



معاونت پژوهشی

کد سند: RO-S-F-27-02

تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲

تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۵/۱۵

فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه

عنوان طرح/پروژه: آینده پژوهی کاربرد نانوفناوری در توسعه پیل سوختی و هیدروژن

واحد مجری:	گروه انرژی‌های تجدیدپذیر	کارفرما:	پژوهشگاه نیرو
مدیر طرح/پروژه:	محمد گل محمد	مجری:	حامد محبی
کد مالی پروژه:	۸۳۱۲۳۰	کد کیفی پروژه:	PNEPN27
نوع طرح/پروژه:	آینده پژوهی	معاونت:	پژوهشی

همکاران: محمدمهدی اخلاقی، فرشید فرزانه، ابوالفضل ملاحمد

کلمات کلیدی: آینده پژوهی، نانوفناوری، پیل سوختی، هیدروژن

ضرورت انجام پروژه/طرح:

مطابق با پیش‌بینی‌های صورت پذیرفته، مجموع تقاضای انرژی در کره زمین در میانه قرن ۲۱ به دو برابر مقدار فعلی و در انتهای قرن حاضر به سه برابر مقدار فعلی می‌رسد. انرژی‌های فسیلی به دلیل محدودیت‌های ذاتی و ایجاد مشکلات زیست‌محیطی جوابگوی نیاز انرژی جهان نخواهند بود. روش‌های تامین انرژی مازاد مورد نیاز، باید پاک و امن باشند به طوری که از افزایش روند گرمایش جهانی و آلودگی هوا جلوگیری شود. بشر به مرور آگاه‌تر شده است که گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر برای جهت‌دادن به تغییر آب و هوا، ایجاد فرصت‌های تازه اقتصادی و ایجاد انعطاف‌پذیری بیشتر در سیستم‌های انرژی موجود، حیاتی است. در واقع چالش عمده بشر در قرن ۲۱، گذر از انرژی‌های پایه سوختی به انرژی‌های تجدیدپذیر است.

در میان انواع انرژی‌های تجدیدپذیر، تکنولوژی هیدروژن و پیل سوختی امکان ایجاد سیستم انرژی پاک و تجدیدپذیر با قابلیت ترکیب با سایر انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی و زیست توده را دارند. هیدروژن بدلیل سوختن پاکش و تولید تنها آب، به عنوان بهترین کاندید جایگزینی گازوئیل شناخته می‌شود. از سوی دیگر با توجه به واحد وزنش، بیشترین انرژی را در مقایسه با سایر سوخت‌ها تولید می‌کند. برنامه بلندمدت کشورهای توسعه یافته (کشورهای عضو اتحادیه اروپا، آمریکا و ژاپن) حرکت به سمت سوخت‌های هیدروژنی و جایگزینی عمده سوخت‌های فسیلی با هیدروژنی تا سال ۲۰۵۰ هستند. در این راستا تحقیقات گسترده‌ای در حال انجام است و هزینه‌های زیادی برای تحقیق و توسعه این فناوری‌ها در حال تخصیص داده است. از سوی دیگر آمریکا تنها در بخش تحقیقات، یورو تا سال ۲۰۲۰ جهت تحقیق، توسعه و ورود تکنولوژی پیل سوختی و هیدروژن به بازار تخصیص داده است. از سوی دیگر آمریکا تنها در بخش تحقیقات، دپارتمان انرژی آمریکا بیش از ۱۲۰ میلیون دلار در آمریکا در بخش هیدروژن و پیل سوختی در سال ۲۰۱۶ بودجه به مراکز تحقیقاتی تخصیص داده است. روند تغییرات تولید برق از پیل سوختی حاکی از پیشرفت آن هم در کاربردهای حمل و نقل و هم کاربردهای ساکن است. آمارها نشان می‌دهد که، در سال ۲۰۱۴ بیش از ۱۸۰ مگاوات برق توسط پیل سوختی تامین گردید که در حدود ۴۰ مگاوات آن در حمل نقل مورد استفاده قرار گرفته که رشد ۱۵۰ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۱ از خود نشان می‌دهد. پیش‌بینی‌ها حاکی از وجود پتانسیل بسیار بالا در پیل‌های سوختی جهت کاربرد در حمل و نقل است بطوریکه تا سال ۲۰۲۳ تولید برق پیل‌های سوختی به بالاتر از ۲۰۰۰۰ مگاوات خواهد رسید که سهم حمل و نقل در آن بیش از ۵۰ درصد خواهد بود. در مسیر استفاده از پیل سوختی و هیدروژن چالش‌هایی از جمله قیمت تمام شده و امنیت آن وجود دارد که تحقیقات اخیر بر روی آن‌ها متمرکز است.

از سوی دیگر در عصر حاضر ورود نانوفناوری به عرصه علوم و مهندسی باعث پیشرفت‌های چشمگیری شده است. هم اکنون فناوری نانو تمام فناوری‌های انرژی کنونی را تحت تأثیر قرار داده و انتظار این است که تغییر شگرفی در تصور ما از دنیای انرژی ایجاد خواهد کرد. استفاده از نانوفناوری در پیل سوختی و هیدروژن باعث افزایش بازدهی تولید هیدروژن و ظرفیت ذخیره هیدروژن و بهبود عملکرد پیل‌های سوختی می‌شود.

کشورهای در حال توسعه با درک ضرورت اهتمام به پیل سوختی و هیدروژن به عنوان یکی از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، سرمایه‌گذاری‌های وسیعی در این حوزه انجام داده‌اند. در کشور ما نیز سیاست‌های خوبی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر به صورت کلی صورت گرفته و اقداماتی نیز در زمینه پیل سوختی صورت پذیرفته است. با توجه به اثرگذاری محتمل فناوری نانو بر روند تحقیق و توسعه پیل سوختی و هیدروژن در سال‌های آینده، لازم است ضمن رصد روندهای جهانی، برنامه‌های آتی کشور در این حوزه با توجه به این تحولات تنظیم شوند.

در عین حال، استفاده از نانوفناوری در حوزه پیل سوختی و هیدروژن می‌تواند همراه با چالش‌هایی مانند موارد زیر باشد:

- قیمت تمام شده بالاتر فرایند تولید
- نیاز به سرمایه‌گذاری‌های بیشتر و هزینه اولیه بالاتر
- نیاز به توسعه مواد جدید و اثرات ناشناخته آن‌ها بر سلامت انسان
- توانایی محدودتر در تولید انبوه و در مقیاس تجاری محصولات

این چالش‌ها باعث شده است تا ورود به این عرصه با کمی احتیاط همراه باشد. برای این منظور و در جهت توسعه تولید و ذخیره هیدروژن و پیل سوختی لازم است تا در مورد استفاده از نانوفناوری در این زمینه بیشتر بررسی انجام شود. در این پروژه، زمینه‌های اصلی ورود نانوفناوری در هیدروژن و پیل سوختی به تفصیل شناسایی می‌شوند و با واکاوی منابع، الگوها و عوامل تغییر یا ثبات، به تجسم آینده‌های بالقوه و برنامه‌ریزی برای استفاده از نانوفناوری پرداخته خواهد شد.

اهداف پروژه/طرح:

اهداف پروژه از این پروژه عبارتست از:

- تعیین و تبیین حوزه‌های ورود نانوفناوری به پیل سوختی و هیدروژن
- ارائه یک جمع‌بندی از پیش‌بینی‌های انجام شده در مورد وضعیت آینده پیل سوختی و هیدروژن
- بررسی سناریوهای احتمالی توسعه کاربرد نانوفناوری در پیل سوختی و هیدروژن و اثرگذاری آن بر پیش‌بینی آینده
- پتانسیل سنجی استفاده از فناوری نانو در پیل سوختی و هیدروژن در داخل کشور
- شناسایی روند توسعه نانوفناوری در پیل سوختی و هیدروژن

چکیده پروژه/طرح:

در این پروژه هدف شناسایی روند کاربرد نانوفناوری در انواع روش‌های ذخیره‌سازی، و تولید هیدروژن و انواع پیل‌های سوختی با نگاه آینده‌پژوهانه است. برای رسیدن به این منظور، در ابتدا انواع روش‌های ذخیره‌سازی، و تولید هیدروژن مورد بررسی قرار گرفت و همچنین انواع پیل سوختی از نظر عملکرد، مزایا و معایب بررسی شد. در ادامه مطالعات تطبیقی انجام شد که در آن نقشه راه کشورهای توسعه‌یافته و اقدامات پیش‌رو این کشورها مورد بحث و بررسی قرار گرفت. از سوی دیگر اسناد بالادستی موجود در کشور با رویکرد مطابقت با اسناد سایر کشورها بررسی شد. نتایج نشان داد که کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به صورت برنامه‌ریزی شده در حال گسترش پیل سوختی و هیدروژن هستند و فناوری نانو کمک شایانی در این راه می‌کند. در مرحله بعد پروژه گلوگاه‌های ورود نانوفناوری به پیل سوختی و هیدروژن ابتدا حوزه‌های تحقیقاتی شناسایی و گلوگاه‌ها بر مبنای تکنولوژی شناسایی شد و سعی بر آن شد راه‌حلی برای حل این مشکلات ارائه گردد.

در نهایت چارچوب فناورانه و شاخص‌ها تدوین شد و برای درک بهتر از روند تحقیقات، مقالات سال‌های اخیر بررسی شد که امکان بررسی موردی آن‌ها در آینده نیز فراهم می‌شود. روند برای مثال در پیل‌های سوختی اکسید جامد، ورود نانوفناوری در هر یک از اجزا آن از اقبال نسبتاً مشابهی برخوردار بود و نتیج حاکمی از آن بود که در آینده امکان تحول در هر یک از اجزا با استفاده از نانوفناوری وجود دارد.

مراحل و روش‌های انجام پروژه/طرح:

در این پروژه ابتدا انواع روش‌های تولید و ذخیره سازی هیدروژن در کنار انواع پیل سوختی شناسایی شد. در ادامه با بررسی اسناد بالادستی و نقشه راه کشورهای مختلف سعی شد فناوری‌هایی منتخب شده و مورد بررسی بیشتر قرار گیرند. بدین منظور چالش‌های ورود نانوفناوری به این فناوری‌های با ر صد مقالات و گزارش‌ها شناسایی و راه‌حلی برای آن پیشنهاد شد. در نهایت با جستجو در پایگاه اسکوپوس مقالات سال‌های اخیر به تفکیک حوزه فناوری و محققین، کشورها، مجلات، و موسسات استخراج شد و با استفاده از نرم افزار VOSviewer گراف‌های این نتایج ترسیم شد. در نهایت محققین شاخص شناسایی و روند پیشرفت فناوری‌ها و ترند آن مشخص گردید.

اهم نتایج به دست آمده از انجام پروژه/ طرح (خروجی‌های فنی، ثبت اختراع، مقالات، کتب، گزارش‌های فنی و ...):

در پایان این پروژه با استفاده از مطالعات تطبیقی و بررسی نقشه راه کشورهای مختلف، روند پیشرفت فناوری‌های پیل سوختی و هیدروژن ترسیم گردید. همچنین گلوگاه‌های ورود نانوفناوری به حوزه پیل سوختی و هیدروژن تعیین و راه‌حلی برای آن ارائه گردید. در نهایت تدوین چارچوب فناورانه و شاخص‌ها انجام شد و برای درک بهتر از روند تحقیقات، مقالات و پتنت‌های سال‌های اخیر بررسی شد که نتایج هر بخش به تفکیک ارائه شد و محققین شاخص نیز تعیین گردید.