



استفاده از قنات های زیر بستر دریا برای نصب خط لوله انتقال گاز بین حوضه های گازی فراساحل تا خشکی

ساویز نکوفار^۱

^۱معیار صنعت خاورمیانه، تهران nekoufar.s@gmail.com

چکیده

این مقاله به ارائه طرحی نو در روش نصب خط لوله گاز از چاه های گاز حوضه های فراساحل مثل پارس جنوبی به ساحل دریا می پردازد. در این طرح جدید، با حفر قنات هایی در زیر بستر دریا از ساحل تا حوضه گازی فراساحل امکان نصب لوله های گاز در این قنات زیرزمینی فراهم می آید. همچنین به جای ساخت سکوهای بزرگ شناور، ایستگاه های بزرگ چندطبقه زیرزمینی نظیر ایستگاه های مترو ساخته می گردد. همچنین کلیات طراحی قنات زیر بستر دریا به همراه روشی نوآورانه در تسریع ساخت این قنات زیر بستر دریا گفته می شود. این طرح پیشنهادی جدید دارای مزایای خوبی نظیر طراحی و اجرای ساده تر، تجهیزات کمتر و سبک تر و تعمیرات و نگهداری بهتر و دسترسی به لوله ها را دارد و اینکه امکان حفر چاه گاز از ایستگاه زیرزمینی بالاسر چاه میسر است. و در این متد جدید نیازی به ساخت سکوهای شناور سنگین نمی باشد.

واژه های کلیدی

خط لوله انتقال گاز، پروژه های فراساحل، قنات، بستر دریا.

۱. مقدمه

بسم الله الرحمن الرحيم. وجود مخازن غنی گاز در حوضه پارس جنوبی از نعمت های بزرگ پروردگار به کشور عزیز ما است؛ که این مخازن سبب درآمدزایی برای کشور و فعالیت سنگین شرکت های مشاور و پیمانکار گازی و نفتی در کشور می باشد. انتقال گاز از حوضه پارس جنوبی به ساحل دریا قسمتی از این کار بزرگ طراحی و اجرا برای شرکت های فراساحلی نظیر شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران است. غالباً، انتقال گاز از حوضه گازی پارس جنوبی توسط لوله های نصب شده در کف دریا انجام می گیرد. در این پیشنهاد فنی و مهندسی نوآورانه، به بررسی گزینه نصب لوله های گاز در زیر بستر خاکی دریا در درون یک قنات پرداخته شده است، همچنین به جای ساخت سکوهای شناور، یک تأسیسات چند طبقه زیرزمینی در زیر خاک بستر دریا احداث می گردد. این تأسیسات همانند یک ایستگاه چند طبقه زیرزمینی مترو وسیع و بزرگ می باشد.

۲. نصب خط لوله انتقال گاز در قنات زیر بستر دریا

در این طرح پیشنهادی بجای عبور خط لوله گاز از کف دریا از سکوی حفاری پارس جنوبی تا ساحل، پیشنهاد می گردد که از ساحل دریا قناتی تا محل چاه های گاز حفر گردد. همچنین به جای استفاده از سکوی شناور روی دریا در محل چاه گاز یک تأسیسات زیرزمینی همانند ایستگاه مترو احداث گردد و تمام عملیات استخراج گاز و شامل مهندسی، مدیریت و بهره برداری را در این تأسیسات زیرزمینی انجام شود. این روش ساده تر و آسان تر نسبت به ساخت سکوهای بزرگ شناور و لوله گذاری در کف دریا است. احداث قنات های زیر بستر دریا در ابعاد کوچک و مناسب برای لوله گذاری، دارای سرعت احداث خوبی می باشد و کشور ایران از گذشته های دور در زمینه ساخت قنات بسیار توانمند بوده و قنات سازی جزو صنعت های بومی کشور ایران است. کارگاه تأسیسات زیرزمینی استخراج گاز نیز مثل ایستگاه های مترو می تواند



دومین کنفرانس ملی ایده های نوین در فنی و مهندسی

The 2nd National Conference on New Ideas in Technical and Engineering

طول عمر بیشتر لوله ها و تجهیزات
ساخت و نصب و اجرای آسان تر پروژه
تناژ فولاد استفاده شده در طرح قنات خیلی کمتر از
ساخت سکوی شناور می باشد.
عدم احتیاج به فعالیت های بسیار سخت و گران نظیر غوازی
و جوشکاری زیر آب
حفر چاه گاز با متد آسان تر
ساخت ایستگاه های سر چاهی متعدد فقط با یک تونل
ارتباطی با ساحل
امکان حفر چاه عمیق از داخل ایستگاه
ارتباط بین ایستگاه های مختلف با همدیگر برای تمامی
چاه های موجود در حوضه پارس جنوبی
عبور لوله های گاز تمامی چاه ها و تمامی تأسیسات مورد نیاز
نظیر کابل برق از یک تونل اصلی
توسعه و ساخت ایستگاه فازهای بعدی از طریق ایستگاه اول

۴. مهندسی و اجرای طرح قنات زیر بستر دریا

ساخت قنات زیر بستر دریا همانند ساخت سایر تونل ها در
پروژه های عمرانی انجام می گردد که البته ابعاد قنات زیر
بستر دریا برای هر فاز پروژه پارس جنوبی شاید در حدود
عرض دو متر نیز کافی باشد؛ که این ابعاد کوچک ساخت
قنات را در مقایسه با سایر پروژه های تونل سازی سریع و
ارزانتر می کند.

برای اجرای پروژه ساخت ایستگاه زیرزمینی و همچنین
جابجایی مهندسان از سطح آزاد دریا به ایستگاه، یک سکوی
سبک شناور مثلاً ۵×۵ متر مربع نیز دقیقاً در بالای ایستگاه
مورد نیاز است. برای حمل و جابجایی مهندسان و کارگران به
ایستگاه زیرزمینی، می توان از آسانسور غیر قابل نفوذ در برابر
آب استفاده کرد و مهندسان را از سطح آزاد آب به تأسیسات
جابجا کرد که طراحی مفهومی آن نیز توسط اینجانب
انجام شده است. در بالای ایستگاه سر چاهی یک محفظه دو
درب با یک پمپ آب وجود دارد که آسانسور بتواند وارد آن
گردد. برای تهویه مطبوع یک سیستم هواساز و چیلر در
تأسیسات زیرزمینی سر چاهی نصب می شود و توسط یک
کانال با قطر بالا و یک فن مکنده هوای ورودی از سطح دریا
به سیستم هواساز ارسال می شود و یک کانال تهویه قطر بالا
و فن مکنده نیز برای تخلیه هوا از ایستگاه زیرزمینی سر
چاهی نیز مورد نیاز هست.

وسیع و شیک باشد که کارگران احساس امنیت و رفاه داشته
باشد. و البته پیمانکاران ایرانی توانایی خوبی در زمینه ساخت
ایستگاه های بزرگ زیرزمینی نظیر ایستگاه مترو دارند.

۳. مزایای استفاده از قنات زیر بستر دریا

ساخت و استفاده از تونل زیر بستر دریا دارای مزایای ذیل
است:

لوله های انتقال گاز که دارای طول زیادی هم می باشند و در
پروژه های فعلی در زیر آب دریا نصب می گردند، در طرح
پیشنهادی جدید در داخل قنات نصب می گردند. علاوه بر
نصب آسان تر لوله ها در قنات، تعمیر و نگهداری این خط لوله
طولانی نیز آسان تر و ساده تر آسان تر انجام می گردد و
همچنین امکان دسترسی کارگران به لوله ها وجود دارد.

مزیت بزرگ دیگر ساخت قنات لوله گذاری، حذف سکوی
شناور از چاه های گاز فراساحلی هست که البته تجهیزات بسیار
بزرگ و سنگینی هست. در مجموع ساخت قنات زیر بستر
خاکی دریا علاوه تأسیسات چندطبقه زیرزمینی آسان تر و
ارزانتر از ساخت و نصب سکوی های غول پیکر شناور هست.

با ساخت قنات و ایستگاه بزرگ چندطبقه زیرزمینی در
محل چاه گاز، تمام عملیات بهره برداری و کنترل و مهندسی
استخراج گاز از چاه گاز از داخل این تأسیسات زیرزمینی
انجام خواهد شد. این ایستگاه بهره برداری می تواند همانند
ایستگاه های مترو شیک و مدرن طراحی و ساخته گردد و
رفاه مناسبی هم برای کارمندان و بهره برداران ایجاد کند.
تجهیزات نصب شده بهره برداری نیز در ایستگاه زیرزمینی
نسبت به سکوی شناور تناژ خیلی کمتری دارد؛ زیرا در
سکوی شناور استخراج گاز، قسمت زیادی از وزن سکو، صرفاً
برای ساخت سازه و بدنه سکو می باشد و تجهیزات مرتبط با
استخراج گاز نیست. لذا در تأسیسات زیرزمینی، وزن
تجهیزات مورد نیاز کمتر از گزینه سکوی شناور هست. مزیت
مهم دیگر هم این است که حفاری چاه از ایستگاه زیرزمینی
و از روی خاک زمین در بالا سر چاه گاز آسان تر هست و در
مقایسه با حفاری از بالای دریا نیاز به فن آوری پیچیده ای
ندارد.

سایر مزایای ساخت و بهره برداری تونل زیرزمینی بستر دریا و
ایستگاه بهره برداری زیرزمینی به شرح ذیل می باشد:

- تعمیرات و نگهداری آسان تر
- دسترسی فیزیکی به تجهیزات سر چاه و لوله ها انتقال گاز
به خشکی



دومین کنفرانس ملی ایده های نوین در فنی و مهندسی

The 2nd National Conference on New Ideas in Technical and Engineering

خوب قنات‌هایی که در زیر بستر دریا برای جاگذاری لوله‌های طولانی و مهم انتقال گاز از حوضه‌های گازی فراساحلی کشور طراحی و احداث خواهد شد.

نکته مثبت در ساخت قنات‌های زیر بستر دریا این است که، برای چاه‌های گاز واقع در یک حوضه گازی که در فواصل نزدیک به هم واقع شده‌اند، احداث فقط یک تونل زیر بستر برای جای گذاری تمامی خط لوله‌های انتقال گاز از حوضه به ساحل کافی و کامل هست. در این متد، فقط توسط یک تونل با عرض مثلاً ۴ متر به تعداد موردنیاز لوله‌های انتقال گاز در این تونل روی سازه نگهدار لوله (*Pipe Rack*) جاسازی می‌گردد که این مزیت بسیار بزرگی است و در سرعت اجرای پروژه و کاهش قیمت تمام‌شده خط لوله بسیار مؤثر هست.

۶. پیشنهادات نوآورانه برای تسریع ساخت قنات

در ذیل پیشنهاد نوآورانه‌ای برای تسریع ساخت قنات در زیر دریا ارائه می‌گردد، که اینجانب برای اولین بار مطرح نموده‌ام. برای تخلیه خاک حفاری شده در هنگام ساخت قنات در زیر بستر دریا می‌توان از روش زیر استفاده نمود که این هم روشی بسیار بدیع و با راندمان عالی است:

خاک‌های حفاری شده در درون مخزن اختلاط با آب دریا مخلوط می‌شود و گِل آب تشکیل می‌گردد و سپس با استفاده از پمپ اسلاری این مخلوط به دریا تخلیه می‌گردد. به این روش می‌توان تمام خاک حفاری را بسیار سریع به درون دریا تخلیه کرد و سرعت ساخت تونل بسیار بالا می‌رود. البته به علت ارتفاع آب در کف دریا روی لوله خروجی گِل از پمپ، می‌باید این پمپ دارای فشار زیادی باشد. پس با استفاده از سه تجهیز ساده یک پمپ اسلاری و یک مخزن کوچک اختلاط خاک با آب دریا و لوله خروجی از مخزن اختلاط به دریا دیگر نیازی به انتقال خاک‌های حفاری شده به دهانه ورودی قنات در ساحل نیست؛ که البته این فاصله هم در انتهای کار به چند ده کیلومتر می‌رسد. با تخلیه مستقیم خاک‌های حفاری شده به درون دریا و حذف مسیر چند ده کیلومتری انتقال خاک به دهانه ورودی قنات، سرعت ساخت قنات افزایش چشمگیری می‌یابد که برتری این طرح جدید را نسبت به روش ساخت سکو بیشتر می‌کند.

همچنین، با ساخت اتاقک‌های کف‌نشین که بصورت اتاقک کاملاً نفوذناپذیر در برابر آب هست و از ورق‌های فولادی ساخته و جوشکاری می‌گردد و از سطح آب دریا به کف دریا

الته این روش جدید و بدیع هست و تاکنون پروژه‌های لوله‌گذاری به این صورت، اجرا نگردیده است. ولی تجربیات مشابهی در ساخت تونل‌های زیر بستر دریا نظیر پروژه تونل مانش بین فرانسه و انگلیس به خوبی و موفقیت ولی در ابعاد بسیار بزرگ‌تر قبلاً ساخته و به بهره‌برداری رسیده است. البته ابعاد موردنیاز در قنات‌های لوله‌گذاری بسیار کم هست و مثلاً برای هر خط لوله انتقال گاز یک قنات با عرض دو متر کافی هست؛ که این ابعاد کوچک سرعت اجرای پروژه را بسیار زیاد و هزینه تمام‌شده پروژه را موجه و قابل قبول می‌کند.

مسلماً پس از انجام مطالعات کافی در نحوه اجرای این طرح جدید و صرف زمان کافی و با انجام طراحی پایه و تهیه نقشه‌های کلیات برای این روش جدید، باوجود تجربیات شرکت‌های مهندسی و مشاور در زمینه پروژه‌های فراساحلی، طراحی تفصیلی این طرح جدید به کمال و تمام انجام خواهد شد. و در پروژه‌های مشابه بعدی توانایی طراحی و مهندسی این متد بهره‌برداری از میداین گازی و لوله‌گذاری به شکوفایی نهایی و کامل خواهد رسید.

مسلماً باوجود تجربیات ارزشمند شرکت‌های حفاری تونل و مترو در کشور ساخت این پروژه قنات زیر بستر دریا پروژه‌ای قابل اجرا و با توجیه فنی و مهندسی هست؛ که ساخت تونل عریض برای قطارهای زیرزمینی شهری در محیط‌های شلوغ شهر دارای سختی‌های بیشتر و مشکلات فراوان تری نسبت به تونل زیر بستر دریا هست؛ که البته عرض قنات زیردریا به اندازه یک چهارم تونل‌های قطار شهری هست.

۵. احداث قنات ها

کشور ایران از گذشته‌های دور مهد قنات سازی و قنات داری محسوب می‌گردیده است. سامانه‌ای که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، آب را با استفاده از نیروی ثقل در اختیار ساکنین آن قرار داده و حیات و زندگی را در این مناطق پایدار گردانده است. بنا به تحقیقاتی که توسط دانشگاه تهران انجام شده است و در کتاب جغرافیای کشاورزی ایران به چاپ رسیده است، طول قنات‌های ایران چهارصد هزار کیلومتر یعنی ده برابر دور کره زمین هست! (جواد صفی نژاد، ۱۳۹۴). با دانستن این مطلب که واقعاً طول قنات‌های دست کند در ایران چنین طول حیرت‌انگیزی هست و اینکه این طول بسیار زیاد با نیروی دست و با امکانات ابتدایی آن روزگاران کنده شده است، شرکت‌های مهندسی و پیمانکاران در زمینه فراساحل را بسیار مطمئن و راسخ می‌کند از اجرای مناسب و



دومین کنفرانس ملی ایده های نوین در فنی و مهندسی

The 2nd National Conference on New Ideas in Technical and Engineering

دانشگاهی دانشگاه امیر کبیر.

[۸] گنریش آلتشولر، ۱۳۸۹. چهل اصل شاه کلیدهای Triz برای نوآوری، موسسه مطالعات نوآوری و فن آوری ایران.

پایین فرستاده می شود، می توان کارگاههایی در میان مسیر قنات نیز احداث کرد که کار ساخت قنات از چندین کارگاه بصورت همزمان انجام گردد و سرعت حفاری قنات افزایش یابد. که البته روش اجرای این قسمت نیز توسط طراح و نویسنده انجام شده و در مدارک فنی قابل ارائه هست.

۷. نتیجه گیری

طرح پیشنهادی ساخت قنات در زیر بستر دریا برای جاگذاری لوله های انتقال گاز به همراه ساخت ایستگاه زیرزمینی سر چاهی به جای سکوی شناور، طرحی است که دارای توجیه فنی و اقتصادی خوبی برای اجرا هست. با توجه به توان بالای شرکت های طراحی و مهندسی ایرانی در زمینه اجرای پروژه های فراساحل، طرح قنات زیر بستر دریا با سرعت به توسعه و تکمیل نهایی خود می رسد. به جرئت می توان گفت که این روش انتقال گاز دارای آینده بسیار موفقی است و دارای مزایای خوبی در مقایسه با ساخت و نصب سکوی شناور هست. به یاری پروردگار متعال و به همت مهندسين و کارشناسان ایرانی، کشور ما جزو اولین دارندگان دانش فنی این نوع پروژه ها و از اجراکنندگان این فناوری انتقال گاز از حوضه های فراساحل خواهد گردید.

من الله توفیق و هو مستعان

منابع

- [۱] محمدرضا حائری، ۱۳۹۵. قنات در ایران، انتشارات دفتر پژوهش های فرهنگی
- [۲] جواد صفی نژاد، ۱۳۹۴. ویژه نامه آب و قنات، فصلنامه فرهنگ مردم، شماره ۵۱ و ۵۲.
- [۳] ساویز نکوفر، ۱۳۹۷. احداث قنات های سرتاسری آب دریا در کشور برای تامین آب مورد نیاز صنایع سنگین و نیروگاه ها، کنفرانس ملی قنات میراث ماندگار، اردکان، استان یزد
- [۴] حسن مدنی، ۱۳۶۶. تونل سازی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- [۵] نیک بارتون، ۱۳۸۲. تونل سازی در سنگ های درزه دار و گسله با بکارگیری T.B.M، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- [۶] ویلیامز اوتیس، ۱۳۸۸. مهندسی و طراحی تونل و شفت در سنگ، قرارگاه سازندگی خام الانبیاء قرب نوح.
- [۷] مایکل برنارد، ۱۳۸۶. تونل سازی سپری، جهاد