پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal Of Applied Researches In NUTS

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

Khatere Nekoei [1], Fatemeh Hassanzadeh Davarani [2*]

[1]M.Sc. Graduate of Post harvest phisology, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

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

[*]Corresponding author:

hasanzadeh.fatemeh1662@gmail.com

Recieved:2025/1/18 Accepted:2025/2/19

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

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal Of Applied Researches In NUTS

بررسی اثر سن زدگی روی خواص فیزیکو شیمیایی و آفلاتوکسین پسته

خاطره نکویی[1]، فاطمه حسن زاده داورانی[2*]

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

[2]گروه بیماری شناسی گیاهی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران.

نویسنده مسئول:

hasanzadeh.fatemeh1662@gmail.com

دریافت :۱۴۰۳/۱۰/۱۹ پذیرش : ۱۴۰۳/۱۲/۱

چکیده

پسته یکی از محصولات خشکبار، با اهمیت اقتصادی و صادراتی بالا و بومی ایران می باشد و به خاطرکیفیت عالی آن در بین کشورهای تولید کننده، این محصول ازمرغوبیت ویژه ای برخوردار است. یکی از مشکلات اساسی در زمینه تولید محصولات خشکبار در عرصهٔ 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 کاملا 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 کم ترین 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 آن ها نیز در برابر حمله قارچها آسیب پذیرتر می باشند و در نتیجه میزان آفلاتوکسین در آن‌ها نیز افزایش می یابد.

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

انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد با گواهی CC BY-NC ۴.۰ صورت گرفته است.

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

مقدمه

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 عرصهٔ صادرات پسته، مساله آلودگی آن به قارچ آسپرژیلوس 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 پستهٔ 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 Mogha-dam et al., 2015). بسیاری از بیماری های تهدید کننده سلامت انسان به طور مستقیم و غیرمستقیم با محصولات غذایی و آلاینده های موجود در آن‌ها در ارتباط می باشند. یکی از مهم ترین آلوده کننده های طبیعی مواد غذایی مایکوتوکسین ها هستند که به علت عدم اطلاع دقیق از وجود و میزان آن‌ها در مواد غذایی و تنوع محصولات آلوده شده هر سال گزارشات زیادی از مسمومیت ها ی شدید و حتی مرگ انسان و حیوانات به سبب این آلاینده ها ارائه می‌شود (Chesemore, 1993).

ابعاد اقتصادی و تجاری ناشی از آلودگی محصولات صادراتی خشکبار ایران به مایکوتوکسین 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 مایکوتوکسین در کشور مقصد غیر قابل مصرف 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 مایکوتوکسینی محصولات استراتژیک مانند گندم، جو و ذرت، و محصول صادراتی مهم مانند پسته که اجزا اصلی سبد 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 مایکوتوکسین 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 قارچ کش 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 آسپرژیلوس 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 آسپرژیلوس 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 مایکوتوکسین ها و جزو متابولیت های ثانویه قارچی می باشد و توسط گونه هایی از جمله *A. nomius*، *A. parasiticus* 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 مجازآن 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 فنآوری 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 رویی آن‌ها 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. معمولا لکه های خاکستری و تیره رنگی بر روی پوست استخوانی تعدادی از دانه های پسته که پوست آن‌ها 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 می‌شود. امروزه به منظور کنترل حشرات زیا ن آور، از جمله سن سبز پسته، توجه به وِیژگی های فیزیولوژیک آن‌ها 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 سوبسترایZ-Arg-Arg- ، برابر با ۳ بدست آمد که نشان دهنده وجود سیستئین پروتئینازها می باشد. سوبستراهای ویژه سیستئین پروتئینازها pH هموگلوبین بخوبی توسط آنزیم های موجود در تخم و اووسیت هیدرولیز گردید که به ترتیب نشان دهنده وجود سیستئین ،Z-Phe-Arg-pNA و pNAفعالیت سیستئین پروتئینازهای کاتپسین ال و کاتپسین بی را به ترتیب در E- پروتئینازهای کاتپسین بی و کاتپسین ال در آن‌ها می باشد. مهارکننده ۶۴ ۷۴درصد کاهش داد. هم چنین حضور سیستئین پروتئینازه ا، با افزایش / ۶۳ و ۶۲ / ۸۲ درصد و در اووسیت به میزان ۲۴ / ۹۹ و ۱۴ / تخم به میزان ۸۵و افزایش فعالیت پروتئینازی عصاره آنزیمی اووسیت توسط فعال کننده ال- سیستئین DTT فعالیت پروتئینازی عصاره آنزیمی تخم توسط فعال کننده ۲۷ در اووسیت به اثبات رسید. بر اساس این نتایج / ۱۸۸ و ۷۱ / ۷۸ در تخم و ۲۳ / ۹۹ و ۵۷ / روی سوبسترای ویژه کاتپسین ال و بی به ترتیب به میزان ۴۱می توان وجود کاتپسین ال و کاتپسین بی را در تخم و اووسیت سن سبز پسته ثابت نمود. طبق یافته های(Moradi etal, 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 شیره خشک و پروانه چوبخوار به‌عنوان 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 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 عرصهٔ صادرات پسته، مساله آلودگی آن به قارچ آسپرژیلوس 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 پستهٔ 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).

کشاورزان می توانند آلودگی به آفلاتوکسین را با مبارزه با این آفت کاهش دهند. به‌علاوه اگر دستگاه های فرآیند بتوانند پسته های 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 نمونه های مربوط به این‌گونه پسته ها 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). سن های زیان آور پسته با نیش زدن و تغذیه از میوه در ابتدا باعث ریزش دانه ها و پس از آن ایجاد بیماری ماسو در دانه های پسته می شوند که باعث نامرغوبی محصول می شود. برای مبارزه شیمیایی از سموم مختلفی استفاده می شود 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 می تواند باعث ایجاد بیماری ماسو در دانه پسته شده و سبب از بین رفتن آن شود کاهش حتی یک درصدی خسارت نیز مهم تلقی می شود. نتایج آن ها 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 سن های پسته برخوردار است. بر اساس یافته های (Mehrnejad and Panahi, 2006) در کالیفرنیا وجود آفلاتوکسین در پسته های که دیر برداشت شده بود گزارش و عنوان نمودند در پسته هایی 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 می تواند به‌دلیل خصوصیات رقم پسته شرایط اقلیمی و مدیریت باغ در آن مناطق باشد، اما در ایران پیدایش ترکیدگی های متعدد در پوست رویی میوه و متعاقب آن شکاف و 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 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 (Moradi et al., 2006). از آن‌جا که از یک سو کشور ما با داشتن حدود ۴۴۰ هزار هکتار سطح زیر کشت باغ های پسته در حال حاضر حدود ۵۷ درصد تولید جهانی و متجاوز از ۶۰ درصد صادرات جهانی این محصول مهم و اقتصادی را به‌خود 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 به شمار می رود و از سوی دیگر این دانه روغنی علاوه بر ارزآوری و ایجاد فرصت های 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 هم چنین به دلیل خطر ناک بودن خسارات سن در ایجاد آلودگی در این ماده مغذی بر آن شدیم تا در این تحقیق به بررسی خسارت های سن و بررسی کیفیت پسته انجام گیرد.

مواد و روش ها

تهیه و جمع آوری نمونه ها

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 جمع آوری نمونه های آلوده به سن به ترمینال شرکت پسته نظری واقع در شهر کرمان مراجعه و بصورت هدفمند نمونه‌گیری به عمل آمد. نمونه‌ها از مکان هایی که در ظاهر مشکوک به آلودگی سن بودند گرفته شدند. هم چنین نمونه های سالم به عنوان تیمار شاهد تهیه و نمونه ها در سردخانه در شرایط کامل محصول بر اساس استاندارد BRC نگهداری شدند.

تیمارهای آزمایش و پارامترهای اندازه گیری شده

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

اندازه گیری قندهای محلول

برای استخراج ۰/۵ گرم نمونه با استفاده از ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و محلول حاصل در لوله فالکون ریخته و عمل استخراج دو بار و هر بار با ۵ میلی لیتر 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 اندازه گیری کربوهیدرات های محلول مورد استفاده قرار گرفت. بدین صورت که ۰/۱ میلی لیتر از عصاره الکلی حاصل با ۳ میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترون 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 اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه گردید. برای تهیه استاندارد قندها از گلوکز خالص در غلظت های ۰، ۲۵۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ (میلی گرم در لیتر) تهیه و جذب آن ها اندازه گیری شد (Ozturk et al., ۲۰۱۶).

درصد پروتئین

اندازه گیری پروتئین خام بروش کجلدال: اساس آزمایش بر مبنای اندازه گیری 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 اندازه گیری پروتئین شامل ۳ بخش می باشد. بخش اول شامل مرحله هضم بود، که در این مرحله ماده غذایی در اسید سولفوریک غلیظ در حضور ۲ کاتالیزور جوشانده 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 کاملاً 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 تیتر 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 سیسی ان-هگزان ریخته و بعد از ۴۸ ساعت کاغذ صافی همراه با پودر داخل آنرا بیرون آورده و داخل دسیکاتور برای جلوگیری از جذب رطوبت و تبخیر شدن انهگزان 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: ۱گرم 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 ۴۱/۵گرم یدید پتاسیم را در آب مقطر حل نموده، به حجم نهایی ml ۲۵۰ رسید. ۳. جهت تهیه بافر فسفات mM 10: مقداریک 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 g ۱۲۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ می شود. ۰/۵ میلی لیتر از محلول رویی سانتریفوژ شده به۰/۵ میلی لیترمحلول بافر فسفات پتاسیم۱۰ میلی مولار(pH=۷) ویک میلی لیترمحلول یک مولار از KI اضافه گردید. استانداردها: محلول های H2O2 را در غلظت های بین ۲-۱۰ mM تهیه و نمودار استاندارد رسم شد. میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VISمارک سی سیل انگلیس در طول موج ۳۹۰ nm اندازه گیری شد (ozturk et al., ۲۰۱۶).

اندازه گیری آفلاتوکسین

اندازه گیری میزان افلاتوکسین به روش HPLC انجام شد ((Malekpour, ۲۰۱۶. 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 مخلوط کن میکس می کنیم. مخلوط حاصل را از کاغذ صافی عبور داده و میزان ۱۰ میلی لیتر از این عصاره را با ۲۵ میلی لیتر pbs توییندار مخلوط کرده و از کاغذ صافی عبور می دهیم، 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

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

** 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).

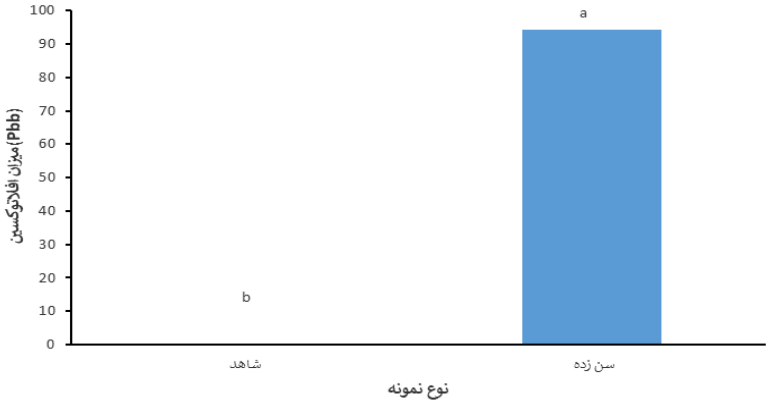
نتایج تجزیه واریانس صفت میزان آفلاتوکسین کل نشان داد که فاکتور نوع نمونه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است ($P<0.01$). این نتیجه به این معنا می باشد بین دو نمونه مورد مطالعه اختلاف آماری وجود دارد (جدول ۲).

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

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

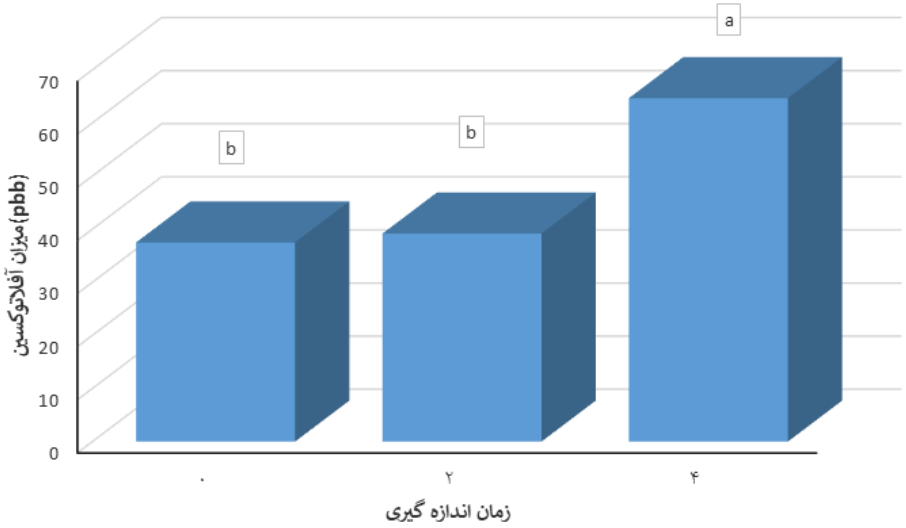
** در سطح یک درصد، * در سطح پنج درصد، بدون ستاره عدم اختلاف معنی دار

مقایسه میانگین صفت آفلاتوکسین نشان داد که میزان آفلاتوکسین 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 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 آفلا توکسین بر میزان آفلاتوکسین باشد.



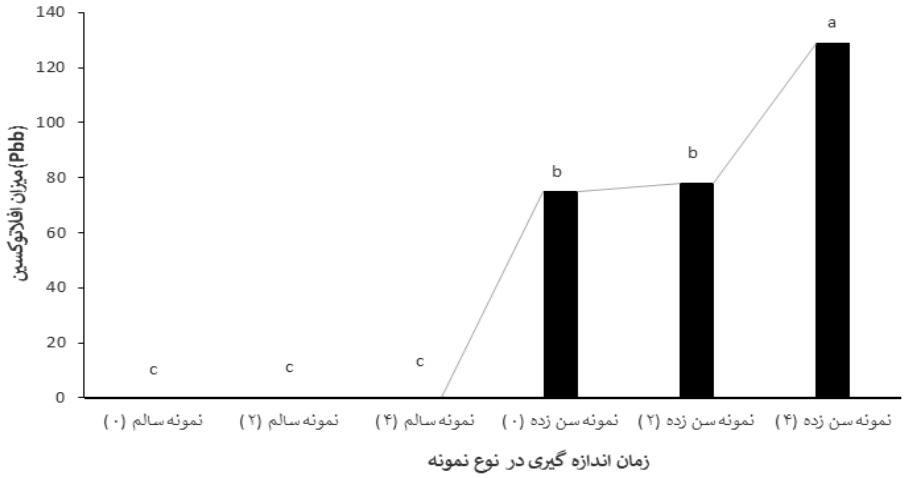
نمودار ۱- تاثیر نوع نمونه بر میزان افلاتوکسین

نتایج تجزیه واریانس فاکتور زمان اندازه گیری بر میزان صفت آفلاتوکسین نشان از اختلاف معنی داری ($P<0.01$) در این صفت می باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین این فاکتور نشان داده است که بیش ترین میزان آفلاتوکسین 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). هم چنین کم ترین میزان آفلاتوکسین 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).

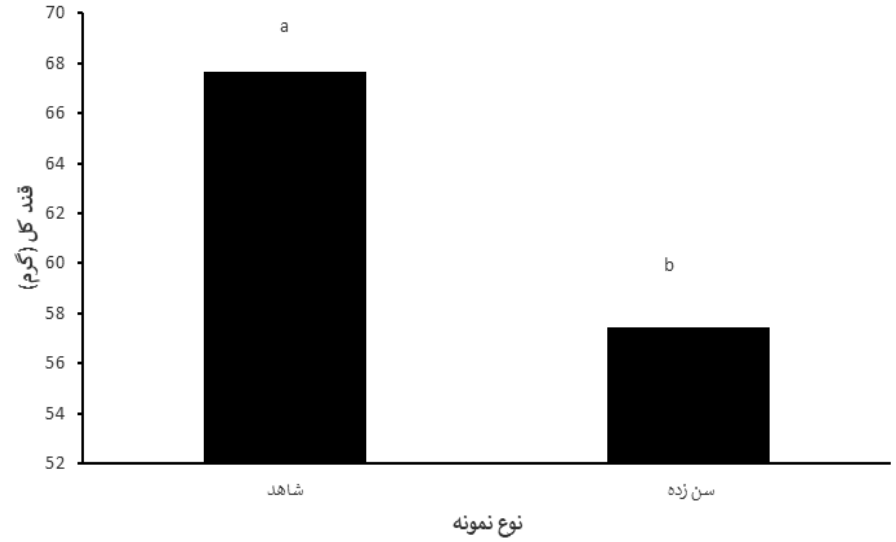


نمودار ۲- تاثیر زمان اندازه گیری بر میزان آفلاتوکسین

نتایج تجزیه واریانس صفت میزان آفلاتوکسین نشان داد که این صفت تحت تاثیر اثر متقابل بین دو پارامتر زمان اندازه گیری 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 اندازه گیری ۴ ماه و در نمونه دارای سن با میانگین ۱۲۹ Pbb به دست آمد که با تیمارهای دیگر مخصوصا شاهد آزمایش اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد دارد. همچنین کمترین میزان صفت آفلاتوکسین با میانگین ۰/۰۰۷ 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 (نمودار۳).



نمودار ۳- اثر متقابل بین دو پارامتر زمان اندازه گیری 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 هم چنین 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 دارد.

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

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

** 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 درصد گرم مغز پسته بیش تر بود.

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

	میزان پروتئین (گرم در صد گرم نمونه)
نمونه سالم	۲۶/۲۵a
نمونه آفت زده	۲۴/۲۸b
رنج بحرانی	۰.۴۵۶۸

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

تاثیر زمان اندازه گیری و هم چنین 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 تاثیری 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.

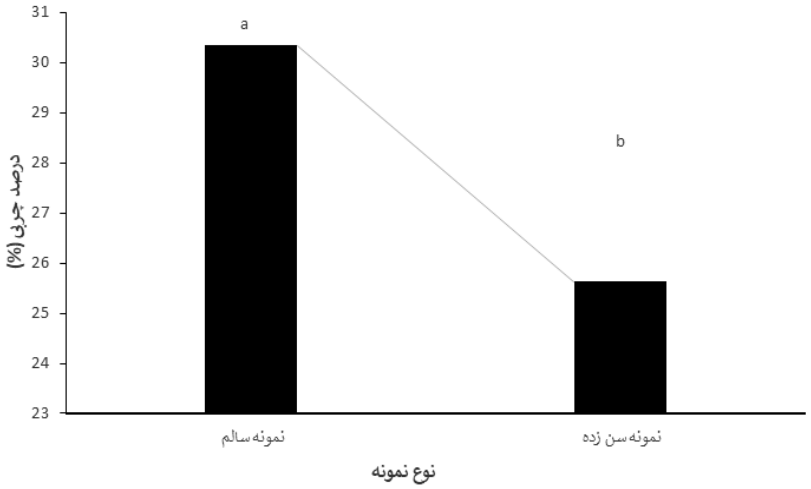
صفت درصد چربی

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

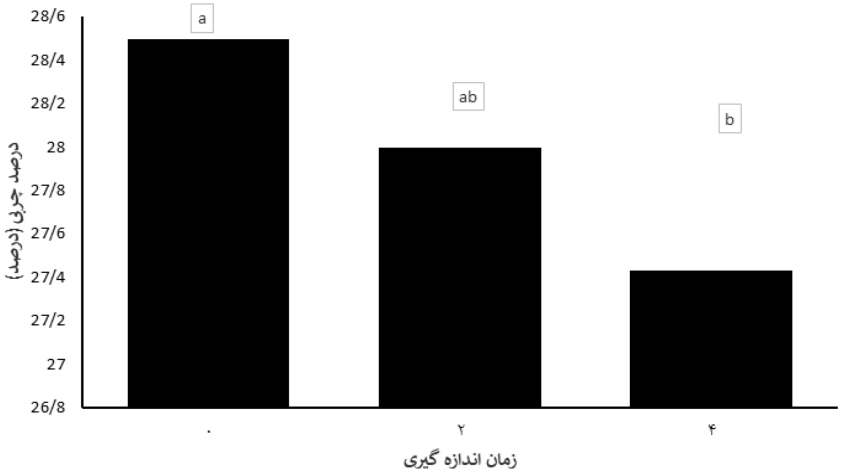
	درجه آزادی	میانگین مربعات
نوع نمونه	۱	۹۹/۷۸**
زمان اندازه گیری	۲	۱/۸۲*
نوع نمونه × زمان اندازه گیری	۲	۰/۴۳
خطای کل	۱۲	۰/۳۱۲
ضریب تغییرات		۲

** 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 بیش ترین 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). هم چنین کم ترین 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 درصد چربی نشان داد که اثر متقابل بین نوع نمونه و زمان اندازه گیری در سطح احتمال پنج درصد معنی دار نشد که احتمالا به دلیل اثر زمان اندازه گیری بوده است (جدول ۶).

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

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

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

صفت میزان پراکسید

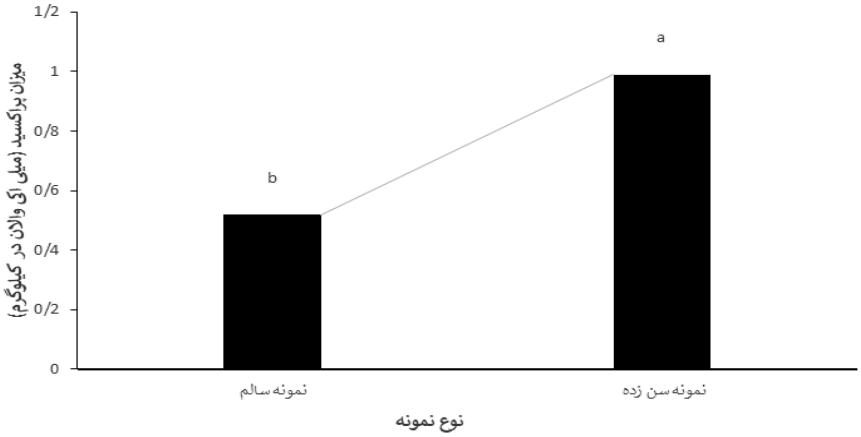
نتایج تجزیه واریانس صفت میزان پراکسید هیدروژن نشان داد که اثر نوع نمونه در سطح احتمال یک درصد بر میزان پراکسید تاثیر گذاشته و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد ($P<0.01$). این نتیجه گواه این مطلب است که اثر آفت سن بر میزان پراکسید معنی دار بوده و در مقایسه میانگین مثبت و یا منفی بودن این پارامتر بیشتر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

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

	درجه آزادی	میانگین مربعات
نوع نمونه	۱	۰/۰۹۹۸**
زمان اندازه گیری	۲	۰/۰۲۲**
نوع نمونه × زمان اندازه گیری	۲	۷۲ ۰/۰۰۰۰
خطای کل	۱۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات		۱۷

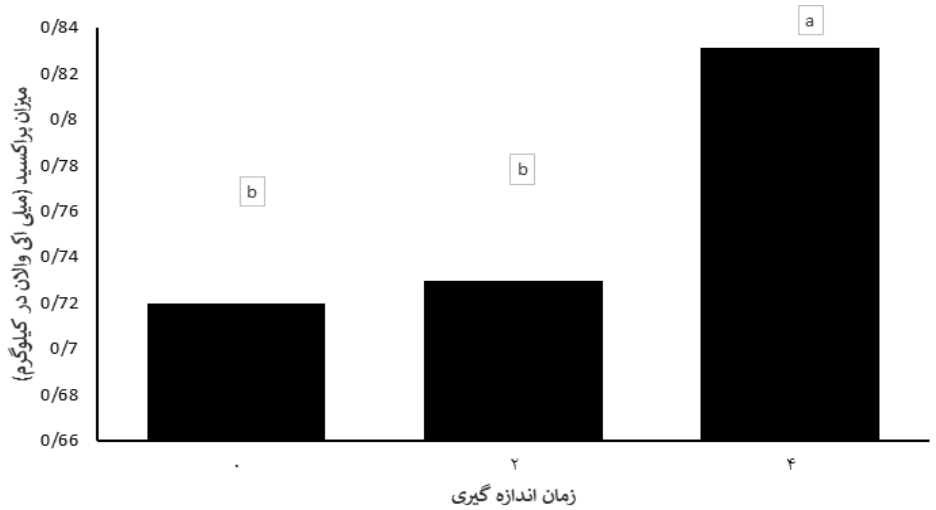
** در سطح یک درصد، * در سطح پنج درصد، بدون ستاره عدم اختلاف معنی دار

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 بیش ترین 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). هم چنین کم ترین 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 احتمالا به دلیل اثر زمان اندازه گیری بوده است (جدول ۷).

بحث و نتیجه‌گیری

میزان آفلاتوکسین 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 آفلا توکسین بر میزان آفلاتوکسین باشد(Fani et al., 2014). نیز آلودگی به آفلاتوکسین را در ۴۲۴ نمونه بادام زمینی پوست گرفته و پوست دار بررسی کردند و نشان دادند که بادام زمینی های پوست گرفته بیش ترین 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 بیش ترین آلودگی به آفلاتوکسین مربوط به مغز پسته سن زده با میانگین ۹۴/۲۲ بود. صفت میزان آفلاتوکسین نشان داد که بیش ترین میزان آفلاتوکسین 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. هم چنین کم ترین میزان صفت آفلاتوکسین 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 آفلاتوکسین نیز می باشند (Mortazavi et al., 2014). وجود آفلاتوکسین 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 آفلاتوکسین B۱در 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. هم چنین بررسی آن ها نشان داد که بین درصد پروتئین مغز ارقام پسته با میزان رشد قارچ و تولید آفلاتوکسین نیز ارتباط معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد (Mohammadi moghadam et al., 2007). هم چنین (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 آفلاتوکسین مشاهده می گردد ارتباط معنی داری بین میزان آفلاتوکسین 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 میـزان آفلاتوکسیـن نیـز افزایـش می یابـد کـه ایـن امـر بـا توجـه بـه مسـتعد نمـودن پسـته جهـت رشـد قـارچ و تولیـد آفلاتوکسیـن طبیـعی بـه نظـر می رسـد و نتایـج ایـن تحقیـق بـا تحقیقـات انجـام شـده مطابقـت دارد (Allameh et al., 2001).

میـزان صفـت قنـد کل در تیمـار پسـته آفـت زده کـم تـر از میانگیـن پسـته سـالم کـه بـه عنـوان پسـته شـاهد آزمایـش انتخـاب شـده بـود. بـا اسـتفاده از سیسـتم بسـته بنـدی مـورد نظـر و پوشـش دهـی مـی تـوان سـرعت تنفـس را کاهـش داد. کاهـش سـرعت تنفـس باعـث جلـوگیری از ضایـع شـدن قنـد، حفظ طعـم مطلـوب محصـول و باعـث کـاهش دگرگـونی اسـیدهای آلـی و حفظ پـی اچ مطلـوب مـی شـود کـه منجـر بـه افزایـش زمـان انبارمانـی میـوه هـا و سـبزی هـا مـی شـود. پـس آفـت سـن کـه بـه مغـز میـوه خسـارت زده اسـت باعـث افزایـش تنفـس میـوه شـده و در نتیجـه میـزان پروتئیـن کـه تابـعی از قنـد کل اسـت، نیـز در ایـن آزمایـش کاهـش پیـدا کـرده اسـت. علـت بـه دسـت آمـدن ایـن نتیجـه را می تـوان بـه ایـن دلیـل باشـد کـه آفـت سـن بـرای تغذیـه از جنیـن باعـث خسـارت بـه مغـز پسـته شـده اسـت. نتایـج حاصـل از تجزیـه و تحلیـل داده هـا نشـان از تغییـرات کربوهیـدرات محلـول اسـت، کـه بیشـترین میـزان کربوهیـدرات محلـول قبـل از انبـارداری و اعمـال تیمارهـا مـی باشـد و بـا گذشـت زمان انبـارداری میـزان کربوهیـدرات محلـول پسـته هـای تـازه کـاهش پیـدا کـرده اسـت. بررسـی های آماری نشـان داد که بیش ترین میزان کربوهیـدرات محلـول در انتهـای دوره نگهـداری، متعلـق بـه واکـس پوششـی ژل آلوئـه ورا بـا غلظـت (٪۲۵ و ۳۱/۲۵ ٪) مـی باشـد و کـم تریـن میـزان کربوهیـدرات محلـول نیـز در تیمـار آب مقطـر (۱۱/۲۶ ٪) محاسـبه شـد. نتایـج بـه دسـت آمـده نشـان داد کـه تیمارهای ژل آلوئـه ورا نسـبت بـه شـاهد از میـزان قنـد بیشـ تری در انتهـای انبـارداری برخـوردار بودنـد. از طرفـی عمـل پوشـش دهـی، حصـار فـوق العـاده‌ای را روی سـطح میـوه ایجـاد مـی کنـد و نفـوذ اکسـیژن در آن خیلـی آهسـته انجـام مـی شـود. بیـش تریـن میـزان درصـد چـربی از تیمـار صفـر کـه همـان ابتـدای برداشـت پسـته بـود بـه دسـت آمـد کـه بـا تیمـار ۲ مـاه دیگـر در سـطح احتمـال پنـج درصـد اخـتلاف معنـی دار نداشـت. ۱۳/۵ درصـد پسـته را چـربی هـا تشـکیل می‌دهنـد و بیـش تریـن اجـزای ترکیـب کننـده پسـته بعـد از پروتئیـن هـا بـا مقـدار ۱۹/۵ درصـد هسـتند و بـا توجـه بـه اینکـه اسیدهـای چـرب غالـب پسـته اسـید لینولنیـک و اسـید لینولئیـک می‌باشـند روغـن پسـته را مسـتعد اکسیداسیـون خودبخـودی می‌کنـد (Ashaninejad et al 2006). نتایـج حاصـل از تحقیـقی نشـان دهنـده ارتبـاط معنـی داری میـان میـزان آفـت زدگی و پراکسیـد می باشـد و ضریـب هـم بسـتگی بیـن میـزان آفـت زدگی بـا میـزان اندیـس پراکسیـد برابـر بـا۰/۷۵۱ می باشـد. ایـن امـر می‌توانـد نـاشی از صدمـات کـمی و کیـفی آفـت زدگی بـر پسـته باشـد (Mortazavi et al. 2014). آفـات زنـده بـا تغذیـه از مغـز پسـته و تجزیـه چـربی هـا سـبب افزایـش اکسیداسیـون می شـود و از سـویی بـا از بیـن بـردن لایـه هـای محافـظ پسـته (مـزوکارپ، انـدوکارپ و پـری کارپ) مغـز پسـته و در نتیجـه روغـن پسـته را در مجـاورت بـا نـور، اکسیـژن و دیگـر فاکتورهـای موثـر بـر هیدرولیـز و اکسیداسیـون چـربی هـا قـرار داده، موجـب افزایـش طعـم نامطلـوب، تنـدی و کاهـش خـواص تغذیـه ای پسـته شـده و بـا طـولانی شـدن مـدت نگهـداری محصـول سـبب کاهـش بیشـتر کیفیـت پسـته می‌گـردد. پـری کارپ حـاوی آنـتی اکسیدان‌هـایی می‌باشـد کـه پسـته را از فسـاد و اکسیـژن در امـان نگـه می‌دارد (Sedaghat, 2007). نتایـج تحقیـق دیگـری نشـان داد کـه عصـاره آبی خـام و خالـص شـده پوسـت سـبز پسـته (مـزوکارپ) دارای فعالیـت آنـتی اکسیـدانی قـوی بـوده کـه حـتی در بـرخی آزمایش‌هـا ایـن مقـدار از ترکیبـات اسـتاندارد (BHT) نیـز بیشـتر بـود (Rajaee, 2009) و بـا از بیـن رفتـن آن سـبب افزایـش واکنـش هـای اکسیداسیـون می شـود از سـویی دیگـر بـه نظـر می رسـد متابولیـت هـای تولیـد شـده بـه وسیلـه فعالیـت آفـات می توانـد نقـش بسـزایی در واکنـش اکسیداسیـون چـربی هـا داشـته باشـد کـه ایـن خـود بـررسی هـای جامـع تـری در ایـن مـورد را می‌طلبـد. بـررسی هـای انجـام شـده نشـان می دهـد پسـته هـایی کـه از نظـر ویـژگی هـای فیزیـکی و شیمیـایی دارای میـزان بـالای آفـت زدگی و یـا دارای آسـیب دیـدگی زیـادی هسـتند مغـز پسـته آن‌هـا نیـز در برابـر حملـه قارچ‌هـا آسـیب پذیرتـر می باشـند و در نتیجـه میـزان آفلاتوکسیـن آن‌هـا نیـز افزایـش می یابـد و از سـویی دیگـر بـه علـت آن‌کـه قسـمت هـای بیشـتری از مغـز (بالاخـص مغزهـای بـدون پـری کارپ) در ارتبـاط بیشـتر بـا هـوا و نـور می باشـند واکنش‌هـایی اکسیداسیـون چـربی هـا افزایـش می یابـد (Mortazavi et al., 2014).از آن‌جـا کـه آلـودگی دانـه هـای روغـنی راه اصـلی ورود بسـیاری از مایکوتوکسیـن هـا بـه زنجیـره غـذایی انسـانی و حیـوانی اسـت (Allameh and Raz-zaghi, 2001) بـه نظـر می رسـد چـربی در دانـه هـای روغـنی نقـش بسـزایی در تشـدید فعالیـت قارچ‌هـا و تولیـد آفلاتوکسیـن دارد. تأثیـر شـرایط متفـاوت محیـطی بـر محتـوای اولئیـک اسـید در مناطـق مختلـف تأکیـد کردنـد. یـکی از علـت هـای آلـودگی بیشـتر مغـز پسـته رو می تـوان ایـن گونـه بیـان کـرد، محصـول پسـته در بـاغ و نگهـداری آن در انبـار میتوانـد بـه وسیلـه آفـات سـن و میکروارگانیسـم هـای مختلـف بـه ویـژه قـارچ هـا مـورد تهاجـم واقـع شـوند. کـه ایـن دو عامـل می توانـد باعـث ترشـح ترکیبـاتی تحـت عنـوان توکسیـن هـای قـارچی همـراه باشـد کـه از یـک طـرف میتـوان شـاهد فسـاد میـوه پسـته در بـاغ و انبـار نگهـداری بـود و از طـرف دیگـر در مراحـل مصـرف میتـوان خطـر تهدیـد کننـده جـدی بـرای سلامـت جامعـه باشـد. یـکی از علـت هـای آلـودگی بیشـتر مغـز پسـته رو می تـوان ایـن گونـه بیـان کـرد، محصـول پسـته در بـاغ و نگهـداری آن در انبـار میتوانـد بـه وسیلـه آفـات سـن و میکروارگانیسـم هـای مختلـف بـه ویـژه قـارچ هـا مـورد تهاجـم واقـع شـوند. کـه ایـن دو عامـل میتوانـد باعـث ترشـح ترکیبـاتی

تحت عنوان توکسین های قارچی همراه باشد که از یک طرف می توان شاهد فساد میوه پسته در باغ و انبار نگهداری بود و از طرف دیگر در مراحل مصرف می توان 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 می بیند بنابراین میزان تاثیر آسیب دیدگی پوسته مغز پسته در جلوگیری از رشد قارچ های آسپرژیلوس امری ضروری می نماید. در نتایج این تحقیق نیز نمونه مغز سن زده دارای بیش ترین آلودگی به قارچ را داشت (Gradziel and Wang, 1994).

منابع

1. Alavi, A. 2004. Mycotoxins in Agriculture and Food Security. First edition, Tehran, Agricultural Sciences Publications Application. 871 p.

2. Allameh, A. and Razzaghi, M. 2001. Mycotoxins. First edition, Tehran, Imam Hussein University Press. 678 p.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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).

7. Gradziel, T.M. and Wang, D. 1994. Susceptibility of california almond cultivars to aflatoxigenic *Aspergillus flavus*. Hort Science, 29: 33-35.

8. 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)

9. Hashemi Rad, H. 2004. Injurious true bugs of pistachio orchards in Kerman province. Iranian Pistachio Research Institute, Iran. (In Persian)

10. 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.

11. Mehrnejad, M.R. and Panahi, B. 2006. The influence of hull cracking on aflatoxin contamination and insect infestation in pistachio nuts. 39-42.

12. 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

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

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

18. 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.

19. 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.

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

21. Rajaee, A. 2009. Antioxidant and antimicrobial properties of pistachio shells. Food Industry News Network.

22. 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.

23. 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.

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