

## مطالعه کیفیت آب رودخانه بشار در منطقه حفاظت شده دنا

### چکیده

در حال حاضر آب رودخانه بشار، منبع حیات آبریان و تأمین کننده آب مورد نیاز حیات وحش و ساکنان حواشی آن است و یکی از سرشاخه های مهم رودخانه کارون می باشد. این پژوهش باهدف بررسی کیفیت آب قسمتی از رودخانه بشار که از منطقه حفاظت شده دنا عبور می کند، انجام گرفت. در این مطالعه در طول رودخانه بشار در محدوده مورد مطالعه یازده ایستگاه انتخاب گردید و نمونه برداری از این مسیر ۱۹۰۶۸ متری به مدت سه روز متوالی در بهمن ۱۳۹۵ و در هر ایستگاه با سه تکرار انجام گرفت و در مجموع ۳۳ نمونه جمع آوری گردید. در نهایت نمونه ها در ظروف شیشه ای در پوشید به آزمایشگاه منتقل گردید و پارامترهای نیترات ( $\text{NO}_3$ )، فسفر (P)، اکسیژن خواهی بیولوژیکی (BOD)، کل جامدات محلول (TDS) و کلی فرم مدفوعی (Fecal coliform) استخراج گردید. داده های به دست آمده از طریق آزمون تی تک نمونه ای، آزمون تی غیر جفتی، آزمون تجزیه واریانس و آزمون همبستگی اسپیرمن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد میانگین فسفر ( $0.672 \pm 0.168$ ) و کلی فرم مدفوعی ( $4.01 \pm 0.17$ ) در آب بیشتر از حد مجاز استاندارد بود ( $P \leq 0.01$ ) و نیز در مقاطعی از رودخانه با حضور همزمان چند کاربری انسانی، کشاورزی و صنعتی در اطراف آن، میزان دو پارامتر فسفر (همه ایستگاه ها به جز ۲، ۴ و ۹) و کلی فرم مدفوعی (سه ایستگاه ۷، ۸ و ۱۰) بیشتر از حد استاندارد بود ( $P \leq 0.05$ ). همچنین تغییرات مکانی هر پنج فاکتور معلول ورود همزمان فاضلاب تصفیه نشده سایت های سنگ شکن، استخراج های پرورش ماهی، روستاها و زمین های کشاورزی به آب رودخانه بود. از طرف دیگر، همبستگی مثبت معنی دار بین BOD، TDS، P و Fecal coliform نشانگر افزایش بار آن ها از منابع آلوده کننده در اطراف آب رودخانه به طور همزمان بود؛ بنابراین آب رودخانه بشار در طی عبور از منطقه حفاظت شده دنا در ایستگاه های ۷، ۸، ۱۰ و ۱۱ که در مجاورت همزمان چندین کاربری انسانی، کشاورزی و صنعتی قرار گرفته، تنزل کیفیت داشته و با توجه به مصارف انسانی و حیات وحش از آب آن در مسیر منطقه حفاظت شده، خطر آلودگی، بیماری و مرگ آن ها را تهدید می کند.

**واژگان کلیدی:** بشار، دنا، کیفیت آب، رودخانه، منطقه حفاظت شده.

### روح الله حقیقت<sup>۱</sup>

### هانیه نوذری<sup>۲\*</sup>

۱. اداره کل حفاظت محیط زیست یاسوج، یاسوج،

ایران.

۲. استادیار گروه محیط زیست، واحد آباد، دانشگاه

آزاد اسلامی، آباد، ایران.

### \*مسئول مکاتبات:

hnowzari@iaubadeh.ac.ir

کد مقاله: ۱۴۰۰۲۰۸۹۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۱

**این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی**

**ارشد است.**

### مقدمه

یکی از اجزای مهم چرخه زندگی آب است که دسترسی به منابع آن، لازمه حیات و فعالیت های مختلف بشری است. آلودگی آب را می توان به صورت ناخالصی در آب به طوری که استفاده از آن را برای مصارف خاص نامناسب سازد، تعریف کرد که تمرکز جمعیت های انسانی به اشکال شهر و روستا و توسعه روزافزون فعالیت ها، مشکلات متعددی را برای منابع پذیرنده آبی در اثر کاربرد مستقیم و غیرمستقیم آلاینده ها موجب می گردد (بذرافشان و همکاران، ۱۳۸۲). حفظ کیفیت منابع آب با توجه به روند تخریبی رو به رشدشان در همه کشورها امری اجتناب ناپذیر است (کارآموز و کراچیان، ۱۳۸۲) تا آنجایی که تحقیقات در کشورهای صنعتی از مسئله بهره برداری و تأمین آب ها به مسئله کیفیت آب تغییر یافته است (Freeze and Cherry، ۱۹۷۹). رودخانه ها اکوسیستم های آب شیرین هستند که به دلیل ایفای نقش در رشد پایدار اقتصادی و کارکردهای



اکولوژیکی، از منابع طبیعی حائز اهمیت به شمار می‌روند اما متأسفانه تحت تأثیر فشارهای ناشی از فعالیت‌های انسانی به شدت در معرض آسیب قرار گرفته‌اند و دگرگونی‌های شگرفی در جنبه‌های گوناگون کمی و کیفی آن‌ها رخ داده است. افزایش جمعیت در بسیاری از کشورها موجب نیاز روزافزون به آب برای مصارف مختلف شده است که از یک سو وابسته به منابع آب رودخانه‌ها می‌باشند و از سوی دیگر فاضلاب‌های حاصل از فعالیت‌ها، عمده‌ترین منابع آلاینده آن‌ها محسوب می‌گردند. در نتیجه رودخانه‌ها با چالش‌های متفاوتی مانند افت سطح آب، کاهش کیفیت و افزایش بار آلاینده‌های طبیعی و غیرطبیعی روبرو هستند و استانداردهای آب جهت آشامیدن موجودات زنده طی سال‌های گذشته با افزایش دانش بشر درباره ماهیت و تأثیرات آلاینده‌های مختلف، مورد بازنگری قرار گرفته است (شمعانیان و همکاران، ۱۳۸۵).

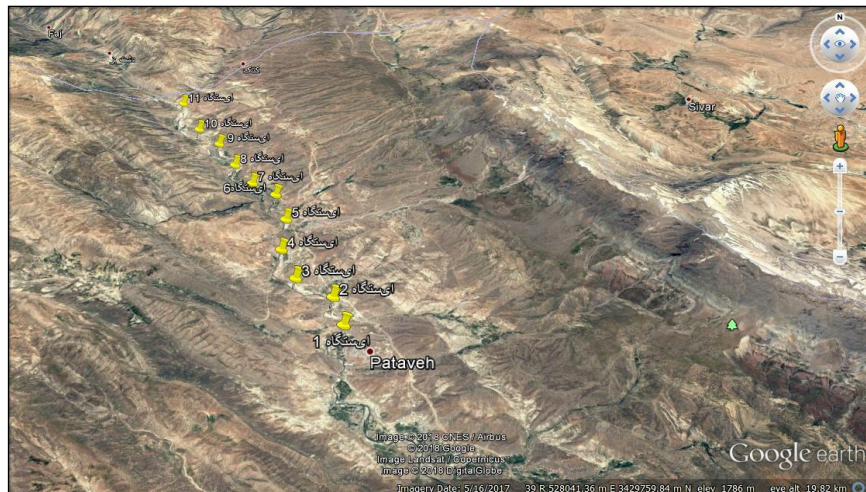
امروزه مصرف آب با کیفیت خوب یکی از دغدغه‌های حیاتی زیست‌مندان است که به‌طور مستقیم با سلامت آن‌ها در ارتباط است، بنابراین پایش کیفی آب‌های سطحی، به‌طور مستمر ضروری است؛ به‌طوری‌که در سال‌های گذشته موضوع تعدادی از مقالات علمی را به خود اختصاص داده است؛ به‌عنوان نمونه میرمشتاکی (۱۳۹۰) با مطالعه سفیدرود گیلان اعلام کرد میزان BOD در طول رودخانه از بالادست به سمت ایستگاه‌های پایین‌دست رو به افزایش است. کاوه و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه تالار مازندران اعلام کردند که تغییرات مکانی بر کیفیت آب رودخانه اثر معنی‌دار دارد. مروت دوست انارکولی و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند در کیفیت آب سفیدرود گیلان به دلیل ورود حجم بالایی از انواع مختلف فاضلاب‌ها کاهش محسوسی دیده می‌شود که آن را برای شرب و کشاورزی نامطلوب می‌سازد. رضایی و نوذری (۱۳۹۷) در بررسی کیفیت آب رودخانه دوهان سمیرم اعلام کردند آب رودخانه از سرچشمه تا قبل از آبشار به علت وجود منازل مسکونی و دام‌های عشایر، مزارع و باغات کیفیت متوسط داشته اما پس از آبشار به دلیل تخلیه فاضلاب حاصل از فعالیت‌های انسانی و گردشگری به کیفیت بد تنزل یافته است. Samantray و همکاران (۲۰۰۹) در ارزیابی کیفیت آب رودخانه آتاربانکی هند آلودگی آب را ناشی از فعالیت‌های انسانی معرفی کردند. Bakan و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه رودخانه کیزلیرماک ترکیه به این نتیجه دست یافتند که بالا بودن بار آلی و نیترات رودخانه مربوط به تخلیه فاضلاب‌های خانگی روستاهای واقع در حوضه آبریز بوده است. Effendi و Wardiatno (۲۰۱۵) وضعیت کیفی آب رودخانه سیامبولونگ اندونزی را در سه ایستگاه و سه نوبت بررسی و اعلام نمودند کیفیت آب این رودخانه در محدوده خوب قرار دارد. El Najjar و همکاران (۲۰۱۹) در پایش آب رودخانه ابراهیم لبنان دریافتند فعالیت‌های انسانی منجر به افزایش  $\text{NO}_3$ ، BOD و کلی فرم مدفوعی در خروجی رودخانه بود. Tsering و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود بر روی آب رودخانه تیستا هیمالیا اعلام کردند افزایش غلظت یون‌های تشکیل‌دهنده TDS تابعی از فرسایش سنگ‌های ناشی از فعالیت‌های سنگ‌شکن است. Ogwueleka و Christopher (۲۰۲۰) در بررسی کیفیت آب رودخانه اُساما نیجریه با ۲۵ نمونه از ۵ ایستگاه به این نتیجه رسیدند که BOD و کل کلی فرم از حد استاندارد بالاتر بودند که به دلیل تغییرات اکوسیستم آبی ناشی از فعالیت‌های انسانی بود. Liu و Mao (۲۰۲۰) در ارزیابی آب رودخانه زیانگجیانگ چین نتیجه گرفتند تغییرات مکانی معنی‌دار در مورد همه پارامترهای کیفی آب (به‌جز جیوه) وجود داشت که به‌طور معنی‌داری باهم همبستگی مثبت داشتند.

بشار رودخانه‌ای است به طول ۱۲۰ کیلومتر که در قسمتی از مسیر خود از منطقه حفاظت‌شده دنا می‌گذرد (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۷). امروزه تعداد ۳۲۷ واحد صنعتی در حوضه آبریز بشار مستقر می‌باشد که تولید زباله صنعتی این واحدها معادل ۵۹۸۲۶ تن در سال محاسبه گردیده است؛ نیز در حدود ۲۰ درصد از آب مصرفی در کشاورزی منطقه تبدیل به فاضلاب می‌گردد که وجود کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات باعث آلودگی آب می‌گردد. این رودخانه، در حاشیه‌ی جنوبی شهر یاسوج واقع شده و محدوده‌های پیرامونی رودخانه فاقد کارکردهای برنامه‌ریزی‌شده بوده و مورد هجوم کاربری‌های آلاینده و فرسایشی همانند کارگاه‌های تولید شن و ماسه، زباله‌دانی و آبریزگاه فاضلاب‌های روستایی، کشاورزی و صنعتی قرار دارد (آتش سودا و همکاران، ۱۳۹۲)؛ بنابراین هدف از این مطالعه بررسی کیفیت آب رودخانه مذکور تحت تأثیر منابع آلاینده آن در کل مسیری که از منطقه حفاظت‌شده دنا می‌گذرد، بوده است تا سلامت آب مورد مصرف انسان‌ها و حیات‌وحش ساکن در منطقه حفاظت‌شده دنا بررسی شود.

## مواد و روش‌ها

منطقه حفاظت‌شده (ذخیرگان زیست‌کره) دنا با مساحت ۲۰۵۳۹۸ هکتار در موقعیت جغرافیایی  $51^{\circ}36'E - 31^{\circ}26'N$  و  $31^{\circ}27'N - 31^{\circ}45'E$  در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار گرفته است و دارای اقلیم نیمه مرطوب سرد با میانگین بارندگی ۶۹۴ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق ۳۹ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد است. موقعیت جغرافیایی رشته‌کوه‌های زاگرس و اقلیم حاکم باعث ایجاد پوشش گیاهی و حیات جانوری منحصر به فرد در سطح آن شده که به همراه فرایندهای اکولوژیکی و بیولوژیکی حاکم بر آن‌ها تنوع زیستی این منطقه را تشکیل می‌دهند (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۷). رودخانه بشار یکی از سرشاخه‌ها و منابع مهم تأمین‌کننده آب رودخانه کارون می‌باشد که از ارتفاعات غرب شهرستان سپیدان در استان فارس سرچشمه گرفته و در مسیر شمال شرق-جنوب غرب با دریافت شاخه‌های فرعی در محلی به نام دوآب سادات محمودی در منطقه بویراحمد سفلی با رودخانه ماربر یکی شده و با تشکیل رودخانه خرسان از استان کهگیلویه و بویراحمد خارج می‌شود (اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان کهگیلویه و بویراحمد، ۱۳۹۷).

این پژوهش به صورت میدانی و نمونه‌برداری به روش تصادفی طبقه‌بندی‌شده (Stratified Random Sampling) انجام گرفت و نمونه‌ها با فواصل زمانی مشخص (یک روز) و از مکان‌های مشخص (۱۱ ایستگاه) برداشت شدند. به همین منظور ابتدا موقعیت کلی رودخانه با استفاده از نقشه‌های ۱/۵۰۰۰ و نیز نقشه دریافتی از Google Earth بررسی شد (نقشه ۱) و در کل طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت‌شده دنا یازده ایستگاه انتخاب گردید؛ ایستگاه اول بعد از پل پاتاوه و ایستگاه نهایی بعد از روستای کله‌گه انتخاب شدند. کل مسیر موردبررسی ۱۹۰۶۸ متر بود و کاربرهای روستا، اراضی کشاورزی، کارگاه‌های سنگ‌شکن، طرح‌های پرورش ماهی و گلخانه‌ها در اطراف رودخانه وجود داشت (جدول ۱). نمونه‌برداری از رودخانه بشار در بهمن‌ماه ۱۳۹۵ به مدت ۳ روز متوالی و در هر ایستگاه با ۳ تکرار انجام گرفت و در مجموع ۳۳ نمونه جمع‌آوری گردید.



نقشه ۱: نقشه ماهواره‌ای رودخانه بشار و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول آن در منطقه حفاظت‌شده دنا در سال ۱۳۹۵.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت‌شده دنا در سال ۱۳۹۵.

| ایستگاه  | عرض جغرافیایی (شمالی) | طول جغرافیایی (شرقی) | ارتفاع از سطح دریا (m) | فاصله از ایستگاه قبل (m) |
|----------|-----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| ۱        | ۳۴۲۵۶۰۰               | ۵۲۴۶۹۴               | ۱۴۷۳                   | ۰                        |
| ۲        | ۳۴۲۶۹۸۰               | ۵۲۴۱۸۷               | ۱۴۶۸                   | ۱۸۷۰                     |
| ۳        | ۳۴۲۷۹۷۲               | ۵۲۲۷۳۸               | ۱۴۶۰                   | ۱۷۵۶                     |
| ۴        | ۳۴۲۹۶۷۳               | ۵۲۱۹۴۳               | ۱۴۴۱                   | ۱۸۷۷                     |
| ۵        | ۳۴۳۱۵۶۵               | ۵۲۱۸۱۲               | ۱۴۴۲                   | ۱۸۹۶                     |
| ۶        | ۳۴۳۳۳۱۴               | ۵۲۱۱۰۸               | ۱۴۱۹                   | ۱۸۸۵                     |
| ۷        | ۳۴۳۴۱۲۰               | ۵۱۹۹۹۰               | ۱۴۱۷                   | ۱۶۷۸                     |
| ۸        | ۳۴۳۵۴۹                | ۵۱۸۹۳۰               | ۱۳۹۸                   | ۱۷۰۰                     |
| ۹        | ۳۴۳۷۴۸۷               | ۵۱۷۸۱۰               | ۱۳۹۰                   | ۲۰۱۱                     |
| ۱۰       | ۳۴۳۸۷۹۲               | ۵۱۶۵۸۰               | ۱۳۸۰                   | ۱۷۹۳                     |
| ۱۱       | ۳۴۴۱۴۲۰               | ۵۱۵۱۲۸               | ۱۳۷۱                   | ۲۶۰۲                     |
| جمع مسیر | -                     | -                    | -                      | ۱۹۰۶۸                    |

نمونه‌ها در ظروف شیشه‌ای درب پوشیده به آزمایشگاه منتقل گردید (معاونت نظارت راهبردی، ۱۳۸۹). به منظور برداشت نمونه‌ها از ظروف موجود در آزمایشگاه‌ها استفاده شد؛ این امر ضمن تضمین جمع‌آوری حجم کافی نمونه مورد نیاز، امکان حفظ وضعیت نمونه اولیه را با اضافه کردن برخی از محلول‌های نگه‌دارنده به نمونه فراهم می‌آورد. در نهایت استخراج و سنجش میزان ۵ پارامتر کل جامدات محلول (TDS)، فسفر (P)، نیترات ( $\text{NO}_3$ )، اکسیژن خواهی بیولوژیکی (BOD) و کلی فرم مدفوعی (Fecal coliform) در نمونه‌های آب به ترتیب با روش‌ها/دستگاه‌های: تفاوت وزن کل مواد جامد و کل جامدات معلق/دسیکاتور، اسکورییک اسید-فتومتري/اسپکتروفتومتر، بروسین-فتومتري/اسپکتروفتومتر، نانومتريک/انکوباتور، چند لوله‌ای/تخمیر ۱۵ لوله‌ای با استفاده از روش‌های استاندارد متد (American Public Health Association, ۱۹۹۹) در آزمایشگاه شبکه بهداشت و درمان شهر یاسوج در استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت.

قبل از انجام هر آزمون آماری، نرمال بودن توزیع فراوانی داده‌ها با آزمون نرمالیتی (Normality test) بررسی شد؛ در برخی موارد، داده‌ها نرمال بودند و در مواردی که توزیع داده‌ها نرمال نبود با استفاده از  $\ln$  داده‌ها نرمال شدند. سپس داده‌های به‌دست‌آمده از طریق آزمون تی تک نمونه‌ای (One Sample T-Test)، آزمون تی غیر جفتی (Independent Sample T-Test)، آزمون تجزیه واریانس (Analysis of Variance: ANOVA) و آزمون همبستگی اسپیرمن (Spearman Correlation Matrix) توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ (SPSS, ۲۰۰۸) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

## نتایج

آزمون تی تک نمونه‌ای و مقایسه کل داده‌های اندازه‌گیری شده طی سه روز نمونه‌برداری برای هر پارامتر با حد استاندارد ملی نشان داد، میانگین کل جامدات محلول، نیترات، فسفر، اکسیژن خواهی بیولوژیکی و کلی فرم مدفوعی با حد استاندارد تفاوت معنی‌داری دارند ( $p \leq 0.01$ ) در همه موارد). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد میانگین پارامترهای کل جامدات محلول، نیترات و اکسیژن خواهی بیولوژیکی کمتر از حد استاندارد ملی (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۸) و استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۰) است اما میانگین کلی فرم مدفوعی و فسفر بیشتر از حد مجاز استاندارد است (جدول ۲).

**جدول ۲: نتایج مقایسه مقدار میانگین  $\pm$  انحراف معیار پارامترها با استاندارد ملی در سه روز نمونه برداری در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت شده دنا در سال ۱۳۹۵.**

| پارامتر                | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-Value | سطح معنی داری | استاندارد | واحد |
|------------------------|----------------------------|---------|---------------|-----------|------|
| کل جامدات محلول        | ۲۰۹/۴ $\pm$ ۸۷/۳           | ۰/۰۰۰   | ۹۹ درصد       | ۱۵۰۰      | mg/l |
| فسفر                   | ۰/۰ $\pm$ ۶۷۳/۶۸           | ۰/۰۰۰   | ۹۹ درصد       | ۰/۰۶۵     | mg/l |
| نیترات                 | ۱۰/۲ $\pm$ ۲/۹۶            | ۰/۰۰۰   | ۹۹ درصد       | ۵۰        | mg/l |
| کلی فرم مدفوعی         | ۴/۰ $\pm$ ۰۱/۱۷            | ۰/۰۰۰   | ۹۹ درصد       | ۰         | MPN  |
| اکسیژن خواهی بیولوژیکی | ۱/۰ $\pm$ ۱۲/۵۹            | ۰/۰۰۰   | ۹۹ درصد       | ۳         | mg/l |

از سوی دیگر آزمون تی تک نمونه‌ای و مقایسه داده‌های اندازه‌گیری شده هر پارامتر در بین ایستگاه‌های مختلف انجام شد. مقایسه میانگین کل جامدات محلول در ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده نشان داد، میانگین کل جامدات محلول در هر ۱۱ ایستگاه با حد استاندارد تفاوت معنی دار دارد و کمتر از حد استاندارد است ( $p \leq ۰/۰۱$  همه موارد). مقایسه میانگین فسفر در ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده نشان داد، میانگین فسفر در همه ایستگاه‌ها به جز ایستگاه ۲، ۴ و ۹ با حد استاندارد تفاوت معنی دار دارد و بیشتر از حد استاندارد است ( $p \leq ۰/۰۵$  در ایستگاه‌های ۱، ۳، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰ و ۱۱). همچنین مقایسه میانگین نیترات در ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده نشان داد میانگین نیترات در همه ایستگاه‌ها بابا حد استاندارد تفاوت معنی دار دارد و کمتر از حد استاندارد ملی است ( $p \leq ۰/۰۱$  در همه موارد) (جدول ۳).

**جدول ۳: نتایج مقایسه مقدار میانگین  $\pm$  انحراف معیار کل جامدات محلول، فسفر و نیترات با استاندارد ملی در بین ایستگاه‌های مختلف در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت شده دنا در سال ۱۳۹۵.**

(TDS standard: 1500, P standard: 0.065, NO<sub>3</sub> standard: 50 mg/l)

| NO <sub>3</sub> (mg/l) |                            |         | P (mg/l) |                            |         | TDS (mg/l) |                            |         |
|------------------------|----------------------------|---------|----------|----------------------------|---------|------------|----------------------------|---------|
| ایستگاه                | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-Value | ایستگاه  | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-Value | ایستگاه    | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-Value |
| ۱                      | ۰ $\pm$ ۲۰۴/۰۰۰            | ۰/۰۰۰** | ۱        | ۱/۰ $\pm$ ۳/۰۶۴            | ۰/۰۰۱** | ۱          | ۱۴/۰ $\pm$ ۹۸/۲۰۲          | ۰/۰۰۰** |
| ۲                      | ۲۰۳/۱ $\pm$ ۶/۱۵           | ۰/۰۰۰** | ۲        | ۰/۰ $\pm$ ۰۷/۰۱۷           | ۰/۶۶۷   | ۲          | ۱۲/۰ $\pm$ ۱۱/۵۳۹          | ۰/۰۰۰** |
| ۳                      | ۲۰۷/۰ $\pm$ ۳/۵۷           | ۰/۰۰۰** | ۳        | ۰/۰ $\pm$ ۱/۰۰۰            | ۰/۰۰۰** | ۳          | ۹/۰ $\pm$ ۷۵/۱۳۲           | ۰/۰۰۰** |
| ۴                      | ۲۰۶/۱ $\pm$ ۳/۵۲           | ۰/۰۰۰** | ۴        | ۰/۰ $\pm$ ۰۵۶/۰۰۵          | ۰/۱۳۰   | ۴          | ۷/۰ $\pm$ ۹۴/۰۵۲           | ۰/۰۰۰** |
| ۵                      | ۰ $\pm$ ۲۰۹/۰۰۰            | ۰/۰۰۰** | ۵        | ۰/۰ $\pm$ ۲۹/۰۶۴           | ۰/۰۲۵*  | ۵          | ۱۳/۰ $\pm$ ۵۶/۱۰۳          | ۰/۰۰۰** |
| ۶                      | ۰ $\pm$ ۲۰۹/۰۰             | ۰/۰۰۰** | ۶        | ۰/۰ $\pm$ ۳۳/۰۵۷           | ۰/۰۱۵*  | ۶          | ۷/۰ $\pm$ ۴۹/۳۱            | ۰/۰۰۰** |
| ۷                      | ۲۱۵/۰ $\pm$ ۳/۵۷           | ۰/۰۰۰** | ۷        | ۱/۰ $\pm$ ۸۲/۰۵۱           | ۰/۰۰۰** | ۷          | ۵/۰ $\pm$ ۲۲/۵۴۱           | ۰/۰۰۰** |
| ۸                      | ۲۱۱/۱ $\pm$ ۶/۵۲           | ۰/۰۰۰** | ۸        | ۰/۰ $\pm$ ۹۰/۰۴            | ۰/۰۰۱** | ۸          | ۱۰/۰ $\pm$ ۵/۶۰۱           | ۰/۰۰۰** |
| ۹                      | ۱ $\pm$ ۲۱۲/۰۰             | ۰/۰۰۰** | ۹        | ۰/۰ $\pm$ ۰۷/۰۱۷           | ۰/۶۶۷   | ۹          | ۱۲/۰ $\pm$ ۳۴/۲۲           | ۰/۰۰۰** |
| ۱۰                     | ۲۱۳/۲ $\pm$ ۶/۰۸           | ۰/۰۰۰** | ۱۰       | ۱/۰ $\pm$ ۸۵/۲۴            | ۰/۰۰۶** | ۱۰         | ۶/۰ $\pm$ ۸۵/۳۵            | ۰/۰۰۰** |
| ۱۱                     | ۲۱۶/۲ $\pm$ ۶/۰۸           | ۰/۰۰۰** | ۱۱       | ۰/۰ $\pm$ ۵۵/۰۷۲           | ۰/۰۰۷** | ۱۱         | ۱۱/۰ $\pm$ ۳۷/۳۷۱          | ۰/۰۰۰** |

\*سطح معنی داری ۹۵ درصد

\*\*سطح معنی داری ۹۹ درصد

نتایج مقایسه میانگین اکسیژن خواهی بیولوژیکی در ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده نشان داد میانگین اکسیژن خواهی بیولوژیکی در همه ایستگاه‌ها به جز ۷، ۸، ۱۰ با حد استاندارد تفاوت معنی‌دار دارد و از حد استاندارد کمتر است ( $p \leq 0.01$ ) در همه ایستگاه‌ها به جز ۷، ۸، ۱۰. نتایج مقایسه میانگین کلی فرم مدفوعی در ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده نشان داد میانگین کلی فرم مدفوعی در ایستگاه‌های ۷، ۸، ۱۰ با حد استاندارد تفاوت معنی‌دار دارد و بیش از حد استاندارد است ( $p \leq 0.01$ ) در هر سه ایستگاه ۷، ۸ و ۱۰ اما در سایر ایستگاه‌ها با حد استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارند (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج مقایسه مقدار میانگین  $\pm$  انحراف معیار اکسیژن خواهی بیولوژیکی و کلی فرم مدفوعی با استاندارد ملی در بین ایستگاه‌های مختلف در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت‌شده دنا در سال ۱۳۹۵.

| Fecal coliform (MPN) |                            |         | BOD (mg/l)  |                            |         |
|----------------------|----------------------------|---------|-------------|----------------------------|---------|
| P-Value              | میانگین $\pm$ انحراف معیار | ایستگاه | P-Value     | میانگین $\pm$ انحراف معیار | ایستگاه |
| —                    | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۱       | $0.00^{**}$ | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۱       |
| —                    | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۲       | $0.00^{**}$ | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۲       |
| —                    | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۳       | $0.00^{**}$ | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۳       |
| —                    | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۴       | $0.00^{**}$ | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۴       |
| —                    | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۵       | $0.00^{**}$ | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۵       |
| —                    | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۶       | $0.00^{**}$ | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۶       |
| $0.003^{**}$         | $64/6 \pm 6/42$            | ۷       | $0.057$     | $5/1 \pm 66/15$            | ۷       |
| $0.001^{**}$         | $45/2 \pm 3/51$            | ۸       | $0.225$     | $2/1 \pm 0.0/0.0$          | ۸       |
| —                    | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۹       | $0.00^{**}$ | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۹       |
| $0.002^{**}$         | $58/4 \pm 3/04$            | ۱۰      | $1/0.00$    | $3/1 \pm 0.0/0.0$          | ۱۰      |
| —                    | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۱۱      | $0.00^{**}$ | $0.0 \pm 0.00 / 0.00$      | ۱۱      |

\* سطح معنی‌داری ۹۵ درصد

\*\* سطح معنی‌داری ۹۹ درصد

با آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) پارامترهای کل جامدات محلول، فسفر، نیتрат، اکسیژن خواهی بیولوژیکی و کلی فرم مدفوعی بررسی شدند و از آزمون Tukey برای مقایسه پارامترها به صورت دوجه‌دو بین ایستگاه‌های مختلف استفاده شد و نتایج ایستگاه‌هایی که باهم تفاوت معنی‌دار داشتند در جداول ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ آورده شده است.

جدول ۵: نتایج مقایسه مقدار میانگین  $\pm$  انحراف معیار کل جامدات محلول به صورت دوبه دو بین ایستگاه‌های مختلف با آزمون Tukey در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت شده دنا در سال ۱۳۹۵.

| TDS     |                            |         |         |                            |         |         |                            |         |
|---------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|
| ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-value |
| ۱       | $0.204 \pm 0.00$           | 0.000** | ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.000** | ۴       | $0.613 \pm 0.52$           | 0.000** |
| ۵       | $0.209 \pm 0.00$           |         | ۹       | $0.212 \pm 0.00$           |         | ۱۱      | $0.216 \pm 0.08$           |         |
| ۱       | $0.204 \pm 0.00$           | 0.000** | ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.000** | ۵       | $0.209 \pm 0.00$           | 0.000** |
| ۶       | $0.209 \pm 0.00$           |         | ۱۰      | $0.213 \pm 0.08$           |         | ۷       | $0.215 \pm 0.57$           |         |
| ۱       | $0.204 \pm 0.00$           | 0.000** | ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.000** | ۵       | $0.209 \pm 0.00$           | 0.000** |
| ۷       | $0.215 \pm 0.57$           |         | ۱۱      | $0.216 \pm 0.08$           |         | ۱۰      | $0.213 \pm 0.08$           |         |
| ۱       | $0.204 \pm 0.00$           | 0.000** | ۳       | $0.703 \pm 0.57$           | 0.000** | ۵       | $0.209 \pm 0.00$           | 0.000** |
| ۸       | $0.211 \pm 0.52$           |         | ۷       | $0.215 \pm 0.57$           |         | ۱۱      | $0.216 \pm 0.08$           |         |
| ۱       | $0.204 \pm 0.00$           | 0.000** | ۳       | $0.703 \pm 0.57$           | 0.000** | ۶       | $0.209 \pm 0.00$           | 0.000** |
| ۹       | $0.212 \pm 0.00$           |         | ۸       | $0.211 \pm 0.52$           |         | ۷       | $0.215 \pm 0.57$           |         |
| ۱       | $0.204 \pm 0.00$           | 0.000** | ۳       | $0.703 \pm 0.57$           | 0.000** | ۶       | $0.209 \pm 0.00$           | 0.000** |
| ۱۰      | $0.213 \pm 0.08$           |         | ۹       | $0.212 \pm 0.00$           |         | ۱۰      | $0.213 \pm 0.08$           |         |
| ۱       | $0.204 \pm 0.00$           | 0.000** | ۳       | $0.703 \pm 0.57$           | 0.000** | ۶       | $0.209 \pm 0.00$           | 0.000** |
| ۱۱      | $0.216 \pm 0.08$           |         | ۱۰      | $0.213 \pm 0.08$           |         | ۱۱      | $0.216 \pm 0.08$           |         |
| ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.012*  | ۳       | $0.703 \pm 0.57$           | 0.000** | ۷       | $0.215 \pm 0.57$           | 0.012** |
| ۳       | $0.703 \pm 0.57$           |         | ۱۱      | $0.216 \pm 0.08$           |         | ۸       | $0.211 \pm 0.52$           |         |
| ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.000** | ۴       | $0.613 \pm 0.52$           | 0.000** | ۷       | $0.215 \pm 0.57$           | 0.027** |
| ۵       | $0.209 \pm 0.00$           |         | ۷       | $0.215 \pm 0.57$           |         | ۹       | $0.212 \pm 0.00$           |         |
| ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.000** | ۴       | $0.613 \pm 0.52$           | 0.000** | ۸       | $0.211 \pm 0.52$           | 0.000** |
| ۶       | $0.209 \pm 0.00$           |         | ۸       | $0.211 \pm 0.52$           |         | ۱۱      | $0.216 \pm 0.08$           |         |
| ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.000** | ۴       | $0.613 \pm 0.52$           | 0.000** | ۹       | $0.212 \pm 0.00$           | 0.000** |
| ۷       | $0.215 \pm 0.57$           |         | ۹       | $0.212 \pm 0.00$           |         | ۱۱      | $0.216 \pm 0.08$           |         |
| ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.000** | ۴       | $0.613 \pm 0.52$           | 0.000** |         |                            |         |
| ۲       | $0.316 \pm 0.15$           | 0.000** | ۱۰      | $0.213 \pm 0.08$           |         |         |                            |         |
| ۸       | $0.211 \pm 0.52$           |         |         |                            |         |         |                            |         |

\* سطح معنی داری ۹۵ درصد

\*\* سطح معنی داری ۹۹ درصد

جدول ۶: نتایج مقایسه مقدار میانگین  $\pm$  انحراف معیار فوسفور به صورت دوجه دو بین ایستگاه‌های مختلف با آزمون Tukey در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت‌شده دنا در سال ۱۳۹۵.

| P       |                            |             |         |                            |             |         |                            |             |
|---------|----------------------------|-------------|---------|----------------------------|-------------|---------|----------------------------|-------------|
| ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-value     | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-value     | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-value     |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۲       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۶       | $۰/۰ \pm ۳۳/۰۵۷$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۲       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۳       | $۰/۰ \pm ۱/۰۰۰$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۶       | $۰/۰ \pm ۳۳/۰۵۷$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۳       | $۰/۰ \pm ۱/۰۰۰$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۳       | $۰/۰ \pm ۱/۰۰۰$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۶       | $۰/۰ \pm ۳۳/۰۵۷$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۴       | $۰/۰ \pm ۵۶/۰۰۵$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۹       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۳       | $۰/۰ \pm ۱/۰۰۰$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۶       | $۰/۰ \pm ۳۳/۰۵۷$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۵       | $۰/۰ \pm ۲۹/۰۶۴$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۳       | $۰/۰ \pm ۱/۰۰۰$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۶       | $۰/۰ \pm ۳۳/۰۵۷$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۴       | $۰/۰ \pm ۵۶/۰۰۵$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۶       | $۰/۰ \pm ۳۳/۰۵۷$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۹       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۴       | $۰/۰ \pm ۵۶/۰۰۵$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۴       | $۰/۰ \pm ۵۶/۰۰۵$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۹       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۹       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۴       | $۰/۰ \pm ۵۶/۰۰۵$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱       | $۱/۰ \pm ۳/۰۶۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۴       | $۰/۰ \pm ۵۶/۰۰۵$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۲       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۵       | $۰/۰ \pm ۲۹/۰۶۴$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۹       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۶       | $۰/۰ \pm ۳۳/۰۵۷$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۲       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۵       | $۰/۰ \pm ۲۹/۰۶۴$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۹       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۷       | $۱/۰ \pm ۸۲/۰۵۱$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۲       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۵       | $۰/۰ \pm ۲۹/۰۶۴$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۸       | $۰/۰ \pm ۹۰/۰۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۲       | $۰/۰ \pm ۷/۰۱۷$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۵       | $۰/۰ \pm ۲۹/۰۶۴$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۵       | $۰/۰ \pm ۲۹/۰۶۴$           | $۰/۰۰^{**}$ |
| ۱۰      | $۱/۰ \pm ۸۵/۲۴$            | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ | ۱۱      | $۰/۰ \pm ۵۵/۰۷۲$           | $۰/۰۰^{**}$ |

\*سطح معنی‌داری ۹۵ درصد

\*\*سطح معنی‌داری ۹۹ درصد



جدول ۷: نتایج مقایسه مقدار میانگین  $\pm$  انحراف معیار نیترات به صورت دوه‌دو بین ایستگاه‌های مختلف با آزمون Tukey در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت‌شده دنا در سال ۱۳۹۵.

| NO <sub>3</sub> |                            |         |         |                            |         |         |                            |         |
|-----------------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|
| ایستگاه         | میانگین $\pm$ انحراف معیار | p-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | p-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | p-value |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۲       | ۱۲/۰±۱۱/۵۳۹                | ./۰.۰۰۰ | ۵       | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۱۱* |
| ۲               | ۱۲/۰±۱۱/۵۳۹                | ./۰.۰۰۰ | ۱۰      | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ | ۸       | ۱۰/۰±۵/۶۰۱                 | ./۰.۱۱* |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۳       | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۵       | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۱۵* |
| ۳               | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۴       | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۹       | ۱۲/۰±۳۴/۲۲                 | ./۰.۱۵* |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۳       | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۵       | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۰۰۰ |
| ۴               | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۵       | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۰۰۰ | ۱۰      | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۳       | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۵       | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۰۰۰ |
| ۵               | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۰۰۰ | ۶       | ۷/۰±۴۹/۳۱                  | ./۰.۰۰۰ | ۱۱      | ۱۱/۰±۳۷/۳۷۱                | ./۰.۰۰۰ |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۳       | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۶       | ۷/۰±۴۹/۳۱                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۶               | ۷/۰±۴۹/۳۱                  | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۳       | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۶       | ۷/۰±۴۹/۳۱                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۷               | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ | ۹       | ۱۲/۰±۳۴/۲۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۸       | ۱۰/۰±۵/۶۰۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۳       | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۶       | ۷/۰±۴۹/۳۱                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۸               | ۱۰/۰±۵/۶۰۱                 | ./۰.۰۰۰ | ۱۰      | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ | ۹       | ۱۲/۰±۳۴/۲۲                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۳       | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۶       | ۷/۰±۴۹/۳۱                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۹               | ۱۲/۰±۳۴/۲۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۱۱      | ۱۱/۰±۳۷/۳۷۱                | ./۰.۰۰۰ | ۱۱      | ۱۱/۰±۳۷/۳۷۱                | ./۰.۰۰۰ |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۴       | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۱۰              | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ | ۵       | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۰۰۰ | ۸       | ۱۰/۰±۵/۶۰۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۱               | ۱۴/۰±۹۸/۲۰۲                | ./۰.۰۰۰ | ۴       | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۱۱              | ۱۱/۰±۳۷/۳۷۱                | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ | ۹       | ۱۲/۰±۳۴/۲۲                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۲               | ۱۲/۰±۱۱/۵۳۹                | ./۰.۰۰۰ | ۴       | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۳               | ۹/۰±۷۵/۱۳۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۸       | ۱۰/۰±۵/۶۰۱                 | ./۰.۰۰۰ | ۱۰      | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۲               | ۱۲/۰±۱۱/۵۳۹                | ./۰.۰۰۰ | ۴       | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۴               | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۹       | ۱۲/۰±۳۴/۲۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۱۱      | ۱۱/۰±۳۷/۳۷۱                | ./۰.۰۰۰ |
| ۲               | ۱۲/۰±۱۱/۵۳۹                | ./۰.۰۰۰ | ۴       | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۸       | ۱۰/۰±۵/۶۰۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۵               | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۰۰۰ | ۱۰      | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ | ۹       | ۱۲/۰±۳۴/۲۲                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۲               | ۱۲/۰±۱۱/۵۳۹                | ./۰.۰۰۰ | ۴       | ۷/۰±۹۴/۰۵۲                 | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۶               | ۷/۰±۴۹/۳۱                  | ./۰.۰۰۰ | ۱۱      | ۱۱/۰±۳۷/۳۷۱                | ./۰.۰۰۰ | ۱۰      | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۲               | ۱۲/۰±۱۱/۵۳۹                | ./۰.۰۰۰ | ۵       | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۰۰۰ | ۹       | ۱۲/۰±۳۴/۲۲                 | ./۰.۰۰۰ |
| ۷               | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ | ۶       | ۷/۰±۴۹/۳۱                  | ./۰.۰۰۰ | ۱۰      | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۲               | ۱۲/۰±۱۱/۵۳۹                | ./۰.۰۰۰ | ۵       | ۱۳/۰±۵۶/۱۰۳                | ./۰.۰۰۰ | ۱۰      | ۶/۰±۸۵/۳۵                  | ./۰.۰۰۰ |
| ۸               | ۱۰/۰±۵/۶۰۱                 | ./۰.۰۰۰ | ۷       | ۵/۰±۲۲/۵۴۱                 | ./۰.۰۰۰ | ۱۱      | ۱۱/۰±۳۷/۳۷۱                | ./۰.۰۰۰ |

\* سطح معنی‌داری ۹۵ درصد

\*\* سطح معنی‌داری ۹۹ درصد

جدول ۸: نتایج مقایسه مقدار میانگین  $\pm$  انحراف معیار اکسیژن خواهی بیولوژیکی به صورت دوه‌دو بین ایستگاه‌های مختلف با آزمون Tukey در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت‌شده دنا در سال ۱۳۹۵.

| BOD     |                            |         |         |                            |         |         |                            |
|---------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|
| ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | P-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار |
| ۱       | ۰/۰±۰۰/۰۰۰                 | ۰/۰۰**  | ۴       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |
| ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |         | ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |         | ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |
| ۱       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰۷** | ۴       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰۷** | ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |
| ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۹       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                |
| ۱       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۴       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |
| ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |
| ۲       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۵       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |
| ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |         | ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |         | ۱۱      | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                |
| ۲       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰۷** | ۵       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰۷** | ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |
| ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۹       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                |
| ۲       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۵       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |
| ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۱۱      | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                |
| ۳       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۶       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۹       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                |
| ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |         | ۷       | ۵/۱±۶۶/۱۵                  |         | ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |
| ۳       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰۷** | ۶       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰۷** | ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |
| ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۸       | ۲/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۱۱      | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                |
| ۳       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  | ۶       | ۰/۰±۰۰۰/۰۰۰                | ۰/۰۰**  |         |                            |
| ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |         | ۱۰      | ۳/۱±۰۰/۰۰                  |         |         |                            |

\*سطح معنی‌داری ۹۵ درصد

\*\*سطح معنی‌داری ۹۹ درصد

جدول ۹: نتایج مقایسه مقدار میانگین  $\pm$  انحراف معیار کلی فرم مدفوعی به صورت دوه‌دو بین ایستگاه‌های مختلف با آزمون Tukey در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت‌شده دنا در سال ۱۳۹۵.

| Fecal coliform |                            |         |         |                            |         |         |                            |
|----------------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|
| ایستگاه        | میانگین $\pm$ انحراف معیار | p-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | p-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار |
| ۱              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۴       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۷       | ۶۴/۶±۶/۴۲                  |
| ۷              | ۶۴/۶±۶/۴۲                  |         | ۷       | ۶۴/۶±۶/۴۲                  |         | ۸       | ۴۵/۳±۲/۵۱                  |
| ۱              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۴       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۷       | ۶۴/۶±۶/۴۲                  |
| ۸              | ۴۵/۳±۲/۵۱                  |         | ۸       | ۴۵/۳±۲/۵۱                  |         | ۹       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                |
| ۱              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۴       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۷       | ۶۴/۶±۶/۴۲                  |
| ۱۰             | ۵۸/۳±۴/۰۴                  |         | ۱۰      | ۵۸/۳±۴/۰۴                  |         | ۱۱      | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                |

| Fecal coliform |                            |         |         |                            |         |         |                            |
|----------------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|
| ایستگاه        | میانگین $\pm$ انحراف معیار | p-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار | p-value | ایستگاه | میانگین $\pm$ انحراف معیار |
| ۲              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۵       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۸       | ۴۵/۳±۲/۵۱                  |
| ۷              | ۶۴/۶±۶/۴۲                  | ۰/۰۰*** | ۷       | ۶۴/۶±۶/۴۲                  | ۰/۰۰*** | ۹       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                |
| ۲              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۵       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۸       | ۴۵/۳±۲/۵۱                  |
| ۸              | ۴۵/۳±۲/۵۱                  | ۰/۰۰*** | ۸       | ۴۵/۳±۲/۵۱                  | ۰/۰۰*** | ۱۰      | ۵۸/۳±۴/۰۴                  |
| ۲              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۵       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۸       | ۴۵/۳±۲/۵۱                  |
| ۱۰             | ۵۸/۳±۴/۰۴                  | ۰/۰۰*** | ۱۰      | ۵۸/۳±۴/۰۴                  | ۰/۰۰*** | ۱۱      | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                |
| ۳              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۶       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۹       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                |
| ۷              | ۶۴/۶±۶/۴۲                  | ۰/۰۰*** | ۷       | ۶۴/۶±۶/۴۲                  | ۰/۰۰*** | ۱۰      | ۵۸/۳±۴/۰۴                  |
| ۳              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۶       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۱۰      | ۵۸/۳±۴/۰۴                  |
| ۸              | ۴۵/۳±۲/۵۱                  | ۰/۰۰*** | ۸       | ۴۵/۳±۲/۵۱                  | ۰/۰۰*** | ۱۱      | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                |
| ۳              | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** | ۶       | ۰/۰۰۰±۰/۰۰۰                | ۰/۰۰*** |         |                            |
| ۱۰             | ۵۸/۳±۴/۰۴                  | ۰/۰۰*** | ۱۰      | ۵۸/۳±۴/۰۴                  | ۰/۰۰*** |         |                            |

\*\*سطح معنی داری ۹۹ درصد

\*سطح معنی داری ۹۵ درصد

با آزمون همبستگی اسپیرمن همبستگی و روابط بین پارامترهای کل جامدات محلول، فسفر، نیترات، اکسیژن خواهی بیولوژیکی و کلی فرم مدفوعی بررسی شدند. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد نیترات با پارامترهای کل جامدات محلول، اکسیژن خواهی بیولوژیکی و کلی فرم مدفوعی همبستگی منفی معنی دار دارد، به گونه ای که با افزایش نیترات مقادیر سه فاکتور مذکور کاهش می یابد اما فسفر با پارامترهای کل جامدات محلول، اکسیژن خواهی بیولوژیکی و کلی فرم مدفوعی همبستگی مثبت معنی دار دارد به طوری که با افزایش فسفر مقادیر سه فاکتور مذکور افزایش می یابد. اکسیژن خواهی بیولوژیکی با پارامتر کل جامدات محلول و کلی فرم مدفوعی همبستگی مثبت معنی دار دارد، بدین معنی که با افزایش اکسیژن خواهی بیولوژیکی، مقادیر دو فاکتور مذکور افزایش می یابد. کلی فرم مدفوعی با کل جامدات محلول همبستگی مثبت معنی دار دارد، به طوری که با افزایش کلی فرم مدفوعی، کل جامدات محلول افزایش می یابد (جدول ۱۰).

جدول ۱۰: ماتریس همبستگی اسپیرمن بین پارامترهای اندازه گیری شده در طول رودخانه بشار در منطقه حفاظت شده دنا در سال ۱۳۹۵.

| کل جامدات محلول | کلی فرم مدفوعی | اکسیژن خواهی بیوشیمیایی | فسفر    | نیترات  |
|-----------------|----------------|-------------------------|---------|---------|
| ۱               |                |                         |         | ۱       |
|                 |                | ۰/۵۰۱**                 | ۰/۳۰۲-  | نیترات  |
|                 |                | ۰/۵۸۰**                 | ۰/۷۳۱** | ۰/۴۳۸*  |
|                 | ۰/۹۹۶**        | ۰/۵۷۷**                 | ۰/۷۳۴** | ۰/۶۰۵** |
|                 |                |                         | ۰/۷۳۴** | ۰/۵۹۸** |

\*همبستگی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار است

\*\*همبستگی در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی دار است

## بحث و نتیجه‌گیری

خصوصیات کیفی آب از مؤلفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوضه آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن، کاملاً احساس شده است (Khadem و Kaluarachi, ۲۰۰۶). رودخانه‌ها جدا از تغییرات طبیعی خود دستخوش دگرگونی‌های زیادی شده‌اند و عناصر و ترکیباتی مختلفی که در آب‌ها وجود دارند در حال تغییر هستند. پایش کیفیت رودخانه‌ها از طریق تحلیل آماری داده‌ها، از مهم‌ترین بخش‌های ارزیابی کیفیت آب هستند. در همین راستا در قسمتی از رودخانه بشار که از منطقه حفاظت‌شده دنا عبور می‌کند شاخص‌های کل جامدات محلول، فسفر، نیتрат، اکسیژن خواهی بیولوژیکی و کلی فرم مدفوعی بررسی شدند.

نتایج مقایسه میانگین پارامترها با حد استاندارد در کل دوره نمونه‌برداری با آزمون تی تک نمونه‌ای نشان می‌دهد، میانگین کل جامدات محلول، نیترات و اکسیژن خواهی بیولوژیکی کمتر از حد استانداردهای ملی و سازمان حفاظت محیط‌زیست است، اما میانگین فسفر و کلی فرم مدفوعی بیشتر از حد مجاز ملی می‌باشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین پارامترها با حد استاندارد در هر ایستگاه نشان داد میانگین کل جامدات محلول و نیترات و اکسیژن خواهی بیولوژیکی در ۱۱ ایستگاه کمتر از حد مجاز است، اما میانگین فسفر در همه ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه‌های ۲، ۴ و ۹ بیشتر از حد استاندارد ملی می‌باشد (جدول ۳ و ۴) که به دلیل ورود فاضلاب‌های مملو از ترکیبات فسفر دار از کاربری‌هایی نظیر استخرهای پرورش ماهی، پرورش‌های گلخانه‌ای، سایت‌های سنگ‌شکن و روستاهای مجاور رودخانه بشار است. این فاضلاب‌ها یا تصفیه نشده و یا میزان تصفیه‌شان ناکافی بوده است. به نظر می‌رسد حضور هم‌زمان چند کاربری در اطراف رودخانه با شرایط نامناسب تصفیه و ورود مستقیم فاضلاب‌هایشان به آب رودخانه در افزایش معنی‌دار فسفر در آب مؤثرند. Shukla و همکاران (۲۰۲۰) بیش‌ازحد استاندارد بودن مقادیر فسفر و کلی فرم مدفوعی در برکه‌های مناطق روستایی ناحیه الله‌آباد هند را ناشی از تخلیه پساب‌های صنایع محلی، فاضلاب‌های شهری و زهاب‌های کشاورزی دانستند و نیز Mokarram و همکاران (۲۰۲۰) پساب صنایع آلوده‌کننده پتروشیمی، تولید نیشکر، گوشت و آرد و دباهی در مجاور آب رودخانه کر را عامل افزایش فسفر اعلام کردند که با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد. همچنین میانگین کلی فرم مدفوعی در ایستگاه‌های ۷، ۸ و ۱۰ بیشتر از حد استاندارد ملی است (جدول ۴) که به علت حجم بالای ورود مدفوع انسانی از فاضلاب‌های تصفیه نشده روستاهای کریک، توتنده، سریاب علیا و رازاک در ایستگاه ۱۰، استخرهای پرورش ماهی و سایت‌های سنگ‌شکن و شالیزارها در ایستگاه‌های ۷ و ۸ بوده است. مقادیر بیش‌ازحد استاندارد کلی فرم مدفوعی در آب رودخانه بشار، آن را جهت مصارف انسانی یا آشامیدن حیات‌وحش منطقه حفاظت‌شده دنا مخاطره‌آمیز می‌سازد. El Najjar و همکاران (۲۰۱۹) افزایش کلی فرم مدفوعی در خروجی رودخانه ابراهیم لبنان و Ogwueleka و Christopher (۲۰۲۰) بالاتر از حد استاندارد بودن کل کلی فرم‌ها در آب رودخانه اُساما نیجریه را به دلیل فعالیت‌های انسانی اعلام کردند؛ نتایجی که از مطالعه حاضر نیز حاصل شد. تغییرات داده‌های فیزیکوشیمیایی از بالادست به پایین‌دست رودخانه‌ها بر عملکرد ترکیبی آسیب‌های انسانی و طبیعی دلالت دارد. هیدرولوژی رودخانه‌ها در طول حوضه آبخیز می‌تواند تغییر کند و فاکتورهای مؤثر و قابل توجه در این تغییر ناشی از آلاینده‌های انسان‌ساخت هستند (Yap و همکاران، ۲۰۰۳). میرزایی و همکارانش (۱۳۸۴) افول کیفیت آب رودخانه جاجرو در برخی از نقاط نمونه‌برداری را به دلیل افزایش آلودگی‌های انسانی ذکر کردند؛ امین‌پور شبانی و همکاران (۱۳۹۴) علل اصلی کاهش کیفیت آب رودخانه گاز گیلان را ناشی از فاضلاب‌های خانگی، روستایی و شهری، زهاب‌های کشاورزی و فضولات حیوانی عنوان کردند و نیز Samantray و همکاران (۲۰۰۹) آلودگی آب رودخانه آتارابانکی هند را ناشی از فعالیت‌های انسانی معرفی کردند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

مقایسه میانگین پارامترها با آزمون تی غیر جفتی و آزمون توکی ANOVA نتایج مشابهی را نشان داد که بیانگر صحت انجام این آزمون‌ها است. یافته‌ها نشان می‌دهد میانگین پارامترهای کل جامدات محلول، فسفر و نیترات به‌طور معنی‌داری بین ایستگاه‌ها متفاوتند. کمترین مقادیر میانگین TDS، در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۴ (که باهم تفاوت معنی‌داری ندارند) و بیشترین مقادیر میانگین TDS در ایستگاه‌های ۷ و ۱۱ (که باهم تفاوت معنی‌داری ندارند) دیده می‌شود که این ایستگاه‌ها با سایر ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۵). این موارد نشانگر آن است که ایستگاه‌های مذکور که تنها کاربری زمین‌های کشاورزی در اطراف آن‌هاست کمترین TDS و ایستگاه‌های مورد اشاره که چندین نوع کاربری

انسانی، صنعتی و کشاورزی در اطراف آن‌هاست بیشترین TDS را نشان می‌دهند. کمترین مقادیر میانگین P در ایستگاه‌های ۲، ۴ و ۹ (که باهم تفاوت معنی‌داری ندارند) و بیشترین مقادیر میانگین P در ایستگاه‌های ۷ و ۱۰ (که باهم تفاوت معنی‌دار ندارند) دیده می‌شود که این ایستگاه‌ها با سایرین تفاوت معنی‌دار دارند (جدول ۶). لذا به همان دلایل مذکور در مورد TDS، این حداکثر و حداقل‌ها در مورد P نیز توجیه می‌شود. از طرف دیگر کمترین مقادیر میانگین  $\text{NO}_3$  در ایستگاه ۷ و بیشترین مقادیر میانگین  $\text{NO}_3$  در ایستگاه ۱ دیده می‌شود (جدول ۷). در اطراف ایستگاه ۱ زمین‌های کشاورزی و سایت‌های پرورش گلخانه به‌وفور دیده می‌شود بنابراین افزایش نترات حاصل از کودهای ازته است. در مورد میانگین پارامترهای BOD و Fecal coliform بیشترین مقادیر در سه ایستگاه ۷، ۸ و ۱۰ (که باهم تفاوت معنی‌داری هم دارند) دیده می‌شود و در سایر ایستگاه‌ها این دو فاکتور وجود ندارند (جدول ۸ و ۹)؛ بنابراین کاربری‌های اطراف سه ایستگاه مذکور شامل سایت‌های پرورش ماهی، سنگ‌شکن، شالیزارها و روستاهای تجمع انسانی بیشترین حجم مواد آلی نیازمند اکسیژن و کلی فرم‌های مدفوعی را به آب تخلیه می‌کنند؛ بنابراین همان‌گونه که کاوه و همکاران (۱۳۹۲) و Mao و Liu (۲۰۲۰) از نتایج مطالعات خود اعلام کردند، تغییرات مکانی معنی‌دار در مورد همه پارامترهای کیفی موردبررسی آب وجود داشت که بر کیفیت آب رودخانه بشار اثر دارد. بر اساس نتایج حاصل از مطالعات، میر مشتاقی (۱۳۹۰) افزایش میزان BOD در طول رودخانه سفیدرود گیلان از بالادست به سمت ایستگاه‌های پایین‌دست را نتیجه افزایش فعالیت‌های انسانی دانستند؛ Bakan و همکاران (۲۰۱۰) بالا بودن  $\text{NO}_3$  رودخانه کیزلیرماک ترکیه را مربوط به تخلیه فاضلاب‌های خانگی روستاهای واقع در حوضه آبریز آن ذکر کردند؛ Ramachandran و همکاران (۲۰۱۹) بیش‌ازحد استاندارد بودن TDS در رودخانه آدیار هند را تحت تأثیر پسماندهای جامد و فاضلاب‌های شهری است اعلام کردند؛ Tsering و همکاران (۲۰۱۹) افزایش غلظت یون‌های تشکیل‌دهنده TDS در آب رودخانه تیستا در شرق هیمالیا را تابعی از فرسایش سنگ‌های ناشی از فعالیت‌های سنگ‌شکن دانستند؛ Ghosh و همکاران (۲۰۱۹) بیش‌ازحد استاندارد بودن BOD آب را ناشی از فعالیت‌های انسانی اطراف رودخانه آدی گانگا در هند اعلام کردند؛ Mishra و Singh (۲۰۲۰) تغییرات معنی‌دار TDS و BOD در بین ۲ ایستگاه منتخب رودخانه کلو در هند را ناشی از فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و انسانی اطراف آن ذکر کردند؛ Yaraghi و همکاران (۲۰۲۰) به این نتیجه رسیدند که غلظت N اثر افزایش فعالیت‌های معدن‌کاوی مجاور آب رودخانه سوروجکی در فنلاند افزایش می‌یابد؛ و نیز Shukla و همکاران (۲۰۲۰) بیش‌ازحد استاندارد بودن مقادیر P و Fecal coliform در برکه‌های مناطق روستایی ناحیه الله‌آباد هند را ناشی از تخلیه پساب‌های صنایع محلی، فاضلاب‌های شهری و زهاب‌های کشاورزی دانستند؛ نتایجی که از بررسی ۵ فاکتور مطالعه حاضر نیز حاصل شد.

بررسی روابط بین پارامترها با آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد با توجه به همبستگی و رابطه خطی قوی بین P، TDS، BOD و Fecal coliform، افزایش مصرف ترکیبات و کودهای فسفره در اثر فعالیت‌های خانگی روستایی، کشاورزی و صنعتی با افزایش ترکیبات نیازمند اکسیژن جهت اکسیداسیون، کلی فرم‌های ناشی از مدفوع و ذرات جامد محلول همراه است (جدول ۱۰)؛ بنابراین افزایش بار این چهار پارامتر کیفی به‌طور هم‌زمان ناشی از افزایش بار حاصل از منابع آلوده‌کننده در اطراف آب رودخانه بشار است. در نتیجه همان‌گونه که Mao و Liu (۲۰۲۰) در ارزیابی آب رودخانه زیانگجیانگ چین اعلام کردند، تغییرات مکانی معنی‌دار در مورد همه پارامترهای کیفی آب وجود داشت که چهار مورد مذکور به‌طور معنی‌داری باهم همبستگی مثبت داشتند. Lakudzala و Ngwira (۲۰۱۸) بیش‌ازحد استاندارد بودن مقادیر P، TDS، BOD و Fecal coliform در پساب صنایع نوشیدنی سازی مجاور رود نانخاکا مالاوی را عامل تغییر معنی‌دار کیفیت آب رودخانه در پایین‌دست آن و غیرقابل استفاده شدنش جهت مصارف انسانی و حیوانی عنوان کردند که با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد.

با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان به این جمع‌بندی رسید که فسفر و کلی فرم مدفوعی بیشتر از حد مجاز استاندارد ملی و استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست هستند. همچنین بررسی مقطع به مقطع آب رودخانه از طریق نمونه‌برداری از ایستگاه‌ها نشان داد فسفر در تمامی ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه‌های ۲، ۴ و ۹ بیشتر از حد استاندارد ملی است. گفتنی است در اطراف سه ایستگاه مذکور تنها زمین‌های کشاورزی است اما در اطراف سایر ایستگاه‌ها انواع گوناگونی از کاربری‌های انسانی و صنعتی مانند استخرهای پرورش ماهی، پرورش گلخانه‌ای، سایت‌های سنگ‌شکن و روستاها حضور دارند که پساب‌هایشان را بدون تصفیه یا با تصفیه ناکافی راهی آب رودخانه می‌کنند. نیز کلی فرم مدفوعی در سه ایستگاه ۷ و ۸

و ۱۰ بیش از حد استاندارد ملی است که به علت ورود حجم بالای مدفوع انسانی از کاربری‌های مذکور به آب رودخانه است؛ بنابراین آب رودخانه بشار پس از دریافت فاضلاب‌های انسانی، صنعتی و کشاورزی در منطقه حفاظت شده دنا تنزل کیفیت دارد و با توجه به مصارف انسانی، گردشگری و حیات وحش از آب رودخانه در منطقه حفاظت شده، خطر آلودگی، بیماری و مرگ، جانداران را تهدید می‌نماید. تغییرات مکانی  $\text{NO}_3$ ،  $\text{P}$ ،  $\text{TDS}$ ،  $\text{BOD}$  و  $\text{Fecal coliform}$  ناشی از ورود حجم‌های گوناگون از پساب‌های تصفیه نشده در طی روزهای متمادی و ترکیبات مختلف زهاب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های سایت‌های سنگ‌شکن و پرورش ماهی و پساب‌های تصفیه نشده روستاهای مجاور رودخانه بشار است. کمترین مقادیر فاکتورهای کیفی آب در ایستگاه‌های ۱، ۲، ۴ و ۹ که تنها زمین‌های کشاورزی در اطراف آن‌هاست و بیشترین مقادیر آن‌ها در ایستگاه‌های ۷، ۸، ۱۰ و ۱۱ که انواعی از کاربری‌های انسانی و صنعتی با فاضلاب‌های تصفیه نشده در اطراف آن‌هاست وجود داشت. همچنین با در نظر گرفتن توان محدود خود پالایی رودخانه، روزهای فعال یا غیرفعال بودن صنایع و تخلیه شدن یا نشدن پساب‌های انسانی در تغییرات فاکتورهای کیفی مؤثرند؛ بنابراین آب رودخانه بشار پس از خروج از تصفیه‌خانه شهر یاسوج و در طی عبور از منطقه حفاظت شده دنا هر جا که در مجاورت کاربری‌های انسانی، صنعتی و کشاورزی قرار گرفته، تنزل کیفیت داشته است.

## منابع

- آتش سودا، ز.، فرقانی تهرانی، گ. و جعفری، ه.، ۱۳۹۲. بررسی آلودگی مس و روی در آب رودخانه بشار و عوامل مؤثر بر غلظت آن‌ها، اولین همایش زمین‌شیمی کاربردی ایران، دانشگاه دامغان، صفحات ۴۳-۳۸.
- اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان کهگیلویه و بویراحمد. ۱۳۹۷. پرونده منطقه حفاظت شده و ذخیره‌گاه زیست‌کره دنا، ۴۵ صفحه.
- امین پور شبانی، س.، محمدی، م.، خالدیان، م. و میرروشندل، ا.، ۱۳۹۴. بررسی آلودگی آب رودخانه گاز رودبار در استان گیلان، دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط‌زیست، اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، صفحات ۷-۱.
- بذرافشان، ا.، امین نژاد، ب. و حاجی پور فرد، ج.، ۱۳۸۲. بررسی فلزات سنگین در آب، کنفرانس ملی محیط‌زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات واحد اهواز، صفحات ۸۲-۸۷.
- رضایی، ر. و نوذری، ه.، ۱۳۹۷. بررسی کیفیت آب رودخانه دوهان سمیرم بر اساس شاخص کیفی آب NSFQI، مجله پایداری، توسعه و محیط‌زیست، دوره ۵، شماره ۱: صفحات ۷۵-۶۵.
- سازمان حفاظت محیط‌زیست. ۱۳۹۰. استاندارد کیفیت آب‌های ایران، معاونت محیط‌زیست انسانی، دفتر آب‌و خاک، ۱۴ ص.
- سازمان حفاظت محیط‌زیست. ۱۳۹۷. خلاصه ویژگی‌های مناطق آبخیز مدیریتی، <https://centralzagros.doe.ir/Portal/Home/default.aspx>
- شمعانیان، غ.، رقیمی، م. و بخشکی، م.، ۱۳۸۵. هیدروژئوشیمی آب‌های زیرزمینی در دشت گرگان: راهکاری برای حساسیت سنجی آلودگی آب‌های زیرزمینی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۳، شماره ۴: صفحات ۲۹-۲۰.
- کارآموز، م. و کراچیان، ر.، ۱۳۸۲. برنامه‌ریزی و مدیریت کیفی سیستم‌های منابع آب. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۸۰ ص.
- کاوه، ع.، حبیب نژاد روشن، م.، شاهدهی، ک. و قربانی، ج.، ۱۳۹۲. بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب (مطالعه موردی: رودخانه تالار استان مازندران)، مجله مهندسی منابع آب، دوره ۶، شماره ۱۸: صفحات ۶۱-۴۹.
- مروت دوست انارکولی، م.، حائری پور، س. و امیر نژاد، ر.، ۱۳۹۴. بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود در محدوده شهرستان رودبار، فصلنامه اکو بیولوژی تالاب، ۷، شماره ۲۵: صفحات ۴۲-۳۳.
- معاونت نظارت راهبردی. ۱۳۸۹. دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی (جاری)، نشریه شماره ۵۲۲، دفتر نظام فنی اجرایی. ۷۲ ص.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۸. ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آب آشامیدنی، استاندارد شماره ۱۰۵۳، چاپ پنجم، ۱۸ ص.
- میرزایی، م.، نظری، ع. و یاری، ع.، ۱۳۸۴. پهنه‌بندی کیفی رودخانه جاجرد، مجله محیط‌شناسی، دوره ۳۱، شماره ۳۷: صفحات ۲۶-۱۷.
- میر مشتاقی، س.م.، امیر نژاد، ر. و خالدیان، م.، ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود و پهنه‌بندی آن با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFQI و OWQI. فصلنامه اکو بیولوژی تالاب، دوره ۳، شماره ۹: صفحات ۳۴-۲۳.

**American Public Health Association. 1999.** Standard methods for examination of water and wastewater. 20th edition. 321-328.

**Bakan, G., Ozkoç, H., Tulek, S. and Cuce, H., 2010.** Integrated environmental quality assessment of Kızılırmak river and its coastal environment. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 10: 453-462.

**Effendi, H., and Wardiatno, R. Y., 2015.** Water quality status of Ciambulawung river, Banten province, Based on pollution index and NSFQI. Procedia Environmental Sciences. 24: 228-237.

**El Najjar, P., Kassouf, A., Probst, A., Probst, J., Quaini, N., Daou, C. and El Azzi, D., 2019.** High-frequency monitoring of surface water quality at the outlet of the Ibrahim river (Lebanon): A multivariate assessment. Ecological Indicators. 104: 13-23.

**Freeze, R. A. and Cherry, J. A., 1979.** Groundwater. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 604 p.

**Ghosh, S., Majumder, S., and Roychowdhury, T., 2019.** Assessment of the effect of urban pollution on surface water-groundwater system of Adi Ganga, a historical outlet of river Ganga. Chemosphere. 237: 124507.

**Khadem, I. M. and Kaluarachi, J. J., 2006.** Water quality modeling under hydrologic variability and parameter uncertainty using erosion-scaled export coefficients. Journal of Hydrology. 330(1-2): 354-367.

**Liu, Y. and Mao, D., 2020.** Integrated assessment of water quality characteristic and ecological compensation in the Xiangjiang river, South-Central China. Ecological Indicators. 110: 105922.

**Mishra, R. and Singh, D., 2020.** Impact of pollution on Kelo river of Raigarh District. Materials Today: Proceedings. 29(2): 310-315.

**Mokarram, M., Saber, A. and Sheykhi, V., 2020.** Effect of heavy metal contamination on river water quality due to release of industrial effluents. Journal of Cleaner Production. 277: 123380.

**Ngwira, L. and Lakudzala, D., 2018.** Assessment of the quality of SOBO industrial wastewater and its impact on water quality in Nankhaka river. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C. 108: 9-12.

**Ogwueleka, T. C. and Christopher, I. E., 2020.** Hydrochemical interfaces and spatial assessment of Usuma River water quality in North-Central Nigeria. Scientific African. 8:e00371.

**Ramachandran, A., Krishnamurthy, M. and Shanmugasundharam, J. A., 2019.** Environmental impact assessment of surface water and groundwater quality due to flood hazard in Adyar river Bank. Acta Ecologica Sinica. 39(2): 125-132.

**Samantray, P., Mishra, B. K., Panda, C. R. and Rout, S. P., 2009.** Assessment of water quality index in Mahanadi and Atharabanki rivers and Taldanda canal in Paradip area, India. Journal of Human Ecology. 26(3):153-161.

**Shukla, B. K., Gupta, A., Sharma, P. K., and Bhowmik, A. R., 2020.** Pollution status and water quality assessment in pre-monsoon season: A case study of rural villages in Allahabad district, Uttar Pradesh, India. Materials today: Proceedings. In Press.

**SPSS Inc. Released 2008.** SPSS Statistics for windows. Version 17.0. Chicago. IL: SPSS Inc.

**Tsering, T., Abdel Wahed, M. S. M., Iftekhar, S. and Sillanpaa, M., 2019.** Major ion chemistry of the Teesta River in Sikkim Himalaya, India: Chemical weathering and assessment of water quality. Journal of Hydrology: Regional Studies. 24:100612.

**Yap, C. K., Ismail, A. R., Ismail, A. and Tan, S. G., 2003.** Species diversity of macrobenthic invertebrates in the Semeniyh river, Peninsular Malaysia. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science. 26:139-146.

**Yaraghi, N., Ronkanen, A. K., Torabi Haghighi, A., Aminikhah, M., Kujala, K. and Klove, B., 2020.** Impacts of gold mine effluent on water quality in a pristine sub-arctic river. Journal of Hydrology. 589: 125170.

