

تأثیر دیاپیریسم نمکی بر سیستم های هیدروکربوری با

نگرشی در حوضه رسوبی زاگرس

مهدی حسین پور^۱، آرش پنجوانی^۲

^۱دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران ، info@oilexploration.ir

^۲دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران ، arash.panjwani@yahoo.com

چکیده

هنگامی که یک لایه ضخیم متشکل از کانی های تبخیری به صورت عمودی به درون لایه های فوقانی در بر گیرنده اش نفوذ کند ایجاد یک شکل گنبدی می نماید که به آن دیاپیریسم نمکی گویند. حرکت رو به بالا منجر به بر هم خوردن شرایط رسوب گذاری شده و نیز تغییراتی را بر سنگ های مجاور اعمال می نماید. این حرکت بر روی سیستم های نفتی نیز اثر می گذارد به گونه ای که می تواند مخازن متعددی را در پیرامون خود شکل دهد و امکان تجمع اقتصادی هیدروکربور را فراهم آورد از این رو مطالعه بر روی دیاپیریسم های نمکی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

در این تحقیق ابتدا مکانیسم های حرکت نمک و ساخت های نمک مورد بررسی قرار گرفت سپس با توجه به اطلاعات منطقه و مخازن مرتبط با دیاپیریسم های نمکی انواع نفت گیرهای بالقوه ی هیدروکربوری در پیرامون دیاپیریسم های نمکی شناسایی گردید.

واژه های کلیدی

دیاپیریسم نمکی، مکانیسم حرکت نمک، ساخت نمک، نفت گیر ها

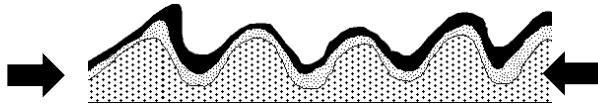
۱- مقدمه

مکانیسم های حرکت نمک و نیز تأثیری که بر سیستم نفتی می گذارد می تواند در اکتشاف هیدروکربور کمک شایانی نماید.

گنبد های نمکی در جنوب، جنوب غربی زاگرس و خلیج فارس از گسترش بسیاری برخوردارند و این گسترش بر اهمیت تحقیق بر روی آن ها می افزاید. حوضه نمکی جنوب ایران در سه قسمت به خوبی قابل رویت است این مناطق شامل حاشیه گسله کازرون، هینترلند بندرعباس، نزدیک راندگی زاگرس و در میان آن ها یک زون خالی از گنبد نمکی (بلندی های گاو بندی) نیز وجود دارد [۱]. به طور کلی در حوضه زاگرس بیش از ۲۰۰ گنبد نمکی وجود دارد که از این تعداد بیش از ۱۰۰ گنبد نمکی بین بندرعباس - سروستان و ۱۴ گنبد نمکی در جنوب کازرون می باشد (شکل ۱) [۲].

بدین جهت حوضه نمکی جنوب ایران و خلیج فارس در زمره حوضه های نمکی مهم در جهان شناخته می شوند و به دلیل آنکه بیش تر اکتشافات انجام گرفته در زاگرس متمرکز بر روی تاقدیس ها بوده و تقریباً

با توجه به حجم منابع هیدروکربوری موجود در حوضه رسوبی ساختاری زاگرس تا کنون تنها بخشی از پتانسیل های نفتی منطقه زاگرس کشف و تولیدی شده است. این امر بیانگر آن است که هم چنان زمینه های مساعد دیگری برای اکتشاف منابع هیدروکربوری وجود دارد. از این رو مناطقی که برای اکتشاف قابل پیش بینی تر باشند، کاهش هزینه عملیات و نیز کاهش خطر پذیری اکتشافی را به دنبال خواهند داشت. بدین منظور گنبد های نمکی از پتانسیل بالایی جهت اکتشاف برخوردارند. چرا که حرکت توده های ضخیم نمک به داخل لایه های بالایی با تغییرات ساختمانی و چینه ای همراه است که منجر به پدیدار شدن نفت گیر های متعددی در پیرامون توده های نمک می شود. این تغییرات سیستم های نفتی را نیز دست خوش تغییرات متعددی قرار می دهند به طوری که شرایط تجمع حجم های بزرگ و کوچک نفتی را فراهم می سازد. از این رو درک صحیح از



شکل ۲: فشار تراکمی ناحیه ای کوه های زاگرس

در رشته کوه های زاگرس، صفحات آفریقا و اوراسیا، بر روی یکدیگر رانده شده اند. این حادثه موجب رانده شدن نمک های فشرده و چین خورده به

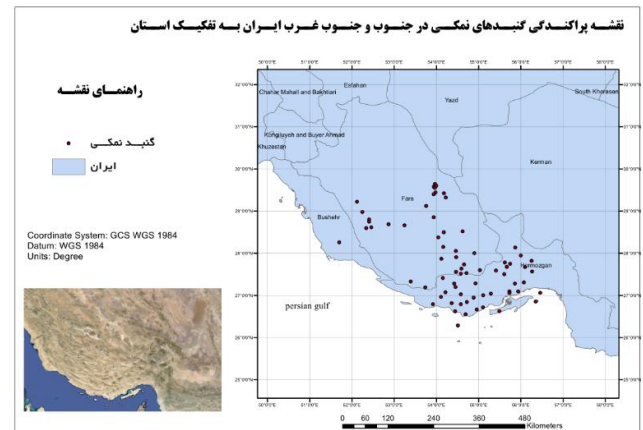
سرعت رسوب گذاری (میلیون سال / متر)	نوع رسوب
۱	رس های ژرف دریا
۱۰-۳۰	گل ها و کربنات های فلات ها
۱۰۰-۱۰۰۰	رسوبات آشفته دریای ژرف
۱۰۰۰-۳۰۰۰	آهک های ریفی مناطق کم ژرفا
۱۰۰۰-۴۰۰۰	ژئیس ها زیر آبی
۱۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰	نمک های زیر آبی
۱۵۰۰۰۰-۲۰۰۰۰۰	رشد دیپیری (کوه های زاگرس ایران)

سطح زمین شده است [۴]. به طوری که بسیاری از رسوبات هم زمان و مخزن های همراه آن را تحت تأثیر قرار داده است. در حال حاضر چین خوردگی در زاگرس موجب رانده شدن نمک با سرعت عجیب حدود ۱۷۰ کیلومتر در میلیون سال به سطح زمین می شود. این سرعت آن چنان سریع است که هیچ رسوب گذاری سریع شناخته شده ای نمی تواند به آن برسد (جدول ۱) [۵].

جدول ۱: مقایسه سرعت های گوناگون رسوب گذاری در برخی از محیط های رسوبی

شروع تغییر شکل و حرکت نمک ها به طور معمول ارتباط تنگاتنگی با بعضی از بی نظمی های موجود در حوضه، لایه منشأ، لایه ها پوشنده نمک دارد. بی نظمی هایی که در لایه های نمک وجود دارند شامل تغییرات جانبی در ضخامت، چگالی، گرانیوی یا دما می شود و بیش تر بستگی به تغییرات رخساره ای در واحد نمک دارد. بی نظمی های دیگر مربوط به اثر گسل ها و چین ها است. گسل ها می توانند سنگ های بستر را تحت تأثیر قرار داده یا ممکن است موجب بیرون راندگی لایه نمک شوند، چین ها در حوضه های در حال فرو نشینی نمک منجر به لغزش نمک از مناطق شیب دار به ژرفاهای حوضه شده و چین های ضخیم و نازک نمک را ایجاد می نمایند [۶].

تمامی آن ها شناسایی شده اند، تحقیق بر روی دیپیرسم های نمکی در آینده نزدیک در اولویت اکتشاف قرار خواهند گرفت.



شکل ۱: نشان دهنده پراکندگی گنبد های نمکی به تفکیک استان می باشد. این پراکندگی شامل گنبد های نمکی که در سطح نمایان شده می باشد و گنبد های مدفون در نظر گرفته نشده است.

۲- مکانیسم های حرکت نمک

چگالی پایین این امکان را به نمک می دهد تا بتواند در ژرفاهای کم حرکت کند. در زمان رسوب گذاری چگالی رسوبات بالایی کم تر از واحد نمک است اما با افزایش ژرفا، همراه با فشردگی و خروج آب، این چگالی افزایش می یابد. هالیت دارای چگالی ۲/۲ گرم بر سانتی متر مکعب است که در ژرفاهای بیش تر به مقدار اندکی تغییر می کند در ژرفای حدود ۵۰۰ تا ۹۰۰ متر چگالی افزایش می یابد و بیش تر از نمک های زیرین می گردد، در نتیجه موجب تحرک نمک های زیرین می شود. به طور کلی نمک فقط زمانی می تواند حرکت کند که عامل حرکت ایجاد شود. مکانیسم ایجاد حرکت می تواند در ژرفاهای کم (کم تر از ۹۰۰ متر) یا ژرفاهای به مراتب بیش تر به وقوع بپیوندد. عامل محرک در مناطق کم ژرفا به طور معمول جریان یافتن نمک در طول ته نشینی نمک یا بلافاصله بعد از آن می باشد، در حالی که عامل حرکت در مناطق ژرف تر می تواند حتی پس از آنکه واحد نمک میلیون ها سال دفن شده باشد جریان نمک را راه بیندازد. جریان های ژرف نمک از طریق نیروهای کششی، فشردگی و یا از طریق دفن نمک تا ژرفای بحرانی در جایی که نمک حالت پلاستیک پیدا می کند، شروع می شود. در حال حاضر مکانیسم های ژرف مرتبط با فشردگی سبب حرکت نمک در کوه های زاگرس می شوند (شکل ۲) [۳].

۳- ساخت نمک

ساخت نمک اصطلاح جامعی است که در برگزیده ویژگی های نمک است که در سطح زمین بیرون زده یا در داخل زمین شکل گرفته اند.

رشد ساخت نمک دارای سه مرحله است:

۱- مرحله بالشتکی شدن توده نمک

۲- مرحله دیپایپر (گنبد) نمک

۳- مرحله پس از دیپایپر

لازم به ذکر است که تمام ساخت های نمک دارای سه مرحله رشد نیستند.

۳-۱- مرحله بالشتکی شدن توده نمک

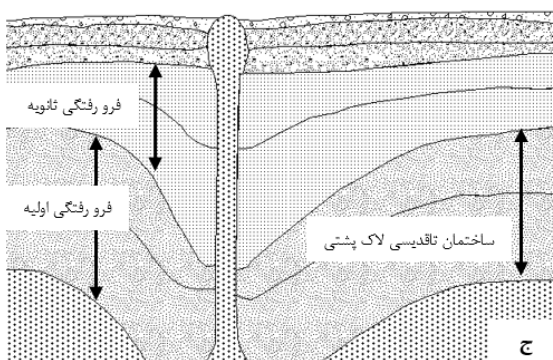
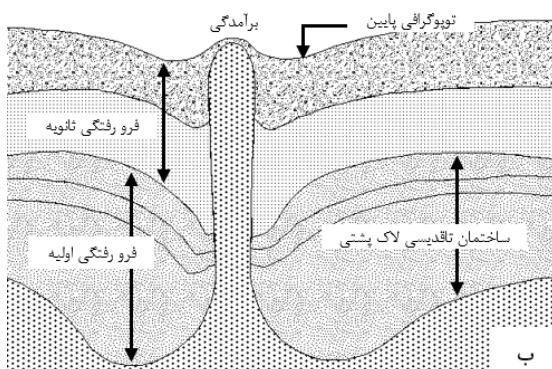
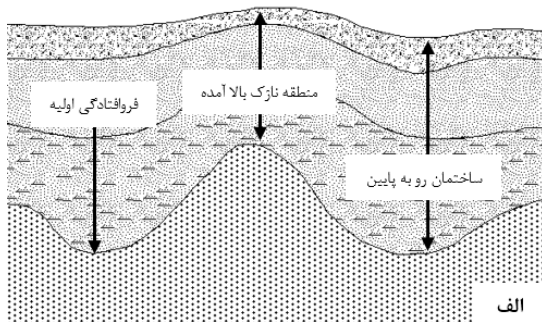
رسوبات بالای بالشتک کم ضخامت بوده و در سطح وسیعی گسترده شده اند. ضخامت این رسوبات در روی ستیغ ساخت به حداقل می رسد. منطقه بالای بالشتک بیش تر از دیدگاه توپوگرافی بلند است، در حالی که منطقه بین بالشتک ها بیش تر از دیدگاه توپوگرافی پایین یا به صورت حاشیه ناودیس اولیه (حاشیه فشرده شده) بوده که در اثر تخلیه و حرکت، نمک به وجود می آید. حاشیه یا حلقه ناودیس ها بیش تر مناطق مناسبی برای رسوب گذاری ضخیم رسوبات است (شکل ۳ الف).

۳-۲- مرحله دیپایپر نمک

سرعت جابه جایی نمک به قدری زیاد است که در اغلب موارد رسوبات روی ستیغ ساخت حفظ نمی شوند. نمک در ستیغ دیپایپر نزدیک به سطح یا به صورت بیرون زده از دیپایپر در سطح قرار می گیرد. این نمک به طور مداوم در سطوح کم ژرفا حل می شود. یا به صورت توده های نمک خارج می گردد (شکل ۳ ب).

۳-۳- مرحله پس از دیپایپر

مرحله آخر رشد ساخت نمک، مرحله بعد از دیپایپر است. تا این زمان ذخیره نمک مرتب در حال کم شدن است زیرا نمک کم تری به داخل توده نمک وارد می شود (شکل ۳ ج). نمک های بیرون زده در جزیره یاسر و جبل دانا در خلیج فارس ساخت های مرحله پس از دیپایپر می باشند.



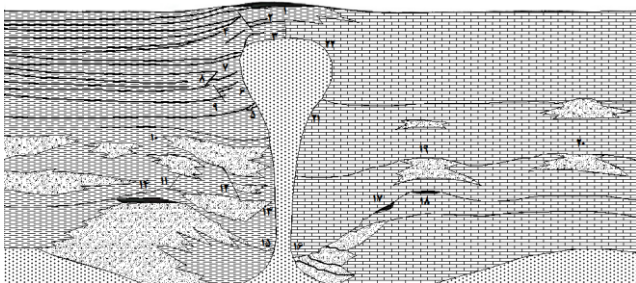
شکل ۳: مرحله های رشد ساخت نمک: الف) مرحله بالشتکی شدن توده نمک، ب) مرحله دیپایپر همراه با توسعه ساخت های لاک پشتی و دیواره معلق، ج) مرحله پس از دیپایپر همراه با توسعه پوش سنگ [۷]

در مناطق فعال تکتونیکی نمک ها به واسطه ی نیروهای اعمال شده حرکت می نمایند. تغییر شکلی که در نتیجه این حرکت در سنگ های بالایی به وجود می آید، می تواند موجب ناهماهنگی لایه ها پوشنده در

محیط رسوبی و تغییرات رخساره ای می شود چنانچه در میدان پارس مقداری از انیدریت های دشتک B با دولومیت جایگزین شده اند [۱۰]. این جایگزینی منجر به افزایش تخلخل گشته است. با توجه به آنچه گفته شد می توان دریافت که در حرکت دیاپیریک پوش سنگ در شرایط خوبی قرار نمی گیرد.

۳-۴- تاثیر دیاپیریسیم بر سنگ مخزن و شکل گیری نفت گیرها

مخزن های گاز و نفت همراه با ساخت های نمک از تنوع زیادی برخوردارند. در عمل انواع نفت گیرهای شناخته شده، در مناطقی که تحت تاثیر حرکت نمک ها قرار گرفته اند، یافت می شوند. ساخت های نمک نه فقط نفت گیرها را از طریق حرکت نمک شکل می دهند، بلکه موجب اصلاح و تغییر اساسی طرح های رسوب گذاری در توالی های بعدی می شوند. در این مرحله به معرفی انواع مخزن های ایجاد شده در رخساره های کربناته و آواری در سه مرحله رشد ساختمان نمک می پردازیم (شکل ۴). در شکل زیر انواع مختلفی از نفت گیرها را می توان مشاهده نمود که به واسطه ی بالا آمدن توده نمک ایجاد شده اند.



شکل ۴: شماتیک توزیع مخزن ها نفتی در رخساره های کربناته (سمت راست) و در رخساره های آواری (سمت چپ) در سه مرحله رشد ساختمان نمک [۱۱].

انواع نفت گیرها در شکل ۴ عبارت اند از:

۱. نفت گیر مرکب در داخل ماسه های موجود در یک تاقیدیس روی ستیغ
۲. نفت گیر گسلی از نوع گراین روی گنبد نمک؛ ۳. پوش سنگ متخلخل؛ ۴. نفت گیر چینه ای در ماسه هایی که به صورت زبانه ای کشیده شده اند؛ ۵. تله ساختمانی آویزان؛ ۶. نفت گیر ساختمانی بالا آمده که به صورت نیمه کمان از گنبد نمک نگهداری می کند؛ ۷. نفت گیر دگرشیب؛ ۸. نفت گیر گسلی دور افتاده از گنبد نمک؛ ۹. نفت گیر گسلی به گنبد نمک نزدیک شده؛ ۱۰. نفت گیر مرکب در ماسه هایی که به سمت

هنگام رسوب گذاری و ناپایداری آن در مقابل فشار لایه نمک شود که هر دو فرآیند منجر به جریان یافتن نمک و ایجاد دیاپیریسیم می گردد و می توان ضخیم شدگی تاقیدیس به همراه نازک شدگی ناودیس نمک را مشاهده نمود. چنین رژیم تکتونیکی در ایران، بزرگترین میدان های نفتی ایران و جهان را به وجود آورده است [۸].

۴- تاثیر دیاپیریسیم بر سیستم های نفتی

گنبد های نمکی طبیعی متحرک دارند و این حرکت رو به بالا در زمان رسوب گذاری کاهش ضخامت لایه ها و بالا آمدن محیط رسوبی و در نهایت فرسایش را به دنبال خواهد داشت از سوی دیگر حرکت رو به بالا موجب تغییرات حرارتی می شود، دو عامل حرارت زیاد و در معرض هوا قرار گرفتن سنگ ها می تواند اثرات گوناگونی را بر انواع سنگ منشا، پوش سنگ و سنگ مخزن داشته باشد که به ترتیب به بررسی آن ها خواهیم پرداخت.

۴-۱- تاثیر دیاپیریسیم بر سنگ منشا

سنگ منشا در یک سیستم نفتی وظیفه تولید هیدروکربور را بر عهده دارد که در آن زمان و حرارت به عنوان دو فاکتور بسیار مهم ایفای نقش می نمایند. عوامل متعددی بر روی این دو فاکتور موثراند از جمله آن عوامل می توان به حرکت رو به بالا ی توده نمک اشاره نمود که می تواند لایه ها رسوب کرده سنگ منشا را تا آن حد بالا بیاورد که مورد تخریب و فرسایش فیزیکی قرار بگیرند. هم چنین بالا آمدن موجب کاهش عمومی لایه های رسوبی و سرانجام کاهش ضخامت سازندهای منشا شده و توان زایشی آن ها را محدود می سازد. علاوه بر آن با حرکت رو به بالای توده نمک ژرفای تدفین سنگ منشا کاهش پیدا می کند این امر منجر می شود که سنگ منشا از بلوغ کافی جهت تولید هیدروکربور برخوردار نشود و در برخی موارد مشاهده شده سنگ منشا که دارای مقدار ماده ی آلی بالایی بوده هیدروکربوری تولید نکرده است.

۴-۲- تاثیر دیاپیریسیم بر پوش سنگ ها

افزایش تخلخل و تراوایی ارزش پوش سنگ را در نگهداری هیدروکربورها کاهش می دهد. در دیاپیریسیم های نمکی حرکت رو به بالا توده نمک ابتدا ساخت های رویشی ایجاد می کند که مفهوم آن کاهش ضخامت پوش سنگ است مانند نازک شدن سازند دشتک در ستیغ بسیاری از ساختمان های فارس [۹]. سرعت بیش تر بالا آمدن توده نمک موجب بالا آمدن

[۲] غلامپور، محمد، غیومیان، جعفر، توسلی، ابولقاسم و الیاس پرورش، ۱۳۸۰، گزارش نهایی طرح کاهش گنبد نمکی دشت سرچاهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان.

[۱۰] مطیعی، همایون؛ ۱۳۶۶، ساختار روبشی پارس، گزارش شماره پ-۴۰۳۹ شرکت ملی نفت ایران، مناطق نفت خیز، اداره کل زمین شناسی، اهواز، ارائه شده در پنجمین گردهمایی علوم زمین سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ۲۲-۲۴ فروردین ۱۳۶۶.

[۳] WOODBURY, H. O., Murray, JR., I. B., and OSBORNE, R. E., ۱۹۸۰, Diapirs and their relation to hydrocarbon accumulation, in maill, A. D. (ed.), facts and principles of world petroleum occurrence, Canadian society of petroleum geologist's memoir ۶, p. ۱۱۹-۱۴۲.

[۴] ALA, M. A., ۱۹۷۴, salt diapirism in southern Iran: American association petroleum geologists bulletin, v. ۵۸, p. ۱۷۵۸-۱۷۷۰.

[۵] Schreiber, B. C., and Hsu, K. J., ۱۹۸۰, Evaporites, in Hobson, G. D. (ed.), Developments in petroleum geology-۲, Applied Science Publishers, Barking, Essex, England. P.۸۷-۱۳۸.

[۶] JENYON, M. K., ۱۹۸۶b, some consequences of faulting in the presence of a salt rock interval: journal of petroleum geology, v. ۹, p. ۲۹-۵۲.

[۷] SENI, S. J., and JACKSON, M. P. A., ۱۹۸۳a, evolution of salt structures, east texas diapir province, part ۱: sedimentary record of halokinesis: American association of petroleum geologists bulletin, v. ۶۷, p. ۱۲۱۹-۱۲۴۴.

[۸] Davis, D. M. And Engelder, T., ۱۹۸۷, Thin-skinned deformation over salt, in Lerch, I., and O'Brien, J. J. (eds.), Dynamical geology of salt and related structures, Academic Press Inc., New york, p.۳۰۱-۳۳۷.

[۹] Szabo, F. And Kheradpir, A., ۱۹۷۸, Permian and triassic Stratigraphy Zagros Basin SW Iran. Jour. Petroleum Geology, v. ۱, No. ۲, p. ۵۷-۸۲.

[۱۱] SENI, S. J., and JACKSON, M. P. A., ۱۹۸۳c, sedimentary record of cretaceous and tertiary salt movement, east texas basin: times, rates, and volumes of salt flow, implications to nuclear-waste isolation and petroleum explanation: bureau of economic geology, the University of Texas at Austin, report of investigation ۱۳۹.

بالا شیب به صورت معلق زبانه کشیده است؛ ۱۱. نفت گیر گسلی در ماسه‌هایی که بالای ساخت لاک پشتی قرار گرفته است؛ ۱۲. نفت گیرهای گسلی در ماسه‌هایی که در پیرامون ناودیس قرار گرفته‌اند؛ ۱۳. نفت گیر چینه‌ای در ماسه‌هایی که به صورت رخساره‌های متخلخل به سمت پایین زبانه کشیده است؛ ۱۴. نفت گیر مرکب در ماسه که در ستیغ ساختمان لاک پشتی قرار گرفته است؛ ۱۵. نفت گیر دگرشیب در ماسه‌هایی که بالای ستیغ و دریال های قبلی ساختمان بالشتکی پیشین؛ ۱۶. نفت گیر دگرشیب در کربنات هایی که از افزایش تخلخل در ستیغ و یال های ساختمان بالشتکی به وجود آمده است؛ ۱۷. نفت گیر مرکب در کربنات ها از کاهش تدریجی منطقه متخلخل گسترش یافته در یال های انتهایی ساختمان بالشتکی پیشین؛ ۱۸. نفت گیر ساختمانی در کربنات ها بالای ستیغ ساختمان لاک پشتی؛ ۱۹. نفت گیر مرکب در کربنات ها در اثر افزایش تخلخل به واسطه توپوگرافی دیرینه در بالای ساختمان بالشتکی؛ ۲۰. نفت گیر مرکب در کربنات ها حاصل افزایش تخلخل به واسطه توپوگرافی دیرینه که باعث به وجود آمدن ساخت زین اسی یا پیرامون بالا آمده است؛ ۲۱. نفت گیر مرکب به موجب افزایش تخلخل در نزدیک ساختمان گنبدی به خاطر توپوگرافی دیرینه و به وجود آمدن دیواری در مقابل ستون نمک؛ ۲۲. نفت گیر مرکب در کربنات ها در بالای ستیغ ستون نمک در اثر افزایش تخلخل به واسطه توپوگرافی دیرینه بوده است.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

با درک صحیح از مدل رسوب گذاری و نیز چگونگی حرکت نمک می توان به تفسیر بهتر عوامل کنترل کننده و موثر بر روی پراکندگی مخازن پرداخت و آن ها را مورد ارزیابی قرار داد.

دیاپیریسم نمکی می تواند نقش دو گانه سازنده و مخرب داشته باشد به گونه ای که حرکت آن در شرایطی خاص می تواند وضعیت سنگ مخزن را بهبود ببخشد و در همان شرایط برای پوش سنگ به عنوان یک عامل مخرب ایفای نقش نماید.

در مناطق شناخته شده هیدروکربوری مانند حوضه رسوبی ساختاری زاگرس، دیاپیریسم نمکی می تواند نفت گیرهای متعددی را ایجاد نماید که هر یک می تواند به عنوان یک هدف اکتشافی بالقوه در نظر گرفته شود.

مراجع

[۱] مطیعی، همایون، ۱۳۷۴، زمین شناسی نفت زاگرس، سازمان زمین شناسی کشور.