*Journal of Soil Management and Sustainable Production*

**Print ISSN: 2322-1267**
**Online ISSN: 2322-1275**

Soil Science Society of Iran

# Effect of biofertilizers on the growth and yield of three cultivars of rainfed barley (*Hordeum vulgare* L.)

**Samad Abdi[*1], Shahram Omidvari[2], Mohsen Ahmadee[3]**

1. Corresponding Author, Assistant Prof. of Soil and Water Research Institute, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khoramabad, Iran. E-mail: sabdi1100@yahoo.com
2. Assistant Prof. of Soil and Water Research institute, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran. E-mail: shomid1355@yahoo.com
3. Researcher of Irrigation and Drainage, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khoramabad, Iran. E-mail: m.ahmadee@yahoo.com

**Article Info**

**Article type:**
Full Length Research Paper

**Article history:**
Received: 03.28.2023
Revised: 10.03.2023
Accepted: 10.04.2023

**Keywords:**
Azotobacter,
Izeh,
Khorram,
Mahor,
Mycorrhiza,
Yield

**ABSTRACT**

**Background and Objectives**: Barley (*Hordeum vulgare* L.) is one of the crops that has a high nutritional value and can be used as animal feed and cover crop to increase soil fertility, as well as has various uses in the food industry. In order to increase the efficiency of nutritional elements, the use of efficient crop cultivars is a cheap and accessible method for farmers. Based on the principles of sustainable agriculture, one of the methods to improve the nutrition statue of crops is to use biological fertilizers. Considering the importance of barley cultivation in Lorestan province, this study was conducted to investigate the effect of biological fertilizer in combination of common cultivars in this region.

**Materials and Methods**: Experiment was conducted in the form of split plots in the form of a randomized complete block design with three replications in 2014-2016. The main plot includes three varieties of barley including Mahor (M), Izeh (I) and Khorram (K). The sub-plot of four types of biofertilizer treatments included control (without biofertilizer), Azotobacter (A), mycorrhizal (M) and Azotobacter + mycorrhizal (AM). Barley seeds were inoculated with biofertilizers according to their instructions before planting. The seeds were poured on nylon in the shade, and one package of biological fertilizer per hectare was dissolved in an appropriate volume of chlorine-free water, and after filtering the fertilizer solution with a thin cloth, it was sprayed on the seeds with a sprayer and mixed well. All of them should be evenly coated with fertilizer. At the time of plant harvesting, some growth characteristics including seed yield, straw yield, number of seeds per spike, number of spikes per square meter and weight of 1000 seeds per plot were measured.

**Results:** The result of analysis of variance showed that cultivar has a significant effect on grain yield, straw yield, number of seeds per spike, number of spikes per square meter, and thousand grain weight. The result of the mean comparison showed that the highest grain yield, straw yield, number of seeds per cluster, number of clusters per square meter and weight of 1000 seeds are related to M-AM treatment. As a result, Mahor variety had the highest grain yield compared to other two varieties. Among the fertilizers used, Azotobacter + Mycorrhiza was the most effective. Therefore, the interaction effect of these two treatments has the greatest

effect on grain yield (4931 kg/ha), straw yield (8797 kg/ha), number of seeds per spike (16), number of spikes per square meter (546) and weight of 1000 seeds (17.8 grams).

**Conclusion:** The finding indicates that in order to achieve the highest seed yield, it is suggested to cultivate Mahor cultivar along with Azotobacter and Mycorrhiza treatment in the region. Further assessments should be conducted to explore alternative cultivars and other biofertilizers for the region.

Cite this article: Abdi, Samad, Omidvari, Shahram, Ahmadee, Mohsen. 2024. Effect of biofertilizers on the growth and yield of three cultivars of rainfed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 14 (1), 131-145.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJSMS.2024.21217.2094
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
شاپا چاپی: ۱۲۶۷-۲۳۲۲
شاپا آنلاین: ۱۲۷۵-۲۳۲۲
انجمن علوم خاک ایران

# اثر کودهای زیستی بر رشد و عملکرد سه رقم جو دیم (*Hordeum vulgare* L.)

صمد عبدی*[۱]، شهرام امیدواری[۲]، محسن احمدی[۳]

۱. نویسنده مسئول، استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: sabdi1100@yahoo.com
۲. استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. رایانامه: shomid1355@yahoo.com
۳. محقق آبیاری و زهکشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: m.ahmadee@yahoo.com

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:**
مقاله کامل علمی- پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۲/۰۱/۰۸
**تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۲/۰۷/۱۱
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۷/۱۲

**واژه‌های کلیدی:**
ازتوباکتر،
ایذه،
خرم،
عملکرد،
ماهور،
میکوریزا

**چکیده**

**سابقه و هدف:** جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از گیاهان زراعی است که ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد و می‌تواند به عنوان خوراک دام و گیاه پوششی برای افزایش حاصلخیزی خاک به‌کار رود و در صنایع غذایی کاربرد وسیعی دارد. یکی از روش‌های ارزان و قابل دسترس برای کشاورزان به‌منظور افزایش کارایی عناصر غذایی استفاده از ارقام زراعی کارآمد است. بر مبنای اصول کشاورزی پایدار یکی از روش‌های بهبود تغذیه گیاهان زراعی استفاده از کودهای زیستی است. با توجه به اهمیت کشت جو در استان لرستان، این مطالعه به‌منظور بررسی اثر کود زیستی و مقایسه ارقام رایج در این منطقه انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** به‌منظور بررسی واکنش رشد برخی ارقام جو به کود زیستی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰ انجام شد. کرت اصلی شامل سه رقم جو شامل ماهور (M)، ایذه (I) و خرم (K). کرت فرعی چهار نوع تیمار کود زیستی شامل شاهد (بدون کود زیستی)، ازتوباکتر (A)، میکوریزی (M) و ازتوباکتر + میکوریزی (AM) بود. بذر جو قبل از کاشت با کودهای زیستی طبق دستور آن‌ها تلقیح شدند. بذرها در سایه بر روی نایلون ریخته شد و به‌ازای هر هکتار یک بسته از کود زیستی در حجم مناسبی از آب فاقد کلر حل شد و پس از صاف کردن محلول کودی توسط پارچه‌ای نازک آن را به‌وسیله سمپاش بر روی بذرها پاشیده شد و به‌خوبی مخلوط گردید تا تمامی آن‌ها به‌طور یکنواخت به کود آغشته شود. در زمان برداشت گیاه، برخی از خصوصیات رشد شامل عملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع و وزن ۱۰۰۰ دانه در هر کرت اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** نتیجه تجزیه واریانس نشان داد رقم اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزاردانه دارد. نتیجه مقایسه میانگین نشان داد بیش‌ترین عملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در مترمربع و وزن هزاردانه مربوط به تیمار M-AM است. در نتیجه رقم ماهور بالاترین عملکرد دانه را نسبت به دو رقم دیگر داشت. در بین کودهای مورد استفاده، ازتوباکتر + میکوریزا مؤثرترین بود. بنابراین اثر متقابل این دو تیمار نیز بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد دانه (٤٩٣١ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد کاه (٨٧٩٧ کیلوگرم در هکتار)، تعداد دانه در سنبله (١٦)، تعداد سنبله در مترمربع (٥٤٦) و وزن ١٠٠٠ دانه (١٧/٨ گرم) داشت.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد به‌منظور دستیابی به بیش‌ترین عملکرد دانه کشت رقم ماهور به‌همراه تیمار ازتوباکتر و میکوریزا در منطقه پیشنهاد می‌گردد. لازم است سایر ارقام و سایر کودهای زیستی در منطقه مورد ارزیابی قرار گیرد.

**استناد**: عبدی، صمد، امیدواری، شهرام، احمدی، محسن (۱۴۰۳). اثر کودهای زیستی بر رشد و عملکرد سه رقم جو دیم (*Hordeum vulgare* L.). *نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۱۴ (۱)، ۱۴۵-۱۳۱.
DOI: 10.22069/EJSMS.2024.21217.2094

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

## مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از گیاهان زراعی است که ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد. این گیاه می‌تواند به‌عنوان خوراک دام و گیاه پوششی برای افزایش حاصلخیزی خاک به‌کار رود و هم‌چنین کاربردهای زیادی در صنایع غذایی دارد (۱). از لحاظ سطح زیر کشت و میزان تولید در ایران این گیاه رتبه چهارم را دارد (۲). چندین رقم جو در ایران کشت می‌شود که لازم است خصوصیات رشدی آن‌ها بررسی شود. به‌عبارت دیگر یکی از روش‌های ارزان و قابل‌دسترس برای کشاورزان به‌منظور افزایش کارایی عناصر غذایی استفاده از ارقام زراعی کارآمد است. در واقع انتخاب ارقام مناسب می‌تواند به‌عنوان یک روش مکمل و حتی جایگزین برای افزایش کارایی و جذب کودهای شیمیایی باشد (۳).

مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و تأثیر مخربی که بر چرخه زیستی و خودپایداری بوم‌نظام‌های زراعی دارند از یک‌سو و تأمین غذای کافی با کیفیت مناسب برای جمعیت روزافزون جهان از سویی زراعی را ضروری کرده است (٤). بر مبنای اصول کشاورزی پایدار یکی از روش‌های بهبود تغذیه گیاهان زراعی استفاده از کودهای زیستی است (۱). کودهای زیستی حاوی ریزجانداران مفید اعم از باکتری، قارچ و جلبک هستند که به‌صورت منفرد و یا در ترکیب با سایر کودهای زیستی و غیرزیستی برای افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی به‌کار می‌روند (۵). این ریزجانداران می‌توانند باعث افزایش جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف از طریق فرایندهایی مانند افزایش حلالیت پتاسیم و فسفر، معدنی کردن عناصر، تثبیت نیتروژن و آزاد کردن مواد محرک رشد گیاه، تولید آنتی‌بیوتیک و تجزیه مؤثر ماده آلی خاک شوند (٦). ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم، آزولا، سیانوباکتری‌ها، میکوریزی، ریزجانداران حل‌کننده فسفات، سینوریزوبیوم و ریزجانداران تولیدکننده مواد محرک رشد گیاه معمول‌ترین ریزجانداران به‌کار رفته در کودهای زیستی هستند (۷). ازتوباکتر یک باکتری هتروتروف هوازی است که توانایی تثبیت نیتروژن را دارد و هم‌چنین هورمون‌هایی مانند جیبرلین، ایندول استیک اسید و تیامین را به محیط رشد گیاه آزاد می‌کند، هم‌چنین این باکتری توانایی تولید برخی پلی‌ساکاریدها را دارد که می‌توانند شرایط فیزیکی خاک را بهبود بخشند (۸). تثبیت نیتروژن توسط ریزجاندارانی مانند ازتوباکتر یک مکانیسم مهم برای افزایش رشد گیاهان زراعی است (۹). باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن می‌توانند هورمون‌های رشد را تولید کنند و شکل غیرقابل دسترس عناصر غذایی در خاک را حل کنند و هم‌چنین اثرات مخرب تنش آبی را کاهش دهند (۱۰). در واقع این باکتری می‌تواند میزان استرس را کاهش دهد و توزیع مجدد نیتروژن در شرایط تنش آبی را افزایش دهد (۳). پژوهش‌های زیادی در مورد اثر کودهای زیستی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی انجام شده است. مصطفی و همکاران (۲۰۰٦) اثر کودهای شیمیایی و زیستی را بر روی رشد گیاه جو در یک خاک متراکم را بررسی کردند، آن‌ها نشان دادند که تلقیح بذر جو با سویه PGPR[1] می‌تواند وزن ریشه و ساقه را افزایش دهد. این پژوهش‌گران پیشنهاد کردند به‌منظور تحریک رشد گیاه جو سویه‌های PGPR می‌توانند به‌کار روند و کودهای زیستی می‌توانند میزان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش دهند (۱۱). اودگرل و سرندولام (۲۰۱٦) جوانه‌زنی دانه‌های گندم و جو را تحت‌تأثیر کود زیستی کلرلا بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که این کود زیستی می‌تواند میزان جوانه‌زنی را نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد. این پژوهش‌گران

1- Plant Growth-Promoting

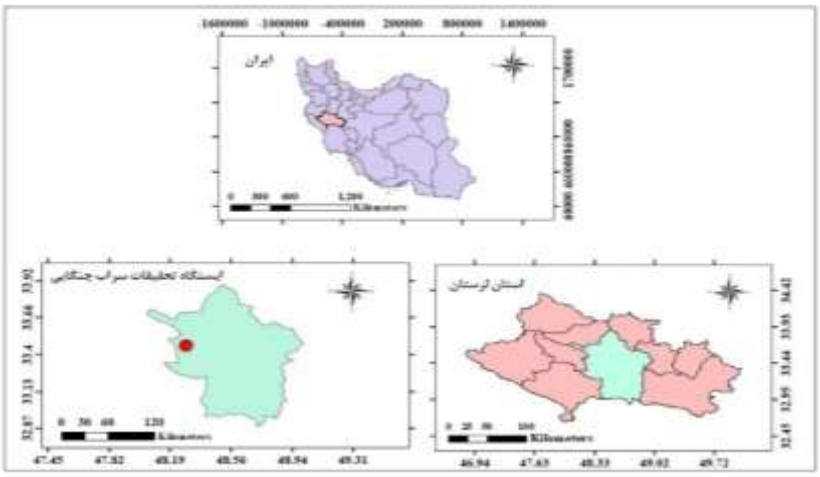
میزان ۰/۰٦ گرم بر لیتر و ۰/۲۳ گرم بر لیتر سوسپانسیون کلرلا را به‌عنوان بهترین تیمار برای افزایش رشد دانه‌های جو و گندم به‌ترتیب پیشنهاد کردند (۱۲). در پژوهش فرهان و همکاران (۲۰۲۲) کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم توانستند ارتفاع (۳۳/۲۸ سانتی‌متر)، وزن خشک (۵/۷۳ گرم)، وزن ریشه (٤/۸٦ گرم) و جذب عناصر نیتروژن (۲/۹۷ درصد)، فسفر (۰/۳۵ درصد) و پتاسیم (۲/۰٦۱ درصد) را در گیاه جو افزایش دهند. علاوه بر این نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که اثر متقابل ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم بیش‌ترین اثر را بر روی خصوصیات رشدی دارد. این پژوهش‌گران بیان می‌کنند که مصرف کود زیستی ۲۵ درصد از مصرف کود نیتروژنی را کاهش می‌دهد (۷).

قارچ میکوریز آربوسکولار یکی از ریزجاندارانی است که می‌تواند مقاومت به خشکی و جذب فسفر را در گیاهان زراعی افزایش دهد قارچ آربسکولار میکوریزی است. این قارچ می‌تواند در منافذ غیرقابل دسترس خاک نفوذ کند و آب و فسفر کافی را جذب کند و در اختیار گیاه قرار دهد (۳). خلوتی و همکاران (۲۰۰۵) نقش هیف‌های میکوریزی در افزایش جذب آب توسط گیاه جو را بررسی کردند. این پژوهش‌گران دریافتند تحت شرایط خشکی ٤ درصد از آب موجود در هیف‌ها به ریشه گیاه جو منتقل می‌شود (۱۳). در یک آزمایش گلخانه‌ای دین‌محمدی و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند گیاه جو تلقیح‌شده با قارچ میکوریزی (*Rhizophagus irregularis*) در محیط رشد بدون کود فسفره جذب فسفر بالاتری نسبت به گیاه بدون قارچ دارد (۱٤). ناصری و همکاران (۲۰۲۲) اثر تیمارهای کودی شامل ۵۰ درصد فسفر توصیه شده براساس آزمون خاک، قارچ میکوریزی، قارچ میکوریزی همراه با ۵۰ و ۱۰۰ درصد فسفر توصیه شده براساس آزمون خاک را بر بهبود عملکرد دانه و کیفیت ارقام جو شامل توده محلی، ماهور، خرم و فردان را در شرایط تنش خشکی بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد بیش‌ترین مقادیر نیتروژن (۱۱/۱ درصد)، فسفر (۱/۹ درصد)، پتاسیم (۳/۹۳ درصد)، منیزیم (۰/۲۹۲ درصد)، آهن (۱۳٦/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، منگنز (٦۵/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و مس برگ (٦۵/۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار رقم فردان و قارچ میکوریزا همراه با ۵۰ درصد فسفر توصیه شده براساس آزمون خاک می‌باشد. این پژوهش‌گران رقم جدید فردان و قارچ میکوریزا همراه با ۵۰ درصد فسفر توصیه شده براساس آزمون خاک را به‌عنوان مناسب‌ترین تیمار در ایستگاه تحقیقاتی سرابله ایلام معرفی کردند (۱۵).

اکثر خاک‌های استان لرستان آهکی بوده و قابلیت دسترسی عناصر غذایی در این خاک‌ها پایین است (۱٦). بنابراین لازم است انواع کودهای آلی و زیستی به‌منظور افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی در این استان استفاده شود. بسیاری از کشاورزان این استان دامدار هستند و قسمت عمده‌ای از اراضی کشاورزی این استان به کشت جو دیم اختصاص دارد. طبق آمارنامه کشاورزی ۱٤۰۰ در استان لرستان ۱۱۰۱۸۰ هکتار جو دیم کشت می‌شود که از این مساحت ۸۰۳۷۱ تن جو برداشت می‌شود که به‌طور میانگین عملکرد هکتاری آن ۷۲۹ کیلوگرم است (۱۷). این در حالی است که کیفیت خاک و وضعیت اقلیمی استان به گونه‌ای است که انتظار عملکرد بالاتری می‌رود. دلیل عمده کاهش عملکرد مربوط به رعایت نکردن بهینه عملیات به زراعی است. بنابراین با توجه به اهمیت کشت جو در این استان و رایج نبودن مصرف کود زیستی در بین کشاورزان این مطالعه به‌منظور بررسی اثر کود زیستی و مقایسه ارقام رایج جو در این منطقه انجام شد.

## مواد و روش‌ها

**منطقه مطالعه:** این مطالعه در ایستگاه تحقیقاتی سراب چنگایی در شهر خرم‌آباد استان لرستان تحت شرایط مزرعه انجام شد. این ایستگاه دارای مختصات جغرافیایی ٤٨ درجه و ١٨ درجه طول شرقی و ٣٣ درجه و ٢٩ دقیقه عرض شمالی است (شکل ١). دارای اقلیم معتدل و ارتفاع از سطح دریا ١١٧١ متر و متوسط بارندگی سالانه ٥١٦ میلی متر است. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه به‌ترتیب ترمیک و زریک می‌باشد.



**شکل ١- موقعیت محل انجام آزمایش.**

**Figure 1. The location of the experiment.**

**طرح آزمایشی:** آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ١٣٩٩-١٤٠٠ انجام شد. کرت اصلی سه رقم جو شامل ماهور (M)، ایذه (I) و خرم (K). شجره و سایر خصوصیات سه رقم جو مورد استفاده در این پژوهش در جدول ١ آورده شده است. کرت فرعی چهار نوع تیمار کود زیستی شامل شاهد (بدون کود زیستی)، ازتوباکتر (A)، میکوریزی (M) و ازتوباکتر + میکوریزا (AM) بود. قبل از انجام آزمایش، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد. برای این منظور نمونه مرکب تهیه و بعد از هوا خشک کردن خرد شد تا از الک ٢ میلی‌متری عبور کند و سپس مواد آلی خاک، فسفر قابل دسترس، پتاسیم قابل دسترس، قابلیت هدایت الکتریکی، pH، بافت خاک و کلسیم کربنات معادل (T.N.V) با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (جدول ٢). مزرعه آزمایشی دو بار شخم زد و پس از تسطیح به کرت‌های آزمایشی با ابعاد مشخص (٣*٤ متر) تقسیم شد.

**جدول ۱- خصوصیات رشدی سه رقم جو به‌کار رفته در مطالعه.**

**Table 1. Characteristics of the three barley cultivars used in study.**

| رقم<br>Cultivars | شجره‌نامه<br>Pedigree | منشا<br>Origin | سال انتشار<br>Year of release |
|---|---|---|---|
| ماهور (M)<br>Mahoor | Wi2291/Wi2269//Er/ApmICB86-0629-OAB-2APH-OAP | ایران<br>Iran | ۱۳۸۵<br>2007 |
| ایذه (I)<br>Izeh | Lignees527/Sawsan//BC | ایران<br>Iran | ۱۳۷٤<br>1996 |
| خرم (K)<br>Khoram | ICB92-0926-0AP-2AP-0AP (Sfa-02/3/RM1508/Pro//W12269/4/ Hml-02 ArabiAbiad//ER/Apm | ایران<br>Iran | ۱۳۸۹<br>2011 |

**جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات سراب چنگایی.**

**Table 2. Some physical and chemical characteristics of the tested farm soil of Sarab Chengai Lorestan station.**

| عمق<br>Depth | درصد اشباع<br>Saturation percentage | چگالی ظاهری<br>Bulk density $grcm^{-3}$ | Ec.10^3 | pH | درصد آهک<br>T.N.V | کربن آلی<br>Organic carbon | فسفر قابل‌جذب<br>P (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | پتاسیم K (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | شن<br>Sand | سیلت<br>Silt | رس<br>Clay | بافت خاک<br>Soil texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | % | | | |
| 0-30 | 43 | 1.44 | 0.88 | 7.82 | 38.5 | 1.21 | 23 | 670 | 17 | 52 | 31 | Silty clay loam |

کشت گیاه در ۲٤ آبان ۱۳۹۹ انجام شد. به منظور ضدعفونی، بذور به‌مدت ۳۰ ثانیه در محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد قرار گرفت و پس از آن سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد (۱٤). هر کرت فرعی شامل پنج ردیف کشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از همدیگر و فاصله روی ردیف ۲ سانتی‌متر بود. قبل از کاشت جو بذرها با قارچ میکوریزا و ازتو باکتر بذرمال شد. کود زیستی با نام تجاری مایکوروت محصول شرکت زیست فناور سبز برای تلقیح میکوریزای بذور مورد استفاده قرار گرفت. این کود حاوی قارچ میکوریزی آرباسکولار سویه‌های *Glomus mosseae*، *Glomus intraradices* و *Glomus etunicatum* با ده اندام فعال گونه‌های مختلف می‌باشد. طبق دستورالعمل شرکت سازنده مصرف کود ۲۰ تا ۳۰ گرم به‌ازای هر کیلو بذر می‌باشد. از کود زیستی ازتو بارور ۱ محصول شرکت زیست فناور سبز به‌عنوان مایع تلقیح ازتوباکتر استفاده شد. این کود حاوی باکتری *Pantoea agglomerans* سویه $O_4$، با شمارش $10^7$ تا $10^8$ ($CFUgr^{-1}$) است. بذرها در سایه بر روی نایلون ریخته شد و به‌ازای هر هکتار یک بسته از کود زیستی در حجم مناسبی (۵ لیتر) از آب فاقد کلر حل شد و پس از صاف کردن محلول کودی توسط پارچه‌ای نازک آن را به‌وسیله سمپاش بر روی بذرها پاشیده شد و به‌خوبی مخلوط گردید تا تمامی آن‌ها به‌طور یکنواخت به کود آغشته شود. پس از هوا خشک شدن بذور در سایه، اقدام به کشت شد. همزمان با ساقه‌دهی پس از شروع مجدد رشد سریع گیاه، مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز با استفاده از سموم گرانستار (برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ) و پوما سوپر (برای مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ) انجام گرفت. با توجه به آزمون خاک انجام شده قبل از کاشت، میزان فسفر و پتاسیم در حد بهینه در حد بهینه قرار داشت بنابراین از مصرف این دو کود خودداری شد. با توجه به این‌که

میزان کربن آلی خاک نیز در حد مناسبی قرار داشت تنها در زمان پنجه‌زنی میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره مصرف شد و در اوایل بهار نیز همین مقدار به‌صورت سرک استفاده گردید. زمان پنجه‌زنی اوایل دی‌ماه، ساقه‌دهی اوایل اسفند خوشه‌دهی اوایل فروردین و زمان خوشه‌دهی نیمه فروردین، زمان رسیدگی ۱۵ خرداد و زمان برداشت ۲۰ خرداد بود. زمان برداشت گیاه، برخی از خصوصیات رشد شامل عملکرد دانه با برداشت هر کرت فرعی به‌دست آمد که به تن در هکتار تبدیل شد، عملکرد کاه بر اساس وزن کاه که پس از خرمن‌کوبی از سطح کرت فرعی برداشت شد، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع و وزن ۱۰۰۰ دانه نیز در هر کرت اندازه‌گیری شد.

**تحلیل داده‌ها:** برای انجام تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/٤ و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2019 استفاده شده است. میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

## نتایج و بحث

نتیجه تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود رقم اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزاردانه دارد. نتیجه مشابهی نیز توسط حاجی‌پور و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است (۱۷). نوع کود به‌جز بر عملکرد بر پارامترهای فوق تأثیر معنی‌داری دارد. نتایج مشابهی توسط فرهان و همکاران (۲۰۲۲) گزارش شده است (۸). این پژوهش‌گران نشان دادند که اجزای عملکرد گیاه جو تحت‌تأثیر کود زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم قرار دارند. در پژوهشی دیگر فرید و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که کود زیستی اکتینومیست اثر مثبتی بر افزایش اجزا عملکرد جو دارد (۱۸). اثر متقابل کود و رقم بر تمامی پارامترها تأثیر معنی‌داری داشت که با پژوهش ناصری و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد (۱۵).

**جدول ۳- تجزیه واریانس اثر نوع رقم و کود زیستی بر خصوصیات رشدی گیاه جو.**

**Table 3. Analysis of variance showing effect of barley cultivars, biofertilizers, and their interaction on studied traits.**

| منبع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | عملکرد دانه Yield ($kg.ha^{-1}$) | عملکرد کاه Straw yield ($kg.ha^{-1}$) | تعداد دانه در خوشه Grain number per spike | تعداد خوشه در مترمربع Number of spikes per square meter | وزن هزاردانه 1000 seed weight |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک Block | 2 | 1062.75 | 547.75 | 0.9375841 | 53.083* | 1.507** |
| رقم Cultivar | 2 | 6414300.25** | 19172764.75** | 133.213** | 46507.00** | 83.43** |
| خطا Error | 4 | 481.50 | 251. 5 | 2.384 | 3.833 | 0.669 |
| کود Fertilizer | 3 | 1101233.33 | 3242730.00** | 11.175** | 2122.00** | 39.622** |
| کود*رقم Fertilizer ×Cultivar | 6 | 12865.58** | 49699.75** | 4.186** | 810.00** | 8.68** |
| خطا Error | 12 | 1371.00 | 391.33 | 0.694 | 10.056 | 0.647 |
| ضریب تغییرات CV | - | 1.015 | 0.3026 | 8.097 | 0.6868 | 2.685 |

نتیجه مقایسه میانگین اثرات نوع کودزیستی و نوع رقم جو در جدول ٤ نشان داده شده است. بیش‌ترین عملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در مترمربع و وزن هزاردانه در تیمار M-AM مشاهده شد. تیمار M-A نیز در رتبه بعدی قرار دارد که این موضوع برتری رقم ماهور را نشان می‌دهد. کم‌ترین میزان عملکرد مربوط به رقم ایذه است که این موضوع نشان‌دهنده واکنش متفاوت ارقام مختلف نسبت به کود زیستی است. واکنش متفاوت ارقام مختلف جو نسبت به کود زیستی در مطالعه فرید و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش شده است (۱۸).

**جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات نوع کودزیستی و نوع رقم بر صفات رشدی گیاه جو.**

**Table 4. Comparison of barely yield and yield criteria for all treatments.**

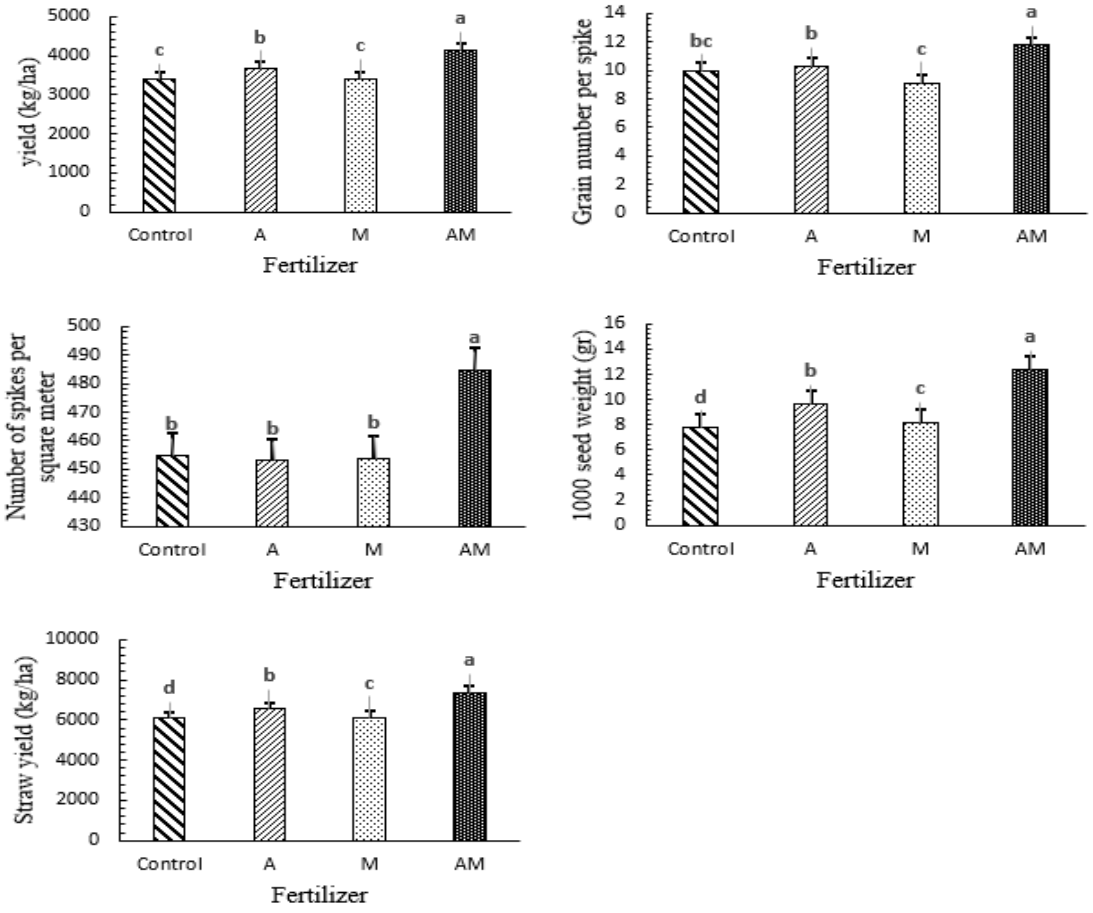
| تیمار* Treatment* | عملکرد دانه Yield ($kg.ha^{-1}$) | عملکرد کاه Straw yield ($kg.ha^{-1}$) | تعداد دانه در خوشه Grain number per spike | تعداد خوشه در مترمربع Number of spikes per square meter | وزن هزاردانه 1000 seed weight |
|---|---|---|---|---|---|
| M-control | 4238±15.87451$^{c}$ | 7547±9.16515$^{c}$ | 14.0000±1.00000$^{b}$ | 510.0000±2.64575$^{c}$ | 9.5000±0.26458$^{c}$ |
| I-control | 2872±62.86493$^{i}$ | 5179±10.44031$^{k}$ | 7.6667±0.57735$^{ef}$ | 398.0000±2.00000$^{g}$ | 6.7000±0.30000$^{g}$ |
| K-control | 3048±45.57412$^{h}$ | 5530±32.04684$^{h}$ | 8.3333±0.57735$^{def}$ | 457.0000±3.60555$^{e}$ | 7.1000±0.17436$^{fg}$ |
| M-A | 4506±57.68882$^{b}$ | 8004±11.35782$^{b}$ | 15.3333±1.52753$^{b}$ | 532.0000±3.00000$^{b}$ | 13.2000±0.26458$^{b}$ |
| M-M | 4220±26.45751$^{c}$ | 7524±5.00000$^{c}$ | 11.0000±1.00000$^{c}$ | 506.0000±2.00000$^{c}$ | 9.4000±0.43589$^{d}$ |
| M-AM | 4931±37.72267$^{a}$ | 8797±55.48874$^{a}$ | 16.0000±1.00000$^{a}$ | 546.0000±7.21110$^{a}$ | 17.8000±0.79373$^{a}$ |
| I-A | 3012±4.3589$^{h}$ | 5404±10.44031$^{i}$ | 7.0000±1.00000$^{f}$ | 367.0000±3.60555$^{h}$ | 7.7000±0.43589$^{ef}$ |
| I-M | 2890±17.34935$^{i}$ | 5282±7.00000$^{j}$ | 7.6667±1.52753$^{ef}$ | 393.0000±2.64575$^{g}$ | 7.2000±0.30000$^{fg}$ |
| I-AM | 3576±5.56776$^{e}$ | 6422±2.64575$^{e}$ | 9.0000±1.00000$^{de}$ | 438.0000±2.64575$^{f}$ | 8.5000±0.26458$^{e}$ |
| K-A | 3458±5.29150$^{f}$ | 6261±4.00000$^{f}$ | 8.6667±0.57735$^{def}$ | 460.0000±2.64575$^{e}$ | 8.1000±0.26458$^{e}$ |
| K-M | 3102±4.3589$^{g}$ | 5579±6.24500$^{g}$ | 8.6667±0.57735$^{def}$ | 463.0000±4.00000$^{e}$ | 7.7000±0.43589$^{ef}$ |
| K-AM | 3903±6.245$^{d}$ | 6919±5.29150$^{d}$ | 10.3333±0.57735$^{cd}$ | 470.0000±2.64575$^{d}$ | 10.8000±0.98489$^{c}$ |

*حرف اول نشان‌دهنده رقم جو ماهور (M)، ایذه (I) و خرم (K) و حرف دوم نشان‌دهنده نوع کود زیستی شاهد (control)، ازتوباکتر (A)، میکوریزی (M) و ازتوباکتر + میکوریزا (AM)

* Frist letters show barely culticar: Mahoor (M), Izeh (I) and Khoram (K) and second letters show types of biofertilizer treatments: control (no biofertilizer), Azotobacter (A), Mycorrhiza (M) and Azotobacter+Mycorrhiza (AM)

ماهور بیش‌ترین عملکرد دانه و کود ازتوباکتر + میکوریزا بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد دانه جو داشتند. این رقم که در سال ۱۳۸٦ در ایران عرضه شد، در سال‌های اخیر عملکرد قابل‌قبولی در مزارع داشته است (۱۹). با این‌حال، خرم و ایذه در مزارع تحقیقاتی سایر استان‌های ایران نیز نتایج قابل‌قبولی داشتند (۱۷). به همین دلیل اثر متقابل این دو تیمار بیش‌ترین میزان عملکرد دانه (٤۹۳۱ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. پس از تیمار M-AM بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمارهای M-A و M-control به‌ترتیب با مقادیر ٤٥۰٦ و ٤۲۳۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. در مقایسه بین

کودهای مصرف شده با اعمال کود زیستی ازتوباکتر- میکوریزا بیش‌ترین عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه در مترمربع، وزن هزاردانه و عملکرد کاه به‌دست آمد و کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار شاهد مشاهده شد تفاوت عملکرد دانه بین این دو تیمار ۲۲/۱۵ درصد بود (شکل ۲).



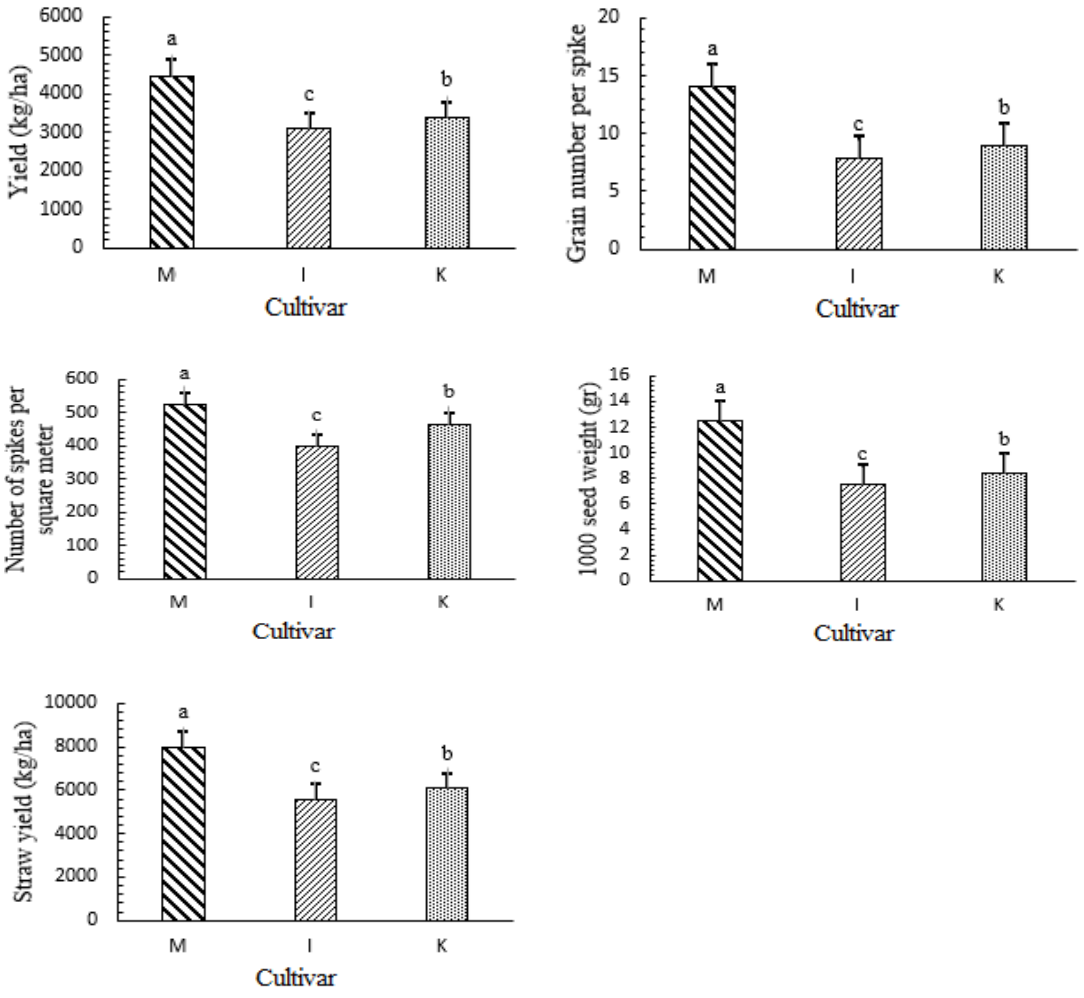

**شکل ۲- اثر نوع کود زیستی بر میانگین صفات رشدی اندازه‌گیری‌شده در ارقام جو.**

**Figure 2. The effect of biofertilizer type on mean growth traits measured in barley cultivars.**

قارچ‌های میکوریزی با داشتن شبکه هیف گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم‌تحرک فسفر، روی و مس افزایش داده و رشد آن‌ها را بهبود می‌بخشد (۲۰). هم‌چنین این قارچ‌ها با تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین، سیتوکینین و ... باعث افزایش رشد گیاه، افزایش مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا و بهبود ساختار خاک با اتصال ذرات خاک به یکدیگر می‌شوند (۲۱). میکروارگانیسم‌های مفیدی مانند ازتوباکتر با تثبیت نیتروژن، سنتز هورمون‌های گیاهی و مکمل‌های غذایی که برای گیاه مفید هستند، رشد گیاه را تحریک می‌کنند (۲۲). ازتوباکتر، یکی از ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه "PGPR" است که می‌تواند پروتئین‌های بیولوژیکی را با استفاده از نیتروژن اتمسفر تولید کند (۲۳). علاوه‌بر این، سایر پژوهش‌گران نشان داده‌اند که سویه‌های ازتوباکتر می‌توانند رشد گیاه، کارایی مصرف نیتروژن و تولید محصول را بهبود بخشند

(۲٤). گوراو و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند که استفاده از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مانند ازتوباکتر می‌تواند محتوای پروتئین برگ‌های گیاه توت را افزایش دهد (۲۵).

در بین رقم‌های مورد مطالعه ماهور با ٤٤۷۳ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و ایذه با ۳۰۸۷/٤٤۷۳ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد دانه را داشتند (شکل ۳). حاجی‌پور و همکاران (۱۳۹٦) گزارش دادند که رقم ماهور بیش‌ترین عملکرد دانه را نسبت به خرم و هشت رقم دیگر دارد. یکی از مهم‌ترین عواملی که باعث تفاوت عملکرد دانه در بین ارقام مختلف می‌شود، ترکیب ژنتیکی آن‌هاست. در شرایط محیطی خاص، این عامل می‌تواند به‌شدت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد تأثیر بگذارد (۲٦). السرادی و همکاران (۲۰۲۲) تفاوت آماری معنی‌داری را بین ارقام مختلف گندم در پاسخ به مصرف کودهای بیولوژیکی و شیمیایی مشاهده کردند (۲۷).




**شکل ۳- اثر نوع رقم بر صفات رشدی اندازه‌گیری شده گیاه جو.**

**Figure 3. The effect of variety type on measured growth traits of barley plant.**

نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به این نتایج، ضرایب همبستگی بین تمامی صفات به‌طور معنی‌داری مثبت است. این موضوع نشان می‌دهد که با افزایش هر صفت، صفت دیگر افزایش می‌یابد. بنابراین تلاش برای افزایش پارامترهای رشد باعث افزایش عملکرد خواهد شد. بنابراین، اگر رقمی عملکرد بهتری داشته باشد، اجزای عملکرد بهتری نیز دارد. کود زیستی تأثیر مشابهی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دارد.

**جدول ۵- ضریب همبستگی بین صفات مورد مطالعه.**

**Table 5. Correlation coefficients among studied traits.**

| Traits | عملکرد دانه Yield ($kg.ha^{-1}$) | عملکرد کاه Straw yield ($kg.ha^{-1}$) | تعداد دانه در خوشه Grain number per spike | تعداد خوشه در مترمربع Number of spikes per square meter | وزن هزاردانه 1000 seed weight |
|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد دانه Grain Yield | 1 | | | | |
| عملکرد کاه Straw yield | $0.99^{**}$ | 1 | | | |
| تعداد دانه در خوشه Grain number per spike | $0.91^{**}$ | $0.92^{**}$ | 1 | | |
| تعداد خوشه در مترمربع Number of spikes per square meter | $0.90^{**}$ | $0.90^{**}$ | $0.87^{**}$ | 1 | |
| وزن هزاردانه 1000 seed weight | $0.88^{**}$ | $0.88^{**}$ | $0.84^{**}$ | $0.76^{**}$ | 1 |

## نتیجه‌گیری

در استان لرستان کشت جو برای تامین خوراک دام رایج است. نتایج این پژوهش نشان داد که رقم ماهور بالاترین عملکرد دانه را نسبت به دو رقم دیگر دارد. در بین کودهای مورد استفاده، ازتوباکتر + میکوریزا مؤثرترین بود. بنابراین اثر متقابل این دو تیمار نیز بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد دانه (۴۹۳۱ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد کاه (۸۷۹۷ کیلوگرم در هکتار)، تعداد دانه در سنبله (۱۶)، تعداد سنبله در مترمربع (۵۴۶) و وزن ۱۰۰۰ دانه (۱۷/۸ گرم) داشت. با توجه به این موضوع، پیشنهاد می‌شود ارقام دیگر جو تحت کودهای زیستی متفاوت برای دستیابی به عملکرد و اجزای عملکرد بیش‌تر مقایسه شوند.

## منابع


1. Glick, B. R. (2012). Plant growth promoting bacteria: Mechanisms and Applications. Hindawi Publishing Corporation Scientifica, 15p.
2. Xu, Z. Z., Yu, Z. W., & Wang, D. (2006). Nitrogen translocation in wheat plants under soil water deficit. *Plant and soil*, 280, 1-2. 291-303. **doi:10.1007/s11104-005-3276-2**.
3. Marschner, P. (2011). Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd Edition. Academic Press, 672p.
4. Ghalavand, R., Hamidi, A., DehghanShoar, A., Malakooti, M., Asgharzadeh, M. J., & Chokan, A. (2006). Application of biofertilizer (biologic) ecological guidline for sustainable agriculture. Proceedings of the Crop Science Congress. Aborihan paradis, Tehran University. [In Persian].
5. Cohen, A. T., Mariela, P., Ruben, B., & Patricia, P. (2007). Azospirillum brasilense and ABA Improve Growth in Arabidopsis. International Plant Growth Substances Association 19th annual meeting Puerto Vallarta, Mexico-July, pp. 21-25.
6. Sinha, R. K., Valani, D., Chauhan, K., & Agarwal, S. (2010). Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin, *Agricultural Research Updates.* 10, 2-6.
7. Youssef, M. M. A., & Eissa, M. F. M. (2014). Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes. A review, *Journal of Pharmacy Research*, 5 (1), 1-6. **ISSN: 2141-7474.**
8. Farhan, M. J., Khalefah, K. M., Hammadi Mahdi, S., & Ahmed Alsajri, F. (2022). The Impact of Inoculation with Azotobacter and Azospirillum Bacteria and Chemical Fertilizer on Barley Growth (*Hordeum Vulgare* L.). IOP Conf. Ser.: *Earth and Environmental Science*, 1060 012001. **doi:10.1088/1755-1315/1060/1/012001.**
9. Aasfar, A., Bargaz, A., Yaakoubi, K., Hilali, A., Bennis, I., Zeroual, Y., & Meftah Kadmiri, I. (2021). Nitrogen fixing Azotobacter species as potential soil biological enhancers for crop nutrition and yield stability. *Frontiers in Microbiology*, 12, 354. **doi: 10.3389/ fmicb.2021.628379.**
10. Arzanesh, M. H., Alikhani, H., Khavazi, K., Rahimian, H., & Miransari, M. (2010). Wheat (*Triticum aestivum* L.) growth enhancement by Azospirillum sp. under drought stress. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27, 197-205. **doi:10.1007/s11274-010-0444-1.**
11. Mustafa, Y., Canbolat, K. B., Ramazan, Ç., & Fikrettin, S. (2006). Effects of mineral and biofertilizers on barley growth on compactedsoil, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*. 56, 324-332. **doi:10.1080/09064710600591067.**
12. Odgerel, B., & Tserendulam, D. (2016). Effect of chlorella as a biofertilizer on germination of wheat and barley grains. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 56 (4), 26-31. **doi:10.22034/ijab.v7i2.582.**
13. Khalvati, M. A., Hu, Y., Mozafar, A., & Schmidhalter, U. (2005). Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant Biology*, 7 (6), **doi:706-12. 10.1055/s-2005-872893.**
14. Normohamadi, GH., Siadat, A. S., & Kashani, A. (2010). Crop Growing. Shahid chamran university of Ahvaz publications. 446p. [In Persian].
15. Naseri, R., Mirzaei, A., & Abbasi, A. (2022). The combined role of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilizer on nutrient uptake of shoot in barley under rainfed conditions. *Journal of plant ecophysiology*, 17 (66), 24-39. **doi:10. 30495/ IPER. 2022. 690265**. [in Persian].
16. Sepahvand, H., & Forghani, A. (2011). Evaluation the Distribution of Different Zinc Forms and their Relations with Soil Properties in some Calcareous Soils of Lorestan Province. *Water and Soil*,

25 (5), 1128-1137. [In Persian]. **doi:10.22067/JSW.V0I--.11224.**

17. Hajipoor, M., Rahemi Karizaki, A., Sabouri, H., & Fllahi, H. A. (2016). Investigation of Barely Grain Yield Improvement during the Last Half Century across Golestan Province. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 14(4), 765-774. [In Persian]. **doi:10.22067/GSC.V14I4.48516**.
18. Farid, A. F., Noori, M. S., & Farkhari, Z. (2022). Effect of biofertilizer on yield and yield components of some wheat and barley cultivars. *Plan Production and. Genetics*, 3 (2), 275-290. [In Persian]. **doi:10.34785/J020.2022.009**.
19. Mohammadi, M., Roostaei, M., Nourinia, A., & Hosseinpour, T. (2009). Mahoor, a new barley cultivar for semitropical dryland conditions. *Seed and plant improvement journal*, 3, 509-511. [In Persian].
20. Marschner, H., & Dell, B. (1994). Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 159: 89-102. **doi:10.1007/BF00000098**.
21. Djebali, N., Turki, S., Zid, M., & Hajlaoui. M. R. (2010). Growth and development responses of some legume species inoculated with a mycorrhiza-based biofertilizer. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1 (5), 748-754. **doi:10.5251/ abjna. 2010.1.5.748.754.**
22. Joseph, B., Patra, R. R., & Lawrence, R. (2007). Characterization of plant growth promoting rhizobacteria associated with chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Plant Production.* 1, 141-152. **doi:10.22069/ IJPP.2012.532.**
23. Arough, Y. K., Sharifi, R. S., Sedghi, M., & Barmaki, M. (2016). Effect of zinc and bio fertilizers on antioxidant enzymes activity, chlorophyll content, soluble sugars and proline in triticale under salinity condition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44, 116-124. **doi:10.15835/ nbha44110224.**
24. Aasfar, A., Bargaz, A., Yaakoubi, K., Hilali, A., Bennis, I., Zeroual, Y., & Meftah Kadmiri, I. (2021). Nitrogen fixing Azotobacter species as potential soil biological enhancers for crop nutrition and yield stability. *Frontiers in Microbiology*, 12, 354. **doi: 10.3389/ fmicb.2021.628379.**
25. Gurav, R. G., & Jadhav, J. P. (2013). A novel source of biofertilizer from feather biomass for banana cultivation. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 4532-4539. **doi.:10.1007/ s11356-012-1405-z.**
26. Abdou, E. S. M., Ghanem, S., Zeiton, O., & Omar, A. (2018). Effect of some bio-fertilizers on the yield and quality of three bread wheat cultivars under differed nitrogen levels. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45, 1581-1597. **doi:10.21608/ zjar. 2018.48417.**
27. El-Sorady, G. A., El-Banna, A. A. A., Abdelghany, A. M., Salama, E. A. A., Ali, H. M., Siddiqui, M. H., Hayatu, N. G., Paszt, L. S., & Lamlom, S. F. (2022). Response of Bread Wheat Cultivars Inoculated with Azotobacter Species under Different Nitrogen Application Rates. *Sustainability*, **14, 83-94. doi:10.3390/su14148394.**