

## بررسی میزان آفلاتوکسین پسته و تاثیر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی

سید محمد مرتضوی<sup>1\*</sup>، فریده طباطبایی یزدی<sup>2</sup>، حامد فراجی<sup>3</sup>، مرتضی غفوریان اره کش<sup>4</sup>، حسین فراجی<sup>5</sup>

<sup>1</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان، قوچان، ایران

<sup>2</sup>گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>3</sup>کارشناس ارشد میکروبیولوژی، موسسه علوم تحقیقاتی امین آزمای شرق، مشهد، ایران

<sup>4</sup>کارشناس ارشد شیمی تجزیه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

<sup>5</sup>کارشناس ارشد باغبانی، اداره کل استاندارد استان خراسان رضوی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: 1391/11/12 تاریخ پذیرش: 1392/2/3

### چکیده

پسته مقام دوم صادرات غیر نفتی کشور را به خود اختصاص داده است که برای حفظ موقعیت کشور در بازار جهانی از نظر صادرات و حفظ ویژگی های ایمنی و سلامت آن باید تلاش بیشتری صورت گیرد. مهمترین مشکل در عرصه صادرات پسته، مسأله آلودگی آن به سم آفلاتوکسین است؛ از سوی دیگر کاهش کیفیت پسته در طی نگهداری به اکسیداسیون و هیدرولیز چربی ها نسبت داده شده است که انجام این واکنش ها موجب توسعه طعم و رنگ نامطلوب، تندی و کاهش خواص تغذیه ای در محصول می شود. در این تحقیق اثر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی پسته شامل اندیس پراکسید و میزان رطوبت، آفت زدگی، نامتقارن و ته خندان، یکنواختی رقم، یکنواختی اندازه و میزان آفلاتوکسین کل در 105 نمونه پسته با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفته است. میزان نمونه های مردود شده پسته از فاکتور آفلاتوکسین 7 درصد بوده است در حالی که 9 درصد پسته ها از فاکتور پراکسید مردود شدند. نتایج نشان داد که برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی پسته نظیر آفت زدگی و پراکسید با میزان آفلاتوکسین دارای ارتباط معنی دار می باشند ( $P < 0.05$ ).

**کلید واژه ها:** پسته، آفلاتوکسین، اسپرژیلوس فلاووس، پراکسید، آفت زدگی.

## 1- مقدمه

ضررهای ناشی از مصرف آفلاتوکسین‌ها در انسان، از جمله محرز بودن نقش آفلاتوکسین B1 در وقوع سرطان و ضایعات حاد کبد مثل کبد چرب<sup>5</sup> می‌باشد. لذا جنبه‌های مختلف موضوع آلودگی پسته به این قارچ باید به طور جدی مطالعه و بررسی شود.

از دیگر عوامل کاهش کیفیت پسته در طی نگهداری به اکسیداسیون چربی‌ها و هیدرولیز آنها نسبت داده شده است و موجب توسعه طعم و رنگ نامطلوب، تندی و کاهش خواص تغذیه‌ای در محصول و در نتیجه باعث عدم پذیرش آن از سوی مصرف کننده می‌گردد (22).

آفت‌زدگی نیز یکی از عوامل بسیار مهم و تاثیرگذار در کاهش کمی و کیفی مواد غذایی بالاخص پسته می‌باشد. تعداد آفاتی که در ایران به درختان پسته حمله می‌کنند بسیارند که می‌توان به پسیل پسته<sup>6</sup>، زنجره پسته<sup>7</sup>، پروانه مغز خوارپسته<sup>8</sup> و سن‌های زیان آور پسته<sup>9</sup> اشاره کرد (7). کنترل اصولی و بموقع آفات پسته مخصوصاً پروانه میوه خوار پسته (شب پره خرنوب) برای پیشگیری از رشد قارچ مولد آفلاتوکسین موثر است. چون این آفت در هنگام مغزبندی از مغز کامل تغذیه می‌کند لذا می‌تواند عامل ورود قارچ‌های تولید کننده آفلاتوکسین باشد (15).

رطوبت در پسته نظیر دیگر مواد غذایی از اهمیت بسزایی برخوردار است. رطوبت از یک سو بر میزان تردی مغز بخصوص بعد از برشته کردن تاثیر دارد و از سوی دیگر بر فعالیت رشد قارچ مولد آفلاتوکسین موثر می‌باشد. مناسب‌ترین زمان، دما و رطوبت نسبی برای رشد قارچ و تولید آفلاتوکسین به ترتیب 2 تا سه هفته، 25 تا 30 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 88 تا 95 درصد تعیین گردیده است. بطور کلی با کاهش رطوبت سوبسترا به کمتر از 12 درصد، رشد قارچ و تولید آفلاتوکسین متوقف خواهد شد (6).

با توجه به شرایط حضور و تولید آفلاتوکسین‌ها توسط قارچ‌ها در پسته از یک سو و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسته همانند عدد پراکسید، میزان آفت زدگی و رطوبت

پسته یکی از محصولات خشکبار، با اهمیت اقتصادی و صادراتی بالا و بومی ایران می‌باشد که به خاطر کیفیت عالی آن در بین کشورهای تولید کننده این محصول از مرغوبیت ویژه‌ای برخوردار است. برطبق آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد فائو، ایران بزرگترین تولید کننده پسته در دنیا می‌باشد. این محصول مقام دوم صادرات غیر نفتی کشور را بعد از فرش به خود اختصاص داده است به همین دلیل پسته ایران در بین محصولات صادراتی و ارز آور کشور اهمیت خاصی داشته که باید برای حفظ و ارتقای موقعیت جهانی آن تلاش بیشتری انجام گردد (1).

یکی از مشکلات اساسی در زمینه تولید محصولات خشکبار و بالاخص در عرصه صادرات پسته، مسئله آلودگی آن به قارچ آسپرژیلوس فلاووس و تولید سم آفلاتوکسین در آن است که می‌تواند این محصول با ارزش اقتصادی بالا را تهدید نماید و کشور را از رقابت در بازار جهانی باز دارد (15). برای حفظ بازارهای خارجی و صادرات پسته ناگزیر از برنامه ریزی در جهت سلامتی محصول و حفظ معیارهای قابل قبول بازارهای جهانی می‌باشیم.

آفلاتوکسین‌ها گروه بزرگی از مایکوتوکسین‌ها و جزو متابولیت‌های ثانویه قارچی می‌باشند و توسط گونه‌هایی از جمله *Aspergillus Flavus*, *A. Parasiticus*, *A. Nomius*, تولید می‌شوند (25). کپک‌ها به عنوان میکروفلور دائمی هوا و خاک مطرح می‌باشند و در ارتباط با حیوانات و گیاهان زنده و مرده یافت می‌شوند (21 و 23). غلات، دانه‌های آجیلی و روغنی با دارا بودن چربی و کربوهیدرات بالا، از مستعدترین محصولات کشاورزی و خشکبار برای آلودگی به کپک‌ها و تولید آفلاتوکسین به شمار می‌روند. بادام زمینی، پسته، گندم، برنج، ذرت، بادام و انجیر از مهم ترین میزبانان این قارچ هستند و به عنوان مناسب ترین بستر طبیعی برای رشد قارچ‌های آفلاتوکسی‌زا در جهان شناخته شده‌اند. تا کنون چندین نوع آفلاتوکسین شناسایی شده است که از بین آن‌ها آفلاتوکسین‌های  $G_1^1$ ،  $B_2^2$ ،  $G_1^3$  و  $G_2^4$  دارای بیشترین اهمیت هستند (18 و 24).

4 -Aflatoxin G2  
5 -Fatty Liver change  
6 -Psylla pest  
7 -Idiocerus stali  
8 -Reourvaria pistaciaeola  
9 -Pistachio Bugs

1 -Aflatoxin B1  
2 -Aflatoxin B2  
3 -Aflatoxin G1

سازی با ستون ایمونوآفینیته استفاده شد (10). میانگین بدست آمده از اندازه گیری میزان ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و میزان آفلاتوکسین بعد از محاسبه، از طریق آزمون  $MSA^6$  مقایسه گردید. در این تحقیق کلیه آزمایش‌ها با 3 تکرار انجام پذیرفت و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با مدل عمومی خطی<sup>7</sup> و نرم‌افزار Minitab انجام گردید و نمودارها توسط برنامه Microsoft Excel ترسیم شدند.

### 3- نتایج و بحث

نتایج آنالیز کمی و کیفی 105 نمونه پسته صادراتی با سه تکرار (در مجموع 315 نمونه) در طی سال 1389-1390 از نظر میزان آفلاتوکسین و پراکسید و آفت زدگی در شکل‌های زیر نشان داده شده است.

همانطور که در شکل 1 مشخص شده میزان نمونه‌های مردود شده پسته از فاکتور آفلاتوکسین در نمونه‌های مورد آزمون 23 نمونه می‌باشد که معادل با 7 درصد می‌باشد.

شکل 2 نشان می‌دهد میزان نمونه‌های مردود شده پسته از فاکتور پراکسید در نمونه‌های مورد آزمون 29 نمونه می‌باشد که معادل با 9 درصد می‌باشد.

در شکل 3 مشخص گردیده که میزان نمونه‌های مردود شده پسته از فاکتور آفت زدگی در نمونه‌های مورد آزمون 14 نمونه است که برابر با 4 درصد می‌باشد.

حداکثر مقدار مجاز برای اندیس پراکسید در پسته خام و فراوری شده 1 میلی‌اکی والان در کیلوگرم می‌باشد (13). حداکثر مقدار مجاز مجموع آفلاتوکسین در پسته خام و فراوری شده 15ppm و برای B1 آفلاتوکسین 5 ppm می‌باشد (9).

میزان نمونه‌های مردودی از فاکتورهای دیگر نظیر رطوبت، نامتقارن، ته خندان، یکنواختی رقم و یک نواختی اندازه بسیار ناچیز بوده و از آن صرفه نظر گردید. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که میزان آفت زدگی، پراکسید و مجموع آفلاتوکسین بیشترین تاثیر را بر میزان قبولی نمونه‌های مورد آزمون دارد و دیگر فاکتورها تنها بر روی درجه پسته تاثیر گذار هستند.

پسته از سوی دیگر از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر کیفیت پسته می‌باشند، در این تحقیق سعی بر آن است که با اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسته، همزمان رابطه احتمالی بین این ویژگی‌ها با میزان آفلاتوکسین موجود در پسته مورد بررسی قرار گیرد.

### 2- مواد و روش‌ها

در این تحقیق جهت نمونه برداری پسته از استاندارد ملی ایران به شماره‌های 1036 و 3534 تحت عنوان روش نمونه برداری خشکبار و سایر دانه‌های روغنی و مشتقات آن‌ها برای آزمون آفلاتوکسین استفاده گردید (8) و (14). برای بررسی ارتباط بین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسته با میزان آفلاتوکسین، بخشی از نمونه مربوط به آفلاتوکسین جهت آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی استفاده گردید. کلیه مواد شیمیایی استفاده شده از محصولات تولیدی شرکت مرک<sup>1</sup> آلمان بوده است و کاغذ صافی مورد استفاده در استخراج روغن، کاغذ صافی کرپ<sup>2</sup> آلمان شماره 1 می‌باشد. جهت اندازه گیری میزان آفلاتوکسین‌ها از دستگاه HPLC مدل YI9100 مجهز به دکتور فلئورسانس<sup>3</sup> از شرکت یانگ لین<sup>4</sup> کره و مشتق سازی پس ستونی بوسیله کبراسل از شرکت لیبوس<sup>5</sup> فرانسه استفاده گردید.

#### 2-1 اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسته

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسته مانند پراکسید، آفت زدگی، رطوبت، نامتقارن، ته خندان، یکنواختی رقم و یکنواختی اندازه مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 4920 انجام گرفت (11) و جهت اندازه گیری پراکسید از استاندارد ملی ایران شماره 37 استفاده گردید (12).

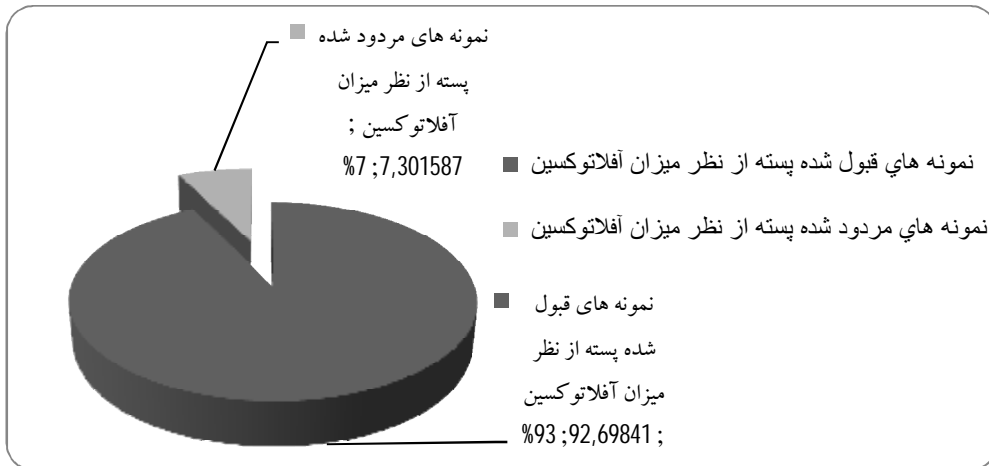
#### 2-2 استخراج و اندازه گیری میزان آفلاتوکسین

##### نمونه

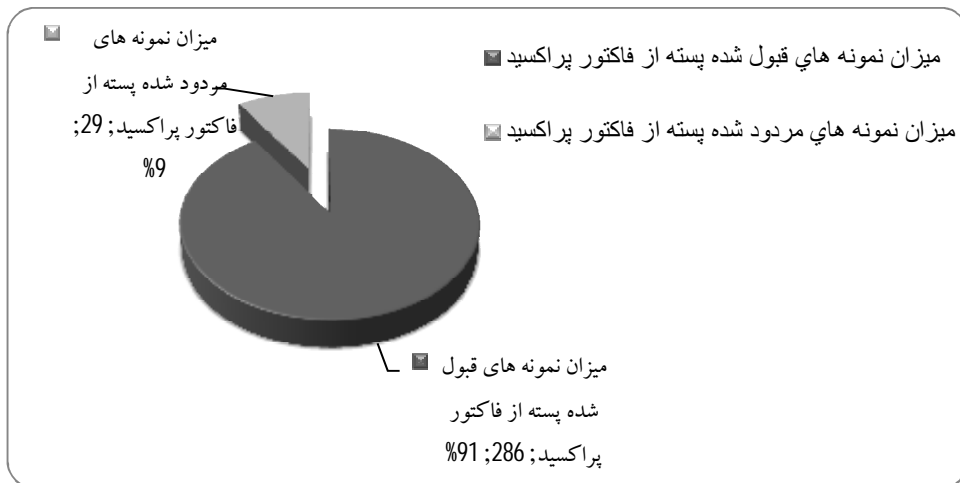
جهت اندازه گیری میزان آفلاتوکسین از استاندارد ملی ایران به شماره 6872 تحت عنوان: «اندازه گیری آفلاتوکسین‌های گروه B و G به طریق کروماتوگرافی مایع با کارایی عالی و خالص

1 - Merck  
2 - Filter paper mn Germany  
3 - Fluorescence Detector  
4 - Young Lin  
5 - Libios

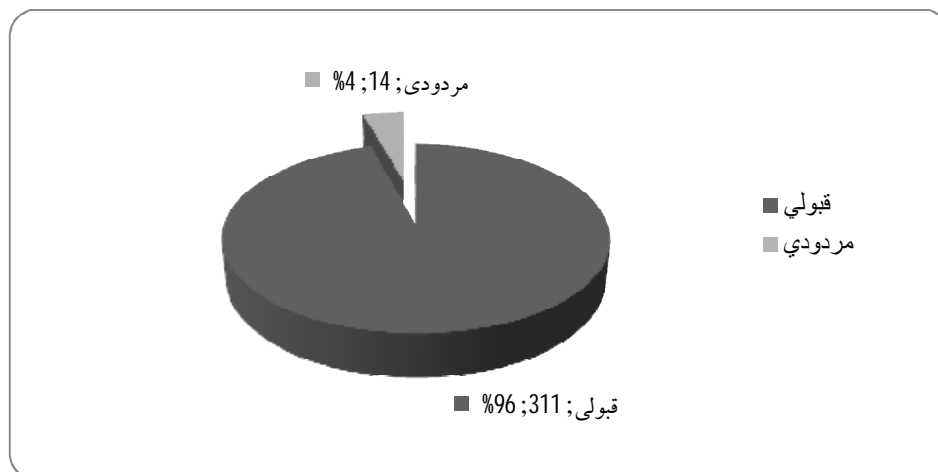
6 - Measurement System Analysis  
7 - General Linear Model



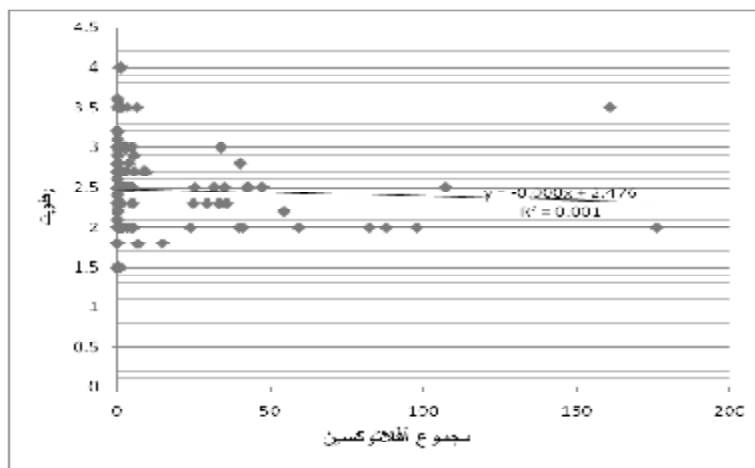
شکل 1- کل نمونه‌های پسته بررسی شده از نظر میزان آفلاتوکسین در یک سال



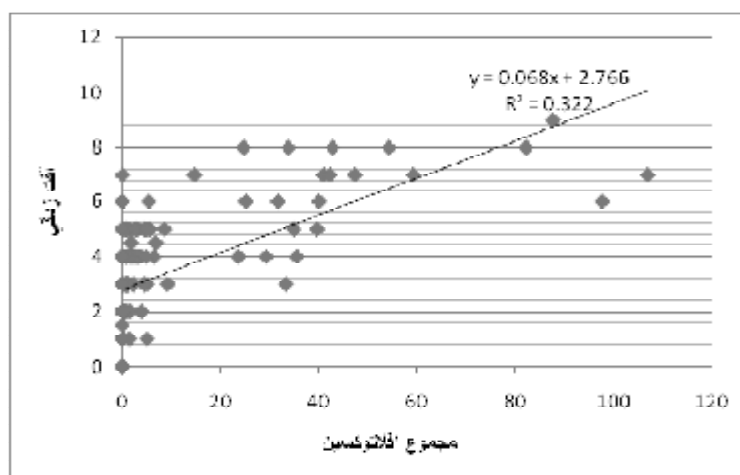
شکل 2- کل نمونه‌های پسته بررسی شده از نظر میزان پراکسید در یک سال



شکل 3- کل نمونه‌های پسته بررسی شده از نظر میزان آفت زدگی در یک سال

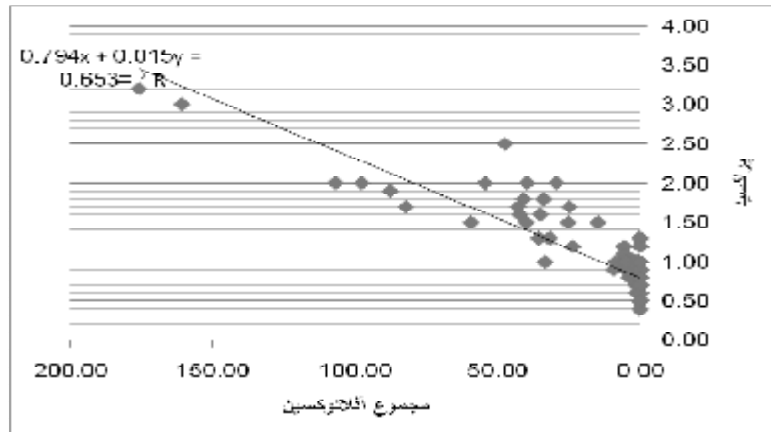


شکل 4- ارتباط بین مجموع آفلاتوکسین و رطوبت



Correlations: Aflatoxin, Act of pest in pistachio  
 Pearson correlation of Aflatoxin and Act of pest in pistachio = 0.504  
 P-Value = 0.000

شکل 5- ارتباط بین مجموع آفلاتوکسین و میزان آفت زدگی



Analysis of Variance for Peroxide, using Adjusted SS for Tests

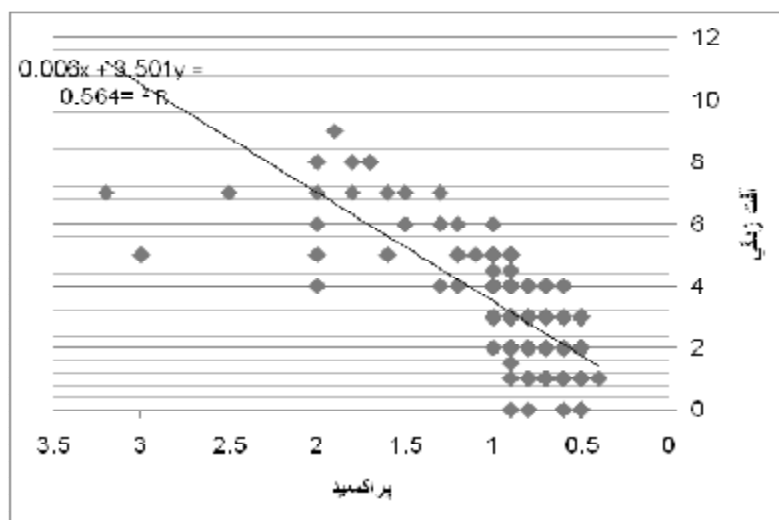
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Aflatoxin	85	31.37520	31.37520	0.36912	10.82	0.000
Total	314	39.18616				

Correlations: Aflatoxin, Peroxide

Pearson correlation of Aflatoxin and Peroxide = 0.808

P-Value = 0.000

شکل 6- ارتباط بین مجموع آفلاتوکسین و میزان پراکسید



Correlations: Peroxide, Act of pest in pistachio

Pearson correlation of Peroxide and Act of pest in pistachio = 0.751

P-Value = 0.000

شکل 7- ارتباط بین آفت زدگی و میزان پراکسید

### 3-1 بررسی میزان رطوبت و میزان رشد قارچ

#### آسپرژیلوس فلاووس در پسته

بهترین شرایط برای رشد قارچ مولد سم و تولید مایکوتوکسین، به دنبال ذخیره سازی محصولات کشاورزی است که به طور کامل خشک نشده و یا به هر دلیلی مجدداً مرطوب شده اند (6). همانطور که در شکل 4 مشاهده می شود ارتباط معنی داری بین میزان رطوبت و مجموع آفلاتوکسین‌ها وجود ندارد ( $P > 0.05$ ) که این عدم ارتباط می تواند از آن جهت باشد که در نمونه‌های بررسی شده میزان رطوبت کمتر از حداکثر مجاز بوده و می توان گفت تمامی پسته‌های آزمون شده از نظر میزان رطوبت قابل قبول می باشند. میزان فعالیت آبی برای رشد قارچ آسپرژیلوس نیز وجود ندارد و میزان آفلاتوکسین تولید شده بسیار کم است بطوری که در نمونه‌های بررسی شده تنها 7 درصد از نمونه‌ها مردود می باشند که می توان گفت در فرایند پسته خام مراحل پوست گیری و شستشو بطور صحیح صورت گرفته و عملیات خشک کردن نیز سریع انجام شده است. حداکثر رطوبت مجاز برای پسته خام 5 درصد وزنی است در حالی که میزان رطوبت برای پسته فرایند شده 3 درصد وزنی می باشد (13). تحقیقات نشان داده هنگامی که رطوبت پسته به 6-5 درصد می رسد امکان رشد اسپور در این میزان رطوبت وجود نداشته و در هنگام حمل و نقل و حتی انبار کردن مادامی که رطوبت از 14 درصد بالا نرود امکان رشد اسپور قارچ بر روی مغز پسته بوجود نمی آید (6) بنابراین تنها مرحله ای که پسته ممکن است عملاً به سم آفلاتوکسین آلوده گردد مرحله روی درخت بوده بخصوص اینکه قبل از رسیدن پسته اگر پوست ترک برداشته یا زخمی در روی میوه ایجاد شود امکان آلوده شدن پسته به اسپور قارچ زیاد می گردد (15). از طرفی حداقل رطوبت نسبی مناسب محیط باید در حدود 85 درصد باشد تا قارچ بتواند به فعالیت خود ادامه بدهد که اکثر مناطق تحت کشت پسته خصوصاً خراسان، کرمان و رفسنجان از مناطق خشک ایران بوده و رطوبت نسبی هوا در این مناطق به مقداری نیست که امکان رشد قارچ را فراهم سازد مگر اینکه در فصل خاصی بارندگی‌های بی موقع باعث افزایش رطوبت نسبی هوا گردد. بنابراین از عوامل تشدید کننده آلودگی پس از برداشت پسته مرحله پوست گیری و شستشوی پسته است که وجود رطوبت و حرارت شرایط مناسبی جهت رشد قارچ و تکثیر آن فراهم می سازد و علاوه بر آن پسته‌های سالم را نیز آلوده

می کند بنابراین بایستی بلافاصله عملیات خشک کردن را انجام داد و میزان رطوبت را همانطور که بیان شد به 6-5 درصد کاهش داد تا اسپور قارچ امکان رشد و تولید آفلاتوکسین را نداشته باشد.

### 3-2 بررسی ارتباط بین میزان آفت زدگی و میزان

#### آفلاتوکسین پسته

میزان نمونه‌هایی که دارای آفت زدگی آشکار بودند بسیار کم بوده (کمتر از 1 درصد) که از آن صرفه نظر گردید در بررسی ارتباط بین میزان آفت زدگی با میزان آفلاتوکسین همانطور که در شکل 5 مشاهده می گردد ارتباط معنی داری بین میزان آفلاتوکسین و میزان آفت زدگی در نمونه‌های مورد آزمون می باشد که ضریب همبستگی برابر با 0/504 می باشد ( $P < 0.05$ ). بدین ترتیب که با افزایش میزان آفت زدگی میزان آفلاتوکسین نیز افزایش می یابد که این امر با توجه به مستعد نمودن پسته جهت رشد قارچ و تولید آفلاتوکسین طبیعی به نظر می رسد و نتایج این تحقیق با تحقیقات انجام شده توسط علامه و همکاران مطابقت دارد (6). جدول شماره 5 نشان می دهد نمونه‌هایی که میزان آفت زدگی بالایی دارند متقابلاً دارای میزان بالایی از آفلاتوکسین نیز می باشند.

### 3-3 بررسی ارتباط بین میزان آفلاتوکسین با میزان

#### پراکسید پسته

همانطور که در شکل 6 مشاهده می گردد ارتباط معنی داری بین میزان پراکسید پسته و میزان آفلاتوکسین موجود در پسته وجود دارد ( $P < 0.05$ ) و ضریب همبستگی برابر با 0/808 می باشد. همانطور که اشاره شد مایکوتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه قارچها از متابولیت‌های اولیه نظیر اسیدهای آمینه، قندها، پروتئین و اسیدهای چرب می باشند که برای تمامی ارگانسیم‌های زنده ضروری هستند در بسیاری از موارد، یک متابولیت ثانویه خود به عنوان پیشساز واکنش‌های بعدی عمل می کند که در این صورت منجر به تشکیل گروه‌های بیشتری از ترکیبات می گردد. مسیر پلی کتاید 1 مهمترین مسیر بیوسنتز مایکوتوکسین‌ها از متابولیت اولیه اسیدهای چرب محسوب می گردد که به واسطه استیل کوانزیم A انجام می گیرد و به تولید مایکوتوکسین‌هایی نظیر آفلاتوکسین و

## 4-3 بررسی ارتباط بین میزان آفت زدگی با میزان

## پراکسید پسته

نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان دهنده ارتباط معنی داری میان میزان آفت زدگی و پراکسید می‌باشد ( $P < 0.05$ ) و ضریب همبستگی بین میزان آفت زدگی با میزان اندیس پراکسید برابر با 0/751 می‌باشد. این امر می‌تواند ناشی از صدمات کمی و کیفی آفت زدگی بر پسته باشد. آفات زنده با تغذیه از مغز پسته و تجزیه چربی‌ها سبب افزایش اکسیداسیون می‌شود و از سویی با از بین بردن لایه‌های محافظ پسته (مزوکارپ 1، اندوکارپ 2 و پری کارپ 3) مغز پسته و در نتیجه روغن پسته را در مجاورت با نور، اکسیژن و دیگر فاکتورهای موثر بر هیدرولیز و اکسیداسیون چربی‌ها قرار داده، موجب افزایش طعم نامطلوب، تندی و کاهش خواص تغذیه‌ای پسته شده و با طولانی شدن مدت نگهداری محصول سبب کاهش بیشتر کیفیت پسته می‌گردد. پری کارپ حاوی آنتی اکسیدان‌هایی می‌باشد که پسته را از فساد و اکسیژن در امان نگه می‌دارد (5). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که عصاره آبی خام و خالص شده پوست سبز پسته (مزوکارپ) دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قوی بوده که حتی در برخی آزمایشها این مقدار از ترکیبات استاندارد (BHT)<sup>4</sup> نیز بیشتر بود (2) و با از بین رفتن آن سبب افزایش واکنش‌های اکسیداسیون می‌شود از سویی دیگر به نظر میرسد متابولیت‌های تولید شده به وسیله فعالیت آفات می‌تواند نقش بسزایی در واکنش اکسیداسیون چربی‌ها داشته باشد که این خود بررسی‌های جامع تری در این مورد را می‌طلبد.

بر اساس تحقیقات انجام شده توجه به شرایط خوب انبارداری از قبیل نور، اکسیژن، طبقه بندی و چیدمان محصول، رطوبت، مدت نگهداری محصول در انبار موقت و کنترل آفات و همچنین بهبود روش‌های نوین بسته بندی نقش مهمی در کنترل این فاکتور ایفا می‌کند. فلذا با توجه به جایگاه پسته در بازارهای داخلی و جهانی و نظر به تحقیقات و مطالعات صورت گرفته در تولید و فراوری این محصول، پیشنهاد می‌گردد از نتایج تحقیقات جدید در زمینه پسته برای توسعه و بهبود استانداردهای ملی پسته استفاده گردد.

اکراتوکسین و غیره می‌انجامد (6). از آنجا که آلودگی دانه‌های روغنی راه اصلی ورود بسیاری از مایکوتوکسین‌ها به زنجیره غذایی انسانی و حیوانی است (6) به نظر می‌رسد چربی در دانه‌های روغنی نقش بسزایی در تشدید فعالیت قارچها و تولید آفلاتوکسین دارد.

13/5 درصد پسته را چربی‌ها تشکیل می‌دهند و بیشترین اجزای ترکیب کننده پسته بعد از پروتئین‌ها با مقدار 19/5 درصد هستند و با توجه به اینکه اسیدهای چرب غالب پسته اسید لینولیک و اسید لینولیک می‌باشند روغن پسته را مستعد اکسیداسیون خودبخودی می‌کند (19) و از سوی دیگر تولید آفلاتوکسین را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند. پسته با دارا بودن عنصر روی به میزان 25 درصد از مواد معدنی، مستعد افزایش تولید آفلاتوکسین می‌باشد به طوری که تقریباً در کلیه محیط کشت‌های محرک تولید سم، عنصر روی برای به حداکثر رسیدن تولید آفلاتوکسین ضروری است (6) و به نظر می‌رسد فعالیت قارچ‌های تولید کننده آفلاتوکسین و تجزیه اسیدهای چرب به عنوان یک منبع متابولیت اولیه می‌تواند منجر به افزایش رادیکال‌های آزاد و متعاقباً باعث افزایش پراکسید نیز گردد. تاثیر میزان پراکسید بر مجموع آفلاتوکسین خود می‌تواند به عنوان یک تحقیق جدید مورد مطالعه قرار گیرد.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد پسته‌هایی که از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی دارای میزان بالای آفت زدگی و یا دارای آسیب دیدگی زیادی هستند مغز پسته آنها نیز در برابر حمله قارچها آسیب پذیرتر می‌باشند و در نتیجه میزان آفلاتوکسین آنها نیز افزایش می‌یابد و از سویی دیگر به علت آنکه قسمتهای بیشتری از مغز (بالاخص مغزهای بدون پری کارپ) در ارتباط بیشتر با هوا و نور می‌باشند واکنش‌هایی اکسیداسیون چربی‌ها افزایش می‌یابد. در طی بررسی‌های انجام شده نمونه‌هایی نیز مشاهده گردید که از نظر میزان آفلاتوکسین پذیرفته شده ولی از نظر میزان پراکسید غیر قابل قبول بودند که این نشان دهنده آن است که شرایط دیگری نیز بر افزایش میزان پراکسید می‌تواند نقش داشته باشند مانند تأثیر دمای برشته کردن که با افزایش دما از 90 به 150 درجه سانتی گراد، اندیس پراکسید به طور معنی داری افزایش یافته است (16). افزایش اندیس پراکسید پس از برشته کردن، نشان دهنده ایجاد برخی تخریب‌ها در روغن است (20).

1-Mesocarp

2-Endocarp

3-Pericarp

4-Butylated Hydroxytoluene



13- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1388. پسته- ویژگی‌ها. استاندارد ملی ایران شماره 15.

14- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1389. مواد غذایی -نمونه برداری از مغزهای درختی- بادام زمینی -سایر دانه‌های روغنی و مشتقات آن‌ها برای آزمون آفلاتوکسین - آیین کار. استاندارد ملی ایران شماره 3534.

15- موسسه تحقیقات پسته، 1379. روشهای پیشگیری و کنترل آفلاتوکسین پسته.

16- نیکزاده، وجیهه. صداقت، ناصر. 1387. بررسی اثرات دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان نگهداری بر ویژگی‌های کیفی روغن پسته و خصوصیات ارگانولپتیکی آن.

17- Aflatoxicosis, Aflatoxins Essential Data 1999. ICD-9-CM- 989.7

18- Arrus K., Blank G., Abramson D., Clear R., and Holley R.A. 2005. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil Nuts. *Journal of Stored Products Research*. 41: 513-527.

19- Ashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. and Tabil, L.G. 2006. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. *Journal of Food Engineering*. 72, 30-38.

20- Gardner, H. W. 1979. Lipid hydroperoxide reactivity with proteins and amino acids: a review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 27, 220-227.

21- Marina M.H., Almeida I., Marques M., and Bernardo F. 2008. Interaction of wild strains of *Aspergilla* with *Aspergillus parasiticus* ATCC15517 and aflatoxin production. *International Journal of Molecular Science*. 9(3):394-400.

22- Maskan, M. and Karatas, S. 1999. Storage stability of whole-split pistachio nuts (*Pistachio vera* L.) at various conditions. *Food Chemistry*. 66, 227-233.

23- Smela M., Currier S., Bailey E., and Essigmann J. 2001. The chemistry and biology of aflatoxin B1: from mutational spectrometry to carcinogenesis. *Carcinogenesis*. 22: 535- 545.

24- Trial F., Mahanti N., and Linz J. 1995. Molecular biology of aflatoxin biosynthesis. *Microbiology*. 141:755-765.

25- Wilson D.M., and Payne G.A. 1994. Factors affecting *Aspergillus flavus* group infection and aflatoxin contamination of crops, In the Toxicology of Aflatoxins. *Human Health, Veterinary, and Agricultural Significance* (David L. Ethon and John D. Groopman, San Diego: Academic Press).

## 5. سپاس‌گزاری

از سرکار خانم مهندس حبیبی، مدیر عامل محترم موسسه علوم تحقیقاتی امین آزمای شرق که اینجانب و همکاران را در انجام این پژوهش یاری نمودند، صمیمانه سپاس‌گزاری می‌گردد.

## 6. منابع

1- ابریشمی، محمد حسن. 1373. پسته ایران: شناخت تاریخی. مرکز نشر دانشگاهی تهران.

2- رجایی، احمد. 1388. خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی پوست پسته. شبکه خبری صنایع غذایی.

3- سربازبردسیری، ناهید و همکاران. 1388. فصل نامه پسته ایران، شماره 8. بررسی ارتباط سطح سن زدگی با میزان آفلاتوکسین.

4- شجاع‌الدین، محمد. 1382. پسته، آفات، بیماری‌ها و کمبودها، انتشارات فروزش.

5- صداقت، ناصر. 1386. استخراج روغن پسته و بررسی خواص کیفی آن تحت شرایط نگهداری و بسته بندی. اولین همایش ملی فراوری و بسته بندی پسته.

6- علامه، عبدالامیر. رزاقی ایبانه، مهدی. 1380. مایکوتوکسین‌ها - موسسه چاپ و انتشارات امام حسین.

7- فریور مهین، حسین. 1370. آفات و بیماریهای مهم درختان پسته در استان کرمان.

8- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1373. روش نمونه برداری خشکبار. استاندارد ملی ایران شماره 1036.

9- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1380. خوراکی انسان - دام - بیشینه رواداری مایکوتوکسین‌ها. استاندارد ملی ایران، شماره 5925.

10- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1382. مواد غذایی - اندازه گیری آفلاتوکسین‌های گروه B و G به طریق کروماتوگرافی مایع با کارایی عالی و خالص سازی با ستون ایمنووافینیتی - روش آزمون. استاندارد ملی ایران شماره 6872.

11- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1387. روش‌های آزمون پسته. استاندارد ملی ایران شماره 4920.

12- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1388. بیسکویت - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران شماره 37.