طبقه‌بندی آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی از نظر شرب، کشاورزی و صنعت (مطالعه موردی رودخانه صیدون، اعلاء و چاه گلال دوپران و تراوشی سید بهزاد)

هادی بلوطی* [۱]، غلامرضا یاقوت‌زاده [۲]

۱) کارشناس ارشد سازه‌های آبی، شرکت مهندسی مشاور آب و انرژی اروند

۲) کارشناس ارشد سازه‌های آبی، معاونت آب‌رسانی سازمان آب و برق خوزستان

*نویسنده مسئول: Hadibalooti66@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۵**

چکیده

هدف از این تحقیق طبقه‌بندی و شناخت کیفیت آب رودخانه‌ها و چاه‌های منطقه مورد نظر برای مصارف شرب، صنعت و کشاورزی می‌باشد. در این تحقیق منابع مورد نمونه‌برداری شامل رودخانه‌های صیدون، رودخانه اعلی، چاه دوپران و چاه تراوشی سید بهزاد در مجاورت رودخانه صیدون، بود. داده‌های مور نیاز در سال آبی ۹۶-۹۵ برای تفسیر، از سازمان آب و برق خوزستان تهیه شد. بعد از آنالیز نمونه‌ها در آزمایشگاه، با رسم نمودارهای شولر۱ و نمودار ویلکاکس،۲ با استفاده از نرم‌افزارهای AqQA و Chemistry ، طبقه‌بندی آب رودخانه صیدون، اعلا و چاه گلال دوپران و تراوشی سید بهزاد ترسیم و تفسیر شدند. به طور کلی آب‌های زیرزمینی منطقه به لحاظ شرب در رده متوسط تا نامناسب قرار می‌گیرند. کیفیت آب چاه‌ها در زمره آب‌های کاملاً سخت قرار می‌گیرند، همچنین آب رودخانه صیدون و رودخانه اعلی سختی کمتری نسبت به آب‌های زیرزمینی منطقه دارد. آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه طبق نمودار ویلکاکس جهت مصارف کشاورزی، به لحاظ نسبت جذب سدیم دارای کیفیت عالی هستند ولی به لحاظ شوری با مشکل مواجه است. قابلیت استفاده از آب‌های منطقه صیدون جهت مصارف صنعتی، آب رودخانه صیدون، رودخانه اعلاء و چاه تراوشی سید بهزاد از نوع خورنده و همچنین آب چاه گلال دوپران از نوع رسوب‌گذار می‌باشد.

کلمات کلیدی: رودخانه، آب زیرزمینی، نرم افزار، شولر، ویلکاکس

[1] Scholler
[2] Wilcox

مقدمه

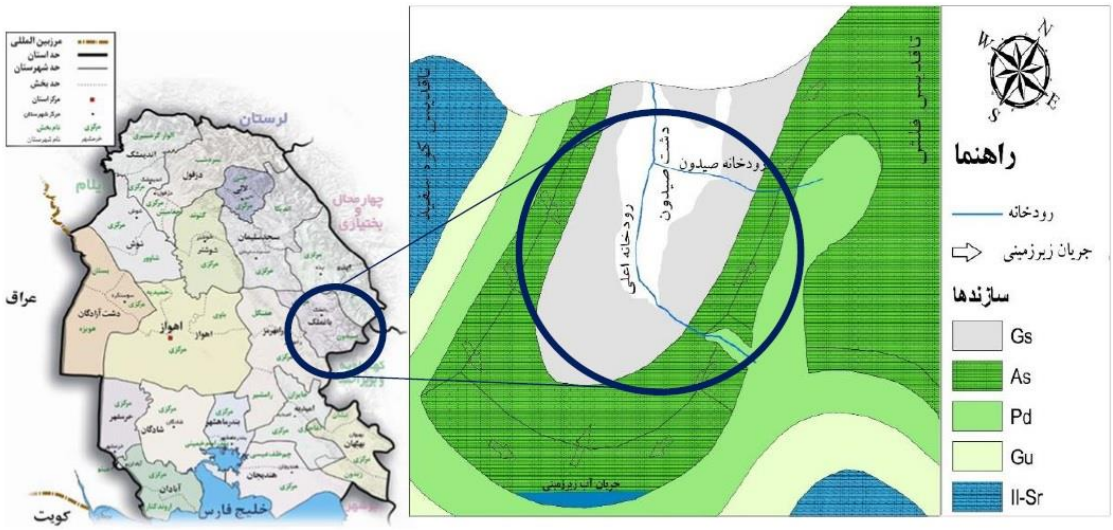
آب‌های سطحی جاری، رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی از مهمترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تامین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند. بسیاری از برنامه‌ریزی‌های منابع آب در کشورها بر اساس پتانسیل بالقوه منابع آب سطحی می‌باشد. آگاهی از کیفیت منابع آب یکی از نیازمندی‌های مهم در برنامه‌ریزی و توسعه منابع آب و حفاظت و کنترل آنها می‌باشد (جباری و نجمی، ۱۳۸۸). ایران جز کشورهای خشک و نیمه خشک جهان به حساب می‌آید. میزان مصرف آب در بخش کشاورزی بالاترین درصد را در بین کلیه مصارف به خود اختصاص داده و در بسیاری از نقاط کشور، کمبود آب به آن چنان وضعیت بحرانی رسیده است که برنامه‌ریزان و مدیران منابع آب را مجبور ساخته تا در برنامه‌ریزی‌های توسعه، به کلیه منابع متعارف و غیر متعارف آب توجه نمایند. بر اساس شاخص موسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMW) نیز، ایران در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد. بنا به گزارش این موسسه، کشور ایران برای حفظ وضع موجود خود تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید؛ که این مقدار با توجه به امکانات و منابع آب موجود غیر ممکن به نظر می‌رسد. بررسی بخش کشاورزی به عنوان بخشی که عمده آب شیرین کشورها را به خود اختصاص می‌دهد دارای اهمیت بسیار می‌باشد. از این رو در این بخش به بررسی شرایط کشاورزی و آبیاری در ایران و جهان خواهیم پرداخت(احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). کیفیت آب باید بر اساس متغیرهای فیزیکی و شیمیایی در ارتباط با استفاده از آب، تعریف شده باشد. اگرچه مفهوم کیفیت آب زیرزمینی واضح به نظر می‌رسد، اما چگونگی بررسی و ارزیابی آن، نیاز به برخی ترفندها دارد(babiker et al., 2007; Chenini et al., 2009). به منظور ایجاد شاخص‌های کیفی ارزیابی آب‌های سطحی و زیرزمینی در منطقه Dalmatia واقع در کرواسی روشی مناسب جهت ارائه و بررسی وضعیت کیفی آب‌ها، استفاده کرده است (Elamassi, 2012). افزایش روزافزون آلاینده‌های شیمیایی شهری و صنعتی و شیوه‌های نوین کشاورزی تهدیدی جدی برای محیط زیست به حساب می‌آیند. کیفیت آب از مهم‌ترین عواملی است که باید به هنگام ارزیابی توسعهٔ مناسب یک منطقه، بررسی شود(Cordoba et al., 2010). ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی، مقیاسی از تناسب آن به عنوان منبع آبی برای مصارف انسانی و حیوانی، آبیاری و برای اهداف صنعتی و ... را شامل می‌شود. بنابراین، هدف، تعریف کیفیت آب نیست، بلکه استفاده مطلوب از آب در جامعه مورد نظر متخصصان است(Housseini et al., 2004). با توجه به اهمیت منابع آب و نیز تفاوت معیارهای کیفیت آب در طبقه‌بندی آن، شناخت کیفیت آب رودخانه‌ها برای مصارف شرب، صنعت و کشاورزی، یکی از مهمترین اقدامات جهت مدیریت منابع آب است.

مواد و روش‌ها

استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۴۲۳۶ کیلومتر مربع، بین ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی از خط استوا، در جنوب غربی ایران واقع شده است. استان خوزستان به لحاظ شرایط جغرافیایی و هیدرولوژیکی از بیشترین سهم آب‌های شیرین در کل کشور برخوردار است (سالاری و همکاران، ۱۳۹۱). تنها محل تامین آب شرب، کشاورزی و صنعتی شهر صیدون از توابع شهرستان باغملک دو رودخانه صیدون و رودخانه اعلا می‌باشند.

رودخانه اعلاء یکی از دو شاخه مهم رودخانه جراحی بوده و از منطقه کوهستانی واقع در ۷۰ کیلومتری شرق و شمال شرقی رامهرمز سرچشمه می‌گیرد. این توده کوهستانی شامل کوه‌های سرد و فون(ارتفاع ۲۹۳۹ متر)، منگشت (۳۶۱۳ متر) می‌باشد. شاخه اولیه رودخانه لیراب نام دارد و پس از عبور از محلی به نام تنگ لا، رودخانه اعلاء نام‌گذاری می‌گردد. در روستای رود زرد با رودخانه زرد که یکی از شاخه‌های مهم آن است تلاقی می‌نماید (از این نقطه به بعد آن را الله می‌نامند). سپس به طرف جنوب جریان می‌یابد و با رودخانه تلخ تلاقی می‌کند و وارد دشت رامهرمز می‌شود. مساحت حوضه آبریز بالادست آن قبل از تلاقی با رود زرد حدود ۱۳۸۵ کیلومتر مربع است.

رودخانه صیدون یکی از شاخه‌های رود اعلاء است که از دامنه‌های شرقی کوه جیمه به ارتفاع ۲۵۹۸ متر در شمال شرقی رامهرمز سرچشمه می‌گیرد. سپس با عبور از میان دره‌ای عمیق و کوهستانی به شهر صیدون رسیده و با مشروب نمودن آن در روستای تلاور به اعلاء می‌پیوندد. حوضه آبریز این رودخانه کوهستانی بوده و تقریباً نیمی از حوضه را درختان جنگلی پوشانده است. مساحت حوضه آبریز آن حدود ۱۳۰ کیلومتر مربع است. شکل (۱) منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

چاه تراوشی سید بهزاد

چاه تراوشی سید بهزاد در مجاورت رودخانه صیدون در مختصات X=413928 و Y=3470582 و با عمق ۵۰ متر حفر شده است. این چاه با دبی حدود ۹ تا ۱۱ لیتر بر ثانیه پمپاژ می‌شود. از مشکلات این چاه کیفیت شیمیایی نسبتاً پایین آب (EC در حدود ۱۳۰۰) و عدم آبدهی در بخشی از سال می‌باشد. با توجه به آبدهی ضعیف و افزایش سه برابری شوری آب چاه نسبت به آب رودخانه، ارتباط هیدرولیکی بین این دو منبع مورد تردید و سوال می‌باشد. به وسیله بررسی همزمان نوسانات سطح آب و تغییرات دبی رودخانه و نیز بررسی همزمان تغییرات غلظت عناصر محلول در آب چاه و آب رودخانه می‌توان درجه ارتباط و میزان تغذیه واداری به رودخانه از طریق چاه را مشخص نمود.

چاه گلال دوپران

چاه گلال دوپران در فاصله پنج کیلومتری و در مختصات X=410025 و Y=3471608 شهر صیدون حفر شده و ۲۱۷ متر عمق دارد. عمق آب در چاه در حالت پمپ خاموش در حدود ۲۰ متر از سطح زمین و در حالتی که چاه با دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه در حال پمپاژ است در عمق ۴۰ متری قرار می‌گیرد. این چاه دارای دبی نسبتاً مناسبی است؛ اما میزان مواد محلول در آب بسیار زیاد بوده و هدایت الکتریکی (EC) را به حدود ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میکروموس می‌رساند. دبی به نسبت قابل توجه این چاه را می‌توان به عمق زیاد و تغذیه از سازند نفوذپذیر کنگلومرایی مجاور آن نسبت داد. هرچند عمده آب این چاه نیز از سازند گچساران تأمین می‌شود؛ که همین امر عامل زوال کیفی آن می‌باشد. آب‌های نفوذی به چاه ضمن عبور از درز و شکاف‌های ریز این سازند مقدار زیادی سولفات کلسیم را در خود حل نموده و اختلاط این آب‌ها با آب‌های نفوذی از سازند کنگلومرایی، کاهش کیفیت و افزایش شوری آب چاه را سبب می‌شود.

در این پژوهش از داده‌های هدایت الکتریکی (EC)، کل جامدات محلول (TDS)، اسیدیته (pH)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na)، پتاسیم (K)، بی‌کربنات (HCo_3)، کربنات (Co_3)، کلر (Cl)، سولفات (So_4)، دما و دبی منابع مورد نمونه‌برداری شامل رودخانه‌های صیدون، رودخانه اعلی، چاه دوپران و چاه تراوشی سید بهزاد در مجاورت رودخانه صیدون، در سال آبی ۱۳۹۵ برای تفسیر از سازمان آب و برق خوزستان تهیه شد. آنالیز نمونه‌ها در آزمایشگاه سازمان آب و برق خوزستان انجام شده و شامل عناصر عمده و تعدادی از پارامترهای فیزیکی آب می‌باشد. سپس نمودار شولر با استفاده از نرم‌افزارهای AqQA و نمودار ویلکاکس با استفاده از نرم‌افزار Chemistry به طبقه‌بندی آب رودخانه صیدون، اعلا و چاه گلال دوپران و تراوشی سید بهزاد ترسیم و تفسیر شده‌اند.

نرم افزار AqQa

این نرم افزار توسط شرکت امریکایی ROCKWORK ارائه شده است. این نرم‌افزار یکی از پرکاربردترین نرم‌افزارها در تجزیه و تحلیل آنالیزهای آب و گزارش آن بصورت گرافیکی می‌باشد. در این تحقیق از نسخه ۱/۱ این برنامه که در سال ۲۰۰۶ ساخته شده است استفاده شد.

نرم‌افزار Chemistry

برنامه chemistry به منظور بررسی کیفیت منابع آب به زبان visual basic در محیط Microsoft Excel نوشته و طراحی شده است. این برنامه امکان مبادله داده‌ها و اطلاعات کیفیت آب را به سایر نرم‌افزارها فراهم می‌کند. بنابراین می‌توان با کمک این برنامه علاوه بر بررسی کیفیت شیمیایی آب، اطلاعات و ارقام آنالیز شیمیایی را به سایر نرم‌افزارهای دلخواه خود انتقال داده و از قابلیت‌های سایر نرم‌افزارها نیز استفاده کرد. لازم به ذکر است که توسعه نرم افزار هیدروشیمیایی chemistry توسط عبدالرضا کابلی در سال ۱۳۸۴ صورت گرفته است(طباطبایی و شایان نژاد، ۱۳۸۸).

دیاگرام ویلکاکس

دیاگرام ویلکاکس بر اساس مقادیر هدایت الکتریکی املاح محلول در آب و نسبت سدیم قابل جذب آب به طبقه بندی آب در کلاس‌های متفاوت می‌پردازد. در مجموع می‌توان ۱۴ کلاس مختلف برای آب از نظر کیفیت بر اساس ویلکاکس تعیین کرد. جدول (۱) تقسیم بندی ویلکاکس را برای آب‌های کشاورزی نشان می‌دهد (اسدی نیا، ۱۳۹۳).

جدول ۱: تقسیم بندی ویلکاکس برای آب‌های کشاورزی

کلاس آب	کیفیت آب برای آبیاری
C_1S_1	شیرین، بی اثر برای کشاورزی
C_1S_2-C_2S_2-C_2S_1	کی شور، نسبتاً مناسب برای کشاورزی
C_2S_3-C_3S_1-C_3S_2-C_3S_3-C_1S_3	شور، با تمهیدات لازم، مناسب برای کشاورزی
C_4S_1-C_1S_4-C_1S_4-C_2S_4-C_3S_4-C_4S_4-C_4S_3-C_4S_2	خیلی شور، مضر برای کشاورزی

دیاگرام شولر

یکی از شاخص‌های کیفیت آب آشامیدنی، سختی آن می‌باشد که مبنای کربنات کلسیم مورد سنجش قرار می‌گیرد. در این تحقیق برای تعیین قلیایت آب از دیاگرام نیمه لگاریتمی شولر استفاده شد. در جدول شماره (۲) آب مورد استفاده برای شرب بر اساس کیفیت به شش گروه: خوب، قابل قبول، نامناسب، متوسط، قابل شرب در شرایط اضطراری و غیر قابل شرب تقسیم می‌شوند(علیزاده، ۱۳۸۷).

سختی آب

سختی بطور عمده بر اساس دو کاتیون کلسیم و منیزیم سنجیده می‌شود. بطور کلی عناصر آلومینیوم، آهن و منگنز در سختی آب موثر هستند؛ اما کلسیم و منیزیم به مقدار زیاد در سختی آب موثر می‌باشند و کاتیون‌های دیگر یا وجود ندارد یا به مقدار خیلی کم وجود دارند که قابل چشم‌پوشی می‌باشد. سختی کل (TH) مجموع مقدار کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) می‌باشد. سختی دائم یا سختی غیرکربناتی شامل سختی بدون نمک‌های بی‌کربناتی (مانند کلرور، سولفات و ...) است. سختی موقت یا سختی کربناتی شامل بی‌کربناتی کلسیم و منیزیم است و از تفاوت سختی کل (TH) و سختی دائم بدست می‌آید.

بیش‌ترین سختی آب مربوط به یون‌های کلسیم و منیزیم بوده و سختی کل بر حسب میلی‌گرم بر لیتر از رابطه (۱) بدست می‌آید (آقایاری و داره، ۱۳۹۳).

$$TH \ in \ °d = 0.1339 \times [Ca \ in \ mg/L] + 0.2307 \times [Mg \ in \ mg/L]$$ رابطه ۱

نتایج و بحث

قابلیت مصرف شرب

تقسیم‌بندی شولر یکی از معیارهای طبقه‌بندی آب از لحاظ شرب است (جدول ۲). طبق این جدول و نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های آب، آب زیرزمینی منطقه به لحاظ شرب کیفیت چندان مطلوبی ندارد، به طوری که نمونه‌های آب چاه تراوشی سید بهزاد در رده نامناسب و نمونه‌های آب چاه عمیق گلال دوپران در رده بد و قابل شرب در شرایط اضطراری قرار می‌گیرند. برعکس کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی منطقه به لحاظ شرب مناسب بوده و آب هر دو رودخانه‌های اعلاء و صیدون در رده قابل قبول برای شرب قرار می‌گیرند (جدول ۳).

جدول ۲: معیارهای استاندارد کیفیت آب شرب طبق جدول شولر

رده	کیفیت آب	TDS(mg/l)	T.H (mg/l caco3)	Na(mg/l)	Cl(mg/l)	SO4(mg/l)
۱	خوب	<۵۰۰	<۲۵۰	<۱۱۵	<۱۷۵	<۱۴۵
۲	قابل قبول	۵۰۰ -۱۰۰۰	۲۵۰ -۵۰۰	۱۱۵-۲۳۰	۱۷۵-۳۵۰	۱۴۵ -۲۸۰
۳	نامناسب	-۲۰۰۰	۵۰۰ -۱۰۰۰	۲۳۰ -۴۶۰	۳۵۰ -۷۰۰	۲۸۰ -۵۸۰
۴	بد	-۴۰۰۰	۱۰۰۰ -۲۰۰۰	۴۶۰ -۹۲۰	۷۰۰ -۱۴۰۰	۵۸۰ -۱۱۵۰
۵	قابل شرب در شرایط	-۸۰۰۰	۲۰۰۰ -۴۰۰۰	-۱۸۴۰	-۲۸۰۰	-۲۲۴۰
۶	غیر قابل شرب	>۸۰۰۰	>۴۰۰۰	>۱۸۴۰	>۲۸۰۰	>۲۲۴۰

به طور کلی زوال کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی در منطقه به شدت تحت تأثیر یون سولفات می‌باشد. انحلال سولفات کلسیم در آب‌های منطقه باعث افزایش یون‌های Ca و SO_4 در آب‌های سطحی و زیرزمینی شده و آن‌ها را به لحاظ شرب نامناسب نموده است.

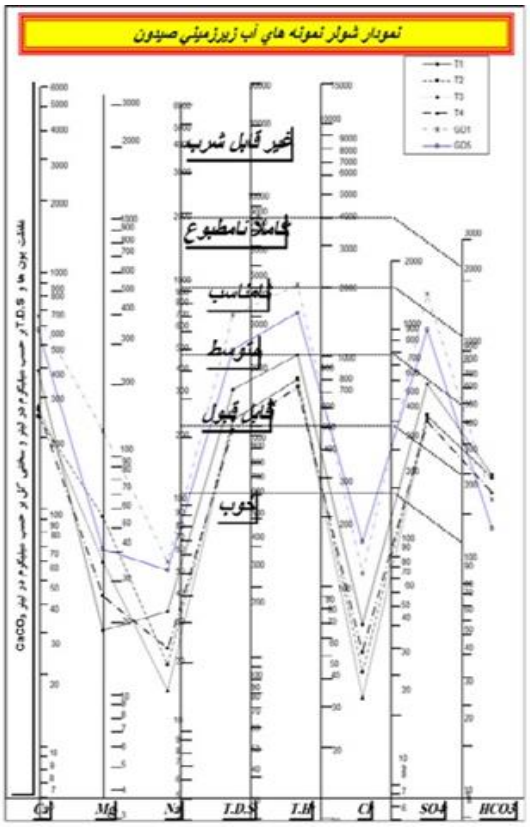
جدول ۳: کیفیت نمونه‌های آب محدوده صیدون از لحاظ شرب

محل	علامت اختصاری	TDS	TH	Na	Cl	SO4	Water quality
A1	اعلی	۱	۲	۱	۱	۱	**۲**
A2	اعلی	۱	۲	۱	۱	۱	**۲**
A3	اعلی	۱	۲	۱	۱	۱	**۲**
A4	اعلی	۱	۲	۱	۱	۱	**۲**
GD1	چاه دوپران	۴	۴	۱	۱	۵	**۵**
GD5	چاه دوپران	۳	۴	۱	۱	۴	**۴**
Sdown2	پایین دست صیدون	۲	۲	۱	۱	۲	**۲**
Sdown3	پایین دست صیدون	۱	۲	۱	۱	۲	**۲**
Sdown4	پایین دست صیدون	۱	۲	۱	۱	۱	**۲**
Sup1	بالادست صیدون	۱	۲	۱	۱	۱	**۲**
Sup2	بالادست صیدون	۱	۲	۱	۱	۲	**۲**
Sup3	بالادست صیدون	۱	۲	۱	۱	۲	**۲**
Sup4	بالادست صیدون	۱	۲	۱	۱	۱	**۲**
T1	چاه تراوشی	۲	۳	۱	۱	۳	**۳**
T2	چاه تراوشی	۲	۳	۱	۱	۳	**۳**
T3	چاه تراوشی	۲	۳	۱	۱	۳	**۳**
T4	چاه تراوشی	۲	۳	۱	۱	۳	**۳**

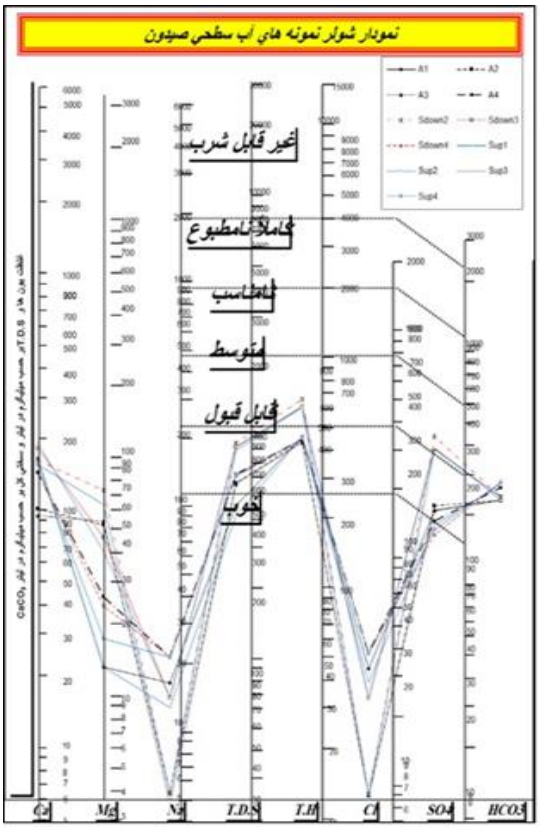
۱: خوب ۲: قابل قبول ۳: نامناسب ۴: بد ۵: قابل شرب در شرایط اضطراری ۶: غیر قابل شرب

وجود مقادیر بالای یون سولفات باعث ایجاد مزه تلخی در آب می‌شود. برعکس میزان یون‌های کلر و سدیم در آب‌های زیرزمینی بسیار پایین است. این امر را می‌توان به عدم وجود و انحلال کانی هالیت (NaCl) در سنگ‌ها و رسوبات منطقه نسبت داد. به طور کلی آب‌های زیرزمینی منطقه به لحاظ شرب در رده متوسط تا نامناسب قرار می‌گیرند. علاوه بر آن آب‌های سطحی منطقه کیفیت شیمیایی مناسب‌تری نسبت به آب‌های زیرزمینی برای مصارف شرب دارند. شکل (۲) نمودار شولر آب‌های زیرزمینی در محدوده دشت صیدون و شکل (۳) نمودار شولر آب رودخانه‌های اعلاء و صیدون را نشان می‌دهد. همان‌طور که از روند نمودارها پیدا است تمام آب‌های منطقه از یک روند مشخص پیروی می‌کنند و مهم‌ترین عوامل کاهنده کیفیت آب‌ها به لحاظ شرب شامل سختی (TH) و غلظت زیاد یون‌های سولفات و کلسیم می‌باشد. جدول (۴) آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه را بر اساس سختی کل، سختی دائم و سختی موقت نشان می‌دهد. به طور کلی آب‌های زیرزمینی منطقه و آب رودخانه صیدون در رده سخت تا خیلی سخت قرار می‌گیرند.

از بین نمونه‌های برداشت شده چاه گلال دوپران با سختی کل در حدود ۱۲۸۳ mg CaCO3/l دارای بیشترین میزان سختی بوده و سپس چاه تراوشی سید بهزاد با متوسط سختی کل ۵۴۷/۵ mg CaCO3/l در زمره آب‌های کاملاً سخت قرار می‌گیرند. آب رودخانه صیدون نیز با سختی در حدود ۳۳۹/۵ mg CaCO3/l گرچه سختی کمتری نسبت به آب‌های زیرزمینی منطقه دارد اما جزو آب‌های کاملاً سخت به حساب می‌آید. آب رودخانه اعلاء نیز با متوسط سختی کل ۲۲۶/۶ mg CaCO3/l در رده آب‌های سخت قرار می‌گیرد، با این حال کمترین سختی را در بین آب‌های منطقه دارد.



شکل ۲: نمودار شولر نمونه‌های آب چاه تراوشی سید بهزاد و گلال دوپران



شکل۳: نمودار شولر نمونه‌های آب رودخانه صیدون و رودخانه اعلی

جدول ۴: سختی کل، سختی دائم و موقت نمونه‌های آب سطحی و زیرزمینی دشت صیدون

ردیف	محل نمونه‌برداری	علامت اختصاری	سختی کل	سختی موقت	سختی دائم	کیفیت آب بر اساس سختی کل
۱	اعلی	A1	۲۵۷/۷۰	۲۷۰	۵/۷	سخت
۲	اعلی	A2	۲۶۳/۳۴	۲۶۳/۳۴	-	سخت
۳	اعلی	A3	۲۵۸/۲۹	۲۵۸/۲۹	-	سخت
۴	اعلی	A4	۲۶۹/۰۶	۲۶۹/۰۶	-	سخت
۵	چاه دوپران	GD1	۱۴۷۶/۹۰	۲۶۸/۰۳	۱۲۰۸/۸۷	کاملاً سخت
۶	چاه دوپران	GD5	۱۰۸۹/۱۷	۱۹۶/۷۷	۸۹۲/۳۴	کاملاً سخت
۷	پایین دست صیدون	Sdown2	۴۱۷/۵۴	۲۸۰	۱۳۷/۵۴	کاملاً سخت
۸	پایین دست صیدون	Sdown3	۳۸۳/۳۶	۲۸۰	۱۰۳/۳۶	کاملاً سخت
۹	پایین دست صیدون	Sdown4	۲۶۴/۱۲	۲۶۴/۱۲	-	سخت
۱۰	بالادست صیدون	Sup1	۲۷۵/۷	۲۷۵/۷	-	سخت
۱۱	بالادست صیدون	Sup2	۳۸۲/۸۶	۲۸۰	۱۰۲/۸۶	کاملاً سخت
۱۲	بالادست صیدون	Sup3	۳۸۳/۵۳	۲۷۰	۱۱۳/۵۳	کاملاً سخت
۱۳	بالادست صیدون	Sup4	۲۶۹/۲۸	۲۶۹/۲۸	-	سخت
۱۴	چاه تراوشی	T1	۶۷۹/۹۸	۳۵۶/۰۶	۳۲۳/۹۱	کاملاً سخت
۱۵	چاه تراوشی	T2	۵۱۷/۹۲	۳۴۰	۱۷۷/۹۲	کاملاً سخت
۱۶	چاه تراوشی	T3	۵۱۸/۴۸	۳۵۰	۱۶۸/۴۸	کاملاً سخت
۱۷	چاه تراوشی	T4	۴۷۳/۸۱	۲۹۰	۱۸۳/۸۱	کاملاً سخت

قابلیت مصرف کشاورزی

برای تعیین کیفیت آب کشـــاورزی منطقه از طبقه‌بندی ویلکاکس (۱۹۵۵) که یکی از مهم‌ترین طبقه‌بندی‌های کیفیت آب کشاورزی می‌باشد، استفاده شد. اساس این طبقه‌بندی میزان هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) می‌باشد و آب آبیاری را به ۱۶ رده تقسیم می‌کند (جدول ۵). نسبت جذب سدیم یا خطر سدیم آب آبیاری با رابطه زیر محاسبه می‌شود. در این رابطه غلظت‌ها بر حسب meq/l می‌باشد

رابطه۲

$$SAR = \frac{rNa^{+2}}{\sqrt{\frac{r(Ca^{+2}+mg^{2})}{2}}}$$

گروه‌های مختلف آب در طبقه‌بندی ویلکاکس به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- آب‌های خیلی خوب که دارای EC کمتر از ۲۰ میکروموس بوده و در کلاس C1S1 قرار می‌گیرند.

۲- آب‌های خوب مربوط به یکی از کلاس‌های C1S2، C2S1 و C2S2 می‌باشند.

۳- آب‌های متوســـط مربوط به یکی از کلاس‌های C1S3، C2S3، C3S1، C3S2 و C3S3 بوده و برای آبیاری زمین‌های درشت بافت و با زهکشی خوب مناسب می‌باشند.

۴- آب‌های نامناســـب که در یکی از کلاس‌های C1S4، C2S4، C3S4، C4S2، C4S1، C4S4 و C4S3 قرار دارند و هر قدر ضریب آن‌ها بزرگ‌تر باشد نامناسب‌ترند.

قابلیت استفاده از آب‌های منطقه صیدون جهت مصارف کشاورزی بر اساس مطالب فوق بررسی شده و در جدول (۶) ارائه گردیده است. همچنین نمودار ویلکاکس نمونه‌های آب برداشت شده در شکل ۴ نشان می‌دهد که آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه به لحاظ نسبت جذب سدیم کیفیت عالی برای مصارف آبیاری داشته ولی به لحاظ شوری با مشکل مواجه است. آب چاه تراوشی سید بهزاد با رده C3 از نظر شوری برای کشاورزی قابل استفاده است؛ اما آب چاه گلال دوپران به واسطه شوری زیاد (رده C4) برای کشاورزی نامناسب است. آب رودخانه اعلاء با رده C2 برای کشاورزی مناسب است و آب رودخانه صیدون با رده C2 تا C3 برای کشاورزی در رده مناسب تا قابل استفاده قرار دارد.

جدول ۵: مقادیر هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در رده‌بندی ویلکاکس

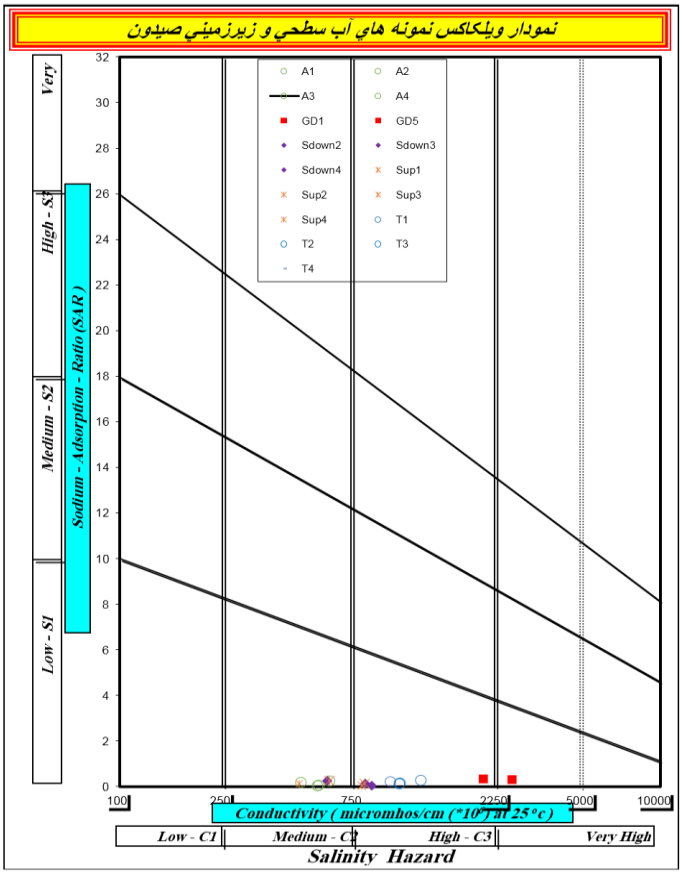
کیفیت آب	هدایت الکتریکی(EC)	رده	نسبت جذب سدیم (SAR)	رده	تأثیرات
عالی	EC < ۲۵۰	C1	SAR<۱۰	S1	بدون تأثیرات زیان آور
خوب	۲۵۰< EC <۷۵۰	C2	۱۰<SAR<۱۸	S2	مضر برای گیاهان حساس
متوسط	۷۵۰< EC <۲۲۵۰	C3	۱۸<SAR<۲۶	S3	مضر برای اکثر گیاهان
نامناسب	EC<۲۲۵۰	C4	۲۶<SAR	S4	فقط مناسب برای گیاهان مقاوم

جدول ۶: قابلیت استفاده آب‌های منطقه جهت مصارف کشاورزی

ردیف	محل نمونه‌برداری	علامت اختصاری	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
۱	اعلی	A1	0.19	466	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
۲	اعلی	A2	0.06	544	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
۳	اعلی	A3	0.05	537	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
۴	اعلی	A4	0.26	597	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
۵	چاه دوپران	GD1	0.33	2816	C4-S1	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب
۶	چاه دوپران	GD5	0.35	2200	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
۷	پایین دست صیدون	Sdown2	0.04	856	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
۸	پایین دست صیدون	Sdown3	0.14	809	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
۹	پایین دست صیدون	Sdown4	0.26	584	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
۱۰	بالادست صیدون	Sup1	0.14	460	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
۱۱	بالادست صیدون	Sup2	0.05	785	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
۱۲	بالادست صیدون	Sup3	0.14	806	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
۱۳	بالادست صیدون	Sup4	0.26	595	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
۱۴	چاه تراوشی	T1	0.28	1300	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
۱۵	چاه تراوشی صیدون	T2	0.17	1085	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
۱۶	چاه تراوشی صیدون	T3	0.13	1076	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
۱۷	چاه تراوشی صیدون	T4	0.22	1004	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی

قابلیت مصرف صنعت

در مبحث استفاده صنعتی از منابع آب، خاصیت خورندگی یا رسوب‌گذاری یکی از مهم‌ترین مسائلی است که مورد توجه قرار می‌گیرد. آب‌هایی با درجه سختی زیاد در اثر گرم شدن و جدا شدن مقداری از گازکربنیک محلول، در جداره لوله رسوب کرده و باعث کاهش ظرفیت انتقال و افزایش مصرف انرژی در شبکه می‌شود. آب‌های دارای سختی کم، pH پایین و میزان بالای CO_2 تمایل به خورندگی دارند، که باعث سوراخ شدن بسترهای بتنی و فلزی می‌گردد. جدول (۷) کیفیت شیمیایی نمونه‌های آب برداشت شده را از نظر خورندگی و رسوب‌گذاری نشان می‌دهد.



شکل ۴: نمودار ویلکاکس نمونه‌های آب سطحی و زیرزمینی محدوده صیدون

جدول ۷: کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی دشت صیدون از نظر مصارف صنعتی

ردیف	محل نمونه‌برداری	علامت اختصاری	قلیائیت برحسب CaO	Ca (mg/l)	ضریب C	PHs	PH	PHs-PH	کیفیت آب برای مصارف صنعتی
۱	اعلی	A1	8.53	100.2	11.28	8.3	7.3	1	خورنده
۲	اعلی	A2	3.24	58	11.28	9	7.76	1.24	خورنده
۳	اعلی	A3	3.01	54	11.28	9.1	7.87	1.23	خورنده
۴	اعلی	A4	11.06	86	11.28	8.3	7.8	0.5	خورنده
۵	چاه دوپران	GD1	34.283	460.9	11.33	7.1	7.2	-0.1	رسوب‌گذار
۶	چاه دوپران	GD5	31.55	400	11.32	7.2	7.4	-0.2	رسوب‌گذار
۷	پایین دست صیدون	Sdown2	3.24	98	11.29	8.8	7.79	1.01	خورنده
۸	پایین دست صیدون	Sdown3	7.38	112	11.29	8.4	7.92	0.48	خورنده
۹	پایین دست صیدون	Sdown4	11.06	86	11.28	8.3	7.87	0.43	خورنده
۱۰	بالادست صیدون	Sup1	6.691	100.2	11.27	8.4	7.5	0.9	خورنده
۱۱	بالادست صیدون	Sup2	3.24	94	11.29	8.8	7.84	0.96	خورنده
۱۲	بالادست صیدون	Sup3	7.38	118	11.29	8.4	7.83	0.57	خورنده
۱۳	بالادست صیدون	Sup4	11.06	94	11.28	8.3	7.7	0.6	خورنده
۱۴	چاه تراوشی	T1	18.505	257.3	11.31	7.6	7.6	0	متعادل
۱۵	چاه تراوشی	T2	11.31	156	11.3	8.1	7.62	0.48	خورنده
۱۶	چاه تراوشی	T3	7.84	176	11.3	8.2	7.67	0.53	خورنده
۱۷	چاه تراوشی	T4	11.98	168	11.3	8	7.46	0.54	خورنده

نتیجه‌گیری

رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی از مهمترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تامین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلفی مانند شرب، کشاورزی و صنعت دارند. آگاهی از کیفیت منابع آب جهت طبقه‌بندی و مدیریت منابع آب امری حیاتی است. بنابراین در این پژوهش به طبقه‌بندی کیفی آب رودخانه‌های صیدون و رودخانه اعلاء و همچنین چاه دوپران و چاه تراوشی سید بهزاد که در مجاورت رودخانه صیدون هستند، با استفاده از نرم‌افزارها AqQa و نرم‌افزار Chemistry پرداخته شد. طبق جدول شولر و نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های آب، نمونه‌های آب چاه تراوشی سید بهزاد در رده نامناسب و نمونه‌های آب چاه عمیق گلال دوپران در رده بد و قابل شرب در شرایط اضطراری قرار می‌گیرند. برعکس کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی منطقه به لحاظ شرب مناسب بوده و آب هر دو رودخانه‌های اعلاء و صیدون در رده قابل قبول برای شرب قرار می‌گیرند. مهم‌ترین عوامل کاهنده کیفیت آب‌ها به لحاظ شرب شامل سختی (TH) و غلظت زیاد یون‌های سولفات و کلسیم می‌باشد، به طور کلی آب‌های زیرزمینی منطقه و آب رودخانه صیدون در رده سخت تا خیلی سخت قرار می‌گیرند، همچنین آب رودخانه صیدون و رودخانه اعلاء سختی کمتری نسبت به آب‌های زیرزمینی منطقه دارد اما جزو آب‌های کاملاً سخت به حساب می‌آیند. استفاده از آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه جهت مصارف کشاورزی به لحاظ نسبت جذب سدیم طبق نمودار ویلکاکس کیفیت عالی داشته ولی به لحاظ شوری با مشکل مواجه است. آب چاه تراوشی سید بهزاد با رده C3 از نظر شوری برای کشاورزی قابل استفاده است؛ اما آب چاه گلال دوپران به واسطه شوری زیاد (رده C4) برای کشاورزی نامناسب است. آب رودخانه اعلاء با رده C2 برای کشاورزی مناسب است و آب رودخانه صیدون با رده C2 تا C3 برای کشاورزی در رده مناسب تا قابل استفاده قرار دارد. قابلیت استفاده از آب‌های منطقه صیدون جهت مصارف صنعتی، آب رودخانه صیدون، رودخانه اعلاء و چاه تراوشی سید بهزاد از نوع خورنده و همچنین آب چاه گلال دوپران از نوع رسوب‌گذار می‌باشد.

مراجع

احسانی، م. و خالدی، ه. (۱۳۸۲). بهره‌وری آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری زهکشی ایران. ص ۹۱-۱۱۵.

اسدی‌نیا، ز. (۱۳۹۳). ارزیابی خصوصیات هیدرو شیمیایی و هیدروژئولیکی آبخوان فومنات. اولین همایش ملی آب، انسان، زمین. شرکت توسعه سازان گردشگری اصفهان. ۶ شهریور ۱۳۹۳، اصفهان، ایران.

آقایاری، ف. و داره، م. (۱۳۹۳). ارزیابی تحولات هیدروزئوشیمیایی آبخوان ارومیه. اولین همایش ملی آب، انسان، زمین. اصفهان. شرکت توسعه سازان گردشگری اصفهان. ۶ شهریور ۱۳۹۳، اصفهان، ایران.

جباری، ا. و نجمی، ن. (۱۳۸۸). دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی (جاری). معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی، نشریه شماره ۵۲۲: ۲۲۲.

سالاری، م.، رادمنش، ف. و وفایی، ف. (۱۳۹۱). پهنه‌بندی کیفی آب با استفاده از شاخص‌های کیفی (مطالعه موردی: رودخانه کارون، دز). اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط زیست، ۱۳ اسفند ماه، همدان، ایران: ۹-۱.

طباطبایی، س. ح. و شایان نژاد، م. (۱۳۸۸). مبانی مهندسی آبیاری. انتشارات دانشگاه شهرکرد ۳۸۱ ص.

علیزاده، ا. (۱۳۸۷). اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ بیست و پنجم. ۸۷۰ صفحه.

Babiker, I., Mohamed, M. and Hiyama, T. (2007). Assessing groundwater quality using GIS. Water Resources Management, pp: 699-715.

Chenini, I. and Khemiri, S. (2009). Evaluation of ground water quality using multiple linear regression and structural equation modeling. Int. J. Environ. Sci. Tech., 6 (3), pp: 509-519.

Elamassi, K. S. (2002). Assessment of groundwater quality using multivariate and spatial analyses in Gaza governorate-Palestine. The Islamic University-Gaza. Faculty of Science, Master's Degree Program, Environmental science.

Cordoba, E., Martinez, A. and Ferrer, E., (2010). Water quality indicators: comparison of a probabilistic index and a general quality index, The case of the confederacion hidrografica del jucar (spain), Ecological Indicators, pp: 1049-1054.

Housseini D., Coulibaly M. and Rodriguez, J. (2004). Development of performance indicators for small Quebec drinking water utilities. Environmental Management, 73(3), pp: 243-255.

Classification of surface and groundwater in terms of drinking, agriculture and industry

(Case study: Seydon, Alaa, Chah Galal Dopran rivers and Seyed Behzad well)

Hadi balooti[1*] and Gholamreza yaghutzadeh[2]

1) Master of Hydraulic Structures, Arvand Water and Energy Consulting Engineering Company

2) Master of Water Structures, Deputy of Water Supply of Khuzestan Water and Electricity Organization.

[*]**Correspondence author:** Hadibalooti66@gmail.com

Received Date: 2021. 06. 05 **Accepted Date: 2021. 08. 16**

Abstract

The quality sampled include Seydon rivers, Alaa and Chah Galal Dopran rivers and Seyed Behzad seepage well , In the water year 2016-17 was prepared for interpretation by the Khuzestan Water and Electricity Organization. After analyzing the samples in the laboratory, Schuler diagrams and Wilcox diagrams using AqQA and Chemistry software have been drawn and interpreted to classify the water quality. The purpose of this study is to classify and identify the water quality of rivers and wells in the region for drinking, industry and agriculture use. In general, the groundwater of the region is in the middle to unsuitable category in terms of drinking. Water quality of wells is among the hard water, Also the water of the Seydon River and the Upper River are less hard than the groundwater of the region, Surface and groundwater of the region according to Wilcox diagram for agricultural use are of excellent quality in terms of sodium uptake ratio, but in terms of salinity is a problem. Ability to use the waters of Seydon region for industrial purposes, Alaa River and Seyed Behzad well are of corrosive type and also the water of Chah Galal Dopran river is sediment type.

Keywords: River, groundwater, software, Schuler, Wilcox