بنام خدا

#  پروپوزال

# سید یوسف موسوی

 **\*مطالعات پایه ای و شناسایی کاربردهای نانو تکنولوژی در نیروگاههای هسته ای آب سبک\***

 " فرمت جدید "

 \*فرمهای مشخصات دانشجو و استادان راهنما ومشاور قبلا" ارسال گردیده است\*

1. **مشخصات تحقيق**

|  |
| --- |
| **4-1 عنوان تحقيق** |
| **پایان نامه کارشناسی ارشد** |
| **4-2 كد طرح پژوهشي در دفترچه حمايت**  |
| **93-E-NM-034** |
| **4-3 عنوان پايان‌نامه** |
| ❒ **فارسي**  | **مطالعات پایه ای و شناسایی کاربردهای نانو تکنولوژی در نیروگاههای آب سبک**  |
| ❒ **انگليسي** | **Basic Studies and Applied Researches of Nanotechnology Applications in Nuclear Power Plants** |
| **تعداد واحد پايان‌نامه‌/ رساله** | **6 واحد** |
| **4-4 نوع كار تحقيقاتي** |
| ⬤ كاربردي | ⬤ بنيادي | ❒ توسعه‌اي | ❒ ساير |
| **4-5 بيان مسئله** (شامل تشريح ابعاد، حدود مسئله، معرفي دقيق آن، بيان جنبه‌هاي مجهول و تعريف متغيرهاي مربوط به سؤالات تحقيق): |
| **نیروگاههای هسته ای(PLWR & PHWR) دارای فناوریهای پیچیده، سیستمها و تجهیزات گرانقیمت و فرایندهای بهره برداری دانش محور می باشند که از ساختار ایمنی بسیار سختگیرانه و حساسی برخوردارند. توسعه پایدار و به روزرسانی مداوم  فناوریهای پیشرفته در نیروگاههای هسته ای مستلزم مطالعه بنیادی در شناخت و بهینه سازی مواد اولیه و ساختارهایی است که پایه های آن فناوریها را تشکیل میدهند. دانش نانو ساختارها را کاملا" میان رشته ای و فناوری نانو را میتوان دقیقا" بخشی تکمیل کننده برای بیشتر علوم کاربردی دانست. کاوش دردانش فیزیک حالت جامد کوانتومی و تکنیکهای بکارگیری مواد نانو ساختار در راستای افزایش شاخص های صرفه اقتصادی و بهره وری نیروگاههای هسته ای و به ویژه جلب اعتماد افکارعمومی، حامیان محیط زیست و منتقدین  ایمنی کاری آنها اهمیت بالایی دارد. بکار بستن سریع مزایای شگفت آور نانوساختارها، رقابت سخت تحقیقاتی وکاربردی میان مراکز پیشرو در تلفیق دانش نانو تکنولوژی و صنعت برق هسته ای ایجاد نموده است. امروزه با در نظر گرفتن حوادث تلخ رخ داده در نیروگاه های هسته ای و بویژه در نیروگاه مدرن "فوکوشیما"ی ژاپن، ابعاد کاربردی نانوساختارها دربهره برداری امن از آنها گسترش یافته و در مراکز دانشگاهی و مطالعات هسته ای پیگیری می شود. این مقوله، تحقیقی بنیادی وکاربردی جهت شناسایی و بررسی ابعاد ایجابی بکارگیری نانو ساختارها در سیستمهای نیروگاه هسته ای آب تحت فشار می باشد. تحقیقات انجام شده بطور عام حکایت از تاثیر پذیری متغیرهای بهره وری تولید، بهبود عملکرد سیستمهای مدار اول ودوم نیروگاه، افزایش ضریب حفاظت تشعشعی، کنترل بهینه حوادث و همچنین مدیریت امن پسماند های هسته ای در ازای کاربرد مواد نانو ساختار در فناوری هسته ای دارد. اینکه اصولا" مواد نانوساختار چیستند و در تلفیق با تکنولوژی هسته ای بویژه در نیروگاههای اتمی از دوره ساخت تا بهره برداری چه دستاوردها و نتایج مفیدی در بر دارند، تعریف عامی از مسئله مورد بحث می باشد. روشها ونتایج تحقیقات علمی، صنعتی وکاربردی صورت گرفته در جهان و داخل کشور در راستای شناسایی و ساخت ذرات نانوساختار مرتبط با صنعت برق هسته ای و چگونگی تاثیرایجابی آنها بر فرایندهای تولید و انتقال انرژی الکتریکی، از جنبه های مجهول قضیه است. طرح و بررسی موضوعات اساسی پژوهش که هم اکنون تلاش دانشمندان جهت روشن ساختن ابعاد نامعلوم آنها در جریان می باشد از اهمیت خاصی برخوردار است. بطور مشخص می توان مطالعات اصلی تخصصی که در زمینه کاربرد نانو تکنولوژی در سیستمهای پایه ای نیروگاههای هسته ای در حال آزمایش بوده و یا جنبه کاربردی یافته اند را به صورت ذیل خلاصه نمود:*** **بررسی بهینه سازی چرخه سوخت هسته ای، بویژه استفاده از نانوافزودنیها برای تولید ساختار تک کریستالها (مونو کریستال) بعنوان مواد اولیه سرامیکهای سوخت هسته ای و غلاف های پوششی آنها جهت افزایش مقاومت فیزیکی (حرارت، فشار، رادیواکتیویته، خمش، کرنش و...).**
* **پژوهش در نوسازی سیستمهای نیروگاه برق هسته ای با کاربرد نانو فناوری جهت تولید سوخت اکسیدی ترکیبی اورانیوم- پلوتونیوم MOX (Mixed oxide fuel) و یا ساخت ماده چگال ازسوخت هسته ای جدید با تکنیک های فناوری نانو برای افزایش توان و عمر مفید قلب راکتور هسته ای**.
* **مطالعه افزایش چشمگیر عمق سوختن در سوخت هسته ای(burnup) حدودا" 18 تا 20 درصد با افزودن نانو ذرات مخصوص به ترکیب مواد اولیه آن، بدون هیچگونه تاثیر منفی بر عملکرد انتقال حرارت سیال خنک کننده مدار اول**
* **بررسی اثربخشی نانو سیالاتی همچون اکسید فلزی گاما-آلومینا (Al2O3 ) و تیتانیوم دی اکسید (TiO2) در خنکسازی قلب راکتور و کندانسورها بوسیله افزایش ضریب تبادل حرارت سیال.**
* **پژوهش درساخت بتن های نانو سیلیکا (SiO2 ) جهت حفاظت بهینه در برابر پرتوهای گاما و جریان نوترنهای سریع در راکتور و فرایندهای پسمانداری هسته ای و دیگر چشمه های پرتوزای پر انرژی.**
* **پیگیری پیشرفتها در ساخت پوشش های عایق حرارتی جهت کاهش تلفات در مسیر انتقال حرارت مدار اول و دوم نیروگاه هسته ای.**
* **کنکاش درتجربیات ویژه مربوط به استفاده از نانو ذرات هسته-پوسته در سیال پایه و صرفه جویی بیش از 30 درصدی در آب شیرین علاوه بر خنک سازی سریع قلب راکتور و کندانسور.**
* **بررسی نانو لوله های کربنی، نانو کامپوزیتها و نانو الکترونیک با پتانسیل بکارگیری در بخش های مختلف نیروگاه هسته ای از جمله قطعات نیمرسانا و دتکتورهای نانو ساختار جهت کار در انرژی های بالا و همچنین نانو فیلترها جهت رفع آلودگی آیروزولهای محیط.**
* **مطالعه کاربرد نانو مواد در توسعه فولادهای تقویت شده اکسیدی (ODS) فریتی\_ مارتنزیتی و استفاده موثر در ساخت بدنه راکتور و متعلقات آن جهت افزایش عمر مفید و ارتقائ مقاومت فیزیکی، مکانیکی و تشعشعی آنها .**

 **با مطالعه پژوهشها و تجربیات جهانی جهت شناسایی ویژگیهای کاربردی فناوری نانو، میزان تاثیر بر ارتقاء متغیرهای کمی و کیفی عملکرد ایمن و پاک سیستمهای نیروگاهی و صرفه اقتصادی تولید انرژی آنها مشخص می گردد. نتیجتا" نانوساختارها را با ویژگیهای ایمنی و ضوابط زیست محیطی، تکنولوژی ساخت، هزینه های تولید، میزان تاثیر بر ارتقاء متغیرهای مورد نظر، صرفه اقتصادی و قابلیت بکارگیری آنها در نیروگاههای هسته ای درحال ساخت کشور، مشخص می نماییم. ضمنا" با توجه به شناخت کافی پژوهشگر نسبت به نیروگاههای هسته ای و همچنین آشنایی با دانش نانو ساختارها با کمک استادان راهنما و مشاورین صنعتی، نتایج کاربردی تحقیق ارائه می شود.**  |
| **4-6 سوابق مربوطه**(بيان مختصر سابقه تحقيقات انجام شده پيرامون موضوع و نتايج تحصيل شده در داخل و خارج در رابطه با مسئله تحقيق) |
| **درسال 1959ریچارد فاینمن ، دانشمند برجسته فیزیک کوانتوم، هنگام دریافت جایزه نوبل، از رفتار شگفت انگیز کوانتومی ذرات درابعاد نانو مترپرده برداشت. او گفت "** **آن پايين فضاي بسياري هست و تا آنجایی که من توانایی فهمش را دارم اصول فیزیک امکان جابجایی ماهرانه اتم به اتم اشیاء را فراهم می سازد " . اشاره ایشان به دستکاری مواد درمقیاس نانو و ساخت موادی با سطوح ویژه (نسبت سطح به حجم) بسیار بالا بوده است. درواقع اگر ساختار کریستالی ماده ای را از یک بعد تا ضخامت حدود سطح اتمی9-10 متر(1 تا 100 نانو متر) تراش دهیم، یک چاه کوانتومی، دردو بعد به سیم کوانتومی و در سه بعد( محدودیت فضایی )، به نقطه کوانتومی خواهیم رسید که رفتارترموفیزیکی، شیمیایی و رسانش آنها به هیچوجه با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیست. در 25 سال گذشته، با بررسی کوانتومی وکشف رفتار غیر عادی این نانو مواد، تحقیقات بنیادی وکاربردی وسیعی روی نانو تکنولوژی وکاربرد آن در صنعت انرژی از جمله در فرایندهای تولید برق هسته ای، صورت گرفته است. پس از فجایع هسته ای در نیروگاههای "تری مایل آیلند" (1979)، در امریکا و"چرنوبیل" (1987)، در شوروی سابق و همزمان با کشف رفتار بسیار موثرتر سیالات خنک سازی درترکیب با ذرات نانو اکسید فلزی همچون آلومینا(Al2O3) دانش نانو تکنولوژی کاربردی، سیر پیشرفت تند و اطمینان بخشی را در مقایسه با فناوری معمولی سیالات میکروساختار تجربه نموده است. تحقیقات و نتایج حاصله در زمینه کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت هسته ای تولید انرژی را میتوان بطور عام بیان نمود:** * **مفهوم نانوسیال اولین بار توسط چوی (Choi, 1995) مطرح شد که محلول سوسپانسیونی شامل ذرات نانو مقیاس می باشد. در مقایسه با روش های موجود افزایش انتقال حرارت، نانوسیالات از توانایی بالقوه ای در انتقال حرارت و در نتیجه خنک سازی سریع قلب راکتور در مواقع اضطراری برخوردارند. این ذرات اغلب از جنس اکسید فلزات هستند و به اشکال مختلف به ویژه کروی و یا استوانه ای می باشند. زوآن (Xuan, 2000)، دلایل اصلی افزایش انتقال حرارت نانوسیالات در محیط هایی مانند قلب راکتور هسته ای را افزایش سطح ویژه ذرات، تقابل بین نانوذرات و مولکول های سیال و افزایش اغتشاشات ناشی از آمیختگی ذرات و سیال دانست. در شبیه سازی دیگری با یک قلب راکتور VVER-1000 با استفاده از روش محیط متخلخل، "احسان ظریفی" (ظریفی و همکاران، 2013) نشان دادند که افزایش غلظت نانو ذره می تواند دمای مایع خنک کننده را با ملاحظه حد بالای  ضریب انتقال حرارت نانو سیال تقویت نماید. بنابراین،  نرخ جریان خنک کننده نانوسیال را می شد جهت حفظ همان اختلاف درجه حرارت طراحی شده  پایین آورد در نتیجه قلب راکتور را به سمت وسوی کاهش هزینه تولید و افزایش توان خروجی سوق داد.**
* **در سال 2012 تحقیقات وسیعی در نیروگاه "بلایارسک" روسیه آغاز شده که در آن تولید سوخت ترکیبیMOX و تکمیل چرخه کامل سوخت هسته ای با استفاده از مواد نانوساختار و بر پایه راکتور آن انجام گرفت. یکی از پیش نیازهای برتری نیروگاه های اتمی با تکنولوژی پیشرفته افزایش عمق سوختن کامل قرص سوخت (Burn up) می‌باشد. برای اطمینان از فرایند سوختن کامل نیازمند ایجاد ساختارهای ماکروکریستالی سوخت هسته ای هستیم که این ساختارها با شرط تخلخل یا اسفنجگون کنترل شده بنا می شوند. با فناوری نانو دمای پخت سرامیکهای سوخت تا محدوده 200 درجه سانتیگراد پایین رفته، چگالی سرامیک ها افزایش یافته و بر اندازه دانه ها 35 تا 40 میکرومتر (35÷40 µm) افزوده میگردد. فعال سازی فرایند پخت سرامیک سوخت هسته ای به کمک خواص نانو مواد افزودنی مذبور، می تواند به یک روند تجربی و پژوهشی خاص در ایجاد فن آوری های جدید تولید انواع اکسیدهای اورانیوم -پلوتونیوم و نیتریدها برای سوخت هسته ای مورد نیاز راکتورهای صنعت برق هسته ای تبدیل شود.**
* **ساخت نانو بتن های بسیار مقاوم دربرابر پرتوهای رادیو اکتیو جهت کاربرد در ساختمان راکتور و همینطور استخرهای نگهداری سوخت مصرف شده و پسمانداری هسته ای شاخه ای دیگر از تحقیقات انجام شده در داخل کشور و دیگر کشورها می باشد. "حیدری و توکلی" در سال 2013 نشان دادند که افزودن مقدار 3 تا 5 درصد ذرات نانو سیلیس به بتونهای معمولی می تواند ویژگیهای آن را در جهت حفاظت بهتر در برابر پرتوهای گاما وجریان نوترن بهبود بخشد. کاهش تخلخل وافزایش مقاومت فشاری و کششی در بتن باعث تند کردن روند میرایی انرژی پرتوهای گاما و گیراندازی موثر نوترنها میگردد.**
* **در MIT و مراکز پژوهش هسته ای دیگر، تحقیقات در راستای استفاده از نانو مواد و نانو تیوب های کربنی در توسعه فولادهای اکسیدی ODS روز به روز گسترده تر می شود. فولادهای ODS انواع گوناگونی از فولادهای کرومیک و در کلاس فری تیک - مارتنسیتیک هستند که با نانو ذرات اکسیدی و به روش پراکنش ذرات نانو تقویت شده اند. ذرات اکسیدی تقویت شده اصلی با اندازه‌ای کمتر از 10 نانو متربه صورت اکسید ایتریم (Y2O3) و حدود نیم درصد وزن کل وجود دارند. این فولادهای خاص جدا از توسعه مقاومت ساختاری، مهندسی و مواد سازنده قطعات راکتور و غلافهای سوخت، جهت افزایش مقاومت در برابر تابش پرتوهاست. زیرا این مواد قرار است در قلب راکتور های نوترون سریع با انرژی بیش از0. 1 میلیون الکترون ولت (Е > 1 Mev) و همچنین ضریب نفوذ و سیالیتی بیش از2×1016 نوترون بر سانتی متر مربع بر ثانیه (2×1016 n/ (cm2 s)) با دوز شدیدا" مخرب 160-180 dpa، در محیطی با دمای 370 تا 710 درجه سانتیگراد به کار گرفته شوند.**
* **تحقیقات دیگر در دانشکده فنی ماساچوست(MIT) نشان داده که غلافهای سوخت ساخته شده از فولادهای کربنی با افزودنی نانو ذرات نقش مهمی در مقاومت خزشی، خمشی، آماس و حرارتی آنها در برابر حرارت بسیار بالا و برخورد شدید پرتوهای رادیواکتیو دارد. استفاده از نانو ساختارها جهت تولید سوخت هایی با عمق سوختن (Burn up) حدود 20 درصد وکیفیت بهتر نسبت به سوختهای فعلی نیز از دستاوردهای نانو تکنولوژی می باشد.**
* **اخیرا"، محققان دانشکده تکنولوژی دانشگاه "ام آی تی" امریکا، با بهره گیری از متدهای مونت کارلو ( الگوریتم محاسباتی درشبیه سازی سیستمهای فیزیکی) توانسته اند کاربرد نانو سیالات درمدیریت پسماند و سیال ترموهیدرولیک جهت افزایش راندمان حدود 30 درصدی برداشت حرارت اضطراری را با ملاحظه صرفه اقتصادی، ارتقاء فاکتورهای ایمنی در خنکسازی راکتور(ECCS) و بهره وری کل، درمحیط راکتور تحقیقاتی خود بیازمایند. همینطور درآنجا تحقیقاتی در ارتباط با کاربرد نانو ذرات هسته پوسته با خاصیت ذوب شدگی هسته پیش از تبخیر سیال درکندانسور را آزمایش کنند، این روش برداشت حرارت را بهبود بخشیده و باعث صرفه جویی حدود 50 درصدی در مصرف آب شیرین میشود.**
* **در کشورهای ژاپن، کانادا، کره جنوبی ، استرالیا و روسیه نیز درنانو فناوری سرمایگذاری زیادی شده و با نگاه به آینده درصدد توجیه افکار عمومی ومنتقدین ایمنی و آسیب های زیست محیطی جهت توسعه نیروگاههای هسته ای خود میباشند. درکشور ما نیز، سازمان انرژی اتمی، دانشگاهیان و متخصصان نانوتکنولوژی، تحقیقات تخصصی در حوزه نانو هسته ای داشته و دستاوردهایی همچون تحقیق و ساخت نانولوله ها و الیاف نانوکربنی، نانورنگهای پوششی، جذب اورانیوم از پسابهای هسته ای بوسیله نانو فیلترها و حفاظهای بتونی نانوساختار، انجام شده است.**
 |

|  |
| --- |
| **4-7 اهداف تحقيق**(شامل اهداف علمي، كاربردي و ضرورت‌هاي خاص انجام تحقيق)  |
| **نقش راهبردی فناوری نانو در تولید بهینه و ایمن انرژی، از سرمایگذاری 5 بیلیون دلاری کشورها دراین صنعت ، ازجمله دربهینه سازی عملکرد نیروگاههای هسته ای و بهبود متغیرهای صرفه اقتصادی و فنی آنها، آشکاراست. کشور ما در حال استفاده از یک نیروگاه هسته ای آب سبک، بهینه سازی یک راکتور آب سنگین و ساخت دو نیروگاه دیگر در بوشهر می باشد. همچنین چندین نیروگاه کوچک تحقیقاتی وتولید انرژی نیز جهت ساخت در برنامه آینده سازمان انرژی اتمی می باشد. بنابراین، باملاحظه سهم کلان برق هسته ای کشور درآینده، پژوهشهای بنیادی در راستای اهداف ذیل ضرورتی متمایزخواهد داشت:** * **بررسی شاخص تولید دانش نانوفناوری هسته ای و نگرش کشورها به آن، شناسایی مراکز آموزشی نانو تکنولوژی و میزان پیشرفت کشورها دراین زمینه، بررسی فناوریهای نانو بکار گرفته شده در نیروگاههای هسته ای و امکان سنجی تولید یا انتقال فناوریهای جدید مرتبط با ارتقائ ایمنی و عملکرد سیستم های هسته ای تولید انرژی.**

**همچنین اهداف و ضرورتهای مهم پژوهش داخلی عبارتند از:** * **مطالعه دستاوردهای داخلی نانوفناوری مرتبط با نیروگاه اتمی، شناسایی نیازها و فرصت ها در مراکز تحقیقاتی وراهنمایی پژوهشگران درراستای بکارگیری تولید نانو ساختارهای مورد نیاز جهت ارتقائ بهره وری نیروگاه هسته ای، شناسایی چالشهای ساخت وکاربرد مواد اولیه نانو ساختار و ارائه راهکارهای سرمایگذاری و حمایت دولت از نانوفناوری پیشرفته مرتبط.**

**راهبرد بکارگیری فناوریهای نوین در هر کشور مسلما" از مبانی برنامه های توسعه اقتصادی، سیاسی، تولید ثروت و بسیار مهم در تحقق رفاه اجتماعی می باشد. درعین حال، توسعه نیروگاههای هسته ای تولید انرژی بهترین روش برای بهره گیری بهینه و بروز از امکانات و منابع کشور خصوصا" در مانیفست تولید انرژی پایدار محسوب میشود. یکی از اهداف مهم در سند چشم انداز کشور، تولید سهم بالایی از انرژی الکتریکی کشور بوسیله صنعت نیروگاههای هسته ای آب تحت فشار میباشد. در این راستا مطمئنا" بکارگیری تکنولوژی پیشرفته نانو ساختارها در ساخت مواد اولیه و عملکرد سیستمهای تولید انرژی هسته ای میتواند بسیار سودمند باشد و این ضرورت نیز نیازمند تحقیقات پایه ای و شناسایی درست این فناوری وکاربردهای آن در این صنعت میباشد.** **از آنجاییکه مطالعات بنیادی خاص ، خلاقانه و جامعی در زمینه شناسایی روشهای انحصاری کاربرد نانوتکنولوژی در بهبود و بروزرسانی سیستمهای حساس و پیچیده نیروگاههای اتمی انجام نگرفته، این پژوهش میتواند جهت مطالعه کارشناسان، محققان و خصوصا" علاقمندان به صنعت تلفیقی نانو تکنولوژی هسته ای که نقش مهمی درآینده تامین انرژی کشور دارد، مفید و کاربردی باشد. پژوهشگرانی که به نحوی پیگیر رفتار نانو ذرات در سیستمهای تولید، تبدیل و انتقال انرژی برق الکتریکی هسته ای، خنکسازی نیروگاهها، سیستمهای نگهداری پسماندهای هسته ای باشند، این تحقیق، برایشان منبع پژوهشی مناسبی خواهد بود.** **در چند سال آینده نانو تکنولوژی قطعا" صنعت ساخت و بهره برداری از منابع انرژی و ایمنی و بهره وری سیستمهای مرتبط با تولید انرژی هسته ای را دچار تحول ساختاری می نماید که در این راستا و بنابر اهداف چشم انداز تولید انرژی برق هسته ای کشور، تحقیق و پژوهش در کاربردهای هسته ای نانو تکنولوژی بسیار اهمیت پیدا میکند.** |
| **4-8 ضرورت انجام تحقيق** |
| * **پس از فاجعه نیروگاه پیشرفته فوکوشیمای ژاپن، افکار عمومی و حامیان محیط زیست موضعی بشدت سلبی نسبت به ادامه کار و توسعه نیروگاههای هسته ای گرفته اند. نقش فناوری نانو در افزایش ایمنی و کارایی مدیریت پیشرفته در پیشگیری، کنترل و ساماندهی حوادث هسته ای امروزه بر کسی پوشیده نیست. بنابراین اهمیت تحقیقات نظری وکاربردی نانومواد، مورد توجه طراحان سیستمهای حفاظتی و اضطراری نیروگاه هسته ای قرارگرفته و درآینده سیستمهای نیروگاهی دچار دگرگونی در عملکرد و مدیریت هوشمند مبتنی بر نانوتکنولوژی خواهند شد.**
* **با توجه به مزایای دراز مدت اقتصادی، زیست محیطی، علمی و چشم انداز استراتژیک تولید انرژی پایدارکشور در بکارگیری نیروگاههای هسته ای برای تولید انرژی درمقایسه با نیروگاههای کلاسیک و اثبات کاربرد نانو فناوری پیشرفته درافزایش چشمگیر متغیر های اساسی آنها، تحقیقات بنیادی و مطالعه دانش پایه نانوتکنولوژی کاملا" ضروری بنظر میرسد.**
* **اساسا" رشد فناوریهای نوین مستلزم تحقیق و توسعه و بهینه سازی موادیست که آن فناوریها بر پایه آنها کارایی دارند. فناوری نیروگاههای هسته ای با دیدگاه صرفه جویی در منابع فسیلی و استفاده بهینه از آنها در راستای تامین انرژی و توسعه زیر ساختهای فنی ومهندسی و پیشبرد اهداف کلان اقتصادی، در کشور ما بکار گرفته شده و سرمایگذاری هنگفتی در آنها صورت پذیرفته است. مسلما" بروزرسانی این فناوری ها و تجهیز سیستمهای وابسته با تکنولوژی نوین مواد نانوساختار که نوید مزایای فراوانی در رشد ایمنی، ارتقائ توان تولید و افزایش عمر مفید تجهیزات گرانقیمت آنها را می دهد، از ضروریات صنایع مدرن می باشد.**
* **هم اکنون دانش و فناوری نانو با سرعت زیادی درحال پیشرفت بوده و با توجه به صرف هزینه های هنگفت و رقابت شدید بین کشورها، باید بدون فرصت سوزی ،تحقیقات بنیادی وکاربرد نانومواد در نیروگاههای هسته ای را درادامه دستاوردهای محققان کشور پی بگیریم. در عین حال برنامه 20 هزار مگاوات برق هسته ای کشور، ضرورت پژوهشهای بنیادی و تحقیق جهت شناسایی پیشرفتهای جهانی و پتانسیل داخلی درساخت و بکارگیری نانو مواد درنیروگاه هسته ای را دوچندان مینماید.**
* **نظر به پیشرو بودن کشور ما در فناوری پیشرفته نانو ساختارها و آشنایی با جوانب کاربردی آن در صنایع دیگر، کمبود پژوهشهایی مختص تاثیرات ایجابی نانو تکنولوژی بر بهبود سیستمهای تولید انرژی هسته ای حقیقتا" محسوس بوده و ضرورتی اساسی محسوب میگردد. فلذا با توجه به اینکه بیشترین تحقیقات نظری وکاربردی نانو فناوری مرتبط با بهینه سازی چرخه سوخت و تولید انرژی هسته ای درکشورهای پیشرفته صورت گرفته و در حال گسترش می باشد، تسلط پژوهشگر به زبانهای انگلیسی و روسی و همینطور گذراندن دوره های آموزشی هسته ای و تجربه کار در نیروگاه اتمی، جهت مطالعه دانش محورآخرین پیشرفتهای مرتبط، قطعا" سودمند خواهد بود.**
 |
| **4-9 جنبه‌هاي جديد و نوآوري طرح** |
| **دانش کاربردی نانو تکنولوژی گرچه نوپا بوده ،اما سرعت پیشرفت بالایی در صنعت تولید برق هسته ای بطور خاص ودرتولید انرژی بطور عام دارد. دانشمندان نانوفناوری کشور تحقیقات نظری و تجربی پیشرفته ای درزمینه نانو فناوری و کاربرد آن درصنایع مختلف داشته اند، اما این تحقیق بطور خاص این فناوری را در حیطه بهینه سازی عملکرد نیروگاه هسته ای مورد مطالعه قرار می دهد و از این نظر نوآوری محسوب میشود. ضمنا" این مطالعات پایه ای، امکان بکار گیری فرایندهای شبیه سازی شده را درنیروگاههای کشور مورد مطالعه قرار میدهد و این موضوع نیز در نوع خود پیشرو می باشد.** **تحقیق حاضر مسئله نانو تکنولوژی و ارتباط آن با صنعت تولید انرژی برق هسته ای را از جنبه های متفاوت و طی مراحل چرخه سوخت، ساخت نیروگاه، بهره برداری و حتی دفع پسماند را در بر میگیرد. همچنین شامل حفاظت ارتقائ یافته در برابر پرتوهای پرانرژی و کنترل بهینه چشمه های رادیواکتیو دفع شده و بازیافت مواد آلوده هسته ای نیز میگردد که در این نوع، کم نظیر می باشد.** **ارائه راهکار تحلیلی کاربرد نانو ساختارها و میزان تاثیر آنها بر متغیرهای وابسته خروجی نیروگاه هسته ای بر پایه داده های مختلف تحقیقی و صنعتی کشورهای پیشرو تا آنجاییکه نتایج کاربردی آنها اعلام شده باشد نیز از ابعاد نوین این مطالعات خواهد بود. براورد آماری هزینه وصرفه اقتصادی بکارگیری مواد نانوساختار دربخشهای مختلف نیروگاهی و نظرخواهی از مدیران وکارکنان نیروگاه هسته ای بوشهر در موارد کاربردی این فناوری، همچنین ارائه مدل های کاربردی ومیزان کارایی مواد نانو درتجهیزات و سیستمها از برنامه های طرح می باشد. ضمنا" درصورت نیاز، میتوان همزمان با ساخت نیروگاههای جدید هسته ای در بوشهر، از شرکت سازنده درخواست کرد که دستاوردهای تکنولوژیکی محققان روسیه درزمینه کاربرد نانو مواد دربخشهای مختلف نیروگاه هسته ای را به مدیریت فنی و مهندسی جهت بررسی امکان بهینه سازی عملکرد سیستمهای نیروگاهی ارائه نماید تا درزمینه بکارگیری این تکنولوژی ها بحث شود. نهایتا" با توجه به مطالعات و تجربیات موجود و با کمک اساتید راهنما ومشاور طرح، ارائه پیشنهادات مطالعاتی و کاربردی دراین زمینه را می توان یکی از جنبه های نوآورانه طرح دانست که راهگشا خواهد بود.** |
| **4-10 بازه زماني انجام تحقيق** |
| تاريخ تصويب | تاريخ شروع | طول مدت اجراي تحقيق |
| **11/05/1395** |  | **یکسال** |

|  |
| --- |
| **عنوان:** **كتابچه راهنماي حمايت از پايان‌نامه‌هاي** **تحصيلات تكميلي و پروژه‌هاي كسر خدمت در حوزه نيروگاه‌هاي هسته‌اي**  |
| **گردآورنده:** **معاونت برنامه‌ريزي و توسعه سيستم‌ها**  |
| **تلفن:** **24882606 و 24882817** |
| **فكس:** **24882616** |
| **نشاني:** **خيابان آفريقا (نلسون ماندلا)- كوچه تنديس- پلاك 8****كدپستي: 63 136 19156** |
| **آدرس وب:** [www.nppd.co.ir](http://www.nppd.co.ir)**پست الكترونيك:** nppd-hemayat@nppd.co.ir |
| **ناشر:** **شركت مادر تخصصي توليد و توسعه انرژي اتمي ايران** **مديريت روابط عمومي و بين‌الملل** |