بررسی پارامترهای فیزیکو شیمیایی و عناصر سنگین در آب رودخانه جاجرود در ناحیه پارچین

افتخار شیروانی مهدوی *[۱] و هدی پاسدار[۲]

۱ـ دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
۲ـ دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

چکیده:

تحقیق حاضر به منظور اندازه گیری پارامترهای فیزیکو شیمیایی و فلزات سنگین سرب، کـادمیم، کـروم و نیکـل در آب رودخانه جاجرود در ناحیه پارچین انجام گرفت. همچنین امکان همبستگی بین پارامترهای اندازه گیری شـده بـا یکدیگر ونیز با فاصله ایستگاه ها بررسی شد. کمیت های اندازه گیری شده با استاندارد آب آشـامیدنی و آب پـرورش قزل آلا ی رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) از جهت شرب و آبزی پروری نیز مورد بررسی قرار گرفت. نمونـه برداری در بهمن ماه سال ۱۳۸۷ از ۸ ایستگاه در مسافتی حدود ۴ کیلومتر انجام شد و ایسـتگاه هـا بـر اسـاس روش نمونه برداری تصادفی و با در نظر گرفتن امکان دسترسی به محل ها ی نمونه برداری انتخاب شدند. در نقاط مـذکور نمونه های آب بر اساس روش های استاندارد تهیـه و پارامترهـای pH, EC, DO و دمـای آب توسـط دسـتگاه هـای پرتابل در محیط اندازه گیری و سنجش سایر پارامترها در آزمایشگاه انجام گرفـت. بـه منظـور انـدازه گیـری فلـزات سنگین از دستگاه جذب اتمی شعله ای استفاده گردید. نتایج بیانگر آن می باشد که موثرترین پارامترهای آب شـامل دما، میزان کدورت، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و pH بوده و میزان یون فسفات و کل مواد محلـول (TDS) از این نظر در مرحله بعد قرار دارند. همچنین نمک کلسیم کلراید مهمترین نقش را در افزایش هدایت الکتریکـی در آب منطقه مورد مطالعه داشته و نیز با حرکت به سمت ایستگاه های پایین تر رودخانه میزان هدایت الکتریکی افزایش و میزان یون نیترات کاهش می یابد. مقایسه پارامترهای فیزیکو شـیمیایی آب منطقـه مـورد مطالعـه بـا اسـتاندارد آب آشامیدنی در ایران و آب پرورش قزل آلای رنگین کمان انجام شد و بر اساس آن میزان کدورت با حد مجاز استاندارد آب آشامیدنی در ایران تفاوت معنی دار($P< ۰/۰۱$) و میزان کدورت، هدایت الکتریکی، یون کلراید و یون نیتـرات بـا استاندارد آب پرورش قزل آلای رنگین کمان تفاوت معنی دار($P< ۰/۰۱$) را نشان داد که بر اساس این نتایج کـاهش پارامترهای مذکور در آب از جهت شرب و آبزی پروری لازم می نماید. بررسی آب منطقه مورد مطالعه از نظر فلزات

سنگین سرب، کادمیم، کروم و نیکل، میزان این فلزات رادر آب بسیار کم مشخص نمود که ازایـن جهـت بـه منظـور شرب و پرورش قزل آلای رنگین مناسب می باشد.

واژگان کلیدی: پارامترهای فیزیکوشیمیایی، فلزات سنگین، رودخانه جاجرود

*مسول مکاتبه: eshirvani@gmail.com

مقدمه

بررسی مداوم کیفیت آب‌های سطحی و تعیین منابع آلاینده سبب کنترل و پایش مستمر منابع آن می‌گردد. همچنـین اعمال سیاست‌های کنترل بر استفاده از آلاینده‌های محیطی می‌تواند سبب پیشـگیری از محـدودیت‌هـا در بهـره‌بـرداری از منابع آب و نیز مانع تاثیرات انسانی که بدلیل صنعتی شدن رو به افزایش است گردد (Hornbrrger *et al*., 1999). بررسـی کیفیت آب‌های سطحی و آلاینده‌های موجود در آن نظیر فلزات سنگین علاوه بر زمینه‌هایی نظیر شرب و کشـاورزی، با رویکرد آبزی پروری بومی که سبب افزایش دسترسی محلی به غذا، رشد اقتصادی و افزایش اسـتانداردهای زنـدگی می‌گردد (Subasinghe.Rohan, 2007) نیز مورد توجه می‌باشد که گام نخست شناسایی پارامترهای فیزیکوشـیمیایی آب در هر منطقه به منظور اتخاذ تدابیر لازم در جهت تحقق موارد مذکور می‌باشد.

رودخانه جاجرود به طول ۱۴۰ کیلومتر و متوسط شیب بستر ۱ درصد از مهمترین رودخانه‌های استان تهران مـی‌باشـد که از دامنه جنوبی البرز مرکزی در شمال شرقی تهران سرچشمه گرفته و در شهرستان‌های تهـران، ورامـین و قـم جریـان دارد و نهایتاً درکویر مرکزی ایران، به دریاچه نمک قم وارد می‌شود. مسـاحت حوضـه آبریـز ایـن رودخانـه ۲۶۰۰ کیلـومتر مربع و دارای دبی متوسط ۲۵۳ متر مکعب بر ثانیه و دبی دراز مدت آن حدود ۱۱ متر مکعب بر ثانیه می‌باشـد (آزادبخـت و نوروزی، ۱۳۸۷.، افشین، ۱۳۸۳). این رودخانه به جهت دارا بودن سـه نقـش اساسـی دارای اهمیـت مـی‌باشـد: ۱- تغذیـه سفره‌های آب زیرزمینی در شرق و جنوب شرق تهران (دشت ورامین- تهران) ۲ــ تـامین بخشـی از آب آشـامیدنی اسـتان تهران بدلیل ورود به سد لتیان ۳- یکی از منابع مهم آبیاری اراضی کشاورزی در جنوب شرق تهران است کـه بـا توجـه بـه دلایل مذکور بررسی پارامترهای فیزیکو شیمیایی و عناصر سنگین آن مورد توجه مـی‌باشـد. هـدف از انجـام ایـن تحقیـق، بررسی پارامترهای کیفی و نیز تعیین غلظت فلـزات سـرب، کـادمیم، کـروم و نیکـل در آب رودخانـه جـاجرود در منطقـه پارچین به طول حدود ۴ کیلومترو امکان همبستگی آنها می‌باشد و نیز با توجه به داده‌های بدست آمده کیفیـت آب ناحیـه مورد مطالعه از نظر شرب و همچنین آبزی پروری و امکان احداث استخرهای پرورش ماهیان سرد آبـی بـاالاخص قـزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی گردد. باتوجه به اینکه منطقه مورد بررسی تحت حفاظـت نیـروی انتظـامی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد این استخرها می‌تواند با نظارت نیروی انتظامی اداره و سبب درآمدزایی بالاخص برای افـراد بومی منطقه گردد.

مواد و روش‌ها

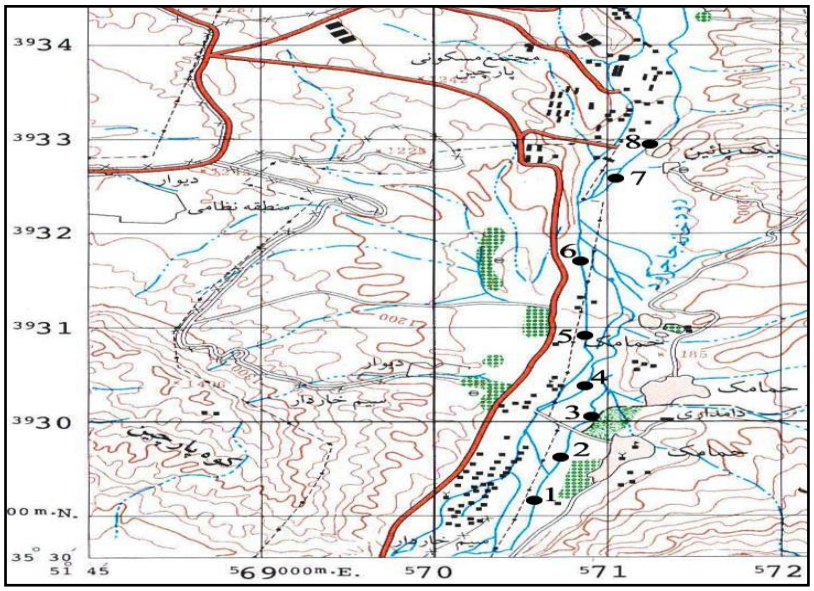
نمونه‌برداری در زمستان ۱۳۸۷ از آب رودخانه جاجرود در منطقه پارچین از ۸ ایستگاه در مسافتی حدود ۴ کیلومتر انجام شد. شکل (۱). انتخاب ایستگاه‌ها بر اساس روش نمونه‌برداری تصادفی و با در نظر گرفتن امکان

دسترسی به محل‌های نمونه‌برداری انجام گرفت. تعیین موقیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری با دستگاه GPS شرکت Garmin کشور تایوان انجام گرفت. جدول (۱). پارامترهای pH, EC, DO توسط دستگاه‌های پرتابل شرکت Genwayکشور انگلستان در محل اندازه‌گیری شدند. به منظور بررسی سایر پارامترها از بطری‌های پلی اتیلنی در جمع‌آوری نمونه‌های آب استفاده گردید. نمونه‌ها در دمای ۴درجه سانتی گراد نگهداری و به آزمایشگاه منتقل و پارامترهای فیزیکو شیمیایی آن اندازه‌گیری شدند. (APHA, AWWA, WPCF, WEF. 1981)به منظور سنجش عناصر سنگین، بطری‌های پلی اتیلنی قبل از استفاده با اسید نیتریک ۱۰درصد و آب مقطر شستشو و به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای $60^{o}c$ خشک شدند. پس از نمونه‌برداری با اسید نیتریک ۶۵ درصد، pH نمونه‌های آب در حدود ۲ تنظیم و به منظور آنالیز عناصر سنگین آماده شدند. جهت سنجش میزان این عناصر از دستگاه جذب اتمی شعله ای مدل Varian A110 سازمان انرژی اتمی ایران استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Spss انجام شد.

جدول ۱ــ مختصات جعرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری از آب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷

شماره ایستگاه	فاصله از مبدا (متر)	مختصات جغرافیایی	
۱	۰	E51°46′41.3″	N35°30′29.7″
۲	۴۵۰	E51°46′46.2″	N35°30′37.7″
۳	۹۰۰	E51°46′47.7″	N35°30′45.3″
۴	۱۳۵۰	E51°46′54.2″	N35°31′00.0″
۵	۲۰۰۰	E51°46′59.3″	N35°31′17.7″
۶	۲۶۰۰	E51°46′57.2″	N35°31′47.3″
۷	۳۶۰۰	E51°47′9.6″	N35°32′21.9″
۸	۳۸۰۰	E51°47′10.1″	N35°32′23.0″



شکل ۱ــ موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری از آب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷

نتایج

در جدول شماره (۲) پارامترهای فیزیکو شیمیای اندازه‌گیری شده در آب منعکس است. جدول شماره(۳) بیانگر همبستگی این پارامترها با یکدیگر می‌باشد. جدول شماره (۴) بیانگر همبستگی متغیر مستقل فاصله با میزان هدایت الکتریکی و یون نیترات می‌باشد که بر اساس آن میزان هدایت الکتریکی با متغیر فاصله دارای همبستگی معکوس می‌باشد در حالیکه میزان یون نیترات با متغیر فاصله دارای همبستگی مستقیم می‌باشد. همچنین نمودار این همبستگی، معادله و میزان R^2 مربوط به آن در شکل‌های شماره(۲ و ۳) مشخص می‌باشد. جدول شماره (۵) بیانگر میزان عناصر سنگین در آب ناحیه پارچین می‌باشد. در جدول شماره (۶) مقایسه میزان عناصر سنگین در آب ناحیه پارچین با حداکثر مجاز در آب آشامیدنی و آب پرورش قزل آلا انجام گرفته همچنین در جداول شماره(۷و۸)کیفیت آب در منطقه مورد بررسی با استاندارد آب‌های آشامیدنی ایران، آب اسنخرهای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان مقایسه شده است.

جدول ۲ـ پارامترهای اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از آب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷

شماره ایستگاه	دمای آب °c	pH	هدایت الکتریکی µs/cm	اکسیژن محلول mg/l	کدورت NTU	سختی کل $mgCaCO_3$/l	کلسیم $mgCaCO_3$/l	منیزیم $mgCaCO_3$/l	قلیاییت (PA) $mgCaCO_3$/l	قلیاییت (MA) $mgCaCO_3$/l	کلر mg/l	فسفات mg/l	آمونیاک mg/l	نیترات mg/l	COD mg/l	TDS mg/l
۱	۷/۶	۷/۲۵	۱۰۳۰	۷/۳۲	/۲۶ ۶۷	۳۲۲/۴۰	۲۰۳/۳۳	۱۱۹/۰۷	۰	۱۹۰	۸۰	/۲۵۰ ۰	۰	۶/۲۵۰	/۱۴ ۱۲	۵۰۰/۱۱
۲	۷/۵	۷/۴۷	۹۸۰	۷/۷۶	/۰۴ ۷۴	۳۲۰/۰۰	۲۰۰/۰۰	۱۲۰/۰۰	۰	۲۱۰	۸۰	/۳۳۳ ۰	۰	۵/۴۶۷	/۰۳ ۱۲	۶۰۰/۰۹
۳	۷/۲	۹/۸۲	۹۰۰	۹/۴۵	/۹۰ ۲۳	۳۱۸/۶۷	۱۶۹/۳۳	۱۴۹/۳۴	۵۰	۳۱۰	۷۰	/۵۳۰ ۰	۰	۳/۱۱۱	/۲۰ ۲۶	۵۰۰/۰۰
۴	۶/۱	۹/۱۳	۸۹۰	۱۰/۵۰	/۰۰ ۲۳	۳۴۶/۶۷	۱۴۶/۶۷	۲۰۰/۰۰	۲۰	۲۴۰	۷۰	/۴۱۷ ۰	۰	/۱۲۰ ۱۰	/۵۰ ۲۵	۶۰۰/۲۳
۵	۶/۶	۸/۹۸	۸۹۰	۹/۹۳	/۰۰ ۵۵	۳۲۲/۶۷	۱۱۰/۰۰	۲۱۲/۶۷	۲۰	۲۷۰	۷۰	/۶۸۸ ۰	۰	۷/۰۴۰	۸/۱۹	۵۰۱/۰۲
۶	۶/۸	۸/۷۴	۹۳۰	۸/۸۲	/۴۴ ۵۳	۳۰۹/۳۳	۱۶۳/۳۳	۱۴۶/۰۰	۱۰	۲۹۰	۷۰	/۵۰۰ ۱	۰	۵/۰۰۰	۸/۵۸	۲۰۰/۰۰
۷	۷/۱	۸/۶۳	۸۷۰	۸/۱۱	/۶۵ ۴۳	۲۰۳/۶۷	۱۶۰/۰۰	۴۳/۶۷	۱۰	۲۶۰	۶۷	/۰۵۰ ۰	۰	/۵۰۵ ۱۲	۹/۶۶	۴۰۰/۱۳
۸	۶/۷	۸/۷۶	۸۷۰	۸/۲۶	/۴۲ ۷۶	۲۹۰/۶۷	۱۴۰/۰۰	۲۸۰/۶۷	۱۰	۲۶۰	۶۷	/۰۰۰ ۰	۰	/۰۰۰ ۲۵	۸/۸۶	۶۰۴/۱۲
حداقل	۶/۱	۷/۲۵	۸۷۰	۷/۳۲	/۰۰ ۲۳	۲۰۳/۶۷	۱۱۰/۰۰	۴۳/۶۷	۰	۱۹۰	۷۰	/۰۰۰ ۰	۰	۳/۱۱۱	۸/۱۹	۲۰۰/۰۰
حداکثر	۷/۶	۹/۸۲	۱۰۳۰	۱۰/۵۰	/۴۲ ۷۶	۳۴۶/۶۷	۲۰۳/۳۳	۲۸۰/۶۷	۵۰	۳۱۰	۸۰	/۵۰۰ ۱	۰	/۰۰۰ ۲۵	/۲۰ ۲۶	۶۰۴/۱۲
میانگین	۶/۹۵	۸/۶۰	/۲۵ ۹۲۱	۸/۷۷	/۱۰ ۵۲	۳۰۴/۲۶	۱۶۱/۵۸	۱۵۸/۹۳	۱۵	۲۵۳/۷۵	/۷۵ ۷۱	/۴۷۴ ۰	۰	۹/۳۱۲	/۹۰ ۱۳	۴۸۸/۲۱
انحراف معیار	/۴۹۸ ۰	/۸۵۰ ۰	۵۶/۱۷۳	۱/۱۱۰	/۷۹ ۲۰	۴۳/۵۰۸	۳۰/۷۸	۷۱/۷۶	۱۶/۰۳۶	۳۹/۶۱۹	/۶۲۹ ۴	/۴۷۵ ۰	۰	۷/۰	/۵۲۸ ۷	/۱۵۶ ۱۳۶

جدول ۳ـ همبستگی پارامترهای فیزیکی شمیایی آب در ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷

		Temperature	pH	EC	DO	Turbidity	Ca	PA	MA	Cl^-	PO_4^{-3}	NO_3^-	COD	TDS
Temperature	r	۱												
	p	.												
PH	r	-۰/۶۱۸	۱											
	p	۰/۱۰۲	.											
EC	r	۰/۶۹۶*	-۰/۸۲۱*	۱										
	p	۰/۰۴۵	۰/۰۱۲	.										
DO	r	-۰/۸۲۲*	۰/۷۸۶*	-۰/۶۱۱	۱									
	p	۰/۰۱۲	۰/۰۲۱	۰/۱۰۸	.									
Turbidity	r	۰/۴۲۸	-۰/۷۲۹*	۰/۴۶۴	۰/۷۲۵* -	۱								
	p	۰/۲۹۰	۰/۰۴۰	۰/۲۴۶	۰/۰۴۲	.								
Ca	r	۰/۷۹۹*	-۰/۶۶۱	۰/۸۰۱*	۰/۴۰۲	۰/۲۳۰	۱							
	p	۰/۰۱۷	۰/۳۳۴	۰/۰۱۷	۰/۳۲۳	۰/۵۸۳	.							
PA	r	-۰/۲۵۰	۰/۸۶۸**	-۰/۵۰۰	۰/۷۰۱	۰-/۷۵۴*	۰/۳۳۵ -	۱						

	p	۰/۵۵۰	۰/۰۰۵	۰/۲۰۷	۰/۰۵۳	۰/۰۳۱	۰/۴۱۸	.						
MA	r	۰/۳۷۲	۰/۸۸۸**	۰/۷۰۹* -	۰/۴۲۶	-۰/۵۰۶	۰/۵۴۱ -	/۷۵۳* ۰	۱					
	p	۰/۳۶۴	۰/۰۰۳	۰/۰۴۹	۰/۲۹۳	۰/۲۰۱	۰/۱۶۶	۰/۰۳۱	.					
Cl^-	r	۰/۷۴۳*	۰/۸۹۸** -	/۹۲۰** ۰	۰/۶۴۸	۰/۵۵۱	/۸۰۴* ۰	۰/۵۷۷ -	۰/۸۳۷** -	۱				
	p	۰/۰۳۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۸۲	۰/۱۵۷	۰/۰۱۶	۰/۱۳۴	۰/۰۰۹	.				
PO_4^{-3}	r	-۰/۲۰۲	۰/۲۲۵	۰/۰۶۲	۰/۳۳۳	-۰/۱۷۹	۰/۱۱۶ -	۰/۴۵۱	۰/۱۴۲	۰/۲۳۳ -	۱			
	p	۰/۶۳۲	۰/۵۹۲	۰/۸۸۵	۰/۴۲۱	۰/۶۷۲	۰/۷۸۵	۰/۲۶۲	۰/۷۳۷	۰/۵۷۸	.			
NO_3^-	r	-۰/۳۶۵	۰/۰۹۳	-۰/۴۶۷	-۰/۱۱۱	۰/۳۲۳	۰/۴۰۴ -	۰/۳۴۲ -	-۰/۲۱۸	۰/۳۴۲ -	-۰/۵۳۶	۱		
	p	۰/۳۷۵	۰/۸۲۶	۰/۲۴۴	۰/۷۹۳	۰/۴۳۶	۰/۳۲۱	۰/۴۰۸	۰/۶۰۴	۰/۴۰۸	۰/۱۷۱	.		
COD	r	-۰/۲۱۱	۰/۴۸۶	-۰/۱۲۴	۰/۵۳۶	-۰/۷۸۷	۰/۱۱۰	۰/۱۴۸ -	۰/۶۹۵	۰/۱۴۸ -	-۰/۰۷۲	۰/۲۸۹ -	۱	
	p	۰/۶۱۶	۰/۲۲۲	۰/۷۶۹	۰/۱۷۱	۰/۰۲۰	۰/۷۹۶	۰/۷۲۶	۰/۰۵۶	۰/۷۲۶	۰/۸۶۵	۰/۴۸۷	.	
TDS	r	-۰/۰۵۶	-۰/۱۰۹	۰/۰۱۷	۰/۰۶۷	۰/۱۱۴	۰/۰۱۱ -	۰/۲۸۱	۰/۰۳۲	۰/۲۸۱	۰/۷۳۹* -	۰/۳۱۸	/۳۴۳ ۰	۱
	p	۰/۸۹۶	۰/۷۹۷	۰/۶۹۸	۰/۸۷۴	۰/۷۸۸	۰/۹۸۰	۰/۵۰۱	۰/۹۴۱	۰/۵۰۱	۰/۰۳۶	۰/۴۴۳	/۴۰۵ ۰	.

* همبستگی در سطح معناداری ۰/۰۵

** همبستگی در سطح معناداری ۰/۰۱

جدول ۴ـ همبستگی فاصله با هدایت الکتریکی و غلظت یون نیترات در آب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷

		فاصله	EC	$NO3^-$
فاصله	r	۱		
	p	.		
EC	r	-۰/۷۸۴*	۱	
	p	۰/۰۳۳	.	
$NO3^-$	r	۰/۷۰۹*	-۰/۴۴۷	۱
	p	۰/۰۴۹	۰/۲۶۷	.

* همبستگی در سطح معناداری ۰/۰۵

جدول ۵ـ میزان عناصر سنگین (میلی‌گرم بر لیتر) در آب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷

شماره ایستگاه	Pb	Cd	Cr±SD**	Ni
۱	ND	ND	۰/۰۰۸±۰/۰۰۰۱	ND
۲	ND	ND	۰/۰۰۷±۰/۰۰۰۲	ND
۳	ND	ND	۰/۰۰۸±۰/۰۰۰۱	ND
۴	ND	ND	ND	ND
۵	ND	ND	۰/۰۰۶±۰/۰۰۰۱	ND
۶	ND	ND	ND	ND
۷	ND	ND	ND	ND
۸	ND	ND	ND	ND

*ND: Non Detectable

انحراف معیار استانداردSD**

جدول ۶ـ مقایسه میزان عناصر سنگین (میلی‌گرم بر لیتر) در آب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود با حد اکثر مجاز در آب آشامیدنی(WHO, 1993)، پرورش قزل آلا(اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱)، زمستان ۱۳۸۷

فلز سنگین	آب ناحیه پارچین	آب آشامیدنی	آب پرورش قزل آلا

Pb	ND	۰/۰۱	۰/۱۵
Cd	ND	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
Cr	۰/۰۰۸	۰/۰۵	۰/۰۳
Ni	ND	۰/۰۲	۰/۵

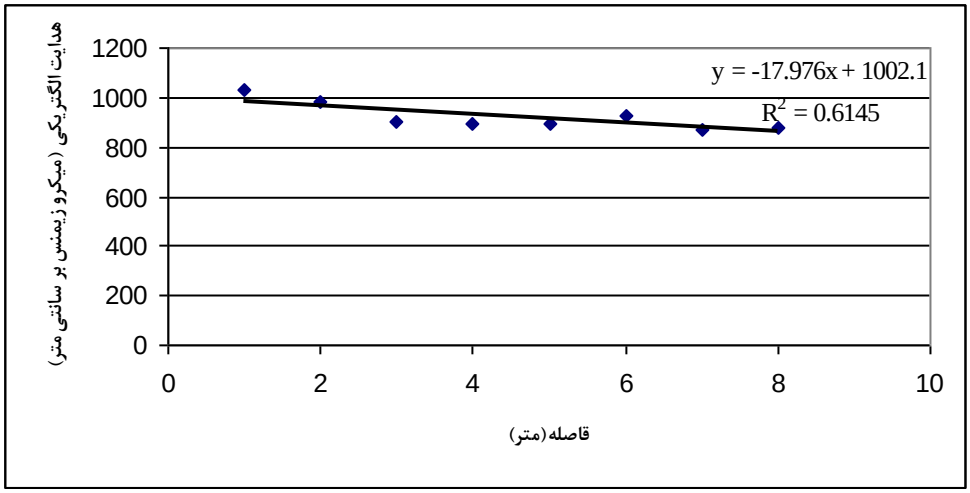
*مقادیر حد اکثر مجاز در آب آشامیدنی به ازای مصرف ۲/۵ لیتر آب برای ۷۰ کیلوگرم وزن بدن است.

جدول ۷ـ مقایسه کیفیت آب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود با استاندار د شماره ۱۰۵۳ آب آشامیدنی در ایران (آزادبخت و نوروزی، ۱۳۸۷)، زمستان ۱۳۸۷

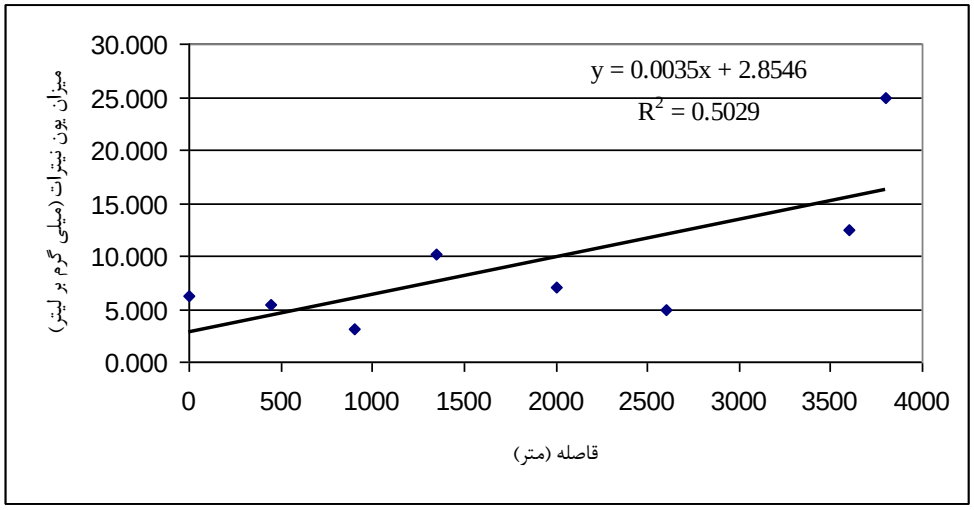
پارامتر	آب ناحیه پارچین	حد اکثر مطلوب	حد اکثر مجاز
مواد جامد محلول	۱۳۶/۵۶	۵۰۰	۱۵۰۰
pH	۸/۶	۷-۸/۵	۶/۵-۹/۲
هدایت الکتریکی µs/cm	۹۲۱/۲۵	۲۵۰	۱۰۰۰
کدورتNTU	۵۲/۱۰	۵	۲۵
سختی کل $mgCaCO_3/l$	۳۰۴/۲۶	۱۵۰	۵۰۰
کلسیم کل $mgCaCO_3$ /l	۱۶۱/۵۸	۷۵	۲۰۰
منیزیم کل $mgCaCO_3$ /l	۱۵۸/۹۳	۵۰	۱۵۰
کلرید mg/l	۷۲/۵۰	۲۰۰	۶۰۰
فسفات mg/l	۰/۴۷۴	۰/۱	۰/۲
آمونیاک mg/l	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۵
نیترات mg/l	۹/۱۴۹	۰	۴۵
مواد جامد محلول mg/l	۴۸۸/۲۱	۵۰۰	۲۰۰۰

جدول ۸ـ مقایسه کیفیت آب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود با استاندارد پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱، کرباسی و همکاران، ۱۳۸۷، کرمی، ۱۳۷۶)، زمستان ۱۳۸۷

پارامتر	آب ناحیه پارچین	حد بهینه رشد	حدمجاز تماس دائمی ماهی	حد کشنده ماهی
دما $^{\circ}C$	۶/۹۵	۱۵	(۰-۴)-(۲۲-۲۶)	>۲۵/۷
pH	۸/۶	۶/۵-۸/۵	۵/۵-۹	۹< و ۵/۵>
هدایت الکتریکی µs/cm	۹۲۱/۲۵	۴۳۲		
اکسیژن محلول mg/l	۸/۷۷	۷ - ۱۳	۶<	۳>
کدورتNTU	۵۲/۱۰	۱۰	۲۵>	
سختی کل $mgCaCO_3/l$	۳۰۴/۲۶	۵۰-۴۰۰	۲۰<	۸۰۰<
قلیاییت کل$mgCaCO_3/l$	۲۶۸/۷۵	۱۸۱	۲۰-۳۰۰	
کلرید mg/l	۷۲/۵۰	۳۰ - ۵۰		
فسفات mg/l	۰/۴۷۴			≥۰/۱
آمونیاک mg/l	۰	۰	۰-۰/۰۲	۰/۳۲<
نیترات mg/l	۹/۱۴۹	۰/۲ (در آبهای سحت) ۰/۱ (در آبهای سبک)		
مواد جامد محلول mg/l	۴۸۸/۲۱	۵۰-۴۰۰	۴۰۰>	۲۰۰۰ - ۵۰۰۰<

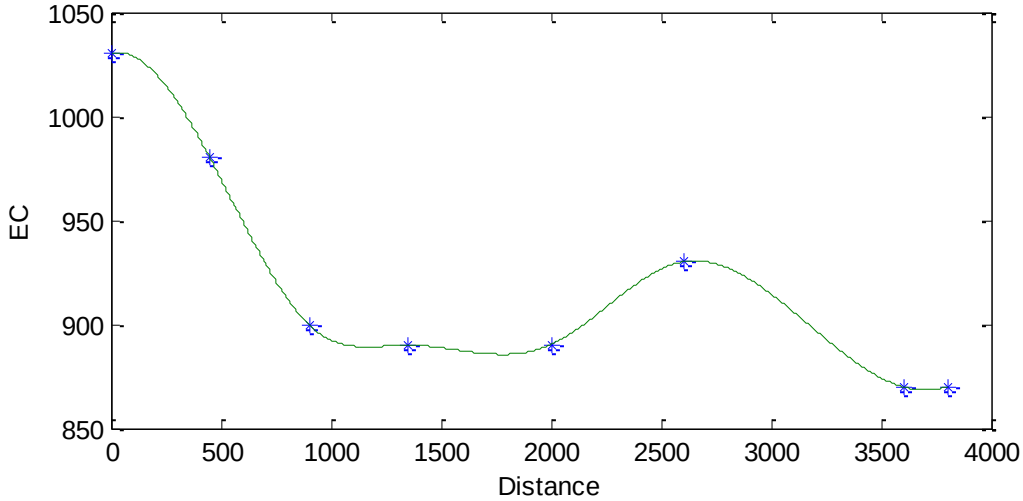


شکل ۲ـ نمودار میزان هدایت الکتریکی بر حسب فاصله درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷

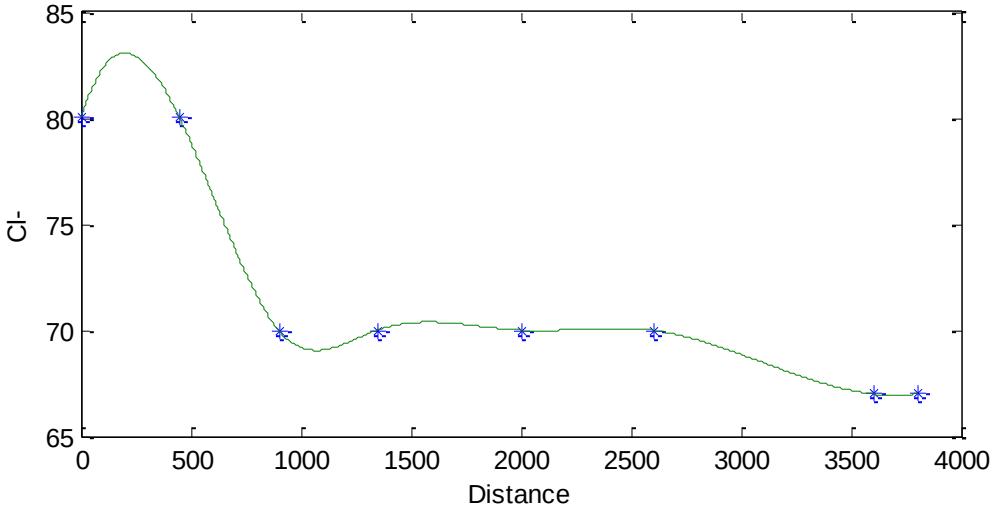


71 /

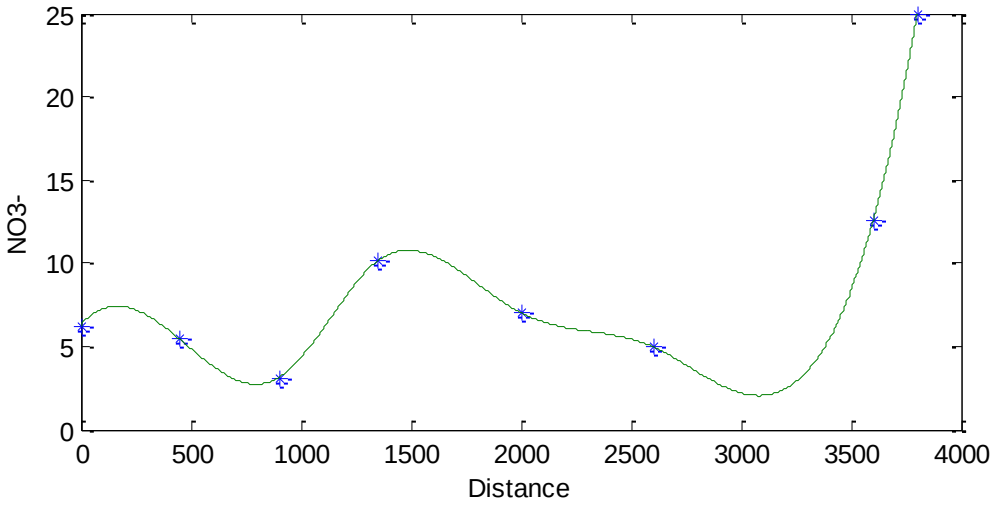
شکل ۳ـ نمودار میزان یون نیترات بر حسب فاصله درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷



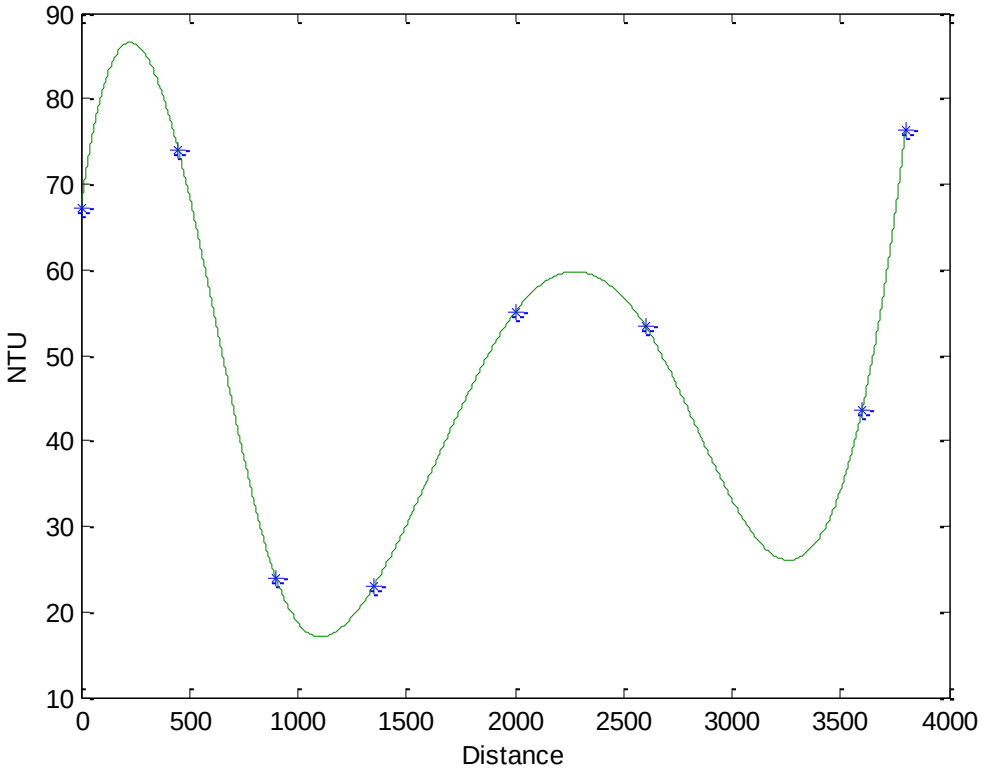
شکل ۴ـ نمودار درون یابی میزان هدایت الکتریکی در فاصله نمونه‌برداری درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷



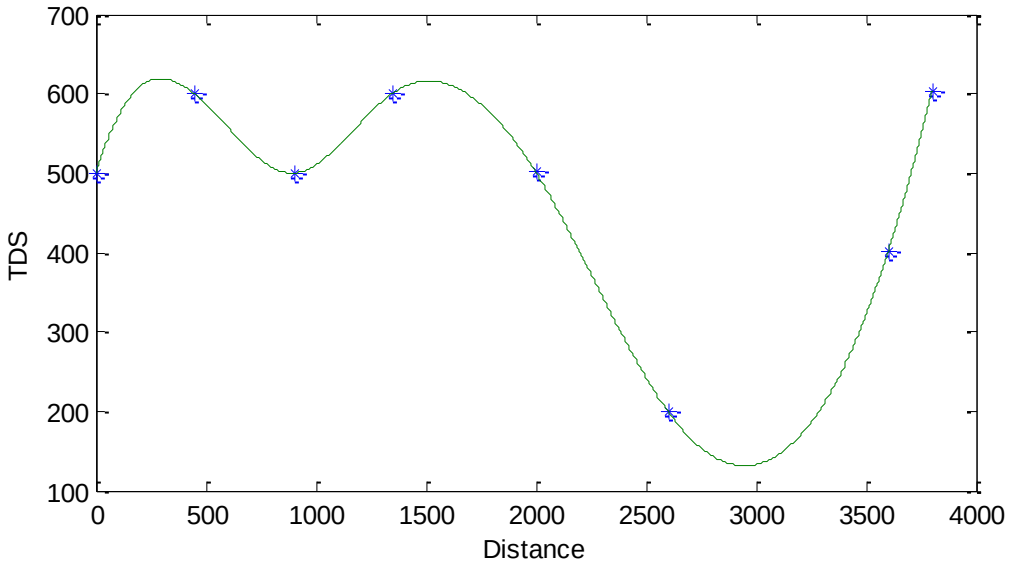
شکل ۵ـ نمودار درون یابی میزان یون کلرید در فاصله نمونه‌برداری درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷



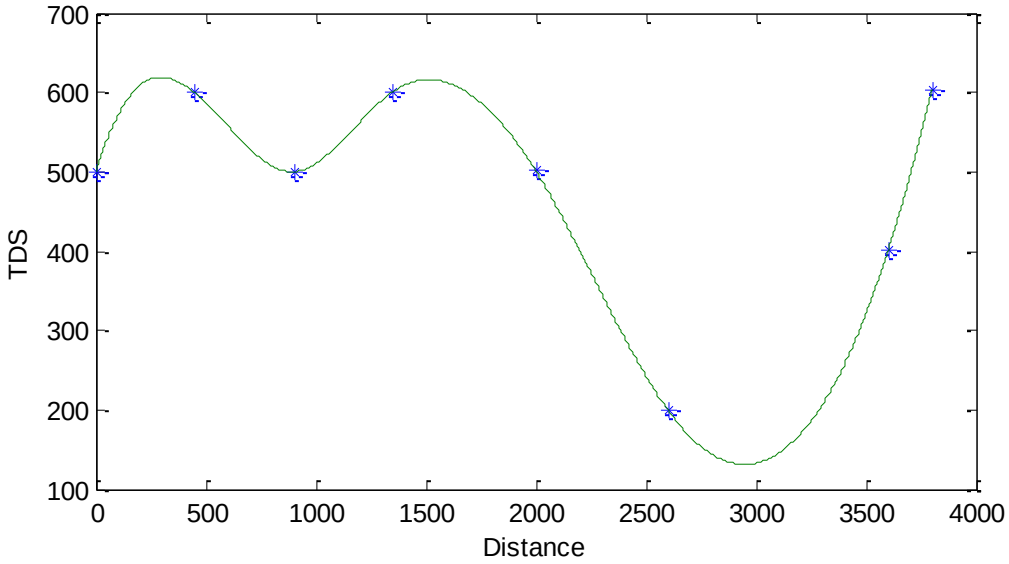
شکل ۶ـ نمودار درون یابی میزان یون نیترات در فاصله نمونه‌برداری درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷



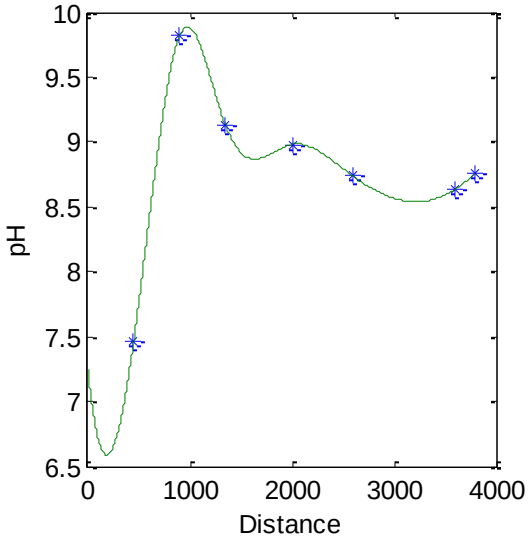
شکل ۷ـ نمودار درون یابی میزان کدورت در فاصله نمونه‌برداری درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷



شکل ۸ـ نمودار درون‌یابی میزان یون فسفات در فاصله نمونه‌برداری درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷



شکل ۹ـ نمودار درون یابی میزان کل مواد جامد محلول در فاصله نمونه‌برداری درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷



شکل ۱۰ـ نمودار درون یابی میزان pH در فاصله نمونه‌برداری درآب ناحیه پارچین رودخانه جاجرود، زمستان ۱۳۸۷

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس جدول(۳) همبستگی بین دما و هدایت الکتریکی (r=۰/۶۹۶)، دمـا و میـزان اکسـیژن محلـول (r= -۰/۸۲۲) و دما و یون کلرید (r=۰/۷۴۳) بیانگر آن است که با افزایش دما هـدایت الکتریکـی و یـون کلریـد افـزایش و میـزان اکسـیژن محلول کاهش می‌یابد بنابراین چنانچه نمونه‌برداری در فصول گرم سال صورت‌گیرد تغییراتی در پارامترهـای مـذکور ایجـاد خواهد شد.

همبستگی بین هـدایت الکتریکـی و میـزان یـون کلریـد (r=۰/۹۲۰)، هـدایت الکتریکـی و میـزان یـون کلسـیم (r=۰/۸۰۱) و هدایت الکتریکی و میزان قلیاییت متیل اورانژ (r= -۰/۷۰۹) نشانگر آن است کـه مـوثرترین یـون‌هـا در افزایش هدایت الکتریکی یون کلرید و کلسیم می‌باشند که با توجـه بـه همسـبتگی ایـن دو یـون (r =۰/۸۰۴) نمـک کلسیم کلراید در افزایش هدایت الکتریکی آب مهمترین نقش را دارد. این موضـوع بـا همبسـتگی تفکیکـی (Partial

(correlation نیز مورد تایید می‌باشد که بر اساس آن چنانچه در همبسـتگی بـین هـدایت الکتریکـی و میـزان یـون کلسیم یون کلرید کنترل شود، همبستگی از بین می‌رود و نیز در همبسـتگی بـین هـدایت الکتریکـی و میـزان یـون کلرید با کنترل یون کلسیم همبستگی کم می‌شـود کـه نشـانگر آن اسـت کـه مـوثرترین نمـک در افـزایش هـدایت الکتریکی کلسیم کلراید می‌باشد. با بررسی همبستگی منفی بین قلیاییت متیل اورانژ با میزان یـون کلریـد (۰/۸۳۷- =r) و هدایت الکتریکی با میزان قلیاییت متیل اورانژ(r= -۰/۷۰۹) مشخص می‌گردد کـه غلظـت یـون بـی کربنـات و کلرید در جهت عکس یکدیگر عمل کرده و با کاهش غلظت یکی از آن دو یون، علظت یون دیگر افزایش می‌یابد و بـا توجه به اینکه نمک کلسیم کلراید مهمترین نقش را در هدایت الکتریکی دارد بـا افـزایش غلظـت یـون بـی‌کربنـات، هدایت الکتریکی کاهش می‌یابد. همبستگی منفی بین کدورت و pH(r= -۰/۷۲۹=) بیانگر آن است که ذرات معلـق در آب خاصیت اسیدی داشته و افزایش این ذرات سبب کاهش pH آب می‌گردد و نیز با توجه به همبستگی منفـی بـین کدورت و قلیاییت فنل فتالیین (r= -۰/۷۵۴)، این ذرات شامل ترکیبات غیر محلول اسیدی می‌باشند کـه بـا افـزایش میزان کربنات‌ها کاهش می‌یابند با توجه به اینکه عمده‌ترین ترکیبات در آب‌های سطحی در منـاطق خشـک و نیمـه خشک شامل بی‌کربنات‌ها، کربنات‌ها، سولفات‌ها و کلریدها می‌باشند و نیز با توجه به اینکه کلریدها عمدتا به صـورت نمک‌های محلولی نظیر کلسیم کلراید می‌باشند می‌توان پیش‌بینی کرد ذرات معلق از نمک‌های غیرمحلول سولفات‌ها نظیر کلسیم سولفات و منیزیم سولفات تشکیل شده‌اند.

بررسی تحلیل عامل(Factor analysis) بین پارامترهای مورد بررسی با توجه به فاصله انجام شد که بر اسـاس آن دو عامل مشخص گردید. عامل اول موثرترین پارامترها شامل دما، کدورت، میزان اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و pH می‌باشد که با توجه به پارامترهای این عامل و روابط همبستگی، موثرترین یون‌های عامل اول کلرید، بی‌کربنـات، سولفات و کلسیم می‌باشند. عامل دوم میزان یون فسفات و میزان کـل مـواد جامـد محلـول مـی‌باشـد. بـا توجـه بـه همبستگی بین میزان یون فسفات و کل مواد جامد محلول (r= -۰/۷۳۹) و بـدلیل عـدم وجـود نیتـرات در دو عامـل تعیین شده و نیز عدم همبستگی آن با میزان کل مواد محلول می‌توان پیش‌بینی نمود نقش مـوثر را در مـواد جامـد محلول یون‌های دیگری به جز یون‌های دسته اول نظیر منیزیم، سدیم و پتاسیم به عهده دارند.

بر اساس جدول شماره (۳) همبستگی بین فاصله و میزان هدایت الکتریکـی (r= -۰/۷۸۴) و نیـز فاصـله و میـزان یـون نیترات (r=۰/۷۰۹) مشخص می‌باشد که نشانگر آن است که با افزایش فاصله از مبـدا میـزان هـدایت الکتریکـی کـاهش در حالی که میزان یون نیترات افزایش خواهد داشت. با توجه به مقادیرضریب این همبسـتگی‌هـا تغییـرات در میـزان هـدایت الکتریکی بارزتر از میزان یون نیترات خواهد است و معادلات نمودارهای همبستگی‌های مذکور (شکل‌های ۲ و ۳) نیز موید این مطلب می‌باشد.

مقایسه پارامترهای آب در منطقه مورد بررسی با کیفیت آب‌های آشامیدنی در ایران در جدول شماره ۷ با آزمـون One samplet test انجام شد که بر اساس آن در مورد میزان کـدورت بـا حـداکثر مجـاز تفـاوت معنـی‌دار P<۰/۰۱ مشخص شد. اگرچه افزایش کدورت می‌تواند بدلیل نمونه‌برداری در فصل زمسـتان و تلاطـم آب بـه جهـت بارنـدگی باشدکه تکرار نمونه‌برداری در فصل‌های مختلف می‌تواند به تعیین صحیح‌تر میزان این پارامتر بیانجامـد، چنانچـه آب ناحیه مورد بررسی به عنوان شرب مطرح باشد کاهش پارامتر مذکور باید مدنظر قرارگیرد. میـزان سـختی کـل، یـون کلسیم، منیزیم و نیترات از حد مجاز پایین‌تر است اگر چه با حد مطلوب تفاوت معنی‌دار (P <۰/۰۱) را دارا می‌باشند و می‌توان گفت به جز فاکتور کدورت، سایر پارامترهای آب از نظر شرب مناسب می‌باشند. مقایسه پارامترهـای آب در منطقه مورد بررسی با کیفیت آب‌های مناسب در پرورش قزل‌آلا در جـدول شـماره ۸ بـا آزمـون One sample t test بیانگر آن است که میزان هدایت الکتریکی، کدورت، کلرید و نیترات دارای تفـاوت معنـی‌دار(P <۰/۰۱) بـا اسـتاندارد تعیین شده می‌باشند. افزایش یون نیترات می‌تواند در محیط‌های آبی می‌توانـد بـدلیل ورود پسـاب‌هـای کشـاورزی،

صنعتی و فاضلاب‌های خانگی باشد. در بررسی منطقه مورد مطالعه وجـود مجتمـع‌هـای مسـکونی پـارچین، دهسـتا ن‌های حمامک و نیک پایین می‌تواند به عنوان منابع آلاینده مطرح گردند. بالاترین میـزان یـون نیتـرات مربـوط بـه ایستگاه‌های شماره (۷و۸) می‌باشد که تعداد مجتمع‌های مسکونی پارچین در بالا دست آنها از سایر نقـاط بـه مراتـب بیشتر است. و پس از آن میزان این یون در ایستگاه‌های شماره ۴ و۵ بدلیل نزدیکـی بـا بعضـی از ایـن مجتمـع‌هـا و روستای حمامک، در اولویت دوم قرار دارند. میزان نیترات در ایستگاه‌های شماره (۱ و۲) با وجود نزدیکی به بعضـی از مجتمع‌های پارچین ازچهار ایستگاه دیکر کمتر میباشد زیرا تعداد مجتمع‌های بالا دست این ایسـتگاه‌هـا خصوصـا در ایستگاه شماره(۲)کمتر می‌باشد. همچنین میزان آن در ایستگاه (۶)کـه در شـرایط مناسـب‌تـری نسـبت بـه منـاطق مسکونی و روستاها می‌باشد کاهش یافته و حداقل آن در ایستگاه شماره(۳) در نزدیکی روستای حمامک اندازه‌گیـری شده است. با توجه به اندازه‌گیری یون نیترات در ایستگاه‌های مختلف می‌تـوان پـیش‌بینـی نمـود کـه مجتمـع‌هـای مسکونی پارچین بیشترین تاثیر را در ایجاد آن دارا می‌باشند. همچنین بدلیل عدم همبستگی یون نیترات وفسفات بـا یکدیگر ($P\geq ۰/۰۵$) و نیز روند افزایشی یون فسفات از ایستگاه شماره(۱ تا ۶) و کاهش آن در ایستگاه‌های شـماره (۷و ۸)می‌توان پیش‌بینی نمود که منابع تولید این دو یون متفاوت است.

به منظور مشخص نمودن مناسب‌ترین محل در احداث استخر پرورش ماهی قزل آلا در محدوده نمونه‌برداری، در مورد پارامترهای دارای تفاوت معنی‌دار با استاندارد تعیین شده، درون یابی به روش spline انجام گرفت. نتـایج درون یابی در شکل‌های شماره (۷-۴) بیانگر آن می‌باشد که حداقل میزان EC و Cl^- در مسافت ۳۶۰۰ متر، حـداقل میـزان NO_3^- در مسافت ۳۱۰۰ متر و حداقل میزان کدورت در مسافت ۱۱۰۰ متر می‌باشد. در مورد میزان یون فسـفات نیـز حداقل میزان آن در مسافت ۲۹۰۰ متر (شکل شماره ۸) و حداقل میزان TDS در مسافت ۲۹۶۰ متر می‌باشد (شکل شماره ۹). در مورد میزان pH در تمـام محـدوده بـه جـز فاصـله ۱۴۲۰-۷۰۱ متـردر حـد مطلـوب و یـا مجـاز قـرار دارد(شکل شماره ۱۰). این نتایج بیانگر آن است که به جزدر مورد پارامتر کدورت مـی تـوان پـیش بینـی نمـود کـه احداث استخر درمسافت حدود ۳۶۰۰-۳۰۰۰ متر از مبدا مناسب‌تر از سایر نقاط می‌باشد.

مقایسه میزان هدایت الکتریکی و میزان اکسیژن محلول در آب رودخانه جاجرود ناحیه پـارچین بـا میـزان آن در آب رودخانه کرج و کن بیانگر افزایش هر دو کمیت نسبت به دو منطقه مذکور می‌باشد (خلج معصـومی و همکـاران، ۱۳۸۶.، رمضانخانی و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی در آب رودخانه جاجرود در بخش‌های بالاتر در فاصله ´05º36 - ´45º35:Nو ´50º51 -´20º51 :E که توسط مرکز تحقیقـات آب و انـرژی دانشـگاه صنعتی شریف و سازمان آب منطقه ای تهران در سال ۱۳۸۶ انجام گرفته بیانگر آن می‌باشد که حـداکثر میـانگین در طی چهار فصل نمونه‌برداری در مورد میزان هدایت الکتریکی ۴۱۲ میکروزیمنس بر سانتیمتر، میزان آمونیـاک ۰/۱۳ میلی‌گرم بر لیتر، میزان نیترات ۴/۲۴ میلی‌گرم بر لیتر و میزان COD، ۳/۸۲ میلـی‌گـرم بـر لیتـر در نمونـه‌هـای آب منطقه مذکور می‌باشد.

بررسی عناصر سنگین سرب، کادمیم، کروم و نیکل در آب رودخانه جاجرود در ناحیه پارچین بیـانگر آن مـی‌باشـد کـه میزان آلودگی به فلزات سنگین در آب این منطقه بسیار کم بوده و ازاین جهت به منظور شرب و پرورش قزل آلا ی رنگـین کمان مناسب است. همچنین با توجه به اینکه میانگین میزان هدایت الکتریکـی آب ۹۲۱/۲۵ میکـروزیمنس بـر سـانتیمتر می‌باشد، از نظر هدایت الکتریکی که یکی از دو شاخص مهم کیفیت آب‌های کشاورزی اسـت، در سـطح متوسـط (۲۲۵۰-۷۵۰ $=C_3$) قرار دارد (مهدوی، ۱۳۷۱) و اظهار نظر نهایی در اینمـورد بـا انـدازه‌گیـری شـاخص دوم آن کـه نسـبت جـذب سدیم(S.A.R) می‌باشد و می تواند در تحقیق دیگری بررسی گردد، امکان پذیر است.

درتحقیق انجام شده، اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکو شیمیایی و عناصر سـنگین آب رودخانـه جـاجرود در ناحیـه پارچین در جهت بررسی کیفی آن از نظر شرب و آبزی پروری انجام گرفـت. بـدلیل تـوان خـود پـالایی متفـاوت آب

رودخانه‌ها در زمان‌ها و مکان‌های متفاوت، تکرار نمونه‌برداری در فصول دیگر سال ونیز مقایسـه داده‌هـای حاصـل بـا تحقیقات انجام شده در سایر بخش‌های این رودخانه می‌تواند به منظور بررسی ارزیـابی تغییـرات زمـانی و مکـانی در کیفیت آب آن انجام‌گیرد که گامی در جهت تکمیل تحقیق مذکور می‌باشد

منابع

آزاد بخت، ب. و نوروزی، غ. ۱۳۸۷. جغرافیای آب‌های ایران. انتشارات سـازمان جغرافیـایی نیروهـای مسـلح، تهـران. ایران. ##

اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، تهران. ایران.

افشین، ی. ۱۳۸۳. فرهنگ جغرافیایی حوضه آبریز ایران مرکزی، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهـران. ایران.

خلج معصومی، الف.، مهرداد شریف، الف. ع. و ساداتی پور، س م ت. ۱۳۸۶. بررسی همبسـتگی بـین غلظـت نیکـل و کروم و برخی پارامترهای کیفی آب در رسوبات رودخانه کن در فصل تابستان. مجله پژوهش‌های علوم و فنـون دریایی، ۷:۲۲-۱۱.

رمضانخانی ر.، مهرداد شریف، الف. ع. و ساداتی پور، س. م.ت. ۱۳۸۶. اسـتفاده از داده کـاوی مکـانی (Spatial data mining) در پایش کیفی آب‌های سطحی. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۷: ۴۶-۳۵.

کرباسی، ع.، منوری، س. م. و موگویی، ر. ۱۳۸۷. مدیریت زیست محیطی استخرهای پرورش ماهی در منطقه سـراب گردو. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۰: ۱۶۹-۱۵۹.

کرمی، ع. ۱۳۷۶. مدیریت آب و تنظیم اکسیژنی ماهیان سردابی، معاونت تکثیر و پرورش آبزیـان اداره کـل تـرویج و آموزش سازمان شیلات ایران، ص ۴۳-۲۹.

مرکز تحقیقات آب و انرژی دانشگاه صنعتی شریف و سازمان آب منطقه ای تهران.۱۳۸۶. کاربردتکنیک‌های تشخیص الگو در ارزیابی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت رودخانه، مطالعـه مـوردی: رودخانـه جـاجرود.طـرح مطالعـاتی شناسایی منابع آلاینده و ارائه طرح‌های کاهش آلودگی حوزه آبریز سد لتیان. نهران. ایران.

مهدوی، محمد. ۱۳۷۱. هیدرولوژی کاربردی جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران. ایران.

APHA, AWWA, WPCF, WEF. 1981. Standard methods for the examination of water and waste water, including bottom sediments and sludge, American Public Health Association. New York, USA

Horn Berger, M.I., Luoma, S.N., Van Green, A., Fuller, C. & Anima, R. 1999. Historical trends of meals in the sediments of San Francisco Bay, California. Marine Chemistry, 64: 39-55.

Subasinghe,R. P. 2007. An outlook for aquaculture development, major issue opportunities and challenges. FAO Fisheries Department. Rome, Italy.

World Health Organization (WHO). 1993. Revision of WHO guideline for water quality. Geneva.