مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر کائولین و اتانول بر زمان شکوفه‌دهی بادام

علی‌اکبر شکوهیان [۱]*، سیده ام‌البنین قرشی [۲] و مهدی محب‌الدینی [۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۸- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۹)

چکیده

سرمای بهاره عامل محدودکننده کاشت بادام به خصوص در زمان گل یا بلافاصله پس از تشکیل میوه است. به منظور بررسی تأثیر کاربرد سطوح مختلف کائولین و اتانول بر زمان باز شدن گل‌های بادام، این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهارسطح کاربرد کائولین (محلول‌پاشی) با غلظت (صفر، ۲، ۴ و ۶ درصد) و چهار سطح کاربرد اتانول (محلول‌پاشی) با غلظت (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ لیتر در هزار لیتر آب) روی درختان بادام رقم شکوفه در استان اردبیل شهرستان گرمی در طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. در این پژوهش صفات فنولوژیکی شامل زمان تورم جوانه‌ها، مرحله تشکیل غنچه، زمان شروع گلدهی، زمان تمام گل، مرحله پایان گلدهی و همچنین صفات بیوشیمیایی چون محتوای فنل کل، میزان پرولین بافت جوانه گل، محتوای آب نسبی و پایداری غشای سلولی اندازه گیری شدند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد تیمار اتانول باعث به تأخیر انداختن مرحله تورم، غنچه بستن، شکوفایی، تمام‌گل و پایان گلدهی شد. استفاده از کائولین فقط باعث به تأخیر انداختن مرحله تورم و غنچه بستن گردید. اثر متقابل این دو تیمار بر مقدار پرولین جوانه گل در سطح احتمال ۵ درصد از نظر آماری معنی‌دار بود و باعث افزایش معنی‌دار پرولین در جوانه‌های گل تیمار شده گردید. براساس نتایج این آزمایش در بین تیمارهای مورد بررسی، ترکیب اتانول ۱/۵ در هزار و کائولین ۶ درصد به عنوان بهترین تیمار شناخته شدند که موجب تأخیر ۵ تا ۱۴ روزه در مراحل تورم و باز شدن شکوفه‌های درخت بادام رقم شکوفه گردیدند.

کلمات کلیدی: سرمای دیررس بهاره، صفات بیوشیمیایی غشا نازک، فنولوژی، گرمی

۱- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

* پست الکترونیک: shokouhiana@yahoo.com

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis* mill) یکی از مهمترین میوه‌های خشکباری مناطق معتدله بوده (رسولی و همکاران، ۱۳۹۸) که با توجه به زودگل‌ده بودن این گونه و حساس به سرمای دیرس بهاره در برخی سال‌ها به طور کلی یا بخشی از محصول آن از بین می‌رود و همین امر باعث محدودیت کشت آن شده است (مریاندا[1] و همکاران، ۲۰۰۵) این نوع سرمازدگی بیشتر در مناطق معتدله رخ داده و باعث خسارت به گل و میوه می‌گردد، زیرا مقدار آسیب دیدگی جوانه‌های گل تابع مرحله رشد آنهاست براین اساس، گل‌ها و میوه‌های جوان حساس‌تر از میوه‌های رسیده به سرما می‌باشند (مریاندا و همکاران، ۲۰۰۵). طول مدت این نوع سرما کوتاه بوده و از چند ساعت تا حداکثر سه روز بیشتر نیست (کاداد[2]، ۲۰۱۷)، بنابراین هرگونه عملی که موجب تاخیر در تورم جوانه‌ها و رشد در اوایل بهار شود، منجر به کاهش سرمازدگی و خسارت خواهد شد (دولتی‌بانه، ۱۳۹۸). تاکنون روش‌های زیادی برای کاهش خسارت ناشی از این پدیده مورد استفاده بوده است. جدیدترین روش، استفاده از فنآوری غشاء نازک کائولین است. استفاده از غشاء نازک حفاظت‌کننده فیزیکی مثل کائولین و یا رنگهای محلول در آب با درخشندگی بالا که منجر به انعکاس و عدم نفوذ نورهای با طول موج مضر به بافت‌های گیاهی شده‌اند، نه تنها امروزه مقبول بوده بلکه مقرون به صرفه نیز می‌باشد و در حداقل زمان نتیجه قابل ملاحظه‌ای بدست می‌دهند (روزاتی[3] و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین، استفاده از فنون نانوتکنولوژی و فن‌آوری‌های مبتنی بر فیزیولوژی گیاهی راهی نوین در اغلب کشورها می‌باشد (چامچایاپورن[4]، ۲۰۱۳). روزاتی و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر غشاء نازک کائولین بر جذب نور روی اندام هوایی بادام و گردو را مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که کائولین در مقایسه با شاهد هیچ تأثیری روی شاخص سطح جذب اشعه فعال فتوسنتزی ندارد و نورهای مربوط به فتوسنتز می‌توانند از این لایه عبور کنند و برعکس این لایه منجر به کاهش دما و افزایش محصول شده است. بر اساس گزارش دول[5] و همکاران (۲۰۱۷) کاربرد غشای نازک کائولین باعث کاهش دمای سطح چوب شده و افزایش تجمع سرما در جوانه های پسته شده بود.

همچنین استفاده از اتانول یکی از شیوه های کاربردی برای تاخیر در رشد، محسوب می‌شود. تأخیر گلدهی با استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد به شیوه توقف تقسیم سلولی و تأخیر در تمایز و نمو جوانه‌های گل، کاهش در رشد مادگی و نیز کاهش در ذخیره کربوهیدرات‌ها به دلیل افزایش تنفس می‌باشد. همچنین کاهش تأثیر دمای کم در برطرف شدن رکود، کاهش حساسیت جوانه‌های گل به دماهای رشد و نیز افزایش مقاومت جوانه‌های گل به سرما به دلیل تجمع مقادیر زیاد سوربیتول و ساکاروز ذکر شده است (معینی‌راد، ۱۳۸۸). محققین گزارش کردند که مواد امولسیفایر و روغن‌ها به طور قابل توجهی می‌توانند گلدهی را در درختان میوه به تأخیر اندازند. از طرفی ظهور زود هنگام گل در بهار احتمال صدمه ناشی از سرمای دیررس بهاره را افزایش می‌دهد. به همین خاطر استفاده از ترکیباتی که گلدهی را در درختان میوه به تأخیر می‌اندازد، در محافظت از درختان در برابر سرمای دیررس بهاره نقش موثری دارند (انصاری، ۱۳۸۸). مطالعات نشان دادند که ۶ ترکیب طبیعی و ۴ نوع اتانول بدون آسیب به بافت‌ها باعث تأخیر در باز شدن جوانه‌ها می‌شوند (سیتون[6] و همکاران، ۱۹۶۸). در تحقیقاتی که روی سه رقم زردآلوی بومی ایران انجام شده بود، نشان دادند که کاربرد روغن ولک، گلدهی را در زردآلوی لاسجردی، شاهرودی و نوری یک روز به تأخیر می‌اندازد. این تأخیر گلدهی که توسط کاربرد مواد روغنی و امولسیفایر ایجاد می‌شود، می‌تواند در کاهش خطرات ناشی از سرمازدگی بهاره موثر باشد (صدیقی و همکاران، ۱۳۸۶).

نتایج بررسی اثر اتیلن روی تأخیر گلدهی زردآلو رقم شاهرودی نشان داد که کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اتفن در اوایل ریزش برگ در پائیز در دو سال پی‌درپی به‌ترتیب ۳ و ۷ روز گلدهی را به تأخیر می‌اندازد (گنجی‌مقدم و مختاریان[7]، ۲۰۰۶). استفاده از اتفن در پاییز باعث تأخیر در گلدهی به میزان ۶ تا ۸ روز روی هلوی رقم بابی‌گلد شده است. اثر اتفن روی مقاومت جوانه‌ها نشان داد که کاربرد این تیمارها در پائیز (با غلظت بالا) منجر به تأخیر گلدهی

1. Miranda
2. Kodad
3. Rosati
4. Chamchaiyaporn
5. Doll
6. Sitton
7. Ganji Moghadam and Mokhtarian

در میوه‌های هسته‌دار در بهار سال بعد می‌شود (بوکواک[1] و همکاران، ۱۹۶۹). آندرسون و سیلی[2] در سال ۱۹۹۳ گزارش کردند که کاربرد پائیزه اتفن در ۲۰۰ و ۴۰۰ قسمت در میلیون در زمان ریزش برگ‌ها منجر به تأخیر گلدهی در هلو به میزان ۶ و ۸ روز شده است.

نتایج تحقیقات دهنوی و همکاران (۱۳۹۶) بر تأثیر اتفن و روغن سویا بر زمان گلدهی دو رقم زردآلو نشان داد که درختان محلول‌پاشی شده با روغن سویا، فقط با یک روز اختلاف نسبت به شاهد در هر دو رقم شکوفا شدند. بیشترین تأخیر در آغاز گلدهی و تمام‌گل در محلول‌پاشی روغن سویا ۱۵ درصد و تیمار اتفن ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب با نه و هشت روز اختلاف نسبت به شاهد در رقم رجبعلی مشاهده شد و این در حالی بود که حداکثر تأخیر در آغاز گلدهی و تمام‌گل در رقم خیوه‌ای به‌میزان چهار و پنج روز در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اتفن بود. میزان سرمازدگی در درختان شاهد نسبت به درختان تیمار شده با اتفن به‌طور معنی‌داری بیشتر بود و میزان تشکیل میوه نیز با کاربرد اتفن و روغن سویا نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت. نتایج نشان داده که واریته زودگل زردآلو (رجبعلی) با نیاز سرمایی پایین‌تر بیشتر از واریته دیرگل‌تر (خیوه‌ای) تحت تأثیر تیمار اتفن قرار می‌گیرد. بابادائی‌سامانی و همکاران (۱۳۸۱) با کاربرد روغن سویا قبل از متورم شدن جوانه‌ها به میزان ۱۵ درصد، منجر به تأخیر شکوفایی گل‌ها در بادام به میزان ۲ روز شده و باعث افزایش تشکیل میوه و کاهش خسارت سرمازدگی شدند. معینی‌راد (۱۳۸۸) گزارش کرد که گل‌دهی درخت بادام رقم شاهرود با کاربرد اتفن بدون ایجاد خزان زودهنگام به تأخیر افتاده است.

استفاده از روش‌ها و فنآوری‌هایی که بتوانند از خسارت سرمازدگی بهاره بادام جلوگیری نمایند، ضرورت اجتناب ناپذیر است. یکی از این روش‌ها استفاده از مواد شیمیایی نظیر اتانول و پوشش‌های همانند کائولین در جهت به تأخیر انداختن گل‌دهی درختان هسته‌دار است. هدف این پژوهش بررسی اثر اتانول و کائولین بر زمان بازشدن گل‌های بادام رقم شکوفه است تا موثرترین شیوه‌ای که سبب تأخیر در روند رشد جوانه‌های بادام می‌شود به باغداران معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف کائولین و اتانول بر زمان باز شدن گل‌های بادام آزمایشی روی درختان بادام در استان اردبیل شهرستان گرمی در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. شهرستان مغان (گرمی) در شمال غرب کشور ایران در فاصله ۱۱۰ کیلومتری مرکز استان اردبیل دارای طول جغرافیای ۴۸/۳ درجه، عرض جغرافیای ۳۹/۱ درجه و ارتفاع مرکز شهرستان (شهر گرمی) از سطح دریای آزاد ۱۱۰۰ متر می‌باشد. این آزمایش روی درختان بادام رقم شکوفه ۵ ساله پیوند شده بر روی پایه بذری که به‌صورت شلجمی تربیت شده بودند در باغ چهار هکتاری اجرا گردید. کائولین مورد نیاز از شرکت کیمیا سبز تهران با نام تجاری سپیدان تهیه شد.

در این بررسی تیمارهای اتانول در سه نوبت به فاصله یک هفته در اواخر مهر و اوایل آبان روی درختان اعمال شدند. به نحوی که تمام تاج درخت به طور کامل خیس شده و قطرات محلول از درخت سرازیر می‌شد. تیمار درختان شاهد فقط با آب مورد استفاده در تهیه محلول آب‌پاشی شدند. همچنین تیمارهای کائولین از اول بهمن ماه اعمال شدند. محلول‌پاشی براساس شرایط جوی حاکم بر منطقه، ۵ بار تکرار شد.

در این بررسی وِیژگی‌های مورفولوژیکی، شامل زمان تورم جوانه (به‌طور میانگین ۹۰ درصد جوانه‌ها متورم شده بود)، زمان تشکیل غنچه (۹۰ درصد جوانه‌های متورم شده به غنچه تبدیل شده بودند)، شروع گلدهی (زمانی‌که ۱۰ درصد از غنچه‌های در قسمت‌های مختلف درخت به گل رفته بودند)، تمام‌گل (بر مبنای باز شدن بیش از ۵۰ درصد گل-ها) و مرحله پایان گلدهی (هنگامی‌که که ۹۵ درصد از گل‌های ریزش کردند) مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین محتوای نسبی آب جوانه براساس روش ریچی[3] و همکاران (۱۹۹۰) و پایداری غشاء به شیوه ژائو[4] و همکاران (۱۹۹۲) انجام شد. پرولین جوانه نیز بر اساس روش بیتس[5] و همکاران (۱۹۷۳) و ترکیبات فنلی بر اساس روش رونالد و لایما [6] (۱۹۹۹) محاسبه گردید.

این بررسی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح کاربرد کائولین (صفر، ۲، ۴ و

1. Buckovak
2. Anderson and Seeley
3. Ritchie
4. Zhao
5. Bates
6. Ronald and Laima

۶ درصد) و چهار سطح کاربرد اتانول (صفر، ۰/۵، ۱و ۱/۵ لیتر در هزار لیتر آب) روی بادام رقم شکوفه با سه تکرار در مجموع با ۴۸ درخت به عنوان واحد آزمایشی به اجرا درآمد. داده‌های مربوط به این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.2 تجزیه و نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار EXCEL 2013 رسم شدند. همچنین مقایسه میانگین ها با آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار اتانول بر ویژگی‌های فنولوژیکی مراحل تورم و غنچه در سطح احتمال یک درصد و بر مراحل شکوفایی، تمام‌گل و پایان گلدهی در سطح احتمال ۵ درصد از نظر آماری معنی دار بود (جدول۱).

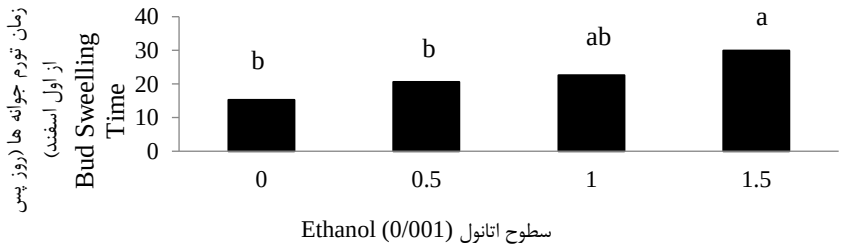
در مقایسه میانگین داده‌ها برای صفت مرحله تورم، بهترین نتیجه برای تیمار ۱/۵ در هزار اتانول با ۱۴ روز تأخیر نسبت به شاهد حاصل شد، به‌نحوی که میانگین زمان تورم جوانه‌های شاهد ۱۵ اسفند بوده، درحالی که مرحله تورم جوانه‌های تیمار ۱/۵ در هزار اتانول در ۲۹ اسفند رخ داد. در این صفت بین تیمار نیم و یک در هزار مصرف اتانول تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (شکل۱). براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، با افزایش غلظت اتانول کاربردی روی درختان بادام تأخیر بیشتری در مرحله به غنچه رفتن جوانه‌ها ایجاد شد، به‌طوری که جوانه‌های تیمار شاهد در روز ۲۲ اسفند در مرحله غنچه بودند، ولی در جوانه‌های تیمار ۱/۵ در هزار با ۵ روز تأخیر در روز ۳ فروردین غنچه‌ها تشکیل شده بود. در ضمن بین دو غلظت ۰/۵ و یک در هزار نیز از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۲). مقایسه میانگین داده‌ها بر مرحله شکوفایی جوانه‌های گل درخت بادام رقم شکوفه نشان داد که با افزایش غلظت اتانول روی درختان مورد تیمار باعث تأخیر بیشتر در مرحله شکوفایی شد، به نحوی که بیشترین تأخیر را تیمار اتانول ۱/۵در هزار با ۷ روز تأخیر نسبت به درختان شاهد داشت، جوانه‌های درختان شاهد در روز ۲۹ اسفند ۷ روز زودتر به مرحله شکوفایی رسیده بودند. هر چند در این صفت بین درختان تیمار شده با چهار سطح اتانول اختلاف چندانی وجود نداشته و در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در صفت تمام‌گل، بهترین نتیجه مربوط به درختان تیمارشده با اتانول ۱/۵ در هزار بوده بر این اساس درختان مذکور نسبت به درختان شاهد ۱۰ روز با تأخیر به مرحله تمام‌گل رسیده بودند، به نحوی‌که میانگین درختان تیمار شده با اتانول ۱/۵ در هزار، ۴۴ روز پس از اول اسفند بود، ولی درختان شاهد به‌طور میانگین در ۳۴ روز پس از اول اسفند به مرحله گلدهی کامل رسیدند (شکل۴). مقایسه میانگین مربوط به مرحله پایان گلدهی نشان‌گر این بود که با افزایش میزان اتانول کاربردی روی درختان، این ماده باعث تأخیر بیشتر در مرحله پایان گلدهی شده، به‌طوری که بیشترین تأخیر را درختان تیمار ۱/۵ در هزار داشتند که نسبت به درختان شاهد با ۸ روز تأخیر به مرحله پایان گلدهی رسیدند، در ضمن بین تیمار ۰/۵ در هزار و یک در هزار مصرف اتانول از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل۵). نتایج به دست آمده در این پژوهش با نتایج دورنر و گیافاگنا[1] (۱۹۹۱) و دهنوی و همکاران (۱۳۹۶) بر روی زردآلو مطابقت دارد. همچنین محلول‌پاشی با روغن سویا ۱۵ و ۱۰ درصد به ترتیب باعث ۱۴ و ۱۱ روز تأخیر در تاریخ جوانه‌زنی انگور رقم فخری در مقایسه با شاهد شده است (دولتی‌بانه، ۱۳۹۸). نحوه تأثیر اتیلن در تأخیر گلدهی هنوز به‌طور کامل شناخته شده نیست. چنین به نظر می‌رسد توقف تقسیم سلولی و تأخیر در نمو جوانه‌های گل، کاهش در رشد مادگی و نیز کاهش در ذخیره کربوهیدرات‌ها به دلیل افزایش تنفس از اثرات مصرف اتفن و اتانول که منجر به تولید اتیلن می‌شود، باشد (آگرورا[2] و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین کاهش تأثیر دمای کم در برطرف شدن رکود، کاهش حساسیت جوانه‌های گل به دماهای رشد و نیز افزایش مقاومت جوانه‌های گل به سرما به‌دلیل تجمع مقادیر زیاد سوربیتول و ساکارز از اثرات مصرف پاییزه اتفن و اتانول نام برده شده است (رامین، ۱۳۸۳). گزارش شده که اتفن در بافت‌های گیاهی باعث آزاد سازی اتیلن شده و تقسیم سلولی گل‌های تمایز یافته را در پاییز متوقف می‌کند که منجر به تأخیر در باز شدن جوانه‌های گل در اوایل بهار می‌شود (هیرا[3]، ۱۹۸۷). به‌طور مستقیم نیز اتیلن آزاد شده از اتفن و اتانول رشد و نمو جوانه گل را تحت تأثیر قرار داده که باعث تأخیر گلدهی

1. Durner and. Gianfagna
2. Argrora
3. Herrera

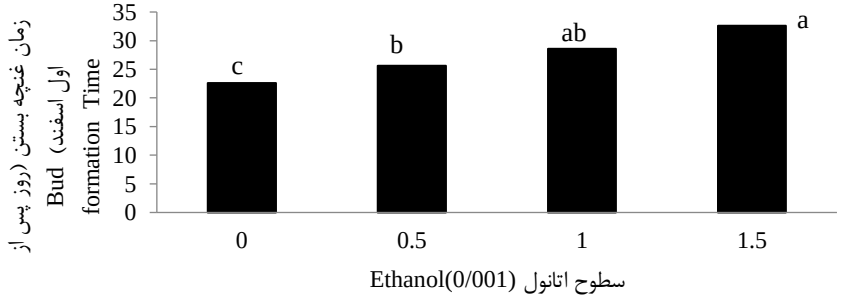
جدول۱- نتایج تجزیه واریانس اثرات تیمارهای اتانول و کائولین بر ویژگی‌های اندازگیری شده گل و میوه رقم شکوفه بادام

		میانگین مربعات								
بلوک	df	تورم جوانه‌ها	مرحله غنچه	شروع گلدهی	تمام گل	پایان گلدهی	نشت الکترولیت	محتوای آب نسبی	پرولین میوه	فنل
تکرار	۲	۳۷/۵۶ ns	۲۶/۲۷ ns	۳۰/۲۷ ns	۵۳/۵۸ ns	۲۰/۲۷ns	۳۲/۰۰۳ns	۱/۰۱ns	۰/۷۰ns	۳۵/۵۴ns
اتانول	۳	۱۱۰/۵۳**	۵۴/۷۵**	۳۹/۲۲*	۵۳/۰۰*	۳۳/۸۸*	۵۷/۸۳ns	۰/۰۰۳ns	۱/۵۰ns	۱۱/۰۵ns
کائولین	۳	۶۸/۷۷*	۳۲/۵۲*	۱۶/۰۸ns	۲۸/۵۵ns	۸/۰۸ns	۲۵۸۴/۶ns	۰/۰۰۵ns	۰/۱۲ns	۷/۹۰ns
اثرات متقابل اتانول و کائولین	۹	۴۰/۱۶ns	۱۴/۲۹ns	۱۱/۱۸ns	۱۵/۷۴ns	۱۱/۷۲ns	۴۴۲ /۹۶ns	۰/۰۰۴ns	۰/۲۲*	۵/۱۲ns
خطای آزمایشی	۳۰	۲۳/۳۶	۹/۷۱	۱۲/۸۷	۱۶/۱۶	۹/۶۹	۹۳۶/۷۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۱۵/۹۴
CV%		۲۲/۷۴	۱۱/۴۴	۱۱/۲۶	۱۰/۵۳	۲۰/۶۱	۲۵/۷۵	۱۶/۴۵	۸/۵۰	۱۷/۸۵

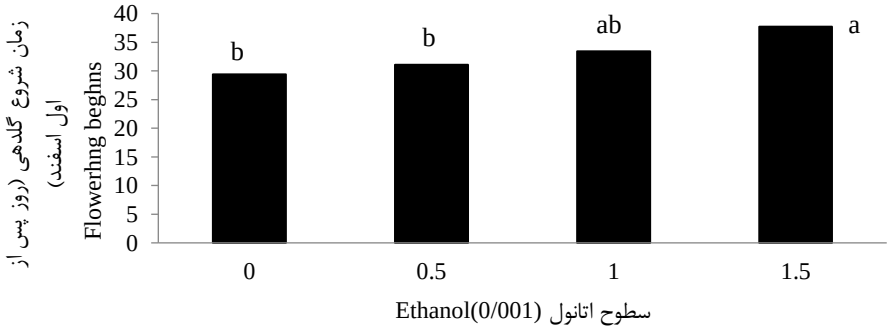
ns، * و **به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد



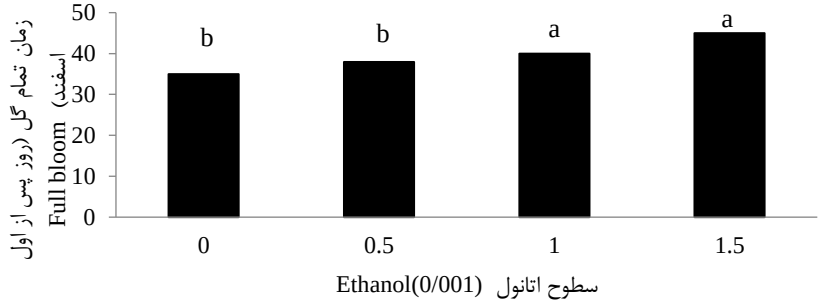
شکل۱- مقایسه میانگین اثر ساده تیمار اتانول بر تورم جوانه‌های‌گل (تعداد روز پس از اول اسفند) رقم شکوفه. حروف مشابه در هر ستون نشاندهنده عدم معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد.



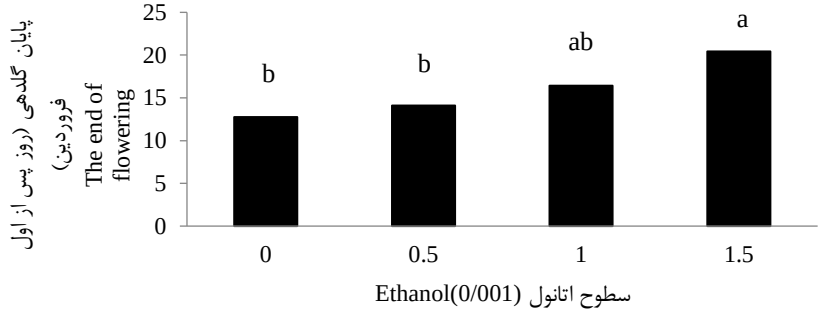
شکل۲- مقایسه میانگین اثر تیمار اتانول بر زمان تشکیل غنچه‌گل (تعداد روز پس از اول اسفند) رقم شکوفه. حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد.



شکل۳- مقایسه میانگین اثر تیمار اتانول بر زمان شروع گلدهی (تعداد روز پس از اول اسفند) رقم شکوفه. حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد.



شکل۴- مقایسه میانگین اثر تیمار اتانول بر زمان تمام گل (تعداد روز پس از اول اسفند) رقم شکوفه. حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد.



شکل۵- مقایسه میانگین اثر تیمار اتانول بر زمان تمام گل (تعداد روز پس از اول اسفند) رقم شکوفه. حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد.

آنها در اوایل بهار شده است. اتیلن دوره استراحت را طولانی می‌کند که باعث تأخیر در نمو جوانه گل حتی بعد از کامل شدن نیاز سرمایی جوانه می‌شود (دهنوی و همکاران، ۱۳۹۶).

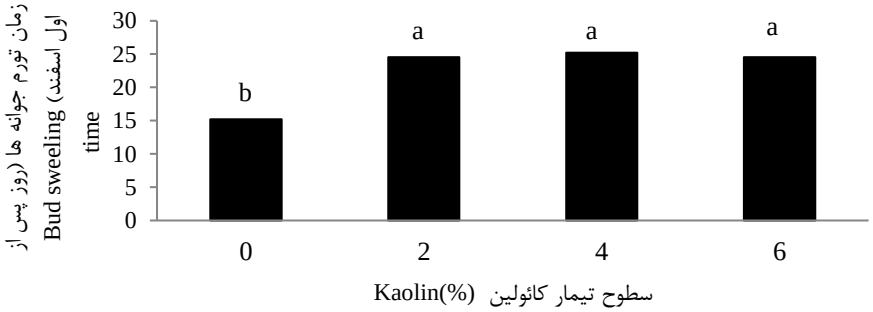
نتایج حاصل از تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای کائولین بر ویژگی‌های فنولوژیکی بادام رقم شکوفه نشان داد که اثر این تیمار بر شاخص‌های مراحل تورم و غنچه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده و بر مراحل شکوفایی، تمام‌گل و پایان گلدهی اثر معنی‌داری نداشته است (جدول۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های مربوط به تیمار کائولین با چهار سطوح مختلف بر مرحله تورم جوانه‌های گل بادام رقم شکوفه نشان داد که کاربرد کائولین منجر به ۹ روز تأخیر در تورم جوانه‌های گل نسبت به شاهد شده، به‌نحوی که درختان شاهد به طور میانگین در ۱۵ اسفند به مرحله تورم رسیده در حالی که درختان تیمار شده با سه سطح کائولین (۲، ۴ و ۶ درصد) به طور میانگین در ۲۴ اسفند به این مرحله رسیده بودند، بین سه سطح کائولین مورد بررسی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در این صفت مشاهده نشد (شکل ۶). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به مرحله غنچه رفتن جوانه‌های گل نشان داد که بین سه سطح کاربرد کائولین (۲، ۴ و ۶ درصد) از نظر آماری اختلاف وجود ندارد و در یک سطح آماری قرار دارند و نسبت به درختان شاهد به مدت ۶ روز در این مرحله تأخیر داشته‌اند (شکل ۷). مهمترین ویژگی کائولین رنگ سفید و انعکاس نور است که سبب کاهش دمای سطح جوانه و به دنبال آن تأخیر در رشد آنها می‌گردد. معمولا سطوح سفید، در شب‌های صاف، بی‌ابر و بدون باد، کمتر از سطوح سیاه و تیره، حرارت خود را در اثر تشعشع از دست می‌دهند. در نتیجه جوانه‌های شاخه‌هائی که با یک ماده سفید در این موقع از سال پوشیده شده باشند در آخر یک شب سرد و صاف، کمتر در معرض خطر سرمازدگی قرار خواهند گرفت. علت این امر را می‌توان این‌طور بیان کرد که حرارت آن‌ها از هوای مجاور تا حدی بیشتر است و از شاخه‌هایی که سفید نشده باشند، گرم‌ترهستند. از طرفی در طول روز شاخه‌های سفید نشده که رنگ تیره طبیعی دارند، نسبت به شاخه‌های سفید شده، حرارت بیشتری را جذب می‌کنند، در نتیجه اوایل شب گرم‌تر از شاخه‌های سفید شده می‌باشند. با توجه با این دو پدیده فیزیکی، تصور می‌رود چنانچه باز شدن شکوفه‌های

درختانی که شاخه‌های آنها سفید شده‌اند چند روزی دیرتر باز شوند کاملا منطقی باشد (انصاری، ۱۳۸۸). بر اساس گزارش دول و همکاران (۲۰۱۷) کاربرد غشای نازک کائولین باعث کاهش دمای سطح جوانه‌ها و تأخیر در باز شدن گل‌های پسته شده بود که با نتایج تحقیق حاضر در یک راستا است.

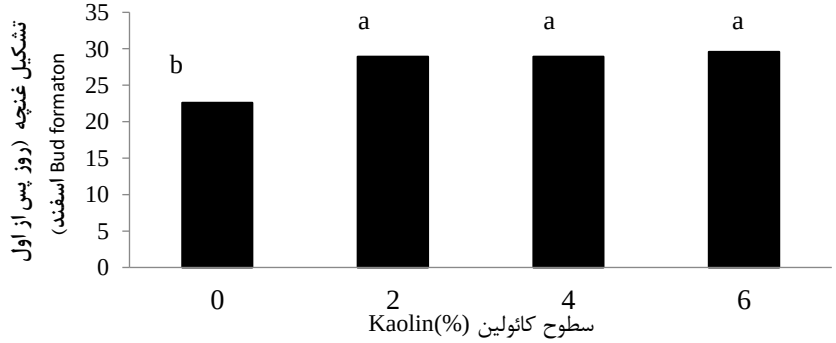
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌داد که اثرات متقابل سطوح تیماری اتانول و کائولین بر صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژی به جز پرولین که در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنی‌دار بود روی سایر صفات اندازه گیری شده تأثیر معنی‌داری از نظر آماری نداشته‌اند (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین میزان پرولین با کاربرد اتانول، ۰/۵، ۱ و ۱/۵درهزار در ترکیب با کائولین ۶ درصد حاصل شده است. میوه‌های شاهد کمترین میزان پرولین را داشتند (شکل۸). گیاهان با ذخیره مواد تنظیم‌کننده‌های اسمزی مانند پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌های محلول، اسیدهای آمینه و برخی یون‌های معدنی، مقاومت گیاه را به دمای پایین افزایش می‌دهند (رودرگو[1]، ۲۰۰۰). یکی از اسیدآمینه‌های فعال در پدیده‌ی اسمزی پرولین است. نقش پروتین‌های محلول و پرولین در گیاه در برابر تغیرات اسمزی، محافظت از غشای سلولی و آنزیم‌ها و همچنین ذخیره انرژی برای ترمیم‌های پس از تنش است (ارشادی و طاهری، ۱۳۹۲). هر اندازه مقدار پرولین گیاه بیشتر باشد باعث حفظ غشای سلولی و مقاومت گیاه در برابر سرمای دیررس بهاره می‌شود (ایمانی[2] و همکاران، ۲۰۱۲). به نظر می‌رسد اتانول با کاهش pH در گیاه منجر به افزایش فعالیت آنزیم پیرولین ۵ کربوکسیلات سنتتاز شده و در نهایت سبب تجمع پرولین در گیاه خواهد شد (روزاتی و همکاران، ۲۰۰۷).

گزارش‌های دول و همکاران (۲۰۱۷) بر روی پسته و قرقانی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادندکه با افزایش غلظت کائولین دما کاهش یافته به گونه‌ای که بیشترین دما در تیمار شاهد و کمترین دما مربوط به تیمار کائولین ۶ درصد بوده است. بر این اساس کاهش دمای سطح گیاه منجر به کاهش سرعت تنفس شده، بنابراین میزان سوختن مواد ذخیره‌ای کاهش یافته و در نتیجه میزان تخصیص این مواد در بخش-های مختلف گیاه افزایش می‌یابد.



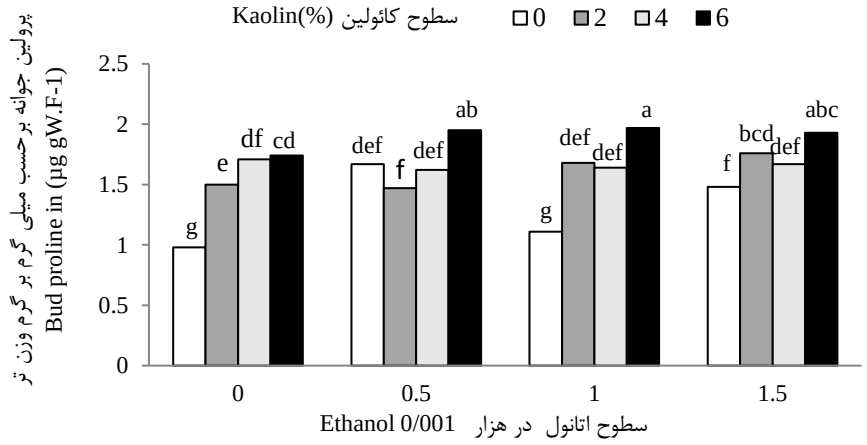
شکل ۶- مقایسه میانگین اثر تیمار کائولین بر تورم جوانه‌ها (تعداد روز پس از اول اسفند) رقم شکوفه. حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵درصد با استفاده از آزمون LSD است



شکل۷- مقایسه میانگین اثر تیمار کائولین بر تشکیل غنچه در (تعداد روز پس از اول اسفند) رقم شکوفه. حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵درصد با استفاده از آزمون LSD است

1. Rodrigo

2. Imani



شکل ۸- اثرات متقابل تیمارهای اتانول و کائولین بر میزان پرولین جوانه گل رقم شکوفه. حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵درصد با استفاده از آزمون LSD است

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این آزمایش در بین تیمارهای بررسی شده، ترکیب اتانول ۱/۵ در هزار و کائولین ۶ درصد به عنوان بهترین تیمار شناخته شد و موجب تأخیر ۵ تا ۱۴ روزه در مراحل تورم و باز شدن شکوفه‌های درخت بادام رقم شکوفه شده‌اند. بر این اساس توصیه می‌شود برای جلوگیری از سرمای بهاره در بادام از این ترکیب تیماری استفاده شود.

منابع

ارشادی، ا. و طاهری، س. ۱۳۹۲. بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر تحمل به یخبندان بهاره در انگور رقم بیدانه سفید. به زراعی کشاورزی، ۱۵(۲): ۱۳۵-۱۴۶.

انصاری، خ. ۱۳۸۸. بررسی روش‌های مقابله با سرمازدگی در درختان بادام در اطراف شهرستان ساوه، باغدار، شماره ۹، ۳۲-۳۵.

بابادائی‌سامانی، ر.، مصطفوی، م. و خلیقی ، ا. ۱۳۸۱. بررسی اثر مقدار و زمان مصرف روغن سویا بر گل‌دهی بادام رقم سفید، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

دولتی‌بانه، ح. ۱۳۹۸. روش‌های کنترل سرمای دیررس بهاره در انگور، نشر آموزش کشاورزی، تهران، ۳۲ ص.

دهنوی، آ.، رضایی، م.، حکم‌آبادی، ح. و قربانی‌قوژدی، ح. ۱۳۹۶. تأثیر اتفن و روغن سویا بر زمان گلدهی دو رقم زردآلو، نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۷(۱): ۳۱-۴۲.

رامین، ا. ۱۳۸۳. اثر اتفن و چند تنظیم‌کننده رشد دیگر در تأخیر گلدهی بادام. علوم کشاورزی ایران، ۲۶(۲):۴۲-۵۲.

رسولی، م.، جعفری‌طائمه، ع. و رحمتی‌جنیدآباد، م. ۱۳۹۸. بررسی تنوع ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های بذری بادام با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی. پژوهش‌های میوه‌کاری, ۴(۱): ۱۰۶-۱۲۰.

صدیقی، ع.ا.، داوری‌نژاد، غ.م.، عزیزی، م. و آروین، م. ۱۳۸۷. اثر کاربرد پاکلوبوترازول بر رشد رویشی و زایشی زردآلو، علوم و فنون باغبانی ایران، ۹(۳): ۲۳۱-۲۴۰.

قرقانی، ع.، عشقی، س.، خواجه‌نوری، ی. و راحمی، م. ۱۳۹۴. اثر کائولین بر فیزیولوژی درخت، آفتاب سوختگی سطحی و خواص کمی و کیفی میوه دو رقم تجاری سیب. علوم باغبانی ایران، ۴۶(۳): ۲۷۵-۲۸۶.

معینی‌راد، ح. ۱۳۸۸. اثر اتفن بر سهولت برداشت محصول بادام و کارایی آن در تأخیر گل‌دهی. مجله به‌زارعی کشاورزی، ۱۱(۲): ۶۵-۷۴.

Anderson, J.L. and Seeley, S.D. 1993. Bloom delay in deciduous fruits. Horticultural reviews, 15: 97-144.

Arora, R., Rowland, L.J. and Tanino, K. 2003. Induction and release of bud dormancy in woody perennials: a science comes of age. HortScience, 38(5): 911-921.

Bates, L.S., Waldren, R.A. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

Bukovac, M.J., Zucconi, F., Larsen, R.P. and Kesner, C.D. 1969. Chemical promotion of fruit abscission in cherries and plums with special reference to 2-chloroethylphosphonic Acid1. Journal of the American Society for Horticultural Science, 94(3): 226-230.

Chamchaiyaporn, T., Jutamanee, K., Kasemsap, P. and Vaithanomsat, P. 2013. Selection of the most appropriate coating particle film for improving photosynthesis in mango. Agriculture and Natural Resources, 47(3): 323-332.

Doll, D., Coelho, J., Zwieniecki, M., Zhang, L., Ferguson, L. and Culumber, M. 2017. November. The evaluation of winter kaolin clay and dormant oil applications on chill accumulation and yield in the California pistachio (*Pistacia vera*) cultivars' Kerman' and 'Peters'. In VII International Symposium on Almonds and Pistachios 1219: 111-118.

Durner, E.F. and Gianfagna, T.J. 1991. Peach pistil carbohydrate and moisture contents and growth during controlled deacclimation following ethephon application. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116(3): 507-511.

Ganji Moghadam, E. and Mokhtarian, A. 2006. Delaying apricot (cv. Shahroudi) flower induction by growth regulators application. Journal of Applied Sciences, 6(2): 266-269.

Herrera, M. 1987. Effect of fall application of ethephon on peach floral bud growth and development (Doctoral dissertation, Rutgers University).

Imani, A., Ezaddost, M., Asgari, F., Masoumi, S.H. and Raeisi, I., 2012. Evaluation the resistance of almond to frost in controlled and field conditions. Journal of Nuts, 3(2): 29-36.

Kodad, O. 2017. Chemical composition of almond nuts. In Almonds: Botany, Production and Uses; Socias i Company, R., Gradizel, T.M., Eds.; CABI: Wallingford, UK; pp: 428–449.

Miranda, C., Santesteban, L.G. and Royo, J.B. 2005. Variability in the relationship between frost temperature and injury level for some cultivated Prunus species. HortScience, 40(2): 357-361.

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Holaday, A.S. 1990. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30(1): 105-111.

Rodrigo, J. 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees - morphological damage and flower hardiness. Scientia Horticulturae, 85(3): 155-173.

Ronald, S.F. and Laima, S.K. 1999. Phenolics and cold tolerance of *Brassica napus*. Department of Plant Agriculture, Ontario.

Rosati, A., Metcalf, S.G. and Lampinen, B. 2004. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. Annals of Botany, 93(5): 567-574.

Rosati, A., Metcalf, S.G., Buchner, R.P., Fulton, A.E. and Lampinen, B.D. 2006. Physiological effects of kaolin applications in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. Annals of Botany, 98(1): 267-275.

Rosati, A., Metcalf, S.G., Buchner, R.P., Fulton, A.E. and Lampinen, B.D. 2007. Effects of kaolin application on light absorption and distribution, radiation use efficiency and photosynthesis of almond and walnut canopies. Annals of Botany, 99(2): 255-263.

Sitton, B.G., Lewis, W.A. and Kilby, W.W. 1968. Chemical retardation of tung blossoming. In Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 92: 381-393.

Zhao, Y., Aspinall, D. and Paleg, L.G. 1992. Protection of membrane integrity in *Medicago sativa* L. by glycinebetaine against the effects of freezing. Journal of Plant Physiology, 140(5): 541-543.