

تعیین نیاز سرمایی و گرمایی جوانه گل چند رقم زردآلو

جعفر حاجی‌لو^{۱*} و سحر توپچی‌زاده تبریزیان^۲

*۱- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز (J_Hajilou@Tabrizu.ac.ir)

۲- دانشجوی دکتری باغبانی میوه کاری دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۹

چکیده

به منظور تعیین نیاز سرمایی و گرمایی و تغییرات پرولین جوانه‌های گل در ۴ رقم زردآلو شامل تبرزه، شاملو، عسگرآباد و شکرپاره آزمایش حاضر در سال ۹۳-۹۲ در ایستگاه تحقیقات خلعت پوشان (دانشگاه تبریز) انجام شد. شاخه‌های یکساله (از ۲۳ مهر ۹۲) با قطر و طول یکسان در هر هفته بعد از برداشت از درخت به اتاقک رشد انتقال یافتند. وضعیت جوانه‌ها از نظر مراحل فنولوژیکی، وزن تر و خشک در هر مرحله از نمونه برداری مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه نیاز سرمایی ارقام از مدل‌های مختلف استفاده شد. جهت برآورد نیاز گرمایی نیز از روش درجه رشد ساعت (GDH) استفاده شد. نتایج نشان داد که در تمامی مدل‌های مورد استفاده رقم‌های تبرزه و شاملو (۶۳۹ واحد سرمایی) دارای بیشترین میزان نیاز سرمایی و رقم عسگرآباد (۶۲۱ واحد سرمایی) دارای کمترین میزان نیاز سرمایی بود. از نظر میزان نیاز گرمایی رقم‌های تبرزه و شاملو، (۳۰۶۰ درجه رشد ساعت (GDH)) حداقل نیاز گرمایی و رقم عسگرآباد (۳۲۵۴ درجه رشد ساعت (GDH)) بیشترین نیاز گرمایی را داشت. هم‌چنین وزن تر و خشک جوانه‌ها قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد اختلاف معنی‌داری را در تاریخ‌های مختلف نمونه برداری نشان دادند. بررسی تغییرات پرولین در ارقام مورد مطالعه در طی رکود بیانگر آن است که از نظر مقدار پرولین در تاریخ‌های مختلف نمونه برداری اختلاف معنی‌داری بین رقم و تاریخ‌های مختلف نمونه برداری وجود داشت. به طوری که رقم تبرزه دارای کمترین میزان پرولین آزاد و رقم شاملو دارای بیشترین میزان بود. استفاده از ارقام با نیاز سرمایی و گرمایی بالا در اجتناب از سرماهای دیررس بهاره امری ضروری به شمار می‌آید.

کلید واژه‌ها: نیاز سرمایی، نیاز گرمایی، پرولین، زردآلو، درجه رشد ساعت (GDH).

مقدمه

نزدیک استوا که سرمای زمستانه ندارند پرورش دهند. در این نواحی به دلیل وجود زمستان‌های گرم نیاز سرمایی درختان تامین نمی‌شود که این موضوع به عنوان یک عامل محدودکننده مهم در تولید محصولات معتدله مطرح می‌باشد (Saure, 1985). درختان میوه مناطق معتدله در چرخه‌ی رشد سالیانه خود به یک دوره سرما نیاز دارند تا بعد از آن با مهیا شدن شرایط مناسب جهت رشد، شکوفایی طبیعی جوانه‌ها اتفاق افتد. حداقل زمان لازم برای سرمادهی یک رقم در طی فصل

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در نحوه پراکنش گیاهان پدیدۀ فیزیولوژیکی رکود است (Saure, 1985). رکود جوانه مرحله‌ای از نمو می‌باشد که به صورت سالیانه در درختان رخ می‌دهد و آن‌ها را برای بقاء در برابر شرایط نامساعد محیطی در زمستان قادر می‌سازد. موضوع رکود درختان میوه در بین محققین از زمانی بیشتر مورد توجه قرار گرفت که تلاش نمودند درختان میوه مناطق معتدله را در مناطق استوایی یا

باغی مهم در ایران به‌ویژه منطقه آذربایجان مطرح بوده که محصول آن به‌صورت تازه‌خوری، کمپوت، مربا، برگه زردآلو و غیره مصرف داخلی و جنبه صادراتی دارد. زردآلو با دارا بودن مقادیر زیادی پتاسیم، ویتامین آ، فسفر و حدود نوزده نوع اسیدآمین، که در میان آن‌ها آسپارتیک، آرژنین، گلوتامین و متیونین، بیشترین سهم را دارند، دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی در میان میوه‌ها می‌باشد (Tamassy and Zayan, 1983). درخت زردآلو به‌عنوان یک درخت زودگل و حساس به سرمازدگی شناخته شده است. با توجه به زودگل بودن این درخت در کاشت و عمل‌آوری این محصول حساسیت به سرمازدگی در جریان گلدهی از عوامل محدودکننده کاشت می‌باشد به‌طوری‌که این عامل محدودکننده در نواحی مستعد اغلب موجب از بین رفتن بخش مهمی از محصول می‌شود. سرمازدگی موجب کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شود (Dezham pour, 2001). با توجه به این‌که اکثر مناطق آذربایجان دارای آب‌وهوای سرد می‌باشد انتخاب و کاشت ارقامی از زردآلو که دارای نیاز سرمایی و گرمایی بالای باشد مهم به نظر می‌رسد. در این راستا می‌توان با شناخت کافی از میزان نیاز سرمایی و گرمایی، و انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های برتر با نیاز سرمایی و گرمایی بالا، به‌منظور کاهش خطرات یخبندان‌های دیررس بهاره راندمان تولید را افزایش داد. در اکثر مناطق معتدله، دیرگلی برای اجتناب از یخبندان دیررس بهاره از اهداف اصلی در برنامه‌های اصلی به حساب می‌آید (Dezham pour, 2001). پژوهش حاضر جهت مطالعه نیاز سرمایی و نیاز گرمایی ارقام زردآلو و تأثیر آن بر زمان گلدهی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق ۴ رقم زردآلو شامل تبرزه، شاملو، عسگرآباد و شکرپاره در سال ۹۳-۹۲ از ایستگاه

سرما که موجب از سرگیری رشد طبیعی آن در فصل رویش می‌شود در اصطلاح "نیاز سرمایی" آن رقم نامیده می‌شود (Westwood, 1987). نیاز سرمایی و محدوده‌ی دمایی مؤثر در گونه‌ها و حتی ارقام مختلف متفاوت است (Byrne and Bacon, 1992؛ Erez, 2000؛ Faust *et al.*, 1998). نیاز سرمایی یک خصوصیت سازگاری بوده و به منطقه خواستگاه گیاه بستگی دارد. نیاز سرمایی به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود (Fennell, 1999). دانستن نیاز سرمایی ارقام اثرات اقتصادی و کاربردی مهمی بر کنترل، نگهداری و تولید درختان میوه داشته و چنین اطلاعاتی جهت تشخیص نواحی مناسب برای کاشت ضروری است (Viti *et al.*, 2010). در صورت کاشت ارقام در نواحی که قادر به تامین نیاز سرمایی نیست، رشد زایشی و رویشی به خوبی صورت نخواهد گرفت (Fennell, 1999). در صورت کاشت ارقام با نیاز سرمایی پایین در مناطق با زمستان‌های سرد، به‌دلیل تامین سریع نیاز سرمایی گلدهی زود هنگام اتفاق افتاده و سرمای دیررس بهاره می‌تواند خسارات شدیدی را به این درختان وارد نماید. به‌طورکلی دماهای پایین در رفع نیاز سرمایی بهتر عمل می‌کند (Fennell, 1999). زمان گلدهی در بیشتر درختان میوه صفت مهمی می‌باشد. این صفت به شرایط آب‌وهوایی زمستان جهت شکستن رکود درونی و میزان اختلاف در نیازهای سرمایی و گرمایی در بین ژنوتیپ‌ها بستگی دارد. در مقایسه با نیاز سرمایی مطالعات در خصوص نیاز گرمایی و تأثیرات آن بر گلدهی در درختان میوه کمتر انجام شده است (Citadin *et al.*, 2000). ارقام زردآلو تفاوت‌هایی را از نظر تاریخ گلدهی نشان داده‌اند و نتایج نشان‌دهنده رابطه مثبت بین نیاز سرمایی و تاریخ گلدهی می‌باشد (Martynez *et al.*, 2000). زردآلو به‌عنوان یکی از محصولات

که در جدول (۲) آورده شده است در تمامی مدل‌های به کار برده شده به دماهای بالا اثر منفی و به دماهای پایین‌تر از ۱/۵ درجه، اثر خنثی داده شده است. برای برآورد وزن تر و خشک جوانه‌های گل، در هر رقم چهار تکرار و در هر تکرار ۵ جوانه از قسمت میانی شاخه انتخاب شدند. سپس وزن تر هر تکرار به‌طور جداگانه توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. هر یک از نمونه‌های ۵ تایی پس از تعیین وزن تر در داخل پتريدیش‌های شیشه‌ای قرار گرفت به مدت ۴۸ ساعت داخل آن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برآورد نیاز گرمایی پس از پایان رکود گیاهی (خروج از رکود عمیق) تا زمان بیداری ۵۰٪ جوانه‌ها در طبیعت صورت گرفت. در این فاصله زمانی تجمع دماهای بالای صفر گیاهی (۴/۵ درجه سانتی‌گراد) از طریق دماهای به‌دست آمده از دستگاه ترموگراف محاسبه گردید و به‌صورت درجه ساعت رشد^۴ (GDH) به‌عنوان نیاز حرارتی ارقام منظور گردید (Valentini, *et al.*, 2004). نمونه‌برداری جهت بررسی تغییرات پرولین در طی رکود جوانه گل هر ۱۵ روز یک‌بار انجام گرفت و از روش (Bates *et al.*, 1973) استفاده شد. در این روش ۰/۵ گرم جوانه وزن شده و با ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳٪ مخلوط و ساییده شد. مخلوط همگن به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰g سانتریفوژ گردید. بعد از اتمام سانتریفوژ از عصاره حاصل ۱ میلی‌لیتر در لوله آزمایش ریخته و ۱ میلی‌لیتر معرف اسید نینهیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال به آن افزوده شد. لوله‌های آزمایش به مدت یک ساعت در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خنک شدن نمونه‌ها، به هر لوله آزمایش ۲ میلی‌لیتر تولوئن اضافه و به مدت ۳۰ ثانیه تکان داده شدند. در این حالت دو فاز تشکیل گردید و پرولین وارد فاز تولوئن شد که یک فاز قرمز رنگ در قسمت بالای لوله‌ها تشکیل شد. میزان جذب نمونه‌های استخراج

تحقیقات خلعت‌پوشان (دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز) انتخاب شدند. ارقام انتخابی جزو ارقام غالب و تجاری استان با سطح زیرکشت بالا می‌باشند. جهت تعیین نیاز سرمایی جوانه‌های گل از هر رقم ۴ تکرار و از هر تکرار ۴ شاخه به طول تقریباً ۳۰ سانتی‌متر و قطر یکسان برداشته شد. اولین نمونه‌برداری زمانی صورت گرفت که دماهای بالا با اثر منفی در رفع نیاز سرمایی به ندرت اتفاق افتاد (۲۳ مهر). سپس با فاصله ۷ روز تا زمان رفع نیاز سرمایی این عمل تکرار شد. نمونه‌ها پس از برداشت در داخل کیسه‌های پلاستیکی دربسته به آزمایشگاه بیولوژی گل دانشگاه تبریز منتقل گردیده و توسط قارچ‌کش بنومیل (با غلظت ۱ در هزار) ضدعفونی شدند و پس از ایجاد برش تازه در ته شاخه به‌وسیله قیچی باغبانی، شاخه‌ها در محلول ساکارز ۵٪ قرار گرفتند. سپس در داخل اتاقک رشد در دمای ۲۵ درجه و رطوبت ۷۰ درصد به مدت ۱۰ روز قرار گرفت. بعد از ۵ روز محلول ساکارز تعویض شده و ته شاخه‌ها دوباره در حد ۰/۵ سانتی‌متر قطع شد. بعد از ۱۰ روز قرارگیری در اتاقک رشد مرحله نموی جوانه‌های گل مورد ارزیابی قرار گرفت و رفع نیاز سرمایی زمانی در نظر گرفته شد که بعد از ۱۰ روز قرارگیری در اتاقک رشد ۳۰ درصد جوانه‌ها در مرحله B-C^۱ فلیکینگر^۲ باشد (Ruiz *et al.*, Albuquerque *et al.*, 2008). دمای هر ساعت از زمان شروع آزمایش تا پایان رکود جوانه‌ها توسط دستگاه ترموگراف که در باغ نصب شده بود ثبت شد و سپس نیاز سرمایی ارقام مورد مطالعه زردآلو توسط مدل‌های: (۱) یوتا^۳ (۲) مدل کارولینای شمالی (۳) مدل گیلبرت و بوجان (۴) مدل تعداد ساعت دمای ۷-۰ درجه (۵) مدل تعداد ساعت با دمای کمتر از ۷ درجه مورد محاسبه قرار گرفت (Saure, 1985; Egea *et al.*, 2003). همان‌طور

۱- به مرحله‌ای اطلاق می‌شود که جوانه کم‌کم فعالیت خود را شروع کرده و نوک گلبرگ نمایان می‌شود.

2- Fleckinger
3- Utah

ارزش دماهای مؤثر در ۳ مدل یوتا، کارولینای شمالی و گیلرت در جدول (۲) آورده شده است (Egea et al., 2003). متفاوت بودن نیاز سرمایی در ارقام مورد مطالعه با نتایج سایر محققین در مورد تفاوت نیاز سرمایی ارقام مختلف مطابقت دارد (Ruiz et al., 2007)؛ Ruiz et al., 2008). در مطالعه Ruiz et al., 2008 همکاران (۲۰۰۷) بر میزان نیاز سرمایی ارقام مختلف زردآلو در اسپانیا مشخص شد که رقم کوروت^۱ با داشتن ۵۶۹ واحد سرمایی (بر حسب مدل یوتا) دارای کمترین نیاز سرمایی و رقم ارنج رد^۲ با ۱۲۶۶ واحد سرمایی (بر حسب مدل یوتا) بیشترین نیاز سرمایی را به خود اختصاص داده است.

Albuquerque و همکاران (۲۰۰۸) میزان نیاز سرمایی ارقام گیلرت را بر اساس مدل یوتا بین ۳۹۷ تا ۱۰۰۱ واحد سرمایی عنوان کردند. Junior و همکاران (۲۰۰۶) میزان نیاز سرمایی ارقام هلوی مورد مطالعه خود را در برزیل ۱۵۰ تا ۲۰۰ واحد سرمایی گزارش کردند. تحقیقات انجام شده توسط Seif و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد که در رقمی از سیب بر روی پایه MM106 خروج از مرحله اندودرمانسی پس از ۱۷۳ ساعت دمای $7/2 <$ درجه سانتی‌گراد یا ۹۸۷ واحد سرمایی اتفاق می‌افتد و در یک رقم دیگر به ۲۸۷ ساعت دمای $7/2 <$ درجه سانتی‌گراد یا ۱۶۰۰ واحد سرمایی نیاز دارد. همچنین در رقم "ایرلیسوپریور"^۳ انگور، جهت شکستن رکود جوانه به ۵۱۱ ساعت دمای $10 <$ درجه سانتی‌گراد نیاز دارد (Seif et al., 2000). با این حال رابطه بین تاریخ گلدهی و نیاز سرمایی پیدا شده است. رقم "اقیزی"^۴ زیتون برای گلدهی به ۸۱۶ ساعت دمای $10 <$ درجه سانتی‌گراد و رقم "پیکول"^۵ به ۹۰۰ ساعت $10 <$ درجه سانتی‌گراد نیاز دارد (Hassan et al., 2000).

شده (فاز رنگی) در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر ثبت گردید. کلیه داده‌های مربوط به اندازه‌گیری‌های وزنی در قالب یک طرح اسپلیت‌پلات در زمان با ۴ تکرار تجزیه شد به طوری که هر رقم به عنوان یک کرت اصلی و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری به عنوان فاکتور فرعی انتخاب شد. طرح آماری به کار برده شده جهت تعیین نیاز گرمایی و نیاز سرمایی (در تمامی مدل‌های به کار برده شده) طرح بلوک کامل تصادفی بود. داده‌های مربوط به پرولین نیز به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار انجام گردید به طوری که نوع رقم به عنوان فاکتور اول و زمان نمونه‌برداری به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت و مقایسه میانگین به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده برای ارقام مختلف از نظر نیاز سرمایی نشان داد رقم های تبرزه و شاملو با ۶۳۹ واحد سرمایی نه تنها در مدل یوتا بلکه در تمامی مدل‌ها دارای بیشترین نیاز سرمایی، و رقم عسگرآباد با ۶۲۱ واحد سرمایی دارای کمترین میزان نیاز سرمایی بود و رقم شکرپاره با ۶۳۱ واحد سرمایی دارای نیاز سرمایی متوسط بوده است (جدول ۱). مقایسه سه مدل مورد مطالعه یوتا، گیلرت و کارولینای شمالی در محاسبه نیاز سرمایی نشان داد که میزان تجمع سرمایی در مدل یوتا بالاتر بوده است. با سرد شدن هوا میزان تجمع سرما در مدل $7/2 <$ ساعت بیشتر شده و همچنین در همه ارقام مدل $7/2 >$ ساعت دارای بیشترین تجمع است که با نتایج (Valentini et al., 2004) در مورد میزان تجمع سرما مطابقت دارد. از طرف دیگر مدل کارولینای شمالی هم در تمامی ارقام دارای کمترین تجمع سرمایی است.

- 1- Currot
- 2- Oren Red
- 3- Early Superior
- 4- Aghizi
- 5- Picual

جدول ۱- نیاز سرمایی ارقام مورد مطالعه با استفاده از مدل‌های مختلف بر اساس روش فنولوژیک

Table 1. Chilling requirement of varieties by using of different models based on phenological method ($p \leq 0.01$)

مدل $7/2 >$ (ساعت) Hours < 7.2 ($^{\circ}C$)	مدل ۷-۰ (ساعت) 0- 7.2 ($^{\circ}C$)	مدل کارولینای شمالی (واحد سرمایی) North Karolina (CU)	مدل گیلرت و بوجان (واحد سرمایی) Gilreath and Buchanan (CU)	مدل یوتا (واحد سرمایی) Utah (CU)	ارقام varietiy
1868 ^a	650 ^a	486 ^a	599 ^a	639 ^a	تبرزه Tabarze
1698 ^b	602 ^b	476 ^b	589 ^b	631 ^b	شکرپاره Shekarpah
1862 ^a	650 ^a	486 ^a	599 ^a	639 ^a	شاملو Shamloo
1026 ^c	598 ^c	476 ^b	589 ^b	621 ^c	عسگرآباد Asgaraabad

جدول ۲- ارزش دماهای مختلف در مدل‌های مختلف تعیین نیاز سرمایی (Saure, 1985; Egea et al., 2003)

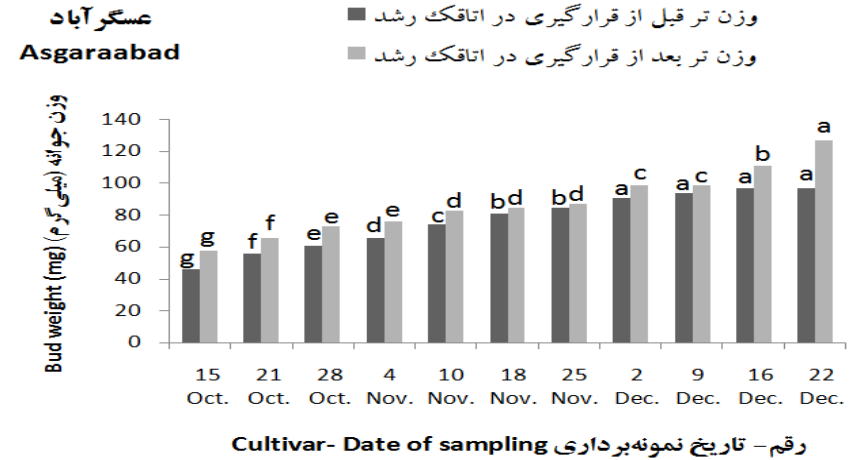
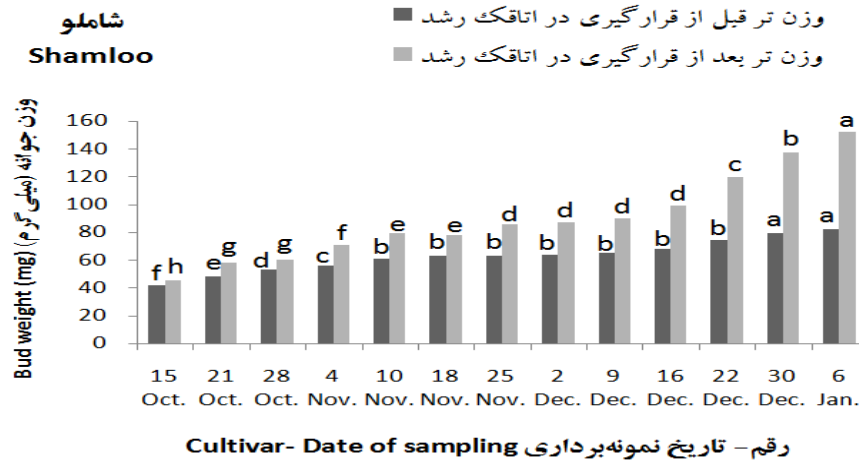
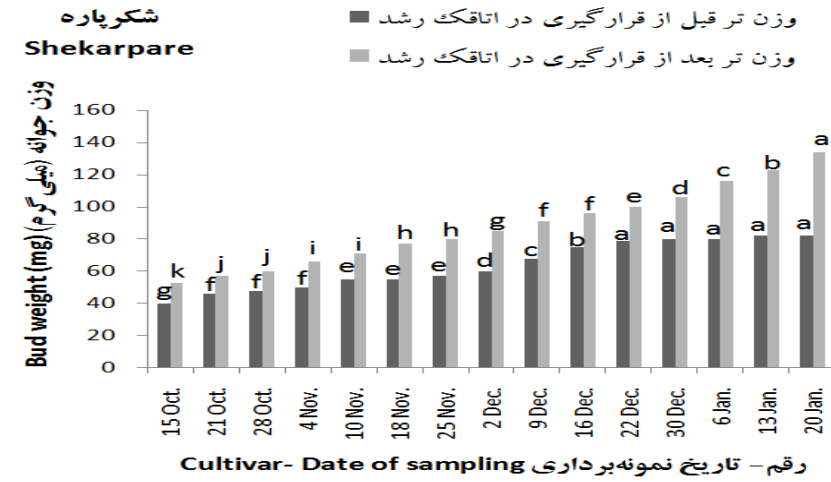
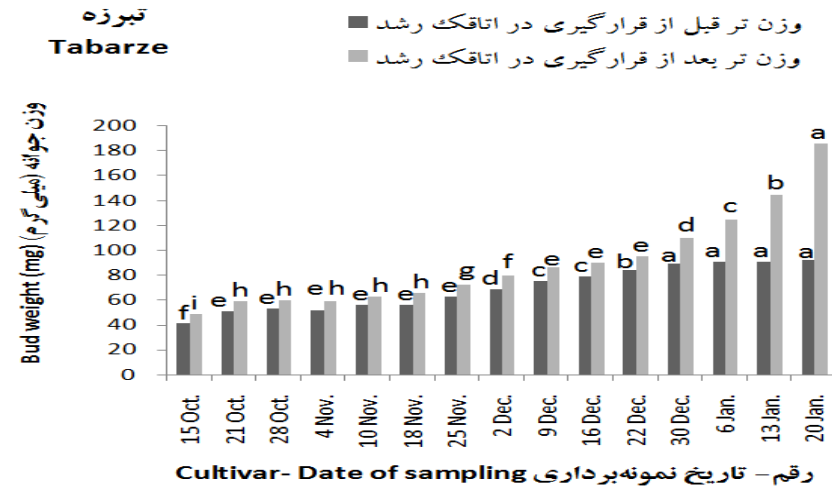
Table 2. The value of different temperatures in different models to determine chilling requirement

مدل کارولینای شمالی North Karolina	مدل گیلرت و بوجان Gilreath and Buchanan	مدل یوتا Utah	ارزش واحد سرمایی Chill Unit value
-1.1	-1	>1.4	0
1.6	1.8	1.5-2.4	0.5
7.2	8	2.5-9.1	1
13	14	9.2-12.4	0.5
16.5	17	12.5-15.9	0
19	19.5	16-18	-0.5
20.7	21.5	18<	-1
22.1	-	-	-1.5
23.3	-	-	-2

شکرپاره در زمان رفع نیاز سرمایی افزایش ۳۲ درصد در وزن تر به دست آمد. در صورتی که در ارقام شاملو و عسگرآباد افزایش ۳۱ درصد در وزن تر جوانه‌ها یک هفته بعد از رفع نیاز سرمایی صورت گرفت (نمودارهای ۱). افزایش در وزن خشک ارقام کمتر بود و در رقم‌های تبرزه و عسگرآباد افزایش ۱۹ درصدی و در رقم شاملو افزایش ۱۳ درصدی و رقم شکرپاره افزایش ۲۱ درصدی در وزن خشک جوانه در زمان رفع نیاز سرمایی مشاهده شد (نمودارهای ۲).

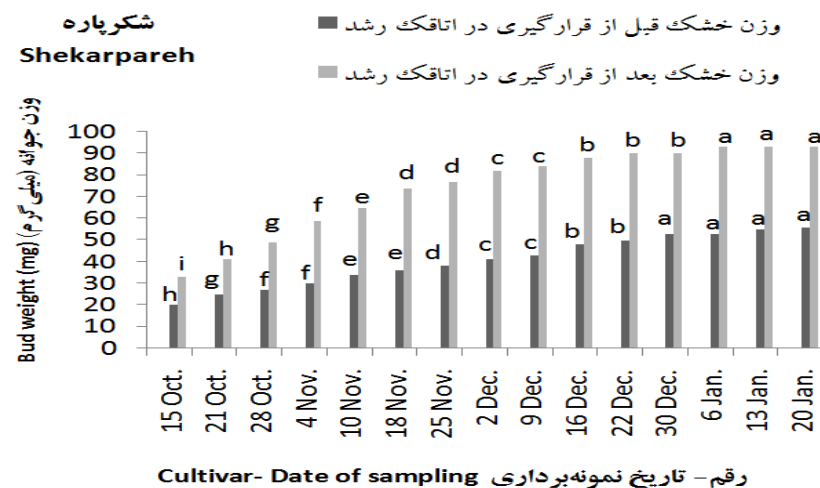
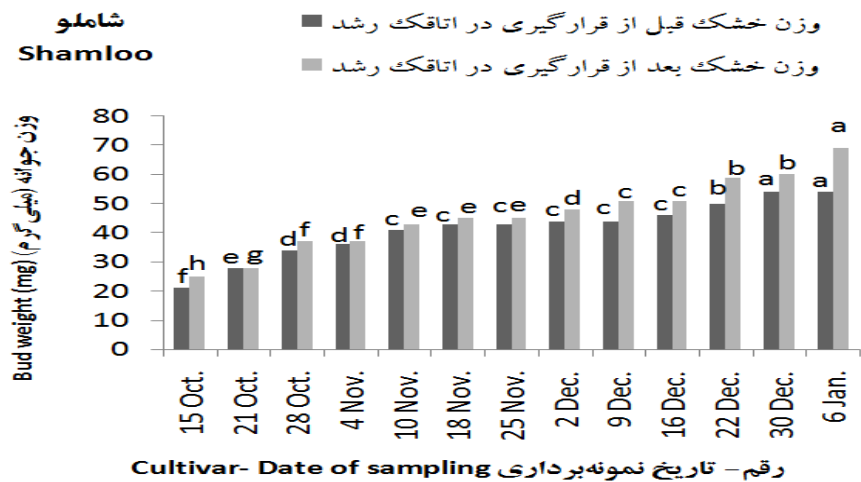
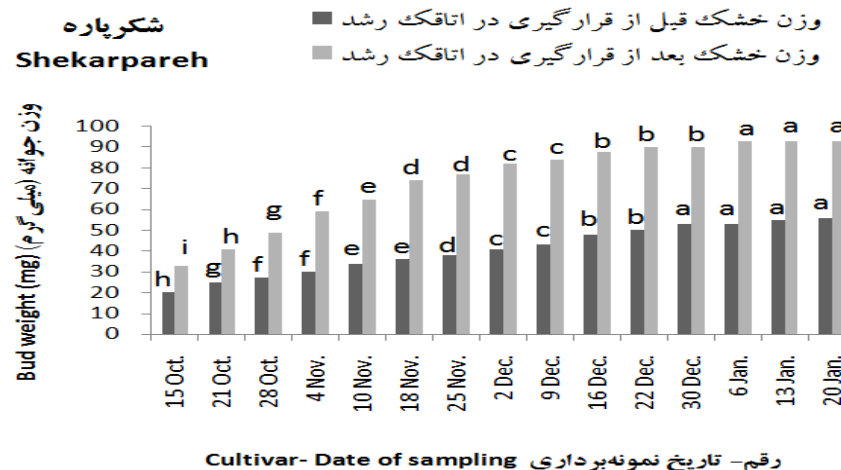
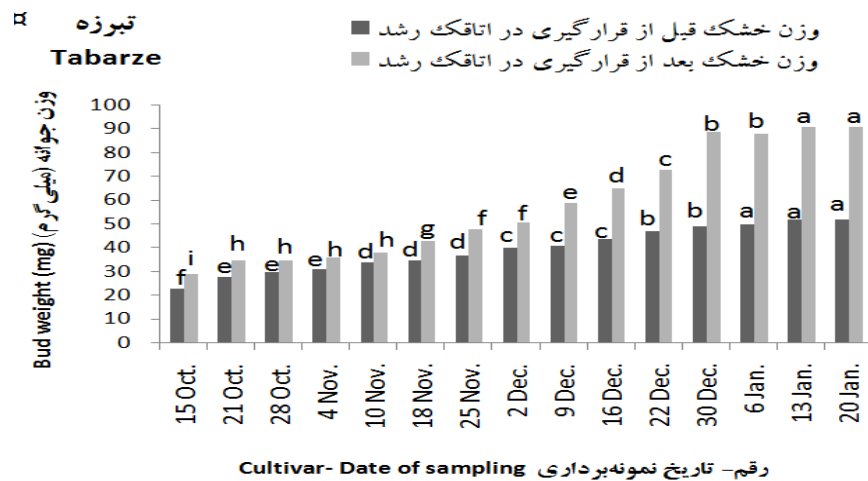
پاسخ متفاوت ارقام به افزایش وزن جوانه‌ها در طول دوره رفع نیاز سرمایی توسط محققین مختلف گزارش شده است (Guerrero et al., 2006).

نتایج تجزیه واریانس اثر رقم و تاریخ نمونه‌برداری بر میزان وزن تر و خشک جوانه‌های گل قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد نشان داد که از نظر رقم و تاریخ نمونه‌برداری بر میزان وزن تر و خشک جوانه‌ها در زمان قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. در حالی که از نظر تکرار در زمان قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد اختلاف معنی‌دار در وزن تر و خشک وجود ندارد. همچنین اثر متقابل رقم در تاریخ نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را در وزن تر و خشک قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد نشان داد. در ارتباط با وزن تر همان‌طور که در نمودارهای (۱) مشخص است در رقم‌های تبرزه و



نمودار ۱- تغییرات وزن تر جوانه گل زردآلو قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد

Fig 1. Fresh weight changes of apricot flower buds before and after exposure to the growth chamber ($p \leq 0.01$)



نمودار ۲- تغییرات وزن خشک جوانه گل زردآلو قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد

Fig 2. Dry weight changes of apricot flower buds before and after exposure to the growth chamber ($p \leq 0.01$)

گرمایی حد واسطی است در صورتی که ارقام تبرزه و شاملو مشترک با ۳۰۶۰ درجه رشد ساعت، کمترین نیاز گرمایی را داشتند (جدول ۴).

جدول (۴) زمان ۵۰٪ گلدهی ارقام مورد مطالعه را بر اساس نیازهای گرمایی و سرمایی جوانه های گل نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود ۵۰٪ گلدهی در ارقام تبرزه و شاملو در ۱۹ فروردین اتفاق افتاده در حالی که در رقم عسگرآباد در ۱۶ فروردین و در رقم شکرپاره در ۱۸ فروردین مشاهده شده است. زمان گلدهی با تأثیر متقابل نیاز گرمایی و سرمایی تعیین می‌گردد و هر یک بسته به آب‌وهوای منطقه نقش خاصی را ایفا می‌کنند. رقم عسگرآباد دارای بیشترین نیاز گرمایی است در حالی که کمترین نیاز سرمایی را دارد و همان‌طور که مشاهده می‌شود زمان ۵۰٪ گلدهی این رقم هم زودتر اتفاق افتاده است پس در این رقم نقش نیاز سرمایی در زمان گلدهی تعیین‌کننده‌تر است. رقم شکرپاره دارای متوسط میزان نیاز سرمایی و گرمایی است و زمان ۵۰٪ گلدهی این رقم ۱ روز دیرتر از رقم عسگرآباد صورت گرفته است در حالی که ارقام تبرزه و شاملو با وجود داشتن بالاترین نیاز سرمایی و کمترین نیاز گرمایی دیرتر از سایر ارقام به مرحله ۵۰٪ گلدهی رسیده‌اند (جدول ۴). میزان نیاز گرمایی ارقام زردآلوی مطالعه شده توسط (Ruiz et al., 2007) در محدوده بین ۳۶۶۵-۲۹۶۹ درجه رشد ساعت، و میزان نیاز گرمایی ارقام مطالعه شده زردآلو توسط Valentini و همکاران (۲۰۰۴) در محدوده ۵۸۷۹-۴۰۷۸ درجه رشد ساعت گزارش شده است.

Pawasut و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که تداوم سرما پس از شکستن رکود در درختان میوه باعث کم شدن میزان نیاز گرمایی لازم برای جوانه‌ها خواهد شد. در رابطه با نقش نیاز سرمایی و گرمایی محققان نظرات متفاوتی را بیان کرده‌اند به طوری که طی تحقیقات انجام

در زردآلو افزایش ۲۵-۳۰٪ در وزن تر را ارزیابی کردند برآورد نیاز سرمایی قرار دادند و بیان کردند که افزایش در وزن تر و خشک بسته به نیاز سرمایی ارقام مورد مطالعه می‌تواند دیرتر یا زودتر مشاهده گردد. هم‌چنین محققین مذکور گزارش کردند که قابل اعتمادترین معیار جهت ارزیابی پایان اندودرمانسی افزایش در وزن تر و خشک جوانه‌ها است (Albuquerque et al., 2008). افزایش در وزن جوانه‌ها را منطبق با پایان رکود در اغلب ارقام گیلاس مشاهده کردند و تنها در رقم رویی^۱ افزایش وزن جوانه گل را قبل از رفع نیاز سرمایی مشاهده کردند در این رقم بر اساس روش وزن تر نیاز سرمایی حدود ۸۰۰-۷۰۰ ساعت بیان شده در صورتی که بر طبق روش فنولوژیکی نیاز سرمایی این رقم را ۸۰۰ ساعت گزارش گردید. بنابراین با توجه به نتایج تحقیقات ذکر شده، افزایش متفاوت در وزن تر و خشک در زمان رفع نیاز سرمایی در ارقام مورد مطالعه در تحقیق حاضر قابل توجیه است. نتایج ضریب همبستگی بین تجمع سرمایی و وزن تر و خشک جوانه‌ها قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد نشان داد که بین تجمع نیاز سرمایی و وزن تر و خشک جوانه‌ها قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد همبستگی مثبت وجود دارد، یعنی با افزایش تجمع سرمایی وزن تر و خشک قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد افزایش می‌یابد جدول (۳) که دلیل این امر را می‌توان به افزایش تولید پروتئین‌ها و افزایش قندهای محلول در نتیجه رفع نیاز سرمایی و شکستن قندهای نامحلول و افزایش تولید آنزیم‌ها همزمان با رفع نیاز سرمایی اشاره نمود (Guerrero et al., 2006). در خصوص نیاز گرمایی رقم عسگرآباد با ۳۲۵۴ درجه رشد ساعت، بیشترین نیاز گرمایی را به خود اختصاص داده و رقم شکرپاره با ۳۰۸۰ درجه رشد ساعت، دارای نیاز

نیاز گرمایی و رقم قرمز شاهرود با ۳۲۰۰ ساعت پایین‌ترین نیاز گرمایی را داشتند (Dezham pour, 2001). نتایج تحقیقات Ruiz و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که یک رابطه قوی مثبت بین نیاز سرمایی و تاریخ گلدهی وجود داشت و هم این طور یک رابطه منفی بین نیازهای سرمایی برای شکستن خواب جوانه و نیاز گرمایی برای تاریخ گلدهی وجود داشت.

اثر متقابل رقم در تاریخ های مختلف نمونه برداری بر مقدار پرولین نشان داد که از نظر میزان پرولین آزاد اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. رقم تبرزه در ۲۷ آبان دارای کمترین مقدار و رقم شاملو در ۱۶ دی ماه دارای بیشترین مقدار پرولین بود (جدول ۵). میانگین دما در منطقه در زمان انجام آزمایش در حین نمونه برداری جهت بررسی تغییرات پرولین در جدول (۶) آورده شده است.

شده توسط (Dezham pour ۲۰۰۱) بر روی نیاز سرمایی و گرمایی زردآلو در شرایط آب و هوایی مختلف آذربایجان، نشان داد که در برخی ارقام نقش نیاز گرمایی در کنترل زمان گلدهی بارزتر از نیاز سرمایی است. نیازهای دمایی پنج رقم زردآلوی تجاری در ایستگاه تحقیقاتی آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۰ مورد مطالعه قرار گرفت (Dezham pour, 2001). نتایج این تحقیق نشان داد که این ارقام علی‌رغم داشتن زمان گلدهی یکسان از نظر مدت زمان مراحل مختلف رکود و مقادیر نیاز سرمایی ها تفاوت معنی داری را داشتند. میزان نیاز سرمایی برحسب واحد سرمایی در دو سال متوالی برای رقم قرمز شاهرود ۷۵۰ و ۸۵۰ واحد برآورد شد. کمترین میزان نیاز سرمایی برای رقم قرمز مراغه ۶۵۰ و ۷۰۰ واحد و بیشترین آن برای رقم اردباد ۸۲۰ و ۹۸۰ واحد در دو سال متوالی برآورد شد. برآورد نیاز گرمایی نشان داد رقم قرمز مراغه با ۳۸۸۲ ساعت بالاترین مقدار

جدول ۳- ضریب همبستگی بین تجمع سرمایی (مدل یوتا) و وزن تر و خشک جوانه‌ها قبل و بعد از قرارگیری در اتاقک رشد

Table 3. The correlation coefficient between the chilling accumulation (model Utah) and dry and fresh weight of shoots before and after exposure to the growth chamber ($p \leq 0.01$).

ضریب همبستگی (r) correlation coefficient					
تجمع سرمایی Chilling accumulation	وزن خشک بعد قرارگیری Dry weight after	وزن تر بعد قرارگیری Fresh weight after	وزن خشک قبل قرارگیری Dry weight before	وزن تر قبل قرارگیری Weight fresh before	
0.803**	0.771**	0.758**	0.94**	1	وزن تر قبل قرارگیری Fresh weight before
0.745**	0.706**	0.649**	1	-	وزن خشک قبل قرارگیری Dry weight before
0.708**	0.711**	1	-	-	وزن تر بعد قرارگیری Fresh weight after
0.765**	1	-	-	-	وزن خشک بعد قرارگیری Dry weight after
1	-	-	-	-	تجمع سرمایی Chilling accumulation

جدول ۴- زمان ۵۰٪ گلدهی جوانه‌های گل در ارقام زردآلو بر اساس نیازهای سرمایی و گرمایی

Table 4. 50% of flower buds flowering apricot cultivars based on the chilling and heat requirement (p≤0.01)

ارقام variety	نیاز سرمایی (CU) Chilling requirement	پایان رکود Endo dormancy time	نیاز گرمایی (GDH) Heat requirement	زمان ۵۰٪ گلدهی 50% Flowering
تبرزه Tabarzeh	639 ^a	30 دی 20 January	3060 ^c	19 فروردین 8 March
شاملو Shamloo	639 ^a	30 دی 20 January	3060 ^c	19 فروردین 8 March
شکرپاره Shekarpareh	631 ^b	23 دی 13 January	3080 ^b	18 فروردین 7 March
عسگرآباد Asgaraabad	621 ^c	25 آذر 16 December	3254 ^a	16 فروردین 5 March

جدول ۵- اثر متقابل رقم در تاریخ نمونه‌برداری بر میزان پرولین آزاد (میلی گرم بر گرم وزن تر جوانه)

Table 5. The interaction of variety sampling on the free proline content (mg/gr fresh weight bud) (p≤0.01)

رقم Variety	تاریخ نمونه‌برداری Date of sampling						
	۲۸ مهر 20 Oct.	۱۳ آبان 4 Nov.	۲۷ آبان 18 Nov.	۱۱ آذر 2 Dec.	۲۵ آذر 16 Dec.	۱۶ دی 6 Jan.	۳۰ دی 20 Jan.
تبرزه Tabarze	0.008 ^s	0.008 ^s	0.001 ^z	0.013 ⁿ	0.016 ⁱ	0.009 ^f	0.011 ^p
شکرپاره Shekarpareh	0.005 ^v	0.014 ^l	0.01 ^q	0.015 ^j	0.02 ^e	0.093 ^b	0.015 ^{jk}
شاملو Shamloo	0.013 ^m	0.007 ^u	0.008 ^t	0.014 ^k	0.019 ^f	0.146 ^a	0.017 ^h
عسگرآباد Asgaraabad	0.018 ^g	0.004 ^x	0.003 ^y	0.005 ^w	0.037 ^d	0.012 ^o	0.04 ^c

جدول ۶- میانگین دمای منطقه در زمان انجام آزمایش حین نمونه‌برداری جهت بررسی تغییرات پرولین

Table 6. The average of zone temperature at the time of testing during the sampling to study proline changes

رقم Variety	تاریخ نمونه‌برداری Date of sampling						
	۲۸ مهر 20 Oct.	۱۳ آبان 4 Nov.	۲۷ آبان 18 Nov.	۱۱ آذر 2 Dec.	۲۵ آذر 16 Dec.	۱۶ دی 6 Jan.	۳۰ دی 20 Jan.
میانگین دما Temperate average	5.5	5.8	2.7	1.4	-10.5	-11.75	-2.5

تمامی ارقام شده است. در گیاهان عالی دو چرخه برای ساخت پرولین وجود دارد: (۱) چرخه گلو تامات (۲)

طبق دماهای استحصال شده می‌توان نتیجه گرفت در دی ماه دمای پایین باعث افزایش تجمع پرولین در

اوایل خواب یعنی زمانی که هیچ تجمع سرمایی صورت نگرفته بود، جوانه‌ها حداقل پرولین را نشان دادند (قبل از سرمادهی)، رسید (Ben Mohamed *et al.*, 2007).

میزان پرولین با سرمادهی تدریجاً افزایش یافت و در زمان تجمع ۳۰۰ واحد سرمایی یعنی در زمان رفع رکود به حداکثر خود رسید و بعد از آن (بعد از رفع رکود) دوباره کاهش پیدا کرد و در ۵۰۰ واحد سرمایی به میزان سطح اولیه خواب انباشته شدن نشاسته و پرولین در مرحله اولیه خواب (اندودورمانسی) جوانه‌های گل، در سازگاری به دمای پایین و جلوگیری از یخ‌زدگی به جوانه‌ها کمک می‌کند. با رفع کامل خواب (پایان اکودرمانسی) و شروع رشد پرولین به‌عنوان منبع نیتروژن، کربن و انرژی در جوانه‌ها مصرف می‌شود. روند کاهش نشاسته با پایان خواب در جوانه‌ها همراه بود (Kavi *et al.*, 2005).

نتیجه‌گیری

از آنجایی که نیاز سرمایی ارقام زردآلو تحت تأثیر شرایط محیطی می‌باشد بنابراین اظهار نظر در مورد زمان رفع نیاز سرمایی ارقام زمانی دقیق خواهد بود که این تحقیق در چند سال متوالی و در شرایط آب‌وهوایی مختلف مورد بررسی قرار بگیرد. با توجه به این که رقم عسگرآباد دارای کمترین نیاز سرمایی بوده و نیاز سرمایی این رقم زودتر برطرف می‌شود بنابراین خطر سرمازدگی بهاره وجود دارد. پس با انجام برنامه‌های اصلاحی می‌توان کاری کرد که گلدهی در این رقم دیرتر صورت گیرد تا کمتر با سرمای بهاره مواجه شود.

چرخه اورنیتین. چرخه اول در مواقع تنش یا کمبود نیتروژن فعال است و چرخه دوم زمانی فعال است که میزان نیتروژن در NADPH یاخته زیاد باشد (Chen and Li, 2002). هم‌چنین تولید پرولین موجب حفظ نسبت $NADP^+$ در یاخته می‌شود که عامل مهمی در انتقال الکترون می‌باشد. در این ارتباط می‌توان به افزایش فعالیت چرخه اکسیداتیو پنتوز فسفات اشاره نمود که در جریان تنش موجب ساخته شدن پیش ساز متابولت‌های ثانویه می‌شود (Hare and Cress, 1997).

نتایج تحقیقات نشان‌دهنده این است که با کاهش دما میزان پرولین افزایش می‌یابد. کاهش دما باعث تولید ROS بیشتری شده و باعث تنش اکسیداتیو می‌شود که این تنش اکسیداتیو باعث دنا توره شدن و تجزیه پروتئین‌ها می‌شود. پرولین در پاسخ به استرس‌ها مقادیرش افزایش می‌یابد، دماهای پایین نیز باعث افزایش میزان پرولین می‌شود (Jain *et al.*, 2007).

نتایج تحقیقات Razavi و همکاران (۲۰۱۲) نشان می‌دهد که در هلو کمترین میزان پرولین آزاد در مرحله اولیه خواب می‌باشد و در زمان رفع رکود دارای بیشترین مقدار است. هم‌چنین Khanizadeh و همکاران (۱۹۸۹) با اندازه‌گیری پرولین در طول سال‌های مختلف نشان دادند که مقدار پرولین آزاد در طول خواب در حالت حد واسطه قرار دارد. پرولین در پاسخ به استرس‌های غیرزیستی نظیر خشکی، شوری، دمای پایین و بالا در بافت‌های گیاهی تجمع می‌یابد (Jain *et al.*, 2007). عده‌ای از محققین میزان پرولین و نقش آن را در خواب جوانه انگور مورد مطالعه قرار دادند. در

References

1. Alburquerque, N., Montiel, F.G., Carrillo, A., and Burgos, L. 2008. Chilling and heat requirement of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the

- probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany*, 64: 162-170.
2. Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
 3. Ben Mohamed, H., Vadel, A.M., Genus, J.M.C., and Khemira, H. 2010. Biochemical changes in dormant grapevine shoot tissues in response to chilling; possible role in dormancy release. *Sciatica Horticulture*, 124: 440-447.
 4. Byrne, D.H. and Bacon, T. 1992. Chilling Accumulation: Its Important and Estimation. *The Texas Horticulturist*. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/stonfruit/chillacc.Htm>.
 5. Chen, P.W. and Li, P.H. 2002. Membrane stabilization by abscise acid under cold aids proline in alleviating chilling injury in maize. *Plant cell Environ*, 25: 955-962.
 6. Citadin, I., Raseria, M.C.B., Herter, F.G., and Baptistada Silva, J. 2001. Heat requirement for blooming and leafing in peach. *Journal of Horticultural Science*, 36: 305-307.
 7. Dezhham pour, J. 2001. Determine the required temperature for several cultivars of apricot in Tabriz. *Seed and Plant Journal*, 17: 12-20. [In Farsi]
 8. Egea, J., Ortega, E., and Martinez, P. 2003. Chilling and heat requirement of almond cultivar for flowering. *Environmental and Experimental Botany*, 50: 70-85.
 9. Erez, A. 2000. Bud dormancy; phenomenon, problems and solution in the tropics and subtropics. In; *Temperate fruit crops in warm climates*. Kluwer Academic Publishers. Bosron, London, Cap. 2: 17-48.
 10. Faust, M.D., Surany, D., and Nyujto, F. 1998. Origin and dissemination of apricot. In: *Journal of Janick (ed)*. *Horticultural Review*, 22: 225-266.
 11. Fennell, A. 1999. Systems and approaches to studying dormancy introduction to the workshop. *Journal of Horticultural Science*, 34: 1172-1173.
 12. Guerriero, R., Monteleone, P., and Viti, R. 2006. Evaluation of end of dormancy in several apricot cultivars according to different methodological approaches. *Acta Horticulture*, 701: 99-103.
 13. Hare, D.P. and Cress., W.A. 1997. Metabolic implications of stress- induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regul*, 21: 79-102.
 14. Hassan, M.M., Zahran, M.A., Seif, S.A., and Ibrahim, Z.A. 2000. Dormancy and productivity of olive trees. *Fayoum Journal Agriculture*, 14: 137-153.
 15. Jain, R., Shrivastava, A.K., and Solomom, S. 2007. Low temperature stress induced

- biochemical changes effect stubble bud sprouting in sugarcane (*Sacharum spp.* Hybrid). *Plant Growth Regulator*, 53: 17-23.
16. Junior, A.W., Bruckner, L.D., Pimentel, M.A., Morgado, D.O., Sedyama, C.S., and Bassols Raseira, M.C. 2006. Evolution of chilling requirement in peach through grafted twigs. *Acta Horticulturae*, 713: 243-246.
 17. Kavi, K.P.B., Sangam, S., Amrutha, R.N., Sri Laxmi, P., Naidu, K.R., Rao, K.R.S.S., Rao, S., Reddy, K.J., Theriappan, P., and Sreenivasulu, N. 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher. *Curr Science*, 88: 424-438.
 18. Khanizadeh, S., Buszard, D., and Zarkadas, C.G. 1989. Seasonal variation of proteins and amino acid in flower buds of *Malus pumila* Mill., CV. (Mcintosh/M7). *Journal of Agricultural food and chemistry*, 37: 1246-1252.
 19. Martynez, P., Dicenta, F., and Egea, J. 2000. Breaking dormancy of GF 305 peach and Real fino Apricot trees during the evolution of resistance to sharka (Plum Pox potyvirus). *Agronomie*, 20: 885-891.
 20. Pawasut, A., Fujishige, N., Yamane, K., Yamaki, Y., and Hanjo, H. 2004. Relationships between chilling and heat requirement for flowering in ornamental peaches. *Horticulturae Science*, 73: 519-523.
 21. Razavi, F., Hajilou, J., and Tabatabaee, J. 2012. Determine the need for cooling and heating in several varieties of peach flower buds. *Journal of Horticultural Science*, 26(1): 17-24. [In Farsi]
 22. Ruiz, D., Campoy, J., and Egea, J. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivar for flowering. *Environmental and Experimental Botany*, 254-263.
 23. Saure, M. C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Horticultural Reviews*, 7: 239-299.
 24. Seif, S.A. and Abd El-Samad, G.A. 2000 a. Dormancy of grapevines. *Annals of Agriculture Science*, 38: 1171-1180.
 25. Seif, S.A. and Abd El-Samad, G.A. 2000 b. Dormancy and productivity of Apple trees. *Fayoum Journal of Agriculture*, 14: 99-109.
 26. Tamassy, I. and Zayan, M. 1983 Soluble protein and amino acids as related to cold hardiness in some Apricot cultivars belonging to different groups. *Acta Horticulturae*, 121:141-153.
 27. Valentini, N., Me, G., Spanna, F., and Lovisetto, M. 2004. Chilling and heat requirement in Apricot and Peach varieties. *Acta Horticulturae*, 639: 199-203.
 28. Viti, R., Bartolini, S., and Andreini, L. 2010. Flower bud frost tolerance of several Italian Apricot genotypes. *European Journal of Horticultural Science*, 75: 185-192.

29. Westwood, M.N. 1987. Temperate zone pomology. W.H. Freeman and company, san francisco, P. 360.