magiran.com

تأثیر کاهش دمای کانوپی و مقدار نسبی آب برگ بر عملکرد ژنوتیپهای تریتیکاله هگزاپلوئید تحت شرایط محدودیت رطوبتی

محمود ناظری[1]، ناصر مجنون حسینی[2]، محمدرضا جلال کمالی[3]، داریوش مظاهری[2]، محمد رضا قنادها[12]

چکیده

این بررسی به منظور مطالعه نقش میزان نسبی آب (RWC)وکاهش دمای کانوپی (CTD) در تحمل تنش رطوبتی در مراحل مختلف نمو ژنوتیپ های تریتیکاله هگزاپلوئید در قالب طرح کرتهای خرد شده بر پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۸۲- ۱۳۸۰) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق مشهد اجرا شد . فاکتور اصلی محدودیت رطوبتی در مراحل مختلف نمو، شامل : L_1 – شرایط بهینه رطوبتی ، L_2 , L_3 , L_4 قطع آبیاری و استفاده از باران گیر به ترتیب در مراحل یک برگی تا برجستگی دوگانه، برجستگی دوگانه تا ظهور بساک وپس از مرحله ظهور بساک ،L_5 وL_6 فقط یک آبیاری در مرحله ظهور بساک ویا شیری دانه (بدون استفاده از باران گیر)و فاکتور فرعی نیز پنج ژنوتیپ تریتیکاله هگزاپلوئید(Juanillo 92 و چهار لاین امید بخش) بود. نتایج نشان داد که مقادیر RWC و CTD با پیشرفت مراحل فنولوژیکی ژنوتیپهای تریتیکاله در شرایط بهینه رطوبتی کاهش پیدا کرد اما این مقادیر در سایر تیمارهای تنش رطوبتی روند ثابتی نداشت. تنش رطوبتی در مرحله رویشی (L_2) فقط در مرحله ظهور برگ پرچمی باعث کاهش RWC و CTD شد، و در مراحل ظهور بساک و پر شدن دانه کاهش RWC و CTD را جبران کرد و تفاوت معنی داری با شرایط بهینه (L_1)نشان نداد. کمترین مقدار CTD و RWC در بین کلیه سطوح محدودیت رطوبتی در مرحله ظهور برگ پرچمی و ظهور بساک به L_3 (تنش از مرحله برجستگی دو گانه تا ظهور بساک) تعلق داشت. آبیاری پس از تنش رطوبتی در تیمار L_3 در مرحله ظهور بساک نتوانست،مقادیر RWC و CTD را در مرحله پر شدن دانه تا سطح شرایط بهینه ارتقاء دهد اما این مقادیر در مرحله پر شدن دانه بیش از L_4 (تنش رطوبتی پس از ظهور بساک) بود. همبستگی بسیار معنی داری بین مقادیر CTD و RWC با عملکرد دانه در تمام مراحل نمو بدست آمد گر چه همبستگی RWC ($r = ۰/۵۵$) و CTD ($r = ۰/۸۵$) با عملکرد دانه در مرحله پر شدن دانه بیشتر بود ولی با توجه به همبستگی بسیار نزدیک تر CTD با عملکرد دانه گر چه دو صفت RWC و CTD می توانند به عنوان معیار انتخاب در شرایط تنش رطوبتی مورد استفاده قرار گیرد اما CTD معیار مطمئن تری است. نتایج این بررسی نشان داد که بین ژنوتیپهای مختلف تریتیکاله از نظر میزان CTD و RWC در مراحل مختلف نمو، تفاوت وجود داشت، ژنوتیپهایی که عملکرد بالاتری در شرایط تنش رطوبتی تولید کرده بودند ، از نظر میران CTD و RWC نیز درطی مراحل مختلف نمو در وضعیت مطلوبی قرار داشتند.

واژه های کلیدی : تریتیکاله ،تنش رطوبتی، کاهش دمای کانوپی ، مقدار نسبی آب، ظهور بساک ، پر شدن دانه ،برگ پرچمی

---

* ۱دانشجوی دکتری زراعت ، ۲ استادیار، استاد و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۳ استادیار مؤسسه‌اصلاح‌وتهیه‌نهال و بذر

magiran.com

مقدمه

در سه دهه اخیر سطح زیر کشت تریتیکاله به بیش از ۲/۴ میلیون هکتار در سطح دنیا رسیده است و بر طبق آمار موجود بیش از ۱۲۰ واریته از آن در ۳۵ کشور جهان کشت می شوند (۲۵). با توجه به تحمل نسبی تریتیکاله به تنشهای محیطی ، سطح زیر کشت این گیاه در حال گسترش است (۲۳). تغییر الگوی کاشت گیاهان در مناطق مختلف از جمله راهکارهای فراروی ما برای کاهش خسارت خشکسالی است (۲)، و در این راستا، تریتیکاله به عنوان غله جایگزین توجه دست اندرکاران را به خود جلب کرده و در برنامه ایران ۱۴۰۰ سطح زیر کاشتی معادل ۵۰۰ هزار هکتار برای آن پیش بینی شده است (۱). محدودیت رطوبتی مهمترین عامل محدود کننده تولید غلات می باشد(۱۶) واکنش تری‌تیکاله به شرایط محدودیت رطوبتی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۹) ولی مطالعات انجام شده، حاکی از واکنش مناسب آن به شرایط تنش رطوبتی است (۱۶) در ارتباط با تحمل تنش رطوبتی، صفات متفاوتی به عنوان شاخص انتخاب مطرح شده اند، اما هنوز عملکرد به عنوان شاخص انتخاب در شرایط تنش رطوبتی، جایگاه خاص خود را دارد (۱۹). برخی از روشها که بطور مستقیم و غیر مستقیم به کمبود آب ارتباط دارند مانند مقدار نسبی آب برگ[1] (RWC) ، مقدار کلروفیل برگ و شدت تلفات آب همگی معیارهایی برای انتخاب ژنوتیپ های دارای پتانسیل تحمل خشکی در گیاهان محسوب می شوند. برخی مطالعات حاکی از قابل اطمینان بودن RWC به عنوان شاخص تحمل به تنش رطوبتی می باشد (۲۸). شونفلد و همکاران (۲۴) گزارش کردند که با افزایش تنش رطوبتی RWC برگهای گندم کاهش پیدا می کند. در مطالعه دیگری کاهش RWC با تنش رطوبتی و پیشرفت مراحل فنولوژی در گندم گزارش شده است (۳). الحکیمی و همکاران (۶)RWC را شاخص مفید و موثری برای انتخاب در نسلهای در حال تفرق گندم دوروم در شرایط تنش رطوبتی معرفی کردند.

درجه حرارت کانوپی نیز با تنش رطوبتی ارتباط دارد، ارلر و همکاران (۱۳) گزارش دادند درجه حرارت کانوپی ارزیابی مناسبی از پتانسیل آبی گیاه در محیطهای با تنش رطوبتی متفاوت را ارائه می کند. درجه حرارت کانوپی به دلیل تعرق برگ، به کمتر از درجه حرارت محیط کاهش پیدا می کند، میزان این کاهش مستقیماً با قابلیت هدایت روزنه ای ارتباط دارد که بوسیله مکانیزمهای خود تنظیمی مانند متابولیت های فتوسنتزی و انتقال آوندی ، تحت تاثیر قرار می گیرد(۹) . تحقیقات نشان می دهد که هنگامیکه کاهش فشار بخار بیشتری وجود دارد (شرایط گرم و آفتابی در طی پرشدن دانه) کاهش دمای کانوپی[2] (CTD) همبستگی بهتری را با عملکرد نشان می دهد(۸). CTD معیار مناسبی برای انتخاب مواد در شرایط گرم و رطوبت نسبی پایین است در این شرایط ممکن است درجه حرارت کانوپی تا بیش از ده درجه سانتیگراد به کمتر ازدرجه حرارت محیط تنزل پیدا کند، اما در شرایط رطوبت نسبی زیاد شرایط متفاوت است و اثرات خنک کنندگی برگ، به دلیل تبخیر رطوبت موجود در سطح برگ، قابل اندازه گیری نخواهد بود. در چنین شرایطی هدایت روزنه ای که در تک بوته اندازه گیری میشود معیار مناسب تری است، هدایت روزنه‌ای وضعیت تک بوته در حالیکه CTD وضعیت کانوپی را مشخص می کند (۲۰) . شارکی (۲۶) و فلکساز(۱۵) نیزCTD وتشخیص کربن ایزوتوپ نشاندار (C_{13}) را معیار مناسبی برای انتخاب در شرایط تنش رطوبتی گزارش کردند.

تحقیقات نشان میدهد که توانایی ژنوتیپها از نظر جذب بیشتر آب خاک و حفظ پتانسیل اسمزی در شرایط تنش رطوبتی بر میزان RWC و CTD درمراحل مختلف نمو مؤثر است(۳۰، ۲۷، ۱۳، ۸). بنابراین RWC و CTD بطور غیر مستقیم معرف تنظیم اسمزی و میزان جذب آب از خاک توسط سیستم ریشه می‌باشد. این بررسی به منظور امکان استفاده از RWC و CTD به عنوان معیارهایی برای انتخاب

1- Relative Water Content

2 - Canopy Temperature Depression

magiran.com

در شرایط تنش رطوبتی در مراحل مختلف نمو تریتیکاله، به مورد اجرا در آمد.

مواد و روشها

این بررسی در طی دو سال زراعی(۸۲- ۱۳۸۰) در قالب طرح کرتهای خرد شده(اسپلیت پلات) بر پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد.

سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ بود ولی پراکنش بارندگی در سال دوم بسیار مناسب تر بود (انحراف معیار بارندگی سال اول ۲۰/۱ و سال دوم ۱۲/۷ بود که نشان دهندهٔ پراکنش مناسب تر در سال دوم بود) در خرداد ماه سال زراعی ۸۲-۸۱، ۱۸/۵ میلیمتر در حالیکه در مدت مشابه سال ۸۱ -۱۳۸۰ بارندگی نا چیز (نیم میلیمتر) بود(جدول ۱). بنابراین در مجموع شرایط سال زراعی ۸۲-۸۱ ۱۳مناسب تر از سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰بود.

فاکتوراصلی (محدودیت رطوبتی در مراحل مختلف

جدول ۱: برخی پارامترهای هواشناسی فصل رشد در طی دو سال زراعی اجرای آزمایش :

ماههای فصل زراعی	درجهحرارت حداکثر مطلق (C°)		درجه حرارت حداقل مطلق (C°)		میانگین درجه حرارت (C°)		بارندگی (mm)		رطوبت نسبی (%)	
	۸۰	۸۱	۸۰	۸۱	۸۰	۸۱	۸۰	۸۱	۸۰	۸۱
	۸۱	۸۲	۸۱	۸۲	۸۱	۸۲	۸۱	۸۲	۸۱	۸۲
آبان	۲۵/۲	۲۴/۲	-۰/۶	-۰/۸	۱۲/۹	۱۱/۶	۱۹/۲	۱۷/۱	۵۰/۳	۵۸/۱
آذر	۱۷/۶	۱۹/۸	-۴	-۱۲/۸	۶/۹	۷/۷	۴۹/۴	۱۸/۷	۷۱/۴	۷۱/۷
دی	۲۰/۲	۱۶/۸	-۵/۴	-۵/۲	۶/۲	۴/۲	۲۵/۴	۳۴/۴	۶۳/۵	۷۴/۲
بهمن	۲۱/۸	۱۷/۴	-۴/۶	-۷/۳	۵/۳	۳/۰	۶/۸	۲۳/۳	۵۸/۵	۷۴/۲
اسفند	۲۵/۸	۲۴/۲	-۳/۴	-۸/۴	۱۰/۰	۷/۷	۲۶/۹	۳۶/۳	۴۴/۶	۷۲/۱
فروردین	۳۰/۴	۳۲/۸	۱/۸	-۱/.	۱۵/۲	۱۲/۸	۴۱/۱	۵۷/۳	۵۱/۳	۷۱/۳
اردیبهشت	۲۸/۸	۳۰/۶	۶/۶	۴/۰	۱۶/۶	۱۶/۵	۶۴/۱	۲۵/۹	۵۹/۲	۵۴/۱
خرداد	۳۹/۵	۳۶/۲	۱۲/۴	۸/۲	۲۳/۳	۲۲/۳	۰/۵	۱۸/۲	۲۵/۰	۴۶/۶
میانگین	۲۶/۲	۲۵/۳	۱/۲	-۳/۰	۱۲/۱	۱۰/۷	۲۹/۲	۲۸/۹	۵۲/۹	۶۵/۱
انحراف معیار	۵/۰	۷/۳	۵/۸	۶/۴	۵/۰	۶/۱	۲۰/۱	۱۲/۷	۱۲/۰	۱۰/۱

بررسی وضعیت هواشناسی دو سال اجرای آزمایش نشان داد که در سال دوم (۱۳۸۲- ۱۳۸۱) متوسط رطوبت نسبی فصل رشد حدود هشت درصد نسبت به سال اول برتری داشت، میانگین درجه حرارت فصل رشد در سال دوم حدود یک درجه سانتیگراد حداقل درجه حرارت مطلق ۴/۲ درجه سانتیگراد و حداکثر درجه حرارت مطلق ۳/۳ درجه سانتیگراد کمتر از سال اول بود. سه ماهه آخر دوره رشد و نمو سال دوم به میزان ۳/۵ درجه سانتیگرادخنک تراز سال اول بود. گرچه بارندگی در طول فصل رشد سال زراعی ۸۲-۸۱ به میزان ناچیزی (حدود ۲/۴ میلیمتر) کمتر از مدت مشابه

نمو) شامل شش سطح : شرایط بهینه رطوبتی (L_1) ، تیمارهای قطع آبیاری و جلوگیری از بارندگی بوسیله باران گیر[1] به ترتیب L_2[2] - از مرحله یک برگی تا برجستگی دوگانه، L_3[3] - از مرحله برجستگی دوگانه تا ظهور بساک، L_4[4] - پس از مرحله ظهور بساک ، تیمارهای یک آبیاری تکمیلی در طول دوره رشد و نمو و استفاده از بارندگی به ترتیب، L_5 –

1- Rain shelter
2- Vegetative pre-anthesis water stress
3- Reproductive pre-anthesis water stress
4- Post-anthesis water stress

magiran.com

آبیاری تکمیلی در مرحله ظهور بساک و L_6 - آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه بود. فاکتورفرعی پنج ژنوتیپ امیدبخش تریتیکاله بود. شجره این ژنوتیپها در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- شجره ژنوتیپهای تریتیکاله مورد بررسی

ژنوتیپ	شجره
V_1	Juanillo 92
V_2	Fahad - 8 –2/ Sonni-2-1
V_3	Ardi- 1/Topo 1419//Erizo- 9 CTY 87- 852
V_4	Cargo/Ibex//Civet # 2
V_5	150. 83/4/Faba/DWF Rye good seed / DGO- 4/....

میزان بذر با توجه به وزن هزار دانه و تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع محاسبه و مصرف شد. کاشت آزمایش هر سال در دهم آبان انجام شد. میزان کود مصرفی براساس آزمون خاک و به میزان ۵۰-۹۰-۱۲۰ (N-P-K) کیلوگرم خالص در هکتار محاسبه و تمامی کود فسفره و پتاسه و یک سوم کود نیتروژن همزمان با کاشت و دوسوم باقیمانده کود نیتروژن به میزان مساوی در دو مرحله ابتدای طویل شدن ساقه و ابتدای ظهور سنبله مصرف گردید. بذور آزمایشی قبل از کاشت با قارچ کش کربوکسی – تیرام ضدعفونی شد و کاشت با بذرکار مخصوص آزمایشات (وینتر اشتایگر) انجام شد.به منظور جلوگیری از بارندگی در تیمارهای تنش رطوبتی، از باران گیر استفاده شد . این باران گیرها متحرک و از نظر ارتفاع چتر قابل تنظیم بود . با پیشرفت مراحل رشد ارتفاع چتر تنظیم شد. چتر فقط در زمان بارندگی گسترده و بلافاصله پس از خاتمه بارندگی جمع آوری می شد.

به منظور تعیین زمان دقیق آبیاری، نمونه هایی از خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری اخذ شد و پس از خشک کرد ن کامل در آون آزمایشگاهی، درصد رطوبت وزنی آن سنجیده شد. هر زمان که درصد تخلیه رطوبتی اندازه‌گیری شده به ۵۰ درصد آب قابل استفاده (فاصله بین ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی) نزدیک شد، عملیات آبیاری در تیمار شرایط بهینه رطوبتی انجام شد .در تیمارهای تنش رطوبتی نیز قبل از آبیاری درصد رطوبت وزنی خاک تعیین شد. برای انجام آبیاری و اعمال دقت بیشتر از روش آبیاری قطره‌ای نواری[1] با فاصله خروجی‌های ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. در ابتدای هر خط لوله آبده، کنتور اندازه‌گیری حجمی آب و در خروجی ایستگاه پمپاژ از رگلاتور تنظیم کننده فشار استفاده شد. به منظور جلوگیری از انتقال آب به خارج از محدوده کرت آزمایشی، ابتدا و انتهای هر شیار بسته شد. تبخیر و تعرق بالقوه گیاه از معادله زیر برآورد شد:

$$ET_{crop} = K_c * ET_o$$

در این رابطه ET_{crop} تبخیر و تعرق گیاهان مورد نظر، K_c ضریب گیاهی، ET_o تبخیر و تعرق پتانسیل یا گیاه مرجع می‌باشد.

برای تخمین ET_o از روش پنمن ـ مانتیث اصلاحی فائو استفاده شد، قابلیت اتکاء به این روش در نقاط مختلف ایران به اثبات رسیده است (۴)، عمق آب آبیاری در هر مرحله با توجه به مقدار تبخیر و تعرق محاسبه شده به روش پنمن مانتیث اصلاح شده فائو (با اطلاعات روزانه هواشناسی اخذ شده از ایستگاه هواشناسی مجاور اجرای طرح)، و با اعمال ضریب گیاهی تریتیکاله (۷) و با توجه به ضریب یکنواختی توزیع(که در این تحقیق معادل ۹۵٪ بود)، در هر دور آبیاری با استفاده از معادله زیر بدست آمد:

$$I = ET_{crop} / 0.95$$

در فرمول فوق I عمق آب مصرفی بر حسب میلیمتر می‌باشد. از ضرب کردن عمق آب آبیاری در مساحت هر کرت و پس از کسر میزان بارندگی مؤثر، حجم آب ورودی به هر تیمار محاسبه و با استفاده از کنتور حجمی آب ورودی کنترل و یادداشت شد.

مراحل نمو برجستگی دوگانه و سنبلچه انتهایی با نمونه گیری تصادفی پنج بوته از هر کرت و با استفاده از میکروسکوپ بر روی ساقه اصلی در آزمایشگاه تعیین

1 -Tape

magiran.com

گردید(۱۷). مراحل نمو ظهور سنبله با خروج ۵۰ درصد سنبله ها از غلاف برگ پرچم ، ظهور بساک با خروج پرچمها در ۵۰ درصد سنبله ها، رسیدگی فیزیولوژیکی با زرد شدن ۵۰ درصد سنبله ها در هر کرت در مزرعه تعیین شد.

به منظور تعیین میزان نسبی آب برگ (RWC) از هر تیمار پنج برگ پرچمی بطور تصادفی انتخاب شد، این برگها در ورقه آلومینیم پیچیده و در کیسه پلاستیکی قرار گرفت و بلافاصله جهت اندازه گیری رطوبت به آزمایشگاه انتقال یافت، در فاصله انتقال به آزمایشگاه نمونه ها در فلاسک یخ قرار گرفت. در آزمایشگاه پس از پانچ کردن برگها، وزن تازه تعیین و سپس قطعات پانچ شده به مدت ۱۸-۱۶ ساعت در درجه حرارت اتاق (تقریباً ۲۰ درجه سانتیگراد) و در تاریکی قرار گرفت ومتعاقب آن پس از خشک کردن رطوبت قطعات برگ با قرار دادن آنها در بین کاغذ خشک کن ، وزن آماس تعیین گردید(۲۷). وزن خشک نیز پس از قرار گرفتن نمونه ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد آون، تعیین شد، سپس میزان RWC بر اساس معادله شانفلد و همکاران (۲۴) به روش زیر محاسبه شد:

RWC % = (وزن تازه - وزن خشک) / (وزن آماس - وزن خشک) × ۱۰۰

درجه حرارت کانوپی نیز با استفاده از دماسنج مادون قرمز مدل(THI – 500, TASCO,Japon) تعیین شد. دماسنج بایستی با یک زاویه حاده در موقعیتی قرار گیرد که نور حساس دماسنج در کانوپی واقع شود و از برخورد نور حساس با زمین اجتناب شود (در غیر این صورت دمای خاک اندازه گیری خواهد شد). این موقعیت یک کانوپی بیضوی را مورد ارزیابی قرار می دهد و از برخورد نورحساس به سطح زمین بویژه هنگامیکه برگها پیچیده شده باشند، جلوگیری می کند (۱۸). تمام اندازه گیریهای مربوط به حرارت کانوپی در ظهر خورشیدی انجام شد و به منظور حداقل کردن تأثیرات زاویه خورشید، جهت رو به جنوب انتخاب شد (۳۰). همزمان با اندازه گیری دمای کانوپی، دمای محیط نیز با دماسنج دیجیتال مدل (OSK-11535,Japon) اندازه گیری شد و تفاوت درجه حرارت کانوپی و محیط، به عنوان CTD در نظر گرفته شد (۲۰).

به منظور محاسبه شاخص حساسیت به تنش رطوبتی از معادلات زیر استفاده شد(۱۴):

$$Si= (1-ydi/ypi)/D$$

$$D= (1-yd/yp)$$

که در این معادلات : D – شدت سختی محیط، yd متوسط عملکرد همه ژنوتیپها در شرایط تنش،yp متوسط عملکرد همه ژنوتیپها در شرایط بدون تنش ، Si شاخص حساسیت به تنش ، ydi عملکرد ژنوتیپ i در شرایط تنش، ypi عملکرد ژنوتیپi در محیط بدون تنش می باشد.به منظور تجزیه مرکب داده ها ابتدا آزمون بارتلت جهت اطمینان از یکنواختی واریانس خطای آزمایشات انجام شد (۵). محاسبات F و مقایسات میانگین با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمار انجام شد (۱۲). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم افزارهای MSTAT-C , EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج دو ساله آزمایش نشان داد که در شرایط بهینه رطوبتی(L_1) مقادیر CTD و RWC با پیشرفت مراحل فنولوژیکی کاهش پیدا کرد اما این مقادیر در سایر تیمارهای تنش رطوبتی روند ثابتی نداشت (جدول ۳). CTD و RWC در تنش رطوبتی مرحله رویشی قبل از ظهور بساک (L_2)، فقط در مرحله ظهور برگ پرچمی کمتر از شرایط بهینه رطوبتی (L_1) بود و در مراحل ظهور بساک و پر شدن دانه تفاوت معنی داری با شرایط بهینه رطوبتی نشان نداد (جدول ۳). تیمار (L_2) که از کاشت تا برجستگی دوگانه تحت تنش رطوبتی بود، پس از پایان مرحله تنش آبیاری شد ولی تأثیر منفی تنش بر میزانCTD و RWC در کاهش معنی دار این صفات در مرحله ظهور برگ پرچمی نمایان شد اما در مرحله ظهور بساک و پر شدن دانه این اثرات منفی با شرایط مناسب رطوبتی در این تیمار برطرف گردید کاهش CTDکه نمایانگر اختلاف کمتر درجه حرارت محیط و کانوپی می‌باشد و تنزل RWC نسبت به شرایط بهینه در مرحله ظهور برگی پرچمی باعث کاهش معنی دار عملکرد دانه در تیمار L2 نسبت به شرایط بهینه رطوبتی (L_1) شد (جدول۳).خزاعی

magiran.com

و کافی (۳) کاهش RWC را با پیشرفت مراحل فنولوژیکی در گندم گزارش کردند. سدیک و همکاران (۲۷) گزارش کردند که با رفع تنش در مرحله زایشی اثرات تنش رطوبتی که در مراحل قبل(رویشی) وجود داشته است، کاهش پیدا می کند،آنها در طی یک بررسی نتیجه گرفتند که تیمارهایی که در مرحله رشد رویشی تحت تنش رطوبتی بودند، با رفع تنش میزان RWC و CTD در مرحله ظهور بساک تا سطح شرایط بهینه رطوبتی افزایش پیدا کرد.تچاونستین و همکاران (۲۹) نتایج مشابهی را در فلفل قرمز گزارش کرده اند . این گزارشات با نتایج حاصل از این بررسی موافقت دارد.

تنش رطوبتی برجستگی دوگانه تا ظهور بساک (L_3) تأثیرات منفی قابل ملاحظه ای بر CTD و RWC در کلیه مراحل نمو گذاشت (جدول ۳) .کمترین مقدار CTD و RWC در بین کلیه سطوح محدودیت رطوبتی در مرحله ظهور برگ پرچمی و ظهور بساک به L_3 تعلق داشت در مرحله پر شدن دانه نیز این تیمار نسبت به شرایط بهینه وحتی نسبت به L_2 ، کاهش معنی دارCTD وRWC را نشان داد. در مراحل ظهور برگ پرچمی و اوایل ظهور بساک تیمار L_3 تحت تنش رطوبتی بود و این تنش باعث شد که کانوپی در مرحله ظهور برگ پرچمی ۷/۲ درجه سانتیگراد و در مرحله ظهور بساک ۲/۴ درجه سانتیگراد گرمتر از کانوپی تیمار شرایط بهینه رطوبتی (L_1) باشد، گرچه در مرحله پر شدن دانه تیمار L_3 آبیاری شد ولی در این مرحله نیز مقدار CTD و RWC کاهش معنی داری را نسبت به شرایط بهینه (L_1) و تنش رطوبتی L_2 نشان داد اما مقادیر این صفات در مرحله پر شدن دانه افزایش معنی داری نسبت به تنش رطوبتی پس از ظهور بساک (L_4) نشان داد کاهش قابل توجه CTD وRWC در مرحله ظهور برگ پرچم و ظهور بساک و کاهش خفیف‌تر این صفات در مرحله پر شدن دانه تیمار تنش رطوبتی برجستگی دو گانه تا ظهور بساک (L_3) بیشترین کاهش عملکرد دانه را در بین سطوح تنش رطوبتی قبل و بعد از ظهور بساک (L_2 - L_4) به این تیمار (L_3) اختصاص داد (جدول ۳). در بین تیمارهای تنش رطوبتی قبل و بعد از ظهور بساک(L_2-L_3-L_4) شدت‌سختی محیط L_3 بیشتربود(جدول۴)، بنابراین تأثیرات تنش رطوبتی با آبیاری پس از تنش (مرحله ظهور بساک) دیرتر جبران شد وحتی در مرحله پر شدن دانه تیمار L_3 نتوانست میزان RWC وCTD را تا سطح شرایط بهینه رطوبتی(L_1) افزایش دهد. با توجه به اینکه تا مدتی پس از رفع تنش رطوبتی روزنه ها بسته می مانند واز طرفی سرد شدن کانوپی از طریق تعرق صورت می گیرد(۱۱) ، بنابراین کاهشCTD در مرحله پر شدن دانه درتنش رطوبتی L_3 نسبت به شرایط بهینه رطوبتی(L_1) با وجود آبیاری این تیمار در مرحله ظهور بساک می تواند به دلیل بسته بودن روزنه ها حتی پس از رفع تنش باشد. سدیک و همکاران (۲۷) گزارش کردند که کاهش RWC وCTD و همچنین جبران آنها پس از رفع تنش رطوبتی، به شدت تنش بستگی دارد.

کمترین میزان CTD و RWC در مرحله پر شدن دانه به تیمار تنش رطوبتی پس از مرحله ظهور بساک (L_4) تعلق داشت، که به دلیل تحت تنش بودن این تیمار در مرحله پر شدن دانه بود. آبیاری در مرحله ظهور بساک(L_5) باعث کاهش کمتر عملکرد دانه در مقایسه با آبیاری در مرحله پر شدن دانه (L_6) شد، مقایسه RWC وCTD این دو تیمار نشان داد که در مراحل برگ پرچمی و ظهور بساک تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند اما در مرحله پر شدن دانه CTD در تیمار L_6 افزایش معنی داری نسبت به L_5 داشت (جدول ۳)، با توجه به اینکه سختی محیط L_6 بیش از L_5 بود(جدول ۴)، آبیاری تیمار L_6 در مرحله پرشدن دانه نتوانست کاهش CTD تیمارL_6 نسبت به L_5در مرحله پر شدن دانه را جبران کند.

نتایج نشان داد که تفاوت های معنی داری بین ژنوتیپ‌های تریتیکاله از نظر میزانCTD وRWC درمراحل مختلف وجود داشت (جدول ۳). ژنوتیپ شماره سه بیشترین عملکرد دانه و پس از آن با اختلاف غیر معنی دار ژنوتیپ شماره چهار قرار داشت (جدول ۳). ژنوتیپ شماره سه در مراحل ظهور برگ پرچم و ظهور بساک بیشترین مقدار CTD و ژنوتیپ شماره چهار در مراحل ظهور بساک و پر

magiran.com

شدن دانه بیشترین مقدار CTD (خنک ترین کانوپی) و بیشترین مقدار RWC را در مراحل ظهور برگ پرچم و ظهور بساک دارا بودند، (جدول ۳) این ژنوتیپ ها کمترین مقدار شاخص حساسیت به تنش رطوبتی را نیزدارا بودند(جدول۴).

بلوم و همکاران (۱۱) گزارش دادند که برای بروز تفاوتهای ژنوتیپی، سطوح مختلف تنش رطوبتی بایستی مورد بررسی قرار گیرد، در این گزارش به تفاوت واریته ای در گندم از نظر درجه حرارت کانوپی اشاره شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه ، CTD و RWC، تیمارهای مختلف محدودیت رطوبتی در مراحل مختلف نمو ژنوتیپ های تریتیکاله

محدودیت رطوبتی در مراحل مختلف نمو* (L)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	CTD (درجه سانتیگراد)			RWC (٪)		
		برگ پرچمی	ظهور بساک	پرشدن دانه	برگ پرچمی	ظهور بساک	پرشدن دانه
L_1	۷۵۰۰a	۹/۷a	۶/۰ a	۴/۳ a	۰/۷۷۱ a	۰/۷۲۸ a	۰/۶۹۰ a
L_2	۵۷۴۰b	۸/۸b	۵/۹ a	۴/۲a	۰/۷۵۴b	۰/۶۸۹ab	۰/۶۵۴ a
L_3	۴۰۰۰d	۲/۵d	۳/۶c	۲/۳b	۰/۶۸۴c	۰/۴۷۳c	۰/۵۹۷b
L_4	۴۳۶۰c	۹/۴a	۵/۹ a	۱/۰d	۰/۷۶۸ a	۰/۷۱۶ab	۰/۵۱۷c
L_5	۵۰۹۰b	۶/۴c	۴/۵b	۱/۹c	۰/۷۵۳b	۰/۶۶۵ab	۰/۵۴۲c
L_6	۳۷۶۰c	۶/۷c	۴/۸b	۰/۹d	۰/۷۵۸b	۰/۶۵۶b	۰/۵۸۵b
ژنوتیپها *							
V_1	۴۵۹۰c	۷/۰۱b	۴/۰۹ b	۲/۳۵ab	۰/۷۶۹b	۰/۶۸۱ a	۰/۵۹۲b
V_2	۵۱۵۰b	۷/۳۳ab	۵/۱۴ ab	۲/۰۳b	۰/۷۸۱ab	۰/۶۶۵ a	۰/۶۵۸ a
V_3	۵۵۰۰a	۷/۵۵a	۵/۳۵ a	۲/۳۵ab	۰/۷۵۶b	۰/۵۹۱b	۰/۵۶۹b
V_4	۵۳۴۰a	۷/۰۳b	۵/۲۴a	۲/۵۵ a	۰/۷۹۹a	۰/۶۷۶ a	۰/۵۷۴b
V_5	۴۹۷۰b	۷/۲۳ab	۵/۱۵ab	۲/۰۳ b	۰/۷۳۶c	۰/۶۶۰ a	۰/۵۹۶b

* برای توضیح تیمارها به مواد و روشها مراجعه شود .

** میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شده اند.در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند غیر معنی دار است.

جدول۴- شاخص حساسیت به تنش رطوبتی(Si) ژنوتیپهای تریتیکاله واثرمتقابل ژنوتیپ و محدودیت رطوبتی بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) :

ژنوتیپها	محدودیت های متفاوت رطوبتی **						شاخص حساسیت به تنش در شرایط متفاوت				
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	Si_2	Si_3	Si_4	Si_5	Si_6
V_1	۶۹۳۰	۵۱۸۰	۳۴۰۰	۳۸۶۰	۴۸۰۰	۳۲۴۰	۱/۰۷	۱/۰۹	۱/۰۶	۰/۹۳۴	۱/۰۷
V_2	۷۶۰۰	۵۶۸۰	۴۰۰۰	۴۶۰۰	۵۰۲۰	۳۷۴۰	۱/۰۸	۱/۰۱	۰/۹۴۲	۱/۰۳	۱/۰۲
V_3	۷۹۰۰	۵۷۶۰	۴۹۷۰	۵۰۲۰	۵۰۶۰	۴۲۷۰	۱/۱۵	۰/۷۹۴	۰/۸۷۰	۱/۰۹	۰/۹۲۰
V_4	۷۵۴۰	۶۲۸۰	۴۵۶۰	۴۳۱۰	۵۴۶۰	۳۸۹۰	۰/۷۱۰	۰/۸۴۶	۱/۰۲	۰/۸۴۰	۰/۹۷۰
V_5	۷۵۰۰	۵۶۳۰	۳۱۰۰	۴۰۱۰	۵۱۲۰	۳۶۵۰	۱/۰۶	۱/۲۶	۱/۱۱	۰/۹۶۴	۱/۰۳
میانگین	۷۵۰۰	۵۷۴۰	۴۰۰۰	۴۳۶۰	۵۰۹۰	۳۷۶۰					
D_i*	۰/۰	۰/۲۳۵	۰/۴۶۷	۰/۴۱۹	۰/۳۲۹	۰/۴۹۹					

*شدت سختی محیط

**برای توضیح تیمار ها به مواد و روشها مواجه شود

magiran.com

جدول ۵ - ماتریس ضرایب همبستگی ساده عملکرد دانه ، CTD و RWC در مراحل مختلف نمو: (n= ۱۸۰)

		CTD			RWC		
		برگ پرچمی	ظهور بساک	پرشدن دانه	برگ پرچمی	ظهور بساک	پرشدن دانه
CTD	ظهور بساک	۰/۹۸**					
	پرشدن دانه	۰/۲۹**	۰/۴۰**				
RWC	برگ پرچمی	۰/۰۱ n.s	۰/۰۴ n.s	۰/۳۳**			
	ظهور بساک	۰/۹۶**	۰/۹۰**	۰/۱۷*	۰/۰۱ n.s		
	پرشدن دانه	۰/۲۲**	۰/۳۷**	۰/۷۴**	۰/۰۱ n.s	۰/۴۲**	
عملکرد دانه		۰/۵۹**	۰/۶۱**	۰/۸۵**	۰/۳۱**	۰/۵۳**	۰/۵۵**

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

n.s: در سطح ۵٪ و ۱ ٪ غیر معنی دار

باراری و همکاران (۱۰) تنوع ژنتیکی را در بین ارقام تریتیکاله از نظر میزان RWC در شرایط تنش رطوبتی گزارش نمود. گزارشات دیگری نیز دلالت بر تفاوت ارقام گندم از نظر میزان CTD و یا RWC در مراحل مختلف نمو دارد (۲۲،۲۷، ۲۱، ۲۰، ۹).این گزارشات با نتایج حاصل از این بررسی موافقت دارد.

روابط مثبت و بسیار معنی داری بین CTD و عملکرد دانه در شرایط محدودیت های مختلف رطوبتی در تمام مراحل نمو وجود داشت(جدول ۵)، همبستگی عملکرد دانه و مقدار CTD در مرحله پر شدن دانه بسیار قابل توجه بود (r = ۰/۸۵) همبستگی RWC و عملکرد دانه نیز در تمامی مراحل نمو (برگ پرچمی، ظهور بساک، و پر شدن دانه) بسیار معنی دار بود و البته این همبستگی در مرحله پر شدن دانه بیشتر بود (r=۰/۵۵). همبستگی بین CTD وRWC در مرحله ظهور برگ پرچمی غیرمعنی‌دار (r=۰/۰۱) ولی در مرحله ظهور بساک (r=۰/۹۶) و در مرحله پر شدن دانه (r=۰/۲۲) بسیار معنی دار بود(جدول ۵).

رینولد و همکاران (۲۰) گزارش دادند که بین CTD در مراحل ظهور بساک و قبل و بعد از ظهور بساک، با عملکرد دانه همبستگی مثبت و بسیار معنی داری در شرایط مختلف آب و هوایی وجود دارد ضریب این همبستگی در مرحله پر شدن دانه با عملکرد بیشتر بود. باراری و همکاران (۱۰) بین RWC و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های تریتیکاله در شرایط تنش رطوبتی همبستگی مثبتی را گزارش کرد. در مطالعه دیگری روابط معنی داری بین CTD در مرحله قبل از ظهور بساک و در مرحله پر شدن دانه با عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی گزارش گردید (۲۱) آراوس و همکاران (۹) همبستگی بسیار معنی داری را بین CTD و عملکرد در مرحله پر شدن دانه گندم بدست آوردند که با نتایج حاصله از این بررسی موافقت دارد .

کاهش RWC در اثر تنش رطوبتی تأثیرات منفی را در فتوسنتز به دنبال دارد (۲۷)، افزایش درجه حرارت کانوپی (کاهش CTD) در اثر تنش رطوبتی به دلیل افزایش تنفس و کاهش تعرق اتفاق می افتد، CTD وRWC در مرحله پر شدن دانه اهمیت ویژه ای پیدا می کند، زیرا در زمان پر شدن دانه به دلیل افزایش تشعشع و درجه حرارت و کاهش رطوبت نسبی محیط،کاهش درجه حرارت کانوپی و یا افزایش میزان RWC برگ شرایط را برای پر شدن دانه فراهم می کند و فتوسنتز جاری که نقش قابل توجهی در پر کردن دانه دارد، افزایش پیدا می کند (۱۱)، بنابراین RWC و CTD درمرحله پرشدن دانه درمقایسه بامراحل‌برگ پرچمی و ظهور بساک همبستگی بالاتری را با عملکرد دانه نشان می‌دهد،

magiran.com

ضریب همبستگی بیشتر CTD با عملکرد دانه (r=۰/۸۵) درمقایسه باضریب‌همبستگی RWC با عملکرد دانه (r=۰/۵۵) در مرحله پر شدن دانه، نشان می دهد که گرچه هر دو صفت CTD و RWC می توانند به عنوان شاخصی برای انتخاب در شرایط تنش رطوبتی مورد استفاده قرار گیرند، اما CTD شاخص مطمئن تری است.

منابع

۱- بی‌نام. ۱۳۷۸. مجموعه پیشنهاداتی بر اهداف کیفی و کمی مناسب کشاورزی ۱۴۰۰، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، کمیته برنامه‌ریزی ۱۴۰۰.

۲- حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. پایداری تولید در مناطق خشک. فصلنامه خشکی و خشکسالی، کمیته ملی مدیریت خشکسالی کشاورزی، ج. ۱، ص ص. ۱۳ تا ۱۸.

۳- خزاعی، ح. و م. کافی. ۱۳۸۱. بررسی نقش مقدار نسبی آب (RWC) و مقاومت روزانه‌ای در مقاومت به خشکی در گندم و ارتباط آنها با عملکرد دانه در شرایط مزرعه و گلخانه.مجله علوم وصنایع کشاورزی ، ج. ۱۶، ص ص. ۱۱۵ تا ۱۲۳.

۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۱. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ۳۵۳ صفحه.

۵- یزدی صمدی، ب، ع. رضایی، وم.ولی‌زاده. ۱۳۷۷. طرحهای آماری در پژوهشهای کشاورزی، دانشگاه تهران.

6- Al- Hakimi, A., A.A. Jaradat. 1998. Primitive tetraploid wheat species to improve drought tolerance in durum wheat. Triticeae III. Proceeding of the Third International Triticeae Symposium, Aleppo, Syria, 4-8 May 1997. PP: 305-312.

7- Allen, R.G., L.S. Pereira, , D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Chapter 6: ET_c, single crop coefficient (Kc). (www. fao.org.).

8- Amani, I., R. A. Fischer, and M. P. Reynolds. 1996. Evaluation of canopy temperature as a screening tool of heat tolerance in spring wheat. J. Agron. Crop Sci.30: 119-129.

9- Araus, J. L., G. A. Salfer, M.P. Reynolds, and C. Royo. 2000. Plant breeding and drought in C_3 cereals: What Should we breed for? Annals of Bot. 89. 925-240.

10- Barary, M., N. W. M. Warwich, R. S. Jessop, and A. M. Taji. 2002. Osmotic adjustment and drought tolerance in Australian triticale. Proceeding of the 5th International Triticale Symposium, Volum I, June 30- July 5, 2002. Radzikow, Poland. 135-141.

11- Blum, A., J. Mayer, and G. Gozland. 1982. Infrared thermal sensing of plant Canopies as a sereening technique for dehydration avoidance in wheat. Field Crops Res. 5: 137-146.

12- Carmer, S. G., W. E. Nyquist, and M.W. Walker. 1989. Least significant difference for combined analysis of experiment with two or three factor treatment design. Agron. J. 81: 665-672.

13- Ehrler, W, L., S.B. Idso, R.D. Jackson, and R. J. Reginto. 1978. Wheat canopy temperature: Relation to plant water potential. Agron. J. 70: 251-256.

14- Fischer, R. A., and R. Maurer, 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29: 838-842.

15- Flexas, J., J. M. Briantais, Z. Cerovic, H. Mendrando, and I. Moya. 2000. Steady state and maximum fluorescence responses to water stress in grapevine leaves: a new remote sensing system. Remote Sensing of the Environ.. 73:283-297.

16- Goyali, J. C., G. S. Dhindsa, V. S. Sohu, and J. S. Dhindsa. 2002. Response to water stress at different stages of plant growth in triticale. Proceeding of the 5th International Triticale Symposium, Volume II, June 30- July 5, 2002. Radzikow, Poland. PP: 201-204.

magiran.com

17- Kirby, E. J. M., and M. Appleyard. 1986. Cereal development guide. 2nd end. (Arable unit, National Agriculture Center: England).

18- O'Toole, J. C., and J. Real. 1984. Canopy target dimensions for infrared thermometry. Agron. J. 76: 863-865.

19- Ozakan, H., I. Gence, T. Yagasanlar, and F. Toklu. 1999. Stress tolerance in hexaploid triticale under Mediterranean environment. Plant Breeding 118. 365-376.

20- Reynolds, M. P., S. Nagarajan, M. A. Razzaque, and O. A.A. Ageeb. 2001. Heat tolerance. In: Reynolds. M. P., J. I. Oritz- Monastrio, and A. McNab. (eds), Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D. F. CIMMYT. PP: 124-136.

21- Reynolds, M.P., B. Skovmand, R. Trethowan, and W. Pfeiffer. 1999. Evaluating a conceptual model for drought tolerance. Workshop on Molecular Approaches for the Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water Limited Environments. Mexico, Jun 21-25, 1999.(w.w.w.cimmyt.org).

22- Richards, R. A., A. G. Condon, and G. J. Robetzke. 2001. Trait to improve yield in dry environments. In: Reynold, M. P., J. I. Ortiz- Monasterio, and A. McNab. (eds). Application Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D. F, CIMMYT. PP: 88-100.

23- Royo, C., J. Voltas, and I. Romangosa. 1999. Remobilization of pre- anthesis assimilates to the grain for grain only and dual- purpose (forage and grain) triticale. Agron. J. 91: 312-316.

24- Schonfeld, M. A., R. C. Johnson, B. Carver, and D. W. Morhinweg. 1988. Water relation in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Sci. 28: 526-531.

25- Sclegel, R. 1996. Tricicale today and tomorrow. In: Gueds- Pinto, H., N. Darvey, and V. P. Carride. (eds). Kluwer Academic Publishers. PP: 21-31.

26- Sharkey, T. D. 1990. Water stress effects on photosynthesis. Photosynthetica 24: 651.

27- Siddique, M. R. B., A. Hamid, and M. S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Butanical Bullecin of Academia Sinica 41: 35-38.

28- Sinclair, T. R., and M. M. Ludlow- 1985. Who thought plant thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Aust. J. Plant physiol. 33: 312-317.

29- Techawonstin,S., E. Nawata, and S. Shigenaga. 1993. Recovery in physiological charachteristics from sudden and gradual water stress in hot- peppers. In: C.G.Kuo. (eds). Adaptation of food crops to temperature and water stress. Proc. of an International Symposium, Taiwan, 13-18 Agust 1992. AVRDC. Taiwan, PP: 140-147.

30- Turner, N. C., J. C. O'Tool, T. T. Cruz, O. S. Namuco, and S. Ahmad. 1986. Response of seven diverse rice cultivars to water deficits. I. Stress development, canopy temperature, leaf rolling and growth. Field Crops Res. 13: 257-271.

magiran.com

Effects of canopy temperature depression and relative water content on the yield of hexaploid triticale genotypes under water limited conditions

M. Nazeri, M. N. Majnoun Hosseini, M.R. Jalal Kamali, D. Mazaheri, M.R. Ghannadha[1]

Abstract

In order to study relative water content (RWC) and canopy temperature depression(CTD) under different water limited conditions in hexaploid triticale genotypes, the present investigation was carried out during growing seasons of 2001 – 2003, at Turogh field station, Khorasan Agric. Res. Center. This experiment was laid out in split plots design using RCBD. Main plots (L) were water limitations in different growth stages with 6 levels (L_1, optimum conditions, L_2, L_3, L_4 water limitation in vegetative pre anthesis, reproductive pre anthesis and post anthesis stages respectively, L_5 and L_6 received rainfall during cropping seasons with only one supplementary irrigation at anthesis and grain filling period respectively). Five hexaploid triticale genotypes (Jjuanillo 92 and four promising lines) were considered as sub plots. Results revealed that there was a reduction in RWC and CTD with development of phenological stages under optimum conditions, while no distinct trend was observed in water stress treatments. Imposing water stress during vegetative pre- anthesis phase (L_2) could significantly decline RWC and CTD only at flag leaf stage. However, reduction of RWC and CTD was not significant during anthesis and grain filling due to plant recovery during these stages. Minimum RWC and CTD were recorded during flag leaf and anthesis in L_3 (water stress from double ridge to anthesis). Irrigation following water stress could not compensate RWC and CTD reduction even during grain filling period. Although these two indices were higher in L_3 than post anthesis water stress (L_4). Significantly positive correlations between yield ,CTD and RWC were observed during all developmental stages. However, these correlations were higher in grain filling period . It was found that CTD is more reliable selection index for grain yield as compared to RWC. Result showed that there is a variation among genotypes concerning CTD and RWC in different development stages. Genotypes with higher yield under water stress expressed better CTD and RWC performance at different stages.

Key words: Triticale, water stress, canopy temperature depression, relative water content, anthesis, grain filling, flag Leaf

1 - Contribution from College of Agriculture, Tehran University and Seed and Plant Improvement Institute (S.P.I.I.).