Archive of SID



نامه انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۹۵ - ۳۶(۱): ۴۹-۵۹

# کارایی گاز ازن در کنترل شب‌پره آرد، *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae) و تأثیر آن در کیفیت کشمش

**راحیل میرابی مقدم[۱]، رضا صادقی[۱و*] و مسعود تقی‌زاده[۲]**

۱- گروه حشره‌شناسی و بیماری‌های گیاهی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، ۲- گروه صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rsadeghi@ut.ac.ir

# Efficacy of ozone against *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae) and on the quality of raisin

**R. Mirabi Moghaddam[1], R. Sadeghi[1&*] and M. Taghizade[2]**

1. Department of Entomology and Plant Pathology, College of Abourehan University of Tehran, Iran, 2. Department of Food Sciences and Technology, Ferdowsi Universty of Mashhad.

*Corresponding author, E-mail: rsadeghi@ut.ac.ir

**چکیده**

ازن یک اکسیدکننده بسیار قوی است که توانایی کشتن حشرات و میکروارگانیسم‌های مضر را دارد. در این تحقیق از گاز ازن برای کنترل لارو شب‌پره آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller.) در کشمش صادراتی استفاده شد. واحدهای آزمایشی شامل ۵۰ گرم کشمش بود که با لارو سن پنج شب‌پره آرد آلوده شدند و داخل یک لوله پلاستیکی که دو سر آن با پارچه توری پوشانیده شد بود، قرار داشتند. این واحدهای آزمایشی با سه غلظت ۲، ۳ و ۵ پی‌پی‌ام گاز ازن و برای پنج دوره زمانی ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ دقیقه در معرض گاز ازن قرار گرفتند. نتایج در تمامی آزمایشات نشان داد، با افزایش مدت زمان قرار گرفتن لاروها در معرض گاز ازن، مرگ‌ومیر آن‌ها نیز بیشتر می‌شود. تلفات کامل در غلظت ۵ پی‌پی‌ام و زمان ۹۰ دقیقه به‌دست آمد. نتایج به‌دست آمده از تأثیر گاز ازن روی خصوصیات کیفی کشمش نشان داد که در آزمون حسی، افزایش غلظت و زمان تیمار با گاز ازن تأثیر معنی‌داری بر روی رنگ، تردی و سفتی کشمش نداشته است ولی بر روی آروما تأثیر معناداری دارد.

**واژگان کلیدی:** گاز ازن، شب‌پره آرد، مرگ‌ومیر، کشمش

**Abstract**

Ozone is a powerful oxidant potent agent for killing insects and microorganisms. In this study, ozone gas was used to evaluate the effect of ozone on the mill moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) in raisins. The samples of infested raisin (50gr each) with fifth-instar larvae of *E. kuehniella* were exposed to ozone at three concentrations (2, 3 and 5 ppm) in five different periods (15, 30, 45, 60 and 90 min).The mortality of the larvae was proportional to the exposure time. 100% mortality was observed at 5 ppm of ozone concentration within 90 minutes. There was no adverse effects on raisins in terms of changes of quality, organoleptic properties or color factors, fragility and stiffness during the ozone treatments. But ozone had negative impact on the aroma of raisins.

**Key words:** ozone, *Ephestia kuehniella,* mortality, raisin

## مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* L. است که یکی از فراورده‌های آن کشمش بوده که از خشک کردن میوه انگور به‌دست می‌آید و از مهم‌ترین انواع خشکبار صادراتی ایران محسوب می‌شود. این محصول حاوی ترکیبات مغذی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی است و مصرف آن به‌صورت خام و یا به‌عنوان افزودنی در پخت غذا جهت افزایش شیرینی و بهبود طعم آن به‌کار گرفته می‌شود (Moghaddasi & Alishahi, 2007). کشمش از نظر تجارت بین‌المللی، مهم‌ترین محصول خانواده خشکبار می‌باشد. ایران پس از ترکیه، ایالات متحده امریکا و امریکای جنوبی چهارمین صادرکننده کشمش در دنیا است و از نظر تنوع واریته ایران در جایگاه نخست جهانی قرار دارد (FAO, 2012). شب‌پره آرد از آفات انبارهای کشمش می‌باشند که کنترل آنها یکی از چالش‌های پیش روی محققین کشاورزی است. در حالت کلی برای مبارزه با آفات انباری از روش‌های متعددی استفاده می‌شود ولی معمولاً روش‌هایی انتخاب می‌گردند که علاوه بر کنترل مؤثر آفات، از جنبه‌های اقتصادی نیز توجیه‌پذیر بوده و سبب آلودگی محیط‌زیست نگردند. در

دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/٤، پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۲۰.

www.SID.ir

Archive of SID



مدیریت آفات انباری، با توجه به شرایط و امکانات، می‌توان از روش‌ها و امکانات به‌صورت تلفیقی و یا مستقل استفاده کرد. برخی از این روش‌ها شامل رعایت اصول بهداشت، استفاده از دماهای پایین مانند انجماد، استفاده از دماهای بالا، به‌کارگیری ترکیبات شیمیایی محافظ یا ایمن‌ساز مانند آفت‌کش‌های محافظ یا بازدارنده آفت، استفاده از گازهای اتمسفر مانند دی‌اکسید کربن و نیتروژن در انبار، استفاده از آفت‌کش‌های گازی براساس استانداردهای مصوب و غیره می‌باشد (Bagheri Zenuz, 2007).

برای حفظ کمیت و کیفیت محصولات انبار شده، کاهش انبوهی جمعیت حشرات انباری ضروری است، برای نیل به این هدف معمولاً از مواد تدخینی استفاده می‌شود. تعداد مواد تدخینی ثبت شده محدود است و در سال‌های اخیر تعداد آن‌ها برای استفاده کاهش یافته است. سموم شیمیایی گازی، اثرات جبران‌ناپذیری بر انسان و محیط‌زیست دارند. استفاده از متیل بروماید به‌دلیل خاصیت سرطان‌زایی و هم‌چنین مخرب بودن آن برای لایه ازن بسیار محدود شده است. در روش ضدعفونی شیمیایی حدود ۸۰ تا ۹۵ درصد متیل بروماید استفاده‌شده در کنترل آفات که ترکیبی مخرب برای محیط‌زیست است به محیط بازگردانده می‌شود. کاربرد این ترکیب طی یک توافق بین‌المللی، در اغلب کشورهای توسعه یافته کنار گذاشته شده است (Navarro, 2006). نگرانی از مشکلات محیط‌زیست و هم‌چنین مقاومت برخی از حشرات به سموم گازی موجود، تمایل مصرف‌کننده‌ها به مصرف غذای سالم و فاقد باقی‌مانده سم و ارگانیک، انگیزه‌ای قوی برای محققان بوده که تحقیق و پژوهش در مورد روش‌های غیرشیمیایی جایگزین را با دقت بیشتری دنبال نمایند (Sadeghi, 2015). از جمله این روش‌ها استفاده از گاز ازن به‌عنوان یک روش سازگار با محیط‌زیست است.

ازن در دمای معمولی آبی رنگ است اما در سایر حالات فیزیکی رنگ قابل تشخیصی ندارد، این گاز توسط بارهای الکتریکی در هوا تولید می‌شود و گازی ناپایدار با نیمه عمر ۲۰ دقیقه است این گاز در پزشکی به‌عنوان ماده‌ای برای ضدعفونی و علیه میکروارگانیسم‌ها و ویروس‌ها به‌کار برده می‌شود. از موارد دیگر کاربرد این گاز، از بین بردن رنگ، بو و مزه آلاینده‌های موجود در صنعت است (Kim *et al*., 1999) استفاده از ازن در انبارهای فرآورده‌های کشاورزی و مواد غذایی از رشد اسپورهای قارچی که عامل تولید مایکوتوکسین می‌باشند، ممانعت می‌کند و این یک امتیاز بزرگ محسوب می‌شود. زیرا مایکوتوکسین مزبور پس از ورود به دستگاه گوارش انسان ایجاد مسمومیت می‌نماید. ازن علاوه بر کنترل قارچ‌های موجود روی محصولات انباری، باعث کنترل آفات انباری نیز می‌گردد، بدون آن‌که باقی‌مانده‌ای روی مواد انباری داشته باشد و یا کیفیت مواد انباری را تغییر دهد (Mendez *et al*., 2003). از نظر مقدار استفاده از گاز ازن و زمان تأثیر آن در بین گونه‌های مختلف حشرات تیمار شده تفاوت‌هایی وجود دارد (Isikber & Oztekin, 2009) لاروهای شب‌پره هندی که در عمق ٦٠ سانتی‌متری محصول در انبارهای ذرت قرار داده شده بودند، مدت سه روز در معرض غلظت ۵۰ppm از ازن قرار گرفتند و تلفات ۱۰۰ درصد تیمارها را به‌همراه داشت (Kells *et al*., 2001; Maier *et al*., 2006). برای استفاده بهینه از ازن در انبارها، سرعت جریان هوا در داخل انبار باید حداقل ۰/۰۳ متر در ثانیه باشد تا ازن بتواند به عمق محصولات انباری نفوذ نماید (Mendez *et al*., 2003). این گاز در مدت پنج ساعت، تمام مراحل چرخه زندگی (Walker) *Cadra cautella* را به‌طور ۱۰۰ درصد از بین برد (Isikber & Oztekin, 2009).

www.SID.ir

Archive of SID



هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر گاز ازن با غلظت‌ها و در زمان‌های مختلف ازن‌دهی به‌منظور کنترل لارو سن پنج *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) بود که در انبارهای خشکبار و از جمله کشمش یافت می‌شود.

**مواد و روش‌ها**

خشکبار مورد استفاده در این تحقیق کشمش بود. به‌منظور پرورش انبوه حشره آفت از ظروف شیشه‌ای به حجم یک لیتر که دهانه آن‌ها جهت تهویه مناسب با پارچه توری بسته شده بود، استفاده گردید. آفت مورد آزمایش در این تحقیق لارو سن پنج شب‌پره آرد (*E. kuehniella*) بود که از داخل خشکبار انبار شده جمع‌آوری شدند (لارو سن پنج براساس طول بدن و قطر سر انتخاب شد). برای پرورش شب‌پره آرد از ترکیب آرد گندم ۹۰٪ و مخمر ۱۰٪ استفاده شد (Ayvaz, 2006).پس از نوشتن اطلاعات مربوط به گونه حشره و تاریخ پرورش روی شیشه‌ها، نمونه‌ها در انکوباتور قرار داده شد. شرایط محیطی اتاق پرورش با دمای ۲ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ٦٥ درصد و دوره نوری ۱۳ ساعت تاریکی و ۱۱ ساعت روشنایی بود. در این تحقیق دستگاه مولد ازن مورد استفاده، ساخت کارخانه ازن آب تهران، تحت لیسانس InternationalTech Trade، استرالیا بود. تولید ازن در این سیستم با روش کورونا انجام گرفت که متداول‌ترین روش تولید ازن در صنعت است (Bonjour *et al*., 2011). در روش تخلیه کورونا هوا یا اکسیژن از محفظه‌ای شامل دو الکترود با اختلاف پتانسیل بالا و ماده دی‌الکتریک (معمولاً شیشه) در بین آن‌ها، عبور می‌کند. با این کار درصد کمی از مولکول‌های اکسیژن به ازن تبدیل می‌شوند و با هوا مخلوط می‌شوند. در این روش اگر از اکسیژن خالص در ورودی استفاده شود میزان تولید ازن بین ۳ تا ٦ درصد است. این مقادیر برای ورودی هوا در محدوده ۱ تا ۳ در صد است (شکل ۱). برای تعیین دقیق غلظت‌های ازن، از دستگاه سنجش ازن مدل OZO21ZX استفاده شد. دامنه‌ی تشخیص آن بین صفر تا ۱۰ پی‌پی‌ام و دارای دقت ۰/۰۱ پی‌پی‌ام بود. ازن تولید شده به یک مخزن استوانه‌ای که درپوش آن قابل باز و بسته شدن بود انتقال می‌یافت. جنس مخزن از استیل (فولاد ضدزنگ) و دارای حجم ۵۰ لیتر بود. مخزن مجهز به شیر ورود و خروج گاز ازن بود که درصورت نیاز بتوان ازن را در محفظه محبوس کرد و یا مانند این تحقیق از آن صرفاً برای قرار دادن نمونه‌ها استفاده کرد و ازن وارد شده به مخزن از شیر خروجی به هوای آزاد منتقل شود. غلظت ازن در مخزن به‌وسیله دستگاه سنجش ازن که مجهز به دو شاخه حس‌گر بود، کنترل شد.

برای انجام آزمایش زیست‌سنجی لارو سن پنج شب‌پره آرد از ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل به قطر ٤ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر که دو طرف آن با پارچه توری پوشانده شده بود، استفاده گردید. هر یک از ظروف استوانه‌ای پلاستیکی محتوی ۵۰ گرم کشمش و ۱۰ عدد از لارو حشره مورد آزمایش بود. سپس واحدهای آزمایش داخل سبد چیده و درون مخزن دستگاه مولد ازن قرار داده شد و به‌ترتیب در معرض غلظت‌های ۲، ۳ و ۵ پی‌پی‌ام و زمان‌های ۱۵، ۳۰، ٤٥، ٦٠ و ۹۰ دقیقه ازن‌دهی قرار گرفتند. برای هر غلظت و زمان مشخص ظروف آزمایشی جداگانه تعبیه شد و ظروف شاهد برای هر مرحله مانند ظروف آزمایش زیست‌سنجی بودند. ظروف شاهد برای تیمارهای گازدهی ازن، در معرض جریان هوای اتاق قرار داشتند. آزمایش‌ها در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ٤ تکرار انجام شدند. نمونه‌ها پس از ازن‌دهی در دستگاه انکوباتور در شرایط دمای ۲ ± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ٦٥ درصد با دوره نور: تاریکی ۱۳:۱۱ قرار داده شدند. شمارش مرگ‌ومیر ۲٤ ساعت بعد از ازن‌دهی انجام شد. سپس ظرف‌های آزمایش به انکوباتور منتقل شدند و پس از ۹ روز مورد بررسی قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID



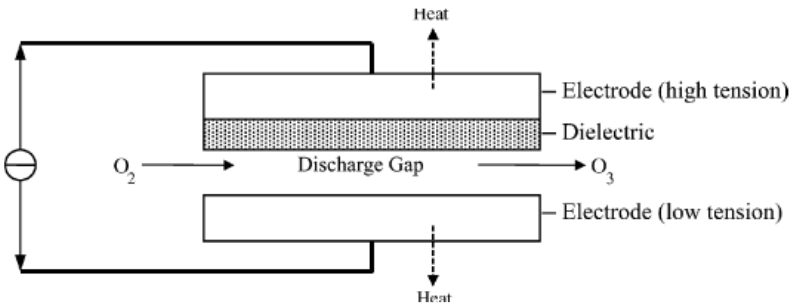
لاروهایی که پس از ۹ روز از ازن‌دهی به شفیره تبدیل نشده بودند نیز مرده تلقی شدند زیرا در مراحل زیستی این آفت مدت زمان لازم برای تبدیل شدن لارو سن پنجم به شفیره ۷–۹ روز زمان گزارش شده است (Isikber & Oztekin, 2009).

## بررسی خصوصیات کیفی کشمش

در این تحقیق خصوصیات کیفی محصول کشمش طی تیمار با ازن با دو روش تعیین خواص ارگانولوپتیکی و روش پردازش تصویر به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت.

## تعیین خواص ارگانولپتیکی

نمونه‌های کشمش قبل و بعد از تیمار با ازن از نظر خصوصیاتی هم‌چون شیرینی، ترشی، آروما، رنگ و غیره مورد بررسی قرار گرفتند. برای ارزیابی این خصوصیات از ده ارزیاب (panelist) مجرب که مشتمل بر ۵ مرد و ۵ زن بودند و نیز در آزمون تعیین صحت چشایی مطابق با استاندارد (INSO, 2014) تأئید شده بودند استفاده گردید. بر طبق استاندارد ملی ۱۸۲۹٤ ابتدا بایستی با آزمون‌های خاص افرادی که مناسب این کار هستند انتخاب شوند و با آموزش‌هایی که به آن‌ها داده می‌شود خواص کیفی مذکور را ارزیابی کنند (INSO, 2014) بدین‌منظور از آزمون هدونیک هفت‌نقطه‌ای استفاده شد و ارزیاب‌ها نمونه‌های کشمش را از نظر خواص حسی مورد قضاوت قرار دادند. ارزیاب‌ها فرم‌هایی که براساس استاندارد درست شده بودند را پر می‌کردند. در این فرم‌ها برای ثبت شدت هر ویژگی کیفی، مقیاس عددی ۱ تا ۷ بیان شده بود که مشابه جدول ۱ با افزایش عدد، سطح کیفی بالاتر می‌رفت. مطابق با استاندارد برای این‌که ارزیاب‌ها در پر کردن فرم‌ها کاملاً مستقل عمل کنند از اتاقک‌های تست جداگانه برای هر ارزیاب که مخصوص این کار ساخته شده بودند استفاده شد. این اتاقک‌ها از جنس MDF و مجهز به نور مصنوعی با لامپ هالوژن بودند. در ابتدا بسته نمونه شاهد را باز کرده و داخل هر یک از ظروف پلاستیکی پنج عدد کشمش قرار گرفت تا ارزیاب‌ها سایر نمونه‌های تیمار شده را که بعداً در اختیارشان قرار داده می‌شد با نمونه شاهد مقایسه کنند و سپس فرم‌های داده شده را پر کنند. روی هر بسته از نمونه‌های تیمار شده اتیکت‌هایی نصب شده بود که در آن غلظت و زمان تیمار با ازن به‌صورت کد نوشته شده بود. هم‌چنین جهت عدم تداخل مزه نمونه‌ها، لیوان‌های یک‌بارمصرف همراه با آب معدنی به‌منظور نوشیدن بین هر مرحله تشخیص، در دسترس ارزیاب‌ها قرار داده شد. بدین‌ترتیب ارزیاب‌ها هفت فاکتور آرومای مطلوب، رنگ سطح، میزان شیرینی، میزان ترشی، میزان سفتی بافت، میزان تردی و پذیرش کلی را مورد ارزیابی قرار دادند و به هر کدام از نمونه‌ها، براساس جدول ۱ عددی را از ۱ تا ۷ به آن اختصاص دادند.




**شکل ۱**– شکل شماتیکی از ژنراتور تولید ازن به‌وسیله روش تخلیه کورونا.

**Fig. 1 .**Schematic diagram of ozone generation by corona discharge.

www.SID.ir

Archive of SID



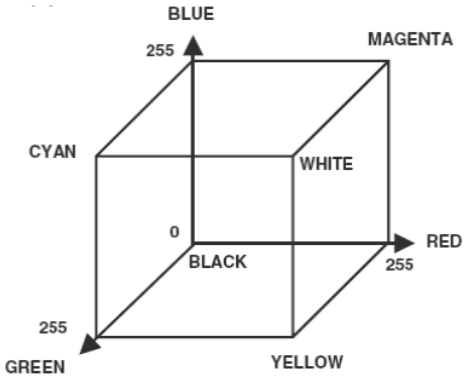
**جدول ۱**– مقیاس عددی ۱ تا ۷ جهت مشخص نمودن میزان و شدت هر ویژگی کیفی در آزمون هدونیک هفت نقطه‌ای.

**Table 1.** Numerical scale from 1 to 7 to determine the extent and severity of any qualitative features a seven-point hedonic test.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Very very low | Very low | low | Medium | High | Very high | Very very high |

## تعیین خصوصیات کیفی با استفاده از روش پردازش تصویر

برای بررسی تأثیر ازن بر پارامتر روشنایی رنگ کشمش از روش Leon *et al*., (2006) استفاده شد. به‌منظور تهیه عکس از نمونه‌های کشمش از دوربین دیجیتال Canon مدل Powershot A 520 استفاده شد (در هر عکس ۱۵ عدد کشمش وجود داشت که به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شد). جهت سهولت انجام تنظیمات دوربین و دسترسی به تصاویر در حین عکس‌برداری از اتصال آن به کامپیوتر با استفاده از پورت USB استفاده شد. برای یکنواختی شرایط نوری نمونه‌ها از سیستم نورپردازی مصنوعی استفاده گردید. این کار با استفاده از نور لامپ‌های فلوئورسنت سفید که در دیواره‌ها و سقف اتاقک مخصوص نصب شده بود انجام گرفت. دیواره‌های اتاقک از پوشش سیاه رنگ پوشیده شده بود و دوربین با پایه متحرک در داخل آن نصب می‌شد طوری که فاصله آن از نمونه‌ها قابل تنظیم بود. با روش آزمایش و خطا بهترین شرایط عکس‌برداری با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از نمونه‌ها و زمینه سفید تعیین شد. زمینه سفید جهت تمایز نمونه‌ها از زمینه و نیز کاهش مراحل پردازش تصویر استفاده گردید. تصاویر در تراکم پیکسل ۱۷۰٤ × ۲۲۷۲ با وضوح ۱۸۰dpi، فرمت Jpeg و در فضای رنگی RGB گرفته شدند. به‌طوری‌که رنگ‌های مختلف در کامپیوتر با استفاده از سه رنگ پایه قرمز (R)، سبز (G) و آبی (B) تولید و حس می‌شود. بدین‌ترتیب به این مدل رنگ RGB گفته می‌شود که از سه مؤلفه رنگی Blue، Green و Red تشکیل شده است و هر کدام بین ۰ تا ۲۵۵ تغییر می‌کند. مقادیر ۰، ۰، ۰ معادل رنگ سیاه و مقادیر ۲۵۵، ۲۵۵، ۲۵۵ معادل رنگ سفید است. شکل شماتیک فضای رنگی RGB در شکل ۲ نشان داده شده است. در برخی موارد استفاده از فضای رنگ CIELAB و تبدیل RGB به L*a*b* نیز مشاهده شده است. برخلاف فضای RGB، فضای رنگ Lab به‌گونه‌ای طراحی شده است که بسیار نزدیک با بینایی انسان است. پارامتر L* برای شدت نور و روشنایی پیکسل که بین ۰ معادل مشکی و ۱۰۰ معادل انعکاس کامل نور است. مقادیر a* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز است. مقادیر b* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است (Leon *et al*., 2006).




**شکل ۲** – شماتیک فضای رنگی RGB

**Fig. 2.** RGB color space diagram.

www.SID.ir

Archive of SID



تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19.0 انجام شد. در این نرم‌افزار اثر پارامترهای غلظت و زمان بر درصد مرگ‌ومیر در سطح احتمال آماری ۱ درصد بررسی شده و مقایسه‌های آماری به روش توکی (Tukey-Kramer (HSD) test) انجام شد. به‌دلیل نرمال بودن داده‌ها نیازی به تغییر شکل وجود نداشت و در تیمار شاهد تلفاتی مشاهده نشد. به‌منظور پردازش تصاویر گرفته شده توسط دوربین دیجیتال از نرم‌افزار ImageJ 1.47v استفاده شد. ابتدا با استفاده از ابزار Area selection tools که در نوار ابزار نرم‌افزار وجود دارد در عکس‌ها قسمت‌های زمینه از محصول جدا شدند. سپس با استفاده از زیر برنامه Color-Space-Converter که تحت ImageJ کار می‌کند، عکس‌ها به CIE XYZ و سپس به L*a*b* تبدیل شدند.

## نتایج و بحث

نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف گاز ازن تأثیر معناداری بر مرگ‌ومیر لارو شب‌پره آرد دارد (F = ۳۳۰/۲۳۸ ،df = ۲ ،P = ۰/۰۰۱) هم‌چنین در زمان‌های مختلف نیز گاز ازن دارای اثر معنی‌دار روی لارو دارد (F = ۳۱/۷۸۸ ،df = ٤ ،P = ۰/۰۰۱) ولی اثر متقابل این دو عامل روی لارو شب‌پره آرد معنی‌داری نبود (F = ۲/۹۸۳ ،df = ۸ ،P > ۰/۰۵). با مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که ازن در غلظت ۵ پی‌پی‌ام و در زمان۹۰ دقیقه بیشترین میزان تلفات را در لارو حشره مورد آزمایش ایجاد کرد (جدول ۲).

جدول ۲ نشان می‌دهد برای لارو سن پنجم شب‌پره در بیشترین غلظت ازن یعنی ۵ پی‌پی‌ام با افزایش زمان ازن‌دهی از ۱۵ به ۳۰، ٤٥، ٦٠ و ۹۰ دقیقه در صد مرگ‌ومیر از٦٧/ ٥٩ به ٦٤/٠٠، ٧٧/٦٧، ٨٦/٣٣ و ۱۰۰/۰۰ درصد افزایش یافت. کمترین درصد مرگ‌ومیر (١٦/٣٣٪) برای لارو سن پنجم شب‌پره آرد مربوط به غلظت ۲ پی‌پی‌ام و زمان ۱۵ دقیقه می‌باشد و بیشترین درصد مرگ‌ومیر (۱۰۰٪) که در آن تلفات کامل صورت گرفته است مربوط به غلظت ۵ پی‌پی‌ام و زمان ۹۰ دقیقه می‌باشد.

کیوانلو و همکاران نیز برای شب‌پره هندی در غلظت ثابت ۵ پی‌پی‌ام درصد مرگ‌ومیر حشرات در زمان‌های ۳۰، ٦٠، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه به‌ترتیب ۷۱، ٦٨، ۷۸ و ۸۵ درصد گزارش کردند. این نشان می‌دهد که در یک غلظت ثابت با افزایش زمان ازن‌دهی، نرخ مرگ‌ومیر نیز افزایش می‌یابد.

### تغییرات رنگ نمونه‌های کشمش طی تیمار با گاز ازن

تغییرات فاکتورهای رنگ‌سنجی (L*، a* و b*) برای نمونه‌های محصول در اثر تیمار ازن بررسی شد و تغییرات این مقادیر برای تیمارهای مختلف (حالت‌های مختلف غلظت ازن و زمان ازن‌دهی) برای کشمش به‌دست آمد. با استفاده از مقادیر پارامترهای رنگ‌سنجی (L*، a* و b*) محصول کشمش در حالت اولیه و به‌دست آوردن اختلاف آن‌ها با مقادیر به‌دست آمده بعد از تیمار، می‌توان میزان تغییرات هر پارامتر (ΔL*, Δa*, Δb*) را در آزمایش‌های صورت گرفته بیان کرد. مقادیر پارامترهای رنگی نمونه‌های کشمش در حالت اولیه برای L*، a* و b* به‌ترتیب 60.778، 4.821- و 18.9229 است.

### تغییرات پارامتر رنگی L* در محصول کشمش

شکل ۳ تأثیر غلظت‌ها و زمان‌های ازن‌دهی را بر تغییر میزان روشنایی رنگ (L*)، نشان می‌دهد. در این شکل مقادیر L* برای محصول قبل و بعد از تیمار ازن تعیین شده و تغییرات آن (ΔL*) محاسبه شده است. با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که در حالت کلی تغییرات روشنایی رنگ کشمش در غلظت‌های بالاتر ازن بیشتر است.

www.SID.ir

Archive of SID



### تغییرات پارامتر رنگی a* در محصول کشمش

شکل ٤ تأثیر غلظت‌ها و زمان‌های ازن‌دهی را بر تغییر میزان قرمزی رنگ (a*)، نشان می‌دهد. در این شکل مقادیر a* برای محصول قبل و بعد از تیمار ازن تعیین شده و تغییرات آن (Δa*) محاسبه شده است. با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش غلظت ازن، تغییرات قرمزی در رنگ محصول کشمش بیشتر می‌شود. در غلظت‌های کم این پارامتر تقریباً ثابت است.

### تغییرات پارامتر رنگی b* در محصول کشمش

در شکل ٥ تأثیر غلظت‌ها و زمان‌های ازن‌دهی بر تغییر میزان زردی رنگ (b*)، نشان داده شده است.

در این شکل مقادیر b* برای محصول قبل و بعد از تیمار ازن تعیین شده و تغییرات آن (Δb*) محاسبه شده است. با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که افزایش غلظت ازن، تغییرات زردی در رنگ محصول کشمش افزایش می‌یابد.

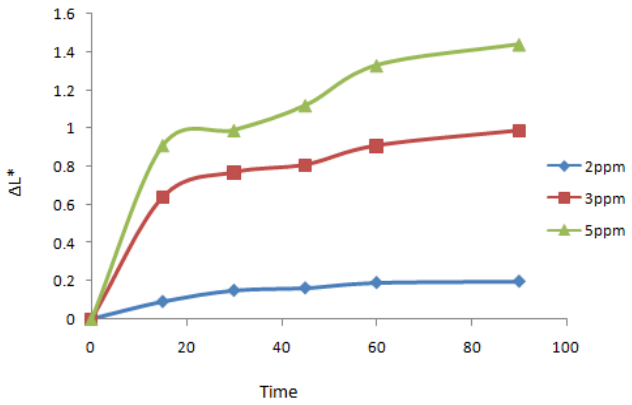
**جدول ۲**- مقایسه میانگین درصد مرگ‌ومیر (± خطای معیار) لارو شب‌پره آرد تیمار شده با گاز ازن

**Table 2.** Mean percentage mortality (± standard error) of *E. kuehniella* larvae treated with ozone.

| (min) ime | Concentration (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 5 |
| 15 | 16.33 ± 3.78a | 46.33 ± 6.50cd | 59.67 ± 4.04cd |
| 30 | 23.00 ± /4.00ab | 52.33 ± 6.11cd | 64.00 ± 5.00de |
| 45 | 25.33 ± 6.50ab | 54.67 ± 9.45cd | 77.67 ± 4.04ef |
| 60 | 29.00 ± 7.00ab | 56.67 ± 6.50de | 86.33 ± 5.13ef |
| 90 | 34.00 ± 6.57bc | 66.33 ± 3.21de | 100.00 ± 0.00f |

اعداد با حروف مشترک در تمامی حالات زمان و غلظت ازن‌دهی دارای اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی نمی‌باشند ($P > 0.05$).

The means in followed by the same letters are not differ significantly ($p < 0.05$) as determined by Tuky's tests.



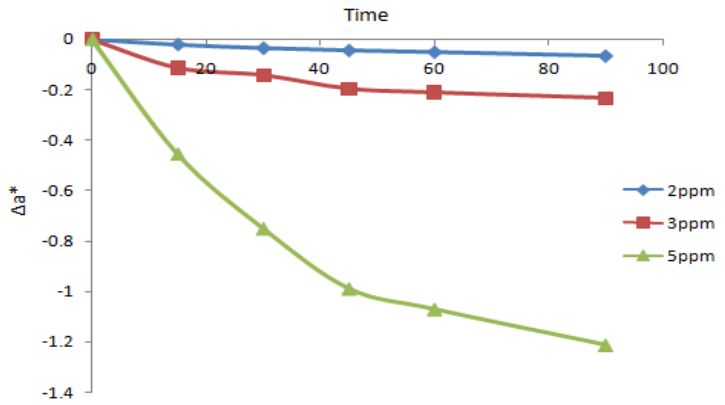

**شکل ۳**- تأثیر ازن بر پارامتر روشنایی رنگ ($L^*$) در محصول کشمش.

**Fig. 3.** Effect of ozone on (L*) in raisin.

www.SID.ir

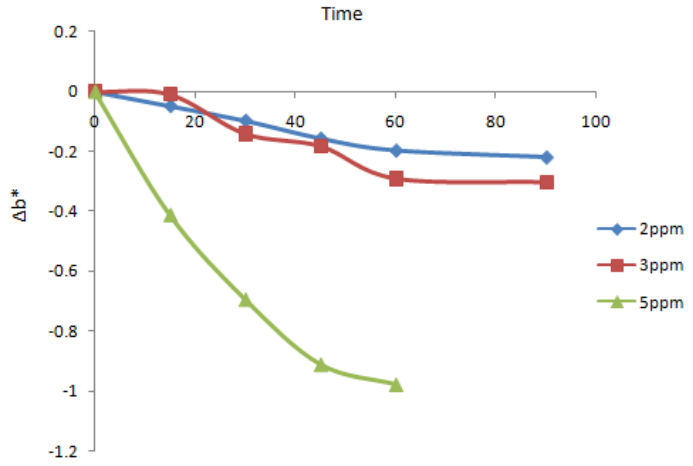
Archive of SID






**شکل ٤**- تأثیر ازن بر پارامتر قرمزی رنگ (a*) در محصول کشمش.

**Fig. 4.** Effect of ozone on (a*) in raisin.




**شکل ٥**- تأثیر ازن بر پارامتر زردی رنگ (b*) در محصول کشمش

**Fig. 5.** Effect of ozone on (b*) in raisin.

## نتایج آزمون حسی نمونه‌های کشمش طی تیمار با گاز ازن

اثر تیمار ازن در غلظت‌های ۲، ۳ و ۵ پی‌پی‌ام و زمان‌های ۱۵، ۳۰، ٤٥، ٦٠ و ۹۰ دقیقه بر ویژگی‌های آروما، رنگ، شیرینی، ترشی، سفتی، تردی و پذیرش کلی نمونه‌های کشمش توسط گروه ارزیاب، به وسیله آزمون حسی تعیین شد. میانگین خواص حسی برای محصول کشمش و مقایسه آن‌ها براساس آزمون توکی در جدول ۳ نشان داده شده است. در این جدول اعداد ۱ تا ۷ میزان و شدت هر ویژگی را نشان می‌دهند. اگرچه که عامل‌های غلظت و زمان ازن‌دهی بر رنگ محصول اثر داشته است اما اثر تغییرات ایجاد شده در رنگ محسوس نبوده و تنها با در دست داشتن نرم‌افزارهای تخصصی عکس‌برداری می‌توان گفت روی رنگ پایه ای و اصلی کمی تغییرات ایجاد کرده که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود، هم‌چنین غلظت و زمان

www.SID.ir

Archive of SID



ازن‌دهی در تردی و سفتی نمونه‌های کشمش اثر معنی‌داری نداشته‌اند. این عامل‌ها بر خواص آروما، شیرینی، ترشی و پذیرش کلی اثر معنی‌دار دارند طوری که باعث می‌شوند در آزمون توکی در گروه‌های مختلف قرار بگیرند. در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت که برای کشمش با افزایش غلظت ازن و افزایش زمان ازن‌دهی پذیرش کلی محصول کاهش می‌یابد. طوری که بیشترین کاهش کیفیت در غلظت ۵ پی‌پی‌ام و زمان ۹۰ دقیقه و کمترین کاهش کیفیت محصول در غلظت ۲ پی‌پی‌ام و زمان ۱۵ دقیقه است. به‌طور کلی تیمار با گاز ازن به علت بوی تند ازن، بر روی عطر و بوی کشمش کمی تأثیر می‌گذارد که این بوی ناخوشایند هم به دلیل ناپایدار بودن گاز ازن به مرور زمان از بین خواهد رفت. که این نتایج با نتایج مندز و همکاران (۲۰۰۳) که بیان نمودند از ازن می‌توان برای کنترل آفات و قارچ‌های موجود روی محصولات انباری استفاده کرد، تطابق دارد. زیرا ازن تأثیر معنی‌داری بر کیفیت مواد انباری ندارد (Mendez *et al*., 2003).

**جدول ۳**- میانگین (± انحراف معیار) ارزیابی حسی محصول کشمش پس از تیمار با گاز ازن

**Table 3.** The mean (± standard diviation) of raisin after treatment with ozone.

| Concentration (ppm) | Time (min) | Aroma | Color | Sweet | Acerbity | Fragility | Stiffness | General admission |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Control | | 5.83 ± 1.16a | 6.67 ± 0.21a | 4.50 ± 1. 21 a | 3.83 ± 1.43a | 3.87 ± 1.26a | 4.67 ± 1. 03 a | 6.50 ± 0. 83 a |
| 2 | 15 | 5.67 ± 0.89a | 6.62 ± 0.09a | 4.08 ± 1. 47a | 3.09 ± 1.06a | 3.33 ± 0.12a | 4.50 ± 0. 83a | 6.33 ± 1.40a |
| | 30 | 5.17 ± 0.83 ab | 6.52 ± 1.03a | 4.82 ± 1. 51a | 3.15 ± 1.21a | 2.17 ± 0.72a | 3.83 ± 0.98a | 5.67 ± 1. 03a |
| | 45 | 4.50 ± 1.21 ab | 6.50 ± 1.16 a | 4.33 ± 1. 16 a | 3.40 ± 0.89a | 3.83 ± 0.40a | 4.17 ± 0. 75a | 5.33 ± 0. 81a |
| | 60 | 4.17 ± 1.95 ab | 6.62 ± 0.61 a | 4.83 ± 0.97a | 3.67 ± 0.21a | 3.00 ± 1.09a | 4.50 ± 1. 04a | 4.50 ± 0. 86b |
| | 90 | 3.83 ± 1.21ab | 6.33 ± 1.97 a | 4.62 ± 1. 02a | 3.83 ± 1.16a | 3.33 ± 0.98a | 3.33 ± 1.71a | 4.87 ± 1. 26b |
| 3 | 15 | 4.33 ± 1.16 ab | 6.33 ± 1.01 a | 4.83 ± 0. 47a | 3.33 ± 0.04a | 3.62 ± 1.22a | 3.33 ± 0.81a | 5.67 ± 0. 51 ab |
| | 30 | 4.17 ± 0.81 ab | 5.83 ± 1.03a | 4.45 ± 1. 51 a | 3.17 ± 1.81a | 3.83 ± 1.98a | 4.17 ± 1. 72a | 5.17 ± 0. 81 a |
| | 45 | 3.50 ± 1.04 b | 6.17 ± 0.51 a | 4.17 ± 1. 16 a | 3.62 ± 0.51a | 2.87 ± 0.82a | 4.50 ± 1. 37a | 4.50 ± 0. 12 b |
| | 60 | 2.40 ± 1.16 c | 6.83 ± 1.43 a | 4.33 ± 1. 97 a | 3.50 ± 1.21a | 3.83 ± 0.16a | 3.60 ± 1. 21a | 4.33 ± 1. 81 b |
| | 90 | 2.33 ± 0.97 c | 6.17 ± 047 a | 4.82 ± 1. 04 a | 3.82 ± 0.03a | 2.75 ± 1.11a | 4.33 ± 0. 81a | 4.00 ± 0. 04 b |
| 5 | 15 | 3.67 ± 0.33 b | 6.50 ± 1.22 a | 4.05 ± 1. 50 a | 3.17 ± 1.51a | 3.83 ± 0.49a | 4.00 ± 1. 26a | 5.83 ± 0. 75 ab |
| | 30 | 3.33 ± 1.22 bc | 6.17 ± 1.60 a | 4.82 ± 0. 94 a | 3.33 ± 1.03a | 3.83 ± 0.15a | 3.83 ± 1. 80a | 4.83 ± 1. 26b |
| | 45 | 2.77 ± 0.51 bc | 6.45 ± 0.98 a | 4.17 ± 1. 16 a | 3.30 ± 1.42a | 3.00 ± 1.19a | 4.33 ± 1. 67a | 4.50 ± 0. 75b |
| | 60 | 2.17 ± 0.75 c | 6.50 ± 1.04 a | 4.93 ± 0. 83 a | 3.17 ± 0.21a | 3.17 ± 1.75a | 3.50 ± 1. 83a | 4.54 ± 0. 75b |
| | 90 | 2.82 ± 1.03 bc | 5.93 ± 1.03 a | 4.50 ± 0. 12 a | 5.08 ± 0.81a | 3.33 ± 0.80a | 4.17 ± 1. 75a | 4.17 ± 1. 61b |

اعداد با حروف مشترک در تمامی حالات زمان و غلظت ازن‌دهی دارای اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی نمی‌باشند ($P > 0.05$).

The means in followed by the same letters are not differ significantly ($p < 0.05$) as determined by Tuky's tests.

تحت شرایط تدخین برعلیه آفات انباری، هیچ فومیگانت بی‌ضرر و کم‌خطری برای انسان و محیط‌زیست وجود ندارد و هر یک از سموم تدخینی دارای کاستی‌هایی هستند که سبب محدود شدن مصرف آن‌ها می‌گردد، لذا امروزه از فهرست بسیار بلند فومیگانت‌ها در دو دهه قبل تنها تعداد معدودی از آنها باقی‌مانده است و جایگزین‌های جدید باید بر پایه تکنولوژی‌هایی قرار گیرند که شامل استفاده از روش‌های ساده و مؤثر باشند (Navarro, 2006). در بین سموم تدخینی رایج و مؤثر بر علیه آفات انباری، متیل بروماید و فستوکسین از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند که هر یک از این ترکیبات نیز دارای مزایا و معایبی می‌باشند، از جمله در رنگ و طعم میوه‌ها و دیگر محصولات کشاورزی تأثیر دارند (Fields *et al.*, 2002) و

www.SID.ir

Archive of SID



فستوکسین نیز به سبب بروز مقاومت گسترده طیف وسیعی از حشرات در عرصه جهانی، طولانی بودن طول دوره فومیگاسیون و نیز به علت تأثیر مخرب روی ژن‌های عوامل اجرایی فومیگاسیون و ایجاد ناهنجاری‌های ژنتیکی در آنها از نظر کاربرد انتقاداتی را به‌دنبال دارد و متخصصین به‌طور جدی در پی یافتن جانشین‌های مناسب‌تری برای این دو فومیگانت می‌باشند (Rajendran & Muralidharan, 2005).

به‌طور کلی در سنین آخر لاروی در شب‌پره آرد به‌علت بزرگ شدن جثه حشره و افزایش فعالیت تنفسی آن، حساسیت لارو به ازن هم بیشتر می‌شود. کیوانلو و همکاران در سال ۲۰۱٤ بعد از قرار دادن مراحل مختلف شب‌پره هندی (*Plodia interpunctella*) در مختلف ازن‌دهی نتیجه گرفتند که لارو ۱۷ روزه به علت افزایش سطح بدن و جثه بزرگ، نرخ مرگ‌ومیر بالاتری نسبت به لارو ۵ و ۱۲ روزه در غلظت‌ها و زمان‌های مشابه داشت (Keivanloo *et al*., 2014). نتایج حاضر با نتایج حاصل از پژوهش کلز و همکاران نیز هم‌خوانی داشت. هم‌چنین آن‌ها پس از قرار دادن شب‌پره هندی در غلظت ۵ پی‌پی‌ام ازن و زمان ۳ ساعت، دریافتند که مرگ‌ومیر در مرحله‌ی لاروی نسبت به سایر مراحل زندگی شب‌پره هندی نرخ بالاتری دارد (Kells *et al*., 2001). ایشیکبر و ازتکین در سال ۲۰۰۹ دریافتند که مرحله لاروی *Tribolium confusum* du Val. با ۸٦/۳۱ درصد مرگ‌ومیر بیشترین حساسیت به ازن را نسبت به سایر مراحل رشد دارد (Isikber and Oztekin, 2009). با توجه به این تحقیقات می‌توان گفت که بهترین مرحله زندگی برای تیمار آفات در انبارهای مواد غذایی، مرحله لاروی است. زیرا این مرحله از زندگی نسبت به سایر مراحل از حساسیت بیشتری در برابر گاز ازن برخوردار است.

برای شب‌پره آرد در بیشترین زمان ازن‌دهی یعنی ۹۰ دقیقه با افزایش غلظت ازن از ۲ به ۳ و ۵ پی‌پی‌ام درصد مرگ‌ومیر نیز از ۳۸ به ۷۸ و ۱۰۰ درصد افزایش یافت. این نشان می‌دهد که در یک زمان ثابت با افزایش غلظت ازن‌دهی، نرخ مرگ‌ومیر نیز افزایش یافته است. این نتایج منطبق است با نتایج سایر محققین که بیان نمودند از نظر مقدار استفاده از گاز ازن و زمان تأثیر آن در بین گونه‌های مختلف حشرات تیمار شده تفاوت‌هایی وجود دارد (Isikber and Oztekin, 2009). لاروهای شب‌پره هندی که در عمق ٦۰ سانتی‌متری محصول در انبارهای ذرت قرار داده شده بودند، مدت سه روز در معرض غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام از ازن قرار گرفتند و تلفات ۱۰۰ درصد تیمارها را به‌همراه داشت (Kells *et al*., 2001). این گاز در مدت پنج ساعت، تمام مراحل چرخه زندگی *Cadra cautella* Walker.را به‌طور ۱۰۰ درصد از بین برد (Isikber and Oztekin, 2009).

ازن در مقایسه با دیگر فومیگانت‌ها ازجمله متیل بروماید اثرات کم‌تری روی خصوصیات ارگانولپتیکی محصولات کشاورزی دارد زیرا طبق نظر ریچارتسون و روت (۱۹٦٦) و دیگر محققان که بیان نمودند متیل بروماید روی رنگ و طعم میوه‌هایی که در آنها از این گاز استفاده شده است مؤثر است. اگرچه که در تحقیق حاضر گاز ازن روی برخی از خصوصیات ارگانولپتیکی تأثیر داشت (Claypool and Vines1956; Richardson and Roth, 1966). اما در سایر خصوصیات از جمله رنگ، تردی و سفتی کشمش این تأثیر معنی‌دار نبود. از این‌رو استفاده هوشمندانه و سازگار با محیط‌زیست از گاز ازن برای کنترل آفات انباری در مقایسه با متیل بروماید در معرض انتقادات کمتری بوده و از مقبولیت نسبی برخوردار است می‌تواند راهکار مناسبی تا معرفی فومیگانت ایده‌آل منظور شود.

www.SID.ir

Archive of SID



## منابع

**Ayvaz, A., & Tunçbilek, A. Ş. (2006)** Effects of gamma radiation on life stages of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Pest Science* 79 (4), 215-222.

**Bagheri Zenuz, E. (2007**) Stored product pest and management control. Publishing Tehran University. 450 p.

**Bonjour, E. L., Opit, G. P., Hardin, J., Jones, C. L., Payton, M. E., & Beeby, R. L. (2011)** Efficacy of ozone fumigation against the major grain pests in stored wheat. *Journal of Economic Entomology* 104 (1), 308-316.

**Claypool, L. L., & Vines, H. M. (1956)** Commodity tolerance studies of deciduous fruits to moist heat and fumigants. *Hiluardia* 24, 297 - 355.

**FAO. (2012)** Food and Agricultural commodities production. http://faostate.fao.org/site/339/default.aspx.visited on 2016-02-2.

**Fields, P. G., & White, N. D. (2002)** Alternatives to Methyl Bromide Treatments for Stored-Product and Quarantine Insects 1. *Annual review of entomology* 47 (1), 331-359

**Iranian National Standards Organization (INSO). (2014)** Sensory evaluation methodology for monitoring the performance of a group of panelists little-tips. Standard No. 18294**.**

**Isikber, A. A., Oztekin, S. (2009**) Comparison of susceptibility of two stored-product insects, *Ephestia kuehniella* Zeller and *Tribolium confusum* to gaseous ozone. *Journal of Stored Products Research* 45, 159-164.

**Keivanloo, E., & Khodaparast, M. H. H. (2014)** Effects of low ozone concentrations and short exposure times on the mortality of immature stages of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Protection Research* 54 (3), 267-271.

**Kells, S. A., Mason, L. J., Maier, D. E., & Woloshuk, C. P. (2001**) Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. *Journal of Stored Products Research* 37 (4), 371-382.

**Kim, J. G., Yousef, A. E., & Dave, S. (1999)** Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. *Journal of Food Protection* 62 (9), 1071-1087.

**Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., & Leon, J. (2006)** Color measurement in L* a* b* units from RGB digital images. *Food Research International* 39 (10), 1084-1091.

**Maier, D. E., Hulasare, R., Campabadal, C. A., Woloshuk, C. P., & Mason, L. (2006)** Ozonation as a non- chemical stored product protection technology. Alternative Methods to Chemical Control, pp. 773-777. In 9th International Working Conference on Stored Product Protection.

**Mendez, F., Maier, D., Mason, L., & Woloshuk, C. (2003)** Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance. *Journal of Stored Products Research* 39 (1), 33-44.

**Moghaddasi, R., & Alishahi, M. (2007)** Study on the determinants of Iran's share in world agricultural markets. *Journal of Agricultural Sciences* 13 (1), 21-37.

**Navarro, S. 2006.** Modified atmospheres for the control of stored-product insects and mites. Chapter 11 in: Insect management for food storage and processing. Second Edition. W. Heaps ed. AACC International, St. Paul.

**Rajendran, S., & Muralidharan, N. (2005)** Effectiveness of allyl acetate as a fumigant against five stored grain beetle pests. *Pest Management Science* 61, 97-101.

**Richardson, H. H., & Roth, H. (1966)** Methyl bromide, ethylene dibromide and other fumigants for control of plum curculio in fruit. *Journal of Economic Entomology* 59, 1149-1152.

**Sadeghi, R. (2015)** Effects of ozone on *Sitophilus oryzae* (Col.: Curculionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Col.: Silvanidae) in date, wheat and rice storehouses. *Journal of Entomological Society of Iran* 34, 29-36.

www.SID.ir