بسم الله الرحمن الرحیم

انتشارات، شمارهٔ ۴۶۰

تغییر اقلیم و تولیدات زراعی جهان

تالیف:

کی. آر. ردی ـ اچ. اف. هاجز

ترجمه:

دکتر علیرضا کوچکی ـ مهندس محمّد حسینی

www.ketab.ir

ردی، کی راجا Reddy, K. Raja
تغییر اقلیم و تولیدات زراعی جهان / تألیف کی. آر. ردی ـ اچ. اف. هاجز؛ ترجمه علیرضا کوچکی، محمد حسینی. ـ مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۳۸۴.
۵۵۶ ص.: مصور. ـ (انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۴۶۰)
ISBN: 964-386-171-1 ۳۸۰۰۰ ریال
فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
عنوان اصلی: climate change and global crop productivity, C 2000.
۱. اقلیم‌شناسی -- تغییرات. ۲. فراورده‌های زراعی -- عوامل اقلیمی. ۳. فراورده‌های زراعی -- باردهی. الف. هاجز، Hodges H. F. . ب. کوچکی، علیرضا، ۱۳۲۶ - ، مترجم. ج. حسینی، محمد، ۱۳۴۲ - ، مترجم. د. دانشگاه فردوسی مشهد.
۴ ر ۷ الف / ۷ / S۶۰۰ ۶۳۰/۲۵۱۵
۱۳۸۴
کتابخانه ملی ایران ۸۴-۴۷۴۹۷ م

www.ketab.ir

انتشارات، شمارهٔ ۴۶۱

تغییر اقلیم و تولیدات زراعی جهان

تألیف

کی. آر. ردی ـ اچ. اف. هاجز

ترجمهٔ

دکتر علیرضا کوچکی ـ مهندس محمد حسینی

وزیری، ۵۵۶ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول، بهار ۱۳۸۵

امور فنّی و چاپ: مؤسسهٔ چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی

بها: ۳۸۰۰۰ ریال

پیشگفتار مؤلفان

فعالیتهای بشر در حال ایجاد تغییراتی در بوم نظام کره خاکی ما می‌باشد. انتشار دی اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای در حال افزایش است. امروزه استفاده از مدلهای رایانه‌ای که دانسته‌های فرضی آب و هوای کره زمین را تا حد امکان تلفیق می‌کند نشان داده است که گرم شدن کره زمین همراه با تغییر الگوهای بارندگی و بروز رخدادهای آب و هوایی حاد شدید درحال پیدایش است. سرعت تغییر و گرم شدن آب و هوای کره زمین که در قرن آینده پیش بینی شده است، بیش از آن چیزی است که طی ۱۰۰۰۰ سال گذشته اتفاق افتاده است. تغییرات محیطی کره زمین، اثرات و پیامدهای بسیاری را برای بوم نظامهای طبیعی و کشاورزی و در نهایت جامعه در بر خواهد داشت. این تغییرات می‌تواند موقعیت مناطق عمده تولید محصولات کشاورزی را در سطح کره زمین تغییر دهد. قابلیت تولید کشاورزی بخصوص نسبت به تغییرات آب و هوایی حساس می‌باشد. ما در آینده برای مقابله با افزایش جمعیت و در نتیجه کاهش سرانهٔ زمین کشاورزی و آب، کاهش منابع خاکی و توسعه تنش‌های زیستی، مجبور به تولید بیشتر غذا، پوشاک و کالا هستیم. علاوه بر محدودیت‌های مذکور، تغییر شرایط آب و هوایی همراه با رخدادهای شدید مربوط به آن، باعث تغییر مناطق سازگاری گیاهان زراعی و عملیات زراعی لازم برای تولید محصول خواهد شد. همچنین، واکنش گیاهان به تغییرات اقلیمی یکسان نبوده و از این رو عده‌ای سود برده و عده‌ای دیگر متضرر خواهند شد. بی‌ثباتی ناشی از تغییرات اقلیمی و آب و هوایی در تولید غذا و پوشاک، موجب تغییر ثبات اجتماعی و اقتصادی و نیز رقابت منطقه‌ای خواهد شد.

کتاب حاضر به توصیف تغییرات طبیعی دمای کره زمین در طول تاریخ پرداخته و شواهد مربوط به تغییرات دمای ناشی از فعالیتهای بشری را مورد توجه قرار می‌دهد. در این کتاب، روشهای پیش‌بینی تغییرات اقلیمی و نقش کشاورزی در تولید گازهای گلخانه‌ای مورد بحث قرار گرفته است. هدف اصلی کتاب کمّی کردن اثر عوامل اقلیمی در حال تغییر بر گیاهان زراعی مختلف می‌باشد. گیاهان زراعی که نقش عمده‌ای در تولید غذا و پوشاک دارند، مورد ارزیابی قرار گرفته و واکنش آنها

www.ketab.ir

نسبت به کمبود آب و عناصر غذایی در محیطهایی با غلظت دی اکسیدکربن بالا، پیش‌بینی شده است.

فصلهایی از کتاب که به بررسی بر همکنشهای گیاهان زراعی و علفهای هرز و پویایی جمعیت حشرات در اقلیم در حال تغییر پرداخته است ؛ توسط محقّقان معتبر جهانی نوشته شده است. عناوین شامل واکنش گیاهان CAM ، گیاهان با سامانه فتوسنتزی C_3 و C_4 و دلیل چگونگی کاهش تعرق در مقادیر بالای CO_2 و نیز کاهش تولید میوه و دانه در درجه حرارتهای بالا، می‌باشند. همچنین چگونگی فائق آمدن تولیدکنندگان و متخصصان تولید بر چنین محیط‌هایی و ضرورت بهبود ارقام از طریق روشهای متداول به نژادی و نیز روشهای تراریخته‌ای، مورد بررسی قرار گرفته است. بسیاری از عناوین دیگر جهت نشان دادن تفاوتها و شباهتهای مهمترین گونه‌های زراعی بحث شده است.

کتاب حاضر مورد توجه متخصصان زراعت، باغبانی و تولید محصولات کشاورزی، فیزیولوژیست‌های محیط زیست و سایر افرادی که به موضوع محیط زیست جهانی علاقه‌مند هستند، قرار خواهد گرفت. اثر تغییر اقلیم نه تنها بر گونه‌های زراعی عمده (گندم، برنج، سویا، ذرت، سبزیجات و گیاهان زراعی ریشه‌ای و غده‌ای) مورد بررسی قرار گرفته، بلکه اثر آن بر علفزارها، مراتع، درختکاری و گیاهان تولید شده در مناطق کویری بررسی شده است. واکنش پنبه به عنوان مهمترین گیاه زراعی تولیدکننده الیاف، نسبت به عوامل محیطی به صورت کمّی نشان داده شده است. اثر تغییر اقلیم بر علفهای هرز، آفات گیاهان زراعی و نیز بر جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی و تجاری، ارائه شده است.

www.ketab.ir

فهرستی از نویسندگان همکار

Göran I. Ågren, *Department of Ecology and Environmental Research, Swedish University of Agricultural Sciences, PO Box 7072, SE-750 Uppsala, Sweden*

Leon Hartwell Allen, Jr, *USDA-Agricultural Research Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, S.W. 23rd St., University of Florida, PO Box 110965, Gainesville, FL 32611-0965, USA*

Jeffery T. Baker, *USDA-ARS/NRI/RSML, 10300 Baltimore Avenue, Beltsville, MD 20705-2350, USA*

Marco Bindi, *Department of Agronomy and Land Management, University of Firenze (DISAT), P. le delle Cascine 18, 50144 Firenze, Italy*

Herbert Blum, *Institute of Plant Sciences, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), 8092 Zurich, Switzerland*

Kenneth J. Boote, *Agronomy Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32611-0500, USA*

James A. Bunce, *Climate Stress Laboratory, USDA-ARS, Beltsville Agricultural Research Center, 10300 Baltimore Avenue, Beltsville, MD 20705-2350, USA*

Ruth E. Butterfield, *Environmental Change Unit (ECU), University of Oxford, 1a Mansfield Road, Oxford OX1 3TB, UK*

Bruce D. Campbell, *AgResearch, Grasslands Research Centre, Private Bag 11008, Palmerston North, New Zealand*

Reinhart Ceulemans, *Department of Biology, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgium*

Nordine Cheikh, *Monsanto Company, 1920 Fifth St, Davis, CA 95616, USA*

Jürg Fuhrer, *Institute of Plant Sciences, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), 8092 Zurich, Switzerland*

James V. Groth, *Department of Plant Pathology, University of Minnesota, 495 Borlaug Hall, 1991 Upper Buford Circle, St Paul, MN 55108-6030, USA*

www.kiab.ir

Andrew Paul Gutierrez, *Division of Ecosystem Science, University of California, 151 Hilgard Hall, Berkeley, CA 94720, USA*
Anthony E. Hall, *Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside, CA 92521-0124, USA*
Ann-Charlotte Hansson, *Biology and Crop Production Science, Swedish University of Agricultural Sciences, PO Box 7043, SE-755007 Uppsala, Sweden*
Jerry L. Hatfield, *USDA-Agricultural Research Service, National Soil Tilth Laboratory, 2150 Pammel Drive, Ames, IA 50011, USA*
Harry F. Hodges, *Department of Plant and Soil Sciences, 117 Dorman Hall, Box 9555, Mississippi State University, Mississippi State, MS 39762, USA*
Takeshi Horie, *Laboratory of Crop Science, Division of Agronomy, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, Japan*
Ivan A. Janssens, *Department of Biology, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgium*
Han Yong Kim, *Tohoku National Agriculture Experimental Station, Morioka, Iwate 020-0198, Japan*
Bruce A. Kimball, *USDA-ARS, Environmental and Plant Dynamics Research Unit, US Water Conservation Laboratory, 4331 East Broadway, Phoenix, AZ 85040, USA*
Ganesh Kishore, *Monsanto Company, 700 Chesterfield Parkway North, Chesterfield, MO 63198, USA*
Sagar V. Krupa, *Department of Plant Pathology, University of Minnesota, 495 Borlaug Hall, 1991 Upper Buford Circle, St Paul, MN 55108-6030, USA*
David W. Lawlor, *Biochemistry and Physiology Department, IACR-Rothamsted, Harpenden, Herts AL5 2JQ, UK*
Jan Lewandrowski, *US Department of Agriculture, Economic Research Service, 1800 M Street, Washington, DC 20036, USA*
Stephen P. Long, *Departments of Crop Sciences and Plant Biology, University of Illinois at Urbana-Champaign, 190 Edward R. Madigan Laboratories 1201, W. Gregory Drive, Urbana, IL 61801, USA*
Tsutomu Matsui, *Laboratory of Crop Science, Division of Agronomy, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-01, Japan*
Linda O. Mearns, *Environmental and Societal Impacts Group, National Center for Atmospheric Research, PO Box 3000, Boulder, CO 80307-3000, USA*
Franco Miglietta, *Instituto Nazionale Analisi e Protezione Agro-ecosistemi, IATA-CNR, P. le delle Cascine 18, 50144 Firenze, Italy*
Philip W. Miller, *Monsanto Company, 700 Chesterfield Parkway North, Chesterfield, MO 63198, USA*
Rowan A.C. Mitchell, *Biochemistry and Physiology Department, IACR-Rothamsted, Harpenden, Herts AL5 2JQ, UK*
Jack A. Morgan, *USDA-ARS, Crops Research Laboratory, Fort Collins, CO 80526, USA*

www.ketab.ir

Marianne Mousseau, *Laboratoire d'Ecologie Végétale, Université Paris-Sud XI, F-91405 Orsay Cedex, France*

Hiroshi Nakagawa, *Department of Agronomy, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-01, Japan*

Park S. Nobel, *Department of Biology-OBEE, University of California, Los Angeles, CA 90095-1606, USA*

Josef Nösberger, *Institute of Plant Sciences, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), 8092 Zurich, Switzerland*

Mary M. Peet, *Department of Horticultural Science, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7609, USA*

H. Wayne Polley, *USDA-ARS, Grassland, Soil and Water Research Laboratory, 808 E. Blackland Rd, Temple, TX 76502, USA*

K. Raja Reddy, *Department of Plant and Soil Sciences, 117 Dorman Hall, Box 9555, Mississippi State University, Mississippi State, MS 39762, USA*

Donald C. Reicosky, *North Central Soil Conservation Laboratory, 803 Iowa Avenue, Morris, MN 56267, USA*

John Reilly, *MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Building E40-263, 77 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA 02139, USA*

Ronald L. Sass, *Department of Ecology and Evolutionary Biology, Rice University, 6100 Main, Houston, TX 77005-1892, USA*

Ad. H.C.M. Schapendonk, *Research Institute for Agrobiology and Soil Fertility (AB-DLO), PO Box 14, 6700 AA Wageningen, The Netherlands*

David Schimmelpfennig, *US Department of Agriculture, Economic Research Service, 1800 M Street, Washington, DC 20036, USA*

Mark Stafford Smith, *National Rangelands Program, CSIRO Division of Wildlife and Ecology, PO Box 2111, Alice Springs, NT 0871, Australia*

Francesco P. Vaccari, *Instituto Nazionale Analisi e Protezione Agro-ecosistemi, IATA-CNR, P. le delle Cascina 18, 50144 Firenze, Italy*

David W. Wolf, *Cornell University, 134-A Plant Science Building, Tower Road, Ithaca, NY 14853-5908, USA*

Justus Wolf, *Department of Theoretical Production Ecology, Wageningen Agricultural University, PO Box 430, 6700 AK Wageningen, The Netherlands*

Kevin J. Young, *Departments of Crop Sciences and Plant Biology, University of Illinois at Urbana-Champaign, 190 Edward R. Madigan Laboratories, 1210 W. Gregory Drive, Urbana, IL 61801, USA*

Lewis H. Ziska, *Climate Stress Laboratory, USDA-ARS-BARC, B-046A, 10300 Baltimore Avenue, Beltsville, MD 20705-2350, USA*

www.etab.ir

پیشگفتار مترجمان

امروزه موضوع تغییر اقلیم جهانی در اثر فعالیت‌های بیرویه انسان بیش از هر زمان دیگری مورد بحث دانشمندان و سیاستگذاران در عرصه‌های بین‌المللی است. بدون تردید عوارض ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای که باگرم‌شدن دمای کره زمین همراه است می‌تواند بر کلیه فعالیت‌های آتی انسان در زمینه‌های مختلف و به‌ویژه تولیدات غذایی مؤثر واقع شود. در این رابطه لازم است پیش‌بینی‌هایی در زمینه چگونگی مواجهه با مخاطرات ناشی از آن درنظر گرفته شود و این موضوع هم در ابعاد جهانی و هم در ابعاد ملی برای کشور ما بسیار ضروری است. اقدامهای پیشگیرانه در عرصه‌های کشاورزی و همچنین فعالیتهایی در زمینه کاهش این مخاطرات بسیار ضروری بوده و نیاز به برنامه‌های جامع بر اساس انگاره‌هایی است که امروزه برای دوره‌های مختلف زمانی بیست و پنج ساله و پنجاه ساله پیش‌بینی شده است. به‌همین دلیل آگاهی از چگونگی وقوع این فرآیند و اثرات آن بر نظامهای زراعی از ابعاد فیزیولوژیکی و بوم شناختی می‌تواند در ارائه برنامه‌های جامع برای مقابله با مخاطرات حاصله مؤثر واقع شود.

کتاب حاضر که مشتمل بر بیست و یک فصل می‌باشد تغییر اقلیم جهانی و قابلیت تولیدات گیاهان زراعی را در شرایط تغییر اقلیم به‌صورت جامعی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. در فصول اولیه به مبانی تغییر اقلیم و تاریخچه آن پرداخته شده است و فصول بعدی به سهم کشاورزی در انتشار گازهای گلخانه‌ای و واکنش بوم نظامهای زراعی به تغییر اقلیم برای هر کدام از محصولات زراعی مهم، درختان و مراتع پرداخته شده است. پس از آن برهمکنش‌های گیاهان در شرایط تغییر اقلیم مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و در فصول انتهایی پویایی جمعیت علفهای هرز، ماده آلی خاک و مسائلی چون راهبردهای به‌نژادی و نقش فناوری زیستی در شرایط تغییر اقلیم و بالاخره جنبه‌هایی از تولید و تجارت جهانی مواد غذایی در شرایط تغییر اقلیم مورد بحث واقع شده است.

این کتاب برای کلیه دانشجویان رشته‌های کشاورزی، منابع طبیعی، اقلیم‌شناسی و همچنین محققین مختلف قابل استفاده می‌باشد. در خاتمه از سرکار خانم مهرناز فهیمی که در تهیه این کتاب، ما را یاری رساندند سپاسگزاری می‌نماییم.

کوچکی - حسینی
زمستان ۱۳۸۴

www.ketab.ir

فهرست

فصل اول: تغییر اقلیم و قابلیت تولیدگیاهان زراعی در دنیا ۱۵

دیدگاه کلی ۱۵

فصل دوم: تغییر اقلیم و تغییرپذیری ۲۱

۱ - ۲ پیشگفتار ۲۱

۲ - ۲ تغییر اقلیم در گذشته ۲۲

۳ - ۲ اقلیم قرن بیستم ۲۵

۴ - ۲ نقش گازهای گلخانه‌ای ۲۷

۵ - ۲ اثر ذرات معلق ناشی از فعالیت انسان ۳۳

۶ - ۲ تغییر اقلیم در آینده ۳۴

مراجع: ۴۸

فصل سوم: سهم کشاورزی در انتشار گازهای گلخانه‌ای ۵۵

۱ - ۳ پیشگفتار ۵۵

۲ - ۳ مصرف سوختهای فسیلی در کشاورزی ۵۸

۳ - ۳ مدیریت کربن خاک ۶۱

۴ - ۳ انتشار اکسید نیتروژن و متان از مواد زاید دامی و مردابها ۶۴

۵ - ۳ برنج و تولید متان ۶۷

۶ - ۳ روشهای کاهش اثرات در کشاورزی ۷۱

مراجع ۷۲

فصل چهارم: واکنش بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: گندم ۷۹

۱ - ۴ پیشگفتار ۷۹

۲ - ۴ روشهای مطالعه تغییر محیط زیست کره زمین ۸۳

۳ - ۴ اثر CO_2 و درجه حرارت بر فرآیندهای بنیادی ۸۴

۴ - ۴ اثرات CO_2 بر زیست توده و عملکرد دانه ۹۰

۵ - ۴ برهمکنش CO_2 جوی و درجه حرارت ۹۳

www.ketab.ir

۴ - ۶ اثرات CO_2 در شرایط محدودیت آب ۹۴
۴ - ۷ آلاینده‌های جوّی، CO_2 و درجه حرارت ۹۵
۴ - ۸ کیفیت گندم ۹۶
۴ - ۹ طراحی ارقام گندم برای تغییر محیط زیست کره زمین ۹۷
۴ - ۱۰ مدلسازی ۹۸
۴ - ۱۱ خلاصه و نتیجه‌گیری ۱۰۰
مراجع ۱۰۱

فصل پنجم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: برنج ۱۰۹

۵ - ۱ پیشگفتار ۱۰۹
۵ - ۲ واکنش برنج به افزایش CO_2 و درجه حرارت ۱۱۳
۵ - ۳ شبیه‌سازی مدل اثرات تغییر اقلیم کره زمین بر تولید منطقه‌ای برنج ۱۳۱
۵ - ۴ نتیجه‌گیری و ضرورتهای تحقیقاتی آینده ۱۳۲
مراجع ۱۳۴

فصل ششم: واکنش‌های بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: ذرت و سورگوم ۱۴۱

۶ - ۱ پیشگفتار ۱۴۱
۶ - ۲ فتوسنتز و تنفس ۱۴۵
۶ - ۳ مصرف آب ۱۴۹
۶ - ۴ رشد و نمو ۱۵۴
۶ - ۵ عملکرد ۱۶۰
مراجع ۱۶۶

فصل هفتم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: سویا ۱۷۱

۷ - ۱ پیشگفتار ۱۷۱
۷ - ۲ فتوسنتز و تنفس ۱۷۳
۷ - ۳ مصرف آب ۱۸۲
۷ - ۴ رشد و نمو - فنولوژی ۱۸۶
۷ - ۵ رشد و نمو - سرعت رشد اندامها ۱۸۸
۷-۶ عملکرد گیاه زراعی ۱۹۳
۷ - ۷ راهبردهای زراعی و به نژادی برای اقلیم آینده ۱۹۷
۷ - ۸ نتیجه‌گیری و جهتهای تحقیقاتی در آینده ۱۹۸
مراجع ۱۹۹

www.ketab.ir

فصل هشتم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: پنبه ۲۰۵

۸ – ۱ پیشگفتار ۲۰۵
۸ – ۲ رهیافت و روشها ۲۰۷
۸ – ۳ فتوسنتز ۲۱۲
۸ – ۴ تعرق و مصرف آب ۲۲۰
۸ – ۵ فنولوژی ۲۲۲
۸ – ۶ سرعت رشد اندامها و تخصیص توده‌ای ۲۲۳
۸ – ۷ عملکرد و اجزای عملکرد ۲۲۶
۸ – ۸ روندهای تاریخی: عملکرد پنبه، $[CO_2]$ و دیگر پیشرفتهای فناوری ۲۲۹
۸ – ۹ خلاصه و نتیجه‌گیری ۲۳۱
مراجع ۲۳۲

فصل نهم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: محصولات ریشه‌ای و غده‌ای ۲۳۷

۹ – ۱ پیشگفتار ۲۳۷
۹ – ۲ اثرات مورد انتظار تغییر اقلیم بر محصولات ریشه‌ای و غده‌ای ۲۳۹
۹ – ۳ گیاهخواری ۲۵۰
۹ – ۴ برهمکنش دی‌اکسید کربن با تغییر اقلیم در سیب‌زمینی ۲۵۱
۹ – ۵ نتیجه‌گیری ۲۵۷
مراجع ۲۶۱

فصل دهم: واکنش بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: سبزیجات ۲۶۵

۱۰ – ۱ پیشگفتار ۲۶۵
۱۰ – ۲ اثرات تغییر اقلیم کره زمین بر گیاهان زراعی ۲۶۷
۱۰ – ۳ مطالعات موردی ۲۸۶
۱۰ – ۴ خلاصه ۲۹۴
۱۰ – ۵ تأثیر بر صنعت سبزیجات ۲۹۵
مراجع ۲۹۶

فصل یازدهم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: درختان ۳۰۳

۱۱ – ۱ پیشگفتار ۳۰۳
۱۱ – ۲ درختان در مقابل گیاهان غیر چوبی، شباهتها و تفاوتها ۳۰۵
۱۱ – ۳ اثرات تغییر اقلیم بر رشد و فیزیولوژی درختان ۳۰۸

www.ketab.ir

۴ - ۱۱ نتیجه‌گیری و جهت گیریها در آینده ۳۲۱
مراجع ۳۲۳

فصل دوازدهم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: علفزارها ۳۳۱

۱ - ۱۲ پیشگفتار ۳۳۱
۲ - ۱۲ فتوسنتز و تنفس ۳۳۳
۳ - ۱۲ مصرف آب ۳۳۸
۴ - ۱۲ رشد و عملکرد ۳۴۱
۶ - ۱۲ نتایج و روندهای پژوهشی آینده ۳۵۲
مراجع ۳۵۳

فصل سیزدهم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: مراتع ۳۵۷

۱ - ۱۳ پیشگفتار ۳۵۷
۲ - ۱۳ تغییرات جوی و اقلیمی ۳۵۹
۳ - ۱۳ تأثیر بر قابلیت تولید گیاهان ۳۶۰
۴ - ۱۳ تأثیر بر کیفیت علوفه ۳۶۳
۵ - ۱۳ تأثیر بر ترکیب گونه‌های گیاهی ۳۶۵
۶ - ۱۳ مفاهیم مدیریت ۳۷۱
۷ - ۱۳ نتیجه‌گیری ۳۷۵
مراجع ۳۷۵

فصل چهاردهم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم:
گیاهان زراعی با متابولیسم اسید کراسولاسه ۳۸۳

۱ - ۱۴ پیشگفتار و پیشینه ۳۸۳
۲ - ۱۴ تبادل گازی ۳۸۷
۴ - ۱۴ قابلیت تولید ۳۹۴
۵ - ۱۴ اثرات افزایش [CO_2] ۳۹۷
۶ - ۱۴ نتیجه‌گیری و روندهای پژوهشی در آینده ۳۹۸
مراجع ۴۰۰

فصل پانزدهم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم:
برهمکنش‌های گیاهان زراعی با علفهای هرز ۴۰۵

۱ - ۱۵ پیشگفتار ۴۰۵

www.ketab.ir

۱۵ - ۲ واکنشهای مقایسه‌ای گیاهان زراعی و علفهای هرز ۴۱۳
۱۵ - ۳ مدیریت علفهای هرز ۴۲۱
۱۵ - ۴ خلاصه و تحقیقات آینده ۴۲۲
مراجع ۴۲۴

فصل شانزدهم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: پویایی جمعیت آفات ۴۲۹

۱۶ - ۱ پیشگفتار ۴۲۹
۱۶ - ۲ استفاده از شاخص‌های رشد برای تطبیق اقلیم ۴۳۱
۱۶ - ۳ مقدمات مدلسازی ۴۳۶
۱۶ - ۴ روش مبتنی بر فیزیولوژی ۴۳۷
۱۶ - ۵ پویایی رشد در واحد وزن ۴۳۹
۱۶ - ۶ عواملی غیر از منبع ۴۴۲
۱۶ - ۷ اثر اقلیم بر نظامهایی با سه سطح غذایی ۴۴۴
۱۶ - ۸ اثرات تغییر اقلیم بر کنترل زیستی ۴۴۴
۱۶ - ۹ تجزیه و تحلیل دوام گونه‌ها در شبکه‌های غذایی ۴۴۶
۱۶ - ۱۰ نقطه نظرات کلی ۴۴۹
مراجع ۴۵۰

فصل هفدهم: واکنشهای بوم نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: پویایی ماده آلی خاک ۴۵۵

۱۷ - ۱ پیشگفتار ۴۵۵
۱۷ - ۲ چهارچوبی برای شناخت ۴۵۵
۱۷ - ۳ اندازه‌گیری ماده آلی خاک ۴۵۷
۱۷ - ۴ منابع ماده آلی خاک ۴۵۷
۱۷ - ۵ تنظیم سرعت تجزیه ماده آلی خاک ۴۵۹
۱۷ - ۶ تغییر شکل ماده آلی خاک ۴۶۰
۱۷ - ۷ نتایج آزمایشی ۴۶۱
۱۷ - ۸ نتیجه گیری ۴۶۳
مراجع ۴۶۴

فصل هجدهم: واکنشهای بوم‌نظامهای گیاهان زراعی به تغییر اقلیم: برهمکنشهای ازون، تشعشع... ۴۶۹

۱۸ - ۱ پیشگفتار ۴۶۹
۱۸ - ۲ مفهوم برهمکنش ۴۷۰

www.ketab.ir

۱۸ - ۳ برهمکنش‌ها بر گیاهان زراعی ۴۷۶
۱۸ - ۴ ابهامات در رابطه با شناخت فعلی ۴۸۶
۱۸ - ۵ آراء و عقاید برای نتیجه‌گیری ۴۸۷
مراجع ۴۸۸

فصل نوزدهم: راهبردهای به نژادی گیاهان زراعی برای قرن بیست و یکم ۴۹۳

۱۹ - ۱ پیشگفتار ۴۹۳
۱۹ - ۲ واکنش گیاه به افزایش [CO_2] جوی ۴۹۴
۱۹ - ۳ واکنش گیاه به افزایش درجه حرارت هوا ۴۹۹
۱۹ - ۴ برهمکنشهای افزایش [CO_2] جوی و گرم شدن کره زمین روی گیاهان ۵۰۳
۱۹ - ۵ روابط آبی گیاه زراعی و تغییر اقلیم کره زمین ۵۰۵
۱۹ - ۶ روابط آفات گیاهان زراعی و تغییر اقلیم کره زمین ۵۰۶
۱۹ - ۷ کیفیت دانه و تغییر اقلیم کره زمین ۵۰۷
۱۹ - ۸ نتیجه‌گیری ۵۰۷
مراجع ۵۰۹

فصل بیستم: نقش فناوری زیستی در قابلیت تولید گیاهان زراعی در محیطی در حال تغییر ۵۱۵

۲۰ - ۱ پیشگفتار ۵۱۵
۲۰ - ۲ فناوری زیستی و تنش‌های غیرزیستی ۵۱۷
۲۰ - ۳ نتیجه‌گیری ۵۲۶
مراجع ۵۲۷

فصل بیست و یکم: تولید و تجارت جهانی، منطقه‌ای و محلی مواد غذایی در محیط در حال تغییر ۵۳۱

۲۱ - ۱ پیشگفتار ۵۳۱
۲۱ - ۲ روشهایی برای برآورد اثرات اقلیم بر کشاورزی ۵۳۲
۲۱ - ۳ تغییرات بالقوه در اقلیم به دلیل گازهای گلخانه‌ای ۵۳۳
۲۱ - ۴ اثرات تغییر اقلیم ۵۳۵
۲۱ - ۵ موارد مربوط به ارزیابی اثرات ۵۳۹
۲۱ - ۶ روندها و مواردی درآینده که کشاورزی دنیا با آنها مواجه است ۵۴۱
۲۱ - ۷ امنیت غذای دنیا در آینده ۵۵۰
۲۱ - ۸ نتیجه‌گیری ۵۵۱
مراجع ۵۵۳

www.ketab.ir