بررسی میزان مقاومت به سرمای شکوفه در بین ژنوتیپ‌های دو گونه بادام وحشی ایرانی

زیبا امیدی فرد[۱]، علی قرقانی[*۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم باغبانی، دانشگاه شیراز، شیراز
[*۲] دانشیار بخش علوم باغبانی، دانشگاه شیراز، شیراز
[*]نویسنده مسئول: agharghani@Shirazu.ac.ir

چکیده

بادام نخستین گونه میوه مناطق معتدله است که در مقایسه با سایر درختان میوه در بهار گل می‌دهد، در مناطق سرد به دلیل تأمین زود هنگام نیاز سرمایی و باز شدن گل‌ها در شرایط نامطلوب دمایی، گل‌ها در معرض آسیب سرما قرار می‌گیرند. سرما سالیانه خسارت زیادی به تولید این محصول وارد می‌کند. عوامل متعددی می‌توانند سبب افزایش مقاومت و یا حساسیت گل‌های درختان میوه به سرمای بهاره شوند. یکی از عوامل تعیین کنندهٔ مقاومت به سرمای بهاره در درختان میوه نوع ژنوتیپ است. مقاومت به سرمای شکوفه‌ها در مرحله پاپ‌کورنی بر اساس دمای ۵۰ درصدکشندگی برای تمام ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص نشت‌یونی انجام شد. نتایج بررسی مقاومت به سرمای بهاره در شکوفه‌ها نشان داد که اختلاف معنی داری بین دو گونه از نظر مقاومت به سرما وجود نداشت. بالاترین مقاومت به سرما مربوط به ژنوتیپ زودگل ارژن با دمای ۵/۳- درجه سانتی‌گراد و پایین‌ترین مقاومت به سرما مربوط ژنوتیپ دیرگل بادام‌کوهی با دمای۳/۸- درجه سانتی‌گراد بود. یک همبستگی معنی‌دار و منفی بین مقاومت به سرمای شکوفه‌ها و میزان قند محلول بود. به طور کلی ژنوتیپ‌های زودگل‌تر مقاومت بالاتری نسبت به سرما در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیرگل‌تر داشتند. با توجه به تنوع بالای ژنوتیپ‌های وحشی در مقاومت به سرما و زمان گلدهی می‌توان به‌عنوان یک منبع ژرم پلاسم با ارزش از آن‌ها در برنامه‌های بهنژادی استفاده کرد.

کلمات کلیدی: دمای ۵۰ درصدکشندگی، ارژن، بادام کوهی

مقدمه

تغییرات آب و هوایی و گرمایش زمین بر نیاز سرمایی و گرمایی گیاهان تأثیر می گذارد و می‌تواند با اثر بر روی گلدهی، میزان تولید محصول در درختان میوه مناطق معتدله و همچنین زادآوری را در دختان جنگلی این اقلیم کاهش دهد (Parker and Abatzoglou, 2018). به طوری مثال درختان خزان کننده در مناطقی با زمستان‌های ملایم، سرمادهی مطلوب را دریافت نمی‌کنند و این مسئله منجر به تولید گل‌های ناقص با تخمدان‌های توسعه نیافته می‌شود و که می‌تواند به طور جدی تعداد جوانه‌های گل را نیز کاهش دهد. همچنین عدم تامین نیاز سرمایی می‌تواند رکود را طولانی کرده و گلدهی را ضعیف و به تاخیر بیندازد و در نتیجه تولید میوه‌های ضعیف و عملکرد پایین منجر به کاهش محصول خواهد شد. از سوی دیگر زیان‌های سرمای دیررس بهاره نیز می‌تواند خطر مهمی برای محصول باشد (Martínez-Gómez *et al.*, 2017).

بادام نخستین گونه میوه مناطق معتدله است که در مقایسه با سایر درختان میوه در بهار گل می‌دهد این زودگلی در نتیجه نیاز سرمایی پایین آن است در مناطق سرد به دلیل تأمین زود هنگام نیاز سرمایی و باز شدن گل‌ها در شرایط نامطلوب دمایی در معرض آسیب سرمایی قرار می‌گیرند (Di Lena *et al.*, 2018). در درختان میوه سرما و یخبندان به شکل‌های مختلف بسته به زمان وقوع و مرحله فنولوژیکی درخت میزان خسارت متفاوتی را به درختان و محصول آن وارد می‌نماید. ارقام مختلف بادام و زردآلو از زودگل‌ترین و حساس‌ترین درختان میوه هستند که در بهار از سرما آسیب می‌بینند. اختلاف ارقام در تحمل به سرمای بهاره را به عوامل بیولوژیک نظیر غلظت

IrHC2019

بالای قندها، قابلیت افزایش اسید آمینه پرولین و پایین بودن آب میان بافتی اندام های زایشی مرتبط می دانند. سرمازدگی روی غشای پلاسمایی اثرهای سوء می‌گذارد و باعث افزایش نشت ترکیبات شیره سلولی نظیر پتاسیم، اسیدهای آمینه، قندهای محلول و در مجموع الکترولیت های مختلف به خارج از سلول می شود. بنابراین به نظر می‌رسد با اندازه گیری این ویژگی ها بتوان به معیار مناسبی جهت تعیین میزان خسارت وارده و انتخاب ژنوتیپ های مقاوم دست یافت (Gusta *et al.*, 2002). ایران یکی از مهم‌ترین مناطق منشأ و تنوع گونه‌های وحشی بادام در جهان است با توجه به اینکه گونه‌های بادام وحشی به تنش‌های سرمایی مقاوم هستند (Zhang *et al.*, 2018)، بنابراین می‌توان به‌عنوان یک منبع ژرم پلاسم با ارزش از آن‌ها در برنامه‌های بهنژادی استفاده کرد. هدف از این پژوهش بررسی مقاومت به سرما شکوفه دو گونه بادام وحشی و ارتباط آن با زمان گلدهی است.

مواد و روش‌ها

سنجش مقاومت به سرما شکوفه: از شکوفه‌های شش ژنوتیپ از دو گونه وحشی بادام شامل بادام‌کوهی (*Prunus scoparia*) و ارژن (*Prunus elaeagnifolia*) که بر مبنای بررسی های پیشین دارای زودترین، متوسط و دیرترین زمان شکفتن جوانه‌ها در بهار بودند جهت سنجش مقاومت به سرما در مرحله پاپ کورنی استفاده شد (جدول-۱). پس از نمونه‌گیری، ابتدا شکوفه‌ها را با آب مقطر شستشو و بدون هیچ پوششی نمونه‌ها را درون دستگاه قرار دادیم قبل از اعمال تیمارهای سرمایی و برای سازگاری بهتر شکوفه‌ها نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شدند روند کاهش دمای دستگاه فریزر دو درجه بر ساعت بود که پس از رسیدن به هر یک از تیمار های دمایی مورد نظر نمونه‌ها به مدت یک ساعت در همان دما نگهداری شد. تیمارهای مورد اعمال ۳، ۰، ۳-، ۶-، ۹-، درجه سانتی گراد بود. برای محاسبه دمای ۵۰ درصد کشندگی بر اساس درصد نشت الکترولیت‌ها، از روش ghasemi و همکاران (2012) استفاده شد.

برای اندازه‌گیری قند از روش فنل اسیدسولفوریک[1]، نشاسته به روش مک کریدی و پرولین از روش بیتس استفاده شد. واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹.۱ صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد و همچنین همبستگی ساده دو به دو برای صفات ارزیابی شده محاسبه گردید

جدول «۱»زمان گلدهی در ژنوتیپ‌های دو گونه بادام وحشی

ژنوتیپ‌ها	شروع گلدهی	تمام گل
ارژن زودگل	۱۳۹۵/۱۲/۱۱	۱۳۹۵/۱۲/۱۶
ارژن متوسط گل	۱۳۹۵/۱۲/۱۹	۱۳۹۵/۱۲/۲۱
ارژن دیرگل	۱۳۹۵/۱۲/۲۹	۱۳۹۶/۰۱/۰۲
بادام کوهی زودگل	۱۳۹۵/۱۲/۱۴	۱۳۹۵/۱۲/۱۸
بادام کوهی متوسط گل	۱۳۹۵/۱۲/۲۹	۱۳۹۶/۰۱/۰۳
بادام کوهی دیرگل	۱۳۹۶/۰۱/۱۲	۱۳۹۶/۰۱/۱۵

[1]- Phenol.Sulfuric Acid Method

IrHC2019

نتایج و بحث

نتایج مقاومت به سرما بوسیله نشت یونی در ژنوتیپ‌های بادام وحشی در مرحله پاپ کورنی بر اساس دمای ۵۰ درصد کشندگی نشان داد که در ژنوتیپ زود گل ارژن که دارای بالاترین مقاومت به سرما با دمای ۵/۳°C- بود و کم ترین مقاومت به سرما مربوط به ژنوتیپ دیرگل بادام کوهی با دمای۳/۸°C- بود. اختلاف معنی‌داری بین سایر ژنوتیپ-ها مشاهده نشد (جدول-۲).

جدول«۲» مقایسه دمای ۵۰ درصد کشندگی و پارامترهای بیوشیمیایی در مرحله پاپ‌کورنی شکوفه های بادام وحشی

ژنوتیپ‌ها	دمای ۵۰٪ کشندگی	پرولین(µmol/g D.W)	نشاسته(mg/g D.W)	قند(mg/g D.W)
بادام کوهی زودگل	-۴/۸ab	۲/۰۰a	۱۷/۰۷b	۲۷/۱۲c
بادام کوهی متوسط گل	-۴/۳ab	۲/۹۵a	۲۳/۴۷ab	۵۵/۷۰ab
بادام کوهی دیرگل	-۳/۸b	۳/۴۸a	۳۳/۷۵a	۴۰/۴۵cb
ارژن زودگل	-۵/۳a	۲/۴۲a	۳۵/۸۰a	۷۲/۱۲a
ارژن متوسط گل	-۴/۲ab	۲/۵a	۲۶/۸۰ab	۳۰/۸۰c
ارژن دیرگل	-۴/۲ab	۳/۰۹a	۲۶/۳۳ab	۳۰/۱۵c

میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

Imaniو همکاران (2012) بالاترین مقاومت به سرما در مرحله پاپ کورنی شکوفه‌های چند رقم بادام را دمای ۴/۹°C- اعلام کردند. نتایج همچنان نشان داد که یک همبستگی مثبت و معنی‌دار بین دمای ۵۰٪ کشندگی و زمان گلدهی وجود دارد (r =۰/۶۲۳**) به طورکلی ژنوتیپ‌های زودگل‌تر دارای مقاومت بالاتری به تنش سرمایی بودند. همچنین در پژوهش دیگری بر روی بادام نشان داده شد که ارقام زودگل‌تر بادام مقاومت بالاتری به تنش سرمایی داشتند (Sakar *et al.*, 2017).

بررسی بیوشیمیایی شکوفه در مرحله پاپ کورنی نشان داد که اختلاف معنی داری بین شکوفه های ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ میزان پرولین وجود ندارد هرچند میزان پرولین در ژنوتیپ‌ها بر اساس زمان گلدهی افزایش یافته است. همچنین رابطه معنی‌داری بین میزان پرولین و مقاومت به سرما مشاهده نشد. ژنوتیپی که بالاترین مقاومت را داشت تقریبا دارای کمترین میزان پرولین در بین سایرین بود. نتایج Sepahvand و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که در جوانه بادام بیشترین میزان پرولین در مرحله پاپ کورنی وجود دارد و رقمی که بالاترین پرولین را داشت بالاترین مقاومت به سرما را نشان داد. اما Khoram و همکاران (۲۰۰۹) رابطه ای بین مقاومت به سرما در مرحله پاپ کورنی شکوفه بادام و میزان پرولین مشاهده نکردند (Khoram *et al.*, 2009).

پرولین به عنوان یک اسیدآمینه با فعالیت متنوع در شرایط تنش شناخته شده‌است که باعث حفاظت از فعالیت سلولی از طریق سم زدایی رادیکال‌های آزاد می‌شود. حفظ یکپارچگی غشا، پروتئین‌ها و اندامک‌های سلولی از جمله فعالیت‌های این بیومولکول مهم است. همچنین پرولین در شرایط تنش افزایش یافته و پتانسیل اسمزی سلول را کنترل

IrHC2019

می‌کند (Beheshti Rooy et al., 2017). بررسی قند محلول شکوفه نشان داد که ژنوتیپ زود گل ارژن که دارای بالاترین مقاومت به سرما بود، بیشترین میزان قند محلول را داشت و همچنین نتایج همبستگی رابطه معنی‌دار معکوس (r = -۰/۴۹۵*) بین دمای ۵۰ درصد کشندگی و میزان قند محلول شکوفه نشان داد (جدول-۳). Mousavi و همکاران (2014) نشان دادند که بین میزان سرمازدگی و میزان قندهای محلول در بین ارقام بادام ارتباطی وجود دارد به طوری که رقمی که دارای بیشترین میزان قندهای محلول بود، بیشترین میزان مقاومت بـه سرما را داشت. قندهای محلول مانند ساکاروز، گلوکز، فروکتوز و رافینوز به عنوان کاهش دهنده نقطه انجماد شناخته شده‌اند همچنین به نقش آنها به عنوان تنظیم کننده‌های اسمزی می‌توان اشاره کرد (Beheshti Rooy *et al.*, 2017).

جدول«۳» همبستگی پیرسون، همبستگی دو به دو صفات بررسی شده

صفات	زمان گلدهی	دمای ۵۰درصد کشندگی	قند	نشاسته
دمای ۵۰ درصد کشندگی	**۰/۶۳۲**			
قند	-۰/۰۹	**-۰/۴۹۵***		
نشاسته	۰/۲۳۱	۰/۰۶۳	۰/۴۲۱	
پرولین	**۰/۵۲۶***	۰/۴۶۶	۰/۰۷۳	**۰/۵۵۳***

* and **: Significance at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively

نتیجه‌گیری:

این پژوهش همبستگی مثبتی بین مقاومت به سرما و زمان گلدهی نشان داد. نتایج نشان دهنده این است که ژنوتیپ‌های زودگل‌تر مقاومت بیشتری به سرما دارند اما ژنوتیپ‌های دیرگل به دلیل دیرتر شکوفا شدن و رفع خطر سرمازدگی تحت آسیب سرمایی قرار نمی‌گیرند. نتایج همچنین نشان می‌دهد که قند محلول عامل مقاومت به سرما در بین ژنوتیپ‌ها بوده است.

منابع

Beheshti Rooy, S. S., Salekdeh, G. H., Ghabooli, M., Gholami, M. and Karimi, R. 2017. Cold-induced physiological and biochemical responses of three grapevine cultivars differing in cold tolerance. Acta Physiologiae Plantarum (**39**): 264.

Di Lena, B., Farinelli, D., Palliotti, A., Poni, S., DeJong, T. M. and Tombesi, S. 2018. Impact of climate change on the possible expansion of almond cultivation area pole-ward: a case study of Abruzzo, Italy. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology (93):209-215.

Ghasemi, A. A., A. Ershadi and E. Fallahi. 2012. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. HortScience 47 (12):1821-1825.

Gusta, L., Wisniewski, M., Nesbitt, N. and Tanino, K. 2002. Factors to consider in artificial freeze tests. *In* "XXVI International Horticultural Congress: Environmental Stress and Horticulture Crops 618", pp. 493-507.

Imani, A., Ezaddost, M., Asgari, F., Masoumi, S. and Raeisi, I. 2012. Evaluation the resistance of almond to frost in controlled and field conditions. International Journal of Fruit Science (3):29-36.

Khoram, E., Rabiei, V. and Imani, A. 2009. Relationship between soluble carbohydrates, proline, ion leakage and freezing injury in some almond cultivars at different phenophases of flower bud development. *In* "V International Symposium on Pistachios and Almonds 912", pp. 187-192.

IrHC2019

Martínez-Gómez, P., Prudencio, A. S., Gradziel, T. M. and Dicenta, F. 2017. The delay of flowering time in almond: a review of the combined effect of adaptation, mutation and breeding. *Euphytica* 213, 197.

Mousavi, S., Shiran, B., Imani, A., Houshmand, S. and Ebrahimie, E. 2014. Investigation of some physiological indices related to frost damage in almond genotypes with different flowering time. Tulīd va Farāvarī-i Maḥṣūlāt-i Zirā̓ī va Bāghī (4): 235-247.

Parker, L. E. and Abatzoglou, J. T. (2018). Shifts in the thermal niche of almond under climate change. Climatic Change (147): 211-224.

Sakar, E. H., El Yamani, M. and Rharrabti, Y. 2017. Frost Susceptibility of Five Almond [Prunus dulcis (mill.) DA Webb] Cultivars Grown in North-Eastern Morocco as Revealed by Chlorophyll Fluorescence. International Journal of Fruit Science (17):415-422.

Zhang, L., Yang, X., Qi, X., Guo, C. and Jing, Z. 2018. Characterizing the transcriptome and microsatellite markers for almond (*Amygdalus communis* L.) using the illumina sequencing platform. Hereditas (155): 14.

Determination of Bloom Frost Resistance in Genotypes of Two Iranian Wild Almod Species

Ziba Omidifard [1] Ali Gharaghani [1]*
[1] M.S. Student of Department of Horticultural Science, Shiraz University
[2*] Associate of Department of Horticultural Science, Shiraz University
[*]*Corresponding Author: Agharghani@Shirazu.ac.ir*

Abstract
Almonds are the first species of fruit in temperate regions which bloom in spring, due to their low chilling requirement. Since the chilling requirement is met at an early time, almond trees bloom early and this makes them prone to the adverse effects of late-spring-frost The frost brings damage to almond fruits each year, and one strategy to prevent this damage is the selection of late-flowering genotypes.The ion leakage was measured in genotypes during the popcorn stage of flowering, and this was based on the temperature at which 50% mortality occurred (LT50). The resistance to spring-frost in blooms did not show any significant difference between the two species in terms of tolerance to cold. The greatest resistance to frost was observed in the early-flowering genotype of *P. elaeagnifolia* (-5.3 °C), and the weakest resistance was observed in the late-flowering genotype of *P. scoparia* (-3.8 °C). There was a significant, negative correlation between the resistance of blooms to cold and the amount of soluble solids. Generally, early-flowering genotypes showed greater tolerance against cold in comparison to late-flowering genotypes.

***Keywords*:** LT50, *Prunus elaeagnifolia*, *Prunus scoparia*

IrHC2019