

بررسی میزان کربوهیدراتهای محلول و پرولین در نه ژنوتیپ گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) تحت تنش خشکی

تیمور جوادی^۱، کاظم ارزانی^۲، حسن ابراهیمزاده^۳

^۱ گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

^۲ گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

^۳ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران

چکیده

بررسی میزان مقاومت به خشکی ژنوتیپهای کشور و وارد کردن ارقام خارجی و مقایسه آنها با ارقام داخلی منجر به انتخاب ارقام برتر برای شرایط کشور می‌گردد. لذا این تحقیق بر روی نهال ژنوتیپهای وارد شده گلابی (KS6، KS7، KS8، KS9، KS10، KS11، KS12، KS13، KS14) و رقم شاه‌میوه داخلی کاشته شده در ظروف ۲۰ لیتری انجام گردید. گیاهان کاشته شده در داخل گلدان در خاک شنی لومی تحت سه تیمار خشکی قرار گرفتند. تیمارهای آبیاری شامل تیمار شاهد (رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی و مقدار آب در دسترس خاک ۲۶٫۶ درصد)، تنش ملایم (پتانسیل آب خاک ۰٫۵ - مگاپاسکال و مقدار آب در دسترس خاک ۱۴/۱ درصد) و تنش شدید (پتانسیل آب خاک ۱- مگاپاسکال و مقدار آب در دسترس خاک ۱۲/۵ درصد) بودند. میزان پرولین طی دو سال و هر سال در سه مرحله و مقدار کربوهیدراتهای محلول در دو سال و هر سال در چهار مرحله اندازه‌گیری شدند. مقدار پرولین تحت تاثیر تیمار خشکی و رقم قرار گرفت. بطوریکه در تمام آزمایشها مقدار پرولین در تنش خشکی شدید در بیشترین حد و مقدار در تیمار شاهد در حداقل بود. همچنین مقدار پرولین در ژنوتیپهای مختلف در تیمار خشکی شدید و خشکی ملایم تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد. در این تیمارها میزان پرولین در ژنوتیپهای KS6، KS7 و KS9 نسبت به بقیه کمتر بود. مقدار کربوهیدراتهای محلول در مراحل اولیه آزمایش در تیمارهای خشکی ملایم و شدید افزایش معنی‌داری را نشان داد اما در مراحل پایانی آزمایش تفاوت محسوسی بین مقدار کربوهیدراتهای کل در تیمار شاهد و تیمارهای تنش خشکی ملایم و شدید مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: گلابی آسیایی (*Pyrus serotina*)، تنش خشکی، پرولین، کربوهیدراتهای محلول

مقدمه

شیلی، ایتالیا، فرانسه (۷) و ایالات متحده (۱۹)

کشت می‌شود.

درخت گلابی از دوران ماقبل تاریخ بعثت حضور در فلات ایران مورد توجه مردم قرار داشته است، با انتخاب ارقام بهتر وحشی و با کاشتن بذر و دانه که باعث اختلاط ارقام گوناگون طبیعی می‌شود، انواع گلابیها در مناطق مختلف کشور به وجود آمده است (۲). کلیه رقمهای بومی ایران از گونه *Pyrus communis* یا خوج بدست آمده‌اند و هنوز ارقام نیمه وحشی آن، در گیلان، آذربایجان و کردستان کاشته می‌شوند و میوه آنها در شمال و شمال غربی کشور مصرف محلی و منطقه‌ای دارد (۲). علاوه بر ارقام فوق، رقمهایی از گونه‌های شرق دور در اثر ارتباط مداوم مردم ایران با چین، از راه ترکمنستان، به ایران وارد شده‌اند که با شرایط محلی سازگار و جزو ارقام محلی درآمده‌اند. هنوز مطالعات سیستماتیک روی این ارقام بعمل نیامده است و از نظر نیای ژنتیکی وضع آنها مشخص نیست (۲). اما به گزارش راحمی (Rahemi) رقم سبری اصفهان جزو ارقام گلابی آسیایی از رقم *Culta (Makino)* بوجود آمده است. لذا ۹ ژنوتیپ گلابی آسیایی در سال ۱۹۹۷ توسط ارزانی از طریق گنجره بین‌المللی باغبانی از بلژیک وارد کشور شد. این ژنوتیپها بمنظور تقویت ژرمپلاسم گلابی کشور و استفاده در

آب نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه بازی می‌کند (۱۰). بطور کلی آب یکی از عوامل محدودکننده است که بر فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تأثیر می‌گذارد (۳). تنش آبی در گیاهان تا حد زیادی با بهبود وضعیت آبی خاک یا کنترل مصرف آب بوسیله گیاهان کاهش می‌یابد. در بسیاری از نقاط جهان تهیه آب برای محصولات باغبانی بخاطر محدودیت منابع آبی یا مصرف آب در بخشهای دیگر (مثل بخش صنعت) محدود است (۶). بنابراین صرفه‌جویی در مصرف آب با انتخاب سیستم آبیاری مناسب و انتخاب ارقام مقاوم به تنش آبی لازم و ضروری است. اغلب گیاهان عالی در بعضی از مراحل نمو در معرض درجات مختلفی از تنش آبی قرار می‌گیرند. نوع تنش آبی ممکن است از نوسانات خیلی کم در رطوبت جو و میزان تابش در محل‌های طبیعی خیلی مرطوب تا کسر آبی شدید خاک و رطوبت نسبی پایین در محیطهای خشک، متفاوت باشد.

منشاء گلابی‌های آسیایی از چین و ژاپن و مستقل از گلابی‌های اروپایی است (۸). این درخت بطور عمده در چین، ژاپن و کره کشت می‌شود (۱۵، ۱۷ و ۲۰). کشت گلابی آسیایی طی سه دهه اخیر در بسیاری از کشورها از جمله استرالیا (۳۴)، نیوزیلند (۳۳)، تایلند (۳۰)، کانادا (۲۱)، برزیل (۱۲)،

پتانسیل آبی محلول خاک کاهش می‌یابد تولید پرولین آزاد (تا یازده میکرومول در روز بازاء یک گرم وزن تر) در شرایط کسر آب افزایش می‌یابد که سبب افزایش فشار اسمزی شیره سلول می‌شود (۱۸).

این تحقیق بمنظور ارزیابی متابولیت‌های مؤثر در القای مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های وارداتی جهت استفاده از آنها برای کشت در شرایط طبیعی کشورمان و یا کاربردشان در برنامه اصلاح درختان گلابی برای شرایط خشکی انجام گردید

مواد و روشها

این تحقیق در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در پیکان شهر (طول جغرافیایی ۵۷ درجه ۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی) در بیست کیلومتری غرب تهران طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ انجام شد. ژنوتیپ‌های گلابی آسیایی در سال ۱۳۷۷ جهت تقویت تنوع ژرم پلاسما درختان گلابی از طریق کنگره بین‌المللی باغبانی توسط دانشگاه تربیت مدرس از کشور بلژیک وارد (۴ و ۵) و با کدهای KS6, KS7, KS8, KS9, KS10, KS11, KS12, KS13, KS14 مشخص شد. پیوندکهای ۹ ژنوتیپ گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rhed.) در تیرماه سال ۱۳۷۹ بر روی پایه‌های

برنامه‌های اصلاح درختان میوه وارد کشور گردید.

گیاهان با روش‌های گوناگونی در برابرتنش آبی مقاومت می‌کنند. در تنش آبی فعالیتهای فیزیولوژیکی گیاه مستقیماً یا بطور غیر مستقیم دچار اختلال می‌گردد. از آنجاییکه وجود فشار تورژسانس بالای سلولی برای انجام فعالیتهای مهم فیزیولوژیکی از جمله رشد سلولها و حرکات روزنه‌ای ضروری است (۳۱)، گیاهان با استفاده از مکانیسمهای متفاوت، فشار تورژسانس سلولهای خود را بالا نگه می‌دارند. از جمله مکانیسمهای کارآمد برای حفظ فشار تورژسانس در شرایط تنش خشکی، تنظیم اسمزی است (۲۲)

. گیاهان غلظت بعضی از متابولیت‌ها را با استفاده از این مکانیسم در سلولهای خود افزایش می‌دهند (۹). ترکیباتی که در تنظیم اسمزی مؤثرند عمدتاً قندهای محلول، پتاسیم، اسیدهای آلی، کلرید و اسیدهای آلی آزاد می‌باشند (۱۴). پرولین آزاد بسیاری از گیاهان در پاسخ به پتانسیل پایین آب (مثل خشکی و شوری) بمقدار زیاد تجمع می‌یابد (۱۸ و ۲۶). در شرایط تنش افزایش سریع پرولین با آغاز کاهش پتانسیل آبی برگ همزمان است (۱۳). هر عاملی که باعث کاهش پتانسیل آبی شود، باعث تجمع پرولین می‌گردد. تجمع پرولین در شرایط خشکی اثرات زیستی متعددی دارد (۱۸). هنگامیکه

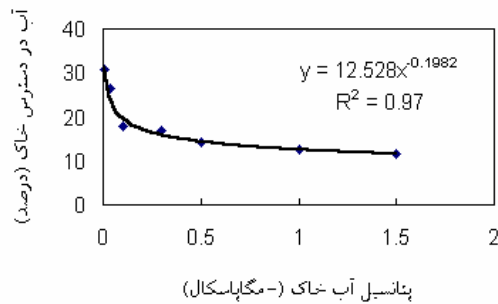
آبیاری شدند بطوریکه آب در دسترس خاک ۱۲/۵ درصد بود. برای تعیین پتانسیل آب خاک از منحنی رطوبتی بدست آمده در آزمایشگاه مؤسسه خاک و آب استفاده شد.

تمامی صفات مورد نظر در ژنوتیپهای مختلف در تیمارهای شاهد، ۰/۵- و ۱- مگاپاسکال بترتیب در مرحله ای که پتانسیل آب خاک به حد ظرفیت زراعی، ۰/۵- و ۱- مگاپاسکال رسید، اندازه گیری شدند.

اندازه‌گیری میزان پرولین آزاد و کربوهیدراتهای محلول: برای اندازه گیری پرولین از هر گیاه چندین برگ کاملاً توسعه یافته در سه تکرار برداشت شد (۲۳). برای استخراج پرولین، نیم گرم برگ را با استفاده از ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و قسمت بالای محلول جدا گردید. عمل استخراج دو بار دیگر و هر بار با ۵ میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد تکرار شد. محلول بدست آمده ده دقیقه در دستگاه سانتریفوژ (مدل Chermle Z 230A، ساخت آلمان) با سرعت ۳۵۰۰ rpm قرار داده شد. پس از جدا کردن فاز مایع از جامد، قسمت مایع برای استخراج پرولین بکار رفت (۱۶).

برای تعیین غلظت پرولین یک میلی لیتر از عصاره الکی فوق الذکر را با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر رقیق نموده و ۵ میلی لیتر معرف نین

دانه‌الی گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) پیوند زده شدند. قبل از پیوند پایه‌ها بدقت بررسی و گیاهان یکسان انتخاب شدند (۱).



نمودار ۱- منحنی رطوبتی خاک مورد استفاده در گلدانها در اسفند سال ۱۳۷۹ از هر ژنوتیپ تعداد ۱۶ گیاه انتخاب و در گلدانهای ۲۰ لیتری حاوی خاک بمقدار مساوی کشت شدند. نمونه‌ای از خاک مورد استفاده برای تعیین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و منحنی رطوبتی آن به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران ارسال شد. سه تیمار آبیاری اعمال شده در این آزمایش عبارتند از:

- ۱- تیمار شاهد: در این تیمار گلدانها هر روز آبیاری شدند.
- ۲- تیمار خشکی متوسط: در این تیمار، زمانیکه پتانسیل آب خاک به ۰/۵- مگاپاسکال رسید، گیاهان آبیاری شدند. بطوریکه درصد آب در دسترس خاک ۱۴/۱٪ بود.
- ۳- تیمار خشکی شدید: در این تیمار زمانیکه پتانسیل آب خاک به ۱- مگاپاسکال رسید، گلدانها

اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله نشان داد که رقم و تیمار تأثیر معنی‌داری بر مقدار پرولین برگ دارد (جدول ۱).

۱۴ روز پس از شروع تنش، میزان پرولین در ژنوتیپها و تیمارهای مختلف متفاوت بود. در این زمان در تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری بین میزان پرولین ژنوتیپهای مختلف مشاهده شد و در ژنوتیپ KS12 کمتر بود ولی این ژنوتیپ با ژنوتیپهای دیگر به غیر از KS9 تفاوت معنی‌داری نداشت و میزان پرولین نیز در ژنوتیپ KS9 بالا بود و با تمام ژنوتیپهای دیگر به غیر از ژنوتیپهای KS12 تفاوت معنی‌داری نداشت. در تیمار ۰/۵- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپهای مختلف مشاهده نشد. در تیمار ۱- مگاپاسکال نیز بین ژنوتیپهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۲- الف).

۲۹ روز بعد از شروع تنش نیز میزان پرولین تحت تأثیر ژنوتیپ و تیمارهای مختلف آبیاری قرار گرفت. در این مدت نیز میزان پرولین در تیمار ۰/۵- مگاپاسکال بیشتر از تیمار ۰/۵- مگاپاسکال و تیمار شاهد بود. بین ژنوتیپهای مختلف تغییرات معنی‌داری در تیمار شاهد مشاهده شد و در ژنوتیپ KS14 مقدار پرولین بیشتر از ژنوتیپ KS9 و رقم شاه میوه بود. در تیمار ۰/۵- مگاپاسکال نیز مقدار پرولین در

هیدرین به آن اضافه شد. سپس، افزودن ۵ میلی لیتر استیک اسید گلاسیال به آن و هم زدن بمدت ۴۵ دقیقه، در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خارج کردن نمونه‌ها از حمام آب جوش و خنک کردن آنها، ۱۰ میلی لیتر بنزن به آنها افزوده و با همزن مکانیکی مخلوط شدند تا پرولین وارد فاز بنزن شود. نمونه‌ها ۳۰ دقیقه به حال سکون رها و سپس منحنی کالیبراسیون با استفاده از ال-پرولین بعنوان استاندارد تهیه گردید و میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد (۲۴).

برای اندازه‌گیری کربوهیدراتهای محلول عمل استخراج مشابه پرولین انجام گرفت. پس از استخراج، ۱/ میلی لیتر عصاره الکلی با ۲ میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترون + ۱۰۰ میلی لیتر سولفوریک اسید ۷۲٪) مخلوط گردید. این محلول ده دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. سپس میزان جذب آن با اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه شد (۲۴).

نتایج و بحث

تغییر میزان پرولین در دوره تنش: در سال ۱۳۸۰ مقدار پرولین در سه زمان مقاومت از دوره تنش (۱۴، ۲۹، ۵۹ روز بعد از شروع تنش)

نتایج تجزیه واریانس در سال ۱۳۸۱ نیز نشان داد که میزان پرولین تحت تأثیر ژنوتیپ و تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۱). در تمام مراحل میزان پرولین در تیمار ۱- مگاپاسکال بیشتر از تیمار ۰/۵- مگاپاسکال و در آن هم بیشتر از تیمار شاهد بود.

اندازه‌گیری میزان پرولین ۱۸ روز پس از شروع تنش نشان داد که در تیمار شاهد و تیمار ۰/۵- مگاپاسکال بین ژنوتیپ‌های مختلف اختلاف معنی‌دار نیست. اما در تیمار ۱- مگاپاسکال ژنوتیپ‌های KS12 و KS14 میزان پرولین بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های KS6، KS7، KS9، KS10 و رقم شاه‌میوه داشتند اما با ژنوتیپ‌های دیگر اختلافشان معنی‌دار نبود (نمودار ۳- الف).

۴۲ روز پس از شروع تنش میزان پرولین تحت تأثیر ژنوتیپ و تیمار آبیاری قرار گرفت. در تیمار شاهد بین ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در تیمار ۰/۵- مگاپاسکال ژنوتیپ KS12 میزان پرولین بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های KS6، KS7، KS9، KS10 و رقم شاه‌میوه داشت ولی با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار نداشت. در تیمار ۱- مگاپاسکال نیز ژنوتیپ‌های KS12 و KS14 مقدار پرولین بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های KS6، KS7، KS9 و KS10 و رقم شاه‌میوه

ژنوتیپ KS14 بیشتر از ژنوتیپ‌های KS6، KS7، KS9، KS10 و رقم شاه‌میوه بود اما با بقیه ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت. در تیمار ۱- مگاپاسکال نیز مقدار پرولین در ژنوتیپ‌های KS12 و KS14 بیشتر از ژنوتیپ‌های KS6، KS7، KS9 و رقم شاه‌میوه بود و با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشتند (نمودار ۲- ب).

۵۹ روز پس از شروع تنش نیز میزان پرولین تحت تأثیر رقم و ژنوتیپ قرار گرفت. در تیمار شاهد میزان پرولین در ژنوتیپ KS8 و KS12 بیشتر از KS6، KS7، KS9 و KS10 و رقم شاه‌میوه بود ولی با ژنوتیپ‌های KS11، KS13 و KS14 تفاوت معنی‌داری نداشتند. در تیمار ۰/۵- مگاپاسکال نیز بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و ژنوتیپ KS11 و KS14 میزان پرولین بیشتری نسبت به KS6، KS7، KS9، KS10 و رقم شاه‌میوه داشتند. ولی با ژنوتیپ‌های KS8، KS11، KS19، KS13 و KS14 تفاوت معنی‌داری نداشتند. در تیمار ۱- مگاپاسکال نیز بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و در ژنوتیپ‌های KS6 و KS7 کمتر از ژنوتیپ‌های KS8، KS10، KS11، KS12، KS13 و KS14 بود. ولی با بقیه ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نداشتند (نمودار ۲- ج).

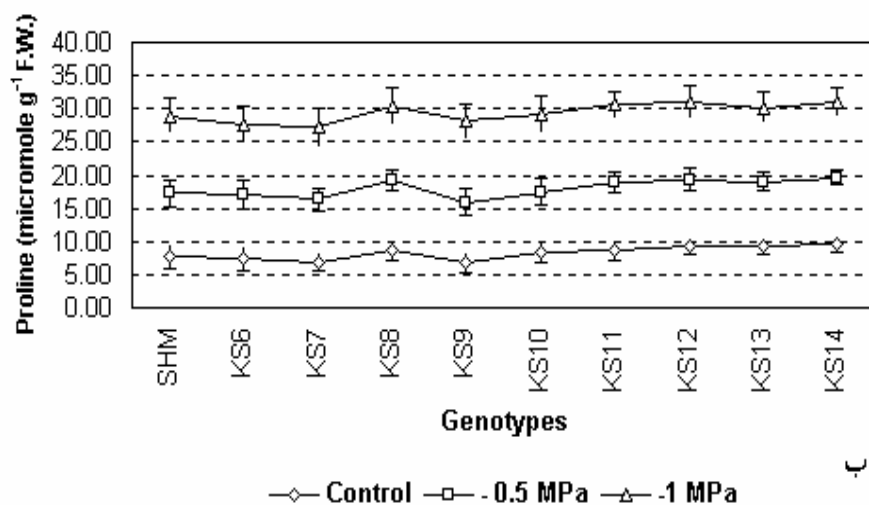
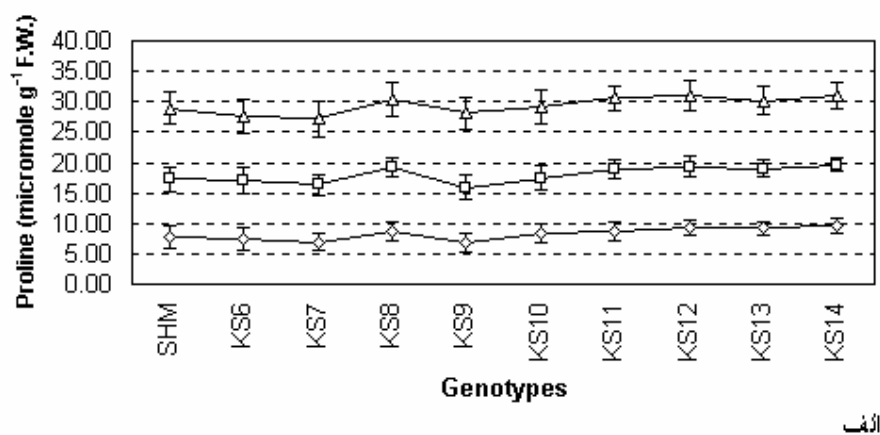
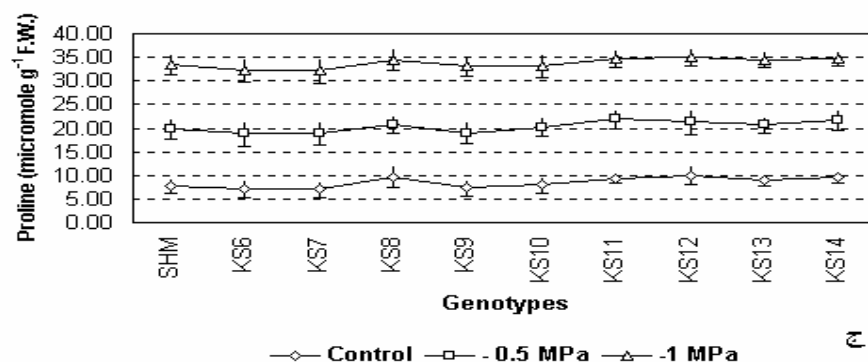
داشتند. ولی با سایر ژنوتیپها اختلاف معنی داری نداشتند (نمودار ۳-ب). میزان پرولین بیشتری نسبت به ژنوتیپهای KS7، KS6 و KS8 داشتند و با سایر ژنوتیپها اختلاف معنی داری نداشتند. در تیمار ۱- مگاپاسکال نیز ژنوتیپهای KS8، KS11، KS12، KS13 و KS14 مقدار پرولین بیشتری نسبت به ژنوتیپهای KS7، KS6 و KS9 و رقم شاه میوه داشتند (نمودار ۳-ج).

۶۳ روز بعد از شروع تنش، میزان پرولین تحت تأثیر تیمار آبیاری و ژنوتیپ قرار گرفت. در این تاریخ در تیمار شاهد بین ژنوتیپهای مختلف معنی دار مشاهده نشد. اما در تیمار ۰/۵- مگاپاسکال ژنوتیپهای KS11، KS12، KS14

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تغییرات میزان پرولین در دوره تنش آبی در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

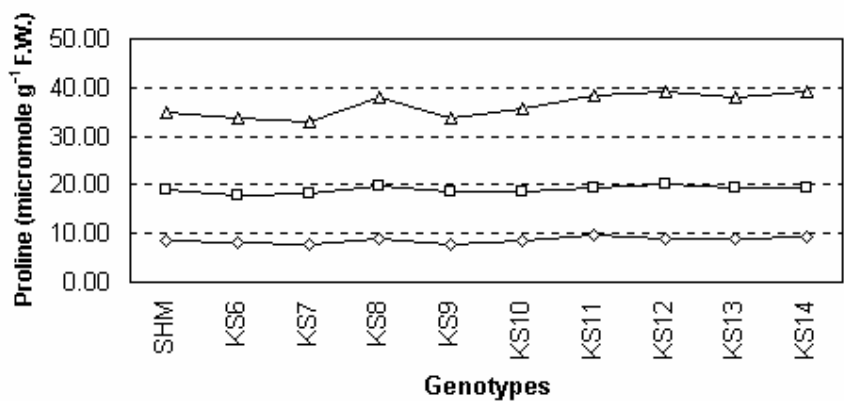
میانگین مربعات (سال ۱۳۸۰)			درجه آزادی	منابع تغییرات
۵۹ روز بعد از شروع تنش	۲۹ روز بعد از شروع تنش	۱۴ روز بعد از شروع تنش		
۳۵۰/۴۲۸ **	۲۲۶/۰۱۳ **	۱/۴۲۷ ^{ns}	۲	بلوک
۱۰/۸۹۷ **	۱۳/۵۱۷ **	۶۴/۴۴۲ **	۹	ژنوتیپ
۴۸۰۶/۲۸۹ **	۳۳۵۴/۰۰۹ **	۲۰۹۷/۶۳۱ **	۲	تیمار
۰/۲۲۹ ^{ns}	۰/۴۲۶ ^{ns}	۱۳/۲۲۵ ^{ns}	۱۸	ژنوتیپ×تیمار
۰/۸۶۹	۱/۱۹۴	۲۳/۱۱۶	۵۸	اشتباه
۴/۴۷	۵/۸۸	۲۷/۳		CV(درصد)
میانگین مربعات (سال ۱۳۸۱)			درجه آزادی	منابع تغییرات
۶۳ روز بعد از شروع تنش	۴۲ روز بعد از شروع تنش	۱۸ روز بعد از شروع تنش		
۳۲۸/۹۴۶ **	۲۸۵/۷۹۱ **	۲۹۰/۳۶۱ **	۲	بلوک
۱۹/۸۰۳ **	۱۰/۶۲۷ **	۱۳/۰۵۱ **	۹	ژنوتیپ
۳۱۶۶/۵۳۸ **	۳۰۳۱/۷۴۳ **	۵۸۵۶/۷۱۴ **	۲	تیمار
۱/۴۲۵ ^{ns}	۰/۵۵۸ ^{ns}	۲/۳۹۲ ^{ns}	۱۸	ژنوتیپ×تیمار
۲/۸۰۵	۱/۲۴۲	۳/۲۳۹	۵۸	اشتباه
۱۰/۱۱	۵/۸۵	۸/۴۴		CV(درصد)

ns ، * و ** بترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و معنی دار در سطح احتمال ۱٪

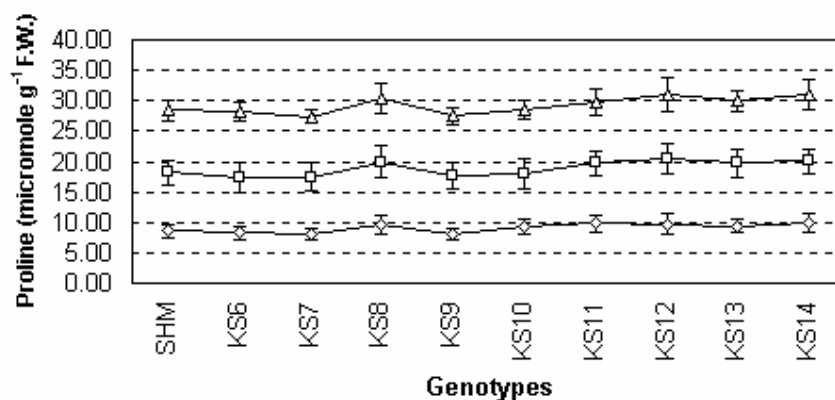


نمودار ۲- تغییرات مقدار پرولین (میکروگرم در گرم وزن تر) در تیمارهای مختلف تنش آبی الف)

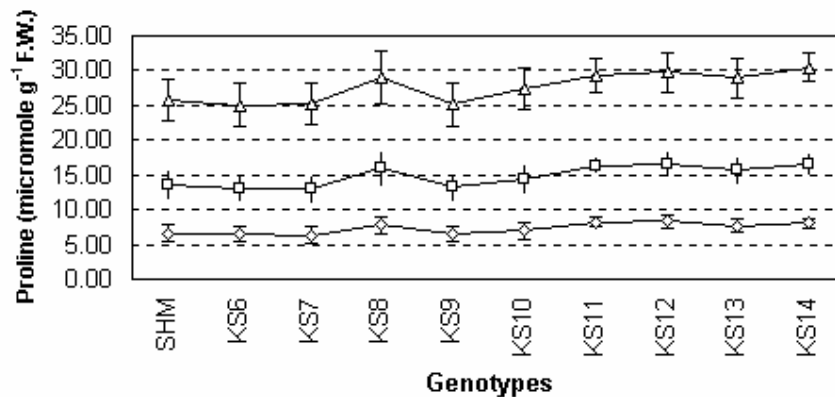
۱۴ روز، ب) ۲۹ روز و ج) ۵۹ روز بعد از شروع تنش در سال ۱۳۸۰



الف
 —◇— Control —□— 0.5 MPa —△— 1 MPa



ب
 —◇— Control —□— 0.5 MPa —△— 1 MPa



ج
 —◇— Control —□— 0.5 MPa —△— 1 MPa

نمودار ۳- تغییرات مقدار پرولین (میکروگرم در گرم وزن تر) در تیمارهای مختلف تنش آبی الف)

۱۸ روز، ب) ۴۲ روز و ج) ۶۳ روز بعد از شروع تنش در سال ۱۳۸۱

تغییرات کربوهیدراتهای محلول: میزان کربوهیدراتهای محلول در سال ۱۳۸۰ طی چهار مرحله (۷ و ۱۴ و ۲۹ و ۵۹ روز بعد از شروع تنش) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ژنوتیپ و تیمار خشکی اثر معنی داری بر میزان کل کربوهیدراتهای محلول دارند (جدول ۲). مشخص شد که ۷ روز بعد از شروع تنش مقدار کربوهیدراتهای محلول در تیمار ۱- مگاپاسکال بیشتر از ۰/۵- و آن هم بیشتر از تیمار شاهد بود. هر چه تنش شدیدتر بود مقدار بیشتری از کربوهیدراتهای محلول تجمع یافتند. بطوریکه در تیمار ۱- مگاپاسکال مقدار کربوهیدراتهای محلول در ژنوتیپ‌های KS14, KS12 بیشتر و در ژنوتیپ و KS9 کمتر بود. در تیمار شاهد نیز بین ارقام تفاوت چندانی مشاهده نشد (نمودار ۴- الف). ۱۴ روز بعد از شروع تنش نیز بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و میزان کربوهیدراتهای محلول کل در تیمار ۱- مگاپاسکال در ژنوتیپ KS12 و KS14 بیشتر از همه بود. در تیمار شاهد نیز مقدار کربوهیدراتهای محلول کل در ژنوتیپ‌های KS14, KS12 بیشتر بود (نمودار ۴- ب).

۲۹ روز بعد از شروع تنش میزان کربوهیدراتهای محلول در تیمار ۱- مگاپاسکال در ژنوتیپ‌های KS14, KS13, KS12, KS11 بیشتر بود و در ژنوتیپ‌های KS6, KS9 کم بود.

اما در تیمار ۰/۵- مگاپاسکال نیز تجمع کربوهیدراتهای محلول کل در ژنوتیپ KS14 بیشتر و در ژنوتیپ‌های KS10 و رقم شاه میوه کمتر بود و در تیمار شاهد نیز اکثر ژنوتیپ‌ها مقدار یکسانی کربوهیدراتهای محلول داشتند (نمودار ۴- ج).

۵۹ روز بعد از شروع تنش نیز کل کربوهیدراتهای محلول تحت شرایط تیمار ۱- مگاپاسکال تجمع یافتند. ولی در این حالت نوسانات کمتر بود و در بسیاری از موارد بین تیمار ۱- و ۰/۵- مگاپاسکال، مقدار کل کربوهیدراتهای محلول در داخل یک ژنوتیپ تفاوت معنی‌داری نداشت (مانند ژنوتیپ‌های KS8, KS11, KS12, KS13, KS14 (نمودار ۴- د)).

مقدار کربوهیدراتهای محلول نیز در سال ۱۳۸۱ تحت تأثیر ژنوتیپ و تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۲) و تفاوت معنی داری بین تیمارهای مختلف مشاهده شد. بطوریکه در اکثر مواقع، مقدار قندها در تیمارهای ۱- و ۰/۵- مگاپاسکال بیشتر از تیمار شاهد بود. در این سال نیز مقدار کربوهیدراتها در چهار مرحله الف) ۶، ب) ۱۸ ج) ۴۲ و د) ۶۳ روز بعد از شروع تنش اندازه‌گیری شد. مقدار کربوهیدراتهای محلول ۶ روز بعد از شروع تنش در تیمارهای تنشی افزایش یافت. این مقدار در تیمار ۱- مگاپاسکال، ژنوتیپ‌های

نتایج حاصل از این تحقیق بوضوح با نتایج کارهای انجام شده بر روی تجمع پرولین در سایر گیاهان مطابقت دارد (۱۱، ۲۷ و ۲۸). پرولین بخاطر ایفای نقش اسمزی، اثرات مفیدی را در گیاهان تحت تنش ایفا می کند (۲۹). در ژنوتیپهایی که میزان پرولین آنها تحت تنش افزایش یافت، مقدار نسبی آب برگ کاهش کمتری داشت (ژنوتیپهای KS10, KS9). بنابراین افزایش پرولین در کاهش اثرات تنش نقش دارد که این اثرات بخاطر نقش پرولین در تنظیم اسمزی یا نقش حفاظتی آن می باشد (افزایش پرولین با کاهش پتانسیل آب برگ آغاز می شود). بعد از اعمال تنش خشکی مقدار پرولین در تیمار و ژنوتیپهای مختلف تفاوت معنی داری را نشان داد. بطوریکه میزان پرولین در ژنوتیپهای مختلف در تیمار ۱- مگاپاسکال به مقدار قابل توجهی افزایش یافت و مقدار آن بسته به ژنوتیپ ۲ تا ۷ برابر تیمار شاهد بود. محققان متعددی بر روی تجمع پرولین در گیاهان تحقیق کرده اند و افزایش چند برابری آن را در گیاهان تحت تنش گزارش داده اند. گزارش حاصل از میزان پرولین ۴۹ رقم نخود تحت تنش آبی نشان داده است که حدود ۴۰-۴ برابر می باشد (۲۷). حتی افزایش ۳۰۰-۳ برابری در میزان پرولین در گونه های مختلف و در تیمارهای مختلف تنش اسمزی گزارش شده است (۱۱).

KS14,KS12 در بالاترین سطح قرار داشت، نکته قابل توجه اینکه مقدار قند در تیمار شاهد نیز در این دو ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپها بیشتر بود (نمودار ۵- الف). ۱۸ روز بعد از شروع تنش مقدار کربوهیدراتهای محلول ژنوتیپهای KS14 و KS12 در تیمار ۱- مگاپاسکال بالاترین مقدار را داشت. در این تیمار مقدار کربوهیدراتهای محلول در ژنوتیپ KS6 و رقم شاه میوه در حداقل بود. در تیمار شاهد ژنوتیپهای KS12 و KS14 نیز مقدار کل قندهای محلول نسبت به سایر ژنوتیپها بیشتر بود (جدول ۵- ب).

۴۲ روز بعد از شروع تنش در تیمار ۱- مگاپاسکال نیز مقدار قندهای محلول ژنوتیپهای KS14,KS13,KS12,KS11 بالاترین مقدار را داشت در این مرحله نوسانات مربوط به مقدار کربوهیدراتهای محلول کاهش یافت و این نوسان در تیمارهای ۰/۵- مگاپاسکال و شاهد نیز کمتر شد (نمودار ۵- ج).

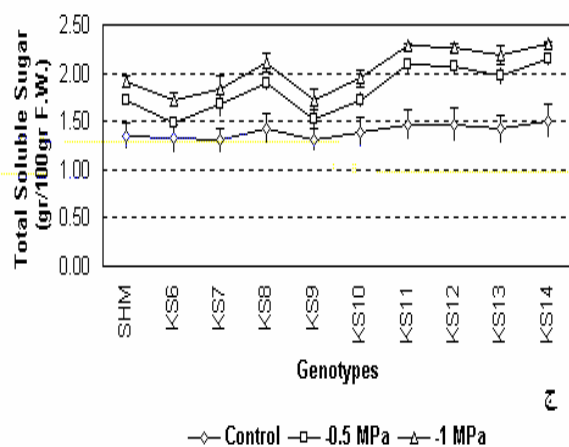
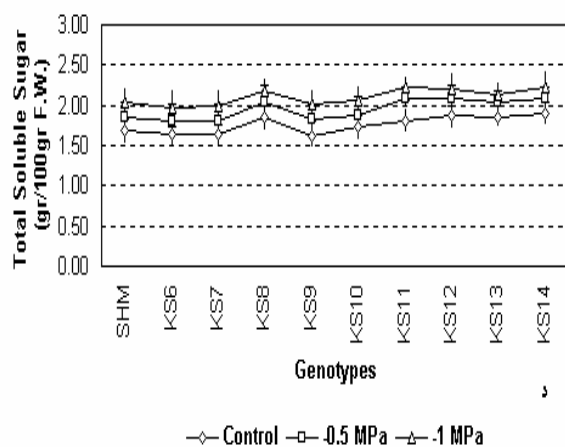
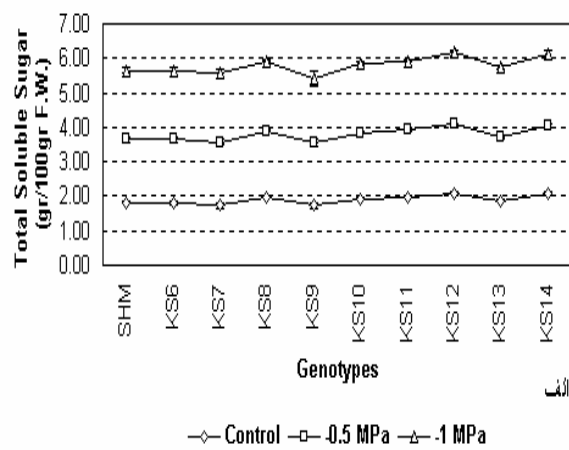
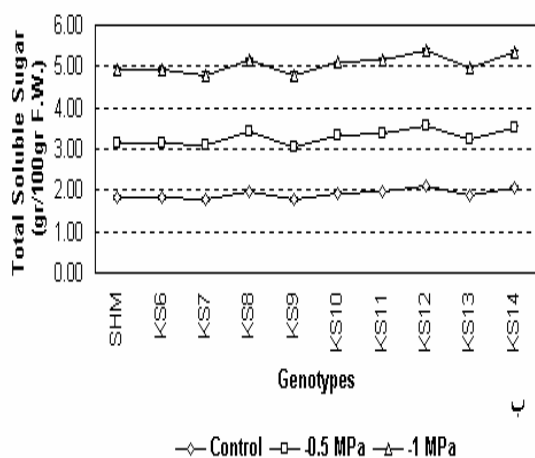
در آخرین مرحله از اندازه گیری کربوهیدراتهای محلول (۶۳ روز بعد از شروع تنش) نوسانات مربوط به مقدار قندها باز هم کاهش یافت و در تمام موارد جز KS9,KS7 مقدار کربوهیدراتهای محلول یک ژنوتیپ در تیمار ۱/۰- مگاپاسکال با هم اختلاف معنی داری نداشتند (نمودار ۵- د).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تغییرات میزان کربوهیدراتهای محلول طی دو فصل رشد ۱۳۸۰ و

۱۳۸۱ در روزهای مختلف بعد از تنش

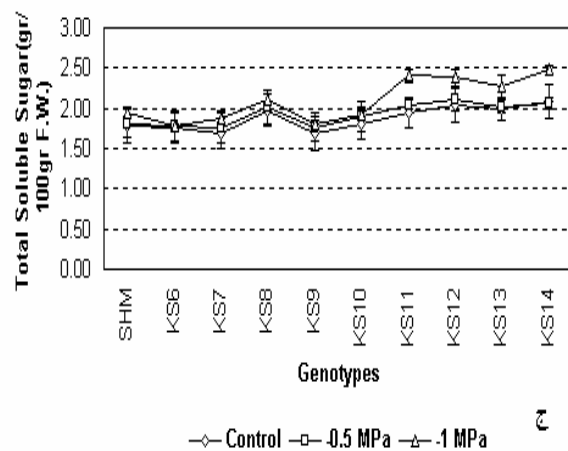
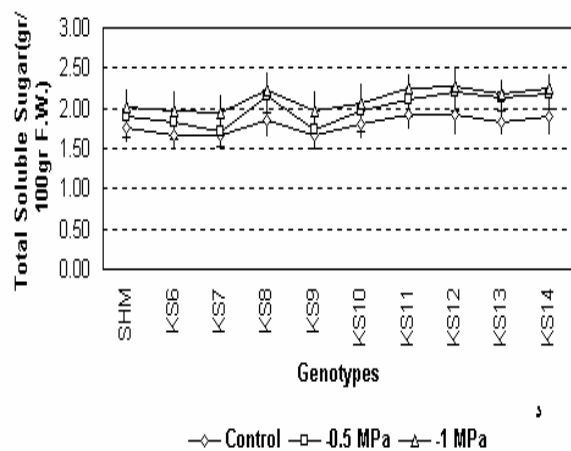
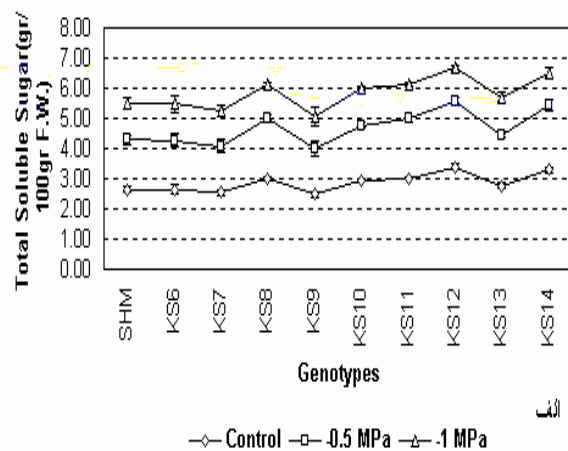
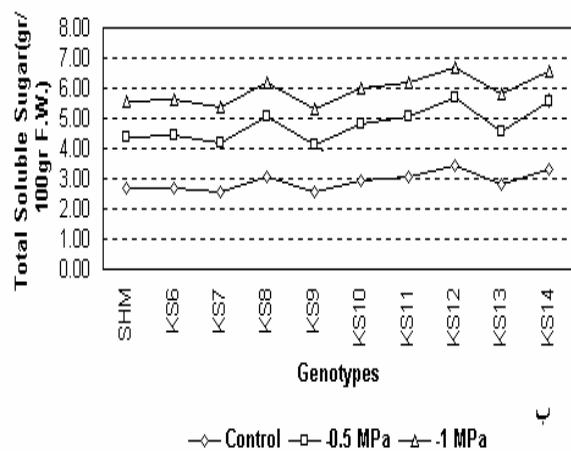
میانگین مربعات (سال ۱۳۸۰)				درجه	منابع تغییرات
۷ روز بعد از شروع	۱۴ روز بعد از شروع	۱۴ روز بعد از شروع	۵۹ روز بعد از شروع	آزادی	
تنش	تنش	تنش	تنش		
۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۸۶۷ ^{**}	۲/۶۶۳ ^{**}	۲	بلوک
۰/۳۲۵ ^{**}	۰/۲۶۳ ^{**}	۰/۲۸۲ ^{**}	۰/۱۱۶ ^{**}	۹	ژنوتیپ
۱۱۳/۲۷۲ ^{**}	۷۴/۳۳۸ ^{**}	۳/۱۶۱ ^{**}	۰/۹۰۲ ^{**}	۲	تیمار
۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱۸	ژنوتیپ× تیمار
۰/۰۱۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۵۸	اشتباه
۳/۴۹	۲/۰۹	۵/۱۱	۴/۲۵		CV(درصد)
میانگین مربعات (سال ۱۳۸۰)				درجه	منابع تغییرات
۶ روز بعد از شروع	۱۸ روز بعد از شروع	۴۲ روز بعد از شروع	۶۳ روز بعد از شروع	آزادی	
تنش	تنش	تنش	تنش		
۱/۴۹ ^{**}	۱/۰۹۵ ^{**}	۱/۷۲۳ ^{**}	۳/۸۴۹ ^{**}	۲	بلوک
۱/۹۱۳ ^{**}	۱/۷۶۹ ^{**}	۰/۲۹۴ ^{**}	۰/۱۷۵ ^{**}	۹	ژنوتیپ
۶۷/۰۵۱ ^{**}	۶۷/۸۵۵ ^{**}	۰/۴۱۱ ^{**}	۰/۷۸۴ ^{**}	۲	تیمار
۰/۰۵۷ ^{**}	۰/۰۵ ^{**}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۱۸	ژنوتیپ× تیمار
۰/۰۱۸	۰/۰۱۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۵۸	اشتباه
۳	۲/۳۱	۵/۹۷	۴/۴۶		CV(درصد)

ns ، * و ** بترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و معنی دار در سطح احتمال ۱٪



نمودار ۴- تغییرات مقدار کربوهیدراتهای محلول الف (۷، ب) ۱۴، ج) ۲۹ و د) ۵۹ روز بعد از شروع

تنش در ژنوتیپهای مختلف در سال ۱۳۸۰



نمودار ۵- تغییرات مقدار کربوهیدراتهای محلول الف (۶، ب) ۱۸، ج) ۴۲ و د) ۶۳ روز بعد از شروع

تنش در ژنوتیپهای مختلف در سال ۱۳۸۱

است سهم زیادتری در تنظیم اسمزی نسبت به پرولین داشته باشد(۳۲). تا حدی افزایش تجمع کل کربوهیدراتهای، قندهای احیایی و سوربیتول در برگهای درختان سیب تحت تنش آبی در مقایسه با شاهد (خوب آبیاری شده) دیده شده است(۳۵). مقدار گلوکز در برگ درختان تحت تنش متوسط تا شدید افزایش یافت در حالیکه فروکتوز در تنشهای کم بالا بود. تنش آبی بر مقدار ساکاروز برگ اثری نداشت(۳۵).

در تمام ارقام گلابی افزایش کربوهیدراتهای محلول در شرایط تنش خشکی مشاهده گردید و این افزایش در ژنوتیپهای KS12، KS14، KS13 و KS8 بیشتر از سایر ژنوتیپها بود. این افزایش در میزان کربوهیدراتهای محلول نقش بسیار مهمی در کاهش پتانسیل اسمزی و در نهایت ایجاد شیب مناسب بین گیاه و خاک نموده و سبب افزایش جذب آب می‌گردد. زیرا کربوهیدراتها بعنوان تنظیم کننده اسمزی نقش مهمی بازی می‌کنند.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که مقدار کربوهیدراتهای محلول تحت تأثیر تنش آب افزایش می‌یابد (نمودارهای ۴ و ۵). برای افزایش کربوهیدراتهای محلول در شرایط خشکی عوامل متعددی ذکر شده است. گزارشهایی نشان می‌دهد در شرایط خشکی ممکن است کربوهیدراتهای مرکب به کربوهیدراتهای ساده تجزیه شوند. تحت شرایط تنش افزایش نسبت ساکارز به نشاسته و تجزیه نشاسته، همچنین کاهش انتقال ساکارز به خارج از برگها منجر به افزایش کربوهیدراتهای محلول می‌گردد. چنین فرایندی تحت کمبود کوتاه مدت و بلند مدت آب دیده شده است(۲۵) که نقش مهمی در تنظیم اسمزی ایفا می‌نمایند(۲۲). کاهش پتانسیل اسمزی برگ برای حفظ فشار تورژسانس در پاسخ به تنش آبی در بسیاری از گیاهان چوبی گزارش شده است(۲۲ و ۳۲). تجمع ترکیبات عالی مانند کربوهیدراتها و آمینو اسیدها در سیتوپلاسم نقش مهمی در تنظیم فشار اسمزی گیاهان دارند(۲۲). تجمع کربوهیدراتها ممکن

تشکر و قدردانی: مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش از گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، مجریان طرح ملی در دست اجرای "مطالعه سازگاری چند رقم گلابی آسیایی با شرایط آب و هوایی ایران مرحله ۱- وارد کردن ژرمپلاسم و تکثیر" به شماره ثبت ۴۲۲۵ سازمان پژوهشهای علمی کشور، دریافت شده است، که باعث تشکر و امتنان می باشد.

منابع

- ۱- خوش قلب، ح . (۱۳۸۰). مطالعه اولیه رشد، استقرار و بقای چند رقم گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) روی پایه های گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) در شرایط آب و هوایی تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- منیعی، ع. ۱۳۷۹. گلابی و به و پرورش آنها. چاپ دوم. شرکت انتشارات فنی ایران.
- 3- Alam, S. M. 1999. Nutrition uptake by plants under stress condition. In: *Handbook of Plant and Crop Stress*, ed. Pessarakli, M., pp. 285-313. Marcel Dekker, Inc. New York.
- 4- Arzani, K. 2000. Study on the adaptation of some Asian pear cultivars (*Pyrus serotina* Rehd.) in Iran. *VIII International Symposium on pear. 5- 10 Septamber. Bologna, Itaky. P. 79.*
- 5- Arzani, K. 2001. The position of pear breeding and culture in Iran : Introduction of some Asian pear cultivars (*Pyrus communis* L.) . *International Symposium on Asian pear. 24- 29 August . Kurayoshi, Tootori, Japan. P:31.*
- 6- Atkinson, D. and Jones, H. G. 1985. Introduction. *Acta Horticulturae*, **171**: 19-20.
- 7- Behboudian, M. H. ; Lawes, G. S. and Griffiths, K. M. 1994. The influence of water deficit on water relation, photosynthesis and fruit growth in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.). *Scientia Horticulturae*, **60**: 89-99.
- 8- Bell, R. L., Quammw, H. A., Layne, R. E. C. and Skirvin, R. M. 1996. Pears. In: *Fruit Breeding, Vol. 1, eds. Janick, J. and Moore, J. M. , pp. 441-514. John Wily & Sons, Inc., USA.*
- 9- Bohnert, H. J. and Jensen, R. G. 1996. Strategies for engineering water- stress tolerance in plants. *Tibtech. March*, **14**: 89-97.
- 10- Bradford K. J. 1994. Water stress and the Water relations of seed development. A critical review. *Crop Science*, **34**:1.

- 11- Delauney, A. J., and Verma, D. P. S. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant J.* **4**: 215-223.
- 12- Faoro, I. D. and Nakasu, B. H. 2001. Japanese pear growing in Brazil. *International Symposium on Asian pears, Kurayoshi, Tottori, Japan. Abstract, P:9.*
- 13- Gzik, A. 1996. Accumulation of proline and pattern of α - amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress. *Environmental and Experimental Botany.* **36**: 29-34.
- 14- Heuer, B. 1999. Osmoregulatory role of proline in plants exposed to environmental stresses. In: M. Pessarakli (ed.) *Handbook of Plant and Crop Stress.* pp.675-695. *Mareel Dekker Inc., New York.*
- 15- Inoue, K. 2001. Pear industry in Japan. *International Symposium on Asian pears, Kurayoshi, Tottori, Japan. Abstract, P:12.*
- 16- Irigoyen, J. J., Emerich, D.W. and Sanchez-Diaz, M. 1992. Water stress induce changes in concentration of proline and total soluble sugar in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Plantarum,* **84**:55-60.
- 17- Jun, W. and Hongsheng G. 2001. The production of Asian pears in China. *International Symposium on Asian pears, Kurayoshi, Tottori, Japan. Abstract, p:6.*
- 18- Kuznetsov, V.I. V., and Shevyakova, N. I. 1999. Proline under stress: Biological role, metabolism, and regulation. *Russian Journal of Plant Physiology,* **46(2)**: 274- 286.
- 19- Larsen , F. E. and Higgins, S. S. 1999. Asian pear cultivar evaluation in central Washington state: Tree size, cumulative yield, yield efficiency, bloom and fruit maturity dates. *Fruit Varieties Journal,* **53(4)**: 222-228.
- 20- Lee, J. C. and Hwang, Y. S. 2001. Prospect of the Oriental pear industry and research trend in Korea. *International Symposium on Asian pears, Kurayoshi, Tottori, Japan. Abstract, P:7.*

- 21- Li, T.S.C. 2001. Asian pears in Canada. *International symposium on Asian pears, Kurayoshi, Tootori, Japan. Abstract*, P: 29.
- 22- Morgan, J. M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annual Reveiw of Plant Physiology*, **35**: 335-339.
- 24- Paquin, R., and Lechasseur, P. 1979. Observations sur une methode dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. *Can. J. Bot.*, **57**:1851-1854.
- 23- Nolte, K.D., A.D. Hanson, and D.A.Gage, 1997. Proline accumulation and Methylation to praline betaine in citrus : Implications for genetic engering of stress rcistance. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **122**: 8- 13.
- 25- Pereira, J. S. and Chaves, M. M. 1993. Plant water deficits in mediteranian ecosystems. *In: Water Deficits and Plant Growth. Eds. By Kozlowski, T. T. vol. IV. . pp. 237-251. Academic Press New York .*
- 26- Ranney, T. G., Bassuk, N. L. and Whitlow, T. H. 1991. Osmotic adjustment and solute contributes in leaves and roots of water-stressed cherry (*Prunus*) trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **116**: 684-688.
- 27- Sanchez, F.J., Maria, M., deAndres, E.F., Tenorio, J.L. and Ayerbe, L. 1998. Turger maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crops Research*, **59**:225-235.
- 28- Somal, T. L. C., and Yapa, P. A. J. 1998. Accumulation of proline in cowpea under nutrient, drought, and saline stresses. *Journal of Plant Nutrition*, **21**: 2465-2473.
- 29- Stewart, C.R., and J.A. Lee. 1974. The role of proline accumulation in halophytes. *Planta*, **120**: 279-289.
- 30- Subhadrabandhu, S. 2001. Asian pear production and future trend of industrial development in Thailand. *International Symposium on Asian pears, Kurayoshi, Tottori, Japan. Abstract*, P:8.

- 31- Turner, N. C. 1986. Adaptation to water deficits: A changing perspective. *Austral. J. Plant Physiol.*, **13**: 175-190
- 32- Watanabe, Sh., Kojima, K., Ide, Y. and Sasaki, S. 2000. Effects of saline and osmotic stress on proline and sugar accumulation in *Populus euphratica* In vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, **63**:199-206.
- 33- White, A, and Brewer, L. 2001. Asian pear breeding in New Zealand. *International Symposium on Asian pears, Kurayoshi, Tottori, Japan. Abstract*, P:32.
- 34- White, A. 2001. Asian pear production and research trends in New Zealand and Australia. *International Symposium on Asian pears, Kurayoshi, Tottori, Japan. Abstract*, P:10.
- 35- Xu Y. C.; Li. S. H.; Cai. C. L.; Liu. G. J.; Chen S.W. 2001. Carbohydrate metabolism in source leaves of Jonagold apple tree under water stress and after water stress relief. *Journal of Fruit Science*, **18**(1):1-6.

Archive of SID