بررسی علل شوری و نفوذ آب شور رودهای دالکی و حله به آبخوان برازجان

جابر مظفری زاده [*1]، زهرا سجادی [2]

تاریخ دریافت: 1391/6/16 تاریخ پذیرش: 1391/12/13

چکیده

نگهداری محیط زیست، مخصوصاً محیطهای آ بی از آلاینده‌های گوناگون، بخصوص شوری، معضلی است که بشر امروز بیش از هر زمان دیگر با آن درگیر است. رودهای حله و دالکی از منابع آبهای سطحی با اهمیت در استان بوشهر به شمار می‌روند. دشت برازجان در شمال استان بوشهر، یکی از دشتهایی است که در آن، شوری آب منجر به بحرانی گردیدن وضعیت آب زیرزمینی شده است. در این تحقیق سعی شده است تا با مطالعات آب- شیمیایی موقعیت و شکل منطقه اختلاط آبهای شور و شیرین، و تأثیر زیانبار کیفی منابع آب سطحی بر منابع آب زیرزمینی، بررسی گردد، که برای اولین بار در مورد این رودها، و با استفاده از روشها و نمودارهای ترکیبی هیدروژئوشیمیایی انجام گردیده است. نتایج تجزیه‌های شیمیایی عناصر اصلی از 22 نمونه آب چاههای منطقه، و یک نمونه آب رود نشان می‌دهد که دلایل شوری آبهای زیرزمینی در این دشت مختلف بوده، و ناشی از ورود آب شور رودهای دالکی و حله، و انحلال نمک و گچ سازندهای اطراف، و همچنین آبهای میان حوضه‌ای و نفتی، و پساب کشاورزی در برخی قسمتهای دشت می‌باشند. نمودارهای نسبت یونی، وجود روند خطی واضحی را بین عناصر سدیم و کلر نشان می‌دهند که حاکی از اختلاط آب شیرین و شور می‌باشد. نفوذ آب شور رود بخصوص در نواحی مرکزی و شمال غربی دشت، و هجوم کمتر آن به قسمتهای شرقی (به‌دلیل تغذیه از سازندهای آهکی مجاور) است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که آبکشی زیاد چاههای منطقه باعث افزایش ضخامت منطقه اختلاط آبهای شور و شیرین گردیده، و لذا افزایش احتمال شوری چاههای آبکشی موجود می‌گردد. همچنین، آب زیرزمینی منطقه‌ی برازجان دارای نوع کلروره- سدیک و سولفاته- کلسیک است، که هجوم آب شور ناشی از رود و شورابه‌ها دلیل این امر می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: دشت برازجان، رودهای دالکی و حله، نفوذ آب شور، شوری، نسبت یونی

[1] - کارشناس ارشد هیدروژئولوژی شرکت آب منطقه‌ای بوشهر

[2] - کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، دانشگاه شهید چمران اهواز

*- نویسنده مسئول: Jaber_mozaffarizadeh@yahoo.com

مقدمه

رودها و جریانها مهمترین منابع آبهای سطحی به شمار می‌روند. کیفیت آب این منابع به عوامل مختلفی از جمله عوامل آبشناسی، فیزیکوشیمیایی و زیست‌شناسی وابسته است. این منابع از لحاظ توسعه‌ی اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بسیار حائز اهمیتند (حاجیان و همکارن،1388). آب یکی از مهمترین سرمایه‌ها و منابع حیاتی برای انسان و دیگر جانداران محسوب می‌شود (راویکومارو سوماشکار،2010). در سالهای اخیر، شور شدن و کاهش کیفیت آب زیرزمینی به یکی از مشکلات محیطی جدی در سرتاسر جهان تبدیل شده است . این موضوع بر اهمیت مدیریت مناسب مصرف آب زیرزمینی می‌افزاید. مدیریت مناسب مصرف آب زیرزمینی بدون داشتن دانش کافی از توزیع و گسترش آبهای زیرزمینی شور و شیرین، و تعین فرایندهای تأثیرگذار در سیر تکاملی آن، امکان پذیر نمی‌باشد (گلین و پلامر، 2005). یکی از مهمترین مشکلات موجود در ایران، شوری منابع آب و خاک است. این مسأله به عوامل پرشماری، از جمله بارش کم، نرخ بالای تبخیر- تعرق، وضعیت پستی و بلندی که حوضه‌های بسته یا نیمه بسته‌ای را ایجاد کرده، آبیاری با آبی با کیفیت پایین، و عدم تناسب تأسیسات زهکشی و آبیاری بستگی دارد (قاسمی و همکاران، 1995). شوری یک مشکل زیست محیطی است که از بسیاری جهات بر منابع طبیعی دیگر نیز تأثیر می‌گذارد؛ از جمله، باعث کاهش تولیدات کشاورزی، ویرانی ساختار خاک، تغییر شرایط اقلیمی و ایجاد مشکلات برای سلامتی انسانها می‌گردد (ویلیام،2001). مطالعات متعددی در رابطه با منشأ شوری و کیفیت منابع آب صورت گرفته است (رضا و سینگ، 2010؛ کارانت،2010). گیبسون و رندال (2006) ابتدا با استفاده از نقشه‌های هم میزان، تغییرات مکانی و زمانی یونها را در جنوب شرقی جورجیا مورد مطالعه قرار دادند، سپس به وسیله‌ی نمودارهای نمودارهای ترکیبی نفوذ آب شور را به آبخوانهای آب شیرین به اثبات رساند.

ماهادو و همکاران (2010) به منظور بررسی منابع آب سطحی رودهای Dalvoi و Karanji از روشهای آماری چند متغیره استفاده کرده و قلیائیت و سختی را به عنوان فراسنجهای اصلی واپایش-کننده‌ی رشد فیتوپلانکتونها بیان نمودند. دارماوان و همکاران (2010) روابط بین کیفیت آب رود Kanto را با زمینهای اطراف بررسی کردند و نشان دادند که کیفیت آب این رود متأثر از زمینهای اطراف آن است.

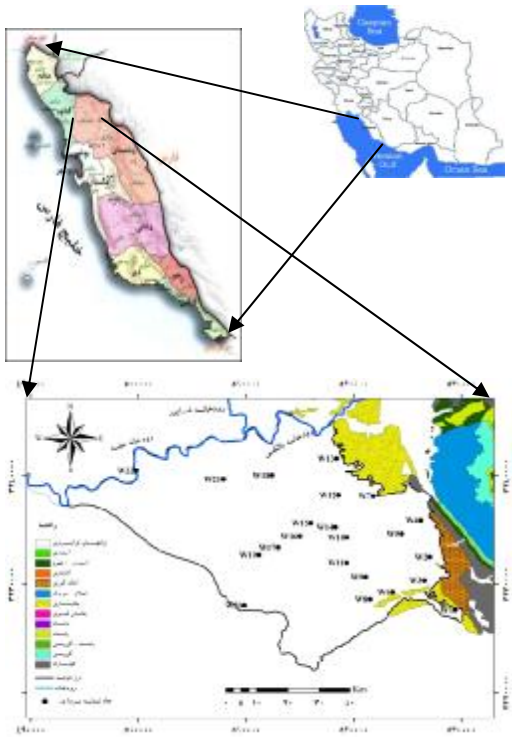
هدف از انجام این تحقیق بررسی وضعیت کلی آبخوان برازجان، نفوذ آب شور رودهای دالکی و حله به این آبخوان، تهیه‌ی نقشه آب شور، و تعیین درصد اختلاط آبها با استفاده از روشهای مختلف آب-زمین‌شناسی (نمودارهای نسبت یونی و گیبس) است.

محدوده‌ی مطالعاتی

محدوده‌ی مطالعاتی برازجان در حوضه‌ی آبخیز شاپور و دالکی قرار دارد. این محدوده بین طولهای جغرافیایی ″84 ′29 °49 تا ″40 ′00 °53 شرقی و عرضهای ″10 22 °32 تا ″93 ′45 °32، از شمال به محدوده‌ی مطالعاتی گناوه، از سمت جنوب به محدوده مطالعاتی اهرم و از غرب به حوضه‌ی آبخیز شاپور و دالکی محدود می‌شود. از نظر آب و هوایی، منطقه مورد مطالعه با میانگین بارندگی سالانه‌ی 259/8 میلی‌متر و میانگین دمای 29/9 درجه‌ی سانتی‌گراد بر اساس تقسیم بندی آمبرژه دارای اقلیم بیابانی گرم میانه می‌باشد. منطقه‌ی برازجان در کمربند چین‌خورده زاگراس و در مجاورت کوهپایه واقع شده است. تأثیر نیروهای زمین‌ساختی بر منطقه سبب به وجود آمدن تاقدیسها، خرد و شکسته شدن سازندهای سخت و ایجاد گسلهای رورانده و گسل قطر – کارزورن، که با امتداد شمالی ـ جنوبی، از قسمت شرقی دشت عبور می‌کند، گردیده است. چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه در شکل 1 نشان داده شده است.

نمونه‌برداری

در این تحقیق از روشهای زمین‌شناسی و آب-شیمیایی جهت ارزیابی وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی و موقیت منطقه آب شور استفاده گردید. ضمناً، نقشه‌ی زمین شناسی منطقه با استفاده از نرم افزار Arc Gis9.3 ترسیم گردید. به منظور بررسی آب-زمین‌شیمی آب زیرزمینی دشت برازجان 22 نمونه آب از چاههای منطقه و یک نمونه از آب رود حله برداشت شد (شکل 1). نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه از چاههایی با عمق 5 تا 97 متر برداشت گردید، نمونه‌برداری از چاهها با پراکنش مناسب در اردیبهشت 1391 انجام گرفته است. اندازه‌ی فراسنجهای دما، pH، هدایت الکتریکی در محل نمونه‌برداری تعیین گردید. نمونه‌ها در ظروف پلی-اتیلنی نگهداری شده و به منظور تجزیه‌ی شیمیایی به آزمایشگاه شرکت زاگرس آبشناس فارس منتقل گردیدند. نتایج فراسنجهای آب-شیمیایی نمونه‌ها در جدول 1 نشان داده شده‌اند.



شکل 1- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه و نقاط نمونه-برداری.

روش کار

در این مطالعه به بررسی فراسنجهای آماری، تعیین رخساره آبهای زیرزمینی بر اساس نمودار پایپر کاربرد نرم افزار Aq. QA 1. 0 (2003) و نمودارهای نسبت یونی و گیبس، و همچنین محاسبه‌ی درصد اختلاط آبها پرداخته شده است.

نتایج و بحث

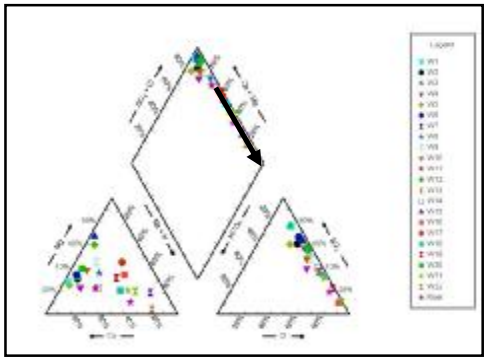
در بررسی اولیه، فراوانی غلظت کاتیونها در بیش از نیمی از نمونه‌ها به این شرح است، $Ca > Na + K > Mg$ و در سایر نمونه‌ها ترتیب یونها به صورت $Na + K > Ca > Mg$ است. به‌جز نمونه‌های W_{12}، W_{15} و W_{17}، که میزان منیزیم آنها بیش از سایر کاتیونها بود. فراوانی آنیونها به شکل $SO_4 > Cl > HCO_3$ به‌جز در نمونه-های W_7، W_{13}، W_{14}، W_{16}، W_{17}، W_{18}، W_{19}، W_{21} و W_{22} و رود که به‌صورت $Cl > SO_4 > HCO_3$ بود.

شوری و خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی در آبخوان ساحلی مقادیر TDS و سایر فراسنجهای شیمیایی نمونه‌های آب در جدول(1) نشان داده شده‌اند. متوسط pH در آبهای زیرزمینی 7/6 می-باشد.

بر اساس تقسیم‌بندی سیکدار و همکاران (2001) نمونه‌های آب دارای چهار ردیف آب (Ca- Mg- HCO_3– Cl،Ca-Mg-Cl و Ca- Mg- HCO_3) و سه رخساره‌ی آب- زمین‌شناسی آب شیرین، آب ترکیبی و شورمزه می‌باشند، که بر اساس افزایش یا کاهش غلظت آنیوها و کاتیونها این نوع آبها از محل تغذیه به طرف محل تخلیه به‌وجود می‌آیند. برای تعیین نوع آبها از نمودار Piper که در شکل (2) نشان داده شده، استفاده گردید.

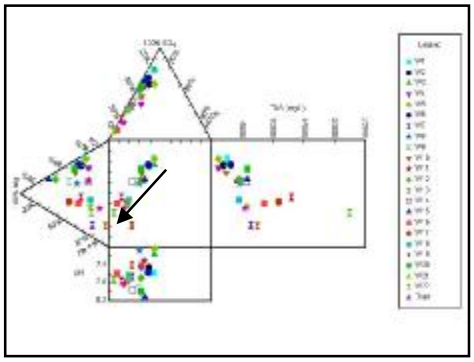
با توجه به شکل (2) مشخص می‌گردد که نوع نیمی از نمونه‌های آب زیرزمینی کلروره- سدیک و نیمی دیگر دارای سولفاته- کلسیت- منیزیک می-باشند و در بخشی از نمودار پایپر واقع شده‌اند که

کلر و سولفات، و همچنین سدیم و کلسیم یوهای غالب می‌باشند. نمونه‌ها در جهت افزایش میزان سدیم و کلسیم و کلر و سولفات، و کاهش میزان منیزیم و بی‌کربنات واقع شده‌اند. دلیل کاهش منیزیم و بی‌کربنات انحلال‌پذیری کمتر دولومیت می‌باشد. افزایش مقدار سدیم و کلر بر اثر نفوذ آب شور رودهای دالکی و حله به دلیل برداشت بی‌رویه از چاهها و تغذیه‌ی دشت به‌وسیله‌ی این رودها و همچنین انحلال نمک از سازند گچساران و بختیاری در بخشهایی از منطقه می‌باشد. نمونه‌های W_7 و W_{13} در شرق منطقه دارای مقدار سدیم بیش از آب رود می‌باشند که به‌دلیل نزدیکی به سازند و ورود نمک ناشی از میان لایه‌های نمکی این سازند می‌باشد.



شکل 2- نمودار پایپر منابع آب برازجان در بهار 1391.

در ادامه، به منظور بررسی بیشتر نمونه‌ها از نمودار درووه استفاده شد. با توجه به قسمت مستطیل شکل نمودار درووه، افزایش ناگهانی کل مواد جامد محلول (به بیش از 1000 میلی‌گرم بر لیتر) در تمامی چاهها غیرطبیعی است. روند نسبتاً خطی نمونه‌ها در قسمتهای مستطیل و مربع شکل نمودارهای درووه (شکل3)، نشان از تمایل آنها برای رسیدن به انتهای دوره‌ی تکاملی آب-زمین‌شناسی دارد (کارنت،2001). طوری‌که با توجه به وسعت محدوده‌ی مورد مطالعه، در مسیر کوتاهی، از نوع سولفاته (W_1) به نوع کلروره نزدیک شده است. این نوع آب در چاههای W_{19} در غرب دشت، و W_{22} در مجاورت رود حله بیشتر می‌باشد. این افزایش غیر طبیعی کل مواد جامد محلول نشان از اختلاط آب چاههای منطقه با منبع آبی دیگری دارد که از کیفیت نسبتاً پایینی برخوردار می‌باشند، که این منبع می‌تواند آب شور رودهای دالکی و حله، و همچنین اختلاط با آبهای میان حوضه‌ای و نفتی باشد.



شکل 3- نمودار درووه منابع آب برازجان در بهار 1391.

نسبت‌های یونی و منشأ اجزای اصلی آب زیرزمینی

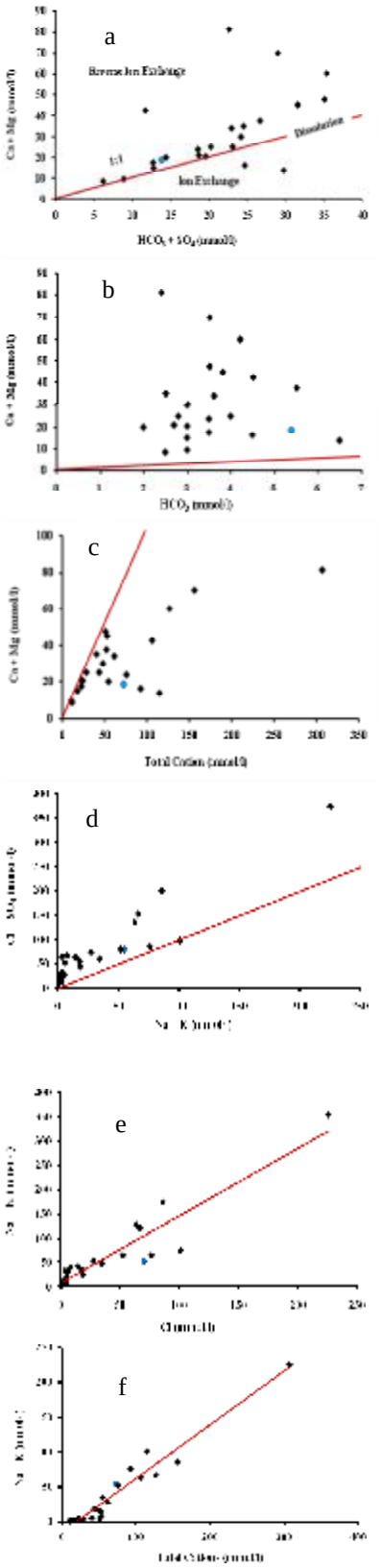
برای شناختن بهتر منشأ کاهش کیفیت آب زیرزمینی، نمودارهای ترکیبی متفاوتی با استفاده از داده‌های شیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت برازجان تهیه شد (شکل4)، که از نسبتهای یونی و ارتباط بین آنها استفاده گردیده است.

یونهای Ca، Mg و HCO_3 موجود در نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه، بر اثر هوازدگی سنگهای حاوی این عناصر(آهک‌های دولومیتی، سیلیکاتهای کلسیم و منیزیم‌دار، بخصوص کلسیت، گچ) نشأت می‌گیرند. نمودار (Mg+Ca) در مقابل (SO_4+HCO_3) نشان می‌دهد که به‌جز نمونه‌های برداشتی از چاههای W_4 و W_5، که تحت‌تأثیر تبادل یونی عادی می‌باشند، سایر نمونه‌های تحت‌تأثیر تبادل یونی معکوس قرار دارند(شکل a-4). نمودار Ca+Mg در برابر HCO_3، منشأ Mg و Ca آب زیرزمینی را به هوازدگی سنگهای کربناته نسبت می‌دهد. با افزایش شوری، اندازه‌ی یونهای Ca و Mg نسبت به HCO_3 افزایش بیشتری را نشان می‌دهد. چنانچه کلسیم و منیزیم فقط از انحلال کربناتها در آبرفت حاصل گردد، نسبت $Ca + Mg/HCO_3$ حدود 0/5 می‌باشد. نمودار

$Ca+Mg/HCO_3$ در شکل 4-b مشخص می‌سازد که تمامی نمونه‌های آب زیرزمینی در بالای خط 1:1 واقع شده‌اند، و افزایش Ca و Mg نسبت به HCO_3 در نتیجه تبادل یونی معکوس می‌باشد. هرچند افزایش این نسبت را نمی‌توان فقط به کاهش میزان HCO_3 نسبت داد (اسپیرز،1986).

نمودار Ca + Mg در مقابل جمع کاتیونها (شکل 4-c) نشان می‌دهد که تمامی نمونه‌های آب زیرزمینی در زیر خط 1:1 قرار گرفته‌اند؛ بنابراین، این یونها نقش کمتری را نسبت به Na+K در افزایش TDS دارند. از شکل 4-d مشخص می‌گردد که افزایش قلیاییت مربوط به فزونی $Cl+SO_4$ و Na+K است، که منشأ این یونها نفوذ آب شور از رودهای دالکی و حله، و وجود شورابه‌ها که حاوی مقادیر زیاد این عناصر است، و همچنین وجود K_2SO_4 و Na_2SO_4 در خاکهای منطقه (سازند گچساران) می‌باشد (سیکدار و همکاران، 2001).

نمودارNa+Kدر مقابل جمع کاتیونها در شکل 4-e نشان داده شده است. همان طوری‌که از این نمودار مشخص است تمامی نمونه‌ها بر روی خط 1:1 یا نزدیک به این خط قرار دارند، که در نهایت تأثیر این دو یون و نقش مهم آنها خصوصاً سدیم را در افزایش کاتیونها نشان می‌دهد. شکل 4-f نیز دلیلی دیگر برای نفوذ آب شور رودهای دالکی و حله، آبهای عبوری از میان لایه‌های نمکی، ورود شورابه‌های نفتی، و همچنین تبخیر بالای آب زیرزمینی به‌خاطر عمق کم سطح آب و در نتیجه بالا رفتن میزان این یونها را بیان می‌دارد، مطابق با این شکل در بیشتر نمونه‌ها غلظت یونهای سدیم و کلر تقریباً برابر می‌باشند که این حالت تنها در آبهای شور، که غنی از این عناصرند، مشاهده می‌گردد (سارین و همکاران،1989).



شکل 4- نمودارهای پراکندگی یونها در آبهای زیرزمینی منطقه

اختلاط آبها

ریشتر و همکاران در سال 1993، عنوان کردند که آلودگی طبیعی آبهای شیرین به‌وسیله‌ی آب‌های شور در جایی اتفاق می‌افتد که آب شور سفره‌های شور، یا در سطح زمین ظاهر شود و یا با آب شیرین سفره در زیرزمین مخلوط گردند. با توجه به نمودارهای پایپر، نسبت یونی به کار برده شده در این تحقیق اختلاط و نفوذ آب شور رودهای مجاور به آبخوان برازجان و نفوذ آبهای میان لایه‌ای و نفتی امری بدیهی است.

تعیین درصد اختلاط آب‌ها

در صورتی‌که ترکیب شیمیایی آب شیرین و آب شور مشخص باشد، درصد هر نوع آب را می‌توان در آب مخلوط، به صورت ریاضی محاسبه نمود (کاستادیو، 1987). برای این منظور از غلظت یونهایی که زمان ماندگاری بیشتری در آبهای زیرزمینی دارند مانند Cl، Br، O^{18} استفاده می‌شود. درصد اختلاط با استفاده از روابط 1 و 2 محاسبه می‌گردد:

$$C_m = X \cdot C_f + (1 - X) \cdot C_s \qquad (1)$$

$$X = (C_s - C_m) / (C_s - C_f) \qquad (2)$$

که در این روابط :

C_m : غلظت اجزاء در آب مخلوط، C_f : غلظت اجزاء در آب شیرین، C_s : غلظت اجزاء در آب شور

X: نسبت (درصد) آب شیرین در آب مخلوط. 1- X : نسبت (درصد) آب شور در آب مخلوط.

رابطه‌ی فوق برای تعیین میزان نسبت آب شیرین و آب شور در چاههای دشت برازجان مورد استفاده قرار گرفت؛ حاصل این محاسبات در جدول (2) ارائه گردیده است. طبق جدول (1)، چاه W_5 (با حداقل مقدار EC و دارای نسبت 1) را به عنوان چاه شاهد برای آب شیرین، و آب رود حله به عنوان آب شور در نظر گرفته و آب سایر چاههای منطقه نسبت به آنها سنجیده می‌شود. بر این اساس، چاههای W_1 و W_3 دارای بیشترین میزان نسبت آب شیرین (به دلیل عمق بیشتر آب زیرزمینی در این نواحی، تغذیه به‌وسیله‌ی سازندهای آهکی و نفوذ کمتر آب شور رودهای دالکی و حله) و چاه W_{22} (با نسبت 4/38-) دارای کمترین میزان این نسبت در منطقه می‌باشد. شکل (5) نمودار ستونی میزان نسبت آب شیرین در منطقه را نشان می‌دهد، براساس این نمودار، آب چاههای W_{13}، W_{16}، W_{17}، W_{19}، W_{22} دارای شوری بیشتری نسبت به آب رود حله می‌باشند، که می‌توان به ماندگاری بیشتر آب ورودی از بالادست به آبخوان با نفوذپذیری کم، انتقال آبهای میان حوضه‌ای و نفتی به آبخوان مرتبط دانست. شکل 6 بر اساس رابطه‌ی (2) رسم گردیده است، که می‌توان از آن جهت تعیین درصد اختلاط آبها استفاده کرد. بر اساس این شکل، تمامی نمونه‌های آب چاههای منطقه در محدوده بیش از 50% میزان آب شیرین قرار دارند.

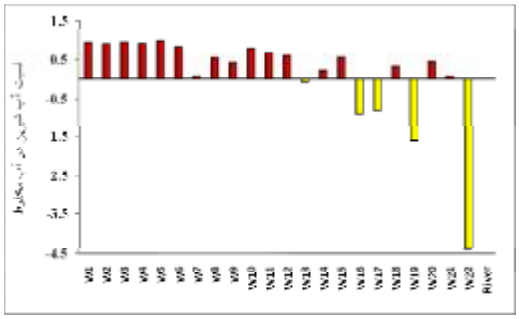
نقشه‌ی هم‌ارزش درصد آب شور در شکل (7) نشان داده شده است، همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، بیشترین میزان آب شیرین در بخش شرقی و جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه قرار دارد که در نتیجه تغذیه از سازندهای آهکی گوری و در امان ماندن از هجوم آبهای شور رود دالکی و حله، شورابه‌های نفتی و همچنین عمق بیشتر آب و تبخیر کمتر می‌باشد. درصد آب شیرین از سمت شرق به طرف غرب دشت کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد، که این میزان در چاه W_{22} به‌طور مشهود قابل دیدن است.

جدول1 – فراسنجهای شیمیایی داده های نمونه‌های آب زیرزمینی دشت برازجان.

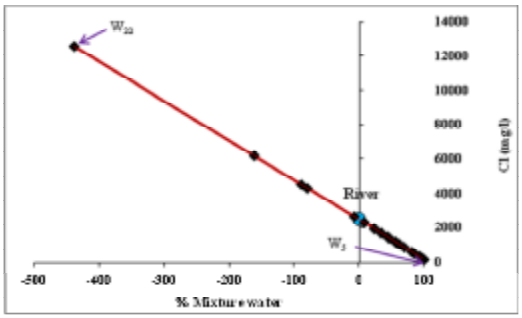
pH	EC	TDS	Cl	SO4	HCO_3	K	Na	Mg	Ca	Sample
7.6	3748	2604	276.5	1544	164.7	8.211	29.66	145.8	601.2	W_1
7.5	3198	2016	354.5	947.7	183.1	5.865	62.76	121.5	400.8	W_2
7.2	3764	2730	265.9	1602	183.1	8.211	75.64	170.1	541.1	W_3
7.5	1968	1260	336.8	366	152.5	3.519	65.75	54.69	250.5	W_4
7.04	1960	1280	177.3	575.9	183.1	3.128	24.83	60.76	280.5	W_5
7.6	4937	3224	531.8	1685	170.8	8.602	75.41	218.7	641.2	W_6
7.7	10168	6540	2304	1945	274.6	37.93	1729	243.1	250.5	W_7
7.08	7028	4680	1205	2041	183.1	14.47	402.1	334.2	651.3	W_8
7.9	8610	5400	1489	2041	335.6	17.2	323.2	486.1	701.4	W_9
7.4	3945	2457	620.4	894.4	213.6	7.038	109.7	182.3	400.8	W_{10}
7.3	6476	4150	886.3	1841	244.1	12.9	417.7	182.3	701.4	W_{11}
7.8	7298	4636	1064	2122	152.5	16.42	113.3	546.9	501	W_{12}
7.4	12300	7550	2659	2240	396.6	48.87	2290	60.76	450.9	W_{13}
7.9	9020	5760	1950	1867	219.7	17.99	618.9	255.2	941.8	W_{14}
8.1	8780	5940	1170	3026	213.6	19.94	68.74	802.1	581.1	W_{15}
7.6	14104	8614	4538	691.7	274.6	44.96	1433	607.6	701.4	W_{16}
7.8	18122	11030	4325	2990	256.3	52.78	1498	1009	741.4	W_{17}
7.7	7061	4500	1702	1201	122	13.68	785.1	182.3	501	W_{18}
7.8	22222	13129.1	6204	2444	213.6	93.84	1920	850.7	1403	W_{19}
8.01	8200	5940	1418	2668	231.9	19.16	166.9	461.8	1042	W_{20}
7.8	9840	5940	2304	1455	213.6	18.38	1185	243.1	551.1	W_{21}
7.7	34276	22560.7	12586	1942	146.4	91.88	5130	911.4	1753	W_{22}
7.8	8893	5520	2482	821.3	329.5	33.62	1227	109.4	561.1	River

جدول2- نسبت آب شیرین در چاههای منطقه‌ی برازجان.

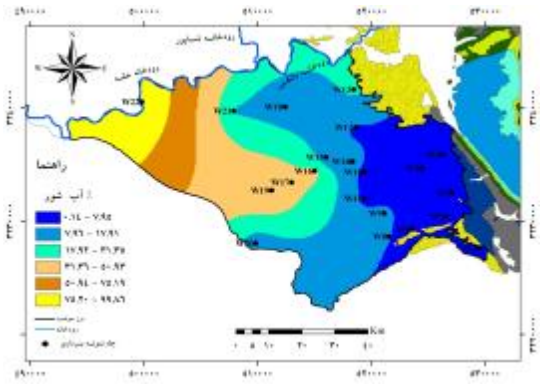
X	چاه	X	چاه
-0/08	W_{13}	0/96	W_1
0/23	W_{14}	0/92	W_2
570	W_{15}	0/96	W_3
-0/089	W_{16}	0/93	W_4
-0/79	W_{17}	1	W_5
0/33	W_{18}	0/84	W_6
-1/61	W_{19}	0/07	W_7
0/46	W_{20}	0/55	W_8
0/08	W_{21}	0/43	W_9
-4/38	W_{22}	0/81	W_{10}
0	River	0/69	W_{11}
		0/61	W_{12}



شکل 5- نمودار ستونی میزان نسبت آب شیرین چاههای منطقه.



شکل 6- محاسبه‌ی درصد اختلاط شیرین آب و آب شور با استفاده از منحنی اختلاط کلر(ریشتر و کرتلر، 1993).



شکل7- نقشه‌ی هم ارزش درصد آب شور در آب زیرزمینی دشت برازجان.

نتیجه‌گیری

1. در منابع آب زیرزمینی بطور عمده نفوذ آب شور رودهای دالکی و حله، و تبخیر از سطح بالای آب زیرزمینی، اختلاط با آبهای میان حوضه‌ای و نفتی و رسوبهای تبخیری درون سازندی کنگلومرای بختیاری و همچنین آب برگشتی کشاورزی سبب شوری آبخوان دشت برازجان می‌شود.
2. بیشترین میزان آب شیرین در بخش شرقی منطقه مورد مطالعه در نتیجه تغذیه از سازندهای آهکی گوری و در امان ماندن از هجوم آب شور رودها و تبخیر کمتر به‌دلیل عمق بیشتر سطح آب زیرزمینی می‌باشد.
3. با توجه به بررسیهای به عمل آمده، افزایش برداشت آب از آبخوان برازجان سبب از بین رفتن تعادل بین آب شور و شیرین و نفوذ آب شور در برخی ازچاههای آب دشت برازجان شده است.
4. افزایش خطی سدیم و کلر نسبت به TDI نشان دهنده‌ی انحلال سنگ نمک در منطقه است که منشاء آن را می‌توان به انحلال نمک و گچ سازندهای حاشیه شرقی دشت به‌وسیله‌ی رود دالکی، تغذیه آبخوان دشت توسط این رود، ورود آبهای میان حوضه‌ای و نفتی، وجود محیطهای سبخایی و تالابهای موجود در دشت و زهاب کشاورزی مرتبط دانست. از طرفی، وجود کنگلومرای حاوی نمک‌های سولفاتی و هالیتی و جریان زیرسطحی شور نیز سبب افزایش نمک آب دشت می‌شود، همچنین سولفات نیز سبب شوری آب می‌شود.

منابع

1. حاجیان، م.، ا. ر. رهسپار، م. وحید دستجردی، و ا. حسن زاده. 1388. بررسی برخی فراسنجهای تعیین کننده کیفیت آب رود زاینده رود، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
2. Custoddio, E. 1987. Hydrogeo chemistry and tracer, in Custoddio, E., Groundwater problems in coastal areas: Studies and reports in hydrology No. 45, UNESCO, p.213- 269.
3. Darmawan, A., and M.Oguchi Yokohari. 2010. Land use/ cover and surface water quality at multiple spatial scales in the Kanto Region. Graduate School of Frontier Science. The Univesity of Tokyo.

4. Ghassemi, F., A.J. Jakeman, and H.A. Nix. 1995. Salinisation Of land and water resource. Australia. p.28-35 and 345-348.
5. Gibbison, A., and J. Randall. 2006. The salt water intrusion problem and water conservation practices in southeast Georgia, USA. Water and Enviro. J.2.
6. Glynn, P.D., and L.N. Plummer. 2005. Geochemistry and the understanding of groundwater system. Hydrogeol. J. 13:263 – 287.
7. Karanth, K.R. 2001. Ground water assessment development and management. Tata McGraw-Hill.
8. Mahadev, J., S. P. Hosamani Akheel, and S. Ahmed. 2010. Statistical multivariate analysis of lake water quality parameters in Mysore, Karnataka, India. World Appl. Sci. J. 8: 1370-1380.
9. Method in Orissa. India. World Applied Sciences Journal 9 (12): 1392-1397.
10. Ravikumar, P., and R.K. Somashekar. 2010. Multivariate analysis to evaluate geochemistry of ground water in Varahi River basin of Udupi in Karnataka (India). Nat. Environm. Assoc. The Ecoscan 4 (2&3): 153-162.
11. Reza, R., and G. Singh. 2010. Assessment of ground water quality status by using water quality index.
12. Richter, B.C., and C.W. Kreitler. 1993. Geochemical techniques for identifiying sources of Ground-Water Salinization,C.K.Smoley,258p.
13. Sarin, M.M., S. Krishnaswamy, K. Dilli, B.L.K. Somayajulu, and W.S. Moore .1989. Major-ion chemistry of the Ganga–Brahmaputra River system: weathering processes and fluxes to the Bay of Bengal. Geochem Cosmochim Acta53:997–1009.
14. Sikdar, P.K., S.S. Sarkar, and S. Palchoudhury. 2001. Geochemical evolution groundwater in the Quaternary aquifer of Calcutta and Howrah, India. J. Asian Earth Sci. 19: 579-594.
15. Spears, D.A. 1986. Mineralogical control of the chemical evolution of groundwater. In: Trudgill ST (ed) Solute processes.
16. William, W.D. 2001. Anthropogenic salinization of inland waters. Hydrobiology, 329-337p.