بررسی غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی استان اصفهان

علی جعفری ملک‌آبادی[۱]، مجید افیونی[۱]، سید فرهاد موسوی[۲] و اردشیر خسروی[۳]

چکیده

در چند دهۀ اخیر، مصرف کودهای نیتروژن‌دار بدون توجه به آثار آنها بر ویژگی‌های خاک‌ها، محصولات کشاورزی و آلودگی محیط زیست، به طرز چشم‌گیری افزایش یافته است. هدف از انجام این پژوهش بررسی غلظت نیترات و توزیع و تغییرهای آن در آب‌های زیرزمینی مناطق کشاورزی، صنعتی و شهری بخشی از استان اصفهان می‌باشد. به منظور انجام این پژوهش، ۷۵ حلقه چاه در مراکز مهم کشاورزی، صنعتی و شهری اصفهان، نجف‌آباد، شهرضا، نطنز و کاشان انتخاب و نمونه‌برداری از آب به مدت ۵ ماه (دی ۱۳۷۹ تا اردیبهشت ۱۳۸۰) و با فواصل زمانی یک ماه انجام شد.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی اکثر مناطق مورد بررسی در مقایسه با حد استاندارد (۱۰ میلی‌گرم در لیتر) قابل توجه بوده و آلودگی نیتراتی باید در شمار جدی‌ترین مسایل کشاورزی پایدار و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی این مناطق قرار گیرد. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب چاه‌های مختلف از ۱/۰۳ تا ۵۰/۷۸ میلی‌گرم در لیتر(معادل ۴/۶۴ تا ۲۲۸/۵ میلی‌گرم در لیتر نیترات) متغیر بود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی مناطق نجف‌آباد،شهرضا، اصفهان و نطنز و کاشان به ترتیب ۱۷/۵۶، ۱۴/۶، ۱۶/۰۴ و ۸/۲۴ میلی‌گرم در لیتر بود و ۹۵/۵، ۱۰۰، ۸۴ و۳۳/۳ درصد از کل چاه‌های این مناطق دارای غلظت نیترات بیشتر از حد استاندارد بودند. البته فراوانی غلظت نیترات درمناطق مختلف، متفاوت بود. بیشترین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی منطقه کشاورزی جنوب شهر نجف‌آباد (۶۴/۶ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد. بیشترین آلودگی نیترات در اکثر نواحی مربوط به مناطق کشاورزی بود و مناطق صنعتی و شهری در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. میانگین غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی تمام مناطق مورد مطالعه شهری، صنعتی و کشاورزی استان، به‌جز مناطق شهری نطنز و کاشان، بیشتر از حد استاندارد بود. غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی اکثر مناطق مورد بررسی روند افزایشی نسبت به زمان داشته و بیشترین غلظت نیترات مربوط به اسفندماه ۱۳۷۹ و فروردین‌ماه ۱۳۸۰ بوده است.

واژه‌های کلیدی: *آلودگی، نیتروژن، محیط زیست، حد استاندارد*

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استاد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. کارشناس محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]

مقدمه

آلودگی منابع آب زیرزمینی به نیترات در حال حاضر یکی از مهم‌ترین مسایل زیست محیطی و کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. نیترات به عنوان عمده‌ترین شکل نیتروژن، به طور مستقیم و یا غیر مستقیم و در اثر تجزیه و تغییرهای زیست‌شیمیایی ترکیب‌های مختلف معدنی و آلی در خاک به وجود می‌آید. نیتروژن اتمسفر یکی از منابع عمده تأمین‌کننده نیتروژن خاک است. تثبیت زیستی نیتروژن اتمسفر به وسیله سیانوباکترها و میکروارگانیزم‌های 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 نیتروژن‌دار است، از منابع تأمین‌کننده نیتروژن خاک محسوب می‌شوند. هم‌چنین نیتروژن توسط فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به خاک اضافه می‌شود. درچند دهه اخیر، مصرف کودهای نیتروژن‌دار بدون توجه به تأثیر آنها بر ویژگی‌های خاک، محصولات کشاورزی و به‌ویژه آلودگی محیط زیست به طرز چشم‌گیری افزایش یافته است. افزودن مقدار زیاد نیترات به خاک به طور مستقیم و یا تجمع از سایر منابع، باعث بروز مشکلات زیست‌محیطی می‌گردد. نیترات مانند سطوح کلوییدهای خاک دارای بار منفی است و به راحتی به وسیله آب باران یا آبیاری به آب‌های سطحی و به ویژه آب‌های زیرزمینی انتقال می‌یابد.

در پژوهشی توسط محسنی (۶)، غلظت نیترات در چاه‌های آب اطراف شالیزارهای بابل تعیین و دیده شد که بین مصرف کودهای نیتروژن‌دار و غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی هم‌بستگی مثبت وجود دارد. در حدود ۲۵ درصد از چاه‌های نمونه‌برداری شدهٔ آب آشامیدنی شهر بابل دارای غلظت نیترات بیش از حد استاندارد (۴۵ میلی‌گرم در لیتر)، با حداکثر ۶۶ و میانگین ۴۰/۲ میلی‌گرم در لیتر، بوده است. به همین دلیل، پیشنهاد شد که مصرف اوره به صورت سرک و نیز قطع جریان آب شهر تا آنجا که امکان دارد انجام گیرد. جلالی و همکاران (۱) در ارزیابی غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی همدان به این نتیجه رسیدند که غلظت نیترات در ۶۸ درصد از نمونه‌ها کمتر از ۵۰، در ۲۶ درصد ۵۰ تا ۱۰۰ و در ۶ درصد موارد بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بوده است. غلظت بالای نیترات آب چاه‌ها به‌طور عمده مربوط به دشت بهار بوده که در آن هر ساله مقادیر زیادی کودهای نیتروژن‌دار مصرف می‌شده است. مولر و همکاران (۹) گزارش کرده‌اند که غلظت نیتروژن نیتراتی در ۲۱ درصد نمونه‌های جمع‌آوری شده از زمین‌های کشاورزی در ایالات متحده آمریکا از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، که بیشترین مقدار مجاز از نظر سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد، فراتر بوده است. اسپالدینگ و همکاران (۱۳) در بررسی کنترل آب‌شویی نیترات در کشاورزی آبی به این نتیجه رسیدند که غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی تحت آبیاری بارانی و جوی و پشته سنتی به ترتیب ۱۳ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر بوده است. به عقیده آنها ترکیبی از آبیاری بارانی و کوددهی مناسب، آب‌شویی نیترات را با کمترین کاهش (در حدود ۶ درصد) در عملکرد محصول، کاهش می‌دهد. ویلیامز و همکاران (۱۷) در پژوهشی درباره کیفیت آب زیرزمینی در یک حوزه آبخیز در کالیفرنیا به این نتیجه رسیدند که مقدار نیتروژن نیتراتی در آب ۴۲ درصد از چاه‌های مورد نمونه‌برداری، بیشتر از حد استاندارد اداره حفاظت محیط زیست آمریکا بوده که این آلودگی بیشتر در اثر فعالیت‌های انسانی ایجاد شده است. جینس و همکاران (۸) با بررسی میزان هرزروی نیترات در زهکش‌های زیرسطحی تحت تأثیر مقدار مصرف کودهای نیتروژن‌دار در زمین‌های زیرکشت ذرت و سویا در ایالت آیوای آمریکا، رابطه مستقیمی را بین مقدار مصرف کود و آب‌شویی نیترات گزارش کردند. برای مثال با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، هدررفت نیتروژن نیتراتی از زهکش‌های زیرسطحی ۴۸ کیلوگرم در هکتار بوده است. هم‌چنین بررسی آنها نشان داد که آب‌شویی نیترات در کشت ذرت بیشتر از سویا بوده است. پاور و همکاران (۱۱) در بررسی سیستم‌های مدیریت کشت برای کنترل نیترات به این نتیجه رسیدند که برای جلوگیری از آب‌شویی نیترات، تناوب ذرت و سویا معمولاً بهتر از کشت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]

مداوم ذرت است. هم‌چنین بیان کردند که استفاده از سیستم کم‌شخمی مخصوصاً شخم شیاری و سیستم‌های آبیاری بارانی می‌توانند باعث کاهش آب‌شویی نیترات شوند. به نظر این محققین برای جلوگیری از آلوده شدن آب‌های زیرزمینی به نیترات، استفاده از زهکش‌های زیرسطحی مؤثر است ولی تخلیه آنها ممکن است باعث افزایش نیترات در آب‌های سطحی شود. استیتس و کرافت (۱۴) در بررسی کیفیت آب زیرزمینی مزارع کشت سبزیجات در دشت‌های مرکزی آمریکا، گزارش کردند که بیشتر چاه‌ها در این مناطق دارای غلظت نیتروژن نیتراتی بیشتر از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر هستند. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در مزارع برابر ۲۱ میلی‌گرم در لیتر بوده حال آن‌که غلظت نیتروژن نیتراتی در زمین‌های بایر بالادست ۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است که بیانگر تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

به دلیل خطرهای زیادی که مصرف آب‌های زیرزمینی آلوده به نیترات برای گیاه، انسان و دام به همراه دارد، شناسایی منابع آب‌های آلوده و عوامل آلوده کننده ضروری است. غلظت زیاد نیترات در خاک و آب آبیاری باعث تجمع نیترات در گیاه می‌شود که می‌تواند برای انسان و دام خطرناک باشد. ورود نیترات زیاد به بدن انسان و دام و تبدیل آن به نیتریت باعث اختلال در انتقال اکسیژن به‌وسیله خون (بیماری مت‌هموگلوبینمیاMethemoglobinemia) و سرطان‌های دستگاه گوارش می‌شود (۴، ۱۰ و ۱۲). هم‌چنین، استفاده از آب‌های آلوده به نیترات در صنعت باعث صدمات زیادی به وسایل و دستگاه‌های صنعتی (مانند ایجاد خوردگی در دیگ‌های بخار) می‌شود (۲).

آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک ایران سهم زیادی در تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی دارد که این مسئله با توجه به کمبود آب و بحران خشک‌سالی در چند سال اخیر، اهمیت روزافزون یافته است. بیشترین خطری که آینده بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی را تهدید می‌کند، آلودگی این منابع توسط مواد زیان‌آوری است که انسان به طور عمد و یا غیر عمد، در نتیجه سهل‌انگاری و ناآگاهی وارد محیط‌های طبیعی می‌سازد. چون در منطقه مرکزی ایران و به ویژه استان اصفهان، پژوهش عمده‌ای در مورد آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات گزارش نشده است، این پژوهش با هدف بررسی توزیع آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی در بخشی از استان اصفهان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان با وسعتی حدود ۱۰۵۲۶۳ کیلومتر مربع در مرکز ایران، در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار دارد. ارتفاع مناطق مختلف استان از کمتر از ۵۰۰ متر در شرق تا بیش از ۴۰۰۰ متر در غرب متغیر است. میزان بارندگی سالیانه از ۶۰ تا ۱۳۰۰ میلی‌متر تغییر می‌کند که بیشترین بارندگی در مناطق مرتفع غربی و کمترین آن در نقاط کم ارتفاع و گرم شرق استان رخ می‌دهد (۳). آب مورد نیاز برای مصارف شهری، کشاورزی و صنعت در این استان از آب‌های سطحی و زیرزمینی تأمین می‌شود.

منطقه مورد مطالعه، قسمت‌هایی از استان اصفهان است که بین عرض جغرافیایی ″۲۱ ′۵۴ °۳۱ تا ″۲۱ ′۵۶ °۳۳ شمالی و طول جغرافیایی ″۳۰ ′۰۵ °۵۱ تا ″۱۲ ′۰۰ °۵۲ شرقی قرار دارند و شامل مناطق اصفهان، نجف‌آباد، شهرضا، نطنز و کاشان می‌شود (شکل ۱).

نمونه‌برداری

پس از مشخص کردن مناطق مورد مطالعه، در هر یک از آنها تعدادی چاه (در کل ۷۵ حلقه) به منظور نمونه‌برداری از آب‌های زیرزمینی انتخاب شد. در این مرحله به علت وسعت منطقه مورد مطالعه، در مراکز مهم کشاورزی، صنعتی و شهری چاه‌هایی انتخاب شدند که تا حد ممکن به راه‌های ارتباطی نزدیک و همیشه فعال باشند و تا حد امکان سعی شد که چاه‌های مورد نظر سرتاسر منطقه مورد بررسی را پوشش دهند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان

موقعیت چاه‌ها به صورت کامل یادداشت و طول و عرض جغرافیایی آنها توسط دستگاه GPS تعیین و ثبت گردید. فعالیت‌های انجام شده در مناطق نمونه‌برداری اعم از کشاورزی، صنعتی و شهری، و نیز نوع مصرف آب چاه‌ها و در صورت امکان عمق چاه (با پرسش از صاحبان آنها) تعیین شد. نمونه‌برداری از این چاه‌ها در دی‌ماه ۱۳۷۹ آغاز شد. هم‌چنین برای بررسی روند تغییرات آلودگی نیترات، نمونه‌برداری در ۵ مرحله با فواصل زمانی یک ماه تا اردیبهشت ۱۳۸۰ ادامه یافت. در هر مرحله، نمونه‌گیری از آب چاه‌ها انجام و نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی یک لیتری به آزمایشگاه منتقل و برای جلوگیری از انجام فعالیت‌های بیولوژیک و تغییر خصوصیات شیمیایی تا زمان اندازه‌گیری‌های شیمیایی در یخچال نگه‌داری شدند. شایان ذکر است که اندازه‌گیری غلظت نیترات در نمونه‌ها حداکثر یک روز پس از نمونه‌برداری انجام شده است. یون نیترات توسط الکترود انتخابگر یونی جنوی مدل ۳۳۱۰ اندازه‌گیری شد. این الکترود قادر به اندازه‌گیری نیترات در دامنه ۷×۱۰^{-۶} تا ۱ مولار (۰/۴۳ تا $۶/۲\times۱۰^{۴}$ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشد.

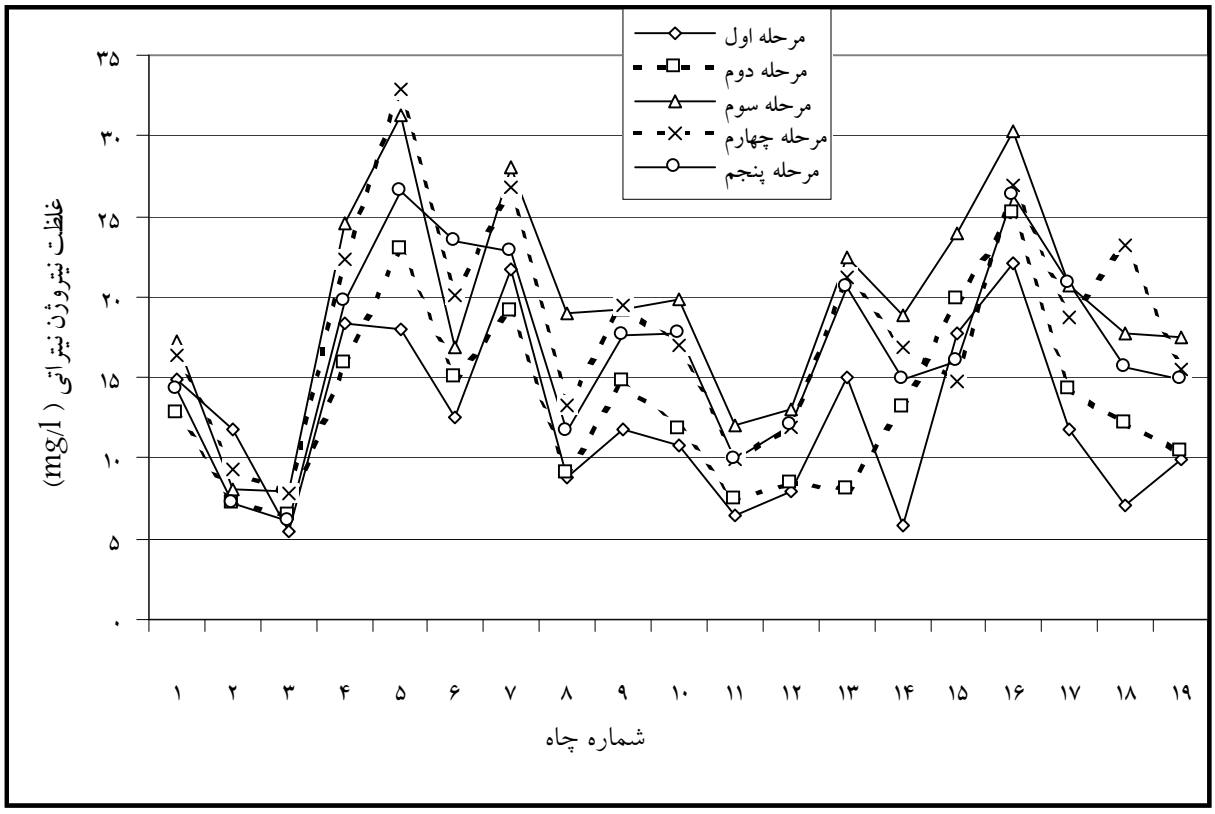
نتایج و بحث

آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی منطقه اصفهان

غلظت نیتروژن نیتراتی ($NO_۳-N$) آب‌های زیرزمینی در مراحل زمانی مختلف از دی ۱۳۷۹ تا اردیبهشت ۱۳۸۰ (مراحل ۱ تا ۵) در شکل۲ دیده می‌شود. چاه‌های مورد بررسی در این منطقه شامل چاه‌های شماره ۱ تا ۱۹ می‌باشد. در این پژوهش، به منظور بررسی میزان آلودگی نیترات و مقایسه با استانداردهای جهانی، از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) و سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای آب آشامیدنی (۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن نیتراتی) استفاده شد (۵ و۱۶). نتایج نشان داد که میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]



شکل۲. غلظت نیتروژن نیتراتی در آب چاه‌های منطقه اصفهان و تغییرات زمانی آن در مراحل مختلف

زیرزمینی این منطقه ۱۶/۰۴ و در چاه‌های مختلف بین ۶/۷۶ تا ۲۶/۳۴ میلی‌گرم در لیتر متغیر است. از نظر فراوانی، در این منطقه ۱۵/۸ درصد چاه‌ها دارای نیتروژن نیتراتی کمتر از ۱۰، ۶۳/۱ درصد بین ۱۰ تا ۲۰ و ۲۱/۱ درصد بین ۲۰ تا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر بودند. در مجموع، ۸۴/۲ درصد چاه‌ها در این منطقه دارای غلظت نیتروژن نیتراتی بیش از حد استاندارد برای آب آشامیدنی هستند.

از نظرتغییرهای زمانی، همان‌گونه که در شکل۱ مشاهده می‌شود، غلظت نیتروژن نیتراتی در مراحل مختلف به علت کوتاه بودن مدت زمانی بین مراحل، تغییرات زیادی نداشته ولی در کل روند افزایشی در آن دیده می‌شود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی این منطقه در مراحل ۱ تا ۵ (دی ماه ۱۳۷۹ تا اردیبهشت ۱۳۸۰) به ترتیب ۱۲/۵، ۱۳/۴، ۱۹/۴، ۱۸/۱ و ۱۶/۸ میلی‌گرم در لیتر بود. مشاهده می‌شود که مقدار نیتروژن نیتراتی در اسفند ماه حداکثر است که این امر می‌تواند مربوط به شروع فصل کشت و کوددهی و در نتیجه شست‌شو و آب‌شویی نیترات و انتقال به آب‌های زیرزمینی باشد.

در مورد نیترات معمولاً در طول فصل‌های تابستان و پائیز در اثر مساعد بودن شرایط آب و هوایی برای میکروارگانیسم‌ها، تجزیه مواد آلی و کمبود بارندگی، نیترات در خاک تجمع می‌یابد و با شروع فصل بارندگی در اواخر پائیز و زمستان آب‌شویی انجام می‌شود به طوری که بیشترین غلظت‌ها مربوط به اواخر زمستان است (۷، ۱۵ و۱۷). علت انتخاب این دوره زمانی برای این پژوهش نیز به همین دلیل بوده است. رشد گیاه طی ماه‌های فروردین و اردیبهشت می‌تواند منجر به مصرف نیترات خاک و کاهش آب‌شویی آن شود. البته، شروع فصل کشت در اواخر زمستان و کوددهی در این زمان باعث حداکثر غلظت نیترات شده است. هر چند در اثر رقیق شدن، غلظت نیترات کاهش یافته ولی به مقدار اولیه برنگشته و در اثر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]

کوددهی‌های زیاد در هر سال افزایش می‌یابد. این اصل البته همیشگی نبوده و عوامل دیگری مانند بارندگی می‌تواند آن را تغییر دهد. حداکثر غلظت نیتروژن نیتراتی در این منطقه ۳۲/۹ میلی‌گرم در لیتر و مربوط به چاه شماره ۵ است که واقع در زمین‌های کشاورزی بین اصفهان و خمینی‌شهر می‌باشد. در این منطقه در طی مراحل ۱ تا ۵ به ترتیب ۶۳/۲، ۶۸/۴، ۸۹/۵، ۸۴/۲ و ۸۴/۲ درصد از کل چاه‌ها دارای غلظت نیترات بیشتر از حد استاندارد برای آب آشامیدنی بودند.

آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی منطقه نجف‌آباد

در این منطقه ۲۲ چاه (چاه‌های شماره ۲۰ تا ۴۱) به منظور بررسی میزان نیترات در آب‌های زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت. غلظت نیتروژن نیتراتی در آب این چاه‌ها و هم‌چنین تغییرهای آن در طول دوره بررسی در شکل ۳ دیده می‌شود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در این منطقه ۱۷/۵۶ و در چاه‌های مختلف بین ۹/۳۶ تا ۵۰/۷۸ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. از کل چاه‌های مورد مطالعه در منطقه نجف‌آباد، به ترتیب ۴/۵، ۷۷/۳، ۹/۱، ۴/۵ و ۴/۵ درصد دارای غلظت نیتروژن نیتراتی کمتر از ۱۰، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰، ۴۰-۳۰ و ۶۰-۵۰ میلی‌گرم در لیتر بودند. در کل، ۹۵/۵ درصد چاه‌ها دارای نیتروژن نیتراتی بیش از حد استاندارد برای آب آشامیدنی می‌باشند. همان‌طور که دیده می‌شود میانگین غلظت نیترات و درصد چاه‌های غیر استاندارد از نظر آب آشامیدنی در این منطقه بیشتر از منطقه اصفهان است که دلیل آن ممکن است کشاورزی وسیع و در نتیجه مصرف بیشتر کود و نیز کمتر بودن عمق سفره آب زیرزمینی باشد. میانگین عمق چاه‌های مورد بررسی در این منطقه ۷۰ متر است در صورتی که در منطقه اصفهان ۱۰۰ متر بود. حداکثر غلظت نیتروژن نیتراتی در این منطقه مربوط به چاه شماره ۲۴ و برابر ۶۴/۶ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد.

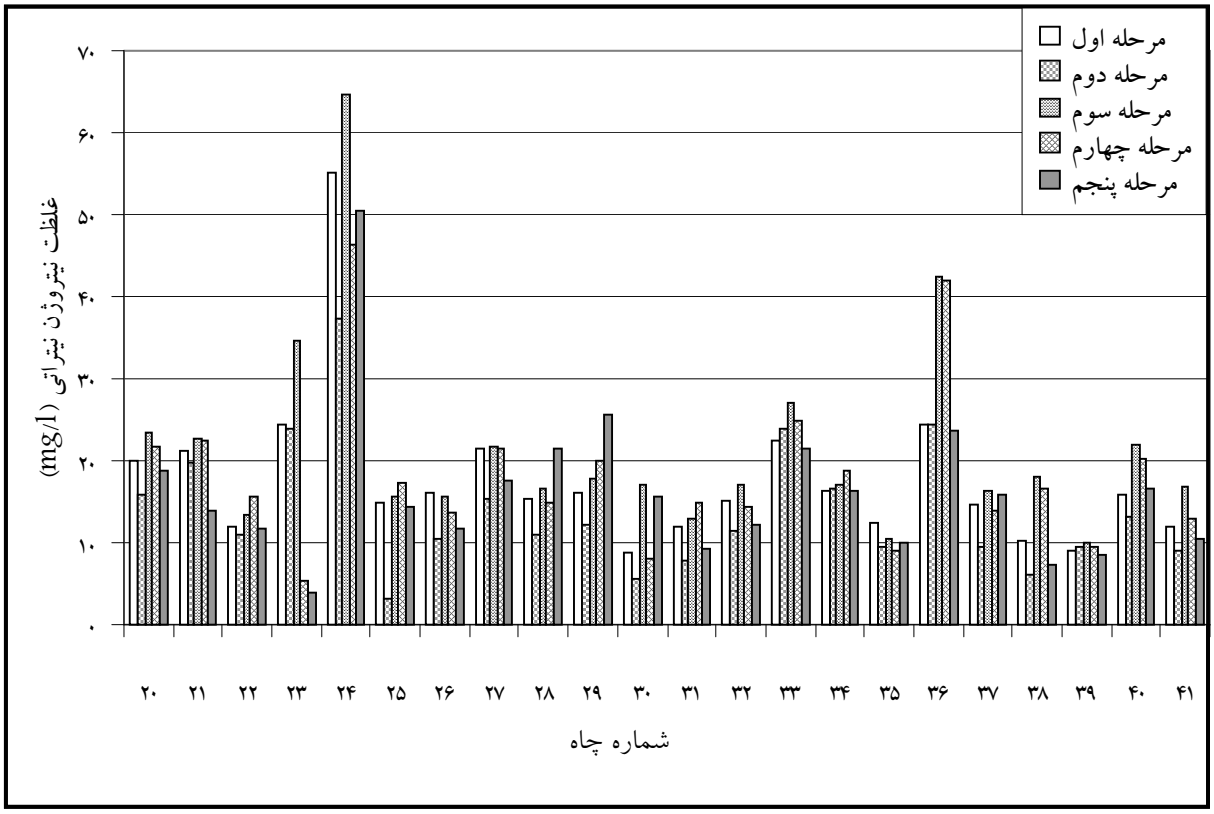
با بررسی تغییرات زمانی غلظت نیتروژن نیتراتی در چاه‌های مختلف این منطقه در شکل ۳، دیده می‌شود که در این منطقه هم همان روندی که در منطقه اصفهان بود، وجود دارد. در این منطقه در مراحل ۱ تا ۵ به ترتیب ۹۰/۹، ۶۳/۶، ۱۰۰، ۷/۸۱ و ۷۷/۳ درصد از چاه‌های مورد بررسی دارای غلظت نیترات بیش از حد استاندارد بودند. میانگین نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی در این منطقه در ۵ مرحله به ترتیب ۱۷/۷، ۹/۱۳، ۲۱/۵، ۱۸/۴ و ۱۶/۲ میلی‌گرم در لیتر بود که حداکثر آن ۲۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و مربوط به اسفندماه ۱۳۷۹ است که دلیل آن می‌تواند کوددهی در شروع فصل کشت باشد.

آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی منطقه شهرضا

چاه‌های مورد بررسی در این منطقه ۱۳ حلقه (چاه‌های شماره ۴۲ تا ۵۴) بود که در شکل ٤ غلظت نیتروژن نیتراتی در آنها در مراحل مختلف دیده می‌شود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در کل منطقه شهرضا ۱۴/۶ و میانگین آن در چاه‌های مختلف بین ۱۰/۹۵ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. در بعضی مراحل، غلظت نیتروژن نیتراتی در آنها در مراحل مختلف مشاهده می‌شود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در کل منطقه شهرضا ۱۴/۶ و میانگین آن در چاه‌های مختلف بین ۱۰/۹۵ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. در بعضی مراحل، غلظت نیتروژن نیتراتی در برخی چاه‌ها کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بوده است ولی با توجه به میانگین هر چاه، تمام چاه‌های منطقه شهرضا دارای غلظت نیتروژن نیتراتی بیش از حد استاندارد برای آشامیدن می‌باشند. منطقه شهرضا دارای کمبود منابع آب برای کشاورزی است و بیشتر آب کشاورزی از چاه‌ها و قنوات تأمین می‌شود، در صورتی که مناطق اصفهان و نجف‌آباد از آب زاینده‌رود نیز بهره‌مند می‌باشند. در دشت‌های کشاورزی مُرغ و مهیار در فاصله بین اصفهان و شهرضا نیز فعالیت‌های شدید کشاورزی انجام و مقدار زیادی کودهای نیتروژن‌دار مصرف می‌شود. از نظر فراوانی محدوده‌های مختلف غلظت نیتروژن نیتراتی، ۹۲/۳ درصد از چاه‌های منطقه شهرضا دارای ۱۰ تا ۲۰ و ۷/۷ درصد بقیه دارای ۲۰ تا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر بودند. از لحاظ درصد چاه‌های دارای غلظت نیترات بیش از حد استاندارد، منطقه شهرضا به همان دلایلی که در قبل نام برده شد،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]



شکل۳. غلظت نیتروژن نیتراتی در آب چاه‌های منطقه نجف آباد و تغییرات زمانی آن در مراحل مختلف

بالاتـر از مناطق اصفهان و نجف‌آباد است. در بین چاه‌های مورد بررسـی در ایـن مـنطقه چـاه شـماره ۴۶ دارای حداکثـر غلظت نیتروژن نیتراتی برابر ۲۶ میلی‌گرم در لیتر بوده است. این چاه در مـنطقه کشـاورزی شـمال شهرضـا واقـع مـی‌باشد و زیاد بودن غلظـت نیتـرات در این چاه ممکن است به خاطر وجود چندین سالن مرغداری در مجاورت این منطقه باشد.

از لحـاظ تغییـرات زمانـی، غلظـت نیتـروژن نیتراتـی در آب‌هـای زیرزمینـی ایـن مـنطقه، بـا تـوجه بـه شکل٤، روندی افزایشـی در کـل چـاه‌هـا دیده می‌شود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتـی در ۵ مرحله نمونه برداری به ترتیب۱۱/۱، ۱۱/۶، ۱۷/۲، ۱۷/۳۵ و ۱۵/۷ میلـی‌گـرم در لیتـر مـی‌باشـد کـه حداکثر آن در مـاه‌هـای اسـفند و فـروردین بـود. در این منطقه در مرحله اول ۶۱/۵، در مـرحله دوم ۶۹/۲ و در مـراحل بعـدی ۱۰۰ درصـد چاه‌های مورد بررسی دارای غلظت نیتروژن نیتراتی بیش از حد استاندارد بودند.

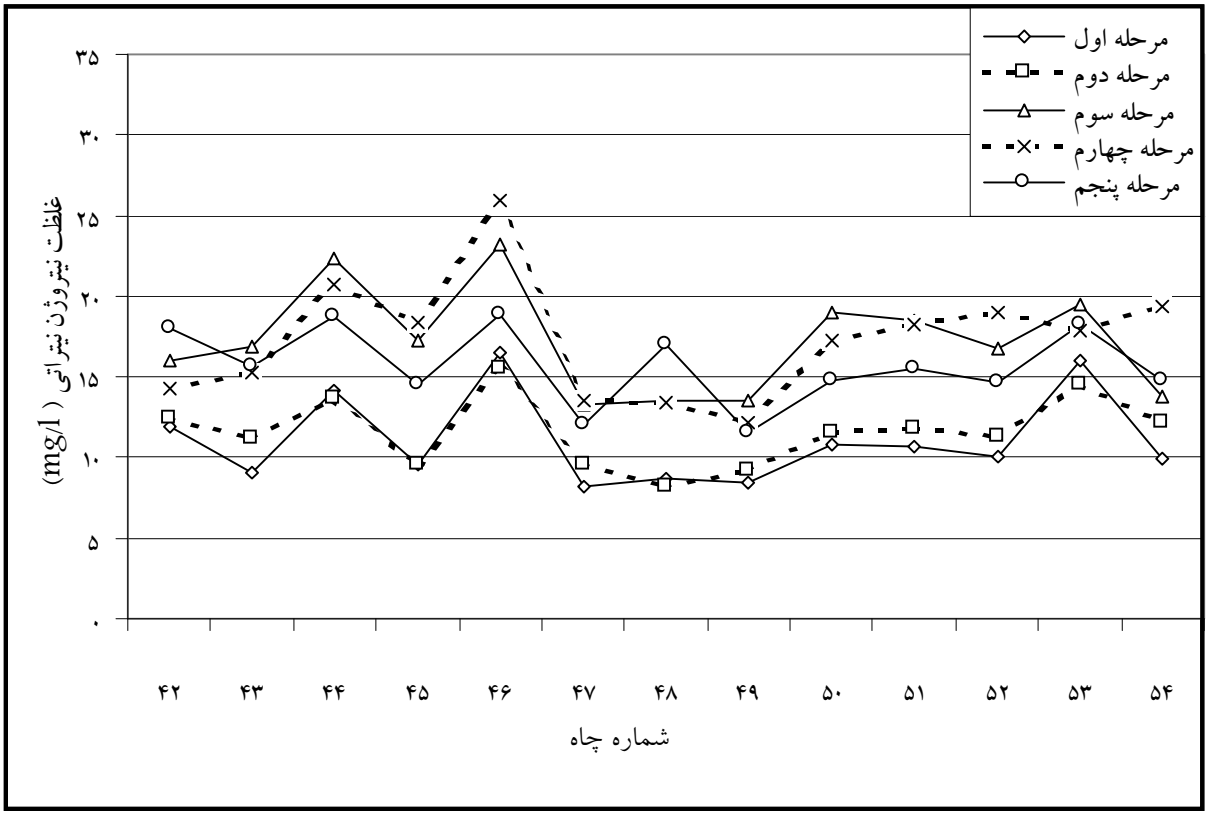
آلودگی نیترات در آب‌های زیر زمینی منطقه نطنز و کاشان

در ایـن مـنطقه ۲۱ چـاه (چـاه‌هـای شماره ۵۵ تا ۷۵) به منظور بررسـی میـزان نیتـرات در آب‌های زیرزمینی مورد بررسی قرار گـرفت. غلظـت نیتـروژن نیتراتـی و تغییـرات آن در شـکل ۵ مشاهده می‌شود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در چاه‌های این منطقه بین ۱/۰۳ تا ۱۸/۸۴ متغیر بوده و میانگین آن در کل منطقه ۸/۲۴ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. از کل چاه‌های مورد بررسی در مـنطقه نطنز و کاشان ۶۶/۷ درصد دارای غلظت نیتروژن نیتراتی کمتـر از ۱۰ و ۳۳/۳ درصد دارای غلظت ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتـر بـودند. پـس در ایـن منطقه فقط ۳۳/۳ درصد چاه‌ها دارای غلظـت نیتـروژن نیتراتـی بیشـتر از حـد استاندارد هستند که در مقایسه با مناطق اصفهان، نجف‌آباد و شهرضا که به ترتیب۸۴/۲، ۹۵/۵ و ۱۰۰ درصد بود، بسیار کمتر است.

ایـن مسـئله مـی‌تـواند بـه این دلیل باشد که در این منطقه، فعالیت‌های کشاورزی از نظر وسعت و شدت، میزان کوددهی و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]



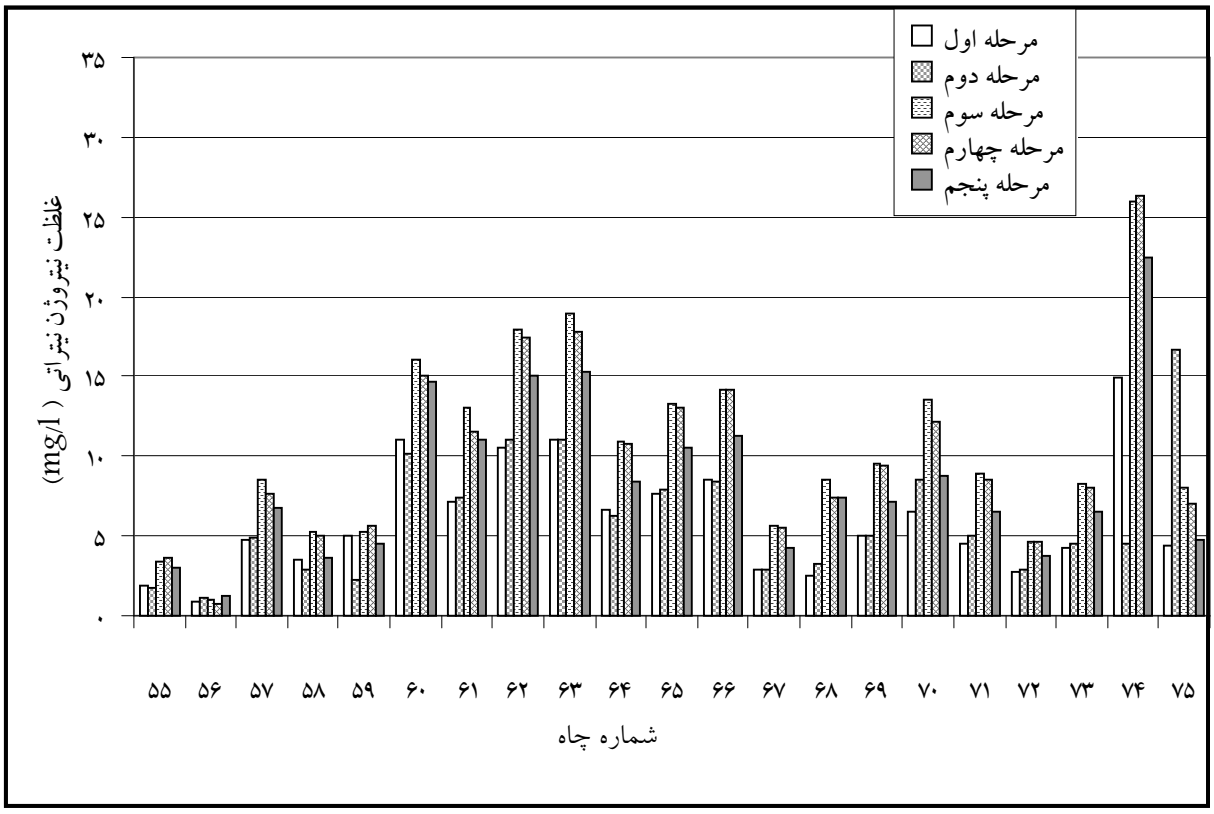
شکل٤. غلظت نیتروژن نیتراتی در آب چاه‌های منطقه شهرضا و تغییرات زمانی آن در مراحل مختلف

نیز مقدار مصرف آب آبیاری به اندازه دیگر مناطق نیست. منطقه نطنز به دلیل کوهستانی بودن دارای دشت‌های وسیع کشاورزی نبوده و اغلب زمین‌های کشاورزی به صورت باغ‌های کوچک است و کوددهی بیشتر به صورت کود دامی و به مقدار کم انجام می‌شود. منطقه کاشان گرم، خشک و کویری بوده و به علت کمبود بارندگی و منابع تأمین آب، فعالیت‌های کشاورزی چندانی ندارد. دلیل دیگر، عمق بیشتر سفره آب زیرزمینی است. اکثر چاه‌های مورد بررسی به گفته صاحبان آنها عمق بیشتر از ۱۵۰ متر دارند. در منطقه نطنز و کاشان حداکثر غلظت نیتروژن نیتراتی مربوط به چاه شماره ۷۴ و برابر ۲۶/۳ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد.

غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی منطقه نطنز و کاشان در طول دوره بررسی روند افزایشی داشته و حداکثر آن در مرحله سوم یعنی اسفند ماه ۱۳۷۹ بوده است (شکل۵). میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در ۵ مرحله نمونه برداری به ترتیب ۶، ۶/۱، ۱۰/۵، ۱۰/۱ و ۸/۴ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. در این‌جا هم دیده می‌شود که این مقادیر نسبت به مناطق اصفهان، نجف‌آباد و شهرضا کمتر است. هم‌چنین، همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود چاه‌های مورد بررسی در منطقه نطنز (چاه‌های شماره ۵۵ تا ۶۰) اکثراً دارای نیترات کمتر از حد استاندارد برای آب آشامیدن هستند و فقط چاه شماره ۶۰ که در مناطق کشاورزی جنوب شرقی نطنز واقع است دارای غلظت نیترات بیش از حد استاندارد است. چاه‌های شماره ۶۷ تا ۷۳ نیز به‌جز در بعضی مراحل معمولاً دارای غلظت نیتروژن نیتراتی کمتر از حد استاندارد بودند. این چاه‌ها در مناطق کوهستانی، بین کاشان و میمه واقع شده و یا از این مناطق تغذیه می‌شوند. در کل منطقه نطنز و کاشان، به ترتیب از مرحله اول تا پنجم به ترتیب ۱۹، ۱۹، ۴۳، ۴۳ و ۳۳/۳ درصد از چاه‌های مورد بررسی دارای غلظت نیترات بیش از حد استاندارد بودند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]



شکل۵. غلظت نیتروژن نیتراتی در آب چاه‌های منطقه نظنز و کاشان و تغییرات زمانی آن در مراحل مختلف

بررسی آلودگی نیترات در مناطق کشاورزی، شهری و صنعتی

در این پژوهش علاوه بر بررسی غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی، در تعیین چاه‌های نمونه‌برداری سعی شد از همه مناطق کشاورزی، شهری و صنعتی نمونه‌برداری شود تا بتوان مقایسه‌ای بین میزان آلودگی نیترات در مناطق مختلف انجام داد و مشخص نمود که در کدام یک آلودگی نیترات بیشتر است.

نکته قابل یادآوری دیگر این است که در منطقه مورد بررسی (و یا در کل کشور) هنوز این مناطق کاملاً از هم تفکیک نشده‌اند و بیشتر مناطق شهری و صنعتی درداخل یا مجاورت زمین‌های کشاوزی قرار دارند. برای مثال، شهرک‌های صنعتی شهرضا، مورچه‌خورت و کاشان در مناطق کشاورزی اطراف این شهرها واقع شده‌اند. با این حساب آلودگی‌هایی که در آب‌های زیرزمینی درمناطق شهری و صنعتی وجود دارد، از آلودگی با منشأ کشاورزی کاملاً جدا نیست.

آلودگی نیترات در مناطق شهری، صنعتی و کشاورزی اصفهان

۱. مناطق شهری

در مناطق شهری، غلظت نیترات در بعضی چاه‌ها بیشتر از حد مجاز برای آب آشامیدنی است. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در کلیه چاه‌های این منطقه ۱۰/۷۶ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که از حد استاندارد کمی بیشتر است. عوامل اصلی آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی در مناطق شهری، فاضلاب‌های شهری و انسانی است ولی نقش آلوده‌کنندگی فعالیت کشاورزی (باغ‌ها، باغچه‌ها و..) و فضای سبز در این مناطق را هم نمی‌توان نادیده گرفت. در منطقه اصفهان بیشتر مناطق مسکونی اعم از شهری و روستایی در مناطق و زمین‌های کشاورزی واقع شده است.

از نظر تغییرهای زمانی، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در مناطق شهری اصفهان، همان‌طور که در شکل ٦ دیده می‌شود، در مراحل ۱ تا ۵ به ترتیب ۷/۶، ۸/۳، ۱۵/۵، ۱۱/۶ و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]

۱۰/۸ میلی‌گرم در لیتر بوده که در دو ماه دی و بهمن کمتر و در سه ماه آخر بیشتر از حد استاندارد بوده است. بیشترین مقدار میانگین غلظت نیترات مربوط به اسفند ۱۳۷۹ می‌باشد. شاید علت این امر استفاده زیاد از آب به علت شست‌شوی زیاد و حجم زیاد فاضلاب‌های شهری در اسفند برای شروع سال جدید و نیز آماده‌سازی فضای سبز باشد. از کل چاه‌های مناطق شهری اصفهان، تقریباً ۵۰ درصد دارای میانگین غلظت نیترات بیش از حد استاندارد برای آب آشامیدنی هستند.

۲. مناطق صنعتی

در مناطق صنعتی اصفهان، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی ۱۵/۶۲ میلی‌گرم در لیتر بوده که از مقدار مربوط برای مناطق شهری و نیز حد استاندارد بالاتر است. عامل اصلی آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی این مناطق، فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد که کیفیت این فاضلاب‌ها بسته به نوع صنایع، متفاوت است. تمام چاه‌های مورد بررسی در مناطق صنعتی اصفهان دارای غلظت نیترات بیشتر از حد استاندارد بوده‌اند. همان‌طور که در شکل ٦ مشاهده می‌شود، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی طی مراحل زمانی ۱ تا ۵ به ترتیب۱۰/۳، ۱۲/۷، ۱۹، ۱۸/۸ و ۱۷/۳ بوده و بیشترین مقدار مربوط به اسفند ۱۳۷۹ می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند شست‌شو و آب‌شویی فاضلاب‌های صنعتی توسط بارندگی در زمستان و اوایل بهار باشد. مشاهده می‌شود که در تمام این مدت، میانگین غلظت نیترات بیشتر از حد مجاز می‌باشد.

۳. مناطق کشاورزی

در مناطق کشاورزی اصفهان، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی ۱۷/۱ میلی‌گرم در لیتر و بیشتر از مناطق شهری و صنعتی می‌باشد. در این مناطق ۸۳/۳ درصد از کل چاه‌های مورد بررسی دارای غلظت نیترات بیش از حد استاندارد بوده‌اند. مهم‌ترین عامل آلودگی نیترات در این مناطق، فعالیت‌های کشاورزی و استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی است که توسط آب آبیاری یا بارندگی شسته شده و به آب‌های زیرزمینی برده می‌شود. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در طی مراحل مختلف در مناطق کشاورزی اصفهان در مراحل ۱ تا ۵ به ترتیب ۱۴/۳، ۱۴/۵، ۲۰/۲، ۱۸/۹ و ۱۷/۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است (شکل٦). در این‌جا هم بیشترین میانگین غلظت مربوط به اسفند می‌باشد که همان‌طور که قبلاً اشاره شد، علت این امر می‌تواند آب‌شویی‌های زیاد نیترات از خاک توسط بارندگی‌های زمستان و اضافه شدن کودهای شیمیایی به خاک در ابتدای فصل کشت باشد. بیشترین میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در مناطق کشاورزی اصفهان ۲۶/۳۴ میلی‌گرم در لیتر است.

آلودگی نیترات در مناطق شهری، صنعتی وکشاورزی نجف‌آباد

۱. مناطق شهری

در مناطق شهری نجف‌آباد، میانگین غلظت نیتروژن در آب‌های زیرزمینی ۱۲/۱۵ میلی‌گرم در لیتر بوده که بیش از حد استاندارد برای آب آشامیدنی می‌باشد. غلظت نیترات در برخی مراحل کمتر از حد استاندارد است ولی با توجه به میانگین هر چاه، تمامی چاه‌ها دراین مناطق دارای غلظت نیترات بیش از حد مجاز برای آشامیدن می‌باشند. از نظر تغییرات زمانی، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در طی ۵ مرحله به ترتیب ۱۳/۵، ۹/۶، ۱۳/۴، ۱۱/۴ و ۱۲/۸ میلی‌گرم در لیتر بوده است (شکل٦). میانگین غلظت نیترات فقط در بهمن کمتر و در بقیه ماه‌ها بیشتر از حد استاندارد و حداکثر آن مربوط به اسفند است.

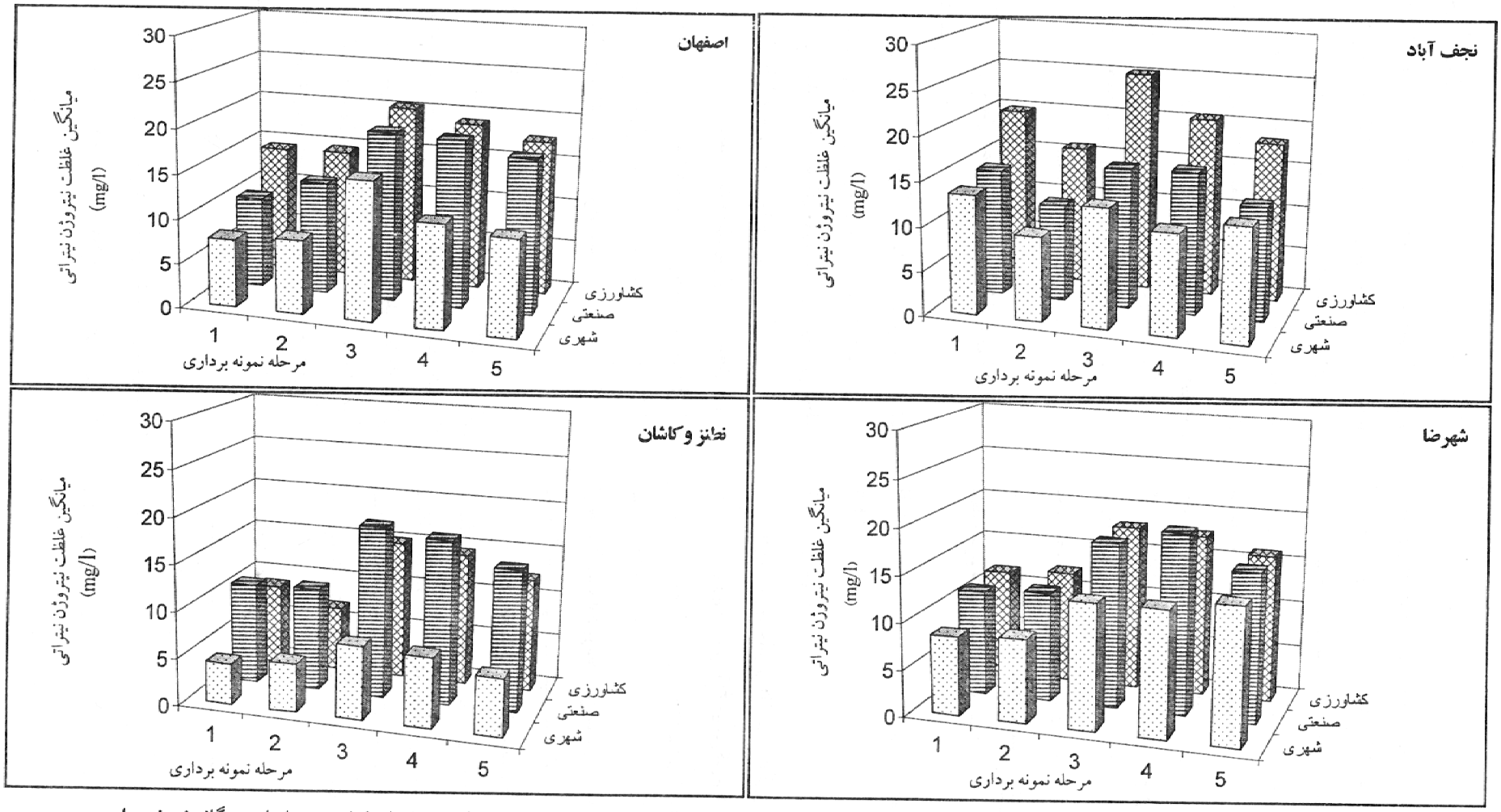
۲. مناطق صنعتی

در مناطق صنعتی نجف‌آباد، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی ۱۴ میلی‌گرم در لیتر بوده که بیشتر از حد استاندارد می‌باشد. مشاهده می‌شود که میانگین غلظت نیترات در مناطق صنعتی بیشتر از شهری است. از کل چاه‌های مورد بررسی در مناطق صنعتی نجف‌آباد ۸۳/۲ درصد دارای غلظت نیترات بیش از حد مجاز بودند. طی مراحل ۱ تا ۵، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی به ترتیب ۱۴/۴، ۱۱، ۱۵/۸، ۱۶ و ۱۲/۹ میلی‌گرم در لیتر بوده است (شکل٦).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]



شکل٦. میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی (میلی‌گرم در لیتر) در آب‌های زیرزمینی مناطق کشاورزی، صنعتی و شهری نواحی مختلف استان اصفهان در مراحل پنج‌گانه نمونه‌برداری

۳. مناطق کشاورزی

در مناطق کشاورزی نجف‌آباد، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی ۱۹/۸۵ میلی‌گرم در لیتر و بیشتر از مناطق صنعتی و شهری بود. بیشترین میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی ۵۰/۸ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که ۵ برابر میزان استاندارد است. دلیل این امر می‌تواند وسعت زمین‌ها و شدت فعالیت‌های کشاورزی و کوددهی زیاد در این منطقه باشد. از نظر تغییرهای زمانی، غلظت نیتروژن نیتراتی طی مراحل ۱ تا ۵ به ترتیب ۱۹/۸، ۱۵/۸، ۲۰/۲۵،۴/۱ و ۱۸/۱ میلی‌گرم در لیتر بوده که بیشترین مقدار مربوط به اسفند ۱۳۷۹ است (شکل٦).

آلودگی نیترات در مناطق شهری، صنعتی و کشاورزی شهرضا

۱. مناطق شهری

در مناطق شهری شهرضا، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی ۱۱/۷۵ میلی‌گرم در لیتر و بیشتر از حد استاندارد برای آب آشامیدنی می‌باشد. تمام چاه‌های مورد بررسی، میانگین غلظت بالاتر از حد استاندارد برای آب آشامیدنی داشتند.

شکل٦ تغییرات غلظت نیتروژن نیتراتی در مناطق شهری شهرضا را نیز در مراحل مختلف نشان می‌دهد. طی مراحل ۱ تا ۵ میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی به ترتیب ۸/۴، ۸/۹، ۱۳/۴، ۱۳/۴۵ و ۱۴/۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است.

۲. مناطق صنعتی

میانگین غلظت نیترات در مناطق صنعتی شهرضا ۱۵/۳ میلی‌گرم در لیتر بوده است، که بیشتر از مناطق شهری می‌باشد (شکل٦). همان‌طور که این شکل نشان می‌دهد در طول ۵ ماه متوالی، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی به ترتیب ۱۱/۲، ۱۱/۸، ۱۷/۸، ۱۹/۵ و ۱۶ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر آن مربوط به فروردین ۱۳۸۰ بوده است.

۳. مناطق کشاورزی

میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در مناطق کشاورزی شهرضا ۱۵ میلی‌گرم در لیتر بوده و تمام چاه‌های مورد بررسی در این مناطق دارای غلظت نیترات بیشتر از حد استاندارد بوده‌اند. بیشترین مقدار میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و مربوط به چاه شماره ۳۴ واقع در زمین‌های کشاورزی شمال شهرضا می‌باشد. در این منطقه مرغداری‌های زیادی وجود دارد که ممکن است در آلودگی آب‌های زیرزمینی این منطقه مؤثر باشند. همان‌طور که از شکل ٦ مشاهده می‌شود، در طی ۵ مرحله، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی به ترتیب ۱۱/۷، ۱۲/۲، ۱۷/۹، ۱۷/۵ و ۱۵/۹ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد، که حداکثر آن مربوط به اسفند ۱۳۷۹ است. منطقه شهرضا دارای دشت‌های وسیع کشاورزی مانند دشت‌های مرغ و مهیار می‌باشد که بیشترین غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی این منطقه مربوط به دشت مهیار است.

آلودگی نیترات در مناطق شهری، صنعتی و کشاورزی نطنز و کاشان

۱. مناطق شهری

در مناطق شهری نطنز و کاشان، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب‌های زیرزمینی ۶/۲ میلی‌گرم در لیتر و کمتر از حد استاندارد بود. از کل چاه‌های مورد بررسی در مناطق شهری نطنز و کاشان فقط ۲۱ درصد دارای میانگین غلظت نیترات بیش از حد استاندارد بودند. این مقدار در مقایسه با مناطق اصفهان، نجف‌آباد و شهرضا بسیار کمتر است و آب‌های زیرزمینی در مناطق شهری نطنز و کاشان معمولاً از نظر آلودگی نیترات مشکل زیادی ندارند. از نظر تغییرهای زمانی همان‌طور که در شکل٦ دیده می‌شود، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی طی مراحل ۱ تا ۵ به ترتیب ۴/۴، ۵/۱، ۷/۸، ۷/۸ و ۶/۱ میلی‌گرم در لیتر بوده که بیشترین مقدار مربوط به اسفند ۱۳۷۹ است.

۲. مناطق صنعتی

در مناطق صنعتی نطنز و کاشان، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در آب چاه‌های مورد بررسی ۱۴/۶ میلی‌گرم در لیتر بود. از شکل ٦ دیده می‌شود که میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در ۵ ماه متوالی به ترتیب ۱۰/۸، ۱۱، ۱۸/۵، ۱۷/۶ و ۱۵/۱ میلی‌گرم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]

در لیتر، در همه ماه‌ها بالاتر از حداستاندارد، در طول دوره بررسی روندی افزایشی داشته و حداکثر آن مربوط به اسفند ۱۳۷۹ می‌باشد. میانگین غلظت نیترات در مناطق صنعتی بیشتر از مناطق شهری بود. دلیل این امر می‌تواند یکی همان واقع بودن مراکز صنعتی در زمین‌های کشاورزی یا نزدیک آنها و دیگری کثرت صنایع قالی بافی و صنایع جنبی آن باشد که فاضلاب این صنایع می‌تواند تأثیر زیادی در آلودگی آب‌های زیرزمینی این مناطق به نیترات داشته باشد.

۳. مناطق کشاورزی

در مناطق کشاورزی نطنز و کاشان، ۶۰ درصد از کل چاه‌های مورد بررسی دارای میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی بیش از حد استاندارد (۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و میانگین آن در کل مناطق کشاورزی ۱۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است. بیشترین میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی مربوط به چاه شماره ۷۴ و برابر ۱۹ میلی‌گرم در لیتر بوده است. در ماه فروردین، این غلظت ۲۶/۳ میلی‌گرم در لیتر بوده است. همان‌طور که در شکل ٦ دیده می‌شود، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی طی مراحل ۱ تا ۵ به ترتیب ۸/۸، ۶/۹، ۱۵، ۱۴/۴ و ۱۲/۲ میلی‌گرم در لیتر بوده است که حداکثر مقدار مربوط به اسفند ۱۳۷۹ است ولی روند افزایشی هم دیده می‌شود.

در کل، غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی منطقه نطنز و کاشان نسبت به مناطق نجف‌آباد، اصفهان و شهرضا کمتر می‌باشد. دلیل این امر تفاوت عمده آب و هوایی و بارندگی منطقه کاشان نسبت به دیگر مناطق است. به دلیل کمبود بارندگی و بالا بودن میانگین حرارت در این منطقه، فعالیت‌های کشاورزی مانند سایر مناطق انجام نمی‌شود. هم‌چنین به علت کمبود بارندگی و عمق زیاد سفره‌های آب زیرزمینی، کود نیتراته مصرف شده در مناطق کشاورزی، به دلیل آب‌شویی کم و تبخیر وتعرق شدید، آب‌شویی نشده و نیترات در خاک تجمع پیدا می‌کند. در مناطق غیر از زمین‌های کشاورزی نیز به علت کمبود مواد آلی و کمبود پوشش‌های گیاهی و حتی وجود مناطق کویری، مقدار نیترات و آب‌شویی آن بسیار کم و ناچیز می‌باشد.

نتیجه‌گیری

آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی مناطق مورد مطالعه در استان اصفهان قابل توجه بوده و با توجه به خشک‌سالی و بحران آب، باید در شمار جدی‌ترین مسایل کشاورزی پایدار و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی منطقه قرار گیرد. از نظر توزیع مکانی آلودگی نیترات، آب‌های زیرزمینی منطقه نجف‌آباد دارای بیشترین آلودگی بوده و مناطق شهرضا، اصفهان و نطنز و کاشان به ترتیب در ردیف‌های بعدی قرار دارند. توزیع آلودگی نیترات در مناطق مورد بررسی رابطه بسیار نزدیکی با وسعت و شدت فعالیت‌های کشاورزی داشته است. البته عمق سفره آب زیرزمینی و میزان مصرف آب نیز در مقدار آلودگی موثر بوده است. بیشترین غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی مربوط به زمین‌های کشاورزی جنوب شهر نجف‌آباد و غرب اصفهان و در حدود ۶ تا ۷ برابر حد استاندارد بوده است. با توجه به تفکیک نواحی شهری، صنعتی و کشاورزی، در اکثر مناطق بیشترین آلودگی نیترات مربوط به آب‌های زیرزمینی مناطق کشاورزی بوده و مناطق صنعتی و شهری به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. البته در بعضی نواحی، آلودگی نیترات در مناطق صنعتی بیشتر از سایر مناطق است که نشان دهنده اهمیت نقش فاضلاب‌های صنعتی در آلودگی نیترات بوده ولی در این مورد، قرار داشتن مناطق صنعتی در زمین‌های کشاورزی نیز باید مد نظر قرار گیرد. میانگین غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی تمام مناطق شهری، صنعتی و کشاورزی استان به‌جز مناطق شهری نطنز و کاشان، بیشتر از حد استاندارد (۴۵ میلی‌گرم در لیتر) بوده است. از نظر تغییرهای زمانی غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی در طول مدت مطالعه، در اکثر مناطق روند افزایشی دیده شد. بیشترین غلظت نیترات معمولاً مربوط به اواخر زمستان (اسفند ۱۳۷۹) و اوایل بهار (فروردین ۱۳۸۰) بوده است که دلیل آن می‌تواند شست‌شوی نیترات در اثر بارندگی زمستان ونیز شروع فصل کشت باشد. این پژوهش مطالعه‌ای زیربنایی به منظور بررسی توزیع آلودگی نیترات بوده و شناسایی علت آلودگی، منشأیابی آن و بررسی‌های بیشتر در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]

مـورد اثـر عـوامل مختلف مانند ویژگی‌های خاک، زمین‌شناسی، مدیـریت کوددهـی، نـوع وسیسـتم کاشت، مقدار آب آبیاری و نوسـان‌هـای سـفره‌هـای آب زیرزمینـی در هـر منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

ایـن پـژوهش در قالب طرح ملی و با حمایت شورای تحقیقات علمـی کشـور بـا شماره ثبت ۸۶۰ انجام گرفت که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. جلالی، م.، ز. کلاچی و ز. وارسته خانلری. ۱۳۷۹. غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی همدان. خلاصه مقالات دومین همایش ملی استفاده از کود و سم در کشاورزی، کرج.

۲. رزاقی، ع. و ق. قدرت‌نما. ۱۳۵۳. *هیدرولوژی آب‌های زیرزمینی*. شرکت سهامی کتاب‌های جیبی، تهران.

۳. سازمان برنامه و بودجه استان اصفهان. ۱۳۶۷. آب و هوای استان اصفهان. سازمان برنامه و بودجه، اصفهان، ایران.

٤. طراوتی، ح. و ف. بهار. ۱۳۷۷. *شرایط بحرانی سلامت انسان و محیط زیست*. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۵. عدوی، ق. ۱۳۷۳. *کیفیت آب آشامیدنی*. انتشارات محقق، مشهد.

٦. محسنی، ا. ۱۳۶۵. بررسی وضع آلودگی آب‌های زیرزمینی به یون نیترات در اثر کاربرد کودهای ازته در شهرستان بابل. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

7. Hansen, E. M. and J. Djurhuus. 1997. Nitrate leaching as influenced by soil tillage and catch crop. Soil Tillage Res. 41: 203-219.

8. Jaynes, D. B., T. S. Colvin, D. L. Karlen, C. A. Cambardella and D. W. Meek. 2001. Nitrate loss in subsurface drainage as affected by nitrogen fertilizer rate. J. Environ. Qual. 30: 1305-1314.

9. Mueller, D. K., P. A. Hamilton, D. R. Helsel, K. J. Hitt and B. C. Ruddy. 1995. Nutrients in groundwater of the United States: An analysis of data through 1992. Water Resour. Invest. Rep. 95-4031, U. S. Geol. Surv., Denver, CO.

10. Muramoto, J. 1999. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farms in California. Center for Agroecology and Sustainable Food Systems, University of California, Santa Cruz, CA.

11. Power, J. F., R. Wiese and D. Flowerday. 2001. Managing farming systems for nitrate control: A research review from management systems evaluation areas. J. Environ. Qual. 30: 1866-1880.

12. Self, J. R. and R. M. Waskom. 1992. Nitrate in drinking water. Colorado State University Cooperative Extension, Colorado.

13. Spalding, R. F., D. G. Watts, J. S. Schepers, M. E. Burbach, M. E. Exner, R. J. Poreda and G. E. Martin. 2001. Controlling nitrate leaching in irrigated agriculture. J. Environ. Qual. 30: 1184-1194.

14. Stites, W. and G. J. Kraft. 2000. Groundwater quality beneath irrigated vegetable fields in a north-central US sand plain. J. Environ. Qual. 29: 1509-1517.

15. Toth, J. D. and R. H. Fox. 1998. Nitrate losses from a corn-alfalfa rotation: Lysimeter measurement of nitrate leaching. J. Environ. Qual. 27: 1027-1033.

16. U. S. Environmental Protection Agency. 2002. Drinking Water Standards. EPA Pub., Washington D.C.

17. Williams, A. E., J. A. Johnson, L. J. Lund and Z. J. Kabala. 1998. Spatial and temporal variation in nitrate contamination of a rural aquifer, California. J. Environ. Qual. 27: 1147-1157.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.3.6.6]