

## کودهای زیستی در ایران: فرصت‌ها و چالش‌ها

هادی اسدی رحمانی<sup>۱</sup>، کاظم خاوازی، احمد اصغرزاده، فرهاد رجالی و میترا افشاری

عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب؛ asadi\_1999@yahoo.com

عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب؛ kkhavazi@yahoo.com

عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب؛ a\_asgharzadeh\_2000@yahoo.com

عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب؛ frejali@yahoo.com

عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب؛ mi\_afshari@yahoo.com

### چکیده

افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی و بویژه کودهای شیمیایی در سالهای اخیر، تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده است. با بروز این وضعیت استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی برای تولید هر چه بیشتر فاقد توجیه اقتصادی و زیست محیطی است. بدیهی است مخاطرات زیست محیطی ناشی از مصرف این کودها، تخریب و تراکم خاکها و کاهش مقدار ماده آلی خاک نیز نقش مهمی در این رویکرد داشته است. ایده بازگشت به طبیعت و استفاده کمتر از کودها و سموم شیمیایی و تمایل فزاینده مردم به استفاده از محصولات ارگانیک سبب توجه بیش از پیش به استفاده از کودهای زیستی شده است. در ایران نیز به دنبال تغییرات جهانی اقتصاد کود و لزوم توجه به سلامت خاک، محصول و جامعه سبب توجه جدی‌تر به کودهای زیستی شده است. تولید و مصرف کودهای زیستی در ایران از حدود یک دهه پیش آغاز شده است و آنچه مسلم است در قیاس با گذشته جایگاه این کودها امروزه در کشور ارتقای فراوانی یافته است و در این مسیر فراز و نشیب‌های زیادی به خود دیده است. با این حال کماکان بحث و جدل‌های علمی و اجرایی در خصوص جنبه‌های مختلف این کودها وجود دارد. سیستم آموزش دانشگاهی در کشور فاقد سرفصل‌های لازم در زمینه کودهای زیستی است و بخش تحقیقات نیز راهبردهای مورد نیاز برای بسط و توسعه کاربرد این مواد را ندارد. از طرف دیگر عمده تولید کنندگان کودهای زیستی فاقد واحد تحقیق و توسعه هستند که این امر کیفیت فرآورده‌های تولیدی را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. عدم وجود نهادهای نظارت بر کیفیت سبب شده است تا مالکیت و حقوق معنوی تولید کنندگان تحت الشعاع جنبه‌های دیگر قرار گیرد. در طی سالهایی که یارانه‌های هنگفتی برای فراهم نمودن کودهای شیمیایی و عرضه آنها با قیمت اندک به کشاورزان صرف می‌شد، مجال و باور کافی برای شناساندن چهره واقعی کودهای زیستی در کشور بوجود نیامد. بسیاری از کودهای زیستی که در طی این سالها معرفی شدند با وجود گذراندن تمامی مراحل تحقیق، توسعه و تجاری‌سازی سرانجامی جز شکست و فراموشی نداشتند. معضلات و تنگناهای مربوط به تدارک یارانه‌ها در سال جاری به یکباره نگاه‌ها را به سمت تنها گزینه پیش رو یعنی کودهای زیستی معطوف ساخته به طوری که در مصوبه شماره ۹۰۷۶۵/ت/۴۲۹۶۳ ن مورخ ۱۳۸۸/۴/۲۴ هیأت محترم وزیران مقرر شده است که به منظور توسعه و حمایت از کودهای زیستی و آلی تا سقف ۱۰ درصد از یارانه کودهای شیمیایی به این منظور اختصاص یابد. بدیهی است هر دو رویکرد یعنی به حاشیه راندن این کودها و یا توجه بیش از حد لازم به آنها که به بهای حذف اجباری کودهای شیمیایی تمام خواهد شد غیر کارشناسی بوده و نمی‌تواند متضمن تولید محصول کافی و سالم باشد. در این خصوص بنظر می‌رسد افزایش مصرف تدریجی کودهای زیستی که از کیفیت لازم برخوردارند در کنار مصرف معقولانه انواع شیمیایی می‌تواند راهگشا باشد. این مقاله به بررسی جامع وضعیت کودهای زیستی در ایران و چالش‌های پیش روی آن از جنبه‌های تحقیقی، آموزشی، تولید، کیفیت، مالکیت معنوی می‌پردازد.

واژه های کلیدی: یارانه کود، محیط زیست، مالکیت معنوی

<sup>۱</sup> نویسنده مسئول، آدرس: کرج، میدان استاندارد، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

## ظهور کودهای زیستی

هرچند تاریخچه دقیق پیدایش کشاورزی بدرستی روشن نیست با این حال مدارک موجود نشان می‌دهد عملیات کشت و کار به منظور تولید غذا توسط بشر حداقل سابقه‌ای ده هزار ساله دارد. کشت و کار پیوسته از یک طرف به مرور سبب کاهش باروری خاک‌ها گردید و افزایش تدریجی جمعیت موجب آن گردید تا غذای تولیدی بواسطه کشاورزی سنتی آن روزگار که بقایای گیاهی تنها عامل حاصلخیز کننده خاک بحساب می‌آمدند کافی نباشد. به مرور نقش آیش در تداوم باروری خاک‌ها مشخص شد و بشر دریافت که افزایش مواد آلی و بقایای گیاهی و جانوری سبب بهبود تولید محصول می‌گردد. انقلاب صنعتی اروپا و متعاقب آن ورود ابزار آلات صنعتی به عرصه کشاورزی، بهره‌کشی بیشتر از خاک‌ها را در پی داشت. پیشرفت علم شیمی موجبات درک بهتر از نیازهای تغذیه‌ای گیاهان را در پی داشت. بوسینگالت در ۱۸۳۴ نشان داد که عناصر شیمیایی در ساختار گیاهان نقش اساسی دارند. لیبیگ شیمیدان آلمانی مسائل تغذیه گیاهی را با دقت بیشتری مطالعه کرد. اولین کارخانجات کود شیمیایی به منظور تولید کودهای فسفوری در انگلستان ایجاد شدند. استفاده از شوره زارهای غنی از نیترات به عنوان کود در دهه ۱۸۳۰ در آمریکا آغاز شد. تولید تجاری کودهای پتاسیمی نیز از ۱۸۶۰ در آلمان شروع شد. در نیمه دوم قرن بیستم استفاده از کودهای شیمیایی گسترش بیشتری یافت و سبب افزایش چشمگیر در عملکرد محصولات کشاورزی گردید. مسلماً هنگامی که بچرینک دانشمند هلندی مشغول مطالعه میکروارگانیسم‌های خاکزی بود و چه هنگامی که تجربیات وی منجر به کشف ریزوبیوم و سپس ازتوباکتر گردید، تصور نمی‌کرد که کشفیات او تا چه حد بر روی تولیدات کشاورزی در دهه‌های بعد تأثیرگذار خواهند بود.

اولین کود زیستی در سال ۱۸۹۵ توسط ناب و هیلتر در آمریکا معرفی شد. این محققین با جداسازی باکتری‌های ریزوبیوم همزیست باقلا از گره‌های ریشه‌ای، نسبت به خالص‌سازی و تکثیر آن اقدام کردند و فرآورده نهایی را در ظروف شیشه‌های بسته‌بندی و به بازار عرضه کردند. در سال‌های بعد کشورهای دیگری مانند روسیه، کانادا، سوئد و استرالیا به تولید کودهای زیستی روی آوردند. دامنه میکروارگانیسم‌های خاکزی مورد استفاده در تولید کودهای زیستی در طول قرن بیستم توسعه بسیاری یافته است و امروزه طیف وسیعی از باکتری‌های خاکزی (انواع ریزوبیوم، سودوموناس، ازتوباکتر، آزوسپریلوم، باسیلوس و غیره)، قارچ‌ها (انواع قارچ‌های میکوریزی و

اندوفیتی) و جلبک‌ها با مکانیسم‌های مختلف برای تولید کودهای زیستی استفاده می‌شوند با این حال هنوز هم باکتری‌ها فراوانترین انواع در تولید کودهای زیستی محسوب می‌شوند. امروزه کودهای زیستی در فرمولاسیونهای متفاوت برای محصولات مختلف کشاورزی از قبیل غلات، سبزی و صیفی، گیاهان صنعتی، باغات و گلخانه‌ها استفاده می‌شوند.

## آموزش کودهای زیستی در ایران

مردمان ایران زمین از دیرباز با فرآیندهای طبیعی و زیستی که منجر به حفظ یا افزایش باروری خاک‌ها می‌شوند آشنایی داشته‌اند. با این حال آموزش و پژوهش‌های نوین در زمینه کودهای زیستی در ایران سابقه‌ای کمتر از نیم قرن دارند. بر اساس شواهد موجود حتی تکوین فن کشاورزی نیز در منطقه‌ای بین دجله و فرات (بین‌النهرین) که جزئی از ایران باستان بوده بوقوع پیوسته است. پیشینیان ما خواص کودهای دامی را بخوبی می‌شناختند و حتی از لاشه حیوانات نیز برای افزایش حاصلخیزی خاک استفاده می‌کردند. انتقال خاک مزارع حاصلخیز به سایر نقاط حتی تا قرن اخیر نیز رواج داشته است. آموزش‌های نوین علوم کشاورزی از سال ۱۲۷۹ خورشیدی در مدرسه فلاحیت مظفری در قریه چهاردانگه تهران شروع شد ولی تا سال ۱۳۰۱ که مدرسه فلاحیت در اراضی کاخ سلیمانیه کرج (محل فعلی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی) ایجاد شد توسعه نیافت. این مدرسه در سال ۱۳۱۹ به دانشکده کشاورزی تبدیل شد و در سال ۱۳۲۸ از وزارت کشاورزی منتزع و به دانشگاه تهران پیوست. گروه خاکشناسی در سال ۱۳۴۲ به عنوان گروه آموزشی مستقل ایجاد شد. در سال‌های قبل از آن این بخش تنها به ارائه دروس شیمی و خاک شناسی عمومی می‌پرداخت. بدیهی است در آن سال‌ها مباحث تغذیه و حاصلخیزی ابتدایی بودند و کودهای زیستی نیز در ایران ناشناخته بودند. گروه خاکشناسی از سال ۱۳۴۲ اقدام به پذیرش دانشجوی کارشناسی نمود. دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری نیز در سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۶۹ آغاز به کار نمودند. در سال‌های بعد نیز دانشگاه‌های شیراز، تبریز، اهواز، اصفهان و گیلان اقدام به تأسیس رشته خاکشناسی نمودند.

برای دوره کارشناسی خاکشناسی در ابتدا فقط دو واحد نظری میکروبیولوژی خاک منظور شده بود که در برنامه‌های بعدی به سه واحد میکروبیولوژی و سه واحد بیولوژی خاک (دو واحد نظری و یک واحد عملی) تبدیل شد. در درس بیولوژی خاک که توسط سرکار خانم دکتر ناهید صالح راستین ارائه می‌گردید، مباحث مربوط به جانوران و میکروارگانیسم‌های خاک مطرح و آزمایشاتی

اولین کتاب در زمینه میکروارگانیزم‌های خاکری در سال ۱۹۱۰ توسط فلیکس لونس برشته تحریر درآمد که تاکنون دهها بار تجدید چاپ شده است. در سال‌های بعد بویژه در نیمه دوم قرن بیستم صدها عنوان کتاب در زمینه بیولوژی خاک و بویژه کودهای زیستی تالیف و به چاپ رسیده است. در ایران اولین کتاب با عنوان بیولوژی خاک توسط خانم دکتر ناهید صالح راستین تالیف و در سال ۱۳۵۷ توسط موسسه انتشارات دانشگاه تهران به چاپ رسید. در ده سال اخیر بیش از پانزده عنوان کتاب در این زمینه تألیف یا ترجمه شده است که آخرین آنها با عنوان حاصلخیزی بیولوژیک خاک توسط جمعی از اعضای هیأت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب ترجمه و در سال ۱۳۸۶ به چاپ رسیده است. اگرچه کتب مذکور حاصل زحمات نگارندگان و یا مترجمین بوده و نقش ارزشمندی در بسط بیولوژی خاک در ایران دارند با این حال تاکنون کتابی که اختصاصاً به انواع کودهای زیستی و مکانیسم‌های اثر آنها پردازد در ایران انتشار نیافته است. وجود چنین کتابی در شرایط امروز کشور که دانشجویان بسیاری علاقمند به تحصیل در دوره‌های تحصیلات تکمیلی این گرایش هستند و نیز به منظور معرفی هر چه بهتر کودهای زیستی برای مدیران، کارشناسان و تصمیم‌گیران وزارت جهاد کشاورزی اهمیت بسزایی دارد.

### پژوهش کودهای زیستی در ایران

برنامه‌های پژوهشی در خصوص کودهای زیستی در ایران از تأخیر قابل توجهی نسبت به آموزش‌های انجام شده برخوردارند. از نقطه نظر پژوهش‌های دانشگاهی، اولین پایان‌نامه انجام شده در زمینه بیولوژی خاک در مقطع کارشناسی ارشد در زمینه اکسایش زیستی گوگرد در خاک به راهنمایی دکتر ناهید صالح راستین در سال ۱۳۶۶ در دانشگاه تهران انجام شد. تا سال ۱۳۷۰ فقط یک پایان‌نامه دیگر در این گرایش انجام شد.

با شروع دهه ۱۳۷۰ شمسی علاقمندی دانشجویان رشته خاکشناسی به انجام پایان‌نامه در زمینه بیولوژی خاک افزایش یافت به نحوی که در این دهه بیش از ۱۵ نفر و عمدتاً در دانشگاه تهران و تربیت مدرس در این زمینه و با تمرکز بر باکتری‌های ریزوبیومی، قارچ‌های میکوریزی و باکتری‌های محرک رشد گیاه از پایان‌نامه‌های خود دفاع کردند. در سال ۱۳۷۹ اولین پایان‌نامه دکتری در گرایش بیولوژی خاک در دانشگاه تهران در زمینه فراوانی و توزیع قارچ‌های میکوریز آربسکولار در خاک‌های ایران به راهنمایی دکتر ناهید صالح راستین به سرانجام رسید.

در سال‌های بعد تعداد دانشجویان در گرایش بیولوژی خاک افزایش قابل توجهی یافت به نحوی که

برای آشنایی دانشجویان با این مفاهیم ترتیب داده می‌شد. در دوره کارشناسی ارشد نیز درس روابط بیولوژیک خاک و گیاه منظور شده بود که تا سال‌های پایانی دهه ۱۳۷۰ فقط در دانشگاه تهران و سپس دانشگاه تربیت مدرس ارائه می‌گردید. در این درس روابط متقابل میکروارگانیزم‌های خاکری و گیاهان و مباحث مربوط به انواع کودهای زیستی مطرح می‌شد. تربیت نیروی انسانی متخصص سبب شد این درس از سالهای آغازین دهه ۱۳۸۰ در دانشگاه‌هایی چون مشهد، اصفهان، تبریز و همدان نیز ارائه گردد. علی‌رغم پذیرش دانشجوی دکتری خاکشناسی از سال ۱۳۶۹ در دانشگاه تهران، پذیرش دانشجوی دکتری با گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک تا سال ۱۳۸۴ میسر نگردید. تا قبل از آن دانشجویان دکتری علاقمند عمدتاً در گرایش حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه پذیرفته می‌شدند و بر حسب امکانات موجود و سلیق فردی واحدهای درسی مرتبط و حتی غیر مرتبط با گرایش بیولوژی خاک را می‌گذراندند.

آنچه مسلم است به غیر از چند دانشگاه مهم، هنوز برخی دانشگاه‌ها که اقدام به پذیرش دانشجوی دکتری در این گرایش نموده‌اند فاقد مدرس متخصص مناسب برای تدریس دروس فوق هستند. حتی در دانشگاه‌های مادری نیز مدرسین با وجود احاطه بر مفاهیم تئوریک کودهای زیستی، تجربه‌ای در خصوص تولید پایلوت و صنعتی کودهای زیستی، مفاهیم و شرایط تکثیر (فرمانتاسیون) و فرمولاسیون کودهای زیستی ندارند. در این شرایط استفاده از افراد متخصص در قالب اساتید مدعو و یا آموزش‌های تخصصی اساتید در قالب فرصت‌های مطالعاتی می‌تواند به ارتقای کمی و کیفی دوره‌های دکتری بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک بیفزاید.

با نگاهی به جدول ۱ می‌توان به آسانی دریافت که این واحدهای درسی فاقد جامعیت و ارتباط لازم در خصوص کودهای زیستی هستند و نمی‌توانند دانش کافی در این خصوص در اختیار دانشجویان این گرایش قرار دهند. بدیهی است لزوم بازنگری در واحدهای درسی دانشجویان گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک و افزودن دروس اجباری یا اختیاری که در برگیرنده مباحثی از قبیل روش‌های زیست‌سنجی، روش‌های شناسایی میکروارگانیزم‌های خاکری با تکیه بر روش‌های مدرن، روش‌های غربالگری و مطالعه خصوصیات مفید میکروارگانیزم‌های خاکری، فرمانتاسیون، فرمولاسیون کودهای زیستی و طراحی آزمایشات مربوط به کودهای زیستی باشند احساس می‌شود.

گرگان برگزار شد از کل ۱۱۱۶ مقاله پذیرفته شده، ۱۵۶ مقاله (۱۴ درصد) به بیولوژی خاک و کودهای زیستی اختصاص داشته است (جدول ۲).

از نظر پژوهش‌های غیر دانشگاهی در زمینه کودهای زیستی، موسسه تحقیقات خاک و آب بیشترین سهم را داشته است. بنگاه مستقل آبیاری در سال ۱۳۳۱ گروه‌های خاکشناسی را تأسیس نمود که در سال ۱۳۴۰ به موسسه خاکشناسی تغییر یافت. این موسسه در سال ۱۳۴۵ با اداره کل حاصلخیزی خاک خوزستان ادغام و موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک ایجاد گردید. این موسسه در سال ۱۳۵۳ جزو موسسات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی قرار گرفت و در سال ۱۳۵۷ به موسسه تحقیقات خاک و آب تغییر نام داد.

در اوایل دهه ۱۳۵۰ تحقیقات ابتدایی در زمینه میکروبیولوژی خاک و کودهای زیستی توسط دکتر مینا کاشانیان در آزمایشگاه کوچکی در این موسسه آغاز شد. پژوهش‌های اولیه شامل مطالعه ریزوبیوم‌های همزیست با لگوم‌های زراعی بویژه سویا و یونجه بود. در طی این سال‌ها برخی سویه‌های ریزوبیومی از مایه تلقیح‌های تجاری جداسازی شده و یا از مراکز تحقیقاتی خارج از کشور تهیه شدند و کارایی آنها مورد بررسی‌های اولیه قرار گرفت. در سال‌های اولیه پس از انقلاب ۵۷، واردات مایه تلقیح سویا از امریکا متوقف شد و لذا در سال ۱۳۵۹ امکان تولید آن در ایران با تشکیل کمیته‌ای بنام کمیته تحقیق و تولید باکتری سویا در ایران متشکل از نمایندگان موسسه تحقیقات خاک و آب، واکسن و سرم سازی رازی، اصلاح و تهیه بذر و نهال، آفات و بیماری‌های گیاهی، بخش‌های میکروبیولوژی دانشکده‌های دامپزشکی و کشاورزی دانشگاه تهران و با محوریت شرکت سهامی توسعه کشت دانه‌های روغنی مورد توجه قرار گرفت. مجموعه وقایع سال‌های بعد منجمله بازنشستگی خانم دکتر کاشانیان و کمبود امکانات آزمایشگاهی و گلخانه‌ای سبب کندی روند تحقیق گردید. با این حال سویه‌های خالص سازی شده از نظر ماندگاری روی مواد حامل بررسی شدند و مورد آزمایش‌های مزرعه‌ای قرار گرفتند. عدم پی‌گیری و بودجه کافی سبب تعطیلی جلسات و فراموشی تحقیقات در این زمینه گردید.

در سال‌های ابتدایی دهه ۱۳۷۰ ضرورت ایجاد آزمایشگاه تحقیقاتی بیولوژی و میکروبیولوژی خاک در دستور کار مدیریت وقت مؤسسه تحقیقات خاک و آب قرار گرفت و طرح‌هایی برای ایجاد آزمایشگاه و گلخانه آماده شد و چندین دانشجوی بورسیه علاقمند به تحصیل در این گرایش دعوت بکار شدند. تغییر مدیریت مؤسسه

تاکنون بیش از ۲۰ نفر مدرک دکترای خود را در گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک اخذ نموده‌اند. پایان نامه‌های انجام شده در این گرایش در کشور هر چند در ابتدا تنوع زیادی نداشت ولی خوشبختانه در سال‌های اخیر موضوعات متنوع و بویژه در زمینه‌های جدید علمی از قبیل مطالعات مولکولی میکروارگانیسم‌ها، آنزیم‌های خاک و زیست‌پالایی مورد توجه دانش پژوهان قرار گرفته است و هر ساله تعداد قابل توجهی دانشجوی در این گرایش فارغ التحصیل می‌شوند (شکل ۱).

با وجود افزایش قابل توجه دانشجویان علاقمند به این گرایش کماکان حیطه‌هایی از این علم مورد غفلت واقع شده و یا تحقیقات اندکی در مورد آنها انجام شده است. مواردی از قبیل مطالعه فرآیندهای تکثیر میکروارگانیسم‌ها، بهینه‌سازی شرایط رشد و محیط‌های کشت صنعتی، فرمولاسیون انواع کودهای زیستی و مواد حامل مناسب و روش‌های مختلف کاربرد کودهای زیستی از این جمله‌اند که بویژه می‌تواند کمک شایانی به بخش صنعت کودهای زیستی در کشور نماید.

از دیگر نقاط ضعف پژوهش‌های انجام شده در دانشگاه‌های کشور عدم پیوستگی تحقیقات انجام شده و پراکندگی موضوعات پایان‌نامه‌ها است به نحوی که هر عضو هیأت علمی با وجود تخصص در یک زمینه مشخص اقدام به راهنمایی طیف متنوعی از پایان‌نامه در گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک می‌نمایند. بدیهی است در نهایت برآیند انجام پایان‌نامه‌های این چنینی که با صرف وقت و هزینه زیاد انجام می‌شود نمی‌تواند کمکی به پیشرفت این علم در کشور بنماید. از طرف دیگر افزایش تعداد دانشجویان علاقمند به تحصیل در این گرایش هر چند می‌تواند نشانگر توسعه این علم باشد، با این حال بدلیل نبود اساتید متخصص به تعداد کافی و امکانات تخصصی، سبب سوق دادن دانشجویان به انجام پایان‌نامه‌هایی با موضوعات تکراری و فاقدنوآوری شده است. این امر می‌تواند در سال‌های آتی نتایج معکوسی را داشته و سبب کاهش اعتماد در بخش‌های پژوهش و اجرا به تحقیقات دانشگاهی در کشور گردد.

از دیگر شاخص‌هایی که نشاندهنده توسعه علم بیولوژی خاک و کودهای زیستی در ایران است می‌توان به مقالات علمی چاپ شده در این خصوص اشاره کرد. مروری اجمالی بر کنگره‌های علوم خاک برگزار شده در کشور نشان می‌دهد که سهم مقالات ارائه شده در زمینه بیولوژی خاک و کودهای زیستی در کنگره‌های اخیر افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته به نحوی که در یازدهمین کنگره علوم خاک ایران که در سال ۱۳۸۸ در

در سال ۱۳۷۴ موجب گردید تا ایجاد این آزمایشگاه با جدیت بیشتری دنبال شود. این آزمایشگاه در سال ۱۳۷۵ رسماً از بخش تحقیقات حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه منفک و با عنوان بخش تحقیقات بیولوژی خاک موجودیت مستقلی یافت.

در ابتدا طرح‌هایی توسط محققین این بخش در زمینه جداسازی، شناسایی و بررسی کارایی ریزوبیوم‌های همزیست با سویا، بادام زمینی، نخود، لوبیا و باقلا ارائه و با تأمین اعتبار بخشی از آنها از سوی شورای عالی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک عملیات اجرایی این طرح‌ها آغاز گردید. در این طرح‌ها ریزوبیوم‌های همزیست با این گیاهان از نقاط مختلف کشور جداسازی و خالص سازی شدند و کلکسیون قابل توجهی از این باکتری‌ها تهیه گردید که امروزه نیز مورد استفاده محققین داخلی اعم از وزارت جهاد کشاورزی و دانشگاه‌های مختلف است. همچنین کارایی این باکتری‌ها در آزمایشات گلخانه‌ای و سپس مزرعه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت و منجر به معرفی سویه‌های برتر ریزوبیومی اختصاصی هر گیاه و برای مناطق مختلف گردید. در نتیجه اجرای این طرح‌ها و پس از دستیابی به سویه‌های برتر، نتایج این تحقیقات ابتدا در قالب گزارش‌هایی منتشر و سپس به صورت دانش فنی ثبت و به بخش خصوصی واگذار شدند. در سال‌های بعد طرح‌های دیگری در خصوص باکتری‌های اکسید کننده گوگرد، میکروارگانیزم‌های حل کننده فسفر، قارچ‌های میکوریزی، باکتری‌های محرک رشد گیاه از جنس‌های آزوسپریلوم، ازتوباکتر، سودوموناس‌های فلورسنت و فلاوباکتریوم در این بخش اجرا شدند. تاکنون بیش از ۵۰ طرح تحقیقاتی در این بخش اجرا شده است که نتایج آنها امروزه مورد استفاده مسئولین اجرایی، تحقیقاتی و ترویجی بخش کشاورزی و نیز دانشگاه‌های کشور می‌باشد. در واقع می‌توان ایجاد بخش تحقیقات بیولوژی خاک را نقطه عطفی در زمینه تحقیقات کودهای زیستی در کشور دانست. تاکنون بیش از ۵۰ نفر دانشجوی خاکشناسی از در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری به طور مستقیم یا غیرمستقیم از امکانات، میکروارگانیزم‌ها و یا تجربیات متخصصین این بخش برای انجام پایان نامه خود سود جسته‌اند. همچنین بیش از ۱۰۰ نفر دانشجو از سایر رشته‌ها بویژه از رشته زراعت به مطالعه اثرات میکروارگانیزم‌های موجود در بانک میکروبی این بخش بر روی محصولات مختلف زراعی و باغی پرداخته‌اند که همگی گواه تأثیر شگرف این بخش بر توسعه علم کودهای زیستی در کشور می‌باشد. در کنار خدمات این بخش به علم کودهای زیستی در کشور و پیوستگی و ادامه دار بودن

مطالعات انجام شده، چالش‌هایی نیز در راه توسعه این بخش وجود دارد که می‌توان به مواردی مانند عدم وجود روابط علمی با سایر موسسات پژوهشی و یا موسسات پژوهشی بین‌المللی، نبود فرصت‌های مطالعاتی و آموزشی بویژه در خصوص اعزام محققین به خارج از کشور، عدم جذب نیروهای جوان علمی و غفلت از پرداختن به سایر جنبه‌های علمی این گرایش از قبیل مطالعات ژنتیکی میکروارگانیزم‌ها، کمپوست سازی و فرآیندهای آن، جانوران خاک بویژه کرم‌های خاکی و مطالعات مربوط به پایش فاکتورهای زیستی خاک اشاره کرد.

### تولید کودهای زیستی در ایران

اولین کودهای زیستی مورد استفاده در ایران مایه تلقیح‌های ریزوبیومی سویا بودند که از اوایل دهه ۱۳۴۰ از کمپانی امریکایی نیتراژین وارد و همگام با توسعه کشت سویا در ایران مصرف شدند. پس از انقلاب اسلامی و قطع روابط تجاری ایران و امریکا تلاش‌هایی برای تولید این کود زیستی در کشور آغاز گردید که بدلیل عدم پی-گیریهای لازم و واردات مجدد این محصول از ایتالیا به سرانجامی نرسید. با وجود آغاز تحقیقات در زمینه کودهای زیستی از دهه ۱۳۵۰ در موسسه تحقیقات خاک و آب، ایجاد بخش تحقیقات بیولوژی خاک در این موسسه در سال ۱۳۷۵ اولین گام موثر در راه تحقیقات جدی و نیز تولید کودهای زیستی در کشور بود. پژوهش‌های انجام شده در این بخش منجر به جداسازی، شناسایی و ارزیابی کارایی ریزوبیوم‌های همزیست سویا در کشور گردید. سویه‌های کارآمد طی آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای انتخاب شدند و در سال ۱۳۷۹ در قالب دانش فنی ابتدا ثبت و سپس برای تولید انبوه به بخش خصوصی واگذار شدند. تولید مایه تلقیح سویا به عنوان اولین کود زیستی تولید داخل از سال ۱۳۷۹ آغاز شد و سبب قطع واردات این کود زیستی از خارج از کشور گردید. پژوهش‌های مشابهی در خصوص ریزوبیوم‌های همزیست با نخود، لوبیا و باقلا در این بخش انجام و در اوایل دهه ۱۳۸۰ به سرانجام رسید که به طور مشابهی منجر به ثبت دانش فنی گردید. امروزه بخش خصوصی در قالب این دانش‌های فنی اقدام به تولید مایه تلقیح‌های ریزوبیومی نخود و لوبیا می‌نمایند.

همچنین در ده ساله اخیر واحدهای تولیدی کود میکروبی فسفات‌گرانوله و مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس نیز با کمک‌های علمی و فنی موسسه تحقیقات خاک و آب در کشور ایجاد شده‌اند. بدین ترتیب می‌توان بخش تحقیقات بیولوژی خاک را پایه‌گذار تولید کودهای زیستی در کشور قلمداد کرد. در سال‌های بعد

کننده کودهای زیستی نشان می‌دهد که این شرکت‌ها از نظر سیستم‌های تکثیر (فرمانتاسیون)، کنترل سیستم، بسته‌بندی و متخصصین فنی وضعیت متفاوتی دارند. بدیهی است این امر در کیفیت کودهای زیستی تولیدی اثرات مشهودی خواهد داشت. عدم ارتباط ارگانیک شرکت‌های تولیدکننده با مراکز پژوهشی نیز در کاهش کیفیت این کودها بی‌تأثیر نبوده است. تاکنون مرجع رسمی و قانونی در خصوص کنترل کیفی این کودها در کشور وجود نداشته است. بر اساس نامه وزیر محترم وقت جهاد کشاورزی (نامه شماره ۱۰/۱۳۶۸۱ مورخ ۸۷/۴/۲۴ موسسه تحقیقات خاک و آب ناظر کیفی کودهای زیستی در کشور می‌باشد که تا زمان تصویب قانون جامع کود (که پیش نویس آن تهیه شده است) می‌تواند ملاک عمل باشد. در همین راستا موسسه تحقیقات خاک و آب طی دو قرارداد که در سال‌های ۱۳۸۷ و ۸۸ با معاونت تولیدات گیاهی منعقد شده است نسبت به کنترل کیفی کودهای زیستی تولید شده در کشور اقدام کرده است. نتایج مقدماتی این آزمایشات نشان می‌دهد که همچنان که در سطور قبل نیز عنوان شد برخی از این کودها از کیفیت مناسبی برخوردار نیستند. در این زمینه ذکر این نکته لازم است که موسسه تحقیقات خاک و آب در شرایط فعلی فاقد ظرفیت، ملزومات قانونی و زیرساخت‌های سخت‌افزاری لازم برای این منظور بوده و نیز تعدد روزافزون انواع کودهای زیستی در کشور این مسئله را پیچیده‌تر نیز کرده است.

به نظر می‌رسد به منظور افزایش کیفیت کودهای زیستی تولید شده در کشور، لازم است نسبت به درجه‌بندی شرکت‌های تولیدکننده اقدام شود. در این خصوص باید مرجع رسمی و قانونی مشخصی به منظور بررسی امکانات، تکنولوژی و کادر فنی شرکت‌های تولیدکننده معرفی شود. بر اساس درجه‌بندی شرکت‌ها، نوع و مقدار کودهای زیستی که هر یک از شرکت‌ها مجاز به تولید آنها می‌باشند مشخص خواهند شد و بدین ترتیب در عین بهبود کیفی کودهای تولیدی، تمامی شرکت‌های مجاز خواهند توانست فعالیت اقتصادی خود را ادامه دهند. عدم وجود استاندارد ملی از موانع مهم موجود بر سر راه کنترل کیفی سیستماتیک کودهای زیستی در کشور است. در شرایطی که تکنولوژی تولید این کودها در کشور توسعه کافی نیافته است، برخی از مسئولین و متخصصین به اعمال استانداردهای سختگیرانه اعتقاد دارند. بنظر می‌رسد افزایش تدریجی سطح استاندارد های کودهای زیستی می‌تواند نتیجه بهتری در توسعه و بهبود کیفی آنها داشته باشد.

افزایش قیمت جهانی کودهای شیمیایی از یک طرف، محدودیت های تأمین یارانه و آشکار شدن اثرات

واحدهای تولیدی دیگری با سرمایه گذاری‌های قابل توجهی بوجود آمدند که در آنها انواع مایه تلقیح‌های ریزوبیومی، انواع کودهای زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه از قبیل ازتوباکتر، آزوسپریلوم و سودوموناسهای فلورسنت، باسیلوسها و باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد تولید می‌شود (جدول ۳). در سال‌های اخیر برخی از واحدهای تولیدی به کودهای زیستی جدیدتری روی آورده‌اند که از آن جمله می‌توان به کود زیستی حاوی قارچ‌های میکوریزی اشاره کرد.

بدیهی است توسعه کودهای زیستی در طی ده سال گذشته در کشور بسیار مثبت و قابل توجه بوده است. اولین کود زیستی حدود ۱۰ سال قبل در ایران تولید شد و امروزه بیش از ۱۵ نوع کود زیستی با اسامی تجاری و حاوی باکتری‌های متنوع تولید می‌گردد. هر چند تولید کودهای زیستی در کشور در سالهای اخیر پیشرفت قابل توجهی داشته و سرمایه گذاری‌های زیادی نیز انجام شده است با این حال مصرف این کودها کماکان از اقبال عمومی برخوردار نبوده است. دلایل این امر را باید در بخش‌های مختلف جامعه کشاورزی ایران کنکاش کرد. در سال‌هایی که کودهای شیمیایی با یارانه‌های هنگفت وارد کشور می‌شدند، پرداختن به کودهای زیستی هیچگاه از حد حرف فراتر نرفت و بودجه‌هایی نیز برای این امر اختصاص نیافت. توزیع کودهای شیمیایی ارزانقیمت که برخوردار از حمایت و یارانه دولتی بودند موجب گردید تا تعداد انگشت شمار از کودهای زیستی که با سرمایه گذاری‌های شرکت‌های خصوصی تولید می‌شدند نتوانند توان رقابت در بازار را داشته باشند. در حالیکه شبکه منظم تولید یا واردات، خرید و توزیع کودهای شیمیایی از سال‌ها قبل در کشور شکل گرفته بود، این شبکه هیچگاه در خدمت کودهای زیستی قرار نگرفت و لذا کودهای زیستی نتوانستند سهمی در بازار کود در کشور داشته باشند. به همین دلیل رغبت زیادی در بین سرمایه‌گذاران برای ایجاد واحدهای تولید کود زیستی وجود ندارد و مجوزهایی نیز که برای این امر اخذ شده است تنها در ۱۸ درصد موارد به تولید محصول انجامیده است (جدول ۴).

از دیگر عواملی که در همگانی شدن کودهای زیستی تأثیر منفی داشته است کیفیت نامناسب برخی از کودهای زیستی تولید شده در کشور است. با وجود اثرات مفید و اثبات شده کودهای زیستی در کشور، برخی از انواع تولید و توزیع شده در سال‌های گذشته به دلیل کیفیت پایین، اثرات ادعا شده توسط تولیدکننده را بر جای نگذاشتند که این مسئله ذهنیت منفی بین برخی از زارعین ایجاد نموده است. نگاهی تحلیلی به شرکت‌های تولید

می‌شود. بدیهی است عدم اثر بخشی یک کود زیستی در شرایط خاص نمی‌تواند نشانه عدم اثربخشی آن در سایر شرایط نیز باشد.

یکی از دلایل این سردرگمی را باید عدم ارائه معیارهای مشخص و قابل سنجش برای ارزیابی کودهای زیستی از سوی متخصصین این حوزه دانست. از دیگر مشکلات این حوزه تکیه همه جانبه به تحلیل‌های آماری آزمایشات می‌باشد. به طور مثال در آزمایشی کاربرد کود زیستی خاصی سبب افزایش ۱۲ درصد (بر مبنای عملکرد ۵ تن در هکتار) در عملکرد گندم در هکتار در مقایسه با تیمار عدم کاربرد این کود شده است. تحلیل‌های آماری بر این امر دلالت دارند که تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار وجود ندارد و لذا در قضاوت‌های نهایی بر عدم کارایی این کود تأکید می‌شود. چنانچه از منظر اقتصادی به این آزمایش توجه شود می‌توان دریافت که کاربرد کود زیستی مذکور با قیمت حداکثر ۱۰۰ هزار ریال توانسته است سبب افزایش عملکرد به میزان ۶۰۰ کیلوگرم (معادل ۱۹۸۰۰۰ تومان بر پایه قیمت خرید تضمینی سال ۸۸) گردد که بسیار قابل توجه بوده و کاربرد کود را کاملاً توجیه‌پذیر می‌نماید.

آنچه که در مورد کودهای زیستی از اهمیت زیادی برخوردار است این نکته است که اثربخشی آنها بیشتر از آنکه به ماهیت آن بستگی داشته باشد وابسته به کیفیت است. به عبارت دیگر چنانچه میکروارگانیسم بکار رفته در تولید کود زیستی، مراحل جداسازی، غربالگری، زیست‌سنجی و آزمایشات اثربخشی را بدرستی طی نکرده باشد، چنانچه حتی در جمعیت کافی در ترکیب کود زیستی وجود داشته باشد نیز اثربخش نخواهد بود. بنابراین آنچه در شرایط کنونی در قالب اعطای گواهی عدم منع مصرف به کودهای زیستی تولید داخل در جریان است بدون انجام آزمایشات اثربخشی فاقد ارزش لازم بوده و می‌تواند بازار نابسامان کودهای زیستی در کشور را آشفته‌تر سازد. بنابر این آنچه مسلم است این است که شرکت‌های تولیدکننده کودهای زیستی در کشور باید در انتخاب میکروارگانیسم‌های موردنظر و فرآیندهای تکثیر، فرمولاسیون و بسته‌بندی نهایت دقت را مبذول دارند تا در آینده شاهد اعتماد زارعین به این فرآورده‌های زیستی باشیم.

## چالش‌های موجود در ایران و راهکارهای

### پیشنهادی

کودهای زیستی سابقه طولانی ندارند و با وجود مصرف اولین کود زیستی در ۵۰ سال پیش، از تولید اولین کود زیستی در کشور بیش از ۱۰ سال نمی‌گذرد. در این

سوء مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی در سالهای اخیر سبب توجه به کودهای زیستی شده است. با این وجود کماکان مقدار تولید و مصرف کودهای زیستی در کشور در مقایسه با کودهای شیمیایی بسیار ناچیز می‌باشد. خرید کودهای شیمیایی در کشور سالانه و به طور منظم از تولیدات داخل و یا از طریق واردات انجام می‌شود که با محدودیت‌های مالی بتدریج در سال‌های اخیر کاهش یافته است. بر اساس تصمیمات متخذه مقرر بود که در سال ۱۳۸۸ مقدار ۱۰ درصد از یارانه کودهای شیمیایی (۵۷۰ میلیارد ریال) به تحقیق، ترویج و خرید کودهای زیستی اختصاص یابد که از سرنوشت این اعتبارات اطلاع درستی در دست نیست (جدول ۵) ظاهراً در مواردی به صورت پراکنده اعتباری برای خرید انواع زیستی اختصاص یافته است، لکن اعتبارات مستقیماً در استانها و بدون برنامه خاصی صرف خرید کودهای زیستی خاصی شده است که روال آن نیز در برخی موارد سوال برانگیز بوده است.

در سال‌های اخیر تصمیماتی در خصوص افزایش سهم خرید و مصرف کودهای زیستی در مقایسه با انواع شیمیایی توسط دولت اتخاذ شده است. به عنوان نمونه طبق مصوبه شماره ۹۰۷۶۵/ت/۴۲۹۶۳ ن مورخ ۱۳۸۸/۴/۲۴ هیئت محترم وزیران مقرر شده است به منظور توسعه و حمایت از کودهای زیستی و آلی تا سقف ۱۰ درصد از یارانه کودهای شیمیایی به این منظور اختصاص یابد که بر اساس بند د ماده ۱۳۰ قانون برنامه پنجم توسعه، افزایش این مقدار به ۳۵ درصد نیز پیش‌بینی شده است. آنچه مسلم است تاکنون زیر ساخت‌های مرتبط با این امر در بخش‌های مختلف اعم از تولید، توزیع و مصرف آماده نشده است و بدیهی است اجرای شتاب آلوده و افزایش بی‌برنامه سهم کودهای زیستی می‌تواند نتایج معکوسی در پی داشته باشد.

### اثربخشی کودهای زیستی

پرمناقشه‌ترین بحث در مورد کودهای زیستی در خصوص اثربخشی آنهاست که امروزه تحقیق، تولید، خرید دولتی و سایر سیاست‌گذاری‌های مرتبط با این حوزه را تحت تأثیر قرار داده است. به طور کلی یکی از ویژگی‌های شناخته شده کودهای زیستی، ناهماهنگی (Inconsistency) نتایج حاصل از کاربرد آنهاست. بدین معنی که نتیجه کاربرد یک کود زیستی خاص بر روی یک گیاه مشخص در دو نقطه متفاوت، یکسان نخواهد بود. دلیل این امر ماهیت زنده این کودها و تأثیر شرایط محیطی، خاکی، گونه‌های گیاهی و میکروارگانیسم‌های بومی خاک بر کارایی آن می‌باشد. این امر غالباً در قضاوت‌های مربوط به کودهای زیستی بویژه در محافل اجرایی نادیده گرفته

است در این راستا اختصاص بخشی از اعتبارات به پژوهش‌های بنیادی ضروری می‌باشد.

۴- از تولید کودهای زیستی در ایران حدود یک دهه می‌گذرد با اینحال این کودها از اقبال عمومی برخوردار نبوده و جایگاه خود را نیافته‌اند. مهمترین دلیل این امر ناشناخته بودن این فرآورده‌ها برای جامعه کشاورزی ایران است. اثربخشی سریع، قیمت اندک و برخورداری از سیستم توزیع سراسری سبب گردیده است تا کودهای شیمیایی همچنان موجب به حاشیه راندن کودهای زیستی شوند. حذف یارانه از کلیه کودها و یا اختصاص بخشی از یارانه کودهای شیمیایی به انواع زیستی (همچنان که در برنامه‌های دولت لحاظ شده است) موجب خواهد شد تا کودهای زیستی به تدریج امکان رقابت در بازار را داشته باشند.

۵- کیفیت کودهای زیستی از مواردی است که نه فقط در ایران بلکه در سایر کشورها نیز بر روی میزان مصرف این کودها تأثیر مستقیمی دارد. آنچه بدیهی است برخی شرکت‌های تولید کننده فاقد توانمندی علمی و تکنیکی برای تولید کودهای زیستی با کیفیت مناسب هستند که این امر گاه سبب موضع گیری های انفعالی مسئولین در برابر این کودها می‌شود. رتبه بندی شرکت‌های تولیدکننده کود و انجام خریدها بویژه دولتی از شرکت‌های دارای رتبه برتر می‌تواند در کاهش این معضلات موثر باشد. در این خصوص لازم است ارگانهای قانونی برای رتبه‌بندی شرکت‌ها سازماندهی و هرچه زودتر معرفی شوند. عدم وجود ارتباط سازنده بین شرکت‌های تولید کننده و مراکز پژوهشی و نیز نبود بخش تحقیق و توسعه (R&D) در اکثر شرکت‌های تولیدکننده نیز از سایر عوامل تأثیرگذار در کیفیت کودهای زیستی در کشور است.

۶- کشور فاقد استاندارد ملی کودهای زیستی است در حالیکه چنین استانداردهای ملی ساهاست در کشورهای تولید کننده کودهای زیستی تدوین شده است. بدیهی است تدوین این استانداردها از یکسو برای شرکت‌های تولید کننده الزام‌آور بوده و سبب افزایش کیفیت تولیدات آنها شده و از سوی دیگر فرآیند کنترل کیفی کودهای زیستی در کشور را هموارتر خواهد نمود. در این خصوص تاکنون مرجع رسمی و قانونی کنترل کیفی کودهای زیستی در کشور مشخص نشده است ولی چنانچه موسسه تحقیقات خاک و آب برای این منظور انتخاب شود باید زیرساخت‌های فیزیکی، اعتباری و پرسنلی لازم نیز تدارک دیده شود.

۷- قوانین مالکیت معنوی و ثبت دانش فنی در خصوص کودهای زیستی در ایران غالباً نادیده گرفته می‌شود. در حالیکه برخی از شرکت‌های تولیدکننده با صرف زمان یا

مقاله جنبه‌های مختلف کودهای زیستی در کشور مورد بحث و بررسی قرار گرفتند و راهکارهایی در هر مورد ارائه گردید. چالش‌های مبتلا به این کودها بویژه در مواردی از قبیل پژوهش و تولید همچنان در کشور بحث برانگیز بوده و لازم است در محافل علمی با دقت بیشتری مورد مطالعه قرار گرفته و آسیب شناسی شوند. در پایان این نوشتار مهمترین چالش‌های موجود و برخی پیشنهادات ارائه شده‌اند.

۱- آموزش کودهای زیستی در ایران کماکان مبتنی بر دانسته‌های سه دهه پیش است و در شرایط فعلی دانشجویان علاقمند، با علوم و مباحث جدید در این حیطه آشنا نمی‌شوند. با وجود تأسیس گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک و پذیرش دانشجو در مقطع دکتری در این گرایش، واحدهای درسی متناسب وجود ندارد و کمبود متخصص و مدرسین مجرب احساس می‌شود. برای رفع این معضل لازم است سرفصل‌های آموزشی این گرایش مورد بازنگری قرار گرفته و نسبت به استخدام و یا تربیت مدرسین متخصص اقدام شود.

۲- با وجود متخصصین ارزشمند کودهای زیستی در کشور و نیاز جامعه دانشگاهی و اجرایی به مطالب علمی، تاکنون کتب تخصصی کودهای زیستی در کشور انتشار نیافته است و بنظر می‌رسد لازم است متناسب با شرایط کشور کتب مناسب توسط متخصصین امر برشته تحریر درآید. بدیهی است این امر به بسط دانش کودهای زیستی در کشور کمک فراوانی خواهد نمود.

۳- امروزه پژوهش‌های زیادی در مورد کودهای زیستی در کشور انجام می‌شود با این حال نگرش همه جانبه در این خصوص وجود ندارد و کماکان حیطه‌هایی از این علم مورد غفلت واقع شده و یا تحقیقات اندکی در مورد آنها انجام شده است که می‌توان به زمینه‌هایی بهینه‌سازی شرایط رشد و محیط‌های کشت صنعتی و فرمولاسیون انواع کودهای زیستی اشاره کرد. شاید یکی از دلایل این امر تعداد اندک پژوهشگران این گرایش در مقایسه با سایر گرایش‌های علوم خاک باشد. عدم پیوستگی تحقیقات انجام شده، پراکندگی موضوعات طرح‌ها و پایان‌نامه‌ها، انجام پژوهش‌های تکراری و فاقد نوآوری و عدم ارتباط سیستماتیک محققین و مراکز تحقیقاتی با محافل علمی داخل و خارج کشور از نقاط ضعف دیگر پژوهش کودهای زیستی در کشور است. بنظر می‌رسد تدوین نقشه راه پژوهش کودهای زیستی در ایران توسط خبرگان دانشگاهی و پژوهشگران این گرایش و سوق دادن این پژوهش‌ها به سمت نیازهای کشور می‌تواند موجب بهبود کیفیت پژوهش‌های انجام شده در کشور گردد. بدیهی



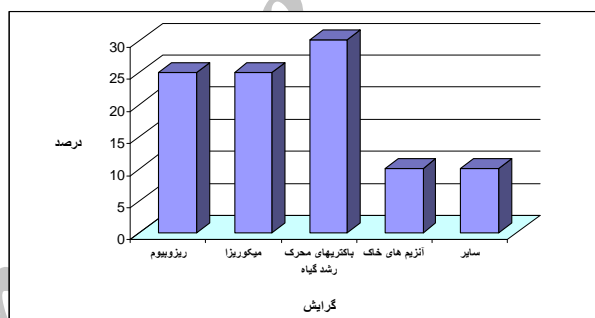
برخی از کودهای زیستی مورد تأیید مراجع پژوهشی سال- هاست در نوبت عقد قرارداد بوده و با وجود اثربخشی و نیاز شدید کشور به آنها کماکان به مرحله تولید نرسیده اند، اعتباراتی در برخی از استانها صرف خرید کودهای زیستی خاص شده است. بنظر می‌رسد لازم است حداقل در مورد خرید های دولتی به سابقه و اعتبار شرکت‌ها و آزمایشات انجام شده بر روی کود زیستی مورد نظر و استعلام از مراجع ذیصلاح توجه بیشتری صورت گیرد.

هزینه قابل توجه به میکروارگانیسم خاصی دست می‌یابند، سایر شرکت‌ها با جلداسازی این میکروارگانیسم از کود زیستی تولید شده اقدام به کاربرد آن در تولیدات خود می‌نمایند. در این خصوص بنظر می‌رسد الزام شرکت‌ها به ارائه شناسنامه میکروارگانیسم (منشاء، مشخصات مرفولوژیک و مولکولی) می‌تواند در گام اول به حل این معضل کمک نماید.

۸- اقتصاد بازار کودهای زیستی در کشور و نقش دولت در این امر روشن نبوده و قاعده مند نیست. در شرایطی که

جدول ۱- واحدهای درسی مرتبط با کودهای زیستی در مقاطع مختلف تحصیلی رشته خاکشناسی

مقطع	گرایش	واحد	ارزش
کارشناسی	-	میکروبیولوژی	۳
		بیولوژی خاک	۳
کارشناسی ارشد	بیولوژی خاک	روابط بیولوژیک خاک و گیاه	۲
		کودهای بیولوژیک (انتخابی)	۲
		زیست پالایی (انتخابی)	۲
دکتری	بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک	ژنتیک پروکاریوتها	۳
		میکروبیولوژی صنعتی	۳
		بیوتکنولوژی	۳



شکل ۱- تنوع پایان نامه های دکتری انجام شده در گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک در کشور

جدول ۲- تعداد و سهم مقالات بیولوژی خاک و کودهای زیستی در کنگره های علوم خاک کشور

دوره	سال برگزاری	محل برگزاری	تعداد کل مقالات	تعداد مقالات بیولوژی خاک	نسبت به کل (درصد)
سومین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۷۱	کرج	۷۳	۱	۱/۴
چهارمین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۷۳	اصفهان	۱۰۸	۶	۵/۶
پنجمین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۷۵	کرج	۱۳۸	۷	۵/۱
ششمین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۷۸	مشهد	۳۰۵	۲۶	۸/۵
هفتمین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۸۰	شهرکرد	۲۲۸	۱۸	۷/۹
هشتمین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۸۲	رشت	۴۰۲	۳۹	۹/۷
نهمین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۸۴	کرج	۶۵۲	۵۲	۸
دهمین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۸۶	کرج	۶۶۲	۸۴	۱۲/۶
یازدهمین کنگره علوم خاک ایران	۱۳۸۸	گرگان	۱۱۱۶	۱۵۶	۱۴

جدول ۳- مهمترین شرکت‌های تولیدکننده کودهای زیستی در کشور و برخی از تولیدات آنها

شرکت تولیدکننده	محل احداث	محصول تولیدی	نوع کود زیستی	ظرفیت سالانه
ایران ایگنیشن	مازندران	کود میکروبی فسفات گرانوله	زیستی فسفره	۲۰۰۰۰ تن
		مایه تلقیح حل‌کننده فسفر	زیستی فسفره	۲۰۰۰ تن
فن آوری زیستی طبیعت گرا	کرج	بیوفارم	محرك رشد	۳۰۰۰ تن
		بیوسوی	ریزوبیومی	۷۵ تن
		بیوفسفات تریپل	زیستی فسفره	-
		به رشد	زیستی فسفره	-
		مایکو گرو	زیستی فسفره	-
فرآوری شیمیایی زنجان	زنجان	مایه تلقیح تیوباسیلوس	اکسیدکننده گوگرد	۲۰۰۰ تن
		نیتراژین	محرك رشد	-
فن آوری زیستی مهرآسیا	سمنان	ازتوباکتر	محرك رشد	۳۰۰۰ تن
		نیتروکسین	محرك رشد	۳۰۰۰ تن
		بیوسولفور	اکسیدکننده گوگرد	-
زیست فناور سبز	قم	بارور ۲	محرك رشد	-
صنایع زیست فناوری کارا	ساوه	کارا	محرك رشد	-

جدول ۴- مقایسه وضعیت مجوزهای صادره و میزان تولید کودهای شیمیایی و زیستی تا سال ۱۳۸۸ در کشور

نوع کود	مجوز صادره		به تولید رسیده		مجوز گرفته / تعداد واحدهای به تولید رسیده
	تعداد	ظرفیت (تن)	تعداد	ظرفیت (تن)	
کود شیمیایی	۶۳۲	۱۱۲۶۳۴۸۵	۴۸۱	۸۵۷۷۸۱۷	۰/۷۶
کود زیستی	۷۲	۳۷۱۱۰۶	۱۳	۱۶۰۹۰۰	۰/۱۸

جدول ۵- میزان تولید داخل، واردات و یارانه تخصیصی به کودهای شیمیایی و زیستی

سال	۱۳۸۴		۱۳۸۵		۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸	
	شیمیایی	زیستی	شیمیایی	زیستی	شیمیایی	زیستی	شیمیایی	زیستی	شیمیایی	زیستی
تولید داخل (تن)	۲۲۲۹۱۷۱	؟	۲۰۷۹۹۲۷	؟	۱۸۹۷۵۷۱	؟	۲۳۱۵۴۶۵	؟	۲۱۹۳۴۵۳	؟
واردات (تن)	۱۴۶۶۳۳۷	-	۲۵۰۶۴۸۶	-	۱۴۴۶۸۶۰	-	۱۰۱۴۴۲۸	-	۷۳۷۴۲۱	-
یارانه پرداختی (میلیارد ریال)	۵۷۶۳	-	۶۹۵۰	-	۶۹۳۲	-	۹۸۳۴	-	۵۷۳۲	؟

### فهرست منابع:

۱. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. <http://utcan.ut.ac.ir/fa/about.aspx>
۲. اسدی رحمانی، ه.، ک. خاوازی، ا. اصغرزاده و ف. رجالی. ۱۳۸۴. کودهای بیولوژیک، مکمل یا جایگزین کودهای شیمیایی. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات). تدوین کنندگان: خاوازی، ک.، ه. اسدی رحمانی و م.ج. ملکوتی. ص ۴۱-۳۲، انتشارات سنا، تهران، ایران.
۳. اسدی رحمانی، ه.، ا. اصغرزاده، ک. خاوازی، ف. رجالی و غ. ثوابی. ۱۳۸۶. حاصلخیزی بیولوژیک خاک (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران، ایران. ملکوتی م. و ع. ح. ریاضی همدانی. ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاک (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ایران.
۴. بی نام. ۱۳۷۱. مجموعه مقالات سومین کنگره علوم خاک ایران. کرج، ایران.

۵. بی نام. ۱۳۷۳. مجموعه مقالات چهارمین کنگره علوم خاک ایران. اصفهان، ایران.
۶. بی نام. ۱۳۷۵. مجموعه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران. کرج، ایران.
۷. بی نام. ۱۳۷۸. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران. مشهد، ایران.
۸. بی نام. ۱۳۸۰. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران. شهرکرد، ایران.
۹. بی نام. ۱۳۸۲. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. رشت، ایران.
۱۰. بی نام. ۱۳۸۴. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج، ایران.
۱۱. بی نام. ۱۳۸۶. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج، ایران.
۱۲. بی نام. ۱۳۸۸. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. گرگان، ایران.
۱۳. بی نام. ۱۳۸۳. اهم دستاوردهای موسسه تحقیقات خاک و آب در برنامه دوم و سوم توسعه. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
۱۴. صالح راستین، ن. ۱۳۵۷. بیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۱۵. صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در در راستای نیل به کشاورزی پایدار. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات). تدوین کنندگان: خاوازی، ک. و م.ج. ملکوتی. ص ۵۴-۱، مرکز نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
۱۶. صالح راستین، ن. ۱۳۸۴. مدیریت پایدار از دیدگاه بیولوژی خاک. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات). تدوین کنندگان: خاوازی، ک.، ه. اسدی رحمانی و م.ج. ملکوتی. ص ۳۱-۵، انتشارات سنا، تهران، ایران.
۱۷. علی اصغرزاده، ن. ۱۳۷۹. فراوانی و پراکنش قارچهای میکوریز آربسکولار در خاکهای شور دشت تبریز و اثر تلقیح آنها در افزایش تحمل به شوری پیاز و جو. پایان نامه دکتری خاکشناسی دانشگاه تهران.
۱۸. مرشدی، ع. ۱۳۸۲. مروری بر تولید و مصرف جهانی کود. مجله نهاده، شماره ۷، صفحه ۲۶-۲۲.