Journal of Environment and Water Engineering
ISSN: 2476-3683

مجله محیط زیست و مهندسی آب
شابک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

بررسی عوامل مؤثر بر شوری آب رودخانه قزل‌اوزن

مهدی ایل‌بیگی و رضا جمور

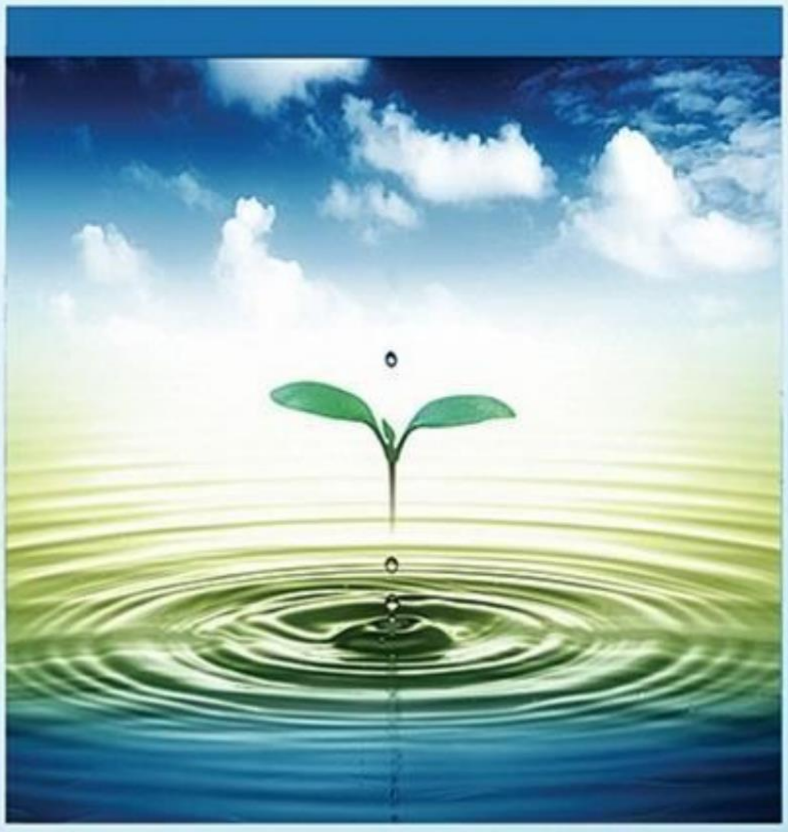
دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۳۶- ۱۲۵

Vol. 5(2), Summer 2019, 125-136

DOI: 10.22034/jewe.2019.178144.1311

Investigating the Factors Affecting the Salinity of the Ghezelozan River Water

Eilbeigy M. and Jamour R.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: ایل‌بیگی م. و جمور ر. (۱۳۹۸). بررسی عوامل موثر بر شوری آب رودخانه قزل‌اوزن. مجله محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۵، شماره ۲، صفحات: ۱۳۶–۱۲۵.

Citing this paper: Eilbeigy M. and Jamour R. (2019). Investigating the factors affecting the salinity of the Ghezelozan River water. J. Environ. Water Eng., 5(2), 125-136. DOI: 10.22034/jewe.2019.178144.1311.

بررسی عوامل مؤثر بر شوری آب رودخانه قزل‌اوزن

مهدی ایل‌بیگی[۱] و رضا جمور[۲*]

[۱] دکترای هیدروژئولوژی، شرکت مهندسین مشاور ری‌آب، تهران، ایران
[۲] کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، شرکت مهندسین مشاور ری‌آب، تهران، ایران
***نویسنده مسئول**: reza.jamoor@yahoo.com

مقاله اصلی
تاریخ دریافت: [۱۳۹۸/۰۱/۲۰] **تاریخ بازنگری: [۱۳۹۸/۰۳/۱۳]** **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۸/۰۵/۱۵]**

چکیده
مسئله شوری آب‌های سطحی توسط برونزدهای سطحی نمکی با توجه به کثرت و گستردگی سازندهای نمکی در ایران بسیار مهم و قابل‌توجه است. در این پژوهش علل تغییرات کیفیت آب رودخانه قزل‌اوزن در محدوده استان زنجان بررسی شد. در این راستا جهت بررسی دقیق عوامل مؤثر و همچنین میزان تأثیر هر یک از این عوامل بر تغییرات کیفیت آب، حوضه آبریز این رودخانه به ۱۶ زیرحوضه تقسیم شد. بر اساس نمونه‌برداری و آنالیز نمونه آب از ۱۴ نقطه در مسیر رودخانه‌ی قزل‌اوزن و آبراهه‌های منتهی به این رودخانه، وضعیت کیفیت آب بررسی شد. اطلاعات حاصل از نتایج آنالیزها نشان می‌دهد که تیپ و رخساره غالب آب در این رودخانه، کلروره سدیک می‌باشد. همچنین کیفیت آب برای مصرف کشاورزی در رده نامناسب قرار دارد. در ادامه بر اساس اطلاعات موجود و بازدیدهای متعدد میدانی، میزان بار شوری به‌عنوان یک پارامتر پیشنهادی معرفی و در هر حوضه محاسبه شد. بر این اساس در محدوده استان زنجان، سالانه حدود ۴۳۵۹ ton املاح از طریق آب بلااستفاده چشمه‌ها وارد رودخانه قزل‌اوزن می‌گردد. همچنین به‌منظور بررسی تمامی عوامل مؤثر بر تغییر کیفیت آب رودخانه، مطالعات میدانی زیادی به‌عمل‌آمده و نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان می‌دهد که وجود سازندهای تبخیری و کربناته در منطقه، ارتباط رودخانه با میان لایه‌های نمکی، تبخیر در حوضه‌های بسته و در نهایت تشکیل رسوبات تبخیری در حاشیه رودخانه از عوامل اصلی شورشدن آب رودخانه قزل‌اوزن در محدوده استان زنجان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تیپ آب؛ سازند تبخیری؛ رودخانه قزل‌اوزن؛ علل شوری؛ کیفیت آب.

۱- مقدمه

ایران با توجه به قرار گرفتن در محدوده عرض جغرافیایی ۳۰° شمالی دارای اقلیمی نسبتاً خشک می‌باشد. بیش از ۶۰٪ بارندگی‌های سطح کشور به‌صورت تبخیر از دسترس خارج‌شده و قسمت عمده‌ای از باقی‌مانده نیز به‌صورت سیلاب وارد دریاها و دریاچه‌ها می‌شود. از مقدار اندکی که سهم آب‌های زیرزمینی و گذر آبی پایه رودخانه است، درصد قابل‌توجهی به‌علت عبور از سازندهای تبخیری و تغلیظ املاح، از نظر کیفی نامطلوب و یا غیرقابل‌استفاده می‌شود. بنابراین، آب این ماده حیاتی و پرارزش، از جمله منابع نادر کشور بوده و پژوهش در ارتباط با کم و کیف آن از اهمیت زیادی برخوردار است.

مسئله شوری آب‌های جاری به‌وسیله برونزدهای سطحی نمکی با توجه به کثرت و گستردگی سازندهای نمکی در ایران بسیار مهم و قابل‌توجه است. بسیاری از سازندهای رسوبی در کشور نیز حاوی مقادیر بالای هالیت و ژیپس می‌باشند که از آن جمله می‌توان به سازند گچساران و یا بسیاری از سازندهای مارنی نئوژن اشاره کرد که این سازندها نیز تأثیر فراوانی در تغییر کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی دارند (Bahrami et al. 2009). شوری یک مشکل زیست‌محیطی است که از بسیاری از جهات بر منابع طبیعی دیگر نیز تأثیر می‌گذارد. از جمله باعث کاهش تولیدات کشاورزی، تخریب ساختار خاک، تغییر شرایط اقلیمی و ایجاد مشکلات برای سلامتی انسان‌ها می‌گردد (William 2001).

تاکنون در سطح جهان و ایران مطالعات متعددی در رابطه با منشأ شوری و کیفیت منابع آب صورت گرفته است. Ali Ghardashi et al. (2016) در پژوهشی به بررسی میزان و علل شوری منابع آب سطحی کشور پرداختند. ایشان براساس نتایج به‌دست‌آمده و با توجه به استانداردهای فعلی شوری آب جهت مصارف شرب و کشاورزی، نقشه وضعیت منابع آب سطحی کشور از نظر میزان شوری، نقشه علل تأثیرگذار در شوری منابع آب و همچنین نقشه میزان pH منابع آب را تهیه نمودند. با توجه به نقشه به‌دست‌آمده رودخانه‌های حوضه آبریز خلیج‌فارس بیش‌ترین افزایش TDS را داشته که بیش‌تر ناشی از کاهش دبی رودخانه و نزدیکی به دریا بوده است. در خصوص تغییرات pH، الگوی مشخصی در رودخانه‌های مطالعه شده دریافت نکرده‌اند. Kalmer et al. (2010) در بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه بارکاو در کشور رومانی از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و آنالیز خوشه‌ای استفاده نمودند.

Sajedi Mian Ab et al. (2012) با رفتارسنجی و مطالعات هیدروژئوشیمی بر اساس مشاهدات غلظت یون کلر در پنج حلقه چاه توانستند نفوذ آب شور را در آبخوان شمالی آلبانی به اثبات برساند. Feizniya (1999)، مهم‌ترین عوامل مؤثر در شوری و تخریب آب رودخانه‌های حوضه مرکزی (قم-کاشان) را مارن‌های تبخیری، گنبدهای نمکی، معادن گچ و نمک می‌داند. Reissi (1997)، عامل شورشدن چاه‌های منطقه داراب در استان فارس را نفوذ آب‌های شور حاصل از گنبد نمکی گزطویله به درون طاقدیس پایین‌دست می‌داند. Tahmasebi (1998)، گنبدهای نمکی، سازندهای مارنی و معادن گچ و نمک را از عوامل اصلی زمین‌شناسی و تخریب‌کننده کیفیت آب‌های سطحی حوضه رودخانه اشتهارد معرفی کرده است. Abbassi et al. (2015)، عامل تخریب کیفیت آب رودخانه حوضه مند در استان بوشهر را به‌ترتیب گنبدهای نمکی سختان و کنارسیاه در مسیر رودخانه فیروزآباد (از سرشاخه‌های رود مند) و گنبد نمکی خورموج در مسیر رود مند گزارش کرده است. به عقیده Goushe (1981)، سازند گچ و نمکی که بر اثر زمین‌ساخت ارتفاعاتی را ایجاد کرده‌اند، در شورکردن زمین‌های اطراف مؤثر می‌باشد. همچنین این رسوبات با وارد شدن به آب‌های جاری که در مجاورت آن‌ها قرار دارد، باعث شور شدن آن‌ها می‌گردد. بر این اساس این رسوبات یکی از مراکز مهم انتشار مواد شور کننده می‌باشند.

در پژوهش دیگری به‌منظور بررسی علل شوری آب رودخانه آجی چای، ۲۴ آبراهه عمده شور در این حوضه شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که حدود ۴/۴٪ از کل شوری آب مربوط به قسمت‌های بالادست حوضه، ۳۰/۴٪ آن مربوط به ۲۴ آبراهه شور مطالعه شده و ۶۵/۲٪ آن مربوط به سایر آبراهه‌ها، جویبارهای شور فصلی، زه‌آب‌های اراضی شور و معادن نمک، و سایر علل احتمالی می‌باشد. پیشنهاد پژوهش‌گران برای بهره‌برداری بهینه از آب آجی چای، این بود که باید در ماه‌های پرآب (فروردین و اردیبهشت) که آب رودخانه از کیفیت خوبی برخوردار است جهت کشاورزی یا ذخیره‌سازی، یا تزریق به منابع آب زیرزمینی به مصرف برسد و یا آب‌های شیرین قبل از رسیدن

به مناطق گنبدهای نمکی و آلوده شده به نمک‌ها، مورد استفاده قرار گیرد (Gorji and Refahi 1994).

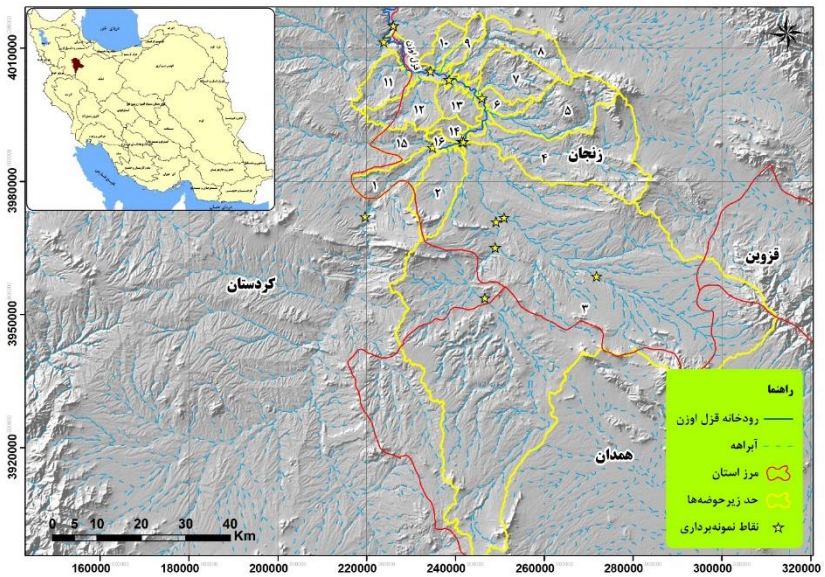
Rouhi et al. (2013) در دشت الباجی در شمال غرب شهرستان اهواز با استفاده از نتایج سنجش شیمیایی منابع آب زیرزمینی و سطحی دشت، عوامل و فرآیندهای مختلف تأثیرگذار بر کیفیت آب زیرزمینی را با استفاده از روش‌های گرافیکی بررسی نمودند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که عوامل متعددی از جمله شرایط حوضه رسوب‌گذاری مواد سازنده لایه آبدار، واکنش آب با مواد آبرفتی دشت، تبخیر از آب زیرزمینی، آب برگشتی کشاورزی و تغذیه از رودخانه کرخه، کیفیت آب زیرزمینی دشت را کنترل می‌کنند.

در پژوهشی دیگر تأثیر دیاپیرها بر شورشدن منابع آب و خاک مورد بررسی قرار گرفته و به مطالعه در رابطه با دیاپیر حوضه رودخانه شور کاکان یاسوج پرداخته شده است (Khazaei et al. 2013). در پژوهشی با عنوان ارزیابی راهکارهای کاهش شوری آب رودخانه کارون با استفاده از سناریوهای مدیریتی به بررسی راهکارهای مدیریتی برای کاهش شوری رودخانه به‌صورت سناریوهای حذف و کاهش بارگذاری منابع آلاینده نقطه‌ای در محدوده ملاثانی تا فارسیات با مدل MIKE11 پرداخته شده است (Fakouri Dekahi et al. 2018). استفاده از نرم‌افزار GIS نیز در بررسی کیفی آب رودخانه‌ها بسیار مورد استفاده قرار گرفته است.Akhundi et al. (2011) شاخص کیفیت آب در ۵ ایستگاه در طول رودخانه قمرود را بررسی کرده در نهایت شاخص کیفی آب در طول رودخانه را با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS پهنه‌بندی نمودند. به‌طورکلی پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که سازندهای دارای رسوبات تبخیری در مناطق مختلف کشور می‌تواند منجر به کاهش کیفیت آب رودخانه‌ها گردد. از این‌رو، در این پژوهش تعیین وضعیت شوری در رودخانه قزل‌اوزن و برنامه‌ریزی مناسب جهت جلوگیری از کاهش کیفیت آب انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه موردمطالعه

محدوده موردمطالعه در این پژوهش بخشی از حوضه آبریز رودخانه قزل‌اوزن با وسعتی معادل ۵۴۳۷ km^2 محسوب می‌گردد. قسمت اعظم محدوده موردمطالعه در استان‌های زنجان و همدان و بخش کوچکی از آن در استان‌های کردستان و قزوین واقع شده‌است. رودخانه قزل‌اوزن با طول ۷۶۵ km از کوه‌های واقع در استان کردستان و همدان سرچشمه گرفته و سپس وارد استان زنجان می‌شود. این رودخانه در ادامه مسیر خود با رودخانه آجی‌چای درهم می‌آمیزد و از استان زنجان خارج می‌شود. آبراهه‌های مختلفی در مسیر عبور رودخانه قزل‌اوزن از محدوده موردمطالعه وارد آن می‌شوند که مهم‌ترین این رودخانه‌ها عبارت‌اند از تلوار، شور همدان، بیزینه، قره‌قوش، و چسب.



شکل ۱- موقعیت و تقسیم‌بندی حوضه‌های آبریز محدوده مورد مطالعه

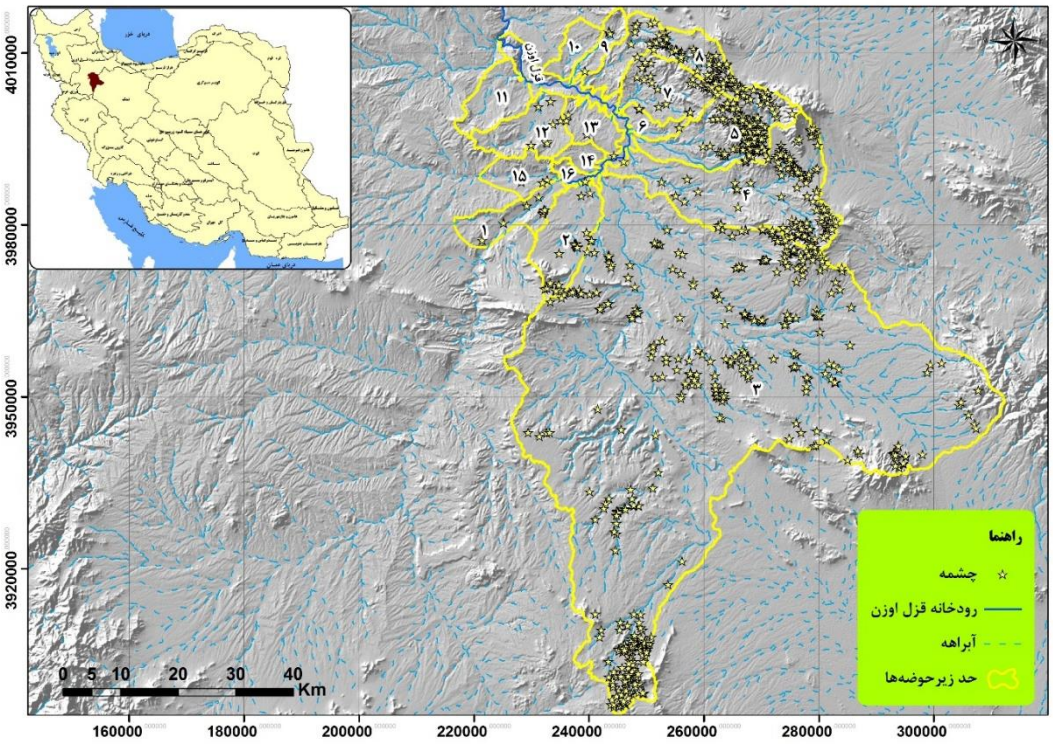
Fig. 1 Location of the study area and classification of the catchments

جهت بررسی دقیق عوامل مؤثر و میزان نقش آن‌ها در تغییر کیفیت آب رودخانه، محدوده مورد مطالعه به ۱۶ زیرحوضه تقسیم‌بندی شده است. با توجه به اینکه شاخه‌های مختلفی در طول مسیر رودخانه قزل‌اوزن به آن اضافه می‌شوند، اساس این تقسیم‌بندی، حوضه‌های هیدرولوژیکی آبراهه‌ها و مسیل‌هایی که به رودخانه قزل‌اوزن می‌ریزند، می‌باشد. به عبارتی هر آبراهه فرعی دارای یک حوضه آبریز بوده است که در مطالعات تفکیک شده است (شکل ۱).

۲-۲- مطالعات میدانی

پس از تکمیل مطالعات پایه و همچنین بازدیدهای متعدد صحرایی، به‌منظور بررسی دقیق وضعیت کیفی آب رودخانه قزل‌اوزن، تعداد ۱۴ نمونه از نقاط مختلف رودخانه برداشت‌شده و در آزمایشگاه آنالیز شده است. برای کاهش اثرات بارش و اینکه نقش عوامل طبیعی و انسان‌زاد در تغییر کیفیت آب رودخانه بهتر مشخص شود، از نتایج نمونه‌برداری فصل خشک (مهرماه ۱۳۹۲) استفاده شده است.

بر اساس آخرین آمار و اطلاعات آماربرداری سراسری، در محدوده مورد مطالعه تعداد ۱۰۴۶ دهنه چشمه با حجم تخلیه $25/37\ Mm^3$ در سال شناسایی شده است (شکل ۲). در این راستا به‌منظور تعیین سهم این چشمه‌ها در تغییر کیفیت آب رودخانه قزل‌اوزن، از اطلاعات کیفی (هدایت الکتریکی) اندازه‌گیری شده در آماربرداری سراسری استفاده شده است. در نهایت به‌منظور بررسی عوامل شوری آب رودخانه قزل‌اوزن در محدوده استان زنجان، پس از بازدیدهای متعدد صحرایی و شناسایی وضعیت زمین‌شناسی مسیر رودخانه و همچنین تمامی عواملی که می‌تواند در شور شدن آب رودخانه مؤثر باشد، مورد بررسی قرار گرفته است.



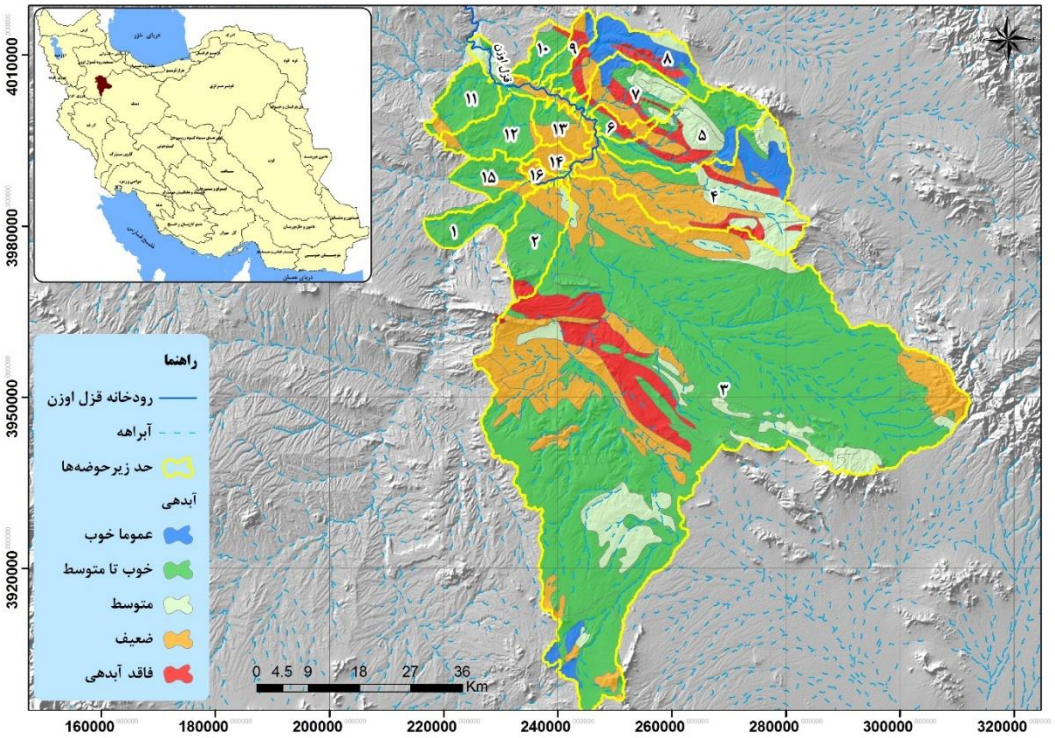
شکل۲- موقعیت چشمه‌های شناسایی شده در محدوده مورد مطالعه

Fig. 2 Location of the identified springs within the study area

۲-۳- مطالعات نرم‌افزاری

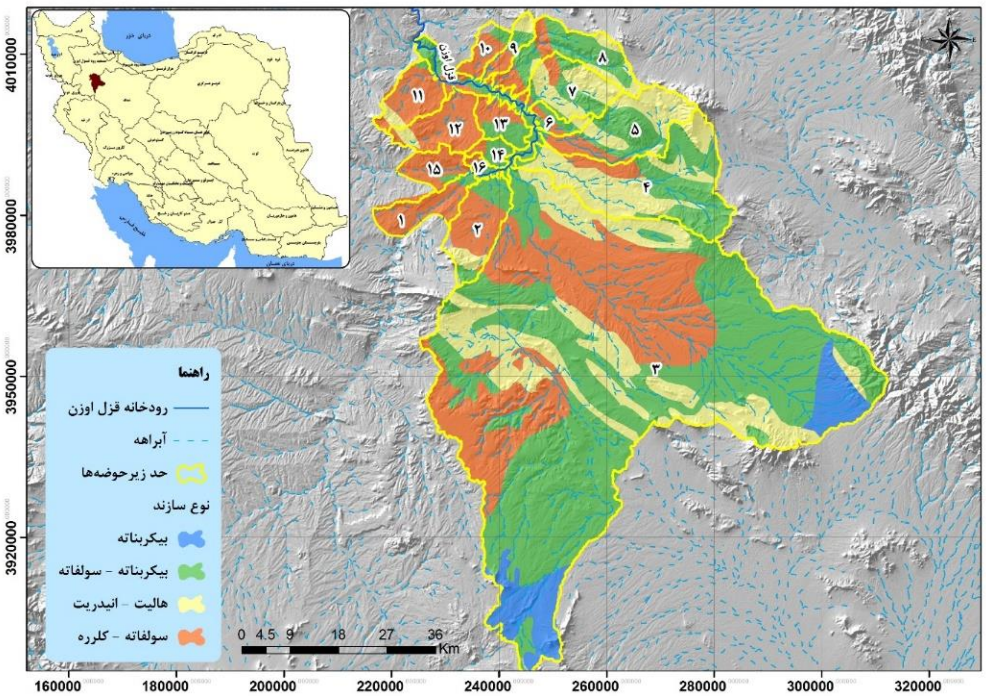
به‌منظور نیل به اهداف این پژوهش، در این مرحله نقشه‌های مربوط به واحدهای سنگی منطقه از نظر آبدهی و کیفیت آب موجود تهیه گردید. جهت بررسی و شناخت بهتر وضعیت هیدروژئولوژی محدوده مورد مطالعه، سازندهای زمین‌شناسی منطقه از نظر آب‌دهی بر اساس لیتولوژی، تکتونیک، چینه‌شناسی و شیب لایه‌ها به پنج دسته توصیفی طبقه‌بندی‌شده است. بر اساس تقسیم‌بندی انجام‌شده حدود ۲۷٪ از مساحت سازندهای موجود در منطقه دارای آبدهی ضعیف و یا فاقد آبدهی بوده و مابقی دارای آبدهی متوسط تا خوب می‌باشند (شکل ۳).

با توجه به این‌که مسئله‌ی شوری و تغییر کیفیت آب در حوضه‌ی آبریز مورد بررسی عموماً ناشی از نفوذ و یا عبور جریانات سطحی و زیرزمینی در محیط سازندهایی است که دارای املاحی با قابلیت انحلال بالا هستند؛ ازاین‌رو، علاوه بر حضور سازندهای تأثیرگذار در محدوده‌ی حوضه، موقعیت مکانی آن‌ها از نظر ارتباط با جریانات سطحی و زیرزمینی و چینه‌های مجاور نیز بسیار مهم است. در شکل (۴) پراکنش سازندهای زمین‌شناسی از نظر تأثیر بر کیفیت آب نشان داده می‌شود.



شکل ۳- وضعیت آبدهی سازندهای زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه

Fig. 3 Discharge situation of the geological formations within the study area



شکل ۴- پراکنش سازندهای زمین‌شناسی از نظر تأثیر بر کیفیت آب

Fig. 4 Distribution of gological formations based on the water quality

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- نتایج نمونه‌های آب رودخانه

به‌منظور بررسی داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌های برداشت‌شده از نرم‌افزار Rockworks استفاده شد. به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد که بر اساس نمودار پایپر از مجموع ۱۴ نمونه تنها در ۱ نمونه تیپ آب سولفاته بوده و در سایر نمونه‌ها تیپ آب کلروره می‌باشد. رخساره غالب نیز در نمونه‌های برداشت‌شده تنها در یک نمونه منیزیک و در دو نمونه کلسیک بوده و در سایر نمونه‌ها رخساره سدیک می‌باشد. به‌طورکلی تیپ و رخساره غالب در نمونه‌های برداشت‌شده کلروره سدیک می‌باشد (جدول ۱).

بر اساس نتایج آنالیز نمونه‌ها، کم‌ترین میزان هدایت الکتریکی برابر ۱۱۹۵ µs/cm، بیش‌ترین میزان برابر ۶۰۵۰۰ µs/cm بوده و به‌طور میانگین معادل ۲۶۱۱۱ µs/cm؛ بنابراین بر اساس استاندارد ۱۰۵۳ این آب در رده خیلی شور قرار دارد و جهت مصرف شرب مناسب نمی‌باشد.

جدول ۱- تعیین تیپ و رخساره نمونه‌های آب

Table 1 Determination of type and profile of the water samples

علامت اختصاری	تیپ و رخساره	علامت اختصاری	تیپ و رخساره
SW2-1	کلروره سدیک	SW2-8	کلروره کلسیسک
SW2-2	کلروره سدیک	SW2-9	سولفاته کلسیک
SW2-3	کلروره سدیک	SW2-10	کلروره سدیک
SW2-4	کلروره سدیک	SW2-11	کلروره سدیک
SW2-5	کلروره سدیک	SW2-12	کلروره سدیک
SW2-6	کلروره سدیک	SW2-13	کلروره منیزیک
SW2-7	کلروره سدیک	SW2-14	کلروره سدیک

بر اساس نمودار ویلکاکس ترسیم شده برای نمونه‌های آب برداشت‌شده از رودخانه، کیفیت آب از نظر کشاورزی در ۱۲ نمونه برداشت‌شده در رده C_4S_4 بوده و برای کشاورزی مناسب نمی‌باشد. در دو نمونه دیگر کیفیت آب در رده C_3S_1 بوده و برای کشاورزی قابل‌قبول می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- رده‌بندی نمونه‌های آب از نظر کشاورزی

Table 2 Classification of the water samples based on agrculture

علامت اختصاری	کیفیت برای کشاورزی		علامت اختصاری	کیفیت برای کشاورزی	
	کلاس آب	توسیف		کلاس آب	توسیف
SW2-1	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی	SW2-8	C3S1	شور- مناسب برای کشاورزی
SW2-2	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی	SW2-9	C3S1	شور- مناسب برای کشاورزی
SW2-3	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی	SW2-10	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی
SW2-4	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی	SW2-11	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی
SW2-5	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی	SW2-12	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی
SW2-6	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی	SW2-13	C4S3	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی
SW2-7	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی	SW2-14	C4S4	خیلی شور- نامناسب برای کشاورزی

۳-۲- تأثیر آبدهی چشمه‌ها بر تغییر کیفیت آب رودخانه

یکی از عوامل مؤثر در تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها، آب خروجی از چشمه‌های تغذیه‌کننده رودخانه می‌باشد. در این راستا به‌منظور بررسی میزان و نوع تأثیر این عامل از پارامتری به نام بار شوری استفاده شده است. بیش‌ترین تعداد چشمه با حجم تخلیه Mm^3 ۱۰ در زیرحوضه شماره ۳ قرار دارد و در زیرحوضه‌های ۱۰، ۱۱، و ۱۴ هیچ‌گونه چشمه‌ای شناسایی نشد. پارامتر بار شوری که به‌نوعی ابداعی بوده و برای اولین بار در کشور مورد استفاده قرار گرفته است از حاصل‌ضرب میزان حجم کل مواد جامد محلول در آب (TDS) هر چشمه در حجم آبی که وارد رودخانه می‌شود، به دست می‌آید. نتایج حاصل از محاسبه پارامتر بار شوری نشان می‌دهد که میزان املاحی که هر چشمه در طول زمان وارد رودخانه می‌کند به چه میزان می‌باشد. به‌منظور محاسبه پارامتر مذکور ابتدا حجم آب

بلااستفاده از هر چشمه و سپس میانگین وزنی میزان هدایت الکتریکی هر چشمه محاسبه شد. در ادامه با توجه به رابطه TDS = 0.64 EC میزان مواد محلول به‌صورت وزنی در حجم آب، برآورد شد. سپس با در نظر گرفتن حجم آب چشمه‌ها که بلااستفاده وارد رودخانه می‌شود، وزن مواد محلول (بار شوری) که وارد رودخانه می‌شود، محاسبه شد. نتایج حاصل از محاسبات بار شوری در محدوده موردمطالعه به تفکیک هر یک از زیرحوضه‌ها در جدول (۳) ارائه شده است. بار شوری وارده از منابع آب زیرزمینی به رودخانه قزل‌اوزن، سالانه حدود ton ۴۳۵۹ می‌باشد. بیش‌ترین بار وارده از آب‌های زیرزمینی از حوضه‌های شماره ۸ و شماره ۳ به‌ترتیب با ۱۰۷۹/۴ و ton/year ۱۰۵۴/۷ (برابر ۲۴/۸ و ۲۴/۲ ٪ از کل بار شوری) و کم‌ترین این میزان با ton/year ۲/۸ (۰/۱٪ از کل بار شوری) مربوط به حوضه شماره ۱۶ می‌باشد. در سه حوضه ۱۰، ۱۱ و ۱۴ نیز با توجه به عدم ظهور چشمه میزان بار شوری معادل صفر می‌باشد.

جدول ۳- میزان تأثیر چشمه‌های محدوده مطالعاتی بر شوری آب رودخانه قزل‌اوزن

Table 3 Effect of springs on the saliness of the Ghezelozan River water

زیرحوضه	تعداد چشمه	حجم آب تخلیه‌شده (Mm^3)	حجم آب بلااستفاده (Mm^3)	متوسط وزنی EC (µmohs/cm)	TDS (mg/l)	بار شوری (ton/y)	درصد شوری آب زیرزمینی
1	10	0.65	0.23	2269	1452	334.0	7.7
2	31	0.54	0.23	1123	719	165.3	3.8
3	439	10	2	824	527	1054.7	24.2
4	190	2.24	1	700	448	448.0	10.3
5	204	5.76	1.82	538	344	626.7	14.4
6	3	0.07	0.057	659	422	24.0	0.6
7	34	1.31	1	651	417	416.6	9.6
8	11.4	4.27	269	627	401	1079.4	24.8
9	5	0.07	0.06	737	472	28.3	0.6
10	0	-	0	-	-	-	-
11	0	-	0	-	-	-	-
12	8	0.07	0.05	790	506	25.3	0.6
13	3	0.02	0.01	1045	669	6.7	0.2
14	0	-	-	-	-	-	-
15	3	0.35	0.13	1769	1132	147.2	3.4
16	2	0.02	0.01	435	278	2.8	0.1
مجموع	1046	25.37	9.29	-	-	4359.0	100

۳-۳- شناسایی واحدهای زمین‌شناسی تأثیرگذار بر کیفیت آب

بررسی نقشه آب‌زمین‌شناسی در محدوده موردمطالعه نشان می‌دهد که جنس سازندهای زمین‌شناسی بیش‌تر از تشکیلات تبخیری و کربناته تشکیل شده است طوری‌که ۴۴٪ از مساحت محدوده بی‌کربناته- سولفاته، ۳۰٪ کلروره- سولفاته، ۲۲٪ هالیت- انیدریت و ۵٪ باقی‌مانده بی‌کربناته می‌باشد. مطابق نقشه تهیه شده (شکل ۴)، پهنه بی‌کربناته- سولفاته عمدتاً در بخش جنوب‌شرقی، پهنه کلروره- سولفاته در بخش مرکزی- غربی، پهنه هالیت- انیدریت در بخش شمالی- غربی و پهنه بی‌کربناته در بخش‌های کوچکی از شرق و جنوب محدوده گسترش دارند.

بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد در حوضه شماره ۱، لایه‌های نازک از گچ در دیواره بستر رودخانه قزل‌اوزن مشاهده می‌شود که تماس این لایه‌ها باعث افزایش املاح محلول در آب می‌گردد. در حوضه شماره ۵، چشمه شوری با دبی حدود l/s ۳ وجود دارد که هدایت الکتریکی این چشمه بالای µs/cm ۲۰۰۰۰ اندازه‌گیری شد. علت اصلی شوری آب این چشمه وجود میان‌لایه‌های نمکی در رسوبات مخزن این چشمه می‌باشد.

همچنین ریزدانه بودن رسوبات مخزن چشمه و در نتیجه زمان ماندگاری بالا، مزید بر علت شوری زیاد آب این چشمه می‌باشد. نکته قابل‌توجه در این منطقه این است که دقیقاً در مقابل چشمه شور، چشمه‌ای شیرین با آبدهی کم در جناح راست دره رخنمون دارد که هدایت الکتریکی آن ۴۵۰ µs/cm می‌باشد. علت این امر نبود لایه‌های شورکننده در حوضه آبگیر چشمه می‌باشد (شکل ۵- الف).

در حوضه شماره ۶ نیز لایه‌های نمکی در اثر فرسایش رودخانه قزل‌اوزن رخنمون دارد. این مسئله باعث شده است که میزان EC رودخانه در محل تماس با این لایه‌های نمکی به حدود ۱۱۶۰۰ µs/cm برسد. در حوضه شماره ۹، لایه‌های نمک و گچ رخنمون دارد. در اثر تماس آب هنگام بارندگی با این لایه‌ها، شوری آب به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌یابد.

شکل ۵- نمونه‌ی رخنمون لایه‌های گچ و نمک در منطقه. الف- زیرحوضه ۵ و ب- زیرحوضه ۱۶

Fig. 5 Outcrop of gypsum and salt layers in the study area: a) cathchment 5 and b) cachment 16

در حوضه شماره ۱۵ ارتفاعاتی وجود دارد که بین اهالی منطقه به کوه نمک معروف است که البته دلیلش وجود لایه‌های نمک می‌باشد. در جنوب کوه نمک، چاه آبی حفر شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. دبی این چاه حدود ۲۵ l/s و EC آن نیز ۲۹۷۰ µs/cm اندازه‌گیری شد، که میزان EC آن تقریباً دو برابر EC چاهی است که در بالادست و در فاصله حدود ۲ km واقع شده است، می‌باشد. دلیل این امر، تأثیر کوه نمک بر افزایش شوری این بخش از رودخانه و آب‌خوان می‌باشد.

در حوضه شماره ۱۶، معدن گچی وجود دارد که در زمان بازید این معدن متروکه بود. در این منطقه جهت استحصال گچ، ترانشه‌های زیادی ایجاد شده است و لایه‌های گچ در معرض تماس مستقیم با نزولات جوی و رواناب قرار گرفته است (شکل ۵-ب).

۳-۴- علل شوری رودخانه قزل اوزن

۳-۴-۱- تأثیر ارتباط هیدرولیکی رودخانه با میان لایه‌های نمکی

یکی از منابع شوری رودخانه در محدوده مورد مطالعه، ارتباط هیدرولیکی آب رودخانه با میان‌لایه‌های نمکی می‌باشد؛ طوری‌که در برخی از موارد این امر باعث انحلال لایه‌های نمکی و افزایش شوری از یک‌طرف و نشست لایه‌های رویی و ایجاد فروچاله ریزشی از سوی دیگر می‌شود.

شکل ۶- فروچاله‌های ریزشی تشکیل شده در مجاورت رودخانه

Fig. 6 Falling holes formed in the vicinity of the river

نمونه‌ای از این فروچاله‌های ریزشی در شکل (۶) مشاهده می‌شود. بر اساس پرس‌وجوی محلی این فروچاله‌ها پس از یک بارندگی شدید تشکیل شده است. بنابراین، می‌توان عنوان نمود که بالا آمدن آب رودخانه و برقراری ارتباط هیدرولیکی با

میان‌لایه‌های نمکی باعث شسته شدن این لایه‌ها و تشکیل فروچاله‌های ریزشی شده است.

شکل ۷- تشکیل و انحلال رسوبات تبخیری در حاشیه رودخانه- حوضه شماره ۱۶

Fig. 7 Formation and dissolution of the evaporative sediments at the edge of the river at cathchment 16

۳-۴-۲- شوری ناشی از تشکیل رسوبات تبخیری در بستر رودخانه

یکی دیگر از عوامل شوری رودخانه قزل‌اوزن، رسوبات تبخیری بستر رودخانه می‌باشد که به‌دلیل سرعت کم آب در بستر به‌جای گذاشته می‌شود. بررسی وضعیت توپوگرافی مسیر رودخانه نشان می‌دهد که شیب در بسیاری از نقاط بسیار کم می‌باشد. این امر باعث می‌شود که آب حین حرکت تبخیر و رسوبات تبخیری سطح رودخانه را بپوشاند. این رسوبات به‌مرورزمان زیاد شده و هر آبی که از میان این رسوبات بگذرد، EC آن به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفته و افزایش قابل‌توجهی را نشان می‌دهد. البته مطالعات متعدد میدانی نشان می‌دهد که این رسوبات تبخیری ضخامت کمی دارد. دلیل این امر را می‌توان در سیلاب سالانه جستجو نمود. طوری‌که با سیل هر سال، رسوبات تبخیری همراه سیلاب جابه‌جا شده و دوباره در فصول کم‌آبی به‌ویژه تابستان در اثر تبخیر، تشکیل می‌شود. در حوضه شماره ۱ عریض شدن بستر رودخانه باعث شده است که جریان آب شاخه‌شاخه شده و در نتیجه سرعت حرکت آب بسیار کم شود. این امر باعث تشکیل رسوبات تبخیری با ضخامت کم در حاشیه رودخانه شده است (شکل ۷).

۳-۴-۳- شوری ناشی از تغلیظ بر اثر تبخیر سطحی در حوضه‌های بسته

مطابق بررسی‌های انجام شده، یکی دیگر از عوامل شوری آب رودخانه، تبخیر آب در حوضچه‌های بسته و درنتیجه تشکیل رسوبات تبخیری در حاشیه این حوضچه‌ها می‌باشد. نمونه‌ای از این حوضچه‌ها در معدن نمک روستای قره‌گونی دیده می‌شود. (شکل ۸). در طول مسیر و همچنین منطقه موردنظر بر اثر تبخیر، نمک رسوب می‌کند. در فصول پرآبی و بارندگی، شسته‌شدن این نمک‌ها و انتقال به رودخانه باعث شوری آب رودخانه می‌شود. فاصله چشمه‌ها تا این حوضچه‌ها حدوداً ۱ تا ۲ km است و فاصله حوضچه‌های تبخیری جهت استحصال نمک از بستر اصلی رودخانه حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ m است.

شکل ۸- معدن نمک روستای قره‌گونی و کانال‌های انتقال آب شور چشمه‌ها به حوضچه‌های تبخیری

Fig. 8 Salt mine at gharehgoni village and the transmission channels of the spring saline water toward the evaoparative catchments

۳-۴-۴- تداخل آب شور منبعث از لایه‌های عمیق

وجود چشمه‌های آب گرم در منطقه سبب شده تا آب‌های شور لایه‌های عمیق که دمای آن‌ها با محیط اطراف متفاوت بوده و دارای املاح و گازهای محلول فراوان می‌باشند در امتداد گسل‌هایی ژرف به سطح راه یابند. بنابراین، ورود این آب‌ها به رودخانه باعث تغییر کیفیت آب می‌شود. بزرگ‌ترین چشمه نیمه‌گرم محدوده موردمطالعه، چشمه گرماب می‌باشد. مظهر این چشمه در مرکز شهر گرماب و در مختصات جغرافیایی X:246853 Y:3970867 واقع شده است. آب خروجی از این چشمه از چند نقطه خارج می‌شود (شکل ۹). مجموع آب خروجی از این چشمه حدود ۱۵ l/s تخمین زده می‌شود. میزان هدایت الکتریکی آب چشمه معادل ۲۸۰۰ µs/cm اندازه‌گیری شد. آب خروجی از این چشمه قابل‌استفاده برای شرب نبوده و

طبق گفته ساکنین منطقه، به‌وسیله کانال به پایین‌دست، جهت مصارف کشاورزی منتقل می‌شود.

شکل ۹- مکان‌های مختلف خروج آب از چشمه گرماب

Fig. 9 Different locations of water discharge from Garmab Spring

۴- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

۱- تیپ و رخساره غالب در محدوده موردمطالعه کلروره سدیک بوده و آب این رودخانه برای شرب و کشاورزی نامناسب می‌باشد.

۲- در این پژوهش پارامتری به‌عنوان بار شوری معرفی شد و مفهوم آن عبارت است از میزان املاح حاصل از آب چشمه‌ها که وارد رودخانه می‌گردد. بر این اساس میزان بار شوری ورودی به رودخانه قزل‌اوزن برابر ۴۳۵۹ ton/y می‌باشد.

۳- پخش‌شدن آب رودخانه قزل‌اوزن در فصول کم‌باران و کندی جریان رودخانه که در سطح بستر منشعب و تقسیم شده‌اند، باعث افزایش تبخیر شده و غلظت املاح در جریان رودخانه افزایش پیدا کرده و در نتیجه آب شورتر می‌شود. از طرفی تماس آب رودخانه در شاخه اصلی و فرعی با لایه‌هایی از نمک و گچ و انحلال این لایه‌ها سبب کاهش کیفیت آب می‌شود.

۴- زهاب حاصل از معادن فعال در منطقه، باعث افزایش شوری آب می‌شود. از طرفی معادن متروکه هم به‌دلیل ایجاد ترانشه و یا محل دپوی مواد استحصال شده، سطح تماس با آب حاصل از بارندگی و یا رواناب باعث افزایش شوری آب می‌شود. وجود چشمه‌های نیمه گرم که عمدتاً حاوی املاح فراوانی می‌باشد به‌صورت جزئی در افزایش شوری رودخانه تأثیر دارد.

Referances

Abbassi H., Aleni M. R., Feiznia S., Darwish M., Ahmadian M. and Shahbazi A. (2015). Effects of geological formations on desertification in the mond watershed. Iran. J. Range Desert Res., 3, 583-594 [In Persian].

Akhundi L., Nazari A., Ahmadi J. and Nakhaee M. (2011). Ghomroud river zoning based on NSFWQI water quality index using GIS geographic information system. Fourth Iranian Water Resources Management Conference, Tehran [In Persian].

Ali Ghardashi A., Asadi M. and Safari N. (2016). Investigating the rate and causes of salinity of surface water resources in the country review study. First International Conference of Water, Environment and Sustainable Development, Ardabil [In Persian]

Bahrami M., Moazed H., Zarei H. and Sadeghi Lari A. (2009). Investigating the effect of gachsaran formation on the water quality of the Zohreh River in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad. 8th International River Engineering Workshop, Ahvaz [In Persian].

Fakouri Dekahi B., Mazaheri M. M. and Mohammad Vali Samani J. (2018) Evaluation of Karun River water salinity reduction strategies using management scenarios. Amirkabir J. Civil Eng., 50(2), 245-256 [In Persian].

Feiznia S. (1999). Descent due to the geological characteristics of Iran: case study of Salt Domes. Desert, 2(1), 47-58 [In Persian].

Gorji M. and Refahi H. (1994). Investigating the causes of salinity of the Aji Chai River and how to optimally utilize its water. Seventh

Seminar of the National Irrigation and Drainage Committee, Tehran [In Persian].

Goushe J. (1981). Geology, geomorphology and hydrology of the salt lands (translated by Ahmad Motamed and Faramarz Pourmotamed), Tehran University Press, Tehran [In Persian].

Kalmer J., Braun. M. and Fabian, I. (2010). Hydrochemical study of the source region of ler (ER) stream in Satu Mare (Szatmar) county, Romania. Studia Universitatis" Vasile Goldis". Seria Stiintele Vietii., 20(4), 57-65.

Khazaei M., Padiyab M. and Feiznia S. (2013). The effect of diapir on water and soil resources salinity (Diapir of Shah Kakan River Basin, Yasouj). Geogr. Develop., 32, 15-28 [Persian].

Reissi E. (1997). The effect of gaztavile salt domes on adjacent karstic and alluvial waters. First Annual Conference of the Iranian Geological Society [In Persian].

Ruhi H., Kalantary N., Mohammad Behzad H. R. and Daneshiyan H. (2013). The study of factors affecting the chemical properties of groundwater (a case study of Albaji Plain). J. Adv. Appl. Geol., 3(9), 1-9 [In Persian].

Sajedi Mian Ab Z., Kalantari N. and Mozafarizadeh J. (2012). Effect of PersianGulg saline water on quality of Asaluyeh plain groundwater and determine the origin of NaCl anomaly. Iran J. Health Environ., 5(1), 63-76.

Tahmasebi A. (1998). Investigating the factors affecting the salinity of water and soil and the development of deserts in the area of the eshtehard Salt River. Master's Dissertation in Desertification, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran [In Persian].

William W. (2001). Anthropogenic salinization of inland water. Hydrobio., 329-337.

Investigating the Factors Affecting the Salinity of the Ghezelozan River Water

Mahdi Eilbeigy[1] and Reza Jamour[2*]

[1]PhD of Hydrogeology, Rey Ab Consulting Engineers Company, Tehran, Iran
[2]M.Sc. of Hydrogeology, Rey Ab Consulting Engineers Company, Tehran, Iran

*Corresponding author: reza.jamoor@yahoo.com

Original Paper
Received: April 09, 2019 **Revised:** June 03, 2019 **Accepted:** August 06, 2019

Abstract

The issue of salinity of surface waters by saline surface outcrop is very important due to the abundance and extent of salt formations in Iran. In this research, the causes of water quality changes in the Ghezelozan River in Zanjan province have been investigated. In order to investigate the effective factors as well as the effect of each factors on water quality changes, the catchment area of this river is divided into 16 sub basins. Based on sampling from 14 points along the Ghezeloazn River and the rivers that flow to this river and their analysis, the status of water quality has been investigated. The data from the results of analyzes show that the main type and facies of this river are sodic chlorine. Water quality is also inadequate for agriculture. In the following, based on available information and field observations, salinity load has been introduced as an innovative parameter, and this parameter has been calculated for each basin. accordingly, in the Zanjan province, about 4359 tons of salts discharged into the Ghezelozan River through unused water. Also, in order to investigate all factors affecting the quality of river water, a lot of field studies were done and the results of these studies show that the presence of evaporative and carbonate formations in the region, the river link with saline layers, evaporation in closed areas and eventually evaporation of sediments On the margin of the river, the main factors of saltinification of the Ghezelozan river are in Zanjan province.

Keywords: Causes of Salinity; Evaporative Formation; Ghezelozan River; Water Quality; Water Type.