



مدیریت

آب و خاک و گیاه

در اراضی فاریاب

تهیه و تدوین

(به ترتیب حروف الفبا و سهم مساوی در نگارش)

دکتر عسکری تشکری

استادیار و مدیر گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر

دکتر مجید قاسمپور علمداری

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر

دکتر اسماعیل یساری

استادیار و مدیر بخش کشاورزی و معاون پژوهشی دانشگاه پیام نور ساری

سرشناسه	:	ثورن، دیوید وین، ۱۹۰۸-م. (Thorne, D.w.David Wynne)
عنوان و نام پدیدآور	:	مدیریت آب و خاک و گیاه در اراضی فاریاب/ دیوید وین ثورن، هوارد بوید پیترسون؛ ترجمه عسکری تشکری، مجید قاسمپور علمداری، اسماعیل یساری
مشخصات نشر	:	قائم شهر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر، معاونت پژوهش و فناوری ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	:	۳۸۰: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۲۵۴۲-۹
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	عنوان اصلی: fertility and management. Irrigated soils, their
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۳۶۵
یادداشت	:	واژه‌نامه
موضوع	:	کشاورزی آبی
شناسه افزوده	:	پیترسون، هوارد بوید ۱۹۱۲-م.
شناسه افزوده	:	(boyd Peterson, Howard B. Howard)
شناسه افزوده	:	تشکری، عسکری، ۱۳۴۳- مترجم
شناسه افزوده	:	قاسمپور علمداری، مجید ۱۳۵۲- مترجم
شناسه افزوده	:	یساری، اسماعیل، ۱۳۴۹- مترجم
شناسه افزوده	:	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر، معاونت پژوهش و فناوری
رده بندی کنگره	:	sB112 / ت ۹ الف ۹۲۹ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	:	۶۳۱/۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۳۱۰۲۱۴

عنوان کتاب: مدیریت آب و خاک در اراضی فاریاب

ترجمه: دکتر عسکری تشکری، دکتر مجید قاسمپور علمداری، دکتر اسماعیل یساری

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

اجرای طرح روی جلد: سید محمد نوروزیان

صفحه پردازی: زهرا علیزاده

ویراستار ادبی: آزاده شیرآقائی

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: زمستان ۱۳۹۳

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۲۵۴۲-۹

قیمت:

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

تقدیم به:

دانشجویان دوره کارشناسی ارشد
رشته‌ی مهندسی آبیاری و زه‌کشی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر

پیش‌گفتار

در اراضی فاریاب که آب نقشی اساسی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی بازی می‌کند، مدیریت آب، خاک، گیاه و هم‌چنین حاصلخیزی آن اراضی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حتی در اراضی غیرفاریاب نیز نقش آب بسیار حیاتی می‌باشد.

در کشور عزیز ما ایران که دارای قدمتی دیرینه در امر فعالیت‌های کشاورزی است و علی‌رغم این که ما در منطقه‌ی نیمه‌خشک و خشک دنیا قرار داریم، سطح قابل توجهی از اراضی زراعی کشور به صورت آبی، زیر کشت انواع محصولات زراعی قرار دارد.

مدیریت بهینه‌ی آب در مزرعه مستلزم شناخت و سپس مدیریت به هنگام روابط بین آب و خاک و گیاه است. از این رو دانشجویان و دانش‌آموختگان بخش کشاورزی می‌بایست ابتدا از اصل موضوع مطلع و سپس نسبت به رعایت و حفظ پاره‌ای از روابط و قوانین مرتبط با آن، جهت دستیابی به افزایش عملکردی چشمگیر اقدام نمایند. بدین منظور و به دلیل ضرورت تهیه‌ی منبعی از این دست در کشور که بتواند مورد استفاده‌ی علاقمندان فن قرار گیرد، این تلاش صورت پذیرفت.

اساس و پایه‌ی تهیه و تدوین کتاب حاضر، کتابی تحت عنوان «خاک‌های تحت آبیاری، حاصلخیزی و مدیریت آن‌ها» تالیف آقای دکتر دیوید وین ثورن، استاد و مدیرگروه کشاورزی و آقای دکتر هووارد بوید پیترسن، استاد گروه کشاورزی دانشکده‌ی کشاورزی ایالتی یوتا بود که آن‌ها این کتاب را بار اول در سال ۱۹۴۹ به رشته‌ی تحریر در آورده ولی بارها و بارها این سند علمی تجدید چاپ شد که آخرین ویرایش قابل دسترس در کشور ما مربوط به سال ۲۰۰۴ می‌باشد که انتشارات بایوتچ آن را به چاپ رسانده است.

در کتاب مذکور به نتایج ارزشمند تحقیقاتی اشاره شده که توسط دانشمندان مختلف انجام و منتشر شده، به طور قطع و یقین، آن نتایج بعد از گذشت نزدیک به صدسال هم‌چنان لایتغیر باقی مانده است. قوانینی که نانوشته بین آب، خاک و گیاه برقرار بوده، بر چگونگی تاثیر متقابلشان بر کاهش یا افزایش عملکرد گیاهان زراعی حکم می‌راند.

با توجه به این که پروفیسور دی. دبلیو. ثورن متولد ۱۹۰۸ و پروفیسور اچ. بی. پترسن متولد ۱۹۱۲ می‌باشند به طور یقین تا به حال جان به جان آفرین تسلیم نموده‌اند ولی خدماتی که آن‌ها به جامعه‌ی بشری و بخش کشاورزی در دنیا ارایه نموده‌اند، همیشه ماندگار و قابل تقدیر است زیرا تحقیقات اخیر فقط نتایج و گزارش‌های آن‌ها و دیگر دانشمندان نام برده شده در کتاب مذکور را تایید کرده و بر آن صحه می‌گذارند. ما نیز تلاش کردیم با سرلوحه قرار دادن کتاب مذکور، کتابی تهیه کنیم که در عین علمی بودن، از سادگی و روانی لازم برای درک هم دانشجویان و هم دانش‌آموختگان رشته‌های مختلف کشاورزی برخوردار باشد. **بی‌شک این کتاب می‌تواند در درس‌های آبیاری عمومی، رابطه‌ی آب، خاک و گیاه، حاصلخیزی خاک‌ها و اصول زراعت به عنوان منبع مورد استفاده قرار گیرد.**

در پایان ذکر این نکته ضروری است که علی‌رغم دقت زیاد در تهیه و تدوین این مجموعه که با مشکلات فراوانی نیز همراه بوده است، ما کار خود را بی‌عیب و نقص نمی‌دانیم و از تمامی استادان و عزیزان دست‌اندرکار در این زمینه تقاضا داریم نظرات دقیق و نقادانه‌ی خویش را برای ما ارسال فرمایند. بی‌شک تمامی محاسن و مطالب مفید موجود در این کتاب به دانشمندانی تعلق دارد که در این زمینه فعالیت نموده‌اند و تمامی معایب، ایرادها، کمی و کاستی‌های کتاب، از قبل از طرف ما پذیرفته شده است. امیدواریم که این تلاش کوچک بتواند گوشه‌ای از کمبودهای مربوط به کتب علمی به زبان فارسی در کشور ما را مرتفع نماید تا دانشجویان بتوانند با دیدی کامل‌تر با دنیای علمی اطراف خویش آشنا شوند و دریابند که دانشمندان در طی صد سال گذشته در زمینه‌ی علمی در دنیا چه کرده‌اند و ما در این میانه، چگونه عمل نمودیم.

دکتر عسکری تشکری
دکتر مجید قاسمپور علمداری
دکتر اسماعیل یساری
زمستان ۱۳۹۳

مقدمه

تمدن در محیطی آغاز شده که به کشاورزی آبی نیاز داشته است. در خلال ۱۵۰۰ سال گذشته مرکز بیش‌ترین فعالیت کشاورزی به مناطق مرطوب‌تر منتقل شده است و اما، در این زمین‌های مرطوب، مراکز بزرگ جمعیت ایجاد شده و قسمت اعظم نوشته‌ها و تحقیقات در مورد تولید محصولات زراعی، در این مناطق صورت پذیرفته است.

قسمت اعظم خاک‌های قابل کشت نواحی معتدله‌ی مرطوب، اینک به تولید محصولات زراعی اختصاص یافته‌اند. با جمعیت روبه فزونی جهان، اینک دوباره جهان به سرعت به سمت توسعه‌ی بیش‌تر آبیاری در اراضی نیمه‌خشک و خشک که بیش از نیمی از سطح خشکی جهان را تشکیل می‌دهند، پیش می‌رود. امروزه بیش از نیمی از جمعیت جهان به محصولات غذایی تولید شده در اراضی فاریاب وابسته می‌باشند. با این وجود در مورد مدیریت خاک‌های تحت آبیاری، تنها تعداد معدودی کتاب نوشته شده است.

اولین نسخه‌ی این کتاب راه‌گشای ارابه‌ی آبیاری در ارتباط با دیگر عملیات مدیریت خاک بود و از زمان چاپ آن در سال ۱۹۴۹، تحقیقات، توسعه‌ی زیادی یافته و این امر بیش‌تر مشخص شده که دست‌یابی به حداکثر میزان محصول با آبیاری، به موازنه‌ی صحیح عواملی از قبیل حاصلخیزی، جمعیت گیاه، نوع گیاه، تناوب زراعی، ویژگی‌های فیزیکی خاک و رطوبت خاک وابسته می‌باشد. این تحقیقات کاملاً رویکرد ما را موجه نشان داده و اینک در مقایسه با نسخه‌ی اول، این کتاب منبع بسیار غنی‌تری از مطالب را تشریح و به عنوان مرجع، عرضه می‌دارد.

یک تحول عمده که اخیراً در کشاورزی صورت پذیرفته، برنامه‌ریزی گسترده‌ی مزارع به صورت جداگانه، از طرف اداره‌ی حفاظت خاک ایالات متحده می‌باشد. در تجدیدنظری که در کتاب صورت پذیرفته ما همواره ایده و فکر برنامه‌های تلفیق شده‌ای که با آن‌ها بیش‌ترین تولید در مزارع تحت آبیاری حاصل می‌شود را مدنظر قرار داده‌ایم.

در این رویکرد، در بحث در مورد مطالبی مانند روابط خاک و آب، املاح، قلیا، ویژگی‌های فیزیکی خاک، ماده‌ی آلی، تناوب زراعی، کودهای شیمیایی و عملیات آبیاری، به سمت تشخیص و حل مشکلات عملی مزارع

جهت‌گیری شده است. نقطه‌ی پایان تاکید بر برنامه‌ریزی مزرعه در سرتاسر این کتاب، فصل جدیدی است که در مورد برنامه‌ریزی مزرعه‌ی تحت آبیاری ارایه شده است.

تجدیدنظر به عمل آمده، گسترده می‌باشد. تقریباً تمام فصل‌های کتاب دوباره‌نویسی شده‌اند. سه فصل از نسخه‌ی اول این کتاب حذف شده‌اند و مطالب موجود در آن‌ها به نحوی موثرتر در دیگر قسمت‌های کتاب قرار داده شده‌اند. فصل‌های دیگر در هم ادغام شده یا دوباره تنظیم شده‌اند. در مورد روابط خاک و گیاه، برنامه‌ریزی سیستم آبیاری مزرعه و برنامه‌ریزی مزرعه‌ی تحت آبیاری، فصل‌های جدیدی اضافه شده است. تجدیدنظر در مورد فصل‌های مربوط به ماده‌ی آلی و کودهای شیمیایی بسیار گسترده بوده تا تکرار مطالبی که در دوره‌های مقدماتی درس خاک‌شناسی ارایه می‌شود، کاهش یابد.

گسترش سریعی که اخیراً در آبیاری مناطق مرطوب صورت پذیرفته در بدو امر به نظر می‌آید که پرداخت خاص به این موضوع را توجیه نماید. اما با بررسی بیش‌تر، مشخص می‌شود که در هر جایی که آبیاری انجام می‌شود، چه در نواحی خشک و چه در نواحی مرطوب، اصول اساسی به کار گرفته شده، یکسان می‌باشد. در مناطق مرطوب به ندرت مشکل شوری بروز می‌نماید و باید به خاک، آهک داده شود. اما با این وجود، اصول بنیادی کشاورزی فاریاب در همه جا یکسان می‌باشد.

در تهیه‌ی این کتاب ما تلاش کرده‌ایم که بر اصول بنیادی‌ای که زیربنای عملیات مدیریت خاک می‌باشند، تاکید نماییم. تاکید ما بر عملیات صحرائی نبوده بلکه ما بر اصول اصلی تاکید کرده‌ایم. رویکرد کلی ما این است که ابتدا اصول بنیادی را ارایه داده و بعد کاربرد این اصول در حل مسایل خاص را نشان دهیم.

ما تلاش کرده‌ایم که دیدگاه‌های تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف را گرد هم آورده و آن‌ها را به صورت ایده‌ای یکپارچه و تلفیقی ارایه دهیم. به عنوان مثال، در بررسی‌های مربوط به رطوبت خاک، دانشمندان خاک‌شناسی به طور معمول از نظر تنش‌های فیزیکی اعمال شده بر رطوبت توسط «کشش» موینگی و برون‌جذبی توسط ذرات خاک، مسأله را بررسی کرده‌اند و فیزیولوژیست‌های گیاهی به مقدار تنش اسمزی حاصل از نمک‌های حل شده در خاک یا محلول کشت پرداخته‌اند. در کشاورزی فاریاب، هر دو مفهوم بسیار مهم بوده و به صورت یک اصل واحد عرضه می‌شوند که باید در تخمین روابط آبی گیاهان در خاک تحت آبیاری ارزیابی شود.

در کتاب ما، فرض بر این است که خواننده‌ی کتاب در مورد گیاه‌شناسی، شیمی، ریاضیات و فیزیک اطلاعات مقدماتی داشته و با مفاهیمی مانند ψ ، H تبادل بازی و ویژگی‌های فیزیکی خاک آشنایی دارد.

اعتقاد ما بر این است که این کتاب نه تنها در دوره‌های دانشگاهی در مورد آبیاری و مدیریت خاک‌های تحت آبیاری، بلکه به عنوان یک مرجع و راهنما برای کسانی مفید باشد که در مورد مدیریت خاک‌های تحت آبیاری، راهنمایی فنی به کشاورزان ارایه می‌دهند. مأموران بخش و کارکنان صحرائی اداره‌ی حفاظت خاک، دفتر بهسازی خاک و دیگر سازمان‌های دست‌اندرکار در مناطق تحت آبیاری، طالب چنین اطلاعاتی بوده‌اند.

برای آموزش افراد بزرگ‌سال و برنامه‌های آموزشی افراد خبره نیز کتابی در مورد خاک‌های تحت آبیاری، مورد نیاز است. اگر چند فصل فنی از این کتاب حذف شود یا در مورد قسمت‌های مشکل‌تر آموزش داده شود، می‌توان از این کتاب در چنین برنامه‌هایی استفاده نمود.

در نسخه‌ی اول کتاب، ما از کمک تعداد زیادی از همکاران خود که قسمت‌هایی یا تمام کتاب را خوانده بودند، قدردانی و تشکر نمودیم. از کسانی که ما مدیون آن‌ها هستیم می‌توانیم از دکتر ال. آریچاردز، دکتر آ.د. آلیز و دیگر کارکنان آزمایشگاه منطقه‌ای شوری ایالات متحده، دکتر ای. سی. ونوکاوی

از کالج ایالتی واشنگتن، استاد جی-دبلیوفیتس از کالج ایالتی کارولینای شمالی، دکتر ام.بی. راسل از دانشگاه ایلینوی، دکتر ام.دی. ثورن، از انستیتو تحقیقات آناس هاوایی، دکتر تی.ال.مارتین از دانشگاه بریگم یانگ؛ دکتر پی.آر.استاوت از دانشگاه کالیفرنیا و آقای بی-جی-مکفارلن، معاون کاردار کشاورزی سفارت بریتانیا در ایالات متحده نام ببریم. تأثیر این افراد در این نسخه‌ی تجدیدنظر شده نیز بر جای مانده است.

تجربه ی ما از کلاس‌های درس، باعث ایجاد تغییرات متعددی شده که در این نسخه گنجانده شده‌اند. همچنین کسانی که نسخه‌ی اول این کتاب را در تدریس یا در کار حرفه‌ای خود استفاده کرده‌اند، انتقادات و پیشنهادات بسیار خوبی را در مورد آن به ما ارایه داده‌اند. این انتقادات و پیشنهادات از منابع متعددی به ما منتقل شده و ما نمی‌توانیم تمام آن‌ها را نام ببریم ولی با امتنان، دین خود را به آن‌ها اعلام می‌داریم.

ما از دکتر استرلینگ تایلور از کالج کشاورزی ایالتی یوتا صمیمانه سپاس‌گذاری می‌نمائیم که پیشنهاداتی در زمینه‌ی روابط خاک و آب ارایه نموده‌اند. همچنین از همسرانمان دکتر آلیسون کامپشن ثورن و خانم آلیوناکستون پیترسن به خاطر مرور دقیق دست نوشته و از خانم نورما ام ثورن به خاطر حروف‌چینی و آماده کردن شکل نهایی دست نوشته، قدردانی می‌نماییم.

دی. دبلیو. ثورن - ناکسویل، تنسی

اچ. بی. پیترسن - لوگان، یوتا

سخن استاد

بنده اطلاع دارم که در ترجمه‌ی این کتاب، تمامی تلاش مترجمان آن بوده که در عین وفاداری به متن، ترجمه‌ای روان و قابل فهم برای عموم دانشجویان و متخصصان عرضه شود. در نتیجه، متن کتاب بارها با ترجمه مقابله و در برخی موارد بازنویسی شد.

ترجمه‌ی کتابی با این حجم، نیازمند انگیزه‌ی قوی و شکیبایی فراوان است. بی‌شک این کار جز با یاری، همدلی و همراهی همکاران متخصص، خوش‌خلق، شایسته و در عین حال فروتن اینجانب یعنی جناب آقایان دکتر تشکری، دکتر قاسمپور و دکتر یساری نمی‌توانست به سرانجام برسد. بنده از نزدیک شاهد تلاش و دقت نامبردگان بوده و مطالعه‌ی این کتاب ارزشمند را برای جویندگان دانش و مهارت تخصصی آبیاری به خصوص قلمرو روابط آب و خاک و گیاه از صمیم قلب توصیه می‌نمایم و مطمئن هستم که بعد از مطالعه، آن چیزی را که به دنبال آن بوده‌اید با رضایت خاطر به دست خواهید آورد.

برای تعالی بخش کشاورزی کشور و موفقیت تمامی علاقمندان به تحصیل در رشته‌ی مهندسی آبیاری و زه‌کشی دعا می‌کنم.

دکتر میر خالق ضیاء تبار احمدی

استاد دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۵	فصل اول: مسائل مناطق تحت آبیاری
۱۶	۱-۱- تاریخ آغاز آبیاری
۱۹	۱-۲- میزان آبیاری در کشاورزی جهان
۱۹	۱-۳- مسایل موجود در کشاورزی آبی
۲۹	فصل دوم: خاک به عنوان محیط رشد گیاه
۳۰	۲-۱- ریشه‌های گیاه
۳۲	۲-۲- ویژگی‌های خاک و رشد گیاه
۳۵	۲-۳- طبقه‌بندی خاک به عنوان راهنمای مسائل مدیریتی
۳۹	فصل سوم: روابط خاک و آب
۴۰	۳-۱- نگهداری رطوبت به وسیله‌ی خاک
۴۳	۳-۲- روش‌های بیان مکش آب خاک
۴۴	۳-۳- تعریف واژگان رطوبت
۵۵	فصل چهارم: روابط خاک، آب و گیاه
۵۷	۴-۱- قابل استفاده بودن آب در خاک
۵۷	۴-۲- دامنه‌ی رطوبت قابل دسترس
۵۸	۴-۳- سطح رطوبت بهینه
۶۳	۴-۴- نیاز آبی محصولات زراعی
۶۷	فصل پنجم: مساله‌ی نمک
۶۷	۵-۱- طبقه‌بندی خاک‌های شور
۷۱	۵-۲- روابط گیاه با خاک‌های شور

۸۹	فصل ششم: ارزیابی زمین برای آبیاری
۹۰	۶-۱- ارزیابی صحرایی زمین
۹۶	۶-۲- ارزیابی خاک‌های شور
۱۰۶	۶-۳- ذخایر مواد غذایی گیاه
۱۰۹	فصل هفتم: منبع و کیفیت آب آبیاری
۱۰۹	۷-۱- اهمیت مدیریت حوضه‌ی آبخیز
۱۱۰	۷-۲- حق آبه
۱۱۲	۷-۳- کیفیت آب
۱۲۰	۷-۴- تغییر در کیفیت آب
۱۲۰	۷-۵- خاک در ارتباط با کیفیت آب
۱۲۳	۷-۶- بهبود کیفیت آب مصرفی در آبیاری
۱۲۴	۷-۷- تجزیه و تحلیل‌های آب‌های انتخابی برای آبیاری
۱۲۴	۷-۸- تغییرات ایجاد شده در خاک توسط آب آبیاری
۱۲۹	فصل هشتم: اندازه‌گیری آب آبیاری
۱۲۹	۸-۱- واحدها
۱۳۰	۸-۲- سرریزها
۱۳۱	۸-۳- دیگر وسایل اندازه‌گیری
۱۴۱	فصل نهم: برنامه‌ریزی مزرعه برای آبیاری
۱۴۲	۹-۱- آماده‌سازی مزرعه برای آبیاری
۱۴۷	۹-۲- سیستم‌های توزیع در مزرعه
۱۴۸	۹-۳- انتخاب روش آبیاری
۱۵۰	۹-۴- روش‌های کاربرد آب
۱۵۸	۹-۵- برنامه‌ریزی سیستم‌های کشت برای ذخایر آب
۱۶۱	فصل دهم: عملیات آبیاری
۱۶۲	۱۰-۱- مقدار آبی که باید در آبیاری مصرف شود
۱۶۳	۱۰-۲- راندمان کاربرد آب آبیاری
۱۶۵	۱۰-۳- تلفات آبشویی
۱۶۶	۱۰-۴- زمان آبیاری
۱۷۱	۱۰-۵- تلفیق آبیاری با دیگر عملیات مدیریتی
۱۷۳	فصل یازدهم: زه‌کشی
۱۷۵	۱۱-۱- برنامه‌ریزی سیستم زه‌کشی
۱۷۸	۱۱-۲- عمق و فاصله‌ی بین زه‌کش‌ها
۱۷۲	۱۱-۳- انواع زه‌کش

۱۸۱	۱۱-۴- طراحی و ساخت سیستم‌های زه‌کشی
۱۸۱	۱۱-۵- زه‌کشی سطحی
۱۸۵	فصل دوازدهم: اصلاح و مدیریت خاک‌های شور و قلیا
۱۸۶	۱۲-۱- موازنه‌ی نمک
۱۸۶	۱۲-۲- اصلاح خاک‌های شور
۱۸۷	۱۲-۳- اصلاح خاک‌های قلیا
۱۹۲	۱۲-۴- مثال‌هایی از روش‌های اجرایی اصلاح
۱۹۵	۱۲-۵- اصلاح خاک صدمه دیده از آب دریا
۱۹۵	۱۲-۶- مدیریت خاک‌های شور و قلیا
۲۰۱	فصل سیزدهم: کنترل ویژگی‌های فیزیکی خاک
۲۰۱	۱۳-۱- ساختمان خاک
۲۰۳	۱۳-۲- تهویه
۲۰۶	۱۳-۳- نفوذپذیری
۲۰۶	۱۳-۴- درجه‌ی حرارت خاک
۲۰۸	۱۳-۵- مقاومت به فرسایش
۲۰۸	۱۳-۶- خاکورزی برای کنترل ویژگی‌های فیزیکی خاک
۲۱۴	۱۳-۷- اثرات گیاهان بر ویژگی‌های فیزیکی خاک
۲۱۵	۱۳-۸- ماده‌ی آلی و بهبود وضعیت فیزیکی خاک
۲۱۷	۱۳-۹- عملیات شیمیایی برای اصلاح خاک
۲۱۸	۱۳-۱۰- مواد شیمیایی برای اصلاح خاک
۲۲۱	فصل چهاردهم: کنترل ویژگی‌های بیولوژیکی خاک
۲۲۱	۱۴-۱- موجودات زنده‌ی بیماری‌زای گیاه در خاک
۲۲۶	۱۴-۲- پیشبرد فعالیت‌های مطلوب میکروبیولوژیکی
۲۲۹	۱۴-۳- نیترات‌زدایی
۲۲۹	۱۴-۴- تأثیر محصول زراعی بر محصولات زراعی بعدی
۲۳۱	۱۴-۵- تناوب زراعی
۲۳۷	۱۴-۶- برنامه‌ریزی تناوب زراعی
۲۴۱	فصل پانزدهم: حفظ ماده‌ی آلی در خاک
۲۴۱	۱۵-۱- نقش ماده‌ی آلی در حاصلخیزی خاک
۲۴۲	۱۵-۲- اصول حاکم بر مقدار ماده‌ی آلی موجود در خاک
۲۴۳	۱۵-۳- فعالیت ماده‌ی آلی خاک
۲۴۴	۱۵-۴- اصول افزایش و حفظ مقدار ماده‌ی آلی در خاک
۲۴۵	۱۵-۵- گیاهان استفاده شده به عنوان کود سبز

۲۴۸	۱۵-۶- کود دامی
۲۵۳	۱۵-۷- کود دامی و کمپوست مصنوعی
۲۵۴	۱۵-۸- بقایای گیاهی
۲۵۹	فصل شانزدهم: مواد معدنی و رشد گیاه
۲۵۹	۱۶-۱- عناصر غیر ضروری مورد توجه در تغذیه گیاه
۲۶۰	۱۶-۲- طبقه بندی عناصر ضروری
۲۶۰	۱۶-۳- نقش عناصر ضروری در رشد گیاه
۲۶۷	۱۶-۴- قابل استفاده بودن عناصر غذایی گیاهی
۲۶۹	فصل هفدهم: عناصر کودی و مواد کودی
۲۶۹	۱۷-۱- ازت
۲۷۶	۱۷-۲- فسفر
۲۸۴	۱۷-۳- پتاسیم
۲۹۱	فصل هجدهم: کاربرد کودهای شیمیایی
۲۹۱	۱۸-۱- تضمین ها و مقررات
۲۹۲	۱۸-۲- نسبت های کودی
۲۹۳	۱۸-۳- سازگاری اجزای موجود در کود
۲۹۳	۱۸-۴- محاسبه فرمول های کودی
۲۹۴	۱۸-۵- برآورد ارزش کودی
۲۹۶	۱۸-۶- مخلوط کردن مواد کودی در محل مصرف
۲۹۶	۱۸-۷- انتخاب کودهای شیمیایی
۳۰۱	۱۸-۸- زمان مصرف کود شیمیایی
۳۰۲	۱۸-۹- قرار دادن کود در خاک
۳۰۷	۱۸-۱۰- سیستم های مدیریت کود
۳۱۱	فصل نوزدهم: مدیریت خاک برای محصولات زراعی رایج
۳۱۱	۱۹-۱- نیشکر
۳۱۲	۱۹-۲- چغندر قند
۳۱۵	۱۹-۳- سیب زمینی
۳۱۷	۱۹-۴- ذرت
۳۱۹	۱۹-۵- پنبه
۳۲۰	۱۹-۶- غلات
۳۲۱	۱۹-۷- یونجه و شبدر
۳۲۴	۱۹-۸- مرتع
۳۲۶	۱۹-۹- برنج

۳۳۹	فصل بیستم: مدیریت خاک برای درختان میوه، انواع سبزی و محصولات خاص
۳۳۹	۲۰-۱- درختان میوه
۳۴۰	۲۰-۲- انواع سبزی
۳۴۳	۲۰-۳- محصولات بذری
۳۴۵	۲۰-۴- چمن
۳۴۶	۲۰-۵- گیاهان زینتی
۳۵۱	فصل بیست و یکم: طرح یا برنامه‌ی مزرعه
۳۵۲	۲۱-۱- تهیه‌ی نقشه‌ی مزرعه
۳۵۲	۲۱-۲- نقشه‌ی خاک
۳۵۴	۲۱-۳- تهیه‌ی فهرست منابع و مشکلات موجود و ارزیابی آنها
۳۵۶	۲۱-۴- انواع زراعت در ارتباط با طرح یا برنامه‌های مزرعه
۳۶۰	۲۱-۵- نقشه‌ی مزرعه
۳۶۲	۲۱-۶- تنظیم محصولات زراعی و دامی
۳۶۴	۲۱-۷- گزارش مکتوب
۳۶۷	واژه‌نامه