

## بررسی روند تغییرات زمانی شوری آب در ایستگاه‌های هیدرومتری رودخانه دز از نظر کاربرد در کشاورزی

سعید آزیش<sup>۱</sup>، علی عصاره<sup>۱\*</sup>، داود خدادادی دهکردی<sup>۱</sup>

(۱) گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

\*نویسنده مسئول: ali\_assareh\_2003@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۲/۲۰

### چکیده:

در این مطالعه روند تغییرات شوری آب رودخانه دز از نظر کاربرد در کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۷ ایستگاه آب‌سنجی در طول مسیر رودخانه انتخاب شد. آمار اندازه‌گیری شده شوری آب رودخانه در سال‌های ۹۳-۸۳ از سازمان آب و برق خوزستان جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفت. سپس نتایج با استانداردهای ویلکوکس و رهنمودهای آب آبیاری آبرز و وستکات مورد بررسی و طبقه‌بندی قرار گرفت. در طبقه بندی ویلکوکس در طی ۱۰ سال، ایستگاه‌های سپید دشت سزار، سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار و دزفول در کلاس C2-S1 قرار گرفت؛ که در نتیجه از نظر نسبت جذب سدیمی در محدوده کم خطر و از نظر شوری در محدوده آب‌های کمی شور قرار دارد که برای کشاورزی تقریباً مناسب هستند. ایستگاه تنگ پنج بختیاری نیز در سال‌های ۸۴-۸۳، ۸۵-۸۴، ۸۵-۸۶، ۸۸-۸۹ و ۹۲-۹۱ در کلاس C2-S1 و در سال‌های ۸۷-۸۸، ۸۹-۹۰، ۹۰-۹۱، ۹۳-۹۲ و ۹۴-۹۳ در کلاس C3-S1 قرار گرفت. همچنین ایستگاه‌های حرمله و بامدژ در کلاس C3-S1 قرار گرفتند که از نظر نسبت جذب سدیمی در محدوده کم خطر و از نظر شوری در محدوده آب‌های شور قرار می‌گیرند؛ که در نتیجه با تمهیدات مناسب و مدیریت کنترل شوری و استفاده از زهکشی مناسب زمین برای کشاورزی مشکلی بوجود نمی‌آورند. از نظر رده‌بندی کیفیت آب آبیاری به روش FAO، میزان سدیم، کلسیم، منیزیم و سولفات نرمال است و در استفاده از بی‌کربنات همه ایستگاه‌های مورد بررسی با محدودیت متوسط مواجه بود. از نظر کلر نیز فقط ایستگاه بامدژ با محدودیت مواجه بود.

کلمات کلیدی: رودخانه دز، کیفیت آب، طبقه بندی ویلکوکس، آبرز و وستکات

## مقدمه

در دهه‌های اخیر، در پی افزایش رشد جمعیت، نیاز به تولید مواد غذایی و گیاهی بیشتر شده است، لذا این امر موجب استفاده بیشتر و گسترده‌تر انسان از منابع طبیعی به‌خصوص منابع آبی گردیده است (اکبری، ۱۳۹۶). کشاورزی، بزرگترین بخش مصرف کننده آب، نقش عمده‌ای در رفع کمبود آب و چالش‌های امنیت غذایی دارد (Nouri et al., 2020). کشاورزی فاریاب به منابع آب کافی و قابل استفاده وابسته است. آگاهی از کیفیت منابع آب یکی از نیازمندی‌های مهم در برنامه‌ریزی و توسعه منابع آب و حفاظت و کنترل آنها می‌باشد (رهنما و سیاری، ۱۳۹۸). پایش و مدیریت کیفیت آب رودخانه‌ها به این دلیل که بیشتر و بطور مستقیم در معرض انواع آلاینده‌ها هستند اهمیت ویژه‌ای دارد (زارع گاریزی و همکاران، ۱۳۹۱). عوامل مختلفی کیفیت آب رودخانه‌ها را تهدید می‌کند، این عوامل می‌تواند شامل: تخلیه پساب‌های تصفیه نشده مراکز شهری، صنعتی و کشاورزی باشد (عسگری و الباجی، ۱۳۹۶). تخلیه انواع مختلف آلاینده‌های کشاورزی، صنعتی و پساب‌های شهری به رودخانه‌ها باعث شده که در حال حاضر رودخانه‌ها به عنوان یکی از کانون‌های بحرانی از نقطه نظر آلودگی‌ها مطرح باشند؛ و این بحران روز به روز وخیم‌تر می‌شود. همچنین می‌توان بیان نمود که کاربری‌های شهری و کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه تأثیر بسزایی دارند، به طوری که در حوضه‌هایی با کاربری کشاورزی و شهری بالا، نسبت به حوضه‌هایی که این کاربری در آنها کمتر است میزان اسیدیته (pH) و شوری بالاتر است. تشخیص روند بلندمدت کیفیت آب رودخانه‌ها برای پی بردن به تغییرات به وقوع پیوسته در گذشته و پیش‌بینی آینده از اهمیت بسزایی برخوردار است. شناسایی روند تغییرات کیفی آب، اطلاعات ارزشمندی را جهت ادراک تأثیر عوامل اقلیمی و انسانی و برهم‌کنش این عوامل در سطح آبخیز فراهم می‌آورد (Rosenkrantz, 1987). نتایج تحقیق زارع گازی و همکاران (۱۳۹۱) در رودخانه چهل چای نشان داد که، ۷ متغیر سدیم، کلرید، SAR، سولفات، پتاسیم، EC و TDS روند افزایشی معنادار دارند، همچنین آنها بیان داشتند بی‌کربنات روند کاهش معناداری دارد. روند افزایشی متغیرها و تنزل کیفیت آب رودخانه چهل چای را ناشی از عواملی نظیر تغییر کاربری اراضی، فرسایش خاک، و ورود زائدات ناشی از فعالیت‌های انسانی به رودخانه دانستند. معروفی و طبری (۱۳۹۰) با بررسی روند تغییرات فصلی، ماهانه و سالیانه دبی رودخانه مارون با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری من-کندال و سن و همچنین تحلیل پارامتری رگرسیونی دریافتند که دبی سالیانه در همه ایستگاه‌ها، دارای روند نزولی در دو دهه اخیر بوده است. سلیمانی ساردو و همکاران (۱۳۹۲) به ارزیابی پارامترهای کیفی رودخانه چم انجیر خرم آباد در دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۴۷ پرداختند. نتایج نشان داد که علی‌رغم روند نزولی در مقادیر اسیدیته و دبی جریان، که نشان دهنده کاهش اسیدیته آب در مدت مورد مطالعه می‌باشد، سایر پارامترها از قبیل هدایت الکتریکی، بی‌کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، باقیمانده املاح، کل کاتیون‌ها، سختی موقت و سختی کل، دارای روند صعودی و معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. روند صعودی تغییرات املاح محلول آب، نشان دهنده کاهش کیفیت آب و افزایش املاح محلول این رودخانه می‌باشد. سالاریان و همکاران (۱۳۹۲) روند تغییرات پارامترهای کیفی

آب سه رودخانه سلیمان تنگه، کردخیل و ریگ چشمه را با استفاده از آزمون ناپارامتریک من-کندال در دوره ۱۳۸۵-۱۳۵۰ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد pH و SAR روند صعودی داشته‌اند. فرید گیگلو و همکاران (۱۳۹۱) تغییرات کیفی آب رودخانه زرین گل استان گلستان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که آب رودخانه زرین گل مربوط به تیپ آب‌های شور مزه بوده و به سمت کلریده میل می‌کند. کیفیت شیمیایی رودخانه زرین گل تحت تأثیر واکنش‌های تبخیر و تعرق در حوضه بوده است. خطر منیزیم در رودخانه افزایش یافته و خطر شوری نیز بالا می‌باشد. آنها بیان داشتند به دلیل دست کاری‌های شدید در محیط طبیعی از جمله جاده‌سازی و حفر معادن، کیفیت آب در رودخانه زرین گل کاهش یافته است. Hassler (۲۰۰۴) در پژوهش خود بیان کرد که کیفیت آب رودخانه‌های ایلات کالیفرنیا تحت تأثیر توسعه کشاورزی و فعالیت‌های دامداری و دامپروری آلوده بوده، به طوری که این اقدامات باعث کاهش کیفیت آب اکثر رودخانه‌ها در این ایلات شده است. حاجیان نژاد و رهسپار (۱۳۸۹) در شناخت و بررسی منابع آلاینده بر روی کیفیت آب زاینده‌رود به این نتیجه رسیدند که کیفیت آب زاینده‌رود تا قبل از زرین‌شهر مشکل خاصی ندارد اما در حدفاصل زرین‌شهر تا اصفهان که تخلیه آلاینده‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به داخل رودخانه انجام می‌گیرد کیفیت آب زاینده‌رود تنزل می‌یابد. Newall و Walsh (۲۰۰۵) بیان کردند که رودخانه در حوضه‌هایی با مناطق مسکونی بیش‌تر، میزان شوری و اسیدیته بیش‌تری نسبت به حوضه‌هایی با مناطق شهری کم‌تر دارد. علاوه بر این افزایش اراضی بایر در کل سطح حوزه مشهود است که می‌تواند در کاهش کیفیت آب در طول زمان مؤثر باشد. ساکی‌زاده (۱۳۸۳) نیز در تحقیقی در رابطه با بررسی و منشأیابی منابع آلاینده در حوزه آبخیز رودخانه سیاهرود استان گیلان نتیجه‌گیری کرد که کیفیت آب این رودخانه کاملاً تحت تأثیر فعالیت‌ها و گستره اراضی کشاورزی است. رفیعی امام (۱۳۸۲) کیفیت آب رودخانه جاجرود در ورامین را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که آب این رودخانه در برخی فصول سال برای کشاورزی مناسب و در دیگر فصول به علت افزایش شوری آب باید از گیاهان مقاوم به شوری استفاده کرد. مددی‌نیا و همکاران (۱۳۹۳) پارامترهای کیفی آب کارون در بازه اهواز را با استفاده از شاخص NSF مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد شاخص کیفیت ماهانه‌ی آب رودخانه در بازه اهواز در طول مطالعه در گستره‌ی ۷۰-۵۷ متغیر بوده و در گروه متوسط قرار می‌گیرد. شاخص کیفیت آب از ایستگاه اول تا ایستگاه آخر به تدریج کاهش می‌یابد و ایستگاه کوت عبدالله (در پایین -دست) با شاخص سالانه ۶۲/۵ بدترین و ایستگاه کیان آباد (بالادست) با شاخص سالانه‌ی ۶۵/۲۵ بهترین وضعیت را دارد. در ایستگاه‌های بالادست به دلایل عدم سرریز فاضلاب‌های مختلف شهری، بیمارستانی و کارخانه‌ای شاخص از دامنه کیفی بالاتری برخوردار بوده است و در ایستگاه‌های پایین‌دست مثل ایستگاه منطقه پل سیاه به علت ورود پساب بیمارستانی، وضعیت بستر و خودپالایی که برای ایجاد حاشیه رودخانه و بلوار ترافیکی ساختار تغییر کرده است، شاخص کیفیت آب رودخانه پایین بوده و در ایستگاه آخر نیز به دلایل ورود مجموع پساب‌های شهری کمترین شاخص کیفی ثبت گردید. همچنین نتایج بررسی کیفیت آب در فصول مختلف نشان داد؛ در فصل پاییز به علت شروع

بارندگی و کاهش آلاینده‌ها بهترین وضعیت و در فصل بهار به دلیل کاهش بارندگی، وجود دمای مناسب برای رشد کلیفرم‌ها و نیز افزایش کدورت بدترین وضعیت را داشته است. به دلیل اهمیت رودخانه دز در منطقه و تاثیر کیفیت این رودخانه در کل حوضه کارون، در این تحقیق به بررسی میانگین کیفیت آب در ایستگاه‌های هیدرومتری رودخانه دز پرداخته شد.

## مواد و روش‌ها

### شناسایی منطقه مورد مطالعه

رودخانه دز در حوضه آبریز دز با مساحت ۲۱۷۲۰ کیلومتر مربع از ارتفاعات جنوب غربی اراک، بروجرد، الیگودرز و کوه‌های بختیاری سرچشمه گرفته و سهم عمده‌ای در تشکیل یکی از پر آب‌ترین رودخانه‌های ایران یعنی کارون دارد. حوضه آبریز رودخانه دز از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی محدود شده است. نمونه‌برداری از هر ایستگاه ماهیانه از حدود وسط عرض رودخانه و از عمق ۳۰ سانتی‌متری به حجم یک لیتر توسط مامورین سازمان آب و برق خوزستان انجام می‌شود. در هنگام نمونه‌برداری مانع وارد شدن مواد خارجی به ظرف نمونه‌برداری شده و برای برداشت آب در جهت عکس حرکت آب، با ظرف نمونه‌برداری از آب نمونه گرفته می‌شود. بعد از برداشت نمونه، دمای آن بلافاصله به وسیله‌ی دماسنج اندازه‌گیری و ثبت می‌گردد. برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی کلیه‌ی ظروف نام‌گذاری شده و اطلاعات لازم روی آنها نوشته می‌شود. به همراه نمونه اطلاعات دیگری چون تاریخ نمونه‌برداری، منشأ آب، نقطه برداشت، درجه حرارت آب و هوا و... نیز مشخص می‌شود. سپس نمونه‌ها در زمان کوتاه به آزمایشگاه انتقال داده می‌شوند. برای ارزیابی کیفیت آب رودخانه دز در مسیر رودخانه بطول ۵۱۵ کیلومتر ۴ ایستگاه سپید دشت سزار، سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار و تنگ پنج بختیاری در بالا دست سد دز و ۳ ایستگاه دزفول، حرمله و بامدژ در پایین دست سد دز انتخاب شد. داده‌های کیفی آب رودخانه دز شامل: EC, TDS, Ca, Mg, Na, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Cl و SO<sub>4</sub> طی یک دوره ۱۰ ساله، از داده‌های اندازه‌گیری شده توسط معاونت مطالعات پایه و طرح‌های جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان در طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۴ اخذ شد. پارامترهای کیفی آب با استفاده از استانداردها و شاخص‌های موجود در زمینه کیفیت آب آبیاری (ویل کوکس، فائو، آیرز و وسکات) مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. در طبقه‌بندی ویل‌کوکس دو عامل هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) برای تعیین کیفیت مصارف کشاورزی در نظر گرفته شده و هریک از دو عامل فوق به چهار محدوده تقسیم می‌شود که در مجموع ۱۶ گروه کیفیت آب را ایجاد می‌کند که در آن S نماینده SAR و C نماینده هدایت الکتریکی است (جدول ۱ و ۲).

### جدول ۱: طبقه بندی آب برای کشاورزی براساس SAR یا خطر قلیایی شدن

| وضعیت SAR | میزان خطر                               |
|-----------|---|
| SAR<10    | S <sub>1</sub> خطر قلیایی شدن کم        |
| SAR=10-18 | S <sub>2</sub> خطر قلیایی شدن متوسط     |
| SAR=18-26 | S <sub>3</sub> خطر قلیایی شدن زیاد      |
| SAR>26    | S <sub>4</sub> خطر قلیایی شدن خیلی زیاد |

### جدول ۲: طبقه بندی آب کشاورزی براساس Ec

| Ec       | طبقه           | کیفیت از نظر خطر برای خاک |
|----------|----------------|---------------------------|
| 100-250  | C <sub>1</sub> | کم                        |
| 250-750  | C <sub>2</sub> | متوسط                     |
| 750-2250 | C <sub>3</sub> | زیاد                      |
| >2250    | C <sub>4</sub> | خیلی زیاد                 |

### نتایج و بحث

جدول (۳) میانگین ۱۰ ساله دبی، EC، TDS، pH، آنیون‌ها و کاتیون‌های مهم در ۷ ایستگاه آب سنجی سپید دشت سزار، سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار، تنگ پنج بختیاری، دزفول، حرمله و بامدژ را نشان می‌دهد. فراوانی میانگین آنیون‌های محلول در ایستگاه‌های هیدرومتری رودخانه دز به صورت  $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$  بود و مقادیر کاتیون‌های اصلی محلول در آب نیز به صورت  $\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg}$  بدست آمد. به عقیده محققان مختلف، ترکیب شیمیایی و فیزیکی آب با تغییرات زمان و مکان متغیر است. در مورد تغییرات مکانی از ارتباط میان توپوگرافی، سنگ‌شناسی سازندها و تغییرات هیدروژئولوژیکی و در مورد تغییرات زمانی از تغییرات فصلی در حجم کلی عبوری آب در سامانه و منطقه مورد مطالعه می‌توان یاد کرد (Fernandez et al., 2006). بیشترین و کمترین میزان متوسط دبی با مقدار ۱۷۸/۸ و ۱۵/۲۸ مترمکعب بر ثانیه به ترتیب در ایستگاه‌های دزفول و سپید دشت زاز اتفاق افتاد. تغییرات دبی در طول مسیر می‌تواند ناشی از برداشت‌های آب از رودخانه در مکان‌های مختلف و یا برگشت زه آب به رودخانه باشد. بیشترین و کمترین مقدار میانگین EC به میزان ۱۳۳۰ و ۴۸۳/۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت زاز ثبت شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد از ۸۴۰ نمونه آب مورد بررسی در ۷ ایستگاه هیدرومتری ۱۰ سال آماری، براساس طبقه‌بندی ویلکاکس (جدول ۱)، ۵۷۵ نمونه در کلاس C<sub>2</sub> و ۲۵۹ نمونه در کلاس C<sub>3</sub> قرار دارد که به ترتیب ۶۸/۴۵ و ۳۰/۸۳ درصد نمونه‌ها را به خود اختصاص دادند. به عبارتی بیش از ۹۹ درصد نمونه‌ها در کلاس C<sub>2</sub> و C<sub>3</sub> قرار دارند.

نتایج نشان داد بیشترین و کمترین مقدار میانگین TDS به میزان ۹۹۷/۸۹ و ۲۵۰/۲۹ میلی‌موس بر سانتی‌متر در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت زاز ثبت شده است. مقدار EC و غلظت یون‌ها با افزایش مقدار آبدهی رودخانه‌ها کاهش می‌یابد. این

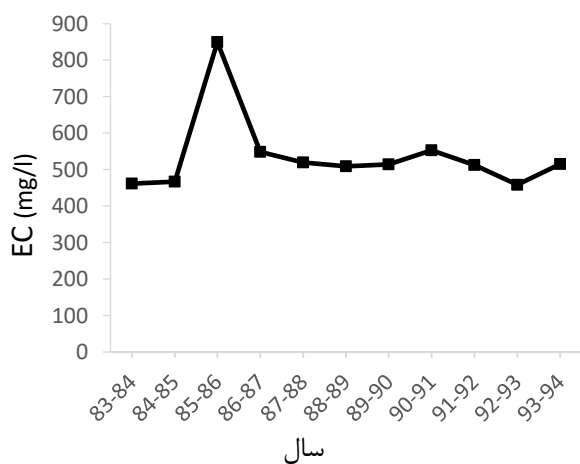
موضوع در تحقیقات شکوهی فر و ایزدپناه (۱۳۹۲)، رحیمی و همکاران (۱۳۹۵) و دیگران نشان داده شده است. همچنین نتایج تحقیق Eion و Cameron (۱۹۹۶) نشان داد تغییرات فصلی میزان آبدهی، بر ترکیب شیمیایی آب موثر است. نتایج اندازه‌گیری در جدول (۳) نشان می‌دهد؛ بیشترین و کمترین مقدار کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم، و آنیون‌های کربنات، کلر و سولفات به ترتیب در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت زاز مشاهده شده است. Eion و Cameron (۱۹۹۶) بیان داشتند که کمترین میزان یون‌های  $(NO_3+NO_2)$ ،  $SO_4$ ،  $HCO_3$ ،  $Ca$ ،  $K$  و  $Mg$  مربوط به به زمان آبدهی بیشینه است. با توجه به اینکه ایستگاه سپید دشت زاز کمترین میزان دبی را دارد (۱۵/۲۸ متر مکعب بر ثانیه)، وجود بیشترین میزان  $EC$ ،  $TDS$ ، کاتیون‌ها (کلسیم، منیزیم و سدیم) و آنیون‌ها (بی‌کربنات، کلر و سولفات) قابل پیش‌بینی بود. اما در ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه مانند دزفول، حرمله و بامدژ با اینکه دبی افزایش یافته است، میزان  $EC$ ،  $TDS$ ، کاتیون‌ها و آنیون‌ها نیز افزایش یافته است و بیشترین مقدار آنها در ایستگاه بامدژ مشاهده می‌شود. ریاحی خرم و نافع (۱۳۸۷) در ارزیابی روند تغییرات فصلی کیفیت آب رودخانه گاماسیاب در شهرستان نهاوند بیان کردند که با توجه به اینکه جریان آب رودخانه در فصل زمستان افزایش می‌یابد، غلظت آلودگی نترات کاهش نمی‌یابد؛ چون ریزش‌های جوی، زهاب اراضی کشاورزی را در مسیر حرکت به طرف رودخانه با باقیمانده کودهای شیمیایی نیترا ته مصرفی در فعالیت‌های کشاورزی، در خود حل کرده و به رودخانه منتقل می‌نماید. به عبارتی می‌توان نتیجه گرفت هرگونه آلودگی روان آبهای سطحی در بالادست، آثار نامطلوب زیادی در پایین دست بر جا می‌گذارد. ورود پساب‌های صنعتی و شهری و زه آب‌های کشاورزی، تغییر کاربری اراضی و عدم مدیریت صحیح عوامل آلاینده، از جمله عواملی هستند که می‌توانند سبب شوند وضع کیفی رودخانه در طبقه نامطلوب قرار گیرد. Chessman و Townsed (۲۰۰۹) بیان داشتند که حوضه‌های با کاربری کشاورزی و شهری بالا، نسبت به حوضه‌هایی که این کاربری‌ها در آنها کمتر است، میزان شوری بالاتر است. نتایج Jhan و Ngoye (۲۰۰۴) نشان داد مقدار هدایت الکتریکی ( $EC$ ) و  $TDS$  آب در مناطق شهری و کشاورزی به علت ورود نمک‌های محلول از این مناطق، در مقایسه با سایر کاربری‌ها بیشتر است. که این نتایج با بررسی منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر در پایین دست رودخانه دز همخوانی دارد. شکل‌های (۱) تا (۷) روند تغییرات  $EC$  در ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج اندازه‌گیری در جدول (۳) نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین مقدار  $pH$  به ترتیب در ایستگاه‌های بامدژ و سپید دشت سزار ثبت شده است.

در جدول (۳) نسبت جذب سدیم ( $SAR$ ) در هر ایستگاه بر اساس میانگین نمونه‌های اندازه‌گیری شده ارائه شده است. بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس (جدول ۲) کلیه نمونه‌ها در کلاس  $S1$  قرار دارند. نمودار ویلکوکس بر اساس دو معیار  $SAR$  و  $EC$  ارزیابی کیفیت آب از نظر کشاورزی، شوری و قلیایی بودن را با رده‌های مختلف سدیم نشان می‌دهد و آب‌ها را به ۱۶ رده تقسیم می‌کند (United States Salinity Laboratory, 1954). با توجه به جدول (۳)، نمونه‌های ۵ ایستگاه سپید دشت سزار، سپید دشت زاز، تنگ پنج سزار، تنگ پنج بختیاری و دزفول را در رده  $C2-S1$  (کمی شور؛ مناسب برای کشاورزی) و

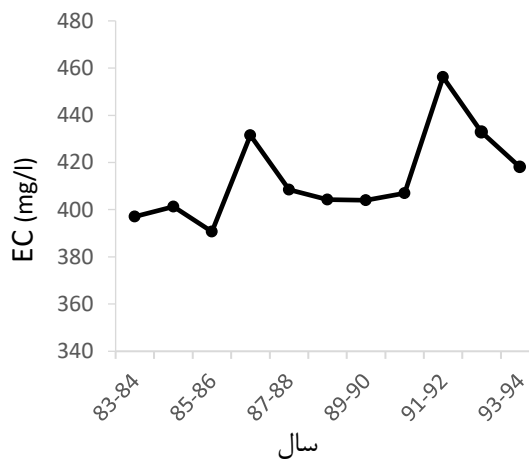
ایستگاه‌های حرمله و بامدژ را در رده C3-S1 (شور؛ قابل استفاده برای کشاورزی) نشان می‌دهد، که از نظر مصارف کشاورزی در رده خوب تا میانگین قرار می‌گیرند.

جدول ۳: میانگین داده‌های ده ساله رودخانه دز

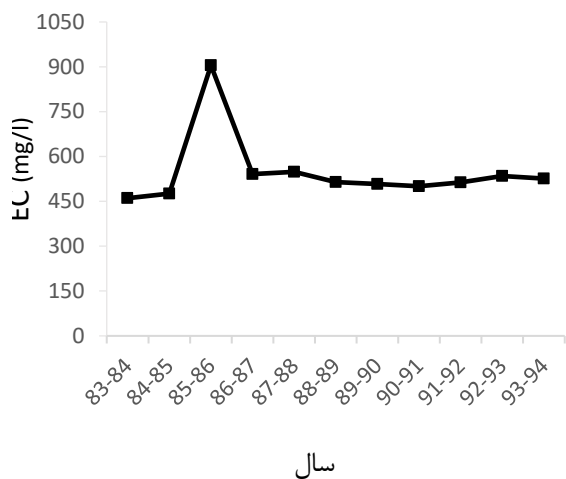
| نام ایستگاه     | طول دوره آماری (سال) | میانگین آبدهی (mm/3.1) | میانگین EC (mmhos/cm) | میانگین TDS (mg/l) | میانگین pH | میلی اکی‌والان برلیتر (meq/l) |      |      |   |                  |                 |      |                 |      |      |
|-----------------|----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|------------|-------------------------------|------|------|---|------------------|-----------------|------|-----------------|------|------|
|                 |                      |                        |                       |                    |            | Ca                            | Mg   | Na   | K | Hco <sub>3</sub> | Co <sub>3</sub> | Cl   | SO <sub>4</sub> |      |      |
| سپیددشت سزار    | ۱۰                   | ۲۶/۲۴                  | ۵۱۱/۷                 | ۳۱۴/۲۶             | ۷/۸۹       | ۲/۸۶                          | ۱/۴۶ | ۱/۱۹ | ۰ | ۳/۴۶             | ۰               | ۱/۳۸ | ۰/۵۴            | ۱/۹۳ | ۰/۷۹ |
| سپیددشت زاز     | ۱۰                   | ۱۵/۲۵                  | ۴۸۳/۴                 | ۲۵۰/۲۹             | ۷/۷۷       | ۲/۷۲                          | ۱/۱۲ | ۰/۶۶ | ۰ | ۲/۹۶             | ۰               | ۱/۲۳ | ۰/۵۴            | ۲/۴۹ | ۰/۷۴ |
| تنگ پنج سزار    | ۱۰                   | ۵۷/۱۲                  | ۴۹۱/۶                 | ۳۱۳/۹۶             | ۷/۷۶       | ۲/۷۳                          | ۱/۵۲ | ۱/۲۲ | ۰ | ۳/۲۹             | ۰               | ۱/۲۱ | ۰/۷۳            | ۲/۲۴ | ۰/۷۹ |
| تنگ پنج بختیاری | ۱۰                   | ۷۸/۷۲                  | ۶۱۸/۹                 | ۴۱۵/۶۲             | ۷/۷۴       | ۱/۵۲                          | ۱/۴۲ | ۰    | ۳ | ۲/۴۲             | ۰               | ۱/۸  | ۱/۲۱            | ۷/۱۸ | ۰/۹۶ |
| دزفول           | ۱۰                   | ۱۷۸/۸                  | ۴۸۹/۹                 | ۳۴۵/۱۸             | ۷/۷۷       | ۲/۹۳                          | ۱/۴۱ | ۱/۷  | ۰ | ۲/۷۵             | ۰               | ۱/۳۳ | ۱/۳۶            | ۵/۲۲ | ۰/۶۸ |
| حرمله           | ۱۰                   | ۱۳۱/۹                  | ۱۲۴۸                  | ۷۶۹/۵۶             | ۷/۷۶       | ۵/۰۳                          | ۳/۲۲ | ۳/۹۸ | ۰ | ۳/۵              | ۰               | ۳/۷۳ | ۴/۸۸            | ۰/۴۹ | ۱/۹۲ |
| بامدژ           | ۱۰                   | ۱۲۲/۸                  | ۱۳۳۰                  | ۹۷۷/۸۹             | ۷/۷        | ۵/۶۵                          | ۳/۹۲ | ۵/۶۶ | ۰ | ۳/۶۴             | ۰               | ۳/۸۲ | ۶/۳۴            | ۴/۹۲ | ۲/۵۱ |
| میانگین         | ۱۰                   | ۸۳/۵۲                  | ۸۴۴/۶۵                | ۴۸۶/۶۸             | ۷/۷۷       | ۳/۵۶                          | ۲/۰۲ | ۲/۴  | ۰ | ۳/۲۲             | ۰               | ۲/۰۷ | ۲/۲۳            | ۳/۴۹ | ۱/۲  |



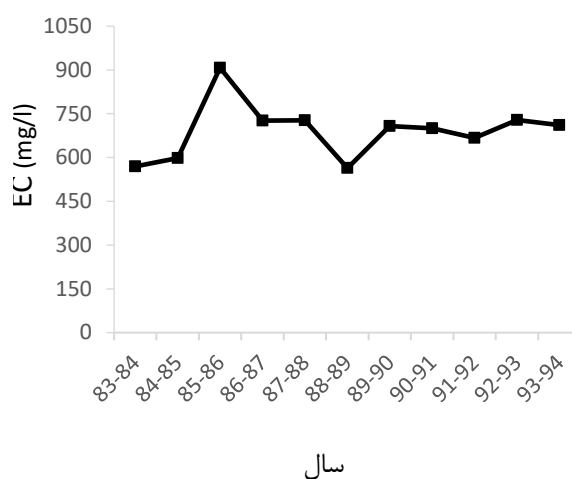
شکل ۲: تغییرات EC در ایستگاه سپید دشت زاز



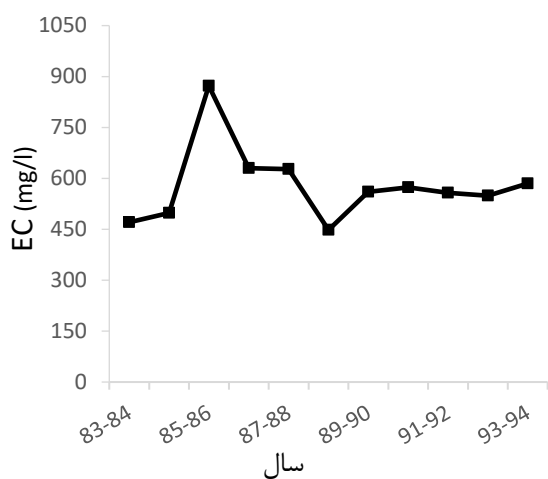
شکل ۱: تغییرات EC در ایستگاه سپید دشت سزار



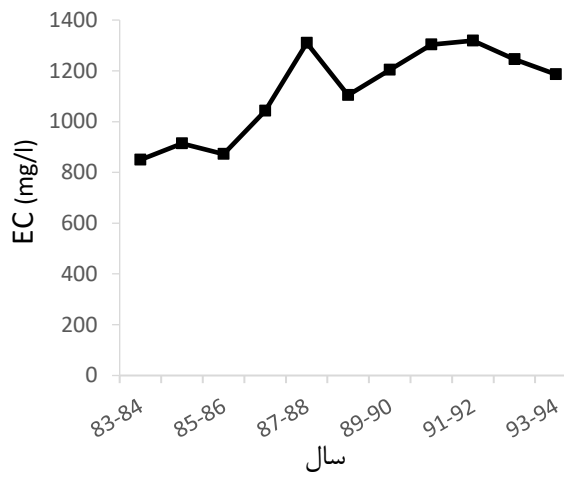
شکل ۴: تغییرات EC در ایستگاه تنگ پنج بختیاری



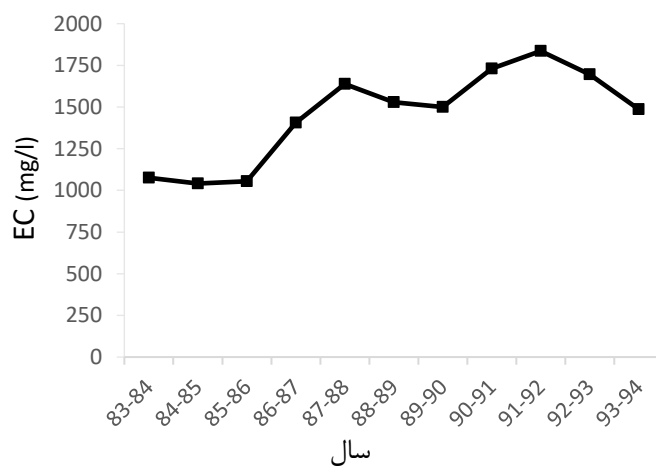
شکل ۳: تغییرات EC در ایستگاه تنگ پنج سزار



شکل ۶: تغییرات EC در ایستگاه حرمله



شکل ۵: تغییرات EC در ایستگاه دزفول



شکل ۷: تغییرات EC در ایستگاه بامدژ



## تغییرات یونی

نتایج تحقیق نشان داد روند تغییرات کاتیون‌ها و آنیون‌ها مشابه روند تغییرات EC می‌باشد (شکل‌های ۱ تا ۷). بیشترین میزان غلظت کاتیون‌ها با ۴/۹۹ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر در ایستگاه بامدژ در سال آبی ۹۱-۹۲ و کمترین میزان آن مربوط به ایستگاه سپید دشت زاز در سال‌های آبی ۸۳-۸۴ و ۸۹-۹۰ با ۱/۰۴ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر می‌باشد. همچنین بیشترین میزان غلظت آنیون‌ها با ۷/۷۱ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر در سال آبی ۹۱-۹۲ در ایستگاه بامدژ و کمترین آن در سال ۸۸-۸۹ به میزان ۰/۵۹ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر در ایستگاه سپید دشت زاز می‌باشد. طبق این نتایج غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها از بالادست به سمت پایاب در حال افزایش است. میزان تغییرات یون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم به عنوان مهمترین کاتیون‌های موجود در آب، از بالادست به سمت پایاب روند افزایشی دارند. البته این روند در سه یون مشابه است اما شیب افزایش سدیم بیشتر از کلسیم و منیزیم است. هرچه از بالادست به سمت پایین دست برویم به دلیل ورود آلاینده‌ها، برداشت و تبخیر از سطح آب، EC آب بالا رفته و غلظت کاتیون‌ها نیز بالا می‌رود. سدیم به دلیل حلالیت کمتر نمک‌های آن، در آب‌های با شوری زیاد تشکیل رسوب می‌دهد، بنابراین روند افزایشی آن از شیب کمتری برخوردار است. میانگین بیشترین میزان کلسیم مربوط به ایستگاه حرمه با ۵/۵۱ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر و کمترین آن با ۲/۸۳ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر در ایستگاه سپید دشت زاز می‌باشد. میانگین بیشترین میزان منیزیم با ۴/۴۰ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر در ایستگاه بامدژ و کمترین میزان آن در ایستگاه سپید دشت زاز با ۰/۸۳ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر می‌باشد. میانگین بیشترین میزان سدیم مربوط به ایستگاه بامدژ با ۶/۳۶ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر و کمترین آن مربوط به ایستگاه سپید دشت زاز با ۰/۷۰ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر می‌باشد. میزان سدیم در ایستگاه‌های حرمه و بامدژ برای استفاده در آبیاری بارانی به دلیل پاشش آب بر روی برگ گیاه مناسب نیست و در بقیه ایستگاه‌ها برای آبیاری بارانی مناسب است.

آنیون‌های کلر، سولفات و بی‌کربنات مهمترین آنیون‌های موجود در آب آبیاری هستند. مشاهده می‌شود که آنیون‌های سولفات و کلر از بالادست به سمت پایاب روند افزایشی دارند. نمودار بی‌کربنات تقریباً شیب ملایم کاهشی دارد و در ایستگاه حرمه و بامدژ روند افزایشی دارد. میانگین بیشترین میزان سولفات مربوط به ایستگاه بامدژ با ۶/۶۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و کمترین آن در ایستگاه سپید دشت زاز با ۰/۴۱ میلی‌اکی‌والان بر لیتر می‌باشد که طبق نظر آیرز و وستکات در دامنه آبهای مطلوب (۲۰-۰) قرار می‌گیرند. میانگین بیشترین میزان بی‌کربنات در ایستگاه حرمه با ۴/۲۸ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر و کمترین میزان آن با ۲/۶۶ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر در ایستگاه دزفول می‌باشد؛ که براساس راهنمای فائو (آیرز و وستکات، ۱۹۸۵) مقادیر ۱/۵ تا ۸/۵ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر بی‌کربنات، ایجاد محدودیت متوسط در استفاده از آب را به دنبال دارند. پس با توجه به این نتایج در همه ایستگاه‌های مورد بررسی با محدودیت متوسط در استفاده از این آب‌ها مواجه خواهیم بود. میانگین بیشترین کلر در ایستگاه بامدژ با ۵/۱۶ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر و کمترین آن مربوط به ایستگاه سپید دشت زاز با ۰/۷۳ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر می‌باشد.

بر اساس رهنمودهای ارائه شده توسط فائو غلظت بیشتر از ۴ میلی‌اکی والان بر لیتر کلر، سبب کاهش محصول گیاهان حساسی نظیر درختان و گیاهان چوبی می‌شود که در این تحقیق فقط ایستگاه بامدژ دارای غلظت بیشتر از ۴ میلی‌اکی والان بر لیتر بوده که از این رو استفاده از این آب جهت گیاهان حساس با محدودیت جزئی تا متوسط همراه می‌باشد. در حالیکه گیاهان یکساله نظیر جو و گندم حساسیت کمتری نسبت به کلر نشان می‌دهند.

### نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از تحقیقات و بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که آب رودخانه دز از نظر کیفیت، آب مناسبی جهت آبیاری تحت فشار بویژه قطره‌ای ( موضعی) می‌باشد و می‌توان از این آب برای گیاهان مختلف در تمام فصول سال استفاده کرد. با این حال باید به عوامل مخرب کیفیت آب رودخانه توجه بسیار کرد. از این عوامل می‌توان به ریختن پساب واحدهای صنعتی مانند شیر پاستوریزه شوش و کارخانجات کاغذسازی پارس و ورود زه‌آبهای واحد کشت و صنعت هفت تپه به داخل رودخانه اشاره نمود. هیچ یک از کارخانجات فوق مجهز به سیستم تصفیه فاضلاب نبوده و پساب خام خود را مستقیماً به رودخانه دز تخلیه می‌نمایند. ورود فاضلاب‌های شهری شهرستان دزفول و روستاهای اطراف رودخانه و پساب‌های استخرهای پرورش ماهی، پساب مرغداری‌ها و گاوداری‌های منطقه از عوامل کاهش دهنده کیفیت آب رودخانه دز می‌باشند.

### منابع

- اکبری نودهی، د. (۱۳۹۶). تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و راندمان مصرف آب ذرت. مدیریت آب و آبیاری، دوره ۷، شماره ۲، ص ۳۱۸-۳۰۵.
- حاجیان نژاد، م. و رهسپار، ا. (۱۳۸۹). بررسی تأثیر رواناب‌ها و پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بر پارامترهای کیفی آب رودخانه زاینده‌رود. مجله تحقیقات نظام سلامت، شماره ۶، ص ۸۲۸-۸۲۱.
- رحیمی، ل.، دهقانی، ا. و قربانی، خ. (۱۳۹۵). مقایسه روند تغییرات دبی کل، دبی پایه و پارامترهای کیفی آب در ایستگاه ارازکوسه. پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، دوره ۷، شماره ۱۳، ص ۹۱-۸۳.
- رهنما، س. و سیاری، ن. (۱۳۹۸). بررسی روند تغییرات پارامترهای شیمیایی کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی و نرم افزار Aqua Chem. فصلنامه انسان و محیط زیست، دوره ۱۷، شماره ۱، ص ۲۵-۱۵.
- ریاحی خرم، م. و نافع، م. (۱۳۸۷). ارزیابی روند تغییرات فصلی کیفیت آب رودخانه گاماسیاب در شهرستان نهاوند. یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط، زاهدان. دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، ۷ آبان ۱۳۸۷، زاهدان، ایران.
- زارع گاریزی، ا.، سعد الدین، ا.، شیخ، و. ب. و سلمان ماهینی، ع. (۱۳۹۱). بررسی روند تغییرات بلند مدت متغیرهای کیفیت آب رودخانه چهل‌چای (استان گلستان). مجله پژوهش آب ایران، دوره ۶، شماره ۱۰، ص ۱۶۵-۱۵۵.
- زهتابیان، غ.، رفیعی امام، ع.، علوی پناه، س. ک. و جعفری، م. (۱۳۸۲). بررسی کیفیت آب رودخانه جاجرود در ورامین. مجله بیابان، دوره ۸، شماره ۲، ص ۱۷۷-۱۶۴.

ساکی زاده، م. (۱۳۸۲). بررسی و منشایابی منابع آلاینده حوزه آبخیز رودخانه سیاهرود در استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

سالاریان، م.، جمشیدی، آ. و علیزاده، ا. (۱۳۹۲). روندیابی کیفی رودخانه‌های سلیمان تنگه، کردخیل، ریگ چشمه مازندران به کمک آزمون ناپارامتری من کندال. اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی. انجمن آبیاری و زهکشی ایران- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان- ۲۴ بهمن ۱۳۹۲، اصفهان، ایران.

سلیمانی ساردو، م.، ولی، ع. ع.، قضاوی، ر. و سعیدی گراغانی، ح. ر. (۱۳۹۲). آنالیز و روندیابی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب؛ مطالعه موردی رودخانه چم انجیر خرم آباد. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. دوره ۳، شماره ۱۲، ص ۹۵-۱۰۶.

شریعت، م.، جعفر زاده حقیقی، ن.، ساکیان، م. ر. و فدایی، آ. (۱۳۸۵). بررسی کیفیت آب رودخانه دز با استفاده از منحنی‌های شاخص کیفیت آب، اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری بهینه از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود. دانشگاه شهرکرد، ۱۵-۱۴ شهریور ۱۳۸۵، ۱۰۳۵ شهرکرد، ایران.

شکوهی فر، م. و ایزدپناه، ز. (۱۳۹۲). بررسی ارتباط بین TDS،  $\text{HCO}_3$ ،  $\text{EC}$  و  $\text{CL}$  با دبی رودخانه کارون در فصول سرد و گرم سال با استفاده از آنالیز رگرسیون. اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی. انجمن آبیاری و زهکشی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۲۴ بهمن ۱۳۹۲، اصفهان، ایران.

عسگری، ع. و الباجی، م. (۱۳۹۶). بررسی امکان استفاده از پساب در کشاورزی (مطالعه موردی: پساب تصفیه خانه فاضلاب شهری شهرکرد). پژوهش‌های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)، دوره ۲۴، شماره ۲، ص ۳۰۸-۳۰۳.

فرید گیگلو، ب.، نجفی نژاد، ع.، مغانی بیله سوار، و. و غیائی، ا. (۱۳۹۲). بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه زرین گل استان گلستان. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. دوره ۲۰، شماره ۱، ص ۷۷-۹۵.

مددی نیا، م.، منوری، س. م.، کرباسی، ع.، نبوی، س. م. ب. و رجب‌زاده، ا. (۱۳۹۳). بررسی کیفی آب رودخانه‌ی کارون در بازه‌ی اهواز با استفاده از شاخص کیفی آب. علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۶، شماره ۱، ص ۴۹-۶۰.

معروفی، ص. و طبری، ح. (۱۳۹۰). آشکارسازی روند تغییرات دبی رودخانه مارون با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۶، شماره ۲، ص ۱۴۶-۱۲۵.

**Chessman, B. and Townsend, S. (2009).** Differing effects of catchment land use on water chemistry explain contrasting behaviour of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia. *Ecological Indication*, 10 (1010), pp. 620-626.

**Eion, M. and Cameron, M. (1996).** Hydrogeochemistry of the Fraser River, British Columbia: seasonal variation in major and minor components, Canada. *Journal of Hydrology*, 182(1-4), pp: 209-225.

**Fernández, A. C., Fernández, A. M., Domínguez, C. T. and Santos, B. L. (2006).** Hydrochemistry of northwest Spain ponds and its relationships to groundwater. *Journal of The Ecology of the Iberian Inland Waters*, 25(1-4), pp:433-452.

**Hassler, M. (2004).** Animal grazing effects on runoff water quality in a semiarid grassland. *Journal of Environmental Quality*, 21, pp:102-105.

**Newall, P. and Walsh, C. J. (2005).** Response of epileptic diatom assemblages to urbanization influences. *Hydrobiologia*, 532, pp: 53-67.

**Nouri, H., Stokvis, B., Chavoshi Borujeni, S., Galindo, A., Brugmach, M., Blatchford, M. L., Alaghmand, S. and Hoekstra, A. Y. (2020).** Reduce blue water scarcity and increase nutritional and

economic water productivity through changing the cropping pattern in a catchment. Journal of Hydrology, 588.

**Rosenkrantz, W. (1987).** Introduction to probability and statistics for scientists. McGraw-Hill Science, Singapore. 576pp.

## Evaluation of time variations trend of water salinity in Dez River hydrometric stations for application in agriculture

Saeed Azish<sup>1</sup>, Ali Asareh<sup>1\*</sup> and Davoud Khodadadi Dehkordi<sup>1</sup>

1) Department of Water Sciences and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

\* Correspondence author: ali\_assareh\_2003@yahoo.com

Received Date: 2021. 03. 10

Accepted Date: 2021. 08. 09

### Abstract

In this study, the salinity variations trend of Dez River for application in agriculture was evaluated. After the selection of seven hydrometric stations in river path, ten-year meteorological data (2004-2014) were collected and studied. Then, the results have been studied and classified with Wilcox standards and Ayers and Westcott guides of irrigations water. The results showed that Sepiddasht Sezar, Sepiddasht Zaz, Tang 5 Sezar, and Dezfoul stations are placed in C2-S1 class, in low-risk range of SAR and low-risk range of water salinity which was acceptable for agriculture. Besides, the Tang 5 Bakhtiary station was placed in C2-S1 class in 83-84, 84-85, 85-86, 88-89, and 91-92 years, and in C3-S1 class in 86-87, 87-88, 89-90, 90-91, 92-93, and 93-94 years. In Addition, Harmaleh and Bamdezh stations were placed in C3-S1 class that was in the low-risk range for SAR and low-risk range of water salinity. Therefore, there was not any problem with application in agriculture by the appropriate management of salinity control and using land proper drainage. As a classification of irrigation water quality with FAO method, Sodium, Calcium, Magnesium, and Sulfate were normal, and using Bicarbonate, the entire stations were faced with medium limitations. Also, using Chlorine, just Bamdezh station was faced with limitations.

**Keywords:** Ayers and Westcot, Dez River, Water quality, Wilcox classification.