نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۱ / بهار ۱۳۹۸

تاثیر باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ های میکوریز آربوسکولار بر صفات فیزیولوژیکی تره ایرانی (*Allium ampeloprasum* L.)

صاحبعلی بلندنظر[۱]، کیوان کریمی[۲]، محمدرضا ساریخانی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/٤/۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۲۳

۱- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳ – دانشیار گروه مهندسی و علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه Email: bolandnazar@tabrizu.ac.ir

چکیده

باکتری های حل کننده فسفات، تثبیت کننده نیتروژن و قارچ های میکوریز آربوسکولار نقش مهمی در تامین نیاز گیاهان به عناصر غذایی دارند. به منظور بررسی اثر کارایی باکترهای محرک رشد گیاهان و قارچ های میکوریز آربوسکولار بر صفات فیزیولوژیکی تره ایرانی آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه به اجرا در آمد. در این آزمایش بذر تره ایرانی توده محلی تبریز با باکتری‌های موجود در کودهای زیستی بارور ۲ (*Pseudomonas putida* و *Pantoea agglomerans* P5) و نیتروکسین (*Azotobacter* sp.)، باکتری‌های *Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII، باکتری‌های *P. fluorescens* Chao، *P. putida* Tabriz و دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار *Glomus versiforme*، *G. intraradices* تلقیح و کاشته شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های محتوای کلروفیل، ویتامین ث، پلی‌فنل کل، فسفر و نیتروژن و درصد کلنیزاسیون در سطح احتمال یک درصد و اسیدپیرورویک، پروتئین‌های محلول و مقدار جذب فسفر و نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد تحت تاثیر تیمار کودهای زیستی معنی‌دار شد.ه است. تیمار تلفیقی قارچ‌های میکوریز به همراه باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به ویژه *Azotobacter* نتایج بهتری را نسبت به بقیه تیمارهای میکروبی در افزایش صفات کیفی تره ایرانی داشته به طوری که این باکتری ها باعث افزایش کارایی قارچ های میکوریز در تیمارهای تلفیقی شد که دلیل آن تغذیه بهتر و بیشتر مواد غذایی به ویژه فسفر و نیتروژن می باشد.

واژه های کلیدی: اسید پیرویک، پتاسیم، کود زیستی، فسفات بارور۲، فسفر، کلروفیل ، نیتروکسین

Effect of some Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) on Physiological Traits of Tareh Irani (*Allium ampeloprasum* L.)

Sahebali Bolandnazar[1*], Keyvan Karimi[2], Mohammad Reza Sarikhani[3]

Received: June 30, 2018 Accepted: November 14, 2018
1- Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
2- Former Masters Student, Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
3- Assoc. Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
*Corresponding Author Email: bolandnazar@tabrizu.ac.ir

Abstract

Phosphate solubilizing and nitrogen-fixing bacteria and mycorrhizal fungi play an important role in the supply of nutrients in plants. To evaluate the efficacy of plant growth promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on physiology traits of Tareh Irani a field experiment in a randomized complete block design with 10 treatments and 3 replications was conducted. In this experiment tareh Irani seeds, (Tabriz landrace) inoculated with bacteria 1) *P. putida* P13, *Pantoea agglomerans* P5 (the biofertilizer Barvar2), 2) *Azotobacter* sp. (in biofertilizer Nitroxin), 3) bacteria *Azospirillum* sp. AC46 I, *Azospirillum* sp. AC49VII, 4) bacteria *P. fluorescens* Chao, *P. putida* Tabriz 5) two species of AMF, *Glomus versiforme*, *G. intraradices*. Results indicated that the colonization percent, percentage of chlorophyll, vitamin C content, total poly phenoles, phosphorus and nitrogen ($p \leq 0.01$) and pyruvic acid, soluble proteins, ($p \leq 0.05$) were affected by biofertilizers. Combination of mycorrhizal fungi and nitrogen-fixing bacteria (*Azotobacter* sp.) was better than other biofertilizer treatments in aspect of improving of quantity and quality traits in Tareh Irani. So that the bacteria can increase the efficiency of mycorrhizal fungi treatments were combined because of better nutrition and more food is especially phosphorus and nitrogen.

Keywords: Barvar2, Biofertilizer, Chlorophyll, Nitroxin, Phosphorous, Potassium,

مقدمه

تره ایرانی (*Allium ampeloprasum* Tareh group) از تیره Alliaceae گیاهی تک لپه‌ای، علفی و تتراپلوئید (2n=4x=32) است (پناهنده و آقایف ۲۰۰۱؛ دشتی و همکاران ۲۰۰۵). تره ایرانی از محصولات فصل خنک و بومی ایران محسوب می‌شود به طوری که این گیاه در شرایط آب و هوای معتدل سرد، محصول بیشتری تولید می‌کند. از نظر گیاهشناسی گیاهی دو ساله است که با گذراندن دوره سرمایی مورد نیاز در سال دوم ساقه گلدهنده تولید می‌کند ولی در کشت زراعی به دلیل برداشت مداوم قسمت هوایی باعث جلوگیری از گلدهی می‌شود پس به صورت چندساله کشت و کار می

شود. در سبزیکاری هر دو تا سه سال بذر آن مجدداً کشت می‌شود قسمت خوراکی این گیاه برگ ها می باشد که به صورت گسترده در بیشتر مناطق ایران کشت و کار می شود.

کودهای زیستی بر مبنای گزینش انواعی از ریزموجودات مفید خاک تهیه می شوند و کارایی بالایی از نظر تولید عوامل محرک رشد و فراهم سازی عناصر غذایی به شکل قابل جذب دارا می باشند. باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، حل‌کننده فسفات و قارچ‌های میکوریز از جمله ریزموجودات موثر در این فرایند شناخته شده‌اند. به عنوان مثال کودهای زیستی فسفره می توانند قابلیت جذب فسفر را زیاد کرده و رشد گیاه را با افزایش کارایی تثبیت زیستی نیتروژن، دسترسی عناصر غذایی و تولید هورمون های رشد افزایش دهد (آمر و آتخید ۲۰۰۰). از مهمترین باکتری ها می‌توان به *Pseudomonas*، *Bacillus*، *Azospirillum*، *Azotobacter* و *Rhizobium* اشاره کرد (گلیک ۱۹۹۵). قارچ‌های میکوریز به عنوان قارچ همزیست اجباری، نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی به ویژه فسفر و برخی از عناصر کم مصرف در اکوسیستم و حفاظت گیاهان در مقابل تنش های محیطی و کشاورزی ایفا می کنند (وارما و هوک ۱۹۹۹). مهمترین نقش قارچ های میکوریز در گیاهان افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی به ویژه فسفر (استراک و همکاران ۲۰۰۳)، افزایش فتوسنتز (جفریس و همکاران ۲۰۰۳)، افزایش کارایی مصرف آب (بلند نظر و همکاران ۲۰۰۷)، افزایش غلظت هورمونهای گیاهی و محتوای کلروفیل، بهبود ساختمان خاک و تشکیل خاکدانه (کاردوسو و کوپر ۲۰۰۶) و تشدید فعالیت باکتری های مفید (گوپتاسود ۲۰۰۳) می باشد. باکتری های محرک رشد گیاهان می توانند از طریق تثبیت نیتروژن، حل فسفات های کم محلول، تامین آهن از طریق تولید سیدروفورهای میکروبی، تولید فیتوهورمون هایی همانند اکسین، سایتوکنین و جیبرلین و همچنین کاهش تولید اتیلن باعث بهبود و افزایش رشد و عملکرد گیاه شوند (کوپر و همکاران ۱۹۹۸). تحقیقات نشان داده که بین قارچهای میکوریز و باکتری های *Azospirillum*، *Azotobacter* و *Rhizobium* در برخی گیاهان اثر متقابل مثبت وجود دارد (بیرو و همکاران ۲۰۰۰) به طوری که ابراهیم و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که تلقیح گندم و ذرت با باکتری *Azospirillum* ، باعث استقراربهتر میکوریز می‌شود. عمق نفوذ ریشه تره ایرانی نیز کم بوده و حدود ۹۰٪ ریشه ها در عمق ۱۸ سانتی متر خاک متمرکز هستند. به دلیل گسترش سطحی ریشه آلیوم‌ها این گیاهان به سهولت توسط قارچ‌های میکوریز کلنیزه شده و باعث بهبود جذب عناصر غذایی می‌شود به خصوص زمانی که کمبود مواد غذایی وجود دارد (بلندنظر و همکاران ۲۰۰۷). استفاده از همزیستی قارچ های میکوریز و باکتری های محرک رشد گامی مثبت در جهت تولید ارگانیک سبزی های برگی به ویژه تره ایرانی و احیای کشاورزی پایدار محسوب می شود. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر چند کود زیستی، باکتریهای تحریک کننده رشد گیاه و قارچ میکوریز آربوسکولار بر صفات فیزیولوژیکی تره ایرانی توده محلی تبریز می باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به اجرا در آمد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۵۶۷ متر و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب ´۲۸-°۴۷ درجه شرقی و ´۰۲-°۳۸ درجه شمالی می باشد. میانگین دمای سالانه این ناحیه ۹/۵۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل حداکثر دما به ترتیب ۲/۲ و ۱۶ درجه سانتی‌گراد می باشد. بافت خاک محل مورد نظر شن لومی (Loamy sand) بوده و جزو خاکهای سبک محسوب می شود (جدول ۱). در این آزمایش از تره ایرانی توده محلی تبریز استفاده شد. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار در سه تکرار به اجرا در آمد که

تیمارهای آزمایش به صورت زیر بود M: تلقیح با قارچ های میکوریز آربوسکولار (ترکیب دو گونه *Glomus versiforme* و *G. intraradices*)، M.N: تلقیح با قارچ های میکوریز آربوسکولار (ترکیب دو گونه) و باکتری *Azotobacter* sp.، B: تلقیح با باکتری های *P. putida* P13 و *Pantoea agglomerans* P5، B.N: تلقیح با باکتری‌های *P. putida* P13، *P. agglomerans* P5 و باکتری *Azotobacter* sp.، N: تلقیح با باکتری *Azotobacter* sp.، P: تلقیح با دو گونه باکتری *P. fluorescens* Chao، *P. putida* Tabriz، A: تلقیح با باکتری‌های *Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII، M.A: تلقیح با باکتری های *Azospirillum* AC46I، *Azospirillum AC49VII* و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (ترکیب دو گونه)، B.A: تلقیح با باکتری‌های *Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII و باکتری های *P. putida* P13، *P. agglomerans* P5، C: شاهد بدون تلقیح.

مایه تلقیح قارچ‌های میکوریز به روش کشت گلدانی بر روی ریشه سورگوم تکثیر گردید (اوگ، ۲۰۰٤). باکتری‌های مورد استفاده در این تحقیق از بانک باکتری گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز تهیه شدند (توضیح اینکه باکتریهای مورد استفاده در تیمار B و N از کود فسفات بارور۲ و نیتروکسین مورد استفاده قرار گرفتند (ساریخانی و انصاری ۱۳۹۳) و جهت تکثیر آنها برای تلقیح کشت‌ها در شرایط مزرعه در محیط کشت NB[1] کشت و تکثیر انبوه شدند. جهت تلقیح بذرها با قارچ میکوریز ابتدا بذرها با ماسه حاوی مایه تلقیح قارچ مخلوط شد و سپس بر روی ردیف ها با فاصله ۲۰ سانتی متر کشت گردید در هر کرت ۱۰ ردیف کاشته شد و ابعاد هر کرت ۲*۳ متر بود. برای تلقیح بذور با باکتری های مورد نظر ابتدا بذور در داخل شیارهای ایجاد شده قرار گرفت، سپس مایه تلقیح باکتری آماده شده از قبل بر روی بذور اسپری و روی بذور با ماسه بادی پوشیده شد. گیاهان پس از رشد اولیه و انجام مراقبت های زراعی صفات به صورت زیر اندازه‌گیری شد.

جدول۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

درصد اشباع	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	pH	کربن آلی (%)	نیتروژن ($mg.kg^{-1}$)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	شن (%)	لای (%)	رس (%)
۳۷	۳/۳۳	۷/۸	۱/۲	۰/۱۲	۳٦	٤۸۰	۷٦	۱۸	٦

درصد ماده جامد محلول[2] برگ های تره ایرانی با دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی اندازه گیری شد. اندازه‌گیری **ویتامین ث** به روش تیتراسیون با محلول رنگی دی-کلروفنل‌ایندوفنل انجام شد و با استفاده از فرمول P=C/B×1/10 میزان ویتامین ث بدست آمد. اندازه‌گیری **تندی** در برگ تره ایرانی از روش شویمر و وستون (۱۹٦۱) انجام گرفت که در آن میزان اسیدپیرورویک به عنوان شاخصی از میزان تندی در نظر گرفته می‌شود. بدین صورت که از برگها عصاره گیری شد و ۳۰ میکرولیتر از عصاره توسط میکروسمپلر برداشته و در داخل فالکون ریخته شد و به آن، ۱۰۲۰ میکرولیتر آب مقطر و یک میلی لیتر DNPH (دی‌نیتروفنیل هیدرازین) اضافه شد. سپس نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. بعد از

[1] - Nutrient Broth

[2]- Total Soluble Solids

این مدت به هر یک از نمونه ها ۵ میلی لیتر NaOH ۰/٦ مولار اضافه شد و پس از مشاهده تغییر رنگ، میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ٤۲۰ نانومتر قرائت گردید و میزان پیروات بر حسب µmol/g وزن تر محاسبه شد. از استوک سدیم پیروات ۱Mm استانداردهای ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میکرولیتر را تهیه و در دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت، سپس با استفاده از آن منحنی استاندارد رسم گردید. اندازه‌گیری محتوای کلروفیل برگ مطابق روش آرنون (۱۹٤۹) صورت گرفت. اندازه‌گیری محتوای کلروفیل بعد از چین چهارم بود بدین صورت که یک گرم برگ تازه در هاون چینی با ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ به خوبی ساییده شد و محلول حاصل با کاغذ صافی واتمن ۲ صاف گردید. در این مرحله جهت محاسبه میزان کلروفیل‌های a و b و کل (a+b) میزان جذب محلول در طول موج های ٦٤۵ و ٦٦۳ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. محتوای کلروفیل با استفاده از روابط زیر بر حسب میلی‌گرم در میلی لیتر محاسبه گردید.

$Chl.a= ۰/۰۱۲۷\ A_{٦٦۳} - ۰/۰۰۲٦۹\ A_{٦٤۵}$

$Chl.b= ۰/۰۲۲۹\ A_{٦٤۵} - ۰/۰۰٤٦۸\ A_{٦٦۳}$

$Total\ chl.= ۰/۰۲۰۲\ A_{٦٤۵} + ۰/۰۰۸۰۲\ A_{٦٦۳}$

در این رابطه $A_{٦٤۵}$ مقدار جذب در طول موج ٦٤۵ نانومتر و $A_{٦٦۳}$ مقدار جذب در طول موج ٦٦۳ نانومتر را مشخص می نمایند. از روی غلظت های کلروفیل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ محاسبه گردید. اندازه‌گیری پلی‌فنل کل با روش اسپکتروفتومتری و با کمک معرف فولین سیوکالتو استفاده شد. در این روش تهیه استانداردها با اسیدگالیک صورت گرفت و استوک با غلظت۰/۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بدست آمد و از این استوک استانداردهای ۰، ۰/۵، ۱، ۲، ٤، ۸ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر را تهیه و در دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت، سپس با استفاده از آن منحنی استاندارد رسم گردید. ابتدا برگ های تره ایرانی را با استفاده از ازت مایع له کرده و مقدار ۰/۲ گرم از آن را توزین و به آن ۱۰ میلی‌لیتر متانول (۸۵٪) اضافه و از این عصاره بدست آمده ۱۲۵ مایکرولیتر را برداشته و به آن ۲/۵ میلی‌لیتر فولین ۱۰٪ اضافه گردید پس از ٦ دقیقه ۲ میلی‌لیتر کربنات‌سدیم ۷/۵ ٪ اضافه شد و نمونه ها به مدت ۱/۵ ساعت در جای تاریک نگهداری شد، سپس نمونه ها با اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۵۹ نانومتر قرائت و غلظت بر حسب میلی‌گرم در میلی‌لیتر محاسبه گردید. پروتئین‌های محلول با روش برادفورد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه-گیری شد. استانداردهای ۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ مایکرولیتر از BSA[3] ۰/۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تهیه و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۵ نانومتر قرائت و منحنی استاندارد رسم گردید. یک گرم از برگ های گیاه را با ازت مایع له و ۹ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار به آن اضافه و مقدار ۲ میلی‌لیتر از مایع حاصله سانتریفیوژ (٤ درجه، ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه) گردید، سپس ۱۰۰ مایکرولیتر از مایع روی آن را با ۷٤۰ مایکرولیتر بافرفسفات و ۱٦۰ مایکرولیتر محلول برادفورد مخلوط و پس از گذشت ۵-۳ دقیقه با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۵ قرائت و غلظت بر حسب میلی‌گرم در میلی‌لیتر محاسبه گردید. تعیین درصد کلنیزاسیون ریشه با رنگ آمیزی ریشه‌ها به وسیله محلول رنگی تریپان‌بلو مشخص شد که بعد از شست-وشو ریشه با آب، آنها در محلول ۱۰ درصد KOH به مدت ۱۵ دقیقه در اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس با آب شسته شده و بعد از اسیدی کردن با HCl یک درصد به مدت یک ساعت در محلول تریپان‌بلو قرار گرفته و سپس در محلول رنگ‌زدایی قرار داده شد که در این صورت هیف‌ها و وزیکول‌ها به رنگ آبی در کورتکس ریشه مشاهده می‌شوند (فورلان و

[3] - Bovine Serum Albumin

فورتین ۱۹۷۳). نیتروژن بافت گیاهی با استفاده از روش کجلدال (برمنر و همکاران ۱۹٦٥)، فسفر به روش رنگ سنجی وانادات-مولیبدات و پتاسیم به روش نشر شعله ای به وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر (کاتنیه ۱۹۸۰) اندازه-گیری شد. برای محاسبه مقدار جذب، غلظت هر یک از عناصر در بیوماس اندم هوایی ضرب شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC و تحلیل همبستگی‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ٥ درصد، رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نیتروژن و فسفر بافت گیاه

همان طوری که در جدول (۲) تجزیه واریانس داده‌ها نشان داده شده است غلظت فسفر و نیتروژن همچنین مقدار جذب فسفر و نیتروژن در هر بوته تره‌ایرانی به طور معنی‌داری تحت تاثیر باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار قرار گرفته و به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ٥ درصد معنی‌دار شده است ولی اثر تیمارها بر غلظت و مقدار جذب پتاسیم معنی دار نشده است.

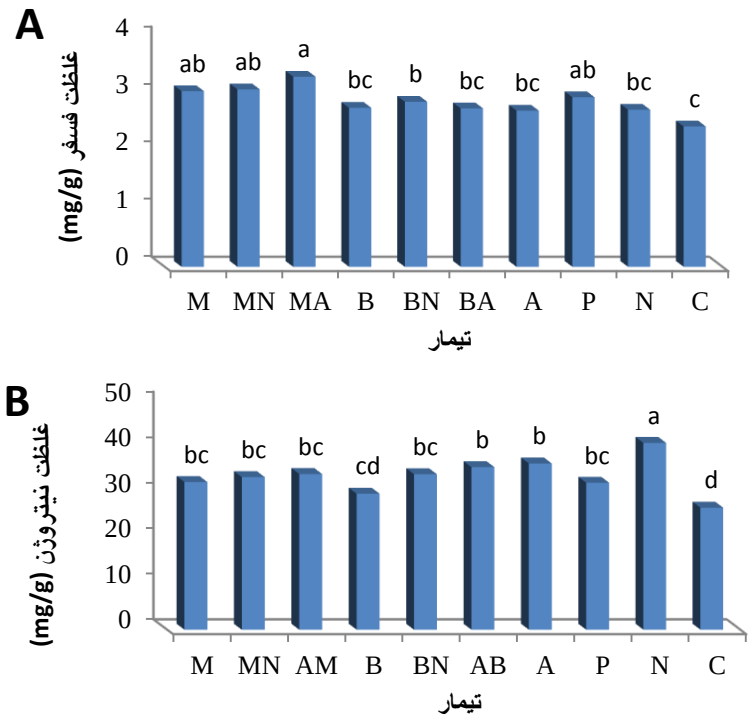
جدول۲- تجزیه واریانس اثر باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ های میکوریز آربوسکولار بر جذب فسفر، نیتروژن و پتاسیم در تره ایرانی

منابع تغییر	df	میانگین مربعات					
		غلظت فسفر	غلظت نیتروژن	غلظت پتاسیم	مقدار جذب فسفر	مقدار جذب نیتروژن	مقدار جذب پتاسیم
تیمار	۹	۰/۱۷٥**	٤۳/۸۱۲**	۹/۳٤٤^{ns}	۰/۸۲۳*	۱۳٥/۱٦٤*	۱٥۰/۹۲٦^{ns}
بلوک	۲	۰/۰۸۸^{ns}	۳/۱۸۸^{ns}	۷/۳۸۷^{ns}	۰/۱٦۱^{ns}	٤٤/٦۳۸^{ns}	۲۰۱/۷۰۸^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۸	۰/۰٤٥	٦/٥۸۲	٤۰/۸۹۷	۰/۲٤۲	۸/۷۲٦	۱۰۰/۱۲٥
ضریب تغییرات (درصد)		۷/٤۳	۷/٦۲	۱٤/۸۸	۱٦/٥۷	۱۹/٥۰	۲۳

ns، * و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد می باشد.

غلظت و مقدار فسفر در بوته تره ایرانی در گیاهان میکوریزی و باکتری‌های *P. fluorescens* Chao و *P. putida* Tabriz بیشتر از گیاهان شاهد و بقیه تیمارها بود (نمودار ۱). همچنین غلظت فسفر در تیمار تلفیقی گیاهان میکوریزی نسبت به تیمار تکی گیاهان میکوریزی بیشتر بود. با این حال در خاک‌های غنی از فسفر نیز همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریز موجب افزایش سرعت و میزان جذب فسفر به ویژه در مراحل اولیه رشد گیاه می‌شود (فیتر و های ۲۰۰۲). افزایش میزان جذب فسفر توسط قارچ‌های میکوریز در پیاز خوراکی (بلندنظر و همکاران ۲۰۰۷)، فلفل (آگویلار-گومز و همکاران ۱۹۹۹)، گوجه‌فرنگی (سابرامانیان ۲۰۰٦)، باقلا (عبدالفتاح و همکاران ۲۰۰۲) و در هندوانه (کایا و همکاران ۲۰۰۳) گزارش شده است. غلظت نیتروژن موجود در ماده خشک تره ایرانی در تیمار تلقیح با باکتری *Azotobacter* موجود در کود زیستی نیتروکسین بیشتر از گیاهان شاهد و بقیه تیمارها بود (نمودار۳) به طوری که بیشترین غلظت (٤۱/۰٤ میلی‌گرم بر گرم) در این تیمار و کمترین غلظت (۲٦/۸٤ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار شاهد بدون تلقیح به دست آمد. کارلتی (۲۰۰۲) اظهار داشتند که باکتری‌های *ازتوباکتر* از طریق سنتز هورمون‌های محرک رشد مثل ایندول‌استیک‌اسید، جیبرلین‌ها و

سیتوکنین‌ها باعث افزایش رشد گیاه، درصد جوانه‌زنی بذرها، ریشه‌زایی و گسترش ریشه می‌گردند. جهان و همکاران (۲۰۰۹) کمتر بودن غلظت نیتروژن را در تلقیح دو گانه و تلقیح میکوریزایی نسبت به بقیه تیمارها را به رقیق شدن نیتروژن در اثر رشد بیشتر گیاه در تلقیح دوگانه نسبت داد. با این که تاثیر معنی‌داری بر روی غلظت پتاسیم تحت تیمار کودهای زیستی، باکتریهای تحریک‌کننده رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز آربوسکولا ایجاد نشد ولی تیمار قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نسبت به شاهد و بقیه تیمارها دارای غلظت بیشتری از پتاسیم در اندام گیاهی تره ایرانی داشت. در گیاهان میکوریزی جذب پتاسیم نسبت به شاهد افزایش می‌یابد که افزایش جذب پتاسیم به دنبال افزایش جذب فسفر صورت می‌گیرد و منجر به رشد بیشتر این گیاهان می-شود (کاردوسو و کویپر ۲۰۰۶).



نمودار ۱- مقایسه میانگین تیمار کودهای زیستی برای غلظت فسفر (A) و غلظت نیتروژن (B) در تره ایرانی

(آزمون دانکن P/۰۵)، M (قارچ‌های میکوریز)، MN (قارچ‌های میکوریز + *Azotobacter*)، MA (قارچ‌های میکوریز + *Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII)، B (*P. putida* P13 + *Pantoea agglomerans* P5)، BN (*P. putida* P13 + *Pantoea* sp.)، BA (*Azotobacter* + *agglomerans* P5، *Azospirillum* AC46I + *Azospirillum* AC49VII، *Pseudomonas putida* P13)، A (*Pantoea agglomerans* P5، *Azospirillum* AC46 I + *Azospirillum* AC49VII)، P (*P. fluorescens* Chao + *P. putida* Tabriz)، N (*Azotobacter*)، C شاهد بدون تلقیح.

صفات کیفی تره ایرانی

بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که باکتری‌ها و قارچ-های موجود در کودهای زیستی با تاثیری که بر روی مکانیسم هورمونی و جذب عناصر غذایی گیاه می‌گذارند باعث ایجاد تغییرات چشم‌گیری روی صفات کیفی گیاهان از جمله ویتامین ث، میزان پروتئین، پلی‌فنل و غیره می-شوند.

محتوای کلروفیل

تجزیه واریانس اثر تیمار باکتریهای تحریک کننده رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز آربوسکولا بر روی

جدول ۳- تجزیه واریانس باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ های میکوریز آربوسکولار بر صفات کیفی تره ایرانی

		میانگین مربعات									
منابع تغییر	df	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	TSS برگ	ویتامین ث	پیروات	پروتئین	پلی‌فنل کل	درصد ماده خشک	درصد کلنیزاسیون
تیمار	۹	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۳**	۰/۱۱۰^{ns}	۰/۰۰۳**	۰/۵۴۳*	۰/۱۴۲*	۰/۰۰۱**	۲/۸۱۱*	۱۹۰۷/۱۱۹**
بلوک	۲	۰/۰۰۳^{ns}	۱/۳۲۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۷۰^{ns}	۰/۰۰۱*	۰/۲۲۷^{ns}	۰/۰۴۱^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۳۶۶^{ns}	۲/۱۵۸^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۸	۰/۰۰۲	٤/۲۰۷	۰/۰۰۱	۰/۱۳۰	۰/۰۰۰	۰/۲۳۹	۰/۰٤۳	۰/۰۰۰	۰/۸۷۳	۷/۱۵۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۳۱	۱/٤۵	٤/۲۵	۱۲/۵۵	۲/٤۵	۲٤/۲۸	٤/۰۹	۱۲/۱۱	۱۱/۸۲	۱۰/۵

ns، * و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

محتوای کلروفیل در جدول ۳ نشان می‌دهد که همزیستی تره ایرانی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، همچنین تلقیح با باکتری‌های محرک رشد، مقدار کلروفیل b و کلروفیل کل (a+b) را به طور معنی داری افزایش داده و تیمارها باعث افزایش کلروفیل a نیز شدند که بیشترین کلروفیل a در تیمارهای میکوریزی بود ولی به طور کلی تاثیر معنی‌داری بر روی کلروفیل a نداشتند، بیشترین مقدار کلروفیل b را تیمارهای قارچ‌های میکوریز آربوسکولار به همراه تلقیح با باکتری *Azotobacter* موجود در کود زیستی نیتروکسین (۰/۱۵۱ میلی‌گرم بر گرم) و تیمار تلقیح با باکتری های *P. putida* P13، *P. agglomerans* P5 موجود در کود زیستی بارور۲ و باکتری *Azotobacter* موجود در کود زیستی نیتروکسین (۰/۱۵۳ میلی‌گرم بر گرم) داشتند (نمودار ۳). بیشترین محتوای کلروفیل کل (a+b) نیز در تیمارهای فوق مشاهده شد (نمودار٤). ریبادو و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که افزایش کلروفیل برگ نسبت به تیمار شاهد در حضور ایزوله‌های باکتری *Azospirillum* را می‌توان به بالا رفتن میزان نیتروژن برگ‌ها به دلیل توانایی تثبیت نیتروژن ایزوله‌ها، تولید اکسین و توانایی نیترات ردوکتازی ایزوله‌ها در گیاه و به دنبال آن بالا رفتن میزان کلروفیل نسبت داد. مورته و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که کلنیزاسیون *Helianthemum almeiense* با قارچ میکوریز موجب افزایش مقدار کلروفیل، به ویژه در شرایط تنش خشکی گردید و دلیل این افزایش مقدار کلروفیل در گیاهان میکوریزی را به بهبود تغذیه گیاه به ویژه نیتروژن و فسفر ارتباط دادند. جدول ضرائب همبستگی این آزمایش نشان می‌دهد محتوای کلروفیل با مقدار فسفر (R^2=۰/٦١٤) در سطح احتمال ۱ درصد آماری معنی دار است (جدول ۵).

غلظت ویتامین ث

جدول تجزیه واریانس داده‌ها (۳) نشان می دهد که اثر تیمار باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز آربوسکولا بر روی ویتامین ث در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. بالاترین غلظت ویتامین ث در تیمار قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بود که بیشتر از گیاهان شاهد و بقیه تیمارها است (نمودار ۵). علیزاده اسکویی و همکاران (۱۳۸٤) گزارش کردند که ظاهرا قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با جذب فسفر در فعال ساختن آنزیم‌هایی که برای سنتز ویتامین ث لازم و ضروری می باشند، نقش اساسی دارند و با افزایش فسفر جذب شده، فعالیت این آنزیم‌ها نیز بیشتر شده و در نتیجه غلظت ویتامین ث میوه گوجه‌فرنگی بالا رفته و یا استفاده گیاه از ذخایر عناصر کم مصرف خاک در جوار قارچ‌های میکوریز بر افزایش ویتامین ث میوه گوجه فرنگی نقش

داشته است. آنها نشان دادند که مقدار ویتامین ث میوه ها همبستگی مثبت و معنی داری با مقدار فسفر قسمت هوایی دارد. لینکن و ادوارد (۱۹۹۸) معتقدند وجود فسفر کافی در محیط ریشه نیز سبب توسعه سریع ریشه و استفاده بهتر گیاه از آب و دیگر عناصر غذایی ضروری گیاه می‌شود که در نتیجه غلظت ویتامین ث میوه گوجه فرنگی را بهبود می‌بخشد. در این آزمایش نیز ضرائب همبستگی ویتامین ث با مقدار فسفر (R^2=۰/۵۲٦) در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شده است (جدول ۵) و نشان‌دهنده آن است که قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با افزایش فسفر قابل جذب گیاه نسبت به باکتری های حل کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن (نمودار ۱ و ۲) باعث افزایش غلظت ویتامین ث شده است.

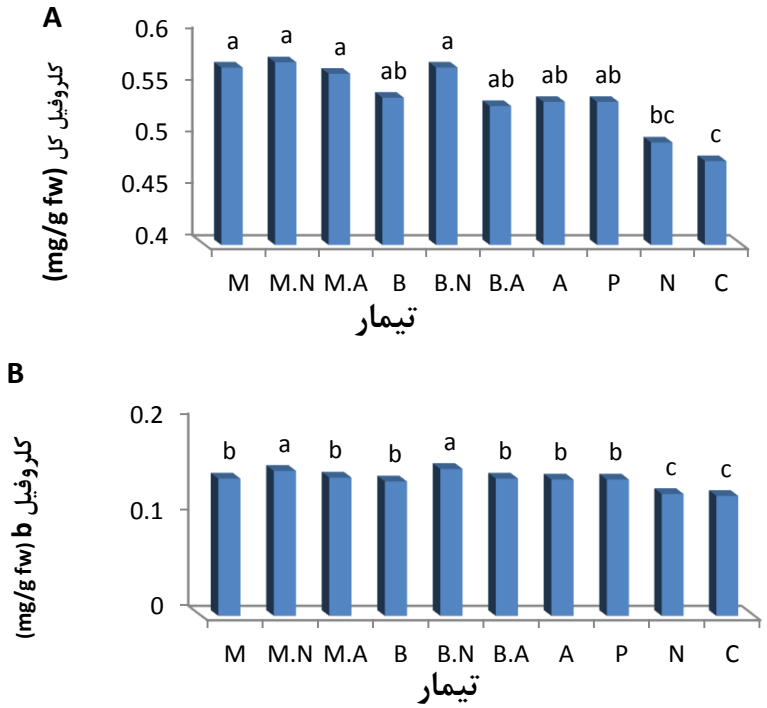
جدول ۵ – ضرایب همبستگی بین صفات بررسی شده تحت تیمار باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ های میکوریز آربوسکولار

صفت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱- فسفر	۱										
۲- نیتروژن	۰/۱۵۲	۱									
۳- کلروفیل a	۰/۳۲۸	-۰/۰۳۰	۱								
٤- کلروفیل b	۰/۵۳۷**	۰/۰۲۲	۰/۵۳۳**	۱							
٥- کلروفیل کل	۰/۶۱۴**	۰/۰۲۴	۰/۷۰۷**	۰/۸۲۳**	۱						
٦- ماده جامد محلول	-۰/۱۵۴	۰/۳۴۸	۰/۰۱۷	-۰/۰۷۲	=۰/۰۹۱	۱					
۷- ویتامین ث	۰/۵۲۶**	۰/۱۶۷	۰/۲۱۸	۰/۶۰۳**	۰/۶۳۹**	۰/۰۱۸	۱				
۸- پیروات	۰/۳۶۶*	۰/۳۶۴*	۰/۲۸۸	۰/۴۹۳**	۰/۴۱۳	۰/۳۲۲	۰/۳۵۷	۱			
۹- پروتئین	۰/۳۴۹	۰/۵۶۰*	۰/۰۴۳	۰/۶۷۳**	۰/۳۵۹	۰/۰۵۱	۰/۳۰۵	۰/۳۶۲*	۱		
۱۰- پلی‌فنل کل	۰/۴۰۶*	۰/۴۹۳**	۰/۰۸۱	۰/۱۰۶	۰/۱۲۵	۰/۰۴۵	۰/۱۵۰	۰/۱۴۰	۰/۰۹۳	۱	
۱۱- ٪ ماده خشک	-۰/۴۰۱*	-۰/۲۵۵	-۰/۱۴۶	-۰/۳۶۰	-۰/۴۰۹*	۰/۱۵۰	-۰/۳۰۳	-/۲۶۰	-۰/۲۶۳	-۰/۳۹۰	۱

*و ** به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

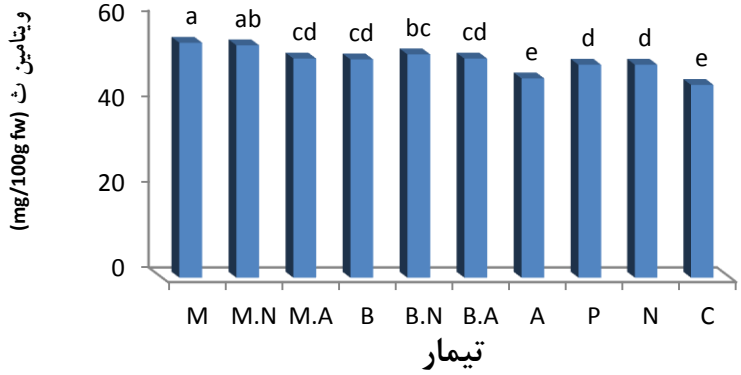
پروتئین‌های محلول

جدول تجزیه واریانس داده‌ها (۳) نشان داد که اثر تیمارها بر پروتئین های محلول در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است. غلظت پروتئین‌های محلول تره‌ایرانی در گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (*Azospirillum* و *Azotobacter*) به عنوان تامین کننده نیتروژن گیاه به همراه باکتری‌های حل کننده فسفر و قارچ‌های میکوریز بیشتر از گیاهان شاهد و بقیه تیمارها است به طوری که تیمارهای تلفیقی بیشترین مقدار پروتئین محلول را داشتند (نمودار٦). همچنین این نمودار نشان می دهد که باکتری *Azotobacter* نسبت به باکتری‌های *Azospirillum* تاثیر بهتری را در افزایش پروتئین گیاه دارند. در نمودار ۲ نشان داده شده که



نمودار ۴- مقایسه میانگین تیمار کودهای زیستی برای محتوای کلروفیل کل (A) و کلروفیل b (B) برگ در تره ایرانی

(آزمون دانکن P۰/۰۵)، M (قارچهای میکوریز)، MN (قارچهای میکوریز + *Azotobacter*)، MA (قارچهای میکوریز +*Azospirillum* AC46I)، BA (*Azotobacter* + *Azospirillum* AC46I)، B (*Azospirillum* AC49VII)، BN (*Pantoea agglomerans* P5 ،*P. putida* P13)، BA (*Pantoea agglomerans* P5 ،*Pseudomonas putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46I)، A (*Azospirillum* AC46 I ،*Azospirillum* AC49VII)، P (*P. fluorescens* Chao ،*P. putida* Tabriz)، N (*Azotobacter*)، C شاهد بدون تلقیح.



نمودار ۵- مقایسه میانگین تیمار کودهای زیستی برای غلظت ویتامین ث در تره ایرانی

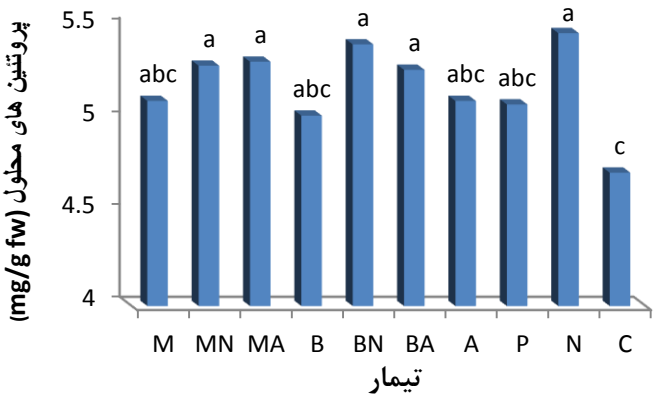
(آزمون دانکن p۰/۰۵)، M (قارچهای میکوریز)، MN (قارچهای میکوریز + *Azotobacter*)، MA (قارچهای میکوریز +*Azospirillum* AC46I)، BA (*Azotobacter* + *Azospirillum* AC46I)، B (*Azospirillum* AC49VII)، BN (*Pantoea agglomerans* P5 ،*P. putida* P13)، BA (*Pantoea agglomerans* P5 ،*Pseudomonas putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46I)، A (*Azospirillum* AC46 I ،*Azospirillum* AC49VII)، P (*P. fluorescens* Chao ،*P. putida* Tabriz)، N (*Azotobacter*)، C شاهد بدون تلقیح.

بیشترین مقدار نیتروژن را همین تیمار کود زیستی نیتروکسین دارد، پس با افزایش مقدار نیتروژن گیاه غلظت پروتئین‌های محلول در برگهای گیاه افزایش می-یابد. ضرائب همبستگی پروتئین‌های محلول با مقدار

نیتروژن (R^2= ۰/۵۶۰) در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شده است (جدول ۵). نیتروژن آلی به شکل پروتئین-های با وزن مولکولی بالا در اندام گیاهی ذخیره می‌شود (طباطبایی ۱۳۸۸) در این آزمایش نیز باکتری های تثبیت کننده نیتروژن با تامین نیتروژن باعث افزایش پروتئین های محلول گیاه شده است.

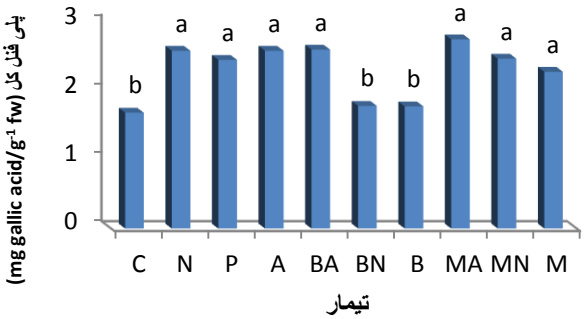
پلی‌فنل کل

همان طوری که در جدول (۳) تجزیه واریانس داده‌ها نشان داده شده است میزان پلی‌فنل کل در تره‌ایرانی به طور معنی‌داری تحت تاثیر باکتریهای محرک رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار قرار گرفته و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. غلظت پلی‌فنل کل موجود در برگهای تازه تره ایرانی در تیمار تلقیح با باکتری های *Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII و قارچ های میکوریز آربوسکولار بیشتر از گیاهان شاهد و بقیه تیمارها بود (نمودار۷) به طوری که بیشترین غلظت (۲/۷٤ میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم وزن تر) در تیمار تلفیقی باکتری های *Azospirillum* و قارچ های میکوریز آربوسکولار و کمترین غلظت (۱/٦۸ میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم وزن تر) در تیمار شاهد بدون تلقیح بود. نتایج بیانگر این است که کلیه تیمارها تاثیر مثبتی روی میزان فنل کل گیاه گذاشته است ولی بهترین و بیشترین تاثیر را در بین تیمارها، باکتری‌های *Azospirillum* دارند. تیمار گیاهان با PGPRها باعث افزایش چشم‌گیری در مقدار ترکیبات فنلی گیاهان می-شود (پیگو و همکاران ۱۹۹۷)، به طوری که در تحقیقات ساری و همکاران (۲۰۰۷) مشخص شد که تجمع ترکیبات فنلی در ریشه‌های گندم تیمار شده با باکتری *Bacillus pumilus* توام با قارچ *Gaumonnomyces graminis* بسیار بیشتر از قارچ به تنهایی بود. نتایج این آزمایش نیز با نتایج تحقیقات فوق هم خوانی دارد و PGPR ها باعث افزایش پلی‌فنل کل شده‌اند.



نمودار ۶- مقایسه میانگین تیمار کودهای زیستی برای غلظت پروتئین در تره ایرانی

(آزمون دانکن p۰/۰۵). M (قارچ‌های میکوریز)، MN (قارچ‌های میکوریز + *Azotobacter*)، MA (قارچ‌های میکوریز +*Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII) B، (*Pantoea agglomerans* P5 ،*P. putida* P13) BN، (*Pantoea agglomerans* P5 + *Pseudomonas putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46I) BA، (*Azotobacter* + *Pantoea agglomerans* P5 ،*P. putida* P13) A، (*Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46 I) P، (*P. putida* Tabriz،*P. fluorescens* Chao) N، (*Azotobacter*) C شاهد بدون تلقیح.



نمودار ۷- مقایسه میانگین تیمار کودهای زیستی برای غلظت پلی‌فنل کل در تره ایرانی

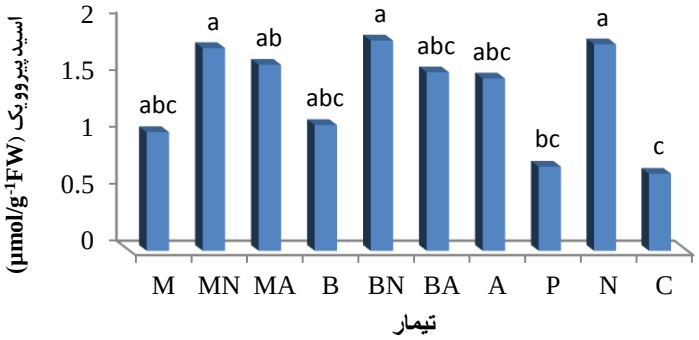
(آزمون دانکن P۰/۰۵). M (قارچ‌های میکوریز)، MN (قارچ‌های میکوریز + *Azotobacter*)، MA (قارچ‌های میکوریز +*Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII) B (*P. putida* P13، *Pantoea agglomerans* P5) BN (*P. putida* P13، *Pantoea agglomerans* P5 + *Azospirillum* AC49VII) BA (*Azotobacter*، *Azospirillum* AC46I) A (*Pseudomonas putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII، *Pantoea agglomerans* P5)، P (*Azospirillum* AC49VII، *Azospirillum* AC46 I)، N (*Azotobacter*)، C شاهد بدون تلقیح.

اسید پیرووبک

جدول (۳) تجزیه واریانس داده‌ها نشان می دهد که غلظت اسیدپیرووبک در تره ایرانی به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. غلظت اسید پیرووبک موجود در برگ‌های تره ایرانی در تیمار تکی و تلفیقی باکتری *Azotobacter* موجود در کود زیستی نیتروکسین با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و همچنین به همراه کود زیستی بارور۲ بیشتر از گیاهان شاهد و بقیه تیمارها بود (نمودار۸) پیش ماده‌ی ترکیبات معطره در آلیوم‌ها، به صورت آمینو اسیدهای غیر پروتئینی (s)-alk(en)yl-cysteine sulfoxid می‌توانند به صورت آنزیمی هیدرولیز شده و تولید ترکیبات فرار گوگردی، اسید پیرووبک و آمونیوم را بنمایند. که مقدار این ترکیبات با توجه به ژنتیک، تغذیه ی گیاه، شرایط محیطی و مرحله‌ی رشد گیاه متغیر است. نیتروژن به دلیل دخالت در تولید این اسید آمینه‌ها (از جمله اسید پیرووبک) می تواند در ایجاد طعم و تندی پیاز موثر باشد (بروستر ۱۹۹٤).

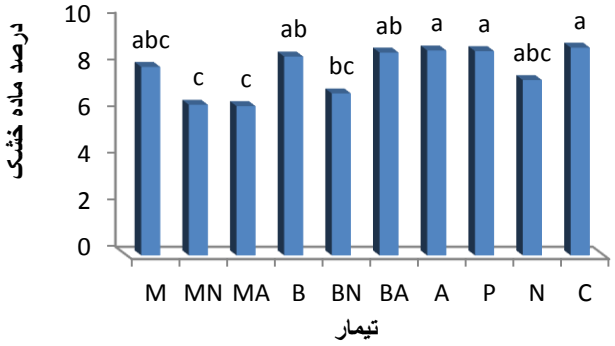
درصد ماده خشک

درصد ماده خشک از صفات کیفی محصولات باغبانی می‌باشد که نقش مهمی در عمر پس از برداشت آنها دارد. نتایج تجزیه داده‌ها (جدول ۳) نشان می دهد که اثر تیمار در این صفت معنی دار است. بین تیمارهای حاوی قارچ، با باکتری و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد به طوری که در تیمارهای حاوی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار کمترین درصد ماده خشک (٦/۳ درصد) مربوط به تیمار قارچ‌های میکوریز به همراه باکتری‌های *Azospirillum* مشاهده می‌شود و بیشترین درصد ماده خشک در تیمار شاهد (۸/۸ درصد) می‌باشد (نمودار ۹). گیاهان میکوریزی در مقایسه با گیاهان بدون میکوریز آب بیشتری جذب می‌نمایند (بلند نظر و همکاران ۲۰۰۷). این افزایش جذب آب در گیاهانی مثل تره ایرانی که در یک فصل رشد چندین بار برداشت می‌شوند باعث افزایش میزان تردی و آبدار بودن گیاه می‌شود و تجمع ماده خشک نسبت به گیاهان غیر میکوریزی که آب کمتری جذب می‌کنند کمتر صورت می‌گیرد.



نمودار ۸- مقایسه میانگین تیمار کودهای زیستی برای غلظت اسید پیرووریک در تره ایرانی

(آزمون دانکن P۰/۰۵). M (قارچهای میکوریز)، MN (قارچهای میکوریز + *Azotobacter*)، MA (قارچهای میکوریز +*Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII) B ،(*P. putida* P13 ،*Pantoea agglomerans* P5) BN، (*P. putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46I) BA، (*Azotobacter* + *Pantoea agglomerans* P5 ،*Pseudomonas putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46I) A، (*Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46 I) P، (*P. fluorescens* Chao ،*P. putida* Tabriz) N، (*Azotobacter*) C شاهد بدون تلقیح.



نمودار۹- اثر تیمار کودهای زیستی بر روی درصد ماده خشک در تره‌ایرانی

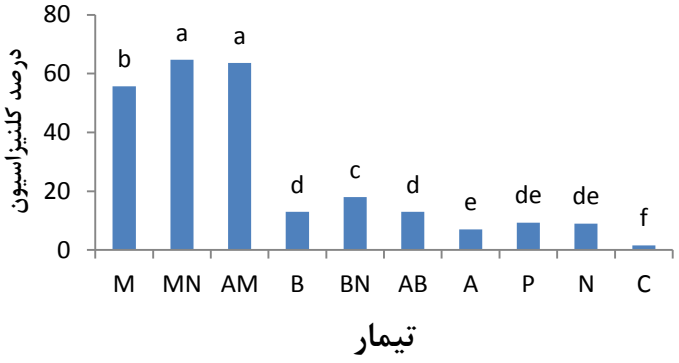
(آزمون دانکن P۰/۰۵). M (قارچهای میکوریز)، MN (قارچهای میکوریز + *Azotobacter*)، MA (قارچهای میکوریز +*Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII) B ،(*P. putida* P13 ،*Pantoea agglomerans* P5) BN، (*P. putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46I) BA، (*Azotobacter* + *Pantoea agglomerans* P5 ،*Pseudomonas putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46I) A، (*Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46 I) P، (*P. putida* Tabriz ،*P. fluorescens* Chao) N، (*Azotobacter*) C شاهد بدون تلقیح.

درصد کلنیزاسیون ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ٤) نشان داد که اثر تیمار بر درصد کلنیزاسیون ریشه تره ایرانی معنی‌دار است.

نمودار ۱۰ نشان می دهد که بیشترین درصد کلنیزاسیون مربوط به تیمار تلقیح گیاهان با قارچهای میکوریز آربوسکولار به همراه باکتری *Azotobacter* موجود در کود زیستی نیتروکسین (٦٤/٦٦ درصد) و تیمار تلقیح گیاهان با قارچهای میکوریز آربوسکولار به همراه باکتری‌های *Azospirillum* AC46I، *Azospirillum* AC49VII (٦٣/٦٦ درصد) می‌باشد و کمترین میزان کلنیزاسیون مربوط به گیاهان شاهد (۱/۵

درصد) بود و با توجه به این که آزمایش در شرایط مزرعه و در خاک غیر استریل انجام شده، چنین مشاهداتی طبیعی است اما نکته قابل توجه آن است که تیمارهای باکتریایی در مقایسه با شاهد، درصد کلنیزاسیون ریشه مربوط به قارچ‌های بومی افزایش یافته است که می‌توان به نقش تحریک کنندگی و مثبت آنها اشاره داشته باشیم. عبدالفتاح و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که تلقیح گیاه باقلا با قارچ‌های میکوریز، کلنیزاسیون ریشه را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. بلندنظر و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که تیمار پیازخوراکی با سه گونه از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (*G. versiforme*، *G. intraradices* و *G. etunicatum*) دارای اختلاف معنی‌داری از نظر درصد کلنیزاسیون ریشه نسبت به هم هستند و بیشترین درصد کلنیزاسیون مربوط به گونه *G. versiforme* است.



نمودار ۱۰- اثر تیمار کودهای زیستی بر روی درصد کلنیزاسیون در تره‌ایرانی

(آزمون دانکن P۰/۰۵). M (قارچ‌های میکوریز)، MN (قارچ‌های میکوریز + *Azotobacter*)، MA (قارچ‌های میکوریز +*Azospirillum* AC46I)، BA (*Azotobacter*)، A (*Pantoea agglomerans* P5 ،*Pseudomonas putida* P13 + *Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46I)، N (*Azotobacter*)، P (*Azospirillum* AC49VII ،*Azospirillum* AC46 I *P. putida* Tabriz ،*P. fluorescens* Chao)، C شاهد بدون تلقیح.

منابع مورد استفاده

Aguilera-Gumez L, Davies FT J, Olalde_Portugal V, Duray SA and Phavaphutanon L. 1999. Influence of phosphoruse and endomycorrhiza (*Glomus intraradices*) on gas exchange and plant growth of chile ancho pepper (*Capsicum annum* L. cv. San Luis). Photosynthetica, 36: 441-449.

Alizadeh Oskuei P, Aliasgharzad N and Baghban S. 2005. The effect of VA mycorrhiza on yield and vietemin C content of tomato. Journal of Aricultural Science and Natural Resource, 12(6): 218-228. (In Persian).

Amer GA and Utkhede RS. 2000. Development of formulation of biological agents for management of root rot of lettuce and cucumber. Canadian Journal of Microbiology, 46: 809–816.

Arnon DI. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1-15.

Auge RM. 2004. *Arbuscular mycorrhizae* and soil plant water relations. Canadian Journal of Soil Scienc, 84: 373-381.

Biro B, Koves-Pechy K, Voros I, Takacs T, Eggenbergr P and Strasser RJ. 2000. Interrelations between Azospirillum and Rhizobium nitrogen-fixers and arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of alfalfa in sterile, AMF-free or normal soil conditions. Appied Soil Ecology, 15(12): 159-168.

Bolandnazar S, Aliasgarzad N, Neishabury MR, and Chaparzadeh N. 2007. Mycorrhizal colonization improves onion (*Allium cepa* L.) yield and water use efficiency under water deficit condition. Scientia Horticulturae, 114: 11-15.

Bremner JM and Mulvaney CS. 1965. Nitrogen-Total. In: Methods of soil analysis: part 2, Chemical and Microbiological Properties. Page, A.L. (Ed). 1982. Second Edition. American Society of Agronomy Inc. Madison ,Wisconsin USA. Agronomy Series No. 9, Part 2. pp. 595-622.

Brewster JL. 1994. Onion and other vegetable Alliums. CAB International, pp: 203-211.

Cardoso I and Kuyper MTW. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems and Environment, 116: 72-84.

Carletti S. 2002. Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in plant micropropagation www. ag. Auburn. Edu/argentina/pdfmanuscripts/ carletti. Pdf.

Cottenie A. 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. FAO Bulletin, No.82/2.

Dashti M, Kashi A, Vezvaei A, Mousavi A and Ershadi A. 2005. Evaluation the genetic diversity of Iranian leek (*Allium ampeloprasum*) landrace by using of RAPD marker. Agricultural Research (Water, Soil and Plant in Agriculture), 5(3): 1-9. (In Persian).

Glick BR. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Canadian Journal of Microbiology, 41: 109-117.

Gupta Sood S. 2003. Chemotactic response of plant-growth-promoting bacteria towards root of vesicular-arbuscular mycorrhizal tomato plants. FEMS Microbiological Ecology, 45(3): 219-227.

Ibrahim MA, Campbell WF, Rupp L A and Allen EB. 1990. Effects of mycorrhizae on sorghum groeth, photosynthesis, and stomatal conductance under drought conditions. Arid Soil Research and Rehabitatin, 4: 99-107.

Jahan M, Koochki A, Ghornani R, Rejali F, Ariaei M and Ebrahimi A. 2009. The effect of biological fertilizers application on some agroecological characteristics of corn under conventional and ecological cropping systems. Iranian Journal of Field Crops Research,7(2): 375-390. (In Persian).

Jeffries P, Gianinazi S, Perotto S, Turnau K and Barea JM. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhzal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biology and Fertility of Soil, 61(1-2): 65-70.

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.

Kloepper JW, Lifshittz R and Zablotowicz RM. 1989. Free-living bacterial inocula for enchancing crop productivity. Trends to Biotechnology, 7: 39-43.

Lincoln T and Edvardo Z. 1998. Plant physiology. Second Edition. Sinauer Associates. Inc publishers, PP. 792.

Morte A, Lovisolo C and Schubert A. 2000. Effect of drought stress on growth and water relations of the mycorrhizal association *Helianthemum almeriense-Terfezia claveryi*. Mycorrhiza, 10: 115-119.

Panahandeh J and Aghayev Y. 2001. Evaluation of Iranian leek (*Allium ampeloprasum*) karyplogy. Prossiding of Scond Iranian Horticultural Scienc, 141 p. (In Persian).

Piga P, Belanger R, Paulitzand TZ and Benhanau N. 1997. Increased resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. radicis-lycopersici in tomato plants treated with the endophytic bacterium *Pseudomonas fluorescens*, strain 63-28. Physiological and Molecular Plant Pathology, 50: 301-320.

Ribaudo CM, Paccusse AN, Cura JA and Fraschina V. 1998. Azospirillum maiz association: effects on dry matter yield and nitrate reductase activity. Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics, 31: 61-70.

Sari E, Etebarian HR and Aminian H. 2007. The effects of *Bacillus pumilus*, isolated from wheat rhizosphere, on resistance in wheat seedling roots against the take-all fungus, *Gaeumannomyces graminis* var. tritici. Phytopathology, 155: 720-727 .

Sarrikhani MR and Ansari S. 2014. Assessment of some qualitative characteristics of common biofertilizers in Iran. Agricultural Science and Sustainable Production, 24(4.1): 1-14.

Schwimmer S and Weston WJ. 1961. Onion flavor and odor, enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. Journal of the Science of Food and Agriculture, 9: 301–304.

Strack D, Fester T, Hause B, Schilemann W and Walter MH. 2003. Arbuscular mycorrhiza: biological, chemical and molecular aspects. Journal of Chemistry and Ecology, 29(9): 1955-1977.

Subramania KS, Santhanakrishnan P and Balasubramania P. 2006. Response of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Scientia Horticulturae, 107: 245-253.

Subramanian KS and Charest C. 1997. Nutritional, growth and reporductive responses of maize (*Zea mays* L.) to arbuscular mycorrhizal inoculation during and after drought stress at tasselling. Mycorrhiza, 7: 25-32.

Varma A, and Hock B. 1998. Mycorrhiza. Springer Verlag Belin, Hiedelbery New York. PP. 704.