

1270P-NWWCE

بررسی روند تغییرات هدایت الکتریکی چاه‌های آب شرب

شهر ساری در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰

سیده فرزانه سلیمانی ساداتی^۱، مریم امینی^۲

۱- کارشناس ارشد شیمی آلی، کارشناس میکروبیولوژی، آزمایشگاه آب و فاضلاب شهری مازندران

۲- کارشناس ارشد شیمی کاربردی، کارشناس آزمایشگاه فاضلاب تصفیه خانه فاضلاب ساری

fsmr1357@yahoo.com

خلاصه

آب از منابع محدود و طبیعی می باشد که برای بقای انسان ضروری است. آب کافی و با کیفیت مطلوب برای ادامه حیات بشر ضروری است. توسعه بهداشت و حفاظت از محیط زیست همواره به تأمین آب سالم وابسته است. از آغاز تمدن بشری انسان‌ها همواره در ساحل رودخانه‌ها، کنار دریاچه‌ها یا چشمه‌های طبیعی ساکن شده‌اند. در پیشگیری بسیاری از بیماری‌ها مانند اسهال، وبا، تیفوئید و پارا تیفوئید، هپاتیت عفونی و اسهال آمیبی و باسیلی، آب سالم و بهداشتی حائز اهمیت بالایی است. در بین منابع آبی، آب‌های زیرزمینی برای انواع فعالیت‌های انسانی جزء منابع ارزشمند محسوب می شوند. مطالعه از نوع توصیفی، مقطعی بوده است، نمونه‌برداری‌ها در طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ به تعداد ۱۵۶ نمونه در فصل بهار هر سال از ۲۶ منبع آبی انجام شده و میزان هدایت الکتریکی بر اساس روش استاندارد انجام شد. نتایج حاصل با استاندارد آب ایران و سازمان حفاظت محیط زیست مورد مقایسه قرار گرفت. برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی از دستگاه Electro Conductivity Meter متر استفاده شد. این تحقیق به منظور پایش هدایت الکتریکی چاه‌های آب شرب شهر ساری در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق توسط نرم افزار Excel و SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میزان میانگین هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۵ شهرستان ساری برابر با $1082 \mu S/cm$ محاسبه گردید. همچنین تمامی منابع تأمین آب‌های زیرزمینی در حد مجاز محیط زیست ایران قرار دارد، به طوریکه نتایج آماری حاصل از آن نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری بین مقادیر هدایت الکتریکی در این سال‌ها با مقدار استاندارد ملی و جهانی وجود ندارد و آب شرب شهر ساری در حد مطلوب استاندارد ملی ایران قرار دارد.

کلمات کلیدی: ساری، آب شرب، کیفیت فیزیکی، هدایت الکتریکی

۱. مقدمه

رسانش مقیاسی از توانایی آب در انتقال جریان الکتریکی است. این توانایی به حضور کليه یون‌ها، تحرک و ظرفیت هریک از آنها و همچنین دمای اندازه‌گیری بستگی دارد. محلول‌های اغلب مواد معدنی هدایت‌کننده‌های خوبی هستند. در مقابل ترکیبات آلی مولکولی که در آب تفکیک نمی‌شوند جریان را بسیار ضعیف انتقال می‌دهند یا اصلاً منتقل نمی‌کنند. هدایت G عکس مقاومت تعریف می‌شود. [۱]

$$G = \frac{1}{R} \quad (1)$$

که در آن G هدایت الکتریکی و R مقاومت هستند. در فلزات هدایت الکتریکی بیشتر می باشد چون تراز انرژی بالا است و الکترون آزادشان زیاد است، هر چه قدر یونیزاسیون بیشتر باشد هدایت الکتریکی بیشتر است و هر چقدر که دما بیشتر باشد یونیزاسیون بیشتر است. [۲]

واحد مقاومت اهم (ohm) و G ohm-1 (یا mho) است. هدایت محلول بین دو الکترود بی اثر که از نظر فضایی ثابت‌اند اندازه‌گیری می‌شود. برای جلوگیری از پلاریزاسیون در سطح الکترود اندازه‌گیری هدایت توسط علائم الکتریکی متناوب انجام می‌شود. هدایت محلول با مساحت سطح الکترودها (A, cm^2) به صورت مستقیم و با فاصله الکترودها (L, cm) به صورت عکس متناسب است. [۱]

$$G = \kappa \times \frac{A}{L}$$

(۲)

ضریب تناسب هدایت (یا هدایت ویژه) نامیده می‌شود. هدایت ویژه یکی از خواص محلول بین الکترودها است و واحد آن $1/(\text{ohm.cm})$ یا mho/cm است. هدایت غالباً به صورت میکرو موهس بر سانتیمتر $\mu\text{mho/cm}$ یا میکرو زیمنس بر سانتیمتر $\mu\text{S/cm}$ گزارش می‌شود. برای مقایسه هدایت مقدار برای الکترودی با سطح 21 cm و فاصله 1 cm ارائه می‌گردد. [۱] چون در محلول‌ها، یون‌ها جریان الکتریکی را منتقل می‌کنند از این رو EC^1 (هدایت الکتریکی) با TDS^2 (کل جامدات محلول) رابطه دارد. در محلول‌های رقیق ارتباط این دو پارامتر به صورت زیر است. [۳]

$$TDS = 0.5EC$$

(۳)

وقتی غلظت ناخالصی زیاد می‌شود $\frac{\mu\text{mho}}{\text{cm}}$ $TDS > 1000 \text{ ppm}$ ، $EC > 200$ یون‌ها روی حرکت یکدیگر اثر منفی گذاشته و هدایت الکتریکی محلول همانند محلول رقیق متناسب با یون‌ها نمی‌باشد و رابطه بین TDS و EC برای هر نمونه آب فرق می‌کند. [۳] هدایت توسط دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری می‌شود. این دستگاه امکان اندازه‌گیری سریع و قابل اعتماد هدایت الکتریکی محلول را فراهم می‌کند. با استفاده از یک محلول استاندارد مانند محلول استاندارد KCl ثابت سل KS اندازه‌گیری می‌شود و در حافظه دستگاه ثبت می‌گردد. [۱] در تعیین هدایت املاح در آب دیسوسیه شده و به صورت یون باردار در می‌آیند و آب به علت داشتن همین یون‌های باردار است که هادی الکتریسته بوده و می‌تواند جریان را از خود عبور دهد. هر اندازه که مقدار دیسوسیاسیون املاح بیشتر باشد جریان بیشتری از آب عبور کرده و مقاومت جریان کمتر می‌شود و بالعکس هر قدر املاح کمتر دیسوسیه شود مقدار هدایت جریان کمتر بوده و مقاومت آن بیشتر خواهد شد. [۲] اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آب به طور منظم یک پارامتر عمومی برای سنجش کیفیت منابع آب است که پس از شناسایی یک منبع آب می‌تواند به عنوان پایه و اساس استفاده از آن منبع مد نظر قرار گیرد. تغییرات قابل توجه در مقدار این پارامتر می‌تواند نشان دهنده ورود یک جریان یا منابع آلوده به منابع آب آشامیدنی باشد. [۴] حداکثر مقدار TDS در استاندارد ملی ایران برابر 1500 mg/lit و در شرایط ویژه فقدان منبع آب با کیفیت برتر در منطقه تا 2000 mg/lit مجاز می‌باشد [۵] حداکثر مقدار TDS از نظر سازمان بهداشت جهانی (WHO)، 1000 mg/lit است. [۶] و [۷] در جدول (۱) مقدار هدایت الکتریکی برای کیفیت‌های مختلف آب آورده شده است.

جدول ۱- هدایت آب در برابر کیفیت آب [۸]

کیفیت آب	هدایت آب $\mu\text{S/cm}$
عالی	پایین تر از ۲۵۰
خوب	۲۵۰-۷۵۰
مجاز	۷۵۰-۲۰۰۰
نیاز به تصفیه	۲۰۰۰-۳۰۰۰
نامناسب برای بیشتر مقاصد	بالتر از ۳۰۰۰

آب و هوا و شرایط اقلیمی ساری:

این نوع اقلیم جلگه‌های غربی و مرکزی استان تا کوهپایه‌های شمالی البرز را شامل می‌شود. در این نواحی به دلیل کمی فاصله کوهستان و دریا رطوبت تجمع می‌یابد که بعنوان پیامد آن می‌توان بارش‌های قابل ملاحظه و دمای معتدل را ذکر کرد. میانگین بارندگی سالیانه در نوار ساحلی استان برابر

¹ Electrical conductivity

² Total dissolved solid

با ۹۷۷ میلیمتر است. [۹] در بررسی پارامتر درجه حرارت نیز مشاهده می شود که به دلیل رطوبت نسبی بالا و زیاد بودن تعداد روزهای پوشیده از ابر، دمای هوا معتدل و دامنه دمایی محدود می باشد که این وضعیت منجر به تابستان های گرم و مرطوب و زمستان های معتدل با یخبندان های اتفاقی می گردد. موقعیت جغرافیایی ویژه شهر ساری بعنوان یکی از شهرهای ساحلی دریای خزر سبب شده است که در طول سال از اثرات آب و هوایی همسایگانی چون سرزمین پهناور سیبری، دریای مدیترانه و دریای خزر و فلات مرکزی ایران بهره مند شود. در طول فصول مختلف سال توده های هوای متعددی وارد استان می شوند. [۹]

منابع آبی حوزه آبریز ساری:

منابع آب سطحی: در این حوزه رودخانه دائمی تجن وجود دارد. این رودخانه از ارتفاعات جنوب و جنوب غربی حوزه سرچشمه گرفته و به سمت شمال و شمال شرقی جاری می شود. با احداث تصفیه خانه آب شرب شهر ساری تاکنون اجرای خط انتقال از سد به شهر ساری و اجرای ۳۲ هزار مترمکعب مخزن ذخیره و همچنین اجرای ۸۰ درصد از عملیات اجرایی تصفیه خانه آب شرب در منطقه سلیم بهرام ساری در زمینی به وسعت ۱۰ هکتار انجام شد. در حال حاضر از سال ۱۳۹۴ جهت جبران کمبود آب شرب شهروندان ساروی، بخشی از ظرفیت تصفیه خانه آب شرب ساری به میزان ۵۰۰ لیتر در ثانیه راه اندازی و مورد بهره برداری قرار گرفت.

منابع آب زیر زمینی: با توجه به در مدار قرار نبودن کامل تصفیه خانه آب ساری، جمعیتی ۴۰۰ هزار نفری شهر ساری توسط ۲۹ حلقه چاه از منابع آب های زیرزمینی تأمین می گردد.

کیفیت آب زیر زمینی: بیشترین آب زیر زمینی حاصل از نفوذ آب های کوهستانی جنوبی در رسوبات درشت دانه مخروط افکنه های جنوب شهر است. کیفیت آب زیر زمینی در دامنه های جنوب و جنوب شرقی بسیار مناسب است. هر چه از این دامنه ها به سمت شمال و شمال شرق نزدیک می شویم، مقدار املاح آب زیر زمینی بیشتر و کیفیت آب نامناسب تر می شود به طوری که در نزدیکی روستای آکند، آب زیر زمینی دیگر برای شرب و زراعت مناسب نیست.

با توجه به نقش کیفیت آب در سلامتی ساکنین و لزوم اندازه گیری دائمی پارامترهای مختلف آن، این طرح به منظور تعیین کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر ساری در طی یک دوره پنج ساله (۹۵-۹۰) انجام شد. [۹]

۲. روش تحقیق:

این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی بوده که در آن مقدار هدایت الکتریکی طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ اندازه گیری شد. برای سنجش هدایت الکتریکی از دستگاه EC متر استفاده گردید که این دستگاه طبق دستورالعمل شماره ۲۵۱۰ کتاب استاندارد متد، با استفاده از غلظت های مختلف KCl کالیبره شد. تعداد نمونه ها ۲۶ نمونه در هر سال (۱۵۶ نمونه در طی پنج سال) بود که از ۲۶ چاه در سطح شهر ساری برداشت شد. چاه های تعیین شده طوری انتخاب گردید که کل مناطق شهر را به طور کامل تحت پوشش قرار دهند.

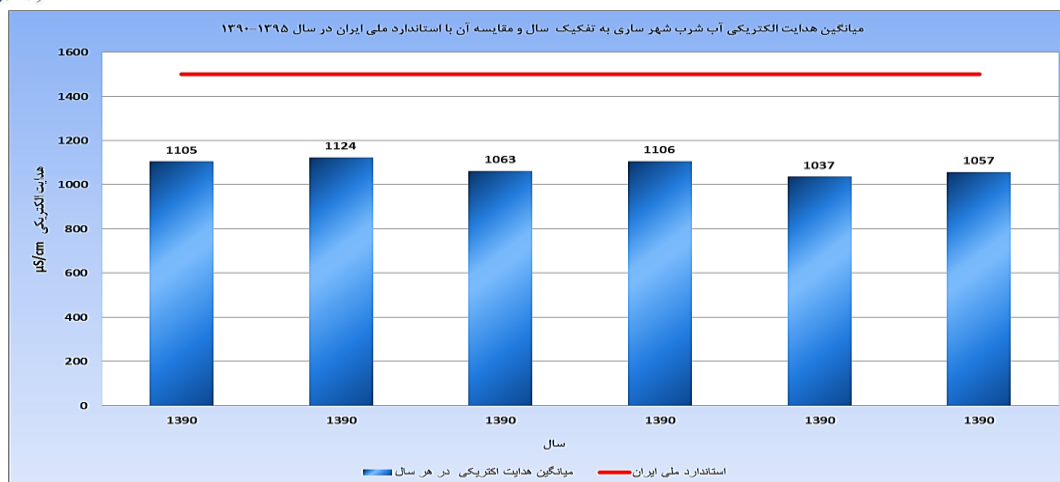
۳. یافته های تحقیق:

در این پژوهش میانگین هدایت الکتریکی در هر سال محاسبه و با مقدار استاندارد ملی ایران مقایسه گردید که در شکل ۱ نشان داده شد.

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

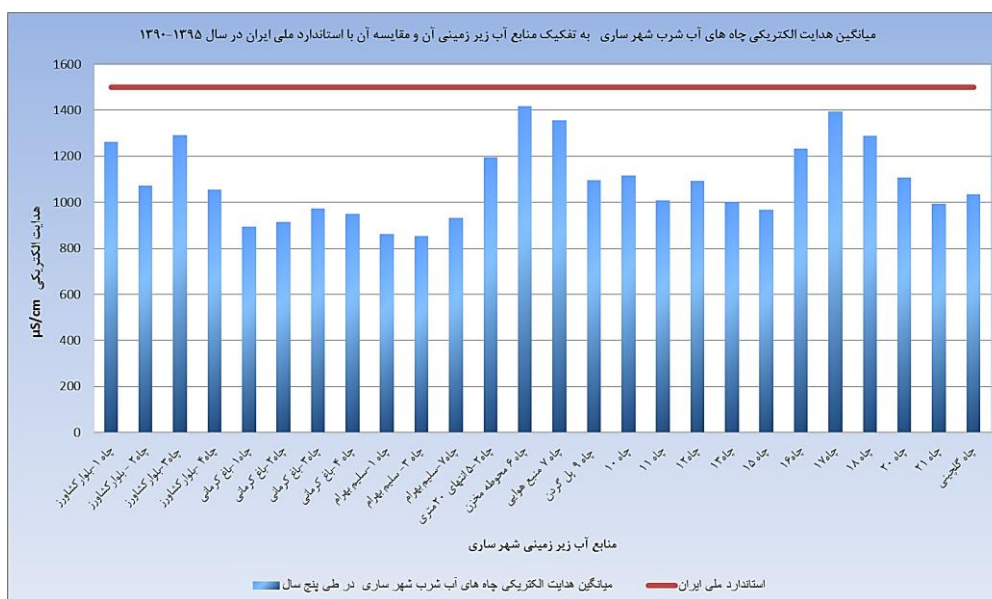
دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



شکل ۱- میانگین هدایت الکتریکی آب شرب شهر ساری به تفکیک سال و مقایسه آن با استاندارد ملی ایران در سال ۱۳۹۰-۱۳۹۵

همچنین میانگین هدایت الکتریکی برای هر یک از منابع آب زیرزمینی آب شرب شهر ساری در طی پنج سال، در شکل ۲ اندازه گیری و با مقدار استاندارد ملی ایران مقایسه گردید که به تفصیل نشان داده شده‌اند.



شکل ۲- میانگین هدایت الکتریکی چاه های آب شرب شهر ساری به تفکیک منابع آب زیر زمینی آن و مقایسه آن با استاندارد ملی ایران در سال ۱۳۹۰-۱۳۹۵

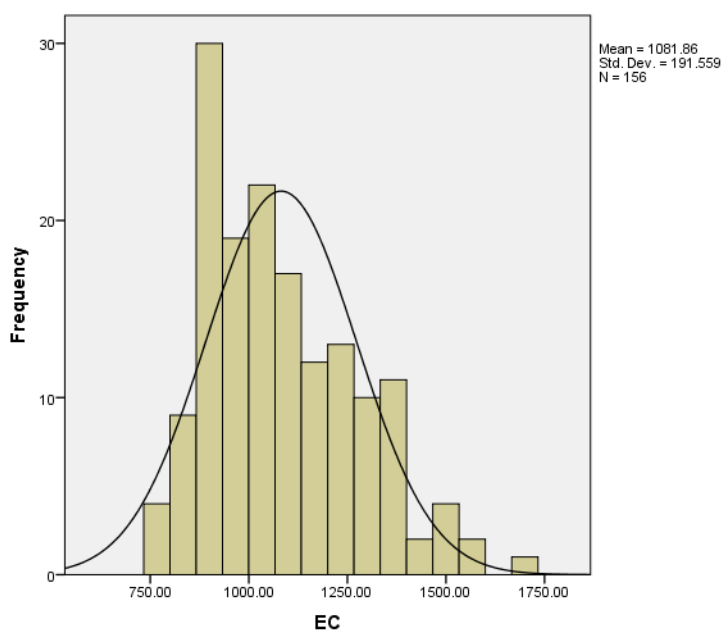
داده های حاصل در طی پنج سال (۱۳۹۵-۱۳۹۰) با مقدار استاندارد محیط زیستی توسط نرم افزار SPSS و تحت آزمون T-Test One Sample مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که نتایج حاصل از آن به شرح جدول ۲ آورده شده است. همچنین شکل ۳ شماتیک هیستوگرام آن در نشان می دهد.

جدول ۲- نتایج آماری هدایت الکتریکی تحت آزمون T-Test One Sample در طی سال های ۱۳۹۰-۱۳۹۵

T-Test

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
EC	156	1081.8590	191.55898	15.33699

One-Sample Test						
	Test Value = 1500					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
EC	-27.264	155	.000	-418.14103	-448.4375	-387.8445



شکل ۳ - نمودار هیستوگرام هدایت الکتریکی در طی سال های ۱۳۹۰-۱۳۹۵

۴. بحث و نتیجه گیری:

یافته‌های حاصل از تحقیق نشان داد میانگین هدایت الکتریکی در هر یک از سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ به میزان به ترتیب 1105 ، 1124 ، 1063 ، 1106 ، 1037 و 1057 بوده که زیر حد استاندارد محیط زیست ایران می باشد (شکل ۱). همچنین مقدار هدایت الکتریکی تمامی منابع آب زیر زمینی شهر ساری در حد مجاز و زیر حد استاندارد محیط زیست ایران قرار دارد. ماکزیمم مقدار میانگین هدایت الکتریکی در طی این پنج سال 1292 $\mu\text{S/cm}$ و مینیمم مقدار میانگین آن برابر با 853 $\mu\text{S/cm}$ می باشد (شکل ۲).



با توجه به جدول شماره ۲ و نتایج آماری حاصل از نرم افزار SPSS تحت آزمون T-Test One Sample نشان داد رابطه معکوسی بین سطح معنی داری (sig.) و تفاوت میانگین وجود دارد. بدین معنی که هر چه این اختلاف بیشتر باشد سطح معنی داری کوچکتر خواهد بود ($\text{sig.} < 0.05$). تفاوت میانگین بین حالت استاندارد محیط زیست ایران و میانگین در طی پنج سال تحقیق ۴۱۸- محاسبه گردید که نشان می دهد مقدار میانگین در طی این پنج سال به مقدار قابل توجه ای از مقدار استاندارد محیط زیست ایران کوچکتر می باشد و نیز مقادیر فاصله اطمینان در این آزمون و مقادیر حد بالا و پایین منفی نشان می دهد میانگین از مقدار استاندارد محیط زیست ایران کوچکتر است و تفاوت میانگین معنی دار است.

۵. قدردانی:

نگارندگان بر خود لازم می دانند از آقایان مهندس ذاکری مدیریت عامل محترم، مهندس محمودی معاونت محترم بهره برداری و مهندس معزی مدیر محترم کنترل کیفی آب شرکت آب و فاضلاب شهری مازندران جهت انجام این پژوهش تشکر نمایند.

۶. منابع:

1. Rice EW, Bridgewater L, Association APH, Association AWW, Federation WE. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: American Public Health Association; 2012
۲. موسوی، بتول، شیمی آزمایشگاهی آب و فاضلاب، سمر، ۱۳۸۴
۳. چالکش امیری، محمد. اصول تصفیه آب، چاپ پنجم. اصفهان: اردکان، ۱۳۸۵.
4. Spellman FR. Handbook of water and wastewater treatment plant operations, CRC Press; 2013 Oct 21
۵. استاندارد کیفیت آب آشامیدنی، نشریه شماره ۳-۱۱۶، ۱۳۷۱
6. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Geneva: world health organization; 2011.
۷. کرامتی، حسن؛ لیلا عبدل نژاد و امیر حسین محوی، ۱۳۸۷، بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر گناباد در سال ۱۳۸۶ (در فصول بهار و تابستان)، دومین همایش ملی آب و فاضلاب با رویکرد بهره برداری، تهران، دانشگاه صنعت آب و برق، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
8. Venkateswarlu KS. Water chemistry: industrial and power station water treatment. 1996.
۹. سایت اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان مازندران، <http://www.mchto.ir>