"مجله علوم زراعی ایران"
جلد سیزدهم، شماره ۳ پاییز ۱۳۹۰

اثر تنش خشکی پس از گرده‌افشانی بر محتوای پلی‌آمین‌های دانه دو رقم گندم نان
Changes in polyamines concentration in grains of two bread wheat cultivars under post-anthesis water stress conditions

محسن سعیدی[۱]، علی احمدی[۲]، فواد مرادی[۳] و افشین توکلی[۴]

چکیده

سعیدی، م.، ع. احمدی، ف. مرادی و ا. توکلی. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی پس از گرده‌افشانی بر محتوای پلی‌آمین‌های دانه دو رقم گندم نان. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۳ (۳): ٤٩٤-٤٨١.

به منظور مطالعه اثر تنش خشکی در مرحله تقسیم سلولی (از زمان گرده‌افشانی تا ١٤ روز بعد) و پر شدن دانه (١٤ روز بعد از گرده‌افشانی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک) بر محتوای پلی‌آمین‌های دانه و ارتباط آن با رشد دانه در دو رقم متحمل (زاگرس) و حساس (مرودشت) به تنش خشکی و آزمایشی در آذر ماه سال ١٣٨٦ به صورت فاکتوریل در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. میزان رطوبت خاک در تیمار شاهد در محدوده ظرفیت مزرعه و در تیمارهای تنش خشکی در محدوده ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه نگهداری شد. نتایج نشان داد که در تیمار شاهد، غلظت پوترسین در دانه‌های در حال رشد رقم زاگرس به طور معنی‌داری بیشتر از رقم مرودشت بود. هر دو نوع تیمار تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار میزان پوترسین دانه‌های رقم مرودشت و کاهش معنی‌دار آن در دانه‌های رقم زاگرس شد. بیشترین غلظت اسپرمین و اسپرمیدین در دانه‌ها در مرحله تقسیم سلولی مشاهده شد. اعمال تنش خشکی به ویژه در مرحله تقسیم سلولی، باعث افزایش معنی‌دار اسپرمین و اسپرمیدین در دانه‌های در حال رشد هر دو رقم، به خصوص رقم متحمل به خشکی زاگرس گردید. با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد که اسپرمین و اسپرمیدین نیز همانند هورمون‌های گیاهی اکسین و سیتوکینین یا در مشارکت با آنها در تنظیم تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد گندم و شکل‌گیری قدرت مخزن نقش موثری داشته و باعث پایا نگه داشتن تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد در شرایط تنش خشکی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: اسپرمیدین، اسپرمین، پلی‌آمین‌ها، پوترسین، تنش خشکی و گندم.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۲۲

۱- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: saeidi_mohsen@yahoo.com)
۲- دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج
۴- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

مقدمه

در قسمت عمده‌ای از گندم‌زارهای مناطق خشک و نیمه‌خشک، از جمله ایران، وقوع هر ساله تنش خشکی در طول دوره رشد و توسعه دانه از عوامل اصلی کاهش معنی‌دار عملکرد گندم می‌باشد. تنش خشکی از طریق کاهش رشد (Ephrath and Hesketh, 1991; Gan and Amasino, 1997)، کاهش غلظت کلروفیل (Brevedan and Egli, 2003)، کاهش میزان پروتئین‌های محلول (Rodríguez *et al.*, 2002)، کاهش هدایت روزنه‌ای (Liang *et al.*, 2002) و کاهش سرعت فتوسنتزی (Chen *et al.*, 1993; Brevedan and Egli, 2003) در برگ‌ها باعث کاهش عملکرد دانه گندم می‌شود. پی‌بردن به نحوه اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه از نکات ضروری جهت دستیابی به عملکرد بالا در چنین شرایطی می‌باشد. تنش خشکی در فاصله گرده‌افشانی تا رسیدگی، به ویژه اگر با تنش گرمایی نیز همراه باشد، از طریق تسریع پیری برگ‌ها و کاهش دوره و سرعت پرشدن دانه، موجب کاهش وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود (Royo *et al.*, 2000).

پلی‌آمین‌ها ترکیبات شبه هورمونی هستند که غلظت آنها در سلول‌های گیاهی خیلی بیشتر از تنظیم کننده‌های گیاهی مانند آبسیزیک اسید (ABA)، سیتوکینین (CK)، جیبرلیک اسید (GA) و اکسین (IAA) است و غلظت‌های میلی‌مولاری پلی‌آمین‌ها برای ایجاد پاسخ‌های بیولوژیکی لازم است. خصوصیت پلی‌کاتیونی آنها باعث می‌شود تا در انتقال آنها اختلال ایجاد شود (Crozier *et al.*, 2000). باید توجه داشت که بدون توانایی سنتز پلی‌آمین‌ها، سلول‌های زنده قادر به ادامه حیات نیستند. غلظت پلی‌آمین‌ها با فراوانی تقسیم سلولی رابطه مثبت دارد (Kelen *et al.*, 2004). گزارش شده است که پلی‌آمین‌ها بسیاری از واکنش‌های سنتز DNA و RNA و پروتئین‌ها را تنظیم می‌کنند. این موضوع می‌تواند نشان دهد که چرا در بعضی پاسخ‌های فیزیولوژیک (مانند تشکیل غده، شکل‌گیری ریشه‌های جانبی، جنین‌زایی، گل‌دهی و رسیدگی میوه) که توسط پلی‌آمین‌ها انجام می‌شود، این تنظیم کننده‌ها به صورت جداناپذیر همراه با هورمون‌های اکسین (Kelen *et al.*, 2004) و سیتوکینین (Bernier *et al.*, 1993) یافت می‌شوند. علی‌رغم اینکه کروزیر و همکاران (Crozier *et al.*, 2000) معتقدند که پلی‌آمین‌ها نقش هورمونی در گیاه ندارند، وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 1999) پلی‌آمین‌ها را همراه با جاسمونیت‌ها و براسینواستروئیدها به عنوان دسته جدیدی از هورمون‌های گیاهی معرفی کرده‌اند. دیویس (Davies, 1995) معتقد است مهم‌ترین دلیل تایید کننده نقش هورمونی پلی‌آمین‌ها در گیاهان، حضور آنها در همه گونه‌های گیاهی و توانایی آنها در تنظیم فعالیت‌های رشد و نموی گیاهان در غلظت‌های میکرومولار می‌باشد. علاوه بر آن، چنانچه غلظت این ترکیبات به صورت ژنتیکی یا فیزیولوژیکی تغییر کند، فعالیت‌های مرتبط با رشد و نمو نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرند.

در زمان بروز تنش خشکی پلی‌آمین‌ها به ویژه اسپرمیدین، در گیاهچه‌های گندم نسبت به شرایط عادی دو تا سه برابر بیشتر انباشته می‌شوند. پس از آبیاری مجدد و منظم گیاهچه‌ها، مقدار پلی‌آمین‌ها کاهش یافته وتقریباً به مقادیر قبل از تنش می‌رسد (Kubis and Krzywanski, 1989). پلی‌آمین‌ها در حفظ یکپارچگی و بقای غشای سیتوپلاسمی، اسیدهای نوکلئیک و اندامک‌های سلولی در شرایط تنش خشکی نقش اساسی ایفا می‌کنند (Zhang and John, 2005). مالابیکا و وو (Malabika and Wu, 2001) در گیاه برنج رابطه مثبتی بین تجمع پلی‌آمین‌ها و رشد بیشتر در زمان بروز تنش خشکی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

گزارش کردند. لیو و همکاران (Liu *et al.*, 2004) مشاهده کردند که اعمال تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای گندم باعث تغییر معنی‌دار غلظت پلی‌آمین‌ها در برگ‌های ژنوتیپ‌های متحمل و حساس گردید. در این شرایط، ژنوتیپ‌های متحمل حاوی مقادیر بیشتری اسپرمیدین و اسپرمین در مقایسه با پوترسین در برگ‌های خود بودند و در برگ‌های ژنوتیپ حساس، غلظت پوترسین افزایش چشمگیری داشت. ما و همکاران (Ma *et al.*, 2005) اظهار داشتند که کاهش مقدار پوترسین و افزایش مقادیر اسپرمین و اسپرمیدین در برگ گیاهچه‌های ژنوتیپ متحمل گندم، زنده‌مانی پروتوپلاست را در شرایط نامساعد محیطی بهبود می‌بخشد. سیلوریا و همکاران (Silveira *et al.*, 2004) در ارزیابی میزان پلی‌آمین‌ها در مرحله تشکیل بذر کاج (*Pinus teada* L.) مشاهده کردند که مقدار اسپرمیدین و اسپرمین نسبت به پوترسین در طول مرحله نمو دانه بتدریج افزایش پیدا کرد. مشاهدات آنها نشان داد که مقادیر پلی‌آمین‌های آزاد از پلی‌آمین‌های متصل شده به ترکیبات مختلف درون سلول، در مرحله تشکیل دانه بیشتر بود، در حالی‌که در مرحله رسیدگی دانه، اسپرمین آزاد بیشتر بوده و انواع اتصال یافته پلی‌آمین‌ها دیده نشدند. در آزمایش دیگری که روی بیان پلی‌آمین‌ها به وسیله یون کلسیم توسط ما و همکاران (Ma *et al.*, 2005) صورت گرفت، مشخص شد که در بذرهای گندم بیشترین میزان اسپرمین در زمان شیری شدن دانه انباشته می‌شود. تجمع اسپرمین در این شرایط با مقدار آب نسبی برگ‌ها و با تغییرات محیطی مانند بارندگی، دما و تابش همبستگی نداشت، بلکه در این شرایط مقدار اسپرمین به وسیله یون کلسیم تنظیم می‌شد. پی و همکاران (Pei *et al.*, 1997) معتقدند که در چنین شرایطی تغییرات محیطی یا مقدار نسبی آب برگ‌ها احتمالا از طریق تاثیر بر روی میزان یون کلسیم داخل سلول‌ها به عنوان پیامبر ثانویه اثر خود را بر سایر عوامل درونی گیاه اعمال می‌کنند.

با توجه به نقش احتمالی پلی‌آمین‌ها در فرایند تقسیم سلولی و ایجاد تاخیر در پیری گیاه و نیز اثر منفی تنش رطوبتی بر تقسیم سلولی و رشد دانه گندم، این تحقیق به منظور درک نقش احتمالی پلی‌آمین‌ها در رشد دانه و عملکرد گندم تحت تنش رطوبتی پس از گرده‌افشانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آذرماه سال ۱۳۸۶در گلخانه گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی دانشگاه تهران انجام شد. استخراج و اندازه‌گیری صفات در پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی صورت گرفت. به این منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار طراحی شد. از دو رقم گندم شامل زاگرس (متحمل به تنش خشکی انتهای فصل، با پتانسیل عملکرد پایین) و مرودشت (حساس به تنش خشکی انتهای فصل، با پتانسیل عملکرد بالا) استفاده شد. رژیم‌های رطوبتی عبارت بودند از (۱) تنش خشکی از زمان گرده‌افشانی تا ۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی و سپس آبیاری مجدد و حفظ رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه تا پایان رشد (مرحله اول)، (۲) تنش خشکی از روز ۱۴ بعد از گرده‌افشانی تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک (مرحله دوم) و (۳) تیمار شاهد (بدون تنش). تعداد ۱۰ بذر از ارقام گندم مورد بررسی در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۶/۵ سانتیمتر و ارتفاع ۱۵ سانتیمتر و حاوی ۲/۱ کیلوگرم خاک ضدعفونی شده که شامل ترکیبی از خاک مزرعه و ماسه با نسبت ۱:۲ بودند در آذر ماه کشت شدند. از مرحله سه برگی به بعد کلیه گلدان‌ها به مدت ۴۰ روز به منظور بهاره‌سازی به بیرون از گلخانه منتقل شدند.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

بعد از گذشت ۴۰ روز گلدان‌ها به گلخانه منتقل شده و با تنک کردن بوته‌ها تنها به پنج بوته در هر گلدان اجازه رشد داده شد. در تیمارهای تنش خشکی، رطوبت گلدان‌های با توزین مداوم (دو بار در روز) در حد ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه نگهداری می‌شدند. به منظور تصحیح میزان رطوبت گلدان‌ها، پس از شروع تیمارهای تنش خشکی، هر پنج روز یک بار، در تعدادی از گلدان‌های اضافی، بوته‌ها از خاک خارج و پس از توزین، میانگین وزنی آنها از وزن گلدان‌ها کسر می‌شد.

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی برای هر واحد آزمایشی، از دو گلدان (۱۰ بوته) استفاده شد. از طریق تقسیم عملکرد اقتصادی بر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت نیز محاسبه شد. یک هفته پس از شروع گرده‌افشانی، هر هفت روز یک بار (در مجموع به مدت ۴۲ روز) از هر کرت آزمایشی سه گلدان (هر گلدان حاوی پنج بوته) به طور تصادفی انتخاب شد. در این گلدان‌ها، دانه‌ها با استفاده از پنس از سنبله جدا شده و در فویل‌های آلومینیومی در نیتروژن مایع منجمد شدند. برگ پرچم نیز در همین زمان در فویل‌های آلومینیومی جداگانه‌ای گذاشته شده و در نیتروژن مایع قرار داده شدند. پس از آن، نمونه‌ها از نیتروژن مایع خارج و در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری، نگهداری شدند.

برای اندازه‌گیری پلی‌آمین‌ها از روش ما و همکاران (Ma *et al*., 2005) با کمی تغییر استفاده شد. به این منظور ۱۰۰ میلی‌گرم بافت تر دانه از نمونه‌های تهیه شده در یک میلی‌لیتر پرکلریک اسید ۰/۲ نرمال در دمای چهار درجه سانتیگراد هموژن گردید. محلول به دست آمده به مدت یک ساعت در یک بستر یخی یا در اتاقک سرد نگهداری شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه و در دمای چهار درجه سانتیگراد و با سرعت ۱۸ هزار دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. محلول رو شناور که حاوی پلی‌آمین‌ها بود در ظروف جداگانه جمع‌آوری شدند. این محلول را می‌توان در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری کرد، ولی بهتر است مدت نگهداری از دو هفته بیشتر نشود. ۵۰ تا ۱۰۰ میکرولیتر از محلول روشناور با ۲۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات اشباع شده و ۴۰۰ میکرولیتر دانسیل کلراید مخلوط گردید. نمونه‌های به دست آمده ورتکس شده و در تاریکی و در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت نگهداری شدند. سپس ۱۰۰ میکرولیتر پرولین (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به ترکیب به دست آمده اضافه شد تا دانسیل کلراید اضافه از محلول حذف شود. بعد از گذشت ۳۰ دقیقه، ۵۰۰ میکرولیتر تولوئن به نمونه‌ها اضافه شده و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس گردیدند. در این حالت دو فاز آلی و غیرآلی تشکیل می‌شود. فاز غیر آلی دور ریخته شده و فاز آلی که حاوی پلی‌آمین‌ها بود نگهداری شد. فاز آلی به دست آمده با استفاده از دستگاه لیوفلایزر (در دمای ۱۲۰- درجه سانتی‌گراد) خشک شد. رسوبات باقی مانده در ته ظرف‌ها در یک میلی لیتر متانول خالص مخصوص HPLC با ورتکس شدید حل شده و با استفاده از فیلتر یک بار مصرف (0.45 Nylon membrane) صاف شدند. سپس نمونه‌ها به دستگاه HPLC تزریق شدند. قبل از تزریق نمونه‌ها به دستگاه به دلیل غلظت بالای آنها، پنج تا ۲۰ برابر رقیق شدند. در این اندازه‌گیری از دستگاه HPLC (Knauer, Gremany) با ستون C18 (دمای ستون : ۲۵ درجه سانتیگراد) و حلال‌های آب و متانول با شیب ۶۰ تا ۹۵ درصد در ۲۳ دقیقه اول و دقیقه ۲۳ تا ۲۸ با متانول ۱۰۰ درصد و دقیقه ۲۸ تا ۳۳ با متانول ۶۰ درصد با شدت جریان یک میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. از آشکارساز فلورسانس که

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

روی طول موج برانگیختگی ۳۶۵ نانومتر و طول موج نشر ۵۱۰ نانومتر تنظیم شده بود، استفاده شد. با تزریق غلظت‌های مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین و محاسبه مساحت زیر منحنی هریک از غلظت‌های داده شده به دستگاه و تعیین رابطه بین غلظت و سطح زیر منحنی، منحنی استاندارد رسم شد و مقادیر کمی اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین در هر یک از نمونه‌ها محاسبه شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS، MSTATC و Minitab و مقایسات میانگین با استفاده از روش LSD در سطح پنج درصد انجام شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد دانه گندم رقم مرودشت (با پتانسیل عملکرد بالا) در شرایط مطلوب (تیمار شاهد) به طور معنی‌داری بیشتر از رقم زاگرس (به ترتیب ۲/۲۶ در مقایسه با ۱/۵۶ گرم در بوته) بود (جدول ۱). تنش خشکی در مرحله تقسیم سلولی و پرشدن دانه باعث کاهش این مؤلفه به ویژه در رقم مرودشت شد. در شرایط تنش رطوبتی در مرحله تقسیم سلولی عمکرد دانه و زیست توده رقم زاگرس (به ترتیب ۱/۳۴ و ۲/۲۶ گرم در بوته) به طور معنی‌داری بیشتر از رقم مرودشت (به ترتیب ۰/۹۹ و ۲/۳۸ گرم در بوته) بود (جدول ۱). درصد کاهش عملکرد دانه در ارقام زاگرس و مرودشت (به ترتیب در مرحله اول ۱۴/۱ و ۵۷/۴ درصد و در مرحله دوم ۳۰/۱ و ۶۱/۹ درصد) نیز این موضوع را تایید کرد (جدول ۱). روند مشابهی نیز در عملکرد زیست‌توده دیده شد، به طوری‌که در تیمار شاهد زیست‌توده رقم مرودشت (۳/۵۸ گرم در بوته) به طور معنی داری بیشتر از رقم متحمل زاگرس (۲/۸۵ گرم در بوته) بود. نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهند که ارقام متحمل به تنش خشکی ممکن است لزوماً عملکرد دانه بیشتری نیز در شرایط مطلوب نداشته باشند. شاخص برداشت هر دو رقم زاگرس و مرودشت در تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (به ترتیب ۵۹/۶ و ۶۳/۰ درصد)، ولی اعمال تنش خشکی در هر دو مرحله موجب کاهش معنی‌دار شاخص برداشت در هر دو رقم گردید. میزان کاهش شاخص برداشت در تیمارهای تنش خشکی در رقم مرودشت بیشتر از رقم زاگرس بود (به ترتیب تنش در مرحله اول ۳۳/۸ و ۱۵/۱ درصد و ۳۸/۴ و ۲۵/۲ درصد تنش در مرحله دوم) (جدول ۱). این نتیجه بر خلاف گزارش یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2000) است که گزارش نمودند اعمال تنش خشکی در طول دوره پر شدن دانه، موجب افزایش شاخص برداشت در ارقام مختلف گندم می‌شود. کاهش کلیه مؤلفه‌های مذکور (عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت) نشان داد که مرحله پرشدن دانه نقش کلیدی‌تری در شکل‌گیری عملکرد دانه گندم در زمان بروز تنش خشکی دارد.

ظرفیت ذخیره‌سازی دانه‌ها در غلات در مراحل اولیه رشد دانه (یک تا ۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی) مشخص می‌شود (Zhang and John, 2005). در این دوره زمانی تقسیم سلولی و رشد سلول‌های آندوسپرم انجام می‌شود و در نهایت اندازه دانه شکل می‌گیرد (Brevedan and Egli, 2003). وانگ و همکاران(Wang *et al.*, 1999) گزارش نمودند که بروز تنش خشکی در این دوره از طریق کاهش تقسیم سلولی و در نتیجه کاهش ظرفیت ذخیره‌ای دانه‌ها، موجب کاهش عملکرد می‌شود، اما تنش خشکی در مرحله دوم رشد دانه (۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی به بعد) عملکرد دانه را از طریق کاهش ذخیره‌سازی مواد پرورده در دانه‌ها کاهش می‌دهد (Blum and Ebercon, 1976). در آزمایش حاضر در تیمار شاهد به نظر می‌رسد که تعداد دانه در سنبله در رقم حساس مرودشت به طور معنی‌داری

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

بیش از رقم متحمل زاگرس بود (جدول ۱). به نظر می‌رسد که تعداد دانه در سنبله رقم مرودشت (۵۶/۴ دانه در سنبله) یکی از عوامل اصلی بالاتر بودن عملکرد این رقم نسبت به رقم زاگرس (۳۹/۹ دانه در سنبله) در شرایط مطلوب باشد. اعمال تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه در هر دو رقم شد، اما میزان کاهش آن در رقم زاگرس کمتر از رقم مرودشت بود (به ترتیب در تنش مرحله اول ۳۹/۰ و ۲۱/۱ گرم و و در مرحله دوم ۳۱/۹ و ۱۶/۱ گرم). بیشترین میزان کاهش وزن هزار دانه ارقام زاگرس و مرودشت نسبت به شرایط شاهد به ترتیب با مقادیر ۲۰/۳ درصد و ۶۱/۹ درصد بود و زمانی دیده شد که تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه اعمال گردید. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاهش شدید وزن هزار دانه رقم مرودشت یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد دانه این رقم در شرایط تنش خشکی بوده است. در هر دو رقم بیشترین درصد کاهش تعداد دانه در سنبله زمانی دیده شد که تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه اعمال گردید (به ترتیب در زاگرس و مرودشت، ۳۹/۹ و ۵۶/۴ عدد در مرحله اول و ۳۱/۹ و ۴۷/۱ در مرحله دوم). از آنجا که پتانسیل تعداد دانه در زمان گرده افشانی و قبل از آن تعیین می‌شود، دلیل اصلی کاهش تعداد دانه در سنبله در شرایطی که تنش خشکی در مرحله دوم رشد دانه رخ می‌دهد، عمدتاً کوچک ماندن اندازه دانه‌های تولید شده و یا نرسیدن مواد غذایی به آنها و خالی ماندن آنها بوده است. این نتایج نشان داد که دلایل عمده کاهش شدیدتر عملکرد رقم مرودشت در زمان اعمال تنش خشکی، کاهش شدیدتر وزن هزار دانه و تعداد دانه درسنبله بوده است.

در تیمار شاهد شیب افزایش غلظت پوترسین دانه‌های رقم زاگرس (با پتانسیل پایین عملکرد) تا ۲۱ روز بعد از گرده‌افشانی زیاد بود و از آن به بعد به شدت کاهش یافت، به طوری‌که در آخرین نمونه‌برداری (۲۸ روز پس از گرده‌افشانی) به طور معنی‌داری از رقم مرودشت (با پتانسیل عملکرد بالا) کمتر بود. در رقم مرودشت غلظت پوترسین دانه‌ها عموماً کمتر از زاگرس بود. در این رقم غلظت این ماده با شیب کم تا ۲۸ روز بعد از گرده‌افشانی افزایش یافت (شکل 1A).

بر خلاف تیمار شاهد، اعمال تنش خشکی در مرحله اول رشد دانه موجب کاهش معنی‌دار غلظت پوترسین دانه‌های رقم مقاوم زاگرس و افزایش غلظت آن در دانه‌های رقم حساس مرودشت شد (شکل 1B). با آبیاری مجدد، روند تغییرات غلظت این ترکیب در دانه‌های رقم زاگرس برعکس شد. بعد از آبیاری مجدد گیاهان، غلظت پوترسین دانه‌های هر دو رقم به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل 1B). اعمال تنش خشکی در مرحله دوم به طور معنی‌داری موجب کاهش غلظت پوترسین دانه‌های رقم زاگرس و افزایش آن در رقم مرودشت شد (شکل 1C). با توجه به اینکه پوترسین پیش ماده تولید اسپرمین و اسپرمیدین می‌باشد، احتمالاً دلیل کاهش غلظت آن در شرایط تنش خشکی در دانه‌های رقم زاگرس تبدیل آن به اسپرمین و اسپرمیدین (Kuehn and Phillips, 2005) می‌باشد. به نظر می‌رسد که این تبدیل در دانه‌های رقم مرودشت در شرایط تنش خشکی به کندی صورت گرفته و در نتیجه غلظت پوترسین دانه‌های آن افزایش یافته است. لیو و همکاران (Liu *et al*., 2004) پس از مقایسه غلظت پوترسین برگ‌های ارقام متحمل و حساس به تنش خشکی گندم مشاهده کردند که در شرایط تنش خشکی، غلظت پوترسین برگ‌های رقم حساس نسبت به رقم متحمل به صورت معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند. بنابراین بین متحمل به خشکی بودن رقم زاگرس و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات گیاهی دو رقم گندم مرودشت و زاگرس در اثر متقابل رقم×تنش خشکی

Table 1. Mean comparison of plant characteristics of two wheat cultivars (Marvdasht and Zagross) in interaction effects of cultivar×drought stress

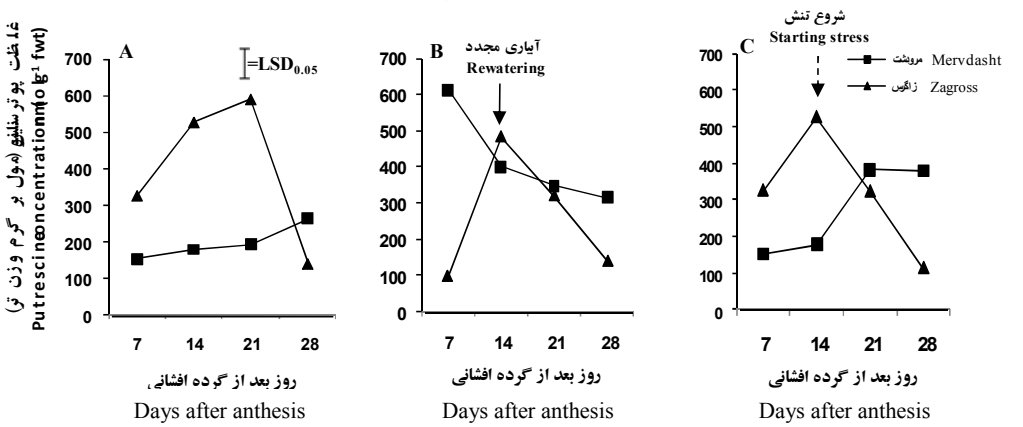
Drought treatments	تیمارهای خشکی	تعداد دانه در سنبله (Grain.spike^{-1})		وزن هزار دانه 1000 Grain weight (g)		شاخص برداشت Harvest index (%)		عملکرد زیست توده Biomass (g.plant^{-1})		عملکرد دانه Grain Yield (g.plant^{-1})	
		مرودشت Marvdasht	زاگرس Zagross	مرودشت Marvdasht	زاگرس Zagross	مرودشت Marvdasht	زاگرس Zagross	مرودشت Marvdasht	زاگرس Zagross	مرودشت Marvdasht	زاگرس Zagross
Control (Without stress)	شاهد (بدون تنش)	56.4a	39.9d	42.3a	40.0a	63.0a	59.6a	3.5a	2.8b	2.2a	1.5b
Stress during cell division phase	تنش در مرحله تقسیم سلولی	47.1c	31.9e	21.1c	39.0a	41.7cd	50.6b	2.3de	2.6c	0.9d	1.3c
Stress during grain filling phase	تنش در مرحله پرشدن دانه	53.5b	34.0e	16.1d	31.9b	38.8d	44.6c	2.2e	2.4d	0.8e	1.1
Reduction rate in comparison to the control during first phase (%)	میزان کاهش نسبت به شاهد در مرحله اول	16.5	13.6	50.1	2.5	33.8	15.1	33.5	7.0	57.4	14.1
Reduction rate in comparison to the control during second phase(%)	میزان کاهش نسبت به شاهد در مرحله دوم	5.1	7.8	61.9	20.3	38.4	25.2	37.7	14.7	61.9	30.1

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]



شکل ۱- تغییرات غلظت پوترسین دانه‌های در حال رشد ارقام گندم زاگرس و مرودشت در مراحل مختلف رشد دانه در رژیم‌های خشکی پس از گرده‌افشانی. الف: شاهد، ب: تنش از ۵۰ درصد گرده‌افشانی تا ۱۴ روز بعد و ج: تنش خشکی از ۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی تا پایان دوره رشد. I: شاخص تفاوت معنی‌داری LSD در سطح پنج درصد

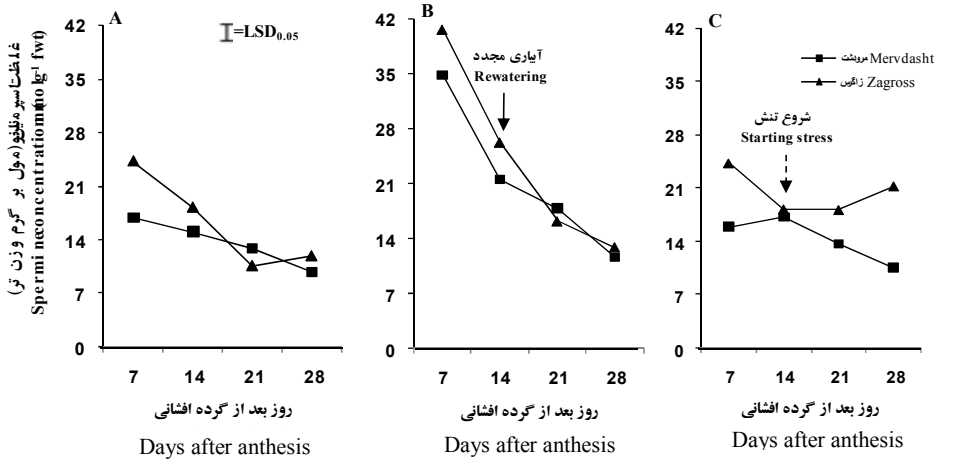
Fig. 1. Putrescine concentration changes in the grains of Zagross and Marvdasht wheat genotypes, A: control, B: drought stress from flowering to 14 days after and C: from 14 days after flowering till maturity. I: Indicating LSD value at α=0.05

حساس بودن رقم مرودشت به تنش خشکی با نحوه تغییرات غلظت پوترسین دانه‌ها همبستگی وجود دارد، به این ترتیب که احتمالاً رقم حساس مرودشت در متابولیزم پوترسین و تبدیل آن به دو ماده دیگر اسپرمین و اسپرمیدین کارایی کمتری دارد.

در تیمار شاهد بیشترین غلظت اسپرمین دانه‌ها در هر دو رقم مورد بررسی در مرحله اول نمونه‌برداری که مصادف با مرحله تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد بود، دیده شد و از این مرحله به بعد غلظت اسپرمین دانه‌ها کاهش یافت و در مرحله آخر نمونه‌برداری که مصادف با اواخر مرحله پرشدن دانه بود، کمترین غلظت این ترکیب در دانه‌های در حال رشد دیده شد (شکل ۲a). در این شرایط غلظت اسپرمین دانه‌های رقم زاگرس در مرحله اول نمونه‌برداری (مرحله تقسیم سلولی) بیشتر از رقم مرودشت بود. اعمال تنش خشکی از زمان گرده‌افشانی تا ۱۴ روز بعد، موجب افزایش غلظت اسپرمین دانه‌های هر دو رقم در مرحله اول (تقسیم سلولی) و دوم نمونه‌گیری (رشد سلول‌ها) طی رشد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین غلظت اسپرمین در مرحله تقسیم سلولی در دانه‌های هر دو رقم دیده شد، ولی غلظت اسپرمین در دانه‌های رقم زاگرس به طور معنی‌داری بیشتر از رقم مرودشت بود. قطع تنش خشکی ۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی در این تیمار تغییری در روند کاهش غلظت اسپرمین دانه‌های در حال رشد نسبت به تیمار شاهد ایجاد نکرد (شکل ۲b). ما و همکاران (Ma *et al.*, 2005) نیز در بررسی روند تغییرات غلظت اسپرمین دانه‌های ارقام مختلف گندم مشاهده کردند که اسپرمین حداکثر غلظت را در مرحله اولیه رشد دانه دارد و از آن به بعد غلظت آن کاهش پیدا می‌کند. با توجه به این نتایج، به نظر می‌رسد که این ترکیب هورمون مانند در تنظیم تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد نقش داشته باشد (Kuehn and Phillips, 2005). علاوه بر این با توجه به افزایش غلظت این ماده در شرایط تنش خشکی در مراحل اولیه رشد دانه، ممکن است این ماده در پایدار نگه داشتن تقسیم سلولی در دانه‌های در حال

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]



شکل ۲- تغییرات غلظت اسپرمین دانه‌های در حال رشد ارقام زاگرس و مرودشت در مراحل مختلف رشد دانه در رژیم‌های مختلف خشکی پس از گرده‌افشانی. الف: شاهد، ب: تنش از ۵۰ درصد گرده‌افشانی تا ۱۴ روز بعد و ج: تنش خشکی از ۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی تا پایان دوره رشد. I: شاخص تفاوت معنی‌داری LSD در سطح پنج درصد

Fig. 2. Spermine concentration changes in the grains of Zagros and Marvdasht genotypes, A: control, B: drought stress from flowering to 14 days after, and C: from 14 days after flowering till maturity. I: Indicating LSD value at α=0.05

رشد نقش داشته باشد. همچنین بین بالاتر بودن غلظت این ترکیب در شرایط تنش خشکی و کاهش کمتر عملکرد دانه در رقم مقاوم زاگرس همبستگی دیده شد. به نظر می‌رسد که در این شرایط افزایش غلظت اسپرمین در دانه‌های در حال رشد در رقم زاگرس با جلوگیری از کاهش تقسیم سلولی و در نتیجه جلوگیری از کاهش اندازه مخزن، باعث جلوگیری از کاهش عملکرد دانه شد و افزایش غلظت اسپرمین در مرحله تقسیم سلولی دانه‌های رقم مرودشت در شرایط تنش خشکی برای جلوگیری از کاهش اندازه مخزن آن کافی نبوده است. تیمار تنش خشکی از روز ۱۴ بعد از گرده‌افشانی تا پایان دوره رشد موجب افزایش غلظت اسپرمین دانه‌های رقم مقاوم به خشکی زاگرس شد. با توجه به نقش حفاظتی پلی‌آمین‌ها در شرایط تنش رطوبتی در حفظ یکپارچگی و بقای غشاءها و اندامک‌های زیر سلولی (Yang *et al*., 2007) و احتمالاً فعالیت‌های آنزیمی، بین کاهش کمتر عملکرد دانه رقم زاگرس و افزایش غلظت اسپرمین می‌تواند همبستگی وجود داشته باشد.

در تیمار شاهد غلظت اسپرمیدین در دانه‌های در حال رشد هر دو رقم در مرحله اول نمونه‌برداری (مرحله تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد) بیشترین مقدار بود و از آن به بعد غلظت این ترکیب در دانه‌های هر دو رقم به طور معنی‌داری کاهش یافت، ولی شیب کاهش در رقم مرودشت شدیدتر بود، به طوری که در مرحله سوم نمونه‌برداری (۲۸ روز بعد از گرده‌افشانی) غلظت این ماده در دانه‌های رقم زاگرس به طور معنی‌داری بیشتر بود (شکل ۳a). اعمال تنش خشکی از زمان گرده‌افشانی تا ۱۴ روز بعد، موجب افزایش معنی‌دار غلظت اسپرمیدین در دانه‌های در حال رشد هر دو رقم در مرحله اول نمونه‌برداری شد. این افزایش در دانه‌های رقم مقاوم به خشکی زاگرس بیشتر بود، به طوری که

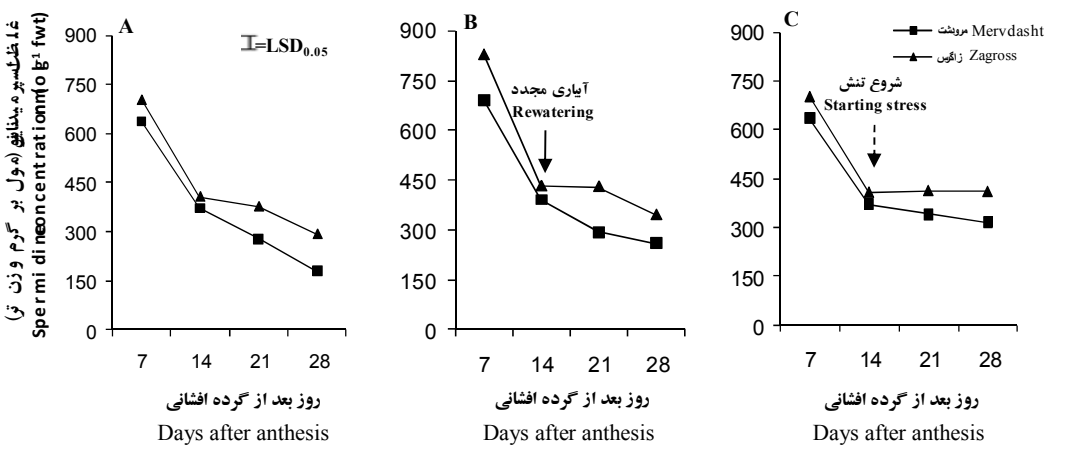
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

در این مرحله غلظت اسپرمیدین دانه‌های رقم زاگرس به طور معنی‌داری از رقم مرودشت بیشتر بود. با قطع تنش خشکی و قرار گرفتن گلدان‌ها در شرایط بدون تنش غلظت این ماده در دانه‌های در حال رشد هر دو رقم کاهش یافت، ولی میزان و شیب کاهش در رقم حساس به تنش خشکی مرودشت بیشتر از رقم مقاوم به خشکی زاگرس بود (شکل 3b). اعمال تنش خشکی از ۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی تا پایان دوره رشد موجب افزایش غلظت اسپرمیدین دانه‌های در حال رشد هر دو رقم نسبت به تیمار شاهد شد، اما در این شرایط میزان افزایش اسپرمیدین دانه‌های در حال رشد رقم مقاوم زاگرس به طور معنی‌داری از رقم مرودشت بیشتر بود (شکل 3c). بالاتر بودن غلظت اسپرمیدین دانه‌های در حال رشد هر دو رقم در مرحله تقسیم سلولی نشان داد که احتمالاً این ترکیب نیز همانند اسپرمین در تنظیم تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد نقش داشته باشد. همچنین افزایش غلظت این ماده تحت شرایط تنش خشکی، مخصوصاً در دانه‌های در حال رشد رقم مقاوم به خشکی زاگرس نشان داد که ممکن است اسپرمیدین نیز همانند اسپرمین در حفاظت از تمامیت سلول‌ها و اندامک‌های درون سلولی و پایدار نگه داشتن تقسیم سلولی در تنش خشکی موثر باشد.

درتیمار شاهد بالاتر بودن غلظت اسپرمین و اسپرمیدین در مرحله تقسیم سلولی دانه‌های در حال رشد نشان داد که احتمالاً بین سرعت تقسیم سلولی و غلظت این دو ترکیب می‌بایست رابطه مثبتی وجود داشته باشد. ارتباط بین تنظیم کننده‌های رشد اکسین و سیتوکینین و پلی‌آمین‌ها در گزارش‌های کوچ (Koch, 2004) و برنیر و همکاران (Bernier *et al.*, 1993) نیز اشاره شده و نقش آنها در تنظیم تقسیم سلول‌های آندوسپرم در مراحل اولیه رشد دانه مهم ارزیابی شده است.

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش غلظت اسپرمین و اسپرمیدین تحت تاثیر تنش خشکی در



شکل ۳- تغییرات غلظت اسپرمیدین دانه‌های در حال رشد ارقام گندم زاگرس و مرودشت در مراحل مختلف رشد دانه در رژیم‌های مختلف خشکی پس از گرده‌افشانی. الف: شاهد، ب: تنش از ۵۰ درصد گرده‌افشانی تا ۱۴ روز بعد و ج: تنش خشکی از ۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی تا پایان دوره رشد. I: شاخص تفاوت معنی‌داری LSD در سطح پنج درصد

Fig.3. Spermidine concentration changes in the grains of Zagross and Marvdasht wheat genotypes, A: control, B: drought stress from flowering to 14 days after, and C: from 14 days after flowering till maturity. I: Indicating LSD value at α=0.05

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

مراحل مختلف رشد دانه، ممکن است برای اثر آنها بر ثبات تقسیم سلولی (Silveira *et al*., 2004) و به علت نقش منحصر به فرد آنها در پایداری غشاء پلاسمایی، اسیدهای نوکلئیک و سایر اندامک‌ها در تنش خشکی باشد (Xie *et al*., 2003). احتمالاً بالاتر بودن غلظت اسپرمین و اسپرمیدین دانه‌های رقم زاگرس در تنش خشکی باعث جلوگیری از کاهش دوره پرشدن دانه و ایجاد تاخیر در پیری گیاه از طریق محافظت از سلول‌ها شده و در نهایت عملکرد بالاتر این رقم را نسبت به رقم مرودشت موجب شده است. یکی از مهم‌ترین اثرات شناخته شده پلی‌آمین‌ها، اثر ویژه آنها بر جلوگیری از پیری می‌باشد (Malabika and Wu, 2001). پلی‌آمین‌ها پیری را در گیاه با سه سازوکار افزایش فعالیت آنزیم آرژنین دکربوکسیلاز (Yang *et al*., 2007)، حذف رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از عمل اتیلن (Xie *et al*., 2003) به تاخیر می‌اندازند.

پژوهشگران بر این باورند که به خاطر طبیعت چند بار مثبتی پلی‌آمین‌ها در pH های فیزیولوژیکی است که این مولکول‌ها در فعالیت‌های فیزیولوژیک نقش اساسی بازی می‌کنند. در واقع آنها به مولکول‌هایی که تعداد زیادی بار منفی دارند مانند DNA (Basu *et al*., 1990; Pohjanpelto and Hölttа, 1996)، پروتئین‌ها (Apelbaum *et al*., 1988)، فسفولیپیدها و پروتئین‌های غشایی (Beigbeder, 1995; Tassoni *et al*., 1996) و پلی‌ساکاریدهای پکتینی (D'Oraci and Bagni, 1987) اتصال یافته و از تخریب آنها جلوگیری می‌کنند. این ترکیبات همچنین در فسفوریلاسیون پروتئین‌ها (Ye *et al*., 1994) و تغییرات پیش از رونویسی (Mehta *et al*., 1994) نقش اساسی دارند. به نظر می‌رسد که رقم متحمل زاگرس از این نظر کارایی مناسبی داشته و در زمان بروز تنش توانسته است با حفظ میزان پلی‌آمین‌ها در دانه از ماکرومولکول‌های خود محافظت نماید. با این حال به نظر نمی‌رسد که صرفاً میزان پلی‌آمین‌ها عامل تعیین کننده و اصلی ثبات عملکرد رقم متحمل زاگرس بوده باشند و باید نقش آنها همراه با سایر صفات فیزیولوژیک مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

References

Apelbaum, A., Z. N. Camellakis, P. B. Applewhite, R. Kaur-Sawhney and A. W. Galston. 1988. Binding of spermidine to a unique protein in thin-layer tobacco tissue culture. Plant Physiol. 88: 996-998.

Basu, H. S., H. C. A. Schwietert, B. G. Feuerstein and L. J. Marton. 1990. Effect of variation in the structure of spermine on the association with DNA and the induction of DNA conformational changes. Biochem. J. 269: 329-334.

Beigbeder, A. R. 1995. Influence of polyamine inhibitors on light independent and light dependent chlorophyll biosynthesis and on the photosyntetic rate. J. Photochem. Photobiol. 28: 235-242.

Bernier, G., A. Havelange, C. Houssa, A. Petijean and P. Lejeune. 1993. Physiological signal that induce flowering. Plant Cell, 5: 1147-1155.

Blum, A. and A. Ebercon. 1976. Genotypic responses in sorghum to drought stress. III. Free proline accumulation and drought resistance. Crop Sci. 16: 428-431.

Brevedan, R. E. and D. B. Egli. 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence and

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

yield of soybean. Crop Sci. 43: 2083-2088.

Chen, X. M., G. B. Begonia, D. M. Alm and J. D. Hesketh. 1993. Response of soybean leaf photosynthesis to CO_2 and drought. Photosynthetica, 29 447-454.

Crozier, A., Y. Kamiya, G. Bishop and T. Yokota. 2000. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In, Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Buchanan, B. B., W. Gruissem and R. L. Jones (Eds.), Waldorf: American Society of Plant Physiologist.

D'Oraci, D. and N. Bagni. 1987. *In vitro* interactions between polyamines and pectic substances. Biochem. Biophys. Res. Comm. 148: 1159-1163.

Davies, P. J. 1995. Plant Hormone. Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

Ephrath, J. E and J. D. Hesketh. 1991. The effects of drought stress on leaf elongation, photosynthesis and transpiration rates in maiz *(Zea mays* L.) leaves. Photosynthetica, 25: 607-619.

Gan, S. and R. M. Amasino. 1997. Making sense of senescence: molecular genetics regulation and manipulation of leaf senescence. Plant Physiol. 113: 313-319.

Garcı´a Del Moral, L. F., J. M. Ramos, M. B. Garcı´a Del Moral and P. Jimenez-Tejada. 1991. Ontogenetic approach to grain productionin spring barley based on path-coefficient analysis. Crop Sci. 31: 1179-1185.

Kelen, M., E. Cubukdem-Iralay, S. Sen and G. Ozkan. 2004. Separation of abscisic acid, indole-3-acetic acid, gibberellic acid in 99R (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) and rose Oil (*Rosa damascena* Mill.) by reversed phase liquid chromatography. Turk. J. Chem. 28: 603-610.

Koch, K. 2004. Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. Cur. Opinion Plant Biol. 7: 235-246.

Kubis, J. and Z. Krzywanski. 1989. The dynamics of polyamines accumulation in spring wheat leaves during increasing water stress. Acta Physiologia Plantarum, 11: 157-164.

Kuehn, G. D. and G. C. Phillips. 2005. Roles of polyamines in apoptosis and other recent advances in plant polyamines. Critical Rev. Plant Sci. 24: 123-130.

Liang, Z., F. Zhang, M. Shao and J. Zhang. 2002. The relations of stomatal conuctance, water consumption, growth rate to leaf water potential during soil drying and rewatering cycle of wheat (*Triticum aestivum* L.). But. Bull. Acad. Sin. 43: 187-192.

Liu, H. P., B. H. Dong, Y. Y. Zhang, Z. P. Liu and Y. L. Liu. 2004. Relationship between osmotic stress and the levels of free, conjugated and bound polyamines in leaves of wheat seedlings. Plant Sci. 66:1261-1267.

Ma, R., M. Zhang, B. Li, G. Du, J. Wang and J. Chen. 2005. The effects of exogenous Ca^{2+} on endogenous polyamine levels and drought-resistant traits of spring wheat grown under arid conditions. J. Arid Environ. 63(1) 177-190.

Malabika, R. and R. Wu. 2001. Arginine decarboxilase transgene expression and analysis of environmental

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

stress tolerance in transgenic rice. Plant Sci. 160: 869-875.

Mehta, H. S., R. A. Saftner, R. A. Mehta and P. J. Davies. 1994. Identification of posttranscriptionally modified 18-kilodalton protein from rice as eukaryotic translocation initiation factor 5A. Plant Physiol. 106: 1413-1419.

Pei, Z. M., K. Kuchitsu, J. M. Ward, M. Schwarz and J. I. Schroeder. 1997. Differential abscisic acid regulation of guard cell slow anion channels in Arabidopsis wild-type and *abi1*and *abi2* mutants. Plant Cell. 9: 409-423.

Pohjanpelto, P. and E. Höltta. 1996. Phosphorylation of Okazaki-like DNA fragments in mammalian cells and role of polyamines in the processing of this DNA. EMBO J. 15: 1193-1200.

Rodríguez, D. J., J. Romero-García , R. Rodríguez-García and J. A. L. Sánchez. 2002. Characterization of proteins from sunflower leaves and seeds: Relationship of biomass and seed yield. p. 143–149. In: Janick J. and A. Whipkey (Eds.), Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.

Royo, C., M. Abaza, R. Blanco and L. F. Garc´ıa del Moral. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Aust. J. Plant Physiol. 27: 1051-1059.

Silveira, V., S. B. Tiago, S. C. Claudete, I. S. Eny, P. Miguel, H. Guerra and H. Walter. 2004. Biochemical changes during seed development in *Pinus teada* L. Plant Growth Regul. 44: 147-156.

Tassoni, A., F. Antognoni and N. Bagni. 1996. Polyamine binding to plasma membrane vesicles from zucchini hypocotyls. Plant Physiol. 110: 817-824.

Wang, R. Y., Z. W. Yu and Q. M. Pan. 1999. Changes of endogenous plant hormone contents during grain development in wheat. Acta Agron. Sinica. 25: 227-231.

Xie, Z., D. Jiang, W. Cao, T .Dai and Q. Jing. 2003. Relationships of endogenous plant hormones to accumulation of grain protein and starch in winter wheat under different postanthesis soil water stress. Plant Growth Regul. 41: 117-127.

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, K. Liu, Z. Wang and L. Liu. 2007. Involvement of polyamines in the drought resistance of rice .J. Exp. Bot. 58: 1545-1555.

Ye, X. S., S. A. Avdiushko and J. Kuc. 1994. Effect of polyamines on *in vitro* phosphorylation of soluble and plasma membrane proteins in tobacco, cucumber and *Arabidopsis thaliana*. Plant Sci. 97: 109-118.

Zhang, K. and P. C. L. John. 2005. Raised level of cyclin dependent kinase after prolonged suspension culture of *Nicotiana plumbaginifolia* is associated with more rapid growth and division, diminished cytoskeleton and lost capacity for regeneration: implications for instability of cultured plant cells. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 82: 295-308.

Zhong-hu, H. and S. Rajaram. 1994. Differential responses of bread wheat characters to high temperature. Euphytica, 72: 197-203.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]

Changes in polyamines concentration in grains of two bread wheat cultivars under post-anthesis water stress conditions

Saeidi, M.,[1] A. Ahmadi[2]., F. Moradi[3], and A. Tavakoli[4]

ABSTRACT

Saeidi, M., A. Ahmadi., F. Moradi, and A. Tavakoli. 2011. Changes in polyamines concentration in grains of two bread wheat cultivars under post-anthesis water stress conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 13 (3): 481-494. (In Persian).**

To evaluate the effect of water stress at cell division stage (from anthesis until 14 days later) and grain filling (from 14 days after anthesis until physiological maturity) on polyamines concentration in the grains and their relationships with grain development in two wheat cultivars differing in drought tolerance; *cv.* Marvdasht (sensitive) and *cv.* Zagross (tolerant). A factorial experiment in randomized complet block design with three replications was carried out in glass-houses, the University of Tehran, Karaj, Iran, in 2006-2007. The concentration of putrescine in the grains of *cv.* Zagross was higher than *cv.* Marvdasht, in control treatment, however, in two water stress conditions, it significantly decreased in *cv.* Zagross as compared to *cv.* Marvdasht. The highest concentration of spermine and spermidine was observed at first sampling date at cell division stage. Water stress, in the grains of both cultivars, especially during cell division stage, concenetration of spermine and spermidine significantly increased, but was greater in *cv.* Zagross. In conclusion, spermine and spermidine play improratnt roles in regulating cell division and delaying of senescence and it is likely that they act in the same way as IAA and CK or in cooperation with these compounds. They are also involved in regulation and stability of cell division at early stage of development of wheat grain and formation of sink strength under water stress conditions.

Key words: Polyamines, Putrescine, Spermidine, Spermine, Water stress and Bread wheat.

Received: June, 2010 Accepted: January, 2011

1- Assistant Prof., Razi University, Kermanshah, Iran
(Corresponding author) (Email: saeidi_mohsen@yahoo.com)
2- Associate Prof., University of Tehran, Karaj, Iran
3- Assistant Prof., Agricultural Biotechnology Research Institute, Karaj, Iran
4- Assistant Prof., University of Zanjan, Zanjan, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.3.11.9]