

ارزیابی کیفی آب چاه‌های مصرفی در آبیاری فضای سبز شهر ملایر

مریم ابراهیمیان نجف‌آبادی^{۱*}، علیرضا ایلدرمی^۲، زینب خنیفر^۳

۱. دانش آموخته دکترا، دانشگاه ملایر دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، ایران
۲. استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، ایران
۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳

چکیده

فضای سبز به دلیل ارزش‌های محیط‌زیستی از اهمیت بالایی برخوردار است. آب‌های زیر زمینی از جمله مهم‌ترین منابع تامین کننده آب شیرین جهت آبیاری فضای سبز و کشاورزی می‌باشند که آلوده شدن آن‌ها تاثیرات عمده‌ای بر محیط‌زیست دارد. در این پژوهش با هدف ارزیابی کیفی آب چاه‌های مورد استفاده در آبیاری فضای سبز در شهر ملایر نمونه‌برداری در فصل تابستان سال ۱۳۹۸ از ۶ حلقه چاه فعال صورت گرفت. سپس پارامترهای هدایت الکتریکی، pH، کربنات، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شد و شاخص‌های نسبت جذب سدیم (SAR)، هدایت الکتریکی (EC)، درصد سدیم (Na%)، نسبت منیزیم (MR)، شاخص ویلکوکس (Wilcox)، خوردگی (CR)، شاخص نفوذپذیری (PI)، پتانسیل شوری (PS) کربنات و بی‌کربنات سدیم باقیمانده (RSC) جهت طبقه‌بندی کیفی آب از لحاظ کشاورزی و آبیاری محاسبه شد. با توجه به نتایج حاصل از محاسبه شاخص SAR، MR، PI و KR تمام ایستگاه‌ها در شرایط مطلوب و در طبقه خوب جهت استفاده به منظور آبیاری قرار دارند. بررسی درصد سدیم نشان داد که کمترین درصد سدیم مربوط به ایستگاه‌های پلاک هفده و بلوار حاج طوسی و بیشترین آن مربوط به ایستگاه چهار راه سعدی است. شاخص CR نشان داد که این شاخص برای تمام ایستگاه‌ها به جز ایستگاه شماره ۱۴ کمتر از یک و در حد مطلوب است. بر اساس شاخص PS بلوار حاج طوسی و پلاک ۱۷ دارای کیفیت عالی و سایر چاه‌ها در طبقه کیفی متوسط برای کشاورزی قرار گرفتند. همچنین کیفیت آب از لحاظ کربنات و بی‌کربنات سدیم باقیمانده، برای کل چاه‌ها به جز چاه بلوار حاج طوسی در محدوده کیفیت خوب برای کشاورزی قرار گرفت. کمترین مقدار کربنات سدیم باقیمانده مربوط به چاه بلوار حاج نظر و بیشترین آن مربوط به بلوار حاج طوسی به دست آمد. نتایج شاخص ویلکاکس بر اساس هدایت الکتریکی نیز نشان داد که چاه‌های چهار راه سعدی، باغ حاج نظر، چاه شماره ۹ و چاه شماره ۱۴ در طبقه متوسط از لحاظ شوری قرار می‌گیرند و چاه‌های بلوار حاج طوسی و پلاک ۱۷ از نظر شاخص ویلکاکس در طبقه خوب از لحاظ شوری قرار گرفتند. لذا کیفیت این دو چاه جهت آبیاری فضای سبز بهتر از سایر چاه‌ها است. با توجه به تمام پارامترها کیفیت آب ایستگاه پلاک ۱۷ از تمام ایستگاه از مطلوبیت بهتری برخوردار است، لذا به علت بالا بودن کیفیت آب این ایستگاه، می‌توان از آن جهت آبیاری مزارع کشت نشا استفاده نمود.

کلید واژه‌ها: شاخص‌های کیفی آب، آبیاری فضای سبز، ارزیابی آلودگی

سرآغاز

با افزایش جمعیت طی دهه‌های گذشته و افزایش میزان تقاضای استفاده از منابع آب سطحی و همچنین منابع آب زیرزمینی، بررسی میزان کیفیت آب‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Nguyen et al., 2022). توسعه شهرها و کارخانه‌ها، تولید و دفع بیشتر مواد آلاینده در خاک، سبب انتقال میزان قابل توجهی از آلاینده‌ها به منابع آب زیرزمینی می‌شود، که این پدیده به دلیل فرآیند بسیار کند کاهش و حذف آلاینده در خاک و آب زیرزمینی و کندی خود پالایی در خاک، سلامت انسان‌ها و گیاهان را در معرض خطر جدی قرار داده است، از این رو اطلاع از میزان آلودگی، و پایش دائمی آن در منابع زیرزمینی می‌تواند از وقوع مسائل محیط‌زیستی ناشی از آلودگی جلوگیری نماید (Rao et al., 2022). ارزیابی کیفیت آب جهت مصارف خاص مانند کشاورزی و شرب از علل پایش کیفیت آب در هر مکانی است که می‌تواند کمک شایانی برای مدیریت هر چه بهتر منابع زیرزمینی به مدیران و برنامه‌ریزان در جهت استفاده ایمن از منابع زیرزمینی و کنترل میزان آلودگی و از بین بردن آن کند (Ogarekpe et al., 2023). ایجاد فضای سبز در شهرها بخشی از ساختارهای غیرقابل اجتناب شهر است. کیفیت آب مورد استفاده در آبیاری نقش مهمی در افزایش کیفیت، رشد و نمو گیاهان و همچنین زیبایی ظاهری آن‌ها دارد. پایش دائمی کیفیت آب‌های زیرزمینی و استفاده از شاخص‌ها روشی مناسب برای ارزیابی و مدیریت آب‌های زیرزمینی می‌باشد (Mardiana et al., 2022). به منظور بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی پارامترهای هدایت الکتریکی، PH، کربنات، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم مورد بررسی قرار می‌گیرد (سالاری‌فر، ۱۴۰۱). افزایش یون‌های کربنات به دلیل راهیابی نمک‌های کربناته (کربنات کلسیم و منیزیم) به واسطه شست و شو از لایه‌های زمین‌شناسی از جنس کربناته می‌باشد (مهدی‌پور و همکاران، ۱۴۰۲). ترکیبات سدیم نیز به صورت طبیعی به آب وارد می‌شود که بسته به شرایط زمین‌شناسی و آلودگی فاضلاب، این غلظت‌ها متفاوت است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۹). به منظور بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی از نظر کشاورزی از طبقه‌بندی ویلکاکس استفاده شد (Mirsanjari and Mohammadyari, 2018). این طبقه‌بندی، روش متداول در طبقه‌بندی آب‌ها از لحاظ کشاورزی است که در آن دو پارامتر EC و SAR مورد توجه قرار گرفته است (پورخباز و همکاران، ۱۳۹۶).

شاخص‌های دیگری به منظور بررسی کیفیت آب مورد استفاده برای آبیاری در بخش کشاورزی و فضای سبز وجود دارد که در سال‌های اخیر مطالعات متعددی به منظور بررسی کیفیت آب‌های زیر زمینی با استفاده از این شاخص‌ها صورت گرفته است (Batarseh et al., 2021). رحیمی و همکاران (۱۴۰۲) به ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت ارومیه برای مصارف کشاورزی با استفاده از روش ترکیبی مدل‌های آسیب‌پذیری آلودگی پتانسیل و شاخص کیفیت آب زیر زمینی پرداختند. برای این منظور با فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) کیفیت آب زیرزمینی با سه لایه ورودی EC، SAR و RSC را بررسی کردند. نتایج نشان داد که طبقه‌های یک و دو با ۴۰/۳۱ درصد مساحت، برای مصارف کشاورزی مناسب، طبقه سه با ۲۲/۹۰ درصد مساحت در وضعیت متوسط و طبقه‌های چهار و پنج نیز با ۳۶/۷۹ درصد مساحت، در وضعیت نامناسب برای مصارف کشاورزی قرار دارند. رحیمی شهید و همکاران (۱۴۰۱) به ارزیابی کیفیت آب زیر زمینی در ساختگاه سد شهید (واقع در جنوب شهرستان سمیرم) با استفاده از روش‌های هیدروژئوشیمیایی پرداختند که نتایج رابطه مستقیم و همبستگی بالایی بین EC و TDS نشان داد. همچنین ابراهیمی پاک و همکاران (۱۴۰۰) به ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت طبس به منظور کشاورزی، با استفاده از شاخص‌های نسبت جذب سدیم، سختی کل، درصد سدیم محلول، بی‌کربنات سدیم باقیمانده، شاخص نفوذپذیری، نسبت جذب منیزیم و نسبت کلایز پرداختند. نتایج نشان داد که شمال و شمال غربی دشت با مجموع مساحت ۴۷/۹۱ درصد، بدترین شرایط برداشت آب برای آبیاری را دارد. Abulude و Oluwagbayide (۲۰۲۲) به ارزیابی کیفیت نمونه‌های آب چاه حفر شده در نیجریه و مناسب بودن آن‌ها برای اهداف شرب و آبیاری با استفاده از روش استاندارد برای تعیین کیفیت پارامترهای فیزیکی‌وشیمیایی آب با استفاده از شاخص‌های EC، MAR، SAR، TDS، KR، ESP و SSP پرداختند. نتایج نشان داد که تمام نمونه‌های آب از کیفیت عالی برای آبیاری برخوردار هستند. همان‌طور که اشاره شد، مطالعه ویژگی‌های کیفی آب در برنامه‌های مدیریتی منابع آب به شدت مورد توجه قرار گرفته است، لذا این پژوهش با هدف مطالعه کیفیت آب چاه‌های فعال مورد استفاده در آبیاری فضای سبز شهر ملایر، به تجزیه و تحلیل شاخص‌های کیفیت آب در کشاورزی و آبیاری می‌پردازد.

روش انجام تحقیق

منطقه مورد مطالعه

شهرستان ملایر با وسعت ۶۰ کیلومتر مربع در ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۴۸ درجه و ۴۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد که از شمال به همدان، از شرق به اراک، از جنوب به بروجرد و از طرف غرب به شهرستان تویسرکان و نهاوند محدود شده است. شهرستان ملایر از نظر آب و هوایی در مرز آب و هوای معتدل کوهستانی و آب و هوای نیمه بیابانی ایران قرار گرفته و خصوصیات هر دو نوع آب و هوا را داراست. متوسط بارندگی سالیانه آن به ۲۵۰ میلی‌متر می‌رسد (رحمانی و همکاران، ۱۴۰۲). در شهر ملایر، ۶ حلقه چاه فعال در محدوده شهری قرار دارد که به منظور آبیاری فضای سبز شهر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش در تابستان ۱۳۹۸، ویژگی‌های کیفی این چاه‌ها برای مصارف کشاورزی و آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه ت در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه مورد مطالعه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
چهار راه سعدی	۲۹۹۷۹۵	۳۷۹۶۶۶۹
باغ حاج نظر	۲۹۹۰۲۰	۳۷۳۶۶۲۷
چاه شماره ۹	۲۹۷۸۸۶	۳۷۹۷۷۲۱
چاه شماره ۱۴	۳۰۰۴۷۳	۳۷۹۵۶۰۵
بلوار حاج طوسی	۳۰۱۰۰۳	۳۷۹۴۳۹۵
پلاک ۱۷	۲۹۵۳۰۳	۳۷۹۳۲۹۵

روش تحقیق

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

جهت ارزیابی کیفی آب چاه‌های موجود در محدوده شهری ملایر که به منظور آبیاری فضای سبز شهری استفاده می‌شوند نمونه‌برداری، در سه نوبت در خرداد ماه سال ۱۳۹۸ انجام شد. جهت بررسی پارامترهایی از جمله، هدایت الکتریکی، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کلسیم، منیزیم، سدیم، مجموع آنیون ها، مجموع کاتیون‌ها و نسبت جذب سدیم، از هر چاه سه نمونه در فاصله زمانی ۲۰ دقیقه برداشت شد. به منظور بالا رفتن کیفیت نمونه‌برداری برای تهیه هر نمونه ابتدا چاه آب به مدت نیم ساعت پمپاژ و ظرف‌های نمونه‌برداری چندین بار با آب چاه شستشو داده شد. تمامی نمونه‌ها در شرایط استاندارد به آزمایشگاه انتقال داده

شد و پارامترهای مذکور بر اساس روش‌های استاندارد مورد بررسی قرار گرفت (حدادی و همکاران، ۱۴۰۰). در این سنجش‌ها، هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت‌سنج، سولفات به روش کلریمتری، سدیم و پتاسیم توسط فلیم فتومتر، کلسیم، منیزیم، کلراید و بی‌کربنات به روش حجم‌سنجی محاسبه شد (قره محمودلو و همکاران، ۱۳۹۸).

شاخص‌های کیفیت آب برای آبیاری

شاخص SAR

ارزیابی کیفیت آب با هدف مناسب بودن آن برای کاربری کشاورزی و آبیاری فضای سبز با استفاده از شاخص‌های مختلف صورت می‌گیرد. با توجه به پارامترهای مورد بررسی از این شاخص‌ها برای ارزیابی کیفیت آب چاه‌های ملایر در بخش کشاورزی استفاده شد. شوری و سدیمی شدن آب از جمله عوامل تنش‌زای محیطی هستند که علاوه بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه، گیاهان از نظر تغذیه‌ای دچار مشکل می‌شوند. SAR به عنوان شاخصی مهم در ارزیابی خطر بالقوه سدیم در محلول در حال تعادل با فاز جامد است. همچنین کیفیت آب آبیاری از نظر SAR بر نفوذپذیری خاک موثر است (Derdour et al., 2021). نسبت جذب سدیم برای هر نمونه آب بر اساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود (میلی اکی والان بر لیتر):

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

که در آن:

اگر شاخص $SAR < 10$ باشد آب در طبقه عالی برای کشاورزی قرار می‌گیرد.

اگر شاخص $10 - 18$ باشد آب در طبقه خوب برای کشاورزی قرار می‌گیرد.

اگر شاخص $18 - 20$ باشد آب در طبقه قابل استفاده با احتیاط برای کشاورزی قرار می‌گیرد.

اگر شاخص $SAR > 26$ باشد آب در طبقه غیر قابل قبول برای کشاورزی قرار می‌گیرد.

درصد سدیم و نسبت منیزیم آب

شاخص‌های دیگری که برای بررسی کیفیت آب برای استفاده از کشاورزی به کار می‌رود درصد سدیم و نسبت منیزیم آب می‌باشد. افزایش منیزیم در آب می‌تواند اثری معکوس بر کیفیت خاک

EC بیشتر از ۳۰۰۰ باشد کیفیت آب برای کشاورزی غیر قابل قبول است.

خورندگی (CR)

به منظور بررسی کیفیت آب در لوله‌های انتقال آب به مزارع از پارامتر خورندگی استفاده می‌شود. این شاخص شدت خورندگی آب به خصوص در شرایط انتقال آب توسط لوله‌های فلزی را بیان می‌کند که از رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$CR = \left[\frac{Cl^-}{35.5} + 2 \left(\frac{SO_4^{2-}}{96} \right) \right] / \left[2 \left(\frac{HCO_3^- + CO_3^{2-}}{100} \right) \right] \quad (5)$$

اگر میزان CR در آب‌های زیرزمینی کمتر از یک باشد از هر نوع لوله‌ای می‌توان برای انتقال آب استفاده کرد. در صورتی که میزان CR بیش از یک باشد نمی‌توان از لوله‌های فلزی برای انتقال آب استفاده نمود. نفوذپذیری خاک تحت تأثیر ترکیب و غلظت برخی از یون‌ها همچون سدیم، منیزی، کلسیم و کربنات موجود در آب آبیاری می‌باشد. از این رو استفاده طولانی مدت از آب با شوری و میزان بالای سدیم سبب کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود (Tripathi et al., 2012).

شاخص نفوذپذیری PI

نفوذپذیری خاکی که تحت تأثیر آبیاری قرار دارد در دراز مدت تحت تأثیر هدایت الکتریکی آب آبیاری و غلظت سدیم و بی‌کربنات آب آبیاری قرار می‌گیرد. هر چه مقدار به‌دست آمده بیشتر باشد میزان نفوذپذیری کاهش می‌یابد و بالعکس (Doneen, 1964). شاخص نفوذپذیری نشان‌دهنده تبادل بین یون‌های سدیم، کلسیم، منیزیم و بی‌کربنات در خاک می‌باشد که آن را می‌توان با استفاده از رابطه (۶) محاسبه کرد:

$$PI = (Na^+ + \sqrt{HCO_3^-}) \times 100 / (Ca^{2+} + Na^+ + Mg^{2+}) \quad (6)$$

خاک تأثیر بالایی دارد. از این رو مقدار این شاخص برای تمامی ایستگاه‌ها محاسبه شد. بالا بودن شوری آب موجب افزایش نفوذپذیری خاک و بالا بودن مقدار SAR باعث کاهش نفوذپذیری آن می‌شود. این امر به دلیل پراکنده شدن ذرات خاک توسط سدیم موجود در آب است که نیازمند روش‌های اصلاح خاک می‌باشد (Kamaraj et al., 2021).

داشته باشد (Kamaraj, 2021). افزایش منیزیم موجب قلیایی شدن خاک و در نتیجه کاهش کیفیت آن برای کشاورزی می‌شود (Singh et al., 2022). این شاخص‌ها از رابطه‌های زیر (۱ و ۲) به دست می‌آیند:

$$Na\% = \frac{Na^+ + K^+}{Ca^{2+} + Na^+ + Mg^{2+} + K^+} \times 100 \quad (2)$$

$$MR = \frac{Mg^{2+}}{Mg^{2+} + Ca^{2+}} \times 100 \quad (3)$$

اگر $MR > 50$ باشد، آب در طبقه خوب برای آبیاری و اگر $MR < 50$ باشد آب در طبقه نامناسب برای آبیاری قرار می‌گیرد. مقدار سدیم در مقابل مقادیر کلسیم و منیزیم دارای اهمیت زیادی در ارزیابی آب آبیاری است و به نسبت Kelley معروف بوده که به کمک رابطه (۴) برآورد می‌شود. اگر مقدار این شاخص در آب کمتر از یک باشد، برای آبیاری از نظر منیزیم مناسب است.

$$KR = \frac{Na^+}{Mg^{2+} + Ca^{2+}} \quad (4)$$

هدایت الکتریکی (EC)

پارامتر EC یکی دیگر از مهم‌ترین پارامتر در تعیین کشاورزی است که می‌تواند بر رشد گیاه، عملکرد و کیفیت زراعی تأثیرگذار باشد (Amiri et al., 2021). بر اساس هدایت الکتریکی کیفیت آب برای کشاورزی به پنج دسته تقسیم می‌شود.

اگر مقدار EC کمتر از ۲۵۰ باشد کیفیت آب برای کشاورزی عالی است.

EC بین ۲۵۰ تا ۷۵۰ باشد کیفیت آب برای کشاورزی خوب است. EC بین ۷۵۰ تا ۲۰۰۰ باشد کیفیت آب برای کشاورزی قابل قبول است.

EC بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ باشد کیفیت آب برای کشاورزی قابل استفاده با احتیاط است.

اگر میزان PI بزرگتر از ۷۵ درصد باشد (کلاس I) نشان از کیفیت عالی آب برای آبیاری دارد.

اگر مقدار PI بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد (کلاس II) کیفیت آب برای آبیاری خوب می‌باشد

اگر میزان PI کمتر از ۲۵ درصد باشد (کلاس III) کیفیت آب برای آبیاری نامناسب ارزیابی می‌شود.

در آبیاری سطحی ویژگی‌های کیفی آب آبیاری بر نفوذپذیری

شاخص ویلکاکس

کشاورزی مضر تا غیر قابل قبول است.

در این طبقه‌بندی آب آبیاری بر اساس نسبت جذب سدیم و میزان هدایت الکتریکی در چهار گروه با کیفیت مناسب، خوب، نسبتاً مناسب و نامناسب قرار می‌گیرد (محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۵).
گروه (C1): آب‌هایی که دارای درجه شوری کم بوده و میزان هدایت الکتریکی آن‌ها در ۲۵ درجه سانتی‌گراد بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر است و معمولاً از نظر املاح برای کشاورزی مضر نیستند.

گروه (C2): آب‌هایی که دارای درجه شوری متوسط بوده و میزان هدایت الکتریکی آن‌ها در ۲۵ درجه سانتی‌گراد بین ۲۵۰ تا ۷۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است و نسبتاً برای آبیاری خوب می‌باشند.
گروه (C3): آب‌هایی که دارای درجه شوری زیاد بوده و میزان هدایت الکتریکی آن‌ها در ۲۵ درجه سانتی‌گراد بین ۷۰۰ تا ۲۲۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر است و این نوع آب برای گیاهان محدودیت داشته و مقدار مقاومت گیاه در مقابل شوری بایستی مورد توجه قرار گیرد از این آب می‌توان برای آبیاری گیاهان مقاوم به شوری استفاده نمود.

گروه (C4): آب‌هایی که دارای درجه شوری زیاد بوده و میزان هدایت الکتریکی آن‌ها در ۲۵ درجه سانتی‌گراد بیش از ۲۲۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر است و این نوع آب برای کشاورزی مناسب نیستند. از این نوع آب‌ها می‌توان در موارد استثنایی و با ایجاد شرایط مساعد به طور مطلوب برای گیاه مصرف نمود (Nath-et al., 2021).

پتانسیل شوری (PS)

شوری آب به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم بر روی رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد. طبق تعریف، پتانسیل شوری به غلظت یون‌های سولفات و کلراید وابسته است و براساس رابطه (۷) به دست می‌آید که در آن غلظت‌ها براساس میلی‌اکی‌والان برلیتر است (دیداری و همکاران، ۱۴۰۱).

$$PS = Cl^- + \frac{1}{2} So_4^{2-} \quad (7)$$

اگر مقدار پتانسیل شوری کمتر از ۳ باشد کیفیت آب برای کشاورزی عالی تا خوب است.

اگر مقدار پتانسیل شوری بین ۳ تا ۵ باشد کیفیت آب برای کشاورزی خوب تا مضر است.

اگر مقدار پتانسیل شوری بیشتر از ۵ باشد کیفیت آب برای

کربنات و بی‌کربنات سدیم باقیمانده (RSC)

کربنات و بی‌کربنات سدیم باقیمانده شاخص‌هایی هستند که در آن از غلظت یون‌های کربنات، بیکربنات، کلسیم و منیزیم جهت ارزیابی خطر ناشی از حضور یون‌های کربنات و بیکربنات استفاده می‌شود و براساس روابط زیر به دست می‌آیند که در آن غلظت‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر است (فرجی و همکاران، ۲۰۱۹).

$$RSC = (HCO_3^- + CO_3^{2-}) - (Mg^{2+} + Ca^{2+}) \quad (8)$$

$$RSBC = HCO_3^- - Ca^{2+} \quad (9)$$

اگر مقدار کربنات و بی‌کربنات سدیم کمتر از ۱/۲۵ باشد کیفیت آب خوب است.

اگر مقدار کربنات و بی‌کربنات سدیم بین ۱/۲۵ تا ۲/۵ باشد کیفیت آب متوسط است.

اگر مقدار کربنات و بی‌کربنات سدیم بیشتر از ۲/۵ باشد کیفیت آب نامناسب برای کشاورزی است.

بحث و نتایج

نتایج حاصل از بررسی پارامترهای کیفی آب در ۶ حلقه چاه مورد استفاده برای آبیاری فضای سبز شهرستان ملایر در جدول (۲) نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده بی‌کربنات بیشترین آنیون و کلسیم بیشترین کاتیون در آب زیرزمینی منطقه است به‌طور کلی عوامل مختلفی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی تأثیر می‌گذارند که می‌توان به زمین‌شناسی منطقه، شرایط آب و هوایی، عوامل طبیعی با مصنوعی اشاره نمود (نوراللهی و همکاران، ۱۳۹۸). بالا بودن متوسط غلظت بی‌کربنات و کلسیم می‌تواند نشانگر وجود سنگ‌های آهکی باشد (چراغی و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی بالا بودن متوسط غلظت کاتیون منیزیم احتمالاً به دلیل انحلال سنگ‌های آهکی دولومیتی موجود در مسیر حرکت آب زیرزمینی می‌باشد (سیرجانی و همکاران، ۱۳۹۸). در بیشتر نمونه‌های آب، غلظت یون سدیم بیشتر از یون منیزیم و یون منیزیم بیشتر از یون کلسیم می‌باشد.

به منظور تجزیه و تحلیل ویژگی‌های کیفی آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه و بررسی کیفیت آن‌ها جهت آبیاری فضای سبز شاخص‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. جدول (۳) نتایج

حاصل از شاخص‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۲ میانگین پارامترهای کیفی ایستگاه‌های مورد مطالعه در شهر ملایر

نام ایستگاه	هدایت الکتریکی (ds/m)(EC)	pH	میلی‌اکی‌والان در لیتر							
			K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na^+	So_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}
چهارراه سعدی	۱/۲۵	۶/۸۳	۱۸/۲	۴/۴	۸	۰/۲۲	۰/۵۷	۴/۲۵	۷/۸	۰
باغ حاج نظر	۱/۵۸	۶/۹۱	۱۷/۳	۴/۲	۹	۰/۲۲	۰/۷۱	۴/۵	۸/۲	۰
شماره ۹	۱/۳۷	۷/۰۶	۱۶/۳	۴/۲	۸	۰/۲	۰/۷۵	۴/۲۵	۷/۴	۰
شماره ۱۴	۰/۹۵	۷/۱۱	۱۸/۶	۲/۸	۶/۴	۰/۱۴	۱/۷۹	۲/۷۵	۴/۸	۰
بلوار حاج طوسی	۰/۶۱	۷/۲۲	۱۸/۹	۳/۲	۳/۵	۰/۰۹	۰/۳۴	۱/۲۵	۵/۲	۰
پلاک ۱۷	۰/۶۷	۷/۱۱	۱۷/۷	۲/۷	۴	۰/۰۹	۰/۳۹	۲	۴/۴	۰

جدول (۳): نتایج حاصل از شاخص‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	نسبت جذب سدیم SAR	درصد سدیم % Na	نسبت منیزیم MR	شاخص کالی KR	خورندگی CR	درصد نفوذپذیری PI	پتانسیل شوری PS	کربنات سدیم باقیمانده	بی کربنات سدیم باقیمانده
چهارراه سعدی	۰/۰۹	۱/۷۴	۳۵/۴	۰/۰۱۷	۰/۸۴	۲۲/۳۵	۴/۵۳	-۴/۶	-۰/۲
باغ حاج نظر	۰/۰۹	۱/۶۳	۳۱/۸	۰/۰۱۶	۰/۸۶	۲۱/۵۵	۴/۸۵	-۵	-۰/۸
شماره ۹	۰/۰۸	۱/۶۱	۳۴/۴	۰/۰۱۶	۰/۹۱	۲۲/۱۳	۴/۶۲	-۴/۸	-۰/۶
شماره ۱۴	۰/۰۷	۱/۴۹	۳۰/۴	۰/۰۱۵	۱/۱۹	۲۳/۵۶	۳/۶۴	-۴/۴	-۱/۶
بلوار حاج طوسی	۰/۰۵	۱/۳۲	۴۷/۷	۰/۰۱۳	۰/۴	۳۳/۶۷	۱/۴۲	-۱/۵	۱/۷
پلاک ۱۷	۰/۰۵	۱/۳۲	۴۰/۲	۰/۰۱۳	۰/۷۳	۳۰/۹۸	۲/۱۹	-۲/۳	۰/۴

پراکنده شدن ذرات خاک موجب ایجاد پوسته سخت در سطح خاک می‌شود که این موضوع موجب کاهش انتقال هوا به خاک و در نتیجه کاهش جوانه‌زنی گیاه می‌شود (محمدنژاد و همکاران، ۱۳۹۸). در آب‌ها به طور طبیعی غلظت سدیم و منیزیم نسبتی برابر دارند و افزایش منیزیم در آب موجب کاهش کیفیت خاک و قلیایی شدن آن می‌شود (دهقانی سانچ و همکاران، ۱۳۹۸). نتایج حاصل از بررسی MR در همه ایستگاه‌ها کمتر از ۵۰ به دست آمد و تمام ایستگاه‌ها در طبقه مناسب برای آبیاری قرار گرفتند. یکی دیگر از شاخص‌های مطرح در زمینه ارزیابی اثر غلظت سدیم در مقابل کلسیم و منیزیم شاخص KR است که توسط Kelley در سال ۱۹۴۰ معرفی شد که با توجه به نتایج حاصل از این شاخص کمتر از یک به دست آمد که نشان‌دهنده عدم محدودیت برای

از آنجایی که مقدار و نوع نمک موجود در آب درجه کیفیت آن را برای آبیاری مشخص می‌کنند (کمالی و همکاران، ۱۳۹۸)، املاح آب با استفاده از شاخص SAR سنجش شد. نتایج حاصل از محاسبه شاخص SAR نشان داد که در تمام ایستگاه‌ها آب در طبقه عالی برای کشاورزی قرار دارد. بررسی درصد سدیم نشان داد که کمترین درصد سدیم مربوط به ایستگاه‌های پلاک هفده و بلوار حاج طوسی و بیشترین آن مربوط به ایستگاه چهارراه سعدی است. افزایش یون سدیم و کلسیم از جذب عناصر مغذی توسط گیاهان جلوگیری می‌کند و سبب مشکل در رشد گیاهان می‌شود (عرب بافرانی و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین غلظت بالای این یون‌ها باعث مسمومیت گیاهان می‌شود. سدیم به علت شعاع هیدراته بزرگی که دارد باعث پراکنده شدن ذرات خاک می‌شود.

از لحاظ شوری قرار می‌گیرند و بهتر است جهت آبیاری با آن مقاومت گیاه به شوری مورد بررسی قرار گیرد. چاه‌های بلوار حاج طوسی و پلاک ۱۷ از نظر شاخص ویلکاکس در طبقه خوب از لحاظ شوری قرار گرفتند. لذا کیفیت این دو چاه جهت آبیاری فضای سبز بهتر از سایر چاه‌ها است. از این دو چاه به علت بالا بودن کیفیت آب، جهت آبیاری گیاهان گلخانه‌ای و آپارتمانی استفاده می‌شود.

نتیجه‌گیری

این پژوهش به منظور بررسی کیفیت آب چاه‌های مورد استفاده برای آبیاری فضای سبز در شهر ملایر انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده، سدیم و بی‌کربنات به ترتیب کاتیون و آنیون غالب آب چاه هستند. نتایج حاصل از بررسی تمام شاخص‌ها به جز شاخص ویلکوکس برای ایستگاه‌های چهارراه سعدی، باغ حاج نظر، شماره ۹ و شماره ۱۴ نشان داد که آب چاه‌های مورد بررسی کیفیت مطلوبی جهت کاربری آبیاری فضای سبز دارند. در کنار منشاء زمین‌شناسی که تعیین‌کننده ترکیب شیمیایی منابع آبی است؛ عوامل مختلفی در تغییر کیفیت آب زیرزمینی نقش دارند که از این میان می‌توان وقوع سیلاب، ورود فاضلاب شهری و صنعتی را نام برد. با توجه به کمبود بارش در شهرستان ملایر و کاهش منابع زیرزمینی، انتظار شور شدن آب‌های زیرزمینی دور از انتظار نیست، لذا لازم است جهت مدیریت بهتر این منابع پایش مستمر توسط سازمان‌های مربوطه صورت گیرد. از آنجایی که آبیاری خاک با هدایت الکتریکی بالا موجب افزایش نمک موجود در خاک می‌شود، می‌توان با استفاده از تمهیداتی از جمله کشت زراعی مناسب و تغییر الگوی کشت این مشکل را حل نمود و مانع از نابودی فضای سبز شهری شد. حجم انبوهی از پوشش گیاهی فضای سبز شهری شهرستان ملایر درخت چنار است و خوشبختانه با توجه به مقاوم بودن درخت چنار به شوری، می‌توان از آب چاه‌هایی که نسبتاً شوری بالاتری دارند برای آبیاری درختان چنار استفاده کرد. با ارایه نتایج حاصل از این پژوهش به واحد فضای سبز شهری شهرستان ملایر می‌توان به مدیریت نحوه آبیاری و برداشت آب از چاه‌ها کمک شایانی کرد.

کاربرد آب جهت آبیاری است. به منظور بررسی تاثیر روند آبیاری از شاخص PI استفاده شد. نتایج این شاخص کمتر از ۵۰ به دست آمد که نشان‌دهنده مطلوبیت آب جهت استفاده به منظور آبیاری است و بر اساس این شاخص آب کلیه چاه‌های مورد مطالعه در طبقه دو و مناسب برای آبیاری قرار گرفت. به منظور بررسی شرایط برای انتقال آب از چاه لازم است تا شاخص خوردنگی CR نیز مورد بررسی قرار گیرد. نتایج این شاخص نشان داد که شاخص خوردنگی برای تمام ایستگاه‌ها به جز ایستگاه شماره ۱۴ کمتر از یک و در حد مطلوب است. بالا بودن شاخص در ایستگاه شماره ۱۴ بیانگر آن است که احتمال خوردنگی فلز توسط آب وجود دارد لذا لازم است جهت انتقال آب از این چاه از لوله‌های پلاستیکی و پلی‌اتیلن استفاده گردد (گنجعلی و همکاران، ۱۳۹۹). شاخص PS اثر غلظت بالای نمک را در رابطه با کلر و سولفات نشان می‌دهد که با کاهش رطوبت خاک این شاخص افزایش پیدا می‌کند. بر اساس این شاخص به جز بلوار حاج طوسی و پلاک ۱۷ همه چاه‌ها در رنج ۳ تا ۵ قرار دارد که بیانگر کیفیت متوسط آب چاه‌ها برای کشاورزی است. آب چاه‌های بلوار حاج طوسی و پلاک ۱۷ از نظر شاخص PS دارای کیفیتی عالی هستند. بی‌کربنات پارامتری است که به دلیل رسوب کلسیم و مقدار کمتری رسوب منیزیم در خاک و آب مهم است. رسوب کلسیم و منیزیم باعث افزایش SAR می‌شود. در آب‌های زیرزمینی مقدار کربنات و بی‌کربنات برابر می‌باشند ولی به محض خروج آب از چاه کربنات متصاعد می‌شود. نتایج حاصل از بررسی داده‌های به دست آمده نشان داد که حداقل مقدار بی‌کربنات سدیم باقیمانده مربوط به چاه شماره ۱۴ با مقدار ۱/۶- و بیشترین مقدار برای بلوار حاج طوسی با مقدار ۱/۷ است. کیفیت آب از لحاظ کربنات و بی‌کربنات سدیم باقیمانده برای همه چاه‌ها به جز چاه بلوار حاج طوسی در محدوده کیفیت خوب برای کشاورزی قرار دارد. کمترین مقدار کربنات سدیم باقیمانده مربوط به چاه بلوار حاج نظر و بیشترین آن مربوط به بلوار حاج طوسی به دست آمد. نتایج مربوط به شاخص ویلکاکس بر اساس هدایت الکتریکی نشان داد که چاه‌های چهارراه سعدی، باغ حاج نظر، شماره ۹ و شماره ۱۴ آب‌های دارای درجه شوری زیاد بوده و میزان هدایت الکتریکی آن‌ها در ۲۵ درجه سانتی‌گراد بین ۷۰۰ تا ۲۲۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر است. این چاه‌ها در طبقه متوسط

منابع

- ابراهیمی‌پاک، ن.؛ اگدرنژاد، ا.؛ حزبوای، ع.؛ قربانی، ز.؛ و احمدی، م. (۱۴۰۰). ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت طبس براساس شاخص کیفی آب آبیاری. علوم و تکنولوژی محیط زیست.
- پورخباز، ح.؛ اقدر، ح.، و محمدیاری، ف. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی از لحاظ کشاورزی بر اساس طبقه بندی ویلکوکس (مطالعه موردی: دشت قزوین). فضای جغرافیایی، ۱۷(۵۸)، ۱۱۱-۱۲۹.
- چراغی، ز.؛ ساریخانی، ر.؛ فرهپور، م.؛ و قاسمی‌دهنوی، آ. (۱۳۹۷). ارزیابی و تجزیه و تحلیل آماری پارامترها و شاخص کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف آشامیدنی در منطقه خرم آباد. فصلنامه علمی مهندسی منابع آب. ۱۱(۳۹)؛ ۱-۱۴.
- حدادی، م.؛ رفعتی، م.؛ و صیادی، م. (۱۴۰۰). بررسی آلاینده‌های فیزیکی-شیمیایی آب چاه در روستاهای اطراف دماوند با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۲۳(۱۰)؛ ۲۰۷-۲۱۸.
- دهقانی‌سانج، ح.؛ حاجی‌آقابرگی، ح.؛ ع.؛ قائمی، و نوشادی، م. (۱۳۹۸). بررسی تجمع املاح در خاک تحت سیستم قطره ای زیرسطحی. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۰(۲)؛ ۳۳۹-۳۵۱.
- رحمانی، ب.؛ ولی‌شریعت‌پناهی، م.؛ تکلو، ع.؛ و شمس‌الدینی، ع. (۱۴۰۲). بررسی و تحلیل فضایی-مکانی اثرات روابط شهر و روستا بر منابع انسانی نواحی روستایی با رویکرد آینده پژوهی (مطالعه موردی: بخش مرکزی-شهرستان ملایر). علوم جغرافیایی (جغرافیای کاربردی).
- رحیمی، ر.؛ وردی‌نژاد، ب.؛ و اسدزاده، ف. (۱۴۰۲). ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت ارومیه برای مصارف کشاورزی با استفاده از روش ترکیبی مدل‌های آسیب‌پذیری آلودگی، پتانسیل و شاخص کیفیت آب زیرزمینی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۷(۴)؛ ۷۱۹-۷۳۲.
- رحیمی‌شهید، م.؛ لشکری‌پور، غ.؛ هاشمیان، ن.؛ و عبادتی، ن. (۱۴۰۱). ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی در ساختگاه سد شهید با استفاده از روش‌های هیدروژئوشیمیایی. فصلنامه زمین‌شناسی محیط زیست. ۱۶(۵۸)؛ ۱۱-۲۲.
- سالاریفر، م. (۱۴۰۱). مقایسه عملکرد روش‌های جبری و زمین‌آمار در تعیین تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت تبریز. هیدروژئولوژی. ۱۶۰-۱۷۱؛ (۲)۷.
- سیرجانی‌اکبری، ف.؛ محمودی‌قرائی، م.؛ و همام، س. م. (۱۳۹۹). بررسی زیست محیطی منابع آبی دره و مخروط افکنه گرینه نیشابور به منظور مصارف آبیاری، چهارمین کنگره سالانه بین‌المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران.
- عرب بافرانی، ز.؛ قانعی‌بافقی، م. و، و شیرمردی، م. (۱۳۹۹). اثر بیوچار ضایعات شاخ و برگ درخت پسته بر خصوصیات رشدی گیاه گلرنگ. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. ۱۰(۳)؛ ۷۳-۹۴.
- فرجی، م.؛ لشکری‌پور، غ.؛ غفوری، م. (۱۳۹۹). بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت شوقان خراسان شمالی مطالعه موردی: قنات حصار عیسی. چهارمین کنگره بین‌المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست و گردشگری ایران.
- قره‌محمودلو، م.؛ حشمت‌پور، ع.؛ جندقی، ن.؛ زارع، ع.؛ مهرابی، ح. (۲۰۱۹). ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت سیدان-فاروق برای هدف‌های آبیاری و شرب. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۳)؛ ۸۹-۱۰۶.
- کمالی‌مسکونی، ا.؛ و افضلی، س. ف. (۱۳۹۸). تأثیر آبیاری با شوری مختلف بر برخی خصوصیات خاک عامل تجمع نمک (مطالعه موردی: بیگرد شهرستان خنج). علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۲۱(۴)؛ ۱۴۱-۱۵۲.
- گنجعلی‌دشتی، س.؛ و پناهپور، ا. (۱۳۹۹). ارزیابی پتانسیل خوردگی در خاک مجاور خطوط لوله‌های آبرسانی شهرهای آبادان و خرمشهر. انسان و محیط زیست. ۱۸(۴)؛ ۱-۱۲.

- محمدنژاد، ی.؛ گالشی، س.؛ سلطانی، ا.؛ نوری نیا، ع. (۱۳۹۸). اثر شوری و خشکی بر رشد، کارایی مصرف آب و غلظت سدیم و پتاسیم دو ژنوتیپ گندم بهاره آبی و دیم. *مجله تولید گیاهان زراعی*. ۱۱۲(۱): ۲۳-۴۶.
- محمدیاری، ف.، توکلی، م.، اقدر، ح. (۱۳۹۵). ارزیابی و پهنه بندی کیفیت آب زیرزمینی مناطق مهران و دهلران از لحاظ کشاورزی با روش‌های زمین آمار. *علوم و مهندسی آبیاری*. ۳۹(۴): ۷۱-۸۳.
- مهدی‌پور، ف.؛ قربان‌زاده، ن.؛ فرهنگ، م.ب.؛ و خلیلی‌راد، م. (۱۴۰۲). حذف فسفات، فلوراید و کلسیم از شیرابه دفن‌گاه زباله سراوان با استفاده از فرایند رسوب زیستی کلسیم کربنات. *تحقیقات آب و خاک ایران*.
- نوراللهی، ش.، اصغری‌مقدم، ا.، فیجانی، ا.؛ و برزگر، ر. (۱۳۹۸). بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت آب زیرزمینی آبخوان دشت مشگین شهر (استان اردبیل) با تاکید بر منشأ احتمالی برخی فلزات سنگین. *فصلنامه علمی علوم زمین*، ۲۹(۱۱۴): ۱۴۳-۱۵۲.
- Amiri. V.; Bhattacharya. P. & Nakhaei. M. 2021. The hydrogeochemical evaluation of groundwater resources and their suitability for agricultural and industrial uses in an arid area of Iran. *Groundwater for Sustainable Development*. 12(32); 100527.
- Batarseh. M.; Imreizeeq. E.; Tilev. S.; Al Alaween. M.; Suleiman. W.; Al Remeithi. A. M. & Al Alawneh. M. 2021. Assessment of groundwater quality for irrigation in the arid regions using irrigation water quality index (IWQI) and GIS-Zoning maps: Case study from Abu Dhabi Emirate, UAE. *Groundwater for Sustainable Development*. 14(2); 100611.
- Derdour. A.; Guerine. L. & Allali. M. 2021. Assessment of drinking and irrigation water quality using WQI and SAR method in Maader sub-basin, Ksour Mountains, Algeria. *Sustainable Water Resources Management*. 7(1): 8.
- Doneen. L. D. 1964. *Water Quality for Agriculture*. Department of Irrigation University of California. Davis. USA. 48.
- Kamaraj. J.; Sekar, S.; Roy. P. D.; Senapathi. V.; Chung. S. Y.; Perumal. M. & Nath. A. V. 2021. Groundwater pollution index (GPI) and GIS-based appraisal of groundwater quality for drinking and irrigation in coastal aquifers of Tiruchendur, South India. *Environmental Science and Pollution Research*, 12(28): 29056-29074.
- Kamaraj. J.; Sekar. S.; Roy. P. D.; Senapathi. V.; Chung. S. Y.; Perumal. M.; & Nath. A. V. 2021. Groundwater pollution index (GPI) and GIS-based appraisal of groundwater quality for drinking and irrigation in coastal aquifers of Tiruchendur, South India. *Environmental Science and Pollution Research*. 1(28): 29056-29074.
- Mardiana. S.; Anzum. R.; Dwijendra. N. K. A.; Al Sarraf. A. A. M.; Timoshin; A.; Sergushina. E. & Tikhomirov. E. 2022. Assessment of groundwater quality and their vulnerability to pollution using GQI and DRASTIC indices. *Journal of Water and Land Development*. 138-142.
- Mirsanjari, M. M., & Mohammadyari, F. (2018). Application of time-series model to predict groundwater quality parameters for agriculture:(plain Mهران case study). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 127, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- Nath, A. V.; Selvam, S.; Reghunath. R. & Jesuraja. K. 2021. Groundwater quality assessment based on groundwater pollution index using Geographic Information System at Thettiyyar watershed, Thiruvananthapuram district, Kerala, India. *Arabian Journal of Geosciences*. 14(21) :1-26.
- Nguyen. T. G.; Phan. K. A. & Huynh. T. H. N. 2022. Application of integrated-weight water quality index in groundwater quality evaluation. *Civil Engineering Journal*. 8(11): 2661-2674.
- Ogarekpe. N. M.; Nnaji. C. C.; Oyebode. O. J.; Ekpenyong. M. G.; Ofem, O. I.; Tenebe; I. T. & Asitok. A. D. 2023. Groundwater quality index and potential human health risk assessment of heavy metals in water: A case study of Calabar metropolis, Nigeria. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*. 19(2): 100780.

- Oluwagbayide. S. D. & Abulude. F. O. 2021. Assessment of the Quality of Well Dug Water Samples in Nigeria and Their Suitability for Drinking and Irrigation Purposes.
- Rao. N. S.; Sunitha. B.; Das. R.; & Kumar. B. A.; 2022. Monitoring the causes of pollution using groundwater quality and chemistry before and after the monsoon. *Physics and Chemistry of the Earth*. 103228.
- Singh. K. K.; Tewari. G.; & Kumar. S. 2020. Evaluation of groundwater quality for suitability of irrigation purposes: a case study in the Udham Singh Nagar, Uttarakhand. *Journal of Chemistry*. 1-15.
- Tripathi. A. K.; Mishra. U. K.; Mishra. A.; Tiwari. S.; & Dubey. P. 2012. Studies of hydrogeochemical in groundwater quality around Chakghat area, Rewa District, Madhya Pradesh, India. *Int J Mod Eng Res Technol*. 2(6): 4051-4059.

Qualitative Assessment of Well Water Used for Irrigation in Green Spaces of Malayer City

Maryam Ebrahimian Najaf Abadi^{*1}, Alireza Ildoromi², Zeinab Khenifar

1. PhD student, Malayer University, Faculty of Natural Resources, Malayer University, Iran
2. Professor, Faculty of Natural Resources, Malayer University, Iran
3. Master's degree student, Faculty of Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Iran

(Received: 2024/02/12

Accepted: 2023/11/01)

Abstract

Green spaces are crucial for their environmental benefits, and groundwater serves as one of the most important sources of fresh water for irrigating green spaces and agriculture. However, groundwater pollution can have significant environmental impacts. This study aimed to assess the quality of well water used for irrigation in Malayer city's green spaces. During the summer of 2018, water samples were collected from six active wells. The parameters measured included electrical conductivity (EC), pH, carbonate, bicarbonate, chloride, sulfate, calcium, magnesium, sodium, and potassium. Additionally, key indices were calculated to classify the water quality for agricultural and irrigation purposes, including sodium absorption ratio (SAR), sodium percentage (Na%), magnesium ratio (MR), Wilcox index, corrosivity ratio (CR), permeability index (PI), salinity potential (PS), and residual sodium carbonate (RSC). According to the results of calculating the SAR, MR, KR and PI index, all the stations are in good conditions and in a good level for irrigation purposes. Based on the calculated indices for SAR, MR, KR, and PI, all stations are in good condition and suitable for irrigation. The analysis of the sodium percentage (Na%) indicated that the lowest values were observed at Plaque 17 and Haj Toosi Blvd stations, while the highest was recorded at Saadi Crossroads station. The CR index revealed values below one for all stations, except for Station 14, indicating optimal conditions for most locations. According to the PS index, the water quality at Haj Toosi Blvd and Station 17 was classified as excellent, while the other wells fell into the medium quality category for agricultural purposes. In terms of residual sodium carbonate and bicarbonate, the water quality was rated good for agriculture at all wells, except for Haj Toosi Blvd. The lowest residual sodium carbonate levels were found at Haj Nazar Blvd, while the highest were at Haj Toosi Blvd. Wilcox index results, based on electrical conductivity, showed that the wells at Saadi Crossroads, Bagh Haj Nazar, Well No. 9, and Well No. 14 were in the medium class for salinity, while Haj Toosi Blvd and Plaque 17 were classified as good in terms of salinity. Therefore, the water quality at these two wells is more suitable for irrigation compared to the others. Overall, Plaque 17 station exhibited the best water quality for irrigation and plant cultivation among all the stations studied.

Keywords: Water quality indicators, Green space irrigation, Pollution assessment

* Corresponding author:

DOI: 10.22034/eiat.2025.217692

Email: Ebrahimian1388@gmail.com