

کاربرد قارچ های میکوریزا در کشاورزی بایدار و خاک های شور و خشک

تالیف و گردآوری

دکتر محمدجواد زارع، دکتر حسینعلی علیخانی

دکتر ابراهیم محمدی گل تپه و دکتر امیر قلاوند

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران

۱۳۹۳

عنوان و نام پدیدآور	کاربرد قارچ‌های میکوریزا در کشاورزی پایدار و خاک‌های شور و خشک
شخصات نشر	تهران: جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۲۹۶ص: جدول، نمودار.
شابک	978-600-133-126-8
وضعیت فهرست نویسی	فیبای مختصر
یادداشت	این مدرک در آدرس http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	تألیف و گردآوری محمدجواد زارع، حسینعلی علیخانی، ابراهیم محمدی گل تپه، امیر قلاوند.
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
شناسه افزوده	زارع، محمدجواد، ۱۳۵۵-
شناسه افزوده	جهاد دانشگاهی، واحد تهران
شماره کتابشناسی ملی	۳۷۴۴۲۳



کاربرد قارچ‌های میکوریزا در کشاورزی پایدار و خاک‌های شور و خشک

مؤلفین: دکتر محمدجواد زارع، دکتر حسینعلی علیخانی، دکتر ابراهیم محمدی گل تپه، دکتر امیر قلاوند

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران

ناظر چاپ: احمد آرش

لیتوگرافی: زاویه نور

چاپ و صحافی: موسسه چاپ و صحافی شریف

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال

نوبت چاپ: اول - زمستان ۱۳۹۳

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۱۲۶-۸

ISBN: 978-600-133-126-8

<http://nashr.jahat.ir>

نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶-۱۳۱۴۵

en.jahat@gmail.com

تلفن: ۶۶۹۵۵۷۵۳ - تلفکس: ۶۶۹۵۴۳۸

تلفن مراکز بخش: ۶۶۴۹۰۷۴۰ - ۶۶۴۹۰۷۴۲

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف یا ناشر تکثیر و کپی برداری نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

«ويزکيهم و يعلمهم الكتاب و الحکمة»

مقدمه ناشر

ایران امروز در اشتیاق توسعه و استقلال گام‌های محکم و استواری برمی‌دارد. همه روزه در گوشه و کنار میهن ما جرات‌های خودکفایی علمی و فنی رخ نموده و با عنایت و یاری خداوند متعال و در سایه تلاش و کوشش جامعه علمی و دانشگاهی حرکت به سوی مرزهای دانش شتاب بیشتری به خود می‌گیرد. خدای را شکر می‌گوییم که این فرصت را ارزانی ما داشته است تا گام‌هایی هر چند کوچک در راه رشد و نشر دستاوردهای علمی و فرهنگی کشور برداریم، باشد تا با یاری خداوند منان و در پرتو همت اندیشمندان، نویسندگان، مترجمان و متخصصان مؤمن و متعهد بتوانیم نظام مقدس جمهوری اسلامی را در تحقق اهداف خدا یاری رسانده و دین خود را به انقلاب اسلامی و خون شهدای عزیز ادا کنیم.

انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران در راستای وظایف خویش و به منظور نیل به اهداف علمی- فرهنگی نظام جمهوری اسلامی مبادرت به انتشار آثار ارزشمند و مورد نیاز علمی و دانشگاهی می‌نماید. در این راه از کلیه اساتید، پژوهشگران و صاحبان قلم و اندیشه دعوت به مشارکت و همکاری می‌گردد.

فهرست

۷	مقدمه ناشر
۱۵	مقدمه نویسندگان
۱۹	۱. تنش شوری و تولیدات گیاهی
۱۹	مقدمه
۲۰	شوری
۲۵	سازوکارهای اثر شوری بر گیاه
۲۸	تحمل به تنش شوری در گیاهان
۳۳	اثرات شوری بر گیاه
۳۶	تأثیر شوری بر رشد و متابولیسم گیاهان
۳۷	تأثیر شوری بر روابط آبی گیاهان
۳۸	تأثیر شوری بر آناتومی برگ
۴۰	تأثیر شوری بر فرایند فتوسنتز
۴۵	تأثیر شوری بر رنگریزه‌های فتوسنتزی و پروتئین
۴۷	تأثیر شوری بر متابولیسم نیتروژن
۴۷	تأثیر شوری بر ترکیبات تنظیم کننده اسمزی
۴۹	تأثیر شوری بر رشد و عملکرد
۵۱	اثر شوری در گیاهان خانواده بقولات
۵۵	تأثیر شوری بر گره‌زایی و تثبیت زیستی نیتروژن
۶۳	فرایندهای گیاه در مقابله با تنش شوری

۶۶	سازوکارهای تحمل به شوری
۶۶	تنظیم کننده‌های اسمزی
۶۷	تنظیم و پخش یون‌ها
۷۱	تولید هورمون‌های گیاهی
۷۲	تغییر در مسیر فتوسنتزی
۷۳	آنتی اکسیدانت‌ها
۷۷	راه کارهای زراعی در کاهش اثرات تنش شوری بر گیاهان
۷۸	خلاصه
۸۱	فهرست منابع

۲. کارکردهای خاک ۱۰۱

۱۰۱	مقدمه
۱۰۲	نیازهای ریزسازواره‌های خاک برای زندگی
۱۰۲	انرژی و کربن
۱۰۴	نیترژن
۱۰۴	تثبیت زیستی نیترژن
۱۰۸	نیتریفیکاسیون
۱۰۹	دنیتریفیکاسیون
۱۱۰	اکسیداسیون گوگرد
۱۱۱	پروتواز و آمیلاز
۱۱۲	بوم‌شناسی چرخه عناصر
۱۱۲	چرخه کربن
۱۱۳	ورود کربن به چرخه کربن خاک
۱۱۵	راه‌های دیگر ورود کربن به چرخه خاک
۱۱۵	تغییر و تبدیل‌های کربن در خاک
۱۱۶	شکل‌های مختلف کربن داخل خاک
۱۱۷	تجزیه شکل‌های مختلف کربن خاک
۱۱۷	سلولز
۱۱۸	همی سلولز

لیگنین	۱۲۰
میزان تغییر و تبدیل های کربن خاک	۱۲۰
عوامل تاثیرگذار بر سرعت تبدیل های کربن خاک	۱۲۱
حفاظت فیزیکی و شیمیایی ترکیبات آلی	۱۲۲
چرخه نیتروژن	۱۲۲
ریزسازواره های تثبیت کننده نیتروژن	۱۲۳
بوم شناسی تثبیت نیتروژن در خاک	۱۲۳
معدنی شدن، غیر متحرک شدن و جذب نیتروژن توسط گیاه	۱۲۵
وضعیت نیتروژن خاک در ارتباط با غیر متحرک و معدنی شدن	۱۲۵
جذب نیتروژن توسط گیاه در ارتباط با نیتروژن کل	۱۲۷
نسبت C/N و غیر متحرک و معدنی شدن نیتروژن	۱۲۷
گوگرد	۱۲۸
ورود گوگرد به خاک و گیاه	۱۲۸
خلاصه	۱۲۹
فهرست منابع	۱۳۱

۳. موجودات خاک	۱۳۳
مقدمه	۱۳۳
گروه های مختلف ریزسازواره ها	۱۳۴
پتانسیل احیاء خاک	۱۳۸
خلل و فرج ریز و درشت خاک	۱۳۹
ریشه گیاهان	۱۴۰
میکروب های خاک: باکتری ها، اکتینومیسست ها، قارچ ها و جلبک ها	۱۴۱
باکتری ها	۱۴۲
اکتینومیسست ها	۱۴۹
قارچ ها	۱۵۱
میکوریز	۱۵۲
جانداران متوسط و بزرگ جنه	۱۵۵

۱۵۵.....	کرم‌های خاکی
۱۵۶.....	نماتدها
۱۵۷.....	نرم‌تنان
۱۵۷.....	ویروس‌های خاک
۱۵۸.....	خلاصه
۱۶۰.....	فهرست منابع

۴. محیط خاک ۱۶۳

۱۶۳.....	مقدمه
۱۶۳.....	محیط خاک
۱۶۴.....	خاک به عنوان منبعی برای تامین انرژی و غذا برای موجودات خاک‌زیست
۱۶۵.....	ترکیب‌های معدنی خاک به عنوان منبعی از عناصر غذایی
۱۶۵.....	ترکیب‌های آلی خاک به عنوان منبع غذایی ریزسازواره خاک‌زیست
۱۶۸.....	باکتری‌های حل‌کننده فسفات‌های نامحلول
۱۷۱.....	زیست توده به عنوان یک منبع از عناصر غذایی
۱۷۱.....	ساختمان خاک به عنوان زیستگاه موجودات خاک‌زیست
۱۷۲.....	آب خاک
۱۷۴.....	تنش آبی
۱۷۸.....	میزان آب خاک و دسترسی به عناصر برای موجودات خاک‌زی
۱۷۹.....	اتمسفر خاک
۱۸۱.....	اتمسفر خاک به عنوان تامین‌کننده کربن و سایر عناصر غذایی برای موجودات خاک‌زی ...
۱۸۱.....	میزان اسیدیته خاک
۱۸۴.....	دمای خاک
۱۸۵.....	خلاصه
۱۸۷.....	فهرست منابع

۵. همزیستی میکوریز و باکتری‌های ریزوبیوم ۱۹۱

۱۹۱.....	مقدمه
۱۹۱.....	روابط همزیستی

تشکیل گره همکاری	۱۹۳
اثر خاک بر باکتری‌های ریزوبیومی و فرآیند تشکیل گره	۱۹۳
تاثیر تامین انرژی و اکسیژن بر باکتری‌های ریزوبیومی	۱۹۴
همکاری متقابل میکوریز (قارچ-ریشه)	۱۹۵
اثر شرایط خاک بر گسترش همزیستی میکوریزی	۱۹۹
شکل‌گیری ساختمان میکوریزی	۲۰۱
روابط انرژی در ساختار میکوریز	۲۰۱
خلاصه	۲۰۲
فهرست منابع	۲۰۳

۶ توسعه و نمو گیاهی تحت تنش شوری ۲۰۵

مقدمه	۲۰۵
توسعه و نمو گیاهی تحت تنش شوری	۲۰۶
پاسخ هورمونی گیاهان به تنش شوری	۲۱۰
جیبرلیک اسید	۲۱۱
آبسیزیک اسید	۲۱۱
ایندول استیک اسید	۲۱۳
سیتوکینین‌ها	۲۱۵
تاثیر شوری بر مراحل رشد و نمو گیاه	۲۱۶
تنش شوری و رشد گیاهان	۲۱۷
حساسیت به شوری و ارتباط آن با مراحل نمو گیاه	۲۱۹
جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه	۲۲۰
مرحله رشد رویشی	۲۲۲
ریشه‌ها	۲۲۳
سیستم هوایی	۲۲۴
مرحله رشد زایشی	۲۲۵
خلاصه	۲۲۶
فهرست منابع	۲۲۸

۷. راه‌کارهای تحمل و سازگاری گیاهان به شوری ۲۳۱

۲۳۱	 مقدمه
۲۳۱	 فرایندهای کنترل انتقال نمک
۲۳۶	 دفع نمک به عنوان شاخصی برای تحمل به تنش شوری
۲۳۹	 تحمل‌پذیری بافت
۲۳۹	 محدودسازی تجمع نمک
۲۴۱	 تراوش نمک
۲۴۲	 توزیع واکوئلی
۲۴۳	 راه‌کارهای سازگاری گیاهان مناطق بیابانی شور
۲۴۴	 جوانه‌زنی بذر گیاهان مناطق بیابانی شور
۲۴۸	 مدیریت‌های آبی در کشاورزی مناطق شور
۲۴۹	 کشاورزی مناطق خشک
۲۵۰	 خلاصه
۲۵۱	 فهرست منابع

۸. شوری-گیاه- قارچ‌های میکوریزا ۲۵۳

۲۵۳	 مقدمه
۲۵۴	 شوری-گیاه-قارچ‌های میکوریزا
۲۷۳	 شوری-خاک- میکوریزا
۲۷۵	 تاثیر قارچ‌های میکوریزا جداسازی شده از مناطق شور بر کاهش اثر شوری
۲۷۸	 خلاصه
۲۸۱	 منابع

مقدمه نویسندگان

گیاهان در بوم‌نظام‌های زراعی و طبیعی تحت انواع تنش‌های زیستی و غیر زیستی قرار دارند. تقریباً هیچ مکانی از کره‌ی خاکی وجود ندارد که در آن گیاه تحت تنش‌های مختلف نباشد. خشکی، دمای پایین و بسیار بالا، شرایط غرقابی و شوری از مهمترین تنش‌های غیر زیستی است که از این بین شوری شایع‌ترین تنش مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌گردند. شوری تجمع بیش از حد املاح محلول داخل خاک است. عدم جذب برخی از عناصر، جذب زیاد برخی دیگر و سمیت یون‌های ویژه از اثرهای شوری است. گیاه به علت کاهش پتانسیل آب خاک ناشی از افزایش فشار اسمزی یا تنش آبی روبرو می‌گردد. بنابراین تاثیر شوری بر گیاه چند اثری است. طبق آمار ۱۵٪ سطح کل اراضی کشور ایران را خاک‌های شور و چیزی حدود ۵۰٪ خاک‌ها قابل بهره‌برداری و آبیاری می‌باشند. شوری در ایران و بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان عامل محدود کننده رشد و نمو گیاهان زراعی است. براساس آمار موجود، سطح کلی خاک‌های شور اراضی ایران ۷/۳۳ میلیون هکتار برآورد شده است. شوری خاک مناطق کشاورزی یک مشکل جهانی است. برآورد گردیده است که ۱۰ درصد زمین‌های

کشاورزی مختص تولید گیاهان زراعی و بیش از ۲۷ درصد زمین‌های تحت آبیاری به طور مستقیم با تنش شوری مواجه هستند (شانون ۱۹۹۷). گزارش‌های اخیر (یاداو و همکاران، ۲۰۱۱) نشان داد که بیش از ۳۳ درصد اراضی کشاورزی تحت تاثیر مسئله شوری است. برخی دیگر از تخمین‌های بیانگر این است که بیش از ۵۰ درصد زمین‌های تحت آبیاری متاثر از شوری است. بهره‌برداری‌های بیش از اندازه از منابع آبی به علت افزایش جمعیت منجر به کاهش شدید منابع آبی گردیده است. علاوه بر این منابع آب‌های زیرزمینی به دلیل مصرف کود و سموم شیمیایی دچار آلودگی‌هایی گردیده است. بنابراین جای تعجب نیست که افزایش تدریجی شوری آب‌های آبیاری و اراضی کشاورزی در مقابل تولید مطلوب گیاهان زراعی مورد توجه قرار گرفته است. کشور پهناور ایران دربردارنده منابع آبی و خاکی فراوان است که بخشی از آن برای کشاورزی چندان مناسب نبوده و هر نوع عملیات کشت و کار در آن نیازمند مدیریتی تخصصی و آگاهانه است. به دنبال بارش‌های کم چند ساله اخیر مسئله شوری خاک مناطق خشک و نیمه خشک کشور بیشتر نمود یافته است. بهسازی خاک‌های شور از طریق آب‌شویی مستلزم احداث شبکه‌های گسترده زهکشی است که هزینه‌بری فراوان را در پی خواهد داشت. اختلاط آب‌های شور با آب‌هایی با کیفیت بهتر (با شوری کم) هر چند به عنوان یک راه کار معرفی شده اما معمولاً در جاهایی که منابع آب شیرین محدود است کارایی ندارد. بنابراین در چنین شرایطی که طبیعت، تصمیم‌گیرنده نهایی است چاره‌ای جز کنار آمدن با آن وجود ندارد و برای دسترسی به عملکرد مطلوب پس از شناخت ویژگی‌های آب و خاک اطلاع از رفتار گیاهان مختلف و واکنش آنها به شوری امری بنیادی است. در این چارچوب و در شرایطی که به هر دلیل امکان شوره زدایی وجود ندارد این پرسش همواره مطرح خواهد بود که آیا راه‌کارهایی مبتنی بر الهام گرفتن از طبیعت وجود دارد و وجود پوشش‌های گیاهی در خاک‌هایی با شوری بسیار بالا موجب می‌گردد که با بررسی راه‌کارهای این گیاهان در تحمل به تنش شوری در جهت کشاورزی سود جست. چندین دهه است که مشخص گردیده تحمل گیاهان به شوری در مناطق شور به اتکاء باکتری‌ها و قارچ‌ها، همزیست‌های افزاینده رشد گیاهی است. کاربرد این همزیست‌های گیاهی در تولیدات زراعی در مناطق متاثر از شوری از راه‌کارهای نوین زیستی محسوب می‌گردد. شناخت جنبه‌های مختلف شوری، اثرهای شوری بر گیاه و پاسخ‌های گیاهی به شوری، شناخت کلی از بوم‌نظام خاک و ریزسازواره‌های آن و نیز روابط گیاه با این ریزسازواره‌ها از کلیدی‌ترین اصول جهت بهره‌گیری از چنین همزیست‌های گیاهی در تولیدات زراعی مناطق شور است. در علوم کشاورزی به‌رغم مطالعات گسترده در زمینه مدیریت‌های زراعی کمتر به این مباحث پرداخته شده است. هدف این کتاب در ابتدا

آشنایی کلی با مباحث شوری-گیاه، محیط و کارکرد خاک، ریزسازواره‌های خاک‌زی و سپس کاربرد قارچ‌های میکوریزی در تحمل به تنش شوری است؛ ضمن اینکه راه کارهای گیاهان جهت مقابله با شوری و نیز اثرهای شوری بر گیاه مورد بررسی قرار می‌گیرد. نویسندگان این کتاب امیدوارند که خدمتی هرچند کوچک جهت پیشبرد این علم نوین در این مرز و بوم داشته باشند. نویسندگان این کتاب بر خود لازم می‌دانند که از مهندس آقای مجتبی رستم‌آبادی که محبت فرموده بازخوانی قبل از چاپ را مطالعه نموده تشکر و قدردانی می‌نمایم. داور محترم کتاب به جهت بازخوانی‌های انجام داده که بی‌شک موجب ارتقای سطح کیفی و ارائه مطلوب‌تر مطالب گردید تشکر ویژه داشته باشند.

با تشکر

م.ج. زارع، ح.ع. علیخانی، ا. محمدی گل‌تپه، ا. فلاوند