نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۴۳۸-۴۳۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 3, Fall 2016, P. 431-438
ISSN: 2008 - 4730

تعیین نیاز سرمایی و گرمایی چهار رقم زردآلو در استان خراسان

زهره هوشیار[1*]- ابراهیم گنجی مقدم [2]- بهرام عابدی [3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۱

چکیده

تعیین نیاز سرمایی و گرمایی درختان میوه نقش محوری در شناسایی ارقام دیر گل دارد. به این منظور مطالعه‌ای با هدف تعیین نیاز سرمایی و گرمایی چند رقم زردآلوی استان خراسان رضوی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل (دو فاکتور) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. فاکتور اول رقم در چهار سطح (نوری دیررس، دیررس مشهد، شمس مشهد و مشهد ۴۴) و فاکتور دوم، ساعات سرمایی در پنج سطح (۷۰۰،۵۰۰،۳۰۰،۱۰۰،۰) صورت گرفت. نتایج نشان داد که ارقام از نظر زمان گلدهی تفاوت زیادی نداشتند. درصد گل‌های باز شده در شرایط آزمایشگاه در ارقام نوری دیررس و دیررس مشهد نسبت به بقیه بالاتر بود. بیشترین درصد گلدهی در بین ارقام مربوط به رقم نوری دیررس با سپری شدن ۷۰۰ ساعت سرما بود. نیاز سرمایی ارقام در شرایط مزرعه‌ای بر اساس مدل‌های یوتا، نیاز سرمایی کم، کارولینای شمالی و ساعات سرمایی بررسی شد که میزان واحدهای سرمایی برآورد شده توسط مدل یوتا ۱۵۸۸ واحد سرمایی و نسبت به سایر مدل‌ها بیشتر بود. نتایج ارزیابی نیاز گرمایی ارقام نشان داد نیاز گرمایی دو رقم نوری دیررس، شمس مشهد حدود ۳۳۰۰ واحد و در ارقام دیررس مشهد و مشهد-۴۴، ۳۳۷۹ واحد محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: ساعات سرمایی، کارولینای شمالی، مدل یوتا، نیاز سرمایی کم

مقدمه

زردآلو با نام علمی *Prunus armeniaca* از درختان مناطق معتدل گرم بشمار می‌آید. داده‌های موجود در مورد نیاز سرمایی زردآلو، نشان می‌دهد که نیاز سرمایی در بسیاری از ارقام زردآلو از ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ واحد سرمایی است (۱۷). زردآلو از جمله درختان میوه است که زود گل ده است (۱). رکود جزو یکی از مراحل مهم در سیکل زندگی گیاهان معتدله است و معمولاً ورود به این مرحله به تدریج و بسته به طبیعت گیاه صورت می‌گیرد ولی خروج از آن مستلزم تامین سرمای مورد نیاز گیاه می‌باشد (۲۹). در آخر فصل رشد (پاییز) طول روز کوتاه شده و برگ‌ها معمولاً این شرایط روز کوتاه را دریافت می‌کنند و گیاه را برای ورود به مرحله رکود واقعی (استراحت) آماده می‌نمایند. شروع استراحت همزمان با ریزش برگ‌ها بوده و پس از آن گیاهان وارد رکود واقعی (درونی) می‌شوند. این رکود در اثر عوامل فیزیولوژیکی درونی گیاه بوده و در این شرایط درخت حتی با قرار گرفتن در شرایط مساعد محیطی نیز شروع به رشد نخواهد کرد و برای شروع رشد باید تعداد ساعات معینی سرما در محدوده دمایی ۰-۷ دریافت نماید. مطالعات متعددی تاثیر سرما را بر آغاز رشد وجوانه‌زنی درختان میوه در ابتدای بهار مورد مطالعه قرار داده اند، در تمامی این پژوهش‌ها سرما به عنوان عاملی برای رها سازی گیاهان از رکود مطرح است (۶ و ۱۲و ۲۳). نیاز سرمایی کم سبب گل دهی زود هنگام می‌شود و هوای سرد و یخبندان محصول را کاهش می‌دهد (۳۱). از سوی دیگر، در مناطق معتدل رسیدن زود هنگام میوه‌ها اهمیت اقتصادی ویژه‌ای دارد و می‌توان با استفاده از عوامل شیمیایی رفع خواب که باعث به جلو انداختن تاریخ گلدهی می‌شود، به بهره اقتصادی دست یافت (۱۵). اگر رقمی در منطقه‌ای کشت شود که نیاز سرمایی آن به اندازه کافی تامین نشود دچار اختلال در رشد رویشی و زایشی می‌شود (۲۸). تاریخ گلدهی ارقام با نیاز سرمایی و نیز با ساعت گرمای تجمعی تعیین می شود (۷ و ۸). زمان گلدهی در اکثر ارقام زردآلو تقریبا همزمان بوده و معمولاً حداکثر با یک هفته اختلاف از همدیگر هستند (۲۲). در میوه‌های معتدله دیر گلدهی باعث جلوگیری از سرما زدگی می‌شود و یکی از اهداف برنامه‌های اصلاحی شناسایی ارقام دیر گل است (۳۳). به طور کلی اعتقاد بر این است که به علت وجود رابطه نزدیک بین رکود جوانه، رشد و تولید در ارقام زردآلو، آگاهی از نیاز

۱ و ۳- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Email: zhoshyar92@gmail.com)
۲-دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

سرمایی و گرمایی جوانه‌های ارقام مختلف می‌تواند اطلاعات کافی و جامع برای رفع مشکلات سرمازدگی زمستانه و بهاره و همچنین ایجاد ارقام برتر (دیر گل و مقاوم به سرما) فراهم سازد (۲۷). چندین مدل برای توضیح رابطه بین شکست خواب و دما تعیین شده است. یکی از مدل‌های مهم مدل یوتا[1] است که توسط ریچاردسون و همکاران در سال ۱۹۷۴ معرفی شده است. مدل‌های بعدی با توجه به مدل یوتا توسعه یافتند که مدل نیاز سرمایی کم[2] (۱۹) و مدل کارولینای شمالی[3] (۳۲) از آن جمله‌اند. در مناطقی که نیاز سرمایی به طور مناسب تامین نمی‌شود روی رشد و باردهی ارقام اثر منفی می‌گذارد (۱۱). ارقام با نیاز سرمایی کم ولی با نیاز حرارتی بالا می‌توانند در مناطق سردسیر کشت شوند (۹). به علت تغییر شرایط دمایی طی فصول زمستان و بهار در سال‌های مختلف، نیاز سرمایی گیاهان به صورت یکنواخت و مشابه نبوده و از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند (۸). برخی محققین به منظور تعیین نیاز سرمایی، شاخه‌های یکساله را قبل از شروع تجمع سرمایی برداشت و در شرایط آزمایشگاه به صورت مصنوعی تیمار سرمایی اعمال نموده و میزان نیاز سرمایی را تعیین کرده اند در حالی که برخی دیگر میزان نیاز سرمایی ارقام مختلف زردآلو را در محیط طبیعی و در شرایط باغ تعیین نمودند. راتیگان وهیل با انتخاب ۱۲ رقم بادام طی دوره هفت ساله با در نظر گرفتن اطلاعات هواشناسی یک ایستگاه هواشناسی استاندارد، نیازهای حرارتی لازم را برای شکسته شدن دوره خواب زمستانه و باز شدن گل‌ها برای هر رقم محاسبه نمودند. نتیجه آزمایش نشان داد که نیاز سرمایی و گرمایی واریته‌های مختلف به ترتیب حدود ۲۲۰ تا ۳۲۰ واحد سرمایی و ۵۳۰۰ تا ۸۹۰۰ ساعت درجه رشد (دماهای بالاتر از ۴ الی ۵ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. (۲۴). پژوهشی در شاهرود برای تعیین نیاز سرمایی و گرمایی شش رقم زردآلو به نام‌های محلی، جعفری، قوامی، جهانگیری، خیاری و خیوه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد میزان نیاز سرمایی برای ارقام بر اساس مدل یوتا، کارولینای شمالی و و نیاز سرمایی کم به ترتیب حدود ۱۰۰۰،۷۴۰و ۷۷۰ واحد بود. میزان نیاز گرمایی برای ارقام از ۱۸۲۹ درجه ساعت در رقم خیوه‌ای تا ۳۳۸۷ درجه ساعت در رقم جعفری متفاوت بود (۲). رویز و همکاران (۲۷) نیاز سرمایی یازده رقم زردآلو را مورد مطالعه قرار دادند که رقم کوروت[4] با ۵۹۶ واحد سرمایی حداقل نیاز سرمایی و رقم ارنج رد[5] با ۱۲۶۶ واحد سرمایی بیشترین نیاز سرمایی را به خود اختصاص داد. رضوی و حاجی لو (۳) در تحقیقی نیاز سرمایی ۵ رقم زردآلو و ۲ رقم آلو را تعیین و با هیبرید بین گونه‌ای آلو × زردآلو مورد مقایسه قرار دادند، نتایج نشان داد که رقم آلوی شابلون با ۲۶۱ واحد سرمایی حداقل نیاز سرمایی و ژنوتیپ KH512 با ۷۱۷ واحد سرمایی، بیشترین نیاز سرمایی را دارا بود. در بین گونه‌های مختلف میوه، زردآلو جز محصولاتی است که محدودیت جغرافیایی دارد و مشخص شده است که برخی ارقام زردآلو در مناطق خاصی قادر به گلدهی و تشکیل میوه هستند و نمی‌توانند با دیگر مناطق سازگار شوند (۳۴). با توجه به مشکل عدم سازگاری و سرمازدگی بهاره زردآلو در استان خراسان رضوی، شناسایی ارقام و ژنوتیپ‌هایی با سازگاری بالا و نیاز سرمایی و گرمایی بالا به منظور کاهش خطرات سرمازدگی زودهنگام و افزایش راندمان تولید مهم به نظر می‌رسد. به این منظور این مطالعه با هدف تعیین نیاز سرمایی و گرمایی چند رقم زردآلوی استان خراسان رضوی صورت گرفت.

مواد وروش‌ها

این مطالعه در دو آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی روی ۴ رقم زردآلوی استان خراسان در سال زراعی ۹۲-۹۱ صورت گرفت.

آزمایش اول

محاسبه نیاز سرمایی در شرایط آزمایشگاهی

این آزمایش به صورت فاکتوریل (دو فاکتوره) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتوراول رقم در چهار سطح (نوری دیررس، دیررس مشهد، شمس مشهد و مشهد-۴۴) و فاکتور دوم تعداد ساعات سرمایی در پنج سطح (۰،۱۰۰،۳۰۰،۵۰۰،۷۰۰) و در ۳ تکرار انجام شد.

حدود ۴۵ شاخه از هر رقم پس از خزان کامل درختان در اوایل آذر زمانی که دما به زیر ۷ درجه رسید از باغ آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلمکان جمع‌آوری شد. در این حالت اگر شاخه‌های درختان در آزمایشگاه نگهداری شوند، گلی تولید نخواهند کرد (۱۶). سپس شاخه‌ها با قارچ کش کاپتان به غلظت دو در هزار تیمار شدند. شاخه‌ها در دسته‌های ۹ تایی درون کیسه ململ قرارگرفتند و برای تامین رطوبت با آب محلول‌پاشی و درون سردخانه با دمای ۷-۴ درجه سانتی‌گراد قرارگرفتند. هر سه روز یکبار نمونه‌ها بررسی و مرطوب می‌شدند. پس از سپری شدن زمان هر تیمار (۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ و۷۰۰ ساعت) نمونه‌ها به درون گلخانه با دمای میانگین ۲۳ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت روشنایی منتقل و درون آب قرار گرفتند. هر سه روز یکبار ارزیابی برای تعیین درصد گلدهی انجام و سپس انتهای شاخه ها برش داده می‌شد و شاخه‌ها درون آب تازه قرار داده می‌شد. پس از باز شدن جوانه‌ها، جوانه‌های گل در مرحله بالونی شمارش و در انتها درصد گلدهی هر شاخه تعیین و میانگین

1- Utah Model
2- Low chilling Model
3- North Carolina Model
4- Currot
5- Orange Red

گلدهی هر سه شاخه به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار JMP8 و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel صورت گرفت.

محاسبه نیاز سرمایی در شرایط مزرعه‌ای

برای محاسبه نیاز سرمایی در شرایط مزرعه، دمای هر ساعت از شروع آزمایش تا پایان رکود جوانه‌ها (نوک سبز شدن ۵۰ درصد از جوانه‌ها بعد از سه هفته در شرایط کنترل شده) توسط دستگاه ترموگراف نصب شده در باغ استحصال و بر اساس مدل‌های ساعات سرمایی (۳۴)، مدل کارولینای شمالی (۳۲ و ۲۲) و نیاز سرمایی کم (۱۹) و مدل یوتا (۲۵) محاسبه گردید. مدل ساعات سرمایی که ساده‌ترین مدل در ارتباط با ساعات سرمایی در دوره رکود است که توسط وینبرگر (۱۹۸۷) ارائه شده است. این روش قدیمی ترین مدلی است که در شرایط آفریقای جنوبی و در طول ماه های سرد زمستان استفاده می گردید که سرانجام توسط مدل یوتا جایگزین شد، مدل کارولینای شمالی (۳۲ و ۲۲) و نیاز سرمایی کم (۱۹)که این دو مدل بر اساس مدل یوتا گسترش یافته اند و یوتا (۲۵) که توسط ریچاردسون (۲۵) برای میوه هلو که در سرزمین‌هایی با زمستان‌های خیلی سرد کاشته شده بودند ارایه گردید. این مدل واحدهای سرمایی را بر اساس دادن ارزش کمتر به دماهایی که دارای کارایی کمتر از نظر شکستن دوره خواب هستند و ارزش بیشتر به دماهایی که دارای کارایی بیشتر دراین مورد هستند محاسبه می نماید. در این مدل دماهای زیر ۱/۴ درجه و به عبارتی زیر صفر درجه تاثیری در رفع رکود ندارند و دماهی بالاتر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد نیز اثر واتمایزیابی روی جوانه‌های گل دارند به طوری که اثرات سرما را خنثی می‌نمایند. برای تبدیل داده‌های ساعتی به ساعات سرمایی و واحد سرمایی از توابع شرطی نرم افزار اکسل استفاده شد.

آزمایش دوم: محاسبه نیاز گرمایی

برای تعیین نیاز گرمایی بر اساس مدل یوتا تعداد ساعت مفید (۵ درجه) از زمان ورود به رکود (ریزش برگ‌ها) تا بیداری ۵۰ درصد جوانه‌ها درقلمه‌ها و در شرایط کنترل شده که به‌عنوان نیاز سرمایی به صورت واحدهای سرمایی در نظر گرفته شد در فاصله زمانی بین بیداری ۵۰ در صد جوانه‌ها در شرایط کنترل شده تا زمان بیداری ۵۰ درصد جوانه‌ها در درختان باغ مقدار نیاز گرمایی بر اساس تجمع دماهای بالای صفر گیاهی برای زردآلو محاسبه و به صورت ساعات درجه رشد (GDH) محاسبه گردید (۵).

نتایج و بحث

محاسبه نیاز سرمایی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان می‌دهد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بین ساعات سرمایی، رقم و اثر متقابل آن‌ها روی درصد گلدهی وجود دارد. مقایسه میانگین تعداد ساعات سرمایی روی درصد گلدهی در شکل ۱ آمده است. نتایج نشان داد که بین ۵۰۰ و۷۰۰ ساعت نیاز سرمایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیشترین درصد گلدهی مربوط به ۷۰۰ ساعت و کمترین درصد گلدهی مربوط به تیمار شاهد است. در بین ارقام بیشترین درصد گلدهی مربوط به رقم نوری دیررس و دیررس مشهد است، درحالی که رقم شمس مشهد دارای کمترین درصد گلدهی بوده است (شکل ۲).

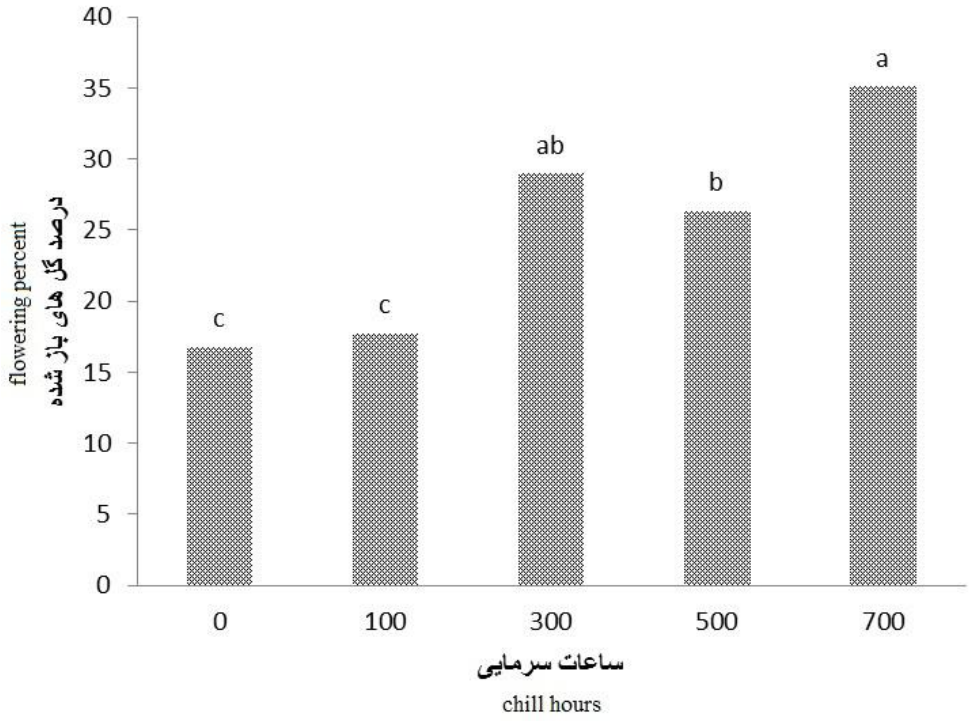
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ساعات سرمایی و رقم روی درصد گلدهی چهار رقم زردآلو

Table1- ANOVA of the chilling hours effect on flowering in four apricot cultivars

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی DF	درصد گلدهی Flowering percent
ساعات سرمایی Cchilling Hhours	4	719/365**
رقم Ccultivar	3	1054/49**
ساعات سرمایی× رقم Cchilling Hhours×Ccultivar	12	184/490**
خطا E(error)		۵۱/۳۲

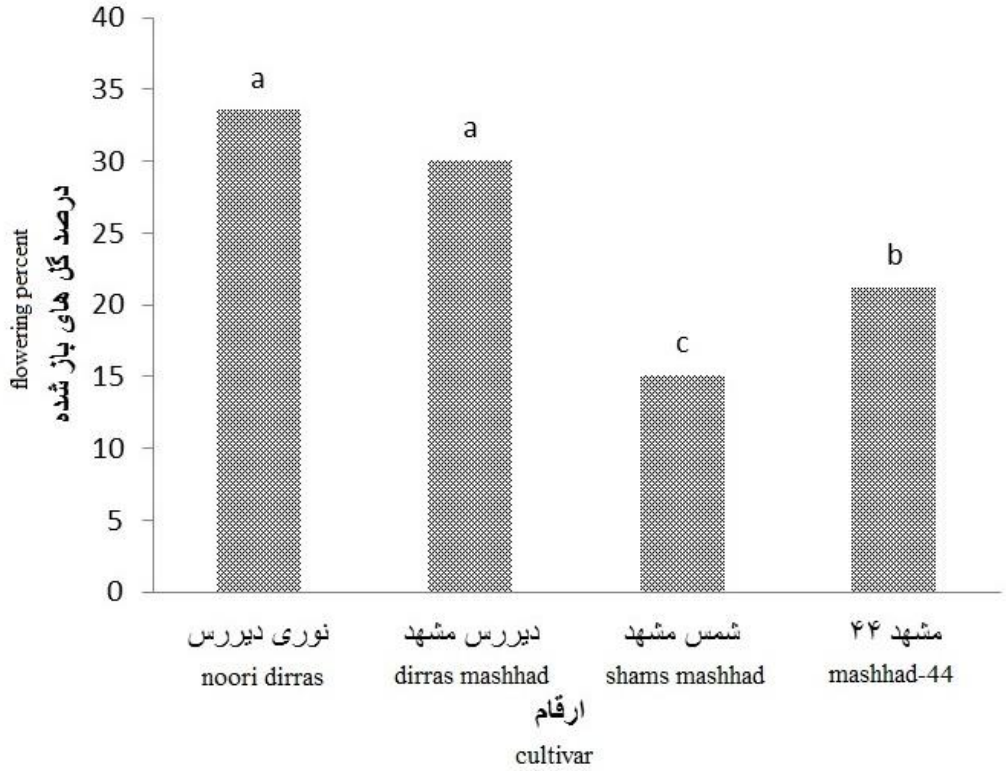
ns،* و** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱درصد

ns, * and **non-significant, significant at 5%, significant at 1%



شکل ۱- اثر ساعات سرمای زیر ۷ درجه سانتی‌گراد بر درصد گل های باز شده چهار رقم زردآلو

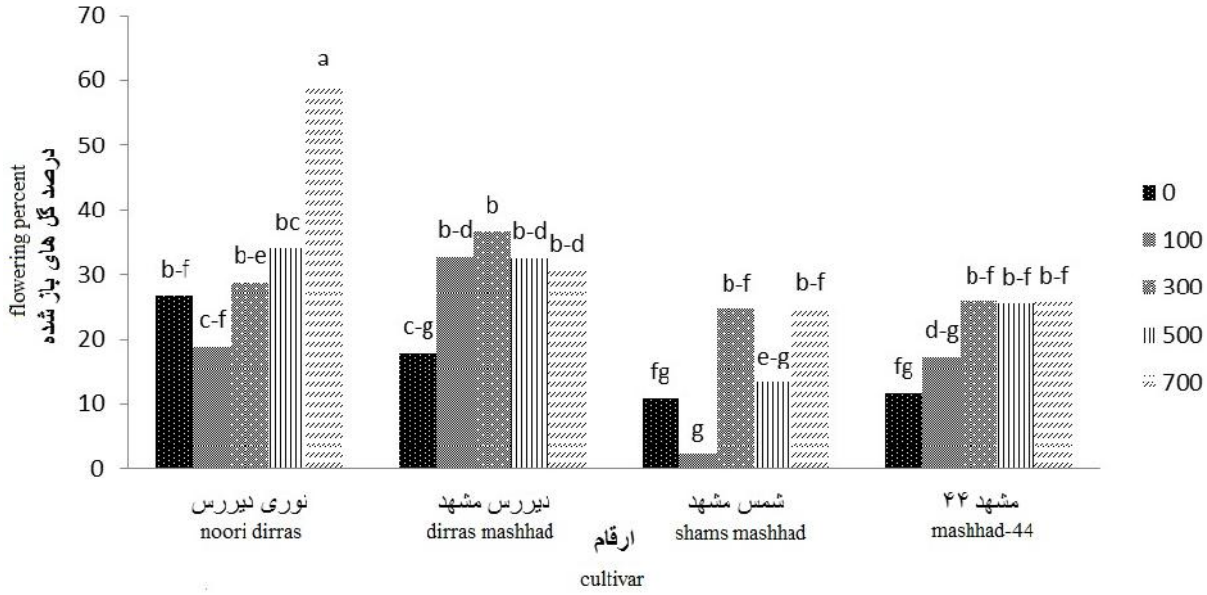
Figure1- The effect of chilling hours below 7 ° C on open flowers percentage of four apricot cultivars



شکل ۲- مقایسه درصد گلدهی در ارقام مختلف زردآلو

Figure2- The flowering percentage of four apricot cultivars

ارقام در تیمار های مختلف سرمایی پاسخ‌های متفاوتی بروز دادند، به طوری که بالاترین درصد گلدهی مربوط به رقم نوری دیررس و در ۷۰۰ ساعت سرما و کمترین درصد گلدهی مربوط به رقم شمس مشهد و در تیمار ۱۰۰ ساعت است. رقم نوری دیررس بیشترین گلدهی را در ۷۰۰ ساعت داشت و بین بقیه ساعات اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در رقم دیررس مشهد بین تیمارهای سرمایی اختلاف معنا داری وجود نداشت ولی بیشترین درصد گلدهی این رقم مربوط به ۳۰۰ ساعت است. رقم شمس مشهد در ۱۰۰ ساعت کمترین درصد گلدهی را داشت و در رقم مشهد-۴۴ در بین ساعات مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر رقم و تعداد ساعات سرمایی بر درصد گل‌های باز شده ارقام مختلف زردآلو

Figure3. The effect of chilling hours and apricot cultivars on the percentage of flowering

بررسی فنولوژی گلدهی نشان داد که ارقام تاریخ گلدهی مشابهی دارند و مرحله تمام گل از ۱۳ تا ۱۶ اسفند بود. تجمع نیاز سرمایی توسط مدل‌های مختلف در شکل ۴ آمده است. بر اساس مدل‌های مختلف نیاز سرمایی در شرایط مزرعه‌ای محاسبه شده است که با توجه به مدل یوتا نیاز سرمایی ارقام حدود ۱۵۸۸واحد سرمایی تخمین زده شد. نیاز سرمایی توسط مدل کارولینای شمالی و نیاز سرمایی کم به ترتیب ۱۳۳۱و ۱۲۹۱ واحد سرمایی محاسبه شد، در حالی که در مدل ساعات سرمایی، ۱۱۰۰ ساعت برای ارقام محاسبه شد. تجمع واحدهای سرمایی در مدل‌های یوتا، کارولینای شمالی، نیاز سرمایی کم و ساعات سرمایی در جدول ۳ آمده است. روند تجمع به صورت واحد سرمایی در مدل‌های کارولینای شمالی و مدل نیاز سرمایی کم مشابه بود و مدل یوتا تجمع واحد سرمایی بیشتری را نشان داد که با نتایج رضایی (۲) مطابقت دارد. تجمع سرما از یک آذر شروع و تا شانزدهم اسفند ادامه داشته است. با افزایش دما در اواخر این دوره و کاهش تعداد ساعات، اثر منفی بر انباشت سرما مشاهده می‌شود (۱۴). در مدل یوتا دمای بین ۲/۵ تا ۹/۱ دمای موثر در انباشت سرما هست، این میزان در مدل کارولینای شمالی بین ۱/۶ تا ۱۲/۹و در مدل نیاز سرمایی کم بین ۱/۸ تا ۱۳/۹ است. در حالی که دمای بالای ۱۶ درجه در مدل یوتا اثر منفی بر انباشت سرما دارد. تجمع سرما تا پانزدهم فوریه (بیست وهفت بهمن) برای شکستن خواب بیشتر ارقام در ارتباط با تامین نیاز سرمایی کافی است (۱۳و ۲۰). تفاوت کم زمانی برای شکوفایی ارقام در مزرعه و شکوفایی ارقام در آزمایشگاه بر اساس تخمین نیاز سرمایی توسط مدل‌های سرمایی می‌تواند به این علت باشد که جوانه گل علی رغم تامین نیاز سرمایی تا رسیدن به دمای مطلوب خفته می‌ماند (۲۱). رابطه قوی بین تامین نیاز سرمایی و گلدهی ارقام وجود داشت و رابطه منفی بین نیاز سرمایی ونیاز گرمایی برای تاریخ گلدهی وجود داشت.

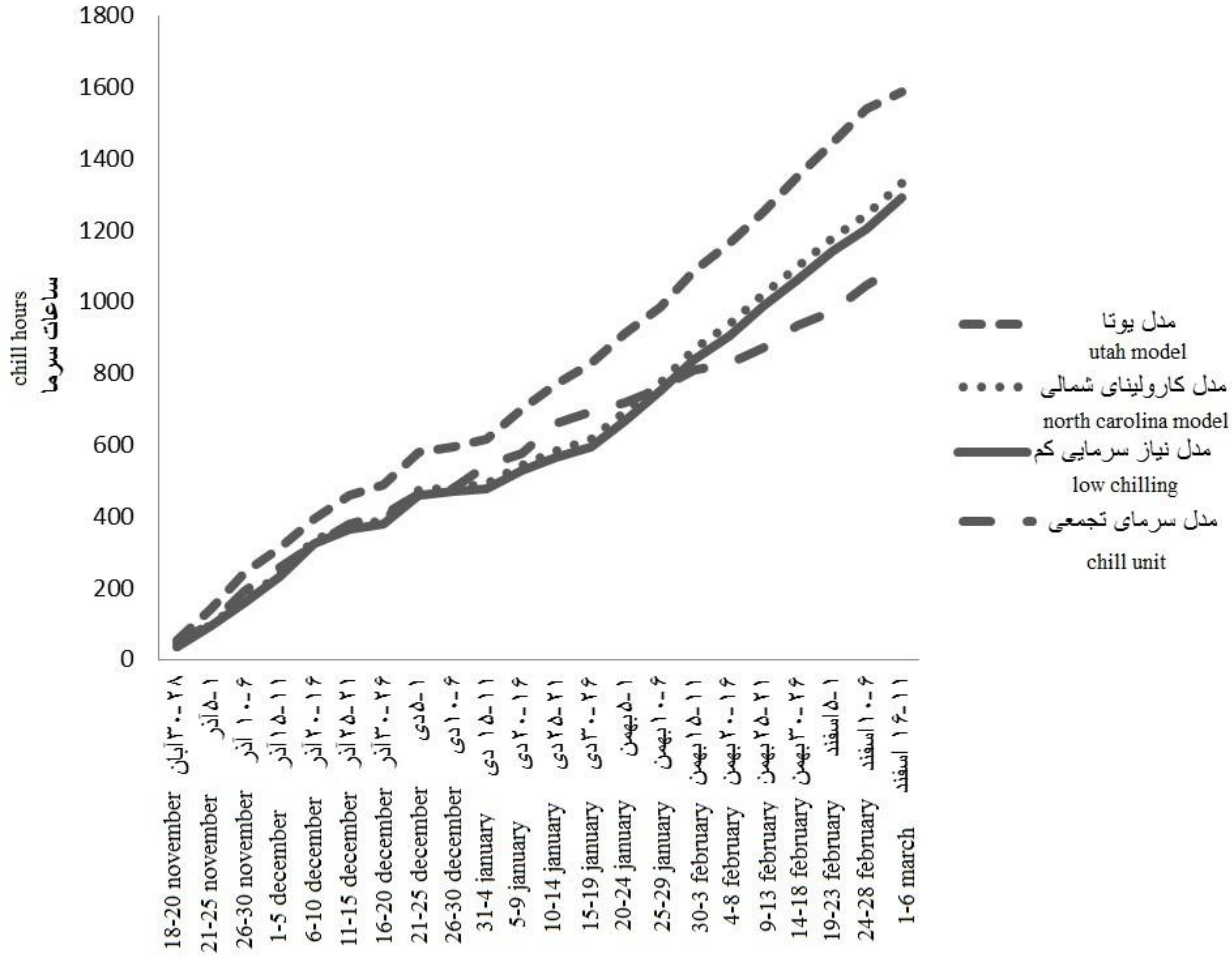
نیاز گرمایی

نیاز گرمایی برای دو رقم شمس مشهد و نوری دیررس حدود ۳۳۰۰ ساعت درجه رشد و برای ارقام مشهد-۴۴ و دیررس مشهد حدود ۳۳۷۹ ساعت درجه رشد محاسبه شد. این میزان مشابه با نتایج رضایی (۲) در رقم جعفری با میزان نیاز گرمایی ۳۳۸۷ ساعت و متفاوت با سایر ارقام مورد مطالعه در این پژوهش بود. ارقام در شرایط

آزمایشگاهی زودتر وارد فاز گلدهی می شوند ولی جوانه گل علی رغم تامین نیاز سرمایی تا رسیدن به دمای مطلوب بـه حالـت خفتـه بـاقی می‌ماند و تفاوت در زمـان شـکوفایی ارقـام در مکـان هـایی بـا نیـاز سرمایی کافی معمولا کم است (۲۱). هنگامی که یک رقـم سـرمایی بیشتر از نیاز سرمایی دریافت مـی کنـد نیـاز گرمـایی جهـت گلـدهی کاهش می‌یابد (۹ و ۱۰). نتایج برخی تحقیقات نشان می دهد دریافت ساعات سرمایی زیاد باعث ۹۰ درصد از نوسانات نیاز گرمایی شـد ودر نتیجه ارقام هیچ نیاز گرمایی ویژه ای برای گلدهی ندارنـد (۱۰، ۱۸ و ۲۶) به نظر می‌رسد بین ارقام مورد مطالعه نیاز سرمایی نقش بارزتری نسبت به نیاز گرمایی دارد. نیاز گرمایی ارقام مورد بررسی تـا حـدودی یکسان بود و نیاز سرمایی تاثیر بیشتری را روی درصد گل دهی نشان داد. که مطابق با یافته‌های آلبرکرکـو و همکـاران (۴) بـر روی ارقـام گیلاس است که نقش نیاز سرمایی را با اهمیت تر نشان دادند و ارقام با نیاز سرمایی کمتر زودتر به گلدهی رسیدند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به درصد گلدهی ارقام در شرایط آزمایشـگاهی مشـخص شد که افزایش مدت سـرمادهی باعـث تسـریع شـکفتن جوانـه‌هـا و یکنواختی سرعت جوانه زنی شد، به نظر می‌رسد که نیاز سرمایی ارقام باید بیشتر از ۷۰۰ ساعت باشد تا یکنواختی در گلدهی مشـاهده شـود. اگرچه افـزایش در سـاعات سـرمایی میـزان نیـاز حرارتـی را کـاهش نمی‌دهد ولی سبب یکنواختی نیاز سرمایی جوانـه‌هـا مـی‌شـود (۱۱ و ۳۰). سرمای ناکافی باعث شکوفایی ضعیف در ارقام شد به طوری که رقم نوری دیررس در ۷۰۰ ساعت درصـد دارای ۶۰ درصـد گلـدهی و شمس مشهد دارای کمتـرین درصـد گلـدهی بـود. توزیـع واحـدهای سرمایی در محدوده‌های دمایی مشخص امکان مقایسه نتایج به دست آمده از روش‌های مختلف در شرایط مزرعه را به ما می‌دهد.



شکل ٤- برآورد نیاز سرمایی ارقام زردآلو بر اساس مدل های مختلف سرمایی

Figure 4– Estimating of apricot chilling requriment according different chilling models

جدول ۳- تجمع واحد های سرمایی در شرایط مزرعه ای در هر ماه

Table 3- Cumulative thermal units per month in field conditions

	دما Tempreture (°C)	واحد سرمایی (cu)	آذر	دی	بهمن	۱۶اسفند
مدل یوتا	>1/5	0	0	0	0	0
Utah model	1/5-2/4	0/5	62	73	38/5	16/5
	2/5-9/1	1	384	664	419	210
	9/2-12/4	0/5	47	22/5	72	34
	12/5-15/9	0	0	0	0	0
	16-18	-0/5	-4/5	0	-6/5	-6/5
	>18	-1	0	0	-3	-15
مجموع واحد سرمایی			488/5	759/5	520	239
کارولینای شمالی	دما	واحد سرمایی	آذر	دی	بهمن	اسفند
North Carolina	≤1/5	0	0	0	0	0
	1/6-7/1	0/5	164	117/5	158/5	82
	7/2-12/9	1	200	103	292	137
	13-16/4	0/5	26	5	30/5	19/5
	16/5-18/9	0	0	0	0	0
	19-20/6	-0/5	0	0	0	0
	20/7-22	-1	0	0	0	0
	22/1-23/2	-1/5	0	0	0	0
	≥23/3	-2	0	0	0	0
مجموع واحد سرمایی			390	225/5	481	238/5
	دما	واحد حرارتی	آذر	دی	بهمن	اسفند
مدل نیاز سرمایی کم	≤1/7	0	0	0	0	0
low chilling	1/8-7/9	0/5	180/5	123	180	90
	8-13/9	1	183	87	264	134
	14-16/9	0/5	17	3/5	22/5	13/5
	17-19/4	0	0	0	0	0
	19/5-21/4	-0/5	0	0	0	0
	≥21/5	-1	0	0	0	0
مجموع واحد سرمایی			380/5	213/5	466/5	237/5

روند تجمع به صورت واحد سرمایی در مدل‌های کارولینای شمالی و نیاز سرمایی کم، مشابه بود، ولی مدل یوتا میزان تجمع واحد سرمایی بیشتری را نشان داد (شکل ۴). میزان نیاز گرمایی در ارقام مورد مطالعه مشابه بود. با توجه به این‌که منطقه مورد آزمایش، منطقه سرد محسوب می‌شود اختلاف ارقام از نظر شکوفایی به یک هفته هم نمی‌رسد.

منابع

1-Jalili marandi R. 2002. Pomology. Jahad Daneshgahi. Urmia.

2- Reazaei M. 2011. Evaluation of temperature requirements of six apricot cultivars under lab and field conditions in Shahrood. Journal of crop improvement, 1: 21-23. (in Persian with English abstract)

3- Razavi F., Hajilou j. 2010. Determination of chilling requirements in different varieties of apricot and plum flower buds in comparison with hybrid plum × apricot. 7th horticulture congress. 5-8 September. Esfahan, Iran.

4- 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.

5- Anderson J.L., Richardson E.A., and Kesner C.D. 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for "Montmorency" sour cherry. Acta Horticulture, 184: 71-78.
6- Antonio M., Martinez T., and Antonio J. 2009. Metabolic activity of low chilling grapevine buds forced to break. Thermochimica Acta, 481: 28–31.
7- Brown D.S. 1957. The rest period of apricot flower buds as described by a regression of time of bloom on temperature. Plant Physiology, 32: 75-85.
8- Cesaraccio C., Spano D., Snyder R.L., and Duce P. 2004. Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. Agricultural and Forest Meteorology, 126: 1-13.
9- Citadin I., Raseria M.C.B., Herter F.G., and Baptista da Silva J. 2001. Heat requirement for blooming and leafing in peach. Hort Science, 36:305-307.
10-Couvillon G.A., and Erez A. 1985. Influence of prolonged exposure to chilling temperatures on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. American Society for Horticultural Sciences, 110: 47-50.
11- Coville. 1920. The influence of cold in stimulating the growth of plants, Journal Agriculture Research, 20 :151–192.
12- El-Shereif A., Mizutani F., and Onguso J.M. 2005. Effects of different temperatures and sampling dates on bud break and ACC content of Muscat Bailey grapevine buds. International Journal Botany, 1: 34-37.
13- Erez. 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. Acta Horticulture, 395: 81–95.
14- Erez A., Couvillon G.A., Hendershott C.H. 1979. The effect of cycle length on chilling negation by high temperatures in dormant peach leaf buds. Journal American Society Horticulture Science, 104: 573-576.
15-Erez A. 1987. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
16- Faust, M., A. Erez. L.j. Rowland, S.Y. Wang, and H. A.Norman. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction.maintenance, and release. Horticultural science. 4: 429-623.
17- García JE., Guerriero R., and Monteleone P. 1999. Apricot bud chilling and heat requirements in two different climatic areas: Murcia and the Tuscan Maremma. Acta Horticulture, 488: 289–294.
18- Gianfagna T.J. and Mehlenbacher S.A. 1985. Importance of heat requirement for bud break and time of flowering in apple. HortScience, 20: 909-911.
19- Gilreath P.R., and Buchanan D.W. 1981. Rest prediction model for low-chilling 'Sungold' nectarine, Journal American Society Horticulture Science, 106 :426–429.
20- Hauagge R. and Cumming J.N. 1991. Phenotypic variation of length of bud dormancy in apple cultivars and related Malus species, Journal American Society Horticulture Science, 116 :100–106.
21- Janick J., and Paull E.R. 2008. The Encyclopedia fruits and nuts. CABI.
22- Martin G.C.1991. Bud dormancy in deciduous fruit tree. Academic Press, New York.183-225.
23- Mohamad A.K.A., Omran Y.A.M. 2004. Chilling and heat requirements for bud breakand fruit development of some grape cultivars under Assiut conditions.Agriculture Science, 35: 1-9.
24- Rattigan K., Hill S.J. 1988. Relationship between temperature and flowering in almond: effect of location.Australian. Journal of Experimental Agriculture, 27: 905-908.
25- Richardson E.A., Seeley S.D., and Walker D.R.1974. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. HortScience, 9: 331-332.
26-Rom R., and Arrington E.H. 1966. The effect of varying temperature regimes on degree days to bloom in the "Elberta" peach. American Society Horticulture Science, 88: 239-244.
27- Ruiz D., Campoy J.A., and Egea J. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. Environmental and Experimental Botany. 61: 254-263.
28- Samish R.M., and Lavee S. 1982. The chilling requirement of fruit trees. In: Proceedings of the XVI International Horticultural Congress. 5: 372-388.
29-Saure M.C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. Horticulture reviews, 7: 239-298.
30- Scalabrelli G., Couvillon G.A. 1986. The effect of temperature and bud type on rest completion and the GDHºC requirement for budbreak in 'Redhaven' peach. American Society Horticulture Science 111:537–540.
31- Scorza R., Okie W.R. 1990. Peaches (Prunus). In: Moore, J.N., Ballington, H.J. (Eds.), Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. International Society for Horticultural Science, Amsterdam, the Netherlands.
32- Shaltout A.D., Unrath C.R. 1983. Shaltout and Unrath, Effect of some growth regulators and nutritional compounds as substitutes for chilling of delicious apple leaf and flower buds, American Society Horticulture Science, 108:898–901.
33- Spiegel Roy P., Alston F.H. 1979. Chilling and post-dormant heat requirement as selection criteria for lateflowering pears. Hortscience, 54:115-120.
34- Weinberger J.H.1950. Chilling requirements of peach varieties, American Society Horticulture Science, 56: 122–128.