یادشده، ممکن است فقط در یکی از آبراهه‌ها مشاهده شود. از سوی دیگر، فعالیت‌های انسانی نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کیفیت آب دارد. برخی از این تأثیرات نتیجه تغییرات آب‌شناختی مانند ساختن سد، خشک شدن تالاب‌ها و انحراف در مسیر جریان است. عوامل هواشناسی مانند کمیت، فراوانی و شدت بارندگی با تأثیر روی چرخه آب‌شناختی بر کیفیت و کمیت منابع آبی نیز تأثیر دارند. فرآیندهای طبیعی مانند تبخیر و تعرق، رطوبت خاک، فرسایش طبیعی و هوازگی و نیز کاربری اراضی، فعالیت‌های کشاورزی و دخالت‌های انسان در چرخه آب، بر منابع آبی مؤثر هستند [۴].

پساب‌های تولید شده در پالایشگاه‌ها شمال چهار دسته اصلی می‌باشند که با توجه به خصوصیات و نوع آلاینده‌های موجود در هرکدام در پالایشگاه مدیریت می‌شوند. دسته اول پساب‌های ناشی از واحد نمک زدایی که برای کاهش خوردگی موارد نفتی در طی فرآیند پالایشگاه از آب استفاده شده و در نهایت به صورت پساب از سیستم دفع می‌شود. دسته دوم پساب ناشی از فرآیند پالایش کاتالیستی، دسته سوم پساب تولید شده در اثر شستشوی تأسیسات و مخازن پالایشگاه و دسته چهارم بارندگی

جداسازی و نمونه برداری مجزا وجود نداشته است. نمونه برداری از محل‌هایی که امکان تغییر کیفیت روان آب‌ها در محدوده بین قسمت پخش و پالایش وجود داشت، انجام پذیرفت. تعیین، عوامل محیطی و انسانی تأثیرگذار بر کیفیت رواناب‌ها و شناسایی منابع انتشار آلاینده‌های صنعتی از جمله پساب کارخانه و همچنین انجام بررسی‌های صحرایی از جمله مواردی بودند که در این پژوهش مدنظر قرار گرفته‌اند.

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (پالایشگاه و شرکت پخش) در استان مرکزی و در جنوب غربی شهر اراک و شمال شرقی دشت شازند با مساحت ۶ کیلومترمربع و در مسیر جاده اراک _ بروجرد در ۲۲ کیلومتری اراک قرار گرفته است (شکل ۱). پالایشگاه نفت شازند اراک در سال ۱۳۷۲ با ظرفیت اسمی ۱۵۰۰۰۰ بشکه در روز راه اندازی گردید که در حال حاضر ظرفیت فوق به ۱۷۸۰۰۰ بشکه در روز افزایش پیدا کرد و با اجرای طرح توسعه، ظرفیت پالایشگاه به ۲۵۰ هزار بشکه در روز افزایش رسیده است. از دیگر اهداف این طرح می‌توان به تولید بنزین در ازای کاهش نقت کوره، ارتقاء محصولات فعلی و آینده به استانداردهای یورو ۵، اصلاح فرآیندها جهت دریافت خوراک مخلوط نفت خام سبک و سنگین به جای نفت خام سبک اهواز و کاهش مواد آلاینده زیست‌محیطی اشاره کرد. این پالایشگاه برای اولین بار در بین پالایشگاه‌های کشور، به سیستم DCS (سیستم کنترل گسترده) در جهت کنترل بهتر متغیرهای عملیاتی و سیستم CCR (احیاء مداوم کاتالیست) جهت تولید بنزین بدون سرب، مجهز شده است که بخشی از این فرآورده با ارزش به پالایشگاه تهران ارسال شده تا جهت کاهش مواد افزودنی آلاینده در آن شرکت استفاده گردد. پالایشگاه شازند دارای ۱۰ واحد پالایش و ۱۲ واحد سرویس جانبی می‌باشد. این پالایشگاه تنها پالایشگاه کشور می‌باشد که ۹۰٪ از خوراک آن به محصولات با ارزش افزوده بالا شامل گاز مایع، پروپیلن، بنزین،

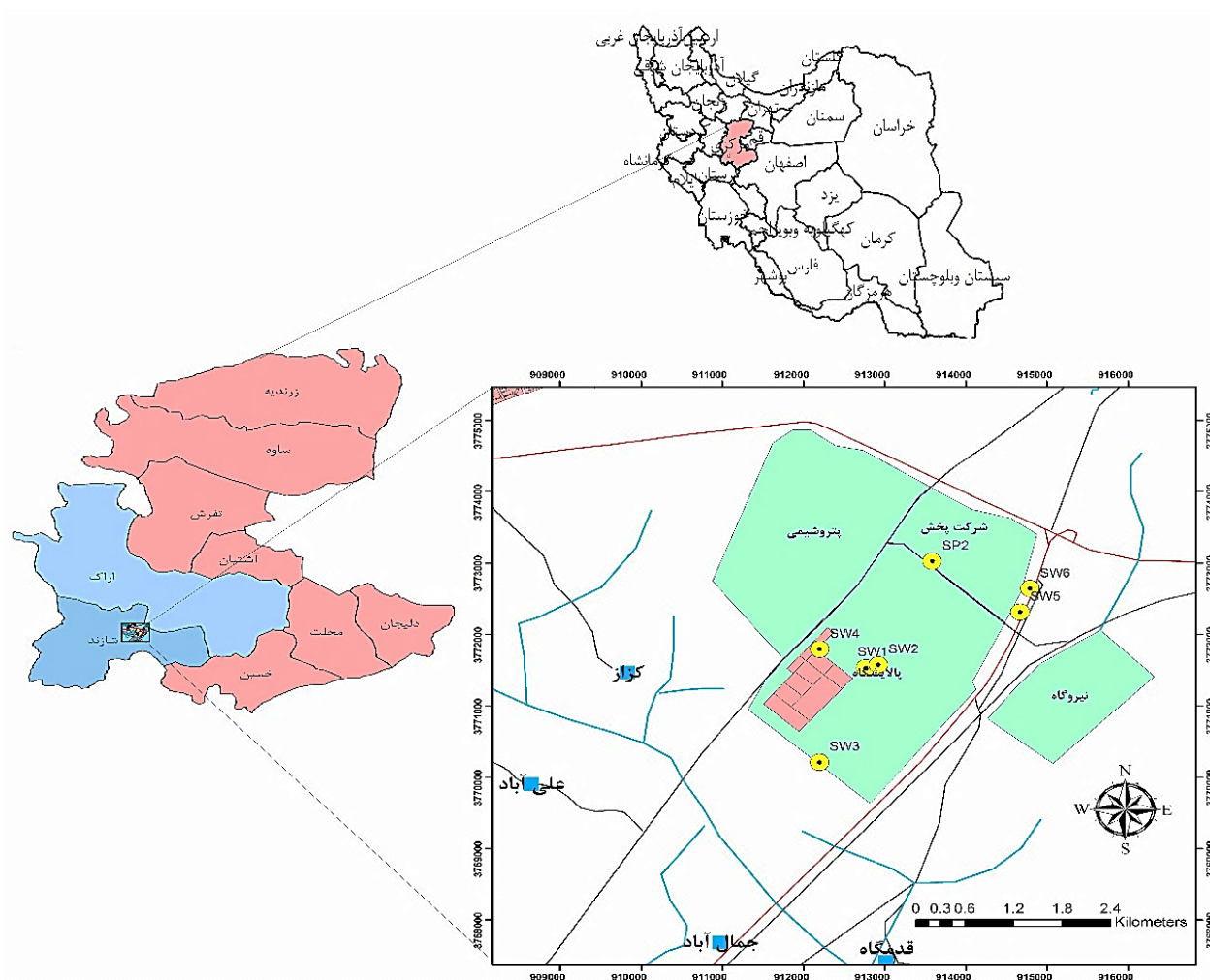
که در سطح پالایشگاه ریزش می‌کند و معمولاً به دلیل نفوذ پذیری کم پالایشگاه عمدتاً تبدیل به رواناب می‌شوند [۵]. یکی از چالش‌های مهم در پالایشگاه‌ها جدا نمودن سه دسته اول پساب از دسته چهارم (رواناب‌ها) می‌باشد. بسیاری از پالایشگاه‌ها (بخصوص پالایشگاه‌های قدیمی که سیستم جداگانه برای جمع آوری پساب و رواناب ندارند) فعالیت‌هایی نظیر پایش رواناب‌ها و حتی استفاده از ردیاب‌های رنگی برای یافتن مناطق اختلاط رواناب و پساب دارند [۶]. رواناب مناطق پالایشگاهی به سه قسمت قابل تقسیم است. الف) مناطق آلوده مربوط به واحدهای پالایشی، ب) مناطقی که پتانسیل آلودگی دارند مثل خیابان‌ها و مخازن پالایشگاه و ج) مناطق فاقد آلودگی نظیر بخش‌های بدون کاربری پالایشگاه یا بخش‌های اداری. مدیریت این رواناب‌ها در هر بخش با توجه به غلظت آلودگی و حجم رواناب می‌تواند متفاوت باشد. رواناب‌های پالایشگاهی در بارش‌های کوتاه مدت به اندازه بارش‌های بلند مدت می‌توانند آلوده و خطرناک باشند، بویژه در مورد اولین بارندگی بعد از فصل خشک که غلظت آلاینده‌ها در آن به حداکثر می‌رسد [۷]. پژوهشی در ایالات متحده بر روی آلودگی‌های وارد شده از آسفالت خیابان‌ها بر روی رواناب‌ها انجام شد نشان داد که روکش آسفالت آلاینده‌های بیشتری از آسفالت اولیه و بکر دارد و غلظت آلاینده‌های خطرناک مانند بنزوپیرن در آن بیشتر است. این تحقیق همچنین نشان داد که آسفالت گرم به دلیل داشتن نسبت بالایی از قیر که گرانروی پایین تری نسبت به قیرهای مورد استفاده در آسفالت سرد دارد، هیدروکربن‌های بیشتری را وارد رواناب‌های سطحی می‌کند. این نوع آسفالت ۹۵ درصد آسفالت‌های خیابان‌ها را در امریکا تشکیل می‌دهد که بیش از ۴ میلیون کیلومتر را شامل می‌شود [۸].

هدف از این پژوهش بررسی آلودگی مواد هیدروکربنی و همچنین بررسی هیدروشمیایی و کیفیت روان آب‌های موجود در قسمت پخش و پالایشگاه شازند می‌باشد. آب‌های سطحی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند شامل هر دو دسته رواناب‌ها و پساب‌ها می‌باشند که به دلیل اختلاط این دو، امکان

عبور کرده و به طول ۱۷/۵ کیلومتر می‌باشد. علیرغم اینکه هر دو این انشعابات از قسمت شمال شرقی دشت شازند سرچشمه می‌گیرند ولی حوضه این دو باهم متفاوت است. انشعاب واقع در سمت شرق پالایشگاه به رودخانه کزاز و انشعاب مجاور پتروشیمی به رودخانه مهاجران می‌ریزد. اهمیت این دو انشعاب میزان آورد رسوب و حجم آب انتقالی در مواقع سیلابی می‌باشد که در شرایط بحرانی، خساراتی به مجموعه پالایشگاه و شرکت پخش در پی خواهد داشت [۹].

نفت سفید و گازوئیل تبدیل شده و فقط ۶/۸٪ از نفت خام ورودی به نفت کوره و قیر تبدیل می‌گردد.

در دشت شازند رودخانه‌های آستانه، کله و کزاز پس از الحاق به یکدیگر رودخانه شفاء را پدید می‌آورند. به طور کلی جهت جریان آب‌های سطحی دشت شازند از شمال شرقی به سمت جنوب غربی می‌باشد. دو انشعاب آبراهه‌های مذکور به دلیل هم‌جوار بودن با پالایشگاه مهم هستند. یک انشعاب در ضلع شرقی پالایشگاه (کنار جاده اراک - شازند) به طول ۱۱/۵ کیلومتر و دومین انشعاب که از حدفاصل پالایشگاه و پتروشیمی



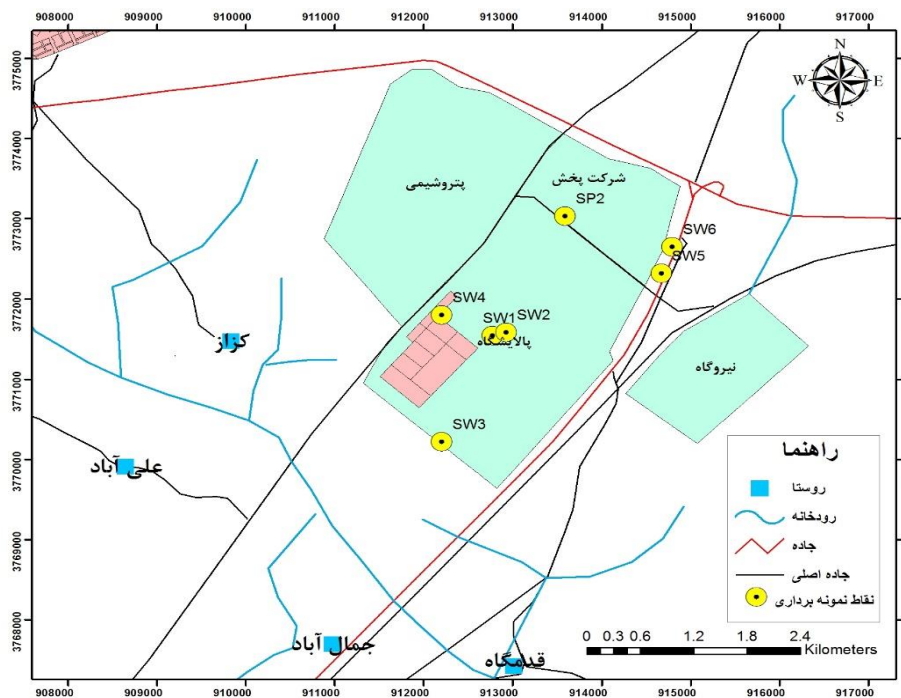
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

Figure 1. Location map of the study area

روش تحقیق

برای بررسی وضعیت هیدرولوژی و هیدروشیمیایی در منطقه مورد مطالعه، از ۷ نقطه نمونه برداری آب سطحی صورت گرفت که ۴ نمونه از داخل پالایشگاه شازند، ۱ نمونه از روان آبهای سطحی در قسمت پخش و ۲ نمونه از شمال شرقی پالایشگاه برداشته شد. این نمونه‌ها شامل رواناب سطحی و پساب پالایشگاه می‌باشد که از طریق کانال‌های روباز در نهایت به حوضچه‌های تبخیر منتقل می‌شوند. همچنین برای بررسی غلظت مواد هیدروکربنی در رواناب‌های منطقه مورد مطالعه، ۵ نمونه آب سطحی از داخل و اطراف پالایشگاه و پخش در خرداد ماه ۱۳۹۴ نمونه‌برداری شد. به منظور نمونه‌برداری از ایستگاه‌های مشخص شده از روش‌های استاندارد استفاده شد، به طوری که نمونه‌برداری از آب‌های سطحی در عمق حدود ۵ سانتی‌متری از سطح به کف و به صورتی که اختلال و برهم خوردگی در سطح آب ایجاد نگردد، انجام شد [۱۰]. به همین منظور برای نمونه‌برداری از ظروف استاندارد پلاستیکی، بطری‌های پلی‌اتیلنی و شیشه‌ای با گنجایش

یک لیتری و ۲۵۰ cc استفاده شد که از هر ایستگاه سه نمونه آب برداشت گردید، یک نمونه برای آنالیز عناصر اصلی، یک نمونه برای آنالیز مواد هیدروکربنی و نمونه دیگر برای آنالیز فلزات سنگین. شکل ۲ موقعیت نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. برخی پارامترهای هیدروشیمیایی (pH، EC و TDS) به کمک دستگاه‌های قابل حمل در محل اندازه‌گیری شدند. برای آنالیز مواد هیدروکربنی پنج ترکیب بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلن و MTBE به روش کروماتوگرافی گازی مورد آنالیز قرار گرفتند. در جدول ۱، ۵ و ۶ نتایج آنالیزها ارائه شده است. برای انجام تحلیل‌های مکانی هیدروشیمیایی و هیدروکربنی روان آب‌های سطحی محدوده مورد مطالعه و جهت ترسیم رودخانه‌های منطقه از نرم‌افزار GIS و نقشه مدل رقومی ارتفاعی (Digital Elevation Model = DEM) استفاده شده است. علاوه بر این نمودار پایپر و استیف با استفاده از نرم‌افزارهای Aq.QA و Rock works16 جهت تعیین خصوصیات هیدروشیمیایی نمونه‌های برداشت شده رسم گردید.



شکل ۲. موقعیت نقاط نمونه برداری

Figure 2. Location of the sampling point

استفاده شد که اساس این نمودار مقادیر کاتیون و آنیون‌های عمده آب برحسب درصد (meq/l) می‌باشد (شکل ۴). با توجه به دیاگرام دورو نمونه‌های شماره (-Sw3- Sw5- Sw6- Sp2) در منطقه ۳ این دیاگرام قرار گرفته‌اند که HCO_3^- و Na^+ یون‌های غالب بوده و نشان دهنده تعویض یونی در آب هستند. نمونه‌های شماره (-Sw1 Sw4) در منطقه ۵ این دیاگرام قرار گرفته‌اند که هیچ یونی غالب نبوده و نشان دهنده آبی هست که به طور ساده مخلوط و یا انحلال مواد در آن انجام شده است. نمونه شماره (-Sw2) با بقیه نمونه‌ها متفاوت بوده که Na^+ و Cl^- یون‌های غالب در آب‌هایی که به تکامل هیدروشیمیایی رسیده‌اند را نشان می‌دهد.

کیفیت آب‌های نمونه‌برداری شده در جدول (۱) ارائه شده است. طبقه‌بندی آب‌ها بر اساس سختی نشان می‌دهد که تمامی نمونه‌ها به‌جز نمونه Sw2 که سخت می‌باشد، در رده نسبتاً سخت قرار دارند. تنها ۱ نمونه حاوی سختی دائم می‌باشد.

با توجه به این‌که مقدار استاندارد آب سطحی (EC) ۱۵۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر می‌باشد [۱۰]. و همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود مقدار هدایت الکتریکی در نمونه‌ها، بین ۳۱۰ تا ۴۲۸۰ متغیر است. در بیشتر نمونه‌ها مقدار هدایت الکتریکی پایین بوده و در حد آب‌های شیرین است نمونه شماره (-Sw2) که در مرکز پالایشگاه دارای مقدار بالای EC می‌باشد که علت آن قرار داشتن تأسیسات اصلی پالایشگاه در این قسمت می‌باشد که باعث شده است رواناب‌های سطحی این منطقه آلوده به مواد شیمیایی شده و مقدار املاح آن که عمدتاً سولفات و نمک طعام می‌باشد و در نتیجه هدایت الکتریکی آن افزایش یابد. pH در آب‌های سطحی بین ۷/۵ تا ۸/۵ متغیر است در حالی که pH محدوده مورد مطالعه بین ۶/۵۷ تا ۱۱/۸۷ می‌باشد که نشان دهنده اختلاط رواناب‌های منطقه با آلودگی و پساب‌های صنعتی است.

به منظور بررسی کیفیت رواناب‌ها و پساب‌های پالایشگاه شازند از نظر کشاورزی از پارامترهای مربوط نظیر ESP، SAR و RSC استفاده گردید. بر این اساس، معیارهایی برای سنجش سدیم وجود دارد که می‌توان با جایگذاری غلظت عناصر آب بر حسب meq/l در معادلات مربوطه مقادیر آن‌ها را محاسبه کرد. درصد سدیم قابل تعویض (ESP) که از رابطه ۱ بیان می‌شود و پارامتر نسبت جذب سدیم (SAR) که از رابطه ۲ محاسبه می‌شود [۱۱]. دو پارامتر مهم تعیین میزان تأثیر آب آبیاری بر افزایش سدیم خاک می‌باشد.

$$ESP = \frac{100(-0.0126 + 0.01475 * SAR)}{1 + (-0.0126 + 0.01475 * SAR)} \quad \text{رابطه ۱}$$

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad \text{رابطه ۲}$$

مقادیر بالای SAR بیان‌کننده جان‌شینی سدیم با کلسیم و منیزیم در خاک و آسیب به بافت آن است. آب‌های دارای بی‌کربنات به مرور در اثر از دست دادن کلسیم و منیزیم به‌صورت ترکیبات کربنات رسوب می‌کنند که این پدیده باعث افزایش سدیم آب به‌صورت کربنات می‌شود؛ که این موضوع به نام سدیم کربنات باقیمانده یا RSC طبق رابطه ۳ تعریف می‌شود که در آن غلظت پارامترها به میلی‌اکی‌والان بر لیتر بیان می‌شود. در آب آبیاری میزان RSC نباید بیش از ۲/۵ meq/l باشد [۱۲].

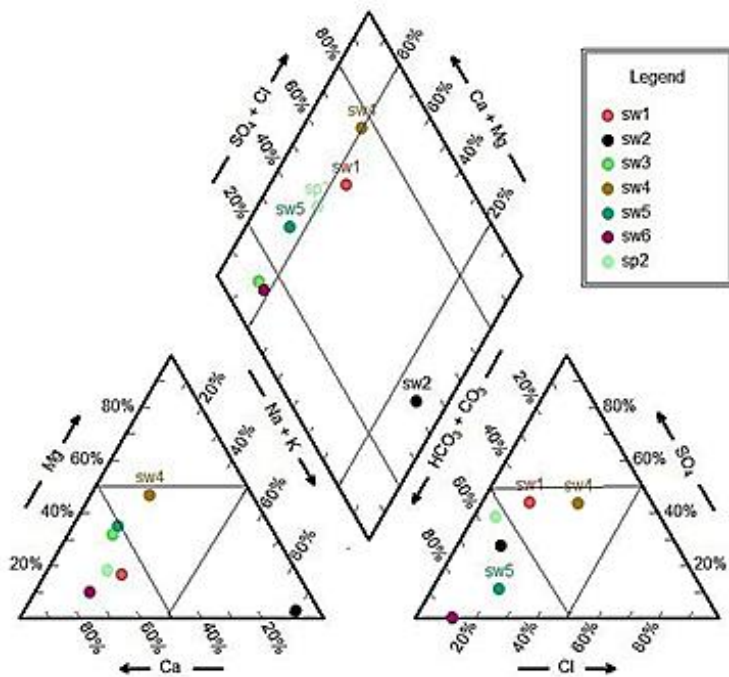
$$RSC = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \quad \text{رابطه ۳}$$

یافته‌ها

جایگاه رواناب‌های سطحی منطقه در طبقه بندهای

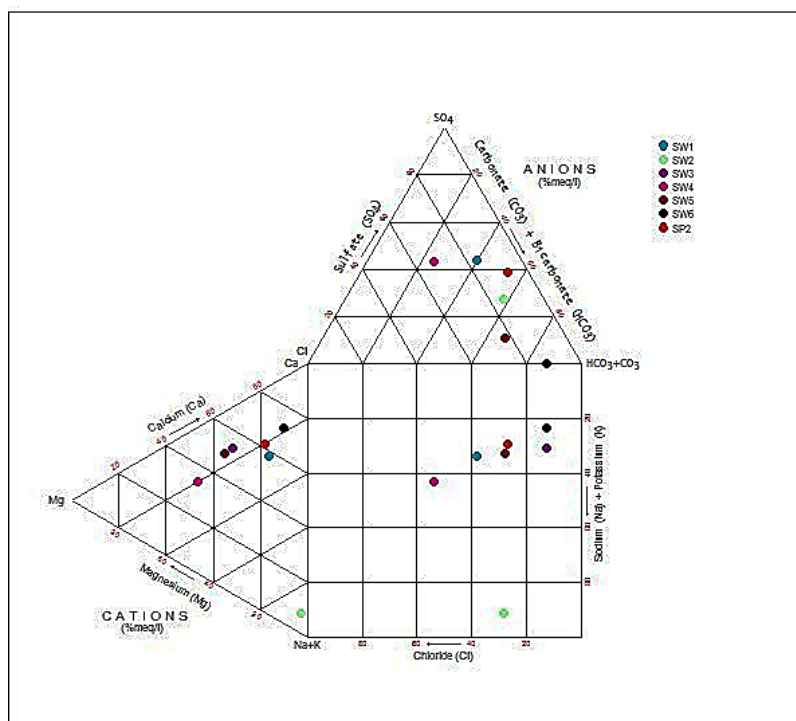
هیدروشیمیایی

دیاگرام پایپر با استفاده از نرم‌افزار Aq.QA جهت نشان دادن غلظت‌های نسبی یون‌های مختلف در هر یک از نمونه‌های آب در منطقه مورد مطالعه، تهیه گردید (شکل ۳). همچنین جهت تعیین نوع (Type) و منشأ آب از دیاگرام دوروف (Durov)



شکل ۳. دیاگرام پایپر

diagram Piper 3. Figure



شکل ۴. دیاگرام دوروف برای نمونه‌های آب سطحی

Figure 4. Durov diagram for surface water samples

جدول ۱. کیفیت روان آب‌های سطحی پالایشگاه شازند بر اساس سختی

Table 1. The quality of surface waters in the Shazand Refinery based on the hardness

نمونه	سختی کل	سختی موقت	سختی دائم	طبقه‌بندی کیفیت آب
SW1	۱۱۵/۵۷	۱۱۵/۵۷	۰	نسبتاً سخت
SW2	۲۱۹/۰۶	۲۱۹/۰۶		سخت
SW3	۷۹/۵۷	۷۹/۵۷	۰	نسبتاً سخت
SW4	۱۱۹/۰۷	۷۵	۴۴/۰۷	نسبتاً سخت
SW5	۹۵/۴۴	۹۵/۴۴	۰	نسبتاً سخت
SW6	۷۹/۷۹	۷۹/۷۹	۰	نسبتاً سخت
SP2	۱۲۹/۵۱	۱۲۹/۵۱	۰	نسبتاً سخت

جدول ۲. نتایج آنالیزهای به دست آمده در نمونه‌های برداشت‌شده از روان آب‌های پالایشگاه و پخش (mg/l).

Table 2. Analysis results of surface water samples collected from the Refinery and Distribution Complex (mg/l)

شماره نمونه	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ²⁻	CO ₃	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	EC	pH
SW1	۳۶	۶/۲۴	۱۷/۹۴	۰/۵	۶۵/۷۶	ND	۱۷/۷۵	۷۶/۲۵	۳۱۲	۶/۵۷
SW2	۶۴	۱۴/۴	۸۷۶/۸	۴/۵	۷۵۸/۴	۸۶۸	۳۰۱/۸	۲۷۴/۵	۴۲۸۰	۱۱/۸۷
SW3	۲۰	۷/۲	۶/۲۱	۰/۴	ND	ND	۸/۸۷	۱۰۴/۹	۱۸۹/۷	۶/۹
SW4	۲۰	۱۶/۸	۱۳/۱۱	۰/۷	۶۴/۸	ND	۳۵/۵	۴۵/۷۵	۳۱۰	۷/۳۸
SW5	۲۲/۴	۹/۶	۷/۵۹	۰/۵	۱۲	ND	۱۷/۷۵	۹۱/۵	۲۲۵	۷
SW6	۲۸	۲/۴	۸/۰۵	۰/۴	ND	ND	۸/۸۷	۱۰۴/۹	۱۹۷/۳	۷/۱۶
SP2	۴۰	۷/۲	۱۴/۷۲	۰/۷	۶۰/۴۸	ND	۸/۸۷	۱۰۶/۷	۳۰۹	۶/۸۱

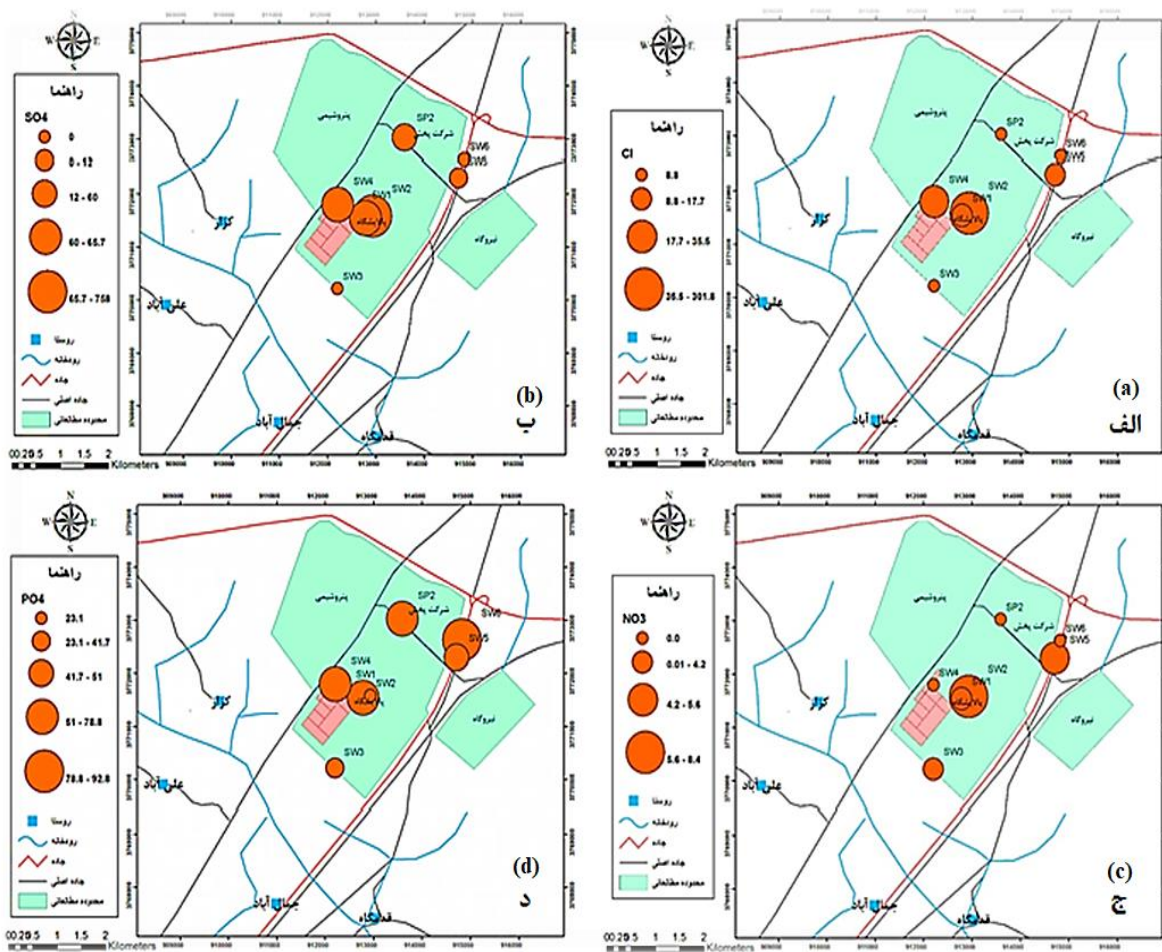
ND: زیر حد تشخیص دستگاهی

مربوط به آلودگی حاصل از رواناب‌های این بخش‌های صنعتی می‌باشد (شکل ۵- الف). غلظت این آنیون از (۳۰۱/۸ تا ۸/۸۷) میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده ولی هنوز کمتر از حد مجاز استاندارد آب‌های سطحی طبیعی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد غلظت سولفات در آب‌های طبیعی معمولاً بین ۲ تا ۸۰ میلی‌گرم در لیتر است که در مناطق صنعتی، این غلظت ممکن است به ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز برسد [۱۳]. میانگین غلظت سولفات در نمونه‌های برداشته شده از روان آب‌های محدوده مورد مطالعه ۱۳۷/۳۴، بیشینه غلظت آن ۷۵۸/۴ (SW2) و کمینه غلظت این عنصر زیر حد تشخیص دستگاهی بوده و مربوط به نمونه‌ی منطقه جنوب پالایشگاه و آبراهه شرقی پالایشگاه (SW3) (SW6) می‌باشد (شکل ۵- ب)؛ بنابراین علاوه بر منشأ طبیعی افزایش

بررسی غلظت کاتیون‌ها نشان می‌دهد که غلظت کلسیم بیش از سایر کاتیون‌ها است و پس از آن سدیم می‌باشد یعنی (Ca>Na>Mg>K). غلظت کلسیم در آب‌های طبیعی معمولاً کمتر از ۱۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد، توزیع یون کلسیم در و توزیع یون منیزیم در نشان داده شده است. مقادیر یون‌های کلسیم و منیزیم به ترتیب در گستره ۲۰-۶۴ و ۲/۴-۱۶/۸ میلی‌گرم در لیتر تغییر می‌کند که در محدوده مجاز استاندارد آب‌های سطحی طبیعی ۱۰۰ میلی‌گرم برای یون کلسیم و ۲۰۰ میلی‌گرم برای منیزیم قرار دارند. بالا بودن میزان سولفات، منیزیم و سدیم در منطقه مرکز پالایشگاه نشان می‌دهد رواناب‌های مناطق مرکزی پالایشگاه آلوده به مواد شیمیایی می‌باشد. غلظت بالای کلرید در نمونه‌های آب سطحی مناطق مرکزی پالایشگاه

می‌باشد [۱۲]. بیکربنات آنیون غالب نسبت به کلریدها و سولفات‌ها در کل محدوده مورد مطالعه بوده و میانگین غلظت آن در نمونه‌های برداشته شده از روان آب‌های سطحی ۱۱۴/۹۲، بیشینه غلظت آن ۲۷۴/۵ (Sw2) و کمینه غلظت این عنصر ۴۵/۷۵ میلی‌گرم در لیتر مربوط به نمونه‌ی (Sw4) می‌باشد.

سولفات در منطقه، رواناب مناطق صنعتی پالایشگاه نیز در افزایش غلظت آن نقش داشته است. حضور کربنات (CO_3^{2-}) و بیکربنات (HCO_3^-) بر سختی و قلیائیت آب اثر می‌گذارد. مقادیر نسبی کربنات، بیکربنات و اسید کربنیک در آب به مقدار pH بستگی دارد. به دلیل محدوده pH آب‌های سطحی (۶-۸/۲)، بیکربنات گونه غالب در بیشتر آب‌های سطحی است که غلظت آن معمولاً کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر



شکل ۵. پراکندگی غلظت‌های الف) کلر، ب) سولفات، ج) نیترات، د) فسفات در روان آب‌های سطحی محدوده مورد مطالعه (بر حسب میلی‌گرم بر لیتر)

Figure 5. Concentration distribution of a) Chlorine, b) Sulfate, c) Nitrate, and d) Phosphate for surface water samples (mg/l)

کیفیت رواناب‌های سطحی منطقه بر اساس معیارهای

سنجش سدیم

سدیم بیشتر در مواردی که از آب برای مصارف شرب و کشاورزی استفاده می‌شود، مورد توجه قرار می‌گیرد. به عبارتی میزان سدیم بالا در آب آبیاری باعث می‌شود میزان آبی که در خاک نفوذ کرده و یا در خلل و فرج خاک حرکت کند، به قدری کاهش یابد که

گیاه قادر به تأمین نیازهای آبی خود نبوده و میزان محصول کاهش یابد.

نتایج مربوط به مقادیر محاسبه‌شده معیارهای سنجش سدیم برای نمونه‌های برداشته شده از روان آب‌های محدوده مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. مقادیر محاسبه‌شده معیارهای سنجش سدیم برای نمونه‌های آب

Table 3. The values calculated for criteria measurement sodium of samples water

نمونه	کیفیت آب برای کشاورزی	Na%	کیفیت	SAR	کیفیت	RSC	ESP	کیفیت
SW1	کمی شور - مناسب برای کشاورزی	۲۵/۴۷	خوب	۰/۷۲	عالی	-۱/۰۷	۰/۱۵	مناسب
SW2	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب	۸۹/۶۸	بد	۲۵/۷	مشکوک	۲۹/۰۳	۳/۵۵	نامناسب
SW3	شیرین - کاملاً بی‌ضرر	۱۴/۹۱	عالی	۰/۳	عالی	۰/۱۲	۰/۰۶	مناسب
SW4	کمی شور - مناسب برای کشاورزی	۱۹/۶۸	عالی	۰/۵۲	عالی	-۱/۶۵	۰/۱۱	مناسب
SW5	شیرین - کاملاً بی‌ضرر	۱۵/۱۵	عالی	۰/۳۴	عالی	-۰/۴۲	۰/۷	مناسب
SW6	شیرین - کاملاً بی‌ضرر	۱۸/۳۸	عالی	۰/۳۹	عالی	۰/۱۲	۰/۸	مناسب
SP2	کمی شور - مناسب برای کشاورزی	۲۰/۲	خوب	۰/۵۶	عالی	-۰/۸۵	۰/۱۲	مناسب

طبق جدول ۳ تمام معیارهای سنجش سدیم به جز نمونه شماره ۲ (SW2) که کیفیت بد و مشکوک می‌باشد در محدوده‌ی عالی قرار دارند، همه نمونه‌ها برای کشاورزی مناسب و بی‌ضرر بودند به جز نمونه (SW2) که خیلی شور و برای کشاورزی نامناسب می‌باشد. خاک‌هایی که از نظر سدیم کربنات غنی هستند، خیلی سخت بوده و بر روی آن شکاف‌های وسیعی ایجاد می‌شود. این نوع خاک‌ها وقتی مرطوب و خیس‌اند، چسبناک و لغزنده می‌شوند و در نتیجه کشاورزی بر روی آن‌ها مشکل است.

کیفیت آب‌های سطحی منطقه از نظر صنعتی

یکی از فاکتورهای مهم در بحث کنترل کیفیت آب‌های مورد استفاده در مصارف صنعتی، پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری آن می‌باشد. در این راستا دو شاخص رایزنر و لانزلیه برای سنجش وضعیت شیمیایی آب از نقطه نظر تمایل به خوردگی یا رسوب‌گذاری، مورد استفاده قرار گرفته است؛ که از

طریق آنالیز آب و استفاده از روابط مربوطه امکان‌پذیر است. شاخص لانزلیه، یک شاخص تعادلی است که عواملی نظیر pH، TDS، قلیائیت، کلسیم و دما را در نظر گرفته و وضعیت نمونه‌ها را از نظر خوردگی و رسوب‌گذاری مشخص می‌کند. همچنین این شاخص نشان‌دهنده‌ی پتانسیل رسوب‌گذاری است و در واقع تفاوت بین pH واقعی آب و pHs (pH اشباع شده توسط CaCO_3) می‌باشد. در استفاده از اندیس لانزلیه، اگر pH واقعی آب کمتر از pHs (pH اشباع) محاسبه شده باشد، آب دارای شاخص لانزلیه منفی بوده و باعث حل شدن کربنات کلسیم خواهد شد که در این صورت آب خورنده است. چنانچه pH واقعی آب بیشتر از pHs باشد، آب دارای شاخص لانزلیه مثبت بوده و از کربنات کلسیم اشباع خواهد شد که در این حالت آب رسوب‌گذار است. جدول (۴) نتایج این دو شاخص را برای نمونه‌های برداشته شده از روان آب‌های سطحی محدوده پالایشگاه سازند نشان می‌دهد.

جدول ۴. ارزیابی روان آب‌های سطحی محدوده مورد مطالعه جهت مصارف صنعتی از نظر پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری

Table 4. Evaluation of surface water in the study area for industrial use in terms of corrosion and sedimentation potential

نمونه	Ca (mg/l)	pH	EC (μS/cm)	T (°C)	pHs	pHs-pH	ضریب C	کیفیت برای مصرف صنعتی
SW1	۳۶	۶/۵۷	۳۱۲	۲۱/۳	۸/۴	-۱/۸۳	۱۱/۲۶	خورنده
SW2	۶۴	۱۱/۸۷	۴۲۸۰	۲۱/۷	۶/۶	۵/۲۷	۱۱/۳۳	رسوب‌گذار
SW3	۲۰	۶/۹	۱۸۹/۷	۱۴/۲	۹/۱	-۲/۲	۱۱/۲۵	خورنده
SW4	۲۰	۷/۳۸	۳۱۰	۱۳/۹	۸/۸	-۱/۴۲	۱۱/۲۶	خورنده
SW5	۲۲/۴	۷	۲۲۵	۱۴/۲	۹	-۲	۱۱/۲۸	خورنده
SW6	۲۸	۷/۱۶	۱۹۷/۳	۱۸/۴	۸/۹	-۱/۷۴	۱۱/۲۵	خورنده
SP2	۴۰	۶/۸۱	۳۰۹	۲۰/۷	۸/۴	-۱/۵۹	۱۱/۲۱	خورنده

اجزای تشکیل‌دهنده BTEX^۱ و MTBE^۲ در (جدول ۵) برای نمونه آب‌های سطحی آورده شده است.

حداکثر غلظت مجاز بنزن در آب‌های سطحی (۲/۱ μg/L) می‌باشد [۱۴] و به دلیل اثرات مضر آن بر سلامتی انسان، EPA این ماده را در گروهی که خاصیت سرطان‌زایی دارند قرار داده است. مقدار مجاز بنزن در رواناب‌های سطحی بر اساس استانداردهای EPA را برای نمونه‌های آنالیز شده نشان می‌دهند که نمونه‌های آب سطحی SW1 (نزدیک حوضچه‌ها و چاه شماره ۱) و SP2 (قسمت داخلی پخش) غلظت‌های بالایی داشته و آلودگی به بنزن را نشان می‌دهند، علت این آلودگی از اختلاط پساب پالایشگاه با رواناب‌ها و در برخی مناطق شسته شدن آلودگی‌ها توسط آب باران می‌تواند عامل انتشار آلودگی‌ها باشد.

EPA حداکثر غلظت مجاز تولوئن را برای آب‌های سطحی (۷۷۰ μg/L) تعیین کرده است [۱۴]. این ماده در ساخت بنزین، مواد پاک‌کننده، جوهر و... بکار برده می‌شود. هیچ مدرکی مبتنی بر سرطان‌زا بودن تولوئن گزارش نشده است. همچنین بر اساس داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌ها در جدول ۵ که برای آب‌های سطحی منطقه می‌باشد هیچ آلودگی به تولوئن مشخص نگردید. اتیل بنزن به طور عمده در تولید استایرن (Styrene)، سوخت‌ها و حلال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. EPA اتیل بنزن را در گروهی

طبق جدول ۴ رواناب‌های سطحی محدوده مورد مطالعه بر اساس شاخص لائزلیه برای همه نمونه‌ها خورنده بوده به جز نمونه شماره ۲ (SW2) که رسوب‌گذار می‌باشد. رایزنر با اصلاح شاخص لائزلیه، رابطه اندیس رایزنر را عنوان کرده و بر اساس آن خورنده یا رسوب‌گذار بودن آب‌های مورد استفاده در صنعت را مورد بررسی قرار داده است. بر اساس این شاخص نیز برای همه نمونه‌ها خورنده بوده به جز نمونه شماره ۲ (SW2) که رسوب‌گذار می‌باشد.

بررسی وجود آلودگی‌های نفتی و فلزی

محلول‌ترین ترکیبات موجود در محصول یک پالایشگاه نفت (بنزین، گازوئیل و...)، شامل BTEX و افزودنی‌هایی است که جهت افزایش عدد کتان از قبیل MTBE به سوخت اضافه می‌گردد. این ترکیبات به دلیل سمیت زیاد و انحلال پذیری بالا در آب از سایر مواد نفتی خطرناک تر می‌باشند و در صورت نشت از مخازن و تأسیسات منجر به آلودگی روان آب‌های سطحی در محدوده پالایشگاه شازند می‌گردند. جهت تعیین آلودگی منطقه نسبت اجزای تشکیل‌دهنده BTEX و MTBE نمودارهای مختلف تهیه و مورد تجزیه و تحلیل و با استاندارد مجاز مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها بر اساس

¹ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene

² Methyl Tertiary Butyl Ether

نمونه‌های برداشته شده ۰/۰۹۲ میلی‌گرم در لیتر، بیشینه غلظت آن ۰/۱۳ (Sw4) و کمینه غلظت این عنصر ۰/۰۷ میلی‌گرم در لیتر (Sw2, Sw5) می‌باشد (شکل ۷- الف). غلظت آهن در آب‌های سطحی تحت تأثیر فاکتورهای مختلف اکسایش- کاهش مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده رفتار زمین‌شیمیایی آهن در محیط آبی است. آهن در آب اغلب به شکل گونه‌های کلوئیدی دیده می‌شود، اما ممکن است به شکل یون‌های Fe^{2+} و Fe^{3+} نیز حضور داشته باشد. اغلب ترکیبات آهن در pH های کمتر از ۷ به راحتی در آب حل می‌شوند استاندارد مجاز آهن در آب‌های طبیعی سطحی بیش از ۱ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد [۱۵] که با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه‌ها همه نمونه‌ها کمتر از حد مجاز بود. میانگین غلظت آهن در نمونه‌های برداشته شده ۰/۰۷ میلی‌گرم در لیتر، بیشینه غلظت آن ۰/۱۸۲ (Sw3) و کمینه غلظت این عنصر ۰/۰۰۵ میلی‌گرم در لیتر (Sw5) می‌باشد (شکل ۷- ب). سمیت آلومینیوم برای ماهی‌ها در آب‌های اسیدی به‌ویژه در مورد دریاچه‌ها و رودخانه‌ها به‌خوبی مطالعه شده است و اعتقاد بر این است که گونه آبگین آلومینیوم سم اصلی کشنده ماهی‌ها در این آب‌ها است. غلظت‌های آلومینیوم محلول در آب‌های با pH نزدیک به pH طبیعی معمولاً از ۰/۰۰۱ mg/l تا ۰/۰۵ تغییر می‌کند اما در آب‌های اسیدی یا آب‌های غنی از مواد آلی به mg/l ۱- ۰/۵ افزایش می‌یابد؛ که با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه‌ها همه نمونه‌ها مقدار بالاتری از استاندارد مجاز را نشان می‌دهد (جدول ۶). میانگین غلظت آلومینیوم در نمونه‌های برداشته شده ۱۶۴/۱۹ میلی‌گرم در لیتر، بیشینه غلظت آن ۳۳۳/۰۲ (Sw5) و کمینه غلظت این عنصر ۱۶/۲۹ میلی‌گرم در لیتر (Sw6) می‌باشد (شکل ۷- ج).

در بیشتر آب‌های سطحی طبیعی غلظت فسفات ۰/۰۱۵ تا ۰/۰۶۱ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد [۱۵]. میانگین غلظت فسفات در نمونه‌های برداشته شده ۶۱ میلی‌گرم در لیتر، بیشینه غلظت آن ۹۲/۸۵ (Sw6) و کمینه غلظت این عنصر ۲۳/۱۴ میلی‌گرم در لیتر (Sw2) می‌باشد و با توجه به نتایج به دست آمده میزان

که خاصیت سرطان‌زایی ندارند قرار داده است و حداکثر غلظت مجاز این ماده را برای آب‌های سطحی $۳۲۰ \mu\text{g/L}$ تعیین کرده است [۱۴]. همچنین نتایج نشان داد که غلظت تولوئن در نمونه‌های آب سطحی پالایشگاه و پخش در حد مجاز می‌باشد (شکل ۶- ب). از زایلن به مقدار جزئی در ترکیب سوخت‌ها و بیشتر به عنوان حلال در صنایع مختلف استفاده می‌گردد. EPA حداکثر غلظت مجاز زایلن را برای آب‌های سطحی $۳۳۰ \mu\text{g/L}$ تعیین کرده است [۱۴]. با توجه به نتایج آنالیزهای آب‌های سطحی ۳ عدد از نمونه‌ها (SW8 SW2- SP2-) آلوده بوده و غلظت بالایی از حد استاندارد را نشان دادند که به ترتیب این نمونه‌ها در قسمت شرق و مرکز پالایشگاه و قسمت پخش برداشته شده‌اند. غلظت بالای زایلن ناشی از شستشوی بخش فرآیندی پالایشگاه توسط رواناب سطحی می‌باشد (شکل ۶- ج).

متیل ترشیری بوتیل اتر (MTBE) یک افزودنی است که جهت افزایش عدد اکتان به بنزین اضافه می‌گردد. IARC این ماده را در گروهی که خاصیت سرطان‌زایی ندارد قرار داده‌اند اما نوشیدن و استنشاق آن، بیش از حد مجاز تعیین شده، موجب تهوع، آسیب به کلیه و کبد و تأثیرات سوء بر سیستم عصبی می‌شود. EPA حداکثر غلظت مجاز آن را برای آب‌های سطحی ($۱۰ \mu\text{g/L}$) تعیین کرده است. از چند سال پیش همزمان با مشخص شدن اثرات زیست محیطی MTBE در بسیاری از کشورها و از جمله در ایران این ماده از ترکیب بنزین حذف گردیده است و از سایر روش‌ها برای افزایش بهسوزی بنزین استفاده می‌شود. ر پالایشگاه شازند در سال ۱۳۹۰ به مدت یک سال از MTBE استفاده شده است که به دلیل احتمال رخداد آلودگی، این ماده نیز در نمونه‌های آب سطحی مورد آنالیز قرار گرفت؛ که با توجه به نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها هیچ گزارشی نسبت به وجود MTBE در رواناب‌های سطحی نگردید.

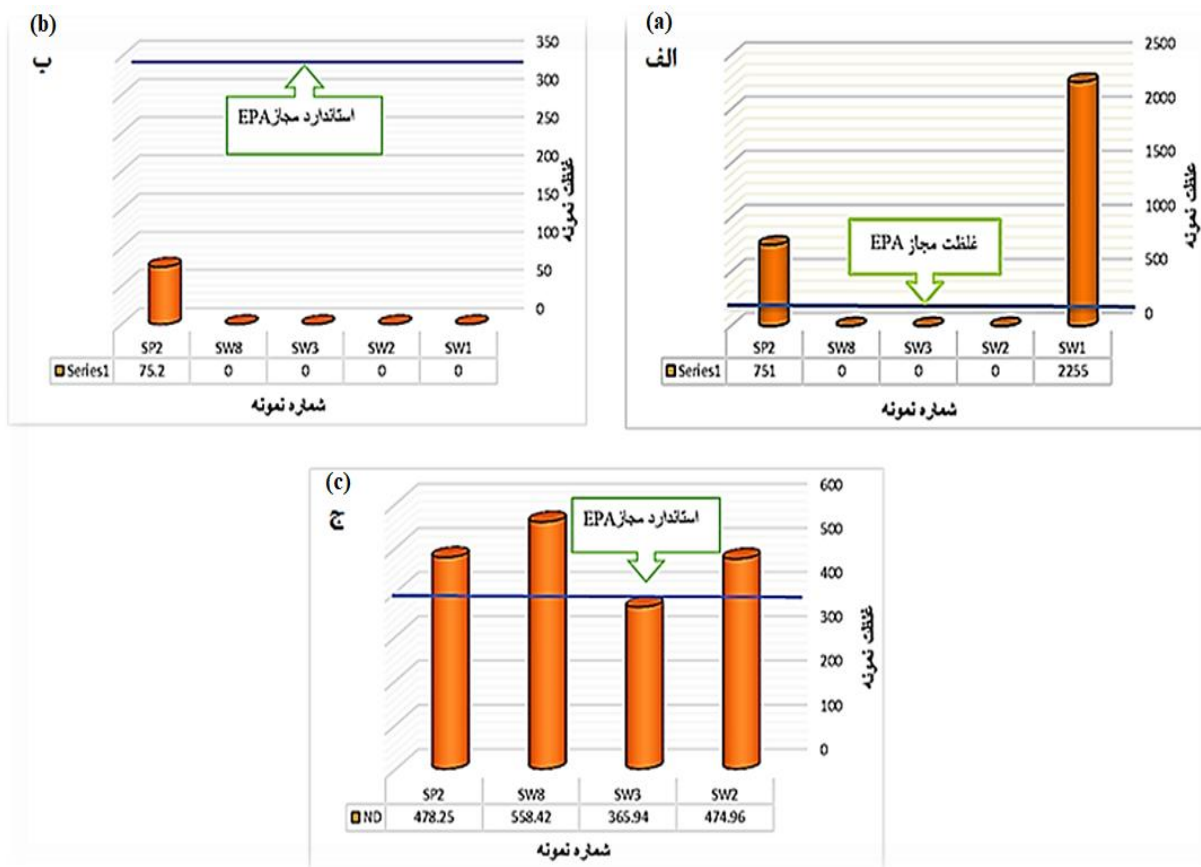
غلظت‌های طبیعی منیزیم در آب شیرین ۱ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر است؛ که با توجه به نتایج به دست آمده، در همه نمونه‌ها کمتر از حد مجاز استاندارد بود. میانگین غلظت منگنز در

فسفات در همه نمونه‌ها بیش از حد استاندارد مجاز می‌باشد (شکل ۵-د).

جدول ۵. نتایج آنالیزهای مواد هیدروکربنی به دست آمده در نمونه‌های برداشت شده از روان آب‌های سطحی پالایشگاه و بخش (mg/l) Distribution and Refinery the in water surface the from collected analyses components hydrocarbon of result The 5. Table (mg/L) Complex

m-xylene (µg/l)	o-xylene (µg/l)	p-xylene (µg/l)	Ethylbenzene (µg/l)	Toluene (µg/l)	Benzene (µg/l)	MTBE (µg/l)	غلظت ترکیبات
							شماره نمونه
ND	ND	ND	ND	ND	۲۲۵۵/۰	ND	SW1
ND	ND	۴۷۴/۹۶	ND	ND	ND	ND	SW2
ND	ND	۳۶۵/۹۴	ND	ND	ND	ND	SW3
ND	۴۸۳	۷۵/۴۲	ND	ND	ND	ND	SW8
۱۴۸/۵۹	۹۳/۷۳	۱۶۰/۷۳	۷۵/۲۰	ND	۷۵۱	ND	SP2

ND: زیر حد تشخیص دستگاهی



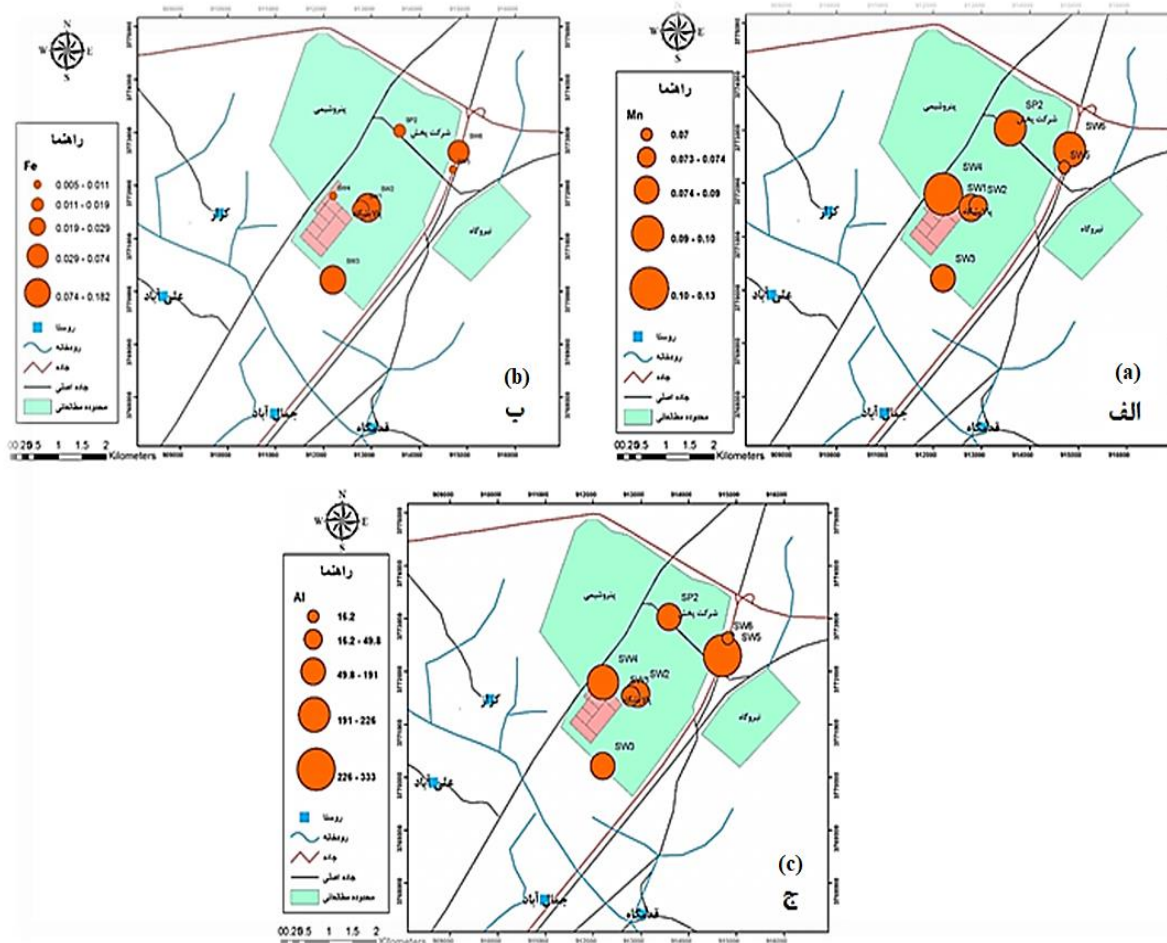
شکل ۶. نمودارهای میله‌ای الف) بنزن، ب) اتیل بنزن، ج) زایلن اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های آب سطحی

Figure 6. Bar graphs representation of measured a) benzene, b) ethylbenzene, and c) xylene in surface water samples

جدول ۶. غلظت برخی مواد مغذی و فلزات در نمونه‌های برداشت شده از آب سطحی پالایشگاه و بخش (mg/l)

Table 6. The concentration of some nutrients and metals in the samples taken from the surface water of the Refinery and Distribution Complex (mg/l)

شماره نمونه	Al	Mn	Fe	PO4	NO3
SW1	۴۹/۸۰	۰/۰۹	۰/۰۲۹	۶۹/۷۱	۴/۲
SW2	۱۶۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۱۷۵	۲۳/۱۴	۸/۴
SW3	۱۹۱/۴۴	۰/۰۹	۰/۱۸۲	۴۱/۷۱	۴/۲
SW4	۲۲۶/۳۵	۰/۱۳	۰/۰۱۱	۶۹/۷۱	۰
SW5	۳۳۳/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۰۵	۵۱/۱۴	۵/۶
SW6	۱۶/۲۹	۰/۱۰	۰/۰۷۴	۹۲/۸۵	۰
SP2	۱۷۲/۳۸	۰/۱۰	۰/۰۱۹	۷۸/۸۵	۰



شکل ۷. پراکندگی غلظت الف (منگنز، ب آهن، ج) آلومینیوم در روان آب‌های سطحی محدوده مورد مطالعه (بر حسب میلی‌گرم بر لیتر)

Figure 7. Concentration distribution of a) Manganese, b) Iron and c) Aluminum in the surface water of the study area

(mg/L)

۴ سولفات سدیک و سولفات منیزیک می‌باشد. نتایج حاصل از دیاگرام دورو نشان داد که نمونه‌های شماره (Sw3- Sw5- Sw6) (Sp2) در منطقه ۳ این دیاگرام قرار گرفته‌اند که HCO_3 و Na یون‌های غالب هستند و نشان دهنده تعویض یونی در آب هستند. نمونه‌های شماره (Sw1- Sw4) در منطقه ۵ این دیاگرام قرار گرفته‌اند که هیچ یونی غالب نبوده و نشان دهنده آبی هست که به طور ساده مخلوط و یا انحلال مواد در آن انجام شده است. بر اساس نتایج آنالیزها غلظت بنزن در روان آب‌های سطحی ۲ نمونه (Sp2- SW1) که به ترتیب در مرکز پالایشگاه و قسمت پخش قرار دارند غلظت‌های بالاتری از حد استاندارد جهانی را نشان داده‌اند. در آب‌های سطحی ۳ نمونه (Sp2- SW2- SW8) آلوده بوده و زایلن غلظت بالایی از حد استاندارد را نشان دادند، ولی میزان اتیل بنزن برای نمونه‌های آب سطحی در حد مجاز بود. همچنین نتایج آنالیزها در آب‌های سطحی هیچ گزارشی نسبت به وجود تولوین و MTBE داده نشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از شرکت پالایش نفت امام خمینی (ره) سازند که بخشی از هزینه‌های این پژوهش را تأمین نموده و در جریان انجام آن نهایت همکاری را داشتند، ابراز می‌دارند.

منابع

- 1- Dodangeh, A., Abedini Kopani, J., Ghohari, A., 2012. Application of time series models to determine the trend of future climate parameters for water resources management, Water and Soil Science (Journal of Agricultural and Natural Resources Science and Technology), Vol. 16, No. 95, pp 74-59.

استانداردهای اروپا، سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده و همچنین مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مقدار مجاز نیترات را ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیتروژن در نظر گرفته‌اند که معادل با ۴۴/۸۲ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیترات می‌باشد؛ اما غلظت‌های طبیعی نیترات ممکن است به واسطه ورود پساب‌های صنعتی و شهری به توده‌های آب، به شدت افزایش یابد. غلظت‌های بیش از ۲۲ میلی‌گرم در لیتر نیترات معمولاً نشان‌دهنده آلودگی با منشأ انسانی به‌ویژه از مناطق کشاورزی و پساب‌های صنعتی است. میانگین غلظت نیترات در نمونه‌های برداشته شده ۳/۲، بیشینه غلظت آن ۸/۴ (Sw2) در محل خروجی رواناب بخش صنعتی پالایشگاه و کمینه غلظت این عنصر زیر حد تشخیص دستگاهی مربوط به نمونه‌های (Sw4- Sw6) SP2 می‌باشد (شکل ۵-ج).

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات انجام شده، غلظت کلسیم نسبت به بقیه کاتیون‌ها جز نمونه شماره ۲ (Sw2) غالب بوده و غلظت HCO_3 نسبت به سایر آنیون‌ها غالب می‌باشد. مقادیر زیاد پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مثل سختی، قلیایی‌ات، هدایت الکتریکی، آنیون‌ها و کاتیون‌ها در مرکز و شمال شرقی محدوده مورد مطالعه به وضوح نشان می‌دهد که در این نقاط نمونه‌های آب نمونه شماره ۲ (Sw2) و شماره ۴ (Sw4) در اثر فاضلاب صنعتی و نشن مواد نفتی آلوده شده باشند. از نظر کیفیت آب برای مصارف صنعتی و نتایجی که با استفاده از شاخص لائزیه به دست آمد، نشان داده شد که به جز نمونه شماره ۲ (Sw2) که رسوب‌گذار بود بقیه نمونه‌ها خورنده هستند. همچنین معیارهای سنجش سدیم برای نمونه‌های آب پالایشگاه و پخش سازند نشان داد که جز نمونه شماره ۲ (Sw2) که برای مصارف کشاورزی نامناسب بود بقیه نمونه‌ها برای مصارف کشاورزی مناسب و بی‌ضرر می‌باشند. بر اساس نمودار پایپر نیز تیپ و رخساره آب به صورت سولفات کلسیک و بی‌کربناته کلسیک و در نمونه‌های شماره ۲ و

-
- 2- Anabestani, A., Ghorbani, M., 2011, The Role of Industrial Units in generating of environmental pollution (Case Study: Water Supply Area of Sabzevar City), Journal of Town and Country Planning, Vol. 3, No. 4, pp. 23-43.
- 3- Ebrahimi, S., Shayghan, J., Malakoti, M., Baybourdi, M., Ghodosi, J., Akbari, A., Atashjameh, A., 2009. Investigation of the release of hydrocarbon contamination in the soil of Sarkhon Refinery, Journal of Water and Soil Conservation Studies, Vol. 16, No. 4, pp. 101-124.
- 4- Bartram, J., Balance, R., 1996. Water Quality Monitoring -A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes-, Published on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization (UNEP/WHO), 380.
- 5- EPA, 1991. Petroleum Refining and Petroleum Distributing Systems, <http://www.p2pays.org/ref/01/00592.pdf>.
- 6- The Washington State Department of Ecology, 2002, Water Pollution Prevention Opportunities in Petroleum Refineries, Ecology Publication No.02-07-017.
- 7- Hodgson, J.E., Bendiak, L.C., 1987. Stormwater Management for Petroleum, Refineries, Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques, 12:3, 38-47, DOI:10.4296/cwrj1203038.
- 8- Andrew, F., Nemeth Devon, A., Ward Walter, G., Woodington, 2010. The Effect of Asphalt Pavement on Stormwater Contamination, Project Report submitted to the Faculty of WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE, Project Number: IQP-PPM-0906
- 9- Environmental Impact Assessment of Capacity Increase and Quality Improvement Program at Shazand Arak Refinery, 2003. Company of Environmental Assessment, National Iranian Oil Engineering and Construction Company.
- 10- U.S. Environmental Protection Agency, 2005. Water sampling techniques.
- 11- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvements of saline and alkali soils agriculture, Vol.160, handbook 60, US Department of Agriculture, Washington DC.
- 12- Peiyue, L., Qian, W., Jianhua, W., 2011. Groundwater Suitability for Drinking and Agricultural Usage in Yinchuan Area, China. Journal of Environmental Sciences. Vol.1, No 6.
- 13- Todd, D. K., Mays, L. W., 2005. Groundwater hydrology. John Wiley and Sons, New York. pp. 535.

-
- 14-U.S. Environmental Protection Agency, 2014. Texas Surface Water Quality Standards Rule Project No. 2012-001-307-OW agriculture and industry (within the city of Gonbad), Thirty-first congress of earth sciences, Tehran, Iran.
- 15-Teymori, A., Forghani, G., 2012. Qualitative classification of Gorgan-River river for