همایش اثرات زیست محیطی پساب‌های کشاورزی بر آب‌های سطحی و زیرزمینی
۲۵ بهمن ماه ۱۳۸۰

اثرات زیست‌محیطی آبیاری با پساب تصفیه شده بر منابع آب زیرزمینی

جهانگیر عابدی‌کوپایی[۱]، محمدرضا باقری[۲]

چکیده

محدودیت منابع آب کشور و افزایش جمعیت و نیاز به تأمین مواد غذایی بیشتر باعث رویکرد به سمت استفاده از پساب شهری شده است. لذا تحقیقات در ابعاد مختلف استفاده از پساب و کاهش اثرات زیست‌محیطی آن از اهم وظایف پژوهشگران است. در این تحقیق میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از کاربرد پساب تصفیه شده در آبیاری قسمتی از زمین‌های کشاورزی دشت برخوار اصفهان مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور تعداد ۲۰ حلقه چاه آب دایر در منطقه در نظر گرفته شد و به مدت هفت ماه پارامترهای مختلف شیمیایی آب چاه‌ها و عمق چاه‌ها اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان می‌دهد میزان نیترات آب‌های زیرزمینی در ۹۰ درصد از چاه‌های نمونه‌برداری شده بیش از مقدار استاندارد ۱۰ میلی گرم در لیتر (N-NO3) می‌باشد. از بین فلزات سنگین اندازه‌گیری شده (Cr, Fe, Cu, Zn, Co, Cd, Ni, Pb, Mn, Ca, Mg)، با توجه به استاندارد محیط زیست جهت آبیاری تنها عنصر کبالت از حد مجاز (۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) بیشتر است. غلظت سایر فلزات سنگین کمتر از حد استاندارد هستند و مشکل خاصی از نظر کیفیت آب مصرفی برای کشاورزی ندارند.

مقدمه

فرآیند توسعه کشورها، از جمله ایران، مسایل گسترده آلودگی آب را ایجاد کرده است و این آلودگی نه تنها ممکن است با تغییرات فیزیکی و بیولوژیکی همراه باشد بلکه به دلیل حل شدن فزاینده مواد سمی و

۱- استادیار گروه آبیاری دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

نامطلوب در آب آلودگی شیمیایی نیز ممکن است ایجاد شود. آلودگی‌ها با ایجاد تغییرات مذکور کیفیت آب را تنزل می‌دهند و در مراحلی آب را برای اغلب مصارف غیر قابل استفاده می‌کنند. برخی از آلودگی‌ها زوال پذیرند و به آسانی تجزیه شده یا تقلیل داده می‌شوند مانند مواد زائد کشاورزی ولی بعضی آلاینده‌ها زوال ناپذیرند مانند جیوه، سرب، و برخی ترکیبات پلاستیک‌ها. شایان ذکر است که مشکلات آلودگی کشوری نظیر ایران، همانند سایر کشورهای در حال توسعه، بواسطه رشد جمعیت روز به روز افزایش می‌یابد و لزوم توجه بیشتری را می‌طلبد. مواد زائد جامد و مایع شهری، صنعتی و کشاورزی منشأ اصلی آلودگی منابع آب در کشور به حساب می‌آیند[۱، ۲ و۳].

ترکیبات نیتریت و نیترات از جمله عوامل آلاینده منابع آب زیرزمینی محسوب می‌شوند که در سال‌های اخیر به لحاظ افزایش جمعیت و در نتیجه افزایش فاضلاب‌های شهری، صنعتی و گسترش فعالیت‌های کشاورزی میزان متوسط آنها در آب‌های زیرزمینی رو به فزونی می‌باشد. انحلال رسوبات طبیعی حاوی نیترات در آب، تجزیه گیاهان، فعالیت‌های دامداری، زباله‌های شهری، کودهای نیتراتدار، فاضلاب‌های شهری و فعالیت‌های صنعتی از جمله منابع ورود نیتریت و نیترات به آبهای زیرزمینی می‌باشند. نیترات به عنوان آخرین مرحله اکسیداسیون ترکیبات نیتروژن‌دار محسوب می‌شود که عامل بیماری متهموگلوبینما در نوزادان است و احتمال تشکیل ترکیبات سرطان‌زای نیتروزآمین از آن به عنوان یکی از شاخص‌های شیمیایی آلودگی آب به فاضلاب‌ها مورد توجه می‌باشد.

اثرات ناشی از مصرف کودهای ازته معمولاً به صورت آزادسازی آنیون‌های NO_3, NO_2 و NH_4 در محیط ظاهر می‌شود که آنیون به دلیل تحرک زیاد و عدم جذب روی سطوح کلوئیدهای خاک به سرعت قابل شستشو بوده و وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد. آنیون نیتریت نیز به مقدار اندک در محیط یافت می‌شود که خاصیت سمیت نیز دارد. آمونیوم به دلیل دارابودن بار مثبت و غنی بودن خاک‌ها از بار منفی، جذب سطحی خاک شده و با کندی به محیط وارد می‌شود. ازت در محیط خاک دارای چرخه‌ای است که براساس شرایط حاکم بر محیط، گونه‌های مختلف به یکدیگر تبدیل می‌شوند[٤] . از جمله این فرآیندها می‌توان به آمنیفیکاسیون، نیتریفیکاسیون، میترالیزاسیون، ایموبیلیزاسیون، دینیتریفیکاسیون و فیکاسیون اشاره نمود. علاوه بر این وجود ازت زیاد در آب‌های سطحی (رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) موجب رشد سریع گیاهان در آنها می‌گردد که به دلیل افزایش مصرف اکسیژن توسط آنها بخصوص جلبک‌ها، موجب کاهش اکسیژن و مرگ و میر آبزیان می‌گردد.

گسترش آلودگی در یک منطقه نه تنها به مشخصات منبع آلودگی بستگی دارد بلکه کانی‌شناسی اراضی و همچنین شرایط هیدرولوژیکی منطقه نیز تأثیر تعیین‌کننده و اساسی بر جای می‌گذارد. ترکیبات

کانی‌شناسی رسوبات، در جذب فلزات سنگین نقش اصلی دارد، به گونه‌ای که رس‌ها به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی و سطح تماس ذره‌ای زیاد، بیشترین جذب را انجام می‌دهند. غلظت فلزات سنگین، علاوه بر کانی‌شناسی، به حرکت آب در میان رسوبات نیز بستگی دارد. جذب، انتقال و حرکت فلزات سنگین در منطقه غیراشباع بستگی به pH و جذب خاک و رژیم هیدرولوژی منطقه دارد [۵ و ٦].

موسوی [۷] در مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی حاشیه زاینده‌رود گزارش نموده که در ۸ مورد، میزان آهن موجود در فصل زمستان از حد تعیین شده برای ایران (یک میلی گرم در لیتر) بیشتر است. همچنین غلظت آن در فصل پائیز کمتر از فصل زمستان بوده و میزان منگنز طبق استاندارد ایران، بجز در دو چاه، در حد مجاز قرار داشته است. سینگ و همکاران [۸] با بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه پنجاب هند مشاهده نمودند که ۹۰٪ نمونه‌ها دارای نیترات کمتر از ٤٥ میلی گرم در لیتر بود و غلظت نیترات با عمق کاهش می‌یابد. غلظت نیترات در عمق ۲/۱ متری ارتباط نزدیکی با غلظت نیترات آب چاه در ماه سپتامبر داشت. بنابراین نیترات خاک در طول بارندگی (جولای تا سپتامبر) به آبهای زیرزمینی می‌رسد. همچنین مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که میزان نیترات آب زیرزمینی در مناطق پرجمعیت و مرکزی شهر مشهد بیش از ٤٥ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد [۹]. مطالعات فرشاد و همکاران [۱۰] در چاه‌های آب واحدهای صنعتی منطقه تهران ـ کرج نشان می‌دهد که میانگین غلظت نیترات در آبخوان منطقه ۵۱/۹٦ میلی‌گرم در لیتر است و میانگین غلظت نیتریت ۱٦/۱۸ میکروگرم در لیتر می‌باشد. این مقادیر بیش از حداکثر غلظت قابل قبول توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) و آخرین استاندارد کشور است. محسنی [۱۱] در یک بررسی که روی غلظت نیترات در چاه‌های خانگی در منطقه بابل انجام داد نتیجه‌گیری کرد که حدود ۲٤/٦ درصد از چاه‌های مورد مطالعه که مصرف شرب داشتند بیش از حد مجاز دارای نیترات بودند که مقدار حداکثر آن ٦٦ میلی‌گرم در لیتر و حد متوسط آن ٤۰/۲ میلی‌گرم در لیتر بوده است. غلامی [۱۲] در یک بررسی که بر روی بیماران در طی ۱۲ سال در منطقه ساری انجام داد اعلام کرد که بیماری سرطان مری در منطقه رو به افزایش می‌باشد. وی از جمله دلایل آن را کمبود ویتامین و ضعف بدن در تبدیل نیترات غذایی در داخل معده به نیتروزامین و نیتروزامید بیان داشت.

هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی اثرات زیست محیطی آبیاری با پساب تصفیه شده بر کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه شمال غرب شهر اصفهان است که زمین‌های کشاورزی آن عمدتاً با پساب آبیاری می‌شوند.

موقعیت منطقه

تصفیه‌خانه شاهین‌شهر در دشت برخوار اصفهان واقع است. این دشت در شمال اصفهان واقع شده و از شمال به ارتفاعات جعفرآباد و از جنوب به شهر اصفهان و از غرب به کوه محمودآباد، کوه خان و کوه سنگاریات محدود می‌شود. وسعت منطقه ۲۲۳۵ کیلومتر مربع است که ۱۸۱٤ کیلومتر مربع آن را دشت و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد [۱۳]. محدوده مطالعاتی بین طول‌های شرقی ´٤٠°٥٠- ´ ٣١ °٥١ و عرض‌های شمالی ´٥٢° ٣٢- ´٤٤° ٣٢ قرار دارد.

هیدروژئولوژی منطقه

سفره‌های آبرفتی محدوده مطالعاتی در پهنه آبرفتی وسیعی شکل گرفته است که حاصل فرسایش سنگ‌های قدیمی است. سن این رسوبات مربوط به دوران چهارم است. از میان سازندهای زمین‌شناسی فوق، سازندهای دوران چهارم از لحاظ ویژگی‌های کانی‌شناسی و دانه‌بندی، کیفیت آب زیرزمینی منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد [٦، ٧ و ١٥].

اطلاعات حاصل از ٤ لوگ زمین‌شناسی چاه‌های اکتشافی و بهره‌برداری نشان می‌دهد که علاوه بر وجود سفره آزاد سطحی که در قسمت شرقی و جنوب شرقی دشت توسط مطالعات ژئوفیزیکی مشخص شده‌اند، سفره نیمه آزاد نیز در منطقه وجود دارد. تاکنون وجود دو سفره در منطقه قطعی شده است که سفره آزاد سطحی دارای آب شور است و در عمق کمی قرار دارد. سفره دوم دارای آب مناسبتری نسبت به سفره اول می‌باشد. ضخامت اشباع سفره اول حدود ۲۵ متر است. ضخامت آبخوان دوم بسیار متغیر است (به علت تغییرات در وضع توپوگرافی سنگ) و بطور متوسط ٦٠ متر می‌باشد. ضخامت اشباع آبخوان دوم از حداقل ۲۵ متر تا حداکثر ۲۵۰ متر در نوسان است. براساس بررسی‌های ژئوفیزیک جنس سنگ کف این آبخوان رسی بوده که دارای مقاومت ظاهری ۱۳۲- ٦ اهم متر می‌باشد [٦، ٧ و ١٥].

دشت برخوار از سه جهت عمده تغذیه می‌شود: ۱ـ دره شمال غرب که همان آب خروجی از دشت مورچه‌خورت است ۲ـ دره غربی که شامل آب خروجی از دشت نجف‌آباد است. ۳ـ جنوب که شامل رودخانه زاینده‌رود و به طور کلی منطقه لنجانات است.

میزان تبخیر سالانه در این منطقه بین ۱٤٥٠ تا ۱۷٥٠ میلیمتر بوده و بارندگی سالیانه بین ۱۲۰ تا ۲٤٠ میلیمتر متغیر است [١٤]. در بخش غربی دشت در قلمرو ارتفاعاتی که مرز آبی حوضه را تشکیل می‌دهد بجز یک رشته قناتی که از جنوب به شمال امتداد داشته و آب را به روستای چاله سیاه منتقل می‌کند بهره‌برداری دیگری از آبخوان نمی‌شود. لیکن در قسمت شرقی دشت به میزان قابل ملاحظه‌ای از آب‌های

زیرزمینی توسط چاه‌های عمیق، نیمه عمیق و قنوات بهره‌برداری می‌شود. چاه‌های عمیق در منطقه بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده‌اند به نحوی که از مجموع ۱۲۵۱ حلقه چاه، تعداد ۹۱۹ حلقه آن چاه عمیق می‌باشد. عمده تمرکز چاه‌های در بخش جنوبی دشت می‌باشد. عمق چاه‌های اخیر بیش از ۵۰ متر و به طور متوسط به ۱۴۰ متر می‌رسد و دبی آنها بین ۱۰ تا ۸۰ لیتر در ثانیه متغیر است [۱۳].

روش تحقیق

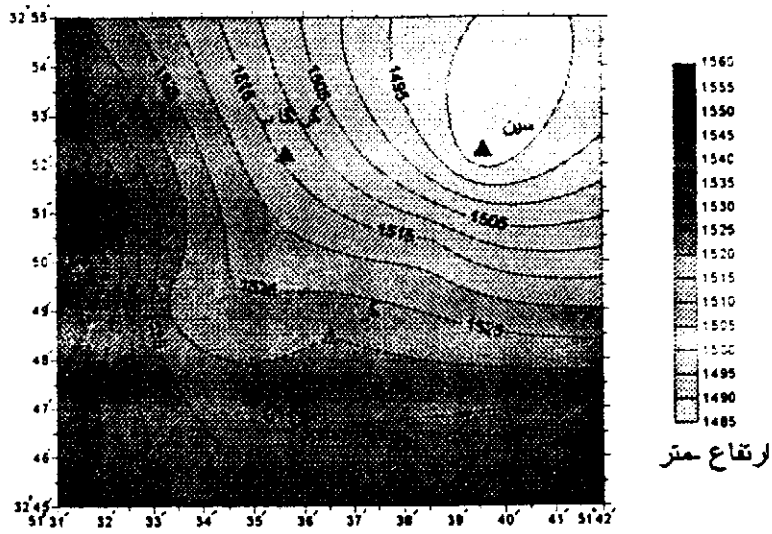
برای شناسایی و ارزیابی چگونگی آب آبیاری و کیفیت و درجه آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت برخوار اصفهان در سال ۱۳۷۸ از اردیبهشت تا آبان برای مدت ۷ ماه از آب‌های زیرزمینی به صورت ماهانه نمونه‌برداری گردید. نمونه‌برداری آب‌های زیرزمینی از ۲۰ چاه موجود در منطقه انجام شده و سپس نمونه‌ها توسط ظروف پلاستیکی حمل و به آزمایشگاه منتقل گردید و تا قبل از تجزیه در یخچال نگهداری شد.

برای تجزیه نمونه‌های آب، پ ـ هاش‌سنج مدل ۶۲۰ متر ـ اهم، هدایت الکتریکی به کمک هدایت‌سنج مدل ٦٤٤ متر ـ اهم، سدیم توسط دستگاه فیلم فتومتر کورنینگ مدل ۴۱۰، کاتیون‌ها کلسیم و منیزیم توسط تیتراسیون با محلول ورسین، یون کلر بوسیله تیتراسیون با محلول ۵٪ نرمال نیترات نقره، بیکربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک، سولفات به روش تیره‌سنجی، نیترات و آمونیاک بوسیله الکترود انتخابگر یونی (ISE)، عناصر فلزی بوسیله دستگاه جذب اتمی مدل پرکین ـ المر ۲۰۳۰ اندازه‌گیری گردید [۱۶].

نتایج و بحث

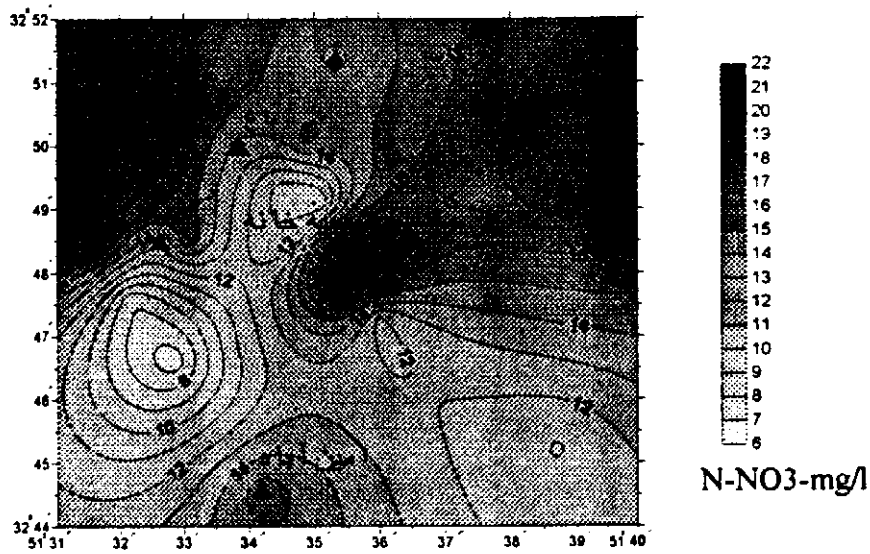
عمق آب زیرزمینی: عمق آب زیرزمینی در دشت برخوار متفاوت بوده و از حاشیه دشت به طرف داخل دشت بر عمق آب زیرزمینی افزوده می‌شود، بطوریکه در مرکز دشت در عمق ۱۰۰ متری قرار دارد. سطح آب در پیزومتر کارخانه تاج در عمق ٥٤ متری و در پیزومتر امین‌آباد در عمق ٤٧ متری قرار دارد.

تراز آب زیرزمینی: با توجه به نقشه آب زیرزمینی ملاحظه می‌گردد که جریان آب‌ها تماماً بطرف مرکز دشت است و هیچگونه خروجی آب زیرزمینی از آبخوان نداریم. نقشه‌های موجود نشان می‌دهد که تغذیه آبخوان از تمام اطراف دشت صورت می‌گیرد. حداکثر رقم خط تراز ۱۵۵۵ متر بوده و در غرب دشت قرار دارد. حداقل رقم تراز آب ۱۴۹۰ متر است که در مرکز دشت منحنی بسته‌ای را در اطراف قلعه سین نشان می‌دهد. بیشتر بودن تراز آب در غرب منطقه به لحاظ بالا آمدگی سنگ کف است و به همین دلیل هم شیب سطح آب نیز زیادتر است (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه خطوط همتراز آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

با توجه به نقشه تراز آب زیرزمینی جریان وارد شده از سه جهت فوق بطرف مرکز دشت جریان یافته و سپس از سمت شرق به زیر حوزه کوهپایه سگزی وارد می‌شود. آب‌های زیرزمینی در مسیر و در محل استقرار خود مقادیری از مواد قابل انحلال سازندهای محیط را حل نموده که باعث تغییر کیفیت آنها می‌شود. با توجه به لوگ زمین‌شناسی چاه‌های موجود در منطقه مشخص می‌شود که رس با تخلخل کل زیاد باعث افزایش سطح تماس بین آب زیرزمینی و رسوبات مذکور می‌گردد و انحلال بیشتر املاح را سبب می‌شود و این امر یکی از دلایل میزان بالای املاح آب‌های زیرزمینی منطقه می‌باشد.



شکل ۲: نقشه خطوط هم نیترات کل (NO_3-N) آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

نیترات ($N-NO_3$): حداقل مقدار نیترات آن ۷ میلی گرم در لیتر در غرب دشت و حداکثر ۲۰ میلی‌گرم در لیتر ($N-NO_3$) مربوط به محدوده تصفیه‌خانه شاهین‌شهر اصفهان است. در قسمت‌های زیادی از دشت غلظت نیترات بیشتر از حد مجاز آن ۱۰ میلی گرم در لیتر ($N-NO_3$) می‌باشد (شکل ۲).

آمونیوم ($N-NH_4$): حداقل آمونیوم ۰/۰۵ و حداکثر ۰/۲۷ میلیگرم در لیتر در اطراف تصفیه‌خانه شاهین شهر می‌باشد. حد مطلوب آمونیوم در آب آشامیدنی حدود ۰/۵ میلیگرم در لیتر تعیین شده است.

قابلیت هدایت الکتریکی (EC): در قسمت‌هایی که تغذیه آبخوان از طریق دره نجف‌آباد صورت می‌گیرد مقدار EC پائین است که یکی از دلائل آن تأثیر آهک‌های کرتاسه است که باعث می‌شود آب‌های تغذیه‌ای از این سازنده‌ها مطلوب بوده و از کیفیت بالایی برخوردار باشند. به تدریج به طرف روستای گز این مقدار افزایش می‌یابد ولی در غرب دشت بالا بودن میزان هدایت الکتریکی اولاً بدلیل آب زیرزمینی ورودی از دشت مورچه‌خورت است که مسیر زیادی را در این دشت طی کرده و میزان مواد محلول آن بالا است و دوم اینکه وجود کارخانه‌های زیاد در این منطقه و وجود فاضلاب‌های صنعتی و شهری بر عناصر مختلف موجود در آب زیرزمینی تأثیرگذار بوده است.

حداقل کل جامدات محلول (TDS)، مجموع وزنی کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در آب، ۹۰۰ میلیگرم در لیتر است که مربوط به غرب دشت و حداکثر آن ۴۷۰۰ میلیگرم در لیتر مربوط به محدوده کارخانه دیسمان می‌باشد.

حداقل کلر، سولفات و سدیم به ترتیب ۶، ۶ و ۸ و حداکثر آنها نیز به ترتیب ۴۴، ۴۴ و ۴۸ میلی اکی والان در لیتر می‌باشد.

فلزات سنگین: فلزات سنگین از جمله مهمترین آلاینده‌های معدنی هستند که در آب‌های زیرزمینی مشاهده می‌شود. تا سال‌های اخیر توجه چندانی به آلاینده‌های معدنی نشده است. شاید علت اصلی این امر قدرت پاکسازی خاک از طریق جذب عناصر سنگین بوده است. چون اکثر خاک‌ها دارای توان تبادل یونی می‌باشند و قسمت اعظم آلاینده‌های معدنی قبل از اینکه وارد آب‌های زیرزمینی شوند توسط مینرال‌های رسی مانند کلریت، ایلیت، اکسیدهای آهن و منگنز و همچنین مواد آلی موجود، جذب بافت خاک می‌شوند. از بین فلزات سنگین اندازه‌گیری شده (Cr. Fe. Cu. Zn, Co, Cd, Ni, Pb, Mn, Ca. Mg)، با توجه به استاندارد محیط زیست جهت آبیاری تنها عنصر کبالت از حد مجاز (۰/۰۵ میلیگرم در لیتر) بیشتر است. غلظت سایر فلزات سنگین کمتر از حد استاندارد هستند و مشکل خاصی از نظر کیفیت آب مصرفی برای کشاورزی ندارند.

نتیجه‌گیری

خطرات عمده‌ای که منابع آب را مورد تهدید قرار می‌دهد عبارتند از: ورود فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به آبهای زیرزمینی، ورود کودهای شیمیایی مصرف شده در کشاورزی به آب‌های زیرزمینی، نشت شیرابه ناشی از جمع‌آوری و تجمع زباله‌های شهری و صنعتی در منابع آب و زمین‌های کشاورزی مجاور منابع آب، عوامل یاد شده نقش عمده‌ای در بالا رفتن مقدار نیترات در آب‌های زیرزمینی و تنزیل شدید کیفیت آن دارند. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و پایین بودن راندمان آبیاری باعث آبشویی نیترات از ناحیه توسعه ریشه‌ها به زیر این ناحیه شده و در طولانی مدت افزایش نیترات آب‌های زیرزمینی را به دنبال داشته است. لذا لازم است راندمان آبیاری در منطقه افزایش یابد و همچنین کودهای شیمیایی به اندازه مورد نیاز و در چند مرحله از فصل رشد، پس از انجام آزمایش‌های حاصلخیزی به خاک افزوده گردد. یکی دیگر از منابع عمده افزایش‌دهنده نیترات آب‌های زیرزمینی، لاگون‌ها و استخرهای پساب خروجی از تصفیه‌خانه می‌باشد که لازم است در مطالعات و اجرای تصفیه‌خانه‌ها نسبت به بررسی‌های زمین‌شناسی و همچنین عایق‌بندی لاگون‌ها و استخرها جهت جلوگیری از نشت فاضلاب و افزایش نیترات آب‌های زیرزمینی اقدام گردد.

تشکر و قدردانی

این پروژه تحقیقاتی از طریق طرح ملی تحقیقاتی کد M۵۸ با حمایت شورای تحقیقات علمی کشور انجام یافته است که بدینوسیله قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

[۱] عابدی کوپایی، ج.، ۱۳۸۰، تأثیر لندفیل مشهد بر آلودگی منابع آب زیرزمینی، مجموعه مقالات چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی یزد، جلد اول، صفحات ۸۷ تا ۹۷.

[۲] باقری، م. ۱۳۷۹. اثرات پساب و سیستم‌های آبیاری بر برخی خواص فیزیکی، شیمیایی و آلودگی خاک تحت کشت چند محصول زراعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱٦٦ صفحه.

[۳] سماواتی، ع. ۱۳۷۸. ترکیبات نیتروژن در آب. مجله آب و محیط زیست، شماره ۹ صفحات ۸ تا ۱۳.

[٤] پیرنیا، س. خ.، میراب‌زاده، م. و کشاورز، ع.، ۱۳۷۵، آلودگی منابع آب و توسعه کشاورزی پایدار، مجموعه مقالات اولین کنگره سیاست‌گذاری امر زیربنایی در بخش کشاورزی، صفحه ۲۵۵ تا ۲٦۵.

[۵] سازمان زمین‌شناسی، ۱۳٦۲. مطالعه ژئوفیزیکی اصفهان به طریقه الکتریکی.

[٦] گزارش زمین‌شناسی و هیدرولوژی اصفهان. جلد چهارم، شماره ۱۲٤۳۷٦.

[۷] موسوی، ف.، ۱۳۷٦. مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی حاشیه رودخانه زاینده‌رود، مجله آب و فاضلاب، شماره ۲٤، صفحات ۹ تا ۱۲.

[8] Singn. B. and Sekhon, G. S., 1976 Nitrate pollution of groundwater from Nitrogen fertilizers and animal wastes in the Punjab, India. Agric, and Environ., Vol. 3, pp. 57-97.

[۹] محمودیان، ع. ۱۳٦٤. وضعیت فاضلاب‌ها در ایران و آلودگی‌های ناشی از تخلیه آنها به منابع آب. مجله آب، ٤۳ تا ۵۲.

[۱۰] فرشاد، ع. ا.، ایماندل، ک. و محمدی، ع.، ۱۳۸۰، بررسی میزان نیترات و نیتریت در چاه‌های آب واحدهای صنعتی، ۱۳۸۰، مجموعه مقالات چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی یزد، جلد اول، صفحات ۸۷ تا ۹۷.

[۱۱] محسنی، ا.، ۱۳٦۵، بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه بابل به یون نیترات، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

[۱۲] غلامی، ع. م.، ۱۳۷۱. بررسی علل افزایش ابتلا به بیماری سرطان معده و مری، مجله‌نامه دانشگاه علوم پزشکی مازندران.

[۱۳] مطالعات آب‌های زیرزمینی اصفهان، ۱۳۵۱. گزارش نیمه تفصیلی آب‌های زیرزمینی دشت برخوار.

[۱٤] مطالعات آب‌های زیرزمینی اصفهان، ۱۳٦۱. گزارش مطالعات آب‌های زیرزمینی دشت برخوار اصفهان.

[۱۵] محمودی، ح. ا. ۱۳۷۷. ویژگی آبخوان شمال- شمال شرقی اصفهان، منطقه بین گرگاب در کمشجه

[16] APHA, 1995. Standards methods for the exemination of water and wastewater. 19th ed. APHA, Wastewater, D. C.