

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، ویژه نامه شماره ۴، بهار ۱۳۹۶

بررسی برخی پارامترهای تعیین کننده کیفیت آب در ذخایر آب شرب منطقه سیستان (چاه نیمه شماره یک) و مقایسه آن‌ها با استانداردهای موجود

فاطمه عین الهی پیر^{۱*}

fateme.eynollahi@yahoo.com

نرجس اکاتی^۱

مصطفی غفاری^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: چاه نیمه‌های سیستان تنها منبع تأمین کننده آب شرب زابل و زاهدان بوده و بررسی فاکتورهای کیفیت آب آن‌ها به نظر می‌رسد. هدف این مطالعه برخی از فاکتورهای کیفیت آب چاه نیمه (سولفات، نیترات، منیزیم، آمونیاک، قلیابیت، کلرین و سختی)، مقایسه آن‌ها در بین ایستگاه‌ها و مقایسه آن‌ها با استانداردهای موجود است.

روش بررسی: نمونه برداری از ۶ ایستگاه و از ۱۹ نقطه در سطح چاه نیمه شماره ۱ در شهریور ۱۳۸۹ همراه با اندازه‌گیری EC و pH آب انجام شد. فاکتورهای مورد نظر توسط دستگاه فتومتر ۸۰۰۰ اندازه‌گیری شدند. مقایسات آماری با نرم افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

یافته‌ها: غلظت سولفات ۱۰۶ تا ۱۲۴ میلی‌گرم بر لیتر، سختی منیزیم بر حسب کربنات کلسیم ۴۱۶ تا ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، غلظت آمونیاک ۰/۰۲ تا ۰/۱۰ میلی‌گرم بر لیتر، نیترات بین ۰/۵۲ تا ۰/۹۳ میلی‌گرم بر لیتر، قلیابیت ۱۲۵ تا ۲۱۵ میلی‌گرم بر لیتر، سختی ۱۸۲/۶۶ تا ۲۰۵/۳۳ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم، کلرین بین ۰/۰۵ تا ۰/۱۹ میلی‌گرم بر لیتر، کلسیم ۶۷ تا ۹۴ میلی‌گرم بر لیتر، میزان EC ۵۵۹/۳۳ تا ۶۰۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر و pH ۸/۴۵ تا ۸/۷۹ متغیر بود. هیچ یک از فاکتورهای اندازه‌گیری شده در بین ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند.

بحث و نتیجه‌گیری: بر این اساس میزان این فاکتورها دارای پراکنش یکسانی بوده و از منابع نقطه‌ای منشأ نمی‌گیرند. نتیجه مقایسه مقادیر با استاندارد حاکی از آن بود که میزان سولفات، نیترات، آمونیاک، قلیابیت، کلسیم، کلر، سختی، pH و EC نسبت به استاندارد تعیین شده برای آب آشامیدنی دارای مقدار پایین‌تری بودند. در عین حال مقدار منیزیم از حد مطلوب و حد مجاز غلظت بیش‌تری داشت. بنابر یافته‌های موجود فاکتورهای بررسی شده در آب چاه نیمه از کیفیت مطلوبی برخوردار هستند.

واژه‌های کلیدی: چاه نیمه، کیفیت آب، فاکتورهای فیزیک و شیمیایی، استانداردهای کیفی آب آشامیدنی.

*۱- (مسوول مکاتبات): عضو هیأت علمی گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲- استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

Survey of Some Water Quality Parameters in Sistan Drinking Water Sources (Chahnimeh Reservoir Number 1) and Compares Them with Existing Standards

Fatemeh Einollahipeer^{1*}

fateme.eynollahi@yahoo.com

Narjes Okati¹

Mostaffa Ghafari²

Abstract

Background and Objective: The Chahnimeh reservoirs in Sistan currently provide main source of drinking water for Zabul and Zahedan Cities. Therefore the survey of quality factors in this region appears to be essential. The aims of this study are survey of water quality factors (sulfate, nitrate, magnesium, ammonia, alkalinity, calcium, chlorine and hardness) and comparison among sampling stations and available standards.

Method: Samples for laboratory studies were collected from 6 stations including 19 points in August 2010 from the surface of Chahnimeh. During sampling the EC and pH were measured. Then each factor was obtained with photometer 8000 Palintest. The statistical analysis was promoted with SPSS software and Excel was used for graphs.

Findings: According to the results, Sulfate obtained between 106-124 mg/l, Magnesium concentration based on CaCO₃ measured between 416-600 mg/l, Ammonia concentration between 0.02-0.10 mg/l, Nitrate concentration between 0.52-0.93 mg/l, Alkalinity between 125-215 mg/l, Hardness between 182.66-205.33 mg/l Calcium Carbonate, EC between 559.33-604 Calcium, Chloride and Hardness µm/cm and pH between 8.45-8.79 was variable. Based on statistical analysis, any factors was not show significant different among stations.

Conclusion: Accordingly, these factors have the same distribution among the stations and they are not affected by point sources. Each factors was compared with available standards for drinking water. These comparison were suggest the factors including sulfate, nitrate, ammonia, alkalinity, calcium, chlorine, hardness, pH and EC have been lower than the standards set for drinking water While, The concentration of magnesium was higher than the levels them. According to the results, Chahnimeh Reservoir has desirable quality.

Keywords: Chahnimeh, Water Quality, Physicochemical Parameters, Quality Standards of Drinking Water.

1- Faculty Member of Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Zabul, Zabul, Iran. * (Corresponding Author)

2- Assistance Professore, Department of Fisheries Science, Faculty of Natural Resources, University of Zabul, Zabul, Iran.

مقدمه

دریاچه‌ها و رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع آب‌های سطحی هستند. آب این منابع همواره مقادیری املاح، مواد معلق و گازهای محلول را به همراه داشته که در نتیجه در مناطق مختلف ویژگی‌های متفاوتی به خود بگیرد. کیفیت آب‌های سطحی به عوامل مختلفی از جمله عوامل هیدرولوژیکی، فیزیکی-شیمیایی و بیولوژیکی وابسته است (۱). عوامل شیمیایی بر توانایی حلالیت آب تأثیرگذار بوده و می‌تواند برخی از ترکیبات را به صورت محلول در بیاورد. املاح موجود در آب بخشی از این ترکیبات را تشکیل می‌دهند (۲). مقدار کل جامدات حل شده، سولفات، قلیائیت، سختی، فلزات، مواد آلی و غیره از جمله عوامل مربوط به کنترل کیفیت شیمیایی آب به شمار می‌روند (۳). اکسیژن محلول و دما به طور معمول مهم‌ترین متغیرهای کنترل کیفیت آب‌های سطحی هستند (۴). pH کم موجب افزایش حلالیت مواد معدنی از جمله فلزات در آب و در نهایت ایجاد مسمویت برای آبزیان می‌گردد. نیتروژن و فسفر از مهم‌ترین مواد مغذی بوده و در بعضی شرایط به عنوان آلاینده آب به شمار می‌روند (۵). در عین حال وقتی میزان آن‌ها از حد معینی فراتر رود، باعث ایجاد پدیده یوتروفیکاسیون یا پرغذایی شوند، که این پدیده شکوفایی جلبکی را به همراه خواهد داشت (۶ و ۷). وجود سولفات در آب آشامیدنی می‌تواند موجب بروز طعم در آب شود (۶). حد مجاز سولفات در آب تا ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بوده و در این مقدار طعم آب به حداقل می‌رسد (۸ و ۹). یون کلرید از جمله آنیون‌های معدنی اصلی موجود در آب است که در آب‌های طبیعی به شکل کلرید (Cl⁻) و به شکل یون کلر در سنگ‌های رسوبی غنی از این یون ناشی می‌شود (۱۰). کلسیم به عنوان یک ماده مغذی برای گیاهان و یک ماده معدنی برای انسان و حیوانات محسوب می‌شود. این ماده از مهم‌ترین عوامل سختی در آب نیز محسوب می‌شود (۱۱). بنابراین وجود آب آشامیدنی سالم می‌تواند نقش بسزایی در سلامت جامعه داشته باشد و بررسی پارامترهای تعیین‌کننده کیفیت آب در محیط‌های آبی ضروری است. شکوهی و همکاران (۱۲) با بررسی برخی

پارامترهای تعیین‌کننده کیفیت آب از قبیل اکسیژن محلول، دمای آب، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و شیمیایی، محتمل‌ترین تعداد کلی‌فرم، کلی‌فرم‌های مدفوعی، کدورت، کل جامدات محلول، کل جامدات، pH، هدایت ویژه آب و دیگر پارامترهای کیفی دریاچه پشت سد آیدغموش نشان دادند که کیفیت آب دریاچه پشت سد آیدغموش برای استفاده‌های مختلف مناسب می‌باشد.

ابراهیم پور و محمدزاده (۱۳) با بررسی کیفیت آب دریاچه زریوار نشان دادند که عامل اصلی کنترل شیمی آب در منطقه هوازدگی سازنده ای زمین‌شناسی بوده و از نظر مصارف کشاورزی، صنعتی به ترتیب در رده‌های خوب، خورنده قرار می‌گیرد. نتایج مطالعه دانیالی (۱۴) حاکی از آن بود که عوامل مختلفی از جمله بارندگی، دبی آب ورودی، مشخصات مختلف حوضه آبخیز، آب و هوا و از همه مهم‌تر استفاده از اراضی اطراف مسیر سرچشمه آب ورودی تا مخزن سد خمیران به دلیل دوری برای مصرف کشاورزی، مرغ‌داری و آبی‌پروری و مصارف مختلف روستاهای منطقه مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تغییرات کیفی آب سد می‌باشند.

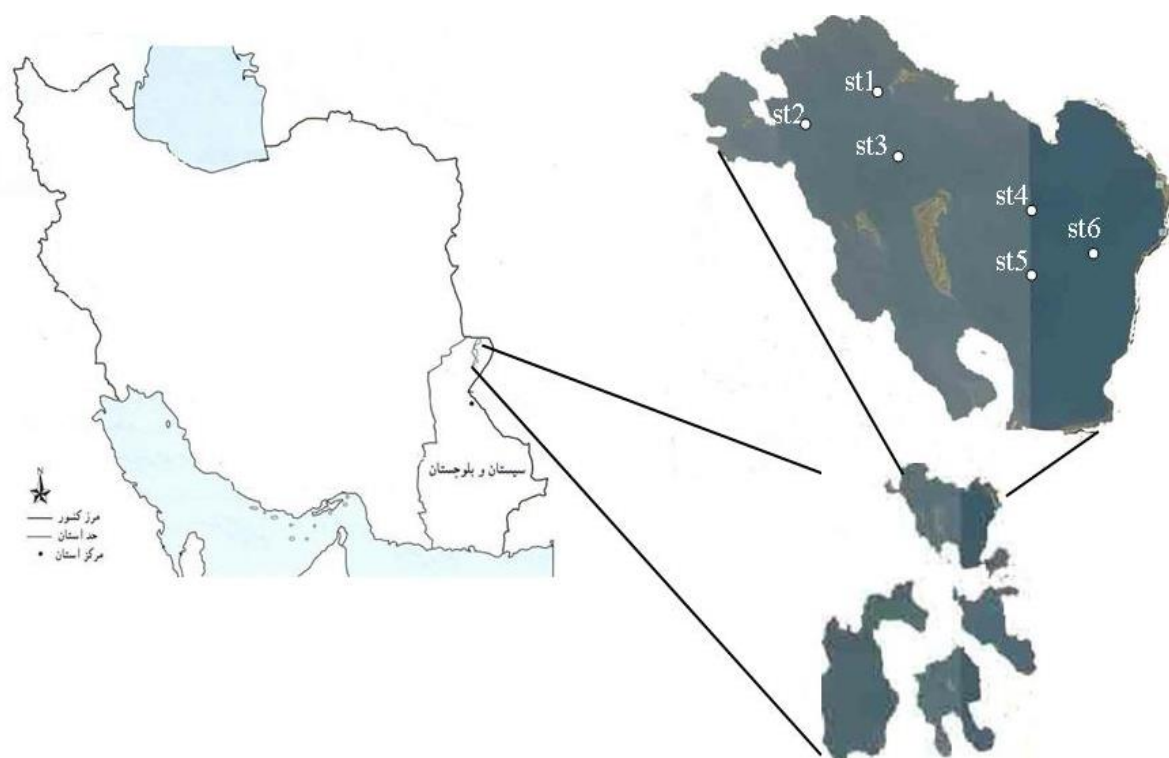
مخازن آبی چاه نیمه مهم‌ترین منبع تأمین آب شرب زابل و زاهدان می‌باشد، که اهمیت بسیاری در تأمین آب آشامیدنی، حفظ حیات منطقه و تأمین آب کشاورزی دارد و مدیریت و کنترل کیفیت این منبع آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در عین حال در ارتباط با فاکتورهای تعیین‌کننده کیفیت آب منطقه اطلاعات محدودی موجود بوده و بررسی و تعیین کیفیت آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. هدف از انجام این کار بررسی فاکتورهای سولفات، نترات، سختی منیزیم بر حسب کربنات کلسیم، آمونیاک، قلیائیت، کلسیم، کلر، سختی، pH و EC در آب چاه نیمه شماره یک و مقایسه آن‌ها با استانداردهای موجود است.

روش بررسی

این مطالعه در شهریور ۱۳۸۹ در چاه نیمه شماره یک انجام شد. برای انجام کار در سطح چاه نیمه شنش ایستگاه و در

گیری شد. در آزمایشگاه برای اندازه گیری هر یک از فاکتورهای سولفات، نیترات، سختی منیزیم بر حسب کربنات کلسیم، آمونیاک، قلیابیت، کلسیم، کلرین و سختی به روش فتومتری از دستگاه فتومتر Palintest 8000 استفاده شد. نمونه های آب قبل از آنالیز به وسیله کاغذ صافی ۰/۵۴ میکرومتر فیلتر شدند و سپس بوسیله قرص های معین مطابق دستورالعمل آماده سازی و تنظیم با شماره معین که در جدول شماره ۲ آورده شده است، توسط فتوتر ۸۰۰۰ مارک Palintest آنالیز گردید (۱۵ و ۱۶). غلظت هر یک از فاکتورها بر حسب میلی گرم بر لیتر به دست آمد و نتایج حاصله توسط نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۳ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

مجموع این شش ایستگاه ۱۹ نقطه انتخاب شد و نمونه برداری از این نقاط صورت گرفت. بدین ترتیب ۳ ایستگاه در منطقه ورودی آب (ایستگاه های ۱، ۲ و ۳) و ۳ ایستگاه نیز در منطقه برداشت آب (ایستگاه های ۴، ۵ و ۶) تعیین گردید (جدول و شکل ۱). از هر یک از نقاط از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی متری آب توسط بطری های شیشه ای تاریک یک لیتری استفاده شد. قبل از نمونه برداری تمامی بطری ها توسط اسیدنیتریک ۱۰ درصد رقیق شده کاملاً شستشو داده شده و سپس با استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر آب کشی گردیدند (۱۴). دو پارامتر EC و pH در حین نمونه برداری سنجش آنها نیز صورت گرفته است. هدایت الکتریکی نمونه ها با استفاده از دستگاه EC متر پرتابل Wagtech و pH نمونه ها با استفاده از دستگاه pH متر پرتابل Wagtech در زمان نمونه برداری در محل اندازه



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure1- The studied area

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی هر یک از نقاط در سطح چاه نیمه

Table 1-The geographic position of each station in Chahnimeh

ایستگاه ها	نقاط	مختصات
	۱	N ۳۰° ۵۱' ۸۰" E ۶۱° ۴۱' ۱۱"
۱	۲	N ۳۰° ۵۱' ۶۸" E ۶۱° ۴۱' ۸۷"
	۳	N ۳۰° ۵۱' ۸۴" E ۶۱° ۴۰' ۹۶۲"
۲	۱	N ۳۰° ۵۱' ۱۷۷" E ۶۱° ۴۰' ۸۳۸"
	۲	N ۳۰° ۵۱' ۱۹" E ۶۱° ۴۰' ۶۱۹"
	۳	N ۳۰° ۵۱' ۴۵" E ۶۱° ۴۰' ۴۳۴"
۳	۱	N ۳۰° ۵۰' ۷۶۴" E ۶۱° ۴۰' ۴۶۸"
	۲	N ۳۰° ۵۰' ۵۲۱" E ۶۱° ۴۰' ۲۹۳"
	۳	N ۳۰° ۵۰' ۷۳۳" E ۶۱° ۴۰' ۹۴"
۴	۱	N ۳۰° ۵۰' ۸۳۴" E ۶۱° ۴۰' ۱۷"
	۲	N ۳۰° ۴۹' ۶۶۴" E ۶۱° ۴۱' ۱۹۳"
	۳	N ۳۰° ۴۹' ۶۶۵" E ۶۱° ۴۱' ۶"
۵	۱	N ۳۰° ۴۹' ۶۸۲" E ۶۱° ۴۰' ۸۶۷"
	۲	N ۳۰° ۴۹' ۷۸۰" E ۶۱° ۴۰' ۷۷۵"
	۳	N ۳۰° ۵۱' ۱۷۷" E ۶۱° ۴۰' ۸۳۸"
۶	۱	N ۳۰° ۴۹' ۵۶۸" E ۶۱° ۴۰' ۹۵۷"
	۲	N ۳۰° ۴۹' ۹۲۹" E ۶۱° ۴۱' ۱۱۶"
	۳	N ۳۰° ۵۰' ۶۵۳" E ۶۱° ۴۱' ۹۷۳"
	۴	N ۳۰° ۵۰' ۶۳۵" E ۶۱° ۴۱' ۸۷۰"

جدول ۲- طول موج و شماره برنامه برخی از پارامترهای آب چاه نیمه شماره یک

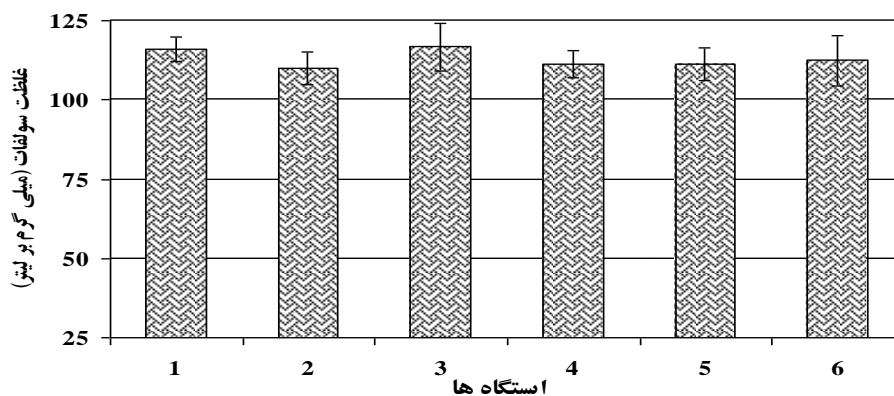
Table 2: the wevelenth and number of progam for some parameters in Chahnimeh 1

سختی	کلر	کلسیم	قلیابیت	آمونیاک	سختی منیزیم بر حسب CaCO ₃	نیترات	سولفات	پارامتر شاخص
۵۷۰	۵۷۰	۵۷۰	۶۴۰	۶۴۰	۵۲۰	۵۷۰	۵۲۰	طول موج
۱۵	۷	۱۲	۲	۴	۲۱	۲۳	۳۲	شماره برنامه

یافته ها

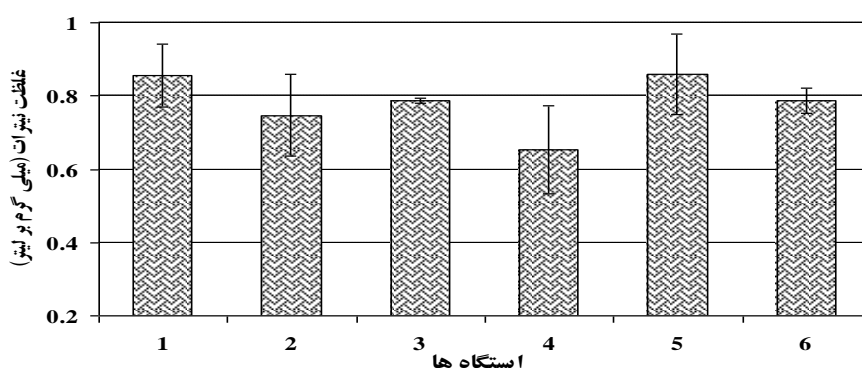
گرم بر لیتر اندازه گیری شد که بر اساس نتایج حاصل از آزمون آماری سختی منیزیم بر حسب کربنات کلسیم در بین ایستگاه های مختلف تفاوت معنی داری نداشت (ANOVA, $P>0.05$) (شکل ۴). غلظت آمونیاک بدون تفاوت معنی دار 0.05 ، 0.05 ، 0.08 ، 0.04 ، 0.06 و 0.04 میلی گرم بر لیتر در ایستگاه ها اندازه گیری شد (شکل ۵). میزان کلر در بین ایستگاه ها نیز بدون تفاوت معنی دار به ترتیب 0.10 ، 0.12 ، 0.05 ، 0.14 و 0.11 میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد (شکل ۶).

بر اساس نتایج حاصل میزان سولفات 116 ، 110 ، $116/66$ ، $111/33$ ، $111/33$ و $112/50$ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد و در بین ایستگاه های مختلف معنی دار نبود (ANOVA, $P>0.05$) (شکل ۲). غلظت نیترات در ایستگاه های مختلف به ترتیب 0.85 ، 0.74 ، 0.78 ، 0.65 ، 0.86 و 0.78 میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد که این مقادیر در بین ایستگاه های مختلف تفاوت معنی داری نداشتند (شکل ۳). سختی منیزیم بر حسب کربنات کلسیم در بین ایستگاه های مختلف به ترتیب $487/50$ و $483/33$ ، $426/66$ ، 416 ، $453/33$ ، $517/87$ میلی



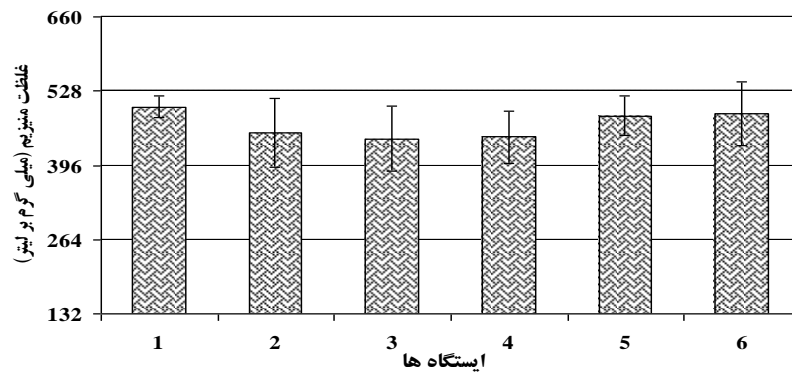
شکل ۲- مقایسه غلظت سولفات آب در بین ایستگاه های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure 2- Comparison the concentration of Sulfate among deferent stations in Chahnimeh 1



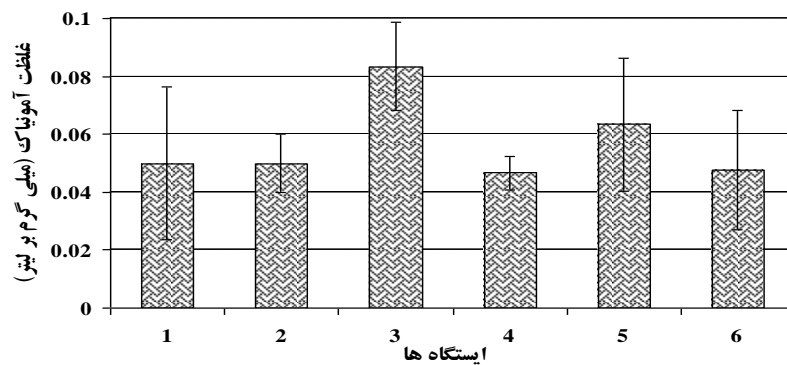
شکل ۳- مقایسه غلظت نیترات آب در بین ایستگاه های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure3- Comparison the concentration of Nitrate among deferent stations in Chahnimeh 1



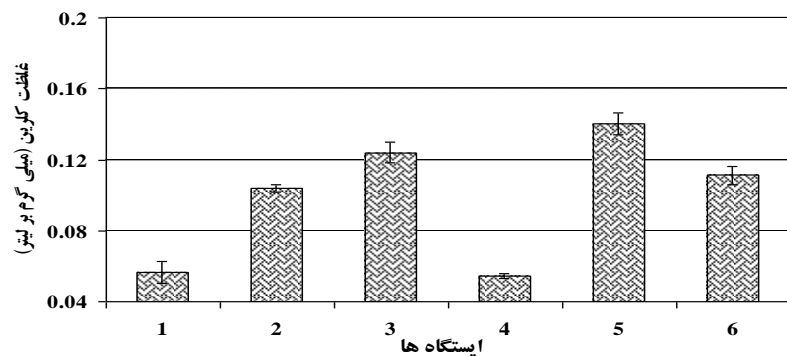
شکل ۴- مقایسه سختی منیزیم بر حسب کربنات کلسیم آب در بین ایستگاه‌های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure4- Comparison the concentration of Magnesium among deferent stations in Chahnimeh 1



شکل ۵- مقایسه غلظت آمونیاک آب در بین ایستگاه‌های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure5- Comparison the concentration of Amonia among deferent stations in Chahnimeh 1



شکل ۶- مقایسه غلظت کلرین آب در بین ایستگاه‌های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

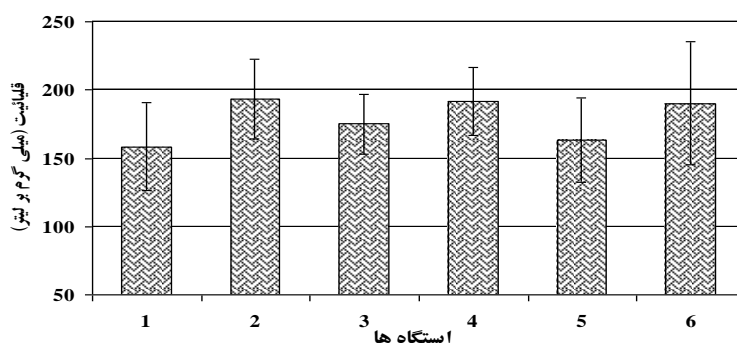
Figure6- Comparison the concentration of Chlorine among deferent stations in Chahnimeh 1

تفاوت معنی داری را نشان ندادند (شکل ۷). میزان غلظت کلسیم در بین ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی داری نداشت. بر این اساس غلظت این فاکتور در بین ایستگاه‌های مختلف به

میزان قلیابیت در بین ایستگاه‌های ۱ - ۶ به ترتیب ۱۵۸/۳۳، ۱۹۳/۳۳، ۱۷۵، ۱۹۱/۶۶، ۱۶۳/۳۳ و ۱۹۰/۲۵ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد که این مقادیر در بین ایستگاه‌های مختلف

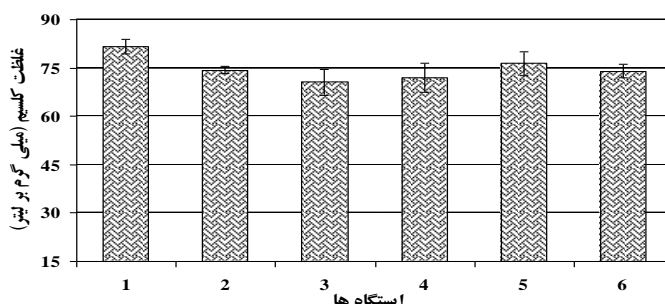
آن در بین ایستگاه های مورد بررسی به ترتیب ۵۵۹/۳۳، ۵۶۳/۶۶، ۵۶۸/۳۳، ۶۰۴، ۵۴۶ و ۵۸۷/۵۰ میکروزیمنس بر سانتی متر به دست آمد که میزان آن در بین ایستگاه های مختلف تفاوت معنی داری نداشت. میزان pH نیز در بین ایستگاه های مختلف به ترتیب ۸/۷۷، ۸/۷۹، ۸/۴۵، ۸/۶۸، ۸/۷۷ و ۸/۶۵ به دست آمد که مقدار آن در بین ایستگاه های مختلف تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۱۱).

ترتیب ۸۱/۶۶، ۷۴/۳۳، ۷۰/۶۶، ۷۲، ۷۶/۳۳ و ۷۴ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد (شکل ۸). از طرف دیگر میزان سختی آب ۱۹۵، ۲۰۴، ۲۰۵/۳۳، ۱۹۸، ۱۸۲/۶۶ و ۱۸۹/۵۰ میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم به ترتیب برای ایستگاه های ۱ - ۶ اندازه گیری شد که تفاوت مقدار این فاکتور نیز در بین ایستگاه های مختلف معنی دار نبود (شکل ۹). شکل ۱۰ میزان EC را در بین ایستگاه های مختلف نشان می دهد. بر این اساس میزان



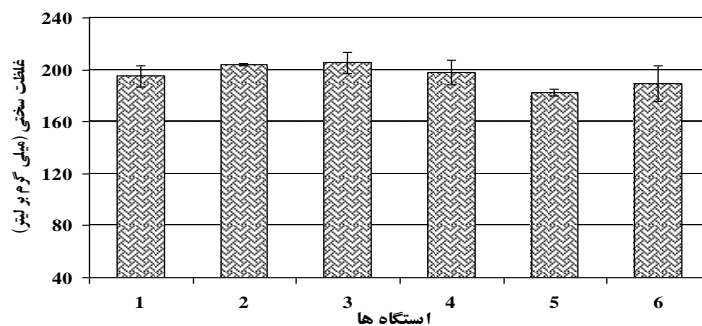
شکل ۷- مقایسه قلیائیت آب در بین ایستگاه های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure7-Comparison the concentration of Alkalinity among deferent stations in Chahnimeh 1



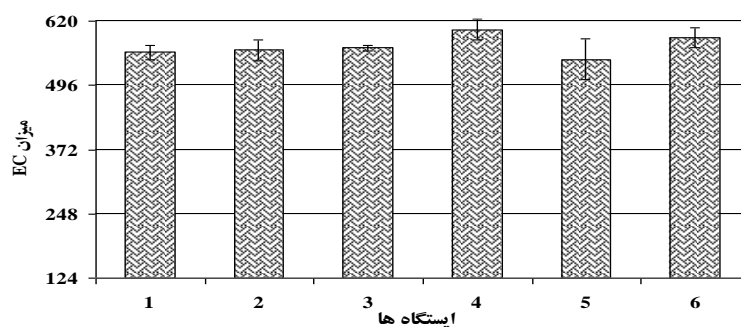
شکل ۸- مقایسه غلظت کلسیم آب در بین ایستگاه های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure8-Comparison the concentration of Calcium among deferent stations in Chahnimeh 1



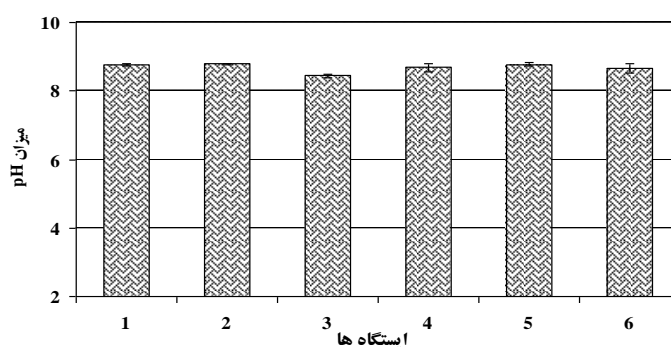
شکل ۹- مقایسه میزان سختی آب بر حسب میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم در بین ایستگاه های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure 9- Comparison the Hardness in mg/l in CaCO₃ among deferent stations in Chahnimeh 1



شکل ۱۰- مقایسه میزان EC آب در بین ایستگاه های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure10-Comparison the EC among deferent stations in Chahnimeh 1



شکل ۱۱- مقایسه میزان pH آب در بین ایستگاه های مختلف در سطح چاه نیمه شماره یک

Figure11-Comparison the pH among deferent stations in Chahnimeh 1

بحث و نتیجه گیری

بنابراین میزان منیزیم از حد مجاز تعیین شده بالاتر می باشد. میزان سختی آب می تواند بر حسب بی کربنات کلسیم و منیزیم دسته بندی شود. در اینجا سختی آب بر حسب بی-کربنات کلسیم با جدول شماره ۴ مقایسه شده است دیندارلو و همکاران (۱). بر این اساس با توجه به مقدار ۱۹۷/۵۰ میلی گرم بر لیتر از کربنات کلسیم آب چاه نیمه در زمره آب با سختی متوسط دسته بندی می شود. بیش از ۳۰۰ میلی گرم در زمره آب های خیلی سخت محسوب می شود و از آنجایی که میزان سختی در آب چاه نیمه کم تر از این مقدار است، آب این مخزن در زمره آب های خیلی سخت قرار نمی گیرد. ابراهیم پور و محمد زاده (۱۳) با بررسی میزان سختی آب دریاچه زریوار نشان دادند که آب این دریاچه در زمره آب های سخت دسته بندی می شود.

نتایج حاصل از مقایسه نقطه ای هر یک از فاکتورهای مورد بررسی نشان می دهد که این مقادیر در کل دریاچه دارای پراکنش یکنواختی بوده و از منابع نقطه ای منشأ نمی گیرند. در جدول شماره ۳ مقادیر هر یک از فاکتورهای اندازه گیری شده با مقدار تعیین شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۷)، استاندارد اروپا و کانادا (۱۸) برای آب آشامیدنی مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج نشان داد که تمامی فاکتورهای نیترات، آمونیاک، قلیابیت، کلسیم، کلر، سختی، pH و EC از استانداردهای تعیین شده دارای مقدار پایین تری بودند. غلظت سولفات نیز از استانداردهای ایران، اروپا و کانادا کم تر بود. میزان تعیین شده استاندارد ملی برای منیزیم نیز به این ترتیب است که حداکثر مطلوب منیزیم در آب آشامیدنی ۵۰ و حداکثر مجاز این فاکتور ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر است.

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای شیمیایی آب چاه نیمه شماره ۱ با استانداردهای موجود

Table 3- Comparison some chemical parameters with standards in Chahnimeh 1

کانادا (۱۸)	اروپا (۱۸)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۷)		میانگین	پارامتر (میلی گرم بر لیتر)
		حداکثر مجاز	حداکثر مطلوب		
۵۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۲۵۰	۱۱۲/۹۷	سولفات
-	۵۰	۵۰	۱۰	۰/۷۸	نیتрат
-	۵۰	۱۵۰	۳۰	۴۷۷/۸۰	سختی منیزیم بر حسب کربنات کلسیم
۱/۳۷-۲/۲	۰/۰۰۵-۰/۰۲۵	-	۱/۵	۰/۰۵	آمونیاک
-	-	-	-	۱۷۸/۶۵	قلیائیت
-	-	۲۵۰	۷۵	۷۴/۸۳	کلسیم
۱	۰/۰۲	۰/۴	۰/۲۵	۰/۰۷	کلرین
-	-	۵۰۰	۳۵۰	۱۹۵/۷۵	سختی کل (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)
۶/۵-۹	۶-۹	۶/۵-۹	۶/۵-۸/۵	۸/۶۸	pH
-	-	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۵۷۱/۴۷	EC (میکروزیمنس بر سانتی متر)

یا یوتروف دسته بندی می شود (۲۳). بنابراین با مقایسه میانگین نیترات به دست آمده در آب چاه نیمه با این مقادیر، آب دریاچه پرغذا و یا یوتروف نبوده و در وضعیت مطلوبی قرار دارد. مسعودی و همکاران (۲۴) با بررسی که در مخزن سد بوکان در شهر سقز انجام دادند، دریافتند که میزان غلظت نیترات از دامنه تعیین شده برای پرغذایی بالاتر بوده و عنوان کردند که آب دریاچه تغذیه گرا است. آن‌ها عامل ایجاد کننده بو و طعم را در مخزن سد بوکان ترکیب آلی Geosmin که توسط نوعی جلبک سبز آبی به نام میکروسیستیس (نوعی سیانوباکتری که در محیط های آب شیرین موجب آلودگی می شود) ایجاد می شود عنوان کردند.

حداکثر مطلوب: حداکثر مقداری که عدم تأمین آن فقط کاهش کیفیت را به دنبال دارد و آب برای آشامیدن مناسب است. حداکثر مجاز: حداکثر مقداری از غلظت املاح در آب که استمرار شرب آب سلامتی انسان ۷۵ کیلوگرمی با مصرف روزانه ۲/۵ لیتر را به خطر نیندازد. غلظت نیترات و فسفات موجود در آب می تواند وضعیت دریاچه را از لحاظ پرغذایی یا کم غذایی نشان دهند. با توجه به غلظت این ترکیبات، دریاچه در سطوح مختلف الیگوتروف، مزوتروف، یوتروف و دیستروف دسته بندی می شود و اگر غلظت این مواد از حد معینی فراتر رود، می تواند باعث به وجود آمدن پدیده یوتریفیکاسیون شده و در نهایت زوال اکوسیستم را به همراه داشته باشد (۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲). بر اساس بررسی های انجام شده در کنار فسفات اگر غلظت نیترات بین ۰/۳۹۳ تا ۶/۱۰۰ میلی گرم بر لیتر باشد، دریاچه در زمره دریاچه های پرغذا

جدول ۴- مقایسه میزان سختی آب چاه نیمه بر اساس کربنات کلسیم با مقادیر تعیین شده

Table 4- comparison the hardness in CaCO₃ in Chahnimeh 1

غلظت کربنات کلسیم (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)	درجه بندی آب از نظر سختی
۵۰ >	آب نرم
۱۰۰-۵۵	سختی کم
۲۰۰-۱۰۰	سختی متوسط
۵۰۰-۲۰۰	آب سخت
۱۹۷/۵۰	آب چاه نیمه

هدایت الکتریکی ۱۵۰-۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر دارای ارزش شیلاتی است و خارج از این محدوده نشان دهنده عدم مطلوبیت آب برای گروه های خاصی از ماهیان و بی مهرگان می باشد. EC بالاتر از این محدوده و تغییرات آن در مکان های مورد بررسی می تواند ناشی از یک منبع آلودگی به خصوص آلودگی صنعتی در منطقه باشد. در بررسی حاضر این فاکتور در بین ایستگاه های مختلف تفاوت معنی داری را نشان نداد. مقدار متوسط آن در منطقه مورد مطالعه ۵۷۱/۴۷ میکروموس بر سانتی متر بود. لذا EC منطقه مورد مطالعه در محدوده نرمال بوده و دارای قابلیت شیلاتی و محیط زیستی است. در مطالعه ای که نادری جلودار و همکاران (۱۵) بر آب رودخانه هراز انجام دادند با بررسی EC در آب منطقه به نتایج مشابهی دست یافتند. آب با سختی بیش از ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر در زمره آب های خیلی سخت محسوب می گردند (۲). با توجه به اینکه مقدار اندازه گیری شده در آب چاه نیمه کم تر از این مقدار است، آب این مخزن جزء آب های خیلی سخت دسته بندی نمی شود. با بررسی که دیندارلو و همکاران (۱) بر کیفیت آب شرب بندرعباس انجام دادند، دریافتند که میزان سختی در آب این منطقه بیش تر از ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر بوده و آنها نشان دادند که آب این بخش از جمله آب های سخت می باشد. بر اساس مقایسات انجام شده با استانداردهای موجود میزان هر یک از فاکتورهای سولفات، نیترات، آمونیاک، کلیاتیت، کلسیم، کلرین، سختی، pH و EC نسبت به استانداردهای موجود غلظت پایین تری داشتند. در عین حال غلظت منیزیم از حد مطلوب و حد مجاز بیش تر بود. غلظت نیترات با میزان تعیین شده برای سطح دریاچه از لحاظ پرغذایی مقایسه شد و

بر اساس مقایسات آماری انجام شده میزان نیترات در بین ایستگاه های مختلف تفاوت معنی داری نداشت. در نتیجه فعالیت های انجام شده در اطراف مخزن آبی چاه نیمه بر تغییرات غلظت این فاکتور تأثیر گذار نیستند. در مطالعه نجات خواه معنوی و همکاران (۲۵) میزان نیترات آب های حوضه جنوب غربی دریاچه خزر ۰/۰۶۱ تا ۰/۱۳۷ میلی گرم در لیتر به دست آمد. آن ها غلظت بالای نیترات در این ناحیه را ناشی از روان آب ناشی از رودخانه سفیدرود دانستند. نادری جلودار و همکاران (۱۵) با بررسی فاکتور نیترات در رودخانه هراز افزایش فعالیت مزارع پرورش ماهی در اطراف این ایستگاه ها را عامل افزایش دهنده غلظت نیترات در آب رودخانه عنوان کردند. فروزان و همکاران (۱۶) با بررسی میزان نیترات در آب های معدنی طبیعی موجود در استان آذربایجان غربی عنوان کردند که عدم وجود فعالیت های نقطه ای در منطقه باعث می شود که میزان نیترات در آب منطقه در بین ایستگاه های مختلف متفاوت نباشد. در عین حال میزان نیترات در آب اندازه گیری شده از استانداردهای تعیین شده غلظت بالاتری داشت که آن ها اعمال احتیاط در مصرف آب را توصیه کردند. میزان pH آب تأثیرات مستقیم (بواسطه یون اسیدی یا بازی) و غیر مستقیم (از طریق انحلال مواد سمی در آب و یا تبدیل کیفی مواد مانند تبدیل آمونیوم به آمونیاک) بر محیط آبی و موجودات آبی دارد. EC نشان دهنده قابلیت عبور جریان برق در آب می باشد (۹). در بررسی میزان EC بخش های جنوب غربی دریاچه خزر EC در رودخانه های ایالات متحده بین ۵۰ تا ۱۵۰ میکروموس بر سانتی متر گزارش گردید (۲۶ و ۲۷) با بررسی میزان EC در آب های داخلی آمریکا نشان دادند که آب هایی با قابلیت

- applications in the workplace, Van Nostrand Reinhold, New York.
- 11- Gasarett, D., and Doull's, A. (1986). Toxicology, the Basic Science of Poisons; 3rd Edition, Macmillan Publishing Co., New York.
- ۱۲- شکوهی، ر.، حسین زاده، ا.، روشنایی، ق.، علیپور، م.، و حسین زاده، س. 1390. بررسی کیفیت آب دریاچه پشت سد آیدغوش با استفاده از شاخص ملی کیفیت آب (NSFWQI) و تغییرات پارامترهای کیفی آب. فصلنامه سلامت و محیط زیست. 4 (14): 439-450.
- ۱۳- ابراهیم پور، ص.، و محمدزاده، ح. 1390. بررسی هیدروژئوشیمی و عوامل کنترل کننده شیمی آب دریاچه زریوار (زریبار). هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. دانشگاه صنعتی شاهرود.
- ۱۴- دانیالی، س. ر. 1386. بررسی عوامل تأثیرگذار بر سد خمیران. فصلنامه محیط زیست. 44، ص 36-42.
- ۱۵- نادری جلودار، م.، اسماعیلی ساری، ع.، احمدی، م.، سیف آبادی، س. ج.، و عبدلی، ا. 1385. بررسی آلودگی ناشی از کارگاه های پرورش ماهی قزل آلاهی رنگین کمان بر روی پارامترهای کیفی آب رودخانه هراز. مجله علوم محیطی، سال چهارم. شماره 2.
- ۱۶- فروزان، ش.، بنی حبیب، ا.، رحیمی راد، ا.، معتمدیان، ن.، محمدی، د.، و یگانه، س. 1387. بررسی وجود فلزات سنگین، مقادیر نترات، نیتريت و ویژگی های میکروبی آب های معدنی موجود در استان آذربایجان غربی. هجدهمین کنگره علوم و صنایع غذایی، پارک علم و فناوری خراسان، پژوهشکده علوم غذایی خراسان رضوی.
- ۱۷- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1388. آب آشامیدنی - ویژگی های فیزیکی و شیمیایی، تجدید نظر پنجم.
- مشخص گردید که آب چاه نیمه در زمره آب های یوتروف یا پرغذا قرار نمی گیرد.
- منابع**
- ۱- دیندارلو ک. علیپور و. و فرشیدفر، غ. 1385. کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس، مجله پزشکی هرمزگان. شماره 1، صفحات 57-85.
- 2- Wachinski AM. (2003). Water quality. 3rd ed, AWWA.
- 3- Selong J.H. and Helfrich A. (1998). Impact of trout culture effluent on water quality and biotic communities in Virginia Headwater streams, The Progressive Fish-Culturist, 60, 247-262.
- 4- Lin, S. (2005). Water and Wastewater Calculation Manual, McGraw-Hill.
- 5- Addy K. and Green L. (1996). Natural resources facts, University of Rhode Island, College of Resource development, Department of natural resources science, No 96-2.
- 6- McGuire, M.J. (1995). Off-flavor as the consumer's measure of drinking water safety", Journal of Water Science and Technology, 31,1-8.
- 7- WD-BB3. (2010). Lake eutrophication, Environmental Fact Sheet, 29 Hazen Drive. Concord, New Hampshire, 03301, (603) 2713503.
- 8- Smolders, A.J.P., and Roelofs, J.G.M. (1993). Sulphate mediated iron limitation and eutrophication in aquatic ecosystems, Aquatic Botany, 46, 247-253.
- ۹- شریعت پناهی م. 1377. اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ص 22-23.
- 10- Williams, P.L., and Burson A. (1994). Industrial toxicology safety and health

- competition between chloride and sulphate with phosphate for binding sites, *Biogeochemistry*, 50, 183–194.
- 23- Wetzel, G.R. (2001). *Limnology: lake and river ecosystem*, Third edition.
- ۲۴- مسعودی، ص.، تجریشی، م.، موسوی، ر.، ابریشمچی، ا. 1383. تشخیص و اندازه گیری ترکیبات مولد طعم و بو در مخازن آب، اولین کنگره ملی مهندسی عمران. دانشگاه صنعتی شریف.
- ۲۵- نجات خواه معنوی، پ.، پاسندی، ع.، سقلی، م.، بهشتی نیا، ن.، و میرشکار، د. 1388. بررسی میزان نیترات و فسفات در حوضه جنوب شرقی دریای مازندران در فصل بهار و تابستان. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی. ص 12-19.
- 26- EPA. (1996). *Quality criteria for waters*, Washington D. C.
- 27- Kelly T.R., Herida J., and Mothes, J. (1998). Sampling of the Mackinaw River in central Illinois for physicochemical and bacterial indicators of pollution. *Transaction of Illinois State Academy of Science*, 91, 145-154 .
- Chapman, D. (2002). *Water quality assessment – A Guide to the use of Biota, sediment and water in environmental monitoring*, Chapman and Hall, London
- ۱۹- استاندارد صنعت آب و آبفا. 1389. دستورالعمل اجرایی پایش آب مخازن پشت سدها، وزارت نیرو، معاونت امور آب و آبفا، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. نشریه شماره 330 – الف.
- 20- Murray, T.E. (1995). The correlation between iron sulphide precipitation and hypolympnetic phosphorus accumulation during one summer in a soft water lake. *Can. J. Fishery Aquatic Science*, 52, 1190–1194.
- 21- Lamers, LPM, Tomassen, H.B.M., and Roelofs, J.G.M. (1998). Sulfateinduced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environal Science Technology*, 32,199–205.
- 22- Beltman, B., Rouwenhorst, T.G., Van Kerkhoven, M.B., Van der Drift, T., and Verhoeven, J.T.A. (2000). Internal eutrophication in peat soils through