اثر محلول‌پاشی هورمون‌های رشد در مراحل شکل‌گیری اجزای عملکرد دو رقم گندم تحت شرایط دیم

سعید جلالی‌هنرمند*[۱]، علی رسایی[۲]، محسن سعیدی[۳]، محمداقبال قبادی[۴] و شاهرخ خانی‌زاده[۵]

۱، ۳ و ۴) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
۲) دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
۵) استاد مرکز تحقیقات غلات و دانه‌های روغنی سازمان کشاورزی و غذا کانادا، اوتاوا، کانادا.

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

* **نویسنده مسئول: Crops_physioresearcher@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۳۱**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد خارجی هورمون‌های مختلف رشد (IAA، GA_3 و 6-BAP) به همراه آب مقطر (شاهد) در مراحل مختلف رشد و نمو (برجستگی‌دوگانه، بوتینگ، ابتدای رشد دانه و بوتینگ + ابتدای رشد دانه) سنبله دو رقم گندم (ریژاو و آذر-۲)، یک آزمایش دو ساله به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار تحت شرایط دیم در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی اجرا گردید. نتایج آزمایش نشان داد که هریک از اجزای عملکرد تحت اثر تیمارهای نوع هورمون خاص و زمان مصرف هورمون تغییر کرد. به‌طوری‌که اثر 6-BAP و IAA به ترتیب در مراحل بوتینگ + ابتدای رشد دانه و بوتینگ، بالاترین مقدار تعداد دانه را داشت و هورمون 6-BAP در مرحله ابتدای رشد دانه بر وزن هزار دانه با میانگین‌های ۴۱/۸ و ۳۷/۴ گرم در دو سال آزمایش بیش‌ترین اثر را داشت. بیش‌ترین عملکرد نهایی دانه با کاربرد 6-BAP و GA_3 و در مرحله بوتینگ + ابتدای رشد دانه به‌دست آمد. ارتباط مثبت و بالایی بین تعداد دانه و عملکرد دانه وجود داشت. نتایج به‌دست آمده از تجزیه بای‌پلات نشان داد صفت تعداد دانه در سال‌های متفاوت می‌تواند واکنش متفاوتی به نوع هورمون استفاده شده داشته باشد ولی برای مرحله رشد و رقم این واکنش ثابت است و هم‌چنین تغییرات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله برای بهترین ترکیبات تیماری انتخاب شده نسبت به سایر صفات واکنش‌پذیری کم‌تری دارند.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه، عملکرد دانه، گندم و مرحله رشد.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

مقدمه

گیاهان معمولاً در معرض تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری، خشکی، گرما و سرما هستند. در بین این تنش‌ها کمبود آب یک عامل غیرزیستی مهم می‌باشد که تولید محصولات کشاورزی را محدود می‌کند. زمانی که آب کافی برای جذب توسط ریشه‌ها محدود باشد یا در دسترس نباشد در آن صورت گیاه با تنش کمبود آب مواجه می‌شود (Reddy *et al.*, 2004). به‌طوری‌که این کاهش دسترسی به آب منجر به تغییرات نامطلوب در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه می‌شود (Nezhadahmadi *et al.*, 2013) که به دنبال آن عملکرد نهایی محصول کاهش می‌یابد (Jiang and Zhang, 2004; Iqbal *et al.*, 2008). از آن‌جایی‌که عملکرد نهایی دانه گندم برآیندی از اجزای عملکرد آن می‌باشد، اجرای هرگونه برنامه اصلاحی و مدیریتی باید در راستای بهبود اجزای عملکرد باشند. اجزای اصلی عملکرد گندم شامل تعداد دانه در واحد سطح و وزن هزار دانه است (Slafer *et al.*, 2009)، که معمولاً این دو جزء همبستگی منفی با یکدیگر دارند (Frederick and Bauer, 1999; Acreche and Slafer, 2006). بااین حال این دو جزء اصلی عملکرد گندم با حداقل همپوشانی در طول دوره رشد و نمو محصول مشخص می‌شوند، بنابراین ارتباط منفی آن‌ها ممکن است به دلیل فرآیندهای اولیه رشد نباشد (Slafer, 2003). به‌طوری‌که مهم‌ترین دلیل آن وجود رقابت بر سر مواد غذایی محدود در زمان پرشدن دانه‌ها (بعد از گرده‌افشانی) می‌باشد. به عبارت دیگر زمانی‌که تعداد دانه‌ها افزایش می‌یابد، هر دانه برای رسیدن به حداکثر رشد خود دسترسی به مواد فتوسنتزی کم‌تری دارد (Borras *et al.*, 2004). با این وجود اعتقاد براین است که افزایش چشم‌گیر در عملکرد گندم مربوط به اجرای برنامه‌های اصلاحی در افزایش تعداد دانه می‌باشد (Reynolds *et al.*, 2004; Gonzalez *et al.*, 2003). هم‌چنین تعداد دانه نیز در ارتباط با وضعیت رشد و نمو گندم (تجمع و استفاده از مواد غذایی مانند کربن و نیتروژن، وضعیت هورمون‌های داخلی و...) و شرایط محیطی (وضعیت آب، نور، دما و...) در یک دوره‌ی مشخص پیش از گل‌دهی است (Demotes-Mainard and Jeuffroy, 2004; Sinclair and Jamieson, 2006). در واقع در دوره‌ای پیش از گرده‌افشانی که مصادف با ظهور برجستگی دوگانه در مریستم انتهایی گندم است، پتانسیل تعداد دانه در سنبله شکل می‌گیرد (تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد گلچه در سنبلچه). تعداد گلچه در سنبلچه‌ها تا زمان ظهور برگ پرچم به حداکثر خود می‌رسد و در زمان چکمه‌خوش (بوتینگ) یک تا دو سوم آن‌ها به‌طور ناگهانی در طی چند روز از بین می‌روند و تنها تعداد محدودی گلچه در زمان گرده‌افشانی بارور شده و وارد مرحله تکامل دانه می‌شوند. بنابراین از زمان ظهور برجستگی دوگانه تا گرده‌افشانی تعداد دانه در سنبله تعیین می‌گردد و در دوره‌ی رشد و نمو دانه، وزن دانه‌ها شکل می‌گیرد (Bancal, 2009). هورمون‌ها نیز از مهم‌ترین عوامل داخلی تنظیم‌کننده رشد گیاهان زراعی در پاسخ به عوامل محیطی و ژنتیکی هستند. در میان تنظیم‌کننده‌های رشد اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها،

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

جیبرلیک‌اسید و پلی‌آمین‌ها نقش مهمی در فعالیت هورمونی در جهت گل‌انگیزی و کنترل رشد گیاه دارد و کاربرد خارجی آن‌ها در طول بهاره‌سازی می‌تواند گل‌دهی را افزایش دهد (Kaur-Sawhney *et al.*, 2003; Nimir *et al.*, 2015; Buzgol *et al.*, 2006). هم‌چنین IAA عاملی در تحریک انتقال آسیمیلات‌ها به منظور توسعه دانه‌ها می‌باشد (Darussalam *et al.*, 1998). مطالعات کاربرد سطوح جیبرلین‌ها نیز نشان‌دهنده‌ی افزایش در سطح این هورمون در زمان گل‌انگیزی است و می‌تواند نمو زایشی گیاه را تحت کنترل خود قرار دهد (King and Evans, 2003; Miyliaeva and Romanov, 2002). تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه (هورمون‌های گیاهی) در تعیین تعداد دانه در غلات نقش مهمی دارند. البته الگوهای متفاوتی از وضعیت هورمون‌های داخلی گیاهان در ارتباط با ضعیف یا قوی بودن دانه‌ها در طول پرشدن آن‌ها وجود دارد که بیش‌تر این مطالعات هورمونی مربوط به توسعه دانه‌ها در دوره بعد از گرده‌افشانی است. بررسی‌هایی در ارتباط با روابط هورمون‌ها و نقش آن‌ها در شکل‌گیری اجزای عملکرد گندم بویژه نقش آن‌ها در مراحل اولیه نمو فیزیولوژیک سنبله در شرایط دیم (کمبود آب) می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. بر این اساس، هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثر کاربرد خارجی تنظیم‌کننده‌های مختلف رشد گیاه روی رشد و نمو سنبله دو رقم گندم با پتانسیل متفاوت در تولید تعداد دانه و وزن دانه تحت شرایط دیم بوده و اینکه استفاده از این مواد در کدام یک از مراحل نمو سنبله می‌تواند در بهبود اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه گندم مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای آزمایش

این آزمایش دوساله در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با مختصات عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و نه دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا اجرا شد. استان کرمانشاه جزء مناطق نیمه خشک محسوب می‌شود. مشخصات بافت خاک شامل: اسیدیته ۷/۸ و مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک به شکل (N)، (P_2O_5) و (K_2O) به ترتیب برابر ۰/۰۱۲ درصد، ۸ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام بودند. هم‌چنین اطلاعات هواشناسی شامل میانگین دمای ماهانه و میانگین بارش باران در جدول شکل ۱ نشان داده شده است.

طرح آزمایشی و فاکتورها

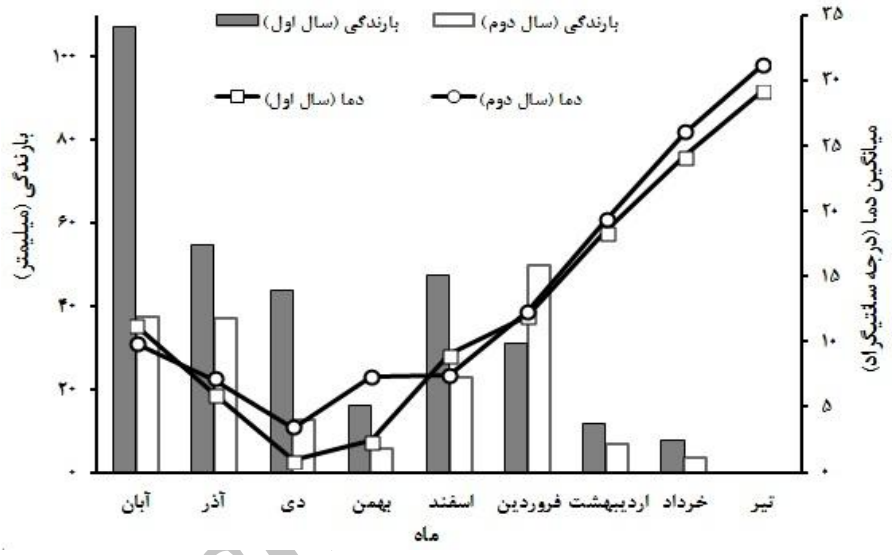
آزمایش به شکل فاکتوریل و برپایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ تحت شرایط دیم اجرا گردید. فاکتور اول شامل: کاربرد خارجی تنظیم‌کننده‌های مختلف رشد گیاه (اکسین، جیبرلین و سیتوکینین که به ترتیب به شکل IAA، GA_3 و 6-BAP به همراه آب مقطر به عنوان شاهد) و فاکتور دوم شامل: مراحل مختلف نمو فیزیولوژیک سنبله گندم (ظهور برجستگی دوگانه، بوتینگ، ابتدای رشد دانه و بوتینگ + ابتدای

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

رشد دانه در دو رقم گندم دیم ریژاو و آذر-۲ بود. رقم ریژاو از ارقام گندم دیم تازه معرفی شده می‌باشد. دو رقم ریژاو و آذر-۲ به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تولید عملکرد دانه را در بین ارقام دیم استان کرمانشاه به خود اختصاص داده‌اند (حق‌پرست و همکاران، ۱۳۹۲). غلظت هورمون مورد استفاده ۵۰ میکرومول برای هر هورمون بود (Yang *et al.*, 2002; Yang *et al.*, 2003). هر پلات شامل شش خط کشت به طول ۲/۵ متر با فاصله ۲۵ سانتی‌متر با تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع بود. به‌منظور اطمینان از جذب هورمون‌ها توسط گیاه، محلول‌پاشی هورمون‌های گیاهی در هر مرحله رشد در سه روز متوالی و بعد از غروب آفتاب (جهت جلوگیری از تجزیه توسط نور خورشید) توسط مه‌پاش دستی انجام شد (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۵).



شکل ۱: میانگین بارندگی (میلی‌متر) و دمای (درجه سانتی‌گراد) ماهانه در طول فصول زراعی سال‌های آزمایش (۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳) (سازمان هواشناسی کشور)

تشخیص برجستگی دوگانه در مریستم انتهایی گندم

بدین منظور از سه ساقه اصلی از هر پلات و بر اساس مقیاس کمّی Waddington و Cartwrith (۱۹۸۳) و با استفاده از استریومیکروسکوپ (با بزرگ‌نمایی ۴۰x)، جهت ثبت زمان آغازش برجستگی دوگانه در مریستم انتهایی گندم استفاده شد (Kafi, 2001).

تعیین عملکرد و اجزای عملکرد

در زمان برداشت، از گیاهان گندم موجود در یک مترمربع از هر پلات جهت محاسبه عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله استفاده شد. تعداد دانه در سنبله از شمارش ۲۰ سنبله در هر پلات به‌دست آمد. هم‌چنین شاخص برداشت و عملکرد کاه نیز به ترتیب از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد و تفاضل عملکرد دانه از عملکرد

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

بیولوژیک محاسبه شدند (Pask *et al.*, 2012). تست نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار، تجزیه GGEbiplot و رسم نمودارها به ترتیب توسط نرم‌افزارهای SPSS 16.0، SAS 9.1، GGEbiplot و Excel انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و بیولوژیک

بر اساس نتایج به‌دست آمده، در هر دو سال آزمایش اثرات ساده هورمون بر عملکرد دانه و بیولوژیک بسیار معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲). هم‌چنین بین دو رقم استفاده شده در آزمایش نیز برای صفات مذکور تفاوت بسیار معنی‌داری در هر دو سال وجود داشت (جدول‌های ۱ و ۲). مطابق نتایج تجزیه واریانس، برهمکنش بین مرحله رشد × هورمون × رقم نیز برای صفات عملکرد دانه و بیولوژیک در هردو سال آزمایش بسیار معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱: تجزیه واریانس اثرات محلول‌پاشی هورمون‌های مختلف رشد در مراحل مختلف رشد و نمو سنبله بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم دیم- سال اول آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	F						
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	عملکرد کاه	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۲/۵ ns	۷/۲**	۷/۲**	۷/۷**	۲۱/۸**	۵/۸**	۱۲/۵**
مرحله رشد	۳	۱۰۷/۶**	۲۳/۱**	۷/۶**	۲/۵ ns	۱/۰ ns	۳/۷*	۱/۲ ns
هورمون	۳	۶۸/۷**	۱۹/۸**	۱/۵ ns	۳/۲*	۰/۳ ns	۶/۹**	۱/۳ ns
رقم	۱	۵۱۴/۷**	۱۱۸/۲**	۱۷/۹**	۱۲/۴**	۴/۱*	۷/۱**	۴/۹ *
مرحله رشد × هورمون	۹	۳۲/۷**	۹/۳**	۱/۸ ns	۱/۸ ns	۱/۱ ns	۲/۳*	۲/۲ *
مرحله رشد × رقم	۳	۱۵/۶**	۹/۰**	۰/۴ ns	۳/۲ ns	۰/۱ ns	۰/۸ ns	۱/۴ ns
هورمون × رقم	۳	۰/۷ ns	۰/۱ ns	۰/۸ ns	۰/۱ ns	۰/۲ ns	۰/۵ ns	۰/۸ ns
مرحله رشد × هورمون × رقم	۹	۶/۳**	۲/۴**	۱/۱ ns	۰/۸ ns	۰/۲ ns	۰/۶ ns	۱/۷ ns
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۳۹	۱۳/۱۰	۱۱/۹۶	۲۶/۰۱	۱۵/۱۰	۲۱/۴۹	۲۱/۳۰

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۲: تجزیه واریانس اثرات محلول‌پاشی هورمون‌های مختلف رشد در مراحل مختلف رشد و نمو سنبله بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم دیم- سال دوم آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	F						
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	عملکرد کاه	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۰/۷ ns	۸۷/۸**	۶۵/۴**	۸۴/۳**	۳۵/۴**	۵/۷**	۵/۰**
مرحله رشد	۳	۴۲/۲**	۴۹/۸**	۳/۰ *	۱۲/۶ **	۷/۶ **	۳/۷*	۵/۳ **
هورمون	۳	۲۷/۲**	۱۶/۲**	۴/۱ *	۲/۰ ns	۱/۶ ns	۸/۲**	۸/۳ **
رقم	۱	۱۳۳/۷**	۶۷/۴**	۹/۹ **	۴/۲*	۴/۲*	۷/۲**	۲۰/۸**
مرحله رشد × هورمون	۹	۱۵/۱**	۱۶/۱**	۰/۷ ns	۳/۸ **	۱۶/۳ **	۲/۳*	۴/۴ **
مرحله رشد × رقم	۳	۹/۲**	۱۶/۶**	۱/۴ ns	۵/۵**	۹/۷ **	۰/۸ ns	۱/۰ ns
هورمون × رقم	۳	۰/۱ ns	۰/۳ ns	۱/۵ ns	۰/۳ ns	۰/۱ ns	۰/۴ ns	۱/۵ ns
مرحله رشد × هورمون × رقم	۹	۳/۱**	۲/۶**	۰/۶ ns	۰/۷ ns	۳/ ۲ **	۰/۵ ns	۱/۰ ns
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۳/۳۲	۱۳/۷۱	۱۳/۴۰	۳۱/۵۸	۱۷/۷۷	۱۰/۷۲	۱۱/۳۹

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها کاربرد خارجی هورمون‌های 6-BAP و GA_3 به ترتیب در مراحل بوتینگ + پرشدن دانه باعث تولید بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه و بیولوژیک در سال اول آزمایش در رقم ریژاو شدند ولی در سال دوم برای عملکرد دانه GA_3 و بعد 6-BAP بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل بین محلول‌پاشی هورمون‌های مختلف رشد در مراحل مختلف رشد سنبله بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دو رقم گندم تحت شرایط دیم

			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	
رقم	مرحله رشد	هورمون	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
ریژاو	برجستگی دوگانه	شاهد	۲۹۹۵/۹gh	۲۶۱۰/۰efg	۵۷۴۶/۲cdefghi	۵۰۶۶/۲defgh
		IAA	۲۶۱۵/۳i	۲۱۹۷/۰ghi	۵۱۳۵/۵ghij	۴۰۱۵/۵ijk
		GA_3	۳۴۴۹/۸cdef	۳۲۸۲/۰abcd	۶۸۱۳/۲abc	۵۹۳۳/۲abcd
		6-BAP	۳۵۱۶/۵cde	۳۲۳۳/۰abcd	۷۱۸۲/۶ab	۶۳۰۲/۶ab
	بوتینگ	شاهد	۲۰۸۱/۸jk	۱۸۵۱/۷ij	۳۸۷۳/۵klmn	۳۰۳۳/۵klm
		IAA	۳۵۸۶/۷bcd	۳۲۶۵/۷abcd	۶۷۷۴/۶abc	۵۹۳۴/۶abcd
		GA_3	۳۵۸۶/۷bcd	۳۲۸۲/۰abcd	۶۱۰۰/۲bcdefg	۵۲۶۰/۲cdef
		6-BAP	۳۷۷۰/۲bc	۳۴۴۳/۰abc	۶۵۷۹/۷abcd	۵۷۷۹/۷abcd
	ابتدای رشد دانه	شاهد	۳۴۱۵/۹cdef	۳۰۵۲/۳abcde	۶۳۵۴/۸abcde	۵۶۷۴/۸bcdef
		IAA	۲۵۳۴/۹i	۲۲۳۳/۷ghi	۵۲۴۱/۶efghij	۴۰۷۵/۰hig
		GA_3	۲۵۰۱/۶i	۲۲۴۲/۷ghi	۵۲۲۶/۹fghij	۴۰۲۶/۹hijk
		6-BAP	۳۰۸۵/۵fg	۲۸۰۴/۳def	۵۵۹۹/۶efghi	۴۵۱۹/۶ghi
	بوتینگ + ابتدای رشد دانه	شاهد	۲۶۳۵/۹hi	۲۲۳۷/۳ghi	۴۸۰۴/۵hijk	۴۱۲۴/۵hig
		IAA	۳۷۷۳/۸c	۳۴۰۰/۰c	۶۶۱۳/۲cd	۶۰۱۹/۹cd
		GA_3	۳۹۵۷/۳ab	۳۵۸۰/۳a	۷۰۵۳/۰ab	۶۳۳۳/۰ab
		6-BAP	۴۲۸۷/۵a	۳۴۷۹/۰ab	۷۴۵۴/۱a	۶۷۷۴/۱a
آذر-۲	برجستگی دوگانه	شاهد	۲۰۶۲/۸jk	۱۹۸۷/۷hij	۴۱۵۶/۷jklm	۴۱۶۶/۷hij
		IAA	۱۵۹۴/۸lm	۱۲۴۳/۳klm	۳۸۵۹/۳klmn	۲۴۳۹/۱mn
		GA_3	۱۵۳۲/۴lm	۱۵۱۶/۷jklm	۳۵۵۷/۲mno	۲۸۱۳/۶lmn
		6-BAP	۲۳۴۳/۶ij	۲۱۷۹/۳ghi	۵۰۸۴/۰ghij	۴۶۵۴/۰fghi
	بوتینگ	شاهد	۱۵۰۸/۴m	۱۴۹۱/۳jklm	۳۸۵۹/۳klmn	۳۷۸۹/۳ijkl
		IAA	۲۵۳۸/۳i	۲۴۵۲/۳fgh	۴۷۴۷/۹ijkl	۴۷۳۱/۲efghi
		GA_3	۳۰۹۹/۶fg	۳۱۶۳/۳abcd	۵۹۲۴/۹cdefgh	۵۶۹۴/۷bcde
		6-BAP	۳۰۹۹/۶fg	۲۹۳۵/۰cdef	۵۸۱۶/۳cdefghi	۵۵۸۶/۳bcdef
	ابتدای رشد دانه	شاهد	۱۵۴۶/۸lm	۱۶۱۷/۷jkl	۳۵۵۷/۲mno	۳۳۶۷/۲jklm
		IAA	۹۸۵/۲n	۱۰۱۹/۷m	۲۷۱۵/۳o	۱۸۸۵/۳n
		GA_3	۱۹۰۰/۴kl	۱۷۷۹/۷ijk	۳۷۹۲/۹lmnq	۲۶۴۲/۹mn
		6-BAP	۱۲۶۶/۰mn	۱۱۸۸/۷lm	۲۸۷۷/۳no	۱۸۴۷/۳n
	بوتینگ + ابتدای رشد دانه	شاهد	۱۵۱۵/۶m	۱۴۷۵/۰jklm	۳۱۷۱/۱mno	۳۱۴۱/۱klm
		IAA	۳۲۹۴/۰defg	۳۲۵۲/۰abcd	۶۴۳۵/۱abcd	۶۲۸۵/۱abc
		GA_3	۳۱۴۸/۴efg	۲۹۷۵/۷bcdef	۶۲۹۸/۷bcdef	۶۲۲۸/۷abc
		6-BAP	۳۵۱۲/۴cde	۳۳۶۵/۰abc	۶۵۴۷/۵abcd	۶۵۱۷/۵ab
LSD (٪۵)	-	-	۳۷۱/۰۹	۵۴۲/۵۵	۱۱۲۶/۷۰	۱۰۳۹/۷۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

با توجه به اندازه‌گیری بسیاری از صفات فیزیولوژیک و تبادلات گازی در مرحله بوتینگ، نقش مثبت کاربرد هورمون رشد در این مرحله را می‌توان به بهبود همین صفات دانست (نتایج گزارش نشده است). در واقع با بهبود چنین ویژگی‌هایی شرایط برای بقا گلچه و تعداد دانه‌ی بیش‌تر فراهم شده است. وجه مشترک بین اثرات مثبت هورمون‌های سیتوکینین (6-BAP) و اکسین (IAA) بر صفات مذکور و صفات تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه و وزن هزار دانه (اجزای عملکرد دانه) باعث افزایش عملکرد و مؤید این نتیجه است.

تعداد دانه و وزن هزار دانه

صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه نیز تحت اثر برهمکنش مرحله رشد × هورمون قرار گرفتند (جدول‌های ۱و ۲). به‌طوری‌که استفاده از هورمون 6-BAP در زمان چکمه‌خوش (بوتینگ) + پرشدن دانه و هورمون IAA در زمان بوتینگ به ترتیب با مقادیر ۳۷/۸، ۳۷/۲، ۳۳/۸ و ۳۳/۶ بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله را در سال‌های اول و دوم آزمایش داشتند (جدول ۴).

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل بین محلول‌پاشی هورمون‌های مختلف رشد در مراحل مختلف رشد سنبله بر تعداد دانه و وزن هزار دانه دو رقم گندم تحت شرایط دیم

مرحله رشد	هورمون	تعداد دانه در سنبله		وزن هزار دانه (گرم)	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
برجستگی دوگانه	شاهد	۲۳/۷d	۲۶/۶d	۳۵/۱abc	۲۹/۳efg
	IAA	۲۵/۱ dc	۲۹/۲bcd	۳۴/۷abc	۲۹/۸ef
	GA_3	۳۳/۲ ab	۲۷/۰d	۳۵/۶ab	۳۴/۴abcd
	6-BAP	۲۹/۶ bcd	۳۱/۵ab	۲۶/۲d	۲۷/۸fg
بوتینگ	شاهد	۲۷/۹ bcd	۲۸/۶bcd	۳۵/۲abc	۳۱/۵cdef
	IAA	۳۷ /۲ a	۳۳/۶a	۳۱/۷bcd	۳۴/۴abcd
	GA_3	۳۱/۷ abc	۳۰/۸abc	۳۴/۳abcd	۳۳/۰bcde
	6-BAP	۲۸ /۷ bcd	۲۹/۳bcd	۳۱/۳bcd	۲۹/۹ef
ابتدای رشد دانه	شاهد	۲۳/۷ d	۲۶/۵d	۲۶/۹cd	۲۵/۳g
	IAA	۲۸/۴ bcd	۲۷/۵cd	۳۴/۳abcd	۳۱/۳cdef
	GA_3	۲۴/۱ d	۳۱/۶ab	۳۷/۴ab	۳۰/۷def
	6-BAP	۳۳/۱ ab	۲۹/۷bcd	۴۱/۸a	۳۷/۴a
بوتینگ + ابتدای رشد دانه	شاهد	۲۳/۳d	۲۶/۴d	۳۵/۳ab	۲۹/۳efg
	IAA	۳۴/۳ab	۳۲/۱ab	۳۸/۰ab	۳۶/۱ab
	GA_3	۳۴/۰ab	۳۱/۹ab	۳۹/۲ab	۳۶/۵ab
	6-BAP	۳۷/۸a	۳۳/۸a	۳۳/۰bcd	۳۵/۲abc
LSD (٪۵)	-	۷/۳۷	۳/۶۸	۸/۴۴	۴/۲۱

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

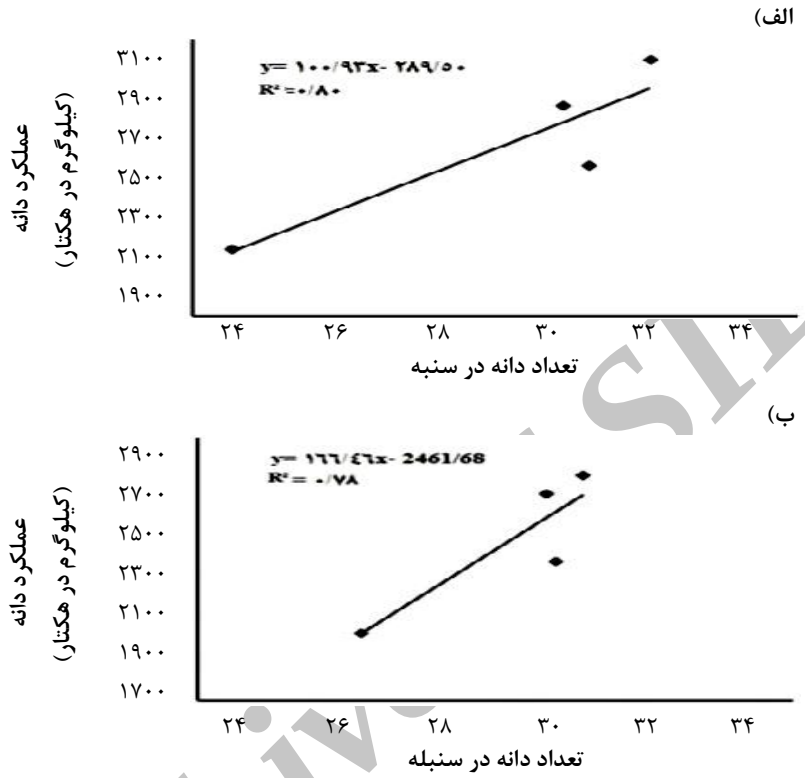
در حالی‌که برای صفت وزن هزار دانه استفاده از هورمون 6-BAP در زمان پرشدن دانه و با میانگین‌های ۴۱/۸ و ۳۷/۴ گرم به ترتیب بیش‌ترین مقدار را در سال‌های اول و دوم داشتند (جدول ۴). نتایج جدول ۵ نشان داد که کاربرد خارجی هورمون‌های گیاهی نسبت به عدم استفاده از آن‌ها (شاهد) عملکرد دانه و تعداد دانه را بهبود بخشیده است. چنان‌که برای

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

تعداد دانه تفاوت معنی‌داری بین هورمون‌های مختلف وجود نداشت درحالی‌که برای صفت عملکرد دانه در بین هورمون‌های مختلف استفاده شده، کاربرد 6-BAP در سال اول به مقدار ۲۸/۶ درصد و در سال دوم کاربرد 6-BAP و GA_3 به ترتیب به میزان ۲۷/۶ و ۲۵/۲ درصد عملکرد دانه را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۵).



شکل ۲: روابط بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله در سال‌های اول (الف) و دوم (ب) آزمایش

جدول ۵: نسبت افزایش عملکرد دانه و تعداد دانه در گیاهان گندم تحت محلول‌پاشی هورمون‌های مختلف رشد نسبت به شاهد

سال اول				
هورمون	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت افزایش (درصد)	تعداد دانه	نسبت افزایش (درصد)
شاهد	۲۲۲۰/۴ d	۰/۰	۲۴/۷b	۰/
IAA	۲۶۱۵/۳ c	۱۵/۱	۳۰/۷ a	۱۹/۵
GA_3	۲۸۹۷/۰ b	۲۳/۳	۳۱/۲ a	۲۰/۸
6-BAP	۳۱۱۰/۲ a	۲۸/۶	۳۲/۳ a	۲۳/۵
LSD (٪۵)	۱۳۱/۲۰	–	۳/۶۸	–
سال دوم				
هورمون	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت افزایش (درصد)	تعداد دانه	نسبت افزایش (درصد)
شاهد	۲۰۴۰/۴c	۰/۰	۲۷/۰ b	۰/۰
IAA	۲۳۹۲/۸ b	۱۴/۷	۳۰/۶ a	۱۱/۸
GA_3	۲۷۲۷/۸ a	۲۵/۲	۳۰/۳ a	۱۰/۹
6-BAP	۲۸۱۸/۵ a	۲۷/۶	۳۱/۱ a	۱۳/۲
LSD (٪۵)	۱۹۱/۸۲	–	۱/۸۴	–

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

در هر دوسال آزمایش رابطه مثبت و بالایی بین تعداد دانه و عملکرد دانه وجود داشت (R^2= ۰/۸۰) و (R^2= ۰/۷۸) (شکل ۲). اثر مثبت کاربرد خارجی هورمون بر تعداد دانه را در مرحله بین تمایز برجستگی دوگانه تا ظهور سنبلچه انتهایی

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

می‌توان به نقش مثبت آن در افزایش طول مریستم و تعداد سنبلچه تمایز یافته نسبت داد (داده‌ها گزارش نشده است) و در مرحله بوتینگ به کاهش سقط گلچه‌ها در سنبلچه ربط داد. در مرحله اول پرشدن دانه نیز با بهبود تقسیم سلولی موجب وزن دانه بیش‌تر شده‌اند. نتایج به‌دست آمده از همبستگی بالا و مثبت بین تعداد دانه و عملکرد دانه بیانگر اهمیت و اثرگذاری تعداد دانه در شکل‌گیری عملکرد نهایی دانه در گندم است و با گزارشات ارائه شده قبلی توسط محققان مطابقت دارد (Reynolds *et al.*, 2004; Gonzalez *et al.*, 2003; Sinclair and Jamieson, 2006).

شاخص برداشت، عملکرد کاه و تعداد سنبله

در سال اول آزمایش هیچکدام از برهمکنش بین عوامل بر صفات شاخص برداشت، عملکرد کاه و تعداد سنبله معنی‌دار نبودند و فقط اثر ساده هورمون بر عملکرد کاه معنی‌دار بود (جدول ۱). ولی تمامی صفات مذکور بین دو رقم استفاده شده تفاوت معنی‌داری را از خود نشان دادند (جدول ۱). در سال دوم وضعیت برای این صفات متفاوت بود. چنان‌که برهمکنش بین مرحله رشد × هورمون و مرحله رشد × رقم برای صفات عملکرد کاه و تعداد سنبله بسیار معنی‌دار بودند، در حالی‌که تفاوت معنی‌داری برای استفاده از هورمون از خود نشان ندادند (جدول ۲). عکس این نتایج برای شاخص برداشت به‌دست آمد (جدول ۲). متفاوت بودن نتایج شاخص برداشت و عملکرد کاه در دو سال آزمایش بدین دلیل است که این صفات به شکل غیرمستقیم محاسبه می‌شوند و مقادیر آن‌ها بستگی به مقادیر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تولید شده دارد. آن‌چنان‌که تغییرات غیرمعنی‌دار در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در سال‌های متفاوت ممکن است موجب تغییرات معنی‌دار در صفت عملکرد کاه و شاخص برداشت شود. Wang و همکاران (۲۰۰۱)، در آزمایشی که هورمون‌های مختلف اکسین، جیبرلیک‌اسید، آبسزیک‌اسید و زآتین را به روش تزریق به گیاه گندم اعمال کرده بودند، دریافتند زآتین که نوعی سیتوکینین است و جیبرلیک‌اسید موجب بهبود تعداد گلچه‌های بارور می‌شود. نتیجه گزارش دیگر نیز نشان می‌دهد کاربرد سیتوکینین‌ها در انتقال ساکارز و تولید دانه‌های بیش‌تر نقش داشته است (Lejeune *et al.*, 1998). سعیدی و همکاران (۱۳۸۹)، در بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل بر تغییرات هورمون‌های گیاهی (در زمان‌های بعداز گرده‌افشانی) در ارقام گندم حساس و متحمل به خشکی دریافتند، تنش خشکی در مرحله تقسیم سلولی دانه (مرحله اول تکامل دانه) میزان اکسین را کاهش و میزان آبسزیک‌اسید را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. هم‌چنین تنش خشکی در هر دو رقم غلظت آبسزیک‌اسید را در مرحله پرشدن دانه (مرحله دوم تکامل دانه) افزایش داد. نتایج آن‌ها نشان داد که تنش خشکی در مرحله تقسیم سلولی از طریق کاهش میزان اکسین و افزایش میزان آبسزیک‌اسید باعث کاهش تقسیم سلولی می‌شود. در آزمایش دیگر که به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی آبسزیک‌اسید و سیتوکینین در مراحل مختلف رشد دانه (مراحل بعد از گرده‌افشانی) دو رقم گندم حساس و مقاوم به خشکی آخر فصل توسط سعیدی و همکاران (۱۳۸۵) انجام گرفت، نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه، زیست توده و تعداد دانه در سنبله در اثر مصرف خارجی سیتوکینین در مرحله تقسیم سلولی دانه به‌دست آمد و بیش‌ترین شاخص برداشت را مصرف سیتوکینین در مرحله تقسیم سلولی ایجاد کرد. افزایش سرعت پرشدن دانه و وزن دانه در شرایط کمبود آب به دلیل افزایش در سطح هورمون سیتوکینین بخش‌های هوایی ارقام برنج توسط Zhang و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است. چهارباغی و همکاران (۱۳۸۹)، با مصرف خارجی آبسزیک‌اسید و سیتوکینین در دو مرحله ظهور سنبله و ۱۴ روز بعد از ظهور سنبله گندم دریافتند، بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به مصرف سیتوکینین در زمان ظهور سنبله است. بیش‌ترین شاخص برداشت و تعداد دانه در خوشه با مصرف خارجی سیتوکینین در هر دو زمان به‌دست آمد. هم‌چنین بالاترین وزن هزار دانه مربوط به مصرف خارجی سیتوکینین و آبسزیک‌اسید به ترتیب در زمان ظهور سنبله و ۱۴ روز بعداز ظهور سنبله بود. درمجموع نتایج آن‌ها نشان داد سیتوکینین از طریق اثر بر تقسیم سلولی و آبسزیک‌اسید از طریق اثر بر سرعت پرشدن دانه به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه را افزایش می‌دهند. در این آزمایش مولفه‌های اصلی اول و دوم بر اساس تجزیه بای‌پلات و نمودار چند وجهی حاصل از آن، در مجموع ۷۶/۳ و ۷۲ درصد از واریانس بین داده‌ها را برای سال اول و دوم توضیح می‌دهد (شکل‌های ۳- الف و ۳-ب). نمودار چند ضلعی "کجا؟ کدام؟ برتر؟" نشان‌دهنده بهترین ترکیب تیماری (مرحله رشد × هورمون × رقم) در هر صفت است. در شکل‌های ۳- الف و ۳-ب، نمودار چند وجهی بای‌پلات به ترتیب به هفت و هشت قسمت تقسیم شده است. ترکیب تیماری واقع در رأس هر ضلع نشان می‌دهد که آن ترکیب تیماری برای صفات واقع در آن ضلع بیش‌ترین مقدار را دارد. بنابراین در سال اول ترکیب تیماری (بوتینگ + پرشدن دانه) × 6-BAP × ریژاو، بر اساس صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه و تعداد دانه در سنبله بهترین بوده است و ترکیب تیماری (بوتینگ + پرشدن دانه) × IAA × ریژاو، برای صفات وزن هزار دانه و شاخص برداشت بهترین بوده است (کد ۲۷ و ۳۱ در شکل ۳-الف و جدول ۶).

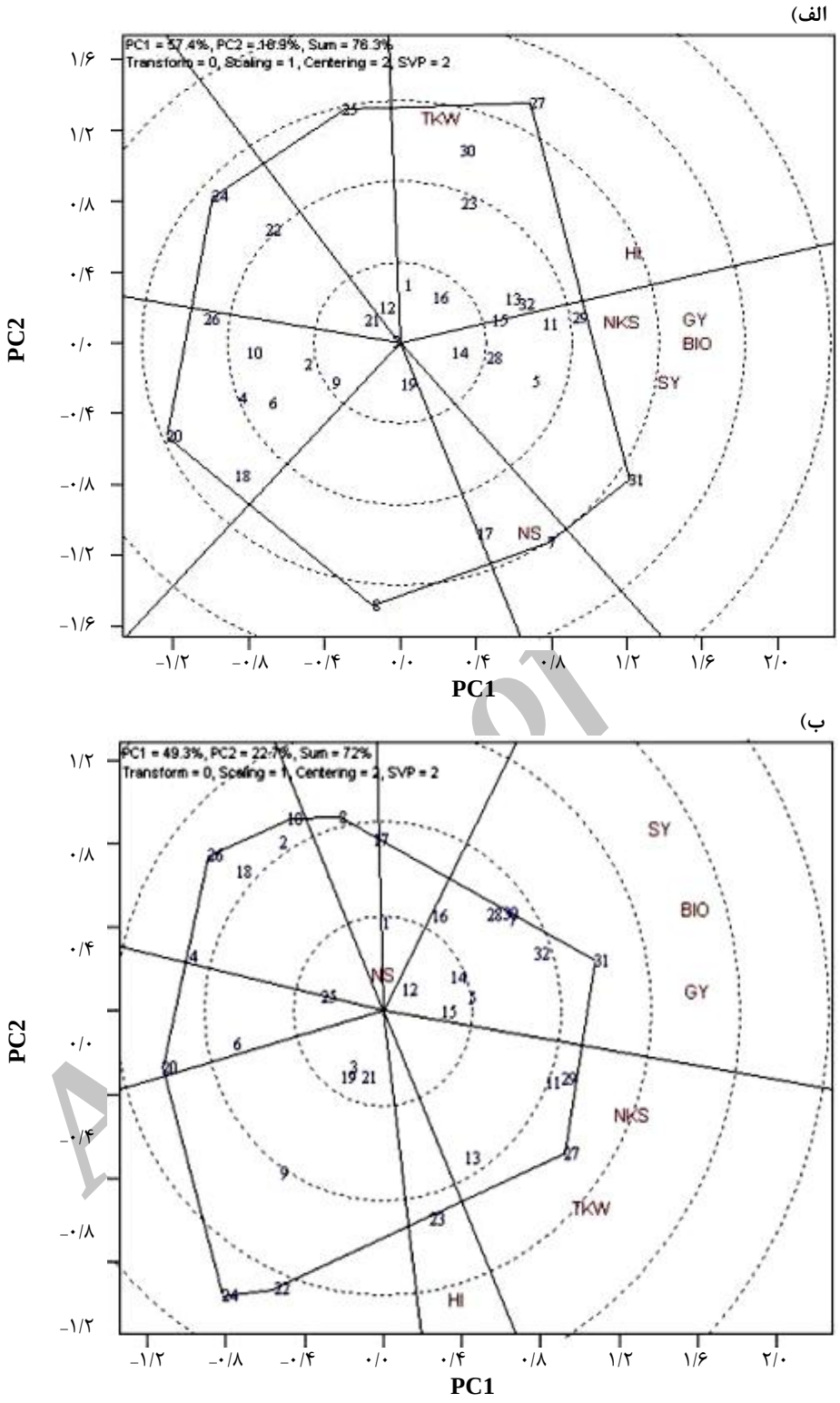
جدول ۶: کد و نام ترکیبات تیماری

کد	ترکیب تیماری	کد	ترکیب تیماری	کد	ترکیب تیماری
۱	برجستگی‌دوگانه × شاهد × ریژاو	۱۲	بوتینگ × IAA × آذر-۲	۲۳	پرشدن دانه × 6-BAP × ریژاو
۲	برجستگی‌دوگانه × شاهد × آذر-۲	۱۳	بوتینگ × GA3 × ریژاو	۲۴	پرشدن دانه × 6-BAP × آذر-۲
۳	برجستگی‌دوگانه × IAA × ریژاو	۱۴	بوتینگ × GA3 × آذر-۲	۲۵	(بوتینگ + پرشدن دانه) × شاهد × ریژاو
۴	برجستگی‌دوگانه × IAA × آذر-۲	۱۵	بوتینگ × 6-BAP × ریژاو	۲۶	(بوتینگ + پرشدن دانه) × شاهد × آذر-۲
۵	برجستگی‌دوگانه × GA3 × ریژاو	۱۶	بوتینگ × 6-BAP × آذر-۲	۲۷	(بوتینگ + پرشدن دانه) × IAA × ریژاو
۶	برجستگی‌دوگانه × GA3 × آذر-۲	۱۷	پرشدن دانه × شاهد × ریژاو	۲۸	(بوتینگ + پرشدن دانه) × IAA × آذر-۲
۷	برجستگی‌دوگانه × 6-BAP × ریژاو	۱۸	پرشدن دانه × شاهد × آذر-۲	۲۹	(بوتینگ + پرشدن دانه) × GA3 × ریژاو
۸	برجستگی‌دوگانه × 6-BAP × آذر-۲	۱۹	پرشدن دانه × IAA × ریژاو	۳۰	(بوتینگ + پرشدن دانه) × GA3 × آذر-۲
۹	بوتینگ × شاهد × ریژاو	۲۰	پرشدن دانه × IAA × آذر-۲	۳۱	(بوتینگ + پرشدن دانه) × 6-BAP × ریژاو
۱۰	بوتینگ × شاهد × آذر-۲	۲۱	پرشدن دانه × GA3 × ریژاو	۳۲	(بوتینگ + پرشدن دانه) × 6-BAP × آذر-۲
۱۱	بوتینگ × IAA × ریژاو	۲۲	پرشدن دانه × GA3 × آذر-۲		

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017



شکل ۳: نمودار بای‌پلات "کجا-برتر-کدام؟" برای صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در سال‌های اول (الف) و دوم (ب) آزمایش

SY: عملکرد کاه، BIO: عملکرد بیولوژیک، GY: عملکرد دانه، NKS: تعداد سنبله در مترمربع، TKW: وزن هزار دانه، NS: تعداد دانه در سنبله و HI: شاخص برداشت.

شماره‌های ۱، ۲، ... و ۳۲ ترکیبات تیماری مرحله رشد × هورمون × رقم است (رجوع شود به جدول ۶).

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

درحالی‌که در سال دوم آزمایش ترکیب تیماری (بوتینگ + پرشدن دانه) × 6-BAP × ریژاو، برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه بهترین بوده است و ترکیب تیماری (بوتینگ + پرشدن دانه) × IAA × ریژاو، برای صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بهترین بوده است (کد ۲۷ و ۳۱ در شکل ۳-ب و جدول ۶). بنابراین مطابق نتایج به‌دست آمده از تجزیه بای‌پلات داده‌ها صفت تعداد دانه در سال‌های متفاوت می‌تواند واکنش متفاوتی به نوع هورمون استفاده شده داشته باشد ولی برای مرحله رشد و رقم این واکنش ثابت است و هم‌چنین مطابق (شکل‌های ۳-الف و ۳-ب) تغییرات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله برای بهترین ترکیبات تیماری انتخاب شده نسبت به سایر صفات واکنش‌پذیری کم‌تری دارند (کم‌ترین فاصله را تا مرکز چند ضلعی دارند).

نتیجه‌گیری

در مجموع بر اساس نتایج به‌دست آمده از دوسال آزمایش می‌توان دریافت تعداد دانه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و بالایی دارد و می‌توان برنامه‌های اصلاحی و مدیریت به‌زراعی مختلف را در راستای بهبود آن برنامه‌ریزی کرد. در این آزمایش با اعمال هورمون 6-BAP در بوتینگ + ابتدای رشد دانه، عملکرد نهایی دانه افزایش پیدا کرد. البته این بهبود عملکرد بستگی به ژنوتیپ نیز دارد. هم‌چنین نشان داده شد صفت تعداد دانه در سال‌های متفاوت می‌تواند واکنش متفاوتی به نوع هورمون استفاده شده داشته باشد ولی برای مرحله رشد و رقم این واکنش ثابت است و هم‌چنین تغییرات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله برای بهترین ترکیبات تیماری انتخاب شده نسبت به سایر صفات واکنش‌پذیری کم‌تری دارند.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از دانشگاه رازی به دلیل حمایت مالی و فراهم نمودن امکانات جهت اجرای این آزمایش سپاسگزاری می‌شود. هم‌چنین از زحمات کلیه اعضای گروه زراعت واصلاح نباتات بویژه مهندس سعید شیخه‌پور و مهندس رضا امیری که ما را در اجرای هرچه بهتر این تحقیق یاری نمودند و از راهنمایی‌های پروفسور یانگ از دانشگاه یانگجو چین در زمینه کاربرد هورمون‌های گیاهی کمال تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

منابع

چهارباغی، س. ا.، وزان، س.، مرادی، ف. و سام‌دلیری، م. ۱۳۸۹. اثر مصرف خارجی اسیدآبسزیک و سیتوکینین برگندم (*Triticum aestivum*). مجله پژوهش در علوم زراعی. ۱۰: ۵۹-۴۵.

حق‌پرست، ر.، رجبی، ر.، روستایی، م.، آقایی‌سربرزه، م.، احمدی، م. م.، پورسیاه‌بیدی، م.، حسنپورحسنی، م.، صادق‌زاده‌اهری، د.، جعفرزاده، ج.، زادحسن، ا.، نجفیان، گ.، صادق‌زاده، ب.، روحی، ا.، سلیمانی، ک.، عابدی‌اصل، غ. ر.، بهرامی، ن.، دریایی، ا.، عبدالهی، ع.، بهرامی، س.، خلیل‌زاده، غ. ر.، محفوظی، س.، حسامی،

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

ع.، نیستانی، ا. و بابایی، ت. ۱۳۹۲. معرفی رقم: ریژاو، رقم جدید گندم نان برای کاشت در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در مناطق سرد ایران. مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۱-۲۹ (۲): ۴۰۳-۴۰۱.

سعیدی، م.، مرادی، ف.، احمدی، ع.، پوستینی، ک. و نجفیان، گ. ۱۳۸۵. اثر محلول‌پاشی اسیدآبسزیک و سیتوکینین در مراحل مختلف رشد دانه بر پاره‌ای از جنبه‌های فیزیولوژیک روابط منبع و مخزن در دو رقم گندم. مجله علوم زراعی ایران. ۸ (۳): ۲۶۸-۲۸۲.

سعیدی، م.، مرادی، ف.، احمدی، ع.، سپهری، ر.، نجفیان، گ. و شعبانی، ا. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی انتهای فصل بر خصوصیات فیزیولوژیک و روابط منبع و مخزن در دو رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۴): ۴۰۸-۳۹۲.

Acreche, M.M. and Slafer, G.A. 2006. Grain weight response to increases in number of grains in wheat in Mediterranean area. Field Crops Research 98: 52-59.

Bancal, P. 2009. Early development and enlargement of wheat floret primordia suggest a role of partitioning within spike to grain set. Field Crop Research 110: 44-53.

Borras, L., Slafer, G.A. and Otegui, M.E. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. Field Crops Research 86: 131-146.

Buzgol, M., Douglas, E., Soltis, S. P. and Ma, H. 2006. Towards a comprehensive integration of morphological and genetic studies of floral development. Trends in Plant Science 9: 164-173.

Darussalam, M., Cole, M.A. and Patrick, J.W. 1998. Auxin control of photoassimilate transport to and within developing grain of wheat. Australian Journal of Plant Physiology 25: 69-77.

Demotes-Mainard, S. and Jeuffroy, M.H. 2004. Effects of nitrogen and radiation on dry matter and nitrogen accumulation in the spike of winter wheat. Field Crops Research 87: 221-233.

Frederick, J.R. and Bauer, P.J. 1999. Physiological and numerical components of wheat yield. *In*: Satorre, E.H. and Slafer, G.A. (Eds), wheat. Ecology and physiology of yield determination. Food Products Press, New York, pp. 45-65.

Gonzalez, F.G., Slafer, G.A. and Miralles, D.J. 2003. Grain and floret number in response to photoperiod during stem elongation in fully and slightly vernalized wheat. Field Crops Research 81: 17-27.

Iqbal, N., Ashraf, M. and Ashraf, M.Y. 2008. Glycinebetaine, an osmolyte of interest to improve water stress tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.): water relations and yield. South Africa Journal of Botany 74: 274–281.

Archive of SID

www.SID.ir

Jiang, M.Y. and Zhang, J. 2004. Abscisic acid and antioxidant defense in plant cells. Acta Botanica Sinica 46: 1-9.

Kafi, M. 2001. Apex development of three wheat cultivars in the presence of salinity. Journal Agriculture Science and Technology 3: 1-8.

Kaur-Sawhney, R., Tiburcio, A.F., Altabella T. and Galston A.W. 2003. Polyamines in plants: an overview. Journal of Cell and Molecular Biology 2: 1-12.

King, R.W. and Evans, L.T. 2003. Gibberellins and flowering of grasses and cereal: prizing open the lid of the "florigen" black box. Annual Review of Plant Biology 54: 307-328.

Lejeune, P., Prinsen, E., Van Onckelen, H. and Bernier, G. 1998. Hormonal control of ear abortion in a stress-sensitive maize inbred. Australian Journal of Plant Physiology 25: 481-488.

Milyaeva, E.L. and Romanov, G.A. 2002. Molecular genetics returns to basic postulates. Russian Journal of Plant Physiology 49: 438-444.

Nezhadahmadi, A., Prodhan, Z.H. and Faruq, G. 2013. Drought Tolerance in wheat. The Scientific World Journal 1-12.

Nimir, N.E. A., Lu, S., Guisheng, Z., Guo, W., Ma, B. and Wang, Y. 20015. Comparative effects of gibberellic acid, kinetin and salicylic acid on emergence, seedling growth and the antioxidant defence system of sweet sorghum (Sorghum bicolor) under salinity and temperature stresses. Crop & Pasture Science 66: 145–157

Pask, A., Pietragalla, J., Mullan, D. and Reynolds, M. 2012. Physiological breeding II: A field guide to wheat phenotyping. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) Mexico, D.f. pp 140.

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V. and Vivekanandan, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiol 161: 1189–1202.

Reynolds, M., Condon, A.J., Rebetzke, G.J. and Richards, R.A. 2004. Evidence for excess photosynthetic capacity and sink-limitation to yield and biomass in elite spring wheat. In proceeding of the 4th international crop science congress, Brisbane.

Sinclair, T.R. and Jamieson, P.D. 2006. Grain number, wheat yield, and bottling beer: an analysis. Field Crops Research 98: 60-67.

Slafer, G. A. 2003. Genetic basis of yield as viewed from a crop physiologist s perspective. Annals of Applied Biology Journal 142: 117-128.

Slafer, G.A., Kantolic, A.C., Miralles, D.J, Appendino, M.L., Savin, R. 2009. *In*: "Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy" (V.O Sadras and D.F. Calderini, Eds), Elsevier, The Netherlands, pp. 277-308.

Waddington, S.R. and Cartwrith, P.M., 1983. A quantitative scale of spike initial and pistil development in barley and wheat. Botany 51: 119-130.

Wang, Z., Cao, W., Dia, T. and Zhou, Q. 2001. Effects of exogenous hormones on floret development and grain set in wheat. Plant Growth Regulators 35: 225-231.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

Archive of SID

www.SID.ir

Yang, J.C., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q. and Liu, L. 2002. Abscisic acid and cytokinins in the root exudates and leaves and their relationship to senescence and remobilization of carbon reserves in rice subjected to water stress during grain filling. Planta 215: 645-652.

Yang, J.C., Zhang, J., Wang, Z. and Zhu, Q. 2003. Hormones in the grains in relation to sink strength and postanthesis development of spikelets in rice. Plant Growth Regulators 41: 185-195.

Zhang , H., Chen, T., Wang, Z., Yang, J.C. and Zhang, J. 2010. Involvement of cytokinins in the grain filling of rice under alternate wetting and drying irrigation. Journal of Experimental Botany 61 (13): 3719–3733.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 15:35 IRST on Monday January 23rd 2017

Archive of SID

www.SID.ir