

۱۷۰۱۷۸۱

حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه:

عناصر غذایی پرمصرف

(جلد اول)

**Soli Fertility and Plant Nutrition:
Macronutrients**

تألیف:

دکتر علی محمدی ترکاشوند

(دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران)

مهندس فرهاد نیری

دکتر نازنین خاکی‌پور

(استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه)

انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

سرشناسه	:	محمدی ترکاشوند، علی، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور	:	حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه: عناصر غذایی پرمصرف/تالیف علی محمدی ترکاشوند، فرهاد نیری، نازنین خاکی پور.
مشخصات نشر	:	تهران دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	ج.
شابک	:	978-964-10-5263-0
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
موضوع	:	خاک -- حاصلخیزی
موضوع	:	Soil productivity
موضوع	:	گیاهان -- تغذیه
موضوع	:	Plants -- Nutrition
شناسه افزوده	:	نیری، فرهاد، ۱۳۴۷ -
شناسه افزوده	:	خاکی پور، نازنین، ۱۳۵۵ -
شناسه افزوده	:	دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات
رده بندی شکره	:	۱۳۹۷ ح۲م/۷/۵۵۹۶
رده بندی دیویی	:	۶۳۱/۴۳۳
شماره کتابشناختی	:	۵۱۷۹۱۴۳

نام کتاب: حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه: عناصر غذایی پرمصرف (جلد اول)
 مؤلفین: دکتر علی محمدی ترکاشوند، مهندس فرهاد نیری و دکتر نازنین خاکی پور

چاپ اول: بهار ۱۳۹۷

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

ISBN: 978-9 4-10-5263-0

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۲۶۳-۰۰

تیراژ: ۲۰۰۰ جلد

قیمت: ۲۵۰۰۰۰ ریال

مرکز پخش: تهران، انتهای بزرگراه شهید ستاری، میدان دانشگاه، را اسلامی به سمت
 حصارک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ساختمان علوم انسانی

تلفن: ۴۴۸۶۵۱۱۱



دانشگاه
اسلامی
علوم و
تکنولوژی

۱	پیشگفتار
۵	فصل اول: خصوصیات خاک و حاصلخیزی
۵	۱-۱- معرفی خاک
۷	۱-۲- حاصلخیزی خاک
۱۰	۱-۲-۱- بافت خاک
۱۲	۱-۲-۲- ساختن خاک
۱۴	۱-۳- تخلخل و نفوذپذیری خاک
۱۷	۱-۴- م. مخصوص ظاهری خاک
۱۸	۱-۵- س. خاک
۱۹	۱-۵-۱- گروه کائولینیت
۱۹	۱-۵-۲- گروه ا. شیت ا
۲۰	۱-۵-۳- گروه ب. کاه
۲۱	۱-۵-۴- ورمیکولیت
۲۱	۱-۵-۵- کلریت
۲۱	۱-۶- مواد آلی
۲۴	۱-۷- تبادل کاتیونی
۲۶	۱-۷-۱- ظرفیت تبادل کاتیونی
۲۸	۱-۸- پ. هاش خاک
۳۶	۱-۹- خاک های ایران
۳۷	۱-۹-۱- خاک های اسیدی
۳۹	۱-۹-۲- خاک های آمکی
۴۱	۱-۹-۳- خاک های گچی
۴۳	۱-۹-۴- خاک های شور و سدیمی
۴۵	۱-۹-۴-۱- نحوه اثر املاح بر رشد گیاه
۵۰	۱-۹-۴-۲- اثرات سدیم
۵۳	۱-۹-۴-۳- مدیریت خاک های شور و سدیمی
۵۷	فصل دوم: عناصر غذایی
۵۷	۱-۲- عنصر غذایی
۶۲	۲-۲- جذب عناصر غذایی
۶۳	۲-۳- منابع طبیعی تأمین عناصر غذایی
۶۵	۲-۴- نقل و انتقال مواد غذایی

۶۶	۵-۲- افزایش عناصر غذایی به خاک
۶۷	۶-۲- کاهش عناصر غذایی از خاک
۶۸	۷-۲- قابلیت جذب عناصر غذایی
۶۹	۱-۷-۲- رقابت بین عناصر غذایی
۷۱	۲-۷-۲- رسوب
۷۵	فصل سوم: نیتروژن
۷۷	۱-۳- نیتروژن در خاک
۷۸	۱-۱-۳- کل‌های نیتروژن در خاک
۷۸	۱-۳-۱- نیتروژن معدنی
۸۳	۱-۳-۱-۱- نیتروژن آلی
۸۶	۲-۳- نیتروژن در گیاهان
۸۸	۱-۲-۳- جذب و مصرف نیتروژن
۸۸	۱-۲-۳-۱- آسمیلایسون نترات
۸۹	۲-۲-۳- آسمیلایسون آمونیوم
۹۱	۲-۲-۳- نیتروژن و رشد گیاه
۹۲	۳-۲-۳- نیتروژن و خاصیت انبارداری میوه
۹۴	۴-۲-۳- نیتروژن و عمر پس از برداشت گل‌ها
۹۴	۵-۲-۳- کمبود و سمیت نیتروژن در گیاهان
۹۷	۶-۲-۳- غلظت نیتروژن در گیاهان
۱۰۰	۳-۳- برهم کنش نیتروژن با سایر عناصر غذایی
۱۰۴	۴-۳- چرخه نیتروژن
۱۰۵	۱-۴-۳- راه‌های کاهش نیتروژن از خاک
۱۰۵	۱-۴-۳-۱- برداشت توسط گیاهان
۱۰۵	۲-۴-۳- فرسایش
۱۰۶	۳-۴-۳- تصعید
۱۰۶	۴-۴-۳- نترات زدایی
۱۰۷	۵-۴-۳- آبشویی
۱۰۹	۶-۴-۳- تثبیت آمونیوم توسط رس‌ها
۱۱۰	۷-۴-۳- آلی شدن نیتروژن
۱۱۲	۲-۴-۳- راه‌های افزایش نیتروژن به خاک
۱۱۲	۱-۴-۳- رسوبات

۱۱۲	۳-۴-۲-۲- تثبیت نیتروژن توسط آذرخش
۱۱۳	۳-۴-۲-۳- مواد و کودهای آلی
۱۲۲	۳-۴-۲-۴- تثبیت بیولوژیکی نیتروژن
۱۲۳	۳-۴-۲-۵- کودهای شیمیایی
۱۲۷	۳-۵-۵- کودهای نیتروژنی
۱۲۸	۳-۵-۱- آمونیاک بی آب (حاوی ۸۲ درصد نیتروژن خالص)
۱۲۹	۳-۵-۲- اوره ($CO(NH_2)_2$)
۱۳۰	۳-۵-۳- کودهای کندرها
۱۳۱	۳-۵-۴- ولفات آمونیوم
۱۳۲	۳-۵-۵- نترات آمونیوم
۱۳۳	۳-۵-۶- کود فسفات آمونیوم
۱۳۳	۳-۵-۷- اوره نیترا آمونیوم
۱۳۳	۳-۵-۸- کود کامل ماکرو
۱۳۳	۳-۵-۹- سایر کودهای معدنی - ریزه
۱۳۴	۳-۶- کیفیت کودهای شیمیایی
۱۳۵	۳-۷- مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی
۱۳۷	۳-۸- کودهای زیستی (بیولوژیک)
۱۵۵	فصل چهارم: فسفر
۱۵۵	۴-۱- فسفر در گیاه
۱۵۸	۴-۲- علانیه کمبود فسفر در گیاهان
۱۵۹	۴-۳- مسمومیت با فسفر
۱۶۰	۴-۴- فسفر در خاک
۱۶۰	۴-۴-۱- اشکال فسفر در خاک
۱۶۰	۴-۴-۱-۱- فسفات معدنی
۱۶۲	۴-۴-۱-۲- فسفات آلی
۱۶۵	۴-۴-۲- قابلیت جذب فسفات
۱۶۶	۴-۴-۲-۱- اثر pH خاک
۱۶۷	۴-۴-۲-۲- آب خاک
۱۶۸	۴-۴-۳- دمای خاک
۱۶۹	۴-۴-۲-۴- اثر مواد آلی
۱۶۹	۴-۴-۲-۵- برهم کنش فسفر و سایر عناصر

۱۷۰	۴-۴- آزمون خاک جهت بررسی فسفر
۱۷۳	۵-۴- کودهای فسفاته
۱۷۷	۶-۴- زمان استفاده از فسفر
۱۸۵	فصل پنجم: پتاسیم
۱۸۶	۱-۵- پتاسیم در خاک
۱۹۰	۱-۱-۵- پتاسیم محلول
۱۹۱	۲-۱-۵- پتاسیم تبادل
۱۹۲	۳-۱-۵- پتاسیم غیر قابل
۱۹۴	۴-۱-۵- پتاسیم ساختمانی
۱۹۵	۵-۱-۵- تثبیت پتاسیم
۱۹۶	۱-۵-۱-۵- عوامل مؤثر بر پتاسیم در خاک
۱۹۶	۱-۵-۱-۵-۱-۵- کانی‌های رس
۱۹۷	۱-۵-۱-۵-۲- pH خاک
۱۹۷	۱-۵-۱-۵-۳- غلظت پتاسیم اضافی
۱۹۷	۱-۵-۱-۵-۴- تر و خشک شدن خاک
۱۹۸	۱-۵-۱-۵-۵- کودهای آمونیومی
۱۹۸	۱-۵-۱-۵-۶- انرژی هیدراته شدن (آبگیری) کاتیون
۱۹۸	۱-۵-۱-۵-۷- اندازه کاتیون‌ها
۱۹۸	۱-۵-۱-۵-۸- وجود مناطق گوه‌ای شکل
۱۹۹	۱-۵-۶- تحرک پتاسیم در خاک
۱۹۹	۱-۵-۷- اثر کشت مداوم بر اشکال مختلف پتاسیم در خاک
۲۰۰	۲-۵- پتاسیم در گیاه
۲۰۲	۱-۲-۵- نقش پتاسیم در گیاهان
۲۰۳	۱-۲-۵-۱- فتوسنتز
۲۰۴	۱-۲-۵-۲- تنظیم فشار اسمزی
۲۰۴	۱-۲-۵-۳- بزرگ شدن سلول
۲۰۵	۱-۲-۵-۴- متابولیسم مواد هیدروکربن و ساخت پروتئین
۲۰۶	۱-۲-۵-۵- فعالیت آنزیمی
۲۰۸	۱-۲-۵-۶- افزایش کارایی مصرف آب
۲۰۹	۱-۲-۵-۷- باز و بسته شدن روزنه‌ها
۲۰۹	۱-۲-۵-۸- حرکت‌های شبانه روزی و تماسی برگ‌ها

۲۱۰	۵-۲-۹- موازنه آنیون - کاتیون
۲۱۰	۵-۳- جذب پتاسیم به وسیله گیاه
۲۱۲	۵-۳-۱- انتقال پتاسیم به داخل بافت‌های گیاهی
۲۱۴	۵-۳-۲- تابع اسمزی
۲۱۴	۵-۳-۳- تأثیر عوامل گیاهی در قابلیت جذب پتاسیم
۲۱۵	۵-۳-۱- مشخصات ریشه
۲۱۵	۵-۳-۲- تأثیر ظرفیت تبادل کاتیونی ریشه
۲۱۵	۵-۳-۳- تأثیر توسعه و شکل ریشه
۲۱۶	۵-۳-۴- نمای اراف ریشه
۲۱۶	۵-۳-۵- تأثیر محیط ریشه
۲۱۶	۵-۳-۶- اثر گونه و رقم گیاه
۲۱۷	۵-۳-۷- پتاسیم و تناوب به تنهایی
۲۱۷	۵-۳-۷-۱- تنش خشکی
۲۱۸	۵-۳-۷-۲- تنش شوری
۲۲۰	۵-۳-۷-۳- تنش سرما
۲۲۰	۵-۳-۷-۴- افزایش مقاومت به بیماری
۲۲۰	۵-۳-۷-۵- افزایش مقاومت به آفات
۲۲۱	۵-۴- کمبود پتاسیم
۲۲۲	۵-۴-۱- علائم کمبود پتاسیم در گیاه
۲۲۴	۵-۴-۲- مقابله گیاه با کمبود پتاسیم
۲۲۴	۵-۴-۱- توسعه سیستم ریشه‌ای
۲۲۵	۵-۴-۲- افزایش نسبت سطح ریشه‌ها به اندام هوایی
۲۲۵	۵-۴-۳- ترشحات ریشه گیاه
۲۲۵	۵-۵- زیاد بود پتاسیم (مصرف تجملی پتاسیم)
۲۲۷	۵-۶- اثر پتاسیم بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان
۲۳۰	۵-۷- غلظت پتاسیم در گیاهان
۲۳۰	۵-۸- کودهای پتاسه
۲۳۴	۵-۸-۱- کود کلرور پتاسیم
۲۳۵	۵-۸-۲- کود سولفات پتاسیم
۲۳۵	۵-۸-۳- کود سولوپتاس
۲۳۵	۵-۸-۴- کودهای دیگر پتاسیم

صفحه	فهرست مطالب
۲۵۱	فصل ششم - گوگرد
۲۵۱	۱-۶- مقدمه
۲۵۳	۲-۶- گوگرد در خاک
۲۵۴	۳-۶- گوگرد در گیاه
۲۵۵	۱-۳-۶- جذب، انتقال و آسمیلایون سولفات
۲۵۹	۲-۳-۶- ترکیبات آلی، ثانویه و اسیدهای آمینه مهم گوگرد
۲۶۴	۴-۶- جذب و متابولیسم گازهای گوگردی از طریق اندامهای هوایی
۲۶۵	۵-۶- واکنش متقابل بین گوگرد و سایر مواد معدنی
۲۶۵	۵-۶- واکنش متقابل گوگرد با نیتروژن و فسفر
۲۶۶	۵-۶- واکنش متقابل بین گوگرد و ریز مغذی‌ها
۲۶۷	۶-۶- وضعیت تغذیه‌ای گوگرد
۲۷۲	۷-۶- تجزیه گیاه
۲۷۳	۸-۶- روش‌های تجزیه
۲۷۵	۹-۶- کوددهی با گوگرد
۲۸۹	فصل هفتم: کلسیم
۲۸۹	۱-۷- کلسیم در خاک
۲۹۱	۲-۷- کلسیم در گیاه
۲۹۳	۱-۲-۷- حرکت کلسیم
۲۹۵	۲-۲-۷- نقش‌های کلسیم در گیاه
۲۹۶	۱-۲-۲-۷- اثر کلسیم بر روی غشاها
۲۹۶	۲-۲-۲-۷- اثر بر دیواره سلولی
۲۹۹	۲-۲-۳-۷- اثر بر آنزیم‌ها
۳۰۱	۲-۲-۴-۷- اثر بر هورمون‌های گیاهی و رشد
۳۰۶	۲-۲-۵-۷- اثر کلسیم بر رشد زایشی و مقاومت گیاه
۳۰۸	۲-۲-۳-۷- کمبود کلسیم
۳۱۳	۳-۷- کلسیم و فیزیولوژی پس از برداشت
۳۱۶	۴-۷- خاصیت انبارداری میوه‌ها
۳۱۹	۵-۷- اثر متقابل کلسیم
۳۲۰	۶-۷- کودهای کلسمی
۳۳۳	فصل هشتم: منیزیم
۳۳۵	۱-۸- منیزیم در خاک

۳۳۷	۲-۸- منیزیم در گیاه
۳۳۷	۱-۲-۸- نقش منیزیم در فرآیندهای متابولیکی
۳۴۰	۲-۲-۸- تفاوت‌های فتوسنتزی و ژنوتیپی گیاه در جذب منیزیم
۳۴۱	۳-۲-۸- توزیع منیزیم در گیاه
۳۴۲	۴-۲-۸- کمبود و بیش‌بود منیزیم
۳۴۲	۱-۴-۲-۸- علائم کمبود
۳۴۵	۲-۴-۲-۸- علل محیطی علائم کمبود
۳۴۶	۳-۴-۲-۸- قابلیت یونی و کمبود منیزیم
۳۴۷	۴-۴-۲-۸- علائم بیش‌بود
۳۴۷	۳-۸- منیزیم در عناصر پر مصرف
۳۵۱	۴-۸- منیزیم و عناصر سم‌مصرف
۳۵۳	۵-۸- سدیم و منیزیم
۳۵۳	۶-۸- آلومینیوم و منیزیم
۳۵۴	۷-۸- غلظت منیزیم در گیاه
۳۵۹	۸-۸- آزمون‌های خاک
۳۶۰	۹-۸- کودهای منیزیمی
۳۶۰	۱-۹-۸- انواع کودهای منیزیمی
۳۶۱	۲-۹-۸- مصرف کودهای منیزیمی

پیشگفتار

ابتدا بشر با شکار حیوانات و جمع‌آوری غذا ارتزاق می‌کرد، اما با شروع عصر کشاورزی، بشر غذای خود را از خاک به دست می‌آورد. به عقیده عمومی در بیش از ۹ هزار سال پیش کشاورزی در دامنه‌های زاگرس و در کناره‌های دجله و فرات پایه‌گذاری شد. از آن زمان تاکنون، ذهن بشر همواره در تکاپو برای فهم بیشتر و شناخت کامل‌تر خاک به عنوان بستر رشد گیاه بوده است. زندگی و تمدن بشر بستگی به منابع آب و خاکی دارد که در این سیاره وجود دارد. تمدن‌های اولیه جهان کهن برای غنی‌سازی و حاصلخیزی خاک تلاش کردند و بر اساس حاصلخیزی خاک و آب‌ها، دشت‌های سیلابی و رودخانه‌های اصلی پیشرفت نمودند. برای مثال فریک آریه چین، ۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰ سال پیش بر روی دشت‌های سیلابی رودخانه زرد شروع به توسعه نمود، در نتیجه سیلاب‌های رسوبی دوره‌ای برای کشاورزی مناسب بودند. زراعت در ۱۰ هزار سال پیش در خاورمیانه در امتداد رودخانه‌های اصلی صورت گرفت.

تاریخ‌نگار و مورخ مصری نامی بنام هرودوتوس، یادداشت‌هایی درباره وابستگی مصر به خاک‌هایی که به وسیله رودخانه نیل تأمین می‌شدند برای ما بر جا گذاشت. در ۳۴۰ قبل از میلاد، در تاریخ هرودوتوس، او به رسوبان رودخانه‌ای سیاه اشاره نمود که خاک‌های پرحاصلی بودند و می‌توانستند با حداقل زحمت، غذای زائد برای آن حاصل آید. خاک‌هایی که او اشاره کرد اساس تمدن مصر را رقم زد.

سه قرن قبل از میلاد، گزنفون^۱ به لزوم استفاده از کود طبیعی در خاک اشاره نمود و اعلام داشت که برای تقویت خاک بهتر است بقولاتی چون شبدر، یونجه، لوب، نخود و ماش کاشت. مصرف کودی که امروز به کود شیمیایی معروف است نیز در ۲۱۰۰ سال پیش شناخته شده بود. تنوفراستوس^۲ (۳۷۲-۲۸۷ قبل از میلاد) مصرف شوره یا نترات پتاسیم را برای تقویت گیاهان توصیه نمود. آقامحمدخان پادشاه قاجاری نیز تخمین‌هایی از درجه اسیدی یا بازی بودن خاک با چشیدن عصاره خاک داشت. امروزه علوم خاک توسعه بسیاری یافته است اما بازهم جنبه‌های زیادی دیگر از این محیط کمپلکس و متخلخل باید مورد ارزیابی و کاوش علمی قرار گیرد. در آینده، خاک از بحران بیشتری برخوردار می‌شود. جمعیت جهان هر ۴۰ سال، دو برابر می‌گردد و

^۱ Xenophon

^۲ Theophrastus

فقط ۷٪ از سطح خاک برای کشاورزی است که بخشی از آن نیز به خاطر شهرنشینی و فرسایش از بین می‌رود و جایگزین کردن و احیاء خاک به آسانی ممکن نمی‌شود.

زیست‌بوم ایران شرایط خاص خود را دارد. گرم و خشک بودن بخش اعظم پهنه ایران سبب گردیده که خاک‌های شور، سدیمی، آهکی و گچی مساحت زیادی را اشغال نمایند. همچنین گرم و خشک بودن منجر به تجزیه ماده آلی و کاهش آن در خاک‌ها گردیده است. کیفیت کم آب‌های کشاورزی و آبیاری بی‌رویه سرعت شور شدن خاک‌ها را افزایش داده است. عدم رعایت برخی اصول اولیه کشاورزی از جمله شخم در جهت شیب، بهره‌برداری بیش‌ازحد از اراضی باران توجه به پتانسیل ذاتی اراضی و استفاده از دیم‌زارهای کم بازده، سرعت تخریب اراضی را افزایش داده و فرسایش خاک‌ها را دوچندان نموده است. قانون اصلاح اراضی با ظاهری فریب‌دهنده و قبیح به اجرا درآمد، کمر کشاورزی ایران شکسته شد چراکه با قانون وراثت مبنی بر تفکیک اراضی بین وراثت امروزه اراضی کشاورزی با مساحت اندک و تکه‌تکه دار به ک بزرگ‌ترین مانع در برابر خانوارهای کشاورزی است. باید به همه این‌ها استفاده نامصحیح از کودهای شیمیایی و عدم برنامه‌ریزی در استفاده از مواد آلی را اضافه نمود.

با این‌که تولید کشاورزی از ۱۹ میلیون تن در سال ۱۳۵۷ به ۱۱۸ میلیون تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است (مصاحبه رئیس‌جمهور، سایت خبری عصر ایران، ۲۱ فروردین ۱۳۹۶) که قابل توجه است. اما متأسفانه این افزایش تولید با تخریب منابع زیربای آب خاک، نابودی جنگل‌ها و مراتع، فرسایش خاک، افت سطح آب‌های زیرزمینی، آلودگی‌های زیست‌محیطی و کاهش کیفیت مواد غذایی همراه بوده است. در ایران ۱۴۰۰، سطح زیر کشت آبی باید به حدود ۱۳ میلیون هکتار افزایش یابد درحالی‌که در ربع قرن گذشته فقط یک میلیون هکتار به سطح زیر کشت آبی افزوده شده است. بنابراین راه‌حل ممکن افزایش تولید در واحد سطح است مگر با اصول کشاورزی، استفاده از واریته‌های اصلاح‌شده، کنترل آفات و بیماری‌ها و اصلاح روش آبیاری از عوامل مؤثر در افزایش تولید هستند اما مهم‌تر از همه، مصرف بهینه کود است. با توجه گزارش سازمان کشاورزی و خوار و بار جهانی (FAO) بین ۳۳ تا ۶۰ درصد افزایش تولیدات کشاورزی در جهان طی سه دهه گذشته مرهون مصرف کودهای شیمیایی بوده است. شواهد حکایت از آن دارند که افزایش تولید از طریق افزایش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی در ایران چندین امکان‌پذیر نیست، لذا تمرکز باید بیشتر بر روی افزایش تولید در واحد سطح باشد.

در ایران به دلایل متعدد از جمله کمبود مواد آلی، آهنی بودن بخش اعظم خاک‌های زراعی، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی و عدم رواج مصرف کودهای ریزمغذی، اغلب افراد جامعه با کمبود عناصر غذایی به‌ویژه ریزمغذی‌ها مواجه‌اند. برای حل مشکل باید خاک را شناخت و برای تأمین سلامت جامعه، کیفیت و سلامت خاک را افزایش داد. حفظ و بهبود شرایط مطلوب فیزیکی خاک از راه‌های ارتقاء کیفیت خاک است. جلوگیری از سوزاندن بقایای محصول و افزودن مواد آلی به خاک سبب بهبود کیفیت خاک می‌شود. با بررسی کیفی کودهای فسفاته و سولفات روی می‌توان از ورود کادمیوم و سرب به خاک تا حدودی جلوگیری نمود. اگر فرسایش خاک به ۴ الی ۶ تن در هکتار در سال کاهش یابد گام مهمی در حفاظت خاک برداشته شده است. بهبود شرایط مناسب جانداران خاک از جمله میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی در ارتقاء کیفی خاک دارد.

در زمینه حاصلخیزی خاک، کتاب نگاشته شده و یا ترجمه گردیده است که همگی آن‌ها ارزشمند و سویی اطلاعات مفید و ارزنده‌ای هستند، لذا این کتاب سعی دارد که در ابتدا به ارتباط حاصلخیزی خاک و توصیات فیزیکی-شیمیایی خاک پردازد و سپس موضوع عناصر غذایی را از زوایای مختلف از جمله نقش در گیاه، وضعیت در خاک، جذب آن، مدیریت عناصر غذایی، کودهای مورد استفاده به‌طور مبسوط مورد ارزیابی قرار گیرد و محتوی قابل استفاده برای تمام محققین و دانشجویان کشاورزی باشد. به دلیل گستردگی موضوعات درباره هر عنصر غذایی، در این کتاب، فقط توانستیم به ارائه توصیات خاک با حاصلخیزی و عناصر غذایی پر مصرف پردازیم و ان شاء الله در جلد‌های بعدی به موضوع عناصر کم مصرف و عناصر مفید می‌پردازیم، تا یک مجموعه کامل در این خصوص ایجاد شود و امیدواریم مورد استفاده همه دانشجویان، اساتید و تولیدکنندگان کشاورزی قرار گیرد.

علی محمدی ترکاشوند

زمستان ۱۳۹۶