

سیستم پایش پیش بینی کننده انتشارات گاز دودکشها Predictive Emission Monitoring Systems

معرفی:

کارخانه‌های صنعتی به منظور انطباق با قوانین و ملاحظات محیط زیست، ملزم هستند که داده‌های انتشارات^۱ خود را پایش و ذخیره کنند و آنها را گزارش دهند. رویکرد سنتی و عملیاتی موجود در بحث گازها، سیستم پایش پیوسته انتشارات^۲ می‌باشد، بدین ترتیب که جریان داده‌های پیوسته‌ی خود را از طریق سنسورهایی به صورت برخط^۳ اندازه‌گیری می‌کنند و پس از ذخیره‌سازی داده‌ها، آن را برای گزارش آماده می‌سازند. در واقع سیستم پایش پیوسته انتشارات که به اختصار آن را CEMS می‌نامیم، روش سخت‌افزاری اندازه‌گیری و پایش آنلاین می‌باشد.

با این وجود در سال‌های گذشته فناوری مدلسازی پیشرفته‌ای برای جایگزینی و یا تکمیل CEMS توسعه و طراحی شد. فناوری مدلسازی می‌تواند سیستم‌های مدیریت انتشارات موجود را به‌خوبی تکمیل و یا فراهم کند که به عنوان سیستم پایش پیش‌بینی کننده انتشارات^۴ شناخته می‌شود. این سیستم که به اختصار آن را PEMS می‌نامیم (در بعضی از کشورها از PEMS به عنوان CEMS software یاد می‌شود) برای اندازه‌گیری مستقیم و برخط به هیچ دستگاه سخت‌افزاری نیازی ندارد اما با استفاده از مدل‌های کامپیوتری به پیش‌بینی غلظت انتشارات از طریق پردازش داده‌ها (مانند جریان سوخت، بار، دمای محیط و...) می‌پردازد.

PEMS با توجه به ویژگی‌هایی که دارد هم می‌تواند جایگزین روش سنتی پایش آنلاین توسط سنسورها باشد هم می‌تواند به عنوان سیستم پشتیبان CEMS عمل کند. برطبق ISO14001؛ "هدف سیستم‌های مدیریت محیط زیستی^۵ عبارتست از توانایی سازمانی جهت ایجاد و ارزیابی موثر رویه‌ها برای تنظیم خط‌مشی و اهداف زیست محیطی برای انطباق با آنها و نشان دادن چنین انطباقی با دیگر مجموعه‌ها."

¹ -Emission Data

² -Continuous Emission Monitoring System(CEMS)

³ -online

⁴ -Predictive Emission Monitoring System(PEMS)

⁵ -Environmental Management Systems(EMS)

برطبق این اصل یک سیستم مدیریت محیط زیستی که به اختصار آن را EMS می نامیم، برای فراهم کردن تعدادی از عملکردهای زیر طراحی می شود:

- ❖ جمع آوری و پردازش داده های مرتبط با محیط زیست
- ❖ ایجاد شاخص های کلیدی عملکرد محیط زیستی
- ❖ برنامه ریزی ارزیابی عملکرد محیط زیستی
- ❖ محاسبه ی انتشارات و گزارش دهی
- ❖ ثبت، ممیزی و پیگیری عملکرد

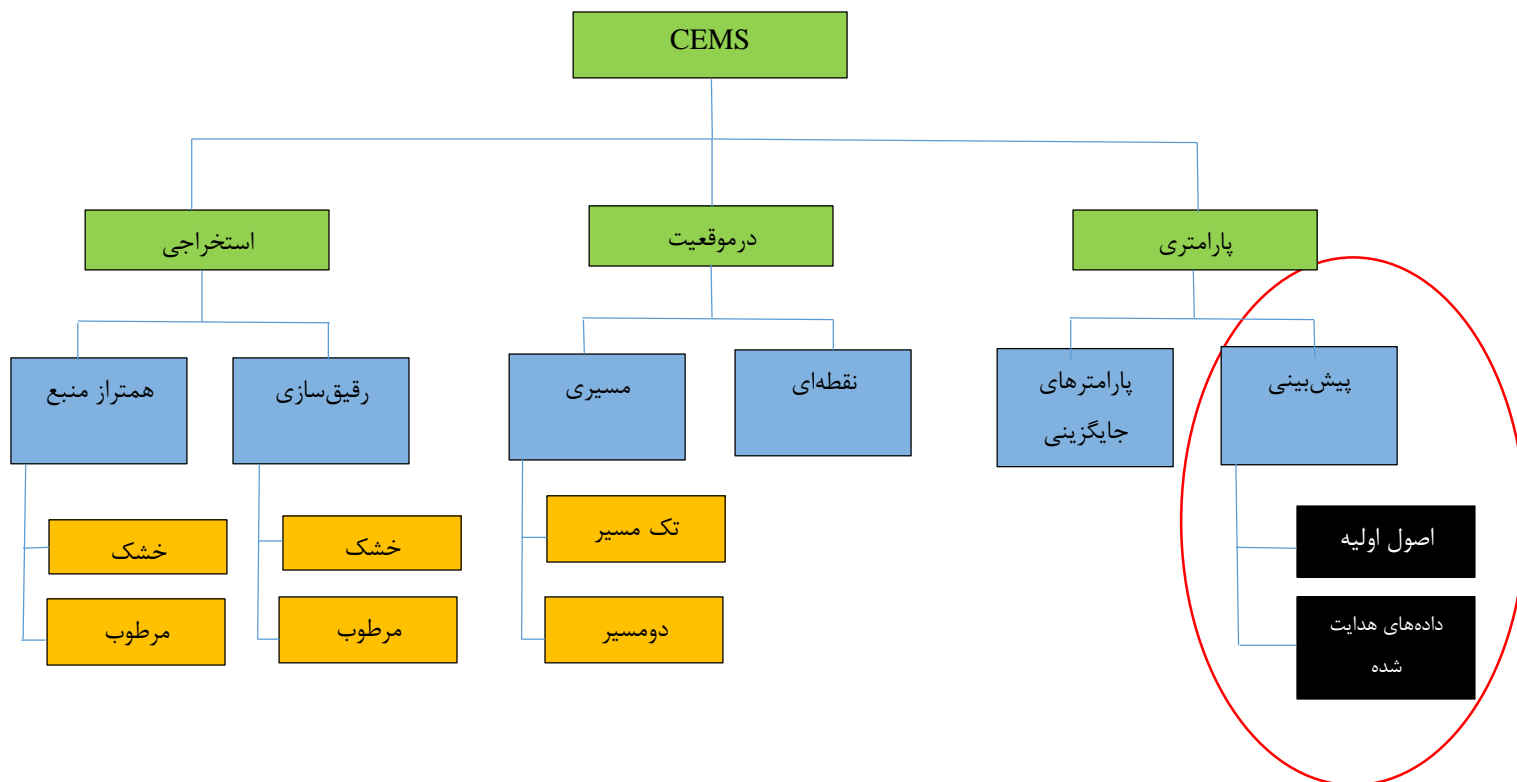
از طریق هر EMS، جلوگیری و پایش آلودگی هوا نقشی اساسی را ایفا می کند. به منظور پایش آلاینده های رها شده در جو، صنعت به طور معمول متکی به CEMS است. یک CEMS به عنوان تجهیزاتی کلی شامل نمونه گیر، سخت افزارهای جمع آوری، انتقال، تصفیه، آنالیزر، ثبت داده و پردازش آنها جهت دستیابی به داده های قابل اتکا تعریف می شود.

به طور کلی CEMS به سه دسته تقسیم می شود که PEMS در واقع با توجه به رسالت خود، یکی از روش های CEMS محسوب می شود که به دلیل تفاوت های اجرایی، موضوعی مستقل در نظر می گیریم:

(۱) استخراجی

(۲) در محل (در موقعیت)

(۳) پارامتری



انواع سنسورها در پایش مستقیم و آنلاین

(۱) **سنسورهای فیزیکی**: سنسورهای رایج و سنتی در بحث پایش مستقیم و آنلاین، سنسورهایی هستند که در کارخانه نصب و داده‌های انتشار را "پس از انتشار" ثبت و گزارش می‌کنند که از آن تحت عنوان سنسورهای فیزیکی یاد می‌کنیم. سنسورهای فیزیکی عمدتاً نیازمند مراقبت خاص جهت کالیبراسیون و گازهای کالیبراسیون در محل نصب هستند که حتی نیازمند مراقبت‌های روزانه هستند که روش‌های رایج در CEMS از این دسته از سنسورها استفاده می‌کنند.

(۲) **سنسورهای استنتاجی**^۷: اما دسته‌ی دیگری از سنسورها هستند که توانایی ثبت و گزارش داده‌ها با دقت برابر با سنسورهای فیزیکی را دارند، اما به‌جای اندازه‌گیری پس از انتشار، با استفاده از ارتباطات منطقی بین داده‌های احتراق، مقادیر انتشار را استنتاج می‌کنند که از آن تحت عنوان سنسورهای استنتاجی یاد می‌کنیم. سنسورهای استنتاجی نیاز به گازهای کالیبره و مراقبت روزانه ندارند، احتمال دخالت دست در آن بسیار کم است که PEMS در واقع با استفاده از سنسورهای استنتاجی عمل می‌کند که آینده‌ی سنسورها در بسیاری از کاربردها خواهند بود.

در ۱۵ سال گذشته پروژه‌های نرم‌افزار محور زیادی به دقتی سنسورهای نصب‌شده بر روی دودکش‌ها انجام شده است به علاوه PEMS به مثابه آنالایزهای واقعی مجازی^۸ عملکردهای منحصر به فردی را می‌تواند ارائه کند:

- شناسایی متغیرهای کلیدی انتشارات
- حسگرهای اعتبارسنج خودکار
- بازسازی سطوح انتشار از داده‌های پیشینی وقتی که سخت‌افزار از کار افتاده است
- تکمیل و بالابردن استراتژی‌های بهینه‌سازی فرآیند

⁶ -Physical Sensors

⁷ -Inferential Sensors

⁸ -virtual

کاربردهای صنعتی PEMS:

امروزه آنالایزرها و حسگرهای استنتاجی^۹ به طور گسترده‌ای در سطح جهان به جهت اهداف پایش انتشارات مورد پذیرش قرار گرفتند. بسته به شرایط صنایع سه نقش کلیدی توسط PEMS قابلیت اجرا دارد:

(۱) به‌عنوان روش اصلی پایش آنالاین و مستقیم انتشارات؛ که کاربردی پذیرفته شده در کشورهای توسعه‌یافته و حتی در خاورمیانه دارد.

(۲) به‌عنوان پشتیبان داده‌های CEMS که دسترسی به داده‌های انتشارات را افزایش می‌دهد. این کاربرد در بخشی از اروپا و خاور دور، به خاطر توسعه فاکتور خدمات‌رسانی CEMS است، چراکه دستگاه‌های CEMS احتمال شکست و خارج از دسترس بودن بالایی دارد و همچنین CEMS چون در صنایع بسیار بزرگ به‌کار می‌رود بنابراین به یک سیستم پشتیبان، نیاز مبرم دارد.

مراحل انجام طرح

روند پیاده‌سازی PEMS شامل ۳ فعالیت اساسی اجرایی است:

۱. جمع‌آوری داده‌ها (شامل داده‌های اتاق کنترل و داده‌های پیشینی انتشارات):
فاز جمع‌آوری داده‌ها بسته به کاربرد PEMS متفاوت است اگر به‌عنوان روش اصلی پایش آنالاین و مستقیم است، بایستی آنالایزرهای موقتی در یک دوره زمانی خاص در کارخانه نصب و به جمع‌آوری داده‌های انتشارات و داده‌های محیطی پرداخت و در همین دوره زمانی داده‌های فرآیند در شرایط مختلف بارگذاری و دامنه‌ی گسترده‌ای از شرایط موتور نیز استخراج شود.

۲. ریاضیات و برنامه‌سازی و ساخت مدل:

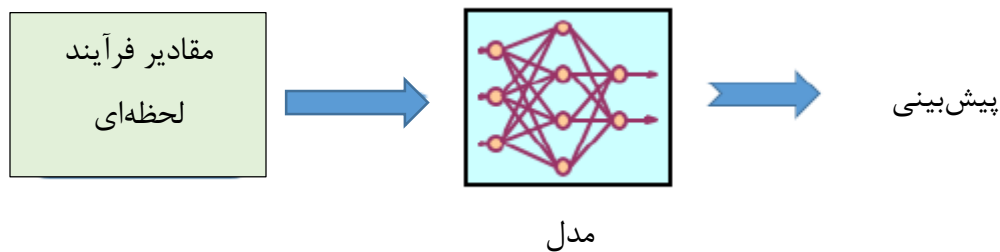
پس از جمع‌آوری همزمان داده‌های احتراق و دودکش، بایستی سراغ یافتن ارتباط منطقی بین این مقادیر برویم. در واقع ریاضیات و ساخت مدل در واقع قلب هر پروژه PEMS است که شامل تمامی وظایف، از پیش‌پردازش داده‌ها تا تست نهایی استنتاجات می‌باشد که نیازمند کاربرد ریاضیات و فناوری‌های مدل‌سازی است. به طور مشخص ریاضیات مدل به‌آسانی انجام نمی‌پذیرد، با این وجود فناوری‌های

⁹ -Inferential Sensors

مدلسازی شامل شبکه عصبی مصنوعی^{۱۰} به کمک می آید که یک بسته‌ی نرم‌افزاری پیشرفته و الگوریتم قوی و آسان برای استفاده‌ی سازمان محیط زیست و صنایع فراهم می‌کند و البته اعتبارسنجی مدل به صورت آفلاین به منظور اطمینان از عملکرد آن و قابلیت اطمینان برای پیاده‌سازی انجام می‌پذیرد.

۳. نصب و راه‌اندازی سیستم در کارخانه:

مرحله پایانی، پیاده سازی مدل در کارخانه می‌باشد، در اینجا PEMS باید به‌درستی در پلت‌فرم محاسباتی کارخانه وصل شود تا لایه‌های سیستم کنترل کارخانه، به صورت اتوماتیک مقادیر لحظه‌ای فرآیند را در مدل به‌منظور تولید پیش‌بینی‌های مورد نیاز وارد کند تا نهایتاً پایش مستقیم و آنلاین بدست آید که PEMS با استفاده از زیرساخت‌های IT موجود در کارخانه و از طریق پروتکل‌های OPC^{۱۱} به جمع‌آوری داده‌های احتراق برای پیش‌بینی اقدام می‌کند که در شکل ۴ به صورت شماتیک روندی که در این مرحله طی می‌شود نشان داده شده است.



شکل ۴: گسترش آنلاین مدل

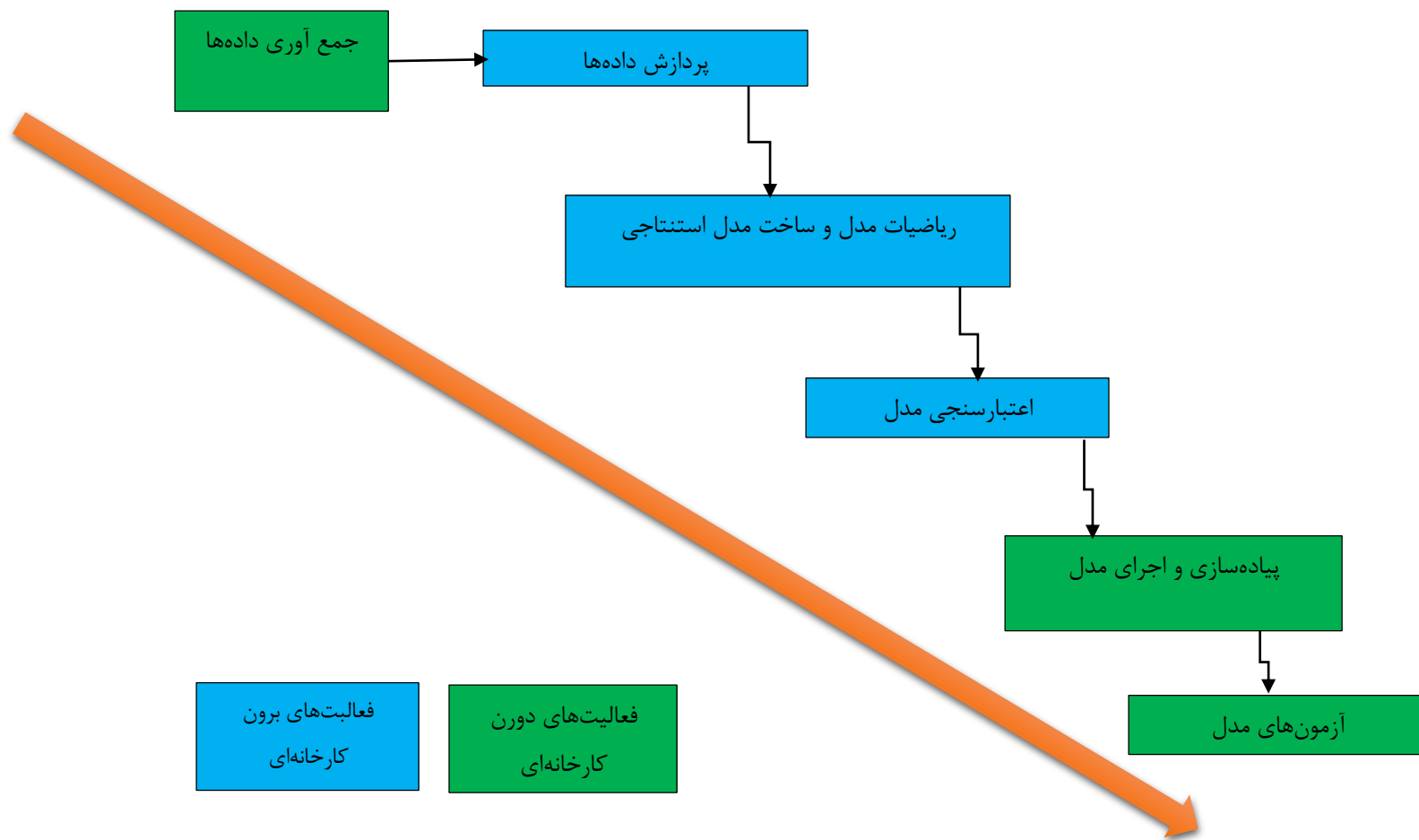
پس از نصب و راه‌اندازی PEMS نیازمند دو مرحله آزمون در زمان‌های مختلف است:

۱. انجام آزمون‌های مربوطه به منظور صحت اجرا و محاسبه عملکرد:
۲. آزمون‌های دقت نسبی در ماه‌های بعد:

¹⁰ -Artificial Neural Network(ANN)

¹¹ -Open Platform Communication

در شکل زیر روند پیاده سازی PEMS مشاهده می شود.



چرا PEMS ؟

باتوجه به اینکه سازمان حفاظت محیط زیست "شیوه نامه نصب و راه اندازی سیستم های پایش لحظه ای و مداوم (آنلاین) بر روی منابع آلاینده محیط زیست" را ابلاغ نموده است، لذا در اینجا قسمت داریم اولویت های PEMS را در مقایسه با روش سنتی و پایش مداوم یعنی CEMS ارائه دهیم. چراکه برای سازمان حفاظت

محیط زیست، یکی از مهمترین اولویت‌ها پایش مداوم و آنلاین می‌باشد و هدف اصلی و اساسی برای تمامی مشارکت‌کنندگان ارائه‌ی روشی بهینه، صحیح و مقرون به صرفه به منظور پایش منابع آلاینده است.

در جدول زیر تلاش کرده‌ایم تمامی مشخصات، ویژگی‌ها، تفاوت‌ها و شباهت‌های این دو روش را بایکدیگر مقایسه کنیم تا نقشه‌ی کاملی از آنچه که دو روش PEMS و CEMS به ما ارائه می‌دهند را بدست آوریم. **نکته اساسی در مورد CEMS این است که حدود ۱۵ هزار یورو، معادل ۵۱۰ میلیون تومان هزینه خواهد داشت.**

ویژگی‌های مشترک	CEMS/PEMS	
پیوستگی	هر دو پایش پیوسته و آنلاین هستند	
نوع کارخانه‌ها	تمامی منابع با انواع سوخت نفتی و گازی	
صحت/دقت	دقت و صحت هر دو تقریباً یکسان است، چراکه روش تضمین کیفیت (QA) یکسانی دارند	
روش اکتساب داده‌ها	برای ارائه و گزارش داده‌های پایش استفاده از سیستم‌های اکتساب و کنترل داده‌ها ^{۱۲}	
گازهای قابل اندازه‌گیری	CO, CO ₂ , O ₂ , H ₂ S, NO _x , SO _x , UHC, etc	
زمان ارائه داده‌های انتشار	هر ثانیه داده‌ها ارائه می‌شود (برای CEMS تاخیر در شرایط مختلف آب و هوایی)	
تفاوت‌ها	CEMS	PEMS

¹² -Data Acquisition and Handling System(DAHS)

سخت افزار	پروپ، پمپ، آنالایزر گازی و....	همان سخت افزارهای داخل کارخانه
مصرف انرژی	۴۵۰۰۰ وات	۵۰۰ وات
گازهای کالیبراسیون	دارد	ندارد
هزینه های سال اول	<ul style="list-style-type: none"> ▪ سرمایه اولیه: PEMS ۶۰ درصد ارزان تر از CEMS ▪ عملیات و نگهداری: PEMS ۸۰ درصد ارزان تر از CEMS ▪ هزینه های تضمین کیفیت برای هر دو یکسان است 	
هزینه های سال های بعد شامل آزمون های صحت و دقت و کیفیت	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PEMS ۶۰ درصد ارزان تر از CEMS 	