

بررسی اثر سن زدگی روی خواص فیزیکی شیمیایی و آفلاتوکسین پسته

خاطره نکویی^۱، فاطمه حسن زاده داورانی^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۰۱ اسفند ماه ۱۴۰۳

تاریخ دریافت: ۱۹ آذر ماه ۱۴۰۳

چکیده

پسته یکی از محصولات خشکبار، با اهمیت اقتصادی و صادراتی بالا و بومی ایران می باشد و به خاطر کیفیت عالی آن در بین کشورهای تولید کننده، این محصول از مرغوبیت ویژه ای برخوردار است. یکی از مشکلات اساسی در زمینه تولید محصولات خشکبار در عرصه مصرف صادرات پسته، آلودگی آن به تولید سم آفلاتوکسین است. آفت زدگی یکی از دلایل کاهش کیفیت پسته توسط آفت سن برای ورود انواع قارچ ها به ویژه قارچ مولد آفلاتوکسین می باشد. در این راستا نمونه برداری از ترمینال های فرآوری پسته در شهر کرمان انجام شد. پس از جداسازی میوه سن زده از میوه سالم نمونه ها در سه تکرار با شرایط کاملاً ایزوله و در دمای حدود ۹ درجه سلسیوس به آزمایشگاه جهت سایر بررسی ها منتقل شدند. صفت های درصد چربی، درصد پروتئین، میزان قند کل، میزان آفلاتوکسین در زمان های صفر، ۲ و ۴ ماه اندازه گیری شدند. نوع طرح انتخاب شده فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی و برای آنالیز واریانس از نرم افزار SAS استفاده شد. میزان صفت قند کل در تیمار پسته آفت زده کمتر از میانگین پسته سالم که به عنوان پسته شاهد آزمایش انتخاب شده بود. آفت سن که به مغز میوه خسارت زده است باعث افزایش تنفس میوه شده و در نتیجه میزان پروتئین که تابعی از قند کل است، نیز در این آزمایش کاهش پیدا کرده است. نتایج این آزمایش نشان داد بالاترین میزان آفلاتوکسین در تیمار زمان اندازه گیری ۴ ماه و در نمونه دارای سن و کمترین میزان صفت در تیمار نمونه سالم در زمان ۲ ماه حاصل شد. پسته هایی که از نظر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی دارای میزان بالای آفت زدگی و یا دارای آسیب دیدگی زیادی هستند مغز پسته آنها نیز در برابر حمله قارچ ها آسیب پذیرتر می باشند و در نتیجه میزان آفلاتوکسین در آنها نیز افزایش می یابد.

کلمات کلیدی: آفت زدگی، آفلاتوکسین، کیفیت پسته، مغز

دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیولوژی پس از برداشت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

^{۲*}گروه بیماری شناسی گیاهی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران.

*نویسنده مسئول: hasanzadeh.1662@gmail.com

Effect of Bug s damage on physicochemical, properties and aflatoxin of pistachio

Khatere Nekoei ¹, Fatemeh Hassanzadeh Davarani ^{2*}

¹M.Sc. Graduate of Post harvest physiology, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

²Department of Plant Pathology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran.

*Corresponding author:

hasanzadeh.fatemeh1662@gmail.com

Abstract

Pistachio is one of the nicotine products of high economic value and native to Iran and due to its excellent quality among the producing countries, this product is of special importance. One of the main problems with the production of nuts in the field of export of pistachios, its contamination is the production of aflatoxin poison. In this regard, sampling of pistachio processing terminals was carried out in Rafsanjan. After isolating the old fruit from healthy fruits, the specimens were transferred to the laboratory for three replications with completely isolated. Oil percentage, protein percentage, total glucose, aflatoxin content, total microorganisms count and mold and yeast count were measured at times 0, 2 and 4 months. The design of the selected factorial design was completely randomized and SAS software was used for analysis of variance. The results of this experiment show that the highest total number of mold and yeast count was observed in the treatment period of 4 months and in the sample with the mirid bug and the lowest mold and yeast attributes with an average of 100 g / g in healthy sample at zero time. On the other hand, the highest number of total microorganisms count in the 4-month measurement period and in the sample with the age and the least trait of microorganisms in the healthy sample at zero and the highest amount of aflatoxin in the treatment time of 4 months and in the sample with mirid bug and the lowest trait was obtained in healthy samples at 2 months.

Keywords: Pest, Aflatoxin, Pistachio qualification, Kernel

ایران با داشتن حدود ۴۴۰ هزار هکتار سطح زیر کشت باغات پسته در حال حاضر حدود ۵۷ درصد تولید جهانی و متجاوز از ۶۰ درصد صادرات جهانی این محصول مهم و اقتصادی را به خود اختصاص می دهد و به عنوان بزرگ ترین و مهم ترین کشور تولید کننده و صادر کننده پسته در جهان در بین کشورهای تولید کننده پسته (ایران، آمریکا، ترکیه، سوریه، یونان و...) به شمار می رود (Mohamadi Moghadam, 2007). ارزش اقتصادی حاصل از صادرات پسته به ۶۶ کشور جهان، در حدود یک میلیارد دلار در سال می باشد که دومین منبع درآمد ارزی بعد از نفت محسوب می شود (Sherafati, 2008). که این خود گواهی بر اهمیت فوق العاده این محصول است که نیاز مبرم به بهینه سازی بیشتر محصول در سطح تجارت جهانی دارد. در سال های اخیر معضل اصلی و مهم کشور در عرصه صادرات پسته، مساله آلودگی آن به قارچ اسپریژیلوس و سم آفلاتوکسین است که می تواند این منبع درآمد ارزی را تهدید نموده و ما را از رقابت در بازار جهانی باز دارد. به طوری که در ۳۷ سال گذشته، چندین بار پسته صادراتی ایران به علت وجود آفلاتوکسین برگشت داده شده و یا به قیمت پایینی به فروش رفته است. لذا جنبه های مختلف موضوع آلودگی پسته باید به طور جدی مطالعه و بررسی شود (Mohamadi Moghadam et al., 2015). بسیاری از بیماری های تهدید کننده سلامت انسان به طور مستقیم و غیرمستقیم با محصولات غذایی و آلاینده های موجود در آن ها در ارتباط می باشند. یکی از مهم ترین آلوده کننده های طبیعی مواد غذایی میکوتوکسین ها هستند که به علت عدم اطلاع دقیق از وجود و میزان آن ها در مواد غذایی و تنوع محصولات آلوده شده هر سال گزارشات زیادی از مسمومیت های شدید و حتی مرگ انسان و حیوانات به سبب این آلاینده ها ارائه می شود (Chesmore, 1993).

ابعاد اقتصادی و تجاری ناشی از آلودگی محصولات صادراتی خشکبار ایران به میکوتوکسین ها گسترده است که این امر به علت توجه و حساسیت کشورهای مقصد به سلامت شهروندان خود بروز نموده است. به دلیل وجود قوانین و مقررات جدی در قالب قوانین مشترک گروهی از کشورها مانند اتحادیه اروپایی و یا کدکس بین الملل، محموله های آلوده به مقادیر جزئی میکوتوکسین در کشور مقصد غیر قابل تشخیص داده شده، معدوم و یا مرجوع شده و تجارت خشکبار ایران را تهدید نموده است. یکی از اهداف استراتژیک وزارت جهاد کشاورزی تولید محصول سالم می باشد. در راستای این اهداف آلودگی میکوتوکسینی محصولات استراتژیک مانند گندم، جو و ذرت، و محصول صادراتی مهم مانند پسته که اجزا اصلی سید غذایی مردم ایران را تشکیل می دهند بررسی شد و نتایج آن در این مجموعه مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. جهت پیشگیری از تولید میکوتوکسین ها در محصولات زراعی و باغی ابتدا باید با تحقیقات مستمر و هدفمند نقاط بحرانی و شرایط مطلوب تولید آن ها را در هر محصول و در مراحل مختلف داشت، برداشت، فرآوری و انبار روشن نمود. سپس با استفاده از قارچکش ها در مراحل بحرانی رشد قارچ، کاربرد روش های مختلف مدیریتی جهت کاهش تنش در مراحل رشد میوه، مبارزه با آفات و سایر عوامل مسبب آسیب در میوه بررسی خواهد شد (Rahimzadeh, 2017).

آفلاتوکسین ها سمومی هستند که توسط گروهی از قارچ های گروه اسپریژیلوس بر روی بسیاری از مواد غذایی از جمله پسته تولید می شوند. به دلیل مضر بودن مشکلات اساسی در زمینه تولید محصولات خشکبار و بالاخص در عرصه صادرات پسته مسئله آلودگی آن به قارچ اسپریژیلوس فلاووس و تولید سم آفلاتوکسین در آن است که می تواند این محصول را با ارزش اقتصادی بالا را تهدید نماید. آفلاتوکسین گروه بزرگی از میکوتوکسین ها و جزو متابولیت های ثانویه قارچی می باشد و توسط گونه هایی از جمله *A. parasiticus*، *A. nomius* و *Aspergillus flavus* تولید می شوند. با توجه به شرایط حضور و تولید آفلاتوکسین ها توسط قارچ ها در پسته از یک سو و برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی پسته همانند پراکسید - میزان آفت زدگی - رطوبت پسته از سوی دیگر از مهم ترین عوامل تاثیرگذار بر کیفیت پسته می باشد. انسان هر روزه محدودیت های بیشتری برای مقادیر مجاز آن در مواد غذایی در نظر گرفته می شود به طوری که در سال های اخیر این مقادیر تا حدی پایین در نظر گرفته شده اند که دستیابی به آن بدون استفاده از فناوری و رعایت بسیاری از موارد امکان پذیر نمی باشد. نتایج تحقیقات اخیر در خصوص بررسی و شناسایی دانه های مشکوک به آلودگی نشان می دهد در دانه هایی که پوست نرم روی آن ها قبل از برداشت شکاف هایی ایجاد می شود احتمال آلودگی قارچی وجود دارد و مغز این دانه ها در باغ به سم آفلاتوکسین آلوده می شود از طرف دیگر این دانه ها اغلب دارای لکه هایی می باشند که هر چه سطح این لکه بیشتر باشد نشان دهنده این است که دانه پس از پاره شدن پوست مدت بیشتری بر روی درخت بوده و احتمال آلودگی آن بیشتر است. رنگ این لکه ها از زرد تا قهوه ای متغیر است. معمولاً لکه های خاکستری و تیره رنگی بر روی پوست استخوانی تعدادی از دانه های پسته که پوست آن ها در باغ شکاف نخورده است نیز وجود دارد که برخی از دلایل آن برداشت دیر هنگام محصول، گرما و فشار ناشی از انباشتگی محصول پس از برداشت و قبل از پوست گیری و خشک کردن آن که ناشی از تأخیر در مراحل فرآوری است، می باشد که به دلیل شرایط مناسب جهت آلوده شدن دانه های سالم احتمال آلوده بودن این دانه ها وجود دارد. بر اساس یافته های (Bagheri et al, 2010) سن سبز پسته، *Brachynema germari* یکی از مهم ترین آفات پسته در کشورمان ایران می باشد که سالیانه باعث خسارت قابل توجهی به این محصول با ارزش می شود. امروزه به منظور کنترل حشرات زیان آور، از جمله سن سبز پسته، توجه به ویژگی های فیزیولوژیک آن ها از جمله مراحل رشد و نمو جنین و تخم به عنوان یک راهکار جهت تداخل در فرآیندهای حیاتی حشره از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بدین منظور وجود دو گروه از آنزیم های مهم، پروتئاز و آمیلاز، در اووسیت و تخم سن سبز پسته بررسی گردید. بیشینه فعالیت پروتئولیتیک کل تخم و اووسیت با استفاده از سوبسترای Z-Arg-Arg-، برابر با 3 بدست آمد که نشان دهنده وجود سیستمین پروتئینازها می باشد. سوبستراهای ویژه سیستمین پروتئینازها pH همگلوبین بخوبی توسط آنزیم های موجود در تخم و اووسیت هیدرولیز گردید که به ترتیب نشان دهنده وجود سیستمین، Z-Phe-Arg-pNA و pNA فعالیت سیستمین پروتئینازهای کاتپسین ال و کاتپسین بی را به ترتیب در E- پروتئینازهای کاتپسین بی و کاتپسین ال در آن ها می باشد. مهارکننده 64 74 درصد کاهش داد. هم چنین حضور سیستمین پروتئینازها، با افزایش 63 و 62 / 82 درصد و در اووسیت به میزان 24 / 99 و 14 / تخم به میزان 85 و افزایش فعالیت پروتئینازی عصاره آنزیمی اووسیت توسط فعال کننده ال- سیستمین DTT فعالیت پروتئینازی عصاره آنزیمی تخم توسط فعال کننده 27 در اووسیت به اثبات رسید. بر اساس این نتایج 188 / 71 و 78 / تخم و 23 / 99 و 57 / روی سوبسترای ویژه کاتپسین ال و بی به ترتیب به میزان 41 می توان وجود کاتپسین ال و کاتپسین بی را در تخم و اووسیت سن سبز پسته ثابت نمود. طبق یافته های (Moradi et al, 2010) (نامناسب بودن شرایط انبار باعث آلودگی آفلاتوکسین می گردد. تغییرات رطوبت مغز پسته و فعالیت آبی با گذشت زمان انبارداری در تمامی انبارها ثابت بوده لذا تبادل رطوبتی بین پسته و محیط به اندازه ای نیست که بتواند تولید آفلاتوکسین را افزایش دهد.

آفت سن یکی از آفات بسیار مهم باغات پسته محسوب می شود. در سالیان اخیر با از بین رفتن دشمنان طبیعی آفت، سن جولان زیادی در مناطق پسته خیز یافته و متاسفانه می رود که بعد از شیر خشک و پروانه چوبخوار به عنوان سومین آفت کلیدی پسته محسوب شود (Hashemi Rad, 1999). ایران با داشتن حدود ۴۴۰ هزار هکتار سطح زیر کشت باغات پسته در حال حاضر حدود ۵۷ درصد تولید جهانی و متجاوز از ۶۰ درصد صادرات جهانی این محصول مهم و اقتصادی را به خود اختصاص می دهد و به عنوان بزرگ ترین و مهم ترین کشور تولید کننده و صادر کننده پسته در جهان در

بین کشورهای تولید کننده پسته (ایران، آمریکا، ترکیه، سوریه، یونان و...) به شمار می‌رود. (Mohamadi Moghadam, 2007). ارزش اقتصادی حاصل از صادرات پسته به ۶۶ کشور جهان، در حدود یک میلیارد دلار در سال می‌باشد که دومین منبع درآمد ارزی بعد از نفت محسوب می‌شود (Sherafati, 2008). که این خود گواهی بر اهمیت فوق‌العاده این محصول است که نیاز مبرم به بهینه‌سازی بیشتر محصول در سطح تجارت جهانی دارد. در سال‌های اخیر معضل اصلی و مهم کشور در عرصه صادرات پسته، مساله آلودگی آن به قارچ اسپرژیلوس و سم آفلاتوکسین است که می‌تواند این منبع درآمد ارزی را تهدید نموده و ما را از رقابت در بازار جهانی باز دارد. به طوری که در ۳۷ سال گذشته، چندین بار پسته صادراتی ایران به علت وجود آفلاتوکسین برگشت داده شده و یا به قیمت پایینی به فروش رفته است. لذا جنبه‌های مختلف موضوع آلودگی پسته باید به طور جدی مطالعه و بررسی شود (Mohamadi Moghadam et al., 2015).

کشاورزان می‌توانند آلودگی به آفلاتوکسین را با مبارزه با این آفت کاهش دهند. به‌علاوه اگر دستگاه‌های فرآیند پسته‌های آلوده به این آفت را جدا کنند، میزان آفلاتوکسین تا حد زیادی کاهش خواهد یافت. در مطالعات مربوط به آلودگی پسته در باغ نشان داده که عوامل اصلی آلودگی پسته به آفلاتوکسین، زود خندانی و پارگی پوست نرم رویی هستند، به طوری که در ۲۲ درصد نمونه‌های مربوط به این‌گونه پسته‌ها که فاقد آفت زدگی بودند؛ آفلاتوکسین مشاهده شده و آفت زدگی تا ۷۵ درصد موجب بالا رفتن میزان آفلاتوکسین گردیده است (Salehian et al., 2022). سن‌های زیان آور پسته با نیش زدن و تغذیه از میوه در ابتدا باعث ریزش دانه‌ها و پس از آن ایجاد بیماری ماسو در دانه‌های پسته می‌شوند که باعث نامرغوبی محصول می‌شود. برای مبارزه شیمیایی از سموم مختلفی استفاده می‌شود که ضرورت دارد مواد طبیعی با کارایی بالا و بدون خطرات زیست محیطی به‌عنوان جایگزین معرفی شود. با توجه به ماهیت خسارت سن در پسته که هر یک تغذیه سن می‌تواند باعث ایجاد بیماری ماسو در دانه پسته شده و سبب از بین رفتن آن شود کاهش حتی یک درصدی خسارت نیز مهم تلقی می‌شود. نتایج آن‌ها نشان داد که پس از تیمار سم، تیمار تند اکسیر در میان مواد ارگانیک بکار رفته در این تحقیق از تاثیر خوبی در کنترل خسارت سن‌های پسته برخوردار است. بر اساس یافته‌های (Mehrnejad and Panahi, 2006) در کالیفرنیا وجود آفلاتوکسین در پسته‌های که دیر برداشت شده بود گزارش و عنوان نمودند در پسته‌هایی که به موقع برداشت شدند و در پوست رویی آن‌ها ترکیدگی وجود نداشت آلودگی به آفلاتوکسین یافت نشد. بر اساس منابع موجود در کالیفرنیا ایجاد شکاف در پوست رویی میوه پسته بعد از مرحله رسیدن میوه شیوع ندارد و این موضوع می‌تواند به دلیل خصوصیات رقم پسته شرایط اقلیمی و مدیریت باغ در آن مناطق باشد، اما در ایران پیدایش ترکیدگی‌های متعدد در پوست رویی میوه و متعاقب آن شکاف و پاره پاره شدن پوست نرم بعد از مرحله رسیدن میوه بسیار متداول است. تحقیق حاضر به منظور فراهم نمودن شرایط مناسب در داخل میوه برای تولید آفلاتوکسین توجه شده است. همچنین ارتباط تولید آفلاتوکسین با روند رسیدن میوه بحث شده است. نتایج این تحقیق ترکیدگی پوست رویی میوه پسته در بعد از مرحله رسیدن میوه نقشی مهم در آلودگی پسته به آفلاتوکسین دارد. نامناسب بودن شرایط انبار باعث آلودگی آفلاتوکسین می‌گردد. تغییرات رطوبت مغز پسته و فعالیت آبی با گذشت زمان انبارداری در تمامی انبارها ثابت بوده لذا تبادل رطوبتی بین پسته و محیط به اندازه‌ای نیست که بتواند تولید آفلاتوکسین را افزایش دهد (Moradi et al., 2006). از آن‌جا که از یک سو کشور ما با داشتن حدود ۴۴۰ هزار هکتار سطح زیر کشت باغ‌های پسته در حال حاضر حدود ۵۷ درصد تولید جهانی و متجاوز از ۶۰ درصد صادرات جهانی این محصول مهم و اقتصادی را به‌خود اختصاص می‌دهد و به عنوان بزرگ‌ترین و مهم‌ترین کشور تولید کننده و صادر کننده پسته در جهان، در بین کشورهای تولید کننده پسته به شمار می‌رود و از سوی دیگر این دانه روغنی علاوه بر ارزآوری و ایجاد فرصت‌های اقتصادی به میزان بسیار زیادی در جهت تولیدات خوراک دام و طیور و به اشکال و طرق مختلف به عنوان تامین کننده نیازهای خوراکی بشر کاربرد داشته و هم‌چنین به دلیل خطر ناک بودن خسارات سن در ایجاد آلودگی در این ماده مغذی بر آن شدیم تا در این تحقیق به بررسی خسارت‌های سن و بررسی کیفیت پسته انجام گیرد.

مواد و روش‌ها

تهیه و جمع‌آوری نمونه‌ها

در این پژوهش به منظور بررسی رابطه بین سن زدگی و کیفیت پسته از ۲ نمونه مغز پسته سالم (شاهد) و سن زده از ترمینال شرکت پسته نظری واقع در شهر کرمان به صورت هدفمند به میزان ۱۰ کیلوگرم از هر تیمار نمونه برداری و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تهیه و جمع‌آوری نمونه‌های آلوده به سن به ترمینال شرکت پسته نظری واقع در شهر کرمان مراجعه و بصورت هدفمند نمونه‌گیری به عمل آمد. نمونه‌ها از مکان‌هایی که در ظاهر مشکوک به آلودگی سن بودند گرفته شدند. هم‌چنین نمونه‌های سالم به عنوان تیمار شاهد تهیه و نمونه‌ها در سردخانه در شرایط کامل محصول بر اساس استاندارد BRC نگهداری شدند.

تیمارهای آزمایش و پارامترهای اندازه‌گیری شده

فاکتور اول شامل نوع نمونه سطح یک: مغز سالم (شاهد) و سطح دو: مغز سن زده بود و همچنین فاکتور دوم: زمان اندازه‌گیری در ۳ سطح، صفر، ۲ ماه و ۴ ماه در نظر گرفته شد. نوع طرح انتخاب شده فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. در این آزمایش صفت‌های میزان قند کل، پروتئین، درصد روغن، عدد پراکسید و آفلاتوکسین و تست‌های میکروبی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری قندهای محلول

برای استخراج ۰/۵ گرم نمونه با استفاده از ۵ میلیلیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و محلول حاصل در لوله فالدکون ریخته و عمل استخراج دو بار و هر بار با ۵ میلیلیتر اتانول ۷۰ درصد تکرار شد. محلول به دست آمده ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفوژ با سرعت (rpm) ۳۵۰۰ قرار گرفت. پس از جداسازی فاز مایع از جامد، قسمت مایع برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول مورد استفاده قرار گرفت. بدین صورت که ۰/۱ میلیلیتر از عصاره الکلی حاصل با ۳ میلیلیتر آنترن تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترن به علاوه ۱۰۰ میلیلیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط شد. این محلول ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده میشود تا واکنش انجام و رنگی شد. سپس میزان جذب آن با اسپکتروفوتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه گردید. برای تهیه استاندارد قندها از گلوکز خالص در غلظت‌های ۰، ۲۵۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ (میلی گرم در لیتر) تهیه و جذب آنها اندازه‌گیری شد (Ozturk et al., 2016).

درصد پروتئین

اندازه‌گیری پروتئین خام بروش کج‌دال: اساس آزمایش بر مبنای اندازه‌گیری کل ازت موجود در غذاها با فرض بر این که تمام ازت موجود از نوع پروتئینی بوده و با استفاده از ضرایب تبدیل ازت به پروتئین استوار است. روش انجام آزمایش: آزمایش اندازه‌گیری پروتئین شامل ۳ بخش می‌باشد. بخش اول شامل

مرحله هضم بود، که در این مرحله ماده غذایی در اسید سولفوریک غلیظ در حضور ۲ کاتالیزور چوشانده شده که در اینجا حرارت باعث تسریع در عمل هضم شد. بخش دوم شامل مرحله تقطیر می باشد که در این مرحله ماده غذایی که در مرحله اول هضم گردید. در این مرحله ازت موجود در محلول حاصل بصورت گاز آمونیاک آزاد می شود که این گاز که بصورت بخار می باشد پس از عبور از مبرد (refrigerant) به مایع تبدیل شده و وارد اسید بورک موجود در ارلن می شود و شکل بورات آمونیوم را می دهد. بخش سوم شامل مرحله تیتراسیون می باشد که در این مرحله بورات آمونیوم تشکیل شده در مرحله قبلی را با اسید هیدروکلریک ۱/ نرمال تیتراژ شد.

درصد روغن پسته

برای استخراج روغن پسته، مغز پسته خشک شده در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت را آسیاب و سپس مغز پودر شده را داخل کاغذ صافی ریخته و توزین نموده و داخل ارلن گذاشته، سپس روی آن ۱۲۰ سی سی ان-هگزان ریخته و بعد از ۴۸ ساعت کاغذ صافی همراه با پودر داخل آن را بیرون آورده و داخل دسیکاتور برای جلوگیری از جذب رطوبت و تبخیر شدن ان-هگزان به مدت ۴۸ ساعت قرار و سپس وزن شد. مخلوط روغن و ان-هگزان را داخل دستگاه روتاری ریخته و با استفاده از دستگاه روتاری ان-هگزان را از روغن پسته جدا شد

اندازه گیری عدد پراکسید با روش اسپکتروفتومتر

۱. محلول ۱٪ اسیدتری کلرواستیک: ۱ گرم اسید تریکلرواستیک را در آب مقطر حل نموده و به حجم نهایی ۱۰۰ ml رسانده شد. ۲. محلول یدید پتاسیم یک مولار (MW=166): مقدار ۴۱/۵ گرم یدید پتاسیم را در آب مقطر حل نموده، به حجم نهایی ۲۵۰ ml رسید. ۳. جهت تهیه بافر فسفات ۱۰ mM: مقدار یک میلی لیتر از بافر فسفات تهیه شده به حجم ۱۰۰ ml رسانده شد.

روش کار

یک گرم نمونه را خرد کرده به آن ۵ ml محلول اسید تریکلرواستیک ۱٪ (w/v) اضافه شد. نمونه هموژنیزه شده در ۱۲۰۰۰ g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ می شود. ۰/۵ میلی لیتر از محلول رویی سانتریفیوژ شده به ۰/۵ میلی لیتر محلول بافر فسفاتپتاسیم ۱۰ میلی مولار (pH=7) و یک میلی لیتر محلول یک مولار از KI اضافه گردید. استانداردها: محلولهای H₂O₂ را در غلظتهای بین ۲-۱۰ mM تهیه و نمودار استاندارد رسم شد. میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS مارک سی سیل انگلیس در طول موج ۳۹۰ nm اندازه گیری شد (ozturk et al., 2016).

اندازه گیری آفلاتوکسین

اندازه گیری میزان آفلاتوکسین به روش HPLC انجام شد (Malekpour, 2016). ابتدا مقدار ۳ کیلوگرم از نمونه را آسیاب کرده، پودر حاصل را با آب مخلوط میکنیم تا خمیر اصلی درست شود. سپس ۱۷۵ گرم از خمیر را با ۱۷۵ میلی لیتر متانول و ۵ گرم نمک را به مدت ۲ دقیقه در مخلوطکن میکس میکنیم. مخلوط حاصل را از کاغذ صافی عبور داده و میزان ۱۰ میلی لیتر از این عصاره را با ۲۵ میلی لیتر PBS تویندار مخلوط کرده و از کاغذ صافی عبور میدهیم، سپس با قراردادن عصاره در اتوسمپلر و دستگاه HPLC مدل شیماتزو ساخت کشور ژاپن آفلاتوکسین اندازه گیری شد.

نتایج

صفت میزان قند کل

نتایج تجزیه واریانس صفت میزان قند کل نشان داد که فاکتور نوع نمونه در سطح احتمال یک درصد بر میزان قند کل تاثیر گذاشته و این صفت معنی دار شد ($P < 0.01$). این نتیجه به این معنی است که بین دو نمونه انتخاب شده از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد، که نشان می دهد آفت سن بر میزان قند کل در مغز پسته اثر منفی داشته است (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفت میزان قند کل تحت تاثیر فاکتورهای مورد مطالعه

میانگین مربعات	درجه آزادی	نوع نمونه
۴۷۰/۳**	۱	نوع نمونه
۱/۵۵	۲	زمان اندازه گیری
۰/۲۲	۲	نوع نمونه * زمان اندازه گیری
۳/۵	۱۲	خطای کل
۳/۰۱		ضریب تغییرات

** در سطح یک درصد، * در سطح پنج درصد، بدون ستاره عدم اختلاف معنی دار

مقایسه میانگین صفت قند کل در مغز پسته نشان داد که میزان این صفت در تیمار پسته آفت زده با میانگین ۵۷/۴۴ گرم کمتر از میانگین پسته سالم که به عنوان پسته شاهد آزمایش انتخاب شده بود، با میانگین ۶۷/۶۶ گرم بود (نمودار ۴).

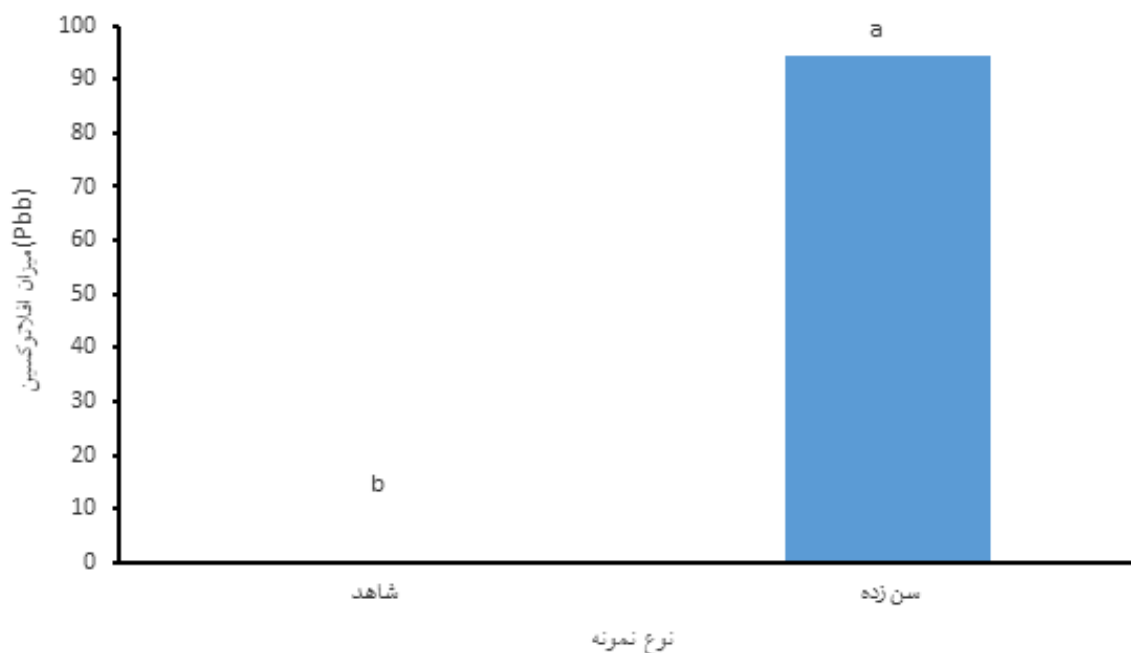
نتایج تجزیه واریانس صفت میزان آفلاتوکسین کل نشان داد که فاکتور نوع نمونه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است ($P < 0.01$). این نتیجه به این معنا می باشد بین دو نمونه مورد مطالعه اختلاف آماری وجود دارد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفت میزان افلاتوکسین تحت تاثیر فاکتورهای مورد مطالعه

میانگین مربعات	درجه آزادی	
۳۹۹۴۲**	۱	نوع نمونه
۱۳۹۱**	۲	زمان اندازه گیری
۱۳۹۰**	۲	نوع نمونه × زمان اندازه گیری
۶۴	۱۲	خطای کل
۱۷		ضریب تغییرات

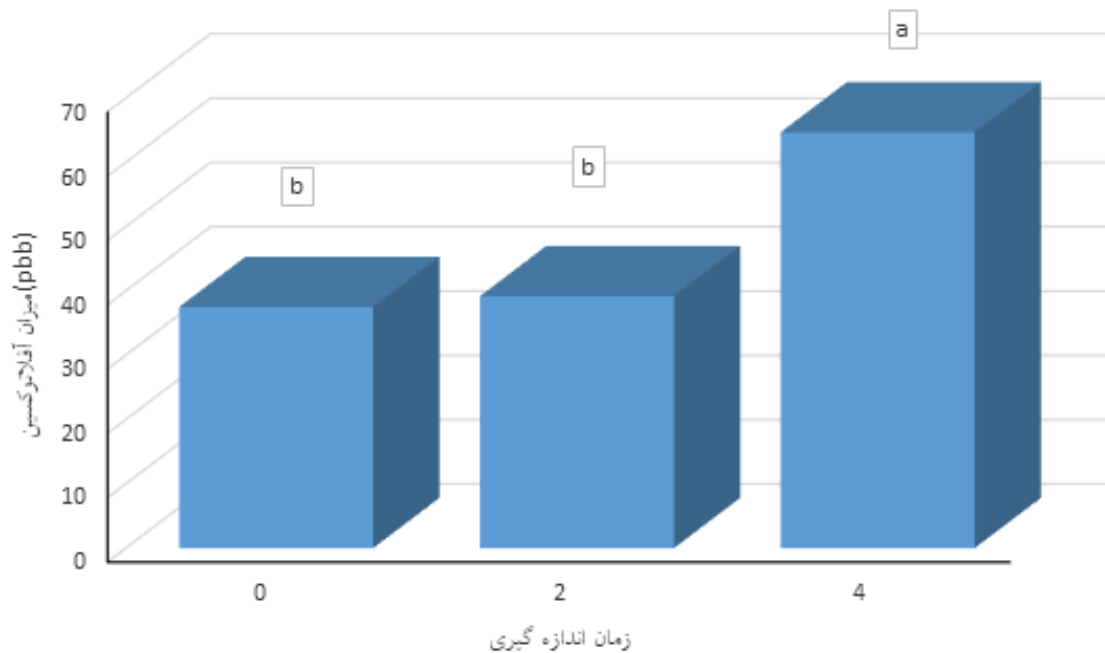
** در سطح یک درصد، * در سطح پنج درصد، بدون ستاره عدم اختلاف معنی دار

مقایسه میانگین صفت افلاتوکسین نشان داد که میزان افلاتوکسین در تیمار پسته آفت زده با میانگین ۹۴/۲۲ بیشتر از میانگین پسته سالم که به عنوان پسته شاهد آزمایش انتخاب شده بود، با میانگین ۰/۰۰۹ Pbb بود (نمودار ۱). علت این نتیجه می تواند به دلیل حفرة ای که آفت سن در میانه فصل ایجاد کرده باشد که این حفرة باعث ورود قارچ اسپرژیلوس و گونه های دیگر قارچ های مولد افلا توکسین بر میزان افلاتوکسین باشد.



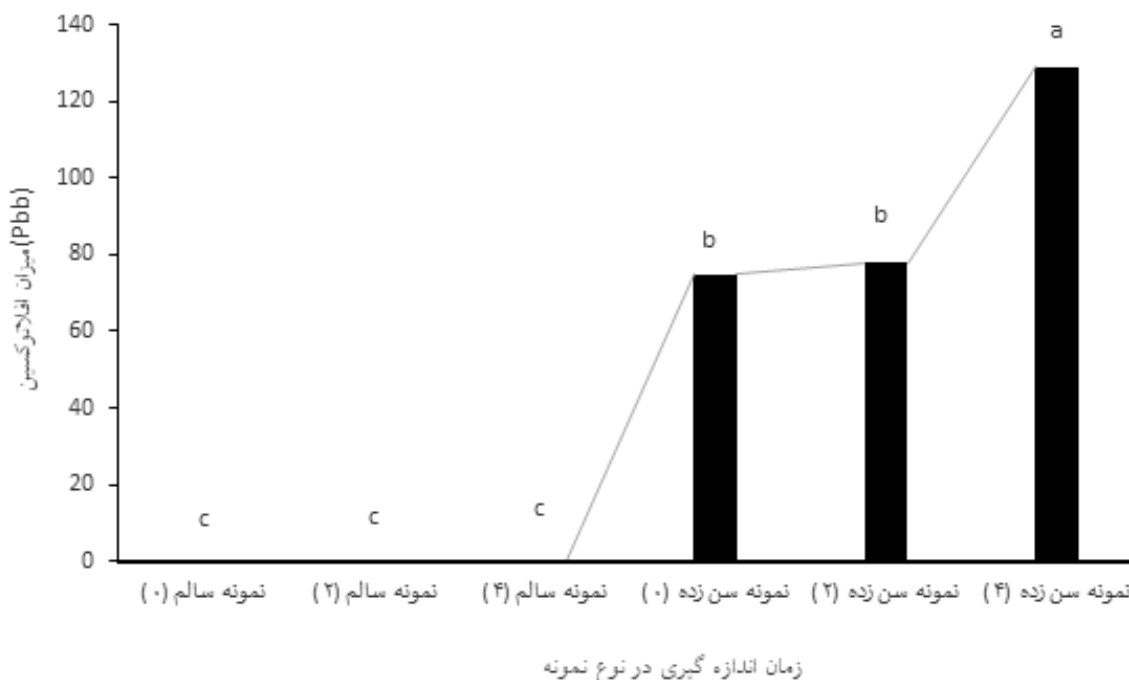
نمودار ۱- تاثیر نوع نمونه بر میزان افلاتوکسین

نتایج تجزیه واریانس فاکتور زمان اندازه گیری بر میزان صفت افلاتوکسین نشان از اختلاف معنی داری ($P < 0.01$) در این صفت می باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین این فاکتور نشان داده است که بیشترین میزان افلاتوکسین در زمان اندازه گیری ۴ ماه با میانگین ۶۴/۶۷ بدست آمد که این تیمار با دو تیمار دیگر در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد (نمودار ۲). همچنین کمترین میزان افلاتوکسین از تیمار اندازه گیری در زمان صفر با میانگین ۳۷/۵۰ بدست آمد که با تیمار ۲ ماه با میانگین ۳۹ در یک کلاس آماری قرار داشتند (جدول ۲).

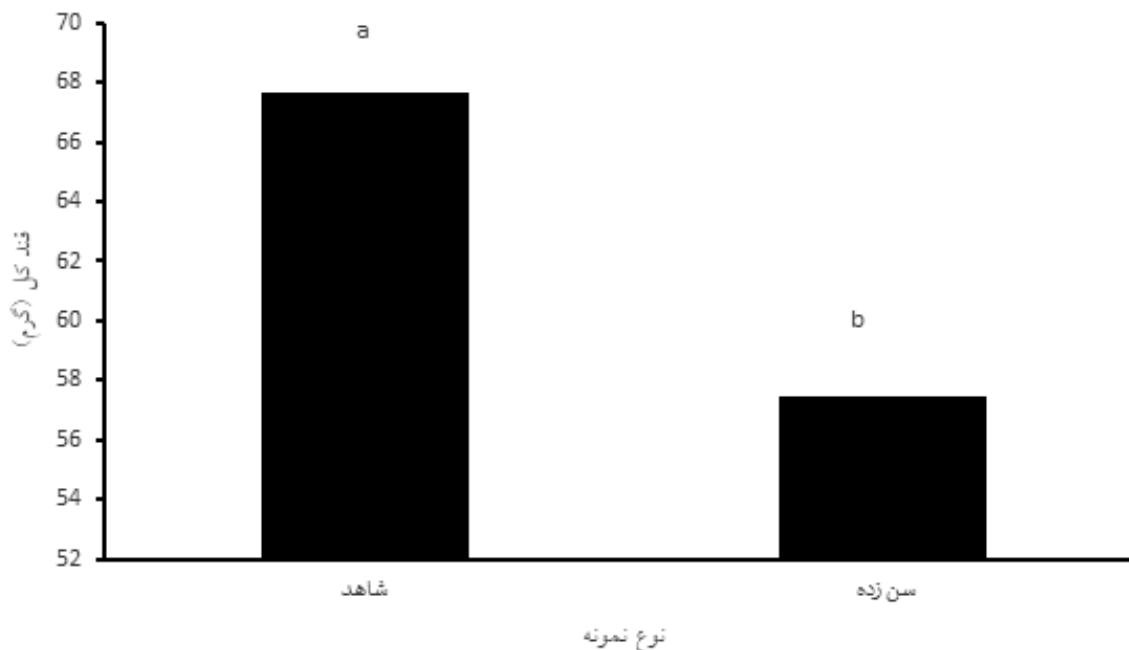


نمودار ۲- تاثیر زمان اندازه‌گیری بر میزان آفلاتوکسین

نتایج تجزیه واریانس صفت میزان آفلاتوکسین نشان داد که این صفت تحت تاثیر اثر متقابل بین دو پارامتر زمان اندازه‌گیری و نوع نمونه در سطح احتمال یک درصد ($P < 0.01$) معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین میزان آفلاتوکسین در تیمار زمان اندازه‌گیری ۴ ماه و در نمونه دارای سن با میانگین ۱۲۹ Pbb به دست آمد که با تیمارهای دیگر مخصوصاً شاهد آزمایش اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد دارد. همچنین کمترین میزان صفت آفلاتوکسین با میانگین 0.007 Pbb در تیمار نمونه سالم در زمان ۲ ماه به دست آمد که با دو تیمار دیگر نمونه سالم در یک کلاس آماری قرار داشت (نمودار ۳).



نمودار ۳- اثر متقابل بین دو پارامتر زمان اندازه‌گیری و نوع نمونه بر میزان آفلاتوکسین



نمودار ۴- تاثیر نوع نمونه بر میزان قند

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان اندازه گیری و همچنین اثر متقابل بین نوع نمونه در زمان اندازه گیری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف آماری معنی داری نیست (جدول ۱). علت معنی دار نشدن این دو پارامتر را می توان به نوع انبارداری ارتباط داد.

صفت میزان پروتئین

نتایج تجزیه واریانس صفت میزان پروتئین کل نشان داد که فاکتور نوع نمونه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است ($P < 0.01$) پس این نتیجه نشان می دهد که آفت سن که بر مغز خسارت می زند باعث تغییر در میزان پروتئین پسته شده است (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفت میزان پروتئین تحت تاثیر فاکتورهای مورد مطالعه

میانگین مربعات	درجه آزادی	
۱۷/۴۲**	۱	نوع نمونه
۰/۳۳	۲	زمان اندازه گیری
۰/۰۶	۲	نوع نمونه × زمان اندازه گیری
۰/۱۹۲	۱۲	خطای کل
۱/۷۵		ضریب تغییرات

** در سطح یک درصد، * در سطح پنج درصد و بدون ستاره عدم اختلاف معنی دار

مقایسه میانگین صفت میزان پروتئین نشان داد که میزان این صفت در تیمار پسته سالم که به عنوان پسته شاهد آزمایش انتخاب شده بود، با میانگین ۲۶/۲۵ گرم در صد گرم مغز بیشتر از میانگین پسته سن زده با میانگین ۲۴/۲۸ گرم در صد گرم مغز پسته بیشتر بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفت میزان پروتئین تحت تاثیر نوع نمونه مورد مطالعه

میزان پروتئین (گرم در صد گرم نمونه)	
۲۶/a۲۵	نمونه سالم
۲۴/b۲۸	نمونه آفت زده
۰/۴۵۶۸	رنج بحرانی

حرف غیر مشترک نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد

تاثیر زمان اندازه گیری و همچنین اثر متقابل بین نوع نمونه در زمان اندازه گیری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف آماری معنی داری نداشت (جدول ۴). این نتیجه نشان می دهد که زمان اندازه گیری در میزان پروتئین تاثیر نداشته و شاید به همین دلیل باشد که اثر متقابل بین دو پارامتر زمان اندازه گیری در نوع نمونه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار نشد.

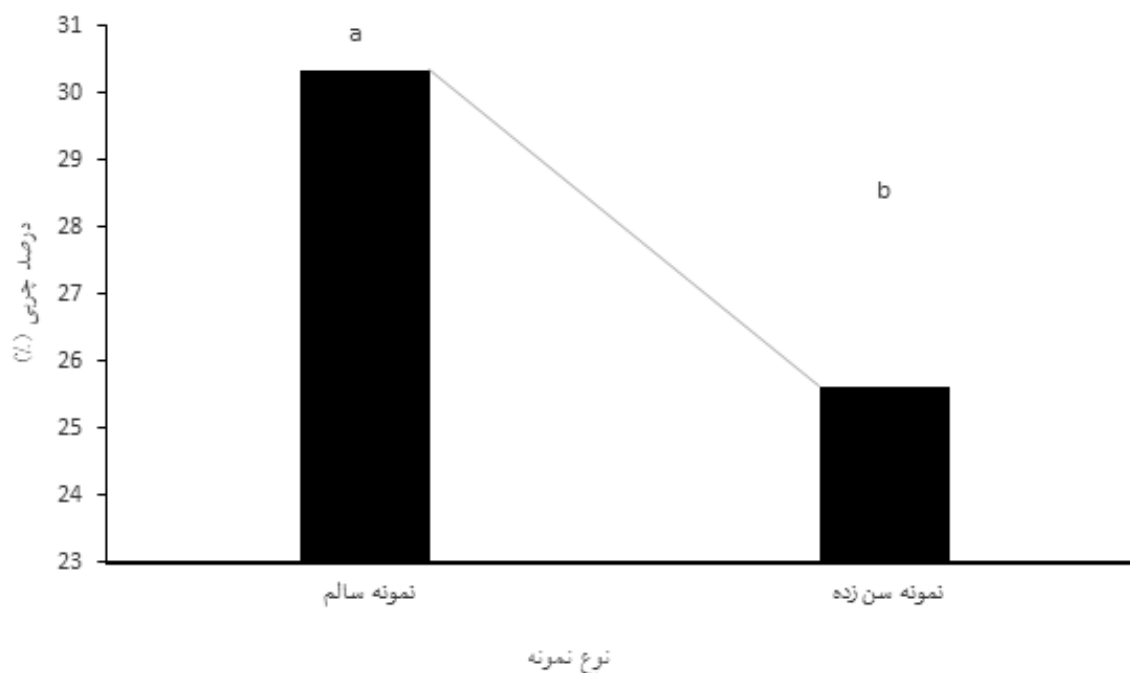
صفت درصد چربی

نتایج تجزیه واریانس صفت میزان درصد چربی نشان داد که اثر نوع نمونه در سطح احتمال یک درصد بر میزان درصد چربی تاثیر گذاشته و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد ($P < 0.01$) (جدول ۵). پس درصد چربی می تواند تحت تاثیر آفت سن قرا بگیرد. مقایسه میانگین صفت درصد چربی تحت تاثیر نوع نمونه نشان داد که پسته سالم که فاقد هر گونه خسارت آفتی بود با میانگین ۳۰/۳۴ درصد بیشتر از پسته آفت زده با سن با میانگین ۲۵/۶۳ درصد بود (نمودار ۵).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس صفت درصد چربی تحت تاثیر فاکتورهای مورد مطالعه

میانگین مربعات	درجه آزادی	
۹۹/۷۸**	۱	نوع نمونه
۱/۸۲*	۲	زمان اندازه گیری
۰/۴۳	۲	نوع نمونه × زمان اندازه گیری
۰/۳۱۲	۱۲	خطای کل
۲		ضریب تغییرات

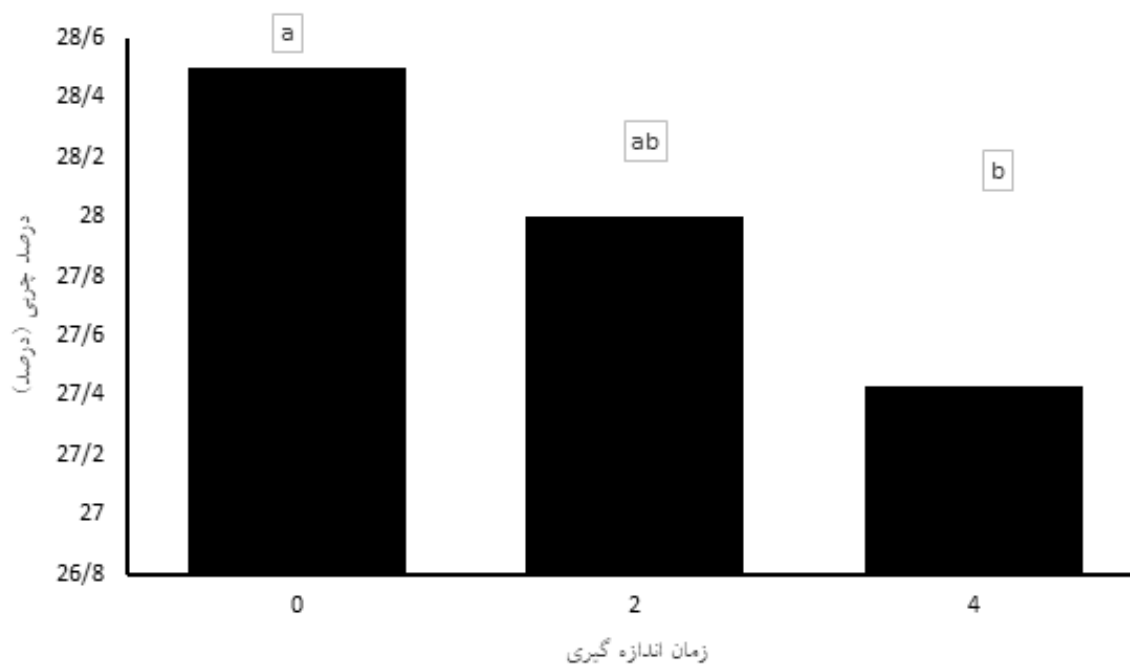
** در سطح یک درصد، * در سطح پنج درصد، بدون ستاره عدم اختلاف معنی دار



نمودار ۵- اثر نوع نمونه بر میزان درصد چربی

جدول تجزیه واریانس صفت میزان درصد چربی نشان داد که زمان های اندازه گیری در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد ($P < 0.05$)، این نتیجه نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین دو نمونه مورد مطالعه است (جدول ۵). مقایسه میانگین نیز نشان داد که بیشترین میزان درصد چربی از تیمار صفر که همان ابتدای برداشت پسته بود با میانگین ۲۸/۵۲ درصد به دست آمد که با تیمار ۲ ماه دیگر در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار نداشت (نمودار ۶). همچنین کمترین میزان درصد چربی از

تیمار ۴ ماه حاصل شد که با تیمار ۲ ماه در یک کلاس آماری قرار دارد و با شاهد آزمایش اختلاف معنی داری داشت (جدول ۵).



نمودار ۶- تاثیر زمان اندازه گیری بر میزان درصد چربی

نتایج تجزیه واریانس صفت میزان دزسد چربی نشان داد که اثر متقابل بین نوع نمونه و زمان اندازه گیری در سطح احتمال پنج درصد معنی دار نشد که احتمالاً به دلیل اثر زمان اندازه گیری بوده است (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر زمان اندازه گیری بر درصد چربی مغز پسته

درصد چربی	زمان اندازه گیری
۲۸/۵۳ a	صفر
۲۸ ab	۲ ماه
۲۷/۴۳ b	۴ ماه
۰/۷۰۶	رنج بحرانی

حرف غیر مشترک نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد

صفت میزان پراکسید

نتایج تجزیه واریانس صفت میزان پراکسید هیدروژن نشان داد که اثر نوع نمونه در سطح احتمال یک درصد بر میزان پراکسید تاثیر گذاشته و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد ($P < 0.01$). این نتیجه گواه این مطلب است که اثر آفت سن بر میزان پراکسید معنی دار بوده و در مقایسه میانگین مثبت و یا منفی بودن این پارامتر بیشتر خودش را نشان می دهد (جدول ۷).

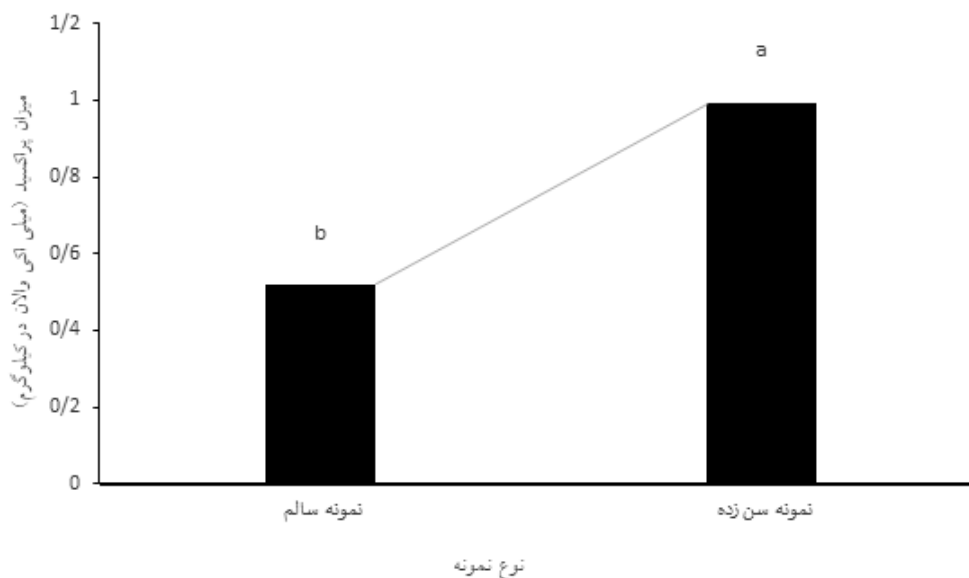
جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس صفت میزان پراکسید تحت تاثیر فاکتورهای مورد مطالعه

میانگین مربعات	درجه آزادی	نوع نمونه
۰/۰۹۹۸**	۱	نوع نمونه
۰/۰۲۲**	۲	زمان اندازه گیری

نوع نمونه × زمان اندازه گیری	۲	۷۲۰/۰۰۰۰
خطای کل	۱۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات		۱۷

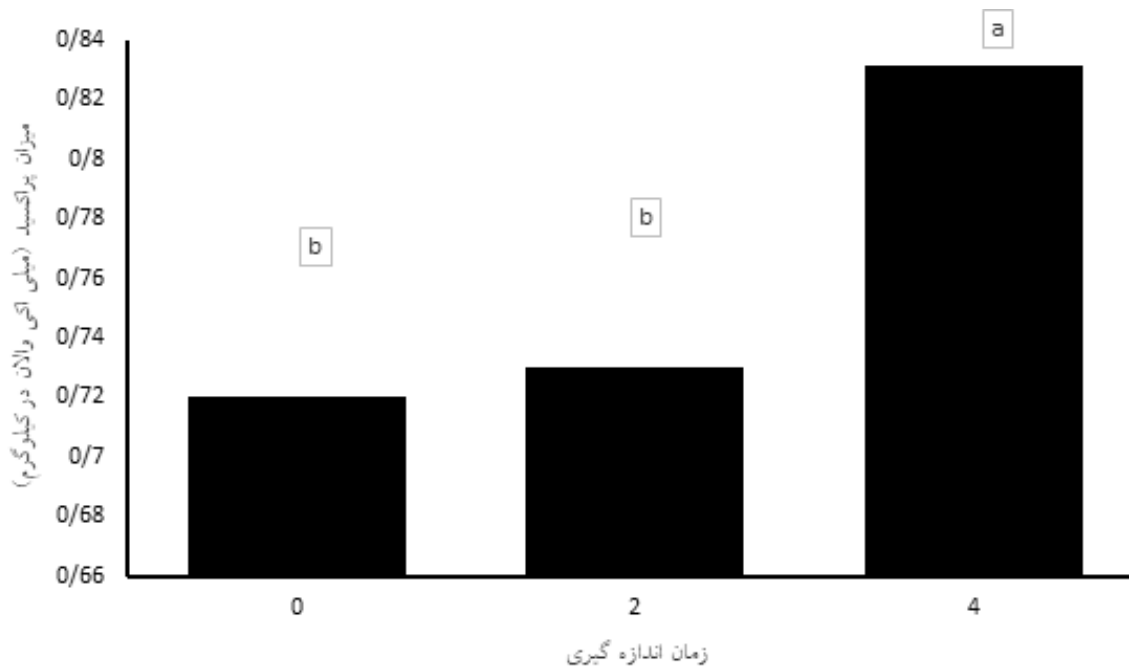
** در سطح یک درصد،* در سطح پنج درصد، بدون ستاره عدم اختلاف معنی دار

مقایسه میانگین صفت پراکسید تحت تاثیر نوع نمونه نشان داد که پسته سالم که فاقد هر گونه خسارت آفتی بود با میانگین ۰/۵۲۵۵ میلی اکی والان در کیلوگرم کمتر از پسته آفت زده با سن با میانگین ۰/۹۹ میلی اکی والان در کیلوگرم بود (نمودار ۷)



نمودار ۷- اثر نوع نمونه بر میزان پراکسید

جدول تجزیه واریانس صفت میزان پراکسید نشان داد که زمان های اندازه گیری در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد ($P < 0.01$)، این نتیجه نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین دو نمونه مورد مطالعه است (جدول ۷). مقایسه میانگین نیز نشان داد که بیشترین میزان پراکسید از تیمار ۴ ماه با میانگین ۰/۸۳ میلی اکی والان در کیلوگرم به دست آمد که با دو تیمار دیگر در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار دارد (نمودار ۸). همچنین کمترین میزان پراکسید از تیمار صفر که همان ابتدای برداشت پسته بود حاصل شد که با تیمار ۲ ماه در یک کلاس آماری قرار دارند.



نمودار ۸- تاثیر زمان اندازه گیری بر میزان پراکسید

نتایج تجزیه واریانس صفت میزان پراکسید هیدروژن نشان داد که اثر متقابل بین نوع نمونه و زمان اندازه گیری در سطح احتمال پنج درصد معنی دار نشد، که احتمالاً به دلیل اثر زمان اندازه گیری بوده است (جدول ۷).

میزان آفاتوکسین در تیمار پسته آفت زده بیشتر از میانگین پسته سالم (پسته شاهد آزمایش) مشاهده شد. علت این نتیجه می تواند به دلیل حفره ای که آفت سن در میانه فصل ایجاد کرده باشد که این حفره باعث ورود قارچ آسپرژیلوس و گونه های دیگر قارچ های مولد آفلاتوکسین بر میزان آفاتوکسین باشد (Fani et al., 2014). نیز آلودگی به آفاتوکسین را در ۴۲۴ نمونه بادام زمینی پوست گرفته و پوست دار بررسی کردند و نشان دادند که بادام زمینیهای پوست گرفته بیشترین میزان آلودگی را نشان می دهند و از پوست بادام زمینی به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ نام بردند. در تحقیق این نتایج نیز بیشترین آلودگی به آفاتوکسین مربوط به مغز پسته سن زده با میانگین ۹۴/۲۲ بود. صفت میزان آفاتوکسین نشان داد که بیشترین میزان آفاتوکسین در تیمار زمان اندازه گیری ۴ ماه و در نمونه دارای سن به دست آمد که با تیمارهای دیگر مخصوصا شاهد آزمایش اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد دارد. همچنین کمترین میزان صفت آفاتوکسین در تیمار نمونه سالم در زمان ۲ ماه به دست آمد که با دو تیمار دیگر نمونه سالم در یک کلاس آماری قرار داشت. نمونه هایی که میزان آفت زدگی بالایی دارند متقابلا دارای میزان بالایی از آفاتوکسین نیز می باشند (Mortazavi et al., 2014). وجود آفاتوکسین در یک توده پسته، با میوه های ترک خورده، آلودگی به آفات، خصوصیات ظاهری نامطلوب و یا آسیب دیدگی پوست استخوانی در ارتباط است (Mehrnejad et al., 2012). نتایج بررسی های آماری مؤید آن است که اختلاف میزان تولید آفاتوکسین B1 در مغز پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف در سطح ۵ درصد معنی دار می باشد. به عبارت دیگر در پسته های با پوسته سالم، پوسته مغز (Testa) به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل می نماید. همچنین بررسی آن ها نشان داد که بین درصد پروتئین مغز ارقام پسته با میزان رشد قارچ و تولید آفاتوکسین نیز ارتباط معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد (Mohammadi moghadam et al., 2007). همچنین Mortazavi et al. (2014) دریافتند که میزان نمونه هایی که دارای آفت زدگی آشکار بودند بسیار کم بوده (کمتر از ۱ درصد) که از آن صرفه نظر گردید در بررسی ارتباط بین میزان آفت زدگی با میزان آفاتوکسین مشاهده می گردد ارتباط معنی داری بین میزان آفاتوکسین و میزان آفت زدگی در نمونه های مورد آزمون می باشد که ضریب همبستگی برابر با ۰/۵۰۴ می باشد. بدین ترتیب که با افزایش میزان آفت زدگی میزان آفاتوکسین نیز افزایش می یابد که این امر با توجه به مستعد نمودن پسته جهت رشد قارچ و تولید آفاتوکسین طبیعی به نظر می رسد و نتایج این تحقیق با تحقیقات انجام شده مطابقت دارد (Allameh et al., 2001).

میزان صفت قند کل در تیمار پسته آفت زده کمتر از میانگین پسته سالم که به عنوان پسته شاهد آزمایش انتخاب شده بود. با استفاده از سیستم بسته بندی مورد نظر و پوشش دهی میتوان سرعت تنفس را کاهش داد. کاهش سرعت تنفس باعث جلوگیری از ضایع شدن قند، حفظ طعم مطلوب محصول و باعث کاهش دگرگونی اسیدهای آلی و حفظ پی اچ مطلوب می شود که منجر به افزایش زمان انبارمانی میوه ها و سبزی ها می شود. پس آفت سن که به مغز میوه خسارت زده است باعث افزایش تنفس میوه شده و در نتیجه میزان پروتئین که تابعی از قند کل است، نیز در این آزمایش کاهش پیدا کرده است. علت به دست آمدن این نتیجه را می توان به این دلیل باشد که آفت سن برای تغذیه از جنین باعث خسارت به مغز پسته شده است. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده ها نشان از تغییرات کربوهیدرات محلول است، که بیشترین میزان کربوهیدرات محلول قبل از انبارداری و اعمال تیمارها می باشد و با گذشت زمان انبارداری میزان کربوهیدرات محلول پسته های تازه کاهش پیدا کرده است. بررسی های آماری نشان داد که بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در انتهای دوره نگهداری، متعلق به واکس پوششی ژل آلونته و با غلظت (۲۵٪ و ۳۱/۲۵٪) می باشد و کمترین میزان کربوهیدرات محلول نیز در تیمار آب مقطر (۱۱/۲۶٪) محاسبه شد. نتایج به دست آمده نشان داد که تیمارهای ژل آلونته و نسبت به شاهد از میزان قند بیشتری در انتهای انبارداری برخوردار بودند. از طرفی عمل پوشش دهی، حصار فوق العاده ای را روی سطح میوه ایجاد می کند و نفوذ اکسیژن در آن خیلی آهسته انجام می شود. بیشترین میزان درصد چربی از تیمار صفر که همان ابتدای برداشت پسته بود به دست آمد که با تیمار ۲ ماه دیگر در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار نداشت. ۱۳/۵ درصد پسته را چربی ها تشکیل می دهند و بیشترین اجزای ترکیب کننده پسته بعد از پروتئین ها با مقدار ۱۹/۵ درصد هستند و با توجه به اینکه اسیدهای چرب غالب پسته اسید لینولنیک و اسید لینولئیک می باشند روغن پسته را مستعد اکسیداسیون خودبخودی می کند (Ashaninejad et al., 2006). نتایج حاصل از تحقیقی نشان دهنده ارتباط معنی داری میان میزان آفت زدگی و پراکسید می باشد و ضریب همبستگی بین میزان آفت زدگی با میزان اندیس پراکسید برابر با ۰/۷۵۱ می باشد. این امر می تواند ناشی از صدمات کمی و کیفی آفت زدگی بر پسته باشد (Mortazavi et al., 2014). آفات زنده با تغذیه از مغز پسته و تجزیه چربی ها سبب افزایش اکسیداسیون می شود و از سویی با از بین بردن لایه های محافظ پسته (مزوکارپ، اندوکارپ و پری کارپ) مغز پسته و در نتیجه روغن پسته را در مجاورت با نور، اکسیژن و دیگر فاکتورهای موثر بر هیدرولیز و اکسیداسیون چربی ها قرار داده، موجب افزایش طعم نامطلوب، تندی و کاهش خواص تغذیه ای پسته شده و با طولانی شدن مدت نگهداری محصول سبب کاهش بیشتر کیفیت پسته می گردد. پری کارپ حاوی آنتی اکسیدان هایی می باشد که پسته را از فساد و اکسیداسیون در امان نگه می دارد (Sedaghat, 2007). 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 آزمایش ها این مقدار از ترکیبات استاندارد (BHT) نیز بیشتر بود (Rajaei, 2009) و با از بین رفتن آن سبب افزایش واکنش های اکسیداسیون می شود از سویی دیگر به نظر می رسد متابولیت های تولید شده به وسیله فعالیت آفات می تواند نقش بسزایی در واکنش اکسیداسیون چربی ها داشته باشد که این خود بررسی های جامع تری در این مورد را می طلبد. بررسی های انجام شده نشان می دهد پسته هایی که از نظر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی دارای میزان بالای آفت زدگی و یا دارای آسیب دیدگی زیادی هستند مغز پسته آن ها نیز در برابر حمله قارچ ها آسیب پذیرتر می باشند و در نتیجه میزان آفاتوکسین آن ها نیز افزایش می یابد و از سویی دیگر به علت آن که قسمت های بیشتری از مغز (بالاخص مغزهای بدون پری کارپ) در ارتباط بیشتر با هوا و نور می باشند واکنش هایی اکسیداسیون چربی ها افزایش می یابد (Mortazavi et al., 2014).

از آن جا که آلودگی دانه های روغنی راه اصلی ورود بسیاری از مایکوتوکسین ها به زنجیره غذایی انسانی و حیوانی است (Allameh and Raz-

(zaghi, 2001) به نظر می‌رسد چربی در دانه‌های روغنی نقش بسزایی در تشدید فعالیت قارچ‌ها و تولید آفلاتوکسین دارد. تأثیر شرایط متفاوت محیطی بر محتوای اولئیک اسید در مناطق مختلف تأکید کردند. یکی از علتهای آلودگی بیشتر مغز پسته رو میتوان این گونه بیان کرد، محصول پسته در باغ و نگهداری آن در انبار میتواند به وسیله آفات سن و میکروارگانیسمهای مختلف به ویژه قارچها مورد تهاجم واقع شوند. که این دو عامل میتواند باعث ترشح ترکیباتی تحت عنوان توکسینهای قارچی همراه باشد که از یک طرف میتوان شاهد فساد میوه پسته در باغ و انبار نگهداری بود و از طرف دیگر در مراحل مصرف میتوان خطر تهدید کننده جدی برای سلامت جامعه باشد. یکی از علتهای آلودگی بیشتر مغز پسته رو میتوان این گونه بیان کرد، محصول پسته در باغ و نگهداری آن در انبار میتواند به وسیله آفات سن و میکروارگانیسمهای مختلف به ویژه قارچها مورد تهاجم واقع شوند. که این دو عامل میتواند باعث ترشح ترکیباتی تحت عنوان توکسینهای قارچی همراه باشد که از یک طرف میتوان شاهد فساد میوه پسته در باغ و انبار نگهداری بود و از طرف دیگر در مراحل مصرف میتوان خطر تهدید کننده جدی برای سلامت جامعه باشد. با توجه به اینکه پوسته مغز پسته در مراحل مختلف فراوری پسته (بخصوص در دستگاه جدا کننده پسته خندان از دهان بست) آسیب میبیند بنابراین میزان تاثیر آسیب دیدگی پوسته مغز پسته در جلوگیری از رشد قارچهای آسپرژیلوس امری ضروری مینماید. در نتایج این تحقیق نیز نمونه مغز سن زده دارای بیشترین آلودگی به قارچ را داشت (Gradziel and Wang, 1994).

منابع

- Alavi, A. 2004. Mycotoxins in Agriculture and Food Security. First edition, Tehran, Agricultural Sciences Publications Application. 871 p.
- Allameh, A. and Razzaghi, M. 2001. Mycotoxins. First edition, Tehran, Imam Hussein University Press. 678 p.
- Bagheri, F., Naveh, V. H., Talebi Jahromi, K. and BiGham, M. 2010. "A survey of some biological traits and fertility life table parameters of pistachio green stink bug, *Acrosternum heegeri* (Heteroptera: Pentatomidae)." 119-123.
- Chesemore, R.G. 1993. Letter to state agricultural directors, state feed control officials and food, feed and grain trade organizations, FDA Associate Commissioner for Regulatory Affairs. US Food and Drug Administration, College Park, MD.
- Fani S.R., Moradi M., Probst C., Zamanizadeh H.R., Mirabolfathy M., Haidukowski M. and Logrieco A.F. 2014. A critical evaluation of cultural methods for the identification of atoxigenic *Aspergillus flavus* isolates for aflatoxin mitigation in pistachio orchards of Iran. *European Journal of Plant Pathology*, 140:631-642
- Fattahi, M. 1995, November. Ecology of wild pistachio. In The First National Seminar of Wild Pistachio (Green Pearl). In Proceedings of the Natural Resources Research Center of Ilam Province, Ilam, Iran (pp. 4-5).
- Gradziel, T.M. and Wang, D. 1994. Susceptibility of california almond cultivars to aflatoxigenic *Aspergillus flavus*. *Hort Science*, 29: 33-35.
- Hashemi Rad, H. 1999. Identification of the egg parasitoids of the pistachio stink bugs, *Brachynema* spp., and *Acrosternum* spp. and biology of *Trissolcus agriope* (Hym.: Scelionidae) in Rafsanjan. M.Sc. thesis. Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran. (In Persian)
- Hashemi Rad, H. 2004. Injurious true bugs of pistachio orchards in Kerman province. Iranian Pistachio Research Institute, Iran. (In Persian)
- Malekpour, A. and Bayati, S. 2016. Simultaneous determination of aflatoxins in pistachio using ultrasonically stabilized chloroform/water emulsion and HPLC. *Food analytical methods*, 9(3): 805-811.
- Mehrnejad, M.R. and Panahi, B. 2006. The influence of hull cracking on aflatoxin contamination and insect infestation in pistachio nuts. 39-42.
- Mohamadi Moghadam, M., Arjoman Kermani, M., Moradi Ghahdarijani, M., Mortazavi, A., A., Avaz Abadian, A. and Alavi, H. 2007. Study of the status of pistachio contamination in processing terminals in Semnan province and evaluation of the resistance of pistachio cultivars to *Aspergillus flavus* and aflatoxin B1. Research Plan, Agricultural Research, Education and Extension Organization. R-1067313
- Mohammadi, A., Haqdel, M. and Alaei, H. 2015. Production of healthy pistachios using fungal biocontrol agents. The first national conference "Pistachios and Health" "Healthy Pistachios". September 15 and 16.

Mohammadi, S., Mohammadi Moghadam, M. Moshirian, A. and Amir Abdolhayan, R. 2015. Investigation of the contamination rate of pistachios in South Khorasan Province with *Aspergillus flavus* fungus. National Conference on Scientific Approaches in the Green Gold Industry, Pistachio.

Moradi, M., HokmAbadi H and Fani, S. 2015. A Study Concerned with the Factors Affecting the Fungal Growth and Aflatoxin Production During Storage of Pistachio in Kerman Province. *Journal of food technology and nutrition*, 12 (2): 83-92.

Moradi M., Hokmabadi H. and Mirabolfathy M. 2010. Density fluctuations of two major *Aspergillus* species airborne spores in pistachio orchards growing regions of Iran. *International Journal of Nuts and Related Science*, 1:60-70.

Mortazavi, A. and Tabatabayi, F. 1997. *Fungal Mycotoxins*, 1th ed. Mashhad: Ferdowsi Mashhad University Publication; 14-25.

Mortazavi, S.M., Tabatabaei Yazdi, F., Faragi, Ghaforian, H., Arekesh, M. and Faragi, H. 2014. Study of aflatoxin levels in pistachios and the effect of physical and chemical characteristics. *Innovation in food science and technology*, 6(1): 45-53.

Ozturk, I., Sagdic, O., Yalcin, H., Capar, T.D. and Asyali, M.H. 2016. The effects of packaging type on the quality characteristics of fresh raw pistachios (*Pistacia vera* L.) during the storage. *LWT-Food Science and Technology*, 65: 457-463.

Rahimizadeh, M. and Sadravi, M. 2017. Eight useful *Aspergillus* species. *Plant Pathology Science* 6:22-32.

Rajaei, A. 2009. Antioxidant and antimicrobial properties of pistachio shells. *Food Industry News Network*.

Salehian, Y., Sobhanipour, A., Mohammadi-Moghadam, M. and Fani, S.R. 2022. Contamination of Stored Pistachios to *Aspergillus* Section *Flavi* and Aflatoxins. *Journal of Nutrition and Food Security*, 7 (3): 299-310.

Sedaghat, N. 2007. Extraction of pistachio oil and investigation of its quality characteristics under storage and packaging conditions. *First National Conference on Pistachio Processing and Packaging*.

Sharafati A. 2008. *Practical Pistachio Processing*. First edition, Tehran, Sarva Publications. 120 p.