



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۱ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۸

صفحه‌های ۱۱۹-۱۳۰

تأثیر دور آبیاری، قارچ مایکوریزا و زئولیت بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ماش

سید عبدالله حسینی چمنی^۱، محمدحسین قرینه^{۲*}، عبدالمهدی بخشنده^۳، امین لطفی جلال آبادی^۴
۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.
۲. دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.
۳. استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.
۴. استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر دور آبیاری، قارچ مایکوریزا و کود زئولیت بر برخی صفات گیاه ماش، آزمایشی به‌صورت اسپلیت-فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در منطقه ایذه واقع در استان خوزستان اجرا شد. عامل اصلی شامل دور آبیاری در سه سطح (هفت، ۱۰ و ۱۳ روز) و عامل‌های فرعی شامل تلقیح مایکوریزایی (تلقیح و عدم تلقیح) و زئولیت (بدون مصرف و ۲ تن در هکتار) به‌صورت فاکتوریل بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تنها اثر متقابل آبیاری، مایکوریزا و زئولیت بر صفات وزن ساقه، تعداد دانه در غلاف و کارایی مصرف آب معنی‌دار شد. بیش‌ترین عملکرد دانه در دور آبیاری هفت روز در شرایط تلقیح و عدم تلقیح با قارچ و نیز دور آبیاری ۱۰ روز در تیمار تلقیح‌شده با قارچ مایکوریزا مشاهده شد. استفاده از زئولیت در دور آبیاری ۱۰ و ۱۳ روز باعث افزایش در اکثر صفات گردید. نتایج کارایی مصرف آب نشان داد استفاده از قارچ مایکوریزا و کود زئولیت، باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌شود به‌طوری‌که با افزایش دور آبیاری از هفت روز به ۱۰ روز می‌توان با استفاده از قارچ مایکوریزا و زئولیت مانع از کاهش کارایی مصرف آب شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، با استفاده از قارچ مایکوریزا و کود زئولیت می‌توان فاصله آبیاری در گیاه ماش را در منطقه مورد مطالعه از هفت به ۱۰ روز یک‌بار افزایش داد.

کلیدواژه‌ها: تعداد دانه در غلاف، تلقیح با قارچ، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، کم‌آبی.

The Impact of Circuit Irrigation, Mycorrhiza Inoculation, and Zeolite on Yield and Water Use Efficiency of Mung Bean

Seyed Abdollah Hosseini Chamani¹, Mohammad Hossein Gharineh^{2*}, Abdol Mehdi Bakhshandeh³, Amin Lotfi Jalal-Abadi⁴
1. Former M.Sc. Student, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran.

2. Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran.

3. Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran.

4. Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran.

Received: November 15, 2018

Accepted: March 02, 2019

Abstract

In order to evaluate the effects of irrigation intervals, mycorrhizal fungi, and zeolite fertilizer on some Mung bean traits, a factorial splitting experiment has been conducted in a randomized complete block design with four replications in Izeh region from July 2015 to July 2016. The main factor is irrigation interval at three levels (7, 10, and 13 days) along with the sub-factors involving Mycorrhiza inoculation (inoculated and non-inoculated) and zeolite (without consumption and 2 tons per hectare) as a factorial. Results from analysis of variance show that only interaction effect of irrigation, mycorrhiza and zeolite on stem weight, number of seeds per pod, and water use efficiency have been significant. The highest grain yield has been observed in irrigation intervals of seven days under inoculation and non-inoculation with fungus, as well as irrigation intervals of 10 days in inoculated mycorrhizal fungus. Also, it has been revealed that the use of zeolite in irrigation intervals of 10 and 13 days increases most traits. Similarly, results of water use efficiency show that use of Mycorrhiza fungus and zeolite fertilizer increases water use efficiency. Thus, by increasing the irrigation interval from 7 days to 10 days, the use of mycorrhiza and zeolite can prevent the decrease of water use efficiency. Finally, according to the results from this study, the use of mycorrhiza fungus and zeolite fertilizer can increase irrigation interval of mung bean from 7 to 10 days in the studied area.

Keywords: Biological yield, fungus Inoculation, harvest index, number of seeds per pod, water deficit.

۱. مقدمه

از ۱۶۵ میلیون هکتار مساحت کل ایران حدود ۳۷ میلیون هکتار را اراضی مناسب جهت عملیات کشت و زرع تشکیل می‌دهد که به دلیل محدودیت منابع آب همه این اراضی کشت نمی‌شود. در این میان به واسطه موقعیت خاص اقلیمی کشور و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی، کشت آبی محور اصلی در تولید مواد غذایی می‌باشد (Ehsani & Khaledi, 2003). برنامه‌ریزی برای حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی نیازمند به‌کارگیری ضوابط خاص خود است. اعمال مدیریت صحیح، به‌کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبت و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌وری از منابع محدود آب است. کم‌آبایی یک راه‌کار مطلوب برای تولید محصول در شرایط خشکی است به طوری که در این روش عملکرد گیاه آگاهانه کاهش داده می‌شود تا کاهش محصول در واحد سطح با افزایش سطح زیر کشت جبران گردد، اما باید دانست که کاهش کاربرد آب در تولید محصول اثر منفی بر عملکرد گیاه دارد (English & James, 1990).

یکی از روش‌های جدید در علم آب و خاک استفاده از زئولیت به عنوان مخزن ذخیره، عامل جلوگیری از اتلاف و افزایش راندمان آب آبیاری است (Abedi- Koupai & Asadkazemi, 2004). با مصرف زئولیت به‌ویژه در مقادیر بالا، به دلیل خاصیت این مواد در نگهداری طولانی مدت رطوبت در محیط توسعه ریشه خصوصاً در خاک‌های سبک و شرایط نامناسب خاک، امکان رشد رویشی بیشتر و توسعه سطح برگ برای گیاه فراهم می‌شود. با توجه به رابطه مستقیمی که بین شاخص توسعه برگ و توان فتوسنتزی گیاه وجود دارد می‌توان انتظار داشت که مصرف زئولیت با تأمین آب و مواد

مغذی مورد نیاز گیاه موجب افزایش عملکرد گیاه شود (Yari et al., 2013).

Habib Porkashefi et al. (2014) گزارش کردند در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت بیشترین و کمترین عملکرد دانه لوبیا به ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار زئولیت و عدم مصرف زئولیت بود. Ghashang Mianch et al. (2015) به بررسی تأثیر زئولیت بر عملکرد ماش پرداختند که نتایج حاصل از مطالعات آن‌ها حاکی از معنی دار بودن اثر زئولیت بر عملکرد دانه بود و بیشترین عملکرد دانه ماش با کاربرد بالاترین سطح زئولیت (۱۵ تن در هکتار) به دست آمد.

امروزه رواج نگرش افزایش تولید در واحد سطح در بین کشاورزان، باعث مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی شده است، که علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید و بازدهی کم در درازمدت، پیامدهای منفی زیست‌محیطی را به همراه داشته است. استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را به واسطه اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت‌های زیستی و کاهش مواد آلی خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها، کاهش داده است (Gharineh & Nadian, 2011). در این راستا استفاده از کودهای زیستی مانند قارچ‌های میکوریزا یکی از راه‌کارهایی است که می‌تواند در بهبود رشد و تغذیه گیاه و حفظ بهداشت محیط زیست مؤثر باشد. قارچ‌های میکوریزا از طریق افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده (عوامل بیماریزا) و غیرزنده (خشکی، شوری و ...) سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاهان میزبان در نظام‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (Parvizi & Dashti, 2014).

ماش با نام علمی *Vigna radiata* L. از تیره لگوم‌ها و از گیاهان گرمسیری و یک‌ساله بومی هندوستان است. این گیاه سومین حبوبات مهم در هند و پنجمین در ایران

تأثیر دور آبیاری، قارچ مایکوریزا و ژئولیت بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ماش

جدول ۱. تغییرات دمای هوا و درصد رطوبت نسبی و

بارندگی طی دوران رشد محصول در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

میزان بارندگی (میلی متر)	میانگین درجه حرارت هوا (درجه سانتی گراد)		ماه
	حداقل	حداکثر	
۱۱/۸	۱/۲	۳۸	اردیبهشت
۰/۶	۸/۸	۴۲	خرداد
۰	۱۳	۴۵/۵	تیر
۰	۱۸/۸	۴۶	مرداد
۰	۱۶/۵	۴۶/۵	شهریور
۱/۱	۱۴	۳۸/۸	مهر

قبل از شروع آزمایش، به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه مرکب از دو عمق ۳۰-صفر و ۶۰-۳۰ سانتی متری خاک به صورت تصادفی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد، که در جدول ۲ نتایج آن آورده شده است. گونه‌های قارچ مایکوریزای مورد استفاده در این آزمایش از نوع قارچ *Glomus mosseae* بود که از مؤسسه آب و خاک تهران تهیه گردید. تلقیح بذور با مایه مایکوریزا قبل از کاشت و در شرایط سایه انجام گرفت. به این منظور، ابتدا بذرها درون کیسه‌های پلاستیکی جداگانه قرار داده شد. برای تسهیل در چسبیدن مایه تلقیح با بذرها، مقداری شکر حل شده در آب گرم (۱۰ گرم شکر در ۱۰۰ گرم آب) استفاده شد. پس از خیس شدن بذور توسط محلول آب و شکر، مایه تلقیح به بذرها اضافه شد. سپس بذرها جهت خشک شدن به مدت دو ساعت در همان محل (سایه) قرار گرفتند. عملیات آماده‌سازی زمین در اواخر خردادماه سال ۱۳۹۴ انجام شد، به این صورت که ابتدا به منظور تحریک جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، کنترل مطلوب‌تر آنها و تأمین رطوبت مناسب جهت انجام عملیات شخم، قبل از

است. دانه ماش به‌عنوان ماده غذایی غنی از پروتئین جهت انسان و دام مصرف می‌شود. توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، دوره رشد کوتاه، تولید علوفه خوش‌خوراک با قابلیت هضم بالا و قابلیت سیلوکردن، از امتیازات جالب توجه ماش برای ورود به تناوب زراعی مناطق مختلف محسوب می‌گردد (Majnoun Hossini, 2004).

خوزستان یکی از مهم‌ترین مناطق، از لحاظ تولیدات کشاورزی در کشور محسوب می‌شود که با دارا بودن شرایط خاص آب‌وهوایی، همواره شرایط مساعدی برای وقوع تنش‌های مخرب محیطی و کم‌آبی را در خود دارد. با توجه به اهمیت کشت ماش به‌ویژه در منطقه شمال خوزستان، به‌عنوان گیاه پیش‌کاشت و تأثیرگذار در تناوب زراعی و استفاده از روش‌های مناسب زراعت در مناطق کم‌آب، مانند کم‌آبیاری، کود ژئولیت و قارچ مایکوریزا جهت کاهش مصرف آب و جذب بهتر عناصر غذایی در خاک، این پژوهش به اجرا درآمد.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در شرایط آب و هوایی شهرستان ایذه واقع در استان خوزستان با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۷۶۷ متری از سطح دریا اجرا شد. میانگین ماهیانه برخی از پارامترهای هواشناسی منطقه در دوره رشد گیاه در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به صورت اسپلیت-فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عامل اصلی دور آبیاری در سه سطح (هفت، ۱۰ و ۱۳ روز) و عوامل فرعی هر کدام در دو سطح شامل تلقیح مایکوریزایی (تلقیح و عدم تلقیح با قارچ) و ژئولیت (بدون مصرف و مصرف دو تن در هکتار (Bahador et al., 2015) بودند.

خشک کل تولیدی) و شاخص برداشت (نسبت دانه به عملکرد بیولوژیک) کل بوته‌های ماش از یک مترمربع هر کرت برداشت شدند و وزن خشک اندام‌های مختلف آن‌ها پس از خشک کردن در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. جهت اندازه‌گیری کارایی مصرف آب، از یک موتور پمپ با دبی شش لیتر در ثانیه و کنتور استفاده شد و میزان کارایی مصرف آب از رابطه (۱) محاسبه گردید (Sing & Sinka, 1997).

رابطه (۱) = کارایی مصرف آب

حجم آب ورودی (مترمکعب) / عملکرد دانه (کیلوگرم) داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم‌افزار SAS نسخه (9.1) مورد تجزیه قرار گرفتند و از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. ارتفاع بوته

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر دور آبیاری و اثر متقابل آبیاری و ژئولیت بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کم‌ترین ارتفاع بوته در دور آبیاری ۱۳ روز و بیش‌ترین ارتفاع در دور هفت روز به دست آمد؛ لازم به ذکر است که بین دور آبیاری هفت و ۱۰ روز اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). کم شدن ارتفاع بوته در اثر افزایش دور آبیاری را می‌توان ناشی از کاهش توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی و سنتز و انتقال مواد پرورده در اثر کمبود آب دانست که باعث کاهش رشد و تجمع ماده خشک گیاه می‌گردد. کاهش تولید مواد فتوسنتزی در اثر تنش کمبود آب، توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش گردیده است (Tamini et al., 2012).

نتایج اثر متقابل دور آبیاری و ژئولیت نشان داد

تهیه زمین، قطعات آزمایشی آبیاری شدند. پس از رسیدن میزان رطوبت خاک به حد مطلوب (گاورو) عملیات شخم با گاواهن صورت گرفت، سپس دو بار دیسک عمود برهم زده و تسطیح شد. سپس کرت‌هایی به ابعاد ۶×۲/۵ متر ایجاد و محل تیمارهای مورد نظر طبق نقشه طرح مشخص شد. چند روز قبل از کاشت، با استفاده از ردیف‌ساز جوی و پشته‌هایی به عمق ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شد. فاصله بین کرت‌ها در هر بلوک به اندازه دو ردیف نکاشت (یک متر) و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. هم‌چنین جهت اعمال تیمار کود ژئولیت، پس از آماده‌سازی پشته‌ها، کنار هر پشته شیاری در سراسر خطوط به عمق پنج سانتی‌متر ایجاد و کود ژئولیت در داخل این شیاریها ریخته شد. سپس به وسیله شن‌کش روی خطوط با خاک پوشیده شد. بذور تلقیح شده (با قارچ مایکوریزا) به فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی خط داغ آب در یک ردیف و به عمق ۲-۱ سانتی‌متر در تاریخ ۲۸ تیرماه ۱۳۹۴ کاشته شدند. قبل کاشت گیاه، میزان ۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره به عنوان استراتر به زمین کود داده شد.

اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت در همه بلوک‌ها انجام شد و بعد از آن در دوره‌های هفت، ۱۰ و ۱۳ روز یکبار به صورت جداگانه برای هر کرت و به روش نشتی با پمپ انجام گرفت. به منظور حصول تراکم مناسب، گیاهان در یک مرحله و پس از استقرار کامل در مرحله شش برگی تنک شدند. مبارزه با علف‌های هرز به طور مداوم از زمان کاشت تا برداشت به صورت وجین دستی انجام گرفت. در طول مراحل رشد بیماری خاصی مشاهده نشد و در طی انجام آزمایش از هیچ‌گونه سم و آفت‌کش شیمیایی استفاده نگردید. در پایان آزمایش، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در غلاف، غلاف در بوته و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن ساقه، عملکرد دانه و بیولوژیک (وزن

تأثیر دور آبیاری، قارچ مایکوریزا و ژئولیت بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ماش

مایکوریزا از طریق افزایش جذب آب به وسیله ریشه گیاه و افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش های محیطی سبب بهبود رشد شده و میزان تجمع ماده خشک در گیاه ماش را افزایش داد. Parvizi & Dashti (2014) گزارش دادند گیاهچه های تلقیح شده با قارچ مایکوریزا وزن خشک بیش تری نسبت به شاهد داشتند. بررسی نتایج جدول ۶ نشان داد که بیش ترین میزان وزن ساقه در ترکیبات تیماری دیده شد که دارای ژئولیت بودند و تیمارهای بدون ژئولیت بدون توجه به دو عامل دیگر دارای وزن ساقه کم تری بودند. این نتیجه حاکی از اثر پررنگ ژئولیت در حفظ رطوبت خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک بود که باعث شد علی رغم افزایش فاصله آبیاری ها اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف ترکیبات تیماری دارای ژئولیت دیده نشود. اما در ترکیبات تیماری بدون ژئولیت با افزایش فاصله آبیاری ها افت معنی داری در وزن ساقه مشاهده شد. از سوی دیگر تلقیح با قارچ در تیمارهای بدون ژئولیت توانست کمی اثر کاهش آبیاری بر وزن ساقه را خنثی کند ولی این اثر به قدری نبود که به تواند اختلاف معنی داری را نشان دهد (جدول ۶). Khashei Siuki *et al.* (2008) نیز گزارش دادند استفاده از ژئولیت اثر معنی داری بر روی وزن تر و خشک گیاه ذرت داشت و ژئولیت باعث افزایش وزن خشک گیاه شد.

کم ترین میزان ارتفاع بوته در تیمار عدم مصرف ژئولیت در دور آبیاری ۱۳ روز مشاهده شد. در دور آبیاری هفت و ۱۰ روز مصرف ژئولیت تأثیری بر افزایش ارتفاع بوته ماش نسبت به عدم مصرف آن نداشت و کلیه سطوح تیماری در این دو دور آبیاری در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۵). اما استفاده از ژئولیت در دور آبیاری ۱۳ روز مانع از کاهش ارتفاع بوته ماش شد. ژئولیت از طریق بهبود ظرفیت تبادل کاتیونی خاک سبب دسترسی بهتر و آسان تر گیاه به آب و عناصر غذایی به ویژه نیتروژن شده و در نتیجه موجب افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته می شود. Daneshmandi & Azizi (2009) بیان کردند ژئولیت معدنی می تواند مقداری آب در خود ذخیره و در مواقع تنش رطوبتی آن را در خاک آزاد نماید تا گیاه از آن استفاده کند.

۲.۳. وزن ساقه

اثر ژئولیت و مایکوریزا، برهم کنش آبیاری و قارچ و اثر سه گانه عوامل آزمایشی بر وزن ساقه معنی دار شد، ولی سایر عوامل بر این صفت اثر معنی داری نداشتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمارهای تلقیح شده نسبت به عدم تلقیح باعث افزایش وزن خشک ساقه شدند (جدول ۴). چنین به نظر می رسد که قارچ

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش

عمق (cm)	pH	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	هدایت الکتریکی			کربن آلی	شن	رس	سیلت	بافت	فسفر		پتاسیم قابل جذب (ppm)
					Ec×10 ³	معمول	قابل جذب								
۰-۳۰	۷/۵	۱/۹	۴/۴	۳/۷۵	۰/۹	۱/۳۰	۳۳	۲۹	۳۸	C.L	۶/۳	۱۳/۶	۲۳/۷		
۳۰-۶۰	۷/۳	۰/۸۹	۶/۵	۶/۶	۱/۱	۰/۸	۳۰	۳۱	۳۹	C.L	۵/۲	۱۲/۴	۲۶/۶		

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر دور آبیاری، مایکوریزا و ژنولیت بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ماش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	وزن ساقه	وزن صددانه	تعداد غلاف در بوته	وزن غلاف	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	کارآیی مصرف آب
تکرار	۳	۱۵۱/۲۰**	۷/۸۷ns	۰/۷۲ns	۲۳۰/۹ns	۱/۲۳*	۱۵۰۹۵/۱**	۱۲۳۲/۹**	۱۵۶/۹۵ns	۰/۰۰۶۹**
دور آبیاری	۲	۱۷۲/۳۰**	۳۲/۷۶ ns	۱/۸۶ns	۲۸۴/۱*	۴/۳۰ns	۱۷۸۵۲/۸**	۹۷۲۸/۹**	۲۷۲/۷۹*	۰/۰۰۰۶۱**
خطای عامل اصلی	۶	۳۲/۳۰	۲۴/۴۴	۰/۷۳	۸۵/۳	۲/۰۰	۴۷۲۱/۷	۳۰۴/۹	۱۰۸/۰۹	۰/۰۰۰۵۶
مایکوریزا	۱	۳۹/۸۰ ns	۷۰/۹۳*	۱/۸*	۳۴/۶ns	۸/۹۰*	۵۱۹۲/۱*	۱۱۱۰/۳**	۴۱۰/۲۳*	۰/۰۰۶۵**
ژنولیت	۱	۶۹/۹۰ns	۱۳/۳۶*	۰/۱ns	۱۹۱/۰ns	۲/۵۰ns	۱/۲ns	۲۷۵/۱*	۱۰۵/۳۱ns	۰/۰۸۵۵**
دور آبیاری × مایکوریزا	۲	۱۱/۳۰ns	۲۶/۷۲**	۰/۴ns	۷۶/۶ns	۰/۵۰ns	۲۶۶۶/۳ns	۳۴۱/۱**	۲۲۶/۱۳۹ns	۰/۰۰۳۷**
دور آبیاری × ژنولیت	۲	۱۸۱/۸۰**	۱۳/۲۲ns	۰/۱ns	۳۴/۱ns	۱/۸۰ns	۳۷۸۲/۰*	۲۸۲/۹*	۱۹۸/۹۶ns	۰/۰۰۳۴**
مایکوریزا × ژنولیت	۱	۱۱/۷۰ns	۵/۹۸ns	۰/۱۹ns	۲۶۰/۲ns	۰/۱۰ns	۳۹۴/۱ns	۶/۶ns	۱۸/۶۰ns	۰/۰۰۴۹**
دور آبیاری × مایکوریزا × ژنولیت	۲	۳/۶۲ns	۵۴/۵۷*	۰/۵۳ns	۱۶۹/۹ns	۷/۱۰*	۳۱۸۴/۷ns	۱۲۹/۰ns	۱۱۵/۹۹ns	۰/۰۰۳۳**
خطای کل	۲۷	۱۶/۸۰	۱۷/۱۷	۰/۳۶	۸۳/۱	۱/۷۰	۱۱۷۲/۹	۱۵۹۴/۷	۱۱۵/۹۷	۰/۰۰۰۴**
ضریب تغییرات (%)	-	۱۱/۱۰	۱۴/۷۸	۱۱/۷۰	۲۵/۴۰	۱۶/۰۲	۱۷/۱۰	۸/۱۰	۲۱/۷۳	۸/۹۷

ns: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی داری. *, **, ***: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی داری.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری، ژنولیت و مایکوریزا بر برخی صفات گیاه ماش

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	وزن ساقه (gr/m ²)	وزن صددانه (gr)	تعداد غلاف در بوته	وزن غلاف	عملکرد بیولوژیک (gr/m ²)	عملکرد دانه (gr/m ²)	شاخص برداشت (%)	کارآیی مصرف آب (kg/m ³)
دور آبیاری ۷ روز	۳۹/۸۱a	۲۷/۲۳a	۴/۸۵a	۴۰/۶۷a	۸/۸۵a	۲۲۳/۴۴a	۱۱۳/۰۳a	۵۱/۹۹a	۰/۲۲۳b
دور آبیاری ۱۰ روز	۳۷/۷۵ab	۲۶/۹۹a	۵/۳۹a	۳۳/۷۳b	۸/۲۹a	۲۱۴/۴۳ab	۱۰۶/۰۰a	۵۱/۸۷a	۰/۲۲۹a
دور آبیاری ۱۳ روز	۳۳/۳۸b	۲۶/۴۷a	۴/۹۶a	۳۳/۰۶b	۷/۸۰a	۱۶۱/۶۱b	۶۷/۲۴b	۴۴/۷۸ b	۰/۲۲۱b
کاربرد ژنولیت	۳۷/۸a	۲۷/۵۹a	۵/۲۰a	۳۳/۸۲a	۸/۰۸a	۱۹۹/۹۸a	۹۳/۰۳ b	۴۸/۰۶a	۰/۲۷۰a
بدون ژنولیت	۳۶/۰۷a	۲۶/۱۹b	۴/۹۱a	۳۷/۸۱a	۸/۵۴a	۱۹۹/۶۶a	۹۷/۸۲ a	۵۱/۰۲ a	۰/۱۸۶b
تلقیح مایکوریزا	۳۵/۷۷a	۲۷/۲۱a	۵/۶۵a	۳۶/۶۷a	۸/۷۵a	۲۱۰/۲۲a	۱۰۰/۲۳a	۵۲/۴۷a	۰/۲۳۹a
بدون تلقیح مایکوریزا	۳۸/۱۸a	۲۶/۵۸b	۵/۰۵b	۳۴/۹۷a	۷/۸۸b	۱۸۹/۴۲b	۹۰/۶۱b	۴۶/۶۲ b	۰/۲۱۶b

میانگین های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و کود ژنولیت بر ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گیاه ماش

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد بیولوژیک (gr/m ²)	عملکرد دانه (gr/m ²)
دور آبیاری ۷ روز	ژنولیت	۴۱/۰۸a	۲۴۰/۶۵a
	بدون ژنولیت	۳۸/۵۲ab	۲۰۶/۲۴a
دور آبیاری ۱۰ روز	ژنولیت	۳۷/۹۰ab	۲۱۸/۵۰a
	بدون ژنولیت	۳۷/۶۱ab	۲۱۰/۳۶a
دور آبیاری ۱۳ روز	ژنولیت	۳۸/۴۲ab	۱۷۴/۲۷b
	بدون ژنولیت	۲۸/۳۳c	۱۴۸/۹۵b

میانگین های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

تأثیر دور آبیاری، قارچ میکوریزا و ژئولیت بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ماش

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر سه گانه دور آبیاری، قارچ میکوریزا و کود ژئولیت بر وزن ساقه ماش (gr/m^2)

دور آبیاری	قارچ میکوریزا	ژئولیت	بدون ژئولیت
۷ روز	تلقیح شده	۲۸/۵۰a	۲۶/۸۰bcd
	عدم تلقیح	۲۷/۴۵ab	۲۶/۵۰cde
۱۰ روز	تلقیح شده	۲۸/۲۵a	۲۶/۶۷cde
	عدم تلقیح	۲۷/۱۸ab	۲۵/۹۰de
۱۳ روز	تلقیح شده	۲۷/۲۲ab	۲۵/۸۰de
	عدم تلقیح	۲۶/۹۵bc	۲۵/۵۰de

میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

۳.۳. وزن صددانه

بررسی تجزیه واریانس صفت وزن صد دانه نشان داد که تنها اثر تلقیح با قارچ بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۳). عدم تفاوت معنی‌دار بین وزن صد دانه ماش تحت تأثیر عامل دور آبیاری مؤید این نتیجه است که وزن صددانه کم‌ترین تأثیر را از تنش رطوبتی پذیرفت. Zabet *et al.* (2004) بیان داشتند که در ماش صفاتی از جمله وزن صددانه در معرض تنش کمبود آب کم‌ترین آسیب را دارا بودند، که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. اما بذور تلقیح‌شده با قارچ میکوریزا وزن صددانه بالاتری را تولید نمودند به طوری که وزن صددانه در تیمار تلقیح‌شده نسبت به تیمار بدون تلقیح، ۱۰/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۴). نتایج این گزارش با مطالعه Marzban *et al.* (2014) که عنوان کردند وزن صددانه لوبیا تحت تأثیر قارچ میکوریزا افزایش یافت، مطابقت دارد. آن‌ها بیان نمودند که قارچ میکوریزا آریوسکولار به واسطه انشعابات میسلیمی خود سطحی اضافی را برای جذب آب و عناصر غذایی به وجود آورده است و در نتیجه دریافت آب و مواد معدنی افزایش یافته بنابراین فرآیند فتوسنتز نیز بهبود می‌یابد. در گیاهان میکوریزایی سرعت فتوسنتز افزایش می‌یابد بنابراین افزایش فتوسنتز توسط قارچ میکوریزا جذب عناصر غذایی در خاک را

افزایش می‌دهد و همین امر موجب ذخیره بیش‌تر مواد غذایی در دانه شده و در نهایت وزن صددانه نیز افزایش می‌یابد.

۳.۴. تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اصلی دور آبیاری بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بالاترین تعداد غلاف در بوته در دور آبیاری هفت روز یک‌بار و کم‌ترین آن در دور آبیاری ۱۰ و ۱۳ روز مشاهده شد (جدول ۴). Nouriyani (2013) در مطالعه خود کاهش تعداد غلاف در بوته گیاه ماش تحت افزایش فواصل آبیاری را گزارش داد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش تعداد غلاف در بوته در دور آبیاری ۱۰ و ۱۳ روز، کاهش دوره رشد گیاه باشد که در نتیجه آن تولید مواد فتوسنتزی نقصان می‌یابد. کاهش سنتز مواد فتوسنتزی و افزایش رقابت درون‌بوته‌ای حاصل از آن به همراه ریزش گل‌ها در اثر تنش کمبود آب، باعث کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود (Makarjian *et al.*, 2017). بالا بودن تعداد غلاف در بوته در دور آبیاری هفت روز، به دلیل وجود رطوبت کافی در مراحل گل‌دهی و شروع تشکیل غلاف بود که باعث رشد رویشی بیش‌تر و تشکیل تعداد غلاف زیادی گردید.

۳.۵. تعداد دانه در غلاف

غذایی و حفظ رطوبت شده و در نهایت موجب بهبود رشد گیاه و تعداد دانه در غلاف شد.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری، مایکوریزا و کود زئولیت بر تعداد دانه در غلاف گیاه ماش

دور آبیاری	قارچ مایکوریزا	زئولیت	
		زئولیت	بدون زئولیت
۷ روز	تلقیح شده	۹/۶a	۹/۴ab
	عدم تلقیح	۷/۸a-e	۸/۶a-e
۱۰ روز	تلقیح شده	۹/۱abc	۹/۱abc
	عدم تلقیح	۸/۲a-e	۶/۸e
۱۳ روز	تلقیح شده	۹/۰a-d	۷/۴cde
	عدم تلقیح	۷/۶b-e	۷/۲de

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

۳.۶. عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی دور آبیاری و قارچ و برهم‌کنش دور آبیاری و زئولیت بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک در دورهای آبیاری هفت و ۱۰ روز و کم‌ترین آن در دور آبیاری ۱۳ روز مشاهده شد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد علت کاهش ماده خشک در شرایط آبیاری با فواصل ۱۳ روز، عدم گسترش و تداوم حفظ سطح برگ باشد که موجب کاهش استفاده از نور دریافتی شده و در نتیجه تولید ماده خشک کاهش می‌یابد (Fadaei et al., 2017 & Makarian et al., 2013). Nouriyani (2013) نیز طی بررسی خود نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری، عملکرد بیولوژیک ماش ۳۹ درصد کاهش یافت. از سوی دیگر تیمارهای تلقیح‌شده با قارچ مایکوریزا نیز دارای عملکرد بیولوژیک بالاتری نسبت به تیمارهای بدون تلقیح بودند (جدول ۴). به‌طور کلی می‌توان بیان

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی‌داری اثر تلقیح با قارچ و اثر سه‌گانه عوامل آزمایشی بر صفت تعداد دانه در غلاف بود (جدول ۳). نتایج اثر سه‌گانه تیمارها نشان می‌دهد بالاترین تعداد دانه در غلاف در دور آبیاری هفت روز در شرایط استفاده از زئولیت و قارچ مایکوریزا به‌دست آمد. به‌طور میانگین دور آبیاری ۱۳ روز در تمام تیمارها (به‌جز تیمار تلقیح‌شده و کاربرد زئولیت) باعث کاهش تعداد دانه در غلاف شد (جدول ۷). در این بررسی نشان داده شد که کمبود آب باعث کاهش تعداد دانه در غلاف ماش می‌شود که این نتیجه با گزارش Bakhtiari et al. (2014) مطابقت داشت. استفاده از تیمارهای تلقیح‌شده و دارای زئولیت در هر سه دور آبیاری باعث افزایش تعداد دانه در غلاف شد؛ به‌طوری‌که در دور آبیاری ۱۳ روز استفاده از قارچ مایکوریزا و کود زئولیت مانع از کاهش تعداد دانه در غلاف گردید. زئولیت می‌تواند با بهبود شرایط رشد گیاه در خاک، باعث کاهش تنش خشکی وارده به گیاه در فاصله دور آبیاری شده، در نتیجه باعث بهبود رشد گیاه گردد. Al-Busaidi et al. (2008) اعلام کردند استفاده از زئولیت می‌تواند باعث کاهش اثرات تنش و بهبود تعادل مواد مغذی بین خاک و گیاه گردد. از سوی دیگر به‌نظر می‌رسد خصوصیات خاص ساختمانی زئولیت‌ها، از نظر داشتن خلل‌و‌فرج بسیار، به بهبود شرایط تهویه خاک کمک می‌کند که این مسأله برای رشد مناسب گیاه و فعالیت‌های بیولوژیک خاک مفید می‌باشد و شرایط را برای فعالیت مایکوریزای تلقیح‌شده بهبود می‌بخشد. در نتیجه با به‌کارگیری هم‌زمان ترکیباتی با خصوصیات زئولیت‌ها و تلقیح مایکوریزا می‌توان تا حدود زیادی از طریق جلوگیری از هدررفتن عناصر غذایی و نگه‌داری یون‌های مغذی باعث افزایش کارایی کودها، بهبود جذب عناصر

۱۳ روز در کلیه ترکیبات تیماری عملکرد دانه را نسبت به دوره‌های آبیاری دیگر کاهش داد. علت کاهش عملکرد دانه در شرایط آبیاری ۱۳ روز را به عدم دسترسی گیاهان به میزان آب کافی می‌توان نسبت داد، که در نتیجه آن افزایش رقابت بین گیاهان برای آب، کاهش در تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه را سبب شد. کمبود آب از طریق کاهش سطح و ریزش برگ‌ها منجر به کاهش منابع فتوسنتزی و افت فعالیت آنزیم‌ها شده که در نتیجه کاهش عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت (Fadaei et al., 2017; Fateminejhad et al., 2017). در گزارشی عنوان کرد که کمبود آب باعث کاهش عملکرد دانه ماش شده است. در دور آبیاری هفت و ۱۳ روز استفاده از کود ژئولیت تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه نداشت. اما در دور آبیاری ۱۰ روز استفاده از کود ژئولیت نسبت به عدم کاربرد آن باعث افزایش ۱۴/۳۳ درصدی عملکرد دانه شد (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین دور آبیاری و قارچ مایکوریزا نشان می‌دهد بیش‌ترین عملکرد دانه در دور آبیاری هفت روز در شرایط تلقیح به‌دست آمد که از این نظر با تیمارهای آبیاری هفت روز و عدم تلقیح با قارچ و نیز دور آبیاری ۱۰ روز و تلقیح شده با قارچ مایکوریزا در یک سطح آماری قرار گرفت. کم‌ترین عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۳ روز بدون تلقیح با قارچ به‌دست آمد (جدول ۸). در هر دو دور آبیاری ۱۰ و ۱۳ روز، تیمارهای تلقیح شده با قارچ مایکوریزا نسبت به عدم تلقیح برتری داشتند. هم‌چنین بررسی جدول ۸ مشخص نمود که در صورت افزایش فاصله آبیاری از هفت به ۱۰ روز می‌توان با استفاده از قارچ مایکوریزا از کاهش عملکرد دانه جلوگیری کرد. در این آزمایش به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه تیمارهای مایکوریزایی نسبت به شاهد

نمود که اختلاف در عملکرد تیمارهای دارای مایکوریزا به مقدار جذب آب و عناصر غذایی معدنی مربوط می‌شود، به‌طوری‌که قارچ مایکوریزا تعادل آبی گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه به‌علت جذب بیش‌تر آب و عناصر غذایی معدنی عملکرد محصول افزایش می‌یابد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل (جدول ۵) نیز نشان داد بالاترین عملکرد بیولوژیک در دور آبیاری هفت و ۱۰ روز بدون در نظر گرفتن میزان ژئولیت به‌دست آمد و کم‌ترین آن نیز در دور آبیاری ۱۳ روز حاصل شد. در دور آبیاری با فواصل زیاد (۱۳ روز) استفاده از کود ژئولیت نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شد. Polat et al. (2004) عنوان کردند که ژئولیت از طریق جذب انتخابی و آزادسازی کنترل‌شده عناصر غذایی باعث فراهمی طولانی مدت عناصر غذایی شده در نتیجه به بهبود رشد گیاه کمک می‌کند. در این مطالعه نیز به‌نظر می‌رسد استفاده از کود ژئولیت در فواصل آبیاری بیش‌تر در ماش به‌دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب و جذب بهتر عناصر غذایی توسط گیاه، باعث رشد بهتر گیاه شده است (Yari et al., 2013).

۳.۷. عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر کلیه عوامل آزمایشی و ترکیبات تیماری به‌جز اثر متقابل قارچ و ژئولیت و اثر سه‌گانه عوامل مورد بررسی بر صفت عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). اثر متقابل دور آبیاری و کود ژئولیت نشان می‌دهد بیش‌ترین عملکرد دانه در دور آبیاری هفت روز در شرایط استفاده از کود ژئولیت و عدم استفاده از آن و نیز دور آبیاری ۱۰ روز در شرایط مصرف کود ژئولیت و کم‌ترین آن در هر دو سطح کود ژئولیت در دور آبیاری ۱۳ روز مشاهده شد (جدول ۵). به‌طور کلی دور آبیاری

نسبت به عدم کاربرد قارچ افزایش دهد (جدول ۴) که می‌توان این افزایش را با افزایش شاخص سطح برگ و افزایش انتقال مجدد مواد به سمت دانه در این تیمار مرتبط دانست (Naidu et al., 1993).

۹.۳. کارآیی مصرف آب

اثر کلیه عوامل مورد بررسی و برهم‌کنش آن‌ها بر میزان تغییرات کارآیی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج جدول ۹ نشان داد که تیمارهای دارای زئولیت بالاترین و فاقد زئولیت پایین‌ترین میزان کارآیی مصرف آب را داشتند به طوری که حتی در دور آبیاری ۱۳ روز در صورت کاربرد زئولیت، احتمالاً به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک هم‌چنین کاهش رشد رویشی و تمایل بیش‌تر گیاه برای کاهش رشد رویشی، جهت اتمام دوره رشد خود در شرایط سخت، میزان کارآیی مصرف آب افزایش یافت (Azarpur et al., 2011). اما در همین دور آبیاری در صورت عدم استفاده از زئولیت به دلیل افزایش شدت خسارت‌ها به گیاه، هم در بخش رویشی و هم زایشی، میزان تولید گیاه و کارآیی مصرف نیز کاهش یافت. هم‌چنین بررسی این جدول نشان می‌دهد در شرایط عدم کاربرد زئولیت نقش قارچ بسیار پررنگ‌تر شده، به طوری که در این شرایط تیمارهای دارای قارچ توانستند به نسبت شرایط رشدی بهتری برای تولید دانه گیاه در ازای میزان آب مصرف شده فراهم سازند و افزایش میزان کارآیی مصرف آب را موجب گردند. احتمالاً مایکوریزا با هم‌زیستی با ریشه گیاه، افزایش قدرت جذب آب و عناصر، باعث رشد سریع و بهتر گیاه شده و میزان عملکرد دانه در تیمارهای تلقیح‌شده با مایکوریزا را افزایش داده است. این افزایش عملکرد دانه در نتیجه، افزایش کارآیی مصرف آب را به همراه داشت. گزارش

به‌علت افزایش ماده خشک و جریان مواد فتوسنتزی به اندام‌های مولد عملکرد اقتصادی باشد که این نتایج با گزارش Naidu et al. (1993) مطابقت داشت.

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و مایکوریزا بر

عملکرد دانه گیاه ماش

عملکرد دانه (gr/m ²)	تیمار
۱۱۳/۹۱ a	دور آبیاری ۷ روز × تلقیح قارچ
۱۱۲/۱۶ a	دور آبیاری ۷ روز × بدون تلقیح قارچ
۱۱۵/۹۰ a	دور آبیاری ۱۰ روز × تلقیح قارچ
۹۶/۱۱ b	دور آبیاری ۱۰ روز × بدون تلقیح قارچ
۷۰/۹۰ c	دور آبیاری ۱۳ روز × تلقیح قارچ
۶۳/۵۸ c	دور آبیاری ۱۳ روز × بدون تلقیح قارچ

میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

۸.۳. شاخص برداشت

شاخص برداشت که نشان‌دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه می‌باشد تنها تحت تأثیر اثر اصلی تیمار آبیاری و تیمار تلقیح قارچ قرار گرفت. بالاترین شاخص برداشت در دور آبیاری هفت و ۱۰ روز مشاهده شد و کم‌ترین آن نیز در دور آبیاری ۱۳ روز به دست آمد (جدول ۴). چنین به نظر می‌رسد که در شرایط تنش خشکی و کمبود آب در دسترس گیاه، در مرحله رشد رویشی، بخش بیش‌تری از مواد فتوسنتزی تولید شده صرف گسترش ریشه‌ها شده تا آب بیش‌تری برای گیاه تأمین نماید. بنابراین در چنین شرایطی سهم مواد تخصیص‌یافته به بخش زایشی کاهش می‌یابد و در نتیجه کاهش شاخص برداشت را به همراه دارد (Tabiei & Baradaran, 2014). از سوی دیگر تیمار تلقیح قارچ توانست به میزان ۵/۸۵ درصد میزان شاخص برداشت را

کشاورزی ارگانیک و پایدار و اثرهای نامناسب کودهای شیمیایی در محیط زیست، همچنین اهمیت صرفه‌جویی در مصرف آب به نظر می‌رسد کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک و کودهای بیولوژیک برای افزایش تولید و افزایش کارایی مصرف آب در زراعت ماش، می‌تواند به‌عنوان راه‌کاری مناسب مورد استفاده قرار گیرد و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، با استفاده از قارچ مایکوریزا و کود ژئولیت می‌توان فاصله آبیاری در گیاه ماش را در منطقه مورد مطالعه از هفت به ۱۰ روز افزایش داد.

۵. منابع

- Abedi-Koupai, J., & Asad kazemi, J. (2006). Effect of a hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus Arizonica*) under reduced irrigation regimes. *Iranian Polymer Journal*, 15(9), 715-725.
- Al-Busaidi, A., Yamamoto, T., Inoue, M., Eneji, A., Egrinya, M., & Irshad, M. (2008). Effects of zeolite on soil nutrients and growth of Barley following irrigation with saline water'. *Journal of Plant Nutrition*, 31(7), 1159 – 1173.
- Azarpur, L., Adachi, K., & Senboku, T. (1999). Isolation and selection of indigenous *Azospirillum* spp. from a subtropical island, and effect of inoculation on growth of lowland rice under several levels of N application. *Biological Fertilizers Soils*, 28(2), 129–135.
- Bakhtiari, A., Maleki, A., & Fasihi, Kh. (2014). Effect of irrigation intervals and different levels of fertilizer on yield and yield components of mung bean. *The first National Conference on Medicinal Plants, Traditional Medicine and Organic Farming*. 1-12. (In Persian)
- Bahador, M., Abdali Mashhadi, A., Siadat, S.A., Fathi, Gh., & Lotfi Jalal-abadi, A. (2015). Effect of seed pelleting with zeolite and priming with Iron chelate on protein and seed yield of Mung bean (*Vigna radiata* L.) varieties in Ahvaz. *Iranian Journal of Pulses Research*, 6(1), 32-41. (In Persian)
- Daneshmandi, M. Sh., & Azizi, M. (2009). Investigation of the interaction of drought stress and application of mineral zeolite on quantitative and qualitative characteristics of Basil, a modified Hungarian cultivar. *6th Iranian Horticultural Science Congress, Gilan*. Pp. 1272-1275. (In Persian)

شده است گیاهانی که دارای هم‌زیستی مایکوریزایی می‌باشند به‌دلیل این‌که عناصر غذایی و آب بیشتری از خاک جذب می‌نمایند دارای رشد بهتری بوده و عملکرد آنها بیش‌تر خواهد شد (Habibzadeh et al., 2012).

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر سه‌گانه دور آبیاری، قارچ مایکوریزا و کود ژئولیت بر و کارایی مصرف آب (kg/m³) گیاه ماش

دور آبیاری	قارچ		ژئولیت
	مایکوریزا	بدون ژئولیت	
۷ روز	تلقیح شده	۰/۲۶۵ab	۰/۲۰۴c
	عدم تلقیح	۰/۲۵۶ab	۰/۱۹۱cd
۱۰ روز	تلقیح شده	۰/۲۷۴ab	۰/۲۵۰b
	عدم تلقیح	۰/۲۶۴ab	۰/۱۴۴e
۱۳ روز	تلقیح شده	۰/۲۷۴ab	۰/۱۶۸de
	عدم تلقیح	۰/۲۸۵a	۰/۱۵۶e

میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری باهم ندارند.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با افزایش دور آبیاری تلقیح با مایکوریزا باعث افزایش صفات مورد اندازه‌گیری نسبت به عدم تلقیح شد. عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۰ روز در تیمارهای تلقیح‌شده با قارچ مایکوریزا در مقایسه با دور آبیاری هفت روز تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین استفاده از ژئولیت در دور آبیاری ۱۰ و ۱۳ روز باعث افزایش رشد گیاه شد. کاربرد قارچ مایکوریزا و کود ژئولیت (به‌دلیل ساختمان ویژه آن) با حفظ و نگهداری رطوبت خاک و با در اختیار قراردادن عناصر غذایی طی دوره رشد گیاه باعث افزایش سرعت رشد و تجمع ماده خشک و عملکرد دانه شد. همچنین استفاده از قارچ مایکوریزا و کود ژئولیت، به‌دلیل بهبود شرایط خاک، زمینه را برای افزایش عملکرد دانه و به تبع آن افزایش کارایی مصرف آب فراهم ساخت. پس به‌طورکلی با توجه به گسترش و توسعه سیستم‌های

- Ehsani, M., & Khaledi, H. (2003). Recognition and promotion of agricultural water productivity in order to provide water and food security of the country. *Iranian Irrigation and Drainage Committee*. (In Persian)
- English, M. J., & James, L. (1990). Deficit irrigation. II: Observation on Colombia basin. *ASCE. Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 116, 413-426.
- Fadaei, J., Faraji, A., Dadashi, M.R., & Siahmarguee, A. (2017). The response of mung bean crop (VC-1973A genotype) to planting date, plant density and irrigation in Gorgan condition. *Iranian Journal of Pulses Research*, 8(1), 180-191. (In Persian)
- Fatemejhad, P., Lary-Yazdy, H., & Rafiee M. (2018). Effect of aerosols and drought stresses on some physiological traits of Mungbean (*Vigna radiata* L.). *Applied Research in Field Crops*, 30(2), 19-30. (In Persian)
- Gharineh, M. H., & Nadian, H. (2011). *Sustainable agriculture and solutions*. Khuzestan, Agricultural and Natural Resources University of Ramin Khuzestan Press. P. 422. (In Persian)
- Ghashang Mianch, R., Borzo, A., & Nemati, N. (2015). Effect of zeolite on yield and yield components of mung bean in Varamin area. *Third International Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources*. Karaj. p.156. (In Persian)
- Habib Porkashef, E., Gharineh, M. H., Shafeinia, A. R., & Roozrokh, M. (2016). Effect of different levels of zeolite on yield of red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under drought stress in Kermanshah climate condition. *Plant Production Technology*, 17(1), 141-151. (DOI: 10.22084/PPT.2017.2209. (In Persian).
- Habibzadeh, Y., Zardoshti, M. R., Pirzad, A., & Jalilian, J. (2012). Effect of mycorrhizae fungi on growth indices and grain Yield of Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczk] under water deficit stress. *Water and Soil Science (Journal Science & Technology of Agriculture & Natural Resource)*, 16, 57-69. (In Persian)
- Khashei Siuki, A., Kouchakzadeh, M., Riahi, H., & Zanganeh sirdari, Z. (2008). Investigating the effects of natural zeolite clinoptilolite on natural trend of maize growth. *Iran International Zeolite Conference (IIZC'08)*, April 29 – May 1, Tehran, Iran..
- Makarian, H., Shojaei, H., Damavandi, A., Nasiri Dehsorkhi, A., & Akhyani, A. (2017). The effect of foliar application of Zinc oxide in common and nanoparticles forms on some growth and quality traits of Mungbean (*Vigna radiata* L.) under drought stress conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*, 8(2), 166-180. (In Persian). DOI: 10.22067/ijpr.v8i2.51644
- Majnoun Hossini, N. (2004). *Grain legume production*. Tehran, University of Tehran. P. 240.
- Marzban, Z., Ameriyan, M.R., & Mamarabadi, M. (2014). Responses of agronomic characteristics of Maize and Cowpea to mycorrhiza and mesorrhizobial bacteria in intercropping. *Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science)*, 8(2), 165-180. (In Persian)
- Naidu, N., Grosioah, V., Satyanarayna, A., & Raja Rajeswari, V. (1993). Variation in developmental and morpho-physiological traits under different environments and their relation to grain yield of greengram (*Vigna radiata* L.) Wilczek. *Indian Journal Agriculture Science*, 63(8): 473-478.
- Nouriyani, H. (2013). Effect of water deficit tension on yield and yield components of mung bean (*Vigna radiata* L.) in different planting densities. *Crop physiology*, 5(18), 35-47. (In Persian)
- Parvizi, Kh., & Dashti, F. (2014). Evaluation the effect of symbiosis with mycorrhizal fungus on growing characteristics and minituber yield of Potato plantlets. *Journal of horticulture science*, 28(1), 96-106. DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.35126. (In Persian)
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H., & Naci Onus, A. (2004). Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12, 183-189.
- Sing, N.P., & Sinka, S.K. (1997). Water use efficiency in crop production. In: Water requirement and irrigation management of crops in India, ed. Water technology center. Pp, 289-335. Indian Agricultur20al Research Institute, New Delhi.
- Tamini, A., Siadat, S.A., Noriani, H., & Valizadeh Ghalehnoei, M. (2012). Effect of irrigation and density on yield and yield components of mash in Dezful climate. *National Conference on Optimal Utilization of Water Resources*. Islamic Azad University, Dezful Branch, p. 111. (In Persian)
- Tabiei, H., & Baradaran, R. (2014). Effect of Irrigation Intervals and Planting date on Agronomic Characteristics of Degen and Drfi (*Securiger securidaca* L.) in Birjand Region. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(1), 80-90. (In Persian)
- Yari, S., Khalighi-Sigaroodi, F., & Moradi, P. (2013). Effects of Different Levels of Zeolite on Plant Growth and Amount of Gel Production in *Aloe vera* L. under Different Irrigation. *Journal of medicine plants*, 12(4), 72-81. (In Persian)
- Zabet, M., Hossenzadeh, A. H., Ahmadi, A., & Khialparast, F. (2004). Determination of the most effective traits in yield under two irrigation conditions in Mung Bean (*vigna radiata*) genotypes. *Iranian Journal of Field Crop Science (Iranian Journal of Agricultural Science)*, 35(4), 839-849. (In Persian)