ارزیابی تاثیر نوسانات دمای شبانه روزی در شرایط آزمایشگاهی بر چهار رقم پسته

عظیم راوری[۱]، حمیدرضا کریمی[۲*]، علی‌اکبر محمدی میریک[۳]، مجید اسماعیلی‌زاده[۴]

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۷

چکیده

گرمایش جهانی و تغییرات جوی ناشی از آن به‌عنوان یک چالش جدی زیست محیطی می‌باشد که زندگی بشر را در سراسر جهان تهدید می‌کند. نتایج تحقیقاتی متعدد در سراسر دنیا نشان می‌دهد که گرمایش زمین مراحل فنولوژی گیاهان را تحت تاثیر قرار داده و سبب تأخیر در شروع فصل پاییز و به‌دنبال آن تاخیر در خزان درختان و تعجیل در آغاز فصل بهار و رویش مجدد گیاهان گردیده است. این پژوهش به‌منظور واکنش چهار رقم تجاری پسته به نوسانات دمایی شبانه در شرایط آزمایشگاه در دو سال متوالی اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار به‌اجرا درآمد. فاکتورها شامل رقم در چهار سطح (اکبری، احمداقایی، کله قوچی و سفید پسته نوق)، تعداد نوسانات دمایی در ۴ سطح (بدون نوسانات دمایی به‌عنوان شاهد، ۲، ۴ و ۶ سیکل دمایی) بود. نتایج پژوهش فوق نشان داد که در رقم کله قوچی، سیکل‌های دمایی ۴ و ۶ باعث افزایش نشت یونی در شاخساره و جوانه نسبت به شاهد شد در صورتی‌که در ارقام دیگر بین سیکل دمایی و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که بیان‌کننده حساسیت بیشتر رقم کله قوچی نسبت به سایر ارقام به نوسانات دمایی شبانه روزی می‌باشد. مقایسه میزان نشت یونی شاخساره و جوانه نشان داد که جوانه‌ها نسبت به شاخساره‌ها دارای نشت یونی کمتری بودند.

واژه‌های کلیدی: پسته، رقم، نوسانات دمایی، نشت یونی

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان
[۲] استاد و عضو هیئت علمی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان
[*] نویسنده مسئول: hrkarimi2017@gmail.com
[۳] دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان
[۴] دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

مقدمه

دما یکی از مهم‌ترین پارامترهای تاثیرگذار در بخش کشاورزی است. نوسانات دمایی از طریق تاثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی درختان، رشد و عملکرد آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Waylen, 1988). بیشتر گیاهان وقتی‌که در معرض نوسانات دمایی قرار می‌گیرد، تغییرات فیزیولوژیکی در ساختار آن‌ها ایجاد می‌شود که ممکن است مانع از رشد بهینه گیاه شود (Ranjbar *et al.*, 2014). بررسی‌ها نشان داده که متوسط دمای هوای کره زمین از سال ۱۸۸۰ تا ۲۰۱۶ به میزان ۰/۸۵ درجه سلسیوس افزایش یافته است (Hartmann *et al.*, 2013; Gray and Brady, 2016) به همین دلیل این امکان وجود دارد که تولید کشاورزی در آینده بسیار متفاوت‌تر از زمان حال باشد. یکی از چالش‌های نوسانات دمایی، تاثیر بر تامین نیاز سرمایی درختان میوه می‌باشد (Anderson, 2015). داده‌های هواشناسی نشان می‌دهد که نوسانات دمایی در بسیاری از نقاط دنیا بر تعداد ساعات موثر نیاز سرمایی درختان میوه تاثیر منفی گذاشته و به‌طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد درختان میوه را کاهش می‌دهد (Ramirez and Kallarackal, 2015). تخمین زده می‌شود که در بازده زمانی سال‌های ۲۰۳۱ تا ۲۰۵۰ درختان میوه با عدم تامین ۲۵ تا ۴۰ درصدی نیاز سرمایی روبرو خواهند شد و تامین نیاز سرمایی درختان خزان‌دار با مشکل جدی روبه‌رو می‌گردد (سبزی پرور و ولاشدی، ۱۳۹۴). یافته‌ها نشان می‌دهد که میزان تجمع ساعات سرد زمستان در درختان پسته ایالت کالیفرنیا، تا پایان قرن ۲۱ به ازای هر دهه ۵۰ تا ۲۶۰ ساعت کاهش خواهد یافت و اثرات زیان باری بر درختان پسته این ایالت بر جا خواهد گذاشت. نوسانات دمایی نه تنها محدود به فصول رشد نمی‌شود بلکه در ساعات مختلف شبانه روز هم بروز می‌کند. بارزترین علایم خسارت حاصل از نوسانات شبانه روزی سرمازدگی گل‌ها و میوه‌چه‌ها می‌باشد که در ارقام زود گل اتفاق می افتد. نوسانات شبانه‌روزی در برخی درختان میوه باعث آسیب به سیستم آوندی جوانه‌ها می‌گردد که گاها علایم آن بعدا بصورت ریزش جوانه‌ها و یا شکوفه‌ها و عدم تبدیل آنها به میوه مشاهده می‌شود. علاوه بر این، نوسانات دمایی روزانه بر میزان تجمع ساعت سرمایی درختان اثرات منفی گذاشته و مشکلاتی را در زمینه تولید گل‌های فعال به‌دنبال خواهد داشت (Baldocchi and Wong, 2003). پسته یکی از مهمترین خشک میوه‌های ایران می باشد. اکثر باغات پسته ایران در مناطق خشک و نیمه خشک کشور قرار دارند که با نوسانات دمایی دوره‌ای و شبانه روزی روبه رو هستند به‌گونه‌ای که در اوایل اسفندماه در برخی مناطق اختلاف دمای شبانه روز به بیش از ۲۵ درجه سلسیوس می‌رسد (Ravari *et al.*, 2023). سیکل‌های متوالی نوسانات دمای شبانه روز در این مناطق باعث آسیب به سیستم آوندی جوانه‌های گل می‌گردد که علایم ظاهری این‌گونه خسارات بلافاصله

مشاهده نمی‌شود و بعدا منجر به ریزش گل یا میوه‌چه‌ها در اوایل بهار می‌گردد. هاشمی نسب و همکاران (۱۳۹۷) گزارش دادند که نوسانات شبانه روزی دما علاوه بر تاثیر منفی بر نیاز سرمایی درختان پسته، سبب ترک خوردگی تنه و میوه، بدشکلی و داسی شکل شدن میوه و همچنین سقط جنین می‌گردد. پژوهش‌های چندی در زمینه تاثیر نوسانات دمایی دوره‌ای بر عدم تامین نیاز سرمایی درختان میوه از جمله پسته صورت گرفته است. در پژوهشی هاشمی نسب و همکاران (۱۳۹۷) واکنش و تاثیر پذیری گونه‌های جنس پسته را به تغییرات جوی بررسی کردند و گزارش دادند که ژنوتیپ‌های نر اینتگریما، خنجوک، بنه و آتلانتیکا و ارقام زودگل پسته کمتر تحت تاثیر تغییرات جوی قرار می‌گیرند به‌طوری‌که این ژنوتیپ‌ها بیشترین میزان گرده و جوانه گل برای سال آینده را دارا بودند. ایشان همچنین گزارش کردند که گونه‌های دیر گل مثل تربینتوس و بنه باغی بیشتر تحت تاثیر تغییرات جوی قرار می‌گیرند. در پژوهش دیگری ضمن بررسی تاثیر نوسانات دمایی بر متابولیسم کربوهیدرات‌ها در طول مرحله درون خفتگی جوانه‌های گلابی ژاپنی گزارش کردند که نوسانات دمایی سبب نکروزه‌شدن جوانه‌هایی که ۳۰۰ و ۶۰۰ ساعت سرمایی را دریافت کرده بودند شد و از شکوفایی آن‌ها جلوگیری کرد (Humberto *et al.*, 2017).

بررسی‌های چندی در زمینه تاثیر نوسانات دمایی بر تامین نیاز سرمایی ارقام پسته و همچنین خسارت دمای پایین بر جوانه‌های گل پسته انجام گرفته است اما هیچ گزارش جامعی در زمینه تاثیر نوسانات دمایی شبانه روزی بر ساختار جوانه‌های گل پسته و واکنش ارقام پسته به این نوسانات صورت نگرفته است. لذا پژوهش حاضر به‌منظور تاثیر نوسانات دمای شبانه روزی بر چهار رقم پسته طراحی و به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی ارقام پسته کله قوچی، اکبری، احمدآقایی و سفید پسته نوق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی به اجرا درآمد. فاکتورها شامل رقم در چهار سطح (کله قوچی، اکبری، احمدآقایی و سفید پسته نوق)، تعداد سیکل دمایی در چهار سطح (بدون نوسانات دمایی به‌عنوان شاهد، ۲، ۴، ۶ سیکل دمایی) بود که در دو سال متوالی اجرا شد. نمونه‌گیری در اسفندماه انجام شد. نحوه نمونه‌گیری بدین صورت بود که از هر رقم شاخه‌های یکساله حاوی جوانه گل تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. شاخه‌ها پس از شستشو با آب مقطر دیونیزه شده، در داخل کیسه فریزر قرار گرفتند (نجاتیان، ۱۳۹۱) و بسته به نوع تیمار در معرض ۲، ۴ و۶ سیکل دمایی مطابق با جدول ۱ قرار داده شدند. پس از پایان تیمار دمایی، نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد و بعد از قرار گرفتن در دمای آزمایشگاه به مدت یک ساعت از شاخه‌های تیمار شده

به تفکیک، جوانه‌های گل و قطعات یک سانتی‌متری ساقه جدا شد و جهت اندازه‌گیری پارامترهای درصد نشت یونی و رنگ سنجی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول۱: سیکل دمایی مورد استفاده برای ارزیابی چهار رقم پسته به نوسانات دمایی

ساعت (شبانه روز)	دما
۱۲ ظهر	۲۵
۱	۲۵
۲	۲۰
۳	۱۵
۴	۱۵
۵	۱۵
۶	۱۰
۷	۱۰
۸	۱۰
۹	۵
۱۰	۵
۱۱	۵
۱۲ شب	۰
۱	۰
۲	-۲
۳	-۲
۴	-۴
۵	-۴
۶	-۲
۷	۲
۸	۶
۹	۱۰
۱۱	۲۰

صفات مورد ارزیابی

نشت یونی شاخساره و جوانه

برای اندازه‌گیری نشت یونی از شاخساره‌های تیمار شده، جوانه‌های گل و همچنین قطعات یک سانتی‌متری جدا شد و در فالکون‌های ۱۵ میلی‌لیتری قرار داده شد. سپس به فالکون‌های حاوی نمونه، ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت شیک شدند. بعد از اتمام شیک، نشت یونی اولیه نمونه‌ها قرائت شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس اتوکلاو شدند و سپس نشت یونی ثانویه قرائت شد و با استفاده از فرمول زیر نشت یونی بر حسب درصد محاسبه گردید (Ghasemi *et al.*, 2012).

$EC= EC_1/EC_2\times ۱۰۰$

رنگ‌سنجی

برای رنگ سنجی از شاخساره‌های تیمار شده، جوانه‌های گل و قطعات یک سانتی‌متری تهیه شد. جوانه‌ها و قطعات شاخساره تهیه شده با برش طولی به دو قسمت تقسیم شدند. سپس شاخص‌های رنگ‌سنجی شامل درخشندگی قسمت‌های بیرونی و درونی جوانه و قطعات شاخساره و همچنین کرومای بیرونی و درونی با

استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (مدل Konica Minolta CR 400) ساخت کشور ژاپن قرائت شدند.

طرح آزمایشی

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی به‌اجرا درآمد. فاکتورها شامل رقم در ۴ سطح (اکبری، احمدآقایی، کله قوچی و سفید پسته نوق)، تعداد سیکل دمایی در ۴ سطح (بدون نوسانات دمایی به عنوان شاهد، ۲ ، ۴ و ۶ سیکل دمایی) در دو سال متوالی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به‌اجرا درآمد. در پایان آزمایش، آنالیز واریانس (ANOVA) توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و هم‌چنین مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٪۵ صورت پذیرفت.

نتایج

نشت یونی شاخساره و جوانه

باتوجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، اثر ساده رقم و همچنین برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی بر میزان نشت یونی شاخساره و جوانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری شد (جدول۲). نتایج برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی نشان داد که، در تمام ارقام به جزء کله قوچی تعداد سیکل دمایی تاثیر معنی‌داری بر میزان نشت یونی شاخساره و جوانه نداشت. در صورتی‌که در رقم کله قوچی با افزایش تعداد سیکل دمایی مقدار نشت یونی شاخساره و جوانه افزایش یافت. به‌طوری‌که بالاترین میزان نشت یونی شاخساره و جوانه در چهارمین سیکل دمایی مشاهده شد اگرچه در این زمینه بین چهارمین و ششمین سیکل دمایی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول۲: نتایج تجزیه واریانس میزان نشت یونی شاخساره و جوانه در چهار رقم پسته

		میانگین مربعات	
منابع تغییرات	درجه آزادی	نشت یونی شاخساره	نشت یونی جوانه
سال	۱	۲۹۲/۳۹**	۴۵۲۱/۹۷**
تعداد سیکل دمایی	۳	۳۷/۸۹ns	۱۸۹/۹۱*
رقم	۳	۱۲۷۰/۸۶**	۲۴۱/۵۲*
سال* تعداد سیکل دمایی	۳	۸۱/۲۹*	۱۹۷/۴۶*
سال*رقم	۳	۷۸۰/۴۲**	۴۱۱/۶۲**
تعداد سیکل دمایی*رقم	۹	۱۴۳/۶۲**	۱۶۸/۲۰*
سال* تعداد سیکل دمایی*رقم	۹	۱۴۹/۲۶**	۷۰/۴۶ns
خطا	۱۵۱	۱۵/۴۹	۴۰/۴۴
ضریب تغییرات(٪)		۱۲/۲۸	۱۵/۳۵

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد ns: غیرمعنی‌دار

جدول ۳: برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی بر میزان نشت یونی شاخساره و جوانه پسته

تعداد سیکل دمایی	رقم			
	کله قوچی	اکبری	احمد آقایی	سفید پسته نوق
		شاخساره		
۰	۳۲/۵۱ ^{b} ±۱/۵۰	۳۳/۰۴ ^{b} ±۱/۲۰	۳۰/۴۶ ^{b} ±۱/۴۶	۲۹/۶۵ ^{b} ±۱/۲۶
۲	۴۷/۴۸ ^{a} ±۵/۰۸	۲۶/۹۶ ^{b} ±۱/۶۳	۲۴/۵۷ ^{b} ±۰/۵۴	۲۴/۷۹ ^{b} ±۰/۵۱
۴	۴۷/۶۹ ^{a} ±۸/۸۵	۲۵/۷۸ ^{b} ±۱/۷۷	۲۸/۲۶ ^{b} ±۲/۶۵	۲۶/۲۸ ^{b} ±۲/۱۲
۶	۴۴/۰۷ ^{a} ±۶/۳۸	۲۹/۱۶ ^{b} ±۱/۰۷	۳۱/۷۶ ^{b} ±۱/۳۶	۳۰/۲۷ ^{b} ±۱/۲۳
		جوانه		
۰	۴۰/۲۷$^{c\text{-}f}$۳±/۵۶	۳۷/۵۷ ^{def}۱±/۶۹	۴۳/۰۲ ^{bcd}۳±/۱۸	۴۰/۹۶ $^{c\text{-}f}$۴±/۵۲
۲	۳۶/۵۳^{def}۱±/۹۳	۳۷/۰۳^{def}۱±/۷۱	۴۳/۰۶ ^{bcd}۵±/۱۱	۳۳/۱۱^{f}۲±/۷۴
۴	۵۳/۰۴^{a} ۲±/۰۴	۴۲/۵۱$^{b\text{-}h}$۴±/۰۲	۴۲/۶۱ ^{bcd}۵±/۸۲	۳۳/۹۶^{ef}۵±/۳۰
۶	۴۸/۱۰^{abc}۲±/۳۰	۴۱/۰۸$^{c\text{-}f}$۴±/۸۸	۳۶/۳۵^{def}± ۳/۵۸	۴۰/۲۸$^{c\text{-}f}$۷±/۳۴

میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

درخشندگی (L) بیرونی شاخساره

باتوجه به‌نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، اثرهای ساده سال و رقم و اثر متقابل رقم و تعداد سیکل دمایی در سطح احتمال یک درصد بر شاخص L معنی‌دار شد. علاوه‌براین اثر ساده تعداد سیکل دمایی و برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی و سال بر شاخص L در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول۴). نتایج برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی نشان داد که در ارقام کله قوچی و اکبری با افزایش تعداد سیکل دمایی میزان شاخص L شاخساره افزایش یافت. به‌طوری‌که در هر دو رقم بالاترین میزان شاخص L شاخساره در چهارمین سیکل دمایی مشاهده شد. اگرچه در این زمینه بین چهارمین و ششمین سیکل دمایی در رقم کله قوچی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در رقم سفید پسته نوق با افزایش تعداد سیکل دمایی میزان شاخص L شاخساره کاهش یافت. به‌طوری‌که بالاترین میزان درخشندگی بیرونی شاخساره در رقم فوق مربوط به شاهد بود. همچنین نتایج حاکی از آن است که در تمام ارقام میزان شاخص L شاخساره در سال اول بیشتر از سال دوم آزمایش بود (جدول ۵).

جدول۴: نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات رنگ‌سنجی شاخساره و جوانه پسته

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	درخشندگی بیرونی شاخساره	کروما بیرونی شاخساره	درخشندگی بیرونی جوانه	کروما بیرونی جوانه
سال	۱	۴۲۹/۱۳**	۵۰/۷۹**	۸۲۲۵/۹۶**	۱۰۷۵/۲۸**
تعداد سیکل دمایی	۳	۲۰/۰۱*	۲/۸۲ns	۲۵/۲۱*	۴۰/۷۶**
رقم	۳	۶۵/۹۷**	۱۳/۲۹*	۳۶/۲۷*	۵/۰۱ns
سال* تعداد سیکل دمایی	۳	۶/۳۸ns	۲۰/۲۴**	۹/۴۷ns	۲۵**
سال*رقم	۳	۹/۶۸ns	۵/۱۱*	۴۶/۵۱*	۲/۱۷ns
تعداد سیکل دمایی*رقم	۹	۴۱/۲۳**	۱۶/۹۱**	۳۲/۱۸**	۶/۴۷*
سال* تعداد سیکل دمایی*رقم	۹	۱۷/۴۱*	۷/۳۴*	۲۰/۸۸*	۳/۲۲ns
خطا	۱۵۱	۳/۸۰	۱/۶۱	۶/۰۱	۲/۲۲
ضریب تغییرات(٪)		۷/۰۷	۹/۷۴	۹/۴۷	۱۶/۹۷
	درجه آزادی	درخشندگی درونی شاخساره	کروما درونی شاخساره	درخشندگی درونی جوانه	کروما درونی جوانه
سال	۱	۱۱۰/۹۸*	۳۴/۰۵*	۳۴۲/۰۱**	۳۶/۴۶**
تعداد سیکل دمایی	۳	۱۲۲/۲۵*	۴۱/۰۸*	۶۸/۹۷**	۱۷۹**
رقم	۳	۶۶۰/۱۸**	۷۷/۳۴**	۸/۱۵ns	۸۵/۹۲**
سال* تعداد سیکل دمایی	۳	۱۰۹/۳۰*	۳۹*	۸۶/۴۲**	۱۷۲/۰۴**
سال*رقم	۳	۲۴۲/۴۶**	۵/۳۰ns	۳۷/۵۴**	۸۶/۸۵**
تعداد سیکل دمایی*رقم	۹	۱۴۰/۴۸**	۷/۹۷ns	۲۳/۱۱**	۲۹/۱۲**
سال* تعداد سیکل دمایی*رقم	۹	۱۳۵/۸۴**	۲۲/۱۸*	۱۵/۷۶*	۷/۹۱**
خطا	۱۵۱	۱۵/۶۴	۵/۹۳	۴/۲۱	۱/۵۰
ضریب تغییرات(٪)		۶/۵۱	۱۱/۹۰	۵/۷۹	۱۶/۷۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد ns: غیرمعنی‌دار

درخشندگی (L) درونی شاخساره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مربوط به شاخص L درونی شاخساره نشان داد که، اثرهای ساده سال و تعداد سیکل دمایی و برهمکنش تعداد سیکل دمایی و سال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر ساده رقم و اثر متقابل رقم و سال، رقم و تعداد سیکل دمایی و رقم و تعداد سیکل دمایی و سال در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن معنی‌دار شد (جدول۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های مربوط به برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی نشان داد که در رقم کله قوچی ششمین سیکل دمایی سبب کاهش درخشندگی درونی شاخساره نسبت به دومین سیکل دمایی شد اگرچه در سایر ارقام بین سیکل های دمایی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین‌های دو سال نشان داد که، در ارقام کله قوچی و احمد آقایی درخشندگی درونی شاخساره در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بود (جدول ۵).

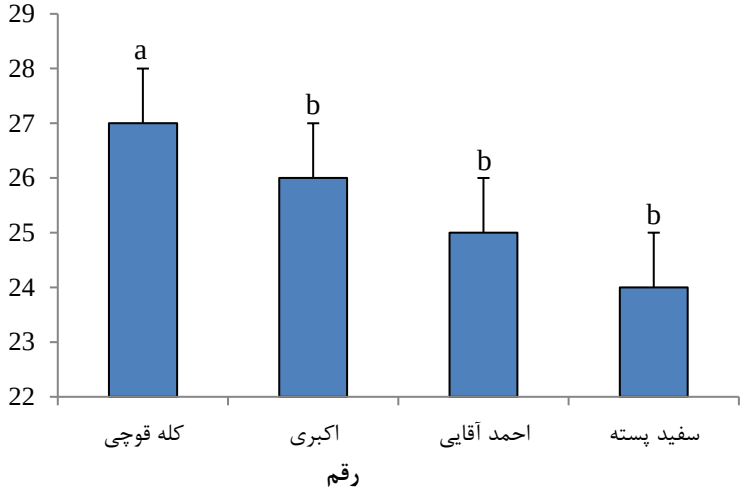
جدول۵: برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی بر میزان درخشندگی بیرونی و درونی شاخساره

تعداد سیکل دمایی	رقم			
	کله قوچی	اکبری	احمد آقایی	سفید پسته نوق
	درخشندگی بیرونی شاخساره			
۰	۲۴/۲۵ ^{de} ±۰/۶۱	۲۶/۸۳ $^{b-e}$ ±۱/۲۱	۲۷/۱۲ $^{b-e}$ ±۰/۷۱	۳۳/۶۷ ^{a} ±۱/۹۰
۲	۲۷/۲۱ $^{b-e}$ ±۱/۸۲	۲۷/۸۹ $^{b-e}$ ±۱/۱۸	۲۶/۸۱ $^{b-e}$ ±۱/۵	۳۰/۴۵ ^{ab} ±۱/۰۵
۴	۲۸/۵۲ ^{bcd} ±۱/۵۳	۲۹/۶۲ ^{abc} ±۱/۷۲	۲۳/۵۶ ^{e} ±۰/۵۲	۳۰/۳۱ ^{ab} ±۱/۱۰
۶	۲۸/۳۰ ^{bcd} ±۱/۸۱	۲۷/۱۶ $^{b-e}$ ±۱/۹۸	۲۵/۱۹ ^{cde} ±۰/۷۳	۲۴/۱۵ ^{de} ±۰/۳۱
	درخشندگی درونی شاخساره			
۰	۵۴/۲۸ ^{de} ±۱/۵۰	۵۶/۳۵ ^{de} ±۵/۵	۶۹/۰۴ ^{a} ±۱/۳۹	۶۶/۲۹ ^{abc} ±۱/۴۷
۲	۵۳/۹۰ ^{d} ±۳/۷۹	۶۷/۰۸ ^{abc} ±۱/۶۴	۶۱/۱۰ $^{a-e}$ ±۲/۴۷	۶۱/۴۱ $^{a-e}$ ±۳/۳۶
۴	۵۸/۸۳ ^{cde} ±۲/۶۰	۶۷/۸۹ $^{a-e}$ ±۱/۷۰	۵۹/۰۸ $^{a-e}$ ±۴/۱۳	۶۶/۰۷ ^{abc} ±۲/۲۵
۶	۴۴/۵۸ ^{f} ±۱/۴۶	۶۰/۸۹ $^{a-e}$ ±۱/۹۱	۶۲/۹۱ $^{a-d}$ ±۱/۱۸	۶۲/۱۰ $^{a-e}$ ±۱/۸۴
	درخشندگی درونی جوانه			
۰	۳۴/۷۲ ^{abc} ± ۰/۹۷	۳۸/۰۴ ^{ab} ± ۳/۶۱	۳۳/۹۱ ^{abc} ± ۰/۶۰	۳۲/۸۲ ^{c} ± ۱/۷۶
۲	۳۲/۴۴ ^{c} ±۱/۰۳	۳۳/۷۷ ^{abc} ±۱/۸۷	۳۴/۵۰ ^{abc} ±۱/۷۴	۳۸/۳۳ ^{ab} ±۲/۵۴
۴	۳۸/۲ ^{ab} ±۰/۷۹	۳۶/۴۴ ^{abc} ±۰/۹۰	۳۸/۶۱ ^{a} ± ۰/۷۴	۳۸/۳۲ ^{ab} ± ۱/۱۸
۶	۳۳/۲۹ ^{bc} ±۰/۸۸	۳۳/ ۹۲ ^{abc} ±۰/۷۶	۳۴/۳۹ ^{abc} ±۰/۵۷	۳۴/۹۰ ^{abc} ± ۱/۰

* میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

درخشندگی (L) بیرونی جوانه

باتوجه به‌نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، اثر ساده سال و رقم در سطح احتمال یک درصد بر شاخص L بیرونی جوانه معنی‌دار شد. همچنین اثرهای ساده سال و تعداد سیکل دمایی، اثر متقابل رقم و سال، رقم و تعداد سیکل دمایی و سال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به شاخص L بیرونی جوانه ارقام نشان داد که، بیشترین میزان شاخص درخشندگی بیرونی جوانه در رقم کله قوچی و کمترین میزان آن در رقم سفید پسته نوق مشاهده شد. اگرچه در این زمینه بین ارقام اکبری، احمد آقایی و سفید پسته نوق تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱) .



شکل۱: تاثیر رقم بر شاخص درخشندگی بیرونی جوانه.

درخشندگی (L) درونی جوانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مربوط به درخشندگی درونی جوانه نشان داد که، اثرهای سال و تعداد سیکل دمایی و برهمکنش تعداد سیکل دمایی و سال، رقم و سال، رقم و تعداد سیکل دمایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. هچنین برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی و سال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها مربوط به برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی نشان داد که، به جزء رقم سفید پسته نوق که افزایش تعداد سیکل سبب افزایش درخشندگی درونی جوانه شد در سایر ارقام بین سیکل دمایی مختلف با شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به دو سال نشان داد، به جزء رقم کله قوچی که بین دو سال از لحاظ درخشندگی درونی جوانه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد در سایر ارقام میزان درخشندگی درونی جوانه در سال دوم نسبت به سال اول کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۵).

کروموای بیرونی شاخساره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مربوط به شاخص کروما بیرونی شاخساره نشان داد که، اثر ساده سال و اثر برهمکنش تعداد سیکل دمایی و سال، رقم و تعداد سیکل دمایی در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن معنی‌دار شد. همچنین اثر ساده رقم و برهمکنش رقم و سال، رقم و تعداد سیکل دمایی و سال در سطح پنج درصد بر میزان کروما بیرونی شاخساره معنی‌دار شد (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی نشان داد که، در رقم احمد آقایی افزایش سیکل دمایی سبب افزایش کروموای بیرونی شاخساره شد در صورتیکه در سایر ارقام اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف سیکل دمایی

مشاهده نشد مقایسه میانگین‌های مربوط به دو سال نشان داد که، در تمام ارقام به جزء سفید پسته نوق میزان کروما بیرونی شاخساره در سال دوم نسبت به سال اول کاهش معنی‌داری داشت (جدول۶).

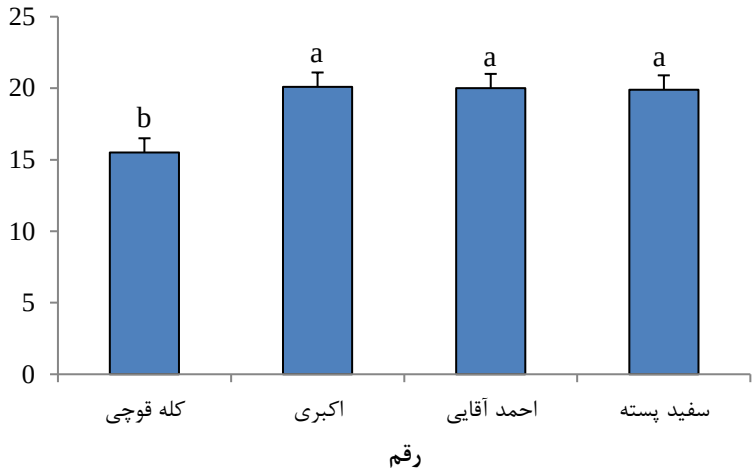
جدول۶: برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی بر میزان کرومای بیرونی شاخساره و جوانه پسته

تعداد سیکل دمایی	رقم			
	کله قوچی	اکبری	احمد آقایی	سفید پسته نوق
	کرومای بیرونی شاخساره			
۰	۱۱/۳۲ ^{cd} ±۰/۹۱	۱۱/۶۶ ^{bc} ±۰/۷۴	۹/۹ ^{d} ۰±/۴۰	۱۴/۲۴ ^{ab} ±۰/۳۸
۲	۱۲/۴۲ ^{abc} ±۱/۳۷	۱۳/۵۷ ^{abc} ±۰/۵۳	۱۳/۳۹ ^{abc} ±۰/۹۳	۱۴/۵۱ ^{a} ±۰/۳۷
۴	۱۳/۹۲ ^{abc} ±۰/۷۹	۱۴/۱۸ ^{ab} ±۰/۶۱	۱۴/۸۹ ^{a} ±۰/۴۰	۱۴/۶۰ ^{a} ±۰/۴۷
۶	۱۲/۹۶ ^{abc} ±۱/۰۵	۱۲/۲۶ ^{abc} ±۱/۳۰	۱۲/۲۷ ^{abc} ±۰/۶۸	۱۳/۰۵ ^{abc} ±۰/۵۷
	کرومای بیرونی جوانه			
۰	۸/۲۹$^{d-g}$۱±/۳۲	۹/۲۹$^{b-f}$۱±/۲۱	۹/۹۱$^{a-d}$۱±/۹۸	۸/۶۷$^{c-g}$۱±/۴۷
۲	۸/۶۸$^{c-g}$۲±/۰۹	۷/۲۸^{fgh}۲±/۰۸	۷/۶۹$^{e-h}$۱±/۳۲	۸/۳۸$^{d-g}$۱±/۷۷
۴	۱۱/۶۷^{a}۱±/۴۳	۱۰/۵۱^{abc}۰±/۶۷	۱۰/۷۴^{ab}۱±/۰۴	۹/۰۹$^{b-f}$۰±/۹۵
	کرومای درونی جوانه			
۰	۷/۷۱ $^{a-d}$ ±۲/۱۹	۳/۵۹ ^{de} ±۰/۸۴	۴/۴۷ ^{cde} ±۰/۶۹	۱۰/۲۹ ^{a} ±۰/۹۲
۲	۳/۷۶ ^{de} ±۰/۹۳	۸/۶۲ ^{abc} ±۱/۴۶	۵/۱۳ $^{b-e}$ ±۱/۴۷	۹/۳۸ ^{ab} ±۲/۷۱
۴	۹/۸۶ ^{a} ±۲/۵۵	۱۱/۵۷ ^{a} ±۰/۸۱	۱۲/۱۶ ^{a} ±۰/۷۸	۱۱/۴۲ ^{a} ±۰/۴۸
۶	۳/۱۰ ^{de} ±۰/۵۰	۱/۹۹ ^{e} ±۰/۴۹	۴/۸۹ ^{cde} ±۰/۷۷	۹/۵۵ ^{ab} ±۲/۰۶

* میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

کرومای درونی شاخساره

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان کروما درونی شاخساره نشان داد که اثرهای ساده سال، تعداد سیکل دمایی و برهمکنش تعداد سیکل دمایی و سال، رقم، تعداد سیکل دمایی و سال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر ساده رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها مربوط به کروما درونی ارقام نشان داد که بیشترین میزان کروما درونی شاخساره در رقم اکبری و کمترین میزان آن در رقم کله قوچی مشاهده شد. اگرچه در این زمینه بین ارقام اکبری، احمد آقایی و سفید پسته نوق تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۲).



شکل۲: تاثیر رقم بر شاخص کروما درونی شاخساره.

کروما‌ی بیرونی جوانه

باتوجه به‌نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، اثرهای ساده سال و تعداد سیکل دمایی و برهمکنش تعداد سیکل دمایی و سال در سطح احتمال یک درصد بر شاخص کروما‌ی بیرونی جوانه معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل رقم و تعداد سیکل دمایی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین‌های برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی بر شاخص کروما بیرونی جوانه نشان داد که، در تمام ارقام به جزء سفید پسته نوق، چهارمین سیکل دمایی سبب افزایش کروما بیرونی جوانه نسبت به دومین سیکل دمایی شد. در ششمین سیکل دمایی در ارقام کله قوچی و اکبری، شاخص کروما بیرونی جوانه نسبت به چهارمین سیکل دمایی کاهش معنی‌داری داشت. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های دو سال آزمایش نشان داد که، در تمام ارقام میزان شاخص کروما بیرونی جوانه در سال دوم نسبت به سال اول کاهش معنی‌داری داشت (جدول۶).

کروما‌ی درونی جوانه

نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که، اثرات ساده سال، تعداد سیکل دمایی و رقم و برهمکنش تعداد سیکل دمایی و سال، رقم و سال، رقم و تعداد سیکل دمایی، رقم و تعداد سیکل دمایی و سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۱۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها مربوط به برهمکنش رقم و تعداد سیکل دمایی نشان دادکه ششمین سیکل دمایی در تمام ارقام سبب کاهش کروما‌ی درونی جوانه نسبت به چهارمین سیکل دمایی شد. مقایسه میانگین‌های دو سال نشان داد که، به جزء رقم کله قوچی که کروما‌ی درونی جوانه در سال دوم نسبت به سال اول افزایش داشت در سایر ارقام میزان کروما‌ی درونی جوانه در

سال دوم نسبت به سال اول کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۶).

بحث و نتیجه گیری

نوسانات دمایی اثرات نامطلوبی بر رشد و نمو گیاهان، عملکرد و کیفیت محصول می‌گذارد (Bacelar, *et al.*, 2000; Stocker, *et al.*, 2013). نتایج پژوهش فوق نشان داد که در رقم کله قوچی تمام سیکل‌های دمایی باعث افزایش نشت یونی شاخساره نسبت به شاهد شد در صورتی که در ارقام دیگر بین تعداد سیکل دمایی و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که بیان‌کننده حساسیت بیشتر رقم کله قوچی نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه به نوسانات دمایی روزانه می‌باشد. نتایج پژوهش فوق با نتایج پژوهش منصوری ده شعیبی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی پسته مبنی بر حساسیت بیشتر رقم کله قوچی به کاهش دما مطابقت دارد. علاوه براین نتایج نشان داد که در رقم کله قوچی اعمال دو سیکل متوالی نوسانات دمایی تاثیر معنی‌داری بر نشت یونی جوانه نداشت در صورتی ۴ و ۶ سیکل نوسانات دمایی سبب افزایش نشت یونی جوانه نسبت به شاهد شد. مقایسه تعداد سیکل‌های دمایی بر نشت یونی شاخساره و جوانه حاکی از این است، که جوانه‌ها نسبت به شاخساره‌ها نسبت به نوسانات دمایی مقاوم‌تر می‌باشد چرا که افزایش نشت یونی شاخساره در تمام سیکل دمایی اتفاق افتاد ولی نشت یونی جوانه فقط در ۴ و ۶ سیکل دمایی بروز پیدا کرد. یکی از دلایل آن می تواند در ارتباط پوشش فلس‌های موجود بر روی جوانه باشد که بافت‌های درونی جوانه را در مقابل نوسانات دمایی محافظت می‌کند. در پژوهشی خورشیدی و همکاران (۱۳۹۵) اثر تعداد فلس‌های جوانه را در مقاومت جوانه به سرمازدگی بررسی کردند و گزارش نمودند که وجود فلس‌های جوانه باعث افزایش مقاومت جوانه‌ها نسبت به تنش سرمازدگی می‌شود. در دو سال مطالعه کمترین نشت یونی شاخساره و جوانه در سفید پسته نوق مشاهده شد که حاکی از مقاومت این رقم به نوسانات دمایی روزانه نسبت به سایر ارقام مورد پژوهش باشد که لازم است در این خصوص پژوهش‌های گسترده‌تری صورت پذیرد. بررسی نشت یونی شاخساره و جوانه در ارقام اکبری و احمدآقایی نشان داد که واکنش دو رقم از لحاظ مقاومت به نوسانات دمایی روزانه مشابه می‌باشد. در پژوهشی منصوری ده شعیبی و همکاران (۱۳۹۰) واکنش ارقام پسته را به سرمازدگی بهاره بررسی کردند و گزارش نمودند که ارقام اکبری و احمد آقایی نسبت به کله قوچی از مقاومت بالاتری برخوردار هستند که نتایج ایشان در راستای نتایج پژوهش فوق می‌باشد. پارامترهایی که بتوان با آن ارزیابی بافت‌های گیاهی را به تنش سرمایی ارزیابی کرد محدود می باشد. در ارزیابی میوه ها و سبزیجات به تنش سرمایی در شرایط انبار از شاخص‌هایی درخشندگی و کروما استفاده می شود (Jenni, 2005) اما هیچ گزارشی در خصوص استفاده از این شاخص ها برای ارزیابی جوانه‌ها و

شاخسارها به تنش سرمایی وجود ندارد . نتایج پژوهش فوق در دو سال متوالی نشان داد که نوسانات دمایی سبب کاهش درخشندگی درونی شاخساره و همچنین افزایش شاخص کروما درونی جوانه در رقم کله قوچی شد در صورتی که تاثیری بر سایر ارقام نداشت. کاهش شاخص درخشندگی و افزایش کرومای درونی جوانه در رقم کله قوچی می‌توان به دلیل حساسیت بیشتر این رقم نسبت به نوسانات دمای روزانه در مقایسه با سایر ارقام باشد. نتایج پژوهش فوق در راستای نتایج کلوگه و همکارن (۲۰۰۳) در زمینه افزایش شاخص کروما با تیمار سرمایی می‌باشد. در پژوهش‌های صورت گرفته بر روی میوه های لیمو (Kluge *et al.*, 2003) و انبه (Nambi *et al.*, 1997) گزارش شده است که تیمار سرمایی سبب افزایش شاخص کروما گردد. بر اساس نتایج پژوهش فوق شاخص‌های رنگ سنجی شاخساره و جوانه در سفید پسته نوق تحت تاثیر معنی‌دار تعداد سیکل نوسانات دمایی واقع نشد که احتمالا به دلیل مقاومت بالاتر این رقم به نوسانات دمایی روزانه می باشد. یکی از عوامل فیزیولوژیکی که در مقاومت بافت های گیاهی به سرما دخالت دارد ترکیبات اسمولیتی از جمله پرولین، کربوهیدرات های محلول موجود در بافت می باشد. این امکان وجود دارد که سفید پسته نوق دارای ترکیبات اسمولیتی بالاتری در بافت های جوانه و شاخساره باشد و یا بافت جوانه با فلس های بیشتری احاطه شده باشد که لازم است در این زمینه مطالعات بیشتری صورت پذیرد (Hakimnejad *et al.*, 2019).

منابع

۱. خورشیدی، ش.، داوری‌نژاد، غ.، سمیعی، ل. و مقدم، م. (۱۳۹۵). بررسی مقاومت به سرمازدگی جوانه‌های رویشی و زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی در شرایط آب و هوایی مشهد. نشریه علوم باغبانی. ۳۰ (۳): ۵۸۱-۵۸۹.

۲. سبزی پرور، ع. ا. و ولاشدی، ر.ن. (۱۳۹۴). اثر اقلیم بر روند تامین نیاز سرمایی گیاهان خزان دار (مطالعه موردی: استان همدان). نشریه‌علوم باغبانی. ۲۹: ۳۵۸-۳۶۷.

۳. منصوری ده شعیبی، ر.، داوری نژاد، غ.، حکم آبادی، ح.، و تهرانی فر، ع. (۱۳۹۰). ارزیابی تغییرات پرولین پروتئین کل و قندهای محلول طی مراحل فنولوژی جوانه گل ارقام پسته. ۱۱۶-۱۲۱.

۴. نجاتیان، م. ع. (۱۳۹۱). مقایسه تحمل به سرما در برخی ارقام انگور ایران و اروپا. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۷: ۱۵۷-۱۷۰.

۵. هاشمی نسب، ح.، اسماعیل پور، ع.، جوانشاه، ا . و قاسمی، م .(۱۳۹۷) . مطالعه تاثیرپذیری آینده پسته ایران از تغییرات آب و هوایی اخیر

با استفاده از گونه‌های مختلف جنس پسته . دومین همایش ملی پسته ایران. دانشگاه ولی‌عصر(عج .)رفسنجان .ایران.

6. Anderson, N. & Gesick, E. (2004). Phenotypic markers for selection of winter hardy garden chrysanthemums (*Dendranthema grandiflora* Tzvelv). *Scientia Horticulture*, 101:153-167.
7. Bacelar, E. A., Santos, D. L., Moutinho-Pereria, J. M. Ferreira, H. F., Correia, C. M. & Gencalves, B. C. (2000). Immediate responses and adaptative strategies of three olive cultivar under contrasting water availability regimes: Change and Structure and chemical composition of folige and oxidative damage. *Plant Science*, 206: 176-546.
8. Baldocchi, D. & Wong S. (2008). Accumulated winter chill is decreasing in the fruit growing regions of California. *Clim. Change*. 87(1):153-166.
9. Ghasemi, A., Ershadi, A. & Fallahi, E., (2012). Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial Pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Science Horticulture* 47: 821-825.
10. Gray, S. B. & Brady S. M. (2016). Plant developmental responses to climate change. *Developmental Biology*, 419: 64-77.
11. Hakimnejad, S., Karimi, H. R., Sahhafi, S. R. & Esmaeilizade, M. (2019) Morphological, eco physiological and photosynthetic diversity of some *Pistacia* species for use in breeding programs. *Genetic Resource Crop Evolution*. 66.1399–1419
12. Hartmann, D. L., Klein Tank, A. M. G., Rusticucci, M., Alexander, L. V., Brönnimann, S., Charabi, Y., Dentener F. J., Dlugokencky E. J., Easterling, D. R., Kaplan, A., Soden, B. J., Thorne, P. W., Wild, M. & Zhai, P. M. (2013). Observations: atmosphere and surface. In: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (Eds.), Climate Change: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
13. Humberto, M. H., Yoshihiko, S. & Sumiko, S. (2017). Inhibition of carbohydrate metabolism by thermal fluctuations during endo dormancy lead to negative impacts on bud burst and incidence of floral necrosis in ‘Housui’ Japanese pear flower buds. *Scientia Horticultureae*. 224, 324-331.
14. Jenni, S. (2005). Rib discoloration a Physiology disorder induced by interment warming in crisp head lettuce. *Horticulture Science*, 40:2031-2035.
15. Kluge, M. A., Jomori, M. L. L., Jacomino, A. P., Vitti, M. C. D. & Vitti, D. C. C. (2003). Intermittent warming of Tahiti lime to prevent chilling injury during cold storage. *Scientia Agricola*, 60: 729: 734.
16. Ramírez, F. & Kallarackal J. (2015). Responses of fruit trees to Global

Climate Change. *Springer Briefs in Plant Science*. 42 pp.

17. Ravari, A., Karimi, H. R. & Mohammadi Mirik, A. A. (2023). Cold hardiness evaluation of some *Pistacia* species based on electrolyte leakage and eco-physiological parameters. *Plant Genetic Resources, Characterization and Utilization*, 21, 254 – 259.
18. Ranjbar, A., Rabiei, V. & Karami, F. (2014). Evaluation of suitable strawberry cultivar for outdoor cultivation in Kurdistan province. *Journal of Crops of Seed and Plant*, 2(30): 33-35
19. Stocker, T. F., Plattner, D., Tignor, G. K. & Midgly, P. M. (2013). Climate Change, the Physical Science Basic: Contribution of working group to the fifth assessment report of the intergovernmental Panel on climate change, Cambridge University Prees.
20. Nambi, V., Thangavel, K., Shair, S. & Geetha, V. (1997). Color changes in mango (*Mangifera indica* L.) and plantains during storage. *Journal of Applied Horticulture*, 17: 205-209.
21. Waylen, P. R. (1988). Statistical analysis of freezing temperatures in Central and Southern Florida. *Journal of climatology*, 8: 607-628.
22.

The effect of circadian temperature fluctuations in laboratory conditions on four pistachio cultivars

Azim Ravari[1], Hamid Reza Karimi[2*], Ali Akbar Mohammadi Mirik[3], Majid Esmaeilizadeh[4]

Abstract

Global warming and climate change is a serious environmental challenge that threatens human life around the world. Numerous studies show that global warming affects the phenological stages of plants. It delays the autumn season and the fall of leaves in trees and also accelerates the growth of plants in the spring. The present study was carried out in order to evaluate four commercial cultivars of pistachio to circadian temperature fluctuations in laboratory conditions in two consecutive years. The factors included the cultivar in four levels ('Akbari', 'Ahmad Aghaei', 'Kale Ghochi' and 'Sefid Pistaha Nug'), and the number of temperature fluctuations in 4 levels (without temperature fluctuations as a control, 2, 4 and 6 temperature cycles). The results showed that in the cultivar 'Kale Ghochi', 4 and 6 temperature cycles caused an increase in ion leakage in shoots and buds compared to the control, while in other cultivars no significant difference was observed between the temperature cycle and the control, which indicates the greater sensitivity of the 'Kale Ghochi' cultivar compared to other cultivars to temperature fluctuations. Comparing ionic leakage rate of shoots and buds in temperature cycles showed that the buds had less ionic leakage than the shoots.

Keywords: Cultivar, Ion leakage, Pistachio, Temperature fluctuations .

[1] Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran.
[2] Professor of Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran.
[*] Corresponding author: E-mail: hrkarimi2017@gmail.com
[3] Associat Professor of Department of Genetics and Crop Production, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran.
[4] Associate Professor of Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran.