سیاست‌های قانونی برای انتقال فناوری در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز

مصطفی ابراهیمی مقدم[1*]، عباس کاظمی نجف‌آبادی[2]

۱. رئیس امور پژوهش و فناوری، شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران، تهران، ایران

۲. دانشیار، گروه حقوق خصوصی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبات: m.ebrahimi@nigceng.ir

مقاله‌ی مروری

صفحه ۱۰۸ - ۱۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۲

چکیده

توسعه زیرساخت‌های ذخیره‌سازی گاز طبیعی یکی از الزامات بنیادین امنیت انرژی در ایران و سایر کشورهای وابسته به واردات یا دارای نوسانات مصرف فصلی است. با توجه به پیچیدگی فنی، سرمایه‌گذاری بالا و ماهیت بین‌المللی فناوری‌های ذخیره‌سازی، سیاست‌گذاری مؤثر در زمینه انتقال فناوری، به‌ویژه از منظر حقوقی و نهادی، اهمیتی دوچندان می‌یابد. این مقاله با رویکردی توصیفی-تحلیلی، به بررسی سیاست‌های حقوقی ایران در زمینه انتقال فناوری در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز پرداخته و آن را با تجارب کشورهای منتخب از جمله برزیل، مالزی، هند، عربستان سعودی و ترکیه مقایسه می‌کند. علاوه بر مرور ادبیات نظری در خصوص مدل‌های انتقال فناوری، از جمله مدل نلسون، مقاله به بررسی قراردادها، بازیگران اصلی و شیوه‌های بومی‌سازی فناوری در مطالعات موردی پروژه‌های سراجه قم، شوریجه و گنبدهای نمکی نصرآباد می‌پردازد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که فقدان الزامات حقوقی مشخص، نبود نهاد ناظر تخصصی و عدم بهره‌گیری از ظرفیت دانشگاهی، از جمله چالش‌های اصلی ایران در زمینه انتقال فناوری ذخیره‌سازی گاز است. نتایج مقاله تأکید می‌کند که بدون بازنگری در سازوکارهای قراردادی و حقوقی و ایجاد نهاد تنظیم‌گر مستقل، بومی‌سازی واقعی فناوری در پروژه‌های گازی آینده، به‌ویژه در حوزه ساختارهای نمکی و بازیافت آب، تحقق نخواهد یافت. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری دقیق، شرط الزام‌آور انتقال فناوری و پیوند صنعت با دانشگاه، سه ضلع اصلی در تحقق این هدف هستند.

کلید واژه‌ها: انتقال فناوری، ذخیره‌سازی گاز طبیعی، سیاست‌گذاری حقوقی، مطالعات موردی ایران، بومی‌سازی فناوری

۱. مقدمه

ذخیره‌سازی گاز طبیعی به‌عنوان ابزاری راهبردی در مدیریت عرضه و تقاضای انرژی، تضمین امنیت انرژی ملی و افزایش بهره‌وری شبکه انتقال و توزیع، در دهه‌های اخیر اهمیت روزافزونی یافته است. رشد نوسانات فصلی مصرف گاز، توسعه صنایع گازپایه و نقش‌آفرینی گاز طبیعی در گذار به انرژی‌های پاک، کشورهای دارای منابع گاز را بر آن داشته تا راهبردهای نوینی برای ذخیره‌سازی بلندمدت و پیک‌برداری طراحی کنند. در این میان، پروژه‌های ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز به‌ویژه در مخازن تخلیه‌شده، ساختارهای نمکی و آکویفرها، به‌عنوان گزینه‌های فنی و اقتصادی قابل اتکا مطرح شده‌اند[۱].

در کنـار چالش‌هـای فـنی مرتبـط بـا انتخـاب سـاختار زمین‌شناسی، طراحی مهندسی و مدیریت ایمنی مخازن یکی از ابعـاد حیـاتی در اجرای موفـق این پروژه‌ها، انتقـال فناوری و دسـترسی به دانـش فنی روز دنیـا اسـت. فناوری‌های مورد اسـتفاده در حفـاری، شست‌وشـوی حفره‌های نمـکی، کنترل فشـار و بازیابی آب شـور، عمدتاً در اختیار شرکت‌های محدود بین‌المللی هسـتند و کشـورهای در حال توسـعه مانند ایران، بـرای بومی‌سـازی ایـن فناوری‌ها، ناگزیـر به تعامـل حقوقی، قراردادی و فناورانه با شرکای خارجی‌اند [۲].

در ایـران، با وجـود بهره‌مندی از منابـع عظیم گاز طبیعی، زیرسـاخت‌های ذخیره‌سـازی گاز بسیـار محـدود و در مراحل ابتـدایی توسـعه قـرار دارنـد. پروژه‌هـایی نظیـر سـراجه قم و شـوریجه (خانگیران)، گام‌های نخسـتین در جهت تحقق این هـدف بوده‌انـد، امـا تجربه‌هـای حاصـل از این پروژه‌ها نشـان می‌دهد که انتقال فناوری در این فرایند، سـاختارمند و پایدار نبوده اسـت. فقدان یک سیاسـت حقوقی منسـجم، نبود الزام در قراردادهـا برای آموزش و بومی‌سـازی فنـاوری و ضعف در مالکیت فکری، موجب شـده که وابسـتگی به شرکای خارجی ادامه‌دار باشد[۳].

از سـوی دیگر، در کشـورهای منطقه مانند ترکیه و امارات متحـده عـربی، چارچوب‌های مشـخصی برای انتقـال فناوری در پروژه‌های انرژی تعریف شـده اسـت. این کشورها با تدوین قوانیـن مالکیـت فکـری، مشـوق‌های سـرمایه‌گذاری فناورانه و مشـارکت هدفمنـد بـا شـرکت‌های بین‌المللی، توانسـته‌اند هم‌زمـان با اجـرای پروژه‌ها، ظرفیت‌هـای فناورانه داخلی خود را ارتقاء دهند[۴].

افـزون بـر ایـن، ورود بـه فناوری‌هـای جدیـد ماننـد بازیافـت آب حاصـل از آب‌شـویی غارهـای نمـکی، یـکی از الزامـات محیط‌زیسـتی پروژه‌هـای ذخیره‌سـازی گاز اسـت کـه نیازمنـد نوآوری، همـکاری علمی و دسـترسی بـه دانش پیشـرفته اسـت. در پروژه‌هـای اخیـر ایـران نظیـر نصرآبـاد کاشـان، ایـن مسـئله اهمیـت دوچنـدان یافتـه و نبـود راهکارهـای فناورانـه بـومی، خـود را در قالـب بحـران دفـع پسـماندهای شـور نشـان داده اسـت.

بـا توجـه به اهمیت حیـاتی انتقـال فنـاوری در موفقیت و پایـداری پروژه‌هـای ذخیره‌سـازی گاز، پژوهش حاضـر بر آن اسـت تا با بررسی چارچوب‌های حقـوقی و فناورانه موجود در ایـران، تحلیل تطبیقی بـا تجارب منطقـه‌ای و مطالعه موردی پروژه‌های کلیدی کشور، راهکارهایی برای تقویت سیاست‌های انتقال فناوری در این حوزه ارائه کند.

در این پژوهش، ابتدا سیاسـت‌ها و چارچوب‌های حقوقی و فناورانه موجود در ایران در زمینه انتقال فناوری در پروژه‌های ذخیره‌سـازی گاز تحلیل می‌شود، سـپس با استفاده از تجارب کشـورهای منطقه، مقایسـه تطبیقی انجام می‌گیرد. در ادامه، چهار پروژه مهم شامل سـراجه قم، شوریجه، گنبدهای نمکی نصرآباد کاشـان و فناوری بازیافت آب در سـاختارهای نمکی، به‌عنـوان مطالعه مـوردی مورد بـررسی دقیق قـرار می‌گیرند. تمرکـز بر نـوع قراردادها، نقـش بازیگران داخـلی و خارجی و مسیر انتقال دانش فنی در هر مورد، زمینه‌ساز ارائه پیشنهادات سیاستی مشخص در پایان مقاله خواهد بود.

۲. مرور ادبیات

انتقال فناوری در پروژه‌های زیرسـاختی انرژی، به‌ویژه در بخش گاز طبیـعی، همواره یکی از مباحث محوری در ادبیات توسـعه صنعـتی و سیاسـت‌گذاری علم و فناوری بوده اسـت. ادبیـات این حوزه به‌طور عمده حول سـه محور شـکل گرفته است: (۱) مفاهیم و مدل‌های انتقال فناوری، (۲) عوامل مؤثر بر موفقیت یا شکسـت این فرایند و (۳) تجربه‌های کشورهای مختلف در بهره‌گیـری از قراردادهای بین‌المللـی برای انتقال دانش فنی.

۲-۱. مفاهیم و تعاریف انتقال فناوری

انتقـال فنـاوری[1] مفهـومی چندبعـدی اسـت کـه از دهـه ۱۹۶۰ بـه یـکی از محورهـای اصـلی توسـعه صنعـتی و نوسـازی فناورانـه کشـورهای در حـال توسـعه تبدیـل شـد. ایـن فراینـد نه‌تنهـا شـامل انتقـال فیزیـکی تجهیـزات و دانـش فـنی[2]، بلکـه شـامل یادگیری سـازمانی، بومی‌سـازی، توانمندسـازی نیـروی انسـانی و ایجـاد ظرفیـت تحقیـق و توسـعه نیز می‌شـود[۵]. در ادبیات کلاسیـک، انتقال فناوری بـه دو شـکل عمـده تقسیـم می‌شـود:

- انتقـال عمـودی: از مرحلـه تحقیق به کاربـرد صنعتی (درون یک کشور یا سازمان)
- انتقال افقی: بین کشورها، سازمان‌ها یا شرکت

1. Technology Transfer
2. know-how

از منظر سازمان جهانی مالکیت فکری[1]، انتقال فناوری در پروژه‌های انرژی، تنها زمانی پایدار محسوب می‌شود که همراه با ساز و کارهای جذب دانش، نهادسازی بومی و تکرارپذیری فنی باشد[۴]. در پروژه‌های زیرساختی مانند ذخیره‌سازی گاز، معمولاً با «انتقال فناورانه پکیج‌های مهندسی، طراحی حفاری، سامانه‌های کنترل فشار، بازیافت آب شور و تحلیل زمین‌شناسی» روبه‌رو هستیم.

۲-۲.عوامل مؤثر بر موفقیت انتقال فناوری در پروژه‌های انرژی

ادبیات پژوهشی عوامل متعددی را برای موفقیت یا شکست فرایند انتقال فناوری شناسایی کرده است. برخی از عوامل کلیدی عبارتند از:

چارچوب حقوقی و قراردادی: مطالعات متعددی مانند گزارش بانک جهانی (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که فقدان الزامات قراردادی روشن، مهم‌ترین عامل ناکامی در انتقال فناوری در کشورهای نفت‌خیز است [۶].

ظرفیت جذب[2]: شرکت‌های بومی باید از سطح معینی از دانش پایه و زیرساخت انسانی برای پذیرش و بومی‌سازی فناوری برخوردار باشند [۷].

هم‌افزایی نهادی: همکاری میان شرکت‌های گازی، مراکز پژوهشی و نهادهای دولتی، کلید ایجاد مسیر یادگیری فناورانه است.

مدیریت دانش و مالکیت فکری: نبود سیاست‌های شفاف در زمینه مالکیت فناوری‌های توسعه‌یافته در پروژه‌ها، اغلب موجب خروج دانش از کشور میزبان می‌شود.

در پژوهش Lall [۸]، این نتیجه مطرح می‌شود که در کشورهای در حال توسعه، پروژه‌هایی که دارای مدل‌های قراردادی مشترک با الزام به انتقال مهارت، آموزش نیروی انسانی و همکاری تحقیقاتی بوده‌اند، عملکرد بلندمدت بهتری داشته‌اند.

۲-۳. تجربه کشورهای منتخب در انتقال فناوری در پروژه‌های گاز

یکی از کلیدی‌ترین عوامل موفقیت در توسعه زیرساخت‌های ذخیره‌سازی گاز طبیعی، نحوه تنظیم قراردادها و چارچوب‌های حقوقی انتقال فناوری است. در کشورهای مختلف، سازوکارهای گوناگونی برای جذب دانش فنی و بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته بکار رفته است که می‌تواند الگویی کاربردی برای ایران ارائه دهد.

برزیل به‌عنوان یکی از کشورهای موفق در حوزه انرژی، با تکیه بر شرکت ملی نفت خود (پتروبراس)[3]، برنامه‌ای چندمرحله‌ای را برای توسعه ذخیره‌سازی زیرزمینی اجرا کرده است. در قالب قراردادهای شراکت استراتژیک[4]، انتقال فناوری به‌عنوان بند الزام‌آور درج شد. برزیل همچنین با ایجاد نهادهای دانشگاهی مشترک و مراکز آموزش تخصصی، فرآیند جذب فناوری را از سطح تجهیز به سطح توانمندسازی نیروی انسانی ارتقا داده است [۹].

در هند، شرکت نفت ایالتی گجرات(GSPC)[5] پروژه‌های ذخیره‌سازی در ایالت گجرات را با همکاری شرکت‌های آلمانی و کانادایی اجرا کرد. دولت هند در این پروژه‌ها از مدل‌های قرارداد ساخت، بهره‌برداری و واگذاری (BOT)[6] بهره گرفت و شرط آموزش و انتقال فناوری را در چارچوب الزامات قراردادی گنجاند. هند همچنین به‌طور موازی با دانشگاه‌های فنی (مانند مؤسسات فناوری هند)[7] همکاری نمود تا ظرفیت علمی بومی در حوزه طراحی و مدل‌سازی مخازن ایجاد شود.

مالزی از طریق شرکت دولتی پتروناس، همکاری‌های گسترده‌ای با شرکت‌های آلمانی و کره‌ای در توسعه ساختارهای نمکی برای ذخیره‌سازی گاز انجام داد. در این کشور، انتقال فناوری به‌عنوان بخشی از برنامه «ظرفیت سازی»[8] تعریف شد که شامل آموزش تخصصی مهندسان، تدوین راهنماهای بومی‌سازی و انتقال کدهای نرم‌افزاری مربوط به شبیه‌سازی بود [۱۰].

1. WIPO (World Intellectual Property Organization)
2. Absorptive Capacity
3. Petrobras
4. Strategic Partnership Contracts
5. Gujarat State Petroleum Corporation
6. Build-Own-Transfer
7. Indian Institutes of Technology (IITs)
8. Capacity Building

در منطقه خاورمیانه، عربستان سعودی با شرکت آرامکو پیشرو در توسعه فناوری‌های ذخیره‌سازی مخازن تخلیه‌شده است. آنچه همکاری آرامکو با شرکت خدمات آرامکو[1] را متمایز می‌سازد، برخورداری از توان داخلی در جذب فناوری وارداتی است. این کشور توانست با ترکیب سرمایه‌گذاری خارجی، قراردادهای انتقال دانش و شبکه تحقیق و توسعه داخلی، فناوری را کاملاً بومی کند. تجربه انتقال فناوری در پروژه‌های گاز طبیعی مایع شده (LNG)[2] و ذخیره‌سازی نشان می‌دهد که همراه‌سازی سیاست‌گذاری انرژی با نهادهای نوآوری[3] در موفقیت این کشورها بسیار مؤثر بوده است. در مقابل، کشورهایی مانند نیجریه و قزاقستان، به‌دلیل فقدان برنامه‌ریزی نهادی و وابستگی صرف به سرمایه‌گذار خارجی، علیرغم مشارکت در پروژه‌های میلیارد دلاری، موفق به ارتقای فناوری بومی نشدند [۱۱].

ترکیه نیز با استفاده از منابع سرمایه‌گذاری چینی و آلمانی، پروژه ذخیره‌سازی تُوزگولو[4] در گنبدهای نمکی را به بهره‌برداری رساند. این پروژه دارای الزامات صریح برای انتقال فناوری در قراردادهای بین دولتی و نیز آموزش نیروهای بومی بوده است. ترکیه با تقویت نهاد تنظیم‌گری بازار انرژی (EMRA)[5] توانست از منظر حقوقی ضمانت‌های لازم برای دستیابی به دانش فنی را فراهم کند. این مقایسه تطبیقی در (جدول ۱) به‌صورت خلاصه ارائه شده است.

جدول ۱: مقایسه تطبیقی تجربه کشورها در انتقال فناوری ذخیره‌سازی گاز

کشور	نوع قرارداد اصلی	نهاد کلیدی	راهکار انتقال فناوری	سطح موفقیت بومی‌سازی
برزیل	مشارکت استراتژیک	شرکت نفت برزیل (پتروبراس)	بند الزام‌آور + دانشگاه‌ها	بالا
هند	قرارداد BOT + انتقال دانش	شرکت نفت ایالتی گجرات + مؤسسات فناوری هند	آموزش اجباری + مشارکت آکادمیک	متوسط به بالا
مالزی	قرارداد EPC + ظرفیت‌سازی	شرکت پتروناس	انتقال کدهای نرم‌افزار + آموزش	بالا
عربستان سعودی	قرارداد EPC	آرامکو + شرکت خدمات آرامکو	توسعه تحقیقات و توسعه داخلی+آموزش	بسیار بالا
ترکیه	فاینانس دولتی + قراردادEPC	نهاد تنظیم‌گری بازار انرژی ترکیه + شرکت بوتاش	آموزش داخلی + الزام قراردادی	متوسط

تحلیل انتقادی: چه چیزی برای ایران مهم است؟

آنچه از تجربه این کشورها می‌آموزیم این است که فقط امضای قرارداد با شرکت خارجی کافی نیست؛ آنچه تعیین‌کننده موفقیت در انتقال فناوری است، نحوه طراحی قرارداد، الزامات حقوقی مشخص و ساختار نهادی جذب دانش است. مثلاً، برزیل و مالزی توانستند با فعال کردن نهادهای علمی و استفاده از مشارکت‌های هدفمند، انتقال فناوری را از «انتقال تجهیز» به «انتقال دانش» تبدیل کنند.

در مقابل، ایران در پروژه‌هایی نظیر سراجه یا شوریجه، هرچند از فناوری‌های خارجی بهره گرفته، اما به‌دلیل نبود بندهای صریح در قراردادها یا نهاد ناظر کارآمد، عملاً در مرحله «استفاده صرف» باقی‌مانده است. الگوهای عربستان و ترکیه نشان می‌دهند که حتی در منطقه خاورمیانه نیز، سیاست‌گذاری هوشمند می‌تواند به استقلال فناوری منجر شود.

برای موفقیت آینده در پروژه‌هایی نظیر گنبد نمکی نصرآباد، ایران می‌تواند با طراحی قراردادهایی مشابه برزیل (با الزام صریح به آموزش و انتقال دانش) و تقویت ظرفیت دانشگاهی و نهادی، روند بومی‌سازی را آغاز کند.

در مجموع، ادبیات موجود نشان می‌دهد که انتقال فناوری در پروژه‌های گازی، موضوعی صرفاً مهندسی نیست، بلکه ترکیبی از سیاست‌گذاری صنعتی، قراردادهای حقوقی هوشمند، ظرفیت‌سازی انسانی و هم‌افزایی نهادی است. کشورهای موفق، آن‌هایی هستند که در قراردادها، شرط انتقال فناوری را به‌صورت الزام‌آور، قابل ارزیابی و مبتنی بر نتایج تعریف کرده‌اند و ساختارهای جذب دانش را نیز تقویت کرده‌اند.

1. Aramco Services Company
2. Liquified Natural Gas
3. Innovation Hubs
4. Tuz Gölü
5. Energy Market Regulatory Authority

۳. چارچوب مفهومی انتقال فناوری در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز

فرایند انتقال فناوری در پروژه‌های پیچیده‌ای مانند ذخیره‌سازی گاز، صرفاً بی‌معنای واردات تجهیزات یا دریافت دانش فنی اولیه نیست، بلکه یک مسیر چندلایه از یادگیری، تطبیق، بومی‌سازی و نوآوری تدریجی را در برمی‌گیرد. برای تحلیل دقیق عملکرد ایران در این حوزه، نیاز به چارچوبی داریم که از منظرهای مختلف ـ سازمانی، دانشی و نهادی ـ به انتقال فناوری بنگرد.

بر اساس مطالعات نظری و تجربی، سه رویکرد کلیدی برای فهم پویایی‌های انتقال فناوری در پروژه‌های زیرساختی شناسایی شده‌اند:

۱. نظریه یادگیری سازمانی

۲. ظرفیت جذب فناوری

۳. چارچوب نهادی توسعه‌یافته

این سه رویکرد در قالب مدل‌های نلسون و وینتر، کوهن و لوینتال و تحلیل‌های لال، ابزار تحلیلی مناسبی برای تفسیر تجربه ایران در سراجه، شوریجه و نصرآباد فراهم می‌کنند.

۳-۱. مدل نلسون و وینتر: انتقال فناوری به‌عنوان فرایند یادگیری

در نظریه نلسون و وینتر (۱۹۸۲)، سازمان‌ها همانند موجوداتی یادگیرنده عمل می‌کنند. به عقیده آن‌ها، فناوری مجموعه‌ای از رویه‌ها و تجربیات است که از طریق تکرار، تعامل و آزمون و خطا در سازمان نهادینه می‌شود[۱۲]؛ بنابراین، انتقال فناوری موفق، نیازمند:

- تداوم ارتباط میان انتقال‌دهنده و گیرنده
- یادگیری ضمنی و عملی[1]
- ایجاد زیرساخت‌های درونی برای جذب دانش

کاربرد در پروژه سراجه قم: در این پروژه، اگرچه اسناد فنی و طراحی‌ها از سوی شرکت خارجی تحویل داده شد، اما به‌دلیل قطع ارتباط عملیاتی پس از فاز اول و نبود برنامه آموزشی بلندمدت، انتقال فناوری به سطح عملیاتی نرسید. از منظر نلسون و وینتر، این یعنی فناوری منتقل نشد، بلکه صرفاً مستندسازی شد.

۳-۲. الگوی ظرفیت جذب کوهن و لوینتال

کوهن و لوینتال[2] (۱۹۹۰) بیان می‌کنند که برای بهره‌برداری از فناوری‌های خارجی، سازمان‌ها باید پیش‌تر دانش لازم برای شناسایی و فهم آن‌ها را در اختیار داشته باشند[۷]. این ظرفیت جذب شامل سه مرحله است:

۱. شناسایی دانش مفید

۲. جذب و تطبیق با نیازهای بومی

۳. کاربرد نوآورانه و توسعه مستقل

کاربرد در شوریجه: این پروژه با حمایت فنی شرکت‌های خارجی طراحی شد، اما عدم آمادگی فنی شرکت‌های داخلی در حوزه تحلیل سازند، ژئوفیزیک پیشرفته و طراحی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، سبب شد ظرفیت جذب به مرحله سوم نرسد و وابستگی فنی ادامه یابد.

۳-۳. مدل چارچوب نهادی لال: سیاست‌گذاری برای انتقال پایدار فناوری

سانجایا لال[3] (۲۰۰۰) بر این باور است که انتقال پایدار فناوری تنها در شرایطی موفق خواهد بود که دولت‌ها نقش فعال در طراحی قراردادهای الزام‌آور برای انتقال فناوری، حمایت از نهادهای علمی و تحقیقاتی، ارتقای سطح آموزش‌های تخصصی، تقویت حقوق مالکیت فکری و نوآوری ایفا کنند[۸]. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که مدل‌های مشارکتی (سرمایه گذاری مشترک)[4] در بستر سیاست‌گذاری دقیق، بستر مناسبی برای یادگیری فناورانه ایجاد می‌کنند.

علاوه بر تحلیل لال[۳] که بر نقش دولت‌ها در تنظیم قراردادهای الزام‌آور و حمایت از نهادهای علمی تأکید دارد، مطالعات بل و پاویت نشان می‌دهد که انباشت فناوری[5] در کشورهای در حال توسعه مستلزم پیوستگی سیاست‌های صنعتی و ایجاد محیط‌های حمایتی برای یادگیری تدریجی است[۱۳]. این رویکرد بر اهمیت ایجاد زیرساخت‌های داخلی برای کسب دانش و توسعه نوآوری‌های بومی تأکید دارد، چرا که بدون این زیرساخت‌ها، فناوری وارداتی نمی‌تواند به ارزش‌افزوده پایدار تبدیل شود.

1. Tacit learning
2. Cohen and Levinthal
3. Sanjaya Lall
4. Joint Ventures
5. Technological Accumulation

همچنین، گزارش فناوری و نوآوری آنکتاد[1] (۲۰۲۱) با بررسی تجربیات کشورهای پیشرو در انتقال فناوری در پروژه‌های انرژی، تأکید می‌کند که نهادینه‌سازی فرایند یادگیری و هم‌راستاسازی سیاست‌های نوآوری با قراردادهای صنعتی، عوامل کلیدی در موفقیت انتقال فناوری هستند[۱۴]. این یافته‌ها همسو با چارچوب لال، بر لزوم ترکیب سیاست‌های نهادی و قراردادی[2] برای ایجاد اکوسیستم‌های نوآوری تأکید دارد.

کاربرد در گنبدهای نمکی نصرآباد کاشان: این پروژه هنوز در مرحله مطالعاتی است و می‌توان با استفاده از چارچوب لال، قراردادهایی طراحی کرد که انتقال فناوری در زمینه‌های خاص مانند «ژئوشیمی نمک، آب‌شویی، بازچرخانی آب و تحلیل تنش‌های زیرسطحی» را الزام‌آور کند.

شمای تحلیلی چارچوب مفهومی پیشنهادی در (جدول ۲) ارائه شده است.

جدول ۲: چارچوب انتقال فناوری بر پایه مدل‌های مفهومی

سطح تحلیل	نظریه یا مدل	کاربرد در پروژه‌های ایران
سازمانی	نلسون و وینتر (۱۹۸۲)	یادگیری ناتمام در پروژه سراجه قم
فنی- دانشی	کوهن و لوینتال (۱۹۹۰)	ظرفیت جذب ناکافی در پروژه شوریجه
نهادی- سیاستی	لال (۲۰۰۰)	فرصت سیاست‌گذاری پیش‌نگر در پروژه نصرآباد کاشان

۴. سیاست‌های حقوقی و فناوری در ایران و مقایسه منطقه‌ای

یکی از عوامل کلیدی در موفقیت یا شکست پروژه‌های انتقال فناوری، ساختار حقوقی و سیاست‌های دولتی در سطح ملی است. این سیاست‌ها تعیین می‌کنند که چگونه شرکت‌های خارجی به ورود فناوری تشویق می‌شوند، چه الزاماتی برای انتقال دانش وجود دارد و آیا بازیگران داخلی توان جذب و توسعه آن را دارند یا نه. در ایران، این سیاست‌ها در تقاطع سه حوزه اصلی شکل می‌گیرند: قراردادهای بالادستی انرژی، سیاست‌های نوآوری صنعتی و تعامل با بازیگران بین‌المللی.

۴-۱. چارچوب حقوقی ایران در حوزه ذخیره‌سازی گاز

در ایران، قراردادهای بالادستی نفت و گاز عمدتاً در قالب بیع متقابل[3] و اخیراً قراردادهای نفتی ایران (IPC)[4] طراحی شده‌اند. در این چارچوب‌ها شرکت‌های خارجی مجاز به سرمایه‌گذاری و اجرای پروژه هستند، اما مالکیت میدان به آن‌ها واگذار نمی‌شود. در مدل بیع‌متقابل، پس از بازپرداخت هزینه‌ها، شرکت خارجی پروژه را تحویل می‌دهد و دیگر نقشی در بهره‌برداری یا توسعه ندارد. اگرچه در قراردادهای نفتی ایران، مفاد بیشتری درباره انتقال فناوری گنجانده شده، اما در عمل ضمانت اجرایی محکمی برای الزام به آموزش، تحقیق مشترک، یا انتقال دانش ضمنی وجود ندارد[۱۵]. در پروژه‌هایی مانند سراجه قم و شوریجه، اغلب شرکت‌های خارجی نقش کوتاه‌مدت ایفا کرده‌اند و فرایند انتقال فناوری محدود به طراحی و اسناد فنی باقی‌مانده است.

۴-۲. شکاف‌های فناورانه و نهادهای پشتیبان در ایران

علی‌رغم توانمندی‌های نسبی در برخی شرکت‌های دولتی (مانند شرکت ذخیره‌سازی گاز طبیعی)، هنوز نهادهای زیرساختی برای پشتیبانی از انتقال فناوری در حوزه‌هایی مانند ژئومکانیک، تحلیل سازندهای نمکی، مهندسی تزریق و بازچرخانی آب، ضعیف عمل کرده‌اند.

از جمله مشکلات کلیدی:

- نبود مراکز تخصصی تحقیق و توسعه در حوزه ذخیره‌سازی گاز
- عدم وجود نظام حمایتی مؤثر از حقوق مالکیت فکری داخلی
- نبود ارتباط ساختاریافته میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های نفتی و مراکز سیاست‌گذاری
- کنداشتن الزامات قراردادی برای «همکاری فناورانه بلندمدت» (برخلاف کشورهای منطقه)

۴-۳. مقایسه منطقه‌ای: تجربه کشورهای همسایه

در ترکیه، شرکت بوتاش[5] با بهره‌گیری از قراردادهای مشروط و مشارکت با شرکت‌های اروپایی، توانسته است ظرفیت داخلی طراحی و اجرای مخازن نمکی را توسعه دهد.

1. United Nations Conference on Trade and Development
2. Contractual
3. Buy-Back
4. Iran Petroleum Contract
5. BOTAS

این روند مطابق با یافته‌های بل و پاویت[۱۶] بوده است که تأکید دارند انباشت دانش فناورانه در کشورهای در حال توسعه مستلزم پیوند پایدار میان پروژه‌ها، سیاست‌گذاران و نهادهای علمی است.

گزارش آنکتاد (۲۰۲۱) نیز نشان می‌دهد که کشورهایی که توانسته‌اند از واردکننده فناوری به تولیدکننده آن تبدیل شوند، همگی دارای راهبردهای ملی در حوزه نوآوری و فناوری بوده‌اند[۱۷]. این راهبردها شامل حمایت از مراکز پژوهشی، الزام به همکاری شرکت‌های خارجی با دانشگاه‌ها و سرمایه‌گذاری مستمر در ظرفیت‌سازی بوده است؛ مؤلفه‌هایی که در سیاست‌گذاری ایران اغلب مغفول مانده‌اند.

در عربستان سعودی، شرکت آرامکو با بهره‌گیری از راهبرد فناوری ۲۰۳۰ خود، موفق شده است نه‌تنها پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز را بومی‌سازی کند، بلکه از طریق ایجاد مرکز نوآوری انرژی در ظهران و مشارکت ساختارمند با دانشگاه‌های آمریکا و انگلیس، بخشی از فناوری‌های تزریق گاز و شبیه‌سازی مخزن را به داخل کشور انتقال دهد. بر اساس گزارش شرکت خدمات آرامکو (۲۰۲۰)، این شرکت از سال ۲۰۱۸ به بعد، تمرکز خاصی بر توسعه زیرساخت‌های داده‌محور در طراحی مخازن نمکی و بازچرخانی آب شور داشته است که الگویی قابل تأمل برای ایران به‌شمار می‌رود[۱۸].

برخی کشورهای منطقه با طراحی سیاست‌های فعال‌تر، موفق به جذب فناوری و توسعه ظرفیت‌های بومی شده‌اند. در ادامه، نمونه‌هایی از این کشورها بررسی می‌شود:

جدول ۳: تجربه کشورهای همسایه ایران در انتقال فناوری در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز

کشور	نوع قرارداد اصلی	نمونه موفق در انتقال فناوری	وضعیت ذخیره‌سازی گاز
ترکیه	مشارکت راهبردی با شرکت‌های اروپایی	شرکت بوتاش ترکیه با شرکت انی ایتالیا (در خطوط گاز)	توسعه هاب گازی و ذخیره‌سازی زیرزمینی سیلیوری
عربستان سعودی	سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی + قراردادهای بلندمدت	آرامکو با شلمبرژه در حوزه داده‌برداری	توسعه پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز اسیدی در مخازن
قطر	ادغام دانشگاهی ـ صنعتی + شرط انتقال فناوری در قراردادها	همکاری شرکت نفت قطر با توتال و شرکت مرسک دانمارک	ذخیره‌سازی در لایه‌های گازی خشک و تر
ایران	استفاده از مدل بیع‌متقابل بدون الزام فناورانه کافی	سراجه، شوریجه (انتقال محدود)	پروژه‌ها محدود به تأسیسات اولیه، بدون زیرساخت نوآوری

برخلاف ایران، این کشورها یا با الزام قراردادی (قطر)، یا با نهادسازی فناورانه (عربستان)، یا با شبکه‌سازی منطقه‌ای (ترکیه)، موفق به ایجاد اکوسیستم بومی انتقال فناوری شده‌اند.

۴-۴. ارزیابی نهادی سیاست‌های ایران بر اساس چارچوب لال

مطابق چارچوب نهادی لال [۸]، چهار عنصر کلیدی باید در سیاست‌گذاری فناورانه لحاظ شوند:

۱. نهادهای پژوهشی قدرتمند
۲. مشوق‌های یادگیری صنعتی
۳. تنظیم مقررات برای الزامات انتقال فناوری
۴. مشارکت عمومی ـ خصوصی

در ایران، جز مورد اول، سایر اجزا به‌صورت ناقص یا غیر نهادینه عمل کرده‌اند. نتیجه آن، باقی ماندن ایران در سطح مصرف‌کننده فناوری در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز و ناتوانی در توسعه نوآوری‌های بومی در حوزه‌های خاص مانند نمک‌زدایی، بازچرخانی آب و شبیه‌سازی مخازن نمکی است.

۴-۵. تجربه کشورهای منتخب در سیاست‌گذاری حقوقی انتقال فناوری ذخیره‌سازی گاز: آموخته‌ها برای ایران

یکی از رویکردهای مهم در تحلیل سیاست‌های انتقال فناوری، مقایسه تطبیقی با کشورهایی است که از نظر ساختار اقتصادی، وضعیت منابع طبیعی یا الزامات فنی شباهت‌هایی با ایران دارند. در این راستا، کشورهای برزیل، مالزی، ترکیه، هند و عربستان سعودی بررسی شده‌اند. تجربه این کشورها نشان می‌دهد که انتقال فناوری، صرفاً فرایندی فنی نیست، بلکه حاصل مجموعه‌ای از سیاست‌های حقوقی هوشمند، قراردادهای دقیق و هماهنگی بین نهادهای دولتی و بخش خصوصی است.

الف) برزیل- سیاست‌گذاری انرژی با تکیه بر سازمان ملی نفت برزیل (ANP): برزیل در دهه ۱۹۹۰ میلادی با تأسیس سازمان (ANP)، فرایند بازتنظیم صنعت نفت و گاز را آغاز کرد. یکی از موفق‌ترین سیاست‌های این کشور، مشروط کردن مشارکت شرکت‌های خارجی در پروژه‌های زیرساختی به تعهد رسمی انتقال فناوری بود. این سیاست از طریق قراردادهایی با چارچوب حقوقی شفاف و قابلیت نظارت اجرا شد. به‌ویژه در پروژه‌های ذخیره‌سازی و بهره‌برداری از مخازن شور، سازمان ملی نفت برزیل ملزم کرد که شرکت‌های بین‌المللی با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی داخلی مانند دانشگاه فدرال ریو دوژانیرو (UFRJ) مشارکت فعال داشته باشند. نتایج این رویکرد در رشد چشمگیر ظرفیت بومی فناوری و صادرات خدمات فنی از برزیل به دیگر کشورها مشهود است. در این مسیر، تنظیم مقررات دقیق، تقویت نهاد ناظر و تعریف شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs)[1] برای ارزیابی انتقال فناوری از عوامل کلیدی موفقیت بودند.

ب) مالزی- مدل پتروناس و گنجاندن دانش بومی در قراردادها: شرکت ملی نفت مالزی یا پتروناس[2] نه‌تنها مسئول بهره‌برداری از ذخایر گاز است، بلکه دارای سیاست‌های مشخص برای انتقال فناوری است. این سیاست‌ها از طریق قراردادهای مشارکت در تولید (PSC)[3] اعمال می‌شود که در آن بندهای مشخصی برای آموزش، استخدام نیروی کار محلی و انتقال نرم‌افزار و دانش فنی وجود دارد. در پروژه‌های ذخیره‌سازی زیرزمینی، مالزی با همکاری شرکت‌های ژاپنی و کره‌ای موفق شد در کمتر از یک دهه، به ظرفیت مهندسی بومی در طراحی و بهره‌برداری از مخازن نمکی دست یابد. این تجربه می‌تواند الگویی برای پروژه‌هایی مانند نصرآباد در ایران باشد که تاکنون هنوز در مرحله طراحی اولیه باقی‌مانده‌اند.

ج) عربستان سعودی- نهادسازی فناورانه در سایه شرکت خدمات آرامکو: شرکت آرامکو عربستان با ایجاد زیرمجموعه‌های فناورانه مانند شرکت خدمات آرامکو، سیاست‌گذاری انتقال فناوری را به‌صورت یک فرایند جامع طراحی کرده است. این نهادها نه‌تنها واسطه قراردادهای فناوری با شرکت‌های غربی هستند، بلکه ساختارهایی برای ثبت اختراع، تربیت نیروی انسانی و سرمایه‌گذاری در دانشگاه‌ها دارند. برخلاف ایران، عربستان سیاست تهاجمی در ثبت مالکیت معنوی فناوری‌های وارداتی دارد.

نکته مهم در این تجربه، طراحی چارچوب حقوقی مشخص در قراردادهای مشارکت است که الزام‌آور بودن انتقال فناوری را از حالت نمادین خارج کرده و به سازوکاری با ابزار تنبیهی تبدیل کرده است. این در حالی است که در بسیاری از قراردادهای ایران، تنها «اشاره لفظی» به موضوع آموزش دیده می‌شود، بدون هیچ سازوکار نظارتی یا الزامی.

د) هند و ترکیه- نقش دانشگاه‌ها در انتقال فناوری: در هند، مؤسسات فناوری بمبئی و مدراس، نقش تعیین‌کننده‌ای در پروژه‌های انرژی دارند. وزارت نفت هند، شرکت‌های خارجی را ملزم کرده است که در پروژه‌های ذخیره‌سازی یا بهره‌برداری از زیرساخت‌های گازی، بخشی از بودجه تحقیق و توسعه را به دانشگاه‌ها اختصاص دهند. این رویکرد موجب تولید پایان‌نامه‌ها، ثبت اختراعات و حتی صادرات فناوری شده است.

در ترکیه نیز نهاد تنظیم‌گری بازار انرژی (EMRA) با طراحی یک سیستم امتیازدهی برای شرکت‌های متقاضی فعالیت، آن‌ها را به همکاری فناورانه با بخش تحقیق و توسعه داخلی ترغیب می‌کند. با توجه به این بررسی‌ها، ایران می‌تواند از سه محور اصلی بهره‌برداری کند:

۱. نهادسازی قانونی: ایجاد نهاد تنظیم‌گر مستقل برای انتقال فناوری در حوزه انرژی
۲. اصلاح قراردادها: تبدیل مفاد اختیاری به الزامات اجرایی با شاخص عملکرد
۳. تعامل با دانشگاه‌ها: الزام شرکت‌های طرف قرارداد به تعامل با مراکز علمی داخلی

1. Key Performance Indicator
2. PETRONAS
3. Production Sharing Contract

تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که صرف مالکیت مخازن گازی یا همکاری با شرکت‌های خارجی کافی نیست؛ بلکه سیاست‌گذاری حقوقی، مهندسی قرارداد و پایش مداوم عملکرد، ضرورت غیرقابل چشم‌پوشی هستند.

۵. مطالعات موردی در انتقال فناوری پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز ایران

ایران با داشتن دومین ذخایر گازی جهان، طی دو دهه گذشته به دنبال گسترش ظرفیت ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز بوده است تا علاوه بر متعادل‌سازی مصرف فصلی، پایداری شبکه انتقال را تضمین کند. در این مسیر، پروژه‌هایی نظیر سراجه، شوریجه و نصرآباد اهمیت ویژه‌ای یافته‌اند؛ اما پرسش این است که آیا این پروژه‌ها به ارتقای ظرفیت فناوری ملی نیز منجر شده‌اند؟

۵-۱. پروژه سراجه قم: نخستین تجربه در مخزن تخلیه‌شده

معرفی پروژه: پروژه سراجه نخستین تجربه ایران در ذخیره‌سازی گاز طبیعی در یک مخزن گازی تخلیه‌شده است که از سال ۲۰۱۳ وارد فاز بهره‌برداری شد. شرکت ذخیره‌سازی گاز طبیعی، با همکاری مشاورانی از آلمان و اتریش، عملیات طراحی، حفاری چاه‌های تزریق و نصب تأسیسات را اجرا کرد. در (جدول ۴) وضعیت انتقال فناوری این پروژه نشان داده شده است.

جدول ۴: وضعیت انتقال فناوری

وضعیت	عامل
مدل قراردادی	مشاوره مهندسی (EPCM)[1] بدون الزام به انتقال فناوری
مشارکت داخلی	عمدتاً پیمانکاری اجرایی، فاقد تعامل فناورانه مؤثر
انتقال دانش	محدود به اسناد فنی و طراحی، فاقد آموزش حین اجرا
تجربه زیسته	یادگیری غیر ساختاریافته؛ تجربه عملیاتی محدود به اپراتورها

تحلیل: بر اساس مدل نلسون و وینتر، سازمان‌های ایرانی در این پروژه فاقد بستر یادگیری عملی بودند. به‌علاوه، به‌دلیل نبود پیش‌زمینه علمی برای جذب فناوری، مدل کوهن و لوینتال نیز در این مورد صدق نمی‌کند. در نتیجه، سراجه یک پروژه عملیاتی موفق اما فناورانه‌ای ناقص بود.

۵-۲. پروژه شوریجه خانگیران: ذخیره‌سازی در ساختار گنبدی

معرفی پروژه: پروژه شوریجه در خراسان رضوی به‌عنوان دومین پروژه ذخیره‌سازی گاز، از مخزنی با ساختار گنبدی استفاده کرد. شرکت پیمانکار خارجی در این پروژه، بر طراحی سیستم تزریق و تجهیزات کمپرسور متمرکز بود و فاز بهره‌برداری از سال ۲۰۱۴ آغاز شد.

نقاط کلیدی:

- حضور شرکت‌های داخلی نظیر مهندسی و توسعه گاز ایران در مدیریت پروژه
- همکاری با شرکت‌های خارجی عمدتاً در قالب تأمین تجهیزات
- نبود بسته آموزشی ساختاریافته برای مهندسان ایرانی

تحلیل: ظرفیت جذب فناوری در شوریجه، نسبت به سراجه اندکی بهبود یافته بود، اما همچنان انتقال دانش ضمنی و عملی اتفاق نیفتاد. از منظر چارچوب لال، نبود الزام سیاستی برای سرمایه‌گذاری فناورانه داخلی، باعث شد فناوری وارد شود اما نهادینه نشود.

۵-۳. گنبدهای نمکی نصرآباد کاشان: فرصت فناورانه آینده‌نگر

معرفی پروژه: پروژه نصرآباد در مراحل مطالعاتی اولیه قرار دارد و قصد دارد برای نخستین بار در ایران از سازندهای نمکی برای ذخیره‌سازی گاز استفاده کند. این نوع ذخیره‌سازی نیازمند فناوری‌های پیچیده‌ای نظیر آب‌شویی سنگ نمک[2]، تحلیل ژئومکانیکی لایه‌ها و بازچرخانی آب شوریافته است که به‌شدت دانش‌بنیان هستند.

چالش و فرصت:

- فاقد سابقه اجرایی در ایران
- امکان طراحی قراردادهای الزام‌آور برای انتقال فناوری
- زمینه همکاری دانشگاهی با مراکز زمین‌شناسی
- نیاز به تأسیس مرکز پژوهشی ذخیره‌سازی نمکی

تحلیل آینده‌نگر: برخلاف دو پروژه قبلی، نصرآباد فرصتی طلایی برای پیاده‌سازی یک مدل نوین انتقال فناوری در ایران است. اگر سیاست‌گذاران از تجربیات گذشته درس بگیرند و مفاد آموزشی، مشارکت تحقیقاتی

1. Engineering, Procurement, Construction and Management
2. Solution mining

و بومی‌سازی تدریجی را در قراردادها بگنجانند، این پروژه می‌تواند الگویی فناورانه برای کل منطقه باشد.

در (جدول ۵) جمع‌بندی تطبیقی سه مطالعه موردی ارائه شده‌اند.

جدول ۵: جمع‌بندی تطبیقی مطالعات موردی

پروژه	نوع مخزن	وضعیت انتقال فناوری	نهادهای مؤثر	سطح ظرفیت‌سازی
سراجه قم	گازی تخلیه‌شده	بسیار محدود	اپراتور اجرایی	پایین
شوریجه	گنبدی طبیعی	متوسط (غیر ساختاریافته)	شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران	متوسط
نصرآباد	نمکی (مطالعاتی)	فرصت بالقوه	دانشگاه‌ها، قانون‌گذار	بالا (در صورت طراحی مناسب)

۶. چالش‌ها و فرصت‌های ایران در انتقال فناوری ذخیره‌سازی گاز طبیعی

موضوع انتقال فناوری در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز طبیعی، نه‌تنها یک مسئله مهندسی یا قراردادی، بلکه یک چالش چندبعدی در حوزه سیاست‌گذاری، حقوق عمومی و ظرفیت‌سازی فناورانه ملی به شمار می‌رود. ایران، با دارا بودن جایگاه دوم ذخایر گاز جهان و نیز با داشتن ساختار زمین‌شناسی مناسب برای ذخیره‌سازی در مخازن تخلیه‌شده، گنبدهای نمکی و سازندهای پرمیابل، به‌صورت بالقوه یکی از کشورهایی است که می‌تواند با توسعه زیرساخت ذخیره‌سازی، هم در پایداری عرضه داخلی و هم در صادرات منطقه‌ای ایفای نقش کند. با این حال، بررسی تطبیقی با دیگر کشورها و تحلیل سیاست‌های جاری داخلی، حاکی از چالش‌های ساختاری و هم‌زمان فرصت‌های اصلاح‌پذیر در این زمینه است.

۶-۱. نبود چارچوب حقوقی الزام‌آور برای انتقال فناوری

بسیاری از قراردادهای جاری ایران، به‌ویژه در حوزه ذخیره‌سازی گاز، فاقد بندهای الزام‌آور انتقال فناوری هستند. به‌عنوان نمونه، قراردادهای مرتبط با پروژه‌های سراجه قم و شوریجه که توسط شرکت‌هایی مانند شرکت ملی گاز ایران و شرکت مپنا دنبال شدند، هرچند اشاره‌هایی به آموزش یا همکاری فنی دارند، اما فاقد شاخص‌های دقیق عملکرد (KPIs)، سازوکار نظارت حقوقی و ضمانت اجرای مؤثر هستند. این در حالی است که در قراردادهای مشابه در مالزی، امارات یا حتی عراق، شرکت‌های خارجی ملزم به ارائه برنامه زمان‌بندی‌شده انتقال فناوری، آموزش و گزارش‌های فصلی به نهاد تنظیم‌گر هستند[۱۹].

۶-۲. ضعف نهاد تنظیم‌گر فناوری

در ایران، نهاد تخصصی یا «تنظیم‌گر مستقل» برای پایش و هدایت انتقال فناوری در حوزه انرژی وجود ندارد. وزارت نفت، علی‌رغم سابقه فنی و ساختار پرحجم اداری، بیشتر به جنبه اجرایی قراردادها متمرکز است تا جنبه‌های نوآوری، تحقیق و توسعه. در حالی که تجربه شرکت‌هایی مانند سازمان ملی نفت برزیل (ANP) وشرکت آرامکو در عربستان سعودی نشان می‌دهد که وجود یک نهاد مستقل حقوقی-فناورانه، ضامن استمرار، کیفیت و بومی‌سازی فناوری وارداتی است[۲۰].

۶-۳. انفعال دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی در پروژه‌های ذخیره‌سازی

بررسی میدانی پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز در ایران نشان می‌دهد که دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی (نظیر پژوهشگاه صنعت نفت یا دانشگاه صنعت نفت) در مراحل طراحی، اجرا یا بهره‌برداری اغلب به‌صورت پیمانکار یا ناظر غیرفعال حضور دارند و نه شریک فناور. این در حالی است که در کشورهای موفق، دانشگاه‌ها یا مراکز دولتی تحقیقاتی، از محل قراردادها بودجه دریافت می‌کنند و در فرایند طراحی فناوری، شبیه‌سازی مخزن و ارزیابی ریسک ژئومکانیکی دخیل هستند. برای مثال، پروژه‌های ذخیره‌سازی در هند و نروژ، با مشارکت کامل دانشگاه‌های فنی ملی این دو کشور طراحی شدند[۲۱].

۶-۴. فرصت‌های ویژه در گنبدهای نمکی نصرآباد و بازیافت آب شور

پروژه ذخیره‌سازی گاز در نصرآباد کاشان، به‌عنوان یکی از پروژه‌های منحصربه‌فرد در حوزه مخازن نمکی، فرصت

کم‌نظیری برای بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته مانند حفر حفره‌های نمکی، کنترل ژئومکانیکی و بازیافت آب شور حاصل از فرایند شستشو فراهم می‌آورد. تاکنون مطالعات اولیه زمین‌شناسی این منطقه انجام شده، اما پروژه در مرحله تصمیم‌گیری باقی‌مانده است. اگر ایران بتواند از طریق سیاست‌های حقوقی، سرمایه‌گذار خارجی را ملزم به انتقال فناوری در بخش‌های کلیدی مانند مدل‌سازی سه‌بعدی نمک، شبیه‌سازی تنش‌تراوش و تصفیه آب شور کند، می‌تواند به دانش فنی ماندگار در این زمینه دست یابد [۲۲].

۶-۵. وضعیت فعلی و آینده‌نگری راهبردی

با افزایش وابستگی فصلی به مصرف گاز و چشم‌انداز توسعه صادرات به کشورهای همسایه، ذخیره‌سازی گاز از یک پروژه صرفاً فنی به یک موضوع راهبردی تبدیل شده است. این فرصت طلایی وجود دارد که دولت ایران، با اصلاح قوانین، تقویت نهادهای تنظیم‌گر و تنظیم چارچوب‌های جدید قراردادی، زمینه بومی‌سازی فناوری‌های کلیدی ذخیره‌سازی را فراهم آورد.

۷. بازطراحی چارچوب حقوقی انتقال فناوری در ایران در حوزه ذخیره‌سازی گاز

با توجه به روندهای جهانی انتقال فناوری، تجربه کشورهای منطقه و چالش‌های مشخص‌شده در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز در ایران، بازنگری و بازطراحی در چارچوب حقوقی انتقال فناوری یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. این بازطراحی باید چندلایه، فراقراردادی و هم‌افزا با سیاست‌های صنعتی ـ علمی کشور باشد.

الف) ضعف ساختاری چارچوب‌های فعلی: چارچوب‌های فعلی حقوقی ایران برای مدیریت انتقال فناوری عمدتاً مبتنی بر نص ضمنی قراردادهای بیع متقابل یا مقررات ناظر بر سرمایه‌گذاری خارجی است. در این قالب‌ها، فناوری بیشتر به‌مثابه یک «نتیجه تبعی» تلقی می‌شود، نه یک هدف مستقل با ابزارهای اجرایی خاص. برای نمونه، در پروژه شوریجه، علیرغم آن‌که بخشی از طراحی مهندسی به مشارکت ایرانی واگذار شد، هیچ مکانیزم مؤثری برای تحویل دانش فنی، آموزش عملیاتی یا توسعه مدل‌های بومی در نظر گرفته نشد[۲۳].

ب) لزوم تعریف حقوقی فناوری و سطوح انتقال آن: یکی از پیش‌نیازهای بازطراحی حقوقی، تعریف حقوقی دقیق از فناوری در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز است. فناوری در این حوزه شامل دانش حفاری پیشرفته، شبیه‌سازی مخزن، فناوری‌های نمک‌تراشی، سیستم‌های مانیتورینگ، بازیافت آب شور و سیستم کنترل فشار است. این تعاریف باید به تفکیک در اسناد قرارداد گنجانده شود. افزون بر این، سطوح انتقال نیز باید مشخص شود: انتقال مالکیت معنوی، انتقال توان طراحی، انتقال توان بهره‌برداری، انتقال توان بازتولید مستقل.

ج) الگوبرداری از کشورهای موفق: برزیل از طریق سازمان ملی نفت برزیل(ANP)، مکانیسم‌های الزام‌آور حقوقی برای انتقال فناوری وضع کرده است که شرکت‌های بین‌المللی را موظف می‌کند درصد مشخصی از بودجه پروژه را صرف تحقیق و توسعه داخلی و آموزش متخصصان برزیلی کنند. عربستان سعودی با برنامه افزایش ارزش کل در پادشاهی (IKTVA)[1]، قراردادها را به نحوی تنظیم می‌کند که درصد معینی از تجهیزات، دانش فنی و آموزش در داخل کشور انجام شود، در غیر این صورت مشوق‌ها کاهش می‌یابد یا جریمه‌هایی اعمال می‌شود. هند نیز در پروژه‌های ذخیره‌سازی گاز خود، با استفاده از مشارکت دانشگاه‌های فنی به‌صورت حقوقی در قراردادها پیش‌بینی می‌کند که شرکت‌ها ملزم به همکاری پژوهشی، انتقال داده‌های میدانی و کدهای نرم‌افزاری شوند.

د) پیشنهاد ساختار حقوقی پیشنهادی برای ایران: بازطراحی موفق مستلزم اقداماتی نظیر:

الف) تدوین لایحه جامع انتقال فناوری در صنعت نفت و گاز، با تعاریف دقیق، سطوح انتقال، ضمانت اجرا و نقش نهادهای ناظر،

ب) الزام حقوقی انتقال فناوری در قراردادهای نفتی ایران یا ساخت، تملک و بهره‌برداری (BOO)[2]، با شاخص‌های کمی نظارت‌پذیر،

ج) تأسیس نهاد مستقل تنظیم‌گر فناوری در وزارت نفت یا در معاونت علمی ریاست‌جمهوری با

1. In-Kingdom Total Value Add
2. Build–Own–Operate

صلاحیـت الزام، پایش، داوری و ارزیابی فناوری‌های وارداتی،

د) طـراحی نظام تشـویقی - تنبیهی قـراردادی با ارائه مشـوق مالیـاتی، رتبه‌بنـدی شـرکت‌های همـکار فناوری و جریمه برای تخلف از تعهدات فناورانه،

هـ) مشـارکت دانشـگاه‌ها و پژوهشـگاه‌ها در ارزیـابی فنـاوری وارداتی، نـه فقـط به‌عنـوان مشـاور، بلکـه به‌عنـوان شـریک در اجـرای پروژه‌هـای فناورانـه امکان‌پذیر است.

درنهایـت بازطـراحی حقوقی تنها زمـانی موفق خواهد بود که نگاه به فناوری به‌عنوان یک سـرمایه ملی و مؤلفه امنیت انرژی تلقی شـود، نه صرفاً یک ابـزار تکمیلی در پروژه‌های عمرانی. با اجرای چنین سـاختاری، ایـران می‌توانـد نه‌تنهـا مصرف‌کننـده فناوری، بلکـه در میان‌مدت صادرکننده دانش فنی در زمینـه ذخیره‌سـازی گاز بـه کشـورهای منطقه باشد.

۸. جمع‌بندی و پیشنهادهای سیاستی

در طـول مقالـه حاضـر، تـلاش شـد تـا بـا اسـتفاده از چارچوب‌هـای نظری انتقال فناوری (نظیر مدل‌های نلسـون و وینتر، کوهن و لوینتال، چارچوب لال)، وضعیت فعلی ایران در پروژه‌های ذخیره‌سـازی گاز مورد واکاوی قرار گیرد. همچنین، با تکیه بر سه مطالعه موردی (سراجه، شوریجه، نصرآباد)، نقاط قوت، ضعف و فرصت‌های آینده در این حوزه شناسایی شد.

۸-۱. یافته‌های کلیدی

قراردادهای موجود در ایران در دهه‌های گذشته عمدتاً به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که تمرکز بر اجرای پروژه‌هاست، نه انتقال فناوری. همکاری با شرکت‌های خارجی، در بهترین حالت به انتقال دانش فنی سطحی منجر شده و هیچ‌گاه به خلق ظرفیت پایدار داخلی در حوزه‌های پیچیده مانند شبیه‌سازی نمکی یا مهندسی تزریق نرسیده است. همچنین، ظرفیت جذب فناوری در ایران به‌دلیل نبود نهادهای واسط، ساختارهای پژوهشی ضعیف و کمبود ارتباط دانشگاه - صنعت، بسیار محدود باقی‌مانده است. پروژه نصرآباد کاشان با محوریت گنبدهای نمکی می‌تواند گسست سیاستی فعلی را ترمیم کند، مشروط بر آن‌که طراحی قراردادی و فناورانه آینده‌نگرانه‌تری بر آن حاکم شود.

۸-۲. پیشنهادهای سیاستی برای آینده

۱. بازنگری در چارچوب قراردادها: درج بندهای الزام‌آور انتقال فناوری، دوره‌های آموزشی، پروژه‌های تحقیق مشترک و انتقال نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مخزن.

۲. نهادسـازی فناورانـه: ایجاد «مرکز ملی ذخیره‌سـازی زیرزمینـی گاز» بـا تمرکز بـر ذخیره‌سـازی نمکی و بازیافت آب شور در همکاری با دانشگاه‌ها.

۳. افزایش ظرفیت جذب: طراحـی برنامه‌های بلندمدت توانمندسـازی نیـروی انسـانی، شـامل بورس‌هـای تخصصی، کارورزی در شرکت‌های خارجی و حمایت از پایان‌نامه‌های مرتبط.

۴. تعامـل منطقـه‌ای هدفمنـد: بهره‌گیـری از تجربیات ترکیـه، عربسـتان و قطـر در زمینـه هم‌افزایـی میان بخش دولتی و خصوصی در پروژه‌های ذخیره‌سازی.

۵. نقشـه راه انتقال فناوری در انرژی: تدوین سـند ملی انتقال فناوری در پروژه‌های انرژی (مشابه برنامه‌هایی که در مالزی و اندونزی پیاده‌سازی شده‌اند).

مراجع:

[1]. IEA (2023). Underground Gas Storage: Technologies and Policies for Energy Security. International Energy Agency.

[2]. UNCTAD (2022). Technology Transfer in Energy Projects: Challenges and Opportunities for Developing Countries.

[3]. National Iranian Gas Company. (2020). Technical report of the Sarajeh Qom and Shourijeh storage project.

[4]. WIPO (2023). Intellectual Property Frameworks and Technology Transfer in MENA Energy Projects.

[5]. Bozeman, B. (2000). Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory. Research Policy.

[6]. World Bank (2019). Technology Transfer in Energy Infrastructure: Lessons Learned.

[7]. Cohen, W. M., & Levinthal, D. A.

(1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Administrative Science Quarterly.

[8]. Lall, S. (2000). Technological Change and Industrial Policy in Developing Countries. Journal of Development Economics.

[9]. Andreoni, A. (2021). Industrial Policy in Resource-Rich Countries: The Case of Brazil.

[10]. PETRONAS (2022). Annual Report and Technology Transfer Overview.

[11]. UNDP (2020). Capacity Development and Technology Transfer in Resource-Rich Countries.

[12]. Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). An Evolutionary Theory of Economic Change. Harvard University Press.

[13]. Bell, M., & Pavitt, K. (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing Countries. Industrial and Corporate Change.

[14]. UNCTAD (2021). Technology and Innovation Report: Catching Technological Waves. United Nations.

[15]. Mehdi, R. (2020). Legal Challenges in Iranian Petroleum Contracts: From Buy-Back to IPC. Journal of Energy Law and Policy, 42(3), 215–237.

[16]. BOTAS (2021). Natural Gas Underground Storage Projects in Turkey.

[17]. UNDP (2022). Comparative Analysis of Energy Technology Transfer Policies in the Middle East.

[18]. Aramco Services (2020). Technology Strategy and R&D Investment Plan 2030.

[19]. Ministry of Oil, Iran – Contract Structure Review (2023).

[20]. ANP Brazil, Technology Transfer Monitoring Report, 2021.

[21]. IIT Madras, Strategic Gas Storage Report, 2022.

[22]. Research Center of Petroleum Industry, Salt Dome Potential Study – Nasrabad, 2021.

[23]. Center for Energy Contracts, Tehran University (2022), Review of Legal Structures in Iranian Gas Project.

IRANIAN JOURNAL OF GAS ENGINEERING

Volume 12 / Issue 2 / NO. 22 / Summer 2025 / Pages 108-121

Journal Homepage: www.ijge.irangi.org

Legal Policies for Technology Transfer in Gas Storage Projects

Mostafa Ebrahimi Moghaddam[1*], Abbas Kazemi Najafabaddi[2]

1. Head of Research and Technology Affairs, Iranian Gas Engineering and Development Company, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Law and Political Science, Faculty of Law, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

REVIEW ARTICLE

Article History:
Received: 17 July 2025
Revised: 12 August 2025
Accepted: 03 September 2025

Keywords:
Technology Transfer
Natural Gas Storage
Legal Policymaking
Iran Case Studies
Technology Localization

ABSTRACT

The development of natural gas storage infrastructure is one of the fundamental requirements for energy security in Iran and other countries that are either import-dependent or experience seasonal consumption fluctuations. Given the technical complexity, high investment costs, and international nature of storage technologies, effective policymaking in technology transfer, particularly from legal and institutional perspectives, becomes critically important. This article- using a descriptive-analytical approach- examines Iran's legal policies on technology transfer in gas storage projects and compares them with the experiences of selected countries, including Brazil, Malaysia, India, Saudi Arabia, and Turkey. In addition to reviewing theoretical literature on technology transfer models, such as Nelson's model, the paper explores contracts, key stakeholders, and localization strategies through case studies of the Sarajeh (Qom), Shourijeh, and Nasrabad salt dome projects. The findings reveal that the absence of clear legal requirements, the lack of a specialized regulatory body, and the underutilization of academic capacities are among the main challenges facing Iran in gas storage technology transfer. The results emphasize that without revising contractual and legal frameworks and establishing an independent regulatory institution, genuine technology localization in future gas projects- particularly in salt structures and water recycling- will not be achieved. The experience of successful countries demonstrates that precise policymaking, mandatory technology transfer clauses, and strong industry-academia linkages form the three essential pillars for achieving this goal.

DOR: 20.1001.1.2508.1101.1404.06.12

How to cite this article

M. Ebrahimi Moghaddam, A. Kazemi Najafabaddi, Legal Policies for Technology Transfer in Gas Storage Projects. *Iranian Journal of Gas Engineering*. 2025 12(2): 108-121. (https://www.ijge.irangi.org/article_732243.html)

* Corresponding Author.
E-mail address: m.ebrahimi@nigceng.ir, (M. Ebrahimi Moghadda).

Available online 22 September 2025

25885-5251/© 2014 The Authors. Published by Iranian Gas Institute.
This is an open access article under the CC BY license. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)