

اثرات زمین شناسی زیست محیطی گنبد نمکی عنبل لالی در مخزن سد گتوند علیا بر کشاورزی و صنعت آبی پروری گتوند، دشت عقیلی و شوشتر

قدرت اله رستمی پایدار^۱، سید وحید شاهرخی^۲ و سید ایرج حسینیان^۲

^۱ گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز
rostamigsi2006@gmail.com

^۲ گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خرم آباد

- چکیده

ارتباط محدود به بررسی های کلی انجام شده در مورد شرایط زمین شناسی جایگاه سد گتوند علیا و نیز شرایط کمی و کیفی آب رودخانه کارون بوده و لذا اثر سازندهای زمین شناسی پس از آبیگری مخزن در کیفیت آب مخزن مطالعه نشده بود اما در ۱۳۸۷ شرکت های مهتاب قدس ایران، SRK انگلستان و DHI دانمارک مطالعاتی را در رابطه با گسیختگی شیب و ارزیابی حجم مصالح ریخته شده به مخزن انجام داده اند [11]. چگونگی و مکانیسم دیپایریسم گنبد های نمکی در بخشهای مختلف پوسته ایران قبلاً توسط محققین متعددی مورد بحث قرار گرفته است و از حوصله بحث ما خارج است [12] [6] [10]. در این مقاله ویژگی های مختلف زمین شناسی گنبد نمکی عنبل لالی در محدوده سد گتوند علیا در خوزستان از نگاه زیست محیطی مورد بررسی و بحث قرار می گیرد.



شکل ۱- موقعیت گنبد نمکی با محور سد و شهر گتوند

دشت خوزستان با وجود منابع غنی آب و خاک و اقلیم مناسب، شرایط را برای اجرای هزاران هکتار شبکه های آبیاری و زهکشی جهت انجام کشاورزی و توسعه صنعت آبیاری را فراهم نموده است. به طوری که نزدیک به ۵۰ درصد کل شبکه های آبیاری و زهکشی کشور در خوزستان متمرکز شده است. گنبد نمکی عنبل لالی در حوضه بالادستی دشت خوزستان با وزنی حدود ۱۱.۵ میلیون تن حجم در محدوده مخزن سد گتوند علیا قرار دارد و تنها یکی از شش بیرونزدگی سازند گچساران در ارتباط با شوری آب مخزن است. از ۶۵ میلیون هکتار اراضی قابل کشت در دشت خوزستان، بخش اعظم آن به دلیل مشکلات شور و سدیمی بودن خاک ها، قبل از کاشت گیاهان نیاز به اصلاح دارند. هم چنین به دلیل میزان کم بارندگی (با میانگین ۲۵۰ میلی متر در سال) در صورت عدم آبیاری در این اراضی نمی توان زراعت نمود. بدین ترتیب تاثیر انحلال لایه های نمک و ژپیس گنبد نمکی عنبل بر روی کیفیت آب مخزن سد گتوند علیا از موارد مهمی است که می بایست مورد بررسی قرار گیرد. مشاهدات میدانی و نتایج آنالیزهای هیدروشیمی حاصل از پژوهش نشاندهنده این است که علاوه بر این سیمای کارستی سازند گچساران، فروچاله های فراوان در محدوده گنبد نمکی عنبل و لایه های گچی سازند گچساران، پتانسیل انحلال و شسته شدن پاشنه شیب در ترانشه های طبیعی واجد نمک، باعث افزایش چشمگیر شوری در مخزن سد گتوند علیا شده است. بطوریکه گنبد نمکی عنبل اثرات زیست محیطی قابل توجهی بر کشاورزی، دامپروری و صنعت آبی پروری منطقه به همراه داشته است. با در نظر گرفتن شرایط عمومی سازند گچساران، بررسی اثر این سازند در مورد احتمال افزایش نمک و املاح پس از آبیگری در سالهای آتی را ضروری می نماید.

واژه های کلیدی: گچساران، شوری، انحلال، گنبد نمکی، عنبل

۱- مقدمه

گنبد نمکی عنبل در ۲۰ کیلومتری جنوب باختری شهر لالی در نزدیکی روستای عنبل با مختصات $37^{\circ} 13' 49''$ شمالی، $49^{\circ} 32'$ شرقی در استان خوزستان واقع شده است. مهم ترین راه دسترسی به آن از طریق جاده آسفالت گتوند به محل سد و از آنجا به روستای ترکالکی و بعد به جاده آسفالت مسجد سلیمان - لالی در حدود ۲۰ کیلومتر مانده به شهر لالی از طریق جاده فرعی روستای عنبل است (شکل ۱). تا قبل از سال ۱۳۸۳ مطالعات انجام شده در این

۲- داده ها و روش کار

این مطالعه در چندین مرحله شامل مشاهدات میدانی، نمونه برداری و انجام آزمایشات شیمیایی و تجزیه و تحلیل کلیه نتایج حاصله صورت گرفته است. در این مقاله از داده های کیفیت آب ایستگاه های آب سنجی منطقه گتوند - شوشتر در بالادست و پایین دست سد گتوند علیا که توسط امور آب منطقه ای آنالیز شده،

چملوند ۶- محل اتصال رودخانه شور به کارون و در طول

استفاده شده است. در ادامه خلاصه ای از هر کدام از فازهای مطالعاتی آمده است.

رودخانه شور.

۱-۲- موقعیت زمین شناسی منطقه

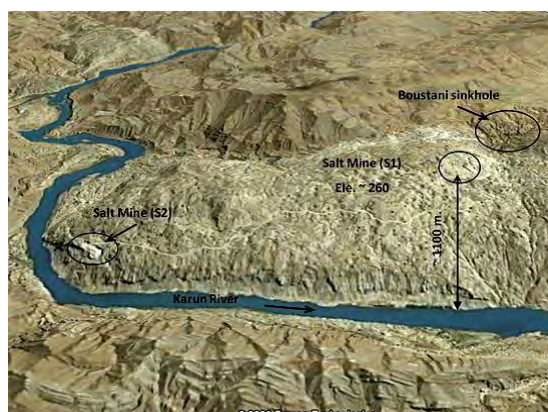
بر اساس تقسیم بند های انجام شده در زمین شناسی ایران محدوده مورد مطالعه جزئی از کمربند کوهزایی زاگرس محسوب می شود و مطابق با تقسیم بندی انجام شده توسط بربریان (۱۹۹۵) در زون فروافتادگی دزفول (Dezful Embayment) قرار می گیرد [۵] [10] [6]. سازندهای زمین شناسی در منطقه شامل واحد های سنگ-چینه ای نئوژن متعلق به گروه فارس تشکیلات زاگرس محسوب می شوند. این سازندها از قدیم به جدید شامل سازند های گچساران، میشان و آغاچاری می باشد [8]. گنبد نمکی مورد بررسی نیز در همین سازند قرار دارد. لیتولوژی سازند گچساران (گنبد نمکی عنبل) شامل مارن، ژئپس، آنهیدریت، نمک و به طور محدود لنزهای کنگلومرای است [۱]. در سطح زمین به جای آنهیدریت بیشتر ژئپس (گچ) دیده می شود.

۲-۲- انحلال پذیری کانیهای تبخیری سازند گچساران در

گنبد نمکی عنبل

در شرایط استاندارد آزمایش نظیر وجود آب خالص، درجه حرارت ۱۰ درجه سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر هر یک از کانیهای تبخیری به میزان خاصی حل می شوند. این میزان می تواند به عنوان مبنائی برای مقایسه انحلال پذیری مواد مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس تحقیقات انجام شده برای ۵ کانی مهم طبیعت از دیدگاه انحلال می توان مقادیر زیر را مطابق با جدول (۱) در نظر گرفت [7]. با توجه به نتایج مندرج در جدول می توان انحلال پذیری پایه نمک را در حدود ۱۴۰ برابر ژئپس و ۱۸۰ برابر آنهیدریت دانست. از آنجا که توالی انحلال پذیر بخش نمک عنبل شامل نمک، آنهیدریت و ژئپس است این مقایسه اهمیت ارزیابی حجم نمک و انحلال آن را آشکار می سازد. طبقه بندی انحلال پذیری کانی ها شامل: ۱- بسیار انحلال پذیر (Very Soluble): کانی هائی که نرخ انحلال آنها بیشتر از ۱۰ تا ۱۰۰ گرم بر لیتر باشد در این گروه قرار می گیرند. کانی های تبخیری نظیر هالیت، تناردیت، بوراکس و میرابلیت در این گروه قرار می گیرند. ۲- انحلال پذیر (Soluble): کانی هائی که در این گروه قرار می گیرند اغلب در محدوده ۵/ تا ۱۰ گرم بر لیتر دچار انحلال می شوند. کانی هائی نظیر ژئپس، آنهیدریت و ویلیامیت در این گروه قرار می گیرند. ۳- انحلال پذیری ناچیز (Sparingly soluble): کانی هائی با قابلیت انحلال بین ۰,۰۰۱ تا ۰,۵ گرم بر لیتر در این گروه قرار می گیرند و شامل کانی هائی نظیر کلسیت، دولومیت، مگنیزیت و سیلس می شوند. ۴- انحلال ناپذیر (Insoluble): کانی هائی که انحلال پذیری آنها کم تر از ۰,۰۰۱ گرم بر لیتر است در این گروه قرار می گیرند. اغلب کانیهای سیلیکاته در این گروه قرار می گیرند نظیر هورنبلند، دیوپسید، فلدسپات ها، کوارتز و کانیهای رسی [9].

نکته جالب قابل ذکر در تقسیم بندی بالا قرار گرفتن کانی های تبخیری سازند گچساران و محدوده نمک عنبل در رده کانی های بسیار انحلال پذیر و انحلال پذیر است و این تقسیم بندی گویای پتانسیل بالای انحلال کانی ها در مخزن سد گتوند است (شکل ۳). سازند گچساران و گنبد های نمکی در گروه سازندهای زمین شناسی شور بشمار می آید [۳]. سازندهای تبخیری بر اساس خواص ژئوشیمی آبهای زیرزمینی به سه دسته هیدرولوژیکی تقسیم بندی شده است: ۱- دسته اول دارای بخشهای ژئپس، آنهیدریت و مارن با تیپ آب سولفات ۲- دسته دوم که از لحاظ لیتولوژی شبیه دسته اول با این تفاوت که لایه های نازک نمک در بین بخش های مذکور



شکل ۲- رخنمون توده های نمک عنبل در سازند گچساران در کنار رودخانه کارون که پس از آبگیری سد بطور کامل به زیر آب می ورد.

گنبد نمکی عنبل که در حدود ۴,۵ کیلومتری مخزن سد گتوند واقع شده یکی از شش بیرون زدگی سازند گچساران در مخزن سد گتوند علیا است که علاوه بر نزدیکی به موقعیت ساختگاه سد به دلیل وجود رخنمونهای نمک در سطحی بالغ بر ۲۵۰ هزار متر مربع (که در تماس مستقیم با آب مخزن قرار دارند) و به طول حدود ۲,۵ کیلومتر اثرات احتمالی آن بر کیفیت آب مخزن از اهمیت بالایی برخوردار است و از اینرو مورد مطالعه قرار گرفته است (شکل ۲). این نواحی به ترتیب فاصله از محور سد عبارتند از: ۱- محل گنبد نمکی عنبل ۲- محل اتصال رود شور به کارون ۳- محل پل لالی ۴- محلی نزدیک به روستای فصلی جعفرآباد حد فاصل پل لالی و چملوند ۵- ناحیه

شده در کیفیت آب باشد و در کوتاه مدت می تواند در کیفیت آب تاثیر گذار باشد.

۲-۳-۲- اندرکنش آب زیرزمینی و مخزن

پس از تشکیل مخزن و نفوذ آب به درون سازند گچساران و با توجه به گسترش کارست در این سازند انتظار بر این است بخشی از آب پس از گردش در سازند گچساران و انحلال بخش های نمکی یون

های خود را با آب مخزن مبادله کند. این تاثیر بی شک بلند مدت بوده و بیش از یک چرخه یکساله را در بر می گیرد. گسیختگی شیب به عنوان یکی از عوامل تاثیرگذار در محاسبات شوری آب مخزن مد نظر قرار گرفته است. وقوع هر گونه گسیختگی چه به شکل سطحی (Surfacial) و چه عمقی (Deep seated) نه تنها سبب ورود حجم زیادی از مصالح به مخزن می شود بلکه سطوح جدیدی از رخنمونهای نمکی را در معرض انحلال قرار می دهد. با ادامه انحلال نمک در سطوح رخنمون یافته جدید، شرایط برای گسیختگیهای بیشتر فراهم شده و این روند می تواند به شکل پیش رونده ای ادامه یابد. حفاریهای انجام شده در محده گنبد نمکی عنبل در خصوص تراز آب زیر زمینی منطقه عنبل در ادامه آمده است. به طور کلی در بین ۷ گمانه حفر شده توسط شرکت مهاب قدس گمانه SA۳ گویای وضعیت آب زیرزمینی است. این گمانه در مجاورت رودخانه حفاری شده و در عمق ۱۴ متری به آب زیرزمینی برخورد نموده است. تراز آب این گمانه در حدود تراز آب رودخانه ارزیابی شده است. به عبارت دیگر با در نظر گرفتن شیب گمانه تراز آب ۸۹ متر ارزیابی می شود که نسبت به تراز رودخانه (۸۶-۸۷) ۲ تا ۳ متر بالاتر است. تراز آب این گمانه واقعی ترین تراز آب در این منطقه می تواند تلقی شود. در سایر گمانه ها نیز اثرات محدودی از آب تحت فشار ملاحظه شده است که پس از حدود ۱ دقیقه این پدیده پایان یافته است. این حالت می تواند بدلیل وجود آبهای محبوس در بین چینه ها و یا آب حفاری باشد. بعنوان مثال در ادامه به موارد می توان اشاره کرد: گمانه SA۲: در عمق ۳۶ متری به آب برخورد کرده است. گمانه SA۴: این گمانه در عمق ۹۷ متر به آب برخورد کرده است که مطابق با تراز ۱۳۵ متر است. گمانه SA۵: این گمانه کاملا در شرایط خشک حفاری شده است. گمانه SA۶: این گمانه در عمق ۷۵/۴ متر به تراز آب برخورد کرده است که به نظر می رسد سطح آب معلق باشد، زیرا تراز انتهای گمانه ۱۱۱ متر است در صورتیکه سطح آب در عمق ۷۴ متر (تراز ۱۸۴ متر) قرار داشته و می بایست بصورت چشمه هایی در سطح نمایان می شد درحالیکه در شیب دامنه اثری از چشمه ملاحظه نمی شود. گمانه SA۷: تراز این گمانه ۲۶۹/۷ متر است و در عمق ۷۳ متر به آب معلق برخورد شده است.

۲- یافته ها

۳-۱- وضعیت شوری مخزن سد گتوند علیا

وجود دارد و تیپ آب آن سولفات-کلروره می باشد. ۳- و دسته سوم که شامل لایه های ضخیم نمک همراه با میان لایه های مارنی یا ژیبسی- آنهیدریتی با تیپ آب کلروره است. دسته سوم سهم بسیار مهمی در کاهش کیفیت آب رودخانه ها دارد.

جدول ۱. میزان انحلال پذیری در آب خالص برای ۵ کانی مهم که شاخص گنبد نمکی عنبل است [7]

کانی های شاخص گنبد نمکی عنبل	انحلال پذیری در آب خالص در ۱۰°C (Kg/m3)
ژیبس	۲/۵
هالیت	۳۶۰
سنگ آهک (کلسیت)	۰/۰۱۵
انهیدریت	۲
کوارتز	۰/۰۱



شکل ۳- اثرات انحلالی در پاشنه شیب در لنز نمکی عنبل

۲-۳- چگونگی اثر سازند گچساران بر شوری مخزن سد گتوند

مهم ترین مساله در رابطه با سازند گچساران و واحد های نمکی آن مشخص کردن چگونگی اثر سازند گچساران بر روی کیفیت آب می باشد. به عبارت دیگر تعیین نحوه این اثرات و مکانیزم های دخیل در انحلال است که منتهی به روش مطالعه و جمع آوری اطلاعات می شود. تاثیرات این سازند به دو شیوه در آلودگی مخزن سد گتوند علیا نقش دارد:

۲-۳-۱- انحلال مستقیم

در این شیوه لنزهائی از نمک بالغ بر ۲۵۰۰۰۰ متر مربع که در معرض مستقیم برخورد آب مخزن هستند دچار انحلال می شوند. هرچند تعیین چگونگی انحلال می تواند بدلیل مسائلی نظیر لغزش، تغییرات ستون آب (فشار آب)، تغییرات درجه حرارت، رطوبت و ... با مشکلات جدی روبرو شود. با این وجود به نظر می رسد این انحلال اساسی ترین نحوه اثر گذاری لایه های ذکر



نواحی خواهد بود. میزان مطلوب EC آب برای کشت نیشکر باید زیر ۲ و در حدود ۱.۷ باشد.

۳-۳- تاثیر شوری گنبد نمکی عنبل بر صنعت آبیاری پروری

فاکتورهای زیستی، فیزیکی و شیمیایی از مهمترین عواملی است که تاثیرات بسزایی را در حیات آبیان پرورشی و از آن طریق بر بهبود کیفیت آبیاری دارد و افزایش و کاهش هر کدام سبب اختلال در چرخه طبیعی زندگی آبیان می گردد [۲].

گسترش سازند گچساران (رسوبات حاوی نمکهای انحلال پذیر) در حوضه آبریز سد گتوند علیا عامل مهمی در تغییر کیفیت آب رودخانه و مخزن می باشد. به طوری که بر پایه نتایج مدل سازیهای اخیر وضعیت کیفیت آب در مخزن بسیار وخیم تر از پیش بینی های قبلی است به گونه ای که یک لایه با شوری تا حدود ۸۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر نیز در کف مخزن تشکیل خواهد شد [۴]. میزان شوری در عمق اندازه گیری می شود زیرا میزان شوری آب در عمق بیشتر از سطح است. همچنین شرکت مهتاب قدس حجم مصالح در ارتباط با شوری

مخزن سد گتوند علیا را فقط در گنبد نمکی عنبل را در حدود ۴۳ میلیون متر مکعب و درصد نمک آن نیز ۱۳ درصد ارزیابی کرده است [۴]. با استفاده از مدل سازی عددی، نحوه توسعه گسیختگی و حجم مصالح تبخیری نمک و آنهیدریت که وارد مخزن می شود برآورد شده است. وزن کل نمک وارده به مخزن حدود ۱۱.۵ میلیون تن است.



شکل ۴- افزایش EC رودخانه کارون در چند سال اخیر



شکل ۵- افزایش مقدار کلر (Cl-) رودخانه کارون در چند سال اخیر

در این مقاله ما تاثیر دو فاکتور EC و Cl را بر آبیان بررسی کرده ایم. در بررسی از شرکت های خصوصی پرورش ماهیان در منطقه چم کنار شهر شوشتر که حدود ۶ درصد ماهی کل کشور را تامین می کنند و آب حوض های آنها از رودخانه کارون تامین می شود تلفات زیادی داشته و شور شدن رودخانه کارون را تا حدود ۷۰ درصد دخیل می داند، به عنوان مثال شرکت مردانی و عزیزتی تلفات ماهی آمور را طبیعی دانسته چون تغذیه آنها به وسیله انسان صورت می گیرد. اما ماهی قزل آلا به دلیل تغذیه از آب رودخانه تلفات آن را ناشی از شوری کارون می دانند و به همین دلیل برداشت قزل آنها به کمتر از نصف کاهش یافته است (شکل ۶).

۳-۲- تاثیر شوری گنبد نمکی عنبل بر کشاورزی منطقه

یکی از مهمترین محدودیت های منابع آب های سطحی در ایران مشکل شور شدن بر اثر عوامل مختلف طبیعی است که از جمله عوامل طبیعی که باعث پایین آمدن کیفیت آبهای سطحی می شود، اگر اجتماع نمک ها به دست بشر و یا از راه آبیاری غلط باشد باعث شوری مضاعف (ثانویه) می شود. استفاده از آب های محتوی نمک بیش از اندازه طبیعی در آبیاری هنگامی که زهکشی صحیحی صورت نگرفته باشد، کار خطرناکی است به طوری که پس از گذشت چندین سال با تبخیر متوالی نمک های موجود در آب آبیاری در خاک انباشته می شوند. به علت آبیاری غلط تاکنون در اکثر نقاط دنیا آزاری زیادی به شوری ثانویه مبتلا شده اند که در مرحله پیشرفته اصلاح خاک فقط با صرف هزینه کلان امکانپذیر است. گنبد نمکی عنبل و به طور کلی سازند گچساران در حوضه سد گتوند بدون شک در بلند مدت مشکلاتی را برای آب کشاورزی شهرهای گتوند و شوشتر بوجود خواهد آورد. از بررسی هایی که از چند شرکت کشاورزی وابسته به آبیاری از رودخانه کارون به عمل آمده افزایش میزان هدایت الکتریکی آب (EC) رودخانه در چند سال اخیر مشکلاتی را برای کشاورزی منطقه بوجود آورده است. به طوری که هم اکنون از بررسی هایی که از شرکت های نیشکر کشت و صنعت امام خمینی و کشت و صنعت کارون که ماهانه و حتی هفتگی اقدام به برداشت نمونه آب و آنالیز آن می کنند به بالا رفتن EC آب رودخانه اذعان دارند. برداشت های EC و کلر CI ده سال اخیر را در قالب دو نمودار بررسی کرده ایم (شکل ۴ و ۵) که هر دوی این نمودارها بالا رفتن EC و CI را در سالهای ۸۷ تا ۸۹ نشان می دهند و این زنگ خطر جدی در بلند مدت برای زمین های کشاورزی این



[۲] جمیلی، شاه ولی، ۱۳۷۲. نقش شوری در میزان رشد و قدرت تحمل ماهی بنی بولتن علمی شیلات ایران، تهران، شماره ۲، صفحات ۴۵ تا ۵۵.

[۳] زارعی، حمید، اژدری، علی، ۱۳۸۵. "کیفیت شیمیایی منابع آب حوضه آبریز سد ابوالفارس و تاثیر سازند گچساران"، ارائه شده در دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.

[۴] شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس، ۱۳۸۷. گزارش مطالعات زمین شناسی توده نمک عنبل (مخزن سد).

[۵] مطیعی، همایون، ۱۳۷۲. چینه شناسی زاگرس، انتشارات

طرح تدوین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۳۶ صفحه.



شکل ۶- موقعیت پرورش ماهی های شهر شوشتر

۴- جمع بندی و نتیجه گیری

به هر حال شرط استفاده از سد گتوند علیا حل مشکل گنبد نمکی است چراکه در غیر این صورت رودخانه کارون در پایین دست دچار شوری مضاعف می شود و کشاورزی و دامداری در ۵۰۰۰ هکتار زمین های پایین دست دچار مشکل خواهد شد و شرکت های پرورش آبزیان متحمل خسارات فراوان می شوند. گنبد نمکی عنبل علاوه بر تاثیرات زیست محیطی، دو نگرانی دیگر را بوجود آورده است، یکی آنکه رسوب گذاری حاصل از فرسایش نمک زارها موجب کاهش چشمگیر عمر مفید این سد و پر شدن مخزن می شود و دیگر آنکه موجب خوردگی فلزات و تاسیسات سد و کاهش عمر مفید آنها خواهد شد. نکته آخر اینکه حضور قابل توجه سازند گچساران و انحلال پذیری بالای گنبد نمکی عنبل پدیده هایی مخاطره آمیز مثل فرونشست، زمین لغزش (Landslide) و ریزش (Collapse) نیز در مخزن سد قابل توجه و بررسی می باشند.

۵- فهرست منابع

[۱] امیری بختیار، حسن، ۱۳۸۸. زمین شناسی تبخیری های ایران، انتشارات نشر تراوا، چاپ اول، ۳۰۶ صفحه.

[6] Ala, M.A., 1974. "Salt diapirism in southern Iran". AAPG Bull. V.58, pp. 1758-1770.

[7] Blont, C.W., And Dikson, F.W., 1969, The solubility of anhydrite (CaSO₄) in NaCl-H₂O from 100 to 450° C and 1 to 1000 bars: Geochimica et Cosmochemica Acta, V.33, P. 227-245.

[8] Jakson M.P., and Talbot, C.J., 1994, Advances in salt Tectonics, In: Continental Deformation, (ed.by P.L. Hancock), Pergamon press ltd. Oxford, P. 173-176.

[9] Warren, J.k., and Kendal, C.G.S.C., 1985. Comparison of sequences formed in marine sabkha (subaerial) and salina (subaqueous) settings; modern and ancient: Bulletin American Association of Petroleum Geologists, v.69, P.1013-1023.

[10] O, Bren C.A.E., 1957, Salt Diapirism in South Persia. Geologie en Mijnbouw, v.19, P.337-376.

[11] SRK Consulting Engineers, 2009, Reservoir leakage and salinity study, Gotvand dam.

[12] Vendeville, B.C., and Jackson, M.P.A., 1992, The rise of diapirs during thin skinned extension: Marine and Petroleum Geology, v.9, P.331-353.