اثر محلول‌پاشی بور (B) بر عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیکی گندم تحت تنش کم آبی

Effect of B spraying on yield and physiological traits of wheat underwaterdeficit stress (*Triticum aestivum* L.)

محمدرضا معینیان[۱]، کاوه زرگری[۲]، جواد حسن‌پور[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین- ایران.
۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا، ورامین- ایران.
۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین. ورامین – ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: z.kerman@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۳/۱۲

چکیده

تحقیقی به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عنصر بور و قطع آبیاری بر روابط آبی گندم(لاین جدید امیدبخش و متحمل به‌خشکی WS82- 9) به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری ۱- آبیاری معمول (عرف منطقه) ۲- قطع آبیاری در ۵۰٪ ساقه‌دهی ۳- قطع آبیاری در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی و عامل فرعی شامل تیمار محلول‌پاشی بور در سه سطح ۱- محلول‌پاشی با آب خالص ۲- محلول‌پاشی عنصر بور با غلظت ۰/۵ درصد ۳- محلول‌پاشی عنصر بور با غلظت یک درصد در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین انجام گرفت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه از تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی عنصر بور با غلظت یک درصد با ۵۶۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و محلول‌پاشی با آب خالص، با ۲۵۹۱/۴ کیلوگرم در هکتار، ۵۳/۹ درصد برتری داشت. میزان پرولین نیز تحت تاثیر اثرات متقابل تیمار آبیاری و عنصر بور قرار گرفت. تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و محلول‌پاشی عنصر بور با غلظت یک درصد توانست بالاترین میزان پرولین با ۱/۰۱ میکروگرم بر گرم و تیمار آبیاری معمول و آب خالص با ۰/۸۰۳ میکروگرم بر گرم را کم‌ترین میزان پرولین را به‌دست آورد. اثر آبیاری بر پایداری غشای سلولی و میزان کلروفیل برگ تأثیرگذار بود، ولی محلول‌پاشی بور تأثیر معنی‌داری نداشت. محتوی نسبی آب برگ نیز تحت تاثیر اثرات متقابل تیمار آبیاری و عنصر بور قرار گرفت بالاترین میزان محتوی نسبی آب برگ از تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی عنصر بور با غلظت یک درصد با ۹۴ درصد و کم‌ترین مقدار را تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی و محلول‌پاشی با آب خالص با ۵۶ درصد به‌دست آورد.

واژگان کلیدی: گندم، قطع آبیاری، محلول‌پاشی بور، عملکرد دانه، پرولین، کلروفیل.

مقدمه

خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید و باعث تغییر عوامل فیزیکی و محیطی در گیاه شده تولید را کاهش می‌دهد. به‌طور عام می‌توان دوره‌ای که به‌واسطه عدم بارندگی، میزان رطوبت خاک به کم‌تر از میانگین می‌رسد و گیاهان نیز به‌دلیل کم آبی خسارت می‌بینند، خشکی نامید (Denis and Pereira, 2003). خشکی زمانی رخ می‌دهد که پتانسیل آب به اندازه‌ای منفی گردد که امکان دسترسی به آب در زیر سطح بهینه برای رشد و نمو گیاه برسد. در مقیاس جهانی این امر دلیل عمده‌ای برای محدودیت تولید در سیستم‌های کشاورزی و تولید غذا می‌باشد. از بین عوامل محیطی تنش زا خشکی دومین عامل اصلی کاهش عملکرد بعد از عوامل بیماری‌زا می‌باشد. ادمیدز و همکاران (Edmeades *et al.*, 1994) کمبود آب را از مهم‌ترین مشکلات برای تولید موفق محصولات عنوان داشتند. سالانه حدود ۱۷ درصد از عملکرد جهانی به دلیل خشکی نابود می‌شود. در دسترس بودن آب، یکی از مهم‌ترین عواملی است که محدوده‌ٔ جغرافیایی و میزان تولید گیاهان را مشخص می‌کند (Bartles and Villabo, 2002). تنش خشکی در گیاه می‌تواند به‌علت تلفات بیش از حد آب، کاهش جذب آب و یا هر دو باشد در شرایط خشکی، تعدادی از برگ‌ها پژمرده شده، قطر ساقه به کندی رشد می‌کند، تعداد روزنه‌ها در واحد سطح افزایش یافته (Bohnert and Shen,1999)، فضاهای بین سلولی کوچک‌تر شده و بافت‌های مکانیکی قوی‌تر می‌گردند. تأثیرگذاری خشکی در طول دوره زندگی گیاه نیز متفاوت است، یکی از معمول‌ترین واکنش‌هایی که گیاهان در برابر تنش‌های محیطی به‌خصوص تغییرات اسمزی محیط (در اثر خشکی و شوری) از خود بروز می‌دهند، پدیده‌ای موسوم به تنظیم اسمزی یا تعدیل اسمزی است (حسنی و حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۲). که شدت تنظیم اسمزی به ژنوتیپ، مقدار کاهش پتانسیل آب برگ (Chandra *et al.*, 1998)، سرعت و میزان توسعه تنش، به نوع و سن اندام بستگی دارد (Bajji *et al.*, 2004) به‌مواد تولید شده (متابولیت‌ها) در این شرایط که هیچ‌گونه تداخل و تعارضی با واکنش‌های عادی بیوشیمیایی توده‌های زنده ندارند، متابولیت‌های سازگاری اطلاق می‌گردد(حسنی وحیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۲). در بین ترکیب‌های حل شده سازگار، پرولین احتمالاً رایج‌ترین و گسترده‌ترین اسمولیت توزیع یافته است، علاوه بر پرولین، ترکیب‌های مشابه مانند بتائین ،کولین بتائین آلدهید، تری اتیل بوتارات، دی اتیل گلیسیرین نیز در گیاه به‌وجود می‌آید (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۷۹) هنگامی که گیاهان تحت تاثیر شرایط خشکی، شوری، دمای پایین، قرار می‌گیرد، مقدار پرولین آزاد آنها افزایش می‌یابد(حسنی وحیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۲). انباشت پرولین به‌عنوان شاخصی از تحمّل به خشکی محسوب می‌گردد (عبادی خزینه قدیم، ۱۳۷۸) که در پایداری ساختمانی پروتئین‌ها و تصفیه رادیکال‌های آزاد به‌همراه آنیون‌ها , قندها و اسیدهای آمینه دیگر نقش مهمی ایفای می‌کند (Bohnert and Shen, 1999).

دانشمندان وضعیت آب بافت‌های گیاه گندم را در شرایط تنش خشکی و شوری پی در پی مورد مطالعه قراردادند. پتانسیل آب، میزان آب نسبی و پتانسیل اسمزی برگ‌ها تحت اثر شوری و خشکی کاهش یافت. در اثرکمبود آب برگ، میزان کلروفیل و تبادل روزنه‌ای کاهش یافت و باعث کاهش میزان فتوسنتز گردید، با کاهش پتانسیل آب، هم‌زمان میزان پرولین در برگ‌های گندم افزایش پیداکرد (نوشاد و بهرامی، ۱۳۸۵). علاوه بر نقش تنظیم اسمزی پرولین، این ماده به‌عنوان یک محافظ در برابر تنش عمل می‌کند به این ترتیب به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم با ماکرومولکول‌ها اثر متقابل داشته و از این طریق به‌حفظ شکل و ساختار طبیعی آنها تحت شرایط تنش کمک می‌کند (Kuznetsov and Shevyakova, 1999). عبادی خزینه قدیم و حیدری شریف‌آباد (۱۳۸۰) معتقدند که گیاهانی که در شرایط خشکی قرار می‌گیرند تغییراتی در اسمز و پتانسیل آب خود به‌وجود می‌آورند خشکی باعث تجمع پرولین و بتائین و قندها و مواد فعال اسمزی در گیاهان می‌گردد این مواد باعث افزایش تاثیر

منفی پتانسیل اسمز شده و باعث می‌شوند که گیاه با خشکی سازگارگردد. میزان کلروفیل در گیاهان یکی از عوامل مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است بین میزان فتوسنتز و عملکرد همبستگی مثبتی وجود دارد که نشان‌دهنده اهمیت حفظ میزان مطلوب این رنگیزه برای تولید عملکرد بالا است (Jiang and Huang, 2001). محتوی نسبی آب عبارت است از نسبت میزان آب گیاه در شرایط تنش، به‌میزان آب گیاه در حال آماس کامل. در تنش‌های رطوبتی یکی از اولین بخش‌های گیاهی که آسیب می‌بیند غشای پلاسمایی است. محققان گزارش کردند که با اعمال تنش در مراحل انتهایی رشد، گیاهان خیلی سریع پژمرده می‌شوند اگر قطع آبیاری قبل از مرحله گل‌دهی رخ دهد گیاهان این توانایی را دارند که با مرتفع شدن تنش پتانسیل آب برگ، خود را به سطح قبل از تنش برسانند ولی در صورتی که تنش بعد از گل‌دهی رخ دهد این ترمیم کامل نمی‌شود و پتانسیل آب آن‌ها به‌طور کامل بازیافت نمی‌شود (Manette *et al*.,1988). هرگاه تنش آبیاری در هر یک از مراحل ساقه رفتن و یا ظهور سنبله ایجاد گردد، کاهش عملکرد نهایی محصول، نسبت به عملکرد حاصل از شرایط عدم تنش و یا یک نوبت تنش در مرحله شیری شدن معنی‌دار می‌شود. علاوه بر این، ایجاد تنش آبیاری در مرحله ساقه‌رفتن موجب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله و تنش آبیاری در مرحله شیری شدن دانه، کاهش وزن هزار دانه می‌گردد (صارمی، ۱۳۸۱). از میان عناصر کم مصرف، بور دارای بیش‌ترین اهمیت در فرآیند تشکیل اندام زایشی است. بور در عمل لقاح بر قابلیت زنده بودن دانه گرده، جوانه‌زنی و رشد لوله‌ی گرده تأثیر دارد، قدرت جابجائی و انتقال بور در گیاه نسبتاً کم است و در نتیجه غلظت آن در قسمت پائین گیاه بیش از قسمت‌های بالایی آن است. انتقال بخش اعظم بور از طریق آوندهای چوبی انجام می‌گیرد. پیدایش نشانه‌های کمبود بور در بافت‌های جوان به‌علت وابستگی انتقال آن به جریان شیره خام است(ملکوتی و متشرع‌زاده، ۱۳۸۷). بور بیش‌تر در بساک و کلاله و تخمدان متمرکز می‌شود و این تراکم گاهی به دو برابر غلظت آن در ساقه می‌رسد. بور بر مقدار DNA و همچنین بر سنتز آن تاثیر دارد. مقدار RNA نیز در شرایط کمبود بور کاهش می‌یابد. در گیاهان دارای کمبود بور دیواره‌های سلولی به‌شدت تغییر یافته و ضخامت و مقدار عناصر آن نسبت به وزن خشک کل در بافت‌های دارای کمبود افزایش می‌یابد. قابلیت جذب بور به‌عواملی چون بافت خاک، مینرالوژی رس‌ها، مواد آلی، درجه حرارت و مقدار رطوبت بستگی دارد. علاوه بر این، جذب بور توسط گیاه با pH و غلظت بور موجود در خاک رابطه نزدیکی دارد. غالباً با کاهش رطوبت در خاک، فراهمی بور گیاهی کاهش می‌یابد و علائم کمبود آن در گیاه مشخص‌تر می‌شود. در شرایط کمبود رطوبت و افزایش عمق خاک، میزان جذب بور توسط گیاه کاهش می‌یابد. زیرا انتشار بور کم می‌شود(ملکوتی و متشرع‌زاده، ۱۳۸۷). این تحقیق با هدف اثر بخشی عنصر بور بر عملکرد و روابط آبی گندم در شرایط تنش خشکی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عنصر بور و قطع آبیاری بر روابط آبی گندم (لاین جدید امیدبخش و متحمل به‌خشکی WS82- 9) به صورت کرت خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین انجام گرفت. عامل اصلی شامل سه تیمار آبیاری: ۱- آبیاری معمول (A_1) ۲ - قطع آبیاری در ۵۰٪ ساقه‌دهی (A_2) ۳ - قطع آبیاری در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی (A_3) و عامل فرعی شامل تیمار محلول‌پاشی با بور در سه سطح شامل: ۱- محلول‌پاشی با آب خالص (B_1) ۲- محلول‌پاشی عنصر بور با غلظت ۰/۵ درصد(B_2) ۳- محلول‌پاشی عنصر بور با غلظت یک درصد (B_3) می‌باشد. رقم گندم مورد بررسی در این آزمایش لاین جدید امیدبخش و متحمل به خشکی WS-82-9 است محلول‌پاشی با بور در مرحله ابتدای ساقه‌دهی انجام گرفت.

عملیات تهیه زمین در نیمه دوم مهر ماه انجام شد. توصیه کود بر اساس نتایج آزمایشات بود.۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم

در هکتار پتاس و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره که کود فسفر و پتاس و نیمی از اوره در هنگام کاشت و مابقی به‌صورت سرک در زمان رشد سریع استفاده شد. هر کرت فرعی شامل چهار پشته با عرض ۶۰ سانتی‌متر و به‌طول شش متر و بین هر دو کرت فرعی یک خط نکاشت فاصله بود. همچنین دو متر فاصله بین هر دو کرت اصلی(دو سطح آبیاری) برای جلوگیری از نشت آب وجود داشت. در زمان برداشت دو پشته وسطی پس از حذف نیم متر از بالا و پایین هر کرت (دو خط میانی) مساحت برداشت جهت تعیین عملکرد دانه و ماده خشک معادل شش متر مربع بود. جهت عملکرد دانه، عملکرد کل توسط دستگاه خرمنکوب غلات کوبیده شد و عملکرد دانه هر کرت توزین و به کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری کلروفیل از هر تیمار، ۳۰ نمونه گرفته‌شد و نمونه‌گیری در زمان سبزشدن برگ‌ها بود. بدین منظور از نمونه برگ‌های کاملاً جوان و رسیده که از ارتفاع و گره خاصی از گیاه (گره سوم از پایین) تهیه شدند، برای اندازه‌گیری کلروفیل از دستگاه قابل حمل Minolta استفاده گردید و پس از میانگین‌گیری، میزان کلروفیل برای هر تیمار مشخص گردید. برای اندازه‌گیری پایداری غشای سیتوپلاسمی پس از اعمال هر مرحله تنش با تهیه دیسک‌ت از برگ از هر تیمار و قراردادن آن در آب مقطر به‌مدت هشت ساعت و در نهایت اندازه‌گیری Ec محلول به جا مانده پایداری غشای سلول اندازه‌گیری شد. برای تعیین محتوی نسبی آب برگ، در مراحل آبیاری کامل، نقطه پژمردگی موقت و نقطه پژمردگی کامل، تعداد سه برگ از بالاترین برگ‌های هر بوته در ساعت ۱۲/۳۰ روز جدا گردید و از این برگ‌ها، دیسک دایره‌ای شکل هم اندازه جدا شد و با ترازوی دقیق(هزارم گرم) توزین گشت (وزن تر). سپس نمونه‌ها در آب مقطر قرار گرفت تا به‌طور کامل آماس نمودند. در تمام این مدت ظرف‌ها سربسته و در دمای ثابت قرارداشت. پس از خروج از آب مقطر، سطح نمونه‌ها خشک شد و توزین شدند (وزن آماس). نمونه‌ها در داخل ظروف آلومینیومی به‌مدت هشت ساعت در آون (خشک‌کن) با دمای ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا وزن خشک آنها به‌دست آمد. در انتها با کمک فرمول زیر محتوی نسبی آب برگ (RWC) اندازه‌گیری شد.

RWC=FW-DW/TW – DW*100

TW: وزن آماس، DW: وزن خشک،FW: وزن تازه

در پایان پس از برداشت، داده‌های آزمایشی، توسط برنامه آماری با رایانه مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت، تجزیه واریانس با نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین با آزمون دانکن انجام گرفت و نمودار با کمک نرم افزار Excel رسم شدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه، پرولین، کلروفیل، محتوی نسبی آب، پایداری غشای سلولی

Table 1. Analysis of variance of seed yield, prolin, chlorophyll, relative water content, Stability of cell membranes

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی	پایداری غشای سلولی	محتوی نسبی آب برگ	میزان کلروفیل برگ	میزان پرولین برگ	عملکرد دانه
		df	EC	RWC	Leaf chlorophyll	Prolin	Seed yield
Block	بلوک	2	0.002 ^{ns}	13.25 ^{ns}	0.045 ^{ns}	0.00045 ^{ns}	25853.62 ^{ns}
Irrigation (A)	آبیاری	2	0.049**	29.98*	0.125*	0.0022 *	349756.71**
Error (a)	خطای A	4	0.0081	6.66	0.089	0.00011	7584.2
Spraying (B)	محلول‌پاشی	2	0.0094 ^{ns}	21.22*	0. 099 ^{ns}	0.0185 ^{ns}	207089.20**
Irrigation*Spraying	آبیاری* کود بور	4	0.0991*	142.42**	0.108*	0.0204**	423907.88**
Error (b)	خطای B	12	0.0039	7.79	0.029	0.0007	3849.6
CV(%)	ضریب تغییرات(٪)		8.25	7.25	9.98	7.22	16.81

ns اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. * و ** به ترتیب اختلاف در سطح پنج و یک درصد

ns * and ** : Non significant, significant at the 5 and 1% Levels of probability respectively

نتایج و بحث

میزان پرولین

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که اثرات ساده تیمار آبیاری و اثرات متقابل آبیاری و محلول‌پاشی بور بر میزان پرولین تاثیرگذار بودند و اختلافات به وجود آمده از نظر آماری در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار شد اما محلول‌پاشی بور تاثیر چندانی بر میزان پرولین نداشت و هر سه تیمار در یک کلاس آماری جای گرفتند(جدول یک). اثرات متقابل عوامل دوگانه نشان داد که میزان پرولین از ۱/۰۱ میکروگرم بر گرم در تیمار قطع آبیاری در ۵۰ درصد گل‌دهی و محلول‌پاشی بور با غلظت یک درصد (A_3B_3) به ۰/۸۰۳ میکروگرم بر گرم در تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی با آب خالص (A_1B_1) کاهش یافت (جدول دو). بین تحمل به‌میزان خشکی با تجمع مواد موثر در فرآیند اسمز مثل پرولین، کاروتن و پروکسیداز رابطه وجود دارد. این ترکیبات به برگ‌ها توانایی می‌دهند تا در هنگام کاهش پتانسیل آب، فشار تورگر را حفظ نمایند مهرابی و احسان‌زاده (۱۳۸۹) با تحقیق بر اثر قطع آبیاری بر پرولین در کنجد دریافتند که محدودیت رطوبت منجر به افزایش ۵۹ درصدی پرولین در برگ گردید. میزان پرولین برگ بیش از این که معیاری از مقاومت به خشکی باشد، معیاری از شدت تنش است. سازوکار دقیق کنترل انباشت پرولین مربوط به نقشی است که پرولین انباشته شده در گیاه تحت تنش آبی ایفا می‌کند (Aspinal and Paleg, 1994). انباشت پرولین واکنش سریعی نسبت به تغییرات وضعیت آبی گیاه است. در تجمع و سوخت و ساز بعدی پرولین که ناشی از تغییر در وضعیت آب سلول است، ممکن است یک یا چند عامل دخالت داشته باشند، تنظیم کننده‌های رشد ممکن است نقش واسطه‌ای در انباشت و سوخت و ساز پرولین به‌عهده داشته باشند. وجود پرولین و افزایش غلظت آن در شرایط خشکی، در گیاهان مختلف مانند گندم، جو، سورگوم، گوجه فرنگی، آفتابگردان، فلفل، چغندرقند و سیب زمینی گزارش شد. سپهری (۱۳۸۴) با اعمال تنش رطوبتی به‌طور موقت در مرحله رویشی (ساقه‌دهی) در همدان و بررسی صفات فیزیولوژیک مورد بررسی بیان نمود که بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تجمع مقدار پرولین برگ تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت تنش آب به‌طور متوسط سبب افزایش ۳/۳۳ میکرومول بر گرم پرولین بر اساس وزن تر برگ شد. و ژنوتیپ MV17 با دارا بودن بیش‌ترین میزان پرولین برگ بالاترین عملکرد را به‌دست آورد، زیرا کاهش تعداد دانه در سنبله معنی‌دار نبود. راجا گوپال و همکاران (Raja Gupal and DAS, 2003) تحت شرایط تنش افزایشی قابل توجهی را در میزان پرولین گندم مشاهده کرد و پیشنهاد نمودند که تجمع پرولین می‌تواند یک سازوکار سریع برای حفظ تورژسانس سلول‌ها و بافت‌ها در پاسخ به تنش باشد. بگی و همکاران (Bajji *et al*., 2004) نیز افزایش غلظت پرولین را در اثر کمبود آب در سه ژنوتیپ گندم دروم گزارش کردند. پتال و ورا (Patel and Vora, 1995) نیز معنی‌دار بودن افزایش پرولین تحت خشکی بر گیاه کلزا را گزارش نمودندو بیان داشتند که ژنوتیپ‌های متحمّل‌تر کلزا، دارای مقادیر بیش‌تر پرولین، نسبت به ژنوتیپ‌های حساس می‌باشند، بعد از رفع خشکی در این گیاهان، غلظت پرولین به‌سرعت کاهش یافت. عبادی خزینه قدیم و حیدری شریف‌آباد (۱۳۸۰) معتقدند که گیاهانی که در شرایط خشکی قرار می‌گیرند تغییراتی در اسمز و پتانسیل آب خود بوجود می‌آورند. قطع آبیاری باعث تجمع پرولین و بتائین و قندها و مواد فعال اسمزی در گیاهان گردید این مواد افزایش تاثیر منفی پتانسیل اسمز را افزایش داد و گیاه با خشکی سازگار گردید. در این پژوهش قطع آبیاری، محلول‌پاشی بور باعث افزایش ساخت پروتئین‌ها و سوخت و ساز قند و مواد هیدروکربن‌دار شده و گیاه به‌منظور تحمل تنش کم آبیاری، میزان پرولین خود را افزایش داد.

جدول ۲– مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل آبیاری و محلول‌پاشی بور بر عملکرد دانه، پرولین، کلروفیل، محتوی نسبی آب، پایداری غشای سلولی

Table 2. Mean comparison of main effects and interactions of Irrigation and B spraying of seed yield, prolin, chlorophyll, relative water content, Stability of cell membranes

تیمار Treatment		کلروفیل برگ chlorophyll (mg.g)	پایداری غشای سلولی EC (mmos.cm)	عملکرد دانه Seed yeild (Kg.ha)	محتوای نسبی آب برگ RWC (%)	پرولین برگ Proline (µg.g)
(A_1)	آبیاری معمول	50.68 ^{a}	687.10 ^{c}	4747.7 a	88.6 ^{a}	0.815 ^{b}
(A_2)	قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ساقه دهی	38.04 ^{b}	915.70 ^{a}	4011.6 ^{b}	64. 0 ^{b}	0.956 ^{a}
(A_3)	قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی	48.23 ^{a}	861.06 ^{b}	3305.5 ^{c}	63.3 ^{b}	0.983 ^{a}
(B_1)	محلول پاشی با آب خالص	44.1 ^{a}	865.00 ^{a}	3197.7 ^{c}	65.3 ^{b}	0.902 ^{a}
(B_2)	محلول پاشی با بور ۰/۵٪	45.9 ^{a}	818.40 ^{a}	4170.3 ^{b}	72.6 ^{ab}	0.922 ^{a}
(B_3)	محلول پاشی با بور ۱ ٪	46.9 ^{a}	780.40 ^{a}	4696.9 ^{a}	77.0 ^{a}	0.938 ^{a}
(A_1B_1)	آبیاری معمول ×آب خالص	49.94 ^{a}	714.00 ^{e}	3627.5 ^{cd}	83.0 ^{b}	0.803 ^{b}
(A_1B_2)	آبیاری معمول × بور ۰/۵٪	50.48 ^{a}	683.20 ^{ef}	4983.3 ^{b}	89.0 ^{ab}	0.815 ^{b}
(A_1B_3)	آبیاری معمول × بور ۱٪	51.62 ^{a}	664.10 ^{f}	5632.5 ^{a}	94.0 ^{a}	0.826 ^{b}
(A_2B_1)	قطع آبیاری در ساقه دهی ×آب خالص	35.46 ^{b}	966.00 ^{a}	3374.2 ^{d}	56.0 ^{d}	0.947 ^{ab}
(A_2B_2)	قطع آبیاری در ساقه دهی × بور ۰/۵٪	38.71 ^{b}	907.00 ^{b}	4095.6 ^{c}	65.0 ^{c}	0.968 ^{a}
(A_2B_3)	قطع آبیاری در ساقه دهی × بور ۱٪	39.97 ^{b}	874.10 ^{bc}	4565.1 ^{bc}	68.0 ^{c}	0.979 ^{a}
(A_3B_1)	قطع آبیاری در گلدهی× آب خالص	46.9 ^{a}	915.00 ^{b}	2591.4 ^{e}	57.0 ^{d}	0.956 ^{ab}
(A_3B_2)	قطع آبیاری در گلدهی × بور ۰/۵٪	48.6 ^{a}	865.00 ^{c}	3432.1 ^{d}	64.0 ^{cd}	0.982 ^{a}
(A_3B_3)	قطع آبیاری در گلدهی × بور ۱٪	49.2 ^{a}	803.20 ^{d}	3893.2 ^{cd}	69.0 ^{c}	1.01 ^{a}

میانگین‌های مندرج در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter in each column have not statistically significant difference

عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثرات ساده و متقابل تیمار آبیاری و محلول‌پاشی بور بر عملکرد دانه معنی‌دار شد و اختلاف به‌وجود آمده از نظر آماری درسطح یک درصد معنی‌دار بود(جدول یک). بالاترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی بور با غلظت یک درصد (A_1B_3) با ۵۶۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و محلول‌پاشی آب خالص (A_3B_1) با ۲۵۹۱/۴ کیلوگرم در هکتار(جدول دو)، افزایشی معادل ۵۴ درصدی نشان داد که نشانگر اهمیت بور در احیای نیتروژن و فسفر در شرایط قطع آبیاری بر گیاه و نقش آن در افزایش میزان عملکرد دانه است. در شرایط آبی، میزان بیوماس، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه دارند و در شرایط بروز تنش کمبود آب، طول ریشک، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه، بیوماس و

شاخص برداشت همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه دارند. هرچه تعداد دانه در سنبله بیش‌تر باشد، عملکرد نیز افزایش می‌یابد. تعداد دانه در سنبله علاوه بر خصوصیت ذاتی ژنوتیپ، به عوامل مختلفی از جمله زمان تلقیح مناسب؛ میزان آب مصرفی و عناصر غذایی بستگی دارد. وقوع قطع آبیاری در دوره پر شدن دانه، وزن نهایی دانه و در نهایت وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد (Ghosh *et al*., 2004). از طرفی تنش منجر به کاهش تعداد دانه در سنبله گردید، بدین ترتیب کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله باعث کاهش عملکرد دانه در زمان بروز تنش گردید.

آبدین و همکاران (Abdiun *et al*., 1994) در بررسی اثر محلول‌پاشی ارقام گندم با عنصر بور گزارش کردند که میانگین عملکرد دانه ارقام در تیمار محلول‌پاشی با بور به میزان ۳۱/۶ درصد در مقایسه با تیمار عدم کاربرد این عنصر افزایش داشت. علاوه بر شدت تنش، زمان بروز تنش بسیار مهم است. طبق نتایج محققان، تنش وارده در مرحله رشد زایشی تا ۵۰ درصد عملکرد دانه را کاهش داد اما تنش وارده در مرحله رشد رویشی تنها باعث تقلیل ۳۰ درصدی محصول گردید. به اعتقاد محققان، قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی و قبل از گرده‌افشانی، اگرچه اثر کم‌تری بر عملکرد نهایی نسبت به قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه داشته؛ ولی از این منظر که بر گسترش برگ و توسعه ساقه تاثیرگذاشته و میزان تجمع مواد را تغییر می‌دهد، از اهمیت خاصی برخوردار است (Nelson, 2003). محققان اعلان داشتند که افزایش کاربرد میزان نیتروژن و بور در شرایط آبیاری مطلوب و تنش ملایم، عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. هر چند افزایش دوره آبیاری باعث کاهش عملکرد گردید ولی با مصرف این عناصر جبران شد (مجدم و همکاران، ۱۳۸۵)، بررسی‌های مشابه نقش بور را در افزایش تحمل به تنش کم آبی در گیاه روشن می‌سازد، این عنصر با سوخت و ساز قند و مواد هیدروکربن‌دار و انتقال آنها و تنظیم مقدار آب برگ و هدایت آن در سلول، ساخت پروتئین، رشد ریشه و واکنش‌های هورمونی(بای بوردی و همکاران، ۱۳۷۹) در تولید علایم یا اخطارهای محیطی در گیاهان در پاسخ به بروز قطع آبیاری دخالت دارد (نصری، ۱۳۸۳).

پایداری غشای سلولی

نتایج نشان داد اثرات ساده تیمار آبیاری و اثرات متقابل تیمار آبیاری و محلول‌پاشی بور بر پایداری غشای سلولی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثرات ساده تیمار محلول‌پاشی بور بر پایداری غشای سلولی معنی‌دار نشد و همه تیمارها در یک کلاس آماری جای گرفتند (جدول یک). اثرات متقابل عوامل دو گانه قطع آبیاری و محلول‌پاشی بور باعث تغییرات ۳۱/۲۵ درصدی، پایداری غشای سلولی شد؛ بالاترین میزان پایداری غشای سلولی از تیمار قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ساقه‌دهی و محلول‌پاشی آب خالص با ۹۶۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر به‌دست آمد و کم‌ترین میزان پایداری غشای سلول را تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی بور با غلظت یک درصد با ۶۶۴/۱ میلی‌موس بر سانتی‌متر به‌دست آورد (جدول دو). پایداری غشای به‌عنوان ابزاری در جهت اندازه‌گیری میزان تحمل در برابر تنش‌های محیطی و از جمله خشکی مطرح می‌باشد. محققان دریافتند درصورت تغذیه گیاهچه‌های علف نیزار با کود نیتروژنه، پتانسیل اسمزی برگ منفی‌تر خواهد شد به‌عبارت دیگر، با افزایش مقدار مصرف نیتروژن تا حد بهینه، می‌توان به افزایش محتوی رطوبت برگ امیدوار بود (Saneoka *et al*., 2004). بلوم و ابرکن (Blum and Ebercon, 1981) دریافتند، گندم‌هایی که در معرض تنش خشکی (عدم آبیاری) قرار داشتند، دارای دیواره‌های سلولی مقاوم‌تری بودند. بور نقش متابولیکی در کنترل واکنش‌های بیوشیمیائی و ساختمان دیواره سلول‌های گیاهی و حفظ غشای سلولی دارد. سانوکا و همکاران (Saneoka *et al*., 2004) بیان نمودند در صورت تغذیه گیاهچه‌های علف نیزار با کود نیتروژنه، تنش خشکی باعث افزایش پایداری غشای سلول در مقایسه با حالت عدم تنش می‌شود، ولی چنانچه از کود نیتروژن‌دار استفاده نشود، اعمال تنش خشکی باعث کاهش پایداری دیواره سلولی می‌گردد. نتایج این

پژوهش نشان داد که هر چه دیواره غشای در برابر تراوشات مقاومت بیش‌تری داشته باشد، پایداری آن بیش‌تر است و تحمل آن‌ها در برابر تنش‌های محیطی بالاتر است. بوته‌های گندم در تیمار آبیاری معمول با کاربرد بور توانستند دیواره محکم‌تری داشته باشند و در برابر تراوشات سلولی نسبت به خارج مقاومت نشان دهند ولی تیمار قطع آبیاری و عدم کاربرد بور باعث حساس شدن سلول در برابر تنش‌های محیطی از جمله قطع آبیاری گردید که به‌دلیل ناپایداری غشای سلولی دارای تراوشات بالاتری از درون سلول به خارج بودند که نشانگر عدم تحمل آنها نسبت به شرایط محیطی است .

محتوی نسبی آب برگ

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد اثرات ساده آبیاری و محلول‌پاشی بور و بر محتوی نسبی آب برگ تاثیرگذار بود و اختلافات به وجود آمده در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول یک)، همچنین اثرات متقابل عوامل دوگانه تیمار محلول‌پاشی بور و آبیاری در سطح یک درصد بر میزان محتوی نسبی آب برگ معنی‌دار شد (جدول یک). بالاترین میزان محتوی نسبی آب برگ از تیمار A_1B_3 با ۹۴ درصد و کم‌ترین مقدار را تیمار A_2B_1 با ۵۶ درصد به‌دست آمد (جدول دو). در گندم و جو تحت شرایط تنش خشکی، بین هدایت روزنه‌ای با پتانسیل آب برگ، پتانسیل آماس، پتانسیل آبی آوند چوبی و محتوی نسبی آب برگ رابطه خطی وجود دارد (Bennett, 1993). محتوی نسبی آب در گیاه بالاتر از خاک هست و تغییرات جزیی آب در گیاه می‌تواند، تمامی واکنش‌های سوخت و ساز را تحت تاثیر قرار دهد. کمبود آب در بستن روزنه‌ها موثر است (Fernandez and Castello, 1999) آماس غشای سلول‌های محافظ روزنه‌ها، بستگی به مقدار آب دارد و این عکس‌العمل در مقدار گاز کربنیک جذب شده از طریق برگ، موثر است و فتوسنتز را به‌طور مستقیم کنترل می‌نماید. در نتیجه نقش بسیار مهمی در تولید دارد. قطع آبیاری باعث می‌شود محتوی نسبی آب برگ و پتانسیل اسمزی سلول‌های برگ کاهش یابد در نتیجه آماس سلول و سپس تعرق و رشد در شرایط کاهش پتانسیل آب خاک کاهش یابد (Kumar *et al.*, 1999). همچنین همبستگی مثبت بین کاهش رطوبت خاک و محتوای نسبی آب برگ مشاهده شد (منصوری‌فر و مدرس ثانوی، ۱۳۸۵). یافته‌های نتایج اثرات تنش خشکی بر گیاه گندم نشان داد که تحت تأثیر تنش خشکی میزان بور به شدت تنزل داشت و میزان (RWC)، کاهش چشم‌گیری یافت و بالعکس بر میزان پرولین افزوده شد (Mandel and Dai, 1998). داده‌های حاصل از این آزمایش نشانگر افزایش محتوی رطوبت برگ با مصرف بور می‌باشد، بور با اثر مثبتی که بر کارآئی فسفر دارد باعث استحکام دیواره سلولی و مانع از دست‌رفتن آب برگ شد هر چند کم آبی باعث کاهش محتوی نسبی آب برگ گشت ولی مصرف بور با توجه به نقش آن در افزایش کارآئی مصرف آب و فسفر و نیتروژن و نقش آن در افزایش فرآیند واکنش‌های هورمونی در شرایط قطع آبیاری مانع از کاهش چشم‌گیر محتوی نسبی آب برگ گردید.

میزان کلروفیل برگ

اثرات ساده تیمار آبیاری و تاثیرات متقابل تیمارهای آبیاری و بور بر میزان کلروفیل برگ در سطح پنج درصد بود و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری معنی‌دار شد. اما محلول‌پاشی بور بر میزان کلروفیل برگ تاثیر چندانی نداشت و همگی در یک کلاس آماری جای گرفتند (جدول یک). اثرات متقابل عوامل مورد آزمایش نشان داد که میزان کلروفیل برگ از ۵۱/۶۲ میلی‌گرم در گرم برگ تازه در تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی یک درصدی بور به ۳۵/۴۶ میلی‌گرم در گرم برگ تازه در تیمار قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ساقه‌دهی و محلول‌پاشی با آب خالص رسید (جدول دو).

نوشاد و بهرامی (۱۳۸۵) معتقدند که تحت شرایط کمبود بور، از کارآئی نیتروژن نیز کاسته شد این امر باعث کاهش کلروفیل برگ به ۴۹ میلی‌گرم در گرم برگ تازه گشت، در تنش‌های طولانی مدت، دهیدراسیون بافت‌ها منجر به افزایش فرآیند اکسیداتیو شده که باعث زوال ساختار کلروپلاست و

کاهش کلروفیل و در نهایت کاهش فعالیت فتوسنتزی می‌شود. بنابراین در طی بروز تنش ملایم به دلیل وجود سلول‌های بیش‌تر در واحد وزن برگ، میزان کلروفیل نیز افزایش می‌یابد (Nonami *et al*., 1997). ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌های خالص گندم زمستانه در مراحل جوانه‌زنی نشان داد که تنش کم آبی باعث کاهش کلروفیل برگ می‌شود. به نظرمی‌رسد افزایش مقدار کلروفیل در اثر تنش ملایم در اثر افزایش وزن مخصوص برگ باشد، وقوع تنش سطح برگ را کاهش داده که ناشی از کاهش اندازه سلول است. تغییرات به غلظت کلروفیل یک واکنش کوتاه مدت به تنش و معیاری از توان حفظ قدرت منبع در شرایط قطع آبیاری می‌باشد؛ مشاهده شد محتوای کلروفیل برگ یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک است (Ghosh *et al*., 2004). تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار کلروفیل در مراحل سنبله رفتن و ۲۰ روز پس از گل‌دهی در گندم شد (Ahmadi and Ceiocemardeh, 2004) در تنش‌های شدید با وجود افزایش وزن مخصوص برگ، تخریب کلروفیل نیز افزایش می‌یابد (Larson, 1998) که به تلفات کلروفیل منجر می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج نشان داد که با ایجاد شرایط قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی سریع، میزان کلروفیل کاهش یافت ولی با استفاده از محلول‌پاشی بور به علت افزایش کارآئی نیتروژن در شرایط کم آبی، گندم توانست مانع کاهش شدید میزان کلروفیل برگ‌هایش گردد.

منابع References

بای بوردی، ا.، ملکوتی، م.ج. و رضایی، ح. ۱۳۷۹. اثر بخشی روش‌های مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی ، بور و منگنز بر عملکرد دانه گندم در میانه. مجله خاک و آب. جلد ۱۲. شماره ۱۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب .

حسنی ، ع .و حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۲. تنظیم اسمزی و نقش بیولوژیک پرولین تحت شرایط تنش خشکی. روش‌های کاهش خشکی و خشکسالی. تهران.

حیدری شریف‌آباد، ح .۱۳۷۹. گیاه خشکی و خشکسالی. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت آموزش و تحقیقات. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع . شماره انتشار ۲۵۰- ۱۳۷۹.

رمضان‌پور، م.ر. و دستفال، م. ۱۳۸۳. بررسی تحمل ارقام گندم نان و دوروم به تنش به خشکی. هشتمین دوره کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص ۲۴۲.

سپهری، ع. ۱۳۸۴. تاثیر تنش کم‌آبی بر صفات فیزیولوژیک مرتبط با خشکی در ژنوتیپ‌های گندم. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات– دانشگاه تهران. ص ۵۲۸.

صارمی، م. ۱۳۸۱. کارآیی مصرف کود نیتروژن تحت تاثیر تنش آبیاری در زراعت گندم فلات. مجله پژوهش کشاورزی. سال ۱۳۸۱.ج ۱۴، ش۲.

عبادی خزینه قدیم، ع. ۱۳۷۸. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک افزایش عملکرد در یونجه‌های دیم. پایان نامه دکتری. دانشگاه تربیت مدرس تهران.

عبادی خزینه قدیم، ع. و حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۰. تاثیر تنش کمبود آب در انباشت متابولیک‌های سازگاری در ارقام مختلف یونجه. پژوهش و سازندگی. شماره ۴۸ : ۶۴ تا ۶۷ .

مجدم. م.، نادری، ا .، نورمحمدی، ق.، سیادت، س.ع.، آینه بند، ا. و لک، ش. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر قطع آبیاری و مدیریت نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی خوزستان . نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران – دانشگاه نهران – پردیس ابوریحان. ص ۳۹۶ .

منصوری فر، س. و مدرس ثانوی، س.ع. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات کمی و کیفی ظهور باندهای پروتئینی در برگ ذرت در مرحله رویشی تحت شرایط تنش کمبود آب و نیتروژن. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران– دانشگاه نهران–پردیس ابوریحان. ص ۴۰۸.

ملکوتی، م.ج. و متشرع‌زاده، ب. ۱۳۷۸. نقش بور در افزایش کمی و بهبود کیفی تولیدات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، کرج

مهرابی، ز. و احسان‌زاده، پ. ۱۳۸۹. اثر قطع آبیاری بر کلروفیل، پرولین و عملکرد دانه چهار رقم کنجد در منطقه اصفهان. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات – ایران. دانشکده شهید بهشتی – پژوهشکده علوم محیطی. ص ۹۱.

نصری، م .۱۳۸۳. بررسی تاثیر متقابل عناصرغذایی و تنش خشکی بر جنبه‌های فیزیولوژیک لاین‌ها و ارقام کلزا. رساله دکتری رشته زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. تهران. ص ۲۰۰.

نوشاد، م. و بهرامی، ب. ۱۳۸۵. اثر کود شیمیایی نیتروژنه، کود آلی و تنش رطوبتی در نظام‌های مختلف کشاورزی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد، راندمان استفاده از آب و کیفیت و دمای کانوپی ذرت دانه‌ای. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران–دانشگاه نهران. پردیس ابوریحان. ص ۳۹۸-۳۹۷.

Aspinal, D., and Paleg, L.G. 1994. Proline accumulation: Physiological aspects . In the physiology and biochemistry of drought resistant in plants. Paleg, L.G and D. Aspinal (eds) .PP; 206-243.

Ahmadi, A., and Ceiocemardeh, A. 2004. Effect of drought stress on solublecarbohydrate,chlorophyll and Proline in four adopted wheat cultivars with various climate of Iran. Iranian J. Agric. Sci., 35: 753- 763.

Abdiun,N., Mujumdar, A., Hamid, A., and Hossain, M.M. 1994. Drought stress effects on seed yield, yield attributes, Growth, cell membrane stability and gas exchange of synthesized (*Brassica napus* L). Institute of post graduate, Studies in Agriculture Bangladesh. J. Agronomy 8 crop Science 180: 129-136.

Bennett, W.F. 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. Asp. press. New Delhi, India.

Bajji, M., Lutts, S., and Kinet, J.M. 2004. Water deficit effect on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat cultivars performing differently in arid condition. plant Science. 160: 669-681.

Baggi, E.J., Walker, K.C., Tomason, J. 2001. The effect of site and foliar sulfur on Wheat: comparison of sulfur responsive and no responsive season's . Python (Horn) (1992, publ.1993) 32 (3, special edition) 9-13 [En,12 ref., presented at the 2nd workshop on sulfur nutrition and sulfur assimilation in higher plants, held at Garnish- Partenkirchen, Germany, 21 – 25]. Scottish Agricultural College, Aberdeen AB9 1UD,UK.

Bartles, R.A., Villabo, E. 2002. Mulch and Fertilizer effect on soil Nutrient content, Water conservation. ASD plain papers, Number 16, 2002.

Bohnert, H.J., Hen, B.S. 1999. Transformation and compatible solutes. Scientia Horticulturae. 78:237-260.

Blum, B., and Ebercon, A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. J. Crop. Sci., 21: 43- 47.

Chandra ,G.S., Saneoka, H., Kanaya, M., and ogata, S. 1998. Response of relative growth rate, water relations and soluble accumulation increasing water deficits in maze. Journal of Plant Physiol. 135:257-260.

Denis, W.J., and Pereira, J.S. 2003. Plants growth and water use efficiency. In Crop Photosynthesis: Spatial and Temporal Determinants, edited by.N.R. Baker and H. Thomas. pp. 213-234.Amsterdam: E1sevier.

Edmeades, G.O., Chafman, S.C., Bolonas, J. Banziger, M., and Lafitte, H.R. 1994. Recent Evaluation of progress in selection for drought tolerance in tropical maize fourth Eastern and southern African Regional maize conf. Her are. Zimbabwe.

Fernandez, G.C., Castello, J. 1999. Effective Selection Criteria for assessing plant stress tolerance. In: C.G. Kuo. Adaptation of food crops to temperature and water stress. Preceding of an International symposium 13-18 August 1992. Taiwan. Asian vegetable research and Development Center. Taiwan. Pp. 257-270.

Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A. K., and Hati, K.M. 2004.Comprative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi- arid tropics. Π. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bioresource Technology. 95: 85- 93.

Jiang, Y., Huang, N. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turf grasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxides. *Crop Sci*, 41, 436-442.

Kuznetsov, V.I.V., and Shevyakova, N.I. 1999. prolin under stress: Biological role metabolism, and regulation. Russian Journal of plant physiology. 46: 274-287.

Kumar, A., and Elston, J., and Yadav, S.K. 1999. Effect of water deficit and differences in tissue water status on leaf conductance of Brassica speciies. Crop Res (Hisar). 6(3):350-356.

Larcher, W. 1995. Physiological plant ecology. Berlin. Springer verlag. Quality. J. Plant nutr. 4: 89 – 109.

Larson, D.W. 1998. Effect of water and heat stress on carbon metabolism of plants with C3 and C4 photosynthesis. In" Stress physiology in crop plants (H. Mussel and R. C. Staples, Eds). pp. 303-26. Wiley. New York.

Mandel, R.K., and Dai, N.K. 1998. Effect of soil moisture on growth attributes, root characters and yield of mustard (*Brassica Juncea* L.) Pakis. J. Bot. 27(1):143-150.

Manette, A.S., Richard, C.J., Carre, B., and Morhinweg, B. 1988. Water relations in winter wheat as drought indicators. Crop Sci. 28: 256- 531.

Nelson, R.L. 2003. Tassel emergence & pollen shed .Corny news network.

Nonami, H., Wu, Y., and Matthewse, M.A. 1997. Decreased growth- induced water potential a primary cause of growth inhibition at low water potentials. Plant Physiology, 114: 501- 509.

Patel, J.A., Vora, A.B. 1995. Free proline accumulation *in* drought stressed plants. Plant and soil. 1985. 3: 427 -429.

Raja Gupal, S.K.D., and DAS, K. 2003. Effect of level and time of application of N.P and K on yield and oil content of rape Indian agriculturist,17, 163-8.

Saneoka, H., Moghaieb, R.E.A., Premachandra, G.S., and Fujita, K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds.Environmental and Experimental Botany. 52: 131– 138.

Vartanian, N., Hervochon, P., Marcotte, L., and Larther, F. 1999. Praline accumulation during drought rhizome in brassica napus var. oleifera. Journal of plant physiology. 1992, 140:5, 23-28. Effect of B spraying on yield and physiological traits of wheat under water deficit stress (*Triticum aestivum* L.*)*