Archive of SID

بررسی مقدماتی امکان استحصال نمک از چشمه های شورابه جنوب گنبد نمکی بام (غرب هرمزگان، بستک)

سید محمد میرحسینی[۱]، حمید یاسی پور طهرانی[۲]
۱. دانشگاه جامع علمی کاربردی، مرکز آموزش علمی کاربردی جهاد دانشگاهی بندرعباس
Mirhoseini21@yahoo.com
۲. پژوهشگر جهاد دانشگاهی، واحد هرمزگان

چکیده
شورابه های طبیعی یک گروه از آبهای غیرمعمول هستند که دارای مواد معدنی سودمند و قابل استحصال می باشند. چشمه های شورابه حاشیه گنبدهای نمکی جنوب کشور نمونه هایی از شورابه های طبیعی اند که پتانسیل بالایی در استحصال نمکهای تبخیری دارند. در مطالعه حاضر با نمونه برداری از رخنمونهای نمکی گنبد نمکی بام واقع در غرب هرمزگان، و همچنین نمونه برداری از آب چشمه های منطقه و نمکهای ثانویه رسوب نموده در حاشیه چشمه ها، مشخص گردید که علیرغم غلظت های بالا و غیرمجاز برخی عناصر و ترکیبات در رسوبات نمکی (هالیت) اولیه گنبد نمکی، مقادیر این عناصر در آب چشمه ها و نمکهای ثانویه ته نشین شده از این آبها بسیار کمتر بوده و این نمکها از خلوص بالاتری برخوردارند. لذا به نظر می رسد با استفاده از روشهایی از قبیل ایجاد حوضچه های تبخیر امکان استحصال نمک خوراکی و صنعتی با خلوص قابل قبول وجود دارد.
کلمات کلیدی: چشمه های شورابه، گنبد نمکی بام، استحصال نمک

مقدمه
امروزه به استفاده از آبهای نامتعارف و منابع آبی غیر قابل استفاده در بخش شرب، کشاورزی و دامداری در بسیاری از مناطق دنیا توجه ویژه ای می شود. شورابه های طبیعی یک گروه از آبهای غیرمعمول هستند که دارای مواد معدنی سودمند و قابل استحصال می باشند. دریاها و اقیانوس های دنیا بزرگترین منبع شورابه هستند و پس از آن دریاچه های شور، آب های زیر زمینی شور و محلول های شورابه حاصل از معادن مهمترین منابع شورابه محسوب می شوند. فلزات اصلی در شورابه های کل دنیا عبارتند از سدیم، منیزیم، کلسیم و پتاسیم. سایر عناصر نظیر لیتیم و بر مقیاس کمتری موجود هستند. غیر فلزات اصلی شامل کلرید، سولفات و کربنات و در جاهای نادر نیترات می باشد (کاغذ چی و همکاران، ۱۳۷۹).

گنبد نمکی بام در شرق شهرستان بستک و در فاصله تقریباً ۶۵ کیلومتری شرق شهر بستک واقع شده است. این گنبد یکی از بزرگترین گنبدهای بالغ غرب هرمزگان بوده و معدن سنگ آهن چاه سرمه در شمال شرقی آن واقع شده است. کشیدگی این گنبد عظیم در راستای شمالی – جنوبی و شرقی بیش از ۱۰ کیلومتر بود و لذا دسترسی به بخشهای مختلف آن از جهات مختلف امکان پذیر است. گنبد نمکی بام، در بخش میانی تاقدیس دوپلانژ بام، حرکت دیاپیری خود را انجام داده و علاوه بر بهم ریختگی نسبی تاقدیس مذکور، جابجاییهایی در لایه‌های متناوب آهکی و مارنی

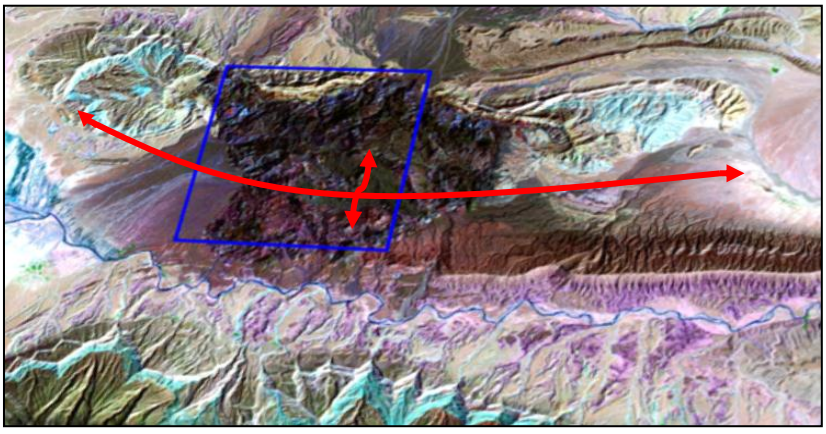
www.SID.ir

Archive of SID

حاشیه خود ایجاد نموده است (شکل ۱). جهت دسترسی به بخشهای جنوبی گنبد که چشمه های شوراب نیز در همان قسمت واقع اند می توان از مسیر بستک –چاه بنارد- سید احمدی استفاده نمود، قبل از روستای کنچی جاده فرعی خاکی به سمت شمال از جاده آسفالته جدا می شود که بعد از عبور از عرض رودخانه ما را به چشمه های شورابه جنوب گنبد می رساند.

با توجه به نقشه های زمین شناسی، تصاویر ماهواره‌ای و عکسهای هوایی موجود و نظر به پیمایش‌ها و بازدیدهای صحرایی انجام شده در حاشیه گنبد نمکی بام، رخنمونهای سنگی موجود در این منطقه، به ترتیب سن عبارتند از: واحدهای سنگی سری هرمز به سن اینفراکامبرین، لایه‌های سازند سروک به سن کرتاسه پایینی، لایه‌های سازند ایلام به سن کرتاسه میانی، لایه‌های سازند گورپی به سن کرتاسه فوقانی (مایستریشتین)، لایه‌های سازند پابده به سن ائوسن-الیگوسن، لایه‌های سازندهای جهرم-آسماری به سن ائوسن تا میوسن، لایه‌های سازند گچساران به سن میوسن، رخنمون سازند میشان به سن میوسن، رسوبات عهد حاضر کواترنری.

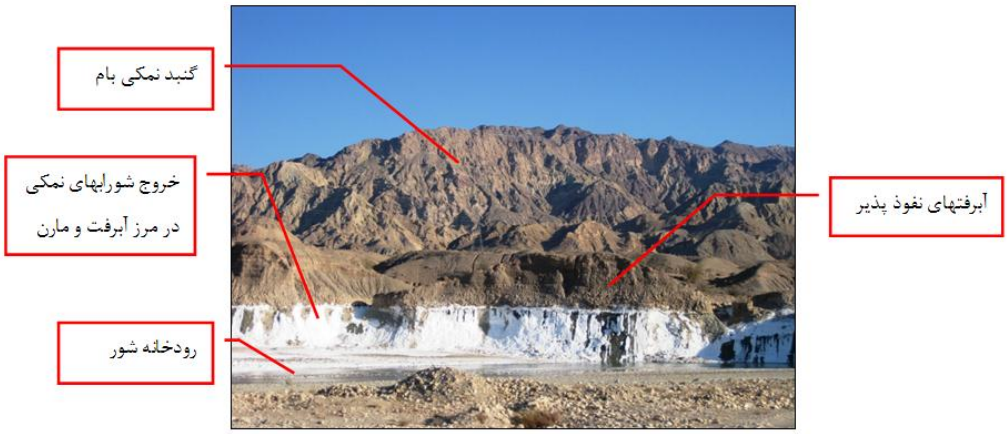
رسوبات میشان رخنمونهای گسترده ای در حاشیه گنبد نمکی بام دارند، بطوریکه گستره های وسیعی از مارنهای سبز تا خاکستری در بخش شمال غربی و جنوبی گنبد قابل مشاهده است. بدلیل اینکه شیب هیدرولیکی در این منطقه رو به جنوب بوده و ضخامتی چند متری از آبرفتهای عهد حاضر روی مارنها را پوشانده است، مرز بین رسوبات نفوذ ناپذیر مارن و آبرفتهای به شدت نفوذپذیر، محل بسیار مناسبی برای خروج آبهای فرورو در دیواره آبراهه ها و دره ها می باشد. به عبارت دیگر آب سطحی از بخشهای شمالی و فواصل دور در آبرفتها نفوذ کرده و و به دلیل نفوذ ناپذیر بوده بخش قاعده قابلیت نفوذ بیشتر را ندارد، این آب در جهت شیب به سمت جنوب جریان یافته و در دیوراه دره رودخانه شور واقع در جنوب گنبد به سطح زمین راه می یابد. بدیهی است به دلیل خطی بودن مرز تماس آبرفت با مارنهای تحتانی، خروج آب از یک نقطه صورت نگرفته و امکان تشکیل چشمه های متعدد در این مرز وجود دارد. بنابر این می توان گفت چشمه های مورد مطالعه در گروه چشمه های تماسی (کنتاکتی) قرار می گیرند. از آنجا که بخش زیادی از منطقه تغذیه این چشمه ها در بالادست، رسوبات نمک و آهندار گنبد نمکی بام می باشد، آبهای فرو رو مقادیر زیادی از نمک و سایر املاح را در خود حل نموده و در محل مظهرهای چندگانه چشمه ها رسوب می دهند. نکته جالب فعالیت تقریبا دائمی این چشمه ها علیرغم بارش سالانه بسیار کم (کمتر از ۱۰۰ میلی متر در سال) در این منطقه می باشد که یک دلیل عمده آن محدوده وسیع رسوبات نفوذپذیر آبرفتی و کنگلومرای سست در بخشهای تغذیه چشمه ها می باشد. شکل ۲ نمایی کامل از مناطق تغذیه و مظهر نمونه های از چشمه های شمال کنچی را نشان می دهد.



شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای گنبد نمکی بام و تاقدیس دو پلانژی که نفوذ گنبد سبب بهم ریختگی آن شده است

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نمایی از بخشی از چشمه های کنتاکتی جنوب گنبد نمکی بام و مناطق تغذیه و خروج آب

روش کار

در این مطالعه پس از جمع آوری اطلاعات کلی از ناحیه مورد مطالعه و زمین شناسی گنبد نمکی بام، ابتدا بازدیدهای صحرایی از بخشهای مختلف گنبد نمکی بام انجام شد و واحدهای رسوبی سازندهای مختلف و رخنمونهای نمک مربوط به افق H1 سری هرمز در آن شناسایی گردید. از آنجا که عمده ترین منبع احتمالی املاح موجود در آب چشمه های مورد مطالعه واحدهای نمکی هرمز (به دلیل انحلال پذیری بالا) می باشند، از این واحد نمونه هایی جهت آزمایشهای کانی شناسی و تجزیه شیمیایی برداشت گردید. در مرحله بعد، پس از بازدید صحرایی از دره های پایین دست گنبد نمکی که جوشش آب شور در آنها مشاهده می گردید، نمونه برداری از آب چشمه ها و همچنین نمونه های نمک رسوب کرده در اطراف آنها صورت گرفت. نمونه های سنگ و رسوب جهت شناسایی ترکیب کانی شناسی و شیمیایی، مورد آزمایش XRF و XRD و همچنین آنالیز عنصری عناصر نادر و کمیاب با روش ICP (پلاسمای القایی جفتی) قرار گرفتند. نمونه های آب نیز از نظر میزان آنیونها و کاتیونهای اصلی و نیز غلظت برخی عناصر کمیاب و فرعی مورد سنجش قرار گرفتند. اندازه گیری کاتیونها و آنیونهای اصلی با روشهای تیتراسیون، جذب اتمی و فتومتری شعله ای انجام شد و پارامترهای فیزیکوشیمیایی نمونه های آب در محل نمونه برداری و توسط دستگاههای پرتابل اندازه گیری شد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج تجزیه شیمیایی XRF و آنالیز فازی XRD مربوط به دو نمونه برداشت شده از رخنمونهای نمک سنگی گنبد نمکی بام نشان می دهد که فاز اصلی کانیایی این واحد سنگی هالیت بوده و کانیهای کوارتز، انیدریت و دولومیت به عنوان فاز فرعی در سنگ حضور دارند. از نقطه نظر اقتصادی و زیست محیطی حضور این کانیها بویژه کوارتز به عنوان ترکیبات غیر قابل حل، نکته منفی در استحصال این نمکها به شمار می‌رود. ترکیب عمده نمونه‌ها کلرید سدیم است و اکسیدهای آهن، سیلیسیوم، کلسیم، منیزیوم و چند اکسید دیگر، مهمترین ترکیبات شیمیایی نمک سنگی منطقه را تشکیل می‌دهند که مقدار اکسیدآهن و سیلیس زیاد به نظر می‌رسد. همچنین مقدار بالای غلظت عناصری از قبیل مس، سرب، نیکل و کروم نشان دهنده عدم امکان استفاده از نمکهای فوق بدون مراحل تصفیه پیشرفته و نسبتاً پر هزینه می‌باشد. به عنوان مثال متوسط میزان مس و سرب در نمونه‌های مورد بحث به ترتیب حدود ۵ و ۸ برابر مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

مجاز و استاندارد نمک خوراکی تدوین شده توسط موسسه استاندارد ایران است. سنجش سایر عناصر فرعی و کمیاب موجود در یکی از نمونه های سنگ نمک مورد مطالعه به روش ICP حاکی از وجود بسیاری عناصر در حد قابل تشخیص و البته مضر از نظر زیست محیطی می باشد.

آب خارج شده از محل مظهر چشمه‌های موجود در دره‌های جنوبی گنبد نمکی بام بی رنگ بوده و بوی خاصی ندارد، کدورت در آن مشاهده نشده و فاقد بوی خاص است. pH آن در مظهر های مختلف بین ۶/۵ تا بیش از ۸ و هدایت الکتریکی (EC) آن بین ۶۰ هزار میکروزیمنس بر سانتیمتر در مظهر های دور از رودخانه تا بیش از ۵۰۰ هزار در مظهرهای نزدیک رودخانه شور اندازه‌گیری شد. هیچ گونه موجود زنده ای اعم از آبزیان و جلبکها در آب این چشمه ها دیده نمی شود و دبی آب در مظهر های مختلف بین ۰/۲۵ لیتر تا ۱۰ لیتر بر ثانیه متغیر است.

تجزیه شیمیایی دو نمونه برداشت شده از این چشمه ها نشان می دهد که سدیم عمده ترین کاتیون موجود در آبهای مورد مطالعه بوده و پس از آن کاتیونهای کلسیم، منیزیم، پتاسیم و استرانسیوم قرار دارند. در میان آنیونها یون کلراید با غلظت بسیار زیاد مهمترین یون موجود در آبهای مورد مطالعه بوده و یونهای سولفات، بی کربنات و کربنات در رده های بعدی قرار دارند. عمده ترین دلیل بالا بودن غلظت یونهای سدیم و کلر و بالطبع شوری بالای آبهای مذکور، تغذیه چشمه ها توسط آبهای عبور کرده از زمین ها و رخنمونهای نمکدار گنبد نمکی بام می باشد. از آنجا که تفاوت غلظت املاح محلول در دو مظهر چشمه نمونه برداری شده S1 و S2 قابل توجه است، این احتمال وجود دارد که رگه های مجزای آب بدون اختلاط با یکدیگر به خروجی چشمه های مذکور رسیده و از زمین خارج می شوند، ضمن اینکه احتمال اختلاط آب چشمه با آب رودخانه شور موجود در محل و به عبارتی تغذیه چشمه از سوی رودخانه نیز وجود دارد، چرا که مطالعات میدانی نیز تایید کننده این مطلب است که با نزدیک شدن به رودخانه شور، هدایت الکتریکی آب در مظهرهای مختلف چشمه ها، افزایش می یابد.

با توجه به سنجشهای انجام شده در محل نمونه برداری مقدار pH در چشمه S1 حدود ۶.۵ است در حالیکه در چشمه S2 مقادیر نزدیک به ۸ را نشان می دهد. مقدار املاح محلول اندازه گیری شده در چشمه S1 برابر با ۳۲۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر است و چگالی آب ۱.۲۱ گرم بر سانتیمتر مکعب محاسبه گردیده است. هدایت الکتریکی در این چشمه ۵۰۲۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر است که با توجه به غلظت بالای املاح قابل انتظار است. سختی کل آب برای این چشمه ۱۵۷۳ میلیگرم بر لیتر (بر حسب کربنات کلسیم) محاسبه گردیده است که بیش از ۱۴۱۱ واحد آن سختی غیر کربناته است.

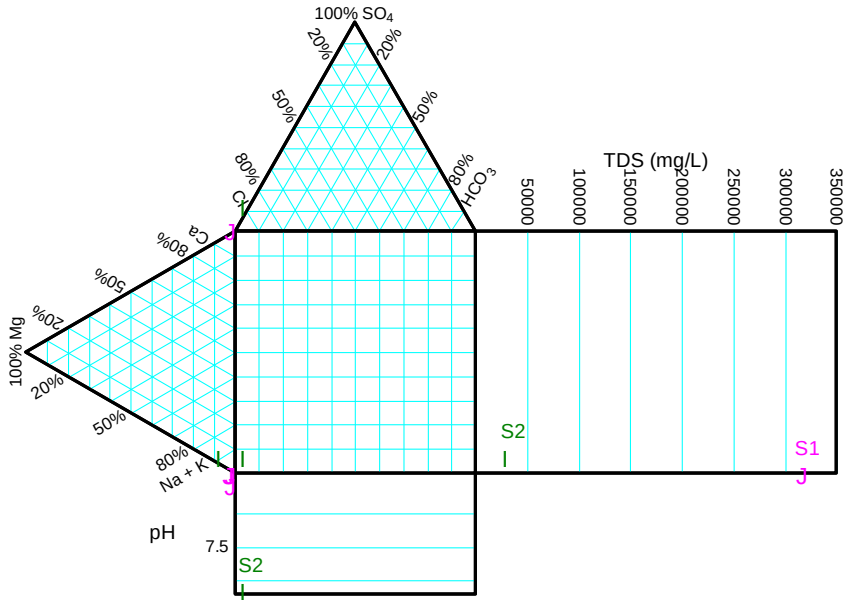
شاخص اشباع برای کانیهای کلسیت و آراگونیت در آب چشمه S1 به ترتیب ۱/۱۱۷- و ۱/۲۸۲- محاسبه شده است که نشان میدهد آب مذکور نسبت به دو کانی فوق تحت اشباع است. بدیهی است که با توجه به مقادیر بالای هدایت الکتریکی و املاح محلول، خطر شوری این آب (از نقطه نظر آبهای آبیاری) بسیار بالا بوده و قابلیت چنین کاربریهایی را ندارد. خطر منیزیم (MH) برای این آب ۳۱/۴، نسبت سدیم قابل تبادل (ESR)، ۱۷۹/۸ و نسبت جذب سدیم (SAR) ۱/۴۳*10^{3} محاسبه گردیده است.

در آب چشمه S2 غلظت املاح محلول ۳۶۷۰۰ میلیگرم بر لیتر اندازه گیری شده است که به مراتب کمتر از چشمه S1 است. هدایت الکتریکی آب این چشمه ۶۲۹۲۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر بوده و سختی کل آب آن ۳۲۱۳ میلیگرم بر لیتر محاسبه شده است که ۳۰۲۱ واحد آن غیر کربناته است. شاخص اشباع برای کانیهای کلسیت و آراگونیت در آب این چشمه به ترتیب ۱/۰۶۲ و ۰/۸۹۶ محاسبه شده است که حاکی از اشباع بودن آب نسبت به دو کانی مذکور می باشد. خطر شوری این آب نیز بالا بوده و خطر منیزیم آن ۴۱/۴۳، نسبت سدیم قابل تبادل، ۹/۴۱ و نسبت جذب سدیم آن ۱۰۷ محاسبه گردیده است.

بطور کلی تیپ هیدروشیمیایی آب هر دو چشمه مورد مطالعه از نوع کلروره سدیک بوده (شکل ۳) و رسوب کانی هالیت در مظهر خروجی چشمه ها حاکی از فوق اشباع بودن آب نسبت به نمک می باشد.

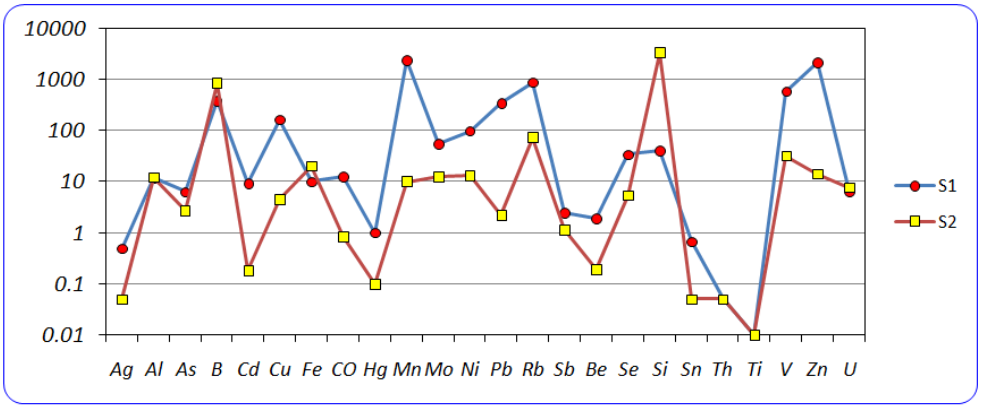
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ - موقعیت آب چشمه های مورد مطالعه بر روی نمودار دیورف

همانگونه که در نمکهای مربوط به واحد تحتانی سری هرمز عناصر نادر و کمیاب و برخی فلزات سنگین در مقادیر قابل توجه (از دیدگاه زیست محیطی) وجود داشتند، بنابر این امکان انتقال این عناصر به منابع آبی نیز وجود دارد.
تجزیه شیمیایی نمونه آبهای مورد مطالعه با روش ICP.MS,OES نیز حاکی از وجود برخی از این عناصر در مقادیر جالب توجه می باشد. نکته قابل توجه این است که علیرغم بالاتر بودن غلظت اغلب عناصر اندازه گیری در نمونه آب چشمه S1 در مقایسه با چشمه S2، فراوانی عناصر مختلف از روند نسبتا منظمی در هر دو چشمه تبعیت می کند. به عنوان مثال هر دو نمونه در محل روبیدیوم، سیلیسیوم و آرسنیک در نمودار غلظت، صعود و در محل عناصری مثل جیوه، بریلیوم، تیتانیوم و نقره نزول را نشان می دهند (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه فراوانی عناصر مختلف اندازه گیری شده در نمونه های آب دو چشمه S1 و S2

نتایج تجزیه شیمیایی XRF و آنالیز فازی XRD نمونه‌های رسوب نمک حاشیه این چشمه ها نشان می‌دهد که نمک طعام (هالیت) فاز اصلی این رسوبات نمکی بوده و کانیهای ژیپس و کلسیت بصورت فاز فرعی حضور دارند. این نتایج نشان می دهد که یونهایی مثل منیزیم، پتاسیم، باریوم و بور در این رسوبات، تشکیل نمکهای مستقل را نمی دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت کلر و سدیم در نمونه ها یا به عبارت دیگر خلوص نمونه در حد بالایی بوده و از میان سایر اکسیدهای اصلی، بجز CaO که مقدار ان بین ۰/۶۳ تا ۲/۲۷ درصد متغیر است، سایر اکسیدها از جمله Fe2o3, Al2O3,MgO, MnO و K2O ناچیز و کمتر از ۰/۲ درصد است.

در رابطه با عناصر فرعی و فلزات سنگین نیز مقادیر قابل ملاحظه ای از این فلزات در نمکهای مورد مطالعه دیده نمی شود؛ بطوریکه بجز در مورد عناصر منگنز، توریوم، روی، مس، آلومینیوم، نقره و کادمیوم که در یک یا دو نمونه در مقادیر بسیار کم حضور دارند، مقدار سایر عناصر کمتر از حد تشخیص می باشد.

غلظت بسیاری از عناصر فرعی و فلزات سنگین سنجش شده در نمونه های نمک اولیه بیش از مقادیر استاندارد نمک خوراکی می باشد، با این وجود این عناصر در نمکهای ثانویه در مقادیر بسیار ناچیز دیده می شوند که یکی از دلایل عمده آن pH خنثی تا قلیایی آبهای موجود بوده که استعداد انحلال چنین عناصری را ندارند و بنابر این نمکهای ثانویه از خلوص بسیار بالاتری برخوردارند.

بطور کلی مشاهدات انجام شده در بخش جنوب گنبد نمکی بام حاکی از مناسب بودن دبی آب خروجی از چشمه‌های منشا گرفته از ریشه گنبد نمکی است و طبق گفته افراد محلی این چشمه ها در بیشتر طول سال آب‌دار هستند. در حاشیه خود رودخانه نیز رسوبگذاری نمک بطور فعالی انجام می‌گیرد و به نظر می رسد ساخت حوضچه تبخیر در این منطقه جهت استحصال نمک صنعتی و خوراکی مقرون به صرفه باشد.

منابع

- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گزارش گنبدهای نمکی ایران، منتشر نشده، ۱۳۸۱
- کاغذچی، ط.، کارگری، ع.، سلیمانی،م. ۱۳۷۹. جداسازی املاح منیزیم از تلخابه دریاچه نمک. طرح تحقیقاتی دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، گزارش اول.
- - مقیمی، ه.، ۱۳۸۴. هیدروژئوشیمی، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۱۴ صفحه.
- Appelo,C.A.J. and Postma, D. (2005), Geochemistry, Groundwater and Pollution. 2nd edition, A.A.Balkema Publishers, 649p.

www.SID.ir