



مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران



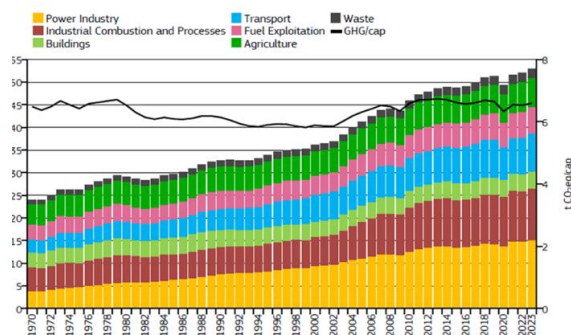
اتاق بازرگانی صنایع معادن و کشاورزی ایران

سیاست‌ها و راهبردهایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی ایران

خلاصه سیاستی

تهیه شده در گروه آب و محیط زیست
مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران
اردیبهشت ۱۴۰۴

پایش این سه گاز گلخانه‌ای از آن جهت اهمیت دارد که حدود ۷۵ درصد گرمایش جهانی ناشی از افزایش دی اکسید کربن در جو زمین است. باقی گرمایش جهانی بیشتر ناشی از افزایش مقدار متان در اتمسفر زمین است (IPCC AR4 WG1, 2007). بیشتر گازهای گلخانه‌ای جهان (۷۳/۷ درصد) دی اکسید کربن ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز طبیعی و ذغال سنگ است. تولید سیمان، فولاد و کودهای شیمیایی و تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی و جنگل‌زدایی از دیگر عوامل انتشار این گاز است. پس از CO_2 دیگر گاز گلخانه‌ای عمده (۱۸/۹ درصد) متان است که انتشار آن بیشتر ناشی از کنش‌های کشاورزی، تولید سوخت‌های فسیلی و نشت از لوله‌های نفت و گاز است. سومین گاز گلخانه‌ای عمده (۴/۷ درصد) نیتروز اکسید است که انتشار آن بیشتر ناشی از کاربرد کودهای نیتراتی در کشاورزی و واکنش‌های شیمیایی در پسماند است. مقدار گازهای F در جو زمین ۲/۷ درصد است. شکل ۱ انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های مختلف اقتصاد جهانی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های مختلف اقتصاد جهانی در بازه زمانی ۱۹۷۰ - ۲۰۲۳

گازهای گلخانه‌ای گازهایی هستند که دمای سطح زمین را بالا می‌برند. چیزی که آن‌ها را از گازهای دیگر جدا می‌کند توانایی‌شان در جذب پرتوهای خورشید با طول موج بلند است که پیامد آن اثرات گلخانه‌ای است (Matthews et al, 2021). بیشترین گازهای گلخانه‌ای در جو زمین به ترتیب کسرمولی بخار آب، دی اکسید کربن، متان، نیتروزاکسید، ازن و گازهای F (کلروفلوروکربن (CFCs)، هیدروفلوروکربن (HFCs) و پرفلوروکربن مانند CF_4 , C_2F_6 , SF_6 و NF_3) هستند (U.S. Environmental Protection Agency, 2016; NASA GISS). میانگین دمای کنونی سطح زمین به خاطر گازهای گلخانه‌ای ۱۵ درجه سانتی‌گراد است در صورتی که بدون آن‌ها ۱۸- درجه سانتی‌گراد می‌شد (Karl and Trenberth, 2003; Le Treut et al, 2007). اگرچه بخار آب گاز گلخانه‌ای است اما کنش‌های انسانی به مقدار آن در جو زمین نمی‌افزاید، بنابراین هیئت بین دولتی تغییر اقلیم (IPCC) آن را در لیست گازهای گلخانه‌ای که باعث تغییر اقلیم می‌شود، نگنجانده است.

کنش‌های انسانی از آغاز انقلاب صنعتی (سال ۱۷۵۰) باعث افزایش چشمگیر گازهای گلخانه‌ای در جو زمین شده است. گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی، به ویژه سوخت‌های فسیلی، صنایع و کشاورزی، عامل اصلی تغییرات اقلیمی جهانی هستند. مقدار دی اکسید کربن، متان، و نیتروز اکسید به ترتیب از ppm ۲۷۸، ۷۰۰ و ۲۷۰ در سال ۱۷۵۰ به ppm ۴۲۰، ۱۹۵۰ و ۳۳۵ در سال ۲۰۲۲ رسیده است (Le Treut et al, 2007; Blasing, 2013).

افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۳ در بخش انرژی ۳۰۰ درصد، فرآوری و احتراق صنعتی ۳۰۰ درصد، ساختمان سازی ۲۳۶ درصد، ترابری ۲۶۶ درصد، استخراج سوخت‌های فسیلی ۱۱۲ درصد، پسماند ۱۱۹ درصد و کشاورزی ۱۳ درصد و میانگین افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در همه بخش‌های اقتصاد ایران در همان بازه زمانی ۲۰۰ درصد بوده است (Crippa et al, 2024). در سال ۲۰۲۳ میزان انتشار دی اکسید کربن در ایران به ۷۷۹ (۷۸/۱) درصد، متان به ۱۶۹ (۱۷ درصد)، نیتروز اکسید به ۳۰ (۳ درصد) و گازهای F به ۱۹ (۱/۹ درصد) میلیون تن رسیده است (Crippa et al, 2024) (شکل ۲).

بر پایه بررسی‌های شاخه پژوهشی کمیسیون اروپا، چین با ۳۰/۱ درصد، آمریکا با ۱۱/۳ درصد، هند با ۷/۸ درصد، روسیه با ۵ درصد، برزیل با ۲/۵ درصد، اندونزی با ۲/۳ درصد، ژاپن با ۲ درصد، ایران با ۱/۹ درصد، عربستان سعودی با ۱/۵ درصد و کانادا با ۱/۴ درصد بزرگترین منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای جهانند (Crippa et al, 2024).

از ۸۵۰ میلیون تن معادل دی اکسید کربن منتشرشده در ایران در سال ۲۰۲۰، حدود ۲۰۳/۳ میلیون تن در تولید برق و گرما، ۱۴۷/۹ میلیون تن از نشتی‌های نفت، گاز، برق و غیره، ۱۳۲/۷۱ میلیون تن در حمل و نقل، ۱۲۵/۶۴ میلیون تن در ساختمان‌های تجاری و مسکونی، ۹۹/۱۴ میلیون تن در تولید و ساخت و پرداخت، ۴۷/۸۷ میلیون تن در پسماند، ۳۹/۸ میلیون تن در صنعت، ۳۶/۱۸ میلیون تن در کشاورزی، ۱۲/۰۹ میلیون تن در دیگر سوخت‌ها، ۵/۴۲ میلیون

بر پایه بررسی‌های شاخه پژوهشی کمیسیون اروپا (JRC)، در ۳۰ سال گذشته انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران سه برابر شده و از ۳۳۳ میلیون تن در سال ۱۹۹۰ به ۹۹۷ میلیون تن معادل دی اکسید کربن (CO₂-eq) در سال ۲۰۲۳ رسیده است (۱/۹ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان) که این میزان ایران را در ردیف هشتمین منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای جهان قرار داده است (Crippa et al, 2024).

جدول ۱- جایگاه ایران در جهان از نظر تولید و مصرف انرژی، گاز، برق و نفت در سال ۲۰۲۲ (U.S. Energy Information Administration, 2024; Statista, 2024)

نوع فعالیت	رتبه	مقدار
تولید انرژی	هشتم	۱۷/۶۳۶ (کوادرلیون BTU)
مصرف انرژی	ششم	۱۳/۵۰۲ (کوادرلیون BTU)
تولید گاز طبیعی	سوم	۹۲۹۸ (میلیارد فوت مکعب)
مصرف گاز طبیعی	چهارم	۸۶۴۸ (میلیارد فوت مکعب)
تولید برق	دوازدهم	۳۶۱ (تراوات ساعت)
مصرف برق	دوازدهم	۳۱۶ (تراوات ساعت)
تولید نفت	نهم	۳,۶۶۱,۰۰۰ (بشکه)
مصرف نفت	یازدهم	۲,۱۳۶,۰۰۰ (بشکه)

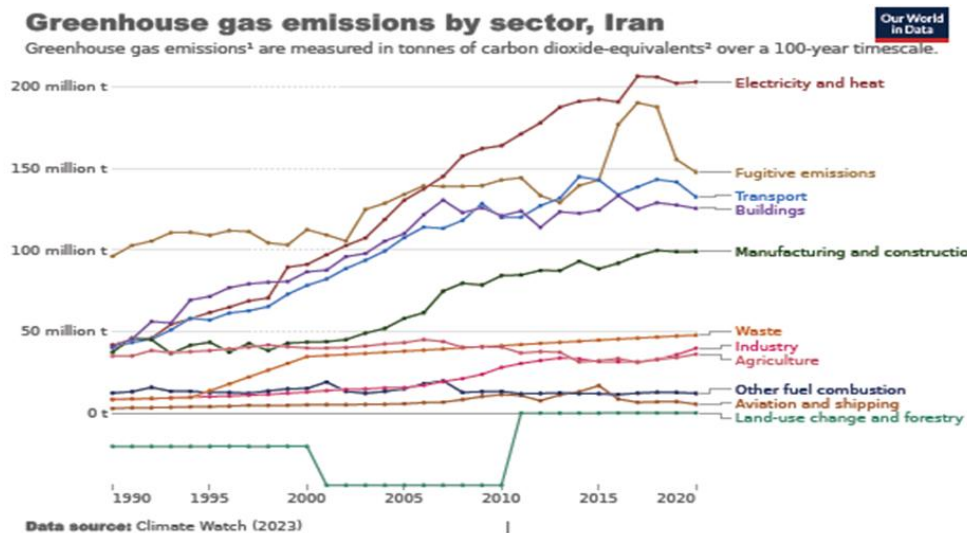
* هر BTU معادل ۱/۰۵۵۰۶ کیلو ژول و ۰/۲۹۳ وات ساعت

است.

لوله‌های نفت و گاز، ترابری و ساخت وساز بیشترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را در سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۰ در ایران داشته‌اند. کاهش شدید انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۹ به دلیل همه‌گیری کووید ۱۹ بوده است که موجب کاهش فعالیت‌های صنعتی در جهان و ایران شد و پس از عبور از این دوره، انتشار گازها به رشد آهسته ادامه داد و در سال ۲۰۲۳ مقدار آن به سطح سال ۲۰۱۸ رسید. این روند در تمامی اشکال گزارش قابل مشاهده است.

تن در هوانوردی و کشتیرانی و ۶۰ هزار تن در "کاربری زمین، تغییر کاربری زمین و جنگلداری" منتشر شده است (Climate watch, 2023).

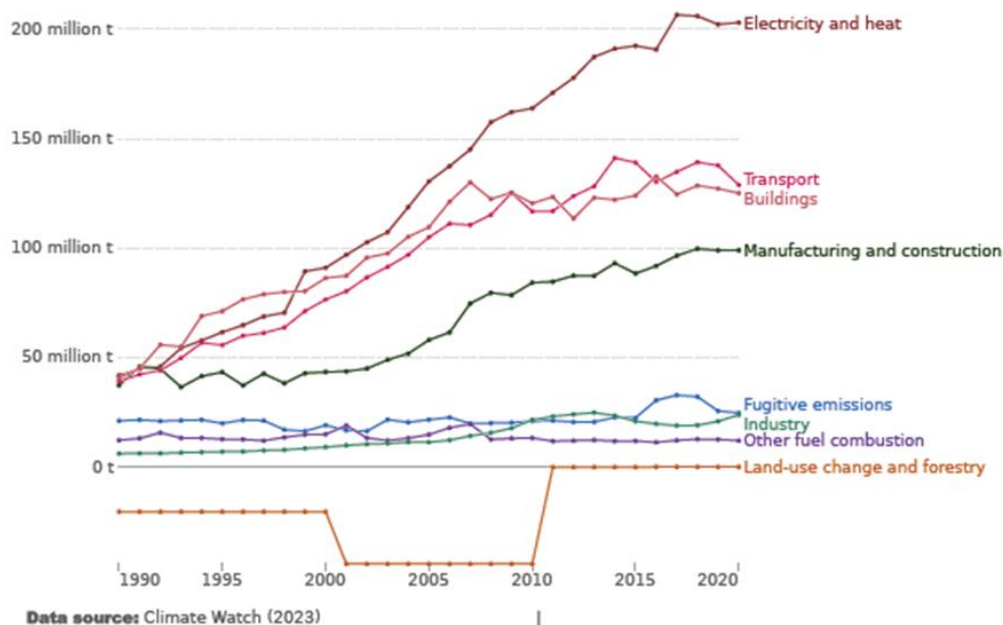
شکل ۲ انتشار گازهای گلخانه‌ای چهارگانه (CO_2 ، متان، اکسیدنیتروز و گازهای F) در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران در سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۰ را نشان می‌دهد (Climate watch, 2023). مطابق شکل، بخش‌های تولید برق و گرما، نشی گازهای فرار از



شکل ۲- انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۰ (میلیون تن معادل دی اکسید کربن) (Climate watch, 2023).

جانوری آزاد می‌گردد. نیتروزاکسید در پی واکنش‌های نیترات‌زایی و نیترات‌زدایی ازت آلی آزاد می‌شود. آزاد شدن کربن ذخیره شده در خاک بستگی به نوع کاشت و داشت و برداشت و باقی گذاشتن پسماندهای گیاهی در سطح زمین‌های کشاورزی دارد. خاکورزی صفر کمترین آزادسازی کربن ذخیره شده در خاک را دارد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی شامل آزاد شدن کربن ذخیره شده در خاک به صورت CO_2 ، تخمیر روده‌ای دام‌ها در دامپروری، کاربرد کودهای نیتراتی، شالیکاری و کاربرد انرژی در این بخش است. از میان سه گاز عمده گلخانه‌ای در بخش کشاورزی، متان از تخمیر روده‌ای دام‌ها و تجزیه ناهوازی کودهای

CO₂ emissions by sector, Iran

شکل ۳- انتشار گاز دی اکسید کربن در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۰ (میلیون تن)

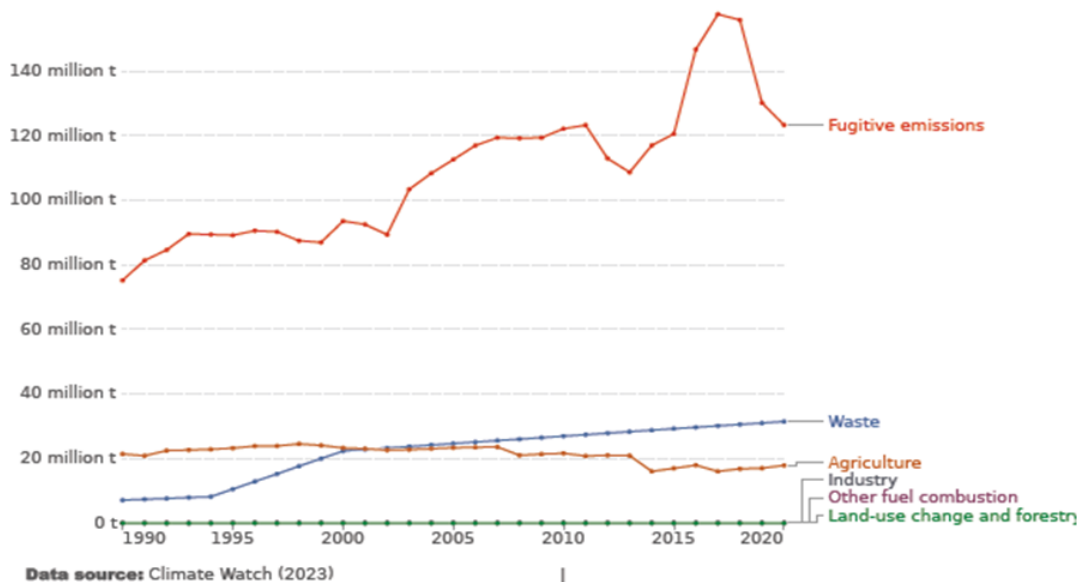
در "کاربری زمین و جنگلداری" (Ritchie et al, 2023).

شکل ۴ انتشار متان را در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران نشان می‌دهد. انتشار جهانی متان بیشتر پیامد کنش‌های کشاورزی، انتشار فرار مانند نشتی از لوله‌های نفت و گاز و دیگر نشتی‌ها، و انتشار متان از پسماندها است. به خاطر سهم برجسته نفت و گاز در اقتصاد کلان ایران، انتشار متان با انتشار فرار در ایران ۶ تا ۷ برابر بیشتر از انتشار متان در بخش کشاورزی است.

شکل ۳ انتشار گاز دی اکسید کربن در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران را نشان می‌دهد. مطابق شکل ۳ میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران در سال ۲۰۲۰ عبارتند از ۲۰۳/۰۵ میلیون تن در بخش تولید برق و گرما، ۱۲۸/۸۳ میلیون تن در ترابری، ۱۲۵ میلیون تن در ساختمان‌های تجاری و مسکونی، ۹۹ میلیون تن در تولید فراورده‌های صنعتی مانند سیمان و فولاد، ۲۴/۶۵ میلیون تن نشتی از لوله‌های نفت و گاز و دیگر نشتی‌ها، ۲۳/۸۷ میلیون تن در صنعت، ۱۲/۰۳ میلیون تن در احتراق سوخت‌های دیگر و ۶۰ هزار تن

Methane emissions by sector, Iran

Methane (CH₄) emissions are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents¹.



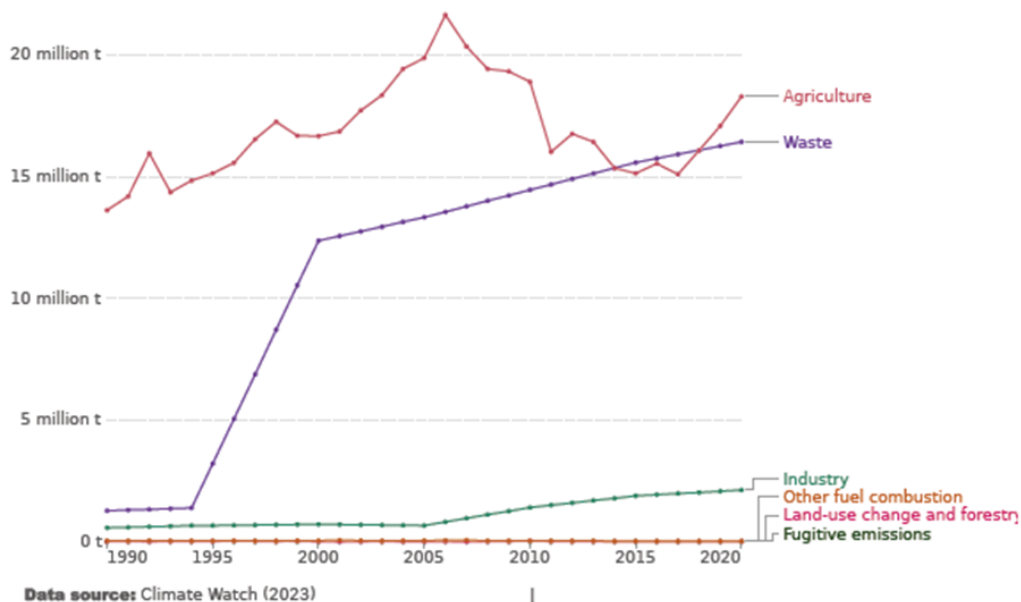
شکل ۴- انتشار متان در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۰ (معادل دی‌اکسیدکربن)

کشاورزی بزرگترین منتشرکننده نیتروژن‌اکسید در ایران در سال ۲۰۲۰ بود.

شکل ۵ انتشار نیتروژن‌اکسید را در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران نشان می‌دهد. مطابق نمودار بخش

Nitrous oxide emissions by sector, Iran

Nitrous oxide (N₂O) emissions are measured in tonnes of carbon dioxide equivalents¹.



شکل ۵- انتشار نیتروژن‌اکسید در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۰



جدول ۲- برآورد انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی ایران

منبع	میزان انتشار	نوع گاز گلخانه‌ای
	۸۷۶ (میلیون تن CO ₂ در سال)	انرژی‌های فسیلی
(Climate watch, 2023)	۱۸/۳ (میلیون تن CO ₂ در سال)	نیتروز اکسید منتشر شده از کاربرد کودهای شیمیایی و آلی
(صادق‌زاده، ۱۴۰۳)	۲۰ (میلیون تن CO ₂ در سال)	متان منتشر شده از ۷ میلیون گاو
(https://www.epa.gov)	۹۵ (کیلوگرم در سال)	متان منتشر شده از هر گاو
Pazhanivelan et al,) (2024)	۴۵ (کیلوگرم در سال)	متان منتشر شده از هر هکتار شالیزار
(صادق‌زاده، ۱۴۰۳)	۸ (میلیون تن CO ₂ در سال)	سوخت فسیلی (روزانه ۵۰ هزار بشکه گازوئیل) برای سوخت تراکتورها، کمباین‌ها و تیلرها
(صادق‌زاده، ۱۴۰۳)	۱۹ (میلیون تن CO ₂ در سال)	دی اکسید کربن منتشر شده ناشی از برق تحویلی به بخش کشاورزی (۱۴/۳ درصد از برق مصرفی کشور) (۳۱۷ تراوات ساعت)
(صادق‌زاده، ۱۴۰۳)	۱۱ (میلیون تن CO ₂ در سال)	دی اکسید کربن منتشر شده ناشی از گاز تحویلی به بخش کشاورزی (۲ درصد از گاز مصرفی کشور) (۲۷۷ میلیارد مترمکعب)

میلیون تن بود (Iran's Third National Communication to UNFCCC, 2017)، این پژوهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از زمین‌های کشاورزی ایران را ۲۵ میلیون تن برآورد می‌کند. با افزودن آزاد شدن کربن خاک بر اثر کشت و کار کشاورزی، چرای دام‌ها در مراتع و سوزاندن بقایای گیاهی به ۷۸ میلیون تن محاسبه شده در بالا، این پژوهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی ایران را ۱۰۳ میلیون تن معادل CO₂ برآورد می‌کند که ۱۰ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۲۳ است.

با افزودن این برآوردها و بدون در نظر گرفتن آزاد شدن CO₂ از زمین‌های کشاورزی، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی ایران ۷۸ میلیون تن معادل CO₂ است که بیش از ۲ برابر برآوردهای دیده‌بان اقلیم و کمیسیون اروپا است. با در نظر گرفتن مقدار و درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های مختلف کشاورزی آمریکا (<https://www.ers.usda.gov>) و برون‌یابی و تعمیم آن به ایران و با به‌کارگیری برآورد انتشار گازهای گلخانه‌ای از زمین‌های کشاورزی ایران در گزارش ملی سوم UNFCCC در سال ۲۰۱۰ که ۱۹/۳



راهبردهای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ایران از ۶۵۱ میلیون تن در سال ۲۰۰۵ به ۹۹۷ میلیون تن در سال ۲۰۲۳ رسیده است (Crippa et al, 2024). در این راستا توجه به راهبردهای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای امری ضروری است. از جمله این راهبردها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

افزایش کارایی انرژی در بخش کشاورزی با به کارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر

- به کارگیری پنل‌های خورشیدی برای تولید برق و گرما برای پمپ‌های آب و گلخانه‌ها در سطح مزرعه و همچنین در گاوداری‌ها و مرغداری‌ها
- کاربرد منابع تجدیدپذیر بادی، خورشیدی و هیدروژنی برای تولید کودهای نیتراتی که بسیار انرژی‌بر هستند، این راهبرد می‌تواند تا ۸۵ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از کودهای نیتراتی را کاهش دهد (Goodrich et al, 2012).
- پشتیبانی مالی سازمان‌های پژوهشی و سرمایه‌گذاران بخش خصوصی از پروژه‌های تولید نیتروژن با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر
- اجرای قوانین مناسب برای مدیریت انتشار گازهای گلخانه‌ای از کارخانه‌های تولید کود با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر

کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با افزایش کارایی مصرف نیتروژن (NUE¹ در زمین‌های کشاورزی)

- پوشش‌دار کردن کودهای نیتراتی و کاربرد آن در مقدار کم اما دفعات مکرر، نه مصرف زیاد و یکباره آن، زیرا گیاهان کمتر از نیمی از نیتروژن به کار گرفته شده در زمین‌های کشاورزی را مصرف می‌کنند و باقیمانده آن باعث آلوده شدن آب‌های سطحی و زیرزمینی شده یا به صورت گاز شامل نیتروز اکسید به جو زمین وارد می‌شوند.
 - وادار کردن کارخانه‌های کودهای نیتروژنی به تولید کودهای نیتروژنی با کارایی مصرف بالا مانند اوره با پوشش گوگردی و اوره با رهایش کند^۲ به جای اوره معمولی و تشویق کشاورزان به کاربرد آن‌ها.
 - پشتیبانی از پژوهش‌هایی که درباره بازدارندگی زیستی نیترات‌زایی^۳ اجرا می‌شوند.
 - پشتیبانی مالی از همکاری پژوهشگران و کشاورزانی که علاقه‌مند به کاربرد فناوری‌های نوآورانه در کودهای نیتراتی با کارایی کاربرد بالا هستند.
- راهبردهای کاهش برای نگه‌داشت کربن در خاک**
- جلوگیری از تغییر کاربری اکوسیستم‌هایی با ذخیره کربن بالا مانند جنگل‌ها، و همچنین افزایش حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی و چمنزارها که از طریق افزایش کربن در ریشه‌ها و بقایای گیاهی، موجب بهبود ظرفیت ذخیره‌سازی کربن در خاک می‌شوند. افزودن مالچ و کودهای جانوری به زمین‌های کشاورزی، گذاشتن بقایای گیاهی بر روی زمین از جمله راهبردهای نگه‌داشت کربن در خاک است (Kirkby et al, 2014).

¹ Nitrogen Use Efficiency

² Slow-Released Urea

³ Biological Nitrification

- افزایش دارکشت‌ورزی^۱ که باعث افزایش مقدار کربن خاک می‌گردد. دارکشت‌ورزی کاربرد همزمان درختان، درختچه‌ها، گیاهان زراعی و دام‌ها است.

راهبردهای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در شالیزارهای برنج

- افزایش عملکرد در واحد سطح: افزایش عملکرد، باعث کاهش انتشار متان یا ثابت ماندن آن در شالیزارها می‌شود.

- هر چند جمع‌آوری کاه و کولش برنج پس از برداشت باعث کاهش تولید متان در شالیزار می‌گردد اما با توجه به نرخ بالای فرسایش خاک در ایران، توصیه می‌شود کاه و کولش سوزانده نشود و در سطح خاک رها شود، زیرا کاه و کولش نقش چندانی در انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی ایران ندارد و سوزاندن یا برداشت آن تأثیر قابل توجهی در افزایش گازهای گلخانه‌ای ندارد. کاهش بازه زمانی آبیگری در شالیزارها باعث کاهش رشد باکتری‌های تولیدکننده متان می‌شود. پایین آوردن سطح آب در شالیزار در میانه فصل رشد باعث افزایش کارایی مصرف آب نیز می‌گردد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این شیوه باعث کاهش ۹۰ درصدی آزاد شدن متان در شالیزارها در ژاپن و چین شده است (van Groenigen et al, 2017; Jiang et al, 2017).

به کارگیری فناوری‌های نوین در کاهش تخمیر روده‌ای دام‌ها

نیمی از انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی ناشی از تخمیر روده‌ای دام‌ها در دامپروری است که بخش عمده آن تولید گاز متان توسط میکروب‌ها در دستگاه گوارش دام‌ها است. افزایش کارایی تولید شیر و گوشت با واکسن‌ها و میکروب‌های به‌گزینی شده، نه تنها باعث کاهش تولید متان توسط دام‌ها شده بلکه با کاهش فشار بر منابع آب و خاک باعث ذخیره بیشتر کربن در خاک‌های کشاورزی خواهد شد. اما چالش اصلی در این مورد این است که باکتری‌های دستگاه گوارش نشخوارکنندگان به این گونه واکسن‌ها و میکروب‌های به‌گزینی شده مقاوم شده و به تولید متان ادامه می‌دهند.

استفاده از 3nitrooxypropanol به عنوان روشی برای کاهش انتشار متان روده‌ای از گاوهای شیری مورد مطالعه قرار گرفته است. یک متآنالیز شامل داده‌های حاصل از مطالعات متعدد تأیید کرد که مکمل‌های 3NOP منجر به کاهش ۲۴ درصدی انتشار متان روده‌ای می‌شود، بدون اینکه اثرات نامطلوبی بر مصرف ماده خشک (DMI) یا تولید شیر مشاهده شود (Kebreab et al, 2023).

راهبردهای کاهشی که برای کاهش تولید متان در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان در کشورهای پیشرفته پیشنهاد، آزموده و به کار گرفته می‌شوند در زمان کنونی در ایران کاربردی نیستند زیرا که از هفت میلیون گاو و گوساله کشور در سال ۱۴۰۱ تنها یک میلیون و ششصد و بیست هزار گاو و گوساله صنعتی و بقیه دورگ (۴۳۰۰۰۰۰) و بومی (۱۱۲۸۰۰۰) بودند (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۱). دامداری‌های بومی و سنتی در طول

¹Agroforestry

می‌شود که معادل کل برآورد گازهای گلخانه‌ای تولید شده در بخش کشاورزی به وسیله شاخه پژوهشی کمیسیون اروپا و دیدبان اقلیم است.

- با افزودن متان و نیتروز اکسید منتشر شده از دام‌ها و شالیزارها و کودهای شیمیایی و آلی و با در نظر گرفتن آزاد شدن کربن خاک در کشت و کارهای کشاورزی، چرای دام‌ها در مراتع و جنگل‌زدایی، میزان انتشار دی اکسید کربن در بخش کشاورزی ایران بیشتر از ۱۰۳ میلیون تن معادل CO₂ است.
- بخش کشاورزی ایران حدود ۳ درصد از کل انرژی مصرفی کشور را مصرف می‌کند.

راهبردهایی که در این پروژه پس از بررسی‌های گسترده پژوهش‌های جهانی درباره کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشاورزی پیشنهاد شده‌اند ضمن کاهش آلودگی آب و خاک ایران به توسعه کم کربن کشور کمک شایانی خواهد کرد.

- به کارگیری راهبردهای کاهش پیشنهاد شده در این پروژه باعث افزایش کارایی کاربرد کودهای نیتراتی شده و از هدر رفت نیترات به گونه NO₃ و آلودگی آب‌های زیرزمینی کشور جلوگیری خواهد کرد.
- سازوکارهای بازدارندگی زیستی نیترات‌زدایی که در این پروژه پیشنهاد شده است، باعث کاهش انتشار گاز خطرناک N₂O به جو زمین شده و از آلودگی هوای کشور خواهد کاست.
- راهبردهای کاهش پیشنهاد شده در این پروژه با کاهش انتشار متان در بخش دامپروری کشور به

زمان و در اقتصاد بازار از گردونه رقابت حذف شوند، یا به واحدهای صنعتی تبدیل گردند که در آن‌ها از هورمون‌ها و کاهنده‌های تخمیر روده‌ای استفاده می‌شود. برای دآمداری‌های صنعتی راهبردهای ویژه زیر پیشنهاد می‌شود:

- ارائه یارانه و تشویق‌های مالی و کاهش مالیات واحدهای تولیدی که کاهنده‌های تخمیر روده‌ای مانند 3NOP را به کار می‌گیرند و متان کمتری تولید می‌کنند.
- فراهم کردن پشتیبانی مالی دولتی و بخش خصوصی برای پژوهش درباره کاهنده‌های نوین تخمیر روده‌ای در نشت‌خوارکنندگان

نتیجه‌گیری:

- بخش کشاورزی ایران ۱۴/۳ درصد از ۳۱۷ تراوات ساعت برق مصرفی سالانه کشور را مصرف می‌کند که باعث انتشار ۲۰ میلیون تن CO₂ سالانه در کشور می‌شود.
- میزان گاز مصرف شده در بخش کشاورزی ۲ درصد مصرف گاز کشور در سال ۲۰۲۳ (که برابر با ۲۷۷ میلیارد متر مکعب) است که ۱۱ میلیون تن گاز دی اکسید کربن منتشر کرده است.
- روزانه ۵۰ هزار بشکه گازوئیل برای سوخت تراکتورها، کمباین‌ها و تیلرها به بخش کشاورزی داده می‌شود که سالانه حدود ۸ میلیون تن گاز دی اکسید کربن منتشر می‌کند. بنابراین کاربرد سوخت‌های فسیلی در بخش کشاورزی موجب انتشار سالانه ۳۸ میلیون تن گاز دی اکسید کربن

مجلس آن را به صورت قانون تصویب کند و در آن پیشنهاد شود که درصدی از GDP کشور برای کاهش گازهای گلخانه‌ای در همه بخش‌های اقتصادی کشور اختصاص داده شود (مانند طرح کاهش تورم ایالات متحده آمریکا). هرچند در برنامه هفتم پیشرفت تمهیداتی در این باره اندیشیده شده است.

منابع:

- صادق زاده، ک. ۱۴۰۳. سیاست‌ها و راهبردهایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی ایران. گزارش طرح پژوهشی - قرارداد شماره ۱۰/۲/۹۶۰/ص. مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران.

Blasing, T.J. 2013. Current Greenhouse Gas Concentrations.

doi:10.3334/CDIAC/atg.032

Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf, E., Monforti-Ferrario, F., Becker, W.E., Quadrelli, R., Risquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Köykkä, J., Grassi, G., Rossi, S., Melo, J., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J., Manca, G., Pisoni, E., Vignati, E. and Pekar, F., GHG emissions of all world countries, Publications Office of the European Union,

Luxembourg, 2024, doi:10.2760/4002897, JRC138862.

Climate watch. 2023. CO₂ emissions by sector, Iran:

<https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-by-sector?country=~IRN>

Derived Land Surface Temperature and Agronomic Flooding: A Spatial Analysis. Agriculture 2024, 14, 496. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030496>

Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser

کاهش آلودگی هوای کشور، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی و پایداری میانگین دمای کشور کمک خواهد کرد.

- سازوکارهای کاهشی پیشنهاد شده در این پروژه درباره ذخیره کربن در خاک به کاهش انتشار دی اکسید کربن از خاک‌های ایران کمک کرده و باعث باقی ماندن کربن در خاک‌های کشاورزی شده و ضمن کمک به کاهش آلودگی هوای کشور نقشی ارزنده در توسعه کم کربن ایران خواهد داشت.

- ناهمخوانی‌های بسیاری در هر دو سطح جهانی و ملی و برای همه منابع انتشار، میان داده‌های اندازه‌گیری شده بزرگ مقیاس صحرایی^۱ و میزان انتشار گزارش شده توسط نهادهای رسمی مانند IPCC و UNFCCC^۲ وجود دارد. بسیاری از گزارش‌های ارسالی رسمی گازهای گلخانه‌ای به UNFCCC سال‌ها به روزرسانی نشده‌اند (مانند ایران که آخرین گزارش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۰ منتشر شده است) و حتی کشورهایی که گزارش گازهای گلخانه‌ای را منتشر می‌کنند هنوز به اندازه کافی دقیق نیستند تا نمای روشنی از انتشار را ارائه دهند.

- یکی از توصیه‌های این پژوهش آن است که تا آنجایی که می‌شود از اندازه‌گیری‌های صحرایی بزرگ مقیاس برای گزارش انتشار گازهای گلخانه‌ای استفاده شود و به برآوردهای تقریبی IPCC و UNFCCC اکتفا نشود.

- پیشنهاد می‌شود اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران طرحی را به مجلس ارائه کند تا

¹ large-scale field measurements

² United Nations Framework Convention on Climate Change

- Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson and M. Prather, 2007: Historical Overview of Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Matthews, J.B.R.; Möller, V.; van Diemenn, R.; Fuglesvedt, J.R.; et al. 2021. "Annex VII: Glossary". In; Masson-Delmotte, Valérie; Zhai, Panmao; Pirani, Anna; Connors, Sarah L.; Péan, Clotilde; et al. (eds.). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (PDF).
- NASA GISS: Science Briefs: Greenhouse Gases: Refining the Role of Carbon Dioxide. www.giss.nasa.gov. Retrieved Sep 06; 2023.
- Pazhanivelan, S.; Sudarmanian, N.S.; Geethalakshmi, V.; Deiveegan, M.; Ragunath, K.; Sivamurugan, A.P.; Shanmugapriya, P. Assessing Methane Emissions from Rice Fields in Large Irrigation Projects Using Satellite-Statista. 2024. Total energy production worldwide in 2022 by leading country. <https://www.statista.com/statistics/1398127/global-energy-production/>
- U.S. Energy Information Administration. 2024. <https://www.eia.gov/international/overview/country/irn>
- U.S. Environmental Protection Agency. 2016. Atmospheric Concentration of Greenhouse Gases. https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-08/documents/print_ghg-concentrations-2016.pdf
- van Groenigen, J.W., C. van Kessel, B.A. Hungate, O. Oenema, D.S. Powlson, and K.J. van Groenigen. 2017. "Sequestering Soil Organic Carbon: A Nitrogen Dilemma." Environmental Science & Technology 51: 5738–4739.
- Emissions" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions'
- <https://www.ers.usda.gov/webdocs/charts/108624/Greenhouse-gas-emissions.png?v=8922>
- [https://www.epa.gov/snep/agriculture-and-aquaculture-food-thought#:~:text=A%20single%20cow%20produces%20between,\(Our%20World%20in%20Data\).](https://www.epa.gov/snep/agriculture-and-aquaculture-food-thought#:~:text=A%20single%20cow%20produces%20between,(Our%20World%20in%20Data).)
- <https://energypress.ir/%D9%85%D8%B5%D8%B1%D9%81%DA%AF%D8%A7%D8%B2%D8%B7%D8%A8%DB%8C%D8%B9%DB%8C%D8%AF%D8%B1%D8%A8%D8%AE%D8%B4%D9%87%D8%A7%DB%8C%D9%85%D8%A7%D9%82%D8%AA%D8%B5%D8%A7/>
- IPCC AR4 WG1. 2007. p.140.
- IPCC/Cambridge University Press. pp. 2215–2256.
- Iran's Third National Communication to UNFCCC. 2017. National Climate Change Office, Department of Environment, The Government of the Islamic Republic of Iran. 256pp.
- Jiang Y., K.J. van Groenigen, S. Hung, B.A. Hungate, C. van Kessel, S. Hu, J. Zhang, et al. 2017. "Higher Yields and Lower Methane Emissions with New Rice Cultivars. "Global Change Biology 23: 47828–4738.
- Karl TR, Trenberth KE. 2003. Modern global climate change. Science. 302(5651): 1719–23.
- Kebreab, E.; Bannink, A.; Pressman, E. M.; Walker, N.; Karagiannis, A.; Van Gastelen, S.; Dijkstra, J. (2023). "A meta-analysis of effects of 3-nitrooxypropanol on methane emissions". Journal of Dairy Science. 106 (2): 927–936.
- Kirkby, C.A., A.E. Richardson, L.J. Wade, J.W. Passioura, G.D. Batten, C. Blanchard, and J.A. Kirkegaard. 2014. "Nutrient Availability Limits Carbon Sequestration in Arable Soils." Soil Biology & Biochemistry 68: 402–402.