بررسی اثر استون در کنترل حشرات انباری

علی‌اصغر پورمیرزا و مهدی تاجبخش ششوان[۱]

چکیده

به دلیل نیاز به فومیگانت جدید برای کنترل حشرات انباری، در سال ۱۳۷۹ اثر تدخینی استون بر حشرات انباری و بذر گندم در دانشگاه ارومیه ارزیابی گردید. در آزمایش‌های فضای خالی مقادیر LC_{50} استون برای حشرات کامل **Oryzaephilus surinamensis** (L.)، **Callosobruchus maculatus** (F.)، **Tribolium confusum** (Duv.) و **Sitophilus granarius** (L.) *به ترتیب برابر با ۱۵/۴۰، ۱۵/۵۱، ۱۷/۵۵ و ۱۸/۲۶ میکرولیتر در لیتر برآورد شد. در آزمایش امکان نفوذ استون به داخل توده گندم، معلوم شد که بخار استون می‌تواند از سطح توده گندم به اعماق توده آن نفوذ نموده و حشرات* **S. granarius** *و* **T. confusum** *مخفی شده در بین دانه‌های گندم را از بین ببرد. با مقایسه مقادیر LC_{50} در آزمایش‌های فضای خالی و نفوذ به اعماق توده گندم، معلوم شد که در گازدهی توده گندم نسبت به فضای خالی مقدار LC_{50} برای* **S. granarius** *۸/۶۳ برابر گردید. در مورد حشرات کامل* **T. confusum** *نیز همین روند مشاهده شد. هنگامی که استون بر علیه حشره* **S. granarius** *فعال در داخل بذرهای گندم به کار رفت، استون مراحل مختلف زیستی این حشره را در داخل بذر از بین برد، و با غلظت ۱۶۰ میکرولیتر بر لیتر، در مدت هفت هفته ۷۵ درصد تلفات را موجب گردید. استون در دوزهای مصرف شده، در قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر گندم اثر سوئی نشان نداد.*

واژه‌های کلیدی: *استون، فومیگانت، بذر گندم، حشرات انباری، سمیت*

مقدمه

از سال‌ها پیش برای کنترل حشرات فعال در انبارها از فومیگانت‌های مختلف استفاده کرده‌اند (۳، ٦، ۱۱، ١٤ و ۱۷).

برای حفظ کمیت و کیفیت توده غله انبار شده نیز کاهش انبوهی جمعیت حشرات انباری ضروری است. برای نیل به این هدف، معمولاً سطوح انبار شده گندم را با حشره‌کش‌های تماسی آلوده ساخته و یا از فومیگانت‌ها استفاده می‌کنند (٦، ۷، ۸، ١٤ و ۱۷). چون در کاربرد حشره‌کش‌های تماسی امکان وجود باقی‌ماندهٔ سموم در گندم و فراورده‌های آن وجود دارد، از لحاظ باقی‌ماندهٔ سموم در گندم محدودیت‌های زیادی در

۱. به ترتیب دانشیار حشره‌شناسی و زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]

نظر گرفته شده است (۳ و ٤). ولی باید اذعان نمود که شمار حشره‌کش‌های تماسی کم خطر برای انسان و محیط زیست بسیار محدود می‌باشد (۲ و ١٤).

بررسی‌ها نشان می‌دهند که مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین حشره‌کش تماسی برای حفظ گندم در برابر آلودگی با حشرات انباری مالاتیون بوده است (۷)، ولی از سال ۱۹۹۹ کاربرد مالاتیون در انبارها دیگر مورد تأیید نمی‌باشد (۲). تجربیات نشان می‌دهند که حشرات انباری در برابر سموم حشره‌کش، از جمله مالاتیون، از خود مقاومت نشان داده‌اند، و همواره بر میزان این مقاومت نیز افزوده شده است (۲ و ٦).

در کنترل حشرات انباری، استفاده از فومیگانت‌ها، در مقایسه با مصرف سموم حشره‌کش تماسی، از نظر عملیات اجرایی ساده‌تر بوده، و به علاوه مصرف کنندگان غلاتی مانند گندم کمتر در معرض خطر قرار می‌گیرند (۳). بنابراین، می‌توان انتظار داشت که در سال‌های آینده فومیگانت‌ها از ابزارهای اصلی مبارزه با حشرات در انبارها باشند. باند (۳) گزارش نمود که یک فومیگانت مطلوب ضمن داشتن اثر حشره‌کشی زیاد باید کمترین اثر سوء جانبی را نیز از خود نشان دهد. البته اگر فومیگانتی درصد زیادی از جمعیت حشرات را از بین ببرد باعث طولانی‌تر شدن زمان آلودگی مجدد غله توسط حشرات خواهد شد. در نتیجه، در طول دوره انبارداری از تعداد عمل تدخین (Fumigation) کاسته می‌شود، و این خود منجر به آلودگی کمتر غله با سم می‌گردد. ولی تمام صفات مطلوب در یک فومیگانت جمع نبوده، و این ترکیبات ضمن داشتن خصوصیات مطلوب دارای معایبی نیز هستند (۱ و ۵).

جای‌گزین شدن فومیگانت‌های قدیمی با فومیگانت‌های جدید در طول زمان ادامه داشته و در حال حاضر برای تدخین در بیشتر موارد از دو فومیگانت متیل بروماید (CH_3Br) و فسفید آلومینیم (AlP) استفاده می‌شود (۱۷ و ۱۸). متیل بروماید در اغلب نقاط جهان برای گازدهی محصولات انباری، به ویژه غلات، در سطح گسترده‌ای به کار می‌رود. برای استفاده از این فومیگانت به تخصص و وسایل جنبی نیاز است. تاکنون حشرات انباری در برابر متیل بروماید پایداری چشم‌گیری از خود نشان نداده‌اند. این فومیگانت برای انسان شدیداً سمی است، به لایهٔ ازن صدمه وارد کرده (۸ و ۱۸) و از نظر سرطان‌زایی نیز مشکوک می‌باشد (۱۵). فسفید آلومینیم در سراسر جهان به مدت طولانی بر علیه آفات انباری و با اثر حشره‌کشی بسیار مطلوب مورد استفاده قرار گرفته است، ولی در موارد بسیاری به تدریج برخی از حشرات انباری در برابر آن مقاوم شده‌اند (۱۱، ١٤ و ۱۷). افزون بر این، گزارش شده است که فسفید آلومینیم با تأثیر بر کروموزم‌های انسان باعث ایجاد ناهنجاری‌های ژنتیکی می‌شود (۱۰).

از مدت‌ها پیش در جوامع گوناگون بشری گرایش شدیدی به استفاده از مواد غذایی عاری از پس‌ماندهای ترکیبات شیمیایی سنتتیک، به ویژه حشره‌کش‌ها وجود داشته است (۱ و ٤). این گرایش سبب شده تا پژوهش‌ها به سوی دست‌یابی به ترکیبات حشره‌کش کم‌خطر سوق داده شود. ارزیابی اثر حشره‌کشی ترکیبات نفوذپذیر به داخل توده انبار شده و کشتن حشرات انباری در داخل بذرها اهمیت زیادی دارد. البته چنین ترکیباتی ضمن دارا بودن توانایی حشره‌کشی مطلوب، باید برای انسان و محیط زیست نیز کم خطر بوده و به سهولت در محیط تجزیه گردند. هر فومیگانتی که بالقوه دارای خواص مزبور بوده و از جنبه‌های اقتصادی نیز توجیه‌پذیر باشد، از اهمیت خاصی برخوردار می‌گردد (۳). بر اساس این نگرش، پژوهش برای دست‌یابی به فومیگانت‌های مطلوب ادامه دارد (۱ و ۵).

هدف از انجام این پژوهش شناسایی ترکیب شیمیایی مناسب برای استفاده در گازدهی انبارهای خالی و حاوی گندم می‌باشد. برای نیل به این هدف، در سال ۱۳۷۹ در دانشگاه ارومیه، از ترکیبات موجود بر علیه چهار گونه از حشرات انباری در فضای خالی استفاده به عمل آمد، و بر اساس نتایج حاصله از آزمایش‌های اولیه، از میان ترکیبات مورد آزمایش، استون به دلیل دارا بودن ایمنی کافی برای انسان و محیط زیست (۹، ۱۲ و ۱۹)، قدرت حشره‌کشی مطلوب، قیمت ارزان و سهولت کاربرد به منظور آزمایش‌های بعدی برگزیده شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]

استون از متابولیت‌های بدن انسان و شماری از پستانداران بوده، و در خون و ادرار آنها وجود دارد. این ترکیب شیمیایی از راه دستگاه گوارش انسان جذب شده و در تمام بدن توزیع می‌گردد، و در صورتی که ۳۰۰ میلی‌لیتر از استون خالص وارد بدن شود فقط باعث رخوت اعمال دستگاه اعصاب مرکزی می‌گردد. در حدود ۹۰ درصد از استون جذب شده، در مدت چهار ساعت به متابولیت‌های بی‌خطری نظیر گاز کربنیک و آب تبدیل می‌شود (۹ و ۱۹). میانگین مقدار مسموم کننده استون خالص ٤۰۰ میلی‌لیتر است (۹). بنابراین، احتمال مسمومیت از مصرف توده گندم انبار شده پس از عمل تدخین با استون بسیار غیر محتمل و نزدیک به صفر می‌باشد. استون در دمای اتاق به سرعت تبخیر شده و آتشگیر است، ولی در شرایط تدخین، به دلیل غلظت خیلی کم احتمال آتش‌سوزی بسیار ناچیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

استون با فرمول شیمیایی CH_3COCH_3 ساده‌ترین کتون خطی با جرم مولکولی ۵۸ دالتن و چگالی ۰/۷۹ گرم بر هر میلی‌لیتر می‌باشد. این ترکیب مایعی بی‌رنگ، زلال، با بوی تند و معطر بوده، و در دمای معمولی اتاق به سرعت تبخیر می‌شود. از استون در صنعت، پزشکی و داروسازی استفاده زیادی می‌گردد. استون مصرف شده در این پژوهش ساخت کارخانه Merck، و با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد بود. سمیت استون برای انسان بسیار ناچیز بوده و تا به حال مسمومیت از آن در محیط کار گزارش نشده است (۱۲ و ۱۹). این ترکیب شیمیایی از طریق دستگاه گوارش و پوست انسان جذب شده و در تمام آب داخل بدن توزیع می‌شود. استون به سرعت در بدن متابولیزه شده و ٦۰ درصد آن از طریق بازدم، ۳۰ درصد از طریق ادرار، و نزدیک به ۹ درصد از راه پوست دفع می‌گردد (۹).

پژوهش حاضر در چهار مرحله انجام یافت: در مرحله نخست از استون بر علیه حشرات کامل *S. granarius*، *O. surinamensis*، *C. maculatus* و *T. confusum* در فضای خالی استفاده شد. در مرحلهٔ دوم اثر استون در عمق نیم متری و یک متری از سطح بذر گندم در حشرات کامل *S. granarius* و *T. confusum* بررسی گردید. در مرحلهٔ سوم اثر حشره‌کشی استون بر مراحل مختلف زندگی حشره *S. granarius* در داخل بذرهای گندم مورد ارزیابی قرار گرفت، و در مرحله چهارم اثر این ترکیب بر قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذرهای گندم بررسی شد.

برای پرورش، حشرات مورد نظر از انبارها، مغازه‌ها و آسیاب‌های آرد ارومیه جمع‌آوری گردیدند. حشرات جمع‌آوری شده در دمای ۲۷±۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ٦۵±۵ درصد و دوره نوری ۱۲:۱۲ (روشنایی – تاریک)، روی مواد غذایی مناسب و بدون هر گونه آلودگی، و در تراکم متوسط پرورش یافتند، تا حشرات حاصله با کمبود مواد غذایی رو به رو نشده و به طور طبیعی رشد و نمو کنند. حشرات *S. granarius*، *O. surinamensis* و *C. maculatus* به ترتیب روی بذهای گندم نرم، یولاف شکسته و دانه‌های لوبیا چشم بلبلی پرورش یافتند. برای پرورش *T. confusum* از مخلوط آرد گندم و آرد ذرت به نسبت مساوی همراه با پنج درصد مخمر خشک استفاده شد.

پس از نسل اول آزمایش‌ها آغاز گردید. در این بررسی طول عمر حشرات کامل *S. granarius* و *O. surinamensis* ۲±۵ روز، *C. maculatus* ۱±۳ روز، و T. confusum ۲±۷ روز بود. برای ارزیابی اثر بخار استون در آزمایش‌های فضای خالی و نفوذ به داخل توده گندم، از ظروف فلزی استوانه‌ای به قطر ۲۰ سانتی‌متر و به ارتفاع یک متر، که دارای در محکمی بوده و آب‌بندی کامل می‌شد، استفاده گردید. در آزمایش‌های دیگر از بطری‌های شیشه‌ای به حجم ۱۱۵۰ میلی‌لیتر استفاده شد. کلیه آزمایش‌های زیست‌سنجی به روش استاندارد (١٦) و در شرایط پرورش حشرات انجام گرفت. چون نتایج آزمایش‌های مقدماتی در فضای خالی نشان داد که تلفات حشرات پس از ۷۲ ساعت تدخین افزایش نمی‌یابد، در این آزمایش‌ها مدت تدخین با استون ۷۲ ساعت انتخاب گردید، ولی در آزمایش‌های مربوط به نفوذ به داخل توده گندم، عمل تدخین تا ۱۲۰ ساعت ادامه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]

یافت. برای جدا کردن حشرات زنده و مرده از سوزن داغ استفاده شد، و هر حشره‌ای که در اثر سه بار متوالی تماس با سوزن داغ و در زیر نور چراغ رومیزی حرکت نکرد، و یا پاها و شاخک‌های خود را آشکارا تکان نداد، مرده تلقی گردید.

در هر آزمایش یک تیمار شاهد برای مقایسه دیگر تیمارها به کار رفت. با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و روش‌های پروبیت و تجزیه واریانس، داده‌های خام و یا تغییر شکل یافته مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میانگین‌های تیمارها در صورت معنی‌دار بودن اثر تیمارهای آزمایشی روی صفت مورد نظر، با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

استفاده از استون در فضای خالی

حشرات کامل *S. granarius*، *O. surinamensis*، *C. maculatus* و *T. confusum* به مدت ۷۲ ساعت به طور جداگانه، و در داخل ظروف فلزی تحت تأثیر بخار استون قرار گرفتند. حشرات در داخل قفس‌های ساخته شده از توری محبوس گردیدند. در داخل هر قفس حداقل ٤٠ حشره از یک نوع از گونه‌های مورد آزمایش قرار داده شد. در هر ظرف فلزی یک قفس حاوی حشرات به وسیلهٔ رشته سیم فلزی نازکی به طول ۵۰ سانتی‌متر، از سوراخ کوچکی به قطر ۷ میلی‌متر از وسط در ظرف به داخل آن آویزان گردید. نواری از کاغذ خشک‌کن به ابعاد ۱۵×٦ سانتی‌متر به وسیلهٔ نوار چسب به قسمت داخلی در هر ظرف چسبانیده شد. در هر ظرف فلزی به وسیلهٔ نمونه‌بردار (Sampler) یکی از دوزهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ میکرولیتر بر لیتر، از سوراخ در فلزی روی نوار کاغذ خشک‌کن قرار گرفت، و بی‌درنگ سوراخ به وسیلهٔ نوار چسب کاغذی کاملاً بسته شد. در مورد تیمار شاهد، عملیات مشابه، به غیر از استفاده از استون انجام یافت.

پس از ۷۲ ساعت تدخین، قفس‌ها از ظروف فلزی خارج شده و حشرات به تفکیک تیمار به بطری‌های شیشه‌ای تمیز به حجم ۱۱۵۰ میلی‌لیتر و حاوی مواد غذایی مناسب منتقل، و در شرایط پرورش نگهداری گردیدند. در بررسی اثر فومیگانت‌ها بر حشرات، در مواردی دیده شده است که پس از اتمام عمل فومیگاسیون به ندرت برخی از حشرات از حالت بی‌هوشی خارج شده و به فعالیت خود ادامه داده‌اند. برای جلوگیری از تأثیر این نوع اشتباه احتمالی و اطمینان از مرگ حشرات، شمارش تلفات پس از ٤٨ ساعت انجام یافت. آزمایش دو بار دیگر و در دو روز مختلف تکرار گردید.

نفوذ بخار استون به داخل توده گندم

در این بررسی‌ها برای هر یک از غلظت‌های استون از دو قفس حاوی *S. granarius* و دو قفس دارای *T. confusum* استفاده به عمل آمد. در هر قفس حداقل ٤٠ حشره همراه با پنج گرم مادهٔ غذایی قرار گرفت. یک قفس از هر یک از حشرات فوق به طور افقی در کف ظرف گذاشته و روی آنها به ارتفاع نیم متر گندم ریخته شد. سپس دو قفس دیگر به طور افقی روی گندم قرار گرفته و ظرف پر از گندم گردید. گندم از نوع قرمز زمستانه نرم با ۱±۱۲ درصد رطوبت بود و کمتر از یک درصد ناخالصی داشت. روش انجام آزمایش مشابه روش آزمایش‌های فضای خالی بود، جز این که استون بیشتری در مقایسه با آزمایش‌های قبلی مصرف شد. در تیمار شاهد مراحل آزمایش مشابه تیمارهای دیگر بود، فقط از استون استفاده نگردید. عمل تدخین به مدت ۷۲، ۹٦ و ۱۲۰ ساعت ادامه یافت. سپس حشرات به بطری‌های شیشه‌ای ۱۱۵۰ میلی‌لیتری تمیز و حاوی مواد غذایی منتقل، و در شرایط پرورش نگهداری شدند. شمارش تلفات پس از ٤٨ ساعت انجام یافت. این آزمایش دو بار دیگر و در دو روز مختلف برای هر یک از طول مدت زمان تدخین تکرار گردید.

نفوذ بخار استون به داخل بذر گندم

صد گرم گندم آلوده به تخم، لارو و شفیره *S. granarius* در هر بطری شیشه‌ای به حجم ۱۱۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد. مشابه آزمایش‌های قبلی، روی در پلاستیکی هر بطری سوراخی ایجاد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]

گردید، و پس از چسبانیدن کاغذ خشک‌کنی به ابعاد ۳×٦ سانتی‌متر روی سطح داخلی در هر بطری، یکی از غلظت‌های ٤٠، ٨٠، ١٢٠ و ١٦٠ میکرولیتر در هر لیتر استون، با نمونه‌بردار روی کاغذ خشک‌کن قرار داده شد. برای پخش کردن استون در میان بذرهای گندم، هر بطری به مدت پنج دقیقه، و به آرامی طوری چرخش داده شد که ۳۰ بار به طور وارونه قرار گرفت، و سعی شد کلیهٔ بذرهای گندم در مجاورت کاغذ خشک‌کن و استون واقع شوند. در بطری‌های تیمار شاهد نیز عملیات مشابه انجام یافت، جز این که از استون استفاده نگردید. پس از چرخش، بطری‌ها در شرایط پرورش به مدت ٢٤ ساعت قرار گرفتند. بعد از این مدت، محتویات هر بطری به بطری خالی تمیز دیگری منتقل، و دهانه بطری با توری مسدود گردید، و کلیه بطری‌ها به مدت هفت هفته در شرایط پرورش نگهداری شدند. در هر هفته تعداد حشرات کامل ظاهر شده از بذرهای گندم در هر بطری شمارش و حذف شدند. آزمایش در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار (چهار غلظت مختلف استون و یک شاهد) و چهار تکرار انجام یافت.

اثر بخار استون بر قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر گندم

آزمایشی در چارچوب طرح آماری کرت‌های کاملاً تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار اجرا گردید. در هر تکرار هفت بطری شیشه‌ای به حجم ۱۱۵۰ میلی‌لیتر انتخاب، و در داخل هر یک ۱۰۰ دانه سالم گندم نرم قرمز زمستانه قرار داده شد. مشابه آزمایش‌های قبلی، از سوراخ در هر بطری یکی از غلظت‌های صفر (شاهد)، ٤٠، ٨٠، ١٢٠، ١٦٠، ٢٠٠ و ٢٤٠ میکرولیتر در لیتر استون، با نمونه‌بردار روی کاغذ خشک‌کن قرار گرفت، و بطری‌ها در شرایط پرورش حشرات به مدت ۱۲۰ ساعت نگهداری شدند. قابلیت جوانه‌زنی بذرها در ظرف پتری، بر حسب مقررات اتحادیه بین‌المللی آزمون بذر (ایستا)، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، و در درون ژرمیناتور به مدت ۱۰ روز بررسی گردید. با شمارش نهایی جوانه‌های عادی، درصد قابلیت جوانه‌زنی بذرها مشخص شد. هم‌زمان با نخستین شمارش، در دو تکرار که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، از هر ظرف پتری ۱۰ بذر جوانه زدهٔ طبیعی انتخاب، و به مدت هشت روز در ظرف جداگانه‌ای در ژرمیناتور نگهداری شد، و پس از این مدت، طول ساق، طول ریشه، وزن تر و وزن خشک آنها مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج

استفاده از استون در فضای خالی

درصد تلفات، مقادیر LC_{50}، حدود اطمینان ۹۵ درصد خط رگرسیون غلظت و پروبیت درصد تلفات، شیب خط رگرسیون، اشتباه استاندارد و عرض از مبدأ مربوط به حشرات کامل *S. granarius*، *O. surinamensis*، *C. maculatus* و *T. confusum* (جداول ۱ و ۲) نشان می‌دهند که استون برای این حشرات کشنده بوده است. بر اساس مقادیر LC_{50} و حدود اطمینان‌های برآورد شده، معلوم گردید که *S. granarius* مقاوم‌ترین و *O. surinamensis* حساس‌ترین آنها بوده است. مقایسه مقادیر LC_{50} برآورد شده در مورد *S. granarius* و *T. confusum*، معلوم می‌سازد که این دو حشره از لحاظ حساسیت با هم تفاوت معنی‌داری از نظر آماری ندارند ($P>0/05$). ولی با اطمینان ۹۵ درصد حساسیت *S. granarius* با حساسیت *O. surinamensis* و *C. maculatus* متفاوت بوده است ($P<0/05$).

نفوذ بخار استون به داخل توده گندم

مقادیر LC_{50}، شیب خطوط رگرسیون، عرض از مبدأ و حدود اطمینان مربوط به حشرات *S. granarius* و *T. confusum* در جدول ۳ نشان می‌دهد که استون به داخل تودهٔ گندم نفوذ کرده و حشرات کامل *S. granarius* و *T. confusum* را از بین برده است. در مقایسه مقادیر LC_{50} این آزمایش‌ها با مقادیر LC_{50} آزمایش‌های مربوط به فضای خالی، معلوم شد که غلظت کشنده پنجاه درصد برحسب محل استقرار *S. granarius* در عمق نیم متری و یک متری توده گندم، به ترتیب ٦/٣٠ و ٨/٦٣ برابر گردیده است. همین روند در مورد *T. confusum* نیز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]

جدول ۱. درصد تلفات[1] حشرات انباری در اثر استون، پس از ۷۲ ساعت گازدهی در فضای خالی

غلظت بر حسب	حشرات کامل			
میکرولیتر بر لیتر	*T. confusum*	*C. maculatus*	*O. surinamensis*	*S. granarius*
۵	۱/۵۳±۰/۷۶	۰/۷۷±۰/۷۷	۰/۷۹±۰/۷۹	۱/۲۵±۰/۰۵
۱۰	۸/۵۵±۲/۵٤	۱۰/٦۵±۳/٦۹	۹/۸٦±۲/۱۷	٤/۷٤±۱/۹۱
۱۵	٤٤/٤۷±۷/۵۲	۵۲/۲٦±۷/۸۲	٤۷/۱٤±۳/۱۹	۳۳/٦٤±۰/۸۳
۲۰	۷۰/٤۱±۱۳/۹۹	۷۹/۹۰±۵/۲٤	۷۹/۱٦±٦/۸۵	٦۳/۱۱±۸/۱۷
۲۵	۹۱/۳۸±۲/۹۱	۸٤/٤۷±۳/۳٦	۹۳/۸۵±۲/۳۹	۷۹/۵۷±۷/۸۱
۳۰	۱۰۰±۰	۹۳/٤۹±۱/۰۳	۹۸/۰۳±۰/٤۷	۹۱/۵۷±۰/۷۵
شاهد	۱/۹۳±۰/۹٦	۱/۰۳±۰/۹۸	۰/۷٤±۰/۷٤	۲/۸۳±۰/۲۵

۱. درصد تلفات (میانگین ± انحراف استاندارد)

جدول ۲. مقادیر LC_{50} برحسب میکرولیتر بر لیتر استون در چهار گونه از حشرات انباری، پس از ۷۲ ساعت گازدهی در فضای خالی

مقادیر	حشرات کامل			
سمیت	*T. confusum*	*C. maculatus*	*O. surinamensis*	*S. granarius*
LC_{50}[1]	۱۷/۵۵[a]	۱۵/۵۱[b]	۱۵/٤۰[b]	۱۸/۲٦[a]
حد بالای حدود اطمینان ۹۵٪	۲۰/٦٦	۱۷/۰۷	۱٤/۷٦	۱۸/۹۰
حد پایین حدود اطمینان ۹۵٪	۱۲/۸۹	۱۳/۸۵	۱٦/۰۱	۱۷/٦۳
SE ± شیب	۹/۲۲±۰/٦۳	۵/۷۱±۰/۳۲	۷/۱٤±۰/٤۱	٦/۳۳±۰/۳۷
SE ± عرض از مبدأ	-٦/٤۸±۰/۸۱	-۱/۸۰±۰/٤۰	-۳/٤۹±۰/۵۱	-۲/۹۹±۰/٤۸

۱. LC_{50} هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

صادق است، با وجود این که نتایج نشان می‌دهند که در حالت کلی، با افزایش طول زمان گازدهی بر تلفات حشرات افزوده می‌شود، ولی حدود اطمینان مقادیر LC_{50} مشخص می‌سازند که از نظر ایجاد تلفات بین ۷۲، ۹٦ و ۱۲۰ ساعت گازدهی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳).

نفوذ بخار استون به داخل بذر گندم

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ظهور حشرات کامل *S. granarius* گویای تأثیر استون در مراحل مختلف زیستی این حشره است. میانگین مربعات منابع تغییر بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای غلظت‌های مورد بررسی (جدول ٤)، نشان می‌دهد که استون در داخل دانه گندم تخم، لارو و شفیره *S. granarius* را از بین برده است، و شمار حشرات ظاهر شده در تیمار شاهد با تیمارهای ۱۲۰ و ۱٦۰ میکرولیتر در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌دار دارد ($F=۱۰/۵۳^{**}$) (جدول ٤). هنگامی که مقدار استون به ۱٦۰ میکرولیتر در هر لیتر افزایش یافت شمار کمتری حشره در مقایسه با سایر تیمارها از دانه‌های آلوده گندم ظاهر گردید، و استون در این غلظت توانست مراحل مختلف زیستی حشره *S. granarius* را به میزان چشم‌گیری در داخل دانه‌های گندم از بین ببرد (جدول ۵).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

جدول ۳. مقادیر LC_{50} برحسب میکرولیتر بر لیتر استون در دو گونه از حشرات انباری در دو عمق مختلف توده گندم، پس از ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت گازدهی

مقادیر سمیت	حشرات کامل								
	T. confusum						*S. granarius*		
	عمق برحسب متر								
	۱			۰/۵			۱		۰/۵
	زمان برحسب ساعت								
	۱۲۰	۹۶	۷۲	۱۲۰	۹۶	۷۲	۱۲۰	۹۶	۷۲
[1]LC_{50}	۱۱۹/۴۱[b]	۱۲۱/۲۸	۱۵۰	۷۲/۰۵[a]	۱۰۳/۶۰	۱۰۹/۰۳	۱۳۲/۱۸[b]	۱۶۵/۷۰	۱۵۷/۷۱	۹۵/۵۱[a]	۱۱۳/۱۱	۱۱۵/۲۱
حد بالای حدود اطمینان ۹۵٪	۲۷۳/۱۷	۱۲۴/۳۴	۲۰۰/۷۳	۸۳/۹۶	۱۱۸/۰۵	۱۲۴/۰۴	۱۳۶/۱۷	۱۷۵/۹۱	۱۶۳/۱۷	۱۰۸/۳۷	۱۳۳/۹۵	۱۲۶/۹۷
حد پایین حدود اطمینان ۹۵٪	۱۰۰/۲۵	۱۱۸/۲۸	۱۲۳/۷۴	۳۷/۳۷	۸۹/۳۲	۸۸/۱۲	۱۲۸/۱۸	۱۵۷/۳۰	۱۵۲/۵۵	۷۹/۹۷	۹۰/۸۷	۹۶/۹۱
SE ± شیب	۶/۱۷±۰/۷۰	۹/۲۷±۰/۵۳	۷/۴۶±۰/۵۳	۱۴/۱۴±۱/۴۱	۱۱/۶۶±۱/۲۳	۱۱/۹۷±۰/۹۲	۸/۶۱±۰/۵۷	۵/۸۴±۰/۵۴	۸/۵۰±۰/۷۶	۹/۱۸±۰/۷۱	۱۰/۶۳±۰/۷۰	۱۳/۳۲±۱/۱۹
SE ± عرض از مبدأ	-۸/۷۴±۱/۴۵	-۱۴/۳۳±۱/۱۱	-۱۱/۲۶±۱/۱۵	-۲۱/۲۷±۲/۷	-۱۸/۵۱±۲/۵۲	-۱۹/۳۹±۱/۹۱	-۱۳/۲۷±۱/۲۲	-۷/۹۶±۱/۱۸	-۱۳/۶۹±۱/۶۸	-۱۳/۱۹±۱/۴۴	-۱۶/۶۳±۰/۸۳	-۲۲/۴۷±۲/۴۸

۱. LC_{50} هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٤. خلاصه تجزیه واریانس اثر نفوذ بخار استون به داخل بذر گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات
کل	۱۹	
بلوک	۳	۲٦۳/۱۳
تیمار	٤	۱۳۱۷/۵۷**
اشتباه	۱۲	۱۲٤/۹٤

** : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۵. مقایسه میانگین شمار حشرات کامل *S. granarius* ظاهر شده در صد گرم گندم تحت تأثیر مقادیر مختلف استون در طول هفت هفته

تیمار (مقادیر استون) برحسب میکرولیتر	میانگین شمار حشرات کامل
۰ (شاهد)	۷۲[a]
٤۰	٦۳[ab]
۸۰	۵۷[ab]
۱۲۰	٤۹/۲۵[b]
۱٦۰	۲٤/۲۵[c]

اعدادی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

اثر بخار استون بر قابلیت جوانه‌زنی و بنیه (ویگور) بذر گندم

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و حدود اطمینان خطوط رگرسیون نشان می‌دهد که از نظر تأثیر بر قابلیت جوانه‌زنی (جدول ٦) و سرعت جوانه‌زنی (جدول ۷) بذر گندم، بین غلظت‌های مختلف استون با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، و این دلالت بر صدمه ندیدن جنین بذر دارد.

نتایج مندرج در جدول ۸ نشان می‌دهد که بخار استون در بنیه بذر گندم تأثیر سوئی ندارد، و بذرهای تدخین شده با استون، در مقایسه با بذرهای تیمار شاهد، از لحاظ شاخص‌های تعیین کننده بنیه بذر تفاوت معنی‌داری ندارند ($P>۰/۰۵$).

بحث

مقایسه مقادیر LC_{50} برآورد شده در مورد حشرات

جدول ٦. خلاصه تجزیه واریانس اثر بخار استون بر قابلیت جوانه‌زنی بذر گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات
کل	۲۰	
تیمار	٦	۰/۵۰۰[ns]
اشتباه	۱٤	

ns : بدون معنی

۱. روی داده‌ها تبدیل $\sqrt{x}$ اعمال شده است.

S. granarius و *T. confusum* در آزمایش‌های فضای خالی و نفوذ بخار استون به داخل تودهٔ گندم، نشان داد که مقادیر LC_{50} در اعماق گندم کمی افزایش یافته است. افزایش مقادیر LC_{50} احتمالاً به دلیل جذب سطحی آن توسط دانه‌های گندم می‌باشد. در حالت کلی، باور عمومی بر این است که یک فومیگانت مطلوب باید توانایی نفوذ به داخل توده غله انبار شده را داشته، و حتی در داخل بذرها حشرات را از بین ببرد. در این بررسی معلوم گردید که استون با غلظت ۱٦۰ میکرولیتر بر لیتر می‌تواند حالات مختلف زیستی *S. granarius*، از جلمه تخم، لارو و شفیره را در داخل بذر گندم به خوبی از بین ببرد، و با غلظت ۱۲۰ میکرولیتر بر لیتر، ۵۰ درصد تلفات وارد کند.

استون در حالت بخار دو برابر از هوا سنگین‌تر می‌باشد. از این رو، در داخل گندم انبار شده نفوذ نموده و می‌تواند در کف انبار و قسمت پایین توده گندم انباشته شود. بنابراین، برای استفاده بهینه از آن ضروری است جریان هوا درون انبار بر قرار شود.

دانه‌های گندمی که به وسیلهٔ فومیگانت‌ها ضدعفونی می‌شوند برای تغذیه و یا کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، لازم است در دانه‌های مورد تغذیه مقدار باقی‌مانده فومیگانت به حداقل میزان ممکن کاهش یابد، و در صورتی که دانه‌ها برای کاشت مصرف می‌شوند، باید به توان جوانه‌زنی و بنیه آنها آسیبی نرسد. راه‌های گوناگونی برای نشان دادن اثر تخریبی فومیگانت در بذر وجود دارد، که از جمله آنها تعیین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، و میزان بنیه بذر را می‌توان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]

جدول ۷. اثر غلظت‌های مختلف استون بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای گندم

سرعت جوانه زدن بذر	غلظت استون بر حسب میکرولیتر بر لیتر						
بر حسب روز	۰	٤٠	۸۰	۱۲۰	۱٦۰	۲۰۰	۲٤۰
LC_{50}	۰/۳۹	۰/۲۹	۰/٦٥	۰/۱۸	۰/۸۹	۰/۷۳	۱/۲۷
حد بالای حدود اطمینان ۹۵٪	۰/۸٤	۰/۷۷	۰/۸٥	۰/٦٦	۱/۲۷	۱/۱٤	۱/٥۷
حد پایین حدود اطمینان ۹۵٪	۰/۰۳	۰/۰۰۳	۰/۲٥	۰/۰۰۱	۰/٤۰	۰/۲٤	۰/۷٤
SE ± شیب	۱/۸۷±۰/٤۹	۱/۹۰±۰/٦۲	٤/۳٦±٥/۱٦	۱/٦۳±۰/٦٤	۳/۰۲±۰/٦۱	۲/۷۲±۰/٦۱	٤/٦٤±۱/۱۱
SE ± عرض از مبدأ	٥/۷٦±۰/۲۸	٦±۰/۳٤	٥/۸۱±۱/٤٤	٦/۲۱±۰/۳٦	٥/۱٤±۰/۲۹	٥/۳٦±۰/۳	٤/٥۲±۰/٤۱

جدول ۸. خلاصه تجزیه واریانس تأثیر بخار استون در بنیه بذر گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات			
		طول ساقه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)
کل	۱۳۹				
تیمار	٦	۳/۸٥^{ns}	۷/۹۸ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱۹/۱٥ ^{ns}
اشتباه	۱۳۳	٥/٤٤	۲۱/۸٥	۰/۰۰۱	۱۳/۸۷

ns : بدون معنی

نام برد. پژوهش حاضر نشان داد که به رغم مصرف غلظت‌های بسیار زیاد استون، این ترکیب شیمیایی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و دیگر بنیه‌های بذر گندم تأثیر سوئی ندارد. نتایج در مورد جوانه‌زنی بذرها با یافته‌های زانگ و همکاران (۲۰)، و کیشور و گوتا (۱۳) در بذرهای مختلف هم‌خوانی دارد، ولی در مورد بررسی شاخص‌های مربوط به بنیه بذر، به دلیل نبود پژوهش مشابه امکان مقایسه نتایج فراهم نگردید. در هر حال، از استون می‌توان برای ضدعفونی بذرهای گندم، بدون کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر استفاده نمود.

تانک و همکاران (۱۹) نشان دادند که استون در ظروف شیشه‌ای خالی به حجم ٦٥۰ میلی‌لیتر، بر حشرات *T. confusum* و *Ephestia kuehniella* اثر حشره‌کشی دارد. در پژوهش حاضر بخار استون در فضای خالی ظروف فلزی اثر حشره‌کشی بسیار مطلوبی در چهار گونه از حشرات انباری نشان داد، که این نتایج با گزارش تانک و همکاران (۱۹) هم‌خوانی دارد.

استون در داخل کشور تولید شده و ارزان قیمت است، و در شرایط تدخین در انبارهای خالی، برای انسان و محیط زیست بی‌اندازه کم‌خطر بوده، و به آسانی می‌توان از آن در تدخین این انبارها استفاده نمود. در انبارهای حاوی بذر، در مقایسه با انبارهای خالی، در واحد حجم انبار به استون بیشتری نیاز است. آتشگیر بودن استون آشکار است، و به علاوه مشخص کرده‌اند که افزایش غلظت گاز کربنیک در محیط انبار سبب افزایش شدت تنفس حشرات می‌گردد. بنابراین، با مصرف توأم استون و گاز کربنیک، می‌توان ضمن استفاده از پدیده سینرژیسم، خطر آتش‌سوزی احتمالی را به کمترین مقدار خود کاهش داد.

با توجه به مطالب بالا، می‌توان دریافت که استون قابلیت آن

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]

را دارد که به عنوان یک فومیگانت بالقوه مورد توجه قرار گیـرد، و لازم است که در مورد توان حشره‌کشی آن در استفاده توأم بـا دیگر گازها، به ویژه گاز کربنیک، و تـأثیر بـر گونـه‌های مقـاوم حشرات انباری پژوهش بیشتری انجام شود.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر عباس صمدی و دکتر مهدی یاسی به خاطر ارائـه نظریات مفید تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Anonymous. 1995. Regulatory status of methyl bromide and priority review of methyl bromide alternatives. Pesticide Regulation Notice 95, Environmental Protection Agency, USA, Rom.
2. Arthur, F. H. 1999. Evaluation of an encapsulated formulation of cyfluthrin to control *Sitophilus oryzae* (L.) on stored wheat. J. Stored Prod. Res. 35: 159-166.
3. Bond, E. J. 1984. Manual of fumigation for insect control. FAO Plant Production and Protection Paper 54, FAO, Rome.
4. Brewer, M. S., G. K. Sprouls and C. Russon. 1994. Consumer's attitudes towards food safety issues. J. Food Saf. 14: 63-76.
5. Civerolo, E. L., S. K. Narang, R. Ross, K. W. Vick and L. Greczy. 1993. Alternative to methyl bromide: assessment of research needs and priorities. In Proceedings, USDA Workshop on Alternatives to Methyl bromide, 29 June-1 July 1993, Arlington, USDA, Washington, DC.
6. Collins, P. J., T. M. Lambkin, B. W. Bridgeman and C. Pulvirenti. 1993. Resistance to grain-protectant insecticides in coleopterous pests of stored cereals in Queensland, Australia. J. Econ. Entomol. 86: 239-245.
7. Daglish, G. J. 1998. Efficacy of six grain protectants applied or in combination againstthree species of coleoptera. J. Stored Prod. Res. 34: 263-268.
8. Dunkel, F. V. and L. J. Sears. 1998. Fumigation properties of physical preparations from mountain big Sagebruth, *Artemisia tridentata* Nutt. sp. *vaseyana* (Rydb.) beetle for stored grain insects. J. Stored Prod. Res. 34: 307-321.
9. Ellenhorn, M. J. and D. G. Barceloux. 1988. Medical Toxicology. Elsevier, New York.
10. Garry, V. F., J. Griffith, T. J. Danzl, R. L. Nelson, E. B. Wharton, L. A. Krueger and J. Cervenka. 1989. Human genotoxicity: pesticide applicators and phosphine. Sci. 246: 251-255.
11. Herron, G. A. 1990. Resistance to grain protectants and phosphine in coleopterous pests of grain stored on farms in New South Wales. J. Aust. Entomol. Soc. 29: 183-189.
12. Howard, W. L. 1991. Acetone. PP. 176-194. *In*: J. I. Kroschwita and M. Howe-Grant (Eds.), Encyclopedia of Chemical Technology. Vol. 1, John Wiley and Sons, New York.
13. Kishore, M. A. and J. P. Guta. 1997. Organic solvent as carrier of carbendazim in seeds. Seed Sci. and Tech. 25: 391-397.
14. Leesch, J. G. 1995. Fumigant action of acrolein on stored product insects. J. Econ. Entomol. 88: 326-330.
15. Noji, E. K. and G. D. Kelen. 1989. Manual of Toxicology Emergencies. Yearbook Medical Publisher, Inc., London.
16. Robertson, J. L. and H. K. Preisler. 1992. Pesticide Bioassays with Arthropods. CRC Press, London.
17. Taylor, R. W. 1989. Phosphine: a major grain fumigant at risk. International Pest Control 31: 10-14.
18. Taylor, R. W. D. 1994. Methyl bromide: is there any future for this noteworthy fumigant? J. Stored Prod. Res. 30: 253-260.
19. Tunc, I., F. Erler, F. Dagli and O. Calis. 1997. Insecticidal activity of acetone vapours. J. Stored Prod. Res. 33: 181-185.
20. Zhang, M., Y. Maeda, Y. Furihata, Y. Nakamaru and Y. Esashi. 1994. Mechanism of seed determination in relation to the volatile compounds evolved by dry seeds themselves. Seed Sci. Res. 4: 49-56.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.19.5]