ارزیابی کیفی منابع آب جهت مصارف شرب و کشاورزی(مطالعه موردی:حوضه آبریز گاماسیاب، استان کرمانشاه)

ندا جعفری [۱*]، مریم حافظ پرست[۲]، بهمن فرهادی[۳]

۱*- دانش آموخته کارشناسی ارشد منابع آب، دانشگاه رازی،کرمانشاه

۲- استادیار گروه آب دانشگاه رازی،کرمانشاه

۳- استادیار گروه آب دانشگاه رازی،کرمانشاه

*ایمیل نویسنده مسئول: nedajafari72@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۹۹/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۰۱/۱۴

چکیده

تعیین کیفیت آب در مدیریت منابع آب از اهمیت خاصی برخوردار است. امروزه به علت وجود منابع متعدد آلوده کننده منابع آب از کیفیت شیمیایی منابع آبی به شدت کاسته شده است. هدف از این پژوهش طبقه بندی کیفی منابع آبی حوضه آبریز گاماسیاب استان کرمانشاه جهت مصارف شرب و کشاورزی و کیفیت منابع آب های سطحی و زیرزمینی می باشد که از داده های کیفی پنج ایستگاه از سال ۹۷-۱۳۵۸ و تعداد ۵ حلقه چاه استفاده شد. داده های کیفی مورد بررسی این پژوهش۱۰ پارامتر شامل: So_4، cl، Hco_3، Na^+، Mg^{2+}، Ca^+، TDS، EC ، pH و SAR می باشد. نتایج نشان داد که طبق نمودار ویلکاکس[1]تمام نمونه در محدوده کلاس C_2S_1 قرار دارند، که نشان دهنده آب با کیفیت خوب برای آبیاری وکشاورزی می باشد. . طبق نمودار پایپر[2] رخساره آب کلسیت و تیپ آب شیرین می باشد. آب رودخانه ها از نظر شرب بر اساس شاخص شولر[3] از لحاظ سختی و بی کربنات در حد قابل قبول و از نظر بقیه پارامتر ها در محدوده خوب قرار دارند. نتایج محاسبه شاخص های WQI و GWQI نشان دهنده کیفیت آب عالی برای آب های سطحی و زیرزمینی این حوضه می باشد.

کلمات کلیدی

" حوضه گاماسیاب " ," شاخص های کیفی " , " نمودار پایپر"," نمودار شولر"," نمودار ویلکاکس".

Qualitative evaluation of water resources for drinking and agricultural uses (Case study: Gamasiab catchment, Kermanshah province)

Neda Jafari[1, *], Maryam Hafezparast[2], Bahman Farhadi[3]

1.* Graduate of Water Resources, Razi University , Kermanshah,Iran

2. Assistant Professor of Water Department, Razi University , Kermanshah,Iran

3. Assistant Professor of Water Department, Razi University , Kermanshah,Iran

*Email Address: nedajafari72@yahoo.com

Abstract

Determining water quality is of particular importance in water resources management. Today, due to the existence of numerous polluting sources of water resources, the chemical quality of water resources has been greatly reduced. The purpose of this study is to qualitatively classify the water resources of Gamasiab catchment area of Kermanshah province for drinking and agricultural uses and the quality of surface and groundwater resources. The qualitative data of five stations from 1358-97 and 5 wells were used. Qualitative data studied in this study are 10 parameters including: So4 ،cl ، Hco3 ،Na^+ ،Mg^{2+} ،Ca^+ ،TDS ،EC ، pH and SAR. The results showed that according to the Wilcox diagram, all samples are in the C2S1 class range, which indicates good quality water for irrigation and agriculture. . According to the piper diagram, the facies is calcite water and fresh water type. River water is acceptable in terms of hardness and bicarbonate based on Schuler index in terms of hardness and in good range in terms of other parameters. The results of calculating WQI and GWQI indices show excellent water quality for surface and groundwater of this basin.

Keywords

“Gamasiab basin”, “Quality Indicators”, “Piper diagram”, “Schoeller Diagram”, “Wilcox Diagram”

[1] Wilcox Diagram

[2] Piper Diagram

[3] Schoeller Diagram

۱-مقدمه

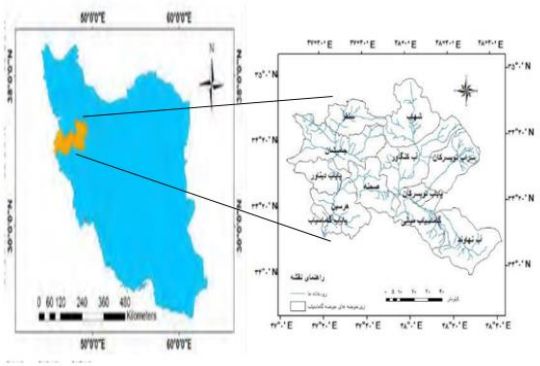
امروزه آب به عنوان یکی از عوامل بهبود و رشد اقتصادی جوامع به شمار می آید، لذا مدیریت بهینه منابع آب به ویژه آب شیرین، به عنوان یکی از مهمترین برنامه های کشورها محسوب میشود(سلیمانی ساردو و همکاران،۱۳۹۲). افزایش رشد جمعیت و تقاضای آب، بالا رفتن سطح زندگی، گسترش آلودگی منابع آب ناشی از تخلیه فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی و رواناب های سطحی، موجب ایجاد وضع نامساعد زیست محیطی و تشدید آلودگی منابع آب شده است و مدیریت معقول و منطقی آن را بسیار دشوار کرده است(رضایی و همکاران،۱۳۹۴). با توجه به اهمیت موضوع تاکنون مطالعات متعددی در راستای بررسی کیفیت منابع آب و روند پارامترهای کیفی آب صورت گرفته که به ذکر برخی از آنها میپردازیم.ابراهیمی و همکاران(۱۳۹۹) به منظور بررسی آلودگی و شاخص کیفیت آب رودخانه پسسیخان در استان گیلان از شاخص WQI و نمودارهای شولر، پایپر و ویلکاکس استفاده کردند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که آب های مورد مطالعه در کلاس های C_1S_1 و C_2S_1 قرار دارند. نتایج بدست آمده از بررسی شاخص WQI نشان داد که آب ها در ایستگاه های مورد مطالعه در وضعیت مطلوبی قرار ندارند. مظفری و همکاران(۱۳۹۹) به منظور ارزیابی کیفیت منابع آب زیرزمینی با استفاده از شاخص GWQI و پیش بینی آن در آبخوان زنجان پرداختند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که در همه دوره های زمانی سطح کیفیت آب زیرزمینی در محدوده شهری پایین تر از سایر نقاط است و همچنین در همه چاهای بررسی شده کیفیت آب برای شرب مطلوب ارزیابی شد.Alobaidy et al(2010) با مقایسه شاخص WQI به منظور ارزیابی کیفیت آب دریاچه ودکان واقع در کردستان عراق در سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۰ و مقایسه آن با سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ به این نتیجه رسیدند که کیفیت آب دریاچه روند نزولی از خوب به سمت فقر داشته است.حافظ پرست و سلیمی(۱۳۹۶) به منظوربررسی خشکسالی و پهنه بندی شاخص های کمی- کیفی هیدرولوژی به روش IDW از آمار۱۵ ایستگاه هیدرومتری در استان کرمانشاه استفاده کردند. نتایج نشان داد که شاخص های SDI، SRI وDI در سال های۸۶،۸۷،۸۸،۸۹ و۹۰ خشکسالی را نشان میدهند و از نظر شاخص های کیفیEC وTDS اکثر رودخانه های استان کرمانشاه در محدوده مطلوب قرار دارند و از نظر کلر و سولفات تمام ایستگاه ها برای شرب در محدوده نامناسبی قرار دارند.
خلجی و همکاران(۱۳۹۶) به منظور ارزیابی کیفیت آب سد زاینده رود در سال ۱۳۹۲ از شاخص WQI استفاده کردند. نتایج حاصله نشان داد که کیفیت اب سد زاینده رود بر اساس شرایط موجود در تمام طول سال در طبقه خوب(۵۰-۱۰۰) قرار دارد. بیشترین میزان شاخص کیفیت آب مربوط به فصل تابستان و کمترین میزان آن مربوط به فصل پاییز می باشد . رضایی و همکارن(۱۳۹۴) به منظور ارزیابی کیفی آب، در حوضه آبریز قره سو از شاخص های ویلکاکس، شولر و پایپر استفاده نمودند و نتایج بدست آمده نشان داد که کیفیت آب، در بخش کشاورزی بر اساس شاخص ویلکاکس در کلاس متوسط، طبقه C2S1 قرار دارد و شاخص شولر نشان داد سختی آب بالا، و در حد نامناسب بوده و نمودار پایپر تیپ آب را شیرین نشان داد. پرستار و همکاران(۱۳۹۲) با مطالعه برروی رودخانه هیروچای در شهر خلخال ،به این نتیجه دست یافتندکه این رودخانه دارای کیفیت آب مناسبی در بالا دست است، ولی در پایین دست این رودخانه کیفیت آب به علت وارد شدن فاضلاب های شهر خلخال و گیو به شدت کاهش می یابدکه با توجه به طبقه بندی NSFWQI کیفیت آب درطبقه C متوسط قرار میگیرد. Nezhad et al(2019) مطالعه ای به منظور ارزیابی کیفیت فاضلاب تصفیه شده مبتنی بر شبکه بیزین انجام دادند. نتایج نشان داد مدل بیزین پتانسیل بسیار خوبی جهت مدل سازی شاخص کیفیت پساب دارد.Hui & Xiuan(2020) به منظور تعیین کمیت هیدروشیمیایی آب های زیرزمینی در لانهاشینا در چین و ارزیابی مناسب بودن آب برای مصارف آشامیدنی، ۷۱ نمونه آب زیرزمینی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از نظر قلیاییت ضعیف هستند و تجزیه و تحلیل نمونه ها بر اساس شاخص WQI نشان دهنده نامناسب بودن آب این منطقه برای آشامیدن بود. Sunkari & Suchullo(2019) به منظور ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی برای آبیاری و تامین آب خانگی در شهرداری گاغرب در غنا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تمام پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مورد تجزیه و تحلیل به جز TDS، Na و Cl در محدوده قابل قبول سازمان جهانی(WHO) می باشد. همچنین نمودار ویلکاکس نشان دهنده خطر کم تا متوسط سدیم با مقادیر شوری زیاد تا بسیار زیاد هستند که نشان دهنده مناسب بودن آب برای اهداف آبیاری می باشد. Leg et al (2017) به منظور بررسی هیدروشیمیایی در منطقه ایو غربی نیجریه و تعیین مناسب بودن منابع آب آن برای اهداف شرب و کشاورزی، ۲۰ نمونه آب جمع آوری شده از چاه ها را بررسی کردند. نتایج نشان دهنده مناسب بودن اکثر نمونه ها برای آبیاری و شرب بود. Nydoye et al(2018) به منظور ارزیابی کیفیت آب های زیرزمینی و تجزیه و تحلیل هیدروژئوشیمیایی آن ها در سفره آبخوان سالوم در جنوب سنگال، مناسب بودن آب آن را برای مصارف شرب و کشاورزی بررسی کردند. نتایج نشان داد که آب های زیرزمینی منطقه سختی کمی دارند و از نوع شور هستند و اکثر نمونه ها برای مصارف خانگی مناسب هستندو همچنین شاخص مربوط به آبیاری در مقایسه با حد استاندارد نشان داد که بیشتر نمونه های آب زیرزمینی سالوم در محدوده مناسب برای آبیاری قرار می گیرند.Mirzaei et al ,2018 از چندین شاخص کیفیت آب برای بررسی و ارزیابی کیفیت آب رودخانه کارون

استان خوزستان در ایران برای مصارف آشامیدنی و کشاورزی استفاده کردند. نتایج نشان داد که کیفیت آب کارون به دلیل شوری زیاد و قلیایی بودن متوسط، برای اهداف کشاورزی مناسب نیست، با این حال نتایج تجزیه و تحلیل خطر منیزیم نشان داد که کیفیت آب برای آبیاری قابل قبول است .همچنین نمودار شولر نشان داد که آب کارون در دشت خوزستان را می توان به عنوان آب ضعیف برای مصارف شرب طبقه بندی کرد. Esmeray & Gokcokli(2020) قابلیت استفاده از آب های زیرزمینی جهت مصارف شرب و کشاورزی و اثرات آلودگی صنعتی و کشاورزی بر روی آب های زیرزمینی را در استان کارابوک در ترکیه را بررسی کردند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که همه مقادیر پارامتر هایی اندازه گیری شده از نظر آشامیدنی در حد بالایی بودند و از نظر کشاورزی فقط یکی از چاه ها در گروه قابل استفاده در فصل مرطوب است. هدف از این تحقیق ارزیابی کیفیت آب در حوضه آبریز گاماسیاب به منظور مصارف شرب و کشاورزی به منظور جلوگیری از کاهش کیفیت آب و بهبود آن برای اتخاذ راه کارهای مناسب می باشد.

۲- روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

حوضه گاماسیاب یکی از زیر حوضه های اصلی حوضه کرخه می باشد. این حوضه ۱۱۴۵۹ کیلومتر مربع وسعت داشته و در محدوده طول جغرافیایی '۰۴ °۴۷ تا '۱۵ °۴۹ و عرض جغرافیای '۴۵ °۳۳ تا '۰۰ °۳۵ قرار دارد. بیشترین سطح حوضه آبخیز گاماسیاب در استان کرمانشاه و بخش هایی از آن در استان همدان قرار دارد. محدوده بخش کرمانشاه این حوضه شامل طول جغرافیایی '۰۴ °۴۷ تا '۰۳ °۴۸ و عرض جغرافیایی '۱۳ °۳۴ تا '۵۳ °۳۴ است. مساحت حوضه در این بخش ۳۲۶۴ کیلومتر مربع و طول آن ۸۱ کیلومتر است. این حوضه در محدوده بین شهرستان های کنگاور، صحنه، بیستون، هرسین، سنقر و کرمانشاه قرار گرفته، به طوری که از شمال به سنقر و استان کردستان، از جنوب به هرسین و استان لرستان، از شرق به کنگاور و استان همدان و از غرب به کرمانشاه محدود می شود. متوسط نزولات جوی دریافت شده در این حوضه ۳۰۰ تا ۴۵۰ میلی متر می باشد. تغییرات درجه حرارت در این حوضه بین ۲۹/۵- تا ۴۷ درجه سانتی گراد می باشد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز گاماسیاب را نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز گاماسیاب

• شاخص کیفیت آب زیرزمینی(GWQI)

این شاخص به عنوان روشی استاندارد در توسعه شاخص های کیفی در مرحله انتخاب، گزینش گروهی از پارامترهای کیفی آب با ماهیت مشابه مورد تاکید قرار می گیرد(عابسی و همکاران،۱۳۹۰).

$$GWQI=\sum_{i=1}^{i} wi\,\frac{Ci}{CSi} \qquad (۱)$$

i شمارشگرپارامتر های مورد استفاده در محاسبه شاخص، wi وزن نسبی هر پارامتر، ci غلظت هرکدام از پارامتر ها، csi غلظت استاندارد هر کدام از پارامتر ها.

پارامتر هایی که بر این شاخص تاثیر گذارند شامل Cl^-،K^+، So_4^{2-}،Mg^{2+}،Ca^{2+}،Na^+،TDS،pH .

• شاخص کیفی آب(WQI)

پایه و اساس روشWQI بر وزن دهی به پارامتر هایی است که دارای بیشترین اهمیت در آب شرب هستند(طالبی و همکاران،۱۳۹۶). این شاخص بر اساس پارامتر های کیفی آب، کیفیت آب جهت مصارف آشامیدنی، و آبیاری با تبدیل به یک عدد واحد بیان می کند(Yogendra,2008). جهت تخمین شاخص WQI به این صورت عمل می شود که ابتدا به هرکدام از پارامتر ها یک وزن عامل تعلق می گیرد(w_i) این وزن بر اساس میزان اهمیت پارامتر در آشامیدن به پارامتر ها تعلق می گیرد. بیشترین وزن مربوط به پارامتری است که دارای بیشترین اهمیت باشد. شاخص WQI با استفاده از روابط (۲) تا (۵) قابل محاسبه است.

$$WQI=\frac{\sum_{i=1}^{n} qi*wi}{\sum_{i=1}^{n} wi} \qquad (۲)$$

$$qi=\frac{va-vi}{si-vi} \qquad (۳)$$

$$wi=\frac{k}{si} \qquad (٤)$$

$$k=\frac{1}{\sum(1/si)} \qquad (۵)$$

va:مقدار پارامتر i در زمان نمونه برداری،vi :مقدار پارامتر i در زمان ایده آل(برای اکسیژن ۱۴/۵برای pH ،۷ و برای سایر پارامتر ها صفر است).

جدول ۱- وضعیت کیفیت آب متناظر با شاخص WQI

محدوده	وضعیت
<۵۰	عالی
۵۰-۱۰۰	خوب
۱۰۰-۲۰۰	ضعیف
۲۰۰-۳۰۰	خیلی ضعیف
>۳۰۰	نامناسب

- **نمودار شولر**

در روش طبقه بندی شولر آب ها را به شش خوب، قابل قبول، مناسب، بد، قابل شرب در شرایط اضطراری و غیرقابل شرب تقسیم می کند. در نمودار شولر با مشخص کردن مقادیر هر یک از کاتیون ها (Na, K, Mg, Ca) و آنیون ها (Cl, SO4, HCO3) و نیز درجه سختی آب (TH) که در آزمایشگاه اندازه گیری شده اند بر روی محورهای متناظر با آنها، و اتصال نقاط روی این محورها میتوان کلاس کیفی آب را تعیین نمود. جدول۲ مقادیر پارامترهای مختلف برای طبقه بندی کیفیت آب برای مصارف شرب را نشان میدهد(عاشورنیاء و همکاران،۱۳۹۹)

جدول ۲- مقادیر پارامترهای مختلف طبقه بندی کیفیت آب برای مصارف شرب

طبقه بندی	TDS (mg/l)	TH (mg/lCaco3)	Na^+ (mg/l)	Cl^- (mg/l)	So_4 (mg/l)
خوب	۵۰۰>	۲۵۰>	۱۱۵>	۱۷۵>	۱۴۵>
قابل قبول	۵۰۰–۱۰۰۰	۲۵۰–۵۰۰	۱۱۵–۲۳۰	۱۷۵–۳۵۰	۱۴۵–۲۸۰
نامناسب	۲۰۰۰–۱۰۰۰	۵۰۰–۱۰۰۰	۲۳۰–۴۶۰	۳۵۰–۷۰۰	۲۸۰–۵۸۰
بد	۲۰۰۰–۴۰۰۰	۱۰۰۰–۲۰۰۰	۴۶۰–۹۲۰	۷۰۰–۴۰۰۰	۵۸۰–۱۱۵۰
قابل شرب در شرایط اظطراری	۴۰۰۰–۸۰۰۰	۲۰۰۰–۴۰۰۰	۹۲۰–۱۸۰۰	۱۴۰۰–۲۸۰۰	۱۱۵۰–۲۲۴۰
غیر قابل شرب	۸۰۰۰۰<	٤۰۰۰<	۱۸۴۰<	۲۸۰۰<	۲۲۴۰<

نمودار ویلکاکس

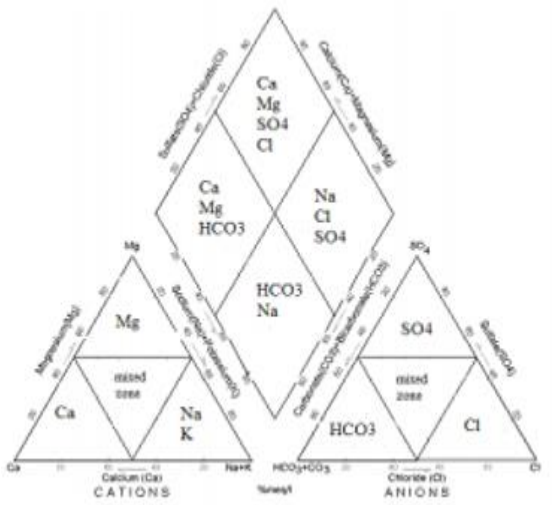
دیاگرام ویلکاکس بر اساس مقادیر هدایت الکتریکی(EC) املاح محلول در آب در کلاس های متفاوت است(Sunkari & Suchullo,2019). در طبقه بندی ویلکاکس دو عامل هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم SAR(خطر قلیایی شدن) برای تعیین کیفیت مصارف کشاورزی در نظر گرفته شده و هر یک به چهار قسمت تقسیم می شود که در مجموع شانزده کلاس کیفیت آب را ایجاد می کند که در آن S نماینده SAR و C نشان دهنده هدایت الکتریکی است. گروه های مختلف ذکر شده در نمودار ویلکاکس در قالب آب های خیلی خوب(C1S1)، خوب(C2S2،C2S1 و C1S2)، متوسط(C1S3، C2S3، C3S1، C3S2 و C3S3) و نامناسب طبقه بندی می شود(ملکی و همکاران،۱۳۹۷).

جدول ۳- طبقه بندی کیفیت منابع آب بر طبق شاخص ویلکاکس

کشاورزی	کیفیت آب	طبقه بندی آب
کاملا بی ضرر	آب شیرین	C1S1
تقریبا مناسب	کمی شور	C1S2- C2S2- C2S1
استفاده در مواقع ضروری	شور	C1S3- C2S3- C3S1- C3S2- C3S3
مضر برای کشاورزی	خیلی شور	C1S4- C2S4- C3S4- C4S4- C4S3

نمودار پایپر

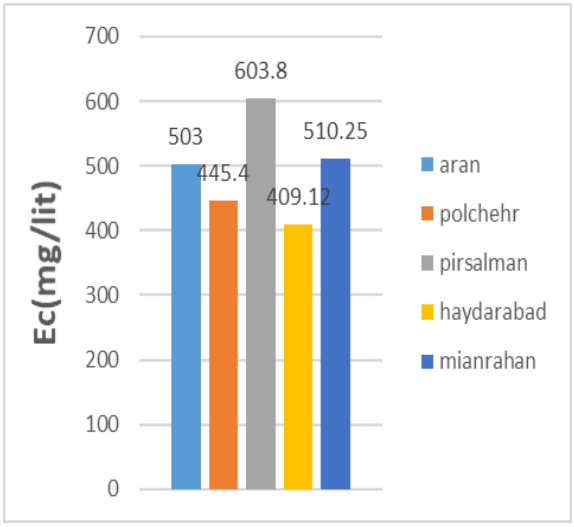
از این نمودار جهت دسته بندی نمونه ها و تعیین تیپ شیمیایی آب استفاده میشود. مقدار کل آنیونها و کاتیونها ۱۰۰ در نظر گرفته میشود و درصد یونها روی مثلثهای کناری علامتگذاری شده و نقاط متناظر روی مثلثهای کناری بر روی لوزی میانی تصویر میشوند. در نهایت قضاوت در مورد تیپ کیفی آب توسط نمودار پایپر (شکل۲) با توجه به منطقه تمرکز نقاط انجام میشود. در این طبقه بند ی ، آبها براساس کاتیون ها به سه رخساره منیزییک، کلسیک و سدیک و نیز بر پایه آنیونهـا بـه سه تیپ کربناته ، سولفاته و کلروره تقسیم بندی می شوند(زارع گاریزی و همکاران،۱۳۸۸).



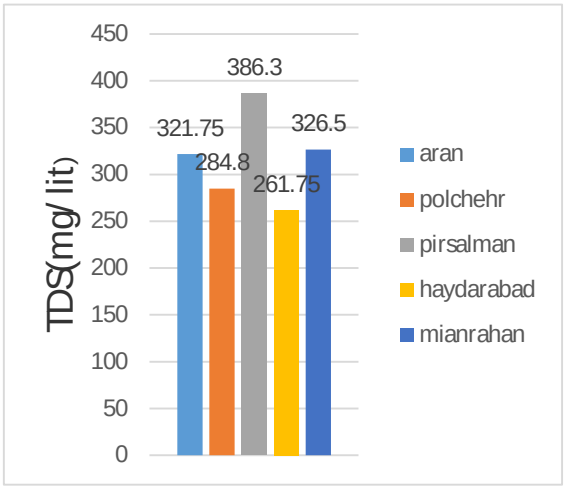
شکل ۲- نمودار پایپر

۳- نتایج

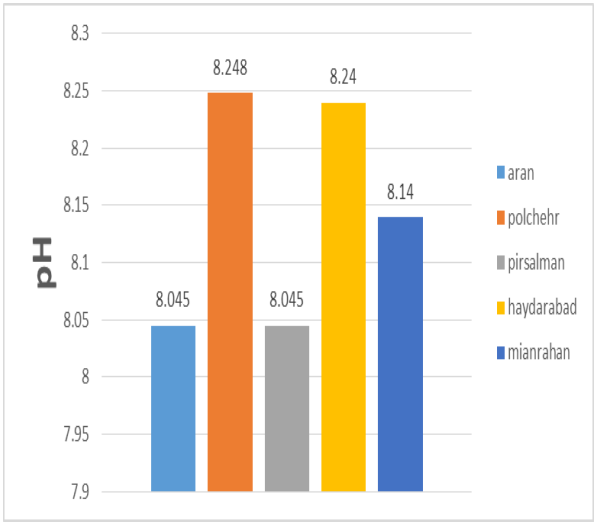
در این مطالعه پارامترهای کیفی، پارامتر TDS ، pH، ECکه بـه ترتیـب از مهـم تـرین شاخصهای کیفی در بخشهای شرب، صـنعت و کشـاورزی هستند، در حوضه آبریز گاماسیاب مورد بررسی قرار گرفت. بـا توجـه به شکل (۲) ، (۳) و (۴) میانگین تغییرات pH در پنج ایستگاه بین ۸/۰۴۵ تا ۸/۲۴ است، میانگین تغییرات TDS بین ۲۶۱/۷۵ تا ۳۸۳/۳ است و میانگین تغییرات Ec بین ۴۰۹/۱۲ تا ۶۰۳/۸ می باشد. در شکل۵- وضعیت مقادیر پارامتر های کیفی $So4^{2-}$،Cl^{-}،Hco^{3-} Mg^{2+}،$Ca^{2+,}$ و Na^{+} برای ایستگاه های آران، پلچهر، پیرسلمان، حیدرآباد و میانراهان نشان داده شده است. بررسی هیدروشیمی نمونه آب ها با استفاده از داده ها بدست آمده از آنالیز کیفی آب ارائه شده، به صورت نمودهای پایپر، شولر و ویلکاکس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.



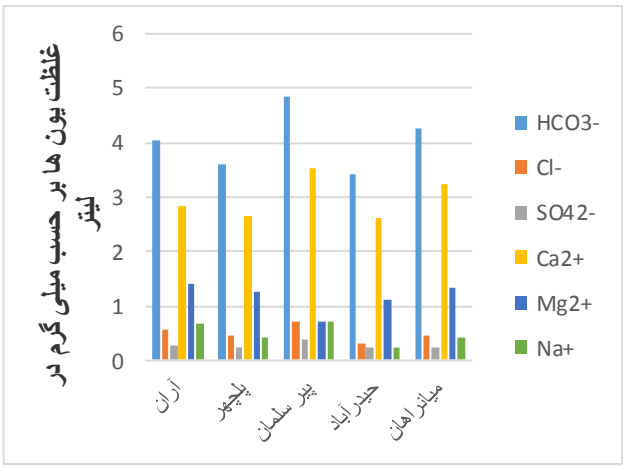
شکل۳- نمودار تغییرات میانگین پارامتر Ec درپنج ایستگاه حوضه آبریز گاماسیاب



شکل ٤- نمودار تغییرات میانگین پارامتر TDS درپنج ایستگاه حوضه آبریز گاماسیاب



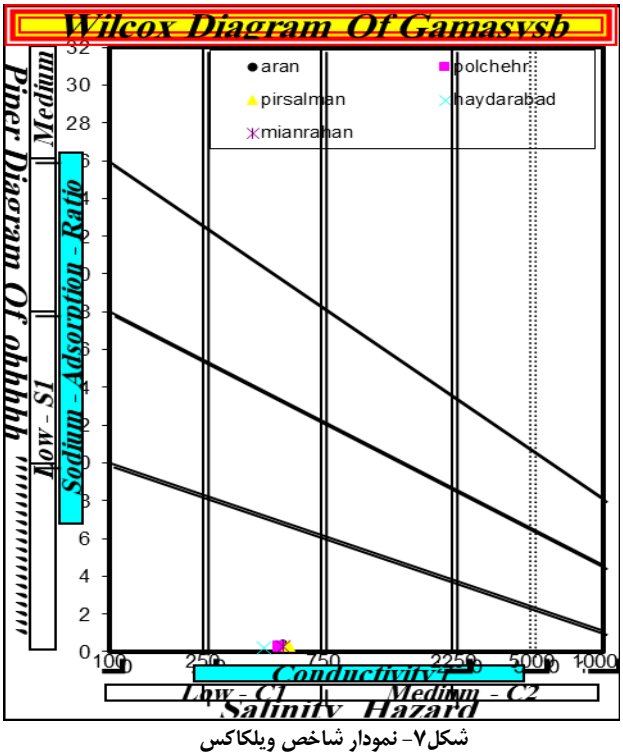
شکل ٥- نمودار تغییرات میانگین پارامتر pH درپنج ایستگاه حوضه آبریز گاماسیاب



شکل ٦- نمودار تغییرات میانگین پارامترهای $So4^{2-}$،Cl^{-}،Hco^{3-} و Mg^{2+}،Ca^{2+}، Na^{+} در پنج ایستگاه حوضه آبریز گاماسیاب

نتایج حاصل از بررسی نمودار ویلکاکس

طبق نمودار ویلکاکس تمام نمونه در محدوده کلاس C_2S_1 قرار دارند که این موضوع نشان دهنده آب با کیفیت خوب(کمی شور–مناسب برای کشاورزی) برای آبیاری وکشاورزی در این محدوده می باشد. بنابراین با مدیریت صحیح می توان از آن برای کشاورزی استفاده کرد. شکل ۷ نتایج بررسی دیاگرام ویلکاکس برای ایستگاه های مورد مطالعه را نشان می دهد:



شکل۷- نمودار شاخص ویلکاکس

طبق نتایج بدست آمده از نمودار ویلکاکس و جدول ۳–حداقل و حداکثر مقدار میانگین پارامتر EC(میکروزیمنس بر سانتی متر) و مقدار پارامتر نسبت جذب سدیم(SAR) به ترتیب مربوط به ایستگاه های حیدر آباد و آران می باشد. ایستگاه های مورد بررسی از لحاظ خطر شوری خاک در جدول ۴ در ردیف C_2 قرار می گیرند. این نتایج نشان می دهد که آب رودخانه در حوضه گاماسیاب برای مصارف کشاورزی

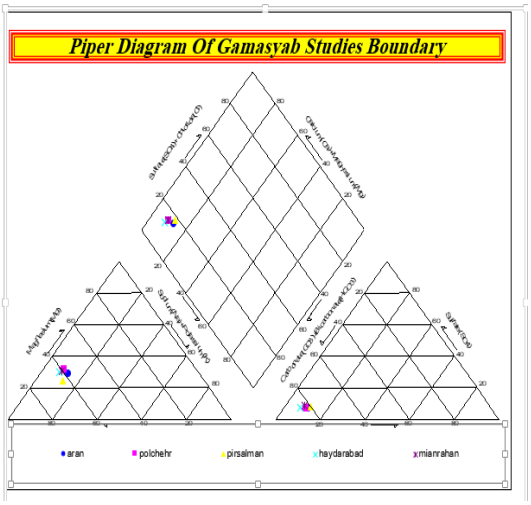
مناسب است.. همچنین آب ایستگاه های مورد بررسی دارای خطر قلیایی شدن کمتری هستند و در ردیف S_1 قرار می گیرند. بنابراین کیفیت آب برای تمام ایستگاه ها در محدوده کمی شور-مناسب برای کشاورزی و برای مصارف در وضعیت قابل قبول می باشد.

جدول ٤- کلاس بندی کیفیت آب هر کدام از ایستگاه ها بر اساس شاخص ویلکاکس برای مصارف کشاورزی

ردیف	محل نمونه برداری	SAR	EC (میکرو موس بر سانتی متر)	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
۱	آران	۰/۳٦	۵۰۸	C_2S_1	کمی شور-مناسب برای کشاورزی
۲	پلچهر	۰/۲۵	٤۸٦	C_2S_1	کمی شور-مناسب برای کشاورزی
۳	پیرسلمان	۰/۳۵	۵۳۱	C_2S_1	کمی شور-مناسب برای کشاورزی
٤	حیدرآباد	۰/۱۸	٤۲۰	C_2S_1	کمی شور-مناسب برای کشاورزی
۵	میانراهان	۰/۲۵	۵۰٤	C_2S_1	کمی شور-مناسب برای کشاورزی

نتایج حاصل از بررسی نمودار پایپر

نمودار پایپر برای نمونه های آب مورد بررسی در حوضه گاماسیاب بررسی و در شکل ۸ ارائه شده است. بر اساس نمودار پایپر رخساره آب کلسیت و تیپ آب شیرین می باشد.



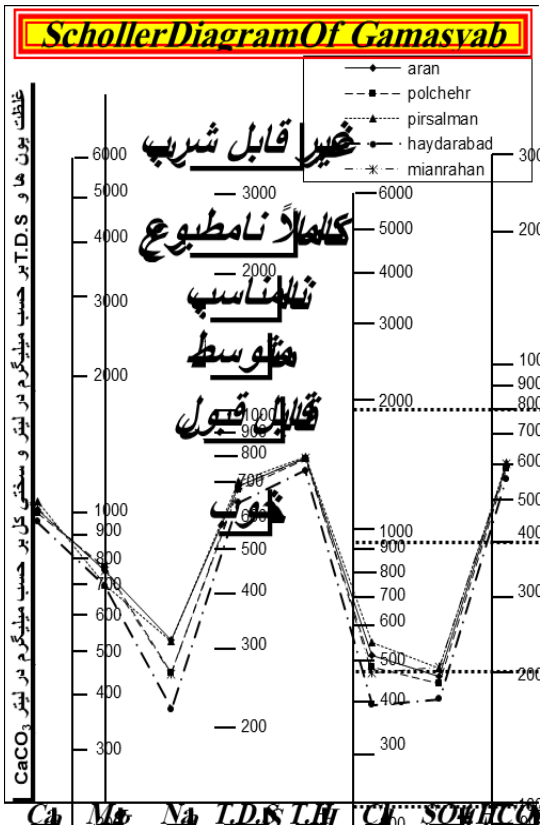
شکل۸- نمودار شاخص پایپر

جدول۵-تیپ و رخساره آب بر اساس شاخص دیاگرام پایپر

ردیف	محل نمونه برداری	غلظت آنیونها	غلظت کاتیونها	تیپ آب	رخساره آب	تیپ و رخساره
۱	آران	HCO_3>CL>SO_4	Ca>Mg>Na+K	بی کربناته	کلسیت	بی کربناته کلسیت
۲	پلچهر	HCO_3>CL>SO_4	Ca>Mg>Na+K	بی کربناته	کلسیت	بی کربناته کلسیت
۳	پیرسلمان	HCO_3>CL>SO_4	Ca>Mg>Na+K	بی کربناته	کلسیت	بی کربناته کلسیت
۴	حیدرآباد	HCO_3>So_4>Cl	Ca>Mg>Na+K	بی کربناته	کلسیت	بی کربناته کلسیت
۵	میانراهان	HCO_3>So_4>Cl	Ca>Mg>Na+K	بی کربناته	کلسیت	بی کربناته کلسیت

نتایج حاصل از بررسی نمودار شولر

براساس نتایج بدست آمده از نمودار شولر آب رودخانه ها از نظر شرب بر اساس شاخص شولر از لحاظ سختی و بی کربنات در حد قابل قبول و از نظر بقیه پارامتر ها در محدوده خوب قرار دارند. تمام نمونه های آب در ایستگاه های مورد مطالعه دارای غلظت TDS کمتر از مجاز هستند که مطابق استاندارد شرب در طبقه آب بسیار خوب قرار می گیرند. شکل ۹ نتایج بررسی دیاگرام شولر برای ایستگاه های مورد بررسی را نشان می دهد:



شکل ۹-نمودار شاخص شولر

نتایج حاصل از محاسبه شاخص WQI

جهت محاسبه این شاخص از ۱۰ پارامتر شامل : so_4 ،cl ،Hco_3، Na^+ ،Mg^{2+} ،Ca^+ ،TDS ،EC ، pH و SAR استفاده شده است. نتایج حاصل از محاسبه شاخص WQI در جدول (۶) نشان می دهد که تمام ایستگاه ها از نظر این شاخص در محدوده عالی قرار دارند.

جدول ٦- نتایج شاخص WQI

ایستگاه	مقدار شاخص	وضعیت
آران	۱۰/۸۷	عالی
پلچهر	۱۳/۰۰	عالی
پیرسلمان	۳۳/۲٤	عالی
حیدرآباد	۲۵/۳۳	عالی
میانراهان	۱۲/۷۹	عالی

نتایج حاصل از محاسبه شاخص GWQI

برای محاسبه این شاخص از اطلاعات داده های کیفی چاه های مورد نظر برای هر زیر حوضه استفاده شده است. نتایج بررسی های حاصل از این شاخص در جدول ۷ نشان دهنده کیفیت عالی برای منابع آب زیرزمینی در دشت های مورد مطالعه می باشد.

جدول ۷- نتایج شاخص GWQI

محدوده	مقدار شاخص	وضعیت
آران	۱۲/۱۹	عالی
پلچهر	۲۱/۸۳	عالی
پیرسلمان	۱۶/۶۳	عالی
حیدرآباد	۲۱/۸۳	عالی
میانراهان	۱۳/۲۳	عالی

٤- نتیجه‌گیری

در این تحقیق جهت بررسی کیفیت آب زیرزمینی برای شرب در حوضه گاماسیاب از دیاگرام شولر، و برای بررسی کیفیت آب کشاورزی از دیاگرام پایپر استفاده شد. همچنین جهت بررسی وضعیت کیفیت منابع آب سطحی از شاخص WQI و بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی از شاخص GWQI استفاده شد. نتایج نشان داد که طبق نمودار ویلکاکس تمام نمونه در محدوده کلاس C_2S_1 قرار دارند که این موضوع نشان دهنده آب با کیفیت خوب(کمی شور-مناسب برای کشاورزی) برای آبیاری وکشاورزی در این محدوده می باشد. . بر اساس نمودار پایپر رخساره آب کلسیت و تیپ آب شیرین می باشد. براساس نتایج بدست آمده از نمودار شولر آب رودخانه ها از نظر شرب بر اساس شاخص شولر از لحاظ سختی و بی کربنات در حد قابل قبول و از نظر بقیه پارامتر ها در محدوده خوب قرار دارند. نتایج حاصل از محاسبه شاخص های WQI و GWQI نشان دهنده کیفیت آب عالی برای آب های سطحی و زیرزمینی این حوضه می باشد.

منابع

- ابراهیمی ،ع. ، اسدی ، ح. ، فرهنگی ، م. ب. ، اشرف زاده ، ا. ۱۳۹۹. بررسی تغییرات زمانی و مکانی وضعیت آلودگی ، رسوب و شاخص WQI در رودخانه پسیخان در استان گیلان. فصلنامه بهداشت در عرصه دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی – دانشکده بهداشت و ایمنی. دوره ۸ ، شماره ۱ ، صص ۵۰-۳۲.
- پرستار ، س.، پور عشق ، ب. ، رضایی ، م.، درگاهی ، ع. پور عشق ، ی. وثوقی ، م. ۱۳۹۲ .ارزیابی کیفی آب رودخانه خلخال هیروچای خلخال بر اساس شاخص های کیفی NSFWQI و .WILCOX مجله سلامت و بهداشت ، ۴ (۳) ، ۲۷۳-۲۸۳.
- حافظ پرست ، م. ، سلیمی ، ف. ۱۳۹۶. پهنه بندی شاخص های هیدرولوژیکی کمی-کیفی (مطالعه موردی: استان کرمانشاه). سومین کنفرانس ملی مدیریت آب مزرعه.

- خلجی،م.، ابراهیمی،ع.، هاشمی نژاد،ه. ۱۳۹۶. ارزیابی کیفیت آب دریاچه سد زاینده رود با استفاده از شاخص کیفیت آب. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی) سال بیست و یکم، شماره یک. ص ۲۷۷-۲۶۵.
- سلیمانی ساردو ، م.، ولی ،ع. ، قضاوی ، ر.، سعیدی گراغانی،ح.ر. ۱۳۹۲. آنالیز و روندیابی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب، مطالعه موردی رودخانه چم انجیر خرم آباد. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب.شماره دوازدهم، سال سوم.، صفحات ۱۰۶-۹۵.
- رضایی ، ا. ، صیادی ، م.ح. ، رضایی ، م.ر ۱۳۹۴. ارزیابی کمی و کیفی بر اساس شاخص های کیفی آب برای استفاده شرب و کشاورزی، مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه قره سو، استان کرمانشاه. نشریه منابع آب و توسعه. سال سوم ، شماره (۱) متوالی (۹) .صفحه های ۹۳-۸۱.
- زارع گاریزی،الف.، شیخ، الف.، سعدالدین، الف.، سلمان ماهینی، الف. ۱۳۸۸. ارزیابی کیفیت شیمیایی آب های سطحی و بررسی تغییرات فصلی آن. همایش ملی مدیریت بحران آب. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرودشت.
- طالبی،ب.، سجادی،ن.، شارمد.ت. ۱۳۹۶.ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی و کشاورزی در چشمه های منطقه شمال دشت قزوین. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی. سال دوازدهم ، شماره دوم ، تابستان ۱۳۹۶.ص۱-۱۶.
- عابسی ، ع. ، سعیدی ، م .۱۳۹۰. توسعه شاخص کیفی آب های زیرزمینی در سطح استان قزوین. مجله علوم محیطی ، سال هشتم ، شماره سوم ،ص ۱۲۸-۱۱۷.
- عاشورنیاء ، م. ، کیانی صدر ، م. ، قنبری ، ف. ، کریمی ، م. ، پور عسکری ، م .۱۳۹۹. بررسی تاثیر شیرابه ناشی از دفن پسماندهای شهرستان رشت بر کیفیت آب زیرزمینی(مطالعه موردی: چاه های محدوده ی دهستان سراوان). مطالعات علوم محیط زیست ، دوره ۵ ، شماره ۳ ، فصل پاییز ، صفحات ۲۹۰۵-۲۹۱۲.
- مظفری ، س. ، بنی حبیب ، م.ا. ، جوادی ، س. ، کاردان مقدم ، ح. ۱۳۹۹.توسعه شاخص های کیفی برای ارزیابی آب زیرزمینی و پیش بینی تغییرات آن با مدل شبکهء بیزین (مطالعه موردی: دشت زنجان) . اکوهیدرولوژی. دوره ۷. شماره ۱. صفحات ۲۶۳-۲۷۵.
- ملکی ،ع. ، ناصحی پیکانی ، ط. ، شریفی پور ، م. ۱۳۹۷. بررسی شاخص های کیفیت آب رودخانه خرم آباد از دیدگاه کشاورزی. همایش ملی راهبردهای های مدیریت منابع آب و چالش های زیست محیطی. صفحات ۱-۱۰.
- Alobaidy, A. H. M. J., Abid, H. S. and Moulood, B. K.2010. Application of water quality index for assessment of Dokan Lake Ecosystem. DOI:10.4236/jwarp. 2010.29093.Borai, A. A., et al. 2001. Monitoring and statistical evaluation of heavy metals in airborne particulates in Cairo, Egypt, E. H. Chromatography, Vol. 10, P. 261–269.
- Esmeray, E., & Gökcekli, C.. 2020. Assessment of groundwater quality for drinking and irrigation purposes in Karabuk province, Turkey. Environmental Earth Sciences, 79(13), 1-17.
- Hui,T.Xiujuan.L .2020. Evalation of Drinking Water Quality Using the Water Quality Index (WQI),the Synthetic Pollution Index (SPI) and Geospatial Tool in Lianhuasha District,China. Polish Journal of Environmental Studies 30(1).
- Khalaji, M., Ebrahimi, A., Hasheminejad, H. 2017. Evaluation of water quality of Zayandehrud dam lake using water quality index in 2013. Journal of Water and Soil Sciences (Agricultural Science and Technology and Natural Resources). Twenty-one years. number one. Pages277-265.
- Leg,OO,Okunola,N,Obasju,DO,Omrinoye,OA. 2017. Hydrochemical Evaluation of Water Resources in low southweastern Nigeria.Ethiopian Jouranl of Environmental Studies &Management 10(7),958-967.
- Mirzaei,M,Atkenhead ,J,Mirzaei,F.2018. Evaluation of multiple Water quality indices for drinking and irrigation Purposes for the Karoon rive, Iran.Environmental geochemistry and health.40(6),2707-2728.
- Mirzaei,M,Atkenhead ,J,Mirzaei,F.2018. Evaluation of multiple Water quality indices for drinking and irrigation Purposes for the Karoon rive, Iran.Environmental geochemistry and health.40(6),2707-2728.
- Ndoye,S.,Fontaine,c.,Gaye,CB,.Razack,M. 2018. Groundwater quality and suitability for different uses in the Saloum area of Senegal.Water 10(12),1837.
- Nezhad MF, Abbasi M, Markarian S. 2019. A novel method for modeling effluent quality index using Bayesian belief network. International Journal of Environmental Science and Technology.;16(11):7071-80.
- Esmeray, E., Gökcekli, C. 2020. Assessment of groundwater quality for drinking and irrigation purposes in Karabuk province, Turkey. Environmental Earth Sciences, 79(13), 1-17.
- Sunkari,ED.,Abu,M,Suchullo,P. 2019. Hydrogeochemical appraisal of ground water quality in the Ga west municipality Ghana: implication for domestic and irrigation purposes.Ground water for Sustainable Development,8,501-511.
- Yogendra KP, E.T. 2008. Determination of water quality index and suitability of urban water body in Shimoga Town, Karnataka. Conference Proceedings of the 12th World Lake Conference,Taal.