

وزارت کشاورزی
شورای عالی سیاستگذاری
کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی

کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران

«چاپ سوم با بازنگری کامل»

تألیف:

دکتر محمد جعفر ملکوتی
استاد دانشگاه تربیت مدرس و
سرپرست مؤسسه تحقیقات خاک و آب

انتشارات سنا

بهار ۱۳۸۴

ملکوتی، محمدجعفر، ۱۳۲۶ -
کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی
مصرف کود در ایران / تألیف محمدجعفر ملکوتی. -
[ویراست ۳]. - تهران: سنا، ۱۳۸۴.
۵۰۰ ص. : مصور (بخش رنگی)، جدول، نمودار.
ISBN : 964-8871-06-x

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا.
چاپ سوم.
کتابنامه: ص. [۴۴۹] - ۴۶۰.
۱. کشاورزی پایدار. ۲. کود. - ایران. الف. عنوان.
۳۳۸ / ۱۶ S ۴۹۴ / ۵ / ۵۲ ک ۷ م
۱۳۸۴
کتابخانه ملی ایران
م ۸۴ - ۵۳۲۹

کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران

تألیف: دکتر محمدجعفر ملکوتی

ناشر: انتشارات سنا

به سفارش شورای عالی سیاست‌گذاری توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی - وزارت جهاد کشاورزی

نوبت چاپ: اول، تابستان ۱۳۸۴ • تیراز: ۱۵۰۰ جلد

قیمت: ۴۹۰۰ تومان

مرکز بخش: تهران، خیابان کارگر شمالی، خیابان جلال آل احمد، شماره ۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

شابک: x-۰۶-۸۸۷۱-۹۶۴ ISBN : 964-8871-06-x

پیش‌گفتار

سرزمین ایران با برخورداری از اقلیم‌های مختلف، از ۷۰۰۰ سال پیش تاکنون بستر کاشت انواع محصولات زراعی و باغی بوده است. خوزستان سرزمین کشت نیشکر، ری انبار غله و خراسان و آذربایجان مهد پرورش درختان میوه بوده و در جای جای این خاک زرخیز انواع محصولات چون زعفران، توت، پنبه، سیب، انار و ... پرورش می‌یافته و در سده‌های اخیر چای، کیوی، سیب زمینی، توت فرنگی، گوجه‌فرنگی، آندپو و امثالهم باغ و بهستان کشور را زینت بخشیده است.

خاک، این مادر چندین هزارساله که هرچه در جان خویش داشته به نبات و ریحان بخشیده و قوت خود را به گل و گیاه سپرده تا قوت مردم را فراهم آورد و تن‌پوش و خان و مان را به ایرانیان هدیه کند، اینک با تنی خسته به انتظار دستی است که از سر مهر توانمندش سازد تا دوباره بر شاخه‌ها شکوفه در شکوفه بنشانند و سبزی دشت دیگر بار چشم‌نواز گردد.

چندین دهه است که با افزودن کود شیمیایی به خاک تلاشی آغاز کرده‌ایم که خاک را دوباره قوت بخشیم اما در این تلاش کاستی‌هایی نیز داشته‌ایم که به مدد تحقیقات درازمدت، چندوچون این کاستی‌ها را روشن ساخته‌ایم که تفکر مصرف بهینه کود و تغییر در چگونگی افزودن کود و نوع آن، دستاورد این تلاش‌های علمی است.

همسو با این تفکر، پرداختن به اقتصادی کردن نوع کود مصرفی و پرداختن به آنچه خود داریم به عنوان یک چشم‌انداز ملی و اقتصادی مورد توجه قرار گرفته و موسسه تحقیقات خاک و آب که متولی اندیشه و گشایش راههای علمی در این زمینه هستند، با تلاش پی‌گیر و ارایه مدارک مستند تولید کود شیمیایی به منظور استفاده از منابع موجود در کشور، جلوگیری از خروج ارز و ایجاد اشتغال را با کوشش چشم‌گیر، پی‌گیری نموده‌است.

ضمن قدردانی از زحمات محققان و کارشناسان این موسسه، از کوشش‌های آقای دکتر محمدجعفر ملکوتی استاد دانشگاه تربیت مدرس و سرپرست موسسه تحقیقات خاک و آب به لحاظ گشایش دیدگاه‌های نوین بهینه‌سازی مصرف کود و تولید کود در کشور، قدردانی می‌نمایم و مطالعه این مجموعه را برای آگاهی از چگونگی دستیابی به نتایج ارزشمند در سایه کوشش و صبر و پی‌گیری توصیه می‌نمایم.

خداوند متعال همه ما را در رسیدن به اهداف مقدس جمهوری اسلامی ایران و توسعه کشاورزی کشور و مآلاً بهروزی کشاورزان سخت کوش مملکت موفق و موید بدارد. انشاءالله.

عیسی کلانتری
وزیر کشاورزی

پیش‌گفتار ۱

شرایط امروز جهان از نظر تولید محصولات کشاورزی و تغذیه جمعیت انسانی از هر زمانی در گذشته پیچیده‌تر و بغرنج‌تر شده است. این شرایط پیچیده در جهان سوم به مراتب سخت‌تر و بحرانی‌تر می‌باشد. از یک طرف به علت فقر حاکم بر جامعه و تولید ناخالص داخلی کم و بدتر از آن توزیع بسیار ناهمگون و غیر متعارف تولید سرانه پایین، قدرت مصرف حداقل‌ها را نیز از آتش آسب‌پذیر جامعه خلع نموده، گرسنگی و سوء تغذیه را به شدت به حالت فزاینده‌ای رسانیده و از سوی دیگر باز به دلیل فقر حاکم بر جامعه و سیاست‌های ضد و نقیض اقتصادی در کشورها از جمله کشور ایران سبب گردیده سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی از رشد مثبتی برخوردار نشود که نتیجه نهایی آن به عدم افزایش پیش‌بینی شده تولید و افزایش بی‌رویه قیمت‌های محصولات کشاورزی حتی در مقیاس جهانی منجر گردیده است که در نهایت سوء تغذیه را حادث‌تر و وضعیت سلامت و بهداشت جامعه را به شدت نگران‌کننده نموده است. در این شرایط دشوار اهمیت تحقیقات و مهم‌تر از آن کاربرد نتایج آن در تولید بسیار حائز اهمیت می‌باشد. گرچه ضعف سرمایه‌گذاری و روند کاهشی آن خود تأثیر به‌سزایی در عدم کاربردی نمودن نتایج تحقیقات در تولید را باعث شده ولی باز باید خداوند را شاکر بود که هنوز بخش تحقیقات تحت تأثیر مسایل فوق‌قرار نگرفته و محققین کشور در حد وظایف محوله تلاش‌های خود را برای افزایش تولید و کاهش هزینه نهایی انجام می‌دهند و شاید به جرات بتوان گفت که در صدر این موسسات تحقیقاتی موسسه تحقیقات آب و خاک می‌باشد که در ده سال گذشته در این زمینه یعنی افزایش کمی و کیفی تولید پشتاز سایرین بوده است.

به عنوان دبیرکل خانه کشاورز که سرای کلیه کشاورزان اعم از دامداران، مرغداران، زارعین، باغداران، صیادان و صاحبان صنایع غذایی می‌باشد لازم می‌دانم از زحمات کلیه این عزیزان محقق نهایت سپاسگزاری خود را اعلام نموده و امید آنرا داریم که با توسعه عملی آموزش و ترویج کشاورزی در سطح تولیدکنندگان و کاربرد نتایج تحقیقات به دست آمده، سبب تشویق محققین و افزایش تولید و کاهش قیمت‌های نهایی تمام شده و برطرف گردیدن سوء تغذیه مزمن که سلامت جامعه را به شدت تهدید می‌کند، باشیم. ان شاء الله.

عیسی کلانتری

دبیر کل خانه کشاورز

پیش‌گفتار دو (چاپ اول)

قرن بیستم را در حالی رو به پایان داریم که برخی از اصول و پندارهای علمی اوایل و حتی نیمه‌های این قرن که شاید در زمره محکّمات شمره می‌شدند، متزلزل گشته و با شک و تردید به دانه‌ها نگرسته می‌شود. یکی از زمینه‌های بارز این تشکیک، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی است که تقریباً در کلیه نقاط دنیا موجبات تخریب زیست بوم را فراهم آورده و در حالی که حتی در دهه هفتاد میلادی برای مصرف هر چه بیشتر آن یارانه پرداخت می‌شد، اینک برای کاهش مصرف آن جایزه و یارانه پرداخت می‌شود و در کشور ایران نیز که کاربرد کودهای شیمیایی در چهل سال اخیر اقلّاً صد برابر شده‌است، آثار و عوارض سوء آن به تدریج با آلودگی منابع آب و خاک پدیدار می‌گردند. متأسفانه در کشور ایران، از همان آغاز ورود و مصرف کودهای شیمیایی، اولاً هرگز عملکرد کشتهای مختلف متناسب با میزان مصرف کود نبوده و ثانیاً هرگز توازنی بین آنچه مورد نیاز گیاه بوده و آنچه در خاک یافت می‌شده و از طریق کودهای شیمیایی نیز تقویت می‌گردیده نبوده‌است و اصولاً تجزیه‌های انجام یافته بر روی خاک و گیاه نیز در توصیه‌های کودی و مصرف واقعی کود نقشی نداشته است.

خوشبختانه همکار ارجمند جناب آقای دکتر محمد جعفر ملکوتی که شایستگی علمی و مدیریتی خود را به اثبات رسانده‌اند، چند سالی است یک تنه وارد میدان شده تا با توصیه ترکیب جدیدی از عناصر غذایی مورد نیاز کشتهای استراتژیک، ضمن تأمین نیازهای راستین گیاهان، از مصرف بی‌رویه کودها، واردات جنجالی آن و تخریب یا تسریع در فروسائی زیست بوم جلوگیری نمایند. امید که کتاب «کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران» سرآغاز جهش جدی در این زمینه باشد و دیگر اساتید و علاقمندان نیز به این جنبش پیوندند. انشاءالله...

محمد بای‌بوردی

زمستان ۱۳۷۴

پیش‌گفتار سه (چاپ اول)

بخش کشاورزی ایران مولد بیش از ۲۵ درصد درآمد ناخالص ملی است و معاش اغلب ساکنین روستاها که در حدود ۴۰ درصد از جمعیت نزدیک به ۶۰ میلیونی کشور را شامل می‌شوند از راه فعالیتهای کشاورزی تامین می‌گردد. متأسفانه در سالهای اخیر رشد جمعیت در کشور مابین رویه و بسیار سریع بوده است. در حالیکه متوسط رشد سالانه جمعیت فعلی در جهان $\frac{1}{7}$ و در آسیا $\frac{1}{8}$ درصد در سال برآورد شده است. در بعضی از سالها در ایران سرعت رشد جمعیت نزدیک به دو برابر متوسط جهانی گزارش شده و علی‌رغم فعالیتهای اخیر مسئولین برای کنترل جمعیت هنوز موفق به کاهش نرخ رشد به حد متوسط جهانی یا کمتر نشده‌ایم.

از طرف دیگر بررسیهای سازمان خواروبار جهانی نشان می‌دهد که قاره آسیا دارای ۳۱ درصد از اراضی قابل کشت و ۵۸ درصد جمعیت جهان است و تراکم جمعیت در رابطه با اراضی کشاورزی فعلاً در حدود هشت نفر برای هر هکتار زمین می‌باشد. این رقم برای افریقا یک، آمریکای جنوبی $\frac{5}{10}$ و برای ایران و اروپا در حدود چهار نفر در هکتار است. به عبارت دیگر علی‌رغم وسعت زیاد کشور به علت محدودیتهایی مانند کوهستانی بودن، شوری خاک و غیره میزان اراضی قابل کشت بسیار محدود است و برای نیل به خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی لازم است همراه با سعی در کنترل رشد جمعیت، میزان عملکرد در واحد سطح بیشتر از میزان فعلی افزایش یابد. توجه به میزان عملکرد بعضی از محصولات کشاورزی توسط کشاورزان نمونه کشور (گندم $\frac{12}{5}$ تن، سیب زمینی ۷۵ تن، چغندر قند $\frac{97}{5}$ تن و پیاز ۱۲۹ تن در هکتار) نشان می‌دهد که با مساعدت مسئولین و کارشناسان وزارت کشاورزی و به کارگیری آخرین و جدیدترین اطلاعات علمی توسط کشاورزان مستعد و با تجربه افزایش میزان تولیدات کشاورزی در حد چند برابر میزان فعلی قابل حصول می‌باشد.

مصرف صحیح و متناسب انواع کودها (شیمیایی، حیوانی، کمپوست گیاهی یا کود سبز و غیره) مهمترین و اساسی‌ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد. معمولاً میزان افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در قبال مصرف یک کیلوگرم عنصر غذایی کودی به طور متوسط ۱۰ و در شرایط مطلوب تا ۲۵

کیلوگرم گزارش شده است. کاربرد صحیح و علمی کودهای شیمیایی جهت حصول شرایط بهینه در بهره‌وری از منابع آب و خاک منوط به شناخت کامل قدرت حاصلخیزی خاک، تعیین نیاز گیاه به عناصر کودی پرمصرف و کم مصرف در شرایط اقلیمی محیط کشت و سعی در تلفیق و اصلاح عوامل رشد در جهت برداشت حداکثر محصول و به طور مستمر می‌باشد.

لازم به تذکر است که در برنامه پنج ساله اول و دوم توسعه کشور به کشاورزی توجه خاصی شده و با سعی و کوشش کشاورزان و مسئولین محترم وزارت کشاورزی میزان تولید در واحد سطح برای بسیاری از محصولات کشاورزی به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است. در این برهه از زمان ارائه روشهای علمی و عملی جهت افزایش هر چه بیشتر میزان عملکرد محصولات کشاورزی از راه بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی حائز اهمیت فوق‌العاده است. کتاب «کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران» حاوی مجموعه اطلاعات جدید و ارزشمندی است که حرکت کشاورزی کشور را به سوی تولید بیشتر با حفظ مسائل زیست محیطی و منطبق با کشاورزی پایدار تسهیل می‌نماید و از این راه رفاه بیشتر مردم و رسیدن به خودکفایی در تولید محصولات استراتژیک را ممکن می‌سازد.

با آرزوی توفیق الهی برای نویسندگان دانشمند و سخت کوش این اثر با ارزش، و سایر عزیزانی که خدمتگذار واقعی مردم از راه ارائه خدمات علمی و عملی در جهت اعتلای سطح کشاورزی کشور هستند.

مهدی نفیسی

رئیس بررسی طرحها

شرکت ملی صنایع پتروشیمی

فهرست مطالب

پیش‌گفتار

پیش‌گفتار چاپ دوم

مقدمه چاپ سوم ۱

فصل اول - کلیاتی در مورد کاربرد کود در ایران ۵

فصل دوم - کودهای آلی ۲۱

۱-۲- اثر مواد آلی بر کیفیت فیزیکی خاک ۲۳

۲-۲- اثر مواد آلی در تامین عناصر غذایی پر مصرف ۲۴

۳-۲- اثر مواد آلی در تامین عناصر ریزمغذی (کم مصرف) ۲۶

۴-۲- عناصر ریزمغذی حاصل از فساد مواد آلی در خاک ۲۷

۵-۲- ترکیبات کی‌لیت‌کننده آلی در حلالیت عناصر ریزمغذی در خاک ۳۰

۶-۲- کودهای حیوانی ۴۰

۷-۲- کودهای سبز ۴۱

۸-۲- کودهای حاصل از ضایعات کشاورزی و زباله شهری ۴۲

۹-۲- کمپوست چیست؟ ۴۶

۱-۹-۲- ضرورت تولید و مصرف کمپوست در کشاورزی ۴۹

۲-۹-۲- روشهای تبدیل زباله خانگی به کمپوست ۵۷

۳-۹-۲- تولید بیوهوموس با استفاده از کرمهای خاکی ۶۲

۴-۹-۲- تولید کمپوست با استفاده از کودهای حیوانی ۶۴

۵-۹-۲- تولید کمپوست با استفاده از ضایعات آشپزخانه در آپارتمان ۶۵

۶-۹-۲- نحوه تهیه کمپوست از ضایعات کشاورزی ۶۸

۱۰-۲- مقایسه تاثیر کودهای آلی و شیمیایی ۷۵

- ۱۱-۲- بررسی پتانسیل تثبیت ازت ۷۶
- ۱۲-۲- ضرورت ترویج تولید و مصرف کودهای بیولوژیک ۸۱
- ۱۳-۲- باکتریهای تثبیت کننده ازت مولکولی ۸۴
- ۱-۱۳-۲- موارد استفاده از تثبیت ازت به روش همیاری ۸۴
- ۲-۱۳-۲- ضرورت استفاده از مایه تلقیح ریزوبیوم ۸۵
- ۳-۱۳-۲- فارچهای میکوریزی ۸۷
- ۴-۱۳-۲- موارد استفاده از فارچهای اکتومیکوریزی ۹۲
- ۵-۱۳-۲- میکوریزهای بوته‌ای کیسه‌ای و موارد استفاده آنها ۹۴
- ۱۴-۲- بررسی اثر میکروارگانیسمهای حل کننده فسفات در کاهش ۹۶
- ۱۵-۲- سیستمهای تلفیقی تغذیه گیاهی و کشاورزی پایدار ۱۰۴
- ۱-۱۵-۲- کاربرد کودهای دامی به همراه کودهای شیمیایی ۱۰۵
- ۲-۱۵-۲- برنامه‌های فائو در ارتباط با تدوین استراتژیهای روش فوق ۱۰۶
- ۳-۱۵-۲- مدل‌های سیستمهای تلفیقی مواد غذایی گیاهی ۱۰۷
- ۴-۱۵-۲- انتقال تکنولوژی سیستمهای تلفیق تغذیه گیاهی ۱۰۷

فصل سوم - دست‌آوردهای وزارت کشاورزی در مورد ساخت کود..... ۱۰۹

- ۱-۳- نگاهی گذرا به آمار واردات و مصرف کودهای شیمیایی در کشور ۱۰۹
- ۲-۳- ضرورت تولید کود در داخل کشور ۱۱۰
- ۱-۲-۳- ساخت کودهای آلی ۱۱۰
- ۲-۲-۳- ساخت کودهای بیولوژیک ۱۱۲
- ۳-۲-۳- تولید گوگرد کشاورزی ۱۱۲
- ۴-۲-۳- تولید سولفات نیترات آمونیوم ۱۱۳
- ۵-۲-۳- تولید سولفات آمونیوم ۱۱۳
- ۶-۲-۳- تولید اوره با پوشش گوگردی ۱۱۴
- ۷-۲-۳- تولید نیترات پتاسیم ۱۱۵
- ۸-۲-۳- تولید سوپرفسفات ساده ۱۱۵
- ۹-۲-۳- تولید کلرور پتاسیم ۱۱۶
- ۱۰-۲-۳- تولید کود کامل ۱۱۶
- ۱۱-۲-۳- تولید کود میکرو ۱۱۸

۱۲۰ ۱۲-۲-۳- تولید کودهای محتوی کلسیم، منیزیم و ریزمغذی ها

فصل چهارم - ضرورت تولید و مصرف پپینه کودهای شیمیایی ۱۲۳

۱۲۳ ۱-۴- کلیاتی در مورد مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی در کشور

۱۴۱ ۲-۴- رابطه بین مصرف کودهای فسفاته و افزایش تولیدات کشاورزی

۱۴۴ ۳-۴- تخلیه پتاسیم اراضی کشاورزی، تهدیدی جدی برای امنیت غذایی کشور

۱۴۶ ۴-۴- کودهای ازته

۱۴۶ ۱-۴-۴- نقش ازت در گیاهان

۱۵۰ ۲-۴-۴- اوره

۱۵۴ ۳-۴-۴- سولفات آمونیوم و ضرورت ساخت آن در داخل کشور

۱۵۶ ۴-۴-۴- نیتрат آمونیوم و ضرورت ترویج مصرف آن در داخل کشور

۱۶۰ ۵-۴-۴- اوره با پوشش گوگردی و ضرورت ساخت آن

۱۶۵ ۶-۴-۴- سولفات نیترات آمونیوم و نیترات پتاسیم

۱۶۵ ۵-۴-۵- کودهای فسفاته

۱۶۵ ۱-۵-۴- نقش فسفر در گیاهان

۱۶۸ ۲-۵-۴- سوپرفسفاتها و ضرورت جایگزینی آنها به جای فسفات آمونیوم

۱۷۹ ۳-۵-۴- توجیه اقتصادی جایگزینی سوپرفسفاتها بجای فسفات آمونیوم

۱۸۱ ۱-۳-۵-۴- سوپر فسفات ساده و غلیظ

۱۸۳ ۲-۳-۵-۴- فسفاتهای آمونیومی

۱۸۳ ۳-۳-۵-۴- اسید فسفریک

۱۸۴ ۶-۴-۶- کودهای پتاسیمی

۱۸۴ ۱-۶-۴- نقش پتاسیم در گیاهان

۱۹۲ ۲-۶-۴- ضرورت استخراج و ساخت کودهای پتاسیمی در داخل کشور

۱۹۵ ۱-۲-۶-۴- کلرور پتاسیم و ضرورت تهیه آن در داخل کشور

۲۱۱ ۲-۲-۶-۴- سولفات پتاسیم و ضرورت ساخت آن در داخل کشور

۲۱۵ ۳-۴-۴- اثرات کودهای پتاسیمی در افزایش محصولات کشاورزی

۲۲۰ ۵-۴-۵- ضرورت تولید کودهای کامل (مرکب) در داخل کشور

۲۲۱ ۶-۴-۶- گوگرد کشاورزی

۲۲۱ ۱-۶-۴- نقش گوگرد در گیاهان

۲۲۵ ۲-۶-۴- ضرورت ساخت گوگرد کشاورزی به عنوان ماده اصلاحی و کودی

۲۲۹	۴-۶-۳- اثرات گوگرد در افزایش عملکرد محصولات زراعی
۲۳۳	۳-۷- کلسیم
۲۳۶	۳-۸- منیزیم
۲۳۸	۴-۹- کودهای محتوی عناصر کم مصرف (ریزمغذی‌ها)
۲۳۹	۳-۹-۱- اهمیت موضوع
۲۴۶	۴-۹-۲- نقش عناصر غذایی ریزمغذی (کم مصرف) در گیاهان
۲۵۶	۴-۹-۳- ضرورت تولید انبوه کودهای محتوی عناصر غذایی کم مصرف

فصل پنجم - زمان و نحوه مصرف کودهای شیمیایی و سرنوشت آنها..... ۲۵۹

۲۵۹	۵-۱- سرنوشت کودهای ازته در خاک
۲۵۹	۵-۱-۱- مقدار مصرف کودهای ازته
۲۶۰	۵-۱-۲- روشهای مصرف کودهای ازته
۲۶۳	۵-۱-۳- زمان مصرف کودهای ازته
۲۶۵	۵-۱-۴- روشهای صرفه جویی در مصرف کودهای ازته و ضرورت افزایش بازیافت آنها
۲۷۰	۵-۱-۵- سرنوشت کودهای ازته در خاک
۲۷۲	۵-۲- سرنوشت کودهای فسفاته در خاک
۲۷۲	۵-۲-۱- عوامل موثر بر قابلیت جذب فسفر معدنی در خاک
۲۷۵	۵-۲-۲- واکنش بین کودهای فسفاته و کربنات کلسیم
۲۷۶	۵-۲-۳- مقدار و نحوه مصرف کودهای فسفاته
۲۷۶	۵-۲-۴- روشهای مصرف کودهای فسفاته
۲۷۹	۵-۲-۵- سرنوشت کودهای فسفاته در خاک
۲۸۲	۵-۳- سرنوشت کودهای پتاسیمی در خاک
۲۸۶	۵-۳-۱- مقدار و زمان مصرف کودهای پتاسیمی
۲۸۹	۵-۳-۲- روشهای ارزیابی پتاسیم قابل استفاده گیاه
۲۹۶	۵-۳-۳- اثر کودهای پتاسیمی در افزایش عملکرد
۳۰۲	۵-۴- روشهای جایگذاری کودهای شیمیایی
۳۰۴	۵-۵- اثرات شوری در کاهش عملکرد محصولات زراعی

فصل ششم - نقش کودهای شیمیایی در مسایل زیست محیطی..... ۳۰۶

۳۰۶	۱-۶- مقدمه
۳۱۱	۲-۶- نقش عناصر غذایی در کیفیت محصولات زراعی و باغی
۳۱۳	۳-۶- آلودگی خاک ناشی از مصرف کودهای ازته
۳۱۷	۴-۶- آلودگی خاک ناشی از فلزات سنگین
۳۲۱	۱-۴-۶- تجزیه سموم در خاک
۳۲۲	۲-۴-۶- زیادهای بهداشتی
۳۲۲	۳-۴-۶- انتقال توده‌ای املاح
۳۲۴	۵-۶- خطرات ناشی از تجمع نیترات
۳۲۶	۱-۵-۶- عوامل موثر در تجمع نیترات
۳۲۹	۲-۵-۶- روشهای کاهش تجمع نیترات در اندامهای مصرفی گیاهان
۳۳۱	۳-۵-۶- روشهای تامین بهداشت گیاهان در مزارع، باغها و انبارها
۳۳۳	۴-۵-۶- میزان تجمع نیترات در محصولات و اعضا مختلف گیاهی
۳۳۴	۵-۵-۶- روشهای نوین برای مصرف بهینه کودهای ازته
۳۳۵	۶-۶- آلودگی خاک ناشی از مصرف زیاد کودهای فسفاته
۳۴۴	۷-۶- نقش کودهای پتاسیمی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی

فصل هفتم - اثر مصرف متعادل کودها در افزایش عملکرد..... ۳۴۶

۳۴۶	۱-۷- افزایش عملکرد در آئینه آمار
-----	----------------------------------

فصل هشتم - ضرورت مصرف متعادل کودها به ویژه ریزمغذی‌ها..... ۴۲۴

۴۲۳	۳-۶- تلخیصی از گزارشهای عملکردی در مزارع و باغهای پایلوت در سطح کشور
۴۲۵	۴-۶- غنی سازی محصولات کشاورزی (Enrichment)
۴۲۵	۱-۴-۶- اهداف طرح
۴۳۶	۲-۴-۶- ضرورت و اهمیت اجرای طرح
۴۳۷	۳-۴-۶- روش بررسی

فصل نهم - منابع مورد استفاده..... ۴۳۱

ضمائم..... ۴۴۳

پیوست ۱- معاسن مصرف بهینه کود و... ۴۴۳

پیوست ۲- سایر منابع برای کسب اطلاعات علمی بیشتر..... ۴۵۶

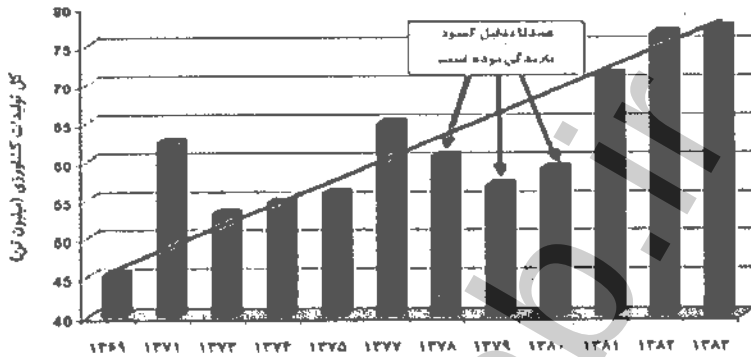
مقدمه چاپ سوم

در مقطع زمانی فعلی مصرف بهینه کود موثرترین، سریع‌ترین، سهل‌الوصول‌ترین و اقتصادی‌ترین راه تحقق طرح افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد. افزایش تولیدات کشاورزی در جهان طی چهار دهه گذشته موهون مصرف کودهای شیمیایی است و در کشورهایی که مصرف کود در آنها بهینه است، این افزایش حداکثر می‌باشد. به طور کلی کودهای شیمیایی تامین‌کننده عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاهان می‌باشند که در صورت رعایت نکات فنی در مصرف آنها از استهلاک مجموعه عناصر مغذی خاک جلوگیری شده و به ایجاد توازن مورد نیاز بین عناصر مغذی در خاک منجر می‌گردد. افزایش مصرف کود هر گاه در جهت اهداف یاد شده باشد، وسیله موثری در افزایش تولید محصولات کشاورزی و حصول به امنیت غذایی برای کشور محسوب می‌شود. برای تسهیل در تامین اهداف فوق پیشنهادهای ذیل ارائه می‌گردد:

- با عنایت به اهداف افزایش عملکرد هکتاری محصولات کشاورزی در برنامه چهارم توسعه، وجود یارانه برای کودها مانعی جدی در برابر همگانی شدن آزمون خاک و مصرف بهینه کود در کشور می‌باشد که از نظر علمی بایستی حذف و در مقابل یا به قیمت محصولات استراتژیک با کیفیت برتر افزوده و یا به افزایش درصد مواد آلی خاکها اختصاص داده شود. پیشنهاد می‌گردد در طول برنامه چهارم توسعه، از یارانه کودها در هر سال ۲۵ درصد کاهش و در مقابل به قیمت محصولات تضمینی (استراتژیک) اضافه گردد. در این صورت یارانه کودها هدفمند شده و در راستای پایداری در افزایش تولیدات کشاورزی، حفظ محیط زیست، افزایش مواد آلی خاک و کنترل منابع پایه خاک و آب، یارانه باید برای افزایش درصد مواد آلی خاکهای زراعی که متأسفانه در دهه‌های اخیر به شدت کاهش یافته، هزینه گردد. در نهایت هدفمند کردن یارانه و اعطای اختیارات لازم به وزارت جهاد کشاورزی مورد پیشنهاد است.

- تصویب نهایی طرح جامع همگانی کردن آزمون خاک در کشور (حمایت از آزمایشگاههای خصوصی و پایش منابع اراضی) از طریق سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی که مهمترین ضمانت مصرف بهینه کود در کشور می‌باشد. طرح جامع همگانی کردن آزمون خاک که به موجب آن اراضی تحت کشت کشور متناسب با نیاز واقعی و استانداردهای زیست محیطی کودهای شیمیایی و آلی را مصرف می‌نمایند، به عنوان یک طرح مستقل در سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی به تصویب برسد. تأسیس آزمایشگاههای خصوصی پس از تصویب مجلس شورای اسلامی و ابلاغ آئین‌نامه اجرایی آن در سال ۱۳۷۳ شروع شد. اولین آزمایشگاه در سال ۱۳۷۵ به بهره برداری رسید و در حال حاضر بیش از ۶۵ واحد آزمایشگاه خصوصی در زمینه‌های تجزیه خاک، آب، برگ، میوه و کود مشغول فعالیت هستند. از تولیدکنندگان کود و دارندگان آزمایشگاههای خصوصی تجزیه خاک، آب و گیاه حمایت بیشتری بعمل آید. پیشنهاد می‌گردد منبع مصرف کود بر مبنای آزمون خاک و نمونه گیاه انجام گیرد. در فاصله زمانی بین اولین چاپ این کتاب (۱۳۷۵) و چاپ حاضر (بهار ۱۳۸۴)

عملکرد هکتاری محصولات زراعی و باغی افزایش (شکل ۱)، کیفیت محصولات زراعی ارتقاء و غنی‌سازی برخی از محصولات کشاورزی تحقق یافته است.



شکل ۱- مقدار تولیدات کشاورزی در ۱۲ سال گذشته (Malakouti, ۲۰۰۴).

در خلال این مدت شیوه‌هایی نوین برای توصیه و مصرف بهینه کودهای شیمیایی و آلی من‌جمله روش کوددهی براساس مصرف نیترات پای بوته؛ استفاده از دستگاه کلروفل سنس؛ تعیین حد بحرانی غلظت عناصر غذایی؛ ارائه روشهای حل مشکل زرد برگگی (کلروز آهن) و جایگذاری صحیح کود؛ تزریق عناصر غذایی در تنه درختان؛ بررسی رابطه غلظت عناصر غذایی با تشکیل میوه برای افزایش تشکیل میوه (Fruit set) در محصولات باغی؛ بررسی علل برخی عوارض فیزیولوژیکی در درختان میوه و ارتقاء سطح سلامت جامعه از طریق غنی‌سازی گندم ارائه گردید.

بر اساس نتایج طرح که به مدت ۸ سال در نقاط مختلف کشور در مزارع گندم انجام گرفت، به دلیل افزایش غلظت روی (Zn) در دانه گندم و رعایت اصول مصرف بهینه کود، نسبت مولی اسید فیتیک به روی کاهش یافت. توضیح آنکه بر اساس اعلان سازمان بهداشت جهانی (WHO)، هر ماده غذایی که نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) در آن بیش از ۲۵ باشد، مواد معدنی موجود در آن ماده غذایی در سیستم گوارشی بدن قابل جذب نخواهد بود (در خاکهای آهکی ایران که کود مصرفی اغلب اوره و فسفات آمونیوم می‌باشد این نسبت بیش از ۴۰ می‌باشد). در حال حاضر مؤسسه تحقیقات خاک و آب پی‌گیر همگانی کردن مصرف نان سبوس‌دار غنی شده می‌باشد تا از این طریق سلامت جامعه نیز ارتقا و شعار پیشگیری بهتر از درمان در عمل در جامعه تحقق یابد. طرح مشکل کمبود کلسیم (Ca) در میوه‌های تولیدی در کشور و کمبود روی (Zn)، منیزیم (Mg) و گوگرد (S) در خاکهای کشور و نقش آنها در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی؛ آگاهی دادن به مسئولان، محققین و کارشناسان کشور در مورد خطرات مصرف مواد غذایی حاوی نیترات (NO_3) و کادمیم (Cd) و اثرات زیانبار زیادی نیترات و کادمیم در سبزی، میوه، سیب‌زمینی، پیاز و سایر محصولات کشاورزی و آب زیرزمینی در سلامت جامعه؛ الگوی مصرف، تنوع کودی و مصرف بهینه آن در کشور به طور نسبی

تغییر یافته؛ فرمول کودی کشور که در سال ۱۳۷۰ به ترتیب به نسبت ازت (۱۰۰)؛ فسفر (۱۱۱) پتاسیم (۳) گوگرد (۳) و ریزمغذیها صفر درصد و در سال ۱۳۷۵ به ترتیب ۱۰۰؛ ۵۸؛ ۵۰؛ ۵ و صفر بود، در سال ۱۳۸۰ به ترتیب به ۱۰۰؛ ۵۵؛ ۲۲؛ ۱۰ و ۱ درصد اصلاح و امید است تا چاپ بعدی با کمک مسئولین امر به نسبت‌های ۱۰۰؛ ۵۰؛ ۴۰؛ ۵۰ و ۴ درصد ارتقا داده شود. در طول این مدت بخش خصوصی برای تولید انواع کودها مورد تشویق قرار گرفت. تا سال ۱۳۷۵، شرکت ملی صنایع پتروشیمی تنها تولید کننده کود در داخل کشور بود. این شرکت اکنون حدود ۱/۸ میلیون تن کود (عمدتاً نیتروژنی و فسفاتی) تولید و در اختیار شرکت خدمات حمایتی کشاورزی قرار می‌دهد. از سال ۱۳۷۵ موضوع تولید کود در داخل کشور توسط بخش خصوصی با حمایت مسئولین وزارت کشاورزی تحقق یافت. حسب اظهار نظر انجمن تولید کنندگان کود، ظرفیت تولید کود توسط بخش خصوصی به رقمی فراتر از یک میلیون تن در سال رسیده که خودکفایی تولید کود را در صورت حمایت لازم مسئولین ذیربط نوید می‌دهد.

- ضرورت تغییر نظام توصیه کودی و بستر سازی برای تحقق آزمون خاک، مفهوم تعادل عناصر غذایی و همگانی شدن مصرف بهینه کود تا سطح مزارع زارعین در دستور کار مؤسسه تحقیقات خاک و آب و اساساً بخش تحقیقات شیخی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه قرار گرفت.

- استفاده از کودهای ارزان قیمت تولید داخل نظیر ساری کود، گوگرد آلی گرانوله، سولفات مضاعف پتاسیم منیزیم، بیوگوگرد آلی، سولفات آهن، سولفات روی

- تولید و مصرف سالانه بیش از ۳۰۰ هزار تن کود کامل محتوی یک درصد روی که سبب افزایش عملکرد هکتاری و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی شده است.

- در راستای تولید و ترویج مصرف کودهای غیر یارانه‌ای، مجوز لازم اخذ گردید تا بدین وسیله تمام کودهای غیر یارانه‌ای با قیمت مشخص و کیفیت مطلوب توسط بخش خصوصی تولید و توزیع گردد، در طول این مدت قانون جامع کود و پیشنهاد برای هدفمند کردن یارانه کود و شکستن انحصار دولتی به منظور تامین به موقع کود تدوین و به دولت ارائه گردید. حد مطلوب عناصر غذایی در برگ، دانه و میوه در محصولات کشاورزی و همچنین تعیین حداکثر غلظت مجاز نیترات و کادمیم در محصولات کشاورزی انجام گرفت. در در خلال این مدت شورای عالی سلامت تشکیل و پیشنهاد برای تغییر نگرش از تامین کالری روزانه جامعه به حل مشکل گرسنگی سلولی در سبد غذایی مردم ارائه گردید که امید است در ارتقاء سلامت جامعه موثر باشد.

در طول این مدت به دانش‌های فنی تولید مایه تلقیح سویا؛ مایه تلقیح تیوباسیلوس؛ مایه تلقیح ریزوبیومی نخود؛ مایه تلقیح لوبیا؛ ماده حامل (Carrier) برای تولید انواع مایه تلقیح؛ دستیابی به دانش فنی تولید کود میکروبی فسفات گرانوله؛ مایه تلقیح حاوی باکتریهای ازتوباکتر فسفاتی (آزوفسین)؛ تولید انبوه قارچهای میکوریز؛ تولید مایه تلقیح باکتریهای جابگزین هورمون IBA و تولید باکتریهای ریزوبیومی محرک رشد گیاه (ریزوبین) تحقق یافت. همچنین روشهای تولید ورمی کمپوست

از ضایعات کشاورزی به منظور بهسازی خاکهای زراعی کشور و دانش‌های فنی جدید کود مایع هوموس و دانش فنی جدید کود سیترون ارائه گردید.

در فصل اول این کتاب کلیاتی در مورد فرمول کودی کشور و اینکه لازم است برای نیل به تولید پایدار، نسبت کود مصرفی اصلاح گردد. در فصل دوم نقش مواد آلی در اصلاح خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاکهای زراعی کشور مفصلاً بحث شده و در فصول سوم، چهارم و پنجم انواع کودهای شیمیایی و ضرورت تولید آنها در کشور، زمان و نحوه مصرف کودهای شیمیایی، سرنوشت آنها در خاکهای زراعی و نیز نقش آنها در مسائل زیست‌محیطی بحث شده است. در پیوست این کتاب علاوه بر بیان و اصلاح انواع کارایی و درصد بازافت کودها، بیان محاسن مصرف بهینه کود و پاسخ چه باید کرد‌ها برای افزایش کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی، منابع جدید و کاربرد انواع کودهای بیولوژیک ذکر شده است.

امید است تا زمان چاپ بعدی و با کاربردی کردن مطالب درج شده در این کتاب و کتاب‌های علمی مشابه و همگانی کردن آزمون خاک و تجزیه گیاه در طول برنامه چهارم توسعه، علاوه بر نیل به خودکفایی و افزایش صادرات محصولات با کیفیت برتر (غنی‌شده)، کارایی کودها را افزایش و مقدار آلاینده‌ها نظیر نیترات و کادمیم را نیز در محصولات کشاورزی کاهش و سلامت جامعه را از طریق غنی‌سازی محصولات کشاورزی ارتقاء دهیم. چه در فاصله زمانی چاپ دوم و چاپ حاضر این کتاب که مصادف با شروع برنامه چهارم توسعه می‌باشد، شورای عالی سلامت تشکیل شده و هدف اصلی وزارتخانه که افزایش عملکرد هکتاری بود، جای خود را به طور نسبی به افزایش عملکرد هکتاری، بهبود کیفیت و غنی‌سازی محصولات کشاورزی، تولید پایدار، ارتقاء سطح سلامت جامعه و تغییر سبد غذایی مردم از تامین کالری به سیر شدن سلولهای بدن انسان از عناصر معدنی مفید و ضروری داده (شکل ۲) که امید است به زودی تحقق یابد، ان شاء الله.

