دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال هفدهم، شماره ۵، صفحه ۹۳۷– ۹۲۷ (آذر و دی ۱۳۹۳)

ISMJ 2014; 17(5): 927-937

بررسی آلودگی شیمیایی آب زیرزمینی دشت برازجان

جابر مظفری‌زاده [۱*]، زهرا سجادی [۲]

[۱] دبیر کمیته تحقیقات، شرکت آب منطقه‌ای استان بوشهر
[۲] گروه هیدروژئولوژی، بخش زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز

(دریافت مقاله: ۹۱/۱۰/۳۰- پذیرش مقاله: ۹۲/۳/۵)

چکیده

زمینه: امروزه یکی از مشکلات جوامع بشری آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات است. نیترات به‌دلیل قابلیت انحلال زیاد در آب، جذب کم و نیز پایداری ترکیب آن در آب، به‌عنوان بهترین شاخص برای نشان دادن آلودگی شیمیایی آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفته است. دشت برازجان در شمال استان بوشهر یکی از دشت‌های حاصلخیز می‌باشد که آلودگی نیترات آب زیرزمینی در بخش‌های وسیع از این دشت رخ داده است. هدف از این بررسی تعیین منشأ آلودگی های موجود و مناطق دارای بیشترین پتانسیل آلودگی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این بررسی کیفیت شیمیایی آب چاه‌های منطقه، به‌ویژه از نظر آلودگی یون‌های نیترات، سولفات، کلر و سدیم، تغییرات مکانی و زمانی و منشأ آن‌ها در آب‌های زیرزمینی دشت برازجان، مطالعه شده است. نمونه‌های آب زیرزمینی از ۱۲ چاه، در ماه‌های فروردین و مرداد سال ۱۳۹۱ جمع‌آوری گردیده و جهت تعیین پارامترهای هیدروشیمی و آلودگی مورد سنجش قرار گرفته است. در طول نمونه‌برداری سعی شد از روش‌های استاندارد نمونه‌برداری **EPA 2006** استفاده شود.

یافته‌ها: بر اساس نتایج حاصله، آلودگی شدید نیتراته (تا بیش از ۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر) آب‌های زیرزمینی بخصوص در بخش جنوبی دشت به‌وسیله فعالیت‌های کشاورزی و همچنین چاه‌های جذبی و ورود آب آلوده از مرغداری‌ها رخ داده است. همچنین نتایج نشان داد که غلظت یون‌های –Cl در ۶۶ درصد نمونه‌ها، +Na در ۵۹ درصد، -SO42- ۱۰۰ درصد و -NO3 در ۴۲ درصد از نمونه‌های آب زیرزمینی بیشتر از مقادیر استاندارد می‌باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصله بایستی در استفاده از کودهای شیمیایی مدیریت مناسب اعمال گردد و از ورود فاضلاب‌های خانگی، کشاورزی و صنعتی بدون تصفیه به منابع آب منطقه ممانعت به‌عمل آید.

واژگان کلیدی: دشت برازجان، آلودگی، آب زیرزمینی، غلظت نیترات.

*بوشهر، خیابان رییسعلی دلواری، شرکت آب منطقه‌ای بوشهر، کمیته تحقیقات

Email: jaber_mozaffarizadeh@yahoo.com

مقدمه

کیفیت مطلوب فیزیکی و شیمیایی آب از نقطه نظر زیباشناختی و حفظ سلامتی مصرف‌کننده و نگهداری از سیستم شبکه آب ضروری است. کنترل غلظت برخی آلاینده‌ها در برخی از مناطق، جهت فراهم نمودن سلامتی مردم لازم است، که این‌گونه اقدامات شامل انجام آزمایش‌های شیمیایی بر روی منابع تأمین آب می‌باشند (۱).

نیترات و فسفات دو آلاینده عمده آب‌های زیرزمینی هستند که منشأ اصلی آن‌ها فاضلاب شهری و فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند (۲).

نیترات به‌عنوان شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی همواره مورد توجه محققان بوده است. بیشتر موارد رخداد آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی با فاضلاب‌های کشاورزی و استفاده از کودهای نیتروژنه در ارتباط است (۳ و ۴). نیتروژن موجود در آب آبیاری همانند نیتروژن مصرفی در خاک عمل می‌نماید و در صورتی‌که میزان آن زیاد باشد، بر رشد گیاه تأثیر گذارده و رسیدن میوه را به تعویق انداخته و یا کیفیت آن را کاهش می‌دهد (۵).

آنتوناکوس و لامبراکیس ویژگی‌های هیدروشیمیایی و افزایش نیترات در آبخوان Sparta، در یونان را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با تهیه پروفیل‌های تکامل پارامترهای شیمیایی در مقابل عمق نتیجه‌گیری نمودند که فرایند اصلی مسبب افزایش نیترات آب زیرزمینی، اکسیداسیون آمونیاک ناشی از فروشویی سریع کودهای غیرآلی اعمال شده در نواحی کشاورزی می‌باشد (۶). هیدروژئوشیمی و کیفیت آب زیرزمینی بخش پایینی حوضه رودخانه Ponnaiyar، منطقه Cuddalore، جنوب هندوستان توسط جواناندام (Jeevanandam) و همکاران مورد ارزیابی قرار گرفت؛ نتایج نشان‌دهنده غلظت بالای NO_3^-، Cl^-، PO_4^- در آب زیرزمینی و آلوده شدن منابع آب می‌باشد (۷). محققان گوناگونی اثرهای منفی شوری در کاهش عملکرد گیاهان را گزارش نموده و اعلام داشته‌اند که وجود نمک‌های محلول فراوان در خاک یا محلول غذائی موجب کاهش در جذب نیتروژن کل توسط گیاه گردیده و در مجموع در خاک‌های شور، کارآیی عناصر غذایی در افزایش عملکرد کاهش می‌یابد (۱۰-۸).

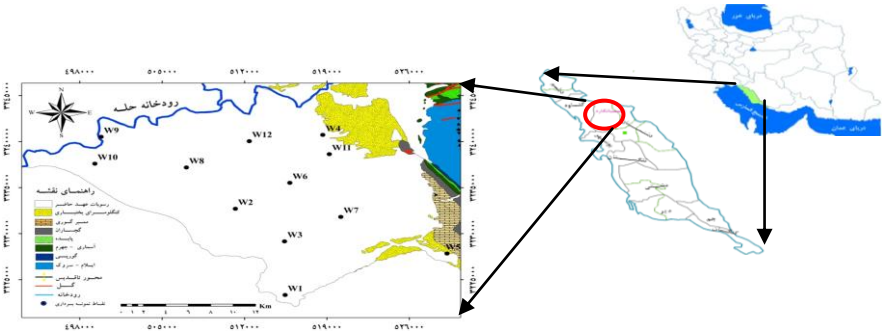
دشت برازجان یکی از دشت‌های حاصلخیز استان بوشهر است، که از آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری گسترده‌ای صورت می‌گیرد، در نتیجه امکان آلودگی منابع آب زیرزمینی به یون نیترات وجود دارد.

تاکنون مطالعه‌ای در مورد وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت برازجان از نظر آلودگی نیترات انجام نشده است، بنابراین هدف از این پژوهش بررسی وضعیت آب‌های منطقه برازجان و تعیین منشأ آلودگی این منابع به یون نیترات می‌باشد. کوددهی نیتراته با هدف رشد زایشی گیاهان و نفوذ فاضلاب خانگی از بیش‌ترین منشأهای آلودگی نیتراته آبخوان آبرفتی برازجان می‌باشند.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

دشت برازجان یکی از دشت‌های محدوده مطالعاتی دالکی- شبانکاره می‌باشد، این محدوده در شمال استان بوشهر واقع شده است که بین طول‌های جغرافیایی ″۸۴ ′۲۹ °۴۹ تا ″۴۰ ′۰۰ °۵۳ شرقی و عرض‌های ″۱۰ ′۲۲ °۳۲ تا ″۹۳ ′۴۵ °۳۲ قرار دارد (شکل ۱). از نظر آب و هوایی، منطقه مورد مطالعه با میانگین بارندگی سالانه ۲۸۱/۳ میلی‌متر و میانگین دمای ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد بر اساس تقسیم‌بندی آمبرژه دارای اقلیم بیابانی گرم میانه می‌باشد.

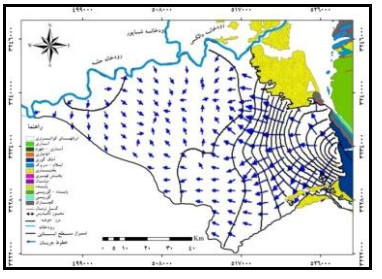


شکل ۱) نقشه زمین‌شناسی و موقعیت منطقه مورد مطالعه

زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی

بر اساس تقسیم‌بندی زمین‌شناسی منطقه برازجان از لحاظ زمین‌شناسی در ناحیه زاگرس چین‌خورده یا زاگرس خارجی قرار دارد (۱۰). آبخوان آبرفتی برازجان از نوع آزاد و به‌صورت پیوسته و ناهمگن بوده که رسوبات تشکیل‌دهنده آن بیشتر شامل واریزه‌ها، مخروط افکنه‌ها و رسوبات رودخانه‌ای می‌باشد. از نظر دانه‌بندی رسوبات آبخوان آبرفتی شامل قطعه سنگ، قلوه سنگ، شن، ماسه و سیلت و رس می‌باشد. تغذیه آب‌های زیرزمینی از ارتفاعات شرقی دشت و تخلیه آب‌های زیرزمینی از بخش‌های غربی دشت به خلیج‌فارس می‌باشد.

عمق برخورد به آب زیرزمینی از حواشی شرقی دشت (بیش از ۹۰ متر) به سمت نواحی مرکزی، غربی و جنوب غربی (کمتر از ۵ متر) کاهش می‌یابد. نقشه هم‌تراز آب زیرزمینی دشت برازجان در فروردین‌ماه ۱۳۹۱ در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲) نقشه هیدروژئولوژیکی منطقه مورد مطالعه

به‌طور کلی جهت جریان آب زیرزمینی در دشت برازجان از حواشی شرقی و غربی دشت به طرف قسمت‌های میانی و جنوب غربی دشت است. شیب هیدرولیکی در حاشیه‌های دشت، که در ارتباط با سازندهای آهکی مجاور می‌باشند، بیش از سایر نواحی است و به سوی مرکز دشت به تدریج کاهش می‌یابد.

جمع‌آوری داده‌ها

اساسی‌ترین گام در مطالعات هیدروشیمی و آلودگی، جمع‌آوری داده‌های شیمیایی می‌باشد. در این بررسی از روش‌های زمین‌شناسی و هیدروشیمیایی جهت ارزیابی وضعیت کیفی و بررسی آلودگی منابع آب زیرزمینی استفاده شد.

نقشه زمین‌شناسی منطقه با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS ویرایش ۹/۳ ترسیم گردید. به‌منظور بررسی آلودگی شیمیایی آب زیرزمینی دشت برازجان تعداد ۱۲ نمونه آب از چاه‌های کشاورزی منطقه با توجه به چگونگی گسترش زمین‌های زراعی و نزدیکی به روستاها و هدف ارزیابی تأثیرات یون‌های شیمیایی به‌ویژه نیترات برداشت شد (شکل ۱)، نمونه‌برداری از چاه‌ها با پراکنش مناسب مکانی و زمانی در فروردین و مردادماه ۱۳۹۱ (به‌عنوان شاخص فصل پرآبی و کم آبی) انجام گرفت.

پارامترهـای درجه حرارت، pH، هدایت الکتریکی در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد، نمونه‌ها در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شده و به‌منظور آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه شرکت زاگرس آبشناس فارس منتقل گردید. برای اندازه‌گیری میزان TDS و EC نمونه‌های آب از دستگاه هدایت‌سنج، و برای اندازه‌گیری مقادیر آنیون‌ها و کاتیون‌ها از دستگاه کروماتوگراف یونی (مدل ۸۵۰) استفاده شد.

ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌های آب جمع‌آوری شده مانند pH با دستگاه pH متر و مقدار کاتیون +K با استفاده از فلیم‌فتومتر برحسب میلی‌گرم در لیتر با استفاده از منحنی‌های کالیبراسیون اندازه‌گیری شد.

به‌منظور تعیین کلرید از روش تیتراسیون نیترات نقره استفاده شد. مقادیر آنیون‌های NO3– آب‌های زیرزمینی منطقه موردمطالعه از روش احیای کادمیوم در طول موج ۵۴۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (HACH-DR–۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد (۱۱).

برای مقایسه کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه با استانداردهای آب آبیاری از استاندارد سازمان جهانی استفاده گردیده است، برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی از نرم‌افزار Arcmap ویرایش ۹/۳ و روش درون‌یابی IDW استفاده شد.

یافته‌ها

آنالیز پارامترهای هیدروشیمی و میزان نیترات و نسبت‌های یونی نمونه‌های آب برداشت شده از دشت برازجان در جداول ۱ و ۳ ارائه شده است.

در این مطالعه بررسی پراکندگی‌های مکانی پارامترهای شیمیایی بر اساس نمودارهای سری مکانی و مقایسه با استانداردهای آب کشاورزی صورت گرفته است. بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده، میزان غلظت یون‌های سولفات در ۱۰۰ درصد نمونه‌ها و کلر در بیش از ۷۷ درصد نمونه‌های آب زیرزمینی بیشـتر از حدود اسـتانـدارد (جدول ۲) می‌باشد. غلظت سدیـم تنها در نمونه‌های W۲، W۸، W۹و W۱۰ بیشتر از مقدار استاندارد می‌باشد.

جدول ۱) نتایج سنجش هیدروشیمی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت برازجان در فروردین‌ماه ۱۳۹۱

ایستگاه	کد	EC µm /cm	pH	mg/l						meq/l	
				Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl	TDS	SAR
گندم ریز	W_1	۸۳۸۲	۷/۴	۵۵۱/۱	۶۹۸/۸	۲۳۲/۴	۲۱/۵	۱۵۲/۵	۲۶۴۷	۱۲۴۱	۵۵۳۴	۱/۳۵
گز بلند	W_2	۲۲۲۳۷	۷/۶	۱۵۰۳	۹۱۱/۴	۲۱۸۷	۹۱/۸۸	۲۱۳/۶	۱۸۵۴	۷۴۴۵	۱۴۲۰۱	۸/۹۷
دره چیتو	W_3	۱۱۹۷۴	۷/۹	۹۶۱/۹	۶۰۷/۶	۷۷۰/۸	۳۷/۹۳	۱۸۳/۱	۲۱۶۹	۳۱۰۲	۷۸۲۶	۳/۹۲
دهقائد	W_4	۴۵۷۶	۷/۷	۷۰۱/۴	۱۵۸	۱۰۳	۱۴/۸۶	۳۶۶/۱	۱۷۰۳	۴۴۳/۲	۳۴۸۶	۰/۷۰
نی نیزک	W_5	۴۲۷۷	۷/۷	۶۰۱/۲	۱۲۱/۵	۱۸۱/۶	۱۳/۶۸	۲۶۸/۵	۱۵۸۶	۳۳۶/۸	۳۱۰۶	۱/۳۴
مرغداری‌دشتستان	W_6	۹۸۳۶	۷/۴	۶۰۱/۲	۶۰۷/۶	۶۰۱/۹	۱۸/۷۷	۳۳۵/۶	۲۲۱۶	۱۸۶۱	۶۲۳۵	۳/۵۳
حسن آباد	W_7	۴۹۶۱	۸/۱	۴۵۰/۹	۳۵۸/۵	۱۰۱/۶	۱۷/۹۹	۲۷۴/۶	۱۸۳۲	۵۳۱/۸	۳۵۶۲	۰/۷۲
زیارت	W_8	۱۸۸۱۶	۷/۷	۶۵۱/۳	۵۴۰/۸	۳۰۵۲	۵۶/۶۹	۲۴۴/۱	۲۰۱۵	۵۷۴۳	۱۲۳۰۳	۱۷/۹۴
صفی آباد	W_9	۳۱۶۴۵	۷/۵	۱۵۰۳	۱۲۱۵	۴۶۴۲	۹۵/۷۹	۲۷۴/۶	۲۸۸۴	۱۱۵۲۲	۲۲۱۳۴	۱۸/۰۶
هفت جوش	W_{10}	۷۴۴۰۸	۷/۳	۷۵۱/۵	۱۹۷۵	۱۳۲۲۸	۱۵۰/۵	۲۱۳/۶	۸۵۷۴	۲۱۳۶۰	۴۶۲۵۵	۵۲/۸۰
چاه تلمبه	W_{11}	۲۸۲۳	۷/۴	۴۵۰/۹	۱۱۵/۴	۸۰/۴۶	۷/۰۳۸	۳۲۹/۵	۱۰۳۳	۲۶۷/۷	۲۲۸۱	۰/۶۷
مجاورت زیارت	W_{12}	۱۰۶۹۱	۷/۶	۳۷۰/۷	۵۰۴/۳	۱۳۱۹	۳۴/۸	۱۳۴/۲	۱۹۱۹	۲۵۷۰	۶۸۴۸	۹/۱۶

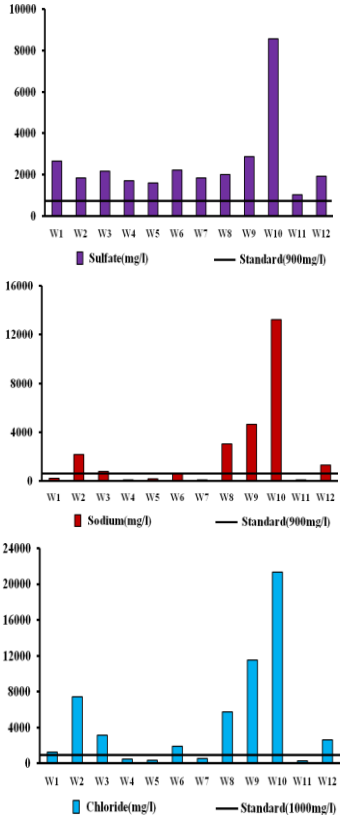
با توجه به جدول ۲و ۳، غلظت نیترات نیمی از چاه‌های کشاورزی منطقه مورد مطالعه بیشتر از حد استاندارد نیترات است. فرآیند اصلی مسبب افزایش نیترات آب‌های زیرزمینی برازجان، فروشویی سریع کودهای غیرآلی اعمال شده بر زمین‌های کشاورزی، ورود فاضلاب‌های خانگی، پساب دامداری و مرغداری‌ها می‌باشد. نقشه پراکنش غلظت نیترات آب زیرزمینی دشت برازجان نشان‌دهنده افزایش نیترات در بخش جنوب غربی منطقه می‌باشد.

بحث

بررسی آلودگی شیمیایی آب زیرزمینی

سولفات

سولفات بیشتر از حل شدن ژیپس (سنگ گچ) یا سایر رسوبات معدنی که حاوی سولفات می‌باشند وارد آب‌های مصرفی می‌شود، غلظت بالای سولفات در طعم آب اثر می‌گذارد و گاهی اوقات یون سولفات توسط باکتری‌های موجود در آب احیا شده و H_2S تولید می‌کند.سولفات یکی از یون‌هایی است که دارای حداقل سمّیت می‌باشد. مقدار سولفات کمتر از ۹۶۰ میلی گرم در لیتر، برای رشد گیاه مفید و غلظت بیشتر، سبب اختلال در سنتز پروتئین و اسیدنوکلئیک که منجر به مسمومیت گیاه می‌گردد (۱۲). یافته‌های بررسی غلظت سولفات نشان می‌دهد که حداکثر مقدار آن ۸۵۷۴ میلی‌گرم در لیتر در W۱۰ و حداقل آن ۱۰۳۳ میلی‌گرم در لیتر در W۱۱ می‌باشد. مقایسه غلظت یون سولفات نمونه‌های آب با استانداردهای آب کشاورزی نشان می‌دهد که میزان سولفات در آب‌های منطقه از مقدار مجاز بیشتر است (شکل ۳ الف).



شکل ۳) مقایسه یون سولفات (الف) و سدیم (ب) و کلر (ج) موجود در آب زیرزمینی دشت برازجان با حدود استاندارد آب آبیاری

سدیم

آب‌های محبوس شور و یا آب‌های دریایی و نیز گنبدهای نمکی حاوی سدیم زیادی می‌باشند (۱۳). وجود یون سدیم در آب آبیاری یا خاک موجب می‌شود که نفوذپذیری خاک نسبت به آب مختل شود. این اثر علاوه بر تأثیری است که سدیم مستقیماً بر برخی گیاهان داشته و ممکن است برای آن‌ها سمّی باشد. علائم مسمومیت عبارتند از: سوختگی برگ، ایجاد بافت مرده در لبه برگ که به تدریج رخ می‌دهد. غلظت‌های بالاتر از ۹۰۰ **میلی‌گرم در لیتر** مسمومیت گیاهان را ایجاد می‌نماید (۱۴). غلظت سدیم در نمونه‌های W۲، W۸، W۹و W۱۰ بیشتر از ۹۰۰

میلی‌گرم در لیتر است و در سایر نمونه‌ها غلظتی کمتر از حد استاندارد دارند (شکل۳ ب).

کلرید

یون کلر در آب زیرزمینی از منابع طبیعی، فاضلاب‌های خانگی، پساب‌های صنعتی و ورود آب‌های شور، ناشی می‌شود. از آنجائی‌که برخی از گیاهان به تأثیر یونی کلر حساسیت ویژه‌ای نشان می‌دهند، بنابراین رده‌بندی‌های تجربی آب آبیاری بر اساس غلظت کلرید ضرورت دارد (جدول ۲).

جدول ۲) مقادیر استاندارد جهانی مقادیر پارامترهای کیفیت آب آبیاری

پارامتر آب	نماد	حد معمول در آب آبیاری	
هدایت الکتریکی	EC_w	۳ - ۰	dS/m
کل مواد جامد محلول	TDS	۲۰۰۰-۰	mg/l
کلسیم	Ca^{+2}	۴۰۰ - ۰	mg/l
منیزیم	Mg^{+2}	۷۰۰ - ۰	mg/l
سدیم	Na^{+}	۹۰۰ - ۰	mg/l
کربنات	CO_3^{-}	۳-۰	mg/l
کلرید	Cl^{-}	۱۰۰۰-۰	mg/l
سولفات	SO_4^{-2}	۹۶۰ - ۰	mg/l
نیترات	NO_3^{-}	۳۰ - ۰	mg/l
آمونیوم نیتروژن	NH_4^{-}	۵ - ۰	mg/l
فسفات فسفر	PO_4^{-}	۲ - ۰	mg/l
پتاسیم	K^{+}	۲ - ۰	mg/l
سدیم نسبت‌جذب	SAR	۱۵ - ۰	meq/l

شایع‌ترین مسمومیت گیاهان نسبت به یون کلرید در آب آبیاری می‌باشد. کلرید جذب شده از راه آب و یا خاک توسط گیاه بر اثر تعرق، در برگ گیاهان تجمع می‌یابد. اگر غلظت کلر در برگ‌ها بیش از حد استاندارد باشد، علائم آسیب مانند سوختگی برگ یا خشک شدن بافت برگ ایجاد می‌شود. غلظت‌های بالای ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند منجر به آسیب در گیاهان شود.

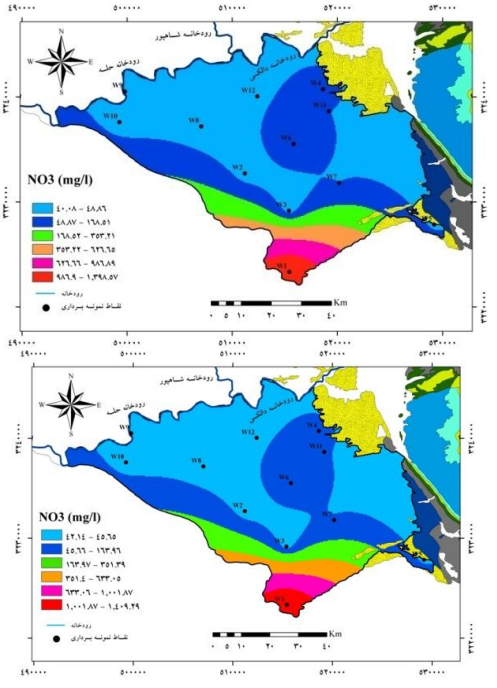
بررسی یافته‌های آنالیز به‌دست آمده نشان می‌دهد که تمامی نمونه‌های منطقه به‌جز نمونه‌های W۴، W۵، W۷، W۱۱ غلظتی بیش از حد استاندارد دارند (شکل ۳ ج).

جدول ۳) نتایج آنالیز نیترات و نسبت NO_3/Cl در نمونه‌های آب زیرزمینی دشت برازجان (غلظت بر حسب mg/l)

Sample	NO_3 فروردین	NO_3مرداد	NO_3/Cl
W_1	۱۴۰۰	۱۴۲۴	۱/۱۳
W_2	۵/۱۷	۵/۰۵	۰/۰۰۰۷
W_3	۳/۲۹	۵/۱۳	۰/۰۰۱
W_4	۹۴/۸	۸۱/۹۴	۰/۲۱۴
W_5	۱۷/۳۱	۲۰/۰۴	۰/۰۵۱۴
W_6	۱۶۲/۴	۱۵۴/۲	۰/۰۸۷۳
W_7	۵۱/۷	۵۴/۶۴	۰/۰۹۷
W_8	۱/۶۴	۲/۰۱	۰/۰۰۰۳
W_9	۲/۸۸	۲/۳۴	۰/۰۰۰۳
W_{10}	۴/۱۵	۳/۷۲	۰/۰۰۰۲
W_{11}	۴۹/۹	۳۵/۶۵	۰/۱۸۶
W_{12}	۲۲/۳۴	۲۰/۱۸	۰/۰۰۸۷

نیترات

نتایج آنالیز شیمیایی غلظت نیترات نمونه‌های جمع‌آوری شده از منابع آب دشت برازجان از لحاظ غلظت نیترات طی دو فصل مرطوب (فروردین) و خشک (مرداد) در جدول (۲) نشان داده شده است، جهت مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی آبخوان آبرفتی برازجان توزیع مکانی یون نیترات در فروردین و مردادماه ۱۳۹۱ برای تعیین میزان آلودگی و شناخت روندهای آلودگی، مورد بررسی واقع شده است (شکل ۴).



شکل ۴) نقشه نیترات (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) آبخوان آبرفتی برازجان در فروردین (الف) و مردادماه (ب) ۱۳۹۱

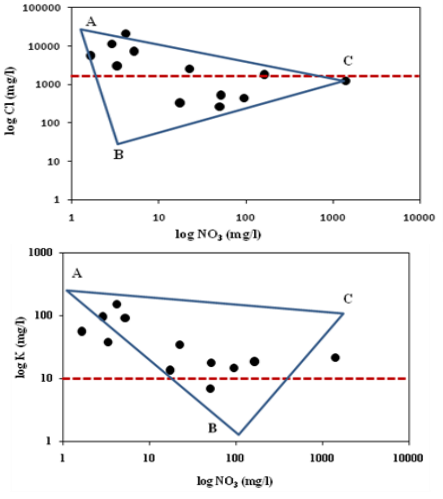
بالاترین میزان نیترات اندازه‌گیری شده در منطقه حدود ۱۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر مربوط به نمونه شماره ۱ روستای گندم‌ریز است، در مرتبه بعدی آب روستای مرغداری دشتستان، دهقائد، حسن‌آباد و مجاور زیارت به‌ترتیب میـزان نیترات ۱۶۲/۴، ۹۴/۸، ۵۱/۷ و ۴۹/۹ میلی‌گرم در لیتر قرار دارد. سایر نمونه‌ها دارای میزان نیتراتی کمتر از ۲۳ میلی‌گرم در لیتر هستند. با توجه به شکل ۴ میزان نیترات موجود در آب‌های زیرزمینی در بخش جـنـوب غربی و مرکـز منطـقـه در اطراف چاه خانگی W۱، W۶ در دو فصل نمونه‌برداری بیشتر از سایر بخش‌ها بود.

افزایش نیترات در چاه W۱ می‌توان به‌دلیل وجود چاه‌های جذبی فاضلاب خانگی به‌واسطه نزدیکی به خانه‌های روستا و در چاه W۶ نزدیـکی به مرغـداری و ورود نیترات ناشی از فضـولات ماکـیان، آلودگی ناشـی از کودهای شیمیایی مورد استفاده در زمین‌های کشاورزی نسبت داد.

بررسی نیترات آبخوان برازجان

به‌منظور بررسی منابع نیترات آب می‌توان از نمودارهای نیترات در مقابل غلظت‌های کلراید و پتاسیم استفاده کرد (۱۵). با توجه به شکل (۵) سه منبع آب با نیترات متفاوت مشخص خواهد شد. آب نوع A، غلظت نیترات کم و غلظت پتاسیم و کلراید بالایی دارد، نمونه آب W۲، W۳، W۷ ، W۸ و W۱۰ در این دسته قرار می‌گیرند که در بخش غرب در نزدیک رودخانه حله و مرکز دشت قرار گرفته‌اند.

سایر نمونه آب در منطقه B با غلظت نیترات نسبتاً بالا و پتاسیم و کلراید متوسطی قرار گرفته است. آب نوع C آبی است که میزان نیترات بالا و کلراید متوسط و پتاسیم کمی دارد. این آب در روستای گندم‌ریز W۱ دیده می‌شود.



شکل ۵) نمودارهای دو متغیره لگاریتم غلظت نیترات در مقابل لگاریتم غلظت پتاسیم و کلر نمونه‌های آب زیرزمینی

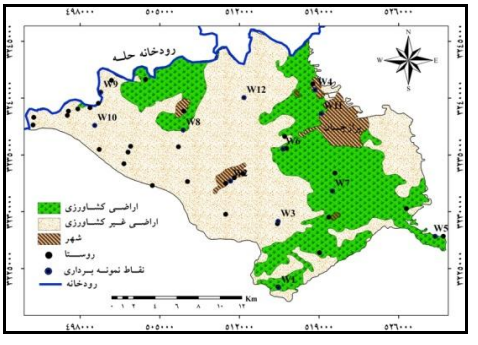
آلودگی نیتراته آب‌های زیرزمینی

کاربری اراضی کشاورزی و اعمال زراعی اثرات عمده‌ای را بر روی کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت برازجان گذاشته است. به‌جز نواحی شهری و مناطقی که پیشروی

آب شور منطقه تا آنجا می‌رسد، تقریباً بقیه نواحی دشت زیر پوشش زراعی قرار گرفته است.

آلودگی شدید نیتراته آب‌های زیرزمینی به‌وسیله فعالیت‌های کشاورزی در نواحی وسیعی از دشت برازجان صورت گرفته است. کوددهی نیتروژنه در زمین‌های زراعی عمدتاً جهت رشد رویشی (سبزینه) گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. کود نیتروژنه مورد استفاده قرار گرفته برای زراعت بیشتر اوره می‌باشد.

فرآیند اصلی مسبب افزایش نیترات آب‌های زیرزمینی برازجان اکسیداسیون آمونیوم ناشی از فروشویی سریع کودهای شیمیایی اعمال شده بر زمین‌های کشاورزی می‌باشد. شکل ۶ نشان می‌دهد که اراضی کشاورزی در دشت برازجان از وسعت زیادی برخوردار بوده و مجموع مساحت آن برابر ۱۴۳/۴۲ کیلومتر مربع است که در حدود ۳۴/۲۷ درصد مساحت کل منطقه مورد مطالعه می‌باشد.



شکل ۶) اراضی کشاورزی موجود در منطقه مورد مطالعه

منشأهای آلودگی آب‌های زیرزمینی

منشأهای آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت برازجان با استفاده از نقشه کاربری اراضی منطقه، بازدیدهای میدانی و داده‌های هیدروشیمی مشخص گردیده است.

بر این اساس چاهک‌های جذبی فاضلاب‌های خانگی، مرغداری‌ها و کودهای شیمیایی اعمال شده برای زراعت از مهم‌ترین عوامل آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت برازجان به نیترات و همچنین تغذیه آبخوان از سازندهای ژیپس و هالیت‌دار (گچساران و آغاجاری) و نفوذ آب شور رودخانه حله و دالکی و وجود شورابه‌های نفتی افزایش یون سولفات، کلر و سدیم در آب زیرزمینی منطقه تشخیص داده شده‌اند.

نظر به تغییرات قابل توجه در میزان غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی دشت برازجان که برخی بیش از استاندارد آب آشامیدنی می‌باشد، چهار منشأ احتمالی برای بالا بودن میزان نیترات در آب‌های زیرزمینی پیشنهاد می‌شود:

الف) مواد چاه‌های فاضلاب خانگی و مواد زاید که به‌روش غیربهداشتی دفن می‌شوند.

ب) کودهای شیمیایی و فضولات حیوانی- انسانی.

ج) انحلال نهشته‌های تبخیری یا خاک‌های غنی از نیترات توسط آب‌های زیرزمینی به‌ویژه در مناطق خشک.

د) تثبیت زیستی نیتروژن در خاک‌ها توسط باکتری‌ها و سپس انحلال آن‌ها توسط آب‌های زیرزمینی.

احتمال دو منشأ عمده نیترات در منابع آب زیرزمینی دشت برازجان فاضلاب‌های خانگی و مرغداری‌ها و کودهای شیمیایی اعمال شده برای زراعت و انحلال نهشته‌های تبخیری یا خاک‌های غنی از نیترات به‌همراه شستشو و انتقال آن به آب‌های زیرزمینی بیش از سایر موارد می‌باشند. پایین بودن غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی چاه‌های (W۳، W۵ و W۸) علی‌رغم قرارگیری چاه‌ها در محدوده اراضی کشاورزی نسبت به سایر چاه‌ها، نشانگر عدم تأثیر یا اثر ناچیز کودهای شیمیایی بر آلودگی آب‌های زیرزمینی این مناطق است. با توجه به دفع سنتی فاضلاب و قابلیت نسبتاً خوب نفوذپذیری زمین‌های دریافت‌کننده فاضلاب در جنوب غربی منطقه، مهم‌ترین منشأ نیترات در نمونه‌های آب چاه W۱ فاضلاب‌های خانگی پیشنهاد می‌گردد. آلودگی آب‌های زیرزمینی در اثر چاه‌های

فاضلاب خانگی در بسیاری از نواحی از ایالات متحده آمریکا گزارش شده است (۱۶).

چاه‌ها با بیشترین میزان نیترات منطقه در بخش جنوب غربی دشت برازجان (چاه‌های W۱ و W۶) قرار دارند. نظر به اینکه شیب توپوگرافی و جهت جریان آب‌های زیرزمینی این منطقه از شرق و غرب به‌سوی مرکز و جنوب غربی است، بنابراین انتقال آلودگی آب این چاه‌ها توسط فاضلاب‌های خانگی تأیید و ورود پساب‌های کشاورزی می‌شود. یکی از راه‌های تعیین منشأ غیر کود شیمیایی نیترات آب‌های زیرزمینی، تعیین نسبت‌های $NO3^-/Cl^-$ و K^+/Cl^- می‌باشد.

افزایش غلظت کلرید به‌همراه کاهش غلظت نیترات نشان‌دهنده این موضوع است که منشأ کلرید غیر از کود شیمیایی می‌باشد (۱۷) منشأ کلرید و پتاسیم در منطقه مورد مطالعه، می‌تواند ناشی از فعالیت‌های انسانی (کودهای شیمیایی و فاضلاب‌های خانگی) باشد.

سفره‌های آب زیرزمینی که تحت تأثیر آلودگی ناشی از فاضلاب‌های خانگی یا مواد زاید شهری قرار می‌گیرند، معمولاً با غلظت بیشتر کلرید نسبت به بخش‌های قابل شرب سفره مشخص می‌شوند. جالب توجه است که بیشتر نمونه‌های آب چاه‌های با غلظت غیرمجاز نیترات (بیش از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) با مقادیر بالای $NO3^-/Cl^-$ نسبت به سایر نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه مشخص می‌شوند. بالا بودن نسبت $NO3^-/Cl^-$ آب این چاه‌ها که در محدوده اراضی شهری قرار می‌گیرند، منشأ فاضلاب‌های خانگی را به‌عنوان عمده‌ترین عامل آلودگی نیترات آبخوان تأیید می‌کند. نسبت $NO3^-/Cl^-$ نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از ۱/۱۳ (چاه W۱) تا ۰/۰۰۰۲ در (چاه W۱۰) متغیر است (جدول ۳).

پایین بودن میزان نیترات W۲، W۳، W۸، W۹ و W۱۰ نسبت به آب سایر چاه‌های آبخوان، بالا بودن میزان یون کلراید و عدم ورود نیترات از زمین‌های کشاورزی (منشأ کودهای شیمیایی) به منابع آب زیرزمینی را تأیید می‌نماید. پیتمن (Pittman) (۱۸) نشان داد که اثر سمی نمک‌های کلره حداکثر و نمک‌های سولفاته حداقل و نمک‌های کربناته حد متوسط است. شرایط محیطی مانند شوری، مسمومیت عناصر سنگین خاک و گرما، بر روی رشد گیاه و جذب نیتروژن توسط ریشه و متابولیسم آن در گیاه اثر نامطلوب دارند (۱۹).

نتیجه‌گیری

بررسی هیدروژئو شیمیایی منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که غلظت یون‌های کلر، سدیم و سولفات آب‌های زیرزمینی خیلی بیشتر از حد استاندارد می‌باشد.

حداکثر غلظت نیترات آب‌های زیرزمینی دشت برازجان معمولاً در فروردین‌ماه رخ داده است. کودهای نیتراته مورد استفاده در زمین‌های زراعی در بهمن‌ماه با گذشت زمان تولید آمونیوم کرده که بر اثر آبیاری طی اسفند و فروردین‌ماه به‌صورت نیترات از لایه‌های خاک عبور کرده و به سطح ایستابی وارد می‌گردد.

وجود یون نیترات در آب‌های زیرزمینی از دو جنبه قابل بررسی است. استفاده از آب‌های حاوی نیترات جهت شرب و نیز آبیاری زمین‌های کشاورزی.

نتایج نشان داد که غلظت نیترات در ۴۲ درصد از نمونه‌ها بیش از حد استانداردهای جهانی است. فرآیند اصلی مسبب افزایش نیترات آب‌های زیرزمینی برازجان اکسیداسیون آمونیوم ناشی از فروشویی سریع کودهای غیرآلی اعمال شده بر زمین‌های کشاورزی،

ورود فاضلاب‌های خانگی، پساب دامداری و مرغداری‌ها می‌باشد. نقشه پراکنش غلظت نیترات آب زیرزمینی دشت برازجان نشان‌دهنده افزایش نیترات در بخش جنوب غربی منطقه در اطراف چاه خانگی W۱ می‌باشد. به‌منظور کاهش احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه به‌وسیله کودهای شیمیایی، بایستی میزان مصرف کودهای نیتراته کنترل گردد و از ورود پساب‌های دامداری و مرغداری‌های منطقه به آب زیرزمینی جلوگیری گردد.

References:

1.Nanbakhsh H, Technology guidelines for water supply in small communities, Firs printing: Address, control., 1382 (Persian).

2.Datta P.S, Deb D.L, Tyagi S K. Assessment of groundwater contamination from fertilizers in Delhi area based on 18O, NO3- and K+ composition.J CONTAM HYDROL. 1997; 27: 249-62.

3.Thorburn PJ, Biggs J S, Weier K L, et al. Nitrate in groundwater of intensive agricultural areas in coastal Northeastern Australia. AGR ECOSYST ENVIRON J 2003; 94: 49-58.

4.Lerner D.N,. Papatolios K.T. A simple analytical approach for predicting nitrates concentrations in pumped ground water. Ground Water 1993; 31: 370-76.

5.Ayers RS, Westcot DW. Water quality for agriculture: Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome; 1985.

6.Antonakos A, Lambrakis N. Hydrodynamic characteristics and nitrate propagation in Sparta aquifer. Water Res 2000; 34: 3977-86.

7.Jeevanandam M, Kannan R, Srinivasalu S, Rammohan V. Hydrogeochemistry and groundwater quality assessment of lower part of the Ponnaiyar River Basin, Cuddalore district, South India. Environmental monitoring and assessment 2007;132:263-74.

8.M. Heidari , H. Nadeyan , A.M. Bakhshandeh et al. Effects of Salinity and Nitrogen Rates on Osmotic Adjustment and Accumulation of Mineral Nutrients in Wheat. JWSS - Isfahan University of Technology. 2007; 11:193-211 (Persian).

9.Daroudi, M. and H. Siyadat. Effect of water salinity, potassium sulfate and urea on yield and nutrients concentration in wheat. Soil and Water. Special issue of wheat.1999; 12: 23-39. (Persian).

10. Darvishzadeh A. Geology of Iran.–901 pp. Amirkabir Publication (Persian) 1991.

11.Awwa A. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC Standard Methods for the Examination of Water and Wastewate . 1998; 20.

12.Watkins C. B, Brown J. M, Dromegoole F. J. Salt tolerance of the coastal plant, Tetragonia trigyna Banks et Sol. ex Hook. N.Z. Bot 1988; 26: 153-62.

13.Bouwer H, Bouwer H. Groundwater hydrology: McGraw-Hill New York; 1978.

14.Abrol I, Yadav JSP, Massoud F. Salt-affected soils and their management: Food & Agriculture Org.; 1988.

15.Datta P,Deb DL, Tyagi S K. Assessment of groundwater contamination from fertilizers in Delhi area based on 18O, NO3- and K+ composition. J Contam Hydrol 1997; 27: 249-62.

16.Keeney D, Olson RA. Sources of nitrate to ground water. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 1986;16:257-304.

17.Pawar NJ, Shaikh IJ. Nitrate pollution of ground waters from shallow basaltic aquifers, Deccan Trap Hydrologic Province, India. Geo. 1995;25:197-204.

18.Harris F, Pittman D. SOIL FACTORS AFFECTING THE TOXICITY OF ALKALI. Jour. Agr. Res. 1918;15:287.

19.Sinebo W, Gretzmacher R, Edelbauer A. Genotypic variation for nitrogen use efficiency in Ethiopian barley. Field Crop Reas 2004; 85:43-60.

ISMJ 2014; 17(5): 927-937

Orginal Article

Survey of groundwater chemical pollution in the Borazjan plain

J. Mozafarizadeh [1*], Z. Sajadi [2]

[1] Head of Research Committee, Bushehr regional water authority
[2] Department of Geology, School of Sciences, Shahid Chamran University, Ahvaz, IRAN

(Received 19 Jan, 2013 Accepted 26 May, 2013)

Abstract

Background: Nitrate due to its high water solubility, poor absorption and having stable composition in the water, has been studied as the best index to indicate groundwater contamination. Borazjan, located in the north of Bushehr province, is one of fertile plains which nitrate contamination of groundwater has occurred in the most parts of it. Detecting the source of pollution and the most vulnerable areas were the aims of this study.

Material and Methods: In this study, hydrochemical quality, especially in terms of nitrate, sulfate, chloride sodium, spatial and temporal variations and the origin of them in the groundwater of Borazjan plain, are studied. Groundwater samples from 12 wells were collected in April and August 2012 and assessed to determine the parameters of hydrochemistry and pollution.

Results: Based on these results, severe nitrate contamination of groundwater, especially in the southern part of the plain, by agricultural activities, cesspool wells, domestic sewage and livestock and poultry wastewater the influence of the effluent from the aviculture, were occurred. Also, the quality of groundwater resources showed that concentration of Cl^-, Na^+, SO_4^{2-}, and NO_3^- are more than standard limit and only in some areas of plain, concentration of ions such as NO_3^- and Na^+ is less than the standard limit.

Conclusion: According to the results of this study, using chemical fertilizers in terms of time period and amount of consumption should be properly managed. Furthermore, domestic wastewater, livestock and poultry wastewater should be controlled and the monitoring system for measuring the exact quantity and quality of groundwater resources must be completed.

Key words: Borazjan plain, groundwater pollution, Nitrate concentration

**Address for correspondence:* Research commitee, Boushehr Regional Water Authority, Raees Ali Delvari Street, Boushehr.
Email: Jaber_mozaffarizadeh@yahoo.com