

# بررسی کیفی آب رودخانه تجن و تعیین اثرات توسعه صنعتی، کشاورزی و شهری بر آن

(دریافت ۸۱/۷/۱۴ پذیرش ۸۲/۲/۱۲)

ناصر مهرداد\* عقیل صباغی\*\* محمدعلی رکنی\*\*\*

## چکیده

رودخانه تجن یکی از رودخانه‌های بزرگ استان مازندران و یکی از مهم‌ترین منابع زیستی کشور به شمار می‌آید. این رودخانه از ارتفاعات البرز و شمال استان سمنان سرچشمه گرفته و پس از طی مسافتی در حدود ۱۸۰ کیلومتر در منطقه ساحلی خزرآباد به دریای خزر متصل می‌شود. رشد روزافزون مراکز شهری، صنعتی و کشاورزی در حوضه آبریز رودخانه، مهم‌ترین عامل تهدید کننده محیط زیست آن به شمار می‌آید [۱]. به منظور مدیریت صحیح محیط زیست و جلوگیری از تخریب این منبع پرارزش آبی، بررسی کیفی آب رودخانه لازم و ضروری می‌باشد. به این منظور مطالعه‌ای در سال ۱۳۷۹ انجام شد. در این مطالعه، ابتدا ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول رودخانه تعیین شد و در فصول مختلف سال به منظور سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی، طبق روش‌های استاندارد نمونه‌برداری‌های لازم انجام گرفت. آزمایش‌های  $PO_4$ ،  $NO_3$ ،  $NO_2$ ،  $NH_4$ ،  $DO$ ،  $TSS$ ،  $TDS$ ،  $EC$ ،  $pH$ ،  $COD$ ،  $BOD$ ، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی نیز طبق روش‌های استاندارد انجام شد. نتایج نشان داد که مقادیر متوسط پارامتر  $BOD$ ، حداقل ۱۸ و حداکثر ۲۵/۲۵ برابر حد استانداردهای کیفیت آب رودخانه می‌باشد. همچنین مقادیر میکروبی کلیفرم کل نیز از حداقل ۲/۳ تا حداکثر ۶۰ برابر حد استانداردهای کیفیت آب رودخانه تعیین شد. واژه‌های کلیدی: رودخانه تجن، اثرات توسعه بر رودخانه‌ها، استانداردهای کیفی آب، پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی.

## Sustainable Development : Water Quality Assessment of Tajan River

Mehrdadi, N., Sabbaghi, A., and Rokni, M.A.  
Mazandaran Enviro. Protection Agency

### Abstract

Tajan river is one of the biggest and the most important river in Iran. It emerges from Alborz mountain and north of Semnan province and after 180 km continuing to Caspian sea. So, protection of this river from industrial and agricultural pollution is quite crucial. On the other hand the knowledge of water quality is one of the essential management tools in integrated water management control. The aim of this study was awareness of changing in water quality in different seasons. The samples were collected from different stations along the river during different seasons of 2000.

The samples were analyzed for  $BOD_5$ ،  $COD$ ،  $TDS$ ،  $pH$ ،  $EC$ ،  $DO$ ،  $NO_2$ ،  $NO_3$ ،  $NH_4$ ،  $PO_4$ ، and total and fecal coliform. The results of this study showed that the minimum and maximum of  $BOD$  are 18 and 25 times higher than standard limit respectively. The results also showed that the average of total coliform bacteria is up to 60 times higher than standard limit.

\* عضو هیأت علمی دانشگاه تهران و مدیرکل حفاظت محیط زیست استان مازندران  
\*\* کارشناس ارشد مهندسی عمران محیط زیست، کارشناس اداره کل حفاظت محیط زیست استان مازندران  
\*\*\* کارشناس ارشد محیط زیست، معاون محیط زیست انسانی اداره کل حفاظت محیط زیست استان مازندران

رودخانه، مکان‌هایی با حداقل و حداکثر آلودگی بود. با توجه به این امر، در بالادست رودخانه محلی به نام پل تاکام و در پایین‌دست نیز مصب رودخانه در خزرآباد انتخاب شدند. پس از انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری، زمان نمونه‌برداری به صورت فصلی تعیین شد. به این ترتیب که در فصول مختلف سال ۱۳۷۹ به صورت ماهانه نمونه‌برداری انجام گرفت و نتایج آنالیز به صورت میانگین فصلی برای تحلیل استفاده قرار گرفت. آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی مختلفی نظیر pH، COD<sup>۱</sup>، EC<sup>۲</sup>، TDS<sup>۳</sup>، DO<sup>۴</sup>، NH<sub>3</sub><sup>۵</sup>، NO<sub>2</sub><sup>۶</sup>، NO<sub>3</sub><sup>۷</sup>، PO<sub>4</sub><sup>۸</sup>، BOD<sup>۱۰</sup>، کلیفرم و کلیفرم کل مدفوعی نیز طبق روش‌های استاندارد انجام شد [۵].

### نتایج

نتایج آنالیزهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تعیین شده در دو ایستگاه نمونه‌برداری پل تاکام و خزرآباد به شرح زیر می‌باشد:

**هدایت الکتریکی:** با توجه به نتایج به دست آمده که در نمودار ۱ بیان شده است، هدایت الکتریکی آب رودخانه در دو ایستگاه، در تابستان حداکثر و در پاییز حداقل می‌باشد. افزایش هدایت الکتریکی در فصل تابستان به دلیل گرما و افزایش انحلال املاح در آب است [۲].

**غلظت کل مواد جامد معلق:** نتایج این پارامتر در نمودار ۲ بیان شده است. مطابق نمودار ۲ غلظت جامدات معلق در پاییز حداقل و در تابستان به حداکثر می‌رسد. افزایش درجه حرارت، تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به همراه کاهش آبدهی رودخانه به علت استفاده زیاد در آب آبیاری اراضی کشاورزی موجب افزایش غلظت جامدات معلق در آب رودخانه می‌شود.

**اکسیژن محلول در آب:** نتایج آنالیز تعیین اکسیژن محلول آب رودخانه در دو ایستگاه پل تاکام و خزرآباد

استان مازندران با وسعت ۲۳۷۵/۴ کیلومتر مربع حدود ۱/۴۶ درصد مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده و جمعیت آن ۲۶۰۲۰۰۸ نفر است. از نظر خصوصیات اقلیمی دارای آب و هوای معتدل و مرطوب معروف به آب و هوای معتدل خزری است و دارای ۱۲۰ رودخانه بزرگ و کوچک با وسعت حوضه آبریز ۲۵۶۵۴ کیلومتر مربع می‌باشد. شهرستان ساری با وسعتی برابر ۳۶۷۴ کیلومتر مربع در حدود ۱۵/۴۶ درصد از کل استان را به خود اختصاص داده و جمعیت آن ۴۲۳۸۰۶ نفر می‌باشد [۱]. میزان بارندگی سالیانه آن ۶۹۳/۱۴ میلی‌متر، متوسط حداکثر درجه حرارت هوا ۲۷/۵۴ و متوسط حداقل درجه حرارت هوا به ۶/۷ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. در این شهرستان رودهای کوچک و بزرگ زیادی جریان داشته که مهم‌ترین آن‌ها رودخانه تجن است. این رودخانه از کوه‌های هزار جریب سرچشمه گرفته و شاخه‌های اصلی آن شامل دودانگه، چهاردانگه، لاجیم و زارم رود است که در محلی به نام ریگ چشمه به یکدیگر می‌پیوندند و رودخانه تجن را به وجود می‌آورند. متوسط دبی سالانه این رودخانه ۹۳ مترمکعب در ثانیه، طول آن نزدیک به ۱۸۰ کیلومتر و وسعت حوضه آبریز آن ۴۰۱۵ کیلومتر مربع است [۱]. رشد روزافزون مراکز شهری، صنعتی و کشاورزی در حوضه آبریز رودخانه مهم‌ترین عامل تهدید کننده محیط زیست آن به شمار می‌آید. لذا به منظور مدیریت صحیح زیست‌محیطی و جلوگیری از تخریب این منبع پرارزش آبی، شناخت و بررسی کیفی آب رودخانه لازم و ضروری می‌باشد. به این منظور مطالعه‌ای در سال ۱۳۷۹ انجام شد.

### مواد و روش‌ها

برای بررسی کیفی آب رودخانه تجن و تأثیر آلاینده‌های ورودی نظیر پساب‌های شهری و صنعتی، زه‌آب‌های کشاورزی و زباله‌های شهری و صنعتی، نمونه‌برداری و انجام آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی لازم و ضروری می‌باشد. به این منظور ابتدا ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول رودخانه تعیین شدند. معیار انتخاب ایستگاه‌های مورد نظر برای بررسی کیفی آب

<sup>1</sup> Chemical Oxygen Demand  
<sup>2</sup> Electrical Cunductivity  
<sup>3</sup> Total Dissolved Solids  
<sup>4</sup> Total Suspended Solids  
<sup>5</sup> Dissolved Oxygen  
<sup>6</sup> Ammonia  
<sup>7</sup> Nitrite  
<sup>8</sup> Nitrate  
<sup>9</sup> Phosphate  
<sup>10</sup> Biological Oxygen Demand



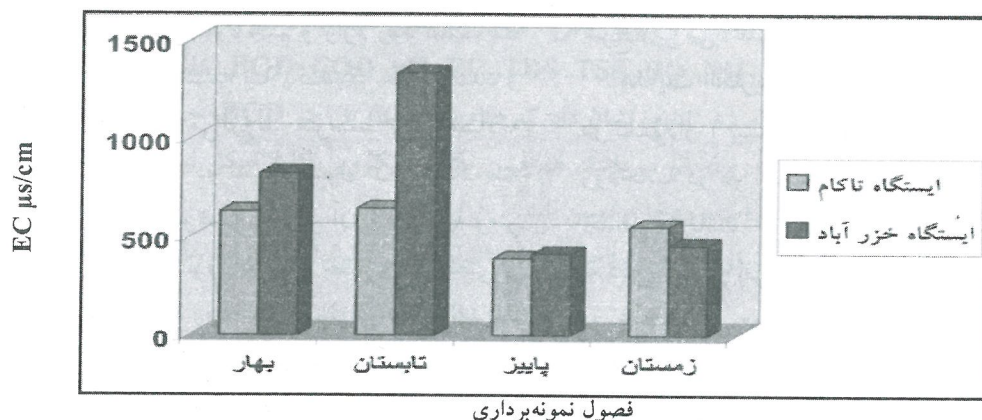
است. مطابق نمودار مذکور غلظت نیترات در آب رودخانه در فصل بهار به حداکثر و در فصل زمستان به حداقل خود می‌رسد. افزایش ره‌آب‌های کشاورزی آلوده به کودهای شیمیایی و سموم مختلف، همچنین تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی مهم‌ترین عوامل افزایش غلظت نیترات در آب رودخانه می‌باشند [۶].

**تغییرات غلظت فسفات:** نتایج تعیین غلظت یون فسفات آب رودخانه در فصول مختلف سال در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در نمودار ۶ مشخص شده است. مطابق نمودار ۶، غلظت فسفات آب رودخانه در فصل بهار به حداکثر و در فصل پاییز به حداقل مقدار خود می‌رسد. افزایش مصرف کودهای شیمیایی و ورود آن به رودخانه از طریق زه‌آب‌های کشاورزی، می‌تواند موجب ازدیاد غلظت فسفات در آب رودخانه شود [۳].

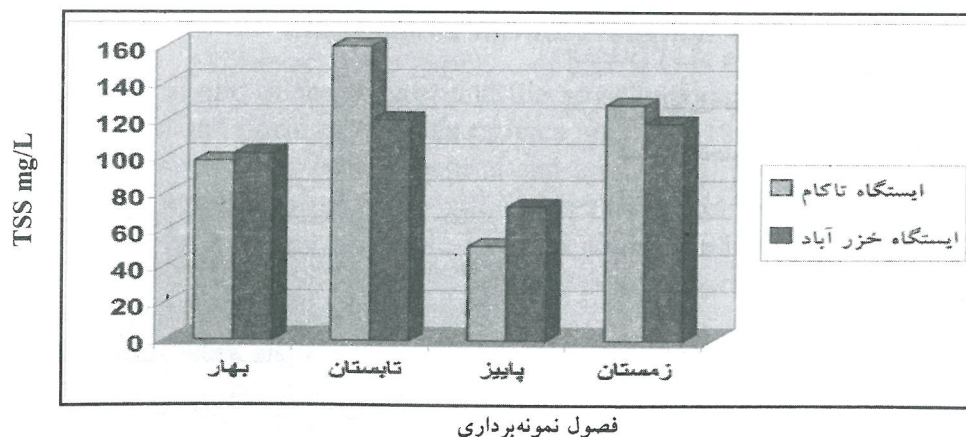
ساری در نمودار ۳ بیان شده است. مطابق نمودار ۳، غلظت اکسیژن محلول آب رودخانه در ایستگاه نمونه‌برداری در فصول مختلف سال، در فصل تابستان حداقل و در فصل زمستان به حداکثر خود می‌رسد. افزایش درجه حرارت آب، افزایش غلظت املاح در آب، ازدیاد فعالیت میکروارگانیسم‌ها و همچنین افزایش غلظت آلاینده‌ها بر اثر کاهش دبی آب رودخانه می‌تواند از عوامل کاهش غلظت اکسیژن محلول آب در فصل تابستان باشد.

**اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز:** نتایج آنالیز  $BOD_5$  رودخانه در فصول مختلف سال در نمودار ۴ نشان داده شده است. مطابق نمودار ۴،  $BOD_5$  رودخانه در فصل تابستان به حداکثر و در فصل زمستان به حداقل خود می‌رسد. کاهش دبی رودخانه، افزایش غلظت آلاینده‌ها در فصل تابستان موجب افزایش  $BOD_5$  رودخانه می‌شود.

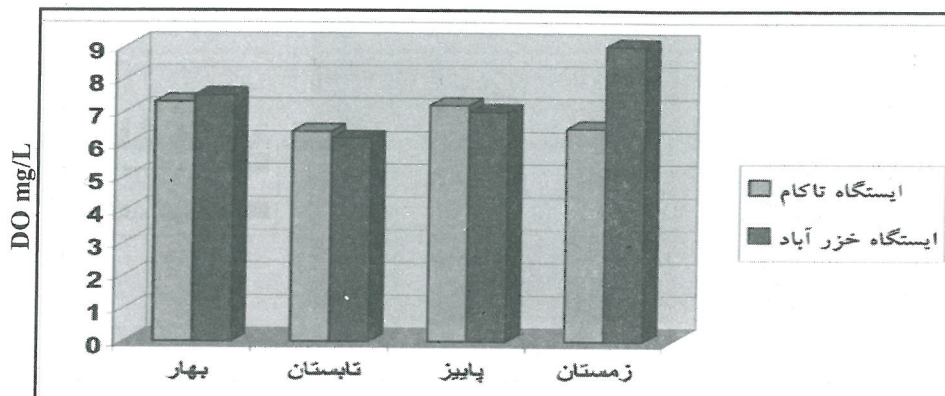
**تغییرات غلظت نیترات:** نتایج تعیین غلظت نیترات آب رودخانه در فصول مختلف سال در نمودار ۵ بیان شده



نمودار ۱- تغییرات هدایت الکتریکی آب رودخانه در فصول مختلف سال

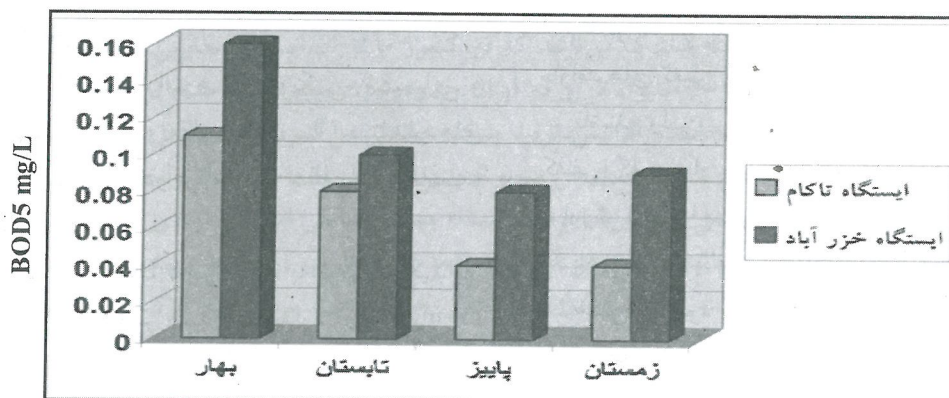


نمودار ۲- تغییرات کل مواد جامد معلق آب رودخانه در دو ایستگاه پل تاکام و خزرآباد



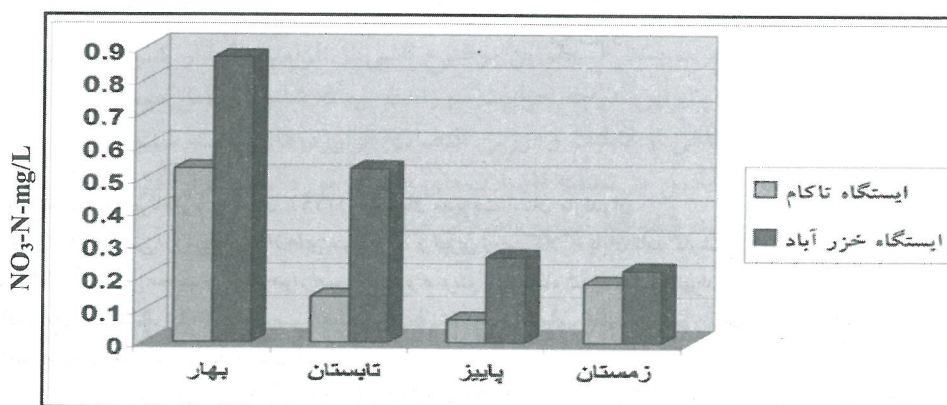
فصول نمونه برداری

نمودار ۳- تغییرات غلظت اکسیژن محلول آب رودخانه در فصول مختلف سال



فصول نمونه برداری

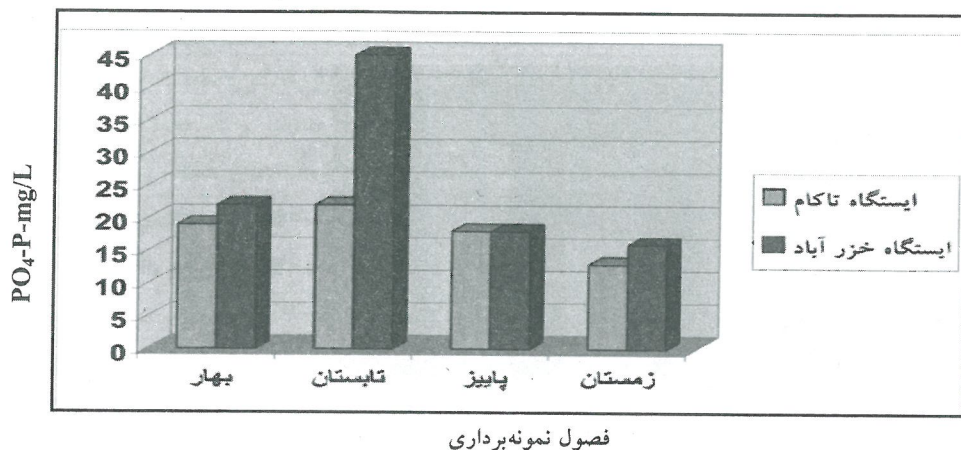
نمودار ۴- BOD<sub>5</sub> رودخانه در فصول مختلف سال در ایستگاه‌های نمونه برداری



فصول نمونه برداری

نمودار ۵- تغییرات غلظت نیترات آب رودخانه در فصول مختلف سال





نمودار ۶- تغییرات غلظت فسفات آب رودخانه در فصول مختلف سال

با توجه به نتایج به دست آمده، اگرچه برخی از پارامترهای تعیین شده پایین تر از حد استانداردهای مربوطه می باشند، ولی برخی دیگر از پارامترها نظیر  $BOD_5$  و کلیفرم کل بسیار بیشتر از استانداردها بوده و این منبع پرارزش آبی را با تهدید مواجه ساخته است. هم چنین با نگاهی گذرا به نتایج آنالیزهای مختلف تعیین شده، مشخص می شود که در فصول مختلف سال، میزان کلیه پارامترهای شاخص آلودگی در ایستگاه خزرآباد (ایستگاه پایین دست) بسیار بیشتر از مقادیر آنها در بالادست است، زیرا در طول مسیر رودخانه، انواع آلاینده ها نظیر زه آب های کشاورزی آلوده به سموم و کودهای شیمیایی، پساب های شهری صنعتی، زباله های شهری و صنعتی به آن تخلیه می شود.

### بحث و نتیجه گیری

با توجه به مقادیر پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تعیین شده و مقایسه آن با استانداردهای راهنمای کیفیت منابع آب در برنامه پنج ساله سوم توسعه نتایج زیر قابل توجه می باشد:

- متوسط میزان  $BOD_5$  تعیین شده، به ترتیب حداقل ۱۸ و حداکثر ۲۵/۲۵ برابر حد استاندارد آن ( $10\text{ mg/L}$ ) می باشد.

- میزان نوترینت ها شامل ترکیبات نیتروژن و فسفات از حد استاندارد متجاوز نیست.

- مقادیر کلیفرم کل از حداقل ۲/۳ برابر حد استاندارد ( $400$  عدد در  $100$  میلی لیتر) تا حداکثر ۶۰ برابر آن تعیین شد [۴].

### مراجع

- ۱- آمارنامه سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان. (۱۳۷۹). سازمان مدیریت استان مازندران.
- ۲- رکنی، م.ع. (۱۳۷۷). "بررسی ارزش آب بندهای سید محله و لیوی زرین کلا" - پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۳- دبیری، م. (۱۳۷۵). "آلودگی محیط زیست- هوا، آب، خاک و صوت". دانشگاه شهید بهشتی تهران.
- ۴- سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۳۷۹). "بررسی آلودگی آب و خاک"، راهنمای مطالعات کیفی منابع آب در برنامه پنج ساله سوم توسعه، معیارهای عمومی کیفیت آب. سازمان حفاظت محیط زیست ایران.

5- Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, (1992) 18<sup>th</sup> Edition.

6- Gelelk, P., (1989). "Water Resource and Water Management Problems" Vol., 2, pp:300, Helsinki, Finland, UNESCO.