اَبَر گازهای گلخانه‌ای

پنتافلورید سولفورو تری فلوئور و متیل؛ یک اَبَر گاز گلخانه‌ای [1]

دکتر اسماعیل نصرآبادی

دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان

چکیده

CF_3SF_5 گازی گلخانه‌ای با توان گرم‌کنندگی ۱۸۰۰۰ برابر دی اکسیدکربن بیشترین توان عملکرد گلخانه‌ای را دارد. این گاز به نور کافت[۲]، واکنش با یون‌های عمومی و صنعتی اتمسفر مقاوم است اما تحت شرایطی، واکنش آن با یون‌های مثبت یونسفر و با هردوی پیوند الکترونی و پروتونی مشاهده شده است.

دوره زندگی آن بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ سال (گاهی تا ۳۲۰۰ سال) تخمین زده شده است. سطح صفر آن در قبل از دهه ۱۹۶۰ و غلظت ۰/۱۲ تا ۰/۱۶ قسمت در تریلیون (PPT) در حال حاضر، شاهدی محکم بر منشاء فعالیت‌های انسانی این گاز است. اگر چه سهم این گاز در مجموع واداشت تابشی فعلاً قابل توجه نیست(سهم این گاز در گرم کردن گلخانه‌ای ۰/۰۰۳ درصد است). اما به خاطر پایداری و دوره زندگی طولانی بایستی اهمیت قابل ملاحظه‌ای به آن در ارزیابی اقلیم آینده زمین داد.

کشف این گاز نشان می‌دهد که ما بایستی مراقب اتمسفر بوده و بدانیم که هنوز حقایق زیادی برای تحقیق وجود دارد. ما حتی بدون اینکه بدانیم ۵۰ سال است گاز گلخانه‌ای توانمندی تولید می‌کنیم. پس بایستی منابع این گاز را پیدا کرده و افزایش و انتشار آن را متوقف کنیم.

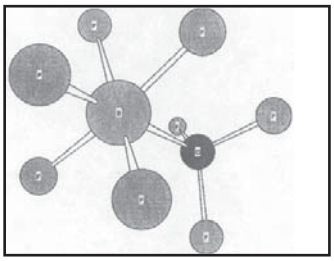
واژه‌های کلیدی: CF_3SF_5 تغییر اقلیم، ابرگاز گلخانه‌ای، وا داشت تابشی[۳].

مقدمه

اگرچه موضوع تغییر اقلیم موضوعی تازه نیست و از گذشته به عنوان جزئی از رفتار ذاتی اقلیم از جنبه‌های مختلف علمی، اجتماعی و سیاسی مورد توجه بوده است. اما امروز با توجه به تأثیری که بر سرمایه‌گذاری‌های انسانی خواهد گذاشت به شدت تحت تأثیر سیاست و دیدگاه‌های سیاستمداران قرار گرفته و موضوع علمی به موضوع سیاسی و به حربه‌ای برای اعمال نظر و تأمین خواسته‌های کشورهای قوی تبدیل شده است.*(خوشحال،۱۳۸۸)* به همین جهت عده‌ای با طرح سئوالاتی گرم شدن اقلیم و طرفداران آن را با چالش جدّی مواجه کرده‌اند. سؤالاتی همچون آیا دقت اندازه‌گیری و موقعیت ابزار اندازه‌گیری که برای مقایسه به آنها استناد می‌شود در طول زمان یکسان بوده است؟! و یا اینکه اثر گلخانه‌ای که به انتشار تابش موج بلند وابسته است و واقعاً مستقل از تابش ورودی خورشیدی می‌باشد، چرا افزایش سریعتری را در دمای شبانه نسبت به دمای روزانه ثبت شده نشان می‌دهد؟! *(عزیزی،۱۳۸۳)*

در کنار این دیدگاه عده‌ای افزایش ^{c} ۰/۵ دمای سطحی در قرن گذشته راکه به ظاهر غیر مهم به نظر می‌رسد شاهدی بر گرم شدن اقلیم می‌دانند. و تأثیراتی همچون افزایش سطح آب دریا، تغییر ساکنین حیات وحش، افزایش میزان امراض و... را برای آن بر می‌شمرند.

در این میان آنچه به نظر قطعی می‌رسد نقش مستقیم گازهای گلخانه‌ای در افزایش دمای کره‌ی زمین است. (هرچند تأثیرات پس خوراندی منفی این گازها بواسطه پیچیدگی خود یکی از سئوالات فراروی دانشمندان متخصص تغییر اقلیم است.) گازهایی که میانگین دمای کره زمین را در حد^{c}۱۵° ثابت کرده و بدون این گازها دما تا حد ^{c}۱۸° – کاهش می‌یافت.*(علیزاده، ۱۳۸۱)* در گذشته تمرکز روی چندگاز CO_2 و CH_4 و NO_2 و... بود اما اخیراً در جو گازهای گلخانه‌ای شناسایی شده‌اند که تأثیرات گلخانه‌ای آنها چند هزار برابرتأثیرات CO_2 است و اشعه تابش مادون قرمز را که گازهای گلخانه‌ای معمولی کمتر توان جذبش را دارند قویاً جذب می‌کند. CF_3SF_5 یکی از چندین ابر گاز گلخانه‌ای است که به جهت عمر کوتاه شناخته شدنش ادبیات در دسترس آن محدود می‌باشد. در ادامه برآن هستیم تا با مروری بر منابع موجود چگونگی شناسایی و کشف این گاز در اتمسفر، مکانیسم واکنش آن، دوره زندگی و میزان افزایش این گاز را نشان دهیم.



نگاره ۱: ساختار مولکولی CF_3SF_5

اَبَرگازهای گلخانه‌ای

هر مولکول از این گازهای انسان ساز که اغلب گازهای F نامیده می‌شود، توان گرم کنندگی چندین هزار برابر CO_2 دارد. بنابراین نام ابر گاز گلخانه‌ای نامی برازنده آنهاست*(www.Rsc.org)* قابلیت گازهای گلخانه‌ای برای گرم کردن اقلیم متفاوت است. این تفاوت از اختلاف در جذب و بازتابش یک طول موج خاص طیف مادون قرمز و دوره بقای آنها در اتمسفر نشأت می‌گیرد. مفهوم توان گرمایی (گرم کنندگی) جهانی (GWP)[۴] بوسیله هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم *(IPCC,1995)* برای بیان تأثیر نسبی یک مقدار مشخص گاز گلخانه‌ای

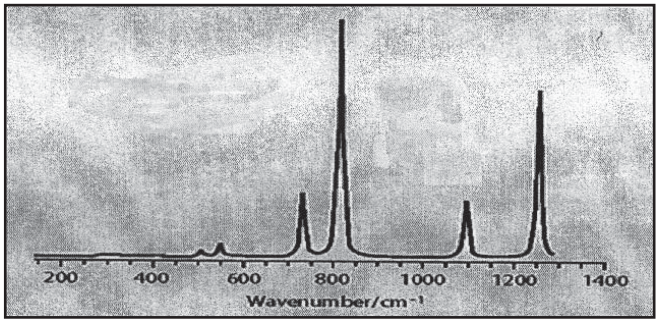
جدول۱: تغییرات گازهای گلخانه‌ای بعد از سال ۱۷۵۰، توان گرمایی صد ساله نسبت به توان گرمایی CO۲ و طول عمر گازهای عمده گلخانه‌ای تا سال ۲۰۰۲

گازها	قبل از سال	تا سال ۲۰۰۲	توان گرمایی نسبت به (GWO CO2)	طول عمر در جو (سال)
Concentration in parts per mollion (ppm)				
Carbon dioxide(CO_2)	۲۸۰	۳۷۲،۳	۱	Variable4
Concentration in parts per billion (ppb)				
Methane (CH_4)	۷۳۰/۶۸۸	۱۸۴۳/۱۷۲۹	۲۳	۱۲
Nitrous oxide(N2O)	۲۷۰	۳۱۸/۳۱۷	۲۹۶	۱۱۴
Tropospheric ozone(O_3)	۲۵	۳۴	n.a	Hours-Hays
Concentration in parts per trillion (ppt)				
CFC-11 (trichloroflouromethane) (CCl_3F)	Zero	۲۵۸/۲۵۵	۴،۶۰۰	۴۵
CFC-12 (dichlorodifluoromethane) (CCl_2F_2)	Zero	۵۴۶/۵۴۱	۱۰،۶۰۰	۱۰۰
CFC-113 (dichlorodifluoromethane) ($C_2Cl_3F_3$)	Zero	۸۰/۸۰	۶،۰۰۰	۸۵
Carbon tetrachloride (CCl_4)	Zero	۹۵/۹۳	۱،۸۰۰	۳۵
Methy chloroform ($CH3CCl_3$)	Zero	۳۳/۲۵	۱۴۰	۴،۸
HCFC-22 (chlorodifluoromethane) ($CHClF_2$)	Zero	۱۴۶	۱۷۰۰	۱۱،۹
HFC-23(Fluoroform)(CHF_3)	Zero	۱۴	۱۲،۰۰۰	۲۶۰
Perfluoroethane(C_2F_6)	Zero	۳	۱۱،۹۰۰	۱۰،۰۰۰
Sulfur hexafluoride (SF_6)	Zero	۴،۷ to۴،۸	۲۲،۲۰۰	۳،۲۰۰
(Trifluoromethyl sulfur pentafluoride(SF_5CF_3)	Zero	۰،۱۲	~۱۸،۰۰۰	~۳،۲۰۰(؟)

*مأخذ: عزیزی، ۱۳۸۳.

در یک دوره زمانی معین که باعث واداشت مثبت می‌شود معرفی شد. این براساس پتانسیل CO_2 در ایجاد گرم کردن جهانی اندازه‌گیری می‌شود که به CO_2 یک اختصاص یافته و دیگر گازها با آن مقایسه می‌شود. مثلاً توان گرمایی جهانی متان(۲۳) و دی اکسید نیتروژن ۲۹۶ است. در جدول ۱ تغییرات این گازها و توان گرمایی آنها مقایسه شده است.

CF_3SF_5 یکی از چندین ابر گاز گلخانه‌ای اتمسفر است که در بین گازهای گلخانه‌ای اتمسفر، در یک مولکول پایه از پرتوانترین گازهاست. مؤثرترین اشعه جذبی گازهای گلخانه‌ای در پنجره مادون قرمز طول موج بین ۱۳۰۰ تا ۷۰۰ سانتیمتر است. این گاز ۶۰ درصد باند جذبی خود را در محدوده ۱۳۰۰–۸۰۰ سانتیمتری باند مادون قرمز (فروسرخ) انجام می‌دهد. (نمودار۱) و همین امر موجب تأثیر گلخانه‌ای بالای این گاز و واداشت تابشی ۰/۵۷ وات در مترمربع در قسمت در میلیارد ($Wm^{-2}\ ppb^{-1}$) شده است. (انستیتوی ماکس پلانک) برخی منابع واداشت تابشی را ۰/۰۳ ± ۰/۶ وات در مترمربع در قسمت میلیارد نیز برآورده کرده‌اند. ***(RSC,2000)*** این در حالی است که واداشت تابشی برای گازهای پایدار شناخته شده‌ای چون کلر و فلوئور کربن‌ها (HFCs) و هیدروفلوئور کربن‌ها (HFCs) بین ۰/۰۲ تا ۰/۲۶ وات در مترمربع در قسمت در میلیارد است. براساس جدول ۲ این گاز در ایجاد اثر گلخانه‌ای توانی ۲۵ تا ۳۰ برابر دیگر ترکیبات فلوئورین‌ها و کلروین‌هایی که در گذشته مورد توجه بودند دارد. توان گرمایی تخمینی برای آن حدود ۱۸۰۰۰ برابر CO_2 است.



مأخذ: انستیتوی ماکس پلانک

نمودار ۱: محاسبه جذب طیف مادون قرمز CF_3SF_5

جدول۲: واداشت تابشی ترکیبات انتخابی فلورین‌ها

ترکیبات	واداشت تابش
SF_6	۰،۶۴
CF_3SF_5	۰،۵۷
$CFC_{11}(CFCl_3)$	۰،۲۹
$HFC134_a(CH_2FCF_3)$	۰،۱۷
$HFC152_a(CH_3CHF_2)$	۰،۱۱

مأخذ: Suen،۲۰۰۸

واکنش‌های شیمیایی در اتمسفر

مکانیسم‌هایی همچون اکسیداسیون، نورکافت، واکنش با چندین ترکیب صنعتی اتمسفر و... می‌توانند به عنوان شاخص‌های تعیین دوره زندگی این گاز مورد استفاده قرار گیرد.

اکسیداسیون: ورود سپهر با دارا بودن۸۵ درصد توده اتمسفر ناحیه‌ای مناسب برای وقوع واکنشهای شیمیایی است. اکسیداسیون یکی از مسیرهای اصلی برداشت گازهای نادر گلخانه‌ای از اتمسفر به کمک فراوانترین اکسیدکننده‌ها O_2 و O_3 است.

ترکیبات ارگانیک در اتمسفر اصولاً از طریق واکنش OH و O_3 (و گاهاً NO_3) اکسید می‌شوند. CF_3SF_5 هیچ یک از اتم‌های هیدروژن و پیوندهای دوگانه[۵] را که هدف، O_3 و OH است ندارد و به همین جهت در مقابل این دو اکسیدکننده واکنش نمی‌پذیرد. داده‌های آزمایشگاهی برروی SF_6 که مشابه CF_3SF_5 است اکسیداسیونی را با OH و O_3 نشان نمی‌دهد و در صورت منحصر کردن برداشت این گاز به اکسیداسیون با OH و O_3 دوره زندگی ۶۰/۰۰۰ ساله برای این گاز تخمین زده می‌شود. ***(Sun,2008)***

نورکافت (تجزیه شیمیایی براثر تابش): واکنشی است که موجب می‌شود مولکول‌هایی که در معرض اشعه ماوراء بنفش قرار دارند، مولکول‌هایشان بشکنند. این مکانیسم نقش مهمی را در کاهش و افزایش فعالیت‌های شیمیایی اتمسفر بازی می‌کند. کرستل و همکاران در سال ۲۰۰۱ خاطر نشان کردند که پیوند مولکولی این گاز قادر به مقاومت در مقابل اشعه‌های غیر گروهی ماوراء بنفش استراتوسفر است و با فرض نبود اتم‌های هیدروژن و پیوند دوگانه، نورکافت را مسیر اصلی تخریب این گاز دانسته و براین اساس عمر ۴۰۵۰ سال را برآورد کردند. اما احتمال این نوع تخریب در ورد سپهر به جهت نرسیدن امواج کوتاه‌تر از ۲۹۰ نانومتر (nm) منتفی است. ***(Sun,2008)***

واکنش با یونها: با غلظت پایین ذرات باردار در ورد سپهر و استراتوسفر که در سطح زمین به 10^{3} ذره در سانتیمترمکعب می‌رسد نمی‌توان انتظار تخریب با این مکانیسم را داشت. بواسطه یونیزه شده بوسیله تابش خورشید بیشترین فراوانی یون‌ها و الکترون‌ها در ارتفاع بالای ۶۰ کیلومتر در مزوسفر و بالاتر از آن قرار دارد. در بالاتر از مزوسفر و پایین‌تر از ترموسفر، یونسفری قرار دارد که واکنش‌های شیمیایی در آن نسبت به قسمت‌های پایین کم‌اهمیت‌تر بوده و در عوض فوتو یونیزاسیون (یونیزاسیون نوری)[۶] یونها غالب است و یون در یونسفر ناحیه F,E,D قرار دارد. ***(کاویانی،۱۳۷۳)***

یونهای منفی یونوسفر در ناحیهD (۱۰۰ تا ۶۰ کیلومتری) قرار دارند. O^-_2 یون اصلی این ناحیه با دامنه ثابت Cm^3/sec $^{-9}$۱۰ × ۰/۵۵ تا ۰/۳۶ نمی‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر وضعیت شیمی اتمسفری CF_3SF_5 داشته باشد.

یونهای غالب ناحیه E (۱۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتری) NO^+ و O^+_2 هستند اما این ناحیه دارای غلظت قابل توجهی از یون‌های مولکولی است که مکانیسم واکنش غالب بین CF_3SF_5 و یونها احتمالاً الکترون به ذرات باردار است. اتوربری سال ۲۰۰۱ احتمال واکنش بین این گاز با +O2 به شکل اولیه CF^+_3 و SF^+_3 را البته با میزان همبستگی Cm^3/sec $^{-9}$۱۰× ۰/۰۱ نشان داد که میزان واکنش قابل توجهی نیست. وی همچنین بر عدم واکنش بین این گاز با NO^+ تأکید کرد.

یون‌های غالب F (>150km) N^+ و O^+ هستند و غلظت مجموع ذرات باردار (یون‌های مثبت و منفی و الکترون‌ها) تقریباً چند ذره در سانتی‌مترمکعب در ۳۰۰ کیلومتر در ناحیه F است که به خاطر غلظت کم تأثیراتشان بر CF_3SF_5 قابل توجه نیست.

در معرض الکترون و پروتون: کندی و میهو در سال ۲۰۰۱ مشاهده کردند که تخریب گاز ممکن است بوسیله جدا شدن سریع در معرض الکترون‌ها و ایجاد CF_3 ,SF^-_5 با میزان ثابت واکنش Cm^3/sec $^{-8}$۱۰ × ۷/۷ صورت گیرد. غلظت الکترون‌ها در اتمسفر بالاتر در ارتفاع ۲۵۰-۱۰۰ کیلومتری (ناحیه F,E یونوسفر) بیشترین مقدار با دامنه 10^4 تا 10^6 ذره در سانتیمترمکعب را داشته و همین ناحیه تخریب قابل توجهی CF_3SF_5 را به همراه دارد.

پروتون‌ها همانند الکترون‌ها با واکنش خود HF,SF_4,CF_3 تشکیل دهنده یون‌ها SF^+_3,CF^+_3 را تشکیل می‌دهند. پیی و همکارانش سال ۲۰۰۵ واکنش چندین منبع پروتون N_2OH^+,COH^+,CO_2H^+ را که بیشترین توان واکنش با CF_3SF_5 را دارند نشان دادند.

دوره زندگی اتمسفری

تنها فرایند قابل توجهی که موجب از دست رفتن گاز CF_3SF_5 یونوسفر می‌شود مربوط به در معرض الکترون بودن است. همانگونه که قبلاً بحث شد اگر تنها مکانیسم اکسیداسیون در استراتوسفر مدنظر باشد، دوره زندگی این گاز ۶۰/۰۰۰ سال و اگر منحصر به نور کافت شود عمر آن به ۴۰۵۰ سال می‌رسد. قبلاً مدل دوره زندگی ترکیبات پرفلورین‌ها تهیه شده بود. براساس ارزیابی این مدل‌ها و با توجه به نقش در معرض الکترون بودن برتخریب این گاز و هگزا فلورید سولفورو(SF_6) دامنه عمر ۱۰۰۰ تا ۸۰۰ سالی برای این گازها برآورد شده است. البته برخی عمر این گاز را ۳۲۰۰ سال و زمان نامتعادل شدن پرفلوریناتها (PFCs) را ۵۰/۰۰۰ سال برآورد کرده‌اند. ***(عزیزی، ۱۳۸۳)***.

میزان واکنش بین در معرض الکترون بودن و SF_6 حدودCm^3/sec $^{-9}$۱۰× ۳۱۰ نزدیک به ماکزیمم میزان تئوریکی را نشان می‌دهد. اگرچه در معرض الکترون بودن این گاز از SF_6 کمتر بوده و مقاومت بیشتری دارد، بنابراین دوره زندگی هزار ساله برای این گاز تخمین زده می‌شود. این در حالی است که در مقایسه با این گاز دوره زندگی CO_2 و $CFCs,NO_2,CH_4$ به ترتیب ۱۰۰،۱۰،۱۵۰ و ۶۵-۳۰ سال برآورد می‌شود. ***(کوچکی و همکاران،۱۳۷۷)***. و این گاز دوره زندگی ۱۰ تا ۱۰۰ برابری دیگر گازهای گلخانه‌ای مسبب مسائل امروز را دارد.

میزان افزایش و مقدار این گاز

در مورد کشف این گاز در منابع مختلف نظراتی چند ارائه شده است. کیسر و همکاران سال ۲۰۰۷ مدعی شده‌اند که این گاز برای اولین بار در درجه حرارت پایین و از طریق طیف سنجی اشعه مادون قرمز روی یخ با الکترون‌های انرژیتیک مشاهده شده است. وضعیت مکانیسم شکل‌گیری نشان می‌دهد که این گاز بالقوه خطرناک باید از ترکیب مجدد رادیکال‌های CF_3SF_5 با ذرات آئروسل در اتمسفر زمین بوجود آمده باشد. نقطه جوش

جدول۳: خلاصه مشاهدات/مشخص کننده‌های واکنش با CF_3SF_5

Type	Reactants	Products	Reaction Rate ($0/1^{-9}cm^3s^{-1}$)	Usual Atmospheric Region of Occurence	Source
Oxidation	OH,O2,O3	No reaction	---	Troposphere and stratosphere	8
*Photoysis	UV Photons	No reaction	---	Stratosphere	9
**Anions	O2-	SF5,CF3,and O2	0.36 0.55-	(Ionosphere (D region	12
	CO3,and NO3	No reaction	<0.006	(Ionosphere (D region	12
***Cation	O2+	CF3 and SF3	0.01	(Ionosphere (E region	14.13
	+NO	No reaction	---	(Ionosphere (E region	14
	+N	CF3+ and SF3+	2.2	(Ionosphere (F region	13.14
	+O	CF3+ and SF3+	1.9	(Ionosphere (F region	13.14
Electron Attachment	Electrons	SF5- and CF3	77	Ionosphere	15
****Protonation	Protons	CF3, SF4,HF,SF3+, and CF3+	---	---	16

مأخذ: Suen ,2008

*** تجزیه با واکنش یک ماده یا چند ماده در اثر تابش نور است. به طور کلی طول موج‌های بین ^{A}۲۰۰۰ تا ^{A}۸۰۰۰ مناسب نور کافت هستند.**

**** اتمی که یک یا چند الکترون گرفته باشد یا گروهی از اتم‌ها که دارای بار منفی باشد.**

***** اتمی که یک الکترون یا بیشتر از دست داده باشد. یا گروهی از اتم‌ها با بار مثبت نظیر $+[NH_4]$ را می‌گویند.**

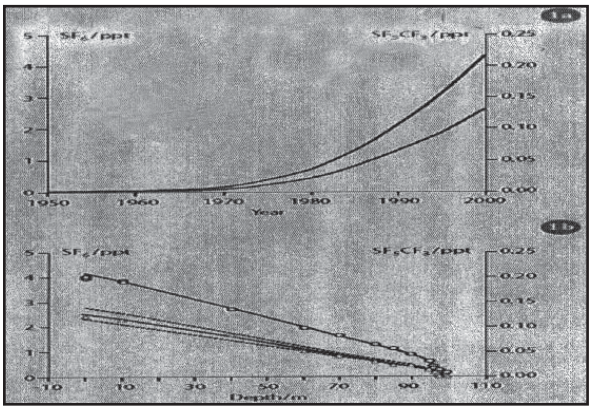
****** افزایش یک پروتون به یک مولکول یا یون را می‌گویند. برای مثال H_2O به وسیله پروتون‌دار می‌شود و $[H_2O]^+Cl^-$ ایجاد می‌کند. (یاوری،۱۳۸۱)**

این گاز ۲۵۳۷ است. ***(RSC,2008)***

استرجس و همکاران در سال ۲۰۰۰ بیان می‌کند، زمانی که در حال آنالیز گاز نمونه استراتوسفر برای SF_6 بودند متوجه وجود یک پیک ناشناخته نزدیک به SF_6 شدند و بعد از این تشخیص تلاش برای مشخص کردن غلظت این گاز در اتمسفر شروع شد. براساس بررسی نمونه هواهای برف‌های فشرده Dome concorordia در قطب جنوب شرقی غلظت اتمسفری این گاز در اوایل دهه ۱۹۶۰ تقریباً صفر برآورد شده است. استرجس و همکاران شروع انتشار این گاز را اواخر دهه ۱۹۵۰ می‌دانند، که با یک افزایش ثابت تا دهه ۱۹۹۰ ادامه داشته است. سطح فعلی این گاز بین ۰/۱۸ تا ۰/۱۲ قسمت در تریلیون (PPT) با افزایش حدود ٦ درصد در سال با خطای ۱۰± درصد پیش‌بینی می‌شود. (نمودار۲)

مؤسسه ماکس پلانک براساس مطالعات در لایه‌های برف‌های فشرده قطب جنوب با ضخامت ۱۰۰ متر با هوای قدیمی مربوط به شروع قرن گذشته غلظت این گاز (PPT) ۰/۰۱ برآورده کرده در حالی که غلظت این گاز در آخر قرن گذشته به سطح (PPT) ۰/۱ رسیده است.

مقایسه غلظت این گاز با غلظت متان ۱۸۰۰ قسمت بربیلیون(PPb) و اکسید نیتروژن ۳۱۸ قسمت بر بیلیون (PPb) (عزیزی، ۱۳۸۳) نشان می‌دهد که غلظت گاز تازه شناخته شده در حدی نیست که تأثیر قابل توجهی بر واداشت تابشی داشته باشد. سهم این گاز در گرم‌کنندگی اتمسفر ۰/۰۰۳ درصد توان گرم کنندگی گازهای گلخانه‌ای اتمسفر است. اما بایستی این را یک فرصت برای شناسایی منابع انتشار و نه بهانه‌ای برای فراموش کردن



انتشار این گاز و گازهای مشابه آن به اتمسفر دانست.

مأخذ: انستیتوی ماکس پلانک

نمودار۲: داده‌های غلظت دو گاز در هسته‌های یخ قطب جنوب 1a در اتمسفر 1b در عمق زیر سطح زمین

منابع احتمالی انتشار انسانی

دلایلی چند برای مشارکت صنعت در افزایش این ابرگاز گلخانه‌ای در اتمسفر وجود دارد. غلظت صفر این گاز در قبل از دهه ۱۹۶۰ نشان می‌دهد که منبع این مولکول منحصراً فعالیت‌های انسانی است. ساتور سال ۲۰۰۰ یکی از منابع تولید این گاز را در کارخانه‌های فلوئور و شیمیایی می‌داند. عده‌ای

منبع آن را ناشی از واکنش SF_6 با فلوئور و پلیمرهای ابزار الکترونیکی و ریزتراش‌ها می‌دانند. اگرچه در تشکیل گاز جدید بوسیله صنعت یا در طی فرایندهای مشخص که مستلزم وجود گازهای صنعتی است شکی وجود ندارد. اما منبع دقیق آن هنوز مورد شک است. دانشمندان فکر می‌کنند که این گاز بواسطه نزدیکی شیمیایی به SF_6 از طریق شکسته شدن SF_6 در ابزار الکتریکی ولتاژ بالا ایجاد می‌شود. گاز SF_6 در وسایل ایجاد جرقه الکتریکی، محافظ فلزات در فرایند ذوب، توپهای تنیس، لاستیک ماشین‌ها، کفش‌ها و بخاطر خصوصیت عایق خوب بودن در پنجره‌های دو جداره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مولکول این گاز در مقابل حمله کننده‌های اتمسفری مقاومت زیادی داشته و خصوصیت خود تنظیمی طبیعی اتمسفر قادر به اثرگذاری بر مولکول‌های این ابر گاز گلخانه‌ای نیست. به همین جهت دوام آن در اتمسفر بسیار بالا است. اگر چه عده‌ای از دانشمندان اظهارنظر در مورد منابع انتشار این گاز را که در قسمت قبل به آن اشاره کردیم تأیید نکرده و حتی واکنش بین SF_6 و فلوئور پلیمرها در ابزار ولتاژ بالا را نیز تأیید نمی‌کنند و مدعی هستند که منبع انتشار این گاز هنوز یک معما است.

نتیجه‌گیری

جزئیات مکانیسم‌های مؤثر بر تغییر اقلیم موجب شده تا ما در مرحله شروع درکمان از این موضوع قرار بگیریم. آنچه حتی در مجامع و کنفرانس‌های بین‌المللی به عنوان توقف انتشار گازهای گلخانه‌ای مطرح می‌شود. حتی با چشم‌پوشی کردن از اظهار نظرهای سیاسی تبلیغاتی؛ متأسفانه متمرکز بر روی چند گاز خاص است. کشف این ابر گاز گلخانه‌ای نشان داد که ما باید به فکرمان بسپاریم که گازهای نادر دیگری نیز هستند که توان تأثیر بر اقلیم را دارند. اگرچه ممکن است غلظت آنها در شرایط فعلی در حدی نباشد که بتواند بر روی اقلیم تأثیر قابل ملاحظه‌ای را داشته باشند.

اما این گازها بواسطه لختی(اینرسی)، دوره زمانی طولانی، بالابودن توان گرمایی و... قابل تأمل و بررسی هستند. با توجه به شناخت تازه این گاز متأسفانه ادبیات در دسترس آن کم بوده و حتی منابع انتشار آن به طور دقیقی معلوم نیست. پس اگر بدنبال کاهش و یا توقف تأثیرگذاری گازهای گلخانه‌ای بر اقلیم هستیم نیاز به شناخت این گازها و منابع انتشار آن به عنوان گام اول داریم، تا بتوانیم براساس این اطلاعات اقلیمی دست به تصمیم‌گیری صحیح بزنیم.

منابع و مآخذ

۱- خوشحال دستجردی، جواد، جزوه، تغییر اقلیم، دوره دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه اصفهان، سال ۱۳۸۸.

۲- عزیزی، قاسم، تغییر اقلیم، چاپ اول، انتشارات قومس، سال ۱۳۸۳.

۳- علیزاده امین؛ کمالی، غلامعلی، اثرات تغییر اقلیم بر افزایش مصرف آب در کشاورزی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ٦٦-٦٥، سال ۸۱.

٤- کاویانی، محمدرضا؛ علیجانی، بهلول، مبانی اقلیم‌شناسی، انتشارات سمت، سال۱۳۷۳.

۵- کوچکی، عوض؛ شریفی، حمیدرضا؛ زند، اسکندر، پیامدهای اکولوژیکی تغییر اقلیم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۷.

٦- یاوری، عیسی، فرهنگ شیمی، انتشارات فاطمی، چاپ سوم، ۱۳۸۱.

7- Carrier, William, Jamieson, Coreys, Kaiser, Ralfi, Mechanistic studies on the formation of SF5CF3- a Greenhouse gas, Department of chemistry, University of Hawaii, inorg. Chem.,2007.

8 - Suen, Martin, CF3SF5: A review of the recently discovered super green house gas in the atmospheric the open atmospheric science journal,2008, volume2.

9- www.Mpg.Oom

10- www. Rsc.Org

پی‌نوشت

1- Super greenhouse gas

2- Photolysis

۳- Radiative forcing، تغییرات طبیعی(البته گاهاً ناشی از عوامل خارجی سامانه اقلیم) که در توازن انرژی رخ می‌دهد را معمولاً واداشت می‌گویند بطوری که واداشت‌هایی که سبب تغییر در موازنه تابشی گردیده و ضرورتاً موجب تغییر در تابش خالص می‌شوند را به عنوان واداشت تابشی می‌شناسند و واحد اندازه‌گیری آن مانند تابش وات بر مترمربع (W/m^2) است.(عزیزی، ۱۳۸۳)

٤- بعضی وقت‌ها به جای توان گلخانه‌ای (Greenhouse Potential) از توان گرم کنندگی جهانی (Global Warming Potential GWP) استفاده می‌شود. *(RSC,2008)*

5- double

6- Photoionization