دکتر سعید جهانبخش *

# تأثیرآلودگی هوادرکاهش تولیدات کشاورزی

## ۱ ـ مقدّمه :

مشکل عدم توازن بین تولیدات کشاورزی ونیازهای غذاییدر سطح جهان بویژه در دهه های اخیر با توّجه به گرسنگی و سوء تغذیهء شایع در قارّه های افر یقا و امریکای لاتین و قسمتهایی از آسیا نشان میدهد که تولید غذا در سطح جهان نتوانستهاست جوابگوی نیازهای مصرفی جوامع انسانی باشد. مقایسهء آمار تولیدحبوبات در سطح جهان نشان می دهد که مقدار تولید به ازای هر نفر از سال ۱۹۸۴ همواره بطور فزاینده‌ای در حال کاهش بوده است . کاهش ذخایر غذایی با توّجه به افزایش سریع جمعیّت جهان مشکلی است که اگر به موقع چاره‌ای برای مقابله با آن اندیشیده نشود ، گرسنگی و سوء تغذیه ، مناطق بیشتری‌را مورد تهدید قرار داده و مصرف غذا را برای بسیاری از مردم به زیر مقدار مورد نیاز خواهد رسانید. بنابراین ، به موازات اجرایسیاستهای درجهت افزایش سطح تولیدات کشاورزی ، می بایست درصدد شناخت عواملی بود که کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار داده و سطحتولیدات

---

* عضوهیات علمی گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

راپایین 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 موثّری در روند کاهش تولیدات کشاورزی داراست .

در این نوشته تأثیرات حاصل از تغییر در ترکیبات آتمسفراز طریق افزایش موّاد آلوده کننده که منجر به بالا رفتن دما در کرهٔ زمین شده و موجب بروز خشکسالیها می گردد و نیز افزایش مقدارازن‌موجود در سطح زمین ، افزایش اشعهٔ ماوراء بنفش بر اثر کاهش ازن جوّی‌و تأثیر این عوامل در کاهش تولیدات کشاورزی مورد بررّسی قرارگرفته‌اند. نتایج حاصل نشان می دهند که علی رغم تلاش انسان درجهت بالا بردن سطح تولیدات کشاورزی ، از طریق تخریب محیط و آلوده کردن آن ، علاوه بر کاهش تولید ، تلاشهای خود را نیز بی‌ثمر ساخته و روند افزایش ظاهری تولیدات کشاورزی را در مقابل افزایش سریع جمعیّت کم رنگ تر می سازد.

**۲ ـ عوامل مؤثّر درکاهش تولیدات کشاورزی :**

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

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

ب ـ مشکلات تکنولوژیک نظیر استفاده از تکنولوژی عقب‌ماندهو ...

ج ـ خسارات محیطی

خسارات محیطی مؤّثر در کاهش تولیدات کشاورزی خود بصورت زیر طبقه بندی می شوند:

الف ـ عوامل ناشی از خاک نظیر کاهش خاک زراعی از طریق فرسایش ، از بین رفتن پوشش گیاهی ، تغییر خوّاص شیمیائی خاک و...

ب ـ عوامل ناشی از آب نظیر افت سطح ایستابی ، ماندابی شدن و شور شدن زمینهای آبیاری شده ، منحرف کردن آبها برای استفاده‌های غیرزراعی و ...

ج ـ 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 آتمسفری ،، افزایش میانگین دماهای تابستانی ، وقوع خشکسالیهای متوالی ، طوفانها وسیلاب ها است.

**۲ ـ افزایش متوسّط دماهای تابستانی ووقوع خشکسالیها :**

امروزه در بین کلیّه‌ء تغییرات جهانی ، تغییراقلیم از آخرین مشکلاتی است که مطرح می شود. دنیا که در گذشته مشکل تولید غذای کم را تحمّل میکرد، در حال حاضر مواجه با تابستانهای گرم وخشکسالی است . بسیاری از اقلیم شناسان براین باور هستندکه جهان در حال گرم شدن است ، بنابراین انتظار می رود خشکسالیها و هجوم موجهای گرم در سالهای آتی با تناوبهای بیشتری اتفّاق بیفتد . در صورت حدوث این شرایط ، بعلّت کاهش در تولید ، ذخیره‌ء موّاد غذایی مقدور نخواهدبود.

خشکسالی می تواند با کاهش بارندگی ، یا با افزایش دماهای متعارف و یا با بروز هر دو عامل رخ دهد . بعنوان مثال بروزخشکسالی در سال ۱۹۸۸ ، در کشورهای ایالات متّحده‌ء امریکا ، کانادا و چین که عمده ترین تولید کننده‌ء حبوبات جهان هستند، تولید جهانی آنها را ۷۶ میلیون تن کاهش داد. این امر باعث شدکه در امریکا برای اولّین بار مقدار تولید داخلی حبوبات به زیر رقم مصرف برسد. درسال مالی ۸۹ ـ ۱۹۸۸ ، کشورهای امریکای شمالی که بیشترین تولید کننده‌ء گندم در جهان و صادر کننده‌ء عمده‌ء این محصول می باشند، فقط از طریق

ذخایر موجود قادر به سر و سامان دادن به‌وضعّیت صادرات خود شدند. خشکسالی سال ۱۹۸۹ با کاهش دادن میزان صادرات ، دنیا را از نظر غذا به‌یک شرایط بحرانی رسانید و بطور نگران کننده‌ای نشان داد که‌چگونه تابستان گرم می تواند در کشاورزی تأثیر بگذارد. بنابراین ، با توجّه به مسئلهٔ فوق ، اگر کشورهای صادر کنندهٔ موّاد غذایی باز با شرایط خشکسالی مواجه شوند، آیندهٔ کشاورزی جهان و در نتیجه مسئلهٔ غذا امری بسیار مخاطره آمیز خواهد بود. بدیهی است که گرمای بی‌سابقهٔ تابستان ۱۹۸۸ را بطور قطعی نمی توان به مسئلهٔ گرم شدن عمومی کرهٔ زمین در دراز مدّت نسبت داد ، ولی کاهش باران و افزایش دما در قلب مناطق زراعی ایالات متحدّهٔ امریکا را می توان به تغییرات‌اقلیمی ناشی از گازهای گلخانه‌ای نسبت داد.(۱)

گازهای گلخانه‌ای ، عبارت از گازهایی هستندکه از خروج اشعهٔ مادون قرمز جوّ ممانعت بعمل می آورند. گازهای ملکولی نیتروژن و - اکسیژن جوّ از نظرتابشی ، گازهای فعّالی نبوده و تأثیرات تابشی آنها قابل صرفنظر کردن است . ولی جوّ زمین دارای مقادیری بخارآب، گاز کربنیک ، ازن وگازهای دیگری است که به گازهای کمیاب معروف بوده و می توانند اشعهٔ مادون قرمز ساطع شده از طرف زمین را بخود جذب نمایند. در حقیقت این گازها از رسیدن‌تابشهای‌موج کوتاه خورشید به سطح زمین جلوگیری نمی کنند، ولی با ممانعت از خروج تابشهای مادون قرمز از سطح زمین و با هدایت مجدّد آنها بطرف پائین از خنک شدن بیشتر زمین جلوگیری می کنند.

آگاهی های کنونی از سیّاره های مجاور زمین بوضوح نشان‌می‌دهند که ترکیبات جوّی هر سیّاره عامل تعیین کننده‌ای در میانگین دمای آن سیّاره محسوب می شود. جدول ۱ مقادیر گازهای فعّال را در رابطه‌با اشعهٔ مادون قرمز ، در جوّ و سیّاره های مجاور مورد مقایسه قرارداده‌است .

جدول ۱ ـ تمرکز گازهای مهّم جذب کنندهٔ اشعهٔ مادون قرمز جوّ زمین و سیّاره های مجاور و تأثیر آنها بر دما (۳)

| نام سیّاره | مقدار تقریبی گازهای فعّال جو نسبت به اشعهٔ مادون قرمز ($^{\circ}Kg/m^2$) | | | دمای توازنی جسم سیّاره در فاصلهٔ سیّاره از خورشید ($^{\circ}K$) | | میانگین دمای اندازه‌گیری شده ($^{\circ}K$) | افزایش دمای ناشی از گازهای مادون قرمز، ابرها و غیره ($^{\circ}K$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_2O$ | $CO_2$ | $SO_2$ | با آلبدوی صفر | با وجود آلبدوی سیّاره‌ای | | |
| زهره | ۴۰ | $10^6$ | ۳۰ | ۳۲۶ | ۲۲۶ | ۷۴۰ | $>$ ۵۰۰ |
| زمین | ۳۰ | ۵ | $2\times10^5$ | ۲۷۸ | ۲۵۵ | ۲۸۸ | ۳۳ |
| ماه | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۷۸ | ۲۷۳ | ۲۷۳ | ۰ |
| مریخ | ۰/۰۰۱ | ۲۰۰ | ۰ | ۲۲۴ | ۲۰۹ | ۲۲۰ | ۱۱ |

جوّ سیّاره زهره دارای مقدار زیادی $CO_2$ ، $SO_2$ ، $H_2O$ و سایر گازهای جذب کنندهٔ اشعهٔ 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 اندازهٔ زهره وبسیار بیشتر از مریخ است ولی مقدار $CO_2$ کمتری نسبت به مریخ و زهره دارد. زمین بعلّت برخورداری از گسترهٔ خطوط جذبی که از فشار نیتروژن و اکسیژن آن ناشی می‌شود، بطور نسبی از تأثیرات تابشی حاصل از $CO_2$ بیشتر متأثر می گردد. مریخ با اینکه $CO_2$ بیشتری نسبت به زمین دارد، ولی بعلّت فقدان بخار آب دارای دمای سطحی سردتری است . دمای آن فقط اندکی گرمتر از دمای توازنی بوده‌ومی‌تواند

تابش خورشیدرادرفاصله‌ای که‌این سیّاره از خورشید داردمتعادل سازد.

تأثیر مهمّ گازهای جذب کننده‌ٔ اشعه‌ٔ مادون قرمز مبنای نظریه‌های جدیدی است که براساس آنها در طول قرن بیست و یکم ، تجمّع $CO_2$ وسایرگازهای کمیاب باعث افزایش دمای سطح کره‌ٔ زمین به اندازه‌ٔچند درجه‌ٔ سانتی‌گراد خواهد شد. این امر تغییراتی را دربارندگی جهان بوجود خواهد آوردکه خود در کشاورزی و منابع آبی مؤثّر بوده و حتّی بمقدار قابل ملاحظه‌ای ( چندین متر ) موجب بالاآمدن سطح آب دریاها خواهد شد. پیش بینی می‌شود که در اواخر قرن آینده ، میانگین افزایش دمای ناشی از تجمّع گازهای جذب کننده‌ٔ مادون قرمز بین ۲/۵ تا۵ درجهٔ سانتی گراد باشد. بدیهی است که تغییرات اقلیمی حاصل ، کلّیه‌ٔ نقاط جهان را بطور یکسان تحت تأثیر قرار نخواهد داد، زیرا افزایش دمادر عرضهای متوسّط 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 بیشتراز دو برابر دمای پیش بینی شده برای کلّ جهان باشد. این توزیع ناهماهنگ کشاورزی جهان را نیز بطور ناهمگون تحت تأثیر قرار خواهد داد، زیرا بیشترین مقدار غذا در عرضهای متوسّط و بالای نیمکره شمالی تولید می‌شود.

**۴ ـ اثرات ازن سطحی واشعه‌ٔ ماوراء بنفش در گیاهان :**

امروزه پژوهشگران دو عامل بازدارنده را برای تأمین امنیّت‌آیندهٔ غذای جهان عنوان کرده‌اند که عبارت از اتوموبیلهاومراکز صنعتی با سوختهای فسیلی می باشند. در حال حاضر خسارات ناشی از آلودگی هوا به گیاهان را در جوامع پراتوموبیل نظیر اروپای غربی و ایالات متحّدهٔ امریکا و در جوامعی که بر مبنای اقتصاد سوخت ذغالی استوار هستند

نظیر اروپای شرقی و چین می توان مشاهده‌نمود. 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 . نکتهٔ قابل توجّه این است که با کمال تعجّب مشاهده می - شود که خسارات ناشی از ازن بر گیاهان در نواحی روستایی باجمعّیت - های پراکنده نظیر نواحی شهری با جمعّیت های متمرکز است .

ازن نامی است که به ملکول سه اتمی اکسیژن داده شده استووجود آن در سطح زمین ، موسوم به ازن سطحی بوده و از سوختهای فسیلی ناشی می شود که از موّاد آلوده کنندهٔ هوا محسوب می گردد. نتایج آزمایشها نشان می دهند که گیاهان بطور باور نکردنی حتّی به مقادیر بسیار جزیی از ازن موجود در سطح زمین نیز حسّاس هستند. اگر مقدار ازن موجود در جوّ را بر حسب PPM ( مقدار در میلیون ) نشان دهیم ، زمانیکه مقدار طبیعی ازن موجود در سطح زمین از PPM ۰/۰۲۵ به PPM ۰/۰۵ افزایش می یابد خسارات ناشی از آن در گیاهان آغازمی‌شود. اگر وجود این مقدار ازن در جوّ ، بیشتراز ۱۶ روز در فصل رشد گیاهی‌دوام یابد و یا اگر مقدار PPM ۰/۳ بمدّت ۶ روز دوام یابد آثار سوء خود رادر گیاهان ظاهر خواهد کرد . اگر تمرکز ازن بصورت میانگین فصلی از ۰/۰۴ P P M به PPM ۰/۰۹ افزایش یابد محصولات گیاهی را بطور شدیدکاهش می دهد. نتایج تحقیقات نشان می دهند که PPM ۰/۰۲ ازن محصول ذرّت را یک درصدکاهش می‌دهد و زمانیکه‌این مقدار به PPM ۰/۰۹می - رسد مقدار کاهش محصول به ۱۳ درصد بالغ می شود. همچنین با این مقدار تغییر در ازن ، محصول سویا از ۷ درصد کاهش به ۳۱ درصدو گندم زمستانی از ۴ درصد کاهش به ۲۷ درصد می رسد. با توجّه به اینکه استفاده از سوختهای فسیلی در چهل سال اخیر بیشترین مقدار رشدخود 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 بوده‌است . مقدار ازنی که در فاصله‌ء دهه‌ء هشتاد فقط درایالات متحّده‌ء امریکا در سطح زمین منتشر شده محصولات کشاورزی را بمقدار ۵ تا ۱۰ درصدکاهش داده است .(۱) ولی لازم به ذکر است که افزایش $CO_2$ درجوّ ، تولید گیاهان را بالا برده و از این نظر برعکس ازن عمل می‌کند.

علاوه بر ازن سطح زمین که موجب کاهش مقدار تولید محصولات کشاورزی می شود، نقصان لایه‌ء ازن در جوّ فوقانی نیز ( لایه‌ء استراتوسفر پایینی ) باعث افزایش تابشهای ماوراء بنفش رسیده به سطح زمین می‌شودکه خود بعنوان یک ضایعه مطرح می باشد. در گیاهان حساسّی نظیر سویا مقدار کاهش تولید بر اثر نقصان ازن جوّی در فاصلهٔ‌سالهای ۱۹۶۹ تا ۱۹۸۶ ، برابر ۲ درصد برآوردشده‌است .(۱) ازن در ارتفاع ۲۰تا 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 ازن‌بر اثر انرژی تابشی ماوراء بنفش انجام می گردد و در نتیجه از رسیدن این تابش خطرناک به زمین ممانعت بعمل می آید. با توّجه به آثارتخریبی شدید تابش ماوراء بنفش برسلولهای زنده ، اهمّیت لایه‌ء ازن برای ادامهٔ بقای موجودات زنده در سطح زمین انکار ناپذیرمی‌گردد .(۴) بطور کلّی به ازای اتلاف هریک درصد ازن جوّی ، تابش ماوراء بنفش رسیده به سطح زمین دو درصد افزایش می یابد. داده ها نشان می دهندکه هریک درصد افزایش درتابش اشعه‌ء ماوراء بنفش محصول سویا را بمقدار یک درصد کاهش می دهد. این مسئله نشان می دهد که نقصان لایه‌ء ازن دراستراتوسفر درحال حاضر تولید گیاهان پروتئینی جهان را کاهش می دهد.

**۵ ـ نتیجه گیری و بحث :**

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

حبوبات نشان داده شده است .

جدول ۲ ـ تخمین تلفات وارده بر تولید حبوبات جهان براثر خسارات محیطی (۲)

| نوع خسارت | مقدارتلفات حبوبات ( میلیون تن درسال) |
|---|---|
| خسارات‌زمینی : | |
| ـ فرسایش خاک | ۹ |
| ـ ماندابی شدن وشورشدن‌زمینهای آبی | ۱ |
| ـ اتلاف موّاد آلی خاک | * |
| ـ کوتاه تر کردن چرخه‌دوره‌کشت | ۲ |
| ـ سفت شدن زمین بر اثر ابزار سنگین | |
| خسارات گیاهی : | |
| ـ آلودگی هوا | ۱ |
| ـ سیل | * |
| ـ بارانهای اسیدی | ۱ |
| ـ افزایش تابش ماوراء بنفش | |
| جمع | ۱۴ |

* در مواردی که بعلّت کمبود آمار تعیین دقیق خسارات ناشی ازهر عامل مقدور نبوده ، مجموع خسارات ناشی از چند عامل دریکجا منظور شده است .

با توجّه به کلیّه‌ء موارد فوق اینک این سئوال مطرح می شود که مقدار تلفات محصولات کشاورزی را چگونه می توان با مقادیراضافی بدست آمده از طریق سرمایه‌گذاریهای بیشتر در زمینه های آبیاری،مصرف کود و یا سایر اقدامات مقایسه کرد؟ در آغاز دهه‌ء ۹۰ چنین پیش بینی شدکه اگر هر سال به وسعت زمینهای آبیاری ۲/۳ میلیون هکتار افزوده شود و مقدار تولید را به طور متوسّط ۱/۵ تن در هر هکتار بیش از مقدار قبلی در نظر بگیرند سالانه بیش از ۳ میلیون تن به تولید حبوبات جهان اضافه می‌شود. علاوه بر آن ، اگر ۳ میلیون تن کود شیمیایی اضافی درهرسال مصرف شود و بافرض اینکه هرتن کود شیمیایی تولید را ۷ تن افزایش دهد ، ۲۱ میلیون تن دیگر به عدد قبلی اضافه می گردد. بانظر خوشبینانه اگر ۵ میلیون تن تولید اضافی دیگر نیز در هرسال از طریق سایر منابع به رقم قبلی افزوده‌شود ، مجموع تولید ۲۹ میلیون تن‌خواهد 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. درصورتیکه رقم مورد نیاز جهانی متناسب با آهنگ رشد جمعّیت نزدیک به ۲۸ میلیون تن برآورد شده است . با این حساب افزایش خالص در تولید حبوبات فقط یک درصد درسال خواهد بود، در حالیکه‌رشد جمعّیت نزدیک به ۲ درصد میباشد. موارد ، نشان دهنده‌ء این واقعّیت است که افزایش تولید با مقدار تقاضا برابری نخواهدکرد. بنابراین بدون چاره‌اندیشی درمورد جلوگیری از اتلاف تولیدات زراعی از طریق خسارات محیطی ، عدم توازن موجود ادامه یافته و بحران غذایی حادّتر 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 ـ علیجانی دکتر بهلول وکاویانی دکترمحمّدرضا ، ۱۳۷۱ ،" مبانی آب وهواشناسی " انتشارات سمت ، جغرافیای شماره ۸ ، صفحات ۴۳و ۴۴ .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی