شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IDAJ.2023.356558.356

تأثیر باکتری‌های محرک رشد و کود شیمیایی بر عملکرد و بازده تولید مالت در ارقام مختلف جو در شرایط دیم

ابراهیم مرشدی[۱]، محمد حسین قرینه[۲*]، احمد کوچک‌زاده[۲]، عبدالمهدی بخشنده[۲]

۱- دانشجوی دکتری، گروه تولیدات گیاهی و مهندسی ژنتیک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی-ملاثانی، ایران

۲- گروه تولیدات گیاهی و مهندسی ژنتیک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی-ملاثانی، ایران

چکیده

آزمایشی جهت بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و کود شیمیایی بر عملکرد دانه و بازده تولید مالت ارقام مختلف جو در شرایط دیم در سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ اجرا گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایلام اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی ارقام جو در سه سطح شامل به‌رخ، گریس و سرارود۱ به‌عنوان فاکتور اول و تلقیح بذر با سویه باکتری‌های محرک رشد و کود شیمیایی در ۸ سطح، (۱- شاهد، ۲- کود کامل، ۳- باکتری سودوموناس، ۴- باکتری باسیلوس، ۵- ترکیب دو باکتری سودوموناس و باسیلوس، ۶- باکتری سودوموناس + نصف کود، ۷- باکتری باسیلوس + نصف کود، ۸- ترکیب دو باکتری سودوموناس و باسیلوس + نصف کود) به‌عنوان فاکتور دوم بودند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که همه‌ی صفات مورد بررسی (به جزء بازده تولید مالت) تحت‌تأثیر اثرات اصلی و برهم‌کنش سال * رقم * باکتری محرک رشد؛ قرار گرفتند. این در حالی بود که بازده تولید مالت تحت تأثیر اثر متقابل رقم در باکتری محرک رشد قرار گرفت. تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه در تیمار ترکیب باکتری‌ها + نصف کود در رقم گریس در هر دو سال، بالاترین میانگین را داشتند. همچنین بالاترین بازده تولید مالت (۹۵/۵ درصد) در ترکیب تیماری باکتری‌ها در رقم به‌رخ مشاهده شد. بالاترین میزان شاخص کلباچ در تیمار باکتری سودوموناس + نصف کود در هر دو سال در رقم گریس مشاهده شد. بالاترین میزان پروتئین دانه در سال اول در ترکیب تیماری باکتری‌ها + نصف کود در رقم سراورد (۱۴/۶ درصد) و در سال دوم در تیمار باکتری سودوموناس + نصف کود در رقم سراورد (۱۴/۳ درصد) مشاهده شد؛ بنابراین خصوصیات کمی و کیفی جو مالت در سیستم تلفیقی نسبت به زمانی که به‌تنهایی استفاده می‌شوند نتیجه بهتری داشته است.

واژه‌های کلیدی: باسیلوس، سودوموناس، کودهای شیمیایی، پروتئین دانه، وزن هزار دانه

* نگارنده مسئول: *hoosain.gharineh@yahoo.com* تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳

مقدمه

گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین غلات و منابع تأمین غذایی انسان و دام است. این گیاه ماده اولیه تهیه مالت و بالطبع ماءالشعیر است که به دلیل وجود ترکیب شیمیایی خاص، تغییرات مطلوب طی جوانه‌زنی و وجود پوسته که نقش حفاظت از جوانه را طی حمل‌ونقل بر عهده دارد، از امتیاز بالایی نسبت به سایر غلات برخوردار است (Glatthar *et al*., 2005). سطح زیر کشت این گیاه در ایران ۱/۶ میلیون هکتار(Amar nameh., 2020) و در جهان، ۵۶ میلیون هکتار با تولید سالیانه ۱۵۷ میلیون تن در سال می‌باشد (Seiadat *et al*., 2013). جو به‌عنوان یک گیاه متحمل به خشکی در شرایط دیم، ضرورت توجه به گسترش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد در واحد سطح این گیاه را در مناطق خشک و نیمه‌خشک امری اجتناب‌ناپذیر می‌سازد (سلیمانی، ۱۳۹۵).

کودهای شیمیایی به‌عنوان ابزاری برای افزایش تولید استفاده می‌شوند و تلاش می‌شود تا با رفع کمبود عناصر غذایی خاک و مدیریت صحیح، تولید محصولات را به حد بالقوه نزدیک سازند. (Roesi *et al*., 2006). بااین‌وجود مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش هزینه کودهای شیمیایی و مسائل زیست‌محیطی، اهمیت استفاده از شیوه‌های زیستی برای تقویت محصولات را قوت بخشیده است (Kumuta *et al*., 2004). نیتروژن از مهم‌ترین عناصر غذایی موردنیاز گیاه بوده که بر شادابی، سبزمانی، نمو سریع، ازدیاد شاخ و برگ و همچنین کیفیت محصول مانند رنگ، اندازه، ارزش تغذیه‌ای، میزان قند و اسیدهای آمینه تأثیر دارد؛ لذا عامل کلیدی دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاهان زراعی می‌باشد؛ به‌طوری‌که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی، عملکرد کمی و کیفی را محدود می‌کند (خوراشاهی، ۱۳۹۵). تلفات نیتروژن به روش‌های مختلفی ازجمله تصعید، نیترات‌زدایی و آبشویی باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی و تحمیل زیان اقتصادی به کشاورزان می‌شود (Kapulnik *et al*., 2007). فسفر نیز به‌عنوان یکی از عناصر ضروری و پرمصرف، محدودکننده‌ترین عنصر بعد از نیتروژن برای گیاه به شمار می‌رود. این عنصر نقش‌های کلیدی از جمله شرکت در واکنش‌های انتقال انرژی، فتوسنتز، تبدیل قند به نشاسته و انتقال خصوصیات ژنتیکی در گیاه دارد (Wu *et al*., 2005). پتاسیم مانند نیتروژن و فسفر جزء عناصر پرمصرف گیاه است. پتاسیم علاوه بر دخالت در افزایش عملکرد و کیفیت دانه، در جذب عناصر دیگر به‌ویژه نیتروژن نقش مؤثری را ایفا می‌کند (نیایش‌پور و همکاران، ۱۳۹۶).

یکی از راهکارهای مهم برای نیل به توسعه کشاورزی پایدار، مصرف بهینه نهاده به‌صورت تلفیقی کودهای شیمیایی، زیستی و آلی می‌باشد که نتیجه آن کاهش آلودگی‌های محیطی و کاهش آبشویی می‌باشد. افزایش رشد گیاهان توسط باکتری‌های افزاینده رشد یک پدیده شناخته شده است و از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به باکتری‌های جنس باسیلوس (*Bacillus*) و سودوموناس (*Pseudomonas*) اشاره نمود

(Zahir *et al*., 2009). این باکتری‌ها، رشد گیاه را به طور مستقیم به دلیل توانایی آن‌ها در تأمین مواد مغذی و یا تولید هورمون گیاهی تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، همچنین با کاهش اثرات عوامل بیماری‌زا، تولید آنزیم‌های هیدرولتیک و تولید سیدروفر به‌صورت غیرمستقیم بر رشد گیاه مؤثر می‌باشند (Sturze *et al*., 2012). افزایش عملکرد توسط باکتری‌های محرک رشد در اکثر گیاهان زراعی متعلق به خانواده غلات نظیر جو (Neelam *et al*., 2020) و گندم (حسین‌انصاری و همکاران، ۱۳۹۶) در شرایط دیم گزارش شده است. خلج و همکاران (۱۳۹۸) گزارش کردند که عملکرد دانه جو به طور معنی‌داری تحت‌تأثیر سویه‌های باکتری محرک رشد و کود نیتروژن قرار گرفت. حکم‌علی‌پور و سیدشریفی (۱۳۹۴) گزارش کردند که کاربرد توأم باکتری محرک رشد همراه با کود نیتروژن و فسفر، موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد جو شد. در آزمایشی دیگر جعفربای و همکاران (۱۳۹۶) اثرات باکتری‌ها به‌تنهایی و با هم بر رشد و عملکرد ارقام گندم را مثبت اعلام کردند. در تحقیقی دیگر در خصوص اثر تلفیق مقادیر مختلف کود فسفر و باکتری حل‌کننده فسفات بر صفات کمی و کیفی ارقام جو، مشخص گردید که این تیمارها روی ارتفاع بوته و درصد پروتئین اثری معنی‌دار داشته به‌طوری‌که مصرف کودهای شیمیایی همراه با تلقیح با باکتری‌ها باعث افزایش ۱۴ درصدی پروتئین نسبت به تیمار شاهد گردید (احتشامی و همکاران، ۱۳۹۳). در آزمایشی دیگر در بررسی اثرات کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده غیر هم‌زیست نیتروژن و حل‌کننده فسفات بر روی صفات کمی و کیفی گندم در شرایط مزرعه‌ای، عملکرد دانه را ۵۸ درصد و میزان پروتئین دانه ۴۶ درصد افزایش داده است (مهتدی و همکاران، ۱۳۹۴). براین‌اساس باتوجه‌به گسترش استفاده از باکتری‌های محرک رشد همراه با مقادیر کاهش‌یافته کودهای شیمیایی در نظام‌های کشاورزی، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و کود بر عملکرد و راندمان مالت‌سازی ارقام مختلف جو در شرایط کشت دیم بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه نقش باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و راندمان مالت‌سازی ارقام مختلف جو در کشت دیم، آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان سیروان، در استان ایلام به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ ترکیب تیماری و ۴ تکرار اجرا گردید. موقعیت جغرافیایی محل اجرای آزمایش با طول ۴۶ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۸۰ متر از سطح دریا بود که خصوصیات هواشناسی در سال‌های آزمایش در جدول ۱ آورده شد. فاکتورهای مورد بررسی ارقام جو در سه سطح شامل به‌رخ، گریس و سرارود۱ به‌عنوان فاکتور اول و تلقیح بذر با سویه باکتری‌های محرک رشد و کودهای

شیمیایی در ۸ سطح شامل شاهد ۱- شاهد (بذر بدون تلقیح باکتری و بدون کود)، ۲-کود کامل (نیتروژن از منبع اوره ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر به‌صورت سوپرفسفات‌تریپل ۳۰ کیلوگرم در هکتار و پتاس به‌صورت سولفات‌پتاسیم ۴۰ کیلوگرم در هکتار)، ۳- تلقیح بذر با باکتری سودوموناس، ۴- تلقیح بذر باکتری باسیلوس، ۵- تلقیح بذر با باکتری سودوموناس + باسیلوس، ۶- تلقیح بذر با باکتری سودوموناس + نصف کود (اوره ۶۰ کیلوگرم، فسفات ۱۵ کیلوگرم و پتاس ۲۰ کیلوگرم)، ۷- تلقیح بذر با باکتری باسیلوس + نصف کود و ۸- تلقیح بذر با باکتری سودوموناس + باسیلوس + نصف کود به‌عنوان فاکتور دوم بودند.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به نحو مطلوب، قبل از کاشت صورت گرفت. سپس از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک محل اجرای آزمایش، نمونه‌گیری مرکب انجام شد و میزان عناصر غذایی خاک، اندازه‌گیری شد.

هر کرت آزمایشی شامل ۸ ردیف کاشت به طول سه و عرض ۲ متر بود. فاصله کرت¬ها از هم ۵۰ سانتی‌متر، تراکم ۲۵۰ بذر در مترمربع و عمق کاشت ۶- ۴ سانتی‌متر تعیین گردید. عملیات کاشت در هر دو سال زراعی در هفته آخر آذر انجام گرفت. باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس مورداستفاده در این پژوهش بومی خاک‌های ایران می‌باشند که توسط محققین مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور در پژوهش‌های قبلی در مراحل آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای مختلف تهیه شدند. قبل از کاشت، برای تلقیح بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح از هر باکتری که هر گرم آن از ۱۰۷ عدد باکتری زنده و فعال بود، مورداستفاده قرار گرفت. به‌منظور تلقیح بذر با باکتری‌ها و ایجاد چسبندگی مناسب از محلول صمغ عربی به نسبت ۱۰ درصد وزنی - حجمی استفاده شد. هم‌زمان با کاشت بذر، پنجاه‌درصد کود نیتروژن و تمام کودهای پتاسیم و فسفر بر مبنای آزمون خاک و مطابق با توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام برای جو به‌صورت نواری به خاک داده شد. علاوه بر این، نیتروژن در یک نوبت دیگر به‌صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. کلیه عملیات زراعی از قبیل مبارزه با آفات و علف¬های هرز به‌طور هم‌زمان و به نحو مطلوب در کلیه کرت‌های آزمایشی انجام گرفت. جو رقم به‌رخ دو پر، دارای تیپ رشد بهاره، مناسب کشت در مناطق معتدل، متوسط رس و مقاوم به ورس و رقم سرارود۱ دارای تیپ رشد زمستانه، دو پر، مناسب کشت در مناطق معتدله، نیمه زودرس، نیمه مقاوم به سرما و مقاوم به بیماری‌های لکه برگی می‌باشند که از مؤسسه بذر و نهال کشور تهیه گردیدند. از طرفی رقم گریس بومی آلمان بوده و دو پر، دارای تیپ رشد بهاره، مناسب کشت در مناطق معتدل و متوسط رس می‌باشد.

در این پژوهش تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک (زیست‌توده / کاه و دانه)، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، پروتئین دانه، بازده تولید مالت و شاخص کلباج مورد ارزیابی قرار گرفت.

به‌منظور بررسی تعداد دانه در سنبله و ارتفاع بوته، تعداد ۲۰ بوته به طور تصادفی برداشت و اندازه‌گیری شدند. جهت تعیین وزن هزار دانه، دو گروه ۵۰۰تایی بذر از هر کرت آزمایشی به‌صورت تصادفی شمارش و توسط ترازوی دیجیتالی محاسبه شد. جهت تعیین تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه، پس از حذف حاشیه‌ها برداشت در سطحی معادل یک مترمربع انجام گرفت و صفات موردنظر تعیین شدند. جهت تعیین عملکرد بیولوژیک پس از برداشت بوته‌های هر کرت آزمایشی و قبل از جداکردن دانه‌ها، وزن کل بوته‌ها اندازه‌گیری و عملکرد بیولوژیک تعیین گردید. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیکی شاخص برداشت محاسبه گردید.

بازده تولید مالت نیز با استفاده از ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۱ و با استفاده از معادله (۱) به دست آمد (Briggs *et al*., 1998):

$$\text{بازده تولید مالت} = 1 + \frac{\text{وزن دانه مالت‌های حاصله}}{\text{وزن دانه های جو اولیه}} \times 100 \quad \text{معادله (1)}$$

جهت تعیین میزان پروتئین دانه جو، مقدار نیتروژن در دانه جو با استفاده از دستگاه کجلدال تمام‌اتوماتیک اندازه‌گیری شد که شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. پس از تیتراسیون مقدار نیتروژن در عدد ۶/۲۵ ضرب شد (براتی و غدیری، ۱۳۹۵). جهت تعیین شاخص کلباچ، پس از تعیین نیتروژن کل مالت و نیتروژن محلول کل عصاره به‌وسیله دستگاه کجلدال اتوماتیک، با استفاده از معادله زیر تعیین گردید (AOAC.2006).

$$\text{شاخص کلباچ} = \frac{\text{نیتروژن محلول}}{\text{نیتروژن کل مالت}} \quad \text{معادله (2)}$$

تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد (سطح احتمال ۵٪) انجام شد. ازطرفی قبل از انجام تجزیه مرکب نتایج دو سال آزمایش، به‌منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید و باتوجه‌به اینکه اختلاف بین واریانس‌های خطا معنی‌دار نبود، تجزیه واریانس مرکب دو سال آزمایش انجام گرفت. در این مطالعه سال و بلوک به‌عنوان فاکتور تصادفی و رقم و کود به‌عنوان فاکتورهای ثابت درنظر گرفته شد.

نتایج و بحث

بر اساس تجزیه واریانس مرکب، اثر اصلی سال تنها بر تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه و اثر اصلی رقم و باکتری محرک رشد (به جز شاخص برداشت، بازده تولید مالت و شاخص کلباج) بر ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک (زیست‌توده)، عملکرد دانه، اجزای عملکرد، و میزان پروتئین دانه، معنی‌دار بودند. بر همکنش سال در رقم نیز تنها بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و برهم‌کنش رقم در باکتری محرک رشد علاوه بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه، بر میزان پروتئین دانه و راندمان مالت‌سازی اثرگذار بودند. اثر متقابل سال در رقم در باکتری محرک رشد نیز بر تمام صفات به جز راندمان

مالت‌سازی دارای اثر معنی‌دار بود (جدول ۳).

ارتفاع بوته: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در دو سال موردمطالعه باکتری‌های محرک رشد در هر سه رقم سبب افزایش ارتفاع ساقه جو مالت شده و تغذیه گیاه در این شرایط نیز موجب افزایش تأثیرات این باکتری‌ها شد. به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع ساقه در سال اول مربوط به تیمار ترکیب باکتری‌ها + نصف کود با میانگین ۱۰۳/۱ سانتی‌متر در رقم به‌رخ بود که با تیمار باکتری باسیلوس + نصف کود اختلاف معنی‌داری نداشت و نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۰ درصد ارتفاع بوته را افزایش داد.

جدول ۱- پارامترهای هواشناسی در سال‌های اجرای آزمایش

ماه	بارندگی (میلی‌متر)		تبخیر و تعرق (میلی‌متر)		درجه حرارت: متوسط حداکثر (سانتیگراد)		درجه حرارت: میانگین (سانتیگراد)		درجه حرارت: متوسط حداقل (سانتیگراد)	
	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸
آذر	۸۵/۳	۹۳/۲	۱۰۲/۱	۷۲/۳	۱۵/۱	۱۵/۹	۹/۲	۱۰	۳/۳	۴
دی	۹۹/۲	۹۴/۴	۷۶	۶۷/۹	۱۳/۵	۱۵/۴	۸/۵	۹/۷	۳/۵	۴/۱
بهمن	۱۱۱/۷	۱۱۹/۸	۲۹/۱	۰	۱۱/۸	۱۶/۵	۶/۸	۱۰/۶	۱/۷	۶/۴
اسفند	۸۷/۲	۵۸/۱	۰	۰	۱۸/۷	۲۱/۶	۱۲	۱۴/۸	۵/۲	۷/۹
فروردین	۲۰۳/۸	۲۵۹/۴	۸۷/۸	۷۸/۵	۲۲/۱	۲۷/۵	۱۶	۱۹/۷	۱۰	۱۳
اردیبهشت	۹۲/۲	۱۰۲/۲	۴۱۰	۱۶۲/۹	۳۲/۲	۲۶/۹	۲۳/۹	۲۰/۴	۱۵/۵	۱۳/۸
خرداد	۰	۰	۶۹۵/۲	۴۹۰	۳۸/۲	۳۷/۸	۲۹/۴	۲۹/۵	۲۰/۶	۲۱/۱
تیر	۰	۰	۷۶۶/۳	۶۴۷/۸	۴۳	۴۴/۵	۳۵/۵	۳۵/۲	۲۵/۹	۲۵/۸

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

سال آزمایش	بافت خاک	pH	قابلیت هدایت‌الکتریکی EC (dS/m)	کربن آلی ٪OC	نیتروژن کل ٪	پتاسیم قابل جذب K (mg/kg)	فسفر قابل جذب P (mg/kg)
۱۳۹۶-۹۷	Lomy	۷/۲	۱/۳۶	۰/۵	۰/۴	۱۱۰	۸
۱۳۹۷-۹۸	Lomy	۷/۳	۱/۴۳	۰/۵	۰/۵	۱۱۵	۷

کمترین میزان ارتفاع بوته نیز به تیمار شاهد در رقم گریس با میانگین ۸۰/۴ سانتی‌متر (ارتفاع پایین شاید به دلیل بومی نبودن رقم باشد) اختصاص یافت. در سال دوم همچنین بالاترین ارتفاع بوته در تیمار ترکیب باکتری‌ها + نصف کود (۱۰۵/۶ سانتی‌متر) در رقم به‌رخ مشاهده شد که با تیمارهای باکتری سودوموناس و ترکیب باکتری‌ها در یک گروه آماری قرار گرفت و نسبت به کمترین میزان ارتفاع ساقه در تیمار شاهد در رقم گریس به میزان ۳۰ درصد اختلاف داشت (جدول ۴).

در خصوص اثر باکتری محرک رشد بر افزایش ارتفاع بوته باید گفت که این تأثیر احتمالاً ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی، به‌ویژه فسفر و نیتروژن و تأثیر آن بر بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد بوته است. دهمردی و همکاران (۱۳۹۳) افزایش ارتفاع بوته جو در اثر ترکیب باکتری‌های جنس آزوسپریلیوم و ازتوباکتر را مشاهده کردند و همچنین گزارش کردند که دردسترس‌بودن آب و عناصر غذایی ضروری گیاه از طریق افزایش تعداد گره‌ها و طول میان‌گره‌ها ارتفاع گیاه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. بورد و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند که باکتری‌های محرک رشد می‌توانند ارتفاع بوته و قابلیت تولید را با سنتز فیتوکروم‌ها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، آسان‌کردن جذب مواد غذایی، کاهش سمیت فلزات سنگین در گیاهان، جلوگیری از عوامل بیماری‌زا و القا مقاومت سیستماتیک با عوامل بیماری‌زا افزایش دهند. در آزمایش احتشامی و همکاران (۱۳۹۳) نیز افزایش رشد ساقه جو در اثر باکتری به تولید اکسین و جیبرلین تعمیم داده شد که بر رشد ساقه و ریشه تأثیرگذار می‌باشد.

اجزای عملکرد: نتایج اثر متقابل رقم در تیمار کودی در سال‌های مختلف نشان داد که در هر سه رقم موردمطالعه، باکتری‌های محرک رشد همانند کودهای شیمیایی در اجزای عملکرد ازجمله تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تأثیر به سزایی داشتند به‌گونه‌ای که بالاترین تعداد سنبله در واحد سطح در سال اول در تیمار ترکیب باکتری‌ها + نصف کود (۳۹۰ سنبله) در رقم گریس مشاهده شد که نسبت به تیمار کود کامل به میزان ۳۲ درصد و نسبت به شاهد ۴۲ درصد تعداد سنبله در واحد سطح را افزایش داد و با تیمار سودوموناس + نصف کود تفاوت معنی‌داری نداشتند. در سال دوم نیز بالاترین میزان تعداد سنبله در واحد سطح به تیمار باکتری سودوموناس + نصف کود و ترکیب باکتری‌ها + نصف کود با میانگین ۳۷۳ و ۴۰۰ سنبله در رقم گریس اختصاص یافت که با همین تیمارها در رقم به‌رخ تفاوت معنی‌داری نداشت و همچنین این تیمار نسبت به تیمار شاهد ۳۰ و ۴۰ درصد تعداد سنبله در واحد سطح را افزایش داد (جدول ۴). بیشترین میزان تعداد دانه در سنبله نیز در سال اول در تیمارهای ترکیب باکتری‌ها + نصف کود و باکتری سودوموناس + نصف کود در رقم به‌رخ و رقم گریس با میانگین۳۱ و ۳۰ مشاهده شد و نسبت به کمترین میزان آن در تیمار شاهد در رقم سراورد ۷۲ درصد تعداد دانه در سنبله را افزایش داد. همچنین در سال دوم بالاترین میزان این صفت به تیمار ترکیب باکتری‌ها + نصف کود در رقم گریس و به‌رخ با میانگین ۳۵ و ۳۴ اختصاص یافت که نسبت به تیمار شاهد به میزان ۳۴ و ۴۷ درصد به ترتیب در رقم‌های گریس و به رخ اختلاف داشت (جدول ۴). در ارتباط با وزن هزار دانه نیز در هر دو سال، تیمار کود کامل در رقم گریس، از بالاترین وزن هزار دانه (به ترتیب ۴۹/۷ و ۵۱ گرم) برخوردار

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات مالت سازی ارقام مختلف جو تحت‌تأثیر تیمارهای کودی مختلف در کشت دیم در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		راندمان مالت‌سازی	پروتئین دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در واحد سطح	ارتفاع بوته
سال	۱	۴/۲۷ns	۰/۰۰۰۴ns	۲۷۱/۸ns	۶۸۴۰۹۳۹۵ns	۲۰۳۰۷۵۰۴*	۱۰۶/۳۷ns	۳۹۹/۶۳*	۵۴۰۸/۱۳ns	۲۸/۹۱ns
بلوک × سال	۶	۹/۸۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۲۵۲۲/۶	۶۶۸۴/۴	۰/۰۵	۱/۴۲	۵۴۳/۶۸	۸/۸۹
رقم	۲	۴۳۲/۷۹*	۲۸/۹۴**	۲۵۳/۷ns	۲۱۴۲۰۴۹۲۳*	۵۴۶۵۲۵۵۰*	۲۵۲/۲۱*	۴۳۱/۶۳۶*	۵۲۰۲۳/۱**	۱۶۴۲/۰۷۸*
باکتری محرک رشد	۷	۵۷/۶۹ns	۱۴/۶۵**	۶۹/۶۴**	۶۰۰۵۷۰۱۰**	۱۵۳۰۲۳۱۲**	۸۷/۹۱**	۱۹۳/۱۱**	۲۴۹۸۹/۷**	۴۵۱/۷۴**
رقم × باکتری محرک رشد	۱۴	۵۳/۱۴**	۱/۰۸**	۱۳/۳۷ns	۲۱۲۹۷۱۳/۸ **	۳۴۶۳۰۶/۳ **	۵/۴۹ *	۱۷/۱۸ns	۸۰۶/۴۱ns	۱۴/۹۴ns
سال × رقم	۲	۱۵/۷۹ns	۰/۰۳ns	۳۰/۴۹ns	۵۷۱۶۴۹۸/۴**	۸۷۳۲۵۷/۸**	۳/۷۵ns	۱۴/۷۶ns	۱۰/۵۴ns	۶۱/۹۷ns
سال × باکتری محرک رشد	۷	۱۷/۳۶ns	۰/۰۹ns	۵/۴۲ns	۵۲۵۶۵۱/۷ns	۳۶۱۶۰/۰ns	۱/۲۲ns	۲۱/۷۷ns	۹۴۰/۱۴ns	۲۷/۶۷ns
سال × رقم × باکتری محرک رشد	۱۴	۱۲/۷۶ns	۰/۱۴ **	۹/۴۷ **	۳۹۶۲۴۲/۷ **	۴۳۳۲۸/۶ **	۱/۹۴ **	۹/۶۸ **	۹۶۱/۶۹ *	۱۷/۲۷ **
خطای آزمایشی	۱۳۸	۱۱/۹۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۷۸۸۱/۳	۶۲۱۷/۲	۰/۰۴	۱/۱۹	۵۰۳/۶۳	۳/۷۵
ضریب تغییرات (٪)		۳/۷	۲/۳	۱/۹	۹/۳	۲/۱	۴/۵	۴/۲	۷/۱	۲/۱

ns ، * و ** به‌ترتیب غیره معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف کودی و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو در شرایط دیم در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷

رقم	باکتری محرک رشد	شاخص برداشت (٪)		عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		وزن هزار دانه (گرم)		تعداد دانه در سنبله (دانه)		تعداد سنبله (در واحد سطح)		ارتفاع بوته (سانتیمتر)	
		۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶
به رخ	شاهد	۳۸/۶t	۳۶/۳u	۶۹۲۰/۷p	۵۹۹۰/۷p	۲۹۷۷q	۲۱۷۴/۶p	۴۱/۴m	۴۰/۲p	۲۳k	۲۱jk	۲۸۱fgh	۲۷۰hi	۹۵/۳ghi	۹۳/۴ij
	باکتری باسیلوس	۳۹/۲s	۳۸/۳o	۹۸۰۵/۵i	۸۶۳۲/۴i	۳۸۳۹/۶l	۳۳۰۴/۱i	۴۵/۸h	۴۴/۸g	۲۷hi	۲۵fg	۳۱۲def	۳۰۳efg	۹۹/۶cde	۹۶/۲e-h
	باکتری سودوموناس	۳۹/۸q	۳۸/۹l	۱۰۶۴۹/۳g	۹۶۵۶/۴g	۴۲۳۳/۸i	۳۷۵۱/۹h	۴۵/۱i	۴۴/۱i	۲۸gh	۲۷de	۳۳۵cd	۳۲۲cde	۱۰۰/۵cd	۹۷/۶c-f
	ترکیب باکتری‌ها	۴۸/۹a	۳۹/۹i	۱۰۰۸۹/۱h	۱۰۲۹۳/۲e	۴۹۳۲/۹h	۴۱۰۵/۵g	۴۴/۶i	۴۳/۵i	۲۹fg	۲۸cd	۳۵۸bc	۳۴۳bcd	۱۰۲/۳bc	۹۹/۱bcd
	کود کامل	۳۹/۱s	۳۷/۳r	۹۵۳۸/۷i	۸۳۳۱/۶i	۳۷۳۲/۷l	۳۱۱۰/۴k	۴۷/۳f	۴۵/۱f	۲۶ij	۲۴gh	۳۰۸d-g	۲۹۵e-i	۹۸/۸def	۹۵f-i
	باسیلوس+ نصف کود	۴۰/۶n	۳۹/۱k	۱۲۴۳۶/۷d	۱۱۱۶۱/۴c	۵۰۴۹/۱g	۴۳۵۹/۵f	۴۴/۴jk	۴۳/۳jk	۳۱de	۲۹bc	۳۶۳bc	۳۵۱bc	۱۰۳/۷ab	۱۰۰/۳bc
	سودوموناس + نصف کود	۴۱/۷i	۴۰h	۱۳۱۰۶/۹b	۱۱۴۵۹/۷b	۵۴۷۰/۳d	۴۵۸۱/۹e	۴۳/۷l	۴۲/۹m	۳۳bc	۳۰ab	۳۷۰ab	۳۶۱ab	۱۰۴/۷ab	۱۰۱/۴ab
	ترکیب باکتری‌ها + نصف کود	۴۲/۴g	۴۰/۷g	۱۳۰۹۱/۹b	۱۱۶۷۸/۴a	۵۵۵۸/۱d	۴۷۵۷/۴d	۴۳/۵l	۴۱/۲o	۳۴ab	۳۱a	۳۷۵ab	۳۶۵ab	۱۰۵/۶a	۱۰۳/۱a
گریس	شاهد	۴۱/۲l	۳۸/۵n	۸۶۱۵/۳k	۶۸۲۳m	۳۴۴۴/۸n	۲۶۲۵/۷lm	۴۶/۵g	۴۴/۴h	۲۶ij	۲۳hi	۲۸۵e-h	۲۷۳/۵ghi	۸۱/۲n	۸۰/۴p
	باکتری باسیلوس	۴۲/۲h	۴۱f	۱۲۱۳۰e	۱۰۰۰۸f	۵۱۰۹/۷g	۴۱۰۵/۸g	۵۰/۳b	۴۴/۸g	۲۹fg	۲۲ij	۳۵۵/۵bc	۲۸۱f-i	۸۴/۴lm	۹۴/۷g-j
	باکتری سودوموناس	۴۲/۳h	۴۱/۷e	۱۲۳۵۳/۳d	۱۰۳۴۴/۵e	۵۲۲۰/۴f	۴۳۱۵/۹f	۴۹/۸c	۴۸/۶b	۲۹/۳fg	۲۶ef	۳۵۹bc	۳۴۸/۵bcd	۹۶/۳fgh	۸۸/۲mn
	ترکیب باکتری‌ها	۴۳/۵f	۴۳c	۱۲۳۱۹/۶d	۱۰۵۱۳/۳d	۵۳۵۷e	۴۵۱۶e	۴۹/۲d	۴۸/۲c	۳۰ef	۲۷de	۳۶۲bc	۳۵۱bc	۹۰/۶i	۹۰/۵klm
	کود کامل	۴۱/۳k	۴۰/۸g	۱۰۷۹۰/۸f	۸۹۹۸/۷h	۴۴۵۷/۷i	۳۶۶۷/۲h	۵۱a	۴۹/۷a	۲۸gh	۲۴gh	۳۱۰d-g	۲۹۵e-i	۸۲/۸mn	۸۶no
	باسیلوس+ نصف کود	۴۴e	۴۲/۷d	۱۳۰۷۴/۳b	۱۱۴۰۶/۹b	۵۷۴۹/۲c	۴۸۷۵/۱c	۴۹d	۴۸/۴d	۳۳bc	۲۸cd	۳۰۶d-g	۳۷۱/۸ab	۹۲/۶ij	۹۲/۱jkl
	سودوموناس + نصف کود	۴۵/۷c	۴۵/۱b	۱۲۹۲۱/۷c	۱۲۴۴۸/۳c	۵۹۰۹/۵b	۵۰۷۴/۵b	۴۸/۵e	۴۶/۴e	۳۲cd	۳۰ab	۳۷۳ab	۳۶۰/۵ab	۹۴/۷ghi	۹۳/۷hij
	ترکیب باکتری‌ها + نصف کود	۴۶/۵b	۴۶/۳a	۱۳۳۷۶/۱a	۱۱۴۴۷b	۶۲۲۲/۲a	۵۲۹۴/۸a	۴۴/۵jk	۴۳/۲kl	۳۵a	۳۱a	۴۰۰a	۳۹۰a	۹۶/۲fgh	۹۵/۱f-i

جدول ۴- ادامه

	شاهد	۳۸/۶t	۳۴/۲w	۴۹۳۸q	۵۱۵۹/۶q	۱۹۰۷/۹r	۱۷۶۴/۴q	۴۱/۳m	۴۰/۴p	۱۹m	۱۸m	۲۴۳i	۲۳۷i	۸۴/۹lm	۸۴/۷o
	باکتری باسیلوس	۳۹/۴r	۳۶/۴t	۷۴۱۵/۱o	۶۶۰۸/۲n	۲۹۲۲/۲p	۲۴۰۶/۳no	۴۷/۴f	۴۶/۵e	۳۲cd	۲۰kl	۲۸۰gh	۲۶۸ij	۸۷/۷k	۸۹/۸lm
	باکتری سودوموناس	۴۵/۱d	۳۶/۸s	۸۰۹۵/۴m	۶۸۲۹/۵m	۳۱۱۹/۱o	۲۵۱۶/۳mn	۴۶/۴g	۴۵/۲f	۲۳k	۲۱jk	۲۸۴e-h	۲۷۲/۸ghi	۹۴/۸ghi	۹۲/۷ijk
سرارود	ترکیب باکتری‌ها	۳۹/۹p	۳۷/۷q	۷۵۹۶/۴n	۷۱۸۵/۵l	۳۲۲۹/۱o	۲۷۰۶/۵l	۴۵/۶h	۴۴/۸g	۲۳k	۲۵fg	۲۹۵e-h	۲۸۱f-i	۹۶/۴fgh	۹۴/۶g-j
	کود کامل	۴۰/۳o	۳۵/۸v	۸۰۱۰/۳m	۴۶۸۰/۵o	۲۸۲۰/۴p	۲۳۲۳/۸o	۴۸/۳e	۴۷/۲d	۲۱l	۱۹lm	۲۷۲hi	۲۶۴/۵ij	۸۶/۳kl	۹۰/۱klm
	باسیلوس+ نصف کود	۴۱/۲kl	۳۸/۱p	۸۶۹۸/۶k	۷۹۱۴/۶k	۳۴۲۸/۳n	۳۰۴۶/۲k	۴۴/۲k	۴۳/۴jk	۲۵i	۲۴gh	۳۱۱d-g	۳۰۱e-h	۹۴/۳hi	۹۷/۲d-g
	سودوموناس + نصف کود	۴۰/۸m	۳۸/۷m	۸۴۱۵/۸l	۸۲۷۱/۳i	۳۵۸۳/۷m	۳۴۵۴/۲i	۴۴/۶i	۴۳lm	۲۶ij	۲۵fg	۳۱۵de	۳۰۶ef	۹۷/۱efg	۹۶/۴e-h
	ترکیب باکتری‌ها + نصف کود	۴۱/۵i	۳۹/۵i	۹۶۸۲/۵i	۸۹۷۷/۹h	۴۰۱۷/۱k	۳۵۴۳/۸i	۴۳/۵l	۴۲/۲n	۲vhi	۲۲ij	۳۳۳cd	٭۳۱۹/۳de	۹۸/۴def	۹۸/۳cde

T_1: شاهد، T_2: باکتری باسیلوس، T_3: باکتری سودوموناس، T_4: ترکیب باکتری‌ها، T_5: کود کامل، T_6: باسیلوس+ نصف کود، T_7: سودوموناس + نصف کود، T_8: ترکیب باکتری‌ها + نصف کود.

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد براساس آزمون LSD است.

بود که نسبت به تیمار شاهد ۱۲ و ۱۰ درصد اختلاف داشتند. سیدشریفی و همکاران (۱۳۹۳) اثر مثبت کاربرد کودهای شیمیایی و تلقیح با باکتری محرک رشد را بر تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه جو گزارش کردند. دهمرده و همکاران (۱۳۹۳) اثر باکتری محرک رشد بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در گیاه جو معنی‌دار دانستند و بیان کردند که این باکتری‌ها با تولید هورمون‌های محرک رشد و تأمین عناصر غذایی، امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه و درنهایت افزایش اجزای عملکرد ازجمله وزن هزار دانه را فراهم ساخته‌اند. تعداد دانه در سنبله یکی از معیارهای تعیین‌کننده عملکرد دانه محسوب می‌شود؛ زیرا هرچه تعداد دانه بیشتر باشد، بزرگی مقصد فیزیولوژیک برای مواد فتوسنتزی افزایش عملکرد دانه خواهد داشت. در تیمارهایی که به گیاه اجازه طول دوره رشد بیشتری داده می‌شود، تولید ماده خشک بیشتر خواهد بود؛ بنابراین شاید فراهم بودن بهتر عناصر غذایی در خاک به دلیل برتری تعداد دانه در سنبله در تیمار کاربرد توأم باکتری محرک رشد و کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت به سایر تیمارها باشد. مقادیر مناسب کود نیتروژن از طریق بهبود فعالیت کودهای زیستی و نیز فراهم‌شدن جذب بیشتر مواد غذایی به افزایش تعداد سنبله و گلدهی می‌انجامد. افزایش تعداد سنبله در تیمار کودهای شیمیایی و باکتری محرک رشد احتمالاً به دلیل ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل‌دسترس ساختن آن، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب مواد غذایی می‌باشد که باعث رشد گیاه ازجمله افزایش این صفت می‌گردد (محسنیا و جلیلیان، ۲۰۱۲). همچنین افزایش وزن هزار دانه در اثر کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و باکتری محرک رشد به‌واسطه نقش مثبت این ریزجانداران در افزایش احتمالی سطح و تراکم ریشه جهت جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر و پتاسیم غیر قابل جذب یا دور از دسترس گیاه و انتقال آن‌ها به سلول‌های گیاه میزبان بوده که سبب بهبود رشد و افزایش تولید آسیمیلات‌ها و انتقال شیره پرورده کافی به دانه و افزایش وزن دانه گردیده است (Lixin *et al*., 2014).

عملکرد دانه: مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد توأم باکتری‌های محرک رشد و کودهای شیمیایی، باعث افزایش تصاعدی عملکرد دانه شده است به‌گونه‌ای که بیشترین میزان عملکرد دانه در هر دو سال از تیمار ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود در رقم گریس با میانگین ۵۲۹۴ و ۶۲۲۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۱۰۰ و ۸۰ درصد اختلاف داشت. از طرفی کمترین عملکرد دانه به تیمار شاهد در رقم سرارود اختصاص یافت (جدول ۴).

خلج و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی تلقیح دوگانه میکروارگانیسم‌ها با بذر بر عملکرد دانه جو تحت سطوح مختلف نیتروژن گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه از تیمار ترکیب کود اوره و تلقیح با باکتری به دست آمد که نسبت به شاهد ۲۷ درصد عملکرد دانه را افزایش داد. یوسفی‌پور

و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که توانایی ارقام مختلف جو در استخراج رطوبت و فسفر خاک و درنتیجه تولید عملکرد متفاوت می‌باشد به‌گونه‌ای که ارقام گریس و سرارود در بین ارقام جو مالت موردمطالعه بیشترین قدرت جذب رطوبت و به‌تناسب آن جذب فسفر و تولید عملکرد بالاتری در شرایط دیم داشتند. افزایش عملکرد ناشی از جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر است که به‌وسیله ایجاد، چرخه مواد غذایی و قابل‌دسترس ساختن آن، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب مواد غذایی موجب بهبود رشد گیاه و درنهایت افزایش عملکرد می‌شوند (سیدشریفی و نظرلی، ۱۳۹۲). روستی و همکاران (۲۰۰۶) علت افزایش عملکرد توسط باکتری‌های محرک رشد به همراه کود را به نقش مثبت باکتری محرک رشد در تنظیم و تولید هورمون‌های محرک رشد و توسعه بهتر ریشه گیاه نسبت دادند که با فراهم‌سازی امکان جذب بیشتر به بهبود عملکرد کمک می‌نماید.

عملکرد بیولوژیک (زیست‌توده): نتایج نشان داد که در هر سه رقم موردمطالعه کاربرد باکتری‌های محرک رشد به‌صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی نسبت به تیمار باکتری به‌تنهایی شد، به‌طوری‌که بالاترین عملکرد بیولوژیکی در سال اول به ترکیب باکتری‌ها + نصف کود با میانگین ۱۱۶۷۸ کیلوگرم در هکتار در رقم به‌رخ اختصاص یافت که نسبت به تیمار شاهد ۹۴ درصد اختلاف نشان داد. کمترین عملکرد بیولوژیکی (۵۱۵۹ کیلوگرم در هکتار) نیز در تیمار شاهد در رقم سراورد به دست آمد. همچنین تیمار ترکیب باکتری‌ها + نصف کود در رقم گریس در سال دوم از عملکرد بیولوژیکی بیشتری برخوردار بود (۱۳۳۷۶ کیلوگرم در هکتار) که نسبت تیمار کود کامل ۲۳ درصد و نسبت به شاهد ۵۵ درصد اختلاف داشت (جدول ۴).

در آزمایش کنعانی‌الوار و همکاران (۱۳۹۲) گزارش گردید که بالاترین عملکرد بیولوژیکی جو در شرایط دیم از تیمار ترکیب باکتری‌های محرک رشد و کودهای شیمیایی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد ۹ درصد بیشتر بود. در آزمایشی دیگر مرادی و همکاران (۱۳۹۴) نیز گزارش کردند که تیمار نیتروژن و باکتری محرک رشد در مقایسه با تیمار عدم تلقیح کود زیستی به‌دلیل افزایش ارتفاع گیاه و سطح برگ در اثر جذب عناصر غذایی بیشتر توسط گیاه و افزایش فعالیت بیوشیمیایی موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی گندم گردید. در این مطالعه نیز بهبود ارتفاع بوته در اثر تلقیح و کود تأیید این مطلب می‌باشد. رهاسازی عناصر غذایی در اثر تجزیه مواد آلی به‌وسیله ریزجانداران خاک به همراه نیتروژن کافی باعث می‌شود گیاه با تغذیه بهتر، ماده خشک تجمع یافته در اندام‌های هوایی خود را افزایش دهد. این مواد از طریق بهبود فعالیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نیز می‌توانند عملکرد بیولوژیکی را افزایش دهند. همچنین باتوجه‌به اثر مثبت نیتروژن و فسفر بر عملکرد

بیولوژیکی و تشکیل گل و دانه‌بندی، می‌توان نتیجه گرفت که تأمین فسفر کافی برای گیاهان زراعی یکی از راهکارهای افزایش عملکرد بیولوژیکی محسوب شده و دلیل دیگر را به نقش بسیار مهم فسفر در تأمین انرژی در ساختار ATP دانست، زیرا برای تثبیت انرژی فراوانی موردنیاز است (Zturk *et al*., 2003).

شاخص برداشت: نتایج نشان داد که در دو سال موردمطالعه کاربرد باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش شاخص برداشت گردید به‌گونه‌ای که بالاترین مقدار این شاخص (۴۶/۳ درصد) در سال اول به تیمار ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود در رقم گریس اختصاص یافت که نسبت به تیمار شاهد ۲۰ درصد و نسبت به تیمار کود کامل ۱۳ درصد افزایش نشان داد. همچنین بیشترین شاخص برداشت (میانگین ۴۸/۹ درصد) در سال دوم در تیمار ترکیب باکتری‌ها در رقم به رخ مشاهده شد و نسبت به تیمار شاهد ۲۷ درصد اختلاف داشت (جدول ۴).

شاخص برداشت از معیارهای فیزیولوژیکی مهم در گیاهان است که نشان‌دهنده کارایی توزیع مواد فتوسنتزی در اندام‌های مختلف گیاه است. بررسی نتایج آزمایش مشخص می‌کند که تغذیه تلفیقی بیشترین تأثیر را بر تسهیم ماده خشک نسبت به مصرف تنهایی کود داشته‌اند. به‌طوری‌که افزایش تسهیم ماده خشک به بوته، برگ‌ها، ساقه و دانه، افزایش شاخص برداشت را در پی داشته است. در این آزمایش رقم گریس و به رخ دارای شاخص برداشت بیشتری نسبت به رقم سرارود بودند و دلیل آن بالاتر بودن میزان عملکرد دانه در دو سال اجرای آزمایش در این ارقام است. درواقع در رقم سرارود سهم کمتری از مواد پرورده به دانه اختصاص‌یافته و قسمت بیشتری از مواد پرورده به سایر قسمت‌های هوایی گیاه رسیده است. می‌توان بیان داشت که باکتری‌های افزاینده رشد با تأثیر بر تسهیم ماده خشک و تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده است. نیلم و همکاران (۲۰۲۰) تفاوت معنی‌داری را بین باکتری‌های محرک رشد و تیمارهای کود شیمیایی از نظر شاخص برداشت در جو گزارش نموده‌اند. از طرفی گزارش شده است که باکتری‌های موجود در کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته دارای طیف وسیعی از صفات محرک رشد گیاهی مانند تولید هورمون اکسین، تولید آنزیم کیتیناز، تولید متابولیت‌های همچون سیدروفور و سیانیدهیدروژن می‌باشند که به طور مستقیم و غیرمستقیم باعث افزایش رشد گیاه در مراحل رویشی و زایشی می‌گردند و همین تأثیر معنی‌دار می‌تواند بر شاخص برداشت گیاهان زراعی نیز تأثیرگذار باشد (Suresh *et al.*, 2010). دهمرده و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیان کردند که کاربرد باکتری محرک رشد موجب افزایش ۹ درصدی شاخص برداشت جو در مقایسه با شاهد شد.

میزان پروتئین دانه: کاربرد باکتری‌های محرک رشد که حاوی ریزموجودات باکتریایی می‌باشد، به‌تنهایی و یا تلفیق با کود در بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه جو ازجمله میزان پروتئین

دانه تأثیر مثبتی نشان داد. بالاترین میزان پروتئین دانه در سال اول به تیمار ترکیب باکتری‌ها + نصف کود در رقم سراورد با میانگین ۱۴/۶ درصد اختصاص یافت که نسبت به تیمار شاهد و تیمار باکتری باسیلوس به ترتیب ۳۲ و ۱ درصد میزان پروتئین دانه را افزایش داد. در سال دوم، بیشترین پروتئین دانه (۱۴/۳ درصد) در تیمار باکتری سودوموناس + نصف کود در رقم سراورد مشاهده شد (جدول ۵).

کمری و سیدشریفی (۱۳۹۶) گزارش کردند با تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد میزان پروتئین دانه افزایش یافت. نظرلی و سیدشریفی (۱۳۹۲) گزارش کردند که تلقیح بذر آفتابگردان توسط باکتری‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و سودوموناس باعث شد پروتئین دانه در مقایسه با شاهد افزایش یابد. این پژوهشگران همچنین بیشترین تأثیر بر پروتئین دانه را در تیمار تلقیح با ازتوباکتر گزارش نمودند که با نتایج محمدپرست و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد. به نظر می‌رسد علت این افزایش با توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، تولید اسیدهای آمینه ضروری در سنتز پروتئین، تولید بوته‌های مقاوم به بیماری‌ها و افزایش سطح سبز مزرعه مرتبط باشد (Mur *et al*., 2017). در آزمایشی دیگر گزارش شد که تلقیح با سویه‌های مختلف باکتری آزوسپیریلوم موجب افزایش میزان پروتئین به دلیل نقش باکتری آزوسپیریلوم در تثبیت نیتروژن می‌باشد (Kandowangko *et al*., 2009). بهبود پروتئین دانه در حالت تلقیح بذر با باکتری‌ها به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و فراهمی آن در زمان پرشدن دانه نسبت دادند (Gilick *et al*., 2001).

بازده تولید مالت: بر اساس نتایج مقایسه میانگین، کاربرد باکتری‌های محرک رشد در هر سه رقم باعث افزایش بازده تولید مالت گردید به‌گونه‌ای که بالاترین میزان بازده تولید مالت جو با میانگین ۹۵/۳ درصد به تیمار باکتری سودوموناس + نصف کود در رقم به‌رخ اختصاص یافت و نسبت به تیمار کود کامل ۱/۶ درصد اختلاف نشان داد. کمترین بازده تولید مالت از رقم سرارود در تیمار شاهد با میانگین ۸۴/۵ درصد به دست آمد که با رقم به رخ در این تیمار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). فرایند مالت‌سازی به جوانه‌زدن کنترل شده دانه‌ها در شرایط کنترل شده از نظر دما و رطوبت نسبی و به دست آوردن مالت سبز و در نهایت خشک‌کردن آن گفته می‌شود (پیغمبردوست، ۱۳۸۸). قائمی و همکاران (۱۳۹۳) در آزمایشی در بررسی بازده تولید مالت در بین ارقام مختلف جو گزارش کردند که لاین D5 با میانگین ۸۶/۴۶ درصد از بازده تولید مالت بیشتری برخوردار بود که نسبت به کمترین میزان آن در رقم ماهور به‌میزان ۳ درصد اختلاف داشت. ابرناک و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند، بازده تولید مالت با عرض دانه، طول ریشک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هکتولیتر (حجمی)، دوره پر شدن دانه، سرعت پرشدن دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی دارای همبستگی مثبت بود؛ همچنین وزن هزار دانه یک ویژگی کیفی مؤثر در انتخاب و طبقه‌بندی دانه است و زیاد بودن آن به معنای

درشت بودن دانه‌ها و کم‌بودن میزان پوسته می‌باشد که بر بازدهی مالت مؤثر بوده موجب افزایش مقدار آن می‌شود (فیضی‌پور و حسینی‌قابوس، ۱۳۸۹).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف کودی و رقم بر میزان پروتئین، راندمان مالت سازی و شاخص -کالباچ دانه جو در شرایط کشت دیم در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸

رقم	باکتری‌های محرک رشد	درصد پروتئین دانه ٪ سال		بازده تولید مالت٪	شاخص کلباچ سال	
		۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۳۹۸-۱۳۹۷		۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۳۹۷-۱۳۹۸
به‌رخ	شاهد	۱۰/۶p	۱۰/۶t	۸۹/۳c-g	۳۶/۸f	۳۲gh
	باکتری باسیلوس	۱۱n	۱۰/۸r	۹۴/۹ab	۲۶/۳m	۳۰/۹i
	باکتری سودوموناس	۱۱/۴k	۱۲/۱k	۹۵/۳ab	۲۹/۳jk	۳۲/۸ef
	ترکیب باکتری‌ها	۱۲/۱h	۱۱/۹m	۹۵/۶a	۴۰/۴b	۳۲/۳fg
	کود کامل	۱۰/۸o	۱۰/۷s	۹۳/۸abc	۳۸/۵d	۳۱i
	باسیلوس+ نصف کود	۱۲/۱q	۱۲/۲i	۹۴abc	۲۹/۲k	۳۳/۳de
	سودوموناس + نصف کود	۱۲/۴f	۱۲/۳hi	۹۵/۳ab	۳۱/۴i	۳۱/۶h
	ترکیب باکتری‌ها + نصف کود	۱۲/۶d	۱۲/۴f	۹۴abc	۲۹/۷i	۳۲/۳fg
گریس	شاهد	۱۱/۲m	۱۱/۱q	۹۱/۷a-d	۳۷/۸e	۳۱/۸gh
	باکتری باسیلوس	۱۱/۵i	۱۱/۵o	۹۱/۱a-e	۳۹/۳c	۳۳/۴d
	باکتری سودوموناس	۱۱/۹i	۱۱/۸n	۹۴/۹ab	۴۰/۸ab	۳۴c
	ترکیب باکتری‌ها	۱۲/۱h	۱۲l	۹۴/۸ab	۲۹/۵jk	۳۴/۴bc
	کود کامل	۱۱/۳l	۱۱/۴p	۹۰b-f	۳۹/۲c	۳۲/۱g
	باسیلوس+ نصف کود	۱۲/۴f	۱۲/۳h	۹۳/۲abc	۳۵g	۳۴/۹ab
	سودوموناس + نصف کود	۱۲/۴e	۱۲/۴g	۹۳abc	۴۱a	۳۵/۱a
	ترکیب باکتری‌ها + نصف کود	۱۲/۷d	۱۲/۵e	۹۳abc	۳۳/۸h	۳۴/۹a
سرارود	شاهد	۱۱n	۱۱/۴p	۸۴/۵g	۲۴/۲p	۱۹/۸n
	باکتری باسیلوس	۱۲/۴e	۱۲/۳i	۹۳/۹abc	۲۷/۹l	۲۵/۲m
	باکتری سودوموناس	۱۲/۴e	۱۲/۳h	۸۵/۲fg	۲۶/۷m	۲۶/۸j
	ترکیب باکتری‌ها	۱۲/۴f	۱۲/۶d	۸۶efg	۲۷/۷l	۲۵/۹kl
	کود کامل	۱۲/۵e	۱۲/۴fg	۹۱/۹a-d	۲۱/۸q	۲۰/۱n
	باسیلوس+ نصف کود	۱۳/۹b	۱۳/۸c	۹۲/۴a-d	۲۰/۹r	۲۶/۶j
	سودوموناس + نصف کود	۱۳/۸c	۱۴/۴a	۹۰/۸a-e	۲۵/۷n	۲۶/۴jk
	ترکیب باکتری‌ها + نصف کود	۱۴/۶a	۱۴/۳b	۸۷/۳d-g	۲۵/۱o	۲۵/۷lm

T_1: شاهد، T_2: باکتری باسیلوس، T_3: باکتری سودوموناس، T_4: ترکیب باکتری‌ها، T_5: کود کامل، T_6: باسیلوس+ نصف کود، T_7: سودوموناس + نصف کود، T_8: ترکیب باکتری‌ها + نصف کود.

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح معنی دار پنج درصد براساس آزمون LSD است.

مهم‌ترین هدف مالت‌سازی ساخت آنزیم‌های هیدرولیتیک و تجزیه دیواره سلولی، پروتئین و نشاسته آندوسپرم می‌باشد که منجر به افزایش تردی و شکنندگی مطلوب دانه می‌گردد (Celuse *et al*., 2006). بنابراین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از طریق افزایش تغذیه گیاه به‌خصوص نیتروژن می‌تواند بر میزان نشاسته و آندوسپرم ذخیره شده در دانه‌ها تأثیرگذار باشد و بر ساخت آنزیم‌های هیدرولیتیک دخالت نموده و از این طریق فرایند مالت‌سازی را تحت‌تأثیر قرار دهد (Dos Santos *et al*., 2020).

شاخص کلباچ: نتایج مقایسه میانگین در ارتباط با شاخص کلباچ نشان داد که کاربرد باکتری محرک رشد در دو سال باعث افزایش این شاخص گردیده است به‌طوری‌که در سال اول بالاترین این صفت به تیمار باکتری سودوموناس + نصف کود در رقم گریس با میانگین ۴۱ درصد اختصاص یافت که نسبت به تیمار شاهد و کود کامل به ترتیب ۸/۵ و ۴/۶ درصد شاخص کلباچ را افزایش داد. در سال دوم همچنین تیمار باکتری سودوموناس + نصف کود در رقم گریس با میانگین ۳۵ درصد از شاخص کلباچ بیشتری برخوردار بود که با تیمارهای باکتری باسیلوس + نصف کود و تیمار ترکیب باکتری‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت و نسبت به کمترین میزان این صفت در تیمار شاهد در رقم سراورد ۷۷ درصد شاخص کلباچ را افزایش داد (جدول ۵).

نسبت میزان پروتئین محلول به میزان پروتئین کل، تحت عنوان شاخص کلباچ یا شاخص تغییرات اصلاحی نیتروژن در طی فرایند تهیه مالت تعریف می‌گردد. میزان عصاره با بهبود خصوصیات تغییرات اصلاحی افزایش می‌یابد. به‌طورکلی باید یک توازن ظریف و حساس بین پروتئین کل و محلول وجود داشته باشد (Osman., 2002). باتوجه‌به نتایج مشخص شد که باکتری‌های محرک رشد با افزایش تثبیت نیتروژن موجب افزایش میزان پروتئین محلول و کل در گیاه شده است و باتوجه‌به افزایش شاخص کلباچ در اثر این تیمارها مشخص می‌باشد که افزایش میزان نیتروژن مربوط به پروتئین محلول می‌باشد. تغییرات اصلاحی خوب و مناسب و عصاره آزاد شده این اجازه را به آنزیم‌های موجود می‌دهد که خصوصیات عملکردی بیشتری داشته باشند. نسبت پروتئین محلول به پروتئین کل واریته‌ها باید در دامنه‌ی ۴۴-۴۲ درصد باشد تا به میزان آلفا- آمیلاز و آمینو نیتروژن آزاد کافی برسند (Osman., 2002).

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج مشخص شد، کاربرد باکتری‌های محرک رشد دارای تأثیر مثبت بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مورفوفیزیولوژیک جو مالت بود. بیشترین اجزای عملکرد، عملکرد دانه و شاخص برداشت در هر دو سال در رقم گریس و تیمار ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود به دست آمد. بیشترین میزان راندمان مالت‌سازی به تیمار ترکیب باکتری‌ها در رقم به رخ اختصاص یافت. در حالت کلی استفاده از باکتری‌های محرک

رشد به‌جای کودهای شیمیایی یا مصرف این کودها با مقادیر کم کودهای شیمیایی می‌تواند اثر مخرب زیست‌محیطی ناشی از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی را کاهش داده و جذب مواد غذایی و عناصر موردنیاز گیاه از خاک و باروری خاک را افزایش دهد. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد هرچند استفاده صددرصد از کودهای شیمیایی می‌تواند بر برخی از صفات موردمطالعه جو مالت اثر مثبت و معنی‌داری داشته باشد؛ ولی چنانچه باکتری‌های محرک رشد به‌صورت مخلوط با مقادیر کم کودهای شیمیایی مصرف شوند در درازمدت می‌توانند اثرات مثبت و خوبی در عملکرد گیاهان از طریق حفظ سلامتی محیط‌زیست و خاک داشته باشند.

منابع

ابرناک ستاره، زراعی لیلا، چقامیرزاکیانوش.۱۳۹۶. ارزیابی برخی صفات مهم زراعی و فیزیولوژیک در ارقام جو در شرایط دیم. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹(۳۶): ۶۳-۴۱.

احتشامی سیدمحمدرضا، حکیمیان فاطمه، یوسفی‌راد مجتبی ، چائی‌چی محمدرضا.۱۳۹۳. تأثیر تلفیق مقادیر مختلف کود فسفر و باکتری حل‌کننده فسفات بر کمیت و کیفیت علوفه در دو رقم جو. نشریه زراعت. ۱۰۲: ۱۵۰-۱۴۱.

انصاری محمدحسین، هاشمی داوود، یادگاری مهراب.۱۳۹۶. اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر صفات زراعی و فیزیولوژیک دو رقم گندم تحت شرایط دیم. تولیدات گیاهی. ۴۰(۲): ۸۸-۷۶.

جعفربای جبار، اعتصامی مارال، جهانی فر سمانه، ارزانش محمدحسین.۱۳۹۶. تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر شاخص‌های رشدی مورفولوژیکی و عملکرد دو رقم گندم در شرایط دیم و آبی. پژوهش‌نامه اصلاح گیاهان زراعی. ۲۳: ۴۴-۵۶.

حکم علیپور سعید، سیدشریفی رئوف.۱۳۹۴. اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد روی گیاه مجدد مواد فتوسنتزی جوی بهاره در سطوح مختلف کود نیتروژن و فسفر. نشریه پژوهش‌های خاک. ۲۹(۴): ۴۰۸- ۴۲۵.

خلج حمیده، حسن‌آبادی طاهره، دلفانی مریم.۱۳۹۸. اثر تلقیح دوگانه میکروارگانیسم‌ها با بذر بر غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه و عملکرد دانه جو تحت سطوح شرایط مختلف نیتروژن. فرایند و کارکرد گیاهی. ۸(۳۳): ۳۸۶-۳۷۳.

خوارشاهی مرضیه.۱۳۹۵. تأثیر زئولیت بر جذب پتاسیم و کارایی مصرف ازت و پتاسیم توسط گندم در یک خاک با محدودیت پتاسیم قابل‌استفاده. نشریه زراعت. ۱۱۱: ۶-۱۳.

دهمرده منیر، خمری عیسی، دهمرده مهدی، اصغرزاده احمد.۱۳۹۳. اثر باکتری آزوسپریلیوم و ازتوباکتر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو در سطوح مختلف کود گاوی. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۵(۱): ۶۵-۷۲.

سیدشریفی رئوف، حسنی سمانه، صدقی محمد، سیدشریفی رضا.۱۳۹۳. مطالعه اثر تلفیقی کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر کارایی مصرف کود، عملکرد دانه و صفات وابسته به رشد دانه جو. نشریه زراعت دیم ایران. ۲(۱): ۹۵-۶۱.

سلیمانی علی.۱۳۹۵. ارزیابی تحمل خشکی ژنوتیپ‌های جو با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی. فصلنامه علمی‌پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۸ (۳۱): ۱۱۰-۹۵.

فیضی‌پور نامقی احمدرضا، حسینی قابوس سیدحسین.۱۳۸۹. مالت و ماالشعیر. جلد اول، انتشارات علم کشاورزی ایران، تهران.

قائمی پرستو، قدس‌ولی علیرضا، سدین اردبیلی سیدمهدی، فغانی الهام، بخش‌آبادی حمید.۱۳۹۳. بررسی تأثیر مدت‌زمان خیساندن و جوانه‌زنی ارقام جو بر میزان بتاگلوکان و خصوصیات کیفی مالت حاصل از آن‌ها. مجله نوآوری در علوم فناوری غذایی. ۶ (۱): ۴۳-۳۳.

کمری حسین، سیدشریفی رئوف.۱۳۹۶. تأثیر نانواکسیدروی و باکتری‌های محرک رشد بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی، میزان روی، پروتئین و صفات وابسته به رشد دانه تریتیکاله. نشریه علوم و فناوری بذر ایران. ۶(۱):۱۵۱-۱۶۳.

کنعانی الوار علی، راعی یعقوب، ذهتاب سلماسی سعید، نصراله زاده صفر.۱۳۹۲. بررسی اثر کودهای زیستی و نیتروژنی بر عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیک دو رقم جو بهاره در شرایط دیم. کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(۱): ۲۹-۲۰.

مرادی میثم، سلیمانی فردعباس، ناصری رحیم، قاسمی محبوبه، آبرومند کیومرث.۱۳۹۴. تغییرات صفات زراعی و شاخص برداشت گندم تحت اثر کود دامی و باکتری افزاینده رشد در سطوح مختلف نیتروژن. فصلنامه پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷(۲۸): ۹۰-۷۳.

مهتدی محمود، میرهادی محمدجواد، چراتی علی، بهادری مجید.۱۳۹۴. بررسی اثرات کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده غیر هم‌زیست نیتروژن و حل‌کننده فسفات بر روی صفات کمی و کیفی گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳(۴): ۷۱۴-۷۰۰.

نیایش‌پور لیلی، مرعشی سیدکیوان،گیلانی عبدالعلی.۱۳۹۶. اثر باکتری سودوموناس و کود شیمیایی سولفات پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی ذرت دانه‌ای. دوفصلنامه علوم به زراعی گیاهی. ۷(۲): ۱۱۳/۱۰۲.

یوسفی‌پور منا، لک شهرام، خوشناز پاینده.۱۳۹۸. ارزیابی کاربرد تلفیقی کود زیستی، شیمیایی و فسفره و ریزمغذی بر عملکرد دانه و پروتئین جو. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳(۴۹): ۱۲۰-۱۰۳.

احمدی کریم، عبادزاده حمیدرضا، حاتمی فرشاد، محمدنیا افروزی شهریار، اسفندیاری پور الهام، عباسطاقانی رضا. ۱۳۹۹.آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. جلد اول محصولات زراعی. ۱۸

سیادت عطاالله، مدحج عادل، اصفهانی مسعود.۱۳۹۲. غلات. جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۲۵

AOAC. 2008. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

Briggs DE. 1998. Malt and malting. Blackie academic and profession. London, 79 p.

Burd GI, Dixon DG, Glick BR. 2000. Plant growth promoting rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. Canadian Journal of Microbiology 33: 237-245.

Celuse I, Brijs K, Delcour A. 2006. The effect of malting and mashing on barley protein extractability. Journal of Cereal Science 44(2):203-211.

Dos Santos A CF, Ximenes EN, Thompson DN, Ray AE, Szeto R, Erk K, Dein BS, Ladisch MR. 2020. Effect of using a nitrogen atmosphere on enzyme hydrolysis at high corn stover loadings in an agitated reactor. Biotechnology Progress, 36(6): e3059.

Gilick BE, Penrose D, Wenbo M. 2001. Bacterial promotion of plant growth. Biotechnology Advances 19: 135-138.

Glatthar J, Heinisch JJ, Senn T. 2005. Unmalted triticale cutivars as brewing adjuncts. Effect of enzyme activites and composition on beer wort quality. Journal of Food and Agriculture. 85: 647-654.

Kandowangko NY, Suryatmana G, Nurlaeny N, Simanungkalit RDM. 2009. Proline and abscisic acid content in droughted corn plant inoculated with Azospirillum sp. and Arbuscular mycorrhizae fungi. Hayati Journal of Biosciences, 16(1): 15-20.

Kapulnik Y, Okon Y, Henis Y. 2007. Changes in root morphology of wheat caused by Azospirillum inoculation. Microbiology. 31: 881-887.

Kumuta K, Sempaualan J, Krishnan PS.2004. Effect of insoluble phosphate and dual inoculation on soybean. In: Kannaryan, S., Kumar, K., Gouidarajan, K. (eds), Biofertilizers. 35:43-58.

Mur LA, Simpson C, Kumari A, Gupta AK, Gupta KJ. (2017). Moving nitrogen to the centre of plant defence against pathogens. Annals of botany, 119(5): 703-709.

Neelam N, Bhagat S, Anil KH, Mukesh M. 2020. Effect of different Nitrogen levels and Bio-fertilizers on yield and economics of feed barley. Wheat and Barley Research. Research Article 10(3): 214-218.

Osman AM. 2002. The advantages of using natural substrate- based on methods in assessing the roles and synergistic and competitive interactions of barley malt starch – degrading enzymes. Journal of Institute Brewing. 108: 204-214.

Roesi D, Gaur R, Johri BN, Imfeld G, Sharma S, Kawaljeet K, Aragno M. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacteria community structure in rainfed wheat fields. Soil. Biological Biochemistry. 38: 1111-1120.

Suresh A, Pallavi P, Srinivas P, Praveen KV, Chandra SJ, Ram Reddy S. 2010. Plant growth promoting activities of Pseudomonads fluorescens associated with some crop plants. African Journal of MicrobiologyResearch 4 (14): 1491-1494.

Wu B, Caob SC, Lib ZH, Cheunga ZG, Wonga KC. 2005. Effects of bioferilizer containing N-fixr, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth. Geoderma 125: 155-162.

Zahir Z, Chani AU, Naveed M, Nadeem SM, Asghar HN. 2009. Comparative effectiveness of Psedomonas and Serratia Sp. Containing ACC-deaminase for improving growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt-stressed conditions. Archives of Microbiology Journal. 191: 415-424.

Zturk A, Caglar O, Sahin F. 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at variouslevels of nitrogen fertilization. Journal of Plant and Soil Science.166: 262-266.

DOI: 10.22092/IDAJ.2023.356558.356

Effect of Growth Promoting Rhizobacteria and Chemical Fertilizer on Yield and Malting efficiency of different barley Cultivars in rainfed Conditions

Ebrahim Morshedi[1] ,Mohammad Hossein Qareineh[*2] Ahmad Kouchakizadeh[2] Abdolmahdi Bakhshandeh[3]

1. *PhD student, Department of Plant Production and Genetic Engineering, Khuzestan Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mollasani, Iran*
2. *Department of Plant Production and Genetic Engineering, Khuzestan Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mollasani, Iran*

Abstract

An experiment was conducted to evaluate the effect of growth-promoting rhizobacteria and chemichal fertilizer; on yield and malting efficiency of different barley cultivars in rainfed conditions in 2018 and 2019. A faceorial experiment was conducted on a randomized complete blocks desibn (RCBD) with four replications in Ilam province. Three cultivars: Behrokh, Grace, and Sararoud as first and eight levels of seed insemination with growth-promoting bacteria and Fertilizer (including control, i.e., seed without bacterial insemination and without fertilizer, complete fertilizer Pseudomonas bacteria, Bacillus bacteria, combination of Pseudomonas and Bacillus bacteria, Pseudomonas bacteria + half fertilizer Urea, Bacillus bacteria + half fertilizer and combination of Pseudomonas and Bacillus bacteria + half fertilizer) were second factor. The results of the combined analysis of variance showed that all the studied traits (except malting efficiency) significantly affected by main effects and interaction of year×cultivar×fertilizer treatment. But malting efficiency influenced by interaction of cultivar×fertilizer treatments. Number of seeds per spike, number of spikes per area unit and grain yield in combination of Pseudomonas and Bacillus bacteria + half fertilizer, had the highest mean in garis cultivar in the two years. Additionally, maximum malting efficiency (95.5 %) was observed in the combination of Pseudomonas and Bacillus bacteria + half fertilizer in Behrokh. The highest amount of grain protein in the first year was observed in bacterial combination + half fertilizer in Saravard cultivar (14.6%) and in the second year was observed in the Pseudomonas + half fertilizer in Saravard cultivar (14.3%).

Keywords: Bacillus, Pseudomonas, Chemical fertilizers, Grain protein, TKW

[*] Corresponding author: *hoosain.gharineh@yahoo.com* Submit date: 2021/10/23 Accept date: 2023/03/04