تغييرات قندهاي محلول، نشاسته و پروتئين‌ها در اثر تنش خشكي در دو رقم نخود ايراني(Cicer aritinum L.)

مه لقا قربانلي، مجيد نوجوان: دانشگاه تربيت معلم
رضا حيدري، طيبه فربودنيا: دانشگاه ارومیه

(صفحه ۵۳-۳۸ و 20 شماره ۱ جلد ۱)

چكيده

دراين تحقيق تغييرات قندهاي محلول، نشاسته و پروتئين‌ها در اثر تنش خشكي در دو رقم نخود ايراني، مشهور به «جم» و «كاكا» بررسي شد. نتايج حاصل از بررسي تغييرات قندهاي محلول، نشان داد كه قندهاي مزبور، در اندام هوايي و ريشه، در دو مرحله رويشي و زايشي افزايش پيدا كردند و اختلاف ميانگين درصد قندهاي محلول در اندام هوايي دو رقم نخود معني‌دار بود و رقم كاكا نسبت به جم از قندهاي محلول بيش‌تري برخوردار بود. برعكس ميزان نشاسته در اثر تنش خشكي كاهش پيدا كرد. اختلاف ميانگين مقدار نشاسته نيز در اندام هوايي معني‌دار بود و رقم جم نسبت به كاكا از ميزان نشاسته بيش‌تري برخوردار بود. اختلاف ميانگين درصد نشاسته در ريشه و اندام هوايي در دو مرحله رشد رويشي نيز معني‌دار بود. به علاوه اين بررسي‌ها نشان دادند كه رقم كاكا از جم نسبت به تنش آبي مقاوم‌تر است. و سرانجام بررسي الكتروفوروگرام‌هاي به دست آمده تغييرات باندهاي پروتئيني را در اثر تنش خشكي نشان مي‌داد كه در ريشه و اندام هوايي دو رقم نخود كاملاً مشهود بود.

مقدمه

نخود از گياهان تيره پروانه آسا است و يكي از محصولات زراعي بسيار مهم محسوب مي‌شود. اين گياه در غرب ايران(آذربايجان، كردستان، كرمانشاهان) مناطق بسيار وسيعي را به صورت آبي و ديم زير كشت دارد. نخود به عنوان گياهي مقاوم برابر تغييرات رطوبت محيط شناخته شده است و در شرايط كمبود آب، تغييرات فيزيولوژيكي، مورفولوژيكي همراه با تغييرات بيوشيميايي متفاوتي را پذيرا است.

در باب تأثير تنش خشكي بر ميزان تغييرات قندهاي محلول و نشاسته، بررسي‌ها و تحقيقات گسترده‌اي روي گياه نخود[۳]، گوجه فرنگي[۶]، لوبياي چشم بلبلي[۱۰] ارقام مختلف گندم [۸] ژنوتيپ‌هاي مختلف گندم زمستانه[۱۲] و ذرت[۱۴] انجام گرفته است.

در پژوهش‌هاي اخير كه در زمينه واكنش مولكولي به تنش خشكي به عمل آمده، تغييرات پروتئين‌ها در شرايط خشكي[در اثر كمبود آب) نشان داده شده و اين تغييرات به عنوان عاملي مؤثر در جهت كمك به تنظيم و تعادل اسمزي در گياه، ارزيابي گرديده است[۲].

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

با توجه به درصد بالاي پروتئين در نخود(۱۸%-۲۵%) و نظر به اهميت اين محصول به عنوان يكي از حبوبات مهم در تغذيه انسان، ضرورت افزايش سطح زير كشت و ميزان توليد و بررسي تغييرات بيوشيميايي آن در اثر تنش خشكي، از اهميت ويژه‌اي برخوردار است. براي تحقق اين اهداف، تغييرات قندهاي محلول، نشاسته و همچنين تغييرات باندهاي پروتئيني دو رقم نخود ايراني مشهور به «جم» و« كاكا» در اثر تنش خشكي، مورد بررسي و ارزيابي قرار گرفت. تا از اين ديدگاه ارقام متحمل به خشكي جهت كشت ديم و صرفه جويي درميزان مصرف آب مشخص و معرفي گردد.

مواد و روش‌ها

بذر گياهان از مؤسسه نهال و بذر استان آذربايجان غربي تهيه گرديد. پس از جدا كردن بذرهاي يكنواخت و استريل كردن آن‌ها با هيپوكلريت سديم ۳% به مدت ده دقيقه و خيساندن در آب مقطر استريل به مدت ۶ساعت، در هر گلدان ۱/۵ليتري محتوي خاک يک دانه بذر كشت گرديد. گلدان‌ها در شرايط طبيعي، بيرون از گلخانه قرار گرفتند و مرتباً آبياري شدند[۵]. بررسي در دو مرحله رويشي و زايشي انجام گرفت. در مرحله رويشي گياهان ۲۰ روزه و در مرحله زايشي گياهان پس از آغاز گلدهي(موقعي كه گياهان ۴۵روزه بودند) مورد استفاده قرار گرفتند. مدت آزمايش براي هر دو گروه سه هفته و شرايط آزمايشي مشابه بود.

براي شروع آزمايش از بين ۵۰ گلدان كشت شده تعداد ۲۰ گلدان با گياهان يكسان و مشابه از نظر شكل و اندازه و انشعابات فرعي انتخاب و با استفاده از طرح اعداد تصادفي(راندم) بين ۵ تيمار مختلف آبي، هر كدام با چهار تكرار تقسيم گرديد. مقدار آب گياهان براساس ظرفيت زراعي[۱] خاک مورد استفاده در گلدان‌هاي گياهان بررسي شده تعيين شد[۴]. مقدار آب ظرفيت زراعي خاک مورد نظر ۲۵۰ ميلي‌ليتر به دست آمد و گياهان شاهد، هر سه روز يک بار، معادل۲۵۰ميلي‌ليتر آب دريافت كردند($\frac{5}{5}F.C = ۲۵۰^{ml}$) گياهان تيمارهاي بعدي به ترتيب $\frac{3}{5}F.C, \frac{2}{5}F.C$ و $\frac{1}{5}F.C$ و $\frac{0}{5}F.C$ ، يعني معادل۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰، ۰ ميلي‌ليتر، آب دريافت كردند و اين مقدار آب هم سه روز يک بار به هر كدام از تيمارهاي مورد نظر داده شد. بعد از پايان آزمايش، اندام هوايي و ريشه از هم جدا گرديد و به طور جداگانه توزين و به مدت ۲۴ ساعت در۱۰۵درجه سانتي‌گراد تا رسيدن به وزن ثابت خشک گرديد. از اين ماده خشک اندام هوايي و ريشه گياهان براي اندازه‌گيري قندهاي محلول و نشاسته استفاده شد.

روش استخراج قندهاي محلول نمونه‌هاي گياهي

براي اين منظور ۰/۱ گرم از ماده خشک اندام گياهي(ريشه و اندام هوايي جدا از هم و سائيده و آماده شده) را با ترازوي دقيق (۰/۰۰۰۱ گرم) وزن كنيم و در لوله آزمايش مي‌ريزيم و با افزودن ۱۰ ميلي‌ليتر اتانول ۰/۷۰،

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

به مدت يک هفته در يخچال قرار مي دهيم. پس از يک هفته از محلول رويي، براي اندازه‌گيري قند محلول، استفاده مي كنيم.

اندازه‌گيري قندهاي محلول

بـه روش فنـل سـولفوريک(Kuchert1978) کـه مبتنـي اسـت بـر آبگيـري قنـدهاي محلـول، تشـکيل ترکيـب فورفورال که با فنل توليد کمپلکس رنگي مي‌کند،انجام گرفت و شدت رنـگ کمپرس حاصـل بـه وسيله دستگاه اسپکتروفتومتر زايد مدل DM4 در طول موج ۴۸۵ نـانومتر تعيين گرديد. بـه منظـور تعيـين و ارزيـابي کمّي قندهاي محلول در نمونه‌ها، از منحني استاندارد و با بکارگيري غلظت‌هاي معلوم گلوکز استفاده شد.

روش استخراج نشاسته

محلول اتانول حاوي قندهاي محلول پيش گفته راصاف مي كنيم و از رسوب باقي مانده بر روي كاغذ صـافي، براي اندازه‌گيري مقدار نشاسته در نمونه‌هاي گياهي استفاده مي كنيم.

پس از خشک کردن رسوب وزن آن را تعيين مـي كنيم و آن را در لولـه آزمـايش مـي ريـزيم و بـا افزودن ۱۰ ميلي‌ليتر آب مقطر، ۱۵ دقيقه، در بن ماري آب جوش قرار مي دهيم. سپس محلول را صاف مي‌كنيم و از محلول صاف شده براي اندازه‌گيري نشاسته استفاده مي‌كنيم روش كار همان است كه در قندهاي محلول انجام شد(روش فنل سولفوريک).

اندازه‌گيري مقدار نشاسته

اندازه‌گيري مقدار نشاسته نيز، مانند قندهاي محلول، براساس روش فنل سولفوريک انجام گرفت.

روش استخراج عصاره پروتئين از بافت‌هاي گياهي

براي استخراج از بافر تريس- بوريک 0.09 با PH=8.4 استفاده مي شود.

Tris. 0.09 mol

Boric acid 0.08 mol

Na_2 EDTA 0.93 g/lit

صد ميلي گرم از ماده تر برگ در يک ظرف محتوي يخ قرار مـي گيرد. بـه هر يـک از نمونـه‌هاي برگـي $\frac{1}{4}$ ميلـي‌ليتر محلـول سـاكارز بـراي جلـوگيري از ديفوزيـون نمونـه محـافظ بـافر(Fretz and kuhns 1978) افزوده مي‌شود.

بافت تر گياهي به خوبي در يـک هـاون چينـي خـرد مـي شـود، بـراي آن كـه بافت كـاملاً لـه شـود ۳ ميكروليتر موكاپتواتانل امين و ۲ميلي‌گرم اسكوربيک اسيد به آن اضـافه مي‌گردد اكنون يک تركيب هموژن به دست مـي‌آيد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

اين تركيب براي مدت ده دقيقه در(g ۱۰۰۰۰) سانتريفوژ شده محلول بالايي با پيپت pastor كشيده مي‌شود (leonardR.L and et. Al 1981).

بررسي تغييرات پروتئيني

براي بررسي تغييرات باندهاي الكترو فورزي در نمونه‌هاي تحت تنش و مقايسه آن‌ها با باندهاي الكتروفورزي گياه شاهد از نمونه‌هاي ترو و باروش SDS-Page استفاده شد. در اين روش ابتدا با استفاده از اوره ۹M پيوندهاي دي سولفيد ساختمان چهارم پروتئيني قطع شده و سپس هر كدام از زنجيرها با به كارگيري β مركاپتواتانل امين(Leonard R.L. and. et.al 1981) به فرم خطي تبديل مي‌گردد. براي انتقال زنجيرهاي پلي پپتيدي از دستگاه الكتروفورز مدل(ps-1002 اختريان) روي ژل پلي اكتريل اميد استفاده شد.

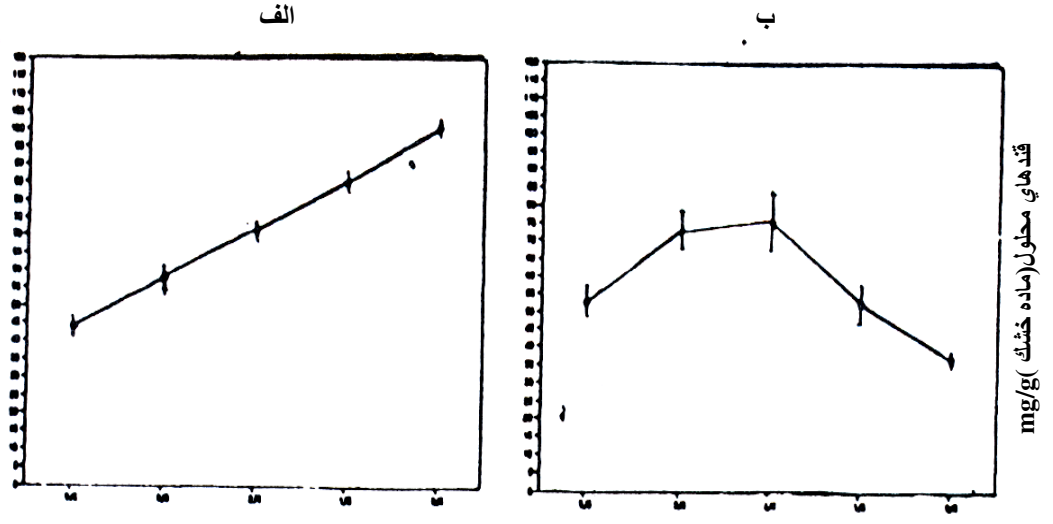
نتايج

تجزيه و تحليل آماري نتايج نشان داد كه:

قندهاي محلول در اثر تنش خشكي در اندام هوايي و ريشه هر دو رقم نخود متناسب با شدت تنش افزايش يافته است(شكل۱و جدول۱).

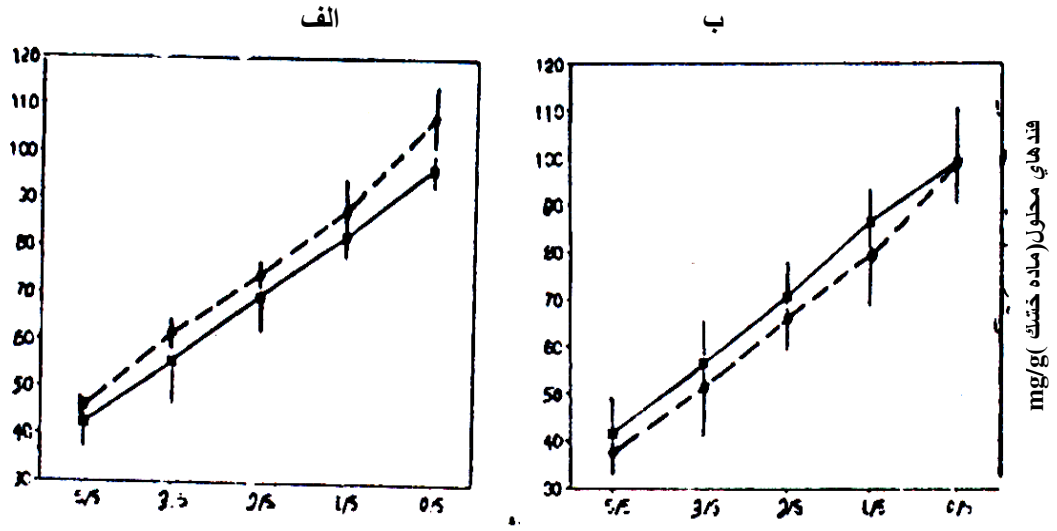
اختلاف ميانگين درصد قندهاي محلول در اندام هوايي و ريشه دو رقم معني‌دار بود و رقم كاكا نسبت به رقم جم از مقدار قند بيش‌تري برخوردار بود(هيستوگرام۱).

مقايسه شيب تغييرات قندهاي محلول در اندام هوايي و ريشه دو رقم و دو مرحله رشد با همديگر در شكل‌هاي ۲ و۳ نشان داده شده است.

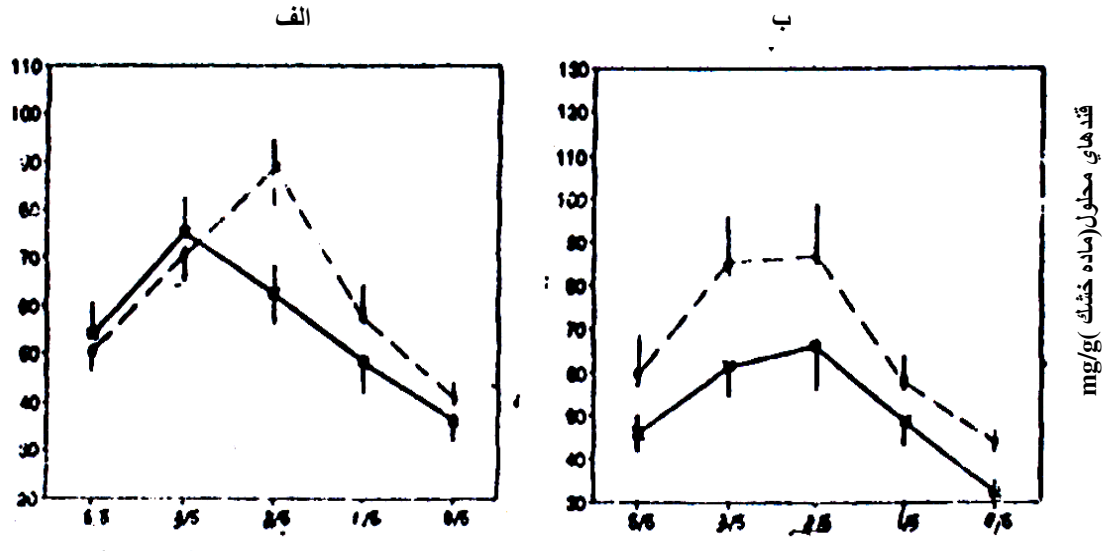


شكل ۱. اثر تنش آبي بر تغييرات قندهاي محلول در: الف)ساقه ب)ريشه, نخود

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

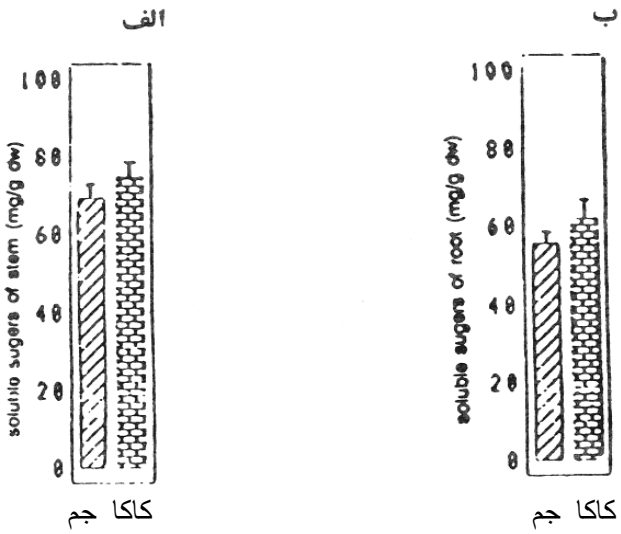


شكل ۲. مقايسه اثر تنش آبي بر تغييرات قندهاي محلول
الف) در ساقه دو رقم (----) كاكا و (■■■) جم و ب) در ريشه نخود



شكل ۳. مقايسه اثر تنش آبي بر تغييرات قندهاي محلول
الف) درريشه دو رقم (----) كاكا و (■■■) جم و ب) در مرحله رشد (----) زايشي و (■■■) رويشي
بارهاي عمودي نشانگر (انحراف استاندارد± ميانگين) (Mean±SE)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]



هیستوگرام۱. مقایسه میانگین کل قندهاي محلول در الف) ساقه ب) ریشه, دو رقم نخود

جدول ۱. اثر تنش آبي بر تغییرات قندهاي محلول الف) ساقه ب) ریشه دو رقم نخود(ماده خشك mg/g

قندهاي محلول ساقه **الف**

رقم	شدت تنش	مرحله رویشی ± SE میانگین	مرحله زایشی ± SE میانگین
نخود	ظرفیت زراعی $\frac{0}{5}$	۹۶/۱۳۰ ± ۰/۴۴۹	۹۶/۷۲۰ ± ۱/۱۲۲۴
	ظرفیت زراعی $\frac{1}{5}$	۸۰/۰۷۰ ± ۰/۴۴۸۲	۸۴/۸۸۵ ± ۱/۳۲
	ظرفیت زراعی $\frac{2}{5}$	۶۷/۴۶۵ ± ۱/۷۷۰۲	۷۱/۰۷۰ ± ۱/۴۰۰۶
	ظرفیت زراعی $\frac{3}{5}$	۵۳/۷۲۰ ± ۲/۴۶۲۶	۵۷/۱۶۵ ± ۱/۱۶۱۸
	ظرفیت زراعی $\frac{5}{5}$	۳۹/۷۳۰ ± ۰/۶۶۴۲	۴۵/۱۹۰ ± ۱/۳۰۸۲
کاکا	ظرفیت زراعی $\frac{0}{5}$	۱۰۲/۴۸ ± ۱/۲۲۶۴	۱۰۸/۵۶۰ ± ۱/۹۱۱
	ظرفیت زراعی $\frac{1}{5}$	۹۲/۹۰۰ ± ۰/۵۱۶۶	۸۲/۵۰۰ ± ۲/۶۸۶۴
	ظرفیت زراعی $\frac{2}{5}$	۷۳/۸۶۰ ± ۱/۰۷۴	۷۳/۵۴۵ ± ۱/۱۱۳۶
	ظرفیت زراعی $\frac{3}{5}$	۵۹/۳۷۰ ± ۰/۷۵۵۴	۶۲/۱۹۵ ± ۲/۷۱۷۲
	ظرفیت زراعی $\frac{5}{5}$	۴۳/۴۲۵ ± ۲/۲۴۷	۴۸/۳۴۵ ± ۰/۵۳۵

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

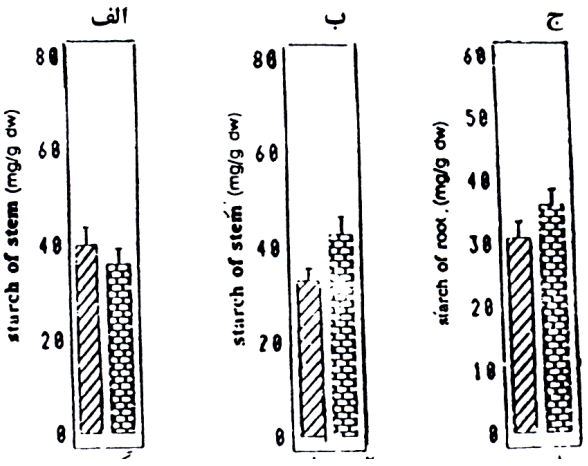
قندهاي محلول ريشه **ب**

رقم	سطوح تنش	مرحله رویشی میانگین ± SE	مرحله زایشی میانگین ± SE
جم	ظرفیت زراعی ۵/۰	۲۹/۲۰۴۰۰ ± ۱/۷۴۳۱۷	۴۳/۶۷۶۰۰ ± ۲/۲۴۸۴
	ظرفیت زراعی ۵/۱	۳۲/۶۶۴۰۰ ± ۲/۳۵۶۸۸	۶۴/۶۹۶۰۰ ± ۲/۰۶۶۱۴
	ظرفیت زراعی ۵/۲	۴۹/۹۴۴۰۰ ± ۲/۵۱۵۰۲	۷۵/۲۴۸۰۰ ± ۲/۰۸۴۳۷
	ظرفیت زراعی ۵/۳	۶۳/۹۴۴۰۰ ± ۳/۴۴۰۹۷	۸۶/۹۸۸۰۰ ± ۲/۹۰۹۵۸
	ظرفیت زراعی ۵/۵	۴۵/۴۹۲۰۰ ± ۳/۴۲۷۵۵	۶۲/۸۲۰۰۰ ± ۴/۱۸۹۹۱
کاکا	ظرفیت زراعی ۵/۰	۳۶/۷۷۶۰۰ ± ۱/۹۴۴۶۱	۴۲/۲۸۰۰۰ ± ۲/۰۲۷۳۲
	ظرفیت زراعی ۵/۱	۶۵/۰۷۲۰۰ ± ۶/۷۳۰۷۴	۴۹/۰۱۲۰۰ ± ۳/۵۷۱۰۵
	ظرفیت زراعی ۵/۲	۸۱/۹۴۰۰۰ ± ۸/۳۵۶۳۹	۹۸/۰۳۶۰۰ ± ۹/۸۵۳۵۸
	ظرفیت زراعی ۵/۳	۵۲/۲۸۴۰۰ ± ۶/۲۸۴۰۲	۸۳/۴۳۶۰۰ ± ۸/۴۷۷۱۸
	ظرفیت زراعی ۵/۵	۴۶/۲۸۰۰۰ ± ۴/۰۸۳۱۲	۵۷/۰۷۵۹۹ ± ۳/۱۳۸۶۹

نشاسته

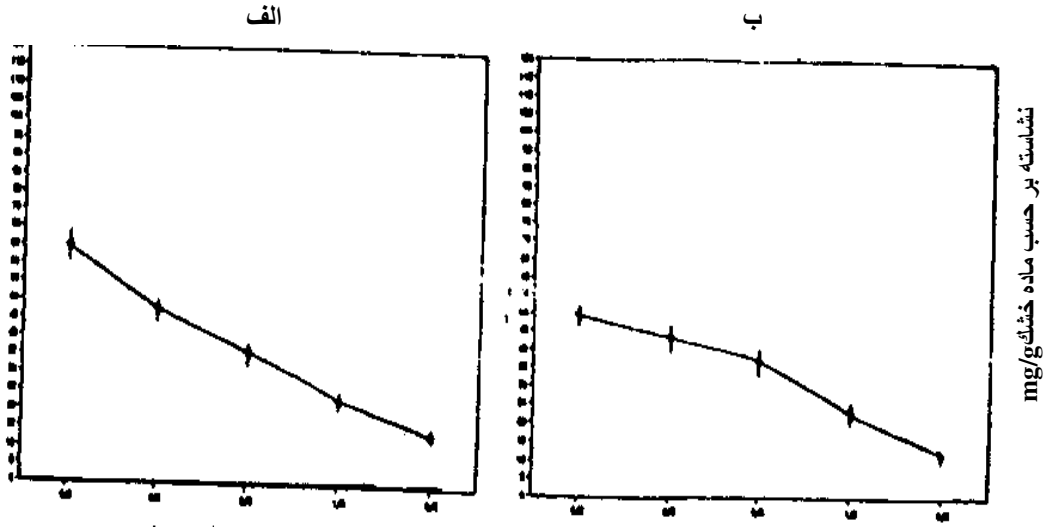
تنش خشکي باعث کاهش ميزان نشاسته در اندام هوايي و ريشه نخود شد شکل۴ و جدول۲. اختلاف ميانگين درصد نشاسته اندام هوايي دو رقم معني‌دار بود و رقم رجم نسبت به کاکا نشاسته بيش‌تري داشت(هيستوگرام۲الف).

اختلاف ميانگين نشاسته در ريشه و اندام هوايي در مرحله زايشي به وجه بسيار متمايزي بيش‌تر از مرحله رويشي بود(هيستوگرام۲، ب و ج). مقايسه شيب تغييرات نشاسته دو رقم نخود و در دو مرحله رشد در شکل‌هاي (۵ و۶) نشان داده شده است.

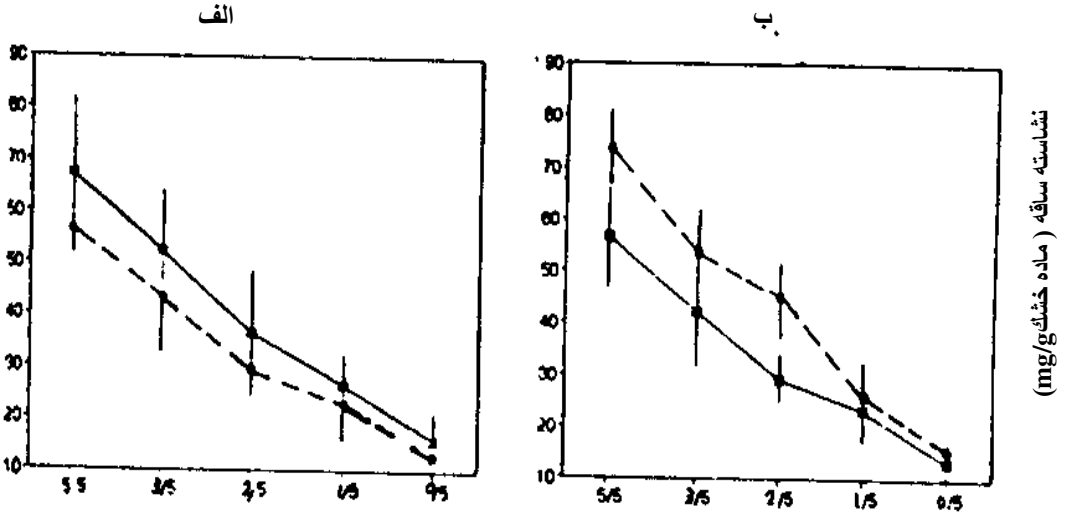


هيستوگرام ۲. مقايسه ميانگين کل نشاسته در اندام هوايي الف) دو رقم نخود جم و کاکا ب) در اندام هوايي ج)در ريشه نخود در دو مرحله رشد: ۱- رويشي ۲- زايشي (بارهاي عمودي نشانگر انحراف استاندارد ± ميانگين (Mean ±SE)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

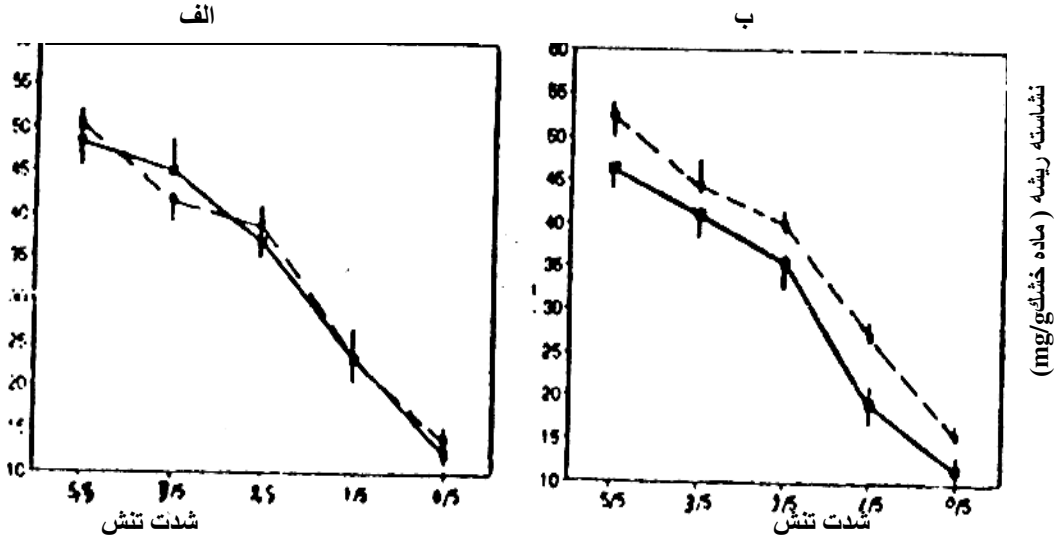


شکل ٤. اثر تنش آبي بر تغییرات نشاسته الف) در ساقه ب) در ریشه نخود



شکل ٥. مقایسه اثر تنش آبي بر تغییرات نشاسته در ساقه الف)دو رقم کاکا«-----» و جم«■■■■» ب) دو مرحله رشد زایشي«----» و رویشي «■■■■»

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شكل ٦. مقايسه اثر تنش آبي بر تغييرات نشاسته در ريشه الف) دو رقم كاكا«-----» و جم«■■■■» ب) دو مرحله رشد زايشي«----» و رويشي «■■■■»

جدول ٢. اثر تنش آبي بر تغييراتنشاسته در الف) ساقه ب) ريشه , دو رقم نخود(ماده خشك mg/g)

نشاستهٔ ساقه — الف

رقم	سطوح تنش	مرحله رويشي SE ± ميانگين	مرحله زايشي SE ± ميانگين
جم	ظرفيت زراعي	۱۵/۵۹۳۷۵ ± ۱/۴۸۲۵۹	۱۶/۱۷۰۸۳ ± ۰/۴۷۷۷۶
	ظرفيت زراعي ۱/۵	۲۷/۹۳۱۲۵ ± ۸/۰۱۵۶۹	۲۵/۰۴۱۶۷ ± ۱/۵۵۵۱۲
	ظرفيت زراعي ۲/۵	۲۶/۶۵۰۰۰ ± ۰/۳۲۹۳۵	۴۶/۴۹۵۸۳ ± ۱/۶۸۴۸۱
	ظرفيت زراعي ۳/۵	۴۶/۸۵۶۲۵ ± ۲/۶۷۲۶۲	۵۷/۶۹۳۷۵ ± ۱/۳۹۷۸۴
	ظرفيت زراعي ۴/۵	۵۹/۳۱۸۷۵ ± ۲/۵۷۴۲۸	۷۵/۲۶۶۶۷ ± ۲/۲۳۸۵۶
كاكا	ظرفيت زراعي	۱۰/۸۴۴۷۵ ± ۰/۳۳۴۷۸	۱۴/۹۹۱۶۷ ± ۰/۷۱۲۸۴
	ظرفيت زراعي ۱/۵	۱۸/۴۹۳۷۵ ± ۰/۸۷۹۶۸	۲۳/۸۷۹۱۷ ± ۱/۲۱۵۷۸
	ظرفيت زراعي ۲/۵	۳۱/۸۸۷۵۰ ± ۰/۹۷۹۵۶	۴۲/۸۰۶۲۵ ± ۱/۰۶۸۰۲
	ظرفيت زراعي ۳/۵	۳۷/۸۰۰۰۰ ± ۱/۰۸۳۲۴	۵۰/۲۱۲۵ ± ۰/۸۵۳۴۹
	ظرفيت زراعي ۴/۵	۵۳/۸۳۳۳۳ ± ۰/۶۰۷۵۸	۷۲/۹۴۱۶۷ ± ۰/۸۶۹۴۴

نتيجه الكتروفورز پروتئين‌ها را در شكل٧ كه تغييرات باندهاي پروتئيني نمونه‌هاي تحت تيماري مختلف در مقايسه با شاهد در آن علامت گذاري گرديده است، مي توان مشاهده كرد.

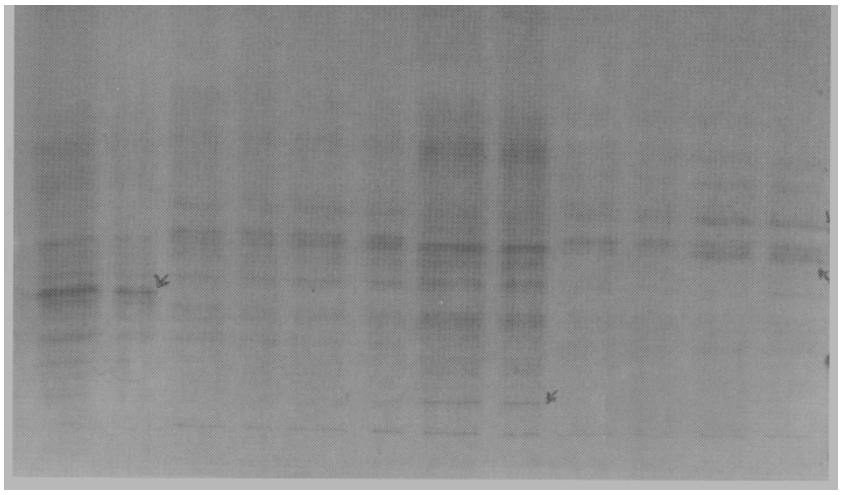
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

نشاستهٔ ریشه

ب

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

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲



شکل۷. تغییر باندهاي پروتئیني در دو رقم نخود(جم و کاکا) تحت تنش خشکي

ترتیب باندهاي پروتئیني انواع نمونه‌هاي گیاهي تحت تیمارهاي مختلف آبي در شکل ۷

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

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

بحث و تفسير

بررسي نتايج حاصل از آناليز واريانس مربوط به تغييرات قندهاي محلول نشان داد كه مقدار قندهاي محلول ريشه و اندام هوايي گياه نخود در اثر تنش خشكي افزايش يافته است. اين نتيجه با نتايج بررسي‌هاي انجام گرفته بر روي گياه نخود[۳]، گوجه فرنگي[۶]، لوبياي چشم بلبلي[۱۰]، ارقام مختلف گندم [۸]، ژنوتيپ‌هاي مختلف گندم زمستانه [۱۲] و ذرت [۱۴] تاييد مي‌شود. اين افزايش را يكي از عوامل مؤثر در جهت تنظيم اسمزي گياه و يكي از مكانيسم‌هاي مقاومت در برابر خشكي شناخته‌اند[۳],[۸],[۱۲],[۱٤]. البته در بررسي‌هاي دقيق‌تر، تغييرات انواع قندهاي محلول نيز مورد توجه قرار گرفته و مشخص شده است كه هر يک از آن‌ها، مانند گلوكز و فروكتوز، در گياهان مختلف تغييرات گوناگوني پيدا كرده و سهم آن‌ها در تنظيم اسمزي گياهان مختلف متفاوت است[۸],[۱۲],[۱٤].

افزايش قندهاي محلول در اثر تنش خشكي را ناشي از هيدروليز نشاسته مي‌دانند و معمولاً افزايش قندهاي محلول با كاهش نشاسته و در بعضي موارد كاهش ساكارز همراه است و همزمان با افزايش قندهاي محلول فعاليت آنزيم‌هاي هيدروليز كننده مانند آلفا- آميلاز و انورتار كه به ترتيب نشاسته و ساكارز را تجزيه مي‌كنند، نيز افزايش نشان مي‌دهد[۸],[۱۰]. افزايش قندهاي محلول خود يكي از دلايل افزايش فشار اسمزي داخلي گياه است كه سعي دارد در شرايط كم آبي فشار اسمزي محيطي را خنثي و حتي الامكان آب موجود در خاك را جذب كند.

در ريشه نيز قندهاي محلول در اثر تنش خشكي افزايش مي‌يابد ولي اين افزايش متناسب با شدت تنش نيست، چنان‌كه در تنش شديد ميزان قندهاي محلول كاهش داشته‌اند و اين تغيير احتمال دارد بر اثر كاهش فعاليت ريشه و تقليل متابوليسم كربوهيدرات‌ها در اثر تنش شديد و در نتيجه كاهش نقل و انتقال قندها در آوندهاي آبكشي باشد[۱۷].

اختلاف ميانگين تغييرات قندهاي محلول دو رقم در اندام هوايي معني‌دار بوده است و مقايسه ميانگين‌ها نشان مي‌دهد كه رقم كاكا نسبت به رقم جم قندهاي محلول بيش‌تري دارد. از آنجا كه رقم كاكا بنا به بسياري از شاخص‌هاي برآورده شده مانند ميزان ماده‌سازي و سرعت رشد نسبي و محتواي نسبي آب(منتشر نشده) مقاومتر از رقم جم است بنا بر اين مي‌توان گفت تجمع بيش‌تر قندهاي محلول، يكي از عوامل مؤثر در تنظيم و تطبيق اسمزي بهتر اين گياه و در نتيجه افزايش مقاومت آن در برابر تنش بوده است.

پژوهش‌هايي كه قبلاً در اين مورد بر روري گياهان مختلف انجام گرفته نشان داده است كه انواع مقاوم‌تر نسبت به انواع حساس از افزايش قندهاي محلول بيش‌تري برخوردار بوده‌اند[۸],[۱۰].

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

نتايج بررسي تغييرات نشاسته نشان مي‌دهد كه برعكس قندهاي محلول، نشاسته اندام‌هاي هوايي و ريشه گياه نخود در اثر تنش خشكي كاهش مي‌يابد و اين نتيجه با نتايج پژوهش‌هاي انجام شده در اين مورد نيز مطابقت دارد[۱۰]. علت اين امر را هيدروليز آنزيمي نشاسته در شرايط تنش مي‌دانند؛ زيرا همزمان با كاهش نشاسته, افزايش فعاليت آنزيم‌هاي هيدروليز كننده(a-آميلاز) نيز ديده مي‌شود[۱۰]. همچنين اختلاف ميانگين هر دو رقم در مرحله رشد معني‌دار بود و به طور كلي رقم جم نسبت به كاكا و مرحله زايشي نسبت به مرحله رويشي از مقدار نشاسته بيش‌تري برخوردار بوده‌اند.

در مورد تغييرات پروتئين‌ها در اثر تنش خشكي نيز پژوهش‌هاي زيادي به عمل آمده و كاهش پروتئين‌هاي محلول در اثر تنش خشكي نشان داده است كه علت آن را، كاهش سنتز پروتئين‌ها در شرايط خشكي[۱],[۱٤], [۱٦] و يا تجزيه پروتئين‌ها به علت افزايش فعاليت آنزيم‌هاي پروتئاز[۲],[۷],[۱٦] مي‌دانند.

پژوهش‌هاي انجام گرفته بر روي گياهان گندم و ذرت نشان داده است كه اين كاهش بر اثر كم شدن همه پروتئين‌هاي محلول، در تمام گياهان نيست بلكه بعضي از پروتئين‌ها كه بر حسب نوع گياه متفاوتند، تغيير مي‌كنند و به عبارت ديگر تجزيه انتخابي پروتئين‌ها صورت مي‌گيرد[۱۱]. چنان‌كه بررسي‌هاي انجام گرفته بر روي گياه اسفناج نشان داده كه سنتز پروتئيني ۸۵ كيلو دالتوني[۱۴] و همچنين در كشت‌هاي سلولي توتون، پروتئين ۲۶كيلو دالتوني در شرايط تنش خشكي تحريك شده و مقدار آن‌ها نيز افزايش مي‌يابد[۱۳]. در بررسي اثر تنش خشكي بر روي گياه نخود نيز نتايج مشابهي به دست آمده است[۷].

در پژوهش‌هاي اخير در زمينه واكنش مولكولي به كمبود آب، تعدادي از محصولات ژن‌هاي تحريك شده بر اثر كمبود آب با توجه به ويژگي‌هاي اسيدهاي امينه تشكيل دهنده آن‌ها شناخته شده و چنين استنباط مي‌شود كه تغييرات حاصل، ساختمان‌هاي سلولي را از اثرات كاهش آب حفاظت مي‌كند. اين ژن‌ها را ژن‌هاي LEA (اولين بار در دانه هاي در حال رشد ديده شده) ناميده اند و تشخيص داده شده است كه اين ژن‌ها در بافت‌هاي رويشي در شرايط كاهش آب ناشي از تنش خشكي، شوري و دماهاي پائين نيز ديده مي‌شوند. پروتئين‌هاي مربوطه را پروتئين‌هاي لي نامگذاري كرده‌اند. اسيدهاي امينه به كار رفته در ساختمان اين پروتئين‌ها به شدت آب‌دوست بوده و باعث نگهداري آب در شرايط كمبود آب و همچنين باعث تجمع و نگهداري يون‌ها در اثر تنش خشكي مي‌شود. اين فرايند موجب حفظ پروتئين‌هاي ساختمان‌هاي غشايي و بازگردانيدن حالت طبيعي پروتئين‌هاي باز شده مي‌شوند و در واقع تغييرات پروتئين‌هاي گياهي چنان‌كه در اين آزمايش نيز نشان داده شده ، در جهت افزايش قدرت مقاومت گياه در برابر كم آبي است[۲].

سپاس‌گذاري

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

بدين‌وسيله از زحمات و همكاري آقاي صيفي كارشناس آمار و آقاي رشيد جامع كارشناس آزمايشگاه بيوشيمي دانشكده علوم دانشگاه ارومیه، صميمانه سپاسگذاري مي شود.

منابع

1. Antolin M.C and 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 tropicallegunles. 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) fi09-614.
9. Kaur, Amargit, LS. Sheoran and I~andhir Singh. Effect of water stress on the enzymes of Nitrogen metaholism in Mung heen (Vinga radiata) nodules. Plant cell environ 8(3) (1985) 195-200.
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.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]

11. Luna, Marcella, Mourisia, Badiani, Marcella. FiJici France Actimi and G.Gio, vannozzi semanii. Selective enzyme activation under water stress in Maize (Zea mays) and wheat (friticum aestivum) seedlings. Environ expo Biol.21(2) Vol. 21. 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, Ksingh, Bressan. Protein 8§Ociated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCI & 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. BioI. 21(2) (1993) 261-305.
15. Rajendr S., Dehindra. Glutation status and Protein synthe$is during drought and subsequent rehydration in Tortula ruralis. Plant phyalol. 83 (1987) 816-819.
16. Singh G.P.S. Thakur and V.K. Rajer. Free amino acid patem 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. Hower and Pod development in water deficit soybeans (Glycine max L. Merr.). Dept. of Botany and Microbiology, Auburn University, Auburn, AI. U.S.A. (1992) 36849-5407.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-03]