Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

# The effect of industrial, fishery, and domestic activities on nutrients fluctuation in the Tajan River

**Reza Dehmardeh Behrooz** [*1], **Fatemeh Einollahi-Peer**

[1] Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran, dahmardehbehrooz@uoz.ac.ir
[2] Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran, fatemeheinollahi@uoz.ac.ir

**ARTICLE INFO.**

**Article type:**
Short Paper

**Article history**
**Received:** 20 December 2025
**Revised:** 20 May 2026
**Accepted:** 23 May 2026
**Published online:** 27 July 2026

**Keywords:**
Fish ponds, Industry, Residential wastewater, Tajan River

**ABSTRACT**

Nutrients from various sources, such as agricultural runoff, industrial and municipal wastewater, enter surface water and groundwater. This study aimed to evaluate the amount of phosphate and nitrate from the main pollutant sources of the Tajan River, including fish ponds, the antibiotics industry, Paksar, Mazandaran Wood and Paper mill, and Sand exploitation factories, and residential wastewater. Through field studies in the Tajan watershed, interviews with local people, and information from relevant departments, industrial and population pollutant sources were identified. In addition, sampling was carried out from four sand and gravel factories along the river, the effluent of three dual-purpose fish farming ponds, four cold-water fish farming ponds, and five warm-water fish farming ponds, and the effluent of the Mazandaran antibiotic, wood, and paper factories, and the Paksar dairy factory. Nutrient analysis was carried out using a photometer. To investigate the amount of suspended solid particles in the sand and gravel factories, sampling was carried out upstream and downstream of this industry, and the amount of suspended solid particles was determined by placing the sediment for 24 hr, draining the supernatant water, and finally drying the concentrated sediment at a temperature of 105 ºC in an oven. The amount of pollution load entering from the Shahid Rajaee Dam tourist area and the park located on the banks of the Tajan River in Sari city was identified as the main population centers of pollutants in the Tajan watershed, and the amount of human-produced nitrogen and phosphorus was considered to be 3-5 gr of organic phosphorus per person per day and 6-10 gr of organic nitrogen per person per day, based on existing criteria and standards. Studies have shown that the concentration of suspended solids in the workshops downstream of upstream was increased by 0.4 gr $L^{-1}$ on average. Nitrate concentrations in cold water fish ponds were increased on average by 0.2 mg $L^{-1}$ in the ponds' output. It was estimated that 45 kg $d^{-1}$ of organic phosphorus and 120 kg $d^{-1}$ of organic nitrogen from household wastewater located in Sari city and the countryside enter directly into the Tajan River.

**Citation:** Dahmardeh Behrooz, R., & Einollahi-Peer, F. (2026). The effect of industrial, fishery, and domestic activities on nutrients fluctuation in the Tajan River. *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 14(2), 39-50.
**DOR:** 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2
**Publisher:** Iranian Rainwater Catchment Systems Association
© Author(s)

***Corresponding author:** Reza Dahmardeh Behrooz
**Address:** Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran.
**Tel:** +9809155434532
**Email:** dahmardehbehrooz@uoz.ac.ir

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

# The effect of industrial, fishery, and domestic activities on nutrients fluctuation in the Tajan River

**Reza Dehmardeh Behrooz** [*1], **Fatemeh Einollahi-Peer** [2]

[1] Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran, dahmardehbehrooz@uoz.ac.ir
[2] Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran, fatemeheinollahi@uoz.ac.ir

## EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** The Tajan River, with an annual discharge of 432 million $m^3$, is one of the most abundant rivers in Mazandaran Province and is a suitable habitat for sturgeon and an important source for irrigation of agricultural lands in the basin. Unfortunately, there are extensive threats, including pollution from residential areas and industries, especially numerous sand-and-gravel extraction workshops and fish-farming ponds, along the river's course. Various studies have shown that these activities have reduced the water quality of the Tajan River. As the research records showed, in recent decades, the growth of industrial development, economic activities, as well as the growth of agricultural lands and the use of chemical fertilizers have seriously threatened the Tajan River. In addition, in the studies conducted, many polluting industries and water quality in the river course have been investigated, and no study has been conducted on the pollution load of various fish farms (cold water, warm water, and dual-purpose) and sand and gravel extraction workshops in the Tajan River course.

**Methodology:** After a field visit, inquiries from relevant departments, and local inquiries in the Tajan watershed, the antibiotic manufacturing industries, the Paksar dairy factory, sand and gravel factories along the Tajan River, the Mazandaran wood and paper factory, cold-water fish farming ponds, warm-water fish farming ponds, and dual-purpose fish farming ponds were considered as point sources of nitrate and phosphate pollution in the basin. Sampling was carried out from 4 sand and gravel factories along the river, from the sand factory, the outlet water of three dual-purpose fish farming ponds, four cold-water fish farming ponds, and five warm-water fish farming ponds, and the effluent of the Mazandaran antibiotic manufacturing, wood and paper factory, and the Paksar dairy factory. For nutrient analysis, a photometer (England Palintest 7000) was used, and the APHA method was used. For sampling of polyethylene containers and in combination, it was done in one session in the summer of 2015 with three repetitions (it is worth mentioning that 3 samples were prepared in each sampling and finally combined together), and the samples were analyzed immediately on site. The load of suspended solid particles from sand and gravel workshops was determined by placing them for 24 hr, draining the supernatant water, and finally drying the concentrated sediment at a temperature of 105 degrees in an oven.

**Results and Discussion:** The results showed that nitrate production in the studied workshops varied between a minimum of 0.09 and a maximum of 0.67 mg $L^{-1}$. Considering what was stated, it can be concluded that the effluent output of cold-water fish breeding and rearing workshops affects the quality parameters of river water. On the other hand, the water of warm-water fish breeding ponds that are created in natural or man-made reservoirs is discharged into the Tajan River in the fall, causing a decrease in water quality. Dual-purpose fish breeding ponds have also been created with the dual purposes of irrigating agricultural lands during the growing season and aquaculture throughout the year. The pollution load of these ponds is directly discharged into the use of phosphate and nitrate fertilizers in agricultural lands of the Tajan watershed has in most cases, especially in the last few years, exceeded the nutritional needs of the plants, and the excess amounts, due to the slope of the agricultural lands, are washed off the surface of the agricultural lands after rainfall and enter the river with flood flows. In addition to all this, with each rainfall, all industrial waste and residues that accumulate on the surface of the land are washed away and probably find their way into the river.

**Conclusion:** The activity of sand and gravel pits led to an average increase of 0.4 g $L^{-1}$ in the concentration of suspended particles compared to the upstream. The output of cold-water fish farming ponds increased the nitrate concentration by 0.2 mg $L^{-1}$, and the discharge of human wastewater from residential and recreational areas on

***Corresponding author:** Reza Dahmardeh Behrooz
**Address:** Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran.
**Tel:** +989155434532
**Email:** dahmardehbehrooz@uoz.ac.ir

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

ISSN (Online): 2783-1531 - ISSN (Print): 2423-5970

the outskirts of Tajan was also identified as one of the main pollution factors. So, considering the population and per capita wastewater production, the amount of nutrient production in Sari city was estimated to be 50 kg $day^{-1}$ of organic phosphorus and 120 kg $day^{-1}$ of organic nitrogen, and the pollution load from tourism in Sari Park was estimated to be 0.5 kg $day^{-1}$ of organic phosphorus and 1.4 kg $day^{-1}$ of organic nitrogen during the tourist seasons (spring and summer). The following are the suggestions and limitations of the study: (1) Sampling in different seasons of the year and investigating the relationship between nutrient levels and changes in water flow rate. (2) Investigating the water quality of the Tajan River and statistical analysis and investigating uncertainties. (3) Comparing the impact of polluting units according to the outlet flow rate. (4) Investigating the relationship between water quality and satisfied users, soil and lithology of the region, and other human interventions. (5) Investigating other water quality parameters, especially pesticides. (6) Estimating the permissible amount of nutrients entering the river from fish farming ponds. (7) Evaluating the self-purification capacity and seasonal changes in the rate of nutrient degradation based on field data collection and using QUAL software is recommended. (8) Further research is recommended to monitor long-term trends and assess potential impacts on aquatic life and human health. (9) Considering future policies in the province regarding the use of Tajan River water (Shahid Rajaee Dam upstream of the Tajan River) for drinking water in Sari city, it is recommended that information obtained from pollution from polluting industries be considered as a suitable basis for water quality management.

## Ethical Considerations

**Data availability statement:** The datasets generated during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

**Authors' contributions:** **Dehmardeh Behrooz, R.:** Sampling, analysis, and writing of the article; **Ein Elahi, F.**: Software, initial draft of the article.

**Funding:** There is no financial support for this study.

**Conflicts of interest:** The authors of this article declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

**Acknowledgment:** We would like to express our sincere gratitude to the University of Zabol for the financial and logistical supports who significantly contributed to the research project. This article was supported by the University of Zabol (Iran) with grant code (UOZ-GR-9618-91).

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

# بررسی اثر فعالیت‌های صنعتی، آبزی‌پروری و خانگی بر نوسان مواد مغذی در رودخانه تجن

رضا دهمرده بهروز*[1]، فاطمه عین‌الهی پیر[2]

[1] دانشیار گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. dahmardehbehrooz@uoz.ac.ir
[2] دانشیار گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. fatemeheinollahi@uoz.ac.ir

**مشخصات مقاله**

**نوع مقاله:**
مقاله کوتاه

**تاریخچه مقاله**
**دریافت:** ۲۹ آذر ۱۴۰۴
**بازنگری:** ۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵
**پذیرش:** ۰۲ خرداد ۱۴۰۵
**انتشار برخط:** ۰۵ مرداد ۱۴۰۴

**واژه‌های کلیدی:**
استخرهای پرورش ماهی، رودخانه تجن، صنایع، فاضلاب انسانی

**چکیده**

مواد مغذی از منابع مختلف، رواناب‌های کشاورزی، فاضلاب‌های صنعتی و شهری وارد آب های سطحی و زیرزمینی می‌شوند. هدف از این مطالعه، بررسی مواد مغذی (فسفات و نیترات) منابع مهم آلاینده رودخانه تجن شامل استخرهای پرورش ماهی، صنایع آنتی بیوتیک‌سازی، شیر پاستوریزه پاکسار، چوب و کاغذ مازندران، ذرات معلق جامد کارگاه‌های شن و ماسه و فاضلاب‌های منازل مسکونی است. با مطالعات میدانی در حوزه آبخیز تجن، مصاحبه با مردم محلی و نیز اخذ اطلاعات از ادارات مرتبط، منابع آلاینده صنعتی و جمعیتی در حوزه آبخیز تجن شناسایی شد. در ادامه نمونه‌برداری از چهار کارخانه شن و ماسه در مسیر رودخانه، آب خروجی سه استخر پرورش ماهی دومنظوره، چهار استخر پرورش ماهی سرد آبی و پنج استخر پرورش ماهی گرمابی و پساب خروجی کارخانه آنتی‌بیوتیک‌سازی، چوب و کاغذ مازندران و کارخانه لبنیات سازی پاکسار صورت پذیرفت. تحلیل مواد مغذی با استفاده از دستگاه فتومتر صورت پذیرفت. برای بررسی میزان ذرات معلق جامد کارگاه‌های شن و ماسه، نمونه‌برداری از بالادست و پایین‌دست این صنعت صورت پذیرفت و میزان ذرات معلق جامد به روش برجاگذاری به مدت ۲۴ ساعت و تخلیه آب رویی و در نهایت خشک نمودن رسوب تغلیظ شده در دمای ۱۰۵ درجه آون مشخص شد. میزان بار آلودگی ورودی از منطقه گردشگری اسکله سد شهید رجایی و پارک واقع در حاشیه رودخانه تجن در شهر ساری به‌عنوان کانون‌های جمعیتی اصلی آلاینده در حوزه آبخیز تجن شناسایی و میزان نیتروژن و فسفر تولیدی انسانی براساس ضوابط و معیارهای موجود ۳–۵ گرم فسفر آلی برای هر شخص در روز و ۶–۱۰ گرم نیتروژن آلی در روز برای هر شخص در نظر گرفته شد. بررسی‌های به عمل آمده نشان داد که غلظت ذرات معلق جامد در پایین دست کارگاه‌های شن و ماسه نسبت به بالادست به‌طور متوسط ۰/۴ گرم در لیتر افزایش و نیز غلظت نیترات در استخرهای پرورش ماهی سردآبی ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر در آب خروجی کارگاه‌ها افزایش یافته است. هم‌چنین برآورد شد که ۴۵ کیلوگرم در روز فسفر آلی و ۱۲۰ کیلوگرم در روز نیتروژن آلی از طریق فاضلاب‌های خانگی شهر ساری و حومه به‌طور مستقیم وارد رودخانه تجن می‌شود.

**استناد:** دهمرده بهروز، رضا، و عین‌الهی پیر، فاطمه (۱۴۰۵). بررسی اثر فعالیت‌های صنعتی، آبزی‌پروری و خانگی بر نوسان مواد مغذی در رودخانه تجن. *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۴(۲)، ۳۹–۵۰.

**DOR:** 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2

**ناشر:** انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

© نویسندگان

* **نویسنده مسئول:** رضا دهمرده بهروز
**نشانی:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
**تلفن:** ۰۹۱۵۵۴۳۴۵۳۲
**پست الکترونیکی:** dahmardehbehrooz@uoz.ac.ir

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

## مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ذخایر ارزشمند بوم‌شناختی، دارای نقش و کارکردهای متعددی از جمله تأمین آب کشاورزی، آب مورد نیاز شهری و صنعتی، تردد و حمل و نقل آبی، ماهی‌گیری و شیلات و نیز ارزش‌های بصری و زیبایی‌شناسی هستند. درحال حاضر، آلودگی‌ها شیمیایی یکی از تهدیدات جدی بوم‌سازگان‌های آبی به شمار می‌رود. به‌ویژه، آب‌های جاری که هر روزه با آلاینده‌های تازه‌ای آلوده می‌شوند. یکی از شاخص‌های کیفیت آب میزان مواد مغذی (نیترات و فسفات) موجود در آن است که از منابع مختلف کشاورزی، صنعتی و شهری وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شوند. مقادیر بالای این عناصر دارای جنبه‌های مستقیم بهداشتی و بوم‌شناختی است. افزایش مواد مغذی در پیکره‌های آبی سبب افزایش جلبک ها و افزایش مواد آلی اکسیژن خواه می‌شود، در نتیجه با مصرف اکسیژن آب و کاهش آن به‌خصوص در طول شب باعث کاهش کیفیت زیستگاه می‌شود (Rajaei et al., 2016).

رودخانه تجن با آبدهی سالانه ۴۳۲ میلیون مترمکعب یکی از پرآب‌ترین رودخانه‌های استان مازندران است و زیستگاه مناسبی برای ماهیان خاویاری و نیز منبع مهمی برای آبیاری زمین‌های کشاورزی حوزه است. امروزه متاسفانه تهدیدات وسیعی از جمله آلودگی‌های ناشی از مناطق مسکونی و صنایع به‌ویژه کارگاه‌های متعدد برداشت شن و ماسه و استخرهای پرورش ماهی در مسیر رودخانه قرار گرفته است. به‌طوری‌که، مطالعات مختلفی نشان داده است که این فعالیت‌ها کیفیت آب رودخانه تجن را کاهش داده است. Ahmadi et al. (2000) به بررسی کمی و کیفی فاضلاب کارخانجات پاکدیس ارومیه و ارائه روش مناسب تصفیه پرداختند. آزمایش های تحلیل کیفی و کمی فاضلاب کارخانه بیانگر غلظت بسیار بالای آلاینده‌های موجود است که برای دفع در چاه‌های جاذب و یا استفاده در مصارف کشاورزی بایستی BOD[1]، COD[2] و TSS[3] کاهش یابد.

Mahvi et al. (2004) در تحقیقی با بررسی فاضلاب صنعتی و آلودگی‌های محیط زیستی حاصله از ۲۰ واحد صنعتی غذایی و دارویی در استان تهران به این نتایج دست یافتند که فاضلاب تولیدی، صنایع نوشابه سازی، روغن نباتی، لبنیاتی و داروسازی به‌ترتیب با تولید ۳۴ درصد، ۳۰/۳۱ درصد، ۱۴/۴۴ درصد و ۰/۶۶ درصد فاضلاب در رده‌های اول تا چهارم قرار دارند. ۳۰ درصد واحدها دارای تصفیه‌خانه با راندمان پایین یا بدون کارایی لازم بودند. در مطالعه دیگر Ahmadi Mamaghani et al. (2010) به بررسی تاثیر استفاده از سموم و کودهای مصرفی زمین‌های کشاورزی بر کیفت آب رودخانه تجن پرداختند. نتایج نشان داد که غلظت آلاینده‌های فسفات و آمونیاک بالاتر از استانداردهای موجود است. در مطالعه دیگر Javid et al. (2015) به بررسی کمیت و کیفیت فاضلاب شرکت مینو خرمدره پرداخته شد. همه پارمترهای شیمیایی و فیزیکی پایش شده به‌جز موارد کمی در حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست برای استفاده در کاربری کشاورزی بود.

Wang et al. (2026) به مطالعه پویایی توزیع مکانی–زمانی کیفیت آب‌های سطحی رودخانه تایپو در چین (اکتبر ۲۰۲۰ تا ژوئیه ۲۰۲۱ از بالادست به پایین‌دست) و بررسی منبع مواد مغذی کلیدی آن با استفاده از شاخص های کیفیت آب پرداختند. نتایج نشان داد که غلظت نیتروژن کل (TN) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) در رودخانه تایپو به‌تدریج از بالادست به پایین دست افزایش یافته و به‌ترتیب در تابستان و بهار از محدودیت‌های نظارتی فراتر رفته است و افزایش TN ناشی از کود نیتروژن ذکر شد. در مطالعه دیگر، Clayton et al. (2025) به بررسی کیفیت مواد مغذی و میکروبی آب رودخانه گنگ در سال ۲۰۱۹ و تاثیر فعالیت‌های انسانی (مانند شهرنشینی، صنعت و کشاورزی) پرداختند. نتایج نشان داد غلظت بالای مواد مغذی، میکروبی و شیمیایی احتمالاً با ورودی‌های کشاورزی، صنعت و فاضلاب مناطق شهری و شاخه‌های ورودی مرتبط است. تغییرات در پارامترهای کیفیت آب مغذی و میکروبی در پایین‌دست رودخانه گنگ مشاهده شد. همچنین، Rouhani et al. (2018) به بررسی، شناسایی و رتبه‌بندی دقیق آلاینده‌های آب (حوزه آبخیز شهری استان تهران) با استفاده از روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی پرداختند. نتایج نشان داد که آلاینده‌های کشاورزی در رتبه اول و آلاینده‌های نفتی در رتبه چهارم اهمیت قرار دارند. از دیگر مطالعات در این زمینه می‌توان به تحقیق Sadeghi Talarpashti et al. (2019) در رودخانه بابلرود، Alam et al. (2025) در آب‌های ساحل پاتنگا و رودخانه کارنافولی و Innes et al. (2025) اشاره نمود. چنان‌که سوابق تحقیق نشان داد، در طی دهه‌های اخیر رشد توسعه صنعتی، فعالیت‌های اقتصادی و نیز رشد زمین‌های کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی رودخانه تجن را مورد تهدید جدی قرارداده است. هم‌چنین در مطالعات انجام شده، فقط به بررسی تعدادی از صنایع آلاینده و بررسی کیفت آب در مسیر رودخانه پرداخته

[1] Biological Oxygen Demand
[2] Chemical Oxygen Demand
[3] Total Solid Suspended

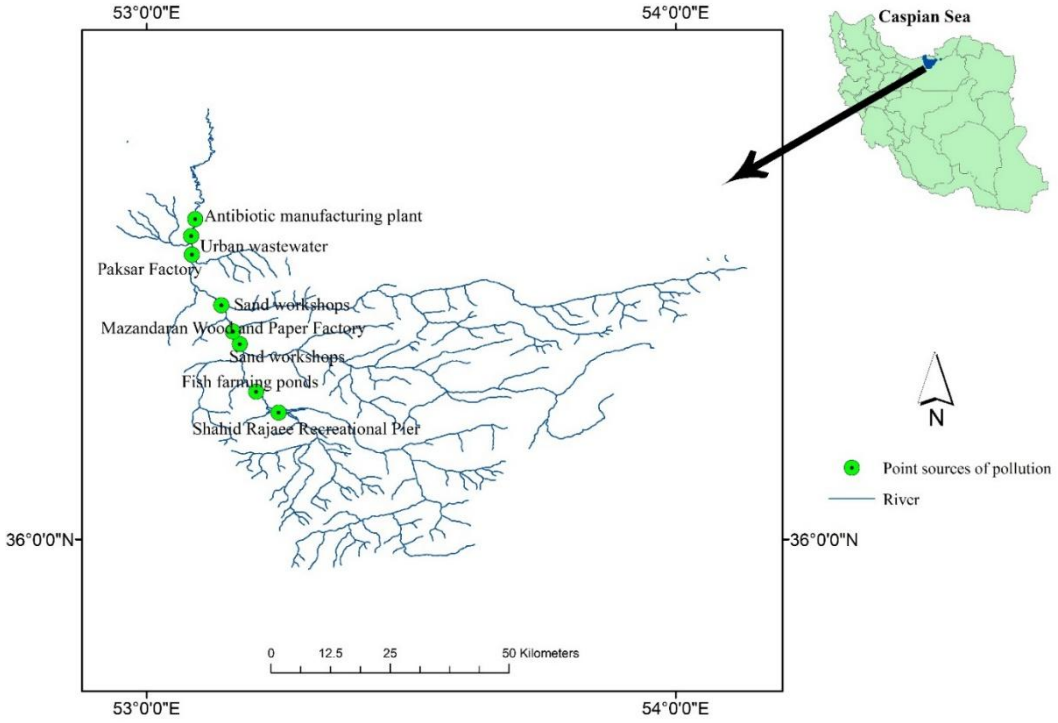
[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

شده است و مطالعه‌ای در زمینه بارآلودگی انواع کارگاه‌های پرورش ماهی (سرد آبی، گرم آبی و دومنظوره) و نیز کارگاه‌های برداشت شن و ماسه در مسیر رودخانه تجن صورت نپذیرفته است. در ضمن اطلاعاتی در زمینه برآورد بار آلودگی ناشی از فاضلاب‌های خانگی ورودی به رودخانه تجن موجود نیست. این اولین مطالعه‌ای است که به‌صورت جامع منابع آلاینده مختلف را از دیدگاه تولید بار مواد مغذی و ذرات معلق جامد مورد بررسی قرار داده است.

## مواد و روش

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر، رودخانه تجن واقع در حوزه آبخیز تجن است که توسط کوه‌های البرز در جنوب و دریای خزر در شمال احاطه و در استان مازندران واقع شده است. این رودخانه با طول تقریبی ۱۴۰ کیلومتر از ارتفاعات شمالی رشته کوه البرز سرچشمه می‌گیرد و با گذشتن از شرق ساری، در نزدیکی فرح آباد به دریا می‌ریزد. میزان متوسط دبی سالانه برای یک دوره آماری ۳۹ ساله منتهی به سال ۱۳۸۷ برابر ۱۴/۹ مترمکعب بر ثانیه و آورد سالانه آن ۴۶۰ میلیون متر مکعب تخمین زده شده است (Ahmadi Mamaghani et al., 2010). در شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور نشان داده شده است. قسمت عمده اراضی در حوزه آبخیز تجن در استان مازندران و بخشی در استان سمنان واقع شده است. مرتفع‌ترین نقطه حوزه آبخیز تجن در جنوب شرقی با ارتفاع ۳۶۷۰ متر و پست‌ترین نقطه در خروجی با ارتفاع ۲۶ متر از سطح دریا واقع شده است. منطقه مورد مطالعه دارای میانگین سالانه دما حدود ۱۵ درجه سلسیوس (Masoudian et al., 2009) با آب و هوای معتدل و مرطوب، میانگین و بارش ۸۳۴ میلی‌متر در سال است.




منابع آلودگی نقطه ای

**شکل ۱- موقعیت منابع آلودگی نقطه‌ای در منطقه مورد مطالعه**

**Figure 1- Location of point pollution sources in the study area**

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

## شناسایی منابع آلاینده

### مراکز جمعیتی

با مطالعات میدانی در حوزه آبخیز تجن و مصاحبه با مردم محلی و مسئولان آب و فاضلاب شهری و روستایی، اداره محیطزیست شهرستان ساری، کانون‌های جمعیتی اصلی آلاینده در حوزه آبخیز تجن شامل ورود بخشی از فاضلاب شهر ساری و حومه شناسایی شد. با بررسی‌های میدانی و اخذ آمار و اطلاعات از شرکت آب و فاضلاب استان مازندران مشخص شد که در محدوده شهر ساری، فاضلاب مربوط به حدود ۱۰ هزار نفر به‌صورت مستقیم وارد رودخانه تجن می‌شود.

علاوه‌براین با توجه به گردشگری بودن این حوزه آبخیز، همه‌ساله گردشگران بر بار آلودگی می‌افزایند. با بازید میدانی از منطقه و مصاحبه با مسئولان مراکز تفریحی و نیز اطلاعات حاصل از آمار سازمان گردشگری شهرستان ساری، منطقه گردشگری اسکله سد شهید رجایی و پارک واقع در حاشیه رودخانه تجن در شهر ساری از دیگر نقاط ورود آلودگی به رودخانه تجن به‌ویژه در فصل‌های بهار و تابستان تشخیص داده شد. میزان تولید نیتروژن و فسفر انسانی براساس ضوابط و معیارهای موجود ۳–۵ گرم فسفر آلی برای هر شخص در روز و ۶–۱۰ گرم نیتروزن آلی در روز برای هر شخص در نظر گرفته شد و با ضرب این عدد در تعداد جمعیت، آلودگی ناشی از مراکز جمعیتی محاسبه شد (Imani Amirabad et al., 2017).

### فعالیت مراکز صنعتی

بعد از بازدید میدانی، استعلام از ادارات مرتبط و پرس و جوی محلی در حوزه آبخیز تجن، صنایع آنتی‌بیوتیک‌سازی، کارخانه لبنیات‌سازی پاکسار، کارخانه‌های شن و ماسه در مسیر رودخانه تجن، کارخانه چوب و کاغذ مازندران، حوضچه‌های پرورش ماهی سرد آبی، حوضچه‌های پرورش ماهی گرم آبی و حوضچه‌های پرورش ماهی دومنظوره به‌عنوان منابع آلودگی نقطه‌ای نیترات و فسفات در حوزه در نظر گرفته شدند. نمونه‌برداری از چهار کارخانه شن و ماسه در مسیر رودخانه از کارخانه شن و ماسه، آب خروجی سه استخر پرورش ماهی دومنظوره، چهار استخر پرورش ماهی سرد آبی و پنج استخر پرورش ماهی گرمابی و پساب خروجی کارخانه آنتی‌بیوتیک‌سازی، چوب و کاغذ مازندران و کارخانه لبنیات‌سازی پاکسار صورت پذیرفت. با توجه به این‌که تعداد انواع استخرهای پرورش ماهی ذکر شده در سطح حوزه بسیار زیاد بود و به‌ویژه استخرهای پرورش ماهی دومنظوره و گرمابی در مناطق روستایی و دور دست قرار داشتند تعدادی از آن‌ها انتخاب و نمونه‌برداری به صورت تصادفی انجام گرفت.

جهت تحلیل مواد مغذی دستگاه فتومتر (Palintest 7000, England) و به‌روش APHA صورت پذیرفت (American Public Health Association, 1992). برای نمونه‌برداری از ظروف پلی اتیلنی و به‌صورت ترکیبی در یک نوبت در تابستان سال ۱۳۹۴ با سه تکرار صورت پذیرفت و نمونه‌ها بلافاصله در محل مورد تحلیل قرار گرفتند. قابل ذکر است در هر نمونه‌برداری سه نمونه تهیه و در نهایت با هم ترکیب شدند. برای بررسی میزان رسوب تولیدی از این کارگاه‌ها، نمونه‌برداری از بالادست و پایین‌دست این صنعت صورت پذیرفت و در آزمایشگاه میزان تولید ذرات معلق جامد اندازه‌گیری شد. بار ذرات معلق جامد ناشی از کارگاه‌های شن و ماسه به روش برجاگذاری به مدت ۲۴ ساعت و تخلیه آب‌رویی و در نهایت خشک نمودن رسوب تغلیظ شده در دمای ۱۰۵ درجه آون مشخص شد (Sadeghi and Saeidi, 2010).

## نتایج و بحث

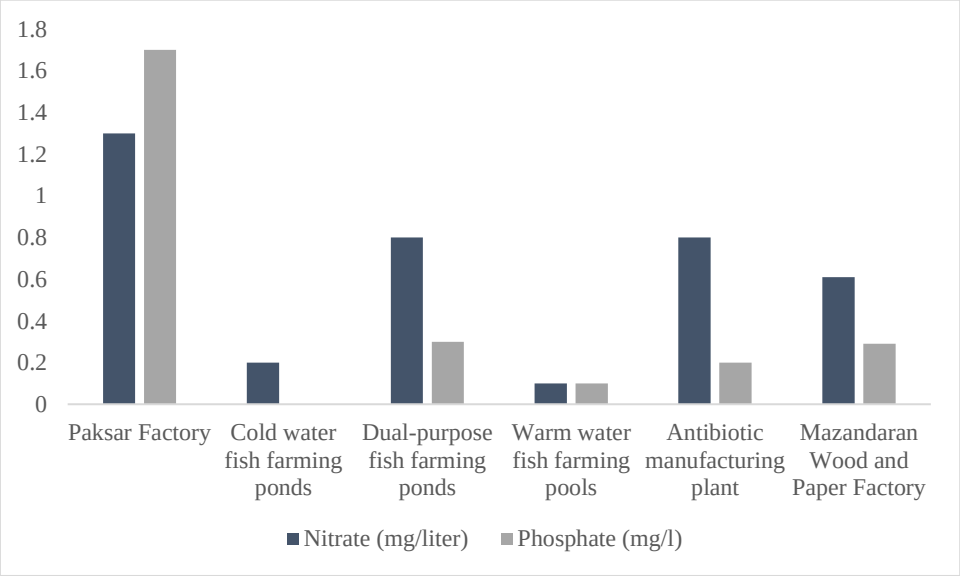
با توجه به تعداد جمعیت و سرانه فاضلاب تولیدی، میزان تولید مواد مغذی شهرساری ۵۰ کیلوگرم در روز فسفر آلی و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن آلی در روز برآورد شد. بار آلودگی ناشی از تورسیم در پارک ساری ۰/۵ کیلوگرم فسفر آلی در روز و ۱/۴ کیلوگرم نیتروژن آلی در روز و بار آلودگی در اسکله تفریحی سد شهید رجایی، ۱/۲ کیلوگرم فسفر آلی در روز و ۳/۲ کیلوگرم نیتروژن آلی در روز در فصل‌های گردشگری (بهار و تابستان) تخمین زده شد.

میزان مواد مغذی اندازه‌گیری از خروجی فاضلاب کارخانه لبنیات‌سازی پاکسار ۱/۳ میلی‌گرم در لیتر نیترات و ۱/۷ میلی‌گرم در لیتر فسفات، میزان ذرات معلق جامد کارگاه‌های شن و ماسه به‌ترتیب ۰/۲ و ۰/۴ گرم در لیتر، استخرهای پرورش ماهی سردآبی به‌طور میانگین

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

۰/۲ میلی‌گرم در لیتر نیترات و صفر میلی‌گرم در لیتر فسفات، استخرهای پرورش ماهی دومنظوره به‌طور میانگین ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر نیترات و ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر فسفات، استخرهای پرورش ماهی گرم آبی به‌طور میانگین ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر نیترات و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر فسفات و فاضلاب خروجی کارخانه آنتی بیوتیک‌سازی ۸ /۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات و ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر فسفات، خروجی کارخانه چوب و کاغذ مازندران ۰/۶۱ میلی‌گرم در لیتر نیترات و ۰/۲۹ میلی‌گرم در لیتر فسفات اندازه‌گیری شد (شکل-۲).




**شکل ۲- میزان مواد مغذی (نیترات و فسفات) منابع آلودگی**

**Figure 2- Nutrient levels (nitrate and phosphate) of pollution sources**

کارگاه‌های پرورش ماهی متعددی در حاشیه این رودخانه در حال بهره‌برداری هستند و فاضلاب این کارگاه‌ها بدون هیچ گونه کنترلی مستقیماً وارد رودخانه شده که بیم آن می‌رود درنهایت موجب بهم خوردن تعادل طبیعی این بوم سازگان آبی شود. در این مطالعه بررسی میزان بار آلودگی در خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی نشان داد این صنعت باعث افزایش بار آلودگی نیترات در خروجی استخرها می‌شوند. با توجه به آنچه که بیان شد می‌توان چنین استنباط کرد که خروجی پساب کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهی سردآبی بر پارامترهای کیفی آب رودخانه تأثیر دارد (Koehn et al., 2023; Bisht et al., 2025). از طرف دیگر، آب استخرهای پرورش ماهی گرم آبی که در آبندان‌های طبیعی یا انسان ساخت ایجاد شده‌اند، در فصل پاییز به رودخانه تجن تخلیه می‌شوند و باعث کاهش کیفیت آب می‌شوند. استخرهای پرورش ماهی دو منظوره نیز با دو هدف آبیاری زمین‌های کشاورزی در فصل رویش و آبزی پروری در کل سال ایجاد شده‌اند. بار آلودگی این استخرها مستقیماً در فصل پاییز و زمستان به رودخانه تجن وارد می‌شود. هر چند غلظت مواد مغذی از استانداردهای سازمان بهداشت جهانی برای تخلیه خروجی فاضلاب‌ها به آب‌های سطحی (۵۰ میلی‌گرم در لیتر برای نیترات و ۶ میلی‌گرم در لیتر برای فسفات) و نیز از استاندارد اعلام شده توسط فائو برای درجه محدودیت در استفاده کشاورزی برای جلوگیری از اثرات مختلف (نیترات: <۵ میلی‌گرم در لیتر) کم‌تر است (WHO, 2006; WQGA, 2020; Standard Sewages,1992) اما ناگفته نماند فعالیت هر مزرعه ممکن است به‌تنهایی بر پارامترهای کیفی آب تأثیر زیادی نداشته باشد ولی مجموعه فعالیت‌های مزارع پرورش ماهی به‌اضافه دیگر فعالیت‌های انسانی تأثیر تجمعی در رودخانه خواهد داشت. هم‌چنین، با توجه به سیاست دولت مبنی برافزایش تولید ماهیان لازم است که قبل از احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان ضروری است سازمان‌ها یا مؤسسات صادرکننده مجوز فعالیت پروژه‌های پرورش ماهی قبل از تصمیم‌گیری جهت صدور مجوز و پروانه فعالیت، تمامی پیامدها و عواقب امر اعم از مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی را به‌دقت مدنظر داشته باشند و به ظرفیت کارگاه، دبی آب رودخانه، نوع تغذیه و میزان آن دقت کافی مبذول شود. هم‌چنین فعالیت‌های برداشت شن و ماسه با از بین بردن زیستگاه‌های ماهیان و غیره تعادل بوم‌سازگان رودخانه را بر هم می‌زند. بنابراین، عملیات برداشت شن و ماسه نباید در بالادست و پایین دست بسترهای تخم‌ریزی ماهیان در رودخانه تجن انجام گیرد.

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

یکی دیگر از فعالیت‌های مخربی که بر رودخانه تجن تحمیل می‌شود برداشت بی‌رویه شن و ماسه آبرفتی از بستر رودخانه است. برداشت رسوبات موجب تغییرات مورفولوژیکی می‌شود. این تغییرات محدود به محل استخراج و محل استخراج نیست بلکه کیلومترها بالاتر و پایین‌تر از آن را نیز تأثیر می‌گذارد. بروز تغییرات در محیط زیست سبب دگرگونی در ترکیب و فراوانی آبزیان شده و در نتیجه موجب تغییراتی در بوم‌سازگان می‌شود. بوم‌سازگان رودخانه تجن از نظر مهاجرت ماهیان اقتصادی دریای خزر، صید ماهیان مولد برای تکثیر مصنوعی و رهاسازی بچه ماهیان خاویاری و استخوانی از اهمیت خاصی برخوردار است و چنانچه رودخانه تحت تأثیر عوامل مخرب قرار نگیرند ماهیان می‌توانند در بسترهای مناسب تخم‌ریزی کنند. به‌طوری‌که در سال ۱۳۷۴ وجود کارگاه‌های شن و ماسه در ماهفروز محله موجب تخریب و پایین‌افتادگی بستر رودخانه تجن شد، به‌طوری‌که در اثر فرسایش تا محله اردشیر محله پیشروی کرد (Rowshantabari et al., 2015). از سوی دیگر، Sadeghi et al. (2014) به بررسی تأثیر معدن واز علیا با برداشت صنعتی و با استفاده از ماشین آلات سنگین در استان مازندران بر میزان غلظت بار معلق به صورت ماهانه از بهمن ۱۳۹۰ تا دی ۱۳۹۱ پرداختند. مقدار غلظت بار معلق در بالادست در معدن آلش رود در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و اسفند به‌ترتیب ۷۱، ۵۰ و ۹۴ درصد نسبت به پایین دست افزایش و در دیگر ماه‌ها کاهش یافت. لذا مقدار غلظت بار معلق در شرایط فعالیت معدن و شدت برداشت، افزایش بیش‌تری نسبت به قبل از معدن داشت. در مطالعه دیگر Rowshantabari et al. (2015) در سال ۸۳-۱۳۸۲ به‌صورت ماهانه به مدت یک سال به بررسی اثرات بهره‌برداری شن و ماسه بر آبزیان رودخانه تنکابن پرداختند. نتایج نشان داد موجودات بنتیک در منطقه بهره‌برداری کم‌ترین میزان فراوانی و زی توده موجودات کفزی را دارد و فراوانی آن ۵ در صد بود.

علاوه‌بر آلودگی‌های نقطه‌ای ذکر شده، منابع آلاینده غیر نقطه‌ای مانند فعالیت‌های کشاورزی و دامداری‌ها بر بار آلودگی مواد مغذی رودخانه تجن می‌افزایند. با توجه به تغییرات کاربری اراضی از جنگل‌ها به زمین‌های کشاورزی و وجود سطح وسیع کشت محصولات بخصوص برنج و مرکبات دراستان، استفاده روزافزون از کود و سموم کشاورزی و بالطبع ورود زه‌آب‌های کشاورزی حاوی این مواد به منابع آبی استان، منجر به آلوده شدن رودخانه‌ها به باقی‌مانده کود و سموم و بالا رفتن میزان آلاینده‌های مهمی از جمله نیترات‌ها، فسفات‌ها و برخی فلزات سنگین نظیر کادمیوم و روی می‌شود (Eskandari et al., 2008). مطابق با آمار ارائه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران، به‌طور متوسط سالیانه بیش از ۱۷۰ هزار تن کودهای ازته و فسفاته در این استان مصرف می‌شود. مصرف کودهای فسفات و نیترات در زمین‌های کشاورزی حوزه آبخیز تجن در اکثر موارد به‌ویژه در چند سال اخیر بیش از نیاز غذایی گیاه بوده و مقادیر اضافی آن با توجه به شیب زمین‌های کشاورزی پس از بارندگی از سطح زمین‌های کشاورزی شسته شده و با جریان‌های سیلابی وارد رودخانه می‌شود. گذشته از همه این‌ها با هر بارندگی کلیه فضولات و پش مانده‌های صنعتی که در سطح زمین انباشته می‌شود، شسته شده و احتمالاً به رودخانه راه می‌یابد این نوع آلودگی‌ها از طریق نمونه‌برداری قابل اندازه‌گیری نیست اما با استفاده از مدل‌های مختلف از جمله مدل ارزیابی آب و خاک قابل برآورد است که به وسیله Rajae et al. (2016) بار مواد مغذی حاصل از آلودگی‌های غیر نقطه‌ای از حوزه آبخیز تجن برآورد شد و بار سالانه فسفات از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ از حدود ۲۹۰۰۰ تا ۱۰۲۹۰۰ کیلوگرم در خروجی حوزه آبخیز برآورد شده است. هم‌چنین نتایج نشان داد بار سالانه نیترات بین سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ از ۳۱۰۷۰ کیلوگرم تا ۸۹۳۵۰ کیلوگرم در خروجی حوزه متغیر است (Rajaei et al., 2016; Eskandari et al., 2008).

## نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق نشان داد فعالیت کارگاه‌های شن و ماسه منجر به افزایش متوسط ۰/۴ گرم بر لیتر در غلظت ذرات معلق نسبت به بالادست شده است. هم‌چنین خروجی استخرهای پرورش ماهی سردآبی، غلظت نیترات را به میزان ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر افزایش داده و تخلیه فاضلاب‌های انسانی مناطق مسکونی و تفریحی حاشیه تجن نیز به‌عنوان یکی از عوامل اصلی آلودگی شناسایی شد به‌طوری‌که، با توجه به تعداد جمعیت و سرانه فاضلاب تولیدی، میزان تولید مواد مغذی شهرساری ۵۰ کیلوگرم در روز فسفر آلی و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن آلی در روز و بار آلودگی ناشی از تورسیم در پارک ساری ۰/۵ کیلوگرم فسفر آلی در روز و ۱/۴ نیتروژن آلی در روز در فصل‌های گردشگری (بهار و تابستان) تخمین زده شد. پیشنهادهای و محدودیت‌های مطالعه به شرح ذیل هستند:

- نمونه‌برداری در فصل‌های مختلف سال و بررسی ارتباط میزان مواد مغذی با تغییرات دبی آب
- بررسی کیفیت آب رودخانه تجن و تحلیل آماری و بررسی عدم قطعیت‌ها

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

- مقایسه میزان اثرگذاری واحدهای آلاینده با توجه به دبی خروجی
- بررسی ارتباط کیفیت آب با کاربری راضی، خاک و سنگ شناسی منطقه و سایر دخالت‌های انسانی
- بررسی سایر پارامترهای کیفیت آب به‌ویژه آفت‌کش‌ها
- برآورد میزان مجاز ورود مواد مغذی به رودخانه از استخرهای پرورش ماهی
- ارزیابی توان خود پالایی و تغییرات فصلی نرخ زوال مواد مغذی بر مبنای داده‌برداری میدانی و استفاده از نرم‌افزار QUAL پیشنهاد می‌شود.
- تحقیقات بیش‌تر برای نظارت بر روندهای بلندمدت و ارزیابی تأثیرات بالقوه بر حیات آبزیان و سلامت انسان
- با توجه به سیاست‌های آتی در استان مبنی بر استفاده از آب رودخانه تجن (سد شهید رجائی در بالادست رودخانه تجن) برای آب شرب شهر ساری پیشنهاد می‌شود اطلاعات به‌دست آمده از آلودگی صنایع آلاینده، مبنای مناسبی برای مدیریت کیفیت آب مدنظر قرار گیرد.
- با توجه به این‌که حدود یک سوم شهر ساری به سیستم تصفیه‌خانه شهری وصل است و تعدادی منازل اطراف رودخانه پساب خود را مستقیما به شاخه‌های فرعی رودخانه تجن تخلیه می‌نمایند پیشنهاد می‌شود با اجرای طرح‌های فاضلاب شهری و روستایی شرایط فعلی محدوده مورد مطالعه را بهبود بخشید و از افزایش بار آلایندگی منابع آب رودخانه تجن جلوگیری نمود و در نهایت شرایط محیط زیستی مناسبی را برای منطقه فراهم نمود.

## ملاحظات اخلاقی

**دسترسی به داده‌ها:** مجموعه داده‌های مطالعه حاضر، بنا به درخواست، از نویسنده مسئول در دسترس است.

**حمایت مالی:** هیچ‌گونه حمایت مالی برای این مطالعه وجود ندارد.

**مشارکت نویسندگان:** **دهمرده بهروز، ر.:** نمونه‌برداری، تحلیل و نگارش مقاله؛ **عین الهی، ف.:** نرم‌افزار، پیش‌نویس اولیه مقاله

**تضاد منافع نویسندگان:** نویسندگان اظهار می‌دارند که هیچگونه تعارض منافع با یکدیگر ندارند.

**سپاس‌گزاری:** بدین‌وسیله از دانشگاه زابل و گروه علوم و مهندسی‌محیط‌زیست که امکانات لازم جهت اجرای این مطالعه را فراهم کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

احمدی ممقانی، یوسفعلی، خراسانی، نعمت ا... و رفیعی، غلامرضا (۱۳۸۹). بررسی منابع آلاینده و کیفیت آب رود تجن. محیط زیست طبیعی، ۶۳(۴)، ۳۲۷-۳۱۷.

اسکندری، طاهره، اشرفی‌پور، رسول علی، یدالهی، علی اکبر، و توحیدی، فاطمه (۱۳۸۷). بررسی آماری میزان مصرف سموم کشاورزی در شهرستان‌های استان مازندران. *دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست*، دانشگاه تهران، ۱-۷. https://elmnet.ir/doc/20192740-1177

ایمانی امیرآباد، سمیه، دلاور، مجید، و نیک سخن، محمد حسین (۱۳۹۶). شبیه‌سازی و ارزیابی راهکارهای مدیریتی برای کاهش مواد مغذی ورودی به دریاچه زریبار با استفاده از مدل SWAT. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۳(۱)، ۶۹-۸۷. https://www.iwrr.ir/article_32705.html?lang=fa

جاوید، امیر حسین، حسنی، امیرحسام، و گهواربند، سمیه (۱۳۹۴). بررسی کیفیت و کمیت فاضلاب‌های صنایع غذایی و تاثیر آن بر عملکرد سیستم تصفیه فاضلاب (مطالعه موردی :کارخانه مینو- خرمدره). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۷(۱)، ۳۷-۴۷. https://www.magiran.com/paper/1401910

روحانی، ابوالفضل، کرامتی، عباس، و رزمی، جعفر (۱۳۹۷). تعیین و رتبه‌بندی آلاینده‌های آب. *مجلس و راهبرد*، ۲(۹۵)، ۲۹۵-۳۲۴. https://nashr.majles.ir/article_273.html

روشن طبری، مژگان، کیابی، بهرام، سلیمان رودی، عبداله، واحدی، فریبا، مخلوق، آسیه، و رحمتی، رحیمه. (۱۳۹۴). بررسی اثرات زیست‌محیطی بهره برداری شن و ماسه از رودخانه تنکابن. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۶، ۱۴۹-۱۵۷. https://www.magiran.com/paper/1787890

صادقی تالارپشتی، رستم، ابراهیمی، کیومرث و هورفر، عبدالحسین (۱۳۹۹). بررسی تغییرات فصلی ضریب زوال آلودگی بابلرود. *علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*، ۱۴(۵۰)، ۱۱-۲۰. https://jwmsei.ir/article-1-933-fa.html

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

صادقی، سیدحمیدرضا، قره‌محمودلی، سودابه، خالدی درویشان، عبدالواحد، خیرفام، حسین، کیانی هرچگانی، محبوبه، و سعیدی پری (۱۳۹۳). تاثیر برداشت شن و ماسه رودخانه‌ای بر تغییرپذیری ماهانه غلظت رسوب معلق. *حفاظت منابع آب و خاک*، ۳(۳)، ۶۵-۷۷. https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517480.1393.3.3.6.6

محوی، امیرحسین، مسافری، محمد، ناصری، سیمین، و حسین، مصطفی (۱۳۸۳). بررسی کمی و کیفی فاضلاب صنایع غذایی و دارویی تهران بزرگ. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۲(۶)، ۸۷-۱۰۰. https://sanad.iau.ir/fa/Article/839458

مسعودیان، ناهید، فلاحیان، فتح الله، نژادستاری، طاهر، متاجی، اسدالله، و خاوری‌نژاد، رمضانعلی (۱۳۸۸).دیاتومه‌های اپیلیتیک و نقش آن در تعیین کیفیت آب رودخانه تجن، استان مازندران. *دانش زیستی ایران*، ۴(۲)، ۵۷-۶۶. https://www.magiran.com/paper/1976506

## References

Ahmadi Mamaghani, Y., Khorasani, N., & Rafiei, G. (2010). Investigation of pollution sources and water quality of Tajan River. Journal of Natural Environment, 63(4), 317-327. https://jne.ut.ac.ir/article_29189.html?lang=en. [In Persian]

Ahmadi, H., Vahi, A., & Asadi, B. (2000). Quantitative and qualitative study of Pakdis sewage in Urmiaand providing a suitable treatment method. *Urmia Medical Journal*, 11(1), 64-71.

Alam, A M., Faysal Sowrav, S.F., & Rahman, M. S. (2025). Potential pollution sources of heavy metals and nutrient variability in water of Sandwip Island, Patenga Coast, and Karnaphuli River. *Cleaner Water*, 4, 100145. **doi:**10.1016/j.clwat.2025.100145

American Public Health Association (APH) (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. *American Public Health Association, Washington, DC*.

Eskandari, T., Ashrafipour, R. A., Yadollahi, A. A., Tohidi, F., & Borzooei, F. (2008). Statistical investigation of the consumption of agricultural pesticides in the cities of the Mazandaran province. *Second Conference of Environmental Engineering*, Tehran University, pp. 1-7. https://elmnet.ir/doc/20192740-1177. [In Persian]

Gillian, E., Clayton, Laura, Richards, A., Bethany, G., Robin, F., & Thorn, M.S. (2025). Associations of anthropogenic activity and tributaries with the physicochemical, nutrient and microbial composition of the Ganga (Ganges) River, India .*Water Research.*, 123374. https://doi.org/10.1016/j.watres.2025.123374

Imani Amirabad, S., Delavar, M., & Niksokhan, M. (2017). Simulation and assessment of management practices for reduction of nutrients discharge to the Zrebar Lake using SWAT model. *Iran-Water Resources Research*, 13(1), 69-87. https://www.iwrr.ir/article_32705.html?lang=en. [In Persian]

Innes, R. (2025). The economics of agricultural discharges and their regulation: Overfertilization, livestock waste, nutrient pollution, and greenhouse gases. *Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics (Second Edition)*. 2, 36-47.

Javid, A. H., Hassani, A. H., & Gahvareband, S. (2015). Investigation on quality and quantity of food industrial wastewaters and its effect on the wastewater system operation (case study: Minoo industrial company-Khorramdarreh). *Environmental Science and Technology*, *17*(1), 37-47. https://www.magiran.com/paper/1401910. [In Persian]

Mahvi, A., Naseri, S., Mosafer, M., & Hosseini, M. (2004). Sewage quantitative and qualitative assessment of Tehran Food and Drug Industries. *Environmental Science and Technology*, 12(6), 87-100. https://sanad.iau.ir/fa/Article/839458. [In Persian]

Masoudian, M., Fallahian, F., Nejadsattari, T., Mattaji, A., & Khavarinejad, R. (2009). Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Tajan River, Mazandaran province, Iran. *Iranian Journal of Biological Sciences*, 4, 57-66. https://www.magiran.com/paper/1976506. [In Persian]

Rajaei, F., Esmaili Sari, A., Salmanmahiny, A., Delavar, M., Massah Bavan, A., & Srinivasan R. (2016). Surface drainage nitrate loading estimate from agriculture fields and its relationship with landscape metrics in Tajan watershed. *Paddy and Water Environ*ment, 15, 541–552. **doi:** 10.1007/s10333-016-0570-y.

Rouhani, A., Keramati, A., & Razmi, J. (2018). Determination and ranking of water pollutants. *Majles and Strategy*. 2(95), 295-324. [In Persian]

Rowshantabari, M., Kiabi, B., Suleiman Rudi, A., Fariba, V., Asiyeh, M., & Rahimeh, R. (2015). Investigating the environmental impacts of sand extraction from the Tonekabon River. *Environmental Science and Technology*. 16, 149-157. https://www.magiran.com/paper/1787890. [In Persian]

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]

Sadeghi Talarpashti, R., Ebrahimi, K., & Hoorfar, A. (2019). Investigation of seasonal changes in the pollution decay coefficient of Babolrud. *Iranian Watershed Science and Engineering*, 14(5), 11-20. https://jwmsei.ir/article-1-933-fa.html [In Persian]

Sadeghi, S.H.R, & Saeidi, P. (2010). Reliability of sediment rating curves for a deciduous forest watershed in Iran. *Hydrological Sciences Journal*, 55(5), 821-831. https://doi.org/10.1080/02626667.2010.489797

Sadeghi, S.H.R., Ghareh Mahmoudli, S., Khalidi Darvishan, A., Khairfam, H., Kiani Harchegani, M., & Saeedi, P. (2014). Effect of river sand and gravel mining on monthly changeability of suspended sediment concentration. *Water and Soil Resources Conservation*, 3(3), 65-77. https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517480.1393.3.3.6.6. [In Persian]

Standard Sewages (1992). Research Department of the Environmental Protection Agency, *Publications Office of Environmental Education.*

Wang, T., Kou, J., Chen, F., Li, Y., Tu, Y., & Duan, Y. (2026). Deciphering the spatiotemporal dynamics and source characteristics of nutrients under anthropogenic pressure in Taipu River, China. *Journal of Contaminant Hydrology*, 277, 104835. https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2025.104835

World Health Organization (WHO). (2006). Guideline for the use of wastewater, excrete and greywater. Volume 2, Wastewater use in agriculture.

[ Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.2.3.2 ]