Archive of SID

بررسی غلظت و تغییرات مکانی نیترات در آب زیرزمینی دشت سرچهان (فارس)

عیسی سلگی*[۱]، حبیب مرادپور[۲]

چکیده

آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات مشکلی فراگیر در ایران و سراسر جهان است. آلودگی نیترات آب‌های زیرزمینی مرتبط با فعالیت‌های کشاورزی از مشکلات مهم محیط‌زیستی در مدیریت این منابع طبیعی است به گونه‌ای که این آلاینده شایع‌ترین آلاینده آب‌های زیرزمینی است. تعیین غلظت و تغییرات مکانی آن می‌تواند در بهره برداری و مدیریت منابع آب مفید باشد. پژوهش حاضر با هدف تعیین مقادیر و تهیه نقشه توزیع مکانی نیترات در دشت سرچهان فارس انجام شد. در این پژوهش روی‌هم‌رفته ۵۰ حلقه چاه برای اهداف نمونه برداری انتخاب شدند و غلظت نیترات در آزمایشگاه به روش استاندارد مورد سنجش قرار گرفت. مقادیر نیترات اندازه گیری شده با استاندارد سازمان بهداشت جهانی مقایسه شد. هر چند تغییرات افزایشی یا کاهشی جزیی در غلظت نیترات برخی چاه ها مشاهده شد، اما زیر حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۵۰ میلی گرم در لیتر) بودند. به نظر می‌رسد غلظت نیترات در دشت از منابع غیر نقطه‌ای (استفاده از کودهای نیتروژنی) و منابع نقطه ای (فاضلاب شهری) متاثر شده است که بی‌شک مهم‌ترین عامل بروز آلودگی نیترات در آینده خواهند بود. الگوهای مکانی نیترات نشان داد که بیشترین مقادیر غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی در شمال شرقی و جنوب شرقی دشت سرچهان واقع شده‌اند. همچنین همبستگی آماری معنی داری بین غلظت نیترات با عمق چاه‌ها مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: نیترات، آب زیرزمینی، دشت سرچهان، الگوهای مکانی

[۱] استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر
ایمیل: e.solgi@yahoo.com تلفن: ۰۸۱-۳۳۳۳۹۸۴۱
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تصفیه آب‌های زیرزمینی و همچنین حذف آلاینده‌ها از خاک نه تنها بسیار دشوار است بلکه مستلزم هزینه بسیار زیاد و داشتن فناوری پیچیده است. همچنین در بیشتر موارد نمی‌توان آلودگی را به طور کامل از آب های زیرزمینی حذف نمود، بنابراین بررسی و پایش آب‌های زیرزمینی و جلوگیری از آلودگی بیشتر منابع ارزشمند آب و خاک، بسیار حیاتی و ضروری به نظر می رسد (پیشکار دهکردی و همکاران، ۱۳۸۵). نیترات متداول‌ترین آلاینده آب‌های زیرزمینی نام گرفته است که غلظت‌های بالای آن سبب کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌شود. در طبیعت نیتروژن بین شکل های آلی و غیر آلی تغییر می کند. شکل‌های متداول نیتروژن غیرآلی شامل نیترات، نیتریت، گاز نیتروژن، آمونیوم، و سیانید است (فتر، ۱۹۹۹). یون نیترات ممکن است هنگام عبور آب از زمین‌های دارای این ترکیبات وارد آب شود. به در واقع، نیترات محصول اکسیداسیون نهایی آمونیاک است که در اثر فعالیت زیستی باکتری‌ها ابتدا به نیتریت و سپس به نیترات تبدیل شده و از این رو مقدار نیترات همیشه بیشتر از آمونیاک و نیتریت می باشد (متکالف و ادی ،۲۰۰۳: بیتن، ۱۹۹۹). به دلیل حلالیت بالای یون نیترات در آب، به سادگی می تواند توسط آب های فرو رو به آب های زیر زمینی منتقل شود. وجود نیترات به مقدار بیش از حد مجاز تأثیر زیادی بر عملکرد محصولات کشاورزی دارد و به عنوان یک آلاینده به شمار می‌آید، پژوهش‌های بسیاری درباره منشاء و کاهش آلایندگی این عنصر در زمین‌های کشاورزی انجام شده است (رقیمی و سید خادمی، ۱۳۸۰؛ ملکوتی،۱۳۸۱؛ مارتینز و همکاران، ۲۰۱۴) نیتروژن بیشتر در آب به صورت یون نیترات ($NO3^-$) وجود دارد که به خودی خود برای بدن خطرناک نیست اما یون یاد شده توسط گونه‌ای باکتری ویژه که در روده‌ی انسان زندگی می‌کند، به یون نیتریت ($NO2^-$) تبدیل می‌شود که این یون نیز بسیار سمی است. یون نیتریت در مقایسه با مولکول‌های اکسیژن تمایل بسیاری برای اتصال با هموگلوبین خون دارد بنابراین جایگزین اکسیژن در هموگلوبین شده و بیماری متهموگلوبینیا[1]را به وجود می‌آورد این بیماری به دلیل کمبود اکسیژن در خون (در این حالت رنگ پوست افراد بیمار آبی می شود) به نام سندرم آبی کودکان شناخته می شود (عرفان منش و افیونی،۱۳۹۰). کاربرد زیاد نیتروژن سبب بروز نابسامانی ریخت شناسی و انباشت نیترات در گیاهان می‌گردد (آورارت ،۱۹۹۴). هرگاه غلظت نیتروژن موجود در آب آبیاری از ۵ میلی گرم در لیتر (۵ کیلو گرم نیتروژن در ۱۰۰۰ متر مکعب آب) تجاوز نماید، چه نیتروژن به شکل نیترات باشد یا آمونیاک می تواند بر تولید گیاهانی که در برابر نیتروژن حساس هستند موثر باشد (الکساندر و ماهالینگام، ۲۰۱۱).

عوامل اصلی که بر گستردگی آلودگی آب های زیرزمینی به نیترات تأثیر دارند عبارتند از: مقدار کود ازتی که به صورت نیترات از ناحیه ریشه گیاه بیرون می‌آید، مقدار آبی که از پروفیل خاک عبور می‌کند، پوشش گیاهی، مقدار و پراکنش بارندگی و آب آبیاری و پایداری نیترات در منطقه غیر اشباع و لایه آبدار (آشوک و همکاران، ۲۰۰۲). پیشنهاد EPA[2]برای استاندارد اولیه نیترات در آب آشامیدنی ۱۰ میلی گرم بر حسب نیتروژن است. استاندارد اروپا نیز میزان نیترات مجاز در آب آشامیدنی را بیشینه ۵۰ میلی گرم در لیتر تعیین کرده است (EPA، ۲۰۱۱). مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به شماره ۱۰۵۳ میزان حداکثر مطلوب و مجاز نیترات را به ترتیب صفر و ۵۰ میلی گرم در نظر گرفته است. در سال-های کنونی بیشتر دولت‌ها و سازمان‌های حامی محیط زیست در کشورهای توسعه یافته قوانین و مقررات گوناگونی را برای کاهش آلاینده ها از آب های سطحی و زیرزمینی به ویژه نیترات وضع کرده‌اند. پژوهشگران عوامل گوناگونی را به عنوان منبع آلودگی نیترات آب‌ها شناسایی کرده‌اند، اما فعالیت‌های شدید کشاورزی، کود پاشی و آبیاری بی رویه به عنوان مهم‌ترین فاکتورهای افزایش غلظت نیترات در آب های زیرزمینی محسوب می شوند (سال و وانکلوستر، ۲۰۰۹؛ ژانگ و همکارن، ۲۰۱۴). در زمین‌هایی که کشاورزی به گونه گسترده در آنها صورت می‌پذیرد ممکن است آب های زیرزمینی به نیترات آلوده

[1] Methemoglobinemia

[2] Environmental Protection Agency

www.SID.ir

Archive of SID

شوند. ازت در آب ممکن است به صورت نیترات، نیتریت، آمونیاک آزاد و نمک ازت مواد آلی وجود داشته باشد (ولف و پاتس، ۲۰۰۲).

ناصری و ندافیان (۱۳۸۷) نشان دادند که از عوامل آلوده کننده آب‌های زیرزمینی منطقه همدان-بهار به یون نیترات، فعالیت‌های کشاورزی و به کارگیری بی رویه کودهای مرغی و شیمیایی می‌باشد. بنسون و همکاران (۲۰۰۷) تحلیل مکانی اثر استفاده از زمین (کاربری زمین) بر غلظت نیترات آب های زیرزمینی در سراسر جزیره پرنس ادوارد را مورد مطالعه قرار دادند.

شیخی نارانی و همکاران (۲۰۱۴) به ارزیابی مکانی در دشت آمل-بابل پرداختند که هدف اصلی توسعه روشی جدید برای شناسایی مناطق با خطر بالای آلودگی نیترات برای دشت آمل- بابل ایران بود. روش کریجینگ شاخص برای شناسایی مناطق با احتمال بالای آلودگی به نیترات با استفاده از داده های به دست آمده از ۱۴۷ چاه استفاده شد. ژانگ و همکاران (۲۰۱۴) ردیابی منابع آلودگی نیترات و انتقال آن به آب‌های سطحی و زیرزمینی را توسط ایزوتوپ‌های محیط زیستی مورد بررسی قرار دادند. تحلیل ترکیبات ایزوتوپی نشان داد که منابع اصلی نیترات، نیتریفیکاسیون کودها و فاضلاب در آب‌های سطحی است، در مقابل، معدنی شدن نیتروژن آلی خاک و فاضلاب، منابع مهم نیترات در آب‌های زیرزمینی در طول فصل خشک هستند. مارتینز و همکاران (۲۰۱۴) توزیع و منشا نیترات در آب‌های زیرزمینی در آبخوان شهری و حومه‌ای در ماردل پلاتا، آرژانتین را بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که سفره‌های آب در مناطق شهری توسط فعالیت‌های کشاورزی در مناطق بالادست و نشت از شبکه های فاضلاب در مناطق شهری تحت تاثیر قرار می‌گیرند. بابایکر و همکاران (۲۰۰۴) آلودگی به نیترات در آب‌های زیرزمینی توسط کودهای شیمیایی کشاورزی در مرکز ژاپن را بررسی نمودند. در مطالعه دیگر لی و همکاران (۲۰۰۳) به تحلیل NO3-N در آب‌های زیرزمینی با توجه به توزیع بارندگی پرداختند. تعدادی از پژوهش ها نیز ارتباط بین غلظت نیترات و عمق چاه را بررسی کرده‌اند (هیدک، ۱۹۹۹؛ لی و همکاران، ۲۰۰۳؛ لیک و همکاران، ۲۰۰۳؛ اینرایت و هوداک، ۲۰۰۹) .

دشت سرچهان یکی از دشت‌های کمابیش حاصلخیز استان فارس است که در سطح دشت زمین‌های مناسب کشاورزی دارای گسترش زیادی می‌باشند و فصل آبیاری آن‌ها بیشتر بهار و تابستان است به طوری که پساب حاصل از آبیاری این زمین‌ها می تواند به آب‌های زیرزمینی منتقل شود. همچنین از آب‌های زیرزمینی دشت سرچهان بهره برداری گسترده‌ای صورت می‌گیرد، از این رو شاید آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی به یون نیترات وجود داشته باشد. تا کنون پژوهشی در مورد وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت سرچهان از نظر آلودگی به یون نیترات انجام نشده است، بنابراین هدف اصلی از انجام این پژوهش بررسی وضعیت آب‌های زیرزمینی منطقه سرچهان از نقطه نظر آلودگی به یون نیترات و تهیه نقشه توزیع مکانی این آلاینده بود.

مواد و روش ها

معرفی منطقه سرچهان

بخش سرچهان با وسعتی نزدیک به ۲۲۶۶ کیلومتر مربع در شمال شرق استان فارس و نیز در موقعیت"۴۶′ ۳۰°۰۱ شمالی و " ۴۳′۰۴ °۵۳ شرقی در جنوب شهرستان بوانات قرار گرفته است. بخش سرچهان ۴۹ درصد از وسعت کل شهرستان و ۱/۹ درصد از وسعت استان فارس را به خود اختصاص داده است. این بخش دارای آب و هوایی سرد و خشک می باشد که متوسط بارندگی آن ۲۷۰ میلی متر و متوسط ارتفاع از سطح دریا ۲۱۰۰ متر می باشد. ناهمواری های بخش سرچهان دنباله رشته کوه سراسری زاگرس است، این ناهمواری ها بر اثر حرکات کوهزایی که مقدمات آن در اوایل دوران سنوزوئیک فراهم شده بود در اواخر دوره ترشیاری به وجود آمده است. از نظر جنس رسوبات در بخش سرچهان می‌توان گفت غلبه با سنگ‌های آهکی است چون این سنگ ها دارای درزها و شکستگی های متعدد و عمیق هستند این عامل، باعث به وجود آمدن چشمه های کارستی در بخش سرچهان شده است. کوه‌های بخش سرچهان در دوره ترشیاری شکل نهایی به خود گرفت و با جهت غربی - شرقی این بخش را به صورت واحد ویژه ای درآورده است. بخش سرچهان از رسوبات آهکی دریاهای قدیم است که بر اثر حرکات کوهزایی به وجود آمده است و سرانجام دردوره کواترنری، عوامل مهم فرسایش به ویژه آب‌های روان باعث تغییر شکل نهایی آن گردیده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID

جمع‌آوری نمونه ها

برای بررسی روند تغییرات مکانی غلظت نیترات درآب‌های زیرزمینی دشت سرچهان، نمونه‌برداری به صورت تصادفی از ۵۰ حلقه چاه، در تابستان سال۱۳۹۱ انجام شد. موقعیت جغرافیایی چاه ها با GPS ثبت شد. چاه‌های نمونه برداری عمیق و نیمه عمیق بودند. نمونه ها از خروجی چاه برداشت شدند. ظروف نمونه‌برداری از جنس پلی اتیلن ۱ لیتری بود که پیش از نمونه برداری با آب مقطر نیز شسته شدند، در هنگام نمونه برداری نیز سه بار با آب مورد نظر، شست و شو انجام گرفت. نمونه ها پس از برداشت فورا به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه ملایر منتقل و غلظت نیترات آنها به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد.

اندازه گیری غلظت نیترات

برای اندازه گیری غلظت نیترات در نمونه‌های آب روش‌های گوناگونی به کار گرفته می‌شود اما تعیین غلظت نیترات در طول موج ماوراء بنفش (UV) یک روش بهینه‌تر است و نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد. سنجش غلظت یون نیترات در آزمایشگاه با روش اسپکتروفتومتری[1]و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام گرفت. ابتدا سل کوارتز با آب مقطر شسته و سطح خارجی آن با پارچه تمیز و بدون پرز خشک شده و محلول نمونه مجهول در سل کوارتز به عرض یک سانتی متر ریخته و در دستگاه قرار داده شد برای اندازه گیری غلظت یون نیترات از طول موج ۲۲۰ و ۲۷۵ نانومتر استفاده شد. به دلیل احتمال وجود مداخله موادآلی در روش UV تصحیح لازم با طول موج ۲۷۵ نانومترصورت گرفت. این روش بسیار سریع بوده و اندازه گیری غلظت نیترات در یک نمونه آب، حداکثر دو دقیقه زمان نیاز دارد.

آنالیز آماری

برای انجام آنالیزهای آماری و رسم نمودارها از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۷ استفاده شد. ابتدا آماره های توصیفی نیترات شامل کمترین بیشترین، میانگین، انحراف معیار، اشتباه معیار، واریانس، کشیدگی، چولگی و ضریب تغییرات متغیر با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه شد. سپس نرمال بودن داده‌های غلظت نیترات بررسی شدند. برای بررسی همبستگی بین عمق آب چاه با غلظت نیترات با توجه به نرمال نبودن داده‌ها از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. همچنین جهت مقایسه میانگین غلظت نیترات در آب زیرزمینی و استاندارد WHO[2]از آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده گردید.

پهنه‌بندی غلظت یون نیترات

برای تهیه نقشه توزیع مکانی غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی محدوده مورد مطالعه به روش درون‌یابی کریجینگ، از ویرایش ۹/۲ نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد.

نتایج و بحث

خلاصه آماری غلظت نیترات مربوط به دشت سرچهان در نمونه برداری سال ۱۳۹۱ از چاه های آب زیرزمینی این دشت در جـدول ۱ نشان داده شده است. در این جدول میانگین غلظت نیترات به همراه انحراف معیار، کمترین، بیشترین و سایر آماره‌های توصیفی غلظت نیترات در چاه‌های مورد پژوهش گزارش شده است. کمترین غلظت نیترات ۱۴/۷۷ میلی‌گرم بر لیتر و بیشترین غلظت آن ۴۰/۱ میلی گرم بر لیتر مشاهده شد (جدول ۱). همچنین بر اساس یافته‌های به دست آمده از این پژوهش میانگین غلظت نیترات در دشت سرچهان ۲۵/۸۶ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. براساس نتایج به دست آمده از آزمون تی تک نمونه‌ای، در همه چاه های مورد مطالعه غلظت نیترات کمتر از استاندارد پیشنهاد شده توسط سازمان بهداشت جهانی برای نیترات یعنی ۵۰ میلی گرم بر لیتر بود (جدول ۲). در این جدول ضریب تغییرات غلظت نیترات ۲۶ درصد است. مقادیر کمتر از ۳۰ ضریب تغییرات، یکنواختی نسبی غلظت‌های نیترات را در دشت نشان می‌دهـد (رضایی و میرمحمد میبدی، ۱۳۸۴). براساس شکل شماره (۲) از نظر درصد فراوانی ۱۸ درصد چاه ها غلظت بین ۱۰ تا ۲۰ میلی گرم، ۶۲ درصد چاه ها غلظت بین ۲۰ تا ۳۰ میلی گرم بر لیتر و ۲۰ درصد غلظت ۳۰ تا

[1] Spectrophotometry

[2] World Health Organization

www.SID.ir

Archive of SID

۴۰ میلی گرم بر لیتر دارند. همچنین روی‌هم‌رفته ۸۲ درصد چاه‌ها غلظت بین ۲۰ تا ۴۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر دارند. هنگامی که غلظت نیترات به بیش از ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر برسد، آلودگی رخ مـی دهـد (هاونزلو، ۱۹۹۵).

جدول۱- آماره های توصیفی غلظت نیترات در چاه های مورد مطالعه در دشت سرچهان فارس

آماره	نیترات (mg/L)
کمترین	۱۴/۷۷
بیشترین	۴۰/۱۰
میانگین	۲۵/۸۶
انحراف معیار	۶/۹۷
واریانس	۴۸/۶۸
اشتباه معیار	۰/۹۸
ضریب تغییرات	۲۶٪
کشیدگی	۰/۰۲
چولگی	۰/۶۸

جدول ۲- مقایسه میانگین غلظت نیترات با حد استاندارد در آب با استفاده از آزمون تی تک نمونه ای

	حد استاندارد= ۵۰ میلی گرم بر لیتر					
	t	df	P-value	اختلاف میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪	
					حد پایین	حد بالا
نیترات	-۲۴/۴۶	۴۹	*۰/۰۰۰	-۲۴/۱۴	-۲۶/۱۱	-۲۲/۱۵

* فرض مخالف پذیرفته می‌شود و متوسط غلظت نیترات کمتر از حد استاندارد قرار دارد

نگاه به داده‌های غلظت نیترات نشان می‌دهد که بیشترین مقدار نیترات (۴۰/۱ میلی‌گرم) در قسمت جنوب شرقی و شمال شرقی نقشه رخ داده است. شهر کره‌ای در شرق نقشه منطقه مورد پژوهش قرار دارد که جمعیتی حدود ۵ هزار نفری دارد فاضلاب‌های شهری و خانگی در این شهر به صورت چاه در زمین دفع می‌شود که می تواند علت مقادیر بالای نیترات در چاه‌های پایین دست در قسمت جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه باشد. از طرف دیگر، با توجه به فعالیت‌های کشاورزی در دشت سرچهان که در قسمت‌های شرقی گستردگی بیشتری دارد، شاید شستشوی نیترات از سطح خاک و حرکت آن به طرف آب-های زیرزمینی عامل دیگر افزایش نیترات به آب‌های زیرزمینی این ناحیه باشد. در دشت سرچهان فرآورده‌های کشاورزی از قبیل گندم، جو، گلرنگ، کرزک، کلزا و صیفیجاتی مانند ذرت، گوجه فرنگی، هندوانه، خیارسبز، سیب زمینی، یونجه، نخود، عدس، لوبیا و غیره کاشت و برداشت می‌شود. این فرآورده‌ها به طور مناسب در دشت کاشت می‌شود اما هر چه از سمت شرق به غرب پیش برویم از پهنای وسعت کشاورزی کاسته می‌شود. در این دشت به دلیل کشت متمرکز هر ساله مقادیر چشمگیری از کودهای نیتروژن‌دار به ویژه اوره مورد استفاده قرار می‌گیرد. کودهای نیتروژنی از مهم‌ترین منابع شناخته شده آلودگی آب‌های زیرزمینی در دهه‌های اخیر هستند. مصرف مقادیر زیادی از کودهای نیتروژن دار در هر سال به افزایش سطوح نیترات در آب‌های زیرزمینی منجر می‌شود. پژوهش‌های گوناگون نیز نشان می‌دهند که کشاورزی یکی از فعالیت-های مهم در زمینه آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات است. محسنی (۱۳۶۵) با مطالعه غلظت نیترات در چاه‌های آب اطراف شالیزارهای بابل دریافت که همبستگی مثبت بین مصرف کودهای نیتروژن دار و غلظت نیترات در آب های زیرزمینی وجود دارد. برخی کودهای شیمیایی به خاطر داشتن ویژگی‌های خاص، نقش بیشتری در آلودگی منابع آب و خاک دارند. از بین سه ماده مغذی موجود در کودها (نیتروژن، فسفات و پتاسیم)، نیتروژن دارای توان بیشتری برای تخریب کیفیت آب‌های زیرزمینی است و فرآیند حرکت آب و آبشویی نیترات در پروفیل خاک نیز

www.SID.ir

Archive of SID

بسیار پیچیده است. بنابراین سرنوشت نیتروژن در سیستم خاک-آب-گیاه نه تنها به دلیل استفاده در سامانه‌های زیستی، بلکه به دلیل آلودگی آب‌های زیرزمینی قابل اهمیت می‌باشد (رهبری و همکاران، ۱۳۸۶)..

محققان بسیاری گزارش کرده‌اند که سهم کودها در آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات بسیار متغیر است این مقادیر از ۳ میلی‌گرم بر لیتر تا ۱۸۰۰ میلی‌گرم بر لیتر متفاوت است (اوما، ۱۹۹۳). به نظر می‌رسد نیترات در آب-های زیرزمینی منطقه سرچهان توسط منابع نقطه‌ای (فاضلاب) و منابع غیر نقطه‌ای (کود اوره و NPK[3]) کنترل می‌شود. در پژوهش‌های دیگر هم منابع اصلی نیترات در آب‌های زیرزمینی فعالیت‌های کشاورزی و شهری گزارش شده است (دهقانی و عباس نژاد، ۱۳۸۹) از جمله منابع نقطه‌ای آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی تصفیه خانه‌های فاضلاب، محل‌های دفن زباله، وجود کارخانه‌جات، دفع نادرست فاضلاب‌های شهری از طریق چاه‌های جذبی، مصرف بی‌رویه مواد شوینده و پاک کننده بهداشتی و نفوذ به اعماق زمین از طریق چاه‌های جذبی فاضلاب می باشند.

در این تحقیق غلظت‌های بالا مانند ۴۰ میلی گرم بر لیتر نیترات می تواند ناشی از منابع نقطه‌ای باشد. در این پژوهش نقشه توزیع مکانی نیترات در آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش کریجینگ معمولی در نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد. توزیع مکانی غلظت نیترات در شکل ۳ نشان داده شده است. این نقشه نشان می‌دهد که بیشترین غلظت نیترات در بخش‌های شمال شرقی و جنوب شرقی است که به علت فعالیت‌های گسترده کشاورزی به دلیل کیفیت مناسب آب و خاک برای کشاورزی است. همچنین کمترین میزان غلظت نیترات در بخش جنوب غربی و شمال غربی است. عوامل زیادی مانند توپوگرافی، هیدروژئولوژی، خاک، استفاده از زمین و آب و هوا توزیع مکانی نیترات را در یک حوضه تحت تاثیر قرار می‌دهند. اگر علل و عوامل توزیع مکانی نیترات در آب‌های زیرزمینی مد نظر باشد همه این عوامل باید در نظر گرفته شوند. بسیاری از این عوامل الگوهای مکانی را در یک دوره کوتاه مدت زمانی تغییر نمی‌دهند و ممکن است سهم بسیاری در تغییرات توزیع مکانی نیترات از سالی به سال دیگر نداشته باشند. این گونه عوامل، پارامترهایی مانند توپوگرافی، هیدروژئولوژی و خاک هستند که اثرشان بر توزیع مکانی در طول زمان تا اندازه‌ای ثابت باقی می‌ماند و زمانی که هدف مطالعه تغییرات توزیع مکانی در طول سال‌های گوناگون است می-توانند از مطالعه حذف شوند (ژی-جن و جورج،۲۰۰۲).

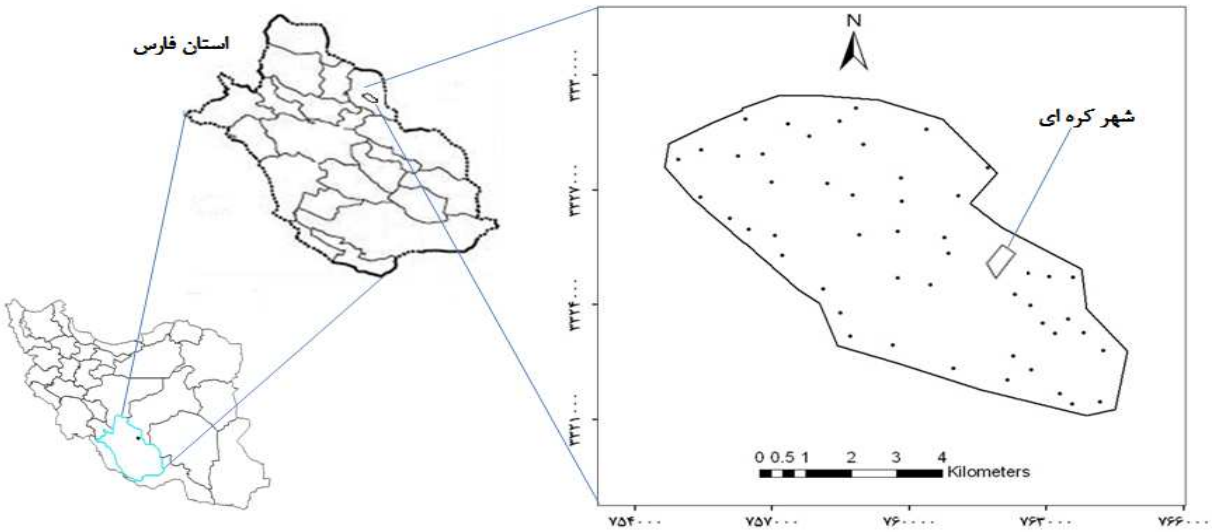
از آنجا که عوامل بسیاری در آلودگی نیترات در آب-های زیرزمینی نقش دارند تعیین منابع دقیق نیترات دشوار است. از این رو افزایش غلظت نیترات ناشی از عواملی مانند محل چاه، فعالیت‌های ویژه کشاورزی در سطح دشت، تغییر در شرایط آب و هوا به ویژه بارش، تغییر در مقدار آب زیرزمینی خارج از چاه و نوسانات سطح آب زیرزمینی است. به عنوان نمونه فصل تابستان با شدت فعالیت‌های کشاورزی و افزایش مصرف آب و نیز تولید فاضلاب و زهاب بیشتر بحرانی‌ترین زمان برای کیفیت منابع آب محسوب می شود. از طرف دیگر با برداشت زیاد آب از منابع زیرزمینی سطح ایستابی نزول کرده و با کاهش ضخامت لایه اشباع، این مورد نیز آلودگی آب زیرزمینی را در تابستان شدت می‌بخشد (لاله زاری و همکاران، ۱۳۸۸). در پژوهش ککروگلی و گانای (۱۹۹۷) نوسان‌های فصلی غلظت نیترات (۱۰-۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) در نمونه آب-های زیرزمینی چاه مشاهده شد. روی هم رفته، غلظت‌های کم در دو فصل تر و غلظت‌های زیاد در طول فصول خشک اندازه‌گیری شد که پژوهش حاضر در دشت سرچهان نیز در فصل خشک انجام شده است. با توجه به این که در فصل تابستان بارندگی وجود ندارد نیاز به آبیاری در این فصل در اوج است. در نتیجه، منابع آب زیرزمینی به عنوان منبع اصلی آبیاری در منطقه مورد مطالعه استفاده می شود.

در پژوهش حاضر در دشت سرچهان، بیشترین عمق چاه ۱۸۰ متر بود و نیترات در تمام چاه‌های آب قابل تشخیص بود. برای بررسی ارتباط بین غلظت نیترات

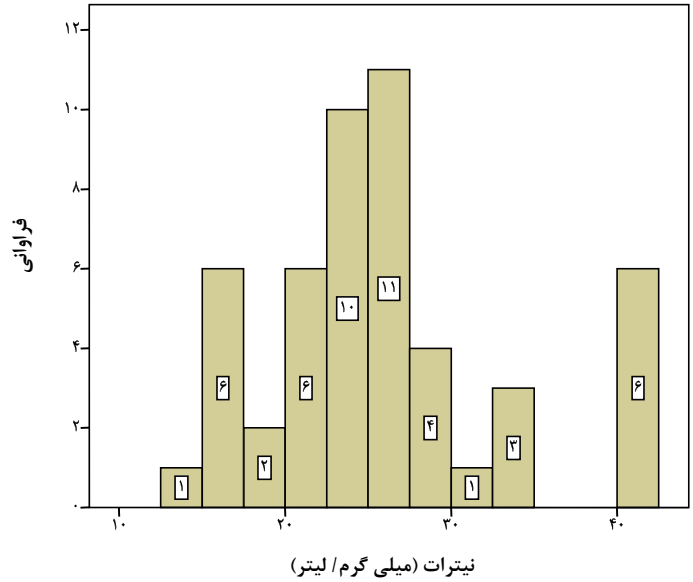
[3] Nitrogen, Phosphorous and Potassium

www.SID.ir

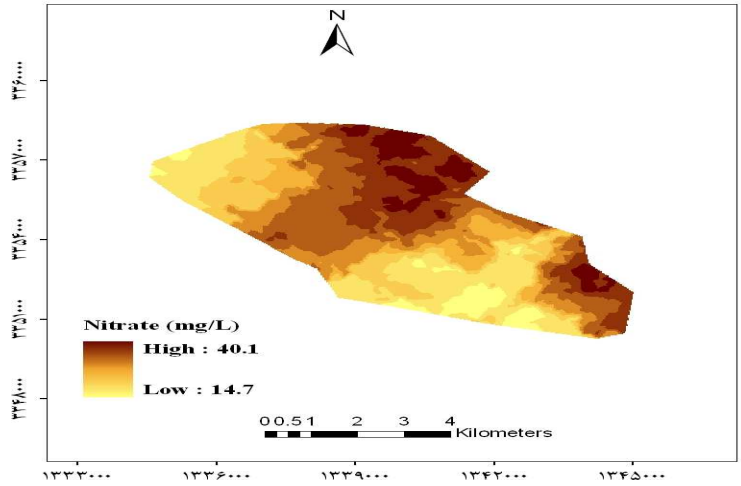
Archive of SID



شکل۱-موقعیت چاه‌های نمونه برداری شده در دشت سرچهان فارس



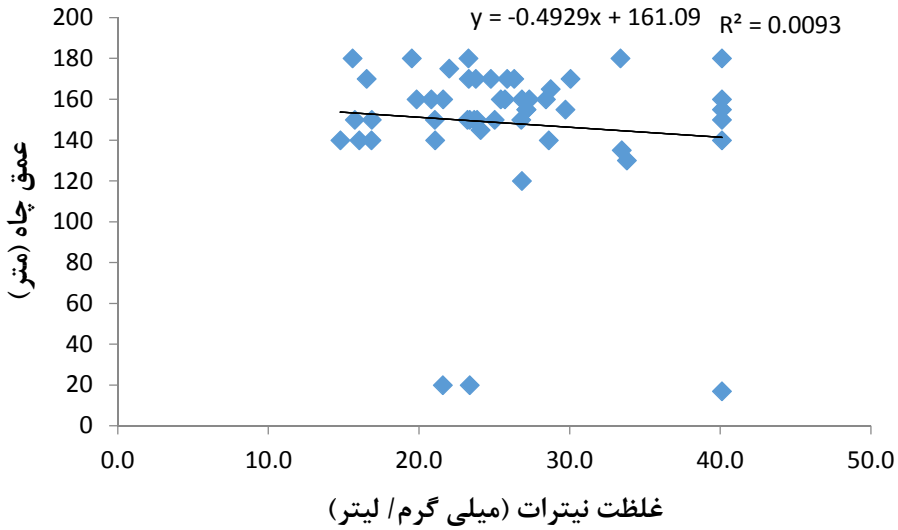
شکل۲- نمودار فراوانی غلظت نیترات در چا ه های آب دشت سرچهان



شکل۳- نقشه توزیع مکانی غلظت نیترات در آب زیرزمینی بخشی از دشت سرچهان

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- همبستگی بین غلظت نیترات در آب زیرزمینی با عمق چاه در دشت سرچهان

و عمق چاه آزمون پیرسون به کار برده شد و ضریب همبستگی r=-۰/۰۹ برای داده‌ها به دست آمد (شکل ۴). اگر چه ضریب همبستگی منفی مورد انتظار بین عمق و غلظت نیترات مشاهد شد، اما ارتباط آماری معنی داری مشاهده نشد. هم راستا با یافته های این پژوهش یوسفی و نائیج (۱۳۸۶)، قنبرزاده و موحدیان (۱۳۸۲)، یوسفی و قمیان (۱۳۸۲) نیز دریافتند که مقادیر نیترات در چاه های کم عمق بیشتر از چاه های عمیق است و عمق چاه در میزان نیترات آب موثر است به طوری که با افزایش عمق چاه میزان نیترات کاهش می یابد.

یافته‌های به دست آمده توسط اصغری مقدم و برزگر (۱۳۹۱) در مورد آلودگی نیترات در منابع آب زیرزمینی دشت تبریز نیز حاکی از ارتباط آماری معنی‌داری بین غلظت نیترات و عمق چاه‌ها (r =-۰/۸۲۹) بود. یعنی با افزایش عمق چاه‌ها از غلظت نیترات کاسته می‌شد. علت این رابطه معکوس وجود لایه‌های نیمه نفوذپذیر در بالای آبخوان اصلی ذکر شده است که مانع نفوذ آب‌های آلوده به نیترات به آبخوان می‌شود (اصغری مقدم و برزگر، ۱۳۹۳).

نتیجه گیری

با توجه به استاندارد نیترات توسط سازمان بهداشت جهانی که ۵۰ میلی گرم بر لیتر است در هیچ‌کدام از چاه های نمونه‌برداری شده غلظت‌های بالاتر از این استاندارد مشاهده نشد و بنابراین هم‌اکنون خطری از دیدگاه آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات وجود ندارد اما با افزایش استفاده از کودهای شیمیایی بی‌شک در آینده نزدیک خطرآفرین خواهد بود. همچنین با توجه به کشت محصولات جو، گندم، یونجه و صیفی‌جات در مزارع این منطقه، عدم اجرای برنامه‌های پایش دوره‌ای سفره‌های آب زیرزمینی دشت می‌تواند موجب آلودگی این منابع به نیترات شده و سبب مخاطرات بهداشتی برای مصرف‌کنندگان شود. از جمله دلایل بالا بودن غلظت نیترات در برخی نمونه های آب‌های زیرزمینی منطقه مورد پژوهش، کاربرد بیش از اندازه کودهای نیتروژنی و ورود فاضلاب‌های شهری به آب‌های زیرزمینی است. از این‌رو کاربردکودهای نیتروژنی مهم‌ترین عامل در بروز آلودگی نیترات در آینده خواهد بود. کاربرد روش‌های آبیاری با بازدهی بالاتر مانند آبیاری تحت فشار برای جلوگیری از گسترش نیترات ضروری است. یافته‌های به دست آمده از این تحقیق دارای کاربردهای مهمی برای مدیریت طولانی مدت آب‌های زیرزمینی برای آبخوان است که آب کشاورزی این دشت را فراهم می کند. با استفاده از نقشه پراکنش نیترات در آب‌های زیرزمینی منطقه می‌توان اقداماتی را در جهت جلوگیری از افزایش غلظت نیترات به ویژه در نواحی با غلظت‌های بالا انجام داد. اجرای برنامه

www.SID.ir

Archive of SID

های مدیریتی مانند پهنه‌بندی میزان نیترات آب‌های زیرزمینی برای تعیین محل حفر چاه‌های آب شرب، ضروری است. منابع آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه نه تنها برای آبیاری بلکه برای هدف آشامیدنی نیز ممکن است استفاده شوند. بنابراین، بررسی وضعیت منابع آب های زیرزمینی در این منطقه در آینده نیز بسیار مهم است.

سپاسگزاری

بدین وسیله نگارندگان از دانشگاه ملایر که حمایت مالی این تحقیق را بر عهده داشته است و همچنین از آقای نوذر مرادپور مسئول منطقه حفاظت شده روشن کوه سرچهان به دلیل یاری‌شان در انجام این تحقیق سپاسگزاری می نمایند.

منابع

۱) اصغری مقدم، ا.، برزگر، ر.۱۳۹۳. بررسی منشاء ناهنجاری غلظت نیترات و آسیب‌پذیری منابع آب زیرزمینی دشت تبریز با استفاده از روشهای AVI و GOD . نشریه دانش آب و خاک / جلد۲۴ شماره۴ صفحه‌های ۱۱ تا ۲۷. ۱۳۹۳

۲) پیشکار دهکردی، ا.، و ح. پور مقدس. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر فاضلاب‌های صنعتی بر کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی، اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. دانشگاه تهران.

۳) هقانی م.، عباس نژاد، احمد. ۱۳۸۹. آلودگی سفرهٔ آب زیرزمینی دشت انار به نیترات، سرب، ارسنیک و کادمیوم. محیط شناسی، سال سی و ششم، شمارهٔ ۵۶ ، زمستان ۸۹، صفحهٔ ۱۰۰- ۸۷

۴) رضایی، ع.، و میرمحمد میبدی ع. ل. ۱۳۸۴. آمار و احتمالات (کاربرد در کشاورزی). انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. چاپ اول. ۵۸۶ ص.

۵) رهبری، پ.، م. افشار اصل، ع. لیاقت و س.ج. جبلی.۱۳۸۶. شبیه سازی انتقال نیترات به آبهای زیرزمینی. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۸(۲).

۶) عرفان منش، م.، و م. افیونی. ۱۳۹۰. آلودگی محیط زیست آب، خاک و هوا . انتشارات ارکان دانش، دانشگاه صنعتی اصفهان. چاپ هشتم.

۷) رقیمی، م.، و م. سید خادمی. ۱۳۸۰. بررسی آلودگی نیترات در آب های زیرزمینی استان گلستان «مطالعه موردی شهر گرگان». مجموعه همایش تخصصی آلاینده های محیط زیست. دانشگاه گیلان. ص ۱۹۶-۱۹۱

۸) 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 (۴): ۹-۱۷.

۹) قنبرزاده، ش.، موحدیان، حسین. ۱۳۸۲. مقایسه نیترات و کربن آبی در منابع و شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر اصفهان سال ۸۱- ۸۲ مجموعه مقالات ششمین همایش کشوری بهداشت محیط جلد اول.

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

۱۱) ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۱. بررسی منشاء و روش های کاهش آلاینده نیترات و کادمیم در شالیزارهای شمال کشور. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات آب و خاک ایران. تهران. ص ۴۳.

۱۲) موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. استاندارد شماره.۱۰۵۳.

۱۳) ناصری، ح. ر. و ح. ندافیان. ۱۳۸۷. مدل سازی انتقال آلاینده نیترات آب های زیر زمینی در محدوده چاه های آب شرب همدان، فصلنامه زمین شناسی ایران.(۲): ۸۷-۹۸.

۱۴) یوسفی، ذ.،- قمیان، م. ۱۳۸۲. بررسی میزان نیترات آب زیرزمینی پائین خیابان لیتکوه آمل در زمستان سال۱۳۸۲ پایان نامه کارشناسی بهداشت محیطدانشکده بهداشت ساری.

15) Alexander, J. J and B. Mahalingam. 2011.Sustainable tank irrigation: An irrigation water quality perspective Indian Journal of Science and Technology.4(1):22-28.

16) Ashok, A., C. Hal, P. Silva, S. Ken and F. Ali. 2002. Evaluation and mitigation of pollutant transport in agricultural sandy soils. In: Proc. 17th WCSS Symposium, Paper no. 4(458), 14-21 August, 2002, Thailand.

17) Babiker, I.S., M.A.A. Mohamed, H. Terao, K. Kato, K. Ohta. 2004. Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system. Environment International. 29:1009–1017.

18) Benson V.S., J.A. VanLeeuwena, J. Sancheza, I.R. Dohoo and G.H. Somers. 2007.Spatial analysis of land use impact on ground water nitrate concentrations. 35 (2):421-432.

19) Bitton, G. 1999. Waste water Microbiology. Second Edition. John Willy & Sons.

www.SID.ir

Archive of SID

20) Enwright, N. and Hudak P.F. 2009. Spatial distribution of nitrate and related factors in the High Plains Aquifer, Texas.Environ Geol. 58:1541–1548.
21) Everaarts, A.P. 1994. Nitrogen fertilization and head rot in broccoli. Netherlands Journal of Agricultural Science. 42: 195-201.
22) Fetter, C.W. 1999. Contaminant Hydrogeology 2d ed. Prentice Hall Inc. NJ.Hill.
23) Hounslow,A.W. 1995. Water Quality Data: Analysis and Interpretation, Lewis Publishers, Pp. 50-56
24) Hudak, P.F. 1999. Chloride and Nitrate Distributions in the Hickory Aquifer, Central Texas, USA. Environment International. 25 (4): 393–401.
25) Kacaroglu, F. and G. Gunay. 1997. Groundwater nitrate pollution in an alluvium aquifer, Eskis¸ehir urban area and its vicinity, Turkey. Environmental Geology. 31 (3/4): 178–184.
26) Lake, I.R., A.A. Lovett, K.M. Hiscock, Betson, M., A. Foley, G. Sunnenberg, S. Evers, S. Fletcher. 2003. Evaluating factors influencing groundwater vulnerability to nitrate pollution: developing the potential of GIS. Journal of Environmental Management. 68:315–328.
27) Lee, S.M., K.D. Min, N.C. Woo, Y.J. Kim, C.H. Ahn. 2003. Statistical models for the assessment of nitrate contamination in urban groundwater using GIS. Environmental Geology. 44: 210–221.
28) Martınez, D., E. Moschione, E. Bocanegra, M. Glok Galli and R. Aravena. 2014. Distribution and origin of nitrate in groundwater in an urban and suburban aquifer in Mar del Plata, Argentina. Environ Earth Sci.DOI :10.1007/s12665-014-3096-x
29) Metcalf and Eddy. 2003. Waste water engineering treatment and reuse.Fourth Edition. Mc Graw
30) Sall, M. and M. Vanclooster. 2009. Assessing the well water pollution problem by nitrates in the small scale farming systems of the Niayes region, Senegal, Agricultural Water Management. 96: 1360–1368.
31) Sheikhy Narany, T., M. F. Ramli, A. Z. Aris, W. N. Azmin Sulaiman and K. Fakharian .2014. Spatial Assessment of Groundwater Quality Monitoring Wells Using Indicator Kriging and Risk Mapping, Amol-Babol Plain, Iran . Water. 6:68-85.
32) Uma, K.O. 1993. Nitrates in shallow (regolith) aquifers around Sokoto Town, Nigeria. Environ Geol. 21:70–76.
33) US EPA, (2011). Drinking water standards and health advisories US Environmental Protection Agency, Office of water, 822-b-00-001, Washington, D.C.
34) Wolf, A.H., and J.A. Pats. 2002. Reactive nitrogen and human health: acute and long term implications. Ambio. 31(2) :(20-25)
35) Zhang, Y., F. Li, Q. Zhang, J. Li, Q. Liu. 2014. Tracing nitrate pollution sources and transformation in surface- and ground-waters using environmental isotopes. Science of the Total Environment 490:213–222.
36) Zhi-Jun, L., R. George. 2002. Hallberg.Spatial Relations between Row Crops and Nitrate Contamination in Groundwater.Water, Air, and Soil Pollution 134: 369–387.

www.SID.ir