فصلنامه علمی-ترویجی پدافند غیرعامل
سال نهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، (پیاپی ۳۳): صص ۲۴-۹

اولویت‌بندی مخازن ذخیره‌سازی نفت به روش ANP و تدوین استراتژی‌های مخازن زیرزمینی با تکنیک SWOT و ماتریس QSPM

حسن پیری‌حور[۱]، جلال نخعی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۹

چکیده

صنعت نفت به‌عنوان تعیین‌کننده توان استراتژیکی برخی کشورها، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و لازمه افزایش این توان، ایجاد ایمنی و امنیت در این صنعت می‌باشد. در این راستا حوزه‌های مختلف صنعت نفت اعم از میدان‌ها، مخازن، انتقال و ... مستلزم رعایت مبانی و اصول پدافند غیرعامل هستند. این پژوهش به روش توصیفی- تحلیلی و با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و پرسشنامه، مخازن ذخیره‌سازی نفت را از دیدگاه پدافند غیرعامل توأم با مدیریت بحران مورد مطالعه قرار داده و با توجه به معیارهای مؤثر و زیرمعیارهای مربوط به هرکدام از آن‌ها، مناسب‌ترین نوع مخزن را با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP و از بین مخازن زیرزمینی، روزمینی و گودبرداری با lining، انتخاب و با استفاده از فن SWOT آن را مورد مطالعه بیشتر و دقیق‌تری قرار داده است. برای این منظور، عوامل درونی و بیرونی مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت تعیین و درنهایت پس از تدوین استراتژی‌های این نوع از مخازن، با تشکیل ماتریس QSPM استراتژی‌های تدوین‌شده اولویت‌بندی شده است. اولویت‌بندی مخازن و میزان تأثیر IFE و EFE بر مخازن زیرزمینی و همین‌طور اولویت‌بندی استراتژی‌ها از مهم‌ترین داده‌های کیفی است که در تهیه پرسشنامه تحقیق استفاده شده است. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Super Decision و نرم‌افزار SPSS نیز به‌عنوان ابزار پردازش اطلاعات مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به نتایج حاصل از محاسبات ماتریس QSPM، استراتژی تأکید بر رعایت مبانی و اصول پدافند غیرعامل و استراتژی استفاده از متخصصین پدافند غیرعامل در طراحی، ساخت و بهره‌برداری این مخازن، از بین ۱۶ مورد راهبرد تدوین‌شده در اولویت اول و دوم قرار گرفته است که وابستگی بسیار موضوع به پدافند غیرعامل کاملاً مشهود می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: مخازن نفت، پدافند غیرعامل، ماتریس QSPM، SWOT و ANP

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر ، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان.
۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز ، Email: J.architect92@gmail.com - نویسنده مسئول

۱- مقدمه

ازلحاظ میزان خسارت اقتصادی، در بین سال‌های ۱۹۰۷ تا ۲۰۰۷ میلادی، حادثه در بخش انرژی جهان صنعت نفت با حدود ۱۰ میلیارد دلار، معادل ۲۵ ٪ از کل زیان‌های اقتصادی را به خود اختصاص داده است که ازلحاظ رتبه‌بندی پس از انرژی هسته‌ای در رتبه دوم قرار دارد [۱]. ازاین‌رو، با ساخت مخازن ذخیره‌سازی می‌توان در مواقع بحران که به هر دلیلی ممکن است استخراج نفت از چاه‌های نفتی انجام نگیرد، برای تأمین خوراک اولیه پالایشگاه‌های داخلی و نیز از دست ندادن بازارهای جهانی (تا زمان رفع بحران) از نفت خام ذخیره‌شده در این مخازن استفاده کرد [۲]. با توجه به اینکه معمولاً عملیات ذخیره‌سازی فرآورده‌های نفتی در مجاورت مراکز صنعتی انجام می‌شود، در مقابل وقایع پیش‌بینی‌نشده‌ای چون آشوب، جنگ، حملات هوایی دشمن، خطرات زیست‌محیطی، آتش‌سوزی و .. در معرض خطراتی چون انفجار قرار دارد [۳]. بدیهی است کاهش عمر مفید میدان‌های نفتی مستلزم رعایت نکاتی در مخازن ذخیره‌سازی است تا بتوان میزان آسیب‌پذیری‌ها را به حداقل ممکن کاهش داد. چراکه مخازن ذخیره‌سازی نفت یکی از مهم‌ترین تأسیسات صنعتی است که همواره در معرض خطر انتشار مواد سمی، آتش‌سوزی و انفجار قرار دارد که در این میان، آتش‌سوزی رایج‌ترین و انفجار به جهت میزان مرگ‌ومیری که به دنبال دارد، مهم‌ترین ریسک در مخازن ذخیره‌سازی نفت و فرآورده‌های نفتی است [۴]. و از آن‌جایی‌که با پیشرفت علم و فنّاوری، نوع و ماهیت تهدیدات نیز پیشرفت چشمگیری داشته است، رعایت اصول و مبانی پدافند غیرعامل در انتخاب و طراحی این مخازن می‌تواند باعث حصول اهداف دفاع غیرعامل گردد [۵].

ضرورت و اهمیت به‌کارگیری اصول و مبانی پدافند غیرعامل در تمامی طرح‌ها به‌خصوص در طراحی مراکز حیاتی و حساس بر کسی پوشیده نیست و برای عمل به دستورالعمل ابلاغی از سوی سازمان پدافند غیرعامل نیز مهندسان مشاور سعی بر به‌کارگیری این اصول در تمامی طرح‌ها دارند [۶]. اما مسئله‌ای که وجود دارد، این است که ذخیره‌سازی مواد هیدروکربنی علی‌الخصوص نفت، با توجه به تهدیدات کشورهایی که معمولاً از قدرت نظامی بالایی هم برخوردار هستند، بررسی بیشتری را جهت انتخاب نوع ذخیره‌سازی می‌طلبد. چراکه انهدام مراکز نفتی، میدان‌ها، پالایشگاه‌ها و مخازن نفت برای دشمن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است تا باعث تشدید بحران در کشور گردد. ازآنجاکه مدیریت بحران به مجموعه اقداماتی گفته می‌شود که قبل، حین و بعد از وقوع بحران برای کاهش اثرات، حوادث و کاهش آسیب‌پذیری‌ها انجام می‌شود [۷]. در این خصوص انواع مختلف مخازن نفت در این مقاله از دیدگاه پدافند غیرعامل مورد مقایسه قرار می‌گیرد، این مقایسه به دنبال انتخاب مناسب‌ترین نوع مخازن از دیدگاه موردنظر است. به‌منظور حصول اهداف پدافند غیرعامل در مخازن انتخاب‌شده و با درنظرداشتن نقاط قوت و فرصت‌های پیش‌روی مخازن ذخیره‌سازی نفت استراتژی‌های متناسب تدوین می‌گردد.

۲- پیشینه، هدف و اهمیت پژوهش

تاکنون تحقیقات بسیاری در حوزه نفت و مراکز مختلف آن اعم از مخازن ذخیره‌سازی، از سوی افراد حقیقی (محققین و پژوهشگران) و حقوقی (پژوهشگاه‌های فعال درزمینه نفت و گاز و پدافند غیرعامل) انجام‌گرفته است، از آن‌جایی‌که حوزه نفت و گاز به دلایل گوناگون ازجمله دیدگاه‌های استراتژیک سیاسی و اقتصادی، تنظیم بازار عرضه و تقاضا در کانون توجه کشورهای مختلف بوده است [۸] لذا جذابیت بالایی را نیز برای فلج کردن کشور موردتهاجم به وجود می‌آورد. بدیهی است که موضوع پژوهش حاضر از دیدگاه پدافند غیرعامل از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد که در تحقیقات پیشین به‌طور تخصصی به آن پرداخته نشده است. ازجمله پژوهش‌های مرتبط با موضوع می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. امانت یزدی و همکاران [۹] در مقاله‌ای با عنوان مدیریت ریسک محیط زیستی آتش‌سوزی در مخازن ذخیره‌سازی که در آن انبار مرکزی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی یزد را موردمطالعه قرار داده‌اند و درنهایت به مقاوم‌سازی تجهیزات در برابر زلزله، استفاده از پوشش‌های بیمه‌ای و استفاده از معیارهای پدافند غیرعامل پیشنهادشده است. روستائی و همکارانش [۱۰] در پژوهشی کاربرد تحلیل خطرپذیری در سایت‌های مخازن ذخیره نفت را به‌عنوان روشی نوین جهت مطالعات پدافند غیرعامل معرفی کرده‌اند و با بررسی یک سایت ذخیره نفت در جنوب کشور، درنهایت به‌ضرورت مطالعات پدافند غیرعامل در سایت‌های ذخیره نفت اشاره‌کرده و انجام مطالعات بیشتر را در این زمینه پیشنهاد داده‌اند. Midtlien و همکاران [۱۱] در پژوهشی به‌طورکلی روش‌های ذخیره‌سازی را در دو گروه سطحی و زیرسطحی دسته‌بندی کرده‌اند که ذخیره‌سازی به روش زیرسطحی در مقایسه با روش سطحی مزایای فراوانی دارد، چراکه مخازن سطحی در معرض بلایای طبیعی مانند زلزله، آتش‌سوزی و خطراتی همچون انفجار قرار دارند. می‌توان گفت تحقیقاتی که تاکنون انجام شده‌اند، موضوع این پژوهش را در مقابل مخاطرات طبیعی مانند زلزله و یا حوادث صنعتی بررسی نموده‌اند. تحقیقات پیشین در خصوص پدافند غیرعامل صرفا به ضرورت بکارگیری آن پرداخته‌اند که این مقاله علاوه بر هدف ذکر شده در ادامه، سعی نموده است تا پیشنهادهای پژوهش‌های پیشین را نیز در بر گیرد.

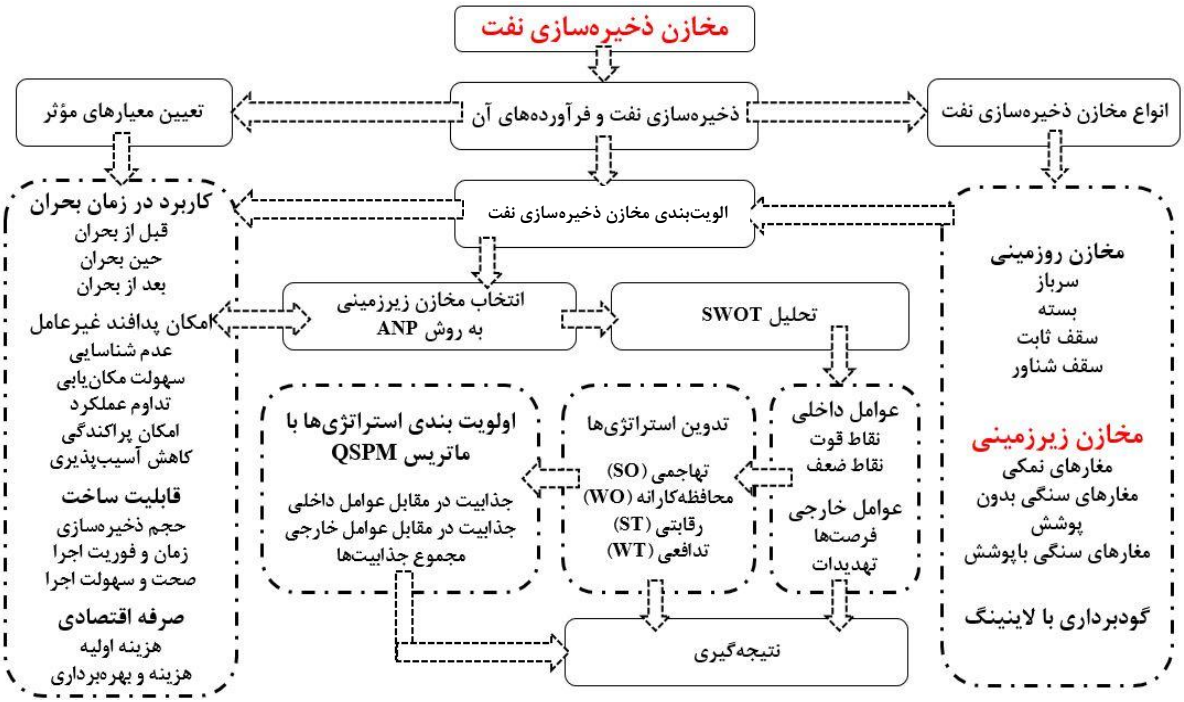
نکته قابل‌توجه این‌که اکثر تحقیقات پیشین مناسب بودن مخازن

زیرسطحی را نسبت به روش سطحی آن، مناسب و با امنیت و ایمنی بالاتری دانسته‌اند. ازاین‌رو، هدف این پژوهش بر آن است ابتدا بر اساس معیارهای پدافند غیرعامل انواع مختلف ذخیره‌سازی نفت را موردبررسی قرار دهد و مناسب‌ترین نوع آن را از دیدگاه دفاع غیرعامل انتخاب کرده سپس با احصاء مشخصه‌های مثبت و منفی روش انتخاب‌شده در نهایت راهبردهای متناسب با عوامل داخلی و خارجی را ارائه نموده و اولویت‌بندی نماید.

از این دیدگاه می‌توان به اهمیت موضوع موردپژوهش پرداخت که امروزه حوزه نفت و گاز و مراکز مربوط به آن‌ها ازجمله اهداف کلانی است تا کشورهای وابسته به این حوزه (همانند کشور ایران) در عرصه‌های مختلف سیاسی، اقتصادی و حتی نظامی بتوانند به پایداری قابل‌توجهی دست یابند. این در حالی است که به خاطر اهمیت بالای این حوزه هر آن احتمال آسیب‌رساندن به آن از سوی دشمنان وجود دارد. علاوه بر مسائل سیاسی و اقتصادی، با توجه به وابستگی شدید سطح وسیعی از فعالیت‌های کشورها به تداوم عملکرد حوزه نفت و گاز، جذابیت آن را بالا می‌برد. لذا به‌کارگیری تمهیدات پدافند غیرعامل از اهمیت بسیار بالایی در مخازن ذخیره‌سازی نفت برخوردار است تا این مخازن در مواقع ضروری بتوانند باعث استمرار فعالیت‌های ضروری کشور گردند.

۳- روش تحقیق

در راستای هدف اصلی پژوهش حاضر که انتخاب مناسب‌ترین نوع مخازن ذخیره‌سازی نفت براساس معیارهای پدافند غیرعامل و تدوین و اولویت‌بندی استراتژی‌های آن هست، پژوهش حاضر توصیفی- تحلیلی است و به‌منظور گردآوری و تحلیل داده‌ها در این پژوهش از رویکردهای کمی و کیفی بهره برده‌ایم [۱۲]. در بخش معرفی انواع مختلف مخازن ذخیره‌سازی نفت و تعیین نقاط قوت و ضعف (عوامل درونی) و فرصت‌ها و تهدیدات پیش‌روی (عوامل بیرونی) از روش کتابخانه‌ای (کیفی) و در بخش مقایسه انواع مختلف مخازن و همین‌طور وزن دهی به عوامل درونی و بیرونی و اولویت‌سنجی استراتژی‌های تدوین‌شده، از روش پرسشنامه (کمی) استفاده گردید. با توجه به نظرات گروهی کارشناسان پدافند غیرعامل، روایی پرسشنامه تأیید و پایایی [۱۳] آن نیز بر اساس آزمون Cronbach's alpha برابر ۰/۸۴۳ توسط نرم‌افزار SPSS به‌دست‌آمده است. برای تحلیل داده‌های مربوط به انتخاب بهترین نوع مخزن، از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) [۱۵-۱۴] و نرم‌افزار Super Decisions و نرم‌افزار SPSS نیز به‌عنوان ابزار پردازش اطلاعات مورداستفاده قرارگرفته است. همچنین، برای تدوین استراتژی‌ها و اولویت‌سنجی آن‌ها به ترتیب از فن SWOT و ماتریس برنامه‌ریزی کمی QSPM استفاده گردیده است. مراحل انجام تحقیق حاضر در قالب شکل (۱) ارائه‌شده است.



شکل (۱): فرآیند انجام تحقیق

۴- ذخیره‌سازی نفت و فرآورده‌های آن

در دنیا مطالعات زیادی درزمینه حوادث مخازن ذخیره‌سازی و فرآورده‌های جانبی آن صورت گرفته است. مطالعه ۲۴۲ حادثه در بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۳ میلادی در مخازن ذخیره‌سازی نشان می‌دهد که ۷۴ ٪ از حوادث در پالایشگاه‌های پتروشیمی، پایانه‌ها و مخازن نفتی به وقوع پیوسته است که ۸۵ ٪ این حوادث، آتش‌سوزی و انفجار بوده است [۱۶]. تحقیقات دیگری نشان می‌دهد، در طی سال‌های ۱۹۶۰تا ۲۰۰۳ میلادی، ۴۸۰ مورد آتش‌سوزی در مخازن و انبارهای نفت در سراسر دنیا به وقوع پیوسته است [۴]. لذا توجه به ذخیره‌سازی اصولی آن، امری ضروری و غیرقابل‌انکار است. از آن‌جایی‌که نفت و فرآورده‌های آن، کالاهای استراتژیک به شمار می‌آیند و ذخیره و عرضه آن‌ها طبق برنامه‌ریزی‌های انجام‌شده، اهمیتی حیاتی در اقتصاد و امنیت دارد، کشورها با توجه به شرایط و حساسیت‌های خود، روش‌های خاصی را برای ذخیره‌سازی نفت خام و مواد نفتی مورداستفاده قرار می‌دهند. در شماری از کشورها ذخیره‌سازی در مخازن فلزی انجام می‌شود. در برخی کشورها، غارهای نمکی و یا معادن متروکه جهت ذخیره‌سازی مورداستفاده قرار می‌گیرد و برخی دیگر، نفت و فرآورده‌های نفتی خود را در مخازن بتنی بر روی زمین و یا در اعماق دریا ذخیره می‌نمایند [۱۷].

۴-۱- انواع مخازن ذخیره‌سازی نفت

در صورت لزوم، جهت ایمن‌سازی مراکز موجود ذخیره‌سازی نفت خام صادراتی، گاز مایع، میعانات گازی، فرآورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی، احداث تأسیسات جدید ذخیره سازی این نوع محصولات با ایمنی و قابلیت اعتماد بالا در مقابل حملات هوایی را می‌طلبد. بدیهی است مخازنی که از نوع فلزی نصب‌شده درروی زمین هستند در مقابل حملات هوایی دشمن بسیار آسیب‌پذیر می‌باشند. بنابراین، جهت تحقق اهداف پدافند غیرعامل، انتخاب مناسب‌ترین روش ذخیره‌سازی نفت امری ضروری و غیرقابل‌انکار است که در ادامه به اولویت‌بندی این مخازن پرداخته می‌شود. با توجه به این‌که پژوهش حاضر در حوزه پدافند غیرعامل و به‌ویژه در مورد شرایط کالبدی مخازن ذخیره نفت انجام‌شده است لذا از پرداختن به مباحث تخصصی ازجمله ساختار زمین‌شناسی منطقه پرهیز می‌شود. در همین راستا ناگفته پیداست که الگوی ذخیره‌سازی نفت و گاز دارای تشابهات ساختاری در زمین بوده و در بعضی از کشورهای دنیا انجام می‌شود و نمونه آن در ایران با ساختار زمین‌شناسی خاص در منطقه سراجه قم اجراشده است که به دلیل موضوع این مقاله، موردبررسی قرار نمی‌گیرد.

مخازن زیرزمینی: عنوان زیرزمینی به مخزن ذخیره‌سازی اطلاق می‌گردد که حداقل ۱۰ ٪ حجم ذخیره‌سازی آن در زیر سطح زمین قرار داشته باشد. نظر به اینکه ذخیره‌سازی نفت در این مقاله از منظر پدافند غیرعامل مدنظر است ازاین‌رو قرارگیری کامل مخزن در زیر سطح زمین ملاک عمل خواهد بود. برای این منظور می‌توان پس از انجام خاک‌برداری، مخازن به‌صورت بتنی ساخته‌شده و پس از اتمام ساخت با خاک پوشانده شوند و یا با استفاده از شناسایی مغارهای زیرزمینی مناسب و یا ایجاد آن مغار به‌طور مصنوعی و اجرای پوشش داخلی (در صورت نیاز) اجرا گردند.

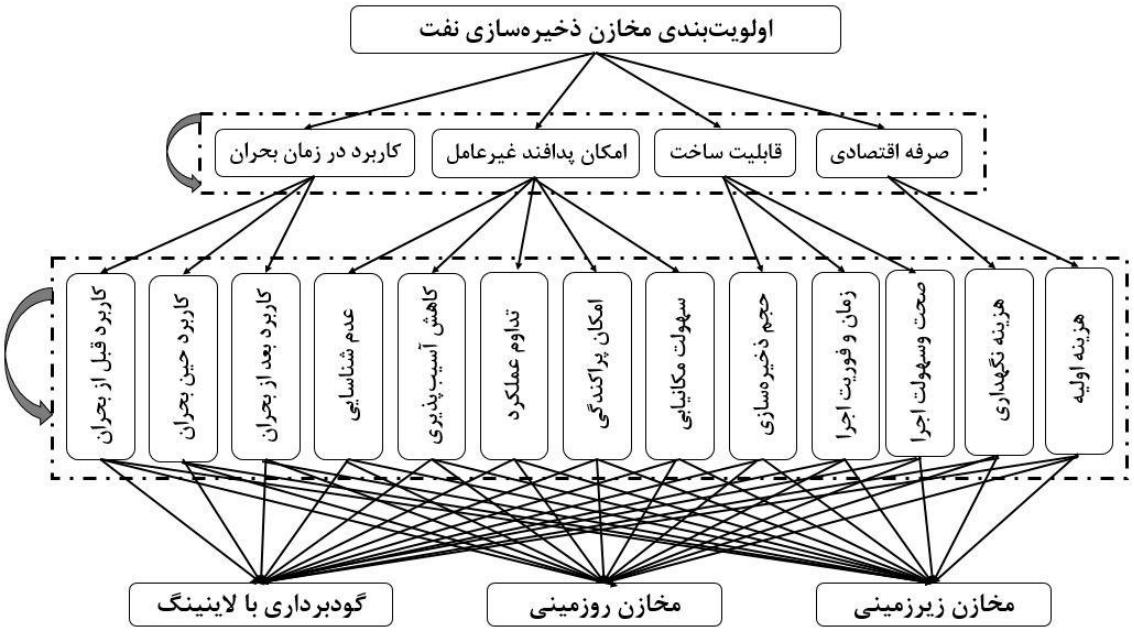
ذخیره‌سازی زیرزمینی خود شامل روش‌هایی نظیر مغارهای نمکی، معادن متروکه و مغارهای سنگی می‌شود که هریک از این موارد ممکن است با توجه به هدف ذخیره‌سازی، مورداستفاده قرار گیرد [۱۸ و ۸] .

انتخاب روش ذخیره‌سازی زیرزمینی نفت خام از میان گزینه‌های مختلف، با توجه به هدف ذخیره‌سازی نفت خام و با لحاظ محدودیت‌های موجود در این خصوص انجام می‌گردد. به‌طور مثال برای ذخیره‌سازی نفت با اهداف استراتژیک مغارهای نمکی انتخاب نخست است و یا ذخیره‌سازی با اهداف عملیاتی نظیر پایانه‌های نفتی مغارهای سنگی پیشنهاد شده است [۱۹].

با توجه به موضوع موردبحث این مقاله که تحقق اهداف پدافند غیرعامل و به‌خصوص ایجاد بستری مناسب برای تسهیل مدیریت بحران است، مخازن ذخیره‌سازی استراتژیک نفت خام مدنظر بوده و متناسب با آن تدوین و توزیع پرسشنامه صورت گرفته است.

مخازن روزمینی: مخازن استوانه‌ای روزمینی ازجمله سازه‌ها و تجهیزات صنعتی هستند که نقش حساسی در ذخیره مواد نفتی و پالایشگاهی، تأمین آب آشامیدنی و سیستم‌های اطفاء حریق دارند. آمار حملات انجام‌شده در طول جنگ تحمیلی و همچنین گزارش‌های حوادث و اتفاقات رخ‌داده در پالایشگاه‌ها نشان‌دهنده این موضوع است که این مخازن جزو تأسیسات حساس و استراتژیک بوده و ممکن است به‌عنوان هدفی با جذابیت بالا در معرض حملات هوایی و دیگر تهدیدات دشمن قرار گیرد. این شیوه از ذخیره‌سازی نفت شامل مخازن ذخیره سرباز، مخازن ذخیره بسته، مخازن ذخیره سقف ثابت و مخازن ذخیره با سقف شناور هستند.

گودبرداری با lining: در این روش ابتدا با توجه به ظرفیت موردنیاز برای مخزن، گودبرداری ترجیحاً با مقطع دایره‌ای شکل به قطر و عمق موردنظر انجام می‌شود و سپس کف و دیواره گود، lining می‌شود.



شکل (۲): الگوی شبکه‌ای برای اولویت‌بندی مخازن ذخیره‌سازی نفت از دیدگاه پدافند غیرعامل

در کشور ما مخازن فلزی روزمینی جهت ذخیره‌سازی نفت و فرآورده‌های نفتی مورد استفاده قرارگرفته است که این موضوع در هنگام وقوع زلزله، آشوب‌ها، جنگ‌ها و حملات دشمن و سایر موارد باعث ایجاد خسارات مالی و زیست‌محیطی فراوانی می‌گردد لذا جهت نگهداری فرآورده‌های نفتی می‌بایست ساخت مخازن به روش‌های دیگر مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. برای تحقق این امر شناخت انواع مختلف ذخیره‌سازی فرآورده‌های نفتی و ویژگی‌های آن‌ها ضروری است تا بتوان شاخص‌های مؤثر بر اولویت‌بندی مخازن را از دیدگاه پدافند غیرعامل احصاء و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داد. برای اولویت‌سنجی مخازن زیرزمینی، روزمینی و گودبرداری با lining از دیدگاه پدافند غیرعامل، چهار معیار اصلی کاربرد در زمان بحران، امکان پدافند غیرعامل، قابلیت ساخت و صرفه اقتصادی و درمجموع ۱۳ زیر معیار، در نظر گرفته شده است (شکل ۲).

۴-۲- اولویت‌بندی مخازن ذخیره‌سازی نفت و فرآورده‌های آن

در این بخش به اولویت‌بندی مخازن روزمینی، زیرزمینی و گودبرداری با lining از منظر دفاع غیرعامل، مهندسی ارزش و مدیریت بحران پرداخته می‌شود،

ایجاد الگو و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه‌ای: جهت ایجاد الگوی موردنظر از ۴ معیار اصلی و زیر معیارهای مربوط به آن‌ها، طبق شکل (۲) استفاده شده است. با توجه به مباحث مربوط به پدافند کالبدی، روش‌های مختلف مخازن در نظر گرفته‌شده و از پرداختن به مباحث تخصصی اعم از نوع خاک، فشار سیال، جنس جداره مخزن، خودداری شده است.

در الگوی ایجادشده در شکل (۲)، مشخص‌شده است که علاوه بر ارتباط بین معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها، وابستگی درونی آن‌ها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP، ۴ معیار اصلی انتخاب‌شده است که در زیر به‌اختصار مفاهیم آن‌ها توضیح داده شده است.

کاربرد در زمان بحران: توانایی ممانعت از خطر (اتفاق- حادثه) در زمان‌های قبل، حین و بعد از وقوع بحران.

امکان پدافند غیرعامل: شناسایی نشدن از سوی دشمن، کاهش آسیب‌پذیری، میزان تداوم عملکرد، امکان پراکنده کردن مخزن و سهولت در مکان‌یابی.

قابلیت ساخت: در این معیار علاوه بر زمان و فوریت اجرا و صحت و سهولت اجرا میزان حجم مخزن برای ذخیره‌سازی نفت نیز مدنظر می‌باشد.

صرفه اقتصادی: با توجه به اصل هزینه- فایده درنظرگرفتن هزینه اولیه اجرا و همچنین هزینه تعمیر و بهره‌برداری آن نیز در اولویت‌بندی مخازن نقش به‌سزایی دارد.

مقایسه دو دویی معیارهای اصلی چهارگانه بر اساس ۹ کمیتی ساعتی [۲۰] و به همان ترتیبی که در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مورداستفاده قرار می‌گیرد، انجام می‌شود. نتیجه مقایسه دو

دویی معیارهای اصلی در جدول (۱) نشان داده‌شده است که از میانگین هندسی نظرات گروهی حاصل‌شده است [۲۱]. جدول (۲) وابستگی درونی زیرمعیارها به یکدیگر را نشان می‌دهد که در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در نظر گرفته‌شده است.

از آن‌جایی‌که میزان قابل‌قبول نرخ سازگاری ماتریس‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است [۵]، نرخ سازگاری تمامی ماتریس‌ها توسط نرم‌افزار SPSS محاسبه‌شده‌اند و کمتر از ۰/۱ را نشان می‌دهند که قابل‌قبول می‌باشند.

جدول (۱): مقایسه دودویی معیارهای اصلی اولویت‌بندی مخازن ذخیره‌سازی نفت

	کاربرد در زمان بحران	امکان پدافند غیرعامل	قابلیت ساخت و اجرا	صرفه اقتصادی پروژه
کاربرد در زمان بحران	۱			
امکان پدافند غیرعامل	۳/۵۶	۱		
قابلیت ساخت و اجرا	۰/۴۷	۰/۱۸	۱	
صرفه اقتصادی پروژه	۰/۲۳	۰/۱۳	۰/۱۷	۱

جدول (۲): تعیین وابستگی درونی زیرمعیارها نسبت به یکدیگر

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D1	D2
کاربرد قبل از بحران A1		*	*	*	*	*	*	*					
کاربرد حین بحران A_2	*		*	*	*	*	*	*	*				*
کاربرد بعد از بحران A3	*	*				*			*				*
عدم شناسایی B1	*	*			*	*	*					*	
کاهش آسیب‌پذیری B2	*	*		*		*	*	*	*				
تداوم عملکرد B3	*	*	*	*			*				*	*	*
امکان پراکندگی B4	*	*		*	*	*		*		*			*
سهولت مکان‌یابی B5	*	*		*	*					*	*	*	*
حجم ذخیره‌سازی C1		*	*		*					*		*	*
زمان و فوریت اجرا C2					*			*	*		*	*	
صحت و سهولت اجرا C3						*		*		*		*	
هزینه اولیه D_1				*		*		*	*	*	*		*
هزینه تعمیر و بهره‌برداری D2		*	*			*		*	*			*	

با توجه به این‌که در تحلیل شبکه‌ای علاوه بر تأثیر معیارها بر یکدیگر، تعاملات و بازخوردها در درون خوشه وابستگی‌های درونی و تعاملات و بازخوردهای میان خوشه‌های وابستگی‌های بیرونی نیز موردبررسی و تحلیل قرار می‌گیرند، انجام عملیات پردازشی و تحلیلی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از نرم‌افزار super decisions و کتاب راهنمای آن اثر توماس ساعتی انجام‌شده است [۱۴].

روش وزن دهی به خوشه‌ها / گزینه‌ها و شاخص‌های الگوی فرآیند تحلیل شبکه‌ای: وزن دهی به معیارها و شاخص‌های الگو (ANP) (خوشه‌ها/گزینه‌ها) بر اساس خروجی داده‌ها و اطلاعات به‌دست‌آمده از مطالعات کتابخانه‌ای در مورد مخازن ذخیره‌سازی نفت و معیارهای تعیین‌شده بر اساس طیف وزنی الگو ANP است که دامنه عددی از ۱ تا ۹ را شامل می‌شود، بر اساس نتایج پرسشنامه و اولویت‌بندی کارشناسان پدافند غیرعامل صورت گرفته است. شکل (۳) طرح کلی الگوی ANP را با معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر اولویت‌بندی مخازن ذخیره‌سازی نفت را نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از الگوی ANP مبتنی بر اولویت‌بندی مخازن ذخیره‌سازی نفت: هر خوشه (گره) و کل الگو نتایج خاص خود را ارائه می‌کنند. از آن‌جایی‌که ارائه این نتایج حجم عملیات گسترده‌ای دارد،

در این‌جا به برخی از وضعیت‌های برجسته و عمده حاصل از اجرای الگو اشاره می‌شود. در این خصوص، وزن مطلوب، وزن عادی و وزن نهایی برای کل خوشه‌ها محاسبه‌شده است که به سبب حجم عملیات و خروجی‌های گسترده، تنها به اولویت‌بندی مخازن ذخیره‌سازی نفت در خوشه‌های صحت و سهولت اجرا، هزینه اولیه اجرا و تداوم عملکرد اشاره می‌گردد.

شکل (۴) میزان اهمیت و مناسب بودن مخازن را بر اساس گره/ نود صحت و سهولت اجرا از معیار قابلیت ساخت نشان می‌دهد که با توجه به این نود، مخازن روزمینی، گودبرداری با lining و زیرزمینی به ترتیب در اولویت قرار دارند. بدیهی است که میزان سهولت اجرا در روی زمین به‌مراتب آسان‌تر و به دلیل عدم نیاز به حفاری و دیگر مسائل مربوط به زمین‌شناسی، میزان دقت و صحت آن نیز بالاتر خواهد بود.

در شکل (۵) مشاهده می‌گردد که با توجه به نود هزینه اولیه اجرا از معیار صرفه اقتصادی، اهمیت مخازن ذخیره‌سازی روزمینی نفت نسبت به انواع مختلف آن دارای بیشترین اهمیت بوده و نوع زیرزمینی آن نیز کمترین میزان اهمیت را دارا می‌باشد.

شکل (۶) نشان می‌دهد که امکان تداوم عملکرد مخازن زیرزمینی نسبت به مخازن روزمینی بیش از ۹ برابر می‌باشد. از آن‌جایی‌که تداوم عملکرد، یکی از شاخص‌های معیار پدافند غیرعامل محسوب می‌گردد، در خصوص تداوم عملکرد مخازن می‌توان گفت مخازن زیرزمینی نسبت به مخازن روزمینی اهمیت بیشتری داشته و تناسب بالایی با اصول و مبانی پدافند غیرعامل دارد. این تصویر همچنین نشان می‌دهد که میزان اهمیت مخازن زیرزمینی نفت نسبت به نوع روزمینی در گره تداوم عملکرد از معیار امکان پدافند غیرعامل، بیش از ۹ برابر اهمیت دارد.

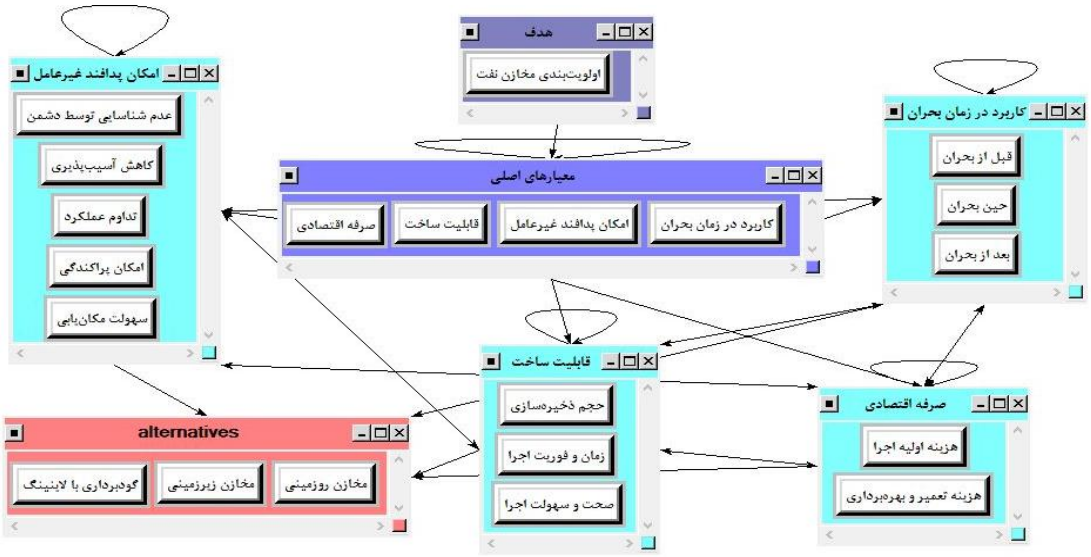
لذا با توجه به وابستگی شدید برخی مراکز به نفت و فرآورده‌های آن، تداوم عملکرد این مخازن به‌ویژه در مواقع اضطراری و وقوع بحران، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و باعث تسهیل در مدیریت بحران و استمرار فعالیت دیگر مراکز وابسته می‌گردد. با توجه به نتایج چند نمونه از خوشه‌های مختلف در اشکال (۶-۴)، بدیهی است که مخازن مختلف ذخیره‌سازی نفت، با توجه به معیارهای مختلف نسبت به یکدیگر دارای برتری می‌باشند. از آن‌جایی‌که معمولاً مجموع این معیارها در انتخاب نوع مخزن تأثیرگذار خواهند بود لذا نتیجه نهایی از تحلیل گره‌ها و نودها و تعاملات و بازخوردهای درونی و بین آن‌ها، توسط نرم‌افزار super decisions به‌دست‌آمده است و مخازن زیرزمینی را در اولویت نخست نشان می‌دهد (شکل ۷).

همان‌طوری که در شکل (۷) مشاهده می‌گردد، مخازن زیرزمینی نفت از دیدگاه پدافند غیرعامل نسبت به دیگر مخازن در اولویت قرار دارند. به این نوع از ذخیره‌سازی نفت در اکثر کشورها توجه ویژه‌ای می‌شود. در این خصوص می‌توان گفت که سابقه ذخیره‌سازی نفت خام در Narvik (در نروژ) به سال ۱۹۵۴میلادی برمی‌گردد. در طی دهۀ ۵۰ تا ۶۰ میلادی، طیف وسیعی از مخازن زیرزمینی در سوئد برای ذخیره‌سازی نفت خام ساخته شدند و سپس به‌تدریج در دهۀ ۶۰ میلادی به ذخیره‌سازی نفت خام در فنلاند نیز توجه شد [۲۲]. بحران نفت در سال ۱۹۷۳میلادی، باعث افزایش ساخت مغارهای ذخیره‌سازی نفت خام شد و از آن به بعد پروژه‌هایی در مقیاس بزرگ، در بسیاری از کشورها آغاز شد که از آن جمله می‌توان به مخازن ذخیره‌سازی نفت خام با ظرفیت‌های زیاد در کشورهایی مانند کره، ژاپن و آمریکا اشاره کرد [۲۳].

لذا ساخت مخازن زیرزمینی جهت نگهداری فرآورده‌های نفتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است اما ساخت این نوع مخازن نیز دارای نقاط ضعف و تهدیداتی است که بایستی این روش ذخیره‌سازی نیز مورد ارزیابی دقیق‌تری قرار گیرد تا بتوان از نقاط قوت و فرصت‌های پیش‌روی آن استفاده کرده و ضعف‌ها و تهدیدات پیش‌روی آن را به حداقل ممکن کاهش داد. در همین راستا، در ادامه ابتدا با فن SWOT به بررسی نقاط قوت و ضعف و فرصت‌ها و تهدیدات پیشروی این نوع ذخیره‌سازی پرداخته‌شده است تا استراتژی‌های متناسب با ذخیره‌سازی زیرزمینی نفت تدوین گردد. سپس جهت اولویت‌بندی استراتژی‌های تدوین‌شده از ماتریس QSPM استفاده می‌گردد.

تحلیل سوات: تحلیل سوات (SWOT) روشی برای ارزیابی کیفی عوامل داخلی و خارجی به ترتیب از دو بعد نقاط قوت[1]، نقاط ضعف[2]، فرصت‌ها[3] و تهدیدات[4] است و در همین راستا ابتدا نقاط قوت و ضعف در ارتباط با عوامل درونی و فرصت‌ها و تهدیدات پیش‌رو در ارتباط با عوامل خارجی بررسی و هر گروه در ماتریس مربوط به خود ثبت می‌شود. این نوع روش تجزیه‌وتحلیل، عوامل داخلی و خارجی را مورد بررسی قرار می‌دهد تا فرصت‌ها، تهدیدها، قوت‌ها و ضعف‌های یک موضوع موردمطالعه را شناسایی کرده و برای رویارویی با آن‌ها بهترین راهبردها تدوین شود. بر این اساس، راهبردهای مختلف در دسته‌های ضعف و تهدید (WT)، قوت و تهدید (ST)، ضعف و فرصت (WO) و قوت و فرصت (SO) ارائه می‌شوند [۲۴].

1- Strong point
2- Weak point
3- Opportunity
4- Threats



شکل (۳): طرح کلی الگوی ANP جهت اولویت‌سنجی مخازن ذخیره‌سازی نفت

جدول (۳): اهمیت مخازن بر اساس ماتریس خوشه صحت و سهولت اجرا از معیار قابلیت ساخت

2. Node comparisons with respect to صحت و سهولت اجرا

Graphical | Verbal | Matrix | Questionnaire | Direct

مخازن روزمینی	0.5285
مخازن زیرزمینی	0.14197
گودبرداری با لایه‌نینگ	0.32953

This is the direct data input area.
Type in new direct data here, and/or
Click the invert box invert priorities for this direct data.

NOTE: Any changes made in direct data take efffect immediately and overwrite pre-existing data inputted in the other modes.

جدول (۴): اهمیت مخازن بر اساس ماتریس خوشه هزینه اولیه اجرا از معیار صرفه اقتصادی

2. Node comparisons with respect to هزینه اولیه اجرا

Graphical | Verbal | Matrix | Questionnaire | Direct

مخازن روزمینی	0.44435
مخازن زیرزمینی	0.18906
گودبرداری با لایه‌نینگ	0.36658

This is the direct data input area.
Type in new direct data here, and/or
Click the invert box invert priorities for this direct data.

NOTE: Any changes made in direct data take efffect immediately and overwrite pre-existing data inputted in the other modes.

جدول (۵): اهمیت مخازن بر اساس ماتریس خوشه تداوم عملکرد از معیار امکان پدافند غیرعامل

2. Node comparisons with respect to تداوم عملکرد

Graphical | Verbal | Matrix | Questionnaire | Direct

مخازن روزمینی	0.07284
مخازن زیرزمینی	0.67433
گودبرداری با لایه‌نینگ	0.25283

This is the direct data input area.
Type in new direct data here, and/or
Click the invert box invert priorities for this direct data.

NOTE: Any changes made in direct data take efffect immediately and overwrite pre-existing data inputted in the other modes.

جدول (۶): اولویت‌بندی مخازن ذخیره‌سازی نفت در خروجی کل الگوی ANP

New synthesis for: Super Decisions Main Window: ...

Here are the overall synthesized priorities for the alternatives. You synthesized from the network Super Decisions Main Window: مخازن.sdmod

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
مخازن روزمینی		0.572082	0.242730	0.056452
مخازن زیرزمینی		1.000000	0.424292	0.098679
گودبرداری با لایه‌نینگ		0.784787	0.332979	0.077442

Okay | Copy Values

ماتریس‌های ارزیابی عوامل داخلی (IFE) و خارجی (EFE) نیازمند مشاهدات و بررسی‌های میدانی است[۲۵]. به دلیل نبود مخازن زیرزمینی در کشور، در این مقاله جهت تعیین نقاط قوت و ضعف داخلی و تهدیدات و فرصت‌های پیشروی مخازن زیرزمینی نفت، مطالعات کتاب‌خانه‌ای وسیعی انجام‌شده و پس از تعیین ۱۰ مورد برای هرکدام از آن‌ها، در اختیار کارشناسان مربوطه قرارگرفته است تا درنهایت از بین ۱۰مورد نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات مخازن زیرزمینی نفت برای هرکدام به ترتیب ۷، ۸، ۸ و ۶ مورد انتخاب گردیده است که نتایج حاصل ازنظر نسنجی در جداول ۷ و ۸ آورده شده است.

جدول ماتریس ارزیابی نقاط قوت و ضعف ناشی از عوامل داخلی مخازن ذخیره‌سازی زیرزمینی نفت به شرح جدول (۷) می‌باشد.

نتیجه نهایی از ارزیابی عوامل داخلی (مجموع نمره2.591) بیانگر آن است که نقاط قوت مخازن زیرزمینی با نسبت پایینی بیشتر از نقاط ضعف آن است (در فن SWOT، مرز بین نقاط قوت و ضعف عدد ۲,۵ بوده و مجموع این نقاط نسبت نقاط قوت و ضعف را نشان می‌دهد) بنابراین استراتژی‌ها باید به‌گونه‌ای تدوین شوند که بتوان بر ضعف‌ها غلبه کرده و از نقاط قوت نیز استفاده گردد.

ماتریس ارزیابی فرصت‌ها و تهدیدات ناشی از عوامل خارجی پیش روی مخازن زیرزمینی نفت به شرح جدول ۸ می‌باشد.

نتیجه نهایی از ارزیابی عوامل خارجی (مجموع نمره ۳,۱۱۴) بیانگر آن است که فرصت‌های پیشروی مخازن زیرزمینی نفت بیشتر از تهدیدات آن است. بنابراین استراتژی‌ها باید به‌گونه‌ای تدوین شوند تا با تأکید بر استفاده حداکثر از فرصت‌های پیشرو، آسیب‌پذیری را در مقابل تهدیدات به حداقل ممکن کاهش دهد.

با مقایسه و ارزیابی عوامل مؤثر داخلی و خارجی همان‌طور که در شکل زیر نشان داده‌شده است، باید استراتژی‌های تهاجمی مبتنی بر استفاده از فرصت‌ها و به‌کارگیری نقاط قوت اتخاذ شود.

البته نزدیک بودن محل تلاقی به استراتژی رقابتی مبین آن است، که بایستی به پوشش نقاط ضعف و استفاده از فرصت‌های پیشرو نیز توجه گردد. در ادامه به تدوین استراتژی‌های مخازن زیرزمینی نفت پرداخته‌شده است.

تدوین استراتژی‌ها از نتایج تحلیل SWOT: پس از تعیین عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت، ماتریس سوات در جداول قبلی تنظیم و میزان تأثیر و ارزش عوامل تعیین گردید. در ادامه نیز با توجه به نتیجه نهایی به‌دست‌آمده از تحلیل سوات که در شکل (۴) نیز مشخص می‌باشد، بایستی به تدوین استراتژی‌های متناسب با نتایج حاصل، پرداخته شود. در این راستا در جدول (۹) با تأکید بر استراتژی تهاجمی استراتژی‌های ذخیره‌سازی نفت در مخازن زیرزمینی تدوین و ارائه گردیده است.

پس از تدوین استراتژی‌های متناسب با عوامل درونی و بیرونی مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت و فرآورده‌های آن، با استفاده از فن SWOT استراتژی‌های تدوین‌شده نیز نیاز به اولویت‌بندی دارند، برای این منظور در ادامه از ماتریس QSPM استفاده‌شده است.

ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM) : یکی از فن‌ها و ابزارهای بسیار شایع در ارزیابی گزینه‌های استراتژیک و مشخص نمودن جذابیت نسبی استراتژی‌ها که در مرحله تصمیم‌گیری مورداستفاده قرار می‌گیرد، ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM) می‌باشد [۲۷-۲۶]. این ماتریس مشخص می‌نماید که کدام‌یک از گزینه‌های استراتژیک انتخاب‌شده، مناسب‌تر است و درواقع این استراتژی‌ها را اولویت‌بندی می‌نماید[۲۹-۲۸]. برای تعیین میزان جذابیت استراتژی‌ها از ماتریس برنامه‌ریزی کمی یا QSPMاستفاده می‌شود. برای تهیه این ماتریس سه‌گام اصلی وجود دارد:

گام اول: مهم‌ترین قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها در ستون اول ماتریس نوشته می‌شود.

گام دوم: به هریک از عوامل فوق وزن یا اهمیت نسبی بین صفر و یک داده می‌شود.

گام سوم: استراتژی‌های شناسایی‌شده را در ستون‌های بعدی آورده نمره جذابیت هر عامل را در هر استراتژی مشخص می‌کنیم و به آن‌ها نمره می‌دهیم. معمولاً از طیف لیکرت زیر برای نمره جذابیت استفاده می‌شود.

۱= بدون جذابیت، ۲= تا حدی جذاب، ۳= دارای جذابیت معقول، ۴= بسیار جذاب [۳۰]

در جدول (۱۰) میزان جذابیت استراتژی‌های تهاجمی بر اساس عوامل استراتژیک داخلی و خارجی تعیین گردیده و اولویت‌بندی شده‌اند.

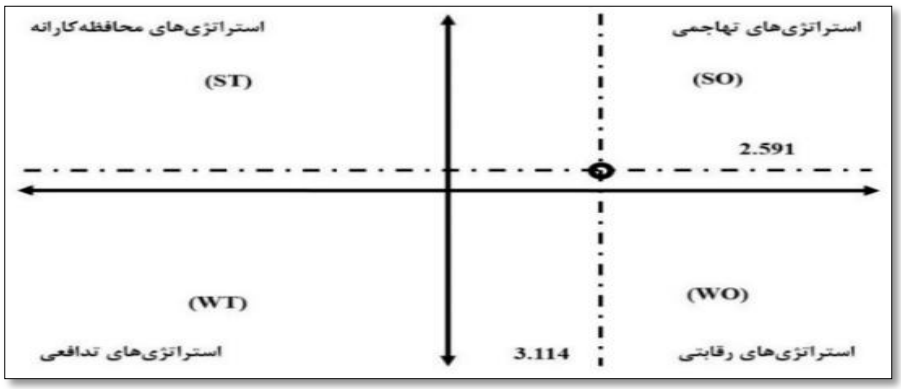
با توجه به حجم بالای محاسبات در ماتریس QSPM، و ازآنجایی‌که استراتژی تهاجمی از تحلیل سوات انتخاب گردید، در جدول (۶) تنها به اولویت‌سنجی این استراتژی‌ها پرداخته‌شده است. با توجه به جدول (۶) مشاهده می‌گردد که نتایج حاصل از اولویت‌بندی استراتژی‌های تهاجمی تدوین‌شده با فن SWOT و تشکیل ماتریس QSPM، با توجه به عدم وجود تجربه کافی در داخل کشور جهت طراحی، ساخت و اجرای مخازن زیرزمینی نفت، استراتژی تخصیص سرمایه و کارکنان متخصص جهت طراحی و ساخت این نوع از مخازن، پس از استراتژی تأکید بر رعایت اصول و مبانی پدافند غیرعامل در طراحی و اجرای آن، از جذابیت بیشتری نسبت به سایر استراتژی‌ها برخوردار می‌باشد، ناگفته نماند که ضمن تأکید بر استراتژی SO1، استراتژی SO2 نیز توأم با آن بایستی موردتوجه واقع گردد. میزان جذابیت سایر استراتژی‌ها به همراه استراتژی تهاجمی در مقابل عوامل استراتژیک داخلی و خارجی، در شکل‌های ۵، ۷، ۸ و ۹ نشان داده‌شده است.

جدول (۷): ماتریس ارزیابی عوامل داخلی مخازن زیرزمینی نفت

	ردیف	عوامل داخلی	ضریب	رتبه	نمره نهایی
نقاط قوت	S1	احتمال پایین خطر آتش‌سوزی	۰/۰۹۸	۴	۰/۳۹۲
	S2	هزینه پایین نگهداری	۰/۰۲۸	۳	۰/۰۸۴
	S3	نیاز به زمین کمتر جهت طراحی و اجرا	۰/۰۴۲	۳	۰/۱۲۶
	S4	دارا بودن شرایط زیست‌محیطی بهتر	۰/۰۵۶	۳	۰/۱۶۸
	S5	امکان تداوم عملکرد در زمان وقوع حوادث	۰/۰۱۳	۴	۰/۵۲
	S6	احتمال پایین شناسایی مخزن توسط دشمن به دلیل زیرزمین بودن	۰/۰۸۴	۴	۰/۳۳۶
	S7	امکان استتار مناسب و کاهش آسیب‌پذیری آن با توجه به زیرزمین بودن	۰/۰۷	۳	۰/۲۱
نقاط ضعف	W1	بسته شدن تدریجی پوسته حفره زیرزمینی به علت فشارهای ژئولوژیکی	۰/۰۳۵	۱	۰/۰۳۵
	W2	گرم شدن نفت خام و فرآورده‌های ذخیره‌شده به‌واسطه حرارت مرکزی زمین	۰/۰۴۸	۱	۰/۰۴۸
	W3	احتمال وارد شدن گازهای طبیعی به درون مخزن	۰/۰۵۲	۱	۰/۰۵۲
	W4	محدودیت بالای مانیتور کردن و کنترل کیفیت ماده ذخیره‌شده در مخزن	۰/۰۹۳	۲	۰/۱۸۶
	W5	نیاز به دوره ساخت نسبتاً بیشتر	۰/۰۷۴	۲	۰/۱۴۸
	W6	نیاز به ملزومات فنی پیچیده‌تر و دقت بالا در طراحی و اجرا	۰/۰۸۶	۲	۰/۱۷۲
	W7	امکان نشت آب زیرزمینی	۰/۰۵۴	۱	۰/۰۵۴
	W8	هزینه اولیه جهت ساخت مخزن	۰/۰۶	۱	۰/۰۶
جمع کل نقاط قوت و ضعف مخازن زیرزمینی نفت			۱		۲/۵۹۱

جدول (۸): ماتریس ارزیابی عوامل خارجی مخازن زیرزمینی

	ردیف	عوامل خارجی	ضریب	رتبه	نمره نهایی
فرصت‌ها	O1	جلب اعتماد مشتریان نفت خام و زمینه‌سازی جهت عقد قراردادهای بلندمدت	۰/۰۹۲	۴	۰/۳۶۸
	O2	امکان ایجاد بستری مناسب جهت افزایش تولید نفت	۰/۰۶۵	۳	۰/۱۹۵
	O3	افزایش توان رقابتی و استراتژیک ایران در سطح منطقه و جهان درزمینه صادرات	۰/۰۷۸	۴	۰/۳۱۲
	O4	امکان بازسازی زیرساخت‌های موجود و ساخت تأسیسات جدید	۰/۰۳۹	۳	۰/۱۱۷
	O5	امنیت و ایمنی بالای ذخیره‌سازی	۰/۱۰۵	۴	۰/۴۲۰
	O6	مقاوم در برابر بحران طبیعی مانند زلزله و ...	۰/۰۷۸	۳	۰/۲۳۴
	O7	امنیت بالا در مقابل حملات هوایی و اثر انفجار ناشی از آن‌ها	۰/۱۱۸	۴	۰/۴۷۲
	O8	امنیت بالا در مقابل تهدیدات زمینی همچون ایجاد آتش‌سوزی عمدی	۰/۱۱۱	۴	۰/۴۴۴
تهدیدها	T1	امکان انهدام راه‌های ارتباطی توسط دشمن (به دلیل کم بودن راه‌های ارتباطی)	۰/۰۹۵	۲	۰/۱۹
	T2	قابلیت پایین بازسازی به دلیل هزینه‌بر بودن و زمان‌بر بودن آن	۰/۰۵۶	۲	۰/۱۱۲
	T3	عدم وجود تجربه کافی در طراحی و اجرای مخزن زیرزمینی در داخل کشور	۰/۰۳۰	۱	۰/۰۳۰
	T4	احتمال ریزش قسمتی از سقف و دیواره در صورت نشت آب	۰/۰۴۲	۱	۰/۰۴۲
	T5	افزایش آسیب‌پذیری با حجم ذخیره‌سازی بالا	۰/۰۶۳	۲	۰/۱۲۶
	T6	امکان شناسایی توسط دشمن به دلیل طولانی بودن زمان اجرا	۰/۰۲۶	۲	۰/۰۵۲
جمع کل فرصت‌ها و تهدیدات پیشروی مخازن زیرزمینی			۱		۳/۱۱۴



شکل (۴): جایگاه استراتژی‌ها در ارزیابی عوامل مؤثر

جدول (۹): استراتژی‌های ذخیره‌سازی نفت در مخازن زیرزمینی

		نقاط قوت (S)		نقاط ضعف (W)
		استراتژی‌های SO		استراتژی‌های WO
فرصت‌ها (O)	SO1	تأکید بر رعایت اصول و مبانی پدافند غیرعامل در طراحی و اجرای این مخازن	WO1	تدوین دستورالعمل‌های مناسب جهت نظارت دقیق بر روند طراحی و ساخت
	SO2	تخصیص سرمایه و کارکنان متخصص جهت طراحی و ساخت این نوع از مخازن	WO2	استفاده از تجارب کشورهای پیشرو در زمینه طراحی مخازن زیرزمینی
	SO3	ایجاد مخازن زیرزمینی متعدد و افزایش تولید نفت خام	WO3	تعیین میزان ذخیره‌سازی نفت در مخازن زیرزمینی و تهیه‌ی الگوی متناسب با توان استراتژیک کشور.
	SO4	تهیه‌ی برنامه‌ای بلندمدت در عقد قراردادهای جهانی	WO4	تجهیز به دستگاه‌های روز دنیا در فرآیند ذخیره‌سازی و بهره‌برداری از مخازن
		استراتژی‌های ST		استراتژی‌های WT
تهدیدات (T)	ST1	استفاده از متخصصین پدافند غیرعامل در طراحی، ساخت و بهره‌برداری مخازن	WT1	ایجاد بستری مناسب جهت کاهش احتمال نفوذ سایبری
	ST2	استفاده از توان پیمانکاران قوی در ساخت مخازن زیرزمینی نفت	WT2	ایجاد کمیته‌های بازنگری دوره‌ای جهت کنترل ذخیره‌سازی نفت و فرآورده‌های آن در این مخازن
	ST3	حمایت از تحقیقات و پژوهش در زمینه ذخیره‌سازی مناسب نفت	WT3	به‌کارگیری استتار و اختفا و فریب در طراحی مسیرهای ارتباطی به مخازن
	ST4	برگزاری دوره‌های آموزش پدافند غیرعامل برای کارکنان و عوامل اجرایی مخازن ذخیره‌سازی نفت	WT4	برنامه‌ریزی مناسب جهت کاهش زمان ساخت و استفاده از فنّاوری نوین

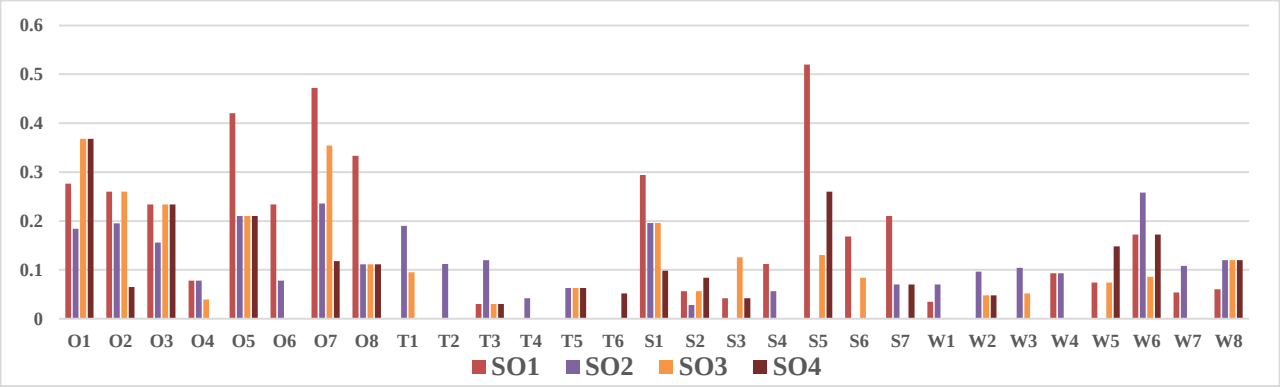
جدول (۱۰): ماتریس برنامه‌ریزی کمی (QSPM)

	عوامل مهم استراتژیک	وزن	SO1		SO2		SO3		SO4	
			AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS
فرصت‌ها	جلب اعتماد مشتریان نفت و زمینه‌سازی جهت عقد قراردادهای بلندمدت	0.092	۳	0.276	۲	0.184	۴	0.368	۴	۰/۳۶۸
	امکان ایجاد بستری مناسب جهت افزایش تولید نفت	0.065	۴	0.26	۳	0.195	۴	0.26	۱	0.065
	افزایش توان رقابتی و استراتژیک ایران در سطح منطقه و جهان در زمینه صادرات	0.078	۳	0.234	۲	0.156	۳	0.234	۳	0.234
	امکان بازسازی زیرساخت‌های موجود و ساخت تأسیسات جدید	0.039	۲	0.078	۲	0.078	۱	0.039	۰	۰
	امنیت و ایمنی بالای ذخیره‌سازی	0.105	۴	0.42	۲	0.21	۲	0.21	۲	0.21
	مقاوم در برابر بحران طبیعی مانند زلزله و ...	0.078	۳	0.234	۱	0.078	۰	۰	۰	۰
	امنیت بالا در مقابل حملات هوایی و اثر انفجار ناشی از آن‌ها	0.118	۴	0.472	۲	۰.۲۳۶	۳	0.354	۱	0.118
	امنیت بالا در مقابل تهدیدات زمینی همچون ایجاد آتش‌سوزی عمدی	0.111	۳	0.333	۱	0.111	۱	0.111	۱	0.111
تهدیدات	امکان انهدام راه‌های ارتباطی مخزن توسط دشمن (به دلیل کم بودن تعداد راه‌های ارتباطی)	0.095	۰	۰	۲	0.190	۱	0.095	۰	۰
	قابلیت پایین بازسازی به دلیل هزینه‌بر بودن و زمان‌بر بودن آن	0.056	۰	۰	۲	0.112	۰	۰	۰	۰
	عدم وجود تجربه کافی در طراحی و اجرای این مخزن در داخل کشور	0.030	۱	0.030	۴	0.120	۱	0.030	۱	0.030
	احتمال ریزش قسمتی از سقف و دیواره در صورت نشت آب	0.042	۰	۰	۱	0.042	۰	۰	۰	۰
	افزایش آسیب‌پذیری با حجم ذخیره‌سازی بالا	0.063	۰	۰	۱	0.063	۱	0.063	۱	0.063
	امکان شناسایی توسط دشمن به دلیل طولانی بودن زمان اجرا	0.026	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	0.052
نقاط قوت	احتمال پایین خطر آتش‌سوزی	0.098	۳	0.294	۲	0.196	۲	0.196	۱	0.098
	هزینه پایین نگهداری	0.028	۲	0.056	۱	0.028	۲	0.056	۳	0.084
	نیاز به زمین کمتر جهت طراحی و اجرا	0.042	۱	0.042	۰	۰	۳	0.126	۱	0.042
	دارا بودن شرایط زیست‌محیطی بهتر	0.056	۲	0.112	۱	0.056	۰	۰	۰	۰
	امکان تداوم عملکرد در زمان وقوع حوادث	0.13	۴	0.52	۰	۰	۱	0.13	۲	0.26
	احتمال پایین شناسایی مخزن توسط دشمن به دلیل زیرزمین بودن	0.084	۲	0.168	۰	۰	۱	0.084	۰	۰
	امکان استتار مناسب و کاهش آسیب‌پذیری آن با زیرزمین بودن	0.07	۳	0.21	۱	0.07	۰	۰	۱	0.07
نقاط ضعف	بسته شدن تدریجی پوسته حفره زیرزمینی به علت فشارهای ژئولوژیکی	0.035	۱	0.035	۲	0.07	۰	۰	۰	۰
	گرم شدن نفت خام و فرآورده‌های ذخیره‌شده به‌واسطه حرارت مرکزی زمین	0.048	۰	۰	۲	0.096	۱	0.048	۱	0.048
	احتمال وارد شدن گازهای طبیعی به درون مخزن	0.052	۰	۰	۲	0.104	۱	0.052	۰	۰
	محدودیت بالای مانیتور کردن و کنترل کیفیت ماده ذخیره‌شده در مخزن	0.093	۱	0.093	۱	0.093	۰	۰	۰	۰
	نیاز به دوره ساخت نسبتاً بیشتر	0.074	۱	0.074	۰	۰	۱	0.074	۲	0.148
	نیاز به ملزومات فنی پیچیده‌تر و دقت بالا در طراحی و اجرا	0.086	۲	0.172	۳	0.258	۱	0.086	۲	0.172
	امکان نشت آب زیرزمینی	0.054	۱	0.054	۲	0.108	۰	۰	۰	۰
	هزینه اولیه جهت ساخت مخزن	0.06	۱	0.06	۲	0.120	۲	0.120	۲	0.120
	جمع (TAS)			**4.227**		**۲.۹۷۴**		**2.736**		**2.293**

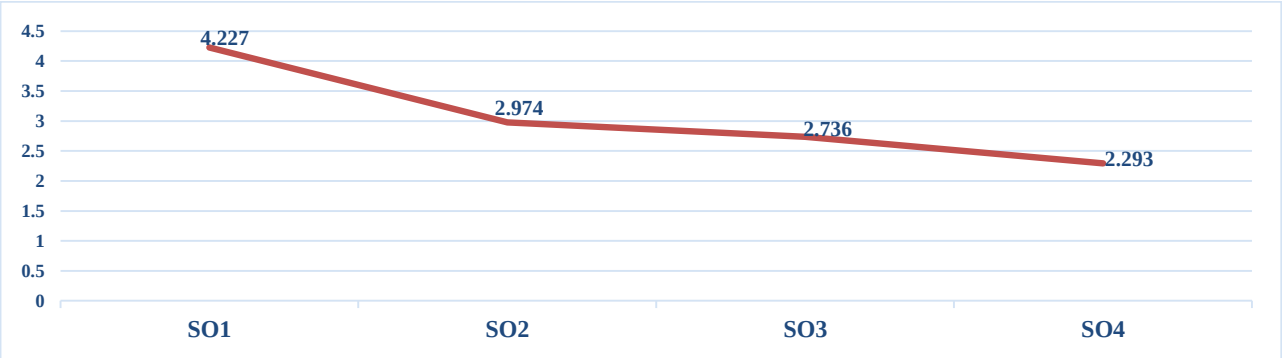
شکل (۵)، تأثیر هرکدام از استراتژی‌های SO1، SO2، SO3 و SO4 در مقابل هرکدام از عوامل استراتژیک داخلی و خارجی مؤثر بر مخازن ذخیره‌سازی زیرزمینی نفت و فرآورده‌های آن را نشان می‌دهد مشاهده می‌گردد که این استراتژی‌ها در مقابل برخی از عوامل استراتژیک تأثیری نداشته و در تصویر مذکور نیز صفر نشان داده‌شده است. به‌عنوان‌مثال، استراتژی تأکید بر رعایت اصول و مبانی پدافند غیرعامل در طراحی و اجرای این مخازن (SO1) در مقابل احتمال ریزش قسمتی از سقف و دیواره در صورت نشت آب هیچ‌گونه تأثیری ندارد و یا به‌عنوان‌مثال دیگر، استراتژی (SO3) ایجاد مخازن زیرزمینی متعدد و افزایش تولید نفت خام در مقابل بسته شدن تدریجی پوسته حفره زیرزمینی به علت فشارهای ژئولوژیکی اثرگذار نبوده و وزن صفر را به خود اختصاص داده است. نتیجه مجموع اثرگذاری هرکدام از استراتژی‌ها در مقابل عوامل مختلف، در شکل (۶) نشان داده‌شده است که استراتژی‌های اول تا چهارم به ترتیب دارای اولویت هستند.

در شکل (۷) نتایج حاصل از اولویت‌بندی استراتژی رقابتی، استراتژی محافظه‌کارانه و استراتژی تدافعی به ترتیب در شکل‌های (۷-۹) نشان داده‌شده است.

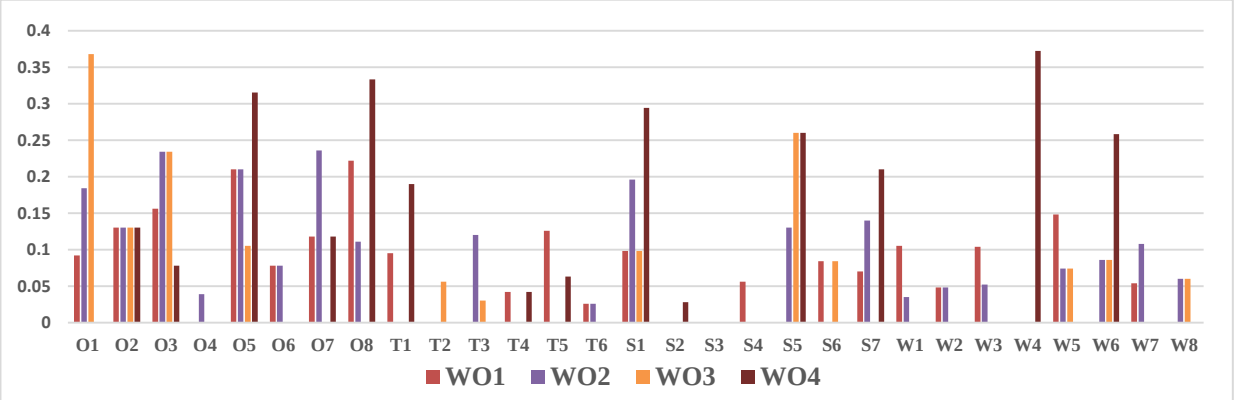
در شکل (۱۰) مشاهده می‌گردد که ۱۶ استراتژی تدوین‌شده در جدول (۹) با توجه به میزان تأثیر آن‌ها در مقابل عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت، اولویت‌بندی گردیده‌اند. در این شکل میزان جذابیت اکثر استراتژی‌ها در مقابل عوامل داخلی، بیشتر از عوامل خارجی می‌باشد. در این راستا، در طراحی و اجرا و همچنین به هنگام بهره‌برداری از مخازن ذخیره‌سازی به روش زیرزمینی، می‌بایست به عوامل درونی مؤثر بر این مخازن توجه گردد و از آن‌جایی‌که در شکل (۱۱) که اولویت استراتژی‌ها را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد، استراتژی (SO1) بیشترین جذابیت را به خود اختصاص داده است، لذا استراتژی تأکید بر رعایت اصول و مبانی پدافند غیرعامل در طراحی و اجرای این مخازن علاوه‌بر این‌که به‌عنوان استراتژی تهاجمی که در فن SWOT بر استفاده از آن تأکید شد، از نتایج ماتریس QSPM نیز دارای بیشترین جذابیت می‌باشد.



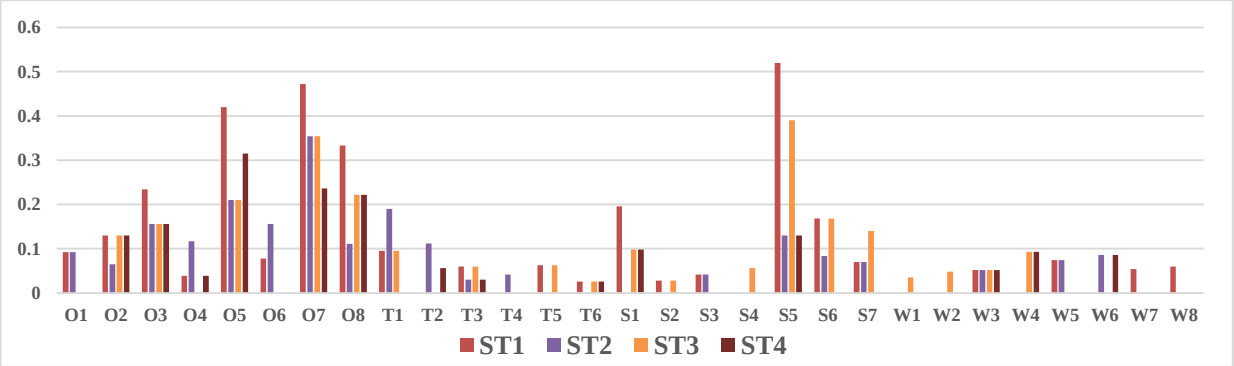
شکل (۵): جذابیت استراتژی‌های تهاجمی براساس عوامل استراتژیک مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت



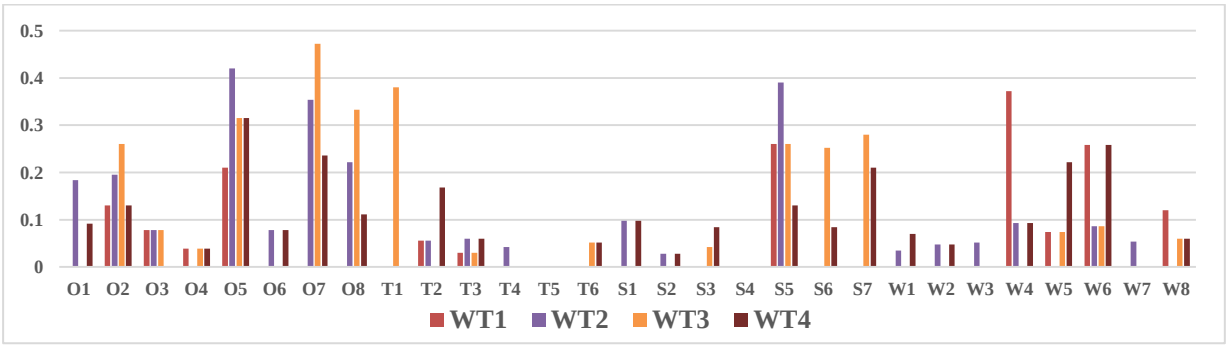
شکل (۶): نتیجه اولویت‌بندی استراتژی‌های تهاجمی از ماتریس QSPM



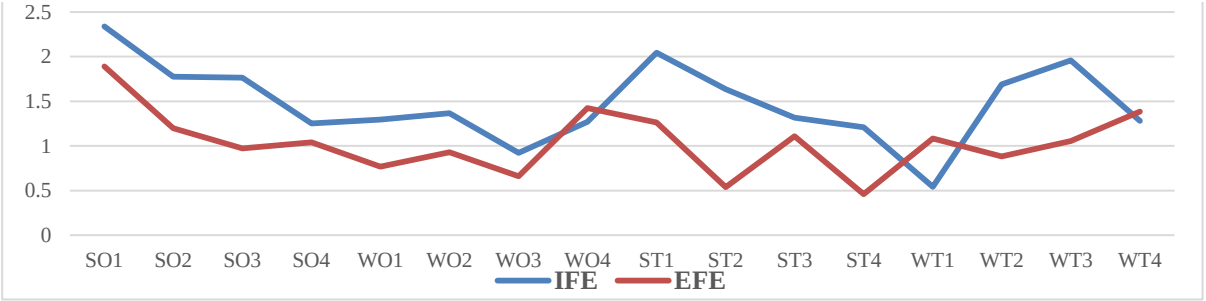
شکل (۷): جذابیت استراتژی‌های رقابتی براساس عوامل استراتژیک مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت



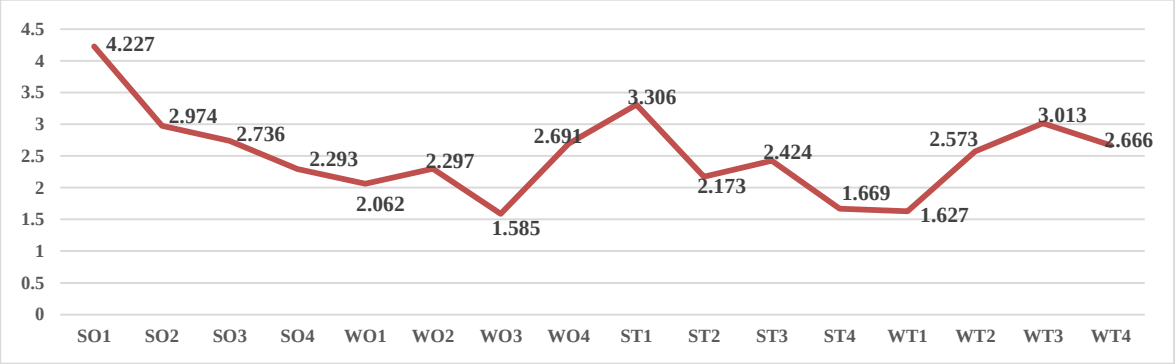
شکل (۸): جذابیت استراتژی‌های محافظه‌کارانه براساس عوامل استراتژیک مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت



شکل (۹): جذابیت استراتژی‌های تدافعی براساس عوامل استراتژیک مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت



شکل (۱۰): میزان جذابیت استراتژی‌ها براساس IFE و EFE در ماتریس QSPM



شکل (۱۱): نتیجه اولویت‌بندی استراتژی‌ها از ماتریس QSPM

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به‌ضرورت و اهمیت بالای صنعت نفت که در افزایش توان استراتژیکی کشور نیز تأثیر فراوانی دارد، ایجاد ایمنی و امنیت این صنعت به‌ویژه با نگاهی به زمان بحران، امری ضروری و غیرقابل‌انکار می‌باشد. در این مقاله با درنظرداشتن شرایط بحرانی و با نگاهی به پدافند غیرعامل مخازن مختلف ذخیره‌سازی نفت و فرآورده‌های آن پس از انتخاب شاخص‌های مؤثر و تعیین‌کننده در اولویت‌بندی این مخازن با روش تحلیل شبکه‌ای و با استفاده از الگوی ANP و همچنین با استفاده از پرسشنامه هدف‌گرا، با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. معیارها و گزینه‌ها در قالب ۶ خوشه (گروه) و ۲۰ زیرگروه (گره یا نود) در الگو ANP طراحی، وزن‌دهی، محاسبه، پردازش و تحلیل‌شده‌اند. با توجه به مطالعات فیزیکی و کالبدی این مخازن جهت اولویت‌سنجی، روش روزمینی، زیرزمینی و گودبرداری با lining انتخاب شدند و از پرداختن به مسائل تخصصی چون انواع مختلف زیرزمینی فولادی، بتنی، مغارهای نمکی، مغارهای سنگی و یا انواع مختلف روزمینی خودداری شده است. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ها و معیارهای انتخاب‌شده برای مقایسه مخازن از منظر پدافند غیرعامل و تدوین استراتژی‌های مخزن انتخاب‌شده به شرح ذیل می‌باشد:

۱- با توجه به خروجی مدل ANP توسط نرم‌افزار super decisions مخازن زیرزمینی، مخازن گودبرداری با lining و مخازن روزمینی بر اساس شاخص‌های کاربرد در زمان بحران، امکان پدافند غیرعامل، قابلیت ساخت و صرفه اقتصادی وزن‌های ۰/۴۲۴، ۰/۳۳۳ و ۰/۲۴۳ را به ترتیب به خود اختصاص دادند.

۲- پس از انتخاب مخازن زیرزمینی، جهت کاهش آسیب‌پذیری و همین‌طور تحقق دیگر اهداف پدافند غیرعامل با استفاده از فن SWOT موردبررسی دقیق‌تری قرار گرفتند. برای این منظور، پس از مطالعات وسیع کتابخانه‌ای، برای هرکدام از عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت ۱۰ مورد عامل تعیین گردید که با مصاحبه با کارشناسان پدافند غیرعامل، عوامل داخلی و خارجی به ترتیب ۱۵ و ۱۴ مورد تعیین و وزن دهی شدند که درنهایت، تأکید بر استراتژی تهاجمی (SO) از نتیجه مدل سوات مشخص و استراتژی‌های مخازن زیرزمینی نفت تدوین گردید.

۳- در خصوص تدوین استراتژی‌ها، برای هرکدام از استراتژی‌های تهاجمی، محافظه‌کارانه، رقابتی و تدافعی ۴ مورد و درمجموع ۱۶ مورد استراتژی تدوین و جهت اولویت‌بندی این استراتژی‌ها از ماتریس برنامه‌ریزی کمی QSPM استفاده شد. میزان جذابیت هرکدام از استراتژی‌ها در مقابل عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر مخازن زیرزمینی نفت در ماتریس QSPM تعیین گردید که در اکثر آن‌ها IFE جذابیت بیشتری نسبت به EFE دارا می‌باشد.

استراتژی تأکید بر رعایت اصول و مبانی پدافند غیرعامل در طراحی و اجرای این مخازن و استفاده از متخصصین پدافند غیرعامل در طراحی، ساخت و بهره‌برداری مخازن در اولویت اول و دوم قرارگرفته است. با توجه به حصول اهداف پدافند غیرعامل در صورت طراحی و اجرای مخازن زیرزمینی به‌منظور ذخیره‌سازی نفت می‌توان گفت که نتایج حاصل از این تحقیق کاربردی بوده و در جهت زیرزمینی کردن مخازن نفت مؤثر خواهد بود. ناگفته پیداست که زیرزمینی کردن مخازن، مستلزم شبیه‌سازی نرم‌افزاری و دیگر مطالعات تخصصی می‌باشد. ازاین‌رو، پیشنهاد می‌گردد تا در تحقیقات آتی توسط محققین و پژوهشگران حوزه نفت و گاز و پدافند غیرعامل، موردمطالعه بیشتر و دقیق‌تری قرار گیرد.

۶- مراجع

1. B. Sovacool, “The cost of failure: A Preliminiary of major energy accident,” journal of loss prevention in the process industries, 2008.

۲. سلطان علیزاده، امیر و همکاران، بررسی و انتخاب غار طبیعی مناسب برای ذخیره‌سازی زیرزمینی نفت خام با استفاده از ترکیب دو روش FAHPو TOPSIS، نشریه زمین‌شناسی مهندسی، جلد هشتم، شماره ۳، ۱۳۹۳.

۳. ویژه‌نامه صنعت نفت به مناسبت هفته دولت، اداره کل روابط عمومی وزارت نفت، شهریور ۱۳۸۹.

4. I. Shaluf and S. Abdullah, "Floating roof storage tank boilover," Jouurnal of loss prevention in the process industries, vol. xxx, pp.1-7, 2010.

۵. قدسی‌پور، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه امیرکبیر (پلی تکنیک)، تهران، چاپ چهارم، شماره ۲۲۰، ۱۳۸۴.

۶. نخعی، جلال، پیری، حسن، کاهش خطرپذیری ناشی از آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت با استفاده از سامانه هوشمند BMS در ساختمان‌های اداری، فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، ۱۳۹۴.

۷. ابهری، مریم، مدیریت بحران نظامی، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۱.

8. A. K. Naithani, "Underground rock Coverns for Strategic Crude Oil Storage in India- Nature of Studise, Design and construction," Current Science (Bangalore), vol. 103, pp. 490-96, 2012.

۹. امانت یزدی، لیلا، محرم نژاد، ناصر، مدیریت ریسک محیط زیستی آتش‌سوزی در مخازن ذخیره‌سازی نفت مطالعه موردی: انبار مرکزی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی یزد، نشریه محیط‌شناسی، سال سی و نهم، شماره ۲، صص ۷۲-۶۱، ۱۳۹۲.

۱۰. روستائی، نیری، مقیمی، کاربرد تحلیل خطرپذیری در سایت‌های مخازن نفت به‌عنوان روشی نوین جهت مطالعات پدافند غیرعامل (مطالعه موردی یک سایت ذخیره نفت در جنوب کشور)، همایش منطقه‌ای مصالح ساختمانی و تکنولوژی‌های نوین در مهندسی، ۱۳۹۰.

11. N. O. Midtlien and B. Stromme, "Design of crude oil Storage in aock caauerns, 2000.

۱۲. حافظ نیا، محمدرضا، مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، تهران، ۱۳۸۹.

۱۳. علی احمدی، علیرضا، نهائی، وحید، توصیفی جامع از روش‌های تحقیق، تهران، انتشارات تولید دانش، ۱۳۸۶.

14. L. Saaty, "Thomas Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks," RWS Publications: 352, 2005.

15. T. L. Saaty, "Analytical Network Process," RWS Publications, USA, 1996.

16. I. Chang and C. H. Lin, "A study of storage tank accident," Journal of loss prevention in the process industries, vol. 19, pp. 51-59, 2006.

۱۷. داداش زاده اهری، داریوش، صبور، محمدرضا، بررسی مصالح مناسب جهت ذخیره‌سازی استراتژیک فرآورده‌های نفتی در مخازن غیرفلزی زیرزمینی (موردی نفت و گاز)، اولین همایش ملی تأمین، نگهداشت، انتقال و توزیع فرآورده‌های نفتی، ۱۳۹۳.

18. C. Panti.n, "Different techniques of underground storage of liquid, liquefied and gaseous hydrocarbons," International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechaoics Abstracts, vol. 26, Issue 5, p. 283, 1989.

19. CO. Morfeldt, "Storage of Oil and gas in Unlined Caverns," SPE European Spring Meeting, Sep. 1967.

۲۰. زبردست، اسفندیار، کاربرد فرایند سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۰، صص ۲۱-۱۲، ۱۳۸۰.

۲۱. زبردست، اسفندیار، کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴۱، صص۹۰-۷۹، ۱۳۸۹.

22. L. Cheng, Y. Zhao, P. Xiaoming, and W. Laigui, "Design of Water Curtain Control System of Underground Water Seal Oil Cavern," Department of Geotechnical Engineering Tongji University Shanghai, China and Department of mechanics engineering Liaoning Technical University Fuxin, Chin, 2009.

23. S. M. Haug and E. Broch, "Storage of Oil and Gas in Rock Caverns-History and Development," Norwegian Tunneling Society, Publication no. 16, 2007.

۲۴. حسینی، سید عظیم، واعظ، امیر، هماهنگ‌سازی تکنیک تحلیلی SWOT از دیدگاه پدافند غیرعامل، فصلنامه علمی-ترویجی پدافند غیرعامل، دانشگاه امام حسین (ع)، ۱۳۹۳.

۲۵. نخعی، جلال، باقرزاده، افضل، مبانی کاربردی در تدوین طرح تحقیق پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری، به انضمام نحوه تدوین مقاله‌های علمی-تخصصی، چاپ اول، تهران، نشر جهان جام جم، ۱۳۹۴.

۲۶. اعرابی، سید محمد، برنامه‌ریزی استراتژیک گمرک، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۸۲.

۲۷. هانگر، جی دیوید، ویلن، توماس ال، مبانی مدیریت استراتژیک، ترجمه، اعرابی، سید محمد، ایزدی، داود، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۸۱.

۲۸. دیوید، فرد آر، مدیریت استراتژیک، ترجمه، پارسائیان، علی، اعرابی، سید محمد، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۷۹.

۲۹. علی احمدی، علیرضا، فتح‌الله، مهدی، تاج‌الدین، ایرج، نگرشی جامع بر مدیریت استراتژیک: رویکردها، پارادایم‌ها، مکاتب، فرایندها، مدل‌ها، تکنیک‌ها و ابزار، تهران، تولید دانش، ۱۳۸۲.

۳۰. اعرابی، سید محمد، دست نامه برنامه‌ریزی استراتژیک، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۹۲.

Prioritizing Oil Storage Tanks by ANP Method and Developing Underground Tanks Strategies by the SWOT Technique and QSPM Matrix

H. Pirihor, J. Nakhaie*

Abstract

The oil industry is very important as a determinant of strategic strength of some countries. To boost the power, making safety and security is in this industry. In this regard, various fields including oil fields, tanks, transmission, etc. are required to adhere to the principles of passive defense. This analytical and descriptive study uses library studies and questionnaires, and investigates the oil storage tanks in terms of passive defense along with crisis management. According to the criteria and sub-criteria related to each of them, the most suitable type of tank is selected using network analysis process of the ANP and among the underground tanks, surface and lining excavation and it is studied more accurately using SWOT techniques. For this purpose, internal and external factors affecting the determination of underground oil tanks are determined and ultimately after developing the strategies of these types of tanks, the developed strategies have been prioritized using a QSPM matrix.. Prioritizatin of strategies and oil tanks, as well as the impact of IFE and EFE on underground tanks are of the most important qualitative data that is used in preparing the questionnaire survey. Super Decistions and SPSS software have been used to for data analysis.. According to the calculation results of QSPM matrix, , Emphasis on the principles and fundamentals of passive defense and using passive defense specialists in the design, construction and operation of these tanks have been the first and second prioritites among all the 16 developed strategies in in which being subject to passive defense is very evident.

Key Words: *Oil Tanks, Passive Defense, Matrix QSPM, SWOT Techniques and ANP.*

* Malek Ashtar University of Technology (J.architect92@gmail.com)- Writer-in-Charge