دوازدهمین سمینار بین‌المللی
مهندسی رودخانه

۴ الی ۶ بهمن ۱۴۰۰، اهواز،
دانشگاه شهید چمران

بررسی کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی حوضه آبخیز قاپی برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی

پیوند پاپن[۱]*، خشایار پیغان[۲]

۱- دکتری خاکشناسی، کارشناس سازمان آب و برق خوزستان، (payvand_p2006@yahoo.com*)
۲- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، دانشگاه تهران، (**khashayar.peyghan@ut.ac.ir**)

چکیده

با توجه به اهمیت حیاتی آب و نیز کاهش کیفیت و کمیت منابع آب در سراسر جهان، ارزیابی مستمر کیفیت منابع آب امری ضروری می‌نماید. از سویی دیگر با افزایش جمعیت، جوامع روستایی نیز گسترش یافته و در پی آن، آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی بر کیفیت منابع آب سایه انداخته است. این پژوهش با هدف ارزیابی کیفیت آب حوضه آبخیز قاپی واقع در استان خوزستان، جهت استفاده در بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت صورت گرفت. برای نیل به این هدف، از روش شولر برای مصارف شرب، روش ویلکاکس برای مصارف کشاورزی و نیز روش پلاتینکف برای مصارف صنعتی استفاده گردید. داده‌های کیفیت آب نیز از گزارش‌های سازمان آب و برق استان خوزستان (نمونه‌های آب مربوط به سال ۱۳۹۷) اخذ گردید. نتایج نشان داد که آب حوضه از نظر شرب در رده کیفی خوب تا متوسط قرار دارد. بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس، آب حوضه آبخیز قاپی در رده C2S1 و C3S1 قرار گرفت که نشان‌دهنده خطر قلیاییت کم و خطر شوری متوسط تا زیاد است. هم‌چنین بر اساس روش پلاتینکف، آب این حوضه آبخیز برای کاربرد در صنعت، درجه سه محسوب شده و نیاز به تصفیه کامل دارد.

واژه‌های کلیدی: آب آبیاری، شاخص‌های کیفیت آب، نمودار شولر، نمودار ویلکاکس، هدایت الکتریکی.

مقدمه

آب فاکتوری مهم و حیاتی برای فعالیت‌های انسانی است و به عنوان عاملی مهم برای توسعه کشورها در نظر گرفته می‌شود [۷]. افزایش نیاز به آب و کاهش ذخایر آب‌های طبیعی از یک سو و آلودگی‌های محیط زیستی از سویی دیگر سبب شده تا ارزیابی کیفیت منابع آب تبدیل به موضوعی دارای اولویت گردد [۱۲]. در سال‌های اخیر، مداخلات انسانی از جمله تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی، کشاورزی، آبشویی محل‌های دفع زباله و نیز فرآیندهای طبیعی، کیفیت آب‌های سطحی را تخریب کرده و استفاده از آن‌ها را برای مصارف آشامیدنی، صنعت، کشاورزی و غیره مختل نموده است [۴]. ارزیابی پیوسته پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب قسمت اساسی برنامه‌های کنترل کیفیت آب است. این امر به گردآوری اطلاعات قابل توجه‌ای منجر می‌گردد که ممکن است نتوان با استفاده از آن‌ها به‌طور مستقیم کیفیت آب را تعیین کرد [۹]. یکی از روش‌های مناسب برای ارزیابی کیفیت آب، استفاده از شاخص‌های کیفی آب است که ابزار مدیریتی قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوطه هستند [۷]. شاخص‌های کیفیت آب را می‌توان به عنوان ابزارهای ریاضی دانست که داده‌های پرتعداد و پیچیده‌ی مربوط به پارامترهای کیفیت آب را در قالب امتیازهای عددی آورده و بر اساس آن ارزیابی کلی از شرایط کیفی منابع آب را ارائه می‌دهند. از تفاوت‌های اساسی میان شاخص‌های مختلف می‌توان به تعداد و نوع پارامترهای کیفی استفاده شده، نحوه‌ی محاسبه‌ی زیرشاخص‌های مربوط به هر پارامتر و نوع تابع تجمیع اشاره نمود. بسیاری از شاخص‌های کیفیت آب اگرچه از نظر ارزیابی کلی کیفیت مناسب می‌باشند اما کم بودن تعداد پارامترهای شیمیایی استفاده شده و پوشش داده شده اثر برخی پارامترهای اساسی به دلیل اهمیت یکسان ویژگی‌ها، از محدودیت‌های مهم آن‌هاست [۱۱].

ابراهیمی و همکاران، به‌منظور ارزیابی کیفیت آب رودخانه جاجرود در حوضه آبخیز لتیان برای مصارف شرب و کشاورزی از نمودارهای شولر[1] و ویلکاکس[2] بهره بردند. نتایج پژوهش مذکور نشان داد که آب رودخانه جاجرود برای استفاده شرب مناسب نیست اما می‌توان از آب این رودخانه برای آبیاری اراضی کشاورزی استفاده کرد [۱]. همایون‌نژاد و همکاران، کیفیت آب مخازن چاه نیمه زابل را از نظر شرب و کشاورزی با تکیه بر نمودارهای شولر و ویلکاکس ارزیابی کردند. نتیجه این تحقیق حاکی از آن بود که کیفیت آب مخازن طبق نمودار شولر برای مصارف شرب در طبقه قابل قبول و طبق نمودار ویلکاکس برای مصارف کشاورزی در طبقه متوسط (C3S1) قرار دارد [۳]. پورخباز و همکاران، برای پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی دشت قزوین از لحاظ کشاورزی، نمودار ویلکاکس را به کار گرفتند. با توجه به نقشه نهایی پهنه‌بندی این مطالعه، آب در ۳۴ درصد از منطقه برای کشاورزی مناسب، ۵۱ درصد نسبتا مناسب و ۱۵ درصد نامناسب بود که نشان می‌دهد در مجموع، کیفیت آب منطقه مورد مطالعه برای کشاورزی مطلوب است [۱۰]. قمرنیا و روشن‌دل، کیفیت آب زیرزمینی دشت چاردولی در استان کردستان را با داده‌های حاصل از اطلاعات تجزیه شیمیایی آب ۲۵ حلقه چاه و از طریق مقایسه با استانداردهای کیفی مربوط به آب شرب، کشاورزی، خورندگی و رسوب‌گذاری بررسی کردند. بر اساس نمودار شولر، آب زیرزمینی این منطقه برای مصارف شرب در ۵۲ درصد موارد اندازه‌گیری شده در وضعیت خوب و در چهار درصد موارد در وضعیت بد قرار داشت. نمودار ویلکاکس نیز نشان داد آب منطقه مورد مطالعه به‌طور غالب، ۵۸ درصد، نسبتا برای کشاورزی مناسب می‌باشد [۲]. خرد ناروئی و همکاران، در پژوهشی اثر خشکسالی بر کیفیت آبخوان دشت ایرانشهر را با استفاده از شاخص SPI و نمودار شولر بررسی نمودند [۵]. با توجه به اهمیت موضوع، این پژوهش به ارزیابی کیفیت آب حوضه آبخیز قاپی در استان خوزستان برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی با استفاده از شاخص‌های مختلف پرداخته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی قاپی به مساحت ۴۹۶۰/۹ هکتار و محیط ۶۰/۷۵ کیلومتر، در جنوب غربی ایران، استان خوزستان واقع شده است. مختصات جغرافیایی محدوده ″۵۸ ′۳۱ °۴۸ تا ″۱۵ ′۳۸ °۴۸ طول شرقی و ″۳۵ ′۴۲ °۳۲ تا ″۵۷ ′۴۸ °۳۲ عرض شمالی می‌باشد که از شمال به کوه کوهرو، از شرق به کوه کیرو و از جنوب به رودخانه دز محدود می‌گردد. ارتفاع محدوده مطالعاتی نسبت به سطح دریا، حداکثر ۸۰۹ متر و حداقل ۳۲۷ متر می‌باشد. از مناطق مسکونی موجود در حوضه می‌توان به روستاهای قاپی و هداب اشاره نمود. حوضه آبخیز مورد مطالعه به این دلیل که روستای قاپی در بخش شمالی آن قرار گرفته با این عنوان نام‌گذاری شده است. این منطقه از نظر تقسیمات سیاسی و کشوری تا سال ۱۳۵۰ از توابع استان لرستان بوده اما پس از آن با الحاق به استان خوزستان، از توابع بخش الوار گرمسیری شهرستان اندیمشک محسوب می‌شود. روستای قاپی از ایستگاه‌های راه‌آهن سراسری خرمشهر به تهران می‌باشد که در فاصله حدود ۵۰ کیلومتری ایستگاه راه‌آهن اندیمشک واقع شده است. جاده دسترسی به منطقه قاپی از روستای مازو عبور می‌کند. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل شماره ۱ به تصویر کشیده شده است.

---

۱ - Schoeller Diagram

۲ - Wilcox Diagram

شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

داده‌های کیفیت آب حوضه آبخیز قاپی

به منظور ارزیابی کیفیت منابع آب حوضه آبخیز قاپی، اطلاعات مربوط به آنالیز شیمیایی آب از طریق گزارش سازمان آب و برق خوزستان اخذ گردید. نمونه‌های آب در سال ۱۳۹۷، از منابع مختلف حوضه برداشت و پس از انجام آزمایش‌های لازم، نتایج اعلام شده که در جدول شماره ۱ قابل رویت می‌باشد.

جدول ۱- نتایج آنالیز نمونه‌های آب در حوضه آبخیز قاپی [۶]

نمونه	TDS (mg/lit)	pH	EC (µmhos/cm)	TH (mg/lit)	SAR	کاتیون‌ها (meq/lit)				آنیون‌ها (meq/lit)		
						Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	Cl^{-}
A	۱۲۳	۷/۱	۲۷۹	۳۵۰	۰/۱۴	۵	۲	۰/۲۶	۰/۰۲	۳/۱	۱	۰/۴
B	۶۱۱	۷/۴	۱۵۴۹	۱۰۰۰	۰/۳۵	۱۶	۴	۱/۱۱	۰/۱	۱۵/۵	۲	۰/۸
C	۶۶۳	۷/۳	۱۵۸۴	۱۰۰۰	۱/۳۷	۱۷	۳	۴/۳۴	۰/۱	۱۵/۴	۱	۳/۲
D	۱۵۳	۷/۴	۲۶۸	۱۵۰	۰/۲۸	۲	۱	۰/۳۵	۰/۰۲	۱/۴	۲	۰/۴
E	۲۰۱	۷/۵	۴۷۸	۱۵۰	۰/۹	۲	۱	۱/۱	۰/۱	۱/۹	۲	۰/۸
F	۱۸۵	۷/۱	۴۴۹	۳۵۰	۰/۴۳	۵	۲	۰/۸	۰/۰۵	۳/۶	۲	۰/۸
G	۲۱۵	۷/۲	۵۰۶	۳۵۰	۰/۹۳	۳	۴	۱/۷۴	۰/۰۵	۲/۵	۲	۰/۸
H	۱۳۳	۷/۳	۲۹۱	۱۵۰	۰/۹۹	۲	۱	۱/۴	۰/۱۵	۱/۴	۲	۰/۸

شاخص‌های کیفیت آب

مصارف شرب

آب آشامیدنی می‌بایست در جنبه‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی، سموم، باکتریولوژیکی و رادیولوژیکی از کیفیت مناسبی برخوردار باشد. یکی از شاخص‌های سنجش کیفیت آب برای مصارف شرب، نمودار شبه لگاریتمی شولر می‌باشد که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. هم‌چنین در این ارتباط بسیاری از کشورهای جهان استانداردهای منحصر به فرد خود را ارائه کرده‌اند که اغلب نزدیک به هم بوده و تفاوت چشم‌گیری ندارند. حد مجاز عناصر موجود در آب آشامیدنی طبق استانداردهای ایران در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۲- حد مجاز عناصر برای اب آشامیدنی مطابق استاندارد ایران [۶]

پارامتر یا عنصر	حد مطلوب (mg/lit)	حد قابل قبول (mg/lit)
TDS	۵۰۰	۱۵۰۰
pH	۷/۸ – ۵/۵	۶/۹ – ۵/۲
Ca^{2+}	۷۵	۲۰۰
Mg^{2+}	۵۰	۱۵۰
Cl^{-}	۲۰۰	۶۰۰
SO_4^{2-}	۲۰۰	۴۰۰

مصارف کشاورزی

در این مطالعه برای ارزیابی کیفیت آب جهت استفاده در کشاورزی از طبقه‌بندی ویلکاکس استفاده شده است. این طبقه‌بندی که توسط ویلکاکس ارائه شده، امروزه روشی کاملا رایج در طبقه‌بندی آب‌ها برای مصرف در کشاورزی است. این شاخص با لحاظ نمودن دو پارامتر هدایت الکتریکی آب و نسبت جذب سدیم، ۱۶ رده کیفی ارائه می‌نماید که در جدول شماره ۳ قابل رویت می‌باشند.

جدول ۳- طبقه‌بندی آب به روش ویلکاکس برای مصارف کشاورزی [۱۳]

بر اساس نسبت جذب سدیم			بر اساس هدایت الکتریکی		
نماد	میزان خطر	مقدار SAR (بدون بعد)	نماد	میزان خطر	مقدار EC (µmhos/cm)
S1	کم	<۱۰	C1	کم	۲۵۰–۱۰۰
S2	متوسط	۱۸–۱۰	C2	متوسط	۲۵۰–۷۵۰
S3	زیاد	۲۶–۱۸	C3	زیاد	۷۵۰–۲۲۵۰
S4	خیلی زیاد	۲۶<	C4	خیلی زیاد	۲۲۵۰<

مصارف صنعتی

یکی از پارامترهای اساسی که در طبقه‌بندی آب‌ها جهت مصارف صنعتی مورد توجه است، سختی کل آب[۱] می‌باشد. در این پژوهش برای طبقه‌بندی آب در مصارف صنعتی از روش پلاتینکف استفاده شده که معیار آن، سختی کل آب می‌باشد. نحوه طبقه‌بندی آب به روش پلاتینکف در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- طبقه‌بندی آب به روش پلاتینکف برای مصارف صنعتی [۸]

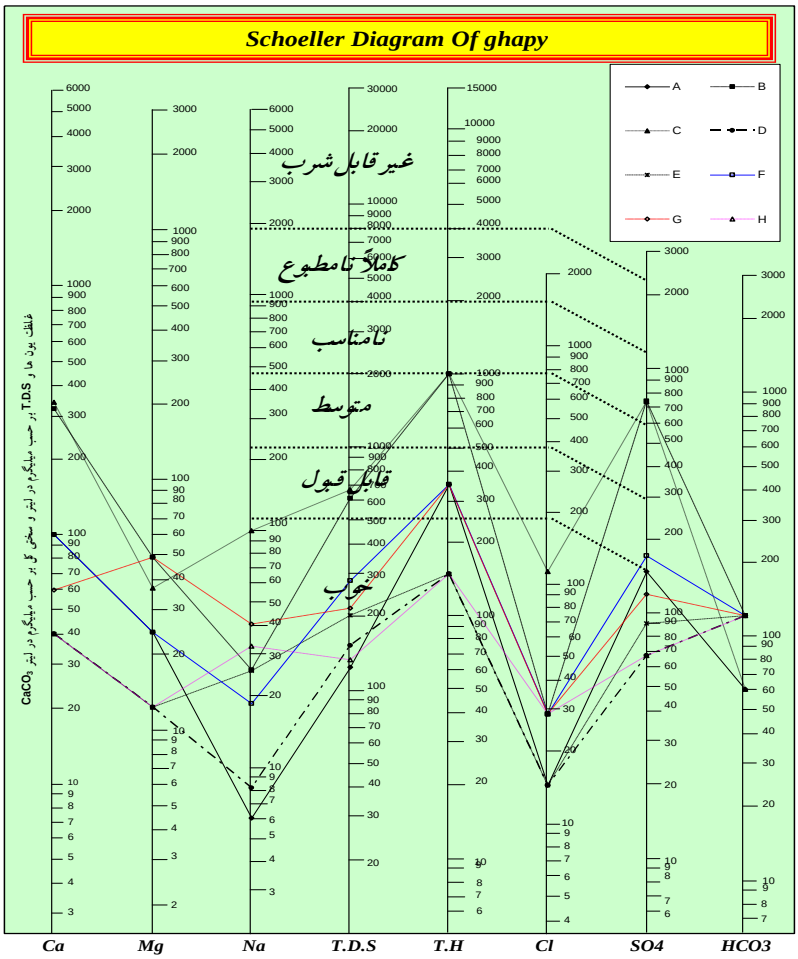
۱ - Total Hardness (TH)

نوع آب	سختی کل (mg/lit)	شرح خصوصیات
درجه یک	< ۵۰	احتیاج به تصفیه ندارد (تصفیه مختصر برای دستگاه‌های بسیار حساس)
درجه دو	۵۰ – ۱۵۰	تصفیه لازم دارد
درجه سه	> ۱۵۰	تصفیه کامل لازم می‌باشد

نتایج و بحث

کیفیت آب برای مصارف شرب

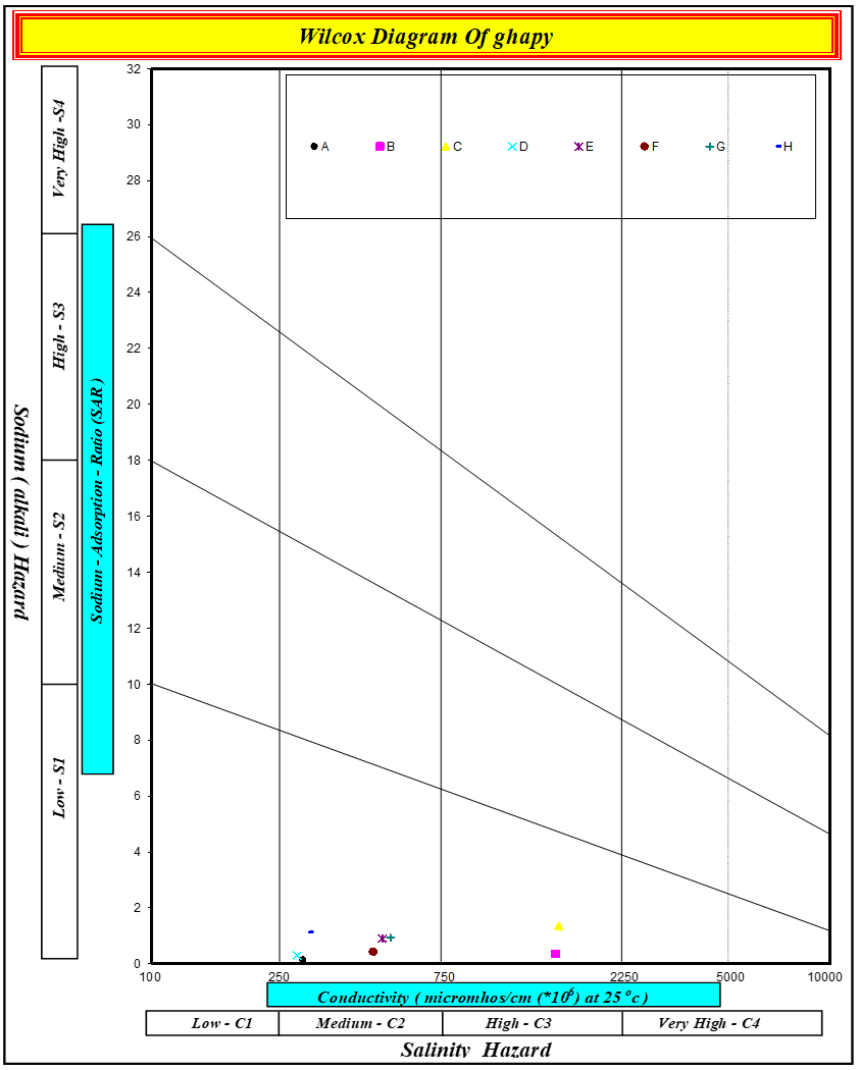
با مقایسه داده‌های کیفیت آب حوضه آبخیز قاپی با جدول شماره ۲، می‌توان نتیجه گرفت که آب حوضه آبخیز مورد مطالعه از نظر شرب مناسب می‌باشند. هم‌چنین بر اساس نمودار شولر نیز اب حوضه آبخیز قاپی از نظر شرب دارای کیفیت خوب تا متوسط می‌باشند. نمودار شولر برای داده‌های کیفیت آب حوضه آبخیز قاپی در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- نمودار شولر برای نمونه‌های برداشت شده در حوضه آبخیز قاپی

کیفیت آب برای مصارف کشاورزی

بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس، اغلب نمونه‌های آب در گروه C2S1 و C3S1 قرار گرفتند که نشان می‌دهد آب حوضه آبخیز قاپی برای آبیاری محصولات کشاورزی از نظر قلیاییت کم خطر و از نظر شوری دارای خطر متوسط تا زیاد است. نمودار ویلکاکس برای نمونه‌های آب حوضه آبخیز قاپی در قالب شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۳- نمودار ویلکاکس برای نمونه‌های برداشت شده در حوضه آبخیز قاپی

کیفیت آب برای مصارف صنعتی

اگرچه که بررسی دقیق تاثیر آب در صنایع، علاوه بر آنالیز آب، نیاز به شناخت صنایع گوناگون دارد اما بر اساس طبقه‌بندی پلاتینکف، از هشت نمونه آب، سه نمونه با سختی کل ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، در مرز بین درجه دو و سه قرار گرفته و پنج نمونه آب دیگر همگی با قرارگیری در طبقه درجه سه، برای کاربرد در صنعت نیاز به تصفیه کامل دارند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، کیفیت آب حوضه آبخیز قاپی برای استفاده در بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نمودار شولر، آب این حوضه از نظر شرب دارای کیفیت خوب تا متوسط می‌باشند. بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس، آب حوضه آبخیز قاپی برای استفاده در کشاورزی از نظر قلیاییت کم خطر (S1) و از نظر شوری دارای خطر متوسط تا زیاد (C2 و C3) است و بنابراین می‌بایست در آبیاری محصولات حساس به شوری، تمهیدات مدیریت شوری لحاظ گردد. مطابق روش پلاتینکف، آب این حوضه از نظر کاربرد صنعتی، درجه سه بوده و برای کاربرد در صنعت می‌بایست ابتدا تصفیه کامل آب صورت پذیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بابت حمایت مالی، از دفتر پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان تشکر می‌نمایند.

منابع

[1] Ebrahimi, F., Ghorbani, M., Salajegheh, A and Mohsani Saravi, M. (2014). Evaluation of water quality for drinking and agriculture (Case Study: Jajrood River Latian watershed). Journal of Extension and Development of Watershed Managment, 2(4), 15-22. (In Persian)

[2] Ghamarnia, H and Roshandel, F. (2019). Assessment of Groundwater Quality in Chardoley Plain Located in Kurdistan Province. Water Engineering, 12(41), 145-160. (In Persian)

[3] Homayoonnezhad, I., Amirian, P and Piri, E. (2016). Investigation on water quality of zabol chahnimeh reservoirs from drinking water and agricultural viewpoint with focus on schuler & vilcoks diagrams. Journal of Environmental Sciences and Technology, 18(1), 1-13. (In Persian)

[4] Khalili, R., Parvinnia, M and Zali, A. (2020). Water Quality Assessment of Garmarood River Using the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI), River Pollution Index (RPI) and Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI). Journal of Environment and Water Engineering, 6(3), 273-283. (In Persian)

[5] Kherad narooei, S., Rohimoghaddam, E., Nohtani, M and Sargazi, H. (2021). Effect of Drought on Aquifer Quality of Iranshahr Plain Using SPI Index and Schuler Method. Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 14(51), 49-58. (In Persian)

[6] Khuzestan Water and Electricity Organization Reports. (In Persian)

[7] Kord Tamini, A., Bazrafshan, E., Nourabadi, E., Ansari, H and Kamani, H. (2019). Survey of Water Quality of Mashkyd Dam Lake in Sib Suran City Using National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) and Iran Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters (IRWQISC). Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, 7(1), 27-39. (In Persian)

[8] Mahmoudlu, M., Raghimi, M., Khodaei, K and Seyed, M. (2008). Water Quality Classification for Drinking, Agriculture, Industry and Livestock (Case Study: Atrak River), Third Water Resources Management Conference, Tabriz. (In Persian)

[9] Moravej, M., Karimirad, I and Ebrahimi, K. (2017). Evaluation of Karun River water quality status based on Water Quality Index and involving GIS environment. Iranian Journal of Eco Hydrology, 4(1), 225-235. (In Persian)

[10] Pour Khabaz, H., Aghdar, H and Mohammadyari, F. (2017). Zoning groundwater quality for agriculture by classification WILCOX index (Case study: Qazvin plain). Geographic Space, 17(58), 111-129. (In Persian)

[11] Sheykhi Alman Abad, Z., Asadzadeh, F and Pirkharrati, H. (2017). Application of DWQI for comprehensive evaluation of drinking water quality. Iranian Journal of Eco Hydrology, 4(2), 421-436. (In Persian)

[12] Solgi, E., Malk Mohammadi, M and Beigmohammadi, F. (2021). Assessing the quality of water resources of Dehloran National Natural Monuments using Water Quality Index (WQI). Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 14(6), 2112-2124. (In Persian)

[13] Wilcox, L. (1955). Classification and use of irrigation waters (No. 969). US Department of Agriculture.

Assessment of surface and groundwater quality Qapi watershed for drinking, agricultural and industrial uses

Payvand Papan[1*], Khashayar Peyghan[2]
1- Ph.D. of Soil Science, Expert of Khuzestan Water and Electricity Organization
(*payvand_p2006@yahoo.com)
2- Ph.D. Candidate of Water Engineering, University of Tehran (khashayar.peyghan@ut.ac.ir)

Abstract
Due to the vital importance of water and the declining quality and quantity of water resources around the world, continuous quality assessment of water resources is essential. On the other hand, with the increase of population, rural communities have expanded and as a result, pollution caused by human activities has overshadowed the quality of water resources. The aim of this study was to evaluate the water quality of the Qapi watershed located in Khuzestan province, for use in drinking, agriculture and industry. To achieve this goal, Schoeller method was used for drinking uses, Wilcox method for agricultural uses and Plotinkoff method for industrial uses. Water quality data were obtained from the reports of the Water and Electricity Organization of Khuzestan Province (water samples related to 1397). The results showed that the water of the watershed is in good to moderate quality in terms of drinking. According to the Wilcox classification, the water of the Qapi watershed was classified as C2S1 and C3S1, which indicates the risk of low alkalinity and the risk of medium to high salinity. In addition, according to the Plotinkoff method, the water of this watershed is considered third grade for use in industry and needs to be completely treated.

Keywords: Irrigation Water, Water Quality Indexes, Schoeller Diagram, Wilcox Diagram, Electric Conductivity.