



مصطفی جعفری، سرمؤلف ارزیابی جهانی تغییر اقلیم (IPCC)، برنده مشترک جایزه صلح نوبل در سال ۲۰۰۷ میلادی، عضو هیئت علمی و مشاور تغییر اقلیم، مجری تدوین استراتژیک برنامه کلان تحقیقات تغییر اقلیم
پست الکترونیک: mostafajafari@rifr-ac.ir

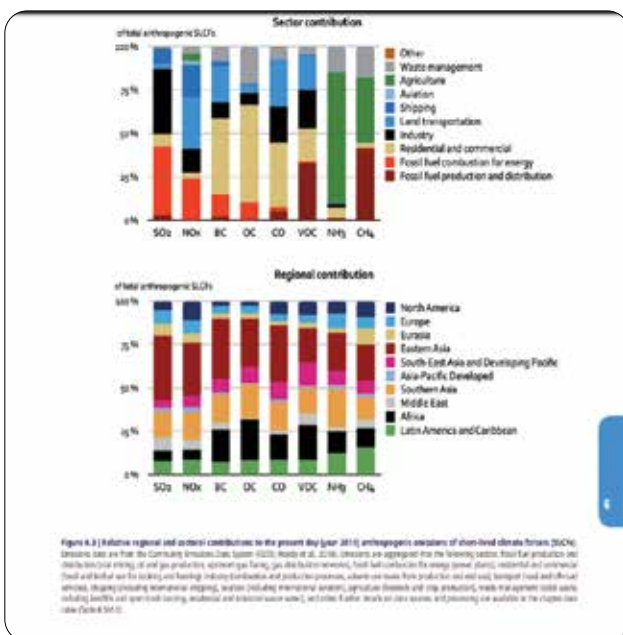
«تغییر اقلیم» و «عوامل مؤثر با عمر کوتاه»

تأثیر می‌گذارند. این مواد شامل گازهای شیمیایی واکنش‌پذیر (متان، ازن، برخی از ترکیبات هالوژنه، اکسیدهای نیتروژن، مونوکسیدکربن، غیره) و ترکیبات آلی فرار (متان، دی‌اکسیدگوگرد و آمونیاک) هستند. به جز متان و برخی از ترکیبات هالوژنه، که طول عمر آنها حدود یک دهه یا بیشتر است، فراوانی SLCF از نظر مکانی بسیار ناهمگن است، زیرا فقط از چند ساعت تا چند ماه در اتمسفر باقی می‌ماند. انتشار یا تشکیل آنها تأثیر معنی‌داری بر نیروی تابشی در یک دوره تعیین شده متناسب با طول عمر آنها در اتمسفر دارد.

زیرمجموعه‌ای از SLCF‌های منحصراً گرم‌کننده نیز به عنوان آلاینده‌های آب و هوایی کوتاه مدت (SLCPS)، از جمله متان، ازن، و کربن سیاه (BC) نامیده می‌شوند.

البته مجمع IPCC در جلسه ۴۹ خود، که در سال ۲۰۱۹ در کیوتو، ژاپن برگزار شده بود، در رابطه با سیاه‌برداری از گازهای گلخانه‌ای، گروهی را برای این منظور (SLCF) تعیین نموده بود.

سهم بخش‌های گوناگون تولیدکننده و مناطق متفاوت جغرافیایی از مجموع SLCFs با منشأ انسانی در گراف‌های زیر، به نقل از گزارش منتشرشده سال ۲۰۲۱ میلادی گروه کاری اول IPCC در (صفحه ۸۲۹) فصل ششم، قابل مشاهده است.



عمده عوامل مؤثر در تغییرات اقلیمی به صورت مداوم و طولانی ایفای نقش می‌کنند. البته که بعضی از عناصر هم هستند که هرچند نسبت به عمر دی‌اکسیدکربن (CO_2)، که هزاران سال است، عمر کوتاهی (lifetime) در اتمسفر دارند (از چند ساعت تا دو دهه)، در تغییرات مؤثرند و در کوتاه‌مدت اثر می‌گذارند (SLCFs)، در بیشتر موارد شامل آلاینده‌های هوا نیز هستند و باید به صورت مناسب سیاه‌برداری شوند.

عوامل اقلیمی با عمر کوتاه در اتمسفر (SLCFs) مجموعه‌ای هستند از ترکیبات واکنش‌پذیر شیمیایی با عمرهای جوی کوتاه که با خواص فیزیکی و شیمیایی و اثرات محیط‌زیستی متفاوت مشخص می‌شوند. انتشار یا تشکیل آنها تأثیر چشمگیری بر نیروی تابشی در یک دوره معین متناسب با عمر اتمسفری آنها دارد. تغییرات در انتشار آنها همچنین می‌تواند اثرات طولانی‌مدت آب و هوایی را از طریق تعامل آنها با برخی چرخه‌های بیوژئوشیمیایی ایجاد کند. SLCF‌ها تحت عناوین مستقیم یا غیرمستقیم طبقه‌بندی می‌شوند.

مجمع بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) در نشست شصت و یکم خود، که در ماه جولای سال ۲۰۲۴ میلادی برگزار شد، همسو با تهیه و تدوین مطلوب هفتمین گزارش جهانی تغییر اقلیم (ar7)، تصویب کرد تا با کمک دانشمندان، روش‌شناسی موجودی و سیاه‌برداری (اینواتوری) این قبیل عناصر به صورت علمی بررسی و در زمان مناسب گزارش شود (احتمالاً تا سال ۲۰۲۷ میلادی).

SLCF‌ها ممکن است به صورت مستقیم، یا غیرمستقیم در تغییرات اقلیمی تأثیر بگذارند. تأثیرات مستقیم از طریق نیروی تابشی اعمال می‌شود که شامل متان (CH_4)، ازن (O_3)، ذرات معلق در هوا (سولفات، نیترات، آمونیوم، ذرات معلق کربن‌دار، گردوغبار معدنی و اسیری دریا) و برخی مواد هالوژنه می‌شود. تأثیرات غیرمستقیم در واقع فراهم‌کننده پیش‌سازهای اثرات مستقیم هستند.

اثر ثانویه گازهای گلخانه‌ای یک تغییر ناخواسته ناشی از فعالیت یک پروژه در انتشار گازهای گلخانه‌ای، حذف (removals) یا ذخیره‌سازی (storage) مرتبط با گازهای گلخانه‌ای منبع (source) یا مخزن (sink) است.

SLCF‌ها می‌توانند از طریق تعاملات و فعل و انفعالات با تشعشعات و ابرها، سرد، یا گرم شوند. یعنی یک اثر خنک‌کننده یا گرم‌کننده بر آب و هوا داشته باشند. همچنین، بر بارش و سایر متغیرهای آب و هوا

ترکیبات آلی فرار (Volatile organic compounds-VOCs) به صورت گاز از جامدات یا مایعات خاص ساطع می‌شوند. VOCها شامل انواع مختلفی از مواد شیمیایی هستند که برخی از آنها ممکن است اثرات نامطلوب کوتاه مدت و بلندمدت بر سلامتی داشته باشند. غلظت بسیاری از VOCs به‌طور مداوم در داخل خانه، تا ده برابر بیشتر از فضای باز است. نمونه‌های متداول VOCs که ممکن است در زندگی روزمره ما وجود داشته باشد عبارتند از: بنزن، اتیلن گلیکول، فرمالدئید، متیلن کلراید، تتراکلرواتیلن، تولوئن، زایلن و ۱،۳-بوتادین بعضی از مشخصات گازهای گلخانه‌ای تا حدودی که منابع در اختیار بوده در جدول زیر ارائه شده است.

گازهای گلخانه‌ای	طول عمر در اتمسفر- سال	مقدار پتانسیل گرمایش جهانی (GWP)	تحت پوشش موافقتنامه پاریس	شناسایی شده به عنوان SLCF	نوع منبع (اولیه، ثانویه)
VSLsS (گونه‌های هالوژنه با عمر خیلی کوتاه)	کمتر از ۶ ماه				اولیه
آتروسول‌های سولفات	چند دقیقه تا چند هفته		✓		ثانویه
آتروسول‌های نیترات	چند دقیقه تا چند هفته		✓		ثانویه
آتروسول‌های کریندار	چند دقیقه تا چند هفته		✓		اولیه+ثانویه
اسپری دریایی	روز تا هفته		✓		اولیه
گردوغبار معدنی	چند دقیقه تا چند هفته		✓		اولیه
هیدرو برومو فلئور کربن (HBFCs)			✓		
کلرو فلئور کربن (CFCs)	۱۰۰ (۱۰۲۰-۴۵)	۱۰۲۰۰ (۱۳۹۰۰-۴۶۶۰)	✓		ثانویه
هالونهای CFCs			✓		
تتراکلراید کربن			✓		ثانویه
متیل کلروفرم			✓		ثانویه
هیدرو کلرو فلئور کربن (HCFCs)	۱،۳ تا ۲۰ سال		✓		اولیه
برومو کلرو متان (خاموشکننده آتش)	۱۰۸ روز		✓		اولیه+ثانویه
ترکیبات آلی فرار (VOCs)	چند ماه و کمتر				اولیه+ثانویه
SF ₅ CF ₃	۸۰۰	۱۷۴۰۰			ثانویه

منابع مورد استفاده برای کسب اطلاعات بیشتر:

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-6/>
 IPCC 2024, 61st Session (27 July – 2 August 2024), Decision IPCC-LXI-7. Seventh assessment report (AR7) products – Outline of the 2027 IPCC; Methodology Report on Inventories for Short-Lived Climate Forcers (SLCF)
 Szopa, S., Naik, V., Adhikary, B., Artaxo, P., Bernsten, T., Collins, W.D., Fuzzi, S., Gallardo, L., Kiendler-Scharr, A., Klimont, Z., Liao, H., Unger, N. and Zanis, P. 2021: Short-Lived Climate Forcers. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, et. al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 817–922, doi: 10.1017/9781009157896.008.

گازهای گلخانه‌ای	طول عمر در اتمسفر- سال	مقدار پتانسیل گرمایش جهانی (GWP)	تحت پوشش موافقتنامه پاریس	شناسایی شده به عنوان SLCF	نوع منبع (اولیه، ثانویه)
CO ₂	۲۰۰ (۵۰-۲۰۰)	۱	✓		(اولیه+ثانویه)
CH ₄	۱۲	۲۵ (۲۸-۲۳)	✓	✓	اولیه+ثانویه
N ₂ O	۱۱۴ (۱۲۱)	۲۹۸ (۲۶۵)	✓		ثانویه
HFCs	چند روز تا چند سال/ ۱،۴ تا ۲۷۰ سال		✓	✓	اولیه
(SF ₆ و) PFCs	۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ سال		✓		
SF ₆	۳۲۰۰	۲۲۸۰۰ (۲۳۵۰۰)	✓		ثانویه
NF ₃	۷۴۰ (۵۰۰)	۱۷۲۰۰ (۱۶۱۰۰)	✓		ثانویه
NO _x (=NO + NO ₂)	چند ساعت تا چند روز		✓		اولیه
CO	یک تا چند ماه		✓		اولیه+ثانویه
NMVOCS	چند ساعت تا چند ماه		✓		اولیه+ثانویه
SO ₂	چند روز (در تروپوسفر) تا چند هفته (استراتوسفر)		✓		اولیه
O ₃	چند ساعت تا چند هفته				اولیه+ثانویه
NH ₃	چند ساعت (چند ماه و کمتر)				اولیه
HCFCs	چند ماه تا چند سال		✓		اولیه
هالون‌ها و متیل بروماید	چند سال		✓		اولیه