Archive of SID

ارزیابی کود بیولوژیک حاوی باکتریهای حل کننده فسفر و کودهای آلی غنی شده در زراعت گندم

عباس خاصه سیرجانی[1*]

کارشناس ارشد دفتر تغذیه گیاهی سازمان جهاد کشاورزی کرمان؛ khasseh48@yahoo.com .au

چکیده

به منظور ارزیابی کود فسفره آلی و کود بیولوژیک فسفاته بارور۲ به عنوان جایگزینی برای کودهای فسفره رایج در زراعت گندم، آزمایشی طی دو سال زراعی ۸۵-۸۴ و ۸۶- ۸۵ در مزرعه‌ای واقع در استان کرمان، شهرستان بردسیر با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۲ تیمار بر روی گندم اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره آلی + ۱۰۰ گرم کود بیولوژیک فسفاته بارور ۲ (T_1)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره آلی + ۱۰۰ گرم کود فسفاته بارور ۲(T_2)، ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفره آلی +۱۰۰گرم کود فسفاته بارور۲ (T_3)، ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفره آلی (T_4)، ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفره آلی (T_5)، ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفره آلی (T_6)، ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل + ۱۰۰ گرم کود فسفاته بارور۲ (T_7)، ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل + ۱۰۰ گرم کود فسفاته بارور۲ (T_8)، ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل + ۱۰۰گرم کود فسفاته بارور۲ (T_9)، ۵۰ کیلو گرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (شاهدT_{10})، ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفاته تریپل (T_{11}) و ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل (T_{12}) بودند. صفات مورد اندازه گیری عبارتند از عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و میزان فسفر خاک بعد از برداشت محصول براساس نتایج بدست آمده بیشترین عملکرد دانه با مصرف کود بیولوژیک فسفاته بارور ۲ به همراه کود آلی فسفره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (T_1) به میزان۸۴۷۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد شامل۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل T_{10} (عرف منطقه براساس نتیجه آزمون خاک) ۵۸/۴ درصد افزایش نشان داد. بیشترین اجزاء عملکرد به میزان ۴۳/۳ گرم، ۴۶۶ عدد، ۴۷/۶۷ دانه به ترتیب مربوط به وزن هزار دانه، خوشه در متر مربع و دانه در خوشه از تیمار T_1 به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲۸/۳٪، ۳۹/۲٪، ۳۲/۹٪ افزایش نشان داد. بیشترین میزان فسفر تثبیت شده در خاک از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل (T_{12}) به میزان ۹/۷۸ میلی گرم برکیلوگرم به دست آمد که از نظر آماری با تیمار T_{11} تفاوت معنی‌داری نداشت.

واژه های کلیدی: کود بیولوژیک فسفره، کود آلی غنی شده، کود سوپر فسفات تریپل

مقدمه

مصرف بی‌رویه کودهای شیمیائی فسفره که از سنگ فسفات با میزان کادمیم بالا (۱۵تا۱۷۰ میلی گرم در کیلوگرم) تهیه می‌شوند علاوه بر تجمع فسفر بیش از حد کاهش جمعیت میکوریزای ریشه، هدررفت ارز از کشور، تجمع عناصر آلاینده نظیر کادمیم در خاک و محصولات کشاورزی را نیز به دنبال دارد (کریمیان، ۱۳۷۷؛ ملکوتی و

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: کرمان، انتهای خیابان خواجو، سازمان جهاد کشاورزی، دفتر تغذیه گیاهی

* دریافت: مرداد ۱۳۸۹ و پذیرش: مهر ۱۳۹۰

www.SID.ir

نیاز در خاک، ایجاد رقابت برای جذب عناصر ریزمغذی به ویژه روی، اتلاف سرمایه، کاهش عملکرد، افت کیفیت، دام را به خطر می‌اندازد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳). این نکته حائز اهمیت است که غلظت کادمیم در خاک‌ها از ۰/۱ تا ۱ میلی گرم در کیلوگرم معمولی است ولی در سنگ‌های فسفاته از ۲۵ تا ۱۷۰ میلی گرم در کیلوگرم متغیر است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹). به منظور کاهش تثبیت فسفر در خاک و به تبع آن کاهش وارد شدن کادمیم به خاک، اعمال مدیریت صحیح مصرف کودهای فسفره رایج که فسفر آنها بعد از وارد شدن به خاک‌های آهکی به دلیل تبدیل شدن به ترکیبات نامحلول کلسیم و منیزیم و در خاک‌های اسیدی به دلیل تبدیل شدن به فسفات آهن و آلومینیم از دسترس ریشه خارج می‌شود (ویت لاو و همکاران، ۱۹۹۹، ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۳) اجتناب ناپذیر است. در این خصوص توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاک از جمله اسیدیته خاک، که بهترین میزان آن برای جذب فسفر ۵/۵ تا ۶/۵ گزارش شده است (ملکوتی، ۱۳۷۸)، همچنین وجود ماده آلی و عناصر ریزمغذی مانند روی در خاک به منظور کمک در عدم تثبیت فسفر و کاهش تدریجی غلظت کادمیم خاک به همراه اضافه نمودن باکتری‌های حل کننده فسفات، ضروری است (شامرا، ۲۰۰۲؛ آرنوت، ۲۰۰۱؛ چادهری و همکاران ۱۹۹؛ و خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴). کادمیم و روی از نظر شیمیایی بسیار شبیه هستند بنابراین کادمیم می تواند جایگزین جذب و وظائف متابولیسمی روی گردد (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۶). ولی بر خلاف روی این عنصر برای حیوانات سمی است. علت اصلی سمی بودن این عنصر احتمالاً میل ترکیبی آن با گروه‌های تیول در آنزیم‌های پروتئین ساز می‌باشد. کادمیم با فسفر برهم‌کنش مثبت و با روی و پتاسیم برهم‌کنش منفی دارد (ثواقبی و همکاران، ۱۳۷۹). بنابراین با اضافه نمودن یا مصرف روی در خاک، غلظت کادمیم در بافت‌های گیاهی کاهش می‌یابد (ابدل و همکاران، ۱۹۹۸؛ و بای بوردی و ملکوتی، ۱۳۷۸). مواد آلی نیز به علت اثرات سازنده‌ای که بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک دارند به عنوان یکی از ارکان حاصلخیزی خاک شناخته شده اند. استفاده نامناسب از کودهای شیمیایی برای دستیابی به عملکرد بالا سبب گردیده است تا اهمیت مواد آلی کمتر در نظر گرفته شود به نحوی که در بیش از ۶۰ درصد خاک‌های زیرکشت ایران میزان کربن آلی کمتر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از کشور کمتر از ۰/۵ درصد می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۸). یکی از ویژ گی‌های مطلوب کودهای آلی غنی شده با فسفر، گوگرد، ازت و همکاران، ۱۳۷۹). وارد شدن این عنصر سنگین به زنجیره غذائی انسان و دام بسیار خطرناک بوده و سلامتی انسان و روی (فسفر آلی) وجود ماده آلی در آن از منبع کود حیوانی پوسیده از نوع گاوی است. ارزش غذایی کودهای حیوانی بستگی به نوع دام، علوفه مصرفی، نوع بستر و روش نگهداری دامها دارد بر این اساس کودهای گاوی معمولا حاوی ۰/۶٪ ازت، ۰/۱٪ پنتااکسید فسفر و حدود ۰/۴۵٪ پتاسیم هستند. کودهای آلی در اسیدی کردن خاک تأثیر داشته و باعث کاهش اسیدیته و در نتیجه اسیدی شدن خاک می‌گردند که عمل مذکور در جذب برخی از عناصر کم مصرف نظیر روی و آهن که در حالت اسیدی بیشتر قابل جذب می‌باشند، مفید است. افزودن هر گونه ماده آلی به خاک قابلیت جذب فسفر را بوسیله گیاه افزایش می‌دهد، دلایل عمده این امر عبارتند از ترکیب گاز کربنیک تولید شده از تجزیه مواد آلی با آب و تولید اسید کربنیک، که این اسید در خاک‌های آهکی حلالیت ترکیبات فسفاتی را افزایش داده و بدین ترتیب قابلیت جذب آنها را افزایش می‌دهد (ملکوتی و همائی، ۱۳۸۳). کود فسفره آلی حاوی عناصر فسفر، ازت، گوگرد، روی و ماده آلی قادر است با تغیر اسیدیته خاک در محیط اطراف ریشه در بهبود جذب فسفر تثبیت شده موثر باشند. میزان گاز کربنیک حاصل از تجزیه مواد آلی در خاک‌های معمولی در حدود ۱۰ کیلو گرم در ساعت در هکتار است. بخش قابل توجهی از این گاز در واکنش‌های شیمیایی خاک وارد شده و از این راه موجب کاهش اسیدیته و حلالیت بیشتر عناصر غذایی گیاه از جمله فسفر در خاک می‌شود. بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که در خاک‌های آهکی ایران مخلوط کردن کودهای فسفره عاری از کادمیم با مواد آلی موجب جذب بهتر فسفر توسط گیاه می‌شود (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). پس از تجزیه مواد آلی ترکیبات مختلف فسفو هومیک که با سهولت بیشتر جذب گیاه می‌شوند، به وجود می آید. یون هومات جایگزین فسفات‌هایی که جذب سطحی شده‌اند گردیده، فسفات‌های مذکور آزاد و قابل جذب گیاه می‌شوند. هوموس، سطوح ذرات اکسیدهای آهن و آلومینیم و کربنات کلسیم را پوشانده و از ظرفیت تثبیت خاک می‌کاهد. آنیون‌های آلی ناشی از تجزیه مواد آلی ترکیبات پیچیده‌ای را با آهن و آلومینیم (در خاکهای آهکی) به وجود آورده و بدین ترتیب مانع از واکنش فسفات با آنها می‌شود (ملکوتی و نفیسی ، ۱۳۷۳). اثر مواد آلی بر بهبود عملکرد کمی و کیفی گندم توسط محققین زیادی گزارش شده است. استیونسون و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که مصرف ماده آلی عملکرد گندم را افزایش می‌دهد که قسمتی از این افزایش به دلیل تأثیر تغذیه‌ای

Archive of SID
www.SID.ir

ماده آلی و قسمتی نیز مربوط به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیک خاک می‌باشد. وی طی دو سال آزمایش مشاهده کرد که در کرت‌های حاوی ماده آلی تراکم بوته در واحد سطح و رشد اولیه گیاه بیشتر بود که خود ناشی از تیره‌تر بودن خاک و جذب بیشتر انرژی خورشیدی و در نتیجه گرمتر شدن خاک بود. بدرودین و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایشی بر روی گندم گزارش کردند که کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود حیوانی به عنوان ماده آلی عملکرد گندم را نسبت به مصرف کودهای شیمیایی به میزان ۱۴٪ افزایش داد. بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک از جمله تشعشع فعال فتوسنتزی، راندمان مصرف نور و غلظت نیتروژن برگ با مصرف کودهای حاوی مواد آلی از منبع حیوانی روی گندم و سیب زمینی توسط آرنوت و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده است. کودهای بیولوژیک فسفره از موثرترین یاری‌کنندگان گیاه برای تأمین فسفر قابل جذب در سطوح مطلوب به شمار می‌روند (حسن زاده و همکاران، ۱۳۸۶). میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات به گروهی نامتجانس از میکروارگانیسم‌ها اطلاق می‌شود که قادرند از طریق مکانیسم‌هایی چون ترشح اسید موجب آزادسازی فسفر از فسفر نامحلول گردند (شامرا و همکاران، ۲۰۰۲). بیشترین درصد ریز جانداران حل‌کننده فسفات را در خاک‌ها، باکتری‌ها و قارچ ها تشکیل می‌دهند که به دو دسته باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ‌های حل کننده فسفات تقسیم می‌شوند (وایتلو و همکاران، ۱۹۹۷). مهمترین باکتری‌های حل کننده فسفات عبارتند از *اینتروباکتر آگلومرانس، باسیلوس سیرکولوس، باسیلوس مگاتریوم، پسودوموناس استریتا و باسیلوس سوبتیلیس* (سوبارائو و همکاران، ۱۹۹۸) و از مهمترین انواع قارچ‌های حل‌کننده فسفات می‌توان به قارچ‌های *آسپرژیلوس و پنیسیلیوم* اشاره کرد (ایلمر و همکاران، ۱۹۹۲). باکتری‌های حل کننده فسفات می توانند با مکانیسم‌هایی از جمله تولید و ترشح اسیدهای آلی مانند ۲- کتوگلوکونیک اسید، سیتریک اسید، آلزالیک اسید، مالیک اسید و سوکسنیک اسید و.... در حلالیت فسفات‌های معدنی کم محلول موثر باشند. علاوه بر آن بسیاری از آنها با تولید آنزیم فسفاتاز، آزاد شدن فسفر از ترکیب‌های آلی فسفردار را موجب می‌شوند. سلیسپور (۱۳۸۲) گزارش کرده است اسیدهای آلی مانند اگزالیگ اسید و سیتریک اسید با کلاته کردن و تشکیل کمپلکس در پایداری با کاتیون‌های آهن و آلومینیم و کلسیم باعث آزاد شدن فسفات به داخل محلول خاک می‌شوند. همچنین گلوکونیک اسید و ۲- کتواگزالیک اسید با آزادسازی پروتون سبب کاهش اسیدیته محلول و انحلال فسفات‌های معدنی نامحلول می‌گردد. امروزه توجه ویژه‌ای به ساماندهی تلفیقی تغذیه گیاهی معطوف گردیده است که در آن از منابع آلی و بیولوژیک به همراه مصرف بهینه کودهای شیمیایی مورد نظر بوده و منجربه بهبود و حفظ حاصلخیزی، ساختمان، فعالیت‌های بیولوژیک، ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک می‌شود (بنائی و همکاران، ۱۳۸۳). از آنجا که تولید محصول سالم و عاری از عناصر سنگین از جمله کادمیم در راستای جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی از اهداف محققین تغذیه گیاهی است این تحقیق به منظور ارزیابی کود فسفره آلی و کود بیولوژیک فسفاته بارور۲ به عنوان جایگزینی مناسب برای کودهای فسفره رایج اجرا شده است.

مواد و روشها

آزمایش در سال زراعی ۸۵ - ۸۴ و ۸۶ - ۸۵ در مزرعه‌ای واقع در استان کرمان - شهرستان بردسیر با عرض جغرافیایی ۲۹/۵۵ و طول جغرافیایی ۵۶/۳۴ و ارتفاع ۱۹۸۵ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۰ میلی متر، حداکثر درجه حررات ۳۸ درجه سانتیگراد و حداقل آن ۱۲- درجه سانتیگراد گزارش شده است. آزمایش در خاکی با مشخصات جدول (۱) با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۲ تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره آلی + ۱۰۰ گرم کود بیولوژیک فسفاته بارور ۲ (T_1)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره آلی + ۱۰۰ گرم کود فسفاته بارور ۲(T_2)، ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفره آلی +۱۰۰گرم کود فسفاته بارور۲ (T_3)، ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفره آلی (T_4)، ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفره آلی (T_5)، ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفره آلی (T_6)، ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل + ۱۰۰ گرم کود فسفاته بارور۲ (T_7)، ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل + ۱۰۰ گرم کود فسفاته بارور۲ (T_8)، ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل + ۱۰۰گرم کود فسفاته بارور۲ (T_9)، ۵۰ کیلو گرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (T_{10})، ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفاته تریپل(T_{11}) و ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل (T_{12}) بودند. زمین محل آزمایش با اجرای یک شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم آماده شد. میزان کود نیتروژن بر مبنای ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره در سه مرحله: ۱- یک سوم قبل از کاشت. ۲- یک سوم ابتدای ساقه دهی. ۳- یک سوم مرحله شیری دانه به صورت سرک مصرف شد. به جز تیمارهای آزمایش هیچ نوع کود شیمیایی فسفره قبل از کاشت استفاده نشد. از آنجا که میزان پتاسیم قابل جذب خاک بالای ۳۵۰ میلی گرم بود کود شیمیایی پتاسه مصرف نشد. تیمارهای آزمایش قبل از

Archive of SID
www.SID.ir

کاشت و پس از محاسبه در کرت های مورد نظر اعمال و تا عمق ۱۰ سانتی متری با خاک مخلوط شدند. بذر کرت تیمارهای T_1، T_2، T_3، T_7، T_8و T_9 قبل از کاشت با محلول پاشی کود فسفاته بارور۲ روی بذورتلقیح و سپس کشت شدند. بذرکاری برای کلیه تیمارها بر مبنای تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع در ۶ خط ۶ متری با فاصله ۲۰ سانتی متر انجام شد. آبیاری به صورت بارانی (کلاسیک ثابت) در زمانهای مورد نیاز انجام شد. صفات مورد اندازه گیری عبارت از عملکرد دانه، تعداد خوشه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و میزان فسفر خاک بعد از برداشت محصول بودند. خطوط کاشت ۱ و ۶ هر کرت آزمایش به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. ردیف ۳ برای نمونه برداری خوشه و ردیفهای ۴ و ۵ برای تعیین عملکرد دانه در نظر گرفته شدند. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی از ردیف کاشت سوم هر کرت ۱۰ خوشه برداشت شد و اجزاء عملکرد روی آنها محاسبه شد. تعداد دانه در خوشه از تقسیم تعداد کل دانه های حاصله از خوشه ها به تعداد خوشه تعیین گردید. پس از تهیه نمونه از هرکرت، نمونه ها با دقت یک هزارم گرم توزین و وزن هزار دانه محاسبه شد. تعداد پنجه های بارور هر بوته از خط ۳ هر کرت به مساحت ۰/۳ مترمربع به طور تصادفی انتخاب و پس از خارج ساختن بوته ها از خاک تعداد پنجه های بارور هر بوته شمارش و نهایتاً تعداد خوشه در متر مربع تعیین شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب با فرض تصادفی بودن اثر سال نشان دهنده اثرات معنی دار تیمارها بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد در سطح ۰/۱ درصد بود. اثر متقابل سال در تیمار بر عملکرد دانه در سطح ۰/۱ درصد معنی دار و بر سایر صفات معنی دار نبود (جدول۲). مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که مصرف کود بیولوژیک فسفاته بارور۲ به همراه کود فسفره آلی به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه (۸۴۷۷ کیلوگرم در هکتار) را داشت (جدول شماره ۳). برزگر و همکاران (۲۰۰۲) اثرکاربرد مواد آلی بر افزایش عملکرد دانه، و سلیسپور و همکاران (۱۳۸۲) و سلیح و همکاران (۱۹۸۹) اثر میکروارگا نیزم های آزاد کننده فسفر از طریق کاهش ثبیت فسفر در خاک و قابل دسترس بودن برای گیاه را بر بهبود عملکرد دانه گندم گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. مقدار بالای مصرف کود فسفره آلی (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار: T_6) بدون کاربرد کود بیولوژیک عملکرد دانه را بهبود بخشید به طوری که از نظر آماری با تیمار T_2 (۱۰۰کیلوگرم در هکتار کود فسفره آلی + فسفاته بارور ۲) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بهبود عملکرد در این تیمار (T_2) علیرغم کاهش مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره آلی را می توان به نقش موثر کود بیولوژیک مصرفی با این تیمار دانست. سوبارائو و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی اثرات باکتری های حل کننده فسفات در قالب مصرف کودهای بیولوژیک اظهار داشتند این باکتری ها با ترشح اسیدهای آلی مانند اگزالیک اسید و سیتریک اسید، کاهش اسیدیته خاک به لحاظ ترشح گلوکونیک اسید و ۲- کتواگزالیک اسید و آزاد سازی پروتون، ترشح آنزیم فسفاتاز، توسعه سیستم ریشه ای و بالا رفتن راندمان جذب فسفر قادرند در بهبود عملکرد دانه موثر باشند. مقادیر متفاوت مصرف کود سوپرفسفات تریپل (تیمارهای T_{10}، T_{11}، T_{12}) در مقایسه با همین مقادیر اما به همراه مصرف کود بیولوژیک فسفاته بارور۲ (تیمارهای T_9، T_8 و T_7) عملکرد دانه را تا کمتر از ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار (۴۸۷۸ کیلوگرم در هکتار) کاهش داد که این کاهش عمدتاً می تواند به دلیل تثبیت بالای فسفر در خاک و از دسترس خارج شدن در خاک های آهکی و عدم مصرف کود بیولوژیک و ماده آلی در خاک باشد. که با یافته های کریمیان و همکاران (۱۳۷۳) و استیونسون و همکاران (۱۹۹۴) و بدرودین و همکاران (۱۹۹۹) و آرنوت و همکاران (۲۰۰۱) تطابق داشت.

اجزاء عملکرد

اثر تیمارها بر وزن هزار دانه در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲) اما روند کاهش وزن هزار دانه با کاهش مصرف کود فسفره آلی و بیولوژیک مشاهده گردید (جدول۳). با افزایش مصرف کود فسفره آلی به همراه کاربرد کود بیولوژیک فسفاته بارور ۲به لحاظ نقش موثر ماده آلی موجود درآن در حفظ رطوبت خاک، بهبود شرایط جذب سایر عناصر با کاهش اسیدیته خاک، بالا رفتن حلالیت فسفر تثبیت شده در خاک و رهاسازی آن وزن هزار دانه افزایش یافت که این روند در سایر آزمایشات نیز گزارش شده است (برزگر و همکاران، ۲۰۰۲؛ شامرا و همکاران، ۲۰۰۲). اثر تیمارها بر تعداد دانه در خوشه در سطح ۰/۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲) که از روندی مشابه اثر تیمارها بر وزن هزار دانه پیروی می‌کرد (جدول ۳). اما اثر سال بر تعداد خوشه در متر مربع و فسفر قابل جذب خاک بعد از برداشت معنی دار نشد (جدول ۲). بررسی پارامترهای جوی نشان می دهد که متوسط درجه حرارت طی ماههای فروردین و اردیبهشت سال زراعی ۸۵ – ۸۴ در مقایسه با سال زراعی ۸۶–۸۵ به ترتیب ۱/۳ درجه سانتی گراد و ۴/۲ درجه سانتی گراد کمتر بوده که حاکی از خنک بودن هوا طی دوره گلدهی و گرده افشانی می باشد

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

(آمارنامه هواشناسی استان سال ۸۵-۸۴، ۸۶-۸۵). این موضوع باعث شد که تعداد گلهای تلقیح شده موجود در گلچه‌های هر سنبلچه افزایش یافته و به تبع آن تعداد دانه در خوشه در کلیه تیمارها در سال اول نسبت به سال دوم از وضعیت بهتری برخوردار باشد. افزایش درجه حرارت طی ماه های خرداد و تیر در سال زراعی ۸۶ - ۸۵ در مقایسه با سال ۸۵ – ۸۴ (آمارنامه هواشناسی استان سال ۸۵-۸۴، ۸۶-۸۵) باعث چروکیده شدن دانه ها و کاهش وزن هزار دانه در کلیه تیمارها شد. بادزدگی و چروکیده شدن دانه ها در اثر بالا رفتن درجه حرارت طی دوران پر شدن دانه که نهایتاً منجربه کاهش وزن هزار دانه می‌شود توسط کاتالین و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است.

میزان فسفر قابل جذب موجود در خاک با مصرف مقادیر متفاوت کود فسفره آلی + کود بیولوژیک در مقایسه با مصرف مقادیر متفاوت کود سوپر فسفات تریپل تا حد بحرانی فسفر در خاک پائین آمد (جدول۳) که بیانگر عدم تثبیت این عنصر خاک به دلیل فراهم بودن شرایط مناسب خاک در جذب آن توسط گیاه بوده است. نقش موثر مواد آلی، وجود باکتریهای حل کننده فسفات، کاهش اسیدیته خاک در محدوده ریشه ها را می توان از جمله دلایل عمده خارج شدن فسفر از خاک توسط گیاه دانست. در این آزمایش به نظر می رسد با توجه به وجود فسفر بالا در خاک های زراعی که در اثر مصرف بی رویه کودهای شیمیایی فسفره رایج حاصل شده بود واثرات منفی مصرف بی رویه این کودها (کودهای فسفره رایج) ازجمله خرابی ساختارفیزیکی خاک (سنگین شدن خاک)، تجمع عنصر سنگین کادمیم و نهایتاً آلودگی خاک و محصولات تولیدی به این عنصر و به خطر افتادن سلامت مصرف کنندگان لازم است به منظور اصلاح ساختار خاک و سم زدائی از عناصر سنگینی مانند کادمیم (ناشی از مصرف بی رویه کود های فسفره)، از کودهای آلی غنی شده با فسفر، گوگرد، ازت و روی (فسفره آلی) به همراه کودهای بیولوژیک حل کننده فسفر از جمله فسفاته بارور۲ (تیمارهای T_1، T_2، T_3) برای آزادسازی فسفر تثبیت شده در خاک و تأمین این عنصر در راستای مصرف بهینه کود های فسفره رایج و افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول استفاده کرد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک

عمق (cm)	PH	EC dS/m	T.N.V	OC (٪)	Pav (mg/kg)	Kav (mg/kg)	بافت
۰-۳۰	۷/۱	۲/۳	۱۱/۲۵	۰/۵۶	۱۲/۴۲	۵۱۲	لوم شنی رسی

جدول ۲- تجزیه مرکب صفات مورد اندازه گیری تیمارهای تحت آزمایش

منبع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	خوشه در مترمربع	دانه در خوشه	فسفر قابل جذب خاک
سال	۱	۰/۵۵۸*	۴۳/۷۱**	۱/۵۰۲	۲۰/۲۶*	۲/۰۳۳
خطا(۱)	۴	۰/۰۶۲	۱/۰۳۲	۰/۳۱۶	۲/۷۶۴	۰/۴۳۵
تیمار	۱۱	۱۰/۶۵۴**	۱۰۷/۱۹**	۳/۳۰۵**	۲۴۵/۳۱**	۱۷/۴**
تیمار*سال	۱۱	۰/۰۸**	۰/۸۹۴	۰/۰۹۰	۱/۶۵۶	۰/۳۳۵
خطا (۲)	۴۴	۰/۰۲۲	۰/۷۲۸	۰/۱۴۱	۲/۱۸۸	۰/۴۸۴
%CV	-	٪۲/۳۴	٪۲/۳۹	٪۱۰/۵۵	٪۳/۸۲	٪۱۰/۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در تجزیه مرکب دو ساله

تیمار	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	خوشه در مترمربع	دانه در خوشه	فسفر قابل جذب خاک (ppm)
T_1	۸۴۷۷a	۴۳/۳a	۴۶۶a	۴۷/۶۷a	۵/۸۳۳f
T_2	۷۹۳۲b	۴۰/۲۲b	۴۰۰b	۴۵b	۵/۰۶f
T_3	۷۰۳۳c	۳۸/۵c	۳۸۳c	۴۳/۱۷c	۴/۷g
T_4	۶۴۸۳d	۳۸/۰۳d	۳۷۳d	۴۲/۲۹d	۵/۳۵Fg
T_5	۶۰۰۰e	۳۶/۱۳e	۳۰۰e	۴۱e	۵/۳۸Fg
T_6	۷۸۴۸b	۴۰/۰۳b	۴۰۱b	۴۵/۳b	۵/۶f
T_7	۵۵۹۰f	۳۳/۶۳f	۳۰۰f	۳۴/۲۸f	۷/۳e
T_8	۵۴۵۰f	۳۳/۲۴f	۳۰۱f	۳۴/۴۲f	۷/۴e
T_9	۵۴۳۲f	۳۳/۲۰f	۳۰۲f	۳۴/۶۲f	۸/۰۳d
T_{10}	۴۹۵۸g	۳۱/۰۳g	۲۸۳g	۳۱/۹۷g	۸/۷۱c
T_{11}	۴۹۴۳g	۳۱g	۲۸۰g	۳۱/۴۲g	۹/۱۳ab
T_{12}	۴۸۷۸g	۳۰/۲۵g	۲۶۰h	۳۰/۷۵h	۹/۷۸a

جدول ۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه و دانه در خوشه و عملکرد دانه در سال زراعی ۸۵ – ۸۴

تیمار	وزن هزار دانه (گرم)	دانه در خوشه	عملکرد دانه
T_1	۴۴/۶a	۴۷/۶۷a	۸۷۸۷ a
T_2	۴۰/۴۳b	۴۶/۳۳b	۸۰۳۰ b
T_3	۳۹c	۴۴/۳۳ c	۷۱۳۳ c
T_4	۳۷/۲۷d	۴۱/۷۳d	۶۶۰۰d
T_5	۳۹/۴۲c	۴۴/۸۳c	۶۱۱۰e
T_6	۴۰/۷۳b	۴۶/۲۷b	۷۸۳۰ b
T_7	۳۴/۲۷e	۳۵/۲۳e	۵۹۰۰ f
T_8	۳۴/۱ e	۳۵/۱۷e	۵۶۱۰ f
T_9	۳۴/۱e	۳۵/۲۳ e	۵۵۵۳ f
T_{10}	۳۲/۰۷f	۳۱/۵fg	۵۰۰۰ g
T_{11}	۳۱/۹f	۳۱/۹۳f	۵۰۲۰ g
T_{12}	۳۰/۵g	۳۰/۸۳g	۴۹۲۳ g

اثر سال بر تعداد خوشه درمتر مربع وفسفر خاک بعد ازبرداشت معنی دار نشد .(جدول ۲)

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه و دانه در خوشه و عملکرد دانه در سال زراعی ۸۶-۸۵

تیمار عملکرد دانه	وزن هزار دانه (گرم)	دانه در خوشه	عملکرد دانه
T_1	۴۲ a	۴۴a	۸۱۶۷ a
T_2	۴۰b	۴۲/۳۳b	۷۸۳۳ b
T_3	۳۸c	۴۰c	۶۹۳۳ c
T_4	۳۶/۶۷d	۳۹d	۶۱۶۷ d
T_5	۳۵ e	۴۱c	۶۰۶۷ e
T_6	۳۹/۳ b	۴۱/۵b	۷۷۶۷ b
T_7	۳۳ f	۳۳/۳e	۵۳۰۰ f
T_8	۳۲/۳۳ fg	۳۲/۹e	۵۳۰۰ f
T_9	۳۲/۳۳ fg	۳۱/۵f	۵۲۸۰ f
T_{10}	۳۱g	۳۰g	۴۹۱۰ g
T_{11}	۲۹/۵ h	۲۹/۲hg	۴۸۶۷ g
T_{12}	۲۸ h	۲۹hg	۴۸۳۳ g

اثر سال بر تعداد خوشه درمتر مربع وفسفر خاک بعد ازبرداشت معنی دار نشد .(جدول ۲)

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

۱. آمارنامه هواشناسی استان کرمان سال ۸۵-۸۴ و۸۶-۸۵ .اداره کل هواشناسی استان

۲. بای بوردی، احمد، و ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۷۸. بررسی تأثیر منابع کود آلی بر کمیت و کیفیت پیاز قرمز در دو منطقه بناب و خسرو شهر.

۳. بنایی، محمد حسن. مومنی، عزیز. بای بوردی، محمد و ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۸۳. خاکهای ایران تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره برداریژ، انتشارات سنا، ۴۸۲ ص.

۴. ثواقبی، غلامرضا. و ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۷۹. بررسی نقش روی در کاهش اثرات سوء کادمیم بر عملکرد و کیفیت دانه گندم. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۹، صفحات ۶۶ الی ۷۵ تهران، ایران.

۵. حسن زاده، الناز. مظاهری، داریوش. چای چی، محمد رضا. و خاوازی، کاظم. ۱۳۸۶. کارآیی مصرف باکتریهای تسهیل کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفره بر عملکرد و اجزاء عملکرد جو. پژوهش و سازندگی جلد، ۲۰ شماره ۴.

۶. خاوازی،کاظم و اسدی رحمانی، هادی. ۱۳۸۴. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور مجموعه مقالات، انتشارات سنا ۴۳۹ ص.

۷. سالاردینی، علی اکبر. و مجتهدی، مسعود. ۱۳۷۶. اصول تغذیه (جلد دوم) مرکز دانشگاهی. شماره ۳۶۸. تهران. ایران.

۸. سلیسپور، محمد. ۱۳۸۲. مطالعه مزرعه ای اثر بخشی کودهای میکروبی فسفاته حاوی میکرو ارگانیزمهای حل کننده فسفات بر عملکرد کمی و کیفی ذرت، سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی.

۹. کریمیان، نجفعلی. ۱۳۷۷. پیامدهای زیاد روی در مصرف کودهای شیمیایی و فسفری. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۴، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۱۰. ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۸۴. کشاورز پایدار وافزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران.انتشارات سنا، ۴۶۹ ص ۲.

۱۱. ملکوتی، محمد جعفر و نفیسی، مهدی . ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم (ترجمه). چاپ دوم. انتشارات سنا، ۲۴۲ ص.

۱۲. ملکوتی، محمد جعفر. ترابی، منصور و طباطبایی، سید جلال. ۱۳۷۹. اثرات سوء کادمیم و روش های کاهش غلظت آن در محصولات کشاورزی، نشریه فنی شماره ۶۷، نشر آموزش کشاورزی معاونت تات وزارت کشا.ورزی، کرج، ایران.

۱۳. ملکوتی، محمد جعفر. بای بوردی، احمد و طباطبایی، سید جلال. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود گامی موثر در افزایش عملکرد بهبود کیفیت و کاهش آلایندهای در محصولات سبزی و صیفی و ارتقاء سطح سلامت جامعه - وزارت کشا.ورزی – معاونت زراعت دفتر سبزی و صیفی و ارتقاء سطح سلامت جامعه. وزارت کشاورزی، معاونت زراعت، دفتر سبزی و صیفی، انتشارات نشر علوم کشاورزی کاربرد. تهران. ۳۳۸ ص.

۱۴. ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات نشر آموزش کشاوزی. کرج. ایران.

۱۵. ملکوتی، محمد جعفر و همایی، مهدی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک مشکلات و راه حل ها، نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس، ۵۰۸

16. Abdel–Sabour, M.F., Mortvedt, J. and Kelose, j. 1998. Cadmium–Zinc interaction in plants and catractable Cadmium and Zinc fraction in soil. Soil sci. 145(6): 424-431.

www.SID.ir

Archive of SID

17. Arnout, V. D. 2001. Yield and growth components of potato and wheat under organic Nitrogen Management. Agr. J. 93: 1370-1385.
18. Badaruddin, M.,Reynolds, M.P. and Osman, A. 1999. Effect of organic and Inorganic fertilizer, Irrogaction efrequency and mulching. Agr. J. 91: 975-983.
19. Barzegar, A.R., Yousefi, A. and Daryashenas, A. 2002. The effects of addition of different, amount and types of organic materials soil physical properties and yield of wheat. Plant & Soil . 274: 295-301.
20. Chaudhary, M., Balley, L.D. and Grant, C.A. 1994. Effect of Zinc on Cadmium concentration in the tissue of durum wheat. Can J Plant Sci. 74: 549-552.
21. Illmer,P.and Schinner,F.1992. Soluilization of inorganic ghosphate by microorganisms isolated from forest soils. Soil Bio & Biochemical. 24: 389-395.
22. Katalin,j.,Attila,F.,Barnabas,B.2008. Effect of water deficit and elevated temperature on pollen development of drought sensitine and to lerant winter wheat (*triticum aestivum*) genotypes. Acta Bio. 52(1): 67-71.
23. Salih, H.M., Yahaya, H.I., Abdul-Rahem, AM. And Munam, B.H. 1989. Availability of phosphors in a calcareous soil treated with roch phosphate or super phosphate as affected by phosphate dissolving fungi. Plant & soil. 120: 181-185.
24. Shamra, A,K . 2002. Biofertilizers sustainable agriculture. Agrobios India Publications
25. Stevenson, F.J. 1994. Humus chemistry. John wiley & sons. Newyork.
26. Subbarao, W.S. 1998.Phosphate solubilizing microorganisms biofertilizer in agriculture. PP. 133-142.Natioal Institute of Industrial Research.
27. Sundara, B., Natarayan,V. and Hari, K. 2001. Influence of Phosphorus solubilising bacteria on soil available P-status and sugarcane development on a tropical vertisoil. Sugarcane Tech. 24: 47-51.
28. Whitlaw, M.A., Harden, T.Y. and Bender, G.L. 1999. Plant growth promotion of wheat inoculated with *penicillium radicum* sp. Nov. Aus J Soil Res 8: 291-300.

www.SID.ir