University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Effect of Bacillus and Pseudomonas Bacteria on Quantitative and Qualitative Yield and Malting Efficiency of Different Barley Cultivars in Rainfed Conditions

Ebrahim Morshedi[1] | Mohammad Hossein Qareineh[2]✉ | Ahmad Kouchakizadeh[3] | Abdolmahdi Bakhshandeh[4]

1. Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan University of Agriculture and Natural Resources, Ramin, Iran. E-mail: morshedi.e444@asnrukh.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan University of Agriculture and Natural Resources, Ramin, Iran. E-mail: m.gharineh@asnrukh.ac.ir
3. Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan University of Agriculture and Natural Resources, Ramin, Iran. E-mail: koochekzadeh@asnrukh.ir.ac
4. Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan University of Agriculture and Natural Resources, Ramin, Iran. E-mail: amehdibakhshandeh@asnrukh.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 8 November 2021
Received in revised form:
3 July 2022
Accepted: 31 July 2022
Published online: 24 June 2023

Keywords:
Chemical fertilizers,
Grain protein,
1000 grain weight,
Harvest index.

ABSTRACT

An experiment is conducted to evaluate effect of Bacillus and Pseudomonas on Quantitative and Qualitative Yield and malting efficiency of different Barley cultivars in rainfed conditions in a farm of Ilam Agriculture and Natural Resources Research Center in 2017 and 2018. The experiment is factorial according to randomized complete blocks design with four replications. Three cultivars (namely, Behrokh, Grace, and Sararoud1 as first and seed inoculated with growth-promoting bacteria) and Fertilizer at eight levels (including the control, complete fertilizer (Field recommendation), Pseudomonas bacteria, Bacillus bacteria, combination of Pseudomonas and Bacillus bacteria, Pseudomonas bacteria + half fertilizer, Bacillus bacteria + half fertilizer and combination of Pseudomonas and Bacillus bacteria + half fertilizer) are considered second factor. The results show that all the studied traits (with the exception of malting efficiency) addition main effect, are significantly affected by year interaction in cultivar in fertilizer treatment, but malting efficiency is influenced by interaction cultivar in fertilizer treatments. Heights number of seeds per spike, number of spikes per m^{-2}, and grain yield are recorded by a combination of Pseudomonas and Bacillus bacteria + half fertilizer under garis cultivar with means 31, 390 and 5294 kg/h in 2018 and 35, 400 and 6222 kg/h respectively. Maximum malting efficiency (95.5 %) has also been observed in the combination of Pseudomonas and Bacillus bacteria + half fertilizer under Behrokh.

Cite this article: Morshedi, E., Qareineh, M. H., Kouchakizadeh, A., & Bakhshandeh, A. (2023). Effect of Bacillus and Pseudomonas Bacteria on Quantitative and Qualitative Yield and Malting Efficiency of Different Barley Cultivars in Rainfed Conditions. *Journal of Crops Improvement*, 25 (2), 313-330. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.333633.2638

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.333633.2638

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

تأثیر باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس برعملکرد کمی و کیفی و راندمان مالت‌سازی ارقام مختلف جو در شرایط دیم

ابراهیم مرشدی[۱] | محمد حسین قرینه[۲]✉ | احمد کوچکی‌زاده[۳] | عبدالمهدی بخشنده[۴]

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، رامین، ایران، رایانامه: morshedi.e444@asnrukh.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، رامین، ایران، رایانامه: m.gharineh@asnrukh.ac.ir

۳. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، رامین، ایران، رایانامه: koochekzadeh@asnrukh.ir.ac

۴. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، رامین، ایران، رایانامه: amehdibakhshandeh@asnrukh.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۱۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

کلیدواژه‌ها:
پروتئین دانه،
شاخص برداشت،
کودهای شیمیایی،
وزن هزاردانه.

چکیده

آزمایشی جهت بررسی اثر باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس بر عملکرد کمی و کیفی و راندمان مالت‌سازی ارقام مختلف جو در شرایط دیم در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام در سال‌های زراعی ۱۳۹۶و ۱۳۹۷ اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتورهای موردبررسی شامل ارقام جو در سه سطح (به‌رخ، گریس و سرارود۱) به‌عنوان فاکتور اول و تلقیح بذر با سویه باکتری‌های محرک رشد و کود شیمیایی در هشت سطح (شاهد، کود کامل (براساس توصیه مزرعه ای)، باکتری سودوموناس، باکتری باسیلوس، ترکیب دو باکتری سودوموناسو باسیلوس، باکتری سودوموناس+ نصف کود، باکتری باسیلوس+ نصف کود و ترکیب دو باکتری سودوموناس و باسیلوس+ نصف کود) به‌عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که همه صفات موردبررسی (غیر از راندمان مالت‌سازی) علاوه بر اثرات اصلی، تحت تأثیر برهم‌کنش سال در رقم در باکتری قرار گرفتند، این در حالی بود که راندمان مالت‌سازی تحت تأثیر اثر متقابل رقم در باکتری قرار گرفت. نتایج بیانگر آن بود که از نظر تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه در هر دو سال، تیمار ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود در رقم گریس به‌ترتیب با میانگین‌های ۳۱، ۳۹۰، ۵۲۹۴ کیلوگرم در هکتار در سال اول و میانگین‌های ۳۵، ۴۰۰ و ۶۲۲۲ کیلوگرم در هکتار در سال دوم بالاترین مقدار را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین بالاترین راندمان مالت‌سازی (۹۵/۵ درصد) در تیمار ترکیب باکتری‌ها در رقم به‌رخ مشاهده شد.

استناد: مرشدی، ابراهیم؛ قرینه، محمدحسین؛ کوچکی‌زاده، احمد و بخشنده، عبدالمهدی (۱۴۰۲). تأثیر باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس برعملکرد کمی و کیفی و راندمان مالت‌سازی ارقام مختلف جو در شرایط دیم. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۲)، ۳۱۳-۳۳۰.

DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.333633.2638

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.333633.2638

۱. مقدمه

گیاه جو با نام علمی *Hordeum vulgare* L. یکی از مهم‌ترین غلات و از اصلی‌ترین منابع تأمین غذای انسان و دام است. این گیاه ماده اولیه تهیه مالت و بالطبع ماءالشعیر است که به‌دلیل وجود ترکیب شیمیایی خاص، تغییرات مطلوب طی جوانه‌زنی و وجود پوسته که نقش حفاظت از جوانه را طی حمل و نقل بر عهده دارد، از امتیاز بالاتری نسبت به سایر غلات برخوردار است (Glatthar *et al*., 2005). کاربرد مالت در صنایع غذایی چون صنایع قنادی، بیسکویت‌سازی، انواع کارامل، شیرینی و بسیاری از انواع نوشابه‌ها ازجمله ماءالشعیر است و نیز در غذای کودک به‌عنوان مکمل تقویتی استفاده می‌شود. مصرف این ماده استخوان‌بندی را محکم می‌کند و در صنعت نساجی و میکروبیولوژی نیز کاربرد دارد. منبعی سرشار از ویتامین B_1 و B_2 و اسیدآمینه است. دلیل عمده مصرف این ماده در صنایع غذایی وجود آنزیم‌های آمیلازی در آن است که توانایی تبدیل مواد نشاسته‌ای به مالتوز و دکسترین را دارد و هضم و جذب آن را آسان‌تر می‌کند (Briggs, 1998). 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 به حد بالقوه ژنتیکی نزدیک شوند (Roesi *et al*., 2006). با این وجود 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. درنتیجه 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 به‌شمار می‌رود. این عنصر چندین نقش کلیدی در گیاه ایفا می‌کند که شامل شرکت در واکنش‌های انتقال انرژی، فتوسنتز، تبدیل قند به نشاسته و انتقال خصوصیات ژنتیکی در گیاه می‌باشد (Wu *et al*., 2005). پتاسیم مانند نیتروژن و فسفر جزو عناصر پر نیاز 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، ۱۳۹۵). یکی از راه‌کارهای مهم برای نیل به توسعه کشاورزی پایدار، مصرف نهاده کافی 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[1] و سودوموناس[2] اشاره نمود (Zahir *et al*., 2009). این باکتری‌ها، رشد گیاه را به‌طور مستقیم به‌دلیل توانایی آن‌ها در تأمین مواد مغذی و یا تولید هورمون گیاهی تحت تأثیر 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). بر این اساس با توجه به گسترش استفاده از باکتری‌های محرک رشد همراه با مقادیر کاهش یافته کودهای شیمیایی در نظام‌های کشاورزی، این پژوهش انجام گردید.

1. Bacillus
2. Pseudomonas

۲. پیشینه پژوهش

مطالعات زیادی بر روی امکان استفاده از کودهای زیستی حل‌کننده فسفات بر روی محصولات متعدد به‌عمل‌آمده است. پژوهش‌های انجام‌شده نشان داده است که تغییرات صورت‌گرفته در کودهای فسفاتی زیستی از جمله وجود میکروب‌های حل‌کننده فسفات سبب کاهش اثرات سوء کودهای شیمیایی و حفظ محیط‌زیست می‌گردد (Zaidi *et al.*, 2003).

افزایش عملکرد توسط باکتری‌های محرک رشد در اکثر گیاهان زراعی متعلق به خانواده غلات نظیر جو (Neelam *et al.*, 2020) و گندم (انصاری و همکاران، ۱۳۹۶) در شرایط دیم گزارش شده است. خلج و همکاران (۱۳۹۸) گزارش کردند که عملکرد دانه جو به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سویه‌های باکتری محرک رشد و کود نیتروژن قرار گرفت. حکم‌علیپور و سیدشریفی (۱۳۹۴) گزارش کردند که کاربرد هم‌زمان باکتری محرک رشد همراه با کود نیتروژن و فسفر، موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد جو شد. حسن‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) در یک بررسی روی جو گزارش کردند که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سویه‌های باکتری‌های محرک رشد قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش‌های ذبیحی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد تلقیح بذر جو با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تعداد دانه در خوشه شد، این افزایش عملکرد از ۰/۵ تا ۵۷/۶ درصد متغیر بود. در پژوهشی در مورد 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 میزان پروتئین اثری معنی‌دار داشته، به‌طوری‌که مصرف کودهای شیمیایی همراه با تلقیح با باکتری‌ها باعث افزایش ۱۴ درصد میزان پروتئین نسبت به تیمار شاهد گردید (احتشامی و همکاران، ۱۳۹۳). در فرایند مالت‌سازی به‌خاطر افزایش فعالیت آنزیم‌ها، تجزیه ساختار دیواره سلول، نرم‌شدن دانه، ایجاد عطر، طعم و رنگ مطلوب و تولید قندهای احیا منجر به افزایش دسترسی به مواد مغذی دانه و قابلیت استفاده آن می‌شود (Rimsten *et al.*, 2003). با افزایش مدت زمان خیساندن و جوانه‌زنی راندمان مالت‌سازی کاهش می‌یابد (بخش‌آبادی، ۱۳۹۰). صفت راندمان مالت‌سازی با صفات عرض دانه، طول ریشک، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هکتولیتر، دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت طول سنبله دارای همبستگی منفی معنی‌داری می‌باشد (ابرناک و همکاران، ۱۳۹۶). وزن هزاردانه یک ویژگی کیفی مؤثر درانتخاب و طبقه‌بندی دانه است. زیادبودن وزن هزاردانه به معنای درشت‌بودن دانه‌ها وکم‌بودن میزان پوسته می‌باشد که موجب افزایش راندمان مالت می‌شود (فیضی‌پور و حسینی‌قابوس، ۱۳۸۹). قائمی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند با افزایش مدت زمان خیساندن، راندمان مالت‌سازی و پروتئین کل کاهش ولی میزان رنگ عصاره افزایش یافت. با افزایش مدت زمان جوانه‌زنی، راندمان مالت‌سازی و پروتئین کل کاهش ولی میزان راندمان عصاره آب سرد افزایش یافت.

۳. روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور مطالعه نقش باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس بر عملکرد کمی و کیفی و راندمان مالت‌سازی ارقام مختلف جو در شرایط دیم، آزمایشی در دو سال ۱۳۹۶ و 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 چهار تکرار اجرا گردید. موقعیت جغرافیایی محل اجرای آزمایش با طول ۴۶ درجه و ۲۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۴ دقیقه و ارتفاع ۱۳۸۰ متر از سطح دریا و آب‌وهوای معتدل با میانگین بارندگی سالیانه ۷۱۰ میلی‌متر بود که خصوصیات هواشناسی در سال‌های آزمایش در جدول ۱ آورده شد. فاکتورهای موردبررسی 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 هشت سطح شامل شاهد (بذر بدون تلقیح باکتری و بدون کود)، 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)، تلقیح بذر با باکتری سودوموناس، باکتری باسیلوس، سودوموناس+ باسیلوس، سودوموناس+ نصف کود، باسیلوس+ نصف کود و 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 و میزان عناصر غذایی خاک، اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۱. پارامترهای هواشناسی در سال‌های اجرای آزمایش

ماه	بارندگی (میلی‌متر)		تبخیر و تعرق (میلی‌متر)		درجه حرارت			
					متوسط حداکثر (درجه سانتی‌گراد)		میانگین (درجه سانتی‌گراد)	متوسط حداقل (درجه سانتی‌گراد)
	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷
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	پی‌اچ	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۱۳۹۶	لومی	۷/۲	۱/۳۶	۰/۵	۰/۴	۱۱۰	۸
۱۳۹۷	لومی	۷/۳	۱/۴۳	۰/۵	۰/۵	۱۱۵	۷

هر کرت آزمایشی از هشت ردیف کاشت به طول و عرض به‌ترتیب ۳ و ۲ متر تشکیل شد. فاصله کرت‌ها از هم ۵۰ سانتی‌متر، تراکم ۲۵۰-۲۰۰ بذر در مترمربع و عمق کاشت ۶-۴ سانتی‌متر تعیین شد. 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 پژوهش‌گران 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 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود مورداستفاده قرار گرفت (غلامی و همکاران، ۱۳۸۸). 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، پنجاه درصد 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 علف‌های هرز به‌طور هم‌زمان و به نحو مطلوب در کلیه کرت‌های آزمایشی انجام گرفت. جو رقم به‌رخ دارای تیپ رشد بهاره، مناسب کشت در مناطق معتدل، نیمه دیررس تا نیمه زودرس و مقاوم به ورس و رقم سرارود دارای تیپ رشد زمستانه، 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 شدند. از طرفی رقم گریس، دارای تیپ رشد بهاره، مناسب کشت در مناطق معتدله، نیمه زودرس تا نیمه دیررس، نیمه مقاوم به سرما و بومی آلمان می‌باشد.

در این پژوهش تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و بیولوژیکی، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، پروتئین دانه، راندمان مالت‌سازی موردارزیابی قرار گرفت. به‌منظور بررسی تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه تعداد ۲۰ بوته به‌طور تصادفی برداشت و موردنظر اندازه‌گیری شدند. جهت تعیین وزن هزاردانه، دو گروه ۵۰۰ تایی 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 بیولوژیکی پس از برداشت بوته‌های هر کرت آزمایشی و قبل از جداکردن دانه‌ها، وزن کل بوته‌ها اندازه‌گیری و عملکرد بیولوژیکی تعیین گردید. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیکی شاخص برداشت محاسبه شد.

برای مشخص‌کردن راندمان مالت‌سازی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ (مدل AND، کشور ژاپن). ابتدا وزن جو خشک مصرف‌شده را به‌دست آورده سپس وزن مالت حاصل از این مقدار جو را نیز به‌دست آوردیم و با استفاده از رابطه (۱) راندمان مالت‌سازی به‌دست آمد (Briggs *et al*., 1998):

$$\text{راندمان مالت سازی} = 1 + \frac{\text{وزن دانه مالت‌های حاصله}}{\text{وزن دانه های جو اولیه}} \times 100 \qquad \text{رابطه ۱)}$$

جهت تعیین میزان پروتئین دانه جو، مقدار نیتروژن در دانه جو با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک (مدل آرمیناد، کشور ژاپن) 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).

تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)[1] در سطح احتمال ۵ درصد 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 با توجه به 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.

۴. یافته‌های پژوهش

با توجه به این‌که تاکنون در مراکز تحقیقاتی کشور راجع به اثر باکتری‌های محرک رشد بر کشت دیم جو مالت تحقیقات کمی انجام شده است، لذا این پژوهش در نوع خود می‌تواند جدید و نتایج آن در راستای توسعه آن در کشور باشد و از طرفی با توجه به عملکرد بالای جو مالت در این تحقیق می‌توان ارقام به‌رخ و گریس را علاوه بر تولید مالت، جهت تولید علوفه به بهره‌برداران جهت تعلیف دام معرفی نمود.

۵. بحث

براساس تجزیه واریانس مرکب، اثر اصلی سال تنها بر تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه و اثر اصلی رقم و باکتری (به‌جز شاخص برداشت و راندمان مالت‌سازی) بر ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و میزان پروتئین دانه معنی‌دار بودند. برهم‌کنش سال در رقم نیز تنها بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی و برهم‌کنش رقم در باکتری علاوه بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی بر میزان پروتئین دانه و راندمان مالت‌سازی اثرگذار بودند. اثر متقابل سال در رقم در باکتری نیز بر تمام صفات به‌جز راندمان مالت‌سازی دارای اثر معنی‌دار بود (جدول ۳).

1. Least Significant Difference

۵. ۱. ارتفاع بوته

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در دو سال موردمطالعه باکتری‌های محرک رشد در هر سه رقم سبب افزایش ارتفاع ساقهٔ جو شده وتغذیه 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. کم‌ترین میزان ارتفاع بوته نیز به تیمار شاهد در رقم گریس با میانگین ۸۰/۴ سانتی‌متر 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 به‌میزان 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 Burd *et al.* (2000) 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. در پژوهشی دیگر گزارش گردید که با کاربرد هم‌زمان باسیلوس و کود شیمیایی، ارتفاع گیاه ارقام جو در مقایسه با گیاهانی فقط با کودهای معدنی NPK تیمار شده بودند، به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد (کنعانی و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات مالت‌سازی ارقام مختلف جو تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف در کشت دیم در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		راندمان مالت‌سازی	پروتئین دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	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 پنج و یک درصد.

۵. ۲. 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 هزاردانه تأثیر به‌سزایی داشتند به‌گونه‌ای که بالاترین تعداد سنبله در واحد سطح در سال اول در تیمار ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود (۳۹۰ عدد) در رقم گریس و بهرخ مشاهده شد که نسبت به تیمار کود کامل به‌میزان 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 میانگین ۳۱ و ۳۰ مشاهده شد و نسبت به کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد در رقم سرارود 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 به‌میزان ۳۴ و ۴۷ درصد به‌ترتیب در رقم‌های گریس و به‌رخ اختلاف داشت (جدول ۴). در ارتباط با وزن هزاردانه نیز در هر دو سال، تیمار کود کامل در رقم گریس، از بالاترین وزن هزاردانه (۴۹/۷ و ۵۱ گرم) برخوردار بود که نسبت به تیمار شاهد ۱۲ و ۱۰ درصد اختلاف داشتند. کم‌ترین وزن هزاردانه در هر دو سال از تیمار شاهد در رقم به‌رخ و گریس با میانگین ۴۰ گرم در سال اول و میانگین ۴۱ گرم در سال دوم مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ٤. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف کودی و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو در شرایط کشت دیم در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

رقم	باکتری محرک رشد	شاخص برداشت (درصد)		عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		وزن هزاردانه (گرم)	
		۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷
به‌رخ	شاهد	۳۶/۳u	۳۸/۶t	۵۹۹۰/۷p	۶۹۲۰/۷p	۲۱۷۴/۶p	۲۹۷۷/۵q	۴۰/۲p	۴۱/۴m
	باکتری باسیلوس	۳۸/۳o	۳۹/۲s	۸۶۳۲/۴i	۸۰۵/۵i	۳۳۰۴/۱i	۳۸۳۹/۶l	۴۴/۸g	۴۵/۸h
	باکتری سودوموناس	۳۸/۹l	۳۹/۸q	۹۶۵۶/۴g	۱۰۶۴۹/۳g	۳۷۵۱/۹h	۴۲۳۳/۸i	۴۴/۱i	۴۵/۱i
	ترکیب باکتری‌ها	۳۹/۹i	۴۸/۹a	۱۰۲۹۳/۲e	۱۰۰۸۹/۱h	۴۱۰۵/۵g	۴۹۳۲/۹h	۴۳/۵i	۴۴/۶i
	کود کامل	۳۷/۳r	۳۹/۱s	۸۳۳۱/۶i	۹۵۳۸/۷i	۳۱۱۰/۴k	۳۷۳۲/۷l	۴۵/۱f	۴۷/۳f
	باسیلوس+ نصف کود	۳۹/۱k	۴۰/۶n	۱۱۱۶۱/۴c	۱۲۴۳۶/۷d	۴۳۵۹/۵f	۵۰۴۹/۱g	۴۳/۳jk	۴۴/۴jk
	سودوموناس+ نصف کود	۴۰h	۴۱/۷i	۱۱۴۵۹/۷b	۱۳۱۰۶/۹b	۴۵۸۱/۹e	۵۴۷۰/۳d	۴۲/۹m	۴۳/۷l
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۴۰/۷g	۴۲/۴g	۱۱۶۷۸/۴a	۱۳۰۹۱/۹b	۴۷۵۷/۴d	۵۵۵۸/۱d	۴۱/۲o	۴۳/۵l
گریس	شاهد	۳۸/۵n	۴۱/۲l	۶۸۲۳m	۸۶۱۵/۳k	۲۶۲۵/۷lm	۳۴۴۴/۸n	۴۴/۴h	۴۶/۵g
	باکتری باسیلوس	۴۱f	۴۲/۲h	۱۰۰۰۸f	۱۲۱۳۰e	۴۱۰۵/۸g	۵۱۰۹/۷g	۴۴/۸g	۵۰/۳b
	باکتری سودوموناس	۴۱/۷e	۴۲/۳h	۱۰۳۴۴/۵e	۱۲۳۵۳/۳d	۴۳۱۵/۹f	۵۲۲۰/۴f	۴۸/۶b	۴۹/۸c
	ترکیب باکتری‌ها	۴۳c	۴۳/۵f	۱۰۵۱۳/۳d	۱۲۳۱۹/۶d	۴۵۱۶e	۵۳۵۷e	۴۸/۲c	۴۹/۲d
	کود کامل	۴۰/۸g	۴۱/۳k	۸۹۹۸/۷h	۱۰۷۹۰/۸f	۳۶۶۷/۲h	۴۴۵۷/۷i	۴۹/۷a	۵۱a
	باسیلوس+ نصف کود	۴۲/۷d	۴۴e	۱۱۴۰۶/۹b	۱۳۰۷۴/۳b	۴۸۷۵/۱c	۵۷۴۹/۲c	۴۸/۴d	۴۹d
	سودوموناس+ نصف کود	۴۵/۱b	۴۵/۷c	۱۲۴۴۸/۳c	۱۲۹۲۱/۷c	۵۰۷۴/۵b	۵۹۰۹/۵b	۴۶/۴e	۴۸/۵e
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۴۶/۳a	۴۶/۵b	۱۱۴۴۷b	۱۳۳۷۶/۱a	۵۲۹۴/۸a	۶۲۲۲/۲a	۴۳/۲kl	۴۴/۵jk
سرارود	شاهد	۳۴/۲w	۳۸/۶t	۵۱۵۹/۶q	۴۹۳۸q	۱۷۶۴/۴q	۱۹۰۷/۹r	۴۰/۴p	۴۱/۳m
	باکتری باسیلوس	۳۶/۴t	۳۹/۴r	۶۶۰۸/۲n	۷۴۱۵/۱o	۲۴۰۶/۳no	۲۹۲۲/۲p	۴۶/۵e	۴۷/۴f
	باکتری سودوموناس	۳۶/۸s	۴۵/۱d	۶۸۲۹/۵m	۸۰۹۵/۴m	۲۵۱۶/۳mn	۳۱۱۹/۱o	۴۵/۲f	۴۶/۴g
	ترکیب باکتری‌ها	۳۷/۷q	۳۹/۹p	۷۱۸۵/۵l	۷۵۹۶/۴n	۲۷۰۶/۵l	۳۲۲۹/۱o	۴۴/۸g	۴۵/۶h
	کود کامل	۳۵/۸v	۴۰/۳o	۴۶۸۰/۵o	۸۰۱۰/۳m	۲۳۲۳/۸o	۲۸۲۰/۴p	۴۷/۲d	۴۸/۳e
	باسیلوس+ نصف کود	۳۸/۱p	۴۱/۲kl	۷۹۱۴/۶k	۸۶۹۸/۶k	۳۰۴۶/۲k	۳۴۲۸/۳n	۴۳/۴jk	۴۴/۲k
	سودوموناس+ نصف کود	۳۸/۷m	۴۰/۸m	۸۲۷۱/۳i	۸۴۱۵/۸l	۳۴۵۴/۲i	۳۵۸۳/۷m	۴۳lm	۴۴/۶i
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۳۹/۵i	۴۱/۵i	۸۹۷۷/۹h	۹۶۸۲/۵i	۳۵۴۳/۸i	۴۰۱۷/۱k	۴۲/۲n	۴۳/۵l

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

ادامه جدول ٤. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف کودی و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو در شرایط کشت دیم در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

رقم	باکتری محرک رشد	تعداد دانه در سنبله		تعداد سنبله در واحد سطح		ارتفاع بوته (cm)	
		۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷
بهرخ	شاهد	۲۱jk	۲۳k	۲۷۰hi	۲۸۱fgh	۹۳/۴ij	۹۵/۳ghi
	باکتری باسیلوس	۲۵fg	۲۷hi	۳۰۳efg	۳۱۲def	۹۶/۲e-h	۹۹/۶cde
	باکتری سودوموناس	۲۷de	۲۸gh	۳۲۲cde	۳۳۵cd	۹۷/۶c-f	۱۰۰/۵cd
	ترکیب باکتری‌ها	۲۸cd	۲۹fg	۳۴۳bcd	۳۵۸bc	۹۹/۱bcd	۱۰۲/۳bc
	کود کامل	۲۴gh	۲۶ij	۲۹۵e-i	۳۰۸d-g	۹۵f-i	۹۸/۸def
	باسیلوس+ نصف کود	۲۹bc	۳۱de	۳۵۱bc	۳۶۳bc	۱۰۰/۳bc	۱۰۳/۷ab
	سودوموناس+ نصف کود	۳۳bc	۳۰ab	۳۶۱ab	۳۷۰ab	۱۰۱/۴ab	۱۰۴/۷ab
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۳۴ab	۳۱a	۳۶۵ab	۳۷۵ab	۱۰۳/۱a	۱۰۵/۶a
گریس	شاهد	۲۳hi	۲۶ij	۲۷۳/۵ghi	۲۸۵e-h	۸۰/۴p	۸۱/۲n
	باکتری باسیلوس	۲۲ij	۲۹fg	۲۸۱f-i	۳۵۵/۵bc	۹۴/۷g-j	۸۴/۴lm
	باکتری سودوموناس	۲۶ef	۲۹/۳fg	۳۴۸/۵bcd	۳۵۹bc	۸۸/۲mn	۹۶/۳fgh
	ترکیب باکتری‌ها	۲۷de	۳۰ef	۳۵۱bc	۳۶۲bc	۹۰/۵klm	۹۰/۶i
	کود کامل	۲۴gh	۲۸gh	۲۹۵e-i	۳۱۰d-g	۸۶no	۸۲/۸mn
	باسیلوس+ نصف کود	۲۸cd	۳۳bc	۳۷۱/۸ab	۳۰۶d-g	۹۲/۱jkl	۹۲/۶ij
	سودوموناس+ نصف کود	۳۰ab	۳۲cd	۳۶۰/۵ab	۳۷۳ab	۹۳/۷hij	۹۴/۷ghi
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۳۱a	۳۵a	۳۹۰a	۴۰a	۹۵/۱f-i	۹۶/۲fgh
سرارود	شاهد	۱۸m	۱۹m	۲۳۷i	۲۴۳i	۸۴/۷o	۸۴/۹lm
	باکتری باسیلوس	۲۰kl	۳۲cd	۲۶۸ij	۲۸۰gh	۸۹/۸lm	۸۷/۷k
	باکتری سودوموناس	۲۱jk	۲۳k	۲۷۲/۸gh	۲۸۴e-h	۹۲/۷ijk	۹۴/۸ghi
	ترکیب باکتری‌ها	۲۵fg	۲۳k	۲۸۱f-i	۲۹۵e-h	۹۴/۶g-j	۹۶/۴fgh
	کود کامل	۱۹lm	۲۱l	۲۶۴/۵ij	۲۷۲hi	۹۰/۱klm	۸۶/۳kl
	باسیلوس+ نصف کود	۲۴gh	۲۵i	۳۰۱e-h	۳۱۱d-g	۹۷/۲d-g	۹۴/۳hi
	سودوموناس+ نصف کود	۲۵fg	۲۶ij	۳۰۶ef	۳۱۵de	۹۶/۴e-h	۹۷/۱efg
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۲۲ij	۲۷hi	*۳۱۹/۳de	۳۳۳cd	۹۸/۳cde	۹۸/۴def

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

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 هزاردانه جو گزارش کردند. دهمرده و همکاران (۱۳۹۳) اثر باکتری محرک رشد بر وزن هزاردانه، 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 هزاردانه را فراهم ساخته‌اند. تعداد دانه در سنبله یکی از معیارهای تعیین‌کننده عملکرد دانه محسوب می‌شود، زیرا هرچه تعداد دانه بیش‌تر باشد، مقصد فیزیولوژیک بزرگ‌تری برای مواد فتوسنتزی به‌وجود آمده و هر عاملی که باعث افزایش این معیار شود، باعث افزایش عملکرد دانه خواهد شد. در تیمارهایی که به گیاه اجازه طول دوره رشد بیش‌تری داده می‌شود، تولید ماده خشک بیش‌تر خواهد بود؛ بنابراین شاید فراهم‌بودن بهتر عناصر غذایی در خاک به‌دلیل برتری تعداد دانه در سنبله در تیمار کاربرد هم‌زمان 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.

۵. ۳. عملکرد دانه

مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد هم‌زمان 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 به‌دست 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 میگروارگانیسم‌ها 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 به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۷ درصد عملکرد دانه را افزایش داد.

در آزمایش دیگری، اثرات باکتری‌های محرک رشد افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، با کاربرد هم‌زمان کودهای شیمیایی و جذب بهتر آن‌ها توسط گیاه، درنتیجه افزایش رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی می‌باشد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴). 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 به تناسب 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 قابل‌دسترس‌ساختن 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).

۵. ۴. عملکرد بیولوژیکی

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 ۱۱۶۷۸کیلوگرم 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 سرارود به‌دست 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 افزایش داشت (جدول ۴).

در آزمایش کنعانی‌الوار و همکاران (۱۳۹۲) گزارش شد 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 از عملکرد بیولوژیکی بیش‌تری برخوردار 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 گیاه در اثر تلقیح و کود تأیید این مطلب می‌باشد. رهاسازی عناصر غذایی در اثر تجزیه مواد آلی به‌وسیله ریزجانداران خاک به‌همراه 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.

۵. ۵. 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 به‌رخ 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 به‌رخ دارای شاخص برداشت بیش‌تری نسبت به رقم سرارود بودند و دلیل آن بالاتربودن میزان عملکرد دانه در دو سال اجرای آزمایش در این ارقام است. درواقع در رقم سرارود سهم کم‌تری از مواد پرورده به دانه اختصاص یافته 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. Neelam *et al* (2020) 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 به‌طور 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*., 1010).

۵. ۶. 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 سرارود با میانگین ۱۴/۶ درصد اختصاص یافت که نسبت به تیمار شاهد و تیمار باکتری باسیلوس به‌ترتیب ۲۱ و ۲۸ درصد میزان پروتئین دانه را افزایش داد. در سال دوم، بیش‌ترین پروتئین دانه (۱۴/۴ درصد) در تیمار باکتری سودوموناس+ نصف کود در رقم سرارود مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد ۳۲ درصد اختلاف داشت (جدول ۵).

کمری و سیدشریفی (۱۳۹۶) گزارش کردند با تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد میزان پروتئین دانه افزایش یافت. سیدشریفی و نظرلی (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. به‌نظر 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 بذر با سویه‌های مختلف باکتری آزوسپیریلوم موجب افزایش میزان پروتئین به‌دلیل 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 پر شدن دانه نسبت دادند (Gilick *et al*., 2001).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف کودی و رقم بر میزان پروتئین و راندمان مالت‌سازی دانه جو در شرایط کشت دیم در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

رقم	باکتری محرک رشد	راندمان مالت‌سازی (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	
			۱۳۹٦	۱۳۹۷
به‌رخ	شاهد	۸۹/۳c-g	۱۰/۶p	۱۰/۶t
	باکتری باسیلوس	۹۴/۹	۱۱n	۱۰/۸r
	باکتری سودوموناس	۹۵/۳ab	۱۱/۴k	۱۲/۱k
	ترکیب باکتری‌ها	۹۵/۶a	۱۲/۱h	۱۱/۹m
	کود کامل	۹۳/۸abc	۱۰/۸o	۱۰/۷s
	باسیلوس+ نصف کود	۹۴abc	۱۲/۱q	۱۲/۲i
	سودوموناس+ نصف کود	۹۵/۳ab	۱۲/۴f	۱۲/۳hi
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۹۴abc	۱۲/۶d	۱۲/۴f
گریس	شاهد	۹۱/۷a-d	۱۱/۲m	۱۱/۱q
	باکتری باسیلوس	۹۱/۱a-e	۱۱/۵i	۱۱/۵o
	باکتری سودوموناس	۹۴/۹ab	۱۱/۹i	۱۱/۸n
	ترکیب باکتری‌ها	۹۴/۸ab	۱۲/۱h	۱۲l
	کود کامل	۹۰b-f	۱۱/۳l	۱۱/۴p
	باسیلوس+ نصف کود	۹۳/۲abc	۱۲/۴f	۱۲/۳h
	سودوموناس+ نصف کود	۹۳abc	۱۲/۴e	۱۲/۴g
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۹۳abc	۱۲/۷d	۱۲/۵e
سرارود	شاهد	۸۴/۵g	۱۱n	۱۱/۴p
	باکتری باسیلوس	۹۳/۹abc	۱۲/۴e	۱۲/۳i
	باکتری سودوموناس	۸۵/۲fg	۱۲/۴e	۱۲/۳h
	ترکیب باکتری‌ها	۸۶efg	۱۲/۴f	۱۲/۶d
	کود کامل	۹۱/۹a-d	۱۲/۵e	۱۲/۴fg
	باسیلوس+ نصف کود	۹۲/۴a-d	۱۳/۹b	۱۳/۸c
	سودوموناس+ نصف کود	۹۰/۸a-e	۱۳/۸c	۱۴/۴a
	ترکیب باکتری‌ها+ نصف کود	۸۷/۳d-g	۱۴/۶a	۱۴/۳b

۵. ۷. راندمان مالت‌سازی

براساس نتایج مقایسه میانگین، کاربرد باکتری‌های محرک رشد در هر سه رقم باعث افزایش راندمان مالت‌سازی گردید به‌گونه‌ای که بالاترین میزان راندمان مالت‌سازی 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 راندمان مالت‌سازی از رقم سرارود در تیمار شاهد با میانگین ۸۴/۵ درصد به‌دست آمد که با رقم به‌رخ در این تیمار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

فرایند مالت‌سازی به جوانه‌زدن کنترل‌شده دانه‌ها در شرایط کنترل‌شده از نظر دما و رطوبت نسبی و به‌دست‌آوردن مالت سبز و در نهایت خشک‌کردن آن گفته می‌شود (پیغمبردوست، ۱۳۸۸). قائمی و همکاران (۱۳۹۳) در آزمایشی در بررسی راندمان مالت‌سازی در بین ارقام مختلف جو گزارش کردند که لاین D5 با میانگین ۸۶/۴۶ درصد از راندمان مالت‌سازی بیش‌تری برخوردار بود که نسبت به کم‌ترین میزان آن در رقم ماهور به‌میزان ۳ درصد اختلاف داشت. ابرناک و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند، راندمان مالت‌سازی با عرض دانه، طول ریشک، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله،

وزن هکتولیتر، دوره پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی دارای همبستگی مثبت بود؛ هم‌چنین وزن هزاردانه 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). محتوای بالای نشاسته دانه نیز ارتباط مستقیم بر میزان تولید مالت دارد (Líšková *et al*., 2011) که می‌تواند اندازه دانه را از نظر طول، عرض و نسبت نشاسته به پوسته تغییر دهد و موجب افزایش راندمان مالت‌سازی شود. کاربرد باکتری‌ها از طریق تغییر این عوامل موجب افزایش راندمان مالت‌سازی در ارقام مختلف جو در این مطالعه شدند. مهم‌ترین هدف مالت‌سازی سنتز 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 به‌ویژه نیتروژن می‌تواند بر میزان نشاسته و آندوسپرم ذخیره‌شده در دانه‌ها تأثیرگذار باشد و بر سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک دخالت نموده و از این طریق فرایند مالت‌سازی را تحت تأثیر قرار دهد (Dos Santos *et al*., 2020). از طرفی جهت افزایش راندمان مالت‌سازی مقدار مناسب پروتئین دانه بسیار ضروری بوده که این امر علاوه بر رقم و شرایط محیطی می‌تواند تحت تأثیر دوره پر شدن دانه و مدت زمان تبدیل میزان پروتئین دانه به نشاسته باشد که تحت تأثیر باکتری‌های محرک رشد و تغذیه قرار می‌گیرد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه 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 به‌دست آمد. بیش‌ترین میزان راندمان مالت‌سازی به تیمار ترکیب باکتری‌ها در رقم به‌رخ اختصاص یافت. در حالت کلی استفاده از باکتری‌های محرک رشد به جای 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 پژوهش هم‌چنین نشان داد هرچند استفاده صد درصد از کودهای شیمیایی می‌تواند بر برخی از صفات موردمطالعه جو مالت اثر مثبت و معنی‌داری داشته باشد، اما چنانچه باکتری‌های محرک رشد به‌صورت مخلوط با مقادیر کم کودهای شیمیایی مصرف شوند می‌توانند اثرات مثبت و خوبی در عملکرد گیاهان و حفظ سلامتی محیط زیست و خاک داشته باشند، لذا پیشنهاد می‌شود:

۱- این آزمایش در مورد ارقام دیگر موردبررسی قرار گیرد.

۲- جهت اطمینان از نتایج حاصل از این آزمایش و کاربرد علمی آن در سطح گسترده آزمایش در چند دوره و در سطح مزرعه اجرا گردد.

۳- ارقام جو مناسب برای صنعت مالت‌سازی شناسایی گردد.

۴- هرگونه سوء مدیریت که با آسیبی حتی مختصر به اکوسیستم خاک همراه باشد بیش‌ترین تأثیر را بر جامعه زنده خاک و سرعت و شدت فعالیت‌های حیاتی آن بر جای می‌گذارد به همین دلیل پیشنهاد می‌گردد که استفاده از کودهای زیستی و باکتری‌های محرک رشد به‌صورت مکمل برای حفظ کیفیت خاک و آزادسازی عناصر مورداستفاده قرار گیرند.

۵- با توجه به عملکرد بالای ارقام جو به‌رخ و گریس نسبت به رقم محلی سرارود۱ و استفاده دومنظوره از این ارقام جو، پیشنهاد می‌گردد که این دو رقم جهت استفاده از علوفه در نظام تناوب منطقه جایگزین گردند.

۷. تشکر و قدردانی

از حمایت‌های علمی آقای دکتر رحیم اللهیاری کارمند جهاد کشاورزی ایلام که ما را در اجرای این آزمایش یاری دادند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

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

احتشامی، سیدمحمدرضا؛ حکیمیان، فاطمه؛ یوسفی‌راد، مجتبی و 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، ۱۴۱-۱۵۰.

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

بخش آبادی، حمید (۱۳۹۰). تأثیر زمان خیساندن و جوانه‌زنی بر میزان فعالیت آنزیم ب-گلوکاناز و تأثیر آن‌ها بر خواص عصاره مالت حاصل. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمایی علی‌رضا قدس ولی. گرگان: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی.

براتی، وحید و غدیری، حسین (۱۳۹۵). اثرات تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای پروتئین دانه دو رقم جو. *نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی*، ۶ (۲۰)، ۱۹۱-۲۰۶.

پیغمبردوست، سیدهادی (۱۳۸۸). *تکنولوژی فرآورده‌های غلات*. جلد دوم، تبریز: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز.

حسن‌زاده، الناز؛ مظاهری، داریوش؛ چاپیچی، محمدرضا و خاوازی، کاظم (۱۳۸۶). کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر بر عملکرد و اجزا عملکرد جو. *مجله پژوهش و سازندگی (ویژه زراعت و باغبانی)*، ۷۷، ۱۱۱-۱۱۸.

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

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

خوارشاهی، مرضیه (۱۳۹۵). تأثیر زئولیت بر جذب پتاسیم و کارایی مصرف ازت و پتاسیم توسط گندم در یک خاک با محدودیت پتاسیم قابل استفاده. *نشریه زراعت*، ۱۱۱، ۶-۱۳.

دهمرده، منیر؛ خمری، عیسی؛ دهمرده، مهدی و 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.

ذبیحی، حمیدرضا؛ ثواقبی، علیرضا؛ خاوازی، کاظم و گنجعلی، علی (۱۳۸۸). بررسی تأثیر کاربرد سویه هایی از سودوموناس‌های فلوروسنت بر عملکرد و اجزای عمکلرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک. *مجله آب و خاک*، ۲۳ (۱)، ۱۹۹-۲۰۸.

سیدشریفی، رئوف و نظرلی، حمید. (۱۳۹۲). تأثیر نیتروزن و بیوپرایمینگ با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، سرعت و دوره مؤثر پرشدن دانه آفتابگردان. *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۲۳ (۲)، ۲۰-۳۶.

سیدشریفی، رئوف؛ حسنی، سمانه؛ صدقی، محمد و 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)، ۶۱-۹۵.

سیلیمانی، علی (۱۳۹۵). ارزیابی تحمل خشکی ژنوتیپ‌های جو با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی. *فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۸ (۳۱)، ۹۵-۱۱۰.

فیضی‌پور، نامقی و حسینی‌قابوس، سیدحسین (۱۳۸۹). *مالت و ماالشعیر*. جلد اول، تهران: انتشارات علم کشاورزی ایران.

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

کمری، حسین و 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)،۱۶۳-۱۵۱.

کنعانی‌الوار، علی؛ راعی، یعقوب؛ زهتاب‌سلماسی، سعید و نصراله‌زاده، صفر (۱۳۹۲). بررسی اثر کودهای زیستی و نیتروژنی بر عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیک دو رقم جوی بهاره در شرایط دیم. *کشاورزی و تولید پایدار*، ۲۳ (۱)،۲۰-۲۹.

محمدپرست، بهروز؛ حاتمی، علی؛ رستمی، مجید و عزیزی، عبدالله (۱۳۹۸). تأثیر پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک و تلقیح با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک ماش. *مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۱۱ (۳۳)، ۱۹۰-۲۰۳.

مرادی، میثم؛ سلیمانی‌فرد، عباس؛ ناصری، رحیم؛ قاسمی، محبوبه و 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)، ۷۳-۹۰.

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

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

References

Abernak, S., Zaraei, L., & Chaghamirza, K. (2017). Finding some important agronomic and physiological traits in barley cultivars in dryland conditions. *Crop physiology*, *9*(36), 41-63. https://doi.org/20.1001.1.2008A03.1396.9.36.2.3. (In Persian).

Ansari, M. H., Davood, H., & Mehrab, Y. (2017). The effect of plant growth promoting bacteria on agronomic and physiological traits of two wheat cultivars under rainfed conditions. *Plant products*, *40*(2), 76-88. https://doi.org/10.22055/ppd.2017.13121. (In Persian).

Bakhshabadi, H. (2011). Effect of soaking and germination time on the rate of b-glucanase enzyme activities and their impact on the properties of the resulting malt extract. *M.Sc Thesis*, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 172 p. (In Persian).

Barati, V., & Ghadiri, H. (2016). Effects of Drought Stress and Nitrogen Fertilizer on Yield, Yield Components and Grain Protein Content of Two Barley Cultivars. *Journal of Production and Processing of Crop and Horticultural Products*, *6*(20), 191-206. https://doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.6.20.191. (In Persian).

Briggs, D. E. (1998). *Malt and malting*. London: Blackie academic and profession.

Burd, G. I., Dixon, D. G., & Glick, B. R. (2000). Plant growth promoting rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. *Canadian Journal of Microbiology*, *33*, 237-245. https://doi.org/10.1139/w99-143

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. http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jcs.2006.06.003.

Dehmardeh, M., Khumri, I., & Asgharzadeh, A. (2014). Effect of Azospirillium and Aztobacter on yield and yield components of barley at different levels of cattle manure. *Iranian Journal of Crop Science*, *45*(1), 65-72. https://doi.org/10.22059/IJFCS.2014.151025. (In Persian).

Dos Santos, A. C. F., Ximenes, E., N Thompson, D., Ray, A. E., Szeto, R., Erk, K., Dien, B. S., & Ladisch, M. R. (2020). Effect of using a nitrogen atmosphere on enzyme hydrolysis at high corn stover loadings in an agitated reactor. *Biotechnology progress*, *36*(6), e3059. https://doi.org/10.1002/btpr.3059

Ehteshami, S. M. R., Hakimian, F., Yousefi Rad., M., & Chai Chi, M. R. (2014). The effect of combining different amounts of phosphorus fertilizer and phosphate-solubilizing bacteria on the quantity and quality of forage in two barley cultivars. *Journal of Razaat*, *102*, 141-150. https://doi.org/10.22092/AJ.2014.10095. (In Persian).

Faizipour Namghi, A. R., & Hosseini Qaboos, S. H. (2006). *Malt and beer water*. Volume One, Tehran: Iran Agricultural Science Publications. (In Persian).

Ghaemi, P., Qudsooli, A. R., Sadin Ardabili, S. M., Faghani, E., & Bakhshabadi, H. (2014). Investigation of the effect of soaking time and germination of barley cultivars on beta-glucan content and quality characteristics of malt obtained from them. *Journal of Innovation in Food Technology Science*, *6*(1), 33-43. (In Persian).

Gholami, A., Shahsavani, S., & Nezarat, S. (2009). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, *3*(1), 9-14.

Hakam Alipour, S., & Seyed Sharifi, R. (2016). The effect of seed inoculation with growth promoting bacteria on plant regeneration of spring atmospheric photosynthetic materials at different levels of nitrogen and phosphorus fertilizers. *Journal of Soil Research*, *29*(4), 408-425. https://doi.org/10.22092/ijsr.2015.105901. (In Persian).

Hassanzadeh, A., Mazaheri, D., Chai Chi, M. R., & Khavazi, K. (2007). Use efficiency of bacteria that facilitate phosphorus uptake and phosphorus fertilizer on barley yield and yield components. *Quarterly Journal of Research and Construction in Agriculture and Horticulture*, *77*, 111-118. (In Persian).

Kamari, H., & Saied Sharifi, R. (2017). Effect of Nanooxydro and growth-promoting bacteria on acid phosphatase activity, zinc content, protein and growth-dependent traits of triticale grain. Iranian *Journal of Seed Science and Technology*, *6*(1), 163-151. https://doi.org/1022034/IJSST.2017.113549. (In Persian).

Kanaani Alvar, A., Rai, Y., Zehtab Salmasi, S., & Nasrollahzadeh, S. (2013). Investigation of the effect of biofertilizers and nitrogen on the yield and some morphological traits of two spring barley cultivars in rainfed conditions. *Agriculture and Sustainable Production*, *23*(1), 20-29. (In Persian).

Kandowangko, N. Y., Suryatmana, G., Nurlaeny, N., & Simanungkalit, R. D. M. (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. https://doi.org/10.4308/hjb.16.1.15

Kapulnik, Y., Okon, Y., & Henis, Y. (2007). Changes in root morphology of wheat caused by Azospirillum inoculation. *Microbiology*, *31*, 881-887. https://doi.org/10.1139/m85-165.

Khalaj, H., Hassanabadi, T., & Delfani, M. (2017). The effect of dual inoculation of microorganisms with seeds on the concentration of plant growth regulators and barley grain yield under different levels of nitrogen conditions. *Plant Process and Function*, *8*(33), 373-386. (In Persian).

Khorashahi, M. (2016). The effect of zeolite on potassium uptake and efficiency of nitrogen and potassium consumption by wheat in a soil with limited potassium. *Iranian Journal of Crop Sciences*. *111*, 6-13. https://dx.doi.org/10.2299/AJ.2016.109574. (In Persian).

Kumutha, K., Sempavalan, J., & Santhanakrishnan, P. (2004). Effect of insoluble phosphate and dual inoculation on soybean. *Biofertilizers technology*, 354-358.

Líšková, M., Frančáková, H., & Mareček, J. (2011). Post-harvest rippening as an important factor influencing chemical parameters in malting barley and malt. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, *15*(3), 134-137.

Mohammadparast, B., Hatami, A., Rostami, M., & Azizi, A. (2018). Effect of seed pre-treatment with salicylic acid and inoculation with growth-promoting bacteria on yield and some morphophysiological characteristics of mung bean. *Scientific Journal of Plant Ecophysiology*, *11*(36), 190-203. (In Persian).

Moradi, M., Soleimani Fard, A., Naseri, R., Ghasemi, M., & Abroumand, K. (2016). Changes in agronomic traits and wheat harvest index under livestock manure and growth-promoting bacteria at different levels of nitrogen. *Journal of Crop Physiology Research*, *7*(28), 73-90. (In Persian).

Mur, L. A., Simpson, C., Kumari, A., Gupta, A. K., & Gupta, K. J. (2017). Moving nitrogen to the centre of plant defence against pathogens. *Annals of botany*, *119*(5), 703-709. https://doi.org/10.1093/aob/mcw179.

Neelam, N., Singh, B., Khippal, A., & Mukesh, M. (2020). Effect of different Nitrogen levels and Bio-fertilizers on yield and economics of feed barley. *Wheat and Barley Research*, *10*(3), 214-218. https://doi.org/10.25174/2249-4065/2018/84510.

Niayeshpour, L., Marashi S. K., & Gilani, A. A. (2017). Effect of Pseudomonas and Potassium Sulfate Fertilizer on Quantitative and Qualitative Characteristics of Corn Corn. *Bi-Quarterly Journal of Plant Production Science*, *7*(2), 102-113. (In Persian).

Paighambardoost, S. (1988). *Cereal Products Technology*: Volume II. Tabriz: Tabriz University of Medical Sciences and Health Services Publications. 300 p. (In Persian).

Rimsten, L. (2003). Extractable cell-wall polysaccharides in cereals. With emphasis on β-glucan insteeped and Germination barley. *PhD thesis*. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of food science.

Roesi, D., Gaur, R., Johri, B. N., 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. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.010.

Seyed Sharifi, R., & Nazarli, H. (2013). The effect of nitrogen and bio-priming with growth-promoting bacteria on yield, speed and effective filling period of sunflower seeds. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, *23*(2), 20-36. (In Persian).

Seyed Sharifi, R., Hassani, S., Sedghi, M., & Seyed Sharifi, R. (2014). Study of the combined effect of biological and chemical fertilizers on fertilizer application efficiency, grain yield and traits related to barley grain growth. *Iranian Journal of Rainfed Agriculture*, *2*(1), 61-95. https://doi.org/10.22092/IDAJ.2014.100556. (In Persian).

Sturze, I., Dimitrev, I., Kuloyanova, N., Dimitrova, A., & Anyelov, M. (2012). Effects of inoculation with Azospirillum brasilense, photosynthetic enzyme activities and grain yield in maize. *Agronomy*, *12*, 319-324.

Suleimani, A. (2016). Evaluation of drought tolerance of barley genotypes using drought resistance indices. *Journal of Crop Physiology*, *8*(31), 95-110. (In Persian).

Suresh, A., Pallavi, P., Srinivas, P., Praveen Kumar, V., Chandra, S. J., & Ram Reddy, S. (2010). Plant growth promoting activities of Pseudomonads fluorescens associated with some crop plants. *African Journal of Microbiology Research*, *4*(14), 1491-1494.

Wu, B., Caob. S. C., Lib, Z. H., Cheunga, Z. G., & Wonga, K. C. (2005). Effects of bioferilizer containing N-fixr, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth. *Geoderma*, *125*, 155-162.https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.07.003.

Yousefipour, M., Lak, Sh., & Payende, K. H. (2019). Evaluation of combined application of bio, chemical, phosphorus and micronutrient fertilizers on grain yield and barley protein. *Journal of Crop Ecophysiology*, *13*(49), 103-120. (In Persian).

Zabihi, H. R., Savaghebi, Q. R., Khavazi, K., & Ganjali, A. (2007). Growth and yield of wheat in response to inoculation of rhizosphere bacteria stimulating plant growth at different levels of phosphorus. *Water and Soil, 23*(1), 199-208. https://doi.org/1022067/JSW.V0I0.1551. (In Persian).

Zahir, Z. A., Chani, U., Naveed, M., Nadeem, S. M., & Asghar, H. N. (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. https://doi.org/10.1007/s00203-009-0466-y.

Zaidi, A., Khan, M. S., & Aamil, M. (2003). Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journal of Agronomy*, *21*, 15-19. https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00015-1.