Archive of SID

بررسی برخی تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در سه رقم نخود

منیژه سبکدست نودهی[۱] و فرنگیس خیالپرست[۲]

چکیده

مطالعه تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در شرایط تنش خشکی می تواند به شناسائی فاکتورهای موثر در مقاومت به این تنش کمک کند. به منظور بررسی این عوامل در یک آزمایش گلخانه‌ای اثر خشکی بر روی رشد، وضعیت آبی، میزان غلظت کلروفیل، پروتئین و پرولین برگ در سه رقم نخود جم، پیروز و کوروش مورد بررسی قرار گرفت. عملکرد دانه ارقام نیز در آزمایش مزرعه‌ای در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که رقم جم مقاوم و دو رقم دیگر حساس هستند. نتایج نشان داد که خشکی به طور معنی‌داری باعث کاهش وزن خشک اندام هوائی و ریشه شد که در این میان جم بالاترین و پیروز کمترین مقدار وزن خشک اندام هوایی را تولید کرد. در شرایط گلخانه‌ای اعمال تنش خشکی به مدت ۶ روز میزان غلظت کلروفیل و پروتئین محلول را در همه ارقام کاهش داد که جم از بالاترین مقدار کلروفیل و پروتئین برخوردار بود. نتایج هم چنین نشان داد که رقم مقاوم جم از غلظت پروتئین و محتوای نسبی آب بیشتری برخوردار بود. تحت تنش خشکی تنظیم اسمزی ناشی از تجمع پرولین ۰/۳۴ مگاپاسکال بود. نتایج تجزیه همبستگی نیز نشان داد که مقادیر بالاتر محتوای نسبی آب با غلظت کلروفیل و پروتئین بیشتر تحت تنش همراه بود که در کل چنین نتیجه‌گیری می‌شود که حفظ غلظت بیشتر پروتئین و کلروفیل تحت تنش خشکی شاخص گزینشی مناسب جهت مقاومت به خشکی بوده و هم چنین مقاومت به خشکی با حفظ محتوای آب برگ مرتبط است.

کلید واژه‌ها: نخود، تنش خشکی، پرولین، کلروفیل

مقدمه

خشکی و تنش ناشی از آن معمولی ترین تنش‌های محیطی است که تقریباً تولیدات زراعی را در ۲۵ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان محدود می‌کند (۲) ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی متر در زمره مناطق خشک جهان طبقه بندی می‌گردد. بالا بودن مقدار تبخیر، محدودیت منابع آبی و سایر عوامل باعث توجه بیشتر به مطالعه اثر تنش خشکی و انتخاب ارقام مقاوم به خشکی شده است (۱). لذا دانستن اطلاعات کافی از واکنش‌های گیاهی در مقابل تنش‌های محیطی علی الخصوص خشکی، برای بهره‌وری بیشتر برنامه‌های به نژادی در تهیه ارقام متحمل به خشکی را امکان پذیر می‌سازد در شرایط کمبود آب در گیاهان علاوه بر تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی، تغییرات بیوشیمیایی نیز بوجود می‌آید (۲ و ۸). از جمله رویدادهای مهم بیوشیمیایی گیاهان تحت تنش تغییرات به صورت کاهش و یا افزایش پروتئین، محلول قند و پرولین می‌باشد (۲۰).

در مورد تغییرات پروتئین‌ها مطالعات زیادی روی نخود (۱۴ و ۱۹)، یونجه (۳) و اسفناج (۱۸) بعمل آمده و در این مطالعات کاهش پروتئین‌های محلول و تجمع اسیدهای آمینه در اثر تنش خشکی با افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین و نیز تجمع اسید آمینه آزاد از جمله پرولین مرتبط باشد (۱۳،۹) پیشنهاد شده است که خصوصیات بیوشیمیایی مانند محتوای اسید آمینه پرولین و

۱- مربی و عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران(sabokdast@ut.ac.ir)

۲- دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۴/۷/۳

تاریخ پذیرش: ۸۶/۴/۱۸

www.SID.ir

Archive of SID

پایداری کلروفیل می‌تواند معیارهای برای گزینش ارقام مقاوم به خشکی مورد استفاده قرار گیرد (۲۵). تجمع پرولین به تنظیم اسمزی برگ کمک می‌کند که ممکن است با مقادیر بالاتر محتوای نسبی آب برگ همراه باشد (۱۷). کاهش محتوای کلروفیل نیز تحت تنش گزارش شده است (۵، ۹).

نظر به اهمیت نخود به عنوان یکی از حبوبات مهم در تغذیه انسان و پائین بودن میزان تولید آن نسبت به مصرف قابل توجه این محصول در ایران ضرورت افزایش سطح کشت و میزان تولید نخود شدیداً احساس می‌شود. با توجه به وجود مشکل کم آبی در ایران لازم است برای توسعه کشت این محصول در مورد مقاومت به خشکی و بهره‌وری مصرف آب گیاه تحقیق شود. بررسی تغییرات بیو شیمیایی و فیزیولوژیکی از نظر شناخت مکانیسم های مقاومتی گیاهان مقاوم و علل حساسیت گیاهان حساس حائز اهمیت فراوان است. به همین منظور در این آزمایش محتوای نسبی آب، پتانسیل آب برگ، میزان کلروفیل، پروتئین و پرولین برگ در سه رقم نخود در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. و از آنجا که در حال حاضر مهم‌ترین شاخص مقاومت به خشکی مورد استفاده در برنامه‌های اصلاحی ارزیابی عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری و تنش می‌باشد ما عملکرد این ارقام را در مزرعه تحت رژیم آبیاری مطلوب و تنش مورد بررسی قرار دادیم.

مواد و روش ها

سه رقم نخود شامل جم، پیروزی و کوروش در مزرعه دانشکده کشاورزی کرج کاشت شدند. عملیات کاشت به صورت دستی بر روی خطوطی که فاصله آنها از یکدیگر ۵۰ سانتی متر بود انجام گرفت هر پلات فرعی شامل چهار خط هر خط به طول چهار متر که فاصله بذور روی خطوط ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. ارقام بطور تصادفی بین پلات‌های فرعی تقسیم و پلات‌های اصلی به طور یک در میان جهت آبیاری و تنش در نظر گرفته شد. پس از انجام عملیات کاشت کلیه پلاتها به طور یکسان آبیاری و پس از اینکه ارقام به مرحله ۵۰ درصد گلدهی رسیدند از آبیاری پلات‌های اصلی که به عنوان تنش در نظر گرفته شده بود خودداری گردید.

آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با کرت‌های خرد شده که در آن ارقام به عنوان کرت های فرعی و شرایط عادی و تنش بعنوان پلات‌های اصلی در نظر گرفته شد در چهار تکرار انجام گردید.

در بررسی مقاومت به خشکی ارقام از پنج شاخص مقاومت به خشکی شامل: میانگین حسابی بهره‌وری[1]، میانگین هندسی بهره وری[2]، تحمل[3]، حساسیت به تنش[4]، شاخص تحمل به تنش[5] استفاده شد. برای تعریف شاخص‌های مختلف، اصطلاحات به کاربرده شده عبارتند از:

Yp: عملکرد بالقوه در محیط بدون تنش

Ys: عملکرد بالقوه در محیط تنش

$\overline{Yp}$: میانگین عملکرد در محیط بدون تنش

$\overline{Ys}$: میانگین عملکرد در محیط تنش

شاخص‌ها از فوق به ترتیب روابط ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ محاسبه گردیدند:

$$GMP=\sqrt{Yp\times Ys} \qquad (۱)$$

$$MP=\frac{Yp+Ys}{2} \qquad (۲)$$

$$Tol = Yp - Ys \qquad (۳)$$

$$SSI = \frac{1-(Ys/Yp)}{1-(\bar{Y}s/\bar{Y}p)} \qquad (۴)$$

$$STI = \frac{(Yp)(Ys)}{(\bar{Y}P)^2} \qquad (۵)$$

1- Mean productivity
2 - Geometric Mean productivity
3 -Tolerance
4 - Stress susceptibility
5 - Stress Tolerance Index

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی‌های گلخانه‌ای آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در چهار تکرار شامل دو رژیم رطوبتی و سه رقم نخود شامل جم، پیروز و کوروش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران اجراء گردید. بذر ارقام مورد نظر پس از ضد عفونی در گلدان‌های خیاری با خاک استریل در اسفند ماه ۱۳۸۳ کشت شدند. پس از رشد بذرها گیاهان داخل هر گلدان تنک شده و فقط به سه گیاه اجازه رشد داده شد. کلیه گلدان‌ها در شرایط طبیعی و بر اساس روال معمول تا رسیدن به ظرفیت زراعی آبیاری شدند. تنش خشکی در مرحله گلدهی از طریق آبیاری روزانه گلدان‌های شاهد و عدم آبیاری گلدان‌های تنش به مدت ۶ روز اعمال گردید. صفات مورد نظر بر روی برگ‌های انتهای گیاهان موجود در گلدان‌های شاهد و تحت تنش ارزیابی شد. و کلیه گیاهان هر گلدان برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوائی و ریشه برداشت شدند. صفات مورد ارزیابی عبارتند از:

محتوای نسبی آب[1] (RWC) : قطعات ۲ سانتی متری از قسمت میانی برگ‌های انتهائی تهیه و وزن‌تر آنها اندازه‌گیری شد. این قطعات به منظور تعیین وزن تورژسانس به مدت ۴ ساعت در شدت نور کم در داخل آب مقطر قرار داده شدند. در پایان وزن خشک آنها نیز اندازه‌گیری شد و RWC از طریق رابطه ۶ بدست آمد (۲۱).

(۶) (۱۰۰ * (وزن خشک − وزن تورژ سانس) / (وزن خشک − وزن تر) = % RWC

پتانسیل آب برگ : برگ‌های انتهائی در داخل اتاقک دستگاه مخزن فشار[2] مدل C866 قرار داده شد. پتانسیل آب آن معادل مقدار منفی فشار گاز اعمال شده به برگ است که باعث خروج شیره گیاهی از سطح قطع شده می‌شود (۲۴).

کلروفیل: کلروفیل بر اساس روش آرنون استخراج شد و میزان جذب نور توسط عصاره استخراج شده با استفاده از اسپکتروفتومتر Shimadzu uv100 در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر تعیین گردید. غلظت کلروفیل از طریق روابط ۷، ۸ و ۹ بدست آمد. در این روابط v حجم نمونه استخراج شده و w وزن تر نمونه است (۴).

(۷) v/(۱۰۰۰ * w) * {(جذب در ۶۴۵ تانومتر)۶۹/ - (جذب در ۶۶۳ تانومتر) ۱۲/۷}=میلی گرم کلروفیلa در هر گرم وزن تر

(۸) v/(۱۰۰۰* w)*{(جذب در ۶۶۳ تانومتر) ۴/۶۹− (جذب در ۶۴۵ تانومتر) ۲۲/۹}=میلی گرم کلروفیل b در هر گرم‌وزن‌تر

(۹) v/(۱۰۰۰ * w)*{(جذب در ۶۶۳ تانومتر) ۸/۰۲− (جذب در ۶۴۵ تانومتر) ۲۰/۲}=میلی گرم کلروفیل b,a درهرگرم وزن‌تر

پرولین: محتوای ۰/۵ گرم وزن تر برگ انتهائی بر اساس روش بیتس استخراج شد و غلظت پرولین نمونه‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر به کمک غلظت‌های مشخص پرولین خالص بعنوان شاهد در طول موج ۵۲۰ نانومتر تعیین گردید (۴).

پتاسیل اسمزی ناشی از تجمع پرولین نیز از طریق معادله وانت هوف محاسبه شد.

$$\psi_s = -nRT/V$$

در این معادله ψ_s کاهش پتانسیل اسمزی بر حسب مگاپاسکال، n مقدار پرولین بر حسب میلی مول بر گرم وزن خشک، R ثابت عمومی گازها MPa mol-1K-1 (۰/۰۰۸۳۱۴۳) T دما برحسب درجه کلوین و V محتوای آب برگ بر حسب میلی لیتر به ازاء هر گرم ماده خشک می‌باشد. پس از تعیین ψ_s در شرایط شاهد و تنش، از تفاضل اسمزی ناشی از تجمع پرولین تحت تنش خشکی در برگ محاسبه شد (۱۱). از آنجائی که هر مگاپاسکال معادل ۱۰ بار است داده‌ها برحسب بار محاسبه شدند.

1 - Relative water content
2 - Pressure Bomb

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین محلول: به منظور استخراج پروتئین محلول، ۰/۵ گرم برگ انتهائی تر در ۵ میلی لیتر فسفات بافر ۰/۱ مولار (PH=۷) در یک بستر یخی همگن گردید و سپس به مدت ۳ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد میزان پروتئین محلول روئی با استفاده از سرم آلبومین گاوی به عنوان پروتئین استاندارد در دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۵ نانومتر اندازه‌گیری شد (۷ و ۲۶). در نهایت مقادیر کلروفیل، پرولین و پروتئین با توجه به نسبت وزن خشک به وزن تر برگ به صورت غلظت بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک محاسبه گردید.

داده‌های جمع‌آوری شده پس از اطمینان از یکنواختی واریانس‌ها با نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و پس از اطمینان از معنی‌دار بودن F آزمون LSD برای مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی عملکرد دانه ارقام و مقایسه ارقام از نظر شاخصهای مقاومت به خشکی در جدول (۱) ارائه شده است.

شاخص تحمل به خشکی از سایر روش‌ها و شاخص‌های ارزیابی مقاومت به خشکی برتر شناخته شده است زیرا تجربه نشان می‌دهد که هر دو هدف محقق یعنی مقاومت به خشکی زیاد و عملکرد بالقوه بالا را تامین می‌کند (۱۲) و هر چه مقدار STI زیادتر شود آن رقم مقاوم‌تر و عملکرد بالاتر را دارا می‌باشند. انتخاب رقم مقاومتر براساس شاخص تحمل به خشکی STI و میانگین هندسی براساس جدول (۱) با یکدیگر هم‌خوانی دارند. و براساس هر دو شاخص جم نسبت به دو رقم دیگر مقاوم تر می‌باشد. بنابراین می‌توان اظهار نمود که شاخص های STI و میانگین هندسی GMP شاخص‌های هستند که بر اساس آنها می‌توان ارقام مقاوم به خشکی را انتخاب کرد زیرا علاوه بر تعیین ارقام مقاوم‌تر به خشکی، ارقامی انتخاب می‌شوند که عملکرد بالقوه بالاتری را در این شرایط دارا می‌باشند.

نتایج هم چنین نشان داد ارقام از نظر تولید وزن خشک اندام هوائی تفاوت‌های معنی‌داری با یکدیگر دارند به گونه‌ای که رقم جم به طور معنی‌داری بیشترین وزن خشک را نسبت به ارقام دیگر تولید کرد (جدول ۲). در واکنش به تیمار خشکی ارقام

جدول ۱- برآورد میزان حساسیت توسط شاخص‌های مقاومت به خشکی در سه رقم نخود در شرایط مزرعه

رقم	YP	Ys	GMP	Tol	MP	STI	S
جم	۲۳/۳۹	۱۸/۹۸	۲۱/۰۶*	۴/۴۱	۲۱/۱۸	۰/۹۷*	۰/۹
پیروز	۲۰/۵۴	۱۶	۱۸/۱۸	۴/۵۴	۱۸/۲۷	۰/۷۱	۱/۰۹
کوروش	۱۹/۹۷	۱۵/۵	۱۷/۵۹	۴/۴۷	۱۷/۷۳	۰/۶۸	۱/۰۹

www.SID.ir

Archive of SID

پیروز و کوروش، کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. شانون[1] اظهار داشته است که تنش باعث کاهش میزان آنزیم‌ها، مجموع پروتئین و اسیدهای نوکلئیک می‌شود (۲۳) همچنین شانون به نقل از نیمن اظهار داشته است که تحت شرایط تنش گیاهان مقداری از انرژی خود را صرف حفظ و نگهداری سلول‌ها می‌کنند و بقیه جهت فرآیندهای رشد نرمال گیاه مصرف می‌شود که در مجموع این عوامل باعث کاهش رشد گیاه تحت شرایط تنش می‌شود.

اگر چه تنش خشکی باعث کاهش معنی دار وزن خشک ریشه شد ولی در بین ارقام تفاوت معنی‌داری در این صفت دیده نشد.

ماین به نقل از هیورد اظهار داشته است که اندازه گیری میزان رشد ریشه در گلدان در شرایط گلخانه‌ای می تواند تخمین مناسبی از میزان رشد ریشه در مزرعه ارائه دهد (۱۶) پایین بودن وزن خشک ریشه باعث کاهش جذب مواد معدنی از خاک شده و در نتیجه موجب کاهش رشد می شود زیرا تنها ریشه‌های جوان قادر به جذب مواد معدنی از خاک هستند و به همین دلیل برای ادامه رشد گیاه، رشد ریشه بر خلاف قسمت‌های هوائی ممکن است در تمام طول فصل رشد ادامه داشته باشد. همان‌گونه که در جدول ۲ دیده می‌شود رقم جم تفاوتی با تیمار شاهد نشان نداد. که با توجه به نتایج حاصله می‌توان گفت ناشی از مقاوم بودن آن به خشکی می‌باشد. در صورتی که رقم پیروز کاهش معنی‌داری داشت.

جدول ۲- اثر تنش خشکی بر وزن خشک اندم هوائی و ریشه (میلی گرم) سه رقم نخود در شرایط گلخانه

رقم		اندام هوائی	ریشه
شاهد	جم	۲۵۰/۳	۶۸/۶
	پیروز	۱۶۶/۴	۹۲/۶
	کوروش	۱۷۲/۹	۷۱/۶
	متوسط	۱۹۶/۵	۷۷/۶
LSD شرایط شاهد		۱۳/۳	۳/۸
تنش	جم	۲۴۲/۰	۶۸/۲
	پیروز	۱۴۷/۵	۷۵
	کوروش	۱۵۳/۹	۶۵/۴
	متوسط	۱۸۱/۱	۶۹/۵
LSD شرایط تنش		۱۶/۰	۴/۰
LSD اثر متقابل رقم * تنش		۳۲/۰	۸/۰

LSD : حداقل مقاومت معنی‌دار در سطح ۵٪

1- Shannon

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی نتایج آزمایشات گلخانه‌ای محتوای نسبی آب تحت تنش در رقم مقاوم جم ۵٪ بیشتر از دو رقم دیگر بود (جدول ۳) لذا می‌توان گفت ارقام مقاوم توانائی بیشتری در جذب آب از خاک دارند RWC بالاتر به معنی توانائی برگ در حفظ مقادیر بیشتری آب در شرایط تنش است. RWC بالاتر ممکن است از طریق قابلیت تنظیم اسمزی حاصل شود (۱۵ و ۲۲). نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که تنظیم اسمزی تا آنجائی که با افزایش غلظت پرولین مربوط می‌شود در RWC برگ موثر نیست زیرا تنظیم اسمزی ناشی از غلظت پرولین تحت تنش خشکی در حدود ۰/۳۳ مگاپاسکال بود (جدول ۳) که از این لحاظ بین رقم جم و دو رقم دیگر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. RWC بالاتر ممکن است به سایر تنظیم کننده‌های اسمزی و یا توانائی ریشه در جذب آب مرتبط باشد. نتایج آزمایش در شرایط تنش خشکی همچنین نشان داد میزان کلروفیل b,a کاهش می‌یابد. که در مجموع میزان کلروفیل b,a در جم ۳۶٪ و در پیروزی ۴۵/۵٪ و در کوروش ۵۰٪ کاهش می‌یابد (جدول ۳).

از آنجائی که کاهش رشد گیاهان زراعی در شرایط تنش خشکی بواسطه محدود شدن فتوسنتز صورت می‌گیرد و بیشتاب و بوگبی[1] (۶) نیز یکی از عوامل موثر در ظرفیت فتوسنتزی را غلظت کلروفیل بیان می‌نمایند در نتیجه ارقامی که دارای توانائی حفظ کلروفیل تحت شرایط کم آبی می‌باشند از مقاومت بیشتری برخوردارند.

اعمال تنش خشکی غلظت پرولین برگ را به طور متوسط از ۲/۹۵ به ۲۴/۹۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک افزایش داد (جدول ۳) اما در هر دو شرایط شاهد و تنش بین ارقام از لحاظ غلظت پرولین تفاوت آماری وجود نداشت. بنابراین نتایج این آزمایش ارتباط مشخص بین مقاومت به خشکی و تجمع اسید آمینه پرولین را نشان نمی‌دهد.

تنش خشکی غلظت پروتئین برگ را کاهش داد. غلظت پروتئین در شرایط تنش در رقم مقاوم جم ۱۱۷/۲ و متوسط غلظت پروتیئن در دو رقم دیگر ۸۷/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک بود. غلظت بیشتر پروتئین در رقم مقاوم ممکن است با مقاومت به خشکی مرتبط باشد.

بیشتاب و بوگبی (۶) معتقدند که از مرحله گلدهی تا رسیدگی دانه، ظرفیت فتوسنتزی به ویژگیهای برگ پرچم شامل: سرعت فتوسنتز، کارایی رابیسکو، غلظت کلروفیل و مساحت برگ پرچم بستگی دارد. رابیسکو آنزیم موثر در فتوسنتز است که ۵۰ درصد پروتئین محلول برگ را تشکیل می‌دهد. بنابراین تغییر در پروتئین‌های برگ که با تغییر در محتوای این آنزیم و نقصان فتوسنتز همراه است (۱۳)، بدلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین می‌باشد (۱۰). بر همین اساس کولشترشتا و همکاران[2] (۱۶) بیان داشته‌اند که محتوای پروتئین را می توان بعنوان یک معیار به منظور ارزیابی مقاومت به خشکی مورد استفاده قرار داد.

از طرف دیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت پروتئین و کلروفیل (جدول ۴) در این آزمایش نشان می‌دهد که غلظت بیشتر پروتئین با حفظ کلروفیل برگ همراه است. در مجموع مشاهده می‌شود که رقم مقاوم از غلظت پروتئین، کلروفیل و محتوای نسبی آب بالاتری برخوردار می‌باشد. اگر چه در شرایط تنش محتوای نسبی آب در رقم مقاوم بیشتر از ارقام دیگر بود، اما بین این دو گروه از لحاظ پتانسیل آب برگ (جدول ۳) تفاوتی وجود نداشت. به نظر می‌رسد که RWC شاخص مناسب تری برای گزینش در جهت مقاومت به خشکی

1- Bishop & Bogbee

2- Kulshreshtha *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر تنش خشکی بر غلظت کلروفیل، پرولین، پروتئین برگ و میزان پتانسیل آب و محتوای نسبی آب برگ در سه رقم نخود دو گلخانه

رقم	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل b/a	نسبت کلروفیل a/b	پرولین (میلی گرم بر گرم وزن خشک)	پتانسیل اسمزی ناشی از پرولین (بار)	پروتئین (میلی گرم بر گرم وزن خشک)	محتوای نسبی آب (درصد)	پتانسیل آب بار
شاهد جم	۷/۴۴	۲/۴۳	۹/۸۷	۳/۰۶	۲/۵۸	-۰/۱۹	۱۴۳/۶	۸۹	-۱۷/۱
پیروز	۶/۸۲	۲/۲۶	۹/۰۸	۳/۰۲	۱/۸۸	-۰/۱۵	۱۰۳/۸	۹۱/۳	-۱۶
کوروش	۷/۰۲	۲/۷۰	۹/۷۲	۲/۶	۴/۴۱	-۰/۳۲	۱۴۷/۳	۹۱/۳	-۱۷/۳
متوسط	۷/۰۹	۲/۴۶	۹/۵۶	۲/۸۹	۲/۹۵	-۰/۲۲	۱۳۱/۶	۹۰/۵	-۱۶/۸
Lsd شرایط شاهد	۱/۶۰	۰/۵	۲/۱۲	۰/۱۰۳	۰/۳۱	۰/۰۶	۹/۰۶	۴/۰۱	۰/۹۹
تنش جم	۴/۹۱	۱/۴۲	۶/۳۳	۳/۴۵	۲۷/۴	-۳/۴۵	۱۱۷/۲	۵۹/۱۱	-۲۶/۲
پیروز	۳/۷۷	۱/۱۸	۴/۹۵	۳/۱۹	۱۲/۱۵	-۱/۵۳	۷۷/۶	۵۵/۹	-۲۲/۹
کوروش	۳/۵۱	۱/۳۵	۴/۸۶	۲/۶	۳۵/۲	-۵/۰۳	۹۶/۶	۵۵/۴	-۲۲/۴
متوسط	۴/۰۶	۱/۳۲	۵/۳۸	۳/۰۸	۲۴/۹۱	-۳/۴۴	۹۷/۱	۵۶/۸	-۲۳/۸
Lsd شرایط تنش	۰/۹۷	۰/۳۸۵	۱/۲۷	۰/۱۳۵	۵/۳۲	۰/۲۷	۶/۷۰	۶/۲۳	۱/۴۱
Lsd اثر متقابل رقم * تنش	۱/۱۷	۰/۴۷	۱/۵۵	۰/۱۱۷	۴/۶۵	۰/۱۴	۳/۴	۶/۰۹	۱/۱۷

Lsd : حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین لظت کلروفیل، پرولین، پروتئین برگ، پتانسیل و محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی در سه رقم نخود در گلخانه

	محتوای نسبی آب	پتانسیل آب برگ	غلظت کلروفیل a	غلظت کلروفیل b	غلظت کلروفیل a+b	نسبت کلروفیل a به b a/b	غلظت پرولین	تنظیم اسمزی ناشی از پرولین	غلظت پروتئین
پتانسیل آب برگ	-۰/۱۱								
غلظت کلروفیل a	۰/۷۹**	-۰/۲۵							
غلظت کلروفیل b	۰/۸۱**	-۰/۱۹	۰/۹۹**						
غلظت کلروفیل a+b	۰/۸۰**	-۰/۲۴	۰/۹۹**	۰/۹۹*					
نسبت کلروفیل a به b	۰/۳۲	-۰/۶۳*	۰/۶۶*	۰/۵۸	۰/۶۴				
غلظت پرولین	۰/۲۰	-۰/۰۱	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۴	۰/۲۱			
تنظیم اسمزی ناشی از پرولین	-۰/۰۳	۰/۰۱*	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۹۷**		
غلظت پروتئین	۰/۶۵*	-۰/۳۵	۰/۷۰*	۰/۶۸*	۰/۷۰*	۰/۵۲	۰/۳۹	۰/۲۷	

*, ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

در مقایسه با پتانسیل آب برگ باشد. شونفلد و همکاران[1] (۲۲) مشاهده کردند که رقم مقاوم به خشکی در گندم RWC بیشتری در مقایسه با رقم حساس داشت، اما این دو تفاوتی از لحاظ پتانسیل آب برگ نداشتند.

نتایج آزمایش همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین RWC با غلظت کلروفیل b,a مجموع آنها در سطح ۵ درصد و غلظت پروتئین در سطح ۱٪ (جدول ۴) وجود دارد. کاستریلوو و تروجیلو[2] (۱۰) نیز همبستگی مثبتی را بین RWC و غلظت کلروفیل، پروتئین و فعالیت رابیسکو مشاهده کردند. با توجه به نقش پروتئین و کلروفیل در حفظ فتوسنتز و مقاومت به خشکی می‌توان از RWC بعنوان یک شاخص در جهت مقاومت به خشکی استفاده کرد. استفاده از RWC به عنوان شاخص مقاومت به خشکی پیشنهاد شده است (۱۰، ۲۰ و ۲۱). در این مطالعه مشاهده شد که جم تحت شرایط تنش مزرعه‌ای بیشترین عملکرد و بیشترین شاخص تحمل به خشکی را دارا بود و در آزمایش گلخانه‌ای تحت شرایط تنشی نیز از غلظت کلروفیل، غلظت پروتئین و محتوای نسبی آب بیشتری در مقایسه با دو رقم دیگر برخوردار بود اما از لحاظ پتانسیل برگ، غلظت پرولین و تنظیم اسمزی ناشی از تجمع این اسید آمینه بین ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین استفاده از پارامترهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی همچون RWC بالاتر، حفظ غلظت پروتئین و کلروفیل تحت تنش خشکی بعنوان شاخص گزینشی در جهت مقاومت به خشکی می‌تواند بسیار کارآمد باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهش دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران برای تامین اعتبار مالی این تحقیق سپاسگزاری و قدردانی می‌شود.

1 - Schonfeld *et al.*
2 - Castrillo & Trujillo

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. سرمدنیا، غ، ۱۳۷۲. اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. مجموعه مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران. ۵۷۱ ص.

۲. هاشمی دزفولی، ا.، کوچکی، ع.، و بنایان اول، م. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۸۵۷ ص.

3. Antolin M.C., and Sonchez Diaz, M. (1993). Effect of temporary droughts on the photosyn thesis of *Alfalfa* plant. Journal of Experimental Botany 44 (265): 1341-1349.

4. Bates, I.S., Waldern, R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

5. Behera, R.K., Mishra, P.C., and N.K. choudhury. 2002. High irradiance and water stress induced alterations in pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leaves. Journal of Plant Physiology. 159: 976-973.

6. Bishop, p.l, D.L., and Bugbee, B.G. 1998. Photosynthetic capacity and dry mass partitioning in dwarf and semi dwarf wheat (Triticum aestivum). Journal Plant Physiology. 153 : 558-565

7. Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein – dye binding. Annals – Biochemistry. 72:248-254

8. Bray, E.A. 1993. Molecular responses to water deficit. Plant Physiology 67: 1035-1040.

9. Castrillo, M., and Calcargo, A.M. 1989. Effect of water stress and rewatering on ribulose –1, 5- bisphosphate carboxylase activity, chlorophyll and protein content in two cultivates of tomato. Journal of Horticultural Science. 64(6): 717-724

10. Castrillo, M., and Turujillo, I. 1994. Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase activity and chlorophyll and protein content in two cultivars of French bean plants under water stress and rewatering. Photosynthtica. 30: 175-181.

11. Colmer, T.D., Epstein, E. and Dvorak, j. 1995. Differential solute regulation in leaf blades of various ages in satt-sensitive wheat and salt-tolerant wheat lophopyrum elongatum (Host). Plant Physiology. 108:1715-1724.

12. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance In proceeding of an the sympo, taiwa, 13-16 Aug. 1992 by CG kuo AVRDC.

13. Hanson, A.D., and Hitz, W.D. 1982. Metabolic responses of mezophytes to plant water deficit. Annual Review of Plant Physiology. 33: 163-203.

www.SID.ir

Archive of SID

14. Jose, F., Munoz, E.L., Dopico, B. (1993). Effect of water (osmotic) stress on the growth of epicotyl of cicer arietinum in relation to changes in the autolytic process and glyconhydrolytic cell wall enzymes. Physiologia, Plantarum. 87 (4): 544-551.

15. Johnson, R.C., Nguyen, H.T. and Croy, L.I. 1984. Osmotic adjustment and solute accumulation in two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 24: 947-962.

16. Kulshreshtha, S., Mishra, D.P. and Gupta, R.K. 1987. changes in contents of chlorophyll, proteins and lipids in whole chloroplast and chloroplast membrane fractions at different leaf water potentials in drought resistant and sensitive genotype of wheat. Photosynthetic 21: 65-70.

17. Morgan, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Annual Review Plant Physiology. 35: 299-319.

18. Naven, lisa, Dale, G. Haskell, w. 1993. Characterization of a spinach gen responsive to low temperature and water stress. Plant Molecular Biology. 21 (2): 291-305.

19. Nayyar, 4., satwinder, K., smita, S. Harid, U. (2006) Differential sensitivity of Desicsmall seeded) and Kabuli (rary seeded) Chickpea genorypes to water stress during seed filling: effects on accumulation of seed reserves and yiels. Journal of science of food and Agriculture 86: 2076-2082.

20. Paleg, L.G., and Aspinall, D. 1981. The physiology and biochemistry of drought resistance in plant (chaper 1 and 2). Academic press, sydny, PP: 1-24.

21. Ritchie, S.W., Nguyen. H. T. and Haloday A.S. 1990, Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 30:105-111.

22. Schonfeld, M.A., Johnson, R.C., Carver, B.F., and Mornhinweg, D.W. 1988. water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Science. 28: 526-531.

23. Shannon. M.C. 1984. Bleeding, selection and the genetics of salt tolerance in: salinity tolerance in plants. Staples. R.C and G.H. Toennie seen (eds) ghon wiley New York PP: 231-251.

24. Shiferaw, B., and Baker, D.A. 1996. An evaluation of drought screening techniques for Eragrotistef. Tropic. Science. 36: 74-85.

25. Sinha N.C., and patil. B.D. 1986. Screening of barley varieties for drought resistance. Plant Breeding. 97: 13-19.

26. Spies, J.R. 1957. Methods in enzymology: preparation of buffers. Academic Press New York. 3: 142-144.

www.SID.ir