

## پژوهشی



## شناسایی و تعیین میزان آلاینده های فیزیکی

## کیفیت آب در حوضه رودخانه ارس

موسی شجاع جمال آباد<sup>۱\*</sup>، دکتر بهمن یارقلی<sup>۲</sup>، دکتر مهدی برقی<sup>۳</sup>

## چکیده

کنترل، نظارت و پیش بینی تغییرات پارامترهای کیفی در اعمال مدیریت کیفیت رودخانه‌ها، با توجه به ورود منابع آلاینده متعدد همچون زهاب های کشاورزی اجتناب ناپذیر می باشد. با افزایش اطلاعات در مورد اهمیت کیفیت آب آشامیدنی برای بهداشت عمومی و کیفیت آب خام برای زندگی آبزیان، نیاز به ارزیابی کیفیت آبهای سطحی افزایش می‌یابد. با فرض آنکه مکانیسم‌های طبیعی نظیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خود پالایی رودخانه‌ها سهم عمده در کنترل و یا تشدید این غلظت‌ها خواهند داشت، اولین قدم در تعیین کیفیت آب رودخانه‌ها، کسب آگاهی از تغییرات کیفی آب رودخانه‌ها در ابعاد زمان و مکان و همچنین مشخص نمودن منابع اصلی و انواع آلوده کننده‌های آب می‌باشند. در این مطالعه با استفاده از ایستگاه های نمونه برداری تعیین شده برای بررسی کیفیت آب رودخانه ارس پرداخته شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که فاکتور کدورت در اکثر نوبت‌های نمونه‌برداری جز در نوبت‌های اول و دوم در طول رودخانه بالا بوده بطوریکه میزان این فاکتور در دوره‌های مذکور بیش از حد استاندارد جهت مصارف کشاورزی به دست آمد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری در محل فاکتور pH نشان می‌دهد که میزان این فاکتور در ایستگاه‌های مختلف بر روی رودخانه ارس از وضعیت خوبی برخوردار بوده و تغییرات آن در بازه ۶/۶۵ تا ۸/۴۵ در دوره‌های مختلف در نوسان می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که میزان اکسیژن محلول (DO)، هدایت الکتریکی (EC) و دمای آب در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری مناسب بوده است.

**کلیدواژگان:** رودخانه ارس، منابع آلاینده، بهداشت، اکسیژن محلول، pH

دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده انرژی و محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات

اعضو هیئت علمی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج

اعضو هیئت علمی، گروه فرایندهای مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی شیمی و نفت، دانشگاه صنعتی شریف

کارشناس محیط انسانی، اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان غربی، ارومیه

نویسنده مسئول: موسی شجاع

پست الکترونیک: shoja213@gmail.com

## مقدمه

دارند. با افزایش اطلاعات در مورد اهمیت کیفیت آب آشامیدنی برای بهداشت عمومی و کیفیت آب خام برای زندگی آبزیان، نیاز به ارزیابی کیفیت آبهای سطحی افزایش می‌یابد (Ouyang, 2005). تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی به عنوان یک منبع آلاینده ثابت محسوب می‌شود در حالی که

امروزه اصلی‌ترین نگرانی در مورد آبهای سطحی، مسئله کیفیت آب رودخانه‌هاست. به دلیل استفاده از مسیر رودخانه‌ها برای انتقال فاضلاب های شهری و صنعتی و زهاب‌های مزارع کشاورزی و باغداری، این آبها در معرض آلودگی گوناگونی قرار

محدود آن از اهمیت حیاتی برخوردار است، نیاز به مدیریتی علمی و کارآمد با استفاده از ابزارها و تکنیک های علمی حتمی است. مشکل آلودگی رودخانه ها به عنوان یکی از مهم ترین منابع آبی در دسترس بشر، همواره به عنوان یکی از سرفصل های مهم تحقیقاتی و مطالعاتی در زمینه ابداع و کاربرد روش هایی به منظور شناخت و کنترل آلودگی ها قرار داشته است. برای اعمال تکنیک ها و روش هایی موثر و در واقع مدیریتی صحیح به منظور مبارزه با این مشکل، شناخت واقعیت مسئله و استفاده از مدل ها و مسیرهایی که حتی الا مکان به این واقعیت نزدیک تر بوده و مطابقت بیشتری با آن داشته باشد، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است (فتائی، ۱۳۹۰).

### مواد و روش ها

#### منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه ارس شمالی ترین گستره هیدرولوژی ایران را بین عرض های ۳۸ تا ۴۰ درجه شمالی تشکیل می دهد. این حوضه از دیدگاه اقلیم شناسی کلان مقیاس، دارای ویژگی های مناطق معتدل عرض های میانی کره زمین می باشد. با این حال، وجود مناطق کوهستانی و مرتفعی چون دامنه های سبلان و آرات و دشت های وسیعی که در تراز پایین تر از ۵۰۰ متر قرار دارند، موجب تنوع اقلیمی قابل توجهی در این حوضه شده است (محبی و میرزایی، ۱۳۹۳). در محدوده استان آذربایجان غربی از حوضه آبریز رودخانه ارس، رودخانه های پر آبی چون زنگمار، ساری سو و

رواناب های سطحی به عنوان منابع فصلی تلقی می شوند که بیشتر تحت تاثیر شرایط آب و هوایی منطقه است. نوسانات فصلی، میزان رسوب گذاری در رودخانه ها، حجم رواناب های سطحی ورودی و سطح آب های زیرزمینی منطقه تاثیر زیادی در کیفیت آب رودخانه و در نتیجه در غلظت مواد آلوده کننده آن دارد (Dixon et al., 1996; Da Silva et al., 2001).

با توجه به اینکه بهداشت و سلامت آب دریا یا دریاچه ارتباط مستقیمی با آب رودخانه هایی دارد که به آن می ریزند و با توجه به مشکلات عدیده جوامع کنونی در ارتباط با دفع زباله های خانگی، فاضلاب های شهری و کشاورزی و کارخانه های متعدد و پساب های آلوده بیمارستانی کمتر می توان رودخانه ای را یافت که آلودگی آنها در حد استاندارد باشد. حال به راحتی می توان پیش بینی کرد که دریا هایی که توسط این رودخانه ها تغذیه می شوند تا چه حد تحت تاثیر این آلودگی ها قرار می گیرند. با توجه به آنکه عوامل انسانی موجب افزایش غلظت آلاینده ها در آب رودخانه ها می گردند و با فرض آنکه مکانیسم های طبیعی نظیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خود پالایی رودخانه ها سهم عمده در کنترل و یا تشدید این غلظت ها خواهند داشت، اولین قدم در تعیین کیفیت آب رودخانه ها، کسب آگاهی از تغییرات کیفی آب رودخانه ها در ابعاد زمان و مکان و همچنین مشخص نمودن منابع اصلی و انواع آلوده کننده های آب می باشند (گلجان و همکاران ۱۳۸۸).

با توجه به اینکه کشور ایران در کمربند خشک جهان قرار گرفته و توسعه و حفاظت منابع آب

آذربایجان قرار می‌گیرد، سپس در مرز بین ایران و ارمنستان جریان یافته و مجدداً مرز میان ایران و آذربایجان را طی می‌نماید. نهایتاً این رودخانه به داخل قلمرو جمهوری آذربایجان وارد شده و پس از اتصال به شاخه اصلی کورا به دریای خزر تخلیه می‌گردد. موقعیت جغرافیایی و سیاسی این رودخانه در نقشه ۳-۱ ارائه شده است. بلندترین نقطه حوضه آبریز ارس در محدوده استان آذربایجان غربی قله اورین به ارتفاع ۳۶۲۲ متر در شهرستان خوی و پایین‌ترین نقطه استان به ارتفاع ۷۱۰ متر، کنار رودخانه ارس در شهرستان ماکو واقع شده است، که این ارتفاعات به ترتیب بلندترین و پایین‌ترین ارتفاع در سطح استان نیز است (یوسفی و مستخدمی، ۱۳۸۷).

همچنین قطورچای که در مرز بین استان آذربایجان غربی و شرقی قرار دارد، از نواحی مرتفع سرچشمه گرفته و از میان دشت‌های وسیع حوضه عبور کرده و در نهایت به رودخانه ارس منتهی می‌شوند. شاخه اصلی رودخانه ارس از بخش‌های جنوب شرقی ترکیه سرچشمه گرفته و در داخل ترکیه به نام ارس شهری نامیده می‌شود. این شاخه در مسیر خود به سمت شرق در نزدیکی محلی به نام طرزلوجا به رودخانه آخوریان که منشأ آن نیز خاک ترکیه بوده و در مرز بین ترکیه و ارمنستان جریان می‌یابد، متصل می‌شود. در ادامه مسیر، رودخانه ارس مجدداً مرز بین ترکیه و ارمنستان را تشکیل می‌دهد. در نقطه ثلاثه (نقطه مرزی مشترک بین ایران، ارمنستان و ترکیه) رودخانه در مسیر مرز بین ایران در استان آذربایجان غربی و جمهوری



شکل ۱: حوزه آبریز ارس

### شناسایی منابع آلاینده

جهت شناسایی منابع آلاینده رودخانه ارس در محدوده استان آذربایجان غربی اقدام به پیمایش منطقه ای شد که در این روش مراکز جمعیتی شهری و روستایی و زهاب های کشاورزی شناسایی شدند که به صورت متمرکز (نقطه ای) و غیر متمرکز (غیر نقطه ای) وارد رودخانه ارس می گردیدند.

### نتایج

#### بررسی و تحلیل کیفی نتایج فیزیکی آب

مشخصه های فیزیکی شامل فاکتورهای دما، کدورت، pH، هدایت الکتریکی و اکسیژن محلول می باشد، که توسط دستگاه های قابل حمل در محل ایستگاه اندازه گیری می شود.

### کدورت

با توجه به شکل ۳ نتایج حاصل از دوازده نوبت نمونه برداری از ایستگاه های منتخب بر روی رودخانه ارس نشان از بالا بودن فاکتور کدورت در اکثر نوبت های نمونه برداری جز در نوبت های اول و دوم در طول رودخانه بوده بطوریکه میزان این فاکتور در دوره های مذکور بیش از حد استاندارد جهت مصارف کشاورزی به دست آمد. ورود رودخانه آرپاچای از کشور ارمنستان در محل فواصل بین دو ایستگاه ASG1 و ASG2 و همچنین سیلابی بودن وضعیت رودخانه نقش عمده ای در تغییر فاکتور کدورت در ایستگاه های پایین دست می شود. همانطور که ملاحظه می شود حداکثر میزان این

### اصول انتخاب ایستگاه ها در پایش کیفی

به طور کلی ایستگاه های نمونه برداری بایستی بر اساس اهداف، مشکلات شناخته شده کیفی آب در سطح منطقه مورد نظر و نیازهای پیش بینی شده انتخاب گردند (وزارت نیرو، ۱۳۸۷). مهم ترین مواردی که در انتخاب ایستگاه های پایش باید ملحوظ گردند عبارتند از:

- قابلیت دسترسی به ایستگاه های نمونه برداری
  - استفاده از نقاط نمونه برداری قبلی مشروط بر اینکه در دسترس، با صرفه و مفید باشند.
  - جهت نمونه برداری از آلاینده های نقطه ای، در بالادست و پایین دست منطقه اختلاط باید نمونه برداری صورت بگیرد.
  - یک ایستگاه بلافاصله در بالادست برکه پیشنهادی و چنانچه امکان تأثیرگذاری برکه بر روی ماهی ها و حیات آبیان پایین دست وجود دارد، یک ایستگاه نمونه برداری نیز در پایین دست سازه پیشنهادی باید انتخاب گردد.
  - ایستگاه های پایش باید در بالا دست، در داخل و در پایین دست مناطق حساس انتخاب شوند.
- معمولاً یک ایستگاه نمونه برداری در بالا دست محل تلاقی سرشاخه با جریان اصلی و یک ایستگاه نیز در انتهای پایینی حوضه آبخیز باید انتخاب شود. در ضمن از احداث ایستگاه ها بلافاصله در پایین دست تخلیه های ناشی از منابع آلودگی نقطه ای (به دلیل عدم اختلاط کامل) باید اجتناب ورزید مگر اینکه اهداف خاصی مدنظر باشد.

فاکتور در ایستگاه ASG2 در تاریخ ۹۰/۰۳/۲۰ به مقدار ۸۷۵۰ NTU به دست آمد؛ بطوریکه حداقل میزان آن در ایستگاه ASG1 و به مقدار ۳/۴۳

با NTU دستگاه‌های پرتابل در محل ایستگاه اندازه‌گیری شد.

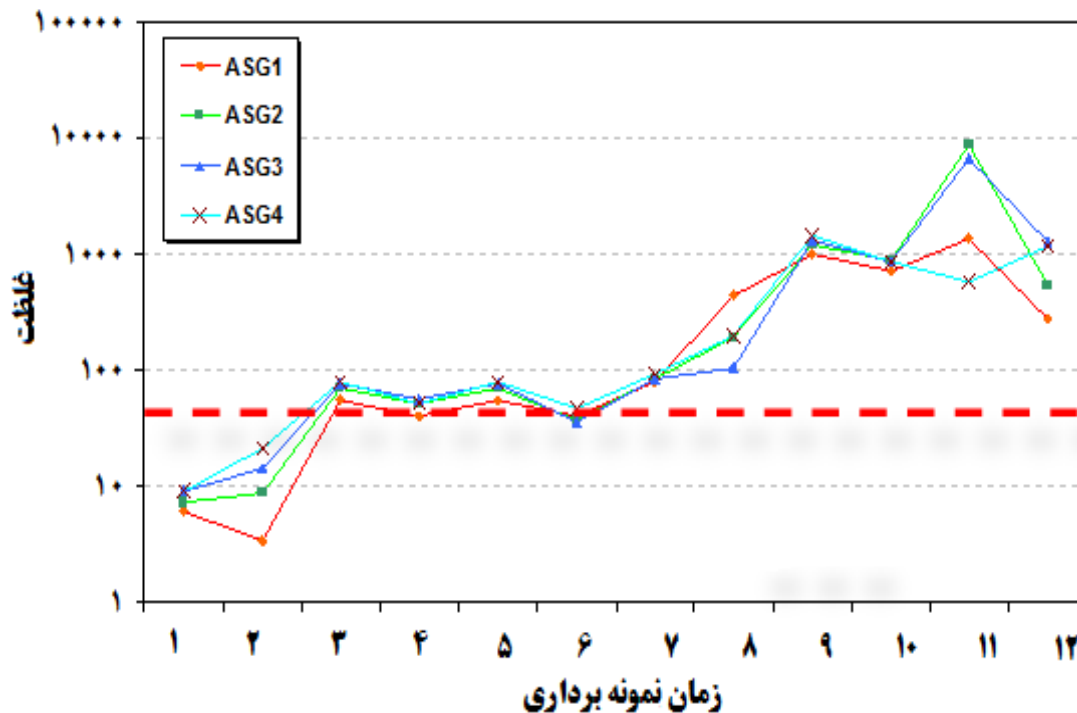
جدول ۱: وضعیت کیفی رودخانه ارس در محل خزانگاه از شهریور ۱۳۹۰ تا اسفند ۱۳۹۱

ردیف	پارامتر	واحد	تعداد نمونه	حداکثر مجاز		حداکثر		حداقل	
				کشاورزی <sup>۱</sup>	شرب <sup>۲</sup>	تاریخ	غلظت	تاریخ	غلظت
۱	PH	-	۴۸	۸/۵-۶	۸/۲-۶/۸	آذر ۹۰	۸/۶	آبان ۹۰	۷/۲
۲	هدایت الکتریکی	mho/cm	۴۸	۳	-	بهمن ۹۱	۱/۲	اردیبهشت ۹۱	۰/۵
۳	دما	0c	۴۸	-	-	مهر ۹۱	۲۰	دی ۹۰	۱
۴	کدورت	NTU	۴۸	۵۰	۲۵	مرداد ۹۱	۲۰/۲	دی ۹۰	۰/۸
۱۶	اکسیژن محلول	mg/l	۴۸	۲	-	دی ۹۱	۱۵/۷	مهر ۹۰	۶/۲

۱- نشریه استاندارد خروجی فاضلابها، دفتر آموزش سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۷۷

۲- استاندارد آب شرب موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شماره استاندارد ۱۰۱۱، تیرماه ۱۳۷۷

### کلورت (FTU)

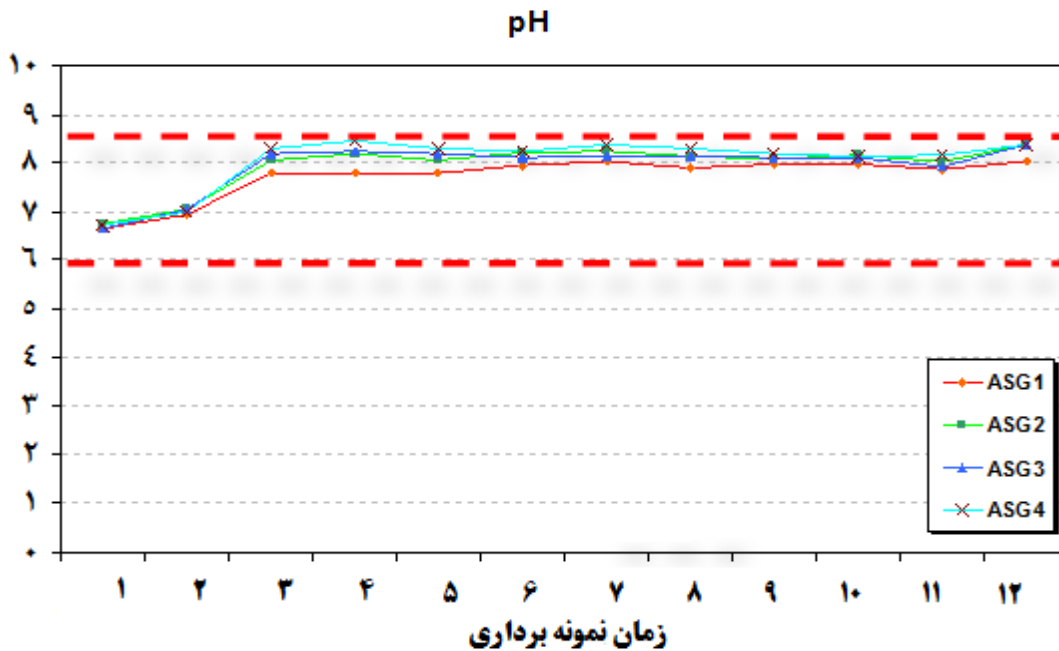


شکل ۳: وضعیت فاکتور کدورت در ایستگاه‌های منتخب بر روی رودخانه ارس در طول یکساله نمونه‌برداری

**PH**

میزان در حدود مجاز جهت مصارف کشاورزی بوده و از این لحاظ محدودیتی ندارد. با توجه به شکل ۴ نتایج نشان از تغییرات اندک میزان این فاکتور در ایستگاه های منتخب در دوره های مختلف نمونه برداری می باشد.

نتایج حاصل از اندازه گیری در محل فاکتور pH نشان می دهد که میزان این فاکتور در ایستگاه های مختلف بر روی رودخانه ارس از وضعیت خوبی برخوردار بوده و تغییرات آن در بازه ۶/۶۵ تا ۸/۴۵ در دوره های مختلف در نوسان می باشد. که این

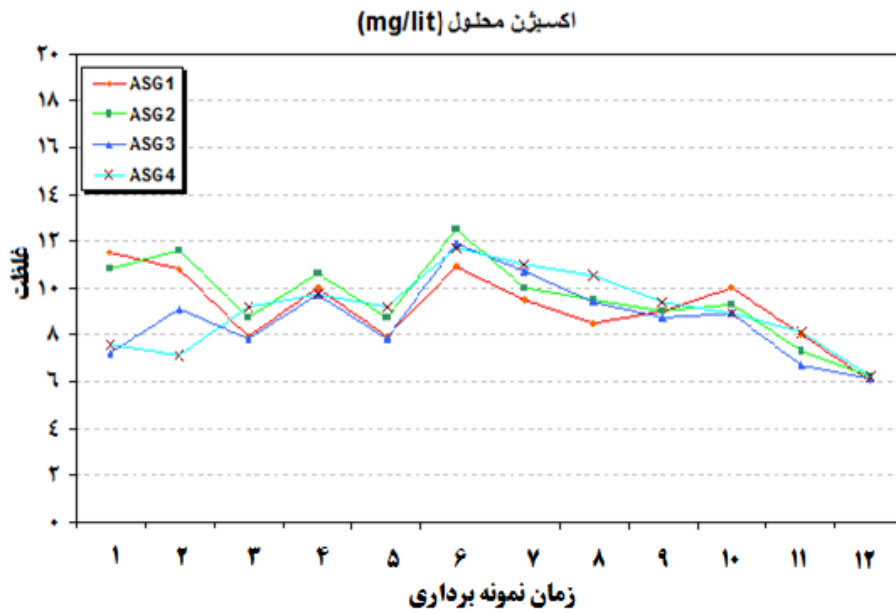


شکل ۴: وضعیت فاکتور pH در ایستگاه های منتخب بر روی رودخانه ارس در طول یکساله نمونه برداری

ایستگاه ASG2 اتفاق افتاده است. به طور متوسط حداکثر میزان این فاکتور در نوبت ششم مورخ ۹۰/۱۰/۳۰ در ایستگاه های مختلف بر روی رودخانه ارس اندازه گیری شده است، و این میزان با توجه به کاهش دما و وجود بارش های جوی و افزایش تلاطم در طول مسیر حرکت رودخانه قابل پیش بینی است. از این تاریخ به بعد میزان فاکتور در ماه های مختلف کاهش نشان می دهد؛ این امر نشان از کاهش آبدهی در ایستگاه های مختلف و کاهش حالت سیلابی رودخانه می توان عنوان کرد. (شکل ۵).

**اکسیژن محلول DO**

وجود این فاکتور در منابع آب سطحی؛ نتایج بدست آمده نشان از حد مناسب این فاکتور در دوره های مختلف نمونه برداری می باشد. بالا بودن میزان این فاکتور نقش مهمی در افزایش توانایی خودپالایی رودخانه دارد، و این توانایی را می توان در نتایج نمونه برداری از شبکه پایش رودخانه ارس در کاهش غلظت برخی فاکتورها مشاهده نمود. حداکثر میزان فاکتور DO در دوره های مختلف نمونه برداری در

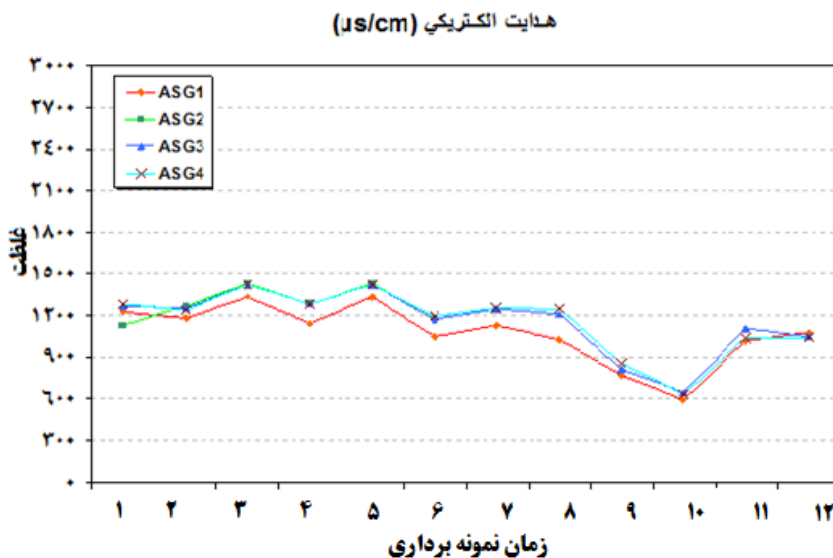


شکل ۵: وضعیت فاکتور DO در ایستگاه‌های منتخب بر روی رودخانه ارس در طول یکساله نمونه برداری

### هدایت الکتریکی EC

لحاظ وجود ندارد. شکل ۶ تغییرات میزان این فاکتور را در ایستگاه‌های منتخب در طول دوره نمونه برداری نشان می‌دهد. تغییرات میزان هدایت الکتریکی از ایستگاه ASG1 به ایستگاه ASG2 به طور ناگهانی تغییر زیادی نشان داده، بطوریکه این تغییرات در فواصل ایستگاه‌های بعدی قابل ملاحظه نمی‌باشد.

با توجه به بررسی‌های انجام یافته و براساس نوبت‌های مختلف اندازه‌گیری‌های در محل از ایستگاه‌های منتخب بر روی رودخانه ارس نتایج نشان از مناسب بودن میزان هدایت الکتریکی جهت مصرف کشاورزی بوده و هیچگونه محدودیتی از این



شکل ۶: وضعیت فاکتور EC در ایستگاه‌های منتخب بر روی رودخانه ارس در طول یکساله نمونه برداری

## دمای آب

ترتیب ۳۳۸، ۹۸۸، ۸۷۱ و ۳۵۵ NTU به دست آمد. قابل ذکر است در نمودار ذیل محور افقی میزان کدورت به صورت لگاریتمی ارائه شده است.

اکسیژن محلول موجب اکسیداسیون بیولوژیکی آمونیاک و تبدیل آن به نیترات شده و نیز از احیای بی‌هوازی سولفات‌های محلول و تبدیل آن به هیدروژن سولفور جلودگی می‌کند. وجود اکسیژن محلول در آب سطحی نشانه آن است که مقدار پساب‌های مصرف کننده اکسیژن در آب زیاد نیست. کاهش اکسیژن در آبهای راکد می‌تواند ناشی از وجود برخی مواد طبیعی مصرف کننده اکسیژن و یا آلاینده‌های آلی باشد.

میزان زیاد تغییر هدایت الکتریکی بوجود آمده در حد فاصل دو ایستگاه ASG1 و ASG2 ناشی از ورود شاخه آلوده آرپاجای از کشور ارمنستان به این رودخانه می‌باشد. حداکثر میزان این فاکتور در ایستگاه‌های ASG1، ASG2، ASG3 و ASG4 به ترتیب به میزان ۱۳۳۷، ۱۴۳۱، ۱۴۲۶ و ۱۴۲۰  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ثبت شده است. حداقل میزان EC با توجه به بالا بودن میزان بارش‌های جوی و آبدی در محل ایستگاه‌های منتخب در دوره دهم نمونه‌برداری‌ها مورخ ۹۱/۰۲/۱۶ به دست آمد.

فاکتور دمای آب در آب متأثر از عوامل متعددی نظیر موقعیت جغرافیایی، سایه، تخلیه‌ها با دمای بالا، اندازه منبع آبی، عمق آب و نوع منبع آبی خواهد بود و در عین حال این فاکتور یک تاثیر شگرف در نوع حیات زنده رودخانه خواهد داشت. دما مستقیماً بر روی اکسیژن محلول و میزان عمل

نتایج حاصل از اندازه‌گیری در محل فاکتور دمای آب نشان می‌دهد که میزان این فاکتور در ایستگاه‌های مختلف بر روی رودخانه ارس از وضعیت خوبی برخوردار بوده و تغییرات آن در بازه ۱/۸ تا ۲۵/۸ در دوره‌های مختلف در نوسان می‌باشد. که این میزان در حدود مجاز جهت مصارف کشاورزی بوده و از این لحاظ محدودیتی ندارد.

## نتیجه گیری

سهم کشورهای آذربایجان و ارمنستان در تولید آلودگی‌های با منشأ شهری و مسکونی بیش از ایران می‌باشد. از مهمترین مشکلات عمومی مطالعات کیفی حال حاضر کشور بحث کمبود داده‌های اندازه-گیری، کمبود داده‌های مربوط به پارامترهای کیفی می‌باشد. از طرفی دیگر، تجزیه و تحلیل کیفیت آب رودخانه‌های مهم، حداقل یکبار در سال توسط شرکتهای آب منطقه‌ای استان‌ها و محیط زیست به انجام می‌رسد.

نتایج روند تغییرات فاکتور کدورت آب را در نوبت‌های مختلف نمونه‌برداری در طول رودخانه در ایستگاه‌های منتخب نشان می‌دهد (شکل ۳). بطور کلی میزان کدورت در طول رودخانه از ایستگاه ASG2 افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داده بطوریکه این روند در ایستگاه‌های ASG2 و ASG3 کاهش نشان می‌دهد. بطور میانگین میزان کدورت در ایستگاه‌های ASG1، ASG2، ASG3 و ASG4 به



یوسفی، ف و مستخدمی، ص. ۱۳۸۷. بررسی اکوسیستم رودخانه ارس، اولین همایش منطقه ای اکوسیستم های آبی داخلی ایران، بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، [http://www.civilica.com/Paper-WATERECOSYSTEM01-WATERECOSYSTEM01\\_042.htm](http://www.civilica.com/Paper-WATERECOSYSTEM01-WATERECOSYSTEM01_042.htm)

گلجان، ف.، ع. کرباسی، ن. حاجی زاده ذاکر و غ. نبی بیو هنری. ۱۳۸۸. تعیین کلاس کیفی آب رودخانه های شهرستان نور ( لاریج رود- سبزه رود- گلند رود ) فصلنامه تحقیقات علوم آب، سال ۱، شماره ۱.

Ouyang, Y. 2005. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis, *Water Research*, 39 (12): 262-35.

Dixon, W., Cheswell, B. 2004. Review of aquatic monitoring program design. *Water Research*, 30 (9): 1935-1948.

Da Silva A.M.M, Sacomani L.B. 2001. Using chemical and physical parameters to define the quality of Pardo River water Botucatu-sp-Brazil). *Water Research*, 35 (6): 1609-16.

فتوسنتز توسط آگها و سایر گیاهان آبی و میزان تنفس ارگانیزمهای آبی و حساسیت موجودات زنده به ضایعات سمی، انگلها و بیماریها تاثیر گذار خواهد بود. بنابراین با اندازه گیری این پارامتر در آب می توان تمام شرایط و فعل و انفعالات فوق را تحلیل نمود.

نمونه برداری از آب رودخانه و آزمایشات کیفی بر روی این نمونه ها بسیار هزینه بر و وقت گیر هستند، لذا پیشنهاد می شود از مدل های کامپیوتری به منظور شبیه سازی کیفی رودخانه ها استفاده شود.

## منابع

وزارت نیرو، ۱۳۸۷. دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها. نشریه شماره ۳۳۰. ۱۴۱ص.

فتائی، ا. ۱۳۹۰. بررسی مقادیر پارامترهای کیفی کانال های آبرسانی شهرستان پارس اباد. فصلنامه علمی محیط زیست، شماره ۵۰، ۷۲-۸۱.

محبی، ع و میرزایی، م.ع. ۱۳۹۳. ارزیابی ثبات و پایداری حاشیه رودخانه ارس با استفاده از شیوه A-Syst. مجله علوم مهندسی آبخیزداری ایران، سال ۸، شماره ۲۶، ۲۱-۲۶.