



سر مقاله

دکتر مهدی رضوی فر

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی شیمی و نفت
دانشگاه تبریز

نقش ذخیره‌سازی زیرزمینی هیدروژن در تأمین انرژی پایدار کشور

هیدروژن مورد استفاده قرار می‌گیرند که هر یک مزایا و ملاحظات خاص خود را دارند. مخازن تخلیه‌شده نفت و گاز به دلیل زیرساخت‌های موجود و شناخت زمین‌شناسی نسبتاً خوب، گزینه‌ای سریع‌الوصول و اقتصادی محسوب می‌شوند. سفره‌های آب‌شور عمیق نیز که حاوی آب‌شور غیرقابل شرب هستند، پتانسیل ذخیره‌سازی حجم بسیار بالایی از گاز را دارا بوده و در عین حال نیازمند مطالعات زمین‌شناسی دقیق‌تر و ارزیابی واکنش‌های شیمیایی احتمالی هیدروژن با سنگ و سیالات موجود در محیط متخلخل سنگ می‌باشند. در این میان، گنبد‌های نمکی^۱ که با انحلال کنترل‌شده لایه‌های نمک ایجاد می‌شوند، به دلیل نفوذناپذیری بالای نمک، امکان ذخیره‌سازی ایمن هیدروژن با حداقل اتلاف و قابلیت پاسخ‌گویی سریع به تغییرات تقاضا را فراهم می‌کنند. برای مدیریت و پایش این ساختارهای زیرزمینی، می‌توان از فناوری‌های نوین هوش مصنوعی بهره گرفت. الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با تحلیل حجم عظیمی از داده‌های لرزه‌نگاری، چاه‌نگاری، فشار و دما، قادر به مدل‌سازی و پیش‌بینی رفتار مخزن، تشخیص نشت‌های احتمالی در مراحل اولیه، بهینه‌سازی عملیات تزریق و برداشت، و ارزیابی ریسک‌های مرتبط با واکنش‌های میکروبی یا

گذار به سوی منابع انرژی پاک و پایدار، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر به شمار می‌رود. در این میان، هیدروژن سبز، که از منابع تجدیدپذیر مانند باد و خورشید تولید می‌شود، به‌عنوان یک حامل انرژی امیدبخش برای کربن‌زدایی شناخته شده است. با این حال، یکی از چالش اصلی در بهره‌برداری گسترده از هیدروژن، ذخیره‌سازی ایمن، مقرون‌به‌صرفه و در مقیاس بزرگ آن است. در این راستا، ذخیره‌سازی هیدروژن در ساختارهای زیرزمینی^۱ به‌عنوان راه‌حل کلیدی و استراتژیک برای تضمین امنیت و پایداری انرژی مطرح می‌شود.

ایران با برخورداری از پتانسیل‌های زمین‌شناسی مناسب، از جمله مخازن تخلیه‌شده نفت و گاز، سفره‌های آب‌شور عمیق^۲ و سازندهای نمکی^۳ فرصتی استثنایی برای توسعه این فناوری پیشرفته در اختیار دارد. توسعه این ظرفیت نه تنها امکان ذخیره‌سازی حجم انبوهی از هیدروژن تولیدی در زمان‌های مازاد تولید انرژی را فراهم می‌کند، بلکه به‌عنوان یک منبع انعطاف‌پذیر، تضمین‌کننده تأمین پایدار انرژی در زمان اوج مصرف یا کاهش موقت تولیدات انرژی تجدیدپذیر خواهد بود. انواع مختلفی از ساختارهای زیرزمینی برای ذخیره

1. Underground Hydrogen Storage (UHS)
2. Aquifers
3. Salt Caverns
4. Salt Dome



شیمیایی هیدروژن خواهد بود.

چشم‌انداز آینده ذخیره‌سازی زیرزمینی هیدروژن در جهان و به‌ویژه برای کشور ما، بسیار روشن و حیاتی است. با شتاب‌گرفتن تولید هیدروژن سبز در مقیاس جهانی، نیاز به راه‌حل‌های ذخیره‌سازی مقیاس‌پذیر و اقتصادی بیش از پیش احساس می‌شود. کشورهای پیشرو در اروپا (مانند انگلیس، آلمان، هلند) و آمریکای شمالی در حال اجرای پروژه‌های پایلوت و تجاری‌سازی این فناوری هستند.

برای ایران، توسعه ذخیره‌سازی زیرزمینی هیدروژن، نه تنها یک گزینه، بلکه یک ضرورت استراتژیک به‌شمار می‌آید. این اقدام می‌تواند کشور را به یک قطب منطقه‌ای در زنجیره ارزش هیدروژن سبز تبدیل کند، امنیت انرژی را با ایجاد یک حامل انرژی پاک تقویت نماید، از زیرساخت‌های موجود نفت و گاز در دوران گذار انرژی بهره‌مند شود و سهم قابل توجهی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحقق تعهدات زیست‌محیطی داشته ایفا نماید.

سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های کاربردی، توسعه فناوری‌های پیشرفته پایش مبتنی بر هوش مصنوعی، تدوین چارچوب‌های نظارتی مناسب و جذب مشارکت بخش خصوصی و بین‌المللی، ارکان اصلی موفقیت در بهره‌برداری از این پتانسیل عظیم زیرزمینی برای تضمین آینده‌ای پایدار برای کشور خواهند بود.

آدرس پست الکترونیکی: m.razavifar@tabrizu.ac.ir

