

## بررسی رابطه مصرف حامل‌های انرژی در پردیس مرکزی دانشگاه تهران و انتشار آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از آن

علی اعظم سلگی<sup>۱</sup>، رامین نبی زاده<sup>۲</sup>، کاظم گودینی<sup>۳</sup>

نویسنده مسئول: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۶ آذر، مرکز بهداشت و درمان دانشگاه تهران [aliazam.solgi@yahoo.com](mailto:aliazam.solgi@yahoo.com)

دریافت: ۸۸/۲/۸ پذیرش: ۸۸/۵/۱۵

### چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه بحران ناشی از مصارف بی رویه مواد و انرژی و افزایش آلودگی‌های وارد به محیط زیست به عنوان چالش‌های پیش روی بشر مطرح است. توجه به توسعه پایدار به گونه‌ای که کمترین آسیب به محیط زیست را به همراه داشته باشد، شاید به عنوان راهکاری اجتناب ناپذیر فراروی پسر است. در این میان نقش دانشگاه‌ها در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار نقشی برجسته و حائز اهمیت است. این مقاله به بررسی وضعیت مصارف حامل‌های انرژی (گاز طبیعی و برق) در پردیس مرکزی دانشگاه تهران و مقادیر آلاینده‌های ناشی از این میزان از مصارف انرژی پرداخته است.

**روش بررسی:** برای رسیدن به این هدف، قدم اول بررسی وضعیت موجود پردیس مرکزی دانشگاه از طریق انجام بازدیدها، تکمیل چک لیست‌ها و پرسشنامه بوده است. محاسبه میزان آلاینده‌های تولیدی که به محیط زیست وارد می‌شود دومین اقدامی بوده است که انجام پذیرفته است. پس از محاسبه و تحلیل پخش آلاینده‌های وارد به محیط زیست راهکارهای مدیریتی جهت مدیریت سبز مصرف انرژی ارایه گردیده است.  
**یافته‌ها:** مصرف سالیانه ۱۶/۳ میلیون کیلووات ساعت انرژی الکتریستیه به همراه ۴۳۱۲۳۹۲ متر مکعب گاز طبیعی در پردیس مرکزی دانشگاه، تولید ۲۱/۸ هزار تن دی‌اکسید کربن، ۷۷۸ کیلوگرم از ترکیبات آلی فران، ۳۷۴۶۰۰ کیلوگرم اکسیدهای نیتروژن، ۲۴۱۰ کیلوگرم مونوکسیدکربن، ۶۵۳۴۱ کیلوگرم دی‌اکسید گوگرد، ۹۳ کیلوگرم ترکیبات جیوه، ۱۴۰ کیلوگرم از ترکیبات سرب و ۸۶۸ کیلوگرم از ذرات را به همراه دارد که به محیط زیست وارد شده است.

**نتیجه گیری:** با بررسی‌ها و مشاهدات به عمل آمده در حال حاضر تلاش مشهودی در راستای مدیریت سبز و اصلاح الگوی مصرف در دانشگاه تهران به عمل نمی‌آید. با بررسی‌های صورت گرفته فقط با تعویض لامپ‌ها و مهتابی‌های پرصرف بالامپ‌های کم مصرف میزان ۱۰/۸۶ درصد در میزان مصرف برق صرفه جویی به عمل می‌آید. هرگونه تلاش در راستای کاهش مصرف انرژی می‌تواند علاوه بر منافع اقتصادی اقدامی اساسی در جهت کاهش آلاینده‌های وارد شده به محیط زیست باشد. اجرای برنامه‌های مدیریت سبز در دانشگاه در غالب طرح‌هایی همچون دانشگاه سبز گامی اساسی در این مسیر خواهد بود.

**واژگان کلیدی:** انرژی، محیط زیست، آلاینده، مدیریت سبز، دانشگاه تهران

۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط

۲- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

## مقدمه

آموزش و دسترسی به اطلاعات دقیق است چرا که برنامه ریزی صحیح و مدیریت زیست محیطی و توجه به این عوامل در تصمیم‌گیری‌های توسعه می‌باشد مبتنی بر اطلاعات و آگاهی از واقعیت‌ها و توانایی‌ها باشد.

در این میان اجرای برنامه‌های مدیریت سبز می‌تواند راهکاری اساسی برای کاهش انتشار آلاینده‌های ناشی از مصارف انرژی باشد. در این برنامه‌ها لازم است مجموعه سازمان‌های تابع باشد. در این برنامه‌ها لازم است مجموعه سازمان‌های تابع دولت هر یک به نوبه خود کلیه شرایط پایه یک سازمان سبز را داشته باشند. یک سازمان هنگامی می‌تواند در جامعه به عنوان سازمان سبز مطرح گردد که در راستای استفاده کارآمد و بهینه از منابع و مواد مصرفی و بدون اسراف بتواند به فعالیت خود به صورت پایدار ادامه دهد (۴).

چگونگی تولید و استفاده از حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف مصرف کننده، از عوامل مؤثر در ایجاد آلودگی محیط زیست در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی است. بر همین اساس توجه به میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای و بررسی روند تغییرات آنها طی دوره‌های زمانی مختلف، ابزاری مناسب را جهت برنامه ریزی و سیاستگذاری لازم برای کاهش آثار و تبعات منفی مصرف انرژی فراهم می‌آورد.

مصارف برق، گاز طبیعی، گازویل و بنزین در استفاده‌های متفاوت یکی از عوامل مهم تولید و انتشار آلاینده‌ها به محیط زیست است. عمدۀ این آلاینده‌ها به هوای تنفسی وارد می‌گردد که تهدید اساسی برای سلامت بشر به شمار می‌رود.

بدیهی است منابع آب و خاک نیز در معرض تهدید آلودگی ناشی از افزایش رو به گسترش مصرف انرژی در سال‌های اخیر بوده است. استفاده از منابع آب جهت تولید برق مصرفی، تخلیه حامل‌های انرژی به منابع آب و آلودگی خاک به آلاینده‌های نفتی نمونه‌های بارزی از ارتباط مصارف انرژی با کیفیت محیط زیست است.

مصرف حامل‌های انرژی در کلیه اشکال خود در مراحل تولید، توزیع و مصرف منجر به تولید و انتشار آلاینده‌ها به محیط

امروزه تامین انرژی از اساسی ترین پیش نیازهای توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها به شمار می‌رود. تغییرات جمعیتی و رشد شهرنشینی در کنار ضعف کارآیی جریان تولید، انتقال، توزیع، مصرف و عدم وابستگی لازم به منابع انرژی مطمئن و پاک، موجب افزایش تقاضای انرژی و مصرف سریع منابع آن گردیده است.

در حالی که روش‌های تامین و تولید انرژی خود از عوامل تعیین کننده در آلوده نمودن محیط زیست اند، سرعت تهی شدن منابع تجدیدپذیر انرژی و افزایش آلودگی‌ها به بحران‌های انرژی و محیط زیست در هزاره سوم مبدل شده است.

براساس گزارش واحد اطلاعات اقتصادی اکونومیست، ایران در سال ۲۰۰۵ میلادی با مصرف ۹۰/۶ میلیارد متر مکعب به عنوان ششمین مصرف کننده بزرگ گاز طبیعی در جهان معرفی شده است. این در حالیست که در سال ۲۰۰۶ مصرف گاز طبیعی ایران به ۱۱۰ میلیارد متر مکعب رسید و رتبه کشور به لحاظ مصرف در جایگاه چهارم جهان قرار گرفت (۱).

در زمینه مصرف برق در سال ۱۳۸۵ کل برق مصرفی ایران حدود ۱۴۸۶۸۵ میلیون کیلووات ساعت بوده که نسبت به سال قبل از آن دارای نرخ رشدی معادل ۸/۳ درصد بوده است (۲). این میزان از مصرف انرژی در کشور موجب گردیده که سرانه نشر  $\text{CO}_2$  از ۶۰۷ کیلوگرم در سال ۱۳۴۶ به ۵۹۷۲/۶ کیلوگرم در سال ۱۳۸۵، سرانه نشر  $\text{CO}$  از ۱۱/۲ کیلوگرم به ۱۳۸/۵ کیلوگرم، سرانه نشر  $\text{NO}_X$  از ۲/۴ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال ۱۳۴۶ به ۱۹/۱ کیلوگرم در سال ۱۳۸۵، سرانه نشر  $\text{SO}_2$  از ۴/۱ کیلوگرم به ۱۱/۹ کیلوگرم در محدوده زمانی فوق افزایش یافته است (۳).

به جرات می‌توان گفت که بسیاری از بحران‌های زیست محیطی ریشه در مشکلات فرهنگی دارد و از این نظر نیاز به اصلاح نگرش و رفتار زیست محیطی در سطوح مختلف جامعه کاملاً محسوس است. دستیابی به چنین امری نیازمند پژوهش،

## مواد و روش ها

در این مقاله سعی شده است با بررسی، محاسبه و تحلیل مصارف انرژی در اشکال الکتریسیته و گاز طبیعی و محاسبه و تحلیل انتشار آلاینده های ناشی از این میزان از مصرف انرژی در پر迪س مرکزی دانشگاه تهران به ارایه راهکارهای صرفه جویی در مصرف انرژی در جهت نزدیک تر شدن به اهداف توسعه پایدار در کشور گامی برداشته شود.

به همین منظور و در اولین قدم پرسشنامه ای جهت شناسایی وضعیت موجود پر迪س مرکزی دانشگاه علوم پزشکی در زمینه مصرف گاز طبیعی و الکتریسیته تهیه و تکمیل گردید.

در گام بعدی قبوض مربوط به گاز و برق در پر迪س مرکزی دانشگاه علوم پزشکی تهران و دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ دریافت گردید. در مرحله بعد، داده های مورد نیاز در خصوص مصرف منابع با تکمیل نمودن چک لیست ها، مصاحبه های حضوری و بازدیدها کامل شد. میزان گاز طبیعی مصرفی در پر迪س مرکزی از طریق یک کنتور مرکزی محاسبه می گردد. قبوض گاز پرداختی پر迪س مرکزی از تاریخ ۸۶/۹/۲۲ لغایت ۸۵/۹/۲۲ دریافت شد. مصارف برق پر迪س مرکزی دانشگاه علوم پزشکی تهران از طریق ۲ عدد کنتور نصب شده در دانشکده های داروسازی و بهداشت مورد محاسبه می شود. میزان برق مصرفی پر迪س مرکزی با استناد به قبوض دریافتی از پر迪س علوم پزشکی و با احتساب سهم ۳۰ درصدی دانشگاه علوم پزشکی از مساحت ۲۱ هکتاری پر迪س مرکزی برآورد گردید.

چک لیست های تهیه شده توسط داده های به دست آمده تکمیل شد و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل های به عمل آمده به صورت جداول و شکل ها تهیه گردید که در بخش نتایج ارایه شده است. محاسبه میزان آلاینده های تولیدی ناشی از مصارف انرژی، مقادیر الکتریسیته مصرفی، همچنین گاز مصرفی پر迪س مرکزی دانشگاه تهران با استفاده از نرم افزار موجود در سایت اینترنتی به آدرس <http://www.abraxasenergy.com/emissions> که به صورت

زیست اعم از آب هوا و خاک می گردد. برآورد و محاسبه میزان آلاینده های ناشی از مصارف حامل های انرژی می تواند به توجه بیشتر برای کم کردن میزان این مصارف منجر گردد. این کاهش لزوما به معنای کاهش در تولید یا کاهش میزان راندمان یا عملکرد بخش های متفاوت نیست چرا که کاستن از مصرف می تواند از رهگذار بهینه نمودن مصرف و کاهش اتلاف انرژی و بهبود راندمان مصرف صورت پذیرد. در این میان دانشگاه ها به عنوان یکی از مراکز مهم و اثرگذار می توانند نقش تعیین کننده ای داشته باشند (۵).

پر迪س مرکزی دانشگاه تهران در زمینی به وسعت ۲۲ هکتار (۲۲۰۰۰۰ متر مربع) قرار گرفته که یکصد و هفتاد هزار متر مربع از این فضا در اختیار دانشگاه تهران و پنجاه هزار مترمربع در مالکیت دانشگاه علوم پزشکی است.

۲۰۰۰ دانشجو در دانشکده های واقع در این محوطه مشغول به تحصیل هستند. از این تعداد ۱۲۵۰۰ دانشجو در دانشگاه تهران و ۷۵۰۰ دانشجو در دانشگاه علوم پزشکی تهران مشغول به تحصیل اند. به طور کلی و با تفاوتفی که طی سالیان قبل میان دانشگاه های مزبور صورت گرفته است، تقسیم بندی فضاهای دانشگاه به تناسب ۷۰٪ به دانشگاه تهران و ۳۰٪ به دانشگاه علوم پزشکی تهران صورت پذیرفته است.

این پژوهش در راستای تعیین میزان مصارف گاز طبیعی و برق در پر迪س مرکزی دانشگاه تهران و بررسی میزان آلاینده های تولیدی از این میزان از مصارف انرژی در کلیه مراحل تولید، توزیع و مصرف انرژی انجام پذیرفته است. توجه دادن مسئولین دانشگاه به کاهش مصارف و بهینه نمودن مصرف در راستای استفاده موثرتر و کارآمد تر از حامل های انرژی علاوه بر تاثیرگذاری بر کاهش آلاینده های متشره به محیط زیست می تواند در اثرگذاری در رویکرد دیگر دانشگاه ها در راستای توجه بیشتر به توسعه پایدار حائز اهمیت باشد چرا که این دانشگاه به عنوان نماد آموزش عالی در کشور و به عنوان دانشگاه مادر می تواند در زمینه توجه به اصلاح الگوی مصرف و توسعه پایدار نیز پیشتاز باشد.

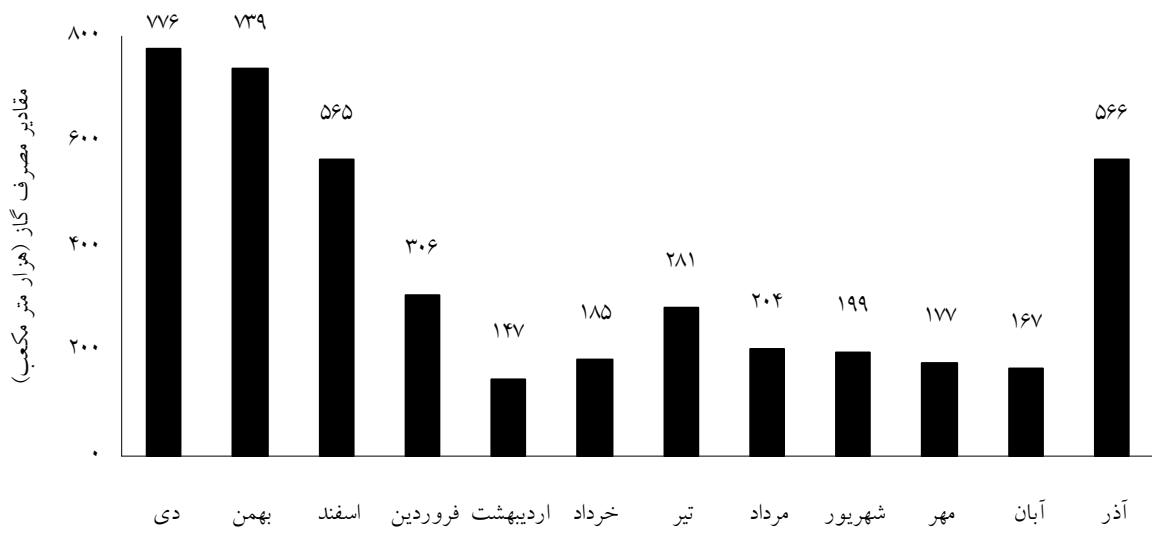
بوده است. با احتساب تعداد ۲۰۰۰۰ دانشجو پردیس مرکزی دانشگاه های تهران و علوم پزشکی تهران، سرانه مصرف ماهیانه گاز به ازای هر دانشجو ۱۷/۹۷ متر مکعب محاسبه گردید. این میزان معادل ۰/۶ متر مکعب گاز طبیعی در هر روز به ازای هر دانشجو است. هزینه پرداختی گاز طبیعی در مدت یک سال تحصیلی ۸۵-۸۶ برای دانشگاه مبلغ ۳۸۸۱۱۵۲۸۰ ریال بوده است. قیمت پرداختی به ازای هر متر مکعب گاز مصرفی در این مدت ۹۰ ریال محاسبه شد.

مبلغ یارانه اختصاصی یافته از طرف دولت برای مصرف این میزان از گاز طبیعی در این بازه زمانی برای پردیس مرکزی دانشگاه های تهران و علوم پزشکی ۲۵۸۷۱۷۶۴۵۰ ریال بوده که به طور تقریبی ۶/۶۶ برابر مبلغ پرداخت شده توسط دانشگاه است. در واقع یارانه پرداختی به ازای هر متر مکعب گاز مصرفی در دانشگاه معادل ۶۰۰ ریال بوده است. شکل ۱ به بررسی مقایسه مصرف ماهیانه گاز در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از دی ماه ۸۵ تا آذر ۸۶ می پردازد.

آن لاین در دسترس است، مورد محاسبه قرار گرفت. مقادیر الکترونیکی مصرفی سالیانه بر حسب کیلو وات ساعت و انرژی حاصل از احتراف گاز طبیعی بر حسب میلیون بی تی یو در سال به عنوان مصارف سالیانه انرژی و در حکم ورودی به نرم افزار مذکور داده شد. مقدار آلاینده تولید شده ناشی از مقدار انرژی مصرفی وارد شده به نرم افزار به عنوان خروجی نرم افزار ارایه می گردد. این میزان از آلاینده طی مراحل مختلف تولید، توزیع و مصرف انرژی به محیط زیست (هوای آب و خاک) وارد می شود.

## نتایج

کل گاز مصرفی در این مدت زمان به میزان ۴۳۱۲۳۹۲ متر مکعب بوده است. بیشترین مصرف مربوط به دی و بهمن سال ۱۳۸۵ با ۷۷۶ و ۷۳۹۴۴ متر مکعب مصرف ماهیانه و کمترین مقادیر مصرف در اردیبهشت و خرداد ۱۳۸۶ با ۳۰۶ و ۱۸۵۴۱ متر مکعب مصرف ماهیانه بوده است. میانگین مصرف ماهیانه در این مدت ۳۵۹۳۶۶ متر مکعب



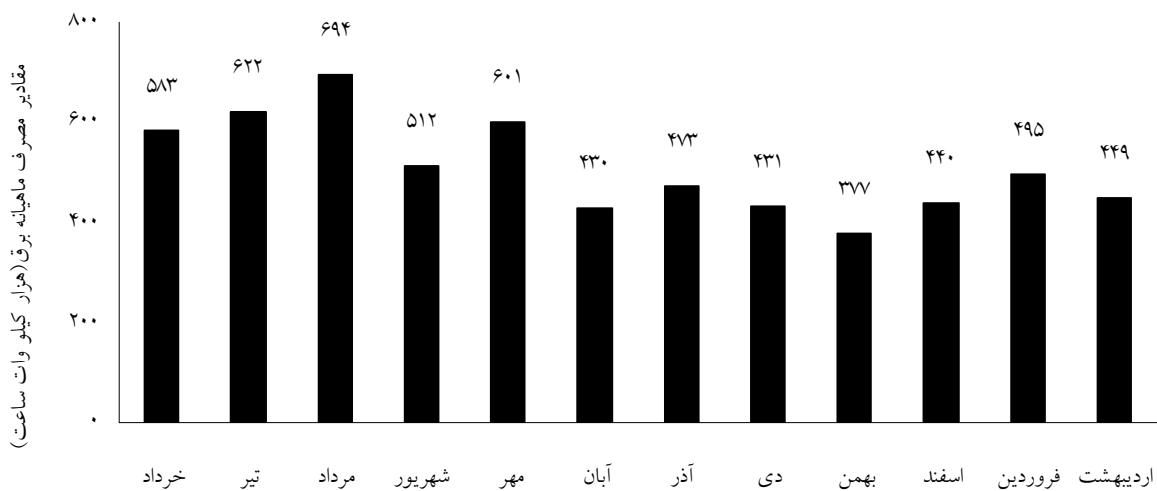
شکل ۱: مقایسه مصرف ماهیانه گاز در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از دی ۸۵ تا آذر ۸۶

در این فضای آموزشی سرانه ماهیانه برق مصرفی به ازای هر دانشجو ۶۸ کیلووات ساعت و سرانه روزانه برق مصرفی هر دانشجو ۲/۲۷ کیلووات ساعت محاسبه گردید.

بیشترین میزان مصرف برق ماهیانه در پردیس مرکزی دانشگاه علوم پزشکی در مرداد ۸۵ با مقدار ۶۹۳۶۴۷ کیلووات ساعت و کم ترین میزان برق مصرفی ماهیانه ۳۷۶۵۴۵ و مربوط به بهمن ماه ۸۵ بوده است.

شکل ۲ به بررسی مقایسه مصرف ماهیانه برق در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از خرداد ۸۵ تا اردیبهشت ۸۶ می‌پردازد.

میزان کل برق مصرفی پردیس مرکزی دانشگاه علوم پزشکی طی این دوره از مصرف معادل ۴۹۰۱۰۲۰ کیلووات ساعت بوده است. از آنجا که تقسیم بندی فضای پردیس مرکزی به تناسب ۷۰٪ پردیس دانشگاه تهران و ۳۰٪ پردیس دانشگاه علوم پزشکی تهران است، میزان برق مصرفی پردیس دانشگاه تهران طی همین مدت ۱۱۴۳۵۷۱۳ کیلووات ساعت تخمین زده می‌شود و در مجموع برق مصرفی پردیس مرکزی طی مدت مذبور ۱۶/۳۳۶/۷۳۳ کیلووات ساعت برآورد می‌گردد. با احتساب حضور ۲۰۰۰۰ نفر دانشجوی شاغل به تحصیل



شکل ۲: مقایسه مصرف ماهیانه برق در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از خرداد ۸۵ تا اردیبهشت ۸۶

برق مصرفی مهتابی فلورستن بلند: ۲۹۴۸۰۰۰ کیلو وات ساعت  
برق مصرفی لامپ رشته ای ۱۰۰ وات: ۲۲۰۰۰۰ کیلو وات ساعت  
برق مصرفی لامپ کم مصرف: ۸۰۹۶۰ کیلو وات ساعت  
برق مصرفی مهتابی کوتاه (۲۰ وات): ۳۰۰۹۶۰ کیلو وات ساعت  
برق مصرفی لامپ ۲۰۰ وات رشته ای: ۳۳۸۸۰ کیلو وات ساعت

در این مطالعه وضعیت مصرف الکتریسته و سایل روشنایی پردیس مرکزی مورد بررسی قرار گرفت. در پردیس مرکزی از ۳۳۵۰۰ مهتابی بلند ۴۰ وات، ۹۸۳ لامپ رشته ای ۱۰۰ وات، ۶۸۴۰ مهتابی کوتاه (۲۰ وات) و ۱۸۴۰ لامپ کم مصرف جهت روشنایی استفاده به عمل می‌آید.

اگر تعداد روزهای کاری دانشگاه طی یک سال را ۲۲۰ روز و ساعت کاری یک روز را ۱۰ ساعت در نظر بگیریم: میزان برق مصرفی جهت تجهیزات روشنایی این قسمت از دانشگاه به شکل زیر خواهد بود.

جدول ۲ مقدار آلینده‌های ناشی از مصرف برق در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از خرداد ۸۵ تا خرداد ۸۶ را نشان می‌دهد. این آلینده‌ها در روند کلی تولید، توزیع و مصرف انرژی به محیط زیست وارد می‌گردند.

جدول ۲: مقادیر آلینده‌های ناشی از مصرف برق در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از خرداد ۸۵ تا اردیبهشت ۸۶

ردیف	نوع آلینده	مقادیر آلینده (Kg)
۱	CO2	۱۲۸۷۳۳۰۰
۲	VOC s	۴۰۸/۴
۳	NOX	۴۵۷۰۰
۴	CO	۱۶۰۰
۵	SO2	۶۵۳۰۰
۶	PM10	۷۴۱
۷	Mercury	۰/۴۰۵
۸	Cadmium	-
۹	Lead	۰/۶۳
۱۰	Mercury compounds	۹۳/۶
۱۱	Cadmium compounds	۴/۸۶
۱۲	Lead compounds	۱۴۰/۳۵۵

### بحث و نتیجه گیری

در حال حاضر با بررسی‌ها و مشاهدات به عمل آمده در پردیس مرکزی دانشگاه (تهران و علوم پزشکی) راهکارهای مدیریت سبز در اغلب موارد از قبیل مصرف انرژی و مواد همچنین کیفیت محیط زیست به نحو مناسبی مورد توجه قرار نمی‌گیرد و اغلب این مسائل به دلایل گوناگون مورد غفلت قرار گرفته است:

نتیجه این موضوع به طور خلاصه در چند سطر بیان می‌گردد:  
۱- مصرف سالیانه بیش از ۱۶/۵ میلیون کیلو وات ساعت برق:

مجموع برق مصرفی جهت روشنایی ۳۵۸۳۸۰۸ کیلو وات ساعت، معادل ۲۱/۹۳ درصد کل برق مصرفی پردیس مرکزی دانشگاه است. در گام بعد آلینده‌های تولید شده ناشی از این میزان از مصارف انرژی مورد محاسبه قرار گرفت.

جهت محاسبه میزان آلینده‌های تولیدی ناشی از مصارف انرژی مشتمل بر مقادیر الکتریسیته مصرفی و گاز مصرفی پردیس مرکزی دانشگاه تهران با استفاده از نرم افزار سایت <http://www.abraxasenergy.com/emissions> صورت آن لاین در دسترس است، مورد محاسبه قرار گرفت. این نرم افزار انرژی مصرفی را به عنوان ورودی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد و آلینده‌های وارد شده به محیط زیست را محاسبه نموده و به عنوان خروجی ارایه می‌دهد. مقدار برق مصرف سالیانه ۱۶۳۳۶۷۳۳ کیلووات ساعت و میزان گاز مصرفی طی یک سال ۴۳۱۲۳۹۲ متر مکعب بوده است. از آنجا که نرم افزار مزبور گاز طبیعی را به با واحد میلیون بی‌تی یو به عنوان مقادیر ورودی مورد محاسبه قرار می‌دهد مقادیر گاز به واحد میلیون بی‌تی یو تبدیل گردید. این میزان از گاز مصرفی، انرژی معادل ۱۵۲۲۸۸ میلیون بی‌تی یو (Btu) تولید می‌کند.

جدول ۱ میزان آلینده‌های وارد شده به محیط زیست ناشی از مصرف گاز طبیعی در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از دی ماه ۸۵ تا آذر ۸۶ را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مقادیر آلینده‌های ناشی از مصرف گاز در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از دی ماه ۸۵ تا آذر ۸۶

ردیف	نوع آلینده	مقادیر آلینده (Kg)
۲	CO2	۸۹۱۴۹۰۰
۳	NOX	۳۲۸۹۰۰
۴	N2O	۵/۱۳
۵	SO2	۴۱/۱۳
۶	PM10	۱۲۷/۴۸۵
۷	VOC s	۳۶۹/۳۶
۸	CO	۸۱۰

کیلوگرم دی اکسید گوگرد، ۹۳ کیلوگرم ترکیبات جیوه، ۱۴۰ کیلوگرم از ترکیبات سرب و ۸۶۸ کیلوگرم از ذرات (PM10) را به همراه دارد.

در مطالعه مشابه ای در دانشگاه میشیگان انرژی مصرفی سالیانه این دانشگاه ۶/۸ تریلیون بی تی یو بوده است. آلاینده های تولیدی ناشی از این میزان از مصرف انرژی ۴۸۹۰۰ تن دی اکسید کربن، ۳۵۵۰۰۰ پوند مونوکسیدکربن، ۷۰۰۰۰۰ پوند اکسیدهای ازت، ۲۸۰۰۰ پوند PM10 برآورد گردیده است (۱۰).

مطالعات انجام شده در پردیس مرکزی دانشگاه تهران و نیز دانشگاه های دیگر در زمینه محاسبه مصرف انرژی و آلاینده های ناشی از این مصرف جهت توجه به موضوع مدیریت سبز و مهندسی سبز و لزوم اهمیت این رویکردها است.

در واقع با عنایت به این که مدیریت سبز در دانشگاه در زمینه مصارف انرژی تاکنون مدنظر قرار نگرفته است، هرگونه تلاش جهت مصرف بهینه و رعایت الگوی مصرف می تواند گامی در راستای توسعه پایدار، کاهش مصرف منابع انرژی و مواد و حرکتی در راستای کم کردن آلاینده های وارد شده به محیط زیست باشد.

پیشنهادات زیر جهت کاستن از مصارف کنونی ارایه می شود. امید می رود بالحاظ نمودن راهکارهای مبتنی بر الگوی صحیح مصرف در سال ۱۳۸۸ که به همین نام نامگذاری شده است گامی اساسی در جهت بهبود استفاده از منابع و انرژی و بهبود کیفیت محیط زیست برداشته شود.

۱. استفاده از سنسورهای روشنایی در تمام ساختمان های دانشگاه

۲. استفاده از سیستم های کم مصرف روشنایی (مانند لامپ های فلورسنت) در تمام ساختمان های دانشگاه

۳. استفاده از نور طبیعی در طراحی ساختمان های جدید

۴. استفاده از تجهیزات اداری (دستگاه تکثیر، رایانه و...) که به صورت اتوماتیک خاموش می شود

۵. استفاده از وسایل دارای برچسب انرژی که دارای بازدهی

چنانچه تمام مهتابی های بلند و لامپ های رشته ای ۱۰۰ و ۲۰۰ وات با لامپ های کم مصرف جایگزین شوند، در میزان کل برق مصرفی پردیس مرکزی ۱۰/۶۸۱ درصد صرفه جویی به عمل خواهد آمد. بدیهی است این میزان از کاهش برای آلاینده های ناشی از مصرف برق نیز وجود خواهد داشت.

در بررسی که در دانشگاه کارولینای جنوبی صورت پذیرفته تنهای تیجه تعویض ۲۵۰ مانیتور با مانیتورهای LCD ۸۰۰۰ دلار صرفه جویی بوده است. برآورد گردیده چنانچه تمام مانیتورها تعویض می شدند تا ۹۷۶۰۰۰ دلار صرفه جویی صورت می پزیرفت (۶).

در دانشگاه استانفورد از طریق اجرای پروژه های سبز در دانشگاه طی یک برنامه ۱۰ ساله ۱۵۰ میلیون کیلو وات ساعت صرفه جویی به عمل آمده است. این میزان انرژی الکتریسیته معادل کل مصرف دانشگاه در یک سال بوده است (۷).

با اجرای برنامه دانشگاه سبز در دانشگاه هاروارد، سالیانه در حدود یک میلیون دلار صرفه جویی شده است و علاوه بر آن میزان حدود ۱۰ میلیون کیلوگرم از میزان انتشار آلاینده دی اکسید کربن (به عنوان گاز گلخانه ای) کاسته شده است، کاهش ۳۵۰۰۰ پوندی در نشر اکسیدهای گوگرد، ۱۹۰۰۰ پوندی اکسیدهای ازت و صرفه جویی در مصرف آب به میزان ۴۷ میلیون گالن در سال از دیگر فواید اجرای دانشگاه سبز در این دانشگاه بوده است (۸).

۲- مصرف سالیانه بیش از ۴۳۱۲۳۹۲ متر مکعب گاز مصرفی: این میزان از مصرف گاز، انرژی معادل ۱۵۲۲۸۸ میلیون بی تی یو (Btu) تولید می کند. چنانچه انرژی الکتریسیته مصرفی را به واحد بی تی یو تبدیل نماییم، معادل ۵۵۷۴۱ میلیون بی تی یو خواهد شد.

جمع کل انرژی مصرفی سالیانه در پردیس مرکزی ۰/۲۰۸ تریلیون بی تی یو است.

صرف این میزان از انرژی تولید ۲۱/۸ هزار تن دی اکسید کربن، ۷۷۸ کیلوگرم از ترکیبات آلی فرار، ۳۷۴۶۰۰ کیلوگرم اکسیدهای نیتروژن، ۲۴۱۰ کیلوگرم مونوکسیدکربن، ۶۵۳۴۱

مصرف انرژی

۹. طراحی مهندسی ساختمان های جدید بر اساس بهره گیری صحیح از انرژی های طبیعی
۱۰. استفاده از سلول های خورشیدی، باتری های خورشیدی و سیستم روشنایی خورشیدی در ساختمان ها

بیشتر و مصرف کمتر است

۶. نصب ترموموستات و تنظیم مناسب آن در فصول مختلف برای فضاهای داخل کلاس ها، دفاتر کار و سالن های اجتماعات
۷. عایق بندی مناسب ساختمان ها، درها و پنجره ها
۸. استفاده از شیشه های بازتابنده نور جهت کاهش

## منابع

1. Balance Sheet of energy in Iran in 1385, Third part, Natural gas, p. 202-251.  
Portal of ministry of power of I.R.I, available from: <http://pep.moe.org.ir/HomePage.aspx?lang=fa-IR&site=pep.moe.org&tabid=9170&mid=0>
2. Balance Sheet of energy in Iran in 1385, fourth part, Electricity, p. 254-307.  
Portal of ministry of power of I.R.I, available from: <http://pep.moe.org.ir/HomePage.aspx?lang=fa-IR&site=pep.moe.org&tabid=9170&mid=0>
3. Balance Sheet of energy in Iran in 1385, eighth part, Energy and Environment, p. 380-401. Portal of ministry of power of I.R.I, available from: <http://pep.moe.org.ir/HomePage.aspx?lang=fa-IR&site=pep.moe.org&tabid=9170&mid=0>
4. NAZAK, SHAHBOD, 1385, M.S.P.H Dissertation,

5. Alavi Moghadam, M.R, Preparation of proper sample of Green University, Iran department of environment, available from: [www.irandoe.org/finalun.doc](http://www.irandoe.org/finalun.doc)
6. University of South Carolina, Green efforts becoming best practices, available from: [http://www.ulsf.org/pdf/going\\_green\\_saves\\_green.pdf](http://www.ulsf.org/pdf/going_green_saves_green.pdf)
7. Stanford University, Sustainability and energy management, available from: [http://lbre.stanford.edu/sem/energy\\_conservation](http://lbre.stanford.edu/sem/energy_conservation)
8. Sustainability in Harvard University, available from: [www.greencampus.harvard.edu/about/funding.php](http://www.greencampus.harvard.edu/about/funding.php)
9. University of Michigan, Pollution prevention program, available from: [www.p2000.umich.edu/energy\\_conservation/ec7.htm](http://www.p2000.umich.edu/energy_conservation/ec7.htm)

## **Survey of Relation Between Consumption of Energy and Environmental Pollutants Emission Resulted of These Consumptions in Central Main Campus of Tehran University**

\***Solgi A., Nabizadeh R., Guodini K.**

Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received 28 April 2009; Accepted 6 August 2009

### **ABSTRACT**

**Backgrounds and Objectives:** Today the crisis rising from over consumption energy and material and environmental pollution pose serious problems that challenges present resources of man.

Sustainable development is probably an inevitable strategy for human being in such a way that the least possible damage be inflicted to the environment.

In this way, the role played by universities in reaching the objectives of sustainable development is crucial. In this paper, we examine the present state of consumption energy resources (Electricity and natural gas) in the central main campus of Tehran University and so we calculate the extent of environmental pollutants resulted of these energy consumptions.

**Materials and Methods:** For surveying of our objectives the first step is a survey of the current state of campus by way of reexamination of Gas and Electricity bills and distribution of a questionnaire. Second is an estimate of the entering pollutants to the environment with online software in site of <http://www.abraxasenergy.com/emissions>.

**Results:** annual consumption of 16.5 million KWHS of electricity along with 4312392 m<sup>3</sup> of natural gas leads to 0.0218 million tones CO<sub>2</sub>, 778 kg VOCS, 374.6 tones NOX, 2.41 tones CO, 65.341 tones SO<sub>2</sub>, 93 kg Mercury compounds and 868 kg particles.

**Conclusion:** It is shown that there is no objective effort and green management in this part of university officials. This project suggests that the implementation of green management in the framework of programs such as green university can be crucial in reaching the objectives.

**Keywords:** Energy, Environment, Pollutants, Green management, Tehran University

---

\*Corresponding Author: *aliazam.solgi@yahoo.com*  
Tel: +98 912 2373235, Fax: +98 21 61112769