"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هیجدهم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۵

اثر مصرف کود نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکنین بر عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیک گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم چمران در شرایط تنش گرمای انتهای فصل

Effect of nitrogen fertilizer and cytokinin application on grain yield and physiological traits of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Chamran) under terminal heat stress condition

علی قاطعی[۱]، عبدالمهدی بخشنده[۲]، علیرضا ابدالی مشهدی[۳]، سید عطاء الله سیادت[۴]، خلیل عالمی سعید[۵] و محمدحسین قرینه[۶]

چکیده

قاطعی، ع.، ع. ع. بخشنده، ع. ر. ابدالی مشهدی، س. ع. سیادت. خ. عالمی سعید و م. ح. قرینه. ۱۳۹۵. اثر مصرف کود نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکنین بر عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیک گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم چمران در شرایط تنش گرمای انتهای فصل. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۸(٤): ۲۸۷-۲۷۳.**

به‌منظور ارزیابی اثر سطوح کود نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکنین بر صفات فیزیولوژیک گندم رقم چمران در شرایط زمان کشت توصیه‌شده (بدون تنش) و کشت دیرهنگام (تنش گرمای انتهای فصل)، پژوهشی در سال زراعی۹۲ -۱۳۹۱در مزرعه آموزشی، پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان اجرا شد. این پژوهش در دو آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. آزمایش اول شامل کاشت گندم در زمان کشت توصیه شده منطقه (۱۵ آذر) و آزمایش دوم، زمان کشت دیرهنگام (۳۰ دی) بود. در هر آزمایش، ترکیب‌های تیماری شامل چهار سطح کود نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و سه سطح محلول‌پاشی سیتوکنین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول) بودند. نتایج نشان داد که برهمکنش سه‌گانه زمان کشت، نیتروژن و سیتوکنین بر محتوای پرولین و شاخص سبزینگی، برهمکنش نیتروژن و سیتوکنین و برهمکنش زمان کشت و نیتروژن بر دوام سطح برگ، هدایت روزنه‌ای و عملکرد دانه اثر معنی‌دار داشت. بیشترین عملکرد دانه در تیمار توام ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و محلول‌پاشی ۱۰۰ میکرومول سیتوکنین به‌دست آمد که البته با تیمار توام ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و محلول‌پاشی ۱۰۰ میکرومول سیتوکنین و تیمار توام ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و محلول‌پاشی۵۰ میکرومول سیتوکنین تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکنین می‌تواند تا حدودی آثار منفی تنش گرمای انتهای فصل را در گندم کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، دوام سطح برگ، گندم نان، پایداری غشای سلولی و هدایت روزنه‌ای.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵ /۱۱/۲۷ این مقاله مستخرج رساله دکتری نگارنده اول می باشد.

۱- دانشجوی سابق دکتری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان . عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: ghateiali@gmail.com)

۲- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳- دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۴- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۵- دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۶-دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

مقدمه

در مناطق جنوبی ایران از جمله خوزستان مرحله گلدهی و دوره پر شدن دانه گندم با تنش گرمای انتهای فصل مواجه می‌شود که باعث کاهش پنج تا ۴۰ درصدی عملکرد در این مناطق می‌شود (Jalal-Kamali and Duveiller, 2008). دمای محیط یکی از عوامل مهم در توسعه و دوام سطح برگ است. افزایش دما در دوره آغازش برگ که در اثر تأخیر در کاشت حادث می‌شود باعث کاهش تعداد و اندازه برگ می‌گردد (Hay and Walker, 2009). از بین رفتن کلروفیل در اثر تنش گرما می‌تواند در نتیجه افزایش نشت الکترولیت‌ها از غشای تیلاکوئیدها و یا در اثر پراکسیداسیون چربی غشای کلروپلاست باشد (Ristic *et al.*, 2007). کوبزا و ادواردز (Kobza and Edwards, 1987) علت کاهش محتوای کلروفیل برگ در شرایط تنش گرما را آسیب دیدن آنزیم‌های متابولیسم نیتروژن اعلام کردند. بعلاوه در شرایط تنش گرما فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل (کلروفیل‌آز) افزایش یافته و کاهش محتوای کلروفیل را به همراه دارد (Mihalovic *et al.*, 1997). ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2007)، کاهش معنی‌دار کلروفیل برگ را در ارقام گندم، در اثر تنش گرمای ۲۴/۳۲ درجه سانتی‌گراد (به‌ترتیب روز/ شب) در هفت روز بعد از گرده‌افشانی گزارش کردند. نتایج تحقیقات نشان داده است که غشای سلولی، نخستین بخشی است که از تنش‌های محیطی صدمه می‌بینند. نشت الکترولیت‌ها با توجه به توانایی غشا در جذب و حفظ محلول‌ها، متفاوت است؛ بنابراین، تنش تغییراتی را در پتانسیل الکتروشیمیایی غشا و تراوایی آن القا می‌کند (Hoque and Arima, 2000). تنش گرما با اثر بر روابط آبی گیاه، میزان تبخیر و تعرق گیاه را نیز تغییر می‌دهد (Wahid *et al.*, 2007). گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی با ذخیره مواد تنظیم‌کننده اسمزی با تنش‌ها مقابله می‌کنند. پرولین یکی از اسیدهای‌آمینه فعال با حلالیت بالا در پدیده تنظیم اسمزی محسوب می‌شود که می‌تواند حلالیت پروتئین‌های مختلف را تحت تأثیر قرار داده و مانع از تخریب آلبومین‌ها و آنزیم‌های مختلف شود (Mansour *et al.*, 2005). مولکول های پرولین شامل قسمتهای آب‌دوست و آب‌گریز می‌باشد.پرولین محلول می‌تواند حلالیت پروتئینهای مختلف را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این خصوصیت پرولین بدان جهت است که رابطه متقابل بین پرولین و سطح پروتئینهای آب‌گریز برقرار شده و به‌علت افزایش سطح کل مولکول های پروتئین آب‌دوست، پایداری آن ها افزایش یافته و از تغییر ماهیت آنها جلوگیری می‌کند. آنزیم ها نیز به‌دلیل ساختمان پروتئینی خود تحت تأثیر این سازوکار پرولین قرار گرفته و محافظت می‌شوند (Heidari Sharif-Abad, 2000).

یکی از عوامل مهم در برنامه‌ریزی زراعی به منظور حصول عملکرد بالا و باکیفیت مطلوب، به‌ویژه در شرایط تنش، توجه به تغذیه گیاه است. با استفاده از روش صحیح 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. مصرف کود نیتروژن می‌تواند از طریق اثر بر ویژگی‌های روزنه، افزایش دوام سطح سبز و به تعویق انداختن زمان رسیدگی گیاه، میزان مصرف و هدررفت آب از طریق روزنه‌ها را تحت‌الشعاع قرار دهد (Yang and Zhang, 2005). افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش دوام سطح برگ به عنوان محل اصلی فتوسنتز در شرایط تنش می‌گردد (Faraji, 2006). می و همکاران (Mi *et al.*, 2002) گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن باعث تأخیر در رسیدگی ارقام گندم گردید و این موضوع باعث کاهش سرعت پرشدن دانه نسبت به حالت عدم استفاده از کود نیتروژن شد. غلظت بالای سیتوکنین، علاوه بر تحریک تقسیم سلولی و ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی، باعث باز شدن روزنه‌ها

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

شـــده و فرآینـــدهای پیـــری را بـــه تـــأخیر مـی‌انـدازد (Salisbury and Ross, 1992). یانـگ و همکـاران (Yang *et al.*, 2002) گـزارش کردنـد کـه محلول پاشی سیتوکنین باعث افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل برگ و سرعت فتوسنتز جاری گیاه می‌شود. با توجه به نقش سیتوکنین در افزایش میزان تقسیم سلولی دانـه در زمـان توسـعه آندوسـپرم و ذخیـره مـواد (توسعه مخزن) و نقش آن در تأخیر پیری و افزایش دوام سطح برگ (منبع) و اثر تنش گرمای انتهای فصل بر تسریع پدیده پیری، بررسی اثر نیتروژن و سیتوکنین بر واکنش گندم به تنش گرمای پایان فصل، از اهداف آزمایش حاضر به‌منظور گسترش راهکارهای به‌نژادی و به زراعی گندم بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز و در حاشیه شرقی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین ماهیانه برخی از شاخص‌های هواشناسی منطقه از زمان کاشت تا برداشت گیاه در جدول ۱ و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در دو عمق صفر تا ۳۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر در جدول ۲ ارائه شده است.

این تحقیق به صورت دو آزمایش (کشت در زمان توصیه شده و کشت با تاخیر) اجرا شد. بذر گندم رقم چمران در زمان کشت توصیه شده منطقه در ۱۵ آذر و در کشت با تاخیر (به منظور مصادف شدن دوره رشد بعد از گرده‌افشانی با تنش گرمای انتهای فصل)، در ۳۰ دی‌ماه کشت شد. آزمایش به‌صورت مرکب فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد؛ عوامل آزمایشی شامل نیتروژن در چهار سطح بدون کود، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص)، سیتوکنین با سه غلظت صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار از منبع ۶-بنزیل‌آمینوپورین و دو زمان کشت (توصیه شد و با تاخیر) بودند. جهت جلوگیری از اختلاط تیمارها فاصله بین کرت‌ها یک متر در نظر گرفته شد و جهت جلوگیری از اختلاط تیمارهای سیتوکنین در هنگام محلول‌پاشی، اطراف هر کرت به وسیله یک پوشش پلاستیکی محصور و سپس اقدام به محلول‌پاشی گردید. در هر سطح نیتروژن، یک سوم کود به صورت پایه همزمان با تهیه زمین و دو سوم دیگر به صورت سرک و به طور مساوی در ابتدای مرحله ساقه رفتن و قبل از گلدهی به خاک داده شد. تیمارهای سیتوکنین دو تا پنج روز پس از گرده افشانی (مرحله توسعه سلول‌های آندوسپرم دانه) با استفاده از سمپاش و در هنگام غروب آفتاب به صورت محلول‌پاشی اعمال شدند. جهت سهولت جذب سیتوکنین، ماده پخش‌کننده توین ۲۰ (Tween 20) به محلول افزوده شد. طول هر کرت سه متر و عرض آن دو متر و دارای هشت خط کاشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر بود.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱)

Table 1. Meteorological information of the experimental site (2012-2013)

Months	ماه	Temperature (˚C) دما Min	Max	Mean	بارندگی Rainfall (mm)
Dec.	آذر	5.6	24.4	15.0	16.0
Jan.	دی	5.5	18.7	12.1	20.2
Feb.	بهمن	7.0	17.2	12.1	78.6
March	اسفند	9.3	23.2	16.3	19.8
April	فروردین	12.7	30.6	21.7	2.0

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش

Table 2. Physical and chemical properties of the soil of experimental site

عمق نمونه‌برداری Depth of sampling (cm)	بافت خاک Soil texture	نیتروژن N (%)	پتاسیم K_2O (mg.kg^{-1})	فسفر P_2O_5 (mg.kg^{-1})	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})	ماده آلی Organic matter (%)
0-30	Silty - clay	0.03	125	6.7	7.5	2.1	0.37
30-60	Clay- loam	0.04	197	8.6	7.2	2.6	0.53

به‌منظور اندازه‌گیری دوام سطح برگ پرچم، تعدادی از ساقه‌های اصلی خطوط دوم و هفتم کشت در زمان گرده‌افشانی علامت گذاری شده و نمونه‌برداری اول حدود ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی از برگ پرچم پنج ساقه اصلی آغاز شد و نمونه‌برداری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار انجام شد. در هر نمونه‌برداری، پنج برگ پرچم مربوط به پنج ساقه اصلی برداشت و طول و عرض آن‌ها اندازه‌گیری گردید. سطح برگ پرچم با روش ضرب طول برگ در بیشترین عرض آن در ضریب ۰/۷۵ محاسبه شد (Chanda and Sing, 2002). دوام سطح برگ پرچم (FLAD)، با استفاده از رابطه یک محاسبه شد (Sarmadnia and Koocheki, 2007):

$$FLAD = (FLA2 + FLA1) \times (t2 - t1) /2 \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

FLA_1 و FLA_2 به‌ترتیب سطح برگ پرچم در فاصله زمانی t_1 و t_2 می‌باشند.

چهارده روز پس‌از گرده‌افشانی از هر کرت پنج بوته انتخاب و میزان سبزینگی برگ پرچم در سه نقطه برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی (SPAD 502, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیت‌های غشای سلولی، چهارده روز پس از گرده‌افشانی از هر کرت پنج برگ پرچم جدا و با استفاده از پانچ از هر برگ دو دیسک ۲۰ میلی‌متر مربعی تهیه شد. قطعات حاصل پس از سه مرتبه شستشو با آب دوبار تقطیر به لوله‌های آزمایش حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر انتقال داده شدند. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در دمای آزمایشگاه (۲۰ درجه سانتی‌گراد) نگه‌داری شدند و سپس میزان نشت الکترولیت‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد (Saneoka *et al.*, 2004). چهارده روز پس از گرده‌افشانی، بین ساعات ۱۰ تا ۱۲ صبح، میزان هدایت روزنه‌ای روی پنج برگ پرچم با استفاده از دستگاه پورومتر اندازه‌گیری شد و میانگین اعداد به‌عنوان میزان هدایت روزنه‌ای ثبت شد. میزان پرولین برگ پرچم در پنج بوته از هر کرت در زمان ۱۴ روز پس‌از گرده‌افشانی با استفاده از روش تغییر یافته بیتس و همکاران (Bates *et al.*, 1973) اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد نهایی دانه، پس از حذف حاشیه‌ها، محصول دو خط میانی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شده و وزن دانه‌های مربوط به هر کرت توزین و پس از خشکاندن، عملکرد دانه با احتساب رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌های اثر اصلی به روش دانکن در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر زمان کشت، نیتروژن، سیتوکنین، برهمکنش نیتروژن در سیتوکنین و زمان کشت در نیتروژن بر دوام سطح برگ اثر معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین برهمکنش زمان کشت در نیتروژن نشان داد که در زمان کشت توصیه شده، مصرف کود نیتروژن باعث بهبود دوام سطح برگ شده و بالاترین مقدار دوام سطح برگ (با میانگین‌های ۲۷۹/۷ و ۲۶۳/۹ سانتی‌متر مربع در روز)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

به‌ترتیب از مصرف ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمدند که هر دو در یک گروه آماری قرار داشتند. در کشت با تاخیر نیز مصرف نیتروژن موجب بهبود داوم سطح برگ شد و بالاترین مقدار آن از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲۱۵/۳ سانتی‌متر مربع در روز بدست آمد که با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). میزان کاهش دوام سطح برگ نسبت به تیمار مشابه در زمان کشت توصیه شده ۱۸/۱ درصد بود. برهمکنش نیتروژن و سیتوکنین نیز نشان داد که اعمال همزمان این دو تیمار باعث بهبود داوم سطح برگ می‌شود. در تیمار صفر و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن، بین تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول سیتوکنین تفاوت معنی‌داری وجود داشت، ولی با مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن، این دو تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. گزارش شده است که در شرایط کمبود نیتروژن، سنتز و انتقال سیتوکنین از ریشه به برگ کاهش می‌یابد (Koocheki *et al.*, 2005). در چنین شرایطی محلول‌پاشی سیتوکنین باعث رفع کمبود سیتوکنین برگ می‌شود، اما به نظر می‌رسد که در مقادیر بالای نیتروژن، تولید و صدور سیتوکنین از ریشه به برگ افزایش یافته و باعث یکسان شدن اثر سطوح سیتوکنین در تیمارهای بالای نیتروژن گردید. بالاترین دوام سطح برگ در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول سیتوکنین (با میانگین‌های ۲۵۸ و ۲۵۶ سانتی‌متر مربع در روز) مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که وقوع تنش گرما در دوره پرشدن دانه در اثر تاخیر در کشت، باعث کاهش دوام سطح برگ پرچم از طریق افزایش پیری برگ‌ها می‌شود. مصرف نیتروژن نیز باعث تاخیر در پیری برگ‌ها شده و می‌تواند تا حدی اثرات منفی تنش گرما در پیری و زوال برگ را کاهش دهد. نتایج تحقیقات گاستال و لامیر (Gastal and Lemaire, 2002) و ریچاردز (Richards, 2000) نیز نشان داد که مصرف نیتروژن، باعث افزایش دوام سطح برگ می‌شود. محققین دیگری نیز گزارش کردند که سیتوکنین باعث تأخیر در فرآیندهای پیری گیاه می‌گردد (Pospisilova,. 2003; Zi-Zien *et al.*, 2004). علیزاده و همکاران (Alizadeh *et al.*, 2010)، نیز گزارش کردند که با مصرف سیتوکنین (بنزیل‌آمینو پورین) با غلظت‌های ۴ و ۶ میلی‌گرم در کیلوگرم، دوام سطح برگ گندم افزایش معنی‌داری یافت.

نتایج تجزیه مرکب مربوط به میزان سبزینگی برگ پرچم نشان داد که علاوه بر اثرات ساده، برهمکنش زمان کشت در نیتروژن و برهمکنش سه گانه زمان کشت در نیتروژن در سیتوکنین در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. نتایج مربوط به برهمکنش زمان کشت در نیتروژن در سیتوکنین نشان داد که در هر دو زمان کشت، مصرف همزمان نیتروژن و سیتوکنین باعث افزایش میزان سبزینگی برگ شد. در تیمار عدم مصرف نیتروژن و مصرف مقادیر پایین نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار)، بین سطوح سیتوکنین تفاوت معنی‌داری وجود داشت، ولی با افزایش میزان نیتروژن، بین عدم مصرف و مصرف سیتوکنین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در واقع با افزایش مصرف نیتروژن، از تأثیر سیتوکنین کاسته شد. در شرایط عدم مصرف نیتروژن، در زمان کشت با تاخیر در مقایسه با زمان کشت توصیه شده، میزان سبزینگی برگ بیشتر بود، ولی با افزایش مصرف نیتروژن، میزان سبزینگی برگ در زمان کشت توصیه شده بیشتر بود. این موضوع نشان دهنده نقش مهم نیتروژن در کاهش روند پیری برگ و جلوگیری از کاهش محتوای کلروفیل برگ است، زیرا گیاهانی که با تأخیر کشت می‌شوند نسبت به گیاهان کشت شده در زمان توصیه شده، جوان‌تر بوده و بطور نسبی از محتوای کلروفیل بیشتری برخوردارند، ولی با مصرف کود نیتروژن، اثر این عنصر بر دوام سطح برگ، افزایش و حفظ محتوای کلروفیل در زمان کشت توصیه شده نسبت به کشت تأخیری افزایش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

می‌یابد، زیرا کارایی مصرف نیتروژن در زمان کشت توصیه شده به علت بهره‌مندی بهتر از زمان و رشد در شرایط محیطی مطلوب‌تر، بیشتر از کشت تأخیری است. در واقع با مصرف سطوح بالاتر نیتروژن، گیاهانی که در زمان کاشت توصیه شده کشت شده‌اند، فرصت کافی برای بهره‌مندی از نیتروژن را خواهند داشت و میزان کلروفیل برگ آنها نسبت به گیاهان با زمان کشت با تأخیر که با تنش پایان دوره مواجه می‌شوند، بیشتر است. بالاترین میزان سبزینگی در هر دو زمان کشت از مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ میکرومولار سیتوکنین (با میانگین‌های ۵۴ و ۵۱) به‌دست آمد (جدول ۶). با توجه به اینکه نیتروژن یکی از عناصر اصلی ساختار کلروفیل است، وجود مقدار کافی این عنصر در گیاه باعث افزایش سنتز کلروفیل می گردد. مصرف نیتروژن با تأثیرگذاری بر میزان کلروفیل برگ، اثر مستقیمی بر مراکز واکنش‌های فتوسنتزی، رشد و عملکرد گیاه دارد (Cechin, 1997). تجزیه کلروفیل در اثر تنش گرما و همچنین افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز، باعث کاهش میزان کلروفیل و سبزینگی برگ گردیده و باعث کاهش عدد کلروفیل‌متری شد. کلروفیل در غشاء تیلاکوئیدی سلولهای فزوفیلی برگ محصور است و افزایش نشت الکترولیت‌های غشاء تیلاکوئیدی در شرایط تنش گرما باعث کاهش میزان کلروفیل برگ می گردد (Al-Khatib and Paulsen 1984; Ristic *et al*., 2007). فنگ و همکاران (Feng *et al*., 2014) کاهش میزان کلروفیل‌های a، b و کاروتنوئیدها را در اثر تنش گرما گزارش نمودند. وینگلر و همکاران (Wingler *et al*, 1998) نشان دادند که کاربرد سیتوکنین تخریب کلروفیل و آنزیم‌های زنجیره فتوسنتزی را به تأخیر می‌اندازد.

هدایت روزنه‌ای نیز تحت تاثیر زمان کشت، نیتروژن، سیتوکنین، برهمکنش دوگانه نیتروژن در سیتوکنین وزمان کشت در نیتروژن قرار گرفت. برهمکنش زمان کشت در نیتروژن نشان داد که مصرف نیتروژن در هر دو زمان کشت توصیه شده و با تأخیر، باعث افزایش هدایت روزنه‌ای شد. در زمان کشت توصیه شده، هدایت روزنه‌ای ۲۱۹ میلی مول بر مترمربع در ثانیه بود که این مقدار در زمان کشت با تأخیر به ۲۶۳ میلی مول بر مترمربع در ثانیه رسید. با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، هدایت روزنه‌ای در زمان کشت توصیه شده به ۲۸۳ میلی مول بر مترمربع در ثانیه و در زمان کشت با تأخیر به ۳۰۸/۵ میلی مول بر مترمربع در ثانیه رسید (جدول ۴). برهمکنش نیتروژن در سیتوکنین نیز نشان داد که استفاده همزمان این تیمارها باعث افزایش هدایت روزنه‌ای شد. تغییرات هدایت روزنه‌ای همانند میزان سبزینگی بود و مصرف نیتروژن باعث کاهش تأثیر سیتوکنین بر این شاخص شد. بالاترین هدایت روزنه‌ای در این شرایط با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در شرایط عدم مصرف سیتوکنین و پس از آن از تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با مصرف ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول سیتوکینین بدست آمد (جدول ۵).

وارایچ و احمد (Waraich and Ahmad, 2010) و زی‌ژن و همکاران (Zi-Zien *et al*., 2004) نیز افزایش هدایت روزنه‌ای را در شرایط افزایش سطوح نیتروژن گزارش کردند. رادین (Radin, 1990)، افزایش هدایت روزنه‌ای در اثر افزایش مصرف نیتروژن را نتیجه افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه و جریان آب در گیاه دانست. افزایش تجمع سیتوکنین در برگ باعث افزایش هدایت روزنه‌ای در شرایط تنش گرما می‌شود و به این ترتیب به کاهش دمای گیاه و سازگاری آن با شرایط تنش‌های محیطی کمک می کند (Veselova *et al*., 2006). بادنوچ جونز و همکاران (Badenoch-Jones *et al*., 1996)، گزارش کردند که انتقال سیتوکنین به برگ‌ها از طریق آوندهای چوبی به میزان ۲ تا ۱۰ برابر غلظت آن در شیره خام، باعث افزایش شدت تعرق شده و نشانه‌ای از اثر تنظیمی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی گندم در تیمارهای زمان کشت، کود نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکنین

Table 3. Mean comparison of plant characteristics of wheat in sowing date, nitrogen fertilizer and cytokinin application treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	دوام سطح برگ پرچم Flag leaf LAD ($cm^2.day^{-1}$)	سبزینگی برگ پرچم SPAD Value of flag leaf	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance ($mmol.m^{-2}.s^{-1}$)	پرولین Proline ($\mu mol.g^{-1}$FW)	نشت غشای سلول Cell membrane leakage ($\mu mhos.cm^{-1}$)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
Normal sowing	زمان کشت توصیه شده	233.7a	49.3a	262.6b	2.98b	39.2b	4683.5a
Late sowing	کشت با تأخیر	182.2b	47.3b	283.9a	16.16a	49.9a	3380.3b
نیتروژن Nitrogen ($kg.ha^{-1}$)	0	158.2c	44.0c	241.1c	5.72d	51.5a	2789.6c
	75	189.6b	48.3b	270.0b	6.95c	46.5b	3827.6b
	150	239.6a	50.1a	286.0a	12.06b	45.1b	4747.2a
	225	244.4a	50.8a	295.8a	13.56a	35.2c	4763.4a
سیتوکنین Cytokinin (µM)	0	188.3c	46.2b	265.2b	5.52c	48.6a	3892.2b
	50	212.7b	49.1a	276.1ab	6.64b	43.1b	4070.4a
	100	222.9a	49.7a	278.5a	16.56a	42.1b	4133.3a

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی گندم در برهمکنش تیمارهای زمان کشت در کود نیتروژن

Table 4. Mean comparison of plant characteristics of wheat in interaction effect of sowing date and nitrogen fertilizer treatments

زمان کشت Sowing date	Nitrogen ($kg.ha^{-1}$)	دوام سطح برگ پرچم Flag leaf LAD ($cm^2.day^{-1}$)	سبزینگی برگ پرچم SPAD Value of flag leaf	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance ($mmol.m^{-2}.s^{-1}$)	پرولین Proline ($\mu mol.g^{-1}$ FW)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
زمان کشت توصیه شده Normal sowing	0	176.2c	42.1e	219.2e	2.24d	3252.5d
	75	215.1b	49.8bc	270.1cd	2.50d	4194.6b
	150	263.9a	52.4ab	277.9bc	3.76d	5635.0a
	225	279.7a	53.0a	283.1bc	3.44d	5652.1a
کشت با تأخیر Late sowing	0	140.2d	45.9d	263.0d	9.21c	2326.7e
	75	164.2c	46.8d	269.9cd	11.41c	3460.6d
	150	215.3b	47.9cd	294.2ab	20.36b	3859.3c
	225	209.1b	48.7cd	308.5a	23.69a	3874.7c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی گندم در برهمکنش تیمارهای کود نیتروژن در سیتوکنین

Table 5. Mean comparison of plant characteristics of wheat in interaction effect of nitrogen fertilizer and cytokinin treatments

نیتروژن Nitrogen (kg.ha^{-1})	سیتوکنین Cytokinin(μM)	دوام سطح برگ پرچم Flag leaf LAD (cm^2.day^{-1})	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (mmol.m^{-2}.s^{-1})	پرولین Proline (μmol.g^{-1}FW)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})
0	0	153.3d	228.2g	1.77e	2927.8d
	50	153.5d	243.22fg	2.02e	2714.9d
	100	167.9cd	251.9ef	13.38c	2726.1d
75	0	168.4cd	257.6def	2.03e	3619.9c
	50	188.4c	279.1bcd	2.57e	3924.0c
	100	212.1b	273.3b-e	16.25b	3938.9c
150	0	212.4b	265.1c-f	9.21d	4436.7b
	50	250.9a	296.7ab	9.94d	4843.3a
	100	255.5a	296.4ab	17.04ab	4961.5a
225	0	219.1b	309.9a	9.08d	4584.3ab
	50	258.1a	285.3cd	12.03cd	4799.3a
	100	256.1a	292.4ab	19.58a	4906.7a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

جدول ۶- مقایسه میانگین میزان پرولین و سبزینگی برگ پرچم گندم در برهمکنش تیمارهای زمان کشت در کود نیتروژن در سیتوکنین

Table 6. Mean comparison of proline content and SPAD value of flag leaf of wheat in intraction effect of sowing date, nitrogen fertilizer and cytokinin application treatments

نیتروژن Nitrogen	سیتوکنین Cytokinin	پرولین Prolin (μmol.g^{-1})		سبزینگی برگ پرچم SPAD Value of flag leaf	
(kg.ha^{-1})		زمان کشت توصیه شده Normal sowing	کاشت با تأخیر Late sowing	زمان کشت توصیه شده Normal sowing	کاشت با تأخیر Late sowing
0	0	2.40bcd	1.14g	35.7e	46.0cde
	50	2.21cd	1.83g	45.0d	45.1cde
	100	2.10d	24.67cd	45.6cd	46.5cd
75	0	1.96d	2.10g	48.2bcd	42.8e
	50	2.39bcd	2.75g	50.5abc	50.5ab
	100	3.14a-d	29.37bc	50.8abc	47.15bcd
150	0	3.38abc	15.03f	52.48ab	46.0cde
	50	3.89a	15.98ef	51.1ab	48.6a-d
	100	4.01a	30.08ab	53.5a	49.2abc
225	0	2.61bcd	15.54ef	52.3ab	45.9cde
	50	3.58ab	20.49de	52.7ab	49.2abc
	100	4.12a	35.05a	54.0a	50.9a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

سیتوکنین بر عمل تعرق است.

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که علاوه بر اثرات ساده و دوگانه، برهمکنش زمان کشت در نیتروژن در سیتوکنین بر میزان پرولین برگ پرچم اثر معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین‌های مربوط به برهمکنش سه گانه نشان داد که در زمان کشت توصیه شده، محلول‌پاشی سیتوکنین به تنهایی باعث کاهش میزان پرولین شده و با افزایش مقدار کود نیتروژن، مصرف سیتوکنین باعث افزایش محتوای پرولین شد. مصرف سیتوکنین در زمان کشت با تأخیر باعث افزایش میزان پرولین شد (جدول ۵). مصرف همزمان نیتروژن و سیتوکنین در این شرایط و با وجود تنش گرمای انتهای فصل باعث افزایش شدید محتوای پرولین برگ شد. بالاترین میزان پرولین در هر دو زمان کشت در تیمارهای ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ میکرومول سیتوکنین بدست آمد (جدول ۶). پرولین یکی از حساس‌ترین اسیدهای آمینه به شرایط تنش است، بر همین اساس در بیوسنتز پرولین در شرایط تنش، تغییراتی مانند هیدرولیز پروتئین‌ها و فرآیندهای تخریب اکسیداسیونی رخ می‌دهد که باعث تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش می‌شود (Mehta and caur, 1999). پرولین حاوی نیتروژن بوده و بالا رفتن میزان نیتروژن بر مقدار آن می‌افزاید. پرولین از دو مسیر گلوتامین و اورنیتین سنتز می شود و افزایش نیتروژن باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های این دو مسیر شده و در نتیجه میزان سنتز این ترکیب افزایش می‌یابد (Mulholland and Otte, 2001). پیترز و همکاران (Peters *et al.*, 1997) گزارش کردند که بنزیل آمینو پورین (سیتوکنین) باعث افزایش میزان پرولین و افزایش فعالیت آنزیم PEPCase (phosphoenolpyruvate carboxylase) در گیاه می‌گردد. دوبرا و همکاران (Dobra *et al.*, 2010) افزایش پرولین در برگ‌های توتون در اثر کاربرد سیتوکنین را گزارش کردند و اثر ضد تنش گرمای پرولین را مربوط به تأثیر تأخیری آن در مقابل عوامل تنش‌زا در گیاه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

دانستند.

اثرات اصلی زمان کشت، نیتروژن و سیتوکنین بر میزان نشت غشاء سلولی معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که تأخیر در کشت باعث افزایش ۲۷/۴ درصدی نشت غشای سلولی شد ومصرف نیتروژن نیز باعث کاهش در مقدار نشت غشاء گردید (جدول ۳). محلول پاشی سیتوکنین با کاهش میزان نشت غشای سلولی همراه بود، به طوری که مصرف ۵۰ میکرومول سیتوکنین باعث کاهش نشت غشاء از ۴۸/۶ به ۴۳ و مصرف ۱۰۰ میکرومول باعث کاهش مقدار آن به ۴۲ میکروموس بر سانتیمتر شد (جدول ۳). وقوع تنش گرما باعث افزایش نشت الکترولیت‌های سلول و کاهش پایداری غشاهای سلولی گیاه شد. دلیل افزایش نشت غشای سلولی هنگام وقوع تنش گرما، تخریب (دناتوره شدن) پروتئین‌ها و اسیدهای چرب غیراشباع و در نتیجه مختل شدن عملکرد سلول در جابجایی آب، یون‌ها و املاح آلی است (Cossani and Reynolds, 2012). سانوکا و همکاران (Saneoka *et al*., 2004) نیز نتایج مشابهی را در شرایط تنش خشکی گزارش کردند. غشاهای سلولی پایدارتر، نشت الکترولیت کمتر و آهسته‌تری دارند؛ بنابراین نشت الکترولیت‌ها از غشای سلول، شاخصی مناسبی برای تعیین میزان پایداری غشای سلول است (Blum *et al*., 2001). با توجه به نقش مهمی که مولکول‌های پروتئین در ساختار غشای سلولی ایفا می‌کنند و از آنجایی‌که نیتروژن عنصر اصلی در سنتز مولکول‌های پروتئین است، به نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن باعث سنتز مولکول‌های پروتئینی بیشتری در ساختار غشای سلولی شده و این موضوع باعث افزایش استحکام دیواره سلول و کاهش تخریب ساختار غشای سلولی و در نتیجه کاهش نشت الکترولیت‌ها از غشای سلولی و افزایش پایداری غشاء می‌گردد.

تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی زمان کشت، نیتروژن، سیتوکنین و اثرات دوگانه نیتروژن در سیتوکنین و زمان کشت در نیتروژن بر عملکرد دانه گندم معنی‌دار بودند. برهمکنش زمان کشت در نیتروژن نشان داد که تأخیر در کشت باعث کاهش میزان عملکرد شده و مصرف نیتروژن در این شرایط می‌تواند باعث بهبود عملکرد دانه شود. نتایج نشان داد که مصرف مقادیر ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در هر دو شرایط، بالاترین عملکرد دانه را داشتند. بالاترین عملکرد دانه (با میانگین ۵۶۵۲/۰۸ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در زمان کشت توصیه شده بدست آمد که نسبت به عدم مصرف نیتروژن بیش از ۷۰ درصد افزایش داشت. با تأخیر در کشت و وقوع تنش گرمای انتهای فصل، کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش بیش از ۷۳ درصدی عملکرد دانه نسبت به عدم مصرف نیتروژن گردید (جدول ۴). برهمکنش نیتروژن در سیتوکنین نیز نشان داد که استفاده همزمان این دو تیمار باعث بهبود عملکرد دانه گندم شد. در تیمار عدم مصرف نیتروژن بین سطوح سیتوکنین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، بین عدم مصرف سیتوکنین و مصرف ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، به‌طوری‌که با کاربرد ۵۰ میکرومول سیتوکنین، عملکرد دانه بیش از نه درصد و با کاربرد ۱۰۰ میکرومول در حدود ۱۱/۸ درصد افزایش یافت. با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، مجدداً عدم تفاوت معنی‌دار در مصرف سیتوکنین مشاهده شد. بالاترین عملکرد دانه در این شرایط مربوط به مصرف ۱۵۰ و ۲۵۵ کیلوگرم نیتروژن و سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول سیتوکینین بود (جدول ۵). اهدایی و وینز (Ehdaie and Waines, 2001)، گزارش کردند که در شرایط تأخیر در کاشت، توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه نسبت به شرایط بهینه کاهش یافته و طول دوره رشد کوتاه شده و کارآیی زراعی مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد. بررسی تغییرات عملکرد بر اثر مصرف نیتروژن در تیمارهای سیتوکنین نشان داد که در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

صورت عدم استفاده از سیتوکنین، برای دستیابی به عملکردهای بالا بایستی مقادیر بیشتری از نیتروژن به گیاه داد؛ زیرا سیتوکنین ضمن حفظ سبزینگی برگ‌ها، گیاه را قادر می‌سازد تا مواد فتوسنتزی بیشتری در اختیار تعداد بیشتری از سلول‌های آندوسپرمی که در اثر سیتوکنین بوجود آمده‌اند، قرار داده و عملکرد دانه افزایش یابد. به نظر می‌رسد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، باعث تولید سطح برگ پرچم مناسب، همراه بادوام سطح و محتوای کلروفیل بالا گردیده و منبع مناسبی برای تولید مواد فتوسنتزی بیشتر، نسبت به سطوح پایین‌تر نیتروژن، فراهم می‌کند. نیتروژن به دلیل تولید سطح برگ بیشتر و تداوم بیشتر آن از طریق ایجاد تأخیر در پیری برگ‌ها، باعث افزایش فتوسنتز می‌شود (Yang *et al.*, 2001). گزارش شده است که مصرف هورمون‌ها با تأخیر در پیری و افزایش دوام سطح برگ پرچم، باعث افزایش دوره فعال رشد دانه و افزایش وزن دانه می‌شود (Yang et al., 2000). به‌علاوه محلول‌پاشی سیتوکنین در شروع مرحله رشد دانه باعث افزایش محتوای آن در دانه می‌گردد. افزایش غلظت سیتوکنین دانه‌ها در طول دوره تقسیم و افزایش طول سلول‌های دانه با افزایش عملکرد دانه همراه است (Roitsch and Ehneb, 2000; Yang *et al.*, 2001). در چنین شرایطی سیتوکنین باعث تحریک تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد شده و با افزایش قدرت مخزن، از طریق افزایش اندازه آن‌ها، باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Yang *et al.*, 2003).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تأخیر در کاشت، باعث وقوع تنش گرما شده و این موضوع بر فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهی اثر منفی داشته و باعث کاهش صفاتی مانند دوام سطح برگ پرچم، هدایت روزنه‌ای و عملکرد دانه گندم می‌شود. نتایج نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن و محلول‌پاشی هورمون سیتوکنین، تا حدودی آثار منفی تنش گرمای انتهای فصل را بر گندم کاهش می‌دهند. مصرف کود نیتروژن و سیتوکنین باعث تأخیر در زوال برگ، افزایش دوام سطح برگ پرچم و افزایش معنی‌دار هدایت روزنه‌ای می‌شوند. با افزایش مصرف نیتروژن محتوای پرولین برگ پرچم افزایش یافت که این موضوع باعث جلوگیری از تخریب (دناتوره شدن) پروتئین‌های غشای سلولی و تخریب نوری غشای تیلاکوئیدها شده و بعلاوه باعث کاهش نشت غشای سلولی در اثر کاهش تخریب دیواره سلولی و افزایش هدایت روزنه‌ای می‌شود. محلول‌پاشی سیتوکنین با افزایش هدایت روزنه‌ای و افزایش محتوای پرولین برگ پرچم، باعث تعدیل اثر سوء تنش گرما شد. بر این اساس کاربرد نیتروژن و سیتوکنین با خنثی‌سازی اثرات منفی تنش بر صفات فیزیولوژیک ذکر شده، باعث کاهش افت عملکرد دانه در این شرایط شد. با توجه به نتایج این پژوهش، در شرایط خوزستان در صورت تأخیر در کشت توصیه شده و احتمال مصادف شدن دوره انتهای رشد گیاه گندم با تنش گرما، کاربرد همزمان ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و محلول‌پاشی سیتوکنین با غلظت ۵۰ میکرومول، می‌تواند تا حدودی افت عملکرد دانه را جبران نماید.

منابع مورد استفاده

References

Alizadeh, O., B. Jafari Haghighi and K. Ordoukhani. 2010. The effects of exogenous cytokinin application on sink size in bread wheat (*Triticum aestivum*). Afr. J. Agric. Res. 5(21): 2893-2898.

Al-Khatib, K. and G. M. Paulsen. 1984. Mode of high temperature injury to wheat during grain development. Physiologia Plantarum. 61(3): 363-368.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

Badenoch-Jones, J., C. W. Parker, D. S. Letham and S. Singh. 1996. Effect of cytokinins supplied via the xylem at multiples of endogenous concentrations on transpiration and senescence in derooted seedlings of oat and wheat. Plant Cell. Environ. 19: 504-516

Bates, I. S., R. P. Waldern and I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.

Blum, A., N. Klueva and H. T. Nguyen. 2001. Wheat cellular thermos tolerance is related to yield under heat stress. Euphytica. 117: 117–123.

Cechin, I. 1997. Comparison of growth and gas exchange in two hybrids of sorghum in relation to nitrogen supply. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. 9: 151-156.

Chanda, S. V. and Y. D. Singh. 2002. Estimation of leaf area in wheat using linear measurements. Plant Breed Seed Sci. 46(2): 75-79.

Cossani, C. M. and M. P. Reynolds. 2012. Physiological traits for improving heat tolerance in wheat. Plant Physiol. 160: 1710-17-18.

Dobra, J., V. Motyka, P. Dobreva, J. Malbecka, I. T. Prasil, D. Haisel, A. Gaudinova, M. Havlova, G. Gubis, and R. Vankova. 2010. Comparison of hormonal responses to heat, drought and combined stress in tobacco plants with elevated proline content. J.Plant Physiol. 167(16): 1360-1370.

Ehdaie, B. and J. G. Waines. 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. Field Crops Res. 73(1): 47-61.

Faraji, H., 2006. The mechanism of the effect of nitrogen on wheat yield physiological limits in Khuzestan. Ph.D. Thesis. Shahid Chamran University of Ahwaz. 169 p. (In Persian with English abstract).

Feng, B., P. Liu, G. Li, S. T. Dong, F. H. Wang, L. A. Kong and J. W. Zhang. 2014. Effect of Heat stress on the photosynthetic characteristics in flag leaves at the grain-filling stage of different heat-resistant winter wheat varieties. J. Agron. Crop Sci. 200(2): 143-155.

Gastal, F. and G. Lemaire. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and Eco physiological perspective. J. Exp. Bot. 53: 789-799.

Hay, R. K. M. and A. J. Walker. 2009. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. Longman Scientific and Technical.

Heidari Sharif-Abad, H., 2000. Plant, Dryness and Drought. Forest and Pasture Research Institute Publications, Tehran, Iran. (In Persian).

Hoque, A. and S. Arima. 2000. Evaluation of salt damage through cell membrane stability monitored by electrolyte leakage in water chestnut. Bull. Fac. Agric. Saga Univ. 85: 141-146.

Jalal-Kamali, M. R. and E. Duveiller. 2008. Wheat Production and Research in Iran: A Success Story. P. 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.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

Kobza, J. and G. E. Edwards. 1987. Influences of leaf temperature on photosynthetic carbon metabolism in wheat. Plant Physiol. 83: 69-74.

Koocheki, A., E. Zand, M. Bannayan, P. Rezvani Moghaddam, A. Mahdavi Damghani, M. Jami Al-Ahmadi and S. R. Vesal. 2005. Plant Physiological Ecology. Ferdowsi University of Mashhad Press (In Persian).

Mansour, M. M. F., K. H. Salama, F. Z. M. Ali and A. F. Abou Hadid, 2005. Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* L. cultivars differing in salt tolerance. Genet. Appl. Plant Physiol. 31(1-2): 29-41.

Mehta, S. K. and J. P. Caur. 1999. Heavy metal induced proline accumulation and it's role in ameliorating metal toxicity in *Chlorella vulgaris*. New phytol. 143: 253-259.

Mi, G., L. Tang, F. Zhang and J. Zhang. 2002. Carbohydrate storage and utilization during grain filling as regulated by nitrogen application in two wheat cultivars. J. Plant Nutr. 25:2 13–229.

Mihalovic, N., M. Lazarevic, Z. Dzeletoric, M. Vuckoric and M. Durdevic. 1997. Chlorophyllase activity in wheat leaves during drought and its dependence on the nitrogen ion form applied. Plant Sci.129: 141-146.

Mulholland, M. and M. Otte. 2001. The effects of nitrogen supply and salinity on DMPS, glycine betaine and proline concentrations in leaves of *Spartina anglica*. Aqua. Bot. 71: 63–70.

Peters, W., E. Beck, M. Piepenbrock, B. Lenz. and J. M. Schmitt. 1997. Cytokinin as a negative effector of phosphoenolpyruvate carboxylase induction in *Mesembryanthemum crystallinum*. Plant Physiol. 151: 362–367.

Pospisilova, J. 2003. Participation of phytohormones in the stomatal regulation of gas exchange during water stress. Biologia Plantarum. 46: 491-506.

Radin, J. W. 1990. Responses of transpiration and hydraulic conductance to root temperature in nitrogen and phosphorus deficient cotton seedlings. Plant Physiol. 92: 855-857.

Richards, R. A. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. J. Exp. Bot. 51: 447-458.

Ristic, Z., U. Bukovnik and P. V. V. Prasad. 2007. Correlation between heat stability of thylakoid membranes and loss of chlorophyll in winter wheat under heat stress. Crop Sci. 47: 2067–2073.

Roitsch, T. and R. Ehneb, 2000. Regulation of source/sink relations by cytokinins. Plant Growth Reg. 32: 359–367.

Salisbury, F. B. and C.W. Ross. 1992. Plant Physiology. (4th Ed.) Wadsworth Publishing Co., Belmont, CA. 682 pp.

Saneoka, H., R. E. A. Moghaieb, G. S. Premachandra and K. Fujita. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. Environ. Exp. Bot. 52(2): 131-138.

Sarnadnia, Gh. and A. Koocheki. 2007. Crop Physiology. Jihad Daneshghahi Mashhad Press. (In Persian).

Veselova, S. V., R. G. Farkhutdinov, D. S. Veselov, and G. R. Kudoyarova. 2006. Role of cytokinins in the regulation of stomatal conductance of wheat seedlings under conditions of rapidly changing local temperature. Rus. J. Plant Physiol. 53(6): 756–761.

Wahid, A., S. Gelani, M. Ashraf and M. R. Foolad. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. Environ.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

Exp. Bot. 61: 199–223.

Waraich, E. A. and R. Ahmad. 2010. Physiological responses to water stress and nitrogen management in wheat (*Triticum aestivum* L.): Evaluation of gas exchange, water relations and water use efficiency. 14th International Water Technology Conference, IWTC, Cairo, Egypt. March, 21-23.

Wingler, A., A. Schaewen, R. C. Leegood, P. J. Lea and W. P. Quick. 1998. Regulation of leaf senescence by cytokinins, sugars, and light. Plant Physiol. 116: 329–335.

Yang, J. and J. Zhang. 2005. Grain filling of cereals under soil drying. New Phytol. 169: 223–236.

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. Ann. Bot. 90, 369–377.

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 Sci. 40: 1645–1655.

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 Reg. 41: 185–195.

Yang, J., J. Zhang, Z. Wang, Q. Zhu. and L. Liu. 2001. Water deficit induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. Agron. J. 93:196–206.

Zhao, H., T. Dai., Q. Jing, D. Jiang and W. Cao. 2007. Leaf senescence and grain filling affected by post-anthesis high temperatures in two different wheat cultivars. Plant Growth Regul. 51: 149–158.

Zi-Zien, L., W. D. Li and W. L. Li. 2004. Dry period irrigation and fertilizer application affect water use and yield of spring wheat in semi-arid regions. Agric. Water Manage. 65: 133-143.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]

Effect of nitrogen fertilizer and cytokinin application on grain yield and physiological traits of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Chamran) under terminal heat stress condition

Ghatei, A[1]., A. Bakhshandeh[2], A. R. Abdali Mashhadi[3], S. A. Siadat[4], K. Alami saeid[5] and M. H. Gharineh[6]

ABSTRACT

Ghatei, A., A. Bakhshandeh, A. R. Abdali Mashhadi, S. A. Siadat, K. Alami saeid and M. H. Gharineh. 2017. Effect of nitrogen fertilizer and cytokinin application on grain yield and physiological traits of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Chamran) under terminal heat stress condition**. Iranian Journal of Crop Sciences. 18(4): 273-287. (In Persian).**

To study effects of different levels of nitrogen fertilizer and cytokinin on some physiological traits of wheat *cv.* Chamran under normal and post anthesis heat stress conditions, this experiment was conducted at Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz, Iran, in 2012-2013 growing season. The experiment was carried out in two separate factorial experiments using randomized complete block design with four replications.The first experiment was planted in normal date of sowing (05 December 2012) and the second experiment was planted late (20 January 2013) to expose the experimental treatments to terminal heat stress. In both experiments, nitrogen (N) was applied at four levels (0, 75, 150, and 225 $kg.ha^{-1}$) and cytokinin (Ck) at three levels (0, 50 and 100 µmol). Results showed that intraction effect of sowing date× nitrogen× cytokinin on prolin content and SPAD value, intraction effects of nitrogen × cytokinin and sowing date × nitrogen on FLAD (Flag Leaf Area Duration), stomatal conductance and grain yield was significant. The highest grain yield was obtained from application of 150 $kg.ha^{-1}$ nitrogen and 100 µmol cytokinin, however, it was not significantly different from 225 $kg.ha^{-1}$ nitrogen and 100 µmol cytokinin and 150 $kg.ha^{-1}$ nitrogen and 50 µmol cytokinin. It was concluded that with increasing application levels of nitrogen and cytokinin the negative effects of terminal heat stress could be mitigated.

Key words: Bread wheat, Cell membrane stability, Leaf area duration, Prolin content and Stomatal conductance.

Received: November, 2016 **Accepted: February, 2017**

1. Former Ph.D. Student, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz, Iran (Corresponding author) (Email: ghateiali@gmail.com)
2. Professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz, Iran
3. Associate prof., Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz, Iran
4. Professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz, Iran
5. Associate professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz, Iran
6. Associate prof., Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.1.6]