

ارزیابی کیفی منابع آب سطحی حوضه آبخیز هیو

حسین یوسفی^{۱*}، علی محمدی^۲، یونس نوراللهی^۳، سید جواد ساداتی نژاد^۴

۱ و ۳. استادیار دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

۴. دانشیار دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۱۳۹۴/۱۲/۰۲؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۵/۰۵/۱۹)

چکیده

کیفیت آب در هر محل منعکس کننده اثر عوامل مختلف مانند زمین‌شناسی، اقلیم و منابع آلاینده انسانی است و پایش کیفیت منابع آب اغلب موجب تولید داده‌های پیچیده‌ای می‌شود که حاوی اطلاعات غنی درباره رفتار منابع آب هستند و نیاز به روش‌های مناسبی برای تحلیل و تفسیر دارند. در این مطالعه ارزیابی هیدروژئوشیمیایی منابع آب حوضه آبخیز هیو انجام شده است که در غرب شهر هشتگرد قرار دارد. به منظور اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی، در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ از منابع آب سطحی این حوضه نمونه‌برداری شد و در مجموع ۱۲ نمونه آب جمع‌آوری و بررسی شده است. کیفیت آب براساس نمودار ویلکوکس برای نمونه‌های آب در رده C_2S_1 قرار گرفت که به منظور کشاورزی مناسب است. با توجه به نمودار شولر که به منظور تعیین کیفیت کلی آب برای شرب به کار می‌رود، آب منطقه در رده قابل قبول قرار گرفته است که با مقایسه نتایج به دست آمده با استانداردهای ایران و جهان، مصرف آن از لحاظ شرب بدون مانع است. با توجه به نمودار پایپر که نشان‌دهنده تیپ هیدرووشیمیایی آب است، مشخص شد که منابع آب سطحی حوضه آبخیز هیو در رده $CaSO_4$ (انیدریت) است که نشان‌دهنده وجود سنگ‌های تبخیری در این منطقه و $CaHCO_3$ که بیانگر آب‌های سخت است.

کلیدواژگان: حوضه آبخیز هیو، شولر، کیفیت آب، منابع آب، ویلکوکس.

مقدمه

آب استفاده شده برای آشامیدن در کشورها تا ۹۰ درصد و در مناطق روستایی هم به مقدار فراوانی از آب زیرزمینی تأمین می‌شود. آب‌های سطحی و منابع آبی دیگر، توسط منابع و روش‌های مختلفی آلوده و برای آشامیدن و استفاده نامناسب می‌شوند [۱]. با توجه به این واقعیت کیفیت آب نامطلوب در جوامع روستایی سبب بروز بیماری به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه می‌شود؛ پس از دیدگاه سلامت، اقتصاد و حقوق بشر، تأمین آب با کیفیت مناسب برای مصارف مختلف برای مناطق روستایی باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد [۲].

در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، دفع فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی به رودخانه‌ها، درحالی‌که عمل تصفیه روی آنها صورت نگرفته و یا به‌صورت ابتدایی تصفیه شده‌اند، روش متداولی به‌شمار می‌آید. این امر سبب شده است نگرانی‌های جدی دربارهٔ پایین آمدن شدید کیفیت رودخانه‌ها به‌وجود آید [۳]. به‌طور کلی، این باور پذیرفته شده است که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محیط‌های آبی می‌تواند منعکس‌کنندهٔ واقعی وضعیت سلامت یک اکوسیستم باشد [۴]. نگرانی‌ها پیرامون کیفیت آب‌های سطحی و تأثیرات مضر که بر اراضی و محیط آبی اطراف می‌گذارند، به سبب نامناسب بودن محل دفن زباله‌های واحدهای صنعتی به‌آرامی ظهور می‌کند. همچنین باید در نظر داشت که تأثیرات بعدی آن بر جوامع محلی خواهد بود [۵]. روزبه‌روز کیفیت آب به‌دلیل فعالیت‌های انسان و ورود آلاینده‌های مختلف به آب تغییر کرده است که این امر بر زندگی بشر تأثیر دارد و کاربری آب را در بخش‌های گوناگون کشاورزی شرب و... تغییر می‌دهد. در این زمینه همواره از روش‌های مختلفی به‌منظور پایش کیفیت آب استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به رسم نمودارهای مختلف در این زمینه برای آشکارشدن بهتر وضعیت منابع آبی اشاره کرد [۶]. تحقیق حاضر با استفاده از نمودارهای مرسوم در این زمینه، به‌منظور روشن‌شدن وضعیت منابع آب سطحی حوضهٔ آبخیز هیو انجام شده است.

پیشینه تحقیق

از آنجا که شناخت و بررسی کیفیت منابع آب در مدیریت و استفادهٔ بهینه از آن اهمیت زیادی دارد، بحث آنالیز کیفیت منابع آبی در دنیا و کشور ایران از سال‌های خیلی

دور با دیدگاه سلامت مردم مورد توجه قرار گرفت. تحقیقات متعددی در این مورد انجام شده است که در اینجا به نمونه‌هایی اشاره می‌شود:

خمر و همکارانش (۱۳۹۰) به بررسی کیفیت منابع آب در منطقهٔ معدنی کوه‌زر در غرب تربت حیدریه پرداختند و پس از اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون‌های نمونه‌های برداشت‌شده از منابع آب زیرزمینی، تیپ آب منطقه را براساس نمودار پایپر، Na-Cl و Na-HCO₃ تعیین و کیفیت آب را براساس نمودارهای شولر و ویلکوکس، از نظر شرب و کشاورزی نامناسب معرفی کردند [۷].

ناصری و همکارانش (۱۳۸۹) در بررسی هیدروژئوشیمیایی منابع آب حوضهٔ آبخیز دامنهٔ سهند با استفاده از ترسیم دیاگرام پایپر در کلیهٔ نواحی منطقه، تیپ آب زیرزمینی را از نوع کلسیم-سدیم بی‌کربناته معرفی کردند. همچنین کیفیت آب زیرزمینی را از نظر شرب و کشاورزی، خوب دانستند [۸]. پناهی و همکارانش (۱۳۸۹) در تحقیقی به‌منظور بررسی کیفی منابع آب قسمت مرکزی کرمانشاه برای کشاورزی از نمودارهای پایپر و ویلکوکس استفاده کردند. در این تحقیق از نتایج نمونه‌برداری ۱۲ ایستگاه در دشت‌های مختلف این استان استفاده و مشخص شد که بیشتر منابع آب واقع در این دشت‌ها از لحاظ شوری نسبتاً مناسب است [۹].

پاتل و همکارانش (۲۰۱۶) برای بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقهٔ ساراناموکی هندوستان از نمودارهای ویلکوکس و پایپر استفاده کردند. نتایج به‌دست‌آمده از این نمودارها نشان داد مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی برای مصارف کشاورزی و نفوذ فاضلاب شهری به داخل زمین به‌شدت کیفیت آب این منطقه را تحت تأثیر قرار داده است [۱۰].

سیت و همکارانش (۲۰۱۶) در بررسی هیدروژئوشیمیایی منابع آب منطقهٔ کومان هندوستان، ۱۰ محل نمونه‌برداری در ۵ رودخانهٔ مختلف این منطقه مشخص کردند، در این مطالعه مقدار TDS، TH، EC و مقدار آنیون‌ها و کاتیون‌ها بررسی شد. برای بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی از نمودار پایپر استفاده شده است. در نتیجهٔ این مطالعه مشخص شد که مقدار TDS و TH همهٔ رودخانه‌ها بسیار زیاد است، ولی با توجه به استانداردهای موجود کشور، وضعیت آن بحرانی نیست. براساس نمودار پایپر نیز مشخص شد که تیپ

Na-HCO₃-Cl تعیین شد و براساس نمودار ویلکوکس منابع آب در رده C₁S₁ و C₂S₁ قرار گرفت [۱۳].

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعه شده

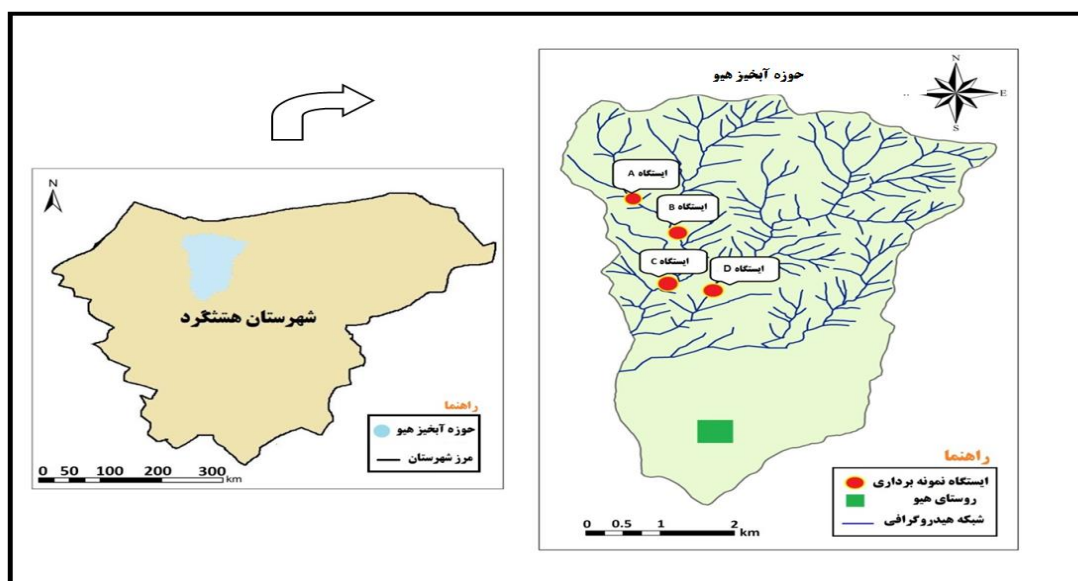
هیو، منطقه‌ای از توابع بخش مرکزی شهر جدید هشتگرد است. نزدیک‌ترین شهر به آن از استان قزوین، آبیک و از استان تهران نظرآباد است. این منطقه در جنوب شهر طالقان قرار دارد. حوضه مطالعه شده در محدوده ۱۰° ۳۶' تا ۶۰° ۳۶' عرض شمالی و ۴۱° ۵۰' تا ۴۴° ۵۰' طول شرقی واقع شده است. فاصله این منطقه تا شهر قزوین ۷۷ کیلومتر و تا شهر تهران ۶۵ کیلومتر است. حوضه آبخیز هیو در دامنه جنوبی کوه‌های البرز و حاشیه شمال کویر مرکزی ایران واقع شده و از لحاظ آب و هوا، بین اقلیم کوهستانی و آب و هوای نیمه‌خشک و خشک داخلی قرار گرفته است. بررسی آمار و اطلاعات ماهانه و فصلی بارندگی شهرستان هشتگرد نشان می‌دهد از مجموع بارندگی سالانه که ۳۷۳ میلی‌متر است، ۷۰ درصد آن در نیمه نخست سال زراعی (پاییز و زمستان) و ۲۸ درصد در سه‌ماهه سوم (بهار) و ۲ درصد نیز در فصل تابستان توزیع می‌شود.

شکل ۱ موقعیت منطقه مطالعاتی و ایستگاه‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

هیدروژئوشیمیایی همه رودخانه‌ها Ca-Mg-HCO₃ است [۱۱].

گوین و همکارانش (۲۰۱۵) برای بررسی کیفیت آب زیرزمینی در ویتنام به برداشت نمونه آب در دو فصل مرطوب و خشک از ۱۳ چاه دو آبخوان این منطقه اقدام کردند. ایشان در این مطالعه به منظور مقایسه کیفیت آب در این دو زمان از نمودارهای پایپر و گیپس استفاده کردند. نتایج بررسی‌ها نشان داد مقدار عناصر شیمیایی حداقل در ۳۰ درصد چاه‌های نمونه‌برداری شده، طی دو فصل بررسی شده با یکدیگر متفاوت است و مقدار بازه تغییرات برای کاتیون‌ها نسبت به آنیون‌ها بیشتر بوده است. همچنین ایشان خاطر نشان کردند که نمودار پایپر توانایی زیادی برای نمایش تغییرات در این منابع آبی دارد [۱۲].

امران خان و همکارانش (۲۰۱۳) کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی منطقه مادیا پرادش هند را بررسی کردند. بدین منظور ایشان در مجموع ۲۷ نمونه آب (۱۰ نمونه از منابع آب سطحی و ۱۷ نمونه از منابع آب زیرزمینی) جمع‌آوری کردند. برای تعیین غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها از روش حجم‌سنجی و برای تعیین وضعیت کلی منابع آب از نمودارهای پایپر و ویلکوکس استفاده شد. کیفیت منابع آب با استاندارد جهانی بهداشت مقایسه شد که براساس آن عناصری مثل کلسیم و منیزیم در بازه مطلوب قرار داشتند. تیپ آب در نمودار پایپر، Na-Cl و



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعه شده

سپس نمونه‌ها برای تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند.

مقدار اسیدیت و هدایت الکتریکی نمونه‌ها به ترتیب توسط دستگاه pH متر و دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد. آنیون‌ها و کاتیون‌ها براساس روش حجم‌سنجی (تیتراسیون)، در آزمایشگاه بررسی شدند. نتایج این آنالیزها به تفکیک ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ آورده شده است.

برای تعیین کیفیت شیمیایی منابع آب ابتدا نسبت به شناسایی و مکان‌یابی آبراه‌های منطقه اقدام شد. سپس به‌علت کوهستانی بودن منطقه و دسترسی نداشتن آسان به دیگر مناطق حوضه، ۴ ایستگاه که در مرکز و غرب این حوضه قرار دارند برای نمونه‌برداری انتخاب شدند. ۳ مرتبه در زمان‌های متفاوت (آذر، اسفند و اردیبهشت) از ایستگاه‌های تعیین‌شده، نمونه‌برداری شد و

جدول ۱. نتایج آنالیزهای شیمیایی نمونه‌های برداشت‌شده از منطقه مطالعاتی

نمونه	تاریخ نمونه‌برداری	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)	Na (mg/l)	EC (µmhos/cm)	pH	TDS (mg/l)
A1	۱۳۹۳/۹/۲۰	۰	۳۶۶	۲۴	۲۹/۶	۵۶	۶۳/۲	۱	۷/۶	۵۵۰	۶/۸	۳۵۰
B1	۱۳۹۳/۹/۲۰	۰	۳۱۷/۲	۲۰	۳۰	۸۰	۳۸/۹	۱	۱۳/۷	۵۷۰	۶/۴	۳۶۴
C1	۱۳۹۳/۹/۲۰	۰	۴۱۴/۸	۲۴	۲۷/۶	۸۸	۶۸	۰	۱۶/۸	۶۸۰	۶/۳	۴۵۴
D1	۱۳۹۳/۹/۲۰	۲۴	۲۶۸/۴	۲۴	۲۹/۲	۸۰	۵۸/۳	۰	۱۲/۷	۵۸۰	۷/۴	۳۷۱
A2	۱۳۹۳/۱۲/۲۱	۳۶	۲۸۰/۶	۲۴	۲۹/۲	۵۶	۱۰۲	۱	۱۲/۷	۳۵۶	۷/۷	۲۵۳
B2	۱۳۹۳/۱۲/۲۱	۳۶	۲۴۴	۲۸	۳۲	۶۴	۷۷/۸	۱	۱۲/۷	۳۳۸	۷/۶	۲۴۶
C2	۱۳۹۳/۱۲/۲۱	۲۴	۳۱۷/۲	۲۸	۲۷/۶	۷۲	۷۷/۸	۱	۱۰/۷	۳۷۸	۷/۶	۲۴۱
D2	۱۳۹۳/۱۲/۲۱	۳۶	۲۴۴	۲۴	۳۱/۲	۸۸	۴۳/۷	۱	۹/۷	۳۸۳	۷/۷	۲۴۵
A3	۱۳۹۴/۲/۱۰	۸۴	۲۳۱/۸	۲۴	۳۰/۸	۱۱۲	۱۴/۵	۱	۱۳/۷	۴۲۷	۷/۵	۲۷۳
B3	۱۳۹۴/۲/۱۰	۶۰	۳۷۸/۲	۲۰	۳۲	۸۰	۲۹/۱	۰	۱۲/۷	۴۳۰	۷/۵	۲۷۵
C3	۱۳۹۴/۲/۱۰	۹۶	۲۱۹/۶	۳۲	۳۰	۱۰۴	۱۴/۵	۱	۱۲/۷	۴۶۱	۷/۶	۲۹۵
D3	۱۳۹۴/۲/۱۰	۹۶	۲۰۷/۴	۲۰	۳۰/۴	۱۰۴	۱۴/۵	۰	۱۲/۷	۴۵۹	۷/۵	۲۹۳

یافته‌ها

سدیم، کلسیم و منیزیم و با استفاده از رابطه ۱ میزان جذب سدیم محاسبه می‌شود:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (1)$$

با توجه به مقدار سدیم، آب‌های کشاورزی در ۴ گروه S₁ تا S₄ طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۲). در کلاس S₁ میزان سدیم کم و تقریباً برای آبیاری کلیه گیاهان از نظر میزان جذب سدیم، مناسب‌ترین است. در کلاس S₄ میزان سدیم بسیار زیاد است و در شرایط ویژه‌ای می‌توان آن را برای مصارف کشاورزی استفاده کرد. کیفیت منابع آب براساس هدایت الکتریکی نیز در کلاس C₁ تا C₄ طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۳) [۱۴].

تحلیل منابع آب سطحی منطقه از نظر قابلیت کشاورزی براساس نمودار ویلکوکس

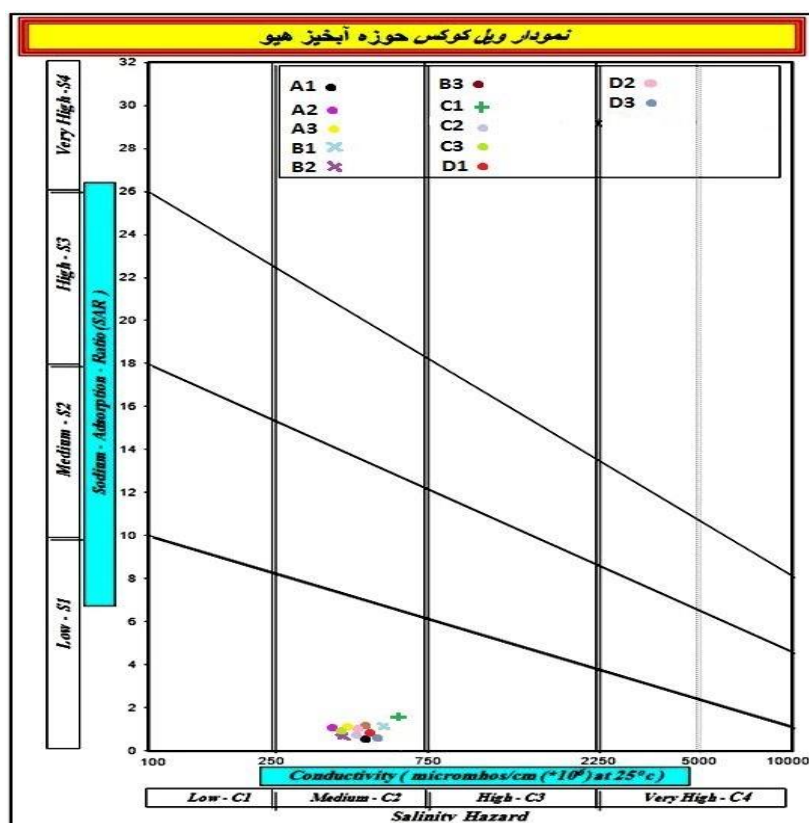
کیفیت منابع آب برای مقاصد کشاورزی براساس نسبت جذب سدیم، هدایت الکتریکی و یا روش ویلکوکس قابل طبقه‌بندی است. در این پژوهش میزان جذب سدیم (SAR) نمونه‌ها در طبقه عالی یا کلاس S₁ قرار گرفتند. اهمیت بررسی نسبت جذب سدیم از لحاظ کشاورزی این است که میزان سدیم نسبت به عناصر کلسیم و منیزیم بیشتر موجب چسبندگی ذرات خاک و کم‌شدن نفوذ و قابلیت زهکشی آن می‌شود. هرچه مقدار این عامل در آب بیشتر باشد، آب کیفیت پایین‌تری دارد. با توجه به میزان

جدول ۲. طبقه‌بندی آب برای کشاورزی براساس نسبت جذب سدیم یا خطر قلیایی شدن [۱۴]

SAR	کلاس	کیفیت آب
$10 >$	S ₁	عالی
۱۰-۱۸	S ₂	خوب
۱۸-۲۶	S ₃	متوسط
$26 <$	S ₄	ضعیف

جدول ۳. طبقه‌بندی آب برای کشاورزی براساس هدایت الکتریکی [۱۴]

EC (μmhos/cm)	کلاس	کیفیت از نظر خطر برای آب
۲۵۰-۱۰۰	C ₁	کم
۷۵۰-۲۵۰	C ₂	متوسط
۲۲۵۰-۷۵۰	C ₃	زیاد
$2250 <$	C ₄	خیلی زیاد



شکل ۲. نمودار ویلکوکس حوضه مطالعه شده

در زمینه مصارف آب در کشاورزی، آزمایشگاه شوری آمریکا (USSL)^۱ نیز جدولی به شرح زیر ارائه کرده است:

براساس نمودار ویلکوکس، کیفیت منابع آب سطحی حوضه برای مقاصد کشاورزی در رده C₂S₁ قرار گرفته است که نشان‌دهنده کیفیت خوب این منابع برای آبیاری است.

1. United States Salinity Laboratory

جدول ۴. طبقه‌بندی آب کشاورزی براساس USSL

نوع کیفیت آب برای کشاورزی	رده آب
شیرین- برای کشاورزی کاملاً بی‌ضرر	C ₁ S ₁
کمی شور- برای کشاورزی تقریباً مناسب	C ₁ S ₂ , C ₂ S ₂ , C ₂ S ₁
شور- برای کشاورزی با اعمال تمهیدات لازم، مناسب	C ₁ S ₃ , C ₂ S ₃ , C ₃ S ₁ , C ₃ S ₂ , C ₃ S ₃
خیلی شور- مضر برای کشاورزی	C ₁ S ₄ , C ₂ S ₄ , C ₃ S ₄ , C ₄ S ₄ , C ₄ S ₃ , C ₄ S ₂ , C ₄ S ₁

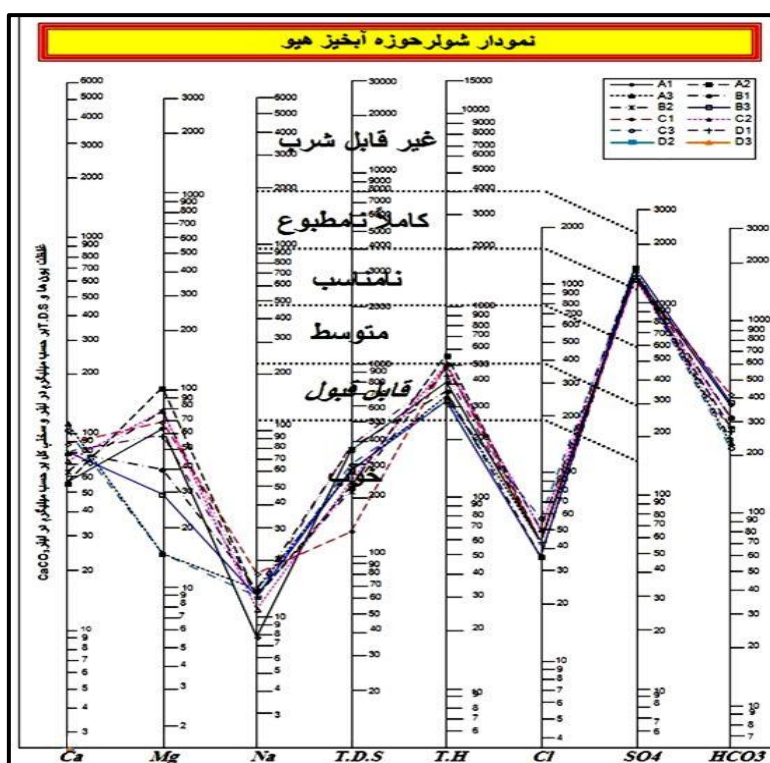
اصلی شیمیایی محلول، در یکی از طبقات ششگانه قرار می‌گیرند. طبقات ۱- ۶ به ترتیب معرف آب خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، کاملاً نامطبوع و غیرقابل شرب است. محور عمودی نیز شامل غلظت یون‌ها، TDS برحسب میلی‌گرم بر لیتر و سختی کل برحسب میلی‌گرم بر لیتر CaCO₃ است. شکل ۳ نمودار شولر حوضه مطالعه‌شده را به تصویر کشیده است. براساس نمودار شولر آب حوضه بررسی‌شده در رده قابل قبول برای شرب قرار دارد.

تحلیل منابع آب سطحی منطقه براساس نمودار پایپر یکی از روش‌های متداول تعیین تیپ (رخساره) هیدروشیمیایی آب) استفاده از نمودار پایپر است.

با توجه به جدول ۴، منابع آب سطحی حوضه مطالعه‌شده کمی شور و برای مصارف کشاورزی تقریباً مناسب است.

تحلیل منابع آب سطحی منطقه از منظر شرب با استفاده از نمودار شولر

براساس استاندارد، آب شرب باید ویژگی‌های شیمیایی خاص شیمیایی داشته باشد و املاح آن از حدود خاصی تجاوز نکند. به‌منظور طبقه‌بندی اجمالی منابع آب از نظر شرب، از نمودار شولر استفاده می‌شود. نتایج تجزیه و تحلیل شیمیایی روی یک نمودار منتقل می‌شود که این نمودار نشان‌دهنده تیپ‌های آب و مقایسه آنها با هم است. این نمودار که نشان‌دهنده اختصاصات عمده هیدروشیمیایی است، روی کاغذ نیمه‌لگاریتمی ترسیم می‌شود [۱۵]. براساس این نمودار منابع آب برحسب متغیر



شکل ۳. نمودار شولر حوضه مطالعه‌شده

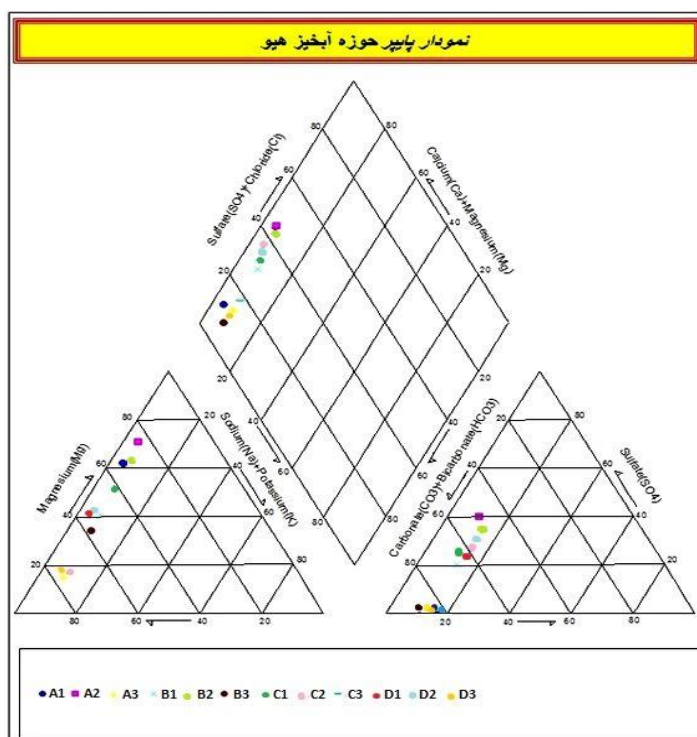
بر رشد گیاه مؤثرند، بلکه ویژگی آب را از نظر آبیاری و تأثیر آن بر نفوذپذیری خاک مشخص می‌سازند [۱۶]. همچنین نمودار پایپر براساس موقعیت مکانی برخی کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی نظیر Na, Ca, Mg, K و... برای تعیین تیپ و رخساره آب استفاده می‌شود [۱۷ و ۱۸].

براساس نمودار پایپر، ۸ رخساره شیمیایی زیر قابل تشخیص است (جدول ۵).

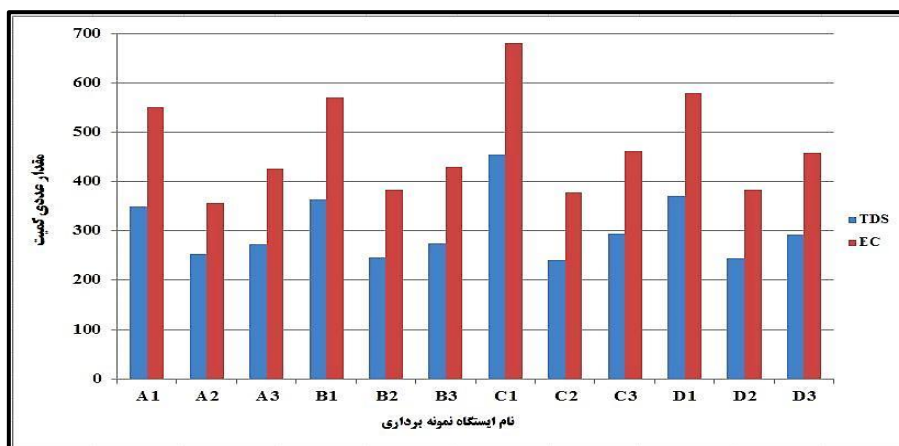
این ۸ رخساره می‌توانند در ۳ نوع (تیپ) اصلی قرار گیرند: آب‌های شیرین، آب‌های شور مزه و آب‌های ترکیبی. مهم‌ترین معیارهای کیفی در طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی، شوری و مقدار سدیم موجود در آن است زیرا این دو نهنه‌تها

جدول ۵. رخساره‌های هیدروژئوشیمیایی نمودار پایپر

Na-Cl-HCO ₃	Ca-Mg-Cl-HCO ₃	Na-HCO ₃	Ca-Mg-HCO ₃ -Cl
Na-Cl	Ca-Mg-HCO ₃	Na-HCO ₃ -Cl	Ca-Mg-HCO ₃



شکل ۴. نمودار پایپر حوضه مطالعه‌شده



شکل ۵. نمودار مقایسه TDS و EC در ایستگاه‌های مطالعه‌شده

در مقایسه نتایج به دست آمده از بررسی کیفیت آب‌های سطحی حوضه، مقادیر متوسط چند پارامتر اندازه‌گیری شده، با مقادیر متناظر آن پارامتر که در استاندارد ۱۰۵۳ ایران، استاندارد سازمان جهانی بهداشت (WHO) و آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA) وجود دارد، مقایسه شد که نتایج آن در جدول ۶ آمده است.

بر اساس جدول ۶ همه موارد بررسی شده، به جز منیزیم، در محدوده بسیار مطلوبی قرار دارند. شایان ذکر است که غلظت یون منیزیم موجود در منابع آب حوضه با توجه به استاندارد سازمانی جهانی بهداشت در محدوده مطلوب قرار دارد، ولی در استاندارد ۱۰۵۳ ایران، این غلظت از منیزیم قابل قبول نیست و بیش از مقادیر تعیین شده است.

شکل ۴ نشان داد منابع آب سطحی حوضه، در رده CaSO_4 و CaHCO_3 قرار دارد. با بررسی شکل ۵ مشخص می‌شود که در هر چهار ایستگاه، در نمونه‌برداری نخست (۱۳۹۳/۹/۲۰) مواد جامد محلول (TDS)^۱ و به دنبال آن مقدار هدایت الکتریکی آب (EC)^۲ در بیشترین مقدار خود قرار داشته است که می‌توان گفت پرآب بودن رودخانه و تلاطم بیشتر آب به علت فصل پاییز، علت اصلی این واقعه بوده است. در نمونه‌های بعدی با گذر زمان و نزدیک شدن به فصل بهار و تابستان مقدار آب در رودخانه کمتر شده و به تبع از تلاطم و جابه‌جایی آب کاسته شده و مقدار عددی دو پارامتر یاد شده هم کاهش یافته است. در واقع فصل بر مقدار عددی این دو پارامتر تأثیر مستقیم می‌گذارد [۱۹]. همچنین کمترین مقدار TDS و EC برای نمونه C₂ و بیشترین مقدار آن برای نمونه C₁ ثبت شده است.

جدول ۶. مقایسه پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده در حوضه با استانداردهای موجود (میلی‌گرم بر لیتر)

نام پارامتر	مقدار متوسط پارامتر اندازه‌گیری شده در حوضه مطالعاتی	استاندارد ۱۰۵۳ ایران	استاندارد سازمان جهانی بهداشت (WHO)	آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA)
pH	۷/۳	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹/۵	۶/۵-۹/۵
TDS	۳۰۵	۱۰۰۰	-	۵۰۰
Na	۱۲/۳	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
Cl	۲۴/۳	۲۵۰	-	۲۵۰
Mg	۵۰/۱	۳۰	۱۵۰	-
SO ₄	۲۹/۹	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰

بحث و نتیجه‌گیری^۱

آب از دو بعد بهداشتی و اقتصادی اهمیت دارد. از بعد اقتصادی به حرکت درآورنده چرخ صنعت و رونق‌بخش فعالیت کشاورزی است و از بعد بهداشتی آب با کیفیت، تضمین‌کننده سلامت انسان است. آب با شکل ظاهری و با وسعت محتوایی آن دنیای زنده دیگری است. تحقیق حاضر با هدف بررسی کیفیت آب به منظور مصارف کشاورزی و شرب انجام شده و بدین منظور اقدام به جمع‌آوری ۱۲ نمونه آب از حوضه آبخیز هیو شد. به منظور بررسی ویژگی‌های هیدروشیمیایی نمونه‌های آب، نمونه‌ها از طریق روش حجم‌سنجی بررسی شدند. برای روشن شدن وضعیت منابع

آب سطحی حوضه مطالعه شده، داده‌های به دست آمده از بررسی، در نمودارهای ویلکوکس، شولر و پایپر وارد شد. نتایج به دست آمده از نمودار ویلکوکس که کیفیت آب را برای مصارف کشاورزی نشان می‌دهد، رده آب C₂S₁ نشان داد، که بیان‌کننده کیفیت مناسب آب برای مصارف کشاورزی است. نمودار پایپر که وضعیت و تیپ هیدروشیمیایی غالب در آب را به تصویر می‌کشد، نشان داد که منابع آب سطحی موجود در حوضه در رده CaSO₄ (انیدریت) که نشان‌دهنده وجود سنگ‌های تبخیری در این منطقه و همچنین رده CaHCO₃ که بیانگر آب‌های سخت است، قرار دارد. نمودار شولر وضعیت کلی آب را برای مصارف شرب نمایش می‌دهد و با توجه به

3. World Health Organization
4. Environment Protection Agency

1. Total Dissolved Solids
2. Electrical Conductivity

- conference for applied research in water resources of Iran.2011; Kermanshah.[Persian].
- [9].Panahi M, Naseri AA, Behnia A, Veysi S. Qualitative evaluation of ground water resources of central regions of Kermanshah province for agricultural consumptions.First national conference for applied research in water resources of Iran. 2010; Kermanshah.[Persian].
- [10]. PatilPN, Sawant DV, Deshmukh RN. Physico-chemical parameters for testing of water- A review. International Journal of Environmental Sciences.2012;3(3):1194-1207.
- [11]. Seth R, Mohan M, Singh P, Singh R, Dobhal R, Singh K, et al. Water quality evaluation of Himalayan River of Kumaun region Uttarakhand India. Applied Water Sci.2016;7(6):137-147.
- [12]. Nguyen TT, Kawamura A, Tong TN, Nakagawa N, Amaguchi H, Gilbuena R. Hydro-chemical assessment of groundwater quality during dry and rainy seasons for the two main aquifers in Hanoi Vietnam. Environmental Earth Sci.2015;11(73):4287-4303.
- [13]. Khan I, Javed A, Khurshid S. Pysico-chemical analysis of surface and groundwater around Singrauli Coal Field District Singrauli Madhya Pradesh India. Environment Earth Sci.2013;8(68):1849-1861.
- [14]. Mahdavi M, Applied hydrology.8th edition. Tehran: University of Tehran;2013.
- [15]. Scholler H.La classification geochimique des eaux. I.A.S.H. publication.1964; 64(4): 16-24.
- [16]. Faridgigloo B, Najafinejad A, Moqanibilehsavar V, Qiasi A. Evaluation of water quality variation of Zarringolriver in Golestan province.Journal of Water and Soil Conservation.2013; 20(1): 77-96.
- [17]. Qasemi A, Zareabyaneh H, Sepehri N. Evaluation of water quality of Abshineh& Abbas abad rivers in Hamedan province. Third conference of watershed & Water and Soil management; 2007..Kerman.[Persian].
- [18]. Sedaqat M, Earth & Water resources(groundwater). 1stedition.Tehran: Payamenour university; 1378.
- [19]. Hajinezhad A, Servati P, Yousefi H. Assessing the impacts of the leaching of the landfill center on groundwater quality in Bojnourd municipality and design standard landfill or replace anaerobic digestive.Journal of Ecohydrology. 2015; 2(3): 301-310.
- این نمودار، آب حوضه برای مصارف شرب قابل قبول است. اما تنها به صرف نمودار شولر نمی‌توان انتظار داشت که آب حوضه با مشکلی مواجه نبوده و قابل توصیه برای شرب به مردم است، بدین جهت نتایج به دست آمده از بررسی ۶ عامل مهم در تعیین کیفیت آب، با ۳ استاندارد موجود در این زمینه مقایسه شد. خوشبختانه، با انجام این مقایسه مشخص شد که از ۶ عامل بررسی شده، تنها یون منیزیم در بازه مطلوب استاندارد ۱۰۵۳ ایران قرار ندارد و همه عوامل دیگر شرایط مطلوبی برای مصرف شرب دارند.

منابع

- [1].Solanki AS. Study of various water quality parameters with reference to human health- A case study of Bikaner city of Rajasthan. Journal of Chemistry.2013; 6(1):44-46.
- [2].Zhang J. The impact of water quality on health: evidence from the drinking water infrastructure program in rural China. J. Health Econ.2013; 31(4): 122-134.
- [3].Hadgu LT, Nyadawa MO, MwangiJK, Kibetu PM, Mehari BB.Application of Water Quality Model QUAL2K to Model the Dispersion of Pollutants in River Ndarugu, Kenya. Computational Water, Energy, and Environmental Engineering.2014; 3(5): 162-169.
- [4].Binghui Z, Kun L, Ruizhi L, Shuangshuang S, Lihui A. Integrated biomarkers in wild crucian carp for early warning of water quality in Hun River, North China. Journal of Environmental Sciences. 2014; 26(7): 909-916.
- [5].Islam SMN, Rahman SH, Rahman MM, Adyel TM, Yesmin RA, Ahmed MS, et al. Excessive turbidity removal from textile effluents using electrocoagulation technique. Journal of Scientific Research.2011; 3(3): 557-568.
- [6].LobatoT.C,HauserDavis RA, Oliveir. TF , Silveira AM , Silva HA , Tavares MR, et al. Construction of a novel water quality index and quality indicator for reservoir water quality evaluation: A case study in the Amazon.ournal of Hydrology.2015;522(3):674-683.
- [7].Khamr Z, Mahmoudiqaraie M, Omrani S, Sayare A. Evaluation of water quality in ZarkoohTorbatheydariéh. Forth conference of economic geology society of Iran.2011;Tabriz.[Persian].
- [8].Naseri N, Mohammad zadeh H, Ebrahim pour S. Hydro-chemical and budget eevaluation of Sahand watershed.2010. First national