بررسی اثر باکتری‌های آزاد کننده پتاسیم و فسفات و تثبیت کننده نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک ریشه و عملکرد ماش (*Vigna radiata*)

افسانه یوسفی

دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

رضا میرزایی تالار پشتی

استادیار گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

فاطمه سادات آقامیر

استادیار گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

جعفر نباتی

استادیار گروه پژوهشی بقولات، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

سعید صوفی‌زاده

استادیار گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش رو به رشد مصرف کودهای شیمیایی از یک‌سو و مسائل زیست‌محیطی مرتبط با مصرف غیر اصولی این کودها از قبیل ایجاد آلودگی‌های آب و خاک، افت سطح حاصلخیزی خاک و کاهش ارزش فرآورده‌های گیاهی از سوی دیگر، زمینه‌های توجه بیشتر به کودهای بیولوژیک را فراهم کرده است. هدف از انجام این پژوهش کاهش پیامدهای مخرب مواد شیمیایی در محصولات کشاورزی و کاهش هزینه تولید با تیمارهای کودهای زیستی (شامل نیتروپاورباکتر خوشه، فسفرپاورباکتر خوشه و پتاپاورباکتر خوشه) و اثر آنها بر عملکرد ماش بود. به منظور بررسی اثر باکتری‌های آزاد کننده فسفات، پتاسیم و تثبیت کننده نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، با دو توده ماش (دزفولی و هندی)، شش تیمار و سه تکرار اجرا شد. تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن در ریشه و حجم ریشه مورد ارزیابی قرار گرفتند؛ همچنین در پایان فصل: عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۵۵۸)، عملکرد بیولوژیک(٦٥٥٥)، تعداد گره ریشه (٤٣) و حجم ریشه (٤,٤٤ سی سی) مربوط به تیمار کاربرد هم‌زمان باکتری‌های آزاد کننده پتاسیم و فسفات و باکتری تثبیت کننده نیتروژن در رقم دزفولی و کمترین مقدار عملکرد دانه (۱۳۹۳)، عملکرد بیولوژیک (١٤٩٣)، تعداد گره ریشه (٦,١٠) و حجم ریشه (٢,٣٢ سی سی) مربوط به تیمار شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی پایدار، باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، کودهای بیولوژیک، کودهای شیمیایی

مقدمه

افزایش هزینه‌های تولید در کشاورزی و افزایش نگرانی‌های محیط‌زیستی ناشی از مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی یک تهدید عمده برای بقای موجودات زنده به‌حساب می‌آید (Kaosol, 2010). پیامدهای زیان‌آور کودهای شیمیایی بر کسی پوشیده نیست به‌ویژه آبشویی کودهای نیتروژنه از خاک و ورود آنها به منابع آب و خاک که می‌توانند احتمال ابتلا به سرطان را افزایش دهند (هویدی، ۱۳۹۰). در این راستا کاربرد کودهای بیولوژیک از جمله راهبردهای دستیابی به هدف-های کشاورزی اکولوژیک می‌باشد که در سال‌های اخیر برای رفع این مشکلات مورد توجه قرار گرفته است (رضایی و چیانه، ۱۳۹۳). با پیشرفت علم میکروب‌شناسی و جنبه‌های کاربردی میکروب‌ها، شاهد استفاده روزافزون میکروب‌ها برای زندگی بهتر هستیم. میکروارگانیسم‌ها با توجه به توانایی‌های ویژه‌ای که دارند و آنزیم‌های متعددی که ترشح می‌کنند، می-توانند نقش بسزایی در تجزیه مواد آلی داشته باشند (نخعی‌مقدم، ۱۳۸٦). مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش رو به رشد مصرف کودهای شمیایی از یک‌سو و مسائل زیست‌محیطی مرتبط با مصرف غیر اصولی این کودها از قبیل ایجاد آلودگی-های آب و خاک، افت سطح حاصلخیزی خاک و کاهش ارزش فرآورده‌های گیاهی از سوی دیگر، زمینه‌های توجه بیشتر به کودهای بیولوژیک را فراهم کرده است (سلیم‌پور و همکاران، ۲۰۰۵). افزایش تولید و مصرف مواد غذایی برای تأمین کالری و پروتئین اهمیت زیادی داشته و برنامه‌ریزی برای این استفاده بیشتر از دیگر محصولات تأمین‌کننده کالری و پروتئین مانند حبوبات موجب بهبود تغذیه و کاهش فشار بر تقاضای فزاینده مصرف گندم می‌شود (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳). ماش به عنوان یکی از ارزان‌ترین و مقرون به‌صرفه‌ترین منابع پروتئین با کیفیت برای انسان است (Choudhary et al, 2017). با توجه به قرار گرفتن ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان و کمبود آب در این مناطق، احتمال وقوع تنش خشکی در تمامی مراحل رشدی گیاهان وجود دارد. کشت گیاهان با طول رشد کوتاه مانند ماش می‌تواند در رابطه با مدیریت آب در این مناطق نیز مفید باشد. ماش به دلیل توانایی تثبیت نیتروژن، کوتاهی دوره رشد و پتانسیل عملکرد نسبتاً بالا، یکی از معمول‌ترین گیاهانی است که در نظام‌های زراعی غلات–حبوبات مورد استفاده قرار می‌گیرد. طبق آمار سرانه مصرف کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاس در استان خراسان رضوی به ترتیب ۱۰۱۳٤٥، ۳۰۳۹٦ و ۸۰۱٤ تن برآورد شده است. طی ۱۰ سال آینده به احتمال زیاد تقاضا برای محصولات کشاورزی به میزان ۱۰ درصد بیشتر خواهد شد و تا سال ۲۰۵۰ در حدود ۱۰۹ هکتار از بوم‌نظام‌های‌های طبیعی به اراضی کشاورزی تبدیل می‌شوند .از این‌رو ورود سموم و کودهای شیمیایی به میزان ۲/۷ برابر افزایش خواهد یافت. به دنبال این پیامدها ترکیباتی مانند نیتروژن، فسفات و غیره به منابع آبی نظیر آب‌های زیرزمینی، آب شیرین و بوم‌نظام‌های دریایی انباشته خواهند شد؛ بنابراین استفاده روزافزون کودهای شیمیایی منجر به بروز صدمات جبران‌ناپذیر بر محیط‌زیست می‌شوند.

مبانی تحقیق

ماش سبز با نام علمی (vigna radait .L)، یکی از حبوبات با ارزش و سرشار از فسفر است. دانه ماش حاوی ۲٤ درصد پروتئین، ۰/٦ درصد چربی، ۰/۹ درصد فیبر و ۳/۷ درصد خاکستر است (Abbas et al, 2011). این گیاه بومی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری بوده و به دلیل هم‌زیستی با باکتری ریزوبیوم قابلیت تثبیت نیتروژن را به میزان ۱۰۰-۵۰ کیلوگرم در هکتار دارد (مجنون حسینی،۱۳۸٦). به علت داشتن دوره رشد کوتاه، مناسب تناوب زراعی در زراعت‌های فشرده است. همچنین سطح زیر کشت ماش در دنیا در حدود ۵/۳ میلیون هکتار و تولید سالانه آن ۲/۳ میلیون تن است. دامنه عملکرد گیاه از ٤۰۰ تا ۱٤۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (مجنون حسینی، ۱۳۸٦). سطح زیر کشت حبوبات در استان خراسان رضوی ۱٤۵ هزار هکتار با میانگین تولید ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار است (بینام،۱۳۹٤). تثبیت نیتروژن یکی از عوامل کلیدی در سیستم‌های کشاورزی است. تعاملات باکتری‌های گیاهی در ریزوسفر، عوامل تعیین‌کننده سلامت گیاهان و باروری خاک است (Pathak and Pancholy, 2017). بهره‌گیری ازتثبیت بیولوژیک نیتروژن بصورت تلقیح بذور سابقه‌ای بیش از صد سال دارد اما در دهه‌های اخیر به دلیل افزایش جهانی قیمت کودهای نیتروژن‌دار و به لحاظ زیست‌محیطی استفاده از آن دوباره با اهمیت بیشتری مطرح شده است (Grange et al, 2008). استفاده از فسفر نقش بسیار مهمی در رشد، توسعه و بلوغ محصول دارد. فسفر کمک شایانی به افزایش تولید و محصول‌دهی غلات، کیفیت دانه، تنظیم فسفوسنتز، هدایت فرایند شیمیایی فیزیکو-بیولوژیکی و همچنین در رشد ریشه‌ها و گره‌زایی نقش بسیار اساسی را ایفا می‌کند. بنابراین استفاده از فسفر موجب شده است که بهره‌گیری از آن به عنوان کود بیولوژیکی با استقبال فراوانی توسط کشاورزان و محققین روبرو شود (Iqbal et al, 2016). پتاسیم سومین ریزمغذی ضروری عمده برای رشد گیاه است. غلظت پتاسیم محلول در خاک معمولا بسیار کم و بیش از ۹۰ درصد از پتاسیم در خاک به شکل سنگ نامحلول و مواد معدنی سیلیکات وجود داشته که به‌راحتی برای گیاه قابل دسترس نیست. باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم قادرند سیلیکات‌های معدنی حاوی پتاسیم را تجزیه کرده و پتاسیم قابل جذب را برای گیاهان آزاد کنند (Parmar and Sindhu, 2013). تلقیح با باکتری‌های حل‌کننده فسفات منجر به افزایش جوانه‌زنی بذر، افزایش طول ریشه، ساقه و تعداد برگ شد که نشان می‌دهد استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات دارای ویژگی‌های سودمند چند منظوره برای بهبود شرایط گیاه زراعی است (Prajapati, 2016).

روش تحقیق

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹٦ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، با دو رقم ماش (دزفولی و هندی) و شش تیمار شامل باکتری‌های بومی آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن (نیتروپاورباکتر دایان)، باکتری‌های بومی تجزیه‌کننده فسفات (فسفوپاورباکتر دایان)، باکتری‌های بومی تجزیه‌کننده پتاسیم (پتاپاورباکتر دایان)، نیتروپاورباکتر دایان + فسفوپاورباکتر دایان + پتاپاورباکتر دایان، کود شیمیایی نیتروژن (با منشاء اوره ٤٦ درصد) و شاهد (بدون باکتری و کود شیمیایی) با سه تکرار به اجرا در آمد. تراکم

جمعیت باکتری‌ها 10^{7} سلول در میلی‌لیتر مایه تلقیح بود. عملیات داشت در طول آزمایش به صورت یکسان برای همه تیمارها اعمال شد. جهت تعیین تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر صفات مورد نظر پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، یک متر مربع از هر کرت برداشت و صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد گره ریشه و حجم ریشه اندازه‌گیری شد. نتایج به وسیله نرم افزار SAS 9.2 آنالیز و مقایسه میانگین در سطح احتمال ۵ درصد بـا آزمون چند دامنه‌ای دانکن بررسی شد.

یافته‌ها

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین عملکرد بیولوژیک و در کودهای زیستی وجود داشت (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن، باکتری‌های آزادکننده فسفات و پتاسیم در رقم ماش دزفولی بود. کم‌ترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار شاهد در رقم دزفولی بود که نسبت به کاربرد هم‌زمان تمامی کوهای زیستی ۳۶ درصد عملکرد کمتری داشت (جدول ۲). در خصوص تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد ماش، می‌توان اظهار کرد که بهبود فتوسنتز و رشد، موجب افزایش زیست‌توده بوته و در نهایت عملکرد بیولوژیک می‌شود. نتایج حاصل از تلقیح خاک یا دانه با میکروارگانیسم‌های آزادکننده فسفات، سبب افزایش انحلال فسفر و در نتیجه افزایش عملکرد محصول ذرت (*Zea mays* L.) شد (Hussein et al, 2013). نتایج بررسی سویا (*Glycine max*) نشان داد که استفاده از کود زیستی نیتروژن منجر به افزایش تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد غلاف در گره، تعداد دانه در غلاف و تعداد شاخه‌های فرعی می‌شود. همچنین در مرحله انتهایی گلدهی که ذخایر نیتروژن خاک رو به کاهش است، تأمین مجدد نیتروژن می‌تواند توان بالقوه برای تشکیل عملکرد بالاتر را بهبود بخشد(حاتمی و همکاران، ۱۳۹۵).

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از اختلاف معنی‌دار بین عملکرد دانه در تیمارهای مختلف کودهای زیستی بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه مربوط به باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن، باکتری‌های آزاد کننده فسفات و پتاسیم در رقم ماش دزفولی بود. کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد در رقم ماش دزفولی بود که نسبت به کاربرد همزمان تمامی کوهای زیستی ۲۰ درصد عملکرد کمتری داشت (جدول ۲). افزایش عملکرد زمان استفاده از کود بیولوژیک می‌تواند ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر بر اثر تلقیح با کود بیولوژیک باشد که به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن‌ها، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های گیاهی ریشه و افزایش جذب مواد غذایی باعث رشد گیاه شود (نوید و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج مطالعه Rany et al. (2004) افزایش قابل توجه رشد گیاهان و عملکرد در بقولات توسط باکتری‌های افزاینده رشد مانند حل‌کننده‌های فسفات و تثبیت کننده نیتروژن مولکولی را تایید می‌کند. در این بررسی به نظر می‌رسد که ازتوباکتر از طریق مکانیسم‌های ذکر شده موجب افزایش برخی از عناصر و توسعه سطوح فتوسنتز کننده شده و گیاه مواد پرورده تولید شده را به اندام‌های زایشی اختصاص داده و در نهایت عملکرد افزایش پیدا کرده است. استفاده از کودهای بیولوژیک منجر به افزایش سطح برگ گیاه و در نتیجه سبب افزایش تولید ماده خشک ماش می‌شود که در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌شود. تلقیح بذور با

باکتری‌های آزاد کننده پتاسیم سبب افزایش گره‌زایی ریشه‌ها در مرحله گلدهی، شاخص سطح برگ، مقدار کلروفیل و عملکرد دانه می‌شود.

تعداد گره تثبیت‌کننده ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین عملکرد دانه در تیمارهای مختلف کودهای زیستی بود (جدول ۱). بیشترین تعداد گره ریشه مربوط به باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن، باکتری‌های آزاد کننده فسفات و پتاسیم در رقم ماش دزفولی بود. کمترین تعداد گره ریشه مربوط به تیمار شاهد در رقم ماش دزفولی بود که نسبت به کاربرد هم‌زمان تمامی کوهای زیستی ۷٦ درصد تعداد گره کمتری داشت (جدول ۲). همچنین مقایسه این نتایج با یافته‌های Prasad et al. (2017) روی ماش نشان داد این افزایش محصول می‌تواند به علت افزایش تعداد گره‌ها در ریشه باشد که باعث تهیه نیتروژن کافی و در نهایت سبب افزایش عملکرد شود. تلقیح بذور با باکتری‌های آزاد کننده پتاسیم سبب افزایش گره‌زایی ریشه‌ها در مرحله گلدهی، شاخص سطح برگ، مقدار کلروفیل و عملکرد دانه می‌شود (Venkatarao et al., 2017). نتایج مطالعات نشان داده که بذر مال کردن بذور ماش با باکتری‌های آزاد کننده پتاس سبب افزایش سه برابری تعداد گره نسبت به رقم شاهد شد، همچنین وزن تر و خشک گیاه نیز به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (Bashir et al, 2016).

حجم ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از اختلاف معنی‌دار بین عملکرد دانه در تیمارهای مختلف کودهای زیستی بود (جدول ۱). بیشترین تعداد حجم ریشه مربوط به باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن، باکتری‌های آزاد کننده فسفات و پتاسیم در رقم ماش دزفولی بود. کمترین تعداد گره ریشه مربوط به تیمار شاهد در رقم ماش دزفولی بود که نسبت به کاربرد هم‌زمان تمامی کوهای زیستی ٤٧ درصد تعداد گره کمتری داشت (جدول ۲). در تحقیقی دیگر (Choudhary *et al.* 2017) دریافتند که کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن اثرات سودمندی بر توسعه و رشد ریشه داشته است. فزایش عملکرد زمان استفاده از کود بیولوژیک می‌تواند ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر بر اثر تلقیح با کود بیولوژیک باشد که به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن‌ها، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های گیاهی ریشه و افزایش جذب مواد غذایی باعث رشد گیاه شود (نوید و همکاران، ۱۳۹۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)	تعداد گره ریشه	حجم ریشه(سی سی)
بلوک	۲	۲۸۰۰۰,۳۲^{ns}	۱٤۲۷,۱٤^{ns}	^{ns}۳۳۳,۳۸	۱,۲۹^{ns}
ژنوتیپ	۱	۳۱۲۸٤,۷۷^{ns}	۱۱٤۲٦,٥٤^{ns}	^{ns}۳,۱۹	۰,۳۱^{ns}
کود دهی	٥	۳۳٤۳٥۷,۰۹*	۳٤۰۰,٤,٦*	*۷۹۱,۹٥	۱,۹۳*
ژنوتیپ*کوددهی	٥	۳٤۸٦۱,٤۰^{ns}	۲۹۳۱,۱۹^{ns}	^{ns}۲۱۰,٥۸	۱,٦۰^{ns}
خطا	۲۲	۸٤۰۸۹,۹٦	٥٥٥۹,٤٥	۳٦۷۰,۲۳	۱۸,۳٦
ضریب تغییرات(٪)	--	٦,۰٤	٤,۸٤	۱۲,۰۹	۳,٦۰

ns و * به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد

تیمار	سطح کودی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک(کیلوگرم در هکتار)	تعداد گره گیاهی	حجم ریشه (سی سی)
ژنوتیپ دزفولی					
کود شیمیایی	نیتروژن	۱٦۲۷,۱۰ a	٦٥۷۱۰,٦ a	٥,٥٥ c	۲, ٤٤ b
	نیتروژن×فسفر×پتاسیم	۱٥٥۸,۰۱ ab	٥٥٥٥,٦ ab	٤۳,۳۳ a	٤,٤٤ a
کود زیستی	نیتروژن	۱٥٤۰,۸٥ ab	٤۷۹۲,۷ c	۲٤,۳۳ b	۳,٦٦ ab
	فسفر	۱٥۲۰,۲۷ ab	٤۹٦۳,۰۷ bc	۲٤,٦٦ b	۳,٥۲ ab
	پتاسیم	۱٤۸٥,۱۳ bc	٤٤۱۰,۱۰ c	۱۰,۱۰ c	۲,٦٦ b
	شاهد	۱۳۹۳,٤۳ c	۳٥٤۲,٦ d	۱۰,٦ c	۲,۳۲ b
ژنوتیپ هندی					
کود شیمیایی	نیتروژن	۱٦۹٥,۳۳ a	٥٥۳۷,۱۰ b	۱۰,۲۲ dc	۲,۸۹ a
	نیتروژن×فسفر×پتاسیم	۱٥٤۹,۳٤ bc	٥۲۸۳,۲ a	۳٤,۸۷ a	٤,۱۱ a
کود زیستی	نیتروژن	۱٥۱۰,۰۱ b	٤۸۲٤,٦ bc	۲۹,۷۲ ab	۲,۷۷ a
	فسفر	۱٥۸٤,۱۷ ab	٤۸۸۷۹ b	۲۰,۱٦ bc	۳,۲۲ a
	پتاسیم	۱٥۳۳,۸۹ bc	٤٥٦۹,۷ c	۱۲,۲۲ bc	۲,۸۰ a
	شاهد	۱٤٦٥,۸۷ bc	۳۳٥۱,۸ d	۸,۸۸ d	۲,۷۹ a

- مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ٥ درصد بر اساس آزمون آماری دانکن میباشند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد کاربرد هم‌زمان باکتری‌های بیولوژیک نه تنها سبب افزایش عملکرد ماش شده است؛ بلکه باعث کاهش اثرات منفی استفاده از کودهای شیمیایی در سیستم تولید محصولات کشاورزی شده است. ضرورت توجه به کودهای بیولوژیک به عنوان رهیافت‌های کشاورزی اکولوژیک برای جلوگیری از آلودگی منابع آب و خاک است. در این راستا کاربرد کودهای بیولوژیک از جمله راهبردهای دستیابی به هدف‌های کشاورزی اکولوژیک است. به عنوان توصیه نهایی، آزمایش باید در گیاهان تحت تنش های مختلف زیستی مانند تنش شوری و خشکی تکرار شود.

منابع

بی نام، (۱۳۹٤)، آمارنامه کشاورزی، جلد اول، محصولات زراعی وزرات جهاد کشاورزی.

حاتمی، حمید، جاویدی انارکی، سیما، عزیزی، مهدی، (۱۳۹۵)، تاثیر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا، دومین کنگره سراسری در مسیر توسعه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان.

رحیمی، علی، باقری، راحله، آرامشیان، عنایت، (۱۳۹۳)، بررسی جنبه های اقتصادی، روند تولید، چالش ها و راهکارهای موثر بر تولید حبوبات در ایران، اولین همایش الکترونیکی یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی، بصورت الکترونیکی، پژوهشکده انرژی‌های نو و محیط زیست دانشگاه تهران.

رضایی چیانه، اسماعیل، دباغ، عادل، قاسمی، کاظم، اهری زاد، سعید، (۱۳۹۰)، بررسی برخی ویژگی‌های زراعی **ذرت** (Zea mays L.)، **در** کشت مخلوط با باقلا (Vicia faba L.) دانش کشاورزی و تولید پایدار، سال بیست ویکم، شماره دوم، ۱-۱٤.

سلیم پور، سعید، خاوازی، کاظم، گندمکار، اکبر، (۱۳۸٤). بررسی امکان استفاده از خاک فسفات به جای کود فسفاته در زراعت کلزا در منطقه دزفول، نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.

مجنون حسینی، ناصر، مظاهری، داریوش، (۱۳۸٦)، تاثیر گیاهان پوششی، سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر خصوصیات خاک و عملکرد سورگوم علوفه‌ای، دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

نخعی مقدم، محبوبه، (۱۳۸٦)، میکروبیولوژی مواد زائد، انتشارات سخن گستر و معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی.

هویدی، حسن، (۱۳۹۰)، شناخت، پیشگیری و کنترل آلودگی های محیط زیست، انتشارات خانیران.

نوید، اصغر، یاوری فرد، مجتبی، فرنیا، امین، (۱۳۹۵)، بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک نیتروژنه و فسفره بر صفات مورفولوژیکی گیاه ماش، دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران.

Abbas, G. & Abbas, Z. & Aslam, M. & Ullah Malik, T. and Ishaque. M.H. (2011). Effects of organic and inorganic fertilizers on mungbean (vigna radiata L.) yield under arid climate. International Journal of Plant Science, Vol. 2. No. 4. 094-098.

Bashir, K. & Kausar, K. & Shahzad, S. & Ashraf, M. & Siddiqui, A. & Muhammad, A. and Piracha, A. (2016). Bio-associative effect of rhizobacteria on nodulation and yield of mungbean (Vigna radiata L.) under saline conditions. Journal of Applied Agriculture and Biotechnology, Vol. 1. No. 2. 23-37.

Choudhary, P. & Singh, G.G. & Reddy, G.L. and Lal Jat, B. (2017). Effect of Bio-fertilizer on Different Varieties of Black Gram (Vigna mungo L). International Journal of Curr.Microbiol. App.Sci, Vol. 6. No. 2. 302-316.

Hussein, A. & Ali, A. & Khaliq, T. & Aslam, Z. and Asif, M. (2014). Growth, nodulation and yield components of mung bean of mung bean (Vigna radiata) as affected by phosphours in combination whit rhizobium inoculation. Journal Agriculture Research, Vol. 9. No. 30. 2319-2323.

Iqbal, S. & Khan, M.Y. & Asghar, H.N. and Akhtar, M.J. (2016). Combined use of phosphate solubilizing bacteria and poultry manure to enhance the growth and yield of mung bean in calcareous soil. Soil Environ, Vol. 35. No. 2. 146-150.

Kaosol, T. (2010). Sustainable solutions for municipal solid waste management in Thailand. Journal of Civil Engineering and Architecture, Vol. 4. 57-65.

Parmar, P. and Sindhu, S. (2013). Potassium Solubilization by Rhizosphere Bacteria: Influence of Nutritional and Environmental Conditions. Journal Microbiology Research, Vol. 3. No. 1. 25-31.

Pathak, R. and Pancholy, A. (2017). Role of Root Nodule Bacteria in Improving Soil Fertility and Growth Attributes of Leguminous Plants Under Arid and Semiarid Environments. Rhizobium Biology and Biotechnology, Vol. 50. 39-60.

Prasad, S.K. and Singh, M.K. and Singh, J. (2014). Response of rhizobium inoculation and phosphorus levels on mungbea (*Vigna radiata* L.) under guava-based agri-horti system. The Bioscan. Vol 9. 557-560.

Prajapati, K. (2016). Impact of Potassium Solubilizing Bacteria on Growthand Yield of Mungebean Vigna radiata. Journal Applied Reseach, Vol. 6. No. 2. 2949-555.

Rany, M. and Praksh,V. (2017). ffect of Phosphorus, Sulphur and PSB on Growth Attributes and Yield of Mungbean (Vigna radiata L. Wilczek). Journal AgriSearch, Vol. 4. No. 3. 198-201.

Venkatarao, Ch. and Naga, S.R. and Yadav, B.L. (2017). Effect of phosphorus and biofertilizers on growth and yield of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. International Journal of Curr. Microbiol. Vol 6. No 7.3992-3997.