

# بررسی کیفی روند پارامترهای DO و BOD<sub>5</sub> رودخانه دز در محدوده شهر دزفول

یعقوب کریمی<sup>۱</sup>، جمال‌الدین برفر<sup>۲</sup>، علی افروس<sup>۳</sup>، سعید طاهری قناده<sup>۴</sup>، مریم زلّقی<sup>۵</sup>

۱- مدیرعامل شرکت بهره‌برداری ناحیه شمال خوزستان

۲- مدیر آبنای شهرستان دزفول

۳- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران

۴- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران

۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد\_ مهندسی منابع آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران

## چکیده

رودخانه‌ها یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های پویا هستند و آگاهی از تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب رودخانه‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. در این پژوهش تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای کیفیت آب در حوزه آبخیز دز طی دوره آبی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ با استفاده از استانداردهای کیفی و نرم‌افزارهای Excel و SPSS مورد تحلیل و مطالعه شد. ابتدا پارامترهای کیفیت آب رودخانه دز در شش ایستگاه پارک جنگلی، پل چهارم، پل سوم، علی کله، پل سوم، پل قدیم و پل پنجم شامل DO، BOD<sub>5</sub> و T نمونه‌برداری و اندازه‌گیری گردید. عمده آلودگی رودخانه دز از فاضلاب‌های شهری می‌باشد که یا مستقیماً توسط ساکنین کنار رودخانه، به آن وارد می‌گردند و یا به‌وسیله کانال‌های شهری جمع‌آوری شده، سپس در یک نقطه وارد رودخانه می‌شود. با توجه به نتایج مشاهداتی درجه حرارت (T) در بازه مورد مطالعه عامل تهدید کننده‌ای برای حیات آبزیان محسوب نمی‌باشد ولی DO و BOD<sub>5</sub> در پایین‌دست بازه مطالعاتی عامل تهدید کننده‌ای برای حیات آبزیان محسوب می‌شوند. بر اساس استاندارد طبقه‌بندی آب‌های سطحی ملی پاکستان، برای کاربری شرب پارامتر DO در تمامی ماه‌های سال ۹۵ و ۹۶ رعایت شده است اما استاندارد BOD<sub>5</sub> در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی نقض شده است. شرایط بحرانی رودخانه دز پایین بودن دبی و بارگذاری بالای آلاینده‌ها سبب افزایش غلظت پارامترهای کیفی آب در پایین‌دست بوده است. با توجه به نتایج تست ANOVA میانگین پارامترهای درجه حرارت، DO و BOD<sub>5</sub> اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها وجود دارد  $p < 0.05$ .

## واژه‌های کلیدی: DO، BOD<sub>5</sub>، رودخانه دز، کیفیت آب

### مقدمه

(۲۰۰۱). آلودگی رودخانه‌ها یکی از مهمترین مشکلات دنیای امروز بویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد که کشور ایران نیز با تمدن چهار هزار ساله‌اش با این مشکل روبرو است (روئین<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۲؛ اسدالله‌فردی، ۲۰۰۹). رشد جمعیت و افزایش فعالیت‌های انسانی در حوضه آبریز رودخانه‌ها، تخلیه فاضلاب‌های خانگی و صنعتی، فعالیت‌های کشاورزی، رواناب و شیرابه محل‌های دفع زباله باعث کاهش

آب برای زندگی و همه فعالیت‌های انسان حیاتی است و دسترسی به آب سالم، کافی و با کیفیت مناسب از بارزترین شرایط دستیابی به توسعه پایدار می‌باشد (سربونجیک<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). در میان منابع آب، رودخانه‌ها از مهمترین منابع تامین آب می‌باشند که جهت مصارف شرب، کشاورزی، آبیاری، صنعت و... مورد استفاده قرار می‌گیرند (بردالو<sup>۲</sup> و همکاران،

1 -Srebotnjak

2 -Bordalo

3 -Ruibin

نتیجه این عمل مصرف اکسیژن محلول آبها است و اگر نرخ مصرف اکسیژن از نرخ جایگزینی آن بیش تر شود، بعد از گذشت مدت زمانی اکسیژن آب از بین رفته و حیات آبزیان به خطر می افتد.

راجارام و آشوتوش<sup>۲</sup> (۲۰۱۰)، در مطالعه خود تحت عنوان آلودگی آب با پسابهای صنعتی در هند معتقدند که هند به سوی وضع مقررات سخت گیرانه تر نسبت به پسابهای صنعتی برای کنترل آلودگی آب حرکت می کند و بیشتر تلاش های لازم در جهت کاهش خطر برای سلامت عموم مردم مربوط به آلاینده های سمی است که عمدتاً بی رنگ و بی بو هستند و انتظار می رود که به اکوسیستمها وارد شوند. خامر<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در تجزیه شیمیایی و روندیابی شاخص های کیفیت شیمیایی آب رودخانه چم انجیر خرم آباد به این نتیجه رسیدند که آب این رودخانه بر اساس نمودار شولر در دسته خوب و قابل قبول از نظر شرب قرار دارد و مانعی برای نوشیدن ندارد.

شکوهی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱) کیفیت آب رودخانه آیدوغموش را با اندازه گیری پارامترهای کیفی و شاخص ویلکوکس بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد که فضولات دامی به عنوان آلاینده های غیرنقطه ای از عوامل تاثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه مورد مطالعه است. همچنین با توجه به نتایج مشخص شد که آب برای مصارف کشاورزی بلامانع است.

پویراز<sup>۵</sup> و تاسپینار<sup>۶</sup> (۲۰۱۴) در مطالعه منطقه مرمره ترکیه نمونه های آب از هشت نقطه متفاوت نسبت به غلظت فلزات سنگین را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از روش PCA و تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی مربوط به عناصر فلزی استفاده شد. نتایج نشان

کیفیت آب این منابع شده است (ومنگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). اکسیژن محلول در اثر فتوسنتز گیاهان افزایش، و در اثر اکسیداسیون اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، نیتریفیکاسیون و تنفس گیاهان کاهش می یابد. بسته به اینکه آب در حال اشباع باشد و یا در حالت زیر اشباع، طی فرآیند هوادهی مجدد اکسیژن می گیرد و یا از دست می دهد (پلیتیر<sup>۳</sup> و چاپرا<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸). اکسیژن-دهی محلی بر بهبود غلظت اکسیژن محلول در آب (DO) مؤثر بوده است. اختلاط فاضلاب تصفیه شده، برای افزایش جریان و اکسیژن دهی محلی به منظور دستیابی به سطوح قابل قبول کیفیت آب، ضروری است (کنل<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). میزان اکسیژن محلول در رودخانه ها به عوامل متعددی از جمله دمای آب، میزان هوادهی مجدد، بار آلی موجود و یا ورودی به رودخانه بستگی دارد. ظرفیت خودپالایی رودخانه ها تابع عوامل زمانی و مکانی، نوع شدت بار آلاینده های ورودی و نیز شرایط محیطی بستر رودخانه است. در حقیقت، ارزیابی خودپالایی رودخانه تعیین مقدار اکسیژن محلول در طول آن است که بر اساس این ظرفیت می توان دریافت رودخانه از لحاظ آلودگی در چه وضعیتی است و در چه نقاطی وضعیت بحرانی کمبود اکسیژن محلول وجود دارد (انصاری پور و همکاران، ۱۳۹۲). علت اصلی کاهش کیفیت آب های سطحی ورود فاضلاب های شهری و خانگی، زائدات و رواناب های کشاورزی و صنعتی (اعم از آلی، غیر آلی و گرما) و پسماندهای جامد و نیمه جامد می باشد. رودخانه ها به صورت طبیعی قادرند مواد آلی و آلاینده های را که به صورت خام وارد آنها می شوند را به کمک میکروارگانیسمها، اکسیده و تثبیت کنند. اما

- 1- Wmg
- 2 -Pelletier
- 3 -Chapra
- 4 -Canale
5. Raja Ram and Shvtvsh
- 6 -Khamer
- 7 -Shokoohi
- 8 -Poyraz
- 9 - Espinar

طوفان‌های رعد و برق‌زا می‌باشد. جمع ساعات آفتابی سالانه بیش از ۲۷۰۰ ساعت و میزان تبخیر به بیش از ۲۴۰۰ میلی‌متر می‌رسد. بر اساس طبقه‌بندی دومارتن منطقه دزفول جزو مناطق نیمه‌خشک و بر اساس کلیموگرام آمبرژه دارای آب و هوای بیابانی گرم می‌باشد.

### انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری

پس از تحقیق و مطالعه کتابخانه‌ای معیارهای انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری شناسایی شد و سپس با استفاده تحقیقات میدانی نقطه محل‌های ورود فاضلاب به رودخانه دز در حد فاصل بازه مورد مطالعه به‌نحوی که نشان‌دهنده روند وضعیت کیفی آب در بالادست هر بازه باشد انتخاب گردیدند. فاضلاب‌های شهری منطقه‌های زیباشهر و چمگلک، فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه پادگان ارتش پایین‌دست پل سوم از ساحل غربی، فاضلاب‌های شهری در محدوده پل قدیم از ساحل غربی و فاضلاب شهری پایین‌دست پل پنجم از ساحل شرقی بر روی رودخانه دز شناسایی و سپس از ایستگاه‌های انتخاب شده نمونه‌برداری صورت گرفت. در این تحقیق اثرات تغییرات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی کیفی رودخانه دز مورد ارزیابی قرار گرفت به این منظور پارامترهای مختلف کیفی رودخانه دز در حدفاصل بازه مکانی پارک جنگلی لاله تا بند انحرافی به فاصله ۱۶/۴ کیلومتر مورد ارزیابی قرار گرفت و پارامترهایی نظیر BOD, DO, pH, EC, TDS، درجه حرارت و کدورت در فاصله زمانی شهریور ۹۵ تا شهریور ۹۶ اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری در جهت جریان رودخانه دز از ایستگاه‌های روبروی پارک جنگلی لاله، پایین‌دست پل چهارم، سد تنظیمی (علی کله)، پایین‌دست پل سوم، پایین‌دست پل قدیم و پایین‌دست پل پنجم صورت گرفت. شکل (۱) موقعیت

داد که غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های آب آشامیدنی از محدوده استاندارد WHO<sup>۱</sup> (سازمان بهداشت جهانی) تجاوز نمی‌کند با این حال در برخی نمونه‌ها غلظت مس و وانادیم در آستانه آلودگی می‌باشد. منشأ آلودگی از، صنایع مختلف، تردد وسایل نقلیه، فعالیت‌های بشر و آلودگی هوا حاصل شده است.

### مواد و روش‌ها

حوضه آبریز رودخانه دز به عنوان یک حوضه درجه ۳، زیر مجموعه‌ای از حوضه کارون بزرگ محسوب می‌شود و در تقسیم‌بندی بزرگتر در زیرمجموعه حوضه خلیج فارس و دریای عمان قرار می‌گیرد. از شهرهای مهم موجود در این حوضه می‌توان به دزفول، اندیمشک و شوش اشاره کرد.

### سیمای عمومی منطقه مورد مطالعه

دزفول از شهرهای استان خوزستان در جنوب غربی ایران است که بر روی رودخانه دز واقع شده و مختصات آن عبارتند از عرض جغرافیایی "۱۶' ۳۲" و طول جغرافیایی "۲۵' ۴۸" و دارای ارتفاع ۱۳۷ متر از سطح تراز دریا می‌باشد. از نظر اقلیمی این منطقه دارای آب و هوایی گرم با رژیم بارندگی مدیترانه‌ای است، لذا بارندگی‌های فصل سرد در این منطقه بوقوع می‌پیوندد. متوسط بارندگی آن بر اساس آمار ۱۴ ساله گذشته ۳۴۸ میلی‌متر می‌باشد. گرمترین ماه سال ژوئیه با حداکثر مطلق ۵۳ درجه و متوسط ۳۶ درجه سانتی‌گراد و سردترین ماه سال ژانویه با حداقل مطلق ۰/۹- و متوسط دمای ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر اساس بررسی‌های آماری جهت غالب بادهای منطقه جنوب - جنوب غربی می‌باشد و بیشترین سرعت باد ثبت شده ۸۰ نات و جهت جنوب- جنوب غربی است که ناشی از عبور جبهه سرد و

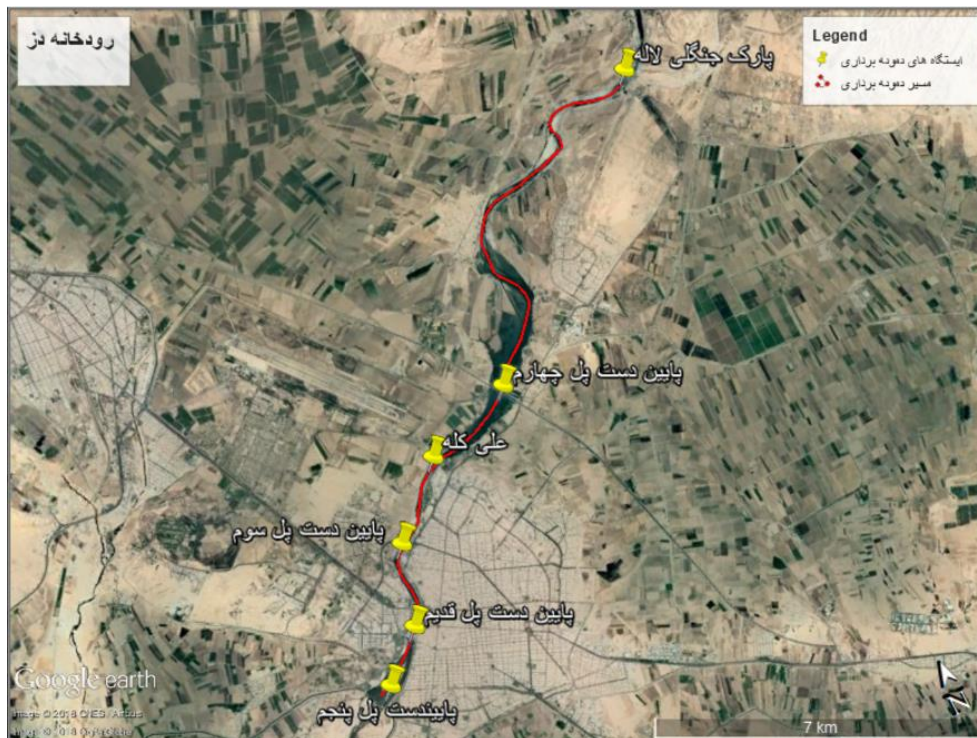
1 -World Health Organization

2 - July

3 -January

شده‌اند، مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از GPS و نرم‌افزار گوگل ارث برداشت شدند.

ایستگاه‌ها را بر روی نقشه نشان می‌دهد. همچنین مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها در جدول (۱) ذکر



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری بر روی نقشه

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها

ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی (utm)	عرض جغرافیایی (utm)	ارتفاع (متر)	فاصله از پایین دست (کیلومتر)
۱	پارک جنگلی لاله	۳۵۹۳۸۶۵	۲۶۴۰۲۰	۱۴۲	۱۶/۴
۲	پل چهارم	۳۵۸۹۲۲۵	۲۵۸۵۵۹	۱۳۴	۷/۳۵
۳	سد تنظیمی (علی کله)	۳۵۸۸۵۸۹	۲۵۶۵۳۴	۱۳۶	۵/۲
۴	پل سوم	۳۵۸۷۳۲۹	۲۵۵۰۸۳	۱۲۱	۳/۲۵
۵	پل قدیم	۳۵۸۵۶۴۷	۲۵۴۴۸۰	۱۱۸	۱/۴
۶	پل پنجم	۳۵۸۴۷۸۳	۲۵۳۵۳۴	۱۱۶	۰

شد و نمونه‌های برداشت شده جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه منتقل شدند. تمام آزمایشات آنالیز آب مطابق کتاب استاندارد متود برای آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد.

#### محل و تاریخ آزمایشات

از ۶ بازه انتخاب شده به صورت ماهانه از شهریور ماه ۹۵ تا شهریور ماه ۹۶ به صورتی متوالی از محل جریان آب در طول رودخانه نمونه برداری صورت گرفت حجم نمونه فاضلاب و پساب برداشت شده جهت آزمایشات فوق ۲ لیتر بود که از ظروف استریل استفاده

بار آلودگی‌ها، شاخص‌های مختلف کیفی رودخانه در ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

### بررسی روند درجه حرارت

رودخانه دزد در فصل تابستان بیشترین دما (T) و در فصل زمستان کمترین دما را دارد. سرعت رشد جلبک‌ها معمولاً در آب‌های گرم زیاد است و این پدیده می‌تواند موجب بروز مشکل ناشی از رشد جلبک‌ها و تشکیل گروه‌های حجیمی از آنها شود. تغییرات دما بر سرعت واکنش‌های شیمیایی و مقدار حلالیت مواد شیمیایی اثر می‌گذارد. بیشتر واکنش‌های شیمیایی نظیر حل شدن جامدات در اثر افزایش دما سرعت بیشتری می‌یابند. از طرف دیگر حلالیت گازها در درجه حرارت‌های بالا از خود کاهش نشان می‌دهد که باعث کاهش اکسیژن محلول می‌شود (مقیمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴).

روند تغییرات پارامتر درجه حرارت در رودخانه دزد در نمودار شکل (۲) نشان داده شده است. کمترین و بیشترین میزان درجه حرارت به ترتیب در فصل زمستان و تابستان معادل ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شده است. دمای آب در ایستگاه‌های پایین دست بیشتر از ایستگاه‌های بالادست می‌باشد که می‌توان به ورود فاضلاب‌های خانگی در پایین دست اشاره کرد. درجه حرارت در طول زمان یک سال در شهریور ۹۶ نسبت به شهریور ۹۵ حدود ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است.

### کاربرد تحلیل‌های آماری در منابع آب

کیفیت آب‌های سطحی در حال حاضر یکی از نگرانی‌های اصلی محیط‌زیستی در سراسر جهان است که تحت تاثیر عواملی مانند آلودگی‌های نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای و تغییر اقلیم قرار می‌گیرد. تحلیل‌های آماری می‌توانند در بررسی آب‌های سطحی و زیرزمینی و شناسایی عوامل موثر در کیفیت آب‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

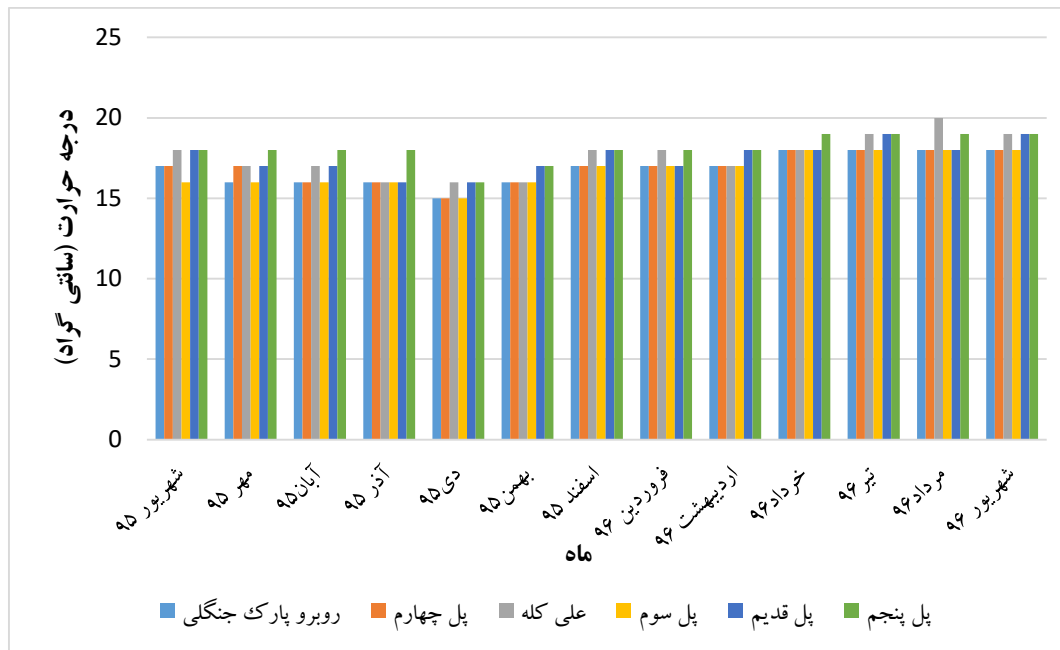
در این پژوهش جهت بررسی روند تغییرات کیفیت آب در طی سال‌های ۹۵ تا ۹۶ در ایستگاه‌های مختلف از آزمون LSD در نرم افزار IBM SPSS STATISTICS 25 استفاده شد.

به منظور تحلیل اطلاعات و آمار آلاینده‌ها، میزان تغییرات پارامترهای مختلف کیفی نسبت به زمان ترسیم گردیده و تحلیل‌های لازم در رابطه با نحوه تغییرات زمانی و مکانی به عمل آمد. با استفاده از میزان تغییرات بار آلودگی‌ها، شاخص‌های مختلف کیفی رودخانه در ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی و مقایسه قرار گردید.

جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL نسخه ۲۰۱۳ و به منظور آنالیزهای آماری آزمایشات از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ استفاده گردید. در ضمن تمام میانگین‌ها به همراه خطای استاندارد ( $\text{Mean} \pm \text{SE}$ ) آورده شده است. تعیین سطح احتمال با ضریب اطمینان ۹۹/۹۵ درصد و در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه در جهان مقایسه گردیده و مورد بحث و تفسیر قرار گرفت.

### نتایج و بحث

به منظور تحلیل اطلاعات و آمار آلاینده‌ها، میزان تغییرات پارامترهای مختلف کیفی نسبت به زمان ترسیم و تحلیل‌های لازم در رابطه با نحوه تغییرات زمانی و مکانی به عمل آمد. با استفاده از میزان تغییرات



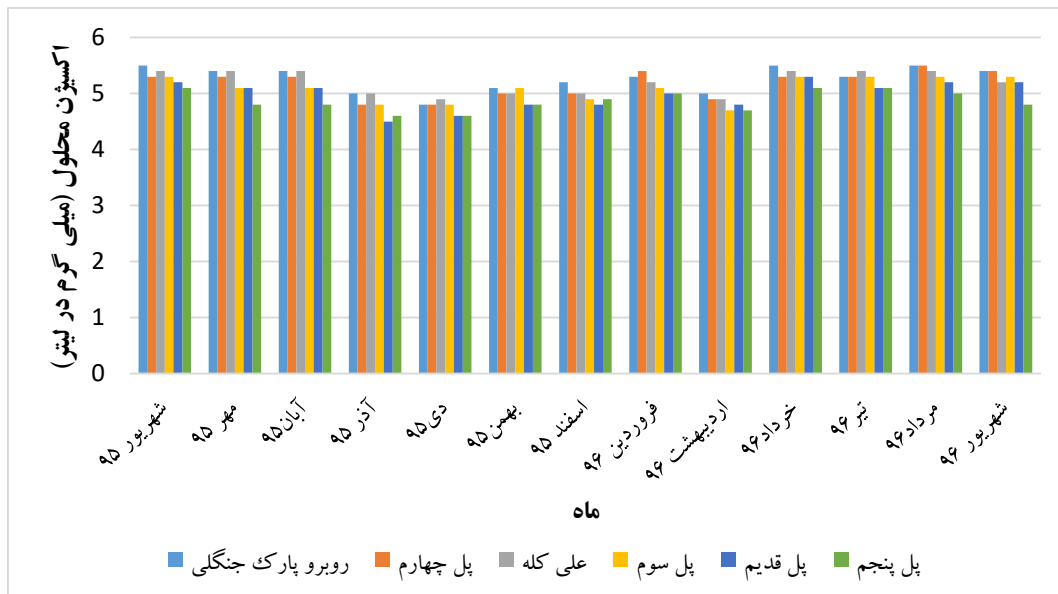
شکل ۲- روند تغییرات درجه حرارت رودخانه دز

### روند تغییرات اکسیژن محلول

روند تغییرات اکسیژن محلول رودخانه دز در نمودار شکل (۱۱-۴ و ۱۲) نشان داده شده است. کمترین و بیشترین میزان اکسیژن محلول به ترتیب در ۲ ایستگاه پایین دست پل قدیم و روبروی پارک جنگلی به ترتیب معادل ۴/۵ و ۵/۵ میلی گرم در لیتر مشاهده شده است. روند اکسیژن محلول از بالادست تا پایین دست رودخانه دز به صورت کاهشی می باشد. و در ماه های مختلف دارای نوسان می باشد. در پایین دست رودخانه دز ایستگاه پل پنجم در اکثر ماه ها میزان اکسیژن محلول کمتر از ۵ میلی گرم در لیتر مشاهده شده است.

میزان اکسیژن محلول در آب با بده رابطه مستقیمی دارد به طوری که با افزایش بده میزان اکسیژن محلول

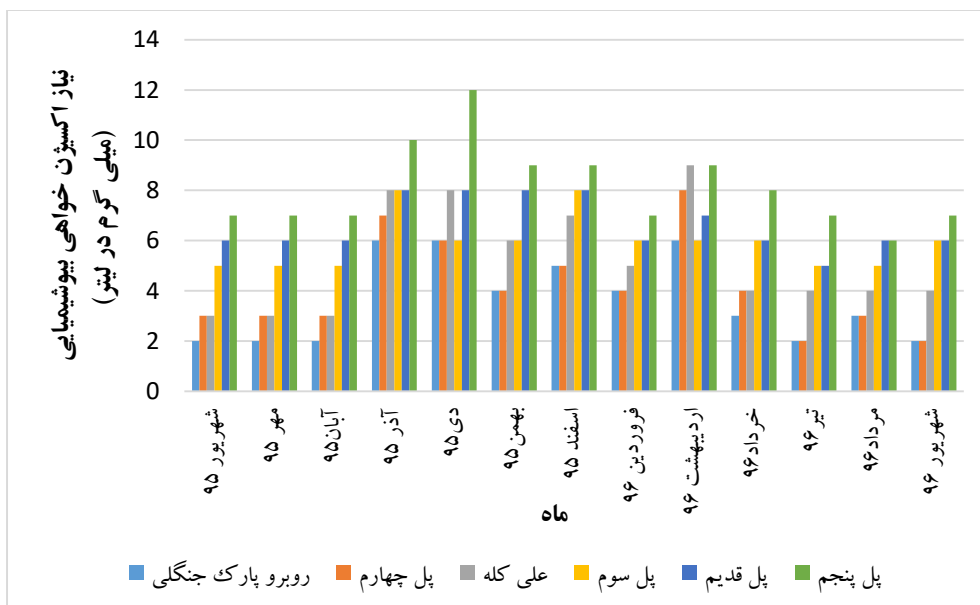
نیز افزایش می یابد. از مهم ترین عوامل تاثیرگذار بر میزان اکسیژن محلول وجود مواد آلی در آب می باشد که وجود این مواد میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی و شیمیایی را افزایش داده و باعث کاهش میزان اکسیژن محلول می شود. بر این اساس می توان بیان داشت که مهم ترین عامل کاهش اکسیژن محلول در ایستگاه پل پنجم ورود فاضلاب های حاوی مواد آلی شهری به رودخانه می باشد. به دلیل کاهش دبی پایه رودخانه و بارگذاری منابع آلاینده به صورت روزانه باعث افزایش غلظت این مؤلفه در رودخانه گردیده است.



شکل ۳- روند تغییرات اکسیژن محلول رودخانه دز

روندی افزایشی می‌باشد. در فصل زمستان میزان BOD<sub>5</sub> در ایستگاه‌های نمونه‌برداری بیشتر از ماه‌های گرم سال می‌باشد. هر چقدر که نیاز اکسیژن خواهی بیوشیمیائی در رودخانه بیشتر باشد اکسیژن محلول بیشتری جهت حذف BOD نیاز است.

**روند تغییرات نیاز اکسیژن خواهی بیوشیمیائی**  
روند تغییرات نیاز اکسیژن خواهی بیوشیمیائی رودخانه دز در نمودار شکل (۳ و ۴) نشان داده شده است. کمترین و بیشترین میزان BOD<sub>5</sub> به ترتیب در بالادست (روبروی پارک جنگلی) و پایین‌دست (پل پنجم) رودخانه دز مشاهده شده است. نیاز اکسیژن-خواهی بیوشیمیائی رودخانه دز در طول رودخانه دارای



شکل ۴- روند تغییرات BOD<sub>5</sub> رودخانه دز

بر اساس استاندارد ۵۳۰-۶۲-۳۰۲ سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا نیز همانند استاندارد اتحادیه اروپا برای پارامترهای اکسیژن محلول و نیاز اکسیژن خواهی بیوشیمیایی در برخی ایستگاه‌ها طی سال این استاندارد نقض شده است.

بر اساس استاندارد طبقه‌بندی آب‌های سطحی ملی پاکستان، برای پارامتر اکسیژن محلول در تمامی ماه‌های سال ۹۵ و ۹۶ این استاندارد رعایت شده است اما استاندارد BOD<sub>5</sub> در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی نقض شده است.

### تجزیه و تحلیل‌های آماری

**بررسی اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌های مختلف**  
جهت بررسی اختلاف معنی‌دار میانگین کیفیت آب بین ایستگاه‌های مختلف از ANOVA استفاده شد. نتایج حاصل از تست ANOVA به همراه ویژگی‌های توصیفی از جمله میانگین، انحراف معیار، واریانس، خطای استاندارد و فاصله اطمینان ۹۵ درصدی و در نهایت مقدار مینیمم و ماکزیمم داده‌ها در بخش زیر ارائه شده است.

جداول (۱۸-۴ تا ۲۴-۴) نشان دهنده مجموع مربعات، درجه آزادی بین گروه‌ها، درون گروه‌ها و کل می‌باشد. میانگین مربعات و آنالیز واریانس با آماره‌ی F (فیشر) نیز در جدول آمده است. ستونی که باید به آن توجه نمود ستون sig. است که برای پارامترهای TDS، کدورت، هدایت‌الکتریکی و pH مقدارش از ۰/۰۵ بیشتر بوده و همین موجب پذیرفتن فرض صفر می‌گردد. در آنالیز واریانس فرضیه صفر این است که اختلافی بین میانگین جمعیت‌ها وجود ندارد. ولی برای پارامترهای درجه‌حرارت، DO و BOD<sub>5</sub> میزان sig. کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد و همین موجب رد فرض صفر می‌گردد بدین معنا که حداقل بین میانگین دو گروه از این ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

استاندارد کیفیت آب برای حفاظت محیط‌زیست (اکوسیستم‌های آبی) برای دو گروه آب به شرح زیر در جدول (۴-۱) ارائه شده است (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۵).

براساس استاندارد EC/44/2006 اتحادیه اروپا برای آبریان رود دز کلاس گروه ۲ در نظر گرفته شده است. با توجه به جدول پارامترهای اندازه‌گیری شده pH و درجه‌حرارت در بازه مورد مطالعه عامل تهدید کننده‌ای برای حیات آبریان محسوب نمی‌باشد. اکسیژن محلول در کل ایستگاه‌های نمونه‌برداری علی-الخصوص ایستگاه‌های پایین دست پل سوم، پل قدیم و پل پنجم در برخی ماه‌ها کمتر از حد استاندارد ۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد و عامل تهدید کننده‌ای برای حیات آبریان محسوب می‌شود. پارامتر BOD<sub>5</sub> بر اساس استاندارد EC/44/2006 اتحادیه اروپا در ایستگاه پل قدیم و پل پنجم در تمام ماه‌های نمونه-برداری بیشتر از ۶ میلی‌گرم بر لیتر و در ایستگاه پل چهارم، علی‌کله و پل سوم در برخی ماه‌ها بیشتر از ۶ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که عامل تهدید کننده‌ای برای حیات آبریان در این ایستگاه‌ها محسوب می‌شود ولی در ایستگاه ابتدایی در بالادست (روبروی پارک جنگلی لاله) در تمامی ماه‌های نمونه‌برداری کمتر و یا مساوی ۶ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

برای بررسی وضعیت کیفی آب باید پارامترهای کیفی آب را با استانداردهای کاربری تعریف شده سنجید. پارامتر در نظر گرفته شده برای مطالعه، BOD و DO است.

بر اساس استاندارد 75/440/EEC اتحادیه اروپا به جز اکسیژن محلول و BOD<sub>5</sub> که در اکثر ماه‌های سال در برخی ایستگاه‌های مورد بررسی بخصوص در پایین دست پل سوم، پل قدیم و پل پنجم نقض شده، ولی برای پارامترهای pH و هدایت‌الکتریکی در تمامی ماه‌های سال این استاندارد رعایت شده است.



جدول ۲- بررسی اختلاف معنی دار میانگین پارامتر BOD<sub>5</sub> رودخانه دز در ایستگاه‌های مختلف

ANOVA					
BOD					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	174.679	5	34.936	13.380	.000
Within Groups	188.000	72	2.611		
Total	362.679	77			

جدول ۳- بررسی اختلاف معنی دار میانگین پارامتر اکسیژن محلول رودخانه دز در ایستگاه‌های مختلف

ANOVA					
DO					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.436	5	.287	5.775	.000
Within Groups	3.582	72	.050		
Total	5.018	77			

جدول ۴- بررسی اختلاف معنی دار میانگین پارامتر درجه حرارت رودخانه دز در ایستگاه‌های مختلف

ANOVA					
Tempracher					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	18.064	5	3.613	3.508	.007
Within Groups	74.154	72	1.030		
Total	92.218	77			

جدول شماره (۲۷-۴) نشان دهنده تفاوت میان گروه‌های درجه حرارت در ایستگاه‌های مورد بررسی به روش LSD می‌باشد. با توجه به جدول (۲۷-۴) در ایستگاه ۶ با ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۴، همچنین بین دو ایستگاه ۳ و ۴ تفاوت معنی‌داری بین میانگین گروه‌ها در سطح ۰/۰۵ وجود دارد.

#### نتیجه گیری

این پژوهش به منظور آگاهی از روند تغییرات کیفیت آب رودخانه دز با استفاده از نرم افزار Excle و Spss انجام گردید. و نتایج حاصل از پژوهش را به صورت خلاصه می‌توان به صورت زیر بیان نمود:  
اکسیژن محلول در کل ایستگاه‌های نمونه برداری علی‌الخصوص ایستگاه‌های پایین دست پل سوم، پل قدیم و پل پنجم در برخی ماه‌ها کمتر از حد استاندارد ۵ میلی گرم بر لیتر می‌باشد و عامل تهدید کننده‌ای برای حیات آبریان محسوب می‌شود. پارامتر BOD<sub>5</sub>

حال که فرض برابری میانگین‌های گروه‌ها برای پارامترهای درجه حرارت، اکسیژن محلول و BOD<sub>5</sub> رد شده است. به بررسی جزئی گروه‌ها به روش کمترین مربعات LSD در جداول (۲۵-۴ و ۲۶ و ۲۷) پرداخته شده است. با توجه به جدول (۲۵-۴) بین میانگین گروه‌های BOD در ایستگاه شماره ۱ با ایستگاه‌های شماره ۳، ۴، ۵ و ۶ اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. همچنین در ایستگاه شماره ۲ با ایستگاه‌های شماره ۴، ۵ و ۶ نیز اختلاف معنی‌داری بین میانگین گروه‌ها وجود دارد.

با توجه به جدول شماره (۲۶-۴) در ایستگاه شماره ۱ با ایستگاه‌های شماره ۴، ۵ و ۶ اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ بین میانگین گروه‌های اکسیژن محلول وجود دارد همچنین در ایستگاه‌های شماره ۲ و ۳ با ایستگاه‌های شماره ۵ و ۶ نیز تفاوت معنی‌داری بین میانگین گروه‌ها وجود دارد. همچنین بین دو ایستگاه شماره ۴ و ۶ نیز تفاوت معنی دار می‌باشد.

بین میانگین گروه‌های اکسیژن محلول در ایستگاه شماره ۱ با ایستگاه‌های شماره ۴، ۵ و ۶ اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد همچنین در ایستگاه‌های شماره ۲ و ۳ با ایستگاه‌های شماره ۵ و ۶ نیز تفاوت معنی‌داری بین میانگین گروه‌ها وجود دارد. همچنین بین دو ایستگاه شماره ۴ و ۶ نیز تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

بین میانگین گروه‌های درجه حرارت در ایستگاه ۶ با ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۴، همچنین بین دو ایستگاه ۳ و ۴ تفاوت معنی‌داری بین میانگین گروه‌ها در سطح ۰/۰۵ وجود دارد.

مجموع فاضلاب‌های شهری دزفول و روستاهای مسیر رودخانه (به استثنا تصفیه‌خانه شهر دزفول) که حجمی تقریباً معادل ۲۵۰ لیتر در روز دارند و خود محتوی انواع میکروب‌ها و مواد پاک‌کننده می‌باشند مستقیماً و بدون هیچ‌گونه عمل تصفیه و پالایش وارد رودخانه می‌شوند و همین‌طور خروجی تصفیه‌خانه تیپ ۲۹۲ زرهی از اهم منابع آلوده کننده برای رودخانه دز به خصوص ساحل رود به شمار می‌آید. تخلیه فاضلاب در مسیر رودخانه توسط شهرداری (به علت ساخت پل پنجم، نصب پل شناور و بندهای بتنی و همچنین احداث پارک و کاشت درخت در بستر رودخانه) موجب کند شدن سرعت آب شده است. ورود فاضلاب خانگی دارای نیترات و فسفات و پساب‌های کشاورزی که از بالادست وارد رودخانه می‌شود نیز از دلایل اصلی رشد گیاهان آبی در رودخانه دز است. یکی دیگر از دلایل رشد گیاهان آبی و جلبک‌ها می‌توان تعریض رودخانه توسط بند بتنی عنوان کرد با تعریض رودخانه توسط بند بتنی عمق آب را کاهش داده و نور خورشید به راحتی به کف رودخانه نفوذ یافته و رشد سریع این جلبک‌ها را رقم می‌زند. لایروبی نشدن رودخانه در سال‌های اخیر موجب شده رشد بی‌رویه انواع جلبک و خزه در بخش وسیعی از این رودخانه اتفاق بیافتد به طوری که در پایین دست پل قدیم و کناره‌های پل شناور و نیز اطراف پل پنجم جریان آب به شدت کند شده و

بر اساس استاندارد EC/44/2006 اتحادیه اروپا در ایستگاه پل قدیم و پل پنجم در تمام ماه‌های نمونه برداری بیشتر از ۶ میلی گرم بر لیتر و در ایستگاه پل چهارم، علی کله و پل سوم در برخی ماه‌ها بیشتر از ۶ میلی گرم بر لیتر می‌باشد که عامل تهدید کننده‌ای برای حیات آبیان در این ایستگاه‌ها محسوب می‌شود ولی در ایستگاه ابتدایی در بالادست (روبروی پارک جنگلی لاله) در تمامی ماه‌های نمونه برداری کمتر و یا مساوی ۶ میلی گرم بر لیتر می‌باشد.

بر اساس استاندارد 75/440/EEC اتحادیه اروپا برای کاربری شرب اکسیژن محلول و BOD<sub>5</sub> در اکثر ماه‌های سال در برخی ایستگاه‌های مورد بررسی بخصوص در پایین دست پل سوم، پل قدیم و پل پنجم نقض شده است.

بر اساس استاندارد ۵۳۰-۳۰۲-۶۲ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا نیز همانند استاندارد اتحادیه اروپا برای پارامترهای اکسیژن محلول و نیاز اکسیژن خواهی بیوشیمیایی در برخی ایستگاه‌ها طی سال این استاندارد از نظر کاربری شرب نقض شده است.

بر اساس استاندارد طبقه بندی آب‌های سطحی ملی پاکستان، برای پارامتر اکسیژن محلول در تمامی ماه‌های سال ۹۵ و ۹۶ این استاندارد رعایت شده است اما استاندارد BOD<sub>5</sub> در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی از نظر کاربری شرب نقض شده است.

با توجه به نتایج تست ANOVA اختلاف پارامترهای درجه حرارت، DO و BOD<sub>5</sub> اختلاف معنی‌داری وجود دارد میزان sig. کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد.

در بررسی جزئی گروه‌ها به روش کمترین مربعات LSD بین میانگین گروه‌های BOD در ایستگاه شماره ۱ با ایستگاه‌های شماره ۳، ۴، ۵ و ۶ اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. همچنین در ایستگاه شماره ۲ با ایستگاه‌های شماره ۴، ۵ و ۶ نیز اختلاف معنی‌داری بین میانگین گروه‌ها وجود دارد.

دبی خروجی مطابق حق آبه رودخانه دز توسط سازمان آب و برق و تعمیر و راه‌اندازی تصفیه‌خانه فاضلاب تیپ ۲۹۲ زرهی اشاره کرد.

با توجه به مطالعات و بررسی‌های به‌عمل آمده، اهم منابع و مراکز آلوده کننده رودخانه دز را می‌توان فاضلاب‌های روستاهای مسیر، پساب‌ها و فاضلاب‌های شهری و کشاورزی در بالادست دانست با بررسی‌های میدانی بر روی رودخانه دز مطابقت دارد.

خزه‌ها به محل انباشت انواع پسماند و زباله تبدیل شده است. پل شناور نیز به تنهایی به رشد این جلبک‌ها بسیار کمک کرده است.

از جمله راه‌کارهای زیست‌محیطی به منظور حفظ کیفیت آب رودخانه دز در طول مسیر می‌توان به ساماندهی فاضلاب و گاو‌میش‌آباد، هدایت فاضلاب کوی حافظ به شبکه فاضلاب شهری دزفول، پاک‌سازی و لایروبی مناطق بحرانی رشد جلبک‌ها، جمع‌آوری و یا اقدامات فوری بازسازی پل شناور، رهاسازی

### منابع

- ۱- انصاری پور، ا.م.، ابراهیمی، ک. و امید، م.ح. ۱۳۹۲. بررسی خودپالایی جریان‌های رودخانه‌ای با توسعه و کاربرد مدل‌های ریاضی مطالعه موردی: رودخانه پسیخان- گیلان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱۴، شماره ۲، سال ۱۳۹۲، صفحه ۳۱-۴۲.
- ۲- سازمان حفاظت محیط‌زیست. ۱۳۹۵. استاندارد کیفیت آب‌های ایران، ۱۴ صفحه.
- ۳- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور. (۱۳۸۸). دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی جاری، وزارت نیرو، نشریه شماره ۵۲۲، ۲۲۲ صفحه.
- ۴- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور. (۱۳۸۴). راهنمای مطالعات ظرفیت خودپالایی رودخانه‌ها، شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران، نشریه شماره ۲۹۲-الف.
- ۵- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور. (۱۳۸۸). راهنمای مطالعات ظرفیت خودپالایی رودخانه‌ها، نشریه ۴۸۱، ۱۶۱ صفحه.
- ۶- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور. (۱۳۹۱). راهنمای کاربرد مدل‌های ریاضی و فیزیکی در مطالعات مهندسی و ساماندهی رودخانه، وزارت نیرو، نشریه شماره ۵۸۴، ۱۵۳ صفحه.
- ۷- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۹. آب آشامیدنی- استاندارد ملی شماره ۱۰۵۳، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، تجدید نظر پنجم.

- 8- Asadollahfardi G. Application of water quality indices to define surface water quality in Tehran. International Journal of Water 2009; 1: 51-69.
- 9- Bordalo A, Nilsumranchit W, Chalermwat K. Water quality and uses of the Bangpakong River (Eastern Thailand). Water Research journal 2001;15: 3635-42.
- 10-Kannel P.R., Lee S., Kanel S.R., Lee Y.S. and Ahn K.H. (2007). Application of QUAL2Kw for water quality modeling and dissolved oxygen control in the river Bagmati. Environmental monitoring and assessment, 125(1-3): 201-217.
- 11-Khamer Z., M. H. Mahmoudi Gharai., S. Omrani and A. Sayareh. (2011). Assess the quality of water resources in the mine area zar mountain. West Torbatheydariyeh. 4th Conference Iranian Society of Economic Geology [In Persian].
- 12-NRMED, Natural Resources Management and Environment Department. (2005) "Rapid Assessment Study: Towards Integrated Planning Of Irrigation And Drainage In Egypt", In Support Of The Integrated Irrigation Improvement And Management Project (IIIMP), FAO Corporate Document Repository, Final Report, Rome.

- 13-NWRC, National Water Research Center, (2007). "The operational drainage water reuse guidelines", (NAWQAM).
- 14-Pelletier G. and Chapra S. (2008). A modeling framework for simulating river and stream water quality. Environ-mental Assessment Program, Olympia, Washington: p. 98504-7710.
- Poyraz B. and Taspinar F. (2014). Analysis, Assessment and Principal Component Analysis of Heavy Metals in Drinking Waters of Industrialized Region of Turkey. Int. J. Environ. Res, 8(4),1261-1270.
- 15-Rajaram,.T & Ashutosh Das, 2010, "Water pollution by industrial effluents in India: Discharge scenarios and case for participatory ecosystem specific local regulation", Journal of Futures, No. 40, pp 56– 69.
- 16-Ruibin Z, Xin Q, Huiming L, Xingcheng Y, Rui Y. Selection of optimal river water quality improvement programs using QUAL2K: A case study of Taihu Lake Basin, China. Science of Total Environment journal 2012; 431: 278-85.
- 17-Shokoohi R, Hoseinzadeh E, Alipour M, Hoseinzadeh S., (2011). Evaluation Aydughmush River Quality Parameters Changes and Wilcox index calculation. Rasayan Journal of Chemistry;4(3): 673-80.
- 18-Srebotnjak T, Carr G, Sherbinin A, Rickwood C. A global Water Quality Index and hot-deck imputation of missing data. Ecological Indicators journal 2012;17:108-19.
- 19-Wmng A, Jcperea B &d, Tran H. Improvment of river water quality through a seasonal effluent discharge program(SEDp). Water, Air, and Soil Pollution journal 2006; 176:113-37.