گنبدهای نمکی و زمین‌شناسی حوزه خلیج فارس*

دکتر علی درویش‌زاده

چینه‌شناسی

اگرچه حفاری‌هایی که تاکنون در سواحل شمالی خلیج فارس و بعضی جزایر انجام شده فقط تا بخشی از تریاس عبور کرده است ولی بر اساس داده‌های زمین‌شناسی منطقه‌ای (بررسی کوههای زاگرس، کوههای عمان و منطقه خلیج فارس) دید کاملتری را از سری‌های پالئوزوئیک در اختیارما قرار می‌دهد. به علاوه بالاآمدگی‌های دیاپیری رسوبات تبخیری اینفراکامبرین، رخساره‌هایی را در معرض بیرون‌زدگی قرار داده است که در توصیف سری‌های رسوبی منطقه مورد بحث قابل استفاده‌اند (شکل ۱).

از نظر ریرو محافظ (۱۹۷۲)، خلاصه مشخصات این سری عبارتند از:

اینفراکامبرین ــ شامل رسوبات تبخیری به ضخامت ۱۰۰۰ متر است که با رسوبات رسی، دولومیت‌های ورقه‌ای همراه می‌باشد (سری هرمز) و در عین حال توف‌ها و ریولیت‌ها نیز گسترش زیاد دارند.

کامبرین ــ سری کاملاً اپی‌کنتینانتال (یا سری رسوباتی که بر اثر پیشروی دریا بر روی قاره‌ها انجام می‌شود) به ضخامت ۵۰۰ متر که در آن رسوبات رسی ــ تخریبی همراه با آهک‌های دریایی فسیل‌دار به صورت بین لایه‌ای وجود دارد.

سیلورین ــ سری رسی ــ تخریبی به ضخامت تقریبی ۷۰۰ متر (مقطع گهکم)

کربونیفر ــ بعد از یک نبود چینه‌شناسی احتمالی در طی تمام دوره دونین، سری ماسه‌سنگی به ضخامت ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر دیده می‌شود (مقطع گهکم) که باید آن را به کربونیفر مربوط دانست.

پرمین ــ شامل آهک فوزولین دار به ضخامت تقریباً ۵۰۰ متر است.

تریاس ــ رسوبات پرمین به طور پیوسته به تریاس ختم می‌شود که شامل تناوبی از دولومی و انیدریت است که مجموع ضخامت آن‌ها به ۱۰۰۰ متر می‌رسد.

ژوراسیک ــ ضخامت رسوبات ژوراسیک به ۸۰۰ متر می‌رسد و اساساً از نوع آهکی است که تدریجاً در اواخر آن پس روی

---

* این مقاله در آذرماه ۱۳۶۸، یعنی یک سال قبل از سمپوزیوم بین‌المللی دیاپیریسم، بوسیله نگارنده و به صورت سخنرانی در حوزه معاونت فنی استانداری استان هرمزگان عرضه شد. نظر به درخواست مکرر بعضی از دبیران زمین‌شناسی و دانشجویان رشته زمین‌شناسی، عیناً در اختیار علاقمندان قرار می‌گیرد.

دریایی مشخص بوده و نتیجه آن ته‌نشینی رسوبات انیدریت است که آن را معادل انیدریت هیث می‌دانند.

کرتاسه زیرین ــ از نوع کربناته بوده و ضخامت تقریبی آن در حدود ۶۰۰ متر است که خود به وسیله رسوبات رسی کژدمی (آلبین) پوشیده می‌شود.

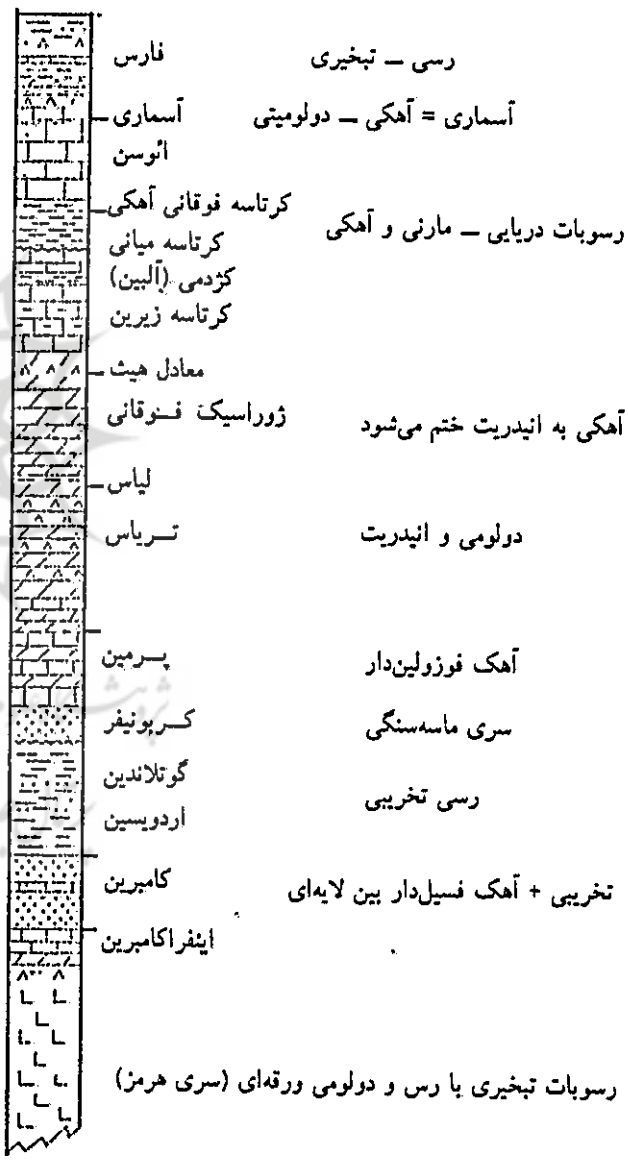
کرتاسه میانی ــ این رسوبات اساساً از نوع کربناته بوده ولی به علت بیرون ماندن از آب و حرکات خشکی‌زایی از ضخامت آن کاسته شده به نحوی که تنها ۲۰۰ متر ضخامت دارد.

کرتاسه فوقانی ــ ائوسن زیرین: حد بین کرتاسه فوقانی و میانی با ناپیوستگی مشخص است. رسوبات این زمان از نوع دریایی و اساساً مارنی به ضخامت چند صد متر بوده و در آن رسوبات آهکی بین لایه‌ای نیز وجود دارد. رخساره مارنی مزبور تا ائوسن ادامه پیدا می‌کند (سازندپابدهٔ).

ائوسن ــ در بخش شرقی بیشتر دارای رس ولی در بخش غربی بیشتر آهکی است (رخساره جهرم) با این ترتیب تشخیص آن در وهله اول از آهکهای آسماری مشکل است. ضخامت کلی این مجموعه که اساساً آهکی ــ دولومیتی است به ۶۰۰ تا ۸۰۰ متر می‌رسد.

اولیگوسن و میو ــ پلیوسن ــ در بالای آهکهای آسماری (اولیگوسن ــ میوسن زیرین) لایه‌هایی به ضخامت ۵۰۰ تا ۶۰۰ متر دیده می‌شود که در آن رسوبات رسی ــ تبخیری (سری فارس) از اهمیت زیادی برخوردار است. ضخامت این سری در بخش شمالی حوزه خلیج فارس اندک ولی به سمت جنوب شرقی ضخامت آن زیاد و به ۳۰۰ متر می‌رسد که در قاعده آن رسوبات نمکی به ضخامت ۱۰۰۰ متر می‌باشد.

سری هرمز ــ مشخصات و سن ــ می‌دانیم که واحد زیرین سیستم کامبرین سازند لالون نام دارد که ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر ضخامت داشته و از نظر موقعیت چینه‌شناسی و صفات سنگ‌شناسی به نحو بارزی با سری ماسه سنگ بنفش کوههای نمک پاکستان (سالت رنج) و لایه‌های سادان ترکیه، ماسه سنگ قویره تحتانی در اردن و تا اندازه با ماسه سنگ ساق عربستان شباهت دارد. در زیر ماسه سنگهای مزبور در نقاطی که اینفراکامبرین اطلاق می‌شود یک سری از رسوبات شیل میکادار بنفش رنگ، ماسه سنگ و دولومیت ضخیم چرت‌دار (معادل دولومیت سلطانیه) و سنگ آهک استراماتولیت‌دار یافت می‌شود که بطور هم شیب در زیر سازند لالون قرار دارند. اگرچه از نظر ضخامت و صفات سنگ شناسی در نقاط مختلف متفاوت است ولی ضخامت تقریبی آن را ۲۰۰۰ متر می‌دانند. در شمال کرمان ــ طبس و در زاگرس مرتفع، سنگهای اینفراکامبرین به طور جانبی به سازندهای نمک دیاپیری ختم می‌شود که تصور می‌شود با تشکیلات نمک هرمز در جنوب ایران و سری‌های نمکی پنجاب در پاکستان و جنوب عمان



شکل ۱ ــ مقطع کلی از سری‌های رسوبی سرزمین‌های ساحلی خلیج فارس (ریرو محافظ ۱۹۷۲).

هم ارز باشد.

سری هرمز ــ آنچه به نام سری هرمز یا سازند هرمز نامیده شده است رسوباتی به ضخامت ۱۵۰۰ متر و شامل شیلهای قرمز قهوه‌ای، دولومیت، مقداری گچ و نمک و ندرتاً سنگهای آذرین است که به اندازه‌های مختلف در سطح و گاهی داخل نمک دیده می‌شود. سنگهای آذرین متنوعند و شامل دولریت اپیدوتیتی شده، بازالت، پورفیرکوارتزدار (ریولیت)، کراتوفیر، تراکیت است و در جزیره هرمز مجموعه کانیهای مشخص (کلسیت، دولومیت، کوارتز بی پیرامید، هماتیت، پیریت، ایلمنیت، اپیدوت، آپاتیت، گوگرد و غیره...) در ارتباط با سنگهای رسوبی آذرین یافت می‌شود.

سری دزو ــ در شمال غرب کرمان، رخساره مخصوصی از اینفراکامبرین بوسیله هوکریده و دیگران (۱۹۶۲) توصیف شده است که به آن سری دزو یا سازند راور می‌گویند (اشتوکلین ۱۹۶۱)، که در واقع مخلوطی از سنگهای رسوبی و سنگهای آتشفشانی است و ساخت دیاپیر مانند داشته و قطعات سازنده آن در هم ریخته و حالتی میلونیتی شده دارد. در این سری سنگ نمک دیده نشده ولی گچ که قسمت اعظم آن خرد شده می‌باشد و دولومیت‌های به رنگهای مختلف، همراه با لایه‌ها با عدسیهای از چرت صورتی یا خاکستری، آهک، ماسه سنگ میکادار و کوارتز سفید وجود دارد. از سنگهای آذرین باید کوارتز پورفیری، دیوریت، گابرو، توف و سنگهای بازیک را نام برد. در این مجموعه بلورهای درشت هماتیت و آپاتیت هم یافت می‌شود. این سری قدیم‌تر از سری داهو (کامبرین) است و در چند جا بحالت دیاپیری آن را قطع می‌کند. به عقیده اشتوکلین، در مشرق راور، سازند راور یک تشکیلات نمکی واقعی است به نحوی که در شرق سری دزو بطور جانبی به سازند راور نمک‌دار و در مغرب به سازند دولومیت‌دار ریز و ختم می‌شود.

مهمترین رسوبات تبخیری در ایران

علاوه بر نمکهای اینفراکامبرین، که ضخامتی بیش از ۱۵۰۰ متر دارند و در بالا به آن اشاره شد در بعضی از ادوار زمین‌شناسی نیز رسوبات تبخیری از اهمیت زیادی برخوردارند:

کامبرین میانی و فوقانی ــ در بخش دولومیتی زیرین (یعنی بخش یک سازند میلا) در شمال ایران، به طور محلی، اشکال دروغی نمک وجود دارد (نبوی ۱۳۵۵). نظیر همین وضع در سایر مناطق ایران دیده می‌شود. وجود نهشته‌های نمک در کامبرین میانی زاگرس مرتفع خاطرنشان شده است. در نواحی زردکوه و چالی‌شه نیز وجود حوضه‌های تبخیری بوسیله قویدل سیوکی گزارش شده است. نظیر همین وضع در عربستان هم دیده می‌شود و چنین بنظر می‌رسد که ته‌نشینی نمکهای قدیمی ایران، عربستان، عمان در طی دو مرحله یکی در ابتدای پیشروی آب دریا در اواخر کامبرین (۶۰۰ میلیون سال قبل) و دیگری در هنگام پس روی آب دریا، در کامبرین میانی صورت گرفته است.

پالئوزوئیک پسین و اوایل مزوزوئیک ــ در اوایل دونین رژیم قاره‌ای در قسمت اعظم خاورمیانه حکمفرما می‌شود که تا دونین پایانی و کربونیفر در جنوب و مرکز خاورمیانه گسترش داشته و رسوبات تبخیری از نوع انیدریت ته‌نشین می‌شده است.

ژوراسیک فوقانی ــ در شمال کرمان، نمکهای ژوراسیک فوقانی اهمیت زیاد دارد. در این ناحیه نمکهای اینفراکامبرین نیز دیده می‌شود که تنها فرق آنها با نمکهای اینفراکامبرین فقدان قطعات آذرین در نمکهای ژوراسیک است (اشتوکلین ۱۹۶۱).

نمکهای پالئوژن ــ در شمال کویر بزرگ (مثلاً در جنوب سمنان)، شمال اردکان یزد گنبدهای نمکی ائوسن شناخته شده است. اگرچه سن نمکها را متفاوت ذکر کرده‌اند ولی اهمیت نمکهای ائوسن در آنست که با مواد آتشفشانی همراهند. چنانکه در بعضی از گنبدها همراه نمک سفید رنگ، قطعات بزرگ و تیره رنگ بازالتی ودولریت یافت می‌شود. سنگهای آتشفشانی مزبور که آنها را نسبت به نمک گزنولیت (سنگ بیگانه) می‌نامیم دو دسته‌اند. بعضی از انها جوان‌تر از نمک بوده و بعضی دیگر با نمکها همزمان هستند و احتمالاً بصورت بین لایه‌ای با نمک قرار دارند. چه بنظر می‌رسد گدازه‌های آتشفشانی در محیط‌های رسوبی وارد و سرد شده‌اند.

در قایده توفیت‌های سبز ائوسن البرز لایه‌های نمک ذکر شده است ولی در مشرق تهران اصولاً رسوبات ژیپس بصورت بین لایه با توفیت‌ها قرار دارند.

نمکهای نئوژن ــ آخرین پیشروی دریا در ایران در اواخر اولیگوسن و اوایل میوسن انجام شد. با پس روی دریای میوسن نهشته‌های مهم نمک در خاورمیانه گذاشته است که رسوبات نمکدار فارس زیرین در جنوب غربی ایران و معادل آن در ایران مرکزی، آذربایجان، ترکیه و کشورهای خاورمیانه نمونه‌های آن است. بسیاری از گنبدهای اطراف قم و شمال کویر ایران در این زمان گذاشته است اگرچه ضخامت اصلی نمکها مشخص نیست ولی احتمالاً به چند صد متر در مرکز حوضه رسوبی می‌رسیده و احتمالاً حوضه نمک بدون انقطاع در امتداد زاگرس تا عراق و سوریه در بیش از ۱۲۰۰ کیلومتر با عرض تقریبی ۱۵۰ کیلومتر ادامه داشته است.

در میوسن آذربایجان، نهشته‌های کوچکی از نمک پتاس ذکر شده است بسیاری از نمکهای ایران مرکزی در حوضه‌های بسته تشکیل شده است. زیرا با کوهزایی میوسن میانی، زاگرس مرتفع از آب خارج و مرکز ایران به محیط تبخیری تبدیل شد که در آن رسوبات گچ و نمک به طور گسترده در نقاط گود ته‌نشین شده است و

دریاچه‌های شور فعلی ایران دنباله آن در حال حاضر است.

گنبدهای نمکی ــ گنبد نمکی بنا به تعریف عبارت است از ساختمان زمین‌شناسی گنبدمانندی که هسته مرکزی آن را نمک تشکیل می‌دهد. هر گنبد را می‌توان دو بخش دانست. هسته مرکزی که از نمک تشکیل شده و بخش کناری که در اطراف حلقه مرکزی بوده و از سنگهای رسوبی و آذرین که اصولاً از سنگهای نمکی هسته مرکزی جوان‌ترند تشکیل شده است.

تعداد گنبدهای نمکی در حاشیه خلیج فارس بنا به نوشته کنت (Kent ــ ۱۹۷۰) در حدود ۲۰۰ عدد است که در ۱۱۸ عدد آن بیرون‌زدگی نمک مشخص است و ۲۶ عدد آن در سطح زمین به صورت گنبد ظاهر نشده و به اصطلاح مخفی و بقیه مشکوک می‌باشند.

در بیشتر گنبدهای نمکی (مانند نمک قشم) سطح فوقانی به وسیله طبقات رسوبی پوشیده است و به آن سنگهای پوششی (یا Cap rock) می‌گویند ولی بعضی دیگر فاقد پوشش سطحی می‌باشند. پوشش سنگی روی نمک ممکن است بقایای موادی باشد که از انحلال نمک قسمت بالای گنبد بر جای مانده باشد و یا ممکن است طبقاتی باشد که بر روی نمک از ابتدا قرار داشته و با حرکت نمک به بالا آمده است.

علت اصلی حرکت نمک را باید تفاوت وزن حجمی نمک با سنگهای اطراف دانست. این عمل مانند حرکت لایه‌ای از روغن زیتون در داخل آب است. که منجر به بالا آمدن روغن زیتون می‌شود. می‌دانیم که وزن حجمی نمک کم و در حدود ۲/۲ است هرگاه نمک در زیر لایه‌هایی به ضخامت ۴ کیلومتر با وزن حجمی ۲/۶ قرار داشته باشد طبق رابطه زیر

$$h \times g \times d = x \times g \times d'$$

d = وزن حجمی سنگهای رسوبی در اعماق

d' = وزن حجمی نمک

h = ضخامت لایه‌های رسوبی روی نمک

g = شتاب ثقل

x = مسافتی که نمک به بالا خواهد آمد

$$۴ \times ۲/۶ \times g = x \times g \times ۲/۲$$

و از آنجا $x = ۴/۷$

یعنی نمک باید در حدود ۷۰۰ متر طبق محاسبه فوق بالاتر از طبقات رسوبی به بالا رانده شود که مسلماً در سطح زمین، نیروی وزن، موجب تحرک آن در سطح زمین می‌شود. این مسئله در آزمایشگاه ثابت شده است که هرگاه لایه‌هایی از رس، سیلیس، با وزن مخصوص‌های مختلف رویهم قرار دهیم و آنها را سانتریفوژ کنیم اشکال سیل، دایک، سوزن و گنبد حاصل می‌شود.

نمک ابتدا به صورت لایه‌های ضخیمی در اعماق وجود دارد به این لایه‌ها، لایه‌های تغذیه‌کننده نمک گفته می‌شود. که ضخامت آنها زیاد و در بعضی موارد ممکن است بیش از ۱۰۰۰ متر باشد. بعضی عقیده دارند که اگر در بالای یک طبقه نمکدار تاقدیسی با شیب بسیار ملایم وجود داشته باشد همانند حرکت مواد هیدروکربور، نمک خود را در آن امتداد به بالا می‌کشاند و نمک از لایه‌های تغذیه‌کننده به بیرون کشیده می‌شود. این عمل ممکن است آنقدر ادامه یابد که قدرت تغذیه از بین برود. در اینحال لایه‌های نمکدار اولیه نازک شده و طبقات رویی فرو می‌نشیند و به این ترتیب در اطراف گنبد ناودیسی با شیب ملایم بوجود می‌آید که به آن ناودیس حاشیه‌ای می‌گویند. پدیده مزبور همان هالوکینز یاتروشایم Trusheim است که در بالا به آن اشاره شد.

در حاشیه گنبدهای نمکی اینفراکامبرین فارور و ابوموسیٰ ضخامت رسوبات فوقانی زیاد است که نظیر چنین وضعی در منطقه زاگرس چین‌خوردهٔ هم دیده می‌شود. این امر همزمانی آنها را به اثبات می‌رساند. بعلاوه با پرشدن چاله‌های حاشیه‌ای یا ناودیس حاشیه‌ای که خود در نتیجه بالا آمدن توده مهمی از نمک انیفراکامبرین طی میوسن پایانی انجام شد بار سنگینی بر روی نمکهای قاعده میوسن بوجود می‌آورد. این عمل به نوبه خود باعث ازجاکندگی نمک‌های میوسن و سوراخ شدن لایه‌های فوقانی گردید و به دنبال آن ناودیس حاشیه‌ای جدیدی ایجاد شد که مسلماً اهمیت آن چندان زیاد نبوده است. بررسی نقشه‌های زلزله‌شناسی نشانه آنست که دو حلقه برآمده از نمکهای میوسن، به صورت دو دایره متحدالمرکز کاملاً جزیره ابوموسیٰ را احاطه کرده‌اند. نظیر همین وضع در اطراف جزیره تنب بزرگ دیده می‌شود. با توجه به آنکه هیچگونه برآمدگی نمکی میوسن در اطراف گنبدهای اینفراکامبرین فارور و سیری دیده نمی‌شود می‌توان چنین نتیجه گرفت که ضخامت لایه‌های نمک میوسن در این منطقه چندان قابل توجه نبوده است.

گنبدهای نمکی در خلیج فارس چین‌خوردگی‌های ترسیر زاگرس را در محلهای مختلف از قبیل قله، محور ناودیس یا تاقدیس یا روی گسلها را قطع نموده است.

به عقیده ریرو محافظ رشد ساختمانی گنبد امشعیف از ژوراسیک فوقانی شروع شده سپس در کرتاسه میانی (که با دگرشیبی مهمی در ایران مرکزی مشخص می‌باشد) دنبال گردیده و سرانجام در طی ائوسن میانی و فوقانی با شتاب بیشتری دنبال شده است.

ولی باید اشاره کنیم در طی میوسن و پلیوسن تحرک نمکهای انیفراکامبرین شدت می‌یابد که خود همزمان با چین‌خوردگی زاگرس است.

پله‌یر (۱۹۶۹) عقیده دارد که گنبد نمکی خورمج در اوایل نئوکومین در سطح زمین ظاهر شده و به‌صورت جزیره‌ای تا زمان چین‌خوردگی زاگرس در پلئیستوسن ــ پلیوسن و خاتمه رسوبگذاری در زاگرس، برجا بوده است.

با توجه به اینکه نیمی از گنبدهای نمکی خلیج فارس، لایه‌های سازند فارس را از جا بلند کرده است بنابراین می‌توان ادّعا کرد که عامل تکتونیکی (که موجب چین‌خوردگی زاگرس گردیده و آن را از آب خارج کرده است) در تحرک و نقل مکان نمکها موثر بوده است.

نشانه‌های حرکت در نمک ــ نمک خاصیت شکل‌پذیری (پلاستیک) دارد. خاصیت پلاستیک نمک را می‌توان تا اندازه‌ای با یخ مشابه دانست. وقتی نمک تحت فشار باشد مولکولهای سازنده آن خرد شد، شکل آن تغییر می‌کند و خود را از زیر بار فشار رها می‌نماید. مسلماً در اعماق مثلاً ۵۰۰۰ متری که درجه حرارت ۱۵۰ درجه بیشتر از سطح زمین است نمک مانند سیال غلیظ به حرکت درمی‌آید و بنا به نوشته گاسو (Gassov) به صورت خمیره‌ای نمکی گرم از گنبد خارج شده و حتی مانند جریان گدازه در دامنه‌ها شروع به حرکت می‌کند ولی ضمن سرد شدن حرکت آن کندتر می‌شود. در اینحال حرکت آن به حالت جامد و به صورت لغزش ولی بسیار کند صورت می‌گیرد. در نتیجه در سطح نمک، سطوح شیر افقی تشکیل می‌شود که در دیواره نمکها غالباً به صورت اشکال چند ضلعی دیده می‌شود. با ادامه آن دز امتداد شیر، خردشدگی و پودرشدگی در نمک حاصل می‌شود.

با توضیحات فوق ملاحظه می‌کنیم که مساحتی که گنبدهای نمکی در سطح زمین اشغال می‌کنند همیشه معادل قطر ساقه اصلی خود گنبد نمی‌باشد. زیرا با جریان یافتن نمک در اطراف ساقه گنبد که اصطلاحاً به آن یخچال نمک (Salt glacier) می‌گویند مساحت گسترش سطحی خیلی بیشتر از قطر ساقه است. در این موارد می‌توان با توجه به اختلاف ارتفاع ساقه گنبد و توده نمک گسترده، به این موضوع پی برد. معهذا خاطرنشان می‌کنیم که به علت آب‌شستگی اثبات این موضوع مشکل است.

به کمک لایه‌های ناخالص می‌توان وجود چین‌های ظریف را در نمک به اثبات رسانید این موضوع می‌رساند که گاهی نمک در هنگام حرکت دچار چین‌خوردگی می‌شود. این مسئله به خاصیت پلاستیک نمک و مقاومتی که در حین حرکت با آن مواجه می‌شود در ارتباط است. می‌دانیم که در فشار معمولی نمک در درجه حرارت ۹۶۰ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. با توجه به مقدار آب تبلور که در ساختمان آن وجود دارد با افزایش فشار درجه حرارت ذوب آن کاهش می‌یابد. بنابراین اگر نمک در عمق ۱۰ کیلومتری در زیر رسوبات قرار داشته باشد که فشار در این عمق معادل ۲۷۰۰ بار و درجه حرارت تقریباً ۳۰۰ درجه خواهد بود، که خود نقش مهمی در سیال شدن و به حرکت درآمدن نمک خواهد داشت.

فرونشستن لایه‌های فوقانی بر روی نمک، لغزندگی واحدهای ساختمانی را بیشتر می‌کند و به این ترتیب جریانی افقی همانند مایعات غلیظ بوجود می‌آید که به طرف نقاط کم‌فشار متمایل می‌شود.

بهم‌خوردگی و بی‌نظمی‌ها در طبقات نمک و لایه‌های زیرین و فوقانی نمک که در ایجاد مناطق کم‌فشار مؤثر باشد در حرکت نمک به سمت بالا مؤثر است.

اصولاً ضخامت روی لایه‌های نمک باید به اندازه‌ای باشد تا نیروی محرکه‌ای در نمک بوجود آید. بنابراین سرعت حرکت نمکها در همه‌جا یکسان نیست. بدیهی است که با حرکت نمک به سمت بالا نیروی محرکه فوق کاسته می‌شود بنابراین تنها با افزایش رسوبات بعدی ممکن است نمک به حرکت خود به سمت بالا ادامه دهد. لذا سرعت حرکت نمک به سمت بالا، کند و غیر یکنواخت است. نمک زخشتاین در آلمان با وزن حجمی ۲/۱۷ رسوبات فوقانی خود را به ضخامت ۲۵۰۰ متر و وزن حجمی ۲/۴ سانتیمتر مکعب سوراخ کرده و از خلال آنها سر برآورده است در اینجا، سرعت بالا آمدن نمک را دو میلیمتر در سال برآورد کرده‌اند (یعنی ۱/۵ میلیون سال بالا آمدن آن طول کشیده است).

قطعات بیگانه در نمک‌ها

در قله گنبدهای نمکی، با انحلال تدریجی نمک و شسته شدن آن، لایه‌ای به صورت پوشش برجا می‌ماند مسلماً هرقدر جریان آب و شستشو زیادتر باشد ضخامت لایه‌های پوششی بیشتر می‌شود لذا بخشی از لایه‌های پوششی از قطعاتی بوجود می‌آیند که در داخل نمک وجود داشته‌اند.

هرقدر گنبد، فرسوده‌تر باشد ضخامت لایه‌های پوششی آن زیادتر است. این مسئله را می‌توان به‌طور نسبی در نظر گرفت. در گنبدهای مقاوم و پابرجا تعداد قطعات بیگانه در حاشیه بیشتر از بخش مرکزی است.

ــ در سری هرمز جنس قطعات بیگانه شامل، ماسه‌سنگ، شیل، آهک‌های تیره‌رنگ، ژیپس و سری‌های متفاوتی از سنگها (ریولیت، داسیت، ایگنیمبریت، بازالت، آندزیت) است که از نظر سنی، قسمت اعظم آنها از نمک جدیدترند.

اندازه قطعات بیگانه متفاوت است. قطعات چند صد متری تا اندازه‌های سانتیمتری و حتی کوچکتر در نمک یافت می‌شود. مسلماً قطعات بزرگتر بیشتر توجه را بخود جلب می‌کند. در یک جزیره که پی‌سنگ آن از نمک باشد باید توجه داشته باشیم که قطعات آتشفشانی چند صد متری را با گدازه‌های آتشفشانی مستقل از یک فوران اشتباه نکنیم.

به عقیده هاریسون سنگهای آذرین بیگانه در گنبدهای خلیج‌فارس از نظر سنی متعلق به قبل از اردویسین فوقانی می‌باشند این نکته از این نظر حائز اهمیت است که تشکیل ریفت‌ها اساساً ابتدا با ته‌نشینی رسوبات تبخیری و سپس فوران‌های آتشفشانی آلکالن

همراه می‌باشد که این فاصله ممکن است تا ۲۵ میلیون سال هم ادامه داشته باشد مانند باز شدگی شرق افریقا. سن ته‌نشینی نمکها با توجه به اینکه قطعات بیگانه تریلوبیت‌دار در نمکها یافت شده است به اینفراکامبرین نسبت داده‌اند ولی چنانکه قبلاً اشاره شد ممکن است به کامبرین میانی و فوقانی نیز مربوط باشد.

شکل گنبدها، بخش برآمده را تشکیل می‌دهد که مقطع آن دایره‌ای یا بیضوی است. اگر نمکها تحلیل رفته و شسته شده باشد حالت گودشدگی بوجود می‌آید که بی‌شباهت به دهانه‌های آتشفشانی نیست.

شکستگیها و گسل‌های مهم منطقه

با بررسی عکسهای ماهواره‌ای (اسفندیاری ــ برزگر ۱۳۵۸). شکستگیهایی در منطقه حاشیه‌ای خلیج‌فارس شناخته شده که مهمترین آنها گسل رازک است که در طرفین آن گنبدهای نمکی دو روند متفاوت را نشان می‌دهند و دیگری گسل کازرون.

گسل رازک ــ از بندر نخیلو شروع شده و تا حدود ۲۳۵ کیلومتر در جهتی تقریباً عمود بر امتداد محور چین‌خوردگی‌ها به سوی راندگی زاگرس ادامه می‌یابد و سرانجام در نزدیکی کوه بیران در منطقه‌ای که شکستگیها زیاد می‌شوند در امتداد تغییر جهت راندگی زاگرس به سوی جنوب ناپدید می‌شود. گسل رازک بطور عرضی تمام نوار زاگرس چین‌خورده را قطع می‌کند ولی هیچگونه جابجایی امتدادی بعد از کوهزایی زاگرس (پلیوسن) در آن دیده نمی‌شود. اما چون این گسل در سطح زمین به وضوح قابل مشاهده است لذا باید تمام سری‌های رسوبی از عمق تا سطح را قطع کرده باشد. بنابراین گسل مزبور احتمالاً حاصل فعالیت یک گسل قدیمی پی‌سنگ در زاگرس است که فعالیت مجدد آن بعد از کوهزایی زاگرس یا در مرحله پایانی فعالیت آن بوقوع پیوسته و در سطح خود را نمایان کرده است (اسفندیاری ــ برزگر ۱۳۵۸)

نکته جالب توجه آنست که حدود ۸۵ درصد از بیرون‌زدگی گنبدهای نمکی در مشرق گسل رازک و ۲۵ درصد در غرب قرار دارد (برزگر ۱۳۵۷) که روند آنها متفاوت است. به علاوه بررسیهای دقیق پراکندگی گنبدهای نمکی در جنوب ایران نشان می‌دهد که اصولاً در دو ناحیه (شمال بندر لنگه و شمال بندر کنگان) گنبدهای نمکی فراوان‌تر است و بین آنها منطقه بدون بیرون‌زدگی نمک وجود دارد.

گسل کازرون ــ گسل مهمی است که خود متشکل از گسلهای بریده Tear fault و گسلهای خمیده (Flexure) است که در حدود ۲۱۰ کیلومتر از جنوب کوه دینار در شمال شروع و تا ساحل بوشهر در خلیج‌فارس کشیده شده و تا قطر ادامه می‌یابد. به نظر پانیسون وتکین ۱۹۷۱ گسل کازرون به احتمال زیاد نشانه‌ای از یک گسل قدیمی موجود در پی‌سنگ منطقه است و در واقع معلول فعالیت مجدد همین گسل قدیمی به حساب می‌آید.

اگر گسل کازرون را بدون توجه به خصوصیات متفاوت موجود درقسمتهای شمالی و جنوبی و پیچیدگی‌هایی که هنوز در مورد خصوصیات متفاوت زمین‌شناسی آن وجود دارد و به صورت یک گسل منفرد در نظر بگیریم و گسل رازک که تا اندازه‌ای با آن موازی است و بالاخره گسل زندان (گسل میناب) که امتداد آن با دو گسل قبلی تقریباً موازی است و در واقع گسلی قدیمی در پی‌سنگ پرکامبرین است و حکایت از بریدگیهای موازی در پی‌سنگ پرکامبرین دارد و ادامه آن در بخش شرقی عمان نیز امتداد دارد و چنانکه خواهیم دید محل احتمالی ریفت‌های پرکامبرین است.

می‌دانیم که پی‌سنگ پرکامبرین ایران، بعد از کوهزایی کاتانگان خرد شده و در آن هورست‌ها و گرابن‌های متعدد بوجود آمده است. عدم وجود گنبدهای نمکی در حد بین شمال بندر لنگه و بند کنگان شاید به وضعیت هورست قدیمی در محل گسل رازک فعلی در ارتباط باشد که باعث ضخامت کم لایه نمک گردیده و خود در ایجاد گنبد، ضخامت و توانایی کافی نداشته است.

اسفندیاری و برزگر (۱۳۵۸) وجود دو برآمدگی قدیمی قطر و عمان را حد رسوبگذاری نمک زاگرس در نظر می‌گیرند و فقدان گنبدهای نمکی در غرب کازرون و نبودن گنبد نمکی در شرق گسل زندان را دلیلی به نظر فوق می‌دانند. از طرف دیگر تعدد گنبدها در شمال کنگان و در شمال بندر لنگه مربوط به فرونشینی حوضه در امتداد گسلها و شکستگیها بوده و همانطور که گفته شد کمبود گنبد در حد بین این دو منطقه احتمالاً بر وجود یک پالئوهورست در منطقه است.

تکتونیک صفحه‌ای و نهشته‌های تبخیری

از دیدگاه تکتونیک صفحه‌ای نهشته‌های بزرگ تبخیری دنیا را می‌توان چنین توصیف و تقسیم‌بندی کرد:

الف. انواعی که در سطح یک صفحه لیتوسفر قاره‌ای تشکیل می‌شود. به عبارت دیگر رسوبات تبخیری که در بین قاره‌ها، کراتون‌ها یا در حوضه داخلی بوجود می‌آیند.

ب. انواعی که حد بین دو صفحه لیتوسفری تشکیل می‌شوند و شامل:

ب ۱ ــ جایی که دو صفحه قاره‌ای بهم نزدیک می‌شوند.

ب ۲ ــ جایی که دوپلیت قاره‌ای از هم دور می‌شوند یعنی ریفت‌هایی که در حاشیه قاره‌ها بوجود می‌آیند.

نوع ب ــ ۱ ــ در حوضه‌هایی پائین‌تر از سطح آب اقیانوسها تشکیل می‌شوند اگر چه وسعت آنها ممکن است زیاد باشد ولی

ضخامت نمک آنها ناچیز و در حد بین ۱۰ تا ۱۰۰ متر متغیر است و ندرتاً ضخامت آنها ممکن است به ۱۰۰۰ متر برسد. در این مناطق رسوبات سولفات کلسیم بیش از رسوبات نمک است.

نوع ب ــ ۲ ــ در ریفت‌های حاشیه قاره‌ها، هنگامی که جریان آب برقرار باشد رسوبات تبخیری با ضخامت زیاد (چند کیلومتر) تشکیل می‌شود که خود نشانه‌ای از ورود آب در طی تشکیل اقیانوس جنینی است. در این مرحله از تشکیل اقیانوس اولیه، نهشته‌های تبخیری در ریفت‌های دره مانند به صورت نواری در امتداد حاشیه قاره بوجود می‌آید که ضخامت آنها در اکثر حالات بیش از ۵ کیلومتر بوده و غالباً از نوع نمک است.

می‌دانیم که در تشکیل ریفت‌های قاره‌ای ۴ مرحله مشخص وجود دارد:

۱ ــ مرحله بالاآمدگی پوسته قاره‌ای که خود به علت صعود گرما از اعماق و التهاب گوشته و لیتوسفر روی آن وقوع می‌یابد که در این حالت زمین در پهنای حدود ۲۰۰ کیلومتر و به ارتفاع حدود ۲ کیلومتر بالا می‌آید. این مرحله ممکن است تا ۲۰ میلیون سال طول بکشد.

۲ ــ مرحله فرو نشستن طاق برآمده در محور طولی منطقه برآمده، که در این حالت آتشفشانهای الکالی در طول شکافها یا ریفت‌ها به بیرون می‌ریزد (حدود ۲۰ میلیون سال).

۳ ــ مرحله دور شدن دو لبه ریفت و بالا آمدن لایه آستنوسفر، که در اینحالت با سنگهای آتشفشانی و بازالتی مشخص می‌شود و سرانجام تولد اقیانوس آینده (حدود ۱۰ میلیون سال).

۴ ــ سرانجام دور شدن دو لبه و گسترش کف اقیانوس و ایجاد پوسته اقیانوسی که فعلاً بحر احمر در چنین مرحله است.

به طور متوسط این مراحل تقریباً ۶۰ میلیون سال طول می‌کشد. توضیح آنکه در مراحل ۲ و ۳ که شرایط برای جمع شدن آب اقیانوس و تبخیر فراهم باشد ته‌نشینی رسوبات نمکی شروع می‌شود که ممکن است ۲۵ ــ ۲۰ میلیون سال به طول انجامد چنانکه:

در شمال دریای سرخ، یعنی در کانال سوئز و در شاخه شرقی آن، ضخامت رسوبات تبخیری ۷ کیلومتر است ولی در پایانه جنوبی در خلیج عدن مقدار نمک در دو حاشیه شرقی و غربی این ریفت متفاوت است در بخش شرقی ۳ تا ۴ کیلومتر که گاهی بازالت آنها را قرا گرفته است و در حاشیه غربی ضخامت رسوبات تبخیری به ۸ کیلومتر می‌رسد.

در اینجا آب اقیانوسها از تنگه وارد بحراحمر می‌شود و تبخیر می‌گردد. هر جا که مدخل ورود آب اقیانوس وسیع بوده رسوبات سولفاته و هر جا که تنگتر می‌باشد رسوبات نمک ته‌نشین شده است.

ــ جمهوری جیبوتی که در کنار خلیج عدن قرار دارد سرزمین دریاچه‌های شور، آتشفشان و آبفشان متعدد و بیابانی از سنگ‌ریزه است. این منطقه بخشی از گسل عظیمی به طول ۶۵۰۰ کیلومتر را شامل می‌شود که از ترکیه تا موزامبیک ادامه داشته و از ۲۳ میلیون سال پیش دچار بادکردگی و تورم بوده و گدازه‌های آتشفشانی در سرتاسر این منطقه عظیم، یعنی مشرق افریقا به بیرون ریخته می‌شود و نظیر آن در اتیوپی، سومالی، یمن، کامرون، کنیا هم دیده می‌شود. در همین منطقه است که عملکرد ریفت سه شاخه شرق افریقا ــ بحراحمر ــ خلیج عدن قابل مشاهده است. یکی از موارد نادر که به حل قضیه ما کمک می‌کند وضعیت خاص دریاچه عسل است که در گودالی به همین نام قرار دارد. سطح آب دریاچه ۱۵۵ متر پائین‌تر از سطح دریا قرار دارد. مقدار املاح آب این دریاچه ۳۴۸ گرم بر لیتر یعنی ۱۰ برابر بیش از آب اقیانوسها است. در داخل آب دریاچه منظره آتل مانند نمک به رنگ سفید دیده می‌شود و در حاشیه دریاچه، گچ به رنگ قرمز آجری تا ساحل ادامه دارد. در هر ماه یک سانتیمتر بر ضخامت رسوبات افزوده می‌شود. پس از بروز زلزله ۸ نوامبر ۱۹۸۷ شکافی به طول ۱۲ کیلومتر و به عرض ۱/۲ متر بوجود آمد که از دریاچه عسل عبور می‌کرد و با باز شدن آن آتشفشان آردوکوبا زاده شد و پس از یک هفته ارتفاع مخروط آن به ۴۰ متر رسید. از مشخصات بارز ریفت شرق افریقا آتشفشانهای انفجاری از نوع آلکالن و در جوار آنها وجود دریاچه‌های ریفتی و شوری است که رسوبات تبخیری بر جا می‌ماند. بعلاوه در ۲۰ منطقه از ریفت‌های مشرق افریقا ماگمای کربناتیتی به بیرون می‌ریزد که ترکیب اصلی گدازه آن از کربنات کلسیم و یا سدیم است و خود از اختصاصات فوران‌های ریفتی دنیا وجود همین ماگمای کربناتیت می‌باشد. حال اگر مدل تکتونیک صفحه‌ای را در مورد نمکهای اینفراکامبرین تطبیق دهیم و براساس شواهد زمین‌شناسی موجود، ملاحظه کنیم که تنها به کمک حالت ریفتینگ می‌توان رسوبات نمکی عظیم اینفراکامبرین حوزه خلیج‌فارس را توجیه کرد. می‌دانیم بر اثر حرکات کوهزایی پرکامبرین، ماگماتیسم و دگرگونی‌های مهمی در کشور ما بوجود آورد و در عین حال روند برجستگی و مورفولوژی کشور ما را ترسیم شد. بعضی از گسلها بوجود آمدند و بعضی فعالیت مجدد خود را از سر گرفتند سن آخرین حرکات کوهزایی را در حدود ۶۴۰ میلیون سال قبل می‌دانند. پس از آن یعنی در طی اینفراکامبرین، پی‌سنگ مسطح و پنه‌پلنی شده کشور ما یک فاز کششی مهمی را پشت سر گذاشت و ریفت‌های مهمی در آن بوجود آمد و سرزمین ما حالت هورست و گرابن بخود گرفت که با فوران‌های شدید آتشفشانی همراه بود. ترکیب این گدازه‌ها متنوع ولی اکثراً از نوع اسید تا حد واسط بوده و بطور فرعی ولکانیسم زیردریایی داشته‌ایم. در بسیاری از نقاط ایران سنگهای آذرین آلکالن اسید به بیرون سرازیر شد از آن جمله ریولیت‌های هرمز، اسفوردی بافق، سری دیزو وریزو شمال غرب

کرمان، تکناز کاشمر، موته اصفهان، قره‌داش آذربایجان. در همین زمان سنگهای آذرین درونی بیشتر از نوع گرانیت در اعماق و یا در نزدیک به سطح زمین سرد شدند مانند گرانیت دوران، گرانیت زیگان، زریگان، برنورد و گرانیت‌های گلپایگان که از نظر منشأ با ریولیت فسوق در ارتباط بوده‌اند. بنابراین در این ایام ریفت‌های متعددی در ایران وجود داشته که در عین حال شرایط ته‌نشینی رسوبات تبخیری نیز در همین ریفت‌ها فراهم بوده است.

تنها در دو منطقه این ریفت‌ها ته‌نشینی رسوبات نمکی حائز اهمیت بوده‌اند: حوضه شمال کرمان و حوضه خلیج‌فارس که احتمالاً این دو منطقه به وسیله هورست‌هایی از هم جدا می‌شده و احتمالاً هورست‌های مزبور تا اندازه‌ای با روند اورال ــ عمان ــ ماداگاسکار فورون مطابقت می‌کرده است. در گرابن‌های موجود، حوضه‌های تبخیری بوجود آمد که در عمان زاگرس ــ خلیج فارس ــ پاکستان آثار آن به چشم می‌خورد. بعد مناطق مزبور مرحله آرامشی را پشت سر گذاشت که حالت پنه‌پلنی و فرسایش شدید بر آن حاکم بود و توانست رسوبات تخریبی و ماسه سنگی (لالون) را در نقاط مختلف حوضه‌های گرابنی مزبور ته‌نشین نماید.

حال اگر به نوشته ابراین وهاریسون توجه کنیم که در بعضی از گنبدها قطعات کراتوفیر، رسپلیت و گدازه‌های زیردریایی بازالتی پیدا کرده‌اند می‌توان به این نتیجه رسید که حتی ریفت‌زائی تا ایجاد پوسته اقیانوسی پیش رفته بود.

ضمناً خاطر نشان می‌نماییم که بنا به نوشته واترز و علوی در گنبد نمکی جزیره قرنین وجود آپاتیت و آهن ممکن است نشانه‌ای از ماگمای کربناتیتی در منطقه مزبور باشد و با توجه به اینکه فسفات بافق (اسفوردی) را به وجود ماگمای کربناتیتی محتمل دانسته‌ام (درویش‌زاده، ۱۳۶۲). با توجه به وفور رسوبات تبخیری، فوران‌های آتشفشانی آلکالی، قطعات بازالت‌های زیردریایی و بالاخره احتمال وجود ماگمای کربناتیتی همگی حاکی از وجود ریفت‌ها در حاشیه صفحه ایران در اینفراکامبرین است.

رابطه بین گنبدها و سنگهای آتشفشانی ــ مشاهداتی که بوسیله ابراین در گنبدهای خلیج فارس انجام شد با توجه به تعدد گنبدهای نمکی و وفور مواد آتشفشانی و رسوبی متفاوت که به نحوی با گنبدهای نمک در ارتباط‌اند نامبرده تصور می‌کند:

الف ــ لایه‌ای از نمک با ضخامت نسبتاً زیاد در منطقه وجود داشته است.

ب ــ با فورانهای آتشفشانی سنگهای آذرآواری و گدازه و احتمالاً در مراحل آرامش رسوباتی چون آهک و شیل در منطقه ته‌نشین می‌شد.

ج ــ سنگهای آتشفشانی بوسیله دودکش‌ها یا دایکهای معمولی به سطح زمین می‌رسید و اکثراً لایه‌های نمک را بطور قائم یا تقریباً قائم قطع می‌کردند. با پذیرفتن موارد فوق نامبرده تشکیل گنبدهای نمکی را در چند مرحله بشرح زیر تصور می‌کند.

مرحله اول نفوذ سنگهای آذرین ــ بعد از رسوب‌گذاری نمک و قبل از اردویسین میانی، فورانهای آتشفشانی در جنوب ایران وجود داشته است. در این زمان در البرز و ایران مرکزی فوران‌های آتشفشانی از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. در حوزه خلیج فارس مجاری این آتشفشانها، رسوبات نمکی اینفراکامبرین و لایه‌های رسوبی بالاتر قطع سوراخ نمود گرمای ماده مذاب نمک را ذوب و هضم کرد و در نتیجه سنگهای آتشفشانی از محلولهای سدیم غنی شد. به این ترتیب سنگهای آتشفشانی سرشار از سدیم بوجود آمد.

مرحله دوم نشت نمک ــ با استقرار و انجماد توده مذاب در سطح زمین بار سنگهای فوقانی بر لایه نمک افزایش یافت و بر اثر انجماد نسبتاً سریع حجم مجرای آتشفشان کاهش یافت و در نتیجه بین آنها و سنگهای مجاور انفصال و گسیختگی بوجود آمد که برای عبور مواد سیّال منجمله نمک مناسب بوده است. نمک تحت فشار و پلاستیک با توجه به گرمایی که در اطراف مجاری آتشفشانی برقرار بود خود را برای رها شدن از فشار بالا کشانید. وقتی نمک بداخل گسیختگیهای ناشی از انقباض تودهٔ آذرین نشت‌کرد اختلاف فشار جزئی بوجود آمد و باعث گردید تا نمک زیرین خود را به سطوح بالاتر بکشاند.

مرحله سوم ــ **دخول و ورود نمک** ــ مرحله سوم رشد گنبد نمکی که در نتیجه رسوب‌گذاری مداوم در سطح زمین و بالای منطقه موردبحث انجام می‌شود و در شرایطی که فشار مناسب باشد نمک به حرکت خود به سمت بالا و در داخل رسوبات ادامه میدهد در این مرحله، گسیختگی اطراف مجرای آتشفشان عریض‌تر می‌شود که خود در افزایش جریان نمک مؤثر است. با افزایش عرض گسیختگی و ازدیاد جریان نمک، بخشی از استوک آذرین از جا کنده شده و با نمک به بالا رانده می‌شود. به این ترتیب در نمک، قطعات بیگانه فراوان از سنگهای آذرین و رسوبی دیده می‌شود.

مرحله چهارم ظهور نمک ــ بالاخره، در مدت زمان طولانی، وقتی دریا در حال پسروی بوده و منطقه در حال بالازدگی باشد (نیروهای کوهزایی) به نمک امکان می‌دهد که تمام لایه‌های سطحی را سوراخ نموده و در سطح زمین ظاهر شود در این مرحله فرسایش مداوم ولی کند لایه‌های نمک را از محل اصلی دور می‌کند و در نتیجه قطعات بیگانه، بخصوص قطعات آذرین به مقدار فراوان در محل گنبدهای نمکی دیده می‌شوند.

اهمیت نمک از نظر اقتصادی

۱ ــ بعضی از مخازن گاز و نفت در زاگرس و خلیج فارس و

کشورهای مجاور بوسیله پوشش‌های نمکی محفوظ مانده‌اند. چه با توجه به جابجایی و شکستگیهای ناشی از نمک، محیط مساعدی برای ذخائر نفتی بوجود می‌آید. از نمک علاوه بر تهیه نمک طعام معمولی و نمک پتاس، فلزاتی مانند بور ــ لیتیوم و ید می‌توان استخراج کرد.

ــ انبار کردن هیدروکربورها بویژه نفت در نمکها بعلت تخلخل اندک سنگ نمک که مثلاً در سال ۱۹۵۸، در امریکای شمالی بیش از یک میلیون بشکه نفت در نمک انبار کردند. در این زمینه (انبار کردن مواد در زیر زمین) در سال ۱۹۷۷، سمپوزیومی در سوئد برگزار شد.

ــ در نمکها کلکسیونی از کانیها می‌توان یافت. دسته‌ای از خود نمک، دسته‌ای از سنگهای آذرین و دسته دیگر که بر اثر بعضی از فعل انفعالات شیمیایی بوجود آمده است از آن جمله وجود گوگرد و بلورهای کلسیت که طبق رابطه زیر بوجود می‌آیند:

$$4CaSO_4 + 4H_2O + 6CO_2 \rightarrow 6CaCO_3 + 4SH_2 + 2S + 11O_2$$

چنانکه در حفره آهکهای بالای تشکیلات ژیپس یا اندریت همیشه مقداری گوگرد دیده می‌شود بعلاوه هیدروژن سولفوره حاصل قادر است با اکسیدهای آبدار آهن ترکیب شده و پیریت بوجود آورد.

پیشنهادات

برای مطالعه زمین‌شناسی جزایر و حاشیه خلیج فارس لازم است موارد زیر به صورت رساله‌های فوق لیسانس و دکتری مورد توجه قرار گیرد:

۱ ــ بررسی‌های ژئوفیزیکی دقیق که بتواند ما را از ساختمان زمین‌شناسی منطقه بویژه گنبدهای نمکی آگاه سازد.

۲ ــ مطالعات ژئوشیمی بر مبنای تغییرات متقابل نمک با سنگهای ماگمایی موجود در گنبدهای نمکی که شامل ژئوشیمی ایزوتوپی بعضی عناصر هم باشد.

۳ ــ تعیین سن مطلق سنگهای آتشفشانی موجود در نمکها ومقایسه نتایج حاصل با هم.

۴ ــ بررسی دقیق تکتونیک منطقه و مقایسه آنها با تکتونیک نمکها و مطالعه پدیده‌ای که به آن Halokinesis هالوکینز می‌گویند و با نام Trusheim شناخته می‌شود.

۵ ــ چرا در بعضی نقاط ژیپس و در بعضی نقاط نمک بیرون زده است. آیا نمک هم بوده و از بین رفته است؟

۶ ــ چه رابطه‌ای بین ریولیت‌ها واکسیدهای آهن و هماتیت در منطقه وجود دارد؟

۷ ــ متاسوماتیسم مهمی که در منطقه و جزایری مانند هرمز، کوه قرنین دیده می‌شود و موجب آپانیت‌زایی شده است (که نظیر آن هم در معدن آهن اسفوردی در یافق در کنار ریولیت‌های آلکالن ومعدن آهن بهمین نام بوجود آمده است) وجود پیروکسن‌های سدیم و اوژیت سدیم و آهن‌دار و آمفیبولهای ترمولیت و آکتینوت در ارتباط با متاسوماتیسم است یا خیر.

۸ ــ قبل از هر نوع بحث تئوری در باره گنبدهای خلیج فارس، باید ساختمان زمین‌شناسی منطقه دقیقاً مورد بررسی قرار گیرد و رابطهٔ بین پراکندگی نمکها و ظهور آنها در سطح زمین با نیروی تکتونیکی و گسل‌ها مشخص شود.

منابع:

۱ ــ اسفندیاری، ب. ــ برزگر، ف. ــ (۱۳۵۸): بررسی گنبدهای نمکی جنوب ایران بر مبنای تفسیر ماهواره لندست. مجله دانشکده علوم ــ دانشگاه تهران ــ جلد یازدهم، شماره اول و دوم ــ ص ۵۱ ــ ۶۹.

۲ ــ درویش‌زاده، ع. ــ (۱۳۶۲): بررسی فسفات یافق (اسفوردی)، مجله دانشکده علوم ــ جلد ۱۳
شماره ۱ و ۲، ص ۲ ــ ۲۸

۳ ــ نبوی، م. ح. ــ (۱۳۵۵): دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران ــ انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور ــ ۱۰۹ صفحه

4 -- Huckriede, R. - Kursten, M. - Venzlaff, H. - (1962): Zur Geologie des Gebiets Zwischen Kerman und Saghand (Iran), Beihefte Zum Geologischen Jahrbuch, 51, 197 P.

5 - Obrein, C. A. - (1957): Salt diapirism in south Persia. Geol. Mijnb., V. 19, No. 9. - PP. 357 - 376

6 - Player, R. A. - (1969): The Hormuz salt plugs of southern Iran. Iooc Report.

7 - Reyre, D. - Mohafez, S. - (1972): A first contribution of the NIOC - ERAP agreements to the Knowledge of Iranian geology - Edition Technips Paris, 58 P.

8 -- Stöcklin, J. - (1961): Lagoonal formation and salt dones in East Iran. Bulletin of the Iranian Petroleum institute, 3, - PP. 29 - 46.

9 - Stöcklin, J. -- (1968): Salt deposits of the Middle East. The geological society of America, Inc. Special paper 88. PP. 157 - 181.