



Shahrekord University

140

Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets

By:

Naveen Kumar Arora

Translated By:

Dr. M. R. Tadayon

Dr. H. Karimzadeh

ISBN:978-600-7997-21-5



همزیستی میکروب‌های گیاهی: جنبه‌های کاربردی

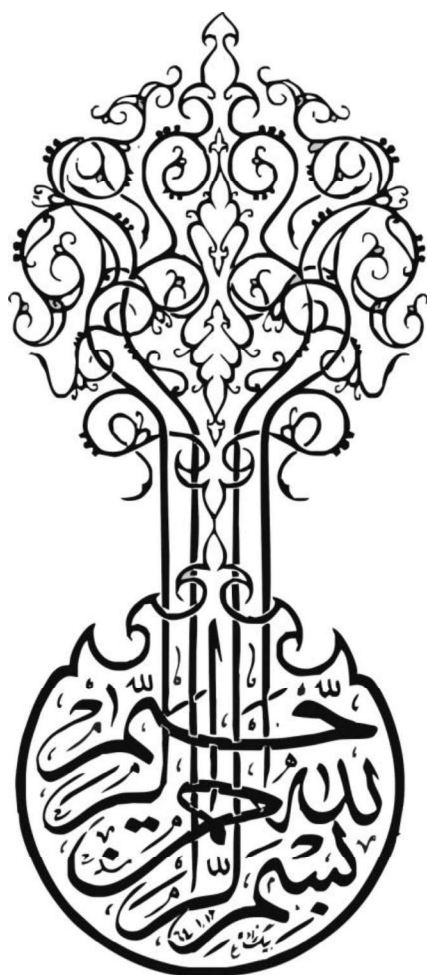
تألیف:

ناوین کومار آرورا

ترجمه:

دکتر محمود رضا تدین

دکتر هدایت‌الله کریمزاده





هم‌زیستی میکروب‌های گیاهی: جنبه‌های کاربردی

تألیف:

ناوین کومار آرورا

ترجمه:

دکتر محمودرضا تدین

دکتر هدایت‌الله کریم‌زاده سورشجانی

عنوان و نام پدیدآور:	همزیستی میکروب‌های گیاهی: جنبه‌های کاربردی / تألیف [صحیح: ویراستار] ناوین کومار آرورا؛ ترجمه محمودرضا تدین، هدایت‌الله کریم‌زاده.
مشخصات نشر:	شهرکرد: دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری:	۸۳۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۲۱-۵
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیبا
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 / ۸ ۱۳۹۶
رده‌بندی دیوپی:	۱۷۸/۵۷۹
شماره کتابشناسی ملی:	۴۷۲۶۸۳۲



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
چاپ اول:	بهار ۱۳۹۶
تیراژ:	۵۰۰ نسخه
قطع:	وزیری
چاپ:	ارس
قیمت:	۳۲۰۰۰۰ 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.

تقدیم به:

پژوهشگران علوم زیست‌شناسی، علوم گیاهی و علوم
کشاورزی

و به اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر یحیی امام، جناب
آقای دکتر حسین غدیری، جناب آقای دکتر محمد جعفر
بحرانی و جناب آقای دکتر محمد تقی آساد به پاس
تلاش‌های ارزنده علمی، پژوهشی و تربیت متخصصین،
پژوهشگران و کارشناسان بخش کشاورزی

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 فرایندهای تکاملی طولانی مدت انتخاب کرده‌اند. میکروب‌های مفید، گیاه را از طریق تامین عناصر غذایی، مبارزه با پاتوژن‌ها، سرکوبی تنش‌های محیطی یاری می‌کنند و می‌توانند نقش‌های 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 اکوسیستم خارج کند.

استفاده بیش از حد و نادرست از مواد شیمیایی و صنعتی در بخش کشاورزی، باعث بروز آسیب‌های جدی زیست محیطی 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، جمعیت 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 می کنند، گردآوری شده است. در این کتاب، به بحث دقیق درباره رویکردهای رایج در استفاده از میکروب های محرک رشد برای بهبود گیاهان زراعی به واسطه تامین عناصر غذایی از طریق زیست چرخش یا معدنی کردن یا تثبیت، مبارزه با پاتوژن ها و سایر تنش ها از جمله بیماری ها و تنش های محیطی مانند شوری، خشکی، pH و غیره پرداخته شده است. مدیریت تلفیقی عناصر غذایی، بیماری ها و تنش ها را می توان با کاربرد میکروب های متنوع محرک رشد گیاهی فراهم کرد. برای دستیابی به این سودمندی ها و بهره مندی از مزایای آن، باید میکروب ها به ویژه در زیست گاه هایی که تعداد آن ها کم است، به خاک اضافه شوند. این موضوع تنها از طریق افزایش کیفیت مواد تلقیح زیستی به واسطه انجام تحقیقات امکان پذیر است. استفاده از ابزار بیوتکنولوژیک پیشرفته، از قبیل ژنومیکس، پروتئومیکس و مهندسی ژنتیک می تواند در رسیدن به این هدف بسیار مؤثر باشد. در این زمینه، گیاهان دست کاری شده ژنتیکی قبلاً موفقیت های زیادی را ایجاد کرده اند. استفاده از برهمکنش گیاه-میکروب برای احیای اراضی غیر بارور و آلوده، تجزیه آلودگی ها و مواجهه با پدیده تغییر اقلیم، اهداف پژوهش های آینده هستند. در کتاب حاضر بیشتر روی جنبه های امنیت غذایی جمعیت در حال افزایش، در شرایط کاهش اراضی قابل کشت در الگوی پایدار تمرکز شده است. پژوهشگران در زمینه های تکنولوژی تلقیح زیستی، ریزوباکتری های محرک رشد گیاه، برهمکنش های گیاه-میکروب، زیست شناسی ریزوسفر، زیست پالایی و مدیریت تنش های زیستی و غیرزیستی در گیاهان زراعی تالیف های مفیدی داشته اند. پژوهشگران نه تنها نگاه جامعی بر رخدادهای موجود در این زمینه در سراسر جهان داشته اند؛ بلکه در مورد مسیرهایی پیش رو در آینده نیز اطلاع رسانی کرده اند. کتاب حاضر برای استادان، فارغ التحصیلان و دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی علوم زیستی، به ویژه آن هایی که در زمینه میکروبیولوژی کشاورزی یا بیوتکنولوژی کار می کنند، بسیار مفید است. در این کتاب، به چگونگی هم زیستی گیاه-میکروب پرداخته شده است و این که چگونه می توان از این ارتباط شگفتاور در آینده استفاده کرد تا مواد شیمیایی کمتری را به کار برد و تضمینی ایمن برای نسل های 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 به‌صورت 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 لاکنو^۱ برای حمایت‌های مداوم سپاسگزاری ویژه می‌شود. از تیم تحقیقاتی شامل ساکشی تواری، جیتندرا میشر، راجرا سینگ مایا، شوتا و جی پراکاش به خاطر کمک در تهیه این کتاب سپاسگزاری می‌شود. از همسرم پریتی آرورا برای حمایت از من و فرزندانم پرانای و ناو که با حضور خود به من دلگرمی می‌دهند، تشکر ویژه دارم. امیدوارم خوانندگان کتاب حاضر را کتابی مفید دریابند. هر گونه پیشنهاد و انتقاد را صمیمانه پذیرا هستم.

ناوین کومار 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 در آورده است، به طور دقیق به معرفی رابطه هم‌زیستی میکروب‌های گیاهی و ریزجانداران محیط خاک (ریزوسفر) پرداخته شده است، موضوعی که امروزه اهمیت زیادی دارد و روز به روز، بر جایگاه و نقش آن در تولید فرآورده‌های کشاورزی افزوده می‌شود. به دلیل سختی مطالعه خاک، به‌ویژه ریزوسفر و تعیین ریزجانداران خاک، پژوهشگران کم‌تر به مطالعه آن پرداخته‌اند. در این کتاب، به طور دقیق و واضح به معرفی ریزجانداران خاک (فون و فلور خاک) مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها و نقش و کارکرد آن‌ها، مواد و متابولیت‌های تولیدی آن‌ها می‌پردازد. اهمیت استفاده از این ریزجانداران، 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 فرسایش یافته، 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 تاکید قرار گرفته است. به افق‌های پیش رو و چشم‌اندازهای کاربردی این ریزجانداران در آینده بخش کشاورزی به‌عنوان راهبردهای مهم توجه شده است. این کتاب می‌تواند مورد استفاده دانشجویان و 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 فروزان‌مهر، 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 می‌کنند. از زحمات خانم مهندس مرضیه سیاه‌مرد به

خاطر مساعدت‌های مستمر و ویرایش و تایپ کتاب تشکر ویژه می‌شود.

محمود رضا تدین

هدایت‌الله کریم‌زاده سورشجانی

فهرست مطالب

نقش باکتری‌های ریزوسفری در بهبود تولیدات گیاهی و تحمل به تنش: مکانیزم عمل،
کاربردها و دورنمای آینده----- ۱

چکیده ----- 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 ----- ۵

۴-۱ باکتری‌های ریزوسفری به منظور تولید زیست توده گیاهی ----- ۸

۱-۴-۱ کودهای زیستی ----- ۹

۲-۴-۱ محرک‌های گیاهی ----- ۱۴

۳-۴-۱ کاربرد هم‌افزایی با باکتری‌های هم‌زیست (تلقیح مشترک) ----- ۱۷

۴-۴-۱ گروه‌های مشارکتی باکتریایی ریزوسفری ----- ۲۰

۵-۴-۱ برهمکنش تلقیح - پیش ماده ----- ۲۱

۵-۱ باکتری‌های ریزوسفری به منظور بهبود تحمل به تنش ----- ۲۳

۱-۵-۱ تعدیل تنش‌های غیرزیستی ----- ۲۴

۲-۵-۱ تعدیل تنش زیستی ----- ۳۷

۶-۱ ریزوباکتری‌های مهندسی ژنتیک، برای بهبود تولید زیست توده و تحمل به

تنش ----- ۴۳

۷-۱ سخن آخر و چشم‌انداز نهایی ----- ۴۵

منابع فصل اول ----- ۴۷

آفت‌کش‌های زیستی: جایگاه کنونی ----- ۷۵

چکیده ----- ۷۵

۱-۲ مقدمه ----- ۷۶

۲-۲	تغییر گرایش از آفت‌کش‌های شیمیایی به آفت‌کش‌های زیستی	۷۷
۳-۲	مفهوم آفت‌کش‌های زیستی	۸۱
۴-۲	آفت‌کش‌های میکروبی	۸۲
۱-۴-۲	آفت‌کش‌های زیستی باکتریایی	۸۳
۲-۴-۲	آفت‌کش‌های زیستی قارچی	۸۶
۳-۴-۲	آفت‌کش‌های زیستی ویروسی	۸۸
۵-۲	آفت‌کش‌های زیستی: رویکردی جهانی	۸۹
۱-۵-۲	آمریکای شمالی	۹۱
۲-۵-۲	اروپا	۱۰۷
۳-۵-۲	آسیا	۱۰۹
۴-۵-۲	استرالیا	۱۱۲
۵-۵-۲	آمریکای لاتین	۱۱۳
۶-۵-۲	آفریقا	۱۱۴
۶-۲	بازار جهانی	۱۱۵
۸-۲	محدودیت‌های آفت‌کش‌های زیستی و راه‌کارهای اجتماعی	۱۱۶
۱-۸-۲	ناآگاهی	۱۱۸
۲-۸-۲	عدم اعتماد و کارکردهای متناقض در مزرعه	۱۲۰
۳-۸-۲	کیفیت و طول عمر مفید پایین	۱۲۱
۴-۸-۲	بودجه بالای تولید و کشاورزی تجاری کوچک‌تر	۱۲۳
۵-۸-۲	چارچوب قانونی	۱۲۴
۶-۸-۲	تهدیدهای سلامتی و زیست محیطی	۱۲۶
۷-۸-۲	مشکلات مربوط به آفت‌کش‌های ویروسی	۱۲۸
۸-۸-۲	رقابت با آفت‌کش‌های شیمیایی	۱۲۸
۹-۲	نتیجه‌گیری	۱۳۰
	منابع فصل دوم	۱۳۱

برهمکنش زنده خواری گیاه-میکروب برای احیاء اراضی و توسعه کشاورزی پایدار	۱۵۳
چکیده	۱۵۳
۱-۳ مقدمه	۱۵۴
۲-۳ احیای زمین‌های آلوده به فلزهای سنگین	۱۵۵
۳-۳ احیاء زمین‌های آلوده شده به هیدروکربن‌های نفتی (PHC)	۱۵۸
۴-۳ احیاء زمین‌های تخریب شده در اثر فرسایش خاک	۱۶۱
۵-۳ احیاء اراضی آلوده به خاکسترهای معلق	۱۶۳
۶-۳ نقش برهمکنش گیاه-میکروب در کشاورزی پایدار	۱۶۶
۱-۶-۳ نقش سلامت خاک	۱۶۹
۲-۶-۳ نقش تنش‌های زیستی و غیرزیستی	۱۷۱
۳-۶-۳ برهمکنش گیاه-میکروب و جذب عناصر غذایی	۱۷۵
۷-۳ جنبه‌های آینده	۱۷۹
۸-۳ نتیجه‌گیری	۱۸۰
منابع فصل سوم	۱۸۱
مشارکت گیاه-میکروب برای افزایش تجزیه زیستی بی‌فیل‌های پلی‌کربن	۱۸۹
چکیده	۱۸۹
۱-۴ مقدمه	۱۹۰
۲-۴ گیاه-میکروب پالایی: فراتر از گیاه‌پالایی	۱۹۳
۳-۴ آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلیک اسید (ACC) دآمیناز تولید شده توسط باکتری‌ها و گیاه پالایی	۱۹۷
۴-۴ مشارکت گیاه-میکروب برای افزایش گیاه‌پالایی آلاینده‌های آلی	۱۹۹
۵-۴ مهندسی ریزوسفر گیاه-میکروب: دست‌ورزی ترشحات ریشه	۲۰۱

۶-۴	رهیافت‌های مطالعه تنوع و فعالیت میکروب‌ها در خاک آلوده	۲۰۴
۱-۶-۴	شناسایی بیوشیمیایی	۲۰۶
۲-۶-۴	Whole-Cell MALDI-TOF MS	۲۰۷
۳-۶-۴	تکنیک‌های انگشت نگاری ژنتیکی	۲۰۸
۴-۶-۴	کاوش ایزوتوپ پایدار (SIP)	۲۰۹
۵-۶-۴	حس‌گرهای زیستی	۲۱۱
۶-۶-۴	qRT-PCR	۲۱۲
۷-۴	نتیجه‌گیری	۲۱۳
۲۱۳	منابع فصل چهارم	۲۱۳
	بهره‌برداری از برهمکنش گیاه-میکروب برای افزایش محافظت در برابر عوا مل	
۲۲۱	بیماری‌زای گیاهی	۲۲۱
۲۲۱	چکیده	۲۲۱
۱-۵	مقدمه	۲۲۲
۲-۵	وضعیت آنتی‌اکسیدان‌های تنظیم شده توسط میکروب، در گیاه میزبان	۲۲۴
۳-۵	فعال سازی مسیر پروپانویید به وسیله میکروب	۲۲۷
۴-۵	القاء لیگنینی شدن به وسیله میکروب	۲۳۲
۵-۵	مدیریت عامل بیماری‌زا با استفاده از سنجش حدنصاب تنظیم شده توسط	
۲۳۵	میکروب‌ها	۲۳۵
۵-۶	میکروب، واسطه جذب عناصر غذایی و دفاع	۲۳۶
۷-۵	دفاع توارثی به واسطه میکروب	۲۴۰
۸-۵	چشم‌اندازهای آینده	۲۴۲
۲۴۲	منابع فصل پنجم	۲۴۲

برهمکنش‌های گیاه و میکروب: عوامل کلیدی حاصل‌خیزی خاک و تغذیه گیاه---۲۵۳

چکیده -----۲۵۳

۱-۶ مقدمه -----۲۵۵

۲-۶ ریزوسفر -----۲۵۶

۳-۶ ترکیبات شیمیایی تولیدشده توسط ریشه‌ها در ریزوسفر -----۲۵۷

۴-۶ تنوع میکروبی در ریزوسفر -----۲۵۹

۵-۶ برهمکنش‌های گیاه-میکروب و فراهمی عناصر غذایی -----۲۶۰

۱-۵-۶ فراهمی نیتروژن -----۲۶۲

۲-۵-۶ فراهمی فسفر -----۲۶۵

۳-۵-۶ فراهمی سایر عناصر غذایی -----۲۶۷

۶-۶ برهمکنش‌های گیاهی برای پالایش خاک‌های آلوده -----۲۶۸

۱-۶-۶ گیاه‌پالایی -----۲۶۹

۲-۶-۶ پالایش ریزوسفری -----۲۷۳

۳-۶-۶ زیست‌پالایی توسط میکروب‌ها -----۲۷۶

۷-۶ نتیجه‌گیری -----۲۷۹

منابع فصل ششم -----۲۷۹

برهمکنش گیاه-اندوفیت و مشارکت مداوم برای سلامت گیاه -----۲۹۵

چکیده -----۲۹۵

۱-۷ مقدمه -----۲۹۶

۲-۷ اشغال‌گری اکولوژیک و تنوع زیستی -----۲۹۹

۳-۷ برهمکنش گیاه-اندوفیت و بررسی ژنوم آن -----۳۰۲

۴-۷ روابط مشارکتی گیاهان-اندوفیت‌ها: از فرآورده‌های طبیعی زیست فعال

میزبان تا سودمندی آن در دفاع میزبان -----۳۰۳

۳۰۷	۵-۷ نقش اندوفیت‌ها در کاربردهای کشاورزی
۳۰۷	۱-۵-۷ اندوفیت‌ها به عنوان عوامل کنترل‌کننده زیستی
۳۱۲	۲-۵-۷ نقش اندوفیت‌ها در سمزدایی و تخریب عوامل مخرب بیماری‌زا
۳۱۳	۳-۵-۷ اندوفیت‌ها و سیدروفورها
۳۱۴	۴-۵-۷ آنزیم‌های تجزیه‌کننده و مکانیزم‌های سرکوب بیماری
۳۱۴	۵-۵-۷ مکانیسم مقاومت القایی میزبان
۳۱۵	۶-۵-۷ دورنمای اندوفیت‌ها در ارتقاء رشد گیاه
۳۱۷	۷-۵-۷ مکانیزم‌های اندوفیت‌ها در تحمل به تنش
۳۱۹	۶-۷ نتیجه‌گیری
۳۲۱	منابع فصل هفتم
	تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و تولید متابولیت‌های ثانویه سودمند توسط
۳۳۱	گونه‌های باسیلوس اندوفیت
۳۳۱	چکیده
۳۳۲	۱-۸ مقدمه
۳۳۶	۲-۸ مواد فعال زیستی و آثار آن بر گیاهان
۳۳۸	۱-۲-۸ لیپوپپتیدها
۳۴۱	۲-۲-۸ باکتریوسین‌ها
۳۴۳	۳-۲-۸ پلی‌کتیدها و سایر متابولیت‌های دفاعی
۳۴۷	۳-۸ برهمکنش‌های گیاهی و کارکردهای ترکیبات فعال زیستی
۳۵۱	۴-۸ کاربردهای تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی
۳۵۳	۵-۸ نتیجه‌گیری
۳۵۴	منابع فصل هشتم
	ترکیبات ضد قارچی سودومونادها و مطالعه ویژگی‌های مولکولی آن‌ها برای سرکوب
۳۶۳	عوامل بیماری خاک‌زاد

چکیده:	۳۶۳
۱-۹ مقدمه	۳۶۴
۲-۹ توزیع اکولوژیکی سودوموناس‌ها در گیاهان	۳۶۶
۳-۹ سودوموناس‌ها به عنوان ریزوباکتری بالقوه محرک رشد گیاه (PGPR) با مکانیزم‌های مستقیم در شرایط مزرعه	۳۶۸
۴-۹ سودوموناس‌ها به عنوان عوامل کنترل زیستی عوامل بیماری خاک‌زاد	۳۷۱
۱-۴-۹ آنتی‌بیوسیس	۳۷۲
۲-۹-۴ سیدروفورها: رقابت برای آهن	۳۷۴
۵-۹ تولید هیدروژن سیانید (HCN)	۳۷۵
۶-۹ آنزیم‌های تخریب‌گر دیواره سلولی قارچ‌ها	۳۷۶
۷-۹ سیستم مقاومت القایی	۳۷۷
۸-۹ بیوسنتز متابولیت‌های ضدقارچی و ویژگی‌های توالی ژنوم آن‌ها	۳۷۸
۹-۹ نقش متابولیت‌های ضد قارچی در مدیریت بیماری در شرایط مزرعه	۳۸۰
۱۰-۹ نتیجه‌گیری	۳۸۳
منابع فصل نهم	۳۸۳
سودومونادها: توسعه رشد گیاه و فراتر از آن	۳۹۵
چکیده	۳۹۵
۱-۱۰ مقدمه	۳۹۶
۲-۱۰ سودومونادها: دیدگاه تاریخی	۳۹۷
۳-۱۰ تنوع سودومونادها	۴۰۰
۱-۳-۱۰ علل اکولوژیکی تنوع سودومونادها	۴۰۱
۲-۳-۱۰ اساس ژنتیکی تنوع سودوموناد	۴۰۳

۴۰۵	۱۰-۴ ارتقاء رشد گیاه و شایستگی ریزوسفری سودومونادها
۴۱۱	۱۰-۵ سایر نقش‌ها در اکوسیستم‌های کشاورزی
۴۱۴	۱۰-۶ نتیجه‌گیری
۴۱۴	منابع فصل دهم
۴۲۹	چشم‌اندازهای تلقیح ریزوبیومی برای تولید پایدار گیاه زراعی
۴۲۹	چکیده
۴۳۰	۱۱-۱ مقدمه
۴۳۲	۱۱-۲ هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم؛ بررسی اجمالی
۴۳۴	۱۱-۳ مکانیزم القاء رشد گیاه توسط ریزوبیوم
۴۳۴	۱۱-۳-۱ مکانیزم‌های مستقیم القاء رشد
۴۳۸	۱۱-۳-۲ مکانیزم‌های غیرمستقیم القای رشد
	۱۱-۴ تأثیر متقابل ریزوبیوم با میکروارگانیسم‌های مفید: بهبود زیست‌توده و تولید
۴۴۰	گره
۴۴۱	۱۱-۴-۱ ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)
۴۴۵	۱۱-۴-۲ قارچ‌های آربوسکولار مایکوریزا (AM)
	۱۱-۵ گونه‌های ریزوبیوم دارای ACC دآمیناز برای بهبود تشکیل گره و زیست‌توده
۴۴۷	
۴۴۸	۱۱-۶ کارایی گونه‌های ریزوبیوم تحت تنش‌های محیطی
۴۵۳	۱۱-۶-۱ تنش خشکی
۴۵۵	۱۱-۶-۲ تنش شوری
۴۵۸	۱۱-۶-۳ تنش دمایی
۴۵۹	۱۱-۶-۴ تنش فلزات سنگین
۴۶۱	۱۱-۶-۵ تنش زیستی

۷-۱۱ ریزوبیوم‌ها به عنوان باکتری محرک رشد گیاه (PGPB) (مشارکت غیر	۴۶۳
لگومینوز-ریزوبیوم) -----	
۸-۱۱ پیش ماده‌ها (هورمون‌های گیاهی) و مایع تلقیح (ریزوبیومی) برای افزایش	۴۶۶
تولیدات گیاهی -----	
۹-۱۱ مواد تلقیح تجاری در دسترس بر مبنای ریزوبیوم -----	۴۶۹
۱۰-۱۱ نتیجه و چشم‌انداز آینده -----	۴۷۰
منابع فصل یازدهم -----	۴۷۱
هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم در شرایط تنش -----	۵۰۱
چکیده -----	۵۰۱
۱-۱۲ مقدمه -----	۵۰۲
۱-۱۲-۱ تنش نهاده‌های شیمیایی کشاورزی (مواد آگروشیمیایی) -----	۵۰۳
۱-۱۲-۲ ریزوبیوم: حضور و تنوع در خاک -----	۵۰۴
۱-۱۲-۲ واکنش‌های تنشی در گیاه و ریزوبیوم -----	۵۰۶
۱-۱۲-۲-۱ واکنش‌های تنشی در گیاهان -----	۵۰۶
۱-۱۲-۲-۲ واکنش‌های ریزوبیوم به تنش -----	۵۰۷
۱-۱۲-۳ هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم تحت تنش -----	۵۱۳
۱-۱۲-۳-۱ تغییرات ساختاری و بیوشیمیایی تحت تنش آبی -----	۵۱۳
۱-۱۲-۳-۲ پروتئئومیکس ابرازی برای درک رابطه هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم در شرایط تنش	
-----	۵۱۵
۱-۱۲-۳-۳ هم‌زیستی لگومینوز- <i>S. meliloti</i> در شرایط تنش: مطالعه موردی -----	۵۱۶
۱-۱۲-۴ هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم در شرایط تنش مواد شیمیایی کشاورزی -----	۵۱۷
۱-۱۲-۵ تاثیر مواد آگروشیمیایی دارای عناصر غذایی پرمصرف در برهمکنش ریزوبیوم-لگومینوز	
-----	۵۱۹
۱-۱۲-۶ ارتباط سه جانبه در شرایط تنش‌های خشکی/شوری -----	۵۲۰
۱-۱۲-۷ کاهش اثر تنش -----	۵۲۳

۱۲-۴ نتیجه گیری ----- ۵۲۵

۱۲-۴-۱ انتخاب سویه‌های رقابتی ریزوبیوم ----- ۵۲۵

۱۲-۴-۲ اصلاح برای تولید لگومینوزهای رقابتی ----- ۵۲۶

۱۲-۴-۳ کودهای زیستی تقویت شده با مولکول‌های الیستور ----- ۵۲۶

منابع فصل دوازدهم ----- ۵۲۷

ترشحات ریشه لگومینوزها: نقش آن‌ها در هم‌زیستی ----- ۵۴۱

چکیده ----- ۵۴۱

۱۳-۱ مقدمه ----- ۵۴۲

۱۳-۲ فلاونوئیدها و استریگولاکتون‌ها دو گروه مهم از ترشحات ریشه‌ای

لگومینوزها ----- ۵۴۲

۱۳-۳ ترشحات ریشه در هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم ----- ۵۴۷

۱۳-۳-۱ فلاونوئیدها: نخستین مولکول پیام در ترشحات ریشه لگومینوز ----- ۵۴۷

۱۳-۳-۲ استریگولاکتون‌های درگیر در هم‌زیستی لگومینوز-ریزوبیوم ----- ۵۴۹

۱۳-۳-۳ القای فاکتورهای Nod توسط فلاونوئیدها ----- ۵۵۰

۱۳-۳-۴ پروتئین‌های ترشح شده، تعیین‌کننده اختصاصی بودن/دامنه میزبانی ----- ۵۵۱

۱۳-۳-۵ مشارکت پلی‌ساکاریدهای سطحی در مراحل مختلف توسعه هم‌زیستی ----- ۵۵۲

۱۳-۳-۶ ترشحات ریزوبیومی که حاوی ترکیبات مهم دیگر هستند ----- ۵۵۳

۱۳-۳-۷ لزوم وجود حامل‌ها برای ترشحات ریشه‌ای ----- ۵۵۳

۱۳-۴ ترشحات ریشه‌ای در هم‌زیستی مایکوریزایی ----- ۵۵۴

۱۳-۴-۱ استریگولاکتون‌ها: نقش تکاملی در هم‌زیستی آربسکولار مایکوریزا ----- ۵۵۶

۱۳-۵ نتیجه‌گیری ----- ۵۵۷

منابع فصل سیزدهم ----- ۵۵۸

هم‌زیستی اکتینوریزایی و ریزوبیومی با لگوم‌ها برای کاهش اثر تنش‌های غیرزیستی

----- ۵۶۹

چکیده ----- ۵۶۹

۱-۱۴ مقدمه ----- ۵۷۰

۱۴-۲ کاربرد هم‌زیست گیاه-باکتری در کاهش اثر تنش‌های غیرزیستی ----- ۵۷۶

۱۴-۲-۱ تحمل و بهبود رشد تحت کمبود عناصر غذایی ----- ۵۷۶

۱۴-۲-۲ کاهش اثر تنش خشکی ----- ۵۸۲

۱۴-۲-۳ کاهش اثر تنش شوری ----- ۵۸۷

۱۴-۲-۴ کاهش اثر سمیت فلزهای سنگین در خاک‌های آلوده ----- ۵۹۳

۱۴-۳ نتیجه‌گیری ----- ۵۹۹

منابع فصل چهاردهم ----- ۶۰۱

آزوسپیریلوم: کود زیستی برای گیاهان زراعی ----- ۶۱۹

چکیده ----- ۶۱۹

۱-۱۵ ویژگی‌های ساختاری جنس آزوسپیریلوم و گونه‌های آن ----- ۶۲۰

۱۵-۲ توانایی‌های ارتقاء رشد آزوسپیریلوم ----- ۶۲۳

۱۵-۲-۱ تثبیت نیتروژن ----- ۶۲۳

۱۵-۲-۲ تولید هورمون‌های گیاهی ----- ۶۲۴

۱۵-۲-۳ انحلال فسفات ----- ۶۳۰

۱۵-۲-۴ تولید سیدروفور ----- ۶۳۱

۱۵-۲-۵ فعالیت ضد میکروبی ----- ۶۳۱

۱۵-۳ آزوسپیریلوم به عنوان کود زیستی ----- ۶۳۲

۱۵-۳-۱ ارتقاء رشد گیاه به دلیل تثبیت نیتروژن ----- ۶۳۲

۱۵-۳-۲ ارتقاء رشد گیاه به دلیل تولید هورمون‌های گیاهی ----- ۶۳۴

۱۵-۳-۳ ارتقاء رشد گیاه به دلیل محلول‌سازی فسفات ----- ۶۳۵

۱۵-۳-۴ ارتقاء رشد گیاه با حداقل رساندن تنش‌ها ----- ۶۳۶

۱۵-۳-۵ آثار متفرقه آزوسپیریلوم بر گیاهان ----- ۶۳۹

۱۵-۴ آزوسپیریلوم به عنوان عامل کنترل زیستی ----- ۶۴۰

۱۵-۴-۱ آزوسپیریلوم به عنوان عامل ضد میکروبی ----- ۶۴۰

۱۵-۴-۲	آزوسپیریلوم به عنوان آفت کش	۶۴۱
۱۵-۴-۳	آزوسپیریلوم به عنوان علف کش	۶۴۱
۱۵-۴-۴	آزوسپیریلوم به عنوان الیستور در مقاومت سیستمیک الفایی	۶۴۲
۱۵-۵	آزوسپیریلوم به عنوان کود زیستی تجاری	۶۴۲
۱۵-۶	نتیجه گیری	۶۴۴
۶۴۵	منابع فصل پانزدهم	
۶۵۹	قارچ های اکتومایکوریزا و کاربردهای آنها	
۶۵۹	چکیده	
۶۶۰	مقدمه	
۱۶-۱	تحقیقات روی قارچ اکتومایکوریزا: از گذشته تاکنون	۶۶۵
۱۶-۲	کاربرد قارچ اکتومایکوریزا در طرح های مزرعه ای	۶۶۹
۱۶-۳	کاربرد غذایی و سمیت قارچ اکتومایکوریزا	۶۷۲
۶۷۴	منابع فصل شانزدهم	
۶۸۵	افزایش نقش هم زیستی مایکوریزایی در فرآیند تسهیل گیاه-گیاه برای بهبود بهره وری و پایداری اکوسیستم های کشاورزی مدیترانه ای	
۶۸۵	چکیده	
۱۷-۱	مقدمه	۶۸۶
۱۷-۲	مشارکت هم زیستی مایکوریزا در تغذیه و سلامت گیاه	۶۹۰
۱۷-۲-۱	هم زیستی مایکوریزا و تغذیه گیاهی	۶۹۰
۱۷-۳	آثار مایکوریزا بر ضد عوامل بیماری زای گیاهی (نماتدها، گیاهان انگل)	۶۹۱
۱۷-۴	مدیریت توانایی مایکوریزایی خاک در نظام زراعی مدیترانه ای	۶۹۳

۱۷-۵	نتایج آزمایشی	۶۹۴
۱۷-۶	نتیجه‌گیری	۶۹۶
۱۷-۶	منابع فصل هفدهم	۶۹۷
	نقش ریزو باکتری‌های ارتقاءدهنده رشد و فرمولاسیون آن‌ها در کنترل زیستی	
	بیماری‌های گیاهی	۷۰۳
	چکیده	۷۰۳
۱۸-۱	مقدمه	۷۰۴
۱۸-۲	ریزو باکتری‌های ارتقاءدهنده رشد گیاه (PGPR)	۷۰۵
۱۸-۳	صفت‌های بیوتکنولوژیکی PGPR	۷۰۵
۱۸-۳-۱	ارتقاء رشد گیاه	۷۰۵
۱۸-۳-۲	تغذیه آهن در گیاهان زراعی	۷۰۶
۱۸-۳-۳	کنترل بیماری‌های گیاهی	۷۰۶
۱۸-۴	متابولیت‌های ضد قارچی PGPR	۷۰۸
۱۸-۴-۱	سیدروفورها	۷۰۸
۱۸-۴-۲	آنزیم‌های تجزیه‌گر	۷۱۰
۱۸-۴-۳	سیانید هیدروژن	۷۱۱
۱۸-۴-۴	آنتی‌بیوتیک‌ها	۷۱۲
۱۸-۵	توسعه فرمولاسیون مؤثر	۷۱۵
۱۸-۶	وبژگی‌های PGPR و فرمولاسیون آن‌ها	۷۱۷
۱۸-۷	انواع فرمولاسیون‌ها	۷۱۷
۱۸-۷-۱	پودرهای خشک	۷۱۸
۱۸-۷-۲	سوسپانسیون‌های مایع	۷۱۹
۱۸-۷-۳	تکثیر انبوه	۷۲۰
۱۸-۷-۴	طراحی فرمولاسیون	۷۲۱

۷۲۱	۸-۱۸ موانع موجود در توسعه فرمولاسیون
۷۲۳	۹-۱۸ جنبه‌های تجاری
۷۲۴	۱۰-۱۸ نتیجه‌گیری
۷۲۴	۱۱-۱۸ پیش‌بینی آینده
۷۲۵	منابع فصل هجدهم
۷۳۵	اثر محیط خاک بر کارایی مزرعه‌ای تلقیح میکروبی
۷۳۵	چکیده
۷۳۶	۱-۱۹ مقدمه
۷۳۸	۲-۱۹ تأثیر عوامل خاکی غیر زنده
۷۳۸	۱-۲-۱۹ بافت خاک
۷۴۴	۲-۲-۱۹ رطوبت خاک
۷۴۷	۳-۲-۱۹ اجزاء عناصر غذایی
۷۵۱	۴-۲-۱۹ تنش اسمزی
۷۵۴	۵-۲-۱۹ اسیدی و قلیایی بودن خاک
۷۵۷	۶-۲-۱۹ دما
۷۶۰	۷-۲-۱۹ اصلاح خاک به وسیله مواد آگروشیمیایی
۷۶۴	۳-۱۹ اثر عوامل زیستی خاک
۷۶۴	۱-۳-۱۹ میکروب‌های بومی خاک
۷۷۲	۲-۳-۱۹ جانداران خاک
۷۷۶	۴-۱۹ نتیجه‌گیری
۷۷۸	منابع فصل نوزدهم

