به زراعی کشاورزی
دوره ۲۲ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۹
صفحه‌های ۲۸۲-۲۶۹

ارزیابی عملکرد، محتوای کلروفیل و مؤلفه‌های پرشدن دانه گندم در شرایط شوری خاک، کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی

فاطمه آقایی[۱]، رئوف سید شریفی[۲*]، حامد نریمانی[۱]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۰۸

چکیده
به‌منظور بررسی تأثیر غلظت ۰/۰۵ گرم در لیتر یونیکونازول و کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد، محتوای کلروفیل و مؤلفه‌های پرشدن دانه گندم با استفاده از مدل دو تکه‌ای در شرایط شوری خاک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی شامل چهار سطح شوری خاک با نمک کلرید سدیم (عدم شوری به‌عنوان شاهد و شوری‌های ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مولار در خاک)، و کاربرد جداگانه و ترکیبی یونیکونازول و کودهای زیستی ۱) شاهد یا عدم کودهای زیستی و یونیکونازول، ۲) قارچ میکوریزا، ۳) یونیکونازول، ٤) باکتری *سودوموناس پوتیدا*، ٥) میکوریزا با *سودوموناس پوتیدا*، ٦) میکوریزا با یونیکونازول، ۷) کاربرد میکوریزا با یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا*) بودند. از مدل دوتکه‌ای برای کمی‌سازی مؤلفه‌های پرشدن دانه استفاده شد. نتایج نشان داد که کاربرد توأم میکوریزا با یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا* در شرایط عدم اعمال شوری، موجب افزایش محتوای کلروفیل a، کلروفیل کل، کاروتنوئید، وزن و حجم ریشه (به‌ترتیب ۳۹/۸، ٥١/٦، ٤٧/٢، ٩٧/٩ و ٥٤/٧ درصد) و هم‌چنین افزایش حداکثر وزن تک بذر، طول دوره پرشدن، دوره مؤثر پرشدن دانه و عملکرد دانه (به‌ترتیب ٧٨/٤، ٢١/٨، ٣٢/٢ و ١٠٨/٨ درصدی) در مقایسه با عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول در بالاترین سطح از شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) خاک شد. براساس نتایج، کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول می‌تواند به‌عنوان یک رهیافت مناسب برای افزایش عملکرد و طول دوره پرشدن دانه گندم تحت شرایط شوری خاک پیشنهاد شود.

کلیدواژه‌ها: رنگیزه‌های فتوسنتزی، *سودوموناس پوتیدا*، سرعت پرشدن دانه، کودهای بیولوژیک، میکوریزا.

Evaluation of Yield, Chlorophyll Content, and Grain Filling Components of Wheat under Salinity Soil Conditions and Application of Uniconazole and Biofertilizers

Fatemeh Aghaei[1], Raouf Seyed Sharifi[2*], Hamed Narimani[1]
1. M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Received: August 3, 2019 Accepted: October 30, 2019

Abstract
In order to study the effect of 0.05 $g.L^{-1}$ Uniconazole and biofertilizers application on yield, chlorophyll content and grain filling components of wheat via segmented model under soil salinity conditions, an experiment has been carried out as factorial based on randomized complete block design with three replications. The factors include soil salinity in four levels (non-application of salinity as control along with 40, 80, and 120 mM salinity in soil), by NaCl and single and combined application of Uniconazole and bio fertilizers: (1) control or no application of bio fertilizers and Uniconazole, (2) mycorrhiza fungi, (3) Uniconazole, (4) *Pseudomonas* putida, (5) mycorrhiza with *Pseudomonas putida*, (6) mycorrhiza with Uniconazole, and (7) both application of mycorrhiza with Uniconazole and *Pseudomonas*). A segmented model has been used to quantify the grain filling parameters. Results show that both application of mycorrhiza with Uniconazole and *Pseudomonas* under no salinity condition increase the content of chlorophyll a, total chlorophyll, carotenoid, root weight, and volume (39.8%, 51.6%, 47.2%, 97.9%, and 54.7%, respectively) and also maximum of grain weight, grain filling period, effective grain filling period, and grain weight (78.4%, 21.8%, 32.2%, and 108.8%, respectively) in comparison with no application of bio fertilizers and Uniconazole under the highest soil salinity level (120 mM). Based on the results, bio fertilizers and Uniconazole application could be suggested as a proper approach to increase yield and grain filling period of wheat under soil salinity condition.

Keywords: Biofertilizers, grain filling rate, Mycorrhiza, *Pseudomonas putida*, potosynthetic pigments.

* نویسنده مسئول
Email: raouf_ssharifi@uma.ac.ir

۱. مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید محصول به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. این تنش از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشدونمو گیاه تأثیر می‌گذارد و شدت خسارت آن بسته به طول مدت تنش و مرحله رشدی گیاه متفاوت است (Siringam *et al.*, 2011). شوری در اثر غلظت بیش از حد املاح، به‌خصوص یون‌هایی مانند سدیم و کلر با ایجاد تنش اسمزی و کاهش جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، ضمن افزایش سطح هورمون اتیلن در گیاه، موجب کاهش رشد ریشه (Mayak *et al.*, 2004) و محتوای کلروفیل شده و در نهایت موجب کاهش طول دوره پرشدن دانه و سرعت پرشدن دانه می‌گردد (Kheirizadeh Arough, 2016). در این راستا یکی از شیوه‌های مناسب کشاورزی مدرن برای بهبود حاصلخیزی خاک، تعدیل اثرات تنشی و جبران ریزجانداران از دست رفته به‌واسطه اثر تنش‌های محیطی (Seyed Sharifi & Namvar, 2016)، استفاده از کودهای زیستی (میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد گیاهی) است (Cakmakci *et al.*, 2007). باکتری‌های محرک رشد گیاهی به‌طور مستقیم از طریق انحلال ترکیبات نامحلول مانند فسفات‌ها، تولید هورمون‌ها از قبیل اکسین‌ها و جیبرلین‌ها، کاهش سطح اتیلن از طریق تولید آنزیم ACC دآمیناز، تولید سیدروفور، افزایش جذب آب و عناصر غذایی و تثبیت نیتروژن و یا به صورت غیرمستقیم از طریق القای سیستم مقاومت به گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا، تولید مواد ضد قارچ، افزایش فعالیت آنزیمی و یا کمک به سایر ریزجانداران مفید، موجب تحریک رشد گیاه می‌شوند (Seyed Sharifi & Namvar, 2016). در بررسی Kheirizadeh Arough (2016) نیز کاربرد میکوریزا، *سودوموناس پوتیدا* و *ازتوباکتر کروکوکوم* با افزایش وزن و حجم ریشه و بهبود محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و مؤلفه‌های پرشدن دانه، موجب افزایش عملکرد دانه تریتیکاله شد. اگرچه قارچ‌های میکوریزا ترکیبات کربوهیدراتی موردنیاز خود را از گیاه میزبان دریافت می‌کنند، ولی با کمک به افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه، تنظیم اسمزی گیاه تحت شرایط تنش شوری، بهبود تثبیت نیتروژن و افزایش فتوسنتز موجب بهبود تحمل گیاه به تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی و شوری می‌شوند (Khalafalla & Abo-Ghalia, 2008).

یونیکونازول یکی از تنظیم‌کننده‌های رشدی است که از طریق افزایش نسبت ریشه به ساقه، افزایش ضخامت و محتوای کلروفیل برگ، کاهش سطح برگ، تأخیر در پیری برگ و کاهش تنفس (Kamoutsis *et al.*, 1999) موجب سازگاری مورفولوژیک می‌شود و به گیاه این اجازه را می‌دهد تا شرایط تنش را بهتر تحمل کند (Fernandez *et al.*, 2006). Seyed Sharifi (2018) افزایش حداکثر وزن دانه، سرعت و طول پرشدن دانه گندم را با کاربرد یونیکونازول، میکوریزا، *سودوموناس پوتیدا* و *ازتوباکتر* در شرایط محدودیت آبی گزارش نمود. هم‌چنین، افزایش کلروفیل با کاربرد یونیکونازول توسط دیگر پژوهش‌گران گزارش شده است (Fletcher & Arnold, 1986). بررسی‌های Mohammad *et al.* (2014) نشان داد که محلول‌پاشی یونیکونازول در جو تحت تنش شوری، با افزایش سنتز اسمولیت های سازگار مانند پرولین و قندهای محلول موجب بهبود عملکرد دانه جو شد.

به‌دلیل اهمیت تلقیح بذر با کودهای زیستی و نقش یونیکونازول در بهبود عملکرد گندم در شرایط تنش شوری و بررسی‌های محدود انجام شده در خصوص برهم‌کنش توأم این عوامل، موجب شد تا اثر این عوامل بر عملکرد، مؤلفه‌های پرشدن دانه و محتوای کلروفیل مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی شامل چهار سطح شوری خاک با نمک کلرید سدیم (عدم شوری به‌عنوان شاهد و شوری‌های ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مولار در خاک)، و کاربرد جداگانه و ترکیبی یونیکونازول و کودهای زیستی ۱) شاهد یا عدم کودهای زیستی و یونیکونازول، ۲) قارچ میکوریزا، ۳) یونیکونازول، ٤) باکتری *سودوموناس پوتیدا*، ٥) میکوریزا با *سودوموناس پوتیدا*، ٦) میکوریزا با یونیکونازول، ۷) کاربرد میکوریزا با یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا*) بودند. از قارچ *Glomus intraradicese* برای تلقیح استفاده شد که مخلوطی از اسپور، هیف و قطعات جداشده از ریشه‌های آلوده بود. این قارچ از شرکت زیست‌فناوران توران تهیه شد. مقدار قارچ مورداستفاده براساس توصیه شرکت مذکور ۲۰ گرم در هر مترمربع خاک بود. برای تلقیح بذر از مایه تلقیح باکتری *Psedumonas putida* strain 186 که هرگرم آن 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود استفاده شد. این باکتری از مؤسسه آب و خاک تهران تهیه شد. از محلول صمغ عربی به نسبت ۱۵ درصد وزنی- حجمی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده شد. کلیه عملیات در محیط سایه و دور از نور آفتاب انجام شد. مقدار نمک مورد نیاز برای هر یک از سطوح شوری در خاک، با استفاده از نرم‌افزار Salt calc محاسبه شد. در این نرم‌افزار به استناد هدایت الکتریکی خاک و درصد عصاره اشباع، مقدار نمک مورد نیاز برای هر کیلوگرم خاک گلدان محاسبه شده (Hagh Bahari & Seyed Sharifi, 2014) و به هر گلدان در دو مرحله از دوره رشد رویشی (مرحله بعد از کاشت و مرحله ٤-٣ 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 (سوم اردیبهشت‌ماه) 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 ارتفاع بوته ۸۸ سانتی‌متر و وزن هزاردانه ۳۸ گرم است و از کیفیت نانوایی خوبی برخوردار است و از مرکز تحقیقات کشاورزی اردبیل تهیه شد. برای رسیدن به تراکم ۳٦۰ بذر در مترمربع که تراکم مطلوب و توصیه‌شده این رقم توسط مرکز تحقیقات کشاورزی اردبیل است، ۵۰ عدد بذر در گلدان‌هایی به ارتفاع ٤٥ سانتی‌متر و قطر ٤٢ سانتی‌متر کشت شدند. تمامی گلدان‌ها تا ارتفاع ٤٠ سانتی‌متری از خاک پرشدند و به این ترتیب حجم یکسانی از خاک (حدود ۳۲ کیلوگرم) درون گلدان‌ها اضافه شد. خاک هر گلدان حاوی یک قسمت ماسه‌بادی، دو قسمت خاک معمولی و یک قسمت کود دامی بود. pH خاک مورد استفاده ۷/۲ و هدایت الکتریکی آن حدود ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر بود. گلدان‌ها در شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد با طول دوره روشنایی ۱۵-۱٦ ساعت (با استفاده از ترکیبی از لامپ‌های معمولی و مهتابی) نگهداری شدند. در طول دوره رشد کنترل علف‌های هرز به طریقه دستی انجام شد و کود شیمیایی استفاده نشد.

به‌منظور تعیین مؤلفه‌های پرشدن دانه، هشت روز بعد از خوشه‌دهی در فواصل زمانی هر چهار روز یک بار (در مجموع در ۱۰ مرتبه)، یک بوته از بین بوته‌های

رقابت‌کننده به‌طور تصادفی انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا دانه‌ها از سنبله جدا و شمارش شدند (Khalilzadeh *et al.*, 2018). سپس به‌مدت ٤٨ ساعت در آون الکتریکی تهویه‌دار در دمای ٧٠ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. وزن خشک تک‌بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد شد (Ronanini *et al.*, 2004). به‌منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پرشدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) براساس رویه DUD و دستورالعمل Proc Nlin نرم‌افزارSAS به‌صورت زیر استفاده شد (Soltani, 1998).

رابطه ١) $$GW=\begin{cases}a+bt & t<t_0\\ a+bt_0 & t>t_0\end{cases}$$

در این رابطه GW وزن دانه، t زمان و b سرعت پرشدن دانه، t_0 پایان دوره پرشدن دانه و a عرض از مبدأ است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند؛ مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پرشدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان t_0 که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به‌صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ($t < t_0$) سرعت پرشدن دانه را نشان می‌دهد (Ellis & Pieta-Filho, 1992). با پردازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پرشدن دانه یعنی سرعت پرشدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) به‌دست‌آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه شد. برای تعیین دوره مؤثر پرشدن دانه از رابطه زیر استفاده شد (Ellis & Pieta-Filho, 1992).

رابطه ٢) $$EFP=MGW/b$$

در این رابطه EFP دوره مؤثر پرشدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و b سرعت پرشدن دانه است.

اندازه‌گیری محتوای کلروفیل و کاروتنوئید برگ با استفاده از روش Arnon (1967) استفاده شد. ٠/٢ گرم از بافت برگ پرچم را با استون ٨٠ درصد به‌تدریج له کرده تا کلروفیل وارد محلول استونی شود و در نهایت حجم محلول با استون ٨٠ درصد به حجم ٢٠ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول حاصل به‌مدت ١٠ دقیقه در ٤٠٠٠ دور سانتریفوژ شد و سپس جذب نوری محلول رویی در طول موج‌های ٤٧٠، ٦٤٥ و ٦٦٣ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها براساس روابط (٣) تا (٦) برآورد شدند.

رابطه ٣) کلروفیل a = (١٩/٣ × $A_{٦٦٣}$ × $A_{٦٤٥}$) V/١٠٠W

رابطه ٤) کلروفیل b = (١٩/٣ × $A_{٦٤٥}$ × $A_{٦٦٣}$) V/١٠٠W

رابطه ٥) کلروفیل کل = کلروفیل a + کلروفیل b

رابطه ٦) کاروتنوئید =

(١٠٠ $A_{٤٧٠}$–٣/٢٧ C_a–١٠٤ C_b)/٢٢٧

در این روابط V حجم استون استفاده‌شده و W وزن نمونه گیاهی استفاده شده است.

بعد از برداشت بوته‌ها، گلدان‌ها آبیاری شدند تا امکان خروج آسان‌تر ریشه‌ها فراهم گردد. برای جداسازی ریشه از خاک از روش شست‌وشو با آب استفاده گردید. کل ریشه‌های هر گلدان برداشت و با تقسیم بر تعداد بوته‌های هر گلدان، وزن و حجم تک بوته به‌دست آمد. در این راستا ریشه‌ها برای خشک‌شدن در آون با دمای ٧٥ درجه به‌مدت ٧٢ ساعت قرار داده شد و سپس وزن خشک ریشه با ترازوی دیجیتالی با دقت ٠/٠٠١ گرم توزین شد. حجم ریشه‌ها با استفاده از حجم مشخصی از آب در استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی تعداد پنج بوته به ظاهر یکنواخت و مشابه به‌طور تصادفی در هر گلدان برداشت شد. میانگین عملکرد دانه و بیولوژیک بوته‌های برداشت‌شده به‌عنوان ارزش آن صفت در تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کار گرفته شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک براورد گردید. تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای

SAS (نسخه ۹/۳) وExcel (نسخه ۲۰۱۳) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت‌های معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شدند.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش شوری، کودهای زیستی و اثر متقابل این دو عامل بر تمامی صفات مورد بررسی از جمله محتوای کلروفیل a، کلروفیل کل و کاروتنوئید، مؤلفه‌های پرشدن دانه (اعم از سرعت، مدت و دوره مؤثر پرشدن دانه) و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و بر حداکثر وزن دانه، وزن و حجم ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر کودهای زیستی و یونیکونازول بر محتوای کلروفیل، مؤلفه‌های پرشدن دانه، عملکرد و برخی صفات گندم (رقم زاگرس) تحت شرایط شوری خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	حداکثر وزن دانه	سرعت پرشدن دانه
		۰/۲۵**	۰/۲۹۱**	۰/۰۲٤ns	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۰۲**
شوری (S)	۳	٤/۹۵**	۱/۳۳۹**	۱۱/۳۷۸**	۰/۰٦۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۷**
کودهای زیستی (B)	٦	۰/۱٦**	۰/۰۵۷**	۰/٤۲۲**	۰/۰۰٤**	۰/۰۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۲**
S×B	۱۸	۰/۰۱**	۰/۰۰۵ns	۰/۰۳۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۳*	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰٤**
خطا	٥٤	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۱/۹٤	۷/۳۹	۱۱/۹۸	۳/٤۳	۳/۵۹	۲/٤۳

ns، * و **: به‌ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ادامه جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر کودهای زیستی و یونیکونازول بر محتوای کلروفیل، مؤلفه‌های پرشدن دانه، عملکرد و برخی صفات گندم (رقم زاگرس) تحت شرایط شوری خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		دوره مؤثر پرشدن دانه	طول دوره پرشدن دانه	وزن خشک ریشه در بوته	حجم ریشه در بوته	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد تک بوته
		۰/۲٦۲ns	۹۷٤/۱۳**	۰/۰۰۹**	۰/۳۸**	۰/۲٦۵**	۹٤/۹۸**	۰/۰۷۱**
شوری (S)	۳	۷۳/۳۱۱**	٦۲/٦۱**	۰/۰۷۷**	۱/۷۸**	٤/۸۸٦**	۳۸۱/۵۸**	۲/۱۲**
کودهای زیستی (B)	٦	۹/۰۹۲**	۷/۱٤**	۰/۰۰۲**	۰/۱۸**	۰/۱۰۷**	۳/٦۷**	۰/۰۰۸**
S×B	۱۸	۱/٦۲۲**	۱/٤۲**	۰/۰۰۰۲*	۰/۰۱۲*	۰/۰۰۲*	۰/٤۸ ns	۰/۰۰۰٤**
خطا	٥٤	۰/۱۷۹	۰/۱۲٦	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰٦	۰/۰۰۱	۰/۷۹	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۱/٦۸۹	۱۱/۲۰	٤/٤۸	۳/۰۹	۱/٤۹	۲/۱۳	۱/۳۰

ns، * و **: به‌ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۳. ۱. محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین محتوای کلروفیل a، کلروفیل کل و کاروتنوئید مربوط به کاربرد توأم میکوریزا با یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا* در شرایط عدم اعمال شوری (به‌ترتیب ٥/٢٤، ٦/٧٥ و ٠/٧٨ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) و کم‌ترین این مقادیر (به‌ترتیب ٣/٧٥، ٤/٤٥ و ٠/٥٣ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در حالت عدم کاربرد کودهای زیستی در بالاترین سطح از شوری خاک به‌دست آمد (جدول ٢). هم‌چنین بیش‌ترین محتوای کلروفیل b (به‌ترتیب ١/٠٩ و ١/٣٠ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در کاربرد توأم میکوریزا با یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا* و عدم شوری خاک و کم‌ترین آن (به‌ترتیب ٠/٩٠ و ٠/٧٣ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در عدم کاربرد کودهای زیستی و شوری ١٢٠میلی‌مولار خاک به‌دست‌آمد (جدول٤).

کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش شوری می‌تواند به‌طور عمده به‌دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، واکنش آن‌ها با گونه‌های فعال اکسیژن، تخریب پیش‌ماده‌های سنتز کلروفیل و ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال‌شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات هورمونی باشد. هرچند که تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ‌ها در تنش شوری نیز اثر منفی بر غلظت کلروفیل دارد (Stepien & Klobus, 2006). Chandrasekhar *et al.* (2005) اثر مفید تلقیح بذر با آزوسپریلیوم بر افزایش محتوای کلروفیل را، به در دسترس‌بودن بالاتر نیتروژن به‌واسطه تثبیت نیتروژن نسبت دادند. Akhgar & Khavaz (2010) اظهار داشتند باکتری‌های حاوی آنزیم ACC دآمیناز مانند *سودوموناس* با کاهش تولید اتیلن موجب افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن ریشه و شاخص سبزینگی برگ کلزا می‌شود.

Giri *et al.* (2002) اظهار داشتند که قارچ میکوریزا به جذب منیزیم در گیاه کمک می‌کند و می‌تواند سنتز کلروفیل را افزایش دهد. عده‌ای نیز افزایش محتوای کلروفیل را در گیاهان قارچ میکوریزا آربوسکولار در مقایسه با عدم کاربرد قارچ میکوریزا آربوسکولار به بهبود جذب فسفر نسبت دادند (Demir, 2004). Dadashzadeh *et al.* (2018) نیز نتایج مشابهی را در کاربرد کودهای زیستی بر بهبود ساختار ریشه، افزایش محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل کل برگ جو در شرایط تنش شوری، گزارش کردند.

Duan *et al.* (2008) اظهار داشتند کاربرد یونیکونازول در طول دوره پرشدن دانه گندم، به‌دلیل افزایش توان جذب و انتقال آب در گیاه، موجب بهبود فتوسنتز شد. Manal *et al.* (2010) اظهار داشتند که کاربرد یونیکونازول در شرایط تنش به‌دلیل افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، موجب تأخیر در پیری برگ و بهبود فتوسنتز می‌شود. هم‌چنین یونیکونازول با دفع گونه‌های فعال اکسیژن از طریق افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی موجب افزایش کلروفیل می‌گردد (Fletcher & Arnold, 1986).

۳. ۲. مؤلفه‌های پرشدن دانه

بالاترین سرعت پرشدن دانه در کاربرد *سودوموناس پوتیدا* تحت شرایط عدم اعمال شوری (٠/٠٠١٦٩ گرم در روز) و کم‌ترین آن (٠/٠٠١١٧ گرم در روز) در عدم کاربرد کودهای زیستی و در بالاترین سطح از شوری خاک به‌دست آمد (جدول ٣). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر وزن دانه، طول دوره و دوره مؤثر پرشدن دانه در کاربرد توأم میکوریزا با یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا* در شرایط عدم اعمال شوری (به‌ترتیب با میانگین‌های ٠/٠٤ گرم، ٣٢/٦٧ و ٢٨/٨٥ روز) و کم‌ترین این مقادیر (به‌ترتیب با میانگین‌های ٠/٠٢٥ گرم، ٢٦/٨١ و ٢١/٨٢ روز) در شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و شوری ١٢٠ میلی‌مولار در خاک به‌دست آمد (جدول ٣).

جدول ۲. مقایسه میانگین تاثیر کودهای زیستی و یونیکونازول بر محتوای کلروفیل a، کلروفیل کل، کارتنوئید برگ پرچم و وزن و حجم ریشه گندم (رقم زاگرس) تحت شرایط شوری خاک

ترکیب تیماری	کلروفیل a	کلروفیل کل	کاروتنوئید	وزن خشک ریشه (g per plant)	حجم ریشه (cm^3 per plant)
	($mg.gr^{-1}$ leaf)				
$s_1 \times a_1$	٤/٧٠cd	٥/٨٨de	٠/٦٤c-f	٠/٢٩fg	٢/٧٠d-f
$s_1 \times a_2$	٤/٧٩bc	٦/٠٣cd	٠/٦٥c-e	٠/٣٠ef	٢/٧٦c-e
$s_1 \times a_3$	٤/٨٢bc	٦/٠٨c	٠/٦٥b-d	٠/٣٢de	٢/٨٠b-d
$s_1 \times a_4$	٤/٨٧b	٦/١٣c	٠/٦٥b-d	٠/٣٢cd	٢/٨٦bc
$s_1 \times a_5$	٥/١٣a	٦/٤٨b	٠/٦٧bc	٠/٣٤bc	٢/٨٦bc
$s_1 \times a_6$	٥/١٤a	٦/٥٢b	٠/٦٨b	٠/٣٤ab	٢/٩٠b
$s_1 \times a_7$	٥/٢٤a	٦/٧٥a	٠/٧٨a	٠/٣٦a	٣/٣٠a
$s_2 \times a_1$	٤/٢٠g-i	٥/١٦jk	٠/٦٠g-l	٠/٢٣j-l	٢/٥٠hi
$s_2 \times a_2$	٤/٢٦f-h	٥/٢٦ij	٠/٦١f-k	٠/٢٤jk	٢/٥٠hi
$s_2 \times a_3$	٤/٣٣fg	٥/٣٨hi	٠/٦١f-j	٠/٢٥ij	٢/٦٠f-h
$s_2 \times a_4$	٤/٣٦f	٥/٤٧h	٠/٦١f-j	٠/٢٦hi	٢/٦٣fg
$s_2 \times a_5$	٤/٣٦f	٥/٥٣gh	٠/٦١e-i	٠/٢٦hi	٢/٦٦ef
$s_2 \times a_6$	٤/٥٣e	٥/٦٩fg	٠/٦٣d-h	٠/٢٧gh	٢/٧٠d-f
$s_2 \times a_7$	٤/٥٧de	٥/٧٦ef	٠/٦٣d-h	٠/٢٨fg	٢/٧٦c-e
$s_3 \times a_1$	٣/٩٨k-m	٤/٧٦n-p	٠/٥٧k-o	٠/٢٠o-r	٢/٢٠lm
$s_3 \times a_2$	٣/٩٩k-m	٤/٧٩n-p	٠/٥٨k-o	٠/٢٠o-q	٢/٢٦kl
$s_3 \times a_3$	٤/٠٠k-m	٤/٨٣m-o	٠/٥٨j-o	٠/٢١n-p	٢/٣٦jk
$s_3 \times a_4$	٤/٠٢j-m	٤/٨٧l-n	٠/٥٨i-n	٠/٢١m-p	٢/٤٣ij
$s_3 \times a_5$	٤/٠٧i-l	٤/٩٨k-m	٠/٥٩i-m	٠/٢٢l-o	٢/٤٦ij
$s_3 \times a_6$	٤/١٠i-k	٥/٠٢kl	٠/٥٩h-m	٠/٢٢k-n	٢/٥٣g-i
$s_3 \times a_7$	٤/١٥h-j	٥/٠٩k	٠/٦٠g-l	٠/٢٣k-m	٢/٦٠f-h
$s_4 \times a_1$	٣/٧٥o	٤/٤٥t	٠/٥٣q	٠/١٨s	٢/١٣m
$s_4 \times a_2$	٣/٧٦o	٤/٤٩st	٠/٥٣q	٠/١٨s	٢/١٣m
$s_4 \times a_3$	٣/٨٢o	٤/٥٤r-t	٠/٥٤pq	٠/١٨rs	٢/١٣m
$s_4 \times a_4$	٣/٨٤no	٤/٥٨q-t	٠/٥٥o-q	٠/١٨rs	٢/٢٠lm
$s_4 \times a_5$	٣/٨٨m-o	٤/٦٣p-s	٠/٥٦n-q	٠/١٩q-s	٢/٢٠lm
$s_4 \times a_6$	٣/٩٢mn	٤/٦٨o-r	٠/٥٦m-q	٠/١٩p-s	٢/٢٦kl
$s_4 \times a_7$	٣/٩٥l-n	٤/٧٢n-q	٠/٥٧l-p	٠/٢٠p-s	٢/٣٦jk
LSD	٠/١٣	٠/١٧	٠/٠٣	٠/٠١	٠/١٢

s_1، s_2، s_3 و s_4: به‌ترتیب عدم شوری، شوری ٤٠، ٨٠، ١٢٠ میلی‌مولار در خاک.

a_1، a_2، a_3، a_4، a_5، a_6 وa_7 به ترتیب عدم مصرف کودهای زیستی، مصرف یونیکونازول، مصرف سودوموناس پوتیدا، مصرف میکوریزا، مصرف یونیکونازول و میکوریزا، مصرف میکوریزا و سودوموناس پوتیدا و مصرف میکوریزا و سودوموناس و یونیکونازول.

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

جدول ۳. مقایسه میانگین تاثیر کودهای زیستی و یونیکونازول بر مؤلفه‌های پرشدن دانه و عملکرد تک‌بوته گندم (رقم زاگرس) تحت شرایط شوری خاک

ترکیب تیماری	حداکثر وزن دانه (gr)	سرعت پرشدن دانه (gr per day)	دوره مؤثر پرشدن دانه (day)	طول دوره پرشدن دانه (day)	عملکرد بیولوژیک (g per plant)	عملکرد دانه (g per plant)	معادله برازش‌شده
$s_1 \times a_1$	۰/۰۴۰۷de	۰/۰۰۱۵۲de	۲۶/۸۱b	۳۱/۲۳b	e۳/۰۹	۱/۴۸d	Y=0.00152x-0.0071
$s_1 \times a_2$	۰/۰۴۲۳b-d	۰/۰۰۱۶۰bc	۲۶/۴۹b-d	۳۰/۶۹b-f	de۳/۱۵	۱/۴۹d	Y=0.0016x-0.00742
$s_1 \times a_3$	۰/۰۴۲۷b-d	۰/۰۰۱۶۹a	۲۵/۲۷e	۳۰/۴۰d-g	cd۳/۱۸	۱/۵۰cd	Y=0.00169x-0.00931
$s_1 \times a_4$	۰/۰۴۳۱bc	۰/۰۰۱۶۴ab	۲۶/۲۹b-d	۳۰/۴۹c-g	c۳/۲۲	۱/۵۱bc	Y=0.00164x-0.00752
$s_1 \times a_5$	۰/۰۴۳۹ab	۰/۰۰۱۶۵ab	۲۶/۶۸bc	۳۰/۶۸b-f	b۳/۳۲	۱/۵۳b	Y=0.00165x-0.00738
$s_1 \times a_6$	۰/۰۴۴۳ab	۰/۰۰۱۶۶a	۲۶/۷۳bc	۳۰/۶۸b-f	b۳/۳۲	۱/۵۳b	Y=0.00166x-0.0073
$s_1 \times a_7$	۰/۰۴۵۵a	۰/۰۰۱۵۸c	۲۸/۸۵a	۳۲/۶۷a	a۳/۴۶	۱/۶۰a	Y=0.00158x-0.00561
$s_2 \times a_1$	۰/۰۳۵۲h-j	۰/۰۰۱۳۵ji	۲۶/۰۶cd	۳۰/۳۲e-g	j۲/۶۱	۱/۱۳i	Y=0.00135x-0.00513
$s_2 \times a_2$	۰/۰۳۷۱gh	۰/۰۰۱۴۲gh	۲۶/۱۵b-d	۳۰/۶۶b-f	ij۲/۶۵	۱/۱۴hi	Y=0.00142x-0.0066
$s_2 \times a_3$	۰/۰۳۷۳fg	۰/۰۰۱۴۳f-h	۲۶/۱۵b-d	۳۰/۶۶d-g	i۲/۶۸	۱/۱۵hi	Y=0.00143x-0.00663
$s_2 \times a_4$	۰/۰۳۸۰fg	۰/۰۰۱۴۴f-h	۲۶/۴۳b-d	۳۰/۸۵b-f	hi۲/۷۰	۱/۱۶gh	Y=0.00144x-0.00668
$s_2 \times a_5$	۰/۰۳۸۷e-g	۰/۰۰۱۴۷e-g	۲۶/۴۱b-d	۳۰/۹۶b-d	gh۲/۷۵	۱/۱۷fg	Y=0.00147x-0.00676
$s_2 \times a_6$	۰/۰۳۹۳ef	۰/۰۰۱۴۸ef	۲۶/۵۸bc	۳۰/۹۵b-d	fg۲/۸۰	۱/۲۰ef	Y=0.00148x-0.00672
$s_2 \times a_7$	۰/۰۴۱۴cd	۰/۰۰۱۵۶cd	۲۶/۵۵bc	۳۱/۰۷bc	f۲/۸۶	۱/۲۲e	Y=0.00156x-0.00717
$s_3 \times a_1$	۰/۰۲۷۴m	۰/۰۰۱۲۲mn	۲۲/۵۱hi	۲۶/۹۳jk	op۲/۳۱	۰/۹۲m	Y=0.00122x-0.00562
$s_3 \times a_2$	۰/۰۲۹۵l	۰/۰۰۱۲۵lm	۲۳/۶۳f	۲۸i	no۲/۳۴	۰/۹۳lm	Y=0.00125x-0.0055
$s_3 \times a_3$	۰/۰۳۰۵kl	۰/۰۰۱۳۰j-l	۲۳/۴۶fg	۲۷/۹۸i	m-o۲/۳۷	۰/۹۴k-m	Y=0.0013x-0.006
$s_3 \times a_4$	۰/۰۳۱۳kl	۰/۰۰۱۳۱jk	۲۳/۸۸f	۲۸/۳۱i	l-n۲/۴۱	۰/۹۵kl	Y=0.00131x-0.00605
$s_3 \times a_5$	۰/۰۳۴۳j	۰/۰۰۱۳۳j	۲۵/۸۲de	۲۹/۹۶gh	k-m۲/۴۳	۰/۹۵jk	Y=0.00133x-0.00605
$s_3 \times a_6$	۰/۰۳۴۶ij	۰/۰۰۱۳۴j	۲۵/۸۵de	۳۰/۲۳fg	kl۲/۴۵	۰/۹۶jk	Y=0.00134x-0.00608
$s_3 \times a_7$	۰/۰۳۶۷g-i	۰/۰۰۱۴۰hi	۲۶/۲۳b-d	۳۰/۸b-f	k۲/۴۹	۰/۹۷j	Y=0.0014x-0.00646
$s_4 \times a_1$	۰/۰۲۵۵m	۰/۰۰۱۱۷n	۲۱/۸۲i	۲۶/۸۱jk	t۱/۹۷	۰/۷۶p	Y=0.00117x-0.00605
$s_4 \times a_2$	۰/۰۲۵۸m	۰/۰۰۱۱۸n	۲۱/۹۱i	۲۶/۵۸k	st۲/۰۳	۰/۷۷p	Y=0.00118x-0.00588
$s_4 \times a_3$	۰/۰۲۶۲m	۰/۰۰۱۱۸ n	۲۲/۱۹hi	۲۶/۸۸jk	rs۲/۰۸	۰/۷۷p	Y=0.00118x-0.00583
$s_4 \times a_4$	۰/۰۲۶۵m	۰/۰۰۱۱۹ n	۲۲/۳۰hi	۲۷jk	r۲/۱۳	۰/۷۸op	Y=0.00119x-0.00577
$s_4 \times a_5$	۰/۰۲۶۷m	۰/۰۰۱۱۹ n	۲۲/۴۷hi	۲۷/۱۲jk	q۲/۱۹	۰/۸۰no	Y=0.00119x-0.00549
$s_4 \times a_6$	۰/۰۲۷۱m	۰/۰۰۱۱۹ n	۲۲/۷۹gh	۲۷/۲۷j	q۲/۲۱	۰/۸۰n	Y=0.00119x-0.00544
$s_4 \times a_7$	۰/۰۳۲۰k	۰/۰۰۱۲۷k-m	۲۵/۱۹e	۲۹/۵۹h	pq۲/۲۵	۰/۸۲n	Y=0.00127x-0.00574
LSD	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۰۶	۰/۰۲	-

s_1، s_2، s_3 و s_4 به ترتیب عدم شوری، شوری ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ میلی‌مولار در 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 پوتیدا، مصرف میکوریزا، مصرف یونیکونازول و میکوریزا، مصرف میکوریزا و سودوموناس پوتیدا و مصرف میکوریزا و سودوموناس پوتیدا و یونیکونازول.

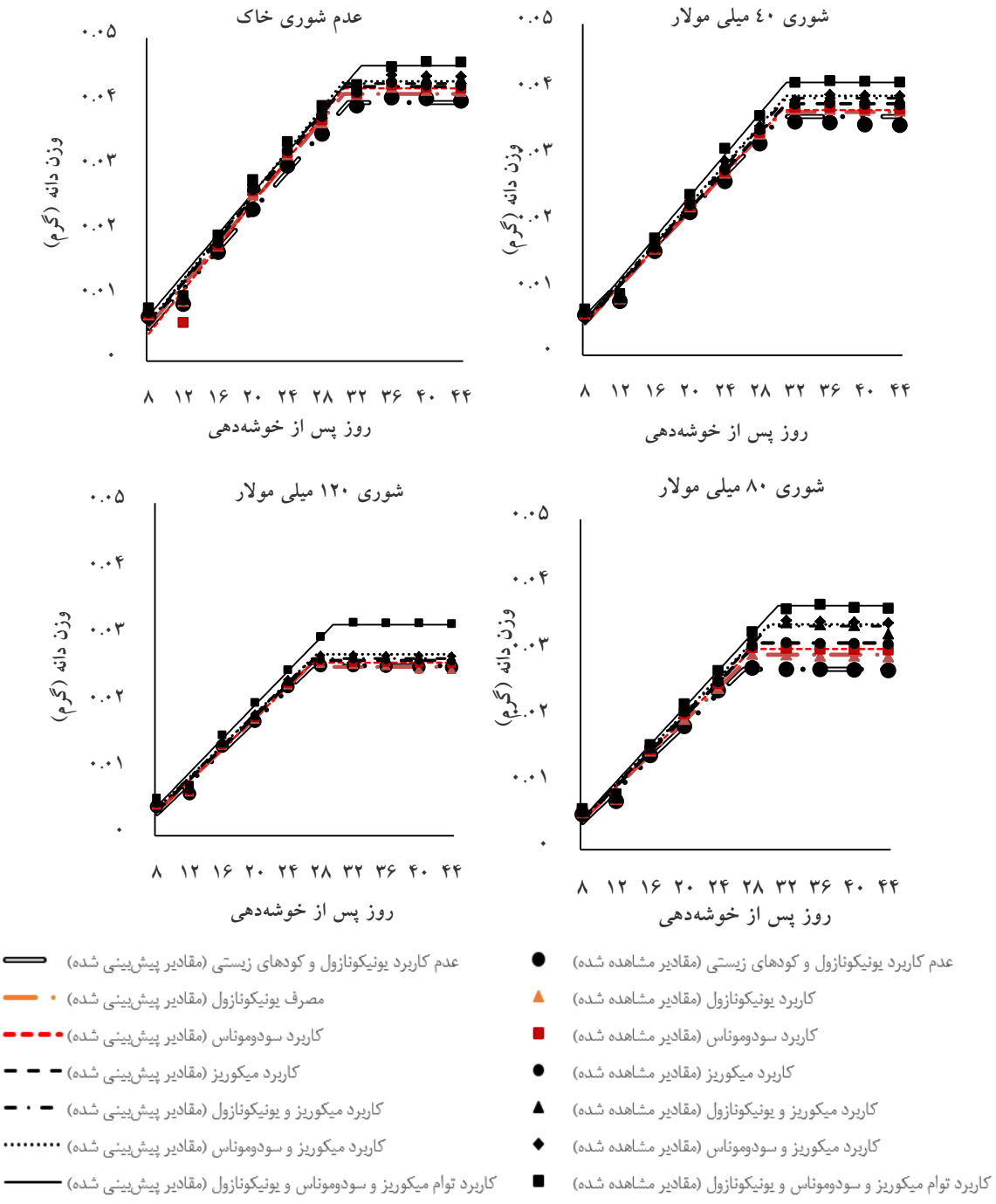
میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری نسبت به هم بر اساس آزمون LSD ندارند.

جدول ٤. مقایسه میانگین اثر اصلی کودهای زیستی، یونیکونازول و تنش شوری بر شاخص برداشت و محتوای کلروفیل b برگ پرچم گندم (رقم زاگرس)

		شاخص برداشت (٪)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$ FWt)
کودهای زیستی و یونیکونازول	a_1	٤٢/٦٠a	٠/٩٠d
	a_2	٤٢/٠٣ab	٠/٩٤cd
	a_3	٤١/٨١bc	٠/٩٦c
	a_4	٤١/٥٧bc	٠/٩٩bc
	a_5	٤١/٢٠c	١/٠٤ab
	a_6	٤١/١٥c	١/٠٥a
	a_7	٤١/٠٩c	١/٠٩a
	LSD	٠/٧٢	٠/٠٦
		شاخص برداشت (درصد)	کلروفیل b
سطوح شوری	s_1	٤٦/٩٥a	١/٣٠a
	s_2	٤٢/٩٢b	١/٠٩b
	s_3	٣٩/٥١c	٠/٨٦c
	s_4	٣٧/١٦d	٠/٧٣d
	LSD	٠/٥٥	٠/٠٤

s_1، s_2، s_3 و s_4: به‌ترتیب عدم شوری، شوری ٤٠، ٨٠، ١٢٠ میلی‌مولار در خاک.
a_1، a_2، a_3، a_4، a_5، a_6 و a_7: به‌ترتیب عدم مصرف کودهای زیستی، مصرف یونیکونازول، مصرف سودوموناس پوتیدا، مصرف میکوریزا، مصرف یونیکونازول و میکوریزا، مصرف میکوریزا و سودوموناس پوتیدا و مصرف میکوریزا و سودوموناس و یونیکونازول.
میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری نسبت به هم بر اساس آزمون LSD ندارند.

بررسی سرعت پرشدن دانه نشان داد که که الگوی نمو بذر در سطوح مختلف شوری و کود زیستی از روند مشابهی تبعیت می‌کند (شکل ١). به این ترتیب که ابتدا وزن دانه به‌صورت خطی افزایش یافته و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی) پس از این مرحله وزن دانه از تغییرات چندانی برخوردار نبوده و به‌صورت یک خط افقی در آمد (شکل ١). Emam & Tadayon (2007) اظهار داشتند که در شرایط تنش شوری، فتوسنتز گیاه در واحد سطح برگ به‌دلیل بسته‌شدن روزنه‌های برگ و کاهش سرعت تبادل دی‌اکسیدکربن و محدودیت گسترش برگ‌ها کاهش می‌یابد و این امر موجب کاهش مؤلفه‌های پرشدن دانه از جمله کاهش سرعت پرشدن دانه می‌شود. اختلال در انتقال کربوهیدرات‌ها به دانه که نتیجه تجمع املاح مضر در گیاه و هم‌چنین برهم‌خوردن تعادل یونی می‌باشد، ممکن است مهم‌ترین دلیل کاهش وزن دانه در شرایط تنش باشد. هم‌چنین وزن دانه به مقدار زیادی وابسته به دوره پرشدن دانه است، بنابراین تنش‌های محیطی که موجب کوتاه‌شدن طول دوره پرشدن دانه شوند به‌طور معنی‌داری وزن دانه را کاهش می‌دهند (Khalilzadeh *et al.*, 2018). آنان اظهار داشتند که شوری به‌دلیل اختلال در انتقال کربوهیدرات‌ها به دانه، تجمع املاح زیان‌بار در گیاه و هم‌چنین برهم‌خوردن تعادل یونی موجب کاهش طول دوره پرشدن دانه می‌شود، ولی تلقیح بذر با باکتری در چنین شرایطی، با افزایش طول دوره پرشدن دانه، موجب افزایش وزن هزاردانه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌شود. Dadashzadeh *et al.* (2018) اظهار داشتند که دانه‌های با وزن بالاتر، سرعت پرشدن بالاتری نسبت به دانه‌های با وزن کمتر دارند و به‌نظر می‌رسد بالابودن سرعت پرشدن دانه در شرایط عدم اعمال شوری و کودهای زیستی می‌تواند توجیه‌کننده بخشی از افزایش وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه باشد. Togay & Togay (2008) اظهار داشتند که کودهای زیستی با تولید هورمون‌های محرک رشد و افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی، با افزایش طول دوره رشدی گیاه، امکان تداوم بیش‌تر دوره پرشدن دانه را فراهم می‌سازد. از این‌رو کودهای زیستی می‌توانند با تأمین عناصر غذایی، ضمن افزایش سرعت پرشدن دانه، امکان تداوم بیش‌تر دوره پرشدن دانه را نیز فراهم سازند.



شکل ۱. تاثیر شوری، یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند پرشدن دانه گندم (رقم زاگرس)

Seyed Sharifi (2018) گزارش کرد کاربرد یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا*، ازتوباکتر و میکوریزا با بهبود سرعت پرشدن دانه موجب افزایش حداکثر وزن دانه و طول دوره پرشدن دانه گندم شود. بخشی از بهبود

مؤلفه‌های پرشدن دانه را می‌توان به اثر کودهای زیستی بر محتوای کلروفیل نسبت داد. در این راستا Kheirizadeh Arough (2016) نیز علت افزایش حداکثر وزن دانه، سرعت پرشدن دانه، طول دوره و دوره مؤثر پرشدن دانه را در کاربرد میکوریزا، *سودوموناس پوتیدا* و ازتوباکترکروکوکوم به بهبود وضعیت ریشه، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و هم‌چنین افزایش محتوای کلروفیل نسبت دادند.

۳. ۳. وزن و حجم ریشه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین وزن و حجم ریشه (به‌ترتیب ۰/۳٦ گرم و ۳/۳ سانتی‌متر مکعب) در کاربرد توأم میکوریزا با یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا* تحت شرایط عدم اعمال شوری و کم‌ترین آن (به‌ترتیب ۰/۱۸ گرم و ۲/۱۳ سانتی‌متر مکعب) در حالت عدم کاربرد کودهای زیستی در شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک به‌دست آمد (جدول ۲).

Ryder *et al.* (1999) گزارش کردند که استفاده از کودهای زیستی مانند باسیلوس از طریق سنتز هورمون‌های محرک رشد و افزایش تقسیمات سلولی، ضمن افزایش ریشه‌زایی و کمک به گسترش ریشه، در نهایت موجب افزایش وزن و حجم ریشه می‌شوند. قارچ‌های میکوریزا به‌دلیل افزایش مؤثر سطح جذب ریشه از طریق ایجاد هیف، سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به‌وسیله گیاهان می‌شوند (Esmaielpour & Amani, 2014). Mahmoudzadeh *et al.* (2015) اظهار داشتند که ترشح مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه و تولید هورمون‌های محرک رشد توسط قارچ‌ها و باکتری‌های محرک رشد با تحریک توسعه و گسترش ریشه و هم‌چنین تیمارهای قارچی نسبت به تیمارهای باکتریایی، با فراهم‌آوردن تناسب صحیح بین نیتروژن و سایر عناصر کم‌تحرک، مانند فسفر و عناصر کم‌مصرف موجب افزایش وزن خشک ریشه شد. باکتری‌های افزاینده رشد در محدوده ریشه، در واقع موجب کاهش تولید اتیلن در ریشه‌های تلقیح‌شده می‌شود که نتیجه‌ی آن تحریک و افزایش رشد ریشه است (Shaharoona *et al.*, 2008).

Dadashzadeh *et al.* (2018) اظهار داشتند کاربرد میکوریزا و آزوسپریلیوم با افزایش محتوای کلروفیل موجب افزایش وزن و حجم ریشه جو شد. Fernandez *et al.* (2006) اظهار داشتند که یونیکونازول با تأثیر بر محتوای جیبرلین موجب افزایش نسبت ریشه به ساقه تحت شرایط تنش شد.

۳. ٤. شاخص برداشت

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت (به‌ترتیب ٤۲/٦۰ و ٤۲/۹۵ درصد) در کاربرد میکوریزا با یونیکونازول و سودوموناس در شرایط عدم اعمال شوری و کم‌ترین آن (٤۱/۰۹ و ۳۷/۱٦ درصد) در عدم کاربرد کودهای زیستی و بالاترین سطح از شوری خاک به‌دست آمد (جدول ٤). Moslehi *et al.* (2016) گزارش کردند که کاربرد کود زیستی موجب افزایش شاخص برداشت برنج شد و این افزایش را به تأثیر کودهای زیستی بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیش‌تر به دانه نسبت دادند. Ramshvar & Singh (1998) علت افزایش شاخص برداشت ذرت در تیمار تلفیقی را، به جذب بهتر عناصر غذایی، افزایش شاخص سطح برگ استفاده بهتر گیاه از تشعشع خورشیدی نسبت دادند که موجب می‌شود گیاه مواد فتوسنتزی بیش‌تری را به دانه ارسال نماید. Tahmasebi Sha-mansoure *et al.* (2017) دلیل افزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت گندم در شرایط شوری با کاربرد میکوریزا به افزایش محتوای کلروفیل برگ نسبت دادند.

۳. ۵. عملکرد بیولوژیک

بررسی تأثیر یونیکونازول، کودهای زیستی و شوری نشان داد که اثر ترکیب این سه عامل بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک در عدم اعمال شوری و کاربرد توأم یونیکونازول و کودهای زیستی (۳/٤٤ گرم) و کم‌ترین آن در شوری ۱۲۰ میلی‌مولار (۱/۹۷ گرم) و عدم کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی به‌دست آمد (جدول ۳). Copetta *et al.* (2006) عنوان کردند که زیست‌توده ریحان در شرایط تلقیح با سه گونه قارچ میکوریزا افزایش یافت. آنها دلیل این امر را به بهبود جذب و دسترسی بهتر گیاه به عناصر غذایی به‌واسطه کاربرد قارچ نسبت دادند. Kheirizadeh Arough (2016) اظهار داشت کاربرد میکوریزا و باکتری محرک رشد با افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید و بهبود شرایط فتوسنتزی موجب افزایش بیوماس کل تریتیکاله شد.

۳. ٦. عملکرد دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد تک‌بوته (۱/٦ گرم در بوته) در کاربرد توأم میکوریزا با یونیکونازول و *سودوموناس پوتیدا* تحت شرایط عدم اعمال شوری و کم‌ترین آن (۰/۷٦ گرم در بوته) در عدم کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی در شوری ۱۲۰ میلی‌مولار خاک به‌دست آمد (جدول ۳). بخشی از این افزایش عملکرد را می‌توان به سرعت و طول دوره پرشدن دانه نسبت داد، به این صورت که با کاربرد کودهای زیستی، سرعت و طول دوره پرشدن دانه افزایش یافت که این امر موجب شد تا مواد بیش‌تری در دانه‌ها ذخیره شود و از این طریق موجب افزایش وزن دانه و عملکرد دانه شود. هم‌چنین افزایش محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید و گسترش وزن و حجم ریشه (جدول ۲) در حالت کاربرد کودهای زیستی نیز می‌تواند بخشی از افزایش عملکرد دانه گندم را توجیه نماید. Wagar *et al.* (2004) در بررسی تأثیر تلقیح بذر با باکتری‌های حاوی ACC دآمیناز با کاهش سطح اتیلن و جذب بیش‌تر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه موجب می‌شوند عملکرد و اجزای عملکرد به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یابد. Wright *et al.* (1998) اظهار داشتند که کربن اضافی تثبیت‌شده توسط گیاهان میکوریزایی‌شده 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.

Seyed Sharifi (2018) گزارش کرد کاربرد یونیکونازول و ازتوباکتر، *سودوموناس پوتیدا* و میکوریزا با بهبود سرعت، طول دوره و دوره مؤثر پرشدن دانه موجب افزایش عملکرد گندم شد. Dadashzadeh *et al.* (2018) اظهار داشتند کاربرد میکوریزا و *آزوسپریلیوم* تحت شرایط تنش شوری با بهبود وضعیت وزن و حجم ریشه و افزایش محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنوئید و مؤلفه‌های پرشدن دانه موجب افزایش عملکرد دانه جو شد. در این بررسی نیز به‌نظر می‌رسد، افزایش عملکرد دانه تحت شرایط کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی را می‌توان به افزایش وزن و حجم ریشه (جدول ۲)، محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید (جدول‌های ۲ و ٤) و بهبود افزایش مؤلفه‌های پرشدن دانه (جدول ۳) نسبت داد.

٤. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که شوری تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی داشت. با افزایش شوری محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید و مؤلفه‌های پرشدن دانه از جمله سرعت، مدت و طول دوره مؤثر پرشدن دانه کاهش یافت. ولی استفاده از یونیکونازول و کودهای زیستی

توانست در شرایط عدم شوری و حتی در سطوح بالاتر شوری نیز، با تعدیل اثرات ناشی از شوری بر کاهش محتوای کلروفیل و مؤلفه‌های پرشدن دانه، منجر به افزایش ۱۰۸/۸ درصدی عملکرد دانه گندم در مقایسه با عدم کاربرد کودهای زیستی در بالاترین سطح از شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) خاک شد. از این‌رو، براساس نتایج این بررسی به‌نظر می‌رسد کاربرد یونیکونازول و میکوریزا و *سودوموناس پوتیدا* می‌توانند در بهبود عملکرد دانه حتی در بالاترین سطح از شوری خاک نیز مؤثر واقع شوند.

۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

٦. منابع

Akhgar, A. & Khavaz, K. (2010). The roll of bacterial ACC deaminase enzyme on the alleviation of negative effects of salinity on canola growth. *Journal of Water and Soil*, *24*(1), 154-165. (in Persian)

Arnon, A.N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, *23*, 112-121.

Cakmakci, R.I., Donmez, M.F. & Erdogan, U. (2007). The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barely seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turkish Journal of Agriculture*, *31*, 189-199.

Chandrasekhar, B. R., Ambrose, G. & Jayabalan, N. (2005). Influence of biofertilizer and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb.) Link. *Journal of Agricultural Technology*, *1*(2), 223 -234.

Copetta, A., Lingua, G. & Berta, G. (2006). Effects of three AM fungi on growth, distribution of grandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. *Mycorrhiza*, *16*, 485-494. DOI: 10.1007/s00572-006-0065-6

Dadashzadeh, S., Seyed Sharifi, R. & Farzaneh, S. (2018). Effects of bio-fertilizer and nano iron oxide on yield, chlorophyll content and modeling of some components of grain filling period of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salinity stress levels. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *16*, 493-509. (in Persian)

Demir, S. (2004). Influence of arbuscular mycorrhizal on some physiological, growth parameters of pepper. *Turkish Journal of Biology*, *28*, 85-90.

Duan, L., Guan, C., Li, J., Eneji, A. E., Li, Z. & 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*, *19*(4), 914-920. DOI: 10.1111/j.1439-037X.2007.00284.x

Ellis, R.H. & Pieta-Filho, C. (1992). The development of seed quality spring and winter cultivars of barley and wheat. *Seed Science Research*, *2*, 19-25. DOI: https://doi.org/10.1017/S0960258500001057

Fernandez, J.A., Balenzategui, L., Banon, S. & Franco, J.A. (2006). Induction of drought tolerance by paclobutrazol and irrigation deficit in Phillyrea angustifolia during the nursery period. *Scientia Horticulturae*, *107*, 277-283. DOI: 10.1016/j.scienta.2005.07.008

Fletcher, R.A. & Arnold, V. (1986). Stimulation of cytokinins and chlorophyll synthesis in cucumber, *Physiological Plant*, *66*, 197-201. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1986.tb02408.x

Giri, B., Kapoor, R. & 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 studies, Dordrecht. Springer Netherlands. Pp. 313-327.DOI: 3-3209-17-94-978/10.1007

Hagh Bahari, M. & 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. (in Persian)

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

Khalafallah, A.A. & Abo-Ghalia, H.H. (2008). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants subjected to short-term water stress, followed by recovery at different growth stages. *Journal of Applied Sciences Research*, *4*, 559-569.

Khalilzadeh, R., Seyed Sharifi, R. & Jalilian, J. (2018). Study the interaction of cycocel and bio-fertilizers on yield and some agro-physiological traits of wheat under soil salinity conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *10*, 425-443. (in Persian)

Khalilzadeh, R., Seyed Sharifi, R. & Jalilian, J. (2018). Growth, physiological status and yield of salt-stressed wheat (*Triticum aestivum* L.) plants as affected by application of bio fertilizer and cycocel. *Arid Land Research and Management*, *1*, 1-18. https://doi.org/10.1080/15324982.2017.1378282

Kheirizadeh Arough, Y. 2016. *Effects of nano zinc oxide foliar application, arbuscular mycorrhizal fungus and free living nitrogen fixing bacteria on yield and some physiological traits of Triticale under salinity and water limitation condition*. Ph.D thesis, University of Mohaghegh Ardabili, Iran. (in Persian)

Mahmoudzadeh, M., Rasouli Sadaghiani, M.H. & Asgari Lajayer, H. (2015). Effect of plant growth promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on growth characteristics and concentration of macronutrients in peppermint (*Mentha pipperita* L.) under greenhouse conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, *24*(6), 155-167. (in Persian)

Manal, F., Thalooth, A.T. & Khalifa, R.M. (2010). Effect of foliar spraying with uniconazole and micronutrients on yield and nutrients uptake of wheat plants grown under saline condition. *Journal of American Science*, *3*(8), 398-404.

Mayak, S., Tirosh, T. & Glick, B. R. (2004). Plant growth promoting bacteria confer resistance in tomato plants salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, *42*, 565-572. DOI: 10.1016/j.plaphy.2004.05.009

Mohammad, A., Bakheta, D., Mohamad, M. & 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. DOI: 10.13057/nusbiosci/n060107

Moslehi, N., Niknejad, Y., Fallah Amoli, H. & Kheyri, N. (2016). Effect of integrated application of chemical, organic and biological fertilizers on some of the morphophysiolgical traits of rice (*Oryza sativa* L.) Tarom Hashemi cultivar. *Crop physiology Journal*, *31*(8), 87-103. (in Persian)

Ramshvar, C. & Singh, M. (1998). Effect of farm yard manure (FYM) and fertilization on the growth and development of maize (*Zea mays*) and wheat (*Triticum aestivum*) in sequence. *Indian Journal of Agricultural Science*, *32*, 65-70.

Ronanini, D., Savin, R. & Hal, A.J. (2004). Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief interval of high temperature during grain filling. *Field Crop Reserch*, *83*, 79-90. DOI: 10.1016/S0378-4290(03)00064-9

Ryder, M.H., Nong, Y.Z., Terrace, T.E., Rovira, A.D., Hua, T.W. & Correll, R.L. (1999). Use of strains of Bacillus isolated in China to suppress take-all and Rhizoctonica root rot, and promotes seedling growth of grasshouse-grown wheat in Australian soils. *Soil Biology and Biochemistry*, *31*, 19-29.

Seyed Sharifi, R. & Namvar, A. (2016). Biofertilizers in Agronomy. University of Mohaghegh Ardabili press. 280 pp. (in Persian)

Seyed Sharifi, R. (2018). Effects of uniconazole and bio fertilizers on grain filling period and contribution of remobilization in grain yield of wheat under different moisture regimes in greenhouse condition. *Environmental stresses in Crop Sciences*, *11*(3), 515-531. (in Persian)

Shaharoona, B., Naveed, M., Arshad, M. & Zahir, Z.A. (2008). Ferttilizer-dependent efficiency of Pseudomonas for improving growth, yield and nutrient use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Microbial Biotechnology*, *79*, 147-155. DOI: 10.1007/s00253-008-1419-0

Siringam, K., Juntawong, N., Cha-um, S. & 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 of Biotechnology*, *10*(8), 1340-1346. DOI: 10.5897/AJB10.1805

Soltani, A. (1998). Application of SAS statistical analysis (in Agriculture). Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 188 pp. (in Persian)

Stepien, P. & Klobus, G. (2006). Water relations and photosynthesis in Cucumis sativus L. Leaves under salt stress. *Biologia Plantarum*, *50*, 610-616. DOI:10.1007/s10535-006-0096-z

Tadayon, M.R. & Emam, Y. (2007). Physiologic and morphologic reactions in two variety barley for salinity stress & its relative with grain yield. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, *1*, 253-262. (in Persian)

Tahmasebi Sha-mansoure, M., Enayatizamir, N., Rahnama-Ghahfarokhi, A. & Chorom, M. (2017). Effect of Trichoderma virens and Silicon Application on Some Properties of Wheat under Saline Condition. *Water and Soil Science*, *27*(4), 159-171. (in Persian)

Togay, N., Togay, Y., Cimrin, K.M. & Turan, M. (2008). Effect of rhizobium inoculation, sulfur and phosphorus application on yield, yield components and nutrient uptake in chick pea (*Cicer aretinum* L.). *African Journal of Biotechnology*, *7*, 776-782.

Wagar, A., Shahroona, B., Zahir, Z.A. & Arshad, M. (2004). Inoculation with Acc deaminase containing rhizobacteria forimprovming growth and yield of wheat. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, *41*, 119-124.

Wright, D.P., Scholes, J.D. & 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. DOI: 10.1046/j.1365-3040.1998.00280.x