



مدیریت فضای سبز مورد نیاز در شهرک‌های صنعتی جهت کنترل گاز دی‌اکسید کربن تولیدی توسط صنایع موجود (مطالعه موردی شهرک صنعتی شهید سلیمی تبریز)

داریوش خداداد لشگری، کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت و ساخت، گروه مهندسی عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

سینا فرد مرادی نیا (نویسنده مسئول)، استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
fardmoradinia@iaut.ac.ir

چکیده

امروزه پدیده‌ی گرمایش جهانی ناشی از نشر گازهای گلخانه‌ای توسط انسان، به عنوان نگرانی مهم زیست محیطی که رفاه آینده را به مخاطره می‌اندازد، ملاحظه می‌شود. گاز دی‌اکسید کربن در بین گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر دارای بیشترین تاثیر بر پدیده گرمایش کره زمین می‌باشد. در نتیجه افزایش گازهای گلخانه‌ای و از جمله دی‌اکسید کربن باعث بالا رفتن درجه حرارت کره زمین، بالا آمدن سطح آب دریاها و بروز تغییرات بیولوژیک در محیط زیست و در نتیجه آسیب دیدن گیاهان، حیوانات و اکوسیستم می‌گردد. در تحقیق حاضر سعی شده است مقدار تقریبی دی‌اکسید کربن تولیدی توسط صنایع موجود در شهرک صنعتی برآورد و سپس مقدار فضای سبز مورد نیاز برای کنترل و مدیریت آن محاسبه شود. لذا در این راستا اطلاعات ۳۹ واحد صنعتی از انواع مختلف تولیدی جمع‌آوری و سپس تجزیه و تحلیل گردید که با توجه به محاسبات انجام یافته، مقدار تقریبی CO_2 تولید شده در حدود ۲۱۰۵۷۳۸ کیلوگرم در روز و معادل با ۷۶۸۵۹۴ تن در سال است که برای جذب و کنترل این مقدار دی‌اکسید کربن در سال نیاز به قریب ۳۵ میلیون اصله درخت و ۲۳۳۳۳ هکتار زمین زراعی می‌باشد که با توجه به مقادیر بدست آمده، مدیریت کامل دی‌اکسید کربن تولیدی بوسیله فضای سبز و درخت، کاری غیر ممکن در آن شهرک و منطقه می‌باشد. البته این مقادیر برای کل واحدهای شهرک در حالت فعال محاسبه گردیده که با توجه به تعطیلی بخشی از واحدهای صنعتی، مقدار واقعی حتما کمتر از مقدار محاسبه شده خواهد بود.

کلمات کلیدی: گرمایش جهانی، گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسید کربن، فضای سبز.



Management Required Green Space in Industrial Parks to Controlled Generated Carbon Dioxide by Existing Industries (Case study: Salimi Industrial Park)

Dariush Khodadad Lashkari, Department of Civil Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Sina Fard Moradinia (Corresponding Author), Department of Civil Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
fardmoradinia@iaut.ac.ir

Abstract

Nowadays, the phenomenon of global warming due to the emission of greenhouse gases by mankind is seen as an important environmental concern that endangers future prosperity. Carbon dioxide gas has the greatest impact on the global warming phenomenon among greenhouse gases in the atmosphere. Increasing greenhouse gas emissions, including carbon dioxide, results in global warming, rising sea levels and occurrence of biologic changes in the environment, subsequently it leads to the damage to plants, animals and ecosystems. In the present study, the approximate amount of carbon dioxide generated by industries in the industrial town was estimated, and then the amount of green space needed for its control and management is calculated, so in this regard, the information of 39 industrial units from different types of production is compiled and then analyzed. Based on the calculations, the approximate amount of CO₂ generation in the region was 2105738 kg per day or 768594 tons per year. To absorb and control this amount of CO₂ around 35 million trees per year and 23333 hectares of arable land are required. Based on the obtained values, complete management of generated carbon dioxide by green space and tree planting in that area is impossible. It should be noted that these values are calculated for all industrial units of the town in active mode, considering the closure of some of the industrial units, the actual amount will certainly be less than the calculated value.

Keywords: *Global Warming, Greenhouse Gases, Carbon Dioxide, Green Space.*

**۱- مقدمه**

گاز دی‌اکسید کربن در بین گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر دارای بیشترین تاثیر بر پدیده گرمایش کره زمین می‌باشد. براساس گزارش رصدخانه مانالوا غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر از مقدار $391/65$ ppm در سال ۲۰۱۱ به مقدار $393/84$ ppm در سال ۲۰۱۲ افزایش پیدا کرده است. برخی محققان پیش بینی کرده اند که غلظت گاز دی‌اکسید کربن در سال ۲۱۰۰ بالغ بر 750 ppm گردد. در نتیجه افزایش گازهای گلخانه‌ای و از جمله دی‌اکسید کربن باعث بالا رفتن درجه حرارت کره زمین، بالا آمدن سطح آب دریاها و بروز تغییرات بیولوژیک در محیط زیست و در نتیجه آسیب دیدن گیاهان، حیوانات و اکوسیستم می‌گردد. سرانه انتشار CO_2 در ایران از سال ۱۳۴۶ تا سال ۱۳۸۶ یازده برابر شده است و از CO_2 سرانه در فرانسه، ترکیه، عربستان و بسیاری از کشورها بالاتر بوده، که با تولید خالص حدود ۴۵۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن در سال، بیشترین سهم را در انتشار این گاز در بین کشورهای خاورمیانه به خود اختصاص داده است. طی ۲۵ سال گذشته، اثر تولیدی و اثر شدت انرژی، مهمترین عوامل انتشار CO_2 در ایران بوده، به طوری که بیش از ۶۸ درصد انتشار CO_2 ناشی از این دو اثر بوده که با بهبود بهره‌وری انرژی (کاهش شدت انرژی) در صنایع ایران و بهبود ترکیب سوخت و اصلاح ساختار صنایع و همچنین روشهای دیگر می‌توان بدون کاستن از تولید صنعتی، به کاهش انتشار CO_2 دسترسی پیدا نمود و به عبارت دیگر، می‌توان بدون کاهش رشد صنعتی، انتشار CO_2 را کاهش داد.

به طور کلی روشهای کاهش نشر گازهای گلخانه‌ای در دو گروه طبقه بندی شده است: ۱- کاهش نشر گازهای گلخانه‌ای در بخش انرژی و پروسه‌های صنعتی ۲- افزایش چاهک‌های کربن مانند درختان، که بیشتر در مورد گروه دوم بحث خواهیم کرد. همانطور که بیان شد یکی از روشهای مهم به منظور کاهش نشر دی‌اکسید کربن، افزایش چاهک‌های کربن و احیای جنگل و درختکاری می‌باشد که تجمع کربن در رویش درختان،

بیومس را نتیجه می‌دهد. جداسازی کربن به وسیله‌ی درختان از اتمسفر، تابعی از زمین مصرف شده، زمان رشد و پیشرفت تکنولوژیکی بوده و لحظه‌ای است، بدین معنا که با تکامل درختان، آهنگ جداسازی کاهش می‌یابد. درختان، CO_2 موجود در اتمسفر را طی فرآیند فتوسنتز می‌گیرند و آن را در بیومس موجود (بخشهای چوبی و غیر چوبی) ذخیره می‌کنند. بخشی از بیومس درختان بعد از برداشت به محصولات چوبی تبدیل می‌شوند، که این محصولات می‌توانند دارای عمر بلند یا کوتاه باشند و بخشی از بیومس برای تولید انرژی استفاده می‌شود. بر طبق این چرخه حوضهای مختلف اکوسیستم خاکی عبارتند از:

الف) حوض کربن بیومس: حوضهای بیومس به کربن ذخیره شده در گیاهان زنده اشاره دارند که شامل بخش‌های مختلف یک درخت مانند تنه، شاخه‌ها، برگ‌ها و ریشه‌ها هستند.

ب) حوض کربن محصولات: بعد از هر دوره برداشت، کربن از حوض بیومس رها شده و در حوض محصولات ذخیره می‌شود. این ذخیره‌سازی بعد از برداشت در محدوده‌ی وسیعی از محصولات که در دو گروه محصولات با عمر طولانی شبیه مبلمان، مواد ساختمانی و ... و همچنین محصولات با عمر کوتاه و ضایعات چوبی مانند کاغذ، برگ‌ها و ... طبقه بندی می‌شوند.

ج) حوض کربن بیوانرژی: سوخته‌های بیومس برخلاف سوخته‌های فسیلی، به عنوان خنثایی کربن شناخته شده اند، زیرا با مصرف بیوانرژی، CO_2 به میزان CO_2 ذخیره شده در بیومس به اتمسفر رها می‌شود.

هر چند محصولات چوبی سرانجام واپاشی شده و CO_2 را به اتمسفر رها می‌کنند اما این رهاسازی به صورت تدریجی بوده و در محصولات مختلف ذخیره می‌شود. به عبارت دیگر درختان به عنوان مخزن‌هایی عمل می‌کنند که علاوه بر جذب و ذخیره دی‌اکسید کربن مضر موجود در اتمسفر، محصولات ثانویه مفید مانند بیوانرژی و محصولات چوبی مختلف را نیز بوجود می‌آورند بنابراین میتوان با احیاء جنگلها و درختکاری در فضاهای موجود، از انتشار بیش از حد CO_2 و مضرات آن جلوگیری کرد.



در ایران به بررسی انواع روشهای مختلف برای کاهش نشر دی اکسید کربن در ایران پرداخته شده است که از جمله این روشها می توان به جذب و ذخیره سازی CO₂ توسط ساختارهای معدنی، استفاده از گون ها برای جذب CO₂، جذب دی اکسید کربن توسط جنگل ها و استفاده از منابع آبی بعنوان ذخیره کننده های CO₂ اشاره کرد [۵]. در مطالعه دیگری در راستای جنگل کاری و جذب دی اکسید کربن و تاثیرات آن ها بر توسعه سیستم انرژی با استفاده از مکانیسم کاهش غلظت گاز CO₂ از طریق سالم سازی محیط زیست، مدل سیستم انرژی طراحی نموده و در این رابطه، جنگل کاری با توجه به موازنه ی جرم CO₂ و سایر محدودیتهای هزینه ای توسعه یافت. مدل با توجه به محدودیتهای معیار تابع هدف بهترین نقطه را مشخص و با اعمال روش طراحی شده، ابزار مناسبی برای ارزیابی اثر سالم سازی در کنترل نشر و انباشت CO₂ فراهم شده و همچنین مدل امکان محاسبه ی پتانسیل کاهش نشر گاز CO₂ و مقایسه ی خالص ارزش کنونی از مصارف مختلف زمین مانند کشاورزی، مراتع با جنگل کاری و احیای جنگل را نیز فراهم می کند [۶]. در پژوهشی که در زمینه پیامدهای گازهای گلخانه ای انجام شده نشان می دهد که کشورهای فقیر به ازای هر نفر سالانه یک تن و کشورهای صنعتی ۲۱/۷ تن گاز کربنیک وارد جو زمین می کنند. کل دی اکسید کربن تولید شده در جهان سالانه ۲۷ میلیارد تن برآورد شده که ۶ میلیارد تن آن مربوط به آمریکا است. این در حالی است که اقیانوسها، دریاها و جنگلها قدرت جذب حدود نیمی از گازهای تولید شده را دارد و بقیه در جو زمین باقی می ماند [۵]. در تحقیقی که پیرامون تحلیل اقتصادی اثرات تغییر اقلیم ناشی از انتشار گازهای گلخانه ای بر تولیدات بخش کشاورزی و منابع آب در دسترس در منطقه طالقان انجام شده نشان می دهد که با انتشار گازهای گلخانه ای تحت سناریوهای مورد بررسی، میانگین سالانه متغیرهای اقلیمی دما و بارش به ترتیب ۱/۶۴ تا ۲/۲۸ درجه سانتی گراد و ۰/۹۲ تا ۱/۱ میلی متر تغییر می کند و سبب کاهش عملکرد اغلب محصولات منتخب اراضی پایین دست سد طالقان می شود [۶]. در ادامه بررسی ها طی مطالعه ای در زمینه

تحقیقات متعددی در مورد گاز دی اکسید کربن، منابع انتشار و دیگر خصوصیات آن انجام یافته که به چند مورد اشاره می کنیم. طی بررسی که پیرامون مسائل زیست محیطی و پیش بینی انتشار گاز دی اکسید کربن در اقتصاد ایران انجام شده، نخست رابطه بلند مدت بین رشد اقتصادی و انتشار گاز CO₂ و دیگر متغیرهای موثر را مورد بررسی قرار داده اند و سپس با استفاده از مدل خاکستری (GM) مقدار انتشار دی اکسید کربن برای دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۰ را پیش بینی نموده اند. که نتایج نشان می دهد میزان انتشار دی اکسید کربن در سال ۲۰۲۰ به میزان ۹۲۵/۷ میلیون تن خواهد رسید که رشد ۶۶ درصدی را نسبت به سال ۲۰۱۰ نشان می دهد [۱]. در پژوهش دیگری که پیرامون ارتباط بین رشد اقتصادی، رشد مصرف انرژی و رشد انتشار دی اکسید کربن داشته اند، به این نتیجه رسیده اند که اجزای مذکور هر سه از اجزای نظام تولیدی اقتصاد هستند و با توجه به اینکه روند کاهشی شدت انتشار دی اکسید کربن نسبت به افزایش درآمد در سه گروه درآمدی (پایین تر از متوسط، بالاتر از متوسط و درآمد بالا) منحنی زیست محیطی کوزنتس را تأیید می کند، صحت منحنی زیست محیطی کوزنتس با استفاده از تکنیک DOLS در تمامی کشورهای مورد بررسی، رد و منحنی N شکل را تأیید می کند [۲]. در تحقیق دیگری که در زمینه شبیه سازی فرآیند جداسازی مستقیم دی اکسید کربن از هوا داشته اند با استفاده از نرم افزار شبیه ساز پارامترهای مختلف موثر بر میزان بازیابی دی اکسید کربن از هوا و مصرف انرژی مورد بررسی قرار داده اند که در این روش متوسط میزان بازیابی با شرایط در نظر گرفته شده حدود ۸۹ درصد و متوسط انرژی مصرفی نیز حدود ۸ گیگاژول به ازای هر تن دی اکسید کربن بازیافتی محاسبه شده است [۳]. در تحقیقی دیگری که در مورد رابطه بین انتشار گاز دی اکسید کربن و تولید ناخالص داخلی بر اساس داده های ترکیبی طی دوره ۲۰۰۷-۱۹۶۰ در پنج گروه از کشورها با درآمد سرانه متفاوت انجام داده اند که مهم ترین نتیجه حاصل، وجود رابطه علی بین این دو متغیر را تأیید می نماید [۴]. همچنین در بررسی های دیگری پیرامون گرمایش جهانی و عوامل موثر بر انتشار و کاهش CO₂



و شرایط رشد اقتصادی کشور هنوز در شرایطی نیست که رشد اقتصادی و افزایش تولیدات باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی بخصوص دی‌اکسیدکربن شود [۱۰]. در پژوهش دیگری با عنوان رد پای اکولوژیک گاز دی‌اکسیدکربن سوخته‌های فسیلی شهر شیراز مشخص شد با توجه به مقدار CO₂ تولید شده از طریق مصرف سوخت‌های فسیلی در سطح شهر شیراز و بررسی ظرفیت زیستی و فضای سبز موردنیاز برای جذب آن، گاز دی‌اکسید کربن تولید شده ۳/۹ برابر ظرفیت زیستی شهر می‌باشد [۱۱]. در بررسی دیگری پیرامون نقش ناهنجاری‌های دمایی کره زمین در تغییرپذیری دماهای حداقل ایران، نتایج حاصل از بررسی دوره ای (سرد و گرم)، دمای حداقل بیانگر تاثیر بیشتر ناهنجاری‌های دمایی کره زمین بر روی دمای حداقل دوره گرم سال است. در هر دو دوره تغییر روند صورت گرفته بر اساس نتایج حاصله به وضوح معنی دار هستند [۱۲]. در مطالعه ای با موضوع آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن) در منحنی زیست محیطی کوزنتس، بر اساس نتایج برآورد مدل از طریق روش اثرات ثابت بر روی کل کشورهای مورد مطالعه، رابطه مثبتی بین درآمد سرانه و شاخص‌های آزادسازی تجاری با میزان انتشار دی‌اکسیدکربن برقرار است، که این امر نشانگر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن به دنبال افزایش درآمد سرانه و گسترش آزادسازی تجاری است [۱۳]. در تحقیق دیگری پیرامون ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدات کشاورزی در حوضه آبخیز شاهرود، نتایج نشان داد تغییر اقلیم ناشی از کاهش بارش منجر به کاهش منابع آب در دسترس، افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری، کاهش مجموع سطح زیر کشت محصولات آبی و کاهش سود ناخالص کشاورزان در حوضه آبخیز شاهرود شده است [۱۴].

با توجه به توضیحات ارائه شده در مورد اثرات گازهای گلخانه‌ای و به خصوص دی‌اکسیدکربن بر محیط‌زیست، سلامت بشر و جانوران و همچنین منابع مختلف تولید آن از جمله وسایل نقلیه، صنایع و کارخانجات تولیدی که متأسفانه مقدار انتشار آن همچنان رو به افزایش است در نتیجه ضروری است اولاً با توجه به اصل پیشگیری،

آشکارسازی تغییر اقلیم و نسبت دهی آن به گازهای گلخانه‌ای با استفاده از مدل‌های گردش عمومی اقیانوس - اتمسفر و توزیع نرمان دو متغیره در حوزه آبریز کارون بزرگ، نتایج روند دو بعدی آنومالی دما و بارندگی برای نیم قرن اخیر نسبت به دوره پایه هر یک از قسمت‌های حوزه آبریز کارون بزرگ، نشان از روند افزایشی دما و کاهش بارندگی دارد. از طرف دیگر به احتمال ۹۵ درصد، مقادیر آنومالی نوسانات درونی توام دما - بارندگی در حوزه کارون بزرگ به ترتیب کمتر از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد و کمتر از ۷۰ درصد می‌باشد [۷]. همچنین در پژوهشی که در زمینه تاثیر تغییر اقلیم در انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن بر جو زمین با مطالعه موردی در حمل و نقل هوایی انجام شده، مشخص گردیده که از ۲۲ پروازی که در بازه زمانی دو ماهه به دلیل تغییر اقلیم و ایجاد گرد و غبار موفق به نشستن در باند فرودگاه نگردیده و مجبور به فرود در فرودگاه دیگری شده‌اند، در مجموع ۱۳۴۵۰۰ لیتر سوخت مصرف شده که معادل ۸ تن دی‌اکسیدکربن می‌باشد و وارد جو زمین شده است [۸]. در مطالعه‌ای که در جهت ارزیابی هزینه انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن حاصل از توسعه بخش کشاورزی ایران انجام شد، نتایج نشان داد که در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۷۱ میانگین سالانه زیان انتشار هر کیلوگرم دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت در بخش کشاورزی، ۱۴۱ ریال بوده است. به عبارت دیگر، با انتشار دی‌اکسیدکربن از بخش کشاورزی ایران، سالانه به طور میانگین به میزان ۱۷۴۴ میلیارد ریال هزینه ایجاد می‌شود. همچنین، نتایج این ارزیابی نشان داد که میانگین هزینه انتشار هر کیلوگرم از این آلاینده در فاصله این دو دهه افزایش چشمگیری داشته است [۹]. در تحقیق دیگری که درباره بررسی رابطه حجم گازهای گلخانه‌ای و تولید ناخالص داخلی سرانه در ایران (مطالعه موردی دی‌اکسید کربن) انجام شده مشخص گردید با توجه به این واقعیت که نرخ رشد انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران بیشتر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه است، اقتصاد ایران روی قسمت صعودی منحنی زیست محیطی کوزنتس قرار دارد. به عبارت دیگر موقعیت اقتصادی - اجتماعی کشور



تولید CO₂ را کاهش دهیم و ثانیاً انتشار آن را با ایجاد فضای سبز و کاشت گیاهان در مکانهای مناسب، مدیریت نماییم. لذا در راستای تحقق این اهداف مهم، نیاز به انجام تحقیقات و ارائه راه حل‌ها و اطلاعات مناسب می‌باشیم که هدف اصلی از این تحقیق نیز برآورد تقریبی مقدار CO₂ تولید شده توسط کارخانجات مستقر در شهرک صنعتی شهید سلیمی تبریز و همچنین بررسی چگونگی مدیریت فضای سبز شهرک در راستای مدیریت و کاهش انتشار CO₂ حاصل از این صنایع به اتمسفر می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق ما برای برآورد تقریبی دی‌اکسیدکربن تولیدی، نیاز به کسب اطلاعاتی در مورد مقدار متوسط سوخت مصرفی واحدهای صنعتی و نوع آن داشتیم تا بتوانیم با استفاده از فرمولها و روشهایی که در ادامه توضیح خواهیم داد، مقدار تقریبی دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف این مواد سوختی در صنایع را برآورد نماییم. لذا برای این کار از دو روش استفاده گردید:

روش اول استفاده از اطلاعات شرکت ملی گاز در زمینه مقدار کل گاز طبیعی مصرفی در شهرک صنعتی شهید سلیمی در سال ۱۳۹۵ می‌باشد.

روش دوم با استفاده از تکمیل پرسشنامه توسط واحدهای صنعتی و دریافت قبض گاز مصرفی واحد صنعتی موردنظر می‌باشد. برای این کار نیاز به انتخاب تعدادی واحد صنعتی به عنوان جامعه آماری جهت تکمیل پرسشنامه داشتیم واحد هایی که بتوانند بیانگر خصوصیات کل شهرک و واحدهای مستقر باشند. برای این منظور از هر خوشه یا زون صنعتی به نسبت فراوانی موجود در سطح شهرک، ۳۹ واحد تولیدی (۱۲ واحد از زون غذایی، ۲ واحد از زون برق، ۵ واحد از زون نساجی، ۵ واحد از زون فلزی، ۶ واحد از زون سلولزی، ۶ واحد از زون شیمیایی و ۳ واحد از زون کانی غیرفلزی) به صورت تصادفی انتخاب و طبق پرسشنامه اطلاعاتی مانند نوع تولید، زون استقرار، مساحت کارخانه، مقدار گاز مصرفی و مقدار سوخت کمکی مانند نفت، گازوئیل و مازوت و ... از این طریق گردآوری گردید. اطلاعات موردنیاز علاوه بر

پرسشنامه (خوداظهاری) از طریق قبوض گاز واحد صنعتی نیز گردآوری و سپس میانگین دو رقم بدست آمده ملاک عمل قرار گرفته است. طبق جداولی که در ادامه آمده بعد از محاسبه متوسط گاز مصرفی (مترمکعب در ثانیه به ازای متر مربع) و متوسط مصرف گازوئیل و نفت و ... (لیتر در ثانیه به ازای متر مربع)، مقدار تقریبی دی‌اکسیدکربن تولیدی برحسب گرم در ثانیه به ازای هر هکتار و سپس مقدار بر حسب کیلوگرم در روز در کل شهرک صنعتی را طبق فرمولهای موجود بدست آوردیم. لازم به توضیح است در روش دوم فرض بر این است که کل واحدهای مستقر در شهرک صنعتی فعال و دی-اکسیدکربن تولیدی حاصل از فعالیت کل واحدهای صنعتی می‌باشد ولی در روش اول با توجه به اطلاعات شرکت گاز از مقدار کل گاز مصرفی شهرک که طبیعتاً فقط مربوط به واحدهای فعال می‌باشد و واحدهای غیر فعال نقشی در نتیجه نخواهند داشت و قابل پیش بینی است که مقدار بدست آمده در روش اول کمتر، واقعی تر و دقیق تر از روش دوم خواهد بود. هر چند روش دوم هم مزیتهایی دارد از قبیل دخیل بودن سوخت های دیگر مانند گازوئیل(البته باتوجه به کنترل هایی که انجام می-شود مقدار آن کم و در حال حذف می باشد) در نتیجه نهایی و همچنین محاسبه تقریبی مقدار CO₂ تولیدی در حالت فعال بودن کامل شهرک، که می‌تواند در پیش بینی های مربوط به زیرساخت های آینده شهرک کمک کننده باشد.

۲-۱- جمع آوری و طبقه بندی اطلاعات

همانطور که ذکر شد برای محاسبه مقدار دی‌اکسیدکربن تولیدی، نیاز به کسب اطلاعاتی در مورد مقدار سوخت مصرفی (گاز طبیعی و گازوئیل و ...) بود لذا برای کسب این اطلاعات از دو روش: ۱- دریافت اطلاعات کلی سوخت مصرفی در شهرک از شرکت ملی گاز و ۲- تکمیل پرسشنامه و قبوض گاز واحد های مدنظر استفاده شده است. پس از دریافت اطلاعات لازم، آنها را در جداولی طبقه بندی کرده ایم.



زون طبقه بندی گردیده و بعد از جمع بندی کلی مقدار سوخت مصرفی در شهرک صنعتی محاسبه می‌گردد. لازم به تاکید است که تفاوت اساسی روش اول و دوم در این است که در روش اول مقدار واقعی سوخت مصرف شده در یک سال توسط واحد های صنعتی فعال ملاک عمل میباشد که باعث می‌شود نتیجه بدست آمده به واقعیت موجود نزدیک تر باشد ولی در روش دوم می‌توان گفت که کل واحدهای صنعتی فعال فرض می‌شود که طبیعتا نتیجه بدست آمده بیشتر از روش اول خواهد بود و از واقعیت موجود فاصله خواهد داشت اما می‌تواند در برنامه‌ریزی های آتی برای یک شهرک صنعتی فعال تر، کمک کننده باشد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نحوه برآورد تقریبی دی‌اکسیدکربن با استفاده از متوسط گاز طبیعی مصرفی

برای بدست آوردن تقریبی مقدار دی‌اکسیدکربن حاصل از سوخت گاز طبیعی، طبق جدول زیر ضریب انتشار یا تبدیل CO_2 حاصل از سوخت گاز طبیعی، ۱۲۰۰۰۰ بر حسب $(106lb/scf)$ می‌باشد که برای تبدیل به kg/m^3 در عدد ۱۶ ضرب و به ۱۰۶ تقسیم می‌کنیم. عدد بدست آمده برابر با ۱/۹۲ بعنوان ضریب انتشار CO_2 حاصل از سوختن گاز طبیعی می‌باشد که بر متوسط مقدار گاز مصرفی با واحد مترمکعب در ثانیه به ازای متر مربع ضرب می‌گردد. عدد به دست آمده پس از ضرب به ۱۰۰۰۰ متر مربع به عنوان مقدار گاز CO_2 تولید شده در هکتار بیان می‌شود (جدول (۱) و جدول (۲)).

۲-۲- اطلاعات مربوط به روش اول (مقدار سوخت مصرفی اعلام شده از طرف اداره گاز):

براساس اطلاعات دریافتی از اداره گاز استان در مورد مقدار گاز مصرفی توسط واحد های صنعتی مستقر در شهرک شهید سلیمی در سال ۱۳۹۵، مقدار اعلام شده برابر با ۸۷/۱۸۸/۰۶۱ مترمکعب می‌باشد که در فصل بعدی (تجزیه و تحلیل داده ها) با استفاده از ضرایب تبدیل گاز طبیعی به CO_2 ، مقدار دی‌اکسیدکربن حاصل از سوخت این مقدار گاز طبیعی بدست می‌آید. در این روش فقط مقدار گاز طبیعی مصرف شده ملاک عمل می‌باشد و سوخته‌های دیگر مانند گازوئیل و... با توجه به شرایط موجود که مصرف بسیار ناچیزی دارند، در نتیجه بدست آمده تاثیر زیادی نخواهند داشت.

۳-۲- اطلاعات مربوط به روش دوم (مقدار سوخت مصرفی اعلام شده توسط خود واحد ها (پرسشنامه) و قبوض گاز واحد های منتخب

در این روش (پرسشنامه‌ای) مقدار متوسط سوخت مصرفی (گاز طبیعی و گازوئیل و...) به ازای هر متر مربع در هر زون بدست آمده و براساس آن مقدار دی‌اکسید کربن به طور تقریبی بیان می‌شود. تعداد واحدهای منتخب از هر زون، بر اساس فراوانی آن نوع تولید می‌باشد که برای مثال زون غذایی با توجه به اینکه بیشترین سهم از شهرک را به خود اختصاص داده است بیشترین تعداد واحد منتخب را نیز دارد. در ادامه اطلاعات بدست آمده از طریق تکمیل پرسشنامه ها در جداول مختص هر



جدول (۱): فاکتورهای انتشار برای آلاینده های شاخص و گازهای گلخانه ای حاصل از سوختن گاز طبیعی

آلاینده	فاکتور انتشار (lb/106scf)	سطح بندی فاکتور انتشار
CO2	۱۲۰۰۰۰	A
سرب	۰/۰۰۰۵	D
N2O(Uncontrolled)	۲/۲	E
N2O(Uncontrolled-low-NOX burner)	۰/۶۴	E
PM(Total)	۷/۶	D
PM(condensable)	۵/۷	D
PM(Filterable)	۱/۹	B
SO2	۰/۶	A
TOC	۱۱	B
Methane	۲/۳	B
VOC	۵/۵	C

جدول (۲): فاکتورهای تعریف شده انتشار CO₂ برای سوختهای مایع

نوع سوخت	% (درصد کربن) C	چگالی (lb/gal)	فاکتور انتشار (lb/103 gal)
No.1(kerosene)	۸۶/۲۵	۶/۸۸	۲۱۵۰۰
No.2	۸۷/۲۵	۷/۰۵	۲۲۳۰۰
Low Sulfur No.6	۸۷/۲۶	۷/۸۸	۲۵۰۰۰
High Sulfur No.6	۸۵/۱۴	۷/۸۸	۲۴۴۰۰

ضریب تبدیل ۱۰۶ lb/scf به ۱۰۶ kg/cm³، ۱۶ می باشد

ضریب تبدیل lb/gal به gram/cm³، ۰/۱۲ می باشد.

ضریب تبدیل lb/gal به kg/m³، ۰/۱۲ می باشد

از سوختن گازوئیل می باشد که بر متوسط مقدار سوخت مصرفی با واحد لیتر در ثانیه به ازای مترمربع ضرب میگردد. عدد به دست آمده پس از ضرب به ۱۰۰۰۰ به عنوان مقدار گاز CO₂ تولید شده در هکتار بیان می شود. همچنین برای تبدیل لیتر بر مترمکعب به عدد ۱۰۰۰ تقسیم می شود.



۲-۲- مقدار دی اکسید کربن تولید شده در روش اول (کل گاز مصرفی اعلام شده توسط شرکت ملی گاز)

همانطور که قبلاً بیان شد در روش اول، مقدار دی-اکسید کربن تولیدی توسط واحدهای صنعتی مستقر در شهرک صنعتی شهید سلیمی با استفاده از مقدار گاز طبیعی مصرفی اعلام شده توسط شرکت ملی گاز در سال

۹۵ محاسبه می گردد. در این راستا مقدار گاز طبیعی مصرفی اعلام شده برابر با ۸۷/۱۸۸/۰۶۱ مترمکعب می باشد. طبق جدول (۳) گاز مصرفی شهرک در یک سال در ضریب تبدیل گاز طبیعی به دی اکسید کربن (۱/۹۲) ضرب شده و مقدار دی اکسید کربن تولید شده بدست می آید که برابر با ۱۶۷/۴۰۱/۰۷۶ کیلوگرم در سال می-باشد.

جدول (۳): مقدار CO₂ تولید شده بر حسب کیلوگرم در سال

گاز مصرفی شهرک (متر مکعب در سال)	گاز مصرفی شهرک (متر مکعب در روز)	ضریب تبدیل گاز طبیعی به CO ₂ (کیلوگرم بر مترمکعب)	گاز مصرفی شهرک (متر مکعب در روز)	گاز مصرفی شهرک (متر مکعب در سال)
۸۷۱۸۸۰۶۱	۲۳۸۲۱۸	۱۲۰۰۰۰ (106lb/scf)*۱۶/۱۰۶=۱/۹۲	۱۶۷۴۰۱۰۷۶	۴۵۷۳۷۹

۳-۳- مقدار تقریبی دی اکسید کربن تولید شده در روش دوم (پرسشنامه ای) به تفکیک هر زون صنعتی

در این مرحله طبق جدول شماره (۴) ضرایب تبدیل بدست آمده را در متوسط سوخت مصرفی ضرب کرده و مقدار تقریبی دی اکسید کربن بر حسب کیلوگرم بر ثانیه در هر هکتار برای هر زون صنعتی بدست می آید. همانطور که طبق نمودار بالا مشاهده می شود مقدار CO₂ تولید شده در هر هکتار زون نساجی بیشتر از سایر زون ها می باشد که عمده دلیل آن فرآیند کاری کارخانجات نساجی و رنگرزی نخ و پارچه ها و حرارت بالای مورد نیاز جهت این کار می باشد و طبیعتاً برای

تولید حرارت بالا نیاز به مصرف سوخت و به تبع آن تولید CO₂ بالا می باشد. در جدول شماره (۵) برای بدست آوردن مجموع دی اکسید کربن تولیدی در شهرک صنعتی بر حسب کیلوگرم در روز، مقادیر بدست آمده برای دی-اکسید کربن در جدول (۴) را در مساحت هر زون صنعتی به هکتار و همچنین برای تبدیل ثانیه به روز، در عدد ۸۶۴۰۰ ضرب می کنیم. که در نتیجه مقدار تقریبی بدست آمده دی اکسید کربن تولیدی برای صنایع موجود در شهرک صنعتی شهید سلیمی تبریز به شرط فعال بودن کلیه واحدهای صنعتی برابر با حدود ۲۱۰۵۷۳۸ کیلوگرم محاسبه گردید.

جدول (۴): مقدار تولید CO₂ بر حسب کیلوگرم بر ثانیه در هر هکتار

زون	متوسط مصرف گاز مترمکعب در ثانیه به ازای متر مربع	ازمصرف گاز طبیعی (کیلوگرم بر ثانیه در هر هکتار)	مصرف گازوئیل و نفت (لیتر در ثانیه به ازای متر مربع)	حاصل CO ₂ ازمصرف گازوئیل (کیلوگرم بر ثانیه در هر هکتار)	حاصل CO ₂ ازمصرف گازوئیل و گاز طبیعی (کیلوگرم بر ثانیه در هر هکتار)
غذایی	۰/۰۰۰۰۰۲۷	۰/۰۵۳۱۹۷۹۴۵	۰/۰۰۰۰۰۰۵۵۸	۰/۰۱۶۳۴	۰/۰۶۹۵۴۰۶۷۹
برق	۰/۰۰۰۰۰۰۶۶۳	۰/۰۱۲۷۴۲۱۴۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱۰۷	۰/۰۰۰۳۱۳۷۸۶	۰/۰۱۳۰۵۵۹۳۲
نساجی	۰/۰۰۰۰۰۰۲۰۱	۰/۰۳۸۶۳۲۱۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲۴۲	۰/۰۷۰۹۶۲۲۵۷	۰/۱۰۹۵۹۴۳۶۹
فلزی	۰/۰۰۰۰۰۰۲۳۲	۰/۰۴۴۵۷۱۸۱۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳۳۹	۰/۰۰۰۹۹۳۳۴۸۳	۰/۰۵۴۵۰۵۳
سلولزی	۰/۰۰۰۰۰۰۱۶۸	۰/۰۳۲۳۷۳۷۲۲	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱۲۴	۰/۰۰۳۶۴۷۰۵۲	۰/۰۳۶۰۲۰۷۷۴
شیمیایی	۰/۰۰۰۰۰۰۲۱۱	۰/۰۴۰۶۵۰۵۵۷	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱۲۸	۰/۰۰۰۳۷۶۵۴۳	۰/۰۴۱۰۲۷۱۰۱
کانی	۰/۰۰۰۰۰۰۰۹۷	۰/۰۰۱۸۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱۷۵	۰/۰۰۰۵۱۳۲۱۴	۰/۰۰۲۳۷۴۸۶۴
جمع	۰/۰۰۰۰۰۱۱۶۷	۰/۲۲۴۰۲۹۹۴۸	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳۴۹	۰/۱۰۲۰۸۹۰۷	۰/۳۲۶۱۱۹۰۱۸

جدول (۵): مقدار تولید CO₂ بر حسب کیلوگرم در روز

زون	مساحت زون به هکتار	مجموع CO ₂ حاصل ازمصرف گازوئیل و گاز طبیعی	مجموع CO ₂ حاصل ازمصرف گازوئیل و گاز طبیعی (کیلوگرم در روز)
غذایی	۱۴۶/۸۶۳	۰/۰۶۹۵۴۰۶۷۹	۸۸۲۳۹۹/۱۱۶۲
برق	۰/۱۰۴۲۱۲	۰/۰۱۳۰۵۵۹۳۲	۱۱۷/۵۵۴۵۲۲۳
نساجی	۴۲/۴۸۳۹۹۴	۰/۱۰۹۵۹۴۳۶۹	۴۰۲۲۷۸/۹۶۲۶
فلزی	۷۱/۳۵۸۵۰۲	۰/۰۵۴۵۰۵۳	۳۳۶۰۴۵/۵۸۷۹
سلولزی	۲۰/۸۴۷۰۷۶	۰/۰۳۶۰۲۰۷۷۴	۶۴۸۸۰/۱۶۳۷۳
شیمیایی	۱۱۷/۴۷۷۱۹۶	۰/۰۴۱۰۲۷۱۰۱	۴۱۶۴۲۶/۲۹۰۳
کانی	۱۷/۴۹۸۰۸۲	۰/۰۰۲۳۷۴۸۶۴	۳۵۹۰/۴۰۱۵۱۱
مجموع			۲۱۰۵۷۳۸/۰۷۷

همانطور که در جدول (۶) ملاحظه می‌کنید طیق محاسبات، در شهرک صنعتی شهید سلیمی تبریز به شرطی که کلیه واحدهای صنعتی فعال باشند مقدار دی-اکسیدکربن تولیدی به صورت تقریبی حدود ۲۱۰۶ تن در روز خواهد بود که معادل با ۷۶۸۵۹۴ تن در سال است. با توجه به محاسباتی که در روش اول و دوم انجام دادیم دو عدد و نتیجه متفاوت (شکل ۸) بدست آوردیم به گونه ای که نتیجه حاصله از روش دوم حدود چهار و

نیم برابر نتیجه روش اول می‌باشد که البته این تفاوت قابل پیش‌بینی و همچنین قابل توجیه می باشد. در توضیح این اختلاف چند برابری، همانطور که قبلا هم گفته شد در روش اول از اطلاعات مربوط به گاز مصرفی واحدهای فعال شهرک (اطلاعات داده شده توسط شرکت گاز) استفاده گردیده ولی در روش دوم اطلاعات به صورت پرسشنامه ای و از طریق واحدهای منتخب شهرک بدست آمده و به کل شهرک (واحدهای فعال و غیر فعال) تعمیم

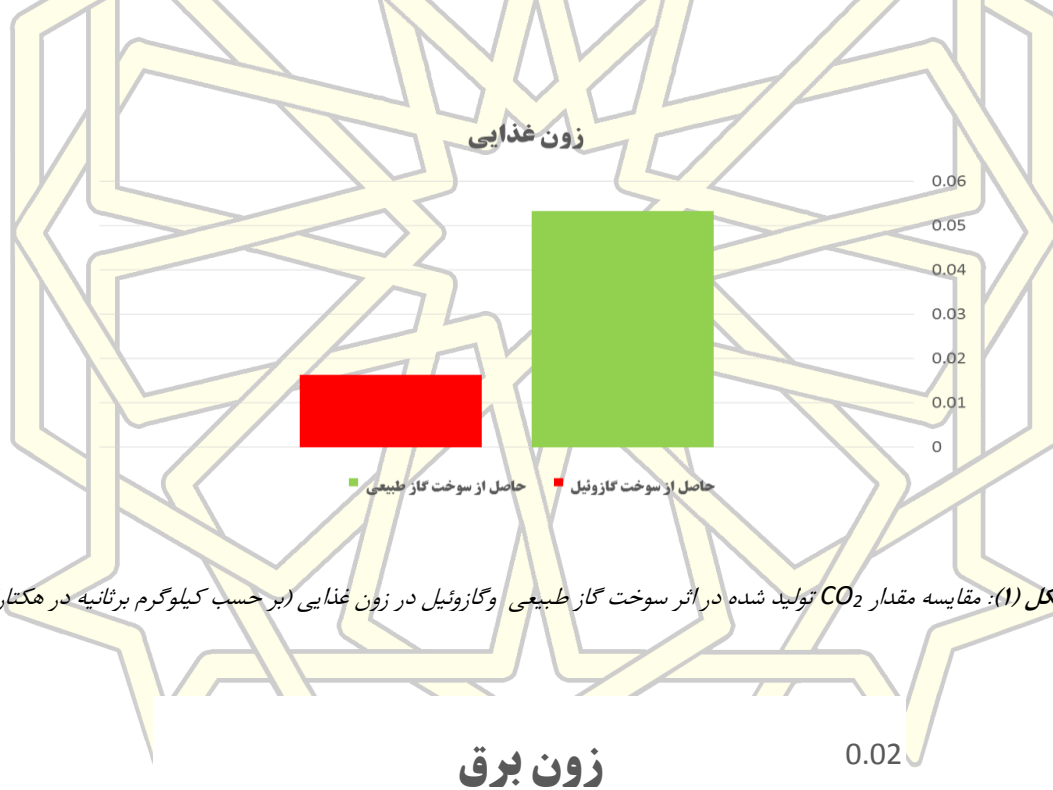


مک آلینی انجام شده هر درخت سالانه ۴۸ پوند (۲۲ کیلوگرم) دی اکسیدکربن را جذب و به اندازه اکسیژن موردنیاز دو انسان، اکسیژن تولید می‌کند که با این شرایط ما در روش اول برای جذب ۱۶۷۴۰۱ تن دی اکسیدکربن در سال نیاز به ۷ و نیم اصله درخت و در روش دوم برای ۷۶۸۵۹۴ تن دی اکسیدکربن در سال نیاز به قریب ۳۵ میلیون اصله درخت داریم.

داده شده است که طبیعتاً نتیجه حاصله با توجه به تعطیلی برخی واحد های صنعتی، بیشتر از روش اول خواهد بود. با توجه به اهداف این تحقیق که ابتدا برآورد تقریبی مقدار دی اکسیدکربن تولیدی و سپس ارائه راهکار برای کنترل آن از طریق مدیریت فضای سبز شهرک بود، بنابراین برای جذب دی اکسیدکربن محاسبه شده در هر دو روش، نیاز به محاسبه فضای سبز و تعداد درخت کافی هم می باشد. طی مطالعاتی که توسط مایک

جدول (۶): مجموع دی اکسیدکربن تولیدی و تعداد درخت موردنیاز در روش اول (اطلاعات اداره گاز)

تعداد درخت موردنیاز(اصله)	حاصل از مصرف گاز طبیعی CO2مجموع (کیلوگرم در سال)	حاصل از مصرف گاز طبیعی (کیلوگرم CO2 مجموع در روز)
۷۶۰۹۱۳۹	۱۶۷۴۰۱۰۷۶	۴۵۷۳۷۹



شکل (۱): مقایسه مقدار CO2 تولید شده در اثر سوخت گاز طبیعی و گازوئیل در زون غذایی (بر حسب کیلوگرم برثانه در هکتار)



شکل (۲): مقایسه مقدار CO2 تولید شده در اثر سوخت گاز طبیعی و گازوئیل در زون برق (بر حسب کیلوگرم برثانه در هکتار)

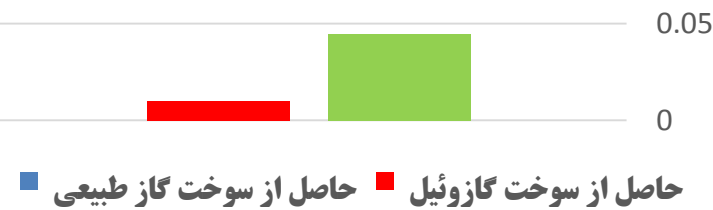


زون نساجی



شکل (۳): مقایسه مقدار CO2 تولید شده در اثر سوخت گاز طبیعی و گازوئیل در زون نساجی (بر حسب کیلوگرم بر ثانیه در هکتار)

زون فلزی



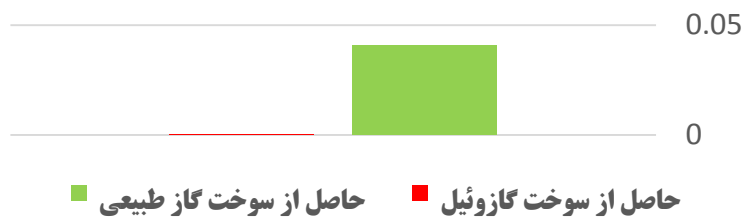
شکل (۴): مقایسه مقدار CO2 تولید شده در اثر سوخت گاز طبیعی و گازوئیل در زون فلزی (بر حسب کیلوگرم بر ثانیه در هکتار)

زون سلولزی



شکل (۵): مقایسه مقدار CO2 تولید شده در اثر سوخت گاز طبیعی و گازوئیل در زون سلولزی (بر حسب کیلوگرم بر ثانیه در هکتار)

زون شیمیایی



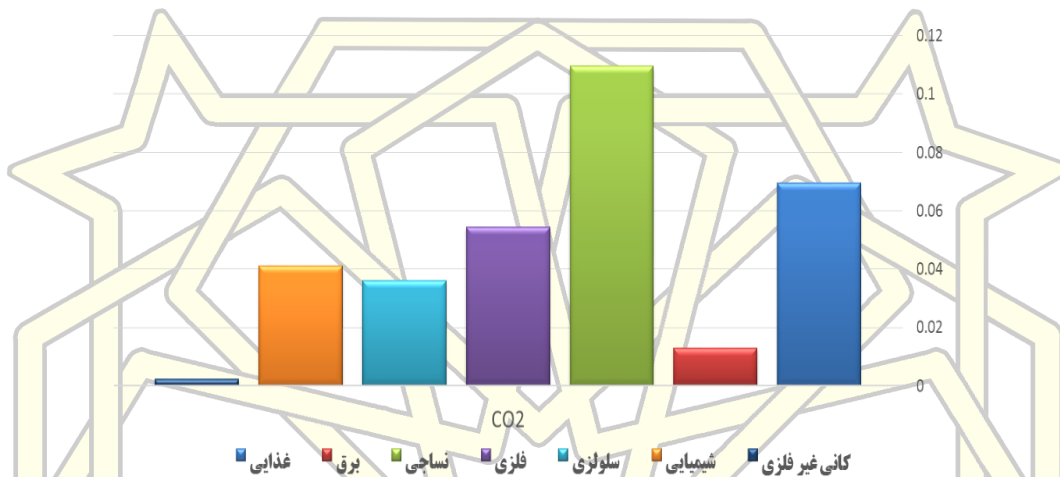
شکل (۶): مقایسه مقدار CO2 تولید شده در اثر سوخت گاز طبیعی و گازوئیل در زون شیمیایی (بر حسب کیلوگرم بر ثانیه در هکتار)



زون کانی غیر فلزی



شکل (۷): مقایسه مقدار CO2 تولید شده در اثر سوخت گاز طبیعی و گازوئیل در زون کانی غیر فلزی (بر حسب کیلوگرم بر ثانیه در هکتار)



شکل (۸): مقایسه مجموع مقدار CO2 تولید شده در هر زون در اثر سوخت گاز طبیعی و گازوئیل (بر حسب کیلوگرم بر ثانیه در هکتار)

نژاد بررسی پیامدهای گازهای گلخانه ای) همانطور که قبلاً ذکر شد درختان، گاز CO2 تولید شده را طی فرآیند فتوسنتز جذب و آن را در بیومس موجود (بخشهای چوبی و غیر چوبی) ذخیره می کنند. (حمیدی نژاد، جنگلکاری) همچنین علاوه بر بیومس، اکسیژن مورد نیاز برای تنفس انسان را نیز تولید می کنند. در نتیجه با این روند هم دی-اکسید کربن مضر تولید شده را جذب می کند و همچنین اکسیژن برای تنفس جانداران را تامین می کند که بسیار با اهمیت و حیاتی می باشد. در این راستا و طی پژوهشی که انجام گردید با استفاده از دو روش ذکر شده در فصل قبل مقدار دی اکسید کربن تولیدی توسط واحدهای صنعتی مستقر در شهرک شهید سلیمی که یکی از اصلی ترین گازهای دخیل در پدیده اثر گلخانه ای و گرم شدن زمین می باشد را اندازه گیری کردیم. طبق نتایج بدست آمده ما در روش اول برای جذب مقدار گاز CO2 محاسبه شده نیاز به حدود ۷ ونیم میلیون اصله درخت بالغ و در روش دوم حدود ۳۵ میلیون اصله درخت بالغ

همانطور که طبق نمودار بالا مشاهده می شود مقدار CO2 تولید شده در هر هکتار زون نساجی بیشتر از سایر زون ها می باشد که عمده دلیل آن فرآیند کاری کارخانجات نساجی و رنگرزی نخ و پارچه ها و حرارت بالای مورد نیاز جهت این کار می باشد و طبیعتاً برای تولید حرارت بالا نیاز به مصرف سوخت و به تبع آن تولید CO2 بالا می باشد.

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

بررسی های صورت گرفته در سطح جهانی نشان می دهد که تحت هر شرایطی باید از انتشار گازهای گلخانه ای مخصوصاً دی اکسید کربن که ناشی از سوخت های فسیلی و معدنی است جلوگیری شود و به جای آنها از انرژی های پاک که تحت عنوان انرژی های نو و یا انرژی های دوستدار طبیعت و محیط زیست نیز از آنها یاد می شود استفاده نمود و شرایط توسعه پاک و پایدار را فراهم کرد. (نیک



با توجه به این عبارت که همیشه پیشگیری بهتر از درمان است پس میتوانیم با راهکارهایی از تولید بیش از حد دی اکسید کربن جلوگیری کنیم. پیشنهادات در این زمینه عبارتند از:

۱- استفاده از تکنولوژی های بروز در صنایع، که آلاینده های کمتری داشته و دی اکسید کربن کمتری تولید کنند. برای مثال استفاده از کوره القایی در ذوب فلزات به جای کوره های قدیمی

۲- اصلاح سیستم سوخت رسانی برخی کارخانجات مانند تغییر سوخت مصرفی از مازوت یا نفت و گازوئیل به گاز طبیعی و سوخت های پاک دیگر

۳- انتقال کارخانجات آلاینده از مناطق با تراکم بالا به مناطق کم تراکم که طبیعت توان تصفیه و بازیابی باشد.

نیاز داریم که مقدار زمین مورد نیاز برای این مقدار درخت در شرایط کاشت با تراکم بسیار بالا که ۱۵۰۰ اصله درخت در یک هکتار می باشد، در روش اول حدود ۵۰۷۲ هکتار و در روش دوم ۲۳۳۳۳ هکتار خواهد بود که با توجه به وضعیت کم آبی موجود، میتوان گفت کاشت، آبیاری و مدیریت این مقادیر زمین حتی در روش اول هم غیرقابل اجرا بوده و ایجاد این مقدار فضای سبز و نگهداری آن کاری بسیار مشکل و هزینه بر می باشد. لازم به ذکر است با توجه به تعطیل یا نیمه تعطیل بودن برخی از واحدها نتایج حاصل از روش اول در حال حاضر و در شرایط موجود قابل اتکا و صحیح تر می باشد. بنابراین با توجه به توضیحاتی که در فصل قبل و این فصل دادیم به اهداف تعیین شده که اول برآورد تقریبی مقدار CO₂ تولید شده حاصل از مصرف سوخت در صنایع و سپس محاسبه مقدار فضای سبز و تعداد درخت مورد نیاز برای جذب CO₂ تولید شده بود رسیدیم.

۶- مراجع

[۱] لطفعلی پور- محمدرضا، فلاحی - محمدعلی، بستام - مرتضی، بررسی مسائل زیست محیطی و پیش بینی انتشار دی اکسید کربن در اقتصاد ایران، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، سال اول، شماره ۳، صفحات ۸۱-۱۰۹

[۲] نیکو اقبال- علی اکبر، اختری - آزاده، امینی- محبوبه، عطار کاشانی- مریم، رشد اقتصادی، رشد مصرف انرژی و رشد انتشار دی اکسید کربن بررسی رابطه ی علیت با رویکرد داده های تلفیقی پویا (DPD)، فصلنامه ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال نهم، شماره ۳۳، تابستان ۱۳۹۱، صفحات ۱۹۷-۱۶۹

[۳] طاوسی-حسن، موقرنژاد-کامیار، شبیه سازی فرآیند جداسازی مستقیم دی اکسید کربن از هوا، فصلنامه تخصصی علمی ترویجی فرآیند نو، زمستان ۱۳۹۴، شماره ۵۲، صفحات ۷۸-۸۹

[۴] مقدسی-رضا، گلریز ضیائی- زهرا، بررسی رابطه بین انتشار گاز دی اکسید کربن و تولید ناخالص داخلی بر اساس داده های ترکیبی، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی(علوم و صنایع کشاورزی) دانشگاه فردوسی مشهد، زمستان ۱۳۹۰، شماره ۴، صفحات ۴۸۷-۴۸۰

[۵] ملکی خشکبیجاری- مهرداد، گرمایش جهانی و بررسی عوامل موثر بر انتشار و کاهش CO₂ در ایران، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا، سال ۱۳۹۱



- [۶] مظفری-محمد مهدی، پرهیزکاری- ابوذر، حسینی خدادادی-مهدی، پرهیزکار-رویا، تحلیل اقتصادی اثرات تغییر اقلیم ناشی از انتشار گازهای گلخانه ای بر تولیدات بخش کشاورزی و منابع آب در دسترس (مطالعه موردی: اراضی پایین دست سد طالقان) نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۹۴، ص ۸۵-۶۸
- [۷] ظهرابی- نرگس، مساح بوانی- علیرضا، تلوری- عبدالرسول، صدقی- حسین، آشکارسازی تغییر اقلیم و نسبت دهی آن به گازهای گلخانه‌ای با استفاده از مدل های گردش عمومی اقیانوس- اتمسفر و توزیع نرمان دو متغیره در حوزه آبریز کارون بزرگ، نشریه تحقیقات منابع آب، پاییز ۹۲، دوره ۹، شماره ۲
- [۸] تاجبخش- سحر، تاثیر تغییر اقلیم در انتشار گاز گلخانه ای دی اکسیدکربن بر جو زمین با ارائه یک مطالعه موردی در حمل و نقل هوایی، نشریه پژوهش های اقلیم شناسی، سال دوم، شماره هفتم و هشتم، پاییز و زمستان ۹۰
- [۹] علیپور- علیرضا، موسوی- سید حبیب الله، خلیلیان- صادق، ارزبایی هزینه انتشار گاز گلخانه‌ای کربن دی اکسید حاصل از توسعه بخش کشاورزی ایران، نشریه اقتصاد کشاورزی، سال ۹۳، دوره ۸، شماره ۱
- [۱۰] آماده- حمید، حق دوست- احسان، اعظمی- آرش، بررسی رابطه حجم گازهای گلخانه ای و تولید ناخالص داخلی سرانه در ایران (مطالعه موردی دی اکسید کربن)، پژوهشنامه اقتصادی، سال نهم، شماره چهارم، زمستان ۸۸
- [۱۱] تیموری- ایرج، سالاروندیان- فاطمه، زیاری- کرامت الله، رد پای اکولوژیک گاز دی اکسیدکربن سوختهای فسیلی شهر شیراز، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۹، شماره اول، بهار ۹۳
- [۱۲] قوبدل رحیمی- یوسف، فرج زاده اصل- منوچهر، عالی جهان- مهدی، نقش ناهنجاری های دمایی کره زمین در تغییر پذیری دماهای حداقل ایران، نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۲۱، شماره ۵۹، بهار ۹۶
- [۱۳] برقی اسگویی- محمد مهدی، آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی اکسیدکربن) در منحنی زیست محیطی کوزنتس، دانشگاه تربیت مدرس، بهار ۸۷
- [۱۴] پرهیزکاری- ابوذر، محمودی- ابوالفضل، شوکت فدایی- محسن، ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدات کشاورزی در حوضه آبخیز شاهرود، نشریه تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۹، شماره ۱، بهار ۹۶