

اثر کودهای زیستی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی ماشک مراغه (*Vicia sp.*) در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

سعید حیدرزاده^۱، جلال جلیلیان^{۲*}، علیرضا پیرزاد^۲، رشید جامعی^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۲۷

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

*مسئول مکاتبه: Email: j.jalilian@urmia.ac.ir ; j_1358@yahoo.com

چکیده

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه ارومیه در دو سال زراعی (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت دیم و یک بار آبیاری تکمیلی به عنوان فاکتور اول و تیمار کاربرد کودهای زیستی در هشت سطح شاهد (عدم کاربرد کود زیستی)، قارچ میکوریزا (*Rhizophagus intraradices*)، ازتوباکتر، تیوباسیلوس، ازتوباکتر+قارچ میکوریزا (*R. intraradices*)، تیوباسیلوس+قارچ میکوریزا (*R. intraradices*)، ازتوباکتر+تیوباسیلوس و ترکیب ازتوباکتر+تیوباسیلوس+قارچ میکوریزا (*R. intraradices*) به عنوان فاکتور دوم بودند. نتایج نشان داد با انجام آبیاری تکمیلی تعداد غلاف در بوته، درصد فسفر دانه و محتوی رطوبت نسبی برگ افزایش یافت. اما بیشترین درصد پتاسیم و پروتئین دانه در شرایط دیم بدست آمد. همچنین تعداد غلاف در بوته، درصد فسفر، پتاسیم و پروتئین دانه و محتوی رطوبت نسبی برگ تحت تأثیر کاربرد کودهای زیستی افزایش معنی‌داری یافتند. بطوری که کاربرد ترکیبی میکوریزا + ازتوباکتر، تعداد غلاف در بوته، درصد فسفر، پتاسیم و پروتئین دانه و محتوی رطوبت نسبی برگ ماشک را به ترتیب ۱۵/۵۵، ۳۴/۲۵، ۲۰، ۲۱/۲۲ و ۱۷/۰۴ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. حداکثر کلونیزاسیون (۶۳/۴۵ درصد)، عملکرد زیستی (۴۹۸۶/۵ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۱۸۷۳/۲۹ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۵۰۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط انجام آبیاری تکمیلی و کاربرد ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر بدست آمد. با توجه به یافته‌های این تحقیق، استفاده تلفیقی کودهای زیستی جهت افزایش عملکرد و حفظ تولید در دراز مدت در سیستم تلفیقی درخت-گیاه زراعی تحت شرایط دیم می‌تواند در راستای کشاورزی پایدار مطلوب باشد.

واژه های کلیدی: ازتوباکتر، تیوباسیلوس، جنگل زراعی، کشاورزی پایدار، میکوریزا

The Effect of Biofertilizers on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Vetch Maragheh (*Vicia sp.*) under Rainfed and Supplementary Irrigation

Saeid Heydarzadeh¹, Jalal Jalilian^{2*}, Alireza Pirzad², Rashid Jamei²

Received: January 13, 2018 Accepted: July 18, 2018

1-PhD Student of Agronomy, Urmia University, Urmia, Iran.

2- Assoc. Prof., Urmia University, Urmia, Iran.

*Corresponding Author: Email: j.jalilian@urmia.ac.ir ; j_1358@yahoo.com

Abstract

This factorial experiment was done as a complete randomized block design with three replications at Urmia University in two years (2016 and 2017). Experimental treatments included once supplemental irrigation and dry farming as the first factor and application of biofertilizers in eight levels, Control (non-application of fertilizer), Mycorrhizal fungus (*Rhizophagus intraradices*), Azotobacter, Thiobacillus, Azotobacter+mycorrhiza (*R. intraradices*), Thiobacillus+mycorrhiza (*R. intraradices*), Azotobacter+Thiobacillus, Azotobacter+Thiobacillus+Mycorrhizal fungus (*R. intraradices*) were the second factor. The results showed that supplementary irrigation increased the number of pods per plant, seed phosphorus content and leaf relative humidity. The high percentage of potassium and protein were obtained in farming condition. Also, the number of pods per plant, the percentage of phosphorus, potassium and protein content of seeds and leaf relative humidity increased significantly due to the application of biological fertilizers. Thus, the combined application of mycorrhizal + Azotobacter treatment increased the number of pods per plant, the percentage of phosphorus, potassium and protein of seeds and content of leaf relative humidity by 15.55%, 34.25%, 20.22%, and 17.04%, respectively, as compared to the Control. Maximum colonization percentage (63.45%), biological yield (4986.5 kg.ha⁻¹), grain yield (1873.29 kg.ha⁻¹) and protein yield (503 kg.ha⁻¹) were obtained under supplementary irrigation and combined application mycorrhizal fungus and Azotobacter. Therefore, according to the findings of this research, the combined use of biological fertilizers to increase yield and maintain long-term production in an Agroforestry system under rain-fed conditions can be desirable for sustainable agriculture.

Keywords: Agroforestry, Azotobacter, Mycorrhiza, Sustainable Agriculture, Thiobacillus

مقدمه

می‌شود. فرم بوته آن در گونه‌های مختلف، متفاوت است (اصغری میدانی و کریمی ۲۰۱۳). ماشک، گیاهی است که از آن می‌توان به صورت‌های مختلف از جمله علوفه، سیلو، چرا و کود سبز و از دانه‌ی آن برای تغذیه طیور استفاده نمود (جلیلیان و رحیمی‌نژاد ۲۰۱۲). ماشک

ماشک (*Vicia spp.*) گیاهی از خانواده پروانه آسا بوده و عمدتاً یک ساله، تعدادی دو ساله و به ندرت چند ساله هستند. شکل رویشی ماشک، نیمه‌رونده بوده و از هر بوته تعدادی ساقه‌ی اصلی با انشعابات فرعی خارج

در دیمکاری غلات و حبوبات، موجب اطمینان از تولید محصول و افزایش چشمگیر تولید در این مناطق می‌گردد (جلیلیان و حیدرزاده ۲۰۱۷). بطوری که آبیاری تکمیلی، تلفیقی از حداکثر استفاده مطلوب از نزولات جوی و ذخایر آبی بسیار محدود یک منطقه در تامین رطوبت در زمان مناسب برای گیاه می‌باشد (اویس و همکاران ۲۰۰۴). نصری و همکاران (۲۰۱۲) با اعمال یک دور آبیاری تکمیلی در مراحل ۵۰ درصد گلدهی و ۵۰ درصد غلاف‌دهی نخود، نشان دادند که آبیاری در مرحله غلاف-دهی بیشترین تاثیر را روی عملکرد دارد و عملکرد بیشتری نسبت به شاهد (بدون آبیاری) داشت.

قارچ‌های میکوریزا و همزیستی آنها با گیاهان اثرات متعددی در راستای بهبود رشد و نمو آنها دارند. بطوری که قارچ‌های میکوریزا می‌تواند سبب تغییراتی در روابط آبی گیاه و بهبود مقاومت به خشکی یا تحمل در گیاه میزبان شود (حبیب‌زاده و همکاران ۲۰۱۵). قارچ‌های میکوریزا بر جذب عناصر غذایی مثل فسفر، نیتروژن و همچنین جذب آب در شرایط تنش، تولید هورمون‌های گیاهی، تعدیل اثر تنش‌های محیطی، افزایش مقاومت نسبت به عوامل بیماریزا در گیاه، کاهش آسیب‌های ریشه‌ای، تأثیر بر دانه بندی خاک، تشدید فعالیت تثبیت زیستی نیتروژن، همچنین بهبود خواص کمی موثر هستند. از مهم‌ترین عناصری که توسط میکوریزا به طور فعال در سطح وسیع جذب می‌شود عنصر فسفر است (باوم و همکاران ۲۰۱۵). از طرف دیگر باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن که قابلیت همزیستی با ریشه بسیاری از محصولات زراعی را دارند، علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن سبب افزایش تقسیم سلولی در ریشه، تغییر مورفولوژی ریشه، افزایش تارهای کشنده و افزایش جذب مواد غذایی موثرند (میزاخانی و همکاران ۲۰۱۰). اکسیداسیون گوگرد در خاک توسط طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌های خاکزی صورت می‌گیرد که باکتری‌های جنس تیوباسیلوس مهم‌ترین آنها محسوب می‌شوند. این باکتری‌ها با اکسایش گوگرد در خاک‌های

همانند سایر گیاهان خانواده بقولات می‌تواند موجب اصلاح و تقویت خاک شده و نیتروژن را تثبیت کند (نیستانی ۲۰۱۱).

یکی از راهکارهای مدیریتی در کشاورزی پایدار برای افزایش تولید محصولات کشاورزی استفاده از نظام‌های کشت تلفیقی می‌باشد (قنبرزاده و همکاران ۲۰۱۰). آگروفارستری، به عنوان یکی از انواع نظام‌های تلفیقی، عبارت است از هر نوع سیستم استفاده پایدار از سرزمین که منجر به افزایش تولید محصول از طریق تلفیق گیاهان زراعی یکساله با گیاهان چوبی پایا و یا دام است (برانکا و همکاران ۲۰۱۳). فعالیت‌های اکوسیستمی ایجاد شده توسط درختان در سیستم آگروفارستری شامل: کنترل فرسایش، ترسیب کربن، چرخه آب، کنترل آفات و بیماری‌ها و افزایش حاصلخیزی خاک هستند (کاسالز و همکاران ۲۰۱۳).

بخش اعظم اراضی کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک طبقه‌بندی می‌شود و در این نواحی مهم‌ترین منبع محدود کننده برای افزایش عملکرد تولیدات کشاورزی، کمبود آب می‌باشد. از این رو، افزایش بهره‌وری آب در مقایسه با محصول تولیدی در واحد سطح بهترین راهکار برای سامانه‌های زراعی دیم می‌باشد (حمزه‌ئی و سیدی ۲۰۱۴). در زراعت دیم، بسیاری از پدیده‌ها و عوامل علیرغم تاثیر گذار بودن آنها در زراعت، غیر قابل کنترل یا تعدیل هستند. تغییرات بارندگی در سال‌های مختلف، تغییرات مقدار و نحوه پراکنش نزولات جوی، تغییرات درجه حرارت و عدم وقوع بارندگی در بخشی از سال زراعی که از ویژگی‌های خاص زراعت دیم است، سبب شده که میزان خطرپذیری در زراعت دیم بالا بوده و ضریب اعتماد و درجه ثبات و پایداری تولید اندک باشد (حمزه‌ئی و سیدی ۲۰۱۴). آبیاری تکمیلی عملیاتی با کارایی بالاست که برای افزایش تولید محصولات کشاورزی و بهبود معیشت در نواحی خشک از پتانسیل بالایی برخوردار است (اویس و حاکم ۲۰۰۶). بطوری که تامین یک یا دو نوبت آبیاری تکمیلی

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و ۳ تکرار در دو سال زراعی (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) در باغی در نازلوی ارومیه (با موقعیت جغرافیای ۳۷ درجه و ۳۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی با ۱۳۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا) انجام شد. متوسط دما و بارندگی در طول دو سال کشت و میانگین ۳۰ ساله در جدول (۱) نشان داده شده است.

تیمارهای آزمایشی شامل عدم آبیاری در طول فصل رشد و یک بار آبیاری تکمیلی به عنوان فاکتور اول و کاربرد کودهای زیستی به هنگام کاشت در هشت سطح ۱-شاهد (عدم کاربرد کود زیستی)، ۲- قارچ میکوریزا (*R. intraradices*)، ۳- ازتوباکتر، ۴- تیوباسیلوس، ۵- ترکیب ازتوباکتر + قارچ میکوریزا (*R. intraradices*)، ۶- ترکیب تیوباسیلوس + قارچ میکوریزا (*R. intraradices*)، ۷- ترکیب ازتوباکتر + تیوباسیلوس و ۸- ترکیب ازتوباکتر + تیوباسیلوس + قارچ میکوریزا (*R. intraradices*) به عنوان فاکتور دوم بودند. کود زیستی (ازتوباکتر و تیوباسیلوس) به میزان ۲ لیتر در هکتار در سایه با بذر آغشته گردید.

آهکی و قلیایی، می‌توانند در کاهش واکنش خاک و اصلاح خاک، تأمین سولفات مورد نیاز گیاه، انحلال برخی از عناصر غذایی و افزایش قابلیت جذب آنها موثر واقع شوند (شعبانی و همکاران ۲۰۱۶).

بررسی‌ها نشان داد از میان روش‌های مختلف مدیریت پایدار منابع طبیعی، آگروفارستری به عنوان راهکاری بی‌بدیل در نظر گرفته می‌شود که متأسفانه تاکنون مطالعه جامعی در این زمینه صورت نگرفته است. از سوی دیگر نتایج اجرای طرح‌های آگروفارستری در کشورهای دیگر گویای آن بود که موفقیت در اجرای طرح‌های آگروفارستری مستلزم توجه به نیازهای اقتصادی-اجتماعی بهره‌برداران است. با توجه به اینکه در سیستم تلفیقی درخت-گیاه زراعی در استان آذربایجان غربی عمدتاً گیاه یونجه کاشت می‌شود که نیاز بسیار بالایی به آب دارد، بطوری که با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور و کمبود نزولات، انجام مطالعه و تحقیق در راستای کاهش هر چه بیشتر مصرف آب، ضمن تولید اقتصادی محصول، بیش از پیش ضروری است. لذا به این منظور آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر کودهای زیستی و آبیاری تکمیلی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی ماشک دیم مراغه (*Vicia sp.*) در سیستم آگروفارستی، طراحی و اجرا گردید.

جدول ۱- متوسط درجه حرارت ماهیانه و بارندگی سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ و ۱۳۹۶-۹۵ در مقایسه با میانگین دوره‌ای

۱۳۶۶ تا ۱۳۹۶

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	میانگین/مجموع
۱۳۹۴-۹۵													
میانگین دما (C)	۱۱/۲	۷/۳	-۵/۹	-۰/۴	۳/۸	۷/۴	۱۲/۲	۱۵/۴	۲۰/۹	۲۴	۲۲/۸	۱۹	۱۱/۴۷
بارندگی (mm)	۹/۲	۶۲	۴۱/۸	۴۳/۹	۹/۲	۱۹/۳	۳۲/۹	۵۵/۱	۶	۰	۰/۱	۰	۲۷۹/۵
۱۳۹۵-۹۶													
میانگین دما (C)	۱۳/۵۹	۷/۵۵	-۱/۲۳	-۵/۲۱	-۴/۳۲	۲/۷۳	۹/۳۱	۱۵/۹	۲۱/۲۱	۲۵/۴	۲۶	۲۲/۸۷	۱۱/۱۵
بارندگی (mm)	۰	۲۸/۲	۵۵/۳۳	۱۰/۶	۴۳/۴	۹/۳	۶۹/۸	۱۲/۳	۰/۸	۰	۰/۷	۰	۲۳۰/۴
۱۳۶۶-۱۳۹۶													
میانگین دما (C)	۶/۱۲	۵/۷۷	-۰/۳۵	-۲/۱	-۰/۲	۵/۲۲	۱۱/۲۶	۱۵/۸۱	۲۰/۸۴	۲۳/۸۶	۲۳/۲۲	۱۸/۹	۱۱/۳۳
بارندگی (mm)	۳۰/۵	۳۹/۴	۲۸/۱	۲۵/۴	۲۸/۲	۴۶/۷	۵۴/۷	۳۷/۱	۱۰	۵/۶	۲/۸	۴/۳	۳۱۲/۸

فیزیولوژیک و هنگام برداشت با استفاده از ۲۰ بوته در هر کرت، اندازه‌گیری شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شدند. پس از آن نمونه‌های خشک شده توزین و عملکرد ماده خشک محاسبه گردید. ارتفاع بوته، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه، محتوای رطوبت نسبی برگ و درصد کلونیزاسیون ریشه از جمله صفات مورد بررسی بودند. برای تعیین محتوای نسبی آب برگ از روش (محمدی و همکاران ۲۰۰۳) استفاده شد. برای بررسی کلونیزاسیون ریشه‌ها توسط قارچ از رنگ آمیزی ریشه‌ها به روش فلیپس و هیمن (۱۹۷۰) استفاده شد. به این ترتیب که در مرحله انتهایی رشد، ریشه تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به طور تصادفی برداشت و پس از شستن ریشه‌ها، حدود یک گرم از ریشه‌های ظریف و ریز در محلول FAA (۱۳ میلی‌لیتر فرمالدئید غلیظ + ۵ میلی‌لیتر اسید استیک غلیظ + ۹۰ میلی‌لیتر اتانول ۵۰ درصد) قرار داده شدند تا نمونه‌ها تثبیت شوند. هنگام رنگ آمیزی، ریشه‌ها با آب معمولی شسته شده و سپس قطعات ریشه (به طول یک سانتی متر) در داخل KOH ۱۰ درصد به مدت یک ساعت و در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از سرد شدن، ریشه‌ها شسته شده و به مدت سه دقیقه در اسید کلردیک ۱ درصد گذاشته شدند و سپس بر روی آن محلول رنگی (تریان بلو ۰/۰۵ درصد) اضافه گردید و به مدت یک ربع در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس محلول رنگی خالی گردید و پس از آن محلول رنگ‌زدایی لاکتوگلیسرول (۱:۱:۱) اسید لاکتیک، گلیسرول، آب) به آنها اضافه شد و به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در داخل حمام آب قرار داده شدند. سپس ریشه‌ها به پتری دیش‌های حاوی ۵۰ درصد گلیسرول جهت مشاهده در زیر میکروسکوپ نوری منتقل شدند. محلول رنگبر تمام مواد رنگی را از بافت ریشه به جز اندام‌های قارچی خارج

به منظور تلقیح بذور به باکتری ازتوباکتر و تیوباسیلوس، ابتدا بذرها را با صمغ عربی و باکتری ازتوباکتر و تیوباسیلوس به طور کامل مخلوط کرده و به هم زده تا سطح تماس صمغ عربی و باکتری با بذر ماشک افزایش یابد، تلقیح بذور با باکتری محرک رشد در شرایط سایه انجام شد. برای تلقیح ماشک با میکوریزا یک گرم از خاکی که حاوی حدود ۱۰۰۰ اسپور بود در زیر بذر قرار داده شد. هر واحد آزمایشی به ابعاد ۳/۵ متر عرض در ۴ متر طول در نظر گرفته شد. در اواخر فصل زمستان (۱۵ اسفند ماه) بذور ماشک با احتساب ۲۰۰ بوته در متر مربع بصورت دستی در عمق ۱۰-۸ سانتی‌متر در بین ردیف‌های درخت آلوی سیاه (*Prunus domestica plum*) کشت گردید. فاصله درختان هر ردیف از هم ۴ متر و ۴ ساله بود. ارتفاع و قطر کانوپی درختان به ترتیب دارای میانگین ۲۴۰ و ۱۴۰ سانتی‌متر بود. بذرها را ماشک با تراکم زیاد کاشت شدند ولی در مرحله ۴ تا ۶ برگی، برای رسیدن به تراکم مطلوب عمل تنک انجام شد. در این آزمایش از ماشک رقم دیم مراغه، با قوه نامیه ۹۸ درصد و خلوص ۹۹ درصد استفاده گردید. نتایج آزمون خاک نشان داد که، بافت آن لوم رسی با pH ۸، شوری ۰/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۰/۱۱ درصد نیتروژن بود، همچنین میزان فسفر و پتاسیم در خاک مزرعه به ترتیب ۷/۲ و ۳۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. کلیه مراقبت‌های زراعی در مورد تمامی تیمارها به صورت یکنواخت انجام گرفت. یکبار آبیاری تکمیلی در شروع گلدهی توسط تانکر انجام گرفت. به منظور تعیین میزان آبیاری تکمیلی، ۲۰ درصد میانگین بارندگی بلند مدت منطقه در نظر گرفته شد. برای هر کرت با نصب کنتور حجمی به آبیاری اقدام شد. در انجام آبیاری هیچ گونه آبی از کرت‌ها خارج نشد و همه‌ی آب به کار رفته در همان کرت مورد استفاده قرار گرفت. پس از رسیدگی کامل (دهه اول تیرماه)، برداشت محصول تمامی تیمارهای آزمایشی بطور جداگانه انجام و عملکرد و اجزای عملکرد هر یک از تیمارها اندازه‌گیری شد. صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد در مرحله رسیدگی

درصد پروتئین دانه ماشک در این آزمایش، عدد ثابت ۵/۷ به عنوان فاکتور پروتئین مورد استفاده قرار گرفته است (طهمورسپور و طهماسبی ۲۰۰۸).

$$۱۰۰ \times (\text{وزن نمونه} / ۰/۰۰۰۱۴) \times \text{مقدار اسید مصرف شده در تیتراسیون} = \text{درصد نیتروژن}$$

$$۵/۷ \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین}$$

تعداد غلاف در بوته ماشک در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بود (جدول ۴). بطوری که با در نظر گرفتن تفاوت میزان بارندگی در دو سال انجام آزمایش، نتایج هر دو سال نشان‌دهنده‌ی برتری معنی‌داری آبیاری تکمیلی نسبت به شرایط دیم است اما نکته قابل توجه این که در سال دوم که سالی خشک‌تر از سال اول بود درصد افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد ۷/۵۷ درصد بیشتر از سال پیش که مرطوب‌تر بود به دست آمد. این مورد گویا این مطلب است که در سال‌های خشک، با انجام آبیاری تکمیلی به میزان مشخصی می‌توان آسیب‌های خشکی را تا حد زیادی نسبت به سال مرطوب تعدیل کرد. همچنین نتایج نشان داد که گیاهان تحت تیمار ترکیبی میکوریزا و ازتوباکتر بیشترین تعداد غلاف در بوته (۵/۵۳ عدد) را داشتند، به طوری که کاربرد ترکیبی کودهای زیستی تاثیر یکسانی بر تعداد غلاف در بوته ماشک داشتند. در حالی که کمترین تعداد غلاف در بوته (۴/۶۷ عدد) از تیمار شاهد بدست آمد، به طوری که کاربرد جداگانه کودهای زیستی و شاهد اثر یکسانی بر تعداد غلاف در بوته ماشک داشتند (جدول ۵). احتمالاً، ترکیب ریزجانداران موجود در کاربرد توأم کودهای زیستی در محیط ریشه، میزان فراهمی نیتروژن و فسفر برای گیاه ماشک را نسبت به تیمار شاهد و کاربرد جداگانه آنها افزایش داده و موجب بهبود رشد گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به تولید تعداد غلاف در بوته باشد. همچنین، در تحقیقی تیمار ترکیبی

می‌کند و در نتیجه اندام‌های قارچی به رنگ آبی در داخل و خارج ریشه به طور مشخص دیده می‌شوند. اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه، توسط دستگاه کج‌دال اندازه‌گیری شد (روسی و همکاران ۲۰۰۴). برای محاسبه

همچنین عملکرد پروتئین دانه از حاصلضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه بدست آمد. برای اندازه‌گیری عملکرد نهایی، در هر کرت از دو ردیف میانی پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، مساحت یک متر مربع برداشت شد و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردید. تجزیه مرکب داده‌ها، پس از اطمینان از نرمال بودن آنها، با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام گرفت، همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج نشان داد که تعداد غلاف در بوته ماشک تحت تاثیر رژیم آبیاری، کود زیستی و سال قرار گرفت (جدول ۲). بطوری که اعمال یکبار آبیاری تکمیلی تعداد غلاف در بوته را به میزان ۱۹/۵۳ درصد نسبت به شرایط دیم افزایش داد (جدول ۳). گزارش شده است که افزایش تعداد غلاف در بوته در تیمار آبیاری تکمیلی می‌تواند به علت طولانی شدن دوره رشد رویشی و افزایش بیوماس گیاه باشد (موسوی و شاکرمی ۲۰۱۰). نتایج حاصل از آزمایش حاضر با گزارش‌های حسینی و همکاران (۲۰۱۱) در مورد عدس مطابقت دارد. نتایج توبابیسر و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی سبب بهبود باروری و افزایش تعداد غلاف در بوته نخود شده است. در بررسی دیگر نیز انجام آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی سبب افزایش تعداد غلاف در بوته نخود در مقایسه با شرایط دیم شده است (موسوی و همکاران ۲۰۰۹).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب برخی صفات ماشک دیم مراغه تحت تاثیر رژیم‌های آبیاری و کودهای زیستی در سیستم تلفیقی درخت-کیاه زراعی

محتوی کلونیزاسیون	محتوی		عملکرد پروتئین دانه	پروتئین دانه	پیتاسیم دانه	فسفر دانه	شاخص برداشت	عملکرد زیستی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	درجه آزادی	منابع تغییر
	نسبی	رطوبت برگ												
۲۷/۵۳ ^{ns}	۳۱/۶۹ ^{ns}	۳۶۰۸۲/۸۶ ^{***}	۹/۴۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲۶/۴۹ [*]	۱۰۱۷۷۲۸۰۷ ^{***}	۳۶۲۰۷۰/۷۲ ^{***}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۲۵ ^{***}	۳/۸۷ ^{***}	۱	سال	
۵۱/۶۷	۸/۶۳	۱۴۶۶/۵۹	۲/۱۷	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱۴	۴/۷۴	۱۱۹۰۲/۲۴	۹۸۷۹/۱۹	۰/۶۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۷	۴	تکرار (سال)	
۱۱۱۸/۳۰ ^{***}	۸۵۶/۰۳ ^{***}	۶۸۸۴۲۹/۱۷ ^{***}	۱۱۳/۰۹ ^{***}	۱/۴۷ ^{***}	۰/۱ ^{***}	۳۱۷۵/۵۹ ^{***}	۲۲۸۷۵۷۸/۰۵ ^{***}	۱۲۸۲۸۴۶۶/۹۱ ^{***}	۵۹۵/۲۵ ^{***}	۲۰/۹۰ ^{***}	۲۸/۷۶ ^{***}	۱	آبیاری تکمیلی	
۰/۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۱۵۵۲/۵ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۶۸ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۲۲۲/۲۰ ^{ns}	۱۸۷۹۰/۸۸ ^{ns}	۰/۰۰۹۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۸۶ ^{ns}	۱	سال × آبیاری تکمیلی	
۲۹۸۷/۷۳ ^{***}	۱۳۵/۸۱ ^{***}	۶۸۵۶۲/۷۶ ^{***}	۴۰/۱۵ ^{***}	۰/۰۸ ^{***}	۰/۰۰۳ ^{***}	۱۵۷/۳۷ ^{***}	۱۱۲۲۸۷۳/۶۳ ^{***}	۶۱۰۹۹۷/۲۱ ^{***}	۳۹/۸۹ ^{***}	۰/۰۸۳ ^{***}	۱/۵۳ ^{***}	۷	کود زیستی	
۱/۵۹ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	۲۹۶/۴۹ ^{ns}	۳/۹۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۶۸ ^{ns}	۳/۶۵ ^{ns}	۱۰۱۰۱۹/۲۷ ^{ns}	۶۳۳/۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۸۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۳۷ ^{ns}	۷	سال × کود زیستی	
۱۰۰/۸۳ ^{***}	۱۴/۰۱ ^{ns}	۱۳۲۳۵/۰ ^{***}	۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۴۳/۹۳ ^{***}	۱۵۶۳۳۳/۷۸ ^{***}	۱۶۳۴۹/۵۷ ^{***}	۳/۲۶ ^{***}	۰/۵۳ ^{***}	۰/۰۸ ^{ns}	۷	آبیاری تکمیلی × کود زیستی	
۰/۰۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۸۰ ^{ns}	۱۸۲/۲۳ ^{ns}	۴/۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۷۵ ^{ns}	۱/۶۴ ^{ns}	۴۸۵۵۸/۱۹ ^{ns}	۱۳۲/۸۵ ^{ns}	۰/۰۰۸۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۴۹ ^{ns}	۷	سال × آبیاری تکمیلی × کود زیستی	
۳۲/۵۲	۲۵/۲۳	۲۰۷۳/۲۷	۵/۴۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱۲	۶/۸۱	۵۷۶۳۳/۱۲	۱۱۴۳۳/۱۵	۱/۶۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	۶۰	اشتباه آزمایشی	
۱۶/۵۵	۸/۷۸	۱۶/۵۱	۹/۰۷	۷/۰۰۹	۱۲/۳۴	۱۰/۲۱	۵/۹	۹/۹۹	۳/۳۴	۴/۷۷	۷/۹۰		ضریب تغییرات (%)	

ns، *، **، *** به ترتیب نشانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

میکوریزا + ازتوباکتر در مقایسه با تیمار شاهد، به افزایش معنی‌دار تعداد چتر در بوته زنیان منجر شد (رضائی چپانی و همکاران ۲۰۱۵). قلی‌نژاد و درویش زاده (۲۰۱۵) بیان کردند که قارچ‌های میکوریزا از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر، نیتروژن و عناصر ریزمغذی، افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده، سبب بهبود رشد و افزایش تعداد کپسول‌کنج شد. کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نیز تاثیر مثبت کودهای زیستی را به جذب بیشتر مواد غذایی، تغذیه بهتر گیاه و در نتیجه پنجه‌زنی بهتر گیاه رازیانه نسبت دادند.

تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر متقابل آبیاری تکمیلی × کود زیستی و اثر جداگانه سال قرار گرفت (جدول ۲). بطوری که بیشترین تعداد دانه در غلاف ماشک (۳/۴۷ عدد) در شرایط انجام آبیاری تکمیلی و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده شد، که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار ترکیبی میکوریزا + تیوباسیلوس و تیمار ترکیبی میکوریزا + ازتوباکتر + تیوباسیلوس نداشت. اما، کمترین مقدار آن (۲/۰۷ عدد) در شرایط دیم و تیمار بدون کاربرد کود زیستی (شاهد) بدست آمد، با این حال بین تیمار کاربرد ترکیبی و جداگانه کودهای زیستی اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در غلاف مشاهده نشد (جدول ۶). همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، تعداد دانه در غلاف در سال دوم بیشتر از سال اول بود (جدول ۴). علت افزایش تعداد دانه در غلاف در سال دوم نسبت به سال پیش را می‌توان به بیشتر بودن میزان بارندگی در فروردین ماه نسبت داد. در شرایط محدودیت آب، تلقیح با قارچ میکوریزا تا حدودی اثرات نامطلوب کمبود آب را جبران می‌کند و از کاهش بیشتر تعداد دانه در بوته جلوگیری می‌شود. راعی و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه گلرنگ گزارش

کردند که کاربرد تیمار ترکیبی کودهای زیستی سبب افزایش تعداد دانه در طبق می‌شود. توحیدی مقدم و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که حلالیت فسفر توسط میکوریزا و در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی ریشه به فسفر می‌تواند در افزایش تعداد دانه در گیاه و نیز سایر اجزای عملکرد گیاه سویا موثر باشد. به نظرمی‌رسد قابل دسترس بودن آب در پیش از گلدهی و دوره پرشدن دانه ارتباط مثبتی با رشد و تعداد دانه غلاف‌ها دارد، در صورتی که تنش در دوره پرشدن دانه رخ دهد، رشد دانه متوقف می‌شود (بیگم و همکاران ۱۹۹۲). مواجه شدن گیاه با تنش رطوبتی در طول دوره کرده افشانی یا حتی قبل از گلدهی منجر به کاهش تعداد دانه‌ها در غلاف می‌شود و با تداوم تنش رطوبتی، چرخه زندگی گیاه کوتاه تر شده و گیاه فرصت کافی برای پرشدن غلاف‌ها و تولید کافی مواد پرورده نخواهد داشت که ضمن تأثیر بر وزن دانه می‌تواند باعث کاهش تولید تعداد دانه در غلاف شود، در حالی که تحت شرایط بدون تنش رطوبتی، ضمن افزایش درصد تولید تعداد دانه، امکان و فرصت کافی برای تولید مواد فتوسنتزی فراهم شده و حتی وزن دانه هم افزایش می‌یابد که با نتایج محققان دیگر مطابقت دارد (رضوانی مقدم و صادقی سمرجان ۲۰۰۸، جلیلیان و حیدرزاده ۲۰۱۷). به نظر می‌رسد تأخیر در زمان آبیاری، از طریق نقصان در فراهم شدن نهادهای فتوسنتزی سبب کاهش اجزای عملکرد گیاه می‌شود. تعداد دانه در غلاف در حقیقت ظرفیت مخزن را تعیین می‌کند. هرچه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی تولید شده خواهد بود و افزایش این صفت، به افزایش عملکرد منجر خواهد شد. رضائی چپانه و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی سبب افزایش تعداد دانه در چتر زنیان شد. در این راستا، افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف ماشک تحت تأثیر تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و باکتری محرک رشد در شرایط انجام آبیاری تکمیلی می‌تواند به دلیل حضور مداوم عناصر غذایی (نظیر

رطوبتی، میکروارگانیس‌ها توانستند تا حدودی اثر تنش خشکی بر این صفت را تعدیل کنند (انصاری جویی و همکاران ۲۰۱۲). کاربرد کودهای زیستی به خصوص در شرایط کم‌آبی با بهبود رشد ریشه و افزایش آسیمیلاسیون مواد فتوسنتزی به علت افزایش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی در دوره قبل از گلدهی، می‌تواند در مرحله پس از گلدهی با انتقال مجدد این مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن، وزن هزاردانه را بهبود ببخشد (رضائی چپانه و همکاران ۲۰۱۵).

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمارهای آزمایشی (آبیاری و کود زیستی) و اثر جداگانه سال بر عملکرد دانه ماشک معنی‌دار است (جدول ۲). بطوری که بیشترین (۱۸۷۳ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده شد، در حالی که تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و تیوباسیلوس و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا، ازتوباکتر و تیوباسیلوس تأثیر یکسانی بر عملکرد دانه ماشک داشتند. اما، کمترین (۵۵۵ کیلوگرم در هکتار) میزان آن در شرایط دیم و بدون کود زیستی (شاهد) بدست آمد، با این حال کاربرد جداگانه تیمار کودهای زیستی میکوریزا، ازتوباکتر و تیوباسیلوس از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد در شرایط دیم نداشتند (جدول ۶). همچنین طبق نتایج بدست آمده، ماشک در سال دوم نسبت به سال اول ۱۰/۸۴ درصد افزایش در عملکرد دانه داشته است (جدول ۴). به نظر می‌رسد افزایش میزان بارش در فروردین ماه سال دوم (جدول ۱) نسبت به سال اول که سبب افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف شد منجر به افزایش عملکرد دانه در سال دوم شده باشد. جلیلیان و حیدرزاده (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که ثبات عملکرد در بقولات وابستگی شدیدی به شرایط آب و هوایی در دوره‌های بحرانی رشد گیاه دارد، بدین صورت که هوای گرم و خشک سبب کاهش رشد گیاه و نمو

نیترژن و فسفر)، رطوبت کافی و تولید و ترشح تنظیم‌کننده‌های رشد که در فرایندهای رویشی و زایشی گیاه تأثیر مهمی دارند، باشد.

وزن هزار دانه

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر متقابل تیمارهای آزمایشی رژیم آبیاری و کود زیستی بر وزن هزاردانه ماشک معنی‌دار بود (جدول ۲). بطوری که بیشترین وزن هزاردانه ماشک (۴۴/۷۰ گرم) در شرایط انجام آبیاری تکمیلی و تیمار ترکیبی میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده شد، اما کمترین میزان آن (۳۳/۱۴ گرم) در شرایط دیم و تیمار بدون کود زیستی (شاهد) بدست آمد (جدول ۶). برای تولید دانه گیاهان زراعی، وزن هزار دانه نشان‌دهنده سلامت گیاه در طول دوره پر شدن دانه می‌باشد و ممکن است کل عملکرد را در بعضی از گیاهان تحت تأثیر قرار دهد (حیدرزاده و جلیلیان ۲۰۱۴). محدودیت رطوبت در زمان غلاف بندی و پر شدن دانه می‌تواند موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه‌ها گردد. که در این شرایط، گیاه با محدودیت منبع مواجه شده و مواد کمتری به دانه‌ها منتقل می‌شود. بنابراین هر گونه تنش کم آبی در طی این مراحل می‌تواند بر روابط منبع و مخزن تأثیر منفی بگذارد. از این رو، کاهش تأمین مواد پرورده در طول این دوره سبب محدود شدن گنجایش ذخیره دانه و کاهش وزن دانه خواهد شد (رضائی چپانه و همکاران ۲۰۱۵). در گیاه زنیان (رضائی چپانه و همکاران ۲۰۱۵) و اسفرزه (کوچکی و همکاران ۲۰۱۱) نیز گزارش شد که وزن هزار دانه تحت تنش کم خشکی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. همچنین به نظر می‌رسد که در شرایط تلقیح با کودهای زیستی در تیمارهای ترکیبی به دلیل افزایش توانایی فتوسنتزی، راندمان انتقال مواد غذایی به دانه افزایش یافته و به تبع آن پر شدن مخازن زایشی گیاه منجر به افزایش وزن هزار دانه شده است (شالان ۲۰۰۵). مطالعات نشان داده است که با قرار گرفتن گیاه سورگوم در شرایط تنش

غلاف و تعداد دانه در غلاف را کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد فراهمی رطوبت سبب ماندگاری بیشتر گیاه و ثبات عملکرد می‌شود. در حالی که در شرایط تنش رطوبتی تلفات گیاهی افزایش یافته و منجر به کاهش شاخه‌های غلاف‌دار و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (رضائیان‌زاده و همکاران ۲۰۱۱). نتایج تحقیقات نشان داده است که کاهش عملکرد گیاه در اثر شرایط کم آبی می‌تواند به طور مستقیم در اثر بسته شدن روزنه‌ها و یا به طور غیر مستقیم در اثر افزایش آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین‌ها و کلروفیل‌ها باشد که در نهایت باعث کاهش سرعت و میزان فتوسنتز و به تبع آن، کاهش مقدار مواد فتوسنتزی و در نهایت عملکرد دانه شده باشد (برودان و اگلی ۲۰۰۳). همچنین گزارش شده است که کمبود آب سبب کوتاه شدن دوره پر شدن دانه و رسیدگی زودتر گیاهان، کاهش فتوسنتز برگ‌ها، کاهش تولید مواد پرورده و در نتیجه کاهش اندام‌های رویشی و زایشی می‌شود که در نهایت می‌تواند به کاهش عملکرد گیاه بینجامد (درزی و همکاران ۲۰۰۷). به طوری که دلیل تأثیر مثبت کودهای زیستی بر روابط آبی گیاه میزبان، چرخه مواد غذایی و در دسترس قرار دادن و افزایش جذب عناصر غذایی تحت تیمار تغذیه ترکیبی

میکروارگانسیم‌ها می‌تواند سبب افزایش عملکرد گیاه شود (جهان و نصیری محلاتی ۲۰۱۳). نتیجه تحقیق حاضر نشان داد که مورفولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد ماشک نتیجه بهتری طی کاربرد کودهای زیستی نسبت به زمانی که به تنهایی استفاده شده‌اند، ایجاد کرده است. بنابراین کاربرد ترکیبی کودهای زیستی، تمامی مشخصه‌های مؤثر بر عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بطوری که در بررسی اثر تنش خشکی و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد زنیان گزارش شده است که بیشترین عملکرد دانه و مقدار زیست توده از تیمار ترکیبی میکروارگانسیم‌ها و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد به دست آمد (رضائی چپانه و همکاران ۲۰۱۵). محققان در بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه سورگوم دانه‌ای در شرایط کم آبیاری نشان دادند که با اعمال تنش خشکی در گیاه سورگوم، کاربرد کود بیولوژیک (باکتری سودوموناس و قارچ همزیست میکوریزا) و کود تلفیقی (باکتری سودوموناس + قارچ همزیست میکوریزا + کود شیمیایی فسفر) بر عملکرد دانه تأثیر مثبتی داشته است (انصاری جوینی و همکاران ۲۰۱۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر آبیاری تکمیلی و دیم بر برخی صفات ماشک دیم مراغه در سیستم تلفیقی درخت-گیاه زراعی

رژیم‌های آبیاری	تعداد غلاف در بوته	درصد فسفر دانه	درصد پتاسیم دانه	درصد پروتئین دانه	محتوای رطوبت نسبی برگ (درصد)
دیم	۴/۵۳ b	۰/۲۴۸ b	۱/۳۷ a	۲۶/۷۹ a	۵۴/۴۴ b
آبیاری تکمیلی	۵/۶۳ a	۰/۳۱۵ a	۱/۱۲ b	۲۴/۶۲ b	۶۵/۴۰ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

عملکرد زیستی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای آزمایشی (آبیاری × کود زیستی) و سال بر عملکرد زیستی ماشک معنی‌دار شد (جدول ۲). به طوری که بیشترین (۴۹۸۶/۵) کیلوگرم در هکتار) میزان عملکرد

زیستی ماشک در شرایط انجام آبیاری تکمیلی و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر بدست آمد، بطوری که هر سه تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا + ازتوباکتر، تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا + تیوباسیلوس و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا + ازتوباکتر + تیوباسیلوس تاثیر

در شرایط کم‌آبی قارچ میکوریزا در تشکیل و ثبات خاکدانه‌های خاک نقش مهمی را داشته و در نتیجه هدایت هیدرولیکی خاک بهبود یافته و باعث توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب و عناصر غذایی شده است. همچنین ازتوباکتر علاوه بر این که نیتروژن مولکولی هوا را تثبیت و در اختیار گیاه قرار می‌دهد، از طریق تولید محرک‌های رشد و سیدروفورها سبب رشد و توسعه ریشه و افزایش سطح جذب آب می‌شود (رضائی چپانه و همکاران ۲۰۱۴). در این شرایط فراهمی عناصر غذایی و جذب بیشتر آب تحت تأثیر کاربرد کودهای زیستی می‌تواند با تحریک رشد رویشی و بهبود اجزای رویشی و زایشی ماشک، در نهایت سبب افزایش عملکرد زیستی در ماشک شود. در این راستا، تأثیر زیاد کاربرد تلفیقی کودهای زیستی تحت شرایط کم‌آبی در افزایش عملکرد زیستی کتان مشاهده شده است (رحیم‌زاده و پیرزاد ۲۰۱۷). لذا می‌توان اظهار داشت که احتمالاً کاربرد ترکیبی قارچ میکوریزا و باکتری‌ها تحت شرایط کم‌آبی، میزان جذب نیتروژن در گیاه را بهبود بخشیده و از این طریق سبب افزایش رشد، نمو و مقدار کلروفیل برگ و متعاقب آن، افزایش میزان فتوسنتز و ماده‌سازی و در نهایت، افزایش عملکرد زیستی گیاه شده باشد.

شاخص برداشت

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل تیمارهای آزمایشی (آبیاری × کود زیستی) و سال بر شاخص برداشت ماشک معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که بیشترین میزان شاخص برداشت ماشک (۳۷/۶۲ درصد) در شرایط انجام آبیاری تکمیلی و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده گردید، بطوری که هر دو تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا + ازتوباکتر و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا + تیوباسیلوس تأثیر یکسانی بر شاخص برداشت دانه ماشک در شرایط انجام آبیاری تکمیلی داشتند اما، کمترین مقدار آن (۱۷/۴۹ درصد) در شرایط دیم و تیمار بدون کود زیستی (شاهد)

یکسانی بر عملکرد زیستی ماشک در شرایط انجام آبیاری تکمیلی داشتند. در حالی که کمترین (۳۰۲۹/۲ کیلوگرم در هکتار) مقدار آن در شرایط دیم و تیمار بدون کود زیستی (شاهد) مشاهده شد (جدول ۶). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها، عملکرد زیستی ماشک در سال دوم به میزان ۱۴/۸۲ درصد افزایش نسبت به سال اول کشت داشته است (جدول ۴). احتمالاً افزایش مقادیر ۳۷ میلی‌متری بارش در فروردین ماه سال دوم (جدول ۱) می‌تواند اثرگذاری تنش خشکی را در مراحل حساس رشد گیاه تعدیل کند (اویس و حاکم ۲۰۰۶)، که از این طریق سبب افزایش عملکرد زیستی ماشک در سال دوم شده است. منصوری و ابوطالبیان (۲۰۱۳) تأثیر مثبت آبیاری تکمیلی بر افزایش عملکرد زیستی بذره‌های نخود کشت شده در بهار را تأیید کردند. همچنین افزایش عملکرد زیستی نخود در اثر آبیاری تکمیلی در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای توسط محققان دیگری نیز گزارش شده است (پاکوسی و همکاران ۲۰۰۶). گزارش شده که آبیاری تکمیلی در زمان گلدهی و پر شدن غلاف‌های نخود به دلیل تأثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته در افزایش عملکرد زیستی موثر است (رضائی‌ان‌زاده و همکاران ۲۰۱۱). با افزایش دفعات آبیاری، جذب آب و عناصر غذایی در گیاه بیشتر می‌شود که افزایش کلی وزن توده زنده را به همراه خواهد داشت، اما تنش خشکی، جذب آب و عناصر غذایی، سطح برگ، سرعت رشد گیاه، طول دوره رشد گیاه و سطح فتوسنتزی گیاه را کاهش می‌دهد و همه این عوامل در نهایت به کاهش تولید ماده خشک منجر می‌شود (رضائی چپانه و همکاران ۲۰۱۲). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که قارچ‌های میکوریزا در طی دوره تنش خشکی با افزایش پتانسیل آب برگ، افزایش سرعت مصرف دی‌اکسیدکربن و افزایش میزان تعرق و نیز افزایش میزان جذب آب در واحد زمان و در واحد طول ریشه گیاه میزبان، قادر است اثرات تنش خشکی در گیاه را کاهش دهند (آمرین و همکاران ۲۰۰۱). به نظر می‌رسد

ماشک در تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر در شرایط انجام آبیاری تکمیلی شده باشد. گزارش کردند که کودهای زیستی توانایی بسیاری در جبران کمبود نیتروژن و فسفر خاک دارد. طبق این گزارش کاربرد ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر با تاثیر بر وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر دانه، سبب افزایش شاخص برداشت دانه ذرت شده است (ساراجوقی و همکاران ۲۰۱۲).

فسفر دانه

نتایج نشان داد که درصد فسفر دانه ماشک تحت تاثیر آبیاری و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). بطوری که درصد فسفر دانه در انجام آبیاری تکمیلی بیشتر از شرایط دیم بود (جدول ۳). کمبود فسفر یکی از اولین اثرات تنش کم آبی در گیاه می باشد. قابلیت دسترسی کم فسفر در خاکی که تحت تنش کم آبی است می تواند به دلیل کاهش پخشیدگی فسفر و جذب ضعیف آن توسط ریشه باشد، که در این شرایط میزان جذب فسفر توسط گیاه کاهش می یابد (برگمن ۱۹۹۲). نتایج تحقیقات نشان داده است که جذب مواد غذایی به وسیله گیاهان تحت شرایط کمبود آب، به دلیل کاهش تعرق، اختلال در سیستم انتقال فعال و نفوذپذیری غشاء و در نتیجه کاهش نیروی جذب کنندگی ریشه، کاهش می یابد (پیرزاد و همکاران ۲۰۱۵، رفیعی و همکاران ۲۰۰۴).

مقایسه میانگین تیمارهای کود زیستی نشان داد که بیشترین درصد فسفر دانه ماشک (۰/۳۲۷ درصد) از تیمار ترکیبی میکوریزا+ازتوباکتر بدست آمد، بطوری که کاربرد ترکیبی کودهای زیستی تاثیر یکسانی بر درصد فسفر دانه ماشک داشتند، اما کمترین میزان آن (۰/۲۱۵ درصد) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). افزایش سرعت جذب فسفر توسط گیاه میزبان به دلیل حضور انشعابات فراوان هیف های داخلی میکوریزا در داخل سلول های پوست ریشه گیاه است که سطح وسیعی را برای انتقال عناصر غذایی به خصوص فسفر به گیاه

بدست آمد، بطوری که کاربرد ترکیبی کودهای زیستی تاثیر معنی داری بر شاخص برداشت دانه نسبت به کاربرد جداگانه آن در شرایط دیم داشتند (جدول ۶). نتایج نشان داد ماشک به میزان ۴/۰۲ درصد شاخص برداشت بیشتری در سال اول کشت نسبت به سال دوم کشت داشته است (جدول ۴). علت را می توان به افزایش عملکرد زیستی نسبت به عملکرد دانه در سال دوم نسبت داد که همین امر موجب افزایش شاخص برداشت دانه در سال اول نسبت به سال دوم شده است. به نظر می رسد فراهمی رطوبت در مرحله پر شدن دانه به دلیل بهبود رشد و نمو گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده باشد. بدیهی است هر چقدر میزان مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام های سبز گیاه به دانه منتقل شود سبب افزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت می گردد (جلیلیان و حیدرزاده ۲۰۱۷). رضائیان زاده و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که با افزایش رطوبت خاک، شاخص برداشت نخود افزایش یافت. بنابراین تنش هایی که در محیط رشد گیاه وجود دارند می توانند بر اختصاص مواد فتوسنتزی در قسمت های مختلف گیاه تاثیر داشته باشد. که عمدتاً باعث کاهش اختصاص مواد به اندام های زایشی شده و عملکرد دانه نسبت به عملکرد زیستی را نیز بیشتر کاهش می دهد و این نیز کاهش شاخص برداشت را در پی دارد. حمزهئی و صادقی می آبادی (۲۰۱۴) در پژوهش خود نشان دادند که تلقیح با گونه میکوریزا نسبت به شاهد، شاخص برداشت سورگوم دانه ای را افزایش داد. به نظر می رسد که تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر در شرایط انجام آبیاری تکمیلی از طریق افزایش عملکرد دانه باعث افزایش شاخص برداشت شده باشد. همچنین کاربرد ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر سبب افزایش جذب آب و عناصر غذایی و به این ترتیب باعث بهبود رشد و نمو ماشک شده و در نتیجه میزان فتوسنتز و تولید اسیمیلات افزایش یافته که همین امر سبب افزایش شاخص برداشت

ازتوباکتر موجب افزایش فعالیت اسید فسفاتاز و الکالین فسفاتاز در اطراف ریشه‌ها شده، به طوری که علاوه بر تأثیر قابل توجه بر بهبود رشد گیاه، جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (حسن پور و زند ۲۰۱۴). از مهمترین عناصری که توسط میکوریزا به طور فعال و در سطح وسیع جذب می‌شود عنصر فسفر است. نتایج بعضی تحقیقات نشان داده است که سرعت جریان فسفر به درون گیاهان تلقیح شده با میکوریزا ۳ تا ۶ مرتبه بیشتر از گیاهان غیر میکوریزی است (حبیب‌زاده و همکاران ۲۰۱۵).

میزبان فراهم می‌نماید (رحیم‌زاده و پیرزاد ۲۰۱۷). تورک و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودند که نقش اصلی قارچ‌های میکوریزی تامین فسفر برای ریشه گیاه است، زیرا فسفر در خاک عنصری فوق‌العاده کم تحرک است. حتی در صورتی که فسفر به شکل محلول به خاک اضافه شود به سرعت در اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت شده و به صورت غیرمتحرک در می‌آید. همچنین تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز توسط ریشه‌های میکوریز باعث می‌شود که فسفات غیرمحلول و تثبیت شده در خاک به فرم محلول درآید و برای ریشه قابل جذب گردد (اسمیت و رید ۲۰۰۸). محققین معتقدند که تلقیح توأم میکوریزا و

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سال بر برخی صفات ماشک دیم مراغه در سیستم تلفیقی درخت-گیاه زراعی

سال‌های آزمایش	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
۱۳۹۴-۹۵	۴/۸۸ b	۲/۵۶b	۱۰۱۰/۲۰ b	۳۷۴۱/۰۶ b	۲۶/۰۶ a	۲۳۶/۰۴ b
۱۳۹۵-۹۶	۵/۲۸ a	۲/۶۶a	۱۱۳۳/۰۳ a	۴۳۹۲/۲۷ a	۲۵/۰۱ b	۲۷۲/۳۵ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

پتاسیم دانه

نتایج نشان داد که پتاسیم دانه ماشک تحت تاثیر آبیاری و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). بطوری که گیاهان ماشک در شرایط دیم درصد پتاسیم دانه بیشتری نسبت به انجام آبیاری تکمیلی داشتند (جدول ۳). افزایش جذب پتاسیم در شرایط دیم به دلیل مکانیسم جذب فعال این عنصر است، در واقع گیاه به منظور افزایش مقاومت به خشکی، بر خلاف پدیده انتشار با صرف انرژی غلظت پتاسیم را در دانه و اندام هوایی گیاه بالا می‌برد (پیرزاد و همکاران ۲۰۱۵ و حسن زاده و همکاران ۲۰۱۳). افزایش جذب پتاسیم باعث تأثیر مثبت بر فتوسنتز، افزایش رشد، افزایش سرعت انتقال مواد فتوسنتزی، افزایش بیشتر پروتئین، تنظیم باز و بسته شدن روزنه، کاهش تعرق و افزایش جذب آب بوسیله گیاه می‌شود (ساجدی و همکاران ۲۰۱۰).

مقایسه میانگین تیمارهای کود زیستی نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم دانه ماشک (۱/۳۵ درصد) از تیمار ترکیبی میکوریزا+ازتوباکتر به دست آمد، بطوری که کاربرد ترکیبی کودهای زیستی تأثیر یکسانی بر درصد پتاسیم دانه داشتند، اما، کمترین میزان آن (۱/۰۸ درصد) در شاهد مشاهده شد (جدول ۵). سابرامانیان و چارست (۱۹۹۷) مشاهده نمودند که تحت شرایط تنش رطوبتی در گیاهان ذرت تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزی، مقدار پتاسیم در دانه‌های ذرت به صورت معنی‌داری افزایش یافت. کلنیزاسیون قارچ میکوریز، تنظیم اسمزی را بر مبنای افزایش غلظت پتاسیم و کلسیم بهبود می‌بخشد، در نتیجه منجر به افزایش تحمل به خشکی می‌شود (گیور و همکاران ۲۰۰۰). در همین رابطه ملاحظه شده است که در شرایط همزیستی قارچ میکوریزی با گیاه زنیان، غلظت پتاسیم دانه در مقایسه با شاهد از طریق گسترش و نفوذ مطلوب هیف‌های

خارجی قارچ به منافذ باریک خاک به نحو بارزی بهبود یافت است (درزی و همکاران ۲۰۰۹). که همین امر سبب تحمل و بهبود عملکرد گیاه در شرایط تنش کم آبی می‌گردد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر برخی صفات ماشک دیم مراغه در سیستم تلفیقی درخت-گیاه زراعی

کودهای زیستی	تعداد غلاف در بوته	درصد فسفر دانه	درصد پتاسیم دانه	درصد پروتئین دانه	محتوای رطوبت نسبی برگ (درصد)
شاهد	c۴/۶۷	d۰/۲۱۵	e۱/۰۸	d۲۲/۴۱	d۵۱/۲۹
میکوریزا	bc۴/۹۷	b۰/۲۸۲	cd ۱/۲۴	abc۲۵/۹۵	abc۵۸/۰۹
ازتوباکتر	c۴/۷۱	c۰/۲۴۸	cd۱/۲۳	bc۲۴/۶۲	cd۵۴/۴۱
تیوباسیلوس	c۴/۷۰	cd۰/۲۴۳	d۱/۱۷	c۲۴/۳۵	bc۵۵/۹۶
میکوریزا + ازتوباکتر	a۵/۵۳	a۰/۳۲۷	a۱/۳۵	a۲۷/۹۱	a۶۱/۸۳
میکوریزا + تیوباسیلوس	a۵/۴۲	ab۰/۳۱۱	ab ۱/۳۲	a۲۷/۶۱	ab۵۹/۶۱
ازتوباکتر + تیوباسیلوس	ab۵/۲۳	ab۰/۳۰۴	bc ۱/۲۵	ab۲۶/۵۸	ab۵۹/۳۹
میکوریزا + ازتوباکتر + تیوباسیلوس	a۵/۴۰	a۰/۳۲۱	abc ۱/۲۹	abc۲۶/۱۸	abc۵۸/۷۷

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پروتئین دانه ماشک تحت تاثیر معنی‌دار آبیاری تکمیلی و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، میزان پروتئین دانه ماشک در شرایط دیم بیشتر از آبیاری تکمیلی بود (جدول ۳). میزان پروتئین دانه گیاه صفتی است که تحت تأثیر رقم، فتوسنتز گیاه، فراهمی عناصر غذایی و شرایط اقلیمی قرار می‌گیرد. هر عامل غذایی و اقلیمی که سبب شود دوره‌ی رشد گیاه و خصوصاً دوره‌ی پر شدن دانه‌ها کاهش یابد میزان پروتئین دانه را افزایش می‌دهد. بطوری که خنک شدن هوا و وفور آب با افزایش دوره‌ی دانه‌بندی نسبت تولید نشاسته به پروتئین را افزایش می‌دهد. اما خشکی و گرما نسبت پروتئین به نشاسته را افزایش می‌دهد (ناصری و همکاران ۲۰۱۵). بالاتر بودن درصد پروتئین در شرایط دیم نسبت به شرایط آبیاری می‌تواند مرتبط با کاهش طول دوره رشد و نمو در شرایط دیم باشد که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات به پروتئین و در نتیجه افزایش

درصد پروتئین شده است، که با گزارش جلیلیان و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه نخود مطابقت دارد. طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین درصد پروتئین دانه ماشک (۲۷/۹۱ درصد)، در شرایط کاربرد کود زیستی میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده گردید، بطوری که کاربرد ترکیبی کودهای زیستی تاثیر یکسانی بر درصد پروتئین دانه داشتند، اما، کمترین میزان آن (۲۲/۴۱ درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۵). نتایج برخی از تحقیقات نشان داد که کاربرد کودهای زیستی و فراهمی عناصر غذایی، موجب افزایش درصد پروتئین دانه کلزا شد (یساری و پاتورادان ۲۰۰۷). با توجه به این موضوع که عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل پروتئین ضروری‌اند، باکتری‌های حل‌کننده گوگرد و تثبیت‌کننده نیتروژن در کنار قارچ میکوریزا از طریق فراهمی عناصر غذایی به خصوص نیتروژن، فسفر و عناصر کم مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) احتمالاً سبب بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن افزایش درصد پروتئین دانه ماشک شده‌اند. در تحقیقی گزارش شده است که قارچ‌های میکوریزا از طریق جذب ترکیبات آلی

داد و نتیجه گرفتند که اثر آبیاری بر روی عملکرد و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بوده و در نتیجه میزان عملکرد پروتئین دانه نیز افزایش قابل توجهی داشته است. افزایش عملکرد پروتئین در تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر، ناشی از افزایش همزمان عملکرد دانه و درصد پروتئین در اثر کاربرد تلفیقی کودهای زیستی بود. بنابراین تلقیح با این کودها به دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی و آب که عاملی مؤثر در تحریک رشد و فتوسنتز گیاهان می‌باشد (اسمیت و راد ۲۰۰۸)، باعث بهبود شرایط برای رشد، تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش عملکرد دانه و پروتئین ماشک شده باشد.

محتوای رطوبت نسبی برگ

نتایج نشان داد که محتوی رطوبت نسبی برگ تحت تاثیر آبیاری و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). بطوری که میزان آن در شرایط آبیاری تکمیلی بیشتر از شرایط دیم بود (جدول ۳). احتمالاً با کاهش فشار تورگر سلول‌های برگ، پتانسیل آب سلول‌های برگ نیز به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. که با افزایش غلظت مواد محلول در بافت‌ها، پتانسیل آب بافت‌ها نیز کاهش یافته که در نتیجه، آب باقی‌مانده در بافت‌ها به طور شدیدتری توسط مواد و اجزای تشکیل‌دهنده بافت نگهداری می‌شود، لذا پتانسیل آب برگ با سرعت بیشتری کاهش می‌یابد. کاهش محتوای نسبی آب برگ و بسته شدن روزنه‌ها اولین اثر خشکی بوده که از طریق اختلال در ساخت مواد فتوسنتزی، موجب کاهش میزان عملکرد می‌شود (رحیم‌زاده و پیرزاد ۲۰۱۷). رحیم‌زاده و پیرزاد (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که با افزایش تنش رطوبتی محتوای نسبی آب برگ‌های کتان کاهش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند، فضای بین سلولی و میزان آب در پیکره خود را از طریق افزایش مواد اسمزی در درون بافت‌ها به حداقل می‌رسانند تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد آنها شود که این امر موجب کاهش میزان آب نسبی در

حاوی نیتروژن و تحویل آن به گیاه و یا از طریق افزایش سطح جذب در خاک موجب افزایش جذب نیتروژن برای گیاه می‌گردد (زارع و همکاران ۲۰۱۳). ازتوباکتر متعلق به گروهی از باکتری‌ها است که نقش تثبیت‌کنندگی نیتروژن را دارا هستند، بنابراین افزایش محتوی نیتروژن دانه تحت هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی مربوط به ویژگی ذکر شده این باکتری‌ها در تثبیت نیتروژن است. نتایج این تحقیق با نتایج مظلومی ممیندی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. الوان (۲۰۰۱) گزارش نمودند که با افزایش شدت تنش کم آبی در گیاهان میکوریزایی و غیر میکوریزایی غلظت آهن، روی، مس، بر و درصد پروتئین دانه افزایش نشان داد.

عملکرد پروتئین دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای آزمایشی (آبیاری × کود زیستی) و سال بر عملکرد پروتئین دانه ماشک معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان آن (۵۰۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط انجام آبیاری تکمیلی و کاربرد تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده شد، بطوری که کاربرد ترکیبی قارچ میکوریزا + ازتوباکتر و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا + تیوباسیلوس تاثیر یکسانی بر عملکرد پروتئین دانه ماشک در شرایط انجام آبیاری تکمیلی داشتند. اما، کمترین مقدار آن (۱۳۱/۸۶ کیلوگرم در هکتار) در شرایط دیم و تیمار بدون کود زیستی (شاهد) بدست آمد (جدول ۶). همچنین عملکرد پروتئین دانه ماشک در سال دوم کشت نسبت به سال اول ۱۳/۳۳ درصد افزایش داشته است (جدول ۴). عملکرد پروتئین دانه تابع عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه می‌باشد. در نتیجه افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط انجام آبیاری تکمیلی و تیمار ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه ماشک شده است. فلاحی و همکاران (۲۰۰۷) طی آزمایشی حساسیت گندم با آبیاری در مراحل مختلف رشد را مورد بررسی قرار

میزان تبخیر و تعرق از جامعه گیاهی از عوامل مؤثر در کاهش محتوای نسبی آب شناخته شده‌اند (وین کاستسورلو و رامش ۱۹۹۳).

شرایط تنش خشکی می‌گردد. بطوری که کاهش محتوای آب نسبی برگ در اثر تنش خشکی، دارای رابطه مستقیمی با محتوای رطوبتی خاک می‌باشد (ناتیال و همکاران ۲۰۰۲). کاهش رشد و فعالیت ریشه و افزایش

جدول ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری آبیاری و کودهای زیستی بر برخی صفات ماشک دیم مراغه در سیستم تلفیقی درخت-گیاه زراعی

رژیم آبیاری	کود زیستی	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	درصد کلونیزاسیون
دیم	شاهد	۲/۰۷ g	۳۳/۱۴ k	۵۵۵/۰۵ i	۳۰۲۹/۲ h	۱۷/۴۹ g	۱۲۱/۸۶ i	۱۷/۷۴ f
	میکوریزا	۲/۱۳ efg	۳۶/۱۵ hi	۶۷۳/۶۵ hi	۳۴۹۹/۵ fg	۱۹/۷۰ fg	۱۸۴/۱۷ ghi	۳۷/۶۱ e
	ازتوباکتر	۲/۱۰ fg	۳۴/۵۰ jk	۵۹۷/۶۳ i	۳۳۹۷/۱ g	۱۸/۳۶ g	۱۵۵/۱۳ hi	۱۹/۳۷ f
	تیوباسیلوس	۲/۰۸ fg	۳۵/۱۳ ij	۶۰۰/۵۱ i	۳۴۵۰/۳ fg	۱۷/۵۸g	۱۵۲/۶۲ hi	۱۸/۷۰ f
	میکوریزا + ازتوباکتر	۲/۲۳ ef	۳۷/۸۵ efg	۸۵۷/۹۰ fg	۳۹۴۴/۶ de	۲۱/۸۸ ef	۲۴۹/۵۹ f	۴۶/۹۴ bcd
	میکوریزا + تیوباسیلوس	۲/۲۱ efg	۳۷/۳۶ fgh	۸۱۵/۱۲ fg	۳۷۰۳ ef	۲۲/۰۶ ef	۲۳۹/۰۲ fg	۴۶/۲۷ cd
	ازتوباکتر + تیوباسیلوس	۲/۱۵ efg	۳۶/۳۰ ghi	۷۵۵/۷۸ gh	۴۰۶۱/۷ d	۱۸/۷۶ g	۲۰۶/۳۰ fgh	۲۰/۳۴ f
	میکوریزا+ازتوباکتر+	۲/۱۹ efg	۳۶/۶۰ ghi	۷۹۱/۷۰ gh	۳۵۴۲/۷ fg	۲۲/۴۴ ef	۲۰۸/۹ fgh	۴۱/۳۷ de
	تیوباسیلوس							
	آبیاری تکمیلی	شاهد	۲/۲۸ de	۳۸/۵۰ def	۹۳۶/۸۳ ef	۴۰۸۱/۲ d	۲۳/۰۱ e	۱۹۶/۰۴ fgh
میکوریزا		۳/۲۲ bc	۳۹/۹۵ cd	۱۴۳۹/۴۸ c	۴۶۶۳/۵ bc	۳۰/۹۶ cd	۳۵۵/۷۹ d	۴۹/۵۱ bc
ازتوباکتر		۳/۱۰ c	۳۹/۳۶ cde	۱۳۰۴/۶۱ d	۴۴۳۲/۵ c	۲۹/۴۳ d	۳۰۲/۹۸ e	۲۰/۹۴ f
تیوباسیلوس		۲/۴۱ d	۳۸/۹۰ cdef	۹۹۷/۰۱ e	۴۰۸۹/۲ d	۲۴/۵۲ e	۲۳۲/۱۶ fg	۱۹/۶۴ f
میکوریزا + ازتوباکتر		۳/۴۷ a	۴۴/۷۰ a	۱۸۷۳/۲۹ a	۴۹۸۶/۵ a	۳۷/۶۲ a	۵۰۳ a	۶۳/۴۵ a
میکوریزا + تیوباسیلوس		۳/۴۱ a	۴۳/۱۰ b	۱۷۴۴/۷۹ b	۴۷۸۱/۶ ab	۳۶/۵۹ a	۴۵۷/۰۹ ab	۵۳/۵۱ b
ازتوباکتر + تیوباسیلوس		۳/۳۳ ab	۴۰/۳۶ c	۱۵۲۴/۵۸ c	۴۶۶۳/۵ bc	۳۲/۷۷ bc	۳۹۵/۷۲ cd	۲۴/۷۶ f
میکوریزا+ازتوباکتر+		۳/۴۰ a	۴۲ b	۱۶۷۷/۸۷ b	۴۷۵۳/۵ ab	۳۵/۳۹ ab	۴۳۹/۷۳ bc	۵۲/۱۸ bc
تیوباسیلوس								

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

منافذ بسیار ریز خاک می‌شود. بطوری که نتایج تحقیقات نشان داده است که میکوریزا احتمالاً از طریق تغییر در مورفولوژی ریشه و طول کردن سیستم ریشه گیاه میزبان و افزایش سطح جذب از طریق ریشه‌های قارچ، میزان آب بیشتری جذب کرده و باعث بهبود روابط آبی گیاه میزبان می‌گردد (اوگ ۲۰۱۵). همچنین محققان معتقدند که کاهش میزان محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش کم آبی مربوط به بسته‌تر شدن روزنه‌ها

در گیاهان تحت تیمار ترکیبی میکوریزا و ازتوباکتر بیشترین محتوای رطوبت نسبی برگ به میزان ۶۱/۸۳ درصد بدست آمد، بطوری که کاربرد ترکیبی کودهای زیستی تاثیر یکسانی بر محتوای رطوبت نسبی برگ داشتند، اما، کمترین آن (۵۱/۲۹ درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۵). به نظر می‌رسد که میسلیوم قارچ میکوریزا آربوسکولار در خاک نقش مهمی در تأثیر قارچ بر رابطه آبی گیاه میزبان دارد و باعث جذب آب از

می‌باشد و علت بسته شدن روزنه‌ها را تجمع هورمون آبسیزیک اسید می‌دانند به‌طوری‌که در شرایط تنش خشکی در ریشه ساخته شده و در سلول‌های روزنه‌ای تجمع می‌یابد (خان و همکاران ۲۰۰۷). همچنین، تجمع یون‌ها یا مواد آلی در واکنش سلول‌های برگ تحت تنش خشکی، در گیاهان میکوریزی بیشتر انجام می‌شود و باعث کاهش پتانسیل اسمزی سلول‌های برگ می‌گردد. تمام این تغییرات موجب تغییر نسبت آب در گیاهان میکوریزی می‌شود (وو و همکاران ۲۰۰۷). گزارش دیگری نیز از افزایش میزان رطوبت نسبی برگ در نتیجه همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریزا وجود دارد (هامر و همکاران ۲۰۱۱).

درصد کلونیزاسیون ریشه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای آزمایشی آبیاری و کود زیستی بر درصد کلونیزاسیون ریشه ماشک معنی‌دار بود (جدول ۲). بطوری که بیشترین (۶۳/۴۵ درصد) کلونیزاسیون ریشه ماشک در شرایط انجام آبیاری تکمیلی و تیمار ترکیبی میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده شد، اما کمترین (۱۷/۷۴ درصد) میزان آن در شرایط دیم و تیمار بدون کود زیستی (شاهد) بدست آمد (جدول ۶). نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که میزان توسعه میکوریزا با کاهش میزان رطوبت خاک، کاهش می‌یابد در واقع شرایط دیم دارای اثر بازدارنده‌ای بر توسعه فعالیت میکوریزا است. نتایج تحقیقات رحیم‌زاده و پیرزاد (۲۰۱۷) نشان داد که کمبود رطوبت خاک، اثر بازدارنده‌ای بر گسترش میکوریزا دارد. با توجه به اینکه یکی از شرایط لازم برای همزیستی بین میکوریزا و گیاه انتقال مواد آلی از گیاه به قارچ است، بنابراین، می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاهش رطوبت خاک، کاهش فتوسنتز و رشد رویشی گیاه را به دنبال دارد، در نتیجه منابع کربن کمتری در اختیار قارچ قرار می‌گیرد که می‌تواند باعث کاهش همزیستی

آن با گیاه شود. یعقوبیان و همکاران (۲۰۱۲) در مورد گندم و کوهلر و همکاران (۲۰۰۹) در مورد کاهو نیز نتایج مشابه را گزارش کردند. همچنین گزارش شده است که کاهش معنی‌دار درصد کلونیزاسیون در شرایط تنش رطوبتی، احتمالاً به علت کاهش در تندش و رشد هیف باشد. مرحله مهمتر پس از تندش اسپور، رشد هیف حاصل از تندش است که نقش اساسی در کلونیزاسیون ریشه ایفا می‌کند. به ظاهر رشد هیف بیشتر از تندش اسپور تحت تاثیر پتانسیل اسمزی قرار می‌گیرد (علی‌اصغرزاده ۲۰۱۱). احتمالاً دلیل همزیستی بالای ماشک در تیمار میکوریزا و ازتوباکتر در شرایط انجام آبیاری تکمیلی، به دلیل اثرهای هم افزایی و تشدید کننده‌ای بین قارچ میکوریزا در حضور باکتری باشد، که سطح جذب ریشه‌ها به علت نفوذ بیشتر هیف‌های قارچ در خاک افزایش و به طبع آن کارایی گیاه ماشک به دلیل توسعه بیشتر سیستم ریشه‌ای در جذب آب و عناصر غذایی نیز افزایش یافته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد ترکیبی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر با بهبود جذب رطوبت و عناصر غذایی تحت شرایط انجام آبیاری تکمیلی، سبب افزایش تحمل گیاه ماشک در سیستم تلفیقی درخت-گیاه زراعی به شرایط کم‌آبی شده است، که منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه ماشک شد. در این راستا کاربرد تلفیقی قارچ میکوریزا و ازتوباکتر از طریق افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه، سبب افزایش ۷۰/۳۷ و ۷۳/۷۸ درصدی عملکرد دانه و پروتئین ماشک در سیستم تلفیقی درخت-گیاه زراعی نسبت به شرایط دیم و بدون کاربرد کود زیستی (شاهد) شده است. بنابراین، به منظور استفاده بهینه از منابع آب و مواد غذایی، تیمار مذکور توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Aliasgharzadeh N, 2011. Soil microbiology and biochemistry. Tabriz University Press. (In Persian).
- Amerian MR, Stewart WS and Griffiths H, 2001. Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relations in maize (*Zea mays*). Aspects of Applied Biology, 63: 71-76.
- Ansari Jovini M, Chaei Chi MR, Keshavarzafshar R and Ehteshami SMR, 2012. Effect of biological and chemical phosphorous fertilizers on grain yield of two grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars under deficit irrigation conditions. Seed and Plant Production, 27(4): 471-490. (In Persian).
- Asghari Meidany J and Karimi E, 2013. Sowing depth effects on vetch yield in maragheh dry lands. Iranian Journal of Field Crops Research, 11(3): 430-436. (In Persian).
- Auge RM, Toler HD and Saxton AM, 2015. Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters stomatal conductance of host plants more under drought than under amply watered conditions: a meta-analysis. Mycorrhiza, 25(1): 13-24.
- Baum C, El-Tohamy W and Gruda N, 2015. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi. A review. Scientia Horticulturae, 187:131-141.
- Begum N, Husain M and Chowdury SI, 1992. Effect of sowing date and plant density on pod borer incidence and grain yield of chickpea in Bangladesh. International Chickpea News letter, 27: 19 – 21.
- Bergmann W. 1992. Nutritional disorders of plants, visual and analytical diagnosis, color atlas, Gustav-Fischer Verlag Jena. Stuttgart. New York.
- Branca G, Lipper L, McCarthy N and Jolejole MC, 2013. Food security, climate change and sustainable land management. A review, Agronomy for Sustainable Development, 33: 635-650.
- Brevedan RE and Egli DB. 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. Crop Science, 43: 2083-2088.
- Casals P, Romero J, Rusch GM and Ibrahim M, 2013. Soil organic C and nutrient contents under trees with different functional characteristics in seasonally dry tropical silvopastures. Plant and Soil, 374: 643-659.
- Darzi MT, Ghalavand A and Rejali F, 2009. The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(1): 1-19. (In Persian).
- Darzi MT, Ghalavand A, Rejali F and Sefidkon F, 2007. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 276-292. (In Persian).
- Elwan LM, 2001. Effect of soil water regimes and inoculation with mycorrhizae on growth and nutrients content of maize plants. Zagazig Journal of Agricultural Research, 28:163-172.
- Fallahi HA, Siadat A and Ezat Ahmadi M, 2007. Effect of supplemental irrigation and nitrogen rate on grain yield, yield components and protein of wheat variety koohdasht. Agricultural Research, 7(4): 225-238. (In Persian).
- Gaur A, Adholeya A and Mukergi KG. 2000. On farm production of VAM inoculums and vegetable crops in marginal soil amended with organic matter. Tropical Agriculture, 77: 1. 21-26.
- Ghanbarzadeh S, Chaichi MR and Hoseini SMB, 2010. Effects of nitrogen fertilizer application and sowing density on forage quality and weed population of corn in an agroforestry system. Iranian Journal of Field Crop Science, 41(3): 521-530. (In Persian).
- Gholinezhad E and Darvishzadeh R, 2015. Effect of mycorrhizal fungi on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) landraces under different irrigation levels. Science Agricultural and Sustainable Production, 25(3): 119-135. (In Persian).

- Habibzadeh Y, Jalilian J, Zardashti MR, Pirzad A and Eini O, 2015. Some morpho-physiological characteristics of Mung Bean mycorrhizal plant under different irrigation regimes in field condition. *Journal of Plant Nutrition*, 38(11):1754-1767.
- Hammer EC, Nasr H, Pallon J, Olsson PA and Wallander H, 2011. Elemental composition of arbuscular mycorrhizal fungi at high salinity. *Mycorrhiza*, 21:117-129.
- Hamzei J and Seyedi M, 2014. Response of yield and yield components of barley cultivars to supplementary irrigation under rainfed condition. *Science Agricultural and Sustainable Production*, 23(4): 159-168. (In Persian).
- Hamzei J and Sadeghi Meabadi F, 2014. The effect of irrigation intervals and arbuscular mycorrhizal fungi on chlorophyll index, yield and yield components of grain sorghum. *Journal of Crop Production and Processing*, 12(4): 211-220. (In Persian).
- Hasanzade E, Ghajar Sepanlou M and Bahmanyar MA. 2013. The effect of potassium and manure application on concentration of macro elements on wheat under different water stresses. *Journal of Agricultural Engineering*, 36(1):77-85. (In Persian).
- Hassanpour J and Zand B. 2014. Effect of wheat (*Triticum aestivum* L.) seed inoculation with bio-fertilizers on reduction of drought stress damage. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 1(2): 1-12. (In Persian).
- Heydarzadeh S and Jalilian J, 2014. Changes in cover crops yield in safflower field under different fertilizer systems and weed infestation. *Research in Field Crops*, 2(1): 38-49. (In Persian).
- Hosseini FS, Nezami A, Parsa M and Hajmohammadnia Ghalibaf K, 2011. Effects of supplementary irrigation on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars in mashhad climate. *Journal of Water and Soil*, 25(3): 625-633. (In Persian).
- Jahan K and Nasiri Mahalati M, 2013. Soil fertility and organic fertilizers (Agro-ecological Approach). Mashhad University Press. (In Persian).
- Jalilian J and Heydarzadeh S, 2017. Assessment of changes in grain yield, its components and weed suppression capabilities of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in rainfed and supplementary irrigation conditions. *Dry farming Iran*, 6(1): 67-85. (In Persian).
- Jalilian J, Modares Sanavi SAM and Sabaghpour SH, 2005. Effect of plant density and irrigation on yield, yield components and protein content of four varieties of chickpea in rainfed conditions. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 12: 1-9. (In Persian).
- Jalilian N and Rahiminejad MR, 2012. Determination of vicia species based on seed shape in Iran. *Journal of Seed Science and Technology*, 2(1): 71-76. (In Persian).
- Kapoor R, Giri B and Mukerji KG, 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93: 307-311.
- Khan HU, Link W, Hocking T and Stoddard F, 2007. Evaluation of physiological biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148: 350-382.
- Kohler J, Caravaca F and Roldan A, 2009. Effect of drought on the stability of rhizosphere soil aggregates of *Lactuca sativa* grown in a degraded soil inoculated with PGPR and AM fungi. *Applied Soil Ecology*, 42: 160-165.
- Koocheki A, Mokhtari V, Taherabadi Sh and Kalantari S, 2011. The effect of water stress on yield, yield components and quality characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. *Journal of Water and Soil*, 25(3): 656-664. (In Persian).
- Mahmoodi S, Iram S and Athar HR, 2003. Intra- specific various quantitative and qualitative attributes under differential salt region. *Journal of Research in Science Teaching*, 14: 177-186.

- Mansouri B and Aboutalebian MA, 2013. Effect of on-farm seed priming and supplementary irrigation on emergence rate, yield and yield components of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Journal of Plant Production, 20(2): 179-196. (In Persian).
- Mazlomi Mamyandi M, Pirzad A and Jalilian J, 2017. Effect of mycorrhizal symbiosis and supplementary irrigation on wheat grain yield and quality under variable end-season rainfall conditions. Dry farming Iran, 5(2): 203-223. (In Persian).
- Mirzakhani M, Ardakani MR, Rejali F, Shirani rad AH and Aeene band A, 2010. Evaluation of seed twofold inoculation by fungi *Glomus Intraradices* Mycorrhiza and *Azotobacter chorococum* with varius nitrogen and phosphorus levels use on oil yield and some of traits in Safflower. Journal of Agronomy and plant Breeding, 6 (1): 75-87.
- Mousavi SK and Shakarami G, 2010. Effects of supplemental irrigation on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield in Low rain condition. Electronic Journal of Crop Production, 1(4): 99-123. (In Persian).
- Mousavi SK, Pezeshkpoor P, Khorgami A and Noori MN, 2009. Effects of supplemental irrigation and crop density on yield, and yield components of kabuli chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L). Iranian Journal of Field Crops Research, 7(2):657-672. (In Persian).
- Naseri R, Rahimi MJ, Siyadat SA and Mirzaei A, 2015. The effects of supplementary irrigation and different plant densities on morphological traits, yield and its components and protein content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Sirvan region in Ilam province. Iranian Journal of Pulses Research, 6(1): 78-91. (In Persian).
- Nasri R, Heydari Moghaddam A, Sayyadat S, Paknejad F and Sadiqi Shoa M, 2012. Path analysis of traits correlation and supplemental irrigation on yield and yield components of chickpea in Ilam. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8(2): 161-172. (In Persian).
- Nautiyal PC, Rachaputi NR and Joshi YC, 2002. Moisture-deficit-induced changes in leaf-water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. Field Crops Research, 74: 67-79.
- Neyestani E, 2011. Study on yield and some agronomical traits of vetch (*Vicia panonica*) in autumn farming. Iranian Journal of Pulses Research, 2(1): 81-86. (In Persian).
- Oweis T and Hachum A. 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. Agricultural Water Management, 80: 57-73.
- Oweis T, Hachum A and Pala M. 2004. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management, 68: 251-265.
- Pacucci G, Troccoli C, Leoni B. 2006. Effect of supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a mediterranean climate. Agricultural Engineering International, 1-9 pp.
- Philips JM and Hayman DS, 1970. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, 55: 158-161.
- Pirzad A, Shakiba MR, Zehtab-Salmasi S and Mohammadi S A. 2015. Effects of water stress on some nutrients uptake in *Matricaria chamomilla* L. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 104: 1-7. (In Persian).
- Raei Y, Shariati J and Weisany W, 2015. Effect of biological fertilizers on seed oil, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at different irrigation levels. Science Agricultural and Sustainable Production, 25(1): 65-84. (In Persian).
- Rafiee M, Nadian HA, Nour-mohammadi G and Karimi M. 2004. Effects of drought stress, phosphorous and zinc application on concentration and total nutrient uptake by corn (*Zea mays* L.). Iranian, Journal of Agricultural Science, 35(1):243-235. (In Persian).
- Rahimzadeh S and Pirzad A. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi and Pseudomonas in reduce drought stress damage in flax (*Linum usitatissimum* L.): a field study. Mycorrhiza, 27(6): 537-552.

- Rezaei Chiyaneh E, Zehtab Salmasi S, Ghassemi Golezani K and Delazar A. 2012. Effect of irrigation treatments on yield and yield components of three fennel (*Foeniculum vulgare* L.) landraces. Science Agricultural and Sustainable Production, 22(4): 57-70. (In Persian).
- Rezaei Chiyaneh I, Pirzad A and Farjami A, 2014. Effect of nitrogen, phosphorus and sulfur supplier bacteria on seed yield and essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Science Agricultural and Sustainable Production, 24(4): 83-71. (In Persian).
- Rezaei Chiyaneh E, Jalilian J, Ebrahimian E and Seyedi SM. 2015. Effect of biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of Ajowan at different irrigation levels. Journal of Agriculture. 17(3): 775-788. (In Persian).
- Rezaeyan Zadeh E, Parsa M, Ganjali A and Nezami A, 2011. Responses of yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L..) to supplemental irrigation in different phenology stages. Journal of Water and Soil, 25(5): 1080-1095. (In Persian).
- Rezvani Moghadam P and Sadeghi Samarjan R, 2008. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Field Crop Research, 6(2): 315-325. (In Persian).
- Rossi AM, Juarez MD, Samman NC and Villarreal M, 2004. Nitrogen contents in food: A comparison between the kjeldahl and hach methods. Argentine Chemical Society, 92: 99-108.
- Sajedi NA, Ardakani MR, Sajedi A and Bahrami A. 2010. Absorption of some nutrient as affected by mycorrhizae, different levels of zinc and drought stress in maize. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(5): 784-791. (In Persian).
- Sarajuoghi M, Ardakani MR, Nurmohammadi G, Kashani A, Rejali F and Mafakheri S, 2012. Response of yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) to different biofertilizers and chemical fertilizers. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 12 (3): 315-320.
- Shalan MN, 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83: 811-828
- Shabani G, Khoshkho SH, Khorami M, jafarzadeh M and Akbarabadi A. 2016. Effect of sulfur and biofertilizers application on yield and yield components of linseed (*Linum ustatissimum* L.). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 108:35-42. (In Persian).
- Smith SE and Read DJ. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press San Diego California.
- 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: 25-32.
- Tahmorespor M and Tahmasebi A. 2008. Evaluation of livestock and poultry food. University of Mashhad. (In Persian).
- Tohidi-Moghaddam H, Sani B and Ghooshchi F, 2004. The effect of nitrogen fixing and phosphate solubilizing microorganism on some quantitative parameters on soybean from sustainable agricultural point of views. Proceeding of 8th Agronomy and Plant Breeding Congress of Iran, Guilan University, Iran. (In Persian).
- Tuba Bicer B, Narin Kolender A and Akar DA, 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. Journal of Agronomy, 3: 154-158.
- Turk MA, Assaf TA, Hameed KM and Tawaha AM. 2006. Significance of mycorrhizae. World Journal of Agricultural Sciences, 2: 16-20.
- Venkateswarlu B and Ramesh K, 1993. Cell membrane stability and biochemical response of cultured cells of groundnut under polyethylene glycol-induced water stress. Plant Science, 90: 179-185.
- Wu QS, Xia RX, Zou YN and Wang GY. 2007. Osmotic solute responses of mycorrhizal citrus (*Poncitrus trifoliata*) seedling to drought stress. Acta Physiologica Plantarum, 29: 543-549.

- Yaghoubian Y, Pirdashti H, Mohammadi Goltapeh E, Feziasl V and Esfandiari E, 2012. Investigation of dryland wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Azar 2) plants response to symbiosis with arbuscular mycorrhiza and mycorrhiza like fungi under different levels of drought stress. *Journal of Agroecology*, 4(1): 63-73. (In Persian).
- Yasari E and Patwardhan AM, 2007. Effects of *Azotobacter* and *Azospirillum* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(1): 77-82.
- Zarea MJ, Mohammadi Goltapeh E, Karimi N and Varma A. 2013. Sustainable agriculture in saline-arid and semiarid by use potential of Am fungi on mitigates NaCl effects. *Fungi as Bioremediators, Soil Biology*, 347-369 pp.