



هم‌زیستی میکروب‌های گیاهی: جنبه‌های کاربردی

تألیف:

ناوین کوما آردا

ترجمه:

دکتر محمودرضا تدین

دکتر هدایت‌الله کریم‌زاده

عنوان و نام پدیدآور:	همزیستی میکروب‌های گیاهی: جنبه‌های کاربردی / تألیف [اصحیح ویراستار] ناوین کومار آرورا؛ ترجمه محمودرضا تدین، هدایت‌الله کریمزاده.
مشخصات نشر:	شهرکرد: دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری:	۸۲۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۲۱-۵
وضعیت فهرست‌نویسی:	قیفا
یادداشت:	عنوان اصلی: Plant microbes symbiosis : applied facets. 2014.
موضوع:	گیاهان -- همبستگی‌های میکروبی
موضوع:	Plant-microbe relationships
شناسه افزوده:	آرورا، ناوین کومار
شناسه افزوده:	Arora, Naveen Kumar
شناسه افزوده:	تدین، محمودرضا، ۱۳۴۷ - مترجم
شناسه افزوده:	کریمزاده، هدایت‌الله، ۱۳۶۵ - مترجم
شناسه افزوده:	دانشگاه شهرکرد
رده‌بندی کنگره:	QR۳۵۱ / ۵۸ ۱۲ ۶
رده‌بندی دیویی:	۵۹/۱۷۸
شماره کتابشناسی ملی:	۴۷۲۶، ۲



انتشارات دانشگاه شهرکرد

نام کتاب:	همزیستی میکروب‌های گیاهی: جنبه‌های کاربردی
تألیف:	ناوین کومار آرورا
ترجمه:	محمودرضا تدین، هدایت‌الله کریمزاده
ویراستار ادبی:	ابراهیم ظاهری عبده‌وند
ناشر:	دانشگاه شهرکرد
امور فنی و اجرایی:	فاطمه قانی
جلب اول:	بهار ۱۳۹۶
تیراژ:	۵۰۰ نسخه
قطع:	وزیری
جلب:	ارس
قیمت:	۲۲۰۰۰۰ ریال
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۲۱-۵

کلیه حقوق این اثر برای نویسندگان و دانشگاه شهرکرد محفوظ است.

نشانی: چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، بلوار رهبر، انتشارات دانشگاه شهرکرد، صندوق پستی ۱۱۵.

پیشگفتار نویسنده

میکروارگانیزم‌های مشارکت‌کننده گیاهی (PAMs)، نقش مهمی در بهبود زندگی گیاه میزبان دارند. عقیده بر آن است که پیدایش برهمکنش گیاه-میکروب به پیش از دوران ورود گیاهان به روی خشکی برمی‌گردد و هر دو شریک، در این رابطه یکدیگر را پس از فرایند غای تکاملی طولانی مدت انتخاب کرده‌اند. میکروب‌های مفید، گیاه را از طریق تأمین عناصر غذایی، مبارزه با پاتوژن‌ها، سرکوبی تنش‌های محیطی یاری می‌کنند و می‌توانند تنش‌های متعدد دیگری در اکوسفر (بوم‌سپهر) گیاهی داشته باشند. برهمکنش گیاه-میکروب می‌تواند خاک‌های بایر را احیاء، آلودگی‌های وسیع را پالایش و ترکیبات خطرناک را از اکوسفر بیرون خارج کند.

استفاده بیش از حد و نادرست از مواد شیمیایی و صنعتی در بخش کشاورزی، باعث بروز آسیب‌های جدی زیست‌بوم و مسائل مربوط به سلامت انسان و سایر موجودات ساکن در سیاره زمین شده است. این مواد شیمیایی در زنجیره‌های غذایی و اکوسیستم انباشته می‌شوند. در واقع، بسیاری از آن‌ها از طریق خوراک وارد زنجیره غذایی انسان می‌شوند. استفاده نادرست و بیش از حد مواد شیمیایی پاسخی به کاهش حاصل‌خیزی خاک است که در اثر از بین رفتن میکروارگانیزم‌های هم‌زیست با گیاهان به‌وجود آمده است. در زمینه میکروارگانیزم‌ها، ما نمی‌دانیم که طی سال‌ها چه از دست داده‌ایم؛ ولی آن چه که مشخص است در خاک غیر بارور، جمع‌آوری میکروب‌های محرک رشد گیاه بسیار ناچیز است و گاهی نیز ممکن است در این خاک‌ها میکروبی وجود نداشته باشد. بنابراین نیاز است باکتری‌های مناسب به همراه گیاه میزبان به این خاک وارد شود. در این کتاب، درباره کاربردهای متنوع میکروب‌های محرک رشد گیاه و اهمیت رابطه هم‌زیستی گیاه-میکروب در زمینه‌های پالایش آلودگی و تصفیه خاک بحث شده است.

این کتاب شامل نوزده فصل است که به واسطه مشارکت پژوهشگران سراسر جهان که در زمینه برهمکنش گیاه-میکروب تحقیق و پژوهش می‌کنند، گردآوری شده است. در این کتاب، به بحث دقیق درباره رویکردهای رایج در استفاده از میکروب‌های محرک رشد برای بهبود گیاهان زراعی به واسطه تأمین عناصر غذایی از طریق زیست‌چرخش یا معدنی کردن یا تثبیت، مبارزه با پاتوژن‌ها و سایر تنش‌ها از جمله بیماری‌ها و تنش‌های محیطی مانند شوری، خشکی، pH و غیره پرداخته شده است. مدیریت تلفیقی عناصر غذایی، بیماری‌ها و تنش‌ها را می‌توان با کاربرد میکروب‌های متنوع محرک رشد گیاهی فراهم کرد. رای دستیابی به این سودمندی‌ها و بهره‌مندی از مزایای آن، باید میکروب‌ها به ویژه در زیستگاه‌ها، که تعداد آن‌ها کم است، به خاک اضافه شوند. این موضوع تنها از طریق افزایش کیفیت مواد تلقیح زیستی به واسطه انجام تحقیقات امکان‌پذیر است. استفاده از ابزار بیوتکنولوژیک پیشرفته، از قبیل ژنومیکس، پروتئومیکس و مهندسی ژنتیک می‌تواند در رسیدن به این هدف بسیار مؤثر باشد. در این زمینه، گیاهان دست‌کاری شده ژنتیکی قبلاً وفقت‌های زیادی را ایجاد کرده‌اند. استفاده از برهمکنش گیاه-میکروب برای احیای اراضی غیر بارور و آلوده، تجزیه آلودگی‌ها و مواجهه با پدیده تغییر اقلیم، اهداف پژوهش‌های آینده هستند. در کتاب حاضر بیشتر روی جنبه‌های امنیت غذایی جمعیت در حال افزایش، در شرایط کاهش اراضی قابل کشت در الگوی پایدار تمرکز شده است.

پژوهشگران در زمینه‌های تکنولوژی تلقیح زیستی، ریزوسفرهای محرک رشد گیاه، برهمکنش‌های گیاه-میکروب، زیست‌شناسی ریزوسفر، زیست‌بالی و مدیریت تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاهان زراعی تألیف‌های متعددی داشته‌اند. پژوهشگران نه تنها نگاه جامعی بر رخداد‌های موجود در این زمینه در سراسر جهان داشته‌اند؛ بلکه در مورد مسیرهایی پیش‌رو در آینده نیز اطلاع‌رسانی کرده‌اند. کتاب حاضر برای استادان، فارغ‌التحصیلان و دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی علوم زیستی، به‌ویژه آن‌هایی که در زمینه میکروبیولوژی کشاورزی یا بیوتکنولوژی کار می‌کنند، بسیار مفید است. در این کتاب، به چگونگی هم‌زیستی گیاه-میکروب پرداخته شده است و این‌که چگونه می‌توان از این ارتباط شگفت‌آور در آینده استفاده کرد تا مواد

شیمیایی کمتری را به کار برد و تضمینی ایمن برای نسل‌های آینده و اکوسیستمی پایدار به وجود آورد.

از کلیه کسانی که در تهیه این کتاب در زمینه‌های مختلف مشارکت داشته‌اند، سپاسگزاری می‌شود. برنامه‌های کاربردی مشارکت گیاه-میکروب در این کتاب به صورت جامع بررسی شده است و ما می‌توانیم بگوییم این کتاب در نوبه خود بی‌نظیر است. از دکتر مامتا کاپیلا، ویراستار ارشد، اشپرینگر (هند) برای حمایت‌های مستمرشان سپاسگزاری می‌شود؛ زیرا اگر حمایت‌های ایشان نبود، این پروژه هرگز به اتمام نمی‌رسید. از پروفیسور ر. س. سابتی، معاونت دانشگاه BBA لاکنو¹ برای حمایت‌های مداوم سپاسگزاری ویژه می‌شود. از تیم تحقیقاتی شامل ساکشی تواری، جیتندرا میشر، راجا سینگ مایا، شونا و جی پراکاش به خاطر کمک در تهیه این کتاب سپاسگزاری می‌شود. از هم‌رزمی‌های آرورا برای حمایت از من و فرزندانم پرانای و ناو که با حضور خود به من دلگرمی می‌دهند، شکر ویژه دارم.

امیدوارم خوانندگان کتاب حاضر را کتابی مفید دریابند. هر گونه پیشنهاد و انتقاد را صمیمانه پذیرا هستم.

ناوین حومار آرورا - لاکنو، اوتار پرادش هند

پیشگفتار مترجمین

در کتاب هم‌زیستی گیاهی: جنبه‌های کاربردی که آن را ناوین کومار آرورا و با همکاری تعداد زیادی از دانشمندان و استادان دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی با گرایش‌های علمی مختلف به رشته تحریر درآورده است، به طور دقیق به معرفی رابطه هم‌زیستی میکرو، نای گیاهی و ریزجاندانان محیط خاک (ریزوسفر) پرداخته شده است، موضوعی که امروزه اهمیت زیادی دارد و روز به روز، بر جایگاه و نقش آن در تولید فراآورده‌های کشاورزی افزوده می‌شود. به دلیل سختی مطالعه خاک، به‌ویژه ریزوسفر و تعیین ریزجاندانان خاک، پژوهشگران کمتر به مطالعه آن پرداخته‌اند. در این کتاب، به طور دقیق و واضح به معرفی ریزجاندانان خاک (فون و فلور خاک) مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها و نقش و کارکرد آن‌ها، مواد و متابولیت‌های تولیدی آن‌ها می‌پردازد. اهمیت استفاده از این ریزجاندانان، در بهبود تولیدات گیاهی، مقابله با تنش‌های زیستی و غیرزیستی و کاربرد آن‌ها به عنوان آفت‌کش‌های زیستی به خوبی بیان شده است. همچنین امکان استفاده از آن‌ها در احیا و بازسازی زمین‌های آلوده، آلوده به فلزهای سنگین و آلاینده‌ها بحث شده است و کارکرد آن‌ها در انحلال و فراهمی عناصر غذایی و جلوگیری از سمی بودن عناصر و فلزات بر گیاهان مورد تأکید قرار گرفته است. به افق‌های پیش‌رو و چشم‌اندازهای کاربردی این ریزجاندانان در آینده بخش کشاورزی، عنوان راهبردهای مهم توجه شده است. این کتاب می‌تواند مورد استفاده دانشجویان، اساتید علوم گیاهی، علوم کشاورزی و بیولوژی قرار گیرد، به‌خصوص برای دانشجویان مقاطع مختلف تحصیلی بسیار سودمند خواهد بود و اطلاعات جامع و تکنیکی در اختیار آنان قرار می‌دهد. امید است که این کتاب نقش عمده‌ای در ارتقاء و بهبود تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه در مناطق مواجه با تنش‌های زیستی و غیرزیستی داشته باشد. مترجمان از دانشجویان خانم‌ها زهرا طاهری، صفورا کسایی، ریحانه صادقی، حورا

چیانی، وجیه کاظم فرزندی، الهه فروزان مهر، سیما اسعد سامانی، ندا محسنی، فاطمه حیدریان، فاطمه کارگر، محمدرضا کریمی، فاطمه عباسی و آقایان عدنان محمودی و مهندس محمود بهادر به خاطر زحمات ویرایشی سپاسگزاری می کنند. از زحمات خانم مهندس مرضیه سیاه‌مرد به خاطر مساعدت‌های مستمر و ویرایش و تایپ کتاب تشکر ویژه می‌شود.

محمودرضا تدین

هدایت‌الله کریم‌زاده

www.ketab.ir

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول - نقش باکتری‌های ریزوسفری در بهبود تولیدات گیاهی و تحمل به تنش:	
۱- مکانیزم عمل، کاربردها و دورنمای آینده	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- ریزوسفر: آشیان اکولوژیک غنی از عناصر غذایی برای باکتری‌های سودمند	۴
۳-۱- ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی: بررسی کلی	۶
۴-۱- باکتری‌های ریزوسفری به منظور تولید زیست‌توده گیاهی	۸
۴-۱-۱- کاربردهای زیستی	۹
۴-۱-۱-۱- غلات	۱۰
۴-۱-۲-۱- گیاهان زراعی	۱۱
۴-۱-۳-۱- بواردها و فرقه	۱۳
۴-۱-۴-۱- محرک‌ها - گیاهی	۱۴
۴-۱-۵-۱- کاربرد هم‌افزایی با باکتری‌های هم‌زیست (تلقیح مشترک)	۱۷
۴-۱-۶-۱- گروه‌های مشارکتی باکتریایی ریزوسفری	۲۰
۴-۱-۷-۱- برهمکنش تلقیح - پیش‌توده	۲۱
۵-۱- باکتری‌های ریزوسفری به منظور بارده تحمل به تنش	۲۳
۵-۱-۱- تعدیل تنش‌های غیرزیستی	۲۴
۵-۱-۱-۱- تنش شوری	۲۵
۵-۱-۱-۲- تنش خشکی	۲۵
۵-۱-۱-۳- تنش دمایی	۲۸
۵-۱-۱-۴- تنش فلزهای سنگین	۳۸
۵-۱-۲- تعدیل تنش زیستی	۳۹
۶-۱- ریزوباکتری‌های مهندسی ژنتیک، برای بهبود تولید زیست‌توده و تحمل به تنش	۴۵
۷-۱- سخن آخر و چشم‌انداز نهایی	۴۷
منابع	۵۰
فصل دوم - آفت‌کش‌های زیستی: جایگاه کنونی	۷۷
۲-۱- مقدمه	۷۸
۲-۲- تغییر گرایش از آفت‌کش‌های شیمیایی به آفت‌کش‌های زیستی	۷۹

۸۳	۳-۲- مفهوم آفت‌کش‌های زیستی
۸۴	۴-۲- آفت‌کش‌های میکروبی
۸۵	۱-۴-۲- آفت‌کش‌های زیستی باکتریایی
۸۸	۲-۴-۲- آفت‌کش‌های زیستی قارچی
۹۰	۳-۴-۲- آفت‌کش‌های زیستی ویروسی
۹۱	۵-۲- آفت‌کش‌های زیستی: رویکردی جهانی
۹۳	۱-۵-۲- آمریکای شمالی
۱۱۲	۲-۵-۲- اروپا
۱۱۳	۳-۵-۲- آسیا
۱۱۷	۴-۵-۲- استرالیا
۱۱۸	۵-۵-۲- آمریکای جنوبی
۱۱۹	۶-۵-۲- آفریقا
۱۱۹	۶-۲- بازار جهانی
۱۱۹	۷-۲- منابع آفت‌کش زیستی
۱۲۱	۸-۲- محدودیت‌های آفت‌کش‌های زیست: مسائل کارهای اجتماعی
۱۲۳	۱-۸-۲- ناآگاهی
۱۲۵	۲-۸-۲- عدم اعتماد و کارکردهای متناقض در مزرعه
۱۲۶	۳-۸-۲- کیفیت و طول عمر مفید پایین
۱۲۷	۴-۸-۲- بودجه بالای تولید و کشاورزی تجاری کوچک‌تر
۱۲۹	۵-۸-۲- چارچوب قانونی
۱۳۱	۶-۸-۲- تهدیدهای سلامتی و زیست محیطی
۱۳۱	۷-۸-۲- مشکلات مربوط به آفت‌کش‌های ویروسی
۱۳۳	۸-۸-۲- رقابت با آفت‌کش‌های شیمیایی
۱۳۴	۹-۲- نتیجه‌گیری
۱۳۷	منابع
	فصل سوم- برهمکنش زنده‌خواری گیاه-میکروب برای احیاء اراضی و توسعه
۱۵۷	کشاورزی پایدار
۱۵۸	۱-۳- مقدمه

۲-۳- احیای زمین‌های آلوده به فلزهای سنگین	۱۵۹
۳-۳- احیاء زمین‌های آلوده شده به هیدروکربن‌های نفتی (PHC)	۱۶۲
۴-۳- احیاء زمین‌های تخریب شده در اثر فرسایش خاک	۱۶۵
۵-۳- احیاء اراضی آلوده به خاکسترهای معلق	۱۶۷
۶-۳- نقش برهمکنش گیاه-میکروب در کشاورزی پایدار	۱۷۰
۱-۶-۳- نقش سلامت خاک	۱۷۳
۲-۶-۳- نقش تنش‌های زیستی و غیرزیستی	۱۷۴
۳-۶-۳- همکشی گیاه-میکروب و جذب عناصر غذایی	۱۷۹
۷-۳- جنبه‌های آینده	۱۸۲
۸-۳- نتیجه‌گیری	۱۸۳
منابع	۱۸۶
فصل چهارم- نشانگرهای میکروب برای افزایش تجزیه زیستی بی‌فنیل‌های پلی‌کربن	۱۹۳
۱-۴- مقدمه	۱۹۴
۲-۴- گیاه-میکروب یالایی: فراتر از ۴-پالایی	۱۹۸
۳-۴- آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلیک اسید (ACC) دامیناز تولید شده توسط باکتری‌ها و گیاه پالایی	۲۰۱
۴-۴- مشارکت گیاه-میکروب برای افزایش گیاه‌پالایی آلاینده‌های آلی	۲۰۳
۵-۴- مهندسی ریزوسفر گیاه-میکروب: دست‌ورزی ترسحات پشته	۲۰۵
۶-۴- رهیافت‌های مطالعه تنوع و فعالیت میکروب‌ها در خاک آلوده	۲۰۷
۱-۶-۴- شناسایی بیوشیمیایی	۲۰۷
۲-۶-۴- Whole-Cell MALDI-TOF MS	۲۱۰
۳-۶-۴- کینک‌های انگشت نگاری ژنتیکی	۲۱۱
۴-۶-۴- کاوش ایزوتوپ پایدار (SIP)	۲۱۲
۵-۶-۴- جس‌گرهای زیستی	۲۱۴
۶-۶-۴- qRT-PCR	۲۱۵
۷-۴- نتیجه‌گیری	۲۱۶
منابع	۲۱۷

فصل پنجم- هره برداری از برهمکنش گیاه-میکروب برای افزایش محافظت در برابر	
عوامل بیماری زای گیاهی -----	۲۲۵
۱-۵- مقدمه -----	۲۲۶
۲-۵- وضعیت آنتی اکسیدان های تنظیم شده توسط میکروب، در گیاه میزبان -----	۲۲۸
۳-۵- فعال سازی مسیر پروپاتوئید به وسیله میکروب -----	۲۳۱
۴-۵- اقاء لیگنینی شدن به وسیله میکروب -----	۲۳۶
۵-۵- مدیریت عامل بیماری را با استفاده از سنجش حدنصاب تنظیم شده توسط میکروب ها	
-----	۲۳۹
۶-۵- میکروب، واسطه جذب عناصر غذایی و دفاع -----	۲۴۰
۷-۵- دفاع توارثی به واسطه میکروب -----	۲۴۴
۸-۵- چشم انداز های آینده -----	۲۴۶
منابع -----	۲۴۷
فصل ششم- برهمکنش ها گیاه و میکروب: عوامل کلیدی حاصل خیزی خاک و	
تغذیه گیاه -----	۲۵۷
۱-۶- مقدمه -----	۲۵۹
۲-۶- ریزوسفر -----	۲۶۰
۳-۶- ترکیبات شیمیایی تولید شده توسط ریشه ها در ریزوسفر -----	۲۶۱
۴-۶- تنوع میکروبی در ریزوسفر -----	۲۶۳
۵-۶- برهمکنش های گیاه-میکروب و فراهمی عناصر غذایی -----	۲۶۴
۱-۵-۶- فراهمی نیتروژن -----	۲۶۶
۲-۵-۶- فراهمی فسفر -----	۲۶۹
۳-۵-۶- فراهمی سایر عناصر غذایی -----	۲۷۱
۶-۶- برهمکنش های گیاهی برای پالایش خاک های آلوده -----	۲۷۲
۱-۶-۶- گیاه پالایی -----	۲۷۳
۱-۶-۶- استخراج کنندگی گیاهی -----	۲۷۵
۲-۶-۶- تجزیه کنندگی گیاهی -----	۲۷۵
۳-۶-۶- تصعید کنندگی گیاهی -----	۲۷۵

۲۷۵	۶-۱-۴- تحریک کنندگی گیاهی
۲۷۶	۶-۱-۵- تثبیت کنندگی گیاهی
۲۷۶	۶-۱-۶- تصفیه با سامانه ریشه‌ای
۲۷۷	۶-۲-۲- بالایش ریزوسفری
۲۷۷	۶-۲-۱- بالایش ریزوسفری آلاینده‌های آلی با PGPR
۲۷۷	۶-۲-۲- بالایش ریزوسفری فلزات توسط PGPR
۲۷۸	۶-۲-۳- بالایش ریزوسفری با میکروارگانیزم‌های اندوفیت
۲۷۹	۶-۲-۱- بالایش ریزوسفری با استفاده از قارچ
۲۸۰	۶-۱- تثبیت بالایی توسط میکروپها
۲۸۱	۶-۱-۳- تکنیک‌های عدم یو بایی
۲۸۱	۶-۲-۳- یوسازی
۲۸۳	۶-۷- نتیجه‌گیری
۲۸۴	منابع
۲۹۹	فصل هفتم- برهمکنش گیاه- اندوفیت و مشارکت مداوم برای سلامت گیاه
۳۰۰	۷-۱- مقدمه
۳۰۳	۷-۲- اشغال‌گری اکولوژیک و تنوع زیستی
۳۰۶	۷-۳- برهمکنش گیاه- اندوفیت و بررسی ژنوم آن
۳۰۷	۷-۴- روابط مشارکتی گیاهان- اندوفیت‌ها: از ورودهای طبیعی زیست فعال میزبان تا سودمندی آن در دفاع میزبان
۳۱۰	۷-۵- نقش اندوفیت‌ها در کاربردهای کشاورزی
۳۱۲	۷-۵-۱- اندوفیت‌ها به عنوان عوامل کنترل کننده زیستی
۳۱۲	۷-۵-۱-۱- مقابله با عوامل بیماری‌زای گیاهی
۳۱۵	۷-۵-۲- مقابله با حشره‌های آفت
۳۱۶	۷-۵-۳- مقابله با علف‌های هرز
۳۱۷	۷-۵-۲- نقش اندوفیت‌ها در سمزدایی و تخریب عوامل مخرب بیماری‌زا
۳۱۷	۷-۵-۳- اندوفیت‌ها و سیدروفورها
۳۱۸	۷-۵-۴- آنزیم‌های تجزیه کننده و مکانیزم‌های سرکوب بیماری
۳۱۹	۷-۵-۵- مکانیسم مقاومت القایی میزبان

۳۱۹	۷-۵-۶- دورنمای اندوفیت‌ها در ارتقاء رشد گیاه
۳۲۰	۷-۵-۶-۱- هورمون‌های رشد گیاهی و توانایی تثبیت نیتروژن
۳۲۱	۷-۵-۷- مکانیزم‌های اندوفیت‌ها در تحمل به تنش
۳۲۲	۷-۵-۷-۱- تحمل به تنش‌های غیرزیستی
۳۲۳	۷-۶- نتیجه‌گیری
۳۲۶	منابع
	فصل هشتم - تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و تولید متابولیت‌های ثانویه
۳۳۵	سودمند کردن کونه‌های باسیلوس اندوفیت
۳۳۶	۸-۱- مقدمه
۳۴۰	۸-۲-۱- مواد فعال زیستی و اثر آن بر گیاهان
۳۴۳	۸-۲-۱-۱- لیپوپپتیدها
۳۴۵	۸-۲-۲- باکتریوسین‌ها
۳۴۷	۸-۲-۳- پلی‌کتیدها و سایر متابولیت‌های دفاعی
۳۵۱	۸-۳- برهمکنش‌های گیاهی و کارکردهای ترکیبات فعال زیستی
۳۵۵	۸-۴- کاربردهای تحمل به تنش‌های زیستی
۳۵۷	۸-۵- نتیجه‌گیری
۳۵۹	منابع
	فصل نهم - ترکیبات ضد قارچی سودومونادها و مطالعات ریزوئی‌های مولکولی آن‌ها برای
۳۶۷	سرکوب عوامل بیماری خاک‌زاد
۳۶۸	۹-۱- مقدمه
۳۷۰	۹-۲- توزیع اکولوژیکی سودوموناس‌ها در گیاهان
	۹-۳- سودوموناس‌ها به عنوان ریزوباکتری بالقوه محرک رشد گیاه (PGPR) با مکانیزم‌های
۳۷۲	مستقیم در شرایط مزرعه
۳۷۶	۹-۴- سودوموناس‌ها به عنوان عوامل کنترل زیستی عوامل بیماری خاک‌زاد
۳۷۶	۹-۴-۱- آنتی‌بیوسیس
۳۷۶	۹-۴-۱-۱- فلوروگلوسینول
۳۷۶	۹-۴-۱-۲- قنازین‌ها
۳۷۷	۹-۴-۱-۳- پیرول‌نیتروژن

۴-۱-۴-۹	لیپوپپتیدهای حلقه‌ای (CLP)	۳۷۷
۲-۴-۹	سیدروفورها: رقابت برای آهن	۳۷۹
۱-۲-۴-۹	پیور دین	۳۷۹
۲-۲-۴-۹	پیوکلین	۳۷۹
۳-۲-۴-۹	سالیسیلیک اسید	۳۷۹
۵-۹	تولید هیدروژن سیانید (HCN)	۳۸۰
۶-۹	آنزیم‌های تخریب‌گر دیواره سلولی قارچ‌ها	۳۸۰
۷-۹	سیستم مقاومت القایی	۳۸۱
۸-۹	بیوسنسز متابولیت‌های ضدقارچی و ویژگی‌های توالی ژنوم آن‌ها	۳۸۳
۹-۹	نقش متابولیت‌های ضد قارچی در مدیریت بیماری در شرایط مزرعه	۳۸۵
۱۰-۹	نتیجه‌گیری	۳۸۷
۳۸۹	منابع	
فصل دهم - سودومونادها: تولید رشد گیاه و فراتر از آن		۳۹۹
۱-۱۰	مقدمه	۴۰۰
۲-۱۰	سودومونادها: دیدگاه تاریخی	۴۰۱
۳-۱۰	تنوع سودومونادها	۴۰۴
۱-۳-۱۰	علل اکولوژیکی تنوع سودومونادها	۴۰۵
۲-۳-۱۰	اساس ژنتیکی تنوع سودوموناد	۴۰۷
۴-۱۰	ارتقاء رشد گیاه و شایستگی ریزوسفری سودومونادها	۴۰۹
۵-۱۰	سایر نقش‌ها در اکوسیستم‌های کشاورزی	۴۱۵
۶-۱۰	نتیجه‌گیری	۴۱۸
۴۲۰	منابع	
فصل یازدهم - چشم‌اندازهای تلقیح ریزوبیومی برای تولید پایدار گیاه زراعی		۴۳۵
۱-۱۱	مقدمه	۴۳۶
۲-۱۱	هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم: بررسی اجمالی	۴۳۸
۳-۱۱	مکانیزم القاء رشد گیاه توسط ریزوبیوم	۴۴۰
۱-۳-۱۱	مکانیزم‌های مستقیم القاء رشد	۴۴۰
۲-۳-۱۱	مکانیزم‌های غیرمستقیم القای رشد	۴۴۴

۴-۱۱- تأثیر متقابل ریزوبیوم با میکروارگانیزم‌های مفید: بهبود زیست‌توده و تولید گره	۴۴۶
۱-۴-۱۱- ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)	۴۴۸
۲-۴-۱۱- قارچ‌های آربوسکولار مایکوریزا (AM)	۴۵۲
۵-۱۱- گونه‌های ریزوبیوم دارای ACC دآمیناز برای بهبود تشکیل گره و زیست‌توده	۴۵۳
۶-۱۱- کارایی گونه‌های ریزوبیوم تحت تنش‌های محیطی	۴۵۶
۱-۶-۱۱- تنش خشکی	۴۶۱
۲-۶-۱۱- تنش شوری	۴۶۳
۳-۶-۱۱- تنش دمایی	۴۶۶
۲-۶-۱۱- تنش فلزات سنگین	۴۶۷
۵-۶-۱۱- تنش زبسی	۴۶۹
۷-۱۱- ریزوبیوم‌ها به عنوان محرک رشد گیاه (PGPB) (مشارکت غیر لگومینوز-ریزوبیوم)	۴۷۱
۸-۱۱- پیش ماده‌ها (هورمون‌های گیاهی) و مایع تلقیح (ریزوبیومی) برای افزایش تولیدات گیاهی	۴۷۴
۹-۱۱- مواد تلقیح تجاری در دسترس بر مبنای ریزوبیوم	۴۷۷
۱۰-۱۱- نتیجه و چشم‌انداز آینده	۴۷۸
منابع	۴۸۱
فصل دوازدهم- هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم در شرایط دشت	۵۰۹
۱-۱۲- مقدمه	۵۱۰
۱-۱-۱۲- تنش نهاده‌های شیمیایی کشاورزی (مواد آگروشیمیایی)	۵۱۱
۲-۱-۱۲- ریزوبیوم: حضور و تنوع در خاک	۵۱۲
۲-۱۲- واکنش‌های تنشی در گیاه و ریزوبیوم	۵۱۴
۱-۲-۱۲- واکنش‌های تنشی در گیاهان	۵۱۴
۱-۱-۲-۱۲- خشکی	۵۱۴
۲-۱-۲-۱۲- شوری	۵۱۴
۲-۲-۱۲- واکنش‌های ریزوبیوم به تنش	۵۱۵
۱-۲-۲-۱۲- محلول‌های سازگار	۵۱۶
۲-۲-۲-۱۲- نقش پلی‌ساکاریدهای بیرونی	۵۱۷

۱۲-۲-۳- نقش آنزیم‌های پاک‌کننده گونه‌های فعال اکسیژن -----	۵۱۸
۱۲-۲-۴- تنظیم واکنش‌های تنشی در ریزوبیوم -----	۵۱۸
۱۲-۳- هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم تحت تنش -----	۵۲۱
۱۲-۳-۱- تغییرات ساختاری و بیوشیمیایی تحت تنش آبی -----	۵۲۱
۱۲-۳-۲- پروتئینومیکس ابرازی برای درک رابطه هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم در شرایط تنش -----	۵۲۳
۱۲-۳-۳- هم‌زیستی لگومینوز- <i>S. meliloti</i> در شرایط تنش: مطالعه موردی -----	۵۲۴
۱۲-۳-۴- هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم در شرایط تنش موادشیمیایی کشاورزی -----	۵۲۵
۱۲-۳-۵- تأثیر مواد آگروشیمیایی دارای عناصر غذایی پرمصرف در برهمکنش ریزوبیوم - لگومینوز -----	۵۲۷
۱۲-۳-۶- ارتباط سه جانبه در شرایط تنش‌های خشکی/شوری -----	۵۲۸
۱۲-۳-۷- کاهش اثر تنش -----	۵۳۱
۱۲-۳-۷-۱- تنش خشکی -----	۵۳۱
۱۲-۳-۷-۲- تنش شوری -----	۵۳۲
۱۲-۴- نتیجه‌گیری -----	۵۳۳
۱۲-۴-۱- انتخاب سویه‌های رقابتی ریزوبیوم -----	۵۳۳
۱۲-۴-۲- اصلاح برای تولید لگومینوزهای رقابتی -----	۵۳۴
۱۲-۴-۳- کودهای زیستی تقویت شده با مولکول‌های آلیسیکلیک -----	۵۳۴
منابع -----	۵۳۶
فصل سیزدهم- ترشحات ریشه لگومینوزها: نقش آن‌ها در هم‌زیستی -----	۵۴۹
۱۲-۱- مقدمه -----	۵۵۰
۱۲-۲- فلاونوئیدها و استریگولاکتون‌ها دو گروه مهم از ترشحات ریشه لگومینوزها -----	۵۵۰
۱۲-۳- ترشحات ریشه در هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم -----	۵۵۵
۱۲-۳-۱- فلاونوئیدها: نخستین مولکول پیام در ترشحات ریشه لگومینوز -----	۵۵۵
۱۲-۳-۲- استریگولاکتون‌های درگیر در هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم -----	۵۵۷
۱۲-۳-۳- القای فاکتورهای Nod توسط فلاونوئیدها -----	۵۵۸
۱۲-۳-۴- پروتئین‌های ترشح شده، تعیین‌کننده اختصاصی بودن/ دامنه میزبانی -----	۵۵۹
۱۲-۳-۵- مشارکت پلی‌ساکاریدهای سطحی در مراحل مختلف توسعه هم‌زیستی -----	۵۶۱

۱۳-۶-۳-	ترشحات ریزوبیومی که حاوی ترکیبات مهم دیگر هستند	۵۶۱
۱۳-۷-۳-	لزوم وجود حامل‌ها برای ترشحات ریشه‌ای	۵۶۲
۱۳-۴-	ترشحات ریشه‌ای در هم‌زیستی مایکوریزایی	۵۶۲
۱۳-۴-۱-	استریگولاکتون‌ها: نقش تکاملی در هم‌زیستی آربسکولار مایکوریزا	۵۶۴
۱۳-۵-	نتیجه‌گیری	۵۶۶
	منابع	۵۶۸
	فصل چهاردهم- هم‌زیستی اکتینوریزایی و ریزوبیومی با لگوم‌ها برای کاهش اثر تنش‌های غیرزیستی	۵۷۹
۱۴-۱-	مقدمه	۵۸۰
۱۴-۲-	کاربرد هر زیست‌کننده-باکتری در کاهش اثر تنش‌های غیرزیستی	۵۸۶
۱۴-۱-۲-	تحمل و بهبود رشد تحت کمبود عناصر غذایی	۵۸۶
۱۴-۲-۲-	کاهش اثر تنش خشکی	۵۹۲
۱۴-۳-۲-	کاهش اثر تنش شوری	۵۹۷
۱۴-۴-۲-	کاهش اثر سمیت فلزهای سنگین در خاک‌های آلوده	۶۰۳
۱۴-۳-	نتیجه‌گیری	۶۰۹
	منابع	۶۱۲
	فصل پانزدهم- آروسپیریلوم: کود زیستی برای گیاهان زراعی	۶۲۹
۱۵-۱-	ویژگی‌های ساختاری جنس آروسپیریلوم و گونه‌های آن	۶۳۰
۱۵-۲-	توانایی‌های ارتقاء رشد آروسپیریلوم	۶۳۳
۱۵-۱-۲-	تثبیت نیتروژن	۶۳۳
۱۵-۲-۲-	تولید هورمون‌های گیاهی	۶۳۴
۱۵-۱-۲-۲-	اکسین‌ها	۶۳۴
۱۵-۲-۲-۲-	جبرلیک اسید (Gas)	۶۳۷
۱۵-۳-۲-۲-	سیتوکنین‌ها	۶۳۷
۱۵-۴-۲-۲-	آبسیزیک اسید (ABA)	۶۳۸
۱۵-۵-۲-۲-	پلی‌آمین‌ها	۶۳۸
۱۵-۶-۲-۲-	اتیلن	۶۳۹
۱۵-۷-۲-۲-	اکسید نیتروژن (NO)	۶۴۰

۱۵-۲-۳- انحلال فسفات	۶۴۰
۱۵-۲-۴- تولید سیدروفور	۶۴۱
۱۵-۲-۵- فعالیت ضد میکروبی	۶۴۱
۱۵-۳- آروسپیریلوم به عنوان کود زیستی	۶۴۲
۱۵-۳-۱- ارتقاء رشد گیاه به دلیل تثبیت نیتروژن	۶۴۲
۱۵-۳-۲- ارتقاء رشد گیاه به دلیل تولید هورمون‌های گیاهی	۶۴۴
۱۵-۳-۳- ارتقاء رشد گیاه به دلیل محلول‌سازی فسفات	۶۴۵
۱۵-۳-۴- ارتقاء رشد گیاه با حداقل رساندن تنش‌ها	۶۴۶
۱۵-۳-۵- اثر متفرقه آروسپیریلوم بر گیاهان	۶۴۹
۱۵-۴- آروسپیریلوم به عنوان عامل کنترل زیستی	۶۵۰
۱۵-۴-۱- آروسپیریلوم به عنوان عامل ضد میکروبی	۶۵۰
۱۵-۴-۲- آروسپیریلوم به عنوان آفت‌کش	۶۵۱
۱۵-۴-۳- آروسپیریلوم به عنوان آفت‌کش	۶۵۱
۱۵-۴-۴- آروسپیریلوم به عنوان عامل مقاومت سیستمیک القایی	۶۵۲
۱۵-۵- آروسپیریلوم به عنوان کود زیستی تجاری	۶۵۲
۱۵-۶- نتیجه‌گیری	۶۵۴
منابع	۶۵۶
فصل شانزدهم- قارچ‌های اکتومایکوریزا و کاربرد آنها	۶۶۹
۱۶-۱- مقدمه	۶۷۰
۱۶-۲- تحقیقات روی قارچ اکتومایکوریزا: از گذشته تاکنون	۶۷۵
۱۶-۳- کاربرد قارچ اکتومایکوریزا در طرح‌های مزرع‌ای	۶۷۹
۱۶-۴- کاربرد غذایی و سمیت قارچ اکتومایکوریزا	۶۸۲
منابع	۶۸۵
فصل هفدهم- افزایش نقش هم‌زیستی مایکوریزایی در فرآیند تسهیل گیاه-گیاه برای بهبود بهره‌وری و پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی مدیترانه‌ای	۶۹۵
۱۷-۱- مقدمه	۶۹۶
۱۷-۲- مشارکت هم‌زیستی مایکوریزا در تغذیه و سلامت گیاه	۷۰۰
۱۷-۲-۱- هم‌زیستی مایکوریزا و تغذیه گیاهی	۷۰۰

۱۷-۳- آثار میکوریزا بر ضد عوامل بیماری‌زای گیاهی (نماتدها، گیاهان انگل) -----	۷۰۱
۱۷-۴- مدیریت توانایی میکوریزایی خاک در نظام زراعی مدیریت‌شده -----	۷۰۳
۱۷-۵- نتایج آزمایشی -----	۷۰۴
۱۷-۶- نتیجه‌گیری -----	۷۰۶
منابع -----	۷۰۷
فصل هجدهم- نقش ریزو باکتری‌های ارتقاءدهنده رشد و فرمولاسیون آن‌ها در	
کنترل زیستی بیماری‌های گیاهی -----	۷۱۳
۱۸-۱- مقدمه -----	۷۱۴
۱۸-۲- ریزو باکتری‌های ارتقاءدهنده رشد گیاه (PGPR) -----	۷۱۵
۱۸-۳- صفات های بیوتکنولوژیکی PGPR -----	۷۱۵
۱۸-۳-۱- ارتقاء رشد گیاه -----	۷۱۵
۱۸-۳-۲- تغذیه آهن در گیاهان رزینی -----	۷۱۶
۱۸-۳-۳- کنترل بیماری‌های گیاهی -----	۷۱۶
۱۸-۴- متابولیت‌های ضد قارچی PGPR -----	۷۱۸
۱۸-۴-۱- سیدروفورها -----	۷۱۸
۱۸-۴-۲- آنزیم‌های تجزیه‌گر -----	۷۲۰
۱۸-۴-۳- سیانید هیدروژن -----	۷۲۱
۱۸-۴-۴- آنتی‌بیوتیک‌ها -----	۷۲۲
۱۸-۵- توسعه فرمولاسیون مؤثر -----	۷۲۵
۱۸-۶- ویژگی‌های PGPR و فرمولاسیون آن‌ها -----	۷۲۷
۱۸-۷- انواع فرمولاسیون‌ها -----	۷۲۸
۱۸-۷-۱- پودرهای خشک -----	۷۲۸
۱۸-۷-۲- سوسپانسیون‌های مایع -----	۷۲۹
۱۸-۷-۳- تکثیر انبوه -----	۷۳۰
۱۸-۷-۴- طراحی فرمولاسیون -----	۷۳۱
۱۸-۸- موانع موجود در توسعه فرمولاسیون -----	۷۳۲
۱۸-۹- جنبه‌های تجاری -----	۷۳۳
۱۸-۱۰- نتیجه‌گیری -----	۷۳۴

۱۸-۱۱- پیش‌بینی آینده	۷۳۵
منابع	۷۳۶
فصل نوزدهم- اثر محیط خاک بر کارایی مزرعه‌ای تلقیح میکروبی	۷۴۵
۱۹-۱- مقدمه	۷۴۶
۱۹-۲- تأثیر عوامل خاکی غیر زنده	۷۴۸
۱۹-۲-۱- بافت خاک	۷۴۸
۱۹-۲-۲- رطوبت خاک	۷۵۳
۱۹-۲-۳- اجزاء عناصر غذایی	۷۵۷
۱۹-۲-۴- تنش اسمزی	۷۶۱
۱۹-۲-۵- اسیدی و قلیایی بودن خاک	۷۶۴
۱۹-۲-۶- دما	۷۶۷
۱۹-۲-۷- اصلاح خاک، سموم، مواد آگروشیمیایی	۷۷۰
۱۹-۳- اثر عوامل زیستی خاک	۷۷۴
۱۹-۳-۱- میکروب‌های بومی خاک	۷۷۴
۱۹-۳-۲- جانداران خاک	۷۸۳
۱۹-۴- نتیجه‌گیری	۷۸۶
منابع	۷۸۹