تأثیر اسید جیبرلیک بر کاهش ترک خوردگی پوسته پسته، میزان آفلاتوکسین و کیفیت خشک میوه پسته

زهرا پاک کیش و مجید راحمی[۱]

چکیده

پوست سبز پسته به عنوان مانعی مؤثر، حفاظت از مغز را در برابر قارچ‌ها و حشرات به عهده دارد. ترک خوردگی پوست در هنگام برداشت باعث می‌شود که مغز پسته مورد حمله قارچ‌ها قرار گیرد. تاکنون شیوه مؤثری برای جلوگیری از این عارضه گزارش نشده است. به منظور مطالعه کنترل ترک خوردگی پوشینه پسته به کمک اسیدجیبرلیک پژوهش حاضر در یک باغ تجارتی در شهرستان رفسنجان طی سال‌های ۸۱-۱۳۸۰ انجام گردید. تیمارهای اسیدجیبرلیک به غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی پسته رقم اوحدی در دو نوبت شروع مرحله رشد لپه‌ها و یک ماه بعد از آن تا حد آب چک محلول پاشی شدند. اسیدجیبرلیک به طور معنی‌داری مانع ترک خوردگی پوسته سبز میوه پسته شد ولی کمترین ترک خوردگی مربوط به اسیدجیبرلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. کاهش ترک خوردگی پوست سبز پسته باعث جلوگیری از نفوذ قارچ آسپرژیلوس به داخل میوه پسته شد. با کشت برون بر، میان بر و درون بر پسته روی محیط کشت اختصاصی آسپرژیلوس مشخص شد که تیمار اسیدجیبرلیک روی نفوذ قارچ آسپرژیلوس به فرابر میوه پسته در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری دارد. با اندازه‌گیری میزان آفلاتوکسین مغز پسته مشخص شد که بیشترین میزان زهرابه آفلاتوکسین را شاهد داشته (۶/۲۵ ppb) و مغز پسته‌های تیمار شده با اسیدجیبرلیک کمترین میزان زهرابه آفلاتوکسین(۰/۵ ppb) را داشتند. اسیدجیبرلیک باعث کاهش لغزندگی پوست سبز میوه پسته شد و با افزایش غلظت این ماده میزان لغزندگی پوست سبز پسته کاهش یافت. این ماده تأثیر معنی‌داری بر درصد خندانی، وزن میوه، وزن مغز و میزان مواد جامد محلول مغز پسته نداشت. اسیدجیبرلیک میزان چربی مغز و کلروفیل پوست سبز و مغز را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: پوشینه پسته، قارچ آسپرژیلوس، آفلاتوکسین ، رقم اوحدی، اسیدجیبرلیک

مقدمه

ترک خوردگی و چروکیدگی سطح میوه باعث کاهش کیفیت آن می‌شود، که در طول برداشت و بعد از برداشت روی سطح میوه اثر گذاشته و بازارپسندی آن را کاهش می‌دهد. ترک خوردگی پوست میوه در میوه‌های هسته دار، دانه دار، انگور و سبزی‌ها دیده شده است (۵ و ۱۵). محلول پاشی درختان سیب

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]

استامن(Stamen) با اسیدجیبرلیک در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور میزان ترک خوردگی را بین ۷۵ تا ۹۳ درصد کاهش می‌دهد (۶). در سایر میوه‌ها مانند گیلاس، آلبالو (۴) و انار (۲۰) محلول پاشی باعث کاهش ترک خوردگی هنگام برداشت می‌شود. ترک خوردگی در پوست سبز پسته به طور طبیعی در اکثر ارقام پسته در هنگام برداشت رخ می‌دهد و در اثر تنش‌های خشکی و شوری تشدید می‌شود. تاکنون راه حل مناسبی برای جلوگیری از ترک خوردگی زودهنگام پسته ارائه نشده است. یکی از راه‌های کاهش الودگی، جلوگیری از نفوذ قارچ‌های مولد افلاتوکسین به داخل میوه می‌باشد. شکاف خوردگی در پوشینه پسته مانند سایر محصولات قبل از برداشت صورت می‌گیرد و به منظور جلوگیری از این عارضه توصیه می‌شود در طول فصل رشد با اسیدجیبرلیک محلول پاشی شوند. اولین اثر اسیدجیبرلیک کاهش تنفس درونی میوه به منظور کاهش حساسیت به شکاف خوردن می‌باشد (۱۶).

مغز پسته مستعد آلوده شدن به سم مهلکی به نام آفلاتوکسین است که از مشکلات عمده تولید کنندگان و صادر کنندگان پسته می‌باشد. درختان پسته به تعدادی از گونه‌های آسپرژیلوس (*Aspergillus*) در باغ آلوده می‌شوند که منجر به کپک زدن و پوسیدگی میوه آن می‌گردد. این آلودگی مشکل اساسی برای کشورهای تولید کننده، صادر کننده و مصرف کننده پسته در جهان است و علت آن مسمومیت خطرناک ناشی از مصرف آفلاتوکسین در پسته‌های آلوده می‌باشد که عمدتاً توسط دو گونه *A. flavus* و *A. parasiticus* تولید می‌شود. از بین هیجده نوع آفلاتوکسین شناخته شده نوع B1 آن از نظر درجه سمیت بسیار با اهمیت است (۱۱). خندان شدن زودهنگام پسته روی درخت به ویژه اگر با ترک خوردگی پوشینه (Hull spliting) همراه باشد، با کمک سایر عوامل آلوده کننده به گسترش آلودگی و افزایش آفلاتوکسین در پسته‌های کپک زده می‌انجامد.

چون قارچ آسپرژیلوس یک قارچ ساپروفیت است به سادگی در شکاف زخم‌های میوه می‌تواند نفوذ و رشد نماید. مصرف پسته‌های آلوده به زهرابه آفلاتوکسین باعث ایجاد مشکلات جدی در سلامتی انسان خواهد شد. از آنجایی که ترک خوردگی پوشینه پسته می‌تواند عامل مهمی در نفوذ قارچ و ایجاد آلودگی به شمار آید، روش‌هایی که ترک خوردگی را به حداقل برسانند، به یقین در کاهش آلودگی مؤثر خواهند بود. تلاش این پژوهش بر این بود که ترک خوردگی پوسته سبز از طریق کاربرد اسیدجیبرلیک کنترل شود در نتیجه راه نفوذ قارچ‌های مولد مایکوتوکسین آسپرژیلوس به داخل میوه مسدود گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باغ تجاری پسته در محدودهٔ شهرستان رفسنجان (کیلومتر ۱۵ جاده انار) انجام شد و درختان پسته اوحدی ۲۵ ساله که به فاصله ۴×۳ متر کاشته شده بودند مورد استفاده قرار گرفت و طی دو سال متوالی ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ انجام شد.

پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار طراحی و اجرا گردید. برای انجام آزمایش چهار درخت یکسان و یک‌نواخت که دارای شاخه‌های میوه دهنده بودند انتخاب شدند. هر درخت به عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد و تیمارهای اسیدجیبرلیک به غلظت‌های ۰ ، ۲۵ ، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به طور تصادفی روی چهار شاخه در هر درخت پاشیده شد. برای انجام آزمایش از محلول تجارتیPro-Gibb به طوری که یک میلی لیتر آن معادل ۳۹/۱ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک می‌باشد برای تهیه محلول‌های مختلف اسیدجیبرلیک استفاده شد. برای محلول پاشی از افشانه‌های کوچک دستی استفاده گردید و چند قطره مایع ظرف شویی به محلول‌های اسیدجیبرلیک اضافه شد و خوشه‌های پسته در آغاز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]

مرحله رشد مغز و یک ماه بعد از آن تا حد آب چک محلول پاشی شدند. در هنگام برداشت از هر تیمار در حدود ۵۰۰ عدد میوه نمونه‌برداری شد و درصد ترک خوردگی پوست سبز، درصد لغزندگی پوست سبز پسته، درصد خندانی، درصد وزن میوه تعیین گردید. برای میزان کلروفیل مغز پسته، ۰/۵ گرم پودر مغز پسته با استون ۸۰٪ در هاون چینی نرم گردید. سپس محتوی هاون به لوله سانتریفیوژ منتقل و چند مرتبه هاون با استون شستشو گردید و به لوله سانتریفیوژ اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در ۸۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید، سپس میزان کلروفیل در رنگ آمیزه سانتریفیوژ شده به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل ۲۰ ساخت کارخانه Bausch and Lomb در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد. میزان کلروفیل به وسیله روش ارائه شده توسط Arnon محاسبه شد(۲).

میزان چربی با روش سوکسله با استفاده از اتر جدا گردید و سپس درصد چربی جدا شده با اتر براساس روش ارائه شده توسط پروانه (۱) و میزان مواد جامد محلول (TSS) به وسیله قندسنج دستی تعیین شد. به منظور تعیین میزان آلودگی سطحی میوه به قارچ آسپرژیلوس، ۱۰۰ عدد میوه در یک ارلن محتوی ۵۰۰ میلی لیتر ریخته شده و به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه لرزا قرار داده شد. سپس یک میلی لیتر از آب را روی محیط کشت اختصاصی آسپرژیلوس (۱۴) کشت داده شد و بعد ۵ تا ۷ روز در دمای ۲۵°C درصد کلنی‌های تشکیل شده از *A. parasiticus*, *A. flavus*, *A. niger* تعیین گردید. برای تعیین میزان آلودگی داخلی میوه به قارچ‌های مولد آفلاتوکسین سطح میوه‌ها با هیپوکلریت سدیم ۱٪ شستشو داده شد و سپس قسمت‌های میوه، میان بر، درون بر و مغز روی محیط کشت اختصاصی آسپرژیلوس مطابق روش قبل کشت داده شد و درصد کلنی‌های تشکیل شده شمارش گردید.

برای تعیین میزان سم افلاتوکسین در مغز پسته، ابتدا ۵۰ گرم پودر مغز پسته وزن گردید و به آن ۴ گرم NaCl اضافه شد. سپس ۲۵ میلی لیتر متانول ۵۵٪ و ۱۰۰ میلی لیتر هگزان اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۳ دقیقه به هم زده شد و به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه روی دستگاه لرزا تکان داده شد و سپس صاف و به عصاره جدا شده ۲۵ میلی لیتر متانول اضافه گردید و بعد ۲۵ میلی لیتر کلروفرم اضافه شد، فاز کلروفرم جدا گردید و به کمک دستگاه روتاری در دمای ۴۰°C در شرایط خلاء کلروفرم تبخیر گردید. ۲۰۰ میکرولیتر استونیتریل- بنزبن به نسبت ۹۸:۲ به ظرف نمونه اضافه شد. افلاتوکسین ها با کروماتوگرافی لایه ای (TLC) جدا گردید و با توجه به استانداردهای افلاتوکسین های B_1,B_2, G_1, G_2 مقدار سم افلاتوکسین در نمونه ها تعیین گردید (۲۱).

این افلاتوکسین‌ها چهار گروه عمده از انواع افلاتوکسین هستند که براساس رنگ فلورسانس و حرکت نسبی روی صفحه کروماتوگرافی (TLC) تقسیم بندی شده‌اند.

نتایج

۱. درصد ترک خوردگی پوست سبز پسته

نتایج آزمایش نشان داد که غلظت‌های مختلف اسیدجیبرلیک نسبت به شاهد باعث کاهش ترک خوردگی پوشینه شدند و تفاوت آنها در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار بود. بیشترین میزان ترک خوردگی مربوط به شاهد و کمترین مربوط به اسیدجیبرلیک در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. نتایج آزمایش در طول دو سال ۱۳۸۱-۱۳۸۰ یکسان بود (جدول ۱).

۲. درصد لغزندگی پوشینه

کاربرد اسیدجیبرلیک در طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ لغزندگی پوست سبز پسته را کاهش داد ولی در سال ۱۳۸۰ تفاوت معنی‌داری بین شاهد و غلظت‌های اسیدجیبرلیک ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر وجود نداشت ولی بین غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن دیده شد. در سال ۱۳۸۱ بین شاهد و هر سه غلظت اسیدجیبرلیک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود داشت (جدول ۱).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]

جدول ۱. اثر تیمار اسیدجیبرلیک روی ترک خوردگی و لغزندگی پوشینه، خندانی، وزن صد عدد میوه و وزن صد عدد مغز رقم اوحدی (سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱).

تیمار میلی‌گرم در لیتر	ترک خوردگی پوست سبز پسته (٪)	لغزندگی پوشینه پسته (٪)	خندانی (٪)	وزن صد عدد میوه (گرم)	وزن صد عدد مغز (گرم)
		سال ۱۳۸۰			
شاهد	۴۱/۵۰ a*	۳۲/۱۵ a	۶۰/۰ a	۲۰۰/۳ a	۵۶/۵۳ a
اسیدجیبرلیک ۲۵	۱/۳۷ b	۲۵/۵۷ a	۵۹/۳ a	۲۱۴/۵ a	۵۴/۱۷ a
اسیدجیبرلیک ۵۰	۰/۶۳ b	۲۲/۵۸ a	۵۵/۲ a	۲۰۱/۰ a	۶۴/۳۲ a
اسیدجیبرلیک ۱۰۰	۰/۰۰ b	۶/۲۷ b	۵۰/۷ a	۲۱۳/۰ a	۶۲/۱۵ a
		سال ۱۳۸۱			
شاهد	۴۷/۶ a	۵۱/۳۸ a	۵۹/۲۰ a	۲۲۵/۳b	۶۵/۶۰a
اسیدجیبرلیک ۲۵	۴/۴ a	۱۵/۸۰ b	۶۱/۱۵a	۲۲۶/۱ b	۵۷/۰۳a
اسیدجیبرلیک ۵۰	۳/۵a	۱۸/۰۲ b	۵۴/۴۰ a	۲۷۰/۸a	۶۹/۴۰a
اسید جیبرلیک ۱۰۰	۱/۰ a	۱۷/۵ b	۴۹/۷۰a	۲۹۲/۷a	۶۷/۸۰a

*: اعداد مربوط به هر ستون در هر سال که دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

۳. درصد خندانی

تیمار اسیدجیبرلیک در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ تأثیر معنی‌داری بر درصد خندانی در سطح احتمال ۵٪ نداشت، ولی با افزایش غلظت اسیدجیبرلیک میزان خندانی کاهش یافت. لازم به یادآوری است که اسیدجیبرلیک با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین درصد خندانی را داشت (جدول ۱).

۴. وزن صد عدد میوه (گرم)

وزن صد عدد میوه پسته در اثر تیمار با اسیدجیبرلیک در سال ۱۳۸۰ به طور نسبی افزایش یافت ولی با شاهد در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. در سال ۱۳۸۱ تیمار با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک باعث افزایش وزن صد عدد میوه در مقایسه با شاهد شدند و در سطح ۵٪ با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱).

۵. وزن صد عدد مغز (گرم)

نتایج آزمایش در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ نشان داد که وزن صد عدد مغز پسته به طور نسبی در اثر تیمار بعضی از غلظت‌های با اسیدجیبرلیک افزایش می‌یابد به طوری که اسیدجیبرلیک با غظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین وزن صد عدد مغز را داشت ولی در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمارهای اسیدجیبرلیک وجود نداشت (جدول ۱).

۶. درصد چربی موجود در مغز

بررسی نتایج در سال ۱۳۸۰ نشان داد که کاربرد غلظت‌های مختلف اسیدجیبرلیک میزان چربی موجود در مغز را افزایش می‌دهد، به طوری که کاربرد اسیدجیبرلیک با غظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان چربی را داشت و در سطح ۵٪ آزمون دانکن با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اگرچه اسیدجیبرلیک با غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر با شاهد در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشت ولی میزان چربی آن نسبت به شاهد بیشتر بود و در سال ۱۳۸۱ تفاوت معنی‌داری بین چربی مغز در شاهد و تیمار اسیدجیبرلیک وجود نداشت (جدول ۲).

۷. درصد مواد جامد محلول در مغز پسته

نتایج به دست آمده در سال ۱۳۸۰ نشان داد که میزان مواد جامد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]

محلول موجود در مغز پسته با کاربرد اسیدجیبرلیک افزایش می‌یابد، به طوری که کاربرد اسیدجیبرلیک با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با شاهد در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی داری داشتند و در سال ۱۳۸۱ تیمارهای اسیدجیبرلیک با شاهد در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۲).

۸. میزان کلروفیل موجود در مغز پسته

بررسی نتایج در سال ۱۳۸۰ نشان داد که میزان کلروفیل موجود در مغز پسته نسبت به تیمار اسیدجیبرلیک کمترین میزان را داشت و بیشترین آن مربوط به تیمار با اسیدجیبرلیک ۵۰ میلی گرم در لیتر بود و بین تیمارهای اسیدجیبرلیک ۲۵ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و در سال ۱۳۸۱ تفاوت معنی داری بین تیمار شاهد و غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت، یعنی بیشترین میزان کلروفیل مربوط به اسیدجیبرلیک ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بود (جدول ۲).

۹. میزان آلودگی پسته به قارچ آسپرژیلوس

نتایج به دست آمده از دو سال متوالی ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ نشان داد که میزان قارچ‌های *A. flavus* و *A. parasiticus* در تیمار شاهد بیش از تیمار با اسیدجیبرلیک است و در سطح ۵٪ آزمون دانکن با هم تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۳).

در پژوهش حاضر رابطه رگرسیونی بین درصد ترک خوردگی و میزان آلودگی به قارچ *A. flavus* و *A. parasiticus* همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود از نوع رابطه خطی است و معادله خطی آن $y=15.265x$ که x درصد ترک خوردگی و y درصد آلودگی و r هم ضریب هم‌بستگی است که برابر (r=0.92*) ارزیابی شده است. که هم‌بستگی زیاد بین درصد ترک خوردگی و درصد آلودگی به ارزیابی قارچ آسپرژیلوس را نشان می‌دهد. کشت برون بر و میان بر و مغز پسته‌های تیمار شده و تیمار نشده با اسیدجیبرلیک روی محیط کشت اختصاصی آسپرژیلوس نشان داد که بیشترین میزان آلودگی برون بر به این قارچ مربوط به شاهد و کمترین مربوط به تیمار با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک بود. در سال ۱۳۸۰در مورد آلودگی مغز به قارچ‌های مولد آفلاتوکسین بین تیمار شاهد و تیمارهای اسیدجیبرلیک تفاوت معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳).

۱۰. میزان آفلاتوکسین موجود در مغز پسته (برحسب ppb)

طبق نتایج به دست آمده طی دو سال متوالی ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ ، میزان آفلاتوکسین مغز پسته‌ها از نوع G_1 و G_2 آن قدر ناچیز بود که قابل چشم پوشی بود ولی در مقایسه افلاتوکسین های نوع B_1 و B_2 تیمار شاهد با تیمار اسیدجیبرلیک در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری وجود داشت و اسیدجیبرلیک میزان آن را کاهش داد. بخصوص نوع B_1 در شاهد در مقایسه با تیمار اسیدجیبرلیک بیش از حد استاندارد (۲۱) (۵ppb) بود که برای انسان و دام خطرناک است (جدول ۴).

بحث

رشد و نمو میوه پسته تحت تأثیر متقابل پوست سبز و پوست استخوانی می‌باشد. هم‌زمان با بلوغ میوه، پوست سبز از پوسته استخوانی جدا شده و سپس پوسته استخوانی خندان می‌شود (۱۷). با رسیدن پسته به زمان برداشت شکاف‌های عمیقی در پوست میوه ایجاد می‌شود. در طول رسیدن میوه تعادل هورمونی تغییر می‌کند که این تغییرات در ایجاد ترک خوردگی مؤثر می‌باشد. کاربرد اسیدجیبرلیک رسیدن کامل میوه را کاهش می‌دهد و به عنوان یک ماده ضد پیری عمل می‌نماید (۱۲). اسید جیبرلیک با کاهش فعالیت آنزیم‌های سلولاز، همی سلولاز، کالاکترونار باعث جلوگیری از کاهش سفتی پوست میوه می‌شود (۳). در این پژوهش کاربرد اسیدجیبرلیک میزان ترک خوردگی پوست سبز پسته را کاهش داد و با نتایج دیگران در مورد کاربرد اسیدجیبرلیک در کاهش میزان ترک خوردگی از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]

جدول ۲. اثر تیمار اسیدجبیرلیک روی خصوصیات کیفی میوهٔ پسته رقم اوحدی (سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱)

تیمار میلی‌گرم در لیتر	چربی مغز پسته (٪)	مواد جامد محلول مغز پسته (٪)	کلروفیل مغز پسته (میلی‌گرم بر ۰/۵ گرم مغز)
	سال ۱۳۸۰		
شاهد	۴۱/۹۷^{c}*	۲۰/۸^{b}	۰/۰۰۱۳^{c}
اسیدجیبرلیک ۲۵	۴۲/۹۰^{c}	۲۱/۷^{b}	۰/۰۰۲۰^{b}
اسیدجیبرلیک ۵۰	۴۳/۷۵^{b}	۲۲/۴^{a}	۰/۰۰۲۶^{a}
اسیدجیبرلیک ۱۰۰	۴۵/۵^{a}	۲۳/۴^{a}	۰/۰۰۲۲^{b}
	سال ۱۳۸۱		
شاهد	۴۷/۴۵^{a}	۲۰/۹۲^{ab}	۰/ ۰۰۲۴^{b}
اسیدجیبرلیک ۲۵	۴۸/۳۳^{a}	۲۰/۲۵^{b}	۰/ ۰۰۲۸^{b}
اسیدجیبرلیک ۵۰	۴۸/۷۰^{a}	۲۱/۷۵^{ab}	۰/۰۰۲۶^{b}
اسید جیبرلیک ۱۰۰	۴۹/۰۰^{a}	۲۳/۵۰^{a}	۰/۰۱۰۳^{a}

*: اعداد مربوط به هر ستون در هر سال که دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

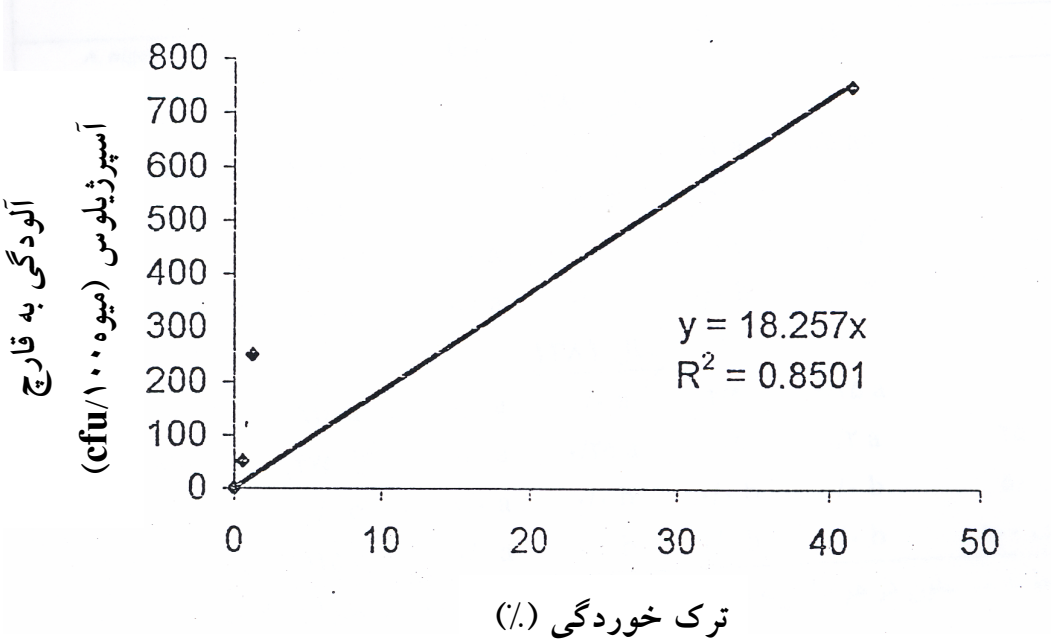
جدول ۳. اثر تیمار اسیدجیبرلیک روی آلودگی برون بر، میان بر و مغز پسته به قارچ آسپرژیلوس (٪) در رقم اوحدی (در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱)

تیمار میلی گرم در لیتر	آلودگی برون بر، میان بر و مغز پسته به قارچ آسپرژیلوس (٪)					
	برون بر		میان بر		مغز	
	A.niger	*A. flavus* *A.parasiticus*	*A.niger*	*A. flavus* *A.parasiticus*	*A.niger*	*A. flavus* *A.parasiticus*
	سال ۱۳۸۰					
شاهد	۲۲/۵^{a}	۸/۲ ^{a}	۱۱/۴ ^{a}	۵/۷ ^{a}	۸/۲ ^{a}	۰/۰ ^{a}
اسیدجیبرلیک ۲۵	۱۸/۴ ^{b}	۵/۷ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۵/۲^{a}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{a}
اسیدجیبرلیک ۵۰	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{a}
اسیدجیبرلیک ۱۰۰	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{a}
	سال ۱۳۸۱					
شاهد	۳۰ ^{a}	۱۴/۷^{a}	۸/۲ ^{a}	۷/۵ ^{a}	۹/۹ ^{a}	۵/۳ ^{a}
اسیدجیبرلیک ۲۵	۱۵/۷^{b}	۷/۲ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۸/۲^{a}	۰/۰ ^{b}
اسیدجیبرلیک ۵۰	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}
اسید جیبرلیک ۱۰۰	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}	۰/۰ ^{b}

*: اعداد مربوط به هر ستون در هر سال که دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]



شکل ۱. رابطه بین میزان ترک خوردگی پوسته سبز و آلودگی به قارچ آسپرژیلوس - رقم اوحدی

جدول ۴. اثر تیمار اسیدجیبرلیک روی میزان آفلاتوکسین مغز پسته و آلودگی به قارچ آسپرژیلوس در پسته رقم اوحدی (سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱)

تیمار (میلی گرم در لیتر)	میزان آفلاتوکسین موجود در مغز پسته (برحسب ppb)				آلودگی پسته به قارچ آسپرژیلوس (CFU در ۱۰۰ عدد مغز)[۱]	
	B_1	B_2	G_1	G_2	*A.flavus* *A. parasiticus*	*A. niger*
سال ۱۳۸۰						
شاهد	۱/۵[a]*	۳/۲ [a]	۰/۰ [a]	۰/۰ [a]	۷۵۰ [a]	۱۱۲۵۰ [a]
اسیدجیبرلیک ۲۵	۰/۲[b]	۰/۲[b]	۰/۰ [a]	۰/۰ [a]	۲۵۰ [b]	۲۲۲۵ [b]
اسیدجیبرلیک ۵۰	۰/۰ [b]	۰/۰ [b]	۰/۰ [a]	۰/۰ [a]	۵۰ [b]	۲۷۵۰ [b]
اسیدجیبرلیک ۱۰۰	۰/۰ [b]	۰/۰ [b]	۰/۰ [a]	۰/۰ [a]	۰/۰ [b]	۱۷۵۰ [b]
سال ۱۳۸۱						
شاهد	۶/۲۵ [a]	۲/۵	۰/۰ [a]	۰/۰ [a]	۹۲۵ [a]	۱۱۰۰۰ [a]
اسیدجیبرلیک ۲۵	۱/۲ [a]	۰/۵	۰/۲۵ [a]	۰/۰ [a]	۴۷۵ [b]	۸۵۰۰ [ab]
اسیدجیبرلیک ۵۰	۰/۰ [b]	۰/۰ [b]	۰/۰ [b]	۰/۰ [a]	۰/۰ [c]	۵۳۷۵ [b]
اسید جیبرلیک ۱۰۰	۰/۰ [b]	۰/۰ [b]	۰/۰ [b]	۰/۰ [a]	۱۲۵ [c]	۵۲۵۰ [b]

*: اعداد مربوط به هر ستون در هر سال که دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

۱. تعداد پرگنه تشکیل شده در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر حاصل از شستشوی ۱۰۰ عدد مغز پسته

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]

جمله سیب استامن (۴) گیلاس و آلبالو (۶) لیمو (۱۳) و آلو (۲۰) کاملاً مطابقت دارد.

در طی رشد و نمو میوه، استحکام پوست میوه کاهش می‌یابد و در مقابل تنش‌های فیزیکی و فیزیولوژی و در برابر عوامل بیماری‌زا حساس می‌شود. به خصوص در مورد پسته که با ترک خوردن پوست سبز میوه روی درخت، راهی برای ورود اسپورهای قارچ آسپرژیلوس (مولد زهرابه افلاتوکسین) ایجاد می‌نماید و چون قارچ کودرست است تا هنگام برداشت میوه در این شکاف باقی می ماند و تولید افلاتوکسین می‌نماید.

بنابراین چون این قارچ از طریق زخم وارد می‌شود، فاقد آنزیم کوتیناز بوده و توان نفوذ از لایه کوتیکولی را ندارد. قارچ آسپرژیلوس، زمانی که پوست سبز پسته آسیب می‌بیند، به سرعت در میوه نفوذ کرده و رشد می‌نماید. هرگونه آسیبی در پوست رویی پسته مانند زودخندانی، ترک خوردگی نامنظم پوست رویی، خسارت پرندگان و حمله آفات و بیماری‌ها راه مناسبی برای ورود قارچ آسپرژیلوس به داخل میوه پسته و رشد و تولید آفلاتوکسین می‌باشد (۷).

آفلاتوکسین را قارچ‌های گروه *A.flavus* و *A. parasiticus* هنگام تغذیه از مواد غذایی ترشح می‌نمایند. این گونه قارچ‌ها به صورت اسپور تقریباً در همه جا یافت می‌شوند و اسپورها زمانی جوانه زده و فعالیت می‌نمایند که حداقل شرایط زندگی برای آنها مهیا باشد (۲۰) مهم‌ترین شرایط برای فعالیت این قارچ‌ها و در نتیجه تولید افلاتوکسین عبارت‌اند از: مواد غذایی، دما و رطوبت پسته که نقش ماده غذایی را دارد و قارچ‌های عامل نیز از نظر دما در یک دامنهٔ نسبتاً وسیع فعالیت می‌کنند (از ۶-۴۶°C). دمای بهینه برای فعالیت قارچ آسپرژیلوس ۳۶-۳۸°C و برای تولید زهرابه ۲۵°C است. دما نیز عاملی است که محدود کردن آن (برای جلوگیری از فعالیت قارچ) کار ساده‌ای نیست. تنها مسأله‌ای که می‌توان بر آن بیش از همه تکیه نمود، رطوبت می‌باشد زیرا که قارچ‌های عامل آفلاتوکسین همانند سایر قارچ‌ها به رطوبت کافی نیاز دارند و چنانچه حداقل رطوبت مورد نیاز تأمین نشود قادر به فعالیت نبوده و آفلاتوکسین تولید نمی‌نماید. براساس منابع موجود، رطوبت نسبی هوا باید حداقل ۸۵ درصد و رطوبت دانه نیز حداقل ۸ درصد باشد تا زهرابه تولید نشود (۷ و ۸).

نتایج تحقیقات بسیار نشان می‌دهد، در صورتی که فرآوری پسته براساس اصول صحیح علمی انجام گیرد، علت اصلی آلودگی محصول پسته به عدم مدیریت صحیح در باغ است. عوامل عمده آلودگی محصول پسته در باغ، وجود پسته‌های زودخندان، حمله آفات و تأخیر در برداشت محصول می‌باشد. بنابراین رعایت اصول احداث باغ و اعمال مدیریت صحیح می‌تواند نقش مهمی در کنترل آلودگی‌ها داشته باشد (۹).

بنابراین هر عاملی که مانع ترک خوردگی پوسته سبز پسته در باغ شود مانند استفاده از مواد شیمیایی و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند اسیدجیبرلیک در کاهش خسارت ناشی از قارچ آسپرژیلوس مؤثر است و میوه‌های تیمار شده با اسیدجیبرلیک دارای این سم نبودند و تفاوت معنی‌داری با شاهد داشتند. همان طور که در نتایج مشخص شده است هم‌بستگی شدیدی بین میزان ترک خوردگی و نفوذ قارچ آسپرژیلوس وجود دارد(r=۰/۹۲) یعنی هرچه ترک خوردگی بیشتر شود میزان نفوذ قارچ آسپرژیلوس هم بیشتر می‌شود و میزان آلودگی افزایش می‌یابد.

در مورد تأثیر این ماده روی لغزندگی پوسته سبز پسته، همان طور که در نتایج نیز مشخص شده باعث کاهش لغزندگی پوست سبز می‌شود، به طوری که هرچه غلظت این ماده افزایش می‌یابد، به همان نسبت هم میزان لغزندگی پوست سبز کاهش می‌یابد ولی با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و قابل چشم پوشی است. ممکن است علت کاهش در لغزندگی پوست سبز، احتمالاً کاربرد اسیدجیبرلیک سبب تأخیر در فعالیت آنزیم‌هایی مانند سلولاز، گالاکترونار و همی سلولاز شده و باعث کاهش لغزندگی و سفتی پوسته سبز شود (۱۰).

اسیدجیبرلیک روی میزان خندانی آندوکارپ پسته تأثیری نداشت. از نظر خندان شدن، بین تک تک میوه‌ها در یک درخت، بین میوه‌های درختان مختلف از یک رقم و از سالی به

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]

سال دیگری تفاوت وجود دارد. پدیده خندان شدن یک پدیده فیزیکی نیست، بلکه یک فعالیت فیزیولوژیکی و آناتومیکی است که رابطه نزدیکی با رشد و نمو بذر دارد. درختانی که با تنش آبی مواجه باشند، خشک میوه‌ای با خندانی کمتر تولید می‌نمایند (۱۹).

اثر اسیدجیبرلیک روی وزن میوه و وزن مغز پسته ناچیز بود و این نتایج با پژوهش‌های روی وزن گیلاس (۱۰) مغایر بود. چون کاربرد این ماده روی گیلاس باعث افزایش وزن میوه می‌شود زیرا دوره رشد و نمو میوه را طولانی‌تر می‌کند و در نتیجه مواد جامد بیشتری در میوه ذخیره شده و میوه بزرگ‌تر و وزن بیشتری پیدا می‌کند.

اسیدجیبرلیک روی رنگ سبز پوسته سبز و مغز پسته اثر مثبت داشت، میوه‌های تیمار شده در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده سبزتر و تازه‌تر بودند و علت آن این می‌باشد که اسیدجیبرلیک مانع سنتز رنگیزه‌هایی مانند کاروتن، آنتوسیانین و گزانتوفیل می‌شود و در نتیجه کلروفیل ثابت باقی می‌ماند و رنگ پوست و مغز سبز باقی می‌ماند که این پژوهش با نتایج روی آلو (۲۲) مطابقت دارد. میزان مواد جامد محلول و چربی موجود در مغز پسته تفاوت زیادی بین میوه‌های تیمار شده و نشده در رقم اوحدی دیده نشد و این نشان می‌دهد که اسیدجیبرلیک روی کیفیت میوه پسته تأثیر قابل ملاحظه‌ای ندارد و در این زمینه نیز روی پسته پژوهشی صورت نگرفته است ولی اسیدجیبرلیک میزان مواد جامد محلول موجود در گیلاس و آلبالو (۴)، سیب (۶)، لیمو (۱۳) و انار (۱۸) را افزایش داده است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کمیته محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی و کمیسیون محترم پژوهشی دانشگاه که بودجه طرح را تأمین نمودند، از مؤسسه تحقیقات پسته که ما را در انجام آزمایش‌ها یاری کردند و آقای مهندس معین که درختان پسته مورد نیاز را در اختیار ما قرار دادند، قدردانی و تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. پروانه، د. ۱۳۷۴. *کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی*. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۵ صفحه.

2. Arnon, D. I. 1956. Photosynthesis by isolated chloroplasts. IV. General concept and comparison of three phytochemical reaction. Acta Hort. 20:449-461.
3. Babbitt, J. K., M. J. Powers and M. E. Patterson. 1973. Effects of growth regulators on cellulases, polygalacturonase, respiration, color, and texture of ripening tomatoes. J. Am. Soc. Hort. Sci. 98:77-81.
4. Barsy, T. D., R. Bronchat, K. Belmans and J. Keulemans. 1988. GA_3 on the of splitting in cherries cv. 'Brabanders' and on the morphology of their epidermis. Arch. Int. Physiol. Biochem. 96:6.
5. Beattie, B. B., W. B. McGlasson and N. L. Wade. 1989. Postharvest diseases of horticultural produce. Vol.1: Temperate fruit. New Sowth Wales Agricultural and Fisheries, CSIRO. Australia.
6. Byers, R. E., D. H. Carbaugh and C. N. Presley. 1990. 'Stamen' fruit cracking as affected by surfactants, plant growth regulators and other chemicals. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 405-411.
7. Diener, U. L., R. J. Cole, J. H. Sander, G. A. Payne, L.S. Lee and M. A. Klick. 1987. Epidemiology of aflatoxin formation by Aspergillus flavus. Rev. Phytopathol. 25:249-270.
8. Doster, M. A. and T. J. Michailides. 1994. Aspergillus mold and aflatoxins in pistachio nuts in California. Phytopathol. 84:583-590.
9. Doster, M. A. and T. J. Michailides. 1995. The relationship between date of hull splitting and decay of pistachio nuts by Aspergillus species. Plant Dis. 79:766-769.
10. Facteau, T. J. 1982. Levels of pectic substances and calcium in gibberellic acid- treated sweet cherry fruit. J. Am. Soc. Hort. Sci. 107:148-151.
11. Goldbalatt, L. A. 1968. Aflatoxin. Academic Press. New York and London. 427p.
12. Harold, W. F. and M. Faust. 1976. Fruit growth and cracking in nectarines. J. Am. Soc. Hort. Sci. 101:434-439.
13. Josan, J. S. and A. S. Sandhu. 1998. Effect of plant growth regulators sprays on endogenous level of phytohormones and splitting of lemon fruit. Recent- Hort. 4:19-21.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]

14.Klich, M. A. and J. I. Pitt. 1988. A laboratory guide to common *Aspergillus* species and their telemorphs. Scientific and Industrial Research Organization, Division of Food Processing, NSW, Australia. 116pp.
15.Linus, U., L. U. Opara and T. Teshome. 2000. Calyx-end spliting and physico- chemical properties of 'Pacific Rose' apple as affected by orchard management factors. J. Hort. Sci. and Biotch. 75:581-585.
16.Opara, L. U., C. J. Studman and N. H. Bank. 1997. Fruit skin splitting and cracking. Hort. Rev. 19:217-260.
17.Pearson, T. C., D. C. Slaughter and H. E. Studer. 1994. Taxonomy, distribution conservation and uses of pistachio genetic resources. International Plant Genetic Resources In stitute. Rome. 69p.
18.Sharifi, H. and A. Sepahi. 1984. Effects of gibberellic acid on fruit cracking in 'Meykhosh' pomegranate. Iran Agric. Res. 3:149-155.
19.Solumkhe, D. K., R. N. Adsule and D. N. Padule. 1987. Aflatoxin in Foods and Feeds. Metropolitan Book Co., New Delhi.
20.Stephon, M., R. E. Southwick and T. Y. James. 2000. Use of gibberllin to delay maturity and improve fruit quality of 'French' prone. J. Hort. Sci. and Biotech. 75:591-597.
21.Stroka, J., E. Anaklam and R. Otterduk. 1999. Standard Operation Procedure for the Determination of Aflatoxin in Various Food Material by Immunoaffinity Clean up and Thin-layer Chromatography. European Commission Joint Research Center Institude for Health and Consumer Production Food Product and Consumer Goods Unit Pub., Italy.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.6.8]