

## بررسی تأثیر گازسوز شدن کوره های آجرپزی استان یزد در کاهش انتشار آلاینده های هوا

نویسندگان: مریم لاریجانی<sup>۱</sup>، محمدتقی قانعیان<sup>۲</sup>، زهیره عارف منش<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه علمی آموزش محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران
  ۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
  ۳. نویسنده مسئول: کارشناس ارشد آموزش محیط زیست، دانشگاه پیام نور واحد ری
- تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۵۶۲۰۹۲ Email: Arefmanesh\_63@yahoo.com

### چکیده

**مقدمه:** جایگزینی نفت کوره با گاز طبیعی در کوره های آجرپزی، یکی از عوامل مؤثر بر کاهش آلودگی هوا و همچنین کاهش هزینه این کوره ها است. هدف از انجام این مطالعه، برآورد میزان کاهش آلاینده های هوا در نتیجه گازسوز شدن کوره های آجرپزی استان یزد می باشد.

**روش بررسی:** در این تحقیق توصیفی، میزان مصرف گاز طبیعی ۴۶ کوره آجرپزی استان یزد از ابتدای گازسوز شدن آنها تا پایان شهریور ۹۱ محاسبه و میزان نفت کوره معادل آن بر اساس ارزش حرارتی آنها برآورد شد. سپس آلاینده های هوای تولیدی ناشی از مصرف گاز طبیعی و نفت کوره در این مدت با هم مقایسه و میزان کاهش هر کدام از آلاینده ها بر حسب تن مشخص شد. در نهایت میزان صرفه جویی ریالی و صرفه جویی در هزینه های اجتماعی تخریب محیط زیست ناشی از استفاده از گاز طبیعی به جای نفت کوره محاسبه شد.

**یافته ها:** نتایج این تحقیق نشان داد که از ابتدای گازسوز شدن کوره های آجرپزی استان یزد (از سال ۸۷) تا پایان شهریور ۹۱، از تولید و انتشار گاز  $CO_2$  به میزان  $130485/71$  تن و انتشار سایر آلاینده ها به میزان  $8695/63$  تن به اتمسفر کاسته شده است. میزان صرفه جویی ریالی ناشی از گازسوز شدن این کوره ها در طی این مدت،  $187/578$  میلیارد ریال بوده است. علاوه بر صرفه جویی ریالی ذکر شده، مقدار  $129/380$  میلیارد ریال در هزینه های اجتماعی و زیست محیطی ناشی از انتشار آلاینده ها به اتمسفر صرفه جویی شده است.

**نتیجه گیری:** با توجه به آثار مثبت اقتصادی، زیست محیطی و بهداشتی ناشی از گازسوز شدن کوره های آجرپزی، برنامه ریزی و تأمین اعتبار جهت گازسوز نمودن سایر کوره های آجرپزی ضروری است.

**واژه های کلیدی:** کوره آجرپزی، آلودگی هوا، گاز طبیعی، نفت کوره، استان یزد

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد آموزش محیط زیست دانشگاه پیام نور واحد ری می باشد.

## طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال سیزدهم

شماره: سوم

مرداد و شهریور ۱۳۹۳

شماره مسلسل: ۴۵

تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲۷



## مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت همراه با پیشرفت سریع صنعت و تکنولوژی و توسعه اقتصادی، مسائل و مشکلات بزرگی نظیر تخریب و کاهش منابع طبیعی، افزایش آلودگی‌ها، تخریب لایه ازن، اثر گلخانه‌ای، جنگل زدایی، افزایش سطح آب دریاها، شیوع بیماری‌های ناشناخته مثل ایدز و وابستگی بیش از حد به وسایل ماشینی، آلودگی هوا در شهرهای بزرگ و ... را برای سکنه زمین به وجود آورده است. وجود چنین مسائلی، از یک سو و شناخت، کشف و مشاهده اثرات و پیامدهای ناشی از این تغییرات از سوی دیگر، موجب شده است تا مسئله تخریب محیط زیست و اثرات ناشی از آن، مورد توجه روز افزون محافل و جوامع بین‌المللی، دانشمندان و اқشار مختلف جوامع در سرتاسر جهان قرار گیرد. یکی از مهمترین چالش‌ها و مسائل زیست محیطی روز دنیا، مسئله آلودگی هوا با توجه به اهمیت هوا به عنوان یکی از عناصر اساسی برای بقا موجودات می‌باشد (۱).

از مهمترین صنایع آلاینده هوا در برخی از شهرهای کشور، کوره های آجر، آهک و گچ هستند. از دلایل عمده آلودگی محیط زیست توسط کوره‌ها به کاربردن مواد سوختی غیرمتعارف و غیراستاندارد نظیر نفت کوره، لاستیک و روغن ماشین مصرف شده می‌باشد که دود و مواد سمی و فلزات سنگین حاصل از احتراق آنها مستقیماً به محیط زیست وارد و آن را آلوده می‌نماید (۲). اغلب کوره های آجرپزی به دلیل استفاده از نفت کوره به عنوان سوخت مصرفی و به دلیل واقع شدن در حریم و بعضاً داخل محدوده شهرها تأثیر قابل توجهی در آلودگی هوادارند، به طوری

که در استان یزد کوره های آجرپزی و کارخانجات بزرگ به دلیل انتشار ذرات معلق و گازهای خروجی از دودکش آنها شامل گازهای دی اکسید کربن، مونو اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن و دی اکسید گوگرد، بیشترین نقش را در ایجاد آلودگی هوا دارند (۳).

کوره های آجرپزی علاوه بر ایجاد آلودگی هوا به سبب نوع محصول تولیدی خود (آجر) عمده ترین مصرف کننده خاک نیز هستند. در استان یزد به دلیل وضعیت اقلیمی خاص، در مناطقی که خاک برای تولید آجر یا مواد اولیه تولید کاشی مناسب است، برداشت‌های بسیاری از این عنصر صورت می‌گیرد که این امر موجب بهم خوردن تثبیت خاک می‌شود که در ادامه در اثر بادهای شدید، توفان، گرد و غبار و ذرات در هوا پراکنده شده و موجب تشدید آلودگی هوا می‌شود. وجود رطوبت ناکافی در مناطق خشک به این موضوع دامن می‌زند و با سایر عوامل یاد شده در استان یزد آلودگی هوا را سبب می‌شوند (۳).

فعالیت کوره های آجرپزی، به طور مستقیم و غیر مستقیم یک سری مشکلات بهداشتی و زیست محیطی را سبب می‌شود. در سطح محلی (در مجاورت یک کوره آجر) آلودگی زیست محیطی ناشی از فعالیت کوره های آجرپزی برای سلامتی انسان، دیگر حیوانات و زندگی گیاهان مضر می‌باشد. در مقیاس جهانی، آلودگی زیست محیطی ناشی از فعالیت کوره های آجرپزی در پدیده گرمایش جهانی و تغییر اقلیم نقش دارد. بنابراین صنایع تولید آجر یکی از منابع مهم تولید گازهای گلخانه‌ای می‌باشند (۴). مهمترین مواد آلاینده خروجی از کوره های آجرپزی عبارتند از:



های هوا در هوای محیطی در طی فعالیت کوره های آجر بالاتر از حد مجاز می باشد و سلامتی مردم محلی که در مجاورت کوره های آجر زندگی می کنند در معرض خطر می باشند؛ به طوری که با بیماری هایی از قبیل مشکلات تنفسی، احتقان و گرفتگی بینی و کاهش دید مواجه هستند. دود و گردو غبار منتشره از کوره های آجر اثر نامطلوبی روی بینایی دارد. روش هایی از قبیل خاموش نمودن کوره های غیر قانونی، استفاده از سوخت های تمیزتر، معرفی تکنولوژی های پاک تر از قبیل کوره هایی با محور عمودی و کوره های با دودکش ثابت، جایگزینی کوره های قدیمی با تکنولوژی های جدیدتر باعث انتشار استاندارد آلاینده ها از کوره ها شده و بالتبع اثرات مضر آنها روی سلامت انسان را کاهش می دهد. همچنین مقرراتی باید تدوین شود مبنی بر اینکه کوره های آجر باید به دور از مناطق مسکونی ساخته شوند (۸).

از این رو پژوهش حاضر با مدنظر قراردادن ویژگی ها و حساسیت های ذکر شده، به بررسی تأثیر گازسوز شدن کوره های آجرپزی استان یزد در کاهش انتشار آلاینده های هوا پرداخته که با استفاده از نتایج آن می توان تا حد امکان در جهت گازسوز کردن تمامی کوره های آجرپزی استان گام برداشت.

### روش بررسی

این مطالعه از نوع کاربردی و به روش توصیفی به منظور بررسی تأثیر گازسوز شدن کوره های آجرپزی استان یزد در کاهش انتشار آلاینده های هوا انجام شده است. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه کوره های آجرپزی گازسوز شده استان یزد تا پایان شهریورماه ۹۱ (۴۶ عدد) می باشد. نمونه گیری در این تحقیق به روش سرشماری

اکسیدهای گوگرد و دوده، که به ترتیب در اثر وجود درصد بالای گوگرد در نفت کوره و انجام فرآیند احتراق به طور ناقص تولید می شوند و با جایگزینی نفت کوره با گاز طبیعی و بهینه سازی و کاهش مصرف سوخت، این دو آلاینده بطور همزمان کاهش یافته و بازده کوره ها تا حد زیادی افزایش می یابد. همچنین از طریق جایگزینی نفت کوره با گاز طبیعی، تردد ماشین های حمل و نقل فرآورده های نفتی در سطح کشور جهت حمل نفت کوره به کوره ها کاهش یافته، از استهلاك این ماشین ها و همچنین استهلاك جاده ها نیز کاسته می شود. به علاوه مصرف سوخت ماشین های حمل و نقل و به تبع آن آلودگی هوا نیز کاهش می یابد (۵). لذا بایستی با توجه به ضرورت کنترل آلودگی هوا و بهینه سازی محیط زیست، در جایگزینی سوخت پاک گاز طبیعی به جای سایر سوخت های آلوده ساز کنونی در کوره های آجرپزی تسریع به عمل آید (۶).

گوپتا و نارایان در سال ۲۰۱۰ اثرات بلندمدت مرتبط با کوره های آجر را روی بیوماس و ساختار گوناگون جوامع گیاهی در بولاندشهر مطالعه کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که فعالیت طولانی مدت صنایع تولید آجر، خصوصیات خاک، ساختار بیوماس گیاهی (مخصوصاً بیوماس قسمت زیرین خاک) و تنوع گونه ای را تحت تأثیر قرار می دهد (۷).

کومار در سال ۲۰۱۳ به بررسی اثرات بهداشتی و زیست محیطی ناشی از کوره های آجر در دره کاتماندو پرداخته است و در پایان راه حل هایی را جهت کاهش آلودگی هوای ناشی از آنها ارائه داده است. نتایج این مطالعه نشان داد که سطوح مختلف آلاینده



سپس آلاینده های تولیدی ناشی از مصرف واقعی گاز طبیعی در کوره ها و مصرف فرضی نفت کوره در کوره های گازسوزشده با هم مقایسه و میزان کاهش هر کدام از آلاینده ها بر حسب تن مشخص شد و در نهایت با استفاده از قیمت هر لیتر نفت کوره و هر مترمکعب گاز طبیعی، میزان صرفه جویی ریالی ناشی از استفاده از گاز طبیعی و همچنین میزان صرفه جویی در هزینه های اجتماعی تخریب محیط زیست بر اساس مطالعات انجام شده توسط بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست ایران محاسبه شد (۹). همچنین میزان صرفه جویی در مصرف گازوئیل، میزان کاهش آلودگی هوا و صرفه جویی ریالی ناشی از عدم تردد نفت کش های مخصوص حمل نفت کوره به کوره های آجرپزی نیز محاسبه گردید.

#### یافته ها

در استان یزد از مجموع ۴۶ عدد کوره آجرپزی گازسوزشده تا پایان شهریور ۹۱، ۲ عدد در سال ۸۷، ۳ عدد در سال ۸۹، ۲۰ عدد در سال ۹۰ و ۲۱ عدد تا پایان شهریور ۹۱ گازسوزشده اند. به منظور برآورد میزان کاهش انتشار آلاینده های هوای ناشی از گازسوزشدن این کوره ها، ابتدا از روی مقدار گاز طبیعی مصرف شده کوره های آجرپزی از ابتدای گازسوزشدن آنها تا پایان شهریور ۹۱ و بر اساس ارزش حرارتی گاز طبیعی (۵/۹۳۹۱ کیلوکالری بر مترمکعب) و ارزش حرارتی نفت کوره (۳۳/۹۵ کیلوکالری بر لیتر)، نفت کوره معادل مصرفی در این کوره ها بر حسب لیتر با فرض استفاده از نفت کوره به جای گاز طبیعی در این دوره به شرح جدول (۱) برآورد گردید.

انجام شد؛ بنابراین حجم نمونه تحقیق ۴۶ عدد کوره آجرپزی می باشد.

در راستای دستیابی به نتایج مورد انتظار، ابتدا اطلاعات مورد نیاز شامل تعداد کل کوره های آجرپزی استان یزد، لیست کوره های گازسوزشده استان یزد تا پایان شهریور ۹۱، مصرف گاز طبیعی این کوره ها از زمان گازسوزشدن تا پایان شهریور ۹۱، ارزش حرارتی نفت کوره و گاز طبیعی، قیمت هر مترمکعب گاز طبیعی و قیمت هر لیتر نفت کوره و گازوئیل، اطلاعات مربوط به نفت کش های حمل نفت کوره به کوره های آجرپزی شامل ظرفیت آنها، مسافتی که طی می کنند و مصرف گازوئیل آنها به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر و ... با مراجعه به شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی منطقه یزد، شرکت گاز استان یزد و شرکت تعاونی کوره های آجرپزی استان یزد و از طریق مصاحبه جمع آوری گردید. پس از جمع آوری اطلاعات موردنیاز، از روی مصرف گاز طبیعی کوره ها و با استفاده از ارزش حرارتی نفت کوره و گاز طبیعی، مصرف نفت کوره کوره ها با فرض عدم استفاده از گاز طبیعی در این مدت بر حسب لیتر برآورد شد.

در مرحله بعد آلودگی هوای تولیدی کوره ها از زمان گازسوزشدن تا پایان شهریور ۹۱ و سپس آلودگی هوای ناشی از آنها در این مدت با فرض استفاده از نفت کوره به جای گاز طبیعی با استفاده از ضرایب انتشار آلاینده های هوا در بخش صنعت بر اساس مطالعه موردی وزارت نیرو در صنایع مختلف (۹) برآورد شد.



جدول ۱: میزان مصرف گاز طبیعی و نفت کوره معادل برآورد شده در کوره های آجرپزی گازسوز شده

نوع سوخت	مجموع سوخت برآورد شده مصرفی در کوره های آجرپزی	قیمت سوخت مصرف شده (میلیارد ریال)
میزان مصرف گاز طبیعی کوره ها از ابتدای گازسوز شدن تا پایان شهریور ۱۳۹۱ (مترمکعب)	۱۶۲۹۶۴۳۰۶	۱۰۶/۵۰۴
میزان برآورد نفت کوره معادل با گاز طبیعی مصرف شده در کوره های گازسوز از ابتدا تا پایان شهریور ۹۱ (لیتر)	۱۶۰۵۴۰۱۴۹/۷	۲۹۴/۰۸۲

جدول ۲: آلاینده های هوای تولیدی برآورد شده از کوره های آجرپزی (از ابتدای گازسوز شدن تا پایان شهریور ۱۳۹۱)

نوع سوخت	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	SPM	میزان آلاینده های هوای تولیدی (تن)
مصرف گاز طبیعی در کوره های آجرپزی گازسوز شده	۳۴۷۶۰۲/۸۶	۵۵۷/۹۹	۱/۱۴	۴۶/۹۳	
فرض استفاده از نفت کوره به جای گاز طبیعی در کوره های آجرپزی گازسوز شده	۴۷۸۰۸۸/۵۷	۱۶۰۵/۴۰	۷۵۳۵/۷۵	۱۶۰/۵۴	

کش ها در مسیر رفت و برگشت از کوره ها و در نتیجه کاهش آلودگی هوا و صرفه جویی ریالی را در پی دارد. با توجه به جدول ۱، کوره های آجرپزی گازسوز شده در صورت عدم استفاده از گاز طبیعی از تاریخ گازسوز شدن آنها تا پایان شهریور ۹۱ بایستی ۱۶۰۵۴۰۱۴۹/۷ لیتر نفت کوره مصرف می کردند که برای انتقال این مقدار نفت کوره از اصفهان به یزد با توجه به ظرفیت نفت کش ها (تقریباً ۲۵۰۰۰ لیتر)، ۶۴۲۲ نفت کش مورد نیاز می باشد که این نفت کش ها برای انتقال نفت کوره از اصفهان به یزد بایستی مسیر رفت و برگشتی به طول تقریباً ۸۰۰ کیلومتر را طی نمایند. بنابراین مجموع این ۶۴۲۲ نفت کش برای حمل این مقدار نفت کوره بایستی مسافتی حدود ۵۱۳۷۶۰۰ کیلومتر را طی نمایند.

سپس بر اساس مصرف گاز طبیعی کوره ها و ضرایب انتشار آلاینده های هوا در بخش صنعت بر اساس مطالعه موردی وزارت نیرو در صنایع مختلف (۹)، آلاینده های هوای تولیدی ناشی از مصرف گاز طبیعی و همچنین آلاینده های تولیدی با فرض استفاده از نفت کوره به جای گاز طبیعی در کوره های آجرپزی در این مدت بر حسب تن به شرح جدول (۲) محاسبه شد. سپس آلاینده های تولیدی در این دو حالت باهم مقایسه و میزان کاهش آلاینده های هوای ناشی از گازسوز شدن این کوره ها تعیین شد.

از طرف دیگر از آنجا که در اثر گازسوز شدن کوره های آجرپزی، از تردد نفت کش های مخصوص حمل نفت کوره به کوره های آجرپزی کاسته می شود، این امر کاهش مصرف گازوئیل این نفت



آلاینده های هوای ناشی از صرفه جویی در مصرف گازوئیل به دلیل عدم حمل نفت کوره توسط نفت کش های شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی بر حسب تن از ابتدای گازسوزشدن کوره های آجرپزی استان یزد تا پایان شهریور ۹۱ بر اساس ضرایب نشر آلاینده های هوای ناشی از احتراق گازوئیل (۹) در جدول ۳ ارائه شده است.

بر اساس قیمت هر مترمکعب گاز طبیعی و هر لیتر نفت کوره در سال های مختلف، میزان صرفه جویی ریالی که جایگزینی گاز طبیعی به جای نفت کوره در کوره های آجرپزی از ابتدای گازسوزشدن کوره ها تا پایان شهریور ۹۱ در پی داشته است در جدول ۴ ارائه شده است.

هر نفت کش به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر، به طور میانگین ۴۵ لیتر گازوئیل مصرف می کند. لذا مصرف گازوئیل این نفت کش ها برای طی این مسافت ۲۳۱۱۹۲۰ لیتر می باشد. بنابراین از زمان گازسوزشدن این کوره ها تا پایان شهریور ۹۱، ۲۳۱۱۹۲۰ لیتر در مصرف گازوئیل نفت کش های مخصوص حمل نفت کوره به کوره های آجرپزی صرفه جویی شده است. هرچند این نفت کش ها در مسیرهای دیگر و جهت هدف دیگری در حال تردد می باشند. با اینحال هدف مقاله حاضر، تأکید بر مصرف سوخت این نفت کش ها جهت حمل نفت کوره به کوره های آجرپزی بوده است. بر اساس مطالب عنوان شده، میزان کاهش آلاینده های هوای ناشی از جایگزینی نفت کوره با گاز طبیعی از ابتدای گازسوزشدن کوره ها تا پایان شهریور ۹۱ و همچنین میزان کاهش

جدول ۳: میزان کاهش آلاینده های هوای ناشی از گازسوزشدن کوره ها و صرفه جویی در مصرف گازوئیل نفت کش های مخصوص حمل

نفت کوره به کوره های آجرپزی تا پایان شهریور ۹۱

میزان کاهش آلاینده ها (تن)				منشأ کاهش آلاینده ها
SPM	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	
۱۱۳/۶۱	۷۵۳۴/۶۱	۱۰۴۷/۴۱	۱۳۰۴۸۵/۷۱	میزان کاهش آلاینده های هوای ناشی از تغییر سوخت از نفت کوره به گاز طبیعی
۲/۳۱	۳۶/۳۰	۱۱/۵۶	۶۱۲۱/۹۶	میزان کاهش آلاینده های هوای ناشی از صرفه جویی در مصرف گازوئیل به دلیل عدم حمل نفت کوره توسط نفت کش ها

جدول ۴: میزان صرفه جویی ریالی ناشی از جایگزینی نفت کوره با گاز طبیعی از ابتدای گازسوزشدن تا پایان شهریور ۹۱ (میلیارد ریال)

قیمت گاز طبیعی مصرف شده از ابتدا تا پایان شهریور ۹۱	قیمت نفت کوره معادل مصرف شده با فرض عدم استفاده از گاز طبیعی در این دوره	میزان صرفه جویی
۱۰۶/۵۰۴	۲۹۴/۰۸۲	۱۸۷/۵۷۸



حفاظت محیط زیست ایران (سال ۸۱) (۹) محاسبه شده است. هزینه اجتماعی هزینه ای است که اثرات تخریب کننده یا سوء یک آلاینده یا فعالیت بر محصولات کشاورزی، اکوسیستم ها، مواد و سلامت انسان را بیان می کند و اغلب هزینه ای است که در قیمت تمام شده در نظر گرفته نمی شود. در تعریف دیگر به مجموع پولی که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه ای را جبران نماید، هزینه تخریب یا هزینه های اجتماعی گفته می شود. جهت محاسبه هزینه های تخریب نیاز به کمی کردن اثر آلاینده ها و فعالیت ها در محیط های اثرپذیر (انسانی و طبیعی) می باشد (۹).

مجموع هزینه های اجتماعی انتشار آلاینده های کوره های آجرپزی ( $CO_2$ ،  $NO_x$ ،  $SO_2$  و SPM) در اثر مصرف گاز طبیعی از ابتدای گازسوز شدن تا پایان شهریور ۹۱، ۳۲/۱۱۸ میلیارد ریال و با فرض اینکه در این مدت به جای گاز طبیعی نفت کوره مصرف می کردند، ۱۶۱/۴۹۸ میلیارد ریال می باشد بنابراین میزان صرفه جویی در هزینه های اجتماعی در اثر گازسوز شدن کوره ها ۱۲۹/۳۸۰ میلیارد ریال می باشد.

همچنین با توجه به تاریخ گازسوز شدن کوره ها و مصرف نفت کوره فرضی این کوره ها قبل و بعد از هدفمندسازی یارانه ها، ۸/۸۲٪ از مقدار گازوئیل (۲۰۳۹۱۱/۳۴ لیتر) مورد نیاز جهت حمل و نقل نفت کوره، مربوط به دوره قبل از هدفمندسازی یارانه ها و ۹۱/۱۸٪ از آن (۲۱۰۸۰۰۸/۶۶ لیتر) مربوط به دوره بعد از هدفمندسازی یارانه ها می باشد. با توجه به قیمت هر لیتر گازوئیل قبل و بعد از هدفمندسازی یارانه ها و با فرض اینکه صاحبان نفت کش ها بعد از هدفمندسازی یارانه ها از گازوئیل با قیمت آزاد استفاده نمایند، میزان صرفه جویی ریالی ناشی از عدم مصرف ۲۳۱۱۹۲۰ لیتر گازوئیل برای حمل نفت کوره، ۳،۱۹۵،۶۵۸،۳۶۱ ریال می باشد.

هزینه های اجتماعی تخریب محیط زیست در اثر مصرف گاز طبیعی و نفت کوره (با فرض اینکه این کوره ها گازسوز نشده و از نفت کوره استفاده می کردند) در کوره های آجرپزی استان از ابتدای گازسوز شدن تا پایان شهریور ۹۱ برای گازهای  $CO_2$ ،  $NO_x$ ،  $SO_2$  و SPM در جدول (۵) ارائه شده است. این هزینه ها بر اساس مطالعات انجام شده توسط بانک جهانی و سازمان

جدول ۵: هزینه های اجتماعی و میزان صرفه جویی در هزینه اجتماعی ناشی انتشار گازهای آلاینده در کوره های آجرپزی از ابتدای گازسوز شدن تا پایان شهریور ۹۱ (میلیارد ریال)

نوع آلاینده	$CO_2$	$NO_x$	$SO_2$	SPM
هزینه های اجتماعی انتشار گازهای آلاینده ناشی از مصرف گاز طبیعی در کوره های آجرپزی	۲۷/۸۰۸	۲/۶۷۸	۰/۰۱۷	۱/۶۱۴
هزینه اجتماعی انتشار گازهای آلاینده از کوره های آجرپزی با فرض استفاده از نفت کوره به جای گاز طبیعی	۳۸/۲۴۷	۷/۷۰۶	۱۱۰/۰۲۲	۵/۵۲۲
میزان صرفه جویی در هزینه اجتماعی و تخریب محیط زیست ناشی از انتشار آلاینده ها	۱۰/۴۳۹	۵/۰۲۸	۱۱۰/۰۰۵	۳/۹۰۸



## بحث و نتیجه گیری

بر اساس یافته های تحقیق، آلاینده های هوای تولیدی در اثر مصرف گاز طبیعی در کوره های آجرپزی گازسوزشده از ابتدای گازسوزشدن آنها تا پایان شهریور ۹۱ شامل  $347602/86$  تن  $CO_2$ ،  $557/99$  تن  $NO_x$ ،  $1/14$  تن  $SO_2$  و  $46/93$  تن SPM می باشد. در حالیکه اگر این کوره ها در این مدت به جای گاز طبیعی، نفت کوره مصرف می کردند، طبق برآورد انجام شده از این کوره ها،  $478088/57$  تن  $CO_2$ ،  $1605/40$  تن  $NO_x$ ،  $7535/75$  تن  $SO_2$  و  $160/54$  تن SPM منتشر می گردید.

لی و اون نیز در سال ۲۰۰۹ به اندازه گیری و پایش میزان انتشار روزانه آلاینده های هوا در اثر مصرف زغال سنگ از دودکش کوره های آجرپزی در روستای سانگ هو واقع در استان بک نین در ویتنام شمالی پرداخته و سپس با استفاده از آنها ضرایب انتشار را به دست آورد. میانگین ضرایب انتشار به دست آمده،  $12/3 - 6/35$  کیلوگرم CO،  $52-5/9$  کیلوگرم  $SO_2$  و  $1/4 - 1/64$  کیلوگرم ذرات معلق به ازای هر ۱۰۰۰ قالب آجر می باشد (۱۰). هانگ نیز در سال ۱۹۹۷ به بررسی راندمان انرژی و آلودگی زیست محیطی ناشی از کوره های آجرپزی در چین پرداخته است. نتایج برآورد آلاینده های هوای ناشی از مصرف زغال سنگ در کوره های آجر در بازه زمانی ۹۴-۱۹۸۳ نشان داد که در سال ۱۹۹۴ صنعت آجر در چین حدود  $1/9$  میلیون تن  $SO_2$  و ۴۳ میلیون تن  $CO_2$  منتشر کرده است (۱۱).

عتابی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۹ آلاینده های خروجی از دودکش های کوره های سنتی و هوفمن شهر قم را با استفاده از

دستگاه DELTA 2000 اندازه گیری نمودند. نتایج نشان داد که مقدار CO و  $SO_2$  تولیدی در کوره های سنتی به ترتیب  $392/5$  ppm و  $469$  ppm و در کوره های هوفمن  $278/5$  ppm و  $13/4$  ppm است. با توجه به نتایج حاصل از اندازه گیری آلاینده ها و مقایسه آن ها با استانداردها و ضوابط زیست محیطی، این کوره ها آلاینده محیط زیست شناخته شده و فعالیت آنها مغایر با ضوابط زیست محیطی می باشد (۱۲). این سه مطالعه مانند مطالعه حاضر به بررسی آلاینده های هوای تولیدی از کوره های آجرپزی پرداخته اند و همه مؤید این نکته می باشند که استفاده از سوخت های غیرمتعارف در کوره های آجرپزی نظیر نفت کوره و زغال سنگ تأثیر زیادی در آلودگی هوای شهرها و روستاها دارند.

در مجموع از ابتدای گازسوزشدن کوره های آجرپزی استان یزد تا پایان شهریور ۹۱، از انتشار گاز گلخانه ای  $CO_2$  به میزان  $130485/70$  تن (۲۷/۲۹ درصد) و از انتشار سایر آلاینده ها شامل  $NO_x$  به میزان  $1047/41$  تن (۶۵/۲۶ درصد)،  $SO_2$  به میزان  $7534/61$  تن (۹۹/۹۸ درصد) و SPM به میزان  $113/61$  تن (۷۰/۷۶ درصد) کاسته شده است. مطالعه زرانت و صدری در سال ۲۰۰۹ نیز نشان داد که استفاده از گاز طبیعی به عنوان یک سوخت جایگزین برای بنزین در خودروها انتشار مونوکسید کربن را تا  $75\%$  و دی اکسید کربن را تا  $33\%$  کاهش می دهد (۱۳). مطالعه رز و همکاران در سال ۲۰۱۲ در خصوص ارزیابی نسبی چرخه حیات خودروهای جمع آوری زباله با سوخت دیزل و گاز طبیعی فشرده در یک شهر کانادایی نیز نشان داد، زمانی که یک خودرو جمع آوری زباله با سوخت CNG جایگزین یک خودرو با سوخت





هزینه های اجتماعی انتشار آلاینده های هوا از کوره های آجرپزی ( $CO_2$ , NOX,  $SO_2$  و SPM) در اثر مصرف گاز طبیعی از ابتدای گازسوز شدن تا پایان شهریور ۹۱، ۳۲/۱۱۸ میلیارد ریال می باشد؛ در حالیکه اگر این کوره ها در این مدت به جای گاز طبیعی نفت کوره مصرف می کردند، هزینه های اجتماعی انتشار آلاینده های هوا از آنها ۱۶۱/۴۹۸ میلیارد ریال بود. بنابراین میزان صرفه جویی در هزینه های اجتماعی انتشار آلاینده های هوا در اثر گازسوز شدن کوره های آجرپزی استان ۱۲۹/۳۸۰ میلیارد ریال می باشد. علوی لواسانی نیز در سال ۱۳۸۵ به صورت کاربردی به محاسبه میزان هزینه خسارت اجتماعی بر روی سلامت افراد ناشی از انتشار آلاینده های هوا در اثر ائتلاف بنزین به علت عدم ارائه تسهیلات مناسب پارکینگ پرداختند. بر اساس نتایج انجام این طرح تحقیقی میدانی - کاربردی در یکی از مناطق پر تراکم و دارای تقاضای فراوان پارکینگ، سرانه ائتلاف بنزین برای هر خودرو برابر ۵۰ میلی لیتر در روز برآورد گردید، با توجه به آمار خودروهای سرگردان در منطقه مورد مطالعه در شهر تهران میزان ۱۵۹۵۰ لیتر بنزین در سال هدر می رود. بر اساس ضرایب انتشار بکار رفته در این تحقیق ائتلاف این میزان بنزین در سال باعث انتشار ۵۵۸۲۵۰۰ گرم  $CO$ ، ۲۳۹۲۵ گرم  $SO_2$ ، ۲۱۰۱۰۵ گرم NOx و ۲۰۷۳۵ گرم  $PM_{10}$  در سطح تهران می شود. هزینه اجتماعی کل انتشار این میزان آلاینده برابر ۱۰۴۴۸۴۳ ریال محاسبه گردیده است (۱۶). حسینی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۳ با استفاده از نتایج حاصل از مطالعات اپیدمیولوژیک تهران و

دیزل می شود سود خالصی در میزان مصرف انرژی وجود ندارد ولی کاهش قابل توجهی در انتشار گازهای گلخانه ای (تقریباً ۲۴٪ معادل  $CO_2$ ) و آلاینده های شاخص هوا به دست می آید (۱۴). بشیرزادگان نیز در سال ۱۳۷۸ به بررسی و محاسبه میزان کاهش آلاینده های هوای خودروهای عمومی شهر تهران پس از گازسوز شدن پرداخت. نتایج آنها نشان داد که جمع کل میزان کاهش آلاینده های ناشی از گازسوز نمودن ۳۰۰ دستگاه اتوبوس، ۴۰۰۰ دستگاه مینی بوس و ۲۲۰۰ دستگاه تاکسی در شهر تهران مقدار ۳۷۴۶۴/۳ تن می باشد (۱۵). در این تحقیق، قیمت گاز طبیعی مصرف شده در کوره های آجرپزی گازسوز شده استان از ابتدای گازسوز شدن آنها تا پایان شهریور ۹۱، ۱۰۶/۵۰۴ میلیارد ریال به دست آمده است؛ در حالیکه اگر این کوره ها در این مدت به جای گاز طبیعی، نفت کوره مصرف می کردند، قیمت نفت کوره مصرفی آنها طبق برآوردهای انجام شده ۲۹۴/۰۸۲ میلیارد ریال بود. لذا میزان صرفه جویی ریالی ناشی از جایگزینی نفت کوره با گاز طبیعی در کوره های آجرپزی استان تا پایان شهریور ۹۱، ۱۸۷/۵۷۸ میلیارد ریال می باشد. رز و همکاران نیز در سال ۲۰۱۲ به تخمین هزینه سوخت مصرفی بر اساس قیمت های سال ۲۰۱۱ و یک دوره زمانی ۵ ساله برای دو نوع خودرو جمع آوری زباله یکی با سوخت CNG و دیگری با سوخت دیزل پرداختند. نتایج نشان داد که صرفه جویی قابل توجهی در هزینه ممکن است از طریق تغییر سوخت خودروها به CNG به دست آید (۱۵).



ارزشمند اقتصادی و زیست محیطی را در برداشته و لذا برنامه ریزی بلندمدت و ارائه راهکارهای اجرایی جهت تسریع در گازسوزشدن سایر کوره های آجرپزی باید در اولویت قرار گیرد.

### تقدیر و تشکر

در پایان از جناب آقای مهندس پيله ور، مدیرعامل شرکت گاز استان یزد و جناب آقای مهندس محمدی، رئیس بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت گاز استان یزد که با حمایت های بی دریغ خود یاریگر این پروژه بودند و همچنین از کارکنان شرکت گاز استان یزد، کارکنان شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی منطقه یزد و نیز کارکنان شرکت تعاونی فخار یزد که در جمع آوری اطلاعات موردنیاز پروژه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می شود.

بهره گیری از رابطه موجود میان میزان آلاینده ها و سلامت انسان، اندازه گیری میزان انتشار آلاینده ها با استفاده از اعمال ضرایب انتشار، محاسبه هزینه های درمان و سایر هزینه های مرتبط با آلاینده ها؛ هزینه اجتماعی آلودگی ناشی از مصرف سوخت در تهران را برآورد نموده اند. بر اساس نتایج این تحقیق هزینه های اجتماعی برآورد شده برای تهران در سال ۱۳۸۰ براساس روش بیمه عمر حدود ۶/۵ میلیارد ریال و براساس روش درآمد حدود ۴۵۸ میلیارد ریال است که حدود ۱/۵ درصد از کل هزینه های مصرف خصوصی به قیمت ثابت سال ۱۳۶۹ در همین سال است. همچنین پیش بینی شده است که این هزینه ها به قیمت های اسمی به بیش از ۹۰۰۰ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۰ افزایش یابد (۱۷).  
با توجه به نتایج، گاز سوز نمودن کوره های آجرپزی، منافع

### References

- 1-ZareiMahmudabadi H, DehghanTezerjani F. air pollution. 1<sup>st</sup> ed. Iran: Azad Islamic University of Meybod: 2012:16-17.[Persian]
- 2-AkhavanGhalibaf M, Hamadanian A, Sadatmousavi SH, et al. study on status of the baking brick and limekilns in the Yazd city. Yazd university& Environment Protection department of Yazd.2003.[Persian]
- 3-Koochakzadeh M. brick-making kilns have an important role in yazd air pollution.Available from: <http://www.farsnews.ir> Accessed July 19, 2013.[Persian]
- 4-Fatima IRM. Impact of brick kiln emissions on the ambient air quality and vegetation: a case study of district Budgam [MD thesis]. Kashmir University.2011.
- 5-OmidiKashani B.promotion of the optimum consumption of energy in the household oile quipment or appliances and traditional baking brick kilns in Iran. Proceedings of the Third National Conference of Iran's energy. Tehran. Iran. 2001.[Persian]
- 6-Soleimanizadeh D. study on status of air pollution in yazd.environment Protection department of Yazd.2011. [Persian]



- 7-Gupta S, Narayan R. brick kiln industry in long-term impacts biomass and diversity structure of plant communities. *Current science* 2010; 99(1): 72-79.
- 8-Kumar Pariyar S, Das T, Ferdous T. environment and health impact for brick kilns in Kathmandu Valley. *International journal of scientific and technology research* 2013; 2(5):184-187.
- 9-Karaminia GH, Amini F, Tavanpur M, et al. Energy Balance of 2010 years. Ministry of power &energy .Office of Energy Planning 2010. [Persian]
- 10-Le HA, Onah NK. Integrated assessment of brick kiln emission impact on air quality. *Environ Monit Assess* 2010;171:381-94.
- 11-Zhang Z. Energy efficiency and environmental pollution of brick making in China. *Energy* 1997; 22 (1) : 33-42.
- 12-Etabi F, Shariat M, Monavvari M, RezaeeAref M. Offering Environmental management plan for brick-making kilns in Qom. *Journal of Environmental Science and Technology* 2010; 12 (4):29-40. [Persian]
- 13-Barros Zarante PH, Sodre JR. Evaluating carbon emissions reduction by use of natural gas as engine fuel. *Journal of natural gas science and engineering* 2009;1: 216-20.
- 14-Rose L, Hussain M, Ahmed S, et al. A comparative life cycle assessment of diesel compressed natural gas powered refuse collection vehicles in a Canadian city. *Energy policy* 2013;52:453-461.
- 15-Bashirzadegan F. natural gas, superior choice for the environment. The second National Energy Conference. Tehran, Iran. 1999. [Persian]
- 16 -Alavi L H. Estimating the social costs of air pollution on health due to lack of space in the car park of Tehran Bazaar. the Second Conference of Air pollution & Its effects on health. Tehran, Iran. 2006. [Persian]
- 17-Hosseini N, Mazreati M. Estimating the social costs of fossil fuel consumption on health in Tehran. *Energy Economics Studies* 2004; 3: 2-29. [Persian]



## Survey the Effect of Natural gas Consumption on the air Pollutants Reduction in Yazd- Province Brick-Making Kilns

Larijani M(Ph.D)<sup>1</sup>, Ghaneian MT(Ph.D)<sup>2</sup>, Arefmanesh Z(MS.c)<sup>3</sup>

1. Assistant Professor, Department of Environmental Education, Payame Noor University, Tehran

2. Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Science, Yazd, Iran

3. Corresponding Author: M.Sc in environmental Education, Payame Noor University, Rey, Tehran, Iran

### Abstract

**Introduction:** Replacing fuel oil with natural gas in brick kilns is one of the effective ways to reduce air pollution as well as the cost of the furnaces maintenance. The aim of this study is to estimate reduction of air pollutants resulting from brick kilns functioning with natural gas in Yazd province.

**Methods:** In this descriptive-survey research, we estimated consumption of the fuel oil in the brick kilns with considering the usage of fuel oil instead of natural gas at the studied time using the heating value of the fuel oil and natural gas consumption of 46 gas-making brick kilns in the Yazd province from 2008 to 2012. Then the produced air pollutants from the natural gas consumption and produced air pollutants by assuming consumption of the fuel oil instead of natural gas in the brick kilns at this time were compared and the rate and value of reduction in each one of pollutants were detected. Finally, the value of budget savings and social costs of the environmental damage resulting from the usage of natural gas instead of fuel oil were calculated on the basis of using the price per liter of fuel oil and natural gas per cubic meter as well as the studies by the World Bank and the Environmental Protection Agency of Iran.

**Results:** The results indicated that emission of air pollutants is reduced up to 130485.71 ton in CO<sub>2</sub> and 8695.63 ton in other pollutants by run-by-gas brick kilns in the studied area since 2008 – 2011 (end of September). In addition, the amount of budget saving is estimated as 187.578 billion Rials by replacing the gas fuel in the brick kilns and 129.380 billion Rials in the social and environmental costs from emission of pollutant in the years studied.

**Conclusion:** For positive economic, environmental and health-related effects resulting from this program, planning and financial support for running-by-gas of other brick kilns seems to be urgent.

**Key words:** Brick-Making kilns, Air pollution, Natural gas, Fuel oil, Yazd province.