مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۵ شماره ۳ صفحه‌های ۳۳۳ تا ۳۴۶ (۱۴۰۳)
مقاله پژوهشی

اثر تنش گرما بر خصوصیات مورفوآناتومی و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی در جوانه‌های کیوی‌فروت رقم هایوارد (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

The Effect of Heat Stress on Morpho-Anatomical Characteristics and Some Biochemical Traits in Kiwifruit Buds of Hayward Variety (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

مریم میرارضگر، رضا فتوحی قزوینی، محمود قاسم نژاد*
گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (ghasemnezhad@guilan.ac.ir).
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۳

چکیده

کیوی‌فروت یکی از مهم‌ترین محصولات باغی صادراتی ایران است. سقط جوانه‌های گل کیوی‌فروت در پاسخ به تنش گرما موجب کاهش عملکرد این محصول می‌شود. همچنین این تنش به تشکیل میوه‌های پهن یا بادبزنی شکل می‌انجامد که با کاهش کیفیت میوه‌ها همراه است. در این پژوهش که در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد، اثر تنش گرما بر برخی خصوصیات مورفوآناتومیکی و بیوشیمیایی جوانه گل کیوی‌فروت رقم "هایوارد" بررسی شد. قلمه‌های جدا شده از چوب یکساله پس از تأمین نیاز سرمایی به اتاقک رشد با دمای ۲۴/۱۷ درجه شب/روز انتقال داده شدند. سپس قلمه‌ها در سه دوره پایان خفتگی، پنبه‌زنی و شکوفایی جوانه‌ها در معرض تنش دمای بالا (۳۲/۲۵ درجه شب/روز به مدت ۷۲ ساعت) قرار گرفتند. نتایج نشان داد تنش گرمایی بیشترین آسیب را بلافاصله در مرحله پایان دوره خفتگی داشته است. به‌طوری‌که در این مرحله ۶۳ درصد از جوانه‌های گل سقط شدند. هنگامی‌که جوانه‌ها در مراحل فنولوژی پیشرفته (پنبه‌زنی و شکفتن) تحت تنش دمای بالا قرار گرفتند، سقط جوانه‌های گل کمتر بود. از طرفی، تنش گرمایی در مراحل پیشرفته‌تر فنولوژی جوانه موجب بدشکلی جوانه‌های گل شد. بیشترین میزان بدشکلی (۴۱ درصد) در جوانه‌های تیمار شده مرحله شکوفایی مشاهده شد. همچنین محتوای پروتئین کل در جوانه‌های تحت تنش در مرحله اتمام رکود کاهش معنادار نسبت به جوانه‌های شاهد نشان داد. نشت یونی و میزان بافت‌مردگی جوانه‌های تحت تنش گرمایی بیشتر از جوانه شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: پنبه‌زنی، شکفتن جوانه، گل‌های بدشکل، سقط جوانه گل.

مقدمه

در کیوی‌فروت رشد و گل‌دهی در یک چرخه ۲ ساله انجام می‌شود. آغازش جوانه‌های محوری اولیه[۱] در ابتدای اولین فصل رشد انجام می‌شود. پس از آن مریستم‌های محوری ثانویه[۲] در محور فلس‌ها و برگ آغازه‌های جوانه اولیه آغازش می‌یابند (Snelgar *et al.*, 2007). جوانه‌ها در طی تابستان و پاییز، در حال سکون باقی می‌مانند (Walton *et al.*, 1997) و سپس در زمستان وارد دوره

۱- First order axillary bud
۲- Second order axillary bud

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

رکود می‌شوند. در نتیجه در فصل زمستان ساختار گل در جوانه‌های در حال خفتگی دیده نمی‌شود (Snelgar *et al.*, 2007). در بهار دومین فصل رشد مریستم‌ها در گره‌های ۶ تا ۱۲به گل و گل‌آذین متمایز می‌شوند (Brundell., 1975, Walton *et al.*, 1997, Abedi Gheshlaghi *et al.*, 2017). همه جوانه‌های زمستانه خفته در کیوی‌فروت پتانسیل شکفتن و تولید گل را دارند. اگرچه در بهار این توانایی در بسیاری از جوانه‌ها از بین می‌رود و یا کاهش می‌یابد. مریستم‌های گل در جوانه‌های کیوی‌فروت ممکن است در هر یک از مراحل نموی رشد نکنند و سقط شوند (Richardson *et al.*, 2021). گل آذین در کیوی‌فروت رقم هایوارد از نوع گرزن بوده که از یک گل انتهایی و دو گل جانبی تشکیل شده است که روی یک دمگل قرار دارند. در این رقم معمولاً رشد گل‌های جانبی در هنگام آغازش گلبرگ متوقف شده و تنها گل انتهایی به رشد خود ادامه می‌دهد. البته گاهی گل‌های جانبی به رشد خود ادامه داده که از این جوانه‌ها میوه‌های کوچکی با ارزش تجاری کم تولید می‌شوند (Antognozzi *et al.*, 1991).

یکی از مشکلات کیوی‌فروت رقم هایوارد که باعث کاهش عملکرد اقتصادی محصول می‌شود، تشکیل میوه‌های بدشکل است (Cooper., 1986, Kholghi Eshkalak *et al.*, 2021). میوه‌های طبیعی در مقطع عرضی دایره‌ای و میوه‌های پهن[1] در مقطع عرضی بیضی شکل هستند. میوه‌های پهن نسبت به میوه‌های معمولی دارای برچه‌های بیشتری هستند و پریکارپ بزرگتری دارند. شکل پهن میوه می‌تواند مربوط به طرح‌های مختلف بزرگ شدن سلول‌ها در نواحی بخش مرکزی[2] باشد. میوه‌های بادبزنی فرابر وسیع‌تر، مغز بزرگ‌تر و برچه‌های بیشتری نسبت به میوه‌های معمولی یا پهن دارند (Watson & Gould., 1994, Engin., 2011). وقتی اختلاف نسبی بین قطر کوچک و قطر بزرگ بیش از ۱۳ درصد باشد میوه با ظاهری پهن ایجاد می‌شود. وقتی این اختلاف بیش از ۲۵ درصد باشد برای صادرات مناسب نخواهد بود. در میوه‌های بادبزنی[3] اختلاف نسبی بین قطر کوچک و قطر بزرگ بیش از ۴۸ درصد است (Watson and Gould., 1994). میوه‌های پهن و بادبزنی گاهی بیش از ۲۵ درصد بار تاکستان‌ها را تشکیل می‌دهند (Cooper., 1986) که می‌توان آن‌ها را در دوره گل‌دهی تنک کرد.

دما عامل اصلی محیطی است که پدیده‌شناسی[4] گیاه را کنترل می‌کند. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که مراحل فنولوژیکی جوانه مانند شکفتن، باز شدن برگ و گل‌دهی به تغییرات دما پاسخ‌های متفاوتی می‌دهند (Allstadt *et al.*, 2015). تنش دمای بالا در مراحل آغازین ریخت‌زایی[5] گل‌ها می‌تواند موجب سقط جوانه‌های گل در کیوی‌فروت، سیب و انگور شود (Richardson., 2015). هنگامی‌که جوانه‌ها در بهار شروع به متورم شدن می‌کنند، رشد مریستم‌های گل و تمایز گل‌ها آغاز می‌شود. در این زمان، رقابت برای منابع کربوهیدرات بین گل‌ها، برگ‌ها و شاخه‌ها می‌تواند باعث سقط گل شود (Richardson *et al.*, 2021). نتایج نشان داد در محیط‌های کنترل شده افزایش دما (۳۰-۲۸ درجه سلسیوس) نرخ رشد رویشی شاخه را ۵ تا ۹ برابر در رقم هایوارد افزایش می‌دهد (Richardson., 2015). به‌طورکلی، هر عاملی که رشد را در جوانه‌های رویشی افزایش می‌دهد از رشد جوانه‌های زایشی و آغازش گل جلوگیری می‌کند. دمای بالا منجر به پیشرفت در مراحل رشدی جوانه و شکفتن سریع‌تر جوانه می‌شود. درکیوی‌فروت، قطع شدن منابع کربوهیدرات به سمت گل آذین در طول ریخت‌زایی گل می‌تواند منجر به تشکیل گل‌های غیرطبیعی شود (Richardson., 2015). در گیلاس زمانی‌که در آغاز تنش دمای بالا جوانه‌ها دارای پریموردیای کاسبرگ و گلبرگ بودند، تشکیل تخمدان غیرطبیعی به‌شدت افزایش یافت (Beppu *et al.*, 2001). آغازش گل در گیاهان چند ساله می‌تواند با کاهش عرضه ترکیبات محرک گل‌دهی مانند پروتئین و قند مختل شود (Richardson., 2015). دمای بالا موجب تخریب پروتئین‌های غشا، تغییر در ساختار سه‌گانه و چهارگانه آن‌ها، تغییر ماهیت پروتئین‌ها، به‌هم ریختن ساختارهای سلولی، از بین رفتن باندهای درون غشایی و در نتیجه آسیب سلولی می‌شود (Goraya *et al.*, 2017).

سقط و بدشکلی جوانه‌های گل در کیوی‌فروت می‌تواند به کاهش عملکرد و کیفیت میوه منجر شود. به‌همین جهت در این مطالعه اثر تنش دمای بالا طی مراحل مختلف نمو جوانه گل از حیث تغییرات بافتی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

مواد و روش

۱- Flat Fruit ۲- Central Core ۳- Fan fruit ۴- Phenology ۵- Morphogenesis

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

مواد گیاهی

برای انجام این پژوهش قلمه‌های مورد نیاز از تاک‌های هایوارد از یک باغ تجاری در شهرستان رشت (۳۷.۲۶۸۲ درجه شمالی، ۴۹.۵۸۹۱ درجه شرقی) در ۲۰ آبان ۱۳۹۷ و با اطمینان از رکود جوانه‌ها (Abedi Gheshlaghi *et al.*, 2018) تهیه شدند.

قطعات شاخه یکساله از جوانه ششم تا بیستم با قطر تقریبی ۱۰-۸ میلی‌متر انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. قلمه‌های تک جوانه به طول ۲۵ سانتی‌متر برش زده شده و با قارچ کش بنومیل در غلظت ۴ در هزار و به مدت ۱۵ دقیقه ضد عفونی شده و سپس با آب استریل در دو نوبت شستشو داده شدند. قلمه‌های ضدعفونی شده در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار در دمای ۴ درجه سلسیوس برای سرمادهی ذخیره شدند. قلمه‌ها پس از ۹۵۰ ساعت نگهداری در سردخانه به اتاقک رشد در دوره نوری[۱] طبیعی با دمای شب و روز (۲۴/۱۷ درجه سلسیوس)، چگالی شار فوتون فتوسنتزی حدود ۶۸ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه، با رطوبت نسبی۷۰ درصد منتقل شدند. انتهای قلمه‌ها در داخل شیشه حاوی ۷۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد. هر دو روز یکبار انتهای قلمه‌ها برای جلوگیری از مسدود شدن مجدداً برش زده شد و آب درون گلدان‌ها نیز تعویض شد. قلمه‌ها به مدت ۳ روز در سه دوره اتمام رکود (CD3)[۲]، پنبه‌زنی[۳](WB3) و شکفتن جوانه[۴](BB3) در معرض تنش دمای بالا قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵۰ تکرار برای هر مرحله انجام گرفت. قلمه‌ها در سه مرحله فنولوژی نامبرده به یک اتاقک آزمایش قابل برنامه‌ریزی (KATO) منتقل شدند و در معرض رژیم دمای بالا (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس شب/روز به مدت ۷۲ ساعت) قرار گرفتند. برای اعمال تنش دمای بالا در مرحله اتمام رکود، قلمه‌ها پس از خروج از سردخانه یک روز در دمای محیط نگهداری شدند و سپس به اتاقک آزمایش منتقل شدند و در معرض تنش قرار گرفتند. قلمه‌ها بعد از تیمار به شرایط رشد طبیعی در اتاقک رشد برگردانده شدند. قلمه‌های شاهد از ابتدا تا انتهای آزمایش در شرایط دمایی رشد طبیعی (۲۴/۱۷ درجه سلسیوس شب/روز) در اتاقک رشد نگهداری شدند. جوانه‌های شاهد و زیر تنش گرمایی در روزهای ۲۶-۲۱ از آغاز تجمع گرمایی جمع‌آوری و در محلول FAA تثبیت شدند.

بررسی جوانه‌های گل شاهد و تحت تنش گرما بوسیله میکروسکوپ الکترونی

برای انجام این آزمایش جوانه‌های گل طبیعی و بدشکل از جوانه‌های شاهد و تحت تنش جدا شدند و پس از انجام برش‌های طولی و عرضی در محلول FAA تثبیت شدند. سپس نمونه‌ها از محلول FAA خارج شده و بلافاصله جهت آبگیری در سری‌های اتانل (۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد) قرار داده شدند. نمونه‌ها در دستگاه خشک‌کن خلأ به مدت ۳۰ دقیقه خشک شدند و سپس بوسیله ذرات طلا-پالادیوم پوشش داده شدند و توسط میکروسکپ الکترونی در بزرگنمایی‌های مختلف عکس‌برداری شدند.

برش بافتی مریستم رأس ساقه در جوانه شاهد و تحت تنش گرما

در این بخش آزمایش از مریستم رأس ساقه جوانه شاهد و جوانه تحت تنش گرما برش بافتی تهیه شد و توسط میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از جوانه‌های گل تنش یافته مرحله اتمام رکود و جوانه گل شاهد برش بافتی تهیه شد.

عکس‌برداری بوسیله میکروسکپ نوری

جوانه‌ها پس از جمع‌آوری در محلول FAA تثبیت شده و پس از شستشو با آب در الکل ۷۰ درصد و در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. نمونه‌ها ابتدا آماده سازی و سپس قالب‌گیری شدند. پس از قالب‌گیری، قطعات پارافینی حاوی نمونه توسط میکروتوم (Model 2030; Leica, Germany) به ضخامت ۵ میکرومتر برش‌گیری شدند. رنگ‌آمیزی مضاعف بوسیله هماتوکسیلین و ائوزین الکلی انجام گرفت (Ruzin., 1999). عکس برداری از نمونه‌ها به کمک میکروسکپ نوری (M 1000 light microscope; Leica) دارای دوربین دیجیتال (EOS 600 D) در بزرگنمایی‌های مختلف انجام شد. برای هر مرحله حداقل ۱۰ جوانه گل برش‌گیری و از بهترین آن‌ها عکس برداری شد.

۱- Photo period ۲- Chilled dormant ۳- Woolly bud ۴- Bud break

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

محاسبه درصد گل‌های سقط شده و بدشکل در جوانه‌های شاهد و تحت تیمار

جوانه‌های گل به‌طور دستی در زیر استریومیکروسکوپ برش زده شدند و تعداد گل‌های بدشکل و سقط شده در جوانه‌های شاهد و جوانه‌هایی که در سه مرحله فنولوژی در معرض دمای بالا قرار گرفته بودند، شمارش شد. درصد گل‌های سقط شده از روی تعداد گل‌های سقط شده بر کل گل‌ها به‌صورت درصد بیان شد و درصد گل‌های بدشکل از طریق تعداد گل‌های بدشکل تقسیم بر تعداد کل گل‌های تشکیل شده به‌صورت درصد بیان شد. همچنین پریموردیاهای گل از جوانه‌های شاهد و تحت تیمار جدا شدند و از آن‌ها برش‌های بافتی تهیه شد.

اندازه‌گیری مقدار پروتئین کل در جوانه‌های شاهد و تحت تنش دمای بالا به روش برادفورد

بافر استخراج ۰/۵ مولار Tris-HCL : ۶/۰۵ گرم تریس بیس را در۷۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده و سپس pH آن را با اسیدکلریدریک ۶ نرمال بر روی ۷/۵ تنظیم کرده در نهایت حجم محلول را با آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رساندیم.

معرف برادفورد: ۰/۱ گرم از پودر کوماسی بلو[۱] G250 را در ظرفی تیره ریخته و ۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶٪ به آن اضافه کردیم. سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر فسفریک اسید ۸۵٪ را به‌تدریج به محلول فوق افزوده و پس از ۱۲ ساعت هم خوردن حجم آن‌را با آب مقطر به یک لیتر رساندیم (Bradford., 1975).

استخراج پروتئین: یک گرم جوانه را با یک میلی‌لیتر از بافر استخراج Tris-HCL ۱ مولار در هاون چینی بر روی یخ تا یکنواختی کامل سابیدیم. محلول حاصل در دمای ۴ درجه سلسیوس، با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه (rpm) در دو دوره ۳۰ دقیقه‌ای سانتریفوژ گردید. روشناور حاصل را جدا و از آن به‌منظور بررسی کمی پروتئین استفاده کردیم.

رسم منحنی استاندارد: از سرم آلبومین گاوی[۲] (BSA) برای تهیه محلول استاندارد استفاده شد. بدین صورت که محلول‌هایی با غلظت‌های ۰، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰۰۰ و ۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر آماده شد. به هر کدام از کووت‌ها یک میلی‌لیتر محلول برادفورد و ۲۰ میکرولیتر از محلول‌های استاندارد بالا اضافه شده و سپس کووت‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در تاریکی نگهداری شدند. بلانک در این آزمایش شامل یک میلی‌لیتر محلول برادفورد و ۲۰ میکرولیتر بافر فسفات است. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۹۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر خوانده شد. منحنی استاندارد را با توجه به جذب پروتئین‌های استاندارد رسم کرده و از روی معادله خط به‌دست آمده، غلظت پروتئین نمونه‌ها محاسبه شد.

در این آزمایش محتوای پروتئین جوانه‌های شاهد در مراحل اتمام رکود، پنبه‌زنی و شکفتن جوانه محاسبه شد و با محتوای پروتئین جوانه‌های تنش یافته سه مرحله فنولوژی مقایسه شد.

بررسی نشت یونی در جوانه‌های شاهد و تحت تنش دمای بالا

در این آزمایش درصد نشت یونی در جوانه‌های تنش یافته سه مرحله فنولوژی محاسبه و با جوانه‌های شاهد هر سه مرحله مقایسه شد. درصد نشت یونی بر اساس روش دشماک و همکاران اندازه‌گیری شد (Deshmukh *et al.*, 1991). مقدار ۲ گرم از جوانه‌ها جدا شده و به لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر اضافه شدند. سپس لوله‌ها در حمام آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند. هدایت الکتریکی اولیه محلول‌ها پس از رسیدن دمای آن‌ها به دمای محیط با استفاده از دستگاه هدایت سنج (Mi 306 EC/TDS)[۳] اندازه‌گیری شد. سپس لوله‌ها در حمام آب جوش ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند و پس از رسیدن دمای آن‌ها به دمای محیط، هدایت الکتریکی نهایی اندازه‌گیری گردید. درصد نشت یونی برای هر تیمار با استفاده از رابطه زیر تعیین شد.

۱- Coomassi Briliant Blue

۲- Bovine serum albumin

۳- Milwaukee Instrument

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

$$\text{درصد نشت یونی} = \left(\frac{\text{نشت یونی اولیه}}{\text{نشت یونی ثانویه}}\right) \times 100$$

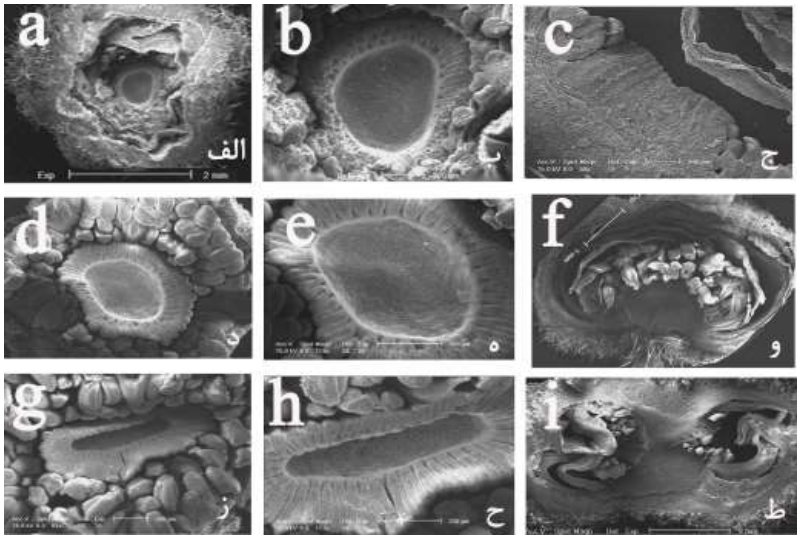
واکاوی داده‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به جوانه شاهد و جوانه‌های تحت تنش گرما بعد از تجزیه واریانس انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون توکی برای بررسی مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی جوانه‌های گل شاهد و تحت تنش گرما توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM)

در تصاویر به‌دست آمده به‌کمک میکروسکوپ الکترونی در مریستم گل شاهد اندام‌های گل در توالی‌های دایره‌ای آغازش یافتند و تخمدان در مقطع عرضی در طرحی دایره‌ای شکل مشاهده شد که نتیجه آن ایجاد گل طبیعی است (شکل۱- الف و شکل۱- ب). جوانه گل پهن با تخمدان بیضی شکل در جوانه‌های تنش یافته مرحله شکفتن ایجاد شده است (شکل۱- د و شکل۱- ه). همچنین مقطع طولی گل پهن تنش یافته در شکل۱- و نشان داده شده است. در اینحالت توالی‌های بیضی شکل اندام‌های گل پهن که از مریستم‌های بزرگ ایجاد شده باعث ایجاد شکل محدب تخمدان در مقطع طولی می‌شود، در حالی‌که در گل طبیعی کلاله‌ها در برش طولی در یک سطح تقریباً مسطح قرار دارند (شکل۱- ج). تشکیل گل بادبزنی مربوط به جوانه‌های تنش یافته مرحله پنبه‌زنی است که از ادغام زود هنگام گل‌ها ایجاد شده است (شکل۱- ز و شکل۱- ح). در ادغام زود هنگام گل‌ها همه بافت‌های دو تخمدان بطور کامل به‌هم پیوسته بوده و نتیجه آن ایجاد گلی با یک تخمدان بیضی بزرگ است. در شکل۱- ط جوانه گل بادبزنی با دو تخمدان مجزا مربوط به جوانه‌های تنش دیده مرحله شکفتن نشان داده شده است. در این نوع گل‌آذین که از ادغام دیر هنگام گل‌ها ایجاد می‌شود هر تخمدان مغز و برچه‌های شعاعی خود را دارد که توسط یک پریکارپ مشترک احاطه می‌شوند.



شکل ۱- بررسی جوانه گل شاهد و تحت تنش کیوی‌فروت توسط میکروسکوپ الکترونی. (الف و ب) مقطع عرضی جوانه گل شاهد، (ج) مقطع طولی جوانه گل شاهد، (د،ه) مقطع عرضی جوانه گل پهن تحت تنش گرما، (و) مقطع طولی جوانه گل پهن تحت تنش گرما، (ز،ح) مقطع عرضی جوانه گل بادبزنی تحت تنش که ادغام در مراحل اولیه نمو گل انجام شده است، (ط) مقطع عرضی گل بادبزنی تحت تنش که ادغام در مراحل پیشرفته نمو گل انجام شده است.

Fig. 1. Investigated of treated and untreated Kiwifruit flower bud by Electron microscope. (a,b) Cross section of control flower, (c) Longitudinal section of control flower bud, (d,e) Cross sction of flat flower under

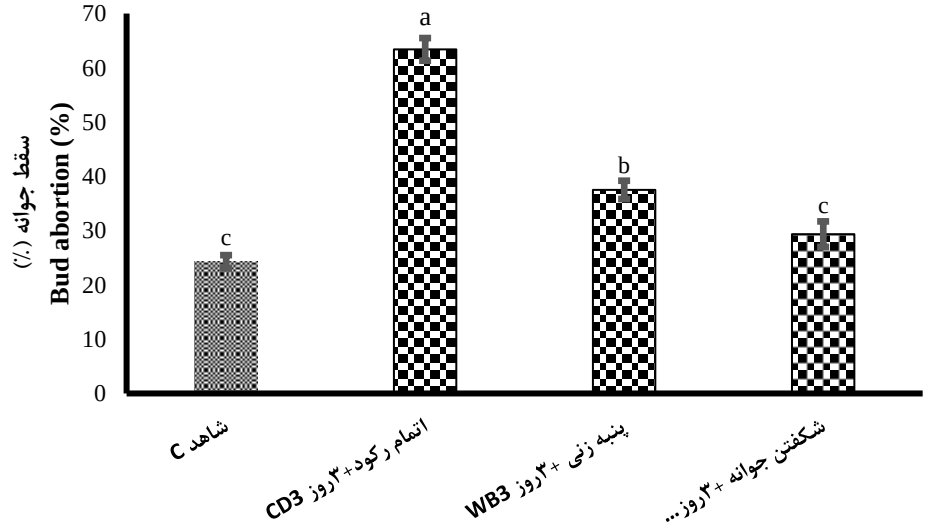
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

heat stress, (g,h) Cross section of fan flower with fusion in the early stage of flower development, (i) Cross section of fan flower with fusion in the late stage of flower development.

هایوارد یک گل‌آذین به‌صورت گرزن با سه گل تشکیل می‌دهد که حاوی یک گل انتهایی و دو گل جانبی با انشعابات متقابل روی یک ساقه است. هر یک از گل‌ها به‌صورت جداگانه آغازش یافته و دارای حلقه‌های پریموردیای کاسبرگ، گلبرگ، پرچم و مادگی و دمگل مختص خودشان هستند که با ادامه رشدشان گل‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند. در مرحله پنبه‌زنی، دو پریموردیای براکته در دو طرف پریموردیای گل آغازش می‌یابند. این تقسیم بندی بافت مریستم به دو براکته موجب ایجاد طرحی دایره‌ای در بخش رأسی گل طبیعی می‌شود که طی آن کاسبرگ، گلبرگ، پرچم و مادگی در توالی آکروپتال به‌ترتیب آغازش می‌یابند. اگر بعد از آغازیدن براکته‌ها، در طی آغازش کاسبرگ مقطع عرضی مریستم گل انتهایی بیضی شکل باشد، در اینحالت کل اندام‌های زایشی به تبعیت از طرح پیرامونی در حلقه‌های بیضی تشکیل شده و تخمدان بیضی شکل ایجاد می‌شود که نتیجه آن ایجاد گل‌های پهن است (Watson and Gould., 1994) . گل‌های جانبی در اکثر ارقام ماده خیلی زود پس از شروع آغازش از رشد باز می‌مانند و تنها گل‌های انتهایی نمو می‌کنند. در حالت طبیعی نمو گل انتهایی بیش از گل‌های جانبی است. در برخی موارد نمو یک یا دو گل جانبی افزایش می‌یابد و نزدیک به رشد گل انتهایی و یا جایگزین گل انتهایی می‌شود. گل‌های بادبزنی از ادغام گل انتهایی با یک یا دو گل جانبی ایجاد می‌شوند (Brundell., 1975). فرایند ترکیب گل‌ها از زمان قبل از شروع تمایز کاسبرگ تا بعد از آغازش پرچم متغیر است (Watson & Gould., 1994, Engin *et al.*, 2011). گل‌های بادبزنی دارای شکل بسیار بیضی هستند و نسبت به گل طبیعی اندام‌های گل بیشتری دارند که روی یک دمگل تکی قرار می‌گیرند.

بررسی اثر تنش دمای بالا بر روی سقط جوانه‌های گل

نتایج نشان داد که سقط جوانه‌های گل تحت تنش دمای بالا کاملاً به مرحله فنولوژیکی جوانه بستگی دارد. دمای بالا اثرات منفی شدیدی در مراحل اولیه گل‌دهی کیوی‌فروت دارد (Mir arzgar *et al.*, 2023). بیشترین میزان سقط جوانه گل زمانی مشاهده شد که جوانه‌ها یک روز پس از اتمام دوره رکود در معرض دمای بالا (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس، شب/روز) قرار گرفتند، اما پس از آن با پیشرفت مراحل رشدی جوانه گل، حساسیت به تنش دمای بالا به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. کمترین سقط در جوانه‌های تیمار شده مرحله شکفتن مشاهده شد که با سقط جوانه‌های شاهد اختلاف معنادار نداشت (شکل۲).

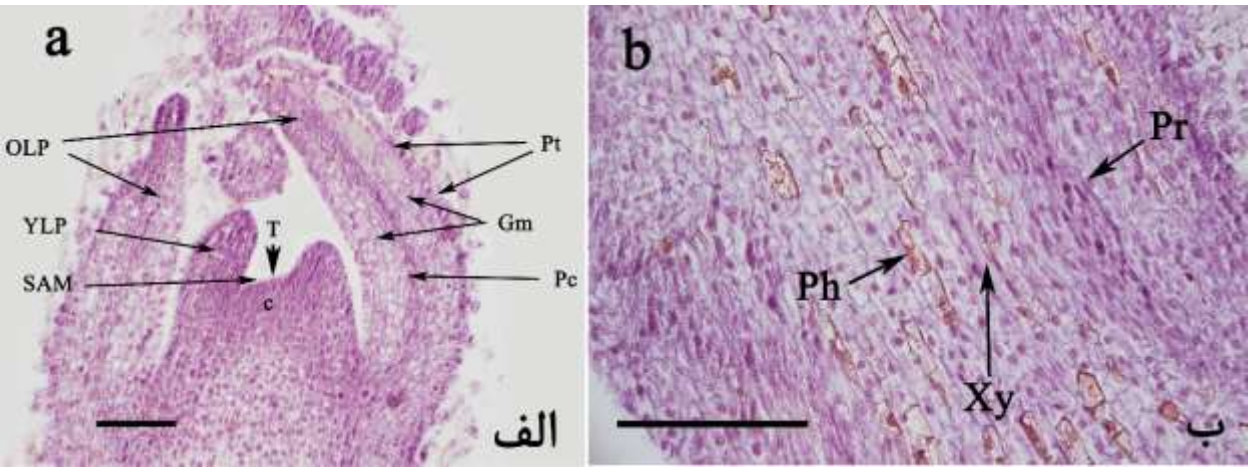


شکل ۲- مقایسه درصد سقط جوانه‌های گل شاهد (C) و تحت تنش گرما در کیوی‌فروت. تنش گرما (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت) در سه مرحله مختلف فنولوژی جوانه اعمال شده است: اتمام رکود (CD3)، پنبه‌زنی (WB3) و شکفتن جوانه (BB3). خطوط بالای نمودار بیانگر میانگین‌ها ± خطای استاندارد است.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

Figure. 2. Comparison of abortion flower bud percentage in control (C) and heat-treated buds in kiwifruit. Heat-temperature stress (32/25 °C for 72 h) was applied during different bud phenological stages; CD3, WB3, and BB3. The vertical line on columns show mean ± standard errors.

در شکل۳- الف برش طولی از مریستم رأس ساقه جوانه شاهد و بافت‌های مختلف تمایز یافته نشان داده شده است. لایه‌های بیرونی و درونی تونیکا به‌ترتیب پروتودرم و مریستم زمینه‌ای را ایجاد می‌کند که خود به اپیدرم و بافت زمینه‌ای متمایز می‌شوند. کورپوس، پروکامبیوم را تشکیل می‌دهد که به بافت آوندی متمایز می‌شود (Shi and Vernoux., 2019). در برش بافتی که از جوانه تنش یافته مرحله اتمام رکود تهیه شد، نکروزه شدن بافتی به‌خصوص در بافت‌های زمینه‌ای و بافت آوند آبکش اولیه به مقدار زیاد مشاهده شد (شکل۳- ب).



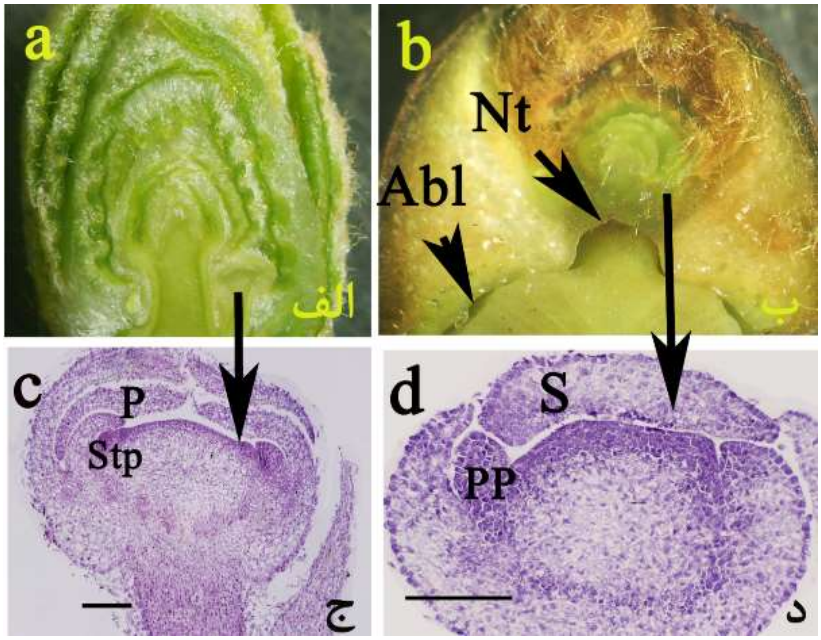
شکل۳- (الف) برش طولی مریستم رأس ساقه جوانه شاهد، (ب) برش طولی مریستم رأس ساقه جوانه تنش یافته مرحله اتمام رکود. OLP (برگ‌آغازه پیشرفته) ، YLP (برگ‌آغازه جوان) ، T (تونیکا)، C (کورپوس)، Pt (پروتودرم)، Pc (پروکامبیوم)، Gm (مریستم زمینه‌ای) ، Xy (اوند چوبی اولیه) ، Ph (آوند آبکش اولیه). مقیاس بار ۲۰ میکرومتر.

Fig. 3. (a) Longitudinally section of shoot apical meristem in control bud, (b) Longitudinally section of shoot apical meristem in CD-treated bud. OlP (Older leaf primordia), YLP (Younger leaf primordia), T (Tunica), C(Courpus), Pt (Protoderm), Pc (procambium)., Gm (Ground meristem), Xy (Protoxylem), Ph (Protophloem). Scale bars represent 20μm.

همچنین سقط نوک شاخه در جوانه‌هایی که در مرحله اتمام رکود تحت تنش گرمایی قرار گرفتند، در نتیجه نکروه شدن و آسیب بافتی در ناحیه زیرین نوک شاخه جوانه‌ها اتفاق افتاد. در نهایت، سلول‌ها در سرتاسر ساقه در ناحیه زیر رأسی نکروزه شدند و بخش رأسی از شاخه جدا شد (شکل۴- ب). مطالعاتی که با استفاده از استریو میکروسکوپ انجام شد نشان داد درصد بالایی از سقط گل‌ها مربوط به جوانه‌هایی است که در مرحله اتمام رکود تحت تنش دمای بالا قرار گرفتند. به همین منظور برش طولی از پریموردیای گل موجود در جوانه‌های گرما دیده مرحله اتمام رکود انجام شد (شکل۴- د) و با جوانه گل شاهد مقایسه شد (شکل۴- ج). پریموردیاهای گل موجود در جوانه‌های شاهد و جوانه‌هایی که در مرحله اتمام رکود تحت تنش گرما قرار گرفتند، به‌طور همزمان جمع‌آوری شدند و از نظر بافت شناسی مورد مطالعه قرار گرفتند. جوانه‌های مرحله اتمام رکود تحت تنش دمای بالا دچار آسیب شدند (شکل۴- د). تنش دمای بالا تمایزیابی و نمو اندام‌های زایشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حالی‌که در طی همین مدت جوانه‌های شاهد در دمای مناسب ۲۴/۱۷ درجه سلسیوس در حال تجمع گرمایی بودند و به همین دلیل از نظر تمایزیابی به‌خوبی نمو کرده و وارد مرحله پیشرفته‌تر شدند (شکل۴-ج). در پریموردیای گل شاهد علاوه بر کاسبرگ و گلبرگ، حلقه‌هایی از پریموردیای پرچم قابل مشاهده بود (شکل۴- ج). تصاویر میکروسکپی نشان داد پریموردیای گل‌های سقط شده که از جوانه‌های تنش یافته

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

مرحله اتمام رکود جدا شدند، بعد از ۲۱ روز از آغاز تجمع گرمایی، به‌صورت تمایز نیافته باقی ماندند و از نظر اندازه کوچک‌تر از جوانه گل شاهد بودند (شکل۴- د).



شکل۴- مقایسه نمو جوانه‌های کیوی‌فروت در شرایط طبیعی (۲۴/۱۷ درجه سلسیوس) و تحت تنش دمای بالا (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۷۲ ساعت). (الف) جوانه شاهد، (ب) سقط نوک شاخه در جوانه‌های تنش یافته مرحله اتمام رکود، (ج) برش جوانه گل شاهد، (د) برش پریموردیای گل سقط شده از جوانه تنش یافته مرحله اتمام رکود. Abi (لایه آبسیژن)، Nt (بافت نکروزه)، S (کاسبرگ)، P (گلبرگ)،PP (پریموردیای گلبرگ)، Stp (پریموردیای گلبرگ). مقیاس بار ۲۰ میکرومتر.

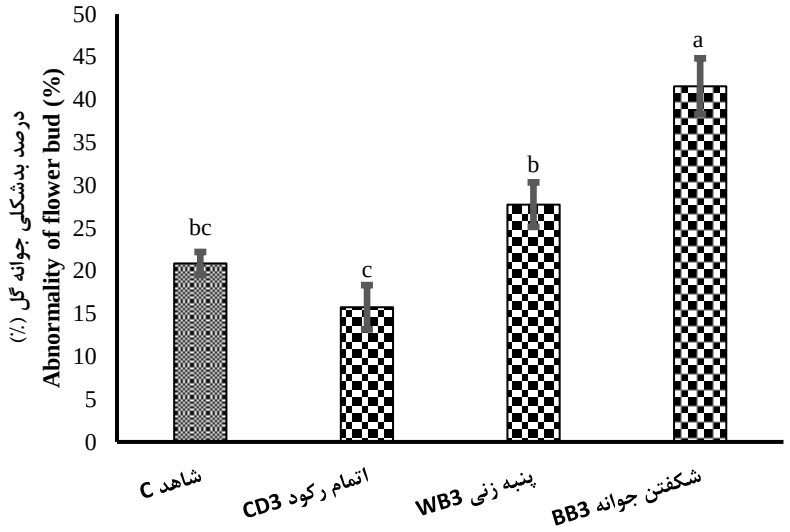
Fig. 4. Comparison of kiwifruit bud development under normal (24/17 °C day/night) and heat (32/25 °C day/night for 72h) conditions. (a) Control bud, (b) Bud abortion of CD3, (c) Section of control floral primordia, (d) Section of aborted floral primordia of CD3. S (sepal), PP (petal primordia), Stp (stamen primordia). Nt (necrotic tissue), Abl (abscission layer). Scale bars represent 20μm.

در مجموع تنش دمای بالا در مرحله اتمام رکود جوانه بیشترین اثر نامطلوب را بر تشکیل گل در کیوی‌فروت نشان داد. تنش دمای بالا در مرحله رکود، یک روز پس از تکمیل نیاز سرمایی قلمه‌ها اعمال شد، در حالی‌که در سایر تیمارها، ابتدا قلمه‌ها در دمای بهینه اتاقک رشد (۲۴/۱۷ درجه سلسیوس) به مراحل پنبه‌زنی و شکفتن جوانه رسیدند و سپس در معرض دمای بالا قرار گرفتند. خواب اکولوژیکی به دمای پس از برآورده شدن نیاز سرمایی بستگی دارد و گیاهان برای آغاز شکفتن جوانه و رشد نیاز به تجمع گرمای کافی دارند. در کیوی‌فروت دمای بهینه برای دریافت پاسخ‌های گل‌دهی حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Wall *et al.*, 2008). جوانه‌ها برای انتقال از خواب درونی به خواب اکولوژیکی نیاز به افزایش تدریجی دما دارند. میزان سقط گل‌ها در جوانه‌های مرحله اتمام رکود که پس از یک روز خروج از سردخانه به دمای ۳۲/۲۵ درجه سلسیوس منتقل شدند و به مدت ۷۲ ساعت تحت دمای بالا قرار گرفتند، ۶۳ درصد بود (شکل۲). سقط گل‌ها تحت تنش دمای بالا می‌تواند به دلیل کاهش کربوهیدرات در بافت‌های زایشی باشد. در انگور، ذخیره کم نشاسته در مرحله شکفتن جوانه با سقط زودرس گل همراه است. دمای بالا در ابتدای ریخت‌زایی گل می‌تواند باعث سقط گل‌ها در کیوی‌فروت، انگور و سیب شود (Richardson., 2015).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

بررسی اثر تنش دمای بالا بر روی تشکیل گل‌های بدشکل

نتایج نشان داد تشکیل گل‌های غیرطبیعی که در مراحل پیشرفته‌تر فنولوژی جوانه در معرض دمای بالا قرار گرفتند، به‌طور معناداری افزایش یافت (شکل۵). کمترین بدشکلی در جوانه‌های تیمار شده مرحله اتمام رکود مشاهده شد که با جوانه‌های شاهد اختلاف معنادار نداشت. در این مرحله تنش گرما که یک روز پس از خروج قلمه‌ها از سردخانه اعمال شد، موجب آسیب شدید جوانه‌های گل شده بود که از بین جوانه‌های باقیمانده ۱۵ درصد بدشکل بودند. تشکیل گل‌های غیرطبیعی در جوانه‌هایی که در مرحله شکفتن در معرض دمای بالا قرار گرفتند با سایر مراحل اختلاف معنادار داشت (شکل۵).



شکل ۵- مقایسه درصد بدشکلی جوانه‌های گل شاهد (C) و تحت تنش گرما در کیوی‌فروت. تنش گرما (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس روز و شب برای ۷۲ ساعت) در سه مرحله فنولوژی مختلف اتمام رکود (CD3)، پنبه‌زنی (WB3) و شکفتن جوانه (BB3) اعمال شده است. خطوط بالای نمودار بیانگر میانگین‌ها ± خطای استاندارد است.

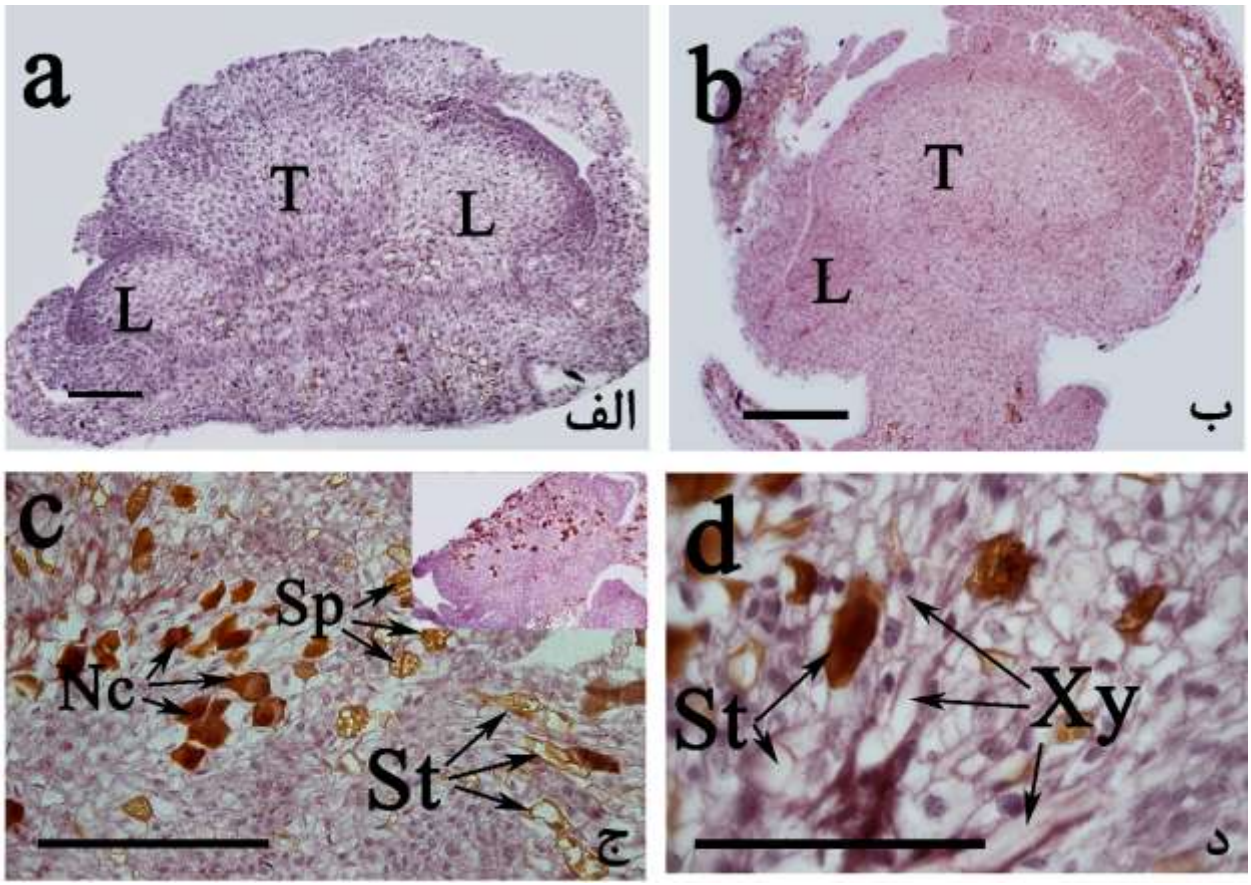
Fig. 5. Comparison of abnormal flower bud percentage in control (C) and treated bud in kiwifruit. Heat-temperature stress (32/25 °C for 72 h) was applied during different bud phenological stages; CD3, WB3, and BB3. The vertical line on columns show mean ± standard errors.

مطالعات بافت شناسی تشکیل گل‌آذین بدشکل با سه گل را در جوانه‌های تیمار شده مرحله پنبه‌زنی نشان می‌دهد (شکل۶- الف). درصد زیادی از گل‌ها در جوانه‌های تیمارشده مرحله شکفتن، پهن بودند (شکل۶- ج). همچنین تشکیل گل‌های بدشکل با بافت‌های نکروزه شده زمانی‌که جوانه‌های مرحله شکفتن در معرض دمای بالا (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس شب/روز) قرار گرفتند، مشاهده شد (شکل۶- ج، د). نکروزه شدن در بافت آبکش اولیه در جوانه‌های گل که در مرحله شکفتن در معرض تنش گرمایی قرار داشتند به مقدار زیاد مشاهده شد (شکل۶- ج). نکروزه شدن صفحات و لوله‌های غربالی در پریموردیای گل جوانه‌هایی که در مرحله شکفتن تحت تیمار دمای بالا قرار گرفته اند، در شکل ۶-ج نشان داده شده است. نکروزه شدن سلولی با تورم پروتوپلاست و از دست دادن یکپارچگی غشای پلاسمایی مشخص می‌شود. سلول‌ها در شرایط تنش شدید ممکن است نکروزه شوند، که نشانه یک فروپاشی و تخریب تنظیم نشده در عملکرد سلولی است (Minina *et al.*, 2021).

یافته‌های قبلی نشان می‌دهد که ظرفیت جذب و تجمع کربوهیدرات‌ها در جوانه‌ها بلافاصله پس از پایان رکود جوانه افزایش می‌یابد (Beauvieux *et al.*, 2018). از طرف دیگر، زمانی‌که گیاه در معرض دمای بالا قرار می‌گیرد، مراحل نموی و شکفتن جوانه

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

تسریع می‌شود و تقاضا برای منابع کربن افزایش می‌یابد و در نتیجه رقابت شدیدی بین جوانه‌های رویشی و زایشی برای کربوهیدرات ایجاد می‌شود. درکیوی‌فروت، قطع شدن منابع کربوهیدرات به سمت گل‌آذین در نتیجه سوق یافتن جریان کربوهیدرات از جوانه زایشی به جوانه رویشی در طول ریخت‌زایی گل می‌تواند منجر به تشکیل گل‌های غیرطبیعی شود (Richardson., 2015).



شکل۶. مقطع گل در جوانه‌هایی که در مراحل پنبه‌زنی و شکفتن تحت تیمار دمای بالا (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس، شب/روز به‌مدت ۷۲ ساعت) قرار گرفتند. (الف) گل بادبزنی حاصل از ادغام ۳ جوانه گل حاصل جوانه‌های تیمار شده مرحله پنبه‌زنی، (ب) گل بادبزنی حاصل جوانه‌های تیمار شده مرحله شکفتن، (ج، د) سلول‌ها و بافت آوند آبکش اولیه نکروزه شده در گل پهن تنش دیده. T (گل انتهایی)، L (گل جانبی)، NC (سلول نکروز)،SP (صفحه غربالی)، ST (لوله غربالی)، Xy (آوند چوب اولیه). بار ۲۰ میکرومتر است.

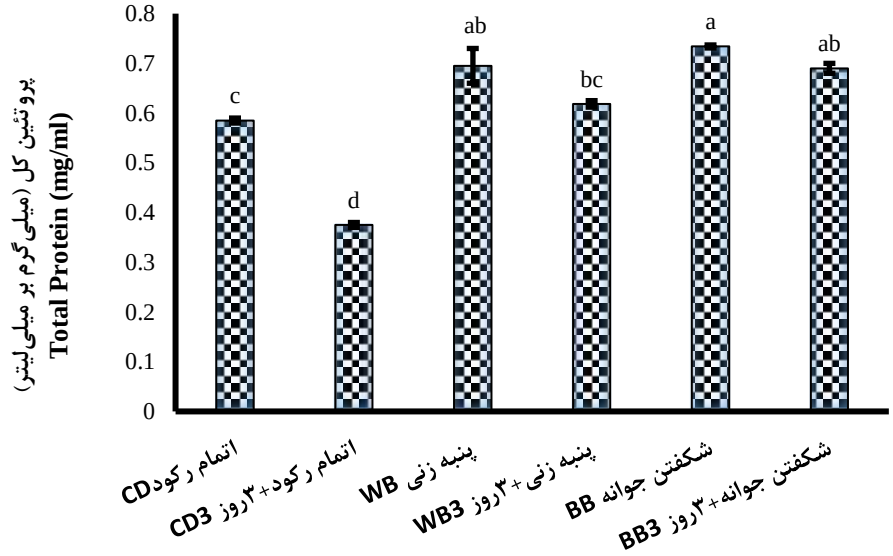
Fig. 6. Sections of floral buds within WB3 and BB3 (32/25 °C day/night for 72h). (a) Triple flower bud within WB3. (b) Fan shape flower within BB3. (c,d) Necrotic cell and necrotic primary phloem in floral organ within BB3. T (Terminal flower), L (Lateral flower), Nc (Necrotic cell), St (Sieve tube), Sp (Sieve plate), Xy (Primary xylem). Scale bars represent 20μm.

اثر تنش گرما بر محتوای پروتئین جوانه‌های گل

محتوای پروتئین کل در جوانه‌های تنش یافته هر سه مرحله فنولوژی نسبت به جوانه شاهد کاهش نشان داد (شکل۷). بیشترین اثر کاهش محتوای پروتئین در جوانه‌های تنش یافته مرحله اتمام رکود مشاهده شد که کاهش معنادار محتوای پروتئین را در مقایسه با جوانه‌های شاهد نشان داد (شکل۷). آغازش گل در گیاهان چند ساله می‌تواند با کاهش عرضه ترکیبات محرک گل‌دهی مانند پروتئین و قند مختل شود (Richardson., 2015). کاهش پروتئین ممکن است به دلیل تغییر ساختار پروتئین و مهار ساخت آن در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

دمای بالا باشد (Gulen and Eris., 2004). اثرات مستقیم تنش گرما شامل تخریب پروتئین یا از بین رفتن یکپارچگی غشا است که موجب آسیب سلولی می‌شود و اثرات غیرمستقیم تنش گرما تضعیف مقاومت پروتئین‌ها، تضعیف یکپارچگی غشا و عدم فعالیت آنزیم‌ها در میتوکندری و کلروپلاست است (Goraya *et al.*, 2017).



شکل ۷- مقایسه محتوای پروتئین در جوانه‌های تحت تنش دمای بالا (CD3, WB3, BB3) در مقایسه با جوانه شاهد (CD, WB, BB) در کیوی‌فروت. تنش گرما (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس شب/روز به مدت ۳ روز) در سه مرحله مختلف فنولوژی جوانه اعمال شده است. خطوط بالای نمودار بیانگر میانگین‌ها ± خطای استاندارد است.

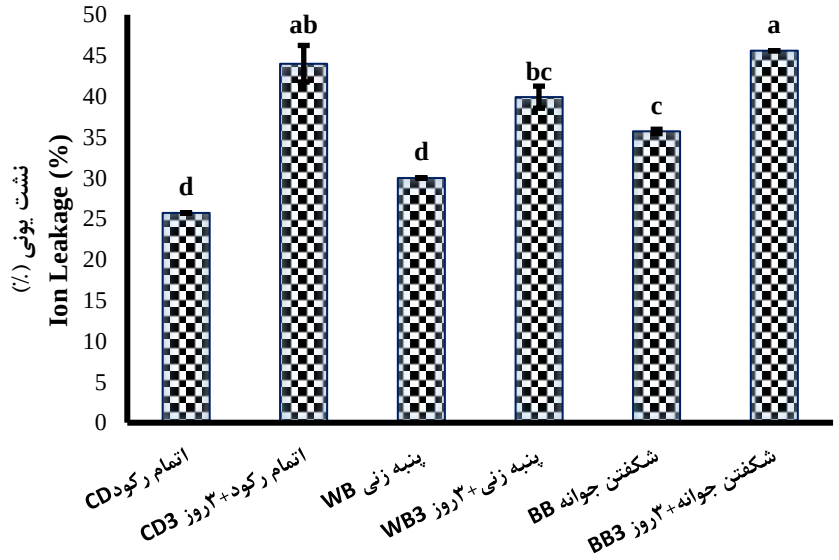
Fig. 7. Comparison of protein content in treated (CD3, WB3, BB3) and control buds (CD, WB, BB) in kiwifruit. Heat-temperature stress (32/25 °C day/night for 72 h) was applied during three different bud phenological stages. The vertical line on columns show mean ±standard errors.

اثر تنش گرما بر نشت یونی جوانه‌های گل

میزان نشت یونی در جوانه‌های تنش یافته نسبت به شاهد افزایش معنادار نشان داد (شکل۸). نشت یونی وسیله‌ای موثر برای اندازه‌گیری پایداری حرارتی غشای سلولی است و به عنوان شاخصی برای آسیب مستقیم حرارت استفاده می‌شود. بسیاری از تغییراتی که در طول سازگاری با تنش گرمایی ظاهر می‌شوند، برگشت‌پذیر هستند، اما اگر تنش گرما تداوم یابد، ممکن است تغییرات غیرقابل برگشتی رخ دهد و منجر به مرگ سلول و بافت شود (Ilík *et al.*, 2018).

کاهش پروتئین و افزایش نشت یونی در جوانه‌های تحت تنش گرما نشانه اختلال در عملکرد سلول است. تنش دمای بالا به‌طور قابل توجهی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مسیرهای تنظیمی ژن‌ها تأثیر می‌گذارد که منجر به تغییرات مورفوآناتومیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی در گیاهان و در نتیجه کاهش بهره‌وری می‌شود. فرآیند زایشی حساس‌ترین مرحله به تنش دما است و آستانه تحمل دما در این مرحله بسیار محدود است.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]



شکل ۸- مقایسه درصد نشت یونی در جوانه‌های تحت تنش (CD3, WB3, BB3) در مقایسه با جوانه شاهد (CD, WB, BB) در کیوی‌فروت. تنش گرما (۳۲/۲۵ درجه سلسیوس شب/روز به مدت ۷۲ ساعت) در سه مرحله فنولوژی مختلف بر جوانه اعمال شده است. خطوط بالای نمودار بیانگر میانگین‌ها ± خطای استاندارد است.

Fig. 8. Comparison of ion leakage percentage in treated (CD3, WB3, BB3) and control buds (CD, WB, BB) in kiwifruit.Heat-temperature stress (32/25 °C for 72 h) was applied during three different bud phenological stages. The vertical line on columns show mean ± standard errors.

نتیجه گیری

در پایان دوره رکود جوانه‌ها، تنش گرما سبب بیشترین سقط گل‌ها گردید. به‌علاوه به‌طور معناداری نسبت به شاهد مقدار پروتئین را کاهش داد. درحالی‌که تنش در مراحل پیشرفته‌تر نمو جوانه، سبب تشکیل گل‌های غیرطبیعی گردید. در هریک از مراحل سه‌گانه نموی تحت تنش، نشت یونی نسبت به شاهد بطور معنادار افزایش یافت. به‌طورکلی، می‌توان نتیجه گرفت که پایین بودن تعداد گل و وقوع بدشکلی در گل‌های کیوی رقم هایوارد نه تنها توسط پتانسیل ژنتیکی رقم کنترل می‌شود، بلکه تحت کنترل شرایط محیطی هم می‌باشد. انتخاب مکان صحیح کاشت تاک‌های کیوی‌فروت و انجام عملیات‌های باغی از جمله کاشت درختان بادشکن یا کاربرد ترکیبات ضد تنش از جمله اسیدهای‌آمینه می‌تواند به مقدار زیادی احتمال وقوع تنش‌های دمایی را در زمان گل‌آغازی و نمو جوانه‌های گل کاهش دهد و از این طریق باعث افزایش تولید میوه‌های صادارتی شود.

منابع

References

Abedi Gheshlaghi, E., Rabiei, V., Ghasemi, M., Fattahi Moghaddam, J., & Razavi, F. (2017). Study of Bud Differentiation in Hayward and Tomuri Cultivars of Kiwifruit. *Journal of Horticultural Science*, *31*(2), 412-424. (In Persian).

Abedi Gheshlaghi, E., Rabiei, V., Ghasemi, M., Razavi, F., & Fattahi Moghaddam, J. (2018). Assessment of chilling and heat requirements in some commercial cultivars and genotypes of kiwifruit in the west of Mazandaran. *Journal of Agricultural Crops Production*, *20*(1), 85-100. (In Persian).

Allstadt, A.J., Vavrus, S.J., Heglund, P.J., Pidgeon, A.M., Thogmartin, W.E., & Radeloff, V.C. (2015). Spring plant phenology and false springs in the conterminous US during the 21st century. *Environmental Research Letters*. *10*(10), 1-24.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

Antognozzi, E., Tombesi, A., & Palliotti, A. (1991), February. Relationship between leaf area, leaf area index and fruiting in kiwifruit (*Actindia deliciosa*). *In II International Symposium on Kiwifruit*, *297*, 435-442.

Beauvieux, R., Wenden, B., & Dirlewanger, E. (2018). Bud dormancy in perennial fruit tree species: a pivotal role for oxidative cues. *Frontiers in Plant Science*, *9*, 657.

Beppu, K., Ikeda, T., & Kataoka, I. (2001). Effect of high temperature exposure time during flower bud formation on the occurrence of double pistils in '*Satohnishiki*' sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, *87*(1-2), 77-84

Bradford, M.M., (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, *72*(1-2), 248-254.

Brundell, D.J., (1975). Flower development of the Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis* Planch.) II. Development of the flower bud. *New Zealand Journal of Botany*, *13*(3), 485-496.

Cooper, K.M. (1986). Up-date on flat fruit research. In Proceedings of a kiwifruit seminar. Hastings, NZ, Ministry of Agriculture and Fisheries. 10-16.

Deshmukh, P.S., Sairam, R.K., & Shukla, D.S. (1991). Measurement of ion leakage as a screening technique for drought resistance in wheat Genotypes-Short Communication. *Indian Journal of Plant Physiology*, *1*, 89-91.

Engin, H., Gökbayrak, Z., & Dardeniz, A. (2011). Flower aberrations in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *European Journal of Horticultural Science*, *76*(3), 91.

Goraya, G.K., Kaur, B., Asthir, B., Bala, S., Kaur. G., & Farooq, M. (2017). Rapid injuries of high temperature in plants. *Journal of Plant Biology*, *60*, 298-305.

Gulen, H., & Eris, A. (2004). Effect of heat stress on peroxidase activity and total protein content in strawberry plants. *Plant Science*, *166*(3), 739-744.

Kholghi Eshkalak, A., Ghasemnezhad, M., Fotouhi Ghazvini, R., & Sabouri, A. (2021). The study of bud break percentage and aberrant fruit shape incidence in some Hayward kiwifruit vineyard in Guilan Province. *Journal of Plant Production Research*. *28*(2), 167-181. (In Persian).

Ilík, P., Špundová, M., Šicner, M., Melkovičová, H., Kučerová, Z., Krchňák, P. Fürst, T., Večeřová, K., Panzarová, K., Benediktyová, Z. & Trtílek, M. (2018). Estimating heat tolerance of plants by ion leakage: a new method based on gradual heating. *New Phytologist*, *218*(3), 1278-1287.

Minina, E.A., Dauphinee, A.N., Ballhaus, F., Gogvadze, V., Smertenko, A.P., & Bozhkov, P.V. (2021). Apoptosis is not conserved in plants as revealed by critical examination of a model for plant apoptosis-like cell death. *BMC Biology*, *19*(1), 1-17.

Mirarzegar, M., Ghasemnezhad, M., & Fottouhi Ghazvini, R., (2023). The Influence of Chilling and Heat Accumulation on Bud Break and Flowering in Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward). *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, *24*(2), 303-316. (In Persian).

Richardson, A. (2015). How does carbohydrate supply limit flower development in grape and kiwifruit vines? Doctor of Philosophy, Charles Sturt University, Australia.

Richardson, A., Eyre, V., Rebstock, R., Popowski, E., & Nardozza, S. (2021). Factors influencing flower development in kiwifruit vines. In *X International Symposium on Kiwifruit 1332*, 141-154.

Ruzin, S.E., (1999). Plant microtechnique and microscopy. New York: Oxford University Press.

Shi, B. & Vernoux, T. (2019). Patterning at the shoot apical meristem and phyllotaxis. *Current Topics in Developmental Biology*, *131*, 81-107.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

Snelgar, W.P., Clearwater, M.J., & Walton, E.F. (2007). Flowering of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) is reduced by long photoperiods. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *35*(1), 33-38.

Wall, C., Dozier, W., Ebel, R.C., Wilkins, B., Woods, F., & Foshee, W. (2008). Vegetative and floral chilling requirements of four new kiwi cultivars of *Actinidia chinensis* and *A. deliciosa*. *HortScience*, *43*(3), 644-647.

Walton, E.F., Fowke, P.J., Weis, K., & McLeay, P.L. (1997). Shoot axillary bud morphogenesis in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Annals of Botany*, *80*(1), 13-21.

Watson, M. & Gould, K.S. (1994). Development of flat and fan-shaped fruit in *Actinidia chinensis* var. chinensis and *Actinidia deliciosa*. *Annals of Botany*, *74*(1), 59-68.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 25 (3): 333-346 (2024)
Research article

The Effect of Heat Stress on Morpho-Anatomical Characteristics and Some Biochemical Traits in Kiwifruit Buds of Hayward Variety (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

Maryam Mirarzgar, Reza Fotouhi Ghazvini, Mahmood Ghasemnezhad*

Department of Horticultural sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
*Corresponding author, Email: (Ghasemnezhad@guilan.ac.ir)

Kiwifruit is one of the main exportable horticultural crops in Iran. Flower buds' abortion of kiwifruit in response to heat stress causes reduction of fruit yield. Furthermore, these led to formation flat or fan-shaped fruits, which itself is accompanied with decrease in fruits quality. This study was conducted based on a completely randomized design. The effect of heat stress on some morpho-anatomical and biochemical characteristics of flower buds on "Hayward" Kiwifruit was investigated. The excised cuttings from canes were transferred to growth chamber with temperature 24/17-degree day/night, after meeting the chilling requirement. Thereafter, the cuttings at three stages of the end of dormancy bud, woolly bud and breaking bud, were exposed to high temperature stress (32/25 degrees' day/night for 72 hours). The results showed that the highest damage of heat stress was found immediately at the end of dormant period. So that, 63 percentage of flower buds were aborted. The flower bud abortion was decreased when advanced bud phenological stages was exposed to heat stress. In contrast, heat stress in advanced bud phenological stage resulted in flower malformation. The highest malformation with 41 percentages was observed in breaking treated buds. Furthermore, protein content in treated bud at the end of dormant phase significantly reduced as compared to control buds. The ion leakage and tissue necrosis in treated buds increased as compared to control buds.

Keyword: Woolly Bud, Bud Break, Malformation Flower Bud, Aborted Flower Bud.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]