تأثیر کشاورزی بر اقلیم در دوره هولوسن

نویسنده: م. جیمز سالینگر
عضو مؤسسه تحقیقات آب و هوا - نیوزیلند

مترجمان
دکتر مسعود معیری
عضو هیأت علمی گروه جغرافیا - دانشگاه اصفهان
علی جوزی خمسلویی
کارشناس ارشد رشته جغرافیا - دانشگاه اصفهان

چکیده
این مقاله تغییرات مربوط به ردگیری واکنش گاز و اقلیم را در دوره هولوسن (تقریباً ۱۰۰۰۰ سال پیش) با توجه به چهار دورهٔ یخچالی گذشته خلاصه می‌نماید. دورهٔ صنعتی که معمولاً از قرن ۱۸ شروع می‌شود، با توجه به افزایش گازهای گلخانه‌ای اتمسفر در نتیجهٔ سوخت‌های فسیلی و تغییرات کاربری زمین شناخته شده است و اینها با افزایش میانگین دمای سطح زمین در دههٔ پایانی قرن بیست مرتبط می‌باشد. به هر حال تحلیل‌های انجام گرفته به وسیلهٔ رادیمان (Ruddiman) که دورهٔ هولوسن و دورهٔ جامعهٔ شهری را مورد توجه قرار می‌دهد، تغییرات موجود در گازهای گلخانه‌ای اتمسفر به صورت بی‌سابقه‌ای با سوابق یخچالی در چهار صد هزار سال پیش مقایسه شده است. در طول این دوره دی‌اکسیدکربن (Co_2) و متان (CH_4) افزایش یافته است و این افزایش احتمالاً ناشی از شروع فعالیت‌های کشاورزی و پاکسازی زمین در اوراسیا می‌باشد. این موارد و دیگر تغییرات کاربری زمین ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و روستایی ممکن است موجب تغییرات ضعیف اقلیمی و مانع از سرد شدن زمین شده باشد و یا شاید اینها ناشی از نیروهای طبیعی باشد. اگرچه شواهد آتیه نظریهٔ رادیمان را پشتیبانی می‌کند ولی فعالیت‌های جنگل‌کاری و کشاورزی در طول دورهٔ جامعهٔ شهری ممکن است که تأثیری را بر روی اقلیم برای حداقل هشت هزار سال پیش اعمال کرده باشد.

واژگان کلیدی: اقلیم، تغییر اقلیمی، کشاورزی، گازهای گلخانه‌ای اتمسفر، هولوسن، عصر صنعتی.

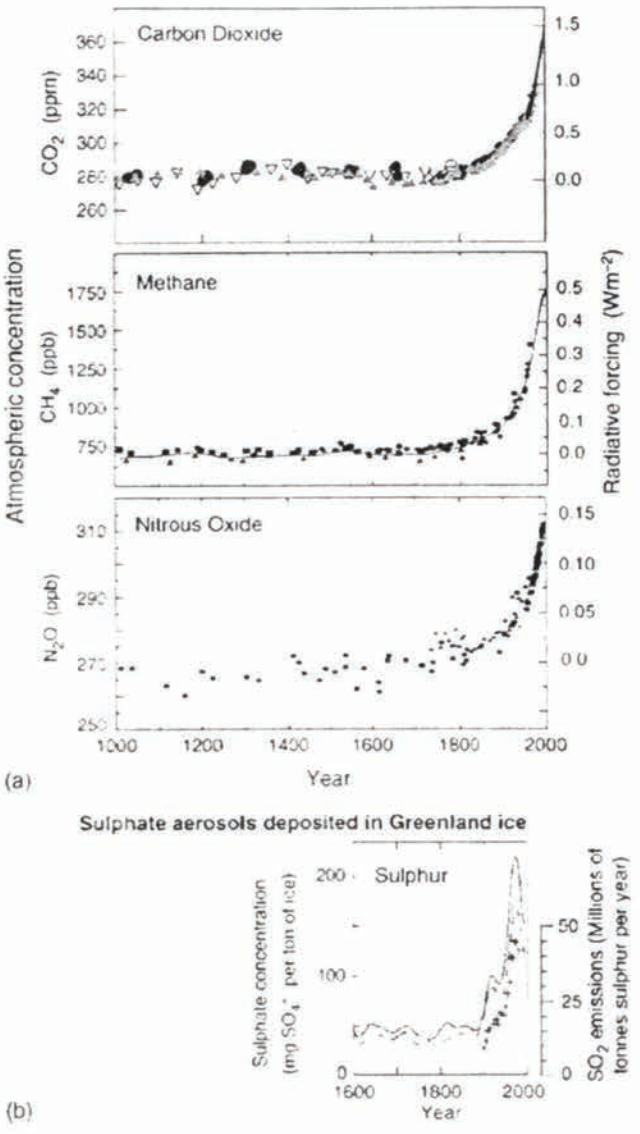
۱- مقدمه
یکی از زمینه‌های تغییرپذیری درونی اقلیم، مکانیسم‌های بیرونی از قبیل آتشفشان و افزایش گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی است که در عصر صنعتی به آن پرداخته شد *(salinger-2000)*. مطالعات بر مبنای مدلسازی، عوامل بیرونی گردش شار اقلیمی را شناسایی کرده است. از این مدلهای شبیه‌سازی شده، هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم در سال ۲۰۰۱ نتیجه‌گیری کرده است که اغتشاشات اقلیمی ناشی از تغییرات تابش خورشیدی و فعالیت‌های آتشفشانی است که احتمالاً موجب نوسان در میانگین دمای نیمکره و جهان در دههٔ اول قرن بیست شده است. به هر حال اینها برای ایجاد افزایش درمیانگین دما در دههٔ پایانی قرن بیست ناچیز و جزئی می‌باشند. ترکیبات گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن، متان، کلروفروکربن) یک توزیع فراوانی را در نیروهای پرتوزا برای افزایش دمای کرهٔ زمین در پایان قرن بیست ایجاد کرده است و هم اکنون به وسیلهٔ شبیه‌سازی مدلهای اقلیمی میانگین دمای سطحی کرهٔ زمین، این قضیه اعتبار یافته است. افزایش این گازهای گلخانه‌ای موجب گرم شدن اقلیم در عصر صنعتی شده است که هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم شروع این فعالیت را در حدود سال ۱۷۵۰ میلادی می‌داند. مطالعات سابق (هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم ۲۰۰۱) یک وابستگی قوی را بین نوسانات دی‌اکسید کربن و متان و دمای موجود در چهار دورهٔ یخچالی گذشته نشان می‌دهد. به هر حال رادیمان (۲۰۰۳) یک نظریهٔ پیشرفته دارد که گازهای تغییردهندهٔ اقلیم که در نتیجه فعالیت‌های انسانی است به تدریج بعد از شهرنشینی اراضی توسعه یافته در دورهٔ هولوسن به وجود آمده‌اند. این مقاله روندهای موجود در بین گازهای گلخانه‌ای اتمسفر و تغییرات اقلیمی را خلاصه می‌کند؛ که به وسیلهٔ ترسیم تغییرات در میانگین دمای سطحی در دورهٔ صنعتی انجام گرفته است و این قبل از ردیابی روندهای دی‌اکسیدکربن و متان و دمای موجود در سرتاسر چهار دورهٔ یخچالی و میان یخچالی است.

ناپیوستگی در روندهای بین دی‌اکسیدکربن و متان و عوامل اقلیمی در دورهٔ هولوسن مورد توجه رادیمان (۲۰۰۳) بوده است که در دورهٔ هولوسن مفهوم اغتشاشات سریع اقلیمی به وسیله کشاورزی انسانی و ارزشیابی فعالیت‌های کاربری زمین ردیابی خواهد کرد.

۲- عصر صنعتی
عصر صنعتی معمولاً محدودهٔ زمانی انقلاب صنعتی به بعد است که با اختراع ماشین بخار و رشد سوخت‌های فسیلی به عنوان یک منبعی از انرژی برای جامعه همراه می‌باشد. کرتازن و استورمر (Crutzen, Stoermer) در سال ۲۰۰۰ شروع این دوره را سال ۱۸۰۰ میلادی می‌دانند ولی در این جا

شروع آن سال ۱۷۵۰ میلادی تلقی شده است که این جا با شروع افزایش ترکیبات گازهای گلخانه‌ای که به وسیلهٔ هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم مورد توجه قرار گرفته است، مقارن می‌باشد.

از این پس فعالیت‌های انسانی همراه با مصرف سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی و تغییرات کاربری زمین منجر به افزایش گازهای گلخانه‌ای شد (نگاره ۱) در طول عصر صنعتی غلظت دی‌اکسیدکربن از حدود ۲۸۰ در میلیون در عصر صنعتی گذشته به ۳۷۶ در میلیون در سال ۲۰۰۴ رسیده *(Keeling, whorf, 2004)* که یک افزایش ۳۴ درصدی داشته است.



نگاره ۱: ثبت‌های مربوط به ترکیبات اتمسفری دی‌اکسیدکربن و متان و اکسید نیتروس در هزاران سال گذشته در قسمت a. غلظت سولفات از هسته‌های یخی در قسمت b نشان داده شده است.

در بیست سال گذشته در حدود سه چهارم از این مواد منتشر شده ناشی از سوزش سوخت‌های فسیلی بوده و باقیمانده‌اش مربوط به تغییرات کاربری زمین بوده است. (هیئت بین المللی تغییر اقلیم، ۲۰۰۱) متان موجود در اتمسفر در نزدیک سال ۲۰۰۰ از حدود ۷۰۰ به ۱۷۶۰ در میلیارد افزایش یافته است. *(هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم، ۲۰۰۱)* که یک افزایش ۱۵۱ درصدی می‌باشد. کمی بیش از نیمی از ترکیبات اخیر، ناشی از کاربرد سوخت‌های فسیلی، فضولات چارپایان، کشت برنج و دفع زباله‌ها بوده است. افزایش این مواد و دیگر گازهای گلخانه‌ای در طول عمر صنعتی در طی یک دورهٔ ۲۵۰ ساله، براساس برآوردها، به همان نسبت موجب گرمایش زمین شده و در سیستم اقلیمی از حدود ۲/۴۳ وات بر مترمربع فراتر رفته است. در صورتی که این عدد را با سرمای ملایم حدود ۴- وات بر مترمربع که ناشی از ترکیبات آئروسلی است، مقایسه کنید؛ میانگین گرمای سطحی زمین در حدود ۰/۶ سلسیوس در طول قرن بیست افزایش پیدا کرده است.

نگاره ۲ مقدار گرمایش زمین در سالهای اخیر را با استفاده از ابزارهای ثبت دما نشان می‌دهد. دهه‌ای که گرمایش اتفاق افتاده است همان دههٔ ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ می‌باشد. البته این گرمایش بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ افزایش یافته و تاحدود سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۳ ادامه پیدا کرده است. گرمایش کنونی در نیمکرهٔ شمالی حداقل نشان می‌دهد که هزارهٔ گذشته گرمتر بوده و گرمایش موجود در قرن گذشته از انتهای یک دورهٔ سرد آغاز شده است. گفته شده که در دههٔ ۱۹۹۰ مواد منتشر شده حداقل برای نیمکرهٔ شمالی اثر گرمایشی داشته، با وجود این که مواد فوق برای حدود دو هزار سال وجود داشته است.

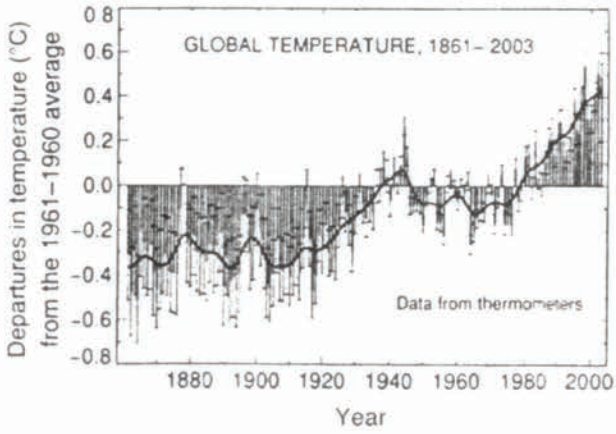
اطلاعات به دست آمده از هسته‌های یخی بر این دلالت می‌کند که اوج گرمای قرن بیست با تقدم زمانی یک سرمای نامنظم ظاهر می‌گردد و بنابراین چشمگیر می‌باشد.

ارزیابی میانگین دمای سطحی جهان برخلاف نسبتهای ثبت شدهٔ ابزاری بین سالهای ۱۸۸۰ تا ۱۹۲۰ با کل این چهار مدل شبیه‌سازی شده – اقیانوسی مقایسه می‌گردد و با مدل اقلیمی اتمسفری – اقیانوسی (stott، ۲۰۰۰ – Tett، ۲۰۰۰، هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم ۲۰۰۱) برای عوامل علّی نهان دراین روندهای دمایی محاسبه می‌گردد. با وجود این شبیه‌سازی، هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم (۲۰۰۱) نتیجه‌گیری کرده است که اغتشاشات اقلیمی و تغییرات در تابش خورشیدی و آتشفشانها، احتمالاً موجب نوسانات در میانگین دمای نیمکره‌ها و جهان در ابتدای قرن بیست شده است. به هر حال اینها در ایجاد افزایش میانگین گرمایی در دههٔ پایانی قرن بیست جزئی می‌باشند. ترکیبات گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسید کربن، متان، کلروفروکربن و...) کمک فراوانی به نیروی تابشی خورشید برای گرم کردن اقلیم در دههٔ پایانی قرن بیست کرده است و هم اکنون این قضیه بامدل شبیه‌سازی شده اقلیمی از میانگین دمای سطح جهان که ذکر شد، تصدیق پیدا می‌کند.

به هر حال به دلیل افزایش سریع گازهای گلخانه‌ای در دورهٔ صنعتی (نگاره ۱) که با هزارهٔ گذشته مقایسه شده، حدود نیمی از افزایش در دی‌اکسید کربن و متان در نیمهٔ پایانی قرن بیست بوده است. در آنجا یک اینرسی گرمایی در سیستم اقلیمی برای گرمایش وجود داردکه دلیل آن

واکنش گرمایی درازمدت اقیانوس است که در طول چند دهه برآورد شده است *(Hansen-2004)*

بنابراین هنوز یک تعهد برای گرمایش جهانی برای اتفاق افتادن در سیستم اقلیمی وجود دارد که اینها با توازن موجود در غلظت گازهای گلخانه‌ای اتمسفر تصادم پیدا کرده است.



نگاره ۲: دمای سطحی جهان (a) در بین سالهای ۱۸۶۰ تا ۱۹۹۹ از مشاهدات ابزارهای ثبت دما (b) دمای سطحی نیمکره شمالی در چندمیلیون سال پیش از شاخص‌های اقلیمی گذشته. (IPCC, 2001)

۳- چهار دورهٔ یخچالی گذشته

چهار دورهٔ یخچالی و میان یخچالی گذشته (نگاره ۳) در حدود چهارصد و بیست هزار سال پیش یک وابستگی بین تغییرات تابشی خورشید و دی اکسید کربن و متان موجود در اتمسفر را نشان می‌دهد. تغییرات تابشی خورشیدی با عوامل گردشی ارتباط تنگاتنگی دارد. *(Berger, loutre, 1996)*

برای متان، یک عرصهٔ بسیار واضح در دورهٔ تابش گردشی بیست و سه هزار ساله بیان گردیده است. *(Ruddiman, Roymo, 2003)*

این از فرضیات مبتنی بر قدرت طوفانهای حاره‌ای *(Brook, 1996)* در تابستان نیمکرهٔ شمالی و حداکثر قدرت تابش و بارش‌های طوفانی *(Kutzbuch, 1981)* پشتیبانی می‌کند، در صورتی که ممکن است موجب افزایش طوفانهای نواحی مرطوب و آزاد کردن متان در اتمسفر گردد. *(Ruddiman, 2003)*

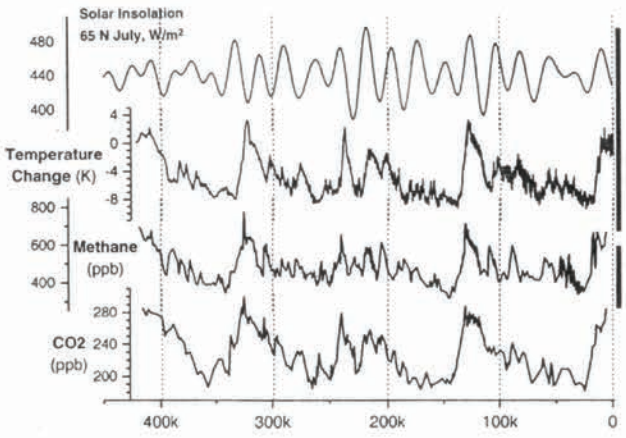
فراوانی بیش از اندازهٔ گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن، نوسان سه دورهٔ گردشی را با سیکل غالب صد هزار ساله نشان می‌دهد. *(petit, 1999)*

رادیمان تأکید کرده است که مرحلهٔ بیست و سه هزار ساله فاصلهٔ سیگنالی دی اکسید کربن در آفتابگیری تابستان نیمکرهٔ شمالی کمتر از هزار سال بوده است و سیگنال چهل و یک هزار ساله دی‌اکسیدکربن در میانگین زمانی شش هزار و پانصد ساله اتفاق افتاده است و این در مجاورت مرحلهٔ آفتابگیری برای سیکل غالب صدهزارساله می‌باشد. *(Raymo, 1997)*

از این پس غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر یک رابطهٔ مناسبی را بین دوره‌های گردشی نشان می‌دهد. به خصوص که دورهٔ صد هزار ساله نامتعارف و غالبی را بیان می‌کند.

در نتیجه همهٔ این شواهد یک ارتباط محکمی را بین نوسانات آفتابگیری تابستان نیمکرهٔ شمالی، دی‌اکسیدکربن و متان و دمای به دست آمده از اطلاعات هسته‌های یخی نشان می‌دهد. حداکثر آفتابگیری تابستان‌های مرطوب با کمترین غلظت دی‌اکسیدکربن و متان همراه است. غلظت دی‌اکسیدکربن موجود در اتمسفر با حداکثر دوره‌های یخچالی و میان‌یخچالی بین ۱۸۰ تا ۲۸۰ در میلیون نوسان دارد و غلظت متان در حدود ۴۵۰ تا ۷۰۰ در میلیارد است.

نگاره ۳ نشان می‌دهد که نوسانات دایمی منطقاً با نوسانات موجود در دی‌اکسید کربن و متان هماهنگ می‌باشدو زمانی که اینها در ردگیری غلظت گاز کمتر باشند با دوره‌های یخچالی اتفاق افتاده منطبق می‌باشد. و زمانی که ردگیری غلظت گاز بالاتر باشد با دوره‌های میان یخچالی منطبق است. مدارک به دست آمده از هسته‌های یخی (نگاره ۳) بر این دلالت می‌کند که تفاوت در دمای سطحی بین این دو حالت از سیستم‌های اقلیمی به ترتیب ۵ درجهٔ سانتی‌گراد است. در نتیجهٔ نوسانات پیشین موجود در ردیابی گازها و اقلیم در دوران هولوسن (حدود ده هزار سال پیش) به روشنی ناشی از عوامل طبیعی بوده است.



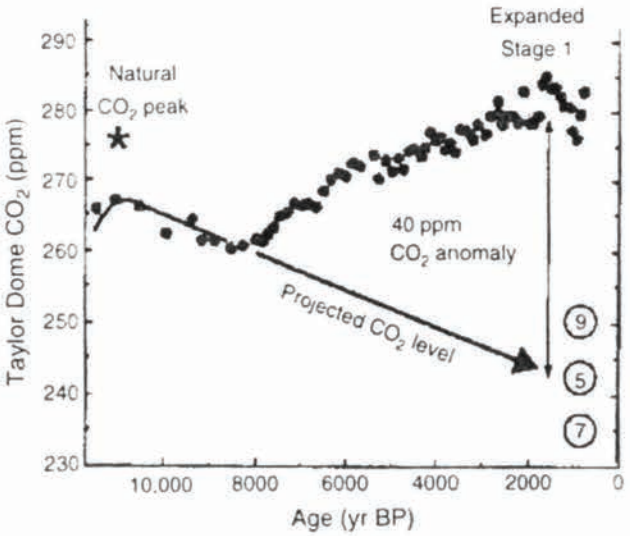
نگاره ۳: تغییرات در تابش خورشیدی و دما در قسمت k و غلظت اتمسفری متان و دی‌اکسیدکربن که از هسته‌های یخی وستوک در ۴۲۰۰۰۰ سال پیش که شامل چهار دوره یخچالی و میان یخچالی می‌باشد. (Petit et al, 1999)

۴- هولوسن

رادیمان (۲۰۰۳) خاطرنشان کرده است که روندهای دی‌اکسیدکربن و متان در دورهٔ هولوسن متفاوت می‌باشند و شاید این تفاوت ناشی از عوامل تأثیرگذار طبیعی بوده باشد.

ثبت‌های دقیق از فرسایش زیاد کوه تیلور در قارهٔ قطب جنوب *(Indermuhle, 1999)* نشان می‌دهد که دی‌اکسیدکربن در ده تا یازده هزار سال قبل به یک مقدار حداکثری در حدود ۲۶۸ میلیونم رسیده است و همچنین مکان نسبی و یکسان حداکثر دی اکسید کربن را در سه دورهٔ میان یخچالی

گذشته نشان می‌دهد. این مقدار پس در حدود هشت هزار سال پیش به مقدار ۲۶۰ میلیونم کاهش یافته است؛ قبل از این که در حدود دو هزار سال پیش یک افزایش نابهنجار در حدود ۲۸۰ تا ۲۸۵ میلیونم شروع گردد (نگاره ۴).



نگاره ۴: تجزیه بالای دی‌اکسیدکربن مربوط به قله تیلور در قاره قطب جنوب در دوره هولوسن از ایندرمول (۱۹۹۹). روند دی اکسید کربن در دوره هولوسن به مقادیر دوره میان یخچالی گذشته رسیده است.(Ruddiman, 2003)

این افزایش که به صراحت نابهنجار می‌باشد، علت حداکثر نامتعارفات و ناهنجاری‌های گذشته می‌باشد که در حدود سیزده هزار سال پیش اتفاق افتاده است که این به صورت اتفاقی باحداکثر دی‌اکسیدکربن نزدیک به این زمان مصادف می‌باشد از یک کاهش طولانی مدت یعنی کاهش آفتاب‌گیری در تابستان نیمکرهٔ شمالی تبعیت کرده باشد. (نگاره ۳)

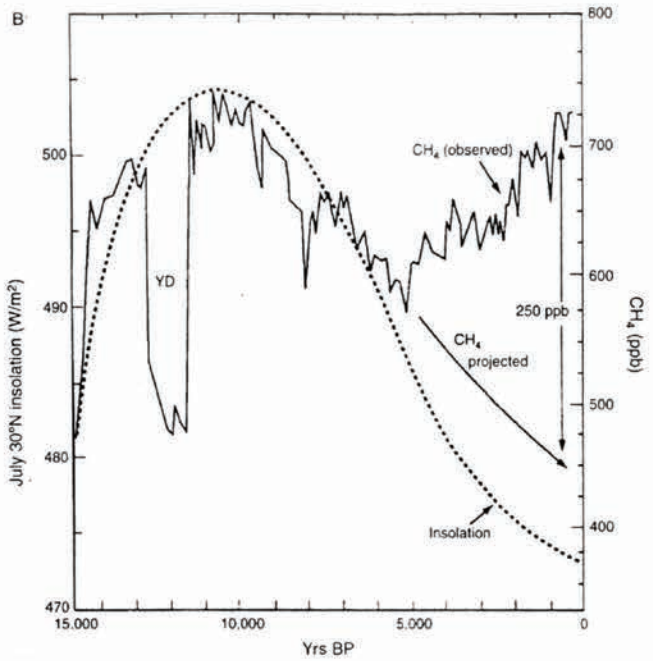
هرچند که برای دوران میان یخچالی هولوسن کنونی این کاهش سریع از حداکثر اولیه و سپس از غلظت دی‌اکسیدکربن در ترازهای بالای اتمسفر تبعیت می‌کند.

رادیمان خاطرنشان کرده است که در طول این دوران پاکسازی اکثر زمینها و آغاز کشاورزی با جامعهٔ شهرنشین شده یک وضعیت کاملاً متفاوت از سه دوران میان یخچالی دیگر دارد.

این گسترش درونی کشاورزی و جنگل‌زدایی در هلال خصیب و شرق مدیترانه در هشت تا ده هزار سال پیش اتفاق افتاده است که این به وسیلهٔ زوهاری و هاپف *(Zohary, Hopf , 1993)* به وسیلهٔ یک سری از شواهد مبنی بر پیشرفت به سمت غرب در دیگر بخشهای اروپا در حدود شش هزار سال قبل تصدیق شده است و ابتدا (Robeets) در سال ۱۹۹۸ کشاورزی طبقه‌بندی شده و به صورت ساده‌تر کشاورزی رعیتی موجود در دو هزار سال قبل را بازنمایی کرده است و نواحی از اوراسیا را نشان داده است. آمریکای جنوبی و بخشهای کوچکی از آمریکای شمالی نشان دهنده و تأیید کننده این نوع از فعالیت‌ها می‌باشند.

یک برآورد ۲۲۴ تا ۲۴۵ گیگاتنی از کربن آزاد شده زمینی موجب جنگل‌زدایی شده که همراه با شروع کشاورزی در دو هزار سال پیش بوده است. *(رادیمان، ۲۰۰۳)* که برای حاصل شدن ۲۰ تا ۲۵ میلیونم کربن افزایش یافته از هشت هزار تا دو هزار سال پیش کافی می‌باشد. در سال ۱۵۰۰ میلادی در آن‌جا گسترشی از کشاورزی و به وجود آوردن زمین‌هایی از محصولات کشاورزی وجود داشته است. نوسانات بعدی از دو هزار سال قبل تا سال ۱۹۷۰ میلادی ناشی از ترک فعالیت‌های کشاورزی بوده که موجب کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفر شده و هم چنین احیای روستاها که باعث افزایش آن گردیده است.

ثبت‌های به عمل آمده از تجزیهٔ فراوان متان از پهنه‌های یخی گرینلد (نگاره ۵) ماکسیمم فراوانی اخیر را نشان می‌دهد که در ده هزار سال قبل به حدود ۷۰۰ در میلیارد رسیده است *(Blunier , 1995)*، که این بصورت اتفاقی با حداکثر مقدار تابستان آفتاب‌گیری در جنب حاره شمالی و با تنزل مقادیر به حدود ۶۰۰ در میلیارد در پنج هزار سال قبل مطابق بوده است. بنابراین این مقادیر به صورت نامتعارف در سال ۱۹۷۰ میلادی به یک مقداری در حدود ۷۰۰ میلیاردم تمایل دارد. ولی این افزایش ما با فرضیات طوفانهای دوره‌ای که در حدود سیصد و پنجاه هزار سال قبل نیز ادامه داشته است چندان منطبق نیست. در این صورت کاهش غلظت متان به مقدار ۴۵۰ میلیاردم پیشنهاد می‌گردد که با شروع دورهٔ صنعتی مصادف بوده است.



نگاره ۵:ثبت‌های متان (grip) از بولینر(۱۹۹۵)روندهای ثبت شده متان در دور هولوسن بر مبنای روندهای متان در دوره میان یخچالی گذشته ودوره گردشی ۲۳۰۰۰ ساله می‌باشد.(Ruddiman, 2003)

همچنین این مسئله پیشنهاد می‌گردد که افزایش نامتعارف متان از پنج هزار سال قبل با مقدار ۲۵۰ میلیاردم (Ruddiman, Thomson , 2000) به وسیلهٔ عوامل انسانی از قبیل شروع و رشد کشت و آبیاری برنج توجیه می‌گردد. در طول این دورهٔیکسان یک رشد قابل توجهی در دامپروری حیوانات ایجاد شده که منجر به نشخوار و چریدن چارپایان گردیده و با گسترش مراتع در طول سال ۱۵۰۰ میلادی همزمان شده است. این دونوع از کشاورزی باعث پخش و انتشار متان در اتمسفر شده است.

این روند بهبودی در کشاورزی به ترتیب یک مقدار حجم قابل قبولی برای توجیه افزایش ۲۵۰ میلیاردی متان است که با روند تناسب آن در سال ۱۷۵۰ میلادی مقایسه می‌گردد.

۵- کشاورزی در هولوسن و پیوندهای اقلیمی

بخش قبلی بر این مسئله دلالت‌می کند که قبل از دورهٔ صنعتی تعداد زیادی از تغییرات احتمالاً موجب افزایش نامتعارف دی‌اکسیدکربن و متان شده است که این احتمالاً ناشی از وجود جامعهٔ متمدن و تولیدات فعالیت کشاورزی بوده است.

از حدود هشت هزار سال قبل این جوامع در زمینهای وسیعی در اوراسیا، آفریقا و آمریکا جنگل را پاکسازی کرده‌اند و سیستم‌های پیچیده کشاورزی و رعیتی را به وجود آورده‌اند. اخیراً توسعهٔ کشت و کار برنج، گسترش محصولات کشاورزی و زیر کشت بردن مراتع و به تبع آنها دامپروری حیوانات نقش بسیار مهمی در روندهای موجود در دی‌اکسیدکربن و متان داشته است. این رشد نامتعارف در گازهای گلخانه‌ای در پایان دورهٔ هولوسن با دوران میان یخچالی پیش از عصر صنعتی مقایسه می‌گردد و بنابراین اثراتی را به روی دما به جا خواهد گذاشت.

با استفاده از برآوردهای هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم در سال ۲۰۰۱ و توازن ۲/۵ سانتیگرادی حساسیت اقلیم جهانی به دی اکسید کربن و متان و مقدارهای نامتعارف ۴۰ میلیونم دی‌اکسیدکربن و ۲۵۰ میلیاردم متان را دوبرابر می‌کند و باعث تغییر گرمای جهانی به حدود ۰/۸ درجهٔ سانتی‌گراد در سال ۱۷۵۰ میلادی می‌شود. به همین دلیل پیشرفت و افزایش کند دی‌اکسیدکربن و متان، سیستم اقلیمی اتمسفری واقیانوسی فرصتی را خواهند یافت که با افزایش ملایم این سطح از گازهای گلخانه‌ای به توازن و تعادل گرمایی برسند.

رادیمان (۲۰۰۳) خاطرنشان کرده که این روند گرمایشی ممکن است به وسیله تنزل سطح آفتاب‌گیری در تابستان نیمکره شمالی ناپیدا باشد که این به عنوان یک نتیجه‌ای از تمایل و دورهٔ گردشی اعتدالین در اواخر دورهٔ هولوسن می‌باشد. (Cutzbach, 1996)

برعکس این قضیه در دورهٔ صنعتی از سال ۱۷۵۰ میلادی افزایش سریع در گازهای گلخانه‌ای فقط برای باز کردن روند گرمای جهانی شروع شده است که این به دلیل گرمای درونی اقیانوس‌ها می‌باشد. برآوردهای انجام شده از چند دههٔ اقلیمی (Hansen 1984)به منظور پی بردن به توازن و غلظت جریان‌های اتمسفری دی اکسید کربن و متان باشد.

۶- نتیجه گیری

نوسانات موجود در دی‌اکسیدکربن و متان که در دوران یخچالی و میان یخچالی و پیش از دورهٔ هولوسن بوده‌اند، به احتمال زیاد از تغییرات گردشی زمین حاصل شده است. این دوره‌های مختلف‌المرکز، مایل و اعتدالین بادوره‌های حدود صد هزار ساله، چهل و یک هزار ساله، و بیست و سه هزار ساله، کاهش و افزایش آفتاب‌گیری تابستانه در نیمکرهٔ شمالی ذخیره شده است، در صورتی که کلیدی برای طوفانهای با محرکه قوی و فعالیتهای زیستگاهی در این نیمکرهٔ خشکی گردیده است. نتیجهٔ این، ایجاد تغییر و تحولاتی در غلظت دی‌اکسیدکربن ومتان می‌باشد. در مقایسه با اثر این گونه تغییرات برروی زیستگاه‌ها و فعالیت‌های آن در نیمکره جنوبی که ۸۰٪ درصد آن آبی است، تغییرات آفتابگیری گردشی انتظار می رود که خفیف باشد. پس معلوم می‌گردد نیمکرهٔ شمالی دارای یک توان بالقوه در ردگیری تغییرات ایجاد شده در گازها و شروع دوران یخچالی و میان یخچالی باشد.

به هر حال افزایش نامتعارف اخیر در دی‌اکسیدکربن تقریباً از هشت هزار سال پیش و در متان درحدود پنج هزار سال پیش، تا شروع دورهٔ صنعتی درحدود سال ۱۷۵۰ میلادی با سیکل گردشی دارای نوسان بوده است. عوامل جدید برای تفسیر این افزایش که برخلاف روند مورد انتظار بوده است فراخوانده شده‌اند. این افزایشهای ماقبل صنعتی احتمالاً به وسیلهٔ گسترش سریع کشاورزی و پاکسازی جنگل‌ها از هشت هزار سال پیش رخ داده است. شروع محصولات کشاورزی غله‌ای، توسعه شالیزارهای کشت برنج و گسترش مراتع با شروع دامپروری چارپایان اتفاق افتاده است. این عوامل توجیه می‌کند که کشاورزی یک علت تأثیرگذار اصلی در افزایش دی‌اکسیدکربن و متان برخلاف روند مورد انتظار از هشت هزار سال قبل تا سال ۱۷۵۰ میلادی بوده است. پس باعث جلوگیری از سرد شدن اقلیم شده و مرحله اول شروع ضخامت در عرضهای جغرافیایی بالای شمالی را موجب گردیده است. در طول دورهٔ صنعتی کشاورزی به افزایش متان و دی‌اکسیدکربن منجر شده، به همان نحوی که مونوکسید نیتروژن راافزایش داده است.

در طی بیست سال گذشته از حدود قرن بیست، تغییرات کاربری زمین در صدور و پخش حدود ۳ تا ۱۰ درصد دی‌اکسیدکربن نقش مهمی داشته است. (هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم، ۲۰۰۱).

در حدود نیمی از متان و مونوکسیدنیتروژن پخش شده ناشی از فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. همگی اینها نقش مهمی در گرمایش که در دههٔ پایانی قرن بیست دیده شده است، داشته‌اند. در هرحال، به دلیل شکاف‌های موجود در سیستم اقلیمی که به وسیلهٔ گرمای درونی اقیانوسها ایجاد شده، تنزل گرمای اقلیم در نتیجهٔ فعالیت‌های کشاورزی در عصر صنعتی هنوز هم تند و سریع است. در مقایسه، به دلیل افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و متان موجود در اتمسفر درنتیجهٔ فعالیت‌های کشاورزی که در دورهٔ سال ۱۷۵۰ میلادی کند بوده است سیستم اقلیمی پس از این دارای زمان کافی برای تنظیم توازن به وسیلهٔ تغییر سطوح این گازها بوده است.

می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به احتمال زیاد مسئله کشاورزی بسیار موشکافانه است اما به صورت مهمی اقلیم دوره هولوسن را تحت تأثیر قرار داده است.

منابع

1) Blunier, T., Chappellaz, J., Schwander, J., Raynaud, D.,1995. Variations in atmospheric methane concentration during the Holocene epoch. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol, 89, 125.

2) Brook E.J.,Sowers, T., Orchado, J., 1996, Rapid variations in atmospheric methane concentrataion during the past 110,000 years. Science 273, 1087.

3) Crutzen, P.I., Stoermer, E.F., 2000. The "Anthropocene". IGBP Newslett, 41, 12.

4) Hansen, J.E., Lacis. A., Rind.D., Russell, G., Stone, P., Fung, I., Raedy, K., Lerner, J., 1984, Climate sensitivity, analysis of feedback mechanisms. Am. Geophys. Union Monogr. Ser. 29, 130.

5) Indermuhle, A., Stocker, T.F., Joos, F., Fischer, H., Smith, H.J., Deck, B., Masttroianni, D., Blunir, T., Meyer, R., Stauffer, B., 1999. Holocene carbon-cycle dynamics based on CO2 trapped in ice at Taylor Dome, Antractica, Nature 398, 121.

6) IPCC. 2001. Climate change 2001: the scientific basis, In; Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden P.J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C.A. (Eds.), Contribution of working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, New York, NY, USA, 881 pp.

7) Kutzbach, J.E., 1981. Monsoon climate of the early Holocene: climate experiment with Earth's orbital parameters for 9000 years ago. Science 214, 59.

8) Kutzbach, J.E., Bartlein, P.J., Folwy, J.A., Harrison, S.P., 1996. Potential role of vegetation in the climatic sensitivity of highlatitude regions: a case study at 6000 years BP. Global Biogeochem, Cycles 6. 727.

9) Keeling, C.D., Whorf, T.P., 2004. Atmospheric carbon dioxide record from Mauna Loa. Online trends.
http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/sio-mlo-htm.

10) Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N.I., Barnola, J.-m., Basil, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V.M., Lipenkov, V., Lorius, C.,Pepin, L., Ritz, C., Saltzman, E., Stievenard, M., 1999. Climate and atmospheric history of the last 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, Nature 399, 429.

11) Raymo, M.E., 1997, The timing of major climatic terminations. Paleoceanography 12, 577.

12) Robeets, N., 1998, The Holocene, Blackwell Publishers, Oxford. Ruddiman, W.F., 2003. The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ageo. Climatic Change 61, 261-293.

13) Ruddiman, W.F., Raymo, M.E., 2003. A methane - based time scale for Vostok Ice: Climatic implications. Quarternary Sci. Rev. 22,141.

14) Ruddiman, W.F., Thomson, J.S., 2001. The case for human causes of increase atmospheric CH_4 over the last 5000 years. Quaternary Sci. Rev. 20, 1769-1777.

15) Salinger, M.J., Stigter, C.J., Das., H.P., 2000. Agrometeorological adaptation strategies to increasing climate variability and change. Agric. Forest Meteorol, 103, 167-184.

16) Stott, P.A., Tett. S.F.B., Jones, G.S., Allen, M.R. Mitchell, J.F.B., Jenkins, G.J., 2000. External control of twentieth century temperature variations by natural and anthropogenic forcings, Science 15, 2133-2137.

17) Tett, S.F.B., Jones.G.S., Stott,P.A.,Hill, D.C., Mitchell, J.F.B., Allen, M.R., Ingram, W.J., Johns, T.C., Johnson, C.E., Johnes, A., Roberts, D.L., Sexton. D.M.H.Woodage, M.J.,2000. Estimation of natural and anthropogenic contributions to 20th century climate. Hadley Center Technical Note 19, Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Meteorological Office, UK, p.52.

18) Zohary, D., Hopf, M., 1993. Domestication of plants in the Old World. Oxford University Press, Oxford.

توضیح:

مقاله‌ای تحت عنوان «آب و هوا و رفتار در شهرهای سردسیر» در صفحهٔ ۵۲ نشریهٔ سپهر شماره ۶۹ (بهار ۱۳۸۸) به چاپ رسیده است.

به اطلاع می‌رساند، مقالهٔ فوق برگردان از زبان اصلی (ترجمه) توسط استاد محترم جناب آقای دکتر تقی طاوسی می‌باشد.