Archive of SID

هیدروژئولوژی، سال چهارم، شماره۱، تابستان ۱۳۹۸
Hydrogeology, Volume 4, No. 1, Summer 2019

هیدروژئوشیمی و پایش کیفی تالاب کارستی– گچی برم‌شور در استان خوزستان

فرزاد اکبری [1*]، رحیم باقری[2]، آرش ندری[3]

۱- کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود
۲ - استادیار زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود
۳- استادیار زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز
* نویسنده مسئول: farzadakbari12425@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۲۷

چکیده

تالاب دائمی برم شور در استان خوزستان در مجاورت سازند تبخیری گچساران به صورت یک حوضه آبگیر بسته تشکیل شده است. هدف از این پژوهش، پایش کیفی و ارزیابی هیدروژئو شیمی تالاب طی دو دوره آماری فروردین و شهریور می‌باشد. به منظور انجام تحقیق نمونه‌هایی از آبراهه ورودی سازند گچساران، سطح تالاب و عمق‌های مختلف (۱ تا ۳ متر) به منظور ارزیابی غلظت عناصر اصلی و فلزات سنگین طی دو دوره آماری برداشت شد. تغییرات هدایت الکتریکی نمونه‌های آبراهه ورودی به تالاب از µ۹۲۰s/cm در بالاترین نقطه آبراهه تا µs/cm ۱۵۳۰ ورودی تالاب متغیر می‌باشد که این مقدار به حداکثرµ۴۲۹۰s/cm در شهریور افزایش می‌یابد. تیپ آب همه نمونه‌های سطحی، عمق و آبراهه ورودی در هر دو دوره آماری سولفاته کلسیک می‌باشد که حاصل انحلال ژیپس در اطراف تالاب و تبخیر شدید در منطقه است. همبستگی خوبی بین شاخص اشباع کلسیت، دولومیت و ژیپس در مقابل آنیون سولفات در دوره آماری فروردین‌ماه وجود دارد درحالی‌که در مقابل و در دوره آماری شهریور ماه بین شاخص‌های اشباع و آنیون سولفات همبستگی پایینی وجود دارد که نشان می‌دهد علاوه بر انحلال ژیپس، تبخیر نیز در تغییرات شاخص اشباع این کانی‌ها اثرگذار است. مهم‌ترین فرآیند مؤثر در ترکیب شیمیایی آب تالاب در اکثر نمونه‌ها بر اساس نمودار گیبس، واکنش متقابل آب و سنگ است. مقدار غلظت فلزات سنگین تالاب در ۶ نقطه اندازه‌گیری به صورت Zn>Pb>Fe>As می‌باشد. غلظت عناصر Pb، As، Zn در تمام نمونه‌ها در مقایسه با استاندارد WHO بیشتر اما در مقایسه با حد مجاز استاندارد FAO مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تالاب برم‌شور– هیدروژئوشیمی - فلزات سنگین– گچساران.

مقدمه

تالاب‌ها یکی از مهم‌ترین و غنی‌ترین اکوسیستم‌های دنیا بوده،که دارای بیشترین تنوع زیستی می‌باشند (جعفری و همکاران ، ۲۰۱۵). تغییر در شیمی آب‌های سطحی و زیرزمینی در اثر عوامل طبیعی، تابعی از بارش، اقلیم، تبخیر و تعرق، فرآیندهای بیوشیمیایی در خاک و واکنش‌های بین آب و سنگ می‌باشد (اشمیت و همکاران، ۲۰۱۳). مطالعه و پژوهش‌های زیادی در ارتباط با دریاچه‌ها و تالاب‌ها در داخل و خارج از کشور انجام شده است. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی پایش کیفی و زیست‌محیطی تالاب میانگران در شهرستان ایذه

www.SID.ir

Archive of SID

پرداختند. نتایج این محققین نشان داد که فاضلاب ورودی از شهر ایذه و روستاهای اطراف یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر غلظت فلزات سنگین تالاب می‌باشد. گونای (۲۰۰۲) با مطالعه کارست گچی منطقه سیواس در کشور ترکیه و تأثیر آن بر روی کیفیت منابع آبی اطراف، دریافتند که کیفیت آب چشمه‌های موجود منطقه به دلیل تماس با کارست‌های گچی اطراف نامناسب بوده و دارای EC= 13000 µs/cm می‌باشد. اقدم و همکاران (۲۰۱۲) ضمن مطالعه و بررسی تأثیر سازندهای تبخیری بر کیفیت آب رودخانه کارون در مسیر دره عنبل (به طول ۴ کیلومتر)، مشاهده نمودند که، با ورود آب کارون به دره عنبل به دلیل تماس آب با واحدهای گچ و نمک سازند گچساران تیپ آب از نوع $Ca\text{-}HCO_3$ و مقدار TDS=0/4 (mg/l) به Na-(Ca)-Cl(SO_4) با مقدار TDS=1/5(mg/l) تغییر می‌کند. پژوهش و مطالعه کوان و همکاران (۲۰۱۲) در ارتباط با میزان آلودگی فلزات سنگین در آب دریاچه شهری و رودخانه مینگوا (Mingoa) در غرب کشور کامرون نشان داد که غلظت عناصر آلومینیوم، منگنز، آهن، سرب و کادمیوم در آب دریاچه از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بیشتر بوده است. مطالعه چائوآی و همکاران (۲۰۱۲) به منظور ارزیابی کیفیت آب دریاچه تایهو در کشور چین نشان داد که بالا بودن غلظت نیتروژن و فسفر در نمونه‌های آب دریاچه، به دلیل ورود فاضلاب و پساب‌های حاصل از فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. صادقی اقدم و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی هیدروژئوشیمی دشت آذرشهر یکی از محدوده‌های حوزه آبگیر دریاچه ارومیه دریافتند که آنالیز فاکتوری سه عامل اساسی مؤثر بر هیدروژئوشیمی این منابع شناسایی که در کل، ۸۱ درصد واریانس کل داده‌ها را شامل می‌شوند. نفر و همکاران (۱۳۹۶) غلظت برخی فلزهای سنگین در آب تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی‌گل در استان گلستان را مورد مطالعه قرار دادند، براساس نتایج بالاترین غلظت فلزهای اندازه‌گیری شده مربوط به تالاب آلاگل و پایین‌ترین غلظت‌ها در تالاب آجی‌گل مشاهده شد. بررسی کیفیت آب چهار تالاب در شهر کیمبتور در کشور هند توسط چاندرا و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که در مقایسه با سایر تالاب‌ها، آلودگی تالاب یکدام بیشتر بوده به طوری که مقدار EC و pH آن بالاتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی می‌باشد. حسن‌زاده و عباس‌نژاد (۱۳۹۶) به بررسی فرآیندهای هیدروشیمی مؤثر بر کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت نوق در استان کرمان پرداختند. نتایج نشان داد که فرآیندهای تبخیر آب، انحلال تبخیری‌ها، رسوب‌گذاری کلسیت و ژیپس، اکسید شدن سولفیدها، واجذب بعضی از فلزات سنگین، اثر اشتراک یونی، هیدرولیز سیلیکات‌ها و تبادل یونی کمابیش در این سفره آب زیرزمینی صورت گرفته و بر کیفیت آب تأثیر گذاشته‌اند.

هادی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) به مطالعه هیدورژئوشیمی آبخوان کوهدشت پرداختند. نتایج این محققین نشان داد که سیر تکامل ژئوشیمیایی آب زیرزمینی در دشت کوهدشت از تیپ بی‌کربناته کلسیک (منیزیک) با غلظت املاح محلول کم در مناطق تغذیه شمالی آغاز و به تیپ بی‌کربناته (سولفاته) منیزیک ادامه می‌یابد ولی در مناطق تخلیه جنوب غربی دشت (منطقه آلوده به مواد هیدروکربنی) به‌طور ناگهانی تیپ آب زیرزمینی کلروره – سدیک و غلظت املاح محلول زیاد می‌شود. ژئو و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر عوامل آب و هوایی و زمین‌شناسی بر شیمی آب رودخانه‌ها در شمال منطقه شین جیانگ (Xinjiang) درکشور چین پرداختند، نتایج نشان داد که واکنش بین آب و سنگ یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پارامترهای هیدروژئوشیمیایی می‌باشد.

تالاب برم‌شور یکی از منابع آب سطحی در استان خوزستان می‌باشد. این منبع مهم آبی در مقایسه با سایر منابع آبی منطقه از جمله تالاب میانگران، شادگان و غیره که دچار کم‌آبی شدید و گاهاً خشک شده‌اند، همواره دارای حجم زیادی آب می‌باشد و نوسان چشمگیری در سطح آب تالاب رخ نمی‌دهد. هیچ گونه پساب حاصل از فاضلاب‌های شهری و صنعتی به تالاب سرازیر نمی‌شود و تنها عامل منفی تأثیرگذار بر کیفیت آب تالاب

www.SID.ir

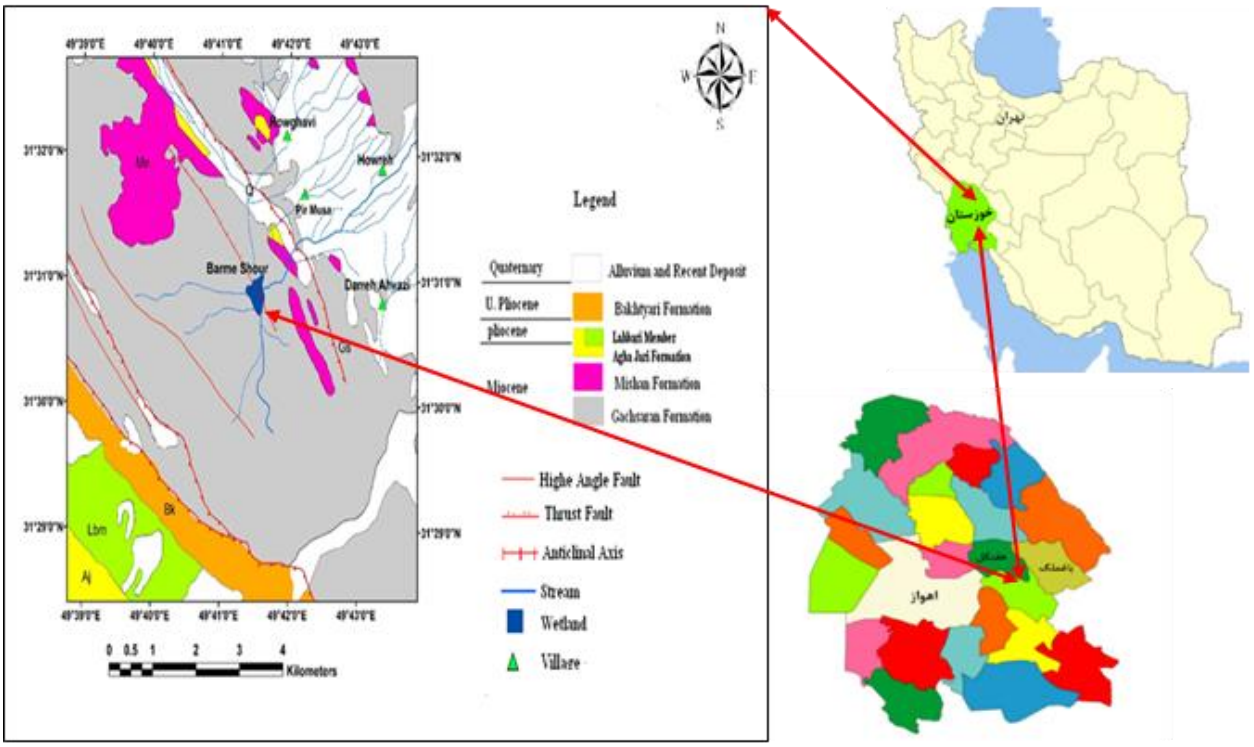
Archive of SID

رخنمون سازند کارستی گچساران در منطقه و تبخیر شدید می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی هیدروژئوشیمی و پایش کیفی تالاب طی دو دوره آماری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

تالاب برم‌شور یکی از تالاب‌های استان خوزستان می‌باشد که به احتمال زیاد یک عارضه کارستی است که در ۱۶کیلومتری شرق شهرستان هفتکل واقع شده است. تالاب برم‌شور با مساحت ۳۰۰ متر طول و ۷۰۰ متر عرض یکی از مهم‌ترین منابع آب در منطقه می‌باشد که در برخی فصول به منظور آبیاری اراضی کشاورزی و باغات مورد استفاده قرار می‌گیرد. حداکثر عمق تالاب در دوره آماری شهریورماه برابر با ۳متر بوده و با افزایش بارش، به عمق تالاب در فصل‌های پر بارش افزوده می‌شود. حوضه آبگیر این تالاب به‌صورت حوضه بسته بوده و آب‌های سطحی در زمان بارش از اطراف به سمت این تالاب جریان می‌یابند. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- شکل ۱- موقعیت و نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه.

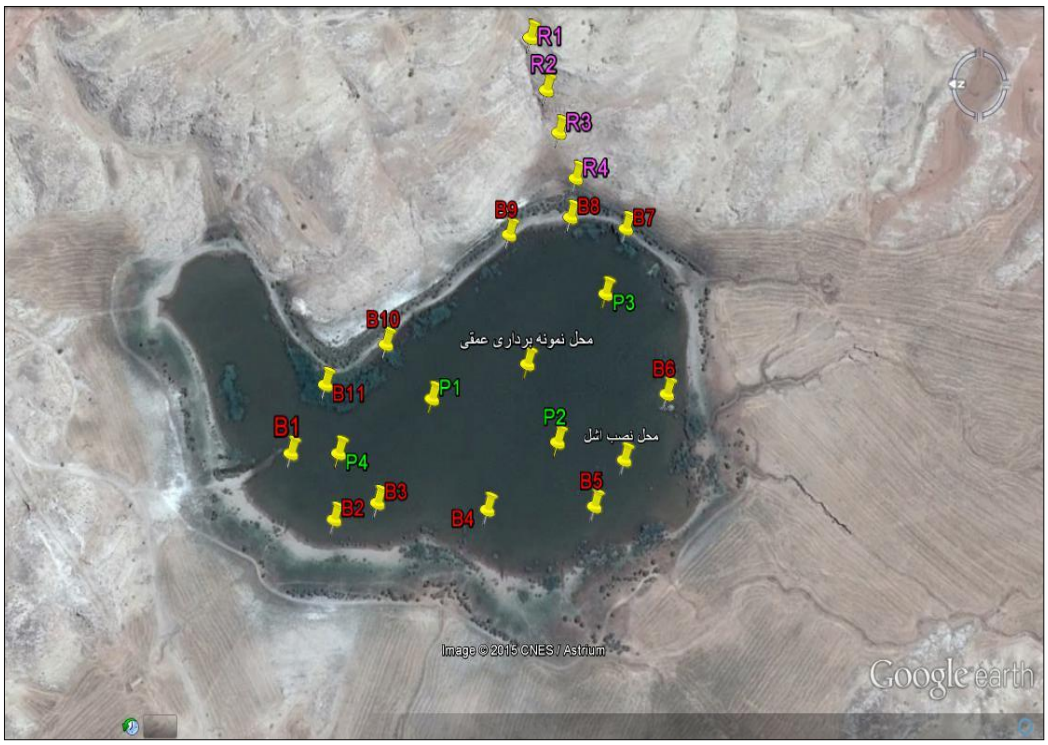
نمونه‌برداری و فعالیت‌های صحرایی

با توجه به اینکه هیچ بانک اطلاعاتی در ارتباط با این منبع مهم آبی در دسترس نبود و هیچ گونه مطالعه هیدروژئولوژی و هیدورژئوشیمی بر روی آن انجام نشده بود، به منظور انجام پژوهش و ارزیابی هیدروژئوشیمی تالاب برم‌شور طی دو دوره آماری فروردین و شهریورماه از ۱۱ ایستگاه اطراف (B1 تا B11)، ۴ ایستگاه از سطح تالاب (P1-P2-P3-P4) طی دو دوره آماری، ۴ ایستگاه از بزرگ‌ترین آبراهه ورودی سازند گچساران به تالاب در فصل پر بارش(R1-R2-R3-R4) نمونه‌برداری صورت گرفت. همچنین به منظور بررسی تغییرات عمقی پارامترهای هیدروژئوشیمیایی اقدام به ساختن یک نمونه‌بردار عمقی شد. با این نمونه‌بردار و استفاده از لاستیک و تخته شناور بر روی آب در نقطه‌ای که بیشترین عمق تالاب (۳ متر) در آنجا برآورد شده بود (اکبری و همکاران، ۱۳۹۵) به فواصل عمقی ۱ متری، سه

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه H1-H2-H3 در شهریورماه ۱۳۹۴برداشت گردید (شکل ۲). همچنین به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین از ۶ ایستگاه (R4 وB2- B4- B6-B8-B10) نمونه‌برداری صورت گرفت. از طرفی با توجه به تشابه بسیار بالای نتایج آنالیز نمونه‌ها در برداشت اول، تنها ۵ ایستگاه B2- B4- B6-B8-B10 انتخاب و طی یک بازه زمانی ۱۲ماهه مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیته به صورت منظم قرائت گردید (اکبری و همکاران، ۱۳۹۵). نمونه های برداشت شده به منظور اندازه‌گیری کاتیون و آنیون‌ها به آزمایشگاه آب و زیست‌محیطی دانشگاه صنعتی شاهرود منتقل گردید. آنالیز نمونه‌های کربنات، بی‌کربنات، منیزیم، کلسیم و کلر به تیتراسیون و آنالیز یون‌های سدیم، پتاسیم و سولفات توسط دستگاه‌های فلم‌فتومتری و توربیدی‌متر انجام گرفت. همچنین نمونه‌های فلزات سنگین به منظور اندازه‌گیری به سازمان انرژی اتمی تهران ارسال شد. جداول ۱ و ۲ غلظت عناصر اصلی اندازه گیری شده در آزمایشگاه را نشان می‌دهد. از طرفی به منظور بررسی نوسانات سطح آب یک اشل به طول ۳ متر بر روی سطح آب تالاب نصب و تغییرات به صورت ماهانه و منظم قرائت گردید (شکل ۲).



شکل ۲- ایستگاه‌های نمونه‌برداری تالاب برم‌شور.

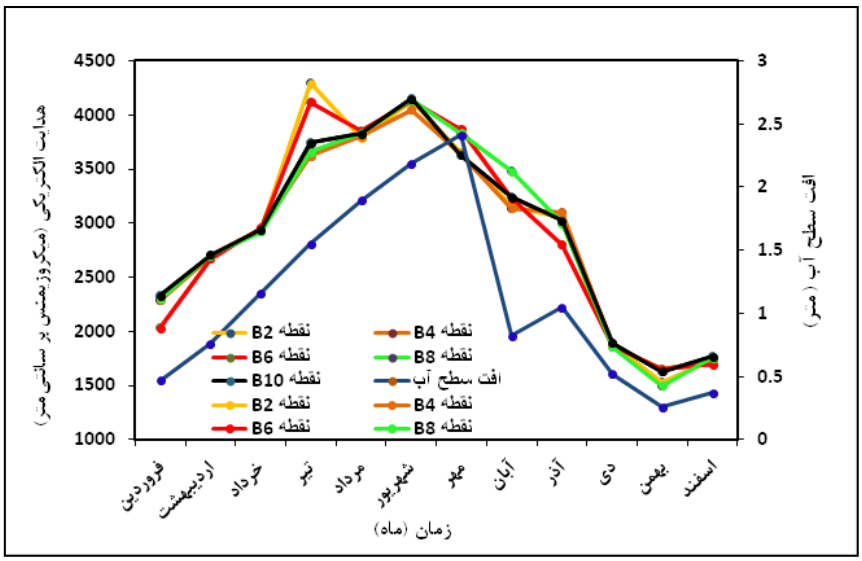
نتایج و بحث

مقادیر هدایت الکتریکی نمونه‌های آب تالاب طی بازه زمانی یک‌ساله بین محدوده ۱۴۹۸ تا ۴۲۹۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در نقاط مختلف تالاب متغیر بوده است. این محدوده شوری نشانگر کیفیت نامناسب آب می‌باشد که اصلی‌ترین عامل شوری بالا در تالاب را می‌توان رخنمون گسترده سازند گچساران به همراه تبخیر شدید و برداشت از آب تالاب جهت مصارف کشاورزی و در نتیجه افزایش افت سطح آب بیان نمود. شکل ۳ تغییرات میزان شوری را با افت سطح آب تالاب در نتیجه تبخیر نشان می‌دهد.

با افزایش تبخیر و افزایش افت سطح آب تالاب مقدار هدایت الکتریکی (EC) افزایش یافته است.

www.SID.ir

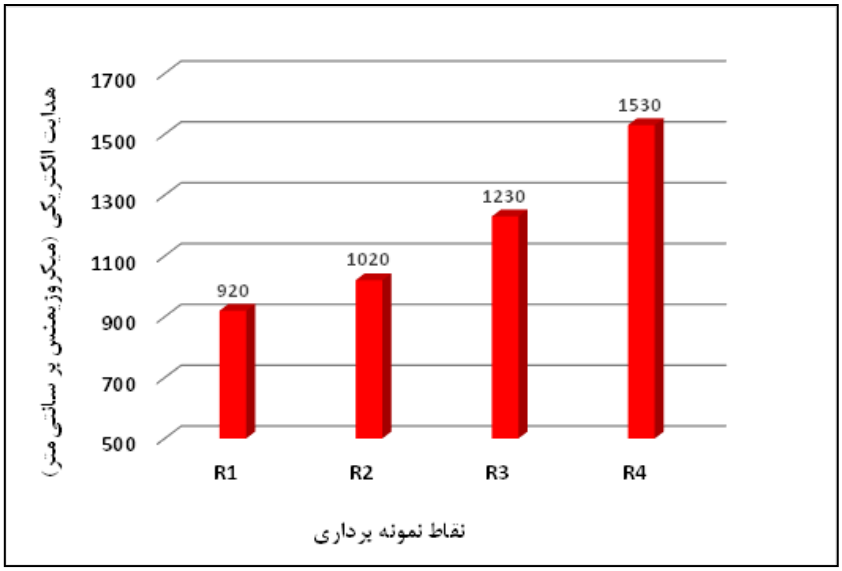
Archive of SID



شکل ۳- تغییرات EC نمونه‌های آب تالاب طی دوره زمانی ۱ ساله.

لیتولوژی غالب سازند گچساران سنگ‌های تبخیری ژیپسی ($CaSO_4.2H_2O$) و تا اندازه‌ای نمکی(NaCl) می‌باشد (کوپر و همکاران، ۲۰۱۳).

با توجه به قرارگیری تالاب در مجاورت سازند گچساران و ورود رواناب‌های فصلی از ارتفاعات، به نظر نقش اصلی در شوری آب تالاب را وجود سازند تبخیری گچساران و انحلال ژیپس ایفا می کند. هدایت الکتریکی نقطه R1 (بالاترین قسمت ارتفاعات سازند گچساران و دورترین نقطه نمونه‌برداری شده از تالاب) µ۹۲۰s/cm می‌باشد که این مقدار در مسیرهای منتهی به تالاب افزایش می‌یابد به طوری که مقدار هدایت الکتریکی آب در نزدیک‌ترین تلاقی آبراهه و تالاب (R4) به ۱۵۳۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر افزایش می‌یابد (شکل ۴). این موضوع تائید کننده انحلال ژیپس و نمک و اثر سازند تبخیری گچساران بر کیفیت آب می‌باشد.



شکل۴- تغییرات EC در آبراهه فصلی ورودی به تالاب از ارتفاعات سازند گچساران

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب تالاب برم‌شور (فروردین).

					غلظت یون‌ها (meq/lit)									
شماره	نام محل	pH	EC (µs/cm)	TDS (mg/l)	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{-2}	HCO_3^-	CO_3^{-2}	TH mg/l	% E
B2	تالاب	۷/۶۸	۲۳۱۳	۱۶۴۲	۰	۰/۶۱	۲۵/۵	۷	۳/۵	۲۴/۵۸	۳/۵	۰	۱۶۱۹/۴	٪۲/۳
B4	تالاب	۷/۵۵	۲۲۹۰	۱۶۲۶	۰	۰/۵۵	۲۷	۵	۳	۲۱/۶۶	۵	۰	۱۵۹۶	٪۴/۶
B6	تالاب	۷/۷۳	۲۰۳۰	۱۴۴۱	۰	۰/۵	۲۴/۵	۶/۵	۳/۵	۲۳/۷۵	۳/۵	۰	۱۵۴۴/۸	٪۱/۲
B8	تالاب	۷/۴	۲۲۹۹	۱۶۳۲	۰	۰/۵۳	۲۶/۵	۹/۵	۳/۵	۲۵/۴۱	۶/۵	۰	۱۷۹۲/۴	٪۱/۵
B10	تالاب	۷/۹	۲۳۳۰	۱۶۵۴	۰	۰/۵۶	۲۶/۵	۵/۵	۳	۲۴/۱۶	۳	۰	۱۵۹۵/۶	٪۳/۸
P1	پراکنده	۷/۷۵	۲۲۹۳	۱۶۲۸	۰	۰/۴۹	۲۴/۵	۴/۵	۴	۲۰/۴۱	۳	۰	۱۴۴۶/۴	٪۳/۶
P2	پراکنده	۶/۹۷	۲۲۹۵	۱۶۲۹	۰	۰/۵۶	۲۵	۸/۵	۳/۵	۲۴/۵۸	۴	۰	۱۶۶۸/۲	٪۲/۹
P3	پراکنده	۷/۵۳	۲۲۵۰	۱۵۹۸	۰	۰/۹۳	۲۴/۵	۷	۳	۲۳/۳۳	۳	۰	۱۵۶۹/۴	٪۵
P4	پراکنده	۷/۶۷	۲۳۲۲	۱۶۴۸	۰	۰/۳۵	۲۷/۵	۵/۵	۴	۲۴/۱۶	۲/۵	۰	۱۶۴۵/۶	٪۴/۲
R1	آبراهه	۶/۸	۹۲۰	۶۵۳	۰	۰/۰۲۳	۱۳	۳	۳	۱۱/۲۵	۳	۰	۷۹۷/۶	٪۳/۶
R2	آبراهه	۷/۱	۱۰۲۰	۷۲۴	۰	۰/۰۵۶	۱۳	۴	۳/۵	۱۱/۶۶	۴	۰	۸۴۶/۸	٪۵
R3	آبراهه	۶/۹۵	۱۲۳۰	۸۷۳	۰	۰/۰۷۶	۱۴/۵	۳/۵	۴	۱۲/۵	۳/۵	۰	۸۹۷/۲	٪۵
R4	آبراهه	۶/۸	۱۵۳۰	۱۰۸۶	۰	۰/۰۸۱	۱۳/۵	۴/۵	۵/۵	۱۲/۰۸	۲/۵	۰	۸۹۶/۴	٪۵

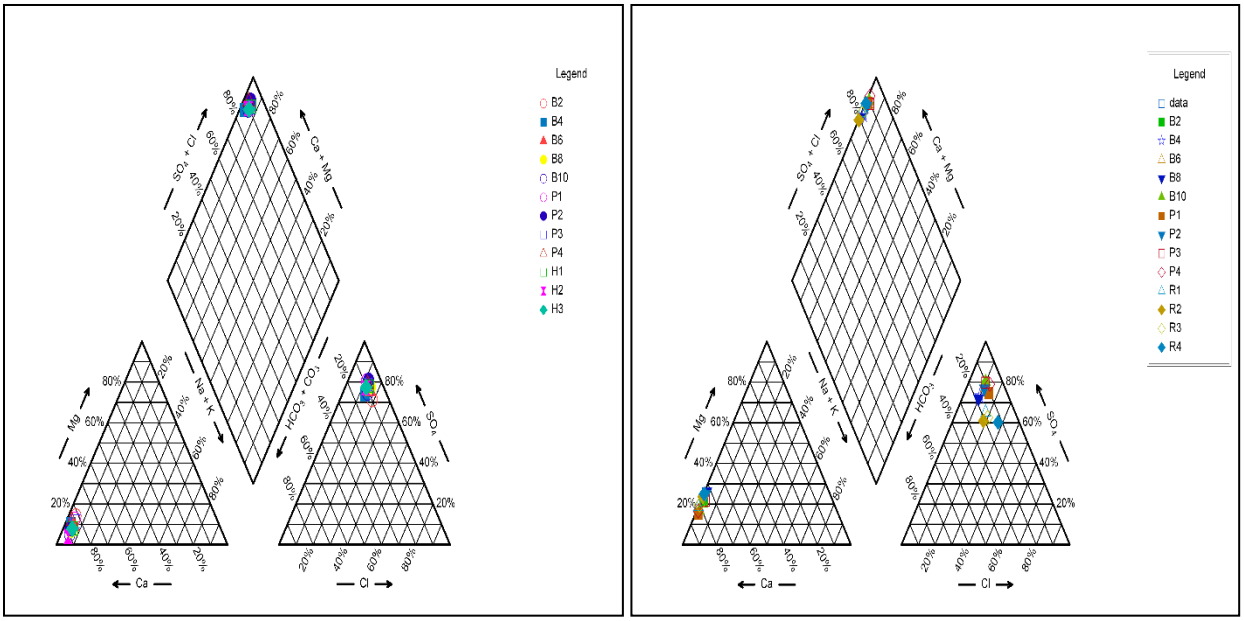
جدول ۲- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب تالاب برم‌شور در (شهریور).

					غلظت یون‌ها (meq/lit)									
شماره	نام محل	pH	EC (µs/cm)	TDS (mg/l)	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{-2}	HCO_3^-	CO_3^{-2}	TH mg/l	% E
B2	تالاب	۷/۷	۴۱۳۰	۲۹۳۲	۰	۲/۱۶	۴۰/۵	۷	۸/۵	۳۲/۰۸	۴/۵	۰	۲۳۶۹/۴	٪۴/۸
B4	تالاب	۷/۵۵	۴۰۵۰	۲۸۷۵	۰	۱/۶۶	۴۲/۵	۵	۶	۳۲/۹۱	۶	۰	۲۳۷۱	٪۴
B6	تالاب	۷/۷۳	۴۱۳۰	۲۹۳۲	۰	۲/۸۳	۴۲	۴/۵	۷	۳۳/۳۳	۴	۰	۲۳۲۱/۴	٪۵
B8	تالاب	۷/۷۶	۴۱۴۰	۲۹۳۹	۰	۲/۶۷	۴۳	۳/۵	۶/۵	۳۴/۱۶	۳/۵	۰	۲۳۲۲/۲	٪۵
B10	تالاب	۷/۷۳	۴۱۵۰	۲۹۴۶	۰	۲/۶۵	۴۴/۵	۲/۵	۶/۵	۳۳/۳۳	۵	۰	۲۳۴۸	٪۵
P1	پراکنده	۷/۹۶	۴۱۶۰	۲۹۵۴	۰	۲	۳۶	۵/۵	۴/۵	۳۲/۹۶	۳/۵	۰	۲۰۷۰/۶	٪۵
P2	پراکنده	۷/۸	۴۱۴۰	۲۹۳۹	۰	۱/۹۱	۳۹/۵	۳/۵	۵	۳۳/۷۵	۳	۰	۲۱۴۷/۲	٪۵
P3	پراکنده	۸/۲۲	۴۱۳۰	۲۹۳۲	۰	۲/۶۱	۳۶	۵	۵	۳۱/۶۶	۳/۵	۰	۲۰۴۶	٪۵
P4	پراکنده	۷/۷۴	۴۱۵۰	۲۹۴۶	۰	۱/۴۷	۳۶/۵	۵	۵	۳۱/۶۶	۳/۵	۰	۲۰۷۱	٪۳
H1	عمق اول	۶/۷۱	۳۷۳۰	۲۶۴۸	۰	۳/۰۱	۴۳	۴	۶	۳۴/۱۶	۵	۰	۲۳۴۶/۸	٪۴
H2	عمق دوم	۶/۷۱	۳۶۴۰	۲۵۸۵	۰	۲/۶۱	۴۷	۲	۵/۵	۳۴/۵۸	۶/۵	۰	۲۴۴۸/۴	٪۴
H3	عمق سوم	۶/۶۶	۳۷۷۰	۲۶۷۷	۰	۲/۸۵	۴۵	۴	۵/۵	۳۴/۵۸	۶/۵	۰	۲۴۴۶/۸	٪۳

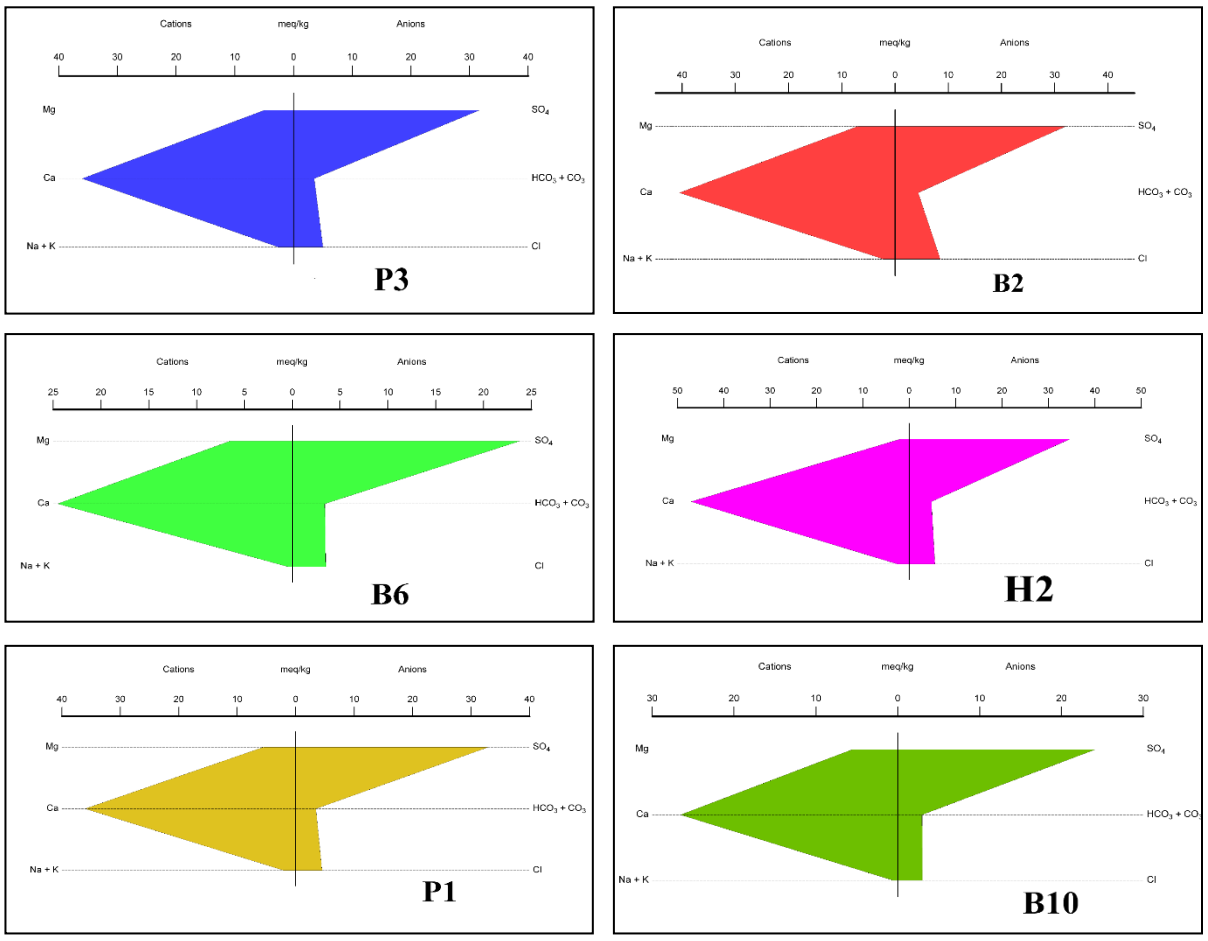
بر اساس نمودار پایپر تیپ آب همه نمونه‌ها اطراف تالاب (B2-B4-B6-B8-B10)، نمونه‌های سطحی (P1-P2-P3-P4)، نمونه‌های عبوری از آبراهه ورودی (R1-R2-R3-R4) و همچنین نمونه‌های عمقی (H1- H2 -H3)، طی دو دوره آماری فروردین و شهریور ماه دارای تیپ آب سولفاته و رخساره کلسیک می باشند (شکل ۵). علت اصلی این موضوع انحلال رگه‌های ژیپس موجود در لایه‌های سازند گچساران و در نتیجه افزایش مقدار سولفات در آب تالاب می‌باشد. تبخیر بالا در منطقه، ته‌نشست و جایگزینی برخی از عناصر و کانی‌ها نیز می‌تواند دلیل دیگری بر غالب بودن تیپ سولفات - کلسیک در محدوده مطالعاتی باشد. در نمودار استیف غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها بر حسب میلی اکی والان بر لیتر بر روی خطوط افقی قرار می‌گیرد (هانسلو، ۱۹۹۵). کاتیون و آنیون غالب تمام نمونه‌های آب برداشت شده از بخش های مختلف تالاب برم‌شور بر اساس نمودارهای استیف همانند نمودار پایپر به ترتیب کلسیم و سولفات است که نشان‌دهنده تیپ سولفاته و رخساره کلسیک نمونه‌ها می‌باشد (شکل ۶).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵ – نمودار پایپر نمونه‌های آب طی دو دوره آماری فروردین (سمت راست)، شهریور (سمت چپ).



شکل ۶– نمودار استیف برخی از نمونه‌های آب تالاب برم‌شور.

www.SID.ir

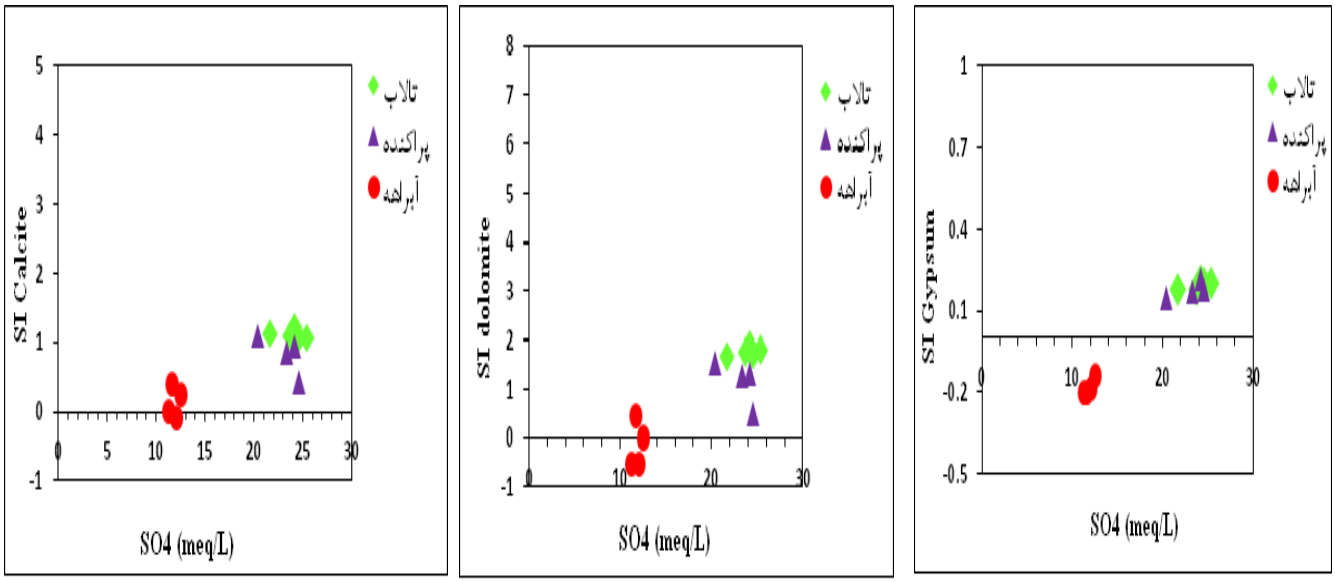
Archive of SID

فرآیندهای ژئوشیمیایی حاکم بر تالاب

هیدروژئوشیمی یون‌های اصلی

در بررسی فرآیندهای ژئوشیمیایی تالاب برم‌شور از تغییرات نمایه‌های اشباع، نمودار ترکیبی و تبادلات یونی استفاده شده است. جهت محاسبه نمایه‌های اشباع، برای هر کدام از نمونه‌های سطحی، آبراهه و عمق تالاب در دوره‌های آماری مختلف یک مدل اجزاء تعادلی ترکیب شیمیایی آب با استفاده از نرم‌افزار PHREEQC تهیه گردیده است. همه نمونه‌های تالاب در دوره آماری فروردین نسبت به انیدریت و هالیت تحت اشباع و نسبت به شاخص کلسیت، دولومیت، ژیپس و آراگونیت فوق اشباع می‌باشند.

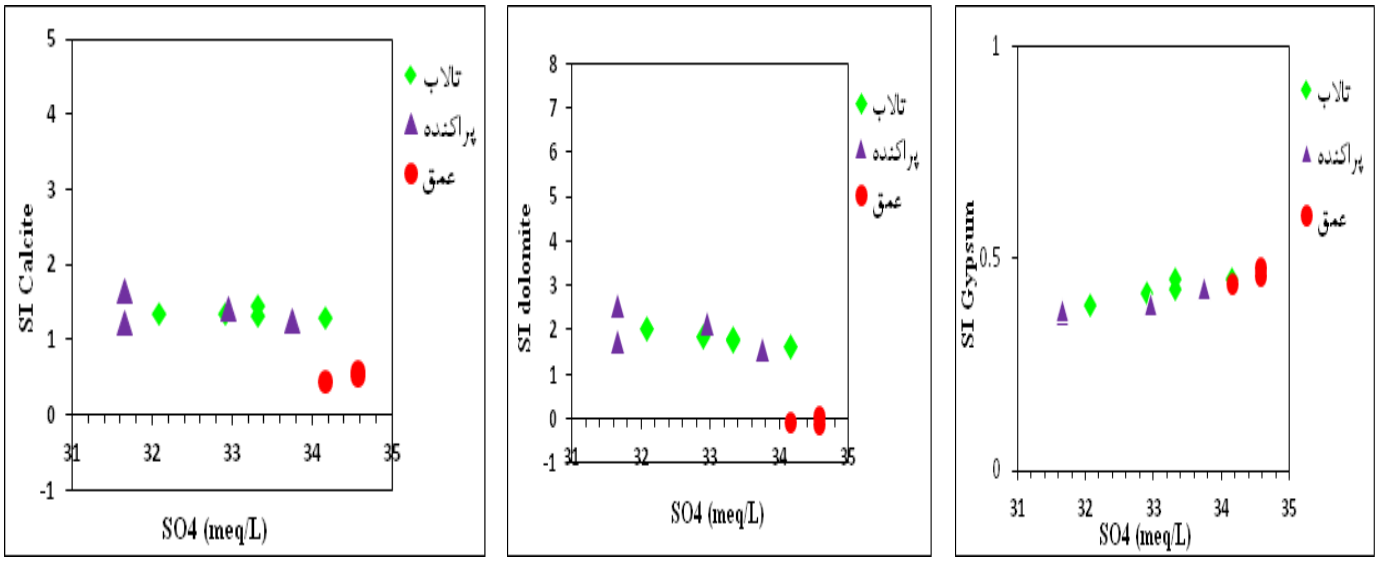
همانند نمونه‌های تالاب و نمونه‌های آبراهه عبوری (R1، R2، R3، R4) نسبت به مقادیر انیدریت، هالیت و ژیپس تحت اشباع، نسبت به نمایه‌های آراگونیت، کلسیت و دولومیت حالت‌های مختلف تحت اشباع، فوق اشباع و حتی به صورت تعادلی می باشند. در مقابل و در دوره آماری شهریور ماه همه نمونه‌های سطحی و عمقی تالاب نسبت به هالیت تحت اشباع و نسبت ژیپس فوق اشباع هستند. همچنین به‌جز نمونه‌های عمقی H1 و H2 شاخص اشباع دولومیت در همه نمونه‌ها حالت فوق اشباع دارد. رخنمون سازند تبخیری گچساران در منطقه به عنوان عامل اصلی افزایش کلسیم و منیزیم و همچنین کانی‌های تبخیری ژیپس و انیدریت در بخش لهبری و سازند گچساران که در جهت جریان انحلال می‌یابند عامل اصلی افزایش رسوب کلسیم و منیزیم در تالاب می‌باشد. بنابراین در محدوده تالاب برم‌شور انحلال کانی‌های مثل هالیت، ژیپس و انیدریت و رسوب‌گذاری و ته‌نشست در کانی‌های کلسیت و دولومیت انجام می‌گیرد. همبستگی خوبی بین شاخص اشباع کلسیت، دولومیت و ژیپس در مقابل آنیون سولفات در همه نمونه‌های سطحی و آبراهه ورودی در دوره آماری فروردین ماه با توجه به نمودارهای دو متغیره بین عناصر وجود دارد (شکل ۷). در مقابل به دلیل همبستگی ضعیف بین شاخص‌های اشباع و آنیون سولفات در نمونه‌های سطحی و عمقی دوره آماری شهریور، احتمال می‌رود که علاوه بر انحلال ژیپس عامل دیگری مانند تبخیر در تغییرات اشباع این کانی‌ها مؤثر بوده است (شکل ۸).



شکل۷- تغییرات نمایه اشباع کلسیت، دولومیت و ژیپس در برابر سولفات در دوره فروردین ماه.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- تغییرات نمایه اشباع کلسیت، دولومیت و ژیپس در برابر سولفات در دوره شهریور ماه.

در مطالعات هیدروژئوشیمی برای تشخیص نوع فرآیندهای شیمیایی و تعیین منشأ و اختلاط آب‌ها از نمودارهای ترکیبی یا دومتغیره استفاده می‌شود (مازور، ۲۰۰۴).

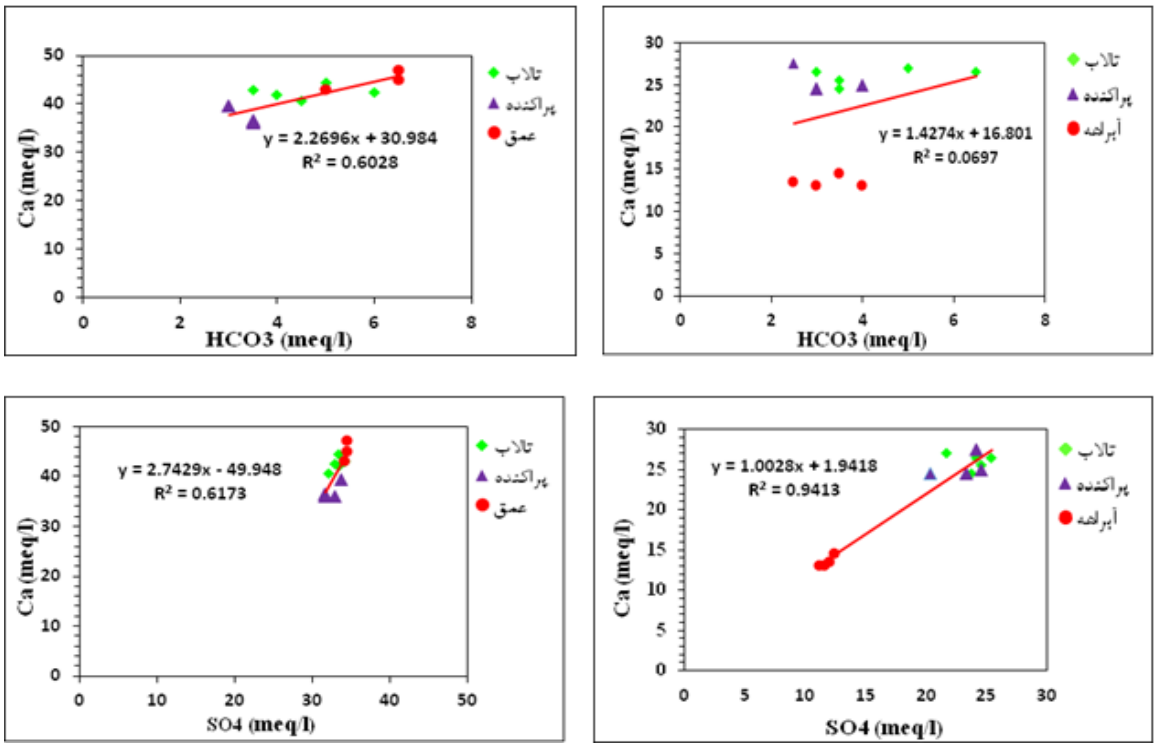
جهت تعیین فرآیندهای ژئوشیمیایی حاکم بر تالاب برم‌شور نمودارهای ترکیبی با استفاده از یون‌های سولفات، بی‌کربنات و کلسیم نمونه‌های آب، ترسیم شده است. شکل ۹ نمودار پراکندگی غلظت سولفات در مقابل کلسیم طی دو دوره آماری فروردین و شهریور را نشان می‌دهد. نمونه‌های هر دو دوره آماری اعم از سطح تالاب، عمق و آبراهه ورودی در امتداد و روی خط تعادل قرار گرفته‌اند.

رابطه مستقیم بین آنیون سولفات و کاتیون کلسیم نشانگر انحلال ژیپس در منطقه می‌باشد. در مقایسه و در دوره آماری شهریور کلسیم روند افزایشی دارد که می‌تواند حاصل انحلال عامل دیگری علاوه بر ژیپس مانند انحلال کربنات کلسیم در منطقه باشد. رابطه کلسیم در مقابل بی‌کربنات گویای مطلب فوق می‌باشد زیرا در شهریور ماه کلسیم با بی‌کربنات رابطه مستقیمی داشته و دلیل بر انحلال کربنات کلسیم است.

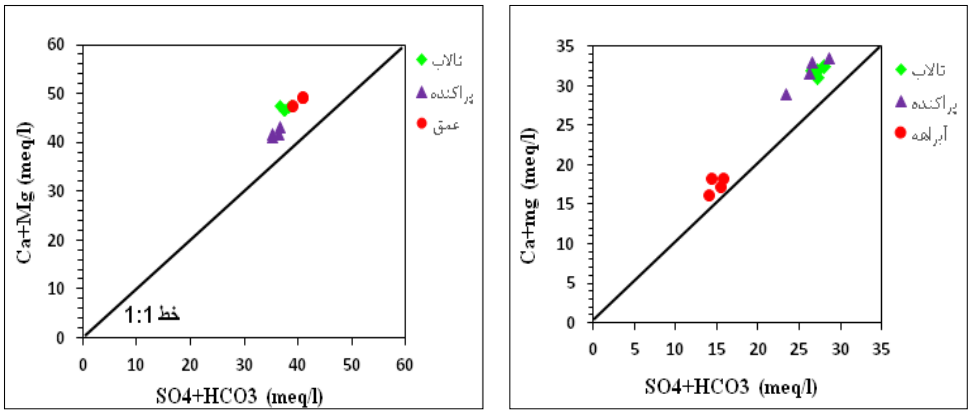
اما در مقابل و در دوره آماری فروردین به دلیل انحلال و واکنش آب با سازند ژیپسی گچساران، مقدار بی‌کربنات ورودی به تالاب کم می‌باشد. شکل ۱۰ تبادلات یونی و نمودارهای دو متغیره Ca+Mg در مقابل SO4+HCO3 نشان می‌دهد. خط ۱:۱ نشان دهنده فرآیندهای انحلال کلسیت، دولومیت و ژیپس می‌باشد. تقریباً همه نمونه‌های آب تالاب اعم از نمونه‌های سطحی، عمق و عبوری از آبراهه، در هر دو دوره آماری در بالای خط ۱:۱ قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده فرآیند تبادل یونی معکوس در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- نمودار ترکیبی سولفات و بی‌کربنات در مقابل کلسیم طی دو دوره آماری فروردین (سمت راست) و شهریور (سمت چپ).

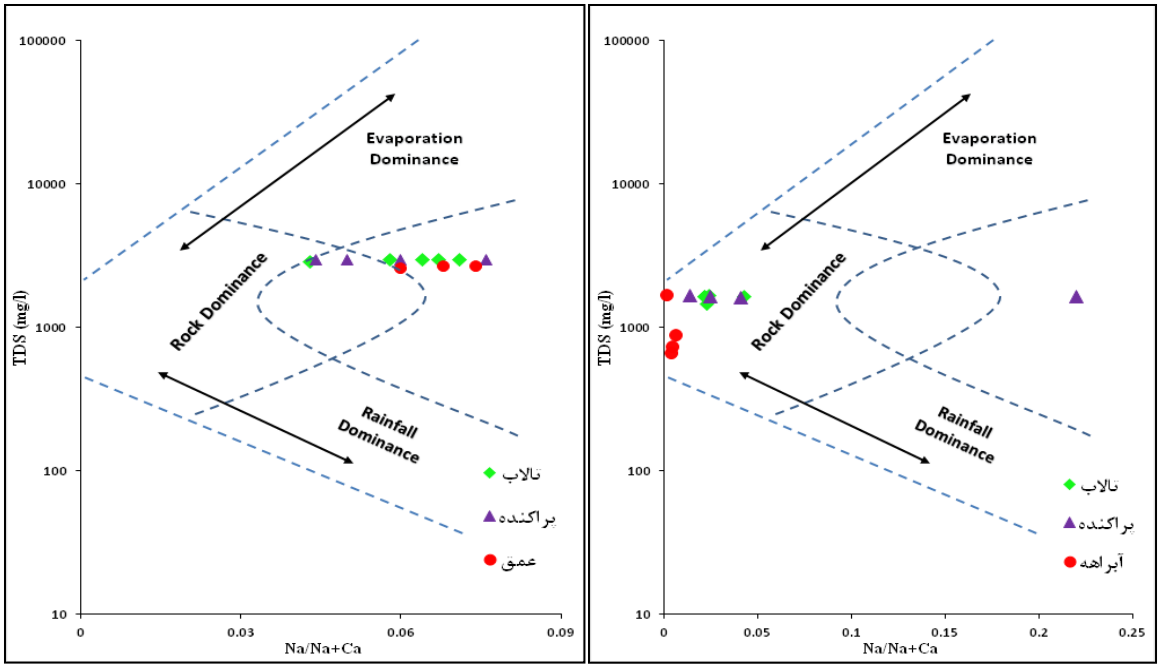


شکل ۱۰- نمودارهای Ca+mg در مقابل SO4 +HCO3. فروردین (راست)، شهریور (چپ).

به منظور بررسی تأثیر لیتولوژیکی سنگ‌های مؤثر بر کیفیت منابع آب، تعین سازوکار حاکم بر جریان آب‌های زیرزمینی و سطحی، ترکیب یون‌های اصلی موجود در منابع آب از نمودار گیبس استفاده می‌شود. طبق نظر (Langmuir,1997) ترکیب آب‌های زیرزمینی توسط سه پارامتر تعیین خواهد شد: ۱- وقتی که بارندگی عامل اصلی و غالب می‌باشد ۲ - واکنش‌هایی که سنگ روند واکنش را تحت کنترل دارد. ۳ - وقتی که کیفیت منابع آب تحت تأثیر تبخیر قرار می‌گیرد. بر اساس نمودارهای گیبس در هر دو دوره آماری فروردین و شهریورماه، اکثر نمونه‌ها متأثر از فرآیند واکنش بین آب و سنگ (هوازگی و انحلال سازندها) می‌باشد اما در دوره آماری فروردین به دلیل وقوع بارش در منطقه و رخنمون گسترده سازند تبخیری گچساران در مجاورت تالاب و همچنین انحلال بالای گچ و نمک اثر واکنش بین آب و سنگ تأثیر بیشتری در کیفیت آب تالاب دارد. از طرفی دیگر در دوره آماری شهریورماه علاوه بر واکنش مقابل آب و سنگ تبخیر نیز بر کیفیت آب تأثیرگذار می‌باشد (شکل ۱۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱- نمودار گیبس نمونه‌های آب تالاب، فروردین (چپ)، شهریور (راست)

فلزات سنگین

فلزات سنگین به دلیل ویژگی‌های خاص مانند تحرک کم و جذب بالا توسط رسوبات ممکن است به مدت طولانی در رسوب باقی‌مانده و تهدید جدی برای محیط باشند. مقادیر عناصر Ni ، Cd،Cr زیر حد آشکارسازی بوده است. بیشترین غلظت Zn و As در ایستگاه B6 به ترتیب برابر با ۱/۵۷ و ۰/۱۲۲ میلی‌گرم در لیتر بوده است. درحالی‌که کمترین غلظت Zn و As در ایستگاه R4 (آبراهه) و به ترتیب برابر با ۰/۵۳۸و ۰/۰۷۴اندازه‌گیری شده است. بیشترین غلظت Fe و Pb در ایستگاه B2 به ترتیب برابر با ۰/۱۵۷ و ۱/۵۳ میلی‌گرم در لیتر و کمترین غلظت Fe در ایستگاه B6 و برابر با ۰/۱۲۴ و کمترین غلظت Pb در ایستگاه R4 و برابر با ۰/۴۳۳میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. روند تغییرات غلظت فلزات سنگین در ۶ ایستگاه منطقه مطالعاتی به صورت Zn>Pb>Fe>As>Cr>Ni>Cd است (جدول ۳). غلظت عناصر Pb، As، Zn در تمام نمونه‌ها در مقایسه با حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004) بیشتر بوده اما در مقایسه با حد مجاز استاندارد برای کشاورزی (FAO, Ayers and Westcot, 1994) مناسب می‌باشد (شکل۱۲). بالا بودن مقادیر غلظت Zn و Pb در تالاب احتمالاً می‌تواند منشأ زمین شناسی و یا در اثر ورود فاضلاب کشاورزی زمین‌های اطراف تالاب باشد. یکی از عواملی که معمولاً باعث افزایش مقادیر سرب در منابع آب‌های سطحی می‌شود، دود اگزوز خودروها می‌باشد که با توجه به موقعیت تالاب برم‌شور در نزدیکی جاده اصلی ایذه- اهواز، احتمالاً افزایش غلظت سرب در این منطقه می‌تواند به این علت باشد. مقادیر شاخص فلزی [۴] MI در تالاب برم‌شور بر اساس حد مجاز آب آبیاری FAO محاسبه شده و نمودار آن در شکل ۱۳ نشان داده شده است. در این مطالعه تمام نمونه‌های تالاب دارای شاخص فلزی بیشتر از حد آستانه بوده، اما نمونه آبراهه ورودی به تالاب در فصل بارندگی (R4) که از سازند گچساران عبور می‌کند زیر حد آستانه می‌باشد؛ بنابراین آب این آبراهه از دیدگاه غلظت فلزات سنگین تا قبل از ورود به تالاب مناسب برای آبیاری می‌باشد.

[4] Metal Index

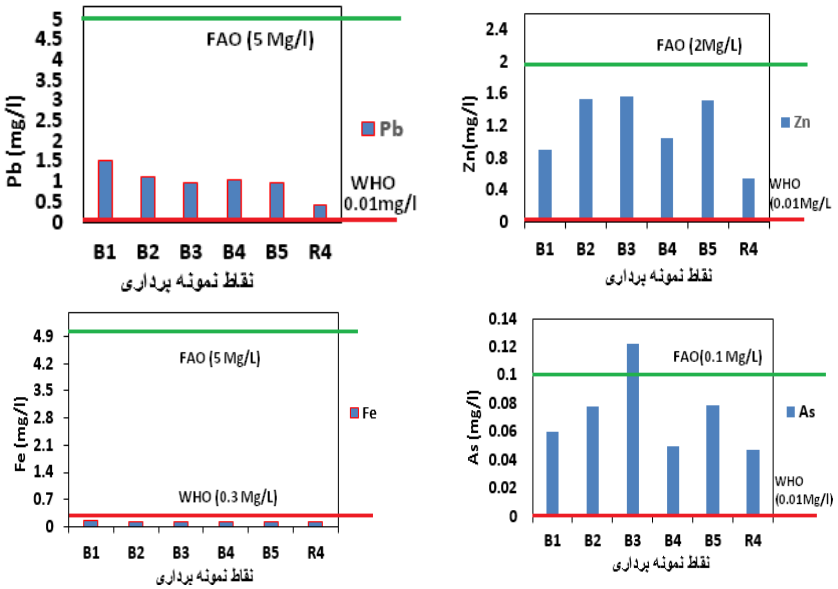
www.SID.ir

Archive of SID

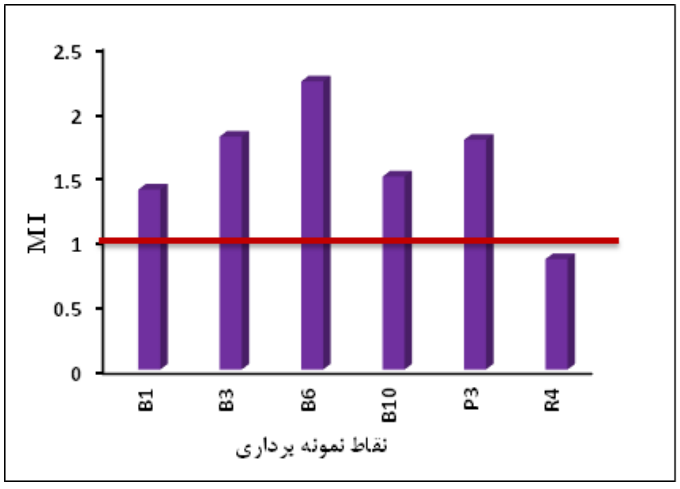
جدول ۳- غلظت فلزات سنگین در ایستگاه‌های اطراف تالاب.

Sample	Zn (ppm)	As (ppm)	Fe (ppm)	Pb (ppm)
B2	۰/۹۰۱	۰/۰۶	۰/۱۵۷	۱/۵۳۵
B4	۱/۵۳	۰/۰۷۸	۰/۱۳۹	۱/۱۲۹
B6	۱/۵۷	۰/۱۲۲	۰/۱۲۴	۰/۹۶۵
B8	۱/۰۴	۰/۰۵۷	۰/۱۳۱	۱/۰۳۸
B10	۱/۵۲	۰/۰۷۹	۰/۱۴۰	۰/۹۷۴
R4	۰/۵۳۸	۰/۰۷۴	۰/۱۳۶	۰/۴۳۳
*WHO	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۳	۰/۰۱
*FAO	۲	۰/۱	۵	۵

*سازمان بهداشت جهانی (WHO) *حد مجاز آبیاری (FAO)



شکل ۱۲-غلظت فلزات سنگین و مقایسه با حد مجاز آبیاری (FAO) و سازمان استاندارد بهداشت جهانی (WHO)



شکل۱۳- تغییرات شاخص فلزی (MI) در تالاب برم‌شور.

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت آب تالاب جهت مصارف کشاورزی

در این قسمت سعی بر شناخت نسبی کیفیت آب آبیاری تالاب برم‌شور شده است. که با استفاده از روابط، برخی از مهم‌ترین پارامترهای آب آبیاری محاسبه شده است. نسبت جذب سدیم با استفاده از فرمول زیر محاسبه شده است.

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{Ca^{2+}+Mg^{2+}/2}}$$ [رابطه ۱]

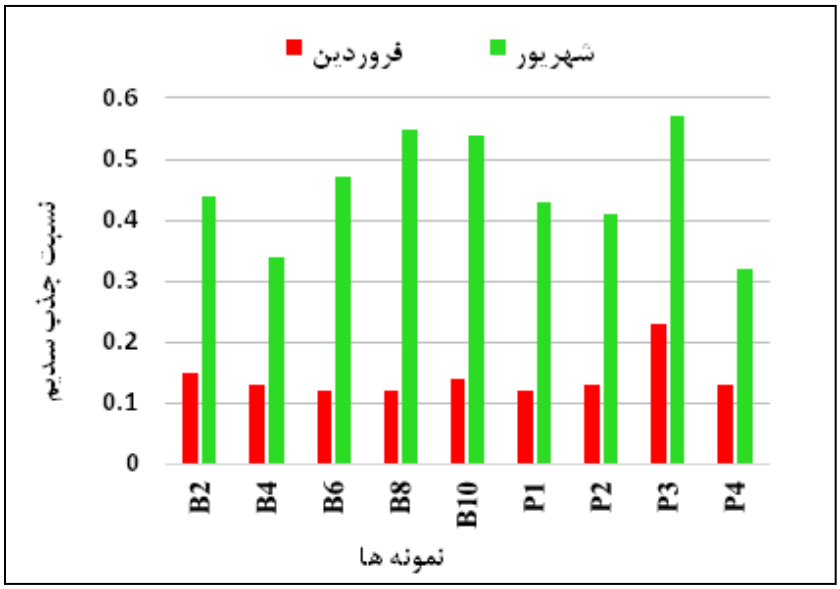
با توجه به شکل ۱۴ مقدار SAR در شهریور ماه به مراتب بیشتر از فروردین ماه می‌باشد اما به طور کلی در هر دو دوره آماری، نمونه‌های آب تالاب برم‌شور از لحاظ مقدار نسبت جذب سدیم در رده خیلی خوب قرار می‌گیرد. مقدار منیزیم آب یکی از مهم‌ترین معیارها برای تعیین کیفیت آب آبیاری است که نسبت جذب منیزیم با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$MAR = \frac{Mg\times100}{Ca+Mg}$$ [رابطه ۲]

معمولاً منیزیم و کلسیم در بیشتر آب‌ها در تعادل هستند. منیزیم زیاد در آب، همچنان که باعث شور شدن آب می‌شود، کاهش محصولات را نیز سبب می‌گردد (جوشی و همکاران، ۲۰۰۹). حد مجاز این پارامتر در آب آبیاری ۵۰ درصد می‌باشد (اوبیفونا و اورازلیک، ۲۰۱۰). مقدار MAR در نمونه‌های فروردین ماه به مراتب بیشتر از نمونه‌های ماه شهریور است. به طور کلی نسبت جذب منیزیم در هر دو دوره آماری، در مقایسه با استاندارد کیفی آب آبیاری در محدوده مجاز می‌باشد (شکل ۱۵). پارامتر بعدی نسبت **SSP**[5] (درصد سدیم محلول در آب) است که با داشتن غلظت عناصر کلسیم، منیزیم و سدیم در آب با استفاده از فرمول زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$\%SSP = \frac{Na+K\times100}{Ca+Mg+K+Na}$$ [رابطه۳]

درصد بالای سدیم رشد گیاه را متوقف و نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد (جوشی و همکاران، ۲۰۰۹). همه نمونه‌های برداشت شده در هر دو دوره آماری در رده آب‌هایی با کیفیت خیلی خوب قرار می‌گیرند. از نظر مقایسه بین دو دوره آماری نیز، درصد سدیم محلول در شهریور ماه، به نسبت فروردین ماه در همه نمونه‌ها (به‌جز نمونهP1) بیشتر می‌باشد (شکل ۱۶).

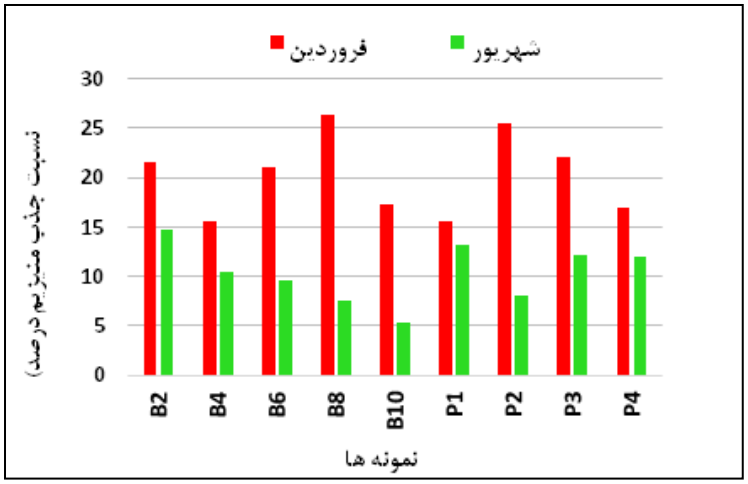


شکل ۱۴- نمودار نسبت جذب سدیم (SAR) نمونه‌های تالاب در دو دوره آماری.

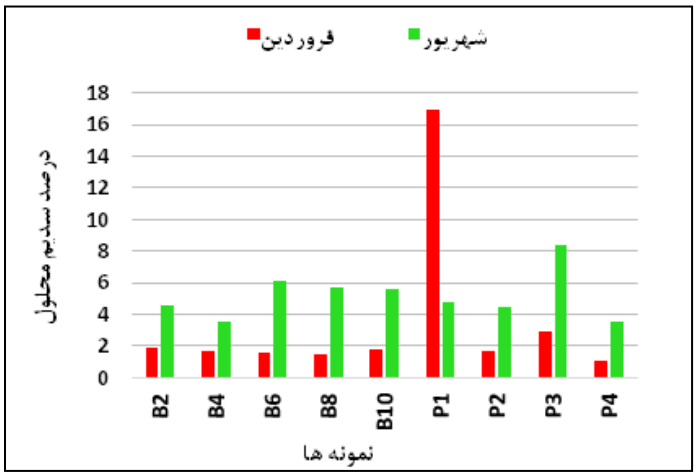
[5] Sodium Solution Percentage

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۵- نمودار نسبت جذب منیزیم (MAR) نمونه‌های آب تالاب.



شکل ۱۶- نمودار درصد سدیم محلول (SSP) نمونه‌های آب تالاب.

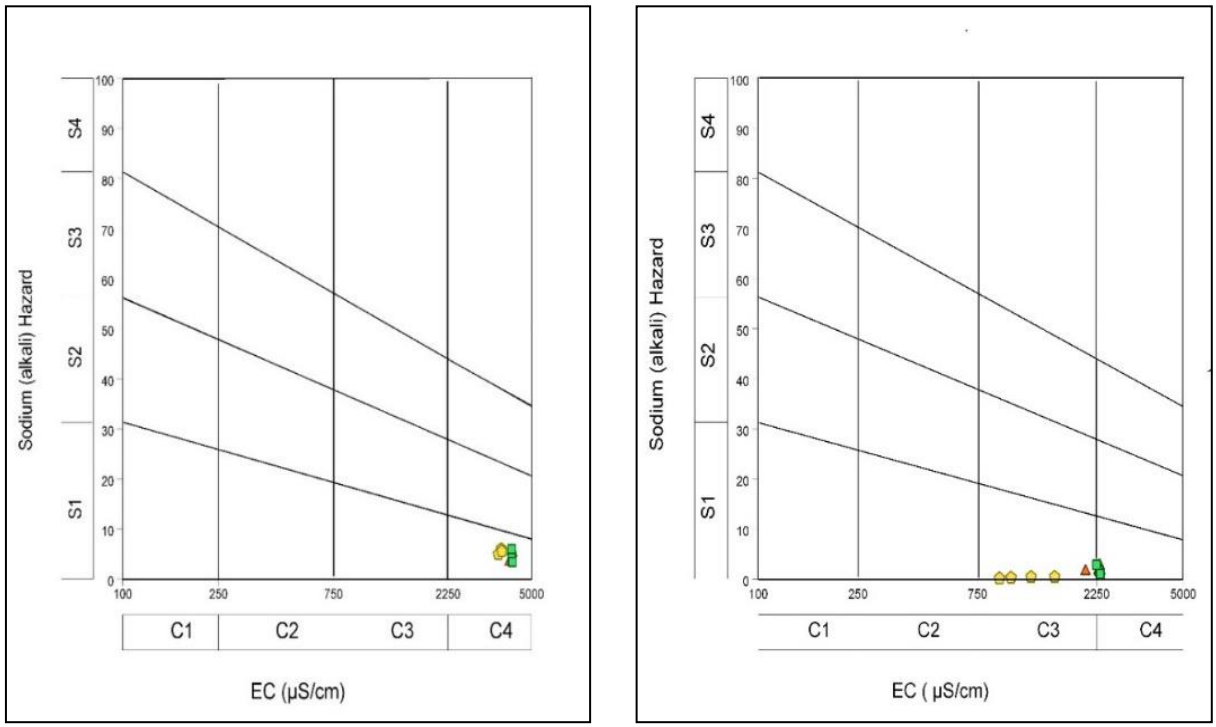
طبقه‌بندی براساس مصارف آب کشاورزی (نمودار ویلکاکس[6])

بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس آب‌های خیلی خوب همگی دارای EC کمتر از ۲۵۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بوده و در گروه C1S1 قرار می‌گیرند. با توجه به شکل ۱۷ نمونه‌های آب تالاب در فروردین ماه در حد واسط بین رده‌های C3S1 و C4S1 قرار دارند. از طرفی دیگر همه نمونه‌های مربوط به دوره آماری شهریور ماه همگی در رده خیلی شور C4S1 (نامناسب) قرار گرفته‌اند. به‌طور کلی در فروردین ماه به دلیل شرایط اقلیمی در منطقه به نسبت شهریور ماه شرایط مناسب‌تری برای استفاده آب تالاب جهت آبیاری اراضی وجود دارد. نمونه‌های آبراهه ورودی از سازند گچساران در فصل بارندگی تا قبل از رسیدن به تالاب به دلیل انحلال کمتر ژیپس، شرایط مساعدتری دارند. اما در شهریور ماه به دلیل تبخیر شدید در منطقه و افزایش شوری شرایط برای آبیاری اراضی کشاورزی و استفاده از آب تالاب فراهم نمی‌باشد. البته شایان ذکر است که این شرایط برای کاشت همه ارقام گیاهی نمی‌باشد و با توجه به نوع کشت و دامنه شوری گیاهان احتمالاً شرایط برای استفاده آب تالاب جهت آبیاری برخی گیاهان مقاوم به شوری مناسب است.

[6] Wilcox

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۷- نمودار ویلکاکس آب تالاب طی دو دوره فروردین (راست) و شهریور(چپ).

نتیجه‌گیری

تالاب برم‌شور در جنوب کشور به‌عنوان یکی از منابع آب سطحی مهم در استان خوزستان-شهرستان هفتکل می‌باشد که به‌صورت حوضه بسته در بین سازند تبخیری و تخریبی گچساران قرار گرفته است. از آب این تالاب در برخی از فصول جهت آبیاری اراضی کشاورزی استفاده می‌شود و تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای بر روی آن انجام نشده است. بنابراین به منظور پایش کیفی و ارزیابی هیدروژئوشیمیایی تالاب طی دو دوره آماری فروردین و شهریور از بخش‌های مختلف (سطح، اطراف، عمق و آبراهه ورودی به تالاب) نمونه‌برداری صورت گرفت. از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مقدار شوری و هدایت الکتریکی آب می‌توان به افزایش تبخیر، کاهش سطح آب تالاب (افزایش افت) و برداشت آب اشاره نمود. به طوری که با افزایش تبخیر و کاهش سطح آب تالاب (افزایش افت) مقدار EC افزایش می‌یابد و بلعکس با کاهش افت از مقدار هدایت الکتریکی کاسته می‌شود. مقدار شوری نمونه‌های برداشت شده از ارتفاعات سازند تبخیری گچساران به سمت تالاب افزایش داشته است به‌طوری‌که مقدار شوری از ۹۲۰میکروزیمنس بر سانتی‌متر در بالاترین نقطه تا ۱۵۳۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در محل ورودی به تالاب افزایش می‌یابد که نشانگر انحلال ژیپس و اثر سازند تبخیری بر کیفیت آب تالاب است. تیپ آب همه نمونه‌های برداشت شده از سطح، عمق و آبراهه ورودی به تالاب طی هر دو دوره آماری فروردین و شهریور از نوع سولفاته کلسیک می‌باشد که وجود سازند تبخیری گچساران، تبخیر شدید و برداشت سطح آب را می‌توان مهم‌ترین عامل این موضوع در نظر گرفت. همبستگی خوبی بین شاخص اشباع کلسیت، دولومیت و ژیپس در مقابل آنیون سولفات در دوره آماری فرودین ماه وجود دارد درحالی‌که در مقابل و در دوره آماری شهریور بین شاخص‌های اشباع و آنیون سولفات همبستگی پایینی وجود دارد که نشان‌دهنده این است که علاوه بر انحلال ژیپس، تبخیر نیز در تغییرات شاخص اشباع این کانی‌ها اثرگذار است. غلظت فلزات سنگین در تالاب و آبراهه ورودی نشان می‌دهد که روند تغییرات غلظت فلزات سنگین در ۶ ایستگاه مطالعاتی به‌صورت Zn>Pb>Fe>As>Cr>Ni>Cd می‌باشد . غلظت عناصر Pb، As، Zn در تمام نمونه‌ها در مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

با حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2004) بیشتر بوده اما در مقایسه با حد مجاز استاندارد برای کشاورزی (FAO, Ayers and Westcot, 1994) مناسب می‌باشد. با توجه به نمودار ویلکاکس و پارامترهای آب آبیاری مشاهده گردید که نمونه‌های آب تالاب در دوره آماری فروردین در حد واسط بین رده‌های C3S1 و C4S1 و از طرفی دیگر همه نمونه‌های مربوط به دوره آماری شهریور ماه در رده خیلی شور C4S1 (نامناسب) قرار گرفته‌اند.

منابع

اکبری، ف.،۱۳۹۵. مطالعه هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمی تالاب برم شور در مجاورت سازند گچساران در استان خوزستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۱۷۶.

اسماعیلی، م.،۱۳۹۲. پایش کیفی و ارزیابی زیست محیطی تالاب میانگران در استان خوزستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، گروه علوم زمین، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۱۰۹.

حسن‌زاده، ب.، عباس نژاد، الف. ۱۳۹۶. فرآیندهای هیدروژئوشیمیایی مؤثر بر کیفیت منابع آب زیرزمینی بخش میانی دشت نوق (غرب استان کرمان).مجله هیدروژئولوژی. سال سوم. شماره۲. ص ۶۷-۵۱.

صادقی اقدم، ف.، ندیری، ع.، اصغری مقدم، الف.، نجیب، م.،۱۳۹۲. بررسی هیدروژئوشیمی آب زیرزمینی دشت آذرشهر. اولین همایش ملی تأثیر پسروی دریاچه ارومیه بر منابع خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی، تبریز.

نفر، ر.، زمانی؛ ع.، پری زنگنه،ع.، شکرزاده، م.،۱۳۹۶. بررسی غلظت برخی فلزهای سنگین در آب تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی گل در استان گلستان. چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، تهران.

هادی‌پور هفشجانی، ز.، ناصری، ح.، علیجانی، ف.، ۱۳۹۵. فرایندهای هیدروژئوشیمی آبخوان کوهدشت. مجله هیدروژئولوژی. سال سوم. شماره۱. ص ۴۴-۳۱.

Aghdam, J. A., Zare, M., Capaccioni, B., Raeisi, E., Forti, P., 2012. The Karun River waters in the Ambal ridge region Zagros mountain Range southwestern Iran, mixingcalculation and hydrogeological implications. Journal of Carbonates Evaporites. 27: 251–267.

Cheol Kwon, J., Léopold E. N. Jung M.C. Emmanuel E.G. Israël M.L. and Kim, K.H., 2012 . Impact assessment of heavy metal pollution in the Municipal lake water, Yaounde, Cameroon. Journal of Geosciences. 16: 193–202.

Chandra, R., Nishadh K.A., Azeez P.A., 2010. Monitoring water quality of Coimbatorewetlands, Tamil Nadu, India. Journal of Environmental Monitoring and Assessment. 169: 671–676.

Chuai, X., Chen X., Yang L., Zeng J., Miao A., Zhao H., 2012. Effects of climatic changes and anthropogenic activities on Lake Eutrophication in different Ecoregions. International Journal of Environmental Science and Technology. 18: 1212-1222.

Cooper, A.H., Farrant, A.R., Price, S.j., 2010. The Use OF karst Geomorphology for Planning, Hazard avoidance and Development in Great Britain. Journal of Geomorphology. 134 (1-2): 118-131.

Freeze, R.A., cherry, j. A., 1979. Groundwater, Prentice hall, Englewood Cliffs, NJ.

Gunay, G., 2001. Gypsum karst, sivas, Turkey. Journal of Enviromental Geology. 42: 387-398.

Hounslow, A. W., 1995. Water Quality Data: Analysis and Interpetation. CRC-Press, 1st edition. 416 P.

Jafari, H., Bagheri, R., Forghani, G., Esmaeili, M., 2015. The Consequences of Disposing Wastewater in an endorheic Wetland in Southwest Iran. Journal of Environmental Monitoring and Assessment. 187: 357-368.

Joshi, D.M., Kumar, A., Agrawal, N., 2009. Assessment of the irrigation water quality of river Ganga in Haridwar district india. Journal of chemistry. 2(2): 285-292.

Mazor, E., 2004. Applied chemical and Isotopic Ground water hydrology. Third Edition John Wiley, New York.

Obiefuna, G., D.M., Orazulike, 2010. Assessment of Groundwater quality of Yola area for irrigation purpouses. j. Nigerian Asocial. Journal of Hydrogeology. 2- (1): 32-52.

Obifuna, G., and Shariff, A., 2010. Assessment of Shallow Ground water Quality of Pindiga Gombe Area, Yola Area, NE, Nigeria for Irrigation and Domestic Purposes . Research Journal of Environmental and Earth science. 212: 432-449.

Schmidt, S.G., 2013. Quantification of long – term Wastwater impacts on karst groundwater. Journal of Hydrogeology. 12: 1431-1447.

www.SID.ir