

تاثیر محلول پاشی پوترسین بر خصوصیات مورفولوژیک گندم رقم SW-82-9 تحت شرایط تنش قطع آبیاری
در منطقه ورامین

Effect of foliar application of putrescine on morphologic characteristics of wheat
(*Triticum aestivum L. var sw_82_9*) under cut irrigation stress

زهرا کریمی^{۱*}، حمیدرضا توحیدی مقدم^۱ و پورنگ کسرائی^۱

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا، ورامین - تهران، ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات : karimizahra0000@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۲

چکیده

این مطالعه به منظور ارزیابی اثر محلول پاشی پوترسین بر عملکرد خصوصیات مورفولوژیک گندم رقم SW-82-9 تحت شرایط تنش قطع آبیاری به صورت کرت خرد شده (اسپیلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا اجرا شد. عامل اصلی شامل چهار سطح آبیاری معمول، قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، قطع آبیاری در مرحله گلدهی و قطع آبیاری در مرحله زایشی یا پر شدن دانه و عامل فرعی (محلول پاشی پوترسین) شامل محلول پاشی با آب مقطر، محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ و ۱۵۰ قسمت در میلیون بود. نتایج نشان داد کم‌ترین میزان ارتفاع گیاه و طول سنبله در مرحله قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی و گلدهی به ترتیب با ۷۰/۲۹ و ۸/۸۶ سانتی‌متر و بیش‌ترین ارتفاع گیاه و طول سنبله در مرحله آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون به میزان ۸۴/۰۴ و ۱۱/۰۶ سانتی‌متر بود. کم‌ترین عملکرد دانه و شاخص برداشت نیز در مرحله توقف آبیاری در مرحله گلدهی به میزان ۵۰۴۵/۷ و ۳۸/۱۶ درصد و بیش‌ترین عملکرد دانه و شاخص برداشت در مرحله آبیاری معمول به میزان ۶۴۲۷/۰ و ۴۲/۸ درصد بود. محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون باعث افزایش ارتفاع گیاه (۸۴/۰۴ سانتی‌متر) و طول سنبله (۱۱/۰۶ سانتی‌متر)، عملکرد دانه (۶۵۸۲/۳) و شاخص برداشت (۴۳/۲۴ درصد) نسبت به گروه شاهد شد. در تمامی تیمارهای محلول پاشی برگی پوترسین، عملکرد دانه با صفات طول سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در مترمربع همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. به نظر می‌رسد محلول پاشی پوترسین باعث بهبود صفات مورفولوژیک گندم می‌شود.

واژگان کلیدی: پوترسین، گندم، قطع آبیاری، عملکرد دانه، شاخص برداشت، طول سنبله.

مقدمه

گندم از مهم‌ترین محصولات زراعی از لحاظ سطح زیرکشت و میزان تولید در جهان است و نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی جوامع بشری ایفا می‌کند. در مناطق نیمه خشک از جمله سطح وسیعی از ایران از مهم‌ترین عوامل کاهش رشد و نمو گندم در شرایط دیم، کاهش رطوبت خاک در اثر کاهش و توزیع نامناسب نزولات جوی و افزایش دما به‌شمار می‌رود. خشکی به‌عنوان عامل محدود کننده غیرزنده در رشد، اثر نامطلوبی بر رشد و تولید گیاهان زراعی می‌گذارد (Groppa, 2008). در خلال تنش خشکی، رشد گیاه متوقف می‌شود، میزان صدمه وارده به گیاهان به سن فیزیولوژیکی، میزان تنش خشکی و گونه گیاهی بستگی دارد. حساسیت نسبت به خشکی پس از شروع رشد سریع اولین برگ، به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در قابلیت هدایت روزنه‌ها، کاهش در آبیگری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل، سبب تقلیل فرآیند فتوسنتز می‌گردد (خشویی، ۱۳۸۹). گیاهان برای این که دستگاه فتوسنتزی را از آسیب‌های برگشت ناپذیر حفظ کنند، نسبت به خشکی سریعاً واکنش نشان می‌دهند. شرایط خیلی شدید خشکی به‌علت کاهش فعالیت روبیسکو منجر به محدود شدن فتوسنتز می‌گردد. بسته به مرحله اعمال تنش، اثرات آنی یا طولانی مدت تنش خشکی بر ترکیب بذر رخ می‌دهد. اثرات آنی تنش خشکی در طی گلدهی و بلوغ بذر می‌تواند از صدمه به فرآیندهای متابولیک در بذر و غلاف، صدمات حاصل در انتقال آسیمیلات‌ها به دانه و یا افزایش تولید ترکیبات ثانویه نامطلوب حاصل شود درحالی‌که، اثرات طولانی مدت تنش خشکی که در طی مرحله رویشی رخ می‌دهد موجب اثر بر عملکرد و کیفیت نهائی بذر خواهد شد. با اعمال تنش کمبود آب، در هر مرحله از رشد گیاه، عملکرد دانه همیشه تحت تأثیر قرار می‌گیرد و کیفیت بذر نیز در معرض تغییرات شدید قرار خواهد گرفت (Larson and Eastin, 2009).

تنش خشکی منجر به جابجایی پروتئین‌های غشایی، از بین رفتن خاصیت انتخابی غشای، اختلال در وظایف سلولی و قطع فعالیت آنزیم‌های مستقر در غشا سلولی می‌شود. علاوه بر آسیب‌دیدگی غشا، فعالیت پروتئین‌های سیتوسولی نیز ممکن است کاهش یابد و منجر به قطع سوخت و ساز سلولی شود. از دیگر اثرات فیزیولوژیک خشکی بر گیاهان می‌توان به کاهش رشد رویشی به‌ویژه رشد اندام‌های هوایی اشاره کرد (Mahajan and Tuteja, 2005).

پلی‌آمین‌ها پلی‌کاتیون‌های مهمی هستند که در مراحل مختلف فیزیولوژیک و نمو گیاهی نقش دارند. پلی‌آمین‌ها در القای تقسیم سلولی، ریخت‌زائی، نمو گل، میوه، دانه و پیری نقش ایفا می‌کنند. مهم‌ترین پلی‌آمین‌ها شامل اسپرمیدین (تری‌آمین) اسپرمین (تترا‌آمین) و پیش‌ساز آن‌ها پوترسین (دی‌آمین) است (Liu, 2007). در بافت گیاهان پلی‌آمین‌ها به‌شکل هم‌یوغ (conjugate) با مولکول‌های آلی دیگر و یا آزاد یافت می‌شوند. اخیراً نقش پلی‌آمین‌ها در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیستی، از جمله تنش خشکی مورد توجه قرار گرفته است. در بسیاری از موارد، تنش به انباشتگی پلی‌آمین‌های آزاد و هم‌یوغ منجر می‌گردد. بیوسنتز پلی‌آمین‌ها یکی از مهم‌ترین پاسخ‌های بیوشیمیایی گیاهان به تنش است. انواع پلی‌آمین‌ها از نظر تأثیر تخفیف تنش با یکدیگر متفاوتند. برخی پژوهشگران نسبت (اسپرمیدین+ اسپرمین)/ پوترسین را در تعیین پاسخ گیاه به تنش، مهم قلمداد کردند. (Martin, 2011).

در کنار مطالعه نقش پلی‌آمین‌های آندوژن در ایجاد تحمل تنش، اثر کاربرد اگزوژن این ترکیبات در القای تحمل نیز در گیاهان مختلف بررسی شد. انباشتگی انواع ترکیبات فنلی در شرایط تنشی می‌تواند به‌عنوان یک علامت عمل کند و برای راه اندازی زنجیره‌ای از واکنش‌ها که در نهایت به افزایش تحمل تنش منجر می‌شوند، عمل نماید. به‌رغم آگاهی از سازوکار عملکرد پلی‌آمین‌ها در القای تحمل تنش، تاکنون نقش احتمالی این ترکیبات از طریق ایجاد تغییراتی در

انتخاب و میانگین آن‌ها به عنوان صفت مربوطه برای آن کرت آزمایشی منظور شد.

تعداد دانه در سنبله: برای تعداد سنبله در مترمربع پلات را در داخل مزرعه رها کرده و تعداد گیاهان داخل آن شمارش و میزان تعداد دانه در سنبله تعیین شد.

وزن هزار دانه: ۱۰ بوته به‌طور تصادفی در مرحله‌ی رسیدگی از هر کرت آزمایشی انتخاب، سپس میانگین تعداد وزن دانه ۱۰ بوته به‌عنوان وزن هزار دانه محسوب شد.

عملکرد بیولوژیک - عملکرد دانه: در زمان رسیدن کامل گیاه پس از حذف خطوط حاشیه هر کرت آزمایشی و نیم متر از ابتدا و انتهای آن‌ها، بقیه بوته‌ها چند روز در سطح کرت آزمایشی باقی ماند، سپس وزن شدند و عملکرد بیولوژی محاسبه گردید. آنگاه دانه‌ها از داخل سنبله‌ها جدا و وزن دانه‌های هر کرت آزمایشی محاسبه شد. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت تعیین گردید.

شاخص برداشت: شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی (دانه) بر عملکرد بیولوژیک (کل) $\times 100$ محاسبه شد.

$\times 100$ عملکرد بیولوژیک / عملکرد اقتصادی (دانه) = شاخص برداشت (H.I %)

بعد از حصول نتایج، داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه واریانس گردید، سپس با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن میانگین‌های به‌دست آمده آنالیز آماری شد و در نهایت با استفاده از نرم افزار EXCEL نمودار مربوطه رسم شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

طبق جدول واریانس ارتفاع گیاه تحت تاثیر آبیاری و محلول‌پاشی پوترسین قرار گرفت و اختلافات به‌وجود

فیزیولوژی گیاه تحت شرایط کم‌آبی به‌طور دقیق مطالعه نشده است. این احتمال وجود دارد که پلی آمین‌های اگزوزن از طریق تغییر در سوخت و ساز، هم‌یوغ شدگی و یا انباشتگی فنل‌ها موجب تغییر در تحمل تنش‌ها شوند.

این تحقیق با هدف تاثیر محلول‌پاشی پوترسین بر خصوصیات مورفولوژیک گندم رقم SW-82-9 تحت شرایط تنش قطع آبیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی پوترسین بر خصوصیات مورفولوژیک گندم رقم SW-82-9 تحت شرایط تنش قطع آبیاری به‌صورت کرت خرد شده (اسپیلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا اجرا شد. عامل اصلی شامل چهار سطح آبیاری: (I_1) آبیاری معمولی مطابق عرف منطقه، (I_2) قطع آبیاری در مرحله‌ی ساقه‌دهی، (I_3) قطع آبیاری در مرحله‌ی گلدهی و (I_4) قطع آبیاری در مرحله‌ی زایشی یا پر شدن دانه بود. عامل فرعی محلول‌پاشی پوترسین شامل (F_1) محلول‌پاشی با آب مقطر، (F_2) محلول‌پاشی با پوترسین با غلظت ۷۵ و (F_3) پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون و تیمارها به‌صورت (I_1F_1) ، (I_1F_2) ، (I_1F_3) و... بود. مساحت مورد نیاز این طرح ۷۰۰ مترمربع و مساحت هر کرت ۱۸ مترمربع بود. تعداد خطوط هر تیمار ۱۰ عدد و طول هر خط کاشت پنج متر، فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی بین بوته روی ردیف پنج سانتی‌متر بود. خطوط یک و ده و نیم متر از بالا و پایین هر طرف به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته و در طول دوره رشد مراقبت‌های زراعی لازم اجرا شد.

ارزیابی صفات مورفولوژیک

به‌منظور تعیین صفاتی نظیر ارتفاع گیاه و تعداد دانه در سنبله از کرت آزمایشی، ۱۰ گیاه به‌طور تصادفی

کیفیت دو رقم گندم نان مطابقت داشت (سادات عمادی و همکاران، ۱۳۹۲).

طول سنبله

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده قطع آبیاری و محلول پاشی پوترسین و اثرات متقابل عوامل تحقیق بر طول سنبله تأثیر معنی داری داشت و اختلافات به دست آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی دار شد (جدول یک). کمترین طول سنبله ۸/۸۶ سانتی متر در مرحله توقف آبیاری در مرحله گلدهی و محلول پاشی با آب خالص و بیشترین طول سنبله ۱۱/۰۶ سانتی متر در آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون حاصل شد (جدول سه). به نظر کاربرد پوترسین از طریق افزایش میزان گلدهی سبب افزایش طول سنبله، افزایش جنین زایی و نمو گل در گیاه گردید. نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعات لارسون و همکاران (Larson *et al.*, 2009) همخوانی داشت.

آمده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول یک). کمترین میزان ارتفاع گیاه در مرحله قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و محلول پاشی با آب خالص با ۷۰/۲۹ سانتی متر و بیشترین ارتفاع گیاه در مرحله آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون، ۸۴/۰۴ سانتی متر مشاهده شد. تفاوت معنی داری بر ارتفاع گیاه در مرحله توقف آبیاری در مرحله پرشدن و محلول پاشی پوترسین و همچنین مرحله توقف آبیاری در مرحله گلدهی و محلول پاشی پوترسین با مرحله آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون مشاهده نگردید (جدول یک). به نظر می رسد محلول پاشی با پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون باعث افزایش ارتفاع گیاه می گردد. نتایج حاکی از نقش گسترده پلی آمین ها در فرآیندهای بیولوژیکی شامل رشد و نمو، تقسیم سلولی و پاسخ های فیزیولوژیکی مناسب به تنش های محیطی از جمله تنش کم آبی می باشد که با نتایج سایر محققان در رابطه با اثر محلول پاشی پوترسین و عناصر غذایی بر عملکرد دانه و

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد گندم

Table 1. Analysis of variance for morphologic characteristics and yield and yield Components wheat.

(S.O.V)	منابع تغییر	درجه آزادی df	M.S			
			عملکرد بیولوژیک Biologic yield	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزار دانه T. grain weight	دانه در سنبله Grain per ear
Replication	تکرار	2	1940.47 ^{ns}	10569.17 ^{ns}	0.021 ^{ns}	1.99 ^{ns}
Irrigation	آبیاری	3	3008079.75 ^{**}	1916555.94 [*]	211.98 ^{**}	338.73 ^{**}
Error A	خطای عامل اصلی	6	8490.32	38867.75	0.020	0.407
Put foliar	محلول پاشی پوترسین	2	835512.93 [*]	472654.81 ^{ns}	8.84 [*]	75.69 ^{ns}
Irrigation × P.F.A	آبیاری × پوترسین	6	336466.75 [*]	55577.78 [*]	2.18 [*]	34.56 [*]
Error B	خطای عامل فرعی	16	246466.75	411523.86	2.08	25.67
C.V	ضریب تغییرات		13.26	13.99	3.45	10.20

ns, *, ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی دار، اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد و اختلاف معنی دار در سطح یک درصد

ns, *, ** In turn, no significant difference, significant difference at 5 % level and 1 % levels

ادامه جدول ۱
Continued Table 1

(S.O.V)	منابع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات			
			M.S سنبله در مترمربع Ear per mm ²	طول سنبله Ear length	ارتفاع گیاه Height plant	شاخص برداشت HI
Replication	تکرار	2	260.31 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.046 ^{ns}	0.468 ^{ns}
Irrigation	آبیاری	3	3116.89 ^{ns}	2.08 ^{**}	194.08 ^{**}	24.03 ^{ns}
Error A	خطای عامل اصلی	6	182.77	0.030	1.55	1.97
Put foliar	محلول پاشی پوترسین	2	4597.90 ^{ns}	2.54 ^{**}	24.04 ^{ns}	4.98 ^{ns}
Irrigation × P.F.A	آبیاری × پوترسین	6	2170.21 ^{**}	0.269 [*]	22.44 ^{**}	0.210 ^{ns}
Error B	خطای عامل فرعی	16	1951.02	0.163	17.56	28.65
C.V	ضریب تغییرات		9.58	3.99	5.24	13.13

ns, *, ** به ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد و اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد
ns, *, ** In turn, no significant difference, significant difference at 5 % level and 1 % levels

قطع آبیاری در تعداد دانه در سنبله گندم همخوانی داشت

تعداد دانه در سنبله

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس تعداد دانه در سنبله تحت تاثیر اثرات ساده تنش قطع آبیاری و اثرات متقابل تیمارها قرار گرفت و اختلافات به وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود؛ اما اثرات ساده عوامل محلول پاشی پوترسین تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله نداشت (جدول یک). کمترین تعداد دانه در سنبله از تیمار توقف آبیاری در مرحله گلدهی و محلول پاشی با آب خالص با میانگین ۳۶ عدد و بیشترین تعداد دانه در مرحله آبیاری و محلول پاشی با پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون، ۵۵ عدد که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بود (جدول سه). به نظر می‌رسد که توقف آبیاری در مرحله گلدهی از طریق کاهش تعداد دانه‌های بارور در سنبله سبب کاهش تعداد دانه در سنبله گردید. تعداد دانه در سنبله یکی از سه جزو اصلی عملکرد دانه غلات منجمله گندم است. در این میان تعداد دانه در سنبله از زمان ورود گیاه به فاز زایشی و در واقع در طی گلدهی تعیین می‌گردد. بنابراین هر گونه شرایط غیرمطلوب در این زمان سبب اختلال در تشکیل تعداد دانه مطلوب در سنبله‌ها گردید که به ناچار کاهش نهایی عملکرد را به دنبال داشت. نتایج حاصل از این پژوهش با مطالعات فاروق و همکاران (Farooq et al., 2009) در مورد اثرات تنش

وزن هزار دانه

نتایج مشخص نمود وزن هزار دانه تحت تاثیر اثرات ساده قطع آبیاری و محلول پاشی پوترسین و اثرات متقابل عوامل تحقیق قرار گرفت و اختلافات به وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول یک). توقف آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، منجر به کاهش وزن هزار دانه شد. کمترین میزان وزن دانه (هزار دانه) در مرحله توقف آبیاری در مرحله پر شدن دانه به میزان ۳۵/۵ گرم و بیشترین میزان وزن هزار دانه در مرحله آبیاری معمول با متوسط ۴۷/۰۷ گرم بود (جدول دو). جدول مقایسه میانگین اثرات تیمار آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون با متوسط ۴۷/۸۵ گرم به دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای آبیاری معمول و محلول پاشی با آب خالص و آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ قسمت در میلیون نداشت و هر سه تیمار در یک گروه آماری جای گرفتند (جدول سه). کمترین میزان وزن هزار دانه از تیمار توقف آبیاری در مرحله پر شدن دانه و محلول پاشی با آب خالص با میانگین ۳۴/۵۶ گرم

پلی آمین ها از جمله پوترسین می تواند سبب افزایش تحمل گیاه نسبت به تنش های محیطی از جمله تنش خشکی شود. تحقیقات رهودس و همکاران (Rhodes et al., 2004) نشان داد که افزایش سنتز و انباشتگی اسمولیت ها از جمله پلی آمین ها می تواند موجب تداوم جذب آب گردد، از این رو نقش مهمی را در تحمل گیاه به خشکی ایفا می کند. به بیانی دیگر با افزایش میزان محلول پاشی با پوترسین از یک طرف سبب افزایش اندام های هوایی شده و سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می گردد و از سویی دیگر با افزایش میزان رنگدانه های فتوسنتزی و افزایش میزان تولید مواد فتوسنتزی سبب افزایش عملکرد دانه می گردد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج مشخص نمود عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر اثرات ساده قطع آبیاری و محلول پاشی پوترسین و اثرات متقابل عوامل تحقیق قرار گرفت و اختلافات به وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی دار شد (جدول یک). در تمامی تیمارهای محلول پاشی برگی پوترسین، عملکرد دانه با صفات طول سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در مترمربع همبستگی مثبت و معنی دار داشت ($P < 0.05$) (جدول یک). بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار آبیاری معمول و محلول پاشی با پوترسین با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون با میانگین ۱۵۲۳۴/۶ کیلوگرم در هکتار بود که از نظر آماری اختلاف معنی داری با تیمارهای آبیاری معمول و محلول پاشی با آب خالص و آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ قسمت در میلیون نداشت و هر سه تیمار در یک گروه آماری جای گرفتند (جدول سه) و کمترین عملکرد بیولوژیک در مرحله قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلول پاشی با آب خالص با ۱۳۲۴۵/۴ kg.ha⁻¹ به دست آمد که با مطالعات ادوارد و رایت (Edward and Wright, 2008) همخوانی داشت. در گندم افزایش عملکرد بیولوژیک با افزایش در شمار دانه و وزن دانه مرتبط است.

حاصل شد. طول دوره موثر پرشدن دانه با وزن هزار دانه ارتباط معنی دار نشان داد. قطع آبیاری در هر مرحله بین شروع سنبله دهی و بلوغ، یک عامل کاهش معنی دار در وزن دانه در گندم محسوب می شود؛ ارتباط بین قطع آبیاری در مراحل نزدیک یا همزمان با گلدهی و پس از آن، با وزن هزار دانه به این صورت توجیه می شود که در زمان بروز تنش، تعداد دانه آنقدر کاهش می یابد تا گیاه بتواند دانه های باقیمانده را پر کند، اما اگر خشکی همچنان ادامه یابد و شدت آن زیادتر شود منجر به کاهش وزن دانه خواهد شد که با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (Liu et al., 2008)

عملکرد دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات ساده آبیاری و اثرات متقابل آبیاری و محلول پاشی پوترسین در سطح پنج درصد بر عملکرد دانه معنی دار شد اما اثرات ساده محلول پاشی پوترسین، هر چند اختلافات معنی داری داشت؛ اما این اختلافات از نظر آماری معنی دار نشد (جدول یک). بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری معمول و محلول پاشی برگی پوترسین در تیمار با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون با ۶۵۸۲/۳ kg.ha⁻¹ به دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی داری با تیمارهای آبیاری معمول و محلول پاشی با آب خالص و آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ قسمت در میلیون نداشت و هر سه تیمار در یک گروه آماری جای گرفتند (جدول سه) و کمترین عملکرد دانه در مرحله قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلول پاشی با آب خالص با ۵۰۴۵/۷ kg.ha⁻¹ به دست آمد که تفاوت از لحاظ آماری معنی دار بود، در حالی که محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ قسمت در میلیون تاثیر معنی داری نسبت محلول پاشی با آب خالص از خود نشان نداد. افزایش عملکرد دانه بیش تر ناشی از افزایش تعداد دانه در سنبله می باشد. به نظر معمول پاشی پوترسین می تواند سبب افزایش تجمع تولیدات فتوسنتزی در بافت گل ها در گیاه و افزایش عملکرد دانه شود. از سویی دیگر کاربرد خارجی

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده آبیاری و محلول پاشی پوترسین بر صفات مورفولوژیک گندم

Table 2. The mean comparison of putrescine foliar application and cut irrigation on some morphologic characteristics

		ارتفاع گیاه Plant Height (cm)	طول سنبله (cm) Ear length (cm)	سنبله در مترمربع Ear per m ² (No)	دانه در سنبله Grain per ear (No)
Irrigation	آبیاری				
Normal irrigation	آبیاری معمول	82.61 ^a	10.63 ^a	478.41 ^a	54.27 ^a
Cut irrigation in stem elongation	قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی	73.01 ^b	10.35 ^{ab}	435.27 ^a	50.65 ^a
Cut irrigation in flowering	قطع آبیاری در مرحله گلدهی	81.45 ^a	9.51 ^c	460.39 ^a	40.72 ^b
Cut irrigation in grain filling	قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه	82.64 ^a	10.03 ^b	469.59 ^a	52.93 ^a
Putrescine foliar application	محلول پاشی پوترسین				
Water foliar application	محلول پاشی با آب خالص	78.45 ^a	9.70 ^c	439.63 ^a	47.00 ^b
Putrescine foliar application(75 ppm)	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ppm	80.08 ^a	10.08 ^b	464.98 ^a	49.92 ^{ab}
Putrescine foliar application(150 ppm)	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm	81.270 ^a	10.616 ^a	478.14 ^a	52.00 ^a

میانگین‌های داده شده در هر ستون که دارای حروف مشترک می‌باشند، تفاوت‌شان از نظر آماری در سطح پنج درصد دانکن معنی‌دار نیست.

No significant difference at 5 % level Duncan for means which have the same letters in each column

دامه جدول ۲

Continued Table 2

		وزن هزار دانه T. grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)
Irrigation	آبیاری				
Normal irrigation	آبیاری معمول	47.07 ^a	6427.0 ^a	15004.4 ^a	42.87 ^a
Cut irrigation in stem elongation	قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی	43.50 ^b	5861.2 ^{ab}	14281.7 ^b	41.07 ^a
Cut irrigation in flowering	قطع آبیاری در مرحله گلدهی	41.19 ^c	5307.1 ^b	13592.2 ^c	39.07 ^a
Cut irrigation in grain filling	قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه	35.50 ^d	5740.0 ^b	14377.3 ^b	39.98 ^a
Putrescine foliar application	محلول پاشی پوترسین				
Water foliar application	محلول پاشی با آب خالص	40.91 ^b	5624.9 ^a	14030.0 ^b	40.09 ^a
Putrescine foliar application(75 ppm)	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ppm	41.92 ^{ab}	5856.8 ^a	14359.9 ^{ab}	40.78 ^a
Putrescine foliar application(150 ppm)	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm	42.62 ^a	6019.8 ^a	14551.7 ^a	41.37 ^a

میانگین‌های داده شده در هر ستون که دارای حروف مشترک می‌باشند، تفاوت‌شان از نظر آماری در سطح پنج درصد دانکن معنی‌دار نیست.

No significant difference at 5 % level Duncan for means which have the same letters in each column.

شاخص برداشت

کمترین شاخص برداشت در مرحله قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و محلول پاشی با آب خالص با ۳۸/۱۶ درصد و بیشترین شاخص برداشت در مرحله آبیاری معمول و محلول پاشی پوترسین (۱۵۰ قسمت در میلیون) با ۴۳/۱۶ درصد بود که اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد در این تحقیق قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی منجر به کاهش فتوسنتز جاری گیاه و از کاهش شدید شاخص برداشت ممانعت شد. شاخص برداشت در مرحله قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی کمترین میزان با ۳۸/۱۶ درصد بود که محلول پاشی پوترسین منجر به افزایش شاخصه فوق به صورت معنی‌داری گردید که با نتایج ماهاجان (Mahajan, 2005) مطابقت داشت. شاخص برداشت هدف غایی غلات در حال رشد است و گیاهان در حالت قطع آبیاری و کمبود آب، تفاوت‌های زیادی در میزان شاخص برداشت با یکدیگر نشان می‌دهند. دستیابی به عملکرد دانه بالا بایستی بین میزان رشد قبل و بعد از گرده افشانی توازن وجود داشته باشد. رشد کمتر قبل از گرده افشانی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک گردید ولی باعث به حداکثر رساندن شاخص برداشت شد، درحالی‌که رشد بیش‌تر قبل از وقوع گرده افشانی، بیوماس را به حداکثر رساند ولی باعث کاهش شاخص

برداشت گردید که با نتایج سادات عمادی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشت در واقع می‌توان گفت اثرات تنش خشکی در شاخص برداشت بسیار پیچیده است و تداخل بین زمان و شدت تنش وارده، تعیین کننده اجزای عملکرد گیاه است.

نتیجه‌گیری کلی

رشد و خصوصیات مورفولوژیک گندم تحت تأثیر تنش قطع آبیاری نامناسب بود در عین حال، کاربرد پلی‌آمین‌ها به خصوص به میزان ۱۵۰ قسمت در میلیون در گیاهان تحت تنش قطع آبیاری، موجب تخفیف اثر تنش و بهبود وضعیت گیاه تا حد معمول گردید. در مجموع، محلول پاشی برگ‌پوترسین باعث ارتقای تمامی شاخصه‌های فوق و عدم اختلاف معنی‌دار نسبت به مرحله آبیاری معمول گشت که این نتایج با مطالعات سایر محققان در مورد گیاه توتون و سویا در مورد تنش مطابقت داشت (Liu *et al.*, 2006). سیستم ریشه گیاه در تنش خشکی با تولید بیوماس زیاد در وهله اول توانایی خود را برای استخراج آب بیش‌تر از خاک و انتقال آن به قسمت‌های فتوسنتزی افزایش می‌دهد. در وهله دوم گیاه با تغییر در رنگدانه‌های فتوسنتزی تحمل خود نسبت به تنش خشکی را افزایش می‌دهد اما شدت و طول اثر تنش در مقابله گیاه با عوامل تنش‌زا بسیار مهم است.

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و محلول پاشی پوترسین بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد گندم

Table 3- The mean comparison of putrescine foliar application and cut irrigation on some morphological characteristics and yield wheat

تیمار Treatment	تیمار Treatment	وزن هزار دانه T. grain weight(g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)
آبیاری Irrigation	محلول پاشی پوترسین Putrescine foliar application				
آبیاری معمول Normal irrigation	محلول پاشی با آب خالص Water foliar application	46.20 ^{ab}	6278.2 ^{ab}	14754.8 ^{abc}	42.58 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ ppm Putrescine foliar application(75 ppm)	47.16 ^a	6420.4 ^{ab}	15023.7 ^{ab}	42.79 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm Putrescine foliar application(150 ppm)	47.85 ^a	6582.3 ^a	15234.6 ^a	43.24 ^a
قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی cut irrigation in stem elongation	محلول پاشی با آب خالص Water foliar application	42.26 ^{de}	5662.8 ^{abc}	13987.5 ^{cdef}	40.53 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ ppm Putrescine foliar application(75 ppm)	43.71 ^{cd}	5875.4 ^{abc}	14325.6 ^{bcde}	41.04 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm Putrescine foliar application(150 ppm)	44.54 ^{bc}	6045.5 ^{abc}	14532.1 ^{abcd}	41.66 ^a
قطع آبیاری در مرحله گلدهی Cut irrigation in flowering	محلول پاشی با آب خالص Water foliar application	40.63 ^e	5045.7 ^c	13245.4 ^f	38.16 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ ppm Putrescine foliar application(75 ppm)	41.09 ^e	5342.8 ^{bc}	13654.6 ^{ef}	39.16 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm Putrescine foliar application(150 ppm)	41.85 ^{de}	5532.7 ^{abc}	13876.5 ^{def}	39.90 ^a
قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه cut irrigation in grain filling	محلول پاشی با آب خالص Water foliar application	34.56 ^f	5512.7 ^{abc}	14132.4 ^{cde}	39.08 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ ppm Putrescine foliar application(75 ppm)	35.71 ^f	5788.6 ^{abc}	14435.8 ^{bcde}	40.14 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm Putrescine foliar application(150 ppm)	36.24 ^f	5918.6 ^{abc}	14563.6 ^{abcd}	40.71 ^a

میانگین‌های داده شده در هر ستون که دارای حروف مشترک می‌باشند، تفاوت‌شان از نظر آماری در سطح پنج درصد دانکن معنی‌دار نیست.

No significant difference at 5 % level Duncan for means which have the same letters in each column

ادامه جدول ۳

Continued Table 3

تیما Treatment	تیما Treatment	دانه در سنبله . Grain per ear (N.o)	سنبله در متر مربع .Ear per m ² (N.o)	طول سنبله Ear length (cm)	ارتفاع گیاه Plant Height (cm)
آبیاری Irrigation	محلول پاشی پوترسین Putrescine foliar application				
آبیاری معمول Normal irrigation	محلول پاشی با آب خالص Water foliar application	52.93 ^a	459.45 ^{ab}	10.26 ^{bcd}	81.21 ^{ab}
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ ppm Putrescine foliar application(75 ppm)	54.63 ^a	487.78 ^a	10.56 ^{abc}	82.58 ^a
	غلظت ۱۵۰ ppm محلول پاشی پوترسین با Putrescine foliar application(150 ppm)	55.26 ^a	487.98 ^a	11.06 ^a	84.04 ^a
توقف آبیاری در مرحله ساقه دهی cut irrigation in stem elongation	محلول پاشی با آب خالص Water foliar application	48.43 ^{abc}	407.97 ^b	10.06 ^{cde}	70.29 ^d
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ ppm Putrescine foliar application(75 ppm)	50.40 ^{ab}	435.43 ^{ab}	10.23 ^{bcd}	73.61 ^{cd}
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm Putrescine foliar application(150 ppm)	53.13 ^a	462.42 ^{ab}	10.76 ^{ab}	75.14 ^{bcd}
توقف آبیاری در مرحله گلدهی cut irrigation in flowering	محلول پاشی با آب خالص Water foliar application	36.36 ^d	435.79 ^{ab}	8.86 ^f	79.98 ^{abc}
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ ppm Putrescine foliar application(75 ppm)	41.30 ^{cd}	464.85 ^{ab}	9.46 ^{ef}	81.45 ^{ab}
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm Putrescine foliar application(150 ppm)	44.50 ^{bc}	480.52 ^{ab}	10.20 ^{bcd}	82.94 ^a
توقف آبیاری در مرحله پر شدن دانه cut irrigation in grain filling	محلول پاشی با آب خالص Water foliar application	50.30 ^{ab}	455.28 ^{ab}	9.60 ^{de}	82.31 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۷۵ ppm Putrescine foliar application(75 ppm)	53.36 ^a	471.86 ^{ab}	10.06 ^{cde}	82.68 ^a
	محلول پاشی پوترسین با غلظت ۱۵۰ ppm Putrescine foliar application(150 ppm)	55.13 ^a	481.62 ^{ab}	10.43 ^{abc}	82.94 ^a

میانگین‌های داده شده در هر ستون که دارای حروف مشترک می‌باشند، تفاوت‌شان از نظر آماری در سطح پنج درصد دانکن معنی‌دار نیست.

No significant difference at 5 % level Duncan for means which have the same letters in each column

References

منابع

- خشوئی، س. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر کم‌آبی و تراکم بوته بر برخی از صفات زراعی و مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی دو رقم سویا در منطقه ورامین. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی ورامین- پیشوا.
- سادات عمادی، م.، حسینی، پ.، عظیمی، ع. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی پوترسین و عناصر غذایی بر عملکرد دانه و کیفیت دو رقم گندم نان. مجله علوم زراعی ۱۵(۳): ۲۴۱-۲۶۷.
- Edward, D., Wright, D. 2008. The effect of winter water logging and summer drought on growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). European Journal of Agronomy, 28: 234-244.
- Farooq, M., Vahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy Sustain Development, 29: 185-212.
- Groppa, M.D., Benavides, M.P. 2008. Polyamines and abiotic stress: recent advances. Amino Acids, 34: 35-45.
- Gorecka, K., Cvikrova, M., Kowalska, U., Eder, J., Szafranska, K., Gorecki, R., Janas, K.M. 2007. The impact Cu treatment on phenolic and polyamine levels in plant material regenerated from embryos obtained in another culture of carrot. Plant physiology and Biochemistry, 45: 54-61.
- Larson, K.L., Eastin, J.D. 2009. Drought injury and resistance in crop. GSSA special publication Crop science of America. Madison, Wisconsin.
- Liu, J.H., Inoue, H., Moriguchi, T. 2008. Salt stress-induced changes in free polyamine titers and expression of genes responsible for polyamine biosynthesis of apple in vitro shoots. Environmental Experimental Biology, 62: 28-35.
- Liu, J., Kitashiba, H., Wang, J., Ban, Y., Moriguchi, T. 2007. Polyamines and their ability to provide environmental stress tolerance to plants. Plant Biotechnology, 24: 117-126.
- Liu, J., Yu, B.J., Liu, Y.L. 2006. Effects of spermidine and sperimine levels on salt tolerance associated with tonoplast H⁺ ATP ase and H⁺ ase activities in barley root roots. Plant Growth Regulation, 49: 119-126.
- Mahajan, S., Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics. 444: 139-158.
- Martin-Tanguy, J. 2011. Metabolism and function of polyamines in plants: recent development (new approaches). Plant Growth Regulation, 34: 135-148.
- Turner, N.C., Jones, M.M. 1981. Turnor maintenance by osmotic adjustment a review evaluation. In Turner, N C and Kramer, P.J (eds). Adaption of plants to water and high temperature stress Wiley. New York, Ny. USA. P. 81- 103.