

## منابع اصلی انتشار کربن و گازهای گلخانه‌ای

حکمرانی کربن (شماره 1)

محمدعلی مانیان (کارشناس پژوهش و فناوری)

سید علی میرابوطالبی (نخبه وظیفه)

در سال‌های اخیر گرمایش بیش از حد کره زمین، یکی از مهمترین نگرانی‌های بین‌المللی بوده است. به طوریکه در فواصل زمانی نزدیک، معاهده‌های الزام آور مختلفی همچون معاهده پاریس و نشست‌های بین‌المللی اقلیمی متفاوتی در جهت مدیریت، کاهش و به صفر رساندن آلاینده‌های محیط زیستی و گازهای گلخانه‌ای مانند کربن دی‌اکسید برگزار می‌گردد.

اما به دلایلی این تعهدات الزام آور اجرایی نمی‌گردد. از این میان به دو دلیل می‌توان اشاره نمود. دلیل نخست اینکه کشورهای دارای منابع فراوان انرژی‌های فسیلی مانند ایران، کشورهای حاشیه خلیج فارس، ونزوئلا و ... عموماً کشورهای در حال توسعه‌ای می‌باشند که بابت اجرای تعهدات خود، نیازمند تامین مالی مناسب از سوی سایرین به جهت پوشش ارتفاع اقتصادی می‌باشند. دلیل دوم نیز افزایش تنش‌های سیاسی در شرق اروپا در پی جنگ روسیه و اوکراین می‌باشد. بدین صورت که کشورهای اروپایی انرژی موردنیاز خود را که سابقاً از طریق گاز روسیه تامین می‌کردند، از طریق بکارگیری مجدد منابع زغالسنگ خلاف تعهدات الزام آور سابق دولت‌های خود، تامین نموده‌اند.

گزارش اخیر آژانس بین‌المللی انرژی نیز نشان می‌دهد که زغال سنگ به جای نفت خام بعنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. هرچند مواردی که دولت‌ها در معاهدات الزام آور بین‌المللی متعهد می‌شوند، بنا به دلایل مختلف در برهه‌هایی از زمان عملاً به یک ویتترین غیرالزام آور تبدیل می‌گردد ولی به صورت کلی از بین نمی‌رود و همواره تلاش‌هایی در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارد. به طوریکه بین سال‌های 1991 و 2018 در اتحادیه اروپا انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان کاهش 50 درصد کاهش یافت. این آمار زمانی مهم‌تر می‌شود که توجه داشته باشیم در همین مدت، تولید در صنعت پتروشیمی و مواد شیمیایی اتحادیه اروپا حدوداً 2 برابر شده است.

می‌دانیم که عمده گازهای گلخانه‌ای شامل بخار آب، کربن دی‌اکسید، متان، نیروس اکسید و ترکیبات فلئوئور دار می‌باشند. از آنجایی که بخار آب بیشترین فراوانی را نسبت به بقیه گازها بعنوان یک گاز گلخانه‌ای در اتمسفر دارد، لازم است این گاز به طور جداگانه مورد بررسی قرار بگیرد، اما به دلیل اینکه مانند سایر گازهای مذکور، برای محیط زیست خطرناک نیست، در این یادداشت به آن پرداخته نخواهد شد. در ادامه منابع انتشار سایر گازهای گلخانه‌ای تشریح شده و همچنین روش‌های حذف و تبدیل برای مهمترین گاز گلخانه‌ای یعنی کربن دی‌اکسید بررسی شده است.

➤ کربن دی‌اکسید (CO<sub>2</sub>):

کربن دی‌اکسید مهمترین گاز گلخانه‌ای است که بر اثر سوختن زغالسنگ و سایر سوخت‌ها و مواد آلی در مجاورت اکسیژن به دست می‌آید. این گاز حدود 80 درصد سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده است. گاز CO<sub>2</sub> آن چنان روند فرار گرما از جو به فضا را بسیار کند می‌کند که دولت‌ها برای کنترل افزایش گرمایش زمین اقدام به قبول تعهداتی در جهت کاهش انتشار آن نموده‌اند. مالیات کربن، یکی از مواردی است که در سال‌های آتی برای

کشورهایی که اقدام به کاهش انتشار نکرده‌اند وضع خواهد شد. به نحوی که سود ظاهری در عدم سرمایه گذاری برای کاهش انتشار این گاز را با وصول مالیات جبران نماید.

کربن دی اکسید از منابع ثابت مختلفی مانند نیروگاه‌های تولید برق توربین‌های بخار و سیکل ترکیبی، صنایع تولید و احیای فولاد، صنایع سیمان، دودکش‌های وسایل گرمایش منازل منتشر شده که مهمترین منبع انتشار آن، صنایع پالایشگاهی و پتروشیمیایی کشور می‌باشند. البته منابع متحرک نیز در تولید و انتشار کربن دی اکسید موثر هستند که بوسیله نصب کاتالیست مناسب در آگزوز وسیله نقلیه، از انتشار آن جلوگیری می‌شود.

روش‌های اصلی برای کاهش انتشار این گاز گلخانه‌ای، به دام اندازی و ذخیره کربن دی اکسید می‌باشد که تحت عنوان CCS<sup>۱</sup> شناخته می‌شود که بطور کلی در ابتدا با تغلیظ و جداسازی آن و سپس با ذخیره سازی یا تبدیل کربن دی اکسید از انتشار بی رویه در اتمسفر جلوگیری می‌شود.

در گام نخست روش‌هایی که با تغلیظ یک جریان کربن دی اکسید، مانع از انتشار آن در محیط می‌گردند، تیتروار بیان شده است. این روش‌ها شامل روش‌های جدید: PSA<sup>۲</sup>، سیکل‌های کربوناسیون و کلسیناسیون، جذب و دفع، روش CLC<sup>۳</sup> می‌باشد. سپس لازم است از این گاز تغلیظ و جدا شده از سایر مخلوط‌های گازی به نحو مطلوب و بهینه که زیان انتشار گاز کربن دی اکسید در اتمسفر را نداشته باشد، اقدام به بهره برداری جهت ذخیره سازی و تبدیل کربن دی اکسید به مواد ارزشمند شود.

بدین صورت که می‌توان گاز کربن دی اکسید با توضیحات فوق را، در اعماق اقیانوس به صورت هیدرات ذخیره سازی نمود یا آن را به چاه‌های نفت و گاز جهت ازدیاد برداشت تزریق نمود. همچنین می‌توان با فرآیند CG<sup>۴</sup> در حضور کربن دی اکسید اقدام به گازی سازی زغالسنگ نمود. اما بهترین، مهمترین و صنعتی‌ترین روش تبدیل و استفاده از کربن دی اکسید طی انواع فرآیندهای ریفرمینگ متان و تبدیل آن به گاز سنتز می‌باشد.

این روش نه تنها باعث انتشار کربن دی اکسید نمی‌گردد بلکه با مصرف کربن دی اکسید به عنوان یک گاز گلخانه‌ای دارای مزیت زیست محیطی هم می‌باشد. همچنین محصول این فرآیند یک مخلوط گازی متشکل از هیدروژن و کربن مونو اکسید به نام گاز سنتز<sup>۵</sup> می‌باشد که با تنظیم نسبت‌های مختلف آن می‌توان طیف گسترده‌ای از محصولات شیمیایی ارزشمند مانند متانول، آمونیاک، سوخت و ... را از آن تولید کرد.

➤ متان (CH<sub>4</sub>):

متان یک ترکیب آلی است که در کنار کربن دی اکسید یکی دیگر از مهمترین گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. با این تفاوت که در حوزه حبس گرما، متان چندین برابر (بیش از 25 برابر) خطرناکتر از کربن دی اکسید دارد. این گاز سهمی حدود 10 درصدی از انتشار گازهای گلخانه‌ای را داراست. اکثر منابع انتشار این گاز توسط منابع بشری می‌باشد. این انتشارها بابت امور دامپروری، سوزاندن سوخت‌های فسیلی به طور عمده و همچنین دفن زباله‌ها و کشاورزی می‌باشد. با توجه به اینکه متان یک ترکیب آلی می‌باشد، این گاز به صورت طبیعی بعلاوه تجزیه گیاهان در مرداب‌ها و اقیانوس‌ها نیز منتشر می‌شود. همچنین پر واضح است که درصد قابل توجهی از ترکیبات گاز طبیعی نیز متان می‌باشد.

1 - Carbon Capture and Storage

2 - Pressure Swing Absorption

3 - Chemical Looping Combustion

4 - Coal Gasification

5 - Synthesis Gas

دی نیتروژن اکساید (نیتروس اکسید) یکی دیگر از گازهای گلخانه‌ای است که حدوداً 7 درصد سهم انتشار را از آن خود کرده است. نیتروس اکسید چندین برابر کربن دی اکسید (بیش از 200 برابر) توانایی حبس گرما دارد. این گاز که عمده آن توسط منابع بشری بعثت مصارف کودی در کشاورزی تولید می‌شود قابل تبدیل به نیتروژن اکسید و سپس نیتروژن دی اکسید می‌باشد. این گاز عملاً آلاینده هوا بوده که در اثر تولید و تبدیل یک گاز گلخانه‌ای ایجاد شده و از احتراق ناقص در سوخت‌های نیروژن دار و نیز وسایل حمل و نقل انتشار می‌یابد. این گاز همچنین می‌تواند باعث تخریب لایه اوزون گردد. در سال‌های اخیر برنامه‌ریزی‌هایی تحت عنوان حدود مجاز انتشار آلاینده‌های هوا و نیز الزام افزایش کیفیت سوخت به استانداردهای یورو 3 و یورو 4 صورت گرفته است. به دلیل وجود نیتروژن در هوای مورد نیاز برای سوخت‌ها جهت احتراق در دماهای بالا، این گاز تولید می‌شود که برای کنترل انتشار آن می‌بایست تحت شرایط خاص کاتالیستی و عملیاتی با واکنش SCR<sup>6</sup> به گاز اینرت نیتروژن تبدیل شود. در صورت وجود ترکیبات نیتروژنی در خوراک منابع ثابت مانند پالایشگاه‌ها نیز لازم است HDN<sup>7</sup> انجام بگیرد.

➤ ترکیبات گازی فلئوئوردار (CFCs):

دسته آخر گازهای گلخانه‌ای با نام ترکیبات گازی فلئوئوردار شناخته می‌شوند. این ترکیبات که حدوداً 3 درصد سهم انتشار را در اختیار دارند، بسیار بیشتر از کربن دی اکسید (بیش از 5000 برابر) گرما را حبس می‌کنند. این گازها عموماً توسط بشر انتشار پیدا کرده و باعث تخریب لایه اوزون می‌گردند.

خلاصه: در این یادداشت به صورت اجمالی منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت که این بررسی برای منابع کربن دی اکسید بنا به دلایل مختلفی (نگرانی‌های جهانی، حجم زیاد انتشار و اهمیت محیط زیستی در تبدیل آن) بصورت جزئی تر انجام شد و در ادامه روش‌های تغلیظ، جداسازی و تبدیل آن ذکر و بیان گردید که تبدیل آن از طریق ریفرمینگ متان دارای مزایای زیست محیطی و ارزش افزوده می‌باشد. در یادداشت آتی به بررسی انواع واکنش‌های ریفرمینگ، مزایا و معایب آن و ارزش‌های محیط زیستی در جهت کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای کربن دی اکسید و به عنوان پاسخی در راستای حکمرانی ملی و بین‌المللی کربن پرداخته خواهد شد.

<sup>6</sup> - Selective Catalytic Reduction

<sup>7</sup> - Hydro de Nitrogenation