مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان /دوره نوزدهم /تابستان ۱۳۹۳/۶۷-۵۷

بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب روستاهای شهرستان دیواندره با تاکید بر غلظت نیترات

افشین ملکی[۱]، هیوا دارایی[۲]، حسن امینی[۲]، پگاه بهمنی[۳]

۱. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. (مولف مسئول)، تلفن: ۶۶۲۶۹۶۹-۰۸۷۱، maleki43@yahoo.com

۲. مربی، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

۳. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، شرکت آب و فاضلاب روستایی استان کردستان، سنندج، ایران

چکیده

مقدمه: امروزه افزایش غلظت ترکیبات مختلف و به ویژه آلاینده در آب‌های طبیعی به خصوص منابع آب زیرزمینی، باعث ایجاد نگرانی‌هایی شده است. نیترات به عنوان یکی از شاخص‌های شیمیایی آلودگی آب از دیرباز مورد توجه بوده است. هدف از این مطالعه تعیین خصوصیت شیمیایی آب شرب و تغییرات نیترات در آب شرب روستاهای شهرستان دیواندره بود.

روش بررسی: این تحقیق، یک مطالعه توصیفی-تحلیلی به منظور تعیین کیفیت آب شرب ۳۰ روستا در شهرستان دیواندره بود. تعداد ۶۰ نمونه طی دو مرحله از منابع تامین آب برداشت شد و طبق روش استاندارد آنالیز گردید. جهت تحلیل نتایج از روش‌های آمار توصیفی، نمودارهای پایپر، شولر و آزمون ویلکاکسون استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که به غیر از نیترات در تعدادی از منابع، غلظت سایر پارمترهای کیفی مورد بررسی کمتر از حد مجاز می‌باشد. میانگین غلظت نیترات طی مرحله اول نمونه‌برداری (فصل کم آبی) در منابع تامین آب ۲۵/۶۱ ± ۲۶/۱۳ میلی‌گرم در لیتر بود. به همین ترتیب میانگین غلظت نیترات طی مرحله دوم نمونه‌برداری (فصل پر آبی) در منابع تامین آب۲۹/۸۰ ± ۲۸/۴۷ میلی‌گرم در لیتر بود. بر اساس نمودار شولر کیفیت آب از لحاظ شرب بین خوب تا متوسط متغیر می‌باشد.

نتیجه‌گیری: اگر چه میانگین غلظت نیترات در ۸۰ درصد نمونه‌ها از حد استاندارد کشوری کمتر است، اما تداوم روند کنونی به ویژه در بخش فعالیت‌های کشاورزی و استفاده کنترل نشده از منابع آب زیرزمینی در امر کشاورزی سبب تغییر و کاهش کیفیت آب خواهد شد. لذا نظارت بر فعالیتهای کشاورزی و مصرف کود، ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: پایش کیفی آب، منابع آب، شاخص کیفیت آب، نیترات

وصول مقاله:۹۲/۱۰/۷ اصلاحیه نهایی:۹۲/۱۲/۳ پذیرش:۹۲/۱۲/۱۰

مقدمه

منابع آب زیرزمینی بهترین و در اکثر مناطق ایران تنها منبع تامین کننده آب شرب و کشاورزی به حساب می‌آیند. ترکیب شیمیایی منابع آب زیرزمینی تابعی پیچیده از متغیرهای فراوانی از جمله شرایط هیدروژئولوژیکی، تکامل هیدروشیمیایی آب در جهت حرکت آن در مخزن، شرایط و ساختارهای زمین‌شناسی منطقه، تبخیر از سطح ایستابی و فعالیت‌های انسانی در منطقه است. بنابراین کیفیت آب زیرزمینی به طور عمده توسط دو عامل طبیعی و انسانی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱). در کنار مباحث کمی و شناسایی سفره‌های آب زیرزمینی مناسب جهت تأمین آب مورد نیاز شرب، کشاورزی و صنعت، موضوع کیفیت آب و مسئله آلودگی این منابع به نیترات و سایر عناصر سمی نیز

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

بایستی مد نظر قرار گیرد که در اکثر موارد ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌باشند.

افزایش غلظت نیترات در منابع آب در سال‌های اخیر به لحاظ افزایش تولید فاضلاب‌ها و گسترش فعالیت‌های کشاورزی و توسعه شهرنشینی رو به افزایش گذاشته است (۲). نیتروژن به اشکال مختلف در طبیعت یافت می‌شود، زیرا می‌تواند حالت‌های اکسیداسیون متفاوتی را به خود بگیرد. در فاضلاب نیتروژن به طور عمده به شکل آلی، آمونیاک و نیترات یافت می‌شود (۳). آب‌ها به طور طبیعی و در صورت عدم آلودگی محتوی مقدار کمتر از یک میلی‌گرم در لیتر نیترات هستند. در نقاط مختلف دنیا در بسیاری از آب‌های زیرزمینی، افزایش مقادیر نیترات به دلیل توسعه فعالیت‌های کشاورزی مشاهده و گزارش شده است. بالا بودن غلظت نیترات در آب، نشان‌دهنده وقوع آلودگی است که گاه منشاء آلودگی میکروبی نیز می‌تواند به دنبال داشته باشد (۴). با این حال متداولترین منبع ورود نیترات به منابع آب شامل؛ کاربرد کود شیمیایی و کودهای حیوانی در کشاورزی، پساب سپتیک تانک‌ها، پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب، تجزیه بقایای حیوانی و گیاهی در زمین، دفع غیر بهداشتی مواد زاید جامد و استفاده از چاه‌های جذبی برای دفع فاضلاب است. در بعضی شرایط حتی غلظت‌ها ممکن است به صدها تا هزاران میلی‌گرم در لیتر نیز برسند (۲). به همین دلیل مطالعات زیادی در خصوص بررسی منابع آب و آلودگی آب‌های زیرزمینی در مناطق مختلفی از جهان در حال اجراست. در مطالعه‌ای در منطقه راجستان هند، غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی بین ۷۰ تا ۷۰۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد (۵). و یا در مطالعه‌ای که در راوالپندی پاکستان بر روی ۱۶۹ حلقه چاه انجام شد، نشان داد که غلظت نیترات در ۴۰ درصد از نمونه‌ها بالاتر از حد استاندارد مجاز بوده است (۶). در تحقیق دیگری در سال ۲۰۰۸ دلتای کارشینای هند، اندازه‌گیری مقدار نیترات ۷۹ چاه نشان داد که غلظت نیترات در ۳۹ درصد از چاه‌ها بیشتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود (۷). مطالعات بررسی کیفیت آب زیرزمینی در تعدادی از شهرهای کشور از جمله تهران، اراک و مشهد نشان داده که غلظت نیترات در آب تعدادی از منابع تامین آب بیش از حد استاندارد مجاز بوده است (۸). در مطالعه‌ای که بر روی آب زیرزمینی دشت بهار همدان انجام شد، مشخص گردید که مقدار نیترات بین ۷ تا ۱۲۲ میلی‌گرم در لیتر متغییر است (۹).

آنچه مسلم است برخی از اجزا و آلاینده‌های موجود در آب ممکن است اثرات نامطلوبی همچون سرطان‌زایی، نقص عضو مادرزادی، بیماری‌های قلبی- عروقی، فشار خون و اثر بر سیستم‌های عصبی را به دنبال داشته باشد (۱۱ و ۱۰). نیترات نیز یکی از این عوامل شیمیایی است که می‌تواند سلامت آب شرب را تحت تأثیر قرار دهد و باعث ایجاد عوارض و اثرات سوء بهداشتی در مصرف‌کننده شود (۱۲). نیترات به عنوان آخرین مرحله اکسیداسیون ترکیبات نیتروژن‌دار محسوب می‌شود و به عنوان یکی از شاخص‌های شیمیایی آلودگی آب به فاضلاب‌ها و پسماندهای جامد مورد توجه است (۱۳ و ۱۲). در صورتیکه غلظت نیترات بالاتر از حد استاندارد باشد، مصرف چنین آبی برای کودکان (به خصوص کمتر از ۳ ماه) مخاطره‌آمیز بوده و سبب بروز نوعی بیماری تحت عنوان متهموگلوبینمیا می‌گردد (۱۴ و ۴). همچنین در دستگاه گوارش انسان نیتریت حاصل از احیای نیترات توسط باکتری‌ها با آمین‌های نوع دوم و سوم ترکیب شده و تشکیل نیتروزآمین‌های سرطان‌زا را می‌دهد (۱۵). علاوه بر نوزادان، زنان باردار، افراد مسن و افرادی که دارای اختلال در دستگاه گوارشی از نوع کم بودن خاصیت اسیدی در محیط معده هستند نیز در معرض خطرات دریافت بیش از حد نیترات قرار دارند. نگرانی در مورد وجود یون نیترات در آب‌های زیرزمینی بیش از آن که به دلیل سمیت آن باشد به این دلیل است که این یون شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌باشد. بر خلاف بسیاری از عامل‌های فیزیکی و شیمیایی که در صورت افزایش غلظت آنها در آب از طریق ایجاد طعم و مزه قابل تشخیص است یون

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

نیترات حتی در غلظت‌های بیش از حد مجاز باعث ایجاد طعم و مزه در آب نمی‌شود (۱۶). لذا توجه به مخاطرات بهداشتی نیترات و نیتریت در آب شرب، سازمان جهانی بهداشت مقدار رهنمودی نیترات در آب آشامیدنی را ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیترات و بر این مبنا یک مقدار رهنمودی مشروط برای نیتریت به میزان ۳ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد نموده است. حداکثر غلظت نیترات طبق استاندارد کشور ایران نیز همین مقدار تعریف شده است (۱۷).

لذا با توجه به موارد فوق و از آنجایکه منابع عمده تامین آب شرب روستایی شهرستان دیواندره، منابع آب زیرزمینی بوده و با توجه به گستره فعالیت‌های کشاورزی در منطقه و استفاده از انواع کودها و سموم دفع آفات نباتی و همچنین احتمال آلودگی بعضی از منابع آب زیرزمینی منطقه به نیترات، این مطالعه با هدف ارزیابی کیفیت شیمیایی و بررسی مقدار نیترات در منابع آب زیرزمینی تعدادی از روستاهای شهرستان دیواندره صورت پذیرفت.

روش بررسی

این تحقیق یک مطالعه توصیفی- تحلیلی است که با هدف تعیین غلظت پارامترهای شیمیایی در آب آشامیدنی تعدادی از منابع تامین آب شرب روستایی شهرستان دیواندره (۳۰ روستای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب روستایی استان کردستان) صورت گرفت. جمعیت مورد مطالعه تعدادی از روستاهای دیواندره (۳۰ روستا) است که تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب روستایی استان کردستان می‌باشند. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی منابع تامین آب شرب روستاهای مورد بررسی با استفاده از مناسبترین تجهیزات آزمایشگاهی تعیین شدند. تعداد ۶۰ نمونه به حجم یک لیتر در طی دو مرحله شامل فصل کم آبی ۱۳۹۱ و فصل پر آبی ۱۳۹۲ بر اساس دستورالعمل موجود در کتاب روش‌های استاندارد برای آزمون‌های آب و فاضلاب برداشت شد (۱۸). در تمام مراحل نمونه‌برداری، نمونه‌ها تحت شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل و تا زمان انجام آزمایشات در یخچال نگهداری شدند. پارامترهای کدورت، درجه حرارت نمونه، هدایت الکتریکی و pH بلافاصله و در محل نمونه‌برداری تعیین شدند. در خصوص تعیین سولفات، فسفات، نیترات، نیتریت، کلرید، فلوراید، کلسیم و منیزیم از دستگاه یون کروماتوگراف (Metrohm 882 compact IC plus)، سدیم، لیتیم و پتاسیم از دستگاه فلم‌فتومتر (Jenway PFP 7) استفاده شد. تمام آزمایشات مربوط به متغیرهای مورد نظر طبق روش‌های استاندارد برای انجام آزمایشات آب و فاضلاب (کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵) و روش‌های متداول آزمایشگاهی موجود در آزمایشگاه‌های آب و فاضلاب گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کردستان انجام شد (۱۸).

به منظور مقایسه میانگین نتایج دو مرحله اول و دوم از نرم‌افزار SPSS استفاده شد و با توجه به توزیع غیر نرمال داده‌ها از آزمون ناپرامتری ویلکاکسون استفاده شد. برای تعیین همبستگی بین آنیون‌ها و کاتیون‌ها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. به منظور شناخت تغییرات کیفی آب زیرزمینی در مناطق مختلف سفره آب زیرزمینی حدوده مطالعاتی نتایج آنالیز شیمیایی در دوره‌های نمونه برداری توسط نرم‌افزار Rock Work مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با استفاده از این نتایج نسبت به تعیین تیپ آب زیرزمینی و ارزیابی آن در مصارف مختلف شرب، کشاورزی و صنعت اقدام گردید. ضمنا به منظور بررسی تغییرات مکانی نیترات، نقشه GIS توسط برنامه Arc GIS تهیه شد.

نتایج

نتایج کیفیت شیمیایی آب، حاصل از آنالیز نمونه‌ها در هر فصل در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. میانگین غلظت نیترات طی مرحله اول نمونه‌برداری (فصل کم آبی) در منابع تامین آب۲۵/۶۱ ± ۲۶/۱۳ میلی‌گرم در لیتر است، که کمترین آن مربوط به روستای زرینه با مقدار ۰/۵۲۶

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

میلی‌گرم در لیتر و بیشترین غلظت مربوط به روستای قلعه روتله با مقدار ۱۱۳/۶۵ میلی‌گرم در لیتر است. به همین ترتیب میانگین غلظت نیترات طی مرحله دوم نمونه‌برداری (فصل پر آبی) در منابع تامین آب ۲۹/۸۰± ۲۸/۴۷ میلی‌گرم در لیتر است، که کمترین آن مربوط به روستای دوزخ دره با مقدار ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین غلظت مربوط به روستای قلعه روتله با مقدار ۱۲۹/۸۵ میلی‌گرم در لیتر است. شکل ۱ نمودار پایپر نمونه‌های آب زیرزمینی محدوده مورد مطالعه در طی دو مرحله بررسی و شکل ۲ نقشه هم غلظت نیترات را در طی دو مرحله نمونه‌برداری نشان می‌دهد. جدول ۳ بر اساس نمودارهای شولر نمونه‌های آب روستاهای مورد مطالعه در دو مقطع زمانی بدست آمده و نشاندهنده وضعیت آب از لحاظ شرب است. مقدار ضرایب همبستگی بین یون‌ها با کمک آزمون پیرسون محاسبه و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است. مطابق با آزمون ویلکاکسون به منظور مقایسه غلظت نیترات در طی دو مرحله بررسی، مقدار ضریب z و p به ترتیب برابر ۲/۵۶- و ۰/۰۱ بدست آمد.

جدول ۱- کیفیت شیمیایی آب روستاهای مورد مطالعه در فصل کم آبی

ردیف	روستا	کلسیم ($mg\ L^{-1}$)	منیزیم ($mg\ L^{-1}$)	سدیم ($mg\ L^{-1}$)	پتاسیم ($mg\ L^{-1}$)	کلرید ($mg\ L^{-1}$)	فلوراید ($mg\ L^{-1}$)	سولفات ($mg\ L^{-1}$)	نیترات ($mg\ L^{-1}$)	pH	رسانایی الکتریکی ($\mu S\ cm^{-1}$)	کل جامدات محلول ($mg\ L^{-1}$)	سختی کل ($mg\ L^{-1}\ CaCO_3$)	قلیاییت کل ($mg\ L^{-1}\ CaCO_3$)
۱	حیدردیده-بان	۱۲۲	۲۲/۳	۳۵	۸	۲۷/۱۶۹	۰/۳۶۸	۱۷/۲۵۲	۵۱/۴۴۲	۷/۲۲	۱۰۵۰	۶۹۰	۳۹۲	۳۴۱
۲	کانی‌چای	۷۳/۵	۴/۸۶	۱۲	۰/۴	۲/۹۹۴	۰/۲۶۷	۶/۳۱۲	۶۲/۷۶۰	۷/۵۱	۵۱۰	۳۵۰	۲۰۰	۱۵۶
۳	کس‌نزان	۸۱/۶	۱۴/۶	۱۶	۰/۳	۱۳/۱۳۷	۰/۲۸۰	۶/۰۶۱	۳۹/۷۳۹	۷/۶۲	۶۵۰	۴۵۲	۲۶۰	۲۳۵
۴	زرینه	۹۷/۸	۲۴/۳	۵۰	۰/۹	۲۵/۴۱۰	۰/۲۵۰	۲۵/۷۱۰	۰/۵۲۶	۷/۰۵	۹۹۰	۶۵۱	۳۴۰	۳۴۸
۵	کلکان	۱۱۷/۵	۱۷/۵	۴۵	۲۲/۸	۴۰/۴۷۵	۰/۲۱۴	۷۹/۱۲۷	۵۱/۱۰۵	۷/۳۸	۱۰۷۰	۷۱۰	۳۶۰	۲۷۸
۶	کانی‌سفید	۸۱/۶	۱۱/۷	۲۱	۰/۲	۷/۷۹۸	۰/۲۲۱	۹/۷۷۷	۶۵/۸۰۰	۷/۵	۶۴۵	۴۴۰	۲۴۸	۱۹۵
۷	قلعه روتله	۱۳۱	۱۹/۵	۲۲	۳/۹	۳۸/۵۲۶	۰/۱۸۸	۲۵/۴۹۳	۱۱۳/۶۵۰	۷/۲۶	۱۰۰۶	۷۱۰	۴۰۰	۲۹۵
۸	گاوشله	۱۰۶	۲۱/۴	۴۸	۳/۷	۲۸/۸۸۱	۰/۱۸۷	۲۰/۵۵۹	۵/۳۲۹	۷/۳۸	۱۰۱۰	۶۶۰	۳۴۸	۳۵۲
۹	دره‌اسب	۱۰۶	۲۵	۷۸	۴/۷	۷۵/۲۲۹	۰/۲۹۹	۴۹/۳۹۰	۱۳/۴۳۵	۷/۸	۱۱۸۰	۷۷۱	۳۶۲	۳۴۴
۱۰	جعفرآباد	۱۰۴	۲۱/۴	۳۹	۲	۱۸/۸۶۰	۰/۳۲۴	۱۹/۵۱۲	۵/۷۳۸	۷/۳	۹۴۰	۶۳۱	۳۴۸	۳۵۲
۱۱	رشیدآباد	۹۴/۶	۹/۷	۱۵	۳/۱	۴/۶۰۶	۰/۲۶۷	۲۰/۱۸۵	۶۱/۴۷۸	۷/۴۵	۶۸۲	۴۶۰	۲۷۲	۲۱۰
۱۲	کوله	۱۰۴	۱۸/۵	۳۴	۳/۵	۱۶/۳۷۵	۰/۲۴۰	۴۱/۲۳۰	۶/۲۱۴	۷/۸۱	۹۰۱	۶۰۰	۳۳۲	۳۱۰
۱۳	قجر	۸۳/۲	۱۰/۷	۲۲	۰/۷	۵/۲۳۳	۰/۳۰۶	۷/۲۳۱	۲۹/۱۱۰	۷/۹۸	۶۴۷	۴۴۰	۲۴۸	۲۳۴
۱۴	کپک	۱۱۱	۶/۸	۱۹	۰/۴	۲/۶۰۲	۰/۲۶۷	۹/۶۳۸	۵/۸۳۳	۷/۴۴	۷۳۱	۴۹۰	۳۰۰	۲۸۷
۱۵	کول	۶۵/۳	۱۶/۵	۱۱	۱/۳	۲/۴۶۷	۰/۱۳۹	۸/۴۹۷	۵/۵۴۹	۷/۸۷	۵۵۸	۳۷۱	۲۲۸	۲۱۷
۱۶	دوزخ دره	۵۷	۴/۹	۹	۰/۵	۱/۰۲۸	۰/۱۴۲	۵/۶۶۷	۳/۱۴۰	۷/۹۹	۳۹۶	۲۶۱	۱۶۰	۱۵۵
۱۷	قزل‌بلاغ	۶۵	۹/۷	۹	۰/۶	۱/۴۹۰	۰/۱۳۸	۶/۴۴۵	۲/۹۲۳	۸/۰۴	۴۸۰	۳۲۵	۲۰۰	۱۹۳
۱۸	هزارکانیان	۸۹/۷	۴/۹	۱۸	۳/۲	۱۴/۹۴۷	۰/۱۴۳	۱۷/۲۱۴	۳/۷۳۹	۷/۹	۶۲۲	۴۱۵	۲۴۰	۲۲۱
۱۹	زاغه علیا	۹۷/۸	۱۹/۵	۱۶	۲/۸	۶/۸۰۶	۰/۱۶۸	۱۷/۰۸۱	۱۰/۸۴۲	۷/۸۵	۷۸۹	۵۳۰	۳۲۰	۲۹۵
۲۰	زاغه سفلی	۱۰۱	۲۳/۳	۱۹	۱	۹/۶۵۲	۰/۲۲۹	۱۳/۳۵۱	۱۰/۳۱۱	۷/۹۳	۸۵۱	۵۵۹	۳۴۴	۳۲۰
۲۱	نساره علیا	۸۳/۲	۲۲/۳	۴۲	۳/۴	۲۵/۴۵۷	۰/۲۵۸	۲۷/۶۸۷	۲۰/۵۱۶	۷/۸	۸۶۲	۵۶۵	۲۹۶	۲۷۵
۲۲	قلعه ریحانه	۷۶/۷	۲۲/۳	۱۰	۰/۳	۱۲/۵۲۶	۰/۱۵۶	۱۷/۹۳۲	۴۶/۵۱۱	۷/۸	۶۶۹	۴۳۳	۲۸۰	۲۰۷
۲۳	کهریزه	۱۰۶	۴/۹	۳۲	۰/۲	۵/۲۰۳	۰/۳۵۶	۳/۵۳۲	۲۷/۱۱۲	۷/۸۹	۷۷۱	۵۳۱	۲۸۰	۲۸۹
۲۴	سرقلعه	۴۹	۱۴/۶	۴۸	۰/۹	۴/۲۸۲	۰/۲۳۸	۱۰/۰۳۹	۲۳/۴۹۹	۸	۶۲۵	۴۲۲	۱۸۰	۲۲۶
۲۵	برکه	۶۸/۵	۱۲/۶	۴۴	۰/۴	۵/۸۰۹	۰/۳۵۴	۱۰/۱۴۹	۲۶/۶۲۷	۷/۹	۶۸۹	۴۷۱	۲۲۰	۲۵۰
۲۶	آغاجری	۴۹	۱۴/۶	۴۷	۱/۱	۴/۸۲۱	۰/۳۱۷	۶/۲۲۶	۲۰/۴۰۴	۸/۱	۶۸۵	۴۶۵	۲۸۰	۲۸۰
۲۷	باغچله	۱۰۶	۲۱/۴	۷۸	۱/۸	۱۹/۳۳۵	۰/۳۳۴	۳۵/۵۷۰	۱۷/۳۵۲	۷/۸۵	۱۱۴۰	۷۸۲	۳۴۸	۴۲۰
۲۸	دالان	۱۰۳	۱۹/۵	۸۳	۵	۳۰/۲۱۸	۰/۳۳۶	۷۱/۰۵۴	۱۴/۸۹۴	۷/۸۱	۱۱۴۵	۷۸۴	۳۳۲	۳۴۹
۲۹	احمدآباد	۸۱/۶	۱۲/۶	۲۱	۰/۶	۶/۲۷۳	۰/۳۱۳	۹/۹۲۱	۲۱/۳۳۷	۷/۹	۶۶۲	۴۴۹	۲۵۲	۲۴۷
۳۰	آله‌دره علیا	۵۲	۱۹/۵	۱۱	۰/۳	۳/۳۳۸	۰/۱۶۹	۱۴/۲۲۸	۱۷/۲۰۱	۷/۹	۵۱۱	۳۲۴	۲۰۸	۱۸۰
استاندارد ملی	حداکثر مطلوب	۳۰۰	۳۰	۲۰۰	–	۲۵۰	۰/۵–۱/۵	۲۵۰	–	۸/۵– ۶/۵	–	۱۰۰۰	۲۰۰	–
	حداکثر مجاز	–	–	۲۰۰	–	۴۰۰	۱/۵	۴۰۰	۵۰	۹–۶/۵	–	۱۵۰۰	۵۰۰	–

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

جدول ۲- کیفیت شیمیایی آب روستاهای مورد مطالعه در فصل پر آبی

ردیف	روستا	کلسیم ($mg\ L^{-1}$)	منیزیم ($mg\ L^{-1}$)	سدیم ($mg\ L^{-1}$)	پتاسیم ($mg\ L^{-1}$)	کلرید ($mg\ L^{-1}$)	فلوراید ($mg\ L^{-1}$)	سولفات ($mg\ L^{-1}$)	نیترات ($mg\ L^{-1}$)	pH	رسانایی الکتریکی ($\mu S\ cm^{-1}$)	کل جامدات محلول ($mg\ L^{-1}$)	سختی کل ($mg\ L^{-1}$ $CaCO_3$)	قلیایت کل ($mg\ L^{-1}$ $CaCO_3$)
۱	حیدردیدبان	۸۹/۸	۱۹/۴	۳۳	۷	۱۷/۸۲	۰/۷۳۰	۲۴/۰۹	۵۵/۱	۷/۹۱	۸۳۶	۵۶۰	۳۰۰	۲۸۶
۲	کانی‌چای	۴۹/۸	۴/۸	۱۲	۰/۲	۲/۸۸	۰/۶۱۳	۶/۳۵	۷۲/۴۸	۷/۸۹	۳۹۹	۲۷۵	۱۴۴	۱۱۵
۳	کس‌نزان	۷۱/۸	۱۴/۶	۱۶	۰/۲	۱۳/۴۱۹	۰/۵۳۹	۱۱/۰۷	۴۶/۴۶	۷/۸۱	۵۹۹	۴۰۵	۲۳۶	۱۹۵
۴	زرینه	۹۰/۲	۲۱/۷	۴۷	۱	۲۶/۵۴	۰/۳۵۷	۲۶/۶۶	۲/۶۶	۷/۰۵	۹۱۳	۶۰۲	۳۱۰	۳۱۳
۵	کلکان	۱۲۵/۷	۱۷	۳۷	۱۳/۴	۳۰/۵۸	۰/۵۳۶	۷۰/۰۰	۶۱/۴۵	۷/۵۶	۱۰۵۱	۷۰۴	۳۰۸	۲۸۴
۶	کانی‌سفید	۵۶/۷	۱۶/۸	۱۶	۰/۲	۹/۴۷	۰/۴۷۱	۸/۵۹	۷۸/۴۸	۷/۶۱	۵۲۸	۳۵۵	۲۰۴	۱۴۶
۷	قلعه روتله	۱۰۰	۲۱/۱	۲۴	۵/۷	۳۴/۵۷	۰/۴۰۴	۳۶/۲۴	۱۲۹/۸۵	۷/۷۲	۸۶۹	۵۸۵	۳۳۶	۱۶۷
۸	گاوشله	۸۹	۱۷	۴۱	۳/۲	۲۱/۴۶	۰/۳۹۰	۲۰/۹۵	۴/۹۹	۷/۷۵	۸۴۵	۵۶۶	۲۸۸	۳۰۳
۹	دره‌اسب	۱۰۰	۱۷	۶۴	۴	۵۶	۰/۴۶۱	۳۳/۸۹	۴/۷۱	۷/۸۱	۱۰۱۲	۶۸۰	۳۱۵	۳۲۸
۱۰	جعفرآباد	۱۰۲	۱۹/۹	۳۸	۱/۸	۲۰/۷۶	۰/۴۸۳	۱۳/۱۱	۷/۸۰	۷/۹۰	۹۲۴	۶۱۹	۳۳۲	۳۳۶
۱۱	رشیدآباد	۹۲/۲	۸/۷	۱۴	۲/۷	۵/۵۵	۰/۴۱۵	۲۲/۱۱	۶۵/۲۵	۷/۱۵	۶۴۹	۴۳۵	۲۶۱	۱۸۸
۱۲	کوله	۷۱/۸	۱۷/۵	۳۴	۲/۵	۱۷/۰۱	۰/۴۳۸	۲۵/۱۸	۳/۷۴	۷/۷۱	۷۱۵	۴۷۴	۲۴۸	۲۵۴
۱۳	قجر	۶۲/۸	۱۶	۲۶	۰/۷	۴/۸۱	۰/۳۹۵	۱۱/۵۰	۲۰/۰۱	۸/۱۱	۶۱۲	۴۱۱	۲۲۰	۲۲۱
۱۴	کپک	۶۴/۴	۱۷	۲۳	۰/۴	۶/۲۲	۰/۳۵۱	۱۵/۰۳	۳/۹۷	۷/۹۷	۶۱۶	۴۱۲	۲۲۸	۲۳۰
۱۵	کول	۶۶/۵	۸/۵	۱۰	۰/۴	۲/۳۰	۰/۴۱۱	۶/۴۱	۶/۱۱	۷/۹۱	۴۹۴	۳۳۶	۱۹۸	۱۹۷
۱۶	دوزخ دره	۵۳	۹/۷	۸	۰/۳	۱/۵۲	۰/۴۰۹	۴/۷۹	۱/۵۰	۷/۸۰	۴۰۸	۲۷۶	۱۷۰	۱۶۴
۱۷	قزل‌بلاغ	۶۴	۹/۲	۸	۰/۷	۲/۵۱	۰/۲۸۵	۷/۸۹	۵/۸۵	۷/۶	۴۷۵	۳۱۸	۱۹۵	۱۸۱
۱۸	هزارکانیان	۷۱/۴	۱۵/۸	۱۶	۳/۱	۱۳/۵	۰/۳۰۱	۱۶/۳۰	۵/۹۴	۷/۸۵	۶۱۴	۴۱۱	۲۴۰	۲۱۷
۱۹	زاغه علیا	۱۰۲	۱۴/۶	۱۶	۲/۲	۸/۷۳	۰/۲۴۴	۱۱/۲۴	۷/۳۸	۷/۷۰	۷۷۱	۵۲۰	۳۱۰	۲۹۱
۲۰	زاغه سفلی	۱۰۰	۱۸/۲	۲۴	۱/۲	۱۱/۰۸	۰/۴۰۳	۱۲/۲۱	۸/۵۶	۷/۸۱	۸۲۱	۵۴۹	۳۲۰	۳۱۰
۲۱	نساره علیا	۷۳/۸	۱۳/۳	۴۷	۴	۲۱/۲۲	۰/۴۰۰	۲۸/۹۱	۲۴/۷۰	۷/۶۲	۷۵۱	۵۰۳	۲۳۶	۲۳۳
۲۲	قلعه ریحانه	۷۲	۲۱	۹	۰/۷	۱۱/۵۱	۰/۲۴۴	۲۰/۱۲	۵۳/۲۴	۷/۷	۶۲۷	۴۲۰	۲۶۳	۱۸۹
۲۳	کهریزه	۶۸/۵	۱۶/۴	۳۵	۰/۱	۵/۸۵	۰/۳۶۵	۱۱/۱۳	۲۹/۱۴۹	۷/۵۱	۶۶۹	۴۵۵	۲۲۸	۲۴۵
۲۴	سرقلعه	۴۵	۱۰	۳۹	۰/۹	۴/۱۱	۰/۵۴۱	۱۱/۲۶	۲۳/۱۰	۸/۱	۵۱۷	۳۵۱	۱۵۱	۱۸۴
۲۵	برکه	۶۳/۲	۱۰/۹	۴۰	۰/۴	۶/۴۹	۰/۴۸۲	۹/۱۵	۲۸/۹۳	۷/۹۱	۶۲۵	۴۲۵	۲۰۰	۲۲۸
۲۶	آغاجری	۴۶	۱۲/۱۵	۵۳	۱	۵/۰۰	۰/۴۵۵	۵/۳۹	۲۲/۰۰	۷/۸	۶۱۵	۴۲۰	۱۶۳	۲۲۷
۲۷	باغچله	۶۹/۷	۱۹/۴	۷۷	۱/۲	۱۴/۷۶	۰/۴۵۸	۴۶/۲۱	۲۰/۵۰	۷/۷۰	۹۲۰	۶۱۶	۳۰۰	۳۰۱
۲۸	دالان	۹۹/۵	۱۸/۵	۸۰	۴/۱	۲۳/۲۲	۰/۴۹۰	۸۲/۲۲	۱۶/۶۲	۷/۷۲	۱۱۰۰	۷۳۷	۳۲۰	۳۲۸
۲۹	احمدآباد	۶۳/۲	۱۰/۹	۱۸	۰/۲	۲/۳۵	۰/۲۹۶	۷/۲۰	۲۳/۶۷	۸/۱۴	۵۲۸	۳۵۴	۲۰۰	۱۹۴
۳۰	آله‌دره علیا	۴۹	۹/۷	۱۲	۰/۲	۲/۳۵	۰/۴۰۶	۱۲/۰۰	۲۰/۰۰	۷/۸۵	۴۰۹	۲۷۵	۱۶۰	۱۳۹
استاندارد ملی	حداکثر مطلوب	۳۰۰	۳۰	۲۰۰	–	۲۵۰	۱/۵– ۰/۵	۲۵۰	–	۸/۵– ۶/۵	–	۱۰۰۰	۲۰۰	–
	حداکثر مجاز	–	–	۲۰۰	–	۴۰۰	۱/۵	۴۰۰	۵۰	۹– ۶/۵	–	۱۵۰۰	۵۰۰	–

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

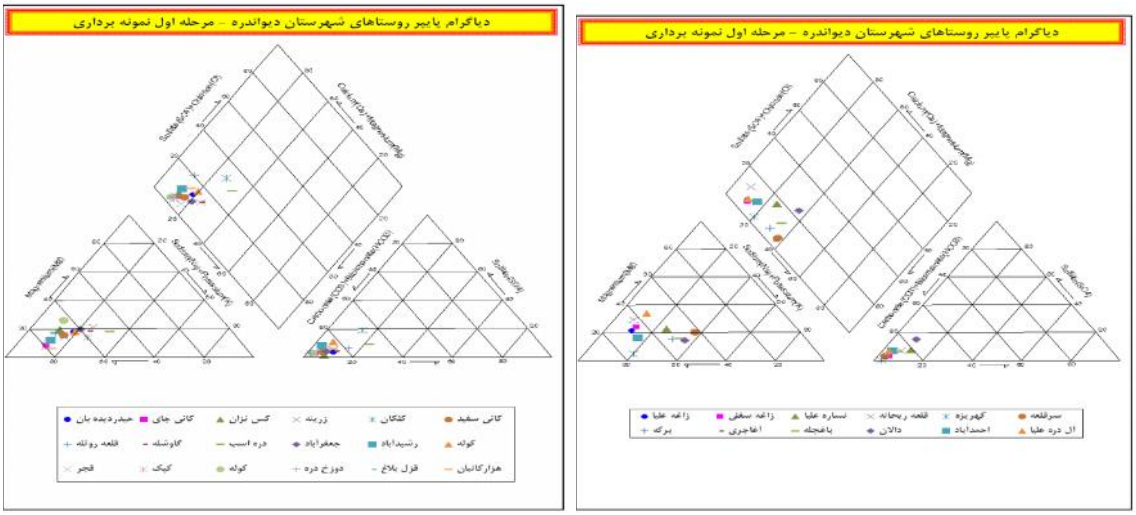
جدول ۳- درصد هر یک از کلاس‌های طبقه‌بندی شولر برای مصارف شرب در فصول کم و پر آبی

طبقه بندی آب	TDS		TH		PH		Na		Cl		SO_4	
	کم آبی	پر آبی	کم آبی	پر آبی	کم آبی	پر آبی	کم آبی	پر آبی	کم آبی	پر آبی	کم آبی	پر آبی
خوب	۵۳/۳۳	۶۰	۳۰	۵۳/۳۳	۸۰	۹۳/۳۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
قابل قبول	۴۶/۶۷	۴۰	۷۰	۴۶/۶۷	۱۳/۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
متوسط	۰	۰	۰	۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نامناسب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کاملاً نامطبوع	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
غیر قابل شرب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول ۴- ضرایب همبستگی داده‌های مربوط به تجزیه شیمیایی آب روستاهای مورد بررسی

	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	Cl	SO_4	NO_3	TH	TDS	EC	pH
Ca	۱											
Mg	۰/۳۲۳ ns	۱										
Na	۰/۳۰۷ ns	۰/۴۸۰ **	۱									
K	۰/۴۷۶ **	۰/۲۴۲ ns	۰/۲۹۳ ns	۱								
HCO_3	۰/۶۸۵ **	۰/۶۴۲ **	۰/۷۴۷ **	۰/۲۵۳ ns	۱							
Cl	۰/۵۹۳ **	۰/۵۹۵ **	۰/۶۳۷ **	۰/۵۴۲ **	۰/۵۷۱ **	۱						
SO_4	۰/۵۰۹ **	۰/۴۶۷ **	۰/۶۴۶ **	۰/۷۵۷ **	۰/۴۸۹ **	۰/۷۱۵ **	۱					
NO_3	۰/۲۵۸ ns	-۰/۰۵۹ ns	-۰/۱۸۴ ns	۰/۲۱۹ ns	-۰/۲۰۶ ns	۰/۱۴۱ ns	۰/۰۳۷ ns	۱				
TH	۰/۸۷۳ **	۰/۶۷۸ **	۰/۴۸۹ **	۰/۴۷۷ **	۰/۸۴۶ **	۰/۶۹۹ **	۰/۵۷۱ **	۰/۱۷۴ ns	۱			
TDS	۰/۷۹۴ **	۰/۶۵۴ **	۰/۷۸۲ **	۰/۴۹۹ **	۰/۹۰۴ **	۰/۷۸۷ **	۰/۷۳۰ **	۰/۱۰۰ ns	۰/۹۰۷ **	۱		
EC	۰/۷۸۶ **	۰/۶۸۷ **	۰/۷۸۱ **	۰/۵۱۴ **	۰/۹۰۶ **	۰/۸۰۵ **	۰/۷۳۹ **	۰/۰۵۹ ns	۰/۹۱۱ **	۰/۹۹۶ **	۱	
pH	-۰/۶۲۸ **	-۰/۲۶۷ ns	-۰/۰۶۹ ns	-۰/۳۴۲ ns	-۰/۳۲۰ ns	-۰/۳۷۴ *	-۰/۲۳۲ *	-۰/۴۰۱ *	-۰/۵۶۲ **	-۰/۴۵۰ *	-۰/۴۵۴ *	۱

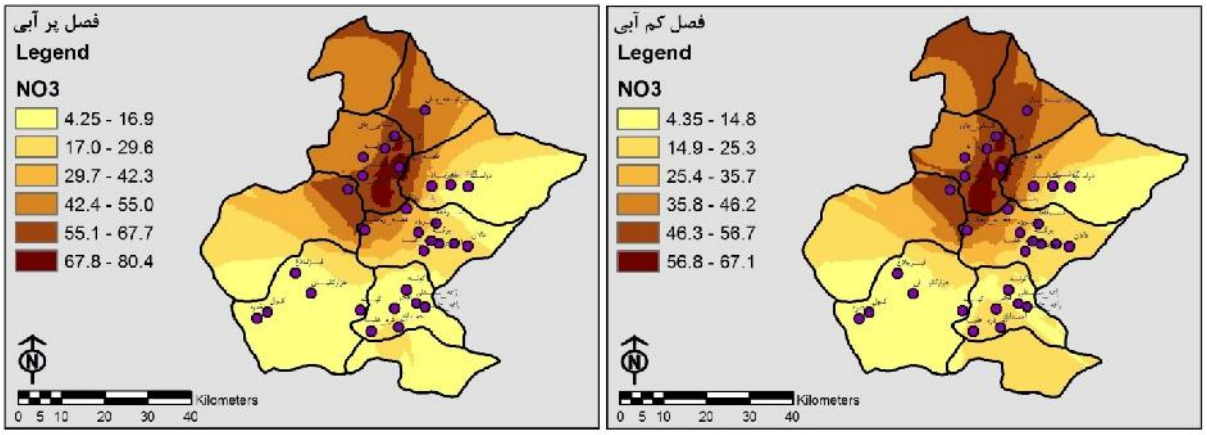
**Correlation is significant at the 0.01 level
*Correlation is significant at the 0.01 level
ns: Non- significant



شکل ۱- نمودار پایپر منابع آب روستاهای مورد بررسی شهرستان دیواندره

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]



شکل ۲- نقشه هم غلظت و پراکندگی نیترات در منابع آب روستایی شهرستان دیواندره در طی فصول کم آبی و پر آبی

بحث

باتوجه به نتایج مرحله اول بررسی، در ۲۰ درصد از منابع تامین آب روستاها، شامل روستاهای حیدردیده‌بان، کانی‌چای، کلکان، کانی‌سفید، قلعه روتله و رشیدآباد غلظت نیترات بیش از مقدار استاندارد مجاز نیترات مطابق با استاندارد ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و همچنین رهنمود سازمان جهانی بهداشت است. به همین صورت در بین نتایج مرحله دوم بررسی نیز، در ۲۳/۳ درصد از منابع تامین آب روستاها، شامل روستاهای حیدردیده‌بان، کانی‌چای، کلکان، کانی‌سفید، قلعه روتله، رشیدآباد و قلعه ریحانه، غلظت نیترات بیش از استاندارد فوق‌الذکر است. بر اساس یک تقسیم بندی، آبهای زیرزمینی از نظر محتوای نیترات در آنها به سه دسته خیلی آلوده (نیترات بیش از ۴۵ میلی‌گرم در لیتر)، آلوده (نیترات بین ۲۰ تا ۴۵ میلی‌گرم در لیتر) و کمی آلوده (نیترات کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) تقسیم می‌گردند (۸). با توجه به این تقسیم‌بندی غلظت نیترات در منابع آب روستاهای کس‌نزان، کهریزه، سرقلعه، برکه، آغاجری، احمدآباد، قجر، نساره علیا و باغچله در طی هر دو مرحله نمونه‌برداری بین ۲۰ تا ۴۵ میلی‌گرم در لیتر است. طبق این معیار ۳۰ درصد منابع تامین آب روستاها آلوده محسوب می‌گردد. به همین ترتیب در مرحله اول نمونه‌برداری از کل منابع مورد بررسی ۲۰ درصد و ۵۰ درصد به ترتیب خیلی آلوده و کمی آلوده به حساب می‌آیند و در مرحله دوم نمونه‌برداری نیز ۲۳/۳ درصد و ۴۶/۷ درصد منابع به ترتیب در گروه خیلی آلوده و کمی آلوده به قرار می‌گیرند.

یافته‌های مطالعه در خصوص نیترات موید این است که پراکندگی غلظت یون نیترات بر خلاف یون نیتریت دارای تغییرات گسترده‌ای است. نتایج حاصل نشان داد در اکثر نمونه‌ها میزان غلظت نیترات در فصل پر آبی بیشتر از فصل کم آبی است. از جمله دلایل این مسئله افزایش فعالیت‌های کشاورزی (افزایش مصرف کود و تولید فاضلاب) نسبت به فصل پاییز است که با نتایج مطالعات انجام شده در شهرهای سمنان و کاشان نیز مطابقت دارد (۱۹ و ۸). در همین راستا بالا بودن غلظت نیترات در آبهای زیرزمینی مناطق کشاورزی دشت بهار همدان (۱۲۲ میلی‌گرم در لیتر) و در منطقه کشاورزی راجستان هند (۷۰ تا ۷۰۰ میلی‌گرم در لیتر) نقش و تاثیر فعالیت‌های کشاورزی را در افزایش نیترات در آب تایید می‌نماید (۹ و ۵). طبق آزمون مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین غلظت یون مذکور در دو مرحله نمونه‌برداری و به عبارت دیگر بین دو فصل کم آبی و پر آبی وجود دارد ($p< ۰/۰۱$). دلیل عمده این اختلاف همان طور که اشاره شد مربوط به افزایش فعالیت‌های کشاورزی در منطقه در فصل پرآبی و به دنبال افزایش مصرف کود و سموم مختلف است، که نهایتا آب برگشتی و

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

زه‌آب‌های کشاورزی واجد ترکیبات نیتروژن سبب افزایش نیترات در منابع آبی منطقه شده است. آب برگشتی کشاورزی تاثیر زیادی در تخریب کیفیت آب زیرزمینی دارد که اثر آن در مناطق گرم و خشک بیشتر می‌باشد. تبخیر از آب‌های برگشتی کشاورزی که می‌تواند حاوی املاح حل شده کودها نیز باشند باعث می‌شود که املاح موجود در آن ها افزایش یافته که این املاح در حین نفوذ به زمین در قشر بالایی خاک به جا گذاشته می‌شوند. با آبیاری بعدی یا بارندگی این املاح به آب زیرزمینی انتقال می‌یابند و باعث کاهش کیفیت آب زیر زمینی می‌شوند. مطالعات نشان می‌دهد که دلیل عمده افزایش غلظت نیترات در آب زیرزمینی، می‌تواند آب برگشتی کشاورزی و فاضلاب های خانگی در چاه‌های جذبی باشد (۱۴).

با توجه به نقشه هم غلظت نیترات (شکل ۲) ملاحظه می‌شود که بیشترین غلظت نیترات در طی دو مرحله نمونه‌برداری مربوط به نواری از مرکز دشت به سمت قسمت شمالی منطقه می‌باشد که مطابق نقشه مذکور غلظت نیترات آن بالاتر از استانداردهای کشوری و بین‌المللی است. این مناطق بیشترین زمین‌های کشاورزی و تجمع جمعیت را شامل می‌شود. بنابراین، کاربرد کودهای نیتراته در این مناطق عامل مهمی در افزایش غلظت یون نیترات در آب است. کشاورزی بودن منطقه و مصرف کودهای حیوانی و شیمیایی و دفع غیر اصولی فاضلاب‌های تولیدی ناشی از آن، در افزایش غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی تاثیرگذار است. در بسیاری از آب‌های زیرزمینی افزایش مقادیر نیترات به دلیل توسعه فعالیت‌های کشاورزی مشاهده شده است. به عنوان مثال در منطقه دلتای کارشینای هند، محتوای نیترات ۷۹ نمونه از چاه‌های آب زیرزمینی در سال ۲۰۰۸ اندازه گیری شد و مشخص شد که غلظت نیترات در ۳۹ درصد از نمونه‌ها بیشتر از ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بود، که فراتر از حد قابل قبول نیترات در آب آشامیدنی است و در نهایت دلیل اصلی بالا بودن غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی این نواحی استفاده از کودهای نیتروژنه برای اهداف کشاورزی بیان شده است (۷). علاوه بر فعالیت‌های کشاورزی، فعالیت‌های صنعتی و فاضلاب‌های ناشی از آنها نیز در آلودگی منابع آب زیرزمینی به انواع آلاینده‌ها از جمله نیترات موثر هستند.

به هر حال با توجه به تعدد راه‌های ورود نیترات به آبهای زیرزمینی در مناطق مختلف، تعیین منشاء آن معمولا مشکل است. با این حال طبق گفته هان و لیو فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی می‌تواند به عنوان یک منبع مهم سبب افزایش غلظت آنیون‌های سولفات، فسفر، کلر و سدیم و به خصوص نیترات در منابع آب شود. این فاکتورها می‌توانند مرتبط با کل جامدات محلول باشند و نشان‌دهنده‌ی اثر فعالیت‌های انسانی بر آب‌های زیرزمینی باشند. به عبارت بهتر اگر رابطه‌ی این یونها با کل جامدات محلول معلوم شود و همبستگی نشان دهد، می‌تواند دلالت بر فعالیت‌های انسانی در تعیین کیفیت آب‌های زیرزمینی باشد (۲۱ و ۲۰). مشخص است که همبستگی بسیار خوبی بین کل جامدات محلول و آنیون‌ها در نمونه‌های آب زیرزمینی روستاهای مورد مطالعه وجود دارد (جدول ۴). که بیانگر این مطلب است که نیترات موجود در آب‌های زیرزمینی منطقه بیشتر در اثر فعالیت‌های انسانی به این آب‌ها اضافه شده‌اند. اگرچه برای تعیین سهم فعالیت‌های کشاورزی در آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات باید، نوع محصولات، نیاز آنها به کودهای شیمیایی، استفاده بهینه از کودهای افزوده شده به زمین‌های زراعی و نوع آبیاری زمین‌های کشاورزی نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نتایج مطالعه نشان می‌دهد که مقادیر یون نیتریت در آب تمامی مناطق مورد بررسی از مقادیر استاندارد پیشنهادی پایین‌تر است. دلیل آن نیز می‌تواند ناپایدار بودن این آنیون و تبدیل سریع آن در طبیعت به یون نیترات باشد. بالا بودن غلظت یون نیترات در عین پایین بودن غلظت یون نیتریت گویای این واقعیت است که آلودگی موجود به تازگی و به صورت لحظه‌ای اتفاق نیفتاده، بلکه این افزایش در طی

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

سال‌های متمادی رخ داده است و در صورت عدم اعمال کنترل‌های لازم این روند ادامه خواهد داشت. لذا با توجه به مخاطرات بهداشتی ناشی از غلظت بالای نیترات بر سلامتی مصرف کنندگان، لازم است ضمن کنترل وضعیت منابع آب شرب نسبت به تصفیه یا حذف منابع آب دارای آلودگی به نیترات از چرخه بهره‌برداری و جایگزینی با منابع آب مناسب‌تر اقدام گردد. بدین منظور علاوه بر ارایه برنامه‌های عملی باید تمهیدات مؤثری در کنترل آلودگی آب شرب مناطق تحت مطالعه در دراز مدت، هم چون تلاش در جهت تدوین برنامه‌های منظم و مدون جهت بررسی روند تغییرات، اتخاذ شود. همچنین نظارت بر کودهای مصرفی در کشاورزی منطقه، برنامه‌ریزی جهت کنترل فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی و گسترش شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌ها در مناطق روستایی از مهمترین راهکارهای عملی جهت کنترل غلظت آنیون نیترات در منابع تامین‌کننده آب آشامیدنی مناطق روستایی دیواندره می‌باشد. ضمنا کودهای ازته بخاطر داشتن خصوصیات ویژه نقش بیشتری در آلودگی منابع آب و خاک دارند. زیرا نیتروژن دارای پتانسیل بیشتری برای تخریب کیفیت آب‌های زیرزمینی است و فرآیند حرکت آب و آبشویی نیترات در پروفیل خاک نیز بسیار پیچیده است. بنابراین سرنوشت نیتروژن در سیستم خاک-آب-گیاه نه فقط به دلیل استفاده در سیستم‌های بیولوژیکی، بلکه به دلیل آلودگی آب‌های زیرزمینی قابل اهمیت می‌باشد و لذا مصرف این نوع از کودها بایستی کنترل و محدود گردد (۱۵ و ۱۴).

نتایج بررسی سختی آب نشان داد که تمام سختی موجود از نوع سختی موقت است و سختی دائم وجود ندارد و ثانیا در مرحله اول آب ۴۳/۳ درصد از منابع کاملاً سخت و ۵۶/۷ درصد مابقی سخت است. به همین ترتیب در مرحله دوم نیز، آب ۳۳/۳ درصد از منابع کاملاً سخت و ۶۷/۷ درصد مابقی سخت است. به هر حال هر چند مقادیر سختی در منابع آب مورد بررسی کمتر از استاندارد توصیه شده است و مشکلات خاصی را برای مصرف‌کننده سبب نمی‌شود، اما مصارف صنعتی آن را محدود می‌نماید و تداوم روند افزایش سختی در آینده ممکن است مصارف شرب آب را دستخوش تغییر نماید.

بررسی تواتر یونی، تیپ و رخساره آب و نحوه توسعه آن در روستاهای مورد مطالعه نشان داد که آنیون غالب در تمامی منابع مورد بررسی بی‌کربنات و کاتیون غالب نیز کلسیم است. لذا تیپ در تمامی نمونه‌ها بی‌کربناته کلسیک است. بر اساس تحلیل حاصل از نرم‌افزار Rock Work مشخص شد که جنس سنگ بستر مخزن در روستاهای مورد مطالعه عمدتا آهک، دولومیت و فلدسپات است. گسترش سنگ‌های کربناته در منطقه مورد مطالعه و انحلال کانی‌های کربناته منشأ اصلی یون‌های کلسیم و منیزیم در این آب‌ها می‌باشد. غلظت بالای یون بیکربنات در این آب‌ها نیز، ناشی از فرسایش و هوازدگی کانی‌های کربناته و سیلیکاته می‌باشد. بر اساس نمودارهای شولر (ارائه نشده است) و جدول ۳، نمونه‌های آب روستاهای مورد مطالعه در دو مقطع زمانی در گروه ۳ قرار می‌گیرند و از نمونه‌های خوب تا متوسط متغیر می‌باشند. مشخص است که تمامی نمونه‌ها (۱۰۰ درصد) از لحاظ سدیم، کلرید و سولفات در رده خوب قرار دارند. که با جنس سنگ‌های سازندهای منطقه همگونی دارد با توجه به استفاده قابل توجه از منابع آبی منطقه در امر کشاورزی و کشاورزی بودن منطقه، یکی از مباحث عمده در مطالعات کیفیت آب، بررسی کیفی آب از لحاظ معیارهای کشت می‌باشد. جهت تعیین کیفیت آب زیرزمینی از لحاظ مصارف کشاورزی از دیاگرام‌های ویکلوکس (نمودار ارائه نشده است) استفاده شد. که بر اساس آن در مرحله اول بررسی ۵۳/۳۳ درصد نمونه‌ها و در مرحله دوم ۶۰ نمونه‌ها در کلاس C2-S1 قرار دارند که از لحاظ کیفیت به عنوان آب‌های کمی شور و مناسب برای کشاورزی طبقه‌بندی می‌گردند. به همین ترتیب ۴۶/۶۷ درصد و ۴۰ درصد به ترتیب مربوط به مراحل اول و دوم بررسی در کلاس C3-S1 قرار می‌گیرند که از لحاظ

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

کیفیت به عنوان آب‌های شور و قابل استفاده برای کشاورزی طبقه‌بندی می‌گردند. در تمامی نمونه‌ها کیفیت بر اساس درصد سدیم خوب تا عالی می‌باشد و شرایط تر و خشک تاثیر مهمی بر تغییر کیفیت از این لحاظ نداشته است. بر این اساس معیار کربنات سدیم باقیمانده نیز کیفیت آب در ۹۶/۷ درصد از نمونه‌ها مناسب و در ۳/۳ درصد قابل قبول است. بررسی کیفیت آب از لحاظ مصارف صنعتی نشان داد که در مرحله اول مطالعه، کیفیت آب از لحاظ مصارف صنعتی به این صورت است که ۶/۷ درصد نمونه‌ها متعادل، ۳۰ درصد رسوبگذار و ۴۳/۳ درصد خورنده است و در مرحله دوم نیز، ۳/۳ درصد نمونه‌ها متعادل، ۳۰ درصد رسوبگذار و ۶۶/۷ درصد خورنده است. ضرایب همبستگی میان پارامترهای شیمیایی مختلف اندازه‌گیری شده در روستاهای مورد بررسی نشان داد که بیشترین همبستگی بین بی‌کربنات و کلسیم وجود دارد که در تایید این موضوع نیز طبق نمودار پایپر که تیپ و رخساره آب را بی‌کربناته کلسیک معرفی نمود، مهمترین ترکیب شیمیایی آب بی‌کربنات کلسیم خواهد بود. با توجه به وجود سایر کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب و ضریب همبستگی بین آن‌ها، دیگر ترکیبات شیمیایی موجود (بسته به شرایط و نسبت‌های خاص کلسیم به منیزیم و سدیم به کلسیم در هریک از منابع مورد بررسی) شامل سولفات کلسیم، کلرید کلسیم، بی‌کربنات منیزیم، سولفات منیزیم، کلرید منیزیم، بی‌کربنات سدیم، سولفات سدیم، کلرید سدیم و کلرید پتاسیم می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه مشخص شد که به جز نیترات، سایر خصوصیات کیفی آب از لحاظ شرب مناسب و در حد استانداردهای توصیه شده می‌باشند. اما تداوم روند کنونی به ویژه در بخش فعالیت‌های کشاورزی و استفاده کنترل نشده از منابع آب زیرزمینی در امر کشاورزی سبب تغییر و کاهش کیفیت آب خواهد شد. با توجه به مخاطرات بهداشتی ناشی از غلظت بالای نیترات بر سلامتی مصرف‌کنندگان، نظارت بر کودهای مصرفی در کشاورزی منطقه، برنامه‌ریزی جهت کنترل فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی و گسترش شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌ها در مناطق روستایی از مهمترین راهکارهای عملی جهت کنترل غلظت نیترات در منابع تامین‌کننده آب آشامیدنی مناطق روستایی دیواندره می‌باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله لازم می‌دانند که از واحد آموزش و پژوهش استانداری کردستان و معاونت محترم تحقیقات دانشگاه کردستان که شرایط را برای انجام این مطالعه فراهم نمودند، همچنین از جناب آقای دکتر کمال امانی، عضو محترم هیئت علمی دانشگاه کردستان و کارشناسان دانشکده بهداشت به‌خاطر مساعدت‌هایی که در اجرای مطالعه داشتند، تشکر و قدردانی نمایند.

References

1. Chan HJ. Effect of landuse and urbanization on hydrochemistry and contamination of groundwater from Taejon area, Korea. J Hydrol 2001; 253: 194–210.
2. Kraft GJ, Stites W. Nitrate impacts on Groundwater from irrigated vegetable systems in a humid North-Central US sand plain. AgrEcosystEnviron2003; 100: 63-74.
3. Yazdanbakhsh AR. Phosphorus and nitrogen removal from municipal wastewater. 1st ed. Tehran:Fardabeh Publication. 2002.p.20-21.
4. Hammer MJ. Water and Wastewater Technologies. 7th ed. Pearson Prentice Hall, USA. 2011.p.1-528.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]

5. Batheja K, Sinha AK, Seth G. Nitrate and fluoride contaminations in groundwater of churu block, Rajasthan. J Indian Water Works Ass 2008; 40: 45-9.
6. Kazmi SS, Alikhan S. Level of nitrate and nitrite contents in drinking water of selected samples received at Afpgmi, Rawalpindi. Pak J Physiol 2005; 1: 1-4.
7. Mondal N, Saxena V, Singh V. Occurrence of elevated nitrate in groundwaters of Krishna delta, India. Environ SciTechnol 2008; 2: 265-71.
8. Miranzadeh M, Mostafaii G, Jalali A. A study to determin the nitrate of water wells and distribution network in Kashan during 2004-2005. KAUMS J 2006; 10: 39-45.
9. Jalali M, Kolahchi Z. Nitrate concentration in groundwater of Bahar area, Hamadan. J Water Soil Sci 2005; 19: 194-202.
10. Gibson RS, Vanderkooy PS, McLennan CE, Mercer NM. Contribution of tap water to mineral intakes of Canadian preschool children. Arch Environ Health 1987; 42: 165-9.
11. Neri LC, Johanson HL, Hewitt D, Marier J, Langer N. Magnesium and certain other element and cardiovascular disease. Sci Total Environ 1985; 42: 49-75.
12. Mahvi AH. Health and aesthetic aspects of water quality. 1st ed.Tehran:Balgostar Publication, 1996.p.55-56.
13. Mohamadi H, Yazdanbaksh A, Sheikhmohammadi A, Bonyadinejad G, Alinejad A, Ghanbari G. Investigation of nitrite and nitrate in drinking water of regions under surveillance of ShahidBeheshti University of Medical Sciences in Tehran province, Iran. Health Syst Res 2011; 7: 782-9.
14. Spellman FR, Stoudt ML. Environmental Science: Principles and Practices. Scarecrow Press, Inc. USA. 2013.p.471-576.
15. World Health Organisation. Guidelines for drinking water quality. 4th ed, WHO, Geneva, Switzerland. 2011.p.398-403.
16. United States Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations, drinking water contaminants.USA. 2009.
17. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Drinking water: Physical and chemical specifications. 5th revision. 2008.
18. APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. American Public Health Association, Washington DC. 2005. p.1-1368.
19. Fallah S, Mehdinia M, Abasi A. Evaluation nitrate and nitrite concentration in Semnan city drinking water sources in 2002. J Guilan U Med Sci 2006; 15: 1-6.
20. Han G, Liu C-Q. Water chemistry controlled by carbonate dissolution: a study of the river water draining karst-dominated terrain, Guizhou province, China. ChemGeol 2004; 204: 1-21.
21. Jalali M. Geochemistry characterization of groundwater in an agricultural area of Razan, Hamadan, Iran. Environ Geol 2009; 56: 1479-88.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22102/19.2.57]