

بررسی راهکارهای پیشنهادی جهت کاهش آثار مصرف سوخت‌های مایع جایگزین در نیروگاه‌ها بر آلودگی هوای کلان‌شهرهای کشور



چکیده

افزایش معنادار مصرف گاز در بخش خانگی و تجاری طی سالیان اخیر موجب محدودیت عرضه گاز در نیروگاه‌ها شده است که در سال گذشته ۵ هزار مگاوات کمبود برق را در فصل سرد سال به همراه داشته است. همین محدودیت موجب روی آوردن نیروگاه‌های برق کشور به مصرف سوخت‌های مایع جایگزین مازوت و گازوئیل شده است. مازوت و گازوئیل مصرفی به دلیل گوگرد بالا در صورت مصرف موجب افزایش محسوس انتشار آلاینده اکسید گوگرد و ذرات معلق از نیروگاه‌های کشور و کاهش کیفیت هوا می‌شود. گزارش حاضر سعی کرده است راهکارهایی را در دو مقیاس کوتاه‌مدت و میان‌مدت برای کاهش آثار مصرف سوخت‌های مایع جایگزین ارائه کند. در مقیاس کوتاه‌مدت دو راهکار استفاده از میعانات گازی به عنوان سوخت جایگزین و تصفیه و فیلتراسیون دود حاصل از احتراق و کاهش آلاینده‌های خروجی دودکش پیشنهاد شده است. در مقیاس میان‌مدت نیز دو راهکار حمایت از صنایع کشور جهت احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر و گوگردزدایی از سوخت‌های مایع مازوت و گازوئیل پیش از احتراق ارائه شده است.

مقدمه

طی سالیان اخیر افزایش معنادار مصرف گاز در بخش خانگی و تجاری در فصل سرد سال، موجب محدودیت عرضه گاز در نیروگاه‌ها شده است که در سال گذشته ۵ هزار مگاوات کمبود برق را در فصل سرد سال به همراه داشته است. با توجه به این محدودیت، نیروگاه‌های برق کشور معمولاً به مصرف سوخت‌های مایع جایگزین مازوت و گازوئیل روی می‌آورند که به دلیل کیفیت نامناسب، آلودگی هوای کلان‌شهرها را تشدید می‌کند. در نیروگاه‌های گازی، سوخت دوم گازوئیل و در نیروگاه‌های بخاری سوخت جایگزین گازوئیل و مازوت است که به دلیل قیمت پایین مازوت، تمایل زیادی برای مصرف مازوت در نیروگاه‌های بخاری وجود دارد. براساس سیاهه انتشار شهر تهران در سال مبنای ۱۳۹۶، سهم نیروگاه‌ها و صنایع مستقر در تهران در ذرات معلق تولیدی در شهر تهران به ترتیب ۱۲/۱ و ۱۷/۸ درصد بوده است که بیانگر اهمیت کیفیت سوخت مصرفی در نیروگاه‌ها و صنایع مستقر در تهران است.

بررسی وضعیت سوخت‌های مصرفی در نیروگاه‌های کشور

شکل ۱ سوخت‌های مصرفی در نیروگاه‌های کشور و گاز کل مصرفی در کشور را طی دهه اخیر نشان می‌دهد. از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹ گاز کل مصرفی در کشور بیش از ۲۲ درصد افزایش یافته است. این درحالی است که به دلیل افزایش تقاضا در بخش خانگی و تجاری و محدودیت عرضه، گاز مصرفی نیروگاه‌ها از سال ۱۳۹۶ کاهش یافته است. در نتیجه نیروگاه‌ها به سوخت‌های مایع روی آورده‌اند که در مجموع رشد ۹۲ درصد مصرف سوخت‌های مایع (مازوت و گازوئیل) طی چهار سال اخیر را به همراه داشته است.

اگر نیروگاه‌های کشور بخواهند با همه ظرفیت خود کار کنند سوختی حداقل معادل ۱۹۰ میلیون مترمکعب گاز در روز نیاز دارند. این درحالی است که در زمستان سال ۱۳۹۹ گاز تحویلی به نیروگاه‌ها به زیر ۷۰ میلیون مترمکعب در روز نیز رسید که به ناچار مابقی سوخت مصرفی از سوخت‌های مایع جایگزین تأمین می‌شود.

دفتر مطالعات
زیربنایی

گروه محیط‌زیست

گزارش هشتم
آذرماه ۱۴۰۰

مشخصات گزارش

شماره مسلسل:

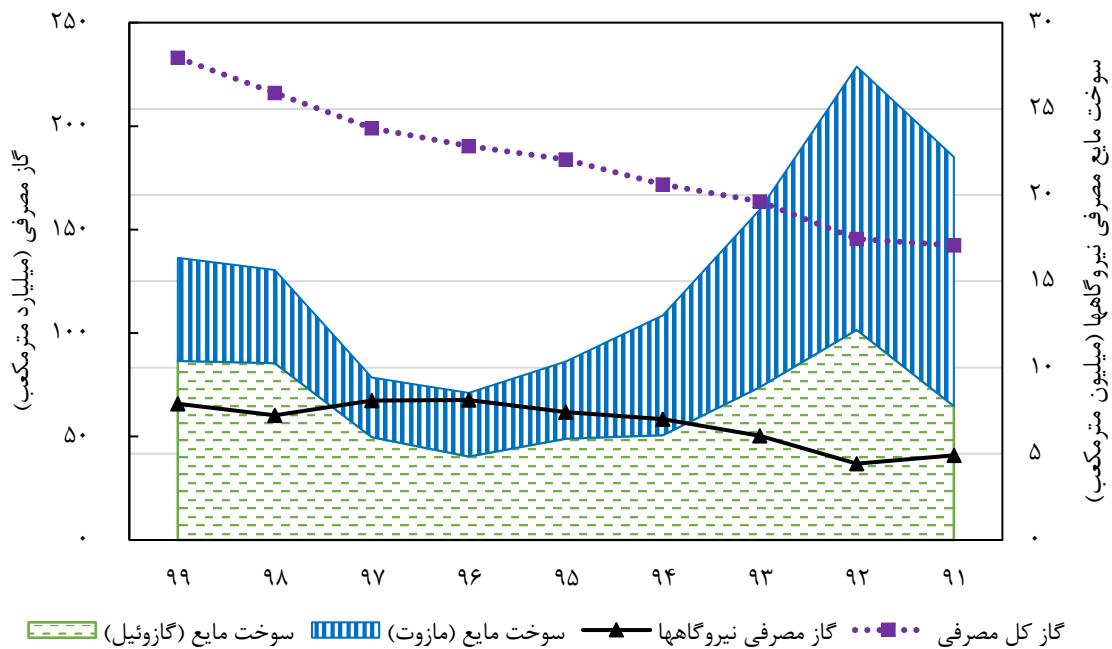
۲۵۰۱۸۰۱۴

تاریخ انتشار:

۱۴۰۰/۹/۲۱



شکل ۱. سوخت‌های مختلف مصرفی در نیروگاه‌های کشور در دهه اخیر



بررسی آثار مصرف سوخت‌های مایع جایگزین در نیروگاه‌ها بر آلودگی هوا

همزمانی مصرف سوخت‌های جایگزین در فصول سرد در نیروگاه‌ها و صنایع با افزایش آلاینده‌های هوا در شهر تهران موجب شده که برخی کارشناسان یکی از علل اصلی آلودگی هوای تهران را استفاده از همین سوخت‌های جایگزین بدانند. مهم‌ترین منبع ایجاد آلاینده‌های هوا از نظر کمی و کیفی در نیروگاه‌های حرارتی، چرخه ترکیبی فرایند احتراق سوخت است. آلاینده اصلی ناشی از احتراق گاز، NOx است و لکن در اثر احتراق گازوئیل و مازوت، علاوه بر NOx، دی‌اکسید گوگرد (SO2) نیز تولید می‌شود که بخشی از این آلاینده‌ها بر اثر فعل‌وانفعالات موجود در هوا تغییر فاز می‌دهند و به ذرات معلق تبدیل می‌شوند. با توجه به عدم به‌کارگیری تجهیزات کنترلی، سوخت‌های مایع جایگزین محتوی گوگرد بالایی هستند به‌گونه‌ای که گازوئیل تحویلی به نیروگاه‌ها حاوی حداقل ۵۰۰۰ ppm و مازوت حاوی ۳۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ ppm گوگرد است.^۱ علاوه بر این نسبت انتشار آلاینده اکسیدهای گوگرد برای سوخت مازوت و گازوئیل به ترتیب حدود ۱۲۶۸ و ۳۳۶ برابر و نسبت انتشار ذرات معلق مازوت و گازوئیل حدود ۱۱ برابر است. این مسئله نشان می‌دهد مصرف هر دو سوخت گازوئیل و مازوت به‌جای گاز، تأثیر بسیار بالایی در سطح آلاینده‌های تولیدی نیروگاه‌ها و کیفیت هوا خواهد داشت.^۲

جدول ۱. ضریب انتشار سوخت‌ها اعم از گازوئیل، نفت کوره و گاز طبیعی

نوع سوخت	ضریب انتشار (گرم بر گیگاژول)				
	PM	HC	CO	NOx	SOx
گازوئیل	۱۰/۸	۹/۰	۱/۹	۲/۲	۳۳۶/۰
نفت کوره (مازوت)	۱۱/۲	۹/۰	۱/۷	۲/۴	۱۲۶۸/۰
گاز طبیعی	۱	۱	۱	۱	۱

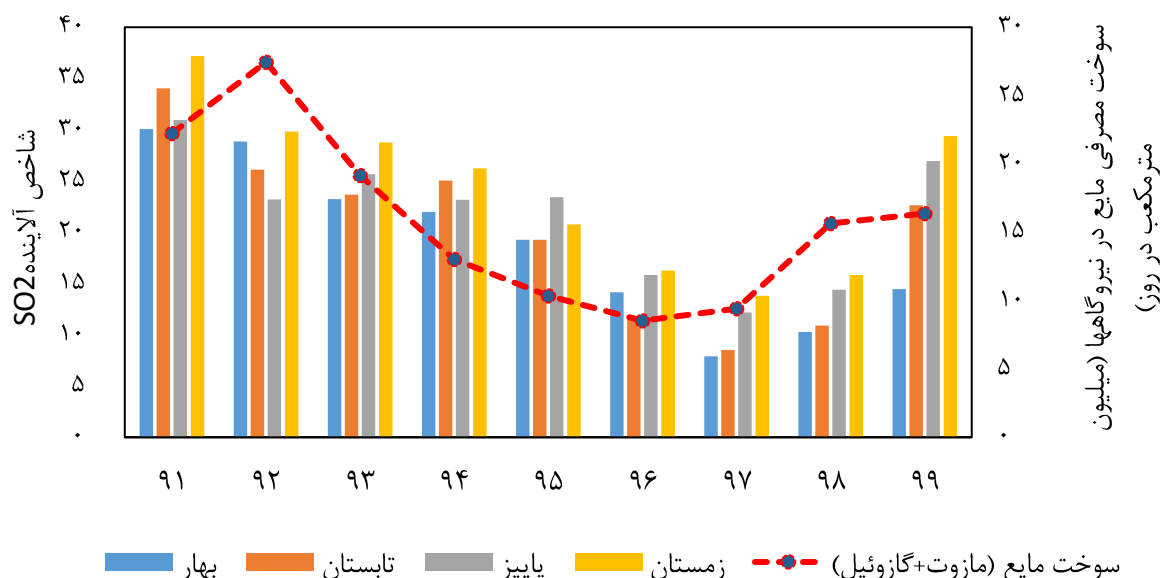
مأخذ: شرکت کنترل کیفیت هوا، ۱۳۹۹.

سوخت‌های دیزل و مازوت در مقایسه با گاز حدود ۱۱ برابر انتشار ذرات بیشتری دارند!

۱. گزارش‌های سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۹.
 ۲. گزارش‌های بررسی سیاه انتشار، شرکت کنترل کیفیت هوا، ۱۳۹۹.

شکل ۲ میزان مجموع سوخت مصرفی مایع (مازوت و گازوئیل) در نیروگاه‌ها و شاخص آلاینده SO₂ طی دهه اخیر را نشان می‌دهد. طبق شکل طی چهار سال اخیر روند مصرف سوخت‌های مایع افزایش محسوسی در نیروگاه‌ها داشته است. متعاقباً شاخص میانگین آلاینده SO₂ در این سال‌ها رشد قابل‌ملاحظه‌ای یافته است. غلظت‌های اندازه‌گیری شده در شهر تهران در سال ۱۳۹۹ در مقایسه با سال‌های گذشته نشان می‌دهد سطح غلظت آلاینده SO₂ در سال ۱۳۹۹ در شهر تهران در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش پیدا کرده است. با توجه به اینکه کیفیت گازوئیل در بخش حمل‌ونقل تغییر چندانی نداشته، لذا این افزایش آلاینده‌گی را می‌توان به کیفیت سوخت‌های مصرفی مایع نسبت داد. علاوه بر این اکسیدهای گوگرد تولیدی از مصرف سوخت‌های مازوت و گازوئیل پرگوگرد در اثر فعل‌وانفعالات مختلف تبدیل به ذرات معلق خواهد شد. بنابراین مصرف هر دو سوخت مازوت و دیزل در نیروگاه‌ها به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به افزایش قابل‌ملاحظه غلظت ذرات معلق در هوای شهرها نیز منجر خواهد شد.

شکل ۲. میانگین شاخص آلاینده SO₂ در فصول چهارگانه شهر تهران و سوخت مایع مصرفی نیروگاه‌های کشور طی دهه اخیر بررسی راهکارهای کاهش آثار آلودگی هوای سوخت‌های مایع مصرفی نیروگاه‌ها



به‌دلیل افزایش چشمگیر مصرف گاز خانگی طی سالیان اخیر، نیروگاه‌ها در فصل سرد سال به ناچار به مصرف سوخت‌های جایگزین روی می‌آورند. این درحالی است که مطالعات پیشین نشان می‌دهد که سوخت‌های مایع مازوت و گازوئیل کیفیت لازم را نداشته و به‌طور معناداری موجب افزایش آلاینده SO₂ در هوای کلان‌شهرها شده‌اند. در این راستا ضروری است با نظر به محدودیت موجود در مصرف گاز در نیروگاه‌ها در فصل سرد سال، راهکارهایی در مقیاس کوتاه‌مدت و میان‌مدت جهت کنترل آثار آلاینده‌گی هوای سوخت‌های جایگزین ارائه شود.

الف) راهکارهای کوتاه‌مدت

۱. استفاده از میعانات گازی به‌عنوان سوخت جایگزین: به‌علت کمبود منابع گازی بخش قابل‌توجهی از نیروگاه‌ها در برخی کشورهای جهان طوری طراحی شده است که بتواند از منابع مختلف جایگزین مانند نفت سبک و هیدروکربن‌های بسیار سبک استفاده کنند. تولید میعانات گازی در کشور حدوداً ۷۷۰ هزار بشکه در روز است که حداکثر ۶۲۰ هزار بشکه آن در پالایشگاه‌های داخلی مصرف می‌شود. درحال حاضر با توجه به عدم توسعه فاز ۴ پالایشگاه ستاره خلیج فارس و همچنین عدم احداث پالایشگاه‌های جدید میعانات گازی و به‌دلیل محدودیت صادرات میعانات گازی، مابقی میعانات گازی در مخازن خشکی و نفتکش‌ها روی دریا ذخیره‌سازی می‌شود که هزینه قابل‌توجهی را به‌همراه دارد. پایلوت انجام شده در سال گذشته در نیروگاه سیکل ترکیبی عسلویه توسط شرکت مپنا بیانگر قابلیت به‌کارگیری این میعانات گازی در نیروگاه‌های سیکل

ترکیبی به همراه گازوئیل است. لذا میعانات گازی تولیدی در کشور در صورت گوگردزدایی (مرکاپتان زدایی) این پتانسیل را دارند که در فصل زمستان به عنوان سوخت جایگزین در نیروگاه‌ها استفاده شوند. در حال حاضر یک واحد مرکاپتان زدایی در فاز دو و سه عسلویه در حال راه اندازی است، که ظرفیت ۸۰ هزار بشکه‌ای دارد که قابل استفاده برای نیروگاه‌هاست. البته استفاده از میعانات گازی با برخی چالش‌های فنی و زیست‌محیطی روبه‌رو است که لازم است مرتفع گردد. وجود مرکاپتان در این میعانات بوی بد و خطرات تنفسی را به همراه خواهد داشت که ضروری است شیرین‌سازی و مرکاپتان زدایی صورت گیرد. البته در مجموع مقایسه نیتروژن اکسید حاصله از احتراق میعانات گازی با گازوئیل و مازوت بیانگر آلاینده‌گی کمتر این سوخت نسبت به سوخت‌های مایع گازوئیل و مازوت است. استفاده از میعانات گازی در نیروگاه‌ها به ظرفیت ۸۰ هزار بشکه قابلیت تأمین ۲۵۰۰ مگاوات برق را خواهد داشت.

۲. تصفیه و فیلتراسیون دود حاصل از احتراق و کاهش آلاینده‌های خروجی دودکش: به دلیل غلظت بالای گوگرد در سوخت‌های مایع، فیلتراسیون دودکش به روش تر قادر است آلاینده SO₂ را تا حد قابل‌قبولی حذف کند. این روش به لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر بوده و در کوتاه‌مدت قابل اجراست. محدودیت این روش مصرف بالای آب در فیلتراسیون دودکش است، لذا در نیروگاه‌های مستقر در مناطق جنوبی و شمالی کشور قابلیت اجرا دارد. این روش هرچند قادر است به‌طور مناسبی اکسید گوگرد خروجی از نیروگاه‌ها را تصفیه کند لکن همچنان خوردگی کوره‌های نیروگاه‌ها به‌عنوان یک معضل فنی پابرجاست.

(ب) راهکارهای میان‌مدت

۱. حمایت از صنایع کشور جهت احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر: یکی از علل اصلی وضعیت موجود، ناترازی انرژی در گاز و برق در کشور است. طبق ماده (۶۱) قانون اصلاح الگوی مصرف مصوب ۱۳۸۹ وزارت نیرو موظف است به‌منظور حمایت از گسترش استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی با هدف تسهیل و تجمیع این امور، نسبت به عقد قرارداد بلندمدت خرید تضمینی از تولیدکنندگان غیردولتی برق از منابع تجدیدپذیر اقدام نماید؛ در این قانون منابع مالی مورد نیاز برای ایفای تعهدات سازمان ساتبا پیش‌بینی شده است. معضل ناترازی در دو بخش گاز و برق در سال اخیر موجب تعطیلی صنایع شده است لذا صنایع باید در اولویت حمایت ساتبا قرار گیرند. مازاد انرژی تولیدی از نیروگاه‌های مربوطه نیز باید توسط وزارت نیرو خرید تضمینی گردد.

۲. گوگردزدایی از سوخت‌های مایع مازوت و گازوئیل پیش از احتراق: براساس ماده (۱۸) قانون هوای پاک، وزارت نفت مکلف شده است که سوخت‌های تولیدی در کشور از جمله بنزین، نفت گاز (گازوئیل)، نفت کوره (مازوت) و نفت سفید را طبق استانداردهای ملی مصوب (یورو ۴) عرضه کند. علی‌رغم الزام قانونی در این حوزه، هزینه گوگردزدایی از سوخت‌های مایع مازوت و گازوئیل نیازمند احداث واحدهای مرتبط و دارای هزینه قابل‌توجهی است که به‌نظر می‌رسد در کوتاه‌مدت (زمستان پیش رو) قابل انجام نباشد. مزیت این روش حذف گوگرد پیش از فرایند و جلوگیری از خوردگی تجهیزات نیروگاهی و حذف آلاینده اکسید گوگرد به‌طور همزمان است.