

عناصر غذایی گیاه و تحمل تنش‌های غیر زنده «جلد اول»

ترجمان:

مهندس عبدالحمید شرافتی

دکتر مهنوش اسکندری تریقان

دکتر مجید طاهریان

اعضای هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

مشخصات نشر	تهران: انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی
مشخصات ظاهری	ج.
شابک	978-622-663327-7
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Plant nutrients and abiotic stress tolerance, 2018.
یادداشت	ویراستاران میرزا حسن‌زمان، ماسایوکی فیجیتا، هیروسواک اکا، کامرون ناهار، باربارا هاریلاک نوک.
موضوع	گیاهان -- تغذیه
موضوع	Plants -- Nutrition
موضوع	گیاهان -- اثر تنش فیزیولوژیکی
موضوع	Plants -- Effect of stress on
شناسه افزوده	حسن زمان، میرزا، ۱۹۷۸-م.
شناسه افزوده	Hasanuzzaman, Mirza, 1978-
شناسه افزوده	شرافتی، عبدالحمید، ۱۳۲۷-، مترجم
شناسه افزوده	اسکندری تربقان، مهرنوش، ۱۳۶۰-، مترجم
شناسه افزوده	طاهریان، مجید، ۱۳۵۷-، مترجم
شماره کتابشناسی ملی	۶۱۳۹۹۸۲



انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی

نام کتاب: عناصر غذایی گیاه و تحمل تنش‌های غیرزنده (جلد اول)
ترجمه: مهندس عبدالحمید شرافتی، دکتر مهرنوش اسکندری تربقان، دکتر مجید طاهریان

ناشر: انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی

سال و نوبت چاپ: ۱۴۰۰-اول

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۶۳۳-۲۷-۷

قیمت: ۹۰۰۰۰ تومان

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

روبروی دانشگاه تهران، بین خ ۱۲ فروردین و خ فخر رازی، پاساژ ظروفچی، طبقه سوم، واحد ۱۱

تلفن: ۶۶۹۶۳۱۲۶ تلفن همراه: ۰۹۱۲۷۳۷۰۶۳۱ دورنگار ۶۶۴۰۳۴۵۲

www.eatk.ir

email eatk_ir@yahoo.com

حق چاپ برای انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی محفوظ است.



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	۱
فصل اول: کارکردهای بیولوژیک، جذب و انتقال عناصر غذایی ضروری در ارتباط با رشد گیاه	
۱-۱- مقدمه	۷
۲-۱- عناصر غذایی ضروری	۸
۱-۲-۱- معیارهای ضرورت یک عنصر غذایی	۸
۳-۱- طبقه‌بندی عناصر غذایی	۱۰
۱-۳-۱- طبقه‌بندی براساس مقدار مصرف	۱۰
۱-۱-۳-۱- عناصر پر مصرف	۱۰
۲-۱-۳-۱- عناصر کم مصرف	۱۰
۲-۳-۱- طبقه‌بندی عناصر غذایی بر اساس رفتارهای بیوشیمیایی آنها	۱۱
۴-۱- نقش عناصر غذایی در رشد و فیزیولوژی گیاه	۱۲
۱-۴-۱- نیتروژن	۱۲
۱-۴-۱- جذب و آسمیلاسیون	۱۲
۲-۱-۴-۱- کارکردهای فیزیولوژیک	۱۵
۳-۱-۴-۱- علائم کمبود نیتروژن	۱۶
۴-۱-۴-۱- علائم سمیت نیتروژن	۱۷
۲-۴-۱- فسفر	۱۸
۱-۲-۴-۱- جذب و آسمیلاسیون	۱۸
۲-۲-۴-۱- کارکردهای فیزیولوژیک	۱۹
۳-۲-۴-۱- علائم کمبود فسفر	۲۰

- ۲۱ ۳-۴-۱ - پتاسیم
- ۲۲ ۱-۳-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۲۳ ۲-۳-۴-۱ - کارکردهای فیزیولوژیک
- ۲۳ ۳-۳-۴-۱ - علائم کمبود پتاسیم
- ۲۵ ۴-۳-۴-۱ - علائم سمیت پتاسیم
- ۲۶ ۴-۴-۱ - کلسیم
- ۲۶ ۱-۴-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۲۶ ۲-۴-۴-۱ - کارکردهای فیزیولوژیک
- ۲۷ ۳-۴-۴-۱ - علائم کمبود کلسیم
- ۲۹ ۵-۴-۱ - منیزیم
- ۲۹ ۱-۵-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۲۹ ۲-۵-۴-۱ - کارکردهای فیزیولوژیک
- ۳۰ ۳-۵-۴-۱ - علائم کمبود منیزیم
- ۳۲ ۶-۴-۱ - گوگرد
- ۳۲ ۱-۶-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۳۳ ۲-۶-۴-۱ - کارکردهای فیزیولوژیک
- ۳۳ ۳-۶-۴-۱ - علائم کمبود گوگرد
- ۳۴ ۴-۶-۴-۱ - علائم سمیت گوگرد
- ۳۵ ۷-۴-۱ - آهن
- ۳۵ ۱-۷-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۳۵ ۲-۷-۴-۱ - کارکردهای فیزیولوژیک
- ۳۶ ۳-۷-۴-۱ - علائم کمبود آهن
- ۳۷ ۴-۷-۴-۱ - علائم سمیت آهن
- ۳۷ ۸-۴-۱ - منگنز
- ۳۸ ۱-۸-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۳۸ ۲-۸-۴-۱ - کارکردهای فیزیولوژیک
- ۳۹ ۳-۸-۴-۱ - علائم کمبود منگنز
- ۴۱ ۴-۸-۴-۱ - علائم سمیت منگنز
- ۴۱ ۹-۴-۱ - روی
- ۴۱ ۱-۹-۴-۱ جذب و آسیمیلایون

- ۴۱ ۲-۹-۴-۱ کارکردهای فیزیولوژیک
- ۴۲ ۳-۹-۴-۱ علائم کمبود روی
- ۴۳ ۴-۹-۴-۱ علائم سمیت روی
- ۴۳ ۱۰-۴-۱ مس
- ۴۴ ۱-۱۰-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۴۴ ۲-۱۰-۴-۱ کارکردهای فیزیولوژیک
- ۴۴ ۳-۱۰-۴-۱ علائم کمبود مس
- ۴۵ ۴-۱۰-۴-۱ علائم سمیت مس
- ۴۵ ۱۱-۴-۱ بور
- ۴۵ ۱-۱۱-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۴۶ ۲-۱۱-۴-۱ کارکردهای فیزیولوژیک
- ۴۶ ۳-۱۱-۴-۱ علائم کمبود بور
- ۵۰ ۴-۱۱-۴-۱ علائم سمیت بور
- ۵۰ ۱۲-۴-۱ مولیدن
- ۵۰ ۱-۱۲-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۵۰ ۲-۱۲-۴-۱ کارکردهای فیزیولوژیک
- ۵۱ ۳-۱۲-۴-۱ علائم کمبود مولیدن
- ۵۲ ۴-۱۲-۴-۱ سمیت مولیدن
- ۵۲ ۱۳-۴-۱ نیکل
- ۵۲ ۱-۱۳-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۵۳ ۲-۱۳-۴-۱ کارکردهای فیزیولوژیک
- ۵۳ ۳-۱۳-۴-۱ علائم کمبود نیکل
- ۵۵ ۴-۱۳-۴-۱ علائم سمیت نیکل
- ۵۶ ۱۴-۴-۱ کلر
- ۵۶ ۱-۱۴-۴-۱ جذب و آسیمیلایون
- ۵۷ ۲-۱۴-۴-۱ کارکردهای فیزیولوژیک
- ۵۷ ۳-۱۴-۴-۱ علائم کمبود کلر
- ۵۸ ۴-۱۴-۴-۱ علائم سمیت کلر
- ۵۸ ۱۵-۴-۱ سیلیسیم
- ۵۸ ۱-۱۵-۴-۱ جذب و آسیمیلایون

۵۸	۱-۴-۱۵-۲- کارکردهای فیزیولوژیک
۵۹	۱-۴-۱۵-۳- علائم کمبود سیلیسیوم
۵۹	۱-۵-۱- قوانین رشد
۵۹	۱-۵-۱- قانون حداقل لیبیگ
۶۱	۱-۵-۲- قانون میچرلیخ
۶۲	۱-۵-۳- قانون حداکثر
۶۳	۱-۶-۱- مفهوم Bray در قابلیت فراهمی و پویایی عناصر غذایی
۶۶	۱-۷-۱- سازوکارهای انتقال مواد غذایی
۶۶	۱-۷-۱- جریان توده‌های
۶۷	۱-۷-۱- عوامل مؤثر در جریان توده‌ای
۶۷	۱-۷-۲- انتشار
۶۸	۱-۷-۲- عوامل مؤثر بر انتشار
۶۹	۱-۷-۳- تبادل تماسی
۷۰	۱-۸-۱- جذب عناصر غذایی به داخل ریشه و سلول گیاه
۷۰	۱-۸-۱- جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه‌ها
۷۱	۱-۸-۱-۱- حرکت مواد از طریق آئوملاست، تراغشایی و سیمپلاست
۷۲	۱-۸-۲- جذب عناصر غذایی
۷۳	۱-۸-۲- جذب عناصر غذایی به داخل سلولهای گیاه
۷۳	۱-۸-۲-۱- انتقال غیر فعال
۷۴	۱-۸-۲-۲- انتقال فعال
۷۵	۱-۸-۳-۱- انتقال غشایی
۷۷	۱-۹-۱- نتیجه‌گیری
۷۸	منابع

فصل دوم: نقش عناصر غذایی گیاه در رشد و فیزیولوژی گیاه

۸۶	۲-۱- مقدمه
۸۷	۲-۲- نقش فیزیولوژیکی عناصر بزمصرف
۸۷	۲-۲-۱- نیتروژن
۹۱	۲-۲-۲- فسفر
۹۵	۲-۲-۳- پتاسیم
۹۸	۲-۲-۴- گوگرد

۱۰۵.....	۲-۲-۶- منیزیوم.....
۱۰۸.....	۲-۳- نقش‌های فیزیولوژیکی عناصر کم مصرف.....
۱۰۸.....	۲-۳-۱ آهن.....
۱۱۴.....	۲-۳-۲ منگنز.....
۱۱۷.....	۲-۳-۳ مس.....
۱۲۱.....	۲-۳-۴ روی.....
۱۲۷.....	۲-۳-۵ مولیبدن.....
۱۲۹.....	۲-۳-۶ بور.....
۱۳۳.....	۲-۳-۷ کلر.....
۱۳۵.....	۲-۴- نتیجه گیری.....
۱۳۶.....	منابع.....
فصل سوم: نقش تغذیه برگی عناصر ریز مغذی در تعدیل تنش‌های غیر زنده در گیاهان زراعی	
۱۵۱.....	۳-۱- مقدمه.....
۱۵۲.....	۳-۲- تنش‌های غیر زنده.....
۱۵۲.....	۳-۳- دریافت تنش در گیاهان.....
۱۵۵.....	۳-۴- راهکارهای بهبود تحمل به تنش‌های غیر زنده.....
۱۵۵.....	۳-۴-۱- تنش عناصر غذایی.....
۱۵۶.....	۳-۴-۲- تنش شوری.....
۱۵۷.....	۳-۴-۳- تنش غرقابی.....
۱۵۷.....	۳-۴-۴- تنش خشکی.....
۱۶۲.....	۳-۴-۵- تنش تشعشع اشعه ماوراء بنفش.....
۱۶۲.....	۳-۴-۶- تنش دمايي.....
۱۶۳.....	۳-۴-۷- تنش فلزات سنگین.....
۱۶۴.....	۳-۵- نقش عناصر غذایی کم مصرف (ریز مغذیها).....
۱۶۴.....	۳-۵-۱ آهن.....
۱۶۶.....	۳-۵-۲ منگنز.....
۱۶۷.....	۳-۵-۳ مس.....
۱۶۷.....	۳-۵-۴ نیکل.....
۱۶۸.....	۳-۵-۵ مولیبدن.....

۱۶۸.....	۳-۵-۶- روی
۱۶۹.....	۳-۵-۷- بور
۱۶۹.....	۳-۵-۸- کلر
۱۶۹.....	۳-۶- تغذیه برگ‌گی عناصر غذایی
۱۷۰.....	۳-۷- محدودیت در کیفیت عناصر کم مصرف مورد استفاده برای تغذیه برگ‌گی
۱۷۱.....	۳-۸- نتیجه‌گیری
۱۷۳.....	منابع

فصل چهارم: غنی سازی زیستی عناصر گیاهی : شرایط کنونی

۱۸۰.....	۴-۱-۱- مقدمه
۱۸۲.....	۴-۲- عناصر غذایی ریز مغذی ضروری و نتایج ناشی از کمبود آنها
۱۸۲.....	۴-۲-۱- آهن
۱۸۳.....	۴-۲-۲- ویتامین A
۱۸۳.....	۴-۲-۳- ید
۱۸۴.....	۴-۲-۴- روی
۱۸۴.....	۴-۲-۵- کلسیم
۱۸۴.....	۴-۲-۶- فولات
۱۸۵.....	۴-۲-۷- توکوفرول
۱۸۵.....	۴-۳- علل سوء تغذیه عناصر ریز مغذی
۱۸۶.....	۴-۴- رویکردهایی برای کاهش سوء تغذیه عناصر ریز مغذی
۱۸۶.....	۴-۴-۱- تنوع غذایی
۱۸۷.....	۴-۴-۲- مکمل‌ها
۱۸۸.....	۴-۴-۳- غنی سازی مواد غذایی
۱۸۸.....	۴-۴-۴- راه حل‌های کشاورزی
۱۹۰.....	۴-۵- غنی سازی زیستی
۱۹۲.....	۴-۵-۱- انواع غنی سازی زیستی
۱۹۲.....	۴-۵-۱-۱- اصلاح نباتات معمول
۱۹۳.....	۴-۵-۲- رویکرد محصولات تراریخته
۱۹۴.....	۴-۶- بهره برداری از غنی سازی زیستی در شرایط کنونی
۱۹۵.....	۴-۶-۱- محصولات زراعی غنی از آهن
۱۹۵.....	۴-۶-۲- محصولات زراعی غنی از ویتامین A

۱۹۶	۳-۶-۴- محصولات زراعی غنی از روی
۱۹۶	۷-۴- سیمای آینده محصولات غنی سازی شده زیستی
۱۹۸	۸-۴- غنی سازی زیستی عناصر و مقاومت به تنش های غیر زنده
۱۹۹	۹-۴- نتیجه گیری
۲۰۰	منابع

فصل پنجم: نقش عناصر کمیاب در مقاومت به تنش های غیر زنده

۲۰۶	۱-۵- مقدمه
۲۰۹	۲-۵- نقش اختصاصی عناصر کمیاب در مقاومت به تنش های غیر زنده
۲۰۹	۱-۲-۵- آهن
۲۱۱	۲-۲-۵- مس
۲۱۳	۳-۲-۵- روی
۲۱۴	۵-۲-۴- کالر
۲۱۶	۵-۲-۵- منیزیم
۲۱۷	۶-۲-۵- منگنز
۲۱۸	۷-۲-۵- مولیبدن
۲۱۹	۲-۸-۵- بور
۲۲۰	۹-۲-۵- کبالت
۲۲۱	۱۰-۲-۵- سلنیوم
۲۲۲	۳-۵- نتیجه گیری
۲۲۳	منابع

فصل ششم: کارکردهای زیست مولکولی عناصر کم مصرف در جهت تحمل تنش های غیرزنده

در گیاهان

۲۳۰	مقدمه
۲۳۲	۲-۶- ریز مغذی ها
۲۳۳	۳-۶- کارکردهای ریز مغذی ها
۲۳۳	۱-۳-۶- ترکیبات (اجزاء) در ساختارهای آلی
۲۳۳	۲-۳-۶- فعالیت آنزیم
۲۳۴	۳-۳-۶- ناقل های بار
۲۳۵	۴-۳-۶- تنظیم اسمزی
۲۳۵	۵-۳-۶- متابولیسم ثانویه

۲۳۶.....	۶-۳-۶- نقش حفاظتی
۲۳۸.....	۶-۳-۶-۱- آهن
۲۳۹.....	۶-۳-۶-۲- منگنز
۲۴۱.....	۶-۳-۶-۳- روی
۲۴۳.....	۶-۳-۶-۴- مس
۲۴۵.....	۶-۳-۶-۵- مولیبدن
۲۴۶.....	۶-۳-۶-۶- بور
۲۴۷.....	۶-۳-۶-۷- کلر
۲۴۹.....	۶-۴- نتیجه گیری
۲۵۰.....	منابع

فصل هفتم: تغذیه فسفر: رشد گیاه در پاسخ به کمبود و بیش بود فسفر

۲۵۸.....	۷-۱- مقدمه
۲۵۹.....	۷-۲- جذب، انتقال طولانی مسافت و تقسیم بندی فسفر
۲۶۲.....	۷-۳- کمبود و بیش بود فسفر
۲۶۶.....	۷-۴- نقش ساختمانی فسفر
۲۶۶.....	۷-۴-۱- اسید نوکلئیک؛ انتقال ژن
۲۶۷.....	۷-۴-۲- فسفات قندها
۲۶۷.....	۷-۴-۳- فسفولیپیدها؛ اجزای غشایی
۲۶۷.....	۷-۵- نقش فسفر در رشد و توسعه
۲۶۷.....	۷-۵-۱- جوانه زنی بذر
۲۶۸.....	۷-۵-۲- افزایش مقاومت ریشه و شاخه
۲۶۹.....	۷-۵-۳- تشکیل گل و بذر
۲۷۰.....	۷-۶-۱- فسفاتهای غنی از انرژی
۲۷۲.....	۷-۶-۲- انتقال عناصر غذایی
۲۷۲.....	۷-۷- نقش فیزیولوژیکی فسفر
۲۷۲.....	۷-۷-۱- فتوسنتز و استفاده از کربن
۲۷۸.....	۷-۷-۲- تثبیت نیتروژن
۲۷۹.....	۷-۸- اثرات متقابل فسفر با دیگر عناصر غذایی
۲۷۹.....	۷-۸-۱- عناصر پر مصرف
۲۸۰.....	۷-۸-۲- عناصر کم مصرف



پیشگفتار

عناصر غذایی گیاه، عناصر حیاتی در رشد و زنده‌مانی گیاه هستند. در بین هفده عنصر غذایی ضروری گیاه، فقط سه عنصر (کربن، هیدروژن و اکسیژن) از اتمسفر و آب تأمین شده و بقیه عناصر از خاک یا کودهای شیمیایی تأمین می‌شوند. هر کدام از عناصر نقش منحصر به فردی را در چرخه زندگی گیاه ایفا نموده و میزان نیاز به هر کدام از آنها با گونه گیاهی و مرحله رشد گیاه تغییر می‌کند. کمبود و بیش‌بود این عناصر، اثرات منفی بر رشد و توسعه گیاه دارند. گذشته از این، به جهت اطمینان از بهره‌برداری مناسب از عناصر غذایی، عوامل محیطی نیز باید مطلوب باشند.

در چند دهه گذشته، تنش‌های غیرزنده به موضوعی مهم و نگران‌کننده برای زیست‌شناسان گیاهی تبدیل شده است. مطالعات بسیاری صورت گرفته است و آزمایشات متعددی با توجه به این واقعیت که برای زنده‌مانی در طی تغییرات محیط زیست، گیاهان باید مکانیسم‌های تحمل در سطح سلولی خود داشته باشند، در جریان است. تعداد زیادی از عناصر غذایی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند که در آن تغذیه گیاه عامل مهمی برای مطالعه بوده است؛ زیرا تغذیه، بخشی جدایی‌ناپذیر از چرخه زندگی گیاهان است. در بین تمام عناصر غذایی گیاه، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، منگنز، کلر و آهن مستقیماً در فعالیت‌های فتوسنتزی نقش دارند و کلسیم، بور، مس، آهن، منگنز، روی و مولیبدن در فعالیت‌های آنزیمی و نیتروژن و گوگرد در ساخت پروتئین نقش دارند. عناصر غذایی همچنین نقش‌های خاص و حیاتی بیشتری را که برای حفظ بیولوژی و فیزیولوژی طبیعی گیاهان ضروری است، بازی می‌کنند. تولید اجتناب‌ناپذیر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS^1) در طی فرایند فتوسنتز

¹ Reactive oxygen species گونه‌های فعال اکسیژن که به اختصار ROS نامیده می‌شوند. مواد شیمیایی فعال که حاوی اکسیژن هستند. مثل پراکسیدها، سوپراکسیدها، رادیکال هیدروکسیل و اکسیژن منفرد.

که توسط تنش‌های غیر زنده (ناشی از محدودیت استفاده از انرژی نوری و تثبیت دی اکسید کربن) در گیاه ایجاد می‌شود، تشدید می‌گردد. اهمیت عناصر غذایی همانند نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و روی در مقدار مناسب و در بهره برداری از نور و تثبیت دی اکسید کربن و سایر فعالیت‌های فتوسنتزی گزارش شده است. به طور خاص، مشاهده شده است که دو عنصر پتاسیم و روی در اختلال فعالیت آنزیم اکسید کننده NADPH نقش دارند که در نتیجه به عنوان محافظ در برابر آسیب‌های ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن تحت تنش‌های غیر زنده، عمل می‌کنند.

در دهه‌های اخیر، برخی عناصر سودمند کمیاب (همانند سیلیسیوم و سلنیوم) در غلظت‌های اندک، اثر فوق العاده‌ای در تعدیل تنش‌های مختلف غیر زنده نشان داده‌اند. با توجه به پیشرفت علم، کارهای تحقیقاتی فشرده‌ای در سطح بین المللی انجام شده است تا مکانیسم‌های پایه‌ای جذب عناصر غذایی در گیاه، متابولیسم آنها، هموستازی (تعادل یون) و حفاظت در برابر تنش‌های غیر زنده را بررسی نماید. مقالات مروری بسیار ارزشمندی در ارتباط با نقش عناصر غذایی گیاهی در تحمل به تنش‌های غیر زنده در مجلات، مقالات مروری (که به صورت سالانه انتشار می‌یابند) و فصول برخی کتاب‌ها به چاپ رسیده است. گرچه هیچ کتاب جامعی در مورد این موضوع تاکنون منتشر نشده است؛ بنابراین هدف از این کتاب، ارائه بینش و آگاهی به آخرین یافته‌ها در مورد نقش عناصر غذایی گیاهان در تحمل به تنش‌های غیر زنده است. این کتاب برای یک گروه بزرگ از مخاطبان از جمله محققان علوم گیاهی، متخصصان زمین شناسی، خاک شناسان، زیست شناسان ملکولی و محققان علوم طبیعی، موضوع پراهمیتی در زمان کنونی است.

ویراستاران کتاب مایل به تشکر از نویسندگان کتاب برای کار برجسته و به هنگام خود در نگارش فصول ارزشمند و مناسب این کتاب می‌باشند. ما همچنین از خانم لی، می هان، ویراستار (علوم زیستی)، اشپرنیگر ژاین^۱ برای پاسخ‌های بهنگام خویش در طول دوره تهیه و تدوین این کتاب بسیار سپاس‌گزاریم. همچنین از راگای پریا چاندراسکاران^۲، هماهنگ کننده پروژه این کتاب و دیگر همکاران ویراستار برای کمک‌های ارزشمند در پیکربندی و همکاری در تغییرات ویرایشی در مقالات قدر دانی می‌شود. همچنین از دکتر مد مهابوب عالم، دانشگاه علم و فناوری نوخالی، بنگلادش^۳ و خانوم تائفیکا ایسلام آنه^۴، سید محمد محسین^۱ و

¹ Ms. Lee, Mei Ham, Editor (Editor, Life Science), Springer, Japan

² Raagai Priya ChandraSekaran

³ Dr. Md. Mahabub Alam, Noakhali Science and Technology University, Bangladesh

⁴ Ms. Taufika Islam Anee

خورشدا پروین از دانشگاه کشاورزی شربنگلا^۲ برای کمک‌های سخاوتمندانه در قالب بندی مقالات سیاس‌گذاری ویژه می‌نماییم. ویراستاران و نویسندگان این کتاب امیدوارند که با بروز رسانی عملی دانش ما در ارتباط با نقش عناصر غذایی در تحمل به تنش‌های غیرزنده در این کتاب، کار ارزشمندی انجام داده باشند.

میرزا حسن زمان ^۳	داکا، بنگلادش
ماسایوکی فیجیتا ^۴	کاگاوا، ژاپن
هیروسواک اکا ^۵	اکیناوا، ژاپن
کامرون ناهار ^۶	داکا، بنگلادش
باربارا هاریلاک نواک ^۷	لوبلین، لهستان

www.ketab.ir

¹ Sayed Mohammad Mohsin

² Khursheda Parvin of Sher-e-Bangla Agricultural University, Bangladesh

³ Mirza Hasanuzzaman

⁴ Masayuki Fujita

⁵ Hirosuke Oku

⁶ Kamrun Nahar

⁷ Barbara Hawrylak-Nowak