علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره پانزدهم، شماره چهار، زمستان ۹۲

تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه خرسان و بررسی روند تغییرات سالیانه آن

مجید عباس پور[۱]

امیرحسین جاوید[۲]

اوین حبیبی[۳*]

static_energy_2000@yahoo.com

تاریخ دریافت:۹۰/۱۰/۲۰ **تاریخ پذیرش:۹۰/۱۲/۱**

چکیده

رودخانه ها یکی از منابع آبی مهم محسوب می شوند که کاربردهای گسترده ای دارند. از طرفی ورود آلاینده ها به آن ها موجب تغییرات فیزیکی و شیمیایی مختلف می گردد. از این رو شناخت کافی از میزان پارامترها و روند تغییرات آن ها امری کاملاً ضروری است. در این میان رودخانه خرسان بزرگ ترین سرشاخه عظیم رود کارون، از مهم ترین رودخانه های کشور محسوب می شود که از لحاظ تامین آب اصلی برای مصارف شهری، روستایی، کشاورزی و زراعتی نقش مهمی دارد. این مقاله با هدف تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی (نیترات، فسفات، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، دما، pH) آب رودخانه خرسان و بررسی روند تغییرات سالیانه آن تدوین گردیده است. از آن جایی که تاکنون در این ابعاد بر روی رودخانه خرسان در ایران و جهان مطالعه و تحقیقی صورت نگرفته است، لذا می تواند در زمینه کاربری های مختلف که مهم ترین آن در خصوص رودخانه یاد شده ایجاد سد می باشد، مفید واقع شود. جهت انجام آزمایش های فیزیکی و شیمیایی ۱۲ مرحله نمونه برداری به صورت ماهیانه انجام گرفت. نمونه های آب از ۶ ایستگاه در طول مسیر رودخانه جمع آوری شد. روش نمونه برداری و روش انجام آزمایش ها مطابق استانداردمتد بوده است. نتایج نشان داد روند تغییرات درجه حرارت آب در ایستگاه های تحت بررسی در ماه های تیر و مرداد به حداکثر مقدار خود می رسد، سپس روند کاهشی داشته و در بهمن ماه به حداقل مقدار می رسد. میزان pH آب در تمامی ایستگاه ها و در تمامی ماه های سال در محدوده بهینه (۹/۵ – ۶/۵) قرار دارد که در تمامی ایستگاه ها در محدوده ماه های شهریور و مهر به حداقل مقدار می رسد. میزان اکسیژن محلول در آب در تمامی ایستگاه ها و در تمامی ماه های سال در محدوده بهینه (بالاتر از ۵ میلی گرم بر لیتر) قرار دارد که در تمامی ایستگاه ها در ماه های تیر و مرداد به حداقل مقدار و در زمستان به حداکثر مقدار خود می رسد. میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی آب در ایستگاه شماره ۱ در اواسط مهرماه بیشترین

۱- استاد، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف.

۲- دانشیار دانشکده محیط زیست و انرژی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران.

۳- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد رشته محیط زیست (آلودگی ها) ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران*(مسئول مکاتبات).

مقدار را دارد، به طور کلی میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی بالاتر از حداکثر میزان مجاز می باشد. رونـد تغییرات نیترات در کلیه ایستگاه ها و در تمامی ماه های سال در محدوده بهینه قرار دارد. فعالیت های کشاورزی و توزیع اراضی کاربری زراعتی نواحی مجاور رودخانه و نیز وجود روستاهای مجاور رودخانه و مجاورت مناطق شهری سهم مهمی در آلودگی آب رودخانه دارد.

واژه های کلیدی: رودخانه، خرسان، نیترات، فسفات، اکسیژن محلول، آب.

مقدمه

در سه دهه اخیر به دنبال رشد اقتصادی سریع و استفاده بیشتر از محیط زیست توجه و نگرانی نسبت به مسایل زیست محیطی نیز به شدت افزایش یافته است. آب از مهم ترین کالای تولیدی محیط زیست است که بسته به فعالیت، اهمیت آن متغیر است. نیاز انسان به آب باعث شده تا اکثر تمدن های بشری در کنار رودخانه ها شکل بگیرند. انسان های اولیه با زندگی در کنار رودخانه ها به طور فطری و تجربی آموخته بودند که جهت استفاده بهینه از این منبع خدادادی می بایست رودخانه ها را دوست داشت و حتی در برخی از فرهنگ های کهن آب و رودخانه به عنوان موجودی مقدس و حیات بخش مورد ستایش و احترام بوده است(۱). از تحقیقات انجام یافته در ایران بررسی روند تغییرات نیترات و هدایت الکتریکی در آب های شرب زیر زمینی دشت همدان – بهار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی است که درسال ۸۶-۱۳۸۵در پایان نامه کارشناسی ارشد احسانی انجام گرفت. نتایج به دست آمده از آن نشان داد حداکثر غلظت نیترات مربوط به ایستگاه های علی آباد و مریانج به ترتیب ۹۹ و ۹۷ میلی گرم بر لیتر در فصل تابستان و حداقل آن در ایستگاه های شورین و حسین آباد با ۱۲ و ۱۴ میلی گرم بر لیتر در فصل زمستان بوده است. مقایسه نتایج با استاندارد EPA نشان داد که غلظت بالاتر از حد استاندارد بوده است(۲). در تحقیق مشابهی که توسط درخشانفر بر روی آب رودخانه کن در سال ۱۳۸۶انجام گرفت، شاخص های کیفی آب (pH، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی و نیترات) در ۶ ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد میزان اکسیژن محلول در طول رودخانه از ایستگاه شماره ۱ تا شماره ۶ مرتباً روند کاهشی داشته و بالعکس میزان اکسیژن خواهی بیو شیمیایی از ایستگاه شماره ۱ تا ۶ روند افزایشی داشته است. غلظت نیترات به سمت ایستگاه های میانی افزایش ومجددا به سمت ایستگاه های ۵و۶ کاهش یافته است(۳). آذرکار در مطالعات خود در سال ۱۳۷۶ بر روی رودخانه کارون روند تغییرات (pH، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی) را در ۱۲ ایستگاه در طول مسیر رودخانه مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد تغییرات pH بدون توجه به ایستگاه و زمان نمونه برداری بین دو مقدار۷/۷ و ۸/۴ در حال نوسان بوده است. حداقل میزان اکسیژن محلول ۵/۸ میلی گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه دارخوین و حداکثر مقدار ۶/۹ میلی گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه بندقیر بوده است. حداقل مقدار اکسیژن خواهی بیوشیمیایی ۱/۷ میلی گرم بر لیتر مربوط به ایستگاهای بندقیر، رامین و زرگان و حداکثر مقدار ۲/۶ میلی گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه کارخانه صابون سازی بوده است(۴). مطالعه دیگری تحت عنوان مشاهدات زیست محیطی و بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی بر روی رودخانه زاینده رود در سال ۱۳۸۶توسط نوریان انجام گرفت. نتایج نشان داد بیشترین میزان نیترات در مهرماه، بیشترین میزان اکسیژن محلول در اسفندماه، بیشترین میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی در مهرماه و همچنین بیشترین میزان فسفات در اردیبهشت ماه مشاهده شده است(۵). این مقاله با هدف تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه خرسان، بزرگ ترین سرشاخه عظیم رود کارون و بررسی روند تغییرات سالیانه آن تدوین گردیده است. از آن جایی که تاکنون در این ابعاد بر روی رودخانه خرسان در ایران و جهان مطالعه و تحقیقی صورت نگرفته است، لذا می تواند زمینه مناسبی برای یافتن کاستی ها و مشکلات موجود جهت رفع و کنترل آلودگی ها و نیز استفاده از اطلاعات حاصل به منظور تعیین کاربری ها

که مهم ترین آن در خصوص رودخانه یاد شده ایجاد سد می باشد، فراهم نماید.

معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه بین مختصات جغرافیایی ´۵۰- ° ۵۰ تا ´۰۰- °۵۲ طول شرقی و ´۱۵ – °۳۰ تا ´ ۳۰- °۳۱ عرض شمالی قرار گرفته است، رودخانه خرسان که خود از سرشاخه های رودخانه کارون می باشد از رشته کوه های زاگرس مرکزی سرچشمه می گیرد. طول رودخانه ۲۳۰ کیلومتر و طول ارتفاع سرچشمه آن از سطح دریا ۲۹۰۰ متر می باشد. با پیوستن شاخه های جنگ آباد، گرموک، حنا، بهمن زاد، خرکش، حسن آباد، ایلان دره و چند آبراهه، مسیل فصلی رودخانه ماربره تشکیل می گردد. همچنین از پیوستن شاخه های گنجگان، بطاری، دشت روم، کبکیان و چند آبراهه فصلی هم، رودخانه بشار تشکیل می شود. به طور کلی رودخانه ماربره در قسمت های شمالی و شمال شرقی و رودخانه بشار در قسمت های جنوبی و غربی حوزه آبریز واقع شده که با پیوستن این دو شاخه (ماربره و بشار) در محلی به نام سرسور رودخانه خرسان تشکیل می گردد(۶).

روش بررسی

جهت انجام تحقیق قبل از اقدام به نمونه برداری و جمع آوری نمونه ها، ابتدا مطالعات کتابخانه ای و مراجعه به سایت های معتبر اینترنتی مرتبط با موضوع و نیز مراجعه به اداره آب و فاضلاب شهر تهران جهت گذراندن یک دوره آموزشی جهت دریافت اطلاعات لازم و توانمندی بیشتر در انجام آزمایش ها، صورت گرفت. سپس بازدید میدانی و بررسی محدوده مورد مطالعه صورت گرفت. به منظور دستیابی به نتایج ملموس جهت انجام آزمایش های فیزیکی و شیمیایی ۱۲ مرحله نمونه برداری به صورت ماهیانه از تاریخ ۱۳۸۸/۱۲/۱۹ تا ۱۳۹۰/۱/۳۱ از نمونه های آب در ۶ ایستگاه در طول مسیر رودخانه انجام گرفت که موقعیت مکانی ایستگاه های یاد شده به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۱ آورده شده و توضیحات مربوط نیز ذکر گردیده است. روش های نمونه برداری مطابق استاندارد متد بوده است نمونه ها تحت شرایط استاندارد تهیه شده و در ظروف ویژه در شرایط خاص نگه داری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از آماده سازی نمونه ها پارامترهای درجه حرارت، کدورت، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، اکسیژن محلول، pH، نیترات و فسفات در آزمایشگاه تعیین گردید. لازم به ذکر است روش انجام آزمایش ها نیز مطابق استاندارد متد بوده است. روش نمونه برداری، دوره زمانی، روش آزمایش و پارامترهای مورد آزمایش به ترتیب در جداول ۲ و ۳ ارایه گردیده است. پس از دستیابی به نتایج حاصل از انجام آزمایش ها، روند تغییرات سالیانه آن بررسی و تعیین گردید.

جدول ۱- موقعیت مکانی ایستگاه ها

ردیف	کد ایستگاه	نام ایستگاه	موقعیت جغرافیایی					
			طول جغرافیایی (شرقی)			عرض جغرافیایی (شمالی)		
			"	'	°	"	'	°
۱	S1	کتا(ماربر)	۰۰/۱	۱۵	۵۱	۰۰/۱	۱۱	۳۱
۲	S2	پاتاوه(بشار)	۱۷/۹	۱۵	۵۱	۴۰/۴	۵۷	۳۰
۳	S3	خرسان ۳	۱۰/۴	۵۹	۵۰	۴۳/۱	۱۴	۳۱
۴	S4	زیرانا	۱۰/۲	۴۷	۵۰	۵۲/۰	۱۸	۳۱
۵	S5	خرسان ۲	۵۹/۸۲	۳۶	۵۰	۰۹/۵۳	۲۵	۳۱
۶	S6	خرسان ۱	۳۰/۰	۲۶	۵۰	۲۳/۱	۳۰	۳۱

S_1: در بالا دست مخزن سد خرسان ۳ و بر روی شاخه های ماربره در نظر گرفته شده است.

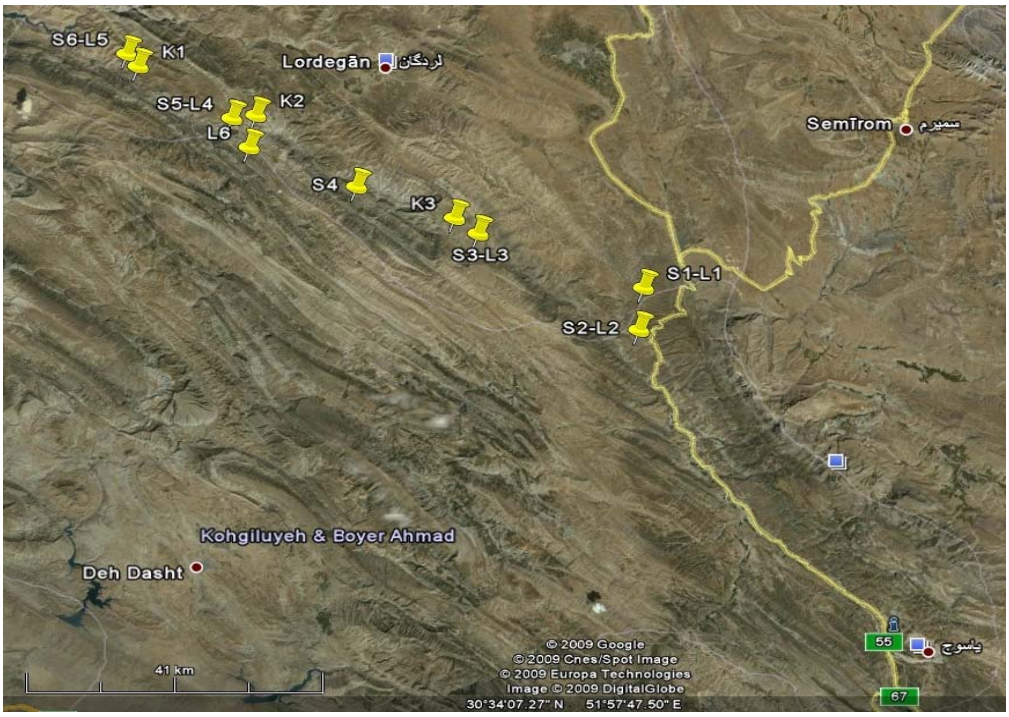
S_2: در بالادست مخزن سد خرسان ۳ بر روی شاخه های بشار در نظرگرفته شده است.

S_3 : در موقعیت پایین دست محور سد خرسان ۳ که تقریبا در ورودی به مخزن سد خرسان ۲ قرار دارد.

S_4 : با توجه به فاصله زیاد (حدود۴۰ کلیومتر) بین محور سدهای خرسان ۳ و۲ ، در موقعیت حدود ۲ کیلومتر پس از ورود شاخه فرعی در حوزه آبریز سد خرسان ۲ واقع شده است.

S_5 : در موقعیت محور سد خرسان ۲ قرار دارد.

S_6 : در محل محور سد خرسان ۱ قرار دارد.



شکل۱- تصویر ماهواره ای از موقعیت مکانی ایستگاه های نمونه برداری

جدول ۲- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده بر حسب روش آزمایش

ردیف	پارامتر	محیط نمونه برداری	روش آزمایش		توضیحات	دقت و حد تشخیص
			استاندارد متد	Hach		
۱	درجه حرات	آب	**۲۵۵۰**	-	دستگاه ترمومتر دیجیتال	۰/۱ ^{o}C
۲	pH	آب	۴۵۰۰-H	۸۱۵۶	دستگاه pH متر	۰/۰۱
۳	اکسیژن محلول	آب	۴۵۰۰	۸۱۵۷	دستگاه DO متر	۰/۰۱ ppm
۴	اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی	آب	۵۲۲۱۰	۸۰۴۳	دستگاه BOD متر	۰/۰۱ ppm
۵	فسفات آلی	آب	۴۵۰۰PO_4	۸۴۵ TNT	اسپکتروفتومتر ۵۰۰۰ Hach DR-	۰/۰۱ ppm
۶	نیترات	آب	۴۵۰۰NO_3	۸۳۲۴	اسپکتروفتومتر ۵۰۰۰ Hach DR-	۰/۱ ppm

جدول ۳- روش های استاندارد نمونه برداری و توالی انجام کار

ردیف	پارامتر	محیط نمونه برداری	روش نمونه برداری	توالی نمونه برداری

۱	درجه حرات	آب	۱۰۶۰ استاندارد متد	ماهیانه
۲	pH	آب	۱۰۶۰ استاندارد متد	ماهیانه
۳	اکسیژن محلول	آب	۱۰۶۰ استاندارد متد	ماهیانه
۴	اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی	آب	۱۰۶۰ استاندارد متد	ماهیانه
۵	فسفات آلی	آب	۱۰۶۰ استاندارد متد	ماهیانه
۶	نیترات	آب	۱۰۶۰ استاندارد متد	ماهیانه

نتایج

نتایج حاصل از بررسی های آزمایشگاهی و آنالیزهای مختلف فیزیکی و شیمیایی نمونه های جمع آوری شده آب از ایستگاه های تحت مطالعه و تجزیه و تحلیل یافته هـــا به ترتیب در جداول ۴ تا ۹ و نمودار های ۱ تا ۶ به صورت زیر جمع بندی می گردد:

جدول ۴- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه شماره ۱

ردیف	پارامتر	واحد	مرحله نمونه برداری										
			اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
۱	درجه حرات	^oC	۱۴/۱۴	۱۵/۵	۲۳/۱	۳۲/۵	۲۴/۶	۱۹/۵	۱۷/۶	۱۵/۷	۱۲/۱	۱۱/۴	۹/۴	۱۲/۰
۲	pH	-	۷/۴	۸/۴۳	۸/۳۵	۸/۱	۷/۸۲	۷/۹	۷/۴	۸/۰۵	۸/۶۸	۸/۶۲	۸/۸۱	۸/۳۹
۳	اکسیژن محلول	ppm	۷/۸۵	۸/۳	۷/۳۳	۶/۴۰	۶/۵۸	۷/۳	۶/۸۸	۹/۰۶	۱۰/۱۲	۹/۲۹	۹/۴۶	۸/۹۲
۴	اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی	ppm	۸۰	۶۵	۶۵	۱/۴	۲/۵۸	۰/۸۵	۳/۲	۲/۴	۱/۲	۲/۴	۲/۱	۲/۶
۵	فسفات آلی	ppm	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۶	نیترات	ppm	۲/۹	۲/۶	۲/۵	۲	۳/۳	۴/۳	۲/۴۱	۲/۸	۳/۰	۳/۰	۲/۴	۲/۲

جدول ۵- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه شماره ۲

ردیف	پارامتر	واحد	مرحله نمونه برداری										
			اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
۱	درجه حرارت	^oC	۱۶/۲	۱۹	۲۳/۱	۲۳	۲۴/۶	۲۲/۵	۱۷/۳	۱۵/۷	۱۰/۷	۱۰/۹	۱۰/۱	۱۳/۲
۲	pH	-	۷/۳۸	۸/۴۳	۸/۱۶	۷/۸۲	۷/۸۵	۷/۴۵	۷/۸	۸/۲۵	۸/۵۱	۸/۲۳	۸/۵۵	۸/۲۱
۳	اکسیژن محلول	ppm	۷/۷۲	۷/۴	۶/۷۸	۶/۱۱	۶/۵۸	۶/۲۸	۶/۴۹	۹/۳۷	۱۰/۲۷	۸/۷۶	۹/۲	۸/۵۱
۴	اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی	ppm	۸۱	۶۷	۶۷	۳/۳	۳/۷	۳/۱	۲/۴	۱/۸	۱/۷	۱/۴	۱/۵	۱/۷
۵	فسفات آلی	ppm	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲
۶	نیترات	ppm	۲/۷	۲/۴	۲/۱	۲/۱۱	۱/۵	۱/۲	۲/۲	۱/۴	۲/۹	۲/۵	۱/۹	۱/۹

جدول ۶- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه شماره ۳

ردیف	پارامتر		مرحله نمونه برداری

	پارامتر	واحد	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
۱	درجه حرارت	^{o}C	۱۵/۹	۱۷/۸	۲۲/۵	۲۵/۷	۲۴/۲	۱۹/۲	۱۹/۳	۱۵/۳	۱۰/۹	۹/۹	۱۰/۸	۱۶/۵
۲	pH	-	۷/۳۸	۸/۳۸	۸/۳۴	۷/۹	۷/۹۶	۷/۵۲	۷/۵	۸/۴۹	۸/۶۲	۸/۵۳	۸/۶۲	۸/۳۰
۳	اکسیژن محلول	ppm	۸/۲۹	۷/۹۹	۶/۹۳	۶/۱۳	۶/۲۴	۶/۷۳	۷/۱۶	۹/۰۷	۹/۵۸	۹/۸۲	۹/۵۷	۸/۴۴
۴	اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی	ppm	۷۹	۶۲	۶۳	۴/۲	۴/۶	۳/۵	۲/۴	۲/۱	۲/۰۶	۳/۲	۲/۹	۳/۱
۵	فسفات آلی	ppm	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴
۶	نیترات	ppm	۱/۸	۱/۸	۲/۴	۳/۳	۱/۱	۱/۵	۲/۱۱	۱/۹	۱/۹	۲/۶	۲/۴	۲/۱

جدول ۷- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه شماره ۴

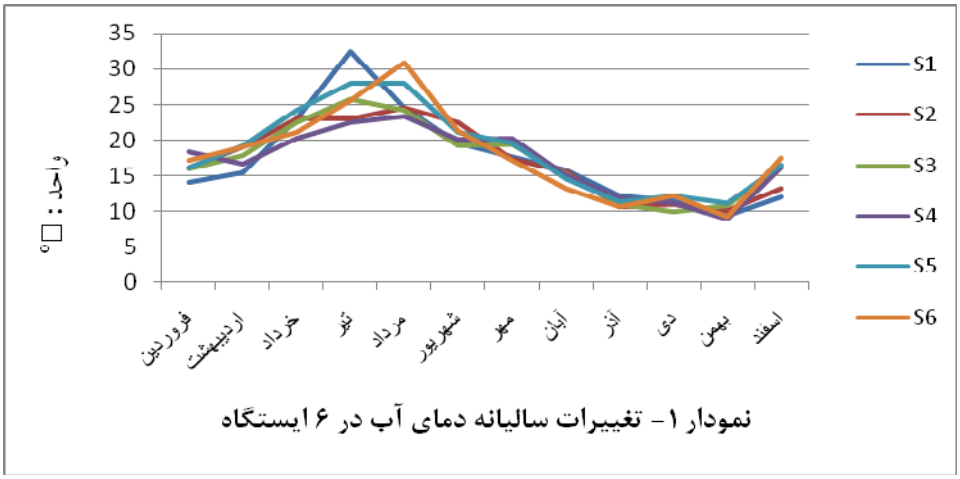
ردیف	پارامتر	واحد	مرحله نمونه برداری											
			اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
۱	**درجه حرات**	^{o}C	۱۸/۴	۱۶/۸	۲۰/۳	۲۲/۵	۲۳/۴	۲۰/۱	۲۰/۳	۱۵/۲	۱۲/۰	۱۱/۲	۹	۱۶/۲
۲	**pH**	-	۷/۳۹	۸/۴۷	۸/۸۳	۷/۹۱	۷/۶۶	۷/۳۹	۷/۹	۸/۳۷	۸/۶۸	۸/۶۸	۸/۵۹	۸/۴۴
۳	**اکسیژن محلول**	ppm	۸/۵۹	۸/۴۱	۷/۶۲	۶/۳۱	۶/۶	۷/۵۷	۶/۸۶	۹/۶۷	۱۰/۲۹	۹/۶۹	۱۰/۲۵	۸/۸۸
۴	**اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی**	ppm	۷۵	۶۱	۶۲	۵/۹	۶/۲	۶/۱	۳/۷	۲/۴	۲/۱	۲/۱	۱/۹	۲/۰
۵	**فسفات آلی**	ppm	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳
۶	**نیترات**	ppm	۱/۹	۱/۸	۲/۴	۱/۵	۱/۲	۱/۷	۲/۳۱	۳/۱	۲/۴	۲/۱	۲/۰	۱/۷

جدول ۸- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه شماره ۵

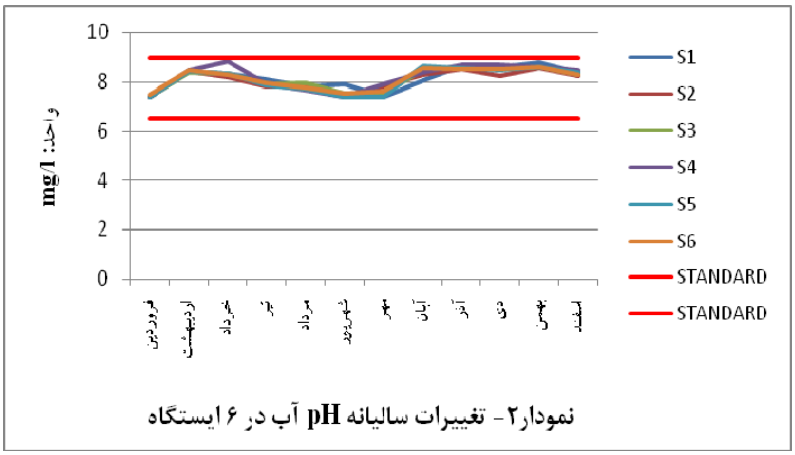
ردیف	پارامتر	واحد	مرحله نمونه برداری											
			اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
۱	**درجه حرات**	^{o}C	۱۶/۱	۱۹/۲	۲۴/۲	۲۸	۲۸	۲۱/۱	۱۹/۵	۱۴/۶	۱۱/۲	۱۲/۱	۱۱/۱	۱۶/۴
۲	**pH**	-	۷/۴۱	۸/۴	۸/۳	۷/۸۷	۷/۷۱	۷/۴	۷/۴	۸/۶۳	۸/۵۲	۸/۴۴	۸/۵۸	۸/۳۶
۳	**اکسیژن محلول**	ppm	۸/۵۳	۸/۱۴	۷/۳	۶/۵	۶/۷۵	۷/۰۴	۶/۷۸	۸/۸۴	۱۰/۵۶	۹/۵	۱۰/۰۲	۸/۸۶
۴	**اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی**	ppm	۷۶	۶۰	۶۰	۴/۷	۴/۹	۴/۸	۴/۱	۳/۳	۲/۵	۲/۱	۱/۹	۲/۳
۵	**فسفات آلی**	ppm	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲
۶	**نیترات**	ppm	۱/۲	۱/۷	۲/۴	۱/۹	۱	۱/۲	۲/۳۱	۱/۸	۱/۷	۱/۵	۱/۲	۱/۰

جدول ۹- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه شماره ۶

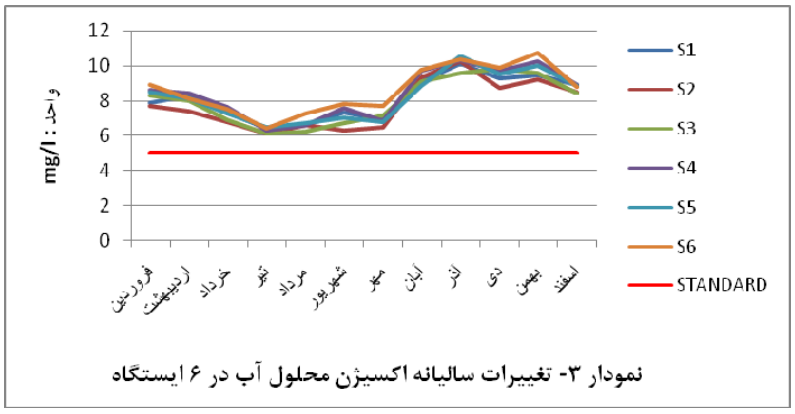
ردیف	پارامتر	واحد	مرحله نمونه برداری											
			اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
۱	**درجه حرات**	^{o}C	۱۷/۲	۱۹/۱	۲۱/۱	۲۵/۵	۳۰/۹	۲۱/۲	۱۷/۱	۱۳/۱	۱۰/۵	۱۲/۲	۹/۲	۱۷/۵
۲	**pH**	-	۷/۴۸	۸/۴۷	۸/۳	۷/۹۵	۷/۷۵	۷/۵۱	۷/۶	۸/۵۶	۸/۵۳	۸/۵۲	۸/۶۲	۸/۳
۳	**اکسیژن محلول**	ppm	۸/۹۳	۸/۱۳	۷/۵۲	۶/۳۹	۷/۲۳	۷/۷۷	۷/۷	۹/۷۴	۱۰/۳۶	۹/۹	۱۰/۷۴	۸/۸
۴	**اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی**	ppm	۶۹	۶۰	۶۴	۳/۵	۳/۳	۳/۲	۳/۲	۲/۱	۲	۲/۱	۱/۹	۲/۱
۵	**فسفات آلی**	ppm	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲
۶	**نیترات**	ppm	۱/۹	۱/۹	۲/۶	۱/۸	۱/۸	۱/۲	۱/۸	۱/۶۱	۱/۴	۱/۳	۱/۱	۰/۹



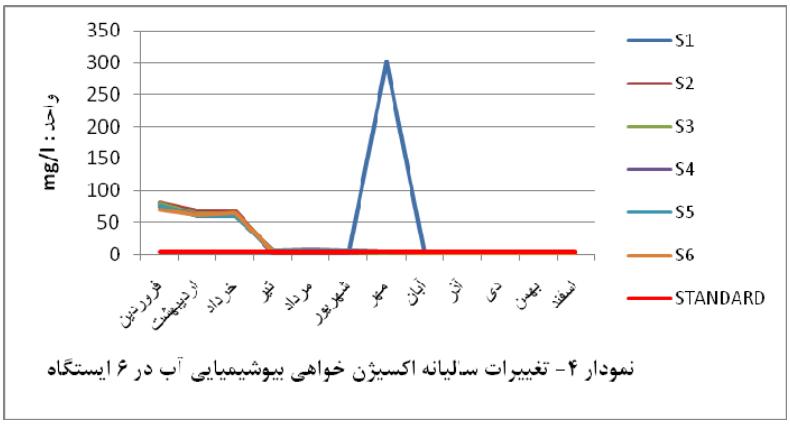
نمودار ۱- تغییرات سالیانه دمای آب در ۶ ایستگاه



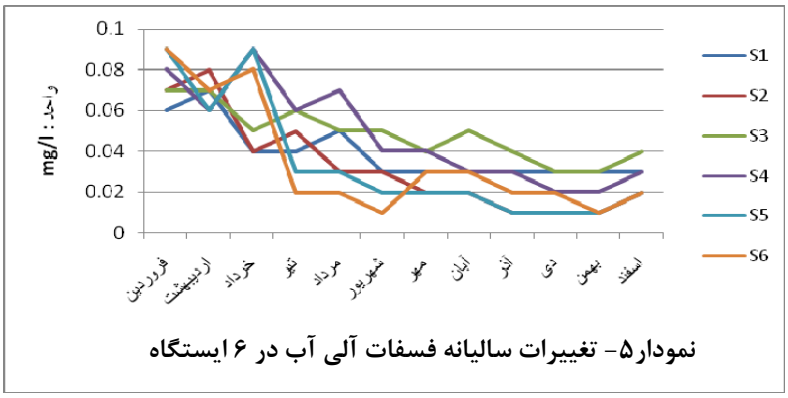
نمودار۲- تغییرات سالیانه pH آب در ۶ ایستگاه



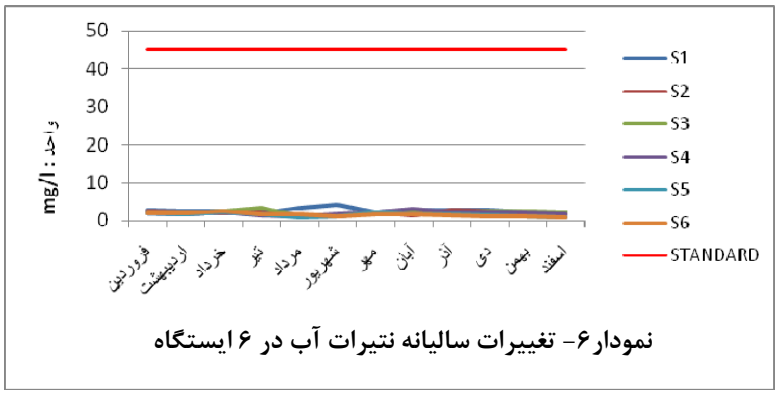
نمودار ۳- تغییرات سالیانه اکسیژن محلول آب در ۶ ایستگاه



نمودار ۴- تغییرات سالیانه اکسیژن خواهی بیوشیمیایی آب در ۶ ایستگاه



نمودار۵- تغییرات سالیانه فسفات آلی آب در ۶ ایستگاه



نمودار۶- تغییرات سالیانه نتیرات آب در ۶ ایستگاه

تفسیر نتایج

با توجه به بررسی های آزمایشگاهی و آنالیزهای مختلف فیزیکی و شیمیایی و با استناد به استانداردها و مراجع مختلف، ارزیابی مختصری از کیفیت ایستگاه های نمونه برداری به عمل آمده است. در جدول ۱۰ معیارهای عمومی کیفیت آب که توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایران تهیه شده، به عنوان استاندارد اندازه گیری ها در نظر گرفته شده است.

جدول ۱۰- استانداردهای کیفی آب رودخانه های کشور، سازمان حفاظت محیط زیست(۷)

پارامتر	حداکثر میزان مجاز	واحد
pH	۶/۵ – ۹	
کل جامدات محلول	۷۵۰	میلی گرم در لیتر
اکسیژن محلول	(حداقل)۵	میلی گرم در لیتر
اکسیژن خواهی بیوشیمیایی پنج روزه	۵	میلی گرم در لیتر
آمونیاک	۰/۰۲	میلی گرم در لیتر
نیترات	۴۵	میلی گرم در لیتر

- **روند تغییرات دمای آب:**

در ایستگاه های نمونه برداری شده با توجه به نمودار ۱ طی۱۲ ماه سال از فروردین ماه تا ماه های تیر و مرداد روند افزایشی داشته که در این ۲ ماه به بیشترین مقدار خود رسیده و سپس تا اسفند ماه سیر نزولی داشته که در بهمن ماه به حداقل مقـــدار خود رسیده است. به طوریکه بیشترین میزان درجه حرارت ۳۲/۵ درجه سانتی گراد مربوط به ایستگاه شماره ۱ در تیرماه و کمترین میزان آن ۹ درجه سانتی گراد مربوط به ایستگاه شماره ۴ در بهمن ماه بوده است.

- **فاکتور pH آب:**

یکی از پارامترهای مهم کیفی آب از دیدگاه بهره برداری است و غالباً مقادیر بهینه آن در محدوده ۶/۵ تا ۹/۵ قرار دارد(۷). این فاکتور تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر میزان مواد معلق، مواد کلوئیدی، مواد آلی، وجود آنیون هـــای هالوژنه و راهیـابی رواناب های کشاورزی و ... در آب قرار می گیرد(۹). با توجه به نمودار۲ روند تغییرات pH آب در ایستگاه های نمونه برداری شده، در ماه های شهریور و مهر به دلیل راهیابی رواناب های کشاورزی به رودخانه و در نتیجه ورود آلاینده هایی با پایه اسیدی (هوموس) روند کاهشی را نشان می دهد. بر اساس استانداردهای کیفی آب رودخانه های کشور (جدول۱۰) محدوده تغییرات pH آب در تمامی ایستگاه ها، در تمـــامی ماه های سال در محدوده بهینه ۶/۵ تا ۹/۵ قرار دارد.

- **شاخص اکسیژن محلول در آب:**

به عنوان یک فاکتور مهم مرتبط با شرایط زندگی جانداران آبزی و تعیین میزان آلودگی اهمیت پیدا می کند. این شاخص تحت تاثیر عواملی مانند: قابلیت محلول شدن گاز اکسیژن در آب، فشار جزئی گاز اکسیژن در هوا، دما و درجه خلوص آب قرار می گیرد(۸). با توجه به نمودار ۳ روند تغییرات اکسیژن محلول آب در ایستگاه های نمونه برداری شده در طول سال از فروردین تا تیرماه روند کاهش داشته که در تیر ماه در ایستگاه شماره ۲ به حداقل مقدار (۶/۱۱) می رسد، که این کاهش در نتیجه کاهش میزان بارندگی و به تبع آن افزایش میزان املاح در آب می باشد. زیرا املاح جای اکسیژن مولکولی را می گیرند. همچنین فعالیت میکروارگانیسم ها با افزایش دما بیشتر شده، در نتیجه مصرف اکسیژن بالا رفته و منجر به کاهش اکسیژن محلول می شود. از طرفی با کاهش دما و افزایش بارندگی و افزایش جریان آب، میزان اکسیژن محلول در آب افزایش می یابد. بنابراین مشاهده می شود از آبان ماه تا اسفند ماه تغییرات اکسیژن محلول روند افزایشی را نشان می دهد، به طوری که بیشترین مقدار آن ۱۰/۷۴ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه شماره ۶ در بهمن ماه مشاهده می شود. به طور کلی افزایش و کاهش اکسیژن محلول در آب می تواند تحت تاثیر اغتشاش و تلاطم جریان آب به واسطه افزایش جریان باد، بارش های فصلی، کاهش تبخیر آب، افزایش ظرفیت انحلال اکسیژن در آب با کاهش دما، ... قرار گیرد. بر اساس استاندارد کیفی آب رودخانه های کشور (جدول ۱۰) میزان اکسیژن محلول آب رودخانه در تمامی ایستگاه ها و تمامی ماه های سال در حد استاندارد (بالاتر از ۵ میلی گرم بر لیتر) می باشد.

- **روند تغییرات اکسیژن خواهی بیوشیمیایی آب:**

با توجه به نمودار ۴ در طول سال به جز ایستگاه شماره ۱ روند کاهشی داشته، به طوری که بیشترین مقدار آن

۸۱ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه شماره ۲ در فروردین ماه و کم ترین میزان آن ۱/۲ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه شماره ۱ در آذر ماه مشاهده می شود. بر اساس استانداردهای کیفی آب رودخانه ها (جدول۱۰)، میزان آب در تمامی ایستگاه ها در فاصله ماه های فروردین تا تیر بالاتر از حداکثر میزان مجاز می باشد و در بقیه ماه های سال در حداکثر میزان مجاز می باشد. بیشترین میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی در ایستگاه شماره ۱ در فاصله ماه های شهریور تا آبان مشاهده می شود، افزایش اکسیژن خواهی بیوشیمیایی ناشی از ورود فاضلاب های شهری و کشاورزی منطقه می باشد

- **روند تغییرات فسفات آلی آب:**

در ایستگاه های نمونه برداری شده با توجه به نمودار ۵ در طی ۱۲ ماه به جز ایستگاه های ۲ و ۵ و ۶ که در خرداد ماه حداکثر تغییرات را نشان می دهد، در بقیه ایستگاه ها روند تغییرات از فروردین تا اسفند به موازات هم نوسانات کاهشی را نشان می دهند. در کل کم ترین میزان فسفات ۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه شماره ۲، ۵ و۶ در ماه های آذر و دی و بهمن و بیشترین میزان آن ۰/۰۹ میلی گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه های شماره ۴ در خرداد ماه، ایستگاه شماره ۵ و ۶ در فروردین ماه بوده است.

- **روند تغییرات نیترات آب:**

جهت بررسی منابع آلوده کننده با منشاء مواد آلی که غالباً در فاضلاب های شهری دیده می شود، از سنجش میزان نیترات، نیتریت و آمونیاک موجود در نمونه های آب کمک گرفته می شود. وجود نیترات در آب نشان می دهد که مدت زمان زیادی از بروز آلودگی آب گذشته است. به طور کلی غلظت نیترات ها و دیگر ترکیبات نیتروژنی به عواملی چون فرسایش، آلودگی های کشاورزی و فرایندهای دی نیتریفیکاسیون توده حیاتی میکروارگانیسم ها بستگی دارد. با توجه به نمودار۶ روند تغییرات نیترات در ایستگاه های نمونه برداری شده در طی ۱۲ ماه روند تقریبا ثابتی را نشان می دهد، به جز ایستگاه شماره ۱ که در شهریور ماه یعنی همزمان با فعالیت شالی کاران منطقه بیشترین میزان نیترات (۴/۳ میلی گرم) بر لیتر را دارد و کم ترین میزان آن ۰/۹ میلی گرم بر لیتر متعلق به ایستگاه شماره ۶ در اسفندماه می باشد. بر اساس استانداردهای کیفی آب رودخانه ها (جدول۱۰)، میزان نیترات آب در تمامی ایستگاه ها و تمامی ماه های سال در حد استاندارد می باشد.

در تحقیق مشابهی که توسط خیراللهی بر روی رودخانه دز انجام گرفت، شاخص های کیفی آب (نیترات، فسفات، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، دما، pH) در ۶ ایستگاه (دریاچه سد کرخه، خروجی نیروگاه، سمیره، زال، محل تلاقی سمیره و زال) اندازه گیری شد. نتایج به دست آمده آز آن نشان داد بیشترین میزان درجه حرارت آب ۳۲/۳ درجه سانتی گراد در ایستگاه دریاچه سد کرخه، در فصل تابستان و کم ترین میزان آن ۱۵/۱ درجه سانتی گراد در ایستگاه سمیره در فصل زمستان بوده است. بیشترین میزان اکسیژن محلول آب ۹/۸۷ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه دریاچه سد کرخه، در فصل بهار و کم ترین میزان آن ۴ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه خروجی نیروگاه در فصل تابستان بوده است. بیشترین میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی آب ۹ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه دریاچه سد کرخه، در فصل تابستان و کم ترین میزان آن ۶ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه زال در فصل زمستان بوده است. بیشترین میزان pH آب ۹/۲ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه سمیره در فصل تابستان و کم ترین میزان آن ۷/۳ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه خروجی نیروگاه در فصل پاییز بوده است. بیشترین میزان نیترات آب ۱۷ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه سمیره در فصل بهار و کم ترین میزان آن ۴/۳ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه خروجی نیروگاه در فصل زمستان بوده است. بیشترین میزان فسفات آب ۳/۱ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه سمیره در فصل بهار و کم ترین میزان آن ۰/۱ میلی گرم بر لیتر در ایستگاه زال در فصل زمستان بوده است.

نتیجه گیری

با بررســـی نتایج و سنجش های صـــورت گرفته می توان نتیجه گرفت که با توجه به فعالیت کشاورزی مردم منطقه و ورود پساب ناشی از آن به رودخانه و نیز فعالیت شالیکاران و ورود سرریز آب شالیزارها به رودخانه در اواخر تابستان و اوایل پاییز، در این بازه زمانی میزان فسفات، نیترات، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی افزایش و میزان اکسیژن محلول و pH کاهش می یابد. به طور کلی فعالیت های کشاورزی و توزیع اراضی با کاربری زراعتی نواحی مجاور رودخانه و به کارگیری انواع کودهای فسفاته و سموم کشاورزی و نیز وجود روستاهای مجاور رودخانه خصوصاً روستای زیرنا (ایستگاه شماره۳) و نیز مجاورت مناطق شهری خصوصاً شهر یاسوج که ایستگاه شماره ۲ از آن جا عبور کرده و وارد رودخانه می شود، سهم مهمی در آلودگی آب رودخانه داشته است.

سپاس گزاری

در پایان از شرکت مهندسی منابع آب و نیروی ایران که در انجام این طرح همکاری نموده اند کمال تشکر و قدردانی به عمل می آید.

منابع

۱. صادقی، هادی- روح اللهی، صالح، "اندازه گیری شاخص های فیزیکی و شیمیایی اب آشامیدنی شهر اردبیل"، مجله علمی پژوهشی دانشگاه آزاد علوم پزشکی اردبیل، دوره هفتم، شماره اول، بهار ۱۳۸۶، صفحات ۵۲ تا ۵۶

۲. احسانی، حمیدرضا، « بررسی روند تغییرات نیترات و هدایت الکتریکی در آب های شرب زیرزمینی دشت همدان- بهار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS »، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۸۶- ۱۳۸۵

۳. درخشانفر، مهرنوش، «بررسی کیفیت آب رودخانه کن و شناسایی عوامل آلاینده آن با استفاده از GIS»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۸۶

۴. آذرکار، سید محمد، «بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه کارون در دشت خوزستان از نظر مصارف کشاورزی و اثرات زیست محیطی آن »، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۷۶

۵. نوریان، سهیلا،" مشاهدات زیست محیطی و بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی بر روی رودخانه زاینده"، ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران، ۱۳۸۶

۶. وزارت نیرو،۱۳۹۰، گزارش مطالعات هیدرولوژی حوضه رودخانه خرسان

۷. استانداردهای کیفی آب رودخانه های کشور، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۵، پوریادگار.

۸. اقبالی شمس آباد، پروانه، ۱۳۸۹، "بررسی روند تغییرات پارامترهای فیزیکی و آلودگی های شیمیایی رودخانه سفید رود و تحلیل عوامل موثر بر آن با استفاده از GIS"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۹. عباسپور، مجید،۱۳۷۱، "مهندسی محیط زیست"، دانشگاه آزاد اسلامی

10. P.H.A., A.W.W.A. and W. E. f. 2009. Standard Method for the examination of Water and Waste. A.D. Eaton, L. S. Clesceri and A. E. Greenberg (eds.), 20th edition. American Health Association, Washington, D.C.

11. www.GOOGLEEARTH.COM