تاثیر یونیکونازول و کودهای بیولوژیک بر عملکرد، شاخص‌های فلورسانس کلروفیل و برخی صفات فیزیولوژیک گندم تحت شرایط شوری خاک

فاطمه آقائی، رئوف سیدشریفی* و حامد نریمانی

ایران، اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تاثیر یونیکونازول و کودهای بیولوژیک بر عملکرد، شاخص‌های فلورسانس کلروفیل و برخی صفات فیزیولوژیک گندم تحت شرایط شوری خاک، آزمایش بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در گلخانه پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. تیمارها شامل شوری خاک در چهار سطح (عدم اعمال شوری به‌عنوان شاهد یا شوری ۱/۷۲ دسی‌زیمنس بر متر و اعمال شوری‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار در خاک به ترتیب معادل ۳/۶۸، ۷/۳۷ و ۱۱/۰۶ دسی‌زیمنس بر متر) و کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی در هفت سطح (قارچ میکوریز، یونیکونازول، باکتری سودوموناس، میکوریز با سودوموناس، میکوریز با یونیکونازول، کاربرد میکوریز با یونیکونازول و سودوموناس و شاهد) بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد توأم میکوریز با سودوموناس و یونیکونازول در شرایط عدم اعمال شوری، فلورسانس بیشینه (۸۲/۱۷ ٪)، فلورسانس متغیر (۲۸۷/۵ ٪)، عملکرد کوانتومی (۶۵/۴۱ ٪)، شاخص کلروفیل (۱۰۶/۲۳ ٪)، میزان نیتروژن برگ (۷۶/۶۶ ٪) و محتوای آب نسبی برگ پرچم (۱۰۱/۷۶ ٪) را در مقایسه با شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک و عدم کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی افزایش داد. بیشترین هدایت الکتریکی و فلورسانس حداقل (F_0) در بالاترین سطح شوری بدست آمد. همچنین کاربرد توام میکوریز با سودوموناس و یونیکونازول در شرایط عدم اعمال شوری عملکرد تک بوته نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول و در بالاترین سطح از شوری خاک حدود ۱۰۸/۸۴ درصد افزایش داد. براساس نتایج این بررسی، به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول می‌تواند در بهبود عملکرد گندم در شرایط شوری خاک پیشنهاد شود.

واژه‌های کلیدی: سودوموناس، شاخص کلروفیل، هدایت الکتریکی، میکوریز.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۳۵۵۶۵۸۵، پست الکترونیکی: raouf_ssharifi@yahoo.com

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک است. این تنش از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تاثیر می‌گذارد و شدت خسارت وارده بسته به طول مدت تنش و مرحله رشدی گیاه متفاوت است (۴۷). شوری با تولید گونه‌های فعال اکسیژن موجب افزایش نشت الکترولیت از غشاهای سلولی شده (۵۰) و با آسیب به غشاء سلولی، نفوذپذیری و نشت الکترولیت‌ها به درون پروتوپلاسم را افزایش داده و در نهایت موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (۱۸).

یکی دیگر از اثرات شوری در گیاه کاهش فعالیت فتوسنتزی در آن است که موجب کاهش مقدار کلروفیل، کاهش جذب CO_2 و ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌گردد (۱۹). کاهش شدت فتوسنتز بواسطه شوری به عوامل

متعددی مانند دهیدراسیون غشاء سلول و در نتیجه کاهش جذب CO_2 به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها، تسریع در فرآیند پیری، اختلال در انتقال الکترون فتوسنتزی، کاهش هدایت روزنه‌ای و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن است که موجب آسیب اکسیداسیونی به فتوسیستم‌ها می‌گردد (۳۸). سطوح بالای شوری با تحت تاثیر قرار دادن و کاهش انتقال انرژی از رنگیزه‌ها به مراکز واکنشی فتوسیستم II منجر به افزایش میزان فلورسانس کلروفیلی می‌گردد. از این رو امروزه از این شاخص برای ارزیابی اثر تنش‌ها روی فتوسیستم II استفاده می‌گردد (۱۰).

امروزه یکی از راه کارهای مناسب برای تعدیل یا کاهش اثرات شوری، افزایش رشد و کارایی جذب آب و مواد غذایی در گیاه (۳۹) استفاده از کودهای زیستی است. سونگ (۲۰۰۵) اظهار داشت که کاربرد میکوریزا در محیط اطراف ریشه گیاه با توسعه سیستم ریشه‌ای موجب بهبود جذب آب و عناصر غذایی می‌گردد (۴۹). خیری‌زاده و سیدشریفی (۲۰۱۸) دلیل افزایش عملکرد دانه تریتیکاله در کاربرد میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد را به بهبود فلورسانس کلروفیل، هدایت الکتریکی، محتوای نسبی آب و شاخص کلروفیل نسبت دادند (۳). بررسی‌های گروور و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد و نیز قارچ میکوریزا می‌توانند به رشد بهتر گیاه به خصوص تحت شرایط تنش کمک کنند (۲۳). گری و موکرجی (۲۰۰۴) اظهار داشتند که هیف‌های قارچ در زیر نواحی تهی اطراف ریشه گسترش یافته و با جذب آب و مواد غذایی در محدوده وسیعی از سطح ریشه، موجب کاهش اثرات ناشی از تنش شوری می‌شوند (۲۲). میشرا و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که در شرایط تنش شوری، باکتری‌های محرک رشد می‌توانند بوسیله‌ی مکانیسم‌های مختلفی مانند سنتز فیتوهورمون‌ها (اکسین، سیتوکنین، جیبرلین)، محلول کردن موادی مانند فسفر، تولید سیدروفورها، جذب عناصر و تثبیت نیتروژن، تاثیر مثبتی بر تحمل گیاه به شرایط تنش، بهبود عملکرد و رشد گیاه داشته باشند (۳۵). طهماسبی شامنصوری و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که کاربرد قارچ تحت شرایط تنش شوری موجب افزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت گندم شد (۶).

یونیکونازول یکی دیگر از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است که از طریق افزایش محتوای کلروفیل و اسمولیت‌های سازگار (پرولین و قندهای محلول) موجب بهبود فتوسنتز، عملکرد و افزایش مقاومت به تنش آبی می‌شود (۵۳). نتایج یک بررسی نشان داد کاربرد یونیکونازول در کلزا به‌واسطه‌ی تغییر در سطح هورمون آبسیزیک اسید و جیبرلین، منجر به تأخیر در پیری برگ و بهبود فتوسنتز جاری شد (۵۵). بررسی‌های محمد و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که محلول‌پاشی یونیکونازول در جو تحت تنش شوری با افزایش سنتز اسمولیت‌های سازگار مانند پرولین و قندهای محلول موجب بهبود عملکرد دانه جو شد (۳۷). بختا (۲۰۰۹)گزارش نمود که در شرایط تنش، محلول‌پاشی یونیکونازول در ماشک به دلیل تسریع در جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشدی، موجب بهبود عملکرد کمی و کیفی می‌گردد (۱۲). دوان و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر یونیکونازول بر خسارت‌های فیزیولوژیکی ایجادشده به وسیله‌ی کمبود آب در طول دوره پر شدن دانه گندم اظهار داشتند که یونیکونازول به دلیل افزایش توان جذب و انتقال آب در گیاه، موجب بهبود فتوسنتز شد (۱۴).

گسترش روز افزون شوری و نقش کودهای زیستی و یونیکونازول در تعدیل یا کاهش بخشی از اثر تنش شوری از یک طرف و بررسی‌های محدود انجام شده در این راستا موجب شد تا اثر یونیکونازول و کودهای بیولوژیک بر عملکرد، شاخص‌های فلورسانس کلروفیل و برخی صفات فیزیولوژیک گندم در شرایط شوری مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روشها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های

کامل تصادفی و در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل شوری خاک در چهار سطح (عدم اعمال شوری به‌عنوان شاهد و اعمال شوری‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار در خاک به ترتیب معادل ۳/۶۸، ۷/۳۷ و ۱۱/۰۶ دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده از نمک کلرید سدیم و فاکتور دوم شامل کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی (شامل قارچ میکوریز، یونیکونازول، کاربرد سودوموناس، کاربرد میکوریز با سودوموناس، کاربرد میکوریز با یونیکونازول، کاربرد میکوریز با یونیکونازول و سودوموناس و شاهد یا عدم کاربرد کودهای زیستیو یونیکونازول) بود. از قارچ *Glomus intraradicese* که مخلوطی از اسپور، هیف و قطعات جدا شده از ریشه‌های آلوده بود و از شرکت زیست فناوران توران تهیه شده بود استفاده شد. مقدار قارچ مورد استفاده بر اساس توصیه شرکت مذکور ۲۰ گرم در هر متر مربع خاک بود. برای تلقیح بذر از باکتری *Psedumonas Putida* strain 186 که هرگرم آن 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود استفاده شد. این باکتری از موسسه خاک و آب تهران تهیه شد. از محلول صمغ عربی به نسبت ۱۵ درصد وزنی–حجمی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده شد. مقدار نمک مورد نیاز برای هر یک از سطوح شوری در خاک، با استفاده از نرم افزار Salt calc محاسبه شد. در این نرم افزار به استناد هدایت الکتریکی خاک و درصد عصاره اشباع، مقدار نمک مورد نیاز برای هر کیلوگرم خاک گلدان محاسبه شده (۲۵) و به هر گلدان در دو مرحله از دوره رشد رویشی (بعد از کاشت و مرحله ۴–۳ برگی همراه آب آبیاری) اضافه شد. برای حفظ شوری در طول دوره رشد، در زیر هر گلدان زیرگلدانی قرار داده شد تا بعد از هر سه تا چهار نوبت آبیاری، دوباره نمک‌های احتمالی وارد شده به زیرگلدانی، در آب حل شده و به داخل هر گلدان برگشت داده شود. محلول‌پاشی با یونیکونازول با غلظت ۰/۰۵ گرم در لیتر در مرحله ساقه‌روی انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی بسته به شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام شد. در این بررسی از گندم رقم زاگرس استفاده شد. این رقم دارای تیپ رشد بهاره، زودرس، با متوسط ارتفاع بوته ۸۸ سانتی‌متر، وزن هزار دانه ۳۸ گرم برخوردار است. برای رسیدن به تراکم ۳۶۰ بذر در متر مربع که تراکم مطلوب و توصیه این رقم است، ۵۰ عدد بذر در گلدان‌های به قطر ۴۲ سانتی‌متر کشت شدند. گلدان‌ها در شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد با طول دوره روشنایی ۱۶–۱۵ ساعت (با استفاده از ترکیبی از لامپ‌های معمولی و مهتابی) نگهداری شدند.

برای اندازه‌گیری پارامترهای فلورسانس کلروفیل برگ شامل F_0 (حداقل فلورسانس از برگ سازگار شده با تاریکی)، F_m (حداکثر فلورسانس در برگ سازگار شده با تاریکی)، F_v (فلورساس متغیر از برگ سازگار شده با تاریکی) و F_v/F_m (عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو در شرایط سازگار شده با تاریکی)، از ۵۰ روز پس از کاشت، هر چهار روز یک بار توسط دستگاه فلورسانس کلروفیل (Chlorophyll fluorometer; Optic Science-OS-30 USA) از هر تیمار به طور تصادفی ۶ برگ پرچم توسعه یافته (در فاصله زمانی ساعت ۱۰–۸ صبح) انتخاب و بعد از ۱۵ دقیقه تاریکی توسط کلیپس‌های مخصوص، شاخص‌های F_0، F_m، F_v/F_m و F_v تا مرحله خوشه‌دهی اندازه‌گیری شدند (۳۰). شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502 مینولتای ژاپن)، بعد از ظهور برگ پرچم به فواصل زمانی چهار روز یک بار تا مرحله خوشه‌دهی اندازه‌گیری شد.

میزان نیتروژن برگ از همان برگ‌هایی که شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده بود بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (۴۶).

رابطه ۱: $N= ۰/۰۱۷۳۳۲ + ۰/۰۰۱۶۳۲۲ \times SPAD$

برای اندازه‌گیری روند تغییرات درصد محتوای نسبی آب برگ پرچم (RWC) از زمان ظهور برگ پرچم تا مرحله

خوشه‌دهی، از هر گلدان چهار برگ پرچم توسعه یافته به طور تصادفی انتخاب و بعد از قرار دادن در فویل‌های آلومینیومی، داخل کیسه‌های پلاستیکی و روی یخ قرار داده و خیلی سریع به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از رابطه پیشنهادی کوستوپولو و همکاران (۲۰۱۰) محتوای نسبی آب برگ محاسبه شد (۳۳).

رابطه۲ : $RWC = (F_W - D_W)/(T_W - D_W) \times 100$

در این رابطه RWC محتوای نسبی آب، F_W وزن تر، T_W وزن آماس یافته و D_W وزن خشک است.

برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی برگ پرچم در همان شرایط مربوط به اندازه‌گیری درصد محتوای نسبی آب، نمونه‌های برگ پرچم در بشرهای محتوی ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار گرفته و سپس میزان هدایت الکتریکی برگ پرچم توسط دستگاه EC متر (مدل Mi 180 Bench Meter) اندازه‌گیری و برحسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری وزن دانه در تک بوته در زمان رسیدگی تعداد پنج بوته به ظاهر یکنواخت و مشابه که به‌طور تصادفی در هر گلدان مشخص، و میانگین داده‌های حاصل به‌عنوان ارزش این صفت در تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار گرفته شد. برای تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS 9.1 و Excel و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شدند.

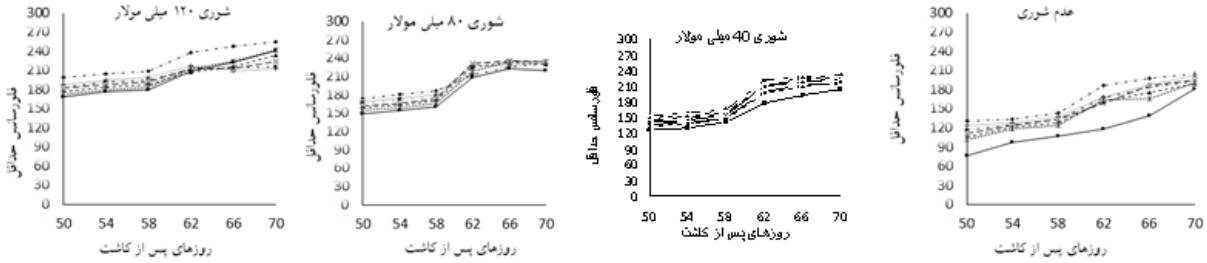
نتایج

بررسی روند تغییرات فلورسانس حداقل (F_0) در پاسخ به تنش شوری و کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در طول فصل رشد نشان داد که با گذشت زمان از روند افزایشی برخوردار بود ضمن آنکه فلورسانس حداقل (F_0) همواره در شرایط عدم اعمال شوری، کمتر از شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک بود که به‌نظر می‌رسد علت آن می‌تواند ناشی از افزایش شاخص کلروفیل (شکل ۵) به‌دلیل کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول باشد که موجب کاهش میزان فلورسانس حداقل شده است (شکل ۱). نتایج نشان داد که عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک موجب افزایش ۴۰/۵۶ درصدی فلورسانس حداقل نسبت به شرایط کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی در شرایط عدم اعمال شوری شد.

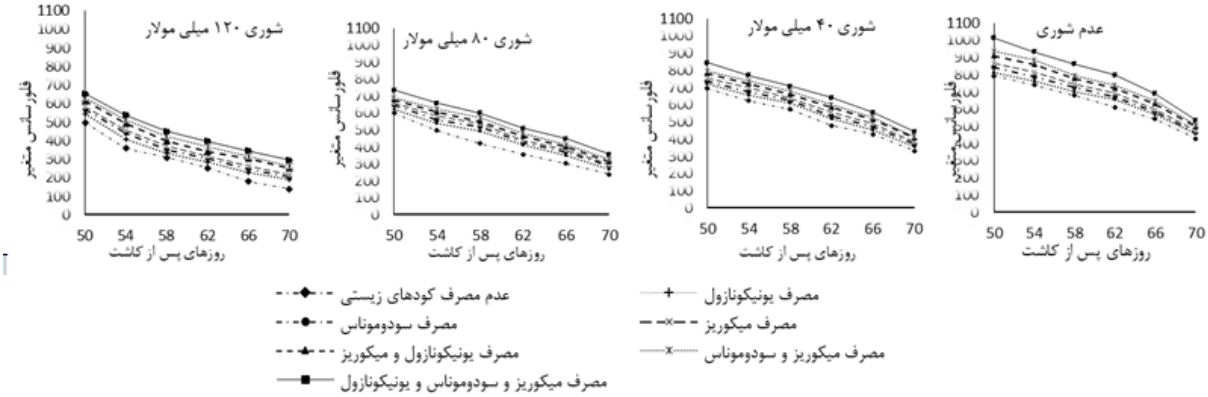
نتایج نشان داد بیش‌ترین مقدار فلورسانس متغیر در کاربرد توام میکوریز با یونیکونازول و سودوموناس تحت شرایط عدم اعمال شوری و کم‌ترین مقدار آن در عدم کاربرد کودهای زیستی تحت شرایط شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک مشاهده شد (شکل ۲). به بیانی دیگر کاربرد توام میکوریز با یونیکونازول و سودوموناس تحت شرایط عدم اعمال شوری، موجب افزایش ۲۸۷/۵ درصدی فلورسانس متغیر نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در بالاترین سطح از شوری خاک شد.

نتایج اندازه‌گیری فلورسانس حداکثر (F_m) نشان می‌دهد که در شرایط شوری کاهش قابل توجهی در فلورسانس حداکثر و در تخریب فتوشیمیایی نسبت به شرایط عدم اعمال شوری مشاهده گردید (شکل ۳). نتایج نشان داد که در مراحل نهایی نمونه‌برداری یا ۷۰ روز پس از کاشت، کاربرد توام میکوریز با یونیکونازول و سودوموناس تحت شرایط عدم اعمال شوری از افزایش ۸۲/۱۷ درصدی فلورسانس حداکثر نسبت به عدم کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی در شرایط شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک برخوردار بود.

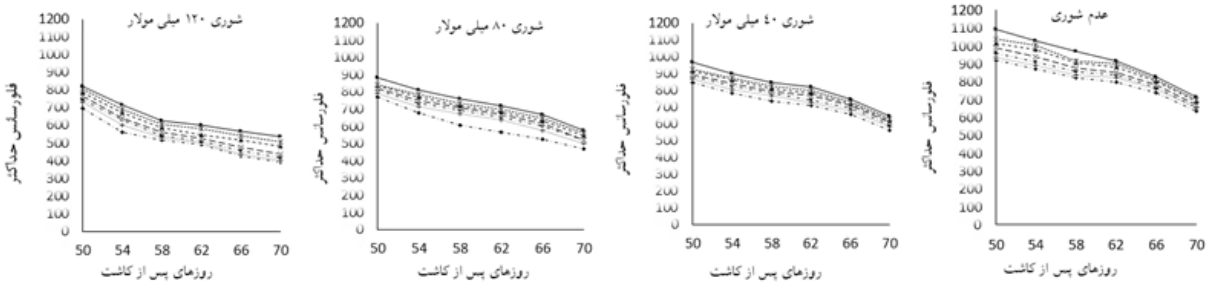
مقایسه میانگین‌ها نشان داد ۷۰ روز پس از کاشت کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در شرایط عدم شوری موجب افزایش ۶۵/۴۱ درصدی عملکرد کوانتومی برگ پرچم نسبت به عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول تحت شرایط شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک شد (شکل ۴).



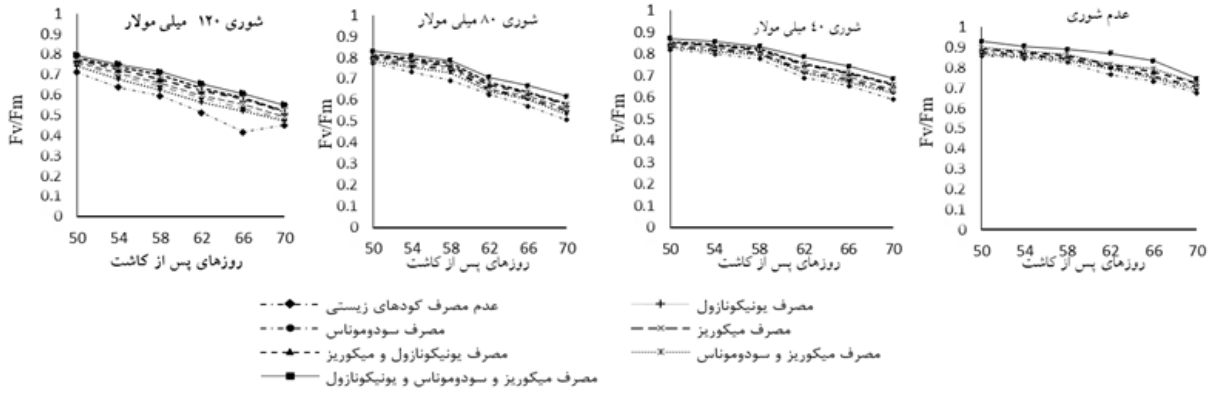
شکل ۱- تاثیر شوری، یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند تغییرات فلورسانس حداقل (F_0) برگ پرچم



شکل ۲- تاثیر شوری، یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند تغییرات فلورسانس متغییر برگ پرچم گندم



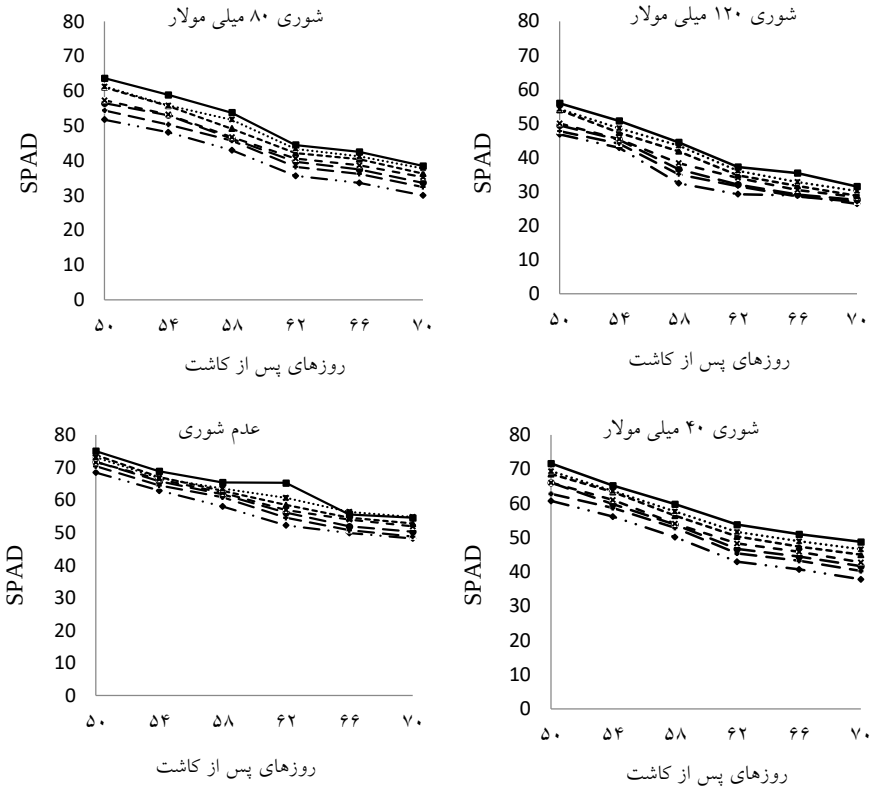
شکل ۳-تاثیر شوری، یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند تغییرات فلورسانس حداکثر (Fm) برگ پرچم گندم



شکل ۴-تاثیر شوری، یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند تغییرات عملکردکوانتومی (F_v/F_m) برگ پرچم گندم

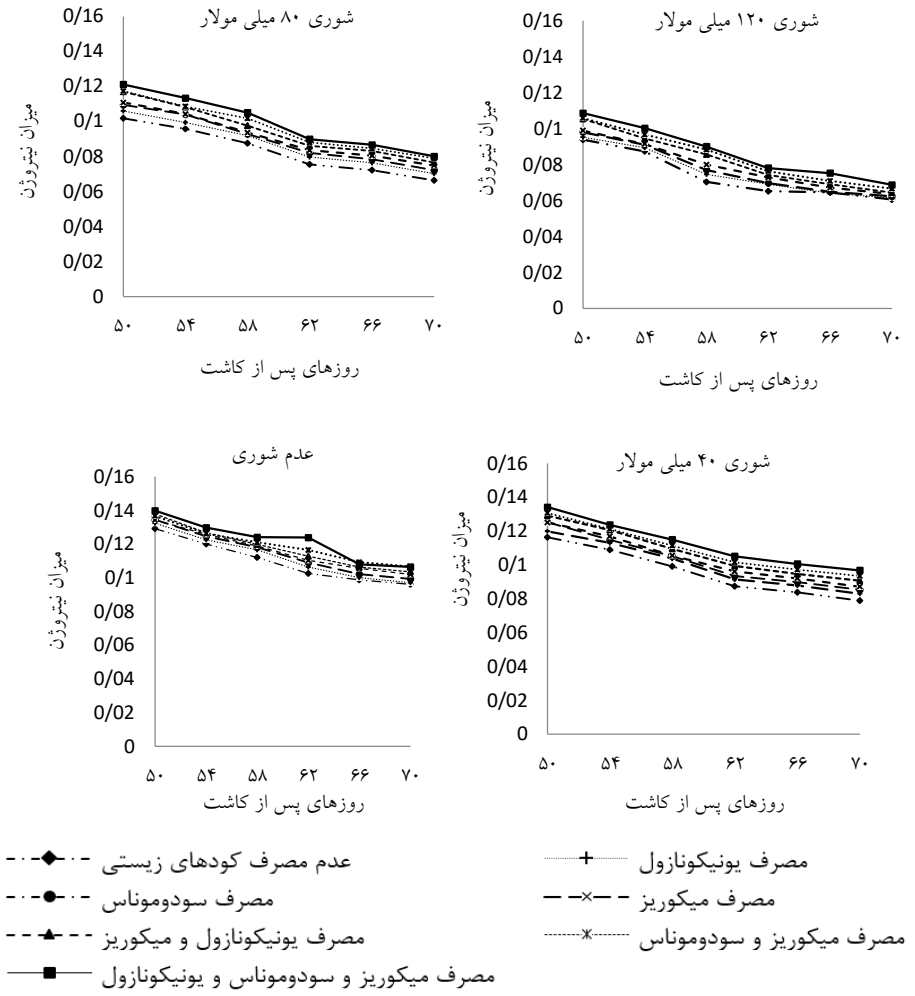
در این بررسی نیز به‌نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول با افزایش شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب (شکل‌های ۵ و ۸) موجب افزایش فلورسانس حداکثر و عملکرد کوانتومی شد.

بررسی روند تغییرات شاخص کلروفیل برگ پرچم در تیمارهای مورد بررسی نشان می‌دهد که این تغییرات در تمامی تیمارها روند نزولی نسبتا مشابهی داشت، به‌طوری که شاخص کلروفیل در مراحل اول نمونه‌برداری بالا بوده و با گذشت زمان روند نزولی داشت (شکل ۵) البته در اثر کاربرد یونیکونازول، میکوریز و سودوموناس، روند تغییرات شاخص کلروفیل نوسان کمتری نشان داد به‌طوری که در تمامی تیمارهای مورد آزمایش در مراحل نهایی نمونه‌برداری یا ۷۰ روز پس از کاشت، کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در شرایط عدم شوری موجب افزایش ۱۰۶/۲۳ درصدی شاخص کلروفیل برگ پرچم نسبت به عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول تحت شرایط شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک شد (شکل ۵).



شکل ۵- تاثیر کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند تغییرات شاخص کلروفیل (SPAD) برگ پرچم در شرایط شوری خاک

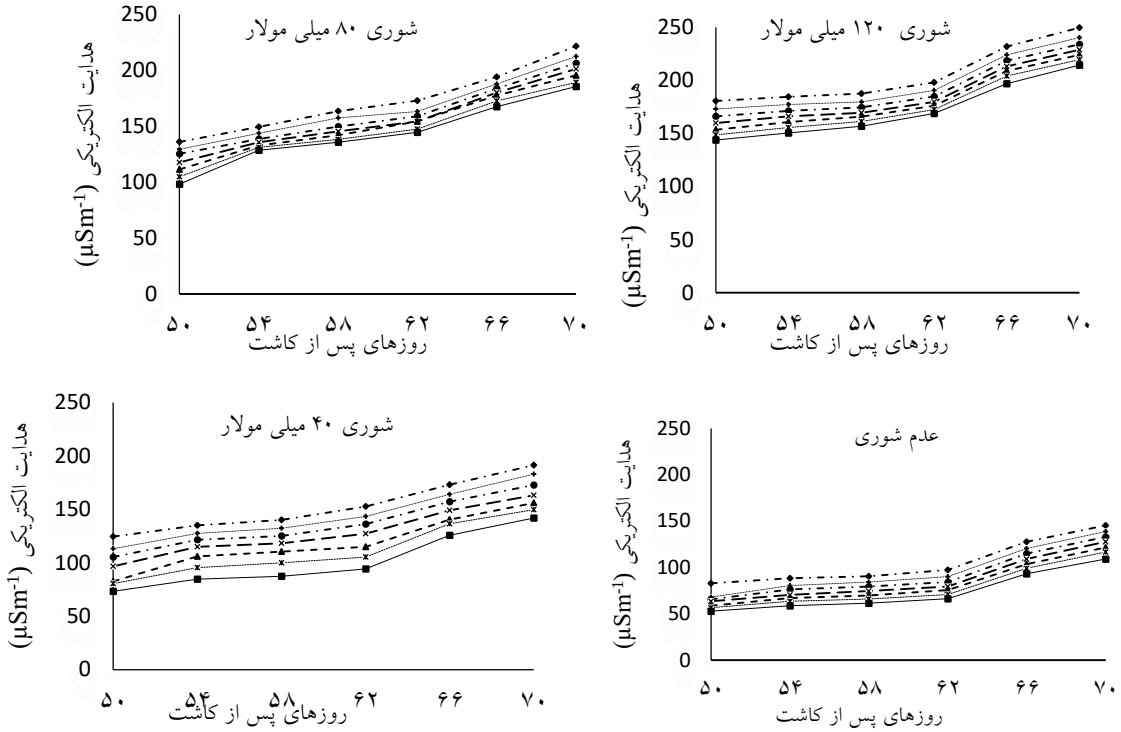
بررسی روند تغییرات محتوای نیتروژن برگ پرچم در شرایط شوری (شکل ۶) نشان می‌دهد که این تغییرات در تمامی تیمارها روند نزولی نسبتا مشابهی داشت، به‌طوریکه میزان نیتروژن در مراحل اول نمونه‌برداری بالا بوده و سپس تا انتهای فصل رشد به‌دلیل نزدیک شدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، هم‌چنین با کاهش میزان کلروفیل برگ و پیر شدن برگ‌ها روند نزولی داشت. به‌طوری‌که در تمامی تیمارهای مورد آزمایش در ۷۰ روز پس از کاشت، کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در شرایط عدم شوری موجب افزایش ۷۶/۶۶ درصدی میزان نیتروژن برگ پرچم نسبت به عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول تحت شرایط شوری ۱۲۰ میلی مولار خاک شد (شکل ۶).



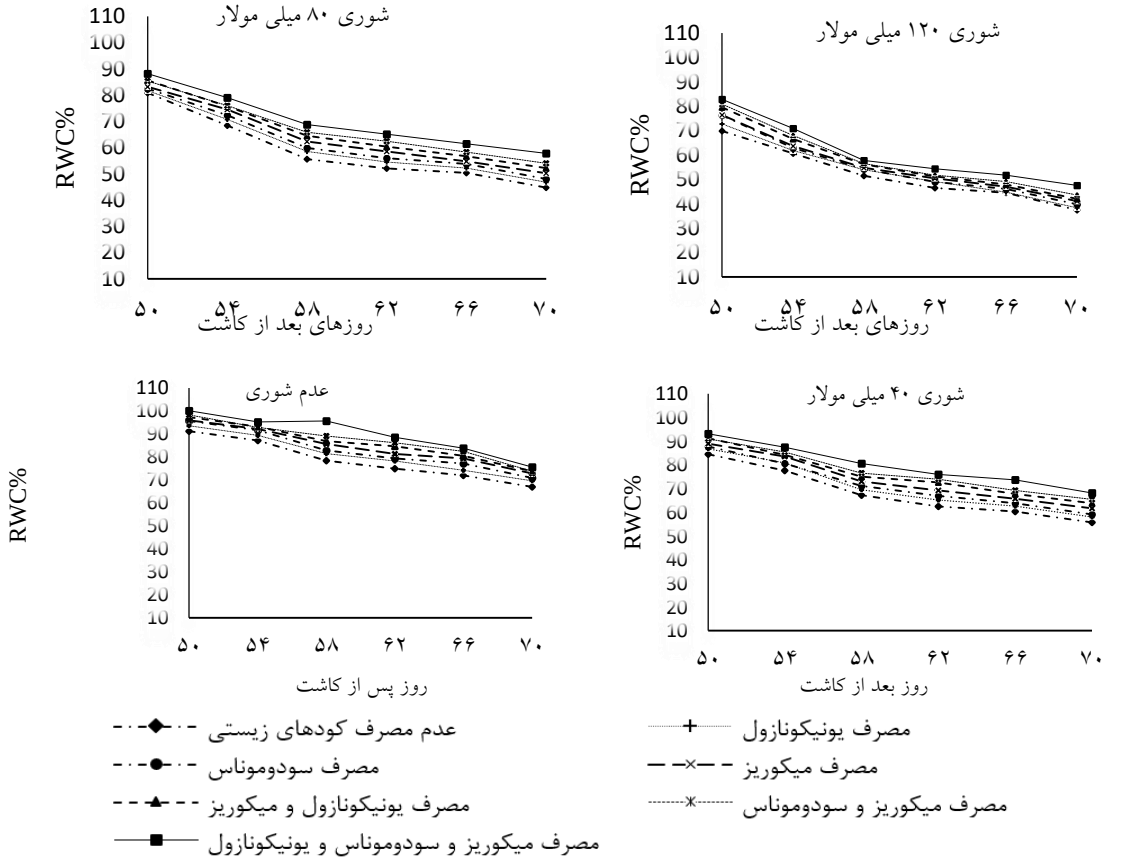
شکل ۶-تاثیر کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند تغییرات نیتروژن برگ پرچم درشرایط شوری خاک

بررسی روند تغییرات هدایت الکتریکی در پاسخ به شوری در طول فصل رشد نشان داد که هدایت الکتریکی برگ پرچم در اثر کاربرد یونیکونازول، میکوریز و باکتری‌های محرک رشد نسبت به شاهد از روند کاهشی برخوردار بود (شکل ۷). به‌طوری که در مراحل نهایی نمونه‌برداری یا ۷۰ روز پس از کاشت، عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در شرایط ۱۲۰ میلی‌مولار خاک موجب افزایش ۱۲۹/۲۱ درصدی هدایت الکتریکی نسبت به شرایط کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی در شرایط عدم اعمال شوری شد (شکل ۷).

تاثیر سطوح مختلف شوری بر روند تغییرات محتوای نسبی آب برگ پرچم در طول فصل رشد از الگوی نسبتا یکسانی برای تمامی تیمارها تبعیت کرد. با افزایش سطح شوری محتوای نسبی آب نسبت به عدم اعمال شوری کاهش بیشتری را نشان داد (شکل ۸). در ۷۰ روز پس از کاشت، بیش‌ترین محتوای نسبی آب برگ پرچم در کاربرد توام میکوریز با یونیکونازول و سودوموناس تحت شرایط عدم اعمال شوری و کم‌ترین آن در عدم کاربرد کودهای زیستی تحت شرایط شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک به‌دست آمد (شکل ۸). به بیانی دیگر این ترکیب تیماری از افزایش ۱۰۱/۷۶ درصدی محتوای نسبی آب برگ پرچم نسبت به عدم کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی در شرایط ۱۲۰ میلی‌مولار خاک برخوردار بود.



شکل ۷-تاثیر کاربرد یونیکونازول وکودهای زیستی بر روند تغییرات هدایت الکتریکی (EC) برگ پرچم در شرایط شوری خاک



شکل ۸- تاثیر کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند تغییرات محتوای نسبی آب (RWC) برگ پرچم در شرایط شوری خاک

نتایج نشان داد که کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در شرایط عدم اعمال شوری، عملکرد تک بوته را نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول و در بالاترین سطح از شوری خاک حدود ۱۰۸/۸۴ درصد افزایش داد (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین تاثیر شوری، یونیکونازول و کودهای زیستی بر عملکرد تک بوته گندم

ترکیب تیماری	عملکرد تک بوته (گرم در بوته)
$s_1 \times a_1$	۱/۴۸۵^{d}
$s_1 \times a_2$	۱/۴۹۲^{d}
$s_1 \times a_3$	۱/۵۰۷^{cd}
$s_1 \times a_4$	۱/۵۱۸^{bc}
$s_1 \times a_5$	۱/۵۳۳^{b}
$s_1 \times a_6$	۱/۵۳۳^{b}
$s_1 \times a_7$	۱/۶۰۶^{a}
$s_2 \times a_1$	۱/۱۳۴^{i}
$s_2 \times a_2$	۱/۱۴۱^{hi}
$s_2 \times a_3$	۱/۱۵۰^{hi}
$s_2 \times a_4$	۱/۱۶۱^{gh}
$s_2 \times a_5$	۱/۱۷۶^{fg}
$s_2 \times a_6$	۱/۲۰۲^{ef}
$s_2 \times a_7$	۱/۲۲۰^{e}
$s_3 \times a_1$	۰/۹۲۵^{m}
$s_3 \times a_2$	۰/۹۳۳^{lm}
$s_3 \times a_3$	۰/۹۴۵^{klm}
$s_3 \times a_4$	۰/۹۵۱^{kl}
$s_3 \times a_5$	۰/۹۵۸^{jk}
$s_3 \times a_6$	۰/۹۶۵^{jk}
$s_3 \times a_7$	۰/۹۷۶^{j}
$s_4 \times a_1$	۰/۷۶۹^{p}
$s_4 \times a_2$	۰/۷۷۱^{p}
$s_4 \times a_3$	۰/۷۷۵^{p}
$s_4 \times a_4$	۰/۷۸۳^{op}
$s_4 \times a_5$	۰/۸۰۱^{no}
$s_4 \times a_6$	۰/۸۰۷^{n}
$s_4 \times a_7$	۰/۸۲۰^{n}
LSD	۰/۰۲۳۶

s_1، s_2، s_3 و s_4 به ترتیب عدم شوری، شوری ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ میلی‌مولار خاک.

a_1، a_2، a_3، a_4، a_5، a_6 و a_7 به ترتیب عدم مصرف کودهای زیستی، مصرف یونیکونازول، مصرف سودوموناس، مصرف میکوریز، مصرف یونیکونازول و میکوریز، مصرف میکوریز و سودوموناس و مصرف میکوریز و سودوموناس و یونیکونازول.

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD هم ندارند.

بحث و نتیجه گیری

استفاده از کودهای زیستی و یونیکونازول در تمامی صفات مورد بررسی در شرایط اعمال و عدم اعمال شوری منجر به بهبود عملکرد کوانتومی، شاخص کلروفیل، افزایش نیتروژن برگ پرچم، کاهش هدایت الکتریکی و افزایش عملکرد و محتوای نسبی آب برگ پرچم شد. به بیانی دیگر کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی به دلیل استفاده مناسب‌تر از رطوبت خاک قادر بود با بهبود شاخص های فلورسانس کلروفیل عملکرد کوانتومی و شاخص کلروفیل شرایط فتوسنتزی بهتری را ایجاد کرده و مانع از افزایش بیش از حد فلورسانس حداقل شود (۴۳). خیری‌زاده و سیدشریفی (۲۰۱۸) اظهار داشتند کاربرد توام میکوریز و باکتری‌های محرک رشد به‌دلیل افزایش توسعه سیستم ریشه‌ای و دسترسی بهتر گیاه به آب و عناصر غذایی، موجب افزایش هدایت روزنه‌ای و در نهایت منجر به کاهش فلورسانس حداقل در شرایط تنش شد (۳). اصولا مقدار فلورسانس کلروفیل در زمانی که پذیرنده الکترون (کوینون) در حالت احیا باشد زیاد است و به این علت مقدار F_v نیز در این حالت زیاد می‌شود، ولی زمانی که کوینون در حالت اکسیداسیون است مقدار فلورسانس کلروفیل a کم می‌شود، در این حالت میزان F_v کاهش می‌یابد (۴۲). به‌طور کلی فلورسانس متغیر به تغییرات فراساختاری حساس بوده و تنش‌های محیطی میزان فلورسانس متغیر را به علت ممانعت از فتواکسیداسیون فتوسیستم II کاهش می‌دهد (۴۳).

کارایی افت غیر شیمیایی فلورسانس نیز به عوامل بیرونی و درونی زیادی وابسته بوده و در تغییر F_m با فلورسانس حداکثر منعکس می‌گردد (۳۴). افت F_m ممکن است با کاهش فعالیت کمپلکس آنزیم تجزیه کننده آب و همچنین چرخه انتقال الکترون در درون یا اطراف فتوسیستم II مرتبط باشد (۱۳). در بررسی خیری‌زاده و سیدشریفی (۲۰۱۸) کاربرد توام میکوریز و باکتری‌های محرک رشد با افزایش محتوای نسبی آب و هدایت روزنه‌ای و بهبود شاخص کلروفیل موجب افزایش فلورسانس حداکثر تریتیکاله در شرایط تنش شد (۳). پرکاش و راماچندران (۲۰۰۵) اظهار داشتند افزایش دسترسی به آب در دستگاه فتوسنتزی موجب جریان بهتر الکترون از فتوسیستم II به فتوسیستم I می‌گردد (۴۳). گلی و فلتچر(۱۹۹۷) گزارش کردند کاربرد یونیکونازول در شرایط تنش با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو موجب بهبود عملکرد کوانتومی فتوسیستم II می‌شود (۲۰).

محمدی چراغ آبادی و همکاران (۲۰۱۵) کاهش عملکرد کوانتومی فتوسیستم II تحت شرایط تنش شوری را به کاهش سرعت انتقال الکترون در زنجیره انتقال الکترون کلروپلاستی و کاهش پذیرنده‌های الکترون نسبت دادند که موجب افزایش احتمال تولید رادیکال‌های واکنش‌پذیر شود (۷). سیار و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند قارچ‌های میکوریزا نقش مهمی را در بهبود عملکرد کوانتومی فتوسیستم II به‌واسطه بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه به‌ویژه فسفر که عنصر مهمی برای بهبود فتوسنتز است، ایفا می‌کنند (۴۵). کاربرد یونیکونازول نیز در شرایط تنش موجب افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و افزایش عملکرد کوانتومی فتوسیستم II می‌شود (۲۰).

تنش شوری با افزایش فعالیت آنزیم تجزیه کننده کلروفیل (کلروفیلاز)، القای تخریب ساختار کلروپلاست و عدم تعادل کمپلکس‌های پروتئین-رنگیزه میزان کلروفیل را کاهش می‌دهد (۴۱). از آنجایی که قارچ‌های میکوریزا به جذب منیزیم در گیاه کمک می‌کنند، می‌توانند سنتز کلروفیل را افزایش دهند (۲۱). اثر مفید تلقیح باکتری بر افزایش شاخص کلروفیل را می‌توان به در دسترس بودن بالاتر نیتروژن به‌واسطه تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های محرک رشد نسبت داد. افزایش سطوح اتیلن توسط تنش شوری و خشکی می‌تواند منجر به پیری برگ گردد، ولی در حضور باکتری‌های محرک رشد حاوی ACC دی آمیناز، ساخت اتیلن به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و همین امر موجب می‌شود تجزیه کلروفیل کاهش یابد (۵). یونیکونازول نیز با به تاخیر انداختن پیری برگ‌ها (۲۶)، دفع گونه‌های فعال اکسیژن از طریق افزایش فعالیت آنتی-اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی، افزایش اسمولیت‌های سازگار و پروتئین برگ، موجب افزایش کلروفیل می‌شود (۱۶). خیری‌زاده و سیدشریفی (۲۰۱۸) گزارش کردند کاربرد میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد با بهبود محتوای نسبی آب، موجب افزایش شاخص کلروفیل برگ تریتیکاله شد (۳).

سوتیروپولوس و همکاران (۲۰۰۶) کاهش تجمع نیتروژن در گیاهان تحت تنش‌های محیطی را به کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب به دلیل کاهش جذب آب توسط گیاه نسبت دادند (۴۸). در رابطه با تأثیر تیمارهای باکتریایی و قارچی می‌توان بیان نمود که جذب عناصر غذایی توسط گیاه تابع دو عامل رشد و توسعه ریشه و فراهمی عناصر غذایی در خاک می‌باشد (۱). فلورس و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که باکتری‌های ریزوسفری، میزان هورمون سیتوکینین گیاه میزبان را افزایش می‌دهند (۱۷) و این هورمون با افزایش سرعت انتقال نیترات از ریشه به شاخساره گیاه می‌تواند تجمع نیتروژن در برگ‌ها را افزایش دهد. باگو و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که قارچ‌های میکوریزی تأثیر عمیقی بر فیزیولوژی ریشه گیاه گذاشته و موجب فعال ساختن گلوتأمین سنتتاز، آرژیناز و اوره‌آز شده و از این طریق غلظت نیتروژن را در گیاهان میزبان

افزایش می‌دهند (۱۱). آرژیناز و اوره‌آز از آنزیم‌های کلیدی در انتقال نیتروژن از میسلیوم به داخل ریشه گیاه میزبان طی فرایند همزیستی می‌باشند. نیتروژن توسط میسلیوم‌های خارجی به فرم نیترات یا آمونیوم جذب و به‌وسیله گلوتامین سنتتاز به ترکیبات آلی تبدیل می‌شود (۱۱). همچنین به‌نظر می‌رسد علت افزایش نیتروژن تحت شرایط محلول‌پاشی با یونیکونازول به‌دلیل تاثیر مستقیم این تنظیم-کننده رشد بر افزایش طولی و قطری ریشه و در نتیجه افزایش جذب نیتروژن باشد (۵۲).

دلیل افزایش هدایت الکتریکی در شرایط تنش، می‌تواند ناشی از تولید گونه‌های فعال اکسیژن و القای تنش اکسیداتیو باشد. گونه‌های فعال اکسیژن منجر به پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و تغییر در نفوذپذیری غشا (نشت یونی) و خسارت به سلول می‌گردند که در نتیجه‌ی آن غشای سلولی پاره شده و موجب افزایش نشت یونی به بیرون از سلول می‌شود (۳۶). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی یونیکونازول با دفع گونه‌های فعال اکسیژن از طریق افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی (۱۶) موجب کاهش هدایت الکتریکی برگ شده است. نقاش‌زاده (۲۰۱۴) بیان داشت کاربرد قارچ میکوریزا با افزایش جذب مواد غذایی، توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود وضعیت آبی گیاهان موجب ثبات غشای سلولی در گیاه ذرت شد (۴۰). زو و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که در شرایط تنش، نشتی غشا در گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزا به‌دلیل کم کردن تنش اکسیداتیو کمتر از عدم کاربرد میکوریزا بود (۵۴). کاربرد کودهای زیستی با افزایش جذب مواد معدنی و افزایش تولید آنتی‌اکسیدان‌ها موجب افزایش پایداری غشاء سلولی می‌شود (۱۵).

با افزایش شوری محتوای نسبی آب برگ پرچم کاهش یافت. علت کاهش محتوای نسبی آب، کاهش جذب آب یا محدودیت در توانایی جذب آن به علت وجود شوری در محیط است که موجب به هم خوردن تعادل آبی گیاه می-شود (۲). میکوریزا احتمالاً از طریق تغییر در مورفولوژی ریشه و طویل کردن سیستم ریشه گیاه میزبان و افزایش سطح جذب از طریق ریسه‌های قارچ، موجب افزایش جذب آب و بهبود روابط آبی گیاه میزبان می‌شود (۹). گو و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که ریشه‌های کلونیزه شده به قارچ میکوریزا می‌توانند در حجم وسیعی از خاک پراکنده شوند و این قارچ‌ها به کمک هیف‌های خود موجب جذب آب و مواد غذایی از خاک می‌شوند (۲۴). بنابراین وضعیت آبی مناسب گیاه در حالت میکوریزا می-تواند در نتیجه‌ی فعالیت ریشه‌های کلونیزه شده با میکوریزا باشد. باکتری‌ها از طریق توسعه سیستم ریشه‌ای (به‌واسطه تولید IAA و ACC- دآمیناز) با تشکیل ریشه‌های طویل‌تر، موجب جذب بهتر آب از اعماق خاک شده و کارایی استفاده از آب را تحت شرایط تنش افزایش می‌دهند (۸). به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی یونیکونازول با دفع گونه‌های فعال اکسیژن از طریق افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی، افزایش اسمولیت‌های سازگار و پروتئین برگ (۱۶)، و جلوگیری از تخریب غشاء و کاهش هدایت الکتریکی برگ (جدول ۶) موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ شده است.

روئستی و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند کودهای زیستی از طریق ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن-ها، 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 (۴۴). رایت و همکاران (۱۹۹۸) اظهار داشتند که کربن اضافی تثبیت شده توسط گیاهان برخوردار از میکوریزا به قارچ‌های میکوریزا تخصیص می‌یابد و این قارچ‌ها با ایفای نقش مخزن اضافی برای آسیمیلات‌ها، موجب تحریک فتوسنتز گیاه میزبان شده و از این طریق به بهبود عملکرد کمک می‌کنند (۵۱). کیا و همکاران (۲۰۰۲) بهبود عملکرد و اجزای عملکرد را به‌واسطه تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به نقش موثر این باکتری‌ها در

تثبیت نیتروژن و رهاسازی آن در مراحل حساس رشدی نظیر ساقه‌دهی و خوشه‌دهی نسبت دادند (۲۷). خیری‌زاده-آروق و همکاران (۲۰۱۸) اظهار داشتند کاربرد میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد با بهبود فلورسانس کلروفیل، هدایت الکتریکی، محتوای نسبی آب و شاخص کلروفیل موجب افزایش عملکرد دانه تریتیکاله در شرایط شوری خاک شد (۴).

نتایج نشان داد کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول تحت شرایط تنش شوری با افزایش فلورسانس حداکثر، فلورسانس متغیر، شاخص کلروفیل، شاخص نیتروژن، محتوای نسبی آب و بهبود شرایط فتوسنتزی گیاه موجب افزایش عملکرد دانه شد. همچنین عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک، هدایت الکتریکی و فلورسانس حداقل برگ پرچم را نسبت به شرایط کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول تحت شرایط عدم شوری افزایش داد.

سپاسگزاری

این تحقیق بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول مقاله می‌باشد که نویسندگان وظیفه خود می‌دانند مراتب سپاس و تشکر خود را از همکاران ارجمند در بخش‌های مختلف دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اعلام دارند.

منابع

۱- احتشامی، م.، پورابراهیمی، م. و ک. خاوازی، ک. ۱۳۹۲. تاثیر باکتری *Pseudomonas fluorescens* strain 103 به همراه کود فسفر بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد زیستی در دو رقم جو در شرایط گلخانه. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۴(۱۶): ۱۵-۲۶.

۲- حسین زاده ثابتی، ا.، سادات نوری، س.ا.، خوش خلق سیما، ن.ا.، رامشینی، ح.ع.، انصاری، م.ع. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر اشعه لیزر بر صفات مرتبط با تحمل شوری در مرحله گیاهچه‌های برنج (*Oryza sativa* L.). تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۵(۲): ۱۶۱-۱۷۹.

۳- خیری‌زاده آروق، ی. و سیدشریفی، ر. ۱۳۹۷. تاثیر کاربرد کودهای زیستی و روی بر عملکرد، روند تغییرات عملکرد کوانتومی، هدایت روزنه‌ای و برخی صفات فیزیولوژیک ترتیکاله (*Triticosecale*) در شرایط قطع آبیاری. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۷(۲۶): ۷۴-۵۷.

۴- خیری‌زاده آروق، ی.، سیدشریفی، ر. و خلیل‌زاده، ر. ۱۳۹۷. کاهش اثرات تنش شوری در تریتیکاله (*Triticosecale*) با کاربرد کودهای زیستی و روی. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست-شناسی ایران). ۳۱(۴): ۸۲۱-۸۰۱.

۵- سیدشریفی، ر. و خاوازی، ک. ۱۳۹۱. تأثیر پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد بر فیلوکرون و سرعت ظهور برگ ذرت (*Zea maize* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست-شناسی ایران). ۲۵(۲): ۱۹۳-۱۸۳.

۶- طهماسبی شامنصوری، م.، عنایتی ضمیر، ن.، راهنما قهفرخی، ا. و چرم، م. ۱۳۹۶. تاثیر قارچ *Trichoderma virens* و سلسیم بر برخی ویژگی‌های گندم در شرایط شور. دانش آب و خاک. ۲۷(۴): ۱۵۹-۱۷۱.

۷- محمدی چراغ آبادی، م.، روشنفکر، ح.ا.، حسیبی، پ. و مسکرباشی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی اثر تنش شوری بر فلورسانس کلروفیل دو رقم چغندرقند (*Bata Vulgaris* L.) در کاربرد برگی سالیسیلات. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳(۲): ۳۴۹-۳۵۷.

8- Arshad, M., Shaharoona, B. and Mahmood, T. (2008) Inoculation with Pseudomonas spp. Containing ACC-Deaminase Partially Eliminates the Effects of Drought Stress on Growth, Yield and Ripening of Pea (*Pisum sativum* L.). Pedosphere 18: 611-620

9- Auge, R.M., Stodola, A.J.W., Tims, J.E. and Saxton, A.M. (2001) Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. Plant and Soil 230: 87-97

10- Azizpour, K., Shakiba, MR., Khosh Kholgh Sima, NA., Alyari, H., Moghaddam, M., Esfandiari, E. and Pessarakli, M. (2010) Physiological response of spring durum wheat genotypes to salinity. Journal of plant nutrition 33: 859-873

11- Bago, B., Pfeffer, P. and Shachar-Hill, Y. (2001) Could the urea cycle be translocating nitrogen in the arbuscular mycorrhizal symbiosis? New Phytol 149: 4-8

12- Bekhata, M. (2009). Physiological studies on the effect of uniconazole on growth and productivity of vicea faba plants grown under different levels of salinity (Ph.D dissertation), Botany Department, Faculty of Science, Cairo University, Cairo.

13- Chaves, M., Flaxes, J. and Pinheiro, C. (2009) Photosynthesis under drought and salt stress regulation mechanism from whole plant to cell. Annals of Botany 103: 551-556

14- Duan L., Guan, C., Li, J., Eneji, A.E., Li, Z. and Zhai,Z.(2008). Compensative effects of chemical regulation with uniconazole on physiological damages caused by water deficiency during the grain filling stage of wheat. Agronomy and Crop Science 194: 9-14

15- Evelin, H.,Giri, B. and Kapoor, R. (2012) Contribution of Glomus intraradices inoculation to nutrient acquisition and mitigat ion of ionic imbalance in NaCl-stressed Trigonella foenum-graecum. Mycorrhiza 22:203–217

16- Fletcher, R.A. and Arnold, V. (1986) Stimulation of cytokinins and chlorophyll synthesis in cucumber, Physiological Plant 66: 197-201

17- Flores, E., Frias, J.M. and Herrero, A. (2005) Photosynthetic nitrate assimilation in cyanobacteria. Photosynth. Res 83: 117-133

18- Francois, B.B. (2007) Effect of salinity on germination and seedling growth of canola. Phd Thesis. Agricultural Science at University of Stellenbosch pp73

19- Francis, G., Jhon, L., Jifon, S., Micaela, C. and James, P.S. (2002) Gas exchange, Chlorophyll and nutrient contents in relation to NA and CL accumulation in "sunburst" mandarin grafted on different root stocks. Plant Science 35: 314-320

20- Gilley, A. and Fletcher, R.A. (1997) Relative efficiency of paclobutrazol, propiconazole and tetraconazole as stress protectants in wheat seedlings. Plant Growth Regulatore 21:169-175

21- Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K.G. (2002)VA mycorrhizal techniques/VAM technology in establishment of plants under salinity stress condition. In: Mukerji, K.G., Manoracheir, C., and Singh,J.(eds) Techniques in mycorrhizal stueies Kluwer. Dordrecht. Pp. 313-327

22- Giri, B. and Mukerji, K. G. (2004**)** Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in Sesbania aegyptiaca and Sesbania grandifloraunder field condition: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza 14: 307-312

23- Grover, M., Ali, S. K., Sandhya, Z., Abdul Rasul, V. and Venkateswarlu, B. (2010) Role of microorganisms in adaption of agriculture crops to abiotic stresses. World Journal of Microbiology and Biotechnology 27(5): 1231-1240

24- Guo, Y., Ni, Y. and Huang, J. (2010) Effects of rhizobium, arbuscular mycorrhiza and lime on nodulation, growth and nutrient uptake of lucerne in acid purplish soil in China. Tropical Grasslands 44: 109-114

25- Hagh Bahari, M. and Seyed Sharifi, R. (2014) Effects of seed inoculation with growth promoting bacteria (PGPR (on yield, rate and grain filling at various levels of soil salinity. Environmental Stresses in Crop Sciences 61:65-75

26- Kamoutsis, A.P., Chronopoulou-Sereli, A.G. and Paspatis, E.A. (1999) Paclobutrazol affects growth and flower bud production in gardenia under different light regimes. HortScience 34: 674-675

27- Kaya, Y.K., Arisoy, R.Z. and Gocmen, A. (2002) Variation in grain yield and quality traits of bread wheat genotypes by zinc fertilization. Pakistan Journal of Botany 1: 142-144

28- Kaffi, M., Lahooti, M., Zand, E., Sharifi, H.R. and Goldani, M. (2006) Plant Physiology. 7th edn. Jahade-Daneshgahi Mashhad Publications, Mashhad 190 pp

29- Khosrojerdi, M., Shahsavani, S., Gholipor, M. and Asghari, H.(2013) Effect of Rhizobium inoculation and mycorrhizal fungi on some nutrient uptake by chickpea at different levels of iron sulfate fertilizer. Eloctronic Journal of Crop Production 6 (3): 71-87

30- Kheirizadeh Arough, Y., Seyed Sharifi, R., Sedghi, M. and Barmaki, M. (2016) Effect of zinc and bio fertilizers on antioxidant enzymes activity,chlorophyll content, soluble sugars and proline in Triticale under salinity condition. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 44(1): 116-124

31- Khan, M.A., Shirazi, M.U., Khan, M.A., Mujtaba, S.M., Islam, E., Mumtaz, S., Shereen, A., Ansari, R.U. and Ashraf, M.Y. (2009) Role of proline, K+/Na+ ratio and chlorophyll content in

salt tolerance of wheat. Pakistan Journal of Botany 41(2): 633-638

32- Kloepper, J.W., Lifshitz, R. and Zablotowicz, R.M. (1989) Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. Trends in Biotechnology 7: 39-44

33- Kostopoulou, P., Barbayiannis, N. and Basile, N. (2010) Water relations of yellow sweet clover under the synergy of drought and selenium addition. Plant and Soil 330:65-71.

34- Maxwell, K. and Johnson, G.N. (2000) Chlorophyll fluorescence ea practical guide. Journal of Experimental Botany 51: 659-668

35- Mishra, M., Kumar, U., Mishra, P. K. and Prakash, V. (2010) Efficiency of plant growth promoting rhizobacteria for the enhancement of *Cicer arietinum* L. Growth and germination under salinity. Advances in Biological Research 4(2): 92-96

36- Mohammadkhani, N. and Heidari, R. (2007) Effect of drought stress on protective enzyme activities and lipid peroxidation in two maize cultivars. Pakistan Journal of Biological Science 10(21): 3835-3840

37- Mohammad, A., Bakheta, D., Mohamad, M. and Hussein. (2014) Uniconazol effect on endogenous hormones, proteins, and proline contents of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salinity stress (NaCl). Nusarata Bioscience 6(1): 39-44

38- Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ 25: 239-25

39- Naseri, R., Barary, M., Zarea, M.J., Khavazi, K. and Tahmasebi, Z. (2017b) Effect of plant growth promoting bacteria and Mycorrhizal fungi on growth and yield of wheat under dryland conditions. Journal of Soil Biology 5 (1): 49-67

40- Naghashzadeh, M.R. (2014) Response of relative water content and cell membrane stability to mycorrhizal biofertilizer in Maize. Electronic Journal of Biology 10(3): 68-72

41- Noreen, Z. and Ashraf, M. (2009) Changes in antioxidant enzymes and some key metabolites in some genetically diverse cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.). Environ. Journal of Experimental Botany 67(2): 395-402

42- Paknejad, F., Majidi Heravan, E., Noor Mohammadi, Q., Siyadat, A. and Vazan, S. (2007) Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. American Journal of Biochemistry and Biotechnology 5(4): 162-169

43- Prakash, M. and Ramachandran, K. (2005) Effects of moisture stress and anti transpirantsion leaf chlorophyll, soluble protein and photosynthetic rate in brinjal plants. Journal of Agronomy 184: 153-156

44- Roesty, D., Gaur, R. and Johri, B.N. (2006) Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. Soil Biology and Biochemistry 38: 1111-1120

45- Sayar, R., Khemira, H., Kameli, A. and Mosbahi, M. (2008) Physiological tests as predictive appreciation for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Agronomy Research 6(1): 79-90

46- Scharf, P.C., Brouder, S.M. and Hoeft, R.G. (2006) Chlorophyll meter reading can predict nitrogen need and yield response of corn in the north-central USA. Agronomy Journal 98: 655-665

47- Siringam, K., Juntawong, N., Cha-um, S. and Kirdmanee, C. (2011) Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (*Oryza sativa* L. spp. indica) roots under isoosmotic conditions. African Journal Biotechnology 10(8):1340-1346

48- Sotiropoulos,T.E., Therios, I.N., Almaliotis,D., Papadakis, I. and Dimass, K.N. (2006) Response of cherry rootstocks to boron and salinity. Journal of Experimental Botany 29: 1691-1698

49- Song, H. (2005) Effects of vam on host plant in condition of drought stress and its mechanisms. Electronic journal of Biology 1 (3): 44-48

50- Summart,J.,Thanonkeo,P., Panichajakul, S., Prathepha, P. and Mc Manse, M.T. (2010) Effect of salt sress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Kaho Dawk Mail 105, Callus Culture 9(2): 145-152

51- Wright, D.P., Scholes, J.D. and Read, D.J. (1998) Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repense* L. Plant, Cell and Environment 21: 209-216

52- Yan-Hong, Y., Wen-Yu, Y. and Zhang, J. (2009) Effect of spraying uniconazole on dry matter accumulation and distribution of soybean after blooming. World Applied Sciences Journal 6: 3. 449-456

53- Zhang, M., Liusheng, D., Xiaoli Tian, Z., H., Jianmin, H., Li, B. and Wang, Z.(2007)Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. Journal of Plant Physiology 164 (6): 709–717

54- Zhu, X., Song, F. and Liu, S. (2011) Arbuscular mycorrhiza impacts on drought stress of maize plants by lipid peroxidation, proline content and activity of antioxidant system. Journal of Food, Agriculture and Environment 9: 583-587

55- Zhou, W. and Leul, M. (1999). Uniconazole-induced tolerance of rape plants to heat stress in relation to changes in hormonal levels, enzyme activities and lipid per oxidation. Plant Growth Regulation 27:99-104

Effects of Uniconazole and biofertilizers on yield, chlorophyll fluorescence indices and some physiological traits of wheat under salinity soil conditions

Aghaei F., Seyed Sharifi R. and Narimani H.

Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. of Iran.

Abstract

In order to study the effect of uniconazole and bio fertilizers on grain yield, chlorophyll fluorescence indices and some physiological traits of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity soil conditions, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in a research greenhouse of University of Mohaghegh Ardebili in 2018. Treatments were included soil salinity in four levels (non-application of salinity as control (1.72 dS m^{-1} and application of 40, 80 and 120 mM salinity in soil or equivalent to 3.68, 7.37 and 11.06 dS m^{-1}, respectively), by NaCl and application of uniconazole and bio fertilizers in seven levels (control or no application of bio fertilizers and uniconazole, application of uniconazole, mycorrhiza fungi, pseudomonas putida, mycorrhiza with pseudomonas, mycorrhiza with uniconazole, both application of mycorrhiza with uniconazole and pseudomonas). Means comparision showed that both application of mycorrhiza with uniconazole and pseudomonas under no salinity condition increased maximum fluorescence (82.17 %), variable fluorescence (287.5 %), quantum yield (65.41 %), chlorophyll index (106.23 %) , leaf nitrogen content (76.66 %) and relative water content of flag leaf (101.76 %) in comparison with no application of bio fertilizers and uniconazole under 120 mM salinity condition. Maximum of minimum fluorescence (F_0) and electrical conductivity were obtained at the highest soil salinity level. Also, both application mycorrhiza with pseudomonas and uniconazole increased grain yield per plant about 108.84% in comparison with no application of bio fertilizers at the highest soil salinity level. Based on the results of this study, it seems that bio fertilizers and uniconazole application can be suggested for improve of yield of wheat under salinity stress.

Key words: Chlorophyll index, Electrical conductivity, Mycorrhiza, Peudomonas