

مقاله پژوهشی

بررسی تغییرات ماهانه نیترات در آب زیرزمینی دشت شهرکرد و پهنه بندی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

رضا لاله زاری^{۱*}، سید حسن طباطبایی^۲ و نبی ا. یارعلی^۳

چکیده

آلودگی منابع آب زیرزمینی به نیترات در حال حاضر یکی از مهم‌ترین مسایل زیست محیطی محسوب می‌شود. در چند دهه اخیر، مصرف کودهای نیتروژن‌دار بدون توجه به تأثیر آنها بر خصوصیات خاک و محیط زیست گسترش غیر قابل انکاری داشته است. نیترات مانند سطوح کلویدهای خاک دارای بار منفی بوده و به راحتی توسط آب باران به منابع آب سطحی و به خصوص زیرزمینی وارد می‌شود. در این تحقیق با هدف بررسی گسترش آلاینده نیترات توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی، از ۱۰ چاه مورد بهره‌برداری در طول ۱۲ ماه سال (تیر ۱۳۸۶ تا خرداد ۱۳۸۷) ۱۲۰ نمونه‌برداری به صورت ماهانه انجام شده و غلظت نیترات نمونه‌ها اندازه‌گیری و در کل دشت پهنه بندی و تحلیل شده است. نتایج نشان می‌دهد که بخش‌های میانی دشت در مقایسه با شمال و جنوب، از غلظت نیترات پایین‌تری برخوردارند و تغییرات کمتری را در طول فصول مختلف سال را می‌توان مشاهده کرد. فصل تابستان بیشترین غلظت نیترات را به دلیل برداشت زیاد و برگشت آن و فعالیت‌های کشاورزی دارد. در پاییز و زمستان، مجموع غلظت نیترات رو به کاهش می‌رود و بجز آبان و اسفندماه که میانگین حدود ۲۴ میلی‌گرم در لیتر دارد، میانگین بقیه موارد بین ۲۱ تا ۲۳ میلی‌گرم در لیتر متغیر است. بیشترین غلظت نیترات در بخش‌هایی از جنوب دشت است که در دو ماه از حد استاندارد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیز بیشتر است. نتایج همچنین حلالیت بالای نیترات و در ادامه شسته شدن آن در اثر آبیاری و نیز نقش فعالیت‌های کشاورزی در عدم تأمین سلامت آب را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، نیترات، پهنه‌بندی، دشت شهرکرد.

ارجاع: لاله زاری ر. طباطبایی س.ح. و یارعلی ن. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات ماهانه نیترات در آب زیرزمینی دشت شهرکرد و پهنه بندی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله پژوهش آب ایران. ۳ (۴): ۹-۱۷.

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۳- استادیار گروه جنگل داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

* نویسنده مسئول: rezalalehzari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۸/۲۱ تاریخ پذیرش: 1388/06/15

مقدمه

نیتروژن اتمسفر یکی از منابع عمده تأمین کننده نیتروژن خاک است. تثبیت زیستی نیتروژن اتمسفر به وسیله سیانوباکتورها و میکروارگانیسم های همزیست و آزاد، تجزیه مواد آلی و بقایای حاصل از پوشش گیاهی و کودهای آلی و بارندگی در مناطقی که هوای آنها آلوده به گازهای نیتروژن دار است، از دیگر منابع تأمین نیتروژن خاک محسوب می شوند. همچنین نیتروژن توسط فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی به خاک اضافه می شود. در چند دهه اخیر، مصرف کودهای نیتروژن دار بدون توجه به تأثیر آنها بر خصوصیات خاک و محیط زیست گسترش غیر قابل انکاری داشته است (جعفری ملک آبادی و همکاران، ۱۳۸۳). شکل های معمول نیتروژن غیرآلی شامل نیترات، نیتريت، گاز نیتروژن، آمونیوم، و سیانید است. نیترات شایع ترین آلاینده آب های زیرزمینی لقب گرفته است (فتر، ۱۹۹۹).

مدیریت ضعیف آبیاری و فعالیت های کودپاشی، همراه با شرایط هیدرودینامیک نامطلوب از مهم ترین عوامل در آلودگی آب های زیرزمینی به حساب می آید (گوپمر، ۱۹۸۸). برای بررسی توزیع نیترات در آب های زیرزمینی باید شناخت دقیقی نسبت به فرآیندهای شیمیایی حاکم بر تبدیلات نیتروژن وجود داشته باشد. به همین دلیل در طی دو دهه گذشته، شدیداً مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است (لیو و همکاران، ۱۹۹۷ و کینی، ۱۹۸۹). نیتروژن یک مؤلفه مهم در همه پروتئین ها بوده و از اینرو، در همه مواد غذایی و فضولات حیوانی یافت می شود که در نتیجه آن، منشأهای زیادی مانند طبیعی و انسانی برای نیترات جهت آلودگی آب زیرزمینی پدید می آورد (آلی، ۱۹۹۳). اکثر موارد نفوذ نیترات به آب زیرزمینی به صورت یک آلاینده انتشاری^۱ از کشاورزی ناشی شده و غلظت نیترات را می توان با میزان استفاده از کودهای نیتراته در ارتباط دانست (لرنر و پاپاتولیوس، ۱۹۹۳). گاهی چاه های فاضلاب تأثیر بیشتری در تغذیه نیترات دارند مانند مواردی از آلودگی که در اطراف فلوریدا رخ داده است (آرناد، ۱۹۹۹). در برخی موارد نیز فعالیت های صنعتی عامل قابل ذکر است که می توان به آلودگی آب های زیرزمینی موجود در آبخوان آبرفتی شهر

صنعتی اسکیشهر^۲ در ترکیه اشاره کرد (کاکاروغلو و گونای، ۱۹۹۷). کلانتری و ناصری (۱۳۸۰) نیز آلودگی نیترات در حوضه قره سو در دشت گرگان را به پساب های کشاورزی و چاه های فاضلاب شهر گرگان و ورود آب های سطحی آلوده نسبت داده اند.

به گفته محققان آلودگی آب های زیرزمینی اغلب به دلیل فاضلاب های سمی ناشی از صنایع و یا از منابع ذخیره فاضلاب اتفاق می افتد (سینگ و داتا، ۲۰۰۴). مطالعات سطوح نیترات در آب زیرزمینی تورنفلد، بیش از ۱۰۰ میلی گرم در لیتر گزارش شده است. برای تعیین سهم هر کدام از کاربری های اراضی در نیترات آب زیرزمینی، انجمن مدیریت آب روستایی و هیدرولیک، تسهیلاتی را برای اندازه گیری نیترات آبشویی شده و نفوذ کرده تحت سیستم های مدیریتی مختلف و گیاهان گوناگون و توزیع مقادیر کیفی و کمی نیترات آب زیرزمینی را به وسیله کودها و پوشش گیاهی فراهم کرد. نتایج نشان داد که در بین استفاده های مختلفی که از آب می شود کشاورزی منبع اصلی آلودگی آب زیرزمینی توسط نیترات محسوب می شود (کپودر و شولکا، ۲۰۰۲). ابیدات و همکاران (۲۰۰۷) برای مطالعه گسترش آلودگی نیترات در آب زیرزمینی و تعیین منابع محتمل نیترات، تعداد ۲۴۸ نمونه آب زیرزمینی که از ۱۶ چاه در نقاط مختلف منطقه الهاشمیه کشور اردن جمع آوری و غلظت نیترات آنها را بررسی کردند. نتایج نشان داد که غلظت نیترات در برخی از چاه های انتخابی از سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۰۶ افزایش یافته است به گونه ای که نیترات در سال ۲۰۰۶ از ۱۰ تا ۳۳۰ میلی گرم در لیتر با میانگین ۷۷ میلی گرم در لیتر بوده است. در حالت کلی این مطالعه غلظت نیترات را در ۹۲ درصد نمونه ها بالای ۲۰ میلی گرم در لیتر در اثر فعالیت های بشری نشان داد. این مطالعه نشان دهنده همبستگی زیاد بین غلظت نیترات و فاضلاب به عنوان منبع آلوده بود.

لطیف و همکاران (۱۳۸۴) مطالعه ای را با هدف تعیین میزان آلودگی به نیترات آب زیرزمینی دشت مشهد و مشخص کردن علل و منشأ آلودگی انجام دادند. ایشان به این منظور از ۴۰ چاه در بخش های شرب، کشاورزی و صنعتی دشت به مدت ۶ ماه از تیر تا آذرماه نمونه برداری کرده و پس از

² Eskisehir¹ Diffuse pollutant

زیرزمینی دشت شهرکرد را در بهار و پاییز سال‌های ۸۴-۱۳۸۳ بررسی کردند. نتایج نشان داد که تیپ آب آبخوان بی‌کربنات کلسیم بوده و بیشترین غلظت عناصر شیمیایی در بخش‌هایی از جنوب دشت وجود دارد. این تحقیق با هدف پهنه‌بندی غلظت نیترات در دشت شهرکرد در ماه‌های مختلف سال انجام شد. شناسایی مناطق با غلظت نیترات بالا و نحوه تغییرات غلظت در طول سال از اهداف اصلی تحقیق به شمار می‌آید.

مواد و روش‌ها

دشت شهرکرد با وسعتی نزدیک به ۵۵۱ کیلومتر مربع در ناحیه زاگرس بلند و استان چهارمحال و بختیاری و نیز در عرض جغرافیایی ۰۷' ۳۲' تا ۳۵' ۳۲' و طول جغرافیایی ۳۸' ۵۰' تا ۱۰' ۵۱' قرار گرفته است. از لحاظ زمین‌شناسی عموماً روی سازندهای آهکی کرتاسه (نیوکومین - سنومانین) واقع گردیده و شامل رسوبات آبرفتی قدیمی، نهشته‌های تراس‌های قدیم و جدید مربوط به دوره کواترن است (بی‌نام، ۱۳۷۹). تعداد چاه‌ها، قنات و چشمه‌های موجود در دشت و میزان برداشت از آنها در جدول ۱ آورده شده است. آب برداشت شده در بخش‌های شرب، صنعت و کشاورزی مصرف می‌شود.

جدول ۱- تعداد و نوع تخلیه از آب زیرزمینی دشت شهرکرد در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶

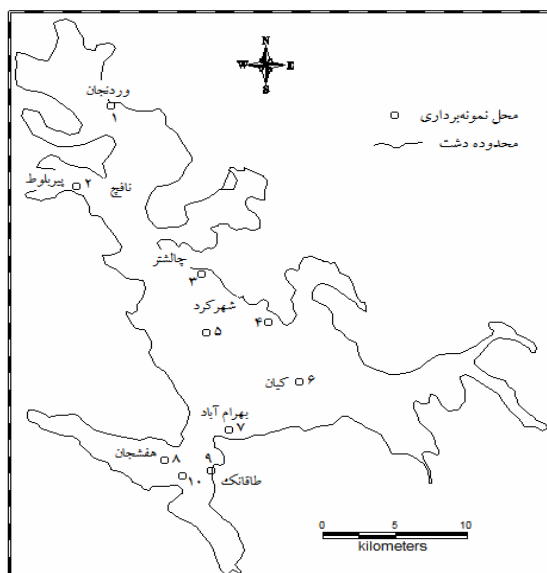
نوع منبع	تعداد	دبی		تخلیه
		متوسط (لیتر بر ثانیه)	حداکثر (لیتر بر ثانیه)	
چاه عمیق	۴۹۳	۲۴	۷۳	۱۷۳/۱
چاه نیمه عمیق	۳۲۱	۷	۳۳	۳۰/۰۶
قنات	۱۷۱	۷	۹۰	۳۴/۷
چشمه	۹۳	۶	۷۴	۱۶/۰۸

به منظور انجام این مطالعه از چاه‌های آب شرب مناطق مسکونی محدوده دشت شهرکرد شامل شهرهای کیان، طاقانک، هفشجان و روستاهای بهرام‌آباد، وردنجان، پیربلوط و نوآباد هرکدام یک چاه و از شهر شهرکرد به واسطه وسعت و اختلاف مکانی چاه‌ها سه چاه (در مجموع ۱۰ چاه) برای نمونه‌برداری، آزمایش و پهنه‌بندی اثر نیترات انتخاب شد.

تجزیه شیمیایی و میکروبی با استانداردهای بین‌المللی مقایسه کردند. نتایج نشان دهنده آلودگی نقاط پر جمعیت و کیفیت خوب آب‌های بخش کشاورزی و صنعتی بود. همچنین بالا بودن غلظت نیترات در بخش‌هایی از شهر مشهد را به دلیل نشت فاضلاب خانگی به آب زیرزمینی دانستند.

نانبخش (۱۳۸۲) با بهره‌گیری از روش توصیفی-مقطعی، غلظت نیترات را در آب‌های زیرزمینی شهر ارومیه بررسی کرد. برای انجام کار ۱۵۶ نمونه از آب طی چهار فصل از ۳۹ چاه آب آشامیدنی در نقاط مختلف شهر تهیه کرده و میانگین غلظت نیترات و نیتریت در نمونه‌ها را به ترتیب برابر با ۱۷/۶۶ و ۰/۰۰۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش کرد که نسبت به استانداردهای جهانی کمتر بود. برای مقایسه فصلی غلظت نیترات و نیتریت از آزمون T-test، آزمون آماری مقایسه دو میانگین استفاده شده است. نتایج نشان داد که میانگین غلظت نیترات بدست آمده در فصل زمستان نسبت به بقیه فصول بیشتر و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارد. جعفری ملک‌آبادی و همکاران (۱۳۸۳) به منظور بررسی کیفیت آب زیرزمینی استان اصفهان از ۷۵ حلقه چاه با کاربری‌های مختلف در اصفهان، نجف‌آباد، نطنز، شهرضا و کاشان به مدت ۵ ماه (دی ماه ۱۳۷۹ تا اردیبهشت ماه ۱۳۸۰) به صورت ماهانه نمونه‌برداری کردند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که غلظت نیترات در اکثر مناطق مورد بررسی نسبت به زمان روند افزایشی داشته و بیشترین غلظت نیترات مربوط به اسفند ۱۳۷۹ و فروردین ۱۳۸۰ بوده است. همچنین توزیع نیترات رابطه نزدیکی با وسعت و شدت فعالیت‌های کشاورزی، عمق سفره آب زیرزمینی و میزان مصرف آب داشته است. احتشامی و شریفی (۲۰۰۷) با بررسی آلودگی نیترات در منابع آب زیرزمینی شهری که ۴۰ تا ۵۰ درصد آب شرب آنها را تشکیل می‌دهد میزان نیترات را در بخش‌های مرکزی و شرقی این شهر تا ۶۵ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری و با به‌کارگیری مدل MT3D پیش‌بینی کردند که این مقدار در بخش‌های یاد شده در آینده افزایش خواهد یافت. آنها نشان دادند که شبکه جمع-آوری فاضلاب می‌تواند غلظت نیترات را تا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش دهد.

لاله‌زاری و طباطبایی (۱۳۸۶) کیفیت شیمیایی آب



شکل ۱- موقعیت نقاط نمونه برداری شده در دشت شهرکرد

غلظت نیترات در چاه‌های مذکور بین ۱۰ تا ۲۵ میلی گرم در لیتر تغییر می‌کند. مطابق شکل ۲ غلظت نیترات در چاه‌های ۶ و ۱۰ در تابستان بیش از زمستان است. قرار گرفتن دو چاه مذکور در بیرون شهر و نزدیکی آنها به مناطق نشست زهاب خروجی زمین‌های کشاورزی از دلایل عمده افزایش غلظت نیترات در تابستان است. چاه‌های ۵ و ۸ در تابستان تأثیر کمتری از اراضی زراعی گرفته و غلظت نیترات آنها نسبت به دو چاه قبل در این گروه پایین تر است.

گروه دوم چاه‌های شهری نیز وضعیت مشابه گروه اول دارد، با این تفاوت که دامنه تغییرات آنها ۵ میلی گرم در لیتر بالاتر رفته و بین ۱۵ تا ۳۰ میلی گرم در لیتر قرار گرفته است (شکل ۳). چاه‌های ۳، ۴ در شهرکرد و چاه ۹ در زمین‌های کشاورزی اطراف هفشجان در گروه دوم قرار می‌گیرند. این گروه از چاه‌ها در محدوده خارج از شهر و در زمین‌هایی است که کشاورزی در آنها کم و یا اصلاً صورت نمی‌گیرد. بنابراین غلظت نیترات را کمتر می‌توان به زهاب کشاورزی و فاضلاب خانگی نسبت داد. تغییرات این سه چاه در برخی ماه‌ها با افزایش و یا کاهش مقطعی روبرو می‌شود که احتمالاً به دلیل ورود جریان‌ها از اراضی بالادست است. چاه ۴ در زمستان بالاترین غلظت نیترات خود را دارد که شاید بواسطه وقوع بارندگی‌های زمستانه و اینکه چاه در منطقه ای کوهپایه‌ای قرار دارد ترکیبات نیتروژن دار بالا دست شسته و به آبخوان نفوذ کرده باشد.

موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده و دشت شهرکرد در شکل ۱ ترسیم و موقعیت و مشخصات آنها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- موقعیت و مشخصات چاه‌های نمونه برداری شده

شماره چاه	محدوده	X	Y	عمق (متر)	دبی (لیتر بر ثانیه)
۱	وردنجان	۴۷۷۴۵۴	۳۵۹۳۰۸۰	۸۰	۲۲
۲	پیربلوط	۴۷۵۰۷۶	۳۵۸۶۷۵۵	۱۰۰	۲۰
۳	شهرکرد	۴۸۳۶۹۵	۳۵۷۹۹۰۴	۸۰	۲۰
۴	شهرکرد	۴۸۸۳۶۲	۳۵۷۵۹۷۹	۴۰	۲۰
۵	شهرکرد	۴۸۴۰۶۰	۳۵۷۵۱۴۳	۷۵	۱۸
۶	کیان	۴۹۰۵۷۹	۳۵۷۱۲۶۱	۴۷	۲۰
۷	بهرام آباد	۴۸۵۶۶۰	۳۵۶۷۵۰۰	۴۷	۱۸
۸	هفشجان	۴۸۲۳۵۳	۳۵۶۵۰۳۷	۸۰	۲۵
۹	طاقانک	۴۸۴۴۰۹	۳۵۶۴۳۳۳	۵۰	۱۸
۱۰	نوآباد	۴۸۲۴۴۰	۳۵۶۳۸۲۱	۵۰	۱۱/۲

عملیات نمونه‌برداری به مدت ۱۲ ماه از تیرماه سال ۱۳۸۶ با حضور در محل چاه‌های انتخابی و برداشت نمونه آب آغاز و در خردادماه سال ۱۳۸۷ پایان یافت. نمونه‌ها پس از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده و غلظت نیترات آنها به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد.

۱۲۰ داده بدست آمده از آزمایش‌ها وارد نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ARCGIS 9.2 و MapInfo9 شده و لایه آن تهیه شد. این لایه با تلفیق با لایه دشت شهرکرد برای پهنه‌بندی استفاده شد.

نتایج و بحث

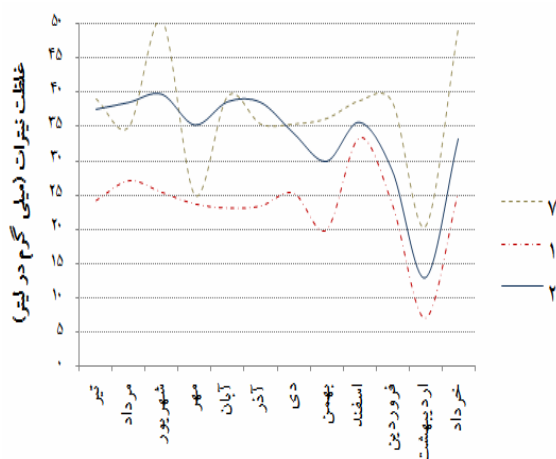
روند تغییرات غلظت نیترات در هر کدام از چاه‌ها در طول ۱۲ ماه در شکل‌های ۲ تا ۴ ترسیم شده است. چاه‌های مورد آزمایش با توجه به تغییرات غلظت نیترات در سه گروه طبقه‌بندی شدند.

گروه اول، چاه‌های ۵، ۶، ۸ و ۱۰ هستند که با توجه به شکل ۱ در محدوده شهرهای شهرکرد، هفشجان و کیان قرار گرفته‌اند.

بیشتر بحرانی ترین زمان برای کیفیت منابع آب محسوب می شود.



شکل ۳- تغییرات ماهانه غلظت نیترات در چاه های ۳، ۴، ۹

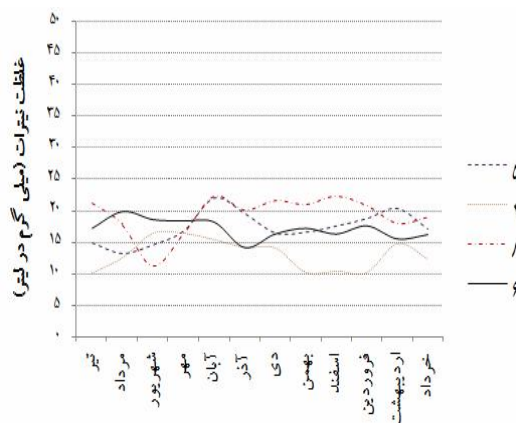


شکل ۴- تغییرات ماهانه غلظت نیترات در چاه های ۱، ۲ و ۷

از طرف دیگر با برداشت زیاد آب از منابع زیرزمینی سطح ایستابی نزول کرده و ضخامت لایه اشباع کاهش پیدا می کند. این مورد نیز آلودگی آب زیرزمینی را در تابستان شدت می بخشد. شکل ۵ پهنه بندی غلظت نیترات را در تیر ماه سال ۱۳۸۶ نشان می دهد. مطابق شکل در دو بخش شمال (حوالی روستای پیربلوط) و جنوب دشت (حوالی روستای بهرام آباد)، غلظت نیترات با حدود ۴۰ میلی گرم در لیتر بیشترین مقدار را نشان می دهد. منشأ نیترات در شمال دشت فاضلاب خانگی به دلیل عدم وجود سیستم تصفیه فاضلاب و زهاب کشاورزی است. پراکندگی پایین مناطق مسکونی در شمال دشت و در نتیجه کاهش مصرف آب و تولید فاضلاب اثر فاضلاب را در بالا بردن غلظت نیترات ناچیز می سازد. در مقابل کاربری زیاد زمین ها در بخش

تغییرات این دو گروه از چاه ها هر چند در برخی ماه ها افزایش یا کاهش جزئی داشته است اما در زیر حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۵۰ میلی گرم در لیتر بی نام، ۲۰۰۶) قرار گرفته است.

گروه سوم چاه های ۱، ۲ و ۷ است (شکل ۴) که در محدوده روستاهای وردنجان و پیربلوط در شمال دشت و روستای بهرام آباد در جنوب دشت واقع شده اند. غلظت نیترات در این چاه ها علاوه بر تغییرات بیشتر در طول سال میانگین بالاتری را نیز نسبت به چاه های شهری از آن خود کرده است؛ به گونه ای که در دو مورد غلظت نیترات در چاه ۷ به بالاترین حد مجاز نیترات در آب آشامیدنی رسیده است. عدم استفاده از سیستم های تصفیه فاضلاب و قرار گرفتن چاه های آب شرب این مناطق در پایین دست زمین های کشاورزی و چاه های دفع فاضلاب، علت اصلی این افزایش غلظت قلمداد می شود. برداشت زیاد از چاه های آب شرب و پایین افتادگی سطح آب و نیز قرار گرفتن سه چاه فوق در نقاط گود منطقه و برقرار شدن گرادیان هیدرولیکی به سمت چاه ها از دیگر دلایل افزایش آلودگی است. کاهش ناگهانی غلظت نیترات در اردیبهشت ماه شاید به دلیل خطا در نمونه برداری یا آزمایش رخ داده باشد.



شکل ۵- تغییرات ماهانه غلظت نیترات در چاه های ۵، ۶، ۸ و ۱۰

نتایج حاصل از پهنه بندی آلودگی نیترات در محدوده دشت شهر کرد در شکل های ۵ تا ۱۶ نشان داده شده است. نقشه ها نشان می دهد غلظت نیترات با متوسط ۲۴/۳ میلی گرم در لیتر در تابستان دارای بالاترین مقدار است.

فصل تابستان با شدت گرفتن فعالیت های کشاورزی و افزایش مصرف آب شهری و در نتیجه تولید فاضلاب و زهاب

در آغاز فصل پاییز و کاهش ناگهانی فعالیت‌های کشاورزی غلظت نیترات نیز در آبخوان دشت کاهش می‌یابد. غلظت نیترات در مهرماه ۱۳۸۶ که در شکل ۸ آمده است مؤید این مطلب است. کاهش نسبی غلظت نیترات در سایر ماه‌های پاییز و پس از آن در زمستان که در شکل‌های ۹ تا ۱۲ دیده می‌شود، بواسطه کاهش برگشت آب کشاورزی و عدم تأثیر کودهای حاوی نیترات بنظر می‌رسد. تغذیه آب زیرزمینی و افزایش سطح ایستایی نیز از دیگر عوامل کاهش غلظت نیترات است. در بهمن ماه در محدوده چاه ۴ که در نزدیکی یکی از مرزهای ورودی آب زیرزمینی دشت قرار دارد، اندکی افزایش نیترات مشاهده می‌شود که شاید یکی از دلایل آن ورود جبهه با غلظت نیترات بالا از آن منطقه به دشت باشد.

اسفندماه با شروع عملیات زراعی و آبیاری اراضی، افزایش نیترات در زمین‌های کشاورزی به ویژه در شمال دشت صورت می‌پذیرد. اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۷ پهنه‌بندی غلظت نیترات مقادیر بسیار پایین تر از حد انتظار در دشت را نشان می‌دهد. کاهش غلظت نیترات در این ماه به خاطر کاهش ناگهانی مقدار غلظت در چاه‌های ۱، ۲ و ۷ است که در محدوده روستاهای وردنجان، پیربلوط و بهرام آباد نمونه- برداری شده‌اند. به دلیل عدم تشابه منشأ نیترات در این سه چاه احتمال بروز خطا در آزمایش وجود دارد. در خردادماه همانند اوایل تابستان، افزایش نیترات به ویژه در مناطق کشاورزی و روستایی مشاهده شد.

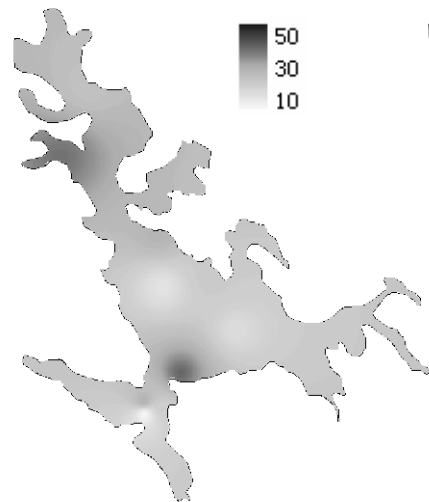
نتیجه‌گیری

بالا رفتن غلظت نیترات در اثر دو عامل در دشت قابل مشاهده است. محدوده روستای بهرام آباد که بیشترین غلظت نیترات را دارد تحت تأثیر سه عامل تغذیه سطحی آب برگشتی از تصفیه خانه شهرکرد، دفع فاضلاب چاه‌های محلی و زمین‌های کشاورزی اطراف است. در شمال دشت نیز فعالیت‌های گسترده کشاورزی و استفاده از کودهای نیتروژنه مهم‌ترین عامل در بروز آلودگی نیترات در آینده خواهد بود. بنابراین استفاده از روش‌های آبیاری با راندمان بالاتر مانند آبیاری تحت فشار و نیز بررسی سناریوهای مختلف تغذیه آب برگشتی تصفیه خانه به منظور جلوگیری از گسترش نیترات ضروری است.

کشاورزی موجب تأثیر زهاب نفوذی می‌شود. مطالعات گذشته در دشت شهرکرد نیز مؤید این مطلب است (طباطبایی و لاله‌زاری، ۲۰۰۹). در جنوب دشت و محدوده روستای بهرام‌آباد سه عامل مهم در بالا رفتن غلظت نیترات تأثیرگذار نشان می‌دهد: این عوامل به ترتیب اولویت عبارتند از:

۱. تصفیه خانه شهرکرد در بالادست روستا واقع شده است. آب خروجی از تصفیه خانه که به آب‌های سطحی و مصارف کشاورزی می‌پیوندد و همچنین نگهداشت فاضلاب در حوضچه‌های تصفیه‌خانه و نفوذ آلودگی به منابع آب زیرزمینی اصلی‌ترین دلیل افزایش غلظت نیترات در محدوده چاه ۷ به نظر می‌رسد.
 ۲. دفع فاضلاب در روستای بهرام آباد از طریق چاه‌های دفع فاضلاب خانگی صورت می‌گیرد. چاه ۷ که چاه آب شرب روستا محسوب می‌شود در میان خانه‌های روستایی و به فاصله کم از منابع دفع فاضلاب واقع شده است. غلظت نیترات موجود در فاضلاب تولیدی تأثیر بسیار زیادی بر غلظت نیترات آب منطقه خواهد گذاشت.
 ۳. چاه ۷ در قسمت خروجی دشت قرار داشته و در صورت بروز آلودگی در زمین‌های کشاورزی بالادست آب برداشتی از چاه مذکور را با مشکل مواجه خواهد کرد. عوامل ذکر شده در بروز آلودگی نیترات در بخش جنوبی دشت در مورد سایر پارامترهای کیفی مانند کل باقیمانده خشک، سختی کل، منیزیم، سولفات، کلراید و سدیم نیز صدق می‌کند (طباطبایی و لاله‌زاری، ۲۰۰۹).
- پهنه‌بندی غلظت نیترات در مردادماه (شکل ۶) نشان می‌دهد که زهاب خروجی از زمین‌های کشاورزی باعث افزایش غلظت نیترات در در این ماه نسبت به تیرماه در شمال دشت شده است. در جنوب دشت غلظت نیترات کاهش یافته که احتمالاً در اثر کاهش حجم یا نوع فاضلاب تولیدی است. در شهریورماه چاه ۷ از حد استاندارد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر فرار رفته است. تغییرات زیاد غلظت نیترات در این محدوده از دشت ناشی از کیفیت بدون ثبات فاضلاب به ویژه در چاه‌های دفع فاضلاب خانگی است (شکل ۷). این مسأله در مورد چاه ۷ در شکل ۴ نیز قابل مشاهده است.

راهنما



شکل ۵- پهنه بندی نیترات، تیر ۱۳۸۶ (mg/l)



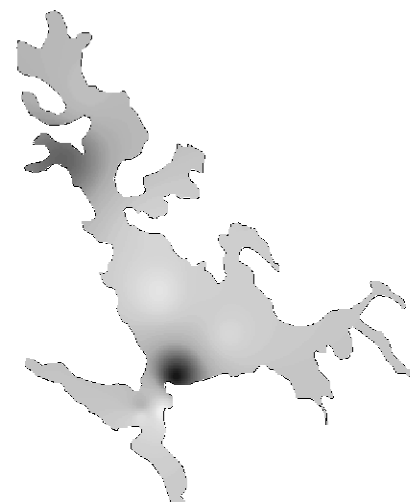
شکل ۸- پهنه بندی نیترات، مهر ۱۳۸۶ (mg/l)



شکل ۶- پهنه بندی نیترات، مرداد ۱۳۸۶ (mg/l)



شکل ۹- پهنه بندی نیترات، آبان ۱۳۸۶ (mg/l)



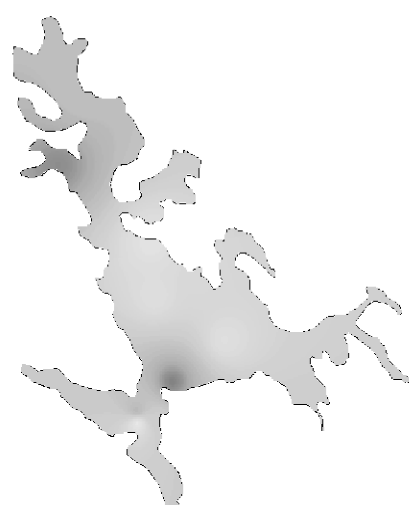
شکل ۷- پهنه بندی نیترات، شهریور ۱۳۸۶ (mg/l)



شکل ۱۰- پهنه بندی نیترات، آذر ۱۳۸۶ (mg/l)



شکل ۱۴- پهنه‌بندی نیترات، فروردین ۱۳۸۷ (mg/l)



شکل ۱۱- پهنه‌بندی نیترات، دیماه ۱۳۸۶ (mg/l)



شکل ۱۵- پهنه‌بندی نیترات، اردیبهشت ۱۳۸۷ (mg/l)



شکل ۱۲- پهنه‌بندی نیترات، بهمن ۱۳۸۶ (mg/l)



شکل ۱۶- پهنه‌بندی نیترات، خرداد ۱۳۸۷ (mg/l)



شکل ۱۳- پهنه‌بندی نیترات، اسفند ۱۳۸۶ (mg/l)

- Journal of Environmental Science and Technology. No.31.
- 12-Fetter C.W. 1999. Contaminant Hydrogeology 2d ed. Prentice Hall Inc. NJ.
- 13-Guidelines for drinking-water quality. 2006. World Health Organization. 1:515-.
- 14-Guimer j. 1988. Anomalously high nitrate concentrations in ground water. Ground water. 36(2):275-282.
- 15-Kacaroglu and Gunay G. 1997. Groundwater nitrate pollution in an alluvium aquifer, Eskişehir urban area and its vicinity, Turkey. Environmental Geology. 31(3-4):178-184.
- 16-Kenney D.R. 1989. The origin of ground water nitrate. Boston p.320.
- 17-Lerner D.N. and Papatolios K.T. 1993. A simple analytical approach for predicting nitrates concentration in pumped groundwater. Groundwater. 31(3):370-376.
- 18-Lui Z.j. Hallberg G.R. Zimmerman D.L. and Libra R.D. 1997. Detecting changes in the spatial distribution of nitrate concentration in groundwater. Journal of the American Water Resources Association. 33(6):1209-1218.
- 19-Lui Z.j. Hallberg G.R. Zimmerman D.L. and Libra R.D. 1997. Detecting changes in the spatial distribution of nitrate concentration in groundwater. Journal of the American Water Resources Association. 33(6):1209-1218.
- 20-Obeidat M.M. Massadeh A.M. Al-Ajlouni A.M. and Athamneh F.S. 2007. Analysis and evaluation of nitrate levels in groundwater at Al-Hashimiya area, Jordan. Environ Monit. Assess. 135(1-3):475-486.
- 21-Singh R.M. and Datta B. 2004. Groundwater Pollution Source Identification and Simultaneous Parameter Estimation Using Pattern Matching by Artificial Neural Network. Environmental Forensics. 5(3):143 – 153.
- 22-Tabatabaei, S.H. and Lalehzari .R. 2009. Determination of the contaminant sources by mapping tools in Shahrekord aquifer, Iran. International Symposium on Efficient Groundwater Resources Management. Bangkok, Thailand.
- منابع
- ۱-جعفری ملک‌آبادی ع. افیونی م. موسوی س.ف. و خسروی ا. ۱۳۸۳. بررسی غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۸(۳):۶۹-۸۲.
- ۲-سیادتی‌مقدم س.م.ج. و آغاسی ع. ۱۳۸۳. مدل کیفی آبخوان شهر مشهد. چکیده مقالات بیست و سومین گردهمایی علوم زمین.
- ۳-کلانتری ن. و ناصری ح. ۱۳۸۰. بررسی تغییرات نیترات در آبخوان حوضه قره‌سو در دشت گرگان. پنجمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، تهران.
- ۴- لاله‌زاری ر. و طباطبایی س.ح. ۱۳۸۶. بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت شهرکرد در مقاطع ورودی و خروجی. اولین همایش منطقه‌ای آب زیرزمینی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان.
- ۵-لطیف م. موسوی س.ف. افیونی م. و ولایتی س. ۱۳۸۴. بررسی آلودگی نیترات و منشأیابی آن در آب‌های زیرزمینی دشت مشهد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲ (۲): ۲۱-۳۲.
- ۶-مطالعات سد مخزنی چالشر و آب‌های زیرزمینی تفصیلی منطقه شهرکرد. ۱۳۷۹. شرکت سهامی آب منطقه‌ای اصفهان. ص ۲۹۶
- ۷-نانبخش ح. ۱۳۸۲. بررسی میزان غلظت نیترات و نیتریت در چاه‌های آب قابل شرب شهر ارومیه در سال ۱۳۸۰. ۴(۲):۱۰۳-۹۸.
- 8- Alley W.M. 1993. Regional groundwater quality, Van Nostrand Reinhold, New York.
- 9- Arnade L.j. 1999. Seasonal correlation of well contamination and septic tank distance. Ground water. 6:920-923.
- 10-Cepuder P. and Shukla M.K. 2002. Groundwater nitrate in Austria: a case study in Tullnerfeld. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 64: 301-315.
- 11-Ehteshami M. and Sharifi A. 2007. Modeling and assessment of Rey's groundwater quality.