تعیین نیاز سرمایی شش رقم پسته و رابطه آن با میانگین دمای روزانه (مطالعه موردی شهرستان خاتم و اردکان)

منصور زنگنه[1]، مهرداد جعفرپور[1]*

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۹/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۹

چکیده

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی و سازگار با شرایط اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران است. در چند سال اخیر با گرم شدن زمین نیاز سرمایی درختان پسته تامین نمی‌شود. عدم تأمین نیاز سرمایی باعث کاهش عملکرد، تأخیر در گل‌دهی و تشکیل میوه کم حتی در سال پر محصول می‌گردد. استان یزد دارای اقلیم گرم و خشک بوده و اغلب درختان پسته کشت شده در این منطقه نیاز سرمایی‌شان برطرف نمی‌شود. هدف از این پژوهش تأمین نیاز سرمایی ارقام تجاری (اکبری، احمد آقایی، فندقی) و بومی (چروک، حاج عبداللهی، شستی) در فصل زمستان در شهرستان‌های اردکان و خاتم بود. نتایج این پژوهش نشان داد میزان ساعات سرمایی مورد نیاز محاسبه شده توسط مدل یوتا مثبت نسبت به مدل تجمعی در دوره رکود درختان پسته طی ده سال گذشته (از سال ۱۳۹۰ لغایت ۱۳۹۹)، بیشتر بوده است. همچنین، طی دوره آماری مذکور، نیاز سرمایی سالانه پسته برای ارقامی نظیر کله‌قوچی و فندقی تقریباً در همه سال‌ها تأمین گردید و برای رقمی نظیر چروک هیچگاه بطور کامل تأمین نشد و این رقم برای کشت در منطقه مورد مطالعه توصیه نمی‌گردد. برای ارقام احمدآقایی/ اکبری بر اساس مدل یوتا مثبت در دوره ده ساله نیاز سرمایی تامین گردید در حالیکه بر اساس مدل تجمعی نیاز سرمایی این ارقام تامین نگردید. همچنین، رقم اکبری در شهرستان خاتم و رقم حاج عبدالهی در شهرستان اردکان مناسب‌ترین ارقام از لحاظ مراحل فیزیولوژیک، تأمین نیاز سرمایی و تولید محصول توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: میانگین دما، نیاز سرمایی، *Pistacia vera*، یزد، مدل یوتا مثبت، مدل ۷- ۰ درجه.

۱ گروه علوم باغبانی؛ دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندها؛ واحد اصفهان (خوراسگان)؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ اصفهان؛ ایران.
* نویسنده مسئول: mehrdad.jafarpour@iau.ac.ir. mehrdad.jafarpour@gmail.com

مقدمه

پسته خوراکی (*Pistacia vera*) از خانواده Anacardiaceaeدرختی دو پایه و خزان کننده است (Al-Saghir., 2010). گل‌های پسته فاقد گلبرگ هستند و گرده افشانی توسط باد انجام می‌شود. این گیاه از دیرباز در نقاط مختلف ایران مورد کشت و پرورش قرار می‌گرفته است (Javanshah *et al.,* 2001). گونه‌های پسته اهلی، میوه‌های خوراکی با ارزش اقتصادی بالا تولید می‌کنند و سایر گونه‌ها بیشتر به عنوان پایه برای پسته اهلی، تولید سقز یا گاهی اوقات به صورت زینتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. پسته به عنوان یک محصول مهم اقتصادی جایگاه خاصی را در بین تولیدات کشاورزی ایران داشته و بخش عمده‌ای از صادارات غیر نفتی کشور را تشکیل می‌دهد. این گیاه یکی از مهمترین محصولات باغبانی و سازگار با شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک ایران می‌باشد و سومین کالای صادراتی ایران از نظر ارزآوری به شمار می‌آید. امروزه بزرگترین خطری که بازارهای داخلی و خارجی پسته ایران را تهدید می‌کند، بالا رفتن هزینه‌ها و پایین بودن بازده آن در واحد سطح است. یکی از مشکلات گرم شدن زمین، اثرات آن بر کشاورزی و تولید غذا می‌باشد. اگر تغییرات جوی به همین منوال ادامه یابد، باعث مشکلات عدیده‌ای در بخش کشاورزی خواهد شد که مهمترین مشکلات در محصولات باغی می‌باشد (حکم آبادی و حقیقت، ۱۳۹۵). اولین قدم برای کاشت درخت پسته شناخت دقیق شرایط آب و هوایی منطقه می‌باشد و انجام هرگونه فعالیتی بایستی با آگاهی از وضعیت اقلیمی منطقه صورت پذیرد. پرورش درخت پسته در مناطقی که دارای تابستان‌های گرم و طولانی و خشک بوده وزمستان‌های نسبتاً سرد دارند امکان پذیر است. این درختان دمای ۱۸ درجه سلسیوس را تحمل می‌کنند و در تابستان به ۴۰ درجه سلسیوس گرما مقاوم می‌باشند (Crane, 1984). این درخت به کم آبی و خشکی خاک بسیار مقاوم بوده و مقاومت آن به شوری آب و خاک نیز در حد بسیار بالایی است. این مشخصه بارز درخت پسته، قابلیت افزایش سطح زیر کشت آن‌را به مقادیر خیلی بیشتری از سطح موجود در ایران امکانپذیر می‌سازد (محمدخانی، ۱۳۷۲).

درخت پسته نیز مشابه درختان مناطق معتدله دارای نیاز سرمایی بوده و سال آوری تولید آن تابعی از تأمین نیاز سرمایی می‌باشد. این نیاز برای این محصول بین ارقام پسته اهلی متفاوت و بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ ساعت گزارش شده است. لذا در انتخاب محل کاشت پسته بایستی به نیاز سرمایی آن توجه نمود. نیاز سرمایی و محدوده دمایی مؤثر در گونه‌ها و حتی ارقام مختلف در سنین متفاوت است. در درختان پسته‌ای که سرمای لازم را دریافت نکرده‌اند، رشد برگچه‌ها کامل نبوده و برگ‌ها دارای تعداد

کمتری برگچه هستند و گاهی عادت میوه‌دهی تغییر می-کند. بدین صورت که میوه‌ها به صورت انتهایی روی شاخه‌های سال جاری تشکیل می‌شوند، در حالی‌که در حالت طبیعی به صورت جانبی روی شاخه یک ساله تشکیل می‌شوند. این پدیده بیشتر در قسمت‌های جنوبی درخت اتفاق می‌افتد. در این حالت ممکن است گل‌هایی تنها در کنار جوانه برگ ظاهر شوند که مجبور خواهند بود به صورت بکرباری رشد کنند. با تغییر در سیستم میوه‌دهی، میوه‌هایی که باید به طور معمول طی دو سال آماده تولید می‌شدند (از تشکیل جوانه تا تولید میوه) در یک سال تولید شوند که نامطلوب است از طرفی چون جوانه انتهایی، گل می‌باشد، بنابراین جوانه‌ای رویشی برای گسترش شاخه‌های جدید در سال آینده وجود ندارد و در نهایت منجر به مرگ سر شاخه‌ها خواهد شد. همچنین در صورت عدم تأمین به موقع نیاز سرمایی شکفتن جوانه‌ها با تأخیر صورت گرفته و تولید گرده در بیشتر گل آذین‌ها بشدت پایین می‌آید و اکثر گل آذین‌ها ممکن است عقیم بوده و ریزش کنند (طلایی، ۱۳۷۷).

مهمترین ارقام تجاری پسته در ایران، فندقی کله قوچی، احمد آقایی، اکبری، ممتاز، خنجری، عباسعلی، شاه پسند، بادامی سفید، قرمز، دانشمندی، کال خندان، حاج عبدالهی و بادامی اردکان می‌باشند (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶). استان یزد یکی از قطب‌های تولید پسته در ایران است، بطوریکه در چند سال اخیر رتبه سومین تولید کننده پسته کشور را دارد (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۳). با توجه به وضعیت منطقه ضرورت دارد تا پژوهش‌های جامعی در مورد نیاز سرمایی پسته و رابطه آن با دمای روزانه به عمل آید. از طرف دیگر، با توجه به پتانسیل فراوان کشور برای گسترش و توسعه این گونه گیاهی لازم است ضمن افزایش سطح زیر کشت آن به‌ویژه در حاشیه کویرها، با انجام امور پژوهشی هر چه بهتر و بیشتر بر کیفیت و کمیت پراکنش این گونه با ارزش بیفزاییم. لذا، این پژوهش با هدف بررسی نیاز سرمایی رقم پسته تجاری و محلی در شهرستان‌های خاتم و اردکان از استان یزد و رابطه آن با دمای روزانه، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از مدل‌های یوتا مثبت و ۰-۷ درجه سانتی‌گراد برای تعیین نیاز سرمایی روزانه ارقام تجاری (اکبری، احمد آقایی، فندقی) و بومی (چروک، حاج عبداللهی، شستی) در فصل زمستان در شهرستان‌های اردکان و خاتم استفاده شد. همچنین هدف، ایجاد ارتباط بین میانگین دمای روزانه و نیاز سرمایی روزانه بود. به منظور انجام این تحقیق، داده‌های یک ساعته دما در فصل زمستان در شهرستان‌های خاتم و اردکان در مرکز ایران بین_عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۳

درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی از نصف‌النهار مبدأ، در طول سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۹ از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید.

علت انتخاب این دو ایستگاه موجود بودن آمار دوره آماری فوق و دمای یکساعته در هر دو ایستگاه بوده است. بدین ترتیب تمام داده‌ها در طول دوره آماری مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت و نیاز سرمایی با مدل ۰-۷ درجه سانتی گراد و مدل UTA مثبت محاسبه گردید. در مدل ۷-۰ درجه سانتی‌گراد، ساعات موثر بر نیاز سرمایی تنها در محدوده بین صفر و ۷ درجه سانتی گراد محاسبه شد.

$$\mathrm{CH} = \sum_{i=1}^{t} \mathrm{T}_{7,2,} \mathrm{with} \mathrm{T}_{7,2} = \begin{cases} 0^{\circ}\mathrm{C} < T < 7.2^{\circ}C : 1 \\ \mathrm{else} \quad : 0 \end{cases}$$

درمدل UTA مثبت دماهای کمتر از ۱/۴ درجه سانتی‌گراد و بیشتر از ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد بدون ارزش سرمایی می‌باشند، ضمن اینکه بر خلاف مدل (UT)، دماهای بالاتر نیز بدون ارزش سرمایی می‌باشند در این مدل تعداد ساعات سرمایی در زمان t بر اساس معادله ذیل بدست آمد:

$$\mathrm{UT}_{\mathrm{POS}} = \sum_{i=1}^{t} \mathrm{T}_{\mathrm{U}^{+}} , \mathrm{with}\ \mathrm{T}_{\mathrm{U}^{+}}$$

$$= \begin{cases} \mathrm{T} \leq 1.4^{\circ}\mathrm{C} & : 0 \\ 1.4^{\circ}\mathrm{C} < T \leq 2.4^{\circ}\mathrm{C} & : 0.5 \\ 2.4^{\circ}\mathrm{C} < T \leq 9.1^{\circ}\mathrm{C} & : 1 \\ 9.1^{\circ}\mathrm{C} < T \leq 12.4^{\circ}\mathrm{C} & : 0.5 \\ \mathrm{T} \geq 12.4^{\circ}\mathrm{C} & : 0 \end{cases}$$

برای تعیین انباشت سرمایی لازم است که دمای هرساعت در شبانه روز در دسترس باشد، از آنجا که آمار سازمان هواشناسی به صورت سینوپ سه ساعته در اختیار کاربران قرار می‌گیرد، برای محاسبه انباشت سرمایی لازم است دمای هر ساعت در هر شبانه روز مشخص تا مدل-های محاسبه ساعات سرمایی بتوانند ارزش سرمایی ساعات مختلف را محاسبه کنند لذا از روش درون‌یابی خطی برای تبدیل دمای سه ساعته به دمای ساعتی استفاده شد. در این روش اختلاف دمای سه ساعت قبل با سه ساعت بعد محاسبه و با تقسیم بر بازه سه ساعته، میزان افزایش و یا کاهش دما در هر ساعت بدست آمد که با توجه به افزایش و یا کاهش دما، این مقدار به دمای قبلی افزوده و یا کم شد. بدین منظور با استفاده از امکانات برنامه نویسی نرم افزار اکسل، برنامه لازم نوشته و سپس با اعمال داده ساعتی، سری زمانی مجموع انباشت ساعتی از سال ۱۳۹۰-۱۳۹۹ برای دوره رکود محاسبه گردید. درنهایت میزان ساعات سرمایی بر اساس ارقام مختلف تعیین و ارتباط بین ساعات سرمایی روزانه با مقادیر میانگین دمای حداقل و حداکثر و میانگین دمای ماهانه با هدف کاربرد آن در ارائه مدل نهائی مورد استفاده قرار گرفت. دوره زمانی محاسبه نیاز سرمایی برای درختان پسته در ایران از نیمه آبان تا پایان بهمن ماه بود.

جدول ۱- نیاز سرمایی ارقام مختلف برای خروج درخت از رکود (ساعت).

	رقم	نیاز سرمایی ارقام مختلف برای خروج درخت از رکود
۱	اکبری	۱۲۰۰
۲	احمد آقایی	۱۰۰۰
۳	فندقی	۸۰۰
۴	چروک	۱۴۰۰
۵	حاج عبداللهی	۱۱۰۰
۶	شستی	۸۰۰

نتایج و بحث

نتایج مدل‌های فوق برای بررسی تأمین نیاز سرمایی پسته که محصول عمده دو شهرستان اردکان و خاتم در جداول ۳ و ۴ آورده شد.

جدول ۲ - نیاز سرمایی محاسبه شده در شهرستان اردکان.

سال آماری	نیاز سرمایی محاسبه شده به روش ۰-۷ درجه سانتیگراد شهرستان اردکان	نیاز سرمایی محاسبه شده به روش یوتا مثبت شهرستان اردکان
۱۳۹۰	۱۱۰۴	۱۴۹۶
۱۳۹۱	۷۳۵	۱۲۰۳
۱۳۹۲	۸۸۵	۱۱۳۶
۱۳۸۷	۸۶۴	۱۳۸۷
۱۳۹۴	۸۹۷	۱۳۲۶
۱۳۹۵	۸۹۷	۱۳۱۲
۱۳۹۶	۷۹۵	۱۱۷۴
۱۳۹۷	۷۹۱	۱۱۴۲
۱۳۹۸	۷۲۱	۱۱۲۷
۱۳۹۹	۷۷۴	۱۲۷۲

بر اساس نتایج حاصل در جدول (۲) می‌توان نتیجه گرفت که در سال ۱۳۹۰ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۴۹۶) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۱۱۰۴) بدست آمده که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل و متوسط گل تامین شد.

در سال ۱۳۹۱ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۲۰۳) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۳۵) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۲ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۱۳۶) ساعت در ارقام زود گل و متوسط گل تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۸۸۵) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۳ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۳۸۷) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۷-۰ درجه سانتی‌گراد (۸۶۴) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۴ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۳۲۶) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۷-۰ درجه سانتی‌گراد (۸۹۷) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۵ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۳۱۲) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۸۹۷) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۶ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۱۷۴) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۹۵) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۷ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۱۴۲) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۷-۰درجه سانتی‌گراد (۷۹۱) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۸ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۱۲۷) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۷-۰ درجه سانتی‌گراد (۷۲۱) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۹ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۲۷۲) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۷۴) بدست آمده است که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

جدول ۳ - نیاز سرمایی محاسبه شده در شهرستان خاتم.

سال آماری	نیاز سرمایی محاسبه شده به روش ۰-۷ درجه سانتیگراد شهرستان خاتم	نیاز سرمایی محاسبه شده به روش یوتا مثبت شهرستان خاتم
۱۳۹۰	۱۲۷۰	۷۸۹
۱۳۹۱	۱۳۱۴	۷۵۶
۱۳۹۲	۱۲۳۹	۸۸۸
۱۳۹۳	۱۲۸۷	۷۵۶
۱۳۹۴	۱۳۶۸	۸۶۱
۱۳۹۵	۱۱۲۰	۵۵۲
۱۳۹۶	۱۱۳۴	۷۵۰
۱۳۹۷	۱۱۳۱	۷۵۳
۱۳۹۸	۱۱۱۳	۷۰۹
۱۳۹۹	۱۲۲۲	۷۴۷

بر اساس نتایج حاصل در جدول (۳) می‌توان نتیجه گرفت که در سال ۱۳۹۰ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۲۷۰) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۸۹) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۱ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۳۱۴) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۵۶) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال۱۳۹۲ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۲۳۹) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه

بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد(۸۸۸) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۳ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۲۸۷) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۵۶) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۴ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۳۶۸) ساعت در تمام ارقام مورد مطالعه تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۷-۰ درجه سانتی‌گراد (۸۶۱) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۵ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۱۲۰) ساعت فقط در ارقام زود گل و متوسط گل تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۵۵۲) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۶ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۱۳۴) ساعت فقط در ارقام زود گل و متوسط گل تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۵۰) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۷ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۱۳۱) ساعت فقط در ارقام زود گل و متوسط گل تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۵۳) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۸ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۱۱۳) ساعت فقط در ارقام زود گل و متوسط گل تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۰-۷ درجه سانتی‌گراد (۷۰۹) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

در سال ۱۳۹۹ نیاز سرمایی محاسبه شده به مدل یوتای مثبت (۱۲۲۲) ساعت در تمام ارقام بجز چروک تأمین شد، در صورتیکه نیاز سرمایی محاسبه شده در مدل ۷-۰ درجه سانتی‌گراد (۷۴۷) بدست آمد که فقط نیاز سرمایی ارقام زود گل تأمین شد.

با توجه به جداول (۲ و ۳)، در تمام سالهای مورد مطالعه و هر دو منطقه نیاز سرمایی ارقام زود گل و متوسط گل در مدل یوتا مثبت تأمین گردید ولی در مدل تجمعی فقط ارقام زودگل نیاز سرمایی آن تأمین شد.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مشخص شد که میزان ساعات سرمایی مورد نیاز محاسبه شده توسط مدل

یوتا مثبت نسبت به مدل تجمعی در دوره رکود درختان پسته طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۹، بالاتر بود. علاوه بر این، در بازه زمانی ذکر شده، نیاز سرمایی سالانه پسته برای ارقامی مانند کله‌قوچی و فندقی نسبتا در تمامی سال‌های مورد مطالعه تأمین گردید ولی برای رقم چروک در هیچ سالی کاملاً تأمین نشد.

در دوره ده ساله مورد بررسی، طیق مدل یوتا مثبت نیاز سرمایی در ارقام احمدآقایی و اکبری تأمین گردید با این وجود در این ارقام بر اساس مدل تجمعی نیاز سرمایی تأمین نشد. علاوه بر این، رقم اکبری در شهرستان خاتم و رقم حاج عبدالهی در شهرستان اردکان بهترین ارقام از لحاظ مراحل فیزیولوژیک، تامین نیاز سرمایی و تولید محصول توصیه می‌شوند.

در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ به علت شیوع بیماری کرونا و قرنطینه استان یزد و عدم امکان پایش فنولوژی باغات پسته آمار در دسترس نبود و نمی‌توان اظهار نظری داشت. رقم فندقی در شهرستان اردکان نیز به دلیل عدم سازگاری با شرایط خاک و آب شور منطقه دارای سطح زیر کشت اندکی بوده و از مطالعه حذف گردید.

با فرا رسیدن فصل پاییز، رشد درختان خزان دار متوقف می‌شود و با کوتاه شدن طول روز و کاهش دما، گیاه وارد مرحله رکود می‌شود، ولی خروج از این مرحله مستلزم تأمین نیاز سرمایی گیاه می‌باشد، به طوری که بدون این مرحله، چرخه سالانه گیاه تکمیل نشده و قادر به رشد طبیعی نخواهد بود (Talaei, 1998). حداقل زمان لازم برای سرمادهی یک رقم در طی فصل رکود که موجب از سرگیری رشد طبیعی آن در فصل رویش می‌شود نیاز سرمایی نامیده می‌شود. در مورد گیاه پسته با توجه به اینکه دوره رکود این گیاه از نیمه آبان تا آخر بهمن می‌باشد، بدیهی است که در صورت داشتن میانگین دمای هوا در هر یک از این ماه‌ها، می‌توان اقدام به محاسبه CH در هر ماه و نهایتاً با تجمیع آنها، کل ساعات سرمایی حادث شده طی سال مورد نظر را بر حسب ساعت برآورد نمود.

با توجه نتایج حاصله و مقایسه دو مدل مورد مطالعه در دو شهرستان، مدل یوتا مثبت نسبت به مدل تجمعی نتایج نزدیکتر به واقعیت ارایه داد. به این دلیل که در بعضی سال‌های بررسی شده علیرغم اینکه مدل تجمعی، عدم نامین نیاز سرمایی را نشان داد، اما بررسی‌های میدانی و عملکرد باغات حاکی از تامین شدن نیاز سرمایی بود و در همان سال مدل یوتا مثبت حاکی از تأمین شدن نیاز بود.

با توجه به آمار هواشناسی ده ساله مورد بررسی، اگر تا پایان بهمن ماه نیاز سرمایی درختان پسته تأمین نگردد امید زیادی برای تأمین آن در ماه اسفند وجود ندارد و می‌بایست از اقدامات جبرانی نظیر روغن پاشی و یا

تیمارهای تغذیه‌ای استفاده نمود. گونه‌ها و ارقام مختلف نیاز سرمایی متفاوتی دارند و این صفت، صفتی است قابل وراثت؛ به‌طوری‌که از گونه‌هایی با نیاز سرمایی اندک می‌توان برای سازگاری در مناطق گرم‌تر استفاده کرد. در ارتباط با پسته نیز ژنتیک یک عامل موثر در این پدیده می‌باشد. بین ارقام و گونه‌های پسته اختلاف زیادی از لحاظ سرمایی وجود دارد. با توجه به نتایج حاصله بخصوص فرآیندهای گلدهی و تشکیل میوه در بین ارقام تجاری مورد بررسی بهترین ارقام احمد آقایی و اکبری بودند؛ در حالی که رقم حاج عبداللهی بهترین رقم از بین ارقام بومی مورد مطالعه در شهرستان‌های اردکان و خاتم از استان یزد بود..

با مقایسه طول دوره گلدهی و میزان خسارت وارده به محصول بر اثر عوامل خسارت بارندگی و گرمازدگی در زمان گل، نتایج نشان داد که ارقام با دوره گلدهی طولانی تر، متحمل خسارت کمتر و عملکرد وکیفیت محصول مناسب‌تری بود که می‌تواند به دلیل توزیع خسارت در تعداد روزهای گلدهی بیشتری باشد؛ بدین معنی که، به عنوان مثال چهار روز بارندگی در یک بازه گلدهی ده روزه بیشتر از همان چهار روز بارندگی در یک بازه زمانی ۱۵ روزه، خسارت وارد می‌کند.

با توجه به مطالب فوق، رقم اکبری در شهرستان خاتم و رقم حاج عبدالهی در شهرستان اردکان مناسب‌ترین ارقام از لحاظ مراحل فیزیولوژیک، تأمین نیاز سرمایی و تولید محصول تشخیص داده شدند. اما دمای فصل زمستان نیاز سرمایی در رقم چروک برای خروج از دوره رکود در دو شهرستان خاتم و اردکان تأمین نمی‌کند و این رقم برای کشت در منطقه مورد مطالعه توصیه نمی‌گردد.

نتایج این مطالعه از نظر کاهش انباشت سرمایی در دهه‌های اخیر منطبق بر مطالعات Fallah ghalhari *et al*., (۲۰۱۸) است که نشان‌دهنده کاهش انباشت سرمایی در ایستگاه‌های مناطق سردسیر و کوهستانی ایران است. همچنین Sabziparvar *et al*., (۲۰۱۵) در تحقیقی نشان دادند که به دلیل گرمایش جهانی، در سال‌های آینده میزان نیاز سرمایی درختان خزان‌دار در استان همدان کافی نمی‌باشد. افزون بر این، نتایج بدست آمده از این تحقیق منطبق بر مطالعات Abuquerque *et al*., (۲۰۰۸) Zhuang *et al*., (۲۰۱۶) و Santos *et al*., (۲۰۱۶) است که نشان می‌دهد یکی از جنبه‌های بسیار مهم تغییر اقلیم بر باغ‌های میوه،کاهش انباشت سرمایی از طریق زمستان‌های ملایم است.

منابع

۱. آمار نامه جهاد کشاورزی ایران، (۱۳۹۳). معاونت آمار و برنامه ریزی کشور.

۲. آمار نامه جهاد کشاورزی ایران، (۱۳۹۶). معاونت آمار و برنامه ریزی کشور.

۳. حکم آبادی حسین، حقیقت مسعود. (۱۳۹۵). عدم تامین نیاز سرمایی مشکلی در باغات پسته در سال جاری و توصیه های فنی در این ارتباط.

۴. طلایی، علیرضا. (۱۳۷۷). فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله. انتشارات دانشگاه تهران

۵. محمدخانی، عبدالرحمان. (۱۳۷۲). تعیین مقاومت پایه های پسته به شوری با توجه به تغییرات شدید تنفس وزنه‌ها، جذب و انتقال عناصر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۳۵ ص.

6. Abuquerque, N., Garcia Montiel, F., Carrillo, A., & Burqos L. (2008). Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany*, *64*, 162-170.
7. Al- Saghir, M.G. (2010). Phylogenetic analysis of genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) based on morphological data, *Asian Journal of Plant Sciences*, *9*(1), 28- 35 .
8. Crane, J.C. (1984). Pistachio production problems. *Fruit Varieties Journal*, *38*, 242-252.
9. Javanshah, A, Arzani, K, Dehghan, Y., & Capellin P. (2001). Flowering study in Ohadi Pistachio. *Experimental agriculture*. 398-406.
10. Fallah Qalhari, G., & Ahmadi, H. (2018). Analysis of Chilling storage in cold regions of Iran based on CH, Utah, CP models. *Journal of Geography and Development*, *51*, 99-120. (In Persian).
11. Sabzei Parvr, A.A., & Nowruz Valashdi, R. (2015). The Effect of Climate Change on the Process of Supplying the Chilling Requirement of Falling Plants (Case Study: Hamadan Province), *Journal of Horticultural Sciences*, *29*, 358-367. (In Persian).
12. Santos, J.A., Costa, R., & Fraga H. (2016). Climate change impacts on thermal growing condition of main fruit species in Pourtugal. *Climatic Change*, *139*, 1-14.
13. Talaei, A. (1998). Physiology of Fruit Trees in temperate regions. Tehran University Press. (In Persian).
14. Zhuang, W, Cai, B, Gao, Z., & Zhang Z. (2016). Determination of chilling and heat requirements of 69 Japanese apricot cutivars.European, *Journal of Agronomy*, *74*, 68-74.

Determination of chilling requirements of six pistachio cultivars and association with their average daily temperature (case report in Khatam and Ardakan cities)

Mansoor Zanganeh[1], Mehrdad Jafarpour[1*]

Abstract

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is one of the most important horticultural crops well adapted to the arid and semi-arid climates of Iran. In recent years, due to global warming, the winter chill required for pistachio trees has not been adequately provided. Insufficient winter chilling leads to reduced yield, delayed flowering, and poor fruit set, even during productive years. Yazd Province, characterized by a hot and dry climate, often fails to provide adequate chilling for pistachio orchards. The aim of this study was to determine the chilling hours of commercial cultivars (Akbari, Ahmad Aghaei, Fandoghi) and native cultivars (Chorook, Haj Abdollahi, Shasti) during winter in Ardakan and Khatam counties. The results indicated that the chilling hours estimated by the Positive Utah Model were generally higher than those of the Cumulative Model during the dormancy period of pistachio trees over the past decade (2011–2020). Furthermore, during this period, the annual chilling requirements for cultivars such as Fandoghi and Kaleh Ghouchi were met in almost all years, while for the Chorook cultivar, chilling requirements were never fully satisfied; hence, this cultivar is not recommended for cultivation in the studied region. According to the Positive Utah Model, the chilling requirements of Ahmad Aghaei and Akbari cultivars were satisfied over the ten-year period, while they were not met under the Cumulative Model. Furthermore, the Akbari cultivar in Khatam County and the Haj Abdollahi cultivar in Ardakan County **are** recommended as the most suitable cultivars based on physiological progression, chilling requirement satisfaction, and yield potential.

Key Words: Mean temperature, Chilling requirement, *Pistacia vera*, Yazd, Positive Utah Model, 0–7°C Model.

1 Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Water, Food, and Nutraceuticals, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

∗ Corresponding author: mehrdad.jafarpour@iau.ac.ir. mehrdad.jafarpour@gmail.com