Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۷
۵۱۵-۵۳۱
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.764.1148

تأثیر یونیکونازول و کودهای زیستی بر طول دوره پر شدن دانه و سهم فرایند انتقال مجدد در عملکرد دانه گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی در شرایط گلخانه

رئوف سید شریفی
استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۵

چکیده

کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول روشی مناسب برای افزایش عملکرد گندم تحت شرایط محدودیت آبی است. به‌منظور بررسی تأثیر یونیکونازول و کودهای زیستی بر طول دوره‌ی پر شدن دانه و سهم فرایند انتقال مجدد در عملکرد دانه‌ی گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی با یونیکونازول در دو سطح (عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر)، کودهای زیستی در چهار سطح (کاربرد میکوریزا، ازتوباکتر و سودوموناس، کاربرد توأم میکوریزا با باکتری‌ها، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد) و آبیاری در سه سطح (آبیاری کامل، آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل خوشه‌دهی و چکمه‌ای شدن به ترتیب به‌عنوان محدودیت ملایم و شدید آبی) بودند. نتایج نشان داد بیش‌ترین سهم انتقال مجدد ماده خشک از کل اندام هوایی (۵۷/۶ درصد) و مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه (۵۳/۴ درصد) و کمترین طول دوره پر شدن دانه (۲۶/۶ روز) در آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن، عدم کاربرد کودهای زیستی و عدم محلول‌پاشی با یونیکونازول به دست آمد. حداکثر وزن تک بذر و طول دوره پر شدن دانه (به ترتیب با ۰/۰۵۲ گرم و ۳۴/۵ روز) به کاربرد توأم کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری کامل و کمترین آن‌ها (۰/۰۳۰ گرم، ۲۶/۶ روز) در عدم مصرف کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن به دست آمد. حداکثر سرعت پر شدن دانه (۰/۰۰۲۴۸ گرم در روز) در کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن و کمترین میزان آن (۰/۰۰۱۶ گرم در روز) در عدم مصرف کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری کامل به دست آمد. به‌طورکلی کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول می‌تواند به‌عنوان یک فاکتور مدیریتی مناسب برای افزایش عملکرد دانه و طول دوره‌ی پر شدن دانه در شرایط محدودیت آبی باشد.

واژه‌های کلیدی: **میکوریزا، ازتوباکتر، سودوموناس، کمبود آب.**

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که آثار مخرب و زیان‌آوری بر مراحل مختلف رشدی گندم داشته و می‌تواند رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گندم را محدود کند (Eslami et al., 2012). خشکی همچنین می‌تواند موجب کاهش جمعیت میکروبی در خاک یک منطقه شود (Seyed Sharifi and Namvar, 2015). کودهای زیستی به علت حلالیت بیش‌تر عناصر ریزمغذی در خاک و درنتیجه اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک، گیاه در شرایط خوبی ازنظر عناصر غذایی رشد کرده و عملکرد مناسبی را در راستای استفاده بیش‌تر از منابع تولید می‌کند (Arancon et al., 2004). در سال‌های اخیر یکی از شیوه-های مناسب کشاورزی مدرن برای بهبود حاصلخیزی خاک و جبران میکروارگانیسم‌های ازدست‌رفته به‌واسطه اثر تنش‌های محیطی، استفاده از کودهای زیستی نظیر میکوریزا و باکتری-های محرک رشد گیاهی است (Cakmakci et al., 2007). افزایش سطح‌فعال سیستم ریشه‌ای گیاه برای جذب بهتر مواد

* نگارنده پاسخگو: رئوف سیدشریفی. پست الکترونیک: raouf_ssharifi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

غذایی از خاک، بهبود فتوسنتز، افزایش مقاومت به تنش‌های خشکی و شوری (Elliott and Wildung, 1992)، تثبیت نیتروژن، فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی از مهم‌ترین مزایای استفاده از کودهای زیستی محسوب می‌شوند (Seyed Sharifi and Namvar, 2015).

تحقیقات بسیاری تأثیر مثبت باکتری‌های محرک رشد را در افزایش رشد و عملکرد گیاهان خانواده گرامینه و غیرگرامینه نشان داده‌اند (Cakmakci et al., 2006). ارزانش و همکاران (Arzanesh et al., 2010) افزایش تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و درنهایت افزایش عملکرد گندم را در اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلیوم گزارش کردند. بررسی‌های باسیلو و همکاران (Bacilio et al., 2004)نشان داد که در شرایط تنش، تلقیح بذر گندم با باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم شد.

از رهیافت‌های نوین در بهبود عملکرد کمی و کیفی، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نظیر یونیکونازول است. گزارش شده است که کاربرد یونیکونازول در گندم (Imam et al., 1995)، سویا (Abou El-Kheir, 2000)، لوپن[1] (Kassab et al., 2006) و تاتوره (May et al., 2007) از طریق بهبود فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی برگ‌ها نظیر سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز، افزایش محتوای کلروفیل، پرولین و قندهای محلول موجب بهبود فتوسنتز، عملکرد و افزایش مقاومت به تنش آبی می‌شود (Zhang et al., 2007). 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 (Leul and Zhou, 1998). بررسی‌های محمد و همکاران (Bakheta and Mohammad, 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. بختا (Bekhta, 2009) 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. یانگ و همکاران (Yang et al., 2005a,b) گزارش کردند که میزان فتوسنتز، تعداد پنجه، رشد ریشه و محتوای پروتئین گندم با کاربرد یونیکونازول افزایش یافت. دوان و همکاران (Duan et al., 2008) در بررسی تأثیر یونیکونازول بر خسارت‌های فیزیولوژیکی ایجادشده به‌وسیله‌ی 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.

عملکرد نهایی دانه را دو فرآیند فیزیولوژیک، یعنی فتوسنتز جاری و انتقال مجدد ماده انباشته‌شده قبل از گلدهی تشکیل می‌دهند (Bardar et al., 2008). دوره پر شدن دانه یک جزء تعیین‌کننده‌ی زمان رسیدگی و مرحله اصلی تشکیل عملکرد است. طولانی بودن این دوره امکان انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از مبدأ به مقصد و درنتیجه افزایش عملکرد دانه را فراهم می‌سازد. خلیل‌زاده و همکاران (Khalilzadeh et al., 2016) بیان داشتند که باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش سرعت و طول دوره پر شدن دانه‌ی گندم در شرایط محدودیت آبی شدند. آسنت و همکاران (Asseng et al., 2003) اظهار داشتند که در هر محیطی سهم انتقال ماده خشک در عملکرد دانه به روابط منبع و مخزن در طول دوره پر شدن دانه مربوط می‌شود. به نظر می‌رسد که در شرایط مطلوب و دسترسی به منابع کافی، چون فتوسنتز جاری افزایش می‌یابد، درنتیجه تعادل منبع و مخزن تا حدود زیادی حفظ‌شده و مواد تولیدی منبع می‌تواند در مخزن مورداستفاده قرار گیرد. ولی در شرایط تنش، عدم دسترسی به عناصر غذایی ممکن است تعادل منبع و مخزن را به هم بزند و در چنین شرایطی قدرت مخزن بیش‌تر از منبع بوده و به دلیل روابط فیزیولوژیکی موجود بین منبع و مخزن، منبع میزان انتقال ماده‌ی خشک را افزایش می‌دهد تا شاید بتواند بخشی از نیاز شدید مخازن (دانه‌ها) را برآورده نماید (Seyed Sharifi and Haydari Siahkhalaki, 2016). یانگ و ژانگ (Yang and Zhang, 2006) اظهار داشتند که اعمال تنش به دلیل تحریک پیری در گیاه منجر به افزایش انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای ساقه به دانه می‌شود سید شریفی و نظرلی (Seyed Sharifi and Nazarly, 2013) گزارش کردند که تلقیح با باکتری‌های محرک رشد، میزان انتقال ماده خشک از کل بوته و سهم مشارکت ذخایر ساقه در پر شدن دانه را کاهش داد. آنان علت را به ایجاد شرایط بهینه توسط باکتری‌ها و افزایش سهم فتوسنتز جاری به‌واسطه شاخص

[1]. *Lupinus polyphyllus*

www.SID.ir

Archive of SID

سطح برگ بالاتر نسبت دادند که موجب می‌شود بخش عمده‌ای از عملکرد دانه توسط فتوسنتز جاری تأمین‌شده و بخش کمتری به انتقال ماده خشک تخصیص یابد. محدودیت آبی در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور به دلیل ایجاد تنش در مراحل مختلف رشد زایشی موجب تسریع پیری، کاهش فتوسنتز جاری و طول دوره پر شدن دانه می‌شود. در این راستا به دلیل اهمیت کودهای زیستی و یونیکونازول در کاهش و یا تعدیل اثرات ناشی از محدودیت آبی و عدم وجود گزارش‌های کافی در خصوص برهمکنش توأم این عوامل، موجب شد تا تأثیر این فاکتورها بر مؤلفه‌های پر شدن دانه و سهم فرایند انتقال مجدد در عملکرد دانه گندم موردبررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل محلول‌پاشی با یونیکونازول در دو سطح [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]، کودهای زیستی در چهار سطح [کاربرد میکوریزا (M_1)، ازتوباکتر و سودوموناس (B_1)، کاربرد توأم میکوریزا با باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس (M_1B_1)، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد (M_0B_0)] و آبیاری در سه سطح [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) به ترتیب به‌عنوان محدودیت شدید و ملایم آبی و آبیاری کامل (I_3) به‌عنوان شاهد] بودند (Kheirizadeh Arough et al., 2016). رقم مورداستفاده، گندم بهاره زاگرس بود که متحمل به خشکی و مناسب مناطق با اقلیم معتدل و سرد است. برای تلقیح بذر با باکتری‌های موردنظر، میزان هفت گرم مایه تلقیح که هر گرم آن حاوی 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود، استفاده شد (Seyed Sharifi and Namvar, 2015). از محلول صمغ عربی به نسبت ۱۰ درصد وزنی حجمی برای چسبندگی بهتر باکتری‌ها به بذر استفاده گردید. قارچ میکوریزا مورداستفاده گونه *Glomus mosseae* و باکتری‌ها از گونه ازتوباکتر کروکوکوم[2] استرین ۵ و سودوموناس[3] پوتیدا استرین ۶۴ بودند. قارچ‌ها از شرکت زیست فن‌آوران توران و باکتری‌ها از موسسه تحقیقات خاک و آب تهران تهیه شد. ۴۳ عدد بذر در هر گلدان برای رسیدن به تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع که تراکم مطلوب و توصیه‌شده این رقم است، در گلدان‌های به قطر ۴۰ سانتی‌متر کشت شدند. تلقیح با قارچ میکوریزا به روش استاندارد و توصیه‌شده جیانینازی و همکاران (Gianinazzi et al., 2001) انجام شد. محلول‌پاشی با یونیکونازول در مرحله قبل از چکمه‌ای شدن انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی بسته به شرایط محیطی، نیاز گیاه زراعی و رژیم‌های متفاوت رطوبتی انجام شد. در طول دوره‌ی رشد کنترل علف‌های هرز به طریقه‌ی دستی انجام شد. برای ارزیابی میزان انتقال مجدد مواد از اندام‌های رویشی به دانه، در هر گلدان ۱۵ بوته مشابه و یکنواخت علامت‌گذاری شد و از ده روز بعد از مرحله چکمه‌ای شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک، هر چهار روز یک‌بار نمونه‌ها برداشت می‌شد. پس از جداسازی اندام‌های مختلف و خشک‌کردن نمونه‌ها (قرار دادن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت)، میزان انتقال ماده خشک، سهم فرایند انتقال مجدد از بخش رویشی به دانه و میزان مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه با استفاده از روابط یک تا چهار برآورد شد (Barnett and Pearce, 1983). در این روابط کاهش ناشی از تنفس در نظر گرفته نشده است و فرض شده است که تنفس برای شرایط محیطی مورداستفاده در این بررسی یکسان است. اهدایی و ونیز (Ehdaie and Waines, 1996) هم در بررسی‌های مربوط به تنوع ژنتیکی انتقال مجدد در گندم، چنین فرضی را به‌کاربرده‌اند.

$$DMT = DMA - DMM \qquad [۱]$$

که در آن DMT[4] میزان انتقال ماده خشک کل برحسب گرم در بوته، DMA[5] حداکثر ماده خشک اندام هوایی در برداشت اول و DMM[6] میزان ماده خشک اندام هوایی (به‌جز دانه) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک است (Budakli et al., 2007).

$$CDMAG = DMT / GY*100 \qquad [۲]$$

در این رابطه CDMAG[7] سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک کل در تشکیل دانه برحسب درصد، DMT میزان

2. *Azotobacter chroococcum* strain 5
3. *Psedomunas putida* strain 64
4. Dry Matter Translocation
5. Dry Matter at Anthesis
6. Dry Matter at Maturity
7. Contribution of Dry Matter Assimilates to Grain

www.SID.ir

Archive of SID

انتقال ماده خشک برحسب گرم در بوته و GY[8] عملکرد دانه تک بوته است (Ahmadi et al., 2004).

$$SDMT = SDMM - SDMA \quad [۳]$$

در این رابطه SDMT[9] میزان انتقال ماده خشک از ساقه برحسب گرم در بوته، SDMM[10] حداکثر وزن خشک ساقه در برداشت اول و SDMA[11] وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک است.

$$CSAG = SDMT / GY*100 \quad [۴]$$

در این رابطه CSAG[12] سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه برحسب درصد، SDMT میزان انتقال ماده خشک از ساقه برحسب گرم در بوته و GY عملکرد دانه برحسب گرم در بوته است (Maghsoudi Moud and Islami, 2011).

به‌منظور ارزیابی مؤلفه‌های پر شدن دانه، نمونه‌برداری‌ها از ۱۵ روز بعد از گلدهی در فواصل زمانی هر چهار روز یک‌بار انجام گرفت. در این مرحله ۱۶ بوته به‌ظاهر یکنواخت و مشابه در هر گلدان با نخ رنگی علامت‌گذاری شد. در هر مرحله از نمونه‌برداری دو خوشه از هر گلدان انتخاب و بعد از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا دانه‌ها از خوشه جدا و شمارش شدند. بعد به مدت دو ساعت در آون الکتریکی تهویه‌دار در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد گردید (Ronanini et al., 2004.). به‌منظور تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل دوتکه‌ای بر اساس رویه DUD و دستورالعمل Proc Nlin نرم‌افزار SAS به‌صورت زیر استفاده گردید.

$$GW = \begin{cases} a + bt_0 & t < t_0 \\ a + bt & t > t_0 \end{cases} \quad [۵]$$

در این رابطه GW وزن دانه، t زمان و b سرعت پر شدن دانه است، t_0 پایان دوره پر شدن 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 پر شدن 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. شیب‌خط رگرسیون در این مرحله (t_0 $t<$) سرعت پر شدن دانه را نشان می‌دهد (Ellis and Pieta-Filho, 1992). با برازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) به‌دست‌آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه (۵) قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه شد. برای تعیین دوره مؤثر پر شدن دانه از رابطه ۶ و به‌صورت زیر استفاده شد (Ellis and Pieta-Filho, 1992):

$$EFP=MGW/ b \quad [۶]$$

در این رابطه EFP دوره مؤثر پر شدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و b سرعت پر شدن دانه است. به‌منظور تعیین طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، عملکرد تک بوته تعداد شش بوته در زمان رسیدگی در هر گلدان انتخاب و میانگین آن‌ها به‌عنوان ارزش آن صفت در جدول تجزیه واریانس مورداستفاده قرار گرفت. برای تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS (9.2) و Excel و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس تأثیر کودهای زیستی، سطوح آبیاری، یونیکونازول و اثر ترکیب تیماری این سه عامل بر میزان انتقال مجدد از کل اندام هوایی و میزان انتقال مجدد از ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان انتقال مجدد از ساقه (۰/۶۳ گرم از بوته) و از کل اندام هوایی (۰/۷۵ گرم از بوته) در ترکیب تیماری عدم مصرف کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن و کمترین آن‌ها (به ترتیب ۰/۳۰ و ۰/۳۹ گرم از بوته) در کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول و در شرایط آبیاری کامل به دست آمد (شکل ۱). میزان انتقال ماده خشک و سهم این فرایند در عملکرد دانه، بیش‌تر تحت تأثیر روابط

8. Grain Yield
9. Stem Dry Matter Translocation
10. Stem Dry Matter at Maturity
11. Stem Dry Matter at Anthesis
12. Contribution of Stem Assimilates to Grain

www.SID.ir

جدول ۱. تجزیه واریانس اثرات یونیکونازول و کودهای زیستی بر انتقال ماده خشک، سرعت و طول دوره پر شدن دانه، عملکرد و برخی صفات گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی

Table 1. Analysis of variance for the effects of uniconazole and biofertilizers on dry matter remobilization, rate and grain filling period, yield and some traits of wheat under different moisture regimes

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S											
		میزان انتقال مجدد از ساقه Remobilization from stem	میزان انتقال مجدد از کل اندام هوایی Remobilization from aboveground parts	سهم فرایند انتقال در عملکرد دانه مجدد Contribution of dry matter remobilization in grain yield	مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه Contribution of stem reserves to grain yield	حداکثر وزن دانه Maximum grain weight	سرعت پر شدن Grain filling rate	طول دوره پر شدن دانه Grain filling period	وزن صد دانه 100-grain weight	دانه در خوشه Number of grains per spike	طول خوشه Spike length	پروتئین دانه Grain protein	عملکرد دانه grain yield
تکرار Replication	2	54.98^{ns}	28.31*	0.0009*	10.78*	0.003**	8.3**	31.41**	0.002^{ns}	7.62^{ns}	0.88*	0.73^{ns}	53.97*
کودهای زیستی Bio fertilizers (Bf)	3	0.082*	34.56**	0.0445*	57.31*	0.002**	1.11**	2.42**	0.057**	10.22**	0.097**	23.14**	74.27**
آبیاری Irrigation (I)	2	0.164**	102.50**	0.0836*	84.03*	0.001**	3.18**	1.28**	0.037**	18.09*	0.711*	34.49**	55.90**
یونیکونازول Uniconazole (U)	1	13.236**	94.12**	0.0017*	7.46*	0.005**	8.84**	2.57**	0.038**	323.4**	13.14**	3.38^{ns}	101.17**
کودهای زیستی× آبیاری Bf × I	6	113.62**	67.80**	4.770*	1.346*	0.002**	5.70**	0.23**	0.02**	4.04**	1.023**	0.48^{ns}	74.66*
کودهای زیستی×یونیکونازول Bf × U	3	0.083**	58.50**	0.0878*	13.29*	0.028*	7.60**	0.26**	0.0008^{ns}	6.11^{ns}	0.02^{ns}	1.62^{ns}	17.20^{ns}
آبیاری×یونیکونازول I × U	2	0.044**	87.80**	0.0461*	315.41*	0.005*	9.70*	0.42*	0.001^{ns}	7.42^{ns}	0.17^{ns}	31.04**	14.20^{ns}
کودهای زیستی× آبیاری× یونیکونازول Bf × U × I	6	572.21**	130.80**	8.2060*	8.33*	0.025**	8.70**	0.28**	0.001^{ns}	8.281^{ns}	0.072^{ns}	1.64^{ns}	83.60**
خطا Error	46	9.64	7.36	4.42	3.01	11.03	8.4	6.5	0.001	5.12	0.2	1.31	11.37
ضریب تغییرات (٪) C.V (%)	-	*12.19*	*13.75*	*0.794*	*0.13*	*0.145*	*0.63*	*2.22*	*30.15*	*16.49*	*6.45*	*12.78*	*9.3*

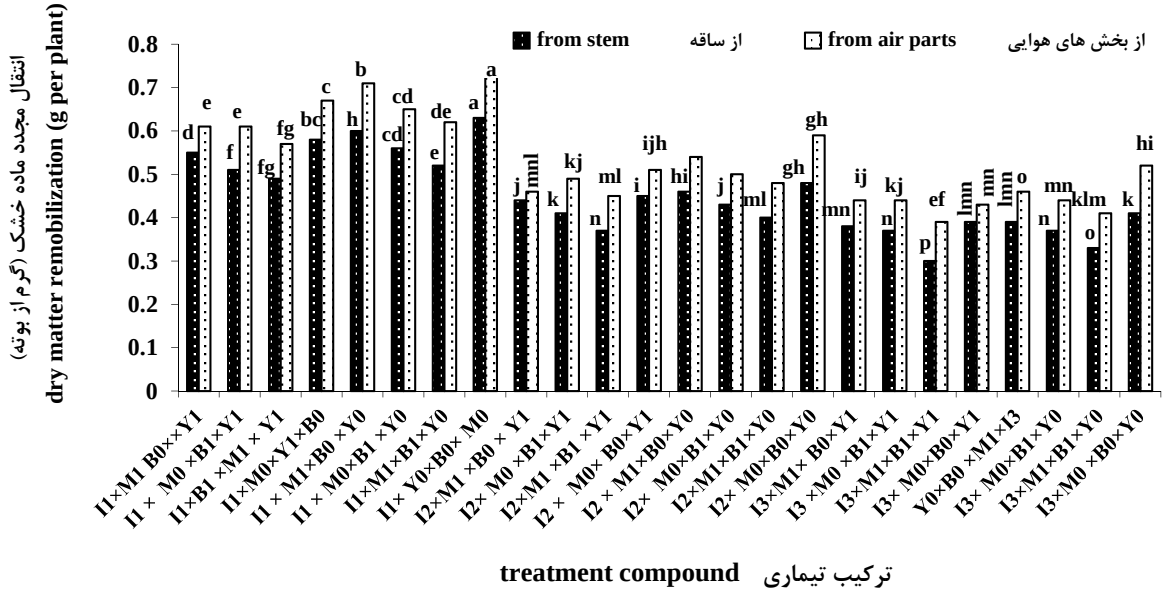
ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

Ns, * and ** means non-significant and significant at the 5% and 1% probability level, respectively

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

منبع و مخزن و شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Seyed Sharifi and Nazarly, 2013). به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی حتی در شرایط محدودیت آبی از طریق تعدیل اثرات ناشی از تنش (Seyed Sharifi and Namvar, 2015) و مصرف یونیکونازول به دلیل افزایش توان جذب و انتقال آب در گیاه (Duan et al., 2008) با بهبود فتوسنتز جاری و تعدیل خسارت‌های فیزیولوژیکی ایجادشده ناشی از کمبود آب در طول دوره پر شدن دانه، موجب می‌شود تعادل منبع و مخزن تا حدود زیادی حفظ‌شده و مواد تولیدی منبع بتواند در مخزن مورداستفاده قرار گیرد. ولی در صورت عدم استفاده از تعدیل‌کننده‌های تنش (کودهای زیستی و یونیکونازول) به نظر می‌رسد که تعادل منبع و مخزن به هم می‌خورد در چنین شرایطی قدرت مخزن (فعالیت مخزن× اندازه آن= قدرت مخزن) بیش‌تر از منبع بوده و به دلیل روابط فیزیولوژیکی موجود بین منبع و مخزن (ظرفیت بالای مخزن موجب فعالیت بیش‌تر منبع می‌شود)، منبع میزان انتقال ماده ی خشک را افزایش می‌دهد تا شاید بتواند بخشی از نیاز شدید مخازن (دانه‌ها) را برآورده نماید (Seyed Sharifi and Haydari Siahkhalaki, 2016). اهدایی و وینز (Ehdaie and Waines, 1996) گزارش کردند که میانگین انتقال مجدد در شرایط تنش از میانگین انتقال در شرایط آبیاری مطلوب بیشتر است. ازاین‌رو به نظر می‌رسد در شرایط کاربرد یونیکونازول و کودهای زیستی به دلیل بهبود فتوسنتز جاری، موجب می‌گردد سهم انتقال ماده خشک در عملکرد دانه کاهش یابد.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر یونیکونازول و کودهای زیستی بر انتقال مجدد ماده خشک گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. تیمارها عبارت بودند از محلول‌پاشی با یونیکونازول: [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]؛ کودهای زیستی [کاربرد میکوریزا (M_1)، ازتوباکتر و سودوموناس (B_1)، کاربرد توأم میکوریزا با ازتوباکتر و سودوموناس (M_1B_1)، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد (M_0B_0)]؛ آبیاری [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) و آبیاری کامل (I_3)]

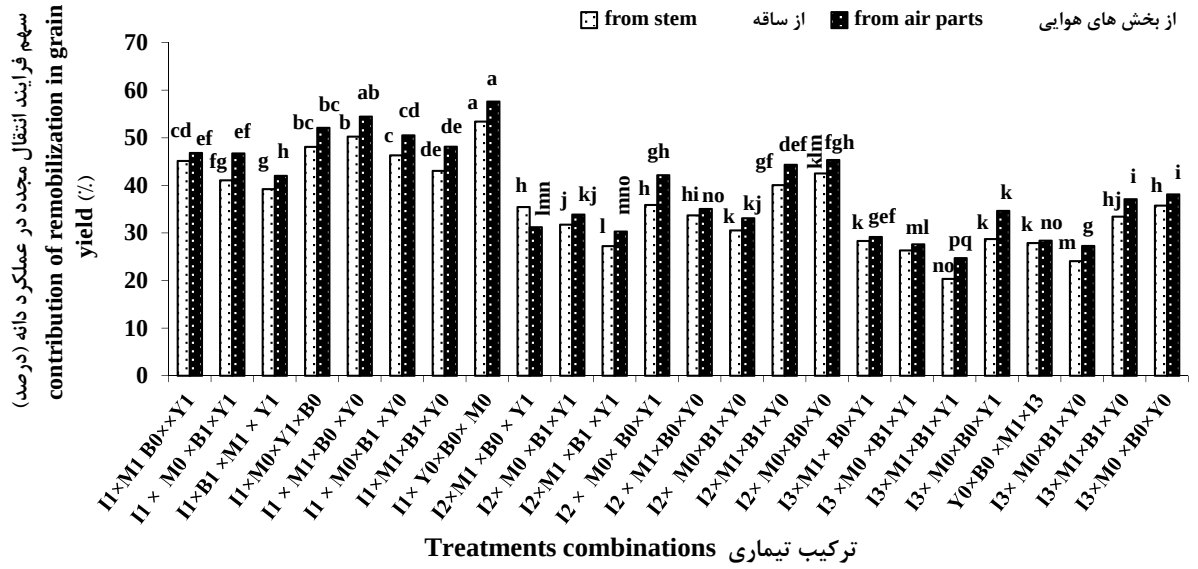
Fig 1. Mean comparison for the effects of biofertilizers and uniconazole on dry matter remobilization of wheat under different moisture regimes. Treatments were foliar application of uniconazole [without uniconazole (Y_0) and foliar application of 0.1 g.L^{-1} (Y_1)]; Bio fertilizers [application of mycorrhiza (M_1), application of *Azotobacter* + *Psedomunas* (B_1) , co-inoculation with PGPR + mycorrhiza (M_1B_1) and no application of biofertilizers as control (M_0B_0)]; Irrigation: [irrigation until%50 of booting (I_1) and heading (I_2) stages and full irrigation (I_3)].

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش، سهم مشارکت ذخایر ساقه و میزان انتقال مجدد از اندام هوایی در عملکرد دانه افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میزان مشارکت ذخایر ساقه و سهم فرایند انتقال مجدد از کل اندام هوایی (به ترتیب ۵۳/۴۰ و ۵۷/۶۰ درصد) در ترکیب تیماری عدم مصرف کودهای زیستی و یونیکونازول و در

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری تا ۵۰ درصد مرحله چکمه‌ای شدن و کمترین آن‌ها (به ترتیب ۲۰/۳۶ و ۲۴/۷۱ درصد) در کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری کامل به دست آمد (شکل ۲). یانگ و ژانگ (Yang and Zhang, 2006) اظهار داشتند که شرایط محدودیت آبی، به دلیل تحریک پیری گیاه منجر به افزایش انتقال مجدد به سمت دانه می‌شود ضمن آنکه در چنین شرایطی افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده از طریق افزایش انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای به جبران کاهش فتوسنتز ناشی از محدودیت آبی کمک می‌کنند. مانال و همکاران (Manal et al., 2010) اظهار داشتند که کاربرد یونیکونازول در شرایط تنش به دلیل افزایش پیگمان‌های فتوسنتزی موجب تأخیر در پیری برگ و بهبود فتوسنتز جاری می‌شود ازاین‌رو به نظر می‌رسد بهبود شرایط در فتوسنتز جاری موجب کاهش سهم فرایند انتقال ماده خشک در عملکرد دانه شود که با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مطابقت دارد.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر یونیکونازول و کودهای زیستی بر سهم فرایند انتقال مجدد در عملکرد دانه گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. تیمارها عبارت بودند از محلول‌پاشی با یونیکونازول: [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]؛ کودهای زیستی [کاربرد میکوریزا (M_1)، ازتوباکتر و سودوموناس (B_1)، کاربرد توأم میکوریزا با ازتوباکتر و سودوموناس (M_1B_1)، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد (M_0B_0)]؛ آبیاری [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) و آبیاری کامل (I_3)].

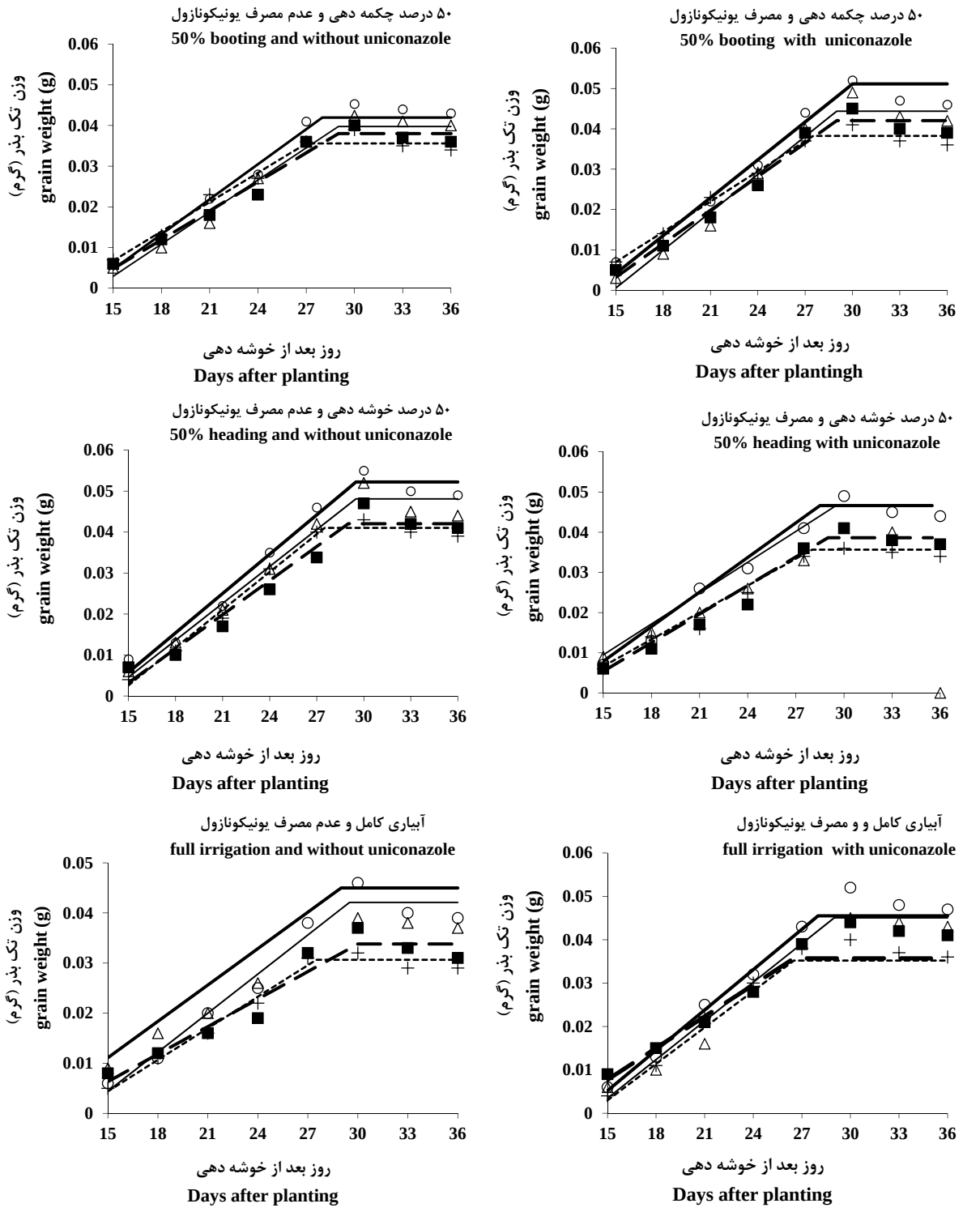
Fig. 2. Mean comparison for the effects of biofertilizers and uniconazole on contribution of remobilization in wheat grain yield under different moisture regimes. Treatments were foliar application of uniconazole [without uniconazole (Y_0) and foliar application of 0.1 g.L^{-1} (Y_1)]; Bio fertilizers [application of mycorrhiza (M_1), application of *Azotobacter* + *Psedomunas* (B_1) , co-inoculation with PGPR + mycorrhiza (M_1B_1) and no application of biofertilizers as control (M_0B_0)]; Irrigation: [irrigation until%50 of booting (I_1) and heading (I_2) stages and full irrigation (I_3)].

سرعت و طول دوره پر شدن دانه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای زیستی، آبیاری و یونیکونازول و اثر ترکیب تیماری این سه عامل، بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بررسی روند تغییرات سرعت پر شدن دانه نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه ترکیب‌های تیماری مشابه است، بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه به‌صورت خطی افزایش یافت و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی)، پس‌از این مرحله، وزن دانه از تغییرات چندانی برخوردار نبود و به‌صورت یک خط افقی در آمد (شکل ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر وزن تک بذر و طول دوره پر شدن دانه (به ترتیب با ۰/۰۵۲ گرم و ۳۴/۵ روز) به ترکیب تیماری مصرف کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری کامل و کمترین آن‌ها (۰/۰۳۰ گرم، ۲۶/۶۰۸۹ روز) به ترکیب تیماری

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. تأثیر یونیکونازول و کودهای زیستی بر روند تغییرات سرعت پر شدن دانه گندم تحت رژیم‌های متفاوت رطوبتی

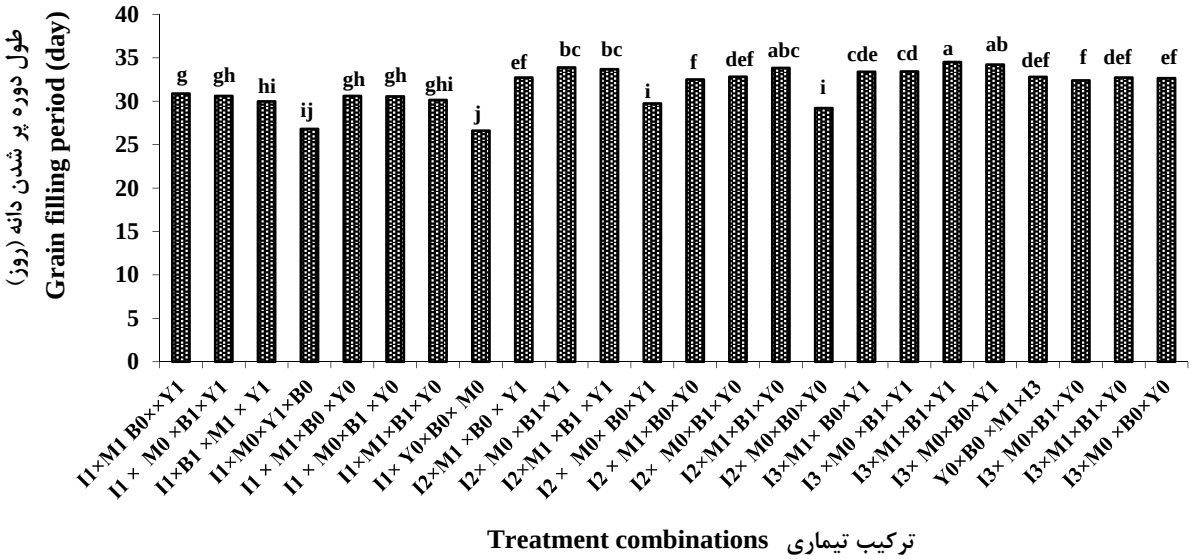
Fig. 3. Influence of uniconazole and biofertilizers on variations trend of grain filling rate of wheat under different moisture regimes

www.SID.ir

Archive of SID

عدم مصرف کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن مربوط می‌شد (شکل‌های ۴ و ۵)، طوری که طول دوره پر شدن دانه در عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول و در شرایط آبیاری تا ۵۰ درصد مرحله چکمه‌ای شدن در مقایسه با کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول و در شرایط آبیاری کامل از کاهش ۳۰/۱ درصدی برخوردار بود (شکل ۴). حداکثر سرعت پر شدن دانه (۰/۰۰۲۴۸ گرم در روز) در ترکیب تیماری مصرف کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن و کمترین میزان آن (۰/۰۰۱۶ گرم در روز) مربوط به ترکیب تیماری عدم مصرف کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری کامل به دست آمد (شکل ۶) که از افزایش ۸/۷ درصد برخوردار بود.

افزایش سرعت پر شدن دانه در شرایط تنش آبی می‌تواند ناشی از فرار گیاهان از خشکی در تکمیل چرخه زندگی و پر کردن دانه‌ها باشد. نتایج به دست آمده با بررسی‌های سیمانی و همکاران (Simane et al., 1993) مبنی بر اینکه وقوع تنش در مرحله گل‌دهی و دانه‌بندی دوره پر شدن دانه را کوتاه‌تر و سرعت پر شدن را افزایش می‌دهد مطابقت دارد. گلیک (Glick, 1998) اعلام کرد که باکتری‌های محرک رشد با تولید هورمون‌های رشد و تأمین مقادیر کافی عناصر غذایی، عملکرد و دوره پر شدن دانه را افزایش می‌دهند. عباس پور (Abbaspour, 2011) اظهار داشت که کاربرد باکتری‌های محرک رشد با افزایش میزان آسیمیلاسیون و سرعت پر شدن دانه، موجب بالا رفتن نقل‌وانتقال مواد به دانه و افزایش وزن دانه می‌شود. در این بررسی به نظر می‌رسد به دلیل اثرات هم‌افزایی که بین باکتری‌های محرک رشد و میکوریزا وجود دارد موجب می‌شود که این کودهای زیستی با تولید هورمون‌های رشد و تأمین عناصر غذایی، ضمن افزایش سرعت پر شدن دانه، امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه را نیز فراهم سازند (Behl et al., 2003).

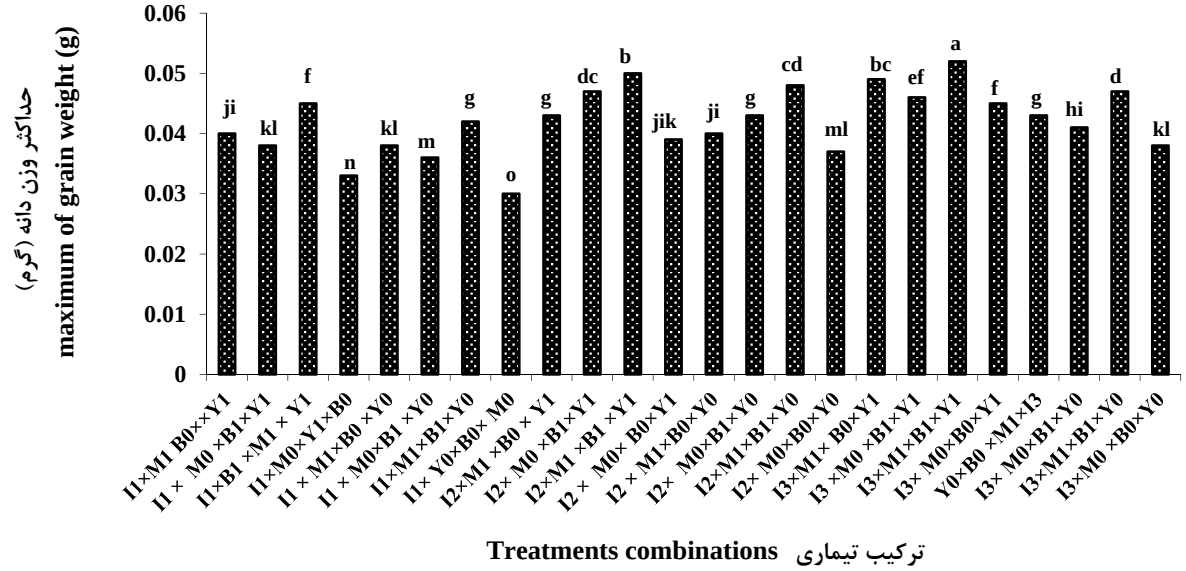


شکل ۴. مقایسه میانگین اثر یونیکونازول و کودهای زیستی بر طول دوره پر شدن دانه گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. تیمارها عبارت بودند از محلول‌پاشی با یونیکونازول: [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]؛ کودهای زیستی [کاربرد میکوریزا (M_1)، ازتوباکتر و سودوموناس (B_1)، کاربرد توأم میکوریزا با ازتوباکتر و سودوموناس (M_1B_1)، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد (M_0B_0)]؛ آبیاری [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) و آبیاری کامل (I_3)].

Fig 4. Mean comparison for the effects of biofertilizers and uniconazole on grain filling period of wheat under different moisture regimes. Treatments were foliar application of uniconazole [without uniconazole (Y_0) and foliar application of 0.1 $g.L^{-1}$ (Y_1)]; Bio fertilizers [application of mycorrhiza (M_1), application of *Azotobacter* + *Psedomunas* (B_1) , co-inoculation with PGPR + mycorrhiza (M_1B_1) and no application of biofertilizers as control (M_0B_0)]; Irrigation: [irrigation until%50 of booting (I_1) and heading (I_2) stages and full irrigation (I_3)].

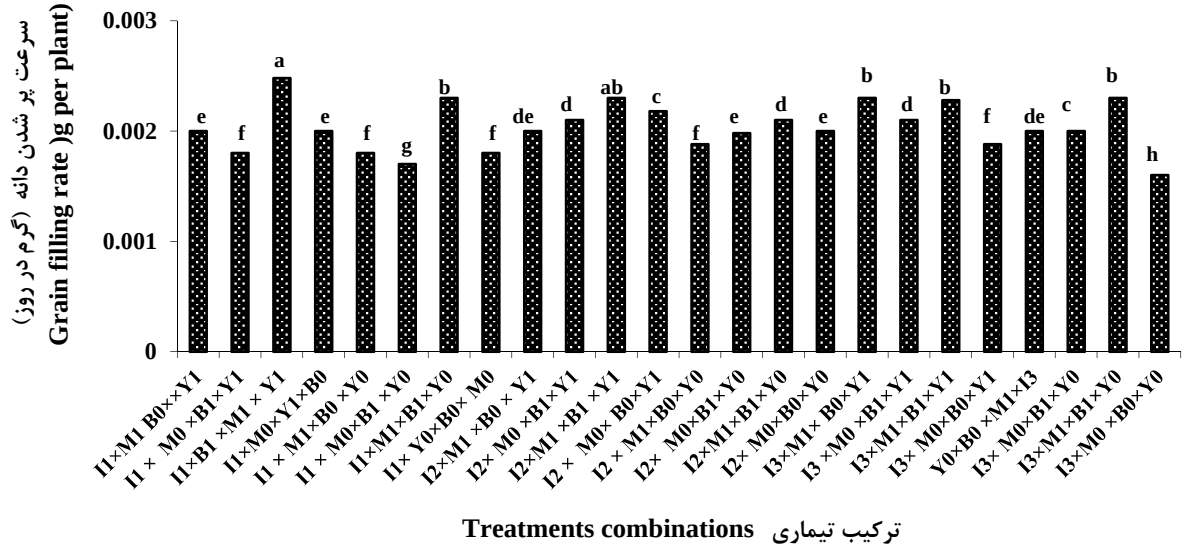
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر یونیکونازول و کودهای زیستی بر حداکثر وزن دانه گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. تیمارها عبارت بودند از محلول‌پاشی با یونیکونازول: [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]؛ کودهای زیستی [کاربرد میکوریزا (M_1)، ازتوباکتر و سودوموناس (B_1)، کاربرد توأم میکوریزا با ازتوباکتر و سودوموناس (M_1B_1)، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد (M_0B_0)]؛ آبیاری [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) و آبیاری کامل (I_3)].

Fig. 5. Mean comparison for the effects of biofertilizers and uniconazole on maximum grain weight of wheat under different moisture regimes. Treatments were foliar application of uniconazole [without uniconazole (Y_0) and foliar application of 0.1 $g.L^{-1}$ (Y_1)]; Bio fertilizers [application of mycorrhiza (M_1), application of *Azotobacter* + *Psedomunas* (B_1) , co-inoculation with PGPR + mycorrhiza (M_1B_1) and no application of biofertilizers as control (M_0B_0)]; Irrigation: [irrigation until%50 of booting (I_1) and heading (I_2) stages and full irrigation (I_3)].



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر یونیکونازول و کودهای زیستی بر سرعت پر شدن دانه گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. تیمارها عبارت بودند از محلول‌پاشی با یونیکونازول: [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]؛ کودهای زیستی [کاربرد میکوریزا (M_1)، ازتوباکتر و سودوموناس (B_1)، کاربرد توأم میکوریزا با ازتوباکتر و سودوموناس (M_1B_1)، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد (M_0B_0)]؛ آبیاری [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) و آبیاری کامل (I_3)].

Fig. 6. Mean comparison for the effects of biofertilizers and uniconazole on grain filling rate of wheat under different moisture regimes. Treatments were foliar application of uniconazole [without uniconazole (Y_0) and foliar application of 0.1 $g.L^{-1}$ (Y_1)]; Bio fertilizers [application of mycorrhiza (M_1), application of *Azotobacter* + *Psedomunas* (B_1) , co-inoculation with PGPR + mycorrhiza (M_1B_1) and no application of biofertilizers as control (M_0B_0)]; Irrigation: [irrigation until%50 of booting (I_1) and heading (I_2) stages and full irrigation (I_3)].

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر یونیکونازول، کودهای زیستی و رژیم‌های متفاوت رطوبتی بر طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه گندم

Table 2. Mean comparison for the effects of uniconazole, biofertilizers and different moisture regimes on spike length, number of grains per plant and 100- grain weight of wheat

Treatment / تیمارها	پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)	طول خوشه (cm) Spike length (cm)	تعداد دانه در خوشه Number of grains per spike	وزن صد دانه (g) 100- grain weight (g)
Bio fertilizers کودهای زیستی				
کاربرد میکوریزا Application of mycorrhiza	16.83c	8.7b	19.2b	3.15b
کاربرد ازتوباکتر و سودوموناس Application of *Azotobacter and Psedomunas*	18.45b	8.3c	18.3c	3.3b
کاربردمیکوریزا با ازتوباکتر و سودوموناس Application of mycorrhiza with *and Psedomunas Azotobacter*	20.08a	9.3a	20.4a	3.46a
عدم مصرف کودهای زیستی به عنوان شاهد No application of biofertilizers as control	14.43d	7.9	17.4d	3bc
LSD	*0.768*	*0.25*	*0.57*	*0.21*
Uniconazole یونیکونازول				
محلول پاشی یونیکونازول Foliar application of uniconazole	16.74 b	7.93b	16.83b	0.24 a
بدون یونیکونازول Without uniconazole	17.88 a	7.36a	15.91a	0.22 b
LSD	*0.17*	*0.21*	*1.07*	*0.018*
رژیم‌های متفاوت رطوبتی Different moisture regimes				
آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه زنی Irrigation until%50 of booting	21.13	7.32c	16.4c	2.71b
آبیاری تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی Irrigation until%50 of heading	16.3	8.89b	18.4b	2.7b
آبیاری کامل Full irrigation	14.02	10.21a	21.3a	3.21a
LSD	*1.11*	*1.11*	*1.02*	*0.45*

میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different

طول خوشه و تعداد دانه در خوشه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح یونیکونازول، کودهای زیستی بر طول خوشه و تعداد دانه در خوشه در سطح احتمال یک درصد، اثر سطوح آبیاری بر طول خوشه و تعداد دانه در خوشه در سطح احتمال پنج درصد و اثر ترکیب تیماری آبیاری در کودهای زیستی بر این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف یونیکونازول طول خوشه و تعداد دانه در خوشه از افزایش به ترتیب ۷/۷ و ۵/۷ درصدی در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند (جدول ۲). بخشی از افزایش طول و تعداد دانه در خوشه به‌واسطه‌ی کاربرد یونیکونازول را می‌توان به تأخیر در پیری برگ (Leul and Zhou, 1998) و تسریع در مؤلفه‌های رشدی گیاه (Bekhta, 2009) نسبت داد.

هان و یانگ (Han and Yang, 2009) گزارش کردند که کاربرد یونیکونازول در گندم موجب افزایش تعداد دانه در این گیاه شد. مقایسه میانگین ترکیب تیماری آبیاری و

www.SID.ir

Archive of SID

کودهای زیستی نشان داد که آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن و عدم مصرف کودهای زیستی به ترتیب کمترین طول خوشه و تعداد دانه در خوشه (۸/۳۳ سانتی‌متر و ۲۰/ ۱۵ دانه در سنبله) و مصرف کودهای زیستی در آبیاری کامل بیشترین طول خوشه و تعداد دانه در خوشه (به ترتیب با ۱۱/۶۵ سانتی‌متر و ۲۳/۱۲ دانه در سنبله) را داشتند (شکل ۷).

به نظر می‌رسد بخشی از افزایش اجزای عملکرد مانند تعداد دانه در سنبله در آبیاری کامل، کاربرد توأم کودهای زیستی و محلول‌پاشی یونیکونازول ناشی از تأثیر کودهای بیولوژیک در حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی جذب‌شده توسط گیاه باشد (Roesty et al., 2006).

وزن صد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد، اثر اصلی کودهای زیستی، آبیاری، یونیکونازول و اثر ترکیب تیماری کودهای زیستی و آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی-دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد یونیکونازول موجب افزایش نه‌درصدی وزن صد دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول۲). مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری آبیاری و کودهای زیستی نشان داد که عدم مصرف کودهای زیستی در آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن کمترین وزن صد دانه (۳/۳۴ گرم) و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف میکوریزا در آبیاری کامل (۴/۰۲ گرم) بیشترین وزن صد دانه حاصل شده است (جدول ۴). بخشی از روند تغییرات وزن صد دانه را می‌توان به طول دوره پر شدن دانه نسبت داد (شکل ۳). بدین‌صورت که آبیاری کامل با افزایش طول دوره پر شدن دانه موجب می‌شود که مواد بیشتری در دانه‌ها ذخیره‌شده و از این طریق می‌تواند موجب افزایش وزن صد دانه شود. ارزانش و همکاران (Arzanesh et al., 2010) نشان دادند که تلقیح گندم با باکتری‌های محرک رشد می‌تواند موجب افزایش وزن هزار دانه شود. هان و یانگ (Han and Yang, 2009) گزارش کردند که کاربرد یونیکونازول در گندم موجب افزایش وزن دانه در این گیاه می‌شود. ابوالخیر (Abou El-kheir, 2000) گزارش کرد که کاربرد یونیکونازول در شرایط محدودیت آبی به‌واسطه‌ی حفظ رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، افزایش پرولین و قندهای محلول و ایجاد شرایط بهینه برای انجام عمل فتوسنتز، موجب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان تیمار شده می‌شود.

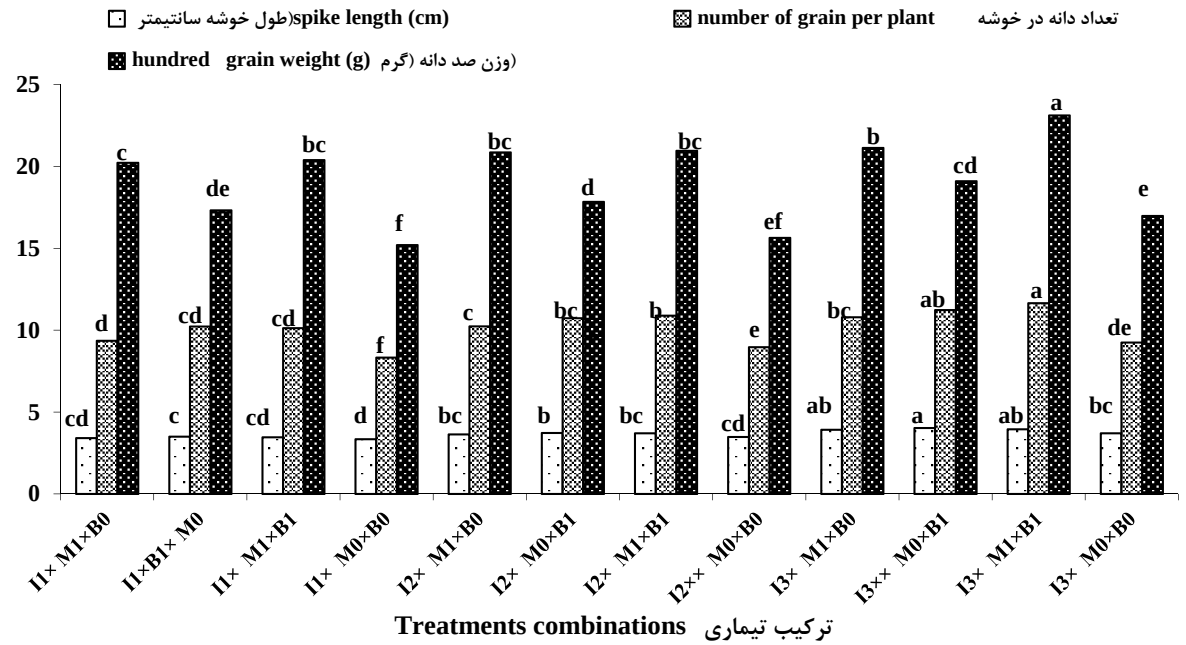
عملکرد کمی و کیفی

محتوای پروتئین دانه تحت تأثیر سطوح آبیاری، کودهای زیستی و اثر ترکیب تیماری سطوح آبیاری در یونیکونازول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد آبیاری کامل کمترین (۱۴/۰۲۲ درصد) و آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن بیشترین مقدار پروتئین (۲۱/۱۳ گرم بر کیلوگرم) را نشان داد (شکل ۸). مقایسه میانگین‌ها نشان داد عدم مصرف کود زیستی کمترین (۱۴/۴۳۸ درصد) و کاربرد توأم میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد بیشترین میزان پروتئین (۲۰/۰۸۸ درصد) را داشت (شکل ۸). میزان پروتئین دانه در کاربرد توأم کودهای زیستی (۲۰/۰۸) از افزایش ۳۹ درصدی در مقایسه با شاهد (۱۴/۴۳) برخوردار بودند (جدول ۲). بیشترین محتوای پروتئین دانه (۲۱/۸۵ درصد) در کاربرد یونیکونازول و آبیاری تا ۵۰ درصد چکمه‌ای شدن و کمترین آن (۱۴/۰۳ درصد در آبیاری کامل و عدم استفاده از یونیکونازول به دست آمد (شکل ۸). هان و یانگ (Han and Yang, 2009) گزارش کردند که کاربرد یونیکونازول در گندم موجب افزایش محتوای پروتئین و گلوتن گندم شد. شیانگ و همکاران (Xiang et al, 2005) اظهار داشتند که کاربرد یونیکونازول با تحریک انتقال مجدد نیتروژن از بخش‌های رویشی به دانه موجب افزایش محتوای پروتئین دانه برنج شد.

نتایج نشان داد که اثر سطوح آبیاری، یونیکونازول، کودهای زیستی و اثر ترکیب تیماری این سه عامل بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر ترکیب تیماری سطوح آبیاری و کودهای زیستی بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری فاکتورهای موردبررسی بر عملکرد دانه نشان داد که کاربرد توأم کودهای زیستی و یونیکونازول در شرایط آبیاری کامل از بالاترین عملکرد دانه (۱/۳ گرم در بوته) در مقایسه با عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول و در آبیاری تا مرحله چکمه‌ای شدن (۰/۸۳۷ گرم در بوته) برخوردار بود (شکل ۹).

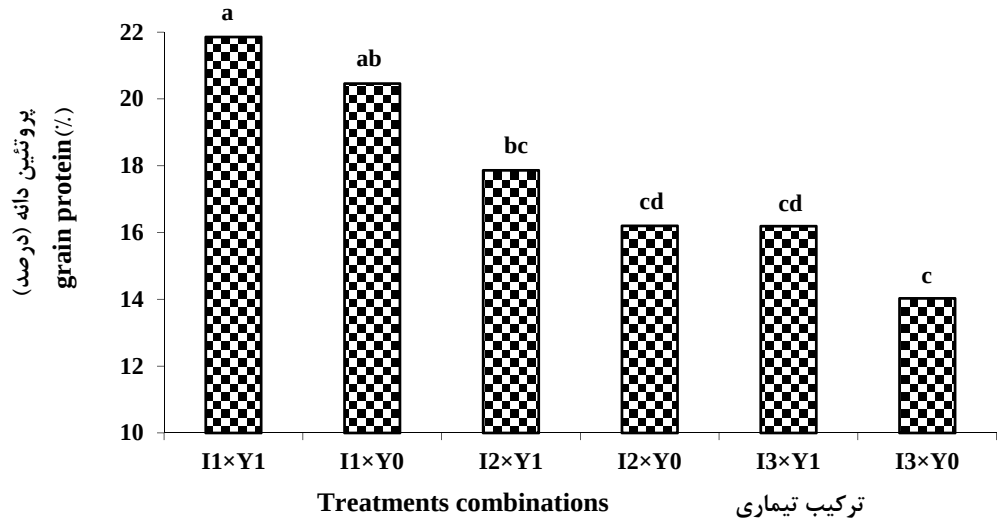
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. تیمارها عبارت بودند از محلول‌پاشی با یونیکونازول: [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]؛ کودهای زیستی [کاربرد میکوریزا (M_1)، ازتوباکتر و سودوموناس (B_1)، کاربرد توأم میکوریزا با ازتوباکتر و سودوموناس (M_1B_1)، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد (M_0B_0)]؛ آبیاری [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) و آبیاری کامل (I_3)].

Fig. 7. Mean comparison for the effects of bio fertilizers on spike length, number of grain per plant and 100- grain weight of wheat under different moisture regimes. Treatments were foliar application of uniconazole [without uniconazole (Y_0) and foliar application of 0.1 $g.L^{-1}$ (Y_1)]; Bio fertilizers [application of mycorrhiza (M_1), application of *Azotobacter* + *Psedomunas* (B_1) , co-inoculation with PGPR + mycorrhiza (M_1B_1) and no application of biofertilizers as control (M_0B_0)]; Irrigation: [irrigation until%50 of booting (I_1) and heading (I_2) stages and full irrigation (I_3)].

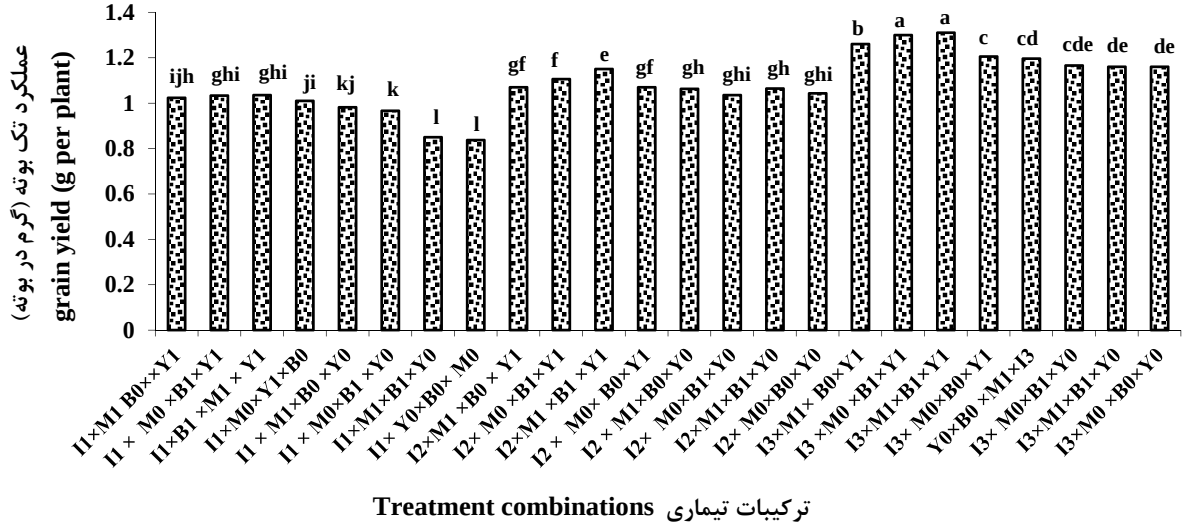


شکل ۸. مقایسه میانگین اثر یونیکونازول و رژیم‌های متفاوت رطوبتی بر پروتئین دانه. تیمارها عبارت بودند از محلول‌پاشی با یونیکونازول: [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]؛ آبیاری [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) و آبیاری کامل (I_3)].

Fig. 8. Mean comparison for the effects of uniconazole and different moisture regimes on grain protein. Treatments were foliar application of uniconazole [without uniconazole (Y_0) and foliar application of 0.1 $g.L^{-1}$ (Y_1)]; Irrigation: [irrigation until%50 of booting (I_1) and heading (I_2) stages and full irrigation (I_3)].

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر یونیکونازول و کودهای زیستی بر عملکرد دانه گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. تیمارها عبارت بودند از محلول‌پاشی با یونیکونازول: [عدم محلول‌پاشی (Y_0) و محلول‌پاشی ۰/۱ گرم در لیتر (Y_1)]؛ کودهای زیستی [کاربرد میکوریزا (M_1)، ازتوباکتر و سودوموناس (B_1)، کاربرد توأم میکوریزا با ازتوباکتر و سودوموناس (M_1B_1)، عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد (M_0B_0)]؛ آبیاری [آبیاری تا ۵۰ درصد مراحل چکمه‌ای شدن (I_1) و خوشه‌دهی (I_2) و آبیاری کامل (I_3)].

Fig. 9. Mean comparison for the effects of biofertilizers and uniconazole on grain yield of wheat under different moisture regimes. Treatments were foliar application of uniconazole [without uniconazole (Y_0) and foliar application of 0.1 $g.L^{-1}$ (Y_1)]; Bio fertilizers [application of mycorrhiza (M_1), application of *Azotobacter + Psedomunas* (B_1) , co-inoculation with PGPR + mycorrhiza (M_1B_1) and no application of biofertilizers as control (M_0B_0)]; Irrigation: [irrigation until%50 of booting (I_1) and heading (I_2) stages and full irrigation (I_3)].

بخشی از بهبود عملکرد را در شرایط محلول‌پاشی و کاربرد کودهای زیستی می‌توان به افزایش طول دوره پر شدن دانه نسبت داد که موجب می‌شود به دلیل بهبود فرآیند فتوسنتز (Zhang et al., 2007)، مواد به سهولت در دسترس گیاه قرارگرفته و عملکرد دانه نیز افزایش یابد. روستی و همکاران (Roesty ey al., 2006) علت افزایش عملکرد توسط باکتری‌های محرک رشد را به نقش مثبت باکتری در تنظیم و تولید هورمون‌های محرک رشد و توسعه بهتر ریشه گیاه نسبت دادند که با افزایش امکان جذب بیشتر، به بهبود عملکرد کمک می‌نماید. کلوپر و بیوچامپ (Kloepper and Beauchamp, 1992) گزارش کردند که عملکرد گندم بین ۳۰ تا ۴۰ درصد در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد افزایش می‌یابد. بررسی‌های ال کاراکی و همکاران (Al-Karaki et al, 2004) نشان داد که کاربرد میکوریزا، رشد گیاهان را در شرایط تنش به علت افزایش جذب عناصر کم‌تحرک مانند فسفر، روی، مس و همچنین بهبود روابط آبی گیاه افزایش می‌دهد. رایت و همکاران (Wright et al., 1998) اظهار داشتند که کربن اضافی تثبیت‌شده توسط گیاهان میکوریزایی شده 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.

گیوتری و همکاران (Guttieri et al., 2001) در ارزیابی تأثیر آبیاری محدود و شرایط دیم در گندم اظهار داشتند که تأثیر کمبود آب در مرحله بین پر شدن دانه و رسیدن بسیار زیاد بوده و موجب کاهش عملکرد دانه به‌واسطه کاهش طول دوره‌ی پر شدن دانه شد. در این بررسی نیز به نظر می‌رسد که محدودیت شدید آبی به دلیل کاهش طول دوره پر شدن دانه در مقایسه با آبیاری کامل (جدول ۲) می‌تواند یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد به‌حساب آید.

نتیجه‌گیری

با افزایش محدودیت آبی عملکرد، اجزای عملکرد و طول دوره پر شدن دانه کاهش و میزان انتقال ماده خشک از ساقه و اندام‌های هوایی افزایش یافت. کاربرد توأم کودهای زیستی و یونیکونازول در مقایسه با عدم کاربرد کودهای زیستی و عدم

www.SID.ir

Archive of SID

محلول‌پاشی منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گردید. نتایج نشان داد که در شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول، قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و آبستنی به ترتیب عملکرد دانه را ۱۰/۰۸ و ۲۷/۸ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داد و استفاده توأم از کودهای زیستی (باکتری و میکوریزا) و یونیکونازول در شرایط قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی و آبستنی به ترتیب موجب افزایش ۱۳ و ۲۰ درصدی عملکرد دانه شد. به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی و یونیکونازول با تعدیل اثرات محدودیت آبی می‌توانند در بهبود عملکرد، سرعت و طول دوره پر شدن دانه حتی در شرایط محدودیت آبی مؤثر واقع شوند.

منابع

Abasspour, S., 2011. Effects of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on grain yield and some agronomic charachterstics of triticale. MSc thesis. University of Mohaghegh Ardabili. Ardabil Iran. [In Persian with English Summary].

Abou El-kheir, M.S.A., 2000. Response of soybean plants growth under water stress conditions to uniconazole application. Egypt Journal of Applied Science. 15(3), 112-125.

Ahmadi, A., Siuosimardeh, A., Zali, H., 2004. Comparison on of storage capacity and photosynthesis matter remobilization and their role in four cultivars of wheat in suitable aggregation and stress conditions. Agriculture Science Journal of Iran. 35, 921-931. [In Persian with English Summary].

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

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology. 93, 145-153.

Arzanesh, M.H., Alikhani, H.A., Khavazi, K., Rahimian, H.A., Miransari, M., 2010. Wheat (*Triricum aestivum* L.) growth enhancement by *Azospirllum* sp. under drought stress. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 26, 101-109.

Asseng, S., Van Herwaarden, A.F., 2003. Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. Plant and Soil. 256, 217–239

Bacilio, M., Rodrguez, H., Moreno, M., Hernandez, J. P., Bashan, Y., 2004. Mitigation of salt stress in wheat seedlings by a gfp-tagged *Azospirillum lipoferum*. Biology and Fertility of Soils. 40, 188-193.

Bakheta, M.A., Hussein, M.M., 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.

Bardar, M.D, Kraljevic-Balalic Marija, M., Borislav, D., 2008. The parameters of grain filling and yield components in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum turgidum* L. Var. Durum). Central European Journal of Biology. 3(1), 75-82.

Barnett, K.H., Pearce, P.B., 1983. Source-Sink ratio alteration and its effect on physiological parameters in maize. Crop Science. 23, 294-299.

Behl, K., Sharma, H., Kumar, V., Narula, N., 2003. Interaction between mycorrhiza, *Azotobacter chroococcum* and root characteristics of wheat varieties. Journal of Agronomy and Crop Science. 89, 151-155

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.

Budakli, E., Celike, N., Turk, M., Bayram, G., Tas, B., 2007. Effects of post-anthesis drought stress on the stem-reserve remobilization supporting grain filling of two-rowed barley cultivars at different levels of nitrogen. Journal of Biological Science. 7, 949-953.

www.SID.ir

Archive of SID

Cakmakci, R.I., Donmez, F., Aydın, A., Sahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology and Biochemistry. 38, 1482-1487.

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.

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.194, 9-14.

Ehdaie, B., Waines, J.G., 1996.Gentic variation of preanthesis assimilates of grain yield in spring wheat. Journal of Genetic and Breeding. 50, 47- 56.

Elliott, L.F., Wildung, R.E., 1992. What biotechnology means for soil and water conservation? Journal of Soil Water Conservation. 47, 17-20.

Ellis, H.R., Pieta-Filho, C., 1992. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. Seed Science. 2, 19-25.

Eslami, R., Tajbakhsh, M., Ghafari, A., Roustaei, M., Barnousi, I., 2012. Evaluation of drought tolerance in dry lands wheat genotypes under different moisture. Electronic Journal of Crop Production. 2,129-143. [In Persian with English Summary].

Gianinazzi, S., Schuepp, H., Barea, J.M., Haselwandter, K., 2001. Mycorrhizal technology in agriculture: from genes to bioproducts. Birkhauser, Basel. Mycorrhiza, 13:53-54. Lovato, P. Book review.

Glick, B.R., 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentration by PGPR. Journal of Theoretical Biology. 190, 63-68.

Guttieri, M. J., Stark, J.C., Brien, K.O., Souza, E., 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science. 41, 327-335.

Han, H., Yang, W., 2009. Influence of uniconazole and plant density on nitrogen content and grain quality in winter wheat in South China. Plant Soil Enviroment. 55 (4), 159–166

Imam, R.M., Kanil, S.A., Abo El-Kheir, M.S.A., AbdEl-Halium, S., 1995. Growth parameters, metabolic changes and productivity of wheat plants as affected by uniconazole treatments under water stress conditions. Egypt Journal of Applied Science. 10, 4. 12-27.

Kassab, O.M., El-Zeiny, H.A., Abo-El-Kheir, M.S.A., 2006. Response of two lupine varieties to water stress and uniconazole application. Egypt Journal of Applied Science. 21, 100-107.

Kheirizadeh Arough, Y., Seyed Sharifi, R., Seyed Sharifi, R., 2016. Bio fertilizers and zinc effects on some physiological parameters of triticale under water-limitation condition. Journal of Plant Interactions. 11 (1), 167–177.

Khalilzadeh, R., Seyed Sharifi R., Jalilian, J., 2016. Effects of cycocle and biofertilizers on quantitative and qualitative yield, rate and grain filling period of wheat (*Triticum aestivum* L.) under water limitation condition. Crop Physiology Journal. 8 (21), 41-61.

Kloepper, J., Beauchamp, W., 1992. A review of issues related to measuring of plant roots by bacteria. Canadian Journal of Microbiology. 38, 1219-1232.

Maghsoudi Moud, A., Islami, M., 2011. The effect of water stress on remobilization of pre-anthesis stored assimilates to grains in wheat. Journal of Plant Physiology and Breeding. 1, 25-38.

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.

May, M., Muna, M., Al-Rumaih, M., 2007. Physiological response of two species of Datura to uniconazole and salt stress. Journal of Food Agricultural Environment. 5(3-4), 450-453.

Meul, L., Zhou, W., 1998. Alleviation of waterlogging damage in winter rape by application of uniconazole: Effects on morphological characteristics, hormones and photosynthesis. Field Crop Research. 59(2), 121–127

Zhang, M., Liusheng, D., Xiaoli Tian, Zhongpei, H., Jianmin, Li., Baomin Wang, Z., 2007. Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in

www.SID.ir

Archive of SID

photosynthesis, hormones and antioxidant system. Journal of Plant Physiology. 164(6), 709–717

Roesty, D., Gaur, R., 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.

Ronanini,D., Savin,R., Hall, A., 2004. Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brif interval of high temperature during grain filling. Field Crop Research. 83, 79-90.

Seyed Sharifi, R., Haydari Siahkhalaki, M.S. 2016. Effects of biofertilizers on growth indices and contribution of dry matter remobilization in wheat grain yield. Journal of Plant Researches. 28 (2), 326-343. [In Persian with English Summary].

Seyed Sharifi, R., Namvar, A., 2015. Bio fertilizers in Agronomy. University of Mohaghegh Ardabili press. 280 pp. (In Farsi).

Seyed Sharifi, R., Nazarly, H., 2013. Effects of seed priming with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on grain yield, fertilizer use efficiency and dry matter remobilization of sunflower (*Helianthus annus* L.) with various levels of nitrogen fertilizer. Journal of Sustainable Agriculture and Prodction Science. 3(23), 27-45. [In Persian with English Summary].

Simane, B. J., Peacock, M., Struik, P.C., 1993. Differences in devlopmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat. Plant and Soil. 157, 155 -166

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 Enviroment. 21, 209-216.

Xiang, Zu., Yang, W., Ren, W., Wang, X., 2005. Effects of uniconazole on nitrogen metabolism and grain protein content of rice. Rice Science. 12 (2), 107-113.

Yang, J., Zhang, J., 2006. Grain filling of cereals under soil drying. New Phytologist, 169, 223-236

Yang, W.Y., Fan, G.Q., Ren, W.J., Zhao, L., Dong, Z.Y., Han, H.F., 2005a. The effects of uniconazole waterless dressing seed on photosynthesis and ^{14}C assimilate distribution in wheat. Acta Agronomica Sinica. 31, 1173–1178.

Yang, W.Y., Han, H.F., Ren, W.J., Zhao, L., Fan, G.Q., 2005b. Effects of uniconazole waterless-dressing seed on endogenous hormones and C/N at tillering stage of wheat. Acta Agronomica Sinica. 31,760–765.

Yang, W.Y., Yu, Z.W., Yu, S.L., Fan, G.Q., Han, H.F., Dong, Z.Y., Liang, X.L., 2004. Effects of uniconazole waterless dressing seed on yield of wheat. Acta Agronomica Sinica. 30, 502–506.

Zhou, W, 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.

www.SID.ir