

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



میکروبیوم گیاه: پاسخ به تنش

برای دریافت تصاویر رنگی، به پروفایل کتاب در تارنمای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد به نشانی زیر مراجعه فرمایید:

press.um.ac.ir

دلفوزا اگامبردیوا - پرویز احمد

ترجمه:

دکتر علی گنجعلی

استاد دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر مریم زارع حسن آبادی

عنوان و نام پدیدآور:	میکروبیوم گیاه: پاسخ به تنش / اویراستاران [دلفوزا اگامبردیوا، پرویز احمد؛ ترجمه علی گنجعلی، مریم زارع حسن آبادی؛ ویراستار علمی محمد کافی؛ ویراستار ادبی زهره عدالتیان.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری:	۳۸۴ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۹۲۸.
شابک:	
وضعیت فهرست نویسی:	فیبا.
یادداشت:	عنوان اصلی: Plant microbiome: stress response, 2018.
یادداشت:	کتابنامه. نمایه.
موضوع:	گیاهان -- همبستگی های میکربی بوم شناسی میکربی میکرب شناسی
شناسه افزوده:	اگامبردیوا، دلفوزا، ویراستار احمد، پرویز، ویراستار
شناسه افزوده:	گنجعلی، علی، ۱۳۴۶ - مترجم زارع حسن آبادی، مریم، ۱۳۵۷ - مترجم کافی، محمد، ۱۳۳۶ - ویراستار
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.
رده بندی کنگره:	QR۳۵۱
رده بندی دیویی:	۶۳۰
شماره کتابشناسی ملی:	۹۷۳۱۱۳۹

میکروبیوم گیاه: پاسخ به تنش

پدیدآورندگان: دلفوزا اگامبردیوا؛ پرویز احمد
ترجمه: دکتر علی گنجعلی؛ دکتر مریم زارع حسن آبادی
ویراستار علمی: دکتر محمد کافی
ویراستار ادبی: زهره عدالتیان
مشخصات: وزیری، ۱۵۰ نسخه، چاپ اول، پاییز ۱۴۰۳
چاپ و صحافی: همیار
بها: ۳/۴۵۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



مراکز پخش:	
فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس	تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن بست گشتاسب، پلاک ۸	تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲	تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)
http://press.um.ac.ir	Email: press@um.ac.ir

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۹
سخن مترجمان.....	۱۱
فصل ۱. میکروارگانسیم‌های خاک: تنوع، عملکرد و پاسخ به تنش	۱۳
چکیده.....	۱۳
۱-۱. مقدمه.....	۱۴
۱-۲. پاسخ به تنش در میکروبیوم گیاه.....	۱۴
۱-۳. میکروارگانسیم‌های خاک و محیط زیست آنها.....	۱۶
۱-۴. طبقه‌بندی میکروارگانسیم‌های خاک.....	۱۷
۱-۵. اعمال حیاتی میکروارگانسیم‌های خاک.....	۲۲
۱-۶. نتیجه‌گیری.....	۲۵
منابع.....	۲۵
فصل ۲. کنترل جمعیت میکروبی گیاه جهت افزایش تحمل در برابر تنش‌های غیرزیستی	۳۱
چکیده.....	۳۱
۲-۱. مقدمه: مروری کلی بر تنش‌های غیر زیستی در گیاهان.....	۳۲
۲-۲. کاربرد جمعیت میکروبی خاک در بهبود مقاومت گیاهان به تنش‌های غیرزیستی.....	۳۳
۲-۳. تنظیم بهینه جمعیت میکروبی گیاه: تحول رو به پیشرفت.....	۴۰
۲-۴. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....	۴۱
منابع.....	۴۲
فصل ۳. بهبود رشد و کنترل زیستی گیاه توسط باکتری‌های محرک رشد گیاهان	۵۳
چکیده.....	۵۳
۳-۱. مقدمه.....	۵۴
۳-۲. بهبود رشد و سلامت گیاه توسط باکتری‌های مفید ریشه.....	۵۴
۳-۳. ساخت ترکیبات فرار و متابولیت‌های ثانویه توسط باکتری‌های PGPR.....	۶۴
۳-۴. چشم‌انداز آینده.....	۶۹
منابع.....	۷۱

فصل ۴. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و مقاومت گیاه در برابر تنش.....	۸۷
چکیده.....	۸۷
۱-۴. مقدمه.....	۸۸
۲-۴. مکانیسم‌های تحمل به تنش.....	۸۸
۳-۴. قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار: پیدایش، تنوع و مزیت‌ها.....	۹۱
۴-۴. تأثیر تنش‌ها بر رشد گیاه و نقش میکوریز.....	۹۲
۵-۴. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....	۱۰۲
منابع.....	۱۰۲

فصل ۵. تریکودرما: نقش مفید در کشاورزی پایدار توسط مدیریت بیماری گیاهی.....	۱۰۹
چکیده.....	۱۰۹
۱-۵. مقدمه.....	۱۱۰
۲-۵. مکانیسم‌های تریکودرما به‌عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی در برابر پاتوژن‌های گیاهی.....	۱۱۲
۳-۵. تریکودرما به‌عنوان عامل کنترل زیستی در برابر پاتوژن‌های گیاهی.....	۱۱۳
۴-۵. نتیجه‌گیری.....	۱۲۳
منابع.....	۱۲۴

فصل ۶. نقش متابولیت‌های ثانویه باکتری‌های محرک رشد در مقابله تنش شوری.....	۱۳۱
چکیده.....	۱۳۱
۱-۶. مقدمه.....	۱۳۱
۲-۶. متابولیت‌های تولیدشده توسط باکتری‌های PGRP مقاوم به شوری تحت تنش شوری.....	۱۳۵
۳-۶. بهبود رشد گیاهان تحت تنش شوری.....	۱۴۴
۴-۶. کاربرد متابولیت‌ها در کنترل زیستی.....	۱۴۷
۵-۶. چشم‌انداز آینده.....	۱۴۹
۶-۶. نتیجه‌گیری.....	۱۴۹
منابع.....	۱۵۰

فصل ۷. هورمون‌های گیاهی، تنظیم‌کننده‌های اصلی دربرهم‌کنش‌های گیاه و میکروب تحت تنش شوری.....	۱۶۷
چکیده.....	۱۶۷
۱-۷. مقدمه.....	۱۶۸
۲-۷. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی.....	۱۷۰

۳-۷. فیتوهورمون‌های میکروبی و پاسخ به تنش.....	۱۷۴
۴-۷. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....	۱۸۰
منابع.....	۱۸۰

فصل ۸. نیتریک اکسید به عنوان مولکول پیام‌رسان در برهم‌کنش‌های گیاه و باکتری.....	۱۸۷
چکیده.....	۱۸۷
۱-۸. مقدمه.....	۱۸۸
۲-۸. تولید NO در خاک.....	۱۸۸
۳-۸. پاسخ گیاه و باکتری به تولید NO.....	۱۹۱
۴-۸. نیتریک اکسید (NO) به عنوان مولکول پیام‌دهنده بین گیاه و باکتری.....	۱۹۴
۵-۸. نقش NO در همزیستی <i>M.loti</i> و <i>L.japanicus</i> : یک نمونه مطالعه.....	۱۹۷
۶-۸. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....	۱۹۸
منابع.....	۱۹۹

فصل ۹. حدنصاب احساس: موسیقی در زیر زمین.....	۲۰۵
چکیده.....	۲۰۵
۱-۹. مقدمه.....	۲۰۶
۲-۹. کشف ارتباطات سلول به سلول.....	۲۰۶
۳-۹. نقش حدنصاب احساس در بیماری‌زایی باکتری.....	۲۱۰
۴-۹. تنظیم ژنتیکی حدنصاب احساس.....	۲۱۳
۵-۹. مهندسی حدنصاب احساس.....	۲۱۳
۶-۹. نتیجه‌گیری.....	۲۱۵
منابع.....	۲۱۵

فصل ۱۰. از برهم‌کنش تا القای ژن: مدیریت تنش گیاه به واسطه باکتری‌های محرک رشد، مکانیسمی سازگار با محیط‌زیست.....	۲۲۱
چکیده.....	۲۲۱
۱-۱۰. مقدمه.....	۲۲۲
۲-۱۰. جداسازی، شناسایی و تلقیح باکتری‌ها.....	۲۲۳
۳-۱۰. اثر باکتری‌های محرک رشد ریشه در القای ژن‌های پروتئین‌های دفاعی در برابر پاتوژن و بتا-۱ و ۳ -	۲۲۶
۴-۱۰. تأثیر باکتری‌های PGPR بر القا و تجمع محافظت‌کننده‌های اسمزی.....	۲۲۷

۲۲۹.....	۵-۱۰. تأثیر باکتری‌های PGPR در القا و تجمع چاپرون‌ها در شرایط تنش غیرزیستی.....
۲۳۳.....	۷-۱۰. نتیجه‌گیری.....
۲۳۳.....	منابع.....

۲۳۷.....	فصل ۱۱. ارتباط مستقیم بین آمادگی گیاهان زراعی برای غلبه بر تنش با سلامت DNA.....
۲۳۷.....	چکیده.....
۲۳۷.....	۱-۱۱. مقدمه.....
۲۴۱.....	۲-۱۱. آسیب به DNA در اثر تنش.....
۲۴۴.....	۳-۱۱. نحوه عمل ترمیم DNA در گیاهان.....
۲۴۸.....	۴-۱۱. تعیین آسیب DNA از طریق فناوری‌های پیشرفته.....
۲۵۳.....	۵-۱۱. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....
۲۵۴.....	منابع.....

۲۵۹.....	فصل ۱۲. لگوم، جوامع میکروبی و نقش تنظیم عملکردی miRNAها در تنظیم همزیستی.....
۲۵۹.....	چکیده.....
۲۶۰.....	۱-۱۲. لگوم‌ها، میکروRNAها و جوامع میکروبی: مثلث کشاورزی آینده.....
۲۶۱.....	۲-۱۲. میکروRNAها (miRNAs): تنظیم‌کننده‌های اصلی با اعمال مختلف.....
۲۶۲.....	۳-۱۲. شناسایی و تنوع عملکرد miRNAها در لگوم‌ها.....
۲۶۳.....	۴-۱۲. بررسی عملکرد miRNAها تحت تنش‌های غیر زیستی در لگوم‌ها.....
۲۶۳.....	۵-۱۲. miRNAها تغذیه را در گیاهان تنظیم می‌کنند.....
۲۶۴.....	۶-۱۲. miRNAها و کمبود مواد غذایی در لگوم‌ها.....
۲۶۴.....	۷-۱۲. miRNAها و کمبود نیتروژن.....
۲۶۴.....	۸-۱۲. miRNAها و کمبود فسفر.....
۲۶۶.....	۹-۱۲. نقش‌های فعال miRNAها در استقرار همزیستی در لگوم‌ها.....
۲۶۷.....	۱۰-۱۲. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....
۲۶۸.....	منابع.....

۲۸۳.....	فصل ۱۳. برهم‌کنش‌های گیاه، میکروب و فلز: مبانی، پیشرفت‌های اخیر و مسیر آینده.....
۲۸۳.....	چکیده.....
۲۸۴.....	۱-۱۳. مقدمه.....
۲۸۶.....	۲-۱۳. عوامل مؤثر بر فراهمی زیستی یون‌های فلزی.....
۲۸۶.....	۳-۱۳. نقش یون‌های فلزی در حیات گیاه.....

۲۸۷.....	۴-۱۳. جذب و جابه‌جایی فلزات در گیاهان.....
۲۸۹.....	۵-۱۳. سمیت فلزات و پاسخ‌های دفاعی در گیاهان.....
۲۹۱.....	۶-۱۳. برهم‌کنش‌های گیاه-میکروب-فلز.....
۲۹۲.....	۷-۱۳. کاربرد جوامع میکروبی گیاه در مدیریت تنش فلزات.....
۲۹۷.....	۸-۱۳. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....
۲۹۸.....	منابع.....

۳۰۵.....	فصل ۱۴. توانایی باکتری‌های اندوفیت در سم‌زدایی فلزات سنگین و آفت‌کش‌ها.....
۳۰۵.....	چکیده.....
۳۰۶.....	۱-۱۴. مقدمه.....
۳۰۷.....	۲-۱۴. منابع آلودگی فلزات سنگین و آفت‌کش‌ها.....
۳۰۷.....	۳-۱۴. اثرات سمی آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین.....
۳۱۰.....	۴-۱۴. تنوع زیستی باکتری‌های اندوفیت.....
۳۱۳.....	۵-۱۴. تحریک رشد گیاه به وسیله باکتری‌های اندوفیت.....
۳۱۶.....	۶-۱۴. اثرات باکتری‌های اندوفیت بر فلزات سنگین.....
۳۱۷.....	۷-۱۴. پتانسیل زیست‌پالایی باکتری‌های اندوفیت.....
۳۲۲.....	۸-۱۴. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....
۳۲۲.....	منابع.....

۳۳۳.....	فصل ۱۵. سیدروفورهای میکروبی در سم‌زدایی فلزات: پیشرفت جدید و کاربردها.....
۳۳۳.....	چکیده.....
۳۳۴.....	۱-۱۵. مقدمه.....
۳۳۵.....	۱-۲-۱۵. بیوسنتز.....
۳۳۹.....	۳-۱۵. پاسخ به تنش‌های غیر زیستی مختلف با حضور سیدروفور.....
۳۴۰.....	۴-۱۵. ارزش تشخیصی و درمانی.....
۳۴۱.....	۵-۱۵. مسیر فعلی و چشم‌انداز آیندم.....
۳۴۲.....	منابع.....

۳۴۷.....	فصل ۱۶. ارتباط وضعیت تغذیه گیاه با برهم‌کنش‌های میکوریزی.....
۳۴۷.....	چکیده.....
۳۴۸.....	۱-۱۶. مقدمه.....
۳۴۸.....	۲-۱۶. تغذیه معدنی گیاه.....

۳-۱۶. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و تغذیه معدنی گیاه.....	۳۵۴
۴-۱۶. اهمیت برهم‌کنش‌های قارچ و میکوریز در ریزوسفر برای بهره‌وری گیاه.....	۳۵۶
۵-۱۶. تنظیم جوامع میکوریزی خاک.....	۳۶۲
۶-۱۶. نقش و کاربرد قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در مقاومت گیاهان به تنش تغذیه.....	۳۶۶
۷-۱۶. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده.....	۳۶۹
منابع.....	۳۶۹

نمایه.....	۳۸۱
------------	-----

press.um.ac.ir

پیشگفتار

تنش‌های زیستی و غیرزیستی بر کمیت و کیفیت تولید اکوسیستم‌های کشاورزی در سراسر جهان تأثیر می‌گذارند. کاربرد اجتناب‌ناپذیر مواد شیمیایی جهت افزایش تولید محصولات زراعی، به معضل جهانی تبدیل شده است. اکوسیستم‌های کشاورزی علاوه بر آلودگی روزافزون، به‌علت عملیات زراعی ناسالم نیز با تنش مواجه شده‌اند. استفاده از مواد شیمیایی مانند آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها، علاوه بر خطراتی که برای انسان و سایر موجودات دارند، سبب آلودگی و شوری خاک شده است. استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی زیان‌آور در مزارع، بر زندگی میکروب‌های سودمند گیاهان در خاک نیز تأثیر می‌گذارند. اگرچه این مواد شیمیایی براساس دانش روز دانشمندان، مهندسان کشاورزی و دولت‌مردان در عصر انقلاب سبز کشف و مورد استفاده قرار گرفتند، ولی اکنون اثرات زیان‌آور کاربرد مواد شیمیایی در انقلاب سبز آشکار است. این مسئله به‌علت تغییر اقلیم در اثر شهرنشینی، صنعتی‌سازی و جمعیت روزافزون انسان‌ها هر روز پیچیده‌تر می‌شود.

یکی از چالش‌های اصلی بشر در حال حاضر، مسئله تغذیه جوامع انسانی است. امنیت غذایی و تغذیه یکی از بزرگ‌ترین وظایف در این دوران است. چالش اصلی در این زمینه، حفظ ثبات و تنوع اکوسیستم‌های کشاورزی است. راه‌حل این مسئله، استفاده از راهکارهای سبز در کشاورزی و کاربرد کمتر ترکیبات شیمیایی زیان‌آور است. میکروب‌های سودمند گیاهی تقریباً با تمام گونه‌های گیاهی رابطه همزیستی برقرار می‌کنند و می‌توانند کیفیت و مقدار تولید غذا را افزایش دهند. این میکروارگانیسم‌ها را «میکروب‌های بهبود رشد گیاه» می‌نامند که جایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی زیان‌آور هستند. در گذشته، استفاده از کودهای زیستی و آفت‌کش‌های زیستی مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه هنوز به شناخت مکانیسم‌ها با استفاده از جدیدترین ابزار بیوتکنولوژی نیاز داریم تا بتوانیم از این میکروب‌های سودمند، به‌طور صحیح در جهت افزایش تولید و حفظ سلامت گیاه استفاده کنیم.

محققانی که در زمینه میکروبیولوژی و بیوتکنولوژی کشاورزی کار می‌کنند، می‌دانند که «انقلاب سبز» در آینده با استفاده از این میکروب‌های سودمند گیاهی، سبب ایجاد رژیم غذایی سالم و متوازن، هم‌زمان با حفظ پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی خواهد بود.

برهم‌کنش میکروب‌های مفید گیاهی با گیاه میزبان، به بقا و مقاومت آن در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی کمک می‌کند. این میکروب‌ها که «میکروبیوم گیاهی» نامیده می‌شوند، مواد غذایی مورد نیاز گیاه را

فراهم می‌سازند و به وسیله مکانیسم‌های مختلف، بر پاتوژن‌های مضر گیاهی غلبه می‌کنند. شناخت مکانیسم برهم‌کنش گیاه و جوامع میکروبی به‌منظور بهره‌برداری از آن در تأمین مواد غذایی، غلبه بر تنش‌های غیرزیستی مانند شوری، دما، خشکی و کنترل پاتوژن‌های گیاهی ضروری است. میکروبیوم گیاهی نقش بسیار مهم‌تری در شرایط تحت تنش دارد.

من پس از مطالعه کتاب «میکروبیوم گیاهی: پاسخ به تنش»، به ویراستاران آن دکتر دلفوزا اگامبردیوا و دکتر پرویز احمد به‌دلیل بررسی جنبه‌های مختلف برهم‌کنش‌های گیاه و میکروب به‌ویژه در تنش‌های زیستی و غیرزیستی، تبریک می‌گویم. آنها محققان مشهوری در این زمینه هستند و از مشارکت محققان برجسته از سراسر جهان که در زمینه برهم‌کنش‌های گیاه و میکروب در تنش‌های محیطی و زیستی کار می‌کنند، استفاده کرده‌اند. با بررسی مباحث این کتاب درمی‌یابیم که چگونه جوامع میکروبی، نقش مهمی در بقای گیاه ایفا می‌کنند و چگونه سبب القای پاسخ‌های مقاومت به تنش در گیاهان می‌شوند. کاربرد میکروب‌های مفید مرتبط با گیاه، به‌منظور افزایش تولید محصول در اکوسیستم‌های تحت تنش نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به جمعیت روبه‌رشد جهانی، استفاده از اکوسیستم‌های کشاورزی تحت تنش جهت تولید بهتر اهمیت دارد. این کتاب، جنبه‌های کاربردی میکروبیوم گیاهی به‌منظور افزایش تولید در اکوسیستم‌های زراعی تحت تنش را پوشش می‌دهد. جدیدترین ابزارها و تکنیک‌های بیولوژی مولکولی و متابولومیکس جهت مطالعه برهم‌کنش‌های گیاه و میکروب در سطح مولکولی و بیوشیمیایی، تشریح شده و مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین در این کتاب جهت‌گیری بعدی تحقیقات در زمینه استفاده از برهم‌کنش میکروبی و گیاهی برای افزایش محصول در اکوسیستم‌های کشاورزی نشان داده شده است.

این کتاب برای محققان، دانشجویان و دانشمندانی که در زمینه برهم‌کنش‌های گیاه و میکروب، به‌ویژه در رابطه با پاسخ و مدیریت تنش در گیاهان زراعی تحقیق می‌کنند، بسیار سودمند خواهد بود. آینده بشر در استفاده از چنین رویکردهای سبز است تا رژیم غذایی ما عاری از مواد سمی و پر از مواد مغذی باشد و برای هر یک از انسان‌هایی که در این زمین زندگی می‌کنند، امنیت غذایی ایجاد کند. من یک بار دیگر به ویراستاران و محققانی که برای تدوین این کتاب همکاری و مشارکت داشتند، تبریک می‌گویم.

پروفسور ناوین کومار آرورا

دانشکده علوم محیطی، دانشگاه BBA

لاکنو، هند

سخن مترجمان

مدت‌های طولانی است که استفاده از پتانسیل میکروارگانسیم‌ها نقطه عطف بسیاری از موضوعات تحقیقاتی و مقالات علمی مختلف است، اما هنوز برای بسیاری از سؤالات پاسخی ارائه نشده و لذا به تحقیقات بیشتری در این زمینه نیاز است. در حال حاضر استفاده از عوامل بیولوژیک مانند کودهای زیستی، جایگزین قابل قبولی برای مواد شیمیایی و کودهای شیمیایی که استفاده بیش از حد از آنها آسیب جدی به محیط زیست وارد نموده است، محسوب می‌شوند. در این راستا، گزارش‌های فراوانی در مورد توانایی میکروارگانسیم‌ها در تنظیم رشد و نمو گیاه ارائه شده است. در این بررسی‌ها اغلب به تغییرات مورفولوژیکی گیاه میزبان در حضور میکروارگانسیم‌ها پرداخته شده است و اطلاعات اندکی در زمینه میکروبیوم گیاهی و بررسی آن از جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی محرک رشد در شرایط مواجهه گیاه با تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی منتشر شده است. کتاب «میکروبیوم گیاه: پاسخ به تنش»، مشتمل بر شانزده فصل است که اطلاعات نظری و کاربردی ارزشمندی را در زمینه نقش میکروارگانسیم‌های مفید در تعدیل اثرات منفی ناشی از تنش‌های وارد شده به گیاه ارائه می‌دهد. در این کتاب به وضوح به سؤالاتی نظیر اینکه میکروبیوم چگونه نقش مهمی در بهبود تغذیه‌ای، سازگاری و بقای گیاه ایفا می‌کنند؟ چگونه پاسخ‌های مقاومت به تنش را در گیاهان القا می‌کنند؟ و نیز میکروبیوم در اکوسیستم‌های تحت تنش چگونه در افزایش کمی و کیفی محصول مؤثر واقع می‌شوند؟ پاسخ داده شده است. در این کتاب برای مطالعه برهم‌کنش‌های محیط، گیاه و میکروب، از جدیدترین تکنیک‌ها در سطح مولکولی و بیوشیمیایی استفاده شده است که در نوع خود بی‌نظیر است. مترجمان قویاً مطالعه این کتاب را برای دانشجویان، محققان و دانشمندانی که در زمینه میکروبیوم گیاهی به‌ویژه در رابطه با پاسخ و مدیریت تنش، تحقیق می‌نمایند، توصیه می‌کنند.

در اینجا لازم است از استاد ارجمند جناب آقای دکتر محمد کافی که ویراستاری علمی کتاب را قبول زحمت فرمودند و با مطالعه دقیق، جامع و ارائه نقطه نظرات ارزنده، موجب ارتقای کیفی ترجمه کتاب شدند و همچنین از مدیریت محترم مرکز نشر و کتابخانه مرکزی دانشگاه و کارکنان زحمتکش این مدیریت که امکان چاپ کتاب را فراهم نمودند، صمیمانه سپاسگزاری نماییم.

در ترجمه کتاب سعی شده است که امانت‌داری رعایت شود و تا حد ممکن معادل‌های فارسی مناسبی برای اصطلاحات تخصصی به کار رود. باین وجود بی تردید ترجمه حاضر بدون اشکال نبوده و پیشنهادات ارزنده همکاران محترم، دانشجویان و خوانندگان گرامی راهگشا خواهد بود.

دکتر علی گنجعلی
دکتر مریم زارع حسن آبادی
بهار ۱۴۰۲

press.um.ac.ir