

## 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)

پذیرش: ۸۸/۵/۱۵

دریافت: ۸۸/۲/۸

### چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه بحران ناشی از مصارف بی‌رویه مواد و انرژی و افزایش آلودگی‌های وارده 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 بشر است. در این میان نقش دانشگاه‌ها در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار نقشی برجسته و حایز 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 وارده به محیط زیست راهکارهای مدیریتی جهت مدیریت سبز مصرف انرژی ارائه گردیده است.

**یافته‌ها:** مصرف سالانه ۱۶/۳ میلیون کیلووات ساعت انرژی الکتریسیته به همراه ۴۳۱۲۳۹۲ مترمکعب گاز طبیعی در پردیس مرکزی دانشگاه، تولید ۲۱/۸ هزار تن دی‌اکسید کربن، ۷۷۸ کیلوگرم از ترکیبات آلی فرار، 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.

**نتیجه‌گیری:** 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 پرمصرف با لامپ‌های 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 وارده 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

امروزه تامین انرژی از اساسی ترین نیازهای توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها به شمار می رود. تغییرات جمعیتی و رشد شهرنشینی در کنار ضعف کارایی 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 روش های تامین و تولید انرژی خود از عوامل تعیین کننده در آلوده نمودن محیط زیست اند، سرعت تهی شدن منابع تجدیدنپذیر انرژی و افزایش آلودگی ها به بحران های 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 کیلو وات 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 CO<sub>۲</sub> از ۶۰۷ کیلوگرم در سال ۱۳۴۶ به ۵۹۷۲/۶ کیلوگرم در سال ۱۳۸۵، سرانه نشر CO از ۱۱/۲ کیلوگرم به ۱۳۸/۵ کیلوگرم، سرانه نشر NO<sub>x</sub> از ۲/۴ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال ۱۳۴۶ به ۱۹/۱ کیلوگرم در سال ۱۳۸۵، سرانه نشر SO<sub>۲</sub> از ۴/۱ کیلوگرم به ۱۱/۹ کیلوگرم در محدوده زمانی فوق افزایش یافته است (۳).

به جرات می توان گفت که بسیاری از بحران های 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،

آموزش و دسترسی به اطلاعات دقیق است چرا که برنامه ریزی صحیح و مدیریت زیست محیطی و توجه به این عوامل در تصمیم گیری های توسعه می بایست مبتنی بر اطلاعات و آگاهی از واقعیت ها و توانایی ها باشد.

در این میان اجرای برنامه های مدیریت سبز می تواند راهکاری اساسی برای کاهش انتشار آلاینده های ناشی از مصارف انرژی باشد. در این برنامه ها لازم است مجموعه سازمان های تابع دولت هر یک به نوبه خود کلیه شرایط پایه یک سازمان سبز را داشته باشند. یک سازمان هنگامی می تواند 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 حامل های انرژی در بخش های مختلف مصرف کننده، از عوامل مؤثر در ایجاد آلودگی محیط زیست در مقیاس محلی، منطقه ای و جهانی است. بر همین اساس توجه به میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای و بررسی روند تغییرات آنها طی دوره های زمانی مختلف، ابزاری مناسب را جهت برنامه ریزی و سیاستگذاری لازم برای کاهش آثار و تبعات منفی مصرف انرژی فراهم می آورد.

مصارف برق، گاز طبیعی، گازوییل و بنزین در استفاده های متفاوت یکی از عوامل مهم تولید و انتشار آلاینده ها به محیط زیست است. عمده این آلاینده ها به هوای تنفسی وارد می گردد که تهدید اساسی برای سلامت بشر به شمار می رود.

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

مصرف حامل های انرژی در کلیه اشکال خود در مراحل تولید، توزیع و مصرف منجر به تولید و انتشار آلاینده ها به محیط

## 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 پردیس 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 در اولین قدم پرسشنامه ای جهت شناسایی وضعیت موجود پردیس 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 پردیس 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 پردیس مرکزی از طریق یک کنتور مرکزی محاسبه می گردد. قبوض گاز پرداختی پردیس مرکزی از تاریخ ۸۵/۹/۲۲ لغایت ۸۶/۹/۲۲ دریافت شد. مصارف برق پردیس 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 پردیس مرکزی با استناد به قبوض دریافتی از پردیس علوم پزشکی و با احتساب سهم ۳۰ درصدی دانشگاه علوم پزشکی از مساحت ۲۱ هکتاری پردیس 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 پردیس 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 لزوماً به معنای کاهش در تولید یا کاهش میزان راندمان یا عملکرد بخش های متفاوت نیست چرا که کاستن از مصرف می تواند از رهگذر 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).

پردیس 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.

۲۰۰۰۰ دانشجوی 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 توافقی 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 پردیس 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 کارآمدتر از حامل های انرژی علاوه بر تاثیر گذاری بر کاهش آلاینده های منتشره به محیط زیست می تواند در اثرگذاری در رویکرد دیگر دانشگاه ها در راستای توجه بیشتر به توسعه پایدار حایز 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 دانشجوی پردیس مرکزی دانشگاه‌های 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 ۸۶-۸۵ برای دانشگاه مبلغ ۳۸۸۱۱۵۲۸۰ ریال بوده است. قیمت پرداختی به ازای هر متر مکعب گاز مصرفی در این مدت ۹۰ ریال محاسبه شد.

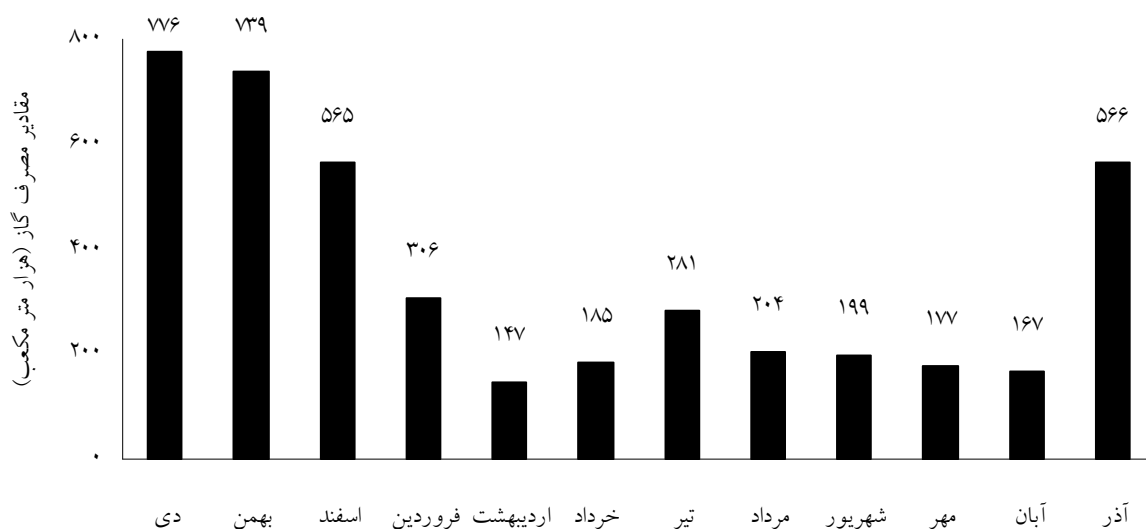
مبلغ یارانه اختصاصی یافته از طرف دولت برای مصرف این میزان از گاز طبیعی در این بازه زمانی برای پردیس مرکزی دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی ۲۵۸۷۱۷۶۴۵۰ ریال بوده که به طور تقریبی ۶/۶۶ برابر مبلغ پرداخت شده توسط دانشگاه است. در واقع یارانه پرداختی به ازای هر متر مکعب گاز مصرفی در دانشگاه معادل ۶۰۰ ریال بوده است.

شکل ۱ به بررسی مقایسه مصرف ماهیانه گاز در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از دی ماه ۸۵ تا آذر ۸۶ می‌پردازد.

آن لاین در دسترس است، مورد محاسبه قرار گرفت. مقادیر الکتریسیته مصرفی سالیانه بر حسب کیلو وات ساعت و انرژی حاصل از احتراق 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 می‌گردد. این میزان از آلاینده طی مراحل مختلف تولید، توزیع و مصرف انرژی به محیط زیست (هوا، آب و خاک) وارد می‌شود.

## 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 ۷۷۶۱۱۱ و ۷۳۹۴۴۴ متر مکعب مصرف ماهیانه و کم‌ترین مقادیر مصرف در اردیبهشت و خرداد ۱۳۸۶ با ۱۴۷۰۶۶ و ۱۸۵۴۱۱ متر مکعب مصرف ماهیانه بوده است. میانگین مصرف ماهیانه در این مدت ۳۵۹۳۶۶ متر مکعب



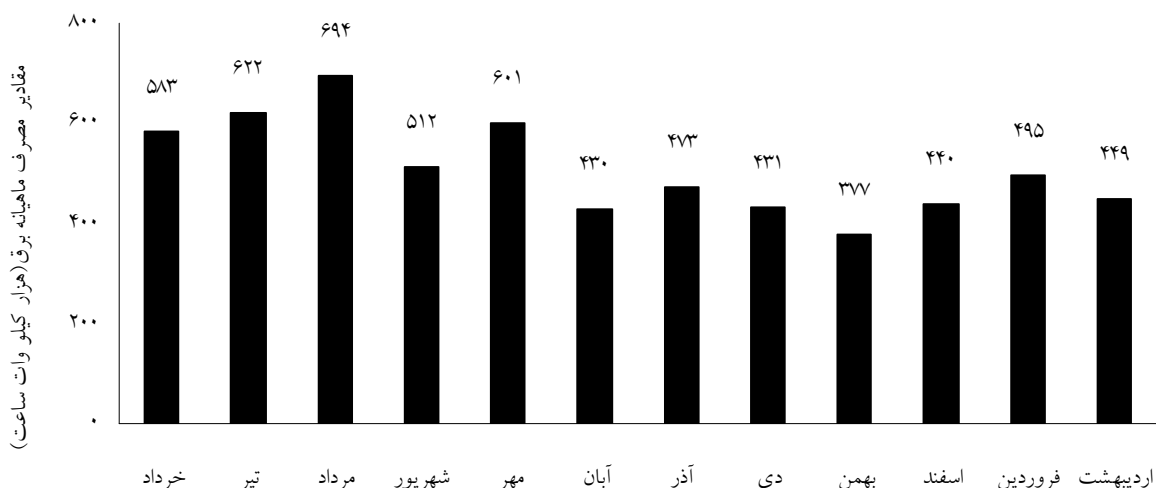
شکل ۱: مقایسه مصرف ماهیانه گاز در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از دی ۸۵ تا آذر ۸۶

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 کمترین 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 می پردازد.

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 می شود و در مجموع برق مصرفی پردیس مرکزی طی مدت مزبور ۱۶/۳۳۶/۷۳۳ کیلو وات ساعت برآورد می گردد. 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 فلورسنت بلند: ۲۹۴۸۰۰۰ کیلو وات ساعت  
 برق مصرفی لامپ رشته ای ۱۰۰ وات: ۲۲۰۰۰۰۰ 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 وسایل 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 می آید.  
 اگر تعداد روزهای کاری دانشگاه طی یک سال را ۲۲۰ روز و ساعات 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 آلاینده های ناشی از مصرف برق در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از خرداد ۸۵ تا خرداد ۸۶ را نشان می دهد. این آلاینده ها در روند کلی تولید، توزیع و مصرف انرژی به محیط زیست وارد می گردند.

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

ردیف	نوع آلاینده	مقادیر آلاینده (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 بررسی ها 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 نمی گیرد و اغلب این مسایل به دلایل گوناگون مورد غفلت قرار گرفته است:

نتیجه این موضوع به طور خلاصه در چند سطر بیان می گردد:  
 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 آلاینده های تولید شده ناشی از این میزان از مصارف انرژی مورد محاسبه قرار گرفت.

جهت محاسبه میزان آلاینده های تولیدی ناشی از مصارف انرژی مشتمل بر مقادیر الکتروسیته مصرفی و گاز مصرفی پردیس مرکزی دانشگاه تهران با استفاده از نرم افزار سایت <http://www.abraxasenergy.com/emissions> که به صورت آن لاین در دسترس است، مورد محاسبه قرار گرفت. این نرم افزار انرژی مصرفی را به عنوان ورودی مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد و آلاینده های وارد شده به محیط زیست را محاسبه نموده و به عنوان خروجی ارائه می دهد. 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 بی تی یو به عنوان مقادیر ورودی مورد محاسبه قرار می دهد مقادیر گاز به واحد میلیون بی تی یو تبدیل گردید. این میزان از گاز مصرفی، انرژی معادل ۱۵۲۲۸۸ میلیون بی تی یو (Btu) تولید می کند. جدول ۱ میزان آلاینده های وارد شده به محیط زیست ناشی از مصرف گاز طبیعی در پردیس مرکزی دانشگاه تهران از دی ماه ۸۵ تا آذر ۸۶ را نشان می دهد.

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

ردیف	نوع آلاینده	مقادیر آلاینده (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 (PM<sub>10</sub>) 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 ۴۸۹۰۰۰ تن دی اکسید کربن، ۳۵۵۰۰۰ پوند مونوکسید کربن، ۷۰۰۰۰۰ پوند اکسیدهای ازت، ۲۸۰۰۰ پوند PM<sub>10</sub> 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 با لحاظ 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 ۱۰/۶۸ 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 تنها نتیجه 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 پذیرفت (۶).

در دانشگاه استنفورد 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 الکتریسته 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 الکتریسته 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.

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

بیشتر و مصرف کمتر است

۶. نصب ترموستات و تنظیم مناسب آن در فصول مختلف برای

فضاهای داخل کلاس‌ها، دفاتر کار و سالن‌های اجتماعات

۷. عایق بندی مناسب ساختمان‌ها، درها و پنجره‌ها

۸. استفاده از شیشه‌های بازتابنده نور جهت کاهش

مصرف انرژی

۹. طراحی مهندسی ساختمان‌های جدید بر اساس بهره‌گیری

صحیح از انرژی‌های طبیعی

۱۰. استفاده از سلول‌های خورشیدی، باتری‌های خورشیدی و

سیستم روشنایی خورشیدی در ساختمان‌ها



## 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, Green management in National Library of IR of Iran
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](mailto:aliazam.solgi@yahoo.com)

Tel: +98 912 2373235, Fax: +98 21 61112769