

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



اکولوژی میکروبی در اکوسیستم‌های زراعی پایدار

تانیا ای. چیک؛ دیوید سی. کلمن؛ دینا اچ. وال

ترجمه:

دکتر علیرضا کوچکی

استاد دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر الناز ابراهیمیان

دکتر سید محمد سیدی

عنوان و نام پدیدآور:	اکولوژی میکروبی در اکوسیستم‌های زراعی پایدار / [ویراستاران] تانیا ای. چیک، دیوید سی. کلن، دیانا اچ. وال؛ ترجمه علیرضا کوچکی، الناز ابراهیمیان، سید محمد سیدی.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری:	۴۱۶ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۷۹۸.
شابک:	ISBN: 978-964-386-491-0
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا.
یادداشت:	عنوان اصلی: Microbial ecology in sustainable agroecosystems, c2013
یادداشت:	واژه‌نامه. کتابنامه. نمایه.
موضوع:	بوم‌شناسی میکربی خاک
شناسه افزوده:	کشاورزی — بوم‌شناسی
شناسه افزوده:	چیک، تانیا ای.، ۱۹۷۸-م.، ویراستار
شناسه افزوده:	کلن، دیوید سی.، ۱۹۳۸-م.، ویراستار
شناسه افزوده:	وال، دیانا اچ.، ویراستار
شناسه افزوده:	کوچکی، علیرضا، ۱۳۲۶- مترجم
شناسه افزوده:	ابراهیمیان، الناز، ۱۳۶۳- مترجم
شناسه افزوده:	سیدی، سید محمد، ۱۳۶۴- مترجم
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.
رده‌بندی کنگره:	QR۱۱۱
رده‌بندی دیویی:	۶۳۱/۴۶
شماره کتابشناسی ملی:	۸۵۷۰۲۹۷

اکولوژی میکروبی در اکوسیستم‌های زراعی پایدار

پدیدآورندگان: تانیا ای. چیک؛ دیوید سی. کلن؛ دیانا اچ. وال
ترجمه: دکتر علیرضا کوچکی؛ دکتر الناز ابراهیمیان؛ دکتر سید محمد سیدی
ویراستار علمی: دکتر پرویز رضوانی‌مقدم
ویراستار ادبی: هانیه اسدیپور فعال مشهد
مشخصات: وزیری، ۲۰۰ نسخه، چاپ اول، بهار ۱۴۰۱
چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
بها: ۱/۲۰۰/۰۰۰ 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، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت،
شماره ۲۳۸، تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹ - 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.....	۷
سرآغاز.....	۹
مقدمه مترجمان.....	۱۱

فصل ۱. مطالعات اکولوژی خاک و اکوسیستم‌های کشاورزی (جهانی پویا و متنوع).....	۱۳
۱-۱ مقدمه.....	۱۳
۲-۱ مطالعات مربوط به پویایی مواد آلی.....	۱۵
۳-۱ چهارچوبی یکپارچه.....	۲۵
۴-۱ موضوعات مهم در پویایی بقایا که به نگرانی مدیران اراضی منجر شده است.....	۲۹
۵-۱ نتیجه گیری.....	۳۷
منابع.....	۳۸

فصل ۲. ایجاد تغییرات در میکروارگانیسم‌های مفید در ریزوسفر گیاهان زراعی.....	۴۳
۱-۲ مقدمه.....	۴۳
۲-۲ اجزای نوظهور ریزوسفرهای بهینه و پایدار.....	۵۴
۳-۲ بیوتکنولوژی در حوزه کشت و اکوسیستم‌های زراعی.....	۶۸
۴-۲ نتیجه گیری.....	۷۰
منابع.....	۷۴

فصل ۳. تأثیر ناهمگنی اکوسیستم‌های زراعی بر فرایندهای میکروبی خاک

(نظریه‌ها، شواهد و فرصت‌ها).....	۸۱
۱-۳ مقدمه.....	۸۱
۲-۳ بنیان‌های نظری.....	۸۲

۳-۳	فرایندهای تحت شرایط ناهمگن و غیریکنواخت.....	۹۱
۳-۴	فرصت‌هایی برای درک بهتر و مدیریت ناهمگن در اکوسیستم‌های زراعی.....	۹۶
۹۷	منابع.....	

فصل ۴. شبکه‌های غذایی خاک در اکوسیستم‌های کشاورزی..... ۱۰۱

۱-۴	مقدمه.....	۱۰۱
۲-۴	مدل‌ها و توصیفات شبکه‌های غذایی خاک.....	۱۰۴
۳-۴	الگوهای جریان انرژی و قدرت اثرات متقابل.....	۱۱۳
۴-۴	الگوها و ثبات.....	۱۱۶
۵-۴	تأثیر فعالیت‌های کشاورزی.....	۱۱۹
۶-۴	بحث و نتیجه‌گیری.....	۱۲۶
۱۲۹	منابع.....	

فصل ۵. ترکیب جوامع موجودات زنده خاک در سامانه‌های مختلف کشت گندم..... ۱۳۳

۱-۵	سامانه‌های کشت گندم و موجودات خاک‌زی.....	۱۳۳
۲-۵	مطالعه موردی.....	۱۴۱
۳-۵	بحث.....	۱۵۴
۱۵۸	منابع.....	

فصل ۶. مبنای بیولوژیکی مدیریت نیتروژن در سامانه‌های کشاورزی..... ۱۶۵

۱-۶	چالش‌های کنونی در مدیریت نیتروژن.....	۱۶۵
۲-۶	پیامدهای ناشی از مدیریت نیتروژن در داخل مزارع.....	۱۶۶
۳-۶	اثرات زیست‌محیطی مدیریت نیتروژن در خارج از مزارع.....	۱۶۷
۴-۶	کارایی مصرف نیتروژن.....	۱۶۹
۵-۶	انطباق.....	۱۷۱
۶-۶	معدنی شدن- ساکن شدن نیتروژن.....	۱۷۳
۷-۶	انطباق زمانی.....	۱۷۵
۸-۶	پویایی مکانی.....	۱۷۷

۹-۶ مدیریت انطباق.....	۱۸۱
۱۰-۶ نتیجه گیری.....	۱۸۵
منابع.....	۱۸۷

فصل ۷. نقش قارچ میکوریزا آرباسکولار در کشاورزی.....	۱۹۳
۱-۷ مقدمه‌ای بر بیولوژی قارچ میکوریزا آرباسکولار.....	۱۹۳
۲-۷ رابطه متقابل بین عملیات کشاورزی با جوامع قارچ‌های AM.....	۱۹۷
۳-۷ خلاصه.....	۲۱۵
منابع.....	۲۱۶

فصل ۸. اثرات کشت گیاهان تراریخته بر موجودات غیرهدف خاک‌زی.....	۲۲۳
۱-۸ مقدمه.....	۲۲۳
۲-۸ محصولات Bt.....	۲۲۶
۳-۸ سرنوشت پروتئین‌های Bt و پایداری آن‌ها در خاک.....	۲۳۳
۴-۸ تأثیرات کشت گیاهان Bt بر موجودات غیرهدف خاک‌زی.....	۲۳۴
۵-۸ فرار ژن‌ها/تداخل ژنی.....	۲۶۳
۶-۸ آیا محصولات Bt می‌توانند در اکوسیستم‌های زراعی پایدار نقش مفید و مؤثری ایفا کنند؟.....	۲۶۶
۷-۸ نتایج و پیشنهادهایی برای تحقیق‌های آینده.....	۲۶۷
منابع.....	۲۶۹

فصل ۹. کشت مخلوط تأخیری ذرت- بقولات در مالاوی: دستیابی به اهداف پایداری

در کوتاه‌مدت و درازمدت.....	۲۸۱
۱-۹ مقدمه.....	۲۸۱
۲-۹ بهبود حاصلخیزی خاک در جنوب صحرای آفریقا.....	۲۸۳
۶-۹ سامانه‌های مبتنی بر بقولات.....	۲۸۵
۴-۹ چهارچوب مفهومی برای ارزیابی پایداری نسبی سامانه‌های تولید.....	۲۹۱
۵-۹ مطالعه موردی: کشت مخلوط تأخیری ذرت-بقولات در جنوب مالاوی.....	۲۹۵
۶-۹ نتایج و بحث مطالعه موردی.....	۳۰۳

۳۰۷	۷-۹ عملکرد بقولات و نیتروژن ورودی.....
۳۱۸	۸-۹ ارزیابی پایداری.....
۳۲۴	۹-۹ نتیجه‌گیری.....
۳۲۶	منابع.....

فصل ۱۰. اهمیت تنوع زیستی خاک در کشاورزی (خدمات و چالش‌های اکوسیستم‌ها)..... ۳۳۳

۳۳۳	۱-۱۰ مقدمه.....
۳۳۴	۲-۱۰ چالش‌های جهانی و توافق‌نامه‌های بین‌المللی.....
۳۴۱	۳-۱۰ ترکیب تنوع زیستی خاک و خدمات اکوسیستم.....
۳۴۶	۴-۱۰ مدیریت تنوع زیستی خاک در جهت کنترل بیماری‌ها و افزایش عملکرد محصول.....
۳۵۱	۵-۱۰ نتیجه‌گیری.....
۳۵۲	منابع.....

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی..... ۳۵۷

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی..... ۳۸۳

عناوین اجلاس‌ها، آژانس‌ها و نهادها، لوایح و پروژه‌های ملی و بین‌المللی..... ۴۰۹

نمایه..... ۴۱۱

پیشگفتار

کتاب حاضر هجدهمین جلد منتشر شده از مجموعه کتاب‌های «اکولوژی کشاورزی پیشرفته»^۱ می‌باشد. کتاب‌های منتشر شده در این مجموعه، طیف وسیعی از عناوین مرتبط با نقش نهاده‌های استفاده شده در اکوسیستم‌های زراعی پایدار و اثرات آن‌ها بر عملکرد و بهره‌وری گیاهان زراعی را بررسی کرده‌اند. اکولوژی میکروب‌های خاک سهم بسزایی در حفظ و کارکرد نهاده‌های زیستی و نقش ویژه‌ای در به حداقل رساندن مصرف آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی و نیز تبدیل و بازچرخش ماده آلی در تولید پایدار گیاهان زراعی دارد.

فصل‌های کتاب حاضر بر مبنای نشست انجمن اکولوژی آمریکا^۲ با عنوان «چگونه اکولوژی میکروبی می‌تواند در پایداری اکوسیستم‌های زراعی نقش ایفا کند؟» تدوین نشده است؛ چراکه عناوین مطرح شده در این نشست بسیار جالب توجه بودند و بنابراین تصمیم گرفته شد تا مباحث ارائه شده در نشست به صورت یک کتاب منتشر شود. نویسندگان این کتاب، اکولوژیست‌های بسیار شناخته شده هستند و تحقیقات زیادی در زمینه کارکرد سامانه‌های خاک انجام داده‌اند. علاوه بر این، مشارکت ویژه در تدوین این کتاب توسط محققان دانشگاه‌ها و دانشجویان به عنوان نویسندگان اصلی و یا نویسندگان همکار صورت پذیرفته است.

عناوین موجود در این کتاب دربرگیرنده تنوع و پیچیدگی فعالیت‌های میکروبی و برهم‌کنش بین نظام‌های خاکی است؛ به طوری که روش‌های مرتبط با تغییر یا مدیریت میکروارگانیسم‌های خاک‌زی جهت بهبود کارکرد ریزوسفر و نیز افزایش عملکرد و بهره‌وری گیاهان زراعی، مورد بحث قرار گرفته است. همچنین جهت بهبود تولید پایدار محصولات زراعی، طیف وسیعی از فرایندهای میکروبی حاکم در خاک از نظر اهمیت تنوع و ناهمگنی میکروبی و نیز چگونگی دست‌کاری میکروارگانیسم‌ها بررسی شده است. تأکید این کتاب بر پژوهش‌های نوین بین‌رشته‌ای و هدفمند است تا بتواند زمینه‌ساز گسترش استفاده از نهاده‌های زیستی در تولید محصولات کشاورزی شود. در راستای بهبود

1. Advances in Agroecology

2. Ecological Society of America symposium

عملکرد، ثبات مدیریت و کاهش تلفات عناصر غذایی، برهم کنش بین بی‌مهرگان و میکروارگانیسم‌های خاک در کارکرد شبکه غذایی نیز بررسی شده است. تأکید ویژه نویسندگان بر این است که چگونه میزان دسترسی گیاهان به نیتروژن و دیگر عناصر غذایی می‌تواند از طریق مدیریت صحیح نهاده‌های آلی و نیز بهبود فعالیت‌های میکروبی در خاک افزایش یابد.

طیف وسیعی از عناوین مرتبط با زیست‌شناسی میکروب‌های خاک در این کتاب گنجانده شده است که شامل استفاده از نهاده‌های زیستی در مزارع تحت کشت گندم، اهمیت همزیستی قارچ‌های میکوریزا در افزایش دسترسی به عناصر غذایی و همچنین مزایا و معایب کشت محصولات ژنتیکی تراریخته توسط *Bacillus thuringiensis* می‌باشد. موضوعات کلی درمورد نقش تنوع میکروبی در خاک‌های زراعی نیز مورد مطالعه قرار گرفته است؛ به‌طوری‌که مسائلی مانند باروری خاک، کاهش فرسایش، مدیریت بیماری‌ها و نیز افزایش جذب و بهره‌وری عناصر غذایی، شالوده اصلی مباحث مطرح شده در کتاب می‌باشند. مجموعه این مباحث توسط برخی محققان به‌عنوان «خدمات اکوسیستم» شناخته شده است. این کتاب می‌تواند به‌عنوان مرجعی کلیدی پیرامون استفاده از نهاده‌های میکروبی در اکوسیستم‌های زراعی توسط پژوهشگران علوم خاک مورد استفاده قرار گیرد.

کلیو ای. ادواردز^۱

سردبیر مجله پیشرفت‌ها در اکرواکولوژی^۲

سر آغاز

باوجود اینکه اکولوژیست‌های خاک، طلایه‌داران تحقیق در مورد مباحث تنوع زیستی و کارکرد اکوسیستم هستند، ولی مطالعات گسترده بین‌رشته‌ای که در واقع تلفیقی از دانش اکولوژی و عملیات مدیریتی پایدار است، این مباحث را مورد بحث و تبادل نظر قرار داده‌اند. نظام‌های کشاورزی رایج که مبتنی بر استفاده بیش‌ازحد سوخت‌های فسیلی هستند، می‌توانند به کاهش تنوع زیستی خاک و نابودی ساختار پویای جامعه موجودات خاک‌زی منجر شوند و چرخه عناصر غذایی را دستخوش تغییر کنند. این امر به نوبه خود سبب افزایش وابستگی به عملیاتی می‌شود که نیازمند مصرف زیاد انرژی است؛ به طوری که در نهایت به تخریب زیستگاه‌ها، افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای و بروز آسیب شدید به کارکرد اکوسیستم خاک منجر می‌شود. کتاب حاضر، اکولوژیست‌های خاک، دانشمندان علوم میکروبی و متخصصان اکوسیستم‌های زراعی را گردهم آورده است تا سهم تحقیق در اکولوژی خاک را بر پایداری بلندمدت اکوسیستم‌های زراعی بررسی کنند.

بیشتر مزایای اکوسیستم‌های زراعی پایدار از جمله ثبات عملکرد، کاهش ورود نهاده‌های خارجی و مصرف کمتر سوخت‌های فسیلی، بر پایه تئوری‌های اکولوژیکی بوده و نقشی کلیدی بر پایداری خاک ایفا می‌کنند. چالش‌های حاضر در تحقیقات مربوط به کشاورزی پایدار، سبب بروز سؤال‌هایی در مورد اکولوژی میکروبی خاک شده است. به منظور افزایش ارتباط بین اکولوژیست‌های خاک، میکروبیولوژیست‌ها و اکولوژیست‌های زراعی در تدوین این کتاب سعی بر آن شد تا محققانی که زمینه تحقیقات آن‌ها در حیطه اکولوژی خاک، اکولوژی میکروبی و اکولوژی کشاورزی باشد، به همکاری دعوت شوند. تعدادی از فصل‌های این کتاب بر پایه تلفیق مبانی اکولوژیکی خاک در اجرای عملیات کشاورزی و جهت بهبود بهره‌وری و پایداری تولید محصولات زراعی تدوین شده است. دیگر فصل‌های کتاب به بررسی چالش‌ها در تحقیقات مرتبط با کشاورزی پایدار و ادغام مسیرهای تحقیق به سوی اکولوژی خاک و کشاورزی زیستی پرداخته‌اند. همچنین، فصل پایانی به پایداری تنوع زیستی خاک و خدمات اکوسیستم در مقیاس زراعی تأکید می‌کند.

فصل‌های کتاب براساس همکاری هیئت مشاوره نشست سال ۲۰۰۹ با عنوان «چگونه

اکولوژی میکروبی می‌تواند در پایداری اکوسیستم‌های زراعی نقش ایفا کند؟^۱ که در نیو مکزیکو^۱ برگزار گردید، تهیه شده است. مجموعه نویسندگان شامل پژوهشگران باسابقه، دانشجویان و یا محققان تازه کار بوده که درواقع طیف وسیعی از دانش، تجربه، سن، تنوع و علایق تحقیقاتی را شامل بودند. نویسندگان براساس پنج زمینه مهم تحقیقاتی انتخاب شدند تا به پیشبرد مستقیم پایداری و نیز عملیات مدیریت صحیح اراضی کمک کنند. این پنج زمینه شامل کشاورزی، تنوع زیستی، خدمات اکوسیستم، اکولوژی تلفیقی خاک و سیاست گذاری بود. توصیه‌های موجود در این کتاب می‌تواند بر سیاست‌گذاری‌های مربوط به بخش کشاورزی و محیط‌زیست تأثیر مستقیمی بگذارد و در پیشرفت تحقیقات آینده پیرامون مدیریت اکوسیستم‌های زراعی پایدار مفید و مؤثر باشد.

امید است که این کتاب موجب تحکیم روابط بین اکولوژیست‌های خاک، دانشمندان علوم میکروبی و متخصصان کشاورزی شود و الهام‌بخش تحقیقات نوین و کارآمد در آینده باشد.

تانیا ای. چیک^۲

دیوید سی. کلن^۳

دیانا اچ. وال^۴

1. New Mexico
2. Tanya E. Cheeke

3. David C. Coleman
4. Diana H. Wall

مقدمه مترجمان

تولید پایدار در اکوسیستم‌های زراعی تحت تأثیر تنوع، پویایی و کارکرد زیستی موجودات خاک‌زی، به‌ویژه میکروارگانیسم‌های ساکن در ریزوسفر می‌باشد. روابط متقابل بین موجودات و ثبات شبکه‌های غذایی در ریزوسفر، شاخص و اساس پیچیدگی اکوسیستم‌های زراعی بوده که می‌تواند ضمن افزایش عملکرد، کیفیت محصولات زراعی را بهبود بخشد. کتاب حاضر که شامل ۱۰ فصل می‌باشد، برپایه آخرین تحقیقات و رهیافت‌های اکولوژیکی، فیزیولوژیکی و ژنتیکی، اهمیت تعامل بین منابع آلی و موجودات خاک‌زی را در طراحی اکوسیستم‌های زراعی مورد تأکید قرار داده است. این کتاب توسط سه نفر از برترین پژوهشگران فعال در حوزه اکولوژی و بیولوژی خاک (تانیا ای. چیک، دیوید سی. کلمن و دیانا اچ. وال) زیر نظر پروفیسور کلیو ای. ادواردز نوشته شده است. ارزیابی ناهمگنی خاک و طراحی ریزوسفر، اثر موجودات خاک‌زی بر پویایی کربن ناپایدار، ماهیت جریان انرژی برحسب موجودات تجزیه‌کننده، برآورد ریاضی مرتبط با ثبات شبکه‌های غذایی و نیز شناخت القای ژن و تراریختگی میکروارگانیسم‌ها از مهم‌ترین مواردی است که برحسب فصل‌های مربوط در کتاب بررسی شده است. مترجمان نیز در تلاش بودند تا با شناخت مبانی بیولوژیکی، فیزیولوژیکی و ژنتیکی حاکم بر تنوع موجودات ساکن در خاک، مباحث این کتاب را در دسترس استادان، دانشجویان و پژوهشگران قرار دهند. لازم به توضیح است که برخی تعاریف ذکر شده در پاورقی کتاب، از سوی مترجمان جهت توضیحات بیشتر به خوانندگان ارائه شده است. در پایان، از مدیریت انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد تشکر و قدردانی می‌شود.

علیرضا کوچکی

الناز ابراهیمیان

سید محمد سیدی

زمستان ۱۳۹۹