

## بررسی منابع آلاینده رودخانه سردآبرود

فرید کاظم نژاد<sup>1</sup>، حسین صفایی<sup>2</sup>، محمد باقر پاشا<sup>3</sup>، عیسی کاظم نژاد<sup>4</sup>

### چکیده

روند افزایش آلودگی و به دنبال آن کاهش کیفیت منابع آبی، لزوم مدیریت مناسب بر این منابع را جهت مصارف گوناگون ضروری می‌نماید. رودخانه سردآبرود که به‌عنوان یکی از رودهای حفاظت شده دریای خزر محسوب می‌شود به دلیل مصارف شرب، کشاورزی و آبی‌پروری حایز اهمیت است. لذا بررسی کیفیت آب این رودخانه در نظام مدیریتی و زیست‌محیطی کاری بنیادین است، بر این اساس تحقیق حاضر در راستای این هدف صورت گرفته است. در این مطالعه جهت ارزیابی کیفیت آب رودخانه 8 ایستگاه در نقاط استراتژیک تعیین گردید و سپس 96 نمونه برداشت شد. نمونه‌ها از نظر شاخص‌های کیفی  $\text{NH}_4$ ،  $\text{B.O.D}_5$ ،  $\text{DO}$ ،  $\text{pH}$ ،  $\text{Temperature}$ ،  $\text{Caco}_3$ ،  $\text{T.S.S}$ ،  $\text{T.D.S}$  و 2 عنصر سنگین  $\text{Pb}$ ،  $\text{Fe}$  مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کیفیت آب رودخانه به شدت به نوع سیمای سرزمینی که آن را فرا گرفته و حضور انسان بستگی دارد. بر این اساس ایستگاه‌های 1، 2 و 3 دارای کیفیت مناسب و ایستگاه‌های 7 و 8 دارای بیشترین بار آلودگی بوده و در تمامی مشخصه‌های کیفی و عناصر سنگین بر اساس استانداردهای موجود آلوده می‌باشند. همچنین میزان سرب موجود در آب رودخانه در کلیه ایستگاه‌های مورد اندازه‌گیری بیشتر از حد مجاز و استانداردهای موجود می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی آب، رودخانه سردآبرود، شاخص‌های کیفی

---

1- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس Email: Farid\_avijdan52@yahoo.com

2- دانشجوی دکترای رشته جنگلداری واحد علوم و تحقیقات تهران

3- دانشجوی دکترای رشته شیمی واحد علوم و تحقیقات تهران

4- دانش آموخته رشته جنگلداری واحد علوم و تحقیقات تهران

## مقدمه

داشتن منابع آب سالم یکی از پیش نیازهای ضروری و اساسی برای حفظ کیفیت محیط زیست و رشد توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است [6]. از آنجایی که در سال‌های اخیر منابع آبی کشور مورد تهدید انواع آلودگی‌ها از قبیل پساب‌های صنعتی، کودهای شیمیایی و فاضلاب‌های شهری قرار گرفته‌اند، داشتن یک استراتژی و برنامه مدون برای حفظ منابع آب و کنترل آلودگی‌های آن به‌عنوان یک مساله زیربنایی کشور مطرح می‌باشد. در راستای تحقق این امر مهم شناسایی منابع و عوامل آلاینده آب‌های سطحی و دستیابی به راه حل‌های اصولی و عملی جهت کاهش میزان ورود ضایعات و آلاینده‌های حاصل از فعالیت‌های اقتصادی باید در اولویت برنامه‌های کشور قرار گیرد.

در این راستا مطالعه‌های فراوانی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ای که بر رودخانه آجی‌چای توسط دولت‌خواه انجام شده اشاره نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که پارامترهای آلوده‌کننده در طول مسیر رودخانه روند افزایشی داشته و تعدادی از این مشخصه‌ها از حد مجاز فراتر رفته و به مرحله حادی رسیده‌اند. این رودخانه در اکثر مواقع سال قادر به خود پالایی نمی‌باشد و در صورتی که چاره اندیشی به عمل نیاید فاجعه‌ای زیست‌محیطی رخ می‌دهد. همچنین با افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها از اردیبهشت به سمت تیرماه  $BOD_5$  کاهش، در حالی که  $DO$  افزایش می‌یابد که در نتیجه تکثیر فیتوپلانکتون‌ها در آب، عمل فتوسنتز و افزایش دما حادث می‌گردد. در آبان به‌علت کاهش درجه حرارت فعالیت میکروارگانیسم‌ها کاهش و  $BOD_5$  افزایش می‌یابد. در بهمن و اسفند ماه به‌علت ریختن نزولات جوی و پایین بودن درجه حرارت موجب افزایش  $DO$  به حالت اشباع می‌شود. در مرداد به‌علت کاهش نزولات جوی و کم بودن دبی جریان آب و افزایش حرارت تغلیظ هوا بیشتر از سایر ماه‌ها بوده و  $DO$  و  $COD$  را تحت تاثیر قرار می‌دهد [5]. بررسی آلاینده‌های رودخانه جاجرود نیز توسط اسفندیاری مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با افزایش دبی آب رودخانه بار رسوب‌گذاری رودخانه روند افزایشی داشته اما غلظت و مقدار پارامترهای آلوده‌کننده تغییر چندانی نکرده که این موضوع نشان دهنده آلوده نبودن بیش از حد حوزه آبریز رودخانه از نظر فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی است [1]. قویدل در بررسی آلاینده‌های رودخانه گوهررود رشت عنوان نمود که در شب‌های تابستان اکسیژن محلول توسط گیاهان به سرعت مصرف می‌شود. بعد از مرگ جلبک‌ها و سایر فیتوپلانکتون‌ها اجساد آنها ته‌نشین شده و سپس توسط باکتری‌ها تجزیه می‌گردد. در حین عمل تجزیه، مقادیر قابل ملاحظه‌ای اکسیژن مصرف شده که موجب کمبود اکسیژن و در نهایت مرگ و میر ماهیان می‌شود [7]. همچنین نتایج مطالعات چراغی بر روی رودخانه گدارخوش نشان داد که سرشاخه‌های گراب و چوار به دلیل دریافت فاضلاب‌های شهری و صنعتی ایلام آلودگی زیادی نسبت به سایر ایستگاه‌ها داشته‌اند، به‌طوری که افزایش  $BOD_5$  و کدورت نشان دهنده این موضوع است. در مجموع با توجه به وضعیت خود پالایی رودخانه در ایستگاه‌های پایین دست شرایط برای زیست آبزیان بهبود یافته و جمعیت آنها افزایش یافته است [4]. کاظم‌نژاد و همکاران نیز با استفاده از

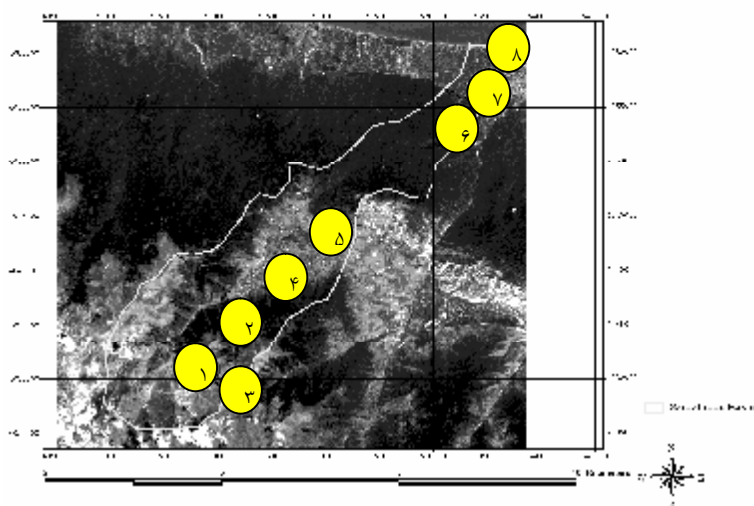
رویکرد سیمای سرزمین و منطق فازی رودخانه سردآبرود را مورد آنالیز قرار دادند [8]. اما مطالعه‌های مشابهی بر روی سایر رودخانه‌ها صورت گرفته که به طور مثال مطالعه بر روی رودخانه عباسای شهرستان نور [3]، رودخانه چالوس [2] و سایر موارد اشاره نمود.

براین اساس این تحقیق نیز ضمن شناسایی مقدماتی حوزه آبریز رودخانه سردآبرود و تعیین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی رودخانه به بررسی و ارزیابی منابع آلوده کننده این رودخانه که یکی از رودخانه‌های مهم و حفاظتی استان مازندران است، می‌پردازد و سعی می‌نماید تا راهکارهای مناسب جهت مدیریت زیست محیطی رودخانه ارایه نماید.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

رودخانه سردآبرود در عرض  $36^{\circ} 31' 42''$  شمالی و طول  $51^{\circ} 11' 20''$  شرقی در غرب استان مازندران واقع شده است. حداقل ارتفاع از سطح دریا 17- متر و حداکثر آن 4850 متر بالاتر از سطح دریای آزاد است که رودخانه مسیر 55 کیلومتری آن را طی می‌کند. این رود جزو رودهای کوهستانی است که به علت تغییرات ارتفاعی زیاد اکوسیستم‌های متنوعی را در بر گرفته است. داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی و تقسیم‌بندی اقلیمی کوپن سه اقلیم، مرطوب و معتدله در جلگه چالوس، اقلیم سرد در دشت کلاردشت و جنگل‌های حوزه آبریز رودخانه و اقلیم قطبی در ارتفاعات علم‌کوه و تخت‌سلیمان را نشان می‌دهد. شروع حوزه آبخیز در ارتفاعات خاک‌های انتی‌سول، در منطقه کلاردشت آبرفت‌های یخچالی و خاک‌های اینسپتی-سول و هیستوسول، در منطقه جنگلی حد واسط کلاردشت و چالوس خاک‌های آلفی‌سول، اینسپتی‌سول، انتی‌سول به همراه خاک‌های قهوه‌ای جنگلی و در جلگه چالوس پادگانه‌های شنی جوان مربوط به دوران سنوزویک با خاک‌های مولی‌سول دیده می‌شود.



شکل 1- موقعیت مکانی ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر رود تصویر ماهواره‌ای LandsatETM+7

## روش تحقیق

به منظور تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری‌های آب رودخانه ابتدا یک پیش تحقیق اولیه صورت گرفت، بدین صورت که ابتدا 13 نقطه در مسیر رودخانه که به نظر می‌رسید به لحاظ طبیعی و مصنوعی تغییر کیفی آب قابل ملاحظه باشد انتخاب و پارامترهای کیفی در این نمونه‌ها بررسی گردید تا روند تغییرات پارامترها در مسیر رودخانه مشخص گردد که در نهایت 8 نقطه به عنوان ایستگاه‌های نمونه‌برداری نهایی انتخاب گردید. نمونه‌ها در شش نوبت در دو فصل تابستان با بیشترین آلودگی و در شش نوبت در فصل زمستان کمترین بار آلودگی جمع‌آوری گردید. در مجموع تعداد 96 نمونه جهت تجزیه و تحلیل با آزمایشگاه ارسال شد. از بین تمامی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی، برخی تاثیر مهمتر و بیشتری روی کیفیت آب می‌گذارند که در تحقیقات روی آن‌ها تاکید بیشتری می‌شود (9). از آنجاکه برخی پارامترها ممکن است با یکدیگر همبستگی داشته باشند و یا اندازه‌گیری آن‌ها هزینه زیادی در بر داشته باشد از لحاظ کردن آنها صرف نظر شده و به بررسی شاخص‌های معمول مورد استفاده در بررسی کیفیت آب پرداخته و فراوانی پارامترهای مورد استفاده در این شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس 8 پارامتر کیفی  $\text{pH}$ ،  $\text{Temperature}$ ،  $\text{DO}$ ،  $\text{NH}_4$ ،  $\text{B.O.D}_5$ ،  $\text{T.S.S}$ ،  $\text{T.D.S}$ ،  $\text{CaCO}_3$  و 2 فلز سنگین  $\text{Pb}$ ،  $\text{Fe}$  مورد بررسی قرار گرفت. علت انتخاب فلز سرب این بوده که سرچشمه اصلی رودخانه سردآبرود در بالادست با منطقه دلیر و الیت به لحاظ وضعیت ژئولوژی یکسان بوده و از آنجایی که در مناطق یاد شده معادن سرب وجود دارد گمان این می‌رفت که رگه‌های این معدن در سرچشمه رودخانه سردآبرود نیز وجود داشته و باعث بالا رفتن این عنصر در آب رودخانه شود بدین منظور عناصر مذکور مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. آهن نیز به دلیل وجود خاک‌های هیستوسول دشت کلاردشت و ورود آب‌های زهکشی این خاک‌ها به رودخانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها جهت تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید. سپس داده‌ها با هر یک از استانداردهای موجود برای آب‌های سطحی (جدول 1) مورد مقایسه قرار گرفتند.

## نتایج

نتایج در خصوص پارامترهای کیفی آب در جدول 1 و نمودارهای 1 الی 10 ارایه شده است.

- نتایج در خصوص دمای آب رودخانه نشان می‌دهد که تا ایستگاه شماره 4 تفاوت چندانی در دمای آب در فصول تابستان و زمستان مشاهده نمی‌گردد که علت آن کوهستانی بودن و ارتفاع زیاد منطقه می‌باشد در صورتی که در ایستگاه‌های 5 الی 8 دمای آب از روند صعودی برخوردار می‌باشد (شکل 2).

- میزان  $\text{pH}$  رودخانه نیز نشان از سیر صعودی داشته، به طوری که کمترین میزان  $\text{pH}$  در ایستگاه‌های شماره 1، 2، 3 و بیشترین آن در ایستگاه شماره 8 در مصب رودخانه دیده می‌شود (شکل 1).

- بیشترین میزان اکسیژن محلول در آب ( DO ) در ایستگاه شماره 3 به میزان 10,8 میلی گرم در لیتر و کمترین آن در ایستگاه شماره 8 به میزان 7 میلی گرم در لیتر می باشد. ولی به طور کلی میزان DO روند نزولی دارد ( شکل 4 ).

- تغییرات BOD<sub>5</sub> در رودخانه سردآبرود روند افزایشی را نشان می دهد که بیشترین میزان آن در ایستگاه شماره 8 و کمترین آن در ایستگاه های 1 و 2 و 3 مشاهده می گردد ( شکل 3 ).

- نتایج مربوط به میزان جامدات محلول در آب ( T.D.S ) روند صعودی را نشان می دهد که کمترین میزان در ایستگاه شماره 1 و 2 و بیشترین آن در ایستگاه 8 مشاهده می گردد ( شکل 6 ).

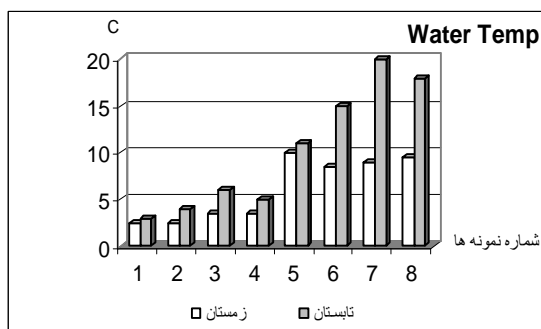
- نتایج مربوط به میزان جامدات معلق در آب ( T.S.S ) روند صعودی را نشان می دهد که کمترین میزان در ایستگاه شماره 1 و 2 و بیشترین آن در ایستگاه 8 مشاهده می گردد ( شکل 5 ).

- میزان NH<sub>4</sub> در ایستگاه 1 و 2 در کمترین حد خود و در ایستگاه 8 از بیشترین میزان برخوردار می باشد. در ایستگاه 4 در فصل تابستان میزان آمونیاک دارای یک افزایش ناگهانی است. به طور کلی NH<sub>4</sub> تا ایستگاه شماره 5 روند افزایش آرامی را طی می کند ولی از ایستگاه 6 تا 8 این روند سریع است ( شکل 7 ).

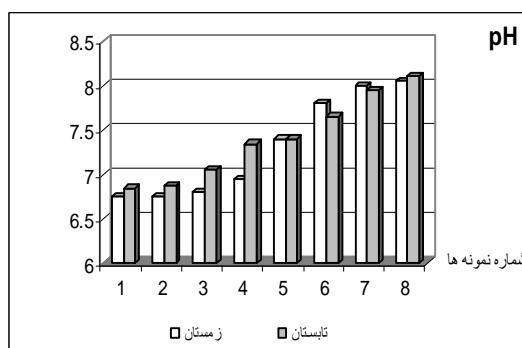
- نتایج مربوط به میزان CaCO<sub>3</sub> نیز نشان می دهد که کمترین سختی بر حسب کربنات کلسیم در ایستگاه شماره 1 و بیشترین آن در ایستگاه شماره 8 مشاهده می گردد ( شکل 8 ).

- بررسی میزان آهن در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که بیشترین مقدار آهن محلول در آب در ایستگاه شماره 8 به میزان 13/20 میلی گرم در لیتر و کمترین آن در ایستگاه شماره 1 به مقدار 0/26 میلی گرم در لیتر می باشد. روند تغییرات آهن تا ایستگاه شماره 5 آرام و از ایستگاه شماره 5 تا 8 سریع است ( شکل 10 ).

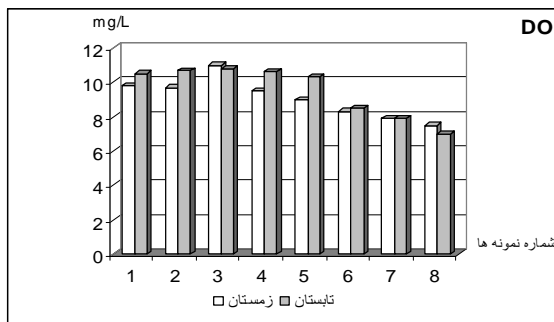
- نتایج مربوط به میزان سرب رودخانه نشان داد که بیشترین سرب در ایستگاه شماره 8 به میزان 0/86 میلی گرم در لیتر و کمترین در ایستگاه شماره 1 به مقدار 0/19 میلی گرم در لیتر مشاهده می گردد. روند صعودی سرب تقریباً یکنواخت بوده و به صورت تجمعی افزایش می یابد و تنها در ایستگاه شماره 8 دارای یک سیر صعودی است ( شکل 9 ).



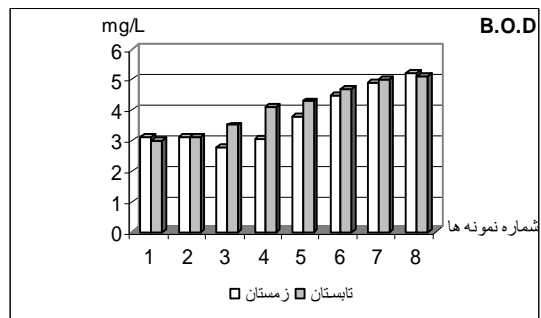
شکل ۲- میانگین روند تغییرات دمای آب در نمونه های رودخانه سردآبرود



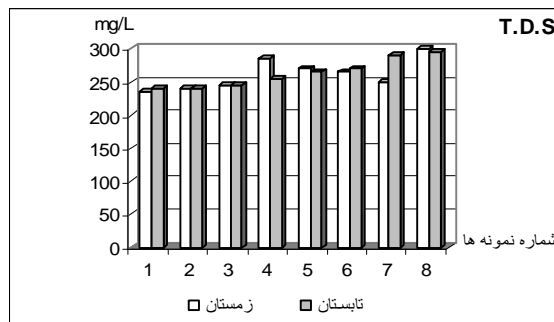
شکل ۱- میانگین روند تغییرات اسیدیته در نمونه های رودخانه سردآبرود



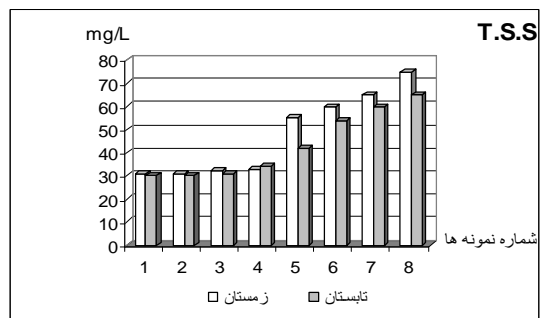
شکل ۴ - میانگین روند تغییرات D.O در نمونه‌های رودخانه سردآبرود



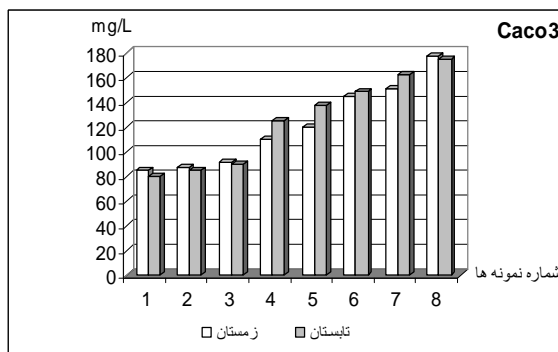
شکل ۳ - میانگین روند تغییرات B.O.D در نمونه‌های رودخانه سردآبرود



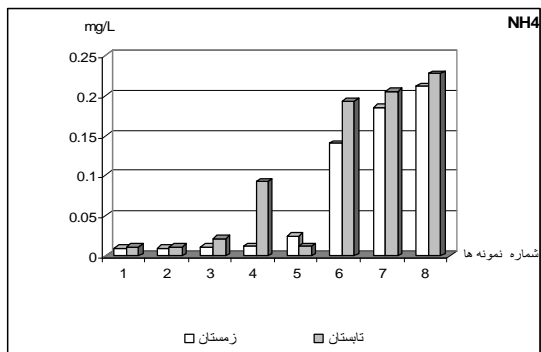
شکل ۶ - میانگین روند تغییرات T.D.S در نمونه‌های رودخانه سردآبرود



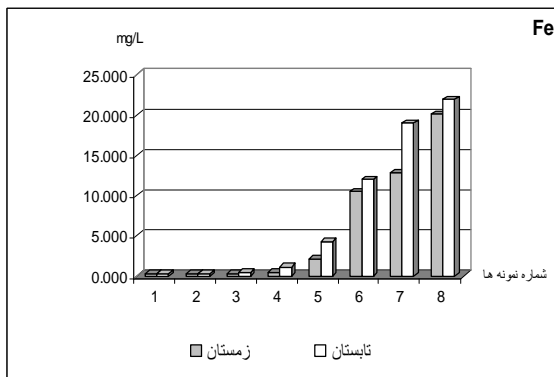
شکل ۵ - میانگین روند تغییرات T.S.S در نمونه‌های رودخانه سردآبرود



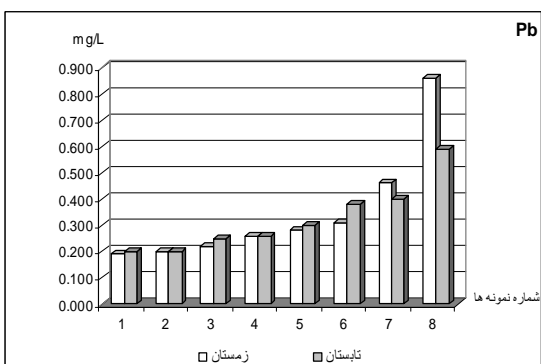
شکل ۸ - میانگین روند تغییرات CaCO3 در نمونه‌های رودخانه سردآبرود



شکل ۷ - میانگین روند تغییرات آمونیم در نمونه‌های رودخانه سردآبرود



شکل ۱۰ - میانگین روند تغییرات آهن در نمونه‌های رودخانه سردآبرود



شکل ۹ - میانگین روند تغییرات سرب در نمونه‌های رودخانه سردآبرود

جدول ۱- میزان غلظت شاخص‌های اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های هشت‌گانه

ایستگاه شماره ۸	ایستگاه شماره ۷		ایستگاه شماره ۶		ایستگاه شماره ۵		ایستگاه شماره ۴		ایستگاه شماره ۳		ایستگاه شماره ۲		ایستگاه شماره ۱	استاندارد سازمان محیط زیست	استانداردهای EPA	W.H.O استاندارد	نوع و واحد اندازه‌گیری
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b					
18	9.5	20	9	15	8.5	11	10	5	3.5	6	3/5	4	2.5	3	2.5	-	Temperature
8/1	8/05	7/95	8	7/65	7/8	7/4	7/4	7/35	6/95	7/06	6/8	6/87	6/75	6/85	6/75	6/5-8/5	pH
7	7/5	7/9	7/9	8/5	8/3	10/3	9	10/6	9/5	10/8	11	10/7	9/7	10.5	9.8	5>	Do
5/1	5/2	5	4/9	4/7	4/5	4/3	3/8	4/1	3/04	3/5	2/8	3/1	3/1	3	3.1	5	B.O.D
75	65	65	60	60	54	55	42	33	34	32	31	31	31	31	30		T.S.S
295	300	290	250	270	265	265	270	255	285	245	245	240	240	240	235	1000	T.D.S
0/227	0/212	0/205	0/185	0/193	0/14	0/012	0/025	0/093	0/012	0/022	0/011	0/011	0/01	0/011	0/01	-	NH4
175	178	163	151	149	145	138	120	125	110	90	91	85	87	80	85	150	CaCO3
22	20/13	19	12/8	12	10/5	4/25	2/08	0/56	0/46	0/45	0/3	0/31	0/28	0/3	0/3	0/3	Fe
0/59	0/86	0/4	0/46	0/38	0/31	0/3	0/28	0/26	0/26	0/25	0/22	0/2	0/2	0/2	0/19	0/01	Pb

a= میانگین نمونه‌های آب در فصل زمستان

b= میانگین نمونه‌های آب در فصل تابستان

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی و فلزات سنگین آب رودخانه نشان می‌دهد که برخی از شاخصه‌ها مانند DO، pH،  $\text{NH}_4$ ،  $\text{CaCO}_3$ ، Fe و Ba دارای تغییرات بیشتری در طول مسیر رودخانه است و این تغییرات با منابع آلوده‌کننده در حوزه آبخیز و نوع اکوسیستم‌هایی که رودخانه از آنها عبور می‌نماید قابل تجزیه و تحلیل می‌باشند. همچنین پارامترهای آلوده‌کننده در طول مسیر رودخانه روند افزایشی داشته و تعدادی از این مشخصه‌ها از حد مجاز فراتر رفته و به مرحله حادی رسیده‌اند که این نتایج با مطالعات دولت‌خواه نیز هم‌خوانی دارد.

- به‌طورکلی دمای آب رودخانه تابع دمای محیط است و به‌دلیل این‌که رودخانه سردآبرود از اکوسیستم‌های کوهستانی با ارتفاع زیاد وارد اکوسیستم‌های دشت و جلگه با ارتفاعات کم شده و دمای هوا نیز با کاهش ارتفاع افزایش می‌یابد، بنابراین دمای آب نیز روند افزایشی داشته و ایستگاه‌های انتهایی دارای بیشترین دمای آب هستند.

- میزان pH در ایستگاه‌های 1، 2 و 3 برابر بوده و اختلاف چندانی در آن دیده نمی‌شود اما از ایستگاه شماره 4 تا ایستگاه انتهایی روند افزایشی داشته و علت آن افزایش بار آلودگی در مسیر این ایستگاه است که در این میان استخرهای پرورش ماهی نقش زیادی دارند اما میزان آن در رودخانه از کلیه استانداردهای ارایه شده (جدول 1) برای آب‌های سطحی کمتر بوده و در هیچ یک از اکوسیستم‌ها برای آبیان محدودیتی ایجاد نمی‌کند.

- میزان اکسیژن محلول در آب DO حالت نزولی داشته و دلایل آن می‌تواند افزایش دما، شیب کم رودخانه در اکوسیستم جلگه و بار آلودگی رودخانه در ایستگاه‌های انتهایی باشد. به‌طورکلی میزان آن در رودخانه از کلیه استانداردهای ارایه‌شده (جدول 1) برای آب‌های سطحی کمتر بوده و در هیچ یک از اکوسیستم‌ها برای آبیان محدودیتی ایجاد نمی‌کند.

- میزان  $\text{BOD}_5$  آب رودخانه نیز روند صعودی دارد و علت افزایش آن ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی کلاردشت و چالوس در رودخانه بوده که به‌علت افزایش ورود فاضلاب‌های شهری در ایستگاه‌های اکوسیستم شهری چالوس این میزان از حد مجاز ارایه‌شده توسط سازمان محیط‌زیست برای آب‌های سطحی نیز بیشتر می‌باشد.

- مجموع مواد محلول (T.D.S) رودخانه روند افزایشی داشته ولی میزان آن از کلیه استانداردهای ارایه شده (جدول 1) بیشتر نبوده و محدودیت خاصی در این زمینه دیده نمی‌شود. علت افزایش T.D.S در مسیر رودخانه برداشت غیرقانونی بستر رودخانه و جنس بستر رودخانه بخصوص در اکوسیستم جنگلی بوده که به علت شیب زیاد فرسایش دیواره و بستر رودخانه صورت می‌گیرد.

- میزان  $\text{NH}_4$  روند افزایشی داشته و در ایستگاه‌های 7 و 8 که ایستگاه‌های شهری بوده به‌علت وجود زمین‌های کشاورزی و ورود فاضلاب‌های شهری این میزان از حد مجاز ارایه شده آب‌های سطحی بیشتر می‌باشد.

- میزان سختی بر اساس  $\text{CaCO}_3$  نیز روند افزایشی داشته و در ایستگاه‌های 7 و 8 دارای بیشترین میزان بوده به‌طوری‌که از استانداردهای ارایه شده توسط سازمان محیط‌زیست برای آب‌های سطحی کشور بیشتر می‌باشد.



- میزان آهن تنها در ایستگاه‌های 1 و 2 کمتر از حد مجاز ارایه شده بوده و در ایستگاه شماره 4 اندکی بیشتر و از ایستگاه شماره 5 به‌علت ورود زه‌کش‌های خاک‌های هیستوسول دشت کلاردشت این میزان روند صعودی سریع داشته به‌طوری‌که این میزان از 56 میلی گرم در لیتر در ایستگاه شماره 4 به 12 میلی گرم در لیتر در پایان ایستگاه شماره 6 افزایش می‌یابد. همچنین در ایستگاه 7 و 8 به‌علت ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی به‌داخل رودخانه این میزان در مصب دریا در بیشترین حد خود با 22 میلی گرم در لیتر دیده می‌شود.

- میزان سرب روند افزایشی دارد ولی میزان آن از ایستگاه شماره 1 بیشتر از حد مجاز بوده که دلیل این موضوع وجود معادن سرب در سرچشمه‌های این رودخانه می‌باشد. این میزان در ایستگاه 8 دارای یک روند صعودی در فصل زمستان شده که دلیل ورود فاضلاب‌های شهری به رودخانه می‌باشد.

نتیجه کلی این که ایستگاه‌های شماره 1، 2 و 3 دارای کمترین بار آلودگی به لحاظ مشخصه‌های کیفی و عناصر محلول در آب بوده که این امر ناشی از اکوسیستمی است که رودخانه در آن جریان دارد زیرا که این اکوسیستم در بالا دست تقریباً بکر می‌باشد. ولی متأسفانه بر اثر افزایش دخالت‌های انسانی از قبیل ساخت و سازهای در اطراف رودخانه، این اکوسیستم به‌شدت در معرض خطر و نابودی قرار دارد علی‌رغم این‌که این رودخانه جزی رودخانه‌های حفاظت‌شده استان مازندران بوده و حریم آن 200 متر است همچنان این دخالت‌ها ادامه دارد و چنان‌چه راهکار اصولی و عملی برای این اکوسیستم ارایه نشود در آینده‌های نزدیک شاهد تخریب این اکوسیستم که زیستگاه ماهی قزل‌آلای خال قرمز است خواهیم بود. ایستگاه‌های 4 و 5 نیز که در اکوسیستم شهری کلاردشت قرار دارد نیز به‌شدت در معرض نابودی قرار دارد، چرا که تقریباً تمامی مسیر رودخانه تغییر کاربری یافته و تبدیل به ویلاهای خوش نشینان و بومیان منطقه شده که فاضلاب‌های آنها وارد رودخانه می‌گردد. مساله دیگر در این اکوسیستم حضور توریست و بار آلودگی ناشی از آن است که در قالب زباله‌های خشک در مسیر رودخانه به وفور دیده می‌شود. ذکر این نکته ضروری است که این نوع آلودگی در دو فصل بهار و تابستان به‌علت حضور توریست بیشتر نمود دارد. ایستگاه 6 که خروجی اکوسیستم جنگلی تقریباً بکر بوده و فاقد هر نوع دست‌اندازی انسان است لذا حفظ این اکوسیستم به همین صورت می‌تواند در بهبود کیفیت آب رودخانه اهمیت به‌سزایی داشته باشد. ایستگاه‌های 7 و 8 نیز به‌علت قرار گرفتن در اکوسیستم شهری و ورود بیشترین بار آلودگی از قبیل فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و پساب‌های کشاورزی به‌خصوص در فصول کشاورزی در بیشتر مشخصه‌های کیفی و عناصر سنگین آلوده بوده و از استانداردهای موجود فراتر می‌باشد. در پایان جهت بهبود کیفیت آب رودخانه پیشنهادات زیر ارایه می‌گردد.

### پیشنهادها

- 1- تصفیه مناسب پساب ایستگاه پرورش ماهی شهید باهنر کلاردشت و جلوگیری از ورود مستقیم آن به رودخانه؛
- 2- نصب تابلوهای آموزشی و اطلاع رسانی، بیل بوردهای تبلیغاتی زیست محیطی، سطل زباله کافی و مناسب؛
- 3- تشویق حامیان محیط زیست برای جذب درآمد به منظور حفاظت از محیط زیست؛
- 4- مدیریت جامع حوزه آبخیز با رویکرد اکوسیستمی انجام گیرد؛
- 5- از هر گونه تجاوز به حریم رودخانه و تغییر کاربری، به خصوص ساخت و ساز جلوگیری شود؛
- 6- جلوگیری از ریختن زباله‌ها و ورود فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های صنعتی به درون رودخانه .

### فهرست منابع

- 1- اسفندیاری، پ. 1385. بررسی رودخانه جاجرود و ارائه راه حل برای کاهش یا حذف آنها، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ص 150
- 2- پاشا، م، ب. 1384. اندازه گیری خواص فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه چالوس، طرح پژوهشی اتمام یافته، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس. ص 1384
- 3- حسینی، و. 1385. بررسی میزان برخی از عناصر سنگین در آب در رودخانه عباسای شهرستان نور. مجله منابع طبیعی ایران، جلد 59 شماره 3: ص 659-649
- 4- چراغی، م. خراسانی، ن. 1385. بررسی منابع آلوده کننده رودخانه گدارخوش. مجله منابع طبیعی ایران، جلد 59 شماره 3: ص 659-669
- 5- دولت خواه، م. 1377. منابع آلودگی و قابلیت خود پالایی رودخانه آجی چای، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ص 145
- 6- شریعت پناهی، م. 1380. اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب. انتشارات دانشگاه تهران. ص 196
- 7- قویدل، آریامن. 1377. بررسی آلاینده های رودخانه گوهررود رشت، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. 171 صفحه
- 8- kazemnezhad, F, 2008, 4<sup>th</sup> ECRR International Conference on River Restoration, Quality Categorization of Sardabrood in different Landscape Using FUZZY Sets Method, pp135
- 9- US. Environment Protection Agency, 1999. method for identifying and evaluating the nature and extent of point sources of pollutants, 458pp (111-118).