

## ارایه چارچوبی مناسب جهت بررسی وضعیت کیفی رودخانه مرزی اترک

روح‌اله نوری<sup>۱</sup>، فاطمه جعفری<sup>۲</sup>، دیانا فرمن اصغرزاده<sup>۳</sup>، عباس اکبرزاده<sup>۴</sup>

نویسنده مسئول: تهران، موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو [roohollahnoori@gmail.com](mailto:roohollahnoori@gmail.com)

پذیرش: ۹۰/۰۳/۰۷

دریافت: ۸۹/۱۲/۱۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** رودخانه اترک یکی از منابع اصلی تامین آب استان های خراسان رضوی، خراسان شمالی و گلستان بوده که از اهمیت ویژه‌ای نیز به دلیل تشکیل قابل توجهی از مرز ایران و ترکمنستان برخوردار است. متأسفانه کمبود اطلاعات کمی و کیفی به دلیل نداشتن سیستم پایش مناسب یکی از مهم ترین چالش‌ها در بررسی کیفی آب این رودخانه است. هدف اصلی تحقیق مذکور ارایه چارچوبی مناسب جهت بررسی کیفی این رودخانه با توجه به محدودیت‌های ذکر شده است.

**روش بررسی:** در گام اول با انتخاب ایستگاه‌هایی مناسب در طول رودخانه وضعیت کلی کیفیت آب با استفاده از مدل شاخص کیفی آب (WQI) تعیین گردیده است. گام دوم این تحقیق به بررسی و طبقه‌بندی وضعیت تروفیکی بازه‌های مختلف رودخانه اختصاص یافته و در نهایت نیز با توجه به محدودیت‌های مدل WQI، مدل کیفی رودخانه بر مبنای شاخص کیفی مهم کل جامدات محلول (TDS) بر مبنای مدل توصیه شده اکنور (۱۹۷۶) ارایه شده است.

**یافته‌ها:** نتایج این تحقیق بر مبنای مدل WQI به طورکلی بیان گر فرارگیری کیفیت آب رودخانه در بیشتر ایستگاه‌های مورد بررسی در دسته متوسط می‌باشد. نتایج بررسی وضعیت تروفی این رودخانه نیز مشخص نمود که بخش عمده‌ای از بازه رودخانه در وضعیت مغذی قرار دارد. در نهایت نیز یافته‌های حاصل از مدل‌سازی کیفی بر مبنای مدل اکنور مشخص نمود که عمده شوری در هر چهار ایستگاه مورد بررسی شامل شوری جریان پایه بوده و بنابراین منشا طبیعی دارد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به کمبود اطلاعات کمی و خصوصاً کیفی در غالب رودخانه‌های کشورهای در حال توسعه، متدولوژی ارائه شده در این تحقیق می‌تواند جهت اطلاع کلی از وضعیت کیفی دیگر رودخانه نیز مورد استفاده قرار گرفته تا با استفاده از نتایج آن بتوان تخمینی از روند مدیریتی و اصلاحات لازم را در ارتباط با کیفیت آب به انجام رسانید.

**واژگان کلیدی:** مدل‌سازی کیفی، شاخص کیفی آب، تغذیه‌گرایی، رودخانه اترک

- ۱- دانشجوی دکترای محیط زیست و کارشناس پژوهشکده مطالعات و تحقیقات منابع آب، مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو، تهران
- ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، کارشناس پژوهشکده مطالعات و تحقیقات منابع آب، مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو، تهران
- ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، کارشناس مهندسی مشاور مه‌آب قدس، تهران
- ۴- دکترای محیط زیست، عضو هیات علمی و معاون مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو، تهران

## مقدمه

امروزه لزوم مطالعات کیفی منابع آب با توجه به ورود آلاینده های متنوع متمرکز و گسترده امری اجتناب ناپذیر و به عنوان یکی از مهم ترین چالش های پیش روی بشر طی سالیان اخیر در اکثر نقاط دنیا بوده است (۱ و ۲). طی دهه های اخیر راه کارهای متعددی در مراحل مختلف شناسایی، پیشگیری و اقدامات اصلاحی جهت افزایش کیفیت منابع آب توسط محققین مختلف ارایه شده است (۳-۶). در این میان مرحله شناسایی و اطلاع از وضعیت کیفی منابع آب به عنوان اولین گام در جهت دستیابی به محیط آبی سالم و استاندارد، سهم عمده ای از مطالعات را به خود اختصاص داده و در صورت توجه کافی می تواند به عنوان بستری مناسب برای پیشگیری و اقدامات اصلاحی جهت افزایش کیفیت منابع آب محسوب شود. شناسایی دقیق کمیت و کیفیت منابع آلاینده، تعیین وضعیت کیفی و ارائه مدل مناسب جهت بررسی تغییرات مکانی و زمانی آلاینده ها از مهم ترین مولفه های مرحله شناسایی مطالعات کیفی آب است. از بین سیستم های آبی، رودخانه ها به عنوان یکی از مهم ترین منابع تامین آب شرب، کشاورزی و صنعت، علاوه بر این که همواره مورد توجه بشر بوده، بستر مناسبی نیز جهت ادامه حیات بسیاری از موجودات زنده آبی و غیر آبی شامل حیوانات و گیاهان را به وجود آورده اند. این منابع آبی به دلیل جریان داشتن در مناطق مختلف با کاربری های متفاوت و پوشش بیشتر مراکز جمعیتی در اطراف خود از پتانسیل زیادی جهت آلوده شدن برخوردار و در صورت ورود بیش از حد آلاینده ها منجر به بروز مشکلاتی از قبیل ایجاد توده جلبکی، کاهش اکسیژن محلول آب، مرگ و میر ماهیان و کاهش موجودات بسترزی و سایر آبیان در این سیستم ها می شود (۷). این مساله در کشور ایران متأسفانه به دلیل توجه بیشتر مطالعات مدیریت منابع آب بر مسایل کمی (از قبیل احداث سد، تعیین حقابه ها، و دیگر موارد مشابه) نسبت به مسایل کیفی از وضعیت بحرانی تری برخوردار است. توجه کافی نداشتن به تاثیرپذیری شدید کیفیت آب از کمیت

آن و در حاشیه بودن مدیریت کیفی آب در غالب مطالعات جامع منابع آب امروزه باعث مشکلات زیست محیطی فراوانی در طول مسیر رودخانه ها و خصوصاً مناطق پایین دست آنها شده است. با توجه به مطالب ذکر شده و درک این واقعیت که کشور ایران در ناحیه ای خشک و نیمه خشک قرار گرفته، لزوم مطالعات کیفی منابع آب و اهمیت دادن به این موضوع در قالب اعمال محدودیت های قانونی جهت ساماندهی کیفی هر یک از رودخانه های کشور امری است که از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به مطالب مذکور، تاکید تحقیق حاضر بیشتر بر شناسایی وضعیت کیفی رودخانه اترک بوده و اهداف آن در قالب مطالب زیر قابل ارائه است: (۱) در مرحله اول این تحقیق سعی شده تا ابتدا وضعیت کیفی رودخانه اترک با استفاده از مدل پیشنهادی WQI مورد بررسی قرار گیرد؛ (۲) در گام دوم مدل تروفیکی رودخانه بر اساس فاکتور فسفات کل توسط مدل پیشنهادی دادز و همکاران (۸) ارایه شده است؛ (۳) در نهایت نیز با توجه به اطلاعات موجود و اهمیت بررسی تغییرات زمانی آلاینده ها، با استفاده از روش پیشنهادی اکنور (۹) سعی شده تا نتایج و تحلیل های لازم در این رابطه در خصوص پارامتر شاخص کل جامدات محلول (TDS) ارایه گردد.

## منطقه مورد مطالعه و اطلاعات مسئله

حوزه آبریز رودخانه اترک از شمال به جمهوری ترکمنستان، از جنوب به حوزه های آبریز گرگان رود و کال شور (کویر مرکزی)، از شرق به حوزه آبریز قره قوم و از غرب به دریای خزر محدود می گردد. این رودخانه از شرق به غرب جریان داشته و به دریای خزر می ریزد. حوضه اترک بخشی از حوضه دریای خزر بوده و معادل ۲۶۴۳۰ کیلومتر مربع از آن در داخل کشور و در حدود ۷۰۰۰ کیلومتر آن در خاک جمهوری ترکمنستان قرار دارد. در این تحقیق ۲۹ ایستگاه نمونه برداری به همراه اطلاعات مربوطه در محدوده حوضه اترک در استان خراسان شمالی که برگرفته از مطالعات حفاظت کیفی منابع آب دشت های استان خراسان شمالی (۱۰) است، مورد استفاده قرار گرفته است. منابع دیگر اطلاعاتی این تحقیق شامل پروژه

جدول ۱: درجه بندی کیفی شاخص کیفیت آب (WQI)

۹۱-۱۰۰	آب با کیفیت عالی
۷۱-۹۰	آب با کیفیت خوب
۵۱-۷۰	آب با کیفیت متوسط
۲۶-۵۰	آب با کیفیت نسبتاً ضعیف
۰-۲۵	آب با کیفیت ضعیف

گونه‌های گیاهی و جانوری و غیره که از این میان بیشترین تاکید بر سنجش میزان مواد مغذی مانند TN و TP و به خصوص TP است (۱۴). به هر حال نظرات متفاوتی در مورد نحوه ارتباط مواد مغذی با پدیده تغذیه گرایبی و اینکه کدامیک از پارامترهای فسفر یا نیتروژن در سیستم های مختلف آبی عامل بازدارنده این پدیده هستند، وجود دارد. برخی از مطالعات فسفر را به عنوان مهم ترین عامل بازدارنده پدیده تغذیه گرایبی منابع آب معرفی کرده‌اند (۱۵). در همین راستا ژائو (۱۶) طی تحقیقی گزارش نمود که در ۸۰ درصد از دریاچه ها و مخازن فسفر به عنوان عامل بازدارنده بوده، در ۱۰ درصد نیتروژن و در ۱۰ درصد بقیه نیز دیگر فاکتورها. در حالت کلی با توجه به تحقیقات انجام گرفته می توان دریافت که فسفر به عنوان مهم ترین عامل بازدارنده برای تولید اولیه فیتوپلانکتون ها در بسیاری از منابع

اطلس اترک (۱۱) و مطالعات آزمایش های زیست محیطی کنترل کیفی آب رودخانه اترک (۱۲) می باشد. در شکل ۱ محدوده حوضه آبریز رودخانه اترک به همراه ایستگاه های مورد استفاده در این تحقیق نشان داده شده است.

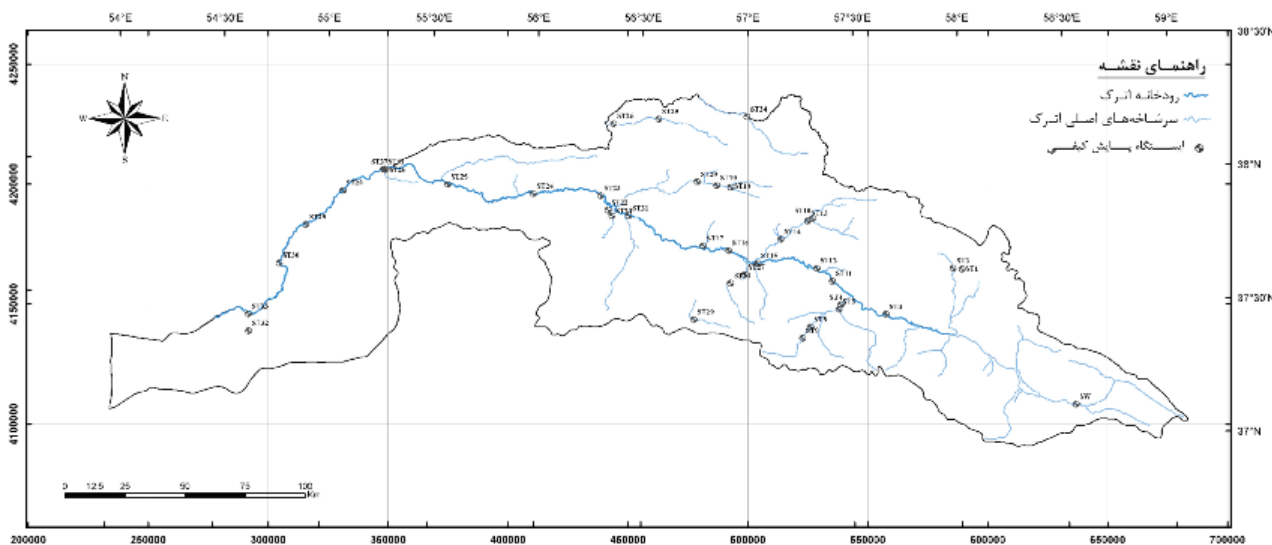
## مواد و روش ها

### شاخص کیفیت آب (WQI)

شاخص WQI مقیاسی بین ۱ الی ۱۰۰ برای درجه بندی کیفیت آب دارد. در این درجه بندی ۱۰۰ بیشترین امتیاز را دارد. هنگامی که شاخص نهایی کیفی آب محاسبه شد، با درجه بندی ارایه شده در جدول ۱ مقایسه شده و تعیین می گردد که آب در یک روز مشخص تا چه اندازه بهداشتی بوده است. در این تحقیق جهت محاسبه WQI از نرم افزاری تخصصی موجود در این زمینه و قابل دسترس به صورت آنلاین در دسترس، استفاده گردیده است (۱۳).

### فاکتور تروفیکی

به منظور بررسی وضعیت تروفیکی منابع آبی شاخص های مختلفی تاکنون مورد استفاده قرار گرفته اند، مانند کلروفیل a، مواد مغذی خصوصاً نیتروژن کل (TN) و فسفر کل (TP)،



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه حوضه آبریز رودخانه اترک

کل جریان رودخانه است، استفاده گردیده است (معادله ۱).

$$C = \beta Q^\alpha \quad (1)$$

C غلظت TDS و  $\beta$  و  $\alpha$  نیز ضرایب مدل است. با توسعه این مدل سه حالت زیر برای نمودار تمام لگاریتمی غلظت TDS برحسب جریان (شکل ۲) قابل تفکیک است: ۱- در جریان های کمتر از دبی پایه ( $Q_0$ )، غلظت TDS ثابت است؛ ۲- اگر غلظت TDS در جریان سطحی ( $C_p$ ) کمتر از غلظت TDS در دبی پایه باشد (ولی صفر نباشد)، با اضافه شدن جریان سطحی به دبی پایه، غلظت TDS کل جریان کاهش می یابد تا در نهایت به میزان  $C_p$  برسد.

آب شیرین مانند دریاچه ها، مخازن و رودخانه ها مطرح بوده (۱۷) در حالی که نیتروژن همین نقش را برای اکوسیستم های دریایی دارد (۱۸). به هر حال باید به این نکته نیز اشاره نمود که این نتایج همیشه و برای تمامی اکوسیستم های آب شیرین یا دریایی صادق نیست و می تواند استثناهای زیادی نیز داشته باشد (۱۹). با توجه به مطالب مذکور در این تحقیق جهت تعیین وضعیت تروفي رودخانه اترک از مقادیر TP ثبت شده در ایستگاه های مختلف از بازه رودخانه اترک استفاده گردیده و سپس با استفاده از مدل تروفیکی دادز و همکاران (۸) که در جدول ۲ ارایه شده است، وضعیت تروفیکی بازه های مختلف رودخانه تعیین شده است.

جدول ۲: سیستم پیشنهادی طبقه بندی وضعیت تروفي رودخانه ها توسط دادز و همکاران (۸)

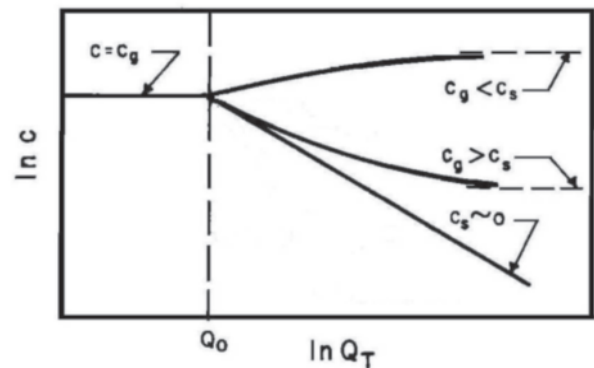
وضعیت تروفي رودخانه	غلظت معلق کلروفیل a	غلظت نیتروژن کل	غلظت فسفر کل
خوب	$10 >$	$700 >$	$25 >$
متوسط	$10 - 30$	$700 - 1500$	$25 - 75$
ضعیف	$30 <$	$1500 <$	$75 <$

× تمامی واحدها بر حسب میلی گرم بر مترمکعب است.

۳- اگر غلظت TDS در جریان سطحی بیشتر از غلظت TDS در دبی پایه ( $C_p$ ) باشد (ولی صفر نباشد)، با اضافه شدن جریان سطحی به دبی پایه، غلظت TDS کل جریان افزایش می یابد، تا در نهایت به میزان غلظت TDS سطحی برسد.

### بحث

بررسی وضعیت کیفی رودخانه اترک با استفاده از مدل WQI در این تحقیق برای محاسبه WQI در هر ایستگاه، از اطلاعات مطالعات حفاظت کیفی منابع آب دشت های استان خراسان شمالی (۱۰) و آزمایش مطالعات زیست محیطی کنترل کیفی آب رودخانه اترک (۱۲) استفاده گردید. شکل های ۳ و ۴ نتایج به دست آمده WQI برای هر ایستگاه را نشان می دهند. شکل ۳ بیانگر مقدار محاسبه شده WQI برای ایستگاه های واقع در محدوده استان خراسان رضوی و شمالی (۲۹ ایستگاه)



شکل ۲: نمودار لگاریتم غلظت TDS برحسب لگاریتم جریان

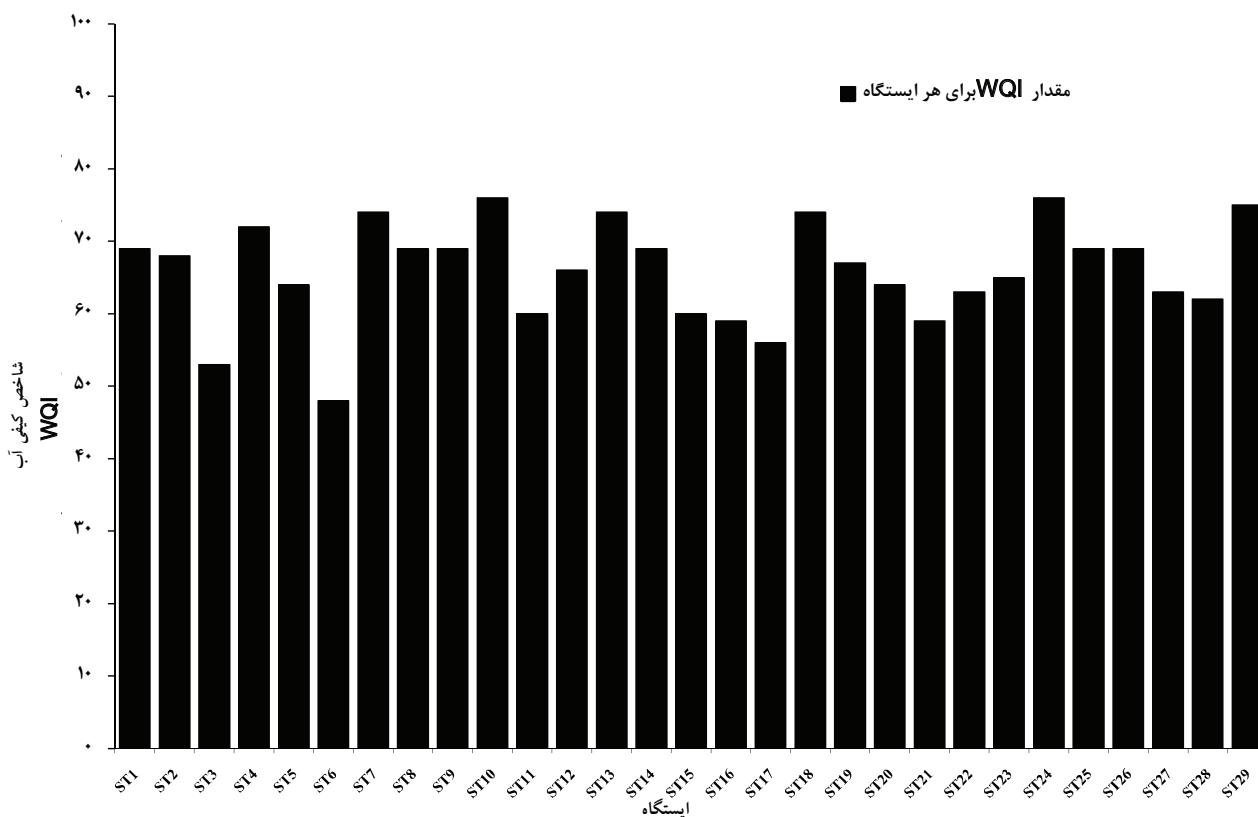
### مدل اکنور

به دلیل موجود نبودن سیستم پایش مناسب و کمبود اطلاعات کیفی آب بر روی رودخانه اترک، جهت مدل سازی کیفی آن از مدل لگاریتمی توصیه شده توسط اکنور (۹) که دارای ساختاری بسیار ساده بوده و هدف آن نیز استخراج میزان TDS موجود در مولفه های جریان پایه و رواناب سطحی حوضه از

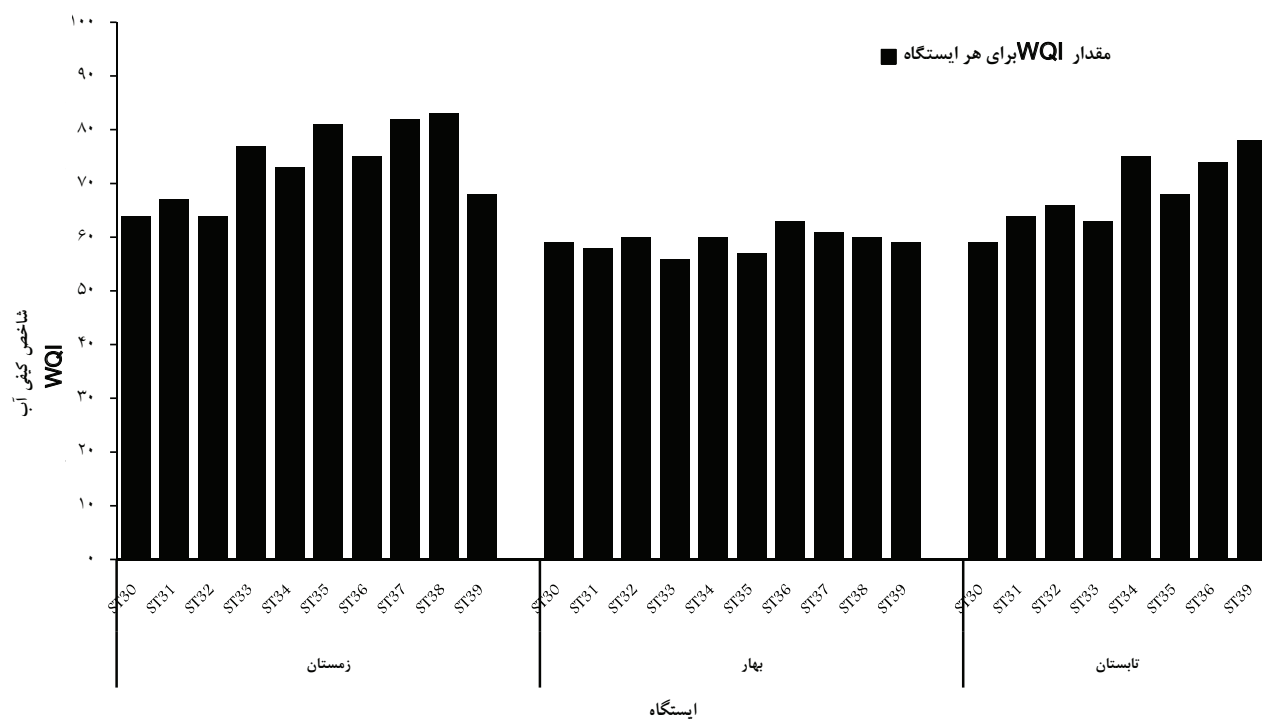
این وضعیت برای فصل زمستان تقریباً مطلوب است زیرا بیش از نیمی از ایستگاه‌های مورد بررسی در این فصل (۶ ایستگاه) در دسته بندی خوب قرار دارند.

**بررسی وضعیت کیفی رودخانه بر مبنای فاکتور تروفیکی**  
 برای تعیین وضعیت تغذیه گرایسی رودخانه اترک با توجه به اطلاعات موجود، از اطلاعات ثبت شده فسفر کل در ۳۰ ایستگاه مختلف قرار گرفته در شاخه اصلی و سرشاخه‌های آن واقع در استان خراسان شمالی استفاده شد. سپس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی میانمایی بین این ایستگاه‌های مختلف انجام و بدین طریق تخمینی از وضعیت تروفیکی رودخانه بر مبنای پارامتر فسفر کل در طول بازه‌های مختلف به دست آمد. شکل ۵ بیانگر وضعیت تغذیه گرایسی در رودخانه اترک بر مبنای فسفر کل در بازه‌های مختلف رودخانه است. از شکل ۵ مشخص است که اکثر بازه‌های رودخانه اترک در وضعیت مغذی قرار دارد.

بوده و شکل ۴ نیز WQI برای ایستگاه‌های واقع در استان گلستان در حوضه اترک را نشان می‌دهد.  
 از شکل ۳ مشخص است که ایستگاه شماره ۶ (ST6) از وضعیت مطلوبی برخوردار نبوده و طبق تقسیم‌بندی WQI در دسته آب با کیفیت نسبتاً ضعیف قرار می‌گیرد. از طرفی نیز ۷ ایستگاه از ۲۹ ایستگاه دارای وضعیت کیفی خوب بوده و بقیه ایستگاه‌ها در دسته متوسط قرار دارند. در مورد ۱۰ ایستگاه واقع در محدوده گلستان اطلاعات کامل‌تری در دسترس بوده و این امکان را فراهم نمود تا شاخص WQI برای هر ایستگاه در سه فصل مورد بررسی قرار گیرد. مطابق نتایج به دست آمده مشخص است که وضعیت کیفی ایستگاه‌های مذکور به طور کلی در فصل بهار از دو فصل دیگر یعنی زمستان و تابستان بدتر است. در فصل بهار مشاهده می‌شود که تمامی ۱۰ ایستگاه مورد بررسی در طبقه‌بندی متوسط قرار گرفته‌اند.



شکل ۳: مقدار محاسبه شده WQI برای ایستگاه‌های واقع در محدوده خراسان رضوی و شمالی



شکل ۴: WQI محاسبه شده برای ایستگاه‌های واقع در استان گلستان

همچنین ذکر این نکته نیز لازمست که با توجه به تفاوت‌های فراوان در رفتار رودخانه‌های قرار گرفته در عرض‌های مختلف جغرافیایی ناشی از شرایط مختلف اقلیمی، زمین‌شناسی، دمایی و غیره، تجویز روش پیشنهادی دادز و همکاران (۸) که بر مبنای اطلاعات به دست آمده از رودخانه‌های واقع در عرض‌های بالای جغرافیایی است، به عنوان تنها گزینه مورد قبول، منطقی نبوده و نیاز به تجدیدنظر در غلظت‌های حدی تعیین‌کننده وضعیت تغذیه‌گرایی در رودخانه‌های مختلف با توجه به شرایط محیطی خاص خود است.

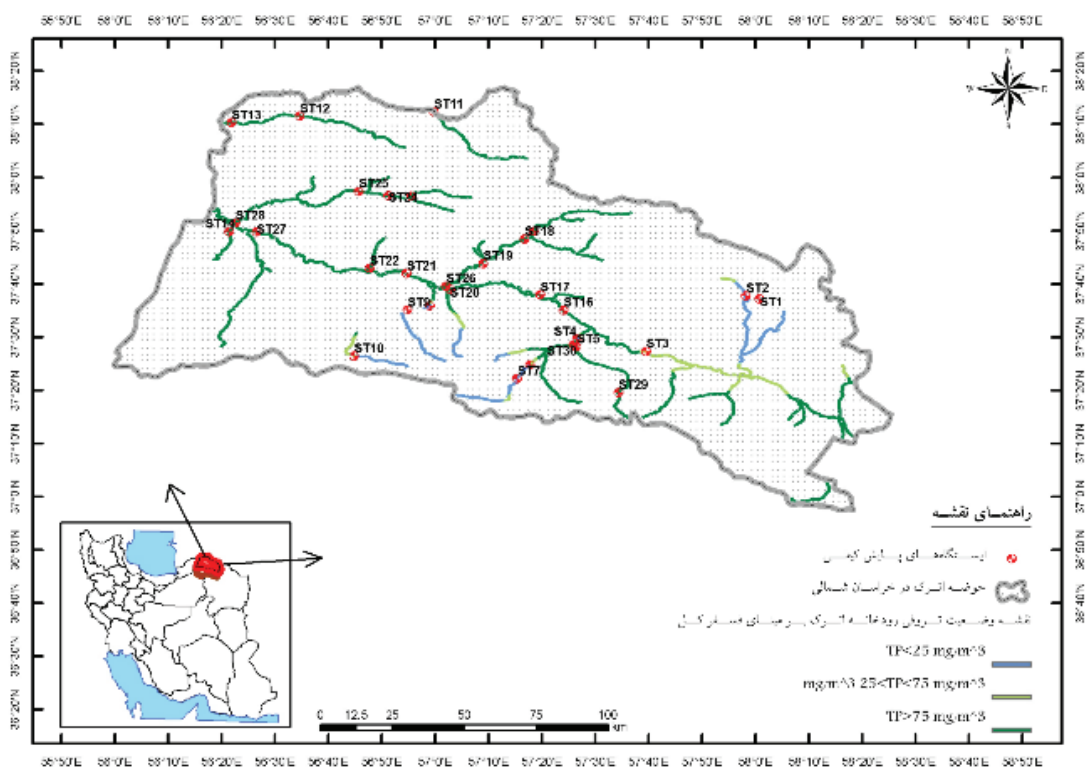
#### پیش‌بینی غلظت آلاینده بر مبنای دبی

در این تحقیق جهت مدل‌سازی کیفی، پارامتر TDS به دلیل اهمیت بالای آن در مطالعات کیفی منابع آب انتخاب شد. اطلاعات لازم برای فرایند مذکور شامل سری زمانی دبی و TDS رودخانه، ثبت شده در ایستگاه‌های مختلف است. برای این منظور از اطلاعات ۴ ایستگاه به نام‌های هی‌هی یا SW (قرار گرفته در ابتدای طول رودخانه اترک)، رضاآباد یا ST3 و قازانقایه یا ST23 (این دو ایستگاه بر روی اترک

در سرشاخه‌های رودخانه به دلیل زمان ماند اندک انتظار می‌رود که بروز پدیده تغذیه‌گرایی کمتر نمود داشته باشد (۲۰). مطالعات انجام گرفته در این راستا نیز این واقعیت را تصدیق می‌نمایند (۲۱ و ۲۲). با توجه به نتایج به دست آمده در مورد وضعیت تغذیه‌گرایی رودخانه اترک بر مبنای روش دادز و همکاران (۸) مشاهده می‌شود که اکثر بازه‌های رودخانه مذکور در وضعیت مغذی قرار داشته که این امر با توجه به بازدیدهای میدانی از رودخانه اترک در محدوده مورد مطالعه اندکی غیرعادی به نظر می‌رسد. به هر حال باید توجه داشت که روش پیشنهادی مورد استفاده در این تحقیق خیلی کلی بوده و تنها اطلاعات کلی در مورد وضعیت تغذیه‌گرایی یک رودخانه ارایه می‌دهد. از طرفی نیز باید به این امر توجه داشت که رودخانه اترک رودخانه‌ای دائمی نبوده و تعدادی از بازه‌های این رودخانه در برخی فصول سال کاملاً خشک هستند. این امر می‌تواند تاثیر زیادی بر رفتار هیدرودینامیک رودخانه که به عنوان یکی از پارامترهای مهم تأثیرگذار بر پدیده تغذیه‌گرایی در رودخانه‌ها معرفی شده است (۲۳ و ۲۴)، داشته باشد.

TDS به ازای جریان پایه در ایستگاه های مذکور نیز به ترتیب معادل ۸۵۴، ۱۰۹۶، ۱۳۳۹ و ۲۲۹۸ میلی گرم بر لیتر است. با مشاهده شکل های ۹-۶ مشخص می شود که با اضافه شدن جریان سطحی به جریان پایه، از مقدار TDS و به تبع آن EC جریان کاسته می شود. به عبارت دیگر می توان بیان نمود که سهم کمتری از TDS و EC رودخانه اترک در چهار ایستگاه منتخب در این تحقیق ناشی از فعالیت های انسان ساخت (TDS و EC جریان پایه و سطحی به ترتیب ناشی از منابع طبیعی مانند ساختار زمین شناسی منطقه و انسان ساخت ناشی از فعالیت های انسانی است) بوده و تاثیر منابع طبیعی مانند ساختار زمین شناسی حوزه در بالا بودن مقادیر TDS و EC رودخانه بیشتر است. مشخص است که افزایش دبی به بیش از دبی پایه در هر یک از چهار ایستگاه مذکور با کاهش غلظت کل جامدات محلول و هدایت الکتریکی آب همراه بوده است. روند مذکور در حالت کلی قابل قبول بوده زیرا در دبی های کم

در محدوده استان خراسان شمالی قرار دارند) و در نهایت ایستگاه داشلی برون یا ST30 بر روی رودخانه اترک واقع در استان گلستان استفاده گردید. چهار ایستگاه مذکور به عنوان نماینده هایی مناسب با توجه به پوشش مکانی قابل قبول کل بازه رودخانه اترک جهت نمایش تغییرات کیفی پارامتر TDS است. قابل ذکر است که قبل از مدل سازی نسبت به صحت نتایج برداشت شده نیز اقدام گردید. برای این منظور مطابق مراجع معتبر (۲۵) باید رابطه ای خطی بین EC و TDS با ضریب همبستگی بالا برقرار باشد که بررسی انجام گرفته این موضوع را تایید نمود. در نهایت نیز مدل سازی TDS بر مبنای دبی جریان انجام گرفت که نتایج آن به تفکیک ایستگاه در شکل های ۹-۶ با استفاده از روند سعی و خطا مولفه دبی پایه ایستگاه های هی هی، رضاآباد، فازنقایه و داشلی برون به ترتیب معادل ۰/۵، ۵/۲۲، ۱/۵۲ و ۰/۷۳ مترمکعب بر ثانیه محاسبه گردید. مقادیر



شکل ۵: تغییرات وضعیت تروفی در طول رودخانه اترک بر مبنای فسفر کل

دارای وضعیت کیفی خوب و بقیه ایستگاه ها در دسته متوسط قرار دارند. همچنین وضعیت کیفی ۱۰ ایستگاه مورد بررسی واقع در استان گلستان به طور کلی در فصل بهار از دو فصل دیگر یعنی زمستان و تابستان بدتر است، به طوری که در فصل بهار تمامی ۱۰ ایستگاه مورد بررسی در طبقه بندی متوسط ولی در فصل زمستان بیش از نیمی از ایستگاه های در دسته بندی خوب قرار دارند.

۲- نتایج مدل تروفیکی ارایه شده توسط دادز و همکاران (۸) مشخص نمود که اکثر بازه های رودخانه اترک در وضعیت مغذی قرار داشته و تنها برخی از سرشاخه های رودخانه به دلیل زمان ماند اندک از وضعیت مطلوب تری برخوردارند. مدل سازی TDS بر مبنای دبی مشخص نمود که افزایش دبی ناشی از رواناب سطحی با کاهش غلظت این پارامتر در تمام ۴ ایستگاه مورد بررسی همراه بوده است. نتایج مذکور بیانگر تاثیر بیشتر منابع طبیعی این پارامتر کیفی مانند ساختار زمین شناسی بر افزایش غلظت آن در رودخانه اترک است.

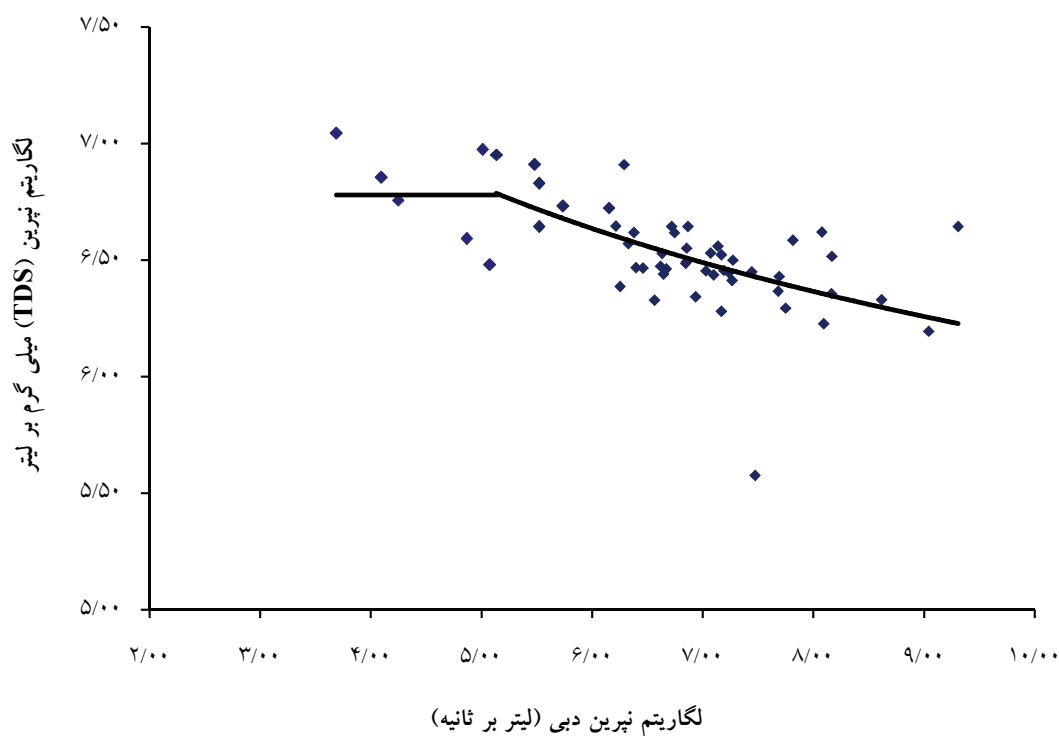
۳- با توجه به نتایج تحلیل شوری در حوضه اترک، باید به این نکته توجه داشت که با توجه به منشأ اصلی شوری که طبیعی است، راه کارهای کاهش زیاد سودمند نبوده زیرا کنترل منبع آلاینده طبیعی کاری دشوار بوده و در بسیاری از موارد از توانایی انسان خارج است. ولی به هر حال با کاهش سهم آلاینده های انسان ساخت با مدیریت بهینه فاضلاب و زایدات جامد می توان تا حدودی وضعیت موجود را بهبود بخشید.

رودخانه به دلیل کاهش جریان معمولا غلظت مواد محلول و کاتیون ها و آنیون های آب که عوامل اصلی TDS و EC آب هستند، افزایش می یابد. علاوه بر این با مقایسه مطالعات مشابه (۹) نیز مشخص می شود که اگرچه روند کاهش غلظت کل جامدات محلول و هدایت الکتریکی نسبت به افزایش دبی در برخی ایستگاه ها اندک است و با شیب کم صورت می گیرد، ولی به هر حال روند کاهش مشاهده شده در مطالعات مذکور در این تحقیق نیز مشاهده می شود.

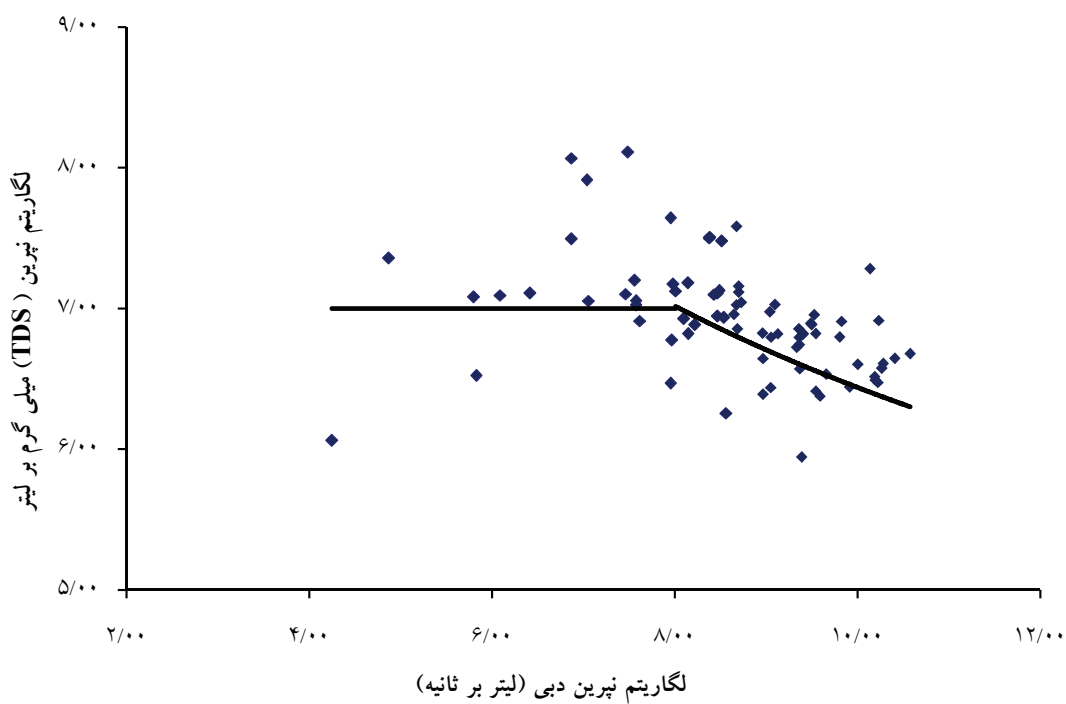
### نتیجه گیری

اطلاعات دقیق و کافی در زمینه کمیت و کیفیت منابع آب اساس مطالعات کمی و کیفی سیستم های مذکور جهت اتخاذ تدابیر لازم و مناسب برای مدیریت صحیح در ارتباط با تخصیص و تعیین کاربری های مختلف آب است. ارایه چارچوبی مناسب جهت اطلاع از وضعیت کیفی رودخانه اترک که از اطلاعات محدود و اندکی خصوصا در زمینه کیفی آب برخوردار است، هدف اصلی مقاله مذکور قرار داده شد. برای این منظور با توجه به اطلاعات اندک در دسترس و با توجه به مشکل شوری و تغذیه گرایی در اکثر منابع آب کشور، روندی مناسب جهت تعیین وضعیت کلی رودخانه و ارایه مدل های مناسبی جهت اطلاع از وضعیت کیفی بازه های مختلف این رودخانه ارایه گردید. نتایج به دست آمده از این تحقیق را می توان در قالب بندهای زیر خلاصه نمود:

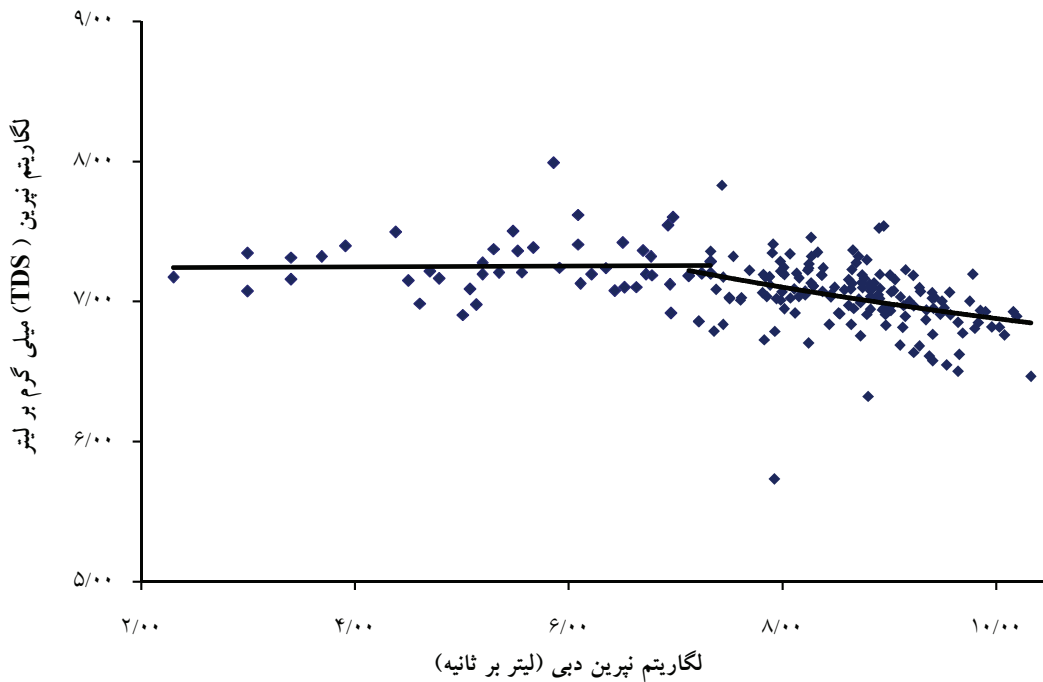
۱- نتایج مدل WQI مشخص نمود که از بین ۲۹ ایستگاه منتخب رودخانه اترک در محدوده استان خراسان شمالی ۱ ایستگاه آن در دسته آب با کیفیت نسبتا ضعیف، ۷ ایستگاه



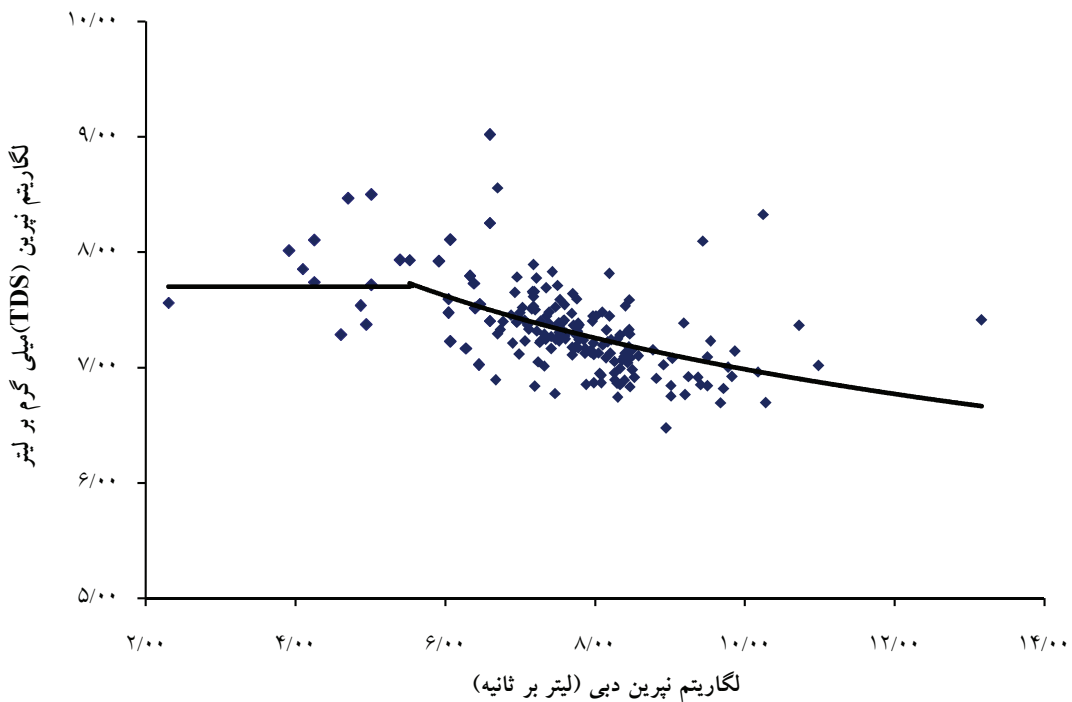
شکل ۶: نمودار لگاریتمی مدل کل جامدات محلول بر مبنای دبی در ایستگاه هی هی



شکل ۷: نمودار لگاریتمی مدل کل جامدات محلول بر مبنای دبی در ایستگاه رضاآباد



شکل ۸: نمودار لگاریتمی مدل کل جامدات محلول بر مبنای دبی در ایستگاه قازانقایه



شکل ۹: نمودار لگاریتمی مدل کل جامدات محلول بر مبنای دبی در ایستگاه داشلی‌پرون

### منابع

- Noori R, Karbassi A, Farokhnia A, Dehghani M. Predicting the longitudinal dispersion coefficient using support vector machine and adaptive neuro-fuzzy inference system techniques. Environmental Engineering Science. 2009;26:1503-10.
- Noori R, Karbassi AR, Mehdizadeh H, Sabahi MS. A

- framework development for predicting the longitudinal dispersion coefficient in natural streams using artificial neural network. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. DOI:10.1002/ep.10478.
3. Ouyang Y. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. *Water Research*. 2005; 39:2621-35.
  4. Noori R, Kerachian R, Khodadai-Draban A, Shakibaenia A. Assessment of importance of water quality monitoring stations using principal components analysis and factor analysis: a case study of the Karoon River. *Water & Wastewater*. 2007;63:60-69 (in Persian).
  5. Shrestha S, Kazama F. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling & Software*. 2007;22:464-75.
  6. Noori R, Sabahi MS, Karbassi AR, Baghvand A, Taati-Zadeh H. Multivariate statistical analysis of surface water quality based on correlations and variations in the data set. *Desalination*. 2010; 260:129-136.
  7. Voutsas D, Manoli E, Samara C, Sofoniou M, Stratis I. A study of surface water quality in Macedonia, Greece: speciation of nitrogen and phosphorus. *Water, Air and Soil Pollution*. 2001;129:13-32.
  8. Dehghanzadeh R, Aslani H, Shams AF, Ghoraishi B. Giving alternatives for improvement of qualitative features of Mehran River in Tabriz for reuse. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2010;3(2):227-38.
  9. Dodds WK, Jones JR, Welch EB. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Water Research*. 1998;32:1455-62.
  10. O'Connor DJ. The concentration of dissolved solids and river flow. *Water Resources Research*. 1976;12:279-94.
  11. Toosab Consulting Engineers. Water resources quality protection of Northern Khorasan plains. Final report. Mashhad: Toosab Consulting Engineers; 2009 (in Persian).
  12. Sazab Shargh Consulting Engineers. Atrak atlas. Final report. Mashhad: Sazab Shargh Consulting Engineers; 2009 (in Persian).
  13. Laboratory results of Atrak River quality control environmental studies. Mashhad: Toosab Consulting Engineers; 2007 (in Persian).
  14. Oram, B. Monitoring the quality of surfacewaters. Dallas, PA: Water Research Center; 2010 [cited 2010 Sep 11]. Available from: <http://www.water-research.net/watrqualindex/index.htm>.
  15. Vollenweider RE. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. Final report. Paris: OECD; 1968. Report No.: Tech Report DA 5/SCI/68.27.
  16. Mainstone CP, Parr W. Phosphorus in rivers-ecology and management. *The Science of the Total Environment*. 2002; 282/283:25-47.
  17. Zhao SC. Mechanisms of lake eutrophication and technologies for controlling in China. *Advance in Earth Sciences*. 2004;19:138-40.
  18. Philips EJ. Algae and eutrophication. In: Bitton G, editor. *Encyclopedia of environmental microbiology*. New York: John Wiley and Sons Inc.; 2002.
  19. Cloern JE. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*. 2001;210:223-53.
  20. Lin YJ, He ZL, Yang YG, Stoffella PJ, Philips EJ, Powella CA. Nitrogen versus phosphorus limitation of phytoplankton growth in Ten Mile Creek, Florida, USA. *Hydrobiologia*. 2008;605:247-58.
  21. Hilton J, O'Hare M, Bowes MJ, Jones JJ. How green is my river? A new paradigm of eutrophication in rivers. *Science of the Total Environment*. 2006;365:66-83.
  22. Soballe DM, Kimmel BL. A large-scale comparison of factors influencing phytoplankton abundance in rivers, lakes, and impoundments. *Ecology*. 1987;68:1943-54.
  23. Basu BK, Pick FR. Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate rivers. *Limnology and Oceanography*. 1996;41:1572-77.
  24. Kasih GAA, Kitada T. Numerical simulation of water quality response to nutrient loading and sediment resuspension in Mikawa Bay, central Japan: quantitative evaluation of the effects of nutrient-reduction measures on algal blooms. *Hydrological Processes*. 2008;18:3037-59.
  25. Cai JB, Ding XF, Peng HY, Chang HQ, Yang XE. Effects of environmental factors and submerged aquatic plants on phosphorus release from the sediment. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2007;21:151-54.
  26. Peavy HS, Rowe DR, Tchobanoglous G. *Environmental Engineering*. New York: McGraw-Hill Inc.; 1985.

## **Offering a Proper Framework to Investigate Water Quality of the Atrak River**

**\*Noori R.<sup>1</sup>, Jafari F.<sup>2</sup>, Forman Asgharzadeh D.<sup>3</sup>, Akbarzadeh A<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Department of Environmental Engineering, Expert of Water Research Institute, Ministry of Energy, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Department of Geohydrology, Expert of Water Research Institute, Ministry of Energy, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Department of Water Resources Engineering, Expert of Mahab Ghods Consulting Engineers, Tehran, Iran

<sup>4</sup>Department of Environmental Engineering, Deputy of Water Research Institute, Ministry of Energy, Tehran, Iran

Received; 2 March 2011 Accepted; 28 May 2011

### **ABSTRACT**

**Backgrounds and Objectives:** The Atrak River is an important water supply resource in the Razavi Khorasan, Northern Khorasan and Golestan provinces. This river is the line border of Iran and Turkistan countries. Unfortunately, lack of water quality and quantity data due to nonexistence of a proper surface water quality monitoring station network is one of the main problems for water quality evaluation in the Atrak River. The main objective of the research is to offer a proper framework for surface water quality evaluation regarding to the mentioned limitations.

**Materials and Method:** In the first step, proper surface water quality monitoring stations along Atrak River are selected and water quality conditions are indicated using water quality index (WQI) model. The second step is allocated for determining trophic states of the river. Finally, the river water quality modeling is carried out for one of the most important index of water quality in the Atrak River i.e. total dissolved solids (TDS) based on proposed method by Oconnor (1976).

**Result:** Results of WQI model showed that most of the stations were in the moderate class. The result also showed that most parts of this river had trophic condition. Finally, based on findings of O'Conor model it is demonstrated that the salinity status observed in these four stations originated from the base flow and therefore, salinity is affected by the natural sources.

**Conclusion:** This methodology in the research can be used in rivers which don't have the proper surface water quality monitoring stations and therefore encountered with lack of water quality data. It can provide the proper strategy and management tasks to reach the good water quality conditions.

**Keywords:** Water Quality Modeling, Water Quality Index, Eutrophication, Atrak River

---

**\*Corresponding Author:** roohollahnoori@gmail.com

**Tel:** +98 0937 4320526 **Fax:** +98 21 77311959