Archive of SID

تغییرات قندهای محلول، نشاسته و پروتئین‌ها در اثر تنش خشکی دردو رقم نخود ایرانی (Cicer arietinum L.)

* مه‌لقا قربانلی، ** مجید نوجوان، ** رضا حیدری، ** طیبه فربودنیا
* گروه زیست‌شناسی دانشگاه تربیت معلم
** گروه زیست‌شناسی دانشگاه ارومیه

چکیده

در این تحقیق تغییرات قندهای محلول ، نشاسته و پروتئینها در اثر تنش خشکی در دو رقم نخود ایرانی، مشهور به «جم» و «کاکا» مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از بررسی تغییرات قندهای محلول، نشان داد که قندهای مزبور، در اندام هوایی و ریشه، در دو مرحلهٔ رویشی و زایشی افزایش پیدا کردند و اختلاف میانگین درصد قندهای محلول در اندام هوایی دو رقم نخود معنی‌دار بود و رقم کاکا نسبت به جم از قندهای محلول بیشتری برخوردار بود. برعکس میزان نشاسته در اثر تنش خشکی کاهش پیدا کرد. اختلاف میانگین مقدار نشاسته نیز در اندام هوایی معنی‌دار بود و رقم جم نسبت به کاکا از میزان نشاسته بیشتری برخوردار بود. اختلاف میانگین درصد نشاسته در ریشه و اندام هوایی در دو مرحلهٔ رشد رویشی و زایشی نیز معنی‌دار بود.

بعلاوه این مطالعات نشان دادند که رقم کاکا از جم نسبت به تنش آبی مقاوم‌تر است. و سرانجام مطالعهٔ الکتروفوروگرام‌های به دست آمده تغییرات باندهای پروتئینی را در اثر تنش خشکی نشان می‌داد که در ریشه و اندام هوایی دو رقم نخود کاملاً مشهود بود.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نخود از گیاهان تیرهٔ پروانه‌آسا است و یکی از محصولات زراعی بسیار مهم محسوب می‌گردد. این گیاه در غرب ایران (آذربایجان ، کردستان ، کرمانشاهان) مناطق بسیار وسیعی را به صورت آبی و دیم زیرکشت دارد. نخود به عنوان گیاهی مقاوم در برابر تغییرات رطوبت محیط شناخته شده است و در شرایط کمبود آب، تغییرات فیزیولوژیکی ، مورفولوژیکی همراه با تغییرات بیوشیمیایی متفاوتی را پذیرا می‌گردد.

در باب تأثیر تنش خشکی بر میزان تغییرات قندهای محلول و نشاسته، مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای روی گیاه نخود (۳)، گوجه‌فرنگی (۶)، لوبیای چشم بلبلی (۱۰) ارقام مختلف گندم (۸) ژنوتیپهای مختلف گندم زمستانه (۱۲) و ذرت (۱۴) انجام گرفته است.

در مطالعات اخیر که در زمینهٔ واکنش مولکولی به تنش خشکی به عمل آمده، تغییرات پروتئینها در شرایط خشکی (در اثر کمبود آب) نشان داده شده و این تغییرات به عنوان عاملی مؤثر در جهت کمک به تنظیم و تعادل اسمزی در گیاه، ارزیابی گردیده است (۲).

با توجه به درصد بالای پروتئین در نخود، (۱۸٪ ـ ۲۵٪)، و نظر به اهمیت این محصول به عنوان یکی از حبوبات مهم در تغذیهٔ انسان، ضرورت افزایش سطح زیرکشت و میزان تولید و مطالعهٔ تغییرات بیوشیمیایی آن در اثر تنش خشکی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای تحقق این اهداف، تغییرات قندهای محلول، نشاسته ، و همچنین تغییرات باندهای پروتئینی دو رقم‌نخود ایرانی، مشهور به «جم» و «کاکا» در اثر تنش خشکی، مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت تا از این دیدگاه ارقام متحمل به خشکی جهت کشت دیم و صرفه جویی در میزان مصرف آب مشخص و معرفی گردد.

مواد و روشها

بذر گیاهان از مؤسسه نهال و بذر استان آذربایجان‌غربی تهیه گردید. پس از جداکردن بذرهای یکنواخت و استریل کردن آنها با هیپوکلریت سدیم ۳٪ به مدت ده دقیقه و خیساندن در آب مقطر استریل به مدت ۶ ساعت، در هر گلدان ۱/۵ لیتری محتوی خاک یک دانه بذر کشت گردید. گلدانها در شرایط طبیعی، بیرون از گلخانه قرار گرفتند و مرتباً آبیاری شدند(۵). بررسی در دو مرحلهٔ رویشی و زایشی انجام گرفت. در مرحلهٔ رویشی گیاهان ۲۰ روزه و در مرحلهٔ زایشی گیاهان پس از آغاز گلدهی (موقعی که گیاهان ۴۵ روزه بودند) مورد استفاده قرار گرفتند. مدت آزمایش برای هر دو گروه سه هفته و شرایط آزمایش مشابه بود.

برای شروع آزمایش از بین ۵۰ گلدان کشت شده تعداد ۲۰ گلدان با گیاهان یکسان و مشابه از نظر شکل و اندازه و

www.SID.ir

Archive of SID

انشعابات فرعی انتخاب و با استفاده از طرح اعداد تصادفی (راندم) بین ۵ تیمار مختلف آبی ، هر کدام با چهار تکرار تقسیم گردید. مقدار آب گیاهان براساس ظرفیت زراعی (۱) خاک مورد استفاده در گلدانهای گیاهان مورد مطالعه تعیین شد (۴). مقدار آب ظرفیت زراعی خاک مورد نظر ۲۵۰ میلی‌لیتر به دست آمد و گیاهان شاهد، هر سه روز یک بار، معادل ۲۵۰ میلی‌لیتر آب دریافت کردند ($\frac{5}{5}$ F.C. = ۲۵۰ml). گیاهان تیمارهای بعدی به ترتیب $\frac{3}{5}$F.C., $\frac{2}{5}$F.C. و $\frac{1}{5}$F.C. و $\frac{0}{5}$F.C.، یعنی معادل ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰، صفر میلی‌لیتر، آب دریافت کردند و این مقدار آب هر سه روز یک‌بار به هر کدام از تیمارهای مورد نظر داده شد. بعد از پایان آزمایش، اندام هوایی و ریشه از هم جدا گردید و به طور جداگانه توزین و به مدت ۲۴ ساعت در ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردید. از این ماده خشک اندام هوایی و ریشهٔ گیاهان برای اندازه‌گیری قندهای محلول و نشاسته استفاده شد.

روش استخراج قندهای محلول نمونه‌های گیاهی

برای این منظور ۰/۱ گرم از مادهٔ خشک اندام گیاهی (ریشه و اندام هوایی جدا از هم و سائیده و آماده شده) را با ترازوی دقیق (۰/۰۰۰۱ گرم) وزن می‌کنیم و در لولهٔ آزمایش می‌ریزیم و با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰٪، به مدت یک هفته در یخچال قرار می‌دهیم. پس از یک هفته از محلول رویی، برای اندازه‌گیری قند محلول، استفاده می‌کنیم.

اندازه گیری قندهای محلول

به روش فنل سولفوریک (Kuchert 1978) که مبتنی است بر آبگیری قندهای محلول، تشکیل ترکیب فورفورال که با فنل تولید کمپلکس رنگی می‌کند، انجام گرفت و شدت رنگ کمپلکس حاصل به وسیلهٔ دستگاه اسپکتروفتومتر زاید مدل DM4 در طول موج ۴۸۵نانومتر تعیین گردید. به منظور تعیین و ارزیابی کمّی قندهای محلول در نمونه‌ها، از منحنی استاندارد و با به کارگیری غلظتهای معلوم گلوکز استفاده شد.

روش استخراج نشاسته

محلول اتانول حاوی قندهای محلول پیش گفته را صاف می‌کنیم و از رسوب باقی مانده برروی کاغذ صافی، برای اندازه‌گیری مقدار نشاسته در نمونه‌های گیاهی استفاده می‌کنیم.

پس از خشک کردن رسوب وزن آن را تعیین می‌کنیم و آن را در لولهٔ آزمایش می‌ریزیم و با افزودن ۱۰ میلی لیتر

www.SID.ir

Archive of SID

آب مقطر، ۱۵ دقیقه در بن ماری آب جوش قرار می‌دهیم. سپس محلول را صاف می‌کنیم و از محلول صاف شده برای اندازه‌گیری نشاسته استفاده می‌کنیم روش کار همان است که در قندهای محلول انجام شد (روش فنل سولفوریک).

اندازه گیری مقدار نشاسته

اندازه‌گیری مقدار نشاسته نیز، مانند قندهای محلول، براساس روش فنل سولفوریک انجام گرفت.

روش استخراج عصاره پروتئین از بافت‌های گیاهی

برای استخراج از بافر تریس ـ بوریک 0.09 با PH = 8.4 استفاده می‌شود.

Tris 0.09 mol

Boric acid 0.08 mol

Na_2 EDTA 0.93 g/lit

صد میلی‌گرم از مادهٔتر برگ در یک ظرف محتوی یخ قرار می‌گیرد. به هریک از نمونه‌های برگی $\frac{1}{4}$ میلی‌لیتر محلول بافرتریس ـ بوریک که طبق فرمول فوق تهیه شده است اضافه می‌شود. غلظت آن با افزودن $\frac{1}{4}$ میلی‌لیتر محلول ساکارز برای جلوگیری از دیفوزیون نمونه محافظ بافر (Fretz & Kuhns: 1978) افزوده می‌شود.

بافت‌تر گیاهی به خوبی در یک هاون چینی خرد می‌شود، برای آن که بافت کاملاً له شود ۳ میکرولیتر مرکاپتواتانل امین و ۲ میلی‌گرم اسکوربیک اسید به آن اضافه می‌گردد اکنون یک ترکیب هموژن به دست می‌آید. این ترکیب برای مدت ده دقیقه در (۱۰۰۰۰g) سانتریفوژ شده محلول بالایی با پیپت Pastcur کشیده می‌شود (LeonardR.L & et. al 1981).

مطالعهٔ تغییرات پروتئینی

جهت مطالعه تغییرات باندهای الکتروفورزی در نمونه‌های تحت تنش و مقایسهٔ آنها با باندهای الکتروفورزی گیاه شاهد از نمونه‌های ترو و باروش SDS-Page استفاده گردید. دراین روش ابتدا با استفاده از اوره 9M پیوندهای دی‌سولفید ساختمان چهارم پروتئینی قطع شده و سپس هر کدام از زنجیره‌ها با به کارگیری β مرکاپتواتانل امین (Leonard R.L. &. et. al 1981) به‌فرم خطی تبدیل می‌گردد. برای انتقال زنجیره‌های پلی‌پپتیدی از دستگاه

www.SID.ir

Archive of SID

الکتروفورز مدل (PS-1002 اختریان) روی ژل‌پلی‌اکریل‌امید استفاده شد.

نتایج

تجزیه و تحلیل آماری نتایج نشان داد که :

قندهای محلول در اثر تنش خشکی در اندام هوایی و ریشه هر دو رقم نخود متناسب با شدت تنش افزایش یافته است (شکل ۱ و جدول ۱).

اختلاف میانگین درصد قندهای محلول در اندام هوایی و ریشهٔ دو رقم معنی‌دار بود و رقم کاکا نسبت به رقم جم از مقدار قند بیشتری برخوردار بود (هیستوگرام ۱).

مقایسهٔ شیب تغییرات قندهای محلول در اندام هوایی و ریشه دو رقمو دو مرحلهٔ رشد با همدیگر در شکلهای (۲) و (۳) نشان داده شده است.

نشاسته

تنش خشکی باعث کاهش میزان نشاسته در اندام هوایی و ریشه نخود شد شکل (۴) و جدول (۲). اختلاف میانگین درصد نشاسته اندام هوایی دو رقم معنی‌دار بود و رقم جم نسبت به کاکا نشاستهٔ بیشتری داشت. نگاه کنید: (هیستوگرام ۲، الف).

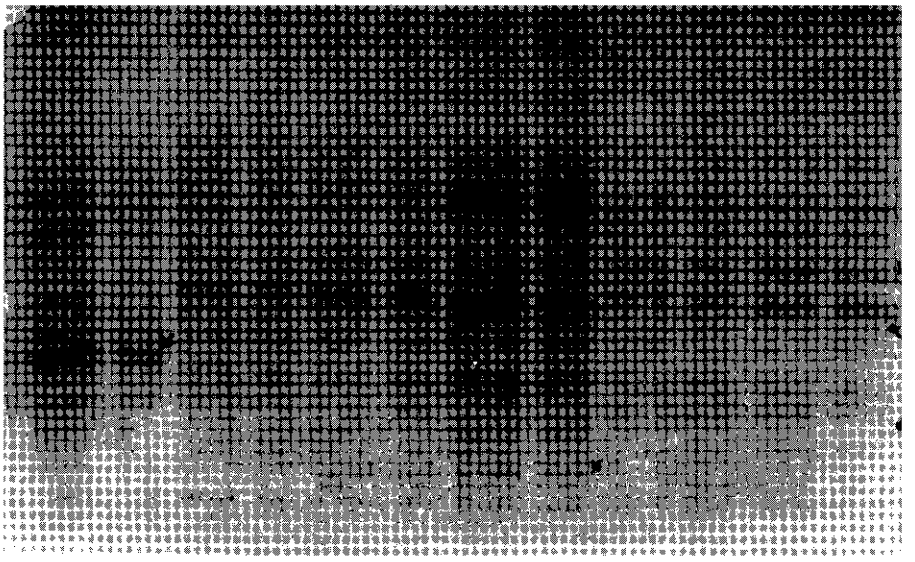
اختلاف میانگین نشاسته در ریشه و اندام هوایی در مرحلهٔ زایشی به وجه بسیار متمایزی بیشتر از مرحلهٔ رویشی بود (هیستوگرام ۲، ب و ج). مقایسهٔ شیب تغییرات نشاسته دو رقم‌نخود و در دو مرحلهٔ رشد در شکلهای (۵ و ۶) نشان داده شده است.

نتیجهٔ الکتروفورز پروتئینها را در تصویر (۱) که تغییرات باندهای پروتئینی نمونه‌های تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با شاهد در آن علامت گذاری گردیده است، می‌توان مشاهده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲



تصویر ۱ـ تغییر باندهای پروتئینی در دو رقم نخود (جم و کاکا) تحت تنش خشکی

ترتیب باندهای پروتئینی انواع نمونه‌های گیاهی تحت تیمارهای مختلف آبی در تصویر بالا عبارتند از:

شمارهٔ ستونها	نام رقم	شدت تنش
۱ و ۲	جم	$\frac{۰}{۵}$ ظرفیت زراعی (تنش شدید)
۳ و ۴	جم	$\frac{۲}{۵}$ ظرفیت زراعی (تنش ملایم)
۵ و ۶	جم	$\frac{۵}{۵}$ ظرفیت زراعی (شاهد)
۷ و ۸	کاکا	$\frac{۰}{۵}$ ظرفیت زراعی (تنش شدید)
۹ و ۱۰	کاکا	$\frac{۲}{۵}$ ظرفیت زراعی (تنش ملایم)
۱۱ و ۱۲	کاکا	$\frac{۵}{۵}$ ظرفیت زراعی (شاهد)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ـ اثر تنش آبی بر تغییرات قندهای محلول الف : ساقه و ب ، ریشه دو رقم نخود. (ماده خشک mg/g)

قندهای محلول ساقه الف

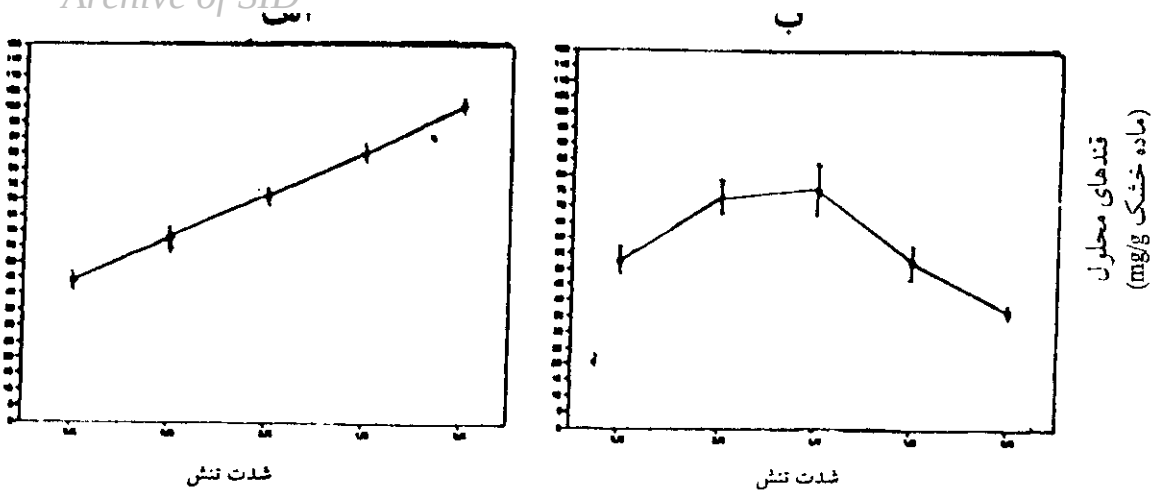
رقم	شدت تنش	مرحله رویشی میانگین ± SE	مرحله زایشی میانگین ± SE
ILC	ظرفیت زراعی ۵/۵	۹۶/۱۳۰ ± ۰/۴۴۹	۹۶/۷۲۰ ± ۱/۱۲۲۴
	ظرفیت زراعی ۴/۵	۸۰/۰۷۰ ± ۰/۴۴۸۲	۸۴/۸۸۵ ± ۱/۳۲
	ظرفیت زراعی ۳/۵	۶۷/۴۶۵ ± ۱/۷۷۰۲	۷۱/۰۷۰ ± ۱/۴۰۰۶
	ظرفیت زراعی ۲/۵	۵۳/۷۲۰ ± ۲/۴۶۲۶	۵۷/۱۶۵ ± ۱/۱۶۱۸
	ظرفیت زراعی ۱/۵	۳۹/۷۳۰ ± ۰/۶۶۴۲	۴۵/۱۹۰ ± ۱/۳۰۸۲
کاکا	ظرفیت زراعی ۵/۵	۱۰۲/۴۸ ± ۱/۲۲۶۴	۱۰۸/۵۶۰ ± ۱/۹۱۱
	ظرفیت زراعی ۴/۵	۹۲/۹۰۰ ± ۰/۵۱۶۶	۸۲/۵۰۰ ± ۲/۶۸۶۴
	ظرفیت زراعی ۳/۵	۷۳/۸۶۰ ± ۱/۰۷۴	۷۳/۵۴۵ ± ۱/۱۱۳۶
	ظرفیت زراعی ۲/۵	۵۹/۳۷۰ ± ۰/۷۵۵۴	۶۲/۱۹۵ ± ۲/۷۱۷۲
	ظرفیت زراعی ۱/۵	۴۳/۴۲۵ ± ۲/۲۴۷	۴۸/۳۴۵ ± ۰/۵۳۵

قندهای محلول ریشه ب

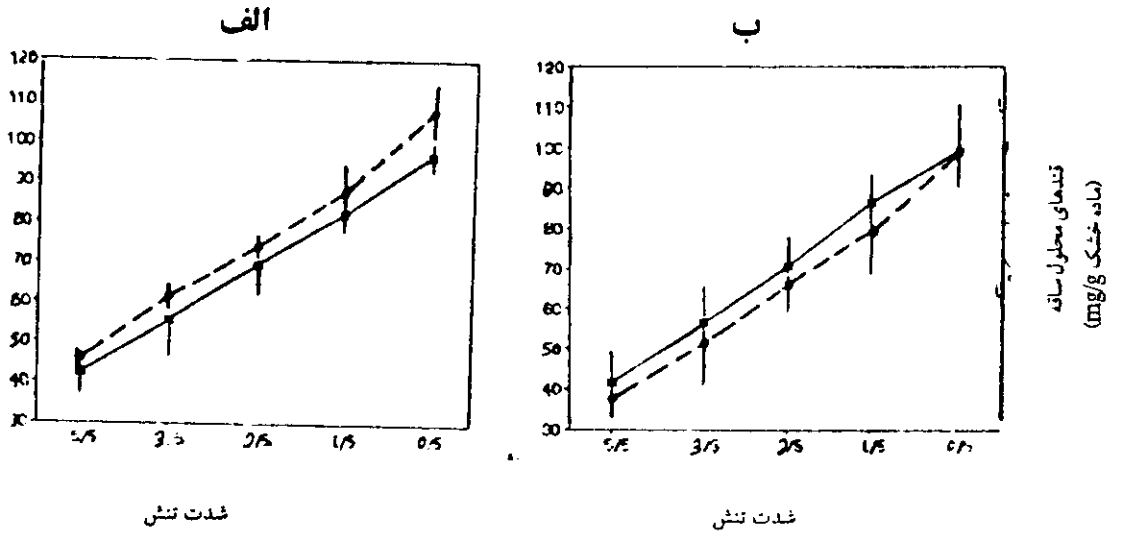
رقم	سطوح تنش	مرحله رویشی میانگین ± SE	مرحله زایشی میانگین ± SE
ILC	ظرفیت زراعی ۵/۵	۲۹/۲۰۴۰۰ ± ۱/۷۴۳۱۷	۴۳/۶۷۶۰۰ ± ۲/۲۴۸۴
	ظرفیت زراعی ۴/۵	۳۲/۶۶۴۰۰ ± ۲/۳۵۶۸۸	۶۴/۶۹۶۰۰ ± ۲/۰۶۶۱۴
	ظرفیت زراعی ۳/۵	۴۹/۹۴۴۰۰ ± ۲/۵۱۵۰۲	۷۵/۲۴۸۰۰ ± ۲/۰۸۴۳۷
	ظرفیت زراعی ۲/۵	۶۳/۹۴۴۰۰ ± ۳/۴۴۰۹۷	۸۶/۹۸۸۰۰ ± ۲/۹۰۹۵۸
	ظرفیت زراعی ۱/۵	۴۵/۴۹۲۰۰ ± ۳/۴۲۷۵۵	۶۲/۸۲۰۰۰ ± ۴/۱۸۹۹۱
کاکا	ظرفیت زراعی ۵/۵	۳۶/۷۷۶۰۰ ± ۱/۹۴۴۶۱	۴۲/۲۸۰۰۰ ± ۲/۰۲۷۳۲
	ظرفیت زراعی ۴/۵	۶۵/۰۷۲۰۰ ± ۶/۷۳۰۷۴	۴۹/۰۱۲۰۰ ± ۳/۵۷۱۰۵
	ظرفیت زراعی ۳/۵	۸۱/۹۴۰۰۰ ± ۸/۳۵۶۳۹	۹۸/۰۳۶۰۰ ± ۹/۸۵۳۵۸
	ظرفیت زراعی ۲/۵	۵۲/۲۸۴۰۰ ± ۶/۲۸۴۰۲	۸۳/۴۳۶۰۰ ± ۸/۴۷۷۱۸
	ظرفیت زراعی ۱/۵	۴۶/۲۸۰۰۰ ± ۴/۰۸۳۱۲	۵۷/۰۷۵۹۹ ± ۳/۱۳۸۶۹

www.SID.ir

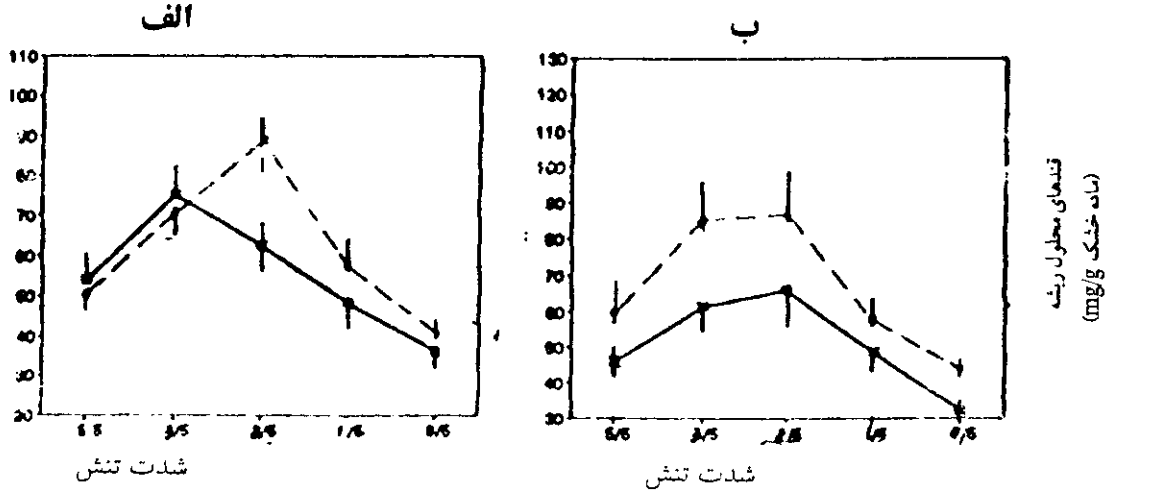
Archive of SID



شکل ۱ـ اثر تنش آبی بر تغییرات قندهای محلول در الف : در ساقه و ب : در ریشه نخود.



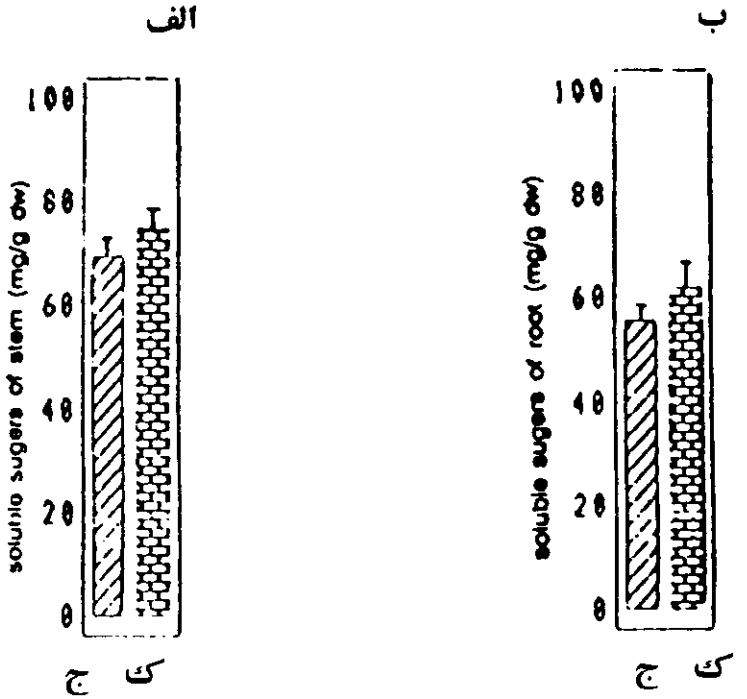
شکل ۲ـ مقایسه اثر تنش آبی بر تغییرات قندهای محلول الف : در ساقه دو رقم (.....) کاکا و (■ـ■ـ■ـ) جم ، ب : دو مرحلهٔ رشد (■ـ■ـ■ـ) رویشی و (ـــــ) و زایشی



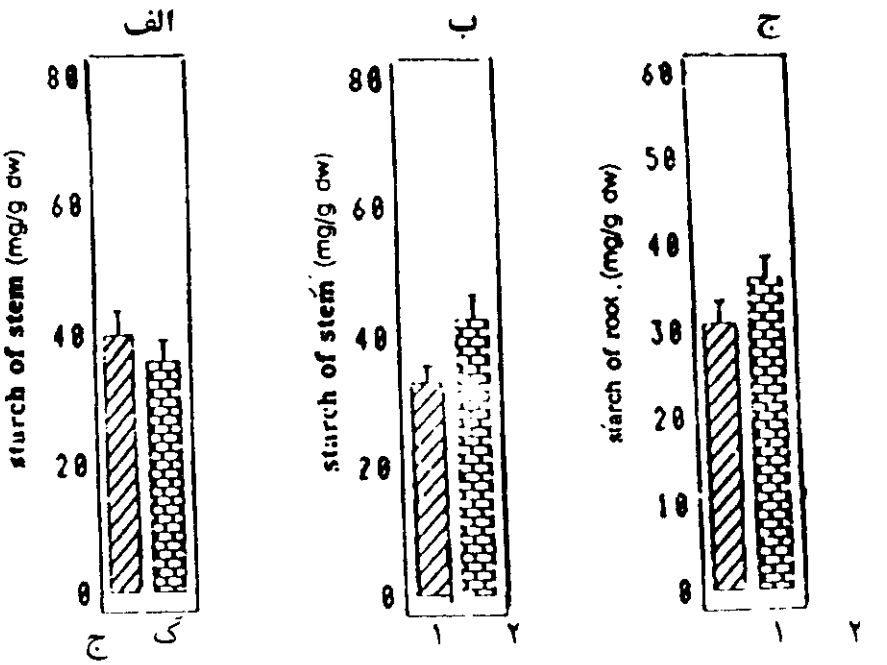
شکل ۳ـ مقایسه اثر تنش آبی بر تغییرات قندهای محلول الف: در ریشه دو رقم (ـ ـ ـ ـ) کاکا و (■ـ■ـ■ـ) جم، ب: دو مرحلهٔ رشد (ـــــ) زایشی و (■ـ■ـ■ـ) رویشی. بارهای عمودی نشانگر (انحراف استاندارد ± میانگین) (Mean ± SE) است.

www.SID.ir

Archive of SID



هیستوگرام شماره (۱): مقایسه میانگین کل قندهای محلول در: الف: ساقه و ب: ریشه ، دو رقم نخود. (ک: کاکا، ج: جم).



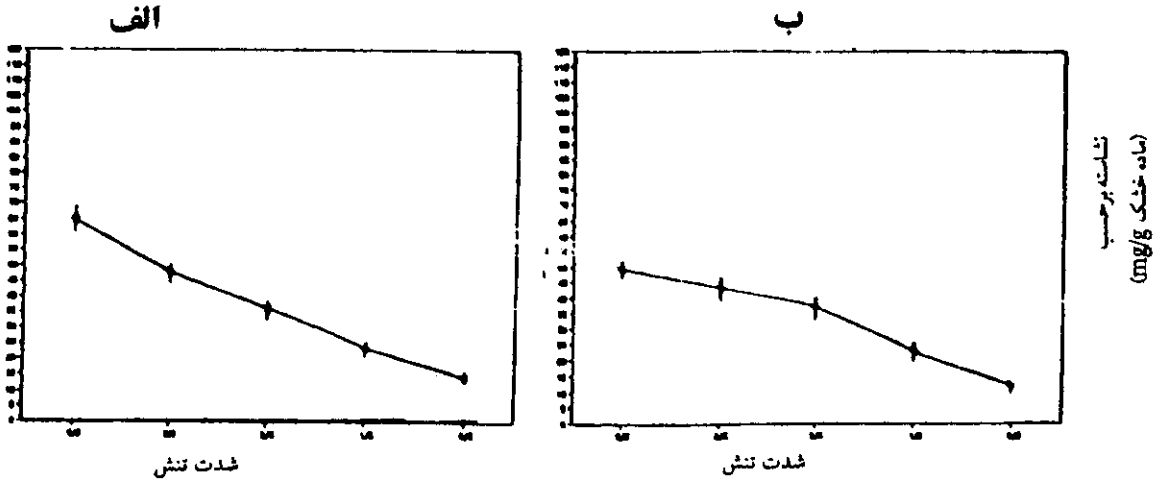
هیستوگرام شماره (۲) :

مقایسه میانگین کل نشاسته دراندام هوایی الف: دو رقم نخود جم و کاکا. ب: در اندام هوایی و ج: در ریشه نخود در دو مرحله رشد ۱: رویشی ۲: زایشی.

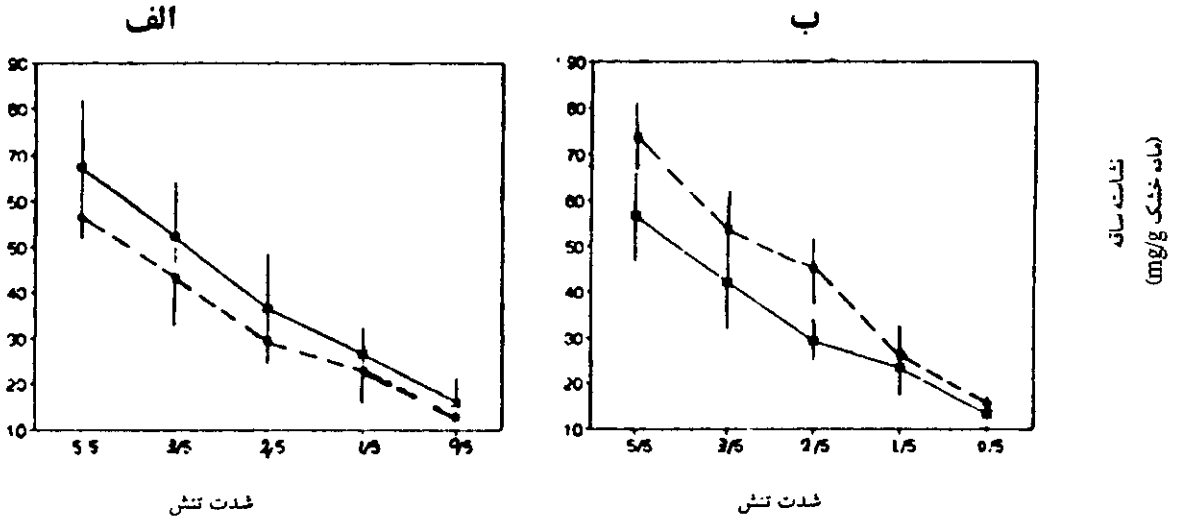
بارهای عمودی نشانگر انحراف استاندارد ± میانگین (Mean ± SE) است.

www.SID.ir

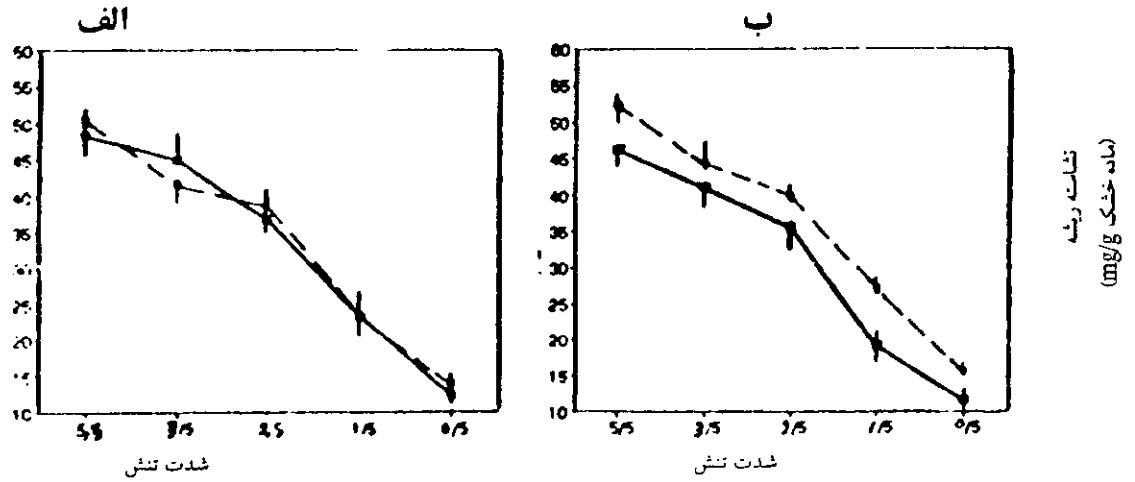
Archive of SID



شکل ۴ـ اثر تنش آبی بر تغییرات نشاسته الف: در ساقه و ب: در ریشه نخود.



شکل ۵ـ مقایسه اثر تنش آبی بر تغییرات نشاسته در ساقه الف: در ساقه دو رقم (ـــــ) کاکا و (■ـ■ـ■ـ) جم،
ب: دو مرحلهٔ رشد (ـــ) زایشی و (■ـ■ـ■ـ) رویشی



شکل ۶ـ مقایسه اثر تنش آبی بر تغییرات نشاسته در ساقه الف: در ساقه دو رقم (ـــــ) کاکا و (■ـ■ـ■ـ) جم،
ب: دو مرحلهٔ رشد (ـ ـ ـ) زایشی و (■ـ■ـ■ـ) رویشی.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ـ اثر تنش آبی بر تغییرات نشاسته در الف: ساقه و ب: ریشه دو رقم نخود.
(ماده خشک mg/g)

الف

نشاستهٔ ساقه

رقم	سطوح تنش	مرحله رویشی SE ± میانگین	مرحله زایشی SE ± میانگین
آرمان	ظرفیت زراعی	۱۵/۵۹۳۷۵ ± ۱/۴۸۲۵۹	۱۶/۱۷۰۸۳ ± ۰/۴۷۷۷۶
	۱/۵ ظرفیت زراعی	۲۷/۹۳۱۲۵ ± ۸/۰۱۵۶۹	۲۵/۰۴۱۶۷ ± ۱/۵۵۵۱۲
	۲/۵ ظرفیت زراعی	۲۶/۶۵۰۰۰ ± ۰/۳۲۹۳۵	۴۶/۴۹۵۸۳ ± ۱/۶۸۴۸۱
	۳/۵ ظرفیت زراعی	۴۶/۸۵۶۲۵ ± ۲/۶۷۲۶۲	۵۷/۶۹۳۷۵ ± ۱/۳۹۷۸۴
	۵/۵ ظرفیت زراعی	۵۹/۳۱۸۷۵ ± ۲/۵۷۴۲۸	۷۵/۲۶۶۶۷ ± ۲/۲۳۸۵۶
کاکا	ظرفیت زراعی	۱۰/۸۴۴۷۵ ± ۰/۳۳۴۷۸	۱۴/۹۹۱۶۷ ± ۰/۷۱۲۸۴
	۱/۵ ظرفیت زراعی	۱۸/۴۹۳۷۵ ± ۰/۸۷۹۶۸	۲۳/۸۷۹۱۷ ± ۱/۲۱۵۷۸
	۲/۵ ظرفیت زراعی	۳۱/۸۸۷۵۰ ± ۰/۹۷۹۵۶	۴۲/۸۰۶۲۵ ± ۱/۰۶۸۰۲
	۳/۵ ظرفیت زراعی	۳۷/۸۰۰۰۰ ± ۱/۰۸۳۲۴	۵۰/۲۱۲۵ ± ۰/۸۵۳۴۹
	۵/۵ ظرفیت زراعی	۵۳/۸۳۳۳۳ ± ۰/۶۰۷۵۸	۷۲/۹۴۱۶۷ ± ۰/۸۶۹۴۴

ب

نشاستهٔ ریشه

رقم	سطوح تنش	مرحله رویشی SE ± میانگین	مرحله زایشی SE ± میانگین
آرمان	ظرفیت زراعی	۱۲/۱۸۱۲۵ ± ۰/۴۶۴۵۶	۱۳/۱۸۹۵۸ ± ۰/۴۰۵۴۵
	۱/۵ ظرفیت زراعی	۱۸/۸۹۳۷۵ ± ۱/۳۴۸۵۴	۲۷/۶۵۲۰۸ ± ۰/۶۷۵۹۸
	۲/۵ ظرفیت زراعی	۳۲/۷۵۴۱۷ ± ۱/۱۴۹۰۸	۴۱/۰۶۲۵۰ ± ۱/۲۹۰۶۶
	۳/۵ ظرفیت زراعی	۴۱/۲۶۸۷۵ ± ۰/۴۶۷۱۴	۴۸/۷۱۲۵ ± ۲/۴۰۰۶۱
	۵/۵ ظرفیت زراعی	۴۳/۴۳۱۲۵ ± ۰/۴۱۵۴۲	۵۳/۰۷۹۱۶ ± ۰/۴۳۱۱۵
کاکا	ظرفیت زراعی	۱۰/۷۶۸۷۵ ± ۰/۳۱۳۵۵	۱۶/۶۹۳۷۵ ± ۰/۱۹۲۴۷
	۱/۵ ظرفیت زراعی	۱۹/۵۱۴۵۸ ± ۰/۶۸۵۶۱	۲۶/۶۰۰۰۰ ± ۰/۷۰۳۴۶
	۲/۵ ظرفیت زراعی	۳۸/۳۹۵۸۳ ± ۱/۸۴۳۰۶	۳۸/۸۳۱۲۵ ± ۰/۴۴۷۴
	۳/۵ ظرفیت زراعی	۴۱/۲۸۵۴۲ ± ۱/۸۳۴۹۸	۴۱/۱۵۶۲۵ ± ۰/۴۶۹۲۴
	۵/۵ ظرفیت زراعی	۴۹/۰۱۲۵۰ ± ۱/۰۷۵۷۸	۵۲/۰۳۷۵۰ ± ۰/۳۷۰۵۵

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و تفسیر

بررسی نتایج حاصل از آنالیز واریانس مربوط به تغییرات قندهای محلول نشان داد که مقدار قندهای محلول ریشه و اندام هوایی گیاه نخود در اثر تنش خشکی افزایش یافته است. این نتیجه با نتایج بررسی‌های انجام گرفته برروی گیاه نخود (۳)، گوجه‌فرنگی (۶)، لوبیای چشم‌بلبلی (۱۰)، ارقام مختلف گندم (۸)، ژنوتیپهای مختلف گندم زمستانه (۱۲) و ذرت (۱۴) تأیید می‌گردد. این افزایش را یکی از عوامل مؤثر در جهت تنظیم اسمزی گیاه و یکی از مکانیسم‌های مقاومت در برابر خشکی شناخته‌اند (۳، ۸، ۱۲، ۱۴).

البته در بررسی‌های دقیق‌تر، تغییرات انواع قندهای محلول نیز مورد توجه قرار گرفته و مشخص گردیده است که هر یک از آنها، مانند گلوکز و فروکتوز، در گیاهان مختلف تغییرات گوناگونی پیدا کرده و سهم آنها در تنظیم اسمزی گیاهان مختلف متفاوت است (۸ و ۱۲ و ۱۴).

افزایش قندهای محلول در اثر تنش خشکی را ناشی از هیدرولیز نشاسته می‌دانند و معمولاً افزایش قندهای محلول با کاهش نشاسته و در بعضی موارد کاهش ساکارز همراه است و همزمان با افزایش قندهای محلول فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده مانند الفا ـ آمیلاز و انورتار که به ترتیب نشاسته و ساکارز را تجزیه می‌کنند ، نیز افزایش نشان می‌دهد (۸ و ۱۰). افزایش قندهای محلول خود یکی از دلائل افزایش فشار اسمزی داخلی گیاه است که سعی دارد در شرایط کم آبی فشار اسمزی محیطی را خنثی و حتی الامکان آب موجود در خاک را جذب نماید.

در ریشه نیز قندهای محلول در اثر تنش خشکی افزایش می‌یابد ولی این افزایش متناسب با شدت تنش نیست، چنانکه در تنش شدید میزان قندهای محلول کاهش داشته‌اند و این تغییر احتمال دارد بر اثر کاهش فعالیت ریشه و تقلیل متابولیسم کربوهیدراتها در اثر تنش شدید و در نتیجه کاهش نقل و انتقال قندها در آوندهای آبکشی باشد(۱۷).

اختلاف میانگین تغییرات قندهای محلول دو رقم در اندام هوایی معنی‌دار بوده است و مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که رقم کاکا نسبت به رقم جم قندهای محلول بیشتری دارد. از آنجا که رقم کاکا بنا به بسیاری از شاخص‌های برآورده شده مانند میزان ماده سازی و سرعت رشد نسبی و محتوای نسبی آب (منتشر نشده) مقاومتر از رقم جم است بنابراین می‌توان گفت تجمع بیشتر قندهای محلول، یکی از

www.SID.ir

Archive of SID

عوامل مؤثر در تنظیم و تطبیق اسمزی بهتر این گیاه و در نتیجه افزایش مقاومت آن در برابر تنش بوده است.

مطالعاتی که قبلاً در این مورد برروی گیاهان مختلف انجام گرفته نشان داده است که انواع مقاومتر نسبت به انواع حساس از افزایش قندهای محلول بیشتری برخوردار بوده‌اند (۸ و ۱۰).

نتایج بررسی تغییرات نشاسته نشان می‌دهد که برعکس قندهای محلول، نشاسته اندامهای هوایی و ریشه گیاه نخود در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد و این نتیجه با نتایج مطالعات انجام شده در این مورد نیز مطابقت دارد(۱۰). علت این امر را هیدرولیز آنزیمی نشاسته در شرایط تنش می‌دانند؛ زیرا همزمان با کاهش نشاسته، افزایش فعالیت آنزیمهای هیدرولیز کننده (αـآمیلاز) نیز دیده می‌شود (۱۰). همچنین اختلاف میانگین هر دو رقمو در مرحلهٔ رشد معنی‌دار بود و به طور کلی رقم‌جم نسبت به کاکا و مرحلهٔ زایشی نسبت به مرحلهٔ رویشی از مقدار نشاستهٔ بیشتری برخوردار بوده‌اند.

در مورد تغییرات پروتئینها در اثر تنش خشکی نیز مطالعات زیادی به عمل آمده و کاهش پروتئینهای محلول در اثر تنش خشکی نشان داده شده است که علت آن را، کاهش سنتز پروتئینها در شرایط خشکی (۱ و ۱۴ و ۱۶) و یا تجزیه پروتئینها به‌علت افزایش فعالیت آنزیمهای پروتئاز (۲، ۷ و ۱۶) می‌دانند.

مطالعات انجام گرفته برروی گیاهان گندم و ذرت نشان داده است که این کاهش بر اثر کم شدن همهٔ پروتئینهای محلول، در تمام گیاهان نیست بلکه بعضی از پروتئینها که برحسب نوع گیاه متفاوتند، تغییر می‌کنند و به عبارت دیگر تجزیهٔ انتخابی پروتئینها صورت می‌گیرد (۱۱). چنانکه مطالعات انجام گرفته برروی گیاه اسفناج نشان داده که سنتز پروتئینی ۸۵ کیلودالتونی (۱۴) و همچنین در کشتهای سلولی توتون ، پروتئین ۲۶ کیلودالتونی در شرایط تنش خشکی تحریک شده و مقدار آنها افزایش می‌یابد (۱۳). در بررسی اثر تنش خشکی برروی گیاه نخود نیز نتایج مشابهی به دست آمده است (۷).

در مطالعات اخیر در زمینهٔ واکنش مولکولی به کمبود آب ، تعدادی از محصولات ژنهای تحریک شده بر اثر کمبود آب با توجه به ویژگیهای اسیدهای امینه تشکیل دهندهٔ آنها شناخته شده و چنین استنباط می‌گردد که تغییرات حاصل، ساختمانهای سلولی را از اثرات کاهش آب حفاظت می‌نمایند. این

www.SID.ir

Archive of SID

ژنها را ژنهای LEA[1] (اولین بار در دانه‌های در حال رشد دیده شده) نامیده‌اند و تشخیص داده شده که این ژنها در بافتهای رویشی در شرایط کاهش آب ناشی از تنش خشکی، شوری و دماهای پائین نیز دیده می‌شوند. پروتئینهای مربوطه را پروتئینهای لِی نامگذاری کرده‌اند. اسیدهای امینه به کار رفته در ساختمان این پروتئینها به شدت آبدوست بوده و باعث نگهداری آب در شرایط کمبود آب و همچنین باعث تجمع و نگهداری یونها در اثر تنش خشکی می‌گردد. این فرایند موجب حفظ پروتئینهای ساختمانهای غشایی و بازگردانیدن حالت طبیعی پروتئینهای باز شده می‌شوند و در واقع تغییرات پروتیئنهای گیاهی چنانکه در این آزمایش نیز نشان داده شده، در جهت افزایش قدرت مقاومت گیاه در برابر کم‌آبی است (۲).

سپاسگزاری : بدینوسیله از زحمات و همکاری آقای صیفی کارشناس آمار و آقای رشیدجامع کارشناس آزمایشگاه بیوشیمی دانشکدهٔ علوم دانشگاه ارومیه، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

1. LEA: late Embryogenesis Aboundant gene

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

1. Antolin M.C & Sonchez Diaz M. Effects of Temporary droughts on photosynthesis of Alfa alfa plants. J. of experimental Botany Vol.44. No. 265. (1993), 1341-1349.

2. Bray A. Elizabeth. Molecular responses to water deficit. Plant Physiology. 103. (1993), 1035-1040.

3. Clive W. Ford. Acculmuation of low molecular weight solutes in water stressed tropical legumes. Phytochemistry, Vol. 23, No. 5 , (1984), 1007-1015 .

4. Covell S. Ellis, R.H., Robert E. & Summerfield. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. J. of experimental Botany, Vol. 37, No. 183. (1985), 1503-1515.

5. Elnadi A.H. Water relations of beans, effects of water stress on growth and flowering (Vicia, faba). Expl. Agric (5). (1969), 195-207.

6. Handa, Sangita, Ray, Bressan, Aurtor. K. Handa & Nicolas C. Carpita & paul M.Hasegawa. Solutes Contributing to osmotic, adjust-ment in Cultured plant cell adapted to water stress. Plant Physiol. 73(3). (1983), 834-843.

7. Josef Francisco monoz, Emillia labrador & Berta Dopico. Effect of water (osmotic) stress on the growth of epicotyles of Cicer arietinum in relation to changes in the autolytic process and glycan hydrolytic cell wall enzymes. Physiologia planatarum. 87 4, (1993), 544-551.

8. Kameli, A & D.M. losel. Carbohydrates and water stress in wheet plants under water stress. New phytologist 125(3); (1993), 609-614.

9. Kaur, Amargit, L.S. Sheoran & Randhir Singh. Effect of water stress on the enzymes of Nitrogen metabolism in Mung been (Vinga radiata) nodules. Plant cell environ 8(3); (1985), 195-200.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Keller F. and Ludlow. Carbohydrate metabolism in drought-stressed leaves of pigeonpea (Cajanus Cajan) J. of Experimental Botany Vol. 44. No. 265. (1993), 1351-1359 .

11. Luna, Marcella, Mourisia, Badiani, Marcella, Filici France Actimi & G.Gio, vannozzi semanii. Selective enzyme activation under water stress in Maize (Zea mays) and wheat (Triticum aestivum) seedlings. Environ exp. Biol.25(2): Vol. 25. No. 2, (1985), 153-156.

12. Martin M.F. Micili, J.A. Morgan M.Scalet & G. Zerbi. Synthesis of osmotically active substances in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. J. of Agronomy and crop science, 171(3): (1993), 176-184

13. Narendra, K.singh, Bressan. Protein associated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCl & water stress. Plant physiology 79; (1985), 126-137

14. Neven, Lisa, O. Dale, W.Haskell. Characterization of a spinach gene responsive to low temperature and water stress. plant Mol. Biol. 21(2): (1993), 261-305 .

15. Rajendr S., Dehindra. Glutation status and Protein synthesis during drought and subsequent rehydration in Tortula ruralis. Plant physiol. 83, (1987), 816-819.

16. Singh G.P.S. Thakur and V.K. Rajer. Free amino acid patern in stressed leaves of two contrasting resistance and susceptible cultivars of chikpea (Cicer arietinum). Experimenti, (1983), (40-41). 4.

17. Westgate M.E. and E.M. Flower and Pod development in water deficit soybeans (Glycine max L. Merr.). Dept. of Botany and Microbiology, Auburn University, Auburn, Al. U.S.A. (1992), 36849-5407.

www.SID.ir