

تغییرات عملکرد دانه ماش (*Vigna radiata* L.) در همزیستی با قارچ‌های میکوریزا تحت تنش رطوبتی

Seed yield variations of mungbean (*Vigna radiata* L.) at mycorrhizal symbiosis under water stress

علیرضا پیرزاد^{۱*}، یعقوب حبیب‌زاده^۲ و جلال جلیلیان^۱

۱-دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- پژوهشگر بخش تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی
*نویسنده مسئول: a.pirzad@urmia.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۵/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲۸

چکیده

برای بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و قارچ میکوریزا بر رشد و عملکرد دانه ماش سبز (*Vigna radiata* L.)، یک آزمایش گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه و در سال ۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری (پس از ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیرکلاس A) و قارچ میکوریزا (تلقیح با گونه‌های *Glomus mosseae* و *G. intraradices* و شاهد) بودند. نتایج نشان داد که با کاهش فواصل آبیاری، وزن خشک کل، وزن خشک برگ، مساحت برگ در طول دوره رشد افزایش یافت. بیشترین (۵/۱۴ گرم در بوته) و کمترین (۱/۹۷ گرم در بوته) عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۲۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک مشاهده شد. ولی کاربرد منابع کودی اثرات نامطلوب ناشی از تنش خشکی را تخفیف داد، به طوری که بیشترین وزن خشک کل، وزن خشک برگ، مساحت برگ و عملکرد دانه در گیاهان تلقیح شده با گونه‌های میکوریزا نسبت به شاهد به دست آمد. با افزایش تنش کم‌آبی صفات تعداد نیام (۴۹/۸۲ درصد) در بوته، تعداد دانه (۲۰/۲۶ درصد) در بوته و تعداد دانه در نیام (۶۰/۴۳ درصد) کاهش یافت. اما، تلقیح با دو گونه قارچ میکوریزا نسبت به شاهد با کاهش شدت خسارت تنش از طریق بهبود اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد دانه ماش شدند. به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که در شرایط کمبود آب، تلقیح با قارچ میکوریزا خسارت کاهش عملکرد ماش (۴۹/۶۱ درصد) را جبران کرده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، شاخص‌های رشد، ماش، مساحت برگ، میکوریزا

مقدمه

Read, 2008). تحقیقات قبلی نشان داده است که همزیستی قارچ میکوریزا گونه *G. intraradices* با گیاهان علفی فواید متعددی بر روی گیاهان میزبان داشته و مقاومت آنها را به تنش‌های زیستی و غیرزیستی افزایش می‌دهد (Pelletier and Dionne, 2004). همچنین، در یک بررسی، ژنوتیپ‌های بادام زمینی در همزیستی با گونه *G. mosseae* نشان داد که عملکرد دانه در مقایسه با گیاهان غیرهمزیست به میزان ۶۶٪ افزایش یافت (Atayese, 2007). همزیستی با میکوریزا میزان رشد و جذب عناصر غذایی در گندم و میزان فتوسنتز در فلفل را نسبت به گیاهان شاهد بهبود می‌بخشد. افزایش میزان فتوسنتز در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا به علت بهبود جذب فسفر و افزایش محتوای کلروفیل می‌باشد (AL-Karaki et al., 2004; Demir, 2004). پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای در گیاهان همزیست با قارچ‌های میکوریزا بالاتر بوده و همچنین این گیاهان دارای مواد فتوسنتزی بیشتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی هستند (Auge, 2001). مکانیسم‌های متعددی برای بیان اثر افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه، تنظیم اسمزی گیاهان میزبان و بهبود تماس با ذرات خاک از طریق اتصال ریشه قارچ که قادر به استخراج آب از منافذ ریز می‌باشد، گزارش شده است (Auge, 2004). بررسی همزیستی میکوریزایی و واکنش گیاهان سورگوم بر تنش خشکی نشان داد که مقاومت به خشکی گیاهان همزیست با *G. intraradices* و *Gigaspora margarita* نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی بیشتر می‌باشد (Cho et al., 2006). بر همین اساس سود خالص در کشت ماش و در همزیستی با قارچ‌های میکوریزایی سود منطقه‌ای به دلیل صرفه جویی در مصرف آب افزایش می‌یابد (Habibzadeh et al., 2013b). تعیین روند رشد ماش در رژیم‌های مختلف آبیاری و ارتباط آن با عملکرد دانه همچنین میزان تعدیل اثرات کمبود آب روی رشد و عملکرد ماش در تلقیح با گونه‌های *Glomus mosseae* و *G. intraradices* از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد.

در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان، کم‌آبی تولید محصولات زراعی را محدود می‌کند. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای غیرزیستی است که رشد و عملکرد گیاه را محدود می‌کند (Kramer and Boyer, 1995). در یک آزمایش، با مطالعه اثر تنش کم‌آبی بر مراحل رشد رویشی و زایشی سه ژنوتیپ ماش، ماده خشک کل، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه کاهش نشان داد (Sadegipour, 2009). در تحقیقی دیگر مشخص شد که کمبود آب در خاک ابتدا تعداد نیام در هر بوته ماش، و سپس اندازه بذر و تعداد دانه در نیام را تحت تأثیر قرار داد (Pannu and Singh, 1987). محققان دیگری نیز نشان دادند که با افزایش تنش کم‌آبی عملکرد دانه و بیوماس دو گیاه زراعی لوبیا و ماش به طور معنی‌داری کاهش یافت. هر چند این گیاهان قادر بودند اندام‌های تولید مثلی و شاخص برداشت را حفظ کنند (Bourgault et al., 2010). با بررسی واکنش به خشکی بقولات دانه‌ای (ماش، لوبیا چشم بلبلی، سویا و بادام زمینی) در سطوح مختلف خشکی تحت شرایط مزرعه‌ای گزارش شد که افزایش تنش خشکی منجر به کاهش در سطح برگ، دوام سطح برگ، میزان رشد گیاه و ماده خشک گردید، ولی در مقابل سطح ویژه برگ افزایش یافت (Pandey et al., 1984). همچنین با بررسی تأثیر تنش کم‌آبی خاک بر گیاه ماش اعلام شد که با کاهش رطوبت خاک تعداد نیام در هر بوته، ماده خشک کل و عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Habibzadeh et al., 2013a). با توجه به اثر متفاوت تنش کم‌آبی در مراحل رشدی گیاه، اثر تنش خشکی بر شاخص سطح برگ و ماده خشک کل در مرحله رویشی بیش از مرحله زایشی می‌باشد (Moradi et al., 2008). تلقیح ریشه‌های گیاهان با قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار می‌تواند در افزایش عملکرد محصولات زراعی موثر باشد (Al-Karaki and Clark, 1998); قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار با افزایش تغذیه معدنی، تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی را برای گیاه فراهم می‌کنند (Sawers et al., 2008; Smith and

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت گلدانی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه با مختصات ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار و در سال ۱۳۸۸ اجرا شد (شکل ۱). از خاک مزرعه با بافت رسی سیلتی، اسیدپته ۷/۱۵، هدایت الکتریکی ۰/۴۱ دسی زیمنس بر متر، و میزان فسفر و پتاسیم به ترتیب ۹/۸ و ۳۲۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل رژیم‌های آبیاری (آبیاری پس از ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و میکوریزا (بدون تلقیح با میکوریزا، و تلقیح با گونه‌های *Glomus mosseae* و *G. intraradices*) در گیاه ماش (ژنوتیپ NM92) در ۳۶۰ گلدان (۵ گلدان برای آنالیز رشد و ۵ گلدان برای عملکرد) اعمال شدند. هر

گلدان (قطر و عمق گلدان‌ها ۲۲ سانتی‌متر) با ۷ کیلوگرم از خاک مزرعه تحقیقاتی پر شد. مایه تلقیح (۱۰ گرم به ازای هر گلدان) به صورت مخلوطی از اسپور، ریشه و قطعات جدا شده ریشه‌های آلوده در عمق دو سانتی‌متری زیر هر بذر استفاده شد. مایه تلقیح میکوریزیایی از دانشگاه تربیت مدرس و توسط دکتر محمدی گل تپه تهیه شده بود. در ابتدا در هر گلدان چهار بذر در اوایل تیر ماه کشت شد و سپس در هفته سوم به دو بوته در هر گلدان کاهش یافت. آبیاری گیاهان تا استقرار بوته‌ها به صورت یکسان و پس از تشکیل سه برگچه اولیه تیمارهای آبیاری اعمال شد. مجموع آب مصرفی در طول دوره رشد ماش برای تیمارهای مورد بررسی (آبیاری پس از ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به ترتیب معادل ۸۴، ۵۱، ۳۹ و ۲۷ لیتر در هر گلدان بود.



شکل ۱- وضعیت سبز گیاهان تحت تیمارهای مورد آزمایش در ۳۹ روز پس از کاشت

Figure 1- Green status of treated plants at 39 days after sowing

نمونه برداری ۲۵ روز پس از کاشت) جهت انجام آنالیز رشد انجام گرفت. مساحت برگ‌ها توسط دستگاه سطح‌سنج برگ (Leaf Area Meter) اندازه‌گیری

تأثیر تنش کم‌آبی و گونه‌های میکوریزا بر الگوی رشد، بعد از استقرار کامل گیاه ماش با نمونه برداری در پنج نوبت به فواصل ۱۲ روز یکبار (اولین

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل بین رژیم آبیاری و گونه‌های میکوریزا روی درصد کلونیزاسیون در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). میزان آلودگی ریشه ماش با *G. intraradices* در مقایسه با *G. mosseae* بیشتر بود و با افزایش تنش کم آبی درصد کلونیزاسیون *G. intraradices* نسبت به *G. mosseae* کمتر کاهش یافت. درصد آلودگی ریشه با *intraradices* *G. mosseae* بین ۲۶/۹۰ تا ۴۸/۷۳ درصد و برای *G. mosseae* بین ۲۱/۹۵ تا ۴۰/۸۶ درصد متغیر بود. میزان میکوریزا با کاهش میزان رطوبت خاک کاهش یافت که نشان‌دهنده اثر تنش کم‌آبی بر میزان همزیستی میکوریزا است (شکل ۲).

در هر سه تیمار میکوریزا پس از یک رشد کند، گیاه با دریافت ۶۰۰ درجه روز رشد، مرحله سریع تجمع مواد فتوسنتزی را شروع کرد. گیاهان تلقیح شده با گونه‌های *G. intraradices* و *G. mosseae* در ۶۰۰ درجه روز رشد و بدون تلقیح با میکوریزا در ۹۰۰ درجه روز رشد به حداکثر وزن خشک خود رسیدند (شکل ۳- I). در این آزمایش به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه تیمارهای میکوریزا نسبت به شاهد به علت افزایش ماده خشک و جریان مواد فتوسنتزی به اندام‌های مولد عملکرد اقتصادی باشد که نتایج با گزارش (Naidu et al., 1993) در گیاه ماش مطابقت دارد.

با کاهش فواصل آبیاری، تجمع ماده خشک افزایش یافت و گیاهان تحت تیمار با فاصله کم آبیاری، زودتر به حداکثر ماده خشک کل رسیدند (شکل ۳- II). علت این امر می‌تواند استقرار سریع‌تر (Pelletier and Dionne, 2004)، تولید بیشتر سایه انداز گیاهی و در نتیجه جذب بیشتر آب و عناصر غذایی نسبت به فواصل بیشتر آبیاری باشد (AL-Karaki et al., 2004; Atayese, 2007).

شد. برای تعیین وزن خشک برگ‌ها و نیز وزن خشک ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی، نمونه‌ها به طور جداگانه در آون الکتریکی در دمای ۷۲ درجه سانتی-گراد، تا ثابت شدن وزن نمونه‌ها، قرار داده شدند. با توجه به اینکه سرعت رسیدن به هر مرحله از رشد تحت تأثیر مستقیم درجه حرارت هوا قرار می‌گیرد و بین درجه حرارت و نمو محصول ارتباط نزدیکی وجود دارد، لذا برای محاسبه توابع رشد از نسبت تغییرات وزن خشک به تغییرات درجه روز رشد (GDD) بجای تقویم زمانی استفاده شد. در این تحقیق T_{max} ، T_{min} و T_b برای ماش سبز به ترتیب ۳۵، ۱۲/۵ و ۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (Majnoon, 1996). با استفاده از رگرسیون غیرخطی بین داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌های رشد و GDD بهترین معادلات خطی (معادلاتی با بالاترین ضریب همبستگی) برای شاخص‌های مختلف رشد به شرح زیر تعیین گردیدند (در این معادلات t مجموع درجه روز رشد و حروف a ، b و c ضرایبی هستند که توسط رگرسیون محاسبه شدند):

$$1- \text{وزن خشک کل (Total)} = e^{(a_1 + b_1 t + c_1 t^2)} \quad \text{TDW} = e$$

$$2- \text{وزن خشک برگ (Leaf)} = e^{(a_2 + b_2 t + c_2 t^2)} \quad \text{LDW} = e$$

اجزای عملکرد دانه شامل شمارش تعداد نیام در هر بوته، تعداد دانه در نیام و تعداد دانه در هر بوته و عملکرد دانه بر حسب گرم در بوته (رطوبت ۱۳ درصد) با برداشت ۱۰ بوته از هر واحد آزمایشی (۵ گلدان)، تعیین گردید. برای بررسی کلونیزاسیون ریشه‌ها توسط قارچ از رنگ آمیزی ریشه‌ها به روش (Philips and Hayman, 1970) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر اساس امید ریاضی طرح پایه و با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون SNK انجام شد.

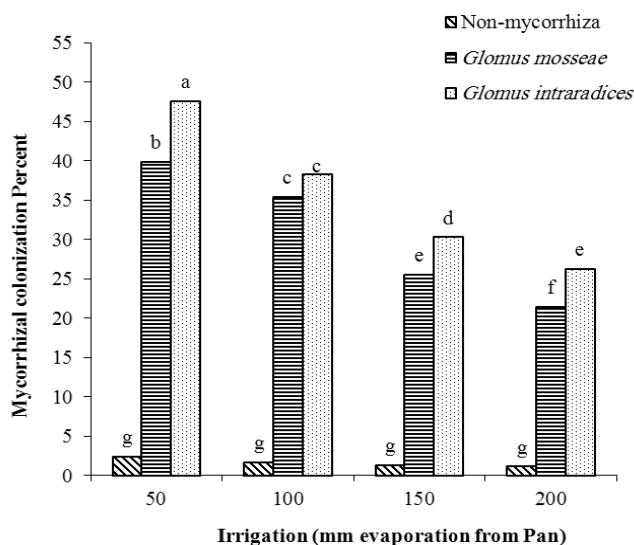
جدول ۱ تجزیه واریانس صفات ماش تحت تاثیر رژیم‌های آبیاری و گونه‌های میکوریزا.

Table 1- Analysis of variance (ANOVA) of mung bean characteristics affected by irrigation regimes and mycorrhizal species.

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات				
		درصد کلونیزاسیون Colonization percent	تعداد نیام در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در نیام Number of seed per pod	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	عملکرد دانه Seed yield
رژیم آبیاری Irrigation Regime	3	409.76**	29.93**	5.21**	4446.50**	15.57**
میکوریزا Mycorrhiza	2	5237.52**	24.50**	11.78**	3607.20**	11.02**
رژیم آبیاری × میکوریزا Irrigation Regime × Mycorrhiza	6	88.10*	0.90 ^{ns}	0.19 ^{ns}	287.05 ^{ns}	0.35 ^{ns}
اشتباه آزمایشی Error	24	2.31	1.59	0.93	170.16	0.35
ضریب تغییرات (%) Coefficient of Variation (%)	-	5.87	18.54	11.69	20.62	15.78

*, **, and ns, significant at 5%, 1% probability and non significant, respectively.

NS و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار

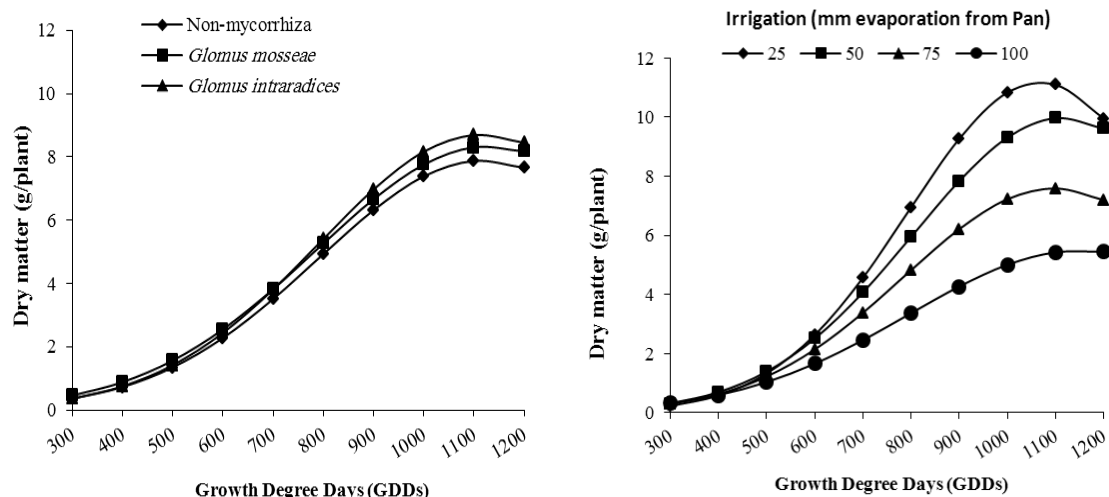


شکل ۲- درصد کلونیزاسیون ریشه ماش با دو گونه قارچ میکوریزایی در رژیم‌های آبیاری (میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و گونه‌های میکوریزا.

حروف مشابه نشان دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Figure 2- Colonization percentage of mung bean root with two species mycorrhizal fungi under irrigation regimes (mm evaporation from evaporation pan) and mycorrhizal species.

Means with same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$.



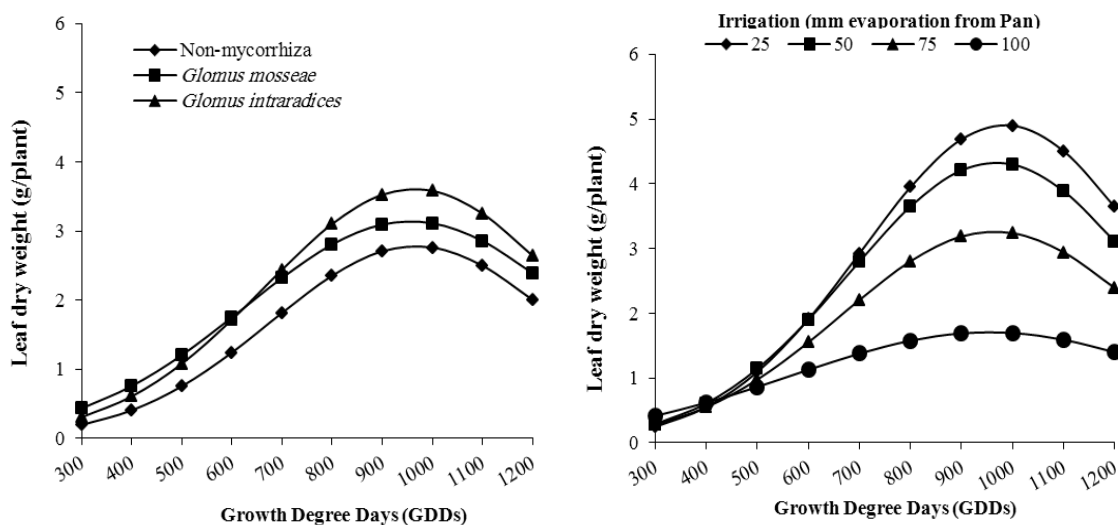
شکل ۳- روند تغییرات وزن خشک کل گیاه ماش تحت تاثیر گونه های میکوریزا (I) و رژیم های آبیاری (II).

Figure 3- Changes trend of mung bean plant total dry weight under mycorrhizal species (I) and irrigation regimes (II).

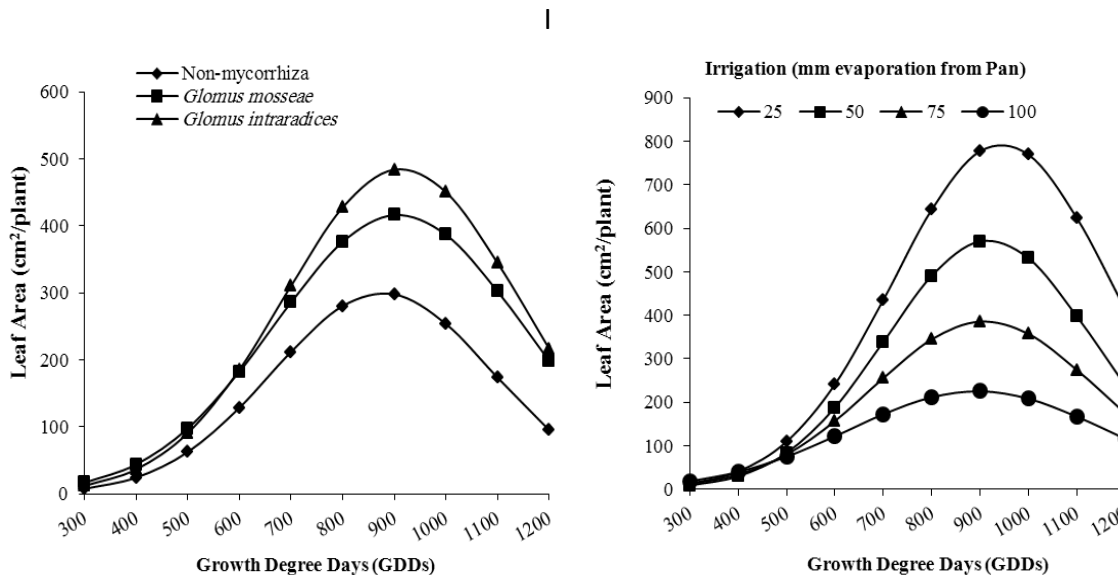
دوره رشد بوده، ولی پس از ۶۰۰ درجه روز رشد به صورت خطی افزایش یافته است. هرچند شیب افزایش جمعیتی وزن برگ در فواصل آبیاری پس از ۲۵ و ۵۰ میلی متر تبخیر بیشتر از ۷۵ و ۱۰۰ میلی متر بود. وزن برگ در گیاه ماش پس از رسیدن به ۱۰۰۰ درجه روز رشد در کلیه سطوح آبیاری کاهش نشان داد. البته این کاهش با افزایش فواصل آبیاری از ۲۵ تا ۱۰۰ میلی متر تبخیر، کمتر شده است (شکل ۴ - II).

مساحت برگ پس از یک روند افزایشی تا ۹۰۰ درجه روز رشد در گیاهان میکوریزایی و ۸۰۰ درجه روز رشد در گیاهان شاهد، کاهش یافت. گیاهان تلقیح شده با گونه *G. intraradices* تا انتهای فصل رشد، نسبت به گیاهان تیمار شده با گونه *G. mosseae* و شاهد بیشترین مساحت برگ را دارا بودند (شکل ۵ - I). روند تغییرات مساحت برگ در تیمارهای آبیاری مشابه تغییرات منحنی سطح برگ در تیمارهای میکوریزا (افزایش ابتدایی در مساحت برگ تا ۹۰۰ درجه روز رشد و کاهش بعدی مساحت برگ تا انتهای دوره رشد گیاه) بود.

آبیاری پس از ۲۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشک به ترتیب بالاترین و پایین ترین میزان ماده خشک را تولید کردند. سرعت کاهش ماده خشک کل در طول دوره رشد در تیمار آبیاری پس از ۷۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشک شدیدتر از تیمارهای آبیاری پس از ۲۵ و ۵۰ میلی متر تبخیر از تشک بود، به طوری که منجر به کاهش معنی دار عملکرد دانه در این فواصل گردید. گیاهان تلقیح شده با گونه های *G. mosseae* و *G. intraradices* بالاترین وزن خشک برگ را نسبت به شاهد (گیاهان غیرمیکوریزایی) نشان دادند (شکل ۴ - I). مقایسه تغییرات وزن خشک برگ (شکل ۴ - I) و مساحت برگ (شکل ۵ - I) حاکی از روند مشابه تغییرات این دو متغیر در هر دو گونه قارچ میکوریزا بوده است. در هر مرحله با افزایش یا کاهش سطح برگ، وزن خشک برگ نیز در هر دو گونه قارچ میکوریزا و شاهد به همان نسبت افزایش یا کاهش یافته است، ولی در تیمار شاهد نسبت به دو گونه میکوریزا ماده خشک برگ و مساحت برگ کمتری حاصل شد. کاهش وزن خشک و مساحت برگ در ۹۰۰ درجه روز رشد شروع شد (شکل های ۴ و ۵). وزن خشک برگ در کلیه سطوح آبیاری دارای منحنی رشد با سرعت کمتر در ابتدای



شکل ۴- روند تغییرات وزن خشک برگ گیاه ماش تحت تاثیر گونه های میکوریزا (I) و رژیم های آبیاری (II).
 Figure 4- Changes trend of mung bean plants leaf weight under mycorrhizal species (I) and irrigation regimes (II).



شکل ۵- روند تغییرات مساحت برگ گیاه ماش تحت تاثیر گونه های میکوریزا (I) و رژیم های آبیاری (II).
 Figure 5- Changes trend of mung bean plants leaf area under mycorrhizal species (I) and irrigation regimes (II).

تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه تحت تاثیر معنی دار فواصل مختلف آبیاری و گونه های میکوریزا در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفتند (جدول ۱). تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و تعداد دانه در بوته با افزایش تنش کم-آبی کاهش یافت. به طوری که در آبیاری های پس از ۲۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک بیشترین (۸/۳۱)

با اینکه مساحت برگ گیاهان آبیاری شده پس از ۲۵ و ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک بیشتر از مساحت برگ در آبیاری با فواصل بیشتر (آبیاری پس از ۷۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر) بوده، کاهش انتهایی در مساحت برگ این گیاهان نیز شدیدتر بود (شکل ۵ - II).

در بوته، تعداد دانه در نیام و تعداد دانه در بوته متعلق به گونه *G. intraradices* و گیاهان غیرمیکوریزیایی بود (جدول ۲).

۹/۰۸ و ۷۶/۱۶) و کمترین (۴/۱۴، ۷/۲۴ و ۱۴/۳۰) تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و تعداد دانه در بوته به دست آمد. به ترتیب بیشترین (۷/۶۹، ۹/۰۵ و ۷۵/۰۳) و کمترین (۵/۱۴، ۷/۱۵ و ۴۳/۳۵) تعداد نیام

جدول ۲- مقادیر عملکرد دانه و اجزای آن در گیاه ماش تحت تاثیر رژیم‌های آبیاری و گونه‌های میکوریزا.

Table 2- Means of grain yield and its yield components of mung bean plants under irrigation regimes and mycorrhizal species.

تیمار Treatment	تعداد نیام در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در نیام Number of seed per pod	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	عملکرد دانه (گرم در بوته) Seed yield (g/plant)
رژیم‌های آبیاری (میلی‌متر تبخیر از تشتک) Irrigation Regimes (mm evaporation from Pan)				
25	8.31 a	9.08 a	76.16 a	5.14 a
50	7.34 a	8.36 a	76.04 a	4.02 b
75	7.28 a	8.33 a	70.71 a	3.84 b
100	4.14 b	7.24 b	30.14 b	1.97 c
میکوریزا Mycorrhiza				
گیاهان بدون تلقیح با میکوریزا Nonmycorrhizal plant	5.14 b	7.15 b	43.35 b	2.64 b
<i>G. mosseae</i>	7.69 a	8.56 a	71.40 a	4.29 a
<i>G. intraradices</i>	7.54 a	9.05 a	75.03 a	4.31 a

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵٪ می باشند.

Means with same letters in each column are not significantly different at $P \leq 0.05$.

تاثیر قرار می‌دهند و در نتیجه به علت جذب بیشتر آب و عناصر غذایی معدنی عملکرد محصول افزایش می‌یابد (Demir, 2004). همچنین گیاهان تلقیح شده با گونه‌های *G. intraradices* و *G. mosseae* در مراحل گلدهی تا رسیدگی میزان وزن خشک کل (TDW)، وزن خشک برگ (LDW) و مساحت برگ (LA) بالاتری نسبت به گیاهان شاهد نشان دادند (شکل‌های ۳ - I، ۴ - I و ۵ - I). کایا و همکاران (Kaya et al., 2003) گزارش دادند که در هندوانه، گیاهان تلقیح شده با میکوریزا به طور معنی‌داری بیوماس و عملکرد میوه بالاتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزیایی تولید کردند. با کاهش فواصل آبیاری از ۱۰۰ تا ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلیه شاخص‌های رشد (شکل‌های ۳ - II، ۴ - II و ۵ - II) افزایش نشان دادند که منجر به افزایش عملکرد دانه شد (جدول ۲). بنابراین به نظر می‌رسد که گیاه ماش به

بیشترین عملکرد دانه (۴/۳۱ گرم در بوته) مربوط به گیاهان همزیست با *G. intraradices* بود که تفاوت معنی‌داری با عملکرد دانه گیاهان همزیست با *G. mosseae* نداشت، و کمترین عملکرد دانه (۲/۶۴ گرم در بوته) از گیاهان غیرمیکوریزیایی به دست آمد (جدول ۲). در بین رژیم‌های آبیاری بیشترین عملکرد دانه (۵/۱۴ گرم در بوته) از تیمار آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر حاصل شد. اما، با افزایش فواصل آبیاری و تشدید تنش خشکی، عملکرد دانه کاهش یافت. به طوری که کمترین عملکرد دانه (۱/۹۷ گرم در بوته) در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد (جدول ۲). اختلاف در عملکرد تیمارهای میکوریزا و رژیم‌های مختلف آبیاری به مقدار جذب آب و عناصر غذایی معدنی مربوط می‌شود، به طوری که گیاهان تلقیح شده با میکوریزا تعادل آبی گیاهان را در تنش خشکی تحت

نتیجه گیری

با وجود برتری گیاهان میکوریزایی نسبت به شاهد، عملکرد دانه در شرایط همزیستی با هر دو گونه قارچ یکسان بود، ولی *G. intraradices* بهترین و مناسبترین میکوریزا برای منطقه می باشد. زیرا بالاترین مقادیر شاخص های رشد (ماده خشک کل، ماده خشک برگ و مساحت برگ) و بیشترین درصد کلونیزاسیون ریشه مربوط به این گونه می باشد. علیرغم بالاترین عملکرد دانه و شاخص های رشدی گیاه ماش در تیمار آبیاری پس از ۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک، در صورت عدم تامین این مقدار آب، آبیاری پس از ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک به دلیل عملکرد مشابه با ۵۰ میلی متر تبخیر توصیه می شود.

دلیل کاهش سطح برگ و وزن خشک برگ در آبیاری با فاصله بیشتر نتوانسته است از حداکثر تابش خورشیدی استفاده نماید. کمترین عملکرد ماده خشک بدست آمده در فواصل بیشتر آبیاری، به ویژه در آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر، نتایج حاصله را تأیید می کند. کاهش معنی دار عملکرد در ماش تحت تاثیر شرایط کمبود آب توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Pannu and Singh, 1987; Sadegipour, 2009).

References

- Al-Karaki, G.N. and Al-Raddad, A. 1997. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. **Mycorrhiza**. 7: 83-88.
- Al-Karaki, G.N. and Clark, R.B. 1998. Growth, mineral acquisition and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. **J. Plant Nutr.** 21: 263-276.
- AL-Karaki, G., McMichael, B. and Zak, J. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. **Mycorrhiza**. 14(4): 263-269.
- Atayese, M.O. 2007. Field response of Groundnut (*Arachis hypogea* L.) cultivars to mycorrhizal inoculation and phosphorus fertilizer in Abekuta, South West Nigeria. **American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.** 2(1): 16-23.
- Auge, R.M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhiza**. 11: 3-42.
- Auge, R.M. 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. **Can. J. Soil Sci.** 84: 373-381.
- Bourgault, M., Madramootoo, C.A., Webber, H.A., Stulina, G., Horst, M.G. and Smith, D.L. 2010. Effects of deficit irrigation and salinity stress on common bean (*Phaseolus vulgaris* L. Wilczek) and mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) grown in a controlled environment. **J. Agron. Crop Sci.** 196: 262-272.
- Cho, K., Toler, H., Lee, J., Ownley, B., Stutz, J.C., Moore, J.L. and Auge, R.M. 2006. Mycorrhizal symbiosis and response of sorghum plants to combined drought and salinity stresses. **J. Plant Physiol.** 163: 517-528.
- Demir, S. 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological, growth parameters of pepper. **Turk. J. Biol.** 28: 85-90.
- Habibzadeh, Y., Zardoshti, M.R., Pirzad, A. and Jalilian, J. 2013a. Effects of arbuscular mycorrhiza on grain yield and yield component of Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] under water deficit stress. **Agron. J. (Pajouhesh & Sazandegi)**. 100: 38-47. (In Farsi with English Summary)
- Habibzadeh, Y., Zardoshti, M.R., Pirzad, A. Jalilian, J., Eivazy, A. and Tayeferezhayi, H. 2013b. Effects of arbuscular mycorrhiza on water use efficiency and grain yield of Mungbean under

- water stress condition. **Agron. J. (Pajouhesh & Sazandegi)**. 100: 68-75. (In Farsi with English Summary)
- Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H. and Tas, I. 2003. Mycorrhizal colonization improves fruit yield and water use efficiency in Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) grown under well-watered and water-stressed conditions. **Plant Soil**. 253(2): 287-292.
- Kramer, P.J. and Boyer, J.S. 1995. Water relations of plants and soils. **Academic Press**, San Diego.
- Majnoon Hoseini, N. 1996. Pulse Cultivation in Iran. **Jihad-e-Daneshgahi Tehran**, 240p. (In Farsi)
- Moradi, A., Ahmadi, A. and Hosseinzadeh, A. 2008. Agro-physiological responses of Mung bean (cv. Partov) to severe and moderate drought stress applied at vegetative and reproductive growth stages. **JWSS - Isfahan University of Technology**. 12 (45) :659-671. (In Farsi with English Summary)
- Naidu, N., Grosioah, V., Satyanarayana, A. and Raja Rajeswari, V. 1993. Variation in developmental and morpho-physiological traits under different environments and their relation to grain yield of green gram [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. **Indian J. Agric. Sci.** 63 (8): 476-478.
- Pandey, R.K., Herreara, W.A.T., Villegas, A.N. and Pendleton, J.W. 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: III. Plant growth. **Agron J.** 76: 557-560.
- Pannu, R.K. and Singh, D.P. 1987. Influence of water deficits on morpho-physiological and yield behavior of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Proc. 2nd Int. Symposium on Mungbean**, AVRDC, Bangkok, Thailand, 16-20 November. Pp. 252-259.
- Pelletier, S. and Dionne, J. 2004. Inoculation rate of arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus intraradices* and *Glomus etunicatum* affects establishment of landscape Turf with no irrigation or fertilizer inputs. **Crop Sci.** 44: 335-338.
- Philips, J.M. and Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Trans. Br. Mycol. Soc.** 55: 158-161.
- Sadegipour, O. 2009. The influence of water stress on biomass and harvest index in three mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivars. **Asian J. Plant Sci.** 8(3): 245-249.
- Sawers, R.J.H., Gutjahr, C. and Paszkowski, U. 2008. Cereal mycorrhiza: an ancient symbiosis in modern agriculture. **Tren. Plant Sci.** 13: 93-97.
- Smith, S.E. and Read, D.J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. **Academic Press**. 587 P.
- Trung, B.C., Shigekata, Y. and Kobayashi, Y. 1985. Influence of soil moisture stress on the nitrogen nutrition and grain productivity of mungbean. **Japan J. Crop Sci.** 54(1): 72-78.

Seed yield variations of mungbean (*Vigna radiata* L.) at mycorrhizal symbiosis under water stress

Alireza Pirzad^{1*}, Yagoob Habibzadeh², Jalal Jalilian³

1-Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran.

2- Scientific Member of Agricultural Research Center of West Azarbaijan, Urmia- Iran.

3-Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran.

*Corresponding Author: a.pirzad@urmia.ac.ir

Received: 2014.01.18

Accepted: 2014.08.01

Abstract

To evaluate effect of different irrigation regimes and mycorrhizal fungi on the growth and grain yield of mungbean (*Vigna radiata* L.), a pod experiment was conducted in factorial arrangement based on completely randomized design with three replications at Urmia university in 2009. Treatments were irrigations (after 25, 50, 75 and 100 mm evaporation from class A pan) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*, *G. intraradices* and a non-inoculated treatment as a control). Results showed that total dry weight, leaf dry weight, leaf area increased by diminishing of irrigation intervals. So, the highest (5.14 g/plant) and lowest (1.97 g/plant) grain yield were observed at 25 and 100 mm evaporation from class A pan, respectively. But, application of fertilizer sources to compensate the undesirable effects of drought stress, so the maximum grain yield (63 %) was obtained from mycorrhizal mungbean plants compared with non mycorrhizal plants due to the highest total dry weight, leaf dry weight and leaf area in symbiosis conditions. Water deficit stress caused to decrease pods/plant (49.82%), grains/plant (20.26%) and grains/pod (60.43%). Mycorrhizal fungi species enhanced grain yeild of mungbean through their effects on pods/plant, grains/plant and grains/pod. In conclusion, these results showed that the mycorrhizal inoculation have compensated the water deficit induced yield (49.61%) losses.

Key Words: Irrigation, Growth indices, Leaf area, Mungbean, Mycorrhiza