

## تأثیر باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز بر رشد، عملکرد و صفات کیفی پیاز خوراکی توده هوراند

حسین عزتی کنده<sup>۱\*</sup>، صاحبعلی بلندنظر<sup>۲</sup>، محمدرضا ساریخانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۲۰

۱- فارغ التحصیل علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\*مسئول مکاتبه: Email: azatyhossein@gmail.com

### چکیده

باکتری‌های محرک رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز نقش مهمی در تامین نیاز گیاهان به عناصر غذایی دارند. این ریزموجودات در اطراف ریشه گیاه مستقر شده و در تامین و جذب عناصر غذایی نقش دارند. به منظور بررسی اثر کارایی باکتری‌های محرک رشد گیاهان و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رشد، عملکرد و صفات کیفی پیاز خوراکی توده هوراند آزمایشی مزرعه‌ای به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه به اجرا در آمد. در این آزمایش پیاز خوراکی توده هوراند با باکتری‌های *Azospirillum AC46I* و *Pseudomonas fluorescens Chao* و یک گونه قارچ میکوریز آربوسکولار *Glomus intraradices* تلقیح و کاشته شد. اثر تیمار بر TSS و غلظت پتاسیم، معنی دار نبود. ولی تعداد برگ، وزن تر پیاز، وزن خشک پیاز، قطر گردن سوخ، شاخص برداشت، درصد ماده خشک، عملکرد، غلظت فسفر، نسبت پیازدهی و محتوای کلروفیل در سطح احتمال ۱ درصد و وزن خشک اندام هوایی، قطر سوخ، در سطح احتمال ۵ درصد تحت تاثیر تیمار باکتری‌های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز معنی دار بود. پیازهای تلقیح شده با ۳ تیمار باکتری‌های محرک رشد و قارچ میکوریز از درصد ماده خشک (۱۶/۲۴-۱۰٪) و غلظت فسفر (۵۳/۵۷٪) بالاتری برخوردار بوده و همچنین بیشترین عملکرد در مترمربع (۱۰/۳۳) در اثر تیمار تلقیحی باکتری‌ها و قارچ بدست آمد. بطور کلی تیمار تلقیحی قارچ‌های میکوریز به همراه باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) نتایج بهتری را نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای انفرادی باکتری‌ها و قارچ در بهبود صفات کمی و کیفی پیاز خوراکی توده هوراند داشت.

واژه‌های کلیدی: پیاز خوراکی، باکتری‌های ریزوسفری، قارچ میکوریز آربوسکولار، صفات رشد، عناصر غذایی

## Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Arbuscular Mycorrhiza on Growth, Yield and Quality of Onion (*Allium cepa* L.) Horand Landrace

Hossein Azatykandeh<sup>1\*</sup>, Sahebali Bolandnazar<sup>2</sup>, Mohammad Reza Sarikhani<sup>3</sup>

Received: February 18, 2018 Accepted: September 11, 2018

1- Graduated from the Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Iran.

2- Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Iran.

3- Assoc. Prof., Dept. of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Iran.

\*Corresponding Author: E-mail: azatyhossein@gmail.com

### Abstract

Plant growth promoting rhizobacteria and mucorrhizal fungi play an important role in the supply of nutrients in plants. These microorganisms are usually spread around rizosphere and facilitate absorption of nutrients. In order to evaluate the effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhizal fungi on growth, yield, and quality traits of onion, a field experiment in a completely randomized block design with 8 treatments and 3 replications was conducted. In this experiment onion seed (Horand landrace) was inoculated with bacteria including *Azospirillum* AC46I, *Pseudomonas fluorescens* Chao, and species *Glomus intraradices* of arbuscular mycorrhizal fungi. Then inoculation onion seed cultivated. The effect of treatment on TSS and potassium concentration was not significant. But leaf number, fresh weight, dry weight of onion, bulb neck diameter, harvest index, dry matter percentage, yield, phosphorous concentration, bulbing ratio and chlorophyll content were significant ( $p \leq 1\%$ ) and dry weight shoot, bulb diameter at 5% probability level. Inoculation including the plant growth promoting rhizobacteria and mycorrhizal fungi had a higher dry matter content (10-16/24%) and phosphorus concentration (53/57%). And also the highest yield per square meter (10.33) was obtained by the combined of bacteria and fungi. Generally application of AMF with two PGPR (*Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum*) led to better bulb yield and quality traits of bulb in comparison with control plants and plants inoculated with individual AMF and PGPR bacteria.

**Keywords:** Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Growth Traits, Nutritional Elements, Onion, Rhizospheric Bacteria

### مقدمه

هایی نظیر ریبوفلاوین، نیاسین، تیامین، ویتامین آ و ث می باشد. از نظر بهداشتی و دارویی به علت داشتن مواد گوگرددار آلیل پروپیل دی سولفید با خاصیت ضد عفونی کنندگی دارای اهمیت است. پیاز خوراکی به دلیل داشتن مواد آنتی اکسیدان و اسیدهای چرب آلیسین یک سبزی ضد سرطان و ضد فشار خون محسوب می گردد (بروستر ۱۹۹۰). این محصول نیاز بالایی به آب و

پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) از تیره (*Alliaceae*)، گیاهی تک لپه، علفی و دوساله است. برای تولید سوخ به صورت یکساله پرورش داده می شود. کشور ایران مرکز تنوع بسیار مهم و مناسبی برای جنس *Allium* است (پیوست ۱۳۸۴). از لحاظ تغذیه ای اهمیت پیاز خوراکی به دلیل داشتن مقادیری پروتئین، آهن، فسفر و ویتامین

*chroococcum* بر عملکرد غلات، بقولات، دانه های روغنی، سبزی ها توسط پژوهشگران متعدد گزارش شده است (مارشور و همکاران ۱۹۹۴). تحقیقات گوناگون حاکی از اثر مثبت باکتری های محرک رشد بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی است. تثبیت نیتروژن توسط *Azospirillum* در صورت کمبود نیتروژن و در شرایط میکروهوایی و با استفاده از ترکیبات کربنی ساده مانند اسید های آلی و قند ها انجام می شود. ریشه گیاهان ترکیبات کربنی را فراهم نموده و با فعالیت تنفسی و پایین نگه داشتن اکسیژن شرایط را برای تثبیت فراهم می کنند (المریج و همکاران ۱۹۹۲). بازده کودهای شیمیایی فسفات بین ۲۵-۱۰ درصد می باشد و تقریباً ۹۵-۷۵ درصد آن در خاک در اثر واکنش با کاتیون های فلزی رسوب کرده و به فرم غیر قابل استفاده گیاه تبدیل می شود (ایشرورد ۱۹۹۸). لازم است که این منبع عظیم فسفر را به صورتی برای گیاه قابل جذب و استفاده نمود. فراهمی زیستی فسفر قابل جذب در خاک به نوع گیاه، شرایط و سطح تغذیه ای و فلور میکروبی خاک بستگی دارد (ساریخانی و همکاران ۲۰۱۴). باکتری های حل کننده فسفات قادرند با مکانیسم هایی مانند تولید و ترشح اسیدهای آلی به خصوص ۲- گلوکونیک، سیتریک، مالیک و سوکسونیک در انحلال فسفات های معدنی کم محلول موثر باشند. به علاوه بسیاری از این باکتری ها با تولید آنزیم های فسفاتاز آزاد شدن فسفر را از ترکیبات آلی فسفردار موجب می شوند (سلیسپور ۲۰۰۳). استفاده از میکروارگانیزم های خاکزی که توانایی انحلال فسفات ها و تبدیل آن به فسفر محلول را دارند، یکی از راه های موثر برای افزایش قابلیت جذب فسفر در خاک ها است (علی اصغرزاده و همکاران، ۲۰۰۵). از مهمترین این باکتری ها می توان به *P. putida*، *P. fluorescens* و *B. circle* اشاره نمود (سوبرامانیان و چاریست ۱۹۹۷). *Pseudomonas* به ویژه *P. fluorescens* از مهمترین اعضای جامعه ریزوسفری خاک به شمار رفته و اثرات مثبت ناشی از تلقیح آنها بر رشد گیاهان به اثبات رسیده

عناصر غذایی برای رشد دارد. استان آذربایجان شرقی به ویژه منطقه هوراند یکی از مراکز عمده تولید پیاز خوراکی می باشد. که برای برطرف کردن نیاز غذایی آن از کودهای شیمیایی با اولویت کودهای نیتروژنه و فسفات در مقادیر زیاد استفاده می شود که عوارض جبران ناپذیری را در محیط زیست و بدن انسان بر جای می گذارند. باکتری های محرک رشد و قارچ های میکوریز از ریز موجودات مفید خاک تهیه و کارایی بالایی از نظر تولید عوامل محرک رشد و فراهم سازی عناصر غذایی به شکل قابل جذب را دارا می باشند. باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن، حل کننده فسفات و قارچ های میکوریز از جمله ریز موجودات موثر در این فرایند شناخته شده اند. باکتری های ریزوسفری که همراه با اثرات مفید در رشد و توسعه گیاه هستند به عنوان باکتری های محرک رشد گیاه PGPR<sup>۱</sup> شناخته می شوند. این ریز موجودات معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر غذایی همیاری می کنند. این موجودات باعث تثبیت نیتروژن، آزادسازی یون های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره از ترکیبات نامحلول، بهبود ساختمان خاک، افزایش محصول، کاهش آلودگی ناشی از مصرف کود های شیمیایی و در نتیجه کاهش بیماری ها خواهد شد (چن ۲۰۰۶). میکروارگانیزم هایی که در تولید کودهای زیستی مورد استفاده قرار می گیرند بطور عمده از خاک استخراج شده و در شرایط آزمایشگاهی، در محیط های کشت مخصوص تکثیر و پرورش پیدا می کنند و بعد به صورت بسته بندی مصرف می شوند (فیض و ملبوبی ۲۰۰۶). از مهمترین باکتری ها می توان به *Pseudomonas*، *Basillus*، *Azospirillum*، *Rhizobium* و *Azotobacter* اشاره کرد (گلیک ۱۹۹۵). تثبیت نیتروژن توسط باکتری ها به سه شکل آزادزی یا غیر همزیست مثل *Azotobacter*، همزیستی مثل *Rhizobium* و به شکل همیاری مثل باکتری های جنس *Azospirillum* صورت می پذیرد (پائول ۲۰۰۷). اثرات مفید تلقیح با باکتری *Azotobacter*

است (رسولی و همکاران ۲۰۰۳). قارچ های میکوریز آربوسکولار، نیز یکی از مهمترین ریز موجودات خاک هستند که می توانند با بیش از ۸۰ درصد گونه های گیاهی جهان رابطه همزیستی برقرار نمایند (غلامی و کوچکی ۲۰۰۱). این قارچ ها به عنوان قارچ همزیست اجباری، نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی به ویژه فسفر و برخی از عناصر کم مصرف در اکوسیستم ها و حفاظت گیاهان در مقابل تنش های محیطی و کشاورزی ایفا می کنند (وارما و هوک ۱۹۹۸). همزیستی ریشه پیاز خوراکی با قارچ های میکوریز آربوسکولار توسط محققان مختلف گزارش شده است. بیشترین اثر سود آور قارچ های میکوریزایی بهبود وضع تغذیه ای گیاه میزبان به خصوص در مورد فسفر است. این قارچ ها در خاک هایی که غلظت عناصر غذایی آنها (به ویژه فسفر) کم تا متوسط باشد، قادرند نیاز فسفوری گیاه میزبان را تامین کنند به طوری که نیازی به مصرف کود های شیمیایی فسفره نباشد (آستارایی و کوچکی ۱۹۹۶). قارچ ها با یک تعامل سه گانه خاک-قارچ-گیاه قادرند فواید زیادی را برای گیاه میزبان فراهم بکنند. گزارش شده که در اثر استفاده از کودهای زیستی و قارچهای میکوریز آربوسکولار طول غلاف و تعداد دانه در غلاف لوبیا سبز بیشتر شده و بالاترین میزان ویتامین ث نیز در تیمارهای کودزیستی بارور ۲ و قارچ میکوریز آربوسکولار بدست آمد (کریمی و بلندنظر ۲۰۱۳). الکراکی (۲۰۰۰) مشاهده کرده بالابودن وزن خشک شاخساره و ریشه، عملکرد میوه تازه وزن و تعداد میوه در گیاه گوجه فرنگی میکوریزه شده بیشتر از گوجه فرنگی بدون میکوریز می باشد. و نیز گزارش شده که توسعه رشد، عملکرد، وضعیت آبی، محتویات مواد و کیفیت میوه کدو مسمائی آغشته به *Glomus intraradices* زمانی که حتی در معرض شوری قرار گرفته افزایش یافته است. افزایش رشد گیاهان میکوریزه شده تاحدی مربوط به افزایش استفاده از مواد غذائی به ویژه بهتر شدن ماده غذائی فسفر می باشد (اویلین و همکاران ۲۰۰۹). کاربرد توام

قارچ میکوریز آربوسکولار و باکتری های حل کننده فسفات باعث افزایش فسفر قابل جذب و در نتیجه انحلال بیشتر فسفات های نامحلول از منبع کودی خاک فسفات می شود (کابلو و همکاران ۲۰۰۵). بلندنظر و خرسندی (۲۰۱۴) در بررسی خود دریافتند پیازهای تلقیح شده با کود زیستی دارای وزن تر و خشک بیشتر و از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. همچنین صادقی و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که تلقیح بذر با باکتری های حل کننده فسفات و قارچ میکوریز آربوسکولار باعث کاهش ۵۰ درصدی مصرف کود شیمیایی فسفر بدون کاهش عملکرد ذرت شد. افزایش غلظت و مقدار پتاسیم و فسفر اندام هوایی گوجه فرنگی مایه کوبی شده با برخی جدایه های سودوموناس توسط شیخ علیپور و بلندنظر (۲۰۱۶) گزارش شده است. امروزه با افزایش تولیدات کشاورزی برای رفع نیازهای جمعیت در حال رشد، نگرانی در مورد سلامت غذا برای بشر مطرح گردیده است. آلودگی آب، خاک، هوا، مقاومت آفات به سموم و گسترش مصرف کودهای شیمیایی سبب گردید برای حفظ منابع به کشاورزی پایدار توجه بیشتری شود. پس برای تولید محصول سالم و پاک و در نتیجه داشتن جامعه سالم و با نشاط، یکی از راه ها استفاده از میکروارگانیسم های مفید خاک می باشد. استفاده از فراورده های گیاهی زیستی رابطه تنگاتنگ با تندرستی افراد جامعه دارد (صالح راستین ۱۹۹۸). بنابراین استفاده از قارچ های میکوریز و باکتریهای محرک رشد گامی مثبت در راستای تولید ارگانیک پیاز خوراکی و احیای کشاورزی پایدار محسوب می شود. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز آربوسکولار بر رشد، عملکرد و صفات کیفی پیاز خوراکی توده محلی هوراند می باشد.

#### مواد و روشها

این آزمایش در سال ۲۰۱۴ در مزرعه ای واقع در حومه شهر اهر اجرا شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا

۱۳۲۷ متر و طول و عرض جغرافیای آن به ترتیب ۴۷/۰۶ درجه شرقی و ۳۸/۴۶ درجه شمالی می باشد. میانگین دمای فصول رشد و نمو (بهار و تابستان) در سال ۲۰۱۴ این ناحیه ۱۷/۰۶ و میانگین حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۱۰/۸ و ۲۳/۷۶ درجه سانتی گراد بود. بافت خاک بر اساس آزمایش خاک صورت گرفته از عمق توسعه ریشه (۳۰ سانتی متری) رسی شنی بوده و از لحاظ هدایت الکتریکی در خاک مزبور هیچ گونه خطر شوری وجود نداشته و مقدار فسفر آن رضایتبخش و پتاسیم آن در حد متوسط و نیتروژن آن خیلی پایین بود.

در این آزمایش از پیاز خوراکی توده هوراند استفاده شد. این توده دارای استقرار و رشد مطلوب در مناطق سردسیر و با بافت خاک تا حدودی رسی لومی می باشد. و کاملاً با مناطق سردسیر سازگار و دارای رنگ (مسی) و مزه مخصوص خود بوده و از خاصیت انبارمانی خوبی در صورت عدم استفاده از کود های شیمیایی (تولید ارگانیک) برخوردار می باشد. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۸ تیمار و در سه تکرار به اجرا در آمد که تیمار های آزمایش شامل باکتریهای *Azospirillum*, *Pseudomonas. fluorescens* Chao AC46I و قارچ میکوریز آربوسکولار گونه *Glomus intraradices* بود. که بصورت منفرد و ترکیبی به همراه شاهد بدون تیمار بکار گرفته شد. زمین مورد نظر پس از انجام عملیات شخم و افزودن ماسه تسطیح، و کرت بندی شد. ابعاد هر کرت ۲/۵×۲/۵ متر مربع در نظر گرفته شد. جهت تلقیح بذر با قارچ میکوریز ابتدا بذر ها با ماسه حاوی مایه تلقیح قارچ مخلوط، سپس بر روی ردیف ها با فاصله ۲۵ سانتی متر کشت گردید. برای تلقیح بذور با باکتری های مورد نظر ابتدا بذور در داخل شیارهای کاشت ایجاد شده قرار گرفت سپس مایه تلقیح باکتری های آماده شده بر روی بذور اسپری و روی بذور با

ماسه بادی پوشیده شد. در تیمار های بدون قارچ جهت سهولت کشت و تراکم مطلوب، بذور با ماسه بادی مخلوط و در شیار های ایجاد شده قرار گرفت. در طول آزمایش و به خصوص شروع رشد آن علف های هرز به صورت دستی کاملاً کنترل گردید و به علت سله بستن خاک عملیات سله شکنی صورت گرفت. به دلیل تراکم بالای گیاهان در داخل ردیف ها عملیات تنک کردن صورت گرفت و فاصله بوته ها ۱۰-۸ سانتی متر منظور گردید. به علت غنی بودن خاک از فسفر و پتاسیم مطابق آزمون خاک کود فسفره و پتاسیمی استفاده نگردید ولی با توجه به کمبود نیتروژن برای جبران آن ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره در ۳ نوبت (۲ تا ۳ برگی، ۴ تا ۵ برگی و کمی قبل از پیازدهی) همزمان با آبیاری به صورت سرک استفاده شد. در طول رشد و نمو گیاهان بیماری خاصی مشاهده نشد، به محض مشاهده علائم ناشی از وجود آبدزدک با طعمه مسموم سوین به میزان ۵۰ گرم برای هر کرت در زمان ۲ هفته بعد از کاشت مبارزه شد و نیز بصورت پراکنده و جزئی علائم تریپس پیاز مشاهده گردید که با سموم فن والریت و استامی پراید (با دز ۱/۵ و ۰/۵ در هزار) یک هفته قبل از پیازدهی مبارزه گردید. آبیاری به صورت منظم به فواصل ۷-۵ روز بسته به رطوبت خاک به صورت غرقابی انجام شد. حدود ۲ هفته قبل از برداشت آبیاری قطع گردید.

اندازه گیری محتوای کلروفیل برگ مطابق روش آرنون (۱۹۴۹) توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر بترتیب برای اندازه گیری کلروفیل a و b در برگها استفاده شد. در زمان پیازدهی تعدادی بوته برداشت و صفات تعداد برگ، قطر پیاز (بزرگترین مقطع عرضی سوخ)، قطر گلو، با استفاده از کولیس اندازه گیری شد. وزن تر سوخ ها پس از برداشت

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

درصد اشباع	هدایت الکتریکی (dS.m <sup>-1</sup> )	pH	کربن آلی (%)	نیترژن (%)	فسفر (mg.kg <sup>-1</sup> )	پتاسیم (mg.kg <sup>-1</sup> )	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
۴۵	۰/۹۹	۷/۷	۱/۳۱	۰/۰۰۰۰۱۳	۲۹/۱	۲۹۵/۶	۳۳	۳۲	۳۵

با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گرفته شد. برای اندازه گیری وزن خشک بعد از خارج کردن هر بوته از بستر، برگ ها و سوخ های گیاهان از هم جدا شده و در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت سه روز تا ثابت شدن وزن قرار گرفتند. و برای تعیین وزن خشک با ترازوی دیجیتالی توزین شدند. برای تعیین عملکرد پس از ریزش و خشک شدن ۸۰ درصد از برگ ها آبیاری به مدت دو هفته قطع و سوخ ها از خاک بیرون آورده شد و به دور از نور مستقیم آفتاب به مدت ۱۰ روز خشک، سپس نمونه ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی توزین گردیدند. به منظور اندازه گیری درصد مواد جامد محلول (TSS) از دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی استفاده شد. درصد ماده خشک با استفاده از فرمول وزن خشک نمونه تقسیم بر وزن تر ضربدر ۱۰۰ محاسبه گردید. به منظور اندازه گیری فسفر و پتاسیم از هضم به روش هضم نمونه با اسید استفاده شد (طباطبایی ۲۰۰۹). پس از تهیه عصاره فسفر به روش رنگ سنجی (وانادات-مولیدات) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم با استفاده از دستگاه فیلم فتومتر اندازه گیری گردید (طباطبایی ۲۰۰۹). شاخص برداشت از تقسیم وزن خشک قسمت خوراکی بر وزن کل ضربدر ۱۰۰ محاسبه گردید.

## نتایج و بحث

### رنگیزه های فتوسنتزی

جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر باکتری های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز بر روی کلروفیل a، b و کل دارای اختلاف معنی داری بترتیب در سطح ۵٪، ۱٪ و ۱٪ می باشند. با توجه به جدول

مقایسات میانگین (جدول ۴) بیشترین مقدار کلروفیل a، b و کل مربوط به تیمار تلفیقی باکتری های سودوموناس و آزوسپیریوم با قارچ میکوریز و کمترین مقدار کلروفیل a، b و کل مربوط به تیمار شاهد می باشد. تلفیق مشترک قارچ گلوموس اینترادیسز و باکتری سودوموناس فلورسنس سویه ۱۲ میزان کلروفیل رقم سیستان گندم را به طور معنی داری نسبت به تلفیق مجزای قارچ افزایش داد (سادات و همکاران ۲۰۱۰). افزایش کلروفیل برگ ذرت نسبت به تیمار شاهد در حضور ایزوله های باکتری *Azospirillum* را می توان به بالارفتن میزان نیترژن برگ ها به دلیل توانایی تثبیت نیترژن ایزوله ها، تولید اکسین و توانایی نترات ردوکتازی ایزوله ها در گیاه و به دنبال آن بالارفتن میزان کلروفیل نسبت داد (ریبادو و همکاران ۱۹۹۸). بلند نظر و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که گونه قارچ های میکوریز در افزایش نوع خاصی از کلروفیل موثر است به طوری که گونه *G. intraradices* کلروفیل b را نسبت به دو گونه *G. versiforme* و *G. etunicatum* بیشتر افزایش داد و نیز تلفیق پیاز خوراکی با قارچ میکوریز گونه *G. intraradices* باعث افزایش مقدار کلروفیل b می گردد. مطالعات صورت گرفته بر روی گیاه شنبليله توسط منبری و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که تلفیق باکتری پتروریزوبیوم و کود زیستی پتابارور باعث افزایش رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه شنبليله گردید. در آزمایش اثر کودهای زیستی و قارچ میکوریز بر روی لوبیا سبز توسط کریمی و همکاران (۱۳۹۲) مقدار کلروفیل b و کل افزایش یافت ولی برکلروفیل a تاثیری نگذاشت. مورته و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که

### وزن خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داده که وزن خشک اندام هوایی پیاز خوراکی توده هوراند به طور معنی داری در سطح ۵٪ تحت تأثیر باکتری های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز قرار گرفته است. به طوری که بیشترین وزن خشک (۸/۱ گرم) مربوط به تیمار تلفیقی میکوریز+ آزوسپیریوم+ سودوموناس می باشد و کمترین وزن خشک (۳/۶۱) مربوط به تیمار شاهد می باشد (جدول ۴). فریکلیت و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند که استفاده از باکتری های افزایش دهنده رشد مثل *ازتوباکتر* به همراه قارچ های میکوریز، کارایی این نوع از قارچ ها را در جذب عناصر غذایی افزایش می دهد. تحقیقات گارهام و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که نشاء های گوجه فرنگی تلقیح شده با قارچ میکوریز (*G.mosseae*) در خاک با فسفر پایین بهتر از نشاء های غیر میکوریزی رشد کرده و گوجه فرنگی های میکوریزی وزن خشک بالاتری داشتند. تیلاک و همکاران (۱۹۸۸) اثرات تلقیح توام ازتوباکتر و آزوسپیریوم را روی ماده خشک نرت و سورگوم مثبت و معنی دار گزارش کردند. بیشترین وزن خشک شاخساره گیاه شنبليله با تیمار کودی سینوریزوبیوم در تحقیق منبری و همکاران (۲۰۱۷) بدست آمد.

### وزن تر و خشک سوخ

با توجه به جدول (۳) تجزیه واریانس، تیمارها دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ از نظر وزن تر و خشک سوخ می باشند. بیشترین وزن تر (۴۷/۶۲ گرم) و خشک (۶/۴ گرم) پیاز خوراکی در تیمار آزوسپیریوم+سودوموناس+میکوریز و کمترین وزن تر (۱۴/۳۶ گرم) و خشک (۱/۱۳ گرم) در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴). این نتایج با یافته های بلندنظر و همکاران (۲۰۱۴) مشابه است که اعلام کردند کود زیستی فسفات بارور ۲ باعث افزایش وزن تر و خشک ارقام پیاز آذرشهر، تسوج، هوراند و رزیتای هلند گردید. شارما و

کلنیزاسیون گندم با گونه های قارچ میکوریز موجب افزایش مقدار کلروفیل به ویژه در شرایط تنش خشکی می شود. نتایج این تحقیق نشان داد که قارچ های میکوریز به عنوان حل کننده های فسفر و نیز باکتری های محرک رشد به دلیل متعادل ساختن فسفر و نیتروژن دارای مقدار کلروفیل بیشتری نسبت به بقیه تیمارها و شاهد می باشند.

### تعداد برگ بوته

تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشان داد که تعداد برگ تحت تأثیر باکتری های محرک رشد و قارچ میکوریز قرار گرفته و تیمارها در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بوده اند. به طوری که بیشترین تعداد برگ در گیاه مربوط به تیمار تلفیقی باکتری سودوموناس با قارچ میکوریز و نیز تیمار قارچ میکوریز+سودوموناس+آزوسپیریوم و کمترین تعداد برگ مربوط به تیمار شاهد می باشد (جدول ۴). هادچ (۲۰۰۰) گزارش کرد که قارچ میکوریز و باکتری های موجود در خاک در یک ارتباط متقابل، اسیدهای آمینه، ویتامین ها و برخی هورمون ها را ترشح می کند که باعث تحریک رشد و نمو گیاه می شوند. در حقیقت استفاده از قارچ های میکوریز آربوسکولار که با دارابودن هیف ها و میسلیوم های درون و برون ریشه ای، ریشه را برای جذب آب و مواد غذایی گسترش می دهند به همراه استفاده از باکتری های حل کننده فسفات نظیر سودوموناس فلورسنس (باکتری های کمکی میکوریز آربوسکولار) می تواند با افزایش فسفر قابل دسترس در خاک باعث بهبود رشد گیاه بشود. کریمی و بلندنظر (۲۰۱۳) نشان داده اند که کودهای زیستی حاوی باکتریهای حل کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن باعث افزایش تعداد شاخه های جانبی و برگ گیاه لوبیا سبز شده است. این یافته نیز با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد.

(۰/۵۶ میلی گرم بر گرم وزن خشک) به دست آمد. به این ترتیب باکتری های محرک رشد و قارچ میکوریز باعث افزایش ۵۳/۵۷ درصدی غلظت فسفر نسبت به تیمار شاهد شده اند. در کل تیمارهای شاهد و آزوسپیریولوم نسبت به دیگر تیمارها از غلظت فسفر پایینی برخوردار بودند. استفاده از ریز موجودات خاکزی که توانایی انحلال فسفات های نامحلول آلی و معدنی و تبدیل آن به فسفر محلول را دارند، یکی از راهکارهای موثر برای افزایش قابلیت جذب فسفر در خاک است (حاجی بلند و همکاران ۲۰۰۷). کاربرد توام قارچ میکوریز آربوسکولار و باکتری حل کننده فسفات باعث افزایش فسفر قابل جذب و در نتیجه انحلال بیشتر فسفات های نامحلول از منابع کودی سنگ فسفات می شوند (کابلو و همکاران ۲۰۰۵). ساریخانی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که در بین سه نوع باکتری *P. putida* P13، *Pantoea agglomerans* P5 و *P. fluorescence* بیشترین درصد فسفر بخش هوایی گندم مربوط به تیمار *P. fluorescence* بود. عقیده بر این است که مهمترین اثر فیزیولوژیکی قارچ های میکوریز، افزایش میزان جذب فسفر در خاک های با کمبود فسفر است (استریلی ۱۹۹۰). افزایش میزان جذب فسفر توسط قارچ های میکوریز در پیاز خوراکی (بلند نظر و همکاران، ۲۰۰۷)، فلفل (آگویار گومز و همکاران ۱۹۹۹)، گوجه فرنگی (سوبرامانیان و همکاران ۲۰۰۶)، باقلا (عبدالفتاح و همکاران ۲۰۰۲) و در هندوانه (کایا و همکاران ۲۰۰۳) گزارش شده است.

#### عملکرد سوخ

جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشان داد که تاثیر تیمار باکتری های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز بر عملکرد پیاز در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می باشد. با توجه به نمودار مقایسات میانگین (شکل ۱) بیشترین عملکرد مربوط به تیمار تلفیقی باکتری آزوسپیریولوم + سودوموناس + قارچ میکوریز می باشد

آدولیا (۲۰۰۰) گزارش کردند که تلفیق نشاهای پیاز خوراکی با قارچ های میکوریز موجب افزایش معنی دار وزن تر سوخ در پیاز خوراکی گردید. ریزوباکترهای محرک رشد گیاه می توانند وزن گیاه، رشد گیاه و رقابت گیاهی و مقاومت گیاه در برابر تنش های خارجی را افزایش دهند (آنتون و کلپر ۲۰۰۱). نتایج حاصل از تحقیق سلطانی و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که وزن خشک و تر اندام هوایی لوبیا تحت تاثیر قارچ *G. mosseae* و باکتری *P. putida* بطور چشمگیری افزایش یافت. همچنین تحقیقات جونپرو آبوت (۲۰۱۴) نشان داد که گوجه فرنگی میکوریزه شده دارای ماده خشک، تعداد گره، شاخه های عمودی و برگ های بیشتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزی داشته است.

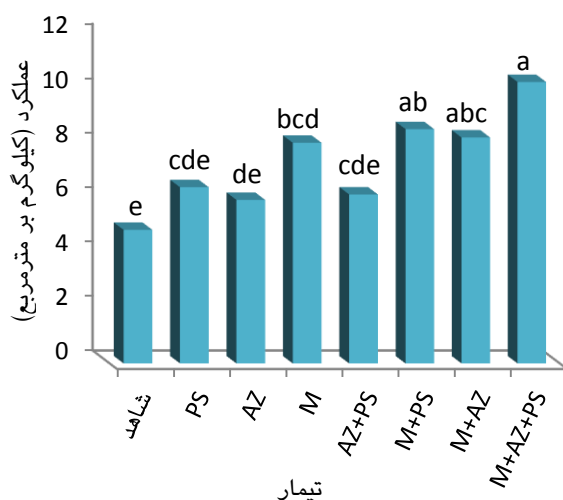
#### فسفر و پتاسیم

همانطوری که تجزیه واریانس عناصر (جدول ۲) نشان می دهد غلظت فسفر در پیاز خوراکی توده هوراند به طور معنی داری تحت تاثیر باکتری های محرک رشد و قارچ میکوریز آربوسکولار قرار گرفته و در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. ولی بر روی غلظت پتاسیم معنی دار نیست. شاید یکی از دلایل عدم اثربخشی باکتری ها و قارچ مذکور در افزایش غلظت پتاسیم گیاه، بالابودن حد بحرانی پتاسیم در خاک مذکور و همچنین حضور سویه ها و جنس های باکتریایی تواند در امر جذب پتاسیم از مکان های تبادل خاکی می باشد. زمانی که ۴ کود زیستی در شرایط درون شیشه ای از نظر آزادسازی پتاسیم از کانی های میکا (موسکوویت و بیوتیت) مورد آزمایش قرار گرفتند، فاقد ویژگی رها سازی پتاسیم از کانی های میکا تشخیص داده شدند (انصاری و همکاران ۲۰۱۵). با توجه به جدول مقایسات میانگین (جدول ۴) بیشترین غلظت فسفر در تیمار تلفیقی میکوریز + سودوموناس + آزوسپیریولوم به میزان (۰/۸۶ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و کمترین غلظت فسفر در تیمار شاهد به میزان



همکاران ۲۰۰۴). افزایش عملکرد پیاز خوراکی ارقام بهاره در اثر همزیستی با قارچ های میکوریز نیز گزارش شده است (ژو و همکاران ۲۰۰۶). با توجه به اینکه فسفر قابل جذب در خاک عامل مهم و محدود کننده در تغذیه، رشد و تولید مثل گیاه به شمار می آید لذا باکتری های حل کننده فسفات و قارچ های میکوریز می توانند نقش اساسی در تولید موفق محصولات کشاورزی ایفا کنند (لوو و وبلی ۱۹۹۵). آزمایشات صورت گرفته بر روی گیاهان، گوجه فرنگی ( شیخ علیپور و همکاران ۲۰۱۶)، پیاز خوراکی ( بلندنظر و همکاران ۲۰۱۴)، لوبیا سبز ( کریمی و همکاران ۲۰۱۳)، گندم ( ساریخانی و همکاران ۲۰۱۳) حاکی از تاثیر مثبت کودهای زیستی بر عملکرد محصولات دارد.

که دارای بیشترین عملکرد (۱۰/۳۳ کیلوگرم در مترمربع) می باشد و کمترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد (۴/۹ کیلوگرم در مترمربع) می باشد. تعادل فسفر و نیتروژن در افزایش عملکرد و بیوماس گیاه بسیار مهم می باشد. به طوری که افزایش عملکرد در این تیمارها مربوط به تغذیه بهتر این گیاهان به ویژه از نظر فسفر و نیتروژن می باشد که این عوامل باعث افزایش رشد و تولید بیوماس بیشتری نسبت به شاهد شده است. باکتری های جنس آزوسپیریلوم و ازتوباکتر علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک با تولید مقادیر قابل توجهی هورمون های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سایتوکینین رشد و نمو و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می دهند (زهیر و



شکل ۱- تاثیر تیمار باکتری های محرک رشد و قارچ میکوریز بر عملکرد پیاز خوراکی توده هوراند. باکتری سودوموناس (PS)، آزوسپیریلیوم (AZ)، قارچ میکوریز (M). (حروف غیر مشابه اختلاف معنی دار، احتمال آزمون در سطح ۱٪ است.)

می شود و در کل موجب کاهش ضایعات انباری پیاز می شود (برایک و همکاران ۱۹۹۰). جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشان داد که اثر باکتری های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز بر روی قطر پیاز خوراکی توده هوراند دارای اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ و بر روی قطر گردن سوخ دارای اختلاف معنی داری در سطح

#### قطر سوخ، قطر گردن سوخ و نسبت پیازدهی

ضخامت گردن از جمله صفات مهم در بازار پسنندی محصول پیاز می باشد و معمولاً مصرف کنندگان پیاز های با گردن باریک و بسته را می پسندند. همچنین بسته بودن گردن پیاز باعث جلوگیری از ورود عوامل بیماریزا به بافت پیاز و جلوگیری از تلفات آب از محل گردن پیاز

### درصد مواد جامد محلول (TSS) سوخ

جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشان داد که اثر باکتری های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز بر روی درصد مواد جامد محلول در پیاز خوراکی توده هوراند معنی داری نیست. اوگ (۲۰۰۱) نیز گزارش کرد در اثر کلونیزاسیون با قارچ های میکوریزی تغییری در مواد جامد محلول پیاز خوراکی مشاهده نشد. همچنین کایا و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که هندوانه میکوریزی در مقایسه با شاهد درصد مواد جامد محلول مساوی و یا اندکی کمتر داشتند که به علت عملکرد بالای گیاهان میکوریزی بود. در این آزمایش نیز مشاهده شد که تیمارهای با عملکرد بالاتر نسبت به تیمارهای با عملکرد پایین دارای درصد مواد جامد محلول کمتری هستند. نتایج بدست آمده در این تحقیق با یافته های بلند نظرو همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد که نشان دادند کود زیستی فسفات بارور ۲ بر TSS ارقام مختلف پیاز از جمله رقم هوراند بی تاثیر است.

### درصد ماده خشک سوخ

درصد ماده خشک از صفات کیفی بسیار مهم در پیاز خوراکی است که تعیین کننده خاصیت انباری و خاصیت فرآوری به ویژه در تولید پودر پیاز می باشد و با افزایش درصد ماده خشک خاصیت انباری آن نیز افزایش می یابد (باجا و همکاران ۱۹۸۰). جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشان داد که اثر باکتری های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز بر روی درصد ماده خشک دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ می باشند. با توجه به نمودار مقایسات میانگین (جدول ۴) بیشترین درصد ماده خشک مربوط به تیمار میکوریز+ سودوموناس+ آزوسپیریلوم بود (۱۶/۲۴ درصد) و کمترین درصد ماده خشک (۶/۱۱) مربوط به تیمار شاهد می باشد. باجا و همکاران (۱۹۸۰) درصد ماده خشک پیاز را بین ۱۰/۶۶ الی ۱۴/۸ گزارش کردند. بنابراین پیاز های تلقیح شده با باکتری های محرک رشد و قارچ

۱٪ می باشند. با توجه به جدول مقایسات میانگین (جدول ۴) بیشترین تاثیر مربوط به تیمار تلفیقی باکتری سودوموناس + قارچ میکوریز می باشد که دارای بیشترین قطر سوخ (۴۵/۳ میلی متر) می باشد و کمترین قطر پیاز مربوط به تیمار شاهد (۲۸ میلی متر) می باشد. و نیز بیشترین قطر گردن (جدول ۴) مربوط به تیمار منفرد باکتری سودوموناس (۴۰/۳۳ میلی متر) و کمترین قطر مربوط به تیمار شاهد (۱۸ میلی متر) می باشد که البته بیشتر شدن آن صفت خوبی برای پیاز نیست. یکی از شاخص های شروع پیازدهی نسبت پیازدهی است که از تقسیم قطر پیاز به قطر گلو به دست می آید. موقعی که این نسبت به ۲ و یا بیشتر رسید، بیانگر این است که در این مرحله رشد اندام های هوایی متوقف شده و سوخ بزرگ می شود (بروستر ۱۹۹۱). همان طور که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) مشاهده می شود اثر تیمار بر نسبت پیازدهی در سطح ۱٪ معنی دار می باشد. مقایسه میانگین بین تیمارها (جدول ۴) نشان می دهد که بیشترین نسبت پیازدهی (۲/۲۳) مربوط به تیمار سودوموناس+ میکوریز و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد می باشد. بالا بودن نسبت پیازدهی نشانگر این است که پیازدهی در گیاهان با تیمار سودوموناس و میکوریز زودتر از گیاهان شاهد صورت گرفته است. این نتایج با یافته های شارون و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد که گزارش نمودند پیاز خوراکی در همزیستی با میکوریز حدود ۲-۳ هفته زودتر از گیاهان شاهد به مرحله برداشت و فروش می رسد و تغذیه بهتر گیاهان میکوریزی و رشد سریع آنها عامل تسریع در رسیدن به مرحله پیازدهی است. همچنین در گیاهان تیمار شده با باکتری سودوموناس و قارچ میکوریز مقدار فسفر جذب شده بیشتر از شاهد بود که منجر به زودرسی در این دسته از گیاهان شد. بلندنظر و همکاران (۲۰۱۴) نیز در تحقیق خود به تاثیر مثبت کودزیستی بر قطر سوخ، قطر گردن سوخ و شاخص پیازدهی ارقام مختلف از جمله رقم هوراند دست یافتند.

سطح احتمال ۱٪ می باشند. با توجه به جدول مقایسات میانگین (جدول ۴) بیشترین تأثیر بر شاخص برداشت مربوط به تیمار میکوریز+سودوموناس+آزوسپیریلوم می باشد که دارای بیشترین شاخص برداشت (۰/۸۶) و کمترین شاخص برداشت (۰/۶۶) مربوط به تیمار شاهد بود. وقتی شاخص برداشت پیاز خوراکی افزایش می یابد به معنی آن است که وزن بخش هوایی در مقایسه با سوخ کمتر افزایش یافته است. به عبارت دیگر در تیمارهای با شاخص برداشت بالا عمل انتقال مواد غذایی به سوخ بهتر صورت گرفته است. تلقیح مشترک قارچ های گلوموس اتونیکاتوم و گلوموس اینترادیسنز و باکتری سودوموناس سویه ۴ شاخص برداشت رقم چمران گندم را به طور معنی داری نسبت به تلقیح مجزای قارچ افزایش داد ( سادات و همکاران، ۲۰۱۰). سومانا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که میکوریزا سبب تسریع در انتقال نیتروژن و فسفر از اندام هوایی و یا خاک به دانه برنج شده و شاخص برداشت را افزایش داد.

میکوریز از درصد ماده خشک بالاتری برخوردار بودند (۱۶/۲۴-۱۰)، که این به معنی خاصیت انباری و خاصیت فرآوری بالا در این گیاهان می باشد. کریمی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کودهای زیستی باعث افزایش وزن و درصد ماده خشک لوبیا سبز می شود. بلندنظر و همکاران (۲۰۱۴) نیز اثر کودهای زیستی بر درصد ماده خشک پیاز رقم هوراند را معنی دار گزارش کردند. تلقیح با *G.intraradices* سبب افزایش ماده خشک اندام هوایی و ریشه گیاه آکاسیا شد (اسمیت و رید ۲۰۰۸). استفاده از باکتری *Pseudomonas sp* به همراه میکوریز باعث ظهور سریع تر جوانه ها در گندم گردید و عملکرد ماده خشک ریشه ۱۲۸ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (بابانا و آنتون ۲۰۰۶).

#### شاخص برداشت

جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشان داد که اثر باکتری های محرک رشد گیاه و قارچ میکوریز بر روی شاخص برداشت دارای اختلاف معنی داری در

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمار بر غلظت عناصر فسفر و پتاسیم و کلروفیل (a, b, کل) در پیاز خوراکی توده هوراند

میانگین مربعات						
منابع تغییر درجه آزادی						
منابع تغییر	غلظت فسفر	غلظت پتاسیم	وزن خشک اندام هوایی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تیمار	۰/۰۲۰**	۷/۱۰۴ <sup>ns</sup>	۵/۲۷۰*	۰/۰۲۱*	۰/۰۲۶**	۰/۰۳۲**
تکرار	۰/۰۲۰	۳/۴۲۱	۰/۶۲۹	۰/۰۳۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲
خطای آزمایشی	۰/۰۰۱	۱۰/۳۳۱	۱/۶۳۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷

\* و \*\* و ns بیانگر اختلاف معنی دار به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، غیر معنی دار می باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمار بر تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر پیاز، وزن خشک پیاز، قطر سوخ، قطر گردن سوخ، نسبت پیازدهی، TSS، درصد ماده خشک سوخ، عملکرد و شاخص

شاخص	عملکرد	درصد ماده خشک	TSS	نسبت پیازدهی	قطر گردن سوخ	قطر سوخ	وزن خشک	وزن تر سوخ	تعداد برگ	df	منابع تغییر
۰/۰۱۹**	۹/۳۶۱**	۴۴/۴۸۱**	۰/۵۹۸ <sup>ns</sup>	۰/۵۰۵**	۰/۹۱۹*	۸/۴۹۱**	۳۸۶/۹۷۰**	۲۵/۲۲۲**	۷	تیمار	
۰/۰۰۰۱	۲/۳۹۷	۱۸/۶۸۵	۱/۴۲۰	۰/۱۰۰/۰	۰/۵۹۴	۶۰/۰۴۰	۸/۰۸۵	۴/۸۷۵	۲	تکرار	
۰/۰۰۰۳	۱/۴۵۳	۷/۸۲۵	۲/۴۴۳	۰/۰۷۵/۰	۰/۲۷۳	۰/۱۲۹	۲۰/۹۴۷	۰/۳۰۴	۱۴	خطای آزمایشی	

\* و \*\* و <sup>ns</sup> بیانگر اختلاف معنی دار به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، غیر معنی دار می باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین تاثیر تیمار باکتری های محرک رشد و قارچ میکوریز بر صفات مورد مطالعه پياز خوراکی توده هوراند. باکتری سودوموناس (PS)، آروسپیریلیوم (AZ)، قارچ میکوریز (M)

شاخص برداشت	درصد ماده خشک	قطر گردن سوخ (mm)	قطر سوخ (mm)	غلظت فسفر (mg.g)	وزن خشک سوخ (g)	وزن تر سوخ (g)	تعداد برگ	نسبت پیازدهی	کلروفیل کل (mg.g <sup>-1</sup> fw)	کلروفیل b (mg.g <sup>-1</sup> fw)	کلروفیل a (mg.g <sup>-1</sup> fw)	تیمار
۰/۵۵ b	۶/۸۱ c	۱۸ c	۲۸ a	۰/۵۶ d	۱/۱۲ e	۱۴/۳۶ e	۳/۶۱ c	۴/۶۶ e	۰/۱۴۶ d	۰/۱۴۷ c	۰/۱۰۹ b	شاهد
۰/۸۱ a	۷/۰۹ bc	۴۰/۳۳ a	۳۹ ab	۰/۷۶ b	۲/۰۲ cd	۱۹/۴۹ de	۶/۴ ab	۷/۳۳ cd	۰/۴۱۹ abc	۰/۴۱۹ c	۰/۲۹۹ a	PS
۰/۸۲ a	۱۱/۴۱ ab	۲۴/۶۶ b	۴۰/۳۳ ab	۰/۵۹ d	۱/۶۳ de	۲۰/۴۷ de	۶/۹۱ ab	۸/۳۳ c	۰/۲۸۱ bcd	۰/۲۸۲ c	۰/۲۱۳ ab	AZ
۰/۶۶ b	۱۱/۰۲ ab	۲۰/۶۶ bc	۳۴/۳۳ bc	۰/۷۶ b	۲/۴۳ c	۳۷/۷۶ cd	۵/۹ abc	۱۰/۳۳ b	۰/۶۱۷ cd	۰/۲۵۶ ab	۰/۳۵۹ a	M
۰/۷۸ a	۱۲/۴۹ ab	۱۹ bc	۴۲/۳۳ ab	۰/۷۶ b	۳/۷۳ b	۲۵/۵۶ d	۴/۹۹ bc	۷ d	۰/۳۹۲ abc	۰/۳۶ bc	۰/۳۶۴ a	AZ+PS
۰/۸۵ a	۱۰ b	۲۰/۶۶ bc	۴۵/۳۳ a	۰/۷۳ bc	۴ b	۴۰/۰۱ ab	۵/۹۴ abc	۱۳ a	۰/۴۵۲ ab	۰/۴۲۹ bc	۰/۳۶۹ a	M+PS
۰/۸۲ a	۹/۰۹ b	۲۳/۳۳ bc	۴۰/۶۶ ab	۰/۶۷ c	۳/۴۳ b	۳۵/۶۷ bc	۶/۲۷ ab	۷/۶۶ cd	۰/۳۶۱ abc	۰/۳۶۱ c	۰/۲۷۸ a	M+AZ
۰/۸۶ a	۱۶/۲۴ a	۲۱ bc	۴۳ ab	۰/۸۶ a	۶/۴ a	۴۷/۶۳ a	۸/۱ a	۱۲/۶۶ a	۰/۶۶۷ a	۰/۴۵۳ a	۰/۳۶۴ a	M+AZ+PS

اعدادی که حروف غیر مشابه دارند بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ دارند.

**نتیجه گیری کلی**

موثرتر از تیمار انفرادی آنها بوده است. که باعث افزایش صفات مهمی از جمله عملکرد، مقدار کلروفیل، درصد ماده خشک، شاخص برداشت و سایر صفات گردیده است. به نظر بین باکتری ها و قارچ استفاده شده در این آزمایش رابطه همزیستی قوی وجود دارد. اثر بخشی تیمار فوق در افزایش عملکرد را می توان بهترین جنبه در ارزیابی عملکرد باکتری ها و قارچ فوق دانست. زیرا که هدف نهایی استفاده از محصولات زیستی بهبود تغذیه گیاه و افزایش عملکرد آن در کنار کمک به حفظ جنبه های محیط زیستی است.

جمع بندی نتایج آزمایش اثر باکتری های محرک رشد و قارچ میکوریز بر پارامترهای اندازه گیری شده گیاه پیاز خوراکی توده هوراند نشان داد که کاربرد تیمارهای مذکور تاثیر معنی داری از نظر اکثر خصوصیات مورد اندازه گیری به همراه داشته و سبب افزایش پارامترهای اندازه گیری شده به استثناء TSS و غلظت پتاسیم شد. در بیشتر موارد تیمار تلفیقی باکتری های سودوموناس و آزوسپسریلیوم با قارچ میکوریز

**منابع مورد استفاده**

- Abdelfattah GM, Migaher FF and Ibrahim AH, 2002. Interactive effects of endomycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* and phosphorus fertilization on growth and metabolic activities of broad bean plants under drought stress conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5:835-841.
- Aguilera-gumes L, Davies FTJ, Olaldeportugal V, Duray SA and Phavaphutanon L, 1999. Influence of phosphorus and endomycorrhiza (*Glomus intraradices*) on gas exchange and plant growth of chileancho pepper (*Capsicum annum* L.cv.SanLuis). *Photosynthetica*, 36:441-449.
- Aliasgharzadeh N, Alizadehscoie P and Baghbancyrus Sh, 2005. Effect of arbuscular vesicular mycorrhizal fungi on yield and vitamin C concentrations of tomato fruit at different levels of phosphorus. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 12 (6): 70-60.
- Alkaraki GN and Hammad R, 2001. Mycorrhiza influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 24:1311-1323.
- Ansari S, Sarikhani MR and Najafi N, 2015. Inoculation effect of common biofertilizers on growth and uptake of some elements by bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in presence of soil indigenous microflora. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25(1): 85-98.
- Antoun H and Kloepper J, 2001. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in encyclopedia of genetics. Academic Press, N.Y, pp.1477-1480.
- Arnon DI, 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast. polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24:1-15.
- Astarai AR and Kucheky A, 1996. Application of biological fertilizers in sustainable agriculture (translation). Ferdowsi University Press, Mashhad.
- Auge RM, 2001. Water relation drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11:3-42.
- Babana AH and Antoun H, 2006. Effect of tilemsi phosphate rock-solubilizing microorganisms on phosphorus uptake and yield of field-grown Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Mali. *Plant and Soil*, 287: 51-58.

- Bajaj KL, Kaur G, Singh J and Gill SPS, 1980. Chemical evaluation of some important varieties of onion (*Allium cepa* L.) Plant Foods for Human Nutrition, 30(2): 117-122
- Bolandnazar S, Aliasgarzad N, Neishabury M and chaparzadeh N, 2007. Mycorrhizal colonization improves onion (*Allium cepa*) yield and water use efficiency under water deficit condition. Scientia Horticulture, 114:11-15.
- Bolandnazar S, Khorsandi S and Adlipoor M, 2013. The effect of bio-fertilizer (phosphate barvar2) on onion (*Allium cepa* L.) yield and quality. Journal of Agriculture and Sustainable Production, 24(2): 19-30.
- Brewster J L, 1991. Physiology of crop growth and bullbing. Pp: 54-88. In: Rabinowitch HD and Brewster JL (eds) onion and Allied crops, Vol. 1 CRC Press, Inc. Boca Ration, Florida.
- Brewster JL and Rabinowitch HD, 1990. Onion and allied crops. CRS Press, Boca Raton, Florida, USA, Vol.3:1-60.
- Brice J, Gurrah L, Malins A and Bancroft R, 1990. Onion storage in the tropics. NRI Publication, the University of Greenwich.
- Cabello M, Irrazabal G, Bucsinszhy AM, Saparrat M and Schalamuck S, 2005. Effect of an arbuscular mycorrhizal fungus, *G. mosseae* and a rocke-phosphate-solubilizing fungus, *P.thomii* on mentha piperita growth in a soilless medium. Journal of Basic Microbial, 45(3): 182-189.
- Charron G, Forlan V, Berniercarou M and Doyon G, 2001. Response of onion plant to arbuscular mycorrhizae: 2. Effects of nitrogen fertilization on biomass and bulb firmness. Mycorrhiza, 11(3): 145-150.
- Chen JH, 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taiwan, R.O.C. 11 pp.
- Elmerich CW, Zimmer D and Vieille C, 1992. Associative nitrogen- fixing bacteria. In biological nitrogen fixation. New York. USA. Chapman and hall Publisherm, 212-258.
- Evelin H, Kapoor R and Giro B, 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress. Annals of Botany, 104:1263-1280.
- Frey-Klett P, Garbaye J and Tarkkan P, 2007. The mycorrhiza helper bacteria revisited. New Phytologist, 176(1):22-36.
- Garham JH, Miller RM, 2005. Mycorrhizas: Gene to function. Plant and soil, 274: 79-100.
- Gholami A and Koocheki H, 2001. Mycorrhiza in sustainable agriculture (translation). Page 148. Shahrood University Press.
- Glick BR, 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Canadian Journal of Microbiology, 41(2):109-117.
- Guo T, Zhang J, Christie P and Li X, 2006. Influence of nitrogen and sulfur fertilization and inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on yield and pungency of spring onion. Journal of Plant Nutrition, 29:1767-1778.
- Hajiboland R, Aliasgharzadeh N and Mehrfar Z, 2007. Azotobacter ecological study in two rangelands of azerbaijan and its inoculation effect on growth and nutrition of wheat plant. Journal of Agricultural Science and Technology, 8(2): 75-90.

- Hodge A, 2000. Microbial ecology of the arbuscular mycorrhiza. *FEMS Microbiology Ecology*, 32(2): 91-96.
- Isherword KF, 1998. Fertilizer use and environment. In N. Ahmed and A. Hamid (eds.), Proc. Symp. Plant Nutrition Management for Sustainable Agricultural Growth. NFDC, Islamabad. pp. 57-76.
- Juniper S, Abbott L, 1993. Vesicular arbuscular Mycorrhizas and soil salinity. *Mycorrhiza*, 4: 45-57.
- Karimi K, Bolandnazar S and Ashoori S, 2013. Effect of bio-fertilizer and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, growth, characteristics and quality of green bean (*Phaseolous vulgaris* L.). *Journal of Agriculture and Sustainable Production*, 23(3): 157-167.
- Kaya C, Higes D, Kirnak H and Tas I, 2003. Mycorrhizal colonization improves fruit yield and water use efficiency in watermelon grown under well-watered and water-stress condition. *Plant and Soil*, 253: 287-292.
- Louw HA and Webley DM, 1995. A study of soil bacteria dissolving certain phosphate fertilizers and related compounds. *Journal of Applied Bacteriology*, 22(2): 227-233.
- Madany H, Melboubavi MA and Hassanabadi H, 2004. Effect of barva2 biophosphate fertilizer on yeild and other characteristics of potato (agria cultivar). Faculty of Agriculture and Natural Resources of Arak University, Page 291.
- Marschner H and Dell B, 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and soil*, 159(1): 89-102.
- Menbari S, Alizadehsalteh S, Bolandnazar S and Sarikhani MR, 2017. Evaluation of the effects of biological and chemical fertilizers on some physiological and growth characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Journal of Agriculture and Sustainable Production*, 27(4): 153-169.
- Morte A, Lovisolo C and Schubert A, 2000. Effect of drought stress on growth and water relations of the mycorrhizal association *Helianthemum almeriense*-*Terfezia clavaryi*. *Mycorrhiza*, 10(3): 115-119.
- Paul, E. A. 2007. Soil microbiology, ecology and biochemistry. 4ed edition. Academic press is an imprint of Elsevier.
- Payvast, Gh. A. 1998. Growing vegetables. Guilan University Press.
- Rasooli MJ, Khavazi K and Melkotti, MJ, 2003. The role of optimum fertilizer nutrient in secretion of siderophore to improve the absorption of micronutrient elements. Office of Media Planning, Journal No. 307.
- Ribaudo CM, Paccusse AN, Rondanimi DP, Cura JA and Fraschina AA, 1998. Azospirillum- maiz association: effects on dry matter yield and nitrate reductase activity. *Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics*, 31: 61-70.
- Sadat A, Sovaghibifiroozabadi GhR, Khavazi K, Farahbakhsh M, Rejali F and Shirmardi M, 2010. Investigating the interaction of mycorrhizal fungi and pseudomonas bacteria on leaf water potential and yield of two sunflower cultivars (*Heliantus annuus* L.) in a saline soil. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 41 (2): 221-228.
- Sadeghi S, Heidari GHR and Sohrabi Y, 2015. Effect of biological fertilizer and fertilization management on some growth Indices of two maize varieties. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25(3): 43-60.
- Salehrastin N, 1998. Biological fertilizers. *Journal of Soil and Water Sciences*, 12 (3): 1-36.



- Salispour M, 2003. Study of the effect of phosphate microbial fertilizers containing phosphate soluble microorganisms on quantitative and qualitative yield of maize. Third National Conference on the Use of Bio-Life Materials and the Effective Use of Fertilizer and Poison in Agriculture. March 2-4, 2003. Tehran.
- Sarikhani MR, Melbaby MA and Aliasgharzad N, 2013. Improvement of phosphorus nutrient in the presence of phosphate solubilizing bacteria. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 3(1): 39-57.
- Sarikhani MR, Aliasgharzad N and Melbobi MA, 2013. Improve nutrition of phosphorus in wheat plant by inoculation of phosphate solubilizing bacteria. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 3(1): 39-57.
- Sarikhani MR, Melobubi MA and Abrahamsi M, 2014. Phosphate solubilizing bacteria: Separation of bacteria and phosphate solubility encoding genes, mechanism and genetic dissolution of phosphate. *Agricultural Biotechnology Journal*, 6(1): 77-110.
- Sharma MP and Adholeyaok A, 2000. Enhanced growth and productivity following inoculation with indigenous AM fungi in four varieties of onion (*Allium cepa* L.) in an alfisol. *Biological Agriculture and Horticulture*, 18(1):1-14.
- Sheikhalipour P, Bolandnazar S, Sarikhani MR and Irani F, 2016. Effect of some isolates of *Pseudomonas* vaccination on growth and nutrient uptake of tomato under field condition. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 26(1): 99-117.
- Smith SE, Read DJ, 2008. Mycorrhizal symbiosis. Third edition. Academic Press, London, UK.
- Soltanitarud A A, Abbaszadehdehji P, Rejali F and Omidvari M, 2016. Synergistic effects of the inoculation with *Pseudomonas putida*, *Rhizobium leguminosarum* bv. phaseoli and *Glomus mosseae* on the performance of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 6(1):91-108.
- Stribley DP, 1990. Mycorrhizal association and their signification. In: Rabinowith, HD. And Brewster, JL. (eds) onions and allied crops. Vol 2. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crops protection. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp: 85-101.
- Subramanian KS and Charest C, 1997. Nutritional, growth and reproductive responses of maize (*Zea mays* L.) to arbuscular mycorrhizal inoculation during and after drought stress at tasselling. *Mycorrhiza*, 7(1): 25-32.
- Subramanian KS, Santhanakrishnan P and Balasubramania P, 2006. Response of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fugal colonization under varying intensities of drought stress. *Scientia Horticulture*, 107(3): 245-253.
- Sumana DA, and Bagyaraj DJ, 2002. Interaction between VAM fungus and nitrogen fixing bacteria and their influence on growth and nutrition of neem (*Azadirachta indica*. A. Juss) *Indian Journal of Microbiology*, 42(4): 295-298.
- Tilak KVBR and Singh CS, 1988. Response of pearl millet (*Pennisetum americanum*) to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizae and *Azospirillum brasilense* with different source of phosphorus. *Current Science*, 57: 43-44.
- Tabatabai SJ, 2009. Principles of mineral nutrition of plants. Publishing the author, Tabriz. 389 pages.

- Toro M, Azcon R and Barea JM, 1997. Improvement of arbuscular mycorrhizal development by inoculation of soil with phosphate-solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (32P) and nutrient cycling. *Applied and Environmental microbiology*, 63(11): 4408-4412.
- Varma A and Hock B, 1998. *Mycorrhiza*. Springer Verlag Berlin, Hiedelbery New York. PP. 704.
- Zahir AZ, Arshad M and Frankenberger WF, 2004. Plant growth promoting rhizobacteria application and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81: 97-168.