دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۱۷، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲٤٤-۲۳٤ (۱۳۸۸)

تغییر غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در اقاقیا (*Robinia pseudoacacia* L) و عرعر (*Ailanthus altissima* Mill. Swingle) در واکنش به آفت‌زدگی در ماه‌های مختلف سال

حبیب مارالیان[۱] و اشرف آقابراتی [*۲]

۱ – مربی، آموزشکده کشاورزی مغان وابسته به دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۲*- مسئول مکاتبات، کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور
پست الکترونیکی: aghabaraty@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۵/۲۵

چکیده

اثر ماه‌های مختلف سال (فروردین تا شهریور) و آفات بر غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در برگ درختان اقاقیا (*Robinia pseudoacacia* L.) و عرعر (*Ailanthus altissima* Mill. Swingle) در این تحقیق اندازه‌گیری شد. عرصه جنگلی با گونه‌های اقاقیا و عرعر در ایستگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی مغان انتخاب گردید. مساحت منطقه مورد بررسی در هر منطقه جنگلی ۳ هکتار در نظر گرفته شد و در هر منطقه چهار قطعه نمونه با پراکنش تصادفی سیستماتیک انتخاب گردید. در هر یک از قطعات، پنج درخت سالم و پنج درخت آفت‌زده انتخاب و نشانه‌گذاری شد. نمونه‌های برگ درختان به فواصل ماهانه (٦ بار در کل آزمایش) جهت تجزیه و تحلیل برداشت شدند و غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های محلول با روش اسپکتروفتومتری تعیین و مقایسه شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها، از آزمون تی غیرجفتی جهت مقایسه داده‌ها در درختان سالم و آفت‌زده استفاده شد و برای مقایسه اثر ماه‌ها با یکدیگر بین درختان اقاقیا و عرعر در هر ماه، از آزمون Duncan استفاده گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که در ماه‌های خشک (از تیر تا شهریور) میزان پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در برگ‌های درختان نسبت به بقیه ماه‌های سال افزایش معنی‌داری می‌یابد. همچنین میزان این مواد در درختان آفت‌زده نسبت به درختان سالم بیشتر بود و وزن تر و خشک برگ‌ها در درختان آفت‌زده کمتر از درختان سالم بود. از آنجا که افزایش میزان پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در گیاهان می‌تواند به‌عنوان عاملی جهت مقاومت بالای گیاه جهت زیست در شرایط سخت بیان گردد به این‌وسیله می‌توان به شناسایی گونه‌های مقاوم پی برد.

واژه‌های کلیدی: کربوهیدرات‌های محلول، پرولین، اقاقیا، عرعر.

مقدمه

گیاهان در برابر تنش‌های محیطی با سازوکارهای دفاعی شانس خود را برای بقا افزایش می‌دهند. یکی از مکانیزم‌هایی که سبب تحمل بالای گیاهان در برابر خشکی، شوری و سایر تنش‌های محیطی مثل بیماری‌ها و حمله آفات می‌شود، تجمع پرولین و کربوهیدرات‌ها در اندام‌های مختلف آنهاست (Siddiqe *et al.*, 2000). عوامل محیطی نقش مهمی در تغییر ویژگی‌های

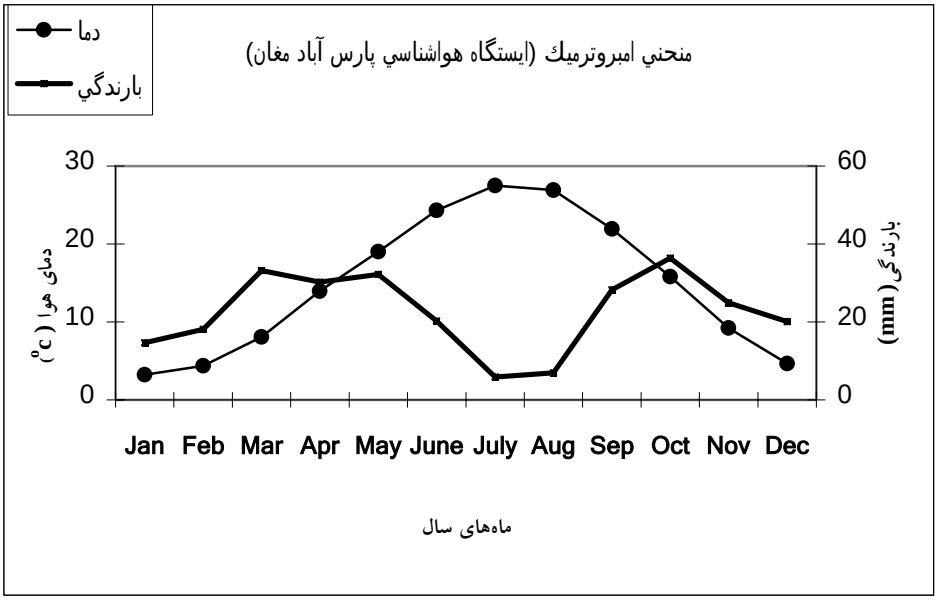
فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان بازی می‌کنند (Yancy *et al.*, 1982). در بسیاری از گیاهان، پرولین در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی انباشته می‌شود. خشکی بر فرایند فتوسنتز در گیاهان تأثیر مهمی گذاشته، انتقال سریع الکترون‌ها را کاهش داده و تشکیل مواد اولیه فتوسنتز را تغییر می‌دهد. همچنین خشکی بر غلظت کربوهیدرات‌های گیاهان مؤثر می‌باشد. مواجهه‌ی گیاه با شرایط تنش‌زا باعث می‌شود که تعداد پلی‌زومها در سلول و پروتئین‌ها کاهش یابد. از جمله فرآورده‌های حاصل از تجزیه پروتئین‌ها، اسید پرولین است که طی تنش حاصل می‌شود و در سازگاری‌های اسمزی شرکت نموده و یا ذخیره می‌شود و به‌عنوان موادی جهت بازسازی ترکیبات ثانویه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Basra and Basra 1997). میزان پرولین در ماه‌های مختلف سال در برگ، شاخه و گل این گونه با یکدیگر متفاوت است و در شرایط یکسان محیطی در فصول خشک سال میزان پرولین در بافت‌های درختان *Santalum album* L. بیشتر است و در درختان بیمار و آفت‌زده میزان این ماده بیش از درختان سالم است (Radhakrishnan *et al.*, 1961).

در مقاله حاضر، تغییرات ناشی از تنش خشکی حادث از ماه‌های مختلف سال (فروردین تا شهریور) و آفت بر میزان وزن تر و خشک و میزان پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در برگ درختان اقاقیا (*Robinia pseudoacacia* L) و عرعر (*Ailanthus altissima* Mill. Swingle) بررسی شد. از آنجا که افزایش میزان پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در گیاهان می‌توانند به‌عنوان عواملی جهت افزایش مقاومت گیاه برای زیست در شرایط سخت بیان گردد، می‌توان با استفاده از چنین تحقیقاتی به شناسایی گونه‌های مقاوم جهت کشت در محیط‌های تنش‌زا پی‌برد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در طول جغرافیایی ٤٧ درجه و ٤٩ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و ارتفاع تقریبی ۱٤۰ متر از سطح دریا در دشت مغان (ایستگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی مغان) واقع شده است. با توجه به داده‌های ۱۵ ساله (۲۰۰۳-۱۹۸۸) ایستگاه هواشناسی اولتان، متوسط بارندگی سالیانه این منطقه ۲۷۵ mm و متوسط دما ۱٤/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حداقل مطلق دما ۱٦/۵- درجه سانتی‌گراد و حداکثر مطلق دما ٤۲/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی گوسن، مدیترانه‌ای گرم می‌باشد (شکل ۱). در این مطالعه سه هکتار از اراضی جنگلی منطقه انتخاب شد. فواصل درختان ٤×٤ متر بود. در این منطقه چهار قطعه نمونه با ابعاد ٤۰×٤۰ متر انتخاب گردید. در هر قطعه نمونه پنج درخت سالم و پنج درخت آفت‌زده (آفت *Aphis fabae* Scop شته سیاه باقلا در اقاقیا و آفت *Adoretus persicus* Reitter در عرعر) تعیین و نشانه‌گذاری شد. درختان در شرایط یکسان نورگیری و ارتفاع و قطر تقریبی برابر قرار داشتند. جهت تعیین وزن تر و خشک برگ، میزان پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در آن، از نیمه فروردین تا نیمه شهریورماه سال ۱۳۸۵ به فواصل یک ماه از یکدیگر نمونه‌های برگ از درختان سالم و آفت‌زده از قسمت روبه نور و بالای تاج برداشت و بعد از قرار دادن در پاکت‌های مخصوص به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از انتقال نمونه‌های تازه به آزمایشگاه و شستشوی آنها، وزن تر هر نمونه (۳۰ برگ از هر نمونه) توسط ترازوی دقیق آزمایشگاهی تعیین شد. بعد نمونه‌ها ٢٤ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و بعد وزن خشک آنها تعیین شد.

تعـدادی از نمونـه‌هـا بعـد از شستـشو بـا آب معمـولی و آب‌مقطر در مخلوطی از آب، الکل و گلیسیرین به نـسبت مساوی نگهداری شدند (Irigoyen *et al.*, 1992). غلظـت کربوهیدرات‌های محلول در بافت تازه برگ بـا اسـتفاده از معرف آنترون و روش اسپکتروفتومتری انـدازه‌گیـری شـد (Fales, 1951., Jindal *et al.*, 1993). غلظـت پـرولین بـا استفاده از معرف نـین هیـدرین و روش اسـپکتروفتومتری تعیـین شـد (Battes *et al.*, 1973). نرمـالیتی داده‌هـا بـا استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف تعیین گردید و با توجه به نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه میزان پرولین و کربوهیدرات‌ها و وزن تر و خشک در نمونه‌هـای گیـاهی بین درختان سالم و آفت‌زده از آزمون t غیرجفتی و بـرای مقایسه کلی داده‌ها، در ماه‌های مختلـف از آزمـون تجزیـه واریانس یک طرفه و در صورت مشاهده تفاوت معنـی‌دار از آزمون مقایسات چندگانه Duncan استفاده شد. محاسبه احتمال معنی‌دار بودن تفاوت‌ها در سـطح ۵٪ انجـام شـد. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات ایـن تحقیـق از نـرم‌افـزار آماری SPSS 12 استفاده گردید و نمودارها به کمـک نـرم افزار Excel رسم شدند.

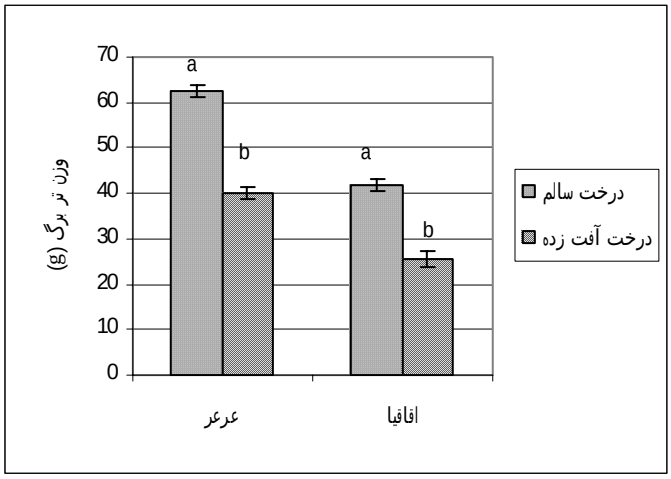


شکل ۱- منحنی آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه (سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۸۸)

نتایج

مقایسه وزن تر و خشک در درختان سالم و آفت‌زده

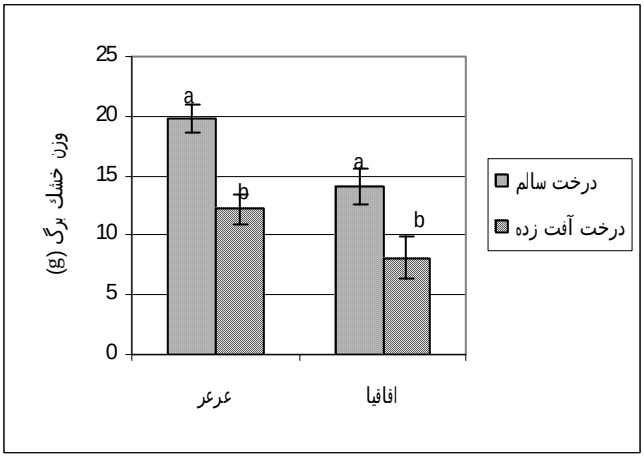
همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده مـی‌شـود ، وزن تـر برگ در هر دو گونه تحت تاثیر آفت کـاهش یافـت و در سـطح احتمـال ۵٪ اخـتلاف معنـی‌داری را نـشان داد. در درختان سالم عرعر، وزن تر بـرگ ٦٣/٢ گـرم و در اقاقیـا ٤١/١ گرم بـود، در حـالی کـه وزن تـر بـرگ در درختـان آفت‌زده عرعـر ٤٠ گـرم و در درختـان اقاقیـا ٢٧/٧ گـرم اندازه‌گیری شد.



شکل ۲- تغییرات میانگین وزن تر برگ‌های اقاقیا و عرعر در بین درختان سالم و آفت‌زده

(حروف متفاوت بالای نمودارها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هر گونه می‌باشد)

همچنین همان‌گونه که در شکل ۳ نیز مشاهده می‌شود میانگین وزن خشک برگ‌های گیاهان آفت‌زده نسبت به گیاهان سالم کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. این اختلاف در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. در درختان سالم عرعر وزن خشک برگ ۱۹/۷ گرم و در اقاقیا ۱٤/۲ گرم بود، در حالی که وزن خشک برگ در درختان آفت‌زده عرعر ۱۲/۵ گرم و در درختان اقاقیا ۷/٦ گرم اندازه‌گیری شد.

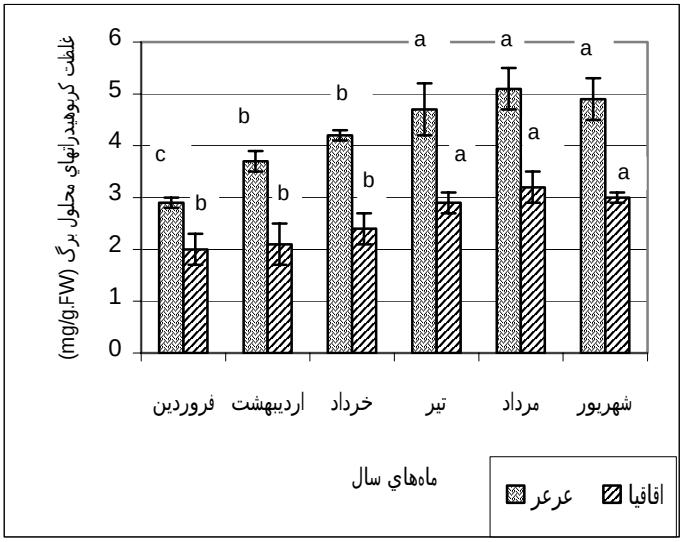


شکل ۳- تغییرات میانگین وزن خشک برگ‌های اقاقیا و عرعر در درختان سالم و آفت‌زده.

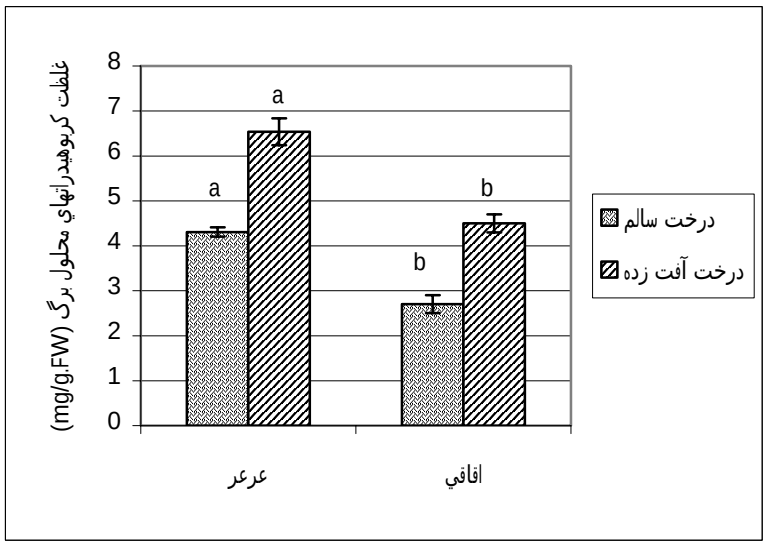
(حروف متفاوت بالای نمودارها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هر گونه می‌باشد)

مقایسه میزان کربوهیدرات‌های محلول تحت تأثیر ماه‌های مختلف سال و آفات

همان‌گونه که در شکل‌های ٤ و ٥ مشاهده می‌شود میانگین غلظت کربوهیدرات‌های محلول در ماه‌های مختلف و بین درختان آفت‌زده و سالم در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میانگین غلظت کربوهیدرات‌های محلول با نزدیک شدن به شهریورماه افزایش یافت و در درختان آفت‌زده بیش از درختان سالم بود.

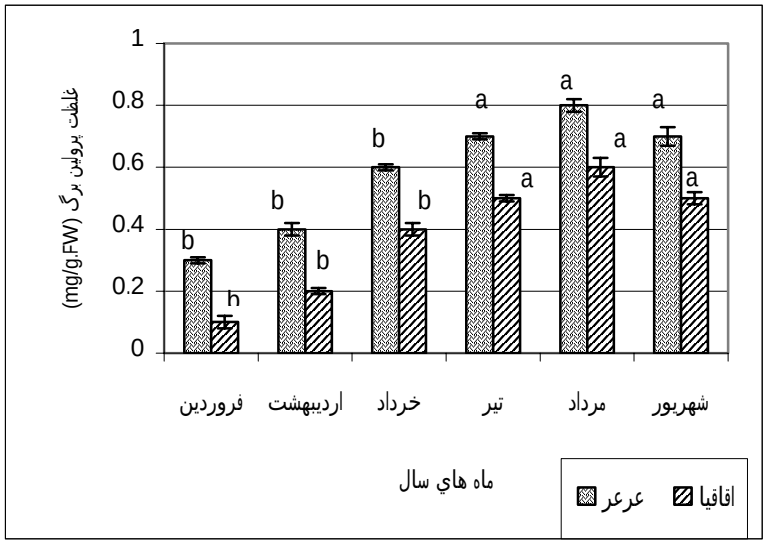


شکل ٤- تغییرات میانگین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ‌های اقاقیا و عرعر در ماه‌های مختلف (حروف متفاوت بالای نمودارها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در درون هر گونه می‌باشد).



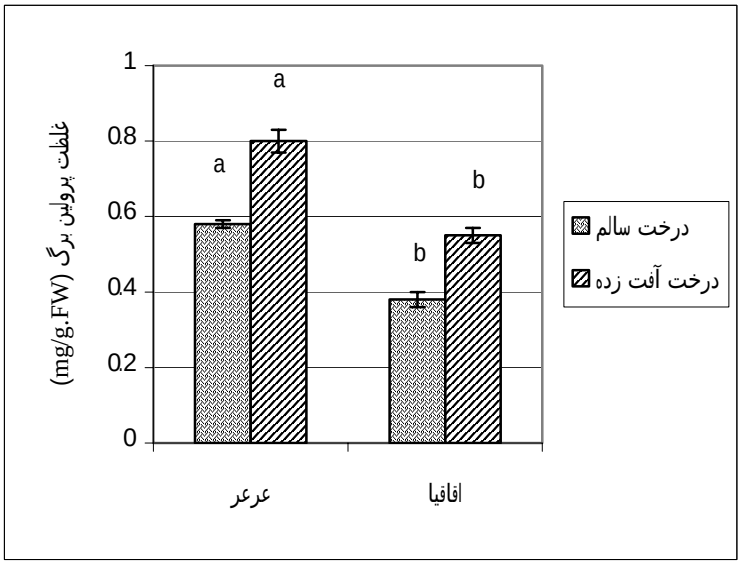
شکل ٥- تغییرات میانگین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ‌های اقاقیا و عرعر در درختان سالم و آفت‌زده (حروف متفاوت بالای نمودارها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ هر گونه می‌باشد).

همان‌گونه که در شکل‌های ٦ و ۷ مشاهده می‌شود، میانگین غلظت پرولین در ماه‌های مختلف و بین درختان آفت‌زده و سالم در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میانگین غلظت پرولین با نزدیک شدن به شهریورماه افزایش می‌یابد و در درختان آفت‌زده بیش از درختان سالم است.



شکل ٦ – تغییرات میانگین غلظت پرولین برگ‌های اقاقیا و عرعر در ماه‌های مختلف

(حروف متفاوت بالای نمودارها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در درون هر گونه می‌باشد).



شکل ۷- تغییرات میانگین غلظت پرولین برگ‌های اقاقیا و عرعر در درختان سالم و آفت‌زده

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، غلظت کربوهیدرات‌ها و پرولین در درختان عرعر نسبت به درختان اقاقیا بیش‌تر است و این اختلاف در کلیه ماه‌های سال در سطح ۵ ٪ معنی‌دار است.

جدول ۱- مقایسه غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پرولین در برگ تازه درختان عرعر و اقاقیا

ماه‌های سال	غلظت کربوهیدرات‌های محلول(mg /g.FW)			
	برگ‌های درختان سالم عرعر	برگ‌های درختان سالم اقاقیا	برگ‌های درختان آفت‌زده عرعر	برگ‌های درختان آفت‌زده اقاقیا
فروردین	^{a}۲/۹±۰/۲	^{b}۲/۰±۰/۵	^{a}٤/۱±۰/۵	^{b}۲/۸±۰/۳
اردیبهشت	^{a}۳/۷±۰/۳	^{b}۲/۱±۰/٤	^{a}٤/۹±۰/٦	^{b}۳/٤±۰/٦
خرداد	^{a}٤/۲±۰/۲	^{b}۲/٤±۰/٦	^{a}۵/۹±۰/۷	^{b}٤/٤±۰/۵
تیر	^{a}٤/۷±۰/۵	^{b}۲/۹±۰/٤	^{a}۷/۹±۰/٦	^{b}۵/۲±۰/۳
مرداد	^{a}۵/۱±۰/٦	^{b}۳/۲±۰/۳	^{a}۸/۸±۰/۷	^{b}۵/۹±۰/۵
شهریور	^{a}٤/۹±۰/٤	^{b}۳/۰±۰/۲	^{a}۷/٦±۰/٤	^{b}۵/۵±۰/٤
ماه‌های سال	غلظت پرولین (mg /g.FW)			
	برگ‌های درختان سالم عرعر	برگ‌های درختان سالم اقاقیا	برگ‌های درختان آفت‌زده عرعر	برگ‌های درختان آفت‌زده اقاقیا
فروردین	^{a}۰/۳±۰/۰۱	^{b}۰/۱±۰/۰۲	^{a}۰/٦±۰/۰۲	^{b}۰/۳±۰/۰۲
اردیبهشت	^{a}۰/٤±۰/۰۲	^{b}۰/۲±۰/۰۱	^{a}۰/۷±۰/۰۱	^{b}۰/٤±۰/۰۳
خرداد	^{a}۰/٦±۰/۰۱	^{b}۰/٤±۰/۰۲	^{a}۰/۸±۰/۰۳	^{b}۰/۵±۰/۰۱
تیر	^{a}۰/۷±۰/۰۱	^{b}۰/۵±۰/۰۱	^{a}۰/۹±۰/۰۱	^{b}۰/٦±۰/۰۲
مرداد	^{a}۰/۸±۰/۰۲	^{b}۰/٦±۰/۰۲	^{a}۱/۰±۰/۰۱	^{b}۰/۸±۰/۰۱
شهریور	^{a}۰/۷±۰/۰۳	^{b}۰/۵±۰/۰۳	^{a}۰/۹±۰/۰۲	^{b}۰/۷±۰/۰۱

بحث

عرعر و اقاقیا از درختان نورپسند می‌باشند و بسیاری از شرایط سخت محیطی را به خوبی تحمل می‌کنند و در برابر خشکی محیط تحمل بالایی دارد و در جنگل‌کاریها همیشه مورد توجه بوده‌اند. تحقیقات بسیاری روی گونه‌های زراعی و انواع درختان حکایت از افزایش میزان پرولین و کربوهیدراتهای محلول در شرایط سخت محیطی دارد (Errabii *et al.*, 2006). در تحقیق حاضر مشخص گردید که بین درختان سالم و آفت‌زده از نظر وزن تر و خشک برگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در درختان آفت‌زده میزان وزن تر و خشک گیاه کمتر از درختان سالم می‌باشد. تنش‌های محیطی می‌تواند اثر بسیار مشخصی روی رشد و توسعه گیاه داشته باشد و گسترش شاخه‌ها و برگ‌ها را تا فصل مساعد سال به تأخیر اندازد یا کاهش دهد (Ramos and Gordon, 1999).

با توجه به نتایج این بررسی، مشخص گردید که غلظت کربوهیدرات‌های محلول در ماه‌های تابستان نسبت به بهار در برگ‌ها افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق Xu و همکاران (2006) در گیاه *Lonicera japonica* و Sirceli و همکاران (2005) با مطالعه بر در دو رقم سیب و Mayak و همکاران (2001) همخوانی دارد. آنها بیان نمودند که خشکی بر فرایند

فتوسنتز در گیاهان تأثیر مهمی داشته و انتقال سریع الکترون‌ها را کاهش می‌دهد و تشکیل مواد اولیه فتوسنتز را تغییر می‌دهد (از جمله، بر میزان کربوهیدرات‌های گیاه مؤثر است). کربوهیدرات‌های مرکب به کربوهیدرات‌های ساده تجزیه شده و بنابراین در اثر خشکی محیط بر میزان قندهای محلول اضافه می‌شود (Xu *et al.*, 2006, Sirceli *et al.*, 2005, Mayak *et al.*, 2001). تنظیم اسمزی در گیاهان سازوکار عمده مقابله با از تنش‌های آبی در محیط‌های خشک و شور است و به‌طور کلی به کاهش پتانسیل اسمزی (منفی‌تر شدن) در اثر تجمع مواد محلول در شرایط تنش‌های خشکی و شوری اطلاق می‌گردد و شدت انجام آن به سرعت و میزان توسعه تنش، نوع و سن اندام و تنوع ژنتیکی درون و بین گونه‌ای بستگی دارد (Bajji, 2000a and 2000b). قندهای محلول دسته‌ای از تنظیم‌کننده‌های اسمزی هستند. تجمع کربوهیدرات‌های محلول در پاسخ به تنش‌های محیطی در ارتباط با تنظیم اسمزی و یا حفاظت غشاهای سلولی می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت پرولین در ماه‌های تابستان نسبت به بهار در برگ‌ها افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات Souza و همکاران (2004) و Martin و همکاران (1993) همخوانی دارد. آنها بیان نمودند که تنش خشکی در حقیقت کاهش پتانسیل آب خاک می‌باشد، در چنین شرایطی گیاه به منظور ادامه جذب آب، از طریق تجمع ترکیبات اسمزی از جمله قندهای محلول و پرولین، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهد و به عبارتی تنظیم اسمزی صورت می‌گیرد (Martin, 1993 ; Souza *et al.*, 2004). Souza و همکاران (2004) بیان نمودند که دمای محیط می‌تواند در افزایش و کاهش میزان پرولین در *Eucalyptus grandis* مؤثر باشد و گیاه در مواجهه با شرایط سخت محیطی مانند دمای حداقل و حداکثر، میزان پرولین را در اندام‌های خود افزایش می‌دهد. Newton و همکاران (1987) نشان دادند که غلظت پرولین در کالوس گیاه *Pinus taeda* در هنگام تنش شدید خشکی تا ٤٠ برابر افزایش می‌یابد. Shvaleva و همکاران (2005) نیز با بررسی واکنش متابولیکی دو کلن *Eucalyptus globules*، نشان دادند که با افزایش دما و افزایش تنش‌های رطوبتی، قندهای محلول و پرولین در برگ‌ها و ریشه‌ها به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

نتایج بررسی حاضر نشان داد در درختان آفت‌زده میزان پرولین و کربوهیدرات‌های محلول بیشتر از درختان سالم بود. Siddiqe و همکاران (2000) به نتایج مشابهی با تحقیق حاضر دست یافتند. آنها بیان کردند گیاهان در برابر تنش‌های محیطی با مکانیسم‌های دفاعی شانس خود را برای بقا افزایش می‌دهند. یکی از مکانیزم‌هایی که سبب تحمل بالای گیاهان در برابر تنش‌های محیطی مثل آلاینده‌ها، بیماری‌ها و حمله آفات می‌شود، تجمع پرولین و کربوهیدرات‌ها در اندام‌های مختلف آنهاست (Siddiqe *et al.*, 2000). در این خصوص Siddiqe و همکاران (2000) بیان داشتند که در بسیاری از گیاهان پرولین آزاد در پاسخ به تاثیر تنش‌های زیستی و غیرزیستی انباشته می‌شود. Radhakrishnan و همکاران (1961) بیان کردند که درختان بیمار و آفت‌زده *Santalum album* L میزان پرولین بیشتری در بافت‌های خود (برگ، شاخه و گل) انباشته می‌سازند چرا که پرولین قدرت مقاومت و سازش گیاه را بالا می‌برد.

بنابراین مقایسه غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پرولین بین اقاقیا و عرعر نشان داد که عرعر در مواجهه با

شرایط سخت محیطی (دمای بالا ، خشکی تابستان و حمله آفات) قادر است میزان بیشتری از مواد مذکور را در برگ‌های خود ذخیره نماید. قندهای الکلی (مانند گلیسرول، اینوزیتول و پینیتول) و قندهای ساده (عمدتاً فروکتوز و گلوکز) و قندهای مرکب (مانند ترهالوز، رافینوز و فروکتان) به‌عنوان تنظیم کننده‌های سازشی تولید می‌شوند (Bohnert and Jensen, 1996). محتوای قندهای محلول و پرولین ممکن است روشی مفید در انتخاب گونه‌های مقاوم به خشکی و شوری مفید باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که اقاقیا و عرعر به‌عنوان یک واکنش در برابر تنش خشکی در ماه‌های گرم سال و در برابر حمله آفات، میزان کربوهیدرات‌های محلول و پرولین را در برگ‌های خود افزایش می‌دهند و از طرف دیگر از میزان وزن تر و خشک برگ‌ها کاسته می‌شود. افزایش کربوهیدرات‌های محلول و پرولین نشان‌دهنده تجمع مواد سازگار کننده است که جهت تنظیم اسمزی و افزایش توان نگهداری آب در برگ‌ها، در مقابله با تنش‌های محیطی مثل حمله آفات یا بروز آلاینده‌های محیطی، سبب بقای بیشتر و مقاومت گیاه می‌گردد. غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پرولین در عرعر در مقایسه با اقاقیا بیشتر بود و احتمالا در شرایط محیطی یکسان، عرعر تحمل بالاتری نسبت به شرایط سخت از خود نشان می‌دهد.

سپاسگزاری

از همکاری‌های صمیمانه مسئولان ایستگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی مغان در مراحل اجرایی کار قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Bajji, M., Lutts, S., Kinet, J. M., 2000a. Physiological changes after exposure to and recovery from polyethylene glycol-induced water deficit in callus cultures issued from durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars differing in drought resistance. J. Plant. Physiol. 156: 75-83.
- Bajji, M., Lutts, S., Kinet, J. M., 2000b. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Science, 160: 669-681.
- Basra, A. S. and Basra, R. K., 1997. Mechanism of Environmental Stress Resistance in Plants. Harward Academic Publishers, 407p.
- Battes, L. S., Waldren, R. P., and Teare, I. D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 29: 205-207.
- Bohnert, H. J., and Jensen, R. G., 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants, Trends in Biotechnilogy. Elsevier Science, 14: 89-97.
- Errabii, T., Gandonou, C.B., Essalmani, H., Abrini, J., Idaomar, M. and N. Skali-Senhaji. 2006. Growth, Proline and ion accumulation in sugarcane callus cultures under drought-induced osmotic stress and its subsequent relief. African Journal of Biotechnology, 5: 1488-1493.
- Fales, F.W., 1951. The assimilation and degradation of carbohydrates by yeast cell. Journal of Biological chemistry, 193: 113-124.
- Irigoyen, J. J., Emerich, D. W., and Sanchez-Diaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84: 55-60
- Jindal, V., Atwal, A., Sekhon, B. S., and Singh, R. 1993. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on metabolism of plant under NaCl salinity. Plant physiology and Biochemistry, 31: 475-481.
- Martin, M. F., Micell, J. A., Morgan, M., Scalet, A., and Zebi, G., 1993. Synthesis of osmoticaly active substances in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science, 171: 176-184.
- Mayak, S., Meri, S., Ben Sade, H., Nell, T. A., and Clark, D.G., 2001. The effect of transient water stress on sugar metabolism and development of cut flowers. Acta Horticulture, 543: 191-194.
- Newton, R. J., Seu, S., and Puryear, J. D., 1987. Free proline in water stressed Pine callus. Tappi Journal, 70:141-144.
- Radhakrishnan, A. N., Gopalkrishnan, K. S., Girit, K. V., 1961. Distribution and seasonal variation of

allohydroxy-L-proline in *Santalum album* L. Journal of Biochem. 80: 378-384.
- Ramos, M. L. G., and Gordon, A. J., 1999. Effect of water stress on nodule physiology and biochemistry of a drought tolerant cultivar of common bean(*Phaseolus vulgaris* L.).Annuals of botany, 83:57-63.
- Shvaleva, A. L., Costa, E., Silva, E., Breia, J., Jouve, J. F., Hausman, M. H., Almeida, J. P., Maroco, M. L., Rodrigues, J. S., and Pereira, C., 2005. Metabolic response to water deficit in two *Eucalyptus globules* clones with contrasting drought sensivity. Tree Physiology, 26: 239-248.
- Siddiqe, M. R. B., Hamid, A., and Islam, M. S., 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Bot. Bul. Acad. Sin., 41: 35-39.
- Sirceli, H., Tausz, M., Grill, D., and Batic, F., 2005. Biochemical responses in leaves of two apple tree cultivars subjected to progressing drought. Journal of Plant Physiology, 162: 1308-1318.
- Souza, G. M., Cardoso, J. M., and Goncalves, A. N., 2004. Prolin content and prolin patterns in *Eucalyptus grandis* shoot submitted to high and low temperature shocks. Brazilian Archives of Biology and Technology, 47:355-362.
- Xu, Y. C., Zhang, J. B., Jiang, Q. A., Zhou, L.Y., and Miao, H. B., 2006. Effect of water stress on the growth of Lonicera japonica and quality of honeysuckle. Zhong Yao Cai., 29: 420-423.
- Yancy, P. H., Clark, M. E., Hand, S. C., Bowlus, R. D., and Somero, G. N., 1982. Living with water stress: evolution of osmolyte systems, Science 217: 1214–1223.

Alteration of proline and soluble carbohydrate contents as pest responses in *Robinia pseudoacacia* L and *Ailanthus altissima* Mill. During succesive months

H. Maralian[1] and A. Aghabarati*[2]

1 - M.Sc., Moghan College of agriculture, University of Mohaghegh- Ardabili, Ardabil, I.R.Iran.
2* – Corresponding author, M.Sc., Department of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R.Iran
E-Mail: aghabaraty@yahoo.com

Received: 18.01.2009 Accepted:16.08.2009

Abstract:

The aim of the present study was to determine the effects of different months and pests on proline and sugar contents of leaves of *Robinia pseudoacacia* L and *Ailanthus altissima* Mill. Swingle. The study was carried out at research station of Moghan College of Agriculture. Four samples were selected randomly from each of three hectare sites. Each sample was collected in five replications in different months from healthy trees and pest affected trees. Fresh and dry weight, the level of proline and soluble carbohydrates were determined using spectrophotometric methods. For comparison of data means between healthy and pest trees independent sample t-test and for comparison of means between data in different months Duncan method was used. The results showed that in dry month, (July-Sep) proline and soluble carbohydrates increased. Fresh and dry weight of leaves increased in healthy trees but proline and soluble carbohydrates increased in pest trees. Proline and soluble carbohydrate are involved in tolerance mechanisms against stress and this was the main strategy of plants to avoid detrimental effects of stress.

Key words: Soluble carbohydrates, Proline, *Robinia pseudoacacia* L., *Ailanthus altissima* Mill. Swingle.