



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۵ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۲
صفحه‌های ۱۸۶-۱۷۱

اثر کاربرد بنزیل‌آدنین و حذف آبیاری زمستان بر ویژگی‌های درخت و میوه پسته کله‌قوچی

مجید اسماعیلی‌زاده^۱، محمدرضا پوررجبی‌نژاد*^۲، حمیدرضا کریمی^۳، علی‌اکبر محمدی^۴

۱. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان - ایران
۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان - ایران
۳. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان - ایران
۴. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۹/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۹۲/۲/۳

چکیده

به منظور بررسی اثر بنزیل‌آدنین و حذف آبیاری در زمستان بر پارامترهای رشدی و ترکیب شیمیایی درخت و ویژگی‌های کمی خشک‌میوه پسته رقم کله‌قوچی پژوهشی، در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱، انجام شد. در این پژوهش اثر ۲ سطح رژیم آبیاری شامل آبیاری بدون آبیاری در زمستان در ترکیب با ۳ سطح بنزیل‌آدنین (۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار بررسی شد. داده‌های آماری حاصل از هر ۲ آزمایش به صورت تجزیه مرکب تجزیه و تحلیل شدند. تیمار آبیاری مطابق تقویم آبیاری معمول بود و در تیمار بدون آبیاری که از دی ماه تا فروردین ماه ادامه داشت، هیچ‌گونه آبیاری انجام نشد. اعمال تیمارهای بنزیل‌آدنین در زمان تورم جوانه‌های گل انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین در مقایسه با دیگر تیمارها بیشترین اثر را بر ویژگی‌های رویشی درختان پسته داشت. همچنین، سطوح تیمار بنزیل‌آدنین در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری در پارامترهای اکوفیزیولوژیکی، محتوای ترکیبات بیوشیمیایی برگ‌ها و عناصر غذایی برگ داشت و موجب کاهش درصد زودخندانی میوه و درصد ریزش جوانه‌های گل شد؛ ولی حذف آبیاری در فصل زمستان اثر معنی‌داری بر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده نداشت. بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد حذف آبیاری زمستان اثری بر رشد و نمو درخت پسته نداشته باشد، اما کاربرد بنزیل‌آدنین اواخر فصل زمستان اثرهای مثبتی داشت.

کلیدواژه‌ها: پروتئین کل، ریزش جوانه، زودخندانی، فلورسانس کلروفیل، قندهای محلول.

۱. مقدمه

پسته یکی از محصولات مهم باغبانی کشور است که علاوه بر مصارف داخلی، یکی از محصولات صادراتی مهم کشور نیز به حساب می‌آید. به دلیل نقش مهم پسته در صادرات و جایگاه آن به‌عنوان یکی از منابع تأمین ارز، برداشتن قدم‌های مؤثر برای افزایش تولید و کیفیت این محصول لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در سال‌های اخیر، به دلیل کاهش نزولات جوی و به دنبال آن خشک‌سالی مداوم، کمبود آب و تنش خشکی به یکی از مشکلات مهم تولید این محصول با ارزش تبدیل شده است. بنابراین، مدیریت آبیاری و استفاده بهینه از آب مورد استفاده برای آبیاری در باغ‌های پسته بسیار لازم و ضروری است.

با توجه به اینکه مناطق پسته‌کاری کشور با بحران کمبود آب روبه‌رو هستند و از سوی دیگر، اطلاعات بسیار کمی در مورد اثر حذف آبیاری در زمستان بر فیزیولوژی درختان پسته وجود دارد و تاکنون، پژوهش خاصی درباره این موضوع انجام نشده است، باید تدابیری اندیشید تا حداقل در زمستان که درختان پسته نیاز آبی کمی دارند، کم‌ترین مصرف آب را داشته باشیم و با جلوگیری از هدر رفت آب‌های زیرزمینی در فصل زمستان و ذخیره‌کردن آن برای تأمین آب مورد نیاز درختان در فصل رشد، تنش وارد به درختان پسته در این زمان را کاهش دهیم. در واقع تنش خشکی یکی از تنش‌های محیطی مهم است [۱۹] و بر بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی درختان پسته تأثیرگذار است؛ به‌عنوان مثال بررسی‌های انجام‌شده در ارتباط با اثر تنش خشکی بر زودخندانی در طول فصل رشد و نمو میوه درختان پسته نشان می‌دهد که آبیاری ناقص در ابتدای فصل بهار سبب افزایش زودخندانی در میوه‌های پسته می‌شود [۳۲]. همچنین، حذف یک نوبت آبیاری در خرداد ماه در ایالت کالیفرنیا [۱۱] و آبیاری کم درختان پسته از اواسط فروردین تا اواسط خرداد [۱۲] به‌طور چشمگیری

درصد پسته‌های زودخندان را افزایش می‌دهد. در واقع زودخندانی عارضه‌ای است که به خشک‌میوه‌های غیرطبیعی اطلاق می‌شود که پوست سبز و استخوانی در طول محل خندانی و در امتداد هم شکاف می‌خورد و مغز پسته در معرض کپک‌ها و حشرات قرار می‌گیرد [۱۱]. این عامل باعث کاهش عملکرد و کاهش بازارپسندی محصول پسته می‌شود. علاوه بر زودخندانی، ریزش جوانه‌های گل نیز نقش بسیار مهمی در کاهش عملکرد و تناوب باردهی پسته دارند. به‌طوری‌که در درختان پسته، ریزش جوانه گل در خرداد شروع می‌شود و در طول دوره رشد سریع بذر، افزایش می‌یابد [۱۰]. تاکنون، اساس فیزیولوژیکی تناوب باردهی پسته مبهم باقی مانده است [۱۳] و تمامی تلاش‌هایی که تاکنون برای کنترل ریزش جوانه‌های گل انجام شده است، ناموفق بوده است [۱۳]. همان‌طور که در بالا ذکر شد یکی از دلایل مهم کاهش عملکرد در درختان پسته سال‌آوری است. در پژوهشی گزارش شد که محلول‌پاشی اوره در ترکیب با بنزیل‌آدنین به‌طور موفقیت‌آمیزی از ریزش جوانه‌های گل پسته رقم کرمان ممانعت می‌کند [۲۲]. بنابراین، سایتوکینین‌ها یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد مهم گیاهی هستند که در بسیاری از اعمال فیزیولوژیکی گیاه مانند، القای تقسیم سلولی، تنظیم فرایندهای رشد و نمو، تحریک رشد و افزایش قدرت مقصد (sink) دخالت دارند [۳۱]. همچنین، سایتوکینین‌ها در تجمع کلروفیل، به تأخیرانداختن پیری و پاسخ به عوامل محیطی دخیل هستند [۱۷]. در پژوهشی ثابت شده است که تیمار بنزیل‌آدنین باعث تأخیر در تجزیه کلروفیل a و کاهش فعالیت آنزیم کلروفیل‌از می‌شود [۹]. گزارش‌هایی وجود دارد که سایتوکینین‌ها به‌طور گسترده از سیستم فتوسنتزی در گیاهان تحت تنش محافظت می‌کنند [۸]. طی پژوهشی که روی گیاه کرچک هندی انجام و مشخص شد که محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین باعث افزایش میزان

۲. مواد و روش‌ها

آزمایش مورد نظر در یکی از باغ‌های پسته رقم کله قوچی در شهرستان انار، در طول و عرض جغرافیایی $30^{\circ} 49' 17''$ N و $23^{\circ} 11' 7''$ E و ارتفاع ۱۳۹۶ متر از سطح دریا به مساحت ۰/۵ هکتار، اجرا شد. درختان باغ مذکور از نظر قطر تنه، ارتفاع، قطر سایه‌انداز و سن (۲۲ ساله) تقریباً یکسان بودند. برای انجام این آزمایش ۳ ردیف درخت انتخاب و هر ردیف به عنوان ۱ بلوک در نظر گرفته شد که ۳ درخت (هر درخت ۱ تکرار) برای هر یک از ۳ غلظت تیمار بنزیل آدنین استفاده شد. جمعاً ۹ درخت در سطح تیمار آبیاری و ۹ درخت در سطح تیمار بدون آبیاری استفاده شد. بافت خاک در باغ مورد آزمایش از نوع لومی شنی بود. برای اجرای تیمار بدون آبیاری و آبیاری، بلوک‌ها (ردیف‌ها) با استفاده از عملیات خاک‌ریزی به ۲ قسمت مجزا تقسیم شدند. قسمت اول (سطح آبیاری) در طول زمستان مطابق با تقویم آبیاری معمول در منطقه آبیاری انجام شد، اما در قسمت دوم (سطح بدون آبیاری) آبیاری در طول زمستان به‌طور کامل قطع شد. میزان رطوبت وزنی خاک در ابتدای آزمایش (دی ماه) در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ به ترتیب برابر ۳۳ و ۳۰ درصد بود و در پایان اعمال تیمار (فروردین ماه) رطوبت وزنی در سطح بدون آبیاری به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ برابر با ۱۰ و ۱۳/۲۳ درصد و میزان رطوبت وزنی سطح آبیاری برابر ۲۷ و ۲۵ درصد بود. رطوبت وزنی براساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{رطوبت وزنی} = \frac{\text{وزن خاک خشک} - \text{وزن خاک تر}}{\text{وزن خاک خشک}} \times 100$$

همچنین، با توجه به آمار هواشناسی شهرستان انار، طی دوره اعمال تیمارها (از دی‌ماه تا فروردین ماه) میزان بارندگی در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹ برابر با ۲۶/۱ میلی‌متر و در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ برابر ۱/۸ میلی‌متر بود که این میزان بارندگی طی ۲ سال آزمایش بسیار اندک بود.

کربوهیدرات‌های برگ شد و با افزایش غلظت تیمار بنزیل آدنین از ۵۰ به ۱۰۰ و سپس، به ۱۵۰ پی‌پی‌ام میزان تجمع کربوهیدرات‌ها نیز افزایش یافت [۳۳]. در پژوهشی دیگر روی چندین رقم ذرت نشان داده شد که کاربرد بنزیل آدنین باعث افزایش محتوای کربوهیدرات‌های کل می‌شود [۳]. همچنین، سایتوکینین‌ها به‌عنوان یکی از بازهای مجاور آنتی‌کدون در چندین مولکول RNA ناقل یافت می‌شوند و در این نقش احتمالاً در پیوند دادن RNA ناقل به ریبوزوم طی ساخته‌شدن پروتئین دخالت دارند [۲]. بیشتر گیاهان برای تکمیل موفقیت‌آمیز چرخه زندگی‌شان به تعداد مشخصی عناصر غذایی نیاز دارند [۱]. عناصر غذایی نقش‌های پیچیده‌ای در تغذیه و تولید محصول در گیاهان ایفا می‌کنند. بیشتر آن‌ها در برخی از سیستم‌های آنزیمی نقش کاتالیزوری، فعال‌کننده و یا ساختمانی دارند [۲۷]. گزارش‌هایی وجود دارند که کاربرد بنزیل آدنین به‌صورت محلول‌پاشی باعث افزایش معنی‌داری در محتوای فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، نیتروژن و مس در درخت مورولا^۱ شده است [۲۵].

با توجه به اهمیت اقتصادی پسته در ایران و همچنین، مشکل بحران کم‌آبی در این مناطق و با توجه به اینکه تاکنون، پژوهش‌های کمی در مورد حذف آبیاری در زمستان روی درختان پسته اجرا شده است، این پژوهش با هدف‌های: بررسی برهم‌کنش تنظیم‌کننده رشد گیاهی بنزیل آدنین (BA) همراه با تنش خشکی در زمستان بر افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی میوه و کاهش مصرف آب و کاهش ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی و همچنین، بررسی امکان حذف آبیاری در فصل زمستان به منظور ذخیره بیشتر آب‌های زیرزمینی در مناطق پسته‌کاری در شرایط منطقه پسته‌کاری شهرستان انار طراحی و اجرا شد که باغ‌دارانش به‌شدت با کمبود آب مواجه هستند.

1. Morula

شد. این دستگاه میزان فلورسانس کلروفیل را براساس پارامترهای F_v/F_m و P_i ثبت می‌کند. روش کار این گونه بود که در ۲ زمان یکی هنگام توقف رشد رویشی (اواخر خرداد ماه) و دومی در مرحله رشد سریع مغز (تیرماه) در وسط روز در ۴ جهت هر درخت (تکرار) ۴ شاخه‌آور انتخاب و از وسط هر شاخه ۱ برگ بالغ انتخاب شد و روی برگچه انتهایی همان برگ گیره‌های مخصوص برای ایجاد شرایط تاریکی به مدت ۲۵ دقیقه قرار داده شدند. پس از این مدت، میزان فلورسانس کلروفیل ثبت شد.

۳.۲. اندازه‌گیری کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها

برای اندازه‌گیری کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها، نمونه‌گیری تصادفی از برگچه‌های انتهایی برگ‌های بالغ وسط شاخه‌های‌آور در هنگام توقف رشد (اواخر خرداد ماه) انجام شد و سپس، با استفاده از روش آرنون^۱ (۱۹۴۹) مقادیر رنگدانه‌های مذکور محاسبه شدند [۴].

۴.۲. اندازه‌گیری میزان قندهای محلول برگ

به منظور تعیین محتوای قندهای محلول و پروتئین کل برگ، در مرحله کامل شدن رشد رویشی (اواخر خرداد ماه)، برگچه انتهایی برگ وسط شاخه‌های‌آور انتخاب شده جدا و در آلومینیوم فویل پیچیده و داخل تانکر ازت مایع قرار داده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس، محتوای قندهای محلول آن‌ها براساس روش اریگوین^۲، در سال ۱۹۹۲، و محتوای پروتئین کل براساس روش برادفورد^۳، در سال ۱۹۷۶، اندازه‌گیری شد [۵، ۱۸].

در این آزمایش اعمال تیمارهای آبیاری از دی ماه هر سال شروع و تا فروردین ماه سال بعد ادامه داشت. بدین ترتیب که در تیمار بدون آبیاری هیچ‌گونه آبیاری طی این مدت انجام نشد و در تیمار آبیاری، مطابق با تقویم آبیاری معمول در منطقه آبیاری هر ۴۸ روز یک‌بار انجام شد؛ به‌طوری که با هر بار آبیاری غرقابی ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر آب روی سطح خاک قرار می‌گرفت. سپس، در تیمارهای آبیاری و بدون آبیاری محلول‌پاشی با بنزیل‌آدنین در پایان فصل زمستان و هنگام تورم جوانه‌ها در ۳ سطح شاهد (آب مقطر)، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین انجام شد که به ازای هر تکرار (درخت) ۳/۵ لیتر محلول و برای تیمار شاهد ۳/۵ لیتر آب مقطر استفاده شد.

۱.۲. اندازه‌گیری پارامترهای رویشی

برای اندازه‌گیری طول شاخه فصل جاری و تعداد برگ، ۴ شاخه‌آور کاملاً یکنواخت در ۴ جهت درخت به‌صورت تصادفی در اول فصل (فروردین ماه) انتخاب و پلاک‌گذاری شد. سپس، در مرحله کامل شدن رشد شاخه (اواخر خرداد ماه) طول رشد فصل جاری اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ هم از هر درخت (تکرار) ۲۰ عدد برگ کامل و بالغ در همان زمان از قسمت میانی شاخه‌های‌آور در درختان پر محصول به‌عنوان نمونه از ۴ جهت درخت انتخاب سپس، سطح آن‌ها با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ ۱ مدل (CI-2-2, CID Inc., USA) اسکن شد و مساحت آن‌ها براساس سانتی‌متر مربع به‌دست آمد.

۲.۲. اندازه‌گیری نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m)

برای اندازه‌گیری نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m) از دستگاه Pocket PEA Chlorophyll Fluorimeter استفاده

1. Arnon
2. Irigoyen
3. Bradford

۵.۲. اندازه‌گیری عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در

برگ

در مرداد ماه هر سال نمونه‌های برگ (برگ‌های بالغ) از هر تکرار در ۴ جهت درخت از وسط شاخه‌های بدون میوه گرفته و مقدار منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس آن‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی (GBC Avanta, version 1.33, Australia) اندازه‌گیری شدند.

۶.۲. اندازه‌گیری ویژگی‌های کمی خشک‌میوه

هنگام رسیدن میوه، محصول هر تکرار جداگانه برداشت شد و فاکتورهای کمی خشک‌میوه پسته ارزیابی شدند، بدین صورت که از هر تکرار از ۴ جهت درخت به طور تصادفی تعدادی خوشه انتخاب و از خوشه‌های انتخابی ۱۰۰ عدد میوه جدا شد و وزن خشک مغز، درصد خندانی و پوکی، انس میوه (تعداد میوه در ۱ انس یا ۲۸/۳۵) و درصد پسته‌های زودخندان اندازه‌گیری شد.

۷.۲. اندازه‌گیری درصد ریزش جوانه

در تیر، مرداد، شهریور و مهر ماه برای ارزیابی اثرهای تیمار بنزیل آدنین و تیمار بدون آبیاری بر ریزش جوانه‌های گل، ۴ شاخه کاملاً یکنواخت که دارای میوه یکسان بودند، در ۴ جهت درخت انتخاب شد، سپس، تعداد کل جوانه‌های گل تشکیل شده روی شاخه و همچنین، تعداد جوانه‌های گلی که طی این مدت ریزش کردند، شمارش و سپس، درصد ریزش جوانه‌های گل براساس فرمول زیر در هر تکرار محاسبه شد.

درصد جوانه گل ریزش کرده در هر درخت = مجموع تعداد جوانه گل ریزش کرده روی ۴ شاخه / مجموع تعداد گل شمارش شده روی ۴ شاخه × ۱۰۰

۸.۲. طرح آزمایشی

اثر تنش آبی زمستانه همراه با محلول‌پاشی بنزیل آدنین روی ویژگی‌های رشدی، پارامترهای اکوفیزیولوژیکی، محتوای بیوشیمیایی، عناصر برگ، ویژگی‌های کمی خشک‌میوه و درصد ریزش جوانه‌های گل پسته رقم کله‌قوچی در ۲ آزمایش جداگانه شامل آبیاری معمولی و بدون آبیاری انجام شد که در هر ۲ آزمایش اثر بنزیل آدنین با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، هر درخت ۱ تکرار، ارزیابی شد. داده‌های آماری حاصل از هر ۲ آزمایش به‌صورت تجزیه مرکب و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و تحلیل شدند.

۳. نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تیمار بنزیل آدنین با غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد رشد رویشی شاخه‌های آور را ۳۵/۶۸ درصد افزایش دادند. همچنین، این نتایج نشان داد که تیمار بنزیل آدنین با غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش ۲۳/۵۴ درصدی تعداد برگ شاخه‌های آور در مقایسه با شاهد شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که سطح برگ درختان مورد آزمایش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف تیمار بنزیل آدنین قرار گرفتند و تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین به‌ترتیب ۲۹/۱۲ و ۳۲/۳۹ درصد سطح برگ در مقایسه با شاهد افزایش دادند (جدول ۲). سایتوکینین‌ها باعث تحریک تقسیم سلولی [۱۷] و بزرگ‌شدن سلول‌ها [۱] می‌شوند که از این طریق می‌توانند باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سطح برگ شوند. همچنین، افزایش رشد با کاربرد سایتوکینین می‌تواند به دلیل تنظیم فرایندهای بیوشیمیایی، فعالیت آنزیم‌ها و جذب مواد غذایی باشد [۷]. ضمناً نتایج نشان داد که تیمار بنزیل آدنین باعث افزایش معنی‌داری در میزان غلظت آهن،

زیاد بنزیل آدنین با تحریک تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول، افزایش جذب عناصر غذایی و تحرک بخشی مواد غذایی موجب افزایش رشد طولی شاخه و تعداد برگ در هر شاخه و افزایش سطح آن ها شده است. در این پژوهش اعمال تیمار خشکی در زمستان بر ویژگی های رویشی درختان پسته رقم کله قوچی تأثیر نگذاشت.

روی و منگنز برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۵)؛ این عوامل احتمالاً می توانند نقش مهمی در افزایش رشد رویشی شاخه ها و افزایش سطح برگ درختان پسته رقم کله قوچی داشته باشند؛ به عنوان مثال در پژوهشی گزارش شد که روی نقش مهمی در افزایش رشد و سطح برگ دارد که دلیل آن را نقش روی در تقسیم سلولی و طویل شدن سلول ها دانستند [۲۶]. بنابراین، می توان گفت به احتمال

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر بنزیل آدنین بر ویژگی های رویشی درختان پسته رقم کله قوچی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		طول شاخه آور	تعداد برگ شاخه آور
رژیم آبیاری	۱	۱۱۲/۶۹ ^{ns}	۵/۹۲ ^{ns}
بلوک (رژیم آبیاری)	۴	۱۵/۷۶	۴/۶۲
بنزیل آدنین	۲	۵۱/۲۱ ^{**}	۱۴/۶ ^{**}
رژیم آبیاری × بنزیل آدنین × بلوک	۸	۵/۳	۲/۸
سال	۱	۲/۳۹ ^{ns}	۱/۰۳ ^{ns}
سال × بنزیل آدنین	۲	۰/۵۷ ^{ns}	۰/۸۴ ^{ns}
سال × رژیم آبیاری × بنزیل آدنین	۲	۱/۰۱ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}
سال × رژیم آبیاری	۲	۱/۶ ^{ns}	۳/۶۱ ^{ns}
رژیم آبیاری × بنزیل آدنین	۲	۰/۲۷ ^{ns}	۴/۲۴ ^{ns}
خطا	۱۲	۰/۹۴	۰/۸۶
ضریب تغییرات (CV%)	-	۱۰/۳۱	۱۱/۴۸

ns بدون معنی * و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار است.

جدول ۲. مقایسه میانگین تأثیر بنزیل آدنین بر ویژگی های رویشی درختان پسته رقم کله قوچی

ویژگی های رویشی	تیمار بنزیل آدنین	
	۲۰ میلی گرم در لیتر	۴۰ میلی گرم در لیتر
طول شاخه آور (سانتی متر)	۷/۴۴ ^b	۹/۳۳ ^b
تعداد برگ شاخه آور	۷/۱۰ ^b	۷/۹۵ ^{ab}
سطح ۲۰ عدد برگ (سانتی متر مربع)	۵۹/۳۶ ^b	۸۳/۷۶ ^a

در هر ردیف میانگین های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

۱.۳. کلروفیل (کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل) و کارتنوئیدها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که غلظت ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین نسبت به شاهد به ترتیب ۳۸/۷۸ و ۴۱/۸۵ درصد میزان کلروفیل a، ۴۸/۶۱ و ۴۶/۶۴ درصد محتوای کلروفیل b، ۴۱/۸۵ و ۳۷/۸۷ درصد محتوای کلروفیل کل و ۳۵/۳۴ و ۳۲/۳۴ درصد محتوای کارتنوئیدها را افزایش دادند (جدول ۴). طی پژوهش‌های انجام شده ثابت شده است که تیمار بنزیل آدنین باعث تأخیر در تجزیه کلروفیل و کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز و Mg دی‌کاتالاز متصل به کلروفیل می‌شود [۹]. همچنین، گزارش‌هایی وجود دارد که بنزیل آدنین باعث نگره‌داری ۵۲/۱ درصد پروتئین‌های متصل به مجموعه دریافت‌کننده نور فتوسیستم ۲ (LHCP-2)، ۵۴/۷ درصد زیرواحدهای بزرگ روبیسکو (LSU) و ۶۲/۴ درصد زیرواحدهای کوچک روبیسکو (SSU) در گیاه گندم شد، نگره‌داری پروتئین‌های

متصل به مجموعه دریافت‌کننده نور فتوسیستم ۲، باعث جلوگیری از صدمه دیدن ساختار غشای تیلاکوئید می‌شود [۹]. بنزیل آدنین سطوح کلروفیل را می‌تواند از طریق فعال کردن سیستم آنتی‌اکسیدانسی در حد بالایی نگه دارد [۲۰]. نتایج این پژوهش، نشان داد که محتوای کلروفیل b کمتر از کلروفیل a بود. این موضوع همواره در بیشتر گیاهان صدق می‌کند دلیل آن را می‌توان این‌گونه بیان کرد که کلروفیل b قبل از تجزیه شدن به کلروفیل a تبدیل می‌شود [۲۳]. همچنین، علت افزایش در محتوای کارتنوئیدها احتمالاً به دلیل افزایش در محتوای کربوهیدرات‌های برگ است (جدول ۸)؛ زیرا کارتنوئیدها تروپنوئیدهای ۴۰ کربنه هستند و کربوهیدرات‌ها از اجزای ضروری ساختاری کارتنوئیدها محسوب می‌شوند [۱]. در این پژوهش اعمال تیمار خشکی در زمستان بر محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ‌های درختان پسته رقم کله قوچی تأثیر نگذاشت.

جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر بنزیل آدنین بر محتوای کلروفیل a، b، کل و کارتنوئیدهای برگ درختان پسته رقم کله قوچی

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
کارتنوئیدها	کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a		
۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۱	رژیم آبیاری
۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۴	بلوک (رژیم آبیاری)
۰/۲ ^{**}	۳/۳۱ ^{**}	۰/۳۲ ^{**}	۱/۰۹ ^{**}	۲	بنزیل آدنین
۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۸	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین × بلوک
۰/۳ ^{**}	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۱	سال
۰/۰۱ ^{**}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۲	سال × بنزیل آدنین
۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	سال × رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	سال × رژیم آبیاری
۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۲	خطا
۶/۹	۱۴/۵۸	۲۲/۱۷	۱۲/۵	-	ضریب تغییرات (CV%)

^{ns} بدون معنی، * و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار است.

جدول ۴. مقایسه میانگین تأثیر بنزیل آدنین بر محتوای کلروفیل a، b، کل و کارتنوئیدهای برگ درختان پسته رقم کله قوچی

تیمار بنزیل آدنین			میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی
۴۰ میلی گرم در لیتر	۲۰ میلی گرم در لیتر	شاهد	
۱/۳۲a	۱/۲۵a	۰/۷۶b	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)
۰/۷۴a	۰/۷۶a	۰/۳۹b	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)
۱/۲۵a	۱/۳۲a	۰/۷۶b	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)
۰/۶۵a	۰/۶۸a	۰/۴۴b	کارتنوئیدها (میلی گرم بر گرم وزن تر)

در هر ردیف میانگین‌های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

کلروفیل می توان گفت افزایش کلروفیل a و کلروفیل کل احتمالاً دلیلی بر افزایش نسبت F_v/F_m باشد. گزارش‌هایی وجود دارد که افزایش میزان کلروفیل با افزایش نسبت F_v/F_m در ارتباط است [۲۹]. طی پژوهشی که روی گیاه بادمجان تحت تنش شوری انجام شد نتایج نشان داد که تیمار بنزیل آدنین باعث افزایش نسبت F_v/F_m در گیاهان تحت تنش شوری شد و گیاهان بدون تیمار بنزیل آدنین کم ترین نسبت F_v/F_m را داشتند [۳۹]. گزارش‌هایی وجود دارد که بنزیل آدنین باعث افزایش میزان نرخ فتوسنتز و کاهش تنفس می شود

که گواه خوبی بر قرارگرفتن الکترون‌ها در مسیر فتوشیمیایی و افزایش F_v/F_m است [۳۹]. در این پژوهش اعمال تیمار خشکی در زمستان بر نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m) درختان پسته رقم کله قوچی تأثیر نگذاشت.

۳.۳. محتوای قندهای محلول برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۷) نشان داد که غلظت ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳۰/۷۵ و ۳۲/۴۹ درصد محتوای قندهای محلول برگ را افزایش دادند (جدول ۸). قندها محصول

۲.۳. نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) نشان داد سطوح تیمار بنزیل آدنین نسبت به شاهد بیشترین تأثیر را بر افزایش میزان نسبت F_v/F_m هم در مرحله توقف رشد رویشی و هم در مرحله رشد سریع مغز داشت و تفاوت بین آن‌ها معنی دار بود. همچنین، غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین و شاهد به ترتیب بیشترین و کم ترین میزان نسبت F_v/F_m در مرحله رشد سریع مغز را داشتند (جدول ۶). استفاده از فلورسانس کلروفیل روشی قابل اعتماد و غیرمخرب برای نشان دادن وقایع فتوسنتزی گیاه و قضاوت در مورد وضعیت فیزیولوژیکی آن است [۳۰]. نسبت F_v/F_m حداکثر عملکرد کوانتومی واکنش فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ را نشان می دهد و پارامتری مهم برای تعیین وضعیت دستگاه فتوسنتزی است. F_v/F_m در اغلب موارد به عنوان شاخص برای تعیین ممانعت نوری یا آسیب ناشی از تنش به فتوسیستم ۲ استفاده شده است [۶]. همچنین، فلورسانس کلروفیل پارامتر بسیار مناسب برای نشان دادن هدایت روزنه‌ای برگ‌ها است [۱۵]. در این پژوهش سطوح تیمار بنزیل آدنین هم در مرحله توقف رشد رویشی و هم در مرحله رشد سریع مغز، باعث افزایش نسبت F_v/F_m در مقایسه با شاهد شد. با توجه به نتایج حاصل از مقادیر

اثر کاربرد بنزیل آدنین و حذف آبیاری زمستان بر ویژگی های درخت و میوه پسته کله قوچی

اصلی فتوستتز هستند و منابع انرژی برای بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه محسوب می شوند [۳۷]. بنزیل آدنین با افزایش شدت فتوستتز، هدایت روزنه ای و تعرق باعث افزایش تولید مواد فتوستتزی (قندها) می شود [۳۹]. بنزیل آدنین از طریق افزایش سطح برگ و فتوستتز باعث افزایش تولید کربوهیدرات ها می شود [۳۵]. با توجه

به تأثیر بنزیل آدنین بر افزایش سطح برگ، نسبت F_v/F_m و محتوای کلروفیل می توان نتیجه گرفت که احتمالاً افزایش محتوای کربوهیدرات های برگ تحت تأثیر تیمار بنزیل آدنین به دلیل افزایش سطح برگ و همچنین، افزایش میزان فتوستتز برگ بوده است.

جدول ۵. تجزیه واریانس تأثیر بنزیل آدنین بر نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m) درختان پسته رقم کله قوچی

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
فلورسانس کلروفیل (در مرحله رشد سریع مغز)	فلورسانس کلروفیل (به هنگام توقف رشد)		
۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱	رژیم آبیاری
۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۸	۴	بلوک (رژیم آبیاری)
۰/۰۱*	۰/۰۰۴*	۲	بنزیل آدنین
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۸	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین × بلوک
۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۱	سال
۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	سال × بنزیل آدنین
۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۲	سال × رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۶ ^{ns}	۱	سال × رژیم آبیاری
۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۲	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۱۲	خطا
۶/۵	۴/۴۱	-	ضریب تغییرات (CV%)

ns بدون معنی، * و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار است.

جدول ۶. مقایسه میانگین تأثیر بنزیل آدنین بر نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m) درختان پسته رقم کله قوچی

تیمار بنزیل آدنین		شاهد	پارامترهای فتوستتزی
۴۰ میلی گرم در لیتر	۲۰ میلی گرم در لیتر		
a ^a ۰/۸۰	a ^a ۰/۷۹	b ^b ۰/۷۵	نسبت (F_v/F_m) در هنگام توقف رشد رویشی
a ^a ۰/۷۸	ab ^b ۰/۷۷	b ^b ۰/۷۵	نسبت (F_v/F_m) در مرحله رشد سریع مغز

در هر ردیف میانگین های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ۷. تجزیه واریانس تأثیر بنزیل آدنین بر محتوای قندهای محلول و پروتئین کل برگ درختان پسته رقم کله قوچی

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
پروتئین کل برگ	قندهای محلول برگ		
۰/۰۲ ^{ns}	۲۷۹۴۳۲/۷۶ ^{ns}	۱	رژیم آبیاری
۰/۷۸	۲۹۹۴۷۱/۴۸	۴	بلوک (رژیم آبیاری)
۱/۹۹ ^{**}	۲۲۹۸۰۹۴/۰۴ ^{**}	۲	بنزیل آدنین
۰/۱۴	۲۶۶۴۴/۸۵	۸	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین × بلوک
۰/۰۶ ^{ns}	۱۴۰۶/۲۵ ^{ns}	۱	سال
۰/۶۶ ^{ns}	۶۷۷/۰۸ ^{ns}	۲	سال × بنزیل آدنین
۰/۰۰۵ ^{ns}	۲۱۰۰/۶۹ ^{ns}	۲	سال × رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۰/۳۵ ^{ns}	۴۱۶۸۴/۰۲ ^{ns}	۱	سال × رژیم آبیاری
۰/۱۴ ^{ns}	۵۸۱۱۰/۹۴ ^{ns}	۱	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۰/۳ ^{ns}	۸۲۱۱۸/۰۵	۱۲	خطا
۱۲/۸۱	۱۳/۴	-	ضریب تغییرات (CV%)

ns بدون معنی، * و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار است.

جدول ۸. مقایسه میانگین تأثیر بنزیل آدنین بر محتوای قندهای محلول و پروتئین کل برگ درختان پسته رقم کله قوچی

تیمار بنزیل آدنین			ترکیبات بیوشیمیایی برگ
۴۰ میلی گرم در لیتر	۲۰ میلی گرم در لیتر	شاهد	
۲۴۲۰/۴ ^a	۲۳۵۹/۵ ^a	۱۶۳۳/۸۱ ^b	قندهای محلول برگ (میکروگرم بر گرم وزن تازه)
۴/۴۳ ^a	۴/۶۵ ^a	۳/۸۶ ^b	پروتئین کل برگ (میلی گرم بر گرم وزن تازه)

در هر ردیف میانگین‌های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

۴.۳. محتوای پروتئین کل برگ

ساختار آن‌ها می‌شود [۲۱]. طی پژوهشی مشخص شد که بنزیل آدنین از طریق به تعویق انداختن تجزیه ترکیبات نیتروژن دار که نقش مهمی در ساختار پروتئین دارند، باعث حفظ ساختار پروتئین‌ها می‌شود [۱۴]. همچنین، گزارش‌های زیادی وجود دارد مبنی بر اینکه سایتوکینین‌ها به‌طور گسترده در سنتز RNA دخالت دارند و پروتئین‌ها را افزایش می‌دهند [۲۴]. نتایج مذکور با نتایج این پژوهش هماهنگی و هم‌خوانی دارند. در این پژوهش اعمال تیمار خشکی در زمستان بر محتوای قندهای محلول و پروتئین کل برگ درختان پسته رقم کله قوچی تأثیر نگذاشت.

نتایج این پژوهش نشان داد که سطوح ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین به ترتیب محتوای پروتئین کل برگ را نسبت به تیمار شاهد ۱۲/۸۸ و ۱۶/۹۸ درصد افزایش دادند (جدول ۸). گزارش شده است که سایتوکینین‌ها به‌عنوان یکی از بازهای مجاور آنتی کدون در چندین مولکول RNA ناقل یافت می‌شوند و در این نقش احتمالاً در پیوند دادن RNA ناقل به ریبوزوم طی ساخته شدن پروتئین دخالت دارند [۲]. به‌طور معمول بنزیل آدنین علاوه بر تأثیر مستقیمی که بر پروتئین دارد، بیشتر از طریق فعال کردن سیستم آنتی اکسیدانسی مانع تجزیه شدن پروتئین‌ها و حفظ

اثر کاربرد بنزیل آدنین و حذف آبیاری زمستان بر ویژگی‌های درخت و میوه پسته کله‌قوچی

۵.۳. غلظت عناصر برگ

گیاهان می‌شوند [۳۴] در پژوهشی مشخص شد که بنزیل آدنین با افزایش در تحرک عناصر باعث افزایش محتوای آن‌ها در برگ‌های پنبه شد [۳۳]. همچنین، گزارش‌هایی وجود دارد که در برخی از درختان میوه بنزیل آدنین باعث توسعه ریشه و این امر باعث افزایش جذب عناصر در این درختان می‌شود [۳۳]. بنابراین، می‌توان گفت احتمالاً بنزیل آدنین با افزایش رشد ریشه، افزایش جذب عناصر غذایی و تحرک بخشی آن‌ها سبب افزایش غلظت عناصر غذایی در برگ پسته شده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۹) نشان داد که غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین نسبت به شاهد ۲۹/۷۳ درصد میزان منیزیم، ۳۵/۰۴ درصد میزان آهن و ۵۵/۲۱ میزان روی برگ پسته رقم کله‌قوچی را افزایش داد (جدول ۱۰). همچنین، سطوح ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین به ترتیب ۳۷/۱۵ و ۲۸/۱۲ درصد میزان مس و ۲۳/۷۵ و ۲۵/۱۰ درصد میزان منگنز در برگ را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۱۰). سایتوکینین‌ها باعث افزایش تحرک عناصر غذایی در

جدول ۹. تجزیه واریانس تأثیر بنزیل آدنین بر محتوای عناصر برگ درختان پسته رقم کله‌قوچی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		منیزیم برگ	مس برگ	آهن برگ	روی برگ
رژیم آبیاری	۱	۰/۹۸ ^{ns}	۷/۱ ^{ns}	۲۶۵/۶ ^{ns}	۲/۱۹ ^{ns}
بلوک (رژیم آبیاری)	۴	۲/۴۳	۷/۶۶	۵۷/۳	۲۷/۳۴
بنزیل آدنین	۲	۰/۴*	۱۳/۰۴*	۲۰۸/۶*	۲۴۸۷*
رژیم آبیاری × بنزیل آدنین × بلوک	۸	۰/۰۸	۲/۳۶	۴۶/۲۶	۸/۲۴
سال	۱	۰/۲۳**	۰/۰۷ ^{ns}	۷۸/۰۲ ^{ns}	۲۰/۶۸ ^{ns}
سال × بنزیل آدنین	۲	۰/۰۰۲ ^{ns}	۸/۱۸**	۱۱/۳۶ ^{ns}	۷۴/۴۷**
سال × رژیم آبیاری × بنزیل آدنین	۲	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۳ ^{ns}	۷/۵۸ ^{ns}	۲/۶۱ ^{ns}
سال × رژیم آبیاری	۱	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۵/۳۵ ^{ns}
رژیم آبیاری × بنزیل آدنین	۲	۰/۳ ^{ns}	۵/۲۱ ^{ns}	۷۴/۲۴ ^{ns}	۳/۴۵ ^{ns}
خطا	۱۲	۰/۰۰۵	۱/۱۲	۲۰/۱۹	۶/۳۵
ضریب تغییرات (CV%)	-	۶/۷۵	۲۳/۰۴	۲۳/۹۱	۹/۵۷

جدول ۱۰. مقایسه میانگین تأثیر بنزیل آدنین بر محتوای عناصر برگ درختان پسته رقم کله‌قوچی

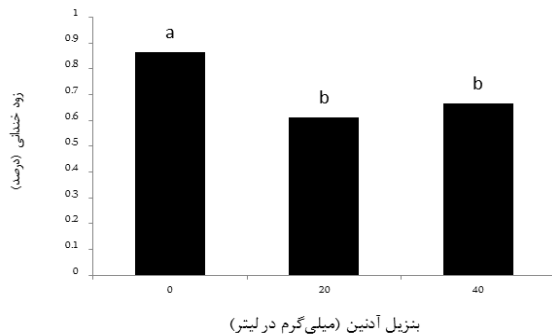
محتوای عناصر برگ	تیمار بنزیل آدنین		
	شاهد	۲۰ میلی‌گرم در لیتر	۴۰ میلی‌گرم در لیتر
منیزیم (درصد)	۰/۸۶۹ ^b	۱/۰۶۹ ^{ab}	۱/۲۴ ^a
آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	۱۵/۱۷ ^b	۱۷/۸۶ ^{ab}	۲۳/۳۵ ^a
مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	۳/۴۶ ^b	۵/۵۱ ^a	۴/۸۲ ^{ab}
روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	۳/۳۸ ^b	۴/۱۲ ^b	۷/۵۴ ^a
منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	۲۴/۳۳ ^b	۳۱/۹۱ ^a	۳۲/۴۹ ^a

در هر ردیف میانگین‌های دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

۶.۳. ویژگی های کمی خشک میوه

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱۱) نشان داد که تیمار شاهد به ترتیب با ۲۹/۳۱ و ۲۳/۰۴ درصد نسبت به تیمار بنزیل آدنین با غلظت های ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر بیشترین درصد زودخندانی را دارا بود (شکل ۱). در این پژوهش، اعمال تیمار رژیم آبیاری و بنزیل آدنین بر وزن خشک مغز، درصد خندانی، پوکی، انس میوه (تعداد میوه در یک انس یا ۲۸/۳۵ گرم) معنی دار نشد. در پژوهش حاضر تیمار بنزیل آدنین باعث کاهش درصد خشک میوه های زودخندان در مقایسه با شاهد شد. بنزیل آدنین احتمالاً از طریق افزایش تقسیم سلولی و افزایش خاصیت کش سانی دیواره سلولی می تواند باعث کاهش درصد خشک میوه های زودخندان پسته شود. همچنین، عوامل متعددی می تواند در کنترل زودخندانی دخیل باشد، عوامل تغذیه ای یکی از این عوامل می تواند باشد [۱۶]. بنابراین، می توان گفت احتمالاً با افزایش جذب

عناصر (جدول ۵) و همچنین، افزایش تقسیم سلولی و خاصیت کش سانی دیواره سلولی [۳۱] موجب کاهش درصد زودخندانی میوه های پسته شده است. در این پژوهش اعمال تیمار خشکی در زمستان بر ویژگی های کمی خشک میوه زودخندان پسته رقم کله قوچی تأثیر نگذاشت.



شکل ۱. مقایسه میانگین تأثیر بنزیل آدنین بر میزان زودخندانی میوه های پسته رقم کله قوچی
میانگین های دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ۱۱. تجزیه واریانس ویژگی های کمی خشک میوه های پسته رقم کله قوچی

میانگین مربعات							منابع تغییرات
انس	پوکی (درصد)	خشک میوه های خندان (درصد)	وزن خشک ۱۰۰ عدد مغز	زودخندانی (درصد)	خشک میوه های بد شکل و نامنظم (درصد)	درجه آزادی	
۸/۰۲ ^{ns}	۲/۳۲ ^{ns}	۳۰۶/۲۵ ^{ns}	۴۷/۲۸ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۲۸/۹۲ ^{ns}	۱	رژیم آبیاری
۲/۸	۴/۳۴	۴۴۱/۵۸	۶۰۶/۷۷	۰/۰۰۴	۶/۳	۴	بلوک (رژیم آبیاری)
۲۷/۲۵ ^{ns}	۰/۵۲ ^{ns}	۴۳۶/۰۸ ^{ns}	۴۷۸/۵۹ ^{ns}	۰/۲۱*	۲۶/۰۴*	۲	بنزیل آدنین
۱۰/۱۳	۱/۷۱	۴۰۸/۱۶۶	۵۲۹/۷۹	۰/۰۲	۳/۳۱	۸	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین × بلوک
۸/۰۲ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۵۶/۲۵ ^{ns}	۱۰/۴۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۳/۰۴ ^{ns}	۱	سال
۲/۶۹ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۱۸/۲۵ ^{ns}	۳/۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۲/۰۳ ^{ns}	۲	سال × بنزیل آدنین
۹/۷۵ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۲۲/۵۸ ^{ns}	۳/۰۴ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۱/۱۲ ^{ns}	۲	سال × رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۲/۲۵ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۳۰/۲۵ ^{ns}	۳/۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱/۸۳ ^{ns}	۱	سال × رژیم آبیاری
۲/۱۹ ^{ns}	۰/۴۹ ^{ns}	۵۴۵/۰۸ ^{ns}	۴۸۷/۶ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۸/۶ ^{ns}	۲	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۸/۰۲	۰/۱۱	۲۵/۰۲	۴۱۳۶/۴۹	۰/۰۲۷	۰/۸۱	۱۲	خطا
۱۰/۸۶	۱۰/۶۱	۷/۳۳	۲۳/۹۱	۲۳/۲۲	۱۵/۷۳	-	ضریب تغییرات (CV%)

ns بدون معنی، * و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار است.

۷.۳. ریزش جوانه

نتایج از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱۲) نشان داد که تیمار بنزیل آدنین با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر بیشترین تأثیر را بر کاهش ریزش جوانه‌های گل در مقایسه با شاهد داشت، به طوری که تیمار شاهد نسبت به تیمار بنزیل آدنین با غلظت ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب با ۵/۲۱ و ۱۱/۸۶ درصد دارای بیشترین میزان ریزش جوانه گل بود (شکل ۲). تاکنون، اساس فیزیولوژیکی تناوب باردهی پسته مبهم باقی مانده است [۱۳، ۲۲] و تمامی تلاش‌هایی که تاکنون برای کنترل ریزش جوانه‌های گل انجام شده است، ناموفق بوده است [۱۳]. طی پژوهشی مشخص شد که

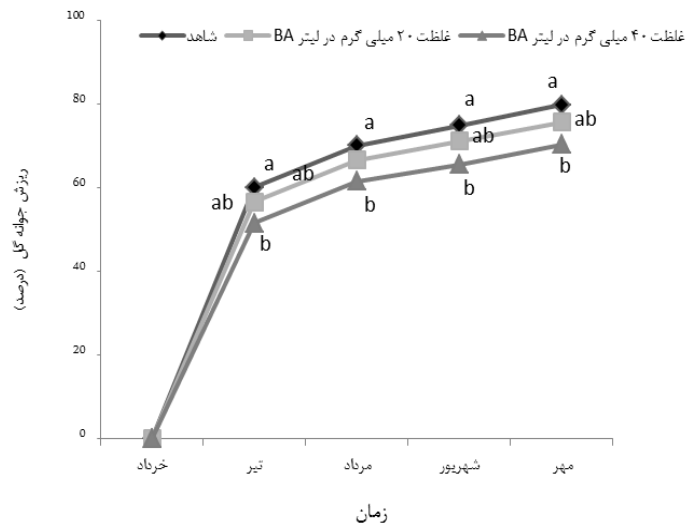
زمانی جوانه‌های گل پسته حداکثر ریزش را دارند، غلظت سایتوکینین‌های جوانه گل کاهش می‌یابد که مهم‌ترین آن‌ها ایزوپنتیل آدنین و زآتین ریبوزاید هستند [۲۲]. در این پژوهش تیمار بنزیل آدنین باعث کاهش ریزش جوانه‌های گل در مقایسه با شاهد شد. دلیل این موضوع نقش احتمالی سایتوکینین‌ها روی مراحل پیری و افزایش قدرت جوانه‌ها در جذب فرآورده‌های فتوسنتزی ذکر شده است [۳۶]. در این پژوهش اعمال تیمار خشکی در زمستان بر میزان ریزش جوانه‌های گل درختان پسته رقم کله‌قوچی تأثیر نگذاشت.

جدول ۱۲. تجزیه واریانس تأثیر بنزیل آدنین بر میزان درصد ریزش جوانه‌های گل در درختان پسته رقم کله‌قوچی

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
ریزش جوانه گل شاخه‌های (اواخر مهرماه)		
۹/۳۶ ^{ns}	۱	رژیم آبیاری
۴۱۴/۳۳	۴	بلوک (رژیم آبیاری)
۲۷۲/۲۵*	۲	بنزیل آدنین
۵۶/۵۱	۸	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین × بلوک
۰/۰۳ ^{ns}	۱	سال
۰/۰۳ ^{ns}	۲	سال × بنزیل آدنین
۰/۰۳ ^{ns}	۲	سال × رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۰/۰۲۳ ^{ns}	۱	سال × رژیم آبیاری
۰/۰۶۶ ^{ns}	۲	رژیم آبیاری × بنزیل آدنین
۶۱/۶۶	۱۲	خطا
۱۰/۴۷	-	ضریب تغییرات (CV%)

ns بدون معنی، * و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است.

مجید اسماعیلی زاده و همکاران



شکل ۲. مقایسه میانگین تأثیر بنزیل آدنین بر میزان درصد ریزش جوانه‌های گل در درختان پسته رقم کله‌قوچی میانگین‌های دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

۸.۳. نتیجه‌گیری

نتایج آنالیز رطوبتی و بافت خاک منطقه مورد آزمایش نشان داد که براساس بافت خاک لومی - شنی که بیشتر درختان پسته منطقه در آن رشد می‌کنند و با توجه به داده‌های هواشناسی در ۲ سال اجرای پژوهش که میزان بارندگی در محل انجام پژوهش فوق‌العاده کم بوده است و همچنین، نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش در مورد اینکه تنش خشکی یا به عبارت دیگر آبیاری نکردن در فصل زمستان هیچ تأثیری بر فاکتورهای رویشی، بیوشیمیایی، تغذیه‌ای و اکوفیزیولوژیکی نداشت؛ می‌توان درختان باغ‌های پسته با مشخصه‌های خاکی و رطوبتی همانند این پژوهش را، در فصل زمستان آبیاری نکرد یا حداقل آبیاری انجام شود. با این عمل می‌توان به ذخیره‌کردن آب در سفره‌های زیرزمینی در مناطق خشک و کم‌آب کمک کرد. ضمناً با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش می‌توان گفت کاربرد بنزیل آدنین می‌تواند تا حد زیادی به افزایش پارامترهای اکوفیزیولوژیکی، رشد رویشی و ترکیبات بیوشیمیایی درختان پسته کمک کند و موجب افزایش آن‌ها شود. در

نهایت، باید این آزمایش در مناطق دیگر در زمینه سایر ارقام انجام شود و در صورت حصول نتایج مشابه، توصیه شود.

منابع

۱. احمدی، ع؛ احسان‌زاده، پ؛ جبّاری، ف؛ (مترجمان). (۱۳۸۶). مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران.
۲. مجتهدی، م؛ لسانی، ح؛ (۱۳۸۴). زندگی گیاه سبز. انتشارات دانشگاه تهران.
3. Amin A, Rashad ESM, Hassanein MS and Zaki NM (2007) Response of some white maize hybrids to foliar spray with benzyladenine. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3: 648-656.
4. Arnon DI (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology. 24: 1-15.
5. Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biolchem. 72: 248-254.

6. Calatayud A and Barrano E (2004) Response to ozone in two lettuce varieties on chlorophyll a fluorescence, photosynthetic pigments, and lipid peroxidation. *Plant Physiology and Biochemistry*. 42: 549-555.
7. Carey DJ, Whipker BE, Mc-Call I and Buhler W (2008) Benzyladenine foliar sprays increase offsets in *Sempervivum* and *Echeveria*. *Journal of Horticultural Science*. 53: 19-26.
8. Chernyad'ev I (2009) The protective action of cytokinins on the photosynthetic machinery and productivity of plants under stress (review). *Applied Biochemistry and Microbiology*. 45: 351-362.
9. Costa ML, Civello PM, Chaves AR and Martinez GA (2005) Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzyme and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during postharvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20°C. *Postharvest biology and technology*. 35: 191-199.
10. Crane JC (1985) Pistachio In: *CRC Handbook of Fruit set and Development*. Press cultivars. USA.
11. Doster MA and Michailides TJ (1995) The development of early split pistachio nuts and their contamination by molds, aflatoxins and insects. First international symposium on pistachio nut, 20-24 september 1994, Adana-Turkey. *Acta Horticulture*. 419: 359-364.
12. Doster MA, Michailides TJ, Goldhamer D A and Morgan DP (2001) Insufficient Spring irrigation increases abnormal splitting of pistachio nuts. *California Agriculture*. 55: 27-30.
13. Ferguson L, Maranto J and Beede R (1995) Mechanical topping mitigates alternate bearing of 'Kerman' pistachios (*Pistacia vera* L.). *HortScience*. 30: 1369-1372.
14. Fletcher RA, Hofstra G Adadipe NO (1970) Effects of benzyladenine on bean leaf senescence and the translocation of 14C-assimilates. *Physiologia Plantarum*. 23: 144- 148.
15. Flexas L, Escalona JM, Evain S, Gulas J, Moya I, Barryosmond C and Medrano H (2002) Steady-state chlorophyll fluorescence (Fs) measurements as a tool to follow of net variations of net Co2 assimilation and stomatal conductance during water stress in C3 plants. *Physiologia plantarum*. 114: 231- 240.
16. Hadavi E (2005) Several physical properties of aflatoxin-contaminated pistachio nuts: Application of BGY fluorescence for separation of aflatoxin-contaminated nuts. *Journal of Food Additive and contaminants*. 22: 1144-1153.
17. Hare PD and van Staden J (1997) The molecular basis of cytokinin action. *Plant Growth Regulation*. 23: 41-78.
18. Irigoyen JJ, Emerich DW and Sanchez- Diaz M (1992) Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Plantarum*. 84: 67-72.
19. Khalafallah A A and Abo-Ghaila HH (2008) Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants subjected to short-term water stress, followed by recovery at different growth stages. *Journal of Applied Sciences Research*. 4: 559-569.
20. Lacan D and Baccou J C (1998) High levels of antioxidant enzymes correlate with delayed senescence in nonnetted muskmelon fruits. *Planta*: 204: 377-82.
21. Liu X, Huang B and Banowetz G (2002) Cytokinin effects on creeping bent grass response to heat stress: Shoot and root growth. *Crop Science*. 42: 457-465.
22. Lovatt CJ and Ferguson L (1994) Using foliar application of urea combined with 6-benzyladenine to decrease pistachio floral bud

- abscission in an ON-year to increase yield the next year. California Pistachio Production Industry. Annual Reports Section. 12: 155-158.
23. Matile P, Hortensteiner S, Thomas H and Krautler B (1996) Chlorophyll breakdown in senescent leaves. *Plant physiology*. 112: 1403.
 24. Matthysee AG and Abrams M (1970) A factor mediating interaction of kinins with the genetic material. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Nucleic Acids and Protein Synthesis*. 199: 511-518.
 25. Moatshe O G, Emongor VE and Oagile O (2011) Effect of benzyladenine (BA) on fruit set and mineral nutrition of morula (*Sclerocarya birrea* subspecies *caffra*). *African Journal of Plant Science*. 5: 268-272.
 26. Mortvedth J (2003) Efficient fertilizer use micronutrient. Florida university publishe, 166: 125-139.
 27. Parker J (1963) Cold resistance in woody plants. *The Botanical Review*. 29: 123-169.
 28. Patterson BD, Murata T and Graham D (1976) Electrolyte leakage induced by chilling *Passiflora* species tolerant to different climates. *Functional Plant Biology*. 3: 435-448.
 29. Redondo-Gómez S, Mateos-Naranjo E, Davy AJ, Fernandez- Munoz F, Castellanos EM, Luque T and Figueroa ME (2007) Growth and photosynthetic responses to salinity of the salt-marsh shrub *Atriplex portulacoides*. *Annals of Botany*. 100: 555-563.
 30. Rizza F, Pagani D, Stanca AM and Cattivelli L (2008) Use of chlorophyll fluorescence to evaluate the cold acclimation and freezing tolerance of winter and spring oats. *Plant Breeding*. 120: 389-396.
 31. Sakakibara H, Takei K and Hirose N (2006) Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development. *Trends in Plant Science*. 11: 440-448.
 32. Sedaghati N and Alipour H (2005) The effect of different time of irrigation on occurrence of early split (ES) of pistachio nuts. *Acta Horticulturae*, 726.
 33. Soad M, Lobna ST, Farhat MM (2010) Vegetative growth and chemical constituents of cotton plants as affected by foliar application of benzyladenine and gibberellic acid. *Journal of American Science*. 6: 126-130.
 34. Taiz L and Zeiger E (2002) *Plant physiology*. 3th Ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts
 35. Wareing PF, Khalifa MM & Treharne K J (1968) Rate-limiting processes in photosynthesis at saturating light intensities. *Nature*. 220: 453-457.
 36. Weinbaum SA, Picchioni GA, Muraoka T, Ferguson L and Brown S (1994) Fertilizer nitrogen and boron uptake, storage, and allocation vary during the alternate-bearing cycle in pistachio trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 119: 24-31.
 37. Werner T, Holst K, Pors Y, Guivarch A, Muströph A, Chriqui D, Grimm B and Schmulling M. (2008) Cytokinin deficiency causes distinct changes of sink and source parameters in tobacco shoots and roots. *Journal of Experimental Botany*. 5: 2659-2672.
 38. Wright R D and Aung L H (1975) Carbohydrates in two *Rhododendron* cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 100, 527-529.
 39. Wu X, Zhu Z, Li X and Zha D (2012) Effects of cytokinin on photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence parameters and antioxidative system in seedlings of eggplant (*Solanum melongena* L.) under salinity stress. *Acta Physiologia Plantarum*. 1-10.