

بررسی تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *Aspergillus flavus* و *Aspergillus niger* در ترمینال‌های مختلف فرآوری پسته استان کرمان

• محمد مرادی قهدریجانی

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

• منصوره میرابوالفتحی

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۸۵

Email: m_moradi4@yahoo.com

چکیده

یکی از مهمترین مراحل در خصوص آلودگی میوه پسته به گونه‌های مختلف جنس قارچ *Aspergillus* و توکسین‌های آنها ترمینال‌های فرآوری است که در ارائه یک محصول عاری از آلودگی نقش مهمی دارند لذا تحقیق روی آنها ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق نتایج بررسی تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *Aspergillus flavus* و *A.niger* در پسته‌های فراوری شده ۱۷ ترمینال فرآوری پسته ارائه گردیده است. برای این منظور از مراحل مختلف فرآوری میوه پسته در ترمینال‌های سنتی و نیمه مکانیزه نمونه برداری گردید. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از محیط کشت‌های *AFPA* و *CZ* و روش تهیه سوسپانسیون و رقیق سازی متوالی تراکم جمعیت قارچ‌های فوق‌الذکر بررسی شد. نتایج نشان داد که تراکم جمعیت قارچ‌های فوق در ترمینال‌های سنتی ۲/۶ برابر ترمینال‌های نیمه مکانیزه (ترمینال‌های سنتی ۲/۲۷۷۶۴/۲ کلنی به ازای هر میوه و در ترمینال‌های نیمه مکانیزه ۱۸۲/۱۰۶۷۱) بود. مقایسه سیستم‌های مختلف شستشو نشان داد که استفاده از سیستم دوش آب با دامنه کارایی ۱/۶ - ۳۹/۸ نسبت به حوضچه‌ها با آب ثابت با دامنه کارایی ۰-۱۴/۷ یا آب در جریان ۱/۱ - ۱۰/۷ برای کاهش تراکم جمعیت قارچ‌های مورد مطالعه کارایی بیشتری دارد. ترکیب دوسیستم فوق در ایجاد یک سیستم مناسب شستشو و جداسازی پسته‌های آلوده از سالم مفید می‌باشد. در میان پسته‌های فرآوری شده پسته‌های با پوست استخوانی رنگ‌دار ۱۴۰ برابر پسته‌های با رنگ پوست طبیعی (۸۴۱۳۵:۶۰۲ کلنی در هر میوه) آلودگی قارچی داشتند که از آن می‌توان به‌عنوان معیاری جهت جداسازی پسته‌های آلوده استفاده نمود. تراکم جمعیت قارچ‌های مورد مطالعه همراه پسته، در روزهای مختلف خشک کردن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت و به نظر می‌رسد امکان رشد بعدی قارچ‌های مولد آفلاتوکسین در زمان خشک کردن پسته در محل آفتاب‌دهی فراهم نباشد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که اگر چه شرایط برای آلودگی و تولید آفلاتوکسین در باغ مهیا است، ولی شرایط فرآوری و انبارداری برای آلودگی مجدد مناسب نیست. تراکم قارچ‌های مورد مطالعه در پسته‌های ریز از غیر قابل تشخیص تا ۴۰۰۰ کلنی در واحد میوه پسته متغیر بود به طوری که در تعدادی از نمونه‌ها بالا و در بقیه پائین بود. نتایج این تحقیق می‌تواند در بهبود سیستم‌های فرآوری موجود و جداسازی منابع آلودگی قارچی در ترمینال‌های پسته مفید واقع گردد.

کلمات کلیدی: آفلاتوکسین، پسته، *Aspergillus flavus*، *A.niger*، ترمینال، کرمان

Pajouhesh & Sazandegi No:77 pp: 104-110

Population density of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* groups at different kinds of pistachio processing terminals in Kerman province

By: M. Moradi Ghahderijani, Iran's Pistachio Research Institute, M.Mirabolfathy, Plant Protection Research Institute

Pistachio processing terminals play an important role in contamination of pistachio nuts by *Aspergillus* species and their toxin. The population density of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* groups were examined in pistachio processing terminals. Samples collected from different stages of 17 semi-mechanized and traditional pistachio processing terminals. The media used for isolations were AFPA and Czapek agar. Serial dilution method was used to quantify populations of *A. flavus* and *A. niger* groups. The results indicated that population density of *flavus* and *niger* groups in traditional terminals was more than semi-mechanized terminals in processed pistachios. Comparison between different washing systems during pistachio processing revealed that using water shower baths is more efficient than current or non-current pools to reduce population densities of above fungi. Combination of two systems could be useful to establish a suitable washing system and sorting of contaminated pistachios from healthy ones is necessary. There was a positive correlation between shell staining and population density of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* groups and can be applied to sort out contaminated pistachios from healthy pistachios. There was no difference between fungal population densities of sun-drying days, significantly. It seems sun-drying conditions are not suitable for growing *Aspergillus* species in Kerman province. Nevertheless conditions throughout maturation of pistachio nuts in the orchards are suitable for growing *Aspergillus* species, but in Kerman, condition during processing and storage conditions are not suitable for occurring next infections in pistachio lots. There was no certain correlation between small pistachio and population densities of *A. flavus* and *A. niger* groups, because population densities was high in some and low in other small pistachios. This is the first report to determine the population densities of *Aspergillus* species in pistachio processing terminals and the role of different pistachio processing terminals in contamination. Results of this research can be applied to improve pistachio nut processing systems and sorting contaminated pistachios from healthy pistachios in processing stages.

Keywords: Aflatoxin, Pistachio, *A. niger*, *A. flavus*

مقدمه

میوه پسته مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از: ۱- سنتی که سیستم شستشو به صورت حوض آب ساکن است که در فواصل زمانی متفاوت آب آن تعویض می‌گردد، این سیستم غالباً فاقد دستگاه نمگیر است ۲- نیمه مکانیزه‌ای که شستشو در حوضچه‌های دارای آب جاری انجام و از دستگاه نمگیر برای خشک کردن اولیه پسته استفاده می‌گردد ۳- نیمه مکانیزه‌ای که در آن شستشو با دوش آب انجام و از دستگاه نمگیر برای خشک کردن اولیه پسته استفاده می‌گردد. با توجه به نقش مهم ترمینال‌های فرآوری در ایجاد آلودگی، در این تحقیق تغییرات تراکم قارچ‌های گروه *A. flavus* و *A. niger* و مقایسه آنها روی سطح میوه پسته در حین مراحل مختلف فرآوری، مقایسه تراکم قارچ‌های گروه *A. flavus* و *A. niger* در ترمینال‌های مختلف فرآوری پسته و کارایی ترمینال‌های مختلف جهت کاهش یا افزایش تراکم آلودگی، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* طی سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۸۲ از ۱۷ ترمینال فرآوری پسته در شهرستان‌های کرمان، زرنده، سیرجان و رفسنجان نمونه برداری انجام شد. ترمینال‌های

تحقیقات انجام شده در ایران گویای آلودگی میوه پسته به گونه‌های *Aspergillus* و زهرابه‌های ناشی از آنها است (۱۵،۱۱) و این مسئله مهمترین مشکل در تولید، مصرف و صادرات این محصول با ارزش می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که آلودگی از باغ شروع شده (۱۶) و پسته‌های زود خندان و آفت زده در باغ حاوی آفلاتوکسین هستند (۱۴)، بررسی احتمال آلودگی پسته به قارچ در فاصله رسیدن تا برداشت پسته ایران پیش از انبار و وضعیت انبارهای پسته نیز مطالعه گردید (۱۲)، چگونگی آلودگی پسته ترکیه و کالیفرنیا نیز در طی مراحل مختلف از باغ تا انبار مطالعه شده است (۵،۲). از جمله فاکتورهای موثر در توسعه آلودگی بعد از برداشت، دما، رطوبت محیط و رطوبت میوه پسته در زمان فرآوری، انبار داری و حمل و نقل است (۹،۴). ارتباط بین داده‌های هواشناسی، آلودگی میوه پسته به آفلاتوکسین و درصد محموله‌های باز گردانده شده پسته ایران از آمریکا در طی سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۴ نشان دهنده وجود ارتباط مثبت بین تعداد روزهای ابری (از مرداد تا آبان) با تعداد محموله‌های مرتبط با آن بوده است (۱). غالباً سه نوع مختلف ترمینال فرآوری در استان کرمان جهت فرآوری

جدول ۱- تراکم جمعیت قارچ‌های *A. niger* و *A. flavus* در مراحل مختلف فرآوری پسته در ترمینال‌های سنتی و نیمه مکانیزه (تعداد کلنی در میوه پسته)

| روش فرآوری | Rubbish | Pre-peeling | peeling | Washing | Pre-drying | Sun-drying | Storage | Flo-ating | Sta-ining | Yel-lowish | Sma-ll | Washing water | |
|------------|---------|-------------|---------|---------|------------|------------|---------|-----------|-----------|------------|--------|---------------|--------|
| | | | | | | | | | | | | Before | After |
| نیمه کاره | Af | ۲۰۹i | ۲۵۹i | ۱۱۹ij | ۹۰ij | ۸۱ij | ۷۵/۸ij | ۵۱۰ef | ۱۴۷۸۷b | ۵۹۱۱cd | ۱۱۵ij | ۴hj | ۱۸il |
| | An | ۱۳۵۶d-f | ۲۲۰۲d-f | ۴۸۰f | ۴۱۴fg | ۳۹۷gh | ۳۰۳h | ۶۳۶۲cd | ۵۵۶۳۹a | ۱۱۳abc | ۳۲۹c-e | ۲۹jkl | ۱۲۷d-f |
| سنتی | Af | ۲۰۲۰b-e | ۳۰۳۳a-d | ۸۲۷d-f | - | ۲۹۰e-g | ۲۰۷e-g | ۳۶۱۷a-c | ۷۲۸۵۰a | ۷۳۵۲۰a | ۵۲۰f-h | ۳jkl | ۱۶۷e-g |
| | An | ۳۰۵۶a-d | ۲۲۲۳b-e | ۵۲۸f-h | - | ۱۰۸e-g | ۶۲۰f-h | ۱۲۱۰a-c | ۳۳۰۰ab | ۴۸۰۳b-d | ۳۳۰b-e | ۱jkl | ۲۳۰b-e |

سنتی با حوض آب ساکن با شماره‌های ۱۵، ۱۶، ۱۷، ترمینال‌های با حوض آب جاری با شماره‌های ۵ تا ۱۴ و ترمینال‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ دارای سیستم شستشوی دوش بودند. به جز ترمینال‌های سنتی در بقیه ترمینال‌ها از نمگیر جهت خشک کردن اولیه پسته‌های فرآوری شده استفاده می‌شد. بررسی و مقایسه تراکم آلودگی در ترمینال‌های فوق روی بقایای موجود حاصل از پوست گیری، پسته قبل از پوست گیری، پس از پوست گیری، پس از شستشو، پس از نمگیری، در محل آفتاب‌دهی، انبار، روآبی، لکه‌دار، پسته‌های زرد رنگ و کوچک و آب قبل و بعد از شستشو انجام شد، نمونه‌ها مرکب از تعداد ۱۰۰۰ میوه پسته بود که هر یک به صورت مجزا نمونه برداری شد. برای بررسی تراکم قارچ‌های گروه *A. flavus* و *A. niger* در نمونه‌های مورد آزمایش از محیط‌های کشت AFPA (۱۰) با کمی تغییرات حاوی ساکارز ۳۰ گرم، نیترات سدیم ۳ گرم، دی پتاسیم فسفات ۱ گرم، آگار ۱۵ گرم، سولفات منیزیم ۰/۵ گرم، کلرید پتاسیم ۰/۵ گرم، سولفات آهن ۰/۰۱ گرم، دای کلران ۵ میلی گرم، کلرامفنیکل ۱۰۰ میلی گرم و آب مقطر یک لیتر، و محیط کشت (۳) *Czapek* استفاده گردید. تعداد ۱۰۰ میوه پسته از هر نمونه در ۵۰۰ ml آب مقطر استریل حاوی توئین ۲۰ (یک در هزار) به مدت ۳۰ دقیقه تکان داده شد، سپس سری‌های متوالی رقت تهیه و از هر رقت ۶ تکرار ۱۰۰ میکرولیتری روی تشتکهای پتری حاوی *CZA* و *AFPA* (هر کدام ۳ تشتک پتری) پخش گردید. تشتکهای پتری در دمای ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتیگراد و تاریکی به مدت ۱۰-۸ روز گرما گذاری و پرگنه‌های رشد یافته شمارش و تا حد گروه شناسایی شدند (۱۳، ۱۰). جدایه‌هایی از *A. flavus* تک اسپور و جهت بررسی‌های بعدی در لوله‌های حاوی PDA نگهداری شدند. نتایج حاصل از شمارش در برنامه آماری Mstarc آنالیز و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج

چگونگی تراکم قارچ‌های گروه *A. flavus* و *A. niger* در بقایای حاصل فرآوری در ترمینال‌های مختلف پسته، مراحل مختلف فرآوری، نسبت تراکم آلودگی پسته قبل از ورود و در هنگام خروج و مقایسه تراکم آلودگی پسته طی سه روز متوالی لازم برای خشک شدن آن روی میدان و در فضای باز در جداول ۱ تا ۴ آورده شده است.

مقایسه مراحل مختلف فرآوری از نظر تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. flavus* نشان می‌دهد که تراکم جمعیت در بقایای حاصل از فرآوری صفر تا ۲۰۶۰۰۰، قبل از پوست‌گیری صفر تا ۵۹۵۰، پس از پوست‌گیری صفر تا ۷۰۰۰، پس از شستشو از صفر تا ۲۴۰۰، پس از نمگیری صفر تا ۹۵، در محل آفتاب‌دهی صفر تا ۱۰۳۰، انبار صفر تا ۳۴۵، روآبی ۳۰ تا ۵۳۵۰، لکه‌دار ۵۰ تا ۲۰۴۰۰، پسته‌های زرد رنگ صفر تا ۲۰۶۰۰۰ و ریز (نخود) صفر تا ۴۰۰۰ کلنی در واحد میوه پسته برآورد گردید. تعداد کلنی در آب بعد از شستشو از ۴ تا ۲۱۰۰ کلنی در میلی لیتر آب شمارش گردید. مقایسه محل‌های مختلف در یک ترمینال نشان داد که تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* از روند خاصی پیروی نمی‌کند و میانگین تراکم آلودگی در واحد میوه بیشتر با نوع پسته ارتباط دارد به نحوی که بیشترین میزان تراکم جمعیت مربوط به پسته‌های بعد از چرخ (۳۸۵۸)، روآبی (۵۸۴۹)، لکه‌دار (۸۳۱۳۵)، با رنگ زرد (۴۷۸۱۹)،

جدول ۲- تراکم جمعیت قارچ‌های گروه قارچ‌های *A. niger* و *A. flavus* در ترمینال‌های مختلف فرآوری و دامنه تغییرات آنها در هر ترمینال (کلنی در میوه پسته)

| Terminal No | A. flavus | | A. niger | |
|-------------|-----------|-----------|----------|------------|
| | Mean | Range | Mean | Range |
| ۱ | ۴۶/۵j | ۰-۱۵۰ | ۲۱۱۱c-e | ۲۰-۱۲۹۵۰ |
| ۲ | ۳۵۵hi | ۰-۱۰۰۰ | ۳۳۹۰a-d | ۰-۱۲۵۰۰ |
| ۳ | ۴۲۸hi | ۰-۲۱۰۰ | ۱۵۰۸۲d-f | ۸۰-۱۳۴۵۰۰ |
| ۴ | ۲۳۱i | ۰-۲۰۰۰ | ۴۳۰۹a-d | ۱۵-۱۵۵۰۰ |
| ۵ | ۱۷۳i | ۰-۶۰۰ | ۶۲۷۶a-b | ۱۰-۱۹۲۵۰ |
| ۶ | ۹۶۵gh | ۲۰-۸۹۰۰ | ۴۴۷e-f | ۲۰-۳۱۵۰ |
| ۷ | ۹۰۸۷b-d | ۲۰-۴۷۰۰ | ۱۴۷۷۱a | ۱۸۰-۹۲۰۰۰ |
| ۸ | ۱۵۷j | ۱۰-۳۵۰ | ۲۲۹۷c-e | ۲۰-۷۶۵۰ |
| ۹ | ۲۷۳۱fg | ۳۰-۲۲۰۰۰ | ۶۳۲۴ab | ۱۵-۳۲۹۰۰ |
| ۱۰ | ۲۲۴۱fg | ۵-۱۹۱۵۰ | ۴۸۹۸a-c | ۵۵-۴۱۰۵۰ |
| ۱۱ | ۱۱۱۷۵bc | ۰-۱۰۹۰۰۰ | ۳۶۸۳۳a | ۰-۳۱۸۵۰۰ |
| ۱۲ | ۳۰۴۳fg | ۰-۲۱۰۰۰ | ۲۸۳۰a-d | ۳۲۰-۷۰۰۰ |
| ۱۳ | ۳۰۱i | ۰-۱۱۰۰ | ۱۷۵۰d | ۹۵-۱۲۷۵۰ |
| ۱۴ | ۳۹۸۲c | ۵۰-۳۳۵۰۰ | ۱۳۱۷۲ab | ۱۲۰-۱۰۰۵۰۰ |
| ۱۵ | ۳۶۸۸c-e | ۲۵-۱۳۰۰۰ | ۱۶۹۹۰a | ۰-۶۵۰۰ |
| ۱۶ | ۴۲۶۷۳a | ۱۵۵-۲۰۶۰۰ | ۱۱۲۶۱ab | ۲۱۵-۴۵۰۰۰ |
| ۱۷ | ۴۰۱۲b-d | ۳۰-۵۳۵۰ | ۴۶۷۰a-d | ۶۰-۲۱۰۰۰ |

واحد میوه پسته متغیر بود (جدول ۳). در خصوص پتانسیل آلودگی روزهای مختلف خشک شدن پسته در برابر آفتاب، از نظر آماری تفاوتی بین تغییرات تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* در روزهای اول، دوم و سوم وجود نداشت، این امر گویای آن است که آلودگی بیشتر تحت تاثیر منابع آن در یک توده پسته می‌باشد (جدول ۴).

بحث

ارتباط بین داده‌های هواشناسی، آلودگی میوه پسته به آفلاتوکسین و درصد محموله‌های باز گردانده شده پسته ایران از آمریکا طی سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۴ نشان دهنده وجود ارتباط مثبت بین تعداد روزهای ابری (از مرداد تا آبان) با تعداد محموله‌های اخیرالذکر بوده است (۱). بررسی داده‌های هواشناسی طی سالهای انجام این تحقیق نشان داد که تحت شرایط باغهای پسته بارندگی طی ماههای مرداد تا مهر ماه وجود ندارد و یا خیلی جزئی بود و برداشت نیز نسبت به گذشته زودتر انجام شد، لذا به نظر نمی‌رسد ارتباطی بین داده‌های فوق و آلودگی میوه پسته در سالهای انجام این تحقیق وجود داشته باشد، شاید تعداد روزهای ابری در مراحل فرآوری و شرایط حمل و نقل پسته بتواند مشکلاتی ایجاد نماید و روی توسعه آلودگی تاثیر داشته باشد که نیاز به تحقیقات بیشتر دارد. نتایج حاصل از انجام این تحقیق نشان داد که تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* در میوه پسته ترمینال‌های مختلف تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی از جمله نوع ترمینال فرآوری (سنتی یا نیمه مکانیزه)،

قبل از چرخ (۳۳۲۵) و ریز (۳۱۰۲) و کمترین مقدار آن مربوط به بعد از شستشو (۱۹۵۹)، نمگیر (۵۰۴)، در محل آفتابدهی (۴۳۸) و انبار (۶۰۲) می‌باشد (جدول ۱).

بیشترین میزان تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* ترمینال‌های سنتتی و مربوط به ترمینال‌های شماره ۱۶ و ۱۷ و کمترین آن در ترمینال‌های نیمه مکانیزه مربوط به ترمینال‌های ۱ و ۱۱ بود. دامنه تغییرات نسبت به قارچ‌های فوق الذکر و در هر ترمینال متفاوت می‌باشد و در جدول ۲ نشان داده شده است. دامنه تغییرات تراکم جمعیت قارچ *A. flavus* در ترمینال‌های سنتتی از ۳۰ تا ۲۰۶۰۰۰ و *A. niger* از صفر تا ۳۱۸۵۰۰، در ترمینال‌های نیمه مکانیزه از صفر تا ۱۰۹۰۰۰ و صفر تا ۳۱۸۵۰۰ کلنی در واحد میوه پسته متغیر بود

میزان کارایی ترمینال‌های مختلف فرآوری بر اساس تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* در پسته ورودی به خروجی نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین کارایی در ترمینال‌های نیمه مکانیزه به ترتیب مربوط به ترمینال ۴ با کارایی ۳۹/۸ و ترمینال ۵ با کارایی ۰/۱۰۴ و در میان ترمینال‌های سنتتی مربوط به ترمینال ۱۶ با کارایی ۱۴/۷۲ و ترمینال ۱۷ با کارایی ۰/۰۴۲ می‌باشند (جدول ۳ ستون C). مقایسه روند آلودگی طی فرآوری میوه پسته نشان می‌دهد که تعدادی از ترمینال‌ها باعث کاهش و تعدادی از آنها باعث افزایش آلودگی طی فرآوری می‌شوند که در جدول ۳ نشان داده شده است. گستره تراکم قارچ *A. flavus* قبل و بعد از فرآوری به ترتیب ۵-۵۹۵۰-۴۱۶-۱/۷ و برای قارچ‌های گروه *A. niger* به ترتیب ۱۰-۹۵۰۰-۲۲۰۳-۴۱/۷ کلنی در

جدول ۳- تراکم جمعیت قارچ‌های گروه A. niger و A. flavus قبل و بعد از فرآوری در ترمینال‌های مختلف

| No | Fungal group | A | B | C |
|----|--------------|------|-------|-------|
| ۱ | A. flavus | ۱۰۰ | ۱۱/۷ | ۱/۶۳ |
| | A. niger | ۳۵۰ | ۲۶۶/۷ | |
| ۲ | A. flavus | ۵ | ۴۶/۷ | ۲/۳۶۴ |
| | A. niger | ۲۳۰ | ۵۱/۷ | |
| ۳ | A. flavus | ۷۰ | ۱/۷ | ۲/۲۳۶ |
| | A. niger | ۱۵۰ | ۹۸/۳ | |
| ۴ | A. flavus | ۲۰۰۰ | ۱۰/۰ | ۳۹/۸۵ |
| | A. niger | ۹۵۰۰ | ۲۷۸/۳ | |
| ۵ | A. flavus | ۱۰ | ۳۵/۰ | ۰/۱۰۴ |
| | A. niger | ۱۰ | ۱۵۶/۷ | |
| ۶ | A. flavus | ۱۵ | ۲۰/۰ | ۱/۵۴ |
| | A. niger | ۸۰ | ۴۱/۷ | |
| ۷ | A. flavus | ۷۰ | ۵۲/۳ | ۱/۴۰۸ |
| | A. niger | ۵۰۵ | ۳۵۵/۰ | |
| ۸ | A. flavus | ۲۰ | ۱۵/۰ | ۰/۸۲۶ |
| | A. niger | ۲۱۰ | ۲۶۳/۳ | |
| ۹ | A. flavus | ۳۳۰ | ۴۱۶/۷ | ۱/۴۶۳ |
| | A. niger | ۶۵۰ | ۲۵۳ | |
| ۱۰ | A. flavus | ۵ | ۱۳۸/۳ | ۰/۱۶۱ |
| | A. niger | ۵۵ | ۲۳۳/۳ | |
| ۱۱ | A. flavus | ۳۰۰ | ۱۰/۰ | ۱۰/۷۶ |
| | A. niger | ۶۵۰ | ۷۸/۳ | |
| ۱۲ | A. flavus | ۵ | ۱۷۱/۷ | ۹/۲۲۷ |
| | A. niger | ۵۹۰۰ | ۴۶۸/۳ | |
| ۱۳ | A. flavus | ۵ | ۹۸/۳ | ۰/۳۹۵ |
| | A. niger | ۹۵ | ۱۵۵/۰ | |
| ۱۴ | A. flavus | ۲۴۵ | ۵۶/۷ | ۲/۶۲۷ |
| | A. niger | ۶۰۰ | ۲۶۵/۰ | |
| ۱۵ | A. flavus | ۱۱۰ | ۲۸۳/۳ | ۰/۷۱۸ |
| | A. niger | ۵۰۰ | ۵۶۶/۷ | |
| ۱۶ | A. flavus | ۵۹۵۰ | ۲۲۸/۳ | ۱۴/۷۲ |
| | A. niger | ۸۶۰۰ | ۷۶۰/۰ | |
| ۱۷ | A. flavus | ۳۰ | ۱۸۵/۰ | ۰/۰۴۲ |
| | A. niger | ۷۰ | ۲۲۰/۳ | |

نوع سیستم شستشو، نوع پسته ورودی و مدیریت ترمینال است از عوامل تاثیر گذار می‌توان فراوانی پسته‌های ترک خورده، روی زمین ریخته و آفت زده در یک توده پسته را نام برد که باعث افزایش پتانسیل مایه آلوده کننده در حین فرآوری میوه پسته و بعد از آن می‌شوند، که توسط تعدادی از محققین مورد بررسی قرار گرفته است (۹،۷،۵،۲).

مقایسه تراکم آلودگی در ترمینال‌های سنتی و نیمه مکانیزه نشان داد که پسته خروجی ترمینال‌های سنتی در مرحله انبار نمودن دارای تراکم بیشتر قارچ‌های مورد مطالعه (۸۲۷ کلنی در واحد میوه) نسبت به ترمینال‌های نیمه مکانیزه (۳۷۸ کلنی در واحد میوه) بود (جدول ۱ و ۲). زمان طولانی تر فرآوری میوه پسته، حجم کمتر آب مورد استفاده جهت شستشو، آلودگی بیشتر آب در حین شستشو، سیستم متفاوت شستشو و امکان اختلاط بیشتر پسته‌های آلوده با سالم دلایل احتمالی این امر می‌باشد. ترمینال‌های نیمه مکانیزه به لحاظ اینکه پسته خروجی آنها آلودگی کمتری به میکروارگانیسم‌ها به ویژه قارچ‌های مولد آفات توکسین دارند برتری دارد.

در میان ترمینال‌های نیمه مکانیزه و سنتی نیز تراکم آلودگی متفاوت بود بطوریکه بیشترین میزان آلودگی به A. flavus در بین ترمینال‌های نیمه مکانیزه مربوط به ترمینال ۱۱ (۱۰۹۰۰۰-) و کمترین آن مربوط به ترمینال ۱ (۱۵۰۰-) بود. در میان ترمینال‌های سنتی ترمینال ۱۶ (۲۰۶۰۰۰-) ۱۵۵ کلنی در واحد میوه) بیشترین و ترمینال ۱۵ (۲۵-۱۳۰۰۰) کلنی در واحد میوه) کمترین میزان آلودگی را داشتند. از عوامل تاثیر گذار در این خصوص ظرفیت ترمینال، حجم پسته ورودی، مقدار آب مورد استفاده برای شستشو، سیستم شستشو، میوه‌های پسته روی زمین ریخته شده و مدیریت ترمینال هستند که در افزایش یا کاهش تراکم آلودگی در یک ترمینال نقش مهمی ایفا می‌کنند. مقایسه تراکم جمعیت قارچ‌های مورد مطالعه روی میوه پسته، قبل و بعد از پوست‌گیری نشان می‌دهد که کارایی تعدادی از ترمینال‌ها جهت ارائه یک محصول عاری از آلودگی پسته منفی بوده و باعث افزایش آلودگی می‌گردند، به عبارت بهتر شاخص نسبت آلودگی در پسته ورودی به پسته خروجی کمتر از عدد ۱ می‌باشد در حالیکه در تعدادی از ترمینال‌ها این شاخص بیشتر از عدد یک می‌باشد و باعث کاهش آلودگی پسته خروجی نسبت به پسته ورودی شده است (جدول ۳ ستون C). مقایسه سیستم‌های مختلف شستشو نشان می‌دهد که بهترین سیستم استفاده از دوش آب می‌باشد، این سیستم نسبت به بقیه سیستم‌ها در جهت کاهش آلودگی به قارچ‌های مختلف کارایی بیشتری دارد. اختلاط کمتر پسته‌ها با هم و نحوه شستشو یکی از دلایلی است که سبب کاهش انتقال آلودگی از پسته‌های آلوده به سالم می‌شود. این سیستم تحت تاثیر میزان آب خروجی از دوش‌ها، زاویه دوش‌ها نسبت به محور انتقال، زمان در معرض قرار گرفتن میوه‌های پسته با سیستم شستشو، حجم پسته ورودی و تعداد دوش‌ها می‌باشد. یکی از معایب اصلی این سیستم عدم توانایی آن در جداسازی پسته‌های آلوده به آفات توکسین از بقیه پسته‌ها است. سیستم استفاده از حوض آب قادر است پسته‌های آلوده به قارچ و آفات توکسین را از پسته‌های سالم به طور نسبی جداسازی نماید و از این لحاظ نسبت به سیستم فوق برتری دارد، ولی این سیستم غالباً باعث افزایش آلودگی پسته خروجی نسبت به پسته ورودی می‌شود. از فاکتورهایی که روی سیستم شستشو در حوض تاثیر دارند می‌توان حجم آب حوضچه، ارتفاع یا عمق آب،

جدول ۴- تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. flavus* و *A. niger* در روزهای اول، دوم و سوم خشک کردن پسته روی میدان در ۵ ترمینال فرآوری میوه پسته (کلنی در میوه پسته)

| شماره Terminal | خشک‌کردن در روزهای مختلف | | | | | |
|----------------|--------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | روز اول | | روز دوم | | روز سوم | |
| | <i>A. niger</i> | <i>A. flavus</i> | <i>A. niger</i> | <i>A. flavus</i> | <i>A. niger</i> | <i>A. flavus</i> |
| ۱ | Δh | ۲۷۵۰ab | ۱۰fg | ۱۲۰۰ab | ۱۰fg | ۲۵۰a-c |
| ۲ | ۱۶۵۰ab | ۱۷۹۰۰a | ۱۵fg | -h | ۵۵b-e | ۲۰e-f |
| ۳ | ۹۵۰ab | ۷۲۰ab | ۹۰b-e | ۶۹۵ab | ۱۲۵a-e | ۵۲۵a-c |
| ۴ | ۵۰c-f | ۲۵۰a-c | ۳۰d-f | ۱۲۰a-e | ۷۰b-e | ۳۳۵a-c |
| ۵ | ۵۳۰a-c | ۲۱۵a-d | ۷۲۰ab | ۱۱۰a-e | ۱۵۵a-e | ۵۴۵a-c |

داده‌ها متوسط ۶ داده (۱ نمونه × ۶ تکرار) می‌باشند

- اعدادی که حروف مشابه دارند تفاوت معناداری ندارند ($p=0/05$) و به وسیله آزمون دانکن آزمایش شده‌اند

توسط پوست سبزی محافظت می‌شوند قبل از فرآوری عاری از آلودگی به گونه‌های مختلف قارچ آسپرژیلوس می‌باشند) گر چه تحت شرایط خاص ممکن است مغز پسته‌ها نیز آلوده گردند)، آلودگی پایین این پسته‌ها نشان‌دهنده این موضوع است که سیستم‌های فرآوری موجود باعث ایجاد آلودگی خفته در پسته‌های حاصل از فرآوری می‌شوند و چنانچه شرایط بعدی رشد قارچ فراهم گردد می‌توانند سبب آلودگی توده پسته گردند.

مقایسه آلودگی روزهای اول، دوم و سوم خشک نمودن پسته طی فرآوری نشان داد که تفاوتی بین آنها از نظر آلودگی به قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* وجود ندارد، به نظر می‌رسد خشک نمودن پسته در شرایط استان کرمان با وجود آلودگی‌های خفته موجود در پسته‌های فرآوری شده برای رشد و تکثیر قارچ‌ها مناسب نیست و آلودگی بیشتر تحت تاثیر وجود و فراوانی منابع آن در توده پسته می‌باشد. Denizel و همکاران (۲) گزارش نمودند که روش‌های نسبتاً ابتدایی مورد استفاده در نگهداری اولیه، پوست‌گیری، خشک نمودن پسته تحت شرایط آفتاب و نگهداری توده‌ای بعدی در ترکیه باعث ایجاد فرصت‌های زیادی برای آلودگی قارچی می‌گردد، اگرچه تحت شرایط خورشید خشک کردن باعث کاهش حجم رطوبت تا حدود ۱۰ درصد می‌گردد ولی با توجه به زمان ۳ تا ۴ روز مورد نیاز و آزمایش دستی میزان رطوبت پسته، آلودگی قارچی در مراحل بعدی نگهداری توده‌ای در انبار رخ می‌دهد، او اعتقاد دارد که در این مرحله و مراحل بعدی و در طول حمل و نقل، فرصت بهتری برای تولید آفلاتوکسین بوجود خواهد آمد، که خوشبختانه شرایط گرم و خشک و آفتاب تند مناطق پسته کاری استان کرمان متفاوت از محل‌های مورد بررسی در ترکیه می‌باشد و به همین لحاظ نتایج گویای عدم احتمال آلودگی در میدان پسته منطقه مورد بررسی در این تحقیق است.

تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تحت شرایط استان کرمان و استفاده از نمگیر یا خشک کن در اکثر ترمینال‌ها جهت خشک نمودن اولیه و سپس

در جریان بودن آب مورد استفاده، مقدار پسته ورودی به آن و چگونگی جداسازی پسته‌ها از یکدیگر را نام برد. ترکیب دو سیستم فوق در ایجاد یک سیستم مناسب شستشو و جداسازی پسته‌های آلوده از سالم مفید می‌باشد.

مقایسه پسته‌های فرآوری شده از نظر آلودگی به قارچ‌های مختلف گروه *A. niger* و *A. flavus* نشان داد که بین میزان رنگ‌پذیری پوست استخوانی و تراکم جمعیت قارچ‌های مورد مطالعه ارتباط مستقیمی وجود دارد و رنگ‌پذیری پوست استخوانی می‌تواند بعنوان فاکتوری جهت جداسازی پسته‌های آلوده از سالم مورد استفاده قرار گیرد و بیشترین آلودگی مربوط به پسته‌ها با رنگ‌پذیری بالای پوست سخت بود. در این رابطه Doster و Michailides (۸) گزارش نمودند نوع رنگ، موقعیت و مقدار رنگ‌پذیری پوست استخوانی فاکتوری قابل استفاده جهت تشخیص پوسیدگی مغز پسته است.

بررسی آلودگی پسته‌های ریز به قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* نشان داد که تراکم جمعیت قارچ‌های فوق در تعدادی از نمونه‌ها بالا و در بقیه پایین بود، به نظر می‌رسد که پسته‌های ریز از نظر آلودگی دو نوع هستند. نوع اول که آلودگی در آنها بالا است احتمالاً پسته‌های زودخندانی هستند که در باغ تشکیل می‌شوند و نوع دوم پسته‌هایی که از نظر ژنتیکی ریز بوده، آلودگی ندارند و فاقد هر گونه لکه هستند، معه‌ذا به دلیل اینکه در اکثر ترمینال‌های فرآوری این دو گروه از هم جدا نمی‌شوند، آلودگی این گروه به آفلاتوکسین و قارچ بالا است، یافتن ارتباطی بین پسته‌های لکه‌دار و ریز از نظر آلودگی به قارچ‌ها مشکل می‌باشد، زیرا در حالیکه تراکم آلودگی در پسته‌های لکه‌دار بالا است در پسته‌های ریز آلودگی تصادفی بوده و آلودگی ممکن است بالا یا غیر قابل تشخیص باشد.

آلودگی به قارچ‌های گروه *A. niger* و *A. flavus* در پسته‌های با پوست استخوانی بدون رنگ‌پذیری پایین بود. از آن جا که پوست استخوانی و مغز

393-397.

7- Doster, W. A., and Michailides, T. J. 1995; The relationship between date of hull splitting and decay of pistachio nuts by *Aspergillus* species. *Plant Dis.* 79:766-769.

8- Doster, M. A., and Michailides T. J. 1999; Relationship between shell discoloration of pistachio nuts and incidence of fungal decay and insect infestation. *Plant Dis.* 83: 259-264.

9- Emami, A., Suzangar, M., and Barnett, R. 1977; Contamination of pistachio nuts with aflatoxin while on the trees and in storage. *Zeszyty problemowe postepow Nauk Rolniczych* 189: 135-140.

10- Gourama, H., and Bullerman, L.B. 1995; *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*: Aflatoxigenic fungi of cancer foods and feeds: A review. *J. of Food Protect* 58: 1395-1404.

11- Mojthahedi, H., Rabie, C. J. Lubben, A., Steyn, M., and Danesh, D. 1979; Toxic *Aspergillus* from pistachio nuts. *Mycopathologia* 67: 123-127.

12- Mojthahedi, H., Danesh, D., Haghighi, B., and Fathy, S. 1980; Storage relative humidity in Rafsanjan and impossibility of pistachio aflatoxicosis after nut processing. *Iran. J. Plant Path.* 16:80-85.

13- Raper, K-B., Fennell, D-I. P. K., and P. K. Astwick. 1965; The genus of *aspergillus*. Huntington, New york, 686 P.

14- Sommer, N-F., Buchanan, J-R., and Fortlage, R..J. 1986; Relation of early splitting and tattering of pistachio nuts to aflatoxin in the orchard. *Phytopathology* 76: 692-694.

15- Suzangar, M., Mojthahedi, H., Emami, A., Dunesh, D., Farivar, H., and Barnett, R. 1976; First and second stage aflatoxin contamination of pistachio nuts (Combination of 3 years study) Page 3 in I.U.P.A.C. symposium on mycotoxin in food Stuff, sept, 15-18, Paris, France. (Abstr).

16- Thomson, S. V., and Mehdy, M. C. 1978; Occurrence of *Aspergillus flavus* in pistachio nuts prior to harvest *Phytopathology* 68:1112-1114.

روی میدان با دمای ماه‌های مرداد و شهریور تحت شرایط طبیعی قارچ‌های مولد آفلاتوکسین فرصت رشد و تولید افلا توکسین ندارند، لیکن در صورت تامین شرایط مناسب رطوبتی و دمایی در مراحل بعدی ماندن انبارهای مناطقی به جز استان کرمان (که هیجگاه رطوبت آنها در ماه‌های مختلف انبار داری به بالای ۶۰٪ نمی‌رسد) و یا در مراحل مختلف حمل و نقل با کشتی و یا در بنادر پتانسیل آلودگی قارچی برای تولید آفلاتوکسین وجود دارد. از سوی دیگر نتایج حاصل از تحقیقات ما نشان داد آلودگی بیشتر تحت تاثیر منابع آن در یک توده پسته می‌باشد که در ترمینال‌های فرآوری اکثر منابع آلودگی از توده پسته جدا می‌شوند. طی شرایط حمل و نقل چنانچه شرایط مناسب فراهم گردد با توجه به آلودگی بالقوه به پروپاگولهای قارچ‌های مولد آفلاتوکسین آلودگی ایجاد خواهد شد بطوریکه تعدادی از محموله‌های صادراتی در مبدأ گواهی بهداشتی دریافت می‌دارند در حالیکه در مقصد بخاطر آلودگی به آفلاتوکسین رد می‌شوند که این مقوله باید مورد بررسی قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

1- Danesh, D., Mojthahedi, H., Barnett, R., and Cambell, A. 1979; Correlation between climatic data and aflatoxin contamination of Iranian pistachio nuts. *Phytophthology* 69:715-716.

2-Denizel, T., Jarvis, B., and Rolfe, E. J. 1976; A field survey of pistachio (*Pistacia vera*) nut production and storage in Turkey with particular reference to aflatoxin contamination. *J. Sci. F. Agric.* 27:1021-1026.

3- Dhingra, O. D., and Sinclair, J. B. 1985; Basic plant pathology methods. CRC press, 355p.

4- Diener, U. L., Cole, R. J., Sanders, T. H., Payne, G. A., Lee, L. S., and Klich, M. A. 1987. Epidemiology of aflatoxin formation by *Aspergillus flavus* Anna. *Phytopathol.* 25: 249.

5- Doster, M., and Michailides, T. J. 1994; *Aspergillus* molds and aflatoxin in pistachio nuts in California. *Phytopathology* 84: 583-590.

6- Doster, M. A., and Michailides T. J. 1994; Development of *Aspergillus* molds in litter from pistachio trees. *Plant Dis.* 78:

