بررسی تغییرات فصلی هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول درآب‌های زیرزمینی منطقه بندر انزلی

خدیجه مهدی پور [۱]، سمیرا محمدی [۲]، اکبر فرقانی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

چکیده
بالا بودن غلظت مواد جامد محلول (TDS) مانند کربنات، بی کربنات، کلرید، سولفات، فسفات، نیترات، کلسیم، منیزیم و سدیم در آب به علت اثرات سوء بیولوژیک باعث ایجاد طعم بد، کاهش شفافیت آب و بنابراین کاهش فتوسنتز و همچنین بالا بردن دما در آب شده و سلامت بشر را به خطر می‌اندازد. هدف از انجام این تحقیق تعیین رابطه بین EC و TDS و تغییرات بین این دو پارامتر در آب چاه‌های منطقه بندر انزلی بود. نتایج نشان داد که بین EC و TDS همبستگی بالا و ارتباط معنی‌داری وجود دارد. همچنین بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین ماه‌های فروردین و مهر، اختلاف بین آن‌ها به لحاظ هر دو متغیر EC و TDS هم بطور جداگانه و هم با در نظر گرفتن هر دو پارامتر بطور همزمان نیز معنی‌دار بود. نتایج کلی این تحقیق می‌تواند کمک شایانی به بهره‌برداران آب زیر زمینی بکند.

واژه‌های کلیدی: مواد جامد محلول، هدایت الکتریکی، آب‌های زیرزمینی

مقدمه
آب مایه حیات است و این نعمت الهی غیر قابل جایگزین متعلق به همه ساکنین این سرزمین بوده و علاوه بر کمیت آن، کیفیت آن نیز از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (ولایتی، ۱۳۷۴). بسیاری از آب های موجود در اثر فعالیت بشر، یا به دلیل کیفیت ذاتی آن آلوده بوده و برای مصارف انسانی مناسب نیستند (ولایتی، ۱۳۷۴). با توجه به اینکه طبق آمار سازمان بهداشت جهانی، روزانه ۵۰۰۰ نفر در اثر بیماری‌های ناشی از آلودگی آب جان خود را از دست می‌دهند و یا دچار بیماری‌های متعدد می‌شوند، بنابراین آلاینده‌ها به خصوص در آب‌های زیر زمینی در صورت عدم کنترل می‌تواند به عنوان یکی از عومل اساسی ایجاد بحران در منابع مذکور مطرح باشند (محمدی فتیده، ۱۳۶۴).

۱-۱- آلودگی آب
هر گونه تغییر در کیفیت فیزیکی و شیمیایی یا بیولوژیکی خاک یا آب به صورت طبیعی، یا در اثر فعالیت‌های انسانی که روی مصرف فعلی یا مورد نظر منابع آب یا خاک تاثیر منفی می‌گذارد، آلودگی نام دارد (Lake et al., ۲۰۰۳). آلاینده می‌تواند یک عامل شیمیایی یا بیولوژیکی طبیعی یا انسانی باشد که در خاک یا آب انباشته می شود. آلاینده‌ها می‌توانند عناصر غذایی مانند کربن، فسفر و نیتروژن، فلزات سنگین مانند کروم و کادمیوم، ماده آلی خاک (محلول یا ذره‌ای)، آفت کش‌ها، مواد معلق و ریزسازواره‌ها مانند باکتری‌ها، پروتوزوا و یا ویروس‌های بیماری زا باشند.

۱-۲-آلودگی فیزیکی آب
۱-۲-۱- کل جامدات محلول (TDS)
این جامدات شامل کربنات، بی کربنات، کلرید، سولفات، فسفات، نیترات، کلسیم، منیزیم، سدیم، یون‌های آلی و دیگر یون‌ها هستند و از فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر می‌گذرند (Newcombe and Macdonald, ۱۹۹۱). بالابودن مقادیر TDS ممکن باعث کاهش شفافیت آب و بنابراین کاهش فتوسنتز و همچنین بالا رفتن دمای آب شود (Clesceri et al., ۱۹۹۸). از TDS در محاسبه کیفیت آب آشامیدنی استفاده می‌شود، زیرا مقدار یون‌های آب را نشان می‌دهد. آبی که TDS بالایی دارد اغلب بد مزه بوده یا سختی زیادی دارد و می‌تواند باعث لیز شدن آب شود. برخی از عوامل بر غلظت جامدات محلول آب مؤثرند که از آن جمله می‌توان به زمین‌شناسی ناحیه، غلظت یون‌ها در خاک و نیز مصرف کودها اشاره کرد. از طرف دیگر آبشویی کودها نیز می‌تواند باعث افزایش غلظت جامدات محلول شود (Carlson, ۲۰۰۵).
در استانداردهای سازمان بهداشت جهانی مربوط به سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۸۳ میلادی، میزان و حد کل جامدات محلول ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و حداکثر مجاز آن ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در آب آشامیدنی در نظر گرفته شده است (عودی، ۱۳۷۳).

۱-۲-۲- هدایت الکتریکی (EC)

هدایت الکتریکی معرف قدرت یونی یک محلول برای انتقال جریان برق است و واحد اصلی آن S/m و واحد کاربردی آن برای آب dS/m و mS/m می‌باشد. چون در محلول‌ها یون‌ها جریان برق را منتقل می‌کنند، از این رو EC با TDS رابطه دارد و اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی، نشانگر مناسبی در مورد کل مواد حل شده در آب است. قابلیت هدایت الکتریکی تابعی از حرارت است و در موقع اندازه‌گیری آن باید درجه حرارت (معمولاً ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد) قید شود (عودی، ۱۳۷۳). در محلول‌های رقیق رابطه این پارامتر به صورت زیر می‌باشد:

$$TDS = ۰.۵ \times EC$$

هرچه که غلظت ناخالصی‌ها در محلول زیاد باشد EC>۲ (dS/m و TDS>۱۰۰۰mg/L)، یون‌ها روی حرکت یکدیگر اثر منفی گذاشته و هدایت الکتریکی محلول دیگر تابع تعداد یون‌ها نمی‌باشد و بنابراین ارتباط بین TDS با EC از نمونه‌ای به نمونه دیگر متفاوت خواهد بود (چالکش امیری، ۱۳۸۱).

مواد و روش‌ها

قبل از انجام تحقیق از منطقه مورد بررسی واقع در شهرستان بندر انزلی در شمال غربی استان گیلان بازدید به عمل آمد و نمونه‌برداری از چاه‌های آن منطقه صورت پذیرفت. نمونه‌برداری در مهر و فروردین ماه سال ۱۳۹۳ آغاز شد و موقعیت چاه‌ها نیز با GPS ثبت گردید. از کل مساحت منطقه مورد مطالعه (۷/۲۹ کیلو متر مربع)، ۹/۴ کیلومتر مربع آن تالاب می‌باشد. در هر مرحله از نمونه‌برداری، نمونه‌های آب در ظرف پلاستیکی ۵/۰ لیتری که قبلاً با آب مقطر شسته شده بودند، جمع‌آوری گردید. به منظور جلوگیری از تغییرات شیمیایی، نمونه‌ها تا زمان آزمایش در یخچال نگه‌داری شدند. برای اندازه‌گیری TDS از هر نمونه ۲۵۰ میلی‌لیتر در بوته چینی ریخته و در حمام آب قرار داده شد و پس از تبخیر آب، بوته به مدت ۱ ساعت در آونی با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد. بوته پس از سرد شدن در دسیکاتور توزین گردید. با کسر وزن خالص بوته، مقدار جامدات محلول بدست آمده و به واحد میلی‌گرم بر لیتر تبدیل گردید. همچنین اندازه‌گیری هدایت الکتریکی با استفاده از EC متر انجام گرفت (علیزاده، ۱۳۸۲). در نهایت به منظور تجزیه داده‌های بدست آمده از نرم‌افزار آماری SAS و نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول یک که آماره‌های توصیفی مربوط به داده‌های اندازه‌گیری شده مربوط به دو پارامتر EC و TDS را نشان می‌دهد. حداقل مقدار EC در زمان نمونه‌برداری در فروردین و مهر ماه به ترتیب ۲۱۲ و ۵/۳۴۸ میکروموس بر سانتی‌متر بود که این مقادیر می‌تواند به حداکثر ۵/۹۵۴ میکرو موس بر سانتی‌متر در فروردین ماه و ۱۲۶۶ میکرو موس بر سانتی‌متر در مهر ماه برسد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که دامنه تغییرات EC در ماه فروردین (۲۴/۳۳) بیشتر از مهر (۷۹/۳۰) می‌باشد (جدول ۱).

میزان نمک‌های محلول در آب (TDS) در فروردین ماه حداقل ۵/۱۳۰ و حداکثر ۸۱۹ میلی‌گرم بر لیتر بود و در کل دامنه تغییرات میزان نمک‌های محلول در ماه فروردین نسبت به مهر کمتر می باشد. TDS در مهر ماه حداقل ۵/۱۲۵ و حداکثر ۵/۸۵۴ میلی‌گرم بر لیتر بود (جدول ۱). با توجه به اینکه دامنه تغییرات TDS در مهر ماه نسبت به فروردین بیشتر بوده است، می‌تواند حاکی از میزان تغییرات منطقه‌ای بیشتر بوده که به نظر می‌رسد عواملی نظیر شرایط جغرافیایی و مدیریت انسانی بیشترین نقش را در این تغییرات داشته است. نتایج به دست آمده نشان داد که رابطه بسیار قوی و معنی‌داری بین مقادیر EC و TDS در هر دو ماه مهر و فروردین وجود دارد (به ترتیب r=۹۵/۰ و r=۸۹/۰) که نشان می‌دهد که همبستگی EC و TDS در مهر ماه نسبت به فروردین ماه قوی‌تر بوده است.

جدول ۱- مقادیر آماره‌های توصیفی صفات کمی مورد بررسی

صفات	حداقل		حداکثر		میانگین		انحراف معیار		ضریب تغییرات (درصد)	
	فروردین	مهر	فروردین	مهر	فروردین	مهر	فروردین	مهر	فروردین	مهر
EC (mho/cm)	۲۱۲	۵/۳۴۸	۵/۹۵۴	۱۲۶۶	۰۱/۵۵۸	۷/۷۴۵	۵/۱۸۵	۶/۲۲۹	۲۴/۳۳	۷۹/۳۰
TDS (mg/l)	۵/۱۳۰	۵/۱۲۵	۸۱۹	۵/۸۵۴	۲/۳۳۲	۶/۴۷۷	۸/۱۴۱	۸/۱۷۸	۶۹/۴۲	۴۵/۳۷

در این بررسی به منظور مقایسه میانگین ماه‌های فروردین و مهر بر اساس پارامترهای EC و TDS از آزمون t استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار (p<۰۱/۰) بین آن‌ها به لحاظ هر دو پارامتر بود (جدول ۲) که می‌تواند نشان دهنده تأثیر معنی‌دار ماه و فصل سال بر مقدار عددی این دو پارامتر باشد. همچنین ماه‌های مورد بررسی با در نظر گرفتن هر دو پارامتر EC و TDS بطور هم‌زمان نیز از طریق آزمون T^2 هتلینگ (آزمون آماری چند متغیره و تعمیم یافته آزمون t) مورد مقایسه قرار

گرفتند که نتایج آن نیز حاکی از وجود اختلاف بسیار معنی‌دار بین این ماه‌ها به لحاظ این پارامترها بود (جدول ۳). در کل نتایج نشان داد که مقادیر EC و TDS در مهر ماه بیشتر از فروردین می‌باشد که احتمالاً به دلیل کوددهی فراوان در طی دوره کشت برنج در زمان های بهار و تابستان بوده که باعث افزایش EC و TDS گردیده است. لذا در زمان نمونه‌برداری (مهر ماه) این افزایش نمک با افزایش EC و TDS همراه بوده است. در ضمن مقادیر نسبتاً کمتر EC و TDS طی فروردین ماه احتمالاً ناشی از بارندگی زیاد در فصول پاییز و زمستان بوده باشد که باعث رقت و بنابراین شست شوی نمک و انتقال آن به سطوح پایین‌تر گردیده است.

جدول ۲- آزمون t جهت مقایسه میانگین ماه‌های فروردین و مهر بر اساس صفات مورد بررسی

صفات	واریانس	روش	درجه آزادی	مقدار t	سطح معنی‌داری
EC (mho/cm)	برابر	ادغام شده	۱۳۸	۳۲/۵	<۰۰۰۱/۰
TDS (mg/l)	برابر	ادغام شده	۱۳۸	۳۳/۵	<۰۰۰۱/۰

جدول ۳- آزمون هتلینگ جهت مقایسه ماه‌های فروردین و مهر بر اساس کلیه متغیرها T^2

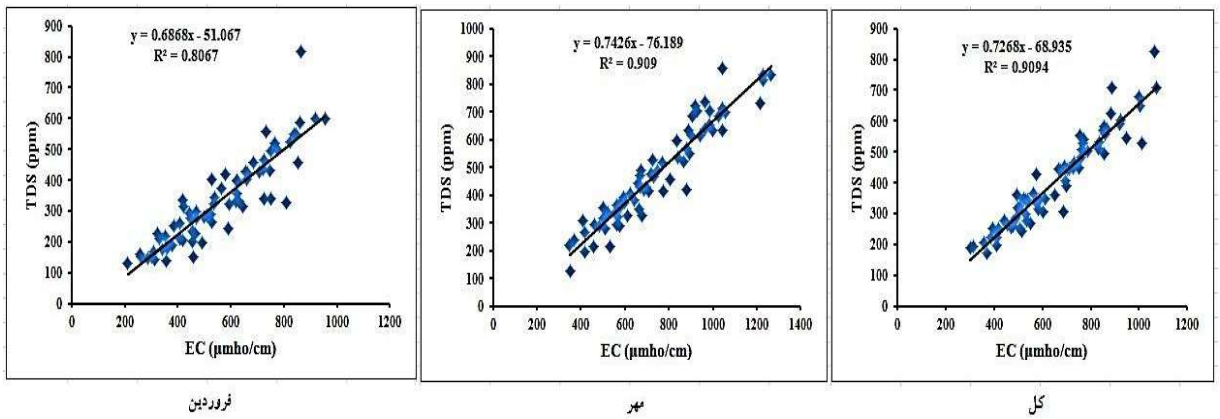
نوع ازمون	مقدار	مقدار F	سطح معنی‌داری
هتلینگ T^2	۱۴/۱۱	۶۳/۷	<۰۰۱/۰

آب‌های زیر زمینی به طور طبیعی دارای یون‌های معدنی می‌باشند که این یون‌ها بصورت ذرات خاک، رسوبات و سنگ‌ها در آب حل می‌شوند. با افزایش یون‌ها در آب، مقدار EC افزایش می‌یابد. یون‌های دارای بار مثبت (Ca^{2}، Na^{+} و ...) و دارای بار منفی (NO_3، PO_4^{3-} و ...) انتقال دهنده هدایت الکتریکی در محلول هستند. با افزایش EC، مقدار TDS هم افزایش می‌یابد. این رابطه که از قبل توسط پژوهشگران شناخته شده است، بصورت یک رابطه خطی بوده که از مبدأ مختصات می‌گذرد و بر اساس آن (معادله ۱) می‌توان با اندازه‌گیری EC مقدار TDS را اندازه‌گیری کرد.

$$TDS = b . EC \quad (۱)$$

در این معادله، b شیب خط رگرسیون بین پارامترهای EC و TDS می‌باشد که نشان دهنده میزان تغییر در مقدار TDS به ازای یک واحد تغییر در مقدار EC می‌باشد.

بر همین اساس رابطه بین TDS به عنوان متغیر وابسته و EC به عنوان متغیر مستقل از طریق برازش خطی ساده مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۱). نتایج حاصل از برازش در این بررسی نیز خطی بودن رابطه بین این دو پارامتر را نشان داد، طوریکه پارامتر EC توانست تغییرات قابل ملاحظه‌ای از تغییرات TDS را توجیه کند (R^2 بالا)، که این مقدار برای ماه‌های فروردین، مهر و در کل به ترتیب برابر با ۸۱/۰، ۹۱/۰ و ۹۱/۰ بود (شکل ۱).



شکل ۱- برازش خطی بین پارامترهای EC و TDS در کل و ماه‌های فروردین و مهر

منابع

چالکش امیری، م. ۱۳۸۱. اصول تصفیه آب، انتشارات ارکان اصفهان.
علیزاده، م. ۱۳۸۲. معرفی روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری آلودگی آب (ترجمه). انتشارات موج سبز تهران.
عودی، ق. ۱۳۷۳. کیفیت آب آشامیدنی، انتشارات محقق مشهد.
محمدی فتیده، م. ۱۳۶۴. شناخت آب سالم، انتشارات دانشگاه تبریز.
ولایتی، س. ۱۳۷۴. جغرافیای آب‌ها و مدیریت منابع آب، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
Carlson, G. ۲۰۰۵. Total Dissolved Solids from conductivity. Technical Support, In-Situ Inc.

Clesceri L.S., Greenberg A. E. and Eaton A.D. ۱۹۹۸. Standard methods for the examination of water and waste water. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation.

Newcombe C.P. and Macdonald D.D. ۱۹۹۱. Effects of Suspended Sediments on Aquatic Ecosystems North American. Journal of Fisheries Management, ۱۱: ۷۲-۸۲-۱۹۹۱.

Lake I., Lovett A., Hiscock K., Betson M., Foley A. and Sünnenberg G. ۲۰۰۳. Evaluating factors influencing groundwater vulnerability to nitrate pollution: developing the potential of GIS. Journal of Environmental Management. (۶۸): ۳۱۵-۳۲۸.

Abstract

The high concentrations of total dissolved solid (TDS) such as CO_3 ,HCO_3, PO_4 ,NO_3,Ca, Mg and Na in water due to biological effects causes bad Oder and reduce clarity of water and photosynthesis in plants and also increase of water temperature and final decries human healthy and more economic cost. The goal of this research was determine of relationship between EC and TDS of and also this this two parameter changes in groundwater of Bandar Anzali area. The results showed that there is a high correlation and significant relationship between of EC and TDS. Also the difference between of seasons was significant according to the results of means comparison based on EC and TDS separately and also considering both parameters simultaneously. The results of this study can much help to groundwater Beneficiaries.