مجله ایمنی زیستی
دوره ۸، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۴

بررسی اثر کودهای زیستی بر عملکرد گیاهان زراعی، کشاورزی پایدار و کشاورزی ارگانیک

محسن آذرنیا[۱*]، سعید صفی‌خانی[۲]، عباس بیابانی[۳]
[۱و۲] دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
[۳] دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

M.azarnia2000@gmail.com

چکیده

کودهای زیستی، از جمله جدیدترین دستاوردها برای کشاورزی ارگانیک محسوب می‌شوند. همچنین هدیه‌ای از علم نوین کشاورزی هستند که باید جایگزین کودهای مرسوم و سنتی در مزارع کشاورزی شوند. این کودها به اندازه‌ی کودهای شیمیایی تاثیر آنی بر رشد ندارند، بنابراین کشاورزان اغلب سعی می‌کنند برای رشد و نمو محصول زراعی از کودهای شیمیایی استفاده کنند. اما بدیهی است که کودهای شیمیایی دوستدار محیط زیست نیستند و موجب آلودگی آب، هوا و خاک می‌شوند و می‌توانند از عوامل ایجاد سرطان باشند. علاوه بر این، کودهای شیمیایی ممکن است در دراز مدت، باروری و حاصلخیزی خاک را از بین ببرند. کودهای زیستی حاوی میکروارگانیسم‌هایی هستند که عناصر غذایی را جهت حصول اطمینان از رشد و نمو مناسب و تنظیم فیزیولوژی گیاهان، به میزان کافی در اختیار گیاهان قرار می‌دهند. همچنین این کودها، از اجزای اساسی کشاورزی ارگانیک هستند و نقش حیاتی در حفظ بلند مدت حاصلخیزی و پایداری خاک ایفا می‌کنند. در این مقاله ضمن تشریح مفهوم و اثرات کودهای زیستی و چالش‌ها و راهکارهای بهبود استفاده از آن‌ها، نتایج تحقیقات مختلف در این زمینه به صورت جمع‌بندی ارایه و تحلیل شده است.

کلمات کلیدی: آزوسپریلیوم، رشد گیاه، قارچ میکوریز، کشاورزی پایدار، کود زیستی

مقدمه

افزایش روز افزون نیاز غذایی مردم در اثر رشد سریع جمعیت، ایجاب می‌کند که میزان تولید محصولات کشاورزی افزایش یابد. کشاورزی ارگانیک به عنوان یک اولویت مهم در سطح جهان از نظر افزایش تقاضا برای مواد غذایی سالم و پایداری بلند مدت تامین مواد غذایی و نگرانی از آلودگی محیط زیست در ارتباط با استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی در کشاورزی پدید آمده است. اگرچه استفاده از نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی برای پاسخگویی به افزایش تقاضا برای مواد غذایی در جهان اجتناب ناپذیر است، تولید محصولات ارگانیک می‌تواند انگیزه‌ای برای صادرات محصولات زراعی باشد. کودهای زیستی که جزء ضروری کشاورزی ارگانیک محسوب می‌شوند،

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

حاوی موجودات زنده یا گونه‌های کارآمد تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده‌ی فسفات هستند که برای بذر، خاک یا محل‌های حاوی کمپوست با هدف افزایش تعداد این میکروارگانیسم‌ها و سرعت بخشیدن به فرآیندهای میکروبی که دسترسی به مواد غذایی را برای آسیمیلاسیون مناسب در گیاهان مهیا می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرند (٤٦). کودهای زیستی نقش بسیار مهمی در بهبود حاصلخیزی خاک از طریق تثبیت نیتروژن اتمسفر به وسیله‌ی همزیستی با ریشه گیاه یا به صورت آزادزی در خاک و همچنین از طریق محلول نمودن فسفات‌های تثبیت شده و تولید عناصر مورد نیاز برای رشد در خاک، ایفا می‌کنند. در واقع کودهای بیولوژیکی توسط یک سیستم بیولوژیکی و به‌طور طبیعی با متحرک کردن عناصر غذایی در خاک، دسترسی گیاهان به این عناصر را ارتقا می‌دهند. نقش و اهمیت کودهای زیستی در تولید پایدار محصولات کشاورزی، توسط چندین محقق مورد بررسی قرار گرفته است، اما پیشرفت در زمینه تکنولوژی تولید کودهای زیستی در آسیا همیشه کمتر از حد انتظار بوده است.

از مهمترین ریزموجودات مفید خاکزی، می‌توان به قارچ‌های میکوریز آربسکولار و باکتری‌های محرک رشد گیاه اشاره کرد. باکتری‌های آزادزی ریزوسفر را که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم باعث بهبود رشد و سلامت گیاه می‌شوند، باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه می‌نامند (٦). در روش غیرمستقیم، باکتری‌های محرک رشد با استفاده از مکانیسم‌های خاصی اثرات مضر بیمارگرهای گیاهی را تعدیل نموده و به این طریق موجب افزایش رشد گیاه می‌شوند. اما در روش مستقیم، این باکتری‌ها با تثبیت آزادزی نیتروژن، تولید متابولیت‌های موثر در رشد گیاه، مانند هورمون‌های گیاهی (اکسین، سیتوکینین، جیبرلین)، افزایش حلالیت ترکیبات نامحلول مثل فسفر و پتاسیم از طریق تولید اسیدهای معدنی و آلی، تولید سیدروفورها و افزایش فراهمی عناصر کم مصرف بویژه آهن و تولید آنزیم Acc دآمیناز موثر در کاهش اثرات سوء اتیلن تنشی، به رشد بهتر گیاه کمک می‌کنند (۲۱).

قارچ‌های میکوریز آربسکولار، باکتری‌های حل کننده فسفات، باکتری‌های محرک رشد و سایر کودهای زیستی، نقش مهمی در بهبود تغذیه و رشد گیاهان در شرایط شور دارند، به نحوی که بعضی آن‌ها را به عنوان اصلاح کنندگان زیستی خاک‌های شور می‌نامند (۳۹). قارچ‌های میکوریزی با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارآیی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به ویژه عناصر کم تحرک فسفر، روی، مس افزایش و موجب بهبود رشد آن‌ها می‌شوند (۲۸). همچنین، این قارچ‌ها با تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین، سیتوکینین و...، افزایش مقاومت گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا و بهبود ساختمان خاک از طریق اتصال ذرات خاک به یکدیگر، رشد گیاه را افزایش می‌دهند (۱). مطالعات نشان داده است که تحت تنش شوری، گیاه ذرت میکوریزی ماده خشک بیشتری نسبت به ذرت تلقیح نشده داشت و گوجه فرنگی میکوریزی نیز در شرایط تنش شوری در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزی دارای افزایش معنی‌داری در وزن خشک ریشه و اندام هوایی بود (٤). اثر قارچ *Glomus intraradices* را در شرایط شور بر نوعی عدس بررسی کردند، که نتایج آن حاکی از آن بود که این قارچ رشد گیاه را در شرایط شور بهبود

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

می‌بخشد (۳٦). با توجه به اهمیت موضوع و ضرورت بکارگیری روش‌های مناسب برای کاهش مصرف مواد آلوده کننده محیط و افزایش کیفیت محصولات زراعی، هدف از انجام این مقاله مروری، معرفی و ترویج و توصیه کودهای زیستی جهت افزایش رشد رویشی و عملکرد گیاهان زراعی و جایگزین شدن این کودها به جای کودهای شیمیایی به کشاورزان، محققان، دانشجویان و مراکز جهاد کشاورزی می‌باشد.

نیاز به کودهای زیستی

استفاده بی‌رویه از کودهای مصنوعی، منجر به آلودگی خاک و حوضه‌های آبریز، نابودی میکروارگانیسم‌ها و حشرات مفید، حساسیت بیشتر گیاهان به بیماری‌ها و کاهش حاصل‌خیزی خاک شده است. تقاضا برای عناصر غذایی، بسیار بیشتر از میزان تولید موجود است و تخمین زده می‌شود تا سال ۲۰۲۰ برای رسیدن به میزان تولید ۳۲۱ میلیون تن دانه خوراکی نیاز به ۲۸/۸ میلیون تن عناصر غذایی خواهد بود. در حالی که تنها ۲۱/٦ میلیون تن عناصر غذایی در دسترس خواهد بود و حدود ۷/۲ میلیون تن کسری عناصر غذایی به وجود خواهد آمد. کاهش سوخت‌های فسیلی (بحران انرژی) هزینه‌ی تولید کودهای شیمیایی را افزایش خواهد داد و این افزایش قیمت کودهای شیمیایی خارج از استطاعت کشاورزان خرده‌پا خواهد بود. کاهش حاصل‌خیزی خاک به دلیل اختلاف و فاصله زیاد بین برداشت عناصر غذایی از خاک و تامین عناصر غذایی خاک و افزایش نگرانی در مورد خطرات زیست محیطی، تهدیدی برای کشاورزی پایدار خواهد بود. علاوه بر حقایقی که در بالا به آن‌ها اشاره شد، استفاده طولانی مدت از کودهای زیستی، مقرون به صرفه، سازگار با محیط زیست، کارآمدتر و پربارتر از کودهای شیمیایی است، از طرفی دسترسی به کودهای بیولوژیک برای کشاورزان خرده‌پا نسبت به کودهای شیمیایی بهتر است (٤٨).

ویژگی‌ها و مشخصه‌های بالقوه‌ی برخی از کودهای زیستی

ریزوبیوم‌های تثبیت کننده نیتروژن: این ریزوبیوم‌ها به خانواده ریزوبیاسه تعلق دارند و فقط با لگوم‌ها همکاری می‌کنند و با همزیستی طبیعی به میزان ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تثبیت می‌کنند. این همزیستی برای حبوباتی مانند نخود، لوبیا، عدس و لگوم‌های دانه روغنی مانند سویا و بادام زمینی و لگوم‌های علوفه‌ای مانند شبدر و یونجه مفید است. گره‌زایی موفق در لگوم‌ها بستگی زیادی به موجود بودن گونه‌ی خاصی از ریزوبیوم که با گیاه میزبان سازگار باشد، دارد. ریزوبیوم‌ها کلونی‌هایی به شکل غده بر روی ریشه تشکیل می‌دهند که گره‌های ریشه نامیده می‌شوند. این گره‌ها به مانند کارخانه‌های تولید آمونیاک عمل می‌کنند. ریزوبیوم‌ها این توانایی را دارند که در همکاری و همزیستی با لگوم‌ها و برخی غیر لگوم‌ها مانند پاراسپونیا، نیتروژن اتمسفر را تثبیت کنند. جمعیت ریزوبیوم در خاک به حضور گیاهان خانواده لگوم در مزرعه بستگی دارد. در غیاب لگوم‌ها، جمعیت ریزوبیوم کاهش می‌یابد. برای بازگرداندن جمعیت گونه‌های موثر ریزوبیوم به ریزوسفر جهت تسریع در تثبیت نیتروژن اتمسفر، غالبا به تلقیح مصنوعی بذر نیاز است (٤٩).

آزوسپیریلوم: آزوسپیریلوم متعلق به خانواده اسپیریلاسه است و در طبیعت به صورت هتروتروف و یا همزیست با گیاهان یافت می‌شود. علاوه بر توانایی تثبیت نیتروژن به میزان حدود ۲۰ تا ٤۰

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

کیلوگرم در هکتار، همچنین می‌تواند مواد تنظیم کننده‌ی رشد را تولید کند. اگرچه گونه‌های بسیاری از جنس Azospirillum مانند *A. amazonense*، *A. halopraeferens*، *A. brasilense* وجود دارند، اما در سراسر جهان ثابت شده است که تلقیح با *A. brasilense* و *A. lipoferrum* سودمندتر است. آزوسپیریلوم با بسیاری از گیاهان به ویژه گیاهان چهار کربنه، همزیستی و همکاری دارند. زیرا این باکتری برای رشد و تثبیت نیتروژن به اسیدهای آلی از قبیل مالیک اسید و آسپارتیک اسید نیاز دارد. بنابراین، این باکتری برای گیاهان چهار کربنه مانند ذرت، نیشکر، سورگوم و ارزن مرواریدی، توصیه می‌شود. ازتوباکتر کلونی‌هایی در ریشه تشکیل می‌دهد و نه تنها در سطح ریشه باقی می‌ماند، بلکه بخش قابل ملاحظه‌ای از آن‌ها به درون بافت‌های ریشه نفوذ می‌کنند. با این حال، آن‌ها در خارج از ریشه و روی بافت‌های ریشه، رشد و تولید گره‌های قابل مشاهده ندارند.

ازتوباکتر: این باکتری به خانواده ازتو باکتریاسه تعلق دارد و در طبیعت به صورت هوازی، آزادزی و هتروتروفی زندگی می‌کند. ازتوباکتر در خاک‌های خنثی و قلیایی حضور دارند و باکتری *A. chroococcum* معمولا گونه‌ی غالب در خاک‌های قابل کشت است. *A. vinelandii*، *A. beijerinckii*، *A. insignis* و *A. macrocytogenes* دیگر گونه‌های گزارش شده از باکتری ازتوباکتر می‌باشند. تعداد باکتری ازتو باکتر در خاک، به دلیل کمبود ماده آلی و اثر آنتاگونیسمی میکروارگانیسم‌ها از ۱۰۴ تا ۱۰۵ عدد در هر گرم خاک تجاوز نمی‌کند. ازتوباکتر آنتی‌بیوتیک‌های ضدقارچی تولید می‌کند که مانع از رشد چندین پاتوژن قارچی در ناحیه ریشه گیاه می‌شود. در نتیجه تا حدودی از مرگ و میر گیاهچه جلوگیری می‌کند. جمعیت ازتوباکتر در ریزوسفر گیاهان زراعی و در خاک‌های کشت نشده، معمولا کم است. حضور ازتوباکتر در ریزوسفر تعدادی از گیاهان زراعی مانند برنج، ذرت، نیشکر، سبزیجات و محصولات باغی گزارش شده است.

جلبک سبزآبی (سیانوباکتر) و آزولا: این جلبک‌ها به هشت خانواده مختلف تعلق دارند. در طبیعت به صورت اتوتروف هستند و تولید اکسین، ایندول استیک اسید و جیبرلیک اسید می‌کنند. در مزارع برنج به مقدار فراوان یافت می‌شوند و در حالت غرقاب قادرند ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تثبیت کنند. از این جلبک‌ها به‌عنوان ارگانیسم‌های شالیزار یاد شده است. نیتروژن یک نهاده‌ی کلیدی است که برای تولید برنج در زمین‌های غرقاب به مقدار زیاد مورد نیاز است. ازت خاک و کودهای زیستی نیتروژن که با همکاری ارگانیسم‌ها تولید می‌شوند، منابع اصلی نیتروژن برای مزارع غرقاب برنج هستند. ۵۰ تا ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه برنج، به‌طور ترکیبی از طریق معدنی شدن نیتروژن آلی خاک، کودهای زیستی نیتروژن و همکاری باکتری‌ها با برنج بدست می‌آید. برای دسترسی به امنیت غذایی از طریق کشاورزی پایدار، باید نیاز به نیتروژن تثبیت شده از طریق کودهای زیستی نیتروژن به جای تثبیت نیتروژن به طریق صنعتی به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گیرد. فرم‌های تشکیل همزیستی قادر به تثبیت نیتروژن با قارچ‌ها، جگرواش‌ها، سرخس‌ها و گیاهان گلدار هستند. اما شایع‌ترین ارتباط همزیستی بین یک سرخس آزادزی شناور در آب، یعنی آزولا و آنابنا- آزولا مشاهده شده است. آزولا بر اساس وضعیت

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

خشک دارای ٤ تا ٥ درصد نیتروژن و در حالت مرطوب دارای ۰/۲ تا ۰/٤ درصد ازت است که می‌تواند یک منبع بالقوه کود آلی و نیتروژن در تولید برنج باشد. عامل مهم در استفاده از آزولا به عنوان کود زیستی در محصول برنج، تجزیه سریع آن در خاک و استفاده‌ی کارآمد از نیتروژن آن برای گیاه برنج است. علاوه بر این، کودهای زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن، حاوی مقادیر قابل توجهی از فسفر، پتاسیم، گوگرد، روی، آهن، مولیبدن و دیگر میکروالمنت‌ها هستند. سرخس با استفاده از انشعابات ساقه، برگ‌هایی با بریدگی‌های دو قسمتی عمیق، پوشش سبز و حصیر مانندی روی سطح آب ایجاد می‌کند. لوب گوشتی پشت برگ سرخس، دارای حفره مرکزی است که در داخل آن با جلبک همزیستی می‌کند. آزولا را می‌توان به عنوان کود سبز قبل از کاشت برنج در مزرعه استفاده نمود. گونه رایج آزولا در هند *A. pinnata* است که می‌توان آن را به صورت تجاری و به روش رویشی تکثیر نمود. عملکرد آن به طور متوسط ۱/۵ کیلوگرم در مترمربع است. هند به تازگی برخی گونه‌های آزولا را که زیست توده زیادی تولید می‌کنند مانند *A. caroliniana*، *A. microphylla*، *A. filiculoides* و *A. mexicana* را معرفی نموده است (٤١).

حل کننده‌های فسفات: گزارش‌های متعددی توانایی گونه‌های مختلف باکتری را برای حل کردن ترکیبات معدنی نامحلول از قبیل تری‌کلسیم فسفات، دی کلسیم فسفات، هیدروکسی آپاتیت و سنگ فسفات بررسی کرده‌اند. در میان جنس‌های باکتری جنس‌های سودوموناس، باسیلوس، ریزوبیوم، بورخولدریا، آکروموباکتر، آگروباکتریوم، میکروکوکوس، آئروباکتر، فلاوباکتریوم و اِروینیا دارای این ظرفیت و توانایی هستند. جمعیت‌های قابل ملاحظه‌ای از حل کننده‌های فسفات در خاک و ریزوسفر گیاه وجود دارد. این‌ها شامل سویه‌های هوازی و غیرهوازی هستند که شیوع سویه‌های غیرهوازی در خاک‌های غرقاب می‌باشد. غلظت قابل توجهی از این باکتری‌های حل کننده فسفات، معمولا در ریزوسفر در مقایسه با خاک‌های غیر ریزوسفر یافت می‌شوند. این باکتری خاک بیشتر متعلق به سودوموناس و باسیلوس است.

جذب کننده‌های فسفات (میکوریز): اصطلاح میکوریز نشان دهنده قارچ‌های ریشه است. این یک همزیستی بین گیاه میزبان و گروه خاصی از قارچ‌ها در سیستم ریشه‌ای است که در این همزیستی، قارچ کربن مورد نیاز خود را از فتوسنتز گیاه میزبان به‌دست می‌آورد و در عوض قارچ عناصر غذایی مانند روی، مس و به ویژه فسفر را برای گیاه میزبان مهیا می‌کند که قابل دسترس برای گیاه نیستند. اما با کمک هیف قارچ به خوبی جذب گیاه می‌شوند. این قارچ‌ها با اکثر محصولات کشاورزی به جز گیاهانی که به خانواده‌های Chenopodiaceae، Amaranthaceae، Caryophyllaceae، Commelinaceae، Juncaceae و Cyperaceae تعلق دارند، همکاری مثبت دارند.

حل کننده‌های روی: تثبیت کننده‌های نیتروژن مانند ریزوبیوم، ازتوباکتر، باکتری‌های حل کننده فسفات مانند (*Pseudomonas striata*، *B. magaterium*) و متحرک کننده‌های فسفات (مایکوریزا) به طور گسترده به‌عنوان کود زیستی پذیرفته شده‌اند. اگر چه این‌ها فقط عناصر غذایی اصلی را برای گیاه میزبان مهیا می‌کنند، اما میکروارگانیسم‌هایی نیز در خاک وجود دارند که عناصر غذایی کم مصرف مانند روی، آهن و

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

مس را در اختیار گیاه میزبان قرار می‌دهند. روی می‌تواند به‌وسیله میکروارگانیسم‌هایی مانند *B. subtilis*، *T. thioxidus*، *hiobacillus* *Saccharomyces* sp. حل شود. این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند به‌عنوان کودهای زیستی برای حل کردن میکروالمنت‌هایی که در خاک تثبیت شده‌اند، مورد استفاده قرار گیرند. نتایج نشان داده‌اند که (*Bacilus* sp باکتری حل کننده روی) می‌تواند به‌عنوان کود زیستی روی (Zn) در خاک‌هایی که دارای مقادیر بالایی از ترکیبات نامحلول و ارزان روی (Zn) مانند اکسید روی، کربنات روی و سولفید روی به جای ترکیبات گران قیمت روی مانند سولفات روی مورد استفاده قرار گیرند.

نقش بالقوه کودهای زیستی در کشاورزی

نقش عمده‌ی کودهای زیستی (تثبیت کننده‌های نیتروژن) در بهبود حاصلخیزی خاک و تاثیر آن بر عملکرد توسط بسیاری از محققان گزارش شده است. علاوه بر این، کاربرد کودهای زیستی در خاک، باعث بهبود موجودات زنده خاک و استفاده‌ی یک جانبه از کودهای شیمیایی می‌شود. در شرایط مساعد، تلقیح ریزوبیوم، تعداد غلاف‌ها در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه و در نتیجه عملکرد را بهبود بخشید. در برنج تحت شرایط کمبود نیتروژن، کاربرد آزوسپیریلوم باعث بهبود شاخص سطح برگ و تمامی اجزای عملکرد به‌طور معنی‌داری شد. در هند به دلیل اسیدی و قلیایی بودن خاک‌ها که بیش از هفت میلیون هکتار است، باعث پایین بودن کارآیی کودهای فسفاته (۱۵ تا ۲۰ درصد) می‌شود. بنابراین تلقیح با کود زیستی سودوموناس و دیگر تلقیح کننده‌های میکروبی مفید در چنین خاک‌هایی، برای بازسازی و بازگرداندن موثر جمعیت‌های میکروبی حل کننده فسفرهای تثبیت شده در خاک و در دسترس قرار گرفتن سایر عناصر ماکرو و میکرو به منظور دستیابی به عملکرد مناسب و پایدار در گیاهان زراعی گوناگون، اجباری است (۵).

سوابق پژوهش

پژوهش‌های زیادی بخصوص در چند سال اخیر در مورد اثر مثبت کودهای زیستی بر رشد رویشی و زایشی گیاهان زراعی انجام شده که به تفکیک در مورد آن‌ها در ذیل بحث می‌شود.

تاثیر کودهای زیستی بر تغییرات ریشه و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی مربوط به ریشه گیاهان زراعی: محققان گزارش نمودند تلقیح بذر نخود زراعی با باکتری رایزوبیوم لگومینوزاروم (رایزوبیوم سیسریا) تعداد گره، وزن تر گره و وزن خشک گره تثبیت کننده نیتروژن را افزایش داد (۹). دجبالی و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش نمودند تلقیح برخی لگوم‌ها با میکوریزا، سبب افزایش طول ریشه، تعداد گره، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه شد. دیگر محققان نیز گزارش کردند کاربرد هردو کود زیستی Pseudomonas fluorescense و Rhizobium سبب افزایش طول ریشه و ساقه و وزن خشک گیاهچه می‌شود (۱۳ و ۳۱). همچنین محققان گزارش نمودند در شرایط نرمال، تلقیح بذر نخود با باکتری و کاربرد سطوح پایین نیتروژن (20kg/ha) تعداد گره تثبیت نیتروژن را افزایش داد (۵۰).

تاثیر کودهای زیستی بر تغییرات بخش هوایی گیاهچه و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی مربوط به بخش هوایی گیاهان زراعی: دجبالی و همکاران (۱٤) گزارش کردند تلقیح برخی لگوم‌ها با مایکوریزا سبب افزایش تعداد ساقه، طول ساقه، تعداد برگ، وزن تر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

ساقه و وزن خشک ساقه شد. در پژوهشی دیگر نیز محققان گزارش کردند گیاه *Strophostyles helvala* تلقیح شده با *Glomus mosseae* به طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی، ریشه و کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی داشتند (٤٢). قارچ‌های میکوریزی با افزایش جذب عناصر غذایی، رشد و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهند (٢٠، ٥١ و٤٣). در تحقیقی دیگر نیز محققان بیان نمودند که باکتری محرک رشد *Azospirillum lipoferum* ارتفاع ساقه، وزن خشک برگ و ریشه گیاه گندم را در شرایط شور به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان تلقیح نشده افزایش داد (٨). همچنین محققین بیان نمودند که باکتری *Pseudomonas putida* UW4 با توانایی تولید آنزیم Acc دآمیناز، به طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی کلزا را در شرایط شور تا ٥ برابر افزایش داد. در حالی که سویه موتانت UW4 فاقد فعالیت Acc دآمیناز رشد گیاه را افزایش نداد (١١). محققان گزارش کردند تلقیح باکتریایی در شرایط بدون استرس خشکی، ارتفاع ساقه و تعداد شاخه جانبی را افزایش داد (٥٠).

تاثیر کودهای زیستی بر عملکرد دانه گیاهان زراعی:

محققان گزارش کردند تلقیح مجزای بذر گندم با قارچ گلوموس اتونیکاتوم و باکتری سودوموناس فلورسنس سویه ١٢، عملکرد دانه را نسبت به شاهد افزایش داد (٢). قارچ‌های میکوریزی و باکتری‌های محرک رشد بهبود تغذیه و رشد گیاهان در شرایط شور باعث افزایش عملکرد آن‌ها می‌شوند. در یک بررسی گزارش کردند که اجزای عملکرد در گیاه گندم تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزی افزایش یافت (٢٢). افزایش عملکرد دانه گندم بر اثر تلقیح با سویه‌هایی از سودوموناس را نیز گزارش کردند (١٩). در آزمایشی اثر باکتری *Azospirillum lipoferum* را بر رشد و عملکرد گندم در شرایط شور بررسی کردند و دریافتند که این باکتری به طور معنی‌داری وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم را افزایش داد (٣٢). در تحقیقی گزارش کردند که باکتری‌های سودوموناس به طور معنی‌داری شاخص برداشت گندم را افزایش دادند (٤٧). نوع برهمکنش قارچ میکوریز آربسکولار و باکتری PGPR، بستگی به محیط خاک، نوع باکتری، قارچ و گیاه بستگی به محیط خاک، نوع باکتری، قارچ و گیاه دارد. باکتری‌های PGPR می‌توانند با تاثیر بر میزان تمایل و پذیرش ریشه برای قارچ و رشد و جوانه‌زنی اسپورها و همچنین تغییر ترشحات ریشه‌ای و محیط ریزوسفر، تشکیل و عملکرد قارچ‌های میکوریزی را تحت تاثیر قرار دهند (٤٥). اثر کاربرد توام باکتری حل کننده فسفات و قارچ میکوریز آربسکولار را بر عملکرد گندم بررسی کردند و نتیجه این آزمایش نشان داد که میزان عملکرد دانه در اثر کاربرد توام قارچ و باکتری افزایش یافت (٣٥). در بعضی تحقیقات برهمکنش خنثی (١٥) و منفی (٢٩) نیز بین قارچ‌های میکوریزی و باکتری‌های محرک رشد گزارش شده است. محققان گزارش کردند ترکیب کود شیمیایی ازت و تلقیح باکتریایی بذر نخود تعداد دانه هر گیاه، عملکرد دآن‌های و درصد پروتئین بذر نخود را افزایش داد (١٢، ٣٣،٤٠ و ٥٠). محققان گزارش نمودند تلقیح بذر نخود زراعی با باکتری رایزوبیوم لگومینوزاروم (رایزوبیوم سیسریا) پروتئین بذر و وزن دانه را افزایش داد (٩). محققان گزارش کردند تلقیح باکتریایی و کودهای زیستی، عملکرد دانه نخود را نسبت به شاهد افزایش دادند (٢٤، ١٨ و ٧). محققان مختلف از اثر مفید تلقیح باکتریایی بذر نخود بر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

عملکرد و اجزای آن گزارش کردند. از جمله (۱۸، ۳۸ و۷) البته محققانی نیز گزارش دادند که اثر ترکیبی باکتری‌ها با هم و یا با سایر کودهای زیستی، موثرتر از از کاربرد تنها یکی از آن‌ها می‌باشد (۳۰، ٢٤ و ۷).

تاثیر کودهای زیستی بر عملکرد بیولوژیک گیاهان زراعی: تحقیقات مختلف حاکی از آن است که تعداد واحد زایشی هر گیاهچه، تحت تاثیر کودهای شیمیایی و زیستی افزایش می‌یابد (۳۱ و ۳٤). البته ترکیب این دو کود به نسبت ۲۵٪ کود شیمیایی و ۷۵٪ بیولوژیک موثرتر بود (١٦). ربیعیان و همکاران (۳٤) گزارش کردند استعمال کودهای شیمیایی به همراه بیولوژیک، تعداد غلاف در شاخه اصلی را افزایش داد. باکتری‌ها در ریزوسفر ریشه گیاه زندگی می‌کنند و با افزایش رشد گیاه، ریسه خود را به بافت گیاه می‌فرستند و با آزادسازی هورمون‌های جیبرلین و اکسین، جذب آب و مواد غذایی را افزایش می‌دهند (۲۳). محققان گزارش کردند تلقیح بذر نخود با باکتری، موجب افزایش تعداد گره، افزایش جذب ازت و افزایش عملکرد دآن‌های شد (٤٤، ۳۷ و۱۰).

تاثیر کودهای زیستی بر اجزای عملکرد گیاهان زراعی: وزن دانه یکی از فاکتورهای مهم تعیین کننده عملکرد به‌حساب می‌آید و وابسته ژنتیک گیاه است و کمتر تحت تاثیر سایر شرایط کشت و محیط قرار می‌گیرد. اما محققان گزارش کردند تلقیح بذر برخی لگوم‌ها با باکتری ریزوبیوم وزن هزاردانه را افزایش داد (۳، ۱۷، ۳۰، ۷ و ٢٦). تعداد واحد زایشی مهمترین جزء تعیین کننده عملکرد گیاهان زراعی است و بشدت تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. محققان گزارش کردند تلقیح مجزای بذر گندم با قارچ گلوموس اتونیکاتوم و باکتری سودوموناس فلورسنس سویه ۱۲، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و وزن هزاردانه را نسبت به شاهد افزایش داد (۲). محققان گزارش کردند تلقیح باکتریایی در شرایط بدون استرس خشکی، تعداد غلاف را افزایش داد (۵۰). تعداد غلاف هر گیاه، مهمترین جزء عملکرد محسوب می‌شود. محققان گزارش کردند کودهای زیستی و تلقیح باکتریایی تعداد غلاف گیاهچه را افزایش دادند (٢٤، ۷ و ۱۸). همچنین اسلام و همکاران (۷) گزارش کردند تلقیح بذر نخود با باکتری ریزوبیوم موجب افزایش تعداد دانه (۱/۹٦ دانه) در غلاف شد. که این نتایج نیز با نتایج (۲۷) هم‌خوانی داشت. زایی و همکاران (۵۲) گزارش کردند تلقیح بذر با برخی باکتری‌ها موجب افزایش در برخی صفات از جمله تعداد دانه در واحد زایشی، عملکرد دانه، میزان جذب ازت، میزان ازت در بافت گیاهی و دانه می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

کودهای زیستی از اجزای ضروری کشاورزی ارگانیک هستند که نقش خود را از طریق حفظ حاصل‌خیزی بلند مدت و پایدار خاک به وسیله تثبیت اتمسفری ازت، متحرک کردن عناصر میکرو و ماکرو تثبیت شده در خاک یا تبدیل فسفر نامحلول به فرم محلول در خاک برای استفاده گیاه، ایفا می‌کنند و در نتیجه باعث افزایش کارآیی و در دسترس بودن عناصر غذایی می‌شوند. در حال حاضر کمبودی ۱۰ میلیون تنی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، به دلیل برداشت محصولات زراعی و عرضه این عناصر از طریق کودهای شیمیایی وجود دارد. اتکای بیش از حد به کودهای شیمیایی از دو جنبه هزینه و اثرات زیست محیطی مورد توجه است که یک استراتژی عملی در دراز مدت برای منابع داخلی و ارز خارجی است که

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

برای راه‌اندازی کارخانه‌های تولیدکننده کودهای شیمیایی مورد نیاز گیاهان و حفظ تولید باید مدنظر باشد. در این زمینه، کودهای آلی (کودهای زیستی) یک گزینه‌ی مهم برای افزایش بهره‌وری در واحد سطح برای کشاورزان خواهد بود. کاربرد ترکیبی کودهای شیمیایی و آلی را نیز نباید نادیده گرفت. زیرا در برخی موارد اثری بهتری از کاربرد تنهایی کود شیمیایی و یا کودزیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی دارد. همچنین برخی کشاورزان تن به استفاده از کودهای زیستی نمی‌دهند و به افزایش عملکرد ناشی از آن‌ها اعتقادی ندارند. ولی می‌توان از طریق توصیه ترکیب کودهای شیمیایی و آلی آن‌ها را به سمت کاربرد کودهای زیستی تشویق کرد. با توجه به این‌که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی باهم و یا با کودهای شیمیایی بر محصولات زراعی انجام نشده، لذا به محققین، اساتید و دانشجویان رشته‌های مختلف کشاورزی که به نوعی در ارتباط با موضوع هستند پیشنهاد می‌شود اثر ترکیبی انواع کودهای زیستی و شیمیایی را مورد بررسی قرار دهند و این کار را حداقل در دوسال و دو مکان انجام دهند تا از اعتبار نتایج حاصل مطمئن شوند و جواب قطعی برای مروجین و کشاورزان حاصل نمایند.

توصیه‌های ترویجی

راهکارهای اصلی افزایش مصرف کودهای زیستی توسط کشاورزان را می‌توان به صورت زیر بر شمرد:

۱- تولید و معرفی انواع کودهای زیستی افزایش دهنده‌ی رشد و عملکرد گیاه زراعی

۲- بهبود و یا تسهیل عرضه کودهای زیستی به بازار

۳- توجه بیشتر به شرایط آب و هوایی، اقلیمی و خاکی هر منطقه

٤- مطالعه و توجه بیشتر به آلودگی روز افزون محیط زیست و خاک‌های کشاورزی و تاثیرات آن بر گیاه و انسان

۵- افزایش و بهبود فرآیند انتقال اطلاعات و یافته‌های تحقیقاتی به کشاورزان

فهرست منابع **References**

۱- خاوازی ک و ملکوتی م ج. (۱۳۸۰). ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران. ٦۰٤ صفحه

۲- سادات ع ب، ثواقبی غ ر، رجالی ف، فرحبخش م، خاوازی ک و شیرمردی م. (۱۳۸۹). تاثیر چند نوع قارچ میکوریز آربسکولار و باکتری محرک رشد گیاه بر شاخص های رشد و عملکرد دو رقم گندم در یک خاک شور. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). (٢٤) ۱: ٦٢-۵۳

3- Alam M J, Solaiman A R M, and Karim A J M S, (1999) Nutrient uptake, yield attributes and protein content of chickpea as influenced by some Rhizobium strains. Ann. Bangladesh Agric. 9 (2):131-138.

4- Al-Karaki G N (2000) Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

Mycorrhiza, 10:51- 54.

5- Arun K S, (2007) Bio-fertilizers for sustainable agriculture. Mechanism of P-solubilization Sixth edition, Agribios publishers, Jodhpur, India, 196-197

6- Asghar H N, Zahir Z A, Arshad M, Khaliq A (2002) Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in Brassica juncea L. Biol . Fertil. Soils., 35:231-237.

7- Aslam M, Ahmad H K, Ullah H, Ayaz M, Ahmad E, Sagoo A G h, Ullah I, Hussain A, Manzoor M (2010) Nodulation, Grain yield and grain protein contents as affected by Rhizobiom inoculation and fertilizer placement in Chickpea cultivar bittle-98. Sarhad J. Agric. (26) 4; 467-475

8- Bacilio M, Rodriguez H, Moreno M, Hernandez J P (2004) Mitigation of salt stress in wheat seedling by a gfp-tagged Azospirillum lipoferum. Biol Fertil Soils, 40:188–193.

9- BejandiT K, Seyed Sharifii R, Sedghi M, Namvar A (2012) Effects of plant density, *Rhizobium* inoculation and microelements on nodolation, chlorophyll cotent and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Annals of Biological Research, (3) 2:951-958

10- Biswas P, Hosain D, Ullah M, Akter N, Bhuiya M A A (2003) Performance of groundnut under different levels of bradyrhizobial inoculum and nitrogen fertilizer. SAARC J. Agric. 1:61-68.

11- Cheng Z, Park E, Glick B R (2007) 1-Aminocyclopropane-1- carboxylate deaminase from Pseudomonas putida UW4 facilitates the growth of canola in the presence of salt. Canadian Journal of Microbiology 53:912-918.

12- Devi U, singh K P (2005) Integrated nutrient management in chickpea (Cicer arietinum L.). Haryana J. Agron., 21: 74-74

13- Dileep Kumar S B, Berggen I, Martensson A M, (2001) Potential for improving pea production by coinoculation with Pseudomonas fluorescens and Rhizobium. Plant and Soil, 229: 25-34.

14- Djebali N, Turki S, Zid M, Hajlaoui M R (2010) Growth and development responses of some legume species inoculated with a mycorrhiza-based biofertilizer. Agriculture and biology Journal of north America. 1(5): 748-754.

15- Edwards S G, Young J P W, Fitter A H (1998) Interactions between Pseudomonas fluorescens biocontrol agents and Glomus mosseae, an arbuscular mycorrhizal fungus, within the rhizosphere. FEMS Microbiology Letters 166:297–303.

16- El Kramany M F, Bahar A, Mohamad F, Kabesf M O (2007) Utilization of bio-fertilizer in field crops production 16-groundnut yield, its components and seed contents as affected by partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic-fertilizers. Department of Field Crops Research National Research Center Dokki, Cairo, Egypt. Journal of Applied Science Research, 3(1): 25-29.

17- El-Hadi E A, El-Sheikh E A E (1999) Effect of Rhizobium inoculation and nitrogen fertilization on yield and protein contents of six chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in marginal soils under irrigation nutrient cycling in agro ecosystem. 54(1): 57-63.

18- Fatima Z, Bano A, Sial R, Aslam M, (2008) Response of chickpea to plant growth regulators on nitrogen fixation and yield. Pak. J. Bot. 40(5): 2005-2013

19- Frietas J, Germida J J (1990) Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Can. J. Microbiol. 36: 265-272.

20- Giri B, Mukerji K G (2004). Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in Sesbania aegyptiaca and Sesbania grandiflora under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza, 14: 307–312.

21- Glick B R, Patten C L, Holguin G, Penrose D M, (1999) Biochemical and genetic mechanisms

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

used by plant growth promoting bacteria. Imperial Cllege Press London United Kingdom. P267.

22- Goh T B, Banerjee M R, Shihua T, Burton D L (1997) VA mycorrhizae mediated uptake and translocation of P and Zn by wheat in a calcareous soil. Canadian Journal of Plant Science, 77: 339-346.

23- Kader, M A (2002) Effects of *Azotobacter* inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Science, 2: 259-261.

24- Karadavut U, Ozdemir S (2001) Effect of Rhizobium inoculation and nitrogen application on yield and yield characters of chickpea. Anadolu.11 (1):14-22.

25- Kumar J, Abbo S (2001) Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. Adv. Agron. 72:107-138.

26- Kyei-Boahen S, Slinkard A E, Walley F L, (2002) Evaluation of Rhizobial Inoculation methods for chickpea. J. Agron. 94:851-859.

27- Malhur K, Singh H, Singh V P, Singh B P, (2003) Effect of sources of starter nitrogen and Rhizobium inoculation on grain yield and economics of summer mungbean cultivation. Res. on Crops. 4(2):186-189.

28- Marschner H, Dell B (1994) Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil 159: 89-102.

29- McAllister C B, García-Romera I, Martin J, Godeas A, Ocampo J A (1995) Interaction between Aspergillus niger van Tiegh. and Glomus mosseae (Nicol. and Gerd.) Gerd. And Trappe. New Phytologist, 129, 309-316.

30- Meena K N, Pareek R G, Jat R S (2001) The effect of phosphorus and biofertilizer on yield and quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Ann. Agric. Res. 22 (3): 388-390.

31- Mekki B B, Amel A G (2005) Growth, yield and seed quality of soybean (*Glycine max* L.) as affected by organic, biofertilizers and yeast application. Agriculture and Biological Sciences, 1: 320-324.

32- Nabila Zaki M, Hassanein M S, Karima M. and Gamal EL-Din (2007) Growth and yield of wheat cultivars irrigated with saline water in newly cultivated land as affected by biofertilization. Journal of Applied Sciences Research 3(10): 1121-1126.

33- Prasad K, Kumar S, Pyare R, Rathi J P S (2005) Effect of FYM and biofertilizer in conjunction with inorganic fertilizer on growth, yield and profit of chickpea (Cicer arietinum L.). Plant Arch., (5) 609-612

34- Rabieyan Z, Yarnia M, Kazemi-e-Arbat H (2011) Effects Of Biofertilizers on Yield and Yield Components of Chickpea (*Cicer arietinum L.*) under Different Irrigation Levels. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, (5) 12: 3139-3145

35- Raja A R, Shah K H, Aslam M, Memon M Y (2002) Response of phosphobacterial and mycorrhiza inoculation in wheat. Asian Journal of Plant Science, 4: 322-323.

36- Sannazzaro A I, Ruiz O A, Alberto E O, Menendez A B (2006) Alleviation of salt stress in lotus glaber by Glomus intradices.Plant Soil., 285:279-287.

37- Shah S H, Khan D F, Madani M S (1994) Effect of different Rhizobial strains on the performance of two chickpea cultivars and field conditions. Sarhad J. Agric. 10(1): 103-107.

38- Sharma R K, Tiwari P N, Veda O P (2001) Contribution of production factors on growth and yield of chickpea. (*Cicer arietinum L.*). Crop Res. Hisar. 21(3): 298-300.

39- Singh R P, Choudhary A, Gulati A, Dahiya H C, Jaiwal P K, Sengar R S (1997) Response of plants to salinity in interaction with other abiotic and factors. In: Jaiwal P.K., Singh, R.P., Gulati, A. (eds) Strategies for improving salt tolerance in higher plants. Science Publishers, Enfield, N.H. pp

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

25–39.

40- Singh G, Sekhon H S, Ram H, Sharma P (2010) Effect of farmyard manure, phosphorus and phosphate solubilizing bacteria on nudulation, growth and yield of kabuli chickpea. J. Food Legumes, 23; 226-229

41- Subba Roa N S, (2001) An appraisal of biofertilizers in India. The biotechnology of biofertilizers, (ed.) S.Kannaiyan, *Narosa Pub. House, New (2001).*

42- Tasang A, Maum M A (1999) Mycorrhizal fungi increase salt tolerance of Strophostyles helvola in coastal foredunes. University of Waterloo, Canada. Plant Ecology, 144:159–166.

43- Tian C Y, Feng G, Li X L, Zhang F S (2004) Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. Appl Soil Ecol., 26:143–148.

44- Tippannavar C M, Desai S A, (1992) Effect of Rhizobium with cultural practices on Bengal gram production. J. Maharashtra Agric. Univ. 17(2):326-327.

45- Toro M, Azcon R, Barea J M (1997) Improvement of arbuscular mycorrhizal development by inoculation with phosphate-solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (32P) and nutrient cycling. Applied and Environmental Microbiology, 63:4408–4412.

46- Venkatashwarlu B (2008) Role of bio-fertilizers in organic farming: Organic farming in rain fed agriculture: Central institute for dry land agriculture, *Hyderabad*, 85-95.

47- Walley F L, Germida J J (1997) Response of spring wheat (*Triticum aestivum*) to interactions between Pseudomonas species and *Glomus clarum* NT4. Biol. Fertil. Soils, 24:365–371.

48- Wani S P (1995) and Lee K.K., Microorganisms as biological inputs for sustainable agriculture in Organic Agriculture (Thampan, P.K.ed.) Peekay Tree Crops Development Foundation, Cochin, India, 39-76.

49- Wani S P (2002) and Lee K.K., Population dynamics of nitrogen fixing bacteria associated with pearl millet (*P. americanum* L.), In biotechnology of nitrogen fixation in the tropics, University of Pertanian, Malaysia, 21-30

50- Yagmur M, Kaydan D (2011) Plant growth and protein ratio of spring sown chickpea with various combinations of rhizobium inoculation, nitrogen fertilizer and irrigation under rainfed condation. Afr. J. Agric. Res., 6: 2648-2654.

51- Yano-Melo A M, Saggin O J, Maia L C (2003) Tolerance of mycorrhized banana (Musa sp. cv. Pacovan) plantlets to saline stress. Agric Ecosyst Environ., 95:343–348.

52- Zai A K E, Solaiman A R M, Karim A J M S, Ahmed J U (1999) Performance of some chickpea varieties to Rhizobium inoculation in respect of growth, N uptake, yield and seed protein content. Ann. Bangladesh Agric. 9(2):121-130.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]

The effect of Bio-Fertilizer on Crops yield, sustainable agriculture and organic farming

Mohsen azarnia*, saeed safikhani, abas biabani
[1,2]Ph.D. student of Plant Physiology, University of Gonbad-Kavoos, Gonbad-Kavoos, Iran
[3] Associate Professor of Gonbad Kavous University, Gonbad-Kavoos, Iran

M.azarnia2000@gmail.com

Abstract
Bio-fertilizers are one of the best modern tools for agriculture. It is a gift of our modern agricultural science. Biofertilizers are applied in the agricultural field as a replacement to our conventional fertilizers. Should be noted that these fertilizers are not as effective as chemical fertilizers. So, farmers often try to use chemical fertilizers in the field for crop development. But obviously the chemical fertilizers are not environment friendly. They are responsible for water, air and soil pollution and can spread cancer causing agents. Moreover, they may destroy the fertility of the soil in a long run. Scientists have developed Biofertilizers to prevent pollution and to make this world healthy for everybody in a natural way. Bio-fertilizer contains microorganisms which promote the adequate supply of nutrients to the host plants and ensure their proper development of growth and regulation in their physiology. Living microorganisms are used in the preparation of bio-fertilizers. Only those microorganisms are used which have specific functions to enhance plant growth and reproduction. There are different types of microorganisms which are used in the bio-fertilizers. Bio-fertilizer being essential components of Organic farming play vital role in maintaining long term soil fertility and sustainability. This paper describes the concept of bio-fertilizers, the challenges and solutions to improve its use. The. results of several studies in this field, are presented and analyzed.

Keywords: Azospirillum, bio-fertilizer, crop growth, Mycorrhiza fungus.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1394.8.2.9.6]