بررسی منابع آلاینده و کیفیت آب رود تجن

یوسفعلی احمدی‌ممقانی*[۱]، نعمتا... خراسانی[۲] و غلامرضا رفیعی[۳]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شرکت مهندسان مشاور آب و عمران فرازاندیش، ایران

[۲] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[۳] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۲۲، تاریخ تصویب: ۸۹/۱۲/۱۴)

چکیده

رودخانه‌ها از جمله با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های آبی هستند که سلامت و بقای آنها سبب حفظ بقای تمام موجودات زنده استفاده کننده از آنها می شود. کیفیت آب رود تجن با تأکید بر کارکردهای محیط‌زیستی آن در بازه بین سد شهید رجایی و شهر ساری به طول تقریبی ۳۵ کیلومتر با انتخاب پنج ایستگاه نمونه‌برداری و با هدف تأثیرپذیری اکوسیستم رودخانه از منابع آلاینده حاشیه رودخانه، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از بازدید از منطقه و جانمایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری، شرایط کشت و کار و دوره فعالیت‌های کشاورزی در منطقه به عنوان عامل درجه یک آلاینده رودخانه، نیز بررسی شد. جهت تعیین شرایط اولیه کیفیت آب رود، در اردیبهشت ماه و قبل از شروع کشت و کار نمونه‌برداری انجام شد و غلظت پارامترهای نیترات، نیتریت، آمونیاک، فسفات، اکسیژن محلول، سختی، قلیائیت، pH و BOD_5 با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. گام زمانی سه هفته‌ای از خرداد ماه تا مهر ماه برای نمونه‌برداری انتخاب شد. همچنین برای مقایسه کیفیت آب در فصول مختلف، یک نوبت نمونه‌برداری نیز در اوایل زمستان انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت آلاینده‌های فسفات و آمونیاک بالاتر از استانداردهای موجود است و مشکلاتی را برای رودخانه و زیست‌مندان به وجود می‌آورد. همچنین سختی و قلیایی بودن در میزان بالایی قرار دارد که از این لحاظ برای سلامتی اکوسیستم و آبزیان مفید است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی، رودخانه تجن، کیفیت آب، محیط‌زیست آبزیان، مازندران

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۴-۳۰۵۳۲۸۶ فاکس: ۰۲۱-۷۷۷۲۱۹۹۵ E-mail: yosephahmadi@yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر آلودگی شیمیایی یکی از تهدیدات جدی اکوسیستم‌های آبی به شمار می‌رود و این در حالی است که توسعه کشاورزی برای پاسخگویی به نیاز روز افزون غذا و در کنار آن زندگی مصرفی امروزه باعث شده است که منابع آب، به ویژه آب‌های سطحی هر روزه با مواد شیمیایی جدیدی آلوده شوند به طوری که سمیت بالقوه انواع آلاینده‌ها به دلیل برهمکنش بین آنها بسیار پیچیده شده است (Dongbin, et al., 2006).

رود تجن با میانگین آبدهی سالانه آن ۴۲۳/۴ میلیون متر مکعب یکی از پرآب‌ترین رودهای استان مازندران در حوزه آبریز دریای خزر محسوب می شود (Mazandaran WRM Co., 2008). رودخانه تجن به دلیل دارا بودن زیستگاه مناسب تولید مثلی برای ماهیان خاویاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین منابع آبی این رود بیش از ۴۶ هزار هکتار از زمین‌های دشت تجن را تحت پوشش خود قرار می‌دهد. این رود نیز مانند سایر رودهای کشور در معرض تهدیدات وسیعی قرار دارد که از مهمترین آن می‌توان به ورود رواناب‌های کشاورزی، فاضلاب‌های مناطق مسکونی و صنعتی به رودخانه، تخریب بستر و زیستگاه موجودات آبزی به سبب برداشت شن و ماسه و احداث سازه‌های آبی نامناسب در عرض رودخانه و جلوگیری از مهاجرت آبزیان به بالادست اشاره کرد (Roshantabari, 1995؛ Saeedi et al., 2006؛ Mehrdadi, et al., 2006). مطالعات متعددی نشان می‌دهد که با ورود پساب‌ها، فاضلاب‌ها و رواناب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی به داخل رودها و تجاوز به حریم و بستر رودخانه و تغییر کاربری آن، غلظت برخی آلاینده‌ها و مواد سمی از جمله مواد مغذی، فلزات سنگین، آفت‌کش‌ها، کدورت، BOD[1] و COD[2] افزایش می‌یابد و رودها را با مشکلاتی نظیر کاهش اکسیژن محلول، افزایش مواد مغذی، افزایش غلظت فلزات سنگین، تجمع زیستی آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین و کاهش ذی‌توده آبزیان مواجه می‌نماید (Miserendino, et al.,2008; Hinck, et al., 2009; Kazemzadeh et al.; 2002؛ Tajrishy, 2001). مطالعات انجام یافته در رودخانه تجن نیز نشان از وجود آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در آب، رسوبات و ماهی‌های رودخانه می‌دهد که آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین از عمده آنها است (Kalantari & Ebadi, 2006 a; Ebadi and Zare, 2005; Kalantari & Ebadi, 2006 b). در بین منابع آلاینده و تخریب کننده رودخانه تجن، نقش زمین‌های کشاورزی به ویژه شالیکاری‌های اطراف رودخانه به عنوان منابع آلاینده گسترده از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Shayeghi, et al., 2001).

به دلیل اهمیت حفاظت از محیط‌زیست موجودات آبزی در منابع آب‌های طبیعی، این مطالعه با هدف بررسی کیفیت آب رود تجن در رابطه با آلاینده‌های اکوسیستم رودخانه تجن انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رود تجن در استان مازندران و در حوزه آبریز تجن از زیرحوضه‌های دریای خزر قرار دارد. این رود از ارتفاعات ۳۷۲۵ متری حوالی روستای رودبار در هزار جریب سرچشمه می‌گیرد و پس از پیوستن چندین شاخابه از شرق ساری می‌گذرد و در نزدیک فرح‌آباد به دریای خزر می‌ریزد. سد شهید رجایی (سد تجن) روی این رودخانه و در ۴۰ کیلومتری جنوب ساری قرار دارد. منشأ آب رود در بخش ارتفاعات برفی و در ارتفاعات پایین و دشت، بارانی است. محدوده مورد مطالعه از سد شهید رجایی در بالادست تا شهر ساری در پایین‌دست به طول ۳۵ کیلومتر امتداد دارد. در این محدوده دو شاخه فرعی زارم‌رود و چهاردانگه از شرق حوضه به رودخانه تجن وارد می‌شود که آورد قابل ملاحضه‌ای دارند. همچنین شاخه‌های فرعی از غرب به رودخانه متصل می‌شود که به دلیل حوضه کوچک، آورد قابل ملاحضه و قابل اندازه‌گیری ندارد. پوشش زمین های در حوزه آبریز تجن تا شهر ساری به طور عمده شامل

۱- Biological Oxygen Demand

۲- Chemical Oxygen Demand

زمین های جنگلی است. در اطراف مراکز جمعیتی و در عرصه‌هایی که شیب زمین مناسب باشد زمین‌های کشاورزی توسعه پیدا کرده است به طوری که این زمین‌های در تراس‌های حاشیه رودخانه در گستره اصلی و شاخه‌های فرعی تماماً به شالیکاری اختصاص دارد. شکل ۱ نقشه محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش و نمونه‌برداری از رود

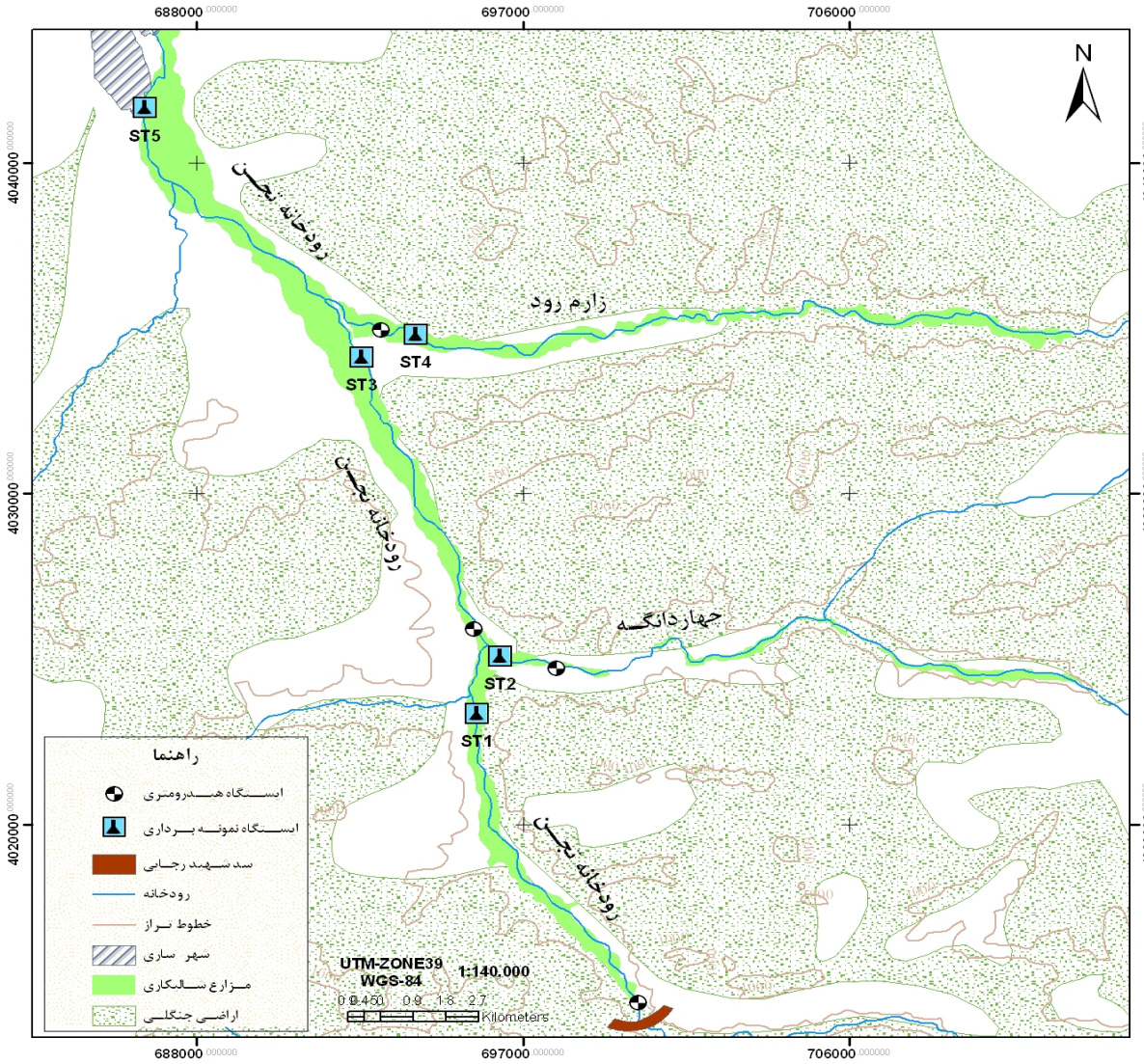
مکان‌یابی ایستگاه‌های نمونه‌برداری برای تهیه نمونه‌هایی که به خوبی بیان‌کننده وضعیت آب باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودها، توجه به نوع منبع آلاینده (گسترده یا متمرکز)، امکان دسترسی آسان در تمامی شرایط و دسترسی به کمیت جریان از طریق ایستگاه‌های هیدرومتری رود ضروری است (Bartram & Balance, 1996). با در نظر گرفتن عوامل فوق و با بررسی میدانی منطقه، ایستگاه‌های نمونه‌برداری در پنج محل مطابق شکل ۱ انتخاب و جانمایی شد. ایستگاه‌های پنجگانه در انتهای شاخه‌ها و در قبل از تلاقی با شاخه‌های فرعی در نظر گرفته شد.

برای انجام نمونه‌برداری لازم است فاصله زمانی بین مراحل نمونه‌برداری مشخص و تعیین شود. معیارهای مختلفی برای تعیین تواتر نمونه‌برداری وجود دارد که از این بین قضاوت مهندسی و محدودیت‌های مالی از پارامترهای مهم است (Karamouz and Kerachian, 2003). با در نظر گرفتن امکانات و محدودیت‌های موجود در این مطالعه، تناوب سه هفته‌ای برای نمونه‌برداری انتخاب شد. به دلیل اینکه در منطقه مورد مطالعه منابع آلاینده، از زمین‌های کشاورزی به خصوص شالیکاری‌های اطراف رودخانه منشأ می‌گیرد یک نوبت نمونه‌برداری برای تعیین شرایط اولیه رود قبل از شروع فعالیت‌های کشاورزی انجام شد. سپس با شروع فعالیت‌های کشاورزی در منطقه نمونه‌برداری از خرداد ماه شروع و تا مهر ماه ادامه یافت. در انتها نیز برای بررسی تغییرات فصلی کیفیت آب رود، اوایل زمستان نیز اقدام به نمونه‌برداری شد. نمونه‌بردای با استفاده از استانداردهای مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر روش‌های پیشنهاد شده انجام شد (Zhang, 2007 ;ISIRI, 2009b ؛ISIRI, 2009a). همچنین ظروف مورد نیاز برای ذخیره نمونه‌ها و شیوه انتقال آنها به آزمایشگاه مطابق استانداردها و توصیه‌های مربوطه بود (Bartram & Balance, 1996 ؛ ISIRI, 2009c).

تجزیه نمونه‌ها

برای تعیین کیفیت فیزیکی- شیمیایی آب رود تجن در محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری، شناساگرهای دما، pH، سختی، قلیائیت، اکسیژن محلول، اکسیژن مورد نیاز زیستی(BOD_5)، نیترات، نیتریت، فسفات و آمونیاک اندازه‌گیری شد. شناساگرهای نیترات، نیتریت، فسفات و آمونیاک با دستگاه فتومتر Palintest در آزمایشگاه و دما، pH و اکسیژن محلول با دستگاه قابل حمل Euotech در محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. BOD_5 نمونه‌ها توسط دستگاه BOD سنج که برای این منظور طراحی شده است، اندازه‌گیری شد. همچنین شناساگرهای سختی کل و قلیائیت با استفاده از روش‌های استاندارد انجمن سلامت عمومی آمریکا اندازه‌گیری و تعیین شد (APHA, 1999).

تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمایشگاهی، با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. به این ترتیب، پس از بررسی توزیع داده‌ها از لحاظ نرمال بودن، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف غلظت آلاینده‌ها در ایستگاه‌های مختلف و در زمان‌های متفاوت استفاده شد.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه، کاربری زمین و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

نتایج

بررسی نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و میدانی نشان می‌دهد که به طور کلی pH رود تجن حالت بازی دارد به طوری که میزان آن بین ۷٫۴۳ تا ۸٫۹۱ در نوسان است.

بیشترین میزان pH از ایستگاه اول در بالادست در پاییز و کمترین مقدار آن از ایستگاه چهارم در زمستان اندازه‌گیری شد. نتایج تحلیل آماری نشان داد که میزان pH در ایستگاه اول با مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های چهارم و پنجم اختلاف معنی‌داری دارد ($P\leq0/05$) در حالی که این اختلاف با ایستگاه‌های دوم و سوم معنی‌دار نبود ($P\geq0/05$). همچنین نتایج نشان داد که مقادیر pH در اندازه‌گیری‌های هر ایستگاه در زمان‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد ($P\leq0/01$).

یکی از عوامل مهم تعیین کیفیت آب رودها اکسیژن محلول است که بیشترین و کمترین مقدار اندازه‌گیری شده در طول دوره نمونه‌برداری در ایستگاه‌های پنجگانه به ترتیب ۱۱٫۹ و ۸٫۱ میلی‌گرم بر لیتر در زمستان و اواخر تابستان بود. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که غلظت اکسیژن محلول در طول دوره نمونه‌برداری در میان ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری دارد ($P\leq0/05$) ولی در مقایسه هر کدام از ایستگاه‌ها با یکدیگر و در داخل

هر ایستگاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P\geq0/05$). اکسیژن مورد نیاز زیستی (BOD_5) در بیشترین مقدار خود ۱۲ میلی‌گرم بر لیتر در ایستگاه پنجم در مهرماه اندازه گیری شد. همچنین کمترین مقدار اندازه‌گیری شده برای این متغییر به میزان ۱/۱ میلی‌گرم در ایستگاه اول در اردیبهشت بود. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P\leq0/05$) در این متغییر بین ایستگاه‌ها و در طول دوره نمونه‌برداری است.

بیشترین مقدار اندازه‌گیری شده نیترات ۰/۷۳۵ از ایستگاه پنجم در زمستان و کمترین مقدار آن ۰/۰۷۷ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب نیتروژن از ایستگاه دوم در اردیبهشت ماه می‌باشد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که میزان نیترات بین ایستگاه‌ها مختلف اختلاف معنی‌داری ندارد ($P\geq0/05$) ولی در هر ایستگاه و در طول دوره بررسی اختلاف معنی‌دار است ($P\leq0/05$). برای نیتریت نیز بیشترین مقدار به میزان ۰/۰۸۵ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب نیتروژن از ایستگاه اول در مرداد ماه برداشت شد و کمترین آن زیر حد تشخیص دستگاه بود که بین ایستگاه‌های مختلف و در طول دوره نمونه‌برداری و برای هر ایستگاه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P\leq0/05$). بیشترین مقدار آمونیاک اندازه‌گیری شده ۰/۷ در ایستگاه پنجم در زمستان و کمترین مقدار آن ۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر بر حسب نیتروژن از ایستگاه چهارم در اردیبهشت مشاهده شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که میزان آمونیاک بین ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری ندارد ($P\geq0/05$) ولی در هر ایستگاه و در طول دوره بررسی اختلاف معنی‌دار است ($P\leq0/05$). همچنین برای فسفات محلول، بیشترین مقدار به میزان ۰/۶ از ایستگاه اول در مهر ماه و کمترین آن ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر در سه ایستگاه در زمستان اندازه گیری شد که اختلاف معنی‌دار در طول دوره نمونه‌برداری برای هر ایستگاه و بین ایستگاه‌ها مشاهده شد.

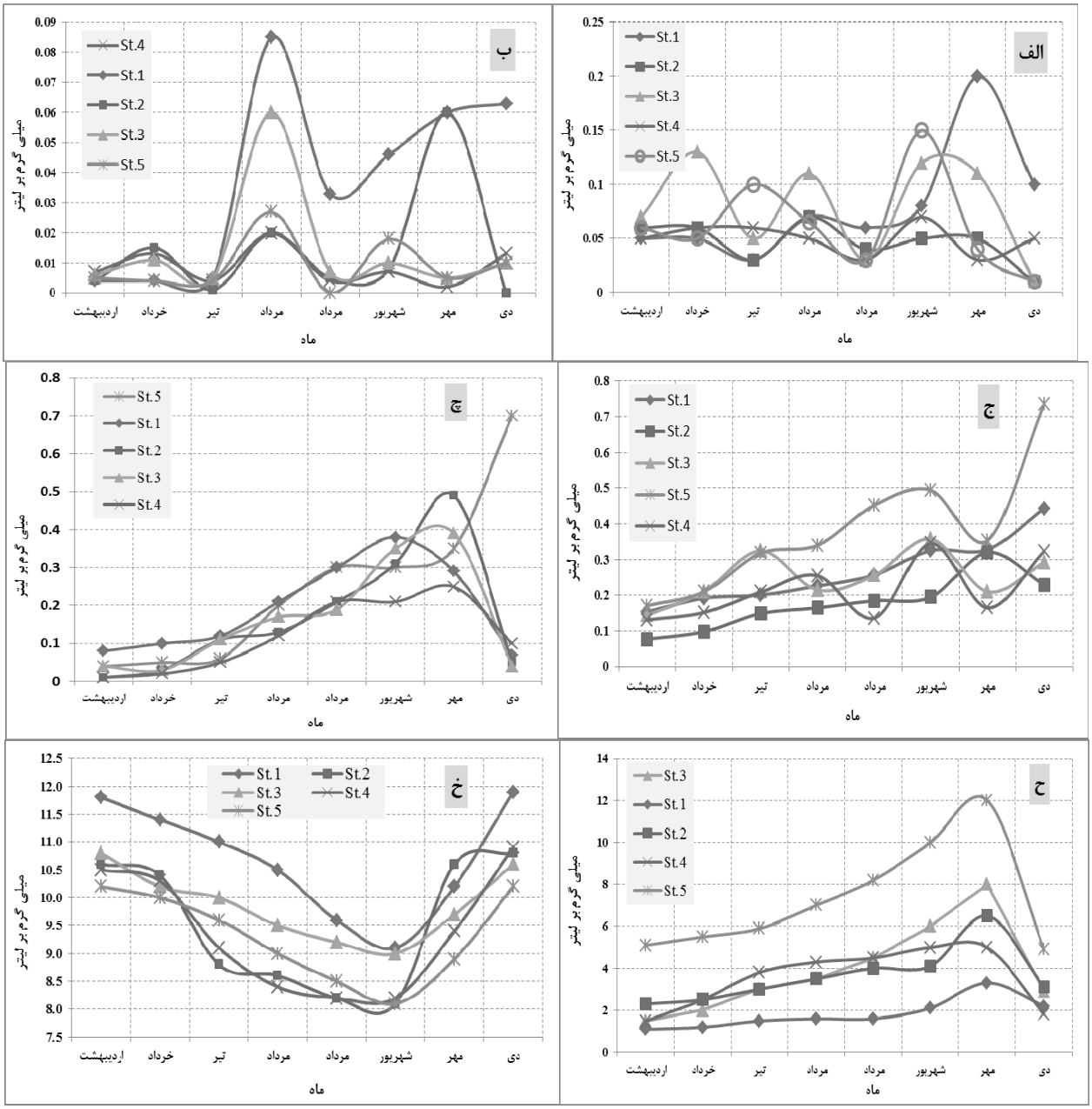
نتایج مقادیر اندازه‌گیری شده برخی از متغییرهای مهم مورد نظر در ایستگاه‌های پنج‌گانه و در طول دوره نمونه‌برداری در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج ارائه شده در این شکل علاوه بر پوشش فصل بهار و تابستان در طول دوره فعالیت آلاینده‌ها، شرایط رودخانه و تغییرات فصلی آنها در دو فصل پاییز و زمستان را نیز نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

زمین‌های کشاورزی به عنوان منابع آلاینده گسترده به دو صورت رواناب و زه‌آب (آبشویی) رودخانه‌ها را آلوده می‌کنند (Ritter & Shirmohammadi, 2001). کاربری غالب حوضه تجن عرصه‌های جنگلی است ولی زمین‌های حاشیه رود تجن در محدوده مورد مطالعه به طور عمده به شالیکاری اختصاص دارد. این مزارع به خصوص در تراس‌های دو طرف رودخانه، تمام کاربری را به خود اختصاص می‌دهد. در شکل ۱ زمین‌ها پیرامون رودخانه نشان داده شده است. به دلیل اینکه برنج یک گیاه پای در آب و شالیکاری‌ها در طول فصل کشت همیشه دارای حجم مناسبی از آب است، دو عامل رواناب و زه‌آب مزارع نقش اصلی را در آلودگی رود تجن دارد.

با ورود رواناب‌های حاوی کود و سم به داخل رود کیفیت فیزیکی و شیمیایی رود تغییر می‌کند. فسفر از عناصری است که ورود آن به منابع آبی به خصوص از لحاظ محیط‌زیستی و تغییر کیفیت آب به دلیل اثرات ثانویه آن نگرانی‌هایی را ایجاد کرده است. گرچه فرسایش لزوماً باعث انتقال فسفر به داخل منابع آبی می‌شود اما زه‌آب فسفر محلول از طریق نفوذ از پروفیل خاک به داخل آب، هم اکنون از اهمیت اصلی برخوردار است (Haygarth & Jarvis, 2002). نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که غلظت فسفر محلول در حداکثر مقدار خود به ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر می‌رسد. فسفر در آب‌های طبیعی معمولاً ماده مغذی محدود کننده رشد به شمار می‌رود. سطح بحرانی فسفر برای شکوفایی جلبکی حدود ۰/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر در شرایط رشد تابستانی است (Weiner, 2007). در شاخه‌های فرعی چهاردانگه و زارم‌رود که جریان و کمیت آب در مقدار پایینی بود شکوفایی جلبکی در طول رودخانه مشاهده شد. افزایش جلبک در پیکره‌های آبی باعث افزایش مواد آلی اکسیژن‌خواه می‌شود و در نتیجه با مصرف اکسیژن محلول آب و کاهش آن به خصوص در

طول شب، باعث کاهش مطلوبیت زیستگاهی برای موجودات زنده به خصوص ماهی‌ها می‌شود.



شکل ۲- نتایج متغییرهای اندازه‌گیری شده در طول دوره نمونه‌برداری و در ایستگاه‌های پنجگانه. الف- تغییرات میزان فسفات، ب- تغییرات میزان نیتریت، ج- تغییرات میزان نیترات، چ- تغییرات میزان آمونیاک، ح- تغییرات میزان BOD_5 و خ- تغییرات میزان DO

مقایسه نتایج اندازه‌گیری شده با استانداردهای نیترات در رود تجن نشان داد که در هیچکدام از نمونه‌ها در طول دوره نمونه‌برداری غلظت بالای یک میلی‌گرم بر لیتر مشاهده نشد. نتایج مطالعات قبلی نیز نشان‌دهنده غلظت اندک نیترات در رود تجن است (Amirnezhad, 1998). بنابراین غلظت بالای نیترات و آلایندگی آن در رود تجن مطرح نیست. آمونیاک از دیگر ترکیبات نیتروژن‌دار، در حداکثر غلظت خود ۰/۷ میلی‌گرم بر لیتر در زمستان اندازه‌گیری شد. آمونیاک ترکیبی سمی برای آبزیان در آب‌ها تلقی می‌شود و سمیت این ترکیب با افزایش دما و

pH افزایش می‌یابد (Weiner, 2007). آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا EPA[1] برای تعیین معیار[2] سمیت آمونیاک برای آبزیان روابطی را پیشنهاد داده که بر اساس pH و برای محیط‌های با و بدون ماهی قزل‌آلا تعیین می‌شود (USEPA, 2006). بر اساس این معیارها غلظت آمونیاک در حد ماکزیمم آن CMC[3] برای مواردی که در آن ماهی قزل‌آلا وجود دارد از رابطه ۱ تعیین می‌شود. همچنین رابطه ۲ برای محیط‌هایی که ماهی قزل‌آلا در آن وجود ندارد به کار می‌رود.

$$CMC = \frac{0.275}{1+10^{7.204-pH}} + \frac{39.0}{1+10^{pH-7.204}} \qquad (۱$$

$$CMC = \frac{0.411}{1+10^{7.204-pH}} + \frac{58.4}{1+10^{pH-7.204}} \qquad (۲$$

در جدول ۱ مقادیر معیارهای محاسباتی حداکثر غلظت آمونیاک در ایستگاه‌های پنجگانه از روابط پیشنهاد شده نشان داده شده است. مقایسه نتایج جدول با نمودار (چ) شکل ۲ نشان می‌دهد که غلظت آمونیاک در تمام ایستگاه‌ها بالاتر از معیار توصیه شده برای آبزیان آب‌های شیرین توسط EPA است.

در آب‌هایی مانند رودها که پیوسته هوادهی می‌شود، نیتریت سریعاً به نیترات تبدیل می‌شود در حقیقت نیتریت یک ترکیب ناپایدار است و مرحله میانی چرخه نیتروژن را تشکیل می‌دهد نتایج شکل ۲ (ب)، برای نیتریت نشان می‌دهد که غلظت این ترکیب در محدوده مورد مطالعه در سطح پایینی قرار دارد به طوری که بیشترین مقدار آن ۰/۰۸ میلی‌گرم بر لیتر فراتر نرفته است. تحلیل فرآیندهای تبدیل نیتریت به نیترات نشان می‌دهد که غلظت نیترات نیز باید در سطح پایینی باشد که نتایج نیز همین را نشان می‌دهند.

جدول ۱- مقادیر معیارهای حداکثر غلظت آمونیاک

ایستگاه	رابطه مورد استفاده	CMC (µg/l) (مقادیر توصیه شده برای ایستگاه‌های مطالعاتی)
۱	رابطه ۱	۱/۶۹۸
۲	رابطه ۲	۳/۰۶
۳	رابطه ۲	۲/۲۴۵
۴	رابطه ۲	۳/۹۵۹
۵	رابطه ۲	۴/۶۲۴

متداول‌ترین روش برای اندازه‌گیری مقدار مواد آلی اکسیژن‌خواه، آزمایش اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD) است. اهمیت BOD در آب‌های طبیعی از آن جهت است که می‌تواند اکسیژن موجود در آن را تخلیه و حتی به محیط بی‌هوازی تبدیل کند. در این صورت ممکن است حیات آبزیان تأمین نشود مگر اینکه دوباره به شکلی با اکسیژن پر شود. نتایج اندازه‌گیری شده BOD_5 مقدار پایینی را برای این شناساگر نشان می‌دهد به طوری که مقایسه نتایج با مطالعات قبلی نیز نشان داد رود تجن در محدوده مورد مطالعه مشکل آلودگی با مواد آلی را ندارد (Amirnezhad, 1998). اکسیژن محلول کافی در آب، شناساگر مهمی برای کیفیت بالای آب می‌باشد به طوری که غلظت اکسیژن محلول در آب برای ماهی‌ها و سایر آبزیان بسیار مهم است. ماهی‌ها حداقل به ۵ تا ۶ میلی‌گرم بر لیتر اکسیژن برای رشد و تولید مثل نیاز دارند. اگر مقدار اکسیژن به ۳ تا ۴ برسد تغذیه ماهی‌ها متوقف می‌شود و اگر این مقدار به یک کاهش پیدا کند ماهی‌ها خواهند مرد. همچنین شرایط بهینه استاندارد اکسیژن محلول برای حیات آبزیان به قرار زیر است (Weiner, 2007):

- ۷ میلی‌گرم بر لیتر برای آب سرد در دوره تخم‌ریزی ماهی‌ها،

۱- Environmental Protection Agency

۲- Criteria

۳- Criteria Maximum Concentration

- ۶ میلی‌گرم بر لیتر برای کلاس یک آب سرد برای گیاهان و جانوران.

مقایسه نتایج اکسیژن محلول در شکل ۲ (خ) با استانداردهای توصیه شده نشان می‌دهد که رود تجن از نظر اکسیژن محلول در شرایط بهتری قرار دارد به طوری که نیازهای موجودات اکوسیستم رودخانه را به راحتی تأمین می‌کند. همچنین مطالعات قبلی نیز نشان داد که در گذشته نیز رود تجن در محدوده مورد مطالعه محدودیتی از نظر اکسیژن محلول نداشته است (Amirnezhad, 1998؛ Mehrdadi, et al., 2006).

در طبقه‌بندی آب‌ها از نظر درجه سختی، رود تجن در ردیف آب‌های سخت و خیلی سخت قرار می‌گیرد (USEPA, 1986 ;Weiner, 2007). نتایج اندازه‌گیری‌ها و آمارهای ۳۰ ساله سازمان آب منطقه‌ای نیز نشان‌دهنده این موضوع است. سختی بالا سبب کاهش سمیت فلزات سنگین در آب برای موجودات زنده می‌شود و از این لحاظ برای آبزیان مفید است (Weiner, 2007). قلیائیت نیز برای ماهی و دیگر آبزیان اهمیت بالایی دارد چون به عنوان حائلی در مقابل تغییرات طبیعی و انسان‌سبب pH عمل می‌کند. سطوح بین ۲۰ تا ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر معمولاً برای حیات آبزیان مفید است (Weiner, 2007). نتایج اندازه‌گیری‌ها و آمارهای ۳۰ ساله سازمان آب منطقه‌ای نشان می‌دهد که میزان قلیائیت در رود تجن بالا است و این درجه از قلیائیت برای رودخانه تجن برای حیات آبزیان رودخانه مفید می‌باشد.

جمع‌بندی

بررسی محیطزیست رودخانه تجن از نظر برخی شناساگرهای فیزیکی و شیمیایی آب با رویکرد اکولوژیک نشان داد که این اکوسیستم می‌تواند با رعایت برخی از اصول محیطزیستی، محیط خوبی برای موجودات استفاده کننده از آن باشد. بررسی غلظت ترکیبات اندازه‌گیری شده نشان داد که به جز دو متغییر (فسفات و آمونیاک)، سایر متغییرهای اندازه‌گیری شده در محدوده استاندارد مراجع مختلف می‌باشد. همچنین بررسی تغییرات فصلی مقادیر آلاینده نشان داد که با وجود فعالیت‌های منابع آلاینده در فصل بهار و تابستان، غلظت آلاینده‌ها در زمستان نمود بیشتری دارد. این مسئله می‌تواند از دو عامل ناشی شود. اول اینکه میزان آبدهی رود تجن در بهار و تابستان نسبت به پاییز و زمستان بسیار بیشتر است. ذکر این نکته ضروری است که آبدهی رود تجن توسط سد شهید رجایی در بالادست رود تنظیم می‌شود و برای استفاده کشاورزان حجم جریان آزاد شده به رودخانه در فصول مورد استفاده بیشتر می‌باشد. میزان آبدهی رود با میزان غلظت آلاینده‌ها رابطه معکوسی نشان داد. به این صورت که با کاهش حجم آب غلظت آلاینده‌ها در واحد حجم بالا می‌رود. بررسی الگوی آبدهی رود تجن به خصوص در ایستگاه اول، نشان می‌دهد که میزان آبدهی از اوایل بهار افزایش یافته و در اواخر تابستان کاهش می‌یابد تا به نرخ تقریباً ثابتی برسد. این شکل از تغییرات نیز در ایستگاه‌های سه و پنج مشاهده می‌شود. نکته دوم این است که گیاهان و جلبک‌ها در فصل رشد (بهار و تابستان) فعالیت بالایی دارند و می‌توانند برخی از عناصر مانند مواد مغذی را که جزء آلاینده‌های سیستم محسوب می‌شود، مورد استفاده قرار دهند و از این طریق مقدار آن را در سطح پایینی نگه دارند.

References

- Amirnezhad, R. 1998. Investigation of environmental impacts of development in soil and water in the Tajan watershed at the Mazandaran province. MSc. Thesis, Faculty of Natural resource, University of Tehran, 96 p.
- Roshantabari, M. 1995. Hydrology and hydrobiology of Tajan River. Iranian Scientific Fisheries Journal. 3(4):59-71.
- Tajrishy, M. 2001. A review of water quality problems facing the country. 2and Asian conference on water and wastewater management proceeding, Ministry of Energy, Tehran: 1-10.
- Saeedi M., A. R. Karbassi; Gh. R. Nabi Bidhendi and Naser Mehrdadi. .2006.. Impact of anthropogenic activities on heavy metals pollution in Tajan river water, Mazandaran province. Journal of Environmental Studies; 32(40):41-50.
- Mazandaran WRM Co. .2008. Condition of Mazandaran water resources. Sari, 12p.
- Karamouz, M and R. Kerachian. 2003. Water quality planning and management. Polytechnic press, Tehran, 320 p.
- Kazemzadeh, E. A. Esmaili-Sari and S. Ghasempouri. 2002. Investigation of fish farms pollution in the Haraz river. Marine Sciences Journal, 3-summer, :27-34.
- ISIRI. 2009a. Water quality- Sampling Sampling of rivers and streams- Guidance, ISIRI number 7964. available: http://www.isiri.org/.
- ISIRI. 2009b. Water quality- Guidance on sampling techniques, ISIRI number 8910. available: http://www.isiri.org/.
- ISIRI. 2009c. Water- The preservation and handling of water samples- Code of practice, ISIRI number 9886. available: http://www.isiri.org/.
- Bartram, Jamie and Richard Ballance. 1996. Water quality monitoring, a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. UNEP/WHO, 348 p.
- APHA. 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition. Washington, DC: American Public Health Association, 850 p.
- Dongbin, Wei; Akira Kisuno; Takashi Kameya, and Kohei Urano. 2006. A new method for evaluating biological safety of environmental water with algae, daphnia and fish toxicity ranks. J. Science of the Total Environment, 371: 383-390.
- Ebadi, A.G. and S. Zare. 2005. Measurement of Organophosphorus pesticide in fish from the Tajan River. Pakistan Journal of Biological Sciences 8 (10): 1463-1465.
- Haygarth, P.M., and S.C. Jarvis. 2002. Agriculture, Hydrology and Water Quality. CAB, international, 435 p.
- Hinck Jo Ellen, Ross J. Norstrom, Carl E. Orazio, Christopher J. Schmitt, & Donald E. Tillitt. 2009. Persistence of organochlorine chemical residues in fish from the Tombigbee River (Alabama, USA): Continuing risk to wildlife from a former DDT manufacturing facility. Environmental Pollution 157: 582–591.
- Kalantari M R. and A. G. Ebadi. 2006 a. Study and Measurement of Some Persistent Organochlorine Residues in Sediments from the Two Great Rivers (Tajan and Neka) of Mazandaran Province (Iran). Journal of Applied Sciences 6 (5): 1028-1032.
- Kalantari M R. and A. G. Ebadi. 2006 b. Measurement of Some Heavy Metals in Sediments from Two Great Rivers (Tajan and Neka) of Iran. Journal of Applied Sciences 6 (5): 1028-1032, 2006.
- Mehrdadi, N.; M. Ghobadi; T. Nasrabadi and H. Hoveidi. 2006. Evaluation of the quality and self-purification potential of Tajan River using qual2e model. Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng. 3: 199-204.
- Miserendino, M. L.; C. Brand and C. Y. Di Prinzio. 2008. Assessing Urban Impacts on Water Quality, Benthic Communities and Fish in Streams of the Andes Mountains, Patagonia (Argentina). Water Air Soil Pollut (2008) 194:91–110.

- Ritte, William F. and Adel Shirmohammadi. 2001. Agricultural nonpoint source pollution: watershed management and hydrology. United States of America: CRC Press LLC, 331 p.
- Shayeghi, M; SJ Shahtaheri, and M Selsele. 2001. Phosphorous Insecticides Residues in Mazandaran River Waters, Iran. Iranian J. Publ. Health: 115-118.
- USEPA. 1986. Quality criteria for water. Washington. DC: Office of Water, 45 p.
- USEPA, 2006. National recommended water quality criteria. Washington DC: Office of Water, 24 p.
- Weiner, Eugene R. 2007. Applications of environmental aquatic chemistry: a practical guide. United States of America: CRC Press, 442 p.
- Zhang, Chunlong. 2007. Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 436 p.