



# معیارهای مکان‌یابی مناطق مناسب برای ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز در مغارهای نمکی

محمد سلسبیلی<sup>۱</sup> | دانشجوی کارشناسی ارشد اکتشاف معدن، دانشگاه تهران

دکتر شهرام شرکاتی<sup>۲</sup> | مدیر بیت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران

دکتر عباس بحرودی<sup>۳</sup> | استادیار دانشکده معدن دانشگاه تهران

## چکیده

ذخیره‌سازی گاز در مغارهای نمکی یکی از روش‌های ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز طبیعی است. این روش در گنبد‌های نمکی یا لایه‌های نمکی گسترش یافته، به‌عنوان مکمل روش‌های دیگر ذخیره‌سازی گاز استفاده می‌شود. در فرایند انتخاب مکان مغار، معیارها و ضوابط پیچیده‌ای وجود دارند؛ این معیارها و ضوابط، فرایند تصمیم‌گیری را نیز پیچیده می‌کنند. در این مقاله، به تبیین معیارها و جایگاه آن‌ها در فرایند تصمیم‌گیری و همچنین چگونگی کاربرد آن‌ها پرداخته می‌شود. در مراحل اولیه اکتشاف (شناسایی و پی‌جویی) محل سایت ذخیره‌سازی، دی‌پایریسم، تکتونیک و لرزه‌خیزی، شرایط سطحی و زیرسطحی نمک، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمک، شرایط هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، مهم‌ترین معیارهای تصمیم‌گیری به‌شمار می‌روند. لازم به ذکر است که در بیان معیارها، به پارامترهای اکتشافی و چگونگی مدل‌سازی آن‌ها نیز اشاره می‌شود. برای مدل‌سازی فرایند تصمیم‌گیری، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه<sup>۴</sup> پیشنهاد می‌گردد.

ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز، مغار نمکی، گنبد نمکی، تصمیم‌گیری چند شاخصه

## واژه‌های کلیدی

### مقدمه

مکان‌یابی یک سایت ذخیره‌سازی با یک فرایند تصمیم‌گیری پیچیده روبه‌روست و معیارها و ضوابط بسیاری بر انتخاب مکان سایت تأثیر گذارند. با بزرگ‌شدن مقیاس عملیات اکتشافی، این معیارها و ضوابط نیز به‌صورتی کاملاً پیش‌رونده، جزئی‌تر و دقیق‌تر می‌شوند [۱]. در این حالت، برای آن‌که این روابط و اهداف پیچیده به گونه‌ای ساده‌تر نمایش داده شوند تا اساس توصیف، پیش‌بینی، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری قرار گیرند، به استفاده از مدل‌ها نیاز است [۲]. بنابراین قبل از هرگونه تصمیم‌گیری، باید معیارها و ضوابط آن مشخص شوند و چگونگی ارتباط این معیارها با یکدیگر و میزان اهمیت آن‌ها برای دست‌یابی به هدف مورد نظر، مدل‌سازی گردد. باتوجه به این‌که در حال در ایران، عملیات اکتشافی برای ذخیره‌سازی گاز در مغارهای نمکی در مرحله پی‌جویی و شناسایی<sup>۵</sup> است و معیارها و پارامترهای اکتشافی مؤثر در این زمینه نیز به‌صورت مدون ارائه نشده است؛ بنابراین هدف اصلی این مقاله تبیین معیارها و شرایطی است که بتوان بر اساس آن‌ها به مکان‌یابی محل‌های مناسب برای ذخیره‌سازی گاز طبیعی در مغارهای نمکی یا نواحی که در این زمینه به مطالعات تفصیلی (حفاری و ژئوفیزیک) نیازمندند، دست یافت. در مسایل مربوط به مکان‌یابی، هدف، یافتن مکان‌ها یا مناطقی است که با در نظر گرفتن معیارها و ملاک‌های موجود، برای حفر مغار به‌منظور ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز، دارای بالاترین پتانسیل باشند.

## ۲. معیارها و روش اکتشافی

همان‌طور که گفته شد، به منظور انتخاب محل‌های مناسب برای ذخیره‌سازی گاز، باید معیارها و ضوابط به‌صورتی بیان شوند که با توجه به آن‌ها بتوان به انتخاب و جمع‌آوری داده‌ها پرداخت. بدین ترتیب، زمینه تصمیم‌گیری برای این‌که کدام عوارض

<sup>۱</sup> m.salsabili@yahoo.com

<sup>۲</sup> Ssherkati@niocexp.ir

<sup>۳</sup> bahroudi@ut.ac.ir

<sup>۴</sup> Multi Attribute Decision Making

<sup>۵</sup> Reconnaissance and Prospecting

<sup>۶</sup> Multi Criteria Decision Making

<sup>۷</sup> Alternative

<sup>۸</sup> Decision Matrix

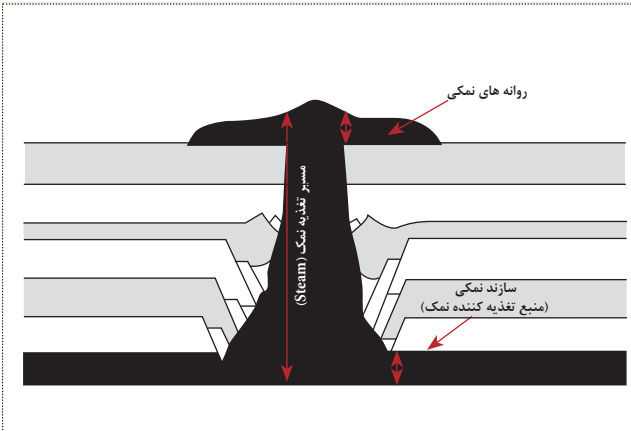
<sup>۹</sup> Formulation

<sup>۱۰</sup> Spatial Decision Making

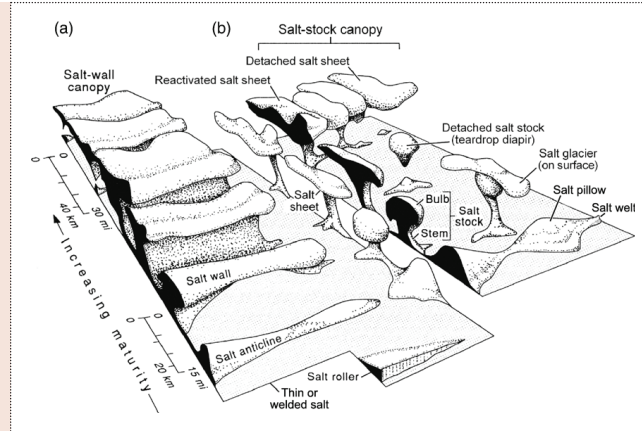
## ۱. جایگاه معیارها و پارامترهای اکتشافی در تصمیم‌گیری

همان‌طور که گفته شد، قبل از هرگونه تصمیم‌گیری، باید معیارها و ضوابط مؤثر بر تصمیم، به‌درستی مشخص شوند. طبیعی است که هر چه عوامل و معیارهای مؤثر بر تصمیم‌گیری، بیش‌تر و متنوع‌تر باشند، تصمیم‌گیری نیز حساس‌تر و مشکل‌تر خواهد بود. این امر، استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۶</sup> را ضروری می‌سازد. در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، تأثیر معیارها بر گزینه‌ها<sup>۷</sup> مشخص شده و توسط





شکل ۶ | مفاهیم روانه‌های نمکی و مسیر و منبع تغذیه نمک در یک گنبد نمکی انفعالی



شکل ۵ | شمایک انواع اشکال هندسی ساختارهای نمکی

(میزان تکامل ساختاری و اندازه آن‌ها در جهت نشان داده شده افزایش می‌یابد. (a) ساختارهای کشیده که ناشی از بالآمدگی نمک از تغذیه کننده‌های خطی است؛ (b) ساختارهایی که از تغذیه کننده‌های نقطه ای تشکیل شده‌اند [۶۷].)

### ۲-۲-۳. عملکرد درزه‌ها و گسل‌ها

درزه‌ها و گسل‌ها با ایجاد شکاف و جدایش در لایه‌های فوقانی، زون‌های سستی را به‌وجود می‌آورند. نمک می‌تواند از این مناطق، بالا آمده و گنبد‌ها را تشکیل دهد. به دلیل این‌که نمک خاصیت پلاستیسیته بالایی دارد، درزه‌ها و گسل‌ها در لایه‌های نمکی به اضمحلال رفته و بر سازند نمکی تأثیر نمی‌گذارند، اما عملکرد درزه‌ها و گسل‌ها بر لایه‌های سنگی فوقانی باید مورد توجه قرار گیرد؛ زیرا می‌توانند در این لایه‌ها مناطق سست و نامطمئن را به‌وجود آورند که گاز از آن نشت کند. گسل‌های فعال و بزرگ نیز عامل منفی بزرگی هستند که در بحث تکتونیک و لرزه‌خیزی به آن‌ها پرداخته می‌شود.

### ۲-۳. شرایط سطحی نمک

#### ۲-۳-۱. گسترش سطحی نمک

از نظر زمین‌شناسی، گسترش وسیع سازند نمکی دلیل وسیع بودن حوضه نمکی است. این امر فاکتور مثبتی برای ذخیره‌سازی می‌باشد. در مرحله شناسایی که اطلاعات زیرسطحی بسیار ناچیز است، گسترش سطحی و قطر گنبد‌های نمکی در سطح زمین نیز می‌تواند بر گسترش، ضخامت و حجم نمک در حوضه نمکی دلالت کند؛ اما به‌منظور مقایسه گسترش سطحی و برون‌زدگی نمک در حوضه‌ها، باید عمق و سن سازند نمکی تغذیه‌کننده، جنس لایه‌های فوقانی و شرایط تکتونیکی مناطق را در نظر داشت.

#### ۲-۳-۲. لیتولوژی و وضعیت ساختاری لایه‌های فوقانی (روباره)

بعد از احداث مغار، یکی از عوامل مخاطره‌آمیز، فرونشست و ریزش تدریجی سقف مغار می‌باشد. با ادامه یافتن ریزش سقف، قسمت فوقانی مغار به لایه‌های سنگی روباره می‌رسد؛ در این حالت اگر مغار با لایه‌های محکم پوشیده شده باشد، ممکن است ریزش سقف متوقف گردد (شکل ۹). خردشدگی و تأثیر درزه‌ها و گسل‌ها بر لایه‌های فوقانی، بر ادامه فرونشست و ریزش سقف مؤثر بوده و عملکرد آن‌ها، عامل منفی به‌حساب می‌آید؛ از این رو چگونگی اعمال تأثیر گسل‌ها و درزه‌ها و تهیه لایه اطلاعاتی باید به دقت مورد توجه قرار گیرد.

#### ۲-۴. تکتونیک و لرزه‌خیزی

از آن‌جا که تکتونیک فعال منطقه می‌تواند باعث افزایش نرخ گنبدزایی و بالآمدگی نمک شود، باید در انتخاب گنبدنمکی و محل سایت ذخیره‌سازی، به این

رسیده است. بزرگ‌ترین مغاره‌هایی که تاکنون ایجاد شده‌اند، در امریکا واقع بوده و حجم آن‌ها به یک میلیون متر مکعب نیز رسیده است [۸]. به‌طور معمول در مغاره‌های بزرگی که توسط یک گمانه شستشو شده و ایجاد می‌شوند، ضخامت لایه نمکی باید ۱۵۰ تا ۴۰۰ متر باشد. در لایه‌های نمکی نازک‌تری که ضخامت آن‌ها بین ۶۰ تا ۱۰۰ متر است، نیز می‌توان معدن کاری محلولی انجام داد؛ اما طبیعتاً مغاره‌های ایجاد شده از حجم هندسی کم‌تری (۵۰،۰۰۰ تا ۱۰۰،۰۰۰ مترمکعب) برخوردارند.

#### ۲-۲-۲. عمق نمک

یکی از فاکتورهایی که بیشینه و کمینه فشار عملیاتی را کنترل می‌کند، عمق مناسب برای ایجاد مغار است. لازم به ذکر است که کمینه و بیشینه فشار عملیاتی، اثرات بسیاری بر عمر، هزینه احداث و ظرفیت گاز کاری دارد؛ در نتیجه تعیین دقیق کمینه و بیشینه فشار عملیاتی بسیار مهم است. وظیفه اصلی کمینه فشار عملیاتی، پایداری مغار و جلوگیری از خزش و انسداد است (شکل ۷). از طرفی، کاهش کمینه فشار عملیاتی باعث افزایش ظرفیت گاز کاری و هم‌چنین کاهش هزینه سرمایه‌گذاری برای تهیه گاز پایه (راکد) می‌شود. از آن‌جا که در گنبد‌های نمکی، خزش با افزایش عمق افزایش می‌یابد، در نتیجه با احداث مغار در اعماق کم می‌توان کمینه فشار عملیاتی را کاهش داد (این امر با بیشینه فشار عملیاتی در تضاد است). بیشینه ظرفیت ذخیره‌سازی یک مغار تقریباً با ماکزیمم فشار عملیاتی (MOP) متناسب است. از نظر تئوری، دست کم براساس ناتراوایی سنگ‌های نمکی، هنگامی که فشار گاز کم‌تر از تنش‌های ناشی از وزن روباره است، تنظیم می‌شود (تقریباً  $0.23 \text{ MPa}$  در هر متر افزایش عمق). بنابراین، اولین راه برای افزایش MOP، حفر عمیق‌ترین مغارهاست؛ ولی متأسفانه به‌علت شرایط زمین‌شناسی، این امر همیشه ممکن نیست. هم‌چنین با افزایش عمق، میزان خزش نیز بیش‌تر می‌شود که این موضوع مطلوب نمی‌باشد.

معمولاً مغاره‌های نمکی در عمق چند صد متر تا ۲۰۰۰ متر پایدار هستند و پایین‌تر از این عمق، یعنی در محدوده ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، رفتار نمک در شرایط گذار الاستیک-پلاستیک قرار می‌گیرد. مغاره‌های پایین‌تر از این زون، نسبتاً ناپایدار بوده و به علت خزش که به ترکیبات نمک، شیب زمین گرمایی و فشار روباره بستگی دارد، با کاهش شدید حجم روبه‌رو می‌باشند. در اعماق بالاتر از زون گذار، نرخ خزش بسیار کم است [۹]. در شکل ۸، توزیع عمقی مغاره‌های نمکی نمایش داده شده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود، اکثر مغاره‌ها در اعماق ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر حفر شده‌اند.



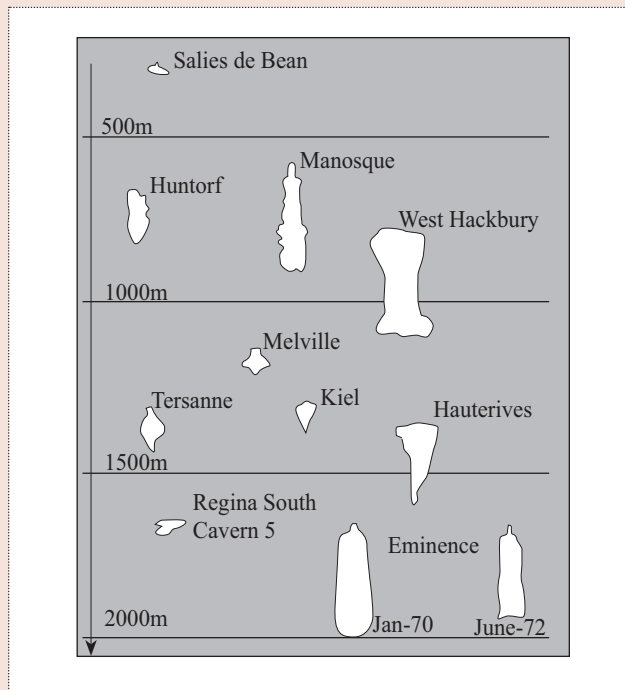
درصد است. تراوایی خشک یک نمونه با حداقل فشار محدودکننده، به‌طور قابل توجهی از صفر تا ۱۰۰ میلی دارسی تغییر می‌کند. تراوایی نمک، تحت فشار روباره کاهش یافته و تراوایی آن در فشار ۱۰۰ پام، معادل ۱۵ میلی دارسی است. وقتی که نمک طی ۱۷ ساعت در فشار محدودکننده ۸۰۰ پام (۵/۵۲ MPa) قرار می‌گیرد، تراوایی آن به ۰/۳۳ میلی دارسی کاهش می‌یابد. بنابراین تمامی کانال‌های موجود در سنگ نمک تحت تأثیر فشار روباره قرار گرفته و تراوایی، بسیار کم می‌شود. این امر بازیابی هیدروکربن‌های مایع را از مغارهای نمکی بسیار افزایش می‌دهد [۱۰].

### ۲-۵-۳-۲- نمک‌های معدنی

از مهم‌ترین نمک‌های معدنی که همراه با نمک‌طعام یافت می‌شود، پتاس است. اگر چه وجود پتاس به لحاظ اقتصادی یک مزیت به‌شمار می‌آید، اما باید توجه داشت که هنگام معدن‌کاری محلولی، به‌دلیل این که پتاس از درجه حلالیت بالاتری برخوردار است، ممکن است باعث جهت‌یافتگی انحلال و دگربرختی مغار شود [۹].

### ۲-۶- وضعیت هیدرولوژی (آب شناسی) و هیدروژئولوژی (آب زمین شناسی)

در بررسی‌های هیدرولوژی و هیدروژئولوژی باید به طبیعت و منبع آب‌های زیرزمینی و سطحی و همچنین جهت، سرعت و حجم جریان آب‌های زیرزمینی توجه داشت. در ذخیره‌سازی گاز درون مغارهای نمکی، مطالعات آب‌شناسی به تأمین آب شیرین برای انجام عملیات معدن‌کاری محلولی و چگونگی تخلیه آب شور در محیط زیست متمرکز است. همچنین از آن‌جا که رطوبت و گردش آب زیرزمینی به شدت بر خاصیت پلاستیسیته نمک اثر می‌گذارد و باعث روان شدن و در نهایت انحلال نمک می‌شود، بنابراین از نظر زمین‌شناسی، شناسایی و تعیین پارامترهای آب زیرزمینی (سطح، جهت، سرعت و حجم جریان‌های آب زیرزمینی) دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است. اما از نظر تأمین منابع آب، باید گفت که به هر حال وجود منابع آب زیرزمینی و سطحی در نزدیکی سایت ذخیره‌سازی، امری ضروری و عامل بسیار مثبتی در انتخاب



۸ | پروفایل عمقی از مغارهای مختلف نمکی (تمام مغارها به جز Regina South و Salies de Bean در گنبد‌های نمکی حفر شده‌اند، مغارهای یاد شده در لایه‌های نمکی ایجاد شده‌اند) [۹].

موضوع توجه بسیار داشت. نزدیکی به گسل‌های فعال نیز خطر خزش نمک را در صورت بروز زمین لرزه افزایش می‌دهد؛ همچنین گنبدزایی و بالآمدگی نمک باعث خزش می‌گردد. برای مقابله با این اثر، باید فشار کمینه مغار را بیش‌تر کرد که در این صورت از ظرفیت گاز‌کاری کاسته می‌شود. همان‌طور که در جدول ۱ آمده است، با رقمی‌سازی گسل‌های فعال و نقشه‌های خطر زمین لرزه، می‌توان منطقه را از لحاظ تکتونیک و لرزه‌خیزی مورد مطالعه قرار داد.

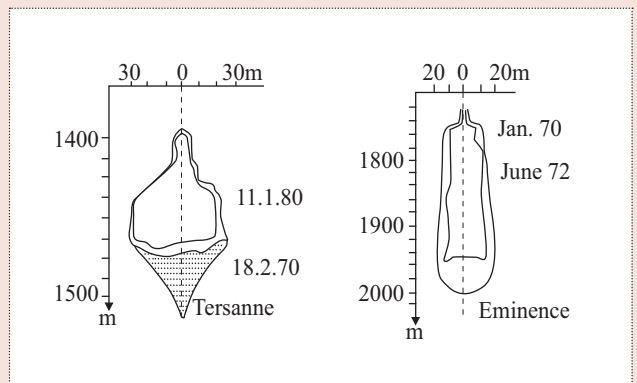
### ۲-۵-۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سازند نمکی

#### ۲-۵-۱- خلوص و همگنی

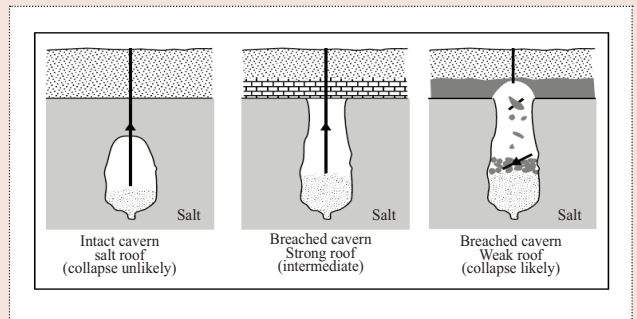
در منطقه نمک معمولی، همراه با هالیت (نمک طعام) کانی‌های ژپس، کلسیت و کربنات‌های منیزیم نیز تنه‌نشست می‌شوند. این نمک‌ها در طی فرایند دیاژنز به انیدریت، دولومیت و منیزیت تبدیل می‌گردند. همچنین در طی فرایند دیاژنز، نمک بلورین می‌شود. هنگام ایجاد مغار، ناخالصی‌های غیر محلول مشکل‌آفرین هستند و علاوه بر آن که در انتقال شورابه مشکل ایجاد می‌کنند، با ایجاد دیواره‌های غیر محلول در مغار نیز مانع ادامه عملیات می‌شوند؛ همچنین تشکیل این دیواره‌ها و ریزش آن‌ها مخاطره‌آمیز است. در بعضی موارد ممکن است در بین لایه‌های نمکی، میان‌لایه‌های گچی با ضخامت چند سانتی‌متر تا چند متر نهشته شده باشند؛ در این صورت این لایه‌ها باید قبل از احداث مغار، توسط روش‌های اکتشافی سطحی و زیرسطحی (ژئوفیزیک و حفاری) مشخص شوند.

#### ۲-۵-۲- نفوذپذیری و تخلخل

نفوذپذیری و تخلخل سازند نمکی، به شدت تابع نمک، ناخالصی‌ها، وجود آب و عمق می‌باشد [۱۰]. تخلخل سنگ نمکی که از معادن به‌دستی می‌آید بین ۰/۶ تا ۲



۷ | خزش در مغارهای Tersanne و Eminence که باعث انقباض آن‌ها در طول زمان شده است (در مغار Tersanne، توزیع مواد نامحلول با نقطه چین نمایش داده شده است) [۹].



۹ | وجود سقف نمکی (Salt Roof) یا روباره مستحکم، تخریب مغار را ناممکن می‌سازد [۹].



## ۱ | معیارها، پارامترهای اکتشافی و تأثیر آن‌ها در انتخاب مکان سایت ذخیره سازی درون مغارهای نمکی

تأثیر	چگونگی تشخیص و توضیحات	پارامتر اکتشافی	معیار
عامل منفی	- با در نظر گرفتن نرخ فرسایش یکسان، ارتفاع و گرادیان شیب بیش تر گنبد می تواند بر فعالیت و گنبدزایی بیش تر دلالت داشته باشد	- مرحله دیپایریسم - شیب و ارتفاع گنبدها	دیپایریسم
متغیر	- گزارش‌های زمین شناسی	- عمق - ضخامت	شرایط ساختاری زیرسطحی نمک
متغیر	- گزارش‌ها و نقشه‌های زمین شناسی - تصاویر ماهواره‌ای - بازدید زمین‌شناسی	- پیکربندی سازند نمکی، ضخامت و گسترش سطحی - طبیعت و وسعت روبراه	شرایط سطحی نمک
عامل منفی	- رقومی‌سازی گسل‌های فعال - توجه به زمین لرزه‌ها - توجه به نقشه‌های خطر زمین لرزه	- گسل‌های لرزه زا - میزان لرزه‌خیزی	تکتونیک و لرزه‌خیزی
متغیر	- تصاویر ماهواره‌ای - بازدید زمین‌شناسی و برداشت نمونه - گزارش‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی	- میزان خلوص و همگنی - میان لایه‌های غیر نمکی - نفوذپذیری، تخلخل - آنکلوزیون‌های گاز و سیالات موجود در نمک - نمک‌های معدنی (پتاس)	ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سازند نمک
عامل مثبت	- تعیین میانگین بارش در منطقه - جمع‌آوری اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری در منطقه (دبی و کیفیت) - پیاده‌سازی اطلاعات پیژومترها و چاه‌های آب (بهره‌برداری و مشاهده‌ای) - تهیه اطلاعات RT و EC آب‌های زیرزمینی	- آب‌های سطحی - آب‌های زیرزمینی (سفره‌های آب زیرزمینی)	هیدرولوژی و هیدروژئولوژی
-	- عدم تعارض محل احداث سایت با محل‌های حفاظت شده - تعیین حوضه‌های دفع شورابه و عدم تداخل آن‌ها با محل‌های محافظت شده	- مکان احداث سایت ذخیره‌سازی گاز - محل تخلیه شورابه	ملاحظات زیست محیطی
عامل مثبت	- رقومی سازی شهرها، اماکن پر مصرف، راه‌ها و خطوط لوله گاز	- وجود پتانسیل منابع طبیعی - وجود نمک‌های معدنی (پتاس) - نزدیکی به اماکن پر مصرف (شهرهای پرجمعیت، مراکز صنعتی) - نزدیکی به خطوط لوله گاز و راه‌های دسترسی	ملاحظات اقتصادی و اجتماعی

می‌گردند، بنابراین ممکن است بعضی از معیارها را نتوان در مرحله شناسایی، کمی کرد و به دلیل فقدان اطلاعات در فرایند مکان‌یابی دخالت داد؛ اما پس از انجام مطالعات اکتشافی تفصیلی و کمی ساختن این معیارها، باید بار دیگر فرایند مکان‌یابی مورد اصلاح و تجدید نظر قرار گیرد تا در نهایت، محل نهایی حفر مغار تعیین شود. از مهم‌ترین پارامترهایی که در مرحله شناسایی نمی‌توان آن را کمی ساخت، پارامتر عمق است که نیازمند اطلاعات زیرسطحی است.

### منابع

- [1] Kaldi, J. G., Gibson-Poole C. M., (2008): "Storage Capacity Estimation, Site Selection and Characterisation for CO2 Storage Projects", Canberra: CO2CRC.
- [2] Fortheringham, A. S., Wegener, M., (2000): "Spatial Models and GIS", Taylor and Francis.
- [3] اصغرپور، محمد جواد (۱۳۸۳): "تصمیم‌گیری‌های چند معیاره"، چاپ سوم، تهران: دانشگاه تهران
- [4] Herwijnen, M. V., Janssen, R., (2001): "Evaluation Methods to Support the Comparison of Maps for Environmental Decision Making" Spatial Information and the Environment, Eds. Halls P. J., London: Taylor and Francis, pp. 263-275.
- [5] Jackson, M. P. A., Vendeville, B. C., Schultz-Ela, D. D., (1994): "Structural Dynamics of Salt Systems", Annu. Rev. Earth Planet Sci.,
- [6] Jackson, M.P.A. and et al., (1990): "Salt Diapirs of the Great Kavir, Central Iran", The Geological Society of America.
- [7] Jackson, M.P.A., Talbot, C.J., 1991. A glossary of salt tectonics. Geological Circular, vol. 91-4. The University of Texas at Austin, Bureau of Economic Geology. 44 pp.
- [8] Chabreliu, M., et al., (2000): "Underground Gas Storage: Technological Innovation for Increased Efficiency", CEDIGAZ, France .
- [9] Warren, J. K., (2006): "Evaporates : Sediments, Resources and Hydrocarbons", Berlin: Springer,
- [10] Katz, Donald La Vern, (1990): "Natural Gas Engineering: production and storage", New York: McGraw- Hill.

سایت تلقی می‌گردد؛ زیرا همان‌طور که گفته شد، به منظور انجام عملیات معدن‌کاری محلولی به حجم بالایی از آب شیرین نیاز است. به‌طور تجربی، استخراج یک متر مکعب نمک، به ۷ تا ۸ متر مکعب آب شیرین نیاز دارد [۹].

### ۲-۷. ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی

مجاورت به نواحی مسکونی پر تراکم، نزدیکی به راه‌های دسترسی و خطوط لوله گاز از مهم‌ترین پارامترهای اقتصادی در انتخاب یک گنبد نمکی به‌عنوان سایت ذخیره‌سازی گاز به‌شمار می‌آید.

از لحاظ زیست‌محیطی نیز محل سایت ذخیره‌سازی، تأسیسات آن و حوضه تخلیه آب شور باید با قوانین زیست‌محیطی منافات نداشته باشد. رعایت شرایط زیست‌محیطی و انتخاب محل تخلیه شورابه یکی از مسایلی مهم در معدن‌کاری محلولی است و در انتخاب محل سایت ذخیره‌سازی مؤثر است.

در جدول ۱، خلاصه‌ای از معیارها و پارامترهای اکتشافی که در انتخاب مکان سایت ذخیره‌سازی مؤثر هستند، آورده شده است؛ در تهیه این جدول سعی شده است که چگونگی تشخیص و تأثیر پارامترها نیز ارائه گردد.

### نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی شد که پارامترها و معیارهای تأثیرگذار بر مکان‌یابی یک مغار یا منطقه‌ای که برای مطالعه اکتشافی تفصیلی انتخاب می‌شود، بیان گردد. از آن‌جا که معیارهای مؤثر بر فرایند تصمیم‌گیری، متعدد و پیچیده هستند، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) می‌توان به مدل‌سازی فرایند تصمیم‌گیری و ساده‌سازی آن پرداخت. باید توجه داشت که در فرایند مکان‌یابی، اهمیت معیارها و پارامترها متغیر بوده و یکسان نیست؛ بنابراین تعیین اهمیت و تأثیرگذاری هر پارامتر بر پروژه، امر مهمی است که خود نیازمند مطالعات بیش‌تر می‌باشد.

باتوجه به این‌که عملیات اکتشافی، یک فرایند مرحله‌ای است و با افزایش مقیاس، روش اکتشاف و به‌دنبال آن، پارامترهای اکتشافی دقیق‌تر و تفصیلی‌تر