

دکتر سعید جهانبخش ■

تأثیر آلودگی هوا در کاهش تولیدات کشاورزی

۱ - مقدمه :

مشکل عدم توازن بین تولیدات کشاورزی و نیازهای غذایی در سطح جهان بویژه در دهه های اخیر با توجه به گرسنگی و سوء تغذیه شایع در قاره های افریقا و امریکای لاتین و قسمتهایی از آسیا نشان میدهد که تولید غذا در سطح جهان نتوانسته است جوابگوی نیازهای مصرفی جوامع انسانی باشد. مقایسه آمار تولیدحبوبات در سطح جهان نشان می دهد که مقدار تولید به ازای هر نفر از سال ۱۹۸۴ همواره بطور فزاینده ای در حال کاهش بوده است . کاهش ذخایر غذایی با توجه به افزایش سریع جمعیت جهان مشکلی است که اگر به موقع چاره ای برای مقابله با آن اندیشیده نشود ، گرسنگی و سوء تغذیه ، مناطق بیشتری را مورد تهدید قرار داده و مصرف غذا را برای بسیاری از مردم به زیر مقدار مورد نیاز خواهد رسانید. بنابراین ، به موازات اجرای سیاستهای در جهت افزایش سطح تولیدات کشاورزی ، می بایست درصدد شناخت عواملی بود که کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار داده و سطح تولیدات

* عضو هیات علمی گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

را پایین می آورند.

نتایج بسیاری از تحقیقات انجام یافته نشان می دهند که بیشترین تأثیر پذیری کشاورزی جهان از بلایای طبیعی و خسارات محیطی بوده و در بین آنها آلودگی هوا نیز سهم مؤثری در روند کاهش تولیدات کشاورزی داراست .

در این نوشته تأثیرات حاصل از تغییر در ترکیبات آتمسفر از طریق افزایش مواد آلوده کننده که منجر به بالا رفتن دما در کره زمین شده و موجب بروز خشکسالیها می گردد و نیز افزایش مقدار ازن موجود در سطح زمین ، افزایش اشعه ماوراء بنفش بر اثر کاهش ازن جو و تأثیر این عوامل در کاهش تولیدات کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج حاصل نشان می دهند که علی رغم تلاش انسان در جهت بالا بردن سطح تولیدات کشاورزی ، از طریق تخریب محیط و آلوده کردن آن ، علاوه بر کاهش تولید ، تلاشهای خود را نیز بی ثمر ساخته و روند افزایش ظاهری تولیدات کشاورزی را در مقابل افزایش سریع جمعیت کم رنگ تر می سازد.

۲- عوامل مؤثر در کاهش تولیدات کشاورزی :

بطور کلی سه دلیل عمده را می توان در توجیه کاهش سطح تولیدات کشاورزی عنوان کرد:

الف - مسائل اقتصادی از قبل افزایش قیمت زمین زراعی، هزینه زیاد تغییر کار بری زمین و ...

ب - مشکلات تکنولوژیک نظیر استفاده از تکنولوژی عقب مانده و

...

ج - خسارات محیطی

خسارات محیطی مؤثر در کاهش تولیدات کشاورزی خود بصورت

زیر طبقه بندی می شوند:

الف - عوامل ناشی از خاک نظیر کاهش خاک زراعی از طریق فرسایش ، از بین رفتن پوشش گیاهی ، تغییر خواص شیمیائی خاک و ...
 ب - عوامل ناشی از آب نظیر افت سطح ایستایی ، ماندابی شدن و شور شدن زمینهای آبیاری شده ، منحرف کردن آنها برای استفاده‌های غیرزراعی و ...

ج - عوامل ناشی از هوا که بویژه در سالهای اخیر بیشتر مطرح بوده و شامل آسیبهای ناشی از آلودگی هوا ، بارانهای اسیدی ، افزایش ازن سطحی ، از بین رفتن ازن آتmosphery ، افزایش میانگین دماهای تابستانی ، وقوع خشکسالیهای متوالی ، طوفانها و سیلاب ها است.

۲- افزایش متوسط دماهای تابستانی و وقوع خشکسالیها :

امروزه در بین کلیه تغییرات جهانی ، تغییر اقلیم از آخرین مشکلاتی است که مطرح می شود. دنیا که در گذشته مشکل تولید غذای کم را تحمل میکرد، در حال حاضر مواجه با تابستانهای گرم و خشکسالی است . بسیاری از اقلیم شناسان بر این باور هستند که جهان در حال گرم شدن است ، بنابراین انتظار می رود خشکسالیها و هجوم موجهای گرم در سالهای آتی با تناوبهای بیشتری اتفاق بیفتد . در صورت حدوث این شرایط ، بعثت کاهش در تولید ، ذخیره ، مواد غذایی مقدور نخواهد بود. خشکسالی می تواند با کاهش بارندگی ، یا با افزایش دماهای متعارف و یا با بروز هر دو عامل رخ دهد . بعنوان مثال بروز خشکسالی در سال ۱۹۸۸ ، در کشورهای ایالات متحده امریکا ، کانادا و چین که عمده ترین تولید کننده حیوانات جهان هستند، تولید جهانی آنها را ۷۶ میلیون تن کاهش داد. این امر باعث شد که در امریکا برای اولین بار مقدار تولید داخلی حیوانات به زیر رقم مصرف برسد. در سال مالی ۸۹ - ۱۹۸۸ ، کشورهای امریکای شمالی که بیشترین تولید کننده گندم در جهان و صادر کننده عمده این محصول می باشند، فقط از طریق

ذخایر موجود قادر به سر و سامان دادن به وضعیت صادرات خود شدند. خشکسالی سال ۱۹۸۹ با کاهش دادن میزان صادرات، دنیا را از نظر غذا به یک شرایط بحرانی رسانید و بطور نگران کننده‌ای نشان داد که چگونه تابستان گرم می‌تواند در کشاورزی تأثیر بگذارد. بنابراین، با توجه به مسئله فوق، اگر کشورهای صادر کننده مواد غذایی باز با شرایط خشکسالی مواجه شوند، آینده کشاورزی جهان و در نتیجه مسئله غذا امری بسیار مخاطره آمیز خواهد بود. بدیهی است که گرمای بی‌سابقه تابستان ۱۹۸۸ را بطور قطعی نمی‌توان به مسئله گرم شدن عمومی کره زمین در دراز مدت نسبت داد، ولی کاهش باران و افزایش دما در قلب مناطق زراعی ایالات متحده آمریکا را می‌توان به تغییرات اقلیمی ناشی از گازهای گلخانه‌ای نسبت داد.^(۱)

گازهای گلخانه‌ای، عبارت از گازهایی هستند که از خروج اشعه مادون قرمز جو ممانعت بعمل می‌آورند. گازهای ملکولی نیتروژن و اکسیژن جو از نظر تابشی، گازهای فعالی نبوده و تأثیرات تابشی آنها قابل صرف نظر کردن است. ولی جو زمین دارای مقادیری بخار آب، گاز کربنیک، ازن و گازهای دیگری است که به گازهای کمیاب معروف بوده و می‌توانند اشعه مادون قرمز ساطع شده از طرف زمین را بخود جذب نمایند. در حقیقت این گازها از رسیدن تابشهای موج کوتاه خورشید به سطح زمین جلوگیری نمی‌کنند، ولی با ممانعت از خروج تابشهای مادون قرمز از سطح زمین و با هدایت مجدد آنها بطرف پائین از خنک شدن بیشتر زمین جلوگیری می‌کنند.

آگاهی‌های کنونی از سیاره‌های مجاور زمین بوضوح نشان می‌دهند که ترکیبات جوی هر سیاره عامل تعیین کننده‌ای در میانگین دمای آن سیاره محسوب می‌شود. جدول ۱ مقادیر گازهای فعال را در رابطه با اشعه مادون قرمز، در جو و سیاره‌های مجاور مورد مقایسه قرار داده است.

جدول ۱ - تمرکز گازهای مهم جذب کننده اشعه مادون قرمز جو زمین و سیاره های مجاور و تأثیر آنها بر دما (۳)

افزایش دمای ناشی از گاز- های مادون قرمز، ابرها و غیره (K)	میانگین دمای اندازه گیری شده (K)	دمای توازنی جسم سیاره در فاصله سیاره از خورشید (°K)		مقدار تقریبی گازهای فعال چون نسبت به اشعه مادون قرمز (Kg/m ²)			نام سیاره
		با وجود آلبدوی سیاره ای	با آلبدوی صفر	SO ₂	CO ₂	H ₂ O	
> ۵۰۰	۲۴۰	۲۲۶	۳۲۶	۳۰	۱۰ ^۶	۴۰	زهره
۳۳	۲۸۸	۲۵۵	۲۷۸	۲×۱۰ ^۵	۵	۳۰	زمین
۰	۲۷۳	۲۷۳	۲۷۸	۰	۰	۰	ماه
۱۱	۲۲۰	۲۰۹	۲۲۴	۰	۲۰۰	۰/۰۰۱	مریخ

جو سیاره زهره دارای مقدار زیادی CO₂، SO₂، H₂O و سایر گازهای جذب کننده اشعه مادون قرمز است که در صورت عدم وجود این گازها، سطح زهره نمی توانست از چنین دمای بالایی برخوردار باشد. بخار آب موجود در زمین تقریباً به اندازه زهره و بسیار بیشتر از مریخ است ولی مقدار CO₂ کمتری نسبت به مریخ و زهره دارد. زمین به علت برخورداری از گستره خطوط جذبی که از فشار نیتروژن و اکسیژن آن ناشی می شود، بطور نسبی از تأثیرات تابشی حاصل از CO₂ بیشتر متأثر می گردد. مریخ با اینکه CO₂ بیشتری نسبت به زمین دارد، ولی به علت فقدان بخار آب دارای دمای سطحی سردتری است. دمای آن فقط اندکی گرمتر از دمای توازنی بوده و می تواند

تابش خورشید را در فاصله‌ای که این سیاره از خورشید دارد متعادل سازد.

تأثیر مهم گازهای جذب کننده اشعه مادون قرمز مبنای نظریه‌های جدیدی است که بر اساس آنها در طول قرن بیست و یکم، تجمع CO_2 و سایر گازهای کمیاب باعث افزایش دمای سطح کره زمین به اندازه چند درجه سانتی‌گراد خواهد شد. این امر تغییراتی را در بارندگی جهان بوجود خواهد آورد که خود در کشاورزی و منابع آبی مؤثر بوده و حتی بمقدار قابل ملاحظه‌ای (چندین متر) موجب بالا آمدن سطح آب دریاها خواهد شد. پیش بینی می‌شود که در اواخر قرن آینده، میانگین افزایش دمای ناشی از تجمع گازهای جذب کننده مادون قرمز بین $2/5$ تا 5 درجه سانتی‌گراد باشد. بدیهی است که تغییرات اقلیمی حاصل، کلیه نقاط جهان را بطور یکسان تحت تأثیر قرار نخواهد داد، زیرا افزایش دما در عرضهای متوسط و بالا بیشتر بوده و این افزایش در خشکیها بیش از اقیانوسها خواهد بود. علاوه بر آن، این افزایش دما در نزدیکی استوا کمتر بوده، ولی در عرضهای بالا، افزایش ممکن است بیشتر از دو برابر دمای پیش بینی شده برای کل جهان باشد. این توزیع ناهمگونگی کشاورزی جهان را نیز بطور ناهمگون تحت تأثیر قرار خواهد داد، زیرا بیشترین مقدار غذا در عرضهای متوسط و بالای نیمکره شمالی تولید می‌شود.

۴- اثرات ازن سطحی و اشعه ماوراء بنفش در گیاهان :

امروزه پژوهشگران دو عامل بازدارنده را برای تأمین امنیت آینده غذای جهان عنوان کرده‌اند که عبارت از اتوموبیلها و مراکز صنعتی با سوختهای فسیلی می‌باشند. در حال حاضر خسارات ناشی از آلودگی هوا به گیاهان را در جوامع پراتوموبیل نظیر اروپای غربی و ایالات متحده آمریکا و در جوامعی که بر مبنای اقتصاد سوخت ذغالی استوار هستند

نظیر اروپای شرقی و چین می توان مشاهده نمود. نتایج تحقیقات نشان می دهند که گازهای ازن ، دی اکسید گوگرد و اکسیدهای نیتروژن بیشترین آسیبها را بر گیاهان وارد می کنند و از بین آنها ازن دارای بالاترین سهم است . نکته قابل توجه این است که با کمال تعجب مشاهده می شود که خسارات ناشی از ازن بر گیاهان در نواحی روستایی با جمعیت های پراکنده نظیر نواحی شهری با جمعیت های متمرکز است .

ازن نامی است که به ملکول سه اتمی اکسیژن داده شده است و وجود آن در سطح زمین ، موسوم به ازن سطحی بوده و از سوختهای فسیلی ناشی می شود که از مواد آلوده کننده هوا محسوب می گردد. نتایج آزمایشها نشان می دهند که گیاهان بطور باور نکردنی حتی به مقادیر بسیار جزئی از ازن موجود در سطح زمین نیز حساس هستند. اگر مقدار ازن موجود در جو را بر حسب PPM (مقدار در میلیون) نشان دهیم ، زمانیکه مقدار طبیعی ازن موجود در سطح زمین از 0.025 PPM به 0.05 PPM افزایش می یابد خسارات ناشی از آن در گیاهان آغاز می شود. اگر وجود این مقدار ازن در جو ، بیشتر از 16 روز در فصل رشد گیاهی دوام یابد و یا اگر مقدار 0.3 PPM بمدت 6 روز دوام یابد آثار سوء خود را در گیاهان ظاهر خواهد کرد . اگر تمرکز ازن بصورت میانگین فصلی از 0.04 PPM به 0.09 PPM افزایش یابد محصولات گیاهی را بطور شدید کاهش می دهد. نتایج تحقیقات نشان می دهند که 0.02 PPM ازن محمول ذرت را یک درصد کاهش می دهد و زمانیکه این مقدار به 0.09 PPM می رسد مقدار کاهش محصول به 13 درصد بالغ می شود. همچنین با این مقدار تغییر در ازن ، محصول سویا از 7 درصد کاهش به 31 درصد و گندم زمستانی از 4 درصد کاهش به 27 درصد می رسد. با توجه به اینکه استفاده از سوختهای فسیلی در چهل سال اخیر بیشترین مقدار رشد خود را داشته است بنابراین ، با در نظر گرفتن ارقام فوق می توان نتیجه گرفت که مقدار کاهش محصولات زراعی از این طریق تقریباً یک میلیون

تن در سال بوده است . مقدار ازنی که در فاصله دهه هشتاد فقط در ایالات متحده، امریکا در سطح زمین منتشر شده محصولات کشاورزی را بمقدار ۵ تا ۱۰ درصد کاهش داده است. (۱) ولی لازم به ذکر است که افزایش CO_2 در جو، تولید گیاهان را بالا برده و از این نظر برعکس از عمل می‌کند. علاوه بر ازن سطح زمین که موجب کاهش مقدار تولید محصولات کشاورزی می شود، نقصان لایه ازن در جو فوقانی نیز (لایه استراتوسفر پایینی) باعث افزایش تابشهای ماوراء بنفش رسیده به سطح زمین می‌شود که خود بعنوان یک ضایعه مطرح می باشد. در گیاهان حساسی نظیر سویا مقدار کاهش تولید بر اثر نقصان ازن جوی در فاصله سالهای ۱۹۶۹ تا ۱۹۸۶، برابر ۲ درصد برآورد شده است. (۱) ازن در ارتفاع ۲۵ تا ۳۰ کیلومتری سطح زمین بر اثر واکنشهای مختلف فتوشیمیایی بوجود آمده و یا از بین می رود. فعل و انفعالات ایجاد و یا از بین رفتن ازن بر اثر انرژی تابشی ماوراء بنفش انجام می گردد و در نتیجه از رسیدن این تابش خطرناک به زمین ممانعت بعمل می آید. با توجه به آثار تخریبی شدید تابش ماوراء بنفش بر سلولهای زنده، اهمیت لایه ازن برای ادامه بقای موجودات زنده در سطح زمین انکار ناپذیر می‌گردد. (۴) بطور کلی به ازای اتلاف هریک درصد ازن جوی، تابش ماوراء بنفش رسیده به سطح زمین دو درصد افزایش می یابد. داده ها نشان می دهند که هریک درصد افزایش در تابش اشعه ماوراء بنفش محصول سویا را بمقدار یک درصد کاهش می دهد. این مسئله نشان می دهد که نقصان لایه ازن در استراتوسفر در حال حاضر تولید گیاهان پروتئینی جهان را کاهش می دهد.

۵- نتیجه گیری و بحث :

بر اساس برآوردهای موجود، هر سال در حدود ۱۴ میلیون تن (تقریباً یک درصد) از حیوانات تولید شده در جهان بر اثر خسارات محیطی کاهش می یابد. در جدول ۲ نوع و مقدار تلفات ناشی از خسارات محیطی برای

حبوبات نشان داده شده است .

جدول ۲ - تخمین تلفات وارده بر تولید حبوبات جهان بر اثر

خسارات محیطی (۲)

مقدار تلفات حبوبات (میلیون تن در سال)	نوع خسارت
۹ ۱ * ۲	خسارات زمینی : - فرسایش خاک - ماندابی شدن و شور شدن زمینهای آبی - اتلاف مواد آلی خاک - کوتاه تر کردن چرخه دوره کشت - سفت شدن زمین بر اثر ابزار سنگین
۱ * ۱	خسارات گیاهی : - آلودگی هوا - سیل - بارانهای اسیدی - افزایش تابش ماوراء بنفش
۱۴	جمع

* در مواردی که بعلت کمبود آمار تعیین دقیق خسارات ناشی از هر عامل مقدور نبوده ، مجموع خسارات ناشی از چند عامل در یکجا منظور شده است .

با توجه به کلیه موارد فوق اینک این سؤال مطرح می شود که مقدار تلفات محصولات کشاورزی را چگونه می توان با مقادیر اضافی بدست آمده از طریق سرمایه گذاریهای بیشتر در زمینه های آبیاری مصرف کود و یا سایر اقدامات مقایسه کرد؟ در آغاز دهه ۹۰ چنین پیش بینی شد که اگر هر سال به وسعت زمینهای آبیاری $\frac{2}{3}$ میلیون هکتار افزوده شود و مقدار تولید را به طور متوسط $\frac{1}{5}$ تن در هر هکتار بیش از مقدار قبلی در نظر بگیرند سالانه بیش از ۳ میلیون تن به تولید حیوانات جهان اضافه می شود. علاوه بر آن، اگر ۳ میلیون تن کود شیمیایی اضافی در هر سال مصرف شود و با فرض اینکه هر تن کود شیمیایی تولید را ۷ تن افزایش دهد، ۲۱ میلیون تن دیگر به عدد قبلی اضافه می گردد. با نظر خوشبینانه اگر ۵ میلیون تن تولید اضافی دیگر نیز در هر سال از طریق سایر منابع به رقم قبلی افزوده شود، مجموع تولید ۲۹ میلیون تن خواهد بود که با کسر کردن ۱۴ میلیون تن تلفات محاسبه شده از طریق خسارات محیطی عدد باقی مانده ۱۵ میلیون تن در سال خواهد بود. در صورتیکه رقم مورد نیاز جهانی متناسب با آهنگ رشد جمعیت نزدیک به ۲۸ - میلیون تن برآورد شده است. با این حساب افزایش خالص در تولید حیوانات فقط یک درصد در سال خواهد بود، در حالیکه رشد جمعیت نزدیک به ۲ درصد میباشد. موارد، نشان دهنده این واقعیت است که افزایش تولید با مقدار تقاضا برابری نخواهد کرد. بنابراین بدون چاره اندیشی در مورد جلوگیری از اتلاف تولیدات زراعی از طریق خسارات محیطی، عدم توازن موجود ادامه یافته و بحران غذایی حادثتر خواهد شد.

فهرست منابع

- 1- Brown R.Lester, 1989, "Reexamining the World Food Prosect " , A Worldwatch Institue Report on Progress Tward a Sustainable Society, Canada, PP 41-58.
- 2- Brown R.Lester and Young E.John, 1990, " Feeding the World in the Nineties", A Worldwatch Institue Report on Progress Toward a Sustainable Society, Canada, PP59 - 78.
- 3- Oliver E.John and Fairbridge W.Rhodes, 1987, " The Encyclopedia of Climatology", Van Nostrand Reinhold Company, U.S.A.
- ۴ - علیجانی دکتر بهلول و کاویانی دکتر محمد رضا ، ۱۳۷۱ ، " مبانی آب و هواشناسی " انتشارات سمت ، جغرافیای شماره ۸ ، صفحات ۴۲ و ۴۴ .

