مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۱، شماره ۴، ۱۳۸۹ (۳۸۲-۳۷۵)

تغییرات قندها، نشاسته، پرولین و آب میان بافتی در مواجه با سرما در برخی از ارقام زردآلو (*Prunus armeniaca* L.)

بهرام عابدی[1]*، عنایت‌اله تفضلی[2]، مجید راحمی[3]، بهمن خلد برین[4] و ابراهیم گنجی[5]
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق دکتری و استادان، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ٤، استاد بخش زیست‌شناسی دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، ۵، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۵ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۱/۲٤)

چکیده

دوره رکود در درختان میوه خزان‌کننده که در ماه‌های سرد سال اتفاق می‌افتد و فاکتورهای مؤثر بر آن تاکنون به درستی مورد بررسی قرار نگرفته است. شناخت رکود و تغییرات متابولیکی درگیر در آن ما را در انتخاب گونه‌ها و ارقام مناسب به تنش‌های محیطی کمک خواهد نمود. در این تحقیق تغییرات ترکیبات قندی، نشاسته، پرولین و آب میان بافتی در دوره رکود از ابتدای پاییز تا اواخر اسفند در جوانه‌های ٦ رقم زردآلوی پیش‌رس طبس و نوری پیش‌رس (زودرس)، کتابی و شاهرودی (میان‌رس)، شاهرود ۵۱ و شاهرود ۲۹ (دیررس) در سال ۱۳۸۷-۱۳۸۸ در ناحیه گلمکان استان خراسان رضوی بررسی شد. نمونه‌برداری از جوانه‌های زایشی و رویشی از پانزدهم مهر ماه تا پانزدهم اسفند به فاصله زمانی سی روز یکبار از ارقام مورد مطالعه صورت گرفت. در بین ارقام مورد آزمایش بیشترین مقدار قند محلول (۳٤/۳٦ میلی‌گرم) در جوانه‌های رویشی رقم شاهرود ۵۱ مشاهده شد که با سایر ارقام تفاوت آماری معنی‌داری نشان داده است. در جوانه‌های رویشی و زایشی پیش‌رس طبس بیشترین و رقم شاهرود ۵۱ کمترین مقدار آب میان بافتی دیده شد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند، همچنین جوانه‌های رویشی رقم شاهرود ۵۱ بیشترین پرولین را داشت که با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار بود. بین دو نوع جوانه زایشی و رویشی در ترکیبات اندازه‌گیری شده و در ارقام زردآلو تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در ماه‌های مورد آزمایش بالاترین مقدار قند محلول در دی ماه و بیشترین میزان پرولین در ۳ ماه فصل زمستان دیده شد بیشترین نشاسته در مهر ماه همچنین کمترین مقدار آب میان بافتی در سردترین ماه سال (دی ماه) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: رکود،کربوهیدرات، پرولین، آب میان بافتی، زردآلو، سرما.

مقدمه

رکود در طول ماه‌های سرد سال برای بقای گیاهان ضروری می‌باشد، درختانی که در زیستگاه طبیعی خود پرورش یافته‌اند به ندرت توسط سرما و یخبندان صدمه می‌بینند، زیرا در آنها مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سازگارپذیری توسعه یافته‌اند که به آنها اجازه رکود در شرایط آب هوایی سرد زمستان را می‌دهد (Mirmohamady maibodi, 2003). دوره‌های شروع استراحت، استراحت و شکسته شدن استراحت با انجام تغییراتی در تنظیم‌کنندگان رشدی و متابولیسم مواد

* نویسنده مسئول: بهرام عابدی تلفن: ۰۹۱۵-۵۰۷۳۵۱۸ E-mail: abedy@um.ac.ir

داخل گیاه همراه است که گیاهان را برای درجه حرارت‌های زمستان و بهار آماده می‌کنند (Rasolzadegan, 1990). این تغییرات در پروتئین‌ها، چربی‌ها، میزان آب بافت‌ها، مواد محرک مقاومت، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه آزاد و ترکیب شده و اسیدهای نوکلئیک در دوره رکود دیده شده است (Durner & Gianforna, 1991). محققان در تحقیقات اولیه عامل اصلی رکود را قندها معرفی کردند، مقدار ناکافی آن را باعث رکود و علت خاتمه رکود توسط سرما را تحریک و تبدیل نشاسته به قند می‌دانستند. هیدرولیز نشاسته در بافت‌های چوبی و انتقال کربوهیدرات‌ها از پوست به جوانه‌ها و در نتیجه کاهش کربوهیدرات پوست و چوب، افزایش هیدرولیز پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه آزاد پوست را با خاتمه رکود مرتبط می‌داند (Wang, 1991).

افزایش قندها در جوانه‌ها ناشی از انتقال آنها از شاخه‌ها و پوست به جوانه‌ها است بنابر این کاهش سطح قند در شاخه‌ها با افزایش مقاومت جوانه‌ها به سرما مرتبط است (Rosa & Rallo, 2000). در دوره رکود میزان مقاومت به سرما بستگی به حضور معرف‌های ضد تشکیل هسته یخی مثل پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، اسیدهای آمینه و چربی‌ها دارد (Sung et al., 2003). غلظت بالای مواد غیرحلال خصوصاً قندها با وزن ملکولی کم در مرحله رکود به طور قابل ملاحظه‌ای در درختان مقاوم گزارش شده است (Gusta et al., 1983). کاهش ذخیره کربوهیدرات در گیاهان چوبی باعث کاهش مقاومت به سرما می‌شود که به خوبی شناخته شده است. کاهش نشاسته به حداقل و افزایش قندهای محلول به حداکثر باعث افزایش سازش‌پذیری درختان به سرمای پاییز و زمستان می‌شود (Xavier & Ameglio, 2007). رکود و مقاوم شدن از مراحل خاصی پیروی می‌کند، نخستین مرحله تجمع مواد قندی است که در پرتوپلاست افزایش می‌یابد، کاهش مقدار آب سلولی در واکوئل و سیتوپلاسم و سازمان‌دهی مجدد غشاء سلولی که باعث تحمل سرمای سرد در گیاهان می‌شود. توسعه جوانه‌های که در فصل رشد قبل به وجود آمده اند، در دوره رکود متوقف شده و دمای سرد باعث بسته ماندن فلس‌ها و حفاظت آنها در طی دوره سرما می‌شود (Westwood, 1993). غلظت قند و پرولین در مرحله رکود افزایش می‌یابد، در حالی که غلظت نشاسته کاهش می‌یابد (Aron et al., 2007). پرولین از اسیدی شدن جلوگیری کرده و تنش سلولی را کاهش می‌دهد و تجمع آن در گیاهان ممکن است در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ایجاد می‌شود (Hare & Cress, 2004). در گیاه سویا فعالیت پرولین با کاهش دما، افزایش می‌یابد و بیشترین مقدار آن در زمستان بود (Chen & Ane, 2005) در گیاهان حساس به سرما افزایش پرولین سلولی به حدی نیست که موجب افزایش مقاومت شود، مگر اینکه مقادیر بالایی پرولین قبل از تنش به وجود آمده باشد (Yelonsky, 1979). تحقیقات اهمیت غلظت پایین آب میان بافتی، پروتئین ذخیره شده و کربوهیدرات‌ها برای عمل آنتی فریز در زمستان را در انگور نشان داده است (Meierin et al., 1980). مقاومت کمتر هلو نسبت به سیب را می‌توان به سطح بالای آب میان بافتی آن دانست (Faust, 1987). بیان شده که حالت آب (آزاد یا باند شده) با مقاومت به سرما و رکود رابطه دارد و در محیط مرطوب افزایش پرولین در مقاومت به سرما کمتر رخ می‌دهد (Kirnak et al., 2001; Faust, 1987). بررسی‌های صورت گرفته روی ارقام زردآلو در ایران نشان داده است که این ارقام دارای تنوع ژنتیکی فراوانی است که باعث مقاومت تعدادی از آنها به تنش‌های محیطی خصوصا مقاومت به سرما می‌شود (Njatian, 2001). پژوهش‌های اخیر صورت گرفته روی ارقام پسته نشان داد که بین قند محلول، پرولین و آب میان بافتی با رکود جوانه‌ها و مقاومت آنها به سرما ارتباط مستقیم وجود دارد (Pakkish, 2009). هدف از این پژوهش بررسی ارتباط بین ترکیبات شیمیایی با مقاومت به سرما و زمان رسیدن ارقام مختلف زردآلوی مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

ارقام مورد مطالعه ازکلکسیون زردآلو ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلمکان واقع در ۳۰ کیلومتری غرب مشهد تهیه گردید. این ارقام عبارتند از دو رقم زردآلوی زودرس (پیش‌رس طبس و نوری پیش‌رس)، دو رقم

زردآلوی میان‌رس (شاهرودی و کتابی) و دو رقم زردآلوی دیررس (شاهرود ۵۱ و شاهرود۲۹).

برای هر رقم چندین شاخه به طول ۳۰ سانتی‌متر که حاوی جوانه‌های زایشی و رویشی بودند در فصول پاییز و زمستان از پانزدهم مهرماه به فواصل زمانی ۳۰ روز تا پانزدهم اسفند از درختان بالغ در سال‌های ۸۸ و ۱۳۸۷ انتخاب شدند. این آزمون به صورت آزمایش فاکتوریل در پایه طرح کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. شاخه‌ها انتخاب شده به منظور آزمایش اندازه‌گیری قند، نشاسته، آب میان بافتی و پرولین به آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه مشهد انتقال یافت. آنالیز دادها توسط نرم‌افزارهای JMP و MSTAT-C و رسم شکل‌ها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول

به این منظور نیم گرم نمونه از جوانه‌های زایشی و رویشی بصورت جداگانه تهیه و توزین شدند، برای هر رقم و هر زمان ۴ نمونه صورت گرفت. سپس در هاون چینی آسیاب شده و مقدار ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه شد. قسمت بالای محلول (بخش شناور) جدا گردیده و با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد مجدداً استخراج عصاره بر روی رسوبات باقی مانده ادامه یافت. عصاره استخراج شده به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ۴۵۰۰ قرار گرفتند. ۱۰۰ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده، ۳ میلی‌لیتر معرف انترون به آن اضافه گردیده و به مدت ۱۰۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. نمونه‌ها پس از سرد شدن میزان جذب آنها در طول موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید. به منظور رسم منحنی استاندارد محلول‌های با غلظت ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر گلوکز تهیه و جذب رنگ محلول‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار قند های محلول بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک محاسبه و ارائه گردید (Somogyi & Nelson, 1952).

اندازه‌گیری نشاسته

نیم گرم نمونه گیاهی را برای جدا کردن نشاسته در اتانول ۸۰ درصد به حالت یکنواخت در آورده شد، مخلوط مذکور سانتریفیوژ شده و بخش زیری با اتانول ۸۰ درصد چندین مرتبه شستشو می‌شود، باقیمانده در حمام آب گرم خشک سپس ۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۶/۵ میلی‌لیتر پر کلریک ۵۲ درصد اضافه شده و در دمای صفر درجه سانتی‌گراد عصاره‌گیری می‌گردد. مخلوط فوق سانتریفیوژ و بخش رویی نگهداری و با اسید پرکلریک عصاره‌گیری تکرار گردید و مجددا سانتریفیوژ گردید و بخش رویی نگهداری و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. ۰/۱ تا ۰/۲ میلی‌لیتر از بخش رویی را با آب دیونیزه به حجم یک میلی‌لیتر رسانده و ۴ میلی‌لیتر معرف انترون را به هر لوله آزمایش اضافه و در حمام آب گرم در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ دقیقه قرار گرفت، سپس لوله ها به سرعت سرد شده و شدت رنگ را به وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر خوانده و در نهایت از گلوکز برای تهیه محلول استاندارد استفاده گردید و میزان نشاسته بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک محاسبه گردید (Hedge & Hofreiter, 1962).

اندازه‌گیری محتوی آب جوانه‌ها

برای اندازه‌گیری آب جوانه‌ها در هر تکرار ۱۰ جوانه تهیه و بلافاصله برای تعیین وزن تر با استفاده از ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن گردید. سپس در فویل آلومینیومی پیچیده و به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس وزن خشک مجدداً اندازه‌گیری شد.

درصد رطوبت جوانه‌ها طبق رابطه زیر محاسبه شد (Kirnak et al., 2001):

$$\text{Water Content (\%)} = \frac{\text{fw} - \text{DW}}{\text{DW}} \times 100$$

در این معادله fw وزن تر و DW وزن خشک است.

اندازه‌گیری پرولین

۱/۲۵ گرم نواین هیدرین در ۳۰ میلی‌لیتر اسیداستیک حل کرده، سپس ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار به محلول اضافه گردیده و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته تا تثبیت گردد. ۰/۲ گرم جوانه را در ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳ درصد اسید سولفوسالیسیلیک سائیده و مخلوط یکنواخت تهیه و عصاره حاصل با سانتریفیوژ ۱۰/۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شده

۲ میلی‌لیتر از مایع رویی با ۲ میلی‌لیتر از معرف ناین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص مخلوط و به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. لوله‌ها محتوی مخلوط در حمام یخ سرد گردیده و به هر یک از نمونه‌ها ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه و تکان داده شد. پس از حدود ۲۰ ثانیه دو لایه در لوله تشکیل می‌شود که از لایه رنگی فوقانی برای اندازه‌گیری غلظت پرولین استفاده گردید. جذب رنگ محلول در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط اسپکترفتومتر تعیین شده و با استفاده از محلول ۵۰۰ میکرومول بر لیتر پرولین خالص رسم گردید. از محلول مذکور غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میکرومول بر لیتر تهیه شدند و منحنی آنها بر حسب میلی‌مول بر لیتر رسم گردید (Bates et al., 1973).

نتایج و بحث

قندهای محلول و نشاسته

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان قندهای احیاءکننده در جوانه‌های راکد ارقام زردآلو در طی فصل پاییز و زمستان سال ۸۸-۱۳۸۷ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار قند در جوانه‌های زایشی و رویشی زردآلوی رقم شاهرود ۵۱، کمترین آنها در جوانه‌های زایشی و رویشی رقم پیش‌رس طبس وجود دارد. بین ارقام کتابی و شاهرود ۲۹ تفاوتی در میزان قندهای جوانه از لحاظ آماری مشاهده نشد ولی بین سایر ارقام در سطح ۵ درصد این تفاوت معنی‌دار بود. همچنین بین جوانه‌های زایشی و رویشی در تمام ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری در میزان قندهای محلول مشاهده نگردید.

بررسی‌ها نشان داد که میزان نشاسته موجود در جوانه‌های در حال رکود ارقام زردآلو بیشترین مقدار نشاسته در جوانه‌های رقم شاهرود۲۹ مشاهده گردید، اما از نظر آماری با جوانه‌های ارقام شاهرودی، شاهرود۵۱، نوری و کتابی تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۱).

در طی ماه‌های مورد آزمایش بیشترین میزان قند محلول در ارقام زردآلو در دی ماه و کمترین میزان در اسفندماه اندازه‌گیری شد. از ابتدای پاییز با سرد شدن هوا به میزان قندهای محلول افزوده می گردد به طوریکه در سردترین ماه سال (دی‌ماه) بیشترین قند احیاءکننده در جوانه‌ها تجمع می‌یابد و سپس از مقدار آن کاسته می‌شود. همچنین اندازه‌گیری نشاسته در ماه‌های رکود جوانه‌ها در ارقام مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار نشاسته در ابتدای پاییز (مهرماه) در جوانه‌ها تجمع می‌یابد و سپس شروع به کاهش نموده و همزمان با فعالیت جوانه‌ها (اسفند ماه) مجدداً نشاسته در جوانه‌ها تجمع می‌یابد (جدول ۲).

مطالعات انجام شده در ارتباط با تغییرات قندهای محلول و نشاسته در درختان معتدله نشان می‌دهد که روند تغییرات نشاسته دقیقاً عکس تغییرات قندهای محلول است همراه با کاهش دما در فصل پاییز میزان نشاسته کاهش می‌یابد و به میزان محلول افزوده می‌شود، زیرا نشاسته پلی‌ساکاریدی است که بر اثر فعالیت آنزیم هایی چون آمیلاز و مالتاز به گلوکز تبدیل می‌شود (Hallowell, 1980). این نوع تبدیل (نشاسته به قندهای محلول) در گیاهان برای مقابله با تنش دمای پایین یک فاکتور مثبت تلقی می‌شود. تغییرات نشاسته و قندهای محلول در طی فصل رکود مشابه نتایجی بود که در مورد درختان هلو، گردو و سیب به دست آمده است (Ameglio et al., 2006; Durner & Gianforna, 1991; Sivacia, 2006).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری قندهای محلول در طی دوره رکود ارقام مورد آزمایش نشان می‌دهد که جوانه‌های رقم شاهرود ۵۱ در مهرماه بیشترین قندهای محلول را داشته است که با ارقام دیگر و ماه‌های دیگر در همان رقم این تفاوت معنی‌دار است. کمترین میزان قند در رقم پیش‌رس طبس و در ماه اسفند مشاهده گردید که با سایر ماه‌ها این تفاوت معنی‌دار بود ولی با ارقام نوری پیش‌رس و شاهرودی در اسفند ماه تفاوتی مشاهده نشد (شکل ۱).

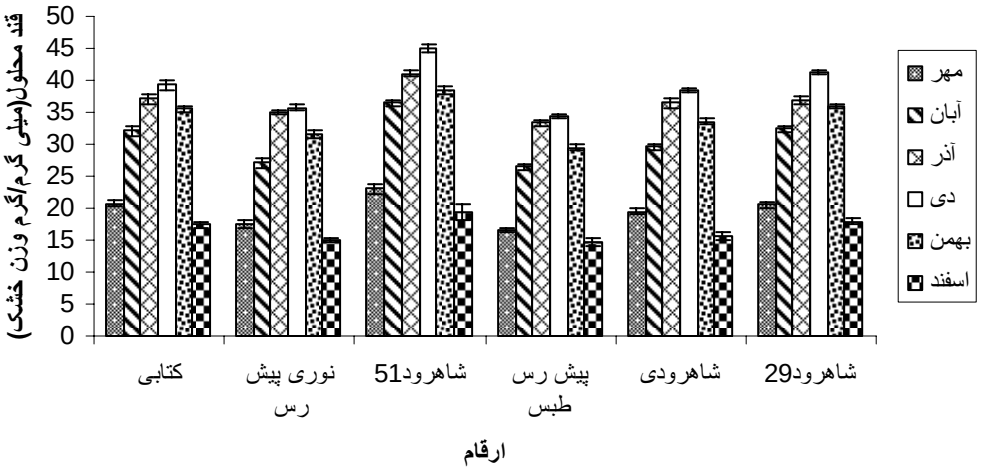
اندازه‌گیری نشاسته برای ارقام مورد مطالعه و طی زمان‌های مختلف نشان می‌دهد که بیشترین مقدار نشاسته در مهرماه و در رقم شاهرودی۲۹ مشاهده گردید که با سایر ماه‌ها در همین رقم و سایر ارقام این اختلاف معنی‌دار است و کمترین مقدار نشاسته در دی ماه و در رقم پیش‌رس طبس مشاهده گردید (شکل ۲). همان طور که نتایج نشان می‌دهد، در طول ماه‌های سرد

سال که دمای هوا افت شدیدی پیدا می‌کند، حداکثر میزان قند محلول در جوانه‌ها دیده می‌شود و به همان نسبت میزان نشاسته کاهش یافت، که این نشان می‌دهد، مکانیسم‌های تغییرات متابولیکی گیاه در سردترین ماه‌های سال چگونه نقش محافظت از گیاه را ایفا می‌کند این نتایج با یافته‌های پژوهشگران دیگر یکسان است (Ameglio et al., 2006; Gulen et al., 2009).

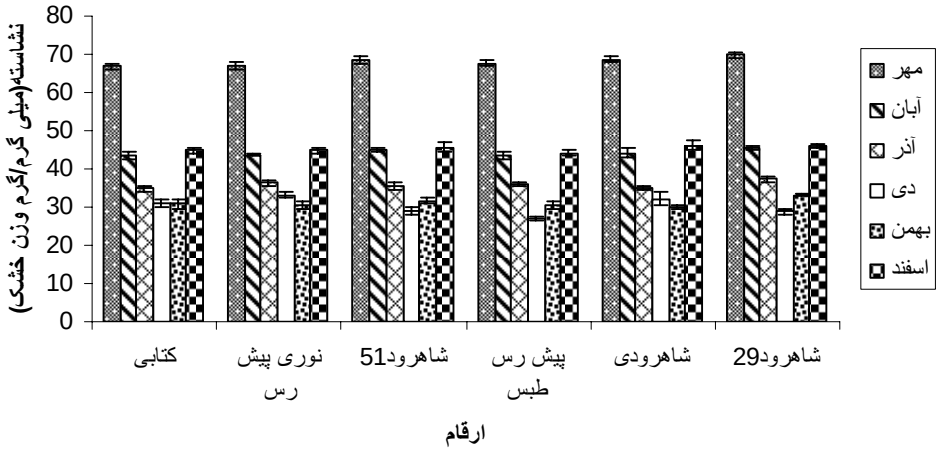
آب میان بافتی

طبق نتایج به دست آمده در طی فصل رکود جوانه‌ها در طی سال ۸۸-۱۳۸۷ درصد آب موجود در جوانه‌های رقم پیش‌رس طبس از بقیه ارقام بیشتر بود و رقم شاهرود ۵۱ کمترین آب موجود در جوانه را دارا بود. در طی ماه‌های مهر تا اسفند درصد آب جوانه‌ها در حال نوسان بوده است به طوریکه حداکثر درصد آب در طی ماه اسفند و حداقل آن نیز در طی ماه‌های آذر و دی مشاهده گردید (جدول‌های ۱ و ۲). به طور کلی بیشترین مقدار آب در رقم پیش‌رس طبس و در اسفندماه و کمترین مقدار آب نیز در رقم شاهرودی۵۱ و در دی ماه مشاهده گردید (شکل ۳).

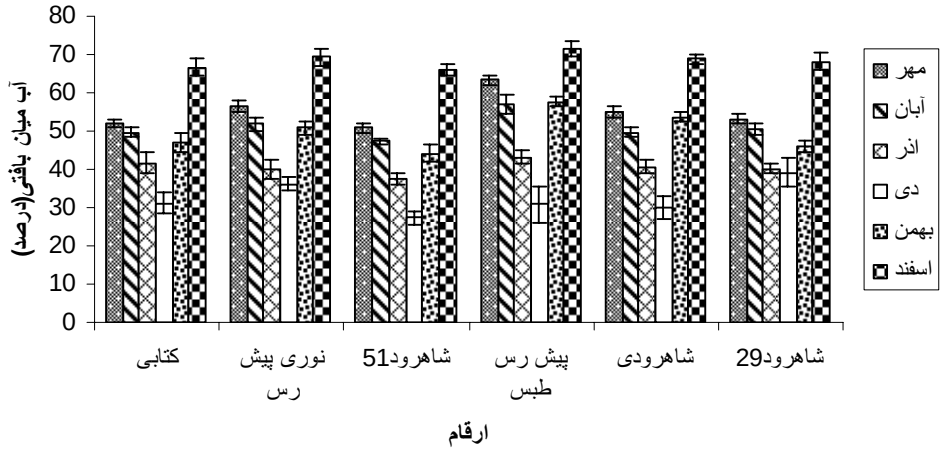
درختان میوه برای رشد و نمو احتیاج زیادی به آب دارند، ولی اگر در طی زمستان آب موجود در اسکلت و جوانه‌های درخت از یک حد معین تجاوز نماید باعث یخزدگی و مرگ گیاه می‌شود. طبق نتایج به دست آمده، آب موجود در جوانه‌هایی که دارای رکود واقعی هستند کمتر از سایر جوانه‌ها و یا جوانه‌های دارای رکود تحمیلی است و با برطرف شدن نیاز سرمایی آب جوانه‌ها افزایش می‌یابد (Faust et al., 1997). در هلو نیز چنین تغییراتی در مورد آب گزارش شده است. نتایج حاصل از این پژوهش، نیز با این یافته‌ها همخوانی دارد.



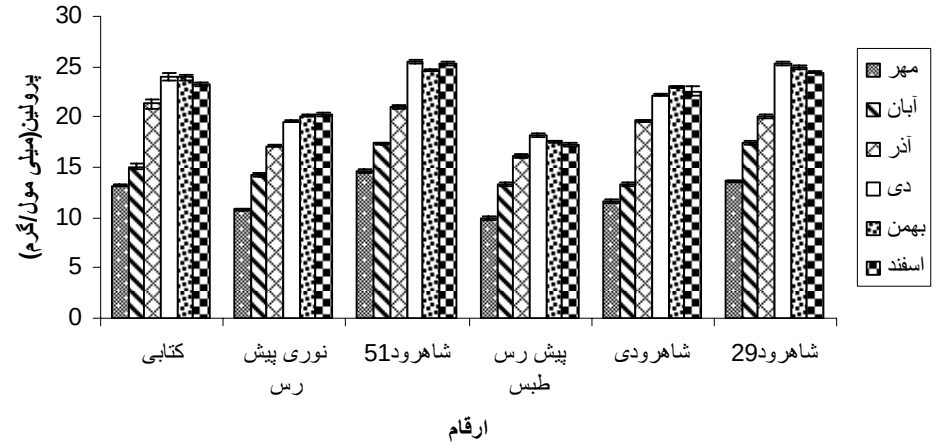
شکل ۱- مقایسه میانگین تغییرات قند محلول در مرحله رکود جوانه‌های زایشی ارقام زردآلو



شکل ۲- مقایسه میانگین تغییرات نشاسته درمرحله رکود جوانه‌های زایشی ارقام زردآلو



شکل ۳- مقایسه میانگین تغییرات آب میان بافتی درمرحله رکودجوانه‌های زایشی ارقام زردآلو



شکل ۴- مقایسه میانگین تغییرات پرولین درمرحله رکودجوانه‌های زایشی ارقام زردآلو

جدول ۱- مقایسه میانگین تغییرات ترکیبات شیمیایی در ارقام زردآلو در دوره رکود

ارقام / صفات	کتابی		نوری		شاهرودی ۵۱		طبسی		شاهرودی		شاهرودی ۲۹	
	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی
قندهای محلول (mg/gDw)	۳۰/۹ B	۲۶/۷۶ B	۲۷/۵۴ D	۲۶/۳۴ D	۳۴/۳۶ A	۳۳/۴۸ A	۲۶/۲۸ E	۲۵/۳۳ E	۲۹/۳۱ C	۲۸/۳۵ C	۳۱/۳۹ B	۳۰/۲۶ B
نشاسته (mg/gDw)	۴۱/۷۴ B	۴۲/۲۴ AB	۴۳/۱۳ AB	۴۲/۱۵ AB	۴۲/۰۶ ABC	۴۲/۹۲ A	۴۱/۸۱ BC	۴۱/۰۵ B	۴۲/۵۹ ABC	۴۲/۷۶ A	۴۳/۳۲ A	۴۳/۶۸ A
آب میان بافتی (٪)	۴۵/۰۷ CD	۵۲/۵۹ B	۷۴/۴ AB	۵۴ B	۴۳/۲۶ D	۴۷/۸۱ C	۴۹/۴۴ A	۵۶/۹۲ A	۴۶/۵۸ BC	۵۲/۶۸ B	۴۶/۶۲ BC	۵۵/۴۴ B
پرولین (µmol/mgFw)	۲۰/۴۹ B	۱۹/۷۴ C	۱۷/۲۱ D	۱۶/۸۴ E	۲۱/۴۹ A	۲۱/۲۴ A	۱۵/۶ E	۱۵/۱۸ F	۱۸/۷۹ C	۱۸/۶۷ D	۲۱/۱۶ B	۲۰/۸۶ B

* در هر ردیف میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین تغییرات ترکیبات شیمیایی در ماه‌های مختلف دوره رکود

ارقام / صفات	مهر		آبان		آذر		دی		بهمن		اسفند	
	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی	جوانه رویشی	جوانه زایشی
قندهای محلول (mg/gDw)	۱۹/۶۷ E	۱۹/۵۵ E	۳۱/۶۵ D	۲۹/۷۳ D	۳۷/۶۲ B	۳۵/۵۸ B	۳۹/۱۵ A	۳۸/۹ A	۳۴/۶۴ C	۳۳/۵ C	۱۷/۰۵ F	۱۶/۲۷ F
نشاسته (mg/gDw)	۶۸/۴۴ A	۶۷/۷۴ A	۴۳/۷۱ C	۴۴/۷۵ B	۳۵/۱۲ D	۳۶/۵۵ C	۳۰/۲۴ E	۳۰/۰۷ D	۳۱/۴ E	۳۰/۸ D	۴۵/۷۱ B	۴۴/۷۵ B
آب میان بافتی (٪)	۵۳/۱۵ B	۵۷/۱۷ B	۵۰/۱۵ C	۵۱/۹ C	۳۶/۲۱ E	۴۲/۷۸ D	۲۶/۰۱ F	۳۸/۸۵ E	۴۷/۷۷ D	۵۱/۹۹ C	۶۵/۰۸ A	۷۱/۷۵ A
پرولین (µmol/mgFw)	۱۲/۴۷ E	۱۲/۱۴ D	۱۵/۳۴ D	۱۴/۹۴ C	۱۹/۴۴ C	۱۸/۹۶ B	۲۲/۶۸ A	۲۲/۲۵ A	۲۲/۵۶ A	۲۲/۱۶ A	۲۲/۲۶ A	۲۲/۰ A

* در هر ردیف میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

پرولین

نتایج آزمایش اندازه‌گیری پرولین نشان می‌دهد که بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری وجود دارد در جوانه‌های رقم شاهرودی ۵۱ بیشترین پرولین موجود است که اختلاف آن با سایر ارقام معنی‌دار می‌باشد. کمترین مقدار پرولین در جوانه‌های زایشی رقم طبسی مشاهده شد که با سایر ارقام و جوانه‌های رویشی خود این رقم تفاوت معنی‌دار است (جدول ۱).

همچنین دیده شد که همزمان با کاهش دما در فصل پاییز مقدار پرولین افزایش می‌یابد و در دی ماه به حداکثر مقدار خود می رسد اما این مقدار برای ماه‌ها با بهمن و اسفند تقریبا ثابت باقی می ماند (جدول ۲).

بیشترین مقدار پرولین در دی ماه و برای رقم شاهرودی ۵۱ مشاهده شد اما از نظر آماری با رقم شاهرودی ۲۹ اختلاف مشاهده نگردید (شکل ۴).

همانطور که اندازه‌گیری پرولین در این پژوهش نشان می‌دهد که مقدار آن در جوانه‌های در حال رکود از مهر تا اسفند افزایش می‌یابد، تحقیقات انجام شده بر روی زردآلود و هلو نتایج حاصل از پژوهش حاضر را تأئید می‌کنند، زیرا این الگوی تغییر پرولین در آنها نیز دیده شده است (EL-Mansy & Walker, 1969; Lassheen & Chaplin, 1971).

اندازه‌گیری ترکیبات نشان داده است، قند محلول، نشاسته و پرولین در ارقام دیررس زردآلو بیشتر از ارقام زودرس و میان‌رس می‌باشد، که می‌تواند یکی از دلایل مقاومت آنها به سرمای زمستان و بهار باشد ولی مقدار آب بافت‌ها در ارقام زودرس بیشتر از ارقام دیررس و میان‌رس بود که می‌تواند نشان‌دهنده ارتباط بین حساسیت به سرمای بهاره و زمستانه این ارقام با آب بیشتر در بافت‌های آنها باشد.

REFERENCES

1. Ameglio, T., Alves, G., Decurteix, M., Poirer, M., Bonhome, M., Guiliot, A., Sake, S., Brunel, N., Petel, G., Regcau, R., Cochard, H., Julien, J. L. J. & Lacointe, A. (2006). Winter biology in walnut tree: Freezing tolerance by cold acclimation and embolism repair. *Acta Horticulturae*, 241-250.
2. Aron, J., Suzanne, M., Volenec, J. & Zachary, J. (2007). Differences in freeze tolerance of zoysia grasses: carbohydrate and proline accumulation. *Crop Science*, 47, 2170-2181.
3. Bates, L., Waldren, P. P. & Teare, J. D. (1973). Rapid determination of the free proline of water stress studies. *Plant Soil*, 39, 205-201.
4. Chen, Y. Z. & Ane, L. (2005). The relationship between seasonal changes in anti oxidative system and freezing tolerance in the leaves in Woody plants. *Science Horticulture*, 73, 272-279.
5. Durner, E. D. & Gianforna, T. J. (1991). Peach pistil carbohydrate and misture contents and growth during controlled deacclimation following ethephon application. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 116(3), 507-511.
6. EL-Mansy, H. I. & Walker, D. R. (1969). Seasonal fluctuations of amino acids, organic acids, and simple sugars in “Elbert” peach and “Chinese” Apricot flower buds during and after rest. *American Society for Horticultural Science*, 94, 184-192.
7. Faust, M. (1987). *Physiology of temperate zone fruit trees*. John Wileg and Sons New York: 338p.
8. Faust, M., Erez, A., Rowland, L. J., Wang, S. Y. & Norman, H. A. (1997). Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. *Hort Science*, 34(4), 623-629.
9. Gulen, H., Consev, A. & Eris, A. (2009). Cold hardiness of olive cultivars in cold-acclimated and non acclimated stages: seasonal alteration of soluble sugars and phospholipids. *Journal of Agricultural Science*, 1-9.
10. Gusta, L.V., Tyler, N. J. & Chen, T. H. H. (1983). Deep under cooling in woody taxa growing north of the -40 degrees-c iso therm. *Plant Physiology*, 72, 122-128.
11. Hallowell, E. R. (1980). *Cold and freezer storage manual*. AVI. Wetsport. CT. 195P
12. Hare, P. D. & Cress, W. A. (2004). Implications of stress induced proline accumulation in plant. *African Journal of Biotechnology*, 9(7), 1008-1015.
13. Hedge, J. E. & Hofreiter, B. T. (1962). In: whistler, R. L. and J. N. Be-Miller (Eds), *Carbohydrate chemistry*, Academic press, New York.211p.
14. Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I. & Higgs, D. (2001). The influence of water deficit on Vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in egg plants. *Plant Physiology*, 27, 34-46.
15. Lassheen, A. M. & Chaplin, C. E. (1971). Biochemical Comparison of Seasonal Variations in three peach cultivars differing in cold hardiness. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 96(2),

154-159.
16. Meiering, A. G., Paroschy, J. H., Peterson, R. L. & Neff, A. (1980). Mechanical freezing injury in Grapvine trunks. *Amreican Society for Enology and Viticulture*. 81-89.
17. Mir Mohamady Maibody, S. A. M. (2003). *The physiological and breeding aspect, cold and freezing stress in crops*. Golbon Publication. (In Farsi).
18. Nejatian, M. A. (2001). *Evaluation of genetic variation, some of apricot (Prunus armeniaca L.) cultivars in local of Iran*. Ph. D. Thesis. Faculty of Agriculture Tarbiat modares University, Iran. (In Farsi).
19. Pakkish, Z. (2009). *Evaluation of cold hardiness, physical and biochemical changes, during endo-dormancy and heat requirement of pistachio (Pistacia vera L.) cultivars*. Ph. D. Thesis. Faculty of Agriculture Shiraz University, Iran. (In Farsi).
20. Rasolzadegan, Y. (1990). *Temperate-zone pomology*. Isfehan University Publication. (In Farsi).
21. Rosa, R. D. L. & Rallo. (2000). Olive floral bud growth and starch content during winter rest and spring bud-break. *Hortscience*, 35(7), 1223-1227.
22. Sivacia, A. (2006). Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings. *Scientia Horticulturae*, 109, 234-237.
23. Somogyi, J.D. & Nelson. (1952). A critical examination of the Nelson – Somogyi method for the determination of reduce sugar. *Analytical biochemistry* , 15(3), 373-381.
24. Sung, D. Y., Kaplan, F., Lee, K. J. & Guy, C. L. (2003). Acquired tolerance to temperature extremes. *Trends Plant Science*, 8, 179-189.
25. Westwood, M. N. (1993). *Temperate zone pomology*. Freeman and Co Timer press. Organ 482p.
26. Wang, C. Y. (1991). *Chilling injury of Horticultural Crops*. 328 pages.
27. Xavier, M. & Ameglio, T. (2007). Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European Oak Species. *Tree Physiology*, 27, 817-825.
28. Yelonsky, G. (1979). Accumulation of free proline in citrus leaves during cold hardening of young tree in controlled temperature regimes. *Plant Physiology*, 64, 425-427.
29. Xavier, M. & Ameglio, T. (2007). Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European Oak Species. *Tree Physiology*, 27, 817-825.