



علوم محیطی

علوم محیطی سال چهارم، شماره چهارم، تابستان ۱۳۸۶
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.4, No.4, Summer 2007

۳۳-۴۶

بررسی منابع آلاینده آب های زیرزمینی دشت ایذه، شمال شرق خوزستان

حمیدرضا ناصری*، فرشاد علیجانی

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی

Pollution Sources of Ground Water in Izeh Plain, North East of Khuzestan

Hamid Reza Nassery*, Farshad Alijani

Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University

Abstract

The background hydrochemical system, the pollution sources, and the different pollutants of ground water in the Izeh plain, north east of Khuzestan, were determined and spatial and temporal variations of pollutants were studied. Groundwater samples from thirty four wells, one piezometer, and one Qanat have been collected in three periods of 2001. The nitrate concentrations of ground water in the Izeh plain increase, continuously, as a result of agricultural activities. The major process that cause increasing of nitrate concentrations in ground water is leaching of application of inorganic manure on cultivated areas. The maximum concentrations of nitrate in ground water of Izeh plain occur in May then the concentrations decrease during dry season. Although bacteria's adsorb on sandy silt layer overlying Izeh alluvial aquifer but shallow ground water are polluted bacterially.

Keywords: Izeh, aquifer, pollution, nitrate.

چکیده

در این تحقیق سیستم هیدروشیمی زمينه، آلاینده های کشاورزی و حیوانی، تغییرات مکانی و زمانی و منشاء آن ها در آب های زیرزمینی دشت ایذه، واقع در شمال شرق استان خوزستان، مطالعه شده است. نمونه های آب زیرزمینی از ۳۴ چاه، یک پیزومتر، یک چشمه، و یک قنات در ماه های اردیبهشت، خرداد، شهریور، دی، و اسفند سال ۱۳۸۰ جمع آوری گردیده و جهت تعیین پارامترهای هیدروشیمی و آلودگی مورد سنجش قرار گرفته است. آلودگی شدید نیترا ت آب های زیرزمینی به وسیله فعالیت های کشاورزی در نواحی وسیعی از دشت ایذه رخ داده است. فرآیند اصلی مسبب افزایش نیترا ت آب های زیرزمینی ایذه اکسیداسیون آمونیوم ناشی از فروشوی سریع کودهای غیر آلی اعمال شده بر زمین های کشاورزی می باشد. غلظت نیترا ت آب های زیرزمینی دشت ایذه از بهمن تا اردیبهشت ماه افزایش می یابد و سپس دوباره روند کاهشی به خود می گیرد. هر چند که امکان جذب باکتری ها توسط لایه سیلتی ماسه ای پوشاننده آبخوان آبرفتی ایذه وجود دارد، با این حال آب های زیرزمینی کم عمق ایذه از لحاظ باکتریایی شدیداً آلوده می باشند.

کلیدواژه ها: ایذه، آبخوان، آلودگی، نیترا ت.

* Corresponding author. E-mail Address: H-nassery@sbu.ac.ir

مقدمه

در آب‌های زیرزمینی به صورت یک آلاینده انتشاری از کشاورزی ناشی شده و غلظت نترات با میزان استفاده از کودهای نیتروژنه در ارتباط است (Lerner and Papatolios, 1993). جهت بررسی توزیع نترات در آب‌های زیرزمینی می‌بایست شناخت دقیقی نسبت به فرآیندهای شیمیایی حاکم بر تبدیلات نیتروژن یعنی چرخه نیتروژن وجود داشته باشد (Alley, 1993; Antonakos and Lambrakis, 2000). فسفر از لحاظ مقدار آن در کودهای شیمیایی اعمالی بر مزارع و از نظر اهمیت آن برای گیاهان نسبت به نیتروژن در مرتبه دوم قرار دارد. گیاهان فسفر را به صورت ارتوفسفات (Orthophosphate) از آب خاک دریافت می‌نمایند. فسفر معمولاً به وسیله جذب در بخش رسی خاک، که شامل هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم می‌باشد، جذب می‌شود (Shamrukh, et al., 2001). مبحث عمده میکروبیولوژی آب‌های زیرزمینی خطرات سلامتی ناشی از آلودگی مدفوعی می‌باشد (Chapman, 1996). خصوصیات خاک نقش عمده‌ای را در بقاء و انتقال باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها ایفا می‌نماید. دو جنبه مهم اقلیمی در تعیین ثبات میکروارگانیسم‌ها، درجه حرارت و بارندگی می‌باشند. غلظت نترات زیاد آب زیرزمینی در مقادیر بیش از ۳۰ میلی گرم در لیتر (مقدار متأثر از فعالیت‌های انسانی) در بخش‌هایی از آبخوان دشت ایذه مشخص گردیده است. در بعضی مناطق دشت ایذه غلظت نترات آب زیرزمینی تا مقادیر بیش از ۴۵ میلی گرم (حداکثر غلظت مجاز آب شرب بر اساس EPA, 2003) افزایش یافته است. غلظت‌های نترات بیش از ۴۵ میلی گرم در لیتر باعث ایجاد بیماری متاموگلوبینمیا (Methaemoglobinaemia) در نوزادان (عموماً بچه‌های کمتر از ۴ ماه)، و در نتیجه مرگ آنها می‌گردد (EPA, 2003). نترات موجود در آب شرب می‌تواند در دستگاه گوارشی انسان به نیتريت تبدیل شده و در

سه خصوصیت مهم که در تشخیص منشأهای آلودگی آب‌های زیرزمینی مورد توجه قرار می‌گیرند عبارتند از: درجه تجمع منشأهای آلودگی، تاریخچه باردهی (Loading history) منشأ، و نوع آلاینده‌هایی که از هر منشأ سرچشمه می‌گیرند. اندازه منبع آلاینده آب زیرزمینی از یک چاه مجزا تا ناحیه‌ای به وسعت صدها کیلومتر مربع متغیر است. تاریخچه باردهی چگونگی تغییرات غلظت آلاینده را به عنوان تابعی از زمان در منشأ یا بر حسب نرخ تولید آلاینده توصیف می‌نماید. منشأهای شهری آلودگی آب‌های زیرزمینی شامل نشت از سیستم فاضلاب، چاه‌های توالیت، زباله دانی‌های بهداشتی، و گورستان‌ها می‌باشند. عموماً مقادیر نیاز اکسیژن شیمیایی و بیوشیمیایی، کلراید، نترات، و سختی آب‌های زیرزمینی آلوده از منشأهای شهری زیاد می‌باشد. کودهای شیمیایی، حشره کش‌ها، آفت کش‌ها، آبیاری با فاضلاب و فضولات حیوانی از عمده‌ترین منشأهای آلودگی آب‌های زیرزمینی به واسطه فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند. کشاورزی عمدتاً باعث رخداد آلودگی‌های غیر نقطه‌ای آب‌های زیرزمینی می‌شود. هر چند که کودهای شیمیایی عمدتاً ترکیبات نیتروژنه، فسفات و پتاسیم را وارد زون خاک می‌نمایند، ولی تبدیل ترکیبات نیتروژنه به نترات و جذب فسفات و پتاسیم توسط خاک باعث می‌شود که کودهای شیمیایی اساساً آلودگی نترات آب‌های زیرزمینی را به همراه داشته باشند. نترات و فسفات دو آلاینده عمده آب‌های زیرزمینی هستند که منشأ اصلی آنها فاضلاب شهری و فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند. به سبب قابلیت تحرک کمتر فسفات، آلودگی وسیع آب‌های زیرزمینی نسبت به فسفات کمتر گزارش گردیده است، در حالی که نترات به عنوان شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی همواره مورد توجه محققان بوده است. اکثر موارد رخداد نترات

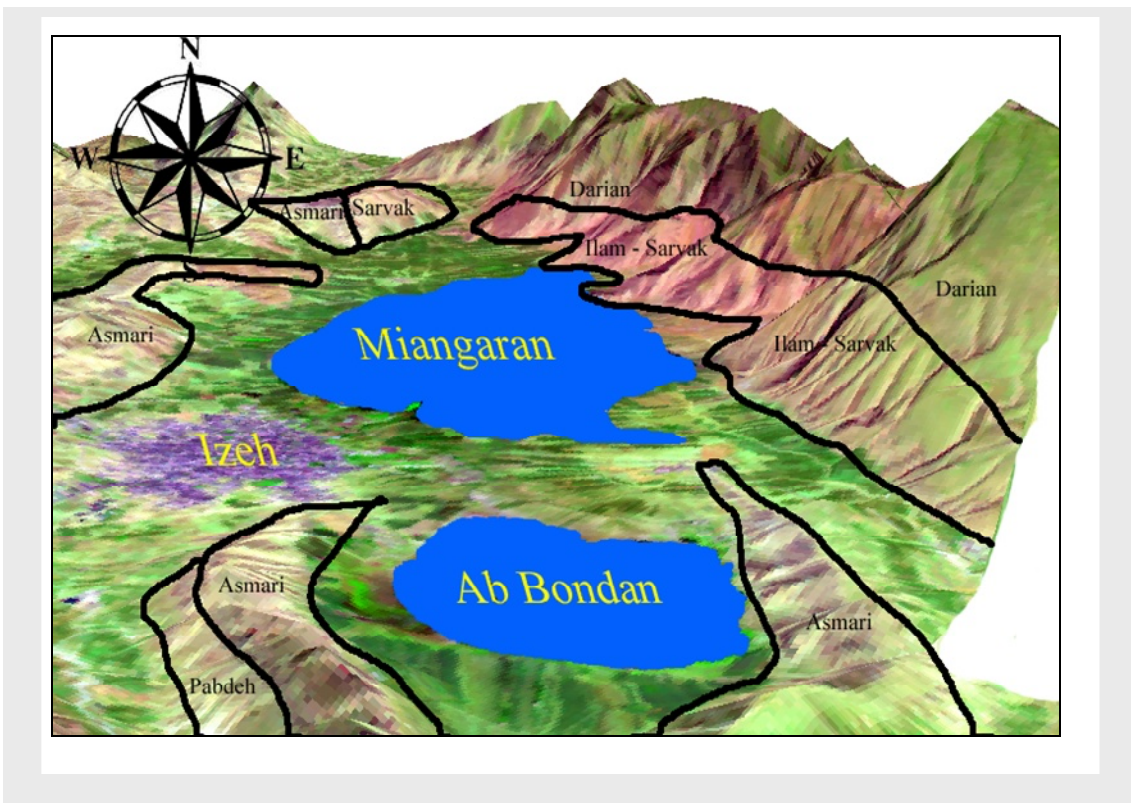
نتیجه نیتروزامینس (Nitrosamines) را ایجاد نماید. بعضی از نیتروزامینس‌ها سرطان‌زا و جهش‌زا تشخیص داده شده‌اند و به همین علت وجود نیتروزامینس‌ها در طولانی مدت اثرات جدی بر سلامتی انسان دارد (Datta, et al., 1997). کوددهی نیترا ته با هدف رشد زایشی گیاهان و نفوذ فاضلاب شهری از عمده‌ترین منشأهای آلودگی نیترا ته آبخوان آبرفتی ایذه می‌باشند. در اوایل دهه ۷۰ و با تشخیص آلودگی آب‌های زیرزمینی آبخوان آبرفتی ایذه، آب شرب شهر از آبخوان کارستی نعل اسبی واقع در جنوب شرق دشت ایذه تأمین گردیده است. به علت بهره برداری بی‌رویه و متمرکز از آبخوان کارستی نعل اسبی از اواخر دهه ۷۰، و با معکوس شدن جهت جریان آب زیرزمینی از آبرفت به سمت کارست، هاله آلودگی به آبخوان کارستی نیز وارد گردیده است. بر این اساس تحقیق مذکور به منظور تعیین سیستم هیدروشیمی زمینه، منشأهای آلودگی، و انواع آلاینده‌ها و توزیع مکانی و زمانی آلاینده‌های آب‌های زیرزمینی دشت ایذه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

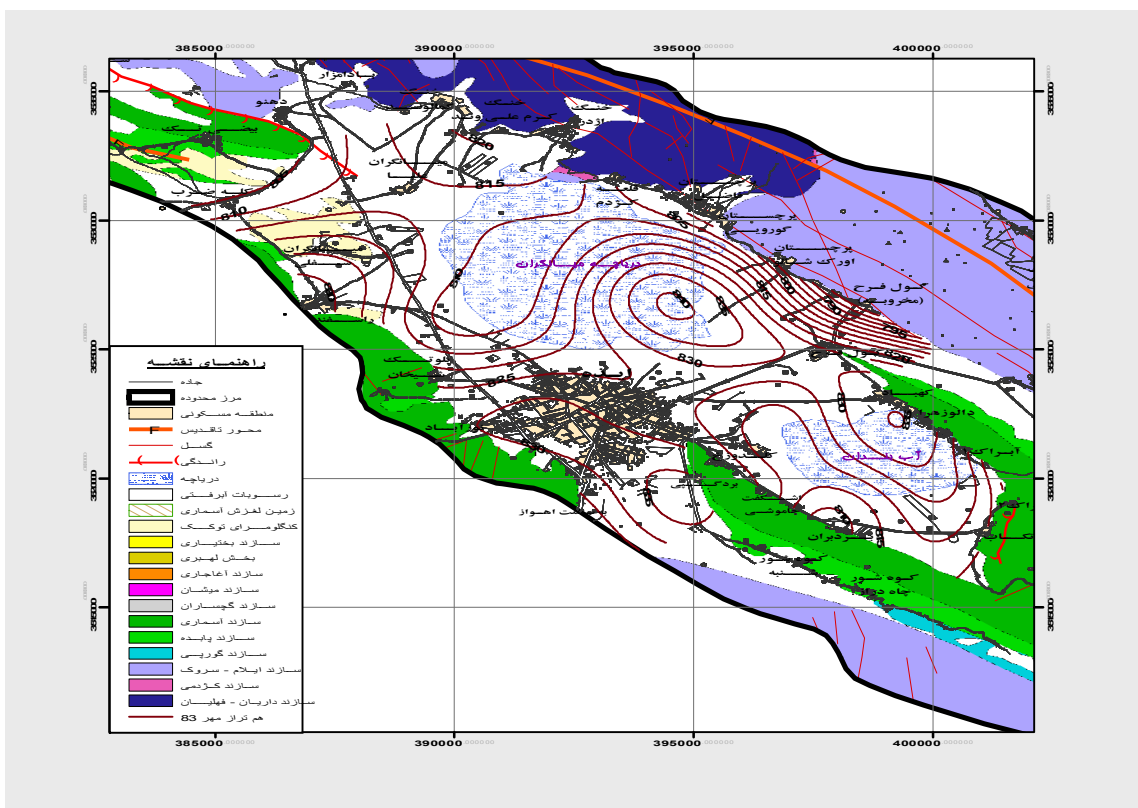
موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، دشت ایذه واقع در شمال شرق استان خوزستان می‌باشد که بین ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض جغرافیایی و ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۲ دقیقه طول جغرافیایی واقع گردیده است. شهرستان ایذه که در بخش میانی دشت مذکور قرار گرفته در ۲۰۰ کیلومتری شمال شرق اهواز واقع شده است. در این تحقیق وسعتی برابر با ۱۴۰ کیلومتر مربع از دشت ایذه به عنوان محدوده مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. ارتفاع متوسط شهر ایذه ۸۳۵ متر از سطح دریا است. شکل ۱ مدل رقومی ارتفاعی همراه با پوشش

تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. متوسط سالانه بارندگی ایذه ۶۶۲ میلی‌متر است. حدود ۹۰ درصد از بارندگی سالانه در فاصله زمانی آذرماه تا اردیبهشت ماه ریزش می‌نماید و فصل خشک منطبق بر خرداد ماه تا آبان ماه می‌باشد. میانگین دمای روزانه در دوره آماری ۳۵ ساله برابر ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این دوره حداکثر مطلق دما ۴۸ درجه سانتی‌گراد مربوط به تیر ماه و حداقل مطلق دما ۳- درجه سانتی‌گراد مربوط به بهمن ماه می‌باشد. میانگین تبخیر سالانه ایستگاه هواشناسی ایذه در دوره بیست و سه ساله (۸۳-۱۳۶۱) برابر با ۱۶۹۰ میلی‌متر می‌باشد. حداقل تبخیر در دوره بیست و دو ساله در دی ماه و حداکثر آن در تیرماه به ترتیب ۱۱ و ۴۴۸ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه ایذه بر اساس طبقه بندی آمبرژه، نیمه مرطوب معتدل است. دشت ایذه، حوضه آبگیر مسدودی است که کلیه آب‌های سطحی از اطراف به سمت مرکز دشت جریان می‌یابند. دو دریاچه نسبتاً وسیع معروف به شط در شمال و جنوب شرقی شهر ایذه واقع گردیده‌اند که جریان‌های سطحی ایجاد شده به داخل این شط‌ها می‌ریزند. دریاچه شمالی به نام میانگران به طور میانگین حدود ۲۰ کیلومتر مربع وسعت دارد و رشد شهر را از طرف شمال با محدودیت مواجه ساخته است. در فاصله سه کیلومتری جنوب شرقی شهر ایذه نیز دریاچه آب بندان واقع شده است. دریاچه میانگران نسبت به دریاچه آب بندان ارتفاع کمتری دارد و زمانی که ارتفاع آب در دریاچه آب بندان از حد معینی تجاوز کند، از طریق دو کانال باریک معمولی که در سال‌های اخیر احداث شده‌اند به دریاچه میانگران تخلیه می‌گردد. دریاچه میانگران در تابستان سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ به علت خشک‌سالی کاملاً خشک گردید. دریاچه آب بندان در پنج سال اخیر خشک شده است. در این مدت سطح دریاچه عمدتاً به صورت زون تبخیری بوده و سطح ایستابی تقریباً نزدیک به سطح زمین قرار گرفته است.



شکل ۱- تصویر سه بعدی دشت ایذه



شکل ۲- نقشه هم تراز سطح آب زیرزمینی دشت ایذه در مهر ماه ۱۳۸۰

دارند. رسوبات دانه ریز سلیت و رسی در کف دریاچه‌ها و عمدتاً تا عمق ۵۰ الی ۶۰ متری وجود دارند.

گسترش سازندهای آهکی با ضخامت زیاد، آب و هوای مساعد، و تکنونیک فعال شرایط مناسبی را برای ایجاد و گسترش کارست در ناحیه ایذه فراهم آورده است. در شمال دریاچه میانگران و در یک کیلومتری غرب روستای قلعه فاروم (قلعه کژدم) آبروچاله (Sinkhole) بزرگی در پای یال غربی تاقدیس پیون در سازند ایلام - سروک در امتداد یک گسل قرار گرفته است. ظرفیت بلع این آبروچاله که به نام محلی قورقوری خوانده می‌شود، به علت رسوب گل و لای در مدخل آن کاهش یافته است. به همین دلیل دریاچه میانگران که قبلاً توسط این آبروچاله تخلیه می‌شده است به سمت شهر ایذه گسترش یافته و باعث بروز مشکلاتی گردیده است. در سال ۱۳۶۹ جهاد سازندگی به منظور باز نمودن دهانه آبروچاله، انفجاری را در درزه های فرو برنده آب انجام داد که این انفجار باعث انسداد و کاهش فعالیت آبروچاله شده است. در غرب آبروچاله کارستی، به فاصله تقریباً یک کیلومتر به سمت دریاچه میانگران (که در تابستان سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ به علت کاهش نزولات جوی خشک گردیده است) آبروچاله‌های آبرفتی متعددی (هشت عدد) وجود دارد. قطر این آبروچاله‌ها بین ۱ تا ۲ متر و عمق آنها بین ۵۰ تا ۷۰ سانتی‌متر متغیر می‌باشد. رسوبات آبرفتی دشت ایذه بر اساس لوگ چاه‌ها، پیزومترها، و نتایج عملیات ژئوفیزیکی عمدتاً شامل رسوبات دانه ریز رس، سیلت، و رسوبات دانه درشت ماسه‌ای و گراولی در بخش‌های عمقی است. عمق رسوبات آبرفتی به طور متوسط حدود ۹۰ تا ۱۰۰ متر است که از ۳۰ متر در حاشیه دشت تا بیش از ۱۵۰ متر در شمال دشت متغیر است.

مقدار هدایت هیدرولیکی آبخوان آبرفتی از ۷ متر در روز در حاشیه دشت و در پای آهک نعل اسبی تا کمتر

عواملی همچون خشک سالی و بهره برداری بیش از حد از شش حلقه چاه آهکی آبخوان کارستی نعل اسبی و در نتیجه تخلیه آب زیرزمینی از آبرفت به آبخوان کارستی در خشک شدن دریاچه آب بندان موثر بوده‌اند. قسمت اعظم تغذیه دریاچه‌های موجود در منطقه ایذه مربوط به ریزش‌های جوی، جریان‌های سطحی ورودی، و زهکشی از آبخوان دشت است.

زمین شناسی و هیدروژئولوژی

دشت ایذه در ناحیه زاگرس چین خورده قرار گرفته است. این دشت از دیدگاه ژئومورفولوژی کارست یک پولیه است که در امتداد ناودیس بسته‌ای که محور آن شمال غربی - جنوب شرقی است، قرار دارد. دامنه جنوب شرقی ناودیس به صورت نعل اسبی است که دریاچه آب بندان در آن قرار دارد. دریاچه میانگران نیز در امتداد محور همین ناودیس تشکیل شده است. سازندهایی که در منطقه مورد مطالعه رخنمون دارند مربوط به کرتاسه زیرین تا عهد حاضر می‌باشند (شکل ۲). آهک‌های ضخیم لایه خاکستری رنگ سازند داریان - فهلیان قدیمی‌ترین سنگ‌های بیرون زده در منطقه هستند که بر روی آن سازند شیلی کژدمی، سازندهای آهکی ایلام - سروک، سازند شیلی گورپی، سازند مارنی پابده، سازند آهکی آسماری، سازند گچساران، کنگلومرای توکک، و آبرفت‌های عهد حاضر به ترتیب قدمت قرار گرفته‌اند. دشت ایذه از شمال و شمال شرق به ارتفاعات آهکی ایلام - سروک و داریان - فهلیان (تاقدیس پیون) و از سمت جنوب و غرب به ارتفاعات آهکی آسماری (ناودیس نعل اسبی و تاقدیس غرب ایذه) محدود شده است. نهشته‌های کواترنری به صورت واریزه‌های دامنه‌ای در پای ارتفاعات و آبراه‌ها و سپس نهشته‌های آبرفتی شامل قله سنگ، شن و ماسه به صورت پادگانه‌های آبرفتی در راستای دره‌های بزرگ تا میانه دشت قرار

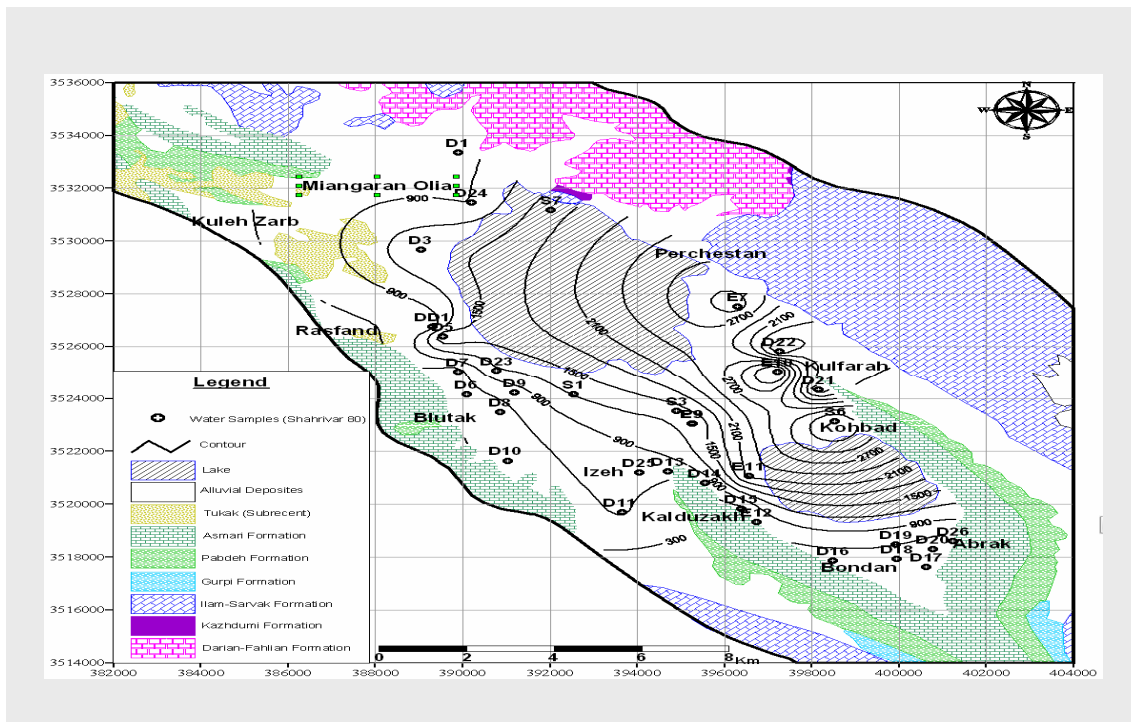
احتمال تخلیه موضعی نیز وجود دارد. مرز شمالی دشت ایذه به صورت مرز بدون عبور جریان می‌باشد. در شرق دشت ایذه و از پرچستان تا کول فرح، تخلیه آب زیرزمینی به آبخوان کارستی ایلام - سروک در تاقدیس پیون مسجل شده است. تمرکز منحنی‌های هم پتانسیل در قسمت‌های میانی دریاچه میانگران می‌تواند نشانگر تخلیه زیرزمینی از طریق پونورهای آبرفتی به آبخوان کارستی زیرین باشد.

جمع آوری داده‌ها

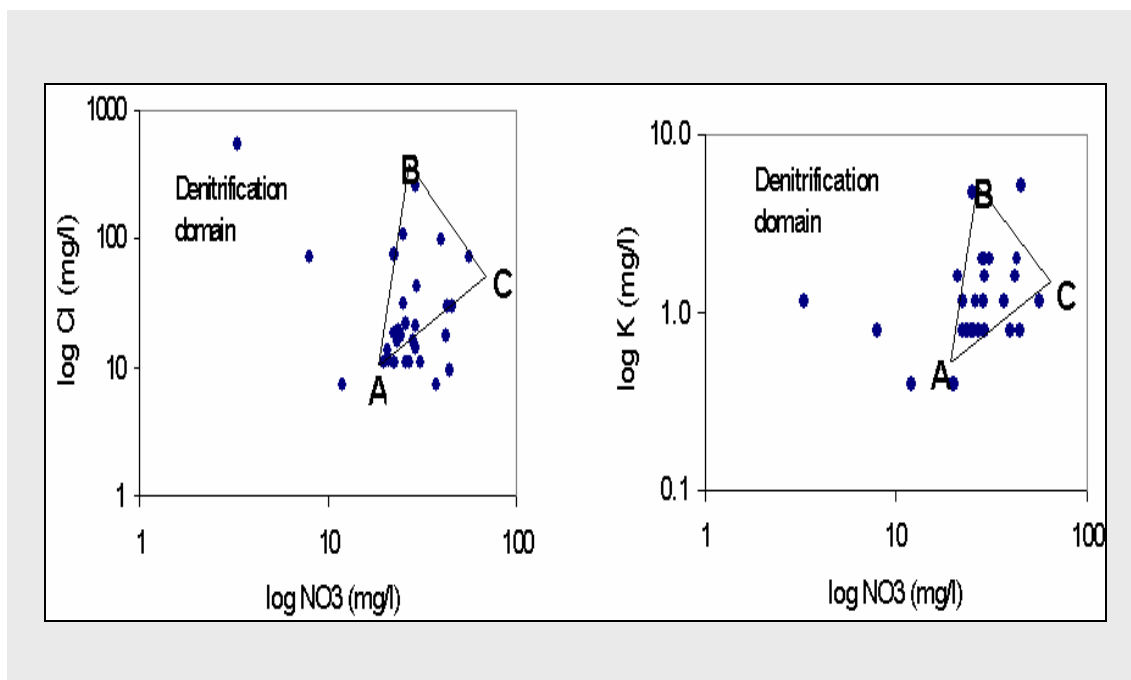
پس از این، اساسی‌ترین گام در مطالعات هیدروشمی و آلودگی، جمع آوری داده‌های شیمیایی می‌باشد. در مرحله جمع آوری داده‌های شیمیایی آبخوان آبرفتی ایذه، همواره محدودیت‌هایی در تعداد منابع آبی، چاه‌ها و چشمه‌هایی که می‌توانند در مطالعه منظور گردند، تعداد ممکن اندازه‌گیری‌های تکرار شونده دوره‌ای، و محدودیت‌های ذاتی موجود در نوع و تعداد سنجش‌های آزمایشگاهی وجود داشته است. نمونه‌های آب زیرزمینی از ۳۴ حلقه چاه، یک حلقه پیژومتر، یک دهنه چشمه، و یک دهنه قنات در اردیبهشت، خرداد، شهریور، دی، و اسفند ماه ۱۳۸۰ جمع‌آوری گردیده است. چاه‌های نمونه برداری شده شامل ۲۸ حلقه چاه عمیق (عمق حدود ۸۰ متر) و ۶ حلقه چاه کم عمق دستی (عمق حدود ۵ متر) بودند. نمونه‌های آب جهت تعیین یون‌های عمده، پارامترهای هدایت الکتریکی و pH، اکسیژن محلول (DO)، نیازاکسیژن بیوشیمیایی (BOD)، نیازاکسیژن شیمیایی (COD) (فقط در یک مرحله)، نترات، نیتريت، فسفات، MPN کلی فرم، نوع باکتری‌ها، و آمونیوم (فقط در یک مرحله) مورد سنجش قرار گرفته‌اند. نتایج سنجش هیدروشمی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت ایذه در اردیبهشت، شهریور، و دی ماه ۱۳۸۰ در جدول‌های ۱ تا ۳ ارائه شده است.

از ۰/۵ متر در روز در دریاچه‌های آب بندان و میانگران متغیر است. به طور کلی عمق برخورد به آب زیرزمینی از حواشی شرقی، غربی و جنوب غربی دشت (بیش از ۳۵ متر) به سمت نواحی مرکزی (کمتر از ۵ متر) کاهش می‌یابد. در محدوده شهر ایذه عمق آب زیرزمینی از ۲۰ متر در جنوب تا ۱/۵ متر در شمال تغییر می‌کند. در حاشیه شمالی و شمال شرقی شهر ایذه همواره مشکل بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در دوره مرطوب وجود داشته است. نقشه هم تراز آب زیرزمینی دشت ایذه در مهر ماه ۱۳۸۰ در شکل ۲ نشان داده شده است. به طور کلی جهت جریان آب زیرزمینی در دشت ایذه از حواشی جنوبی، جنوب غربی، و غربی دشت به طرف دریاچه‌ها در قسمت‌های میانی دشت است. شیب هیدرولیکی در حاشیه‌های دشت، که در ارتباط با سازندهای آهکی مجاور می‌باشند، بیش از سایر نواحی است و به طرف مرکز دشت و دریاچه‌ها به تدریج کاهش می‌یابد. تراز آب زیرزمینی از حدود ۸۳۵ متر در مناطق تغذیه‌ای حواشی جنوبی و غربی دشت تا کمتر از ۷۸۵ متر در منطقه تخلیه‌ای شرقی دشت تغییر می‌نماید (شکل ۲).

در مهر ماه ۱۳۸۰ منطقه تغذیه از ناودیس نعل اسبی از غرب تا جنوب امتداد دارد و با توجه به شیب هیدرولیکی و قابلیت زیاد آبخوان در ناحیه آبراک تا دماغه ناودیس، حجم تغذیه قابل ملاحظه‌ای از این ناحیه روی می‌دهد. در حوالی بردبران و جاموشی به علت بهره برداری متمرکز و بیش از حد از آبخوان کارستی جهت جریان از آبرفت به سمت کارست می‌باشد. در غرب شهر ایذه نیز آبخوان کارستی، آبرفت را تغذیه می‌نماید. در جنوب شهر ایذه، آبرفت از طریق آبراهه کهنشور تغذیه می‌شود ولی ارتباط آن با محدوده مجاور (هلايجان) به دلیل نبود داده پیژومتری در خارج از محدوده مشخص نمی‌باشد. از بلوتک شیخان تا میانگران سفلی نیز آبخوان آبرفتی از کارست تغذیه می‌شود، هر چند که در بعضی نواحی



شکل ۳- نقشه نیترا (بر حسب میلی گرم در لیتر) آبخوان آرفتی ایذه در شهریور ماه ۱۳۸۰



شکل ۴- نمودارهای دو متغیره لگاریتم غلظت نیترا در مقابل لگاریتم غلظت پتاسیم و کلر نمونه های آب زیرزمینی دشت ایذه

است. بر این اساس چاهک‌های جذبی فاضلاب‌های خانگی در شهر ایذه و روستاهای اطراف، نهرهای هدایت‌کننده فاضلاب شهر ایذه به دریاچه میانگران، مرغداری‌ها، گاو‌داری‌ها، کودهای شیمیایی اعمال شده برای زراعت گندم و جو، و آبیاری زمین‌های شمال شرقی شهر ایذه با استفاده از فاضلاب جهت شالی‌کاری از مهم‌ترین عوامل آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت ایذه تشخیص داده شده‌اند. وجود چاه‌های توالی در مزرعه‌ها و طرح‌های کشاورزی در سرتاسر دشت باعث آلودگی‌های موضعی باکتریایی آب‌های زیرزمینی و در نتیجه غیر قابل شرب شدن چاه‌های آب گردیده است. آلودگی شدید آب‌های زیرزمینی به وسیله فعالیت‌های کشاورزی در نواحی وسیعی از دشت ایذه صورت گرفته است. به علت جذب سطحی زیاد و قابلیت تحرک کم فسفات، آغشتگی فسفات آب‌های زیرزمینی آبخوان آبرفتی ایذه تشخیص داده نشده است. نهرهای هدایت‌کننده فاضلاب شهر ایذه نیز منشأهای خطی آلودگی شدید باکتریایی آب‌های زیرزمینی دشت ایذه می‌باشند. این نهرها عموماً فاضلاب را از سطح شهر ایذه جمع‌آوری نموده، به هم پیوسته و در نهایت یک نهر بزرگ را تشکیل داده و از شمال شهر به دریاچه میانگران می‌پیوندند.

آلودگی نیراته آب‌های زیرزمینی

جهت مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی آبخوان آبرفتی ایذه توزیع مکانی یون نترات در شهریور ماه ۱۳۸۰ برای تعیین میزان آلودگی و شناخت روندهای آلودگی، مورد بررسی واقع شده است (شکل ۴). کاربری اراضی کشاورزی و اعمال زراعی اثرات عمده‌ای را بر روی کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت ایذه گذاشته است.

دو جهت تکامل ژئوشیمیایی در آبخوان دشت ایذه مشخص گردیده است. نمونه‌های آب زیرزمینی که از آهک‌های آسماری تغذیه گشته و در نواحی غربی و جنوب‌غربی دشت واقع شده‌اند، نوع آب بی‌کربناته کلسیک (منیزیک) را نشان می‌دهند. تکامل طبیعی ژئوشیمیایی آب زیرزمینی دشت ایذه در جهت جریان عمومی، از آب نوع بی‌کربناته کلسیک (منیزیک) در جنوب دشت، به آب نوع بی‌کربناته منیزیک (کلسیک) در قسمت‌های مرکزی دشت و در نهایت به آب نوع سولفات (بی‌کربناته) منیزیک (کلسیک) در شمال دشت روی می‌دهد. در نواحی شمال دریاچه آب‌بندان و قسمت‌های شرقی دشت به علت وجود باقی‌مانده‌هایی از سازند گچساران در آبرفت، به طور موضعی آب‌های زیرزمینی نوع بی‌کربناته کلسیک (منیزیک) به آب‌های نوع کلروره (سولفات) سدیک (منیزیک) تکامل می‌یابند. جهت بررسی وضعیت هیدروشیمی مکانی آبخوان آبرفتی اقدام به تهیه نقشه‌های هم‌میزان هدایت الکتریکی آب‌های زیرزمینی (شکل ۲) گردیده است. به طور کلی هدایت الکتریکی و در نتیجه میزان املاح محلول آب‌های زیرزمینی از حاشیه جنوبی و غربی دشت به سمت مرکز دشت و در نهایت به طرف شمال دریاچه میانگران به تدریج افزایش می‌یابد. در اطراف روستاهای کولفرح و کهباد یک ناهنجاری در کیفیت آب‌های زیرزمینی وجود دارد که با سایر نواحی دشت قابل مقایسه نمی‌باشد. عامل زمین‌شناسی که موجب رخداد چنین ناهنجاری شده است، وجود بقایای فرسایش نیافته‌ای از سازند تبخیری گچساران در آبرفت می‌باشد.

منشأهای آلودگی آب‌های زیرزمینی

منشأهای آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت ایذه با استفاده از نقشه کاربری اراضی منطقه، بازدیدهای صحرائی، و داده‌های هیدروشیمی مشخص گردیده

آب‌های زیرزمینی به صورت ناهنجاری در نقشه‌های هم نترات مشخص می‌باشد.

آلودگی باکتریایی شدید آب‌های زیرزمینی در این دو نقطه باعث کاهش اکسیژن محلول آب شده است. ایجاد شرایط احیایی در آبخوان در این نواحی باعث دنیتریفیکیشن شدید و کاهش غلظت نترات شده است. غلظت‌های کم اکسیژن محلول آب‌های زیرزمینی در شمال شهر ایذه تأییدی بر رخداد دنیتریفیکیشن شدید در این ناحیه می‌باشد. کاهش شدید نترات در شمال شهر ایذه مربوط به نمونه آب چاه دستی واقع در یک مرغداری (نمونه S1) می‌باشد. نتایج سنجش‌های نمونه‌های آب این چاه دستی در فصول مختلف نشان دهنده هدایت الکتریکی بالا (بیش از ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر)، اکسیژن محلول کم، MPN کلی فرم زیاد و نترات کم (۵ تا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشد. جهت بررسی نترات منابع آب زیرزمینی دشت ایذه و نمایش فرآیند دنیتریفیکیشن نمودارهای لگاریتم کلر در مقابل لگاریتم نترات و لگاریتم پتاسیم در مقابل لگاریتم نترات برای داده‌های شهریور ماه ۱۳۸۰ رسم شده است (شکل ۴). هر دو نمودار الگوی توزیع مثلی را نشان می‌دهند که بیانگر وجود سه منبع آب با میزان نترات متفاوت در آبخوان آبرفتی ایذه است.

آب A، آب تغذیه ای از آبخوان کارستی می‌باشد که غلظت نترات، کلر، و پتاسیم کمی دارد. با حرکت آب تغذیه‌ای A از حاشیه دشت به سمت مرکز دشت و متحمل شدن آلودگی با منشأهای کشاورزی و شهری، غلظت نترات با بزرگی بیشتری نسبت به پتاسیم و کلراید افزایش یافته و در حالت انتهایی به آب C که غلظت نترات زیاد و غلظت کلر و پتاسیم کمی دارد، تبدیل می‌شود. آب B، که غلظت کلر و پتاسیم زیاد و غلظت

به جز نواحی شهری و مناطقی که پیشروی آب دریاچه‌های منطقه تا آنجا می‌رسد، تقریباً بقیه نواحی دشت زیر پوشش زراعت گندم و جو قرار گرفته است. آلودگی شدید نترات آب‌های زیرزمینی به وسیله فعالیت‌های کشاورزی در نواحی وسیعی از دشت ایذه صورت گرفته است. کوددهی نیتروژنه زمین‌های زراعی گندم و جو در منطقه ایذه در نیمه دوم بهمن ماه صورت می‌گیرد. کود نیتروژنه عمدتاً جهت رشد رویشی (سبزینه) گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. کود نیتروژنه مورد استفاده قرار گرفته برای زراعت گندم و جو عمدتاً اوره می‌باشد. فرآیند اصلی مسبب افزایش نترات آب‌های زیرزمینی ایذه اکسیداسیون آمونیوم ناشی از فروشویی سریع کودهای شیمیایی اعمال شده بر زمین‌های کشاورزی می‌باشد. آب‌های زیرزمینی ایذه عموماً محتوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای اکسیژن محلول می‌باشند. در این گونه محیط‌های هیدروژن‌تولوزیکی، نترات تا مسافت‌های قابل ملاحظه‌ای از نواحی منشأ خود مهاجرت می‌نماید.

حداکثر غلظت نترات آب‌های زیرزمینی دشت ایذه معمولاً در اردیبهشت ماه رخ داده است. تولید آمونیوم کودهای اعمال شده در بهمن ماه بر روی زمین‌های زراعی، در طی اسفند و فروردین به صورت نترات از زون خاک به سطح ایستابی فروشویی می‌گردد. غلظت نترات آب‌های زیرزمینی در جنوب و شرق شهر ایذه همواره بیش از حداکثر غلظت مجاز شرب (۴۵ میلی‌گرم در لیتر) بوده است. منشأ اصلی نترات آب‌های زیرزمینی دشت ایذه، به جز حومه شرقی شهر، کشاورزی می‌باشد. در شمال و شمال غرب دریاچه میانگران، شرق دشت ایذه، غرب دریاچه آب بندان، و تا حدودی جنوب دریاچه آب بندان غلظت‌های نترات آب‌های زیرزمینی بیش از ۳۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. در شمال شهر ایذه و شرق روستای کهباد کاهش شدید غلظت نترات

نمونه‌هایی که دنیتریفیکیشن شدید را متحمل شده‌اند در سمت چپ و خارج از مثلث ABC واقع گشته‌اند.

نیترات متوسطی دارد در نواحی شرقی دشت که باقیمانده‌هایی از سازند گچساران در آنجا وجود دارد، یافت می‌گردد. در نمودارهای شکل ۴

جدول ۱- نتایج سنجش هیدرو شیمی نمونه های آب زیرزمینی دشت ایذه در اردیبهشت ماه ۱۳۸۰ (هدایت الکتریکی بر حسب میکروموس بر سانتی متر؛ غلظت یون های عمده بر حسب میلی اکی والان بر لیتر؛ و غلظت کل جامدات محلول، نیترات، نیتريت، فسفات، DO، و BOD بر حسب میلی گرم در لیتر)

Sample	EC	pH	Ca	Mg	Na	K	HCO3	Cl	SO4	NO3	NO2	PO4	DO	BOD
S1	۱۲۷۶	۸٫۲	۳٫۲۷	۸٫۰۷	۲٫۳۷	۰٫۰۳	۶٫۰۳	۲٫۴۹	۴٫۹۸	۹٫۰۲	۰٫۰۷۶	۰	۰	۲٫۶۸
S2	۶۴۵	۸٫۵	۱٫۴۲	۴٫۸۶	۰٫۹	۰٫۰۳	۱٫۹۳	۰٫۳۱	۳٫۲۳	۳۳٫۰۶	۰٫۰۳	۰	۵٫۲	۰٫۷۰
D11	۴۷۳	۸٫۳	۱٫۹۲	۲٫۴۷	۰٫۴۳	۰٫۰۶	۴	۰٫۳۷	۰٫۳۱	۳۹٫۹۵	۰	۰	۷٫۱	۰٫۸۰
D12	۴۰۰	۸٫۴	۱٫۳۸	۲٫۳۹	۰٫۳	۰٫۰۹	۲٫۸	۰٫۳۸	۰٫۳۶	۴۱٫۸۲	۰٫۰۲۶	۰	۸	۰٫۸۰
D15	۵۶۶	۸	۲٫۵۱	۲٫۷۷	۰٫۶۵	۰٫۰۴	۴٫۸۱	۰٫۳۱	۰٫۶۴	۳۴٫۰۴	۰٫۰۲۴	۰	۷٫۷	۲٫۰۰
D13	۸۰۸	۸	۲٫۳۱	۴٫۲۸	۰٫۶۲	۰٫۰۲	۵٫۴	۰٫۸۴	۰٫۷۸	۷۶٫۳۴	۰٫۰۲۲	۰	۷	۰٫۴۰
D18	۴۶۳	۸	۲٫۵۱	۱٫۸	۰٫۳۷	۰٫۰۲	۳٫۶۴	۰٫۲۸	۰٫۵۶	۲۷٫۶۷	۰٫۰۲	۰	۷٫۶	۰٫۶۰
D17	۴۶۸	۸	۲٫۳۷	۲٫۰۱	۰٫۲	۰٫۰۵	۴٫۰۱	۰٫۱۸	۰٫۲۳	۳۱٫۲	۰٫۰۱	۰	۷٫۴	۰٫۲۰
D16	۴۷۵	۷٫۹	۲٫۱۸	۱٫۳۲	۰٫۳	۰٫۲۱	۲٫۹۶	۰٫۴	۰٫۴۵	۲۴٫۷	۰	۰	۶٫۸	۰٫۴۰
D14	۶۵۹	۷٫۹	۲٫۹۲	۲٫۳۲	۱٫۳۵	۰٫۱	۵٫۱۸	۰٫۶۲	۰٫۶۸	۳۵٫۵	۰٫۰۱۸	۰	۶	۰٫۳۰
D10	۲۶۴	۸	۲٫۱۷	۰٫۹۶	۰٫۱۹	۰٫۰۴	۲٫۵۲	۰٫۳۹	۰٫۲۴	۲۲٫۶	۰٫۰۵۱	۰	۸٫۳	۰٫۳۰
D6	۴۳۱	۸	۱٫۶۶	۱٫۹۸	۰٫۴	۰٫۰۴	۳٫۵۲	۰٫۴۱	۰٫۱۹	۲۵	۰٫۰۶	۰٫۳۸	۸٫۸	۱٫۰۰
D7	۴۵۳	۸٫۳	۱٫۷۹	۲٫۴۸	۰٫۳۹	۰٫۰۲	۳٫۶۴	۰٫۴۱	۰٫۴۲	۲۸٫۴	۰٫۰۵۳	۰٫۵۳	۸	۱٫۹۰
D5	۱۵۹۶	۸٫۱	۳٫۵۳	۶٫۲۲	۵٫۸	۰٫۰۴	۴٫۵۲	۶٫۸۹	۳٫۶۹	۲۴٫۱	۰٫۰۱۷	۰٫۰۶	۶٫۴	۰٫۶۰
D3	۱۶۵۰	۸٫۳	۱٫۴	۸٫۴۳	۸٫۵۷	۰٫۰۳	۸٫۱۸	۱٫۹۵	۷٫۴۸	۶۴٫۳	۰٫۰۲۷	۰	۵٫۶	۱٫۱۰
Q	۹۹۶	۷٫۸	۸٫۵۹	۱٫۲۳	۰٫۳۹	۰٫۰۱	۲٫۳	۰٫۴۷	۷٫۲۳	۱۸٫۲	۰	۰٫۰۲	۴٫۶	۰٫۲۰
D4	۱۱۲۸	۸٫۴	۱٫۰۲	۵٫۶۳	۵٫۸	۰٫۱۱	۵٫۷۲	۱٫۵۵	۳٫۵۷	۱۹	۰	۰٫۱۳	۵٫۷	۲٫۴۰
D2	۸۰۰	۸٫۶	۰٫۴۸	۵٫۶۶	۳	۰٫۰۳	۴٫۱۲	۱٫۱۳	۲٫۵	۴۷٫۴	۰٫۰۸۱	۰	۶٫۵	۱٫۱۰
D1	۵۷۷	۸٫۵	۰٫۵	۵٫۲۷	۱٫۰۳	۰٫۱۴	۴٫۵۴	۰٫۴۷	۰٫۴۷	۱۷٫۶	۰٫۰۳۱	۰	۷٫۳	۰٫۳۰
P9	۱۰۰۹	۹	۰٫۳	۹٫۹۲	۱٫۷۸	۰٫۱۴	۵٫۳۸	۱٫۹	۱٫۴	۸۷٫۵	۰	۰	۶٫۶	۲٫۶۰
S6	۳۱۷۲	۸٫۷	۰٫۸۶	۱۸٫۹۴	۱۶٫۵	۰٫۰۲	۷٫۹۲	۱۶٫۵۳	۷٫۲۹	۱۴٫۳	۰٫۰۱۹	۰٫۲	۳٫۲	۰٫۳۰
D22	۹۰۱	۸٫۳	۲٫۳۶	۴٫۲۸	۲٫۴	۰٫۰۲	۵٫۵۱	۲٫۱۲	۱٫۷۵	۴۲٫۳	۰٫۰۳۸	۰٫۰۴	۳٫۲	۰٫۱۰
S3	۸۸۰	۸٫۷	۰٫۴۲	۷٫۵۴	۱٫۷	۰٫۱۳	۴٫۷۴	۱٫۶۳	۱٫۲۱	۴۶٫۳	۰	۰٫۱۵	۸٫۵	۲٫۴۰

جدول ۲- نتایج سنجش هیدرو شیمی نمونه های آب زیرزمینی دشت ایزد در شهریور ماه ۱۳۸۰ (هدایت الکتریکی بر حسب میکروموس بر سانتی متر؛ غلظت یون های عمده بر حسب میلی اکی والان بر لیتر؛ و غلظت کل جامدات محلول، نیترات، فسفات، DO، BOD، و COD بر حسب میلی گرم در لیتر)

Sample	EC	pH	Ca	Mg	Na	K	HCO3	Cl	SO4	NO3	PO4	DO	BOD	COD
S1	۱۲۲۰	۸٫۲	۲٫۹۰	۶٫۷۰	۱٫۹۷	۰٫۰۲	۶٫۲	۲٫۰۰	۳٫۳۵	۸	۰	۳٫۱	۲٫۳	۳٫۲
D11	۶۳۶	۸٫۳	۲٫۷۰	۲٫۷۰	۰٫۴۳	۰٫۰۵	۴٫۹	۰٫۳۰	۰٫۶۶	۳۱	۰	۷٫۲	۱٫۴	۷٫۲
D15	۴۹۳	۸٫۴	۲٫۱۳	۲٫۷۷	۰٫۴۳	۰٫۰۴	۴٫۰	۰٫۴۹	۰٫۸۵	۴۲٫۱	۰٫۰۱۵	۶٫۲	۱٫۶	۸٫۲
D13	۶۸۰	۸٫۵	۴٫۰۰	۱٫۷۰	۰٫۵۰	۰٫۰۳	۴٫۱	۰٫۲۰	۱٫۰۲	۳۷٫۲	۰	۷٫۸	۱٫۴	۶٫۴
D18	۴۶۰	۵٫۱	۲٫۶۲	۲٫۳۳	۰٫۲۳	۰٫۰۲	۴٫۲	۰٫۵۴	۰٫۴۴	۲۳٫۸	۰	۷٫۸	۱٫۲	۸
D17	۴۸۵	۸٫۲	۳٫۲۰	۲٫۰۰	۰٫۱۹	۰٫۰۲	۴٫۳	۰٫۲۷	۰٫۸۲	۴۴٫۴	۰٫۰۲۱	۷٫۸	۱٫۲	۷٫۴
D16	۴۳۰	۸٫۲	۳٫۲۱	۰٫۹۹	۰٫۲۳	۰٫۰۲	۳٫۷	۰٫۴۶	۰٫۲۹	۲۳٫۴	۰٫۰۱	۸٫۵	۲٫۶	۱۰٫۴
D14	۵۸۰	۸٫۳	۲٫۲۰	۲٫۴۰	۱٫۳۵	۰٫۰۵	۴٫۱	۰٫۸۳	۱٫۰۴	۴۲٫۹	۰	۸٫۲	۳٫۸	۱۶٫۸
D10	۳۹۲	۸٫۵	۲٫۳۰	۱٫۵۰	۰٫۲۳	۰٫۰۴	۲٫۷	۰٫۳۱	۰٫۱۵	۲۱	۰	۸٫۵	۰٫۶	۳٫۲
D6	۴۷۹	۸٫۳	۲٫۲۰	۲٫۷۰	۰٫۳۹	۰٫۰۳	۴٫۱	۰٫۳۰	۰٫۹۰	۲۶	۰٫۰۱	۸٫۴	۱٫۴	۱۴٫۴
D7	۴۳۹	۸٫۰	۲٫۲۰	۲٫۵۰	۰٫۳۳	۰٫۰۲	۲٫۳	۰٫۶۰	۱٫۰۰	۱۸	۰٫۰۱	۷٫۲	۱٫۸	۳٫۱
D5	۱۷۸۲	۸٫۲	۳٫۸۰	۷٫۹۰	۶٫۷۰	۰٫۰۳	۶٫۰	۷٫۲۰	۵٫۱۷	۲۹	۰٫۰۱۴	۷٫۶	۱٫۶۴	۷٫۲
D3	۱۴۸۰	۹٫۰	۱٫۱۴	۸٫۶۶	۸٫۰۰	۰٫۰۳	۴٫۹	۲٫۰۳	۸٫۳۶	۵۶	۰	۶	۰٫۶	۳٫۶
Q	۹۱۴	۸٫۴	۴٫۷۰	۵٫۶۰	۰٫۳۷	۰٫۰۴	۲٫۵	۰٫۴۰	۷٫۷۷	۲۹٫۲	۰	۷٫۷	۰٫۳۴	۳٫۶
D2	۷۵۹	۸٫۲	۲٫۴۱	۴٫۴۹	۲٫۵۰	۰٫۰۳	۶٫۰	۰٫۳۰	۳٫۱۰	۲۲٫۴	۰٫۰۳	۷٫۴	۲٫۴	۳٫۶
D1	۷۷۲	۸٫۲	۲٫۸۲	۵٫۸۰	۰٫۸۳	۰٫۰۱	۶٫۲	۰٫۳۰	۲٫۹۲	۲۰	۰	۸٫۱	۱٫۴۲	۱۰٫۱
P9	۱۱۴۹	۸٫۵	۲٫۱۰	۹٫۱۰	۱٫۵۰	۰٫۱۳	۹٫۵	۰٫۸۳	۱٫۰۰	۴۵٫۶	۰٫۰۳	۴٫۶	۱٫۲	۱۴٫۴
S6	۳۸۳۱	۸٫۱	۲٫۱۷	۲۲٫۸۳	۱۵٫۰۰	۰٫۰۳	۱۳٫۴	۱۵٫۳۰	۱۱٫۵۰	۳٫۳	۰٫۰۲	۲٫۷	۲٫۵	۱۰٫۸
D22	۱۱۴۸	۸٫۲	۴٫۲۰	۳٫۷۰	۲٫۴۰	۰٫۰۲	۶٫۰	۲٫۷۰	۱٫۶۰	۴۰	۰٫۰۱	۴٫۴	۱	۱۱٫۶
S3	۱۳۳۷	۸٫۷	۲٫۲۰	۹٫۸۰	۲٫۷۵	۰٫۱۲	۷٫۶	۳٫۰۰	۲٫۷۲	۲۵	۰٫۰۳	۶	۲٫۳	۲۸٫۴
D8	۴۹۹	۸٫۵	۱٫۶۳	۳٫۷۷	۰٫۵۹	۰٫۰۲	۴٫۰	۰٫۳۰	۰٫۸۸	۲٫۷۳	۰	۷٫۷	۱٫۳	۴
D9	۷۳۳	۸٫۴	۲٫۴۰	۴٫۲۰	۱٫۰۰	۰٫۰۲	۶٫۶	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۲٫۴۵	۰	۵٫۱	۰٫۷	۹٫۸
D21	۱۱۶۷	۸٫۶	۳٫۳۰	۷٫۵۰	۱٫۲۰	۰٫۰۲	۳٫۴	۲٫۱۰	۵٫۴۰	۲۲٫۶	۰	۲٫۸	۰٫۴	۸٫۲
D23	۱۱۵۸	۸٫۵	۲٫۱۴	۴٫۴۶	۵٫۲	۰٫۰۵	۶٫۷	۱٫۱۷	۳٫۵۴	۲۹٫۵	۰	۵٫۵	۰٫۵	۱۲
D26	۴۹۴	۸٫۸	۳٫۱۰	۱٫۶۹	۰٫۲۰	۰٫۰۵	۴٫۲	۰٫۴۵	۰٫۳۶	۲۸٫۳	۰	۷٫۹	۲	۴٫۶

جدول ۳- نتایج سنجش هیدرو شیمی نمونه های آب زیرزمینی دشت ایزد در دی ماه ۱۳۸۰ (هدایت الکتریکی بر حسب میکروموس بر سانتی متر؛ غلظت یون های عمده بر حسب میلی اکی والان بر لیتر؛ و غلظت کل جامدات محلول، نیترات، نیتریت، و آمونیوم بر حسب میلی گرم در لیتر)

Sample	EC	pH	Ca	Mg	Na	K	HCO3	Cl	SO4	NO3	NO2	NH4
S1	۱۵۶۳	۷٫۶	۴٫۹۰	۱۰٫۸۰	۳٫۲۰	۰٫۰۲	۹٫۸۰	۳٫۹۰	۵٫۰۱	۵٫۰۸	۰	۰
D11	۵۸۷	۷٫۷	۳٫۲۲	۳٫۶۸	۰٫۳۷	۰٫۰۶	۶٫۱۰	۰٫۴۰	۰٫۷۳	۳۰	۰٫۰۲	۰٫۰۳
D15	۵۳۶	۷٫۶	۳٫۱۰	۳٫۸۰	۰٫۶۰	۰٫۰۴	۵٫۴۰	۰٫۳۰	۱٫۶۴	۳۰	۰٫۰۲	۰٫۰۳
D13	۷۶۹	۷٫۶	۳٫۱۰	۴٫۶۰	۰٫۹۰	۰٫۱۰	۶٫۹۰	۰٫۷۳	۰٫۹۰	۱۷٫۴	۰٫۰۲	۰
D18	۷۳۳	۷٫۸	۲٫۷۰	۴٫۷۰	۰٫۴۰	۰٫۰۲	۴٫۵۳	۰٫۲۸	۰٫۴۰	۲۴	۰	۰٫۰۲
D16	۴۰۵	۸٫۱	۳٫۰۰	۳٫۰۰	۰٫۲۰	۰٫۰۲	۳٫۷۵	۰٫۲۹	۱٫۹۸	۲۰٫۲	۰	۰٫۰۳
D10	۳۳۶	۸٫۰	۲٫۱۶	۱٫۸۴	۰٫۲۰	۰٫۰۴	۲٫۸۰	۰٫۳۰	۰٫۹۴	۱۲	۰٫۰۱	۰٫۰۲
D6	۴۴۲	۷٫۹	۲٫۲۵	۲٫۶۵	۰٫۴۰	۰٫۰۲	۴٫۸۰	۰٫۲۰	۰٫۱۰	۱۵	۰	۰
D7	۴۲۸	۸٫۳	۲٫۱۰	۲٫۹۰	۰٫۴۰	۰٫۰۲	۴٫۶۰	۰٫۳۰	۰٫۳۲	۱۵٫۲	۰٫۰۱	۰٫۰۲
D5	۲۵۳۴	۷٫۷	۶٫۴۰	۹٫۱۰	۱۱٫۸۰	۰٫۰۳	۶٫۳۰	۱۲٫۱۰	۸٫۷۲	۲۱٫۳	۰٫۰۱	۰٫۰۳
D3	۱۲۹۴	۷٫۴	۳٫۵۰	۶٫۸۶	۵٫۶۰	۰٫۱۰	۱۰٫۰۰	۱٫۳۰	۴٫۵۶	-	-	-
Q	۷۵۷	۷٫۸	۶٫۹۰	۱٫۴۰	۰٫۲۳	۰٫۰۳	۳٫۴۹	۰٫۵۸	۴٫۲۸	۲۸٫۶	۰	۰٫۰۲
D2	۸۷۶	۷٫۹	۳٫۳۰	۵٫۷۰	۱٫۲۰	۰٫۰۲	۹٫۶۰	۰٫۴۰	۰٫۰۲	۱۷٫۴	۰٫۰۲	۰٫۰۲
P9	۱۰۸۱	۸٫۲	۱٫۷۰	۹٫۶۰	۱٫۶۰	۰٫۱۲	۱۱٫۲۰	۱٫۲۰	۰٫۴۰	۵۴	۰	۰
S6	۹۳۴	۷٫۹	۱٫۵۹	۵٫۳۱	۳٫۷۰	۰٫۰۵	۴٫۷۰	۴٫۱۰	۱٫۶۵	۱۶٫۲	۰٫۰۱	۰٫۰۲
S3	۹۷۵	۸٫۰	۲٫۶۰	۷٫۱۰	۱٫۶۰	۰٫۱۰	۹٫۲۰	۱٫۵۰	۰٫۵۰	۲۵٫۲	۰	۰٫۰۱
D8	۵۸۶	۷٫۶	۳٫۱۶	۳٫۵۴	۰٫۵۰	۰٫۰۲	۶٫۳۰	۰٫۳۰	۰٫۴۰	۳۰٫۲	۰	۰٫۰۴
D9	۶۶۰	۷٫۹	۲٫۰۰	۵٫۶۰	۰٫۸۳	۰٫۰۱	۶٫۹۰	۰٫۳۰	۱٫۰۳	۱۶٫۴	۰	۰٫۰۳
D21	۱۲۱۲	۸٫۳	۳٫۸۰	۸٫۴۰	۱٫۵۰	۰٫۰۲	۱۰٫۳۰	۳٫۱۰	۰٫۱۲	-	-	-

نمونه‌های آب زیرزمینی ایذه حاوی باکتری‌های کلی فرم گردند.

نتیجه گیری

تکامل طبیعی ژئوشیمیایی آب زیرزمینی دشت ایذه در جهت جریان عمومی، از آب نوع بی کربناته کلسیک (منیزیک) در جنوب دشت، به آب نوع بی کربناته منیزیک (کلسیک) در قسمت‌های مرکزی دشت و در نهایت به آب نوع سولفات (بی کربناته) منیزیک (کلسیک) در شمال دشت روی می‌دهد. غلظت نیترات زیاد آب زیرزمینی در مقادیر بیش از ۱۵ میلی گرم در لیتر (مقدار متأثر از فعالیت‌های انسانی) در بخش‌های وسیعی از آبخوان دشت ایذه مشخص گردیده است.

محدودیت ویژه مطالعه باکتریولوژیکی آب‌های زیرزمینی آنست که انواع مختلف باکتری‌های مدفوعی خصوصیات انتقالی و بقاء متفاوتی دارند و از این رو پس از رخداد آلودگی، نسبت‌های انواع باکتری‌های مختلف با زمان و فاصله از منشأ تغییر می‌نماید. هر چند که امکان جذب باکتری‌ها توسط لایه سیلتی ماسه‌ای پوشاننده آبخوان آبرفتی ایذه وجود دارد، با این حال آب‌های زیرزمینی کم عمق ایذه از لحاظ باکتریایی شدیداً آلوده می‌باشند. در خرداد و شهریور ماه ۱۳۸۰، حدود ۴۵ درصد نمونه‌های آب زیرزمینی ایذه آلودگی باکتریایی را نشان می‌دهند. نفوذ آب‌های سطحی آلوده از طریق بارش و نیز بالا رفتن سطح ایستابی، باعث گردیده تا در دی ماه ۱۳۸۰ حدود ۸۰ درصد

جدول ۴- نتایج سنجش‌های باکتریولوژیکی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت ایذه و معرفی منشأهای آلودگی باکتریایی در سه دوره نمونه برداری در سال ۱۳۸۰ (علامت * نمایانگر عدم اندازه گیری می باشد)

شناسه	خرداد		شهریور		دی		منشأ آلودگی
	MPN	نوع باکتری	MPN	نوع باکتری	MPN	نوع باکتری	
S1	>۱۱۰۰	اترو باکتر اتروجنیز	>۱۱۰۰	اترو باکتر اتروجنیز	۱۵۰	اشرشیاکلی	فاضلاب شهر ایذه + مرغداری
D11	۰	-	۰	-	۲۸	اشرشیاکلی + کلسیلا	گاوداری
D15	۰	-	*	*	۳۹	کلسیلا	نفوذ آبهای سطحی از دریاچه
D13	۰	-	۰	-	۰	*	-
D18	۰	-	۰	-	۹	کلسیلا	نامشخص
D17	۲۴۰	کلسیلا	۰	-	*	*	نامشخص
D16	*	*	۰	-	۱۵	کلسیلا	گاوداری
D14	۰	-	۰	-	*	*	-
Sp	>۱۱۰۰	پروتوس و لگاریس	۲۱	اشرشیاکلی	۴۳	اشرشیاکلی	آغل های گوسفندان در ارتفاعات
D10	۰	-	۹۳	اشرشیاکلی	>۱۱۰۰	تعیین نشده	آغل های گوسفندان در ارتفاعات
D6	۰	-	۰	-	۰	-	-
D7	۴۳	پروتوس و لگاریس	*	*	۱۵	اشرشیاکلی	نفوذ آبهای سطحی از دریاچه
D5	۰	-	۰	-	۰	-	-
D3	۴۶۰	سیترو باکتر فروندی	۰	-	۱۰	کلسیلا	توالت غیر بهداشتی در مزرعه
Q	۴۳	اترو باکتر اتروجنیز	۲۳	اترو باکتر اتروجنیز	۲۳	اشرشیاکلی	آغل های گوسفندان در بالا دست
D2	۵۳	-	۴	اشرشیاکلی	>۱۱۰۰	اشرشیاکلی	آغل های گوسفندان
S4	۴۳	سیترو باکتر فروندی	۰	-	>۱۱۰۰	اشرشیاکلی	گاوداری
S6	*	*	>۱۱۰۰	اشرشیاکلی	۱۳	اشرشیاکلی	نفوذ آبهای سطحی از دیواره چاه
D22	*	*	۰	-	*	*	-
S3	>۱۱۰۰	اترو باکتر اتروجنیز	۴۶۰	اترو باکتر اتروجنیز	>۱۱۰۰	اشرشیاکلی	فاضلاب شهر ایذه
D8	۲۴۰	سیترو باکتر فروندی	۲۰	اشرشیاکلی	۱۵	اشرشیاکلی	توالت غیر بهداشتی در مزرعه
D9	۰	-	۰	-	۴	اشرشیاکلی + کلسیلا	نامشخص
D19	۰	-	۱۵	اشرشیاکلی	*	*	گاوداری
D21	*	*	۱۵	اترو باکتر اتروجنیز	۳	تعیین نشده	نفوذ آبهای سطحی از دیواره چاه
DD1	۰	-	*	*	۰	-	-
D23	۰	-	۰	-	*	*	-

با توجه به آنکه آبخوان دشت ایذه به لحاظ قابلیت شرب در حالت بحرانی قرار دارد بنابراین می‌بایست تا آنجا که ممکن است از آب‌های زیرزمینی دشت ایذه برای شرب استفاده نگردد و مدیریت آبخوان بر پایه مصرف کشاورزی استوار گردد. قابلیت انتقال نسبتاً زیاد آبخوان آبرفتی در زیر شهر ایذه و نواحی حاشیه‌ای مجاور آبخوان کارستی، باعث گردیده است که در اثر نفوذ فاضلاب شهری به آبخوان و پمپاژ بیش از حد آبخوان کارستی باعث تحریک توده آلودگی در آبخوان شده است. بدین لحاظ پیشنهاد می‌شود که با در نظر گرفتن جنبه‌های فنی و اقتصادی، آب زیرزمینی آلوده در محدوده شهر ایذه، از اعماق کم آبخوان استخراج شده و در زمین‌های اطراف شهر برای کشاورزی مصرف گردد. همچنین توصیه می‌گردد برداشت آب شرب از دیگر منابع آب کارست که از شهر ایذه فاصله دارند صورت گیرد. با عنایت به آن که چاه‌های دستی و دهانه‌گشاد موجود در دشت ایذه آب‌های آلوده سطحی را به طور مستقیم وارد آبخوان می‌سازند بنابراین پیشنهاد می‌شود که نسبت به درپوش گذاشتن چاه‌ها، خاکریزی و سیمان‌کاری زمین اطراف چاه‌ها، و در صورت نیاز مسدود نمودن چاه‌ها اقدام گردد.

منابع

- Alley, W. M. (1993). *Regional Ground-Water Quality*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Antonakos A., and N. Lambrakis (2000). Hydrodynamic characteristics and nitrate propagation in Sparta aquifer. *Water Resources Research*. 34: 3977-3986.
- Chapman D. (1996). *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. UNESCO,

در بعضی مناطق دشت ایذه غلظت نترات آب زیرزمینی تا مقادیر بیش از ۴۵ میلی‌گرم (حداکثر غلظت مجاز آب شرب بر اساس EPA, 2003) افزایش یافته است. فرآیند اصلی مسبب افزایش نترات آب‌های زیرزمینی ایذه اکسیداسیون آمونیوم ناشی از فروشویی سریع کودهای غیر آلی اعمال شده بر زمین‌های کشاورزی می‌باشد. آب‌های زیرزمینی ایذه عموماً محتوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای اکسیژن محلول می‌باشند. در این گونه محیط‌های هیدروژئولوژیکی، نترات تا مسافت‌های قابل ملاحظه‌ای از نواحی منشأ خود مهاجرت می‌نماید. حداکثر غلظت نترات آب‌های زیرزمینی دشت ایذه معمولاً در اردیبهشت ماه رخ داده است. تولید آمونیوم کودهای اعمال شده در بهمن ماه بر روی زمین‌های زراعی، در طی اسفند و فروردین به صورت نترات از زون خاک به سطح ایستابی فروشویی می‌گردد. چاهک‌های جذبی فاضلاب‌های خانگی در شهر ایذه و روستاهای اطراف، نهرهای هدایت‌کننده فاضلاب شهر ایذه به دریاچه میانگران، مرغداری‌ها، گاوداری‌ها، کودهای شیمیایی اعمال شده برای زراعت گندم و جو، و آبیاری زمین‌های شمال شرقی شهر ایذه با استفاده از فاضلاب جهت شالی کاری از مهم‌ترین عوامل آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت ایذه تشخیص داده شده‌اند. هرچند که امکان جذب باکتری‌ها توسط لایه سیلتی ماسه‌ای پوشاننده آبخوان آبرفتی ایذه وجود دارد، با این حال آب‌های زیرزمینی کم عمق ایذه از لحاظ باکتریایی شدیداً آلوده می‌باشند. در خرداد و شهریور ماه ۱۳۸۰، حدود ۴۵ درصد نمونه‌های آب زیرزمینی ایذه آلودگی باکتریایی را نشان می‌دهند. نفوذ آب‌های سطحی آلوده از طریق بارش و نیز بالا رفتن سطح ایستابی، باعث گردیده تا در دی ماه ۱۳۸۰ حدود ۸۰ درصد نمونه‌های آب زیرزمینی ایذه حاوی باکتری‌های کلی فرم گردند.

WHO, UNEP, E & FNSPON,
Cambridge.

Datta P. S., D. L. Dab and S. K. Tyagi
(1997). Assessment of groundwater
contamination from fertilizers in
Delhi area based on ^{18}O , NO_3 and
Kcomposition. *Journal of Contaminant
Hydrology*. 27: 249-262.

EPA. (2003). Drinking Water Standards.
EPA, New York.

Lerner, D. N. and K. T. Papatolios
(1993). A simple analytical approach
for predicting nitrates concentrations
in pumped groundwater. *Ground
Water*. 31: 370-376.

Shamrukh M., M. Y. Corapcioglu and F.
A. A. Hassona (2001). Modeling the
effect of chemical fertilizers on
ground water quality in the Nile
Valley Aquifer, Egypt. *Ground
Water*. 39: 59-67.

