الگوی پراکنش سخت بال‌پوشان (Coleoptera) خسارت‌زای انباری در رویشگاه‌های خرما در ایران

چکیده

شناسایی کانون‌های آلودگی و تغییرات جمعیت آفات انباری در مناطق مختلف اکولوژیکی یکی از مهم‌ترین نیازهای مدیریت تلفیقی آفات در شرایط انبار است. این پژوهش به‌منظور شناسایی فون سخت بال‌پوشان فعال در انبارهای خرمای استان‌های خرماخیز ایران، نحوه پراکنش جغرافیایی، پتانسیل استقرار و بهره‌برداری از زیست خوانگاه [1] آنها از زیست‌بوم انبارهای خرمای شش استان مهم خرماخیز ایران شامل کرمان، فارس، خوزستان، سیستان و بلوچستان، بوشهر و هرمزگان در سال ۱۴۰۱ انجام شد. در مناطق خرماخیز ایران هفت گونه سخت بال‌پوش شامل *Oryzaephilus surinaemensis*، *Oryzaephilus mercator*، *Tribolium castaneum*، *Tribolium confusum*، *Carpophilus hemipterus*، *Carpophilus mutilatus* و *Togoderma ganarium* فعال بودند. بالاترین دامنه پراکنش این سخت‌بال‌پوشان به ترتیب در استان‌های (کرمان، فارس و بوشهر)، (کرمان و سیستان و بلوچستان)، (خوزستان و سیستان و بلوچستان)، (خوزستان و سیستان و بلوچستان)، بوشهر و فارس بود. بالاترین نرخ استقرار نسبی مربوط به سخت‌بال‌پوش *O. surinaemensis* در استان‌های کرمان، فارس و بوشهر بوده است. بیشترین مقدار زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده در استان هرمزگان و مربوط به سخت بال‌پوش گونه *T. ganarium* در استان‌های خوزستان و بوشهر ثبت شد. هر چه شاخص زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده بالاتر باشد، احتمال طغیان پیش‌بینی نشده آن سخت بال‌پوش در انبارهای آن استان بالاتر است. پیش‌بینی توزیع بالقوه آفات، نقش کلیدی در تعیین اثرات تغییرات جهانی بر زیست‌بوم‌های کشاورزی ایفا می‌کند.

کلمات کلیدی: *سخت بال‌پوشان، پراکنش زیستی، استقرار جمعیت، زیست خوانگاه ، خرما*

مقدمه

روند توسعه روزافزون کشاورزی و تجارت جهانی، چالش خسارت ناشی از آفات انباری را جدی‌تر نموده‌است. آفات مختلف انباری نظیر *Tribolium* sp. (Tenebrionidae)، *Lasioderma serricorne* F.(Anobiidae)، *Sitophilus oryzae* L.(Curculionidae)، *Rhyzopertha dominica* F.(Bostrichidae) و *Cryptolestes* sp (Laemophloeidae) در بسیاری از انبارهای محصولات کشاورزی در جهان به‌عنوان مخرب‌ترین حشرات خسارت‌زا گزارش شده‌اند (Hagstrum & Phillips, 2017; Pourian et al., 2019; Purnamasari

1 - Ecological nich

خرما (*Phoenix dactylifera* L.(Arecaceae یکی از محصولات اصلی در بخش بزرگی از آفریقا و اوراسیا است. خرما در انبار توسط مجموعه‌ای از آفات از جمله سخت‌بال‌پوشان تهدید می‌شود (Abo-El-Saad & El-Shafie, 2013 & Haryanto, 2023; Rusynov *et al*., 2019).

پایش حشرات انباری یک رویکرد استاندارد در مدیریت تلفیقی این آفات است زیرا می‌تواند به افزایش کارایی عملیات کنترل کمک کند. اما این موضوع بسیار چالش‌برانگیز است، زیرا پراکنش زمانی–مکانی این حشرات پیچیده و پویا بوده و در مکان‌های مختلف جغرافیایی متفاوت است. برنامه منظم پایش آفات برای تعیین مناطقی که از نظر اکولوژیک شرایط مناسب برای استقرار و رشد جمعیت حشرات آفت انباری در آنها وجود دارد، در اتخاذ استراتژی مناسب مدیریت تلفیقی ضروری است (Rustia *et al*., 2022). یکی از برنامه‌های پایش که کمتر موردتوجه قرار گرفته است، پایش آفات در شرایط انبارداری با سازه‌های انباری متفاوت است. زیرا هر انبار دارای ویژگی‌های فضایی متمایز است که ممکن است شرایط زیستی خاصی برای آفات فراهم کند (Duan *et al*., 2023).

هر چند پژوهش‌های مختلفی در سطح انبار برای دستیابی به الگوهای مناسب پایش آفات انباری خرما با استفاده از روش‌های مختلف نظیر طیف‌سنجی و مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای انجام شده است (Latifian & Rad, 2022b). اما در سطح منطقه‌ای تا کنون مطالعه دقیقی دررابطه با پراکنش جغرافیایی، توانایی استقرار و ظرفیت زیستی انبارهای استان‌های مهم خرماخیز ایران روی جمعیت سخت-بال‌پوشان آفت، انجام نشده است. این پژوهش به‌منظور شناسایی فون سخت بال‌پوشان فعال در انبارهای خرمای استان‌های خرماخیز ایران، نحوه پراکنش جغرافیایی، پتانسیل استقرار و توانایی بهره‌برداری از آنها زیست خوانگاه زیست‌بوم انبارهای خرمای کشور انجام شد.

پیشینهٔ پژوهش

اگرچه دلایل زیادی برای پراکنش حشرات از یک مکان به مکان‌های دیگر وجود دارد، اما مهم‌ترین انگیزه آنها یافتن منابع غذایی مطلوب است. این نیاز غذایی منجر به رفتارهای حرکتی مختلف در محیط‌های متنوع از جمله انبارها می‌شود (Asplen, 2018). تعداد ۱۳۲ گونه از آفات مرتبط با خرما در سراسر جهان گزارش شده که در هشت راسته و ۳۰ خانواده دسته‌بندی شده‌اند (El-Shafie *et al*., 2017). خانواده‌های مهم سخت‌بالپوشان گزارش شده از انبارهای خرما شامل Anobidae، Cucujidae، Dermestidae، Mycetophagidae، Nitidulidae و Tenebrionidae هستند (Forghani & Marouf, 2015) که از استانهای کرمان، بوشهر، هرمزگان، فارس، سیستان و بلوچستان، خوزستان گزارش شده‌اند. آفت سخت بال‌پوش *O. surinaemensis* از بیشتر انبارهای خرما در استان خوزستان گزارش شده‌است (Latifian & Rad, 2022a).

ویراستاری شده

حشرات کامل *L. serricorne* در ماه‌های آخر زمستان و اوایل بهار به انبارها در مناطق خرماخیز ایران حمله می‌کنند و فراوانی آن بسیار اندک گزارش شده است (Latifian, 2013). سخت‌بال‌پوش ساینده غلات *Laemophloeus pusillus* Schon (Laemophloeidae) بیشتر به رقم‌های تَر خرما (مانند کبکاب و مضافتی) خسارت می‌زند و به‌ندرت روی خرماهای خشک (مانند زاهدی و دیری) در انبار مشاهده شده است (Latifian, 2013). معمولاً در انبارهایی که خرما در ماه‌های متمادی با رطوبت بالاتر از ۶۰ درصد نگهداری می‌شوند، آلودگی به این آفت زیادتر است. لمبه گندم *Trogoderma granarium* Everts (Dermestidae) نیز به ندرت به خرماهای انبار شده خسارت وارد می‌کند (Latifian, 2013). گزارش‌هایی وجود دارد که این آفت خرماهای بسته‌بندی‌شده و خرماهایی که در کیسه چتائی نگهداری می‌شوند را بیشتر آلوده می‌کند (Mailafiya *et al*., 2022). سخت‌بال‌پوش قارچ‌خوار *Typhaea stercorea* L. (Mycetophagidae) و سخت‌بال‌پوشان خانواده Nitidulidae معمولاً در خرماهای مانده در انبار و در ارقام مرطوب با شدت آلودگی کم گزارش شده‌اند (El-Nazir & Musa, 2019).

در ایران فون آفات مهم محصولات انباری از جمله خرما منتشر شده است (Hosseini & Kamali, 1989). بر اساس نتایج مطالعه‌ای در منطقه ساواناى نیجریه سخت‌بال‌پوشان فعال در انبارهای خرما شامل *Tribolium casteneum* Herbst (Tenebrionidae)، *Cryptolestes ferugineus* Stephens (Laemophloeidae)، *Tenebroides mauritanicus* L. (Trogossitidae)، *T. granarium*، *Stegobium paniceum* L.(Anobiidae)، *Araecerus fasciculatus* De Geer (Anthribidae) و *Ptinustectus* sp (Anobiidae) بودند (Salisu *et al*., 2021). در مطالعه‌ای که در کشور عمان انجام شده هفت گونه حشره در انبارهای خرما شناسایی گردید که که اقتصادی‌ترین آنها *Ephestia cautella* Walker (Pyralidae) و *Oryzaephilus surinamensis* L. (Silvanidae) بودند (Al-Zadjali *et al*., 2006). همچنین نتایج مطالعه‌ای در تعدادی از انبارهای کشور عراق آلودگی ضعیف تا متوسط سخت‌بال‌پوش *O. surinamenisis* را در اکثر مناطق نشان داده است (Al-Deeb, 2012). در پژوهش مشابهی که در کشور اردن انجام شد، سخت‌بال‌پوش *Carpophilus hemipterus* (L.) به عنوان آفت انباری گزارش شد (Al Antary *et al*., 2015).

برای شناسایی آفات میوه خرما در ۹ استان مصر با شرایط اکولوژیکی متفاوت مطالعه‌ای انجام شده است (Bibars *et al*., 2018). نتایج نشان داد که فراوان‌ترین خانواده Nitidulidae (۵ گونه) بوده و بقیه خانواده‌های جمع‌آوری شده شامل Scolytidae، Silvanidae، Ptinidae، Tenebrionidae، Muscidae، Eulophidae و Pteromelidae بودند. میوه‌های انباری خرما توسط سخت‌بال‌پوشان *Carpophilus hemipterus* L. (Nitidulidae)، *Carpophilus mutilates* Eribhson (Nitidulidae)، *Coccotrypes dactyliperda* F. (Curculionidae)، *O. surinamensis*، *L. serricorne* و *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Tenebrionidae) مورد حمله

ویراستاری نشده

قرار گرفتند. میوه‌های افتاده زیر نخل خرما نیز به گونه‌های مختلف آفات انباری *C. hemipterus*، *C. Obsoletus*، *C. mutilates*، *C. dimidiatus* (F.)، *Carpophilus* sp.، *C. dactyliperda* و *L. serricorne* آلوده بودند. فراوان‌ترین حشرات در این مطالعه *C. hemipterus*، *C. mutilatus* و *T. confusum* بودند (Bibars *et al*., 2018).

مدل‌سازی توزیع پراکنش گونه‌ها، ابزاری برای ارزیابی و پیش‌بینی توزیع بالقوه و تجزیه و تحلیل خطر ناشی از آنها است (Guisan *et al*., 2013). گونه‌های آفت انباری محیط‌هایی را برای زندگی ترجیح می‌دهند که در آنها میزان تنش‌های غیرزنده نظیر دما و رطوبت نامناسب کمترین اثرات منفی را بر فعالیت جمعیت‌شان داشته باشد. محیط‌های محافظت شده مانند تأسیسات کشاورزی، گلخانه‌ها، انبارهای ذخیره‌سازی، سردخانه و کارخانه‌های فراوری مواد غذایی از جمله محیط‌های ترجیحی برای این گروه از آفات هستند (Jian, 2019).

بیشتر حشرات برای رسیدن به مکان تغذیه مورد نیاز خود در شرایط مناسبی پرواز می‌کنند. مطالعات متعددی نشان می‌دهند که بسیاری از حشرات آفات انباری در داخل و اطراف انبارها پرواز می‌کنند (Gerken & Campbell, 2022). بررسی‌های مختلفی در رابطه با پراکنش زمانی و مکانی آفات انباری در محصولات متنوع نظیر غلات (Holloway *et al*., 2020)، برنج (Trematerra *et al*., 2004) و ذرت (García-Lara et al., 2019) شده است. نتایج این پژوهش‌ها نشان داده است که رقابت میان گونه‌های موجب توزیع مکانی و زمانی و همپوشانی بین آنها است. حشرات آفت انباری اغلب از مخازن طبیعی اطراف به داخل انبارها مهاجرت می‌کنند. همچنین بهداشت داخل و اطراف انبارهای ذخیره محصولات کشاورزی در توزیع پراکنش منطقی آفات انباری مؤثر است. نظارت مستمر بر تغییرات پراکنش و پتانسیل استقرار آفت انباری برای توسعه ابزارهای پیش‌بینی وقایع جمعیتی و ارائه الگوهای مدیریت تلفیقی آنها ضروری است (Semeao *et al*., 2013). اگر چه تحقیقاتی در رابطه با توزیع پراکنش جمعیت آفات انباری و نحوه رقابت جمعیت‌های آنها انجام شده است (Latifian *et al*., 2020; Latifian *et al*., 2021). اما تا کنون مطالعه جامعی در رابطه با پراکنش جغرافیایی و پتانسیل استقرار آنها در انبارهای خرما در ایران انجام نشده است.

روش‌شناسی پژوهش

مکان و زمان نمونه‌برداری

این پژوهش در شش استان مهم خرماخیز ایران شامل کرمان، فارس، خوزستان، سیستان و بلوچستان، بوشهر و هرمزگان در سال ۱۴۰۱ انجام شد. در هر استان ۱۵ انبار خرما و در کل ۹۰ انبار (شکل ۱) به‌صورت تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری انجام شد.

ویراستاری نشده

شکل ۱- دامنه پراکنش انبارهای نمونه‌برداری شده در شش استان مهم خرماخیز ایران

روش نمونه‌برداری از آفات انباری خرما

نمونه‌برداری از میوه خرما بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۹۴۴ انجام گرفت. نمونه‌برداری از انبارهای انتظار خرما که حالت نیمه بسته داشتند، انجام گرفت. مدت نگهداری خرما در انبارهای انتظار، کوتاه و کمتر از یک ماه است، این انبارها فاقد سامانه‌های کنترل کننده شرایط دمایی و رطوبتی هستند. نمونه‌برداری‌ها در زمان اوج برداشت محصول و از حدود نیمه دوم شهریور تا نیمه اول مهرماه انجام شد. از آنجا که در انبارهای انتظار و در هنگام نمونه‌برداری، هنوز تفکیک رقم صورت نگرفته بود، نمونه‌برداری از ارقام غالب هر منطقه شامل مضافتی، استعمران، کبکاب، خاصویی، ربی و شاهانی به ترتیب برای استان‌های کرمان، خوزستان، بوشهر، هرمزگان، سیستان و بلوچستان، و فارس انجام گرفت. انبارها به صورت تصادفی و از میان انبارهای ثبت شده در سازمان جهاد کشاورزی هر استان انتخاب شدند. برای این منظور از هر انبار یک نمونه مرکب به مقدار ۳ کیلوگرم شامل ۱۰ نمونه ۳۰۰ گرمی به صورت تصادفی از توده خرماهای انباری برداشت می‌شد. شناسایی دقیق گونه‌ها نیازمند دسترسی به حشره‌کامل همان گونه است؛ بنابراین خرماهای آلوده به آفت هر انبار بعد از نمونه‌برداری، به آزمایشگاه منتقل و مراحل مختلف رشدی لارو و شفیره آنها جداسازی و برای رسیدن به مرحله حشره کامل، در ظروف محتوی جیره غذایی در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند. برای پرورش حشرات از مخلوط آب و مخمر نانوایی (۳ در هزار) بر روی خرماهایی که هسته‌گیری شده بودند، استفاده شد. نمونه‌ها در ظرف‌های پلاستیکی دربدار به ابعاد

۸/۵× ۷/۵ سانتی‌متر که در آن سوراخی که با توری پوشیده شده در انکوباتور با درجه حرارت ۲± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دور نوری به تاریکی ۱۲ به ۱۲ ساعت قرار گرفتند تا حشرات کامل ظاهر شوند.

شناسایی گونه‌ها

تعداد و گونه آفات سخت بال‌پوش در هر نمونه به صورت جداگانه برای هر انبار ثبت شد. (Connell, 1977; Halstead,1980; Wheeler, 1993; Banks,1994; Ferrer, 1995). سپس نمونه‌های حشرات به منظور تأیید به سازمان حفظ نباتات و بخش جانورشناسی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور ارسال و از صحت شناسایی اطمینان حاصل گردید.

محاسبه شاخص‌های جمعیت‌شناختی

نرخ فراوانی نسبی استقرار (RPR[1]) هر یک از گونه‌های سخت بال‌پوش در انبارهای استان‌های خرماخیز با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد. دراین رابطه Ci و Cn به ترتیب مجموعه تراکم هر گونه سخت بال‌پوش در انبار I ام تا n ام و n کل انبارهای نمونه‌برداری شده در هر استان است (Tu *et al*., 2018; Hall & Albrigo, 2007).

$$RPR = \frac{\sum Ci}{\frac{\sum C_i + \cdots \sum C_n}{n}} \quad (۱)$$

شاخص رجحان PI[2] هر گونه سخت بال‌پوش در انتخاب انبارهای هر استان با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (Baldin *et al*., 2017; Baptista *et al*., 2001). در این رابطه، T متوسط تراکم هر گونه سخت بالپوش در هر انبار و P متوسط تراکم هر گونه در کل انبارهای مورد مطالعه است.

$$PI = \frac{(T-P)}{(T+P)} \times 100 \quad (۲)$$

برای ارزیابی میزان بهره‌وری گونه‌های مختلف سخت‌بال‌پوشان انباری خرما از زیست خوانگاه انبارهای مختلف در استان‌های مهم خرماخیز، ابتدا شاخص احتمال وقوع نسبی Oi هریک از سخت‌بال‌پوشان بر اساس رابطه (۳) محاسبه شد.

$$Oi = \frac{\sigma(ni)}{Max(ni)} \quad (۳)$$

در رابطه (۳) Oi تراکم جمعیت هر گونه سخت‌بال‌پوش در هر انبار و Max(ni) حداکثر تراکم ثبت شده در کل انبارهای مورد مطالعه در طی فصل است (Hengl *et al*., 2009). در مرحله بعد پتانسیل زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری توسط هر گونه (ei) با استفاده از رابطه (۴) و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده توسط هر گونه سخت بالپوش (zi) نیز توسط رابطه (۵) محاسبه شد (Ghaedi *et al*., 2020).

1 - Relative population rate
2 - Preference Index

$$(۴)\ ei = \frac{Max(ni)-ni}{Max(ni)}$$

$$(۵)\ Zi = \frac{Oi/ei}{Max(ni)}$$

تحلیل داده‌ها

عامل‌های مشاهده ناپذیر بر پایه مجموعه‌ای از متغیرهای مشاهده پذیر حاصل می‌شوند. عامل مشاهده‌ناپذیر، متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی متغیرهای مشاهده شده برآورد می‌شود. تمام داده‌های به‌دست‌آمده از شاخص‌های جمعیت‌شناختی پس از اطمینان از نرمال بودن به کمک آزمون کولموگروف– اسمیرنوف[1]، تحلیل عاملی به‌منظور تشخیص عامل‌های مشاهده‌ناپذیر ترکیبی مؤثر بر نوع توزیع جمعیت هر یک از آفات انباری بر پایه مجموعه شاخص‌های مشاهده‌پذیر و محاسبه شده برای جمعیت آفات بود. عامل، از طریق ترکیب خطی نمره‌های اصلی شاخص‌های ارزیابی بر پایه فرمول زیر برآورد می‌شود:

$$Fj=\sum W_{ji}X_i=W_{j1}X1+W_{j2}X_2+\ldots+W_{jp}X_p$$

که در آن Wها بیانگر ضرایب نمره عاملی و P معرف تعداد شاخص‌های محاسبه شده برای هر شاخص جمعیتی تحت مطالعه است. توصیف ویژگی‌های هر شاخص جمعیت‌شناختی و ارتباط آن با شاخص‌های محاسبه شده با استفاده از ترکیب‌های خطی به‌دست‌آمده امکان‌پذیر شد. استخراج عامل‌ها از طریق ماتریس ضریب همبستگی، چرخش عامل‌ها به‌منظور به حداکثر رساندن رابطه بین شاخص‌ها و عامل‌ها و محاسبه بار عاملی (نمره عامل‌ها) برای تعیین عامل‌های موردنظر انجام شد (Johnson, 2016).

برای تفکیک استان‌ها بر اساس شاخص‌های جمعیت‌شناختی هر یک از آفات انباری خرما، از روش تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. استان‌هایی که از نظر سطح آلودگی به هریک از آفات انباری مشابه بودند بر اساس یک فاصله اقلیدسی مشخص به گروه‌های مختلفی تقسیم‌بندی شدند. داده‌های برداشت شده در این پژوهش به روش خوشه بندی سلسله مراتبی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. برای پردازش این داده‌ها نیاز به انتخاب معیاری مناسب به منظور محاسبه شباهت بین متغیرها بود که از طریق تجزیه عاملی مشخص شدند. این متغیرها شامل عامل‌های مشاهده‌ناپذیر ترکیبی مؤثر بر نوع پراکنش آفت بر پایه مجموعه شاخص‌های مشاهده‌پذیر و محاسبه شده برای آن سطح آلودگی به آفت مربوطه بودند که در تحلیل عاملی برآورد شدند. خوشه‌بندی اساساً روشی آماری است که نقاط داده مشابه را گروه بندی می‌کند؛ به گونه‌ای که نقاط یک گروه شباهت بیشتری نسبت به نقاط دیگر گروه‌ها دارند. گروه دارای نقاط داده مشابه را خوشه[2] می‌نامند. هدف خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، ساخت یک سلسله مراتب از خوشه‌ها می‌باشد. پس از انتخاب معیارهای شباهت، جهت تهیه نمودار درختی معرف ساختار درونی متغیرها، نیاز به انتخاب روش مناسبی جهت اتصال خوشه‌ها بود. حضور دو یا

1 kolmogorov smirnov test
2 - Cluster

چند استان در یک خوشه خاص، حاکی از شباهت آنها در سطح آلودگی به آفت موردنظر می‌باشد. با استفاده از این نمودار استان‌های خرماخیز کشور گروه‌بندی شدند. باتوجه به تئوری روش آنالیز خوشه‌ای و با درنظرگرفتن معیارهای تعیین بهترین مکان برای خط فنون بر اساس فاصله اقلیدسی، این موقعیت انتخاب گردید. مناسب‌ترین فاصله اقلیدسی بر اساس رابطه $\sqrt{\frac{n}{2}}$ برآورد شد که n معادل تعداد کل استان‌های نمونه‌برداری شده بود. بر این اساس کل استان‌های مورد مطالعه در گروه‌هایی براساس میزان آلودگی به آفت انباری قرار داده شدند (Frades & Matthiesen, 2010).

به‌منظور ارزیابی صحت خوشه‌بندی استان‌های خرماخیز مورد مطالعه، تجزیه و تحلیل تشخیص خطی، تجزیه و تحلیل متمایز عادی یا تجزیه و تحلیل تابع متمایز، تعمیم تفکیک‌کننده خطی فیشر استفاده شد. تشخیص خطی فیشر روش آماری است که در بازشناخت الگوی مناسب برای پیدا کردن ترکیب خطی ویژگی‌هایی نقش دارد که به بهترین نحو دو یا چند خوشه را از هم جدا می‌کند. همچنین تجزیه و تحلیل تشخیص خطی ارتباط نزدیکی با تجزیه و تحلیل عاملی دارد، زیرا هر دو به دنبال ترکیب‌های خطی متغیرهایی هستند که سطح آلودگی استان‌های مورد بررسی را به بهترین نحو توضیح دهند. تفاوت بین گروه‌های داده، بررسی و به این‌ترتیب از صحت خوشه‌بندی اطمینان حاصل شد (Fraley & Raftery, 2002). کلیه تحلیل‌های آماری به کمک نرم‌افزار IBM SPSS Statistics 27.0.1.0 انجام شد.

نتایج

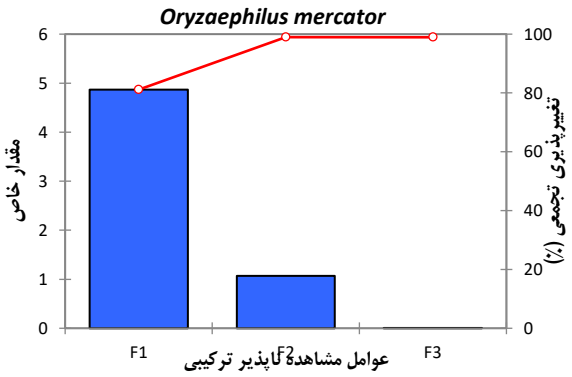
فون سخت بال‌پوشان فعال در مناطق خرماخیز ایران

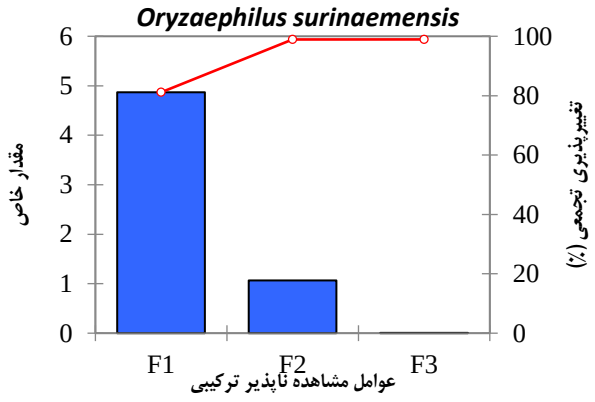
نتایج نشان داد که در مناطق خرماخیز ایران هفت گونه سخت بال‌پوش شامل دو گونه از هر یک از جنس‌های *Oryzaephilus*، *Tribolium* و *Carpophilus* و یک گونه از جنس *Togoderma* در شرایط انبارهای نگهداری میوه خرما فعال بودند. گونه‌های شناسایی شده شامل *Oryzaephilus surinaemensis*، *Oryzaephilus mercator*، *Tribolium castaneum*، *Tribolium confusum*، *Carpophilus hemipterus*، *Carpophilus mutilates* و *Togoderma ganarium* بودند.

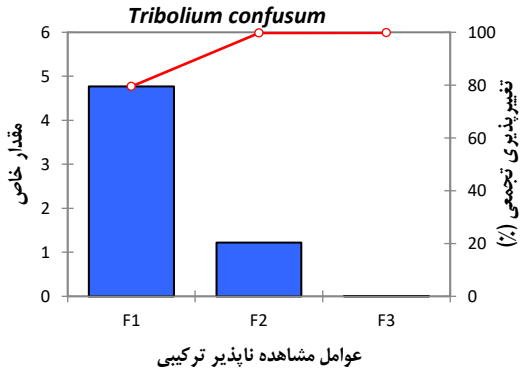
الگوی پراکنش سخت بال‌پوشان آفت انباری در مناطق خرماخیز

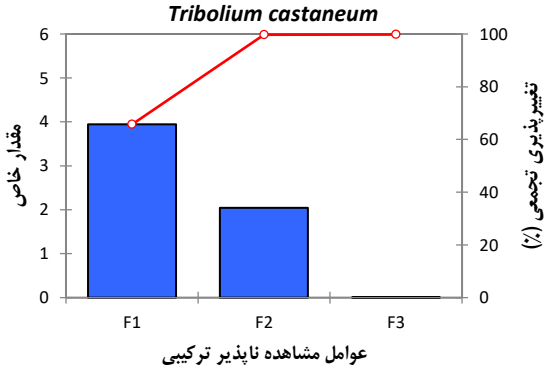
نتایج تحلیل عاملی برای بررسی هم‌زمان شاخص‌های جمعیت‌شناختی نرخ فراوانی نسبی استقرار (RPR)، شاخص رجحان (PI) ، احتمال وقوع نسبی (Oi)، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری (ei) میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده (zi) و جایگاه آنها در الگوی پراکنش هریک از گونه‌های سخت بال‌پوش در شش استان مهم خرماخیز ایران در شکل ۲ نشان داده شده است.

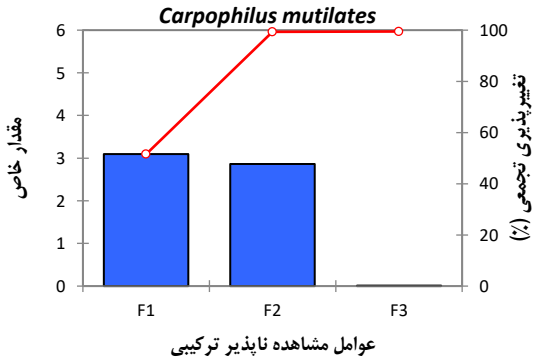
ویراستاری نشده

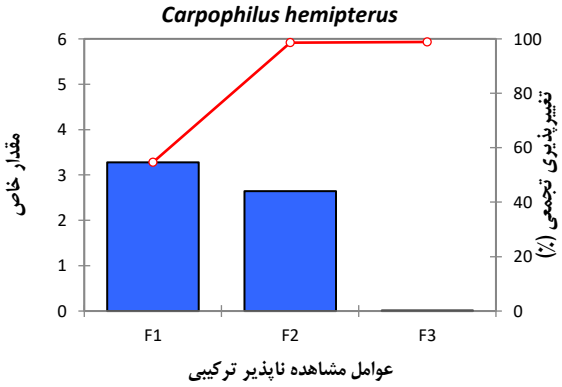

Oryzaephilus mercator
مقدار خاص
تغییرپذیری تجمعی (%)
F1
F2
F3
عوامل مشاهده ناپذیر ترکیبی

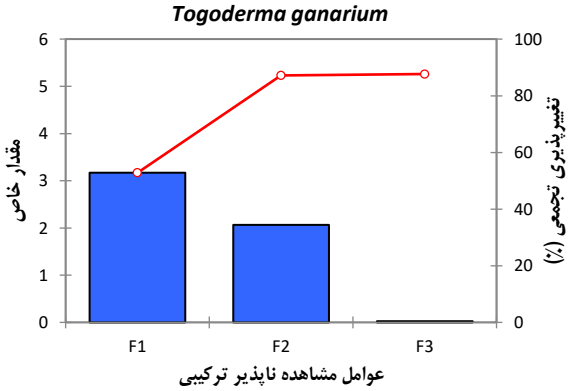

Oryzaephilus surinaemensis
مقدار خاص
تغییرپذیری تجمعی (%)
F1
F2
F3
عوامل مشاهده ناپذیر ترکیبی


Tribolium confusum
مقدار خاص
تغییرپذیری تجمعی (%)
F1
F2
F3
عوامل مشاهده ناپذیر ترکیبی


Tribolium castaneum
مقدار خاص
تغییرپذیری تجمعی (%)
F1
F2
F3
عوامل مشاهده ناپذیر ترکیبی


Carpophilus mutilates
مقدار خاص
تغییرپذیری تجمعی (%)
F1
F2
F3
عوامل مشاهده ناپذیر ترکیبی


Carpophilus hemipterus
مقدار خاص
تغییرپذیری تجمعی (%)
F1
F2
F3
عوامل مشاهده ناپذیر ترکیبی


Togoderma ganarium
مقدار خاص
تغییرپذیری تجمعی (%)
F1
F2
F3
عوامل مشاهده ناپذیر ترکیبی

شکل ۲- مقدار ویژه عامل‌های جمعیت شناختی اصلی در الگوی پراکنش سخت بالپوشان آفت انباری در شش استان خرماخیز ایران.

در شکل۲، F متغیرهای ترکیبی مشاهده‌ناپذیر هستند. یکی از ضوابط پرکاربرد در تعیین تعداد عامل‌ها، مقدار ویژه است که آن را معیار راکد نیز می‌گویند. متغیرهای مشاهدناپذیری که دارای مقدار خاص بالاتر از ۱ باشند، قابل استفاده در تحلیل عاملی هستند. تغییرپذیری تجمعی نیز مقدار تجمعی تغییرپذیری عوامل مشاهده‌ناپذیر را به صورت تجمعی نشان می‌دهد (Yang, 2005).

بر اساس رابطه بین شاخص‌های مشاهده ناپذیر ترکیبی که مقدار خاص آنها بالاتر از ۱ بوده است. برای همه سخت بال‌پوشان *O. surinaemensis*، *O. mercator*، *T. castaneum*، *T. confusum*، *C. hemipterus*، *C. mutilatus* و *T. ganarium* با دو عامل با داشتن ریشه‌های بزرگ‌تر از یک معنی‌دار بوده و در تمام موارد بیش از ۹۰ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۱). باتوجه‌به دوران عامل‌ها با چرخش واریماکس که واریانس بین عوامل را حداکثر و تفسیر عوامل را ساده‌تر می‌کند، عواملی که درصد بیشتری از تغییرات شاخص‌ها را در الگوی پراکنش سخت بال‌پوشان را توجیه کنند، مهم‌تر هستند و باید مورد بررسی قرار گیرند. (Yang, 2005). نمودار دندروگرام خوشه‌بندی استان‌های خرماخیز موردمطالعه بر اساس عامل‌های مشاهده‌ناپذیر ترکیبی مؤثر بر نوع الگوی پراکنش هر یک از سخت بال‌پوشان آفت انباری در شکل ۳ دیده می‌شود که بر پایه مجموعه شاخص‌های جمعیتی مشاهده‌پذیر محاسبه شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه به عامل‌ها به منظور تشخیص عامل‌های مشاهده ناپذیر ترکیبی مؤثر الگوی پراکنش سخت بالپوشان آفت انباری در شش استان خرماخیز ایران

		مقادیر ویژه اولیه			استخراج مجموع بارهای مربعی		
گونه‌ها	عوامل	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی
O. surinaemensis	1	3.88	64.68	64.68	3.88	64.68	64.68
	2	1.93	32.23	96.91	1.93	32.23	96.91
O. Mercator	1	4.18	69.71	69.71	4.18	69.71	69.71
	2	1.09	18.14	87.85	1.09	18.14	87.85
T. castaneum	1	4.21	70.23	70.23	4.21	70.23	70.23
	2	1.78	29.64	99.87	1.78	29.64	99.87
T. confusum	1	3.96	66.06	66.06	3.96	66.06	66.06
	2	2.03	33.76	99.82	2.03	33.76	99.82
C. hemipterus	1	3.54	58.92	58.92	3.54	58.92	58.922
	2	2.41	40.22	99.14	2.41	40.22	99.143
C. mutilates	1	3.54	58.92	58.92	3.54	58.92	58.92
	2	2.41	40.22	99.14	2.41	40.22	99.14
T. ganarium	1	3.04	50.66	50.66	3.04	50.66	50.66
	2	2.12	35.27	85.94	2.12	35.27	85.94

ویراستاری نشده

براساس جدول ۲ دامنه احتمال وقوع نسبی برای سخت بال‌پوشان *O. surinaemensis*، *O. mercator*، *T. castaneum* ، *T. confusum*، *C. hemipterus*، *C. mutilatus* و *T. ganarium* به ترتیب معادل ۰/۰۴–۰–، ۰/۰۲–۰–، ۰/۲۷–۰–، ۰/۹۹–۰– و ۰/۰۵ – ۰ بود. دامنه زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری برای سخت بال‌پوشان*O. surinaemensis*، *O. mercator*، *T. castaneum* ، *T. confusum*، *C. hemipterus*، *C. mutilatus* و *T. ganarium* به ترتیب معادل ۰/۹۶– ۱، ۰/۹۸ –۰، ۱– ۰/۷۳، ۱– ۰/۷۳ و ۱–۰ بود. بالاترین زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری در انبارهای خرمای استان‌های هرمزگان و خوزستان برای سخت بالپوش *O. surinaemensis* بود. دامنه شاخص زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده برای سخت بال‌پوشان *O. surinaemensis*، *O. mercator*، *T. castaneum* ، *T. confusum*، *C. hemipterus*، *C. mutilatus* و *T. ganarium* به ترتیب معادل ۱/۹۵– ۰، ۳۰/۵۲ – ۰، ۱۶/۷۰ – ۰، ۱۶/۷۰ –۰، ۳/۰۳ – ۰، ۲۶/۹۷ –۰ و ۱۱۶/۳ – ۰ بود. دامنه نرخ استقرار نسبی برای سخت بال‌پوشان O. surinaemensis، O. mercator، T. castaneum ، T. confusum، C. hemipterus، C. mutilatus و T. ganarium به ترتیب معادل ۷/۵۶–۰/۰۷، ۳/۵۶– ۰، ۰/۵۷ – ۰، ۰/۵۷–۰ ۰، ۰/۳۱ – ۰، ۲/۰۶– ۰/۰۱ و ۰/۰۱–۰ بود.

بالاترین میزان پراکنش جمعیت برای سخت بال‌پوش *O. surinaemensis* در استان‌های کرمان، فارس و بوشهر مشاهده شد. در این استان‌ها متوسط شاخص‌های جمعیت‌شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده به ترتیب ۷/۵۶، ۷۶/۶، ۰/۰۴، ۰/۹۶ و ۱/۹۵ وکمترین مقدار شاخص در استان‌های خوزستان و هرمزگان به ترتیب با مقدار شاخص‌های برابر با ۶/۸۵، ۷۰/۴، ۰/۰، ۱، و ۰/۰ بود.

بالاترین میزان پراکنش جمعیت برای سخت بال‌پوش *O. mercator*، در استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان بود. در این استان‌ها متوسط شاخص‌های جمعیت‌شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده به ترتیب برابر با ۰/۱۳، ۷۶/۶–، ۱/۰۰، ۰/۰۰ و ۰/۰۰ و کمترین میزان شاخص پراکنش در استان‌های بوشهر و فارس به ترتیب برابر با ۰/۰۰، ۱۰۰–، ۰/۰۰، ۱/۰۰ و ۰/۰۰ بود.

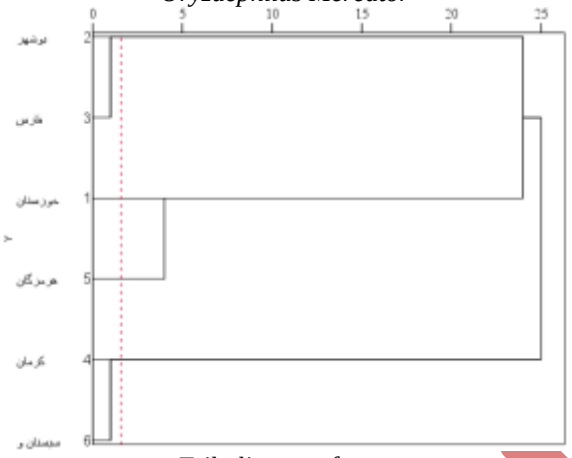
کم‌ترین میزان پراکنش جمعیت برای سخت بال‌پوش *T. castaneum* در استان هرمزگان مشاهده شد. در این استان شاخص‌های جمعیت‌شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده به ترتیب برابر با ۰/۰۰، ۱۰۰–، ۰/۲۷، ۰/۷۳ و ۱۶/۷۰و بالاترین میزان پراکنش در استان‌های خوزستان و سیستان و بلوچستان با مقدار شاخص‌های به ترتیب برابر با ۰/۳۳، ۵۰/۲۱–، ۰/۰۰، ۱/۰۰ و ۰/۰۳ بود.

کم‌ترین میزان پراکنش جمعیت برای سخت بال‌پوش *T. confusum* در استان هرمزگان مشاهده شد. در این استان شاخص‌های جمعیت‌شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست

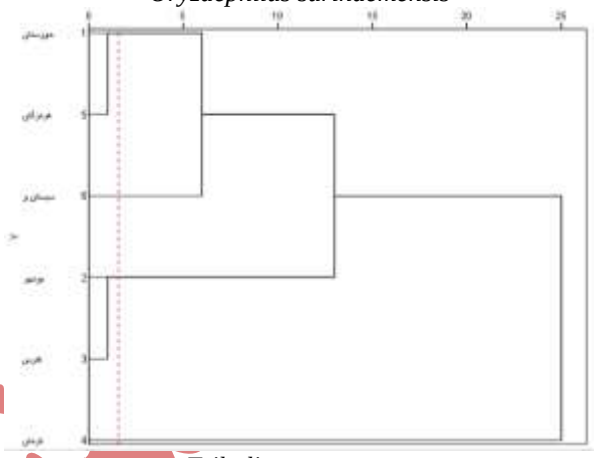
ویراستاری نشده

خوانگاه بهره‌برداری نشده به ترتیب برابر با ۰/۰۰، ۱۰۰–، ۰/۰۰، ۰/۷۳، ۱/۰۰ و ۰/۰۰ و بالاترین میزان پراکنش در استان‌های خوزستان و سیستان و بلوچستان به ترتیب با مقدار شاخص‌های برابر با ۰/۳۳، ۰۵۰/۲۱–، ۰/۰۰، ۱/۰۰ و ۰/۰۳ بود.

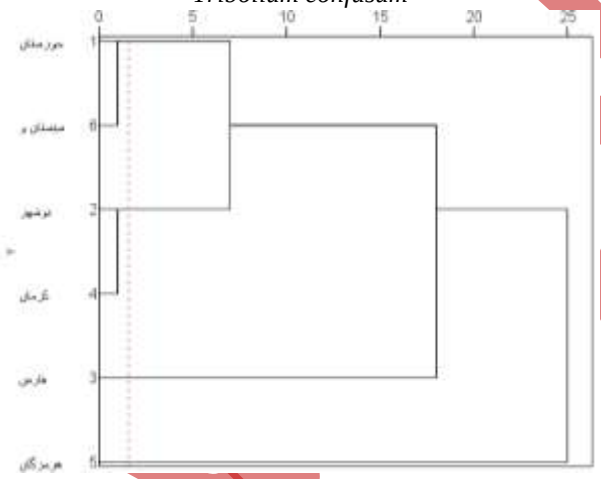
Oryzaephilus Mercator



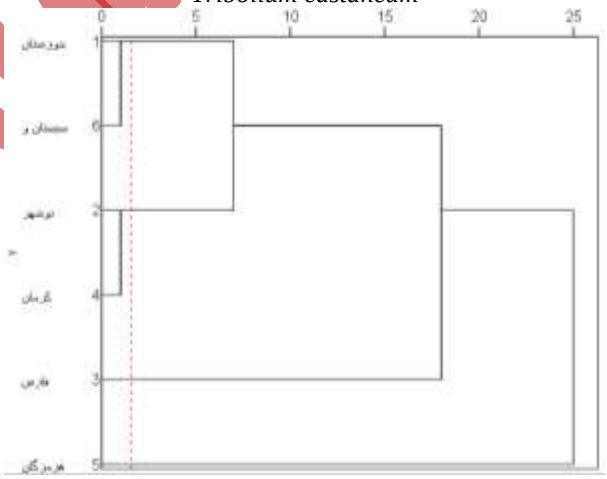
Oryzaephilus surinaemensis



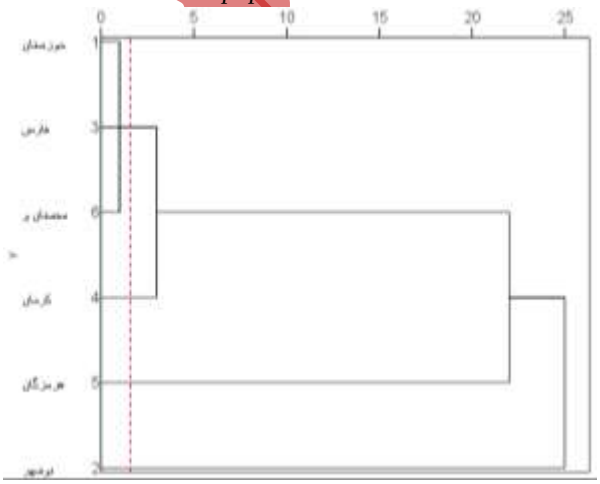
Tribolium confusum



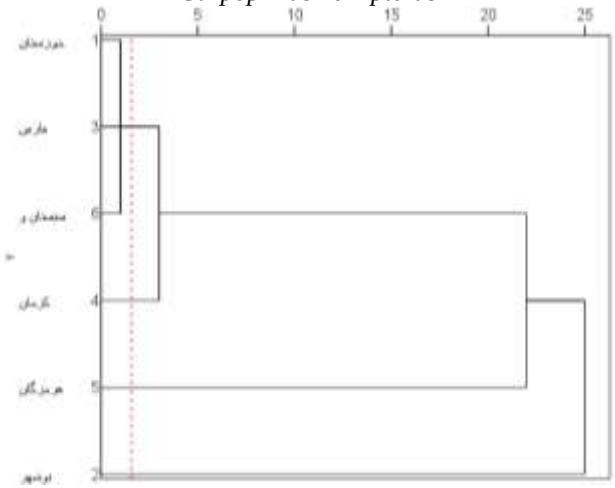
Tribolium castaneum



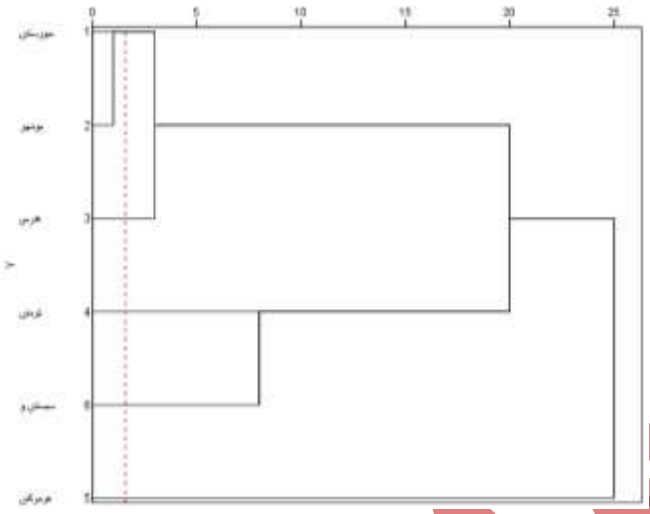
Carpophilus mutilates



Carpophilus hemipterus



Togoderma ganarium



شکل ۳- خوشه‌بندی شش استان خرماخیز کشور براساس شاخص‌های جمعیت‌شناختی مؤثر بر پراکنش جغرافیایی آفات سخت بالپوش خرما

جدول ۲- گروه بندی استان‌های خرماخیز براساس الگوی پراکنش سخت بالپوشان آفت انباری خرما

گونه‌ها	گروه‌ها	شاخص‌ها	خطای استاندارد	میانگین
C. hemipterus	بوشهر	RPR	.[a]	0.00
		PI	.[a]	-100.0
		Qi	.[a]	0.00
		Ei	.[a]	1.00
		Zi	.[a]	0.00
	هرمزگان	RPR	.[a]	0.08
		PI	.[a]	-84.52
		Qi	.[a]	0.05
		Ei	.[a]	0.95
		Zi	.[a]	3.03
	کرمان	RPR	.[a]	0.20
		PI	.[a]	-66.47
		Qi	.[a]	0.03
		Ei	.[a]	0.97
		Zi	.[a]	1.27
	سیستان و بلوچستان، خوزستان، فارس	RPR	.[a]	0.31
		PI	.[a]	-52.61
		Qi	.[a]	0.05
		Ei	.[a]	0.95
		Zi	.[a]	2.36
C. mutilatus	بوشهر	RPR	.[a]	0.40
		PI	.[a]	-42.57
		Qi	.[a]	0.30
		Ei	.[a]	0.70
		Zi	.[a]	26.97
	هرمزگان	RPR	.[a]	2.06
		PI	.[a]	34.73
T. castaneum	هرمزگان	RPR	.a	0.00
		PI	.a	-100.
		Qi	.a	0.27
		Ei	.a	0.73
		Zi	.a	16.70
	فارس	RPR	.a	0.00
		PI	.a	-100.
		Qi	.a	0.00
		Ei	.a	1.00
		Zi	.a	0.00
	کرمان، بوشهر	RPR	0.02	0.57
		PI	1.45	-27.7
		Qi	0.03	0.08
		Ei	0.03	0.92
		Zi	2.73	4.58
	سیستان و بلوچستان، خوزستان	RPR	0.01	0.33
		PI	0.67	-50.2
		Qi	0.00	0.00
		Ei	0.00	1.00
		Zi	0.04	0.03
T. confusum	هرمزگان	RPR	.[a]	0.00
		PI	.[a]	-100.
		Qi	.[a]	0.27
		Ei	.[a]	0.73
		Zi	.[a]	16.70
	فارس	RPR	.[a]	0.00
		PI	.[a]	-100.
O. surinaemensis	کرمان، فارس، بوشهر	RPR	.[a]	7.56
		PI	.[a]	76.6
		Qi	.[a]	0.04
		Ei	.[a]	0.96
		Zi	.[a]	1.95
	سیستان و بلوچستان	RPR	0.09	0.07
		PI	16.74	-88.
		Qi	0.00	0.00
		Ei	0.00	1.00
		Zi	0.00	0.00
	هرمزگان، خوزستان	RPR	4.09	6.85
		PI	11.87	70.4
		Qi	0.00	0.00
		Ei	0.00	1.00
		Zi	0.00	0.00
O. mercator	کرمان، سیستان و بلوچستان	RPR	0.18	0.13
		PI	29.19	-79.6
		Qi	0.00	1.00
		Ei	0.00	0.00
		Zi	0.00	0.00
	هرمزگان، خوزستان	RPR	0.00	0.00
		PI	0.00	-100.
		Qi	0.41	0.29
		Ei	0.41	0.71
		Zi	43.16	30.52
	فارس،	RPR	0.33	3.56
		PI	3.14	56.1

ویراستاری نشده

	بوشهر	Qi	0.02	0.02			Qi	.a	0.00			Qi	.a	0.08
		Ei	0.02	0.98			Ei	.a	1.00			Ei	.a	0.92
		Zi	1.43	1.01			Zi	.a	0.00			Zi	.a	3.87
T. ganarium	هرمزگان	RPR	.a	0.00		کرمان، بوشهر	RPR	0.02	0.57		کرمان	RPR	.a	0.44
		PI	.a	-100.			PI	1.45	-27.69			PI	.a	-39.2
		Qi	.a	0.00			Qi	0.03	0.08			Qi	.a	0.00
		Ei	.a	1.00			Ei	0.03	0.92			Ei	.a	1.00
		Zi	.a	0.00			Zi	2.73	4.58			Zi	.a	0.00
	سیستان و بلوچستان	RPR	.a	0.45		سیستان و بلوچستان، خوزستان	RPR	0.01	0.33		سیستان و بلوچستان، خوزستان، فارس	RPR	0.01	0.01
		PI	.a	-37.63			PI	0.67	-50.21			PI	2.84	-98.36
		Qi	.a	0.02			Qi	0.00	0.00			Qi	0.03	0.01
		Ei	.a	0.98			Ei	0.00	1.00			Ei	0.03	0.99
		Zi	.a	0.66			Zi	0.04	0.03			Zi	0.78	0.45
	فارس	RPR	.a	0.91	*T. ganarium*		RPR	.a	0.23	*T. ganarium*	خوزستان، بوشهر	RPR	0.03	0.44
		PI	.a	-4.46			PI	.a	-63.06			PI	2.86	-38.9
		Qi	.a	0.00			Qi	.a	1.00			Qi	0.15	0.90
		Ei	.a	1.00			Ei	.a	0.00			Ei	0.15	0.10
		Zi	.a	0.00			Zi	.a	0.00			Zi	164.5	116.3

در جدول ۲، علامت‌های RPR، T، PI، Qi، Ei و Zi به ترتیب نشان دهنده نرخ فراوانی نسبی استقرار، فراوانی تجمعی، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده است. A به معنی نبودن تعداد نمونه کافی برای محاسبه خطای استاندارد است.

بالاترین میزان پراکنش جمعیت برای سخت‌بال‌پوش *C. hemipterus* در استان بوشهر مشاهده شد. در این استان شاخص‌های جمعیت-شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده به ترتیب برابر با ۴/۲۱، ۶۱/۶۳، ۱/۰۰، ۰/۰۰ و ۰/۰۰ و کمترین میزان پراکنش در استان‌های خوزستان، فارس و سیستان و بلوچستان به ترتیب با مقدار شاخص‌های برابر با ۲/۶۹، ۴۳/۴۵، ۰/۴۸، ۰/۵۲ و ۴۱/۱۴ بود.

بالاترین میزان پراکنش جمعیت برای سخت‌بال‌پوش *C. mutilatus* در استان بوشهر مشاهده شد. در این استان شاخص‌های جمعیت-شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده به ترتیب برابر با ۰/۴۰، ۴۲/۵۷-، ۰/۳۰، ۰/۷۰ و ۲۶/۹۷ و کمترین میزان پراکنش در استان‌های خوزستان، فارس و سیستان و بلوچستان به ترتیب با مقدار شاخص‌های برابر با ۰/۰۱، ۹۶/۳۶-، ۰/۰۱، ۰/۹۹ و ۰/۴۵ بود.

کم‌ترین میزان پراکنش جمعیت برای سخت‌بال‌پوش *T. ganarium* در استان هرمزگان مشاهده شد. در این استان شاخص‌های جمعیت‌شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده به ترتیب برابر با ۰/۰۰، ۱۰۰-، ۰/۰۰، ۱/۰۰ و ۰/۰۰ و بالاترین میزان پراکنش در استان فارس به ترتیب با مقدار شاخص‌های ۰/۹۱، ۴/۴۶-، ۰/۰۰، ۱/۰۰ و ۰/۰۰ بود.

غیرقابل واگذاری نشده

سخت‌بال‌پوشان *O. mercator*، *T. castaneum*، *T. confusum*، *C. hemipterus*، *C. mutilatus* و *T. ganarium* به ترتیب در استان‌های (هرمزگان، خوزستان)، (هرمزگان، فارس)، (هرمزگان، فارس)، بوشهر و هرمزگان مشاهده نشدند. مقادیر شاخص‌های جمعیت‌شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی برای هفت گونه سخت بال‌پوش در سایر استان‌های خرماخیز موردمطالعه در جدول (۲) درج شده است.

بحث

این پژوهش بر زیستگاه آفت که شامل انبارهای فعال در استان‌های خرماخیز ایران است متمرکز شده است. ویژگی‌های هر زیستگاه به دو دسته زیستی و غیرزیستی تقسیم می‌شود. ویژگی های زیستی وجود گونه‌های رقیب؛ دشمنان طبیعی و در دسترس بودن غذا بوده و اما ویژگی های غیرزیستی، عوامل فیزیکی مانند آب، دما، نور، هوا، اکسیژن و سایر شرایط آب و هوایی را شامل می شود. اگر چه بررسی تأثیر هریک از عوامل زیستی و غیرزیستی مؤثر بر فعالیت آفات انباری در شرایط نگهداری خرما در ایران ضروری است، اما این پژوهش در سطح زیستگاه به بررسی خصوصیات مختلف جمعیت شناختی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، فراوانی تجمعی، شاخص رجحان، احتمال وقوع نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده پرداخته است (Tscharntke *et al.*, 2002).

پیش‌بینی مناسب‌بودن زیستگاه برای سخت‌بال‌پوشان آفت انباری خرما نشان داد که الگوی توزیع آنها به طور کامل مناطق خرماخیز ایران را پوشانده است. نرخ استقرار نسبی در انبارهای مناطق خرماخیز برای پیش‌بینی پراکنش هر هفت گونه در سطح کشور با استفاده از نقاط وقوعانجام شد. در محاسبه احتمال وقوع نسبی فرض بر این است که هر گونه سخت بالپوشی که نمونه‌برداری شده در انبار حضور داشته است اما در عمل معمولاً گونه‌هایی قبل از دوره در اثر عوامل مؤثر بر جمعیت از جمله رقابت، دشمنان طبیعی و سایر عوامل زنده و غیر زنده از آن محیط حذف شده و گونه یا گونه‌های جدیدی وارد می‌شوند. بنابراین اگر برآورد درستی از احتمال وقوع نسبی بر حسب میزان جمعیت هر گونه سخت بالپوش ارائه شود از میزان احتمال وقوع نسبی تراکمی (یا چگالی بروز) استفاده می‌گردد (Sileshi, 2007). با توجه به نتایج بدست آمده بالاترین چگالی بروز مربوط به گونه *C. mutilatus* و در استان هرمزگان بوده است. بالاترین نرخ استقرار نسبی مشاهده شده مربوط به سخت بالپوش *O. surinaemensis* در استان‌های کرمان، فارس و بوشهر بوده است. همچنین بالاترین مقدار زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری در انبارهای خرمای استان‌های هرمزگان و خوزستان برای سخت بالپوش *O. surinaemensis* بود. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که تقریباً همه سخت‌بال‌پوشان آفت انباری شناسایی شده در این پژوهش دارای پتانسیل بالایی برای وقوع در انبارهای خرما در نواحی رویشگاه خرما در ایران هستند. البته درصد احتمال وقوع در نواحی مورد مطالعه

ویراستاری شده

متفاوت بوده است. در این میان سخت‌بالپوش *O. surinaemensis* از پتانسیل بالاتری برخوردار بوده است زیرا این آفت در میان سایر گونه‌ها دارای بالاترین مقدار نرخ استقرار نسبی، زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و احتمال وقوع نسبی بود.

بوم شناسی جمعی[1] رابطه بین افراد از جمعیت‌های گونه‌های مختلف و سازگاری آنها با شرایط محیطی را مطالعه می‌کند. در این پژوهش پتانسیل مجموع گونه‌های سخت‌بالپوشان فعال برای تشکیل یک جامعه بوم‌شناختی در شرایط انبارهای خرما در رویشگاه‌های اصلی این محصول در ایران بررسی شد. بوم‌شناسان ثابت کرده‌اند که موجوداتی که جوامع زنده را تشکیل می‌دهند به مختصات فضایی خاصی گره‌خورده‌اند که در آنها با یکدیگر و با بخش‌هایی از بستر زیست پیوندزده است. این بخش که بیوژئوسنوز[2] نام دارد، یک طاقچه اکولوژیکی را برای فعالیت هر گونه مشخص می‌کنند (Severtsov, 2004). در این پژوهش برای اثبات این روابط بوم‌شناسی جمعیتی سخت‌بال‌پوش آفت انباری در مناطق خرماخیز از شاخص زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری استفاده شد. شاخص‌های ترجیحات زیستگاهی و تغذیه ارتباط نزدیکی باهم دارند، هر چند که این دو در اکولوژی با هم مترادف نیستند (Rada *et al.*, 2017). اما براساس شاخص‌های ترجیحات زیستگاهی می‌توان میزان تغذیه و خسارت احتمالی ناشی از آن را در انبارهای مناطق رویشگاهی خرما در ایران پیش‌بینی نمود. مشاهدات اولیه و اغلب اتفاقی در مورد حضور سخت‌بالپوشان در انبارهای خرما در ایران انجام شده است (Hosseini & Kamali, 1989). این گزارش‌ها به عنوان نقطه شروع برای کارهای بیشتر مورد استفاده قرار گرفتند اما تا پیش از این مطالعه هیچ گزارشی از ترجیحات زیستگاهی سخت‌بالپوشان آفات انباری خرما در ایران ارائه نشده بود.

ارزیابی تداوم این سخت‌بال‌پوشان آفت انباری در انبارهای خرما در استان‌های خرماخیز کشور و پیش‌بینی احتمال وقوع آنها با استفاده از شاخص‌های زیست خوانگاه قابل بهره‌برداری و میزان زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده انجام شد. اصل گاوس که به آن قانون طرد رقابتی[3] نیز می‌گویند برای توصیف دو شکل مبارزه برای هستی – درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای استفاده می‌شود. اگر جمعیت‌ها نیازهای همپوشانی داشته باشند، به‌عنوان‌مثال، تغذیه (یک منبع غذایی مشترک) یا فضایی (زیستگاه‌های همپوشانی – محدوده) که جمعیت آنها به آن بستگی دارد، زمان هم‌زیستی چنین جوامعی محدود است. این در نهایت منجر به اخراج (ازدحام جمعیت کمتر سازگار) و اسکان مجدد ارگانیسم‌های سازگارتر و با سرعت در حال تکثیر گونه‌های دیگر می‌شود. هر گونه تغییر در شرایط بوم‌شناختی منجر به تغییر قابلیت بهره‌برداری گونه‌ها می‌گردد (Rodríguez *et al.*, 2015)؛ بنابراین هر یک از انبارهای واقع در مناطق خرماخیز دارای پتانسیل بوم‌شناختی برای پذیرش استقرار گونه‌های سخت بالپوش آفت انباری است که به دلیل مجموع نیروهای درون و برون گونه‌ای شریط لازم برای بهره‌برداری از زیستگاه را برای گونه آفت انباری فراهم نموده است. این موضوع با برآورد شاخص میزان زیست خوانگاه

1 - Synecology
2 - Biocoenosis
3 - Competitive exclusion principle

بهره‌برداری نشده در این پژوهش مورد بررسی واقع شد. بیشترین زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده در استان‌های خوزستان و بوشهر و مربوط به سخت بالپوش گونه *T. ganarium* بود. هر چه مقدار شاخص زیست خوانگاه بهره‌برداری نشده بالاتر باشد، احتمال طغیان پیش‌بینی نشده آن سخت بالپوش در انبارهای آن استان بالاتر است. زیرا حشرات مهاجم و دارای پتانسل زیستگاهی بهره‌برداری نشده، تمایل دارند که کل زیست خوانگاه را اشغال کنند. در صورت فراهم شدن شرایط محیطی، در غیاب دشمنان طبیعی و رقبای بومی آسیب بیشتری به زیستگاه وارد می‌کنند (Roques *et al*., 2006).

در انبارهای استان‌های (کرمان، فارس و بوشهر)، (کرمان و سیستان و بلوچستان)، (خوزستان و سیستان و بلوچستان)، (خوزستان و سیستان و بلوچستان)، بوشهر، بوشهر و فارس گونه‌های پیشگام[1] (Bogusch et al., 2016) سخت‌بالپوشان آفت انباری به ترتیب *O. surinaemensis*، *O. mercator*، *T. castaneum*، *T. confusum*، *C. hemipterus*، *C. mutilates* و *T. ganarium* بودند. این استان‌ها در خوشه‌بندی خصوصیات جمعیت‌شناختی گونه‌های مورد مطالعه در خوشه اول قرار گرفتند. گونه‌های پیشگام گونه‌های سازگارتری هستند که پیش‌بینی می‌شود نخستین آفاتی باشند که هر سال اکوسیستم‌های انبار خرما دارای تنوع زیستی پیشین را پس از تخلیه و آشفتگی بوم‌شناختی، مجددا آلوده می‌کنند. این گونه‌های پیشگام نه تنها بالاترین احتمال خسارت‌زایی را دارند بلکه زمینه را برای فعالیت سایر سخت‌بالپوشان آفت انباری خرما در طی توالی بوم‌شناختی فراهم می‌کنند.

بنیان‌گذاری مدیریت تلفیقی آفات مبتنی بر درک روابط بوم‌شناختی خرمای انباری از دیدگاه رویکرد اکوسیستمی آفات انباری مورد بررسی در این پژوهش است. مطالعات مشابه نشان داده است که استفاده از رویکرد بوم‌شناختی محور در دستیابی به یک راه حل سازگار با محیط زیست و پایدار در مدیریت تلفیقی آفات انباری کمک می‌کند (Ekström & Ekbom, 2011).

آفات اتفاقی که کمترین احتمال حضور در زیستگاه‌های انباری در استان‌های خرماخیز ایران دارند، در استان‌های (خوزستان و هرمزگان)، (بوشهر و فارس)، هرمزگان، هرمزگان، (خوزستان، فارس و سیستان و بلوچستان)، (خوزستان، فارس و سیستان و بلوچستان) و هرمزگان به ترتیب شامل *O. surinaemensis*، *O. mercator*، *T. castaneum*، *T. confusum*، *C. hemipterus*، *C. mutilates* و *T. ganarium* می‌باشند. حاشیه بوم‌شناختی[2] یا زیست محیطی شرایط خاص زیستگاهی و تغییراتی در ساختار جمعیت است که در مرز دو یا چند زیستگاه رخ می‌دهد. در چنین شرایطی ممکن است وقوع گونه در محدوده گسترش افزایش یابد و گونه به عنوان آفتی مخرب‌تر ظاهر شود. شناسایی عواملی ایجاد حاشیه بوم‌شناختی برای این گروه از آفات انباری خرما در پژوهش‌های آتی ضروری است (Nguyen & Nansen, 2018).

1 - Pioneer species
2 - Ecological or environmental edge

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پیش‌بینی توزیع بالقوه همه آفات چه بومی و چه غیربومی، نقش کلیدی در تعیین اثرات تغییرات جهانی بر اکوسیستم‌های باغبانی ایفا می‌کند. دقت در پیش‌بینی توزیع بالقوه به منظور شناسایی مناطق، و اکوسیستم‌هایی که بیشتر آسیب‌پذیر هستند، تعیین کمیت خسارت محصول و تدوین استراتژی‌های مدیریت مؤثر آفات ضروری است (Baker *et al*., 2000). این نتایج همچنین در فرایند تجزیه و تحلیل خطر آفات بومی و غیربومی که توسط سازمان‌های حفاظت از گیاهان انجام می‌شود، کاربرد دارد. ارزیابی پیامدهای اقتصادی تغییرات جمعیت آفات انباری در تجارت محصولات باغبانی ضروری است. این ارزیابی‌ها بر این اصل استوار هستند که پیش بینی تغییر بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی در کاهش برخی هزینه‌ها و افزایش درآمدها و در نتیجه آینده تجارت آن محصول مؤثر هستند. اثر اقتصادی تغییر در ترکیب جمعیت آفات و ارزیابی سود یا زیاندهی آینده آن محصول، بسیار ضروری است. نتایج این پژوهش توزیع بالفعل و بالقوه سخت بالپوشان آفت انباری خرما را در مناطق مهم خرماخیز ایران پیش‌بینی کرده است. رفتارهای پراکنش حشرات در انبارهای مناطق خرماخیز کشور بر استفاده از هر روش کنترل در اکوسیستم انبارها در رویشگاه‌های خرما در ایران تأثیر می گذارد. تخمین تراکم و توزیع حشرات آفت یک نیاز اساسی برای برنامه مدیریت تلفیقی آفات است. بنابراین، ادامه تحقیق در مورد پراکنش و نحوه نمونه‌برداری ازآفات انباری در بستر انبارهای خرما در زمینه‌های تحقیقاتی مورد اشاره در زیر برای صنعت خرمای کشور مفید است: (۱) مدل‌سازی ریاضی پراکنش آفات انباری خرما در کشور، (۲) شناسایی پارامترهای اصلی مؤثر بر دقت پیش‌بینی تراکم و توزیع حشرات آفت انباری خرما تحت شرایط مختلف انباری ؛ (۳) اثرات شاخص‌های پراکنش و ترجیح زیستگاهی حشرات آفت انباری خرما بر کارایی آفت‌کش‌ها و سایر روش‌های کنترل. (۴) اثرات پراکنش و ترجیح زیستگاهی حشرات آفت انباری خرما بر پویایی جمعیت آنها و (۵) اثرات روابط بین پارامترهای پراکنش و ترجیح آفات انباری خرما بر روش‌های نمونه‌برداری و ردیابی آنها.

ویراستاری نشده

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری صمیمانه مدیران و کارکنان شرکت‌های بسته‌بندی و انبارهای خرما در استان‌های خرماخیز که محققان را در انجام این تحقیق یاری نمودهاند و همچنین اعضای هیأت علمی و کارکنان گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران که همراه از مساعدت و راهنمایی‌های ارزشمندشان بهره‌مند بودیم، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

Abo-El-Saad, M., & El-Shafie, H. (2013). Insect pests of stored dates and their management. *Dates: postharvest science, processing technology and health benefits*, 81-104. DOI: 10.1002/9781118292419.ch4

Al Antary, T. M., Al-Khawaldeh, M. M., & Ateyyat, M. A. (2015). Economic importance of date palm *Phoenix dactylifera* L. (Liliopsida: Arecales: Arecaceae) pests in Jordan Valley. *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 2(3), 101-109.

Al-Deeb, M. A. (2012). Date palm insect and mite pests and their management. *Dates production, processing, food, and medicinal values*, 113-128. DOI: abs/10.1201/b11874-10

Al-Zadjali, T. S., ABD-ALLAH, F. F., & EL-HAIDARI, H. S. (2006). Insect pests attacking date palms and dates in Sultanate of Oman. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 84(1), 51-59. DOI: 10.21608/ejar.2006.228947

Asplen, M. K. (2018). Dispersal strategies in terrestrial insects. *Current Opinion in Insect Science*, 27, 16-20. DOI: 10.1016/j.cois.2018.01.009

Baker, R. H. A., Sansford, C. E., Jarvis, C. H., Cannon, R. J. C., MacLeod, A., & Walters, K. F. A. (2000). The role of climatic mapping in predicting the potential geographical distribution of non-indigenous pests under current and future climates. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82(1-3), 57-71. DOI: 10.1016/S0167-8809(00)00216-4

Baldin, E.L.L., Cruz, P.L., Morando, R., Silva, I.F., Bentivenha, J.P.F., Tozin, L.R.S. and Rodrigues, T.M. (2017). Characterization of antixenosis in soybean genotypes to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. *Journal of Economic Entomology*, 110(4),.1869-1876. DOI: /110/4/1869/3850120

Banks, H. J. (1994). Illustrated identification keys for *Trogoderma granarium, T. glabrum, T. inclusum* and *T. variabile* (Coleoptera: Dermestidae) and other Trogoderma associated with stored products. *CSIRO Australia Division of Entomology Technical Paper*, (32). DOI: 10.25919/5d1663dab25ca

Baptista, D. F., Buss, D. F., Dorvillé, L. F. M., & Nessimian, J. L. (2001). Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61, 249-258. DOI: 10.1590/S0034-71082001000200007

Bibars, E. E. D. A., Yassin, E. M., & Abdel Khalik, A. R. (2018). survey of different mites and insect pests associated with date palm fruits in different locations of Egypt. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 96(3), 909-919. DOI: 10.21608/ejar.2018.138421

Bogusch, P., Macek, J., Janšta, P., Kubík, Š., Řezáč, M., Holý, K., ... & Heneberg, P. (2016). Industrial and post-industrial habitats serve as critical refugia for pioneer species of newly identified arthropod assemblages associated with reed galls. *Biodiversity and Conservation*, 25, 827-863. DOI: 10.1007/s10531-016-1070-5

Cock, M. J. W., & Burris, D. H. (2013). Neotropical palm-inflorescence feeding moths (Lepidoptera: Batrachedridae, Blastobasidae, Cosmopterigidae, Gelechiidae, Pyralidae, Tineidae): a review of the literature and new records from Trinidad, West Indies. *The Journal of Research on the Lepidoptera*, 46, 1-21. DOI: 10.5962/p.332186

Connell, W. A. (1977). A key to Carpophilus sap beetles associated with stored foods in the United States (Coleoptera: Nitidulidae). *Cooperative Plant Pest Report*, 2(23), 398-404. DOI: 10.1649/736

Duan, S., Li, Y., Zhu, B., Adam, B., & He, Z. (2024). Intelligent pest trap monitoring under uncertainty in food industry. *Swarm and Evolutionary Computation*, 86, 101465. DOI: 10.1016/j.swevo.2023.101465

El-Nazir, S. M., & Musa, I. O. (2019). A note on the insects associated with stored onion in khartoum state. *University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences*, 22(2). DOI: 10.55446/IJE.2021.364

El-Shafie, H. A. F. (2012). List of arthropod pests and their natural enemies identified worldwide on date palm, *Phoenix dactylifera* L. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3(12), 516-524. DOI: 10.5555/20133077451

El-Shafie, H. A. F., Abdel-Banat, B. M. A., & Al-Hajhoj, M. R. (2017). Arthropod pests of date palm and their management. *CABI Reviews*, 12(049):1-18. DOI: 10.1079/PAVSNNR201712049

Ekström, G., & Ekbom, B. (2011). Pest control in agro-ecosystems: an ecological approach. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1-2), 74-94. DOI: 10.1080/07352689.2011.554354

Ferrer, J. U. L. I. O. (1995). A key to the Flour beetles of the genus *Tribolium macleay* in Sweden Coleoptera, Tenebrionidae), with distributional notes. *Entomologisk Tidskrift*, 116(3), 123-126.

Forghani, S. H., & Marouf, A. (2015). An introductory study of storage insect pests in Iran. *Biharean Biologist*, 9(1), 59-62.

Frades, I., & Matthiesen, R. (2010). Overview on techniques in cluster analysis. *Bioinformatics Methods in Clinical Research*, pp. 81-107. DOI: 10.1007/978-1-60327-194-3_5

Fraley, C. and Raftery, A.E. (2002). Model-based clustering, discriminant analysis, and density estimation. *Journal of the American Statistical Association*, 97(458), pp.611-631. DOI: 10.2307/3085676

García-Lara, S., García-Jaimes, E., & Bergvinson, D. J. (2019). Mapping of maize storage losses due to insect pests in central Mexico. *Journal of Stored Products Research*, 84, 101529. DOI: 10.1016/j.jspr.2019.101529

Gerken, A. R., & Campbell, J. F. (2022). Spatial and temporal variation in stored-product insect pest distributions and implications for pest management in processing and storage facilities. *Annals of the Entomological Society of America*, 115(3), 239-252. DOI: 10.1016/j.agee.2012.11.013

Ghaedi, H., Kocheili, F., Latifian, M., & Nejad, R. F. (2020). Spatial and temporal distribution of rhinoceros beetles Oryctes Hellwig (Col.: Scarabaeidae) in date palm plantations of Khuzestan province. *Plant Pest Research*, 10(2). DOI: 10.22124/iprj.2020.4292

Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J. B., Naujokaitis-Lewis, I., Sutcliffe, P. R., Tulloch, A. I., ... & Buckley, Y. M. (2013). Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology Letters*, 16(12), 1424-1435. DOI: 10.1111/ele.12189

Hagstrum, D. W., & Phillips, T. W. (2017). Evolution of stored-product entomology: protecting the world food supply. *Annual Review of Entomology*, 62, 379-397. DOI: 10.1146/annurev-ento-031616-035146

Hall, D. G., & Albrigo, L. G. (2007). Estimating the relative abundance of flush shoots in citrus with implications on monitoring insects associated with flush. *HortScience*, 42(2), 364-368. DOI: 10.21273/HORTSCI.42.2.364

Halstead, D. G. H. (1980). A revision of the genus *Oryzaephilus Ganglbauer*, including descriptions of related genera (Coleoptera: Silvanidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 69(4), 271-374. DOI: 10.1111/j.1096-3642.1980.tb01126.x

Hengl, T., Sierdsema, H., Radović, A., & Dilo, A. (2009). Spatial prediction of species' distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFA and regression-kriging. *Ecological Modelling*, 220(24), 3499-3511. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2009.06.038

Holloway, J. C., Daglish, G. J., & Mayer, D. G. (2020). Spatial distribution and flight patterns of two grain storage insect pests, *Rhyzopertha dominica* (Bostrichidae) and *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae): implications for pest management. *Insects*, *11*(10), 715. DOI: 10.3390/insects11100715

Hosseini, S. & Kamali, K. (1989). Phone list of storage products in Iran. *Letter of Iranian Entomological Society*, 9(Suppl. 5), 1-47. DOI: 10.52547/jibs.6.3.261

Jian, F. (2019). Influences of stored product insect movements on integrated pest management decisions. *Insects*, 10(4), 100. DOI: 10.3390/insects10040100

Johnson, K. (2016). Realism and uncertainty of unobservable common causes in factor analysis. *Noûs*, *50*(2), 329-355. DOI: 10.1111/nous.12075

Latifian, M, (2013). Date palm stored pests control. Ahangghalam Publisher, Mashhad, Iran, 100 PP. (*in Persian*) DOI: 10.13140/RG.2.2.17629.20964

Latifian, M., Jalili Moghadam, M., & Ramzi Jahromi, S. (2020). The survival and biological characteristics of *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae) in the feeding conditions on three date palm cultivars. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *53*(15-16), 698-714. DOI: 10.1080/03235408.2020.1793649

Latifian, M., Moghadam, M. J., & Jahromi, S. R. (2021). Competition and overlap of *Oryzaephilus surinamensis* and *Plodia interpunctella* populations under condition of stored date fruits. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *24*(1), 201-207. DOI: 10.1016/j.aspen.2020.12.013

Latifian, M., & Rad, B. (2022a). Population assessment of common storage pests in deiri date palm cultivar using spectrophotometric method. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(1), 345-354. DOI: 10.1007/s42690-021-00552-1

Latifian, M., & Rad, B. (2022b). Sequential sampling pattern of important date storage pests based on the spectroscopic method. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(5), 3373-3384. DOI: 10.1007/s42690-022-00836-0

Mailafiya, D. M., Bamaiyi, L. J., Magaji, B. T., Musa, I. P., Kwanashie, A. J., Banwo, O. O., & Bawa, L. Y. (2022). Pest activity and natural enemy diversity in stored dry date (*Phoenix dactylifera* L. (Arecales: Arecaceae)) in the Northern Guinea Savannah Agroecological Zone. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(1), 457-470. DOI: 10.1007/s42690-021-00562-z

Nguyen, H. D. D., & Nansen, C. (2018). Edge-biased distributions of insects. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *38*, 1-13. DOI: 10.1007/s13593-018-0488-4

Pourian, H. R., Khoobdel, M., & Alizadeh, M. (2019). Stored-grains pests and their control with emphasis on military food warehouses in Iran: a review. *Journal of Military Medicine*, 21(4), 313-324.

Purnamasari, A., & Haryanto, H. (2023). Diversity of stored-product beetles at the rice warehouses in Mataram City and Central Lombok Regency, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, *20*(1), 9-16. DOI: 10.31849/jip.v20i1.10879

Rada, S., Spitzer, L., Šipoš, J., & Kuras, T. (2017). Habitat preferences of the grasshopper *Psophus stridulus*, a charismatic species of submontane pastures. *Insect Conservation and Diversity*, *10*(4), 310-320. DOI: 10.1111/icad.12225

Rodríguez, R. A., Herrera, A. M., Santander, J., Miranda, J. V., Fernández-Rodríguez, M. J., Quirós, Á., ... & Delgado, J. D. (2015). Uncertainty principle in niche assessment: a solution to the dilemma redundancy vs. competitive exclusion, and some analytical consequences. *Ecological Modelling*, 316, 87-110.

Roques, A., Auger-Rozenberg, M. A., & Boivin, S. (2006). A lack of native congeners may limit colonization of introduced conifers by indigenous insects in Europe. *Canadian Journal of Forest Research*, *36*(2), 299-313. DOI: 10.1139/x05-277

Rustia, D. J. A., Chiu, L. Y., Lu, C. Y., Wu, Y. F., Chen, S. K., Chung, J. Y., ... & Lin, T. T. (2022). Towards intelligent and integrated pest management through an AIoT- based monitoring system. *Pest Management Science*, *78*(10), 4288-4302. DOI: 10.1002/ps.7048

Rusynov, V. I., Martynov, V. O., & Kolombar, T. M. (2019). Coleoptera pests of stored food supplies and field crops. *Current Problems of Agrarian Industry in Ukraine*, 34. DOI: 10.15421/511903

Salisu, Z. I., Oniye, S. J., Anjorin, T. S., Wada, Y. A., Abubakar, M., & Abdulkarim, M. M. (2021). Insect pests of dried date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits sold in selected markets in Zaria, Kaduna State, Nigeria. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences DUJOPAS*, *7*, 232-241.

Semeao, A. A., Campbell, J. F., Hutchinson, J. S., Whitworth, R. J., & Sloderbeck, P. E. (2013). Spatio-temporal distribution of stored-product insects around food processing and storage facilities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *165*, 151-162. DOI: 10.1016/j.agee.2012.11.013

Severtsov, A. S. (2004). Fundamental species niche: Mechanism of formation and ecological significance. *Russian Journal of Ecology*, *35*, 357-363. DOI: 10.1023/B:RUSE.0000046970.23100.6a

Sileshi, G. (2007). A method for estimating insect abundance and patch occupancy with potential applications in large-scale monitoring programmes. *African Entomology*, *15*(1), 89-101. DOI: 10.4001/1021-3589-15.1.89

Trematerra, P., Sciarretta, A., De Paula, M. C., & Lazzari, S. M. (2004). Monitoring and spatial distribution of insect pests infesting a paddy rice storage facility. *IOBC Bull*, *27*, 59-68. DOI: 10.1590/S1519-566X2004000400012

Tscharntke, T., Steffan-Dewenter, I., Kruess, A., & Thies, C. (2002). Characteristics of insect populations on habitat fragments: a mini review. *Ecological Research*, *17*, 229-239. DOI: 10.1046/j.1440-1703.2002.00482.x

Tu, X.B., Fan, Y.L., McNeill, M. and Zhang, Z.H., (2018). Including predator presence in a refined model for assessing resistance of alfalfa cultivar to aphids. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(2),.397-405. DOI: 10.1016/S2095-3119(17)61708-8

Wheeler, M. M. (1993). Discriminating between adult mandibles of *Oryzaephilus surinamensis* and *Oryzaephilus mercator* using setal brush length. *Journal of AOAC International*, *76*(4), 941-943. DOI: 10.1093/jaoac/76.4.941

Yang, B. (2005). Factor analysis methods. *Research in organizations: Foundations and methods of inquiry*, 181-199. DOI: 10.1002/hrdq.20007

ویراستاری نشده

The distribution pattern of the Coleopteran store pests in the important date growing areas of Iran

Abstract

This research aims to identify beetle fauna active in the date stores of Iran's date-growing provinces, the geographical distribution of their ecological nest potential, and the exploitation of date stores in six important date-growing provinces of Iran, including Kerman, Fars, Khuzestan, Sistan and Balochistan, Bushehr and Hormozgan were done in 2023. In date-growing areas of Iran, seven species of beetles were active, including *Oryzaephilus surinaemensis*, *Oryzaephilus Mercator*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Carpophilus hemipterus*, *Carpophilus mutilatus*, and *Togoderma ganarium*. This beetle had the most widespread

presence in (Kerman, Fars, and Bushehr), (Kerman and Sistan and Baluchistan), (Khuzestan and Sistan and Baluchistan), and Bushehr and Fars, respectively. The highest relative establishment rate was related to *O. surinaemensis* and in Kerman, Fars, and Bushehr provinces. The largest unexploited habitat niche was in Hormozgan province, and it was associated with *T. ganarium* species in Khuzestan and Bushehr provinces. The higher the index of an unexploited habitat niche, the greater the chance of an unexpected flood in the local stores. The potential distribution of pests is a crucial factor in determining the effects of global change on horticultural ecosystems.

Keywords: *Coleoptera, biological distribution, population establishment, habitat niche, Date palm*

Extended Abstract Introduction

Introduction

Dates are a major crop in a large portion of Africa and Eurasia. Dates in storage are at risk from a series of pests, including beetles—132 species of date palm-related pests have been reported worldwide. The species are divided into eight orders and 30 families. The important families of Coleoptera reported from date stores include Anobidae, Cucujiidae, Dermestidae, Mycetophagidae, Nitidulidae, and Tenebrionidae. So far, no detailed study has been done regarding the geographical distribution, establishment ability, and biological capacity of stores in important date-producing provinces for the beetle population of date-store pests. Monitoring warehouse pests is a standard approach in integrated pest management because it can help increase the efficiency of control operations. However, this presents a substantial challenge. The spatial distribution potential of insects is complex and dynamic, varying across geographical locations. This research was carried out to identify the coleopteran fauna in the date stores of the date-producing provinces of Iran, the geographical distribution of the potential of their establishment, and the exploitation of their ecological nests in the biome of the country's date stores.

Materials and methods

This research was conducted in important date-growing areas of Iran, including Kerman, Fars, Khuzestan, Sistan, Balochistan, Bushehr, and Hormozgan, in 2023. Randomly selected 15 date stores from each province were sampled as follows. The sampling of date fruit was carried out by Iranian National Standard No. 2944. For this purpose, a sample of 3 kg, including ten 300-gram samples, was randomly taken from the mass of stored dates. Valid identification keys were used to identify different species. In this research, we conducted a simultaneous study of demographic indicators to analyze the relative abundance rate of establishment, preference index, relative probability of occurrence, usable habitat, niche, and the amount of unexploited habitat niche for various beetle species in six provinces of Iran. We used important dates to separate the provinces based on these demographic indicators for each of the date storage pests. The cluster analysis method was employed to group the provinces that showed similar levels of infection to each of the storage pests based on specific Euclidean distances. To evaluate the correctness of the clustering of the studied provinces, linear discriminant analysis, normal discriminant analysis, discriminant function analysis, and Fisher's linear discriminant generalization were used.

Results and discussion

In date-growing areas of Iran, seven species of beetles including *Oryzaephilus surinaemensis*, *Oryzaephilus mercator*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Carpophilus hemipterus*, *Carpophilus mutilates*, and *Togoderma ganarium* were identified. The ecological needs of seven beetle species identified in this research are diverse. The highest relative establishment rate observed was related to *O. surinaemensis* in the Kerman, Fars, and Bushehr provinces. According to the results, the highest incidence density

was related to the species *C. mutilatus* in Hormozgan province. Suppose we want to have a correct estimate of the probability of relative occurrence in terms of the population size of any hardy species. In that case, we use the density relative probability of occurrence (or occurrence density). The highest exploitable habitat niche was in date stores of Hormozgan and Khuzestan provinces for *O. surinaemensis* beetle. The most unexploited habitat niche is in Khuzestan and Bushehr provinces and is related to beetle species. It was *T. ganarium*. The higher the index of the unexploited habitat niche, the greater the chance of unexpectedly seeing that tough bird in stores in that province.

Conclusion

To assess the impacts of global changes on horticultural ecosystems, it is crucial to predict the distribution of all pests, both native and non-native. Plant protection agencies use pest risk analysis to determine the risks from native and non-native pests that must be justified through phytosanitary control measures. This evaluation is based on the principle that ecological, economic, and social change effectively reduces costs and increases incomes, and, as a result, impacts the future of that product's business. The future profitability of that crop can be evaluated by evaluating the net economic effect of a change in the composition of the store pest population. The results of this research have determined the actual and potential beetle distribution of the date storage pest in the important date-growing areas of Iran.

ویراستاری نشده