



GREEN BIOTECH  
زیست فناوری سبز

## کود زیستی فسفات بارور-۲

دستاوردی از بخش پژوهش کشور



شرکت زیست فناوری سبز- واحد تحقیق و توسعه

Website: [www.greenbiotech-co.com](http://www.greenbiotech-co.com)

Email: [Info.greenbiotech-co.com](mailto:Info.greenbiotech-co.com)

تلفن: ۰۲۱-۴۴۵۸۰۴۴۵

۰۲۱-۸۸۹۷۲۶۰۰



عنصر فسفر و اهمیت آن در تغذیه گیاه

عنصر فسفر یکی از عناصر با وجودی که فسفر خاک‌های مختلف از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (ppm) گزارش شده است (۳)، ولی گیاهان می‌توانند این عنصر را فقط به صورت آنیون‌های یک ظرفیتی  $H_2PO_4-1$  یا دو ظرفیتی  $HPO_4-2$  جذب نمایند که در اغلب موارد غلظت آن در خاک بسیار پایین است.

علائم کمبود فسفر در گیاهان

در پی واکنش‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه در برابر تنش کمبود فسفر، علائم مختلفی در اندام‌های گیاه بروز می‌کند، که از این طریق، گیاه تحت تنش را می‌توان شناسایی کرد. اگر مقدار یون فسفات در گیاه کاهش پیدا کند، فعالیت‌های متابولیکی گیاه و همچنین رشد آن، کاهش می‌یابند. علائم کمبود فسفر در گیاه به روشنی علائم کمبود نیتروژن نمی‌باشد و تشخیص آنها کمی مشکلتر است. در بعضی موارد علائم کمبود فسفر و نیتروژن با هم شباهت نیز دارند. علت این است که این دو عنصر در فعالیت‌های یکسانی شرکت می‌کنند و هر دو نقش اساسی در متابولیسم گیاهی دارند، به طوریکه کمبود هر یک باعث برهم خوردن متابولیسم طبیعی گیاه و ظهور علائم کمبود می‌شود.

در گیاهان تحت تنش کمبود فسفر، رشد گیاه مخصوصاً در اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد (Fredeen و همکاران ۱۹۸۹) و به علت کاهش شدیدتر رشد در اندام‌های هوایی، نسبت ریشه به اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد (Lefebvre و Glass ۱۹۸۲؛ Dunlop و همکاران ۱۹۹۷). این کاهش در میزان رشد، تابع میزان فسفر موجود در محلول غذایی در دسترس گیاه می‌باشد (Nagano و Ashihara ۱۹۹۳؛ Lefebvre و همکاران ۱۹۹۰). تغییر رنگ برگ‌های گیاهان تحت تنش کمبود فسفر به سبز تیره مایل به آبی، برنزی یا بنفش، به علت تشکیل آنتوسیانین‌ها، از مشخصات بارز تنش کمبود فسفر است. کمبود فسفر بلوغ گیاه را به تاخیر می‌اندازد و باعث کاهش ساخت ترکیبات پروتئینی می‌شود. در همین حال، قندها در اندام‌های رویشی گیاه تجمع می‌کنند و تراکم بالای قند در بافت برگ‌ها منجر به تولید آنتوسیانین‌هایی می‌شود که باعث تغییر رنگ برگ‌ها و اندام‌های رویشی می‌باشند (Meyer و همکاران ۱۹۷۳). برگ‌ها نیز به صورت غیر عادی در می‌آیند و دم‌برگ‌ها کوتاه می‌گردند (Rao و Terry ۱۹۸۹). همچنین در حاشیه برگ‌ها آثار سوختگی ظاهر می‌شود و بافت‌های این ناحیه تخریب می‌گردند. در زمانی که کمبود فسفر بسیار شدید باشد، در روی بعضی برگ‌های پیر نقطه‌های بافت مرده دیده می‌شود (Katz و همکاران ۱۹۸۶). گیاه در تنش کمبود فسفر فقط به طور عمودی رشد می‌کند و رشد ساقه‌های جانبی به دلیل به خواب رفتن یا مرگ جوانه‌های جانبی کاهش می‌یابد. ظهور شکوفه و جوانه‌برگی نیز در این شرایط کاهش یافته و در نتیجه تعداد برگ‌ها، شاخه‌ها و محصول میوه یا دانه گیاه کاهش می‌یابد. در جدول ۱ برخی از علائم اختصاصی کمبود فسفر در گیاهان مختلف ذکر شده است.

جدول ۱: علائم کمبود فسفر در گیاهان مختلف (Wallace ۱۹۶۱؛ Sprau ۱۹۶۴).

گیاه	علائم کمبود فسفر
گندم، جو و چاودار	برگها سبز تیره مایل به بنفش، برگهای پیر از نوک شروع به خشک شدن می کنند و سپس می میرند. ساقه کوتاه و راست و خوشه ها کوچک می شود.
ذرت	برگها در ابتدا بنفش و سپس سبز تیره می شوند، رنگ بنفش در روی خوشه ها هم ظاهر می شود، خوشه ها کوچک شده و دانه ها به طور نامنظم روی آن قرار می گیرند. بعضی از دانه ها مخصوصاً در نوک خوشه نمی رسند.
لوبیا	ساقه کوتاه و نازک، برگها مات و کدر، ریختن زود هنگام برگها از پایین بوته به طرف بالا، تعداد کم گلها.
سویا	برگها سبز تیره و ریشه قهوه ای رنگ، لکه های قهوه ای بر روی برگها پس از گل کردن گیاه.
یونجه و شبدر	کوتولگی و کاهش اندامهای هوایی رشد گیاه، ساقه و دمبرگ نازک، برگها مات، آبی تیره یا سبز کدر با نقاط بنفش یا برنزی بر روی آنها، دمبرگهای پلاسیده و آویزان، ریزش زود هنگام برگچه ها.
سیب زمینی	کوتولگی گیاه، برگها کوچک، خشبی و سبز تیره مایل به آبی شده و لبه آنها به طرف بالا برگشته و حالت لوله ای پیدا می کند، آثار سوختگی در لبه ها نیز دیده می شود. پیدایش نقاط قهوه ای و برنزی در داخل غده ها، کاهش تعداد غده ها.
گوجه فرنگی	کوتولگی گیاه، برگهای کوچک و خشبی، قرمز شدن برگها و در پی آن کل گیاه، سیاه شدن برگهای مرده.
کلم	برگهای مات و سبز مایل به بنفش.
کاهو	کوچکی و ضعف گیاه، برگها سبز تیره مایل به بنفش و نازک و کوتاه، برگهای پیر زرد شده و می میرند، کاهو میان خالی می گردد.
پنبه، چغندر و کتان	برگهای سبز تیره.
توتون	برگهای سبز تیره، برگهای پیر لکه لکه و تیره شده و می میرند. گیاه در کمبود شدید به حالت پنجه ای بر روی خاک باقی می ماند.
چای و نیشکر	برگهای سبز تیره.
بادام زمینی	برگهای سبز تیره مایل به آبی که بعداً زرد می شوند. ساقه ها قرمز رنگ و تعداد غده ها کاهش می یابد.
سیب، گلابی و گیلاس	برگها کوچک، سبز تیره مایل به بنفش، میوه های کوچک با رنگهای گوناگون، شاخه ها بنفش و باریک، کاهش تحمل گیاه در برابر سرما.

مرکبات	برگهای سبز تیره، برگهای پیر دارای نقاط سوخته، ریزش زود هنگام برگهای گیاه، خشک شدن سر شاخه ها، کاهش گل و میوه.
--------	---

### شکل‌های مختلف فسفر بر اساس پایداری

کمبود یون آزاد فسفات در اکثر خاک‌ها دیده می‌شود، زیرا بیش از ۸۰ درصد آن بعد از ورود به خاک غیرمتحرک شده و با جذب، رسوب و یا تبدیل به شکل آلی از دسترس گیاه خارج می‌شود<sup>(۴)</sup>. اشکال مختلف فسفر بر اساس پایداری عبارتند از<sup>(۱)</sup>:

۱. فرم محلول در خاک ( کمتر از یک درصد)
۲. فسفر معدنی در بقایای گیاهی
۳. فسفر معدنی جذب شده در سطح ذرات معدنی و مواد آلی
۴. فسفر معدنی موجود در ترکیبات مختلف (از ترکیبات بسیار محلول تا ترکیبات بسیار نامحلول)
۵. فسفر معدنی پوشیده شده به وسیله کانی‌های فعال فسفری یا جذب شده به آن‌ها
۶. فسفر آلی بسیار پایدار در بقایای گیاهی، حیوانی و میکروبی

### ثبیت فسفر در خاک

فسفر به مقدار چند صد برابر نیاز گیاه به صورت ترکیبات آلی و معدنی در خاک وجود دارد. ترکیبات آلی از بقایای گیاهی، جانوری و میکروبی تشکیل می‌گردند که شامل فسفولیپیدها، اسیدهای نوکلئیک و ترکیباتی مانند اسید فیتیک می‌باشند و مقدار آن‌ها به شدت وابسته به تجزیه میکروبی و معدنی شدن مواد آلی است. ترکیبات معدنی بیشتر شامل ترکیبات کلسیم، آهن و آلومینیوم می‌باشند که به اشکال مختلفی در طبیعت وجود دارند.

یون فسفات بسته به درجه قلیایی بودن خاک به اشکال مختلف در خاک یافت می‌شود که برخی از این اشکال به ترتیب کاهش حلالیت عبارتند از: ترکیبات مونو، دی و تری کلسیم فسفات و انواع آپاتیت. گاهی فسفر در اشکال سیلیکات‌های آهن و آلومینیوم (مثل کائولینایت) نیز یافت می‌شود. در خاک‌های نواحی نیمه خشک، کربنات کلسیم به مقدار فراوان یافت می‌شود. در این خاک‌ها، فسفات جذب سطوح کربنات کلسیم می‌گردد. در ابتدا یون‌های جذب شده خوشه‌ای شکل است؛ اما به تدریج بلورهای فسفات کلسیم تشکیل می‌شود. احتمال می‌رود به دلیل غیر یکنواختی سطوح کربنات کلسیم و حضور سایر یون‌ها، در این خاک‌ها تشکیل بلورهای فسفات کلسیم خوشه‌ای شکل در چند مرحله انجام گیرد. ابتدا فسفات کلسیم رسوب می‌نماید و حداقل چند ماه زمان لازم است تا ترکیباتی با قابلیت انحلال کم، نظیر فسفات اکتا کلسیم و آپاتیت تشکیل شود<sup>(۷)</sup>.

در خاک‌های اسیدی مقادیر بالایی از آهن، آلومینیوم و منگنز به شکل محلول وجود دارند که با یون فسفات ترکیب شده و آن را به شکل غیرمحلول در می‌آورند. لازم به ذکر است که اکسید هیدروژن غیرمحلول آهن، آلومینیوم و منگنز نیز با آنیون یک ظرفیتی ترکیب شده و تبدیل به شکل غیر محلول می‌گردد.

در مزارع و باغ‌ها، فسفات به شکل کودهای آلی (مانند فضولات حیوانی و بقایای گیاهی) و یا کودهای شیمیایی فسفات به خاک اضافه می‌شود. قابلیت در دسترس بودن این عنصر بستگی به عوامل زیادی چون pH، تهویه

خاک، رطوبت، دما، میزان مواد آلی، مقدار آهن، آلومینیوم و منگنز محلول و غیر محلول، نوع ماده حاوی این عنصر، فعالیت ریزسازواره‌ها<sup>۱</sup> و روش‌های زراعی دارد. یکی از عوامل مهم که بر تثبیت فسفر تاثیر می‌گذارد، بافت خاک است. به طور مثال، تثبیت فسفر در خاک‌های رسی نسبت به خاک‌های شنی بیشتر است. اندازه ذرات کودهای شیمیایی نیز در تثبیت فسفر تاثیر دارد. به عبارت دیگر، هرچه اندازه ذرات کود بزرگتر باشد، میزان تثبیت فسفر موجود در آن بیشتر خواهد بود. علاوه بر این، ظرفیت تثبیت فسفر در خاک‌های مختلف با توجه به خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، زیستی، اقلیم و مدیریت زراعی متغیر است.

### خسارات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی فسفات

مسمومیت ناشی از استفاده بیش از اندازه این عنصر که در اثر جذب بیش از حد آن اتفاق می‌افتد، باعث افزایش غلظت این عنصر در بافت‌های گیاهی و به هم خوردن تعادل عناصر غذایی می‌گردد و آثار زیر را به دنبال دارد:

۱. کاهش کمیت و کیفیت محصول.
۲. تجمع فلزات سنگین مانند کادمیوم، اورانیوم و بور در خاک و در گیاه.
۳. کاهش جذب مس، آهن و سایر ریز مغذی‌ها توسط ریشه.
۴. تخریب ساختمان خاک.
۵. آلودگی آبها به فسفر زیاد موجب رشد بیش از حد جلبک‌ها شده و مرگ و میر آبزیان را به دنبال دارد.

از نظر بهداشت و سلامت، استفاده بی‌رویه کشاورزان از کودهای شیمیایی فسفات موجب تجمع ترکیبات آن و همچنین فلزات سنگین مانند کادمیوم در خاک شده است. کادمیوم یکی از مهمترین آلاینده‌ها در طبیعت به شمار می‌آید. تراکم این عنصر در بدن انسان نخست باعث آسیب به کلیه‌ها و کبد می‌شود و همینطور به سایر اندام‌های بدن نیز صدمه می‌زند. از نظر زیستی نیمه عمر آن در بدن انسان ۲۰ سال است. حد بحرانی جذب آن برای انسان ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم (در روز) است و علائم زیادی دارد از جمله تهوع، استفراغ، درد و انقباض در ناحیه شکم، سردرد، فشارخون، پوکی استخوان، عوارض قلبی و غیره می‌باشد. در اغلب اراضی زراعی، تجمع فسفر موجب بروز مشکلاتی در جذب عناصر کم مصرف می‌شود. علاوه بر آن، شستشوی فسفر به آب‌های زیرزمینی و راکد موجب خسارات جبران ناپذیر اکوسیستمی می‌شود به طوری که آلودگی فسفر و فلزات سنگین همراه آن به عنوان یک خطر زیست محیطی در دهه‌های اخیر جلب توجه بوم‌شناسان جهان را نموده است.

### منابع تأمین فسفر در کشاورزی

فسفر را در کشاورزی به اشکال شیمیایی، آلی و زیستی می‌توان تأمین نمود. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفات، گذشته از هزینه گزافی که بر زارع تحمیل می‌کند، اثرات زیانباری را نیز در پی دارد. در جهان کنونی،

<sup>1</sup> - Microorganisms

مصرف کودهای آلی و زیستی هم از لحاظ حفظ اکوسیستم خاک و هم از لحاظ زیست محیطی توصیه می‌شود و جهان به سمت مصرف بیشتر این نوع کودها می‌رود.

## کودهای زیستی

بشر از دیربها به فکر جبران کمبود مواد غذایی خاکها با استفاده از کودهای آلی (بقایای گیاهی و فضولات حیوانی) بوده است. اما چون تولید مقادیر زیاد این کودها به آسانی ممکن نبوده و انسان قادر به کنترل مشکلات بهداشتی (گسترش بیماری‌های مشترک انسان و حیوان) نبود، به نسل دوم کودها یعنی کودهای شیمیایی روی آورد. اما آسیب‌های زیست محیطی و تغییر بافت شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاکها و مشکلات بهداشتی، بشر را به فکر جایگزین دیگری انداخت. این دلایل، عامل بازگشت به کودهای آلی با تغییراتی در قالب کشاورزی آلی یا ارگانیک بوده است. در گام بعدی، نسل سوم کودها به نام کودهای زیستی پا به عرصه کشاورزی جهان نهاده و نور امیدی بر مسیر کشاورزی پایدار تاباند.

کودهای زیستی متشکل از باکتری‌ها و همچنین قارچ‌های مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی تولید می‌شوند، مانند: تثبیت ازت، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول آن. این باکتری‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر همیاری می‌کنند. اکنون روشن است این باکتری‌ها تنها یک نقش ندارند، یعنی علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص، باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک رشد بیشتر گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند. بدین لحاظ، از نظر علمی این باکتری‌ها تحت نام کلی " محرک رشد گیاه" یا PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) نامیده می‌شوند.

از آنجا که این باکتری‌ها از خاک گرفته می‌شوند، مزایای فراوانی دارند. کودهای زیستی منشأ طبیعی داشته، بنابراین استفاده از آنها رجوع به طبیعت و بهره‌برداری از اجزای طبیعت برای بهتر ساختن آن محسوب می‌شود. این کودها آلودگی زیست محیطی کودهای شیمیایی را کاهش داده و خود موجب احیاء و حفظ محیط زیست می‌شوند. کود زیستی فسفات بارور-۲ نمونه‌ای از این نوع کودها است.

## کودهای زیستی فسفات

در طبیعت گروهی از ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات<sup>۲</sup> وجود دارند که با رهاسازی تدریجی فسفر و تبدیل آن به شکل قابل جذب گیاه نیاز به کودهای فسفات شیمیایی را کاسته و کارایی آنها را بالا می‌برند. این ریزسازواره‌ها با استقرار در منطقه ریزوسفر، از ترشحات ریشه استفاده نموده و با تغییر pH و یا ترشح آنزیم‌ها، شرایط را برای تبدیل فسفر نامحلول به شکل قابل استفاده فراهم می‌سازند. از مهمترین ریزسازواره‌هایی که در تولید کود میکروبی فسفات مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان قارچ‌های جنس *Aspergillus* و *Penicillium* و باکتری‌های جنس *Bacillus* و *Pseudomonas* را نام برد<sup>(۹ و ۱۰)</sup>.

یکی از سازوکارهای تبدیل فسفات به شکل معدنی و محلول، ترشح اسیدهای آلی مانند اسیدهای استیک، پروپیونیک، لاکتیک، گلیکولیک، فوماریک و سوکسینیک است. نقش این اسیدها، کاهش pH به صورت موضعی

<sup>۲</sup> - P Solubilizing Microorganisms (PSM)

است که تجزیه پیوند موجود در ساختار ترکیبات فسفات‌ها را در پی دارد. سازوکار دیگر، ترشح آنزیم‌های فسفاتاز توسط ریزسازواره‌ها و تجزیه ترکیبات فسفات‌ها آلی و حتی معدنی است (۹).

جداسازی باکتری‌های حل‌کننده فسفات و استفاده از آنها به عنوان کود به عنوان راهکاری برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و بنابراین کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی به شمار می‌رود. پژوهشگران به مدت طولانی سعی کرده‌اند که بخش فسفر در دسترس خاک را به وسیله ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات افزایش دهند. حاصلخیز سازی، تجزیه آنزیمی ترکیبات آلی و تحرک میکروبی فسفر هدف پژوهش‌های متعددی بوده است.

## کود زیستی فسفات‌ها بارور-۲

کود زیستی فسفات‌ها بارور-۲ یک فناوری کاملاً ایرانی و نتیجه ۸ سال تلاش ۲۵ نفر از پژوهشگران کشور در جهاد دانشگاهی واحد تهران است. پس از طی مراحل متعدد، ۲۲ سویه باکتری حل‌کننده فسفات از خاک‌های بومی ایران جداسازی شد و از این تعداد، در نهایت دو سویه برتر برای استفاده در فرمولاسیون **کود زیستی فسفات‌ها بارور-۲** انتخاب گردید، یک سویه از این باکتری‌ها (باکتری P5)، با تولید اسیدهای آلی باعث رها سازی فسفات از ترکیبات معدنی می‌شود. سویه دیگر (باکتری P13)، با تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز، باعث رها سازی فسفات از ترکیبات آلی آن می‌شود پس از انتخاب این دو باکتری، از طریق روش‌های بیوشیمیایی و باکتریولوژی افتراقی، اقدام به شناسایی جنس و گونه آن‌ها و مراجعه به منابع شد، زیرا دانستن این مطالب کمک زیادی به پژوهش‌های بعدی و همچنین کسب اطلاعات در مورد خواص مفید یا بیماری‌زایی احتمالی باکتری‌ها می‌نمود. همزمان با این اقدامات، آزمون‌های لازم برای سنجش کمی و کیفی میزان تحمل باکتری‌ها به شوری، دمای بالا، pHهای مختلف، میزان رشد و توانایی انحلال فسفات آن‌ها در شرایط مختلف انجام شد. این باکتری‌ها قادرند دامنه pH بین ۵ تا ۱۱ و درجه حرارت تا ۳۵ درجه و شوری تا ۳/۵٪ (۵۴ دسی زیمنس بر متر مکعب) را به خوبی تحمل نمایند. همچنین، اثرات متقابل باکتری‌ها بر رشد و توانایی‌های یکدیگر و تاثیرپذیری آن‌ها در رقابت با باکتری‌های موجود در خاک، مورد مطالعه قرار گرفت. به همین ترتیب، آزمایش‌های گلخانه‌ای با استفاده از باکتری‌های نشاندار شده، مشخص کرد که هر دو باکتری غیر همزیست یا همزیست اختیاری (همیار) باکتری‌ها گیاه هستند، گرچه هر دو باکتری وابستگی به ریشه گیاه و ترشحات آن دارند. فعالیت‌های بعدی پژوهشگران متوجه طراحی فرمولی برای حامل نگهدارنده باکتری به مدت طولانی بوده است. در کنار این تحقیقات، روش‌های مصرف نیز تدوین شد که در ۵ سال متوالی (از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۳) در ۱۷ آزمایش مزرعه، موثر بودن آن‌ها به طور عملی به اثبات رسید. آزمایش‌های مشاهده‌ای به صورت دستی و مکانیزه در بیش از ۳۳۰۰ نقطه کشور نیز به انجام رسیده و به طور مستمر ادامه دارد. جداول خلاصه نتایج این آزمایش‌ها در محصولات مختلف در بخش‌های بعدی آمده است. هم‌اکنون محصول در بسته‌های ۱۰۰ گرمی پودر جامد مرطوب، استریل و قابل نگهداری در دمای اتاق به مدت حداقل شش ماه، عرضه می‌شود. هر بسته برای مصرف در یک هکتار زمین زراعی یا صد اصله درخت به همراه حداکثر ۵۰٪ کود شیمیایی فسفات‌ها توصیه شده برای هر مزرعه به کار می‌رود.

باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجود در کود زیستی فسفات‌ها بارور-۲ در داخل خاک در اطراف ریشه گیاه مستقر شده و از ترشحات قسمت ریزوسفر ریشه گیاه تغذیه می‌کنند و در قبال آن، مقدار فسفاتی که گیاه به

طور طبیعی به آن نیاز دارد را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. در صورتی که فسفات شیمیایی در کنار ریشه گیاه کمتر از مقدار مورد نیاز گیاه باشد، این باکتری‌ها ترکیبات نامحلول فسفات را تجزیه کرده و بدین ترتیب فسفر و حتی برخی عناصر دیگر مانند آهن، روی و کلسیم که به همراه فسفر در این ترکیبات وجود دارد را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. در صورتی که عنصر فسفر در کنار ریشه گیاه به مقدار زیادی موجود باشد، این باکتری‌ها با تشخیص هوشمندانه خود عمل تجزیه ترکیبات فسفات را متوقف می‌کنند تا گیاه دچار مسمومیت فسفر نشود. بدین ترتیب این دو موجود زنده (گیاه و باکتری) زندگی همیاری خود را ادامه می‌دهند.

نام علمی ریزسازواره های حل کننده فسفات موجود در کود زیستی فسفات بارور-۲ به شرح زیر می‌باشد که به میزان  $10^8$  CFU/gr در بسته‌های کود زیستی تولید می‌شوند.

سودوموناس پوتیدا (سویه P13)  
Pseudomonas putida, Strain P13

پانتوا آگلومرانس (سویه P5)  
Pantoea agglomerans, Strain P5

## ویژگی های کود زیستی فسفات بارور-۲:

### ۱- سازگاری با اقلیم کشور ایران:

جداسازی سویه‌های باکتری از خاک‌های ایران و آزمایش‌های متعدد انجام شده بر روی آن‌ها نشان می‌دهد که بارور-۲ با شرایط محیطی بومی مزارع کشور سازگار است.

### ۲- کاهش مصرف کود شیمیایی فسفات:

مصرف بارور-۲، استفاده از کود شیمیایی فسفات را به نصف مقدار توصیه شده یا کمتر کاهش می‌دهد.

### ۳- افزایش عملکرد:

آزمایش‌های آماری صورت گرفته در سال‌های مختلف بر روی محصولات زراعی و باغی، افزایش عملکرد تا ۵۴ درصد و همچنین افزایش کیفیت محصولات را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده از ۲۰۰۰ مزرعه نمونه محصولات مختلف نشان می‌دهد استفاده از این کود زیستی نسبت به کود شیمیایی فسفات به تنهایی، باعث افزایش محصول با میانگین ۱۵/۶ درصد می‌شود.

### ۴- حمل و نقل ارزان:

تولید کود زیستی بارور-۲ در بسته‌های ۱۰۰ گرمی که برای یک هکتار زمین زراعی و یا ۱۰۰ درخت در باغات استفاده می‌شود باعث شده است تا هزینه های حمل و نقل و انبارداری بسیار پایین تر باشد.

### ۵- کاهش بیماری‌ها:



در منابع متعددی اثر باکتری P13 در کاهش بیماری‌های باکتریایی و قارچی خاک‌زی ذکر شده است. در عمل، مشاهدات تیم پژوهشی و همچنین کشاورزان، حاکی از کاهش قابل توجه این بیماری‌ها در اثر استفاده از کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ بوده است.

#### **۶- سازگاری با سایر کودها و سموم:**

آزمایش‌ها نشان می‌دهد تاثیر متقابلی بین این کود و سایر کودها و سموم موجود در بازار فعلی وجود ندارد. به هر حال، برای اجتناب از آثار سوء ناشی از فشار اسمزی بر باکتری‌های موجود در این کود، توصیه می‌شود هنگام مصرف تا حد امکان از مخلوط کردن آن بویژه با سموم، پرهیز شود.

#### **۷- توانایی حل‌کنندگی فسفات بالا:**

در فرمولاسیون این کود سویه‌هایی از باکتری‌های ترشح‌کننده اسید و باکتری‌های ترشح‌کننده آنزیم‌های فسفاتاز وجود دارد. روش‌های غربالگری برای جداسازی اولیه و آزمایش‌های مقایسه‌ای متعدد نشان می‌دهد، سویه‌های باکتری به کاررفته بیشترین قدرت حل‌کنندگی فسفات از ترکیبات معدنی و آلی آن را دارند.

#### **۸- کلنی شدن با ریزوسفر گیاه:**

آزمایش‌ها نشان می‌دهند باکتری‌های موجود در کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲، همیار ریشه گیاهان بوده و در زمین‌های زراعی به خوبی با سایر باکتری‌ها بویژه باکتری‌های مضر رقابت می‌کند. مشاهدات نشان می‌دهد کلنی شدن این باکتری‌ها با ریزوسفر گیاه موجب کاهش بیماری‌های میکروبی محصولات زراعی نیز می‌گردد.

#### **۹- حفظ خصوصیات ژنتیکی:**

روش به کار گرفته شده برای تولید این کودها، پایداری ژنتیکی باکتری‌های مفید موجود در آن را تضمین می‌کند.

#### **۱۰- پایداری در هنگام انبارداری:**

برای سهولت توزیع و دسترسی مصرف‌کننده، فرمولاسیون کود ریستی فسفات‌ه بارور-۲ به نحوی است که حداقل شش ماه پایداری آن تضمین می‌گردد. فرمولاسیون‌های جدیدتر در حال تحقیق می‌باشند.

#### **۱۱- روش مصرف آسان:**

از نظر ماهیت، کودهای زیستی متفاوت از کودهای شیمیایی بوده و نیازمند به تدوین روش مصرف خاص هستند. بدین دلیل کود زیستی بارور-۲ به صورت پودر مرطوب در شرایط استریل بسته‌بندی شده است. بهترین روش‌های مصرف که از جمع‌بندی نتایج آزمایش‌های متعددی به دست آمده‌اند، در جزوه حاضر آورده شده است. اساس تدوین روش‌های مصرف، رساندن باکتری‌های موجود در این کود زیستی به ریشه گیاه می‌باشد. به کار بردن صحیح این روش‌ها و کاهش مصرف کود شیمیایی فسفات‌ه به میزان حداقل ۵۰ درصد مؤکداً توصیه می‌شود. تحقیقات بر روی روش‌های دیگر ادامه دارد که نتایج آن به تدریج اعلام می‌شود.

## روش‌های مصرف کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲

### دستورات عمومی

۱- همانطور که در دستورالعمل روی بسته‌های کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ آمده است، این کود به همراه مقادیر معینی از کود شیمیایی فسفات‌ه، باعث بیشترین افزایش عملکرد محصول می‌گردد. بنابراین تاکید می‌شود، کاربرد مقادیر بیشتر کود شیمیایی فسفات‌ه، باعث کاهش اثربخشی کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ خواهد شد. برای راحتی مصرف کنندگان محترم، جدول زیر پیشنهاد می‌شود:

جدول مصرف کود شیمیایی فسفات‌ه به همراه کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ بر اساس فسفر قابل دسترس خاک

میزان	مقدار فسفر خاک (ppm)	"حاوی ۲۰ درصد فسفر خالص"	مقدار توصیه شده	مقدار مورد نیاز
		(کیلوگرم بر هکتار)		سوپرفسفات
				به همراه بارور-۲
				(کیلوگرم بر هکتار)
بسیار کم	۰-۵	۱۵۰-۲۲۰	۷۵-۱۱۰	
کم	۵-۱۰	۱۰۰-۱۸۰	۵۰-۹۰	
متوسط	۱۰-۱۵	۵۰-۱۰۰	۲۵-۵۰	
زیاد	۱۵-۲۰	۰-۵۰	۰-۲۵	
بسیار زیاد	۲۰ و بالا	۰	۰	

(به جز ستون آخر، مابقی به نقل از: تعیین حدود بحرانی عناصر برای گیاهان زراعی، دکتر محمدجعفر ملکوتی، مهندس گیاهی - ۱۳۷۹- نشریه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی).

مطابق با جدول فوق، روشن است در صورتی که طبق آزمایش خاک، فسفر قابل جذب بالاتر از ۱۵ ppm بود، کود شیمیایی فسفات‌ه بایستی حذف شود. اما اگر فسفر قابل جذب پایین تر از ۱۵ ppm بود، باید میزان مصرف کود شیمیایی فسفات‌ه باید به نصف مقدار توصیه شده توسط آزمایشگاه کاهش یابد.

۲- بسته‌های کود در دمای کمتر از ۳۵ درجه نگهداری شود.

۳- از تابش مستقیم و طولانی آفتاب بر روی بسته‌های کود بپرهیزید.

۴- کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ در شرایط استریل بسته‌بندی شده است، بنابراین سعی کنید تمام محتوی هر بسته را ظرف یک روز مصرف کنید.

۵- به جز کود شیمیایی فسفات‌ه (کودسیاه) سایر کودهای شیمیایی و سموم طبق معمول استفاده شوند.

۶- در موقع حل کردن کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ در آب موادی که در آب مشاهده می‌شوند عامل موثر کود نیست، باکتری‌ها در آب معلق بوده و با چشم دیده نمی‌شوند.

بررسی آماری اطلاعات جمع آوری شده از مزارع مصرف کننده کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ در کشور نشان می دهد:

با رعایت موارد زیر احتمال تاثیرگذاری کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ بیشتر می شود:

۱- کاهش مصرف کود شیمیایی فسفات‌ه به میزان ۵۰ درصد یا کمتر از مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک (جدول صفحه قبل).

۲- مصرف همزمان کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ با کودهای زیستی ازته.

۳- مصرف همزمان کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ با کودهای آلی مانند بقایای گیاهی و یا فضولات حیوانی.

۴- مصرف همزمان کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ با کودهای ریزمغذی.

#### **روش تهیه محلول کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲**

یک بسته کود زیستی فسفات‌ه بارور -۲ را به ۵ لیتر آب افزوده و کاملاً به هم بزنید. سپس با پارچه‌ای نازک محلول را صاف نمایید. این محلول قابل استفاده در همه روش‌ها می باشد و هنگام مصرف وسیع باید رقیق شود.

## روش های مصرف کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ زراعی برای کشت بذور دانه‌ای ( گندم و جو، حبوبات، ذرت و ...)

هر بسته کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ زراعی برای یک هکتار است. با توجه به وسایل موجود، سطح زیرکشت و نحوه کشت در هر منطقه، می‌توان یکی از شیوه‌های زیر را برای مصرف کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ به کار گرفت.

### • روش ۱ (بذر مال)

محللول صاف و رقیق شده کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ را در یک سم‌پاش دستی بریزید. سپس بذرهای مورد نیاز را روی پلاستیک در سایه پهن کنید و محللول مزبور را روی آن بپاشید تا حدی که بذرها فقط مرطوب شود که اگر بذر را به صورت مکانیزه کاشته می‌شود، دستگاه بذرکار دچار مشکل نشود.

### • روش ۲ (به همراه آبیاری یا سرک)

۱. کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ را در یک بشکه آب حل کنید و آن را در مسیر آبیاری قرار دهید. هنگامی که آب به اواسط زمین رسید، شیر بشکه یا سوراخ آن را باز کنید تا محللول حاوی کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ به تدریج وارد آب شده و به همه کرت یا ردیف‌ها برسد.
۲. در سیستم آبیاری قطره‌ای محللول صاف شده را در مخزن کود یا در استخر آب بریزید.

لازم به ذکر است تجربیات قبلی نشان می‌دهند بهترین نتیجه زمانی به دست می‌آید که بارور-۲ را در زمان کاشت به روش ۱ و بار دیگر در زمان ۶ تا ۸ برگی به روش ۲ برای گیاهان استفاده نمایید.

## روش های مصرف کود زیستی فسفات بارور-۲ ویژه درختان

هر بسته کود زیستی فسفات بارور-۲ ویژه درختان برای ۱۰۰ درخت است. محلول غلیظ تهیه شده را در ۱۰۰ لیتر آب رقیق کنید. هر لیتر از این محلول برای یک درخت استفاده می‌گردد.

### الف) استفاده در هنگام کاشت نهال:

هنگام کاشت نهال، ریشه نهال‌ها را با محلول کود زیستی فسفات بارور-۲ آغشته کرده و سپس بکارید.

### ب) استفاده در درختان کاشته شده:

- هر لیتر محلول تهیه شده را با کود دامی لازم برای هر درخت مخلوط کرده و چالکود نمایید.
- با وسیله‌ای مانند شکل روبرو در فاصله سایه انداز درخت دو تا چهار حفره به عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر ایجاد کرده و یک لیتر از محلول کود زیستی فسفات بارور-۲ را داخل آن‌ها توزیع نمایید.



### ج) استفاده در آبیاری:

۱. برای سیستم‌های آبیاری کرتی یا غرقابی: محلول رقیق شده کود زیستی فسفات بارور-۲ در یک بشکه شیردار ریخته و در مسیر آبیاری قرار داده و هنگامی که آب به اواسط باغ رسید شیر بشکه را کمی باز کنید تا محلول کود به تدریج وارد آب آبیاری گردد.
۲. برای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای یا تحت فشار: محلول صاف شده کود زیستی فسفات بارور-۲ را در استخر آبیاری یا تانکر (مخزن) کود ریخته و در آبیاری باغ از آن استفاده کنید.

بهتر است کود زیستی فسفات بارور-۲ در دو مرحله استفاده شود تا بهترین نتیجه را به دست آورید:

**مرحله اول: قبل از گلدهی، هنگام جوانه زدن درختان.**

**مرحله دوم: زمانی که میوه تشکیل می‌شود.**

## روش های مصرف کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ برای کشت در قطعات کوچک ( مثل کرت‌های آزمایشی)

### • روش ۱ (بذر مال)

برای استفاده از کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ در قطعه های کوچک، پس از برآورد نسبت ها و رقت های مناسب نسبت به سطح زیر کشت، با رعایت نسبت ۱۰۰ گرم برای یک هکتار، محلول بارور-۲ را با رقت مناسب تهیه کرده و مقدار مناسب را برای قطعه مورد نظر مصرف کنید. در صورتی که عملیات تلقیح بذر مشکل و دارای خطای آزمایشی زیاد می‌باشد، پس از کاشتن بذر در خاک مقدار مورد نظر محلول بارور-۲ را روی آن بریزید تا بدین ترتیب بذر مال شود.

### • روش ۲ (به همراه آبیاری یا سرک)

جهت استفاده از کود زیستی فسفات‌ه بارور-۲ به همراه آبیاری پس از برآورد نسبت ها و رقت های مناسب نسبت به سطح زیر کشت، با رعایت نسبت ۱۰۰ گرم برای یک هکتار، محلول بارور-۲ را با رقت مناسب تهیه کنید. سپس محلول بارور-۲ را در یک ظرف شیردار ریخته و در مسیر آبیاری قرار دهید و هنگامی که آب به اواسط قطعه رسید شیر را کمی باز کنید تا محلول کود به تدریج وارد آب آبیاری گردد. توجه داشته باشید که برای انجام آزمایش‌های آماری روی کودهای زیستی، باید سیستم آبیاری طوری تعبیه گردد که آب قطعه‌های مختلف زمین به یکدیگر راه نداشته باشد.

نکته: در طرح‌های آماری جهت یکنواختی آزمایش، در تیمار شاهد از آب بدون باکتری به روشی که کود زیستی را در تیمارهای دیگر مصرف می‌کنید استفاده کنید.

۱) آیا کود زیستی فسفاتنه بارور-۲ تاثیر بر بیماری‌های گیاهی دارد؟

طبق مشاهدات کشاورزان و گزارش کارشناسان کشاورزی در کشور و همچنین منابع متعدد علمی، تاثیر باکتری‌های موجود در این کود بر کاهش بیماری‌های ناشی از باکتری‌ها و قارچ‌های خاک زی محرز شده است. پژوهش‌های بیشتر برای اثبات علمی این اثربخشی در حال انجام است.

۲) آیا زیستی فسفاتنه بارور-۲ و سموم مختلف علف‌کش و قارچ‌کش و... تاثیر بر یکدیگر دارند؟

خیر، بررسی‌های متعدد نشان می‌دهد استفاده از سموم رایج تا ۱۰۰۰ برابر غلیظتر از مقادیر توصیه شده، اثر منفی بر کود زیستی بارور-۲ ندارد.

۳) آیا می‌توان سموم و کود زیستی فسفاتنه بارور-۲ را همزمان مصرف کرد؟

بله اما به دلیل شوک اسمزی احتمالی وارده به باکتری، توصیه می‌شود از مخلوط کردن آن با غلظت‌های بالای سایر کودها و سموم اجتناب گردد. لذا بهتر است مصرف سایر کودها و سموم مختلف در مرحله‌ای جداگانه انجام گیرد.

۴) آیا مصرف بیشتر کود بارور-۲ باعث افزایش بیشتر محصول می‌شود؟

خیر، اما اگر کود زیستی بارور-۲ در چند نوبت به فواصل ۳۰ تا ۴۰ روز استفاده شود، احتمال افزایش بیشتر محصول وجود دارد.

۵) آیا کود زیستی فسفاتنه بارور-۲ بر افزایش کیفیت نیز تاثیر دارد؟

به دلیل جذب متعادل عناصر در حضور کودهای زیستی، تقریباً در تمام موارد کشاورزان شاهد افزایش کیفیت محصول خود بوده‌اند.

۶) آیا مصرف زیادتر کود زیستی فسفاتنه بارور-۲ اثر سوء بر محصول زراعی دارد؟

خیر، به دلیل ماهیت طبیعی کودهای زیستی، مصرف زیادتر این نوع کودها هیچ گونه مسمومیت یا اثر سوء نمی‌تواند داشته باشد.

۷) آیا کود زیستی بارور-۲ هیچ گونه اثر سوء بهداشتی ندارد؟

خیر، نتایج آزمایش‌های گروه پژوهشی و همچنین نتایج بدست آمده در سراسر جهان هیچ گونه اثر سوء بهداشتی برای باکتری‌های فرموله شده در این کود زیستی را نشان نمی‌دهد.



لطفاً برای ارائه سوالات، انتقادات و پیشنهادات خود با واحد تحقیق و توسعه شرکت زیست فناوری سبز

شماره تلفن‌های

۰۲۱-۴۴۵۸۰۴۴۵ و ۰۲۱-۸۸۹۷۲۶۰۰

یا ایمیل

[info@GreenBiotech-Co.com](mailto:info@GreenBiotech-Co.com)

تماس حاصل فرمایید.