

## بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه‌های تیوباسیلوس در افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی در خاک حسین بشارتی و ناهید صالح‌راستین<sup>۱</sup>

سطح وسیعی از اراضی کشاورزی ایران را خاکهای شور، سدیک، شورسدیک و خاکهای آهکی می‌پوشانند، یکی از مشکلات اساسی که در این خاکها برای رویاندن گیاه و تولید محصول وجود دارد این است که به علت وجود pH بالا و غلظت زیاد یون کلسیم، عناصر غذایی که قابلیت جذب آنها وابسته به pH است (فسفر و بعضی از عناصر کم مصرف) تثبیت شده و از دسترس گیاهان خارج می‌شوند، بنابراین گیاهان همواره با کمبود این عناصر مواجه هستند که منجر به کاهش محصول می‌گردد، افزون بر این که کودهای شیمیایی در این خاکها کارایی پایینی دارند.

پژوهشگران سعی کرده‌اند با مصرف مواد اسیدزا (اسید سولفوریک، گوگرد و ...) pH این خاکها را حتی به طور موضعی کاهش داده و عناصر تثبیت شده در این خاکها را برای جذب گیاه آزاد سازند. در بین مواد اسیدزا، گوگرد بهترین و اقتصادی‌ترین آنها می‌باشد. استفاده از گوگرد جهت اصلاح خاک و بهبود وضعیت تغذیه گیاه متداول بوده و سابقه دیرینه دارد. بنابراین امکان استفاده از گوگرد جهت رفع مشکل موجود در خاکهای سدیمی و آهکی، تا حدی که بتواند محصول را افزایش دهد، در بسیاری از مناطق دنیا مورد توجه می‌باشد. اما مشکلی که در این رهگذر وجود دارد این است که اکسایش شیمیایی گوگرد بسیار کند بوده و قادر نیست در طول یک فصل زراعی موجب کاهش pH خاک در حد کافی برای آزاد شدن عناصر غذایی تثبیت شده شود. در مقابل آن اکسایش بیولوژیک گوگرد که توسط طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها، قارچها و اکتینومیست‌ها) صورت می‌گیرد، به علت سرعت بالا از اهمیت خاصی برخوردار است. مهمترین اکسیدکنندگان گوگرد در خاک، باکتریهای جنس تیوباسیلوس می‌باشند. این باکتریها با اکسیداسیون گوگرد و تولید اسیدسولفوریک، سبب کاهش pH و آزاد شدن عناصر غذایی تثبیت شده می‌شوند. در این تحقیق سعی شد تا با جداسازی باکتریهای تیوباسیلوس از خاکهای مناطق مختلف ایران، شناسایی گونه‌های خالص شده و تلقیح آنها همراه با گوگرد به خاک، تأثیر آنها در کاهش pH خاک، آزاد شدن عناصر غذایی و تغذیه گیاه مورد بررسی قرار گیرد.

به منظور اجرای این تحقیق از نقاط مختلف کشور، از خاکهایی که احتمال وجود گونه‌های مختلف باکتری تیوباسیلوس مطرح بود، نمونه‌های خاک جمع‌آوری شدند. جهت غنی‌سازی باکتریها، نمونه‌های جمع‌آوری شده به محیط کشت Postgate اضافه شدند. جداسازی و خالص کردن باکتری پس از چندین

<sup>۱</sup> به ترتیب دانشجوی دوره دکتری دانشگاه تربیت مدرس، دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

مرحله کشت روی محیط مایع و جامع انجام گرفت. تفکیک و شناسایی گونه‌های جدا شده براساس آزمون‌های میکروسکوپی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی صورت گرفت و در نهایت ۸ گونه نامگذاری شدند. جهت بررسی اثر تلقیح این باکتریها همراه با مصرف گوگرد در افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، آزمون گلخانه‌ای براساس طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با ۲۴ تیمار و ۴ تکرار انجام گردید. تیمارها شامل گوگرد (در دو سطح)، فسفر (در سه سطح) و باکتری (سه نوع مایه تلقیح و تیمار بدون باکتری) بودند. پس از اعمال تیمارها و تلقیح باکتریها به خاک، بذر ذرت از رقم Single cross 301 در هر گلدان کشت گردید. در طی ۷۰ روز دوره رشد گیاه رطوبت گلدانها با اضافه کردن آب مقطر در حد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی نگه داشته شد. پس از انقضای مدت یاد شده گیاهان برداشت شدند و وزن خشک اندام هوایی و ریشه، مقدار فسفر، آهن و روی در گیاه و خاک و pH خاک گلدانها اندازه‌گیری شدند. نتایج بدست آمده با نرم‌افزار کامپیوتری MSTATC آنالیز شد.

۱- استفاده از مایه تلقیح تیوباسیلوس همزمان با مصرف گوگرد در خاک، روی تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده (به جز مقدار روی قابل جذب خاک) تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته است.

۲- تلقیح باکتری به خاک بدون مصرف گوگرد تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد در پارامترهای اندازه‌گیری شده ایجاد نکرده است.

۳- بیشترین کاهش pH و آزاد شدن آهن و فسفر از خاک و همچنین بیشترین مقدار فسفر و آهن جذب شده توسط گیاه مربوط به هنگام است که گوگرد همراه با تیوباسیلوسهای اجباری به خاک اضافه شده است.

۴- بیشترین مقدار عملکرد ماده خشک گیاه مربوط به هنگامی است که گوگرد همراه با تیوباسیلوسهای اجباری یا مخلوط تیوباسیلوسهای اجباری و اختیاری استفاده شده است.

۵- مصرف همزمان گوگرد و باکتری بیشترین تأثیر را روی مقدار فسفر جذب شده و کمترین تأثیر را روی کاهش pH خاک داشته است.

۶- هیچیک از تیمارهای آزمایشی، تأثیر معنی‌داری بر مقدار روی قابل جذب خاک نشان نداده‌اند.

۷- مناسب‌ترین باکتری، باکتریهای اجباری بوده و مخلوط تیوباسیلوسها و تیوباسیلوسهای اختیاری به ترتیب در مرتبه دوم و سوم اهمیت قرار دارند.

۸- مصرف آپاتیت بعلت بالا بودن مقدار فسفر کل خاک، تأثیر معنی‌داری را روی شاخص‌های اندازه‌گیری شده نشان نداده است.

۹- هنگامی که گوگرد با تیوباسیلوسهای اجباری یا مخلوط تیوباسیلوسها به خاک اضافه شده است، مصرف کود سوپرفسفات تریپل و آپاتیت هیچ تأثیری را نسبت به حالت عدم مصرف آنها در عملکرد ایجاد نکرده است.

۱۰- مصرف کود سوپرفسفات تریپل همراه با گوگرد، نسبت به کود سوپرفسفات تنها، ۱۹/۸۰ درصد عملکرد ماده خشک گیاه را افزایش داده و این افزایش در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است.

۱۱- مصرف گوگرد همراه با باکتری‌های تیوباسیلوس توانسته است میزان عملکرد ماده خشک گیاه را نسبت به کود سوپر فسفات تریپل ۲۱/۵۶ درصد و میزان فسفر جذب شده توسط گیاه را ۱۹۳ درصد افزایش دهد و این افزایش مقادیر، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است.

۱۲- میزان عملکرد ماده خشک گیاه، با تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک و گیاه (به جز مقدار روی قابل جذب خاک) همبستگی معنی‌دار داشته و پس از مقدار آهن جذب شده توسط گیاه ( $R^2 = 0/94$ )، بیشترین همبستگی را با مقدار فسفر قابل جذب خاک ( $R^2 = 0/77$ ) نشان داده است.

۱۳- میزان آهن قابل جذب خاک بیشترین همبستگی ( $R^2 = 0/85$ ) و میزان روی قابل جذب خاک کمترین همبستگی را با کاهش pH خاک نشان دادند.

۱۴- بعلاوه وجود اثرات متقابل آنتاگونیسمی بین روی و فسفر، افزایش فسفر خاک ضمن افزایش فسفر جذب شدن توسط گیاه، مقدار روی جذب شده توسط اندام هوایی را به طور معنی‌داری کاهش داده است.

۱۵- مصرف کود سوپر فسفات تریپل نتوانسته است مقدار فسفر قابل جذب خاک را نسبت به شاهد افزایش دهد در حالیکه مصرف گوگرد همراه با باکتریهای تیوباسیلوس به طور معنی‌داری فسفر قابل جذب یا نسبت به شاهد و کود سوپر فسفات تریپل افزایش داده است.

۱۶- مصرف گوگرد همراه با باکتریهای تیوباسیلوس مقدار آهن قابل جذب خاک را ۱۱۴/۵۷ درصد و میزان آهن جذب شده توسط گیاه را ۱۳۴/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داده است. همچنین میزان فسفر قابل جذب خاک و فسفر جذب شده توسط گیاه به ترتیب ۲۵۰/۳۳ درصد و ۲۶۸/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان می‌دهند.