

روابط خاک و گیاه

تنش‌های محیطی، بذر و نهال

جلد دوم

تألیف

دکتر محمد جعفری

استاد دانشگاه تهران

دکتر مسلم رستم‌پور

استادیار دانشگاه بیرجند



شماره مسلسل ۹۸۵۸

شماره انتشار ۴۰۲۸

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: جعفری، محمد، ۱۳۲۸-
عنوان و نام پدیدآور	: روابط خاک و گیاه/ تألیف محمد جعفری، مسلم رستم‌پور
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ج۲
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۴۰۲۸.
شابک جلد دوم	: 978-964-03-7261-6
شابک دوره	: 978-964-03-7260-9
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
مندرجات	: ج.۱: اکولوژی، آمار و آنالیز-ج.۲: تنش‌های محیطی، بذر و نهال
موضوع	: گیاه و خاک
شناسه افزوده	: رستم‌پور، مسلم، ۱۳۶۲-
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۸ ج۷/ج۵۹۶/۷
رده‌بندی دیویی	: ۶۳۱/۴۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۵۰۴۹۷۸

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.



عنوان: روابط خاک و گیاه؛ تنش‌های محیطی، بذر و نهال: جلد دوم
 تألیف: دکتر محمد جعفری - دکتر مسلم رستم‌پور
 نوبت چاپ: اول
 تاریخ انتشار: ۱۳۹۸
 شمارگان: ۲۰۰ نسخه
 ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
 چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۵۳۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
 پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>
 پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

تقدیم به

بزرگ بانوی جهان اسلام حضرت خدیجه (س) حامی واقعی منحصر به فرد دین اسلام در مراحل آغازین ظهور آن، یار تنهایی نبی اکرم (ص) در دوران سخت و طاقت فرسای ظهور اسلام، او که به خاطر رضای حق برخلاف موج حرکت کرد تا نشان دهد بایستی حامی حق بود ولو اکثریت قاطع مردم از جریان خاصی دفاع کنند. بانویی که همه ثروت عظیم خدادادی اش (۸۰ هزار شتر، ۴۰۰ کارگزار و...) را خالصانه در راه پیشرفت و عظمت اسلام عزیز و اهداف مترقی آن هزینه کرد. او که دارای عقل و درایت فهم سرشار بود و در دوران تنهایی اسلام مدیریت بی نظیری از خود ارائه کرد و حامی اقتصاد بدون ربا بود که با کشورهای مهم عصر خود مانند مصر، حبشه، یمن و شام مراودات تجاری داشت و می توانست موقعیت های استثنایی دنیایی را در آن دوران برای خود کسب کند؛ ولی همه این نبوغ را جانانه و خالصانه در راه دین خود هزینه کرد. البته از بانویی موحد و پیرو مکتب ابراهیم عظیم الشان و ولایت مدار جز این انتظار نبود که درخت تنومند اسلام را در آن زمان به بهترین وجه آبیاری کند.

تقدیم به فردی که با این همه ایثار مزد خود را از خداوند دریافت کرد؛ چه مزدی بالاتر از اینکه خداوند بزرگ رضایت خود را توسط جبرائیل امین به او ابلاغ نمود و کوثر (فاطمه زهرا (س)) را به او اعطا نمود. به عبارت دیگر سر منشأ نسل همه امامان ما به خصوص منجی عالم بشریت حضرت مهدی موعود (ع) از طریقی به این بانوی با عظمت برمی گردد. امیدواریم زندگی این بانوی طراز اول صدر اسلام و مادر بزرگ بانوی تشیع فاطمه زهرا (س) به خصوص در جامعه امروز ایران سرمشق تمامی بانوان جهان و دولتمردان و ثروتمندان قرار گیرد که اموال خود را در راه عظمت اسلام هزینه کنند نه با اعمال روش های متعدد و ثروت اندوزی و اشرافی گری بخواهند اسلام عزیز را خدشه دار کنند که این گناهی نابخشودنی است و عواقب آن گریبان ما را در این دنیا و جهان آخرت خواهد گرفت.



فهرست مطالب

پیشگفتار	و
فصل اول - کلیات	۱
۱-۱ مقدمه	۱
۲-۱ اهمیت مطالعه فیزیولوژی تنش‌های محیطی	۲
۳-۱ تعریف تنش	۳
۴-۱ انواع تنش‌های محیطی	۵
۵-۱ مکانیسم‌های مقابله با تنش‌های محیطی	۶
فصل دوم - خشکی خاک و اثرات آن بر گیاهان مرتعی و بیابانی	۷
۱-۲ مقدمه	۷
۲-۲ خشکی و مناطق خشک	۸
۱-۲-۲ وسعت و پراکندگی مناطق خشک در جهان	۱۰
۲-۲-۲ وسعت و پراکندگی مناطق خشک در ایران	۱۱
۳-۲-۲ طبقه‌بندی مناطق خشک	۱۳
۴-۲-۲ پوشش گیاهی مناطق خشک	۱۴
۱-۴-۲-۲ طبقه‌بندی پوشش گیاهی مناطق خشک	۱۶
۲-۴-۲-۲ استراتژی گیاهان مناطق خشک در برابر خشکی	۱۹
۳-۲ رابطه آب، خاک و گیاه	۲۲
۱-۳-۲ اهمیت و نقش آب در روابط خاک و گیاه	۲۲
۱-۱-۳-۲ اهمیت اکولوژیکی آب	۲۲
۲-۱-۳-۲ اهمیت فیزیولوژیکی آب	۲۲
۲-۳-۲ پتانسیل آب در خاک	۲۳
۱-۲-۳-۲ پتانسیل ماتریک	۲۴
۲-۲-۳-۲ پتانسیل ثقلی	۲۴
۳-۲-۳-۲ پتانسیل فشاری	۲۵

ح □ روابط خاک و گیاه- تنش‌های محیطی، بذر و نهال

۲۵	پتانسیل اسمزی	۴-۲-۳-۲
۲۶	تقسیم‌بندی آب در خاک	۳-۳-۲
۲۶	آب ترکیبی	۱-۳-۳-۲
۲۶	آب غشایی	۲-۳-۳-۲
۲۶	آب مویین	۳-۳-۳-۲
۲۷	آب اشباع	۴-۳-۳-۲
۲۷	نقاط رطوبتی مهم در خاک	۴-۳-۲
۲۷	ظرفیت اشباع	۱-۴-۳-۲
۲۷	ظرفیت نگهداری آب در خاک	۲-۴-۳-۲
۲۸	نقطه پژمردگی دائم	۳-۴-۳-۲
۲۹	آب موجود در خاک	۴-۴-۳-۲
۲۹	کل آب قابل دسترس خاک	۵-۴-۳-۲
۳۰	آب سهل‌الوصول	۶-۴-۳-۲
۳۰	برآورد نیاز آبی گیاهان	۵-۳-۲
۳۱	تبخیر	۱-۵-۳-۲
۳۲	تعرق	۲-۵-۳-۲
۳۳	تبخیر و تعرق	۳-۵-۳-۲
۳۳	عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق	۴-۵-۳-۲
۳۵	تبخیر و تعرق واقعی	۵-۵-۳-۲
۳۶	تبخیر و تعرق پتانسیل	۶-۵-۳-۲
۳۶	تبخیر و تعرق گیاه مرجع	۷-۵-۳-۲
۳۶	تنش خشکی	۴-۲
۳۷	تعریف تنش خشکی	۱-۴-۲
۳۸	علت پیدایش تنش خشکی در گیاهان	۲-۴-۲
۳۹	اثرات تنش خشکی بر گیاهان	۳-۴-۲
۳۹	اثرات تنش خشکی بر فیزیولوژی گیاهان	۱-۳-۴-۲
۴۲	اثرات تنش خشکی بر رشد و توسعه گیاهان	۲-۳-۴-۲
۴۵	اثرات تنش خشکی بر بذر گیاهان	۳-۳-۴-۲
۴۶	مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور	۴-۴-۲

فهرست مطالب □ خ

۴۶	.....	۱-۴-۴-۲	اثرات تنش خشکی بر بذر و نهال گندمیان مرتعی
۴۸	.....	۲-۴-۴-۲	اثرات تنش خشکی بر بذر و نهال گیاهان علوفه‌ای مرتعی
۴۹	.....	۳-۴-۴-۲	اثرات تنش خشکی بر بذر و نهال گیاهان بوته‌ای مرتعی و بیابانی
۴۹	.....	۴-۴-۴-۲	اثرات تنش خشکی بر بذر و نهال گیاهان درختی و درختچه‌ای مرتعی و بیابانی
۵۰	.....	۵-۴-۴-۲	اثرات تنش خشکی بر بذر و نهال گیاهان دارویی مرتعی
۵۱	.....	۵-۴-۲	مکانیسم‌های گیاهان در مقابله با تنش خشکی
۵۱	.....	۱-۵-۴-۲	فرار از خشکی
۵۱	.....	۲-۵-۴-۲	مقاومت به خشکی
۵۳	.....	۶-۴-۲	افزایش مقاومت به خشکی گیاهان
۵۴	.....	۵-۲	جمع‌بندی
۵۷	.....		فصل سوم- غرقابی خاک و اثرات آن بر گیاهان جنگلی و مرتعی
۵۷	.....	۱-۳	مقدمه
۵۸	.....	۲-۳	تعریف تنش غرقابی
۵۹	.....	۳-۳	غرقاب در جهان و ایران
۶۰	.....	۴-۳	عوامل ایجادکننده غرقاب
۶۰	.....	۱-۴-۳	مکانیسم نفوذ آب در خاک
۶۱	.....	۲-۴-۳	تهویه خاک و رابطه آن با رشد گیاه و تنفس موجودات زنده خاک
۶۲	.....	۵-۳	اثرات تنش غرقابی بر خصوصیات خاک
۶۳	.....	۶-۳	اثرات تنش غرقابی بر گیاهان
۶۴	.....	۱-۶-۳	اثرات تنش غرقابی بر آناتومی و مورفولوژی گیاه
۶۵	.....	۲-۶-۳	اثرات تنش غرقابی بر رشد گیاه
۶۶	.....	۳-۶-۳	اثرات تنش غرقابی بر فیزیولوژی و بیوشیمی گیاه
۶۷	.....	۴-۶-۳	اثرات تنش غرقابی بر جوانه‌زنی بذر
۶۸	.....	۷-۳	مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور
۷۰	.....	۸-۳	مکانیسم‌های گیاهان در مقابله با تنش غرقابی
۷۰	.....	۱-۸-۳	تشکیل آنراشیم
۷۰	.....	۲-۸-۳	ایجاد منافذ هایپرتروفی
۷۱	.....	۳-۸-۳	تولید ریشه‌های نابجا
۷۱	.....	۴-۸-۳	سایر پاسخ‌ها

۹-۳	بیماری‌های گیاهی ناشی از تنش غرقابی.....	۷۱
۱-۹-۳	پوسیدگی ریشه.....	۷۱
۲-۹-۳	پوسیدگی طوقه یا ساقه.....	۷۲
۳-۹-۳	علائم ظاهری درختان در بیماری‌های پوسیدگی طوقه و ریشه.....	۷۲
۴-۹-۳	راهکارهای عملی پیشگیری و درمان‌ها پوسیدگی‌های ریشه و طوقه.....	۷۳
۱۰-۳	راهکارهای پیشنهادی برای کنترل تنش غرقابی.....	۷۵
۱۱-۳	جمع‌بندی.....	۷۵
فصل چهارم- شوری خاک و اثرات آن بر گیاهان مرتعی و بیابانی..... ۷۹		
۱-۴	مقدمه.....	۷۹
۲-۴	شوری خاک و خاک شور.....	۸۰
۱-۲-۴	علل شوری خاک در منابع طبیعی.....	۸۲
۲-۲-۴	طبقه‌بندی خاک‌های مبتلا به نمک.....	۸۴
۱-۲-۲-۴	طبقه‌بندی خاک بر اساس مقدار کل نمک.....	۸۴
۲-۲-۲-۴	طبقه‌بندی خاک بر اساس نسبت آنیون.....	۸۷
۳-۴	وسعت و پراکندگی خاک‌های شور در جهان.....	۹۰
۴-۴	وسعت و پراکندگی خاک‌های شور در ایران.....	۹۲
۵-۴	پوشش گیاهی خاک‌های شور.....	۹۵
۱-۵-۴	انواع شورپسندها.....	۹۸
۶-۴	تنش شوری در خاک.....	۱۰۰
۱-۶-۴	تعریف تنش شوری.....	۱۰۰
۲-۶-۴	اهمیت مطالعه تنش شوری.....	۱۰۰
۳-۶-۴	اثرات کلی تنش شوری خاک بر گیاهان.....	۱۰۱
۱-۳-۶-۴	اثرات تنش شوری خاک بر رشد گیاهان.....	۱۰۲
۲-۳-۶-۴	اثرات تنش شوری خاک بر جوانه‌زنی بذر گیاهان.....	۱۰۴
۳-۳-۶-۴	اثرات تنش شوری خاک روی مرحله زایشی گیاه.....	۱۰۸
۷-۴	مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور.....	۱۰۸
۱-۷-۴	اثرات تنش شوری بر بذر و نهال گندمیان مرتعی.....	۱۰۸
۲-۷-۴	اثرات تنش شوری بر بذر و نهال گیاهان علوفه‌ای مرتعی.....	۱۱۱
۳-۷-۴	اثرات تنش شوری بر بذر و نهال گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای بیابانی.....	۱۱۳

۱۱۸	۴-۷-۴ اثرات تنش شوری بر بذر و نهال گیاهان دارویی مرتعی.....
۱۱۹	۵-۷-۴ اثرات شوری خاک بر پوشش گیاهی.....
۱۲۰	۸-۴ واکنش گیاهان نسبت به تنش شوری.....
۱۲۶	۹-۴ مکانیسم‌های گیاهان در مقابله با تنش شوری.....
۱۲۷	۱-۹-۴ کنارزنی نمک.....
۱۲۷	۲-۹-۴ برون‌ریزی نمک.....
۱۲۸	۳-۹-۴ گوشتی شدن.....
۱۲۸	۴-۹-۴ تعدیل اسمزی.....
۱۲۸	۱۰-۴ جمع‌بندی.....
۱۳۳	فصل پنجم- آلودگی خاک و اثرات آن بر گیاهان مرتعی.....
۱۳۳	۱-۵ مقدمه.....
۱۳۵	۲-۵ آلودگی محیط‌زیست.....
۱۳۶	۳-۵ آلاینده‌های محیط‌زیست.....
۱۳۷	۱-۳-۵ آلاینده‌های معدنی (عناصر کمیاب).....
۱۳۸	۴-۵ آلودگی خاک.....
۱۴۰	۱-۴-۵ منابع آلودگی خاک.....
۱۴۰	۱-۱-۴-۵ آلودگی خاک از طریق سموم شیمیایی.....
۱۴۱	۲-۱-۴-۵ آلودگی خاک با منابع نفتی.....
۱۴۲	۳-۱-۴-۵ آلودگی خاک ناشی از پسماندها.....
۱۴۳	۴-۱-۴-۵ آلودگی خاک ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی.....
۱۴۳	۵-۵ آلودگی خاک ناشی از فلزات سنگین.....
۱۴۴	۱-۵-۵ تعریف فلزات سنگین.....
۱۴۶	۲-۵-۵ منابع فلزات سنگین.....
۱۴۸	۳-۵-۵ طبقه‌بندی فلزات سنگین.....
۱۵۰	۱-۳-۵-۵ فرم‌های فلزات سنگین در خاک.....
۱۵۱	۴-۵-۵ واکنش عناصر سنگین با خاک.....
۱۵۲	۶-۵ تنش فلزات سنگین.....
۱۵۲	۱-۶-۵ تعریف تنش فلزات سنگین.....
۱۵۳	۲-۶-۵ ضرورت مطالعه تنش فلزات سنگین.....

۱۵۵	۷-۵ اثرات تنش فلزات سنگین بر گیاه.....
۱۵۵	۱-۷-۵ اثرات سمیت کادمیوم در گیاه.....
۱۵۷	۲-۷-۵ اثرات سمیت کروم در گیاه.....
۱۵۸	۳-۷-۵ اثرات سمیت نیکل در گیاه.....
۱۵۸	۴-۷-۵ اثرات سمیت روی در گیاه.....
۱۵۹	۵-۷-۵ اثرات سمیت مس در گیاه.....
۱۵۹	۶-۷-۵ اثرات سمیت سرب در گیاه.....
۱۶۱	۷-۷-۵ اثر فلزات سنگین بر جامعه میکروبی.....
۱۶۱	۸-۷-۵ اثرات تنش فلزات سنگین بر گیاهان دارویی.....
۱۶۲	۱-۸-۷-۵ اثر فلزات سنگین بر متابولیت‌های ثانویه.....
۱۶۴	۸-۵ مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور.....
۱۶۵	۹-۵ واکنش‌های گیاهی نسبت به فلزات سنگین.....
۱۶۹	۱-۹-۵ واکنش‌های بیولوژیکی فلزات سنگین.....
۱۷۰	۱۰-۵ جمع‌بندی.....
۱۷۵	فصل ششم- راهکارهای مقابله با تنش‌های محیطی با محوریت گیاه.....
۱۷۵	۱-۶ مقدمه.....
۱۷۶	۲-۶ راهکارهای مقابله با تنش خشکی در خاک.....
۱۷۶	۱-۲-۶ ژنتیک و اصلاح گیاهان مقاوم به خشکی.....
۱۷۶	۱-۱-۲-۶ استفاده از تنوع ژنتیکی موجود (انتخاب).....
۱۷۷	۲-۱-۲-۶ تلاقی‌های درون و برون گونه‌ای.....
۱۷۸	۳-۱-۲-۶ ایجاد تنوع.....
۱۷۸	۴-۱-۲-۶ انتقال ژن.....
۱۷۹	۵-۱-۲-۶ راهکارهای آینده.....
۱۸۰	۲-۲-۶ استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب در مقابله با تنش خشکی.....
۱۸۰	۱-۲-۲-۶ ساختار و عملکرد پلیمرهای سوپر جاذب.....
۱۸۵	۲-۲-۲-۶ برخی از سوپر جاذب‌های موجود در کشور.....
۱۸۸	۳-۲-۲-۶ کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب در منابع طبیعی.....
۱۸۹	۴-۲-۲-۶ مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور.....
۱۹۴	۳-۲-۶ شناسایی و کشت گیاهان مقاوم به خشکی.....

۱۹۴	۱-۳-۲-۶ خصوصیات گیاهان خشکی‌پسند (گزروفیت‌ها).....
۱۹۵	۲-۳-۲-۶ احداث ذخیره‌گاه ژنتیکی گیاهان مقاوم به خشکی.....
۱۹۷	۳-۳-۲-۶ مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور.....
۱۹۷	۴-۲-۶ منظرسازی مناطق خشک و نیمه‌خشک.....
۱۹۹	۳-۶ راهکارهای مقابله با تنش شوری در خاک.....
۱۹۹	۱-۳-۶ شناسایی و کشت گیاهان مقاوم به شوری.....
۲۰۰	۲-۳-۶ شورورزی.....
۲۰۱	۱-۲-۳-۶ ارزش غذایی گیاهان شور در مراتع.....
۲۰۵	۲-۲-۳-۶ احداث مراتع اتریپلکس.....
۲۰۷	۳-۲-۳-۶ ایجاد مراتع شور پسند.....
۲۰۷	۳-۲-۳-۶ کاربرد شورورزی در احیای مناطق خشک و بیابانی.....
۲۰۸	۳-۳-۶ پرایمینگ بذر راه‌حلی برای مقابله با تنش‌های محیطی.....
۲۰۸	۱-۳-۳-۶ تعریف و اهمیت پرایمینگ بذر در مقابله با تنش‌های محیطی.....
۲۱۰	۲-۳-۳-۶ انواع روش‌های پرایمینگ بذر.....
۲۱۴	۳-۳-۳-۶ کاربرد سالیسیلیک اسید و اسکوربیک اسید برای مقابله با تنش شوری.....
۲۱۵	۴-۳-۳-۶ مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور.....
۲۱۸	۴-۶ راهکارهای مقابله با آلودگی‌های محیطی.....
۲۱۸	۱-۴-۶ راهکارهای کاهش گازهای گلخانه‌ای.....
۲۱۹	۲-۴-۶ ترسیب کربن.....
۲۲۰	۱-۲-۴-۶ نقش خاک در کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری.....
۲۲۱	۲-۲-۴-۶ نقش جنگل‌ها در کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری.....
۲۲۲	۳-۲-۴-۶ نقش مراتع در کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری.....
۲۲۳	۴-۲-۴-۶ وضعیت کربن در اکوسیستم.....
۲۲۳	۵-۲-۴-۶ مفهوم ترسیب کربن.....
۲۲۸	۶-۲-۴-۶ مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور.....
۲۳۳	۷-۲-۴-۶ جایگاه پروژه‌های ترسیب کربن در منابع طبیعی کشور.....
۲۳۵	۸-۲-۴-۶ مطالعات آینده.....
۲۳۸	۳-۴-۶ روش‌های اصلاح خاک‌های آلوده به فلزات سنگین.....
۲۳۹	۱-۳-۴-۶ زیست‌پالایی و پاک‌سازی خاک‌های آلوده.....

۲۴۲	.....	تعریف و تاریخچه گیاه‌پالایی	۲-۳-۴-۶
۲۵۷	.....	مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور	۳-۳-۴-۶
۲۶۰	.....	مزایا و معایب فن‌آوری گیاه‌پالایی	۴-۳-۴-۶
۲۶۱	.....	نگرانی‌های مرتبط با فن‌آوری گیاه‌پالایی	۵-۳-۴-۶
۲۶۴	.....	مطالعات آینده در زمینه احیای خاک‌های آلوده	۶-۳-۴-۶
۲۶۴	.....	جمع‌بندی	۵-۶
فصل هفتم- اصلاح محدودیت‌های خاک از طریق کشت گیاهان معرف			
۲۶۹	.....	مقدمه	۱-۷
۲۷۰	.....	تعریف و خصوصیات گیاه معرف	۲-۷
۲۷۲	.....	گیاهان معرف خصوصیات خاک	۳-۳
۲۷۲	.....	گیاهان معرف خاک‌های شور	۱-۳-۷
۲۷۵	.....	بره تاغ (<i>Halocnemum strobilaceum</i>)	۱-۱-۳-۷
۲۷۶	.....	سالیکورنیا (<i>Salicornia spp</i>)	۲-۱-۳-۷
۲۷۶	.....	قرهداغ (<i>Nitraria spp</i>)	۳-۱-۳-۷
۲۷۷	.....	آلوروپوس (<i>Aeluropus spp</i>)	۴-۱-۳-۷
۲۷۸	.....	گیاهان معرف اراضی شنی	۲-۳-۷
۲۷۸	.....	اسکنبیل (<i>Calligonum spp</i>)	۱-۲-۳-۷
۲۷۹	.....	دیودال (<i>Ammodendron persicum</i>)	۲-۲-۳-۷
۲۸۰	.....	سبذ (<i>Stipagrostis spp</i>)	۳-۲-۳-۷
۲۸۱	.....	گیاهان معرف خاک‌های آهکی و گچی	۳-۳-۷
۲۸۲	.....	گیاهان معرف خاک‌های اسید و قلیایی	۴-۳-۷
۲۸۲	.....	گیاهان معرف خاک‌های ازت‌دار	۵-۳-۷
۲۸۳	.....	گیاهان معرف عناصر معدنی و فلزات سنگین	۴-۷
۲۸۴	.....	گیاهان مناسب برای کنترل فرسایش خاک	۵-۷
۲۸۵	.....	گیاهان مناسب برای کنترل فرسایش آبی	۱-۵-۷
۲۸۵	.....	وتیور گراس (<i>Vetiveria zizinioids</i>)	۱-۱-۵-۷
۲۸۷	.....	گیاهان مناسب برای کنترل فرسایش بادی	۲-۵-۷
۲۸۷	.....	گیاهان مناسب برای گیاه‌پالایی	۶-۷
۲۸۹	.....	جمع‌بندی	۷-۷

۲۹۱	فصل هشتم- آزمایش‌های تنش‌های محیطی و شاخصهای بذر و نهال
۲۹۱	۱-۸ نحوه اعمال تنش‌های محیطی
۲۹۱	۱-۱-۸ اعمال تنش خشکی
۲۹۱	۱-۱-۱-۸ اعمال تنش خشکی در آزمایشگاه
۲۹۳	۲-۱-۱-۸ اعمال تنش خشکی در گلخانه و عرصه
۲۹۳	۲-۱-۸ نحوه اعمال تنش غرقابی
۲۹۳	۱-۲-۱-۸ اعمال تنش غرقابی در گلخانه و عرصه
۲۹۴	۳-۱-۸ نحوه اعمال تنش شوری
۲۹۴	۱-۳-۱-۸ اعمال تنش شوری در آزمایشگاه
۲۹۵	۲-۳-۱-۸ اعمال تنش شوری در گلخانه و عرصه
۲۹۵	۴-۱-۸ نحوه اعمال تنش فلزات سنگین
۲۹۵	۱-۴-۱-۸ اعمال تنش فلزات سنگین در آزمایشگاه
۲۹۶	۲-۴-۱-۸ اعمال تنش فلزات سنگین در گلخانه
۲۹۶	۲-۸ برآورد تبخیر و تعرق گیاهان تحت تنش خشکی
۲۹۶	۱-۲-۸ روش‌های برآورد تبخیر و تعرق
۲۹۷	۱-۱-۲-۸ بیلان آبی خاک
۲۹۷	۲-۲-۸ برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع
۲۹۸	۲-۲-۲-۸ معادله پنمن - مانیتث
۳۰۰	۲-۲-۲-۸ استفاده از لایسیمتر
۳۰۰	۳-۲-۸ محاسبه تبخیر و تعرق در شرایط خشکی
۳۰۱	۴-۲-۸ برآورد نیاز آبی گیاهان
۳۰۱	۳-۸ اندازه‌گیری شاخص‌های مقاومت به تنش‌های محیطی
۳۰۳	۴-۸ اندازه‌گیری شاخص‌های زیستی در تنش فلزات سنگین خاک
۳۰۳	۱-۴-۸ تعیین فاکتور تغلیظ زیستی (BF)
۳۰۳	۲-۴-۸ تعیین فاکتور انتقال (TF)
۳۰۴	۳-۴-۸ تعیین شاخص تحمل ریشه (TI)
۳۰۴	۴-۴-۸ تعیین شاخص جذب (UI)
۳۰۴	۵-۴-۸ تعیین درصد نرخ رشد گیاه (GR)
۳۰۴	۶-۴-۸ تعیین نسبت پالایش (RR)

۳۰۵	.....	۵-۸	آزمایش‌های مربوط به بذر و گیاهچه
۳۰۵	.....	۱-۵-۸	وسایل و مواد لازم
۳۰۵	.....	۲-۵-۸	تعیین درصد رطوبت بذر
۳۰۶	.....	۳-۵-۸	تعیین وزن هزار دانه بذر
۳۰۶	.....	۴-۵-۸	تعیین قابلیت حیات بذر (زنده‌مانی)
۳۰۶	.....	۵-۵-۸	آزمون جوانه‌زنی استاندارد بذر
۳۰۷	.....	۶-۵-۸	شاخص‌های جوانه‌زنی بذر
۳۰۷	.....	۱-۶-۵-۸	شاخص‌های درصد جوانه‌زنی بذر
۳۰۸	.....	۲-۶-۵-۸	شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی بذر
۳۰۹	.....	۳-۶-۵-۸	شاخص‌های زمان جوانه‌زنی بذر
۳۱۰	.....	۴-۶-۵-۸	شاخص‌های کیفیت جوانه‌زنی بذر
۳۱۱	.....	۵-۶-۵-۸	شاخص‌های قدرت بذر
۳۱۲	.....	۶-۶-۵-۸	شاخص تیمسون (TI)
۳۱۲	.....	۷-۶-۵-۸	شاخص‌های جوانه‌زنی بذر تحت تنش‌های محیطی
۳۱۳	.....	۷-۵-۸	آزمون سبز شدن
۳۱۳	.....	۱-۷-۵-۸	شاخص‌های رویشی گیاهچه
۳۱۵	.....	۲-۷-۵-۸	شاخص مقاومت به تنش در مرحله گیاهچه
۳۱۵	.....	۸-۵-۸	شاخص ارزیابی دقت آزمایشات بذر و نهال
۳۱۷	.....		منابع
۳۴۷	.....		واژه‌نامه

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ انواع تنش‌های زیستی و غیر زیستی ۵
- شکل ۱-۲ نوار بیابانی در نیم‌کره شمالی ۱۰
- شکل ۲-۲ نقشه پراکنش مناطق خشک در جهان (۲۰۰۲، FAO) ۱۱
- شکل ۳-۲ نقشه مناطق بیابانی ایران ۱۲
- شکل ۴-۲ روابط آب، خاک و گیاه ۱۷
- شکل ۵-۲ *Hammada scoparia* ۲۰
- شکل ۶-۲ *Zygophyllum dumosum* ۲۱
- شکل ۷-۲ *Anabasis articulata* ۲۱
- شکل ۸-۲ دکتر امین علیزاده، محقق و استاد دانشگاه فردوسی مشهد ۲۴
- شکل ۹-۲ آب قابل دسترس برای رشد گیاه ۳۰
- شکل ۱۰-۲ طرح شماتیکی از روزنه برگ ۳۳
- شکل ۱۱-۲ عوامل مؤثر بر تبخیر تعرق بر مبنای مفاهیم مرتبط با آن (اقتباس از آلن و همکاران، ۱۳۸۷) ۳۴
- شکل ۱-۳ منحنی‌های سرعت نفوذ برای انواع خاک‌های خشک و مرطوب ۶۱
- شکل ۲-۳ اثرات تنش غرقابی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان ۶۴
- شکل ۳-۳ واکنش فیزیولوژیکی گیاه سالم به تنش غرقابی (اقتباس از سینگ، ۱۳۹۲) ۶۸
- شکل ۴-۳ علائم بیماری پوسیدگی طوقه در درختان ۷۳
- شکل ۱-۴ طبقه‌بندی خاک‌های مبتلا به نمک ۸۵
- شکل ۲-۴ نقشه جهانی کشورهای که در دارای مشکل شوری خاک هستند ۹۱
- شکل ۳-۴ پراکنش خاک‌های شور در ایران (اقتباس از آخانی و قربانلی، ۱۹۹۳) ۹۴
- شکل ۴-۴ غدد نمکی بر روی سطح برگ گونه آتریپلکس ۹۶
- شکل ۵-۴ دکتر حسین آخانی، محقق و استاد دانشگاه تهران ۹۸
- شکل ۷-۴ تأثیر تنش شوری در خاک بر روی گیاه ۱۰۳
- شکل ۸-۴ پاسخ رشد برخی از هالوفیتها در مقایسه با جو (یکی از مقاوم‌ترین گونه‌ها به شوری) (اقتباس از شابالا، ۲۰۱۷) ۱۰۵
- شکل ۹-۴ پاسخ جوانه‌زنی آتریپلکس و گندم به تنش شوری (اقتباس از شابالا، ۲۰۱۷) ۱۰۶

- شکل ۴-۱۰ میانگین درصد جوانه‌زنی گونه علف باغ از دو منطقه کرج (گونه ۱) و بیجار (گونه ۲) در سطوح مختلف شوری ۱۱۱
- شکل ۴-۱۱ دکتر علی طویلی، محقق و دانشیار دانشگاه تهران ۱۱۲
- شکل ۴-۱۲ دکتر علی اشرف جعفری، استاد پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ۱۱۲
- شکل ۴-۱۳ روند تغییرات درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری. هر سری نقاط مربوط به ۴ تکرار هر تیمار می‌باشند ۱۱۴
- شکل ۴-۱۴ الگوی رشد گیاهان هالوفیت تحت شرایط شوری (اقتباس از حسن الزمان و همکاران، ۲۰۱۵) ۱۲۱
- شکل ۴-۱۵ نمایش شماتیک رشد انواع مختلف گیاهان هالوفیت و گلیکوفیت تحت شرایط شوری (اقتباس از حسن الزمان و همکاران، ۲۰۱۵) ۱۲۲
- شکل ۵-۱ انواع آلاینده‌های محیط‌زیست (EPA، ۲۰۰۰) ۱۳۷
- شکل ۵-۲ موقعیت فلزات سنگین در جدول تناوبی ۱۳۸
- شکل ۵-۳ مسیرهای بالقوه عناصر سمی که در گیاهان، خاک، حیوانات و انسان تجمع می‌یابند ۱۴۵
- شکل ۵-۴ تراکم فلزات سنگین آزادشده در طبیعت و تجمع و غلظتشان در طول زنجیره غذایی (اقتباس از وولسکی، ۲۰۰۱) ۱۴۸
- شکل ۵-۵ موقعیت فلزات گروه‌های A، B و حد واسط در جدول تناوبی (اقتباس از نیوئر و ریچاردسون، ۱۹۸۰) ۱۴۹
- شکل ۵-۶ مقایسه اثر فلزات سنگین بر گیاهان دارویی و خوراکی (اقتباس از عسگری لجایر و همکاران، ۱۳۹۴) ۱۶۳
- شکل ۵-۷ تقسیم‌بندی گیاهان به سه گروه بر اساس میزان انباشتگی فلز در بخش‌های هوایی در پاسخ به مقادیر بالای فلز در خاک (اقتباس از بیکر، ۱۹۸۱) ۱۶۷
- شکل ۵-۸ گونه گیاهی *Thlaspi rotundifolium* از گونه‌های مهم بیش‌اندوز فلزات سنگین ۱۶۹
- شکل ۶-۱ توانایی پلیمرهای سوپر جاذب در جذب آب ۱۸۱
- شکل ۶-۲ هیدروژل‌ها به‌عنوان مخازن ذخیره آب ۱۸۲
- شکل ۶-۳ وجود اتصالات عرضی در هیدروژل‌های سوپر جاذب ۱۸۳
- شکل ۶-۴ سوپر جاذب پرلیت و استاکوزورب ۱۸۶
- شکل ۶-۵ استفاده سوپر جاذب‌ها در طرح‌های بذرکاری و نهال‌کاری ۱۸۸
- شکل ۶-۶ تأثیر افزودن پلیمر به سه خاک سبک (L)، متوسط (M) و سنگین (H) در دوره‌های آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ روزه بر تولید متوسط ماده خشک در پانیکوم ۱۹۰

فهرست شکل‌ها □ ظ

- شکل ۶-۷ تأثیر افزودن پلیمر به سه خاک سبک (L)، متوسط (M) و سنگین (H) در دوره‌های آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ روزه بر متوسط اندازه ارتفاع در پانیکوم..... ۱۹۱
- شکل ۶-۸ مقایسه میانگین درصد رطوبت در تیمارهای کاربرد سوپر جاذب..... ۱۹۲
- شکل ۶-۹ اثر متقابل سوپر جاذب و دور آبیاری بر ارتفاع اندام هوایی تاغ..... ۱۹۳
- شکل ۶-۱۰ کلکسیون گیاهان کویری در ایستگاه یزد..... ۱۹۶
- شکل ۶-۱۱ نمایی از طرح Xeriscaping در بیابان کرست، آریزونا..... ۱۹۸
- شکل ۶-۱۲ تصویر کلی از بهره‌برداری‌های کشاورزی و منابع طبیعی در شورورزی (خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹)..... ۲۰۲
- شکل ۶-۱۳ بیان کربن در خاک (جعبه قهوه‌ای) که توسط ورود کربن از طریق فتوسنتز و خروج کربن با تعرق کنترل می‌شود..... ۲۲۴
- شکل ۶-۱۴ ترسیب کربن در اکوسیستم‌های طبیعی (اتکین و دایال، ۱۹۹۹)..... ۲۲۵
- شکل ۶-۱۵ دکتر رتان لال، محقق و استاد سابق دانشگاه اوهایو..... ۲۲۶
- شکل ۶-۱۶ سطوح اهداف اصلی پروژه ترسیب کربن در مراتع سریش، خراسان جنوبی..... ۲۳۴
- شکل ۶-۱۷ مشارکت مردمی در پروژه ترسیب کربن مراتع سریش، خراسان جنوبی..... ۲۳۵
- شکل ۶-۱۸ اثرات متقابل تولید سوخت‌های زیستی نوین از کشت انرژی در ترسیب کربن خاکی و آبی (اقتباس از لال، ۲۰۰۸)..... ۲۳۶
- شکل ۶-۱۹ روش‌های مورد استفاده به منظور زدایش فلزات سنگین از خاک‌های آلوده..... ۲۴۰
- شکل ۶-۲۰ گونه قدومه *Thlaspi caerulescens*..... ۲۴۳
- شکل ۶-۲۱ دکتر روفوس لی چنی، محقق آزمایشگاه شیمی زیست‌محیطی، مرکز تحقیقات کشاورزی آمریکا..... ۲۴۴
- شکل ۶-۲۲ فرآیندهای اصلی گیاه‌پالایی (اقتباس از چاترجی و همکاران، ۲۰۱۳)..... ۲۴۷
- شکل ۶-۲۳ طرح شماتیکی از فرآیند استخراج گیاهی..... ۲۴۸
- شکل ۶-۲۴ طرح شماتیکی از فرآیند تثبیت گیاهی..... ۲۵۰
- شکل ۶-۲۵ طرح شماتیکی از فرآیند تصفیه ریشه‌ای (اقتباس از چاترجی و همکاران، ۲۰۱۳)..... ۲۵۲
- شکل ۶-۲۶ طرح شماتیکی از فرآیند تبخیر گیاهی..... ۲۵۳
- شکل ۶-۲۷ طرح شماتیکی از فرآیند زیست‌پالایی محیط ریشه..... ۲۵۵
- شکل ۶-۲۸ گونه *Ebenus stellata*..... ۲۵۷
- شکل ۷-۱ گونه *Halocnemum strobilaceum*..... ۲۷۵
- شکل ۷-۲ گیاه هالوفیت *Salicornia*..... ۲۷۶

ع □ روابط خاک و گیاه- تنش‌های محیطی، بذر و نهال

- شکل ۳-۷ گونه *Nitraria schoberi* ۲۷۷
- شکل ۴-۷ گونه‌های *Aeluropus littoralis* (چپ) و *Aeluropus lagopoides* (راست) ۲۷۷
- شکل ۵-۷ گیاه شن دوست *Callygonum* ۲۷۸
- شکل ۶-۷ گونه *Ammodendron persicum* ۲۷۹
- شکل ۷-۷ گونه‌های *Stipagrostis pennata* (چپ) و *Stipagrostis plumosa* (راست) ۲۸۰
- شکل ۸-۷ گونه وتیور گراس (*Vetiveria zizanioides*) ۲۸۶

فهرست جداول

- جدول ۱-۲ میزان و سطح بارش مناطق مختلف ایران ۱۱
- جدول ۲-۲ طبقه‌بندی مناطق خشک بر اساس FAO (۱۹۹۳)، طبقه‌بندی و وسعت بر اساس UNEP (۱۹۹۲) ۱۳
- جدول ۳-۲ تقسیم‌بندی بانک جهانی (۱۹۸۸) از مناطق خشک و نیمه‌خشک ۱۳
- جدول ۱-۴ ترکیبات مختلف نمک ۸۲
- جدول ۲-۴ مشخصات انواع خاک‌های مبتلا به نمک ۸۴
- جدول ۳-۴ نمک‌های مضر و بی‌ضرر موجود در خاک‌های مبتلا به نمک (اقتباس از مترنیخ و زینک، ۲۰۰۸) ۸۴
- جدول ۴-۴ طبقه‌بندی شوری خاک بر اساس دامنه هدایت الکتریکی (EC) (مترنیخ و زینک، ۱۹۹۶) ... ۸۶
- جدول ۵-۴ طبقه‌بندی خاک‌های مبتلا به نمک در اثر آبیاری با آب شور در راجستان هند ۸۶
- جدول ۶-۴ طبقه‌بندی شوری خاک ۸۶
- جدول ۷-۴ طبقه‌بندی خاک‌های مبتلا به نمک بر اساس نسبت آنیون (اقتباس از مترنیخ و زینک، ۲۰۰۸) ۸۷
- جدول ۸-۴ طبقه‌بندی خاک‌های شور بر اساس میزان هدایت الکتریکی در کلاس‌های مختلف بافت خاک ۸۸
- جدول ۹-۴ طبقه‌بندی خاک‌های سدیمی بر اساس نسبت جذب سدیم (SAR) ۸۹
- جدول ۱۰-۴ توزیع جغرافیایی خاک‌های مبتلا به نمک، برحسب میلیون هکتار (اقتباس از خیرالدین، ۲۰۱۴) ۹۱
- جدول ۱۱-۴ برآورد جهانی از شور شدن ثانویه اراضی تحت آبیاری جهان (اقتباس از خیرالدین، ۲۰۱۴) ۹۲
- جدول ۱۲-۴ تغییرات موقتی در گسترش خاک‌های مبتلا به نمک در ایران، بر اساس گزارش مؤلفین و مؤسسات مختلف (اقتباس از غدیر و همکاران، ۲۰۰۸) ۹۳
- جدول ۱۳-۴ تغییرات در گسترش مناطق تحت آبیاری و خاک‌های مبتلا به نمک در ایران (اقتباس از غدیر و همکاران، ۲۰۰۸) ۹۳
- جدول ۱۴-۴ اثرات نوع نمک بر فرآیندهای نی بذر و رشد گیاهچه (اقتباس از پسرکلی، ۲۰۱۰) ۱۰۷
- جدول ۱۵-۴ راهنمای کلی برای تشخیص مقاومت گیاه به شوری خاک (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱) ۱۲۲

ف □ روابط خاک و گیاه- تنش‌های محیطی، بذر و نهال

- جدول ۴-۱۶ تحمل شوری گندمیان مرتعی ۱۲۳
- جدول ۴-۱۷ تحمل شوری گیاهان علوفه‌ای ۱۲۴
- جدول ۴-۱۸ مقاومت به شوری، سدیمی و غرقابی برخی از گونه‌های درختچه‌ای و درختی ۱۲۵
- جدول ۵-۱ حداکثر غلظت کل قابل قبول فلزات سنگین در خاک (میلی گرم بر کیلوگرم) با توجه به سمیت آنها برای گیاه (پاریس و جونز، ۱۹۹۷) ۱۴۶
- جدول ۵-۲ غلظت‌های طبیعی و بحرانی عناصر سنگین برای خاک و گیاه ۱۴۶
- جدول ۵-۳ غلظت‌های معمول و سمی برخی عناصر کمیاب در خاک و گیاهان برحسب میلی گرم بر کیلوگرم (شیلا، ۱۹۹۶) ۱۴۶
- جدول ۵-۴ مقادیر فلزات سنگین در لیتوسفر و دامنه تغییرات آنها در خاک برحسب میلی گرم بر کیلوگرم (لید، ۱۹۹۷) ۱۴۷
- جدول ۵-۵ منابع انسانی فلزات سنگین در محیط‌زیست (علی و همکاران، ۲۰۱۳) ۱۴۷
- جدول ۵-۶ طرح طبقه‌بندی فلزات (اقتباس از نیوئر و ریچاردسون، ۱۹۸۰) ۱۵۰
- جدول ۵-۷ نقش و اثرات فلزات سنگین در گیاهان (اقتباس از لاقلمی و همکاران، ۲۰۱۵) ۱۵۶
- جدول ۵-۸ اثرات اصلی فلزات سنگین در گیاهان (اقتباس از نادری و همکاران، ۱۳۹۱) ۱۶۰
- جدول ۵-۹ نمونه‌هایی از اثر تنش فلزات سنگین بر تولید متابولیت‌های ثانویه (اقتباس از عسگری لجایر و همکاران، ۱۳۹۳) ۱۶۴
- جدول ۵-۱۰ حداقل غلظت مورد نیاز از فلزات مختلف در بخش هوایی گیاهان برای طبقه‌بندی به‌عنوان بیش‌اندوز (شتوران و همکاران، ۲۰۰۹) ۱۶۸
- جدول ۶-۱ برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماده سوپر جاذب A200، ایگتا، هیدروپلاس و نوازورب (اقتباس از فاضلی رستم پور و همکاران، ۱۳۹۰، داورپناه، ۱۳۸۴) ۱۸۶
- جدول ۶-۲ مقایسه انرژی متابولیسمی برخی از هالوفیت‌ها با گیاهان علوفه‌ای (اقتباس از عطیه اسماعیل، ۲۰۱۵) ۲۰۳
- جدول ۶-۳ مقادیر ازت و پروتئین خام اندام‌های مختلف برخی از گونه‌های هالوفیت در جهان (اقتباس از عطیه اسماعیل، ۲۰۱۵) ۲۰۴
- جدول ۶-۴ وضعیت خوشخوراکی گیاهان هالوفیت برای دام‌های مختلف (اقتباس از عطیه اسماعیل، ۲۰۱۵) ۲۰۵
- جدول ۶-۵ تولید گیاهان هالوفیت رشد یافته تحت شرایط مزرعه (اقتباس از عطیه اسماعیل، ۲۰۱۵) ۲۰۷
- جدول ۶-۶ میکروارگانسیم‌هایی که از فلزات سنگین استفاده می‌کنند (اقتباس از تن زاده و همکاران، ۱۳۹۵) ۲۴۱

فهرست جداول □ ق

جدول ۶-۷	حداقل غلظت برای بیش اندوزی فلزات مختلف در خانواده‌های گیاهی (اقتباس از شئوران و همکاران، ۲۰۰۹).....	۲۴۵
جدول ۶-۸	لیست برخی از گونه‌های گیاهی بیش اندوز (اقتباس از علی و همکاران، ۲۰۱۳).....	۲۴۶
جدول ۶-۹	تعریف و ویژگی‌های اصلی فرآیندهای گیاه‌پالایی (اقتباس از لاقلمی و همکاران، ۲۰۱۵).....	۲۵۶
جدول ۶-۱۰	مزایا و محدودیت‌های گیاه‌پالایی (اقتباس از لاقلمی و همکاران، ۲۰۱۵).....	۲۶۲
جدول ۶-۱۱	مزایا و محدودیت‌های مکانیسم‌های مختلف گیاه‌پالایی (اقتباس از لاقلمی و همکاران، ۲۰۱۵).....	۲۶۳
جدول ۷-۱	گیاهان معرف خصوصیات خاک.....	۲۷۳
جدول ۷-۲	گیاهان معرف خاک برخی از خصوصیات خاک (اقتباس از دهاوان و ناندا، ۱۹۴۹).....	۲۸۲

فهرست علائم و واحدها

علامت و اختصار	نام کامل	تعریف
AW	Available Water	ظرفیت آب قابل دسترس
BF	Bioconcentration Factor	فاکتور تغلیظ زیستی
CA	Coefficient of Allometry	ضریب آلومتری
CEC	Cation Exchange Capacity	ظرفیت تبادل کاتیونی
CEC _p	Potential Cation Exchange Capacity	ظرفیت بالقوه تبادل کاتیونی
CEW	Crop Extractable Water	حد آب قابل جذب
c _p	Specific Heat of Moist Air	گرمای ویژه هوا
CUG	Coefficient of Uniformity of Germination	شاخص یکنواختی جوانه زنی
CV	Coefficient of Velocity	ضریب سرعت سبز شدن
CV	Coefficient of Variation	ضریب تغییرات
CVG	Coefficient of Velocity of Germination	ضریب سرعت جوانه زنی
D		آب ثقلی
DGS	Daily Germination Speed	سرعت جوانه زنی روزانه
D _{rz}	Depth of the Root Zone	عمق ریشه گیاه
e _s - e _a	Saturation Vapor Pressure Deficit	کمبود فشار بخار هوا
EP	Emergence Percent	درصد سبز شدن
ESP	Exchangeable Sodium Percentage	درصد سدیم تبدالی
ET _C	Crop Evapotranspiration under Standard Conditions	تبخیر و تعرق گیاه تحت شرایط استاندارد
ET _{C adj}	Crop Evapotranspiration under Non-Standard Conditions	تبخیر و تعرق گیاه تحت شرایط غیر استاندارد
ET _O	Reference Evapotranspiration	تبخیر و تعرق گیاه مرجع
FAO	Food and Agriculture Organization	سازمان خوار و بار و کشاورزی
FC	Field Capacity	ظرفیت زراعی
FDE	First Day of Emergence	اولین روز سبز کردن
G ₁ -G _n		تعداد بذور جوانه زده از روز اول تا روز آخر
GE	Germination Energy	انرژی جوانه زنی

م □ روابط خاک و گیاه- تنش‌های محیطی، بذر و نهال

GI	Germination Index	شاخص جوانه زنی
GMP	Geometric Mean Productivity	میانگین هندسی
GP	Germination Percent	درصد جوانه زنی
GR	Growth Rate	درصد نرخ رشد گیاه
GSI	Germination Stress Index	شاخص استرس جوانه زنی
GW	Ground-Water Inflows	جریان آب کاپیلاری از سطح ایستایی
GV	Germination Value	ارزش جوانه زنی
I		عمق آب
ICID	International Commission on Irrigation & Drainage	کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی
ISTA	International Seed Testing Association	انجمن بین‌المللی آزمون بذر
K_c	Crop Coefficient	شاخص گیاهی
K_{cb}	Basal Crop Coefficient	ضریب گیاهی پایه
K_s	Water Stress Coefficient	ضریب تنش آبی
LDE	Last Day of Emergence	آخرین روز سبز کردن
LMR	Leaf Mass Ratio	نسبت زی‌توده به برگ
m		فاکتور یونیزاسیون
MDG	Mean Daily Germination	متوسط جوانه‌زنی روزانه
MET	Mean Emergence Time	متوسط زمان سبز شدن
MGR	Mean Germination Rate	حداکثر درصد جوانه زنی
MP	Mean Productivity	میانگین حسابی
MTG	Mean Time to Germination	متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی
PEG	Polyethylene Glycol	پلی اتیلین گلیکول
PI	Promptness Index	شاخص سرعت جوانه زنی
PWP	Permanent Wilting Point	نقطه پژمردگی دائم
R		ثابت گازی
r_a	Aerodynamic Resistance	مقاومت آئرودینامیک
RMR	Root Mass Ratio	نسبت زی‌توده به ریشه
R_n	Net Radiation	تابش خالص
RO	Runoff	رواناب خروجی
RR	Remediation Ratio	نسبت پالایش
r_s	Surface Resistance	مقاومت سطحی

فهرست علائم و واحدها □ ن

RSC	Residual Sodium Carbonate	خاک‌های سدیمی-آبیاری با آب‌های دارای کربنات سدیم بالا
RWC	Relative Water Content	میزان آب نسبی
SAR	Sodium Absorption Ratio	نسبت جذب سدیم
SFI	Surface Flow Index	جریان زیرسطحی ورودی
SLA	Specific Leaf Area	سطح ویژه برگ
SMR	Stem Mass Ratio	نسبت زی توده به ساقه
SSI	Stress Susceptibility Index	شاخص حساسیت به تنش
STI	Stress Tolerance Index	شاخص تحمل به تنش
SVI	Seedling Vigour Index	شاخص قدرت گیاهچه
T	Temperature	دمای محلول
TF	Translocation Factor	فاکتور انتقال
TI	Timson's Index	شاخص تیمسون
TI	Index of Tolerance	شاخص تحمل ریشه
TSE	Time Spread of Seedling Emergence	گستره سبز شدن
U_2	Wind Speed at 2 m Height	سرعت باد در ارتفاع ۲ متری
UI	Uptake Index	شاخص جذب
VAM	Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza	قارچ های مایکوریزا آربوسکولار
WOFOST	World Food Studies	
γ	The Psychometric Constant	ضریب ثابت سایکرومتری
θ_f		رطوبت نهایی خاک
θ_i		رطوبت اولیه خاک
ρ_a		میانگین جرم مخصوص (دانسیته) هوا
Ψ		در فشار ثابت
Ψ_S		پتانسیل اسمزی
		فشار اسمزی

پیشگفتار

افزایش جمعیت جهان و نیاز روزافزون به فرآورده‌های غذایی برای مردم جهان از یک سو و سرعت فوق‌العاده زیاد توسعه علمی و ورود صنایع و فناوری صنعتی و استفاده از سوخت‌های فسیلی از سوی دیگر زمینه پیدایش انواع تنش برای گیاهان را فراهم نموده است. تنش‌های محیطی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی و منابع طبیعی در سطح جهان هستند.

تنش به مفهوم تغییر شرایط طبیعی و بهینه فیزیولوژی گیاه است که باعث کاهش رشد و نمو می‌گردد. گیاهان همانند سایر موجودات زنده تحت تنش‌های مختلف از جمله خشکی، شوری، سرما، یخ‌زدگی، دمای بالا، فلزات سنگین، غرقابی، تابش پرتوهای فرابنفش و آسیب‌های ناشی از کمبود و یا افزایش برخی از عناصر خاک قرار می‌گیرند. مجموعه این تنش‌ها رشد و توسعه گیاهان را به شدت کاهش داده و در صورتی که به‌طور اصولی و با یک برنامه منظم در این زمینه مطالعه نشود خطرات جدی حیات همه موجودات زنده و به‌ویژه زندگی انسان‌ها را در مخاطره جدی قرار خواهد داد؛ بنابراین، در مطالعات روابط خاک و گیاه در منابع طبیعی، بررسی اثر تنش‌های محیطی موجود در خاک بر گیاهان ضروری به نظر می‌رسد.

گیاهان و پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های طبیعی هم در مناطق مرطوب و هم مناطق خشک و بیابانی به‌نوعی از تنش‌های محیطی رنج می‌برند که در این کتاب به‌صورت جامع و با یک نگاه کلی به روابط خاک و گیاه در منابع طبیعی و محیط‌زیست از منظر اکوفیزیولوژی گیاهی پرداخته شده است. این کتاب مفاهیم و اثرات تنش‌های محیطی مرتبط با خاک شامل تنش خشکی، غرقابی، شوری و آلودگی خاک به فلزات سنگین را بر پوشش گیاهی، بذر و نهال مطرح کرده و راهکارهای مقابله با این تنش‌ها را معرفی می‌کند؛ و در انتها، برخی از روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات بذر و نهال تحت تنش‌های محیطی در شرایط آزمایشگاه و عرصه را تشریح می‌کند. این کتاب مشتمل بر هشت فصل است.

در فصل اول، تعریف و طبقه‌بندی از تنش‌های محیطی و مکانیسم‌های مقابله با تنش‌های محیطی معرفی می‌شود.

در فصول دوم، سوم، چهارم و پنجم، چهار تنش محیطی مهم که گیاهان موجود در منابع طبیعی کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد، خشکی، غرقابی، شوری و فلزات سنگین خاک را به صورت مفصل مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهد و اثرات آنها را بر گیاهان مرتعی، جنگلی و بیابانی تشریح می‌کند. در این زمینه تحقیقات زیادی انجام شده که به صورت مروری، تعدادی از آنها را معرفی می‌نماید.

ی □ روابط خاک و گیاه- تنش‌های محیطی، بذر و نهال

فصل ششم، به معرفی روش‌های نوین مقابله با تنش‌های خشکی (ژنتیک و اصلاح گیاهان مقاوم به خشکی و کاربرد سوپر جاذب)، تنش شوری (شور ورزی و پرایمینگ بذر) و آلودگی خاک (ترسیب کربن و گیاه پالایی) می‌پردازد.

یکی از اهداف مهم مطالعات روابط خاک و گیاه، شناسایی گیاهان معرف، جهت شناخت خاک و اصلاح و احیای منابع طبیعی است. از این رو، فصل هفتم، به مبحث گیاهان معرف در انواع خاک‌های مختلف می‌پردازد و گونه‌های معرف جهت اصلاح محدودیت‌های خاک شامل حفاظت خاک، شوری خاک و آلودگی خاک را معرفی می‌کند.

فصل هشتم، روش‌های آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و میدانی اعمال تنش‌های محیطی و اندازه‌گیری خصوصیات بذر و نهال تحت این تنش‌ها را بیان می‌کند. در انتها، شاخص‌های گیاهی مقاومت به تنش‌های محیطی را معرفی می‌کند.

این کتاب می‌تواند به‌عنوان سرفصل دروس روابط آب، خاک و گیاه و مدیریت پایدار خاک و گیاه مورد استفاده دانشجویان کارشناسی و درس رفتار شناسی محیطی گیاهان مرتعی (اکوفیزیولوژی گیاهی) و احیای مناطق خشک و نیمه خشک در مقطع کارشناسی ارشد در علوم منابع طبیعی قرار گیرد.

همچنین این کتاب می‌تواند مورد استفاده محققان علوم منابع طبیعی در مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کشور قرار گیرد.

در اینجا لازم می‌دانیم از همکاری دکتر علی طویلی، دکتر محمدعلی زارع چاهوکی، دکتر سلمان زارع از اساتید دانشگاه تهران و دکتر محمد رضا رضایی، دکتر محمد ساغری و دکتر محمدجواد وحیدی از اساتید دانشگاه بیرجند قدردانی و تشکر نمائیم. از استاد محترم جناب آقای دکتر حسین آذر نیوند، نماینده دانشکده منابع طبیعی در شورای انتشارات دانشگاه تشکر و قدردانی می‌شود. از زحمات مجموعه کارکنان مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران که با حوصله فراوان ویرایش ادبی و صفحه آرایی این کتاب را بر عهده داشته‌اند سپاسگزار می‌کنیم. از آقایان دانیال آریانفر و قاسم رستم‌پور به خاطر طراحی جلد این دو اثر قدردانی می‌نمائیم. همچنین از خانواده‌های عزیز و مهربانمان که مشوق خوبی برای تحقیق و نوشتن بوده‌اند صمیمانه سپاسگزار می‌کنیم.

بی‌شک، نگارش این کتاب، علیرغم همه تلاش‌های انجام‌شده، عاری از اشکال نیست؛ بنابراین، نکات اصلاحی اساتید و محققان می‌تواند کمک شایانی به نویسندگان این کتاب در چاپ‌های بعدی نماید.

دکتر محمد جعفری

استاد دانشگاه تهران

دکتر مسلم رستم‌پور

استادیار دانشگاه بیرجند