Archive of SID

بررسی اثرات تنش خشکی بر برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدانت و پرولین در سورگوم

پیام معاونی[۱]*

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس؛ payam.moaveni@yahoo.com

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تنش خشکی بر تجمع آنزیم‌های آنتی اکسیدانت و پرولین در سورگوم علوفه‌ایی، آزمایشی به صورت طرح کرت های خرد شده در پایه بلوک های کامل تصادفی در چهارتکرار در منطقه شهر قدس به اجرا درآمد، دراین آزمایش ۴ رقم ژنوتیپ سورگوم علوفه‌ایی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادکه مقدار پرولین در شرایط تنش نسبت به شرایط نرمال بیشتر است. اثر ارقام بر میزان تجمع پرولین در سطح ۵٪ احتمال معنی دار بود. همچنین میزان آنزیم های سوپراکسید دیسموتازی، دی هیدروکسی گوانوزین،مالون دی آلدئید در شرایط تنش نسبت به دور آبیاری نرمال افزایش معنی دار داشت.

واژه های کلیدی: پرولین، تنش خشکی، سورگوم، آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، سوپراکسید دیسموتاز، دی هیدروکسی گوانوزین، مالون دی آلدئید.

مقدمه

خشکی یکی از مهمترین تنش های محیطی است که تولید گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار داده و تقریبا تمام فعالیت های گیاهان را در بر می‌گیرد (Hern- Ndez etal, 2001). گیاهانی که در شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرند با از دست دادن آب درون سلولی خود باعث افزایش تجمع تنظیم کننده های اسمزی مانند: پرولین، گلایسین، و بتائین به منظور عکس‌العمل به تنش خشکی می‌گردند (Nonami, 1998, Patakas et al. 2002). پرولین پایدارترین اسید آمینه ای است که در برابر تنش‌های اکسیداتیو مقاومت کرده و کم ترین اثر بازدارندگی را بر رشد سلولها در بین تمام اسید آمینه ها دارد (Kumur , 1992). برحسب میزان تنش، گیاهان ممکن است با تولید متابولیت‌های سازگاری نظیر اسیدهای آمینه، آنتی اکسیدانتها و هورمونها اثرات تنش را خنثی نموده و به رشد خود ادامه دهند (شکری و همکاران ۱۳۸۰). پرولین یکی از پایدارترین اسیدهای آمینه است که در برابر هیدرولیز اسیدی اکسیداتیو به توکسین‌ها، مقاومت می‌کند و کمترین اثر بازدارندگی را در رشد سلول ها در بین تمام اسیدهای آمینه دارد (Kumur and sachan, 1990). یکی از مهمترین اسید آمینه هایی که در گیاهان تحت تاثیر تنش خشکی تجمع می یابد، پرولین است و می توان گفت که احتمالا مهمترین نقش پرولین محافظت از آنزیم ها در برابر دهیدراسیون می‌باشد (Thomas, 1990). یک مکانیسم بالقوه در افزایش و ساخت پرولین موثر

۱- آدرس نویسنده مسئول: تهران، جاده قدیم کرج-تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت.

* دریافت: ۸۹/۱۰/۱۸ و پذیرش: ۹۰/۱/۲۷

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد، اثر افزایش تولید پرولین بر روی مقاومت به تنش خشکی یا شوری هنوز قابل بحث است و علاوه بر افزایش سنتز پرولین کاهش کاتابولیسم پرولین می‌تواند به تجمع آن در پتانسیل آب پایین مربوط باشد (Blum et al, 1996). نتایج بررسی های اثر تنش خشکی روی ۵ رقم آفتابگردان نشان داد که عامل خشکی در گیاه آفتابگردان می تواند به عنوان یک عامل تنش زا تولید رادیکالهای اکسیدانت کننده و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد، لذا دفاع آنزیم های آنتی اکسیدانت در برابر این رادیکالها می‌تواند شاخص یا بیومارکر مهمی از اثرات خشکی بر بافتهای مختلف گیاه باشد (شکروی و همکاران ۱۳۸۰). Jonses و Turner (۱۹۹۵) اظهار نمودند که با افزایش تنش خشکی پس از ۲٤ ساعت میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دسیوتاز در گیاه افزایش می‌یابد. رفیعی و همکاران (۱۳۸٤) به این نتیجه رسیدند که می توان از سوپراکسید دسیموتاز (SOD) به عنوان یک معیار جهت گزینش ارقام مقاوم استفاده نمود. رقم مقاوم تر SOD بالاتری دارد و می توان از آنزیم های آنتی اکسیدانت جهت تعیین گونه های مقاوم به خشکی در آفتابگردان استفاده کرد. سوپر اکسید دسیموتاز یک عامل حیاتی برای فعالیت ارگانیزم های هوازی به حساب می‌آید، این متالوآنزیم ها رادیکالهای سمی را که دائماً به عنوان متابولسیم هوازی شکل می گیرد جمع آوری می نماید واز انواع صدمات سلولی جلوگیری می نماید (Asada and Takashi , 1987). در آزمایشی که بر روی آنزیم های آنتی اکسیدانت و محصول تخریبی مالون دی آلدئید (MDA) روی سورگوم در شرایط تنش خشکی انجام گردید، سطوح آنزیم ها و MDA در شرایط تنش نسبت به شرایط آبیاری نرمال افزایش نشان داد (Jingxian and kirkham, 2006). آنزیم های آنتی اکسیدانت مانند پراکسیداز (POD)، سوپراکسید دسیموتاز (SOD) و کاتالاز یکی از مهمترین سیستم‌های دفاعی در برابر ا کسیدانت ها درگیاه می باشد (Larson, 1988; Burke and Mahan , 1991). یکی از مهمترین مکانیسم‌های که گیاهان در برابر تنش های محیطی به خصوص تنش‌های خشکی به کار می‌برند. تجمع مواد محلول در داخل سلول است که تحت عنوان اسمولیت ها شناخته می‌شوند و می‌توان به ترکیبات پلی اول‌ها- قندها- اسیدهای آمینه- پرولین و بتائین اشاره نمود. (Bohnert et al, 1996; Ramanjul and Bartels, 202). انتخاب ارقام متحمل به خشکی در گیاهان زراعی براساس صفات ثانویه در شرایط تنش خشکی در ذرت (Ribout etal , 2004) ، گندم (Conson et al , 2004)، و سورگوم (Sanchez et al, 2002) به اثبات رسیده است. بررسیهای انجام شده در گیاه Rose hybrideah نشان داد که غلظت مالون دی آلدئید و دی هیدروکسی گوآنوزین، در طول تنش خشکی پس از ۲٤ ساعت افزایش یافته ولی بلافاصله پس از دسترسی گیاه به آب و کاهش تنش میزان این دو ماه کاهش می یابد.(Jin et al, 2006). Nonami (۱۹۹۸) نشان دادند که تنش خشکی باعث افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت می‌شود از این رو از این آنزیم ها به عنوان شاخصی جهت انتخاب ارقام متحمل به خشکی استفاده کرد. ساعی و همکاران (۱۳۸٤) نشان دادند که فعالیت بعضی آنزیم های آنتی اکسیدانت تحت تاثیر تنش خشکی نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش می یابد. این محققین تعیین سطح فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت را به عنوان یک پارامتر مهم جهت تعیین گونه‌های مقاوم به خشکی در سورگوم علوفه‌ایی تشخیص دادند. بررسی های اصغری (۱۳۸٤) بر روی گندم بهاره (*Triticum aestirum*) نشان داد که تحت تاثیر تنش خشکی در مراحل اولیه رشد و نمو آنزیم های پراکسیداز افزایش معنی داری از خود نشان می‌دهند که علت این افزایش می‌تواند نتیجه حساس تر بودن تنش نوری در مراحل اولیه رشد و نمو به تنش خشکی باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس انجام گردید. طرح آماری به کار رفته کرت‌های خرد شده در پایه بلوک های کامل تصادفی در ٤ تکرار بود که دوره‌های آبیاری نرمال- متوسط و تنش در داخل کرت‌های اصلی و ٤ ژنوتیپ و رقم سورگوم علوفه‌ایی (شوگر گریز-اسپیدفید- KSF_1 و MSF_2)در داخل کرت‌های فرعی قرار گرفتند ، ابیاری نرمال در ۸۰٪ FC (ظرفیت زراعی) ، آبیاری متوسط در ٤۰٪ FC وتنش آبی در ۲۰٪ FC انجام گرفت.

سنجش میزان پرولین: برای اندازه‌گیری میزان پرولین آزاد ابتدا ۲ سی سی از محلول شامل عصاره گیاهی +۲ سی سی اسید نین هیدرین +۲ سی سی اسیداستیک در یک لوله آزمایش اضافه شده و درب لوله را بسته، سپس لوله های آزمایش، در حمام آب جوش در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت قرار داده شدند. بلافاصله بعد از آن این لوله‌ها در داخل یخ قرار گرفته و به هر لوله ٤ میلی لیتر تولوئن اضافه شد و برای مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه هم زده شد. آنگاه لوله ها را به کناری گذاشته تا با دمای محیط آزمایشگاه به تعادل برسند. سپس قسمت رنگی محلول در تولوئن جدا گردید وغلظت آن با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید. در این روش برای کمی کردن تغییرات پرولین در نمونه‌های مورد آزمایش یک منحنی استاندارد جذب براساس دامنه تغییر رنگ در نمونه‌هایی با مقادیر مختلف پرولین مشخص گردید. ابتدا محلول استاندارد پایه پرولین با حل کردن پرولین خالص در آب مقطر به غلظت ۱۰۰ پی پی ام تهیه شده و سپس ۷ محلول استاندارد با غلظت‌های صفر، ۲، ۷، ۱۰، ۱۲ ، ۱۵، ۲۰ ppm از محلول پایه مذکور تهیه گردید. تولوئن خالص نیز به عنوان بلینگ دستگاه مورد استفاده قرار گرفته و استانداردها نسبت به آن سنجیده شدند کلیه مراحلی که بر روی نمونه‌های گیاهی انجام شد، برای استاندارد نیز عمل گردید. سپس منحنی استاندارد رسم و معادله خط محاسبه و غلظت پرولین براساس میلی گرم بر وزن تر گیاه تعیین گردید (Irigoyen and Emerich , 1992).

استخراج آنزیم: برای آنزیم ها جوان ترین برگهای جوان (۲۰عدد) ٤۰ روز پس از شروع تیمار تنش برداشت شدند .۰/۵ گرم از برگهای برداشت شده هموژنیزه شده و در ۱۰۰ میلی لیتر با فسفات پتاسیم (pH=7/8) که حاوی EDTA ۰/۱mM بود قرار گرفتند، سپس محلول هموژنیزه شده به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ٤۰ درجه سانتیگراد سانتریفوژ شدند.

سنجش SOD: سنجش آنزیم SOD با استفاده از قابلیت بازدارندگی فتوشیمیایی طبق روش (Misra et al ,1972) و (Chowdlhury and chaudhuri , 1985; , zhang et al ,) انجام گردید بدین ترتیب که ابتدا محلول بافر تریس حاوی فسفات دی سدیک، pH=7/2 به همراه ۱/۳ میلی مول EDTA و ۰/۱ میلی-مول کربنات مونوسدیک تهیه شده و سپس از اپی نفرین با غلظت با غلظت ۰/۲۵ میلی مول به عنوان سوبسترا استفاده گردید و سپس محلول تهیه شده را به آن افزوده و تغییرات جذب نوری حاصل از اکسیداسیون اپی نفرین، به عنوان فعالیت آنزیمی اندازه گیری شد.

سنجش دی هیدروکسی گوآنوزین: برای اندازه گیری دی هیدروکسی گوآنوزین از روش Blum و همکاران (۱۹۹٦) استفاده شدکه عصاره را از ستون کربن شماره ۸ عبور داده و پس ا ز تبادل رسیدن و عبور تمامی حلال موجود در عصاره، ستون با عبور از فاز متحرک جدید حاوی HCL تریس با PH=8/2 ماده 8-OH-dg از این ستون خارج می‌شود.

نتایج و بحث

مقدار پرولین برگ ها در شرایط تنش نسبت به دو دور آبیاری نرمال و متوسط افزایش یافت و بیشترین مقدار پرولین در ارقام شوگرگریز و اسپیدفید ملاحظه شد و میزان پرولین به طور متوسط در ارقام

www.SID.ir

Archive of SID

وژنوتیپ های تحت تنش با میانگین ۱۰/۹۲، ۹/۹۵، ۸/۹۱، ۸/۷۸ میکرومول برگرم وزن تر برگ نسبت به سایر ارقام در دوره‌های آبیاری نرمال و متوسط بالاتر بود و بیشترین تجمع پرولین در ارقام شوگرگریز و اسپید فید در شرایط تنش آبی ملاحظه گردید، در بسیاری از گیاهان زراعی مانند: سورگوم، برنج، خردل هندی و گوجه فرنگی تفاوت در میزان پرولین در شرایط تنش گزارش شده است (Heuer, 1993) تحت شرایط تنش خشکی ، گیاهان رشد خود را متوقف کرده و تجمع مواد محلول را در سلولها به منظور دسترسی بیشتر به آب افزایش می‌دهند که این مسئله تنظیم اسمزی نامیده می‌شود (Nanami, 1998; Patakas et al, 2002).

آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD): مقدار آنزیم SOD در تنش خشکی با میانگین ۲۳۰۰ واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین نسبت به سایر دوره های آبیاری افزایش نشان داد که این مقدار به تنهایی در گروه آماری برتر قرار می‌گیرد. همانطور که ملاحظه می‌شود بین دوره‌های آبیاری از نظر مقدار انزیم SOD در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری به چشم می خورد (جدول) نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از آزمایشات جین وهمکاران (۲۰۰٦) ، عمان و همکاران (۱۳۸٤) مطابقت دارد. بین اثرات متقابل تنش ×اثرات اثر معنی داری ملاحظه نگردید . بدان معنی که تنش آبی قادر به ایجاد اختلاف بین ارقام از نظر میزان آنزیم SOD نمی‌گردد ولی در دوره‌های آبیاری و ملایم و نرمال اثر متقابل بین ارقام × سطوح آبیاری کاملا معنی دار بود. به عنوان یک نتیجه گیری کلی می توان گفت که سطح فعالیت آنزیم سوپراکسید دسیموتاز در شرایط تنش خشکی بیشتر از سایر سطوح است که نشان دهنده اثرات مفید این آنزیم در کاهش صدمات تنش اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی می باشد.

دی هیدروکسی گوآنوزین: اثر عامل تنش خشکی بر مقدار دی هیدروکسی گوآنوزین در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). همچنین بیشترین مقدار دی هیدروکسی گوآنوزین در شرایط تنش خشکی و در ژنوتیپ MSF_4 و نیز آبیاری متوسط و ژنوتیپ MSF_4 ملاحظه گردید. در شرایط آبیاری نرمال بیشترین مقدار در رقم شوگرگریز و کمترین مقدار دی هیدروکسی گو آنوزین در رقم اسپید فید و ژنوتیپ KSF_1 ملاحظه می‌گردد. به طور کلی سطح فعالیت این محصول تخریبی در شرایط تنش خشکی می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در انتخاب ارقام مقاوم به خشکی به کار گرفته شود. نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از آزمایشات پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۵) مطابقت دارد.

مالون دی آلدئید: اثر عامل تنش خشکی بر مقدار مالون دی آلدئید در سطح ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح ۵٪ نشان دادکه بیشترین مقدار مالون دی آلدئید با میانگین ۵/۸ نانومل بر میلی گرم پروتئین مربوط به سطح تنش خشکی می‌باشد و تفاوت معنی داری بین دو سطح آبیاری دیگر برای MDA ملاحظه نشد. اثر متقابل تنش کم آبی و ارقام بر میزان مالون دی آلدئید معنی دار گردید. مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح ۱٪ نشان داد که بیشترین میزان مالون دی آلدئید با میانگین ۷/۱ نانومول بر میلی گرم پروتئین در مرحله تنش شدید و ژنوتیپ MSF_4 و کمترین میزان مالون دی آلدئید با میانگین ۳/۱ نانومل بر میلی گرم پروتئین در سطح آبیاری نرمال و ژنوتیپ KSF_1 ملاحظه گردید. لازم به ذکر است که سطح فعالیت محصولات تخریبی مانند MDA در آزمایشات تنش خشکی بیشتر از آزمایش در شرایط نرمال است و مقدار محصولات تخریبی می‌تواند به عنوان یکی از شاخص های مهم درانتخاب ارقام مقاوم به خشکی در نظر گرفته شود ، نتایج این آزمایش با نتایج حاصل از آزمایشات شافعی و همکاران (۱۳۸٤) مطابقت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام و تیمار های خشکی

تیمار	پرولین proline میکرومول/گرم وزن تر برگ	مالون دی آلدئید MDA نانو مول بر میلی گرم پروتئین	دی هیدروکسی گوانوزین DH نانو مول بر میلی گرم پروتئین	سوپراکسید دسموتاز میکرومول/گرم وزن تر برگ
سطح آبیاری I_1- نرمال -N I_2-آبیاری متوسط I_3-تنش خشکی	۵/۵۲bc ۵/۷۳bc ۹/٦٤a	۳/۱ ۵/۳ ۵/۸	۱۱/٤C ۱۷/۹b ۱۸/۷a	۱۳٤۰C ۱۷۵۰b ۲۳۰۰a
V_1 -شوگرگریز	۷/۲٤a	۵/۳	۱٦/۲	۱۷۸٦/٦
V_2 -اسپیدفید	۷/۰٦a	٤/٦	۱٤/۹	۱۸۳۳/۳
$V_3=KSF_1$	٦/۸۱b	٤/٤	۱۵/۲	۱۷۸۳/۳
$V_4=MSF_2$	٦/۷۵b	٤/۵	۱۷/۷	۱۷۸۳/۳
I_1V_1 اثر متقابل	۵/۱٤c	۳/۹c	۱۳/۳e	f۱۲۸۰
I_1V_2 رقم × آبیاری	۵/٦۸c	۳/۸c	۱۰/۱g	۱٤۲۰e
I_1V_3	۵/۷۳c	۳/۱d	۱۰/٤g	۱۳٦۰e
I_2V_3	۵/۵۳c	۱/٦e	۱۲/۱f	۱۳۰۰e
I_2V_1	۵/٦۵c	٦/۱ab	۱٦/٤d	۱۷٦۰c
I_2V_2	۵/۵۵c	۵/۷a	۱۷/۳c	۱۸۲۰b
I_2V_3	۵/۷۹c	٤/۵b	۱۷/ac	۱٦۲۰d
I_3V_3	۵/۹۳c	٤/۹b	۲۰/۹a	۱۸۰۰b
I_3V_1	۱۰/۹۲a	٦/۱ab	۱۸/۹b	۲۳۲۰a
I_3V_2	۹/۹۵a	٤/۳b	۱۷/٤c	۲۲٦۰a
I_3V_3	۸/۹۱b	۵/۷a	۱۸/۳b	۲۳۷۰a
I_3V_3	۸/۷۸b	۷/۱a	۲۰/۲a	۲۲۸۰a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف غیر مشترک می باشند در سطح احتمالا ۵٪ دارای اختلاف معنی دار هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

۱- اصغری، ر. و ح. ابراهیم زاده. ۱۳۸۱. بررسی اثر تنش خشکی در فعالیت و ظهور ایزوآنزیم‌های پراکسیداز در دو رقم گندم. موسسه تحقیقات و تهیه نهال و بذر.

۲- چابوک. ب. ۱۳۷۵. ارزیابی شاخص های فیزیولوژیکی موثر در مقاومت به خشکینخود سفید پایان نامه کارشناسی ارشد آزاد اسلامی واحد کرج.

۳- حبیبی، د. وم. مشهدی اکبر بوجار، ۱۳۸۱. تعیین مقدار فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت به عنوان آنزیم های ضد استرس در ارقام مختلف آفتابگردان آجیلی، طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

٤- سید. س . ۱۳۷۳. اثر خشکی بر بعضی از جنبه های فیزیولوژیک و زراعتی گندم ، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

۵- معاونی، پ. ۱۳۸۲. مطالعه تاثیر دور آبیاری بر عملکرد برخی شاخص‌های فیزیولوژیک علوفه‌ایی، گزارش طرح پژوهشی ، دانشگاه آزاد ایرانشهر.

6- Asada, k, 1999, The water _water cycle in chloroplasts : Scavenging of Active ox yy en and dissipation of excess Photons,
Annual Review of plant Physioloyy and Plant Molecular Biology 50 601-639 .(Croos Ref(ISI).

7- Feunade z,k,F.1997.role of ascorbata g lutahione ontioxidant system in chilling resistnece of sunflower,journal of plant physiology 141:234-239.

8- Jagtap. V. Bhargava S- 1995. Variation in the antioxidant metabolisem of tolerant and drought susceptible varieties of Sorghum bicolor (L) Moench. Exposed to high light. Low water and high temperature stress .J.Plant Physiol , 145: 195 -197.

9- Jordan.w.R,,Dugas,YR.WA,,shouse.p J ,1983.strategies for crop improvement for drought-prone regions Agricultural water Management ,7,2S1-299.

10- Jonses.M.M.Turner N.C, 1995.Accumulation of solutes in leaves of Sorghum and Sunflower in response to water deficits. PlantPhysiol .6I.122-126.

11- Kumar, V and Spencer , M. E, Plant Mol Boil. 1992, 9, 781-792.

12-Misra,H.P,P Fridovich.1972. the generation of superoxide readical during outooxidation. g. Biol.chem.247.6960-6966.

13-Navari,R,2001.Activity of superoxid disutase . and catalase.36:306_313.

14- Nonami, H., 1998. Plant water relations and control of cell elongation at low water potential. J. Plant Res. 111, 373-382.

15- Paglia, D. E. valentine.W. N- (1967) Studies on the quantitative and qualitive characterizatili of Glutalion peroxidase. J.Lab.Med/70,158-165.

16- Prasad.T.K.M.D. Andcrson, B.A. Martin, and C.R-Stewart(1994) Evidence For chilling – Induced oxidative stress in maize seeding and a Regulator rolefor Hydrogen proxide-Plant Cell:65-74.

17- Rao,M(1996).induced changes in the antioxidant enzymes Plant Physiology.110,125,136. Seminiroff,N.1990.Role of superoxiddismutase in wheat and cotton, Plant Physiology.114:1369-1376.

18- Semirn off.N.1990.role of Glutation proxidase inwheat and Cotton.Plant Physiology/114 1369_1376.

19- Sivakumar,M-V.K. and R,H.Shaww (1979)Methods of growth in Field grown Soybeans, Ann. Bot.42:213-222.

20- Safaa. H-and T.W, Barger.2003. Influence of water stress on selected physiological Response of three Sorghum genotypes, Ital .Agron -,7,1,15-22.

www.SID.ir

Archive of SID

21-Thomas, H, 1990, Osmotic adjustment in Lolium perenne; its heritability and the nature of solute accumulation , Annuals of Botany, 66, 521-530.
22- Ukeda.,T., 1991- Abrupt increase in level of hydrogen peroxidase of winter wheat, Plant Physiology .97:1265-1267.
23- Watson.M-2003- the correlation among drought resistanes and leaf water potential.Academic. Press.vol 2, New York.

www.SID.ir