مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۴۷-۳۵

بررسی اثر تنش خشکی و ارزیابی شاخصهای تحمل به خشکی در گندم (*Triticum aestivum* L.)

Effect of drought stress and evaluation of drought tolerance indexes in wheat (*Triticum aestivum* L.)

امین آزادی[۱]، آرش روزبهانی*[۲] و مهدی صادقی شعاع[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۵

چکیده

تنش خشکی یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد و اجزای عملکرد محصولات زراعی می‌باشد، لذا به منظور ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام گندم بر اساس شاخصهای حساسیت و تحمل به تنش، آزمایشی بصورت کرتهای نواری در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۹-۸۸ در موسسه اصلاح کرج اجرا شد. دراین آزمایش، تیمارهای آبیاری شامل ۴سطح وارقام گندم شامل ۱۱ سطح بترتیب بعنوان سطوح فاکتور افقی (A) و عمودی (B) منتسب شدند. عملیات کاشت بصورت ۶ ردیف درهر پلات با استفاده از ردیفکار غلات با فاصله ردیف حدود ۱۵سانتیمتر صورت پذیرفت. آبیاری در این روش، آبیاری بارانی بصورت بارانی تک شاخه روی ارقام گندم بود. بنابراین باتوجه به الگوی پخش آب و بدون احتساب بارندگیها میزان حجمی تیمارهای آب آبیاری مصرف شده در طول فصل کشت براساس متر مکعب در این آزمایش بترتیب عبارت بودند از: تیمارآبی a۱=۵۷۰۰، تیمارآبی a۲=۴۵۰۰، تیمارآبی a۳=۳۰۰۰، تیمارآبی a۴=۲۱۰۰. بمنظور ارزیابی تحمل ومقاومت به تنش خشکی ارقام از شاخصهای حساسیت به تنش (SSI)، تحمل (TOL)، میانگین حسابی بهروری (MP)، میانگین هندسی (GMP) و شاخص تحمل به تنش (STI) استفاده شد. نتایج نشان داد که شاخصهای MP، GMP و STI همبستگی مثبت ومعنی‌داری با پتانسیل عملکرد (Yp) وعملکرد دانه در محیط‌های تنش (ملایم Ys1، متوسط Ys2 و شدید Ys3) داشتند و می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی وپر محصول برای هر دوشرایط بکار روند. رسم نمودارهای دو بعدی این شاخصها نشان داد که ارقام سرداری وآذر۲ دارای عملکرد بالایی در هر دومحیط می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش خشکی، شاخصهای حساسیت و تحمل به تنش

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه زراعت و اصلاح نبات، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، شهرری، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نبات، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، رودهن، ایران aroozbahani@gmail.com
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گندم معمولی (Triticum aestivam) در سطح وسیعی از جهان پیرامون ما کشت می‌شود و احتمالا یکی از اولین گیاهانی است که بوسیله انسان زراعت شده است. همچنین بیشتر زمینهای جهان به تولید گندم اختصاص یافته است تا محصولات تجاری دیگر (Heyne,1978). سطح زیرکشت گندم درجهان طی سالهای ۱۹۹۸تا ۲۰۰۰ (۱۳۶۷تا۱۳۷۹) بین ۲۱۷ تا ۲۳۱ میلیون هکتار متغیر وبطور متوسط سالیانه ۱۵ تا۱۶ درصد زمینهای زیر کشت جهان به این محصول اختصاص می‌یابد. (کشاورز و همکاران، ۱۳۸۱). درخاورمیانه گندم درکشورهایی نظیرایران، ترکیه، سوریه، افغانستان وعراق بمقدار زیاد کشت می‌شود. (CIMMYT,1981) برطبق آمار سال زراعی۱۳۸۳-۱۳۸۲مرکزآمار ایران هم اکنون در کشور ما ایران از حدود۱۴۴۶۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت کل محصولات زراعی وباغی، گندم با سطح زیر کشت حدود ۶۶۰۵۳۲۰ هکتار (۲۵۴۷۶۳۲هکتار آبی و ۴۰۵۷۶۸۸ هکتار دیم) و تولید حدود ۱۴۵۶۸۴۸۱ تن (۹۷۵۰۳۰۵ تن آبی و ۴۸۱۸۱۷۶ تن دیم) در سال جایگاه اول را بخود اختصاص داده است.

بخش عمده‌ای از غذای دنیا توسط محصولاتی تامین می‌گردد که در مناطق مورد کشت آنها بارندگی محدودی در فصل رویش وجود داشته و یا اینکه محصولات کشت شده از رطوبت ذخیره خاک استفاده می‌کنند(عبدمیشانی و بوشهری، ۱۳۷۶). در حدود ۱/۳ زمینهای قابل کشت از مقدار نامناسب آب رنج می‌برند و عملکرد محصولات تولید شده بخاطر خشکی کاهش پیدا کرده است. (Kramer,1980). برخی از محققین خشکی را بعنوان نبود یا کمبود رطوبت در مراحل حساس رشد گیاه تعریف نموده اند(Viets,197). اصلاح گیاهان برای مقاومت به خشکی موضوعی است که در بسیاری از برنامه‌های اصلاحی مورد مطالعه قرار گرفته است ولی موفقیت در این زمینه محدود بوده است. (عبدمیشانی و بوشهری، ۱۳۷۶).

فرناندز (۱۹۹۲) براساس واکنش به شرایط محیطی تنش یا بدون تنش، ژنوتیپ‌ها را به ۴ گروه تقسیم بندی کرد:

۱- گروه A: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط عملکرد بالایی دارند.

۲- گروه B: ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط بدون تنش یا نرمال عملکرد بالایی دارند.

۳- گروه C: ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد بالایی دارند. این ژنوتیپ‌ها اساسا به شرایط محیطی مناسب حساس بوده و به علت ورس، رشد رویشی زیاد یا ابتلا به آفات و بیماریها در شرایط مطلوب عملکرد کمتری تولید می‌کنند.

۴- گروه D: ژنوتیپ‌هایی که در شرایط مطلوب و تنش عملکرد کمی دارند.

مناسبترین معیار، معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروهها باشد (Fernandez,1992). شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی عکس العمل ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تبیین تفاوت و حساسیت آنها ارائه شده است. روزیل و هامبلین(۱۹۸۱) شاخص تحمل (TOL) و میانگین حسابی بهره‌وری (MP) را معرفی نمودند. شاخص تحمل عبارتست از اختلاف عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط مطلوب و تنش. در ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص تحمل، مقدار بالای این شاخص نشانه حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش می‌باشد و انتخاب ژنوتیپ‌ها براساس مقدار کم این شاخص است. بعبارت دیگر هر چه مقدار حاصله کوچکتر باشد، ژنوتیپ مورد مطالعه محتملتر و مطلوبتر است. گزینش براساس این شاخص سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالقوه پایین تحت شرایط بدون تنش و عملکرد بالا تحت شرایط تنش می‌شود. در اغلب آزمایشات مقایسه عملکرد همبستگی بین (Yp,TOL) مثبت و همبستگی بین (Ys,TOL) منفی می‌باشد بنابراین این شاخص قادر به تفکیک گروه A از C نمی باشد. شاخص میانگین حسابی بهروری عبارتست از میانگین مجموع عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش این شاخص تمایل به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پایینتر دارد. در اغلب آزمایشات مقایسه عملکرد همبستگی بین

Archive of SID

www.SID.ir

(Yp,MP) و (Ys,MP) مثبت می‌باشد بنابراین گزینش براساس این شاخص (MP) باعث افزایش متوسط عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش می‌شود و در نهایت با انتخاب برای مقادیر بالاتر این شاخص (MP) می‌توان ژنوتیپ‌های مقاومتر بدست آورد.

فیشر و مائورر(۱۹۷۸) برای تعیین تحمل نسبی تنش در ژنوتیپ‌های مورد استفاده از شاخص حساسیت به تنش (SSI) استفاده کردند. این شاخص به طور مستقل برای هر یک از محیط‌ها از متوسط ژنوتیپ‌ها بدست می‌آیدهر چه مقدار Ys به Yp نزدیکتر باشد، حساسیت رقم به خشکی کمتر است در نتیجه مقدار SSI آن رقم کوچکتر است. D نشان دهنده شدت خشکی در محیط آزمایش می‌باشد. بر طبق فرمول مقدار SSI کوچکتر از یک نشان دهنده مقاومت بیشتر به خشکی است. مقاومت یا حساسیت نسبی ارقام به خشکی را می‌توان از مقایسه مقادیر S ارقام تعیین کرد. مقدار کمتر SSI نشان‌دهنده تغییرات کمتر عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و در نتیجه پایداری بیشتر آن است. با استفاده از این شاخص ژنوتیپ‌های گروه ۲و۳ از سایر ژنوتیپ‌ها قابل تمایز می‌باشند.

فرناندز(۱۹۹۲) شاخص تحمل به تنش(STi) را که از رابطه زیر محاسبه می‌شود، معرفی نمود در این شاخصYp و Ys بترتیب میانگین هرژنوتیپ تحت شرایط مطلوب و تنش و Y_P^2 مربع میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب است. براساس این شاخص ژنوتیپ‌های پایدارتر STi بالاتری دارند. بنابراین انتظار می‌رود با این شاخص ژنوتیپ‌هایی که تحت هر ۲ شرایط عملکرد بالایی دارند معرفی شوند. این شاخص قادر است ژنوتیپ‌های گروه A را از C,B تشخیص دهد.

فرناندز(۱۹۹۲) شاخص دیگری تحت عنوان میانگین هندسی بهروری (GMP) که از رابطه زیر محاسبه می‌شود، معرفی کرد. این شاخص حساسیت کمتری به مقادیربسیار متفاوت Yp,Ys دارد. در حالیکه شاخص (MP) هنگامیکه اختلاف نسبی بین Y_S , Y_P زیاد باشد دارای اریبی به طرف بالای Y_s خواهد بود. بنابراین شاخص GMP، شاخص بهتری نسبت به MP می‌باشد و این شاخص قادر به تفکیک گروه A از سایر گروهها می‌باشد.

برای تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی طبق نظر فرناندز(۱۹۹۲) باید شاخص انتخاب شود که دارای همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش باشد.

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام گندم براساس شاخصهای حساسیت و تحمل، طرحی بصورت کرتهای نواری در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۹-۸۸ در مزرعه تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج بخش غلات اجرا شده است. فاکتور افقی (A) تیمارهای آبیاری دارای ۴سطح (اپتیمم (a۱)، تنش ملایم (a۲)، تنش متوسط(a۳) و تنش شدید (a۴)) و فاکتور عمودی (B) ارقام گندم دارای ۱۱ سطح (گاسپارد، سایسون، MV -۱۷، بزوستایا، شهریار، زرین، توس، بک کراس روشن، الوند، آذر۲ و سرداری) بودند. این موسسه در جاده محمد شهر با مختصات ′۴۹ ° ۳۵ عرض شمالی و ′ ۶ ° ۵۱ طول شرقی دارد. این منطقه با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا دارای آب و هوای معتدل سرد و متوسط بارندگی سالانه حدود ۳۲۰ mm می‌باشد. خاک این منطقه رسی شنی می‌باشد.

عملیات آماده سازی زمین گندم شامل شخم، دیسک، هرس و تسطیح می‌باشد که این عملیات در تابستان ۸۳ صورت پذیرفت. ۱۱ رقم از میان کلیه ارقام گندم انتخاب شد. عملیات کاشت در ۲۸ آبانماه بصورت ۶ردیف در هر پلات با استفاده از ردیفکار غلات با فاصله ردیف حدود ۱۵ cm صورت پذیرفت. طول و عرض هر پلات اصلی بترتیب ۸ و ۱/۱ متر در نظر گرفته شد.

آبیاری در این روش، آبیاری بارانی بصورت بارانی تک شاخه (line source sprinkler) روی ارقام گندم می‌باشد. بطوریکه با توجه به الگوی پخش آب در این سیستم در نزدیک لاین

Archive of SID

www.SID.ir

سورس حداکثر آب و با دور شدن از آن مقدار آب کاهش می‌یابد. و بدین ترتیب چهار تیمار آبی انتخاب شد. بدین صورت که هر پلات عمودی، خود به صورت سیستماتیک به ۴ قسمت مساوی تقسیم شد. مدت هر آبیاری ۳ ساعت با فشار ۲ اتمسفر در نظر گرفته شد. فاصله هر دواسپرینکلر (sprinkler) از هم ۶ متر در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری میزان آبی که وارد خاک می‌شود از can یا قوطی‌های مخصوص استفاده شد. بدین طریق که در ابتدای هر پلات افقی یک کن قرار داده شد تا میزان آبی که هر پلات افقی دریافت می‌کند اندازه‌گیری شود. مقدارآب تجمع یافته درکن هابوسیله استوانه مدرج بعد ازهر آبیاری برحسب میلی لیتر اندازه‌گیری شد.

کلا ۶ مرحله آبیاری بفواصل یک هفته تا ۱۰ روز صورت پذیرفت. و بعد از هر مرحله میزان آب از طریق کن‌ها اندازه‌گیری شد. میزان آب جمع شده در کنها در هر مرتبه آبیاری و بر اساس متر مکعب در هکتار عبارت بود از: تیمارآبی مطلوب=۹۵۰، تیمارآبی تنش ملایم=۷۵۰، تیمارآبی تنش متوسط=۵۰۰، تیمارآبی تنش شدید=۳۵۰. بنابراین باتوجه به الگوی پخش آب و بدون احتساب بارندگیها میزان حجمی تیمارهای آب آبیاری مصرف شده در طول فصل کشت براساس متر مکعب در این آزمایش بترتیب عبارت بودند از: تیمارآبی مطلوب =۵۷۰۰، تیمارآبی تنش ملایم=۴۵۰۰، تیمارآبی تنش متوسط=۳۰۰۰، تیمارآبی تنش شدید =۲۱۰۰. از آنجایی که آبیاری در این روش بشدت با وزش باد در ارتباط است. در مواقع وزش باد شدید آبیاری به روز بعد موکول گردید تا باعث پراکندگی آب آبیاری و ایجاد خطا نگردد. در نهایت ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخصهای فوق الذکر بصورت زیر انجام پذیرفت:

$$GMP = \sqrt{Yp \times Ys} \qquad MP = \frac{Yp + Ys}{2} \qquad TOL = Yp - Ys \qquad STi = \frac{Y_p * Y_s}{Y_p^{-2}}$$

$$D = 1 - \frac{ys}{yp} \qquad SSI = \frac{1 - \frac{Ys}{Yp}}{D}$$

Ys وYp بترتیب میانگین عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش و غیر تنش(مطلوب) می‌باشند.

ys وyp بترتیب میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش و مطلوب می‌باشند.

D= Si شدت تنش خشکی می‌باشد.

Y_p^{-2} مربع میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب است.

نتایج وبحث

در بحث مقاومت به خشکی با ید شرایط کلی محیط کم آب وهمچنین چگونگی سنجش شدت خشکی ومیزان مقاومت ارقام به کم آبی را در نظر گرفت. برای سنجش شدت خشکی باید عملکرد حاصله از کشت در محیط خشک ویا کم آب (عملکرد خشک) را باحداکثر عملکرد که معمولا از کشت در محیط بدون خشکی (پتانسیل عملکرد)حاصل می‌شود مقایسه کرد. شدت خشکی یا سختی محیط آزمایش طبق فرمول زیرمحاسبه می‌شود:

$$Si = Di = 1 - \frac{ys}{yp}$$

که ys و yp بترتیب میانگین عملکرد تمام ژنوتیپها تحت شرایط تنش وبدون تنش می‌باشند.

شدت سختی در این آزمایش برای هر محیط خشک برابر بود با:

S =۰۱/۳۲ (تیمار آبی تنش ملایم)، S =۲ ۰/۴۵ (تیمار آبی تنش متوسط)، S =۰۳/۷۲ (تنش شدید)

الف) شرایط بدون تنش وتنش نرمال:با توجه به شدت تنش مورد استفاده در این پلاتها که مقدار آن S=۰۱/۳۲ می‌باشد صفات مربوط اندازه گیری ویادداشت برداریها صورت پذیرفت. همانطور که از جدول ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش ملایم با انواع شاخصها (جدول۴) مشخص است همبستگی بین Yp و شاخصهای GMP، MP، STI، TOL و SSI در سطح ۱% معنی‌دار بود. باوجود این فقط همبستگی بین Ys1

Archive of SID

www.SID.ir

و GMP، MP و STI معنـی‌دار بود. همانطور که مشـاهده می‌شـود نتایـج این تحقیـق با نتایج سـایر محققین مشـابه اسـت. (Fernandez,1992 ; احمدی، ۱۳۷۸).

جدول ۱- تحمل به تنش ارقام گندم در شرایط بدون تنش وتنش متوسط

Table 1- Stress tolerance of wheat varieties under normal and medium stress

شماره	ارقام	Yp	Ys1	MP	GMP	STI	TOL	SSI
1	گاسپارد	3/328	2/631	2/98	2/948	0/463	0/6973	0/633
2	سایسون	3/058	2/715	2/886	2/878	0/438	0/342	0/339
3	MV-17	2/960	2/328	2/644	2/613	0/364	0/630	0/760
4	بزوستایا	3/310	2/573	3/002	2/955	0/762	0/737	0/681
5	شهریار	4/097	2/760	3/428	3/334	0/599	1/337	0/993
6	زرین	4/54	2/984	3/762	3/65	0/718	1/555	1/049
7	توس	5/013	2/637	3/825	3/563	0/699	2/375	1/452
8	بـک کـراس	5/544	3/040	4/29	4/103	0/89	2/500	1/279
9	الوند	5/160	3/293	4/226	4/088	0/901	1/866	1/007
10	آذر2	5/344	3/222	4/183	4/140	0/912	2/322	1/010
11	سرداری	5/353	3/501	4/420	4/320	0/99	1/798	1/009

در جدول فوق یکی ازشاخصهای محاسبه شده شاخصMP است همانطور که ذکر شد هر چه مقدار MP بیشتر باشد بیانگر مقدار بالای حاصلجمع پتانسیل عملکرد وعملکرد تحت شرایط تنش (Yp + Ys) می‌باشد ودر عمل مناسبتر است ولی اگر مقدار Ys خیلی کم باشد در عوض Yp آنقدر بالا باشد که بتواند کاهش Ys را بپوشاند ما را در انتخاب رقم متحمل دچار اشکال می‌کند.

بر اساس جدول فوق رقم ۱۱ از نظر شاخص MP برتر بود. البته جهت اطمینان باید از سایر شاخصها نظیر GMP و STI نیز کمک گرفت. بر اساس هر سه شاخص رقم ۱۱ از سایر ارقام برتر بود (جدول ۱ و نمودارهای ۱، ۲، ۳). پس از این رقم وبراساس این سه شاخص رقمهای ۱۰، ۹، ۸ و۶ نیز در هردو شرایط محیطی بدون تنش(نرمال) و تنش دارای عملکرد بالایی بودند (جدول۱ ونمودارهای۱، ۲، ۳). بر اساس شاخص MP و GMP رقم شماره ۷ در شرایط بدون تنش دارای عملکرد مناسبی بود اما در شرایط تنش ملایم عملکرد آن کاهش یافت. بنابراین طبق گروه‌بندی فرناندز این رقم به گروه B تعلق دارد. همچنین براساس شاخصهای MP، GMP و STI ارقام ۵، ۴، ۳، ۲، ۱ در هر دو محیط بدون تنش وتنش ملایم دارای عملکرد پایینی بودند. بنابراین طبق تقسیم بندی فرناندز این ارقام به گروه C تعلق می‌گیرند (نمودارهای ۱، ۲، ۳)

شاخصهای TOL و SSI اگرچه دارای همبستگی مثبت باYp بودند. ولی همبستگی معنی‌داری با شاخص Ys1 نداشتند. در حقیقت چنین بنظر می‌رسد که معمولا ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی داشتند شاخص TOL و SSI مناسبی نداشتند. ارقام شماره ۲و۳ که بیشترین تحمل به خشکی (کمترین TOL) را داشتند از عملکرد مناسبی تحت شرایط بدون تنش برخوردار نبودند. همچنین ارقام ۲و۱ که ازنظر شاخص SSI رتبه اول ودوم رابخود اختصاص دادند، از عملکرد مناسبی تحت شرایط بدون تنش برخوردار نبودند. در مقابل ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۰، ۹و۸ که از عملکرد بالایی در هر دو شرایط بر خودار بودند از نظر شاخص TOL و SSI مناسب نبودند. بنابراین گروه‌بندی

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام بصورت زیر می‌باشد.

گروه A:۱۱، ۱۰، ۹، ۸ و۶

گروه B:۷

گروه C:هیچ رقمی مطابق این گروه یافت نشد

گروه D: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵

ب) شرایط بدون تنش وتنش متوسط:شدت تنش خشکی در این مورد S=۲۰/۴۵ بود. مقادیر بدست آمده از شاخصهای MP، GMP، STI، TOL و SSI در جدول ۲ آمده است. همبستگی بین Yp وکلیه شاخصها مثبت ومعنی دار بود اما فقط همبستگی بین Ys2 وشاخصهای MP، GMP و STI معنی‌دار بود(جدول۵). در حقیقت از مقایسه شاخصها مشخص گردید که انتخاب براساس این سه شاخص منجر به انتخاب ژنوتیپهای باعملکرد بالا در هر دو شرایط می‌شود. سایر محققین نیز از این سه شاخص استفاده نمودند. (نورمند، ۱۳۷۶ ; گل پرور، ۱۳۷۹).

بیشترین مقدار MP، GMP و STI مربوط به رقم شماره ۱۱ بود. برطبق این سه شاخص ارقام ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۶ در هر دو شرایط بدون تنش وتنش متوسط دارای عملکرد بالایی بودند.

رقم ۱۱ با متوسط ۵/۳۵۳ و۲/۸۶۶تن در هکتار رتبه اول را در شرایط بدون تنش وتنش متوسط به خود اختصاص داد. رقم شماره ۱۰ هم با متوسط ۵/۳۴تن در هکتار رتبه سوم رادر شرایط بدون تنش ورتبه دوم را در شرایط تنش متوسط به خود اختصاص داد. (جدول ۲ و نمودارهای۴، ۵، ۶).

از مطالعه شاخصهای MP، GMP و STI چنین به نظر می‌رسد که رقم شماره ۷ مانند شرایط تنش ملایم در شرایط بدون تنش یا نرمال عملکرد بالایی دارد ولی عملکرد این رقم در شرایط تنش متوسط کاهش یافته است. بنابراین برطبق گروه‌بندی فرناندز این رقم به گروه دوم تعلق می گیرد.

رقم‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ در هر دوشرایط بدون تنش و تنش محیطی متوسط دارای عملکرد پایینی بودند. بنابراین گروه‌بندی ارقام مطابق روش فرناندز بصورت زیر می‌باشد.

گروه A:۱۱، ۱۰، ۹، ۸و۶

گروه B:۷

گروه C: هیچ رقمی مطابق این گروه یافت نشد.

گروه D: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵

جدول ۲- تحمل به تنش ارقام گندم در شرایط بدون تنش وتنش متوسط

Table 2- Stress tolerance of wheat varieties under normal and medium stress

شماره	ارقام	Yp	Ys2	MP	GMP	STI	TOL	SSI
1	گاسپارد	3/328	2/24	2/784	2/72	0/3940	1/088	0/722
2	سایسون	3/058	2/32	2/638	2/60	0/360	0/733	0/604
3	MV-17	2/960	2/248	2/604	2/57	0/352	0/7106	0/540
4	بزوستایا	3/310	2/437	2/874	2/662	0/375	0/850.	0/792
5	شهریار	4/097	2/39	3/294	3/12	0/5190	1/550	0/9263
6	زرین	4/54	2/502	3/52	3/306	0/6030	2/037	0/9970
7	توس	5/013	2/370	3/692	3/44	0/630	2/641	1/171
8	بک کـراس	5/544	2/56	4/052	3/76	0/752	2/980	1/195
9	الوند	5/160	2/406	3/784	3/52	0/659	2/750	1/186
10	آذر2	5/344	2/710	4/085	3/880	0/796	2/53	1/052
11	سرداری	5/353	2/866	4/105	3/911	0/8126	2/687	1/096

Archive of SID

www.SID.ir

در این مورد هم ژنوتیپهایی که عملکرد بالایی تحت هر دو شرایط داشتند شاخص TOL و SSI مناسبی نداشتند، بطوریکه از نظر هر دو شاخص TOL و SSI، ارقام ۳و۲ بترتیب رتبه اول ودوم را بخود اختصاص دادند. (جدول۲).

ج) شرایط بدون تنش وتنش شدید:شدت تنش خشکی دراین مورد S=۰۳/۷۲ بود. با توجه به جدول ضرایب همبستگی (جدول۶)بین وکلیه شاخصها همبستگی مثبت ومعنی دار وجود داشت. اما مانند مطا لعات گذشته فقط بین Ys3 و MP، GMP و STI همبستگی مثبت ومعنی دار دیده شدکه با نتایج تحقیق سایرمحققین مطابق است(Fernandez,1992 ;گل‌پرور، ۱۳۷۹).

بیشترین میزان همبستگی در محیط تنش بین Ys3 و STI دیده شد(r=۰/۹۱) و همبستگی بین Ys3 و شاخصهای TOL و SSI منفی بود(بترتیب r= -۰/۰۱۲ و r= -۰/۲۴). بنابراین طبق نظر فرناندز (۱۹۹۲) بایدشاخصی بکار برد که دارای همبستگی مثبت ومعنی دار باعملکرد دانه در محیط تنش وبدون تنش باشد. براساس سه شاخص MP، GMP و STI رقمهای ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶ در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی داشتند. ولی در شرایط تنش شدید عملکرد رقمهای ۹، ۸، ۷، ۶ کاهش قابل توجهی یافت. چنین بنظر می‌رسد که این چهار رقم در شرایط تنش ملایم ومتوسط عملکرد تحت تنش خود را حفظ کردند اما در تنش شدید دیگر قادر به حفظ عملکرد مطلوب خود نبودند. اما دو رقم ۱۱ و۱۰ باز هم در هر دو شرایط عملکرد بالایی داشتند. (جدول۳ نمودارهای۷، ۸، ۹).

جدول ۳ -تحمل به تنش ارقام گندم در شرایط بدون تنش وتنش شدید

Table 3- Stress tolerance of wheat varieties under normal and severe stress

شماره	ارقام	Yp	Ys3	MP	GMP	STI	TOL	SSI
1	گاسپارد	3/328	1/055	2/185	1/868	0/186	2/12	0/94
2	سایسون	3/058	1/055	2/03	1/76	0/165	2/035	0/92
3	MV-17	2/960	1/044	2	1/756	0/163	1/91	0/89
4	بزوستایا	3/310	1/188	2/24	1/986	0/207	2/132	0/89
5	شهریار	4/097	1/346	2/71	2/346	/290	2/750	0/93
6	زرین	4/54	1/03	2/78	2/16	0/248	3/508	1/075
7	توس	5/013	1/09	3/05	2/32	0/289	3/920	1/083
8	بک کراس روشن	5/544	0/977	3/25	2/317	0/287	4/566	1/143
9	الوند	5/160	1/122	3/14	2/404	0/306	4/047	1/082
10	آذر2	5/344	1/277	3/30	2/60	0/360	4/07	1/058

همچنین براساس سه شاخص فوق الذکر ارقام ۱، ۲، ۳، ۴ در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شدید عملکرد پایینی داشتند. رقم شماره ۵ هم بر اساس دو شاخص MP، GMP در شرایط تنش شدید عملکرد مناسبی نشان داد. در این مورد هم ژنوتیپهایی که عملکرد بالایی تحت هر دو شرایط داشتند شاخص TOL و SSI مناسبی نداشتند، بطوریکه از نظر شاخص TOL ارقام ۳و۲ واز نظر شاخص SSI ارقام ۳و۴ کمترین مقادیر را بخود اختصاص دادند و همانطور که از جدول مشخص است این رقمها عملکرد مناسبی در شرایط تنش نداشتند. بنابراین طبق گروه‌بندی فرناندز ارقام بصورت زیر قرار می‌گیرند:

گروه A:۱۱، ۱۰

گروه B:۹، ۸، ۷ و۶

Archive of SID

www.SID.ir

گروه C: ۵

گروه D: ۱، ۲، ۳، ۴

ارزیابی

۱- باتوجه به اینکه ارقام سرداری وآذر۲ برای زراعت در اقلیم خشک و دیم معرفی شده‌اند در این بررسی نیز قابلیت آنها در تولید پنجه بارور تحت شرایط تنش، منجر به عملکرد بالای دانه شده و این ارقام با سازگاری مناسب با شرایط خشکی انتخاب شدند. پس از آنها، ارقام بک کراس روشن، زرین والوند مطلوبترین ارقام بودندکه در بررسی‌های متفاوت نیز اینگونه رفتار بروز نموده است.

۲- اکثر ارقام (گاسپارد، سایسون، MV-۱۷، بزوستایا شهریار و زرین)جهت کشت در اراضی با آب کافی معرفی شده‌اند، بعبارتی ارقام آبی هستند. ارقام سرداری وآذر۲ ارقام دیم هستند. عملکرد ارقام آبی در شرایط بهینه رشد حتما بیشتر از رقم سرداری و آذر۲ است. در صورتیکه اختلاف معنی‌داری بین عملکرد در شرایط مطلوب وجود دارد و ارقام دیم پتانسیل بالاتری دارند. دلیل این پدیده احتمالا این است که اکثر ارقام آبی زمستانه کامل هستند و می‌بایست حداکثر تا ۱۵ مهر کاشته شوند، در صورتیکه تاریخ کاشت ۲۸ آبانماه بود. دلیل دیگر شاید تاخیر کوتاه مدت در شروع تیمار آبیاری باشد.

۳- بمنظور ارزیابی تحمل به تنش خشکی ارقام از شاخصها بر مبنای عملکرد ارقام در شرایط بهینه رشد و تنش خشکی استفاده بعمل آمد ومشخص شدکه شاخصهای MP، GMP و STI همبستگی مثبت ومعنی‌داری با پتانسیل عملکرد (Yp) وعملکرد دانه در محیط‌های تنش (تنش ملایم Ys1، تنش متوسط Ys2 و تنش شدید Ys3) داشتند و می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی وپر محصول برای هر دو شرایط بکار روند. رسم نمودارهای دو بعدی این شاخصها نشان داد که ارقام سرداری و آذر ۲ دارای عملکرد بالایی در هر دو محیط می‌باشند.

جدول۴- ضرایب همبستگی ساده بین شاخصهای مقاومت به خشکی

Table 4- Correlation coefficient of drought tolerance indices

	Yp	Ys1	MP	GMP	STI
Yp	1	0/82**	0/98**	0/97**	0/96**
Ys1		1	0/89**	0/91**	0/92**
MP			1	0/99**	0/99**
GMP				1	0/99**
STI					1

** و *به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱%و۵% و ns عدم وجود تفاوت معنی دار

*, **, ns significant at %5 and %1 and non significant, respectiveley

جدول۵- ضرایب همبستگی ساده بین شاخصهای مقاومت به خشکی

Table 5- Correlation coefficient of drought tolerance indeces

	Yp	Ys2	MP	GMP	STI
Yp	1	0/85 *	0/99**	0/98**	0/98**
Ys2		1	0/91**	0/93**	0/93 *
MP			1	0/99**	0/99**
GMP				1	0/99**
STI					1

** و *به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱%و۵% و nsعدم وجود تفاوت معنی دار

Archive of SID

www.SID.ir

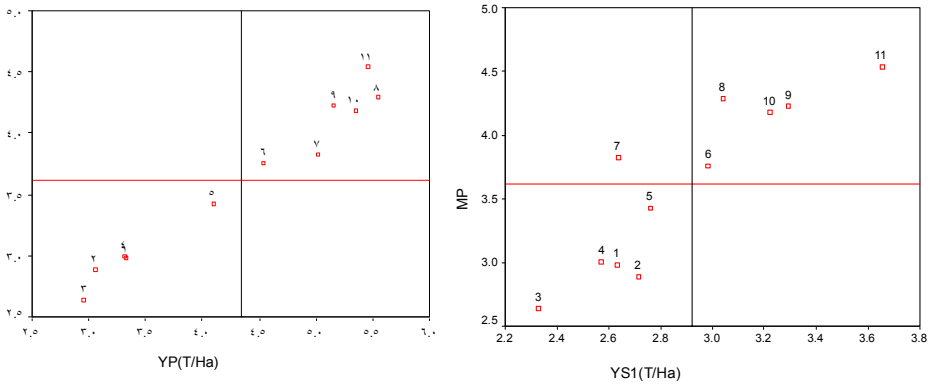
جدول ۶-ضرایب همبستگی ساده بین شاخصهای مقاومت به خشکی

Table 6- Correlation coefficient of drought tolerance indices

	Yp	Ys3	MP	GMP	STI
Yp	1	0/37ns	0/94**	0/77**	0/71*
Ys3		1	0/64	0/87**	0/91**
MP			1	0/93**	0/90**
GMP				1	0/99**
STI					1

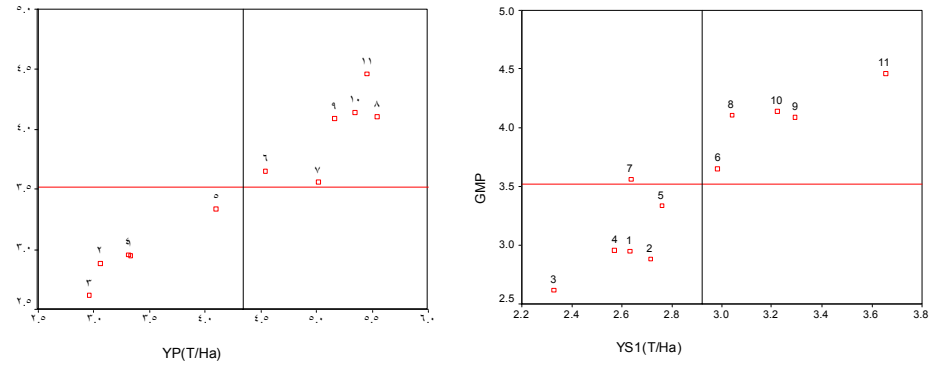
** و *به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱% و ۵% و ns عدم وجود تفاوت معنی دار

*, **, ns significant at %5 and %1 and non significant, respectiveley



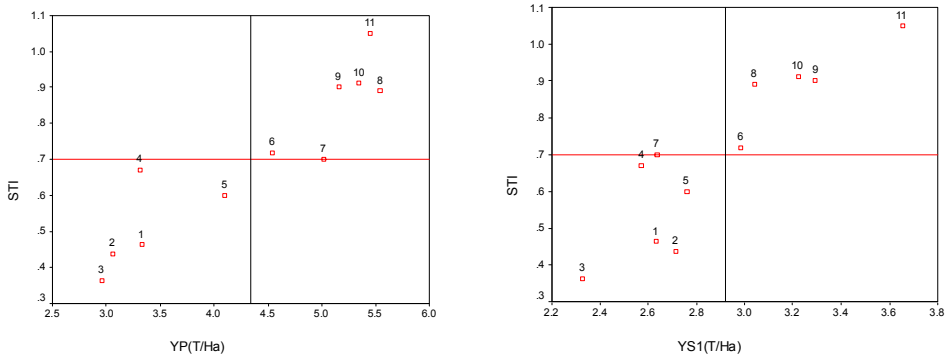
نمودار۱- تغییرات شاخص MP وعملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش ملایم در ارقام گندم

Fig 1- MP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



نمودار۲- تغییرات شاخص GMP و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش ملایم در ارقام گندم

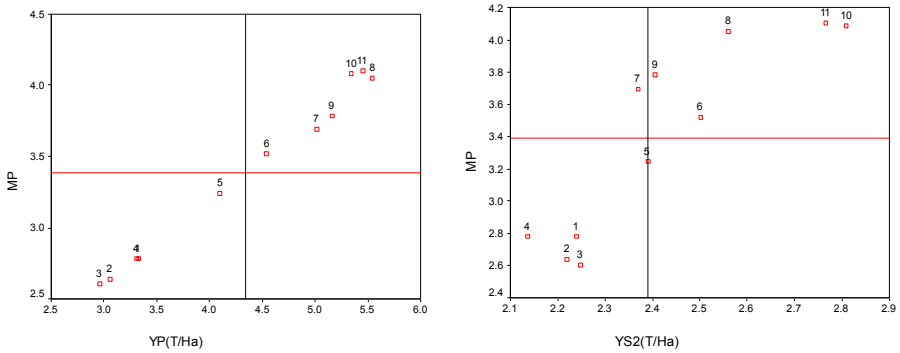
Fig 2- GMP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



نمودار۳ -تغییرات شاخص STI و عملکرد دانه در شرایط بدون نش و تنش ملایم در ارقام گندم

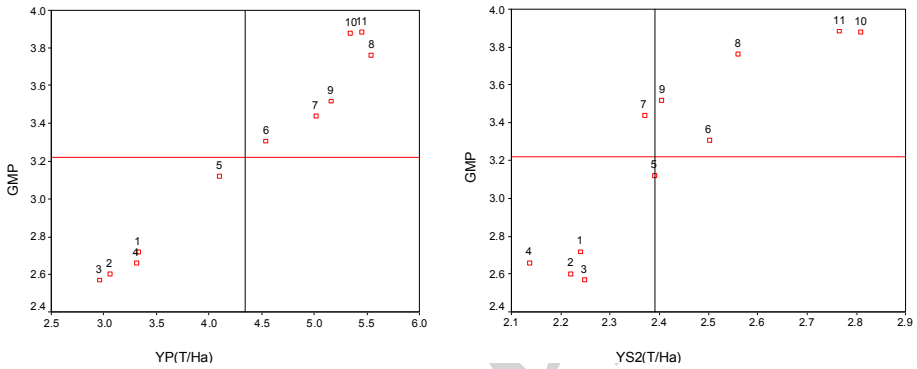
Fig 3- STI variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties

www.SID.ir



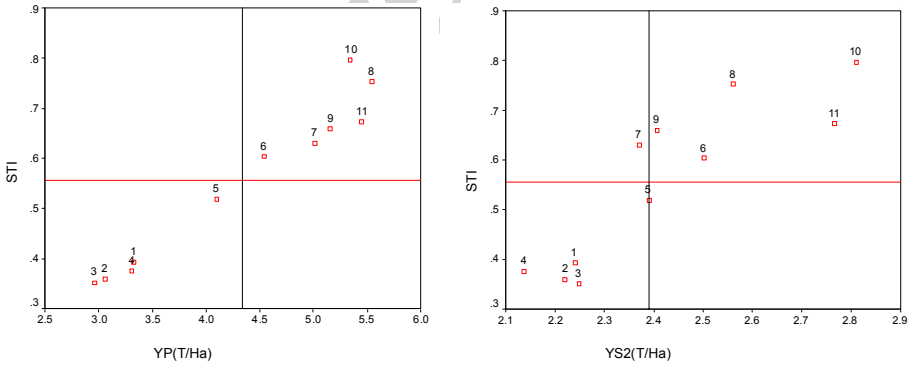
نمودار۴ -تغییرات شاخص MP و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش متوسط در ارقام گندم

Fig 4- MP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



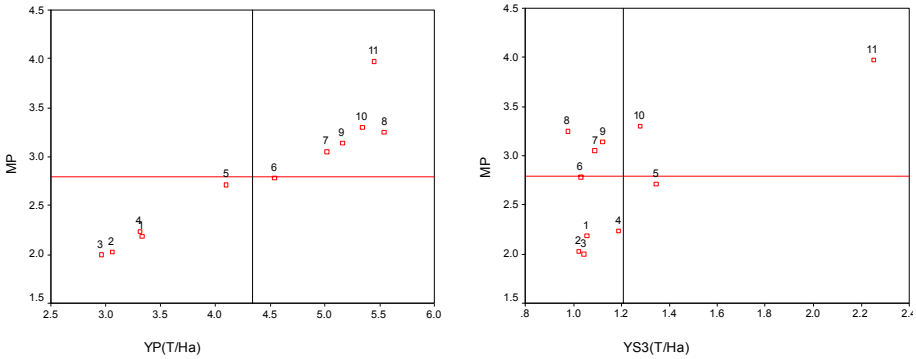
نمودار۵ -تغییرات شاخص GMP وعملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش متوسط در ارقام گندم

Fig 5- GMP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



نمودار۶ -تغییرات شاخص STI و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش متوسط در ارقام گندم

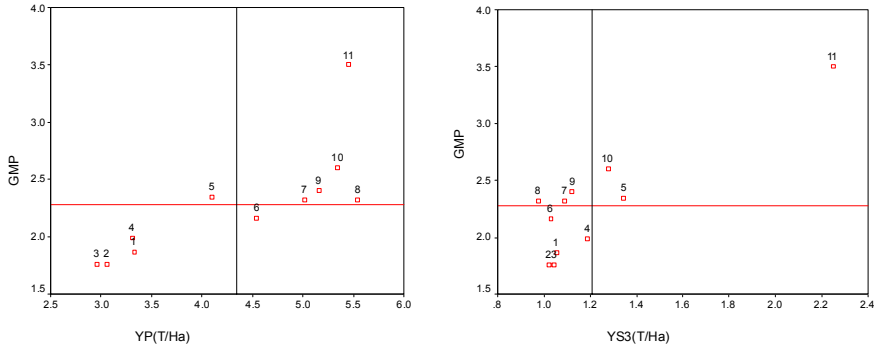
Fig 6- STI variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



نمودار ۷- تغییرات شاخص MP وعملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش شدید در ارقام گندم

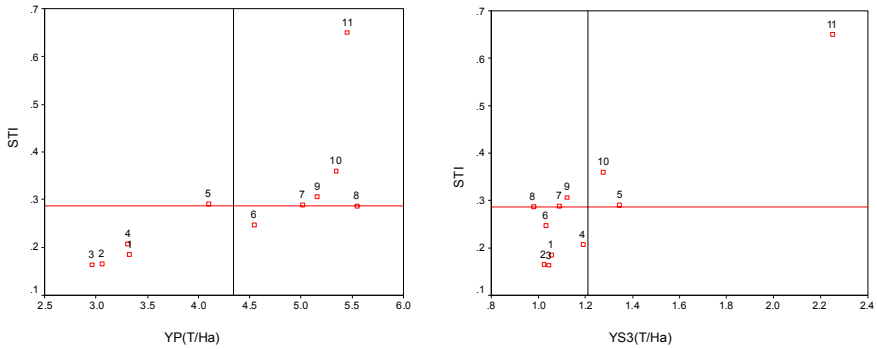
Fig 7- MP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties

www.SID.ir



نمودار ۸- تغییرات شاخص GMP وعملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش شدید در ارقام گندم

Fig 8- GMP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



نمودار ۹ -تغییرات شاخص STI و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش شدید در ارقام گندم

Fig 9- STI variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties

Archive

www.SID.ir

منابع References

احمدی، ج. ۱۳۷۸. بررسی مقاومت به خشکی در هیبریدهای دیررس تجاری ذرت دانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

دستفال، منوچهر.، و رمضانپور، محمود. ۱۳۷۷. ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام گندم در شرایط آب و هوایی داراب. ششمین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات.

خلیل‌زاده، غلامرضا.، و کربلایی، حسین. ۱۳۸۰. بررسی اثرات استرس به خشکی و گرما بر روی لاینهای پیشرفته گندم دروم. هفتمین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات.

عبدمیشانی، سیروس، و بوشهری، علی اکبر، ۱۳۷۶، اصلاح نباتات تکمیلی، انتشارات دانشگاه تهران

کشاورز، ع. جلال کمالی، م. ر. دهقانی، ع. ب. حمیدنژاد، م. صدری، ب. حیدری، ا. و محسنین، م. ۱۳۸۱. طرح افزایش عملکرد وتولید گندم آبی و دیم کشور. وزارت جهاد کشاورزی

گل پرور، ا. ر. ۱۳۷۹. ارزیابی تعدادی از ژنوتیپهای گندم کلکسیون در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی وتعیین بهترین صفات گزینش در دو محیط. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران

مجیدیان، مجید.، و غدی‌ری، حسین. ۱۳۷۹. تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تنش خشکی بر روند تغییرات شاخصهای رشد و ویژگی ظاهری ذرت.

نورمند موید، ف. ۱۳۷۶. بررسی تنوع صفات کمی ورابطه آنها با عملکرد گندم نان در شرایط دیم و آبی و تعیین شاخص مقاومت به خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

Aspinall , D. (1984). Water deficit and wheat. In: pearson C. J. (Ed.). Control of crop productivity. Academic press. PP 91- 110

Brocklehurst, P. A., Moss, J. P., and Williams, W. (1978). Effect of irradiance & water supply on grain development in Wheat. Annals of Applied Biology 90:265 – 276

CIMMYT. 1981. World wheat facts and trends. Report one:An analysis of changes in production , consumption , trade and prices over the last two decades. August. CIMMYT,Mexico,DF,Mexico

Blum, A., J Mayer,and G. Gozland. 1983 Association between plant production and the some physiological component of drought resistace in wheat. Plant cell Environ. 6:219-225

Fernandez,G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of symp. Taiwan,B-16 Aug 1992. BYC. G. kuo. AVRDC.

Fischer,R. A. andR. Maurer. 1978. Drought stress in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29:897-912.

Heyne E. G. 1978. wheat and wheat inportment. second edition.

Keim, D. L. and W. E. Kronstad. (1981). Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress condition. Crop sci. 21:11 – 15

Kobata, N. C. (1992). Rate of development of post anthesis water deficits & grain filling of

Archive of SID

www.SID.ir

spring wheat. crop science. 32:1238 – 1242.

Kramer, P. J. (1980). Drought strees and the origin of adaptation P. 7 – 20. In N. C. Turner and P. J. kramer (E d.) Adaptation of plants to water and high temperature stress. John wiley and sons, New York.

Morgan,J. M. (1980 a). Possible role of abscisic acid in reducing seed set in water – stressed plants. Nature (london) 285:655 - 657

Nicolas,M. E.,Gleadow,R. M.,and Dalling ,M. J. (1984). Effect of drought and high temperature on grain growth in wheat. Autralian Journalof Plant Physiology 11:553-566

Ober,E. S.,Setter,T. L.,Madison ,J. T.,Thompson,J. F., and Shapiro,P. S. (1991). influence of water deficit on maize endosperm development. Enzyme activities and RNA transcription of starch and zein synthesis, abscisic acid and cell divition.
Plant Physiology 97:154-164

Quarrie ,S. A., and H. J. Jones. (1977). Effect of abscisic acid and water stress on development and morphology of wheat. EXP. Bot. 28:192-203

Rosielle,A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non stress enviroment. Crop science. 21:943-946

Saini,H. S., and D. Aspinal. 1981. Effect of water deficit on sporogenesis in wheat(Triticum aestivum L.)Ann. Bot. 48:623-644

Westgate,M. E.,and Thomson grant,D. (1989). Effect of water deficit on seed development in soybean. I. Tissue water stress. Plant Physiology 91:975-979

Wardlow, L. F. 1971. The early stage of grain development in wheat:Response to water stress in a single variety. Aust. J. Biol. Sci. 24:1047-1055

Viets,F. G. 1977. Effective drought control for successful dryland agriculture.

Archive of SID

www.SID.ir