


کد سند: RO-S-F-27-04	معاونت پژوهشی	
تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲		
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵	فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه	

**عنوان طرح/پروژه:** تحقیق و پژوهش در طراحی، پیاده سازی و استقرار سامانه مدلسازی On - line پراکنش آلاینده های گازی و ذرات معلق در یک نیروگاه منتخب

پژوهشگاه نیرو	<b>کارفرما:</b>	طرح توسعه فناوری های کنترل انتشار آلاینده های هوا و گازهای گلخانه ای از نیروگاه های حرارتی کشور	<b>واحد مجری:</b>
سعید نظری کودهی	<b>مجری:</b>	امیر سهرابی کاشانی	<b>مدیر طرح/پروژه:</b>
PPMPN03-1	<b>کد کیفی پروژه:</b>	۱۴۵۰۴	<b>کد مالی پروژه:</b>
پژوهشی	<b>معاونت:</b>	پژوهشی	<b>نوع طرح/پروژه:</b>

**همکاران:** سعید نظری کودهی، امیر سهرابی کاشانی، وحید اصفهانیان (مجری پروژه)، علی شاطری (مدیر پروژه)، خسرو اشرفی، محسن اصفهانیان، محمودی، محمدعلی رجبی، شهریار احمدی گل، شیما شرفخانی، آرمان عبدی پور، شهریانو گلچوبی، و کامران ماهوتچی

## کلمات کلیدی: (۶ تا ۱۰ مورد)

مدلسازی آنلاین - WRF - CALPUFF - سامانه - CEMS - توپوگرافی

## ضرورت انجام پروژه/طرح:

- تعیین سهم نیروگاه در منطقه
- امکان اندازه گیری کیفیت هوا در تمامی نقاط مربوط و در همه زمان ها وجود ندارد
- وقتی آلودگی هوا تشخیص داده شد، مدل سازی می تواند منبع آلودگی را پیدا کند.
- می توان برخی از استراتژی ها را قبل از اجرای هزینه بر آن ها با مدل سازی آزمایش نمود
- مدل سازی می تواند برای برنامه ریزی های اضطراری در حوادث غیرمترقبه جهت تصمیم گیری های بهینه کمک شایانی کند.

## اهداف پروژه/طرح:

- ارضای "بند ۲ ماده ۱۹۲ قانون برنامه پنجم توسعه" که ناظر بر اندازه گیری آلودگی ها و ارائه گزارشات می باشد
- موفقیت و اثربخشی هرگونه برنامه ی مدیریتی در حفاظت از محیط زیست در گروهی پیاده سازی بهینه و مناسب روش های کنترل، نظارت و کاهش آلاینده های زیست محیطی
- شناخت بهتر و دقیق تر استراتژی های نظارت و حذف آلاینده ها در صنعت نیروگاهی کشور
- کاهش هزینه های مربوطه در بخش خسارت به محیط زیست و حرکت به سمت بهبود سلامتی انسان ها و دیگر بخش های محیط زیست
-

## چکیده پروژه/طرح:

در فاز اول دو موضوع مورد بررسی قرار گرفت در ابتدا تاریخچه مدل سازی آلاینده های هوا به صورت آنلاین و آنلاین ارائه شد و پس از آن برخی استانداردها و خطوط راهنمای موجود برای مدل سازی پخش و پراکنش آلاینده های هوا شامل کشور ایران، ایالات متحده آمریکا، نیوزلند و هند بیان گردید. با بررسی متون علمی در بخش اول نکته قابل توجه این است که هر چند مدل سازی های آنلاین در سطح بین المللی از دهه های قبل شروع شده است ولی مدل سازی آنلاین در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است و در حال رشد بوده و مراحل رسیدن به بلوغ را طی می کند. بنابراین موضوع پروژه حاضر از این دیدگاه مسئله روز محافل علمی در این زمینه بوده و در سال های آینده نیز به آن توجه خواهد شد. همچنین در ادامه در ابتدا به پس زمینه های علمی مدل سازی های آنلاین و آنلاین پرداخته شده است از مهم ترین این مسائل می توان به دیدگاه های اصلی در این خصوص شامل مدل های جعبه ای، مدل های پایه گاوسی، مدل های اویلری (توسعه یافته مدل جعبه ای)، مدل های لاگرانژی و مدل های مقیاس کوچک اویلری دینامیک سیالات محاسباتی اشاره نمود. با توجه به فرضیاتی که در ذات هر کدام از این دیدگاه ها وجود دارد هر کدام از این موارد مزایا و معایبی دارند که در متن فصل به این موارد پرداخته شد.

در فاز دوم به واسطه اهمیت استفاده از اطلاعات صحیح از CEMS از اهمیت فوق العاده ای برخوردار بود چراکه از ورودی های اصلی سامانه مدل سازی آنلاین می باشد. با هماهنگی کارفرما با استفاده از استاندارد EN14181 به بررسی صحت داده های CEMS پرداختیم که همانطور که در این فصل مشاهده نمودید سیستم پایش آنلاین ذرات و گازهای دودکش های نیروگاه کالیبره نیست و نیروگاه نیازمند کالیبراسیون مجدد و یا تعویض این سیستم ها می باشد. همچنین در ادامه رسیدن به یک مدل مناسب برای اهداف پروژه حاضر می باشد. با توجه به مطالبی که در داخل فصل به آن اشاره شد در این پروژه به یک مدل غیردائم نیاز است که بتواند در مقیاسی بالاتر از ۵۰ کیلومتر کار کند و شرایط متغیر هواشناسی در آن لحاظ شود. از طرفی دیگر مدل های پیشرفته فتوشیمیایی نیازمند اطلاعات همه منابع موجود در منطقه بوده و همچنین مقیاسی در حدود بالاتر از ۱۰۰ کیلومتر را شامل می شود که می بایست داخل آن همه منابع موجود شبیه سازی شوند. بنابراین برای اهداف پروژه حاضر یک مقیاس میانی لازم است که همبسته سازی و آنلاین سازی مدل هواشناسی WRF و مدل پخش و پراکنش CALPUFF گزینه مناسبی برای این منظور است.

در فاز سوم موارد بسیار پراهمیتی ارائه شده است که جهت جلوگیری از اطاله کلام در زیر به صورت موردی بدان ها پرداخته خواهد شد: طراحی اولیه پایگاه داده و توضیحات مربوط به آن - ایجاد ارتباطات ریاضی بین ورودی ها و خروجی ها با توجه به مدل - محیط گرافیکی مورد نیاز برای نمایش اطلاعات - سیستم گزارش گیری نتایج - قابلیت اتصال به وب و ارائه خروجی با طول و عرض جغرافیایی - سیستم ذخیره سازی اطلاعات - ارسال اطلاعات ورودی مورد نیاز مدل. در ادامه فاز سوم از بررسی داده های غلظت آلاینده ها در دودکش که به صورت پیوسته با دستگاه CEMS و با در گزارش های خوداظهاری اندازه گیری شده است، سه هدف دنبال می شود. اولین هدف بررسی آماری هر دو گروه داده به صورت مجزا، دومین هدف مقایسه این دو گروه داده باهم و سومین هدف تخمین مقادیری جهت استفاده در سامانه مدل سازی است، برای زمانی که ارتباط با دیتا لگر قطع بوده و یا اندازه گیری صورت نگیرد. در این فصل دو هدف اول با دو گروه داده های پایش آنلاین و داده های خوداظهاری بررسی شد.

در فاز چهارم به منظور آسان سازی مشاهده نتایج مدل سازی می توان از بستری نرم افزاری بر پایه وب استفاده کرد تا تمامی کاربران بتوانند با بهره گیری از نام کاربری و گذر واژه اختصاصی خود به خروجی های عددی و گرافیکی حاصل از مدل سازی هواشناسی و آلودگی هوا دسترسی داشته باشند. در این بستر کاربر در محیطی امن می تواند به بررسی خروجی های عددی و گرافیکی مورد نظر خود دسترسی داشته باشد. کاربر می تواند خروجی های مدل آلودگی هوا را به صورت لحظه ای یا در تاریخ ها و ساعات مورد نظر خود مشاهده کند که این کار با استفاده از تحلیل نتایج ذخیره شده در پایگاه داده صورت می گیرد. برای دستیابی به این بستر ابتدا مدل هواشناسی به محاسبه پارامترهای حاکم بر جو با استفاده از داده های هواشناسی می پردازد سپس با استفاده از خروجی مدل هواشناسی و غلظت های اندازه گیری شده آلاینده های ناشی از فعالیت نیروگاه، مدل آلودگی هوا به محاسبه و حل معادلات حاکم بر غلظت آلودگی هوا پرداخته و خروجی حاصل از این مرحله و خروجی حاصل از مدل هواشناسی در پایگاه داده به ترتیب روز و ساعت محاسبه، ذخیره می شوند که این خروجی ها شامل میزان غلظت آلاینده ها در هر نقطه از شبکه مدل سازی می باشند. پس از پایان محاسبات و ذخیره سازی داده های حاصل از مدل سازی، کاربر قادر خواهد بود که داده ها و خروجی های حاصل را در بستر وب برای همان روز و روزهای قبل مشاهده کند.

## مراحل و روش های انجام پروژه/طرح:

در فاز اول پروژه بنا داریم با بررسی مقالات، گزارش ها و مستندات مربوط به مدل سازی پخش و پراکنش آلاینده ها بستر تحقیقاتی پروژه را آماده کنیم. بنابراین در فاز اول مقالات، کتب و گزارش های مربوط به مدل سازی آنلاین آلاینده های هوا از منابع در دو سطح ایران و جهان مورد ارزیابی قرار می گیرند. در این مسیر با بررسی کاربر، تبیین و تاریخچه مدل سازی آنلاین و آفلاین و بررسی مدل های مختلف در بحث ترسیب خشک و تر برای آلاینده های گازی و ذرات معلق خواهیم پرداخت. در ادامه با بررسی استانداردها، خط مشی ها و دستورالعمل های ملی و بین المللی در حوزه مدل سازی، چارچوب پروژه به منظور دستیابی به صحت مورد قبول تعیین می شود. مقایسه فنی و اقتصادی مدل سازی آنلاین و آفلاین نیز در نیروگاه ها نیز به منظور ایجاد تفاوت ها و تمایزها بین مدل سازی آفلاین و آنلاین از اولویت خاصی برخوردار است.

فاز دوم نقش بسیار کلیدی در ادامه پروژه خواهد داشت. در ابتدا با بازدیدهای میدانی از نیروگاه منتخب شرایط را به طور کامل بررسی می کنیم و با دستیابی به اطلاعات فرآیندی و داده های موجود در نیروگاه منتخب مانند نقشه های فنی، بویلرها، توربین ها، ژنراتور و آلاینده های منتشره بستر مدل سازی آماده می شود. همچنین با اخذ داده های انتشار با همکاری مجموعه اقدام به صحت سنجی پایش مداوم گازها خواهیم کرد که در صورت لزوم اگر نیازمند کالیبراسیون مجدد باشد، نیروگاه سریعاً برای این موضوع اقدام کند.

در فاز سوم از انجام پروژه، هدف طراحی مناسب سامانه‌ی مدل‌سازی همبسته آنلاین هواشناسی-پخش و پراکنش آلاینده‌های هوا در نیروگاه منتخب است. که در ابتدا با نصب و راه‌اندازی سیستم پایش مداوم اندازه‌گیری ذرات و نصب و راه‌اندازی سیستم اندازه‌گیری سرعت در محل نیروگاه منتخب شرایط را برای ادامه‌ی فاز ۳ فراهم می‌کنیم. خرید تجهیزات پردازش مدل‌سازی آنلاین کامپیوتر پرسرعت و اینترنت از دیگر اولویت‌های اساسی این بخش برای انجام فعالیت‌های مربوطه است. در ادامه هدف اصلی طراحی نرم‌افزار به صورت آنلاین است که بتوانیم تمامی ایرادهای و خطاهای آن را بررسی نماییم که در ابتدا با تحلیل و بررسی داده‌های انتشار ذرات و گازها و سرعت جریان گاز دود خروجی به نگارش نرم‌افزار اقدام خواهیم نمود.

با فراهم آوردن داده‌های هواشناسی با استفاده از اجرای مدل هواشناسی جهت همبسته‌سازی با مدل پراکنش آلاینده‌های هوا اقدام می‌کنیم. در ادامه با پیاده‌سازی مقدماتی سامانه مدل‌سازی پخش و پراکنش آلاینده‌های گازی مشتمل بر ترسیب خشک گازهای CO، SO<sub>2</sub> و NO و ذرات معلق منتشره از نیروگاه منتخب بصورت آنلاین با استفاده از داده‌های انتشار، هواشناسی و توپوگرافی منطقه از طریق همبسته‌سازی مدل هواشناسی و پخش و مدل پراکنش آلاینده‌های هوا، به تعیین عدم قطعیت‌ها خواهیم پرداخت. با بررسی داده‌های مورد نیاز برای انجام مدل‌سازی آنلاین طراحی مدل‌سازی آنلاین برای نیروگاه منتخب انجام می‌شود در این مرحله از انجام کار لازم است کدهای لازم برای مرتبط نمودن بخش‌های مختلف (داده‌های هواشناسی، داده‌های کاربری زمین و توپوگرافی، داده‌های نرخ انتشار ناشی از پایش‌های یا محاسبه شده از ضرایب انتشار و خود مدل‌ها) تهیه و فراهم شوند و به‌صورت یک بسته نرم‌افزاری تدوین شوند.

بدین ترتیب به طراحی مناسب با دقت بالا دست خواهیم یافت و با بررسی و رفع مشکلات پیاده‌سازی مقدماتی سامانه، شرایط را برای استقرار و راه‌اندازی آماده خواهیم کرد و در نهایت با ارائه نرم‌افزار و گزارش این فاز، وارد فاز پیاده‌سازی خواهیم شد.

در فاز چهارم، نصب، استقرار و راه‌اندازی مدل‌سازی آنلاین پخش و پراکنش آلاینده‌های منتشره در نیروگاه منتخب اقدام خواهیم کرد. در ابتدا به آماده‌سازی شرایط جهت استقرار و راه‌اندازی مدل‌سازی آنلاین پخش و پراکنش آلاینده‌های منتشره (مشتمل بر ذرات معلق، گازهای CO، SO<sub>2</sub> و NO) خواهیم پرداخت و سپس با نصب ملزومات مورد نیاز الکترونیکی در نیروگاه منتخب (در صورت عدم وجود آنها) به برقراری کلیه ارتباطات الکترونیکی بین ورودی‌های مورد نیاز سامانه ی آنلاین، اقدام خواهیم کرد. با راه‌اندازی مقدماتی سامانه مدل‌سازی پخش و پراکنش آلاینده‌های گازی و ذرات معلق منتشره از نیروگاه منتخب بصورت آنلاین (ترسیب خشک) با استفاده از داده‌های انتشار، هواشناسی و توپوگرافی منطقه از طریق همبسته‌سازی مدل هواشناسی با پخش و پراکنش آلاینده‌های هوا در شعاع حداقل ۳۰ کیلومتری و تعیین عدم قطعیت می‌پردازیم و با رفع عیوب احتمالی سامانه شرایط را برای راه‌اندازی نهایی فراهم می‌آوریم. و سپس با راه‌اندازی نهایی سامانه مدل‌سازی پخش و پراکنش آلاینده‌های گازی و ذرات معلق منتشره از نیروگاه منتخب با استفاده از داده‌های انتشار، هواشناسی و توپوگرافی منطقه از طریق همبسته‌سازی مدل هواشناسی با پخش و پراکنش آلاینده‌های هوا در شعاع حداقل ۳۰ کیلومتری و تعیین عدم قطعیت‌ها و رفع مشکلات احتمالی سامانه را به طور کامل پیاده‌سازی خواهیم نمود.

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

- طراحی مدل‌سازی همبسته آنلاین هواشناسی- پخش و پراکنش آلاینده‌های هوا
- بسته نرم‌افزاری سامانه آنلاین مدل‌سازی همبسته آنلاین هواشناسی- پخش و پراکنش آلاینده‌های هوا در نیروگاه منتخب
- سهم‌بندی کمی نقش نیروگاه منتخب از غلظت گازها و ذرات معلق در محیط اطراف آن