اکوهیدرولوژی

دورهٔ ۱، شمارهٔ ۲، پاییز ۱۳۹۳، ص ۸۱-۶۹

بررسی کیفیت آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول

ناصر عبادتی[1*]، محمدهوشمندزاده[2]

۱. استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، ایران

۲. مدرس گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۲۵- تاریخ تصویب: ۹۳/۰۶/۲۵)

چکیده

هدف از این پژوهش، مقایسهٔ کیفیت آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول برای شرب انسانی، صنعت و کشاورزی است. این تحقیق به‌روش توصیفی-مقطعی با استفاده از آمار بازهٔ زمانی ۳۹ساله انجام گرفت. براساس نمونه‌برداری‌ها، غلظت شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی تعیین شد. نتایج، با استاندارد سازمان جهانی بهداشت، نمودار شولر و استانداردهای کشاورزی برای تعیین کیفیت آب شرب دام‌ها بررسی و مقایسه شد. اکثر متغیرهای کیفی آب دارای مقادیری در محدودهٔ مجاز استاندارد سازمان جهانی بهداشت بودند. از مجموع تمام متغیرهای کیفی بررسی‌شده، مقادیر EC، TDS، pH، Ca، Mg، Na، SO_4 و Cl در محدودهٔ استاندارد و TH و HCO_3 بیشتر از حد مجاز قرار گرفتند و مقدار متوسط شاخص سختی کل ۱۸۹/۵ میلی‌گرم در لیتر وTDS و متوسط تغییرات ماهانهٔ بی‌کربنات آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول برابر ۱۵۸/۰۲۳ میلی‌گرم در لیتر نشان داد. با مقایسه با استاندارد سازمان جهانی بهداشت می‌توان فهمید که کیفیت آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول ۵/۸۹ بیشتر از حد مجاز این استاندارد و آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول، تقریباً جزء آب‌های سخت محسوب می‌شود کیفیت آب رودخانه برای کشاورزی نیز براساس نسبت SAR مناسب ارزیابی شد. براساس نمودار شولر تمامی متغیرهای مورد بررسی در وضعیت خوب ارزیابی شدند. با استفاده از نمودار ویلکوکس آب رودخانهٔ دز در طبقه‌بندی C_2-S_1 ارزیابی شد. کیفیت آب رودخانه برای شرب دام و طیور نیز مطلوب و فاقد مشکل است.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل کیفی آب، رودخانهٔ دز، هیدرولوژی.

* نویسندهٔ مسئول

Email: drebadati@iiau.ac.ir

مقدمه

همواره منابع آب، به‌ویژه آب‌های شیرین یکی از عوامل اصلی حفظ بهداشت و توسعهٔ پایدار جوامع است که افزون بر کمیت، وضع کیفی آن نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. حفاظت و استفادهٔ بهینه از منابع آب از اصول توسعهٔ پایدار هر کشور محسوب می‌شود. آب‌های سطحی جاری یا رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع آب هستند و عامل مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت و شرب به‌شمار می‌روند. اولین قدم در شناخت آب، بررسی شاخص‌های آب شرب است. برای آگاهی از این متغیرها و کیفیت منابع آب و تولید اطلاعات مورد نیاز باید پایش انجام گیرد، زیرا داشتن اطلاعات جامع، صحیح و قابل اطمینان با دوره‌های زمانی مناسب می‌تواند عامل مهمی در تصمیم‌گیری و سیاستگذاری‌ها باشد. پایش کیفی آب نه‌تنها سبب بهبود کیفیت آب می‌شود، بلکه در فرایند تولید آب سالم نیز ارزش اقتصادی دارد و عامل مهمی در کاهش هزینه‌های تولیدی و تصفیهٔ آب به‌شمار می‌رود. آب کافی و باکیفیت برای ادامهٔ زندگی بشر ضروری است. توسعهٔ بهداشت و حفاظت از محیط زیست همواره به تأمین آب سالم وابسته است. در مناطق در حال توسعه، اجرای نادرست قوانین و نظارت نکردن بر آنها و نیز رشد نامتمرکز صنعت، سبب شده است که منابع آبی به‌ویژه رودخانه‌ها، هر روز آلوده‌تر از گذشته شوند. آلودگی آب رودخانه‌ها را می‌توان شاخص آلودگی محیط زیست در اثر فعالیت‌های انسانی به‌حساب آورد؛ زیرا رودخانه‌ها تنها منابع آبی هستند که مسیری طولانی را از میان شهرها، روستاها و مناطق صنعتی و کشاورزی طی می‌کنند و به انواع آلاینده‌ها، آلوده می‌شوند. با توجه به اینکه اکثر رودخانه‌های کشور در معرض آلودگی و فعالیت‌های انسانی قرار دارند، مطالعات کیفی آب می‌تواند بسیار مفید باشد؛ افزون بر آن، تهیهٔ دستورالعملی اجرایی برای استفادهٔ کارشناسان به‌منظور بررسی کیفیت آب سایر رودخانه‌ها در زمان کوتاه نیز ضرورت دارد.

هدف‌های مختلفی را می‌توان از نظر استفاده از آب لحاظ کرد. ترکیبات مختلفی در آب‌ها وجود دارند که بر کیفیت شیمیایی و فیزیکی آن مؤثرند. امروزه خصوصیات کیفی آب از مؤلفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوضه‌های آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملاً احساس می‌شود، اما تاکنون کمتر به این موضوع توجه شده است [۱۰]. تاکنون مطالعات زیادی دربارهٔ بررسی کیفیت شیمیایی آب‌ها صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

سلیمانی و همکاران در تجزیهٔ شیمیایی و روندیابی شاخص‌های کیفیت شیمیایی آب رودخانهٔ چم انجیر خرم‌آباد به این نتیجه رسیدند که آب این رودخانه براساس نمودار شولر در دستهٔ خوب و قابل قبول از نظر شرب قرار دارد و مانعی برای نوشیدن ندارد [۳].

رجایی و همکاران کیفیت شیمیایی آب شرب روستایی دشت بیرجند و قائن را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با توجه به خشکسالی‌های اخیر و تأثیر آن بر کیفیت آب‌های شرب روستایی و همچنین عدم مطابقت مقادیر باقی‌ماندهٔ جامدات خشک، سختی، سولفات، سدیم، کلرید، هدایت الکتریکی و فلوراید با استانداردهای مربوط، برنامه‌ریزی به‌منظور پایش مستمر منابع آب ضروری به‌نظر می‌رسد [۲]. دیندارلو و همکاران کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس را بررسی کردند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که کیفیت شیمیایی آب شرب این شهر از دیدگاه بهداشتی مشکل‌آفرین نیست، ولی کیفیت کمتر آب به‌دست‌آمده از منابع زیرزمینی و اختلاط آن با آب‌های سطحی برخی متغیرهای حد مطلوب را تأمین نمی‌کند [۱]. در پژوهش دیگری، بررسی اندیس کیفیت آب زیرزمینی در ایالت کارانتاکا[1] نشان داد که در این آب‌ها مقدار منیزیم، کلرید، کل مواد جامد محلول (TDS) زیاد است و آب، "سخت" محسوب می‌شود [۱۶]. در بررسی فیزیکوشیمیایی آب‌های سطحی رودخانهٔ جیا بهارلی[2] به این نتیجه رسیدند که غلظت کاتیون‌ها به‌صورت $Ca>Mg>Na>k$ و غلظت آنیون‌ها نیز به‌ترتیب $HCO_3>Cl>SO_4>PO_4>NO_3$ در هر دو فصل گرم و سرد است [۱۰]. در تحقیق دیگری، بررسی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب رودخانهٔ چمبل[3] در هندوستان نتایج نشان داد که دامنهٔ تغییراتEC بین ۱۴۵/۶ تا ۸۸۰، TDS بین ۲۶۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، سدیم بین ۱۴/۳ تا ۵۴/۴ میلی‌گرم در لیتر، و سولفات بین ۳/۵۰ تا ۴۵ میلی‌گرم در لیتر است و آب، به‌دلیل آلودگی، است، فقط برای شرب حیوانات مناسب است [۱۷]. پژوهش‌ها در

1. Karnataka
2. Jia-Baharli
3. Chambel

تامیل نشان می‌دهد که همبستگی خطی مناسبی بین متغیرهای EC، TDS، TH،Ca،Mgو Cl وجود دارد. ضریب همبستگی روابط به‌دست‌آمده بیشتر از ۰/۶۸ است [۷].

با توجه به توضیحات بیان‌شده، هدف این مقاله تعیین کیفیت آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول است که با استفاده از استاندارد سازمان جهانی بهداشت، نمودار شولر و ویلکوکس برای مصارف مختلف انسانی و نیز برپایهٔ سایر استانداردهای مرتبط با شرب دام و کشاورزی بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها

مبانی نظری و استانداردهای مورد استفاده

استاندارد سازمان جهانی بهداشت (۲۰۰۷) برای کاتیون‌ها، آنیون‌ها، کل مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی از خواص شیمیایی آب و pH از خواص فیزیکی آب، به‌منظور مقایسهٔ نتایج تحقیق با آن آورده و به‌کار گرفته خواهد شد. برای مشخص کردن کیفیت آب، افزون‌بر استانداردهای ملی و بین‌المللی از استاندارد نمودار شولر نیز استفاده شده است. در گزارش‌های هیدرولوژی نیز برای طبقه‌بندی آب از نظر شرب، به‌طور معمول از نمودار شولر استفاده می‌شود. در نمودار براساس پنج شاخص شیمیایی سدیم، کلر، سولفات، کل مواد جامد محلول (TDS) و سختی، آب‌ها از نظر مصرف آشامیدنی به شش گروه "خوب"، "قابل قبول"، "متوسط"، "نامناسب"، "کاملاً نامطلوب" و "غیرقابل شرب" تقسیم می‌شوند. در جدول‌های ۱ و ۳ محدوده‌های مختلف متغیرهای به‌کاررفته برای شرب آمده است. در طبقه‌بندی ویلکوس دو عامل هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم SAR (خطر قلیایی شدن) برای تعیین کیفیت مصارف کشاورزی در نظر گرفته شده و هریک به چهار قسمت تقسیم می‌شود که درمجموع شانزده گروه کیفیت آب را ایجاد می‌کند که در آن S نمایندهٔ SAR و C نشان‌دهندهٔ هدایت الکتریکی است. گروه‌های مختلف ذکرشده در نمودار در قالب آب‌های "خیلی خوب"، "خوب"، "متوسط" و "نامناسب" طبقه‌بندی می‌شوند (جدول‌های ۲ و ۴).

جدول۱. مقادیر استاندارد سازمان جهانی بهداشت برحسب میلی‌گرم در لیتر [۴]

متغیر	استاندارد سازمان جهانی بهداشت
pH	۶/۵-۸/۵
Na	۲۰۰
K	۱۲
Ca	۷۵
Mg	۵۰
TH	۱۰۰
TDH	۵۰۰
EC	۱۵۰۰
CO_3	-
HCO_3	۱۵۰
SO_4	۲۰۰
Cl	۲۰۰

جدول۲. طبقه‌بندی آب برای کشاورزی براساس SAR یا خطر قلیایی شدن [۴]

میزان خطر		وضعیت SAR
خطر قلیایی شدن کم	S_1	SAR<۱۰
خطر قلیایی شدن متوسط	S_2	SAR=۱۰-۱۸
خطر قلیایی شدن زیاد	S_3	SAR=۱۸-۲۶
خطر قلیایی شدن خیلی زیاد	S_4	SAR>۲۶

جدول۳. محدوده‌های مختلف شاخص‌های به‌کاررفته برای شرب براساس نمودار شولر بر حسب میلی‌گرم در لیتر

متغیر	خوب	قابل قبول	متوسط	نامناسب	کاملاً نامطبوع	غیرقابل شرب
pH	۷.۳	۷.۸	۹	۱۰	۱۱	>۱۱
Ca	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۱۰۰۰	>۱۰۰۰
Mg	۰-۷۰	۷۰-۱۲۰	۱۲۰-۲۰۰	۲۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۸۰۰	>۸۰۰
Na	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۲۰	۲۲۰-۴۷۰	۴۷۰-۹۲۰	۹۲۰-۱۹۰۰	>۱۹۰۰
TDS	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۴۰۰۰-۸۱۰۰	>۸۱۰۰
TH	۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	>۴۰۰۰
Cl	۰-۱۹۰	۱۹۰-۳۸۰	۳۸۰-۸۰۰	۸۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۳۰۰۰	>۳۰۰۰
SO_4	۰-۱۵۰	۱۵۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۱۲۰۰	۱۲۰۰-۲۲۰۰	>۲۲۰۰
HCO_3	۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰

مقدار باقی‌ماندهٔ خشک (TDS) آب مصرفی حیوانات اهلی نیز نباید از حد مجاز فراتر شود. در جدول۵، حد معمول TDS آب طبق نظر کارانچ (Karanch-2001) برای حیوانات مختلف نشان داده شده است. مقدار منیزیم نیز اهمیت نقش ویژه‌ای در کیفیت آب از نظر شرب دام دارد و در جدول ۵ مقدار مجاز آن توصیه شده است.

از نظر شوری آب آکادمی علوم آمریکا در سال۱۹۷۲ اظهار کرد که برای دامداری در اغلب اوقات می‌توان آب‌های با شوری کمتر از ۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر را به‌کار گرفت و تنها در نزدیکی این مقدار شوری ممکن است مشکلات فیزیولوژیکی برای دام‌ها پدیدار شود. در مورد آب‌های با شوری بیشتر که به اجبار در مناطق خشک و نیمه‌خشک استفاده می‌شود، طبقه‌بندی لازم در جدول ۶ توسط این آکادمی ارائه شده است [۴].

جدول۴. طبقه‌بندی آب کشاورزی براساس EC

کیفیت از نظر خطر برای خاک	طبقه	EC
کم	C_1	۱۰۰-۲۵۰
متوسط	C_2	۲۵۰-۷۵۰
زیاد	C_3	۷۵۰-۲۲۵۰
خیلی زیاد	C_4	>۲۲۵۰

جدول۵. مقدار قابل قبول TDS و حداکثر منیزیم مجاز بر حسب میلی‌گرم در لیتر برای آب شرب حیوانات اهلی

نوع احشام	مقدار منیزیم	مقدارTDS
مرغ و خروس	کمتر از۲۵۰	۲۸۶۰
میش و بره	۲۵۰	۵۲۹۰
اسب	۲۵۰	۶۴۳۵
گاو شیرده	۲۵۰	۷۱۵۰
گاو گوشتی	۴۰۰	۱۰۱۰۰
گوسفند	۵۰۰	۱۲۹۰۰

جدول۶. راهنمای استفاده از آب شور در دامداری و مرغداری [۴]

هدایت الکتریکی به میلی‌موس بر سانتی‌متر	وضعیت استفاده
کمتر از ۱/۵	کیفیت برای دامداری و مرغداری عالی است
۱/۵تا ۸	بسار مناسب برای انواع دام و مرغداری‌ها، ممکن است سبب اسهال موقت دام‌ها شود.
۵ تا ۸	رضایت‌بخش برای دام همراه با اسهال موقت در دام‌های فاقد عادت و نامناسب برای مرغداری همراه با افزایش مرگ‌ومیر و کاهش رشد
۸ تا ۱۱	استفادهٔ محدود برای دام همراه با برخی مشکلات و غیرقابل قبول برای حیوانات شیری و مرغداری‌ها
۱۱ تا ۱۶	استفادهٔ بسیار محدود در دام‌ها همراه با خطرهای شایان توجه در گاوهای شیری، اسب‌ها، گوسفندها و به‌ویژه حیوانات جوان
بیش از ۱۶	خطر به حدی زیاد است که استفاده از آن توصیه نمی‌شود.

منطقهٔ تحقیق

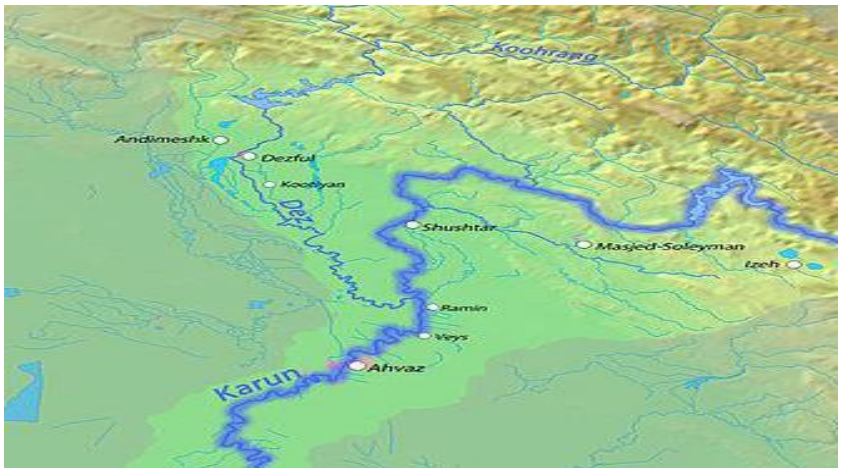
دز رودخانه‌ای است که از رشته‌کوه‌های زاگرس و از الیگودرز در جنوب استان لرستان سرچشمه می‌گیرد. این رود که چند صد سال در اقتصاد شمال خوزستان تأثیر داشته است از ترکیب چند رودخانه به‌وجود می‌آید و پس از گذشتن از جنوب لرستان و شمال خوزستان و شهرستان‌هایی مانند الیگودرز، اندیمشک، شوشتر و شوش در منطقه‌ای به‌نام بند قیر در جنوب شوشتر به رود کارون می‌پیوندد. از مجموع ۵۱ ایستگاه، ۴ ایستگاه سینوپتیک، ۱۳ ایستگاه کلیماتولوژی، ۲۴ ایستگاه باران‌سنجی و ۱۰ ایستگاه تبخیرسنجی وجود دارند که توزیع به‌نسبت مناسبی در حوضهٔ آبخیز دارند.

آمار و اطلاعات استفاده‌شده مربوط به بازهٔ زمانی ۳۹ساله و نمونه‌برداری‌ها نیز شامل pH، TDS، کل کاتیون‌ها و کل آنیون‌ها است. بر این اساس شاخص‌هایی مانند نسبت جذب سدیم، سختی کل و سایر موارد مهم برپایهٔ استاندارد مرسوم در امور آزمایشگاه‌های آب، خاک و رسوب معاونت مطالعات پایه و طرح‌های جامع منابع آب خوزستان تعیین شده‌اند.

نتایج متوسط pH آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر

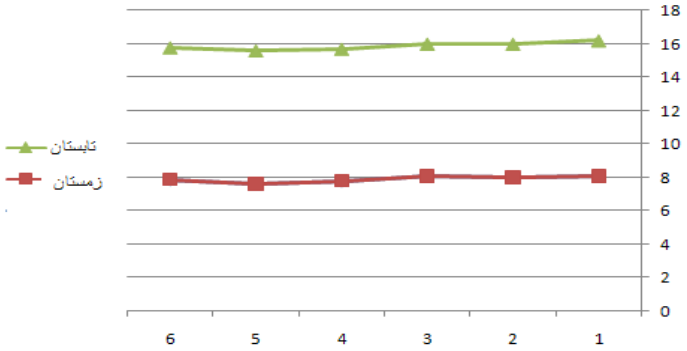
دزفول ۸/۰۲ اندازه‌گیری شد. تنها ۷ نمونه از مجموع ۳۹۲ نمونهٔ متغیر pH خارج از حد استانداردند. در شکل ۳ تغییرات فصلی pH آب رودخانهٔ دز در فصل‌های تابستان و زمستان در دو سال متوالی نشان داده شده است که همان طور که مشاهده می‌شود هیچ گونه تداخلی میان دو منحنی وجود ندارد.

با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 آزمون Binomial برای بررسی داده های pH صورت گرفت که نتایج در جدول۷ آمده است.



شکل۱. موقعیت سرشاخهٔ رودخانهٔ دز نسبت به رود کارون

شکل ۲. رودخانهٔ دز در محدودهٔ دزفول



شکل۳. تغییرات فصلیpH آب رودخانهٔ دز

جدول۷. آزمون بنیومال برای pH آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دز

		Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Asymp.Sing (2-tailed)
pH	گروه ۱	<۸/۵	۳۸۸	۰/۹۸	۰/۵۰	۰/۰۰۰۲
	گروه ۲	>۸/۵	۶	۰/۰۲		
	جمع کل		۳۹۴	۱/۰۰		

با استفاده از نتایج جدول ۷ مشخص می‌شود که pH آب رودخانهٔ دز همواره در حد استاندارد بوده است. میانگین مقدار کل مواد جامد محلول برابر ۳۱۴/۷۴ میلی‌گرم در لیتر بوده است. حداقل TDS برابر۱۶۴ میلی‌گرم در لیتر بوده که ۶۷/۲ درصد کمتر از حداکثر مطلوب استاندارد سازمان جهانی بهداشت است. با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 همبستگی غیرخطی میان TDS و EC برقرار شد و تابع زیر به‌دست آمد. آزمون بینومیال برای TDS با حد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر توسط نرم‌افزار SPSS 18 انجام گرفت که نتایج در جدول ۸ آمده است.

$$TDS = ۹۰/۴۰۴ + ۲/۹۲۹EC - ۰/۰۰۵EC^{۲} \quad R^{۲} = ۰/۸۴۸ \qquad (۱)$$

کیفیت آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول براساس TDS برای حیوانات ذکرشده در جدول ۵ فاقد هرگونه مشکلی است و مطلوب به‌حساب می‌آید. در آزمون همبستگی، ارتباط میان متغیر TDS و سایر متغیرهای کیفی آب در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد برقرار شد. بر این اساس، ارتباط معنی‌دار بسیار قوی میان TDS و دبی وجود دارد. بدین معنی که با تغییر دبی، TDS نیز تغییر می‌کند. با استفاده از نرم‌افزار SPSS آزمون‌های آماری من کندال، اسپیرمن و پیرسون بین دو متغیر کل مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی تحلیل شد که نتایج در جدول ۹ آمده است.

براساس نتایج جدول‌ها ملاحظه می‌شود که ضریب همبستگی میان دو متغیر مذکور به روش پیرسون قوی‌تر از آزمون‌های دیگر است. با استفاده از جدول۱۰ که مستخرج از جدول ماتریس همبستگی شاخص‌های کیفی آب بوده است، می‌توان متوجه شد که از میان کاتیون‌ها، سدیم؛ و از میان آنیون‌ها، کلر بیشترین همبستگی را با TDS دارند [۶].

براساس جدول۱۰ روابط همبستگی میان TDSو یون کلر و یون سدیم به‌صورت زیر به‌دست آمد:

$$Na+ = ۰/۰۰۵TDS - ۰/۵۱۶ \quad R۲ = ۰/۷۶۹ \qquad (۲)$$

$$Cl- = ۰/۰۰۵TDS - ۰/۵۰۸ \quad R۲ = ۰/۷۶۵ \qquad (۳)$$

میانگین شاخص EC برابر ۴۹۸/۷۱ میکروموس بر سانتی‌متر به‌دست آمد. از مجموع ۳۹۲ نمونه فقط نتایج ۶ نمونهEC خارج از استاندارد است که این خود نشان‌دهندهٔ مناسب بودن کیفیت آب از نظر EC است. نتیجهٔ آزمون بینومیال برای EC در جدول ۱۱ آمده است. در شکل ۴ تغییرات ماهیانهٔ مقدار EC نشان داده شده است.

جدول۸. آزمون بینومیال برای TDS

		Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Asymp.Sing (2-tailed)
TDS	گروه ۱	<۵۰۰	۳۸۹	۰/۹۹	۰/۵۰	۰/۰۰۰۲
	گروه ۲	>۵۰۰	۵	۰/۰۱		
	جمع کل		۳۹۴	۱/۰۰		

جدول ۹. آزمون من کندال، اسپیرمن و پیرسون بین TDSوEC

Test			TDS	EC
Kendalls tau-b	TDS	Correlation coefficient	۱/۰۰۰	۷۰۳
		Sig. (2-tailed)	-	۰۰۰
		N	۳۹۴	۳۹۴
	EC	Correlation coefficient	۷۰۳	۱/۰۰۰
		Sig. (2-tailed)	۰۰۰	-
		N	۳۹۴	۳۹۴
Spearman's rho	TDS	Correlation coefficient	۱/۰۰۰	۸۷۰
		Sig. (2-tailed)	-	۰۰۰
		N	۳۹۴	۳۹۴
	EC	Correlation coefficient	۸۷۰	۱/۰۰۰
		Sig. (2-tailed)	۰۰۰	-
		N	۳۹۴	۳۹۴
Pearson	TDS	Pearson Correlation	۱	۹۰۷
		Sig. (2-tailed)	-	۰۰۰
		N	۳۹۴	۳۹۴
	EC	Pearson Correlation	۹۰۷	۱
		Sig. (2-tailed)	۰۰۰	-
		N	۳۹۴	۳۹۴

جدول ۱۰. ضریب همبستگی میان آنیون‌ها و کاتیون‌ها با TDS

متغیر	TDH	K	Na	Mg	Cl	HCO_3	SO_4
TDH	۱	۰/۱۶۳	۰/۷۶۹	۰/۴۵۴	۰/۷۶۵	۰/۲۳۱	۰/۶۸۷

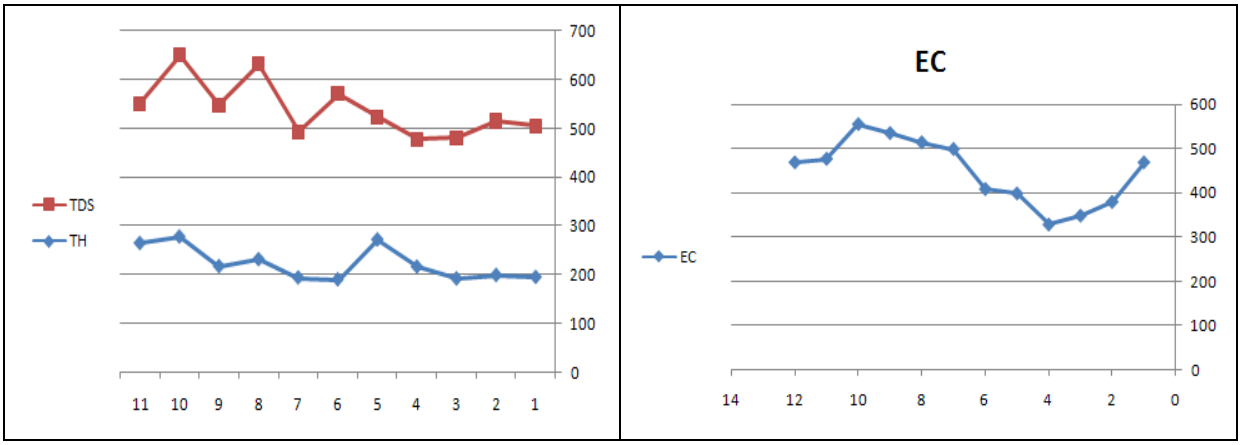
جدول ۱۱. آزمون بینومیال برای EC

		Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Asymp.Sing (2-tailed)
TDS	گروه ۱	<۱۵۰۰	۳۸۳	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۰۰۰۲
	گروه ۲	>۱۵۰۰	۱	۰/۰۰		
	جمع کل		۳۹۴	۱/۰۰		

با توجه به جدول ۴ آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ ایستگاه آب‌سنجی دزفول در محدودهٔ C_2 قرار می‌گیرد. همچنین با توجه به جدول ۶ و اینکه مقدار متوسط EC آب رودخانهٔ دز ۴۹۸ میکروموس بر سانتی‌متر بوده و از ۵۰۰ کمتر است، می‌توان گفت کیفیت آب رودخانهٔ دز براساس شاخصEC برای دامداری و مرغداری عالی است.

مقدار متوسط شاخص سختی کل ۱۸۹/۵ میلی‌گرم در لیتر است. با مقایسه با استاندارد سازمان جهانی بهداشت می‌توان فهمید که کیفیت آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول ۸۹/۵ درصد بیشتر از حد مجاز این استاندارد است.

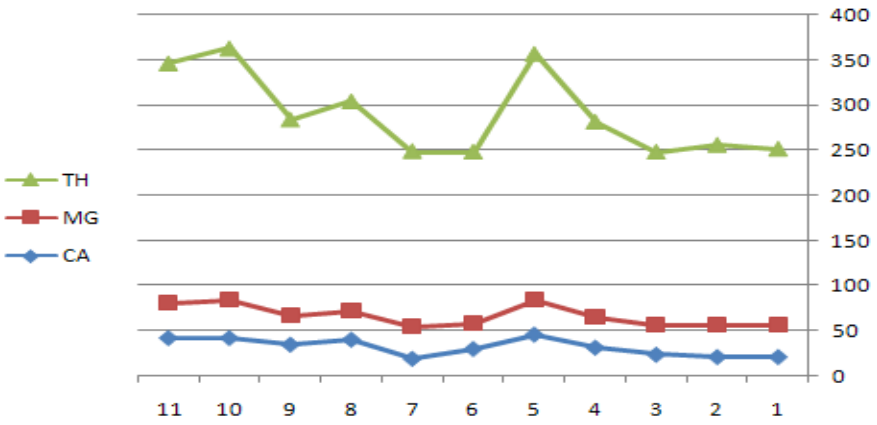
آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول، تقریباً جزء آب‌های سخت محسوب می‌شود. براساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت، کیفیت آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول مناسب نیست. در شکل ۴ تغییرات زمانی TH و TDS در کنار هم ترسیم شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود تطابق به‌نسبت مناسبی بین این دو شاخص وجود دارد. نتیجهٔ آزمون بینومیال برای سختی کل در جدول ۱۲ نشان داده شده است [۶].



شکل ۴. میانگین تغییرات ماهیانهٔ EC در ایستگاه آب‌سنجی و تغییرات TH و TDS رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول (نمودار سمت راست مقدار EC میکروموس بر سانتی‌متر و نمودار سمت چپ مقادیر TH و TDS میلی‌گرم در لیتر است.)

جدول ۱۲. آزمون بینومیال سختی آب رودخانهٔ دز در ایستگاه دزفول

		Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Asymp.Sing (2-tailed)
TDS	گروه ۱	<۱۰۰	۱	۰/۰۰	۰/۵۰	۰/۰۰۰۲
	گروه ۲	>۱۰۰	۳۹۳	۱/۰۰		
	جمع کل		۳۹۳	۱/۰۰		

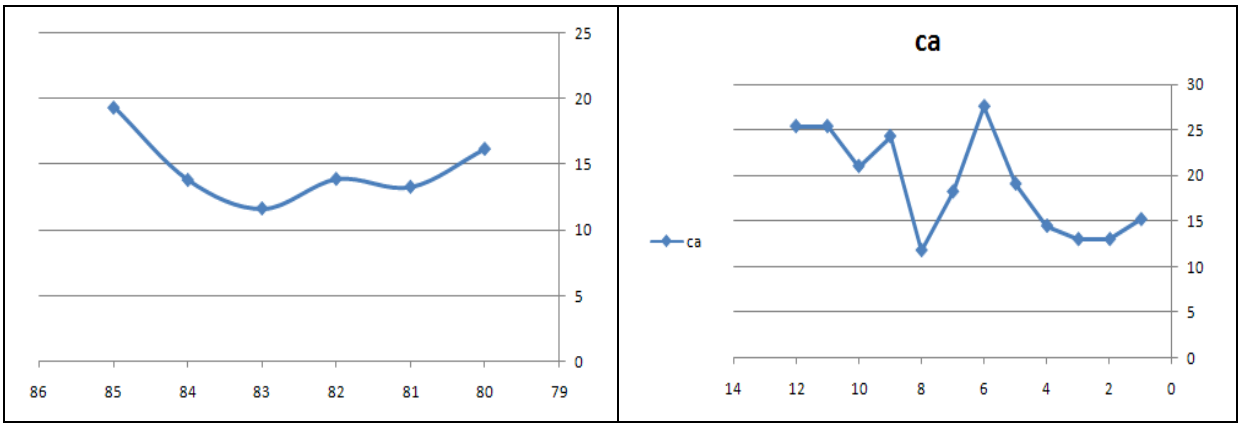


شکل ۵. تغییرات ماهانهٔ سختی کل، منیزیم و کلسیم آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول براساس میلی‌گرم در لیتر

با توجه به اینکه سختی کل براساس مقادیر کاتیون‌های کلسیم و منیزیم به‌دست می‌آید، در شکل ۵ تغییرات مقادیر کاتیون‌های کلسیم و منیزیم به‌همراه تغییرات متوسط TH نشان داده شده است. با استفاده از نرم‌افزار Excel رابطهٔ همبستگی میان کلسیم و سختی کل به‌صورت زیر به‌دست آمد:

$$TH = ۲/۶۸۱ * Ca + ۴۹/۹۹ \quad R^۲ = ۰/۷۰۹ \qquad (۴)$$

مقدار متوسط کاتیون کلسیم ۵۲/۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. در شکل ۶ نمودار تغییرات ماهیانهٔ مقدار کلسیم در آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول نشان داده شده است. انحراف از معیار متغیر کلسیم ۵۲ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمده است. در تحقیق خوند و همکاران، انحراف از معیار برای فصل تابستان و زمستان در طول دورهٔ آماری به‌ترتیب ۴/۵ و ۴/۷ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد [۱۰]. دامنهٔ تغییرات کلسیم بین ۳۰/۰۶ و ۲۴/۱۴ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد که به‌طورتقریبی با دامنهٔ تغییرات مقدار کلسیم در تحقیق گودگات و همکاران تطابق مناسبی دارد [۹].



شکل ۶. تغییرات ماهیانهٔ مقدار کلسیم (سمت راست) و تغییرات سالانهٔ منیزیم (سمت چپ) بر حسب میلی‌گرم در لیتر

با استفاده از نرم‌افزار SPSS همبستگی میان شاخص TH و کلسیم برقرار شد که بهترین تابع برازش‌داده‌شده براساس متغیر ضریب همبستگی کیوبیک به‌صورت زیر به‌دست آمد.

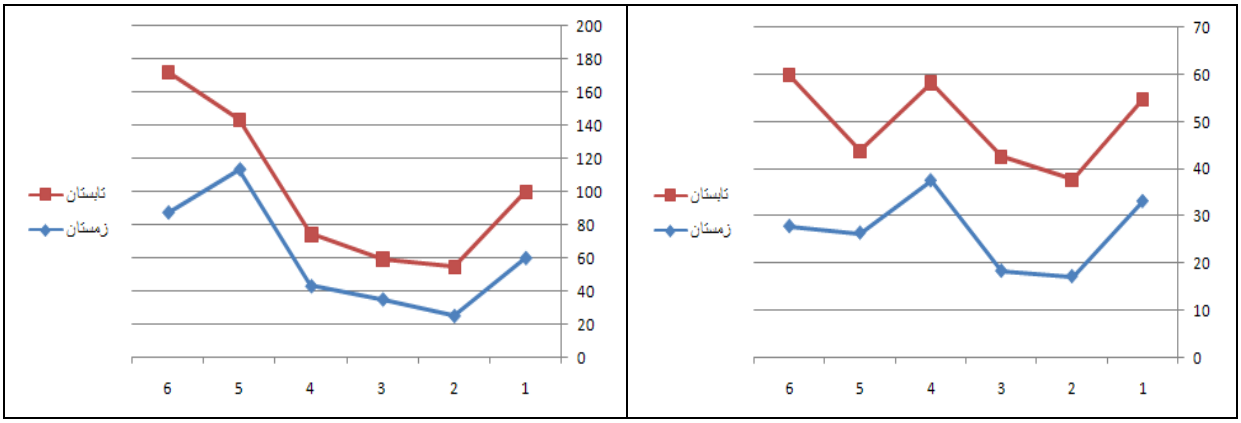
$$TH = -۳/۰۹۸ + ۰/۰۵۷Ca - (۲/۴۷۵ * ۱۰ - ۷)Ca^{۳} \qquad (۵)$$
$$R^{۲} = ۰/۷۳۲$$

متوسط مقدار شاخص منیزیم ۱۴/۵۱ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد که براساس استانداردهای ملی ایران و سازمان جهانی بهداشت وضعیت آب رودخانهٔ دز در حد مطلوب و مناسب قرار دارد. با استفاده از نرم‌افزار Excel رابطهٔ همبستگی میان مجموع مقادیر کلسیم و منیزیم با مجموع مقادیر کاتیون‌ها برقرار شد. معادلهٔ همبستگی میان متغیرهای مورد نظر به‌صورت زیر است:

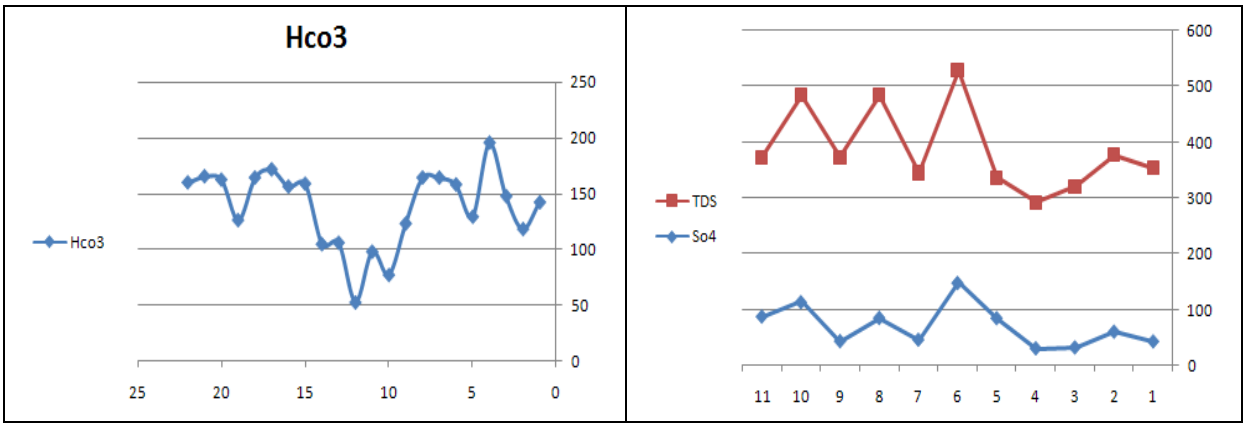
$$Ca^{+۲} + Mg^{+۲} = ۱/۴۶۸ * (\text{Sum Cations}) \qquad (۶)$$
$$R^{۲} = ۰/۷۷۶$$

متوسط مقدار سدیم در آب رودخانهٔ دز در طول دورهٔ آماری ۰/۹۱ و متوسط مقدار سولفات ۵۹ میلی‌گرم در لیتر است. در شکل ۷ تغییرات فصلی مقدار سدیم و سولفات آب رودخانهٔ دز در فصل های تابستان و زمستان نشان داده شده است.

در شکل ۸ نمودار تغییرات سولفات و TDS و متوسط تغیرات ماهانهٔ بی‌کربنات آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول برابر ۱۵۸/۰۲۳ میلی گرم در لیتر نشان داده شده است.



شکل ۷. تغییرات فصلی سدیم و سولفات آب در فصل‌های تابستان و زمستان برحسب میلی‌گرم در لیتر (سمت راست سدیم و چپ سولفات)



شکل ۸. نمودار تغییرات ماهانهٔ سولفات و کل مواد جامد محلول درآب و تغییرات بی‌کربنات در ایستگاه آب‌سنجی دزفول بر حسب میلی‌گرم در لیتر

متوسط نسبت جذب سدیم ۰/۹۴ است. با استفاده از نرم‌افزار SPSS رگرسیون غیرخطی میان SAR با چهار متغیر سدیم، کلر، کل مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی برقرار شد.

$$SAR = ۰/۴۸ + ۰/۷۶۶\ Na + ۰/۰۰۶\ Cl - (۳/۸۰۲ * ۱۰-۶)\ EC - ۰/۰۰۱\ TDS \quad (۷)$$
$$R۲ = ۰/۹۵۹$$

در مجموع برای بررسی کیفیت آب شرب با استفاده از نمودار شولر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

–**pH**: متوسط شاخص pH آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول ۸/۰۲ بوده است؛ ازاین‌رو کیفیت آب رودخانهٔ دز از این لحاظ در حد قابل قبول تا متوسط ارزیابی می‌شود.

–**کلسیم**: متوسط مقدار کلسیم آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول ۵۲/۱۰ میلی‌گرم در لیتر است. براساس نمودار شولر، کیفیت آب رودخانهٔ دز در حد"خوب"ارزیابی می‌شود.

– **منیزیم**: متوسط مقدار منیزیم آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول ۱۴/۴۶ میلی‌گرم در لیتر است. براساس نمودار شولر، کیفیت آب رودخانهٔ دز در حد"خوب"ارزیابی می‌شود.

– **سدیم**: متوسط مقدار سدیم آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول ۲۹/۸۹ میلی‌گرم در لیتر است. براساس نمودار شولر، کیفیت آب رودخانهٔ دز در حد"خوب"ارزیابی می‌شود.

– **TDS**: متوسط مقدارTDS آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول ۳۱۴/۶۱ میلی‌گرم در لیتر است. براساس نمودار شولر، کیفیت آب رودخانهٔ دز در حد"خوب" ارزیابی می‌شود.

– **سختی کل(TH)**: متوسط سختی کل آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول ۱۴۴/۳۲ میلی‌گرم در لیتر است. براساس نمودار شولر، کیفیت آب رودخانهٔ دز در حد "خوب" ارزیابی می‌شود.

–**کلرید**: متوسط مقدار کلرید آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول ۴۶/۶۴ میلی‌گرم در لیتر است. براساس نمودار شولر، کیفیت آب رودخانهٔ دز در حد"خوب" ارزیابی می‌شود.

– **سولفات**: متوسط مقدار سولفات آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول ۵۹ میلی‌گرم در لیتر است. براساس نمودار شولر، کیفیت آب رودخانهٔ دز در حد"خوب" ارزیابی می‌شود.

– **بی‌کربنات**: براساس نمودار شولر کیفیت آب رودخانهٔ دز بر مبنای آنیون بی‌کربنات در حد "خوب" ارزیابی می‌شود.

بحث

متوسط pH آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول ۸/۰۲ است که نشان‌دهندهٔ قلیایی بودن آب رودخانه است. البته اکثر رودخانه‌های ایران و جهان، خاصیت قلیایی اندکی دارند. براساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت دامنهٔ تغییرات مقدار pH بین ۸ و ۶/۵ است؛ ازاین‌رو کیفیت آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ مطلوب قرار ندارد. زیرا متوسط pH آب ۰/۰۲ از حداکثر استاندارد سازمان جهانی بهداشت

بیشتر است. نیرمالا و همکاران در آب شهر میسور در هندوستان در چهار جهت شمالی، جنوبی، غربی و شرقی مقدار pH را به‌ترتیب ۷/۷۳، ۷/۹۲، ۸/۲۶ و۷/۵۷ به‌دست آوردند [۱۳]. دامنهٔ تغییرات pH آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ دزفول بین ۷ تا ۸/۹ به‌دست آمد. چانگ معتقد است که یکی از علل افزایش pH، افزایش استفاده از آلکالین دترجنت‌ها و مواد آلکالین از فاضلاب‌های صنعتی است؛ ولی در محدودهٔ مطالعاتی شهر دزفول احتمالاً افزایش pH به‌دلیل وجود مناطق وسیع کشاورزی و استفاده از مواد شیمیایی مانند دترجنت‌ها است که از این نظر با نتایج چانگ تطابق مناسبی وجود دارد. میزان pH در فصل تابستان همواره بیشتر از زمستان است که بدان معناست که با افزایش دما و تبخیر آب و نیز کاهش دبی، pH آب افزایش می‌یابد. براساس شاخص TDS می‌توان گفت آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ ایستگاه آب‌سنجی دزفول فاقد مشکل است؛ زیرا متوسط TDS حدود ۳۷ درصد کمتر از استاندارد جهانی است. نیز می‌توان گفت که آب چندان کدر نیست و از شفافیت مناسبی برخوردار است. شریفی‌نیا و همکاران مقدار متوسط شاخص TDS در مخزن دریاچهٔ زریوار در ایران را ۲۰۱/۶ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آوردند [۲۰] که در مقایسه با آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول وضعیت مطلوب‌تری دارد.

کیفیت آب رودخانهٔ دز با استفاده از شاخصEC در محدودهٔ دزفول در وضعیت مناسبی است و قابلیت استفاده برای شرب انسان را دارد که بیانگر آن است که فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب شهری در اطراف رودخانه تا قبل از ایستگاه آب‌سنجی دزفول کم است. میزانEC حدود ۶۷ درصد کمتر از حد مجاز استاندارد سازمان جهانی بهداشت است. مقادیر کمینه و بیشینهٔ شاخص EC آب شهر تتوا توسط دورمیشی و همکاران به‌ترتیب ۱۸۸ و ۶۸۴ میکروموس بر سانتی‌متر به‌دست آمد [۲۱] که از مقادیر بیشینه و کمینهٔ آب رودخانهٔ دز بیشتر است و از این لحاظ، کیفیت آب رودخانهٔ دز در وضعیت بدتری قرار دارد. مقدار متوسط کلسیم آب رودخانهٔ دز از مقدار مجاز استاندارد سازمان جهانی بهداشت، ۶۹/۴۶ درصد کمتر است؛ ازاین‌رو کیفیت آب رودخانهٔ دز براساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت و نیز مقدار کلسیم مطلوب است. دامنهٔ تغییرات کلسیم بین ۳۰/۰۶ و ۱۴۰/۲۸ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمده است که به‌طور تقریبی با دامنهٔ تغییرات مقدار کلسیم در تحقیق گودگات و همکاران تطابق مناسبی دارد. مقدار میانهٔ شاخص کلسیم ۵۲/۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. قزاز و همکاران مقدار میانه را ۱۲/۳۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آوردند [۸] که خیلی کمتر از آب رودخانهٔ دز است.

براساس تحلیل‌های آماری مقدار منیزیم آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول هیچ گاه به مرز مجاز استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و استاندارد ملی ایران نرسیده است. میانگین مقدار منیزیم در اندازه‌ای است که برای هیچ‌کدام از حیوانات ذکرشده در جدول ۵ مشکل ایجاد نمی‌کند و برای آنها در حد مطلوب است. مقدار منیزیم آب رودخانهٔ دز در فصل تابستان بیشتر از زمستان است که این خود ممکن است دلیلی بر ارتباط معنی‌دار میان مقدار منیزیم آب رودخانه و دبی باشد. براساس مقایسهٔ متوسط مقدار سدیم با استاندارد سازمان جهانی بهداشت، کیفیت آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول از لحاظ سدیم مشکلی ندارد. بیشترین مقدار سدیم در طول دورهٔ آماری ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر بود که ۳۰ درصد کمتر از مقادیر مندرج در استاندارد مذکور است. براساس نمودار شولر، آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ دزفول، قابلیت آشامیدن دائم را دارد و فاقد طعم مخصوص است. باید توجه داشت که چون غلظت سدیم کمتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر است، این کاتیون نمی‌تواند سبب تشکیل رسوب و ایجاد خوردگی در دیگ‌های بخار و ایجاد مشکلات در کارخانه‌های یخ‌سازی شود. قزاز و همکاران، متوسط مقدار سدیم را ۲۷/۲۹ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آوردند که از این لحاظ با مقدار سدیم آب رودخانهٔ دز نزدیکی دارد. ساکسنا و همکاران، در تحقیق خود دامنهٔ تغییرات سدیم را بین ۱۴/۳۰ و ۵۴/۴۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آوردند [۱۷]. گوپتا و همکاران، دامنهٔ تغییرات سدیم را در بررسی‌های خود بین ۴۰۴/۹ تا ۵۲۴ میلی‌گرم در لیتر بیان کردند [۹]. براساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت که حد مجاز آنیون سولفات۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر است، کیفیت آب رودخانهٔ دز در شهر دزفول باز هم در وضعیت مطلوبی قرار دارد. فقط در حدود ۱ درصد دورهٔ زمانی مقدار متوسط سولفات از حد مجاز سازمان جهانی بهداشت بیشتر بوده است. به‌دلیل کم بودن مقدار سولفات، این آب برای صنایع مناسب است و تلخ‌مزه

نیز نیست و محدودیتی هم برای استفاده از آب رودخانهٔ دز از این لحاظ وجود ندارد. راما کیریشنایا و همکاران، خطای استاندارد سولفات را ۲۹/۶۵ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آوردند که از خطای استاندارد سولفات آب رودخانهٔ دز که ۱۹/۶۵ میلی‌گرم در لیتر است بیشتر است [۱۶]. روند تغییرات مقدار سولفات در فصل‌های تابستان و زمستان تقریباً یکسان و مقدار سولفات نیز در فصل تابستان بیشتر از فصل زمستان است. روند تغییرات دو متغیر شبیه به هم است. بر این اساس می‌توان استدلال کرد که شاخص کل مواد جامد محلول تأثیر زیادی از سولفات می‌گیرد [۲۳]. با مقایسهٔ مقدار متوسط کلرید با استاندارد سازمان جهانی بهداشت نیز می‌توان دریافت که آب رودخانهٔ دز فاقد مشکل است؛ زیرا ۷۶/۶۴ درصد کمتر از مقدار مجاز استاندارد این سازمان است. متوسط بی‌کربنات در آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول ۱۵۷/۸۲ میلی‌گرم در لیتر است که براساس مقایسه با استاندارد سازمان جهانی بهداشت، ۷/۸۲ میلی‌گرم یا ۰/۵ درصد از حد مجاز بیشتر است.

از لحاظ نسبت جذب سدیم، کیفیت آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهرستان دزفول در وضعیت "عالی" و براساس جدول۳ در محدودهٔ "خطر قلیایی شدن کم" یا S_1 قرار دارد. ریحان و علام متوسط نسبت جذب سدیم را ۱۵/۲۹ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آوردند [۱۵] که از رودخانهٔ دز بیشتر است. علت را می‌توان کمتر بودن سدیم آب رودخانهٔ دز دانست.

نتیجه‌گیری

در جمع‌بندی کلی می‌توان گفت کیفیت آب رودخانهٔ دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول برای مصارف شرب انسانی و دام در مجموع مشکلی ندارد و می‌توان از آن استفاده کرد. حتی می‌توان برای پرورش دام و طیور براساس مناسب بودن کیفیت آب این رودخانه، برنامه‌ریزی‌های جامعی انجام داد. توسعه و گسترش کارخانه‌های یخ‌سازی و صادرات به کشورهای همسایه مانند عراق نیز از سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی است که براساس مناسب بودن کیفیت آب رودخانهٔ دز در محدودهٔ شهر دزفول امکان‌پذیر است.

سپاسگزاری

این مقاله از محل طرح پژوهشی و با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر انجام گرفته است. نویسندگان مقاله از ریاست محترم و معاونت پژوهشی واحد بسیار سپاسگزارند.

منابع

۱.دیندارلو، کاووس؛ علیپور، ولی؛ فرشیدفر، غلامرضا (۱۳۸۵).کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس، مجلهٔ پزشکی هرمزگان، سال دهم، شمارهٔ اول: ۶۲-۵۷.

۲.رجایی، قاسم؛ مهدی‌نژاد، محمدهادی؛ حصاری مطلق، سمانه (۱۳۹۰). بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب دشت بیرجند و قائن در سال۱۳۸۹-۱۳۸۸، مجلهٔ تحقیقات نظام سلامت، سال هفتم، شمارهٔ ششم، ویژه‌نامهٔ بهداشت: ۷۴۵-۷۳۷.

۳.سلیمانی، ساردو (۱۳۹۲). آنالیز و روندیابی شاخص‌های کیفیت شیمیایی آب، مطالعهٔ موردی رودخانهٔ چم انجیر خرم‌آباد، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، شمارهٔ دوازدهم، سال سوم: ۱۰۶-۹۵.

۴. عبادتی، ناصر (۱۳۹۳). بررسی کیفیت آب رودخانهٔ دز برای مصارف مختلف شرب، صنعت و کشاورزی، گزارش طرح پژوهشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، ۱۲۱ص.

5. Demba, A., N'Diaye, M., Brahim El kory and Ould Sid, M.,Ould Kankou,A.,(2013). Study of water quality during rainy season using physico-chemical and metallic parameters of Senegal River in Mauritania, Sci-Afric Journal of Scientific Issues, Research and Essays Vol. 1 (1), pp. 1-10.

6. Ebadati, N., Hooshmandzadeh, M., Behzad, N.,(2014).A comparison of the correlation Matrix and Man-Kendal correlation statistical methods for analyzing the qualitative parameters of Dez River water, MAGNT Research Report (ISSN. 1444-8939), Vol.2 (Special Issue) PP: 986-1001.

7. Jothivenkatachalam, K. Nithya, A. and Chandra Mohan, S. (2010). Correlation analysis of drinking water quality in and around perur block of Coimbatore district, Tamil Nadu, India, Vol.3, No.4:pp 649-654.

8. Gazzaz,N. , Yusoff ,M.K., Zaharin Aris ,A., Juahir ,H.,Ramli, M.F.,(2012). Artificial neural network modeling of the water quality index for Kinta River(Malaysia) using water quality variables as predictors, Marine Pollution Bulletin, journal homepage: pp:1-12.

9. Gupta,N., Kumar,K., Vinit Kumar,Y., and Singh,D.,(2013). Assessment of Physicochemical Properties of Yamuna River in Agra City, International Journal of Chem.Tech. Research, Coden (USA): IJCRGG ,Vol.5, No.1, pp 528-531.

10. Khadam, I.M., Kaluarachchi, J.J. (۲۰۰۶). Water quality modeling under hydrologic variability and parameter uncertainty using erosion-scaled export coefficients. Journal of Hydrology, 330: 354-367.

11. Marsili-Libelli,S., Giusti, E., (2007); Water quality modeling for small river basins,Environmental Modeling & Software 23 (2008)-pp: 451-463.

12. Nayan J. Khound, Parag Phukon, and Krishna G. Bhattacharyya(2012). Physico-chemical studies on surface water quality in the Jia-Bharali River Basin, North Brahmaputra Plain, India, Archives of Applied Science Research, 2012, 4 (2):1169-1174,

13. Nirmala B, Suresh Kumar B.V, Suchetan P.A and Shet Prakash M.,(2012). Seasonal Variations of Physico Chemical Characteristics of Ground Water Samples of Mysore City, Karanataka, India, International Research Journal of Environment Sciences, Vol. 1(4),pp: 43-49.

14. Rajiv P, Hasna Abdul Salam, Kamaraj M, Rajeshwari Sivaraj and Sankar A(2012). Physico Chemical and Microbial Analysis of Different River Waters inWestern Tamil Nadu, India, I Research Journal of Environment Sciences Sci. Vol. 1(1), 2-6.

15. Raihan, F., Alam, J. B., (2008). Assessment of ground water quality in Sunamganj of Bangladesh, Iran. J. Environ. Health . Sci. Eng., Vol. 5, No. 3, pp. 155-166.

16. Ramakrishnaiah, C. R. Sadashivaiah, C., and Ranganna G., (2006); Assessment of Water Quality Index for the Groundwater in Tumkur Taluk,Karnataka State, India, CODEN ECJHAO -E-Journal of Chemistry.PP.523-530.

17. Saksena, D.N. Garg R.K., and Rao, R.J. (2008). Water quality and pollution status of Chambal river in National Chambal sanctuary, Madhya Pradesh, Journal of Environmental Biology:pp.701-710

18. Sarani,N., Soltani,J., Sarani,S., and Moasheri, A.,(2012).Comparison of Artificial Neural Network and Multivariate Linear Regression Model to PredictSodium adsorption ratio (SAR)(Case Study: Sistan River, Iran), International Conference on Chemical, Ecology and Environmental Sciences (ICEES'2012) Bangkok-pp:130-134.

19. Sharma, P., Dubey,A., Chatterjee S.K.,(2013). Post Monsoon Analysis of Physico-Chemical Parameter of Surface and Ground Water Samples In (Arang Block) Raipur Districts, Chhattisgarh, India, IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC) Volume 5, Issue 2 PP 22-26.

20. Sharifinia,M., Ramezanpour,Z., Imanpour,J., Mahmoudifard,A. and Rahmani,T., (2013). Water quality assessment of the Zarivar Lake using physico-chemical parameters and NSF-WQI indicator, Kurdistan Province-Iran, International journal of Advanced Biological and Biomedical Research Volume 1, Issue 3, 302-312.

21. Srinivasa Reddy K.,(2013). Assessment of groundwater quality for irrigation of Bhaskar Rao Kunta watershed, Nalgonda District, India, International Journal of Water Resources and Environmental Engineering, Vol5(7),pp418-425.

22. Smitha, P.G., Byrappa, K. and Ramaswamy S.N.,(2007). Physico-chemical characteristics of water samples of Bantwal Taluk,south-western Karnataka, India.Journal of Environmental Biology, 28(3)-pp: 591-595.

23. ÜmitTanera, M., Üstünb,B., enErdincler, A.,(2010). A simple tool for the assessment of water quality in polluted lagoon systems: A case study for Küc¸ ükc¸ ekmece Lagoon, Turkey , Ecological Indicators , journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind-pp:1-8