ارزیابی اثر محلول‌پاشی ترکیب ضدتعرق نوفیلم-۱۷ و تیمارهای تغذیه‌ای بر شاخص‌های کیفیت میوه و عملکرد دو رقم تجاری پسته

مریم افروشه[1*]، احمد شاکراردکانی[2]، علی تاج آبادی پور[1]

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۵

چکیده

پسته (*Pistacia vera* L.) از محصولات استراتژیک و مهم صادراتی ایران محسوب می‌گردد. بهبود شاخص‌های کیفی به ویژه درصد خندانی از طریق مدیریت تغذیه‌ای پیش از برداشت، نقش تعیین‌کننده‌ای در ارزش اقتصادی و رقابت‌پذیری این محصول دارد. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر محلول‌پاشی ترکیب ضد تعرق رشد نوفیلم-۱۷ و ترکیبات تغذیه‌ای متداول بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم تجاری پسته اوحدی و احمدآقایی انجام شد. آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۲–۱۴۰۱ در منطقه نوق شهرستان رفسنجان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل: ترکیب ضدتعرق نوفیلم-۱۷ در دو غلظت (۰/۵ و ۱ در هزار لیتر آب) و دو زمان (یک‌بار و دوبار محلول‌پاشی)، تیمارهای تغذیه‌ای (اسیدآمینه+سولوپتاس، نیترات پتاسیم) و شاهد بود. صفات کمی و کیفی شامل درصد خندانی، دهان‌بست، اونس و درجه خندانی اندازه‌گیری و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و روش تجزیه خوشه‌ای مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار نوفیلم-۱۷ با غلظت ۰/۵ در هزار در دو نوبت محلول‌پاشی، بیشترین درصد خندانی (۷۲/۹ درصد) را در مقایسه با شاهد (۶۰ درصد) ایجاد کرد و از لحاظ آماری در گروه برتر قرار گرفت. همچنین مشخص شد که رقم احمدآقایی نسبت به اوحدی از نظر درصد خندانی برتری معنی‌داری دارد. بر مبنای تحلیل خوشه‌ای انجام‌شده بر روی ۱۴ شاخص عملکرد، مؤثرترین تیمار به ترتیب نوفیلم-۱۷ (۰/۵ در هزار، دو بار)، سپس تیمار ترکیبی اسیدآمینه + سولوپتاس و در نهایت نیترات پتاسیم می‌باشد. کاربرد دو مرحله‌ای نوفیلم-۱۷ با غلظت پایین (۰/۵ در هزار) در مرحله به مغز رفتن و ۱۵ روز پس از آن، به‌عنوان یک راهکار مدیریتی مؤثر جهت افزایش معنی‌دار خندانی و بهبود کیفیت تجاری پسته قابل توصیه است. این روش در مقایسه با ترکیبات تغذیه‌ای رایج، کارایی بالاتری در بهبود شاخص‌های کیفی محصول نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پسته، خندانی، عملکرد.

۱ پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۲ ایستگاه تحقیقات پسته اردکان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

* نویسنده مسئول: Ma.afrousheh@yahoo.com

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از محصولات استراتژیک ایران به‌شمار می‌رود که نقش مهمی در امنیت غذایی و توسعه صادرات غیرنفتی دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۰). با وجود جایگاه برتر این محصول در باغبانی کشور، تغییرات اقلیمی اخیر از جمله افزایش دما، کاهش بارندگی و تشدید تنش‌های محیطی، چالش‌های عمده‌ای برای تولید پایدار آن ایجاد کرده است. این نوسانات اقلیمی، مراحل حیاتی رشد پسته به‌ویژه دوره تشکیل و پر شدن مغز را مختل کرده و پیامدهای منفی قابل توجهی از جمله کاهش کمیت و کیفیت محصول، افزایش پوکی، کوچک شدن اندازه مغز و تنزل شاخص‌های مهم بازارپسندی مانند خندانی، اونس و عیار اشاره کرد (Sedaghati *et al*., 2020; Ferguson *et al*., 2005).

ویژگی «خندانی» یا شکاف پوست استخوانی، که نتیجه رشد مغز و فشار مکانیکی آن است، از مشخصه‌های بارز پسته خوراکی در مرحله بلوغ محسوب می‌شود (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۰). این فرآیند نه تنها تابعی از عوامل فیزیکی، بلکه تحت تأثیر شرایط بیوشیمیایی درون گیاه نیز هست. در نقطه مقابل، پدیده «ناخندانی» عمدتاً پیامد تنش‌های محیطی نظیر کم‌آبی، تغذیه نامتعادل، باردهی بیش از حد و زمان‌بندی نامناسب برداشت است که با محدود کردن رشد مغز، از شکافته شدن پوست جلوگیری می‌کند (Ferguson et al., 2005). لذا، مدیریت مؤثر این عوامل برای دستیابی به کیفیت و بازارپسندی بهینه ضروری می‌باشد.

تغذیه متعادل، به‌ویژه تأمین نیتروژن و پتاسیم، نقش کلیدی در تشکیل و رشد میوه دارد. نیتروژن در سنتز پلی‌آمین‌ها که در تقسیم سلولی و رشد اولیه میوه مؤثرند، مشارکت می‌کند (Jimenez-Gomez *et al*., 2009; Amiri, 2009). پتاسیم نیز با تنظیم حرکت آب، فعالیت آنزیم‌ها و فرآیندهای فتوسنتزی، نقش مهمی در پر شدن مغز و بهبود کیفیت نهایی میوه ایفا می‌کند (Tränkner *et al*., 2018; Shool *et al*., 2023). مطالعات نشان می‌دهند که کاربرد نیترات پتاسیم، به‌ویژه در مراحل حساس رشد، می‌تواند سبب افزایش وزن مغز، بهبود درصد خندانی و در نهایت افزایش عملکرد شود (Zeng *et al*., 2001; Hegazi *et al*., 2011). همچنین، استفاده از ترکیباتی مانند اسیدهای آمینه همراه با پتاسیم، جذب و انتقال این عنصر را بهبود بخشیده و اثرات مثبتی بر کیفیت مغز پسته داشته است (Hamze & Khoshgoftarmanesh, 2023).

در کنار مدیریت تغذیه، به‌کارگیری راهکارهای نوین برای کاهش تلفات آب و تعدیل تنش‌های محیطی نیز حائز اهمیت است. استفاده از مواد ضدتعرق مانند ترکیبات پایه پینولن (نظیر نوفیلم-۱۷) که با کاهش هدررفت آب

از طریق روزنه‌ها، کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهند، می‌تواند به ویژه در شرایط خشکی و گرمای شدید مؤثر واقع شود (Francini *et al*., 2011). ماده نوفیلم ۱۷ فرآورده طبیعی مشتق شده از رزین کاج جزء ترکیبات ضد تعرق است که یک لایه غیر قابل نفوذ روی سطح تشکیل می‌دهند و تعرق را کنترل کرده و ممکن است از طریق بهبود وضعیت آبی گیاه، بر فرآیندهای فیزیولوژیک مرتبط با پر شدن مغز و خندانی تأثیر بگذارند. اثرات پینولن بر کاهش سرعت تعرق و یا جذب CO_2 در گندم و جو کشت شده در شرایط خشکسالی (Ouerghi *et al*., 2016)، لوبیا (Francini *et al*., 2011) و دانه روغنی کلزا (Faralli *et al*., 2016) گزارش شده است.

با توجه به محدودیت مطالعاتی در زمینه مقایسه تأثیر همزمان این دو راهکار، هدف از این پژوهش، بررسی اثر محلول‌پاشی ماده ضدتعرق نوفیلم-۱۷ و مقایسه آن با تیمارهای متداول تغذیه‌ای (نیترات پتاسیم و ترکیب اسیدآمینه + سولوپتاس) بر شاخص‌های کمی و کیفی دو رقم مهم تجاری پسته (اوحدی و احمدآقایی) است.

مواد و روش‌ها

این پروژه در شرایط آب و هوایی منطقه نوق شهرستان رفسنجان در سال ۱۴۰۲-۱۴۰۳ اجرا شد. سن درختان ۳۵ سال، رقم احمدآقایی، ارتفاع ۲ متر، بافت لومی رسی و آبیاری قطره‌ای (دور آبیاری ۱۰ روز) بود. مدیریت باغ (شامل عملیات کوددهی، آبیاری، هرس و کنترل آفات و بیماری‌ها) مطابق با روش متداول و عرف منطقه و به‌صورت یکنواخت در کل سطح باغ اجرا گردید.

ماده نوفیلم-۱۷ فرآورده طبیعی مشتق شده از رزین کاج و ترکیبی غیر سمی و بی‌خطر می باشد. ماده موثره این ترکیب Di-1-p-menthene است که دارای فرمول شیمیایی (C_20H_{34}) می باشد و به پینولن[1] مشهور است که یک پلیمر بتا پینن طبیعی بوده که از رزین گیاهی مشتق شده است. این ترکیب ماده‌ای بی‌خطر برای محیط زیست است (Francini *et al*., 2011; Kugler *et al*., 2019; Demircan *et al*., 2020). این ماده با کاهش نیروی کشش سطحی محلول، سبب گسترش دامنه انتشار و خیس کنندگی ذرات محلول در سطح گیاهی می شود و خاصیت تثبیت کنندگی دارد.

در این تحقیق، محلول‌پاشی ماده نوفیلم-۱۷ (شرکت گیاه پرنیان اطلس) و تیمارهای تغذیه‌ای نیترات پتاسیم، اسید آمینه و سولوپتاس بر خندانی میوه و برخی شاخص‌های عملکرد دو رقم تجاری اوحدی و احمدآقایی بررسی شد.

تیمارهای آزمایشی عبارتند از:

1 pinolene

۱- ماده نوفیلم ۰/۵ در هزار لیتر آب (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)

۲- ماده نوفیلم ۰/۵ در هزار لیتر آب (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن و ۱۵ روز بعد محلول‌پاشی مجدد)

۳- ماده نوفیلم ۱ در هزار لیتر آب (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)

۴- ماده نوفیلم ۱ در هزار لیتر آب (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن و ۱۵ روز بعد محلول‌پاشی مجدد)

۵- اسیدآمینه ۳ در هزار لیتر آب +سولوپتاس ۳ در هزار لیتر آب (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)

۶- نیترات پتاسیم ۵ در هزار لیتر آب (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)

۷-شاهد

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار روی دو رقم تجاری اوحدی و احمدآقایی اجرا شد. عملیات محلول‌پاشی در ساعات اولیه صبح (ساعت ۶ تا ۸) و در شرایط آرام جوّی (بدون وزش باد) انجام شد. میانگین دمای هوا در زمان اجرای تیمارها بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود. این زمان‌بندی به منظور جذب بهینه محلول انتخاب شد.

ارزیابی شاخص‌های کمی و کیفی عملکرد

درصد خندانی، دهان‌بست و پوکی میوه: از هر نمونه ۱۰۰ میوه به‌طور تصادفی انتخاب و بر اساس وضعیت پوست استخوانی (شکافته، بسته یا پوک) دسته‌بندی و شمارش شدند. درصد هر صفت از نسبت تعداد میوه‌های هر دسته به کل میوه‌های نمونه (۱۰۰ عدد) محاسبه گردید (USDA, 2023).

درجه خندانی: فاصله بین دو لبه پوست استخوانی در ناحیه راس ۳۰ میوه خندان از هر نمونه، با استفاده از کولیس دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری و میانگین آن گزارش شد.

ابعاد میوه و مغز: طول، عرض و ضخامت ۳۰ میوه تصادفی (به‌طور مساوی از هر جهت تاج) و مغزهای جدا شده از آن‌ها با همان کولیس دیجیتال اندازه‌گیری گردید.

اونس: ابتدا میوه‌های با اندازه تقریباً یکسان جداسازی و دسته‌بندی گردیده و سپس یک نمونه ۲۸/۳۵ گرمی (یک اونس) از هر دسته انتخاب و تعداد میوه در هر نمونه در سه تکرار شمارش گردید. جهت افزایش دقت میزان پنج اونس برای هر نمونه توزین و سپس تعداد میوه در نمونه به عدد ۵ تقسیم گردید (USDA, 2023).

عیار: پس از جدا کردن پوست استخوانی از ۳۰ میوه تصادفی در هر نمونه، وزن کل میوه‌های خشک و وزن مغز آن‌ها با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. عیار از رابطه زیر محاسبه گردید:

100×(وزن میوه /وزن مغز)=(%) عیار

عملکرد تر و خشک محصول: جهت ارزیابی عملکرد تر و خشک، وزن تر محصول برای هر تیمار با ترازو در سه تکرار در زمان برداشت با ترازوی دیجیتال توزین شد.. برای تعیین عملکرد خشک، نمونه‌های میوه تا رسیدن به وزن ثابت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با کمک نرم‌افزار SPSSانجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج

نتایج شاخص‌های عملکرد تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در ارقام مورد بررسی

نتایج تجزیه واریانس دو طرفه (اثرات اصلی تیمار و رقم و اثر متقابل آن‌ها) بر شاخص‌های کمی و کیفی پسته در جدول ۱ ارائه شده است. تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر رقم بر کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده به‌جز درصد پوکی و عیار، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین، اثر تیمار محلول‌پاشی بر صفات درصد خندانی، دهان بست، پوکی، اونس و عیار در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل رقم × تیمار تنها بر صفت درصد خندانی و پوکی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد که نشان‌دهنده واکنش متفاوت ارقام به تیمارهای اعمالی در این شاخص کلیدی است.

نتایج مقایسه میانگین در جدول ۲ نشان داد که بیشترین درصد خندانی (۶۴/۸۶) و کمترین درصد دهان‌بست (۱۹/۵۱) مربوط به رقم احمدآقایی بود. کمترین میزان اونس (۲۸/۶۶) نیز در رقم احمدآقایی وجود داشت. میزان درصد خندانی تحت‌تاثیر تیمار ماده نوفیلم-۱۷ از ۰/۵ در هزار و ۱ در هزار به‌ترتیب ۶۷/۴۳ و ۷۰/۰۵ درصد در مقایسه با شاهد (۶۰/۸۸ درصد) افزایش یافت. همچنین انجام محلول‌پاشی مجدد ۱۵ روز بعد، منجر به افزایش درصد خندانی به‌ترتیب ۷۲/۹۲ و ۷۲/۱۷ در مقایسه با شاهد گردید. بنابراین، می‌توان گفت ماده نوفیلم-۱۷ تاثیر مثبتی بر درصد خندانی داشت.

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی با آزمون دانکن نشان داد که تیمارهای اعمال‌شده تأثیر معنی‌داری بر کاهش درصد دهان‌بست داشته‌اند. بیشترین کاهش در این شاخص مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی دو مرحله‌ای ماده نوفیلم-۱۷ بود، به‌طوری که تیمار نوفیلم-۱۷ با غلظت ۱ در هزار در دو نوبت (۱۹/۳۱٪) و تیمار نوفیلم-۱۷ با غلظت ۰/۵ در هزار در دو نوبت (۱۹/۷۱٪) کمترین میزان دهان‌بست را به خود اختصاص دادند و از این نظر در یک گروه آماری قرار

گرفتند. این تیمارها به‌طور معنی‌داری مؤثرتر از تیمار شاهد (۲۸/۴۸٪) و تیمارهای تک‌نوبته نوفیلم بودند. تیمارهای تغذیه‌ای اسیدآمینه + سولوپتاس (۲۰/۴۲٪) و نیترات پتاسیم (۲۱/۸۸٪) نیز توانستند درصد دهان‌بست را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش دهند، اما عملکرد آن‌ها در این زمینه از تیمارهای دو نوبته نوفیلم-۱۷ ضعیف‌تر بود. نتایج این بخش مؤید آن است که کاربرد دو مرحله‌ای ضدتعرق نوفیلم-۱۷ در غلظت‌های پایین و متوسط، راهبردی مؤثرتر از کاربرد تک‌نوبته آن یا استفاده صرف از کودهای پتاسیمی و محرک‌های رشد در کاهش پدیده نامطلوب دهان‌بست در پسته است .این امر احتمالاً از طریق بهبود کارآیی مصرف آب و وضعیت آبی گیاه در دوره بحرانی پر شدن مغز محقق شده است.

تمام تیمارهای محلول‌پاشی توانستند درصد پوکی را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش دهند. در بین تیمارهای اعمال شده، تیمار نوفیلم-۱۷ با غلظت ۱ در هزار در یک نوبت با کمترین درصد پوکی (۶/۶٪) به عنوان مؤثرترین تیمار در کاهش پوکی بود. این نتیجه نشان می‌دهد که کاربرد ضدتعرق‌ها (به‌ویژه در غلظت مناسب) و تقویت‌کننده‌های تغذیه‌ای می‌توانند با بهبود شرایط فیزیولوژیک درخت در دوره پر شدن مغز، از تشکیل میوه‌های پوک جلوگیری کنند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مربوط به عملکرد تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در ارقام مورد بررسی.

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر محصول (کیلوگرم در هر درخت)	وزن خشک محصول (کیلوگرم در هر درخت)	خندانی (٪)	دهان‌بست (٪)	پوکی (٪)	اونس	عیار (٪)
بلوک	۲	۱۳۷۰۴۳/۶ ns	۲۳۰۳۹/۶ ns	۵۴/۷۳ ns	۴۷/۸۲ ns	۲۱/۱۲ ns	۳۱/۱۶ ns	۲/۳۷ ns
رقم	۱	۲۰۲۷۱۹/۶ ns	۸۷۴۱۲/۹ ns	۳۶۴۷/۸۶**	۴۱۷۰/۹۹**	۱۷/۵۲ ns	۶۴۱/۹۴ **	۰/۳۹ ns
تیمار	۶	۴۴۸۹۰۲/۱ ns	۱۲۶۶۹۰/۴ ns	۱۷/۲۹ *	۲۱/۲۴ *	۱۵/۲۵ *	۱۳/۵۴ *	۳/۹۵ *
رقم× تیمار	۶	۲۱۹۷۸۸/۵ ns	۹۴۶۳۳/۹ ns	۱۰۰/۴۵ *	۲۶/۹۵ ns	۷۵/۸۱ *	۱۳/۲۳ ns	۱/۷۸ ns
خطای آزمایشی	۲۶	۴۹۷۷۵۷/۲	۱۱۲۱۷۸/۳ ns	۲۵/۰۴	۴۵/۶۴	۲۱/۸۰	۱۱/۱۷	۲/۶۲
ضریب تغییرات	-	۱۵/۳	۲۲/۴	۲۴/۵	۲۹/۹	۳۵/۷	۱۶/۳	۲/۹

ns معنی‌دار نیست، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های مربوط به عملکرد تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در ارقام مورد بررسی.

تیمار	وزن تر محصول (کیلوگرم در هر درخت)	وزن خشک محصول (کیلوگرم در هر درخت)	خندانی (٪)	دهان‌بست (٪)	پوکی (٪)	اونس	عیار (٪)
اوحدی	۴۳۳۲/۷۶ a	۱۴۱۱/۰۶ a	۴۶/۲۳ b	۳۹/۴۵ a	۱۴/۳۲ a	۳۶/۴۸ a	۵۴/۹۲ a
احمدآقایی	۴۱۹۳/۸۱ a	۱۵۰۲/۳۰ a	۶۴/۸۷ a	۱۹/۵۲ b	۱۵/۶۱ a	۲۸/۶۶ b	۵۴/۷۹ a
شاهد	۳۷۳۹/۵۰ a	۱۳۱۴/۸۸ a	۶۰/۸۸ d	۲۸/۴۸ a	۱۰/۶۴ a	۳۴/۷۹ a	۵۳/۳۰ b
ماده نوفیلم ۰/۵ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)	۴۲۹۶/۱۷ a	۱۴۷۸/۵۸ a	۶۷/۴۳ c	۲۵/۱۷ a	۷/۴۰ b	۳۲/۵۲ b	۵۴/۲۳ a
ماده نوفیلم ۰/۵ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن و ۱۵ روز بعد محلول‌پاشی مجدد)	۴۴۰۱/۶۵ a	۱۵۲۰/۰۸ a	۷۲/۹۲ a	۱۹/۷۱ c	۷/۳۷ b	۳۲/۰۲ b	۵۴/۷۹ a
ماده نوفیلم ۱ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)	۴۲۶۶/۶۷ a	۱۴۹۰/۹۷ a	۷۰/۰۵ b	۲۳/۳۵ b	۶/۶۰ c	۳۱/۸۲ b	۵۵/۰۷ a
ماده نوفیلم ۱ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن و ۱۵ روز بعد محلول‌پاشی مجدد)	۴۳۷۲/۶۷ a	۱۴۵۱/۰۷ a	۷۲/۱۷ a	۱۹/۳۱ c	۷/۵۲ b	۳۱/۰۷ b	۵۵/۲۷ a
اسیدآمینه+سولوپتاس ۳ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)	۴۶۲۱/۵۰ a	۱۶۹۸/۴۲ a	۶۹/۸۱ b	۲۰/۴۲ c	۷/۷۸ b	۳۲/۱۲ b	۵۵/۱۵ a
نیترات پتاسیم ۵ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)	۴۱۴۴/۸۳ a	۱۴۴۲/۷۵ a	۷۰/۶۵ b	۲۱/۸۸ bc	۷/۴۷ b	۳۲/۵۸ b	۵۵/۲۸ a

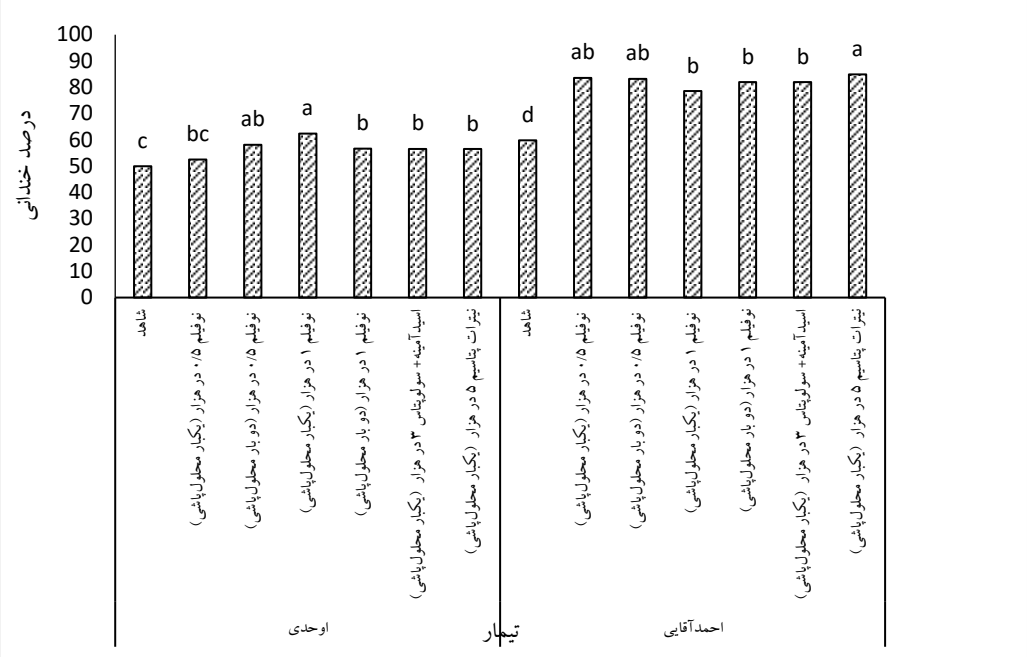
در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار بر روی اونس و عیار سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های کیفی اونس (شاخص اندازه میوه) و عیار (نسبت وزن مغز به کل میوه خشک) تحت تأثیر تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

در مورد شاخص اونس، همه تیمارهای محلول‌پاشی باعث کاهش معنی‌دار عدد اونس در مقایسه با تیمار شاهد شدند. در بین تیمارها، کاربرد دو نوبته ماده نوفیلم-۱۷ در هر دو غلظت ۰/۵ و ۱ در هزار با کمترین مقادیر اونس (به ترتیب ۳۲/۰۲ و ۳۱/۰۷) به‌عنوان مؤثرترین تیمارها بودند. این نتایج حاکی از آن است که تنظیم تعرق و بهبود وضعیت آبی گیاه در دوره حساس رشد میوه، نقش مهمی در افزایش اندازه نهایی میوه پسته دارد.

در رابطه با عیار مغز، همه تیمارهای اعمال‌شده باعث افزایش معنی‌دار این شاخص نسبت به تیمار شاهد گردیدند. بالاترین میزان عیار مربوط به تیمار نیترات پتاسیم (۵۵/۲۸ ٪) و تیمار نوفیلم-۱۷ با غلظت ۱ در هزار در دو نوبت (۵۵/۲۷ ٪) بود که از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. این یافته نشان می‌دهد که تغذیه پتاسیمی و مدیریت تنش آبی هر دو می‌توانند بر بهبود هر دو شاخص اندازه میوه (اونس) و کیفیت آن (عیار) مؤثر واقع شود.

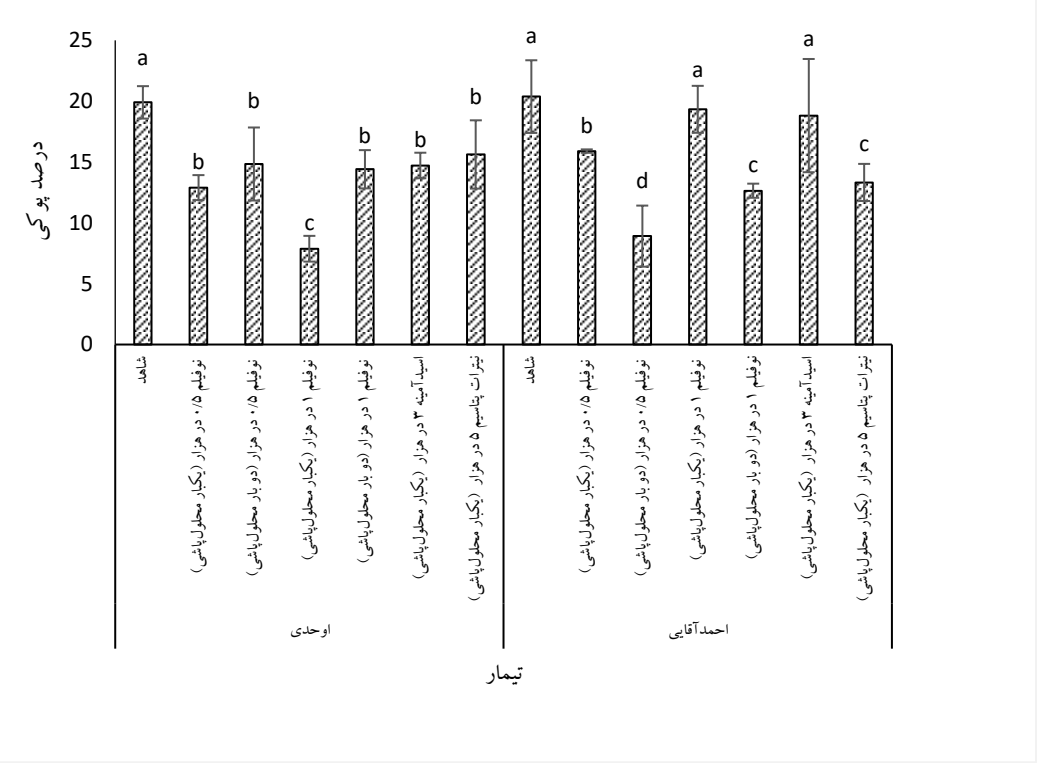
نتایج اثرات متقابل تیمار و رقم بر روی درصد خندانی در شکل ۱ آورده شده است. بر اساس نتایج، بیشترین درصد خندانی در رقم احمدآقایی مربوط به تیمار محلول‌پاشی نیترات پتاسیم بود و در رقم اوحدی مربوط به تیمار محلول‌پاشی نوفیلم-۱۷ یک در هزار بود که در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود.



شکل ۱- اثر متقابل بین تیمار و رقم بر روی درصد خندانی

میانگین‌های مشترک در یک حرف، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

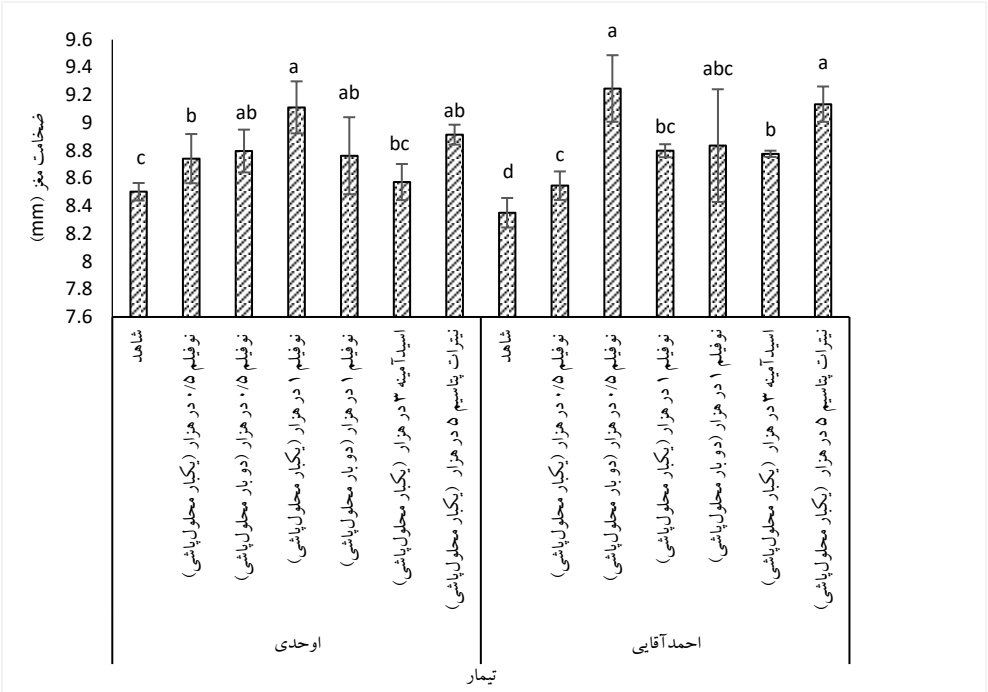
نتایج اثرات متقابل تیمار و رقم بر روی درصد پوکی در شکل ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج، کمترین درصد پوکی در رقم احمدآقایی مربوط به تیمار محلول‌پاشی نوفیلم ۰/۵ در هزار دوبار کاربرد بود و در رقم اوحدی مربوط به تیمار محلول‌پاشی نوفیلم یک در هزار یکبار کاربرد بود که در مقایسه با شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود.



شکل ۲- اثر متقابل بین تیمار و رقم بر روی درصد پوکی.

میانگین‌های مشترک در یک حرف، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

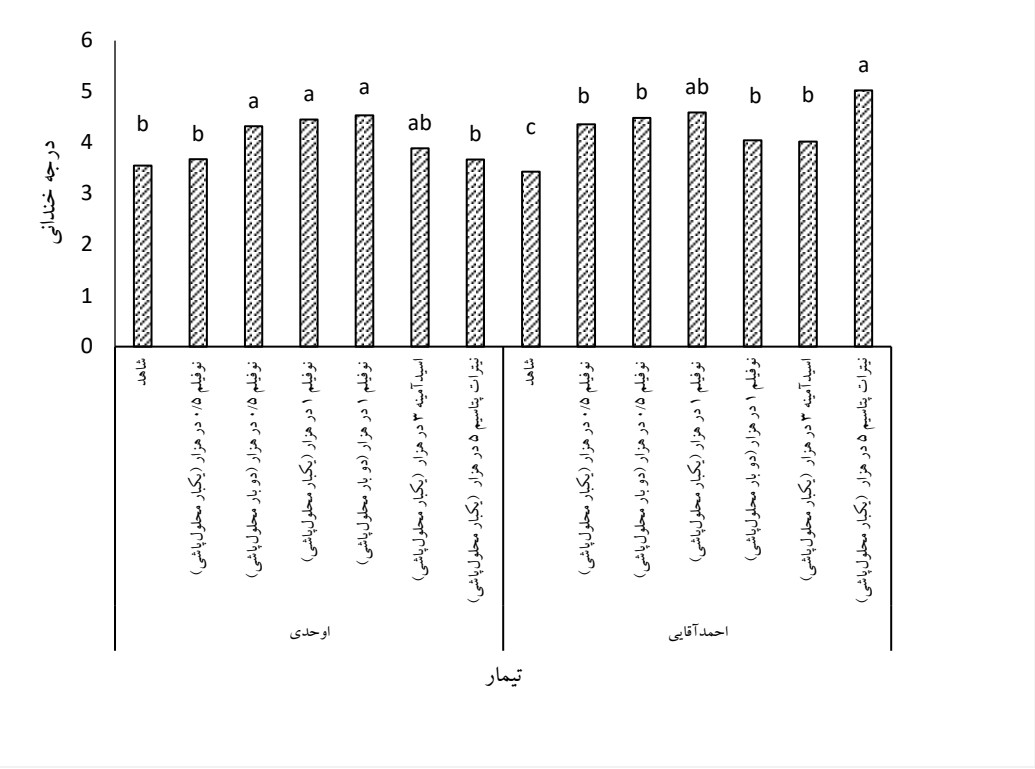
نتایج اثرات متقابل تیمار و رقم بر روی ضخامت مغز و درجه خندانی دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بود. بر اساس نتایج، در رقم احمدآقایی بیشترین ضخامت مغز مربوط به نوفیلم ۰/۵ در هزار دو بار کاربرد و نیترات پتاسیم می‌باشد و کمترین ضخامت مغز مربوط به ترکیب نوفیلم ۰/۵ در هزار (یکبار کاربرد) و شاهد بود. در رقم اوحدی، بیشترین ضخامت مغز مربوط به نوفیلم ۰/۵ در هزار یکبار کاربرد بود. بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، اما با شاهد اختلاف معنی‌دار بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل بین تیمار و رقم بر روی ضخامت مغز.

میانگین‌های مشترک در یک حرف، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

بر اساس نتایج، در رقم احمدآقایی بیشترین درجه خندانی مربوط به نیترات پتاسیم می‌باشد و کمترین درجه خندانی مربوط به شاهد بود. بین بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در رقم اوحدی، بیشترین درجه خندانی مربوط به نوفیلم بود کاربرد این ترکیب در غلظت بالا و همچنین دو بار کاربرد باعث بهبود درجه خندانی گردید و با شاهد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (شکل ۴).



شکل ۴- اثر متقابل بین تیمار و رقم بر روی درجه خندانی.

میانگین‌های مشترک در یک حرف، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مربوط به عملکرد تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در ارقام مورد بررسی.

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول میوه (mm)	عرض میوه (mm)	ضخامت میوه (mm)	طول مغز (mm)	عرض مغز (mm)	ضخامت مغز (mm)	درجه خندانی
بلوک	۲	۰/۰۶ ns	۰/۱۴ ns	۰/۷۶ ns	۰/۱۷ ns	۰/۰۱ ns	۰/۲۱ ns	۰/۲۲ ns
رقم	۱	۷۰/۴۰ **	۱۰/۴۷ **	۰/۰۶ ns	۳۷/۲ **	۳/۰۳ **	۰/۳۶ *	۱/۷۳ *
تیمار	۶	۰/۶۱ ns	۰/۱۱ ns	۰/۴۰ ns	۰/۴ *	۰/۱۲ *	۰/۲۶ *	۰/۸۳ *
رقم× تیمار	۶	۰/۶۸ ns	۰/۲۳ ns	۰/۲۹ ns	۰/۳ ns	۰/۲۸ ns	۰/۱۱ *	۰/۷۹*
خطای آزمایشی	۲۶	۰/۶۴	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۶	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۴۹
ضریب تغییرات	-	۸/۶	۵/۵	۴/۵	۷/۴	۵/۳	۴/۹	۷/۸

ns معنی‌دار نیست، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های مربوط به عملکرد تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در ارقام مورد بررسی.

تیمار	طول میوه (mm)	عرض میوه (mm)	ضخامت میوه (mm)	طول مغز (mm)	عرض مغز (mm)	ضخامت مغز (mm)	درجه خندانی
اوحدی	۱۶/۳ b	۱۰/۹ b	۱۱/۷ a	۱۴/۹ b	۸/۹ b	۷/۹ b	۴/۲ b
احمدآقایی	۱۸/۹ a	۱۱/۸ a	۱۱/۷ a	۱۶/۹ a	۹/۴ a	۸/۶ a	۶/۶ a
شاهد	۱۷/۳ a	۱۱/۲ a	۱۱/۵ a	۱۵/۲ b	۸/۸ b	۸/۲ b	۳/۹ b
ماده نوفیلم ۰/۵ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)	۱۷/۵ a	۱۱/۳ a	۱۱/۷ a	۱۵/۸ a	۹/۱ a	۸/۶ a	۴/۵ a
ماده نوفیلم ۰/۵ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن و ۱۵ روز بعد محلول‌پاشی مجدد)	۱۷/۹ a	۱۱/۴ a	۱۱/۵ a	۱۵/۹ a	۹/۱ a	۸/۹ a	۴/۹ a
ماده نوفیلم ۱ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)	۱۷/۳ a	۱۱/۴ a	۱۱/۵ a	۱۵/۶ a	۹/۲ a	۸/۸ a	۴/۵ a
ماده نوفیلم ۱ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن و ۱۵ روز بعد محلول‌پاشی مجدد)	۱۷/۱ a	۱۱/۶ a	۱۱/۹ a	۱۶/۳ a	۹/۲ a	۹/۲ a	۴/۵ a
اسیدآمینه+سولوپتاس ۳ در هزار(محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)	۱۷/۴ a	۱۱/۴ a	۱۱/۲ a	۱۶/۱ a	۹/۲ a	۹/۱ a	۴/۹ a
نیترات پتاسیم ۵ در هزار (محلول‌پاشی در زمان به مغز رفتن)	۱۷/۸ a	۱۱/۴ a	۱۱/۷ a	۱۶/۱ a	۹/۲ a	۸/۸ a	۴/۷ a

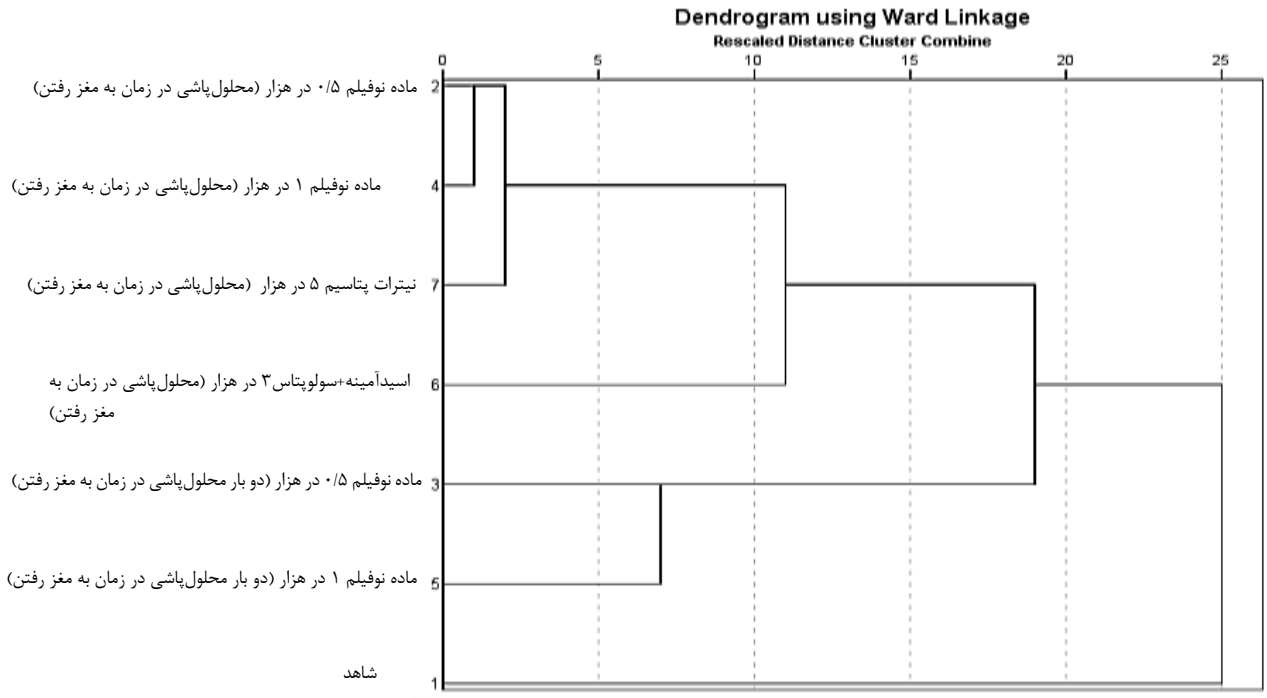
در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر رقم بر تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده در سطح احتمال یک یا پنج درصد معنی‌دار بود. تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر طول، عرض و ضخامت مغز و همچنین درجه خندانی داشتند، در حالی که بر ابعاد میوه کامل تأثیری نشان ندادند. اثر متقابل رقم و تیمار تنها برای صفات ضخامت مغز و درجه خندانی معنی‌دار بود.

بر اساس نتایج، در صفات طول و عرض، ضخامت میوه و مغز و درجه خندانی در رقم‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌دار بود. نتایج نشان داد بیشترین طول و عرض در میوه و مغز و درجه خندانی در رقم احمدآقایی بود. صفات طول و عرض، ضخامت مغز و درجه خندانی در تیمارهای مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بود. نتایج اثرات متقابل تیمار و رقم بر روی ضخامت مغز و درجه خندانی دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بود. بر اساس نتایج، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار نیست اما در مقایسه با شاهد معنی‌دار می باشد.

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها به روش خوشه‌بندی (کلاسترینگ) برای هفت تیمار مورد ارزیابی در ارقام اوحدی و احمدآقایی روی ۱۴ شاخص عملکرد نشان داد

که تیمارها را به دو گروه اصلی تقسیم بندی کرد. گروه اصلی اول شاهد بود و گروه اصلی دوم داری دو زیرگروه بود. در زیرگروه اول ترکیب نوفیلم (دو بار کاربرد) و در زیر گروه دوم ترکیب نوفیلم (یک بار کاربرد)، نیترات پتاسیم و اسید آمینه+سولوپتاس بودند. ترکیب نوفیلم ۰/۵ و ۱ در هزار با یک‌بار محلول‌پاشی دارای قرابت نزدیک بودند و در یک گروه قرار داشتند. بر مبنای نتایج بدست آمده از تحلیل تک و چند متغیره داده‌ها، ترکیب نوفیلم به‌عنوان تاثیرگذارترین تیمار برای شاخص‌های عملکرد ارقام مورد بررسی می‌باشد و سایر تیمارها به ترتیب اسیدآمینه+سولوپتاس > نیترات پتاسیم می‌باشند (شکل ۵).



شکل ۵- درخت‌واره (دندروگرام) حاصل از گروه‌بندی ۷ تیمار مورد مطالعه روی ارقام اوحدی و احمدآقایی با استفاده از صفات کمی و کیفی عملکرد بر مبنای مربعات فواصل اقلیدسی با روش Ward.

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد ماده ضدتعرق نوفیلم-۱۷ (به ویژه در دو نوبت) و تیمارهای تغذیه‌ای پتاسیمی، به طور معنی‌داری شاخص‌های کیفی پسته از قبیل درصد خندانی، عیار و اندازه مغز (اونس) را بهبود بخشیده و درصد دهان‌بست و پوکی را کاهش دادند. بهبود این شاخص‌ها را می‌توان عمدتاً به نقش این تیمارها در بهبود وضعیت آبی و فتوسنتزی گیاه در مرحله

بحرانی پر شدن مغز نسبت داد. در این مرحله، نیاز آبی و تغذیه‌ای درخت به اوج می‌رسد و تنش‌های محیطی (به ویژه خشکی و گرمای تابستان) می‌توانند با اختلال در انتقال مواد فتوسنتزی و تقسیم سلولی، رشد مغز را محدود کنند (Ferguson *et al*., 2005). ماده ضدتعرق نوفیلم-۱۷ با ایجاد یک لایه نازک بر روی برگ، از طریق کاهش هدررفت آب روزنه‌ای (تعرق)، کارایی مصرف آب (WUE) گیاه را افزایش می‌دهد (Francini *et al*., 2011). این امر منجر به حفظ تورم سلولی بهتر، بهبود وضعیت آب برگ‌ها (water potential) و در نهایت، تداوم فعالیت‌های فیزیولوژیکی حیاتی از جمله فتوسنتز و انتقال مواد پرورده به سمت میوه‌های در حال رشد می‌شود (Ouerghi *et al*., 2016). افزایش دسترسی به کربوهیدرات‌ها و حفظ فشار تورژسانس در سلول‌های مغز، نیروی مکانیکی لازم برای شکافتن پوست استخوانی (خندانی) را فراهم کرده و از تشکیل میوه‌های پوک یا دهان‌بست جلوگیری می‌کند.

از سوی دیگر، تیمارهای نیترات پتاسیم و اسیدآمینه + سولوپتاس نیز با تأمین مستقیم عنصر پتاسیم که نقشی کلیدی در فعالیت آنزیم‌ها، تنظیم فشار اسمزی و انتقال قندها دارد، فرآیند پر شدن مغز را تقویت کردند (Marschner, 2012). اثر هم‌افزای مشاهده‌شده در تیمارهای دوگانه (مانند اسیدآمینه+سولوپتاس) می‌تواند ناشی از بهبود جذب و انتقال پتاسیم توسط اسیدهای آمینه باشد.

یر اساس تحقیقات، کاربرد مواد ضدتعرق، یک ابزار نوید بخش برای تنظیم تعرق برای حفظ آب گیاه در حد مطلوب است (Goreta *et al*., 2007; Moradi-Ghahderijani *et al*., 2017). یافته‌های حاضر مبنی بر تأثیر مثبت ضدتعرق‌ها بر صفات فیزیولوژیک و عملکردی، با نتایج مطالعات روی محصولات دیگر مانند لوبیا (Francini *et al*., 2011)، فلفل (Del Amor *et al*., 2010)، نخود (Farouk & Ramadan-Amany, 2012)، سیب زمینی (Moftah & Al-Humid., 2005; Burme *et al*., 2011)، گلرنگ (Bagheri *et al*., 2012) و گندم (Ouerghi *et al*., 2016) که بهبود وضعیت آبی و کارایی فتوسنتز را گزارش کرده‌اند، هم‌سو است. با این حال، واکنش مطلوب و برتر رقم احمدآقایی نسبت به اوحدی در شاخص خندانی، نشان‌دهنده وجود پتانسیل ژنتیکی متفاوت در ارقام برای پاسخ به مدیریت تنش آبی و تغذیه‌ای است. این تفاوت ممکن است ناشی از عواملی مانند عمق و کارایی سیستم ریشه، کارایی مصرف آب (WUE)، یا حساسیت هورمونی متفاوت در ارقام باشد که نیازمند پژوهش‌های فیزیولوژیک تکمیلی است. همچنین، برتری تیمارهای دو نوبته نوفیلم بر تیمارهای تک‌نوبته،

اهمیت تداوم تأثیر ضدتعرق در طول دوره حساس رشد میوه را تأیید می‌کند.

اگرچه این پژوهش تأثیر مثبت تیمارها را در یک سال زراعی نشان داد، اما تکرار آزمایش در سال‌ها و مناطق اقلیمی مختلف برای اطمینان از پایداری نتایج توصیه می‌شود. همچنین، اندازه‌گیری مستقیم پارامترهای فیزیولوژیک مانند نرخ فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و پتانسیل آب برگ در مطالعات آتی، می‌تواند مکانیسم عمل دقیق‌تر این تیمارها را روشن کند.

نتیجه‌گیری کلی

به طور خلاصه، این مطالعه نشان داد که محلول‌پاشی دو مرحله‌ای ماده ضدتعرق نوفیلم-۱۷ با غلظت ۰/۵ در هزار، به عنوان یک راهکار مدیریتی کم‌هزینه و مؤثر، می‌تواند با بهبود وضعیت آبی درخت پسته در دوره پر شدن مغز، کیفیت تجاری محصول را از طریق افزایش معنی‌دار خندانی و عیار، و کاهش دهان‌بست و پوکی، به‌طور قابل ملاحظه‌ای ارتقا دهد. این روش، به‌ویژه برای رقم احمدآقایی که پاسخ بهتری نشان داد و در مناطق با محدودیت آبی و تابستان‌های گرم، می‌تواند گزینه مناسبی برای کاهش خسارات ناشی از تنش و افزایش درآمد باغداران باشد. برای تعمیم نتایج، انجام مطالعات چندساله و در اقالیم مختلف پسته‌خیز پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله مراتب قدردانی و تشکر صمیمانه خود را از شرکت گیاه پرنیان اطلس به‌خاطر پشتیبانی مالی و همچنین از پژوهشکده پسته به‌دلیل همکاری‌های علمی و فنی در اجرای موفق این پژوهش اعلام می‌داریم.

منابع

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۰. محصولات باغی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۲. توکلی، مهین و پاک‌کیش، زهرا. (۱۳۹۳). نقش نیترات پتاسیم بر افزایش ویژگی های کیفی میوه پسته (*Pistacia vera* L.) رقم اوحدی. همایش ملی فناوری‌های نوین برداشت و پس از برداشت محصولات کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی برداشت و پس از برداشت محصوالت کشاورزی مشهد مقدس بهمن ۱۳۹۳.

۳. خضری، مسعود، طلایی، علیرضا و جوانشاه، امان الله. (۱۳۸۵). مطالعه و مقایسه الگوی رشد و نمو میوه در برخی از ارقام پسته ایران (*Pistacia vera* L.). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۲۰ ص.

۴. حسینی‌فرد، سیدجواد، بصیرت، مجید، صداقتی، احمد اخیانی، ناصر. (۱۴۰۱). مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه درختان پسته. انتشارات موسسسه تحقیقات آب و خاک، ۱۰۲ ص.

۵. صداقتی، ناصر، شیبانی تذرجی، زهرا، تاج آبادی پور، علی، حکم آبادی، حسین، حقدل، معصومه و عبداللهی‌عزت‌آبادی محمد. (۱۳۹۰). کتاب راهنمای تولید پسته. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، جلد دوم ص۱۰۲-۹۷.

۶. عبدالهی‌عزت‌آبادی، محمد، فرزاد فربود، سعید میرزایی و ابارقی، غلامرضا. (۱۳۹۰). بررسی اقتصادی ارتباط بین قیمت و کیفیت در بازار داخلی پسته ایران: مطالعه موردی استان کرمان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۴۰ صفحه.

7. Amiri, M. (2009). Physiological influence of N in preventing of alternate bearing of pistachio (*Pistacia vera* cv. Kalleh-ghuchi). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, *7*, 301–305.

8. Bagheri, H., Andalibi, B., Azimi, M. R., Mogadam, E. Z. & Soleiman, J. (2012). Safflower (*Carthamus tinctorius* CV. Sina) oil and seed important in rainfed by Atrazin foliar application. *Annals of Biological Research*, *3*, 1202-1209.

9. Ben-Mimoun, O., Loumi, M., Ghrab, M., Latiri, K., & Hellali, R. (2004). Foliar potassium application on pistachio tree. IPI regional workshop on potassium and fertigation development in West Asia and North Africa; *Rabat, Morocco*, 24-28.

10. Burme, L., Moallemi, N. & Mortazavi, M. H. (2011).

Antitranspirant effect of Kaolin on some physiology traits of four olive cultivars. *Journal of Crop production*, *1*, 11-23.

11. Del Amor F. M., Cuadra Crep, P. J., Camaraand, M. R. & Madrid, J. (2010). Effect of foliar application of anti- transpirant on photosynthesis and water relations of pepper plants under different level Co2 and water stress. *Journal of Plant Physiology*, *167*, 1232-1238.
12. Demircan, G., Kisa, M., Özen, M., Açikgöz, A., Aktaş, B., & Ali Kurt, M. (2020). A bio-based epoxy resin from rosin powder with improved mechanical performance. *Emerging Materials Research*, *9*(4), 1076-1081.
13. Esfandiyari, B., Davarynejad, G. H., Shahriari, F., Kiani, M., & Mathe, A. (2012). Data to the sex determination in Pistacia species using molecular markers. *Euphytica*, *185*(2), 227–231.
14. Faralli, M., Grove, I. G., Hare, M. C., Boyle, R. D., Williams, K. S., Corke, F. M., & Kettlewell, P. S. (2016). Canopy application of film antitranspirants over the reproductive phase enhances yield and yield-related physiological traits of water-stressed oilseed rape (Brassica napus). *Crop & Pasture Science*, *67*(7), 751-765.
15. Farouk, S. & Ramadan-Amany, A. (2012). Improving growth and yield of growth by foliar application of chitosan under water stress. *Egyptian Journal of Biology*, *14*, 14-26.
16. Ferguson, L., Beede, R. H., Freeman, M. W., Haviland, D. R., Holtz, B. A., & Kallsen, C. E. (2005). Pistachio Production Manual (4th ed.). Fruit and Nut Research and Information Center, University of California, Davis, California.
17. Francini, A., Lorenzini, G., & Nali, C. (2011). The antitranspirant di-1-p-menthene, a potential chemical protectant of ozone damage to plants. *Water, Air, & Soil Pollution*, *219*(1), 459-472.
18. Goreta, S., Leskovar, D. I. & Jifon, J. L. (2007). Gas exchange, water status, and growth of pepper seedlings exposed to transient water deficit stress are differentially altered by antitranspirants. *American Society Horticulture Science*, *132*, 603–610.
19. Hamze, M. R., & Khoshgoftarmanesh, A. H. (2023). The characteristics of foliar potassium uptake in pistachio as affected by the fertilizer source and solution pH. *Scientia Horticulturae*, *312*, 111842.
20. Hegazi, E. S., Mohamed, S. M., & El-Sonbaty, M. R. (2011). Effect of potassium nitrate on vegetative growth, nutritional status, yield and

fruit quality of olive cv. "Picual". *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, *3*, 252-258.

21. Jimenez-Gomez, J.M., Lee, E.A. and Amendola, V., (2009). Methods and systems for enhancing polyamine accumulation in plants. *U.S. Patent*, *7*, 504, 446.
22. Kugler, S., Ossowicz, P., Malarczyk-Matusiak, K., & Wierzbicka, E. (2019). Advances in rosin-based chemicals: the latest recipes, applications and future trends. *Molecules*, *24*(9), 1651.
23. Moftah, A. E. & Al-Humaid, A. I. (2005). Effects of antitranspirants on water relations and photosyn-thetic rate of cultivated tropical plant (*Polianthes tuberosa* L.). *Polish Journal of Ecology*, *53*, 165–175.
24. Moradi-Ghahderijani, M., Jafarian, S. & Keshavarz, H. (2017). Alleviation of water stress effects and improved oil yield in sunflower by application of soil and foliar amendments. *Rhizosphere*, *4*, 54–61.
25. Ouerghi, F., Ben-Hammouda, M., Teixeira Da Silva, J. A., Albouchi, A., Bouzaien, G., Aloui, S., ... & Nasraoui, B. (2014). The effects of Vapor Gard on some physiological traits of durum wheat and barley leaves under water stress. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, *79*(4), 261-267.
26. Sarrwy, S. M., Enas, A., Mohamed, A., & Hassan, H. A. S. (2010). Effect of foliar spray, potassium nitrate and mono-potassium phosphate on leaf mineral concentration and fruit quality of “Anna” apple trees. *Journal of Applied Sciences Research*, *6*(10), 1537-1542.
27. Shool, A., Roosta, H. R., & Dashti, H. (2023). Effects of irrigation-based potassium fertilizer on leaf and nut nutrients of two pistachio cultivars. *Journal of Nuts*, *14*(1), 71-93.
28. Tränkner, M., Tavakol, E., & Jákli, B. (2018). Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. *Physiologia plantarum*, 163(3), 414-431.
29. United States Department of Agriculture (USDA). (2023). *Pistachio nuts: Standards for grades* (Sec. 51.2545 Definitions). Agricultural Marketing Service.

Abstract

Evaluation of the effect of foliar application of antitranspirant Nu-Film-17® and nutritional treatments on fruit quality indices and yield of two commercial pistachio cultivars

Maryam Afrousheh[1]*, Ahmad Shakerardekani[2], Ali Tajabadipour[1]

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is considered one of Iran's strategic and important export crops. Improving quality indices, particularly the nut split percentage, through pre-harvest nutritional management plays a decisive role in the economic value and competitiveness of this product. This research aimed to evaluate the effects of foliar application of the antitranspirant compound Nu-Film-17® and some common nutritional compounds on the quantitative and qualitative yield of two commercial pistachio cultivars, 'Owhadi' and 'Ahmad Aghaei'. The experiment was conducted during the 2022-2023 growing season in the Nouq area of Rafsanjan County, using a randomized complete block design with seven treatments and three replications. Treatments included the antitranspirant Nu-Film-17® at two concentrations (0.5 and 1 per thousand liters of water) and two application times (once and twice foliar sprays), nutritional treatments (amino acid + solupotass, potassium nitrate), and a control. Quantitative and qualitative traits including split nut percentage, non-split nut percentage, ounce count (nuts per ounce), and degree of split width were measured. Data were analyzed using SPSS statistical software with cluster analysis. Results showed that the treatment of Nu-Film-17® at 0.5 per thousand applied twice produced the highest split nut percentage (72.9%) compared to the control (60%) and was statistically in the superior group. It was also found that the 'Ahmad Aghaei' cultivar had a significantly higher split nut percentage than 'Owhadi'. Based on cluster analysis performed on 14 yield-related parameters, the most effective treatments were, in order, Nu-Film-17® (0.5 per thousand, twice), followed by the combined amino acid + solupotass treatment, and finally potassium nitrate. Two-stage application of Nu-Film-17® at a low concentration (0.5 per thousand) during the kernel filling stage and 15 days later is recommended as an effective management strategy for significantly increasing nut splitting and improving the commercial quality of pistachios. This method showed higher efficacy in improving crop quality indices compared with the conventional nutritional compounds.

Keywords: pistachio, splitting, yield.

1 1Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
2 Ardakan Pistachio Research Station, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Yazd Province , AREEO, Yazd, Iran.
*Corresponding Author: Ma.afrousheh@yahoo.com