اثر سطوح مختلف نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکینین بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط تنش گرمای انتهای فصل در اهواز

علی قاطعی[۱*]، عبدالمهدی بخشنده[۲]، علی‌رضا ابدالی مشهدی[۳]، سید عطاءا.. سیادت[۲]، خلیل عالمی سعید[۳] و محمدحسین قرینه[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۵)

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر سطوح مختلف نیتروژن و محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه گندم در شرایط بهینه و تنش گرمای پایان دوره، پژوهشی در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان انجام شد. این پژوهش در دو آزمایش مستقل هر یک به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. آزمایش اول کاشت گندم در تاریخ کاشت توصیه شده منطقه (اول آذر ماه) و آزمایش دوم، تاریخ کاشت دیر هنگام ۳۰ دی ماه بود. در هر آزمایش، ترکیب‌های مختلف چهار سطح نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و سه سطح محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط بهینه و تنش گرمای انتهای فصل، افزایش سطوح نیتروژن عملکرد دانه را (به‌ترتیب ۵۶۵۲/۱ و ۳۸۷۴/۷ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد افزایش داد. هم‌چنین اثر نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد سنبلک در سنبله و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما بر وزن هزار دانه اثر معنی‌دار نشان نداد. سیتوکینین در شرایط بهینه باعث افزایش معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد عملکرد دانه (۴۸۵۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و وزن هزار دانه (۴۱ گرم) گردید و در شرایط تنش فقط بر وزن هزار دانه (۲/۳۰ گرم) در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌دار بر جای گذاشت. اثر متقابل نیتروژن و سیتوکینین در هر دو شرایط تاریخ کاشت توصیه شده و تاریخ کاشت با تأخیر (تنش) در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه و در تاریخ کاشت توصیه شده بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. به‌طورکلی با کاربرد مقدار مناسب نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکینین در مناطق گرمسیر مانند اهواز، می‌توان اثر نامطلوب تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد گندم را تا حدودی کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: هورمون گیاهی، تنظیم کننده رشد، تنش دمایی، کود نیتروژن

۱، ۲، ۳ و ۴. به‌ترتیب دانشجوی دکترا، استاد، استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ali_daneshkadeh@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر که تنش گرمای انتهای فصل رشد یکی از عوامل محدود کننده رشد گندم است، تولید مواد فتوسنتزی در زمانی که بیشترین نیاز به این مواد برای رشد دانه وجود دارد به‌دلیل پیری زودرس برگ‌ها کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی از بین مؤلفه‌های مؤثر در تعیین عملکرد گندم، وزن دانه بیشتر از سایر مؤلفه‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۹).

در ایران، سالانه حداقل ۶۵۰ هزار هکتار (در حدود ۱۰ درصد از سطح زیر کشت گندم) در مناطق جنوبی از جمله خوزستان، با تنش گرمای آخر فصل در طی مرحله گل‌دهی و دوره پرشدن دانه مواجه می‌شود که بروز این نوع تنش کاهش پنج تا ۴۰ درصدی عملکرد در این مناطق را به‌دنبال دارد (۱۱).

در شرایط تنش، یکی از عوامل مهم در برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب توجه به تغذیه گیاه است. با اعمال روش صحیح در تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارآیی نهاده‌ها را افزایش و تا حدودی اثر منفی تنش را کاهش داد. هم‌چنین با اجتناب از کاربرد غیر ضروری و بی‌رویه مصرف عناصر غذایی می‌توان هزینه‌های تولید را به حداقل کاهش داد که این امر می‌تواند راهی به سوی کشاورزی اقتصادی و پایدار باشد.

نیتروژن در گیاه گندم باعث افزایش تولید پنجه و بقای آن، پراکنش ریشه در عمق خاک، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌شود (۱). کمبود نیتروژن قبل از گل‌دهی، باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود (۱۳). تأخیر در تاریخ کاشت مناسب از طریق تغییر در تلاقی مراحل مختلف فنولوژیکی با شرایط متفاوت محیطی، نظیر برخورد با خشکی یا گرمای انتهای فصل و یا در برخی موارد عدم استفاده از بارندگی‌های ابتدای فصل و رطوبت ذخیره شده در خاک موجب کاهش عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن می‌شود (۱۹).

سیتوکنین یکی از عوامل مهم در تنظیم تقسیم سلولی و ذخیره سازی مواد فتوسنتزی می‌باشد. اعتقاد کلی بر این است که سرعت پر شدن دانه غلات به شدت به قدرت مخزن وابسته است. قدرت مخزن نیز به دو عامل اندازه و فعالیت مخزن مرتبط می‌باشد (۲۳). در آزمایشی روی برنج، مصرف خارجی سیتوکنین در مرحله تقسیم سلولی دانه بیشترین تأثیر مثبت را در شکل‌گیری عملکرد دانه داشت. در تحقیقی دیگر روی گندم، مشخص گردید که تنش گرما از طریق کاهش میزان سیتوکنین باعث کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد و پرشدن دانه‌ها را مختل می‌نماید (۲). نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد بنزیل‌آدنین با غلظت ۲۰ میکرومولار به‌صورت پاشش برگی بعد از گرده افشانی در گیاه گندم علاوه بر تأخیر در پیری برگ باعث افزایش ۱۲ درصدی وزن دانه‌ها گردید (۱۰).

با توجه به نقش سیتوکنین در افزایش تقسیم سلولی دانه در زمان توسعه آندوسپرم و ذخیره مواد (توسعه مخزن) و هم‌چنین نقش آن در تأخیر پیری و افزاش دوام سطح برگ (منبع) و هم‌چنین تأثیر تنش گرمای انتهای دوره بر تسریع پدیده پیری در گندم، این پژوهش با هدف کاهش اثر منفی تنش گرمای پایان دوره با کاربرد بهینه کود نیتروژن و هورمون سیتوکنین در شرایط آب و هوایی اهواز به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت دو آزمایش جداگانه در سال زراعی ۱۳۹۰- ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی رامین واقع در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز در جنوب غربی ایران انجام گردید. این دو آزمایش شامل دو تاریخ کاشت: اول آذر ماه (تاریخ کاشت مناسب منطقه) و۳۰ دی ماه (تاریخ کاشت دیر هنگام جهت اعمال تیمار تنش گرمای انتهای فصل در مرحله پرشدن دانه) بود. فاکتورهای آزمایشی در هر آزمایش شامل نیتروژن در چهار سطح صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره و سیتوکینین با سه غلظت: صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار از منبع ماده ۶- بنزیل آمینوپورین بود.

این آزمایش‌ها به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق‌نمونه‌برداری (cm)	نیتروژن‌قابل‌جذب (mg/kg)	فسفرقابل‌جذب (mg/kg)	پتاسیم‌قابل‌جذب (mg/kg)	pH	EC (m.mos/cm)	موادآلی (%)	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۶	۸/۶	۱۹۷	۷/۲	۲۵۷	۰/۵۳	رسی‌لومی

جدول ۲. آمار هواشناسی ماه‌های آزمایش در سال زراعی ۹۰ - ۱۳۸۹ منطقه ملاثانی

ماه‌های سال	حداقل دما (سانتی‌گراد)	حداکثر دما (سانتی‌گراد)	متوسط دما (سانتی‌گراد)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)
آذر	۵/۶	۲۴/۴	۱۵/۰	۱۶/۰
دی	۵/۵	۱۸/۷	۱۲/۱	۲۰/۲
بهمن	۷/۰	۱۷/۲	۱۲/۱	۷۸/۶
اسفند	۹/۳	۲۳/۲	۱۶/۳	۱۹/۸
فروردین	۱۲/۷	۳۰/۶	۲۱/۷	۲/۰

بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد که در آنها ترکیبات سطوح نیتروژن و سیتوکنین به‌صورت فاکتوریل در کرت‌ها اجرا گردید. در هر سطح نیتروژن، یک سوم کود به‌صورت پایه همراه با تهیه زمین و دو سوم دیگر به‌صورت سرک و به‌طور مساوی در ابتدای مرحله ساقه رفتن و قبل از گل‌دهی به گیاهان داده شد. سطوح سیتوکنین به‌صورت محلول‌پاشی دو تا پنج روز پس از گرده افشانی (مرحله توسعه آندوسپرم دانه) با استفاده از سمپاش کمری به مقدار یک و نیم لیتر محلول برای هر کرت آزمایش اعمال گردید. جهت سهولت جذب محلول سیتوکنین، به همراه آن یک مایع مویان بنام توئین۲۰ (Tween 20) مخلوط گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۱ و اطلاعات مربوط به دمای بیشینه و کمینه و هم‌چنین متوسط دما، در دوره زمانی کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در جدول ۲ آورده شده است. رقم گندم مورد آزمایش چمران بود که در گروه ارقام میان‌رس محسوب می‌گردد. کرت‌ها به ابعاد ۲×۳ متر، فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر و تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع بودند. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک محصول، پس از حذف اثر حاشیه یک مترمربع از دو خط میانی برداشت شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد (تعداد سنبله در مترمربع، تعداد سنبلک در سنبله، تعداد دانه در سنبلک و وزن هزار دانه) بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTAT-C و رسم نمودارها توسط نرم افزار EXCEL صورت گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده گردید.

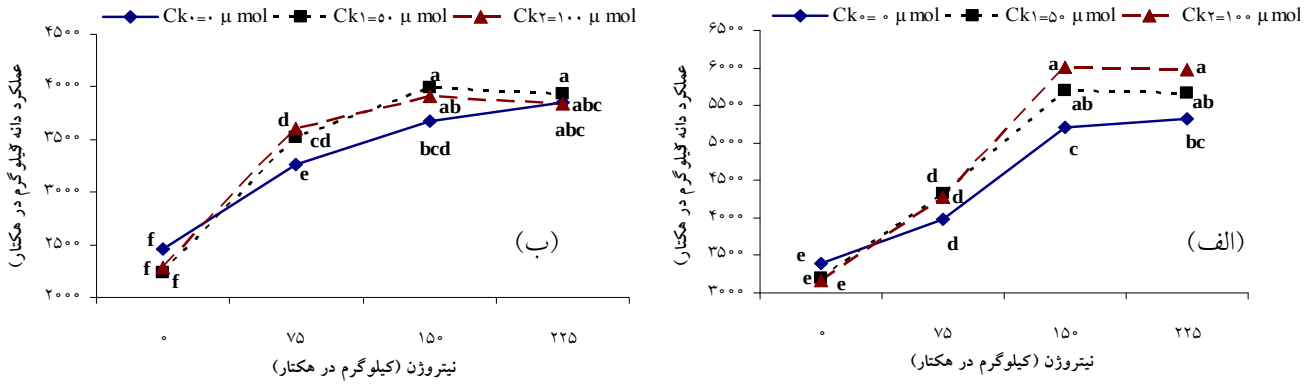
نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج مربوط به تاریخ کاشت بهینه نشان داد که اثر نیتروژن و اثر محلول‌پاشی سیتوکنین در سطح احتمال یک درصد و اثر برهمکنش آنها در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه ۶۰۰۶/۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به استفاده هم‌زمان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و محلول پاشی هورمون با غلظت ۱۰۰ میکرومولار بود که با تیمارهای ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + محلول‌پاشی ۱۰۰ میکرومولار هورمون، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + محلول‌پاشی ۵۰ میکرومولار هورمون و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. اثر برهمکنش سطوح مختلف نیتروژن و سیتوکینین بر عملکرد دانه: الف- در تاریخ کاشت توصیه شده (اول آذر ماه) ب- تاریخ کاشت دیر هنگام (تنش گرمای انتهای دوره). میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

۵۰ نیتروژن + میکرومولار هورمون، اختلاف معنی‌دار نشان نداد (شکل ۱- الف).

محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین در شروع مرحله رشد دانه باعث افزایش غلظت این هورمون در دانه می‌شود (۱۴، ۱۶ و ۲۱). در این شرایط سیتوکینین باعث تحریک تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد شده و از طریق افزایش اندازه آن‌ها موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (۲۳). هم‌چنین به‌نظر می‌رسد که هورمون سیتوکنین باعث تأخیر در پیری گیاه می‌شود (۱۸ و۲۰) و این امر موجب افزایش دوره فعال رشد دانه و افزایش وزن دانه و در نهایت افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

سعیدی و همکاران (۱۷) نیز گزارش کردند محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین در زمان گرده‌افشانی باعث افزایش عملکرد دانه گردید. البته به‌کار بردن مقدار نیتروژن بیشتر تا سطح ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار با افزایش رشد رویشی و افزایش تعداد پنجه از یک طرف باعث افزایش رقابت درون گیاهی و از طرف دیگر باعث افزایش خوابیدگی ساقه گردید و این امر باعث گردید که عملکرد دانه به همان نسبت افزایش پیدا نکند.

ب- تاریخ کاشت دیر هنگام (تنش گرمای انتهای دوره)

در شرایط تاریخ کاشت دیر هنگام (تنش گرمای انتهای دوره) اثر نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش نیتروژن و محلول‌پاشی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند؛ اما اثر محلول‌پاشی به تنهایی معنی‌دار نبود (جدول ۴).

بیشترین عملکرد دانه در این شرایط مربوط به استفاده هم‌زمان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، محلول‌پاشی با غلظت ۵۰ میکرومولار با میانگین ۳۹۹۱ کیلوگرم در هکتار بود که البته با تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، محلول‌پاشی با غلظت ۵۰ میکرومولار اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۱- ب). احتمالاً در تاریخ کاشت دیرهنگام، کاهش دوره رشد رویشی باعث عدم استفاده بهینه گیاه از نیتروژن موجود و کاهش اجزاء عملکرد دانه نظیر تعداد سنبلچه و تعداد دانه در سنبله از یک طرف و کوتاه شدن دوره پرشدن دانه شد و به‌دلیل مواجه شدن گیاه با دمای بالا در این دوره عملکرد نسبت به شرایط تاریخ کاشت بهینه کاهش یافت. بانوتز و همکاران (۲) نشان دادند که در شرایط بروز تنش گرما محتوای سیتوکینین دانه کاهش یافته و این امر باعث کاهش وزن دانه گردید. سعیدی و همکاران (۱۷)گزارش کردند که در شرایط تنش، کاربرد محلول هورمون سیتوکینین باعث افزایش معنی‌دار وزن دانه گردید. به‌طورکلی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی زمانی می‌تواند مفید واقع گردد که گیاه به میزان مناسب کود نیتروژن به‌عنوان مهم‌ترین عنصر تغذیه‌ای در رشد رویشی دسترسی داشته باشد. نیتروژن باعث تولید بیوماس بیشتر شد و از سوی دیگر هورمون توانست این افزایش بیوماس توسط نیتروژن را حفظ کند و در نهایت با

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات تحت بررسی گندم در سطوح مختلف نیتروژن و سیتوکینین در شرایط تاریخ کاشت توصیه شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	سنبله در مترمربع	سنبلک در سنبله	دانه در سنبله	وزن هزار دانه
بلوک	۳	۱۳۱۷۷۳۶/۸۱**	۱۱۷۴۳۴۸/۳۰^{ns}	۱۶۴۳/۰۵^{ns}	۲/۹۹**	۱۳/۶۹**	۵۷/۱۵**
(N) نیتروژن	۳	۱۶۵۲۱۲۲۵/۶۹**	۵۴۶۳۶۹۶۳/۴۰**	۳۲۹۷۶/۳۹**	۷۰/۴۰**	۳۳۴/۰۵**	۵/۹۳^{ns}
(CK) سیتوکینین	۲	۵۹۵۴۱۱/۸۵**	۷۱۹۹۹/۳۰^{ns}	۳۰۰۶/۲۵^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۳/۲۷^{ns}	۹۶/۶۷**
N × CK	۶	۲۳۲۶۶۴/۱۱*	۱۰۱۳۳۲/۷۰^{ns}	۱۹۷۰/۱۴^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۳/۳۶^{ns}	۴۴/۳۱**
اشتباه آزمایشی	۳۳	۹۳۴۲۰/۱۴	۵۴۱۲۷۸/۴۰	۱۴۲۴/۴۹	۰/۶۶	۳/۶۴	۱۱/۲۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۵	۶	۸/۲	۵/۳	۶/۱	۸/۵

ns غیر معنی‌دار ، * معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ** معنی دار در سطح احتمال خطای ۱٪

جدول ۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات تحت بررسی در سطوح نیتروژن و سیتوکینین در شرایط تاریخ کاشت با تأخیر (تنش گرمای انتهای دوره)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	سنبله در مترمربع	سنبلک در سنبله	دانه در سنبله	وزن هزار دانه
بلوک	۳	۲۱۴۸۷۸/۸۲**	۱۴۳۸۴۵۵/۱^{ns}	۱۲۲۵۶/۹۴^{ns}	۰/۷۵^{ns}	۷۱/۸۶^{ns}	۸۶/۱۳**
(N) نیتروژن	۳	۶۳۶۱۸۷۳/۹۶**	۳۸۴۱۱۹۲۳/۱**	۳۷۳۲۶/۳۹**	۱۱/۲۴**	۲۰۴/۵۲**	۱/۷۵^{ns}
(CK) سیتوکینین	۲	۶۲۲۵۰/۵۳^{ns}	۵۸۰۲۷۸^{ns}	۳۲۱۶/۱۴^{ns}	۱/۴۷^{ns}	۱۰۵/۲۱^{ns}	۱۳۸/۹۱**
N × CK	۶	۸۰۶۵۱/۶۸*	۲۲۲۰۶۳۳/۵^{ns}	۶۱۱۵/۴۵^{ns}	۲/۸۶^{ns}	۴۵/۸۳^{ns}	۲/۸۳^{ns}
اشتباه آزمایشی	۳۳	۳۱۳۷۶/۸۶	۲۱۶۰۸۵۸/۳	۶۶۶۰/۳۵	۱/۲۳	۴۳/۱۱	۳/۹۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۲	۱۵/۳	۲۰/۸	۷/۸	۲۰/۸	۷

ns غیر معنی‌دار ، * معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ** معنی دار در سطح احتمال خطای ۱٪

عرضه مواد پرورده بیشتر و هدایت آنها به دانه‌ها، باعث افزایش عملکرد شود.

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که هم در شرایط تاریخ کاشت بهینه و هم در شرایط تاریخ کاشت دیر هنگام (تنش گرمای انتهای دوره) فقط اثر نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد معنی‌دار بود (جدول‌های ۳ و ۴). در شرایط تاریخ کاشت بهینه بیشترین عملکرد بیولوژیک ۱۴۰۸۰/۴ کیلوگرم در هکتار مربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود که البته از نظر آماری با تیمار مربوط به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختلاف معنی‌دار نشان نداد (جدول ۵).

تولید ماده خشک کل حاصل کارآیی میزان تجمع ماده خشک کل در واحد زمان است. افزایش کود نیتروژن موجب افزایش وزن خشک در واحد سطح می‌شود و با افزایش کود نیتروژن تا یک میزان مشخص وزن خشک به‌صورت خطی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های صفات تحت بررسی در سطوح مختلف نیتروژن و سیتوکینین در شرایط تاریخ کاشت توصیه شده

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	سنبله در مترمربع	سنبلک در سنبله	دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
نیتروژن(Kg/ha)						
صفر	۳۲۵۲/۵ c	۹۷۴۳/۰ c	۳۹۸/۷ c	۱۲/۱ c	۲۳/۸ c	۳۹/۶ a
۷۵	۴۱۹۴/۶ b	۱۱۰۰۸/۹ b	۴۳۷/۱ b	۱۴/۵ b	۳۰/۲ b	۳۸/۵ a
۱۵۰	۵۶۳۵/۰ a	۱۳۸۳۴/۸ a	۵۱۶/۷ a	۱۷/۳ a	۳۵/۰ a	۳۹/۱ a
۲۲۵	۵۶۵۲/۱ a	۱۴۰۸۰/۴ a	۴۸۷/۵ a	۱۷ a	۳۴/۹ a	۴۰/۱ a
سیتوکینین(µm)						
صفر	۴۴۷۵/۶ b	۱۲۱۰۷/۶ a	۴۷۰ a	۱۵/۳ a	۳۰/۸ a	۳۶/۵ b
۵۰	۴۷۱۸/۳ a	۱۲۱۵۳/۱ a	۴۴۴/۴ a	۱۵/۳ a	۳۱/۵ a	۴۰/۵ a
۱۰۰	۴۸۵۶/۷ a	۱۲۲۳۹/۶ a	۴۶۵/۶ a	۱۵/۱ a	۳۰/۶ a	۴۱/۰ a

در هر ستون و در هر عامل آزمایشی میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

افزایش می‌یابد و پس از آن ثابت می‌شود (۴ و ۸). افزایش عملکرد بیولوژیک در شرایط مناسب تغذیه در اثر افزایش سطح برگ و دوام آن، افزایش طول ساقه و افزایش پنجه‌های باقی‌مانده تا مرحله رسیدگی و باروری صورت می‌گیرد. بلیدو و همکاران (۳) دریافتند افزودن نیتروژن باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار بر عملکرد بیولوژیک شد و حداکثر آن در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. آنها بیان نمودند که افزایش نیتروژن بافت‌های سبزینه‌ای گیاه را افزایش می‌دهد که افزایش میزان این بافت‌ها منجر به بالا رفتن تولید شاخ و برگ بیشتر و افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه می‌شود.

در شرایط تاریخ کاشت دیر هنگام بیشترین عملکرد بیولوژیک ۱۱۰۸۶/۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود (جدول ۵). کاهش عملکرد بیولوژیک در شرایط تاریخ کاشت دیر هنگام به‌دلیل کوتاه شدن دوره رشد رویشی و مواجه شدن گیاه با دمای بالا در انتهای دوره و تسریع در پیری گیاه بوده است (۱۵). محلول‌پاشی با هورمون سیتوکنین هم در شرایط تاریخ کاشت بهینه و هم در تاریخ کاشت دیر هنگام به مقدار اندکی باعث افزایش ماده خشک گیاه گردید اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود این افزایش اندک شاید به دلیل تأثیر هورمون سیتوکنین بر افزایش دوام سطح برگ و تأخیر در پیری گیاه اتفاق افتاد.

تعداد سنبله در واحد سطح

نتایج نشان داد که هم در شرایط تاریخ کاشت بهینه و هم در شرایط تاریخ کاشت با تأخیر اثر نیتروژن بر تعداد سنبله در واحد سطح در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثر سیتوکنین و اثر برهمکنش نیتروژن و سیتوکنین بر تعداد سنبله در واحد سطح معنی‌دار نگردید (جداول ۳ و ۴).

در شرایط تاریخ کاشت بهینه بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح ۵۱۶/۷ بود که از سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که البته با سطح ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۴). در شرایط تاریخ کاشت دیر هنگام، بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح ۴۵۴/۲ مربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که البته با سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به تعداد ۴۲۳ سنبله در مترمربع اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های صفات تحت بررسی در سطوح مختلف نیتروژن و سیتوکینین در شرایط تاریخ کاشت با تأخیر (گرمای انتهای دوره)

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	سنبله در مترمربع	سنبلچه در سنبله	دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
نیتروژن (Kg/ha)						
صفر	۲۳۲۶/۷ c	۷۰۹۹/۰ c	۳۳۹/۶ b	۱۳/۱ b	۲۵/۴ b	۲۸/۶ a
۷۵	۳۴۶۰/۶ b	۹۶۰۰/۵ b	۳۵۰ b	۱۳/۸ b	۳۴/۶ a	۲۸/۳ a
۱۵۰	۳۸۵۹/۳ a	۱۰۶۶۷ ab	۴۲۳ a	۱۵/۰ a	۳۲/۳ a	۲۷/۵ a
۲۲۵	۳۸۷۴/۷ a	۱۱۰۸۶/۶ a	۴۵۴/۲ a	۱۵/۱ a	۳۳/۵ a	۲۷/۸ a
سیتوکینین (µm)						
صفر	۳۳۰۸/۷ a	۹۴۷۸ a	۳۹۳/۷ a	۱۴/۳ a	۳۴/۳ a	۲۴/۸ b
۵۰	۳۴۲۲/۴ a	۹۵۳۰/۸ a	۴۰۴/۷ a	۱۴/۵ a	۲۹/۴ a	۲۹/۲ a
۱۰۰	۳۴۰۹/۹ a	۹۸۳۱/۱ a	۳۷۶/۶ a	۱۳/۹ a	۳۰/۶ a	۳۰/۲ a

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

تغییرات تعداد سنبله در هر دو شرایط یکسان بود و با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد سنبله به‌طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد. به‌دلیل این‌که رسیدن به حداکثر تعداد سنبله در مترمربع در هر دو شرایط کاشت در تاریخ بهینه و کاشت دیر هنگام در شرایط مناسب دمایی در مراحل پیش از گرده افشانی تعیین می‌شود لذا این صفت کمتر تحت تأثیر شرایط تنش گرمای انتهای دوره رشد قرار گرفت.

غلام و همکاران (۸) گزارش دادند، افزایش میزان نیتروژن از طریق افزایش سطح فتوسنتز کننده در گندم باعث افزایش تأمین مواد فتوسنتزی مورد نیاز رشد سنبله شده و این واکنش، افزایش تولید سنبلک در سنبله را به همراه داشت. ژلتو و همکاران (۷) گزارش دادند، تعداد سنبله با افزایش مقدار نیتروژن، افزایش یافت. خان و همکاران (۱۲) طی بررسی‌های خود دریافتند که افزودن سطوح مختلف نیتروژن باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در تعداد سنبله در واحد سطح می‌شود.

تعداد سنبلک و دانه در سنبله

نتایج آزمایش در شرایط تاریخ کاشت بهینه و تاریخ کاشت دیرهنگام (تنش گرمای انتهای دوره)نشان داد که در هر دو شرایط اثر نیتروژن بر روی تعداد سنبلک در سنبله و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول‌های ۳ و ۴). بیشترین تعداد سنبلک در سنبله در شرایط بهینه (۱۷/۳) و بیشترین تعداد دانه در سنبله (۳۵) مربوط به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بود که با تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص اختلاف معنی‌دار نداشت و در شرایط تاریخ کاشت دیرهنگام بیشترین تعداد سنبلک در سنبله (۱۵/۱) مربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بود که با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص اختلاف معنی‌دار نداشت و بیشترین تعداد دانه در سنبله (۳۴/۱) مربوط به مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بود که با تیمارهای ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های ۵ و ۶). نیتروژن با تأثیر مثبت بر مراحل نموی به‌خصوص بعد از تشکیل برجستگی‌های دوگانه باعث افزایش تعداد سنبلک‌ها در سنبله می‌گردد. هم‌چنین نیتروژن از طریق تأثیر مثبت بر روی تعداد گلچه‌ها در سنبلک‌ها باعث افزایش تعداد گلچه بارور شده و

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن × سیتوکینین بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه در شرایط تاریخ کاشت توصیه شده و تاریخ کاشت دیر هنگام (تنش گرمای انتهای دوره)

تاریخ کاشت توصیه شده				تاریخ کاشت دیر هنگام (تنش)	
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	سیتوکینین (میکرومولار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)
صفر	صفر	۳۳۹۹/۴ e	۴۰/۷ abc	۲۴۵۶/۲ f	۲۴/۸ b
	۵۰	۳۱۸۸/۸ e	۴۰/۸ abc	۲۲۴۱ f	۲۹/۳ a
	۱۰۰	۳۱۶۹/۴ e	۳۷/۴ cde	۲۲۸۲/۸ f	۲۸/۹ a
۷۵	صفر	۳۹۷۹/۴ d	۳۶/۴ cde	۳۲۶۰/۳ e	۲۵/۳ b
	۵۰	۴۳۲۹/۴ d	۴۰/۸ abc	۳۵۱۸/۶ d	۲۸/۹ a
	۱۰۰	۴۲۷۵ d	۳۸/۲ bcde	۳۶۰۲/۸ cd	۳۱/۳ a
۱۵۰	صفر	۵۲۰۲/۵ c	۳۴/۸ de	۳۶۷۰/۹ bcd	۲۴/۰ b
	۵۰	۵۶۹۵/۶ ab	۳۹/۵ bcd	۳۹۹۱ a	۳۰/۵ a
	۱۰۰	۶۰۰۶/۹ a	۴۲/۹ ab	۳۹۱۶/۱ ab	۳۰/۶ a
۲۲۵	صفر	۵۳۲۱/۳ bc	۳۴/۱ e	۳۸۴۷/۳ abc	۲۵/۲ b
	۵۰	۵۶۵۹/۴ ab	۴۰/۹ abc	۳۹۳۹/۱ a	۲۹/۴ a
	۱۰۰	۵۹۷۵/۶ a	۴۵/۴ a	۳۸۳۷/۷ abc	۳۰/۳ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

این امر باعث افزایش تعداد دانه در سنبله می‌گردد (۶).

وزن هزار دانه

نتایج آزمایش در شرایط تاریخ کاشت بهینه نشان داد که اثر سیتوکنین و اثر برهمکنش نیتروژن و سیتوکنین در سطح احتمال خطای یک درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود و اثر نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۳). بیشترین وزن هزار دانه (۴۵/۴ گرم) با مصرف هم‌زمان ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ میکرومولار به‌دست آمد که البته با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + محلول‌پاشی هورمون با غلظت ۱۰۰ میکرومولار (وزن هزار دانه ۴۲/۹ گرم) اختلاف معنی‌دار نشان نداد (جدول ۷).هورمون سیتوکنین با افزایش تعداد سلول‌های آندوسپرم باعث افزایش وزن دانه می‌شود و از سوی دیگر افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با افزایش رشد رویشی و افزایش سطح برگ از یک طرف و حفظ سطح برگ در اثر هورمون پاشی از طرف دیگر باعث افزایش مواد منتقل شده به دانه گردیده و این امر باعث افزایش وزن دانه می‌گردد (۲۲).

در شرایط تاریخ کاشت دیر هنگام اثر سیتوکنین در سطح احتمال یک درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید. اثر اصلی نیتروژن و برهمکنش نیتروژن و سیتوکنین بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۴). بیشترین وزن هزار دانه مربوط به محلول‌پاشی هورمون سیتوکنین با غلظت ۱۰۰ میکرومولار با وزن هزار دانه ۳۰/۲ گرم بود که البته از نظر آماری با محلول‌پاشی با غلظت ۵۰ میکرومولار با وزن هزار دانه ۲۹/۲ گرم اختلاف معنی‌دار نشان نداد (جدول ۷). وزن دانه به سرعت و دوام رشد دانه از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک بستگی دارد و به‌طور شدید تحت تأثیر شرایط محیطی قرار

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گیرد، لذا هر عاملی که طول دوره و یا سرعت پر شدن دانه را کاهش دهد، منجر به کاهش وزن دانه خواهد شد (۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده (جدول‌های ۳ و ۴) در هر دو شرایط بهینه و تنش، افزایش عملکرد دانه گندم در اثر کاربرد نیتروژن ناشی از افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک بود. نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی شده و این امر باعث افزایش تولید و رشد پنجه‌های بارور گردید و بدین ترتیب تعداد سنبله‌ها افزایش یافت. هم‌چنین نیتروژن با تأثیر مثبتی که بر افزایش تعداد سنبلک و گلچه‌های بارور داشت باعث افزایش تعداد دانه شده و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه گردید. افزایش عملکرد دانه در اثر محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین در نتیجه افزایش وزن هزار دانه بود. از آنجا که هورمون‌پاشی در مرحله گرده‌افشانی صورت گرفت، سیتوکینین با تأثیر مثبت بر تقسیم سلولی آندوسپرم دانه باعث افزایش رشد دانه و در نتیجه افزایش وزن دانه شده و این امر منجر به افزایش عملکرد دانه گردید.

به‌طورکلی در شرایط تاریخ کاشت دیر هنگام دوره پر شدن دانه با شرایط دمای بالا مواجه می‌گردد، طول دوره پر شدن دانه کاهش یافته و مقدار مواد ذخیره شده در دانه کاهش پیدا می‌کند و این امر باعث کاهش وزن دانه می‌شود. در این شرایط مصرف نیتروژن باعث افزایش سطح برگ به‌عنوان منبع تولید مواد فتوسنتزی شده و این امر از کاهش وزن دانه جلوگیری می‌کند. محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین با تأثیر بر دوام سطح برگ از یک طرف و افزایش تعداد سلول‌های آندوسپرم به‌عنوان مقصد فیزیولوژیک از طرف دیگر هر چند به مقدار کم باعث افزایش وزن دانه گردید.

منابع مورد استفاده

1. Alley, M. M., P. Scharf, D. E. Brann, W. E. Baethgen and J. L. Hammons. 1996. Nitrogen management for winter wheat: principle and recommendation. *Virginia Polytechnic Institute and State University Cooperative Extension Bulletin* pp. 1- 6.
2. Banowetz, G. M., K. Ammar and D. D. Chen. 1999. Temperature effects on cytokinin accumulation and kernel mass in a dwarf wheat. *Annals of Botany* 83: 303-307.
3. Bellido, L. L., R. J. L. Bellido, J. L. Castillo and F. J. L. Bellido. 2000. Effect of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Agronomy Journal* 92:1054-1063.
4. Bilal khan, M., M. I. Lone and R. Ullah. 2012 . Effect of phosphate fertilizers on chemical composition and total phosphorus uptake by wheat (*Triticum aestivum* L.). *Life Science Journal* 9(3): 1245-1249.
5. Emam, Y. and M. Niknejhad. 2011. An Introduction to the Physiology of Crop Yield (2nd ed). Shiraz University Press. Shiraz. (In Farsi).
6. Farooq, M., H. Bramley, J. A. Palta and K. H. M. Siddique. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. *Critical Reviews in Plant Sciences* 30:491–507.
7. Geleto, T., D. G. Tanner, T. Mamo and G. Gebeyehu. 1995. Response of rain fed bread and durum wheat to source level and timing of nitrogen fertilizer on two Ethiopian vertisoles. I. yeild components. *Soil Science and Plant Analysis* 26:1773-1794.
8. Ghulam, A., M. Q. Khan, M. Jamil, M. Tahir and F. Hussain. 2009. Nutrient uptake, growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*) as affected by zinc application rates. *International Journal of Agriculture and Biology* 11(4): 389-395.
9. Hashemi dezfuli, A. and A. Marashi. 1995. Assimilate changes in flowering time and its impact on grain growth, yield and yield components of wheat. *Journal of Agricultural Science and Technology* 9(1): 16-32. (In Farsi).
10. Herzog, H. 1982. Relation of source and sink during grain filling period in wheat and some aspects of its regulation. *Physiologia Plantarum* 56: 155-160.
11. Jalal-Kamali, M. R. and E. Duveiller. 2008. Wheat Production and Research in Iran: A Success Story. PP. 54-58. *In:* M. P., Reynolds, J., Pietragalla, and H. J. Braun (Eds). Proceeding of the International Symposium on Wheat Yield Potential: Challenges to International Wheat Breeding. CIMMYT. D. F. Mexico.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Khan, M., M. Qasim khan, S. Rehman, M. Niamatullah, KH. Uz-Zaman and M. Sadiq. 2012. Effect of different rates of NPK on the yield contributing traits and economics of wheat in Rod Kohi area of Dera Ismail Khan Division. *Sarhad Journal of Agricultural* 28(2): 159-164.
13. Latiri-Souki, K., S. Nortclif and D. Lawlor. 1998. Nitrogen fertilizer can increase dry mater, grain production and water use efficiencies for durum wheat under semi-arid conditions. *European Journal of Agronomy* 9: 21-34.
14. Morris, R. D., D. G. Blevins, J. T. Dietrich, R. C. Durly, S. B. Gelvin, J. Gray, N. G. Hommes, M. Kaminek, L. J. Mathews, R. Meilan, T. M. Reinbott and L. Sagavendra-Soto. 1993. Cytokinins in plant pathogenic bacteria and developing cereal grains. *Australian Journal of Plant Physiology* 20:621–637.
15. Radmehr, M. 1997. Effect of Heat Stress on Physiology of Growth and Development of Wheat. Ferdowsi University of Mashhad Publication. Mashhad. (In Farsi).
16. Roitsch, T. and R. Ehneb. 2000. Regulation of source/sink relations by cytokinins. *Plant Growth Regulation* 32: 359–367.
17. Saeedi, M., F. Moradi, A. Ahmadi, K. Poustini and G. Najafiyan. 2006. Effect of exogenous application of ABA and CK at different stage of grain development on some physiological aspects of source and sink relationship in two bread wheat cultivar. *Journal of Iranian Agronomy Science* 8: 268-282. (In Farsi).
18. Thomas, H. and C. M. Smart. 1993. Crops that stay green. *Annals of Applied Biology* 123:193-219.
19. Timsina, J., U. Singh, M. Badaruddin, C. Neisner and M. R. Amin. 2001. Cultivar, nitrogen, and water effect on productivity and nitrogen-use efficiency and balance for rice-wheat sequences of Bangladesh. *Field Crops Research* 72:143-161.
20. Yang, J., J. Zhang, Z. Huang, Q. Zhu and L. Wang. 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil-drying during grain filling of wheat. *Crop Science* 40:1645–1655.
21. Yang, J., J. Zhang, Z. Wang, Q. Zhu and W. Wang. 2001. Hormonal changes in the grains of rice subjected to water stress during grain filling. *Plant Physiology* 127:315–323.
22. Yang, J., J. Zhang, Z. Huang, Z. Wang, Q. Zhu and L. Liu. 2002. Correlation of cytokinin levels in the endosperms and roots with cell number and cell division activity during endosperm development in rice. *Annals of Botany* 90: 369–377.
23. Yang, J., J. Zhang, Z. Wang and Q. Zhu. 2003. Hormones in the grains in relation to sink strength and postanthesis development of spikelets in rice. *Plant Growth Regulation* 41:185–195.

Archive of SID

www.SID.ir