اثر همزیستی میکوریزایی در افزایش تحمل به تنش خشکی در گندم

محمد آرمین[1*]، محمد رضا شریفی نیا[2] و ابراهیم مرتضوی[2]

چکیده

به منظور بررسی اثر همزیستی میکوریزایی در افزایش تحمل به تنش خشکی در گندم آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در بیرون گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار در سال زراعی 1392-1391 انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه نوع گونه میکوریزا ***Glomus mosseae*** و ***Glomus intradicese*** به همراه تیمار شاهد عدم تلقیح و زمان اعمال تنش به صورت قطع آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری در زمان ساقه رفتن، قطع آبیاری در زمان گلدهی و قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه) بود. نتایج آزمایش نشان داد که اجزای عملکرد گندم شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور و تعداد سنبله تحت تأثیر همزیستی میکوریزایی قرار نگرفت و اختلاف آماری معنی‌داری بین مصرف یا عدم مصرف میکوریزا مشاهده نشد. اما بالاترین وزن هزار دانه عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی در شرایط استفاده از گونه ***G. mosseae*** به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با گونه ***G. intradicese*** نداشت. قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بیشترین تأثیر منفی را بر وزن هزار دانه، عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی، قطع آبیاری در مرحله گلدهی بیشترین تأثیر منفی را بر تعداد دانه در سنبله و قطع آبیاری در زمان ساقه رفتن بیشترین اثر منفی را بر تعداد پنجه در بوته داشت. در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که همزیستی با میکوریزا سبب کاهش اثرات تنش خشکی گردید و استفاده از گونه ***G. mosseae*** مناسب‌تر از ***G. intradicese*** بود.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، میکوریزا، گندم، همزیستی

مقدمه

گندم نان بین تمام گیاهان زراعی بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. به‌طوری که تقریباً یک ششم از کل زمین‌های زارعی دنیا زیر کشت گندم است. امروزه حدود 70 درصد ساکنان زمین از آرد گندم استفاده می‌کنند (Bokan and Malešević, 2004). ارزش غذایی و ارزانی گندم باعث شده است که در الگوی غذایی بیش از 75 درصد جمعیت دنیا نقش داشته باشد .بر طبق آمارهای مختلف، متوسط سهم مصرف نان در کل انرژی مورد احتیاج انسان حدود 40 درصد می‌باشد (نورمحمدی و همکاران، 1380). با روند سریع ازدیاد جمعیت در جهان و آهنگ نسبتاً کندی که تولید مواد غذایی دارد، روزبه‌روز کمبود غذا بیشتر و تعداد گرسنه و کم غذا رو به افزایش است. با افزایش جمعیت نیاز به مواد غذایی افزایش می‌یابد، با در نظر گرفتن این اصل و با توجه به این واقعیت که کشاورزی زیر بنای تمدن و سنگ اصلی غنای هر جمعیت است باید میزان تولید مواد غذایی را افزود (رستگار، 1381).

[1]**باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان**، واحد سبزوار، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سبزوار، ایران. نویسنده مسئول. پست الکترونیک Armin@iaus.ac.ir

[2]دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تنش خشکی در حال و آینده مهم‌ترین چالش پیش روی تولید محصولات کشاورزی به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه خواهد بود. مطالعات متعددی در مورد اثرات تنش خشکی بر گندم انجام شده است. در غلات حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی حدفاصل سنبله رفتن تا گلدهی است و واریته هایی که قبل از گلدهی بتوانند بیوماس بالایی تولید و ذخیره آسیمیلات در ساقه را افزایش دهند جز واریته های متحمل به خشکی محسوب می‌شوند (ابهری و همکاران، 1386). زمان وقوع تنش تعیین کننده میزان خسارت به عملکرد و اجزای عملکرد گندم است. کاهش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه گندم در اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و نمو گندم توسط بسیاری از محققین گزارش شده است (امام و همکاران، 1386. ابهری و همکاران، 1386). کاهش عملکرد دانه به دلیل کاهش تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی در مرحله سنبله دهی تا پر شدن دانه (Tohidi, 2015)، کاهش وزن هزار دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه گندم (Maqbool, et al., 2015) در مقایسه با تیمار شاهد (بدون تنش) در تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه، کوتاه‌تر شدن دوره رسیدگی، تسریع پیری و کاهش دوره پر شدن دانه (Rajala, et al., 2009) و کاهش عملکرد و وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی در مرحله گلدهی (Gooding, et al., 2003) نتایج تحقیقاتی است که اثر زمان وقوع تنش را نشان می‌دهد. امام و همکاران (1386) گزارش کردند تنش خشکی پس از گل‌دهی سبب کاهش عملکرد دانه و اجزای آن در تمامی ژنوتیپ‌های گندم می‌گردد. کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، علت اصلی افت عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی می‌باشد اگرچه تعداد سنبلک در سنبله و سنبله در متر مربع تحت تأثیر تنش خشکی قرار نمی‌گیرد. خواجه و همکاران (1394) گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، طول سنبله، عملکرد بیولوژیک، کلروفیل a، کلروفیل b و پروتئین گندم می‌گردد. آبیاری در 50 درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) میزان پرولین را 41.29 درصد نسبت به شاهد افزایش داد. مظفری و همکاران (1394) نیز کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گندم را در شرایط قطع کامل آبیاری در مرحله گل‌دهی تا پایان رشد گیاه در مقایسه با آبیاری کامل گزارش کردند. کریم زاده سورشجانی و همکاران (1391) گزارش کردند که قطع آبیاری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد دانه در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، شاخص افت دمای سایه انداز گیاهی، آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک، سرعت تولید عملکرد دانه و سرعت پر شدن دانه گندم می‌شود. سعیدی پور (1392) در بررسی اثرات تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و میزان انتقال کربوهیدرات‌های محلول در ساقه و عملکرد دانه دو رقم گندم گزارش کرد که آبیاری در زمان کاهش 50 درصدی در ظرفیت زراعی از آغاز گلدهی تا 14 روز بعد از آن و کاهش 50 درصدی در ظرفیت زراعی از 14 روز پس از گلدهی تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی سبب کاهش غلظت قندهای محلول در میانگره ها می‌گردد و افزایش انتقال مجدد کربن از پیش ذخیره شده در میانگره به دانه در تیمار کاهش 50 درصدی در ظرفیت زراعی از 14 روز پس از گلدهی تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی در مقایسه با تیمار کاهش 50 درصدی در ظرفیت زراعی از آغاز گلدهی تا 14 روز بعد از آن اثر زیان‌بار بیشتری بر عملکرد دانه ارقام گندم داشت و منجر به تشکیل دانه‌های کوچک‌تر و بیوماس کمتر به هنگام رسیدگی شد.

راهکاری متفاوتی برای تعدیل اثرات تنش خشکی در گیاهان پیشنهاد شده است که یکی از آن‌ها استفاده از قارچ‌های

میکوریزا است. از مهم‌ترین اثرات مطلوب رابطه همزیستی میکوریزایی، ریشه گیاهان در شرایط خشک و نیمه‌خشک یا تنش خشکی که توسط پژوهشگران متعدد گزارش شده است می‌توان تغییرات سیتوکینین (Goicoechea, et al., 1995)، آبسیزیک اسید (ABA) ، جذب مستقیم آب توسط هیف های قارچ در خاک و انتقال آن به گیاه میزبان (Aroca, et al., 2008)، افزایش تبادلات گازی برگ و میزان فتوسنتز (Sheng, et al., 2008)، افزایش فعالیت آنزیم‌های مدافع آنتی‌اکسیدان در گیاه (ÇEKİÇ, et al., 2012)، اسیمیلاسیون نیترات و فسفر (Koide and Mosse, 2004)، افزایش جذب آب از طریق افزایش هدایت هیدرولیکی برگ و فعالیت فتوسنتزی (Ruiz-Sánchez, et al., 2015)، تنظیم اسمزی (Ruiz-Sánchez, et al., 2015) و تغییر در انعطاف‌پذیری غشا سلولی (Beltrano and Ronco, 2008) را نام برد. موسوی جنگلی و همکاران (1385) گزارش نمودند، قارچ‌های میکوریزا پس از همزیست شدن با گیاهان میزبان بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژی و بیوشیمی گیاه تأثیر گذاشته و موجب بهبود رشد و نمو آن می‌شود. همزیستی قارچ میکوریزا با اغلب گیاهان منجر به تولید کلنی‌هایی در بخش خارجی ریشه شده و تحت شرایط تنش خشکی باعث بهبود تولید تعدادی از گیاهان زراعی می‌شود. بهبود تولید در گیاهان میکوریزی را به جذب بیشتر عناصر غذایی غیر متحرک مانند فسفر روی و مس نسبت می‌دهند به علاوه فاکتورهای دیگر ترکیب شده به همراه کلنی‌های تشکیل شده به وسیله میکوریزا ممکن است مقاومت گیاهان به خشکی را تحت تأثیر قرار دهد. این تغییرات شامل ارتفاع برگ، بهبود آب و پتانسیل تورگر برگ، کنترل منافذ روزنه‌ای و تعرق، افزایش طول و عمق ریشه و توسعه هیف های انتهایی می‌باشد (Ghazi and John Zak, 2003). قارچ میکوریزا ارتباط آب با گیاه میزبان را به وسیله افزایش هدایت هیدرولیکی خاک، افزایش نسبت تعرق کاهش مقاومت روزنه‌ای بوسیله تغییر در تعادل هورمون‌های گیاهی بهبود می‌بخشد این تغییرات سبب بهبود تغذیه فسفر گیاهان میکوریزایی تحت تنش خشکی می‌شود (Erman, et al., 2011). گزارش شده است بهبود شرایط ریزوسفر خاک در شرایط تنش، توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه، افزایش سیستم دفاعی گیاه میزبان و کاهش خطرات اکسیداسیون ناشی از تنش خشکی را می‌توان به اثرات مثبت میکوریز مرتبط دانست (Song, 2005).

با توجه به اینکه همزیستی میکوریزایی می‌تواند سبب کاهش اثرات تنش خشکی در گندم شود و مطالعات اندکی در مورد نوع گونه میکوریزا و زمان وقوع تنش خشکی در گندم وجود دارد این بررسی به منظور بررسی تأثیر همزیستی قارچ میکوریزا به تحمل به تنش خشکی در گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال 92-1391 در بیرون گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه نوع گونه میکوریزا (*Glomus mosseae*و*Glomus intradicese* به همراه تیمار شاهد عدم تلقیح) و زمان اعمال تنش به

صورت قطع آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری در زمان ساقه رفتن، قطع آبیاری در زمان گلدهی و قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه) بود.

کشت در گلدان‌های با قطر 25 سانتی‌متری صورت گرفت که در آن ابتدا 30 بذر از گندم قرار داده شد و بعد از ثابت شدن جوانه‌زنی تراکم در هر گلدان به 5 بوته تنظیم گردید. در این بررسی از خاک مزرعه استفاده شد. قارچ‌های میکوریزای مورد استفاده در این آزمایش از شرکت زیست فناور توران شاهرود تهیه گردید. این مایه تلقیحی شامل خاک، بقایای ریشه‌ای و اندام‌های قارچی بود. استفاده از مایه تلقیحی بدین صورت انجام شد که قبل از کاشت در گلدان‌های مربوط به تیمار قارچی مقداری مایه تلقیح درون هر گلدان ریخته شد، سپس روی مایه تلقیحی مقداری خاک اضافه و 30 بذر روی آن قرار داده شد و در نهایت بذرها با خاک پوشانده شدند. در هر گلدان 10 گرم از مایه تلقیحی مورد اشاره استفاده شد که حاوی در حدود 500 اسپور است.

کودهای مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و برای هر گلدان محاسبه و فسفر و پتاس همزمان با کشت و ازت در سه مرحله به صورت یک سوم در زمان کاشت، یک سوم در زمان پنجه زنی و یک سوم باقیمانده در زمان انتهای ساقه رفتن مصرف شد.

کشت در 15 مهر سال 1391 انجام شد. در این آزمایش از رقم قدس استفاده شد. قطع آبیاری در هر مرحله رشد با مشاهده رسیدن 50 درصد بوته‌های هر گلدان به مرحله فنولوژیکی مورد نظر انجام شد و آبیاری مجدد به محض مشاهده اولین پیچیدگی در آخرین برگ انتهایی که بیانگر اثرات تنش بوده از سر گرفته شد.

در پایان فصل رشد ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور (تعداد خوشه)، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه در 5 بوته در هر گلدان شمارش شد. کلیه گیاهان موجود در هر گلدان برداشت و عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی در هر گلدان اندازه‌گیری و بر اساس تک بوته گزارش شد

پس از جمع‌آوری کلیه داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS انجام شد و جداول و نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای Word و Excel ترسیم گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با روش دانکن صورت گرفت.

نتایج

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع گونه میکوریزا و اثر متقابل نوع گونه و زمان اعمال تنش بر ارتفاع معنی‌دار نبود در حالی که زمان اعمال تشن در سطح آماری 5 درصد بر روی ارتفاع گندم معنی‌دار بود (جدول 1). اگرچه اختلاف آماری معنی‌داری بین دو گونه میکوریزا از نظر ارتفاع مشاهده نشد اما تلقیح با گونه *G. mosseae* نسبت به تلقیح با *G. intradicese* سبب افزایش 1/7% و نسبت به تیمار شاهد 9/35% سبب افزایش ارتفاع نهایی گندم شد (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد قطع آبیاری در مرحله پنجه دهی بیشترین تأثیر منفی را بر ارتفاع گیاه داشت و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه یا

گلدهی اثر معنی‌داری بر ارتفاع نهایی نداشت به نحوی که اختلاف آماری معنی‌داری بین قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه با تیمار شاهد مشاهده نشد (جدول 3).

جدول 2- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع گیاه	تعداد پنجه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد اقتصادی
تکرار	2	19/25 ^{ns}	36/05 ^{ns}	31/42 ^{ns}	44/72 ^{ns}	13/72 *	28/14 *
گونه (A)	2	403 *	34/47 ^{ns}	29/5 ^{ns}	24/92 *	60/38 **	4/16 *
تنش (B)	3	424 *	107 ^{ns}	1805 **	1349 **	107 **	62/95 *
A×B	6	77/95 ^{ns}	137 ^{ns}	95/5 ^{ns}	194 *	41/22 **	7/08 *
خطا	22	918	547	301	220	37/04	8/25
ضریب تغییرات		15/13	14/22	19/35	7/5	14/36	19/75

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح 1%، 5% و غیر معنی‌دار

جدول 3- اثر تنش خشکی ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی

نوع گونه	ارتفاع گیاه سانتی‌متر	تعداد پنجه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیکی (گرم در بوته)	عملکرد اقتصادی (گرم در بوته)
شاهد	30/12 b	3/54 a	39/49 a	30/50 b	12/81 c	4/94 b
G. intradicese	37/92 a	3/36 a	41/24 a	34/42 a	14/22 b	5/02 a
G. mosseae´	36/20 a	5/87 a	39/19 a	32/62 a	15/98 a	5/70 a

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند در سطح 5% اختلاف آماری معنی‌دار با هم دارند.

جدول 3- اثر تنش خشکی بر ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی

زمان قطع آبیاری	ارتفاع گیاه سانتی‌متر	تعداد پنجه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیکی (گرم در بوته)	عملکرد اقتصادی (گرم در بوته)
آبیاری کامل	37/04 a	3/20 a	47/34 a	39/88 a	17/09 a	6/78 a
ساقه رفتن	29/74 b	2/82 b	46/75 a	36/55 b	14/49 b	6/11 b
گلدهی	38/67 a	3/82 a	32/53 b	29/44 c	13/20 c	4/60 c
پر شدن دانه	35/55 ab	3/19 a	33/27 b	12/57 d	12/58 c	3/39 d

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند در سطح 5% اختلاف آماری معنی‌دار با هم دارند.

تعداد پنجه در بوته

تعداد پنجه در بوته تحت تأثیر نوع گونه میکوریزا و اثر متقابل نوع گونه و زمان اعمال تنش نگرفت اما زمان اعمال تنش اثر معنی‌داری بر تعداد پنجه بارور در بوته داشت (جدول 1). قطع آبیاری در زمان ساقه رفتن بیشترین اثر منفی را بر تعداد پنجه در بوته در بوته داشت (جدول 3). به نظر می‌رسد قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن سبب از بین رفتن پنجه‌هایی می‌شود که قبلاً

تولید شده‌اند و تأخیر در قطع آبیاری تا مراحل زایشی به دلیل اینکه تعداد پنجه در بوته به پتانسیل واقعی خود رسیده است تأثیری بر این صفت ندارد. کاهش تعداد پنجه در بوته در مقایسه با تیمار شاهد در این مراحل را نیز می‌توان بـه عـدم تکامـل پنجـه‌هـای ضعیف در بوته نسبت داد.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع گونه میکوریزا و اثر متقابل نوع گونه و زمان اعمال تنش بر روی تعداد دانـه در سنبله معنی‌دار نبود (جدول 1). اگرچه تعداد دانه در سنبله در اثر تلقیح فلفـل بـا گونـه ***G. mosseae*** نسـبت بـه تلقـیح بـا ***G. intradicese*** بیشتر بوده است (جدول 2).

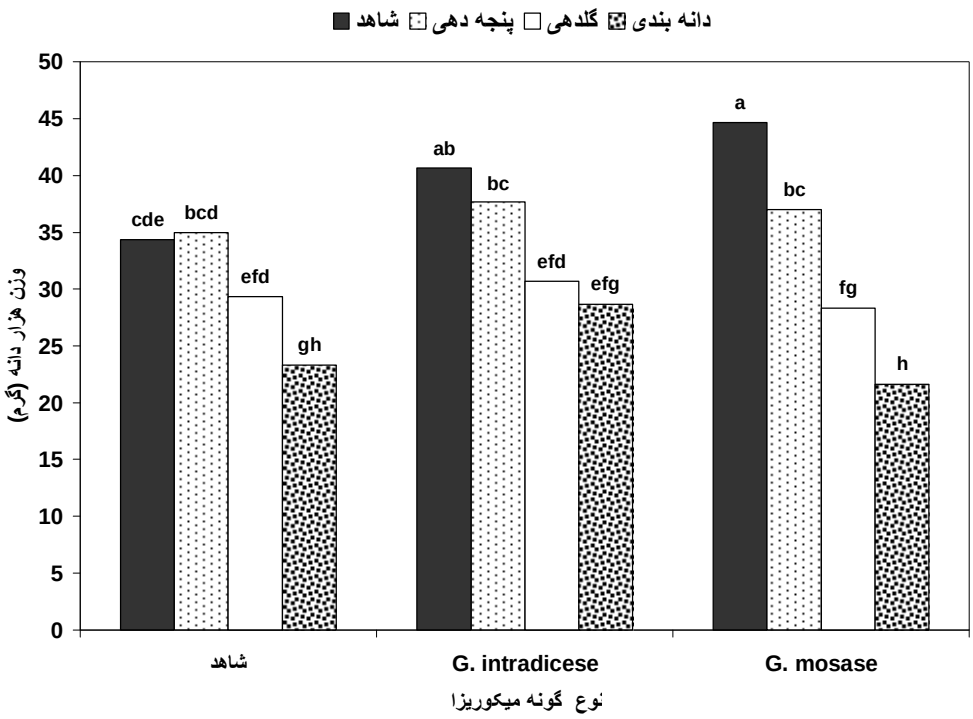
نتایج تجزیه واریانس نشان داد زمان قطع آبیاری در سطح آماری 1% اثر معنی‌داری بر روی تعداد دانه در سنبله داشته است (جدول 1). نتایج مقایسه میانگین نشان داد قطع آبیاری در مرحله گلدهی بیشترین تأثیر منفی را بر تعداد دانه در سنبله داشته است. اختلاف آماری معنی‌داری از نظر تعداد دانه در سنبله بین قطع آبیاری در مرحله گلدهی و مرحله پر شـدن دانـه‌هـا مشـاهده نشـد (جدول 2) که نبود اختلاف آماری معنی‌دار ممکن است به این دلیل باشد که در قطع آبیاری در مرحله گلدهی با کـاهش تشـکیل تعداد دانه در سنبله و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه با عدم تکمیل رشد دانه‌های موجود تعداد دانـه در سـنبله کـاهش یافتـه است.

وزن هزار دانه

اثر نوع گونه میکوریز، زمان اعمال تنش و برهمکنش نوع گونه و زمان اعمال تنش بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جـدول 1). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد وزن هزار دانه در تلقیح با گونه ***G. mosseae*** نسبت به تلقیح بـا ***G. intradicese*** کمتـر بوده است (جدول 2).

کم‌ترین میزان وزن هزار دانه در اعمال تنش در مرحله پر شدن دانه مشاهده شد که اخـتلاف آمـاری معنـی‌داری بـا کلیـه تیمارها داشت. با تأخیر در اعمال تنش وزن هزار دانه کاهش یافت (جدول 3).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تلقیح با میکوریزا گونه ***G. mosseae*** در تیمار شاهد بالاترین وزن هزار دانه را داشت اما در شرایط اعمال تنش خشکی گیاهان تلقیح شده با میکوریزا گونه ***G. intradicese*** وزن هزار دانه بیشـتری در مقایسـه بـا گیاهان تلقیح شده با ***G. mosseae*** تولید کردند (شکل 1). افزایش وزن هزار دانه در گیاهان تلقیح شده در مقایسـه بـا گیاهـان تلقیح نشده در زمان اعمال تنش در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با سایر مراحل بیشتر بود که نشان می‌دهد در این مرحله تلقیح سبب افزایش طول دوره پر شدن دانه‌ها شده است. همزیسـتی میکوریزی در زمان تنش آبی سبب افزایش مـدت زمـان بازماندن روزنه‌ها و افزایش فتوسنتز می‌گردد.



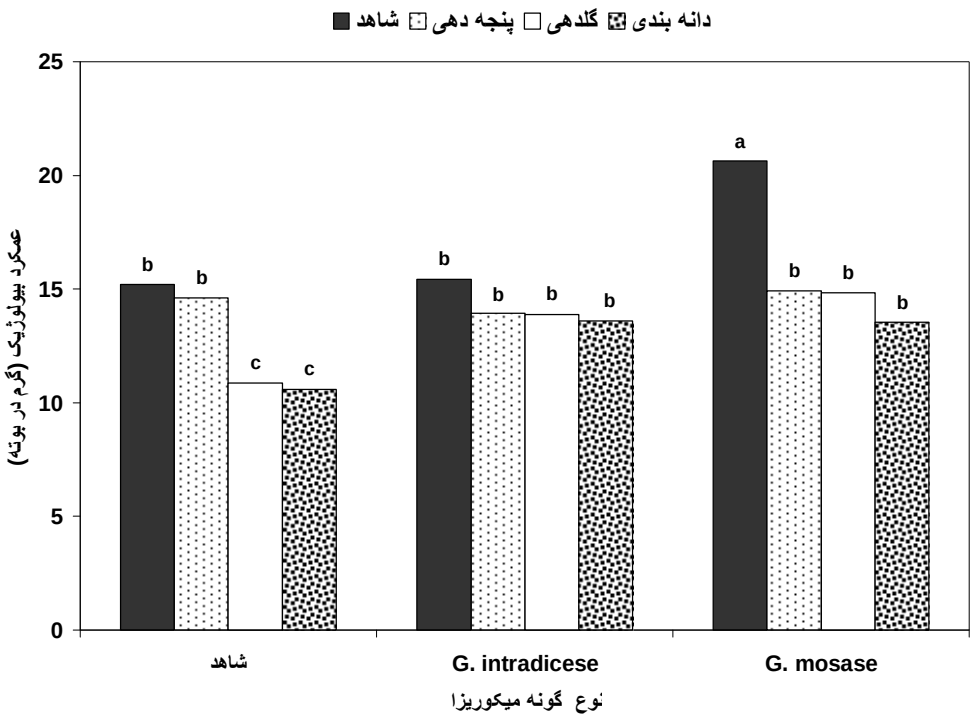
شکل 1- اثر متقابل نوع گونه میکوریزا و زمان اعمال تنش بر وزن هزار دانه

عملکرد بیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول 1) که اثر نوع گونه میکوریز، زمان اعمال تنش و برهمکنش نوع گونه و زمان اعمال تنش بر روی عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار بود (جدول 1). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول 2) تلقیح با *G. mosseae* نسبت به تلقیح با *G. intradicese* 12/7% و نسبت به تیمار شاهد 57/68% عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد.

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کمترین عملکرد بیولوژیکی در زمان اعمال تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها تولید شده است (جدول 3). به نظر می‌رسد در این مرحله کاهش عملکرد بیولوژیکی به این دلیل باشد که تنش خشکی با تنش گرمایی نیز همراه شده است و طول دوره رسیدگی گیاه کاهش پیدا کرده است که این امر سبب کاهش عملکرد بیولوژیکی می‌گردد. اختلاف آماری معنی‌داری از نظر عملکرد بیولوژیکی بین زمان اعمال تنش خشکی در مرحله ساقه رفتن و گلدهی مشاهده نشد (جدول 3).

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با تأخیر در اعمال تنش خشکی عملکرد بیولوژیکی کاهش پیدا می‌کند که این کاهش هم در حالت همزیستی با میکوریز و هم در حالت عدم همزیستی مشاهده می‌شود. با این وجود در کلیه زمان‌های اعمال تنش خشکی عملکرد بیولوژیکی در حالت همزیستی بیشتر بوده است (شکل 2). در بین دو گونه مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی اختلاف آماری معنی‌داری از نظر عملکرد بیولوژیکی مشاهده نشد و فقط در شرایط تیمار آبیاری کامل گونه *G. mosseae* عملکرد بیولوژیکی بیشتری در مقایسه با *G. intradicese* داشت.



شکل 2 اثر متقابل نوع گونه میکوریزا و زمان اعمال تنش بر عملکرد بیولوژیکی

عملکرد اقتصادی

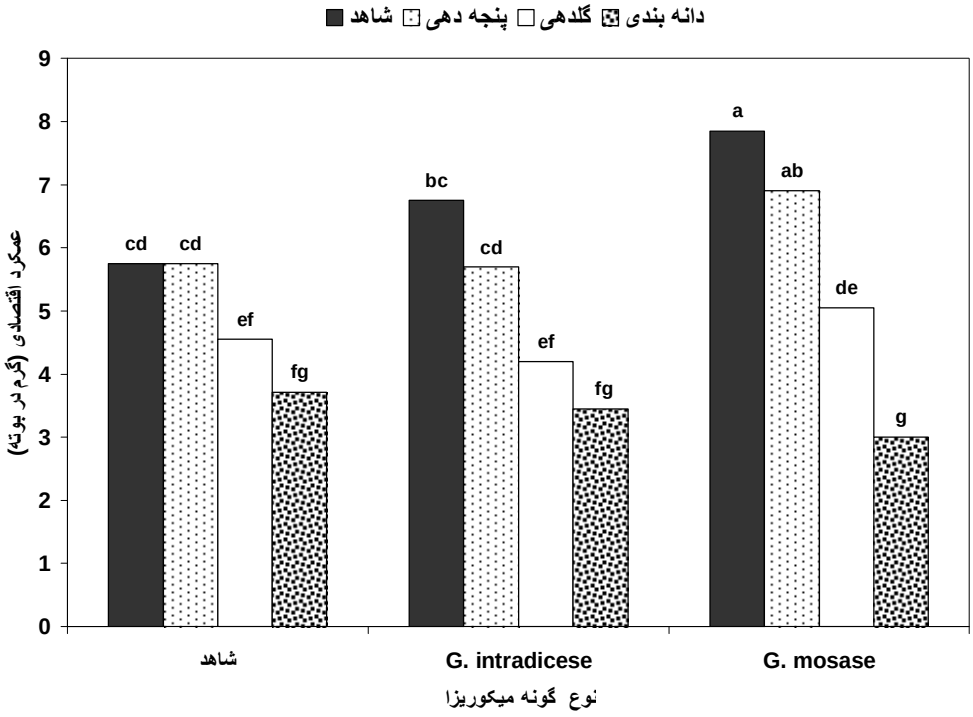
اثر نوع گونه میکوریز، زمان اعمال تنش و برهمکنش نوع گونه و زمان اعمال تنش بر روی عملکرد اقتصادی معنی‌دار بود (جدول 1).

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد تلقیح ***G. mosseae*** نسبت به ***G. intradicese*** سبب افزایش 13/26% و نسبت به تیمار شاهد 64/72% افزایش عملکرد اقتصادی را سبب شده است (جدول 2).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد قطع آبیاری در مرحله پرشده دانه بیشترین تأثیر منفی را بر عملکرد اقتصادی دارد (جدول 3). کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به عنوان اصلی‌ترین اجزای عملکرد در گندم که با اعمال تنش خشکی در زمان پر شدن دانه‌ها اتفاق افتاده است دلیل اصلی کاهش عملکرد اقتصادی در این تیمار بوده است.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با تأخیر در اعمال تنش خشکی عملکرد اقتصادی کاهش پیدا می‌کند که این کاهش هم در حالت همزیستی با میکوریز و هم در حالت عدم همزیستی مشاهده می‌شود. با این وجود در کلیه زمان‌های اعمال تنش خشکی عملکرد اقتصادی در حالت همزیستی بیشتر بود (شکل 3). استفاده از همزیستی میکوریزایی سبب کاهش کمتر عملکرد دانه در اثر تنش خشکی بود که در بین دو گونه مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی استفاده از گونه ***G. mosseae*** ثبات عملکـرد بیشـتری

داشت و در مقایسه با شاهد عملکرد کاهش کمتری را در کلیه زمان‌های اعمال تنش خشکی نشان داد. اگرچه در زمان اعمال تنش خشکی در زمان پر شدن دانه‌های عملکرد اقتصادی در همزیستی با *G. intradicese* بیشتر بود اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. در شرایط عدم استفاده از قارچ‌های میکوریز حتی در شرایط عدم تنش خشکی هم عملکرد اقتصادی در مقایسه با همزیستی میکوریزایی کمتر مشاهده شد.



شکل 3 اثر متقابل نوع گونه میکوریزا و زمان اعمال تنش بر عملکرد اقتصادی

بحث

رابطه مثبتی بین استفاده از همزیستی میکوریزایی و افزایش ارتفاع مشاهده شد. اعتقاد بر این است که بخشی از افزایش ارتفاع بوته در شرایط استفاده از کودهای زیستی را می‌توان به رابطه مثبتی که بین باکتری‌های محرک رشد و میکوریز وجود دارد نسبت داد. باکتری‌های محرک رشد اثرات مثبتی در تولید هورمون‌های رشدی دارند، همچنین با تولید انواع مواد آنتی‌بیوتیک از اثرات بیماری‌زائی میکروارگانیسم‌های دیگر جلوگیری کرده و سبب بهبود و افزایش رشد گیاه می‌شوند (Strigul and Kravchenko, 2006). همزیستی میکوریزایی سبب بهبود وزن هزار دانه گردید. کاربرد میکوریزا سبب به تعویق افتادن پیری برگ‌ها، کاهش ریزش برگ‌ها و افزایش میزان آب قابل دسترس گیاه و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه می‌شود. بنابراین مواد

غذایی و شیره پرورده بیشتری در اختیار دانه‌ها قرار گرفته و سبب افزایش اندازه و حجم دانه‌ها می‌گردد؛ بنابراین دانه‌ها سنگین‌تر شده و وزن هزار دانه افزایش می‌یابد. برخی تحقیقات نشان داده‌اند که بین قارچ‌های میکوریز و باکتری‌های محرک رشد اثر متقابل مثبتی وجود دارد به طوری که تلقیح بذر گندم و ذرت با باکتری آزوسپریلیوم، استقرار میکوریز بر روی آن‌ها را افزایش می‌دهد. عملکرد اقتصادی تحت تأثیر همزیستی میکوریزایی قرار گرفت و استفاده از قارچ‌های میکوریزایی در مقایسه با شاهد سبب افزایش عملکرد اقتصادی شد. قارچ‌های مایکوریزا باعث افزایش عملکرد و اجزا عملکرد شدند به دلیل اینکه قارچ‌های مایکوریزی باعث بهبود وضع تغذیه گیاه میزبان به خصوص فسفر است. این قارچ‌ها در خاک‌هایی که غلظت عناصر غذایی آن‌ها به ویژه فسفر کم تا متوسط باشد قادرند نیاز فسفری گیاه را تأمین کنند (Al-Karaki, et al., 2004). Jeffries و همکاران (2013) گزارش نمود استفاده از قارچ مایکوریزا باعث بهبود جذب عناصر غذایی شده که از این راه باعث افزایش اجزای عملکرد گیاهان زراعی گردیده است که این گزارشات با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.Zaady و همکاران (1993) گزارش کردند تلقیح بذر ذرت با مایکوریزا اثرات مثبتی بر جذب عناصر غذایی و مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زای ریشه، افزایش تولیدات فیتوهورمونی مانند ترکیبات اکسینی و سیتوکنین، افزایش رشد ریشه‌های مویین، تشدید فعالیت تثبیت ازت و افزایش عملکرد شده است.

تنش خشکی اثر منفی بر ارتفاع نهایی گیاه داشت. کاهش ارتفاع گیاه با افزایش تنش خشکی ممکن است به دلیل کاهش دسترسی به آب یا کاهش رشد سلول‌ها باشد که در نهایت طویل شدن سلولی را با مشکل مواجه می‌کندکه‌این‌امرارتفاع گیاه‌راکاهش می‌دهد. Anjum و همکاران (2016) اظهار داشتند در حالت محدودیت آبی چون گیاه سعی می‌کند برای مقابله با تنش کم‌آبی دوره رشدی خود را کوتاه‌تر کند از این رو ارتفاع بوته کاهش می‌یابد. واکنش منفی تعداد دانه در سنبله به تنش خشکی نیز می‌تواند ناشی از عقیمی گلچه‌ها، مرگ و میر گلچه‌ها و اختلال در گرده‌افشانی و پر شدن دانه باشد. نشان داده شده است که اگر تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی یا کمی قبل از گرده‌افشانی اتفاق افتد تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. احتمالاً گلچه‌های جوان‌تر در مرحله گلدهی نسبت به گلچه‌های بالغ‌تر در مرحله شیری شدن در مقابل تنش‌های محیطی از مقاومت کمتری برخوردار هستند. اعمال تنش رطوبتی به علت کاهش جذب آب و مواد غذایی و کاهش رشد اندام‌های هوایی سبب کاهش فتوسنتز گیاه می‌شود. با کاهش فتوسنتز گیاه مواد غذایی مورد نیاز برای پر شدن دانه‌های موجود در خوشه‌ها با محدودیت روبرو شده، به عبارتی محدودیت منبع به وجود می‌آید؛ بنابراین دانه‌ها از حد معمول کوچک‌تر و سبک‌تر می‌گردند (رحیمی و همکاران، 1388). شیرانی راد و همکاران نیز (1379) گزارش کرده‌اند که قارچ‌های میکوریز در تنش خشکی در زراعت گندم، باعث افزایش وزن هزار دانه گردید. همزیستی با میکوریزا سبب جذب بهتر مواد غذایی و افزایش وزن برگ گیاه می‌شود که این امر افزایش عملکرد بیولوژیکی را به همراه داشته است. نتیجه این پژوهش با تحقیقات انجام گرفته مطابقت داشت ازجمله اینکه بهبود جذب عناصر معدنی در گیاهان میزبان اغلب منجر به پاسخ‌های رشدی مثبت در گیاه شده که این نتایج بیشتر در سطح اندام‌های هوایی آشکار می‌گردد (Rabie and Almadini, 2005). Liu و همکاران (2002) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر میزان تحمل گیاه ذرت میکوریزی شده، مشاهده کردند که وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی در

نتیجه همزیستی با میکوریز (جنس گلوموس) افزایش یافت. آن‌ها این موضوع را به افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول و مقدار الکترولیت در ریشه‌ها و ظرفیت بالای چنین گیاهانی برای تنظیم اسمزی نسبت دادند. Banerjee و همکاران (2006) بیان داشتند که باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش سطح ریشه گیاه می‌شوند. افزایش سطح ریشه را عامل اصلی افزایش دسترسی به آب و عناصر غذایی و بهبود رشد گیاه گزارش کردند. کاهش عملکرد اقتصادی به دلیل تنش خشکی نیز مطابق با نتایج سایر گزارشات است. رحیمی و همکاران (1388) گزارش کردند تنش خشکی باعث بسته‌تر شدن روزنه‌ها همراه با کوچک شدن سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز گیاه می‌شود؛ بنابراین با کاهش فتوسنتز و کاهش تولید آسیمیلات، نیازهای غذایی برای پر شدن دانه‌ها تأمین نشده و در این صورت، تعداد خوشه، تعداد دانه‌های هر خوشه و هم وزن دانه‌ها تحت تأثیر قرار گرفته و این عوامل همراه با هم سبب کاهش عملکرد گیاه می‌شود. همزیستی میکوریزایی سبب بهبود تحمل به تنش خشکی گردید. Kumar و همکاران (2015) علت افزایش عملکرد در گیاه ذرت تأثیر مثبت میکوریزا در افزایش سطح جذب ریشه‌ها از طریق نفوذمیسیلیوم قارچ در داخل خاک بالطبع دسترسی گیاه زراعی به حجم بیشتر از خاک و انتقال آب و مواد غذایی به اندام‌های هوایی و بهبود رشد و نمو گیاه دانست. بین زمان قطع آبیاری و وزن هزار دانه همبستگی مثبتی مشاهده شد. بخشی از روند تغییرات عملکرد دانه را می‌توان به سرعت و طول دوره پر شدن دانه نسبت داد. بدین صورت که آبیاری کامل با افزایش سرعت و طول دوره پر شدن دانه موجب می‌شود که مواد بیشتری در دانه‌ها ذخیره شده و از این طریق موجب افزایش وزن دانه و عملکرد دانه شود. بخش دیگری از افزایش عملکرد در شرایط آبیاری کامل و کاربرد باکتری‌های محرک رشد و میکوریز را می‌توان به برهم‌کنش مثبتی که میان آن‌ها وجود دارد نسبت داد بدین صورت که کودهای بیولوژیک از طریق ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن‌ها، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی موجب رشد گیاه شده و از این طریق به افزایش عملکرد کمک می‌کنند (Wright, et al., 1998). Maya و همکاران (2012) بهبود عملکرد و اجزای عملکرد را به واسطه تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به نقش مؤثر این باکتری‌های در تثبیت نیتروژن و رهاسازی آن در مراحل حساس رشدی نظیر ساقه‌دهی و خوشه‌دهی نسبت دادند.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از میکوریزا سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم شد و اختلاف آماری معنی‌داری بین دو گونه مورد استفاده مشاهده نشد اگرچه گونه ***G. mosseae*** نسبت به ***G. intradicese*** سبب افزایش بیشتری در عملکرد دانه شد. قطع آبیاری در هر مرحله فنولوژی گیاه سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گردید که بسته به صفت مورد مطالعه کاهش عملکرد یا اجزای عملکرد متفاوت بود. از نظر عملکرد دانه قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بیشترین تأثیر منفی را بر عملکرد دانه داشت که علت اصلی ان کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بود. استفاده از همزیستی میکوریزایی سبب کاهش کمتر عملکرد دانه در اثر تنش خشکی بود که در بین دو گونه مورد مطالعه در شرایط تنش

خشکی استفاده از گونه *G. mosseae* ثبات عملکرد بیشتری داشت و در مقایسه با شاهد عملکـرد کـاهش کمتـری را در کلیـه زمان‌های اعمال تنش خشکی نشان داد.

منابع مورد استفاده

ابهری، ع.، گالشی، س. لطیفی، ن. و کلاته م.، 1386. اثر تنش خشکی انتهایی بر عملکرد و میزان پرولین برگ ژنوتیپ های گندم . مجله علوم و صنایع کشاورزی، 20(6): 67-57.

امام، ی.، رنجبری، ع.م. و بحرانی، م.ج.، 1386. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم تحت تأثیر تنش خشکی پس از گل‌دهی. مجله علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، 1 (11):328-317.

خواجه، م.، موسوی نیک، م.، سیروس مهر، ع.ر. یدالهی ده چشمه، پ. و امیری، ا.، 1394. اثر تنش کم آبی و محلول پاشی سیلیکون بر عملکرد و رنگیزه های فتوسنتزی گندم در منطقه سیستان. فیزیولوژی گیاهان زراعی، 7(26): 19-5.

رحیمی، ف.، پورداد س. و رجبی. ر.، 1390. بررسی اثر تنش خشکی بر روی برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی مرتبط با خشکی در ژنوتیپ‌های گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، اصفهان.

رحیمی، ل.، اردکانی، م.ر.، پاک نژاد، ف. و رجالی، ف.،.1388. بررسی نقش همزیستی میکوریزایی در افزایش مقاومت به خشکی دو رقم سورگوم دانه ایی. مجله زراعت و اصلاح نباتات، 5(1):57-43.

رستگار، م.ع.، 1381. زراعت عمومی، انتشارت برهند، چاپ ششم، 411 صفحه.

سعیدی پور، س. 1392. بررسی اثرات تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و میزان انتقال کربوهیدرات های محلول در ساقه و عملکرد دانه دو رقم گندم. فیزیولوژی گیاهان زراعی، 5(17): 103-112.

عموآقایی، ر. و مستاجران، ا.، 1386. همزیستی (سیستم‌های همیاری گیاه و باکتری). انتشارات دانشگاه اصفهان. جلد 3. 237 صفحه.

کریمزاده سورشجانی، ه، امام، ی. و موری، س.،1391 . واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و شاخصهای مقاومت به تنش در ارقام گندم نان و دوروم به تنش خشکی پس از گلدهی .مجله علوم گیاهان زراعی ایران،1: 162-151.

مظفری، ا.، جهانفر، د.، حبیبی، د.، شیرانی راد، ا.ح. و اصغرزاده، ا.، 1394. بررسی اثر باکتری های محرک رشد گیاه بر برخی صفات مرفوفیزیولوژیکی گندم نان تحت شرایط تنش خشکی انتهایی فیزیولوژی گیاهان زراعی، 7(26): 36-21.

موسوی جنگلی، س. ا. ثانی، ب، شریفی، م. حسینی نژاد، ز.، 1385. تأثیر میکروارگانیسم های حل کننده فسفات به همراه میکوریزا بر روی برخی از صفات کیفی و عملکرد ذرت دانه ای (SC704)، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

نور محمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی. ع.، 1380. زراعت جلد اول (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

یعقوبیان، ی.، پیردشتی، ه.، محمدی گل تپه، ا.، فیضی اصل، و. و اسفندیاری، ع.، 1391. ارزیابی واکنش گندم دیم رقم آذر 2 به همزیستی با قارچ‌های میکوریزای آربسکولار و شبه میکوریزا در سطوح مختلف تنش خشکی. نشریه بوم شناسی کشاورزی، 4(1): 73-63.

Al-Karaki, G., McMichael, B. and Zak, J., 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza, 14:263-269.

Anjum, S. A., Tanveer, M., Hussain, S., Tung, S. A., Samad, R. A., Wang, L., Khan, I., ur Rehman, N., Shah, A. N. and Shahzad, B., 2016. Exogenously applied methyl jasmonate improves the drought tolerance in wheat imposed at early and late developmental stages. Acta Physiologiae Plantarum, 38:1-11.

Aroca, R., Vernieri, P. and Ruiz-Lozano, J. M., 2008. Mycorrhizal and non-mycorrhizal Lactuca sativa plants exhibit contrasting responses to exogenous ABA during drought stress and recovery. Journal of experimental botany, 59:2029-2041.

Banerjee, A., Datta, J. and Mondal, N., 2012. Biochemical changes in leaves of mustard under the influence of different fertilizers and cycocel. J Agric Technol, 8:1397-1411.

Beltrano, J. and Ronco, M. G., 2008. Improved tolerance of wheat plants (Triticum aestivum L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus claroideum: Effect on growth and cell membrane stability. Brazilian Journal of Plant Physiology, 20:29-37.

Bokan, N. and Malešević, M., 2004. The planting density effect on wheat yield structure. Acta Agriculturae Serbica, 9:65-79.

ÇEKİÇ, F. Ö., ÜNYAYAR, S. and ORTAŞ, İ., 2012. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on biochemical parameters in Capsicum annuum grown under long term salt stress. Turkish Journal of Botany, 36:63-72.

Erman, M., Demir, S., Ocak, E., Tüfenkçi, Ş., Oğuz, F. and Akköprü, A., 2011. Effects of Rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (Cicer arietinum L.) under irrigated and rainfed conditions 1—Yield, yield components, nodulation and AMF colonization. Field Crops Research, 122:14-24.

Ghazi, A. K. and John Zak, B. M., 2003. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza, 14:263-269.

Goicoechea, N., Dolezal, K., Antoĺin, M. and Strnad, M., 1995. Influence of mycorrhizae and Rhizobium on cytokinin content in drought-stressed alfalfa. Journal of Experimental Botany, 46:1543-1549.

Gooding, M., Ellis, R., Shewry, P. and Schofield, J., 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. Journal of Cereal Science, 37:295-309.

Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S., Turnau, K. and Barea, J.-M., 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biology and fertility of soils, 37:1-16.

Koide, R. T. and Mosse, B., 2004. A history of research on arbuscular mycorrhiza. Mycorrhiza, 14:145-163.

Kumar, M., Kaur, A., Pachouri, C. U. and Singh, J., 2015. Growth promoting characteristics of rhizobacteria and AM Fungi for biomass amelioration of Zea mays. Archives of Biological Sciences, 67:877-887.

Liu, S., Guo, X., Feng, G., Maimaitiaili, B., Fan, J. and He, X., 2016. Indigenous arbuscular mycorrhizal fungi can alleviate salt stress and promote growth of cotton and maize in saline fields. Plant and Soil, 398:195-206.

Maqbool, M. M., Ali, A., Haq, T., Majeed, M. N. and Lee, D. J., 2015. Response of spring wheat (Triticum aestivum L.) to induced water stress at critical growth stages. Sarhad Journal of Agriculture, 31:53-58.

Maya, C., Roopa, B., Makari, H. and Nagaraj, K., 2012. The synergistic effect of VAM fungi with rhizobium on the growth and yield of Cicer arietinum L. International Interdisciplinary Research Journal, 2:

Rabie, G. and Almadini, A., 2005. Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of Vicia faba plants under salinity stress. African Journal of Biotechnology, 4:210.

Rajala, A., Hakala, K., Mäkelä, P., Muurinen, S. and Peltonen-Sainio, P., 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. Field Crops Research, 114:263-271.

Ruiz-Sánchez, M., Geada, D., Muñoz Hernández, Y., Martínez, A., Santana, Y., Benítez, M., Aroca, R. and Ruiz-Lozano, J., 2015. Mycorrhizae arbuscular symbiosis in rice plants (Oryza sativa L.) under water stress. Part II: Biochemical response. Cultivos Tropicales, 36:88-95.

Sheng, M., Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F. and Huang, Y., 2008. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza, 18:287-296.

Song, H., 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanisms. Electronic Journal of Biology, 1:44-48.

Strigul, N. S. and Kravchenko, L. V., 2006. Mathematical modeling of PGPR inoculation into the rhizosphere. Environmental Modelling & Software, 21:1158-1171.

Tohidi, H., 2015. The study of humic acid foliar application on physiological and biochemical changes in wheat under irrigation withholding at different growth stages. International Journal of Natural Sciences, 5:1-7.

Wright, D., Scholes, J. and Read, D., 1998. Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of Trifolium repens L. Plant, Cell & Environment, 21:209-216.

Zaady, E., Perevolotsky, A. and Okon, Y., 1993. Promotion of plant growth by inoculum with aggregated and single cell suspensions of Azospirillum brasilense Cd. Soil Biology and Biochemistry, 25:819-823.

The effects of mycorrhiza symbiosis in increased tolerance to drought stress in Wheat (*Triticum aestivum*)

Mohammad Armin[1*], Mohammad Reza Shrifinia[2], Ebrahim Mortazavi[2]

Abstract

To evaluate the effects of mycorrhiza symbiosis in increased tolerance to drought stress in Wheat (*Triticum aestivum*) an outdoor greenhouse experiment was conducted at Islamic Azad university, Sabzevar Branch in 2012-2013. Experiment was conducted as factorial arrangement in a randomized complete block design with three replications. Factors were: mycorrhiza fungi type (*Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* and non-inoculated) and drought stress as water withholding at different wheat growth stages (full irrigation, water withholding at stem elongation, water withholding at flowering and water withholding in seed filing stage). The result showed that yield components such as plant height, fertile tiller number and spike number were not affected by mycorrhiza fungi symbiosis and there was no significant difference between mycorrhiza fungi symbiosis and control. The highest biological and economic yield was observed in *G. mosseae* symbiosis that had not significant difference with *G. intradicese*. Water withholding at seed filling had the most negative effect on 1000 seeds weight, biological and economic yield, Water withholding at flowering stage had the mainly negative effect on seed per spike and water withholding at stem elongation had the highest negative effect on tiller per plant. Overall, mycorrhiza symbiosis decreased drought stress affect on wheat yield and G. mosseae was better than G. intradicese.

Keywords: Drought stress, Mycorrhiza, Symbiosis, Wheat.

[1] **Young Researchers and Elite club**, Sabzevar Branch, **Islamic Azad University**, Sabzevar, Iran.

[2] M. Sc. student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran