

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تغییر اقلیم و امنیت غذایی
سازگاری کشاورزی به جهان گرم تر

تغییر اقلیم و امنیت غذایی
سازگاری کشاورزی به جهان گرم تر

دیوید لوبل و مارشال برک

ترجمه

دکتر رضا دیهیم فرد (عضو هیئت علمی ...)

دکتر سیدرضا امیری (عضو هیئت علمی ...)

۱۳۹۵

فهرست مطالب

پیشگفتار مترجمان یازده

بخش اول

فصل ۱. مقدمه	۳
۱.۱. ضرورت مطالعه این کتاب	۳
۲.۱. قدرت و ضعف مدل‌ها	۵
۳.۱. اهمیت مقیاس‌های زمانی	۶
۴.۱. بررسی اجمالی کتاب	۹
۵.۱. نکته‌های فراموش‌شده	۹
منابع	۱۳
فصل ۲. اثرهای تغییر اقلیم بر امنیت غذایی: بررسی اجمالی	۱۵
۱.۲. مقدمه	۱۵
۲.۲. امنیت غذایی: تعریف، اندازه‌گیری و پیشرفت‌های اخیر	۱۶
۱.۲.۲. اندازه‌گیری امنیت غذایی	۱۶
۲.۲.۲. برآورد مکانی و مقدار ناامنی غذایی	۱۸
۳.۲. فراهم بودن مواد غذایی و تغییر اقلیم	۲۱
۴.۲. دستیابی به غذا و تغییر اقلیم	۲۴
۵.۲. ارزش مواد غذایی و تغییر اقلیم	۳۰
۱.۵.۲. کیفیت غذا و تغذیه	۳۱
۲.۵.۲. بیماری و کیفیت غذا	۳۲
نتیجه‌گیری	۳۳
منابع	۳۴

فصل ۳. مدل‌های اقلیمی و پیش‌بینی تغییرات در آینده	۳۷
۱.۳. پیش‌بینی‌های تغییر اقلیم از کجا نشئت گرفته است؟	۳۷
۲.۳. کاربرد پیش‌بینی‌های مدل گردش عمومی (GCM)	۴۴
۱.۲.۳. یک مدل یک دیدگاه؟	۴۷
۲.۲.۳. مدل‌های مختلف، دیدگاه‌های مختلف؟	۴۸
۳.۳. دو مثال: یک مدل یک دیدگاه و مدل بیزین	۵۰
۱.۳.۳. آمار توصیفی داده‌های مدل‌های چندگانه	۵۰
۲.۳.۳. رویکرد آماری رسمی	۵۱
۴.۳. خلاصه‌ای از پیش‌بینی‌های اخیر	۵۲
۱.۴.۳. پیش‌بینی‌های منطقه‌ای دما و بارندگی	۵۳
۱.۱.۴.۳. آفریقا	۵۴
۲.۱.۴.۳. مدیترانه و اروپا	۵۴
۳.۱.۴.۳. آسیا	۵۵
۴.۱.۴.۳. امریکای شمالی	۵۵
۵.۱.۴.۳. امریکای جنوبی و مرکزی	۵۵
۶.۱.۴.۳. استرالیا و نیوزلند	۵۶
۲.۴.۳. نهایت‌ها (شاخص‌های حدی)	۵۶
۳.۴.۳. نگاهی جامع به طول فصل رشد	۵۸
۵.۳. کاهش عدم قطعیت‌ها	۶۱
منابع	۶۴

بخش دوم

فصل ۴. واکنش گیاهان به تغییر اقلیم: مدل‌های اکوفیز یولوژیک	۷۱
۱.۴. مقدمه	۷۱
۲.۴. بررسی اجمالی مدل‌های اکوفیز یولوژیک	۷۳
۱.۲.۴. نمو	۷۵
۲.۲.۴. رشد	۷۸
۳.۲.۴. تخصیص	۸۲
۴.۲.۴. محیط	۸۳
۱.۴.۲.۴. دما	۸۳
۲.۴.۲.۴. آب	۸۶
۳.۴.۲.۴. نیتروژن و دیگر عناصر غذایی	۸۸
۵.۲.۴. مدیریت گیاه زراعی	۸۸

۸۹	۶.۲.۴. ویژگی‌های رقم
۸۹	۳.۴. برنامه‌های کاربردی در پژوهش‌های تغییر اقلیم
۸۹	۱.۳.۴. برآورد اساسی اثرهای تغییر اقلیم
۹۰	۲.۳.۴. سازگاری
۹۱	۳.۳.۴. مسائل حل‌نشده در کاربرد مدل‌های اکوفیزیولوژیک
۹۱	۱.۳.۳.۴. انتخاب مدل و دقت
۹۳	۲.۳.۳.۴. فرایندهای گیاهی
۹۳	۳.۳.۳.۴. طراحی مدل
۹۴	۴.۳.۳.۴. سناریوهای کاربردی
۹۵	۴.۴. نتیجه‌گیری
۹۵	منابع
۱۰۱	فصل ۵. واکنش گیاهان زراعی به اقلیم: مدل‌های سری‌های زمانی
۱۰۱	۱.۵. مقدمه
۱۰۲	۲.۵. مثال عملی: عملکردهای ذرت در ایالات متحد
۱۰۳	۳.۵. موضوع‌های مشترک در مدل‌سازی سری‌های زمانی
۱۰۳	۱.۳.۵. گستره زمانی و مکانی
۱۰۳	۲.۳.۵. حذف روند
۱۰۷	۳.۳.۵. انتخاب متغیر اقلیمی
۱۱۱	۴.۳.۵. شکل‌های تابع
۱۱۲	۵.۳.۵. کیفیت داده‌ها و آریب رگرسیونی
۱۱۳	۴.۵. پیش‌بینی اثرهای تغییر اقلیم با مدل‌های سری‌های زمانی
۱۱۵	۵.۵. خلاصه
۱۱۶	منابع
۱۱۹	فصل ۶. واکنش گیاهان به اقلیم و آب‌وهوا: مدل‌های مقطعی و جامع
۱۱۹	۱.۶. مقدمه
۱۲۰	۲.۶. بررسی و تحلیل مقطعی
۱۲۴	۳.۶. بررسی و تحلیل جامع
۱۲۷	۴.۶. مثال روشن‌کننده
۱۳۰	۵.۶. خلاصه‌ای از مثال‌ها برای ایالات متحد
۱۳۱	۶.۶. خلاصه
۱۳۲	منابع

فصل ۷. اثرهای مستقیم افزایش دی‌اکسیدکربن و ازن اتمسفر بر عملکردهای گیاهان زراعی	۱۳۳
۱.۷. مقدمه	۱۳۴
۲.۷. روش‌های آزمایشگاهی بررسی تولید گیاهان زراعی در غلظت دی‌اکسیدکربن بالا	۱۳۵
۳.۷. اثرهای مستقیم افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر فیزیولوژی گیاهی	۱۳۷
۴.۷. واکنش‌های عملکرد گیاهان زراعی به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن	۱۳۹
۱.۴.۷. تغییرات عملکرد در شرایط افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن	۱۴۰
۲.۴.۷. تغییر اجزای عملکرد در شرایط افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن	۱۴۳
۳.۴.۷. تغییرات کیفیت عملکرد در شرایط افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن	۱۴۵
۵.۷. مدل‌سازی اثر غلظت دی‌اکسیدکربن بر تولید گیاهان زراعی و عرضه جهانی موادغذایی	۱۴۷
۶.۷. واکنش گیاهان زراعی به افزایش ازن	۱۴۸
۷.۷. خلأهای علمی و دغدغه‌های آینده	۱۵۲
۸.۷. خلاصه	۱۵۴
منابع	۱۵۴

بخش سوم

فصل ۸. امنیت غذایی و سازگاری با تغییر اقلیم	۱۶۷
۱.۸. مقدمه	۱۶۷
۲.۸. سازگاری کشاورزان با تغییر اقلیم: مقابله با تغییرات	۱۶۹
۳.۸. سازگاری با تغییر اقلیم: برخی از مشکلات	۱۷۱
۱.۳.۸. شناسایی سیگنال	۱۷۱
۲.۳.۸. جهت‌گیری‌ها با توجه به شناخت	۱۷۳
۴.۸. سازگاری‌های کشاورز و مزایای بالقوه آن	۱۷۴
۱.۴.۸. تغییر تاریخ کاشت	۱۷۴
۲.۴.۸. تغییر رقم‌ها یا گونه‌های گیاهان زراعی	۱۷۷
۳.۴.۸. افزایش سطح زیرکشت کلی و آبی	۱۷۹
۴.۴.۸. درآمدهای متنوع	۱۸۱
۵.۸. سازگاری‌های گسترده‌تر اقتصادی به تغییر اقلیم	۱۸۲
۶.۸. سازگاری‌های طراحی شده	۱۸۴
۱.۶.۸. سرمایه‌گذاری‌ها در گسترش گیاهان زراعی	۱۸۴
۲.۶.۸. ایجاد بازار کار برای افراد تهیدست	۱۸۵
۳.۶.۸. افزایش اطلاعات محلی	۱۸۷
۴.۶.۸. گسترش زیرساخت‌های کشاورزی	۱۸۷
۵.۶.۸. چه زمانی سازگاری در کشاورزی مناسب نیست؟	۱۸۹

۱۹۰.....	۷.۸. ارزیابی پیشرفت در سازگاری
۱۹۱.....	۸.۸. خلاصه
۱۹۲.....	منابع
۱۹۵.....	فصل ۹. راهبردهای اصلاحی برای سازگاری گیاهان زراعی با تغییر اقلیم.....
۱۹۵.....	۱.۹. مقدمه
۱۹۶.....	۲.۹. اصلاح گندم برای سازگاری با تنش رطوبتی و افزایش دما
۱۹۷.....	۱.۲.۹. تنوع ژنتیکی
۱۹۷.....	۱.۱.۲.۹. ذخیره ژنی برنامه اصلاحی
۱۹۸.....	۲.۱.۲.۹. ارقام محلی
۱۹۹.....	۳.۱.۲.۹. گندم هگزاپلوئید سنتتیک
۲۰۰.....	۴.۱.۲.۹. وارد کردن ژنهای خارجی
۲۰۰.....	۵.۱.۲.۹. ویژگیهای بااهمیت در کشاورزی حفاظتی
۲۰۱.....	۶.۱.۲.۹. پایداری در برابر بیماری ریشه
۲۰۱.....	۷.۱.۲.۹. کیفیت تغذیه‌ای
۲۰۳.....	۸.۱.۲.۹. کیفیت تولید و فراوری
۲۰۳.....	۲.۲.۹. راهبردهای اصلاحی برای بهبود تولید و کیفیت در شرایط تنش خشکی و دما
۲۰۵.....	۱.۲.۲.۹. تلاقی
۲۰۶.....	۲.۲.۲.۹. انتخاب
۲۱۰.....	۳.۲.۲.۹. ارزیابی
۲۱۲.....	۳.۲.۹. برخی ملاحظات اصلاحی برای گیاهان زراعی به جز گندم
۲۱۳.....	۴.۲.۹. نتیجه‌گیری
۲۱۵.....	منابع

بخش چهارم

۲۲۵.....	فصل ۱۰. ارزیابی‌های منطقه‌ای و جهانی.....
۲۲۵.....	۱.۱۰. مقدمه
۲۲۶.....	۲.۱۰. ارزیابی‌های جهانی
۲۳۲.....	۳.۱۰. ارزیابی‌های منطقه‌ای
۲۳۲.....	۱.۳.۱۰. چین
۲۳۴.....	۲.۳.۱۰. هند
۲۳۶.....	۳.۳.۱۰. کشورهای جنوب صحرای افریقا
۲۳۷.....	۴.۳.۱۰. ایالات متحد آمریکا

۲۳۹.....	۴.۱۰. اندازه‌گیری عدم قطعیت.....
۲۴۱.....	۵.۱۰. خلاصه.....
۲۴۲.....	منابع.....
۲۴۷.....	فصل ۱۱. چشم‌انداز آینده.....
۲۴۷.....	۱.۱۱. مقدمه.....
۲۴۸.....	۲.۱۱. فراهم‌بودن غذا.....
۲۴۹.....	۳.۱۱. دستیابی به غذا.....
۲۵۰.....	۴.۱۱. ارزش مواد غذایی.....
۲۵۰.....	۵.۱۱. دیدگاه‌های نهایی.....
۲۵۳.....	واژه‌نامه فارسی-انگلیسی.....
۲۵۷.....	واژه‌نامه انگلیسی-فارسی.....
۲۶۱.....	نمایه.....

پیشگفتار مترجمان

انتشار گازهای گلخانه‌ای، به ویژه دی‌اکسید کربن، در اثر فعالیت‌های انسان باعث گرم‌شدن چشمگیر زمین شده است، به گونه‌ای که مستندات علمی موجود جهان تقریباً هر نوع شک و تردیدی را در این مورد برطرف کرده است. افزایش انتشار این گازها نتیجه حرکت انسان به سمت زندگی مرفه، راحت و امن بوده است. از سوی دیگر، تغییر اقلیم زندگی افراد تهیدست را تحت تأثیر ناخوشایندی قرار داده و همچنین اثر متقابل تغییر اقلیم و عوامل دیگر تولید غذا و امنیت غذایی را در آینده متأثر خواهد کرد. روزانه به‌طور میانگین حدود بیست‌هزار کودک در اثر گرسنگی جان خود را از دست می‌دهند. در حال حاضر، به‌طور تقریبی حدود یک‌میلیارد انسان در جهان در قحطی و ناامنی غذایی به‌سر می‌برند. منظور از فراهمی غذا، منابع غذایی جهانی و منطقه‌ای است. سوال اساسی این است که آیا می‌توانیم از لحاظ فیزیکی غذای کافی برای تغذیه جمعیت تولید کنیم؟ تحقیقات گسترده‌ای در مورد رویه‌های گذشته و مسیرهای آینده تغذیه جمعیت جهان انجام شده است. با وجود این، مطالعه‌ای در مورد اثر تغییر اقلیم بر منابع جهانی غذا هنوز انجام نشده است، بنابراین به نظر می‌رسد بایستی واقعیت‌های فعلی و روند منابع جهانی و منطقه‌ای غذا را بررسی کنیم.

هدف از ترجمه این کتاب ارائه مقدمه‌ای درباره علوم پایه مورد نیاز برای دانشجویان، محققان و سیاست‌گذاران است تا زمینه‌ساز بررسی اثرهای بالقوه تغییر اقلیم بر امنیت غذایی باشد. به عقیده مترجمان، برای رسیدن به این هدف به همکاری بین‌رشته‌ای نیاز است، زیرا در سه بخش اصلی کتاب ارتباط بین رشته‌های گوناگون علوم اقلیم‌شناسی، خاک‌شناسی، رابطه آب و خاک و گیاه، فیزیولوژی و اکولوژی گیاهی به خوبی نمایان است. بخش اول کتاب شامل اطلاعات مقدماتی در مورد امنیت غذایی و روندهای سیستم اقلیمی است. در این بخش نمایی از امنیت غذایی و راه‌حل‌های بالقوه ارائه شده است که می‌تواند متأثر از تغییر اقلیم باشد. در فصل بعدی این بخش، نمایی از مدل‌های اقلیمی و چگونگی کاربرد آن‌ها در ارزیابی عدم قطعیت در اقلیم آینده ارائه می‌شود.

در بخش دوم کتاب، رابطه میان اقلیم و گیاهان زراعی بررسی می‌شود و اینکه چگونه دانشمندان این ارتباط‌ها را با روش‌ها و آزمایش‌ها به‌صورت کمی در می‌آورند. فصل ۴ روش‌های

اکوفیزیولوژیکی را توصیف می‌کند که زمینه بسیاری از ارزیابی‌های مربوط به عملکرد را فراهم می‌کند. در فصل‌های ۵ و ۶ در مورد روش‌های آماری و همچنین مدل‌سازی عملکرد طی زمان و مکان بحث می‌شود. فصل ۷ به واکنش گیاهان به افزایش غلظت دی‌اکسید کربن می‌پردازد، که یکی از عامل‌های بااهمیت برای طرح‌ریزی اثرهای آینده تغییر اقلیم بر عملکرد است. بخش سوم دیدگاه کاملی در مورد گزینه‌های گوناگون سازگاری ارائه می‌دهد، که نقشی کلیدی در به حداقل رساندن اثرهای تغییر اقلیم طی چند دهه آینده دارد. فصل ۸ سازگاری‌های تجاری و همچنین سازگاری‌های زراعی مانند تغییر تاریخ کاشت یا گوناگونی انواع گیاهان زراعی را به بحث می‌گذارد. فصل ۹ به نقش مهم بذرها در اصلاح‌شده به دست آمده از توسعه و بهبود گیاهان می‌پردازد؛ گیاهانی که در شرایط تغییر اقلیم بهتر رشد کنند. سرانجام، کتاب گزینه‌های موجود سازگاری برای کشاورزی را طی چند دهه آینده در فصل ۱۰ و ۱۱ به تفصیل به بحث می‌گذارد. البته در بسیاری از پژوهش‌ها بازه‌های زمانی طولانی‌تر تا سال ۲۰۸۰ یا ۲۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود که این گزینه امکان بررسی گسترده‌تر تغییرات جهانی را در مواجهه با مسائل کاهش مخاطره‌های تغییر اقلیم - به‌طور مثال چگونه انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهیم - و سازگاری با این تغییرات را بدون در نظر گرفتن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نشان می‌دهد.

پایان سخن اینکه مترجمان کتاب لازم می‌دانند از استادان ارجمند آقایان دکتر علی‌رضا کوچکی، دکتر مصطفی جعفری و دکتر عبدالمجید مهدوی دامغانی که متن ترجمه را مطالعه و نکات ارزشمندی را متذکر شدند، سپاسگزاری کنند. از سرکار اکرم خانم کیانی که با دقت نظر و صبر و حوصله ویرایش کتاب را برعهده گرفتند نیز سپاسگزاریم. همچنین از همکاران محترم انتشارات دانشگاه شهید بهشتی به ویژه سرکار خانم آذر مه سنجری برای مساعدت در آماده‌سازی و چاپ کتاب قدردانی می‌کنیم. امید است ترجمه این اثر برای دانشجویان و پژوهشگرانی که در این حوزه فعالیت می‌کنند، مفید باشد. بی شک، کتاب حاضر خالی از اشکال نیست. انتقادات و پیشنهادهای خوانندگان محترم و ارسال آنها به ایمیل انتشارات دانشگاه، مایه تشکر و قدردانی مترجمان و رفع کاستی‌ها در چاپ‌های بعدی کتاب خواهد شد.

رضا دیهیم فرد و سید رضا امیری

زمستان ۱۳۹۵

بخش اول

فصل ۱. مقدمه

فصل ۲. اثرهای تغییر اقلیم بر امنیت غذایی: بررسی اجمالی

فصل ۳. مدل‌های اقلیمی و پیش‌بینی تغییرات در آینده

فصل ۱

مقدمه

دیوید لوبل و مارشال برک^۱

۱.۱. ضرورت مطالعه این کتاب

زمین به طور چشمگیری در حال گرم شدن است. شواهد و مدارک موجود از سراسر جهان تقریباً هر نوع شک و تردید را در مورد این حقیقت برطرف کرده است. دلیل اصلی آن نیز انتشار گازهای گلخانه‌ای همچون دی‌اکسید کربن به وسیله فعالیت‌های انسان است. افزایش انتشار این گازها نیز نتیجه حرکت انسان به سمت زندگی مرفه، راحت و امن بوده است. اما جدا از این قضیه، به طور تقریبی در حدود یک میلیارد نفر در جهان در قحطی و ناامنی غذایی به سر می‌برند. همچنین به طور متوسط روزانه در حدود بیست‌هزار کودک بر اثر گرسنگی جان خود را از دست می‌دهند.

بیشتر مردم تهدیدست جهان به زندگی خود در منطقه‌های روستایی ادامه می‌دهند و برای امرامعاش خود به کشاورزی وابسته‌اند. واضح است که کشاورزی در هر نقطه‌ای وابسته به آب و هواست. تغییر اقلیم به طور نامتناسبی زندگی افراد تهدیدست را تحت تأثیر قرار داده است. اما سؤال آن است که دقیقاً کدامیک از فعالیت‌های انسان موجب تغییر اقلیم و فقر میلیاردی شده است؟ اثر متقابل تغییر اقلیم و عوامل دیگر چگونه تولید غذا و امنیت غذایی را در آینده متاثر می‌کند؟

پاسخ‌های ساده‌ای برای این پرسش‌ها وجود ندارد. این واقعیت البته مردم را از پیش‌بینی‌های ساده‌انگارانه بر پایه ایدئولوژی باز نمی‌دارد. به طوری که واکنش‌های نوآوری و بازار آزاد از هرگونه آسیب تغییر اقلیم جلوگیری می‌کند و یا اینکه تغییر اقلیم موجب آسیب دیدن

1. D. Lobell and M. Burke
Stanford University, CA, USA
D. Lobell and M. Burke (eds.), *Climate Change and Food Security*,
Advances in Global Change Research 37, DOI 10.1007/978-90-481-2953-9_1,
© Springer Science + Business Media, B.V. 2010