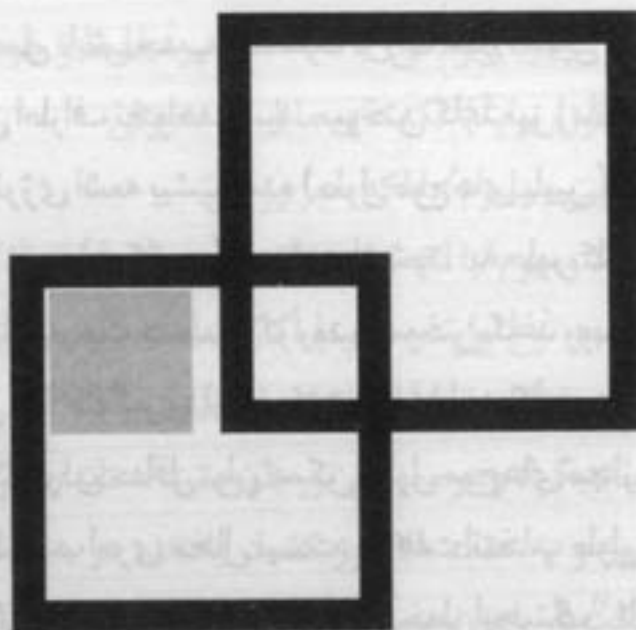


حفاظت گر آثار فرهنگی، تاریخی و تخریب لایه ازن

صدیقه روحی * . مریم سرلک **



چکیده:

یکی از مهمترین مسائل عصر حاضر، تخریب لایه ازن و تأثیرات سوء اشعه ماوراء بنفش بر کره زمین، حیات موجودات زنده و آثار ارزشمند فرهنگی، تاریخی می باشد. نقش لایه ازن به عنوان سپر حفاظتی کره زمین و جذب اشعه فرابنفش امری اثبات شده و مورد قبول محققین است.

امروزه بشر با استفاده بی رویه از مواد شیمیایی برای مصارف گوناگون باعث از بین رفتن تدریجی لایه ازن گردیده است. به همین سبب در اقدامات جهانی تدوین شده (اعم از پروتکل مونترال، کنوانسیون وین و...) کشورهای عضو، تعهداتی در زمینه تدوین برنامه زمان بندی جداگانه حذف و کاهش تولید و مصرف مواد مخرب لایه ازن و تدوین سیاست و استراتژی آینده جهان برای حفاظت لایه ازن را عهده دار گردیدند. در این مقاله به عنوان حفاظت گران آثار فرهنگی، به بررسی نقش مواد مورد استفاده در امر حفاظت و معرفی جایگزینهای مناسبی برای آن، پرداخته شده است تا گامهای مؤثری در جلوگیری از تخریب هرچه بیشتر این پدیده طبیعی برداشته شود.

مقدمه

فرابنفش خورشیدی، اتمهای بسیار فعال کلر و برم خود را آزاد می کنند که این اتمها در مراحل بعد با ورود به چرخه های پیچیده واکنش های شیمیایی، باعث تخریب تدریجی لایه ازن می شوند.

بدون تردید لایه ازن به دلیل نقش حیاتی آن در جذب پرتوهای مضر فرابنفش خورشیدی و جلوگیری از نفوذ مقادیر زیان آور آن به سطح زمین از اهمیت ویژه ای برخوردار است. امروزه تأثیر مخرب و زیان بار پرتوهای شدید فرابنفش بر تمام اشکال حیات بر روی این کره خاکی امری اثبات شده و مقبول محققین و صاحبان علم و اندیشه است. افزایش بیماریهایی چون سرطان پوست و آب مروارید، کاهش رشد و باروری گیاهان و وقوع تغییرات عمده در چرخه غذایی اکوسیستم های آبی از پیامد مخرب افزایش میزان این پرتو است که با کاهش تدریجی لایه ازن، نمود عینی یافته است. لایه ازن همچنین نقش بسیار مهمی در کنترل توزیع دمائی اتمسفر کره زمین و ممانعت از افزایش یا کاهش شدید دما در جو داشته و نابودی آن، منجر به وقوع تغییرات بسیار شدید آب و هوایی و برقراری شرایط غیر قابل تحمل یا پدیده های اجتناب ناپذیر خواهد شد. پاره ای از مواد مصنوع بشر، از جمله کلروفلوروکربن ها^۱ که حاوی عناصر کلروبرم هستند، در صورت رها شدن در جو زمین، با نفوذ در کلیه بخش ها و لایه های اتمسفر به تدریج به استراتوسفر راه یافته و تحت تأثیر مقادیر بالای پرتوهای

۱- ازن چیست؟

ازن به فرمول شیمیایی O_3 ، گاز آبی کم رنگی است که هر مولکول آن از سه اتم اکسیژن تشکیل شده است بیشترین مقدار ازن در اتمسفر زمین در لایه های بین ۱۵ تا ۵۰ کیلومتری سطح زمین در منطقه ای بنام استراتوسفر وجود دارد. این لایه به علت جذب اشعه خطرناک ماوراء بنفش (UV) برای ادامه حیات بر روی کره زمین ضروری است. اشعه ماوراء بنفش بر حسب طول موج به سه بخش UV-A، UV-B، UV-C تقسیم می شود. UV-B و UV-C از زیان بارترین بخشهای اشعه ماوراء بنفش هستند که بخش UV-C بطور کامل توسط لایه ازن جذب می شود. مقدار کمی از گاز ازن در منطقه تروپوسفر (سطوح پایین تر اتمسفر زمین) وجود دارد که برعکس ازن استراتوسفری تأثیرات نامطلوبی بر روی سلامتی موجودات زنده گذاشته و خود یکی از آلوده کننده های زیانبار به شمار می آید.

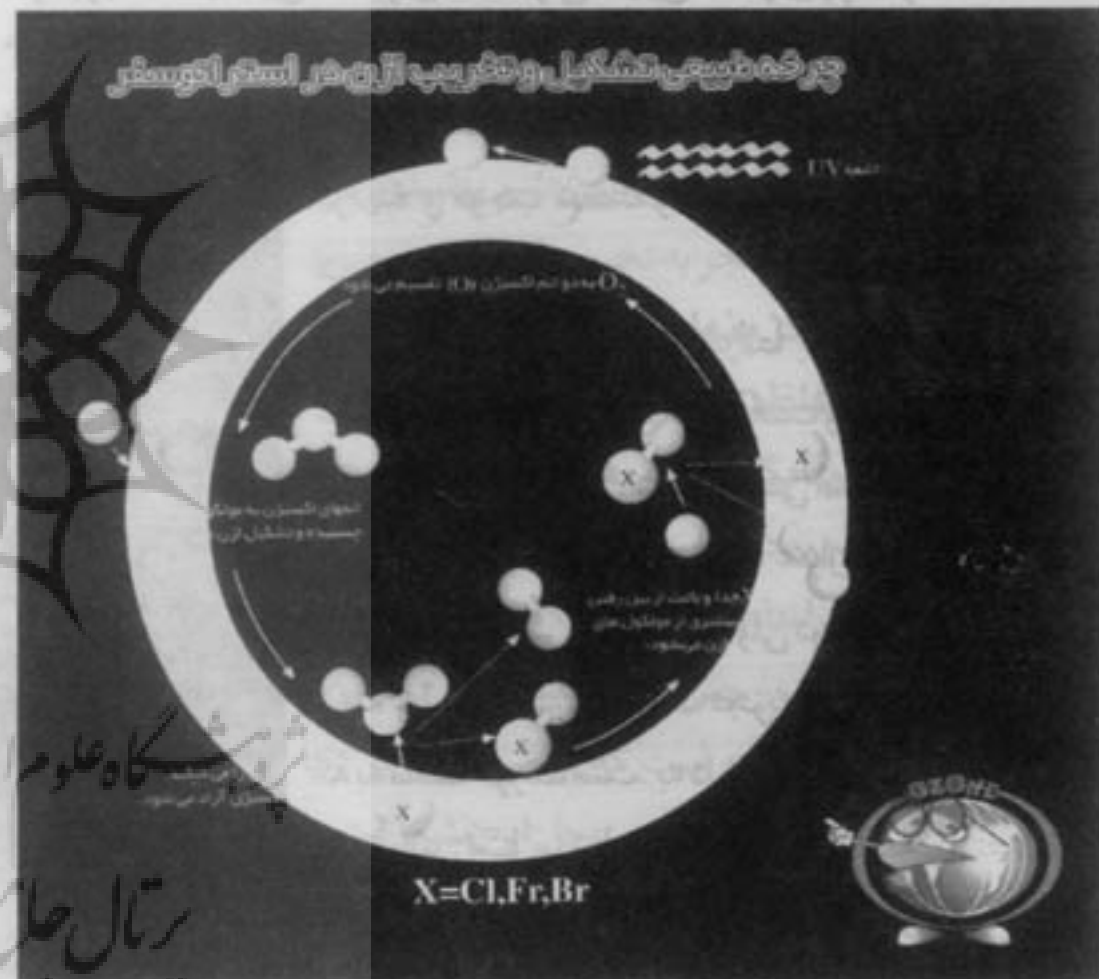
در سال ۱۹۸۱ اولین کاهش بیش از ۶۰٪ لایه ازن استراتوسفری با وسعتی معادل مساحت ایالات متحده آمریکا در قطب جنوب مشاهده و با نام حفره ازن به ثبت رسید. وقوع پدیده‌های مشابه در نقاط دیگر کره زمین با افزایش کاربرد مواد مخرب لایه ازن ادامه دارد. استفاده از این مواد به دلیل پایداری، غیرقابل اشتعال بودن، سمی نبودن و برخی ویژگیهای مناسب دیگر، گسترش یافته است. مواد مخرب ازن در سطح زمین بسیار پایدار بوده و با رسیدن به سطح بالاتر استراتوسفر شکسته شده و رادیکالهای فعال هالوژن دار را بوجود می‌آورند. این رادیکالهای فعال با دخالت در چرخه طبیعی تشکیل و تخریب مولکولهای ازن، موجب بروز اختلال در چرخه مذکور و در نتیجه کاهش ضخامت لایه ازن می‌شوند.

۲-۲. اثر بر اکوسیستم دریاها و اقیانوسها

در این اختلال زیست محیطی، می‌توان بطور اختصار به از بین رفتن نئوپلانکتونها (اولین حلقه زنجیره غذایی دریاها و اقیانوسها)، ایجاد تغییرات ژنی در کرم و لاروهای موجودات دریایی و کاهش زاد و ولد ماهی‌ها اشاره نمود.

۳-۲. اثر بر اکوسیستم خشکی

از عمده تأثیرات تخریب لایه ازن که در اکوسیستم خشکی بطور محسوسی قابل مشاهده می‌باشد، می‌توان به کاهش بازده محصولات کشاورزی مانند برنج، گندم، سویا و سیب‌زمینی و...، افزایش آلودگی هوا و افزایش واکنشهای شیمیائی در تروپوسفر که سبب تولید ازن در سطح زمین و ایجاد بارانهای اسیدی می‌شود، اشاره نمود.



۳. اقدامات جهانی حفاظت از لایه ازن

۱-۳. کنوانسیون وین:

در سال ۱۹۸۵ کنوانسیون وین برای حفاظت از لایه ازن در زمینه اندازه‌گیری ضخامت لایه ازن و میزان اشعه ماوراء بنفش و نیز تبادل اطلاعات در زمینه کنترل تولید و انتشار کلروفلوروکربن‌ها توسط سازمان ملل متحد و دیگر کشورهای جهان تدوین گردید.

۲-۳. پروتکل مونترال:

این پروتکل در سال ۱۹۸۷ توسط ۴۶ کشور جهان برای حذف تولید و مصرف، و در مواردی محدود کردن تولید و مصرف این مواد برای مصارف ضروری و تدوین سیاست و استراتژی آینده جهان، جهت حفاظت از لایه ازن تدوین و پذیرفته شد. از اولویتهای اولیه تجت پوشش پروتکل مونترال، کنترل تولید و مصرف هالونهای اطفاء حریق می‌باشد. لازم به ذکر است جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۹۹۰، کنوانسیون وین و پروتکل مونترال را پذیرفت و تعهداتی را در این زمینه عهده‌دار گردید.

۲- پیامدهای کاهش ضخامت لایه ازن

با کاهش ضخامت لایه ازن اختلالات جبران ناپذیری به محیط زیست و انسان وارد می‌آید که عبارتند از:

۱-۲. اثر بر سلامت انسان

تأثیر کاهش ضخامت لایه ازن در سلامت انسان می‌تواند به اشکال تضعیف سیستم ایمنی بدن، بروز انواع سرطان پوست و افزایش بیماریهای چشمی ظهور نماید بطوریکه به ازاء ۵٪ کاهش ضخامت لایه ازن در آمریکا، ۸۱ هزار بیمار بر تعداد مبتلایان به سرطان پوست و به ازاء ۱٪ کاهش ضخامت لایه ازن در سال ۱۹۸۵، ۱۰۰ الی ۱۵۰ هزار بیمار به تعداد مبتلایان به آب مروارید و کوری چشم افزوده شده است.

شماره حفاظت و سلامت
 شماره ۲۱
 شماره ۲۱
 شماره ۲۱

۴. موارد استفاده از مواد مختلف، در امر حفاظت از آثار فرهنگی - تاریخی، که سبب تخریب لایه ازن می شوند.

این موارد عبارتند از:
اطفاء حریق، ضدعفونی و آسیب زدائی. البته مواد مخرب مورد استفاده در امر حفاظت آثار فرهنگی - تاریخی در صنایع ویژه‌ای نظیر صنایع سرماساز، اسفنج سازی، اسپری ها و کشاورزی کاربرد دارند که بحث در مورد آن در این مقوله نمی گنجد.

۱.۴. اطفاء حریق

در سیستمهای اطفاء حریق از گازی بنام هالون، به دلیل کوتاه بودن مدت زمان تأثیر گذاری، عدم تأثیر سوء بر سلامت انسان و تمیز ماندن اجسام پس از عملیات اطفاء، به عنوان یک خاموش کننده خوب و مؤثر استفاده می شود. این گاز به خصوص در موارد حساس و مهم، نظیر صنایع الکترونیک، کشتی سازی، هوانوردی و همچنین گالری های هنری و موزه ها و کتابخانه ها بطور وسیع مورد استفاده قرار می گیرد.

هالونها، هیدروکربنهای هالوژنه هستند که میزان ۵٪ آن در یک فضای بسته به مدت ۱۰ ثانیه حریق را خاموش می نماید. این ماده علی رغم بالا بودن کارایی آن برای اطفاء حریق، تأثیر فراوانی بر روی لایه ازن می گذارد، بطوریکه پتانسیل تخریب لایه ازن ۲ هالون ۱۳۰۱ معادل ۱۶ (ده برابر بیش از کلروفلورو کربن) و پتانسیل تخریب لایه ازن هالون ۱۲۱۱ سه برابر کلرو فلونورو کربنها می باشد، برای مثال یک کیلوگرم از هالون ۱۲۱۱ می تواند ۵۰ تن، ازن را تخریب نماید. همچنین هالونها به علت میزان گرمایش بسیار زیاد، تأثیرات مخربی بر روی نباتات دارند. در آتش خاموش کن های قابل حمل، معمولاً از هالون ۱۲۱۱ و در سیستمهای اطفاء حریق ثابت که در اماکنی مثل اتاقهای نگهداری کامپیوتر و مخازن سوخت کشتی مورد استفاده قرار می گیرد، از هالون ۱۳۰۱ استفاده می شود.

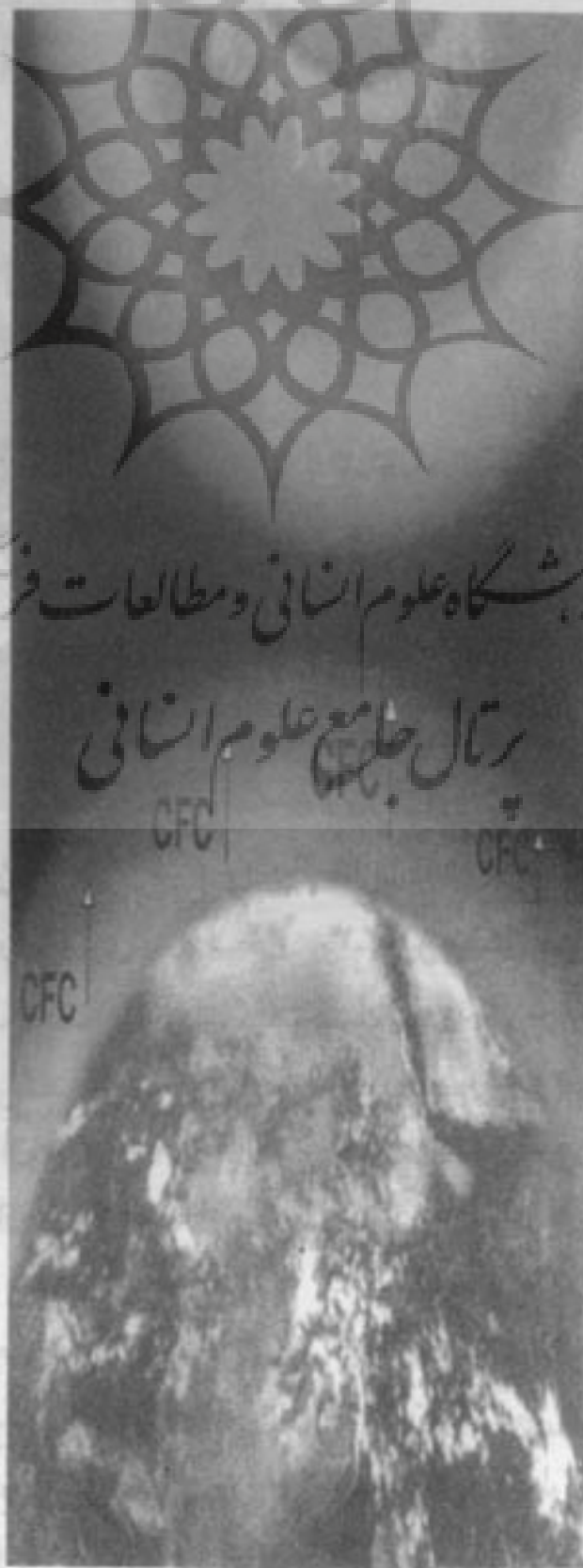
۲.۴. ضد عفونی

متیل بروماید گازی بی رنگ با فرمول شیمیایی CH_3Br است که به راحتی مایع می شود و در شرایط خلاء به منظور ضد عفونی مواد متراکم مثل محصولات انبار شده کارخانه ای، مخازن کشتی ها و مقادیر زیاد اسناد و کتب، کاربرد قابل توجهی دارد. متیل بروماید به میزان مواد ضد عفونی دیگر مانند HCN، اکریلونیتریل و اتیلن دی بروماید برای بیشتر انواع حشرات سمی نیست. با وجود این خاصیتهایی نظیر قابلیت نفوذ سریع آن در فشار اتمسفر طبیعی و پراکنده شدن بخارات در پایان عمل و مقاومت گیاهان زنده در برابر این گاز باعث می شود تا متیل بروماید یک ضد عفونی کننده مؤثر و فراگیر باشد. البته این ماده برای ضد عفونی اشیایی که دارای پر، خز و چرم می باشند، به علت ایجاد بوئی نامطبوع بکار نمی رود، از طرفی سبب ایجاد اتصالات عرضی در پروتئین ها گردیده و موجب سخت و سفت شدن چرم می شوند.

این ضد عفونی کننده در شرایط معمولی، غیر قابل اشتعال و غیر قابل انفجار است و بدون احتیاطهای مخصوص، در برابر آتش استفاده می شود و چه بسا از آن می توان به عنوان یک خاموش کننده آتش استفاده کرد ولی در حضور شعله و اسید هیدروبرومیک تجزیه می شود که به شدت خورنده است. به دلیل نقطه جوش نسبتاً پائین متیل بروماید، توسط بیشتر مواد به میزان زیادی جذب نمی شود و می توان آنرا در دمای پائین استفاده کرد که با دیگر مواد ضد عفونی کننده، عملی نیست. مجموعه این مزایا باعث شده است تا این ضد عفونی کننده کاربرد وسیعی در صنایع کشاورزی، موزه ها و مخازن اسناد و کتابها داشته باشد.

۳.۴. آسیب زدایی

حلالها مایعاتی هستند که توانایی حل کردن، معلق کردن یا استخراج مواد دیگر را بدون تغییر شیمیایی مواد حل شونده و حلال را دارا می باشند در بررسی های بعمل آمده تعدادی از آنها نظیر تری کلرو تری فلونور اتان^۳، متیل کلروفرم^۴ و تتراکلرید کربن^۵ از مواد شیمیایی



اصلی تخریب ازن استراتوسفری و از عوامل مؤثر در گرم شدن زمین می باشند.

حلالهای آلی عمدتاً تحت عنوان پاک کننده و چربی زدا علاوه بر صنایع مختلف فلزی، الکترونیک صنایع خشکشویی، کشاورزی و داروسازی در کارهای مربوط به آسیب زدایی نیز به عنوان حلال مؤثر در باز کردن مرمت های قدیمی و برطرف کردن لکه های ناشی از آن، بر روی نسخ خطی و کتب و اسناد قدیمی کاربرد وسیعی دارند.

حال باید تمهیداتی اندیشه شود تا با جایگزین نمودن مواد مورد استفاده در آسیب شناسی آثار تاریخی - فرهنگی، ضمن بالا بردن کارایی آن، تأثیرات مخربی بر روی لایه ازن که برای ادامه حیات ما و آنچه که از پیشینیان به دستمان رسیده است، نداشته باشد و با حفظ محیط زیست بتوانیم آثار گذشتگان را سامان دهیم. بدیهی است که ما به عنوان یک حفاظت گر، نمی توانیم از تأثیرات سوء تخریب لایه ازن بر روی آثار تاریخی چشم پوشیده و نسبت به جایگزین کردن موادی که منجر به تخریب لایه ازن می شوند، بی تفاوت باشیم.

۵. جایگزینهای مواد مخرب لایه ازن، مورد استفاده در حفاظت آثار تاریخی - فرهنگی

۱.۵. جایگزینهای هالون (جهت اطفاء حریق)

لازم به ذکر است ۹۰٪ مواد جایگزین فعلی، کارایی و راحتی استفاده هالون را ندارند. از سال ۱۹۹۴ میلادی تولید هالون، متوقف شده و غیر از دو کشور چین و هند، هیچ جای دنیا این گاز را تولید نمی کنند. برآورد گردیده است که ذخائر هالون در دنیا تا سال ۲۰۳۰ موجود می باشد. بنابراین جهت حل این مشکل، دو راه حل پیشنهاد گردیده: ۱. جایگزینی مواد جدید به جای استفاده از هالون ۲. استفاده آگاهانه از هالونهای موجود.

در جدول زیر که جایگزینهای گاز هالون ۱۳۰۱ را نشان می دهد، به پتانسیل تخریب لایه ازن دقت نمایید.

(جایگزینهای گاز هالون ۱۳۰۱)

نام عمومی	HCFC	PFC 2-1-8	HFC 23	HFC 227ea	BTM
نام تجاری	NAF S III	CEA 308	FE 13	FM 200	هالون ۱۳۰۱
ترکیب شیمیایی	22HCFC82% 4.75.124 9.5% 123	C ₂ F ₈	CHF ₃	C ₃ HF ₇	CF ₃ BR
حداقل غلظت گاز جهت تأثیر گذاری	۲۱۲	۲۸۸	۲۱۸	۲۷۹	۲۵
NOEL*	۲۱۰	۲۳۰	۲۳۱	۲۹	۲۵
حجم سلیندر	۱	۱	۲	۱	۱
پتانسیل تخریب لایه ازن	۰.۰۳۶	۰	۰	۰	۱۶
پتانسیل گرمایش زمین	۱۱۱۱	۶۸۰۰	۱۲۱۰۰	۱۳۰۰	۵۶۰۰
طول عمر در اتمسفر (سال)	۱۲	۱۲۰۰	۲۵۰	۱۱	۶
مدت زمان تأثیر گذاری (ثانیه)	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

* شایدهای که تأثیر نامطلوب مصرف کم یا زیاد این ماده را در مدت زمان چند دقیقه نشان می دهد (پتانسیل ایسی).

❖ استفاده از HFC 227 ea در درجه حرارت های پائین و همچنین در محفظه هایی که در ارتفاع بالا قرار گرفته اند امکان پذیر نیست.

HFC 23 را می توان در درجه حرارت های زیر صفر و یا در محفظه های خیلی مرتفع استفاده نمود.

❖ موارد استفاده PEC 2-1-8 در زیر دریاییها و مخازن بسته می باشد، اما بخاطر طول عمر ۳۲۰۰ سال، استفاده از آن باید با احتیاط لازم صورت گیرد. در صورت بروز اشتباه، ضرر احتمالی آن بر لایه ازن جبران ناپذیر است.

❖ HCFC به علت پایین بودن پتانسیل گرمایش زمین و همچنین طول عمر مناسب و قیمت خوب، جایگزین ایده آلی برای هالون می باشد.

مدت زمان تأثیر گذاری جایگزینهای فوق، ۱۰ ثانیه می باشد که زمان بسیار مناسبی جهت اطفاء حریق است حال اگر این مدت زمان کوتاه برای ما مطرح نباشد و بتوانیم ۱ دقیقه تا تأثیر گذاری مواد بر روی آتش صبر کنیم، در این صورت جایگزینهای بسیار خوبی چون گازهای طبیعی را می توانیم انتخاب نمائیم (البته حجم سلیندر این گازها نسبت به هالون بیشتر می باشد) اگر این دو مشخصه یعنی حجم زیاد سلیندر و بالا بودن مدت زمان تأثیر گذاری مورد قبول باشد، می توان از مواد ذکر شده در جدول ذیل استفاده نمود.

زمان تأثیر گذاری اگر ۶۰ ثانیه باشد می توان از جایگزینهای زیر استفاده نمود.

نام عمومی	IG 55	IG 541	IG 01
نام تجاری	Ginge Keer	Inergen	Argotec
ترکیب شیمیایی	۵۰٪ نیتروژن ۵٪ آرگون	۵۰٪ نیتروژن ۴۲٪ آرگون ۷٪ CO ₂	۱۰۰٪ آرگون
حداقل غلظت گاز جهت تأثیر گذاری	۳۳۷۸	۳۳۱۹	۳۳۷۸
NOEL	۷۴۳	۷۴۳	۷۴۳
حجم سلیندر	۵ برابر سلیندر هالون	۵ برابر سلیندر هالون	۵ برابر سلیندر هالون
پتانسیل تخریب لایه ازن	۰	۰	۰
طول عمر در اتمسفر (سال)	-	-	-
مدت زمان تأثیر گذاری (ثانیه)	۶۰	۶۰	۶۰

❖ گاز IG 541 اگر در اتاقی که دود وجود دارد جهت اطفاء حریق

بکار برده شود، به علت وجود CO₂ در ترکیبات این گاز، تنفس انسان را دچار مشکل می سازد به همین جهت IG 55 پیشنهاد می گردد.

❖ IG 01 به علت بالا بودن حداقل غلظت گاز جهت تأثیر گذاری در

ردیف سوم جایگزینی قرار می گیرد.

جایگزینهای گاز هالون ۱۲۱۱ بر طبق جدول ذیل عبارتند از:

*** بهترین جایگزین بجای هالون ۱۲۱۱ استفاده از گاز CO₂ به**

جایگزینهای گاز هالون ۱۲۱۱

نام عمومی	دی اکسید کربن	124	HFC-236 Fa	HCFC
نام تجاری	دی اکسید کربن	24	FE-36	NAF P-IV
ترکیب شیمیایی	CO ₂	C ₂ HF ₂ CL	C ₂ F ₆	HCFC123 90% HCFC 125 8% additive 2 %
پتانسیل تخریب لایه ازن	۰	۰/۰۲۲	۰	۰/۰۱
پتانسیل گرمایش زمین	۱	۱۶۰	۸۱۰۰	۳۶۰
طول عمر در اتمسفر (سال)	-	۶	۲۵۰	۱/۷

شکل کف یا پودر می باشد شاید عده ای معتقد باشند که این امر رکودی در تکنولوژی بوده، اما راه حل مناسبی است.

* در استرالیا گاز HCFC جایگزین هالون ۱۲۱۱ شده است در صورت کسب اطلاعات بیشتر راجع به هالون و جایگزینهای آن می توان به آدرس اینترنت www.TEAP.com مراجعه نمائید.

۲-۵. جایگزینهای متیل بروماید (جهت ضد عفونی)

حشرات را ممکن است با افزایش درجه حرارت، کاهش فشار، کاهش اکسیژن، مسموم کردن بوسیله گاز، بخور دادن توسط محلولهای سمی یا آغستن به آن، از بین برد باید در نظر داشت که تأثیر بخور دادن سریع و آنی است ولی مدت مصونیت حاصل از آن کم می باشد در حالیکه اثر آغستن به محلولهای سمی، دیرتر ظاهر شده و اما اثر سم، برای مدت نسبتاً طولانی باقی می ماند.

در کشورهای پیشرفته شیمی دانان و حشره شناسان مشغول آزمایش اشعه مادون قرمز، اشعه ماوراء بنفش و امواج با فرکانس بالا هستند تا روشهای نوینی برای کنترل آفات ابداع نمایند. تمام این خبرها حاکی از نگرانی بسیار از اثرات سوء مواد شیمیائی دفع آفات بر روی انسان، موجودات زنده و لایه ازن می باشد. از طرفی مقاومت حشرات در مقابل سموم شیمیائی و حساسیت برخی از مواد آلی به مواد شیمیائی قوی، زنگ خطری است که از استفاده بی رویه مواد شیمیائی در کار دفع آفات کتابخانه ها، کشاورزی و... خبر می دهند. به همین سبب در سراسر جهان تحقیقات گسترده ای پیرامون تغییر روشهای شیمیائی به روشهای فیزیکی، در حال انجام می باشد زیرا در روشهای فیزیکی (اعم از انجماد، میکروویو، کاهش اکسیژن

و...) علاوه بر باقی نماندن پسمانده مواد شیمیائی در مواد ضد عفونی شده، سبب آلودگی محیط زیست نمی گردند. همچنین در این روشها تأثیرات سوء در ویژگیهای فیزیکی و شیمیائی مواد ضد عفونی شده به حداقل رسیده یا اصلاً مشاهده نمی گردد.

البته فرآیند ضد عفونی آثار فرهنگی بخصوص اسناد و کتب آلوده به قارچ و میکرو ارگانیسمها بسیار پیچیده تر از فرآیند ضد عفونی آثار آلوده به حشرات می باشد. زیرا شاید بتوان به آسانی حشرات را به روش منجمد کردن یا کاهش اکسیژن از بین برد اما شکل قارچ زدایی همچنان باقی است.

در صورت ضرورت استفاده از روشهای شیمیائی، می توان با در نظر گرفتن تأثیرات این مواد بر روی حفاظت گر، مواد ضد عفونی کننده و لایه ازن از روش شیمیائی مناسب اعم از ضد عفونی با اکسید اتیلن، پارا فرمالدئید تیمول، پارا دی کلرو بنزن و... استفاده نمود.

۶. جایگزینهای تتراکلرید کربن و متیل کلروفرم (جهت آسیب زدائی)

روشهای جایگزین جهت توقف تدریجی مصرف مواد مخرب ازن عبارتند از:

تغییر مراحل قابل اجتناب تولید، استفاده از حلالهای نظیر آب، الکلها، استرها، اترها، کتونها، هگزان، سیکلو هگزان و تولوئن، ۱ و ۲ دی کلرو اتان، کلرو بنزن و... که اثرات تخریبی بر لایه ازن نداشته باشند. مطالعات فیزیکی در امر حفاظت برای بر طرف کردن چسب مایع، استفاده از آب گرم و برای بر طرف کردن چسبهای نواری یا لکه های بجا مانده از آن، استفاده از استن، تری کلرو اتیلن و متانول توصیه می گردد. اگر سیستمهای جایگزینی حلالهای فوق، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبود، در این صورت استفاده از حلالهای مخرب لایه ازن با استناد به قوانین و آئین نامه های خاص، در سیستمهای بسته و قابل بازیافت توصیه می گردد. لازم به ذکر است، قبل از استفاده از حلالهای فوق حتماً اثرات آن بر روی اثر مورد مرمت، تست شود و از عدم تأثیر مخرب بر روی آن اطمینان حاصل گردد.

روزنامه سلامت و محیط زیست شماره ۳۴

نتیجه:

رعایت اصول جهانی مطروحه و گام برداشتن در جهت حفظ این پدیده طبیعی ارزشمند بطور شایسته مورد توجه واقع نشود. اما اگر با دیدی دوراندیشانه به موضوع بنگریم، در خواهیم یافت که با بکارگیری غیرمسئولانه مواد تحت پوشش پروتکل مونترال (در ضمیمه بطور کامل به آن اشاره شده) مستقیماً موجبات تخریب ازن را فراهم آورده ایم و بی توجهی به این امر در آینده، منجر به تخریب آثاری است که در حال حفاظت از آن هستیم. بنابراین رعایت جایگزینی مواد مخرب ازن با مواد دیگر از اصلی ترین وظایف یک حفاظت گر بوده و امید است با بکارگیری این اطلاعات گامی در جهت حفاظت از آثار فرهنگی - تاریخی بشر برداشته باشیم.

لایه ازن، مهمترین حفاظت گر آثار تاریخی است و ما به عنوان حفاظت گران آثار تاریخی موظف به حفظ و نگهداری این سپر حفاظتی بی همتا و کارآمدترین همکار خود باشیم. شاید تا امروز، تنها دغدغه خاطر حفاظت گران در انتخاب مواد برای حفاظت آثار تاریخی، بررسی تأثیرات این مواد بر روی آثار، اعم از ابنیه، اسناد و کتب بوده اما امروزه برای حصول اطمینان از انجام وظایف خود ناگزیر از در نظر گرفتن تأثیرات مواد مورد استفاده خود بر روی لایه ازن نیز خواهیم بود. در نگاه اول ممکن است اهمیت جایگزینی مواد معرفی شده در حفاظت لایه ازن محرز نبوده و لزوم

منابع و ماخذ

- «لایه ازن سپر حفاظتی زمین»، گزارش سازمان حفاظت محیط زیست دفتر حفاظت لایه ازن.
- حجت، یوسف: «پروتکل مونترال، عملکرد جمهوری اسلامی ایران» سمینار برنامه مدیریت هالون، ۲۵ شهریور ۱۳۸۱.
- فیوضات، جاوید: نگهداری و مرمت اشیاء باستانی و آثار هنری.
- نیکنام، مهرداد: آفتها و آسیب های مواد کتابخانه ای.
- فرانسوا فلیدر، مالانایرینا راکوتو نایرینی. مارتین لروی. فابین فوهرر. «ضد عفونی کاغذ با استفاده از اشعه گاما، اشعه الکترونی و میکروویو» ترجمه فاطمه قدرتی، سومین سمینار بین المللی زوال زیست محیطی اموال فرهنگی، ۱۹۹۵، تایلند.
- "Competitive economy sound Environment Productive employment" UNIDO (United Nation Industrial Development organization)
- "Australian Halon Management Strategy", Australia's ozone Protection Program
- Manual of Fumigation for insect control
- Condensed chemical Dictionary
- Hazards in The chemical Laboratory
- "Impact of environmental pollution on the preservation of archives and records", Ramp, (ترجمه شهلا اشرف)
- Lan A. Burch, Stephen R. Kennett and Lyn E. Fletcher. "A Risk Assessment Approach for selecting a Replacement for Halon Bol Fire suppressant"

پی نوشت

1. CFC
2. (ODP) Ozon Depleting potential
3. CFC-113
4. TCA
5. CTC

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ضمیمه الف

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
یک	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 11	$CFCl_3$	تری کلرو فلورو متان	مقدار پایه : میانگین مصرف سالهای ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۷ ثابت در حد مقدار پایه: ۱ جولای ۱۹۹۹ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.
		CFC- 12	CF_2Cl_2	دی کلرو دی فلورو متان	
		CFC- 113	$C_2F_3Cl_3$	تری کلرو تری فلورو اتان	۵۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۵ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.
		CFC- 114	$C_2F_4Cl_2$	دی کلرو تترا فلورو اتان	
		CFC- 115	C_2F_5Cl	کلرو پنتا فلورو اتان	۸۵٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۷ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.
					۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۰ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری) اجازه داده شد تا ۱۵ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ادامه ضمیمه الف

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
دو		Halon 1211	CF_2BrCl	برومو کلرو دی فلورو متان	مقدار پایه : میانگین مصرف سالهای ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۷ ثابت در حد مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۲ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.
		Halon 1301	C_2F_3Br	برومو تری فلورو اتان	۵۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۵ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.
		Halon 2402	$C_2F_4Br_2$	دی برومو تترا فلورو اتان	۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۰ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری) اجازه داده شد تا ۱۵ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ضمیمه ب

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
یک	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 13	CF ₃ Cl	کلرو تری فلورو متان	مقدار پایه : میانگین مصرف سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ ۲۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۳ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود. ۷۸٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۷ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود. ۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۰ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری) اجازه داده شد تا ۱۵ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 111	C ₂ FCl ₃	پنتا دی کلرو فلورو اتان	
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 112	C ₂ F ₂ Cl ₄	تترا کلرو دی فلورو متان	
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 211	C ₃ FCl ₇	هپتا کلرو فلورو پروپان	
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 212	C ₃ F ₂ Cl ₆	هگزا کلرو دی فلورو پروپان	
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 213	C ₃ F ₃ Cl ₅	پنتا کلرو تری فلورو پروپان	
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 214	C ₃ F ₄ Cl ₄	تترا کلرو تترا فلورو پروپان	
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 215	C ₃ F ₅ Cl ₃	تری کلرو پنتا فلورو پروپان	
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 216	C ₃ F ₆ Cl ₂	دی کلرو هگزا فلورو پروپان	
	کلرو فلورو کربن‌ها	CFC- 217	C ₃ F ₇ Cl	کلرو هپتا فلورو پروپان	

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ادامه ضمیمه ب

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
دو	کلرو کربن‌ها	CCl ₄	CCl ₄	کربن تترا کلرید	مقدار پایه : میانگین مصرف سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ ۸۵٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۵ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود. ۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۰ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری) اجازه داده شد تا ۱۵ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ادامه ضمیمه ب

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
ب	هیدرو کلرو کربن‌ها	C ₂ H ₃ Cl ₃	C ₂ H ₃ Cl ₃	او او ۱ تری کلورو اتان (متیل کلروفرم)	مقدار پایه: میانگین مصرف سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ تثبیت در حد مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۳ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود. ۳۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۵ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود. ۷۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۰ اجازه داده شد تا ۱۰ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود. ۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۰ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری) اجازه داده شد تا ۱۵ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ضمیمه ج

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
یک	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	CHFCI ₂	HCFC-21	دی کلرو فلورو اتان	مصرف : مقدار پایه : ۲۰۱۵ تثبیت در حد مقدار پایه : ۱ ژانویه ۲۰۱۶ ۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه : ۱ ژانویه ۲۰۴۰ تولید : مقدار پایه : ۲۰۱۵ تثبیت در حد مقدار پایه : ۱ ژانویه ۲۰۱۶ در حد متوسط تولید و مصرف سالهای پایه اجازه داده شد تا ۱۵ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	CHF ₂ Cl	HCFC-22	کلرو دی فلورو متان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	CH ₂ FCI	HCFC-31	کلرو فلورو متان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ HFCl ₄	HCFC-121	تترا کلرو فلورو متان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ HF ₂ Cl ₃	HCFC-122	تری کلرو دی فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ HF ₃ Cl ₂	HCFC-123	دی کلرو تری فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	CHCl ₂ CF ₃	HCFC-123	دی کلرو تری فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ HF ₄ Cl	HCFC-124	کلرو تترا فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	CHFClCF ₃	HCFC-124	کلرو تترا فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ H ₂ FCI ₃	HCFC-131	تری کلرو فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ H ₂ F ₂ Cl ₂	HCFC-132	دی کلرو دی فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ H ₂ F ₃ Cl	HCFC-133	کلرو تری فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ H ₃ FCI ₂	HCFC-141	دی کلرو تری فلورو اتان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	CH ₃ CFCl ₂	HCFC-141b	دی کلرو فلورو اتان	
هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C ₂ H ₃ F ₂ Cl	HCFC-142	کلرو دی فلورو اتان		
هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	CH ₃ CF ₂ Cl	HCFC-142b	کلرو دی فلورو اتان		

وزارت محیط زیست و انرژی
۲۸
مجلس شورای اسلامی

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ادامه ضمیمه ج

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
ادامه گروه یک	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C_2H_4FCl	HCFC-151	کلرو فلورو اتان	<p>مصرف: مقدار پایه: ۲۰۱۵ تثبیت در حد مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۶ ۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۴۰</p> <p>تولید: مقدار پایه: ۲۰۱۵ تثبیت در حد مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۶ در حد متوسط تولید و مصرف سالهای پایه اجازه داده شد تا ۱۵ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.</p>
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3HF_2Cl_6$	HCFC-221	هگزاکلرو دی فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3HF_2Cl_5$	HCFC-222	پنتاکلرو دی فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3HF_3Cl_4$	HCFC-223	تتراکلرو تری فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3HF_4Cl_3$	HCFC-224	تری کلرو تترا فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3HF_5Cl_2$	HCFC-225	دی کلرو پنتا فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$CF_3CF_2CHCl_2$	HCFC-225ca	دی کلرو پنتا فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	CF_2ClCF_2CHClF	HCFC-225cb	دی کلرو پنتا فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C_3HF_6Cl	HCFC-226	کلرو هگزاکلرو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_2F_2Cl_5$	HCFC-231	پنتاکلرو دی فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_2F_3Cl_4$	HCFC-232	تتراکلرو دی فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_2F_4Cl_3$	HCFC-233	تری کلرو تری فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_2F_5Cl_2$	HCFC-234	دی کلرو تترا فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_2F_6Cl$	HCFC-235	کلرو پنتا فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_3FCl_4$	HCFC-241	تتراکلرو فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_3F_2Cl_3$	HCFC-242	تری کلرو دی فلورو پروپان	
هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_3F_3Cl_2$	HCFC-243	دی کلرو تری فلورو پروپان		

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ادامه ضمیمه ج

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
ادامه گروه یک	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_3F_4Cl$	HCFC-244	کلرو تترا فلورو پروپان	<p>مصرف: مقدار پایه: ۲۰۱۵ تثبیت در حد مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۶ ۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۴۰</p> <p>تولید: مقدار پایه: ۲۰۱۵ تثبیت در حد مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۶ در حد متوسط تولید و مصرف سالهای پایه اجازه داده شد تا ۱۵ درصد تولید مقدار پایه به صورت اضافی تولید شود تا نیازهای داخلی اعضاء پروتکل که تحت ماده ۵ عمل می‌کنند تأمین شود.</p>
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_4FCl_3$	HCFC-251	تری کلرو فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_4F_2Cl_2$	HCFC-252	دی کلرو دی فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_4F_3Cl$	HCFC-253	کلرو تری فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_5FCl_2$	HCFC-261	دی کلرو فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	$C_3H_5F_2Cl$	HCFC-262	کلرو دی فلورو پروپان	
	هیدرو کلرو فلورو کربن‌ها	C_3H_6FCl	HCFC-271	کلرو فلورو پروپان	

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ادامه ضمیمه ج

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
دو	هیدرو برم فلوئورو کربنها	CHFB ₂	HBFC-22B1	دی برومو فلوئورو متان	۱۰۰٪ کاهش مصرف: ۱ ژانویه ۱۹۹۶ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری)
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	CHF ₂ Br		برومو دی فلوئورو متان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	CH ₂ FBr		برومو فلوئورو متان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ HFBr ₄		تترا برومو فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ HF ₂ Br ₃		تری برومو دی فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ HF ₃ Br ₂		دی برومو تری فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ HF ₄ Br		برومو تترا فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ H ₂ FBr ₃		تری برومو تترا فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ H ₂ F ₂ Br ₂		دی برومو فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ H ₃ F ₃ Br		برومو دی فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ H ₃ FBr ₂		دی برومو دی فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ H ₄ FBr		برومو فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₂ H ₃ F ₂ Br		برومو دی فلوئورو اتان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₃ HFB ₆		هکزا برومو فلوئورو پروپان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₃ HF ₂ Br ₅		پنتا برومو تری فلوئورو پروپان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₃ HF ₃ Br ₄		تترا برومو تری فلوئورو پروپان	
	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₃ HF ₄ Br ₃		تری برومو تترا فلوئورو پروپان	

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ادامه ضمیمه ج

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
ادامه گروه دو	هیدرو برم فلوئورو کربنها	C ₃ HF ₃ Br ₂	C ₃ H ₂ F ₂ Br ₄	دی برومو پنتا فلوئورو پروپان	۱۰۰٪ کاهش مصرف: ۱ ژانویه ۱۹۹۶ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری)
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ HF ₆ Br		برومو هکزا فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₂ FBr ₅		پنتا برومو فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₂ F ₂ Br ₄		تترا برومو دی فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₂ F ₃ Br ₃		تری برومو تری فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₂ F ₄ Br ₂		دی برومو تترا فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₃ F ₃ Br		برومو پنتا فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₃ FBr ₄		تترا برومو فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₃ F ₂ Br ₃		تری برومو دی فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₃ F ₃ Br ₂		دی برومو تری فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₃ F ₄ Br		برومو تترا فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₄ FBr ₃		تری برومو تترا فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₄ F ₂ Br ₂		دی برومو دی فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₄ F ₃ Br		تری برومو تری فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₄ FBr ₂		دی برومو دی فلوئورو پروپان	
	برومو فلوئورو کربنها	C ₃ H ₄ F ₂ Br		تری برومو تری فلوئورو پروپان	

فهرست و برنامه زمانبندی کاهش و قطع مصرف مواد مخرب لایه ازن براساس مصوبات « پروتکل مونترال راجع به مواد کاهنده لایه ازن »
مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی و اصلاحیه‌های بعدی آن

ادامه ضمیمه ج

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
سه	برومو کلرو کربنها	برومو کلرو متان	CH ₂ BrCl	برومو کلرو متان	۱۰۰٪ کاهش مصرف: ۱ ژانویه ۲۰۰۲ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری)

ضمیمه د

گروه	گروه شیمیایی	نام و فرمول شیمیایی	فرمول	نام شیمیایی	برنامه زمانبندی حذف
یک	برومو کلرو کربنها	متیل بروماید	CH ₃ Br	متیل بروماید	مقدار پایه: میانگین مصرف سالهای ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۷ تثبیت در حد مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۲ ۲۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۰۵ ۱۰۰٪ کاهش نسبت به مقدار پایه: ۱ ژانویه ۲۰۱۵ (با امکان معافیت برای مصارف ضروری)