

در این فصل نسبت به فصل بهار کاهش پیدا کرده است.  
واژه‌های کلیدی: شوری، رودخانه قزل اوزن، سرشاخه‌های  
فرعی، ویلکوکس

## مقدمه

جهان حاضر در حال تجربه بحران آب می‌باشد. بیش از یک میلیارد نفر از مردم به آب سالم دسترسی ندارند. تا سال ۲۰۲۵ بیش از نیمی از جمعیت جهان در کشورهایی زندگی خواهند نمود که بیش از ۴۰ درصد از منابع آب تجدیدشونده آنها نابود شده است [۱۰]. با این روند در آینده نزدیک بسیاری از مناطق جهان آب کافی برای تولید غذا نخواهند داشت. بر اساس آمار موجود بیش از ۴ میلیون هکتار از اراضی شور و قلیایی کشور که عمدتاً در نواحی پست قرار گرفتند در صورت تأمین آب کشاورزی و با اجرای تمهیدات خاص قابل اصلاح و بهره‌برداری هستند [۱۱]. شوری خاک‌های زراعی و آب آبیاری را می‌توان جزء عمده‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در اغلب نقاط جهان و از جمله‌ایران دانست که این عمدتاً به دلیل موقعیت اینگونه کشورها است که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند. از طرف دیگر به علت افزایش سطح زیر کشت، ضرورت استفاده از منابع آب‌های موجود از جمله آب‌های شور بیشتر احساس شده و مدت‌ها است که مصرف اینگونه آب‌ها توسط زارعین رایج است. امروزه خصوصیات کیفی آب یکی از مؤلفه‌های اساسی در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی وضعیت خاک حوضه آبریز است تحقیقات مختلفی در زمینه بررسی تغییرات پارامترهای کیفی رودخانه‌ها انجام گردیده است [۲، ۵، ۷، ۱۲، ۱۸]. با این حال به علت تغییرات زیاد مکانی و زمانی کیفیت آب رودخانه‌ها تهیه این مطالعات برای هر یک از رودخانه‌های اصلی ضروری است. نخعی و همکاران [۱۴] به ارزیابی برخی از پارامترهای کیفی آب رودخانه کارون و سرشاخه‌های آن از لحاظ مصارف شرب و کشاورزی در استان چهارمحال بختیاری پرداختند. نتایج پژوهش آنها بیانگر مناسب بودن آب این رودخانه از لحاظ شاخص‌های کشاورزی بود. ریبری و اراجو [۱۶] با استفاده از مدل‌سازی ریاضی اقدام به بررسی پارامترهای موثر در کنترل کیفیت رودخانه ببریت استوری برزیل کردند نتایج نشان داد که بعضی از رودخانه‌هایی که در مسیر جریان به رودخانه اصلی می‌ریزند، مهمترین فاکتور کنترل‌کننده آب این رودخانه می‌باشد. در پژوهش دیگری فریدگیلو و همکاران [۸] با استفاده از داده‌های ۹ سال

## بررسی روند تغییرات فصلی کیفیت آب رودخانه قزل اوزن تحت تاثیر سرشاخه‌های فرعی از لحاظ شاخص‌های کشاورزی

مهدی طاهری<sup>۱</sup>، محمد عباسی<sup>۲</sup> و سمیرا واحدی<sup>۲</sup>  
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱۳

## چکیده

مطالعات هیدروشمی نقش بسزایی در مدیریت، استفاده بهینه و صحیح منابع آب دارد. شناسایی محدودیت‌های استفاده از منابع آب، موقعیت محدوده‌های دارای بحران کیفی، محل‌های مناسب و نامناسب برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی از اصلی‌ترین اهداف این مطالعات به شمار می‌آیند. در این راستا در این پژوهش روند تغییرات کیفیت آب رودخانه قزل اوزن از لحاظ شاخص‌های کشاورزی مورد پایش قرار گرفت. ۶۴ پایگاه در طول رودخانه اصلی و ۲۲ پایگاه از سرشاخه‌های فرعی مهم منتهی به رودخانه قزل اوزن انتخاب شد. نمونه‌برداری در دو فصل بهار و تابستان در ماه‌های اردیبهشت و شهریور و در روزهای بدون بارندگی انجام گردید. بررسی‌ها نشان داد که بیشترین تغییرات در شهرستان‌های خدابنده، ایجرود، ماهنشان و زنجان حاصل شده است. دو رودخانه تالوار و بزینه رود که از اراضی شهرستان خدابنده و ایجرود سرازیر می‌شوند بیشترین تأثیر مخرب را بر کیفیت رودخانه قزل اوزن دارند. ولی سایر رودخانه‌های پایین دست بدلیل کیفیت مناسب خود تأثیر مثبت بر کیفیت آب رودخانه دارند. بطوری که هر چه به سمت انتهای مسیر رودخانه پیش می‌رویم کیفیت آب آن رو به بهبود می‌باشد که عامل عمده آن کیفیت مناسب آب رودخانه‌های فرعی پایین دست می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین کیفیت آب رودخانه قزل اوزن در دو فصل بهار (اردیبهشت) تابستان (شهریور) نشان داد که بین بسیاری از خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری وجود دارد و غلظت اکثر پارامترها در فصل تابستان افزایش یافته و در نتیجه کیفیت آب

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان

۲- محقق بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان

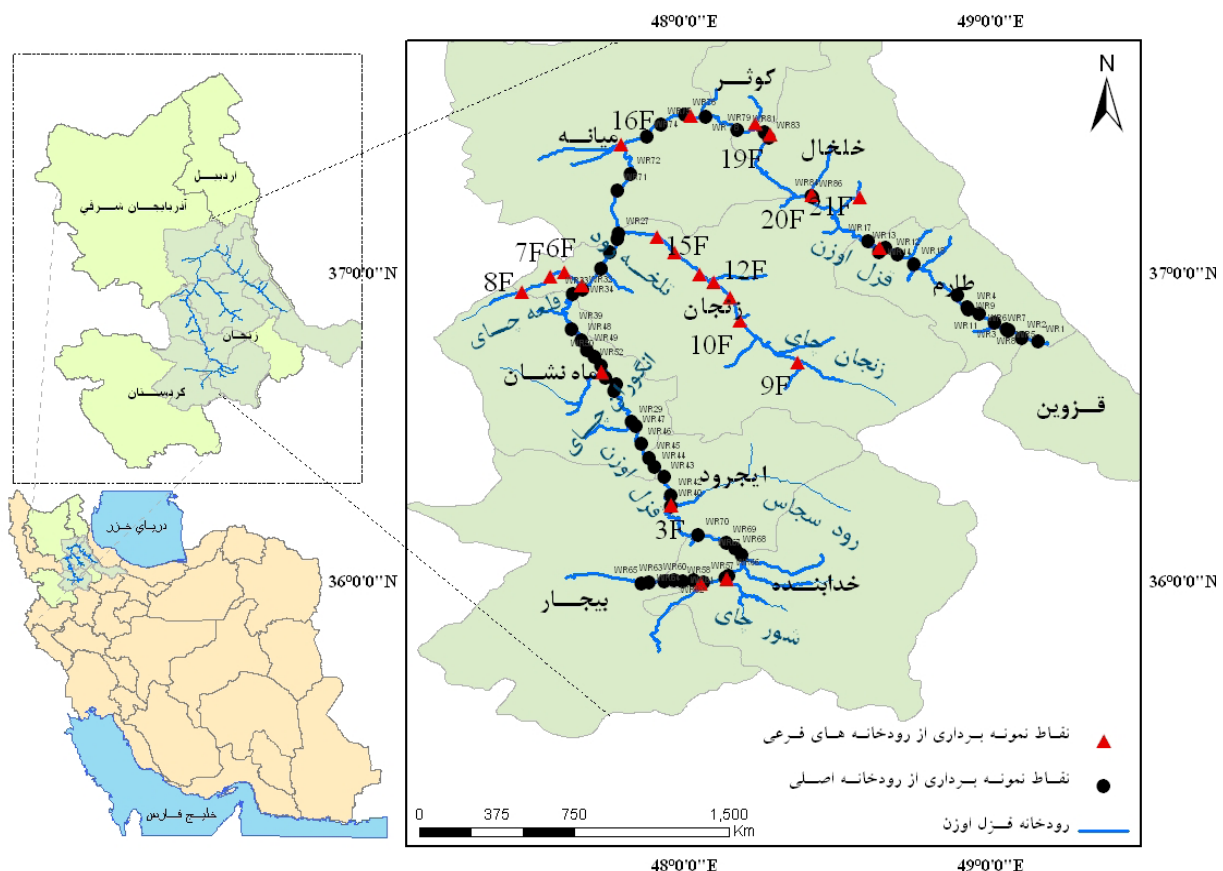
\* نویسنده مسئول: taheritekab@yahoo.com

کیفیت آب رودخانه زرین گل استان گلستان را با نمودارهای پایپر، شولر، ویلکوکس و ... بررسی کردند. حمزه و معاضد [۹] با استفاده از طبقه‌بندی ویلکوکس آب رودخانه کارون را در سه ایستگاه کارون، اهواز و خرمشهر از لحاظ چگونگی روند تغییرات پارامترهای کیفیت آب در طی خشکسالی‌های اخیر بررسی کردند. نتایج بیانگر این موضوع بود که مقادیر غلظت کلر، سولفات، اسیدیت و سدیم قابل جذب در اثر کم آبی اخیر افزایش یافته و کاهش کیفیت آب نسبت به سال‌های قبل رخ داده است. با توجه به نقش قابل توجه رودخانه قزل اوزن در تأمین آب مورد نیاز اراضی کشاورزی و شرب مناطق اطراف [۳]، هدف از این پژوهش شناسایی تأثیر کیفیت سرشاخه‌های فرعی بر کیفیت آب رودخانه قزل اوزن از نظر کشاورزی با بررسی پارامترهای هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، یون سدیم و یون کلر می‌باشد. همچنین تغییرات زمانی این پارامترها در دو فصل بهار و تابستان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### مواد و روش‌ها

حوضه آبریز قزل اوزن- سفیدرود از نظر اراضی قابل آبیاری، بعد از حوضه دریا چهنمک بزرگترین حوضه کشور است. درصد بالایی از این حوضه مناطقی از استان زنجان را تحت پوشش قرار داده است. کاهش بارندگی و کمبود آب در چند سال گذشته و

مصرف بی‌رویه آب‌های سطحی و زیرزمینی استان زنجان باعث افزایش شوری خاک‌ها و همچنین مسمومیت گیاهان زراعی گردیده است. با مصرف آب‌های غیرمتعارف شوری خاک‌های منطقه افزایش یافته که بدنبال آن سطح زیر کشت کاهش یافته است. سالانه بیش از ۳۰۰ میلیون مترمکعب آب از رودخانه قزل اوزن جهت مشروب نمودن بیش از ۵۰۰۰۰ هکتار از اراضی حاشیه این رودخانه استحصال می‌گردد [۱۳]. به منظور مقابله با شوری و خطرات این آب‌ها برای اراضی مورد نظر لازم است تا کیفیت این آب‌ها و تأثیر ورود این آب‌ها به اراضی تحت پوشش مورد بررسی قرار گیرد تا راهکارهای مناسب جهت مقابله با این مسئله و بهبود شرایط موجود شناسایی و در اختیار متولیان امور قرار گیرد. در این پژوهش روند تغییرات کیفیت آب رودخانه قزل اوزن مورد پایش قرار گرفت. با استفاده از عکس‌های هوایی و پیمایش صحرایی موقعیت کلی رودخانه اصلی و سرشاخه‌های فرعی آن مشخص گردید. در نهایت ۶۴ پایگاه در طول رودخانه اصلی و ۲۲ پایگاه از سرشاخه‌های فرعی مهم منتهی به رودخانه قزل اوزن انتخاب گردید (شکل ۱ و جدول ۱). نمونه‌برداری در دو فصل بهار و تابستان در ماه‌های اردیبهشت و شهریور و در روزهای بدون بارندگی انجام شد. در شاخه‌های فرعی یک نمونه آب قبل از برخورد رودخانه فرعی به رودخانه اصلی و نمونه بعدی به فاصله ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر پایین دست نقطه برخورد دو رودخانه



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی رودخانه قزل اوزن

جدول ۱- اطلاعات نقاط اندازه‌گیری در مسیر رودخانه قزل اوزن و سرشاخه‌های فرعی

| کد   | روستا                 | شهرستان | کد    | روستا       | شهرستان | کد   | روستا     | شهرستان | کد  | رودخانه    |
|------|-----------------------|---------|-------|-------------|---------|------|-----------|---------|-----|------------|
| WR65 | بیانلو                | بیجار   | WR54  | برونقشلاق   | ماهنشان | WR84 | نمیل      | خلخال   | 1F  | تالوار     |
| WR64 | تازه کند              | بیجار   | WR53  | ایلیبلاغ    | ماهنشان | WR86 | نمیل      | خلخال   | 2F  | بزینه‌رود  |
| WR63 | یساول                 | بیجار   | WR52  | میر آخور    | ماهنشان | WR17 | سرخ آباد  | طارم    | 3F  | شورچای     |
| WR62 | یساول                 | خدابنده | WR50  | پل ماهنشان  | ماهنشان | WR16 | کلوچ      | طارم    | 4F  | انگورانچای |
| WR61 | خلیفه لو              | خدابند  | WR49  | شهر ماهنشان | ماهنشان | WR14 | کلوچ      | طارم    | 5F  | قلعه‌چای   |
| WR60 | گنداب                 | خدابند  | WR48  | ینگجه سینار | ماهنشان | WR13 | کلوییم    | طارم    | 6F  | قلعه‌چای   |
| WR58 | چقلویعلیا             | خدابند  | WR39  | ینگجه سینار | ماهنشان | WR12 | گوهر      | طارم    | 7F  | قلعه‌چای   |
| WR57 | اصلانلو               | خدابند  | WR34  | مشمیا       | زنجان   | WR18 | پل درام   | طارم    | 8F  | قلعه‌چای   |
| WR66 | اصلانلو               | خدابند  | WR33  | مشمیا       | زنجان   | WR11 | باغ تکوا  | طارم    | 9F  | زنجانرود   |
| WR67 | یارمجا                | خدابند  | WR32  | شکورچی      | زنجان   | WR10 | هارونآباد | طارم    | 10F | زنجانرود   |
| WR68 | قرهدورخلو             | خدابند  | WR31  | قره بوطه    | زنجان   | WR9  | هارونآباد | طارم    | 11F | زنجانرود   |
| WR69 | ابوخانلو              | خدابند  | WR30  | الوارلو     | زنجان   | WR4  | هارونآباد | طارم    | 12F | زنجانرود   |
| WR70 | گنبد                  | ایجرود  | WR27  | رجعین       | زنجان   | WR3  | مامالان   | طارم    | 13F | زنجانرود   |
| WR40 | ینگگنبد<br>جامع السرا | ایجرود  | WR71  | قافلانکوه   | میانه   | WR8  | مامالان   | طارم    | 14F | زنجانرود   |
| WR42 | حاجقشلاق              | ایجرود  | WR72  | پل دختر     | میانه   | WR5  | سبز دشت   | طارم    | 15F | زنجانرود   |
| WR43 | ایجرودقره<br>بوطه     | ایجرود  | WR74  | ممان        | میانه   | WR6  | سبز دشت   | طارم    | 16F | میانه      |
| WR44 | قرا قیه               | ایجرود  | WR75  | توپ قره     | میانه   | WR7  | سبز دشت   | طارم    | 17F | کهنان      |
| WR45 | ارمیتلو               | ایجرود  | WR76  | سدشهریار    | میانه   | WR2  | گیلوان    | طارم    | 18F | فیروزآباد  |
| WR46 | تبریزک                | ماهنشان | WR 78 | کهنان       | میانه   | WR1  | گیلوان    | طارم    | 19F | کندره      |
| WR47 | ابراهیم آباد          | ماهنشان | WR79  | کهنان       | میانه   | -    | -         | -       | 20F | دندلی      |
| WR29 | ابراهیم آباد          | ماهنشان | WR81  | فیروزآباد   | میانه   | -    | -         | -       | 21F | برندق      |
| WR55 | برونقشلاق             | ماهنشان | WR83  | فیروزآباد   | خلخال   | -    | -         | -       | 22F | خلخالچای   |

کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم و آنیون‌های سولفات، کلرید و بیکربنات‌ها هستند. کربنات‌ها از اهمیت کمتری برخوردار است و به همراه پتاسیم بندرت از عوامل شوری آب به حساب می‌آیند. بنابراین در ارزیابی کیفی آب‌ها از این یون‌ها معمولاً صرف‌نظر می‌گردد. در امور زراعی، علاوه بر کمیت آب، کیفیت آب نیز نقش مهمی دارد [۱۷]. کیفیت نامناسب آب یکی از عوامل محدودکننده در تولید و عملکرد محصولات کشاورزی است. به منظور تحلیل کیفیت آب از نظر کشاورزی از نمودار ویلکوکس شکل ۲ استفاده می‌شود. این

برداشت گردید. همچنین در مسیر رودخانه بررسی گردید که هیچ یک از صنایع پساب خود را به رودخانه تخلیه نمی‌کردند. در نمونه‌های برداشت شده میزان هدایت الکتریکی، اسیدیته، سولفات، کلر، کربنات، بیکربنات، نسبت جذب سدیم، سدیم و کلسیم و منیزیم اندازه‌گیری شد [۱۵].

در ارزیابی کیفی آب معیارهایی در نظر گرفته می‌شود که شوری از مهمترین آنها است. در حقیقت شوری متداول‌ترین معیار تعیین کیفیت آب آبیاری است. ترکیباتی که باعث شور شدن آب می‌شوند

جدول ۲- نوع و کیفیت آب از لحاظ کشاورزی بر حسب رده آن در طبقه‌بندی ویلکوکس [۱۹]

| ردیف | رده آب                                                                                                                                                             | کلاس کیفیت آب برای کشاورزی |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ۱    | C <sub>1</sub> -S <sub>1</sub>                                                                                                                                     | خیلی خوب                   |
| ۲    | C <sub>1</sub> -S <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> -S <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>                                                                   | خوب                        |
| ۳    | C <sub>1</sub> -S <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> -S <sub>3</sub> , C <sub>3</sub> -S <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> -S <sub>3</sub> , C <sub>3</sub> -S <sub>2</sub> | متوسط                      |
| ۴    | C <sub>1</sub> -S <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> -S <sub>4</sub> , C <sub>4</sub> -S <sub>4</sub> , C <sub>4</sub> -S <sub>3</sub>                                  | نامناسب                    |

نمودار در سال ۱۹۵۸ توسط ویلکوکس ارائه شده [۱۹] و روشی بسیار متداول در طبقه‌بندی آب‌ها از نظر کشاورزی، در مطالعات هیدرولوژی است. در این نمودار محور افقی به شوری آب (بر حسب میکرو زیمنس بر سانتی‌متر) و محور عمودی به نسبت جذب سدیم اختصاص دارد. مختصات مربوط به هر آب در منطقه‌ای قرار می‌گیرد که با حرف C از نظر شوری و S از نظر سدیم مشخص می‌گردد. مقادیر ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب نشان‌دهنده کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد می‌باشد. جدول ۲ نوع و کیفیت آب برای کشاورزی بر حسب رده آن در طبقه‌بندی ویلکوکس را نشان می‌دهد.

روش دیگری که در سال ۱۹۸۵ از طرف فائو ارائه گردیده بر پایه‌های شوری و قلیائیت، سمیت و دیگر مخاطرات متفرقه بنا نهاده شده است. این روش در شناسایی مشکلات خاص تولید محصولات در هنگام استفاده از منابع متداول آب مفید بوده و یک راهنمای اجرایی در جهت ارزیابی آب از لحاظ مواد تشکیل‌دهنده شیمیایی، نمک‌های محلول، ظرفیت سدیم تبادلی و یون‌های سمی می‌باشد. بر اساس رهنمودهای ارزیابی کیفیت آب ارائه شده به وسیله فائو [۶] آب با شوری حداکثر ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌تواند بدون ایجاد

روش دیگری که در سال ۱۹۸۵ از طرف فائو ارائه گردیده بر پایه‌های شوری و قلیائیت، سمیت و دیگر مخاطرات متفرقه بنا نهاده شده است. این روش در شناسایی مشکلات خاص تولید محصولات در هنگام استفاده از منابع متداول آب مفید بوده و یک راهنمای اجرایی در جهت ارزیابی آب از لحاظ مواد تشکیل‌دهنده شیمیایی، نمک‌های محلول، ظرفیت سدیم تبادلی و یون‌های سمی می‌باشد. بر اساس رهنمودهای ارزیابی کیفیت آب ارائه شده به وسیله فائو [۶] آب با شوری حداکثر ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌تواند بدون ایجاد

### نتایج و بحث

نتایج آمار توصیفی نمونه‌های اندازه‌گیری شده برای دو فصل تابستان و بهار و رودهای فرعی در جداول ۳، ۴ و ۵ آورده شده است. کل پارامترهای مورد بحث در این پژوهش در سطح ۵ درصد فاقد توزیع نرمال بودند. برای نرمال نمودن توزیع داده‌ها از تابع لگاریتم استفاده شد.

نتایج حاصل از آماره‌های توصیفی نمونه آب‌های تهیه شده در

جدول ۳- خلاصه آماری نمونه‌های تهیه شده از رودخانه قزل اوزن در فصل بهار<sup>۱</sup>

| پارامتر        | نماد             | واحد                | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار | ضریب تغییرات | چولگی | کشدگی |
|----------------|------------------|---------------------|-------|--------|---------|--------------|--------------|-------|-------|
| هدایت الکتریکی | EC               | ds/m                | 447.0 | 0.3860 | 2155.89 | 7.970        | 45.0         | 0.11  | -0.86 |
| بیکربنات       | HCO <sub>3</sub> | meq.l <sup>-1</sup> | 8.0   | 60.3   | 1.60    | 0.79         | 0.49         | 1.15  | 0.35  |
| پتاسیم         | K                | meq.l <sup>-1</sup> | 0.06  | 21.0   | 0.15    | 0.04         | 0.27         | -0.99 | 0.58  |
| نسبت جذب سدیم  | SAR              | ---                 | 1.1   | 7.20   | 7.74    | 4.0          | 0.52         | 0.65  | 1.16  |
| یون سدیم       | Na <sup>+</sup>  | meq.l <sup>-1</sup> | 1.18  | 1.27   | 14.19   | 7.6          | 0.54         | 0.0   | -0.99 |
| یون کلر        | CL <sup>-</sup>  | meq.l <sup>-1</sup> | 7.0   | 3.31   | 16.55   | 9.19         | 0.56         | 0.12  | -0.93 |
| pH             | ---              | ---                 | 7.76  | 94.8   | 8.31    | 0.21         | 0.03         | 0.17  | 0.27  |

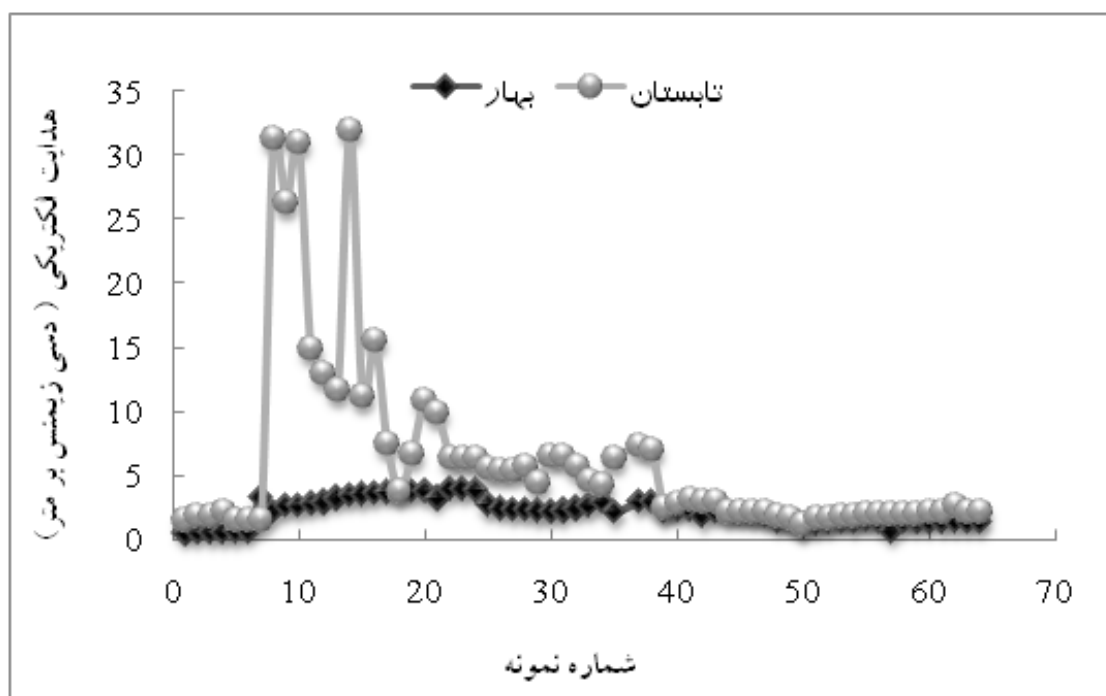
1. Inverse distance weighted

جدول ۴- خلاصه آماری نمونه‌های تهیه شده از رودخانه قزل اوزن در فصل تابستان

| پارامتر        | نماد             | واحد                | حداقل  | حداکثر  | میانگین | انحراف معیار | ضریب تغییرات | چولگی | کشیدگی |
|----------------|------------------|---------------------|--------|---------|---------|--------------|--------------|-------|--------|
| هدایت الکتریکی | EC               | ds/m                | 0.1088 | 0.31900 | 67.6308 | 2.7296       | 15.1         | 47.2  | 88.5   |
| بیکربنات       | HCO <sub>3</sub> | meq.l <sup>-1</sup> | 50.0   | 0.6     | 21.2    | 87.0         | 39.0         | 39.1  | 79.4   |
| پتاسیم         | K                | meq.l <sup>-1</sup> | 10.0   | 40.102  | 15.10   | 59.23        | 32.2         | 41.2  | 22.5   |
| نسبت جذب سدیم  | SAR              | ---                 | 80.2   | 90.91   | 27.14   | 70.17        | 24.1         | 65.2  | 44.7   |
| یون سدیم       | +Na              | meq.l <sup>-1</sup> | 3.1    | 4.338   | 34.42   | 62.73        | 74.1         | 75.2  | 24.7   |
| یون کلر        | -CL              | meq.l <sup>-1</sup> | 3.7    | 0.372   | 27.60   | 26.78        | 30.1         | 57.2  | 5.6    |
| pH             |                  | ---                 | 58.7   | 54.8    | 96.7    | 23.0         | 03.0         | 28.0  | -89.0  |

جدول ۵- خلاصه آماری نمونه‌های تهیه شده از سرشاخه‌های فرعی رودخانه قزل اوزن در فصل بهار

| پارامتر        | نماد             | واحد                | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار | ضریب تغییرات | چولگی | کشیدگی |
|----------------|------------------|---------------------|-------|--------|---------|--------------|--------------|-------|--------|
| هدایت الکتریکی | EC               | ds/m                | 0/317 | 0/8550 | 91/1563 | 19/2082      | 33/1         | 51/2  | 004/6  |
| بیکربنات       | HCO <sub>3</sub> | meq.l <sup>-1</sup> | 80/0  | 80/2   | 90/1    | 66/0         | 35/0         | -08/0 | -09/1  |
| پتاسیم         | K                | meq.l <sup>-1</sup> | 04/0  | 42/0   | 12/0    | 09/0         | 75/0         | 28/2  | 03/6   |
| نسبت جذب سدیم  | SAR              | ---                 | 5/0   | 0/26   | 94/4    | 6/7          | 54/1         | 2/2   | 76/3   |
| یون سدیم       | Na <sup>+</sup>  | meq.l <sup>-1</sup> | 65/0  | 67/68  | 95/9    | 98/17        | 80/1         | 52/2  | 66/5   |
| یون کلر        | CL <sup>-</sup>  | meq.l <sup>-1</sup> | 4/0   | 7/74   | 35/10   | 35/19        | 87/1         | 56/2  | 01/6   |
| pH             |                  | ---                 | 85/7  | 79/8   | 35/8    | 29/0         | 04/0         | 11/0  | -3/1   |



شکل ۲- تغییرات کیفیت شوری آب در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان

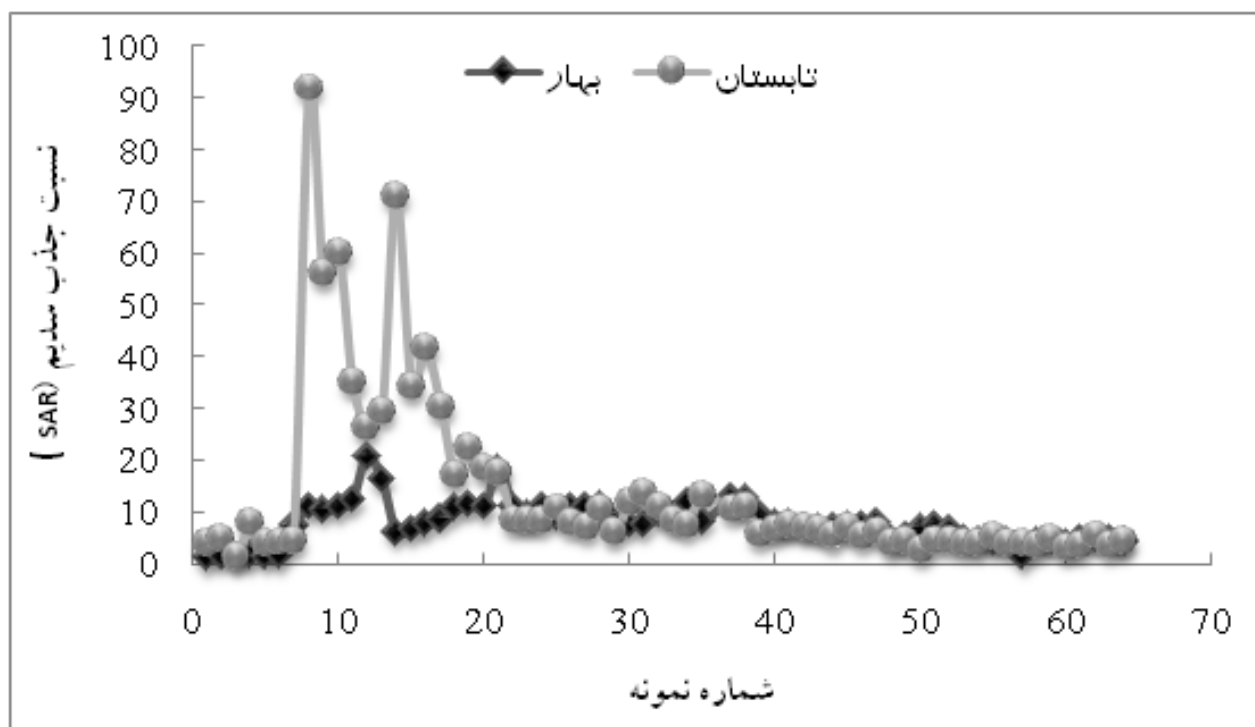
جدول ۶- مقایسه میانگین کیفیت آب رودخانه قزل اوزن در دو فصل بهار و تابستان با آزمون تی استیودنت

| پارامتر                  | T      | سطح معنی داری |
|--------------------------|--------|---------------|
| شوری (بهار)              | -600/4 | 000/0         |
| شوری (تابستان)           |        |               |
| اسیدیته (بهار)           | 410/7  | 000/0         |
| اسیدیته (تابستان)        |        |               |
| نسبت جذب سدیم (بهار)     | -912/2 | 005/0         |
| نسبت جذب سدیم (تابستان)  |        |               |
| سدیم (بهار)              | -992/2 | 004/0         |
| سدیم (تابستان)           |        |               |
| بیکربنات (بهار)          | -756/3 | 000/0         |
| بی کربنات (تابستان)      |        |               |
| پتاسیم (بهار)            | -273/3 | 002/0         |
| پتاسیم (تابستان)         |        |               |
| کلسیم و منیزیم (بهار)    | -013/5 | 000/0         |
| کلسیم و منیزیم (تابستان) |        |               |
| کلر (بهار)               | -472/4 | 000/0         |
| کلر (تابستان)            |        |               |

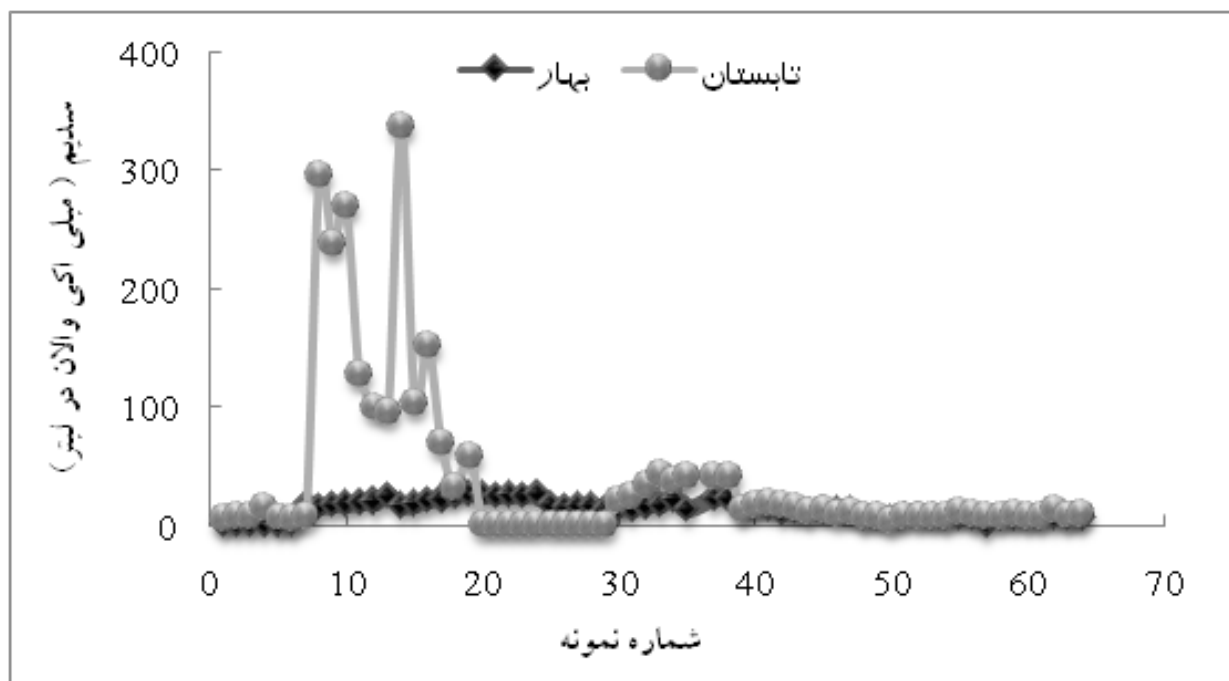
جداول ۳، ۴ و ۵ نشان دهنده افزایش میانگین کلیه پارامترها به جز pH آب در فصل تابستان نسبت به فصل بهار است. ضریب تغییرات در ارزیابی تغییرات پارامترهای مورد اندازه گیری کاربرد دارد از این رو مطابق نتایج جداول ۳، ۴ و ۵ بیشترین ضریب تغییرات متعلق به مقدار پتاسیم در فصل تابستان است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین مقادیر اندازه گیری شده در دو فصل تابستان و بهار با آزمون تیاستیودنت در جدول ۶ نشان داد بین غلظت پارامترها در این دو فصل در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ تفاوت معنی دار وجود دارد.

برای ارزیابی روند تغییرات پارامترهای کیفیت آب در مسیر طولی رودخانه قزل اوزن در دو فصل بهار و تابستان به صورت شماتیک نمودارهای ۲، ۳ و ۴ و شکل های ۷ تا ۱۰ تهیه گردید.

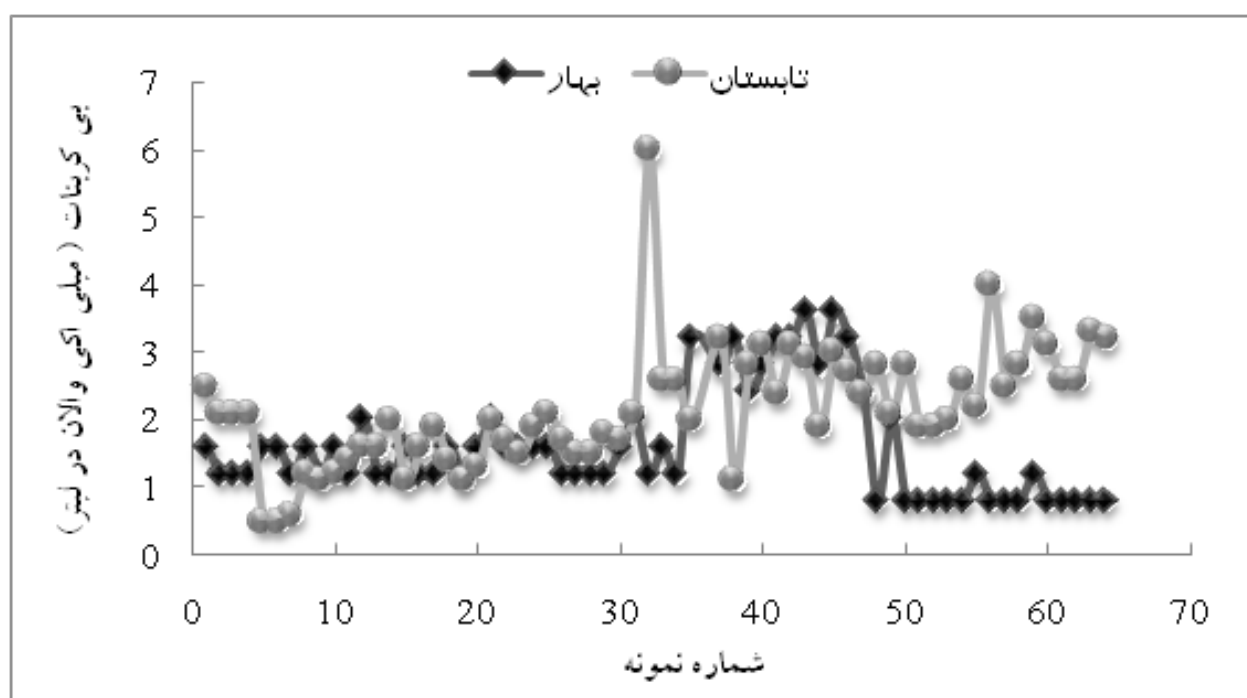
با توجه به شکل ۲ که مقایسه تغییرات کیفیت شوری آب رودخانه قزل اوزن در طول مسیر در فصل بهار و تابستان را نشان می دهد، میتوان مشاهده کرد که بیشترین تغییرات در اراضی شهرستان های خدابنده، ایجرود، ماهنشان و زنجان حاصل شده است بطوری که بیشترین شوری در فصل تابستان در اراضی شهرستان ایجرود در روستای ینگیکند جامع سرا برابر ۳۱/۹ دسی زیمنس بر متر اندازه گیری شده است. در صورتی که تغییرات کیفیت آب از نظر شوری در منطقه طارم بین فصل بهار و تابستان زیاد محسوس نبوده است. با توجه به شکل ۳ که مقایسه تغییرات میزان نسبت جذب سدیم آب را در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان نشان می دهد، می توان مشاهده نمود که تفاوت عمده ای از نظر نسبت جذب سدیم در اراضی شهرستان های خدابنده، ایجرود و



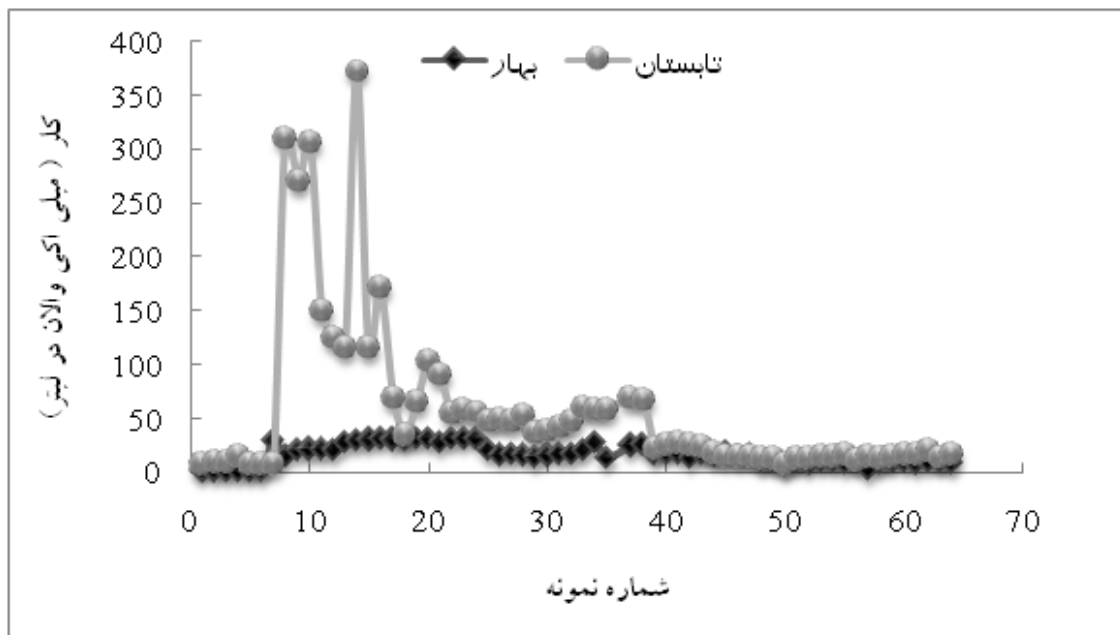
شکل ۳- تغییرات میزان نسبت جذب سدیم آب در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان



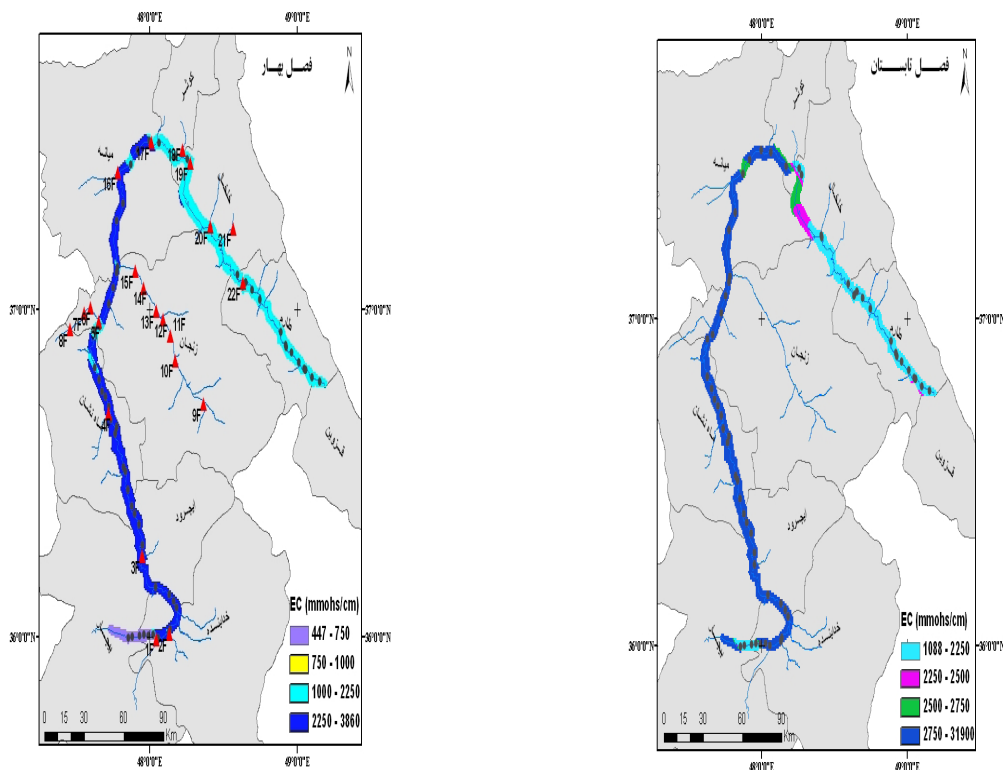
شکل ۴- تغییرات میزان سدیم آب در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان



شکل ۵- تغییرات بی کربنات آب در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان



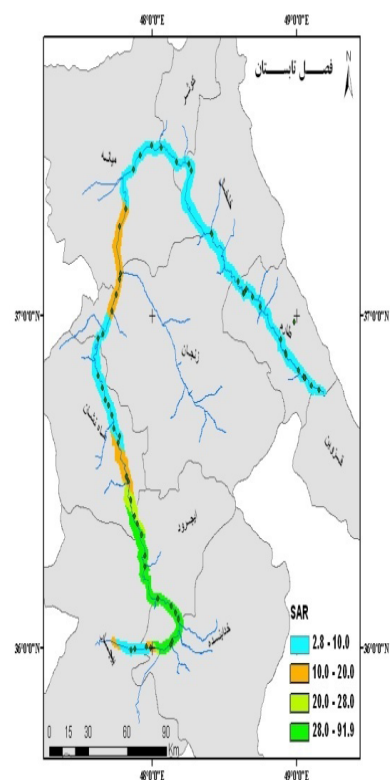
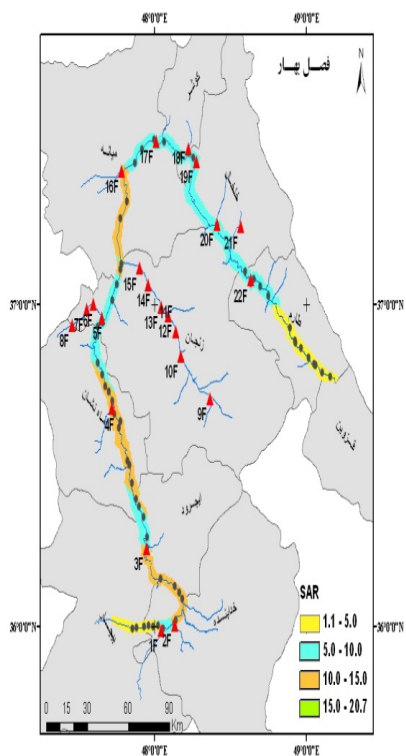
شکل ۶- تغییرات کلر آب در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان



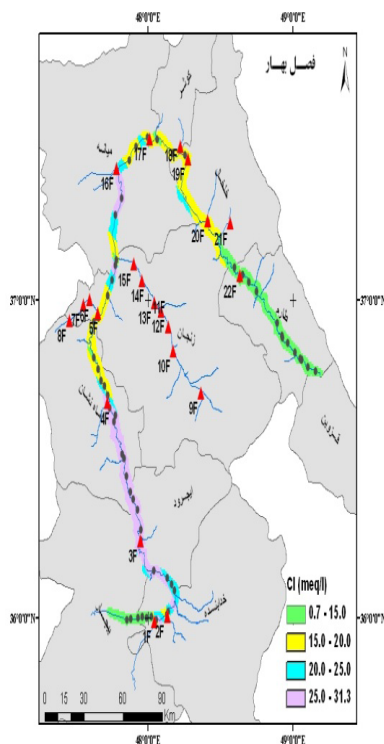
شکل ۷- تغییرات کیفیت شوری (EC) آب در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان با استفاده از روش میانابیی

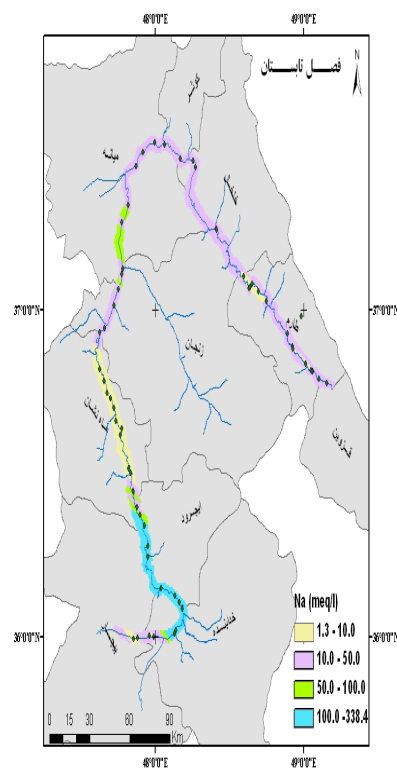
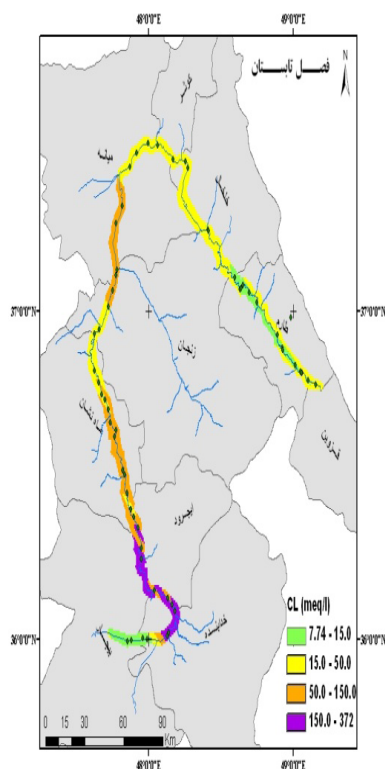
قزل اوزن علاوه بر مقایسه نتایج پارامترهای کیفیت آب شاخه‌های فرعی قبل و بعد از ورود به رودخانه قزل اوزن از شکل‌های ۷ تا ۱۰ در فصل بهار استفاده گردید. تحلیل نقش و تأثیر هر یک از سرشاخه‌های فرعی بر روی رودخانه قزل اوزن به صورت موردی

ماه‌نشان به چشم می‌خورد. شکل‌های ۷ تا ۱۰ مقایسه تغییرات کیفیت شوری آب در طول مسیر رودخانه قزل‌اوزن در فصل بهار و تابستان را نشان می‌دهد. برای بررسی تأثیر رودخانه‌های فرعی بر روی کیفیت شاخه اصلی



شکل ۸- تغییرات کیفیت نسبت جذب سدیم (SAR) آب در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان با استفاده از روش میانایی





شکل ۱۰- تغییرات کیفیت یون کلر (Cl<sup>-</sup>) آب در طول مسیر رودخانه قزل اوزن در فصل بهار و تابستان با استفاده از روش میانابایی

ارائه شده است:

بالا است. فرسایش نوع ورق‌های، شیاری و خندقی نمایان است که می‌تواند در هنگام بارندگی با شدت زیاد با تولید رواناب نامناسب و گل آلودگی زیاد کفیت رودخانه قزل اوزن را بشدت تحت تأثیر قرار دهد. این رودخانه در کنار روستای اصلانلو دارای هدایت الکتریکی ۸۵۵۰ میکرو زیمنس بر متر و از نظر کیفیت آب کلاس C۴S۴ با رودخانه قزلاوزن ملاقات می‌کند. نکته قابل توجه درباره این رودخانه این است که این رودخانه در حالت عادی و بدون وجود بارندگی شدید در منطقه دارای دبی پایین می‌باشد. رودخانه قزل اوزن با کفیت هدایت الکتریکی ۲۱۴۰ میکرو زیمنس بر متر به رودخانه بزین رود می‌رسد. بعد از مخلوط شدن با بزین رود به هدایت الکتریکی ۲۶۱۰ میکرو زیمنس بر متر افزایش پیدا می‌کند. با این کیفیت به مسیر خود ادامه می‌دهد.

رودخانه شورچای (ایجرود): این رودخانه نیز در مسیر خود از تشکیلات زمین شناسی نامناسب عبور می‌کند. این رودخانه نیز دارای دبی پایین می‌باشد ولی در هنگام بارندگی دارای دبی زیاد می‌باشد و با توجه به وجود تشکیلات مارنی کیفیت آن نا مناسبتر می‌شود در نتیجه کیفیت قزلاوزن را بیشتر تحت شعاع قرار می‌دهد. این رودخانه با کد WR۴۱ (۳F) در کنار روستای اصلانلو دارای هدایت الکتریکی ۵۶۷۰ میکرو زیمنس بر متر و از نظر کیفیت آب کلاس C۴S۴ با رودخانه قزل اوزن ملاقات می‌کند. رودخانه قزل اوزن

رودخانه تالوار: بعد از ورود رودخانه قزل اوزن به استان زنجان اولین رودخانه که وارد قزل اوزن می‌شود رودخانه تالوار می‌باشد. این رودخانه نیز از استان کردستان سرچشمه گرفته و بدو ورود قزل اوزن به استان زنجان به آن می‌ریزد. کیفیت رودخانه قزل اوزن قبل از مخلوط شدن با رودخانه تالوار دارای هدایت الکتریکی ۶۰۰ میکرو زیمنس بر متر و با کلاس C۲S۱ می‌باشد. کیفیت آب رودخانه تالوار قبل از مخلوط شدن با رودخانه قزل اوزن دارای هدایت الکتریکی ۴۹۳۰ میکرو زیمنس بر متر و از نظر ارزیابی در کلاس C۴S۴ قرار دارد. با توجه به نتایج آب، این رودخانه دارای کیفیت مناسبی نمی‌باشد. بعد از مخلوط شدن آب رودخانه تالوار با رودخانه قزل اوزن کیفیت رودخانه قزل اوزن از شوری ۶۰۰ میکرو زیمنس بر متر به ۳۲۹۰ میکرو زیمنس بر متر می‌رسد در ادامه مسیر با برخورد رودخانه‌های کوچک کیفیت آب رودخانه قزلاوزن به ۲۱۴۰ میکرو زیمنس بر متر کاهش پیدا می‌کند. کیفیت این مسیر از رودخانه از نظر ارزیابی در کلاس C۳S۲ قرار می‌گیرد.

رودخانه بزین رود (قیدار): این رودخانه از اراضی شهرستان زرین رود سرچشمه می‌گیرد. در این منطقه تپه‌های مارنی با شوری زیاد نیز به چشم می‌خورد. در قسمتی از منطقه گرماب شدت فرسایش بدلیل عدم پوشش گیاهی مناسب و کیفیت نامناسب خاک

قبل از برخورد با این رودخانه دارای کیفیتی با هدایت هیدرولیکی ۳۳۹۰ میکرو زیمنس بر متر می‌باشد. قزل اوزن در طول مسیر خود بعد از مخلوط شدن با بزینه رود ۷۸۰ میکرو زیمنس بر متر شوری آن افزوده شده است که بدلیل شوری زیاد خاک منطقه می‌باشد، این شوری با زهاب و یا املاح خاک حاشیه رودخانه می‌تواند وارد آب رودخانه شده باشد. بعد مخلوط شدن با رودخانه شور چای شوری آب به ۳۴۶۰ میکرو زیمنس بر متر افزایش پیدا می‌کند.

انگوران چای: آب این رودخانه از نظر کیفیت بسیار مناسب می‌باشد و با شوری برابر ۳۳۰ میکرو زیمنس بر متر به رودخانه قزل اوزن بعد از روستای بهستان وارد می‌شود. از نظر ارزیابی کیفیت آب در کلاس C۲S۱ قرار دارد. رودخانه قزل اوزن دارای شوری برابر ۳۸۲۰ میکرو زیمنس بر متر به انگوران چای می‌رسد. بعد از مخلوط شدن انگوران چای با قزلاوزن کیفیت شوری رودخانه به ۲۶۵۰ میکرو زیمنس بر متر کاهش پیدا می‌کند. از نظر ارزیابی کیفیت آب از کلاس C۴S۳ به کلاس مناسب‌تر از آن یعنی C۴S۲ می‌رسد.

قلعه چای (آجی چای): کیفیت آب در محل برخورد با قزل اوزن در نزدیکی پل روستای مشمپا به شوری برابر ۱۵۶۵ میکرو زیمنس بر متر می‌رسد و از نظر ارزیابی به C۳S۱ افت کیفیت می‌کند. رودخانه قزلاوزن با کیفیت شوری برابر ۲۱۸۰ میکرو زیمنس بر متر با رودخانه قلعه چای برخورد می‌کند. بعد از مخلوط شدن قلعه چای با قزلاوزن کیفیت شوری آب به ۲۳۶۰ میکرو زیمنس بر متر افزایش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه بعد شهر ماهنشان منطقه از نظر کیفیت خاک مناسب می‌شود و زهاب‌های ورودی موجب بهبود نسبی کیفیت قزل اوزن در طول مسیر خود می‌شود. ولی بعد از عبور از روستای مشمپا دوباره به تشکیلات نامناسب و مارنی در کنار بستر رودخانه برخورد می‌کند که در طول مسیر کیفیت آب نامناسب می‌شود.

زنجان رود: این رودخانه نیز بدلیل وجود تشکیلات مارنی در اراضی حوضه خود در طی مسیر جریان، شوری آن افزایش پیدا می‌کند و در نهایت با کیفیت شوری برابر ۱۲۷۴ میکرو زیمنس بر متر در پایین دست روستای رجئین به قزل اوزن می‌ریزد. کیفیت رودخانه قزل اوزن بدون تغییر قابل ملاحظه‌ای بعد از مخلوط شدن با رودخانه قزل اوزن به مسیر خود ادامه می‌دهد.

رودخانه میانه (مجموع رودخانه‌های: شهر چای، قرنقو و ایدوغموش): این رودخانه از پایین شهر میانه عبور کرده و بعد از روستای آچاچی با کیفیت شوری برابر ۱۳۱۳ میکرو زیمنس بر متر با ارزیابی کلاس C۳S۲ به قزلاوزن می‌ریزد. رودخانه قزل اوزن قبل از برخورد با این رودخانه دارای کیفیت شوری برابر با ۲۹۵۰ میکرو زیمنس بر متر می‌باشد. بعد از مخلوط شدن این رودخانه به قزل اوزن کیفیت شوری آب به ۲۱۱۰ میکرو زیمنس بر متر کاهش پیدا می‌کند.

رودخانه خلخال چای (فیروزآباد): کیفیت آب این رودخانه قبل از برخورد با قزل اوزن دارای شوری ۴۷۴ میکرو زیمنس بر متر

می‌باشد. از نظر کیفیت در کلاس C۲S۱ قرار دارد. رودخانه قزل اوزن با کیفیت شوری برابر با ۲۰۹۰ میکرو زیمنس بر متر به محل وارد شدن آب این رودخانه می‌رسد و بعد مخلوط شدن آب این رودخانه با کیفیت شوری برابر با ۲۰۷۰ میکرو زیمنس بر متر بدون تغییر کیفیت آب قزل اوزن به مسیر خود ادامه می‌دهد.

رودخانه گندره: نتایج تجزیه نشان می‌دهد که این رودخانه با شوری برابر با ۴۱۳ میکرو زیمنس بر متر به قزل اوزن می‌ریزد. شوری قزل اوزن قبل از برخورد با این سرشاخه برابر ۲۰۷۰ میکرو زیمنس بر متر بود. بعد از مخلوط شدن آب این رودخانه با قزل اوزن شوری آب به ۲۰۵۰ میکرو زیمنس بر متر رسیده و بدون تغییر قابل ملاحظه‌ای در کیفیت مسیرش را ادامه می‌دهد.

رودخانه نمیل (دندلی): این رودخانه در روستای نمیل به رودخانه قزل اوزن می‌ریزد. نتایج تجزیه نشان می‌دهد که این رودخانه با شوری برابر با ۳۳۲ میکرو زیمنس بر متر به قزل اوزن می‌ریزد. قزل اوزن با شوری برابر ۱۹۳۹ میکرو زیمنس بر متر به محل وارد شدن این رودخانه به قزل اوزن می‌رسد. بعد از مخلوط شدن آب این رودخانه با قزل اوزن شوری آب ۱۸۴۰ میکرو زیمنس بر متر می‌رسد.

رودخانه کلوج: این رودخانه از اراضی شهرستان خلخال سرچشمه گرفته و در روستای کلوج به قزل اوزن می‌ریزد. نتیجه نمونه نتایج تجزیه نشان می‌دهد که این رودخانه با شوری برابر با ۴۴۰ میکرو زیمنس بر متر به قزل اوزن می‌ریزد. قزل اوزن با شوری برابر ۱۴۸۰ میکرو زیمنس بر متر به محل وارد شدن این رودخانه به قزل اوزن می‌رسد. بعد از مخلوط شدن آب این رودخانه با قزل اوزن شوری آب ۱۰۵۵ میکرو زیمنس بر متر می‌رسد.

### نتیجه‌گیری

بررسی کلی نشان می‌دهد که رودخانه قزل اوزن در طی مسیر جریان خود در اراضی استان زنجان و قسمتی از استان کردستان از نظر کیفیت آب بسیار تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بطوری که در اراضی شهرستان خدابنده در اثر مخلوط شدن آب رودخانه‌های تالوار و زرین رود به بدترین کیفیت خود از نظر کشاورزی می‌رسد. دلیل اینکه این دو رودخانه از اراضی مارنی و شور منشا می‌گیرند بسیار شور و بی‌کیفیت می‌باشند. رودخانه قزل اوزن در طی ادامه مسیر خود بعد از مخلوط شدن رودخانه‌های استان آذربایجان شرقی و اردبیل کیفیت نسبتاً مناسبی از نظر کشاورزی پیدا می‌کند. که این امر برای مدیریت آبیاری در اراضی شهرستان طارم که زیر کشت وسیع باغات زیتون قرار دارد بسیار حائز اهمیت است. از این رو توصیه می‌گردد با مدیریت صحیح و جلوگیری از تخلیه پساب اراضی کشاورزی به رودخانه، کیفیت آب رودخانه را در محدوده مناسب حفظ کرد.

### منابع

of the 11th Conference of the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, 203- 213. (In Persian)

11. Mohajer Milani, P., Drodi M.S., R., Vakili. And Malakoti, M. J. 1999. Sulfuric acid register for the utilization of, saline and alkaline soils. Technical Journal 61. Publishing of Agricultural Education, Tehran, Iran. (In Persian)

12. Monaghan, R.M., Carey, P.L., Wilcock, R.J., Drewry, J.J., Houlbrooke, D.J. Quinn, J.M, Thorrold, B.S. 2009. "Linkages between Land Management Activities and Stream Water Quality in a Border Dyke- Irrigated Pastoral Catchments", Agriculture, Ecosystems and Environment, 129: 201-211.

13. Nagata, K., Sayyari, M., Inaoka, M. and Yajima, M. (2011). Conflict Management of Water Resources in the Sefidrud River Basin of Iran. JICA. DOI: 10.2495/WRM110061.

14. Nakhi, M., Mosaie, F., Ramazani, A. and Amiri, V. 2011. Quality assessment of the Karun River and its sub branches in Chaharmahal va Bakhtiari province. IRANIAN JOURNAL OF GEOLOGY, 5(20): 59- 72. (In Persian)

15. National Research Council. 1993. Soil and water quality. An agenda for agriculture. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

16. Ribeiro, C.H.A. and Araujo, M. 2002. Mathematical Modeling as a Management Tool For Water Quality Control Of The Tropical Beberibe Estuary, Ne Brazil, Hydrobiology 475/476, 229-237.

17. Smith, W.H.F., and Wesel, P. 1990. Gridding with continuous curvature splines in tension. Geophysics, 55: 293-305.

18. Wang, X, Zou, Z. and Zou, H. 2013. Water quality evaluation of Haihe River with fuzzy similarity measure methods. Journal of Environmental Sciences, 25(10): 2041-2046.

19. Wilcox, L.W. 1995. Classification and use of irrigation water, U. S. Department, Agri. Circular, 969 pp.

1. Ayers. R. S. and D. W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irri. & Drain, Paper No.29.

2. Bao, G., Liu, Y., Linderholm, H.W. 2012. Mean maximum temperature inferred from Hailar pine (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) tree rings in the Hulunbuir region, Inner Mongolia, back to 1868 AD. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 313-314, 162-172.

3. Damavandi, A., Lamei Hervani. J. and Tokasi, M. 2004. Evaluate the quality of surface water and groundwater in Zanjan. Management and Planning Organization of Zanjan, pp: 42. (In Persian)

4. Dazy, J., Drogue, C., Harmanidis, P. and Darlet, C. 1997. The inflows on chemical composition of groundwater in Small Island: The example of the Cyclades, (Greece), Environ. Vol. 31: 133-141.

5. Elshorbagy, A. and Ormsbee, L. 2006. Object-Oriented Modeling Approach to Surface Water Quality Management, Environmental Modeling and Software, 21(5): 68-6989.

6. F.A.O. R.S. Ayers and D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage paper 29 Rev. 1. FAO. Rome. 174p.

7. Fan, Z.X., Bräuning, A., Tian, Q.H., Yang, B., Cao, K.F. 2010. Tree ring recorded May-August temperature variations since A.D. 1585 in the Gaoligong Mountains, southeastern Tibetan Plateau. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 296: 94-102.

8. Frid Gigloo, B. Najafinejad, A. Moghani Bilehsavar, V. and Ghiyasi, A. 2013. Evaluation of water quality variation of Zarringol River, Golestan province. J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(1): 77- 95. (In Persian)

9. Hamze, S. and Moazed, H. 2009. Detection change of water quality parameters in Karun River for use in their irrigation system during the recent drought. Second National Conference of drought and its management strategy. Research Institute of Agriculture and Natural Resources in Esfahan. (In Persian)

10. Mirie, M. and Farshi, A. 2003. How to use and water productivity in agriculture. Proceedings

*Abstract***Evaluation of the Seasonal Variation Trend of water Quality of Qezel-Ozan River by Sub Branches Effects Using Agricultural indices**M. Taheri<sup>1\*</sup>, M. Abbasi<sup>2</sup> and S. Vahedi<sup>3</sup>

Received: 2015.02.15 Accepted: 2015.7.2

Hydrochemistry studies play an important role in the management and efficient and correct using of water resources. Main objectives of these studies are identify the limitations of using water resources, situations of crisis and suitable and unsuitable locations with different consumptions, such as Agriculture. In this regard changes in Qezel-Ozan water quality an indicator in terms of agricultural were monitored in this study. 64 sites along the main Qezel-Ozan River and 22 sites of the major sub-branches were chosen that leading to this river. Sampling was conducted on the days without rain in the spring and summer season, in May and September. The results showed that the greatest changes have been in the Khodabande, Ijrod, Mahneshan, and Zanjan. Talwar and Bezinerod have most corrupting influence on the quality of the Qezel-Ozan River. These rivers are poured of Khodabande and Ijrod lands. But other rivers in downstream have a positive impact on Qezel-Ozan River's quality because of their good quality. So when move to the end of the river route, water quality improve that a major factor in this part is perfect quality of sub branches in downstream. The results in comparison of Qezel-Ozan river's quality in spring (May) and summer (August) showed significant differences between measured chemical properties. Concentration of the most parameters increased in the summer and thus water quality in the spring is lower than summer.

**Keywords:** *Qezel- Ozan River, Salinity, Sub branches, Wilcox*

---

1. Assistant professor in Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Zanjan province, Iran

2. Researcher of Soil and Water Department in Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Zanjan province

\* Corresponding author: taheritekab@yahoo.com