

تغییرات جمعیت حشرات کامل دو گونه سوسک چوب‌خوار خرما *Oryctes agamemnon mathiesseni* و *O. elegans* در نخلستان‌های ماهشهر خوزستان

زهرا آقاجری^۱، آرش راسخ^۱، سارا زرغامی^۲

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. ^۱پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، اهواز، ایران. ^۲a.rasekh@scu.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۷

بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۲۷

دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۱

چکیده

سوسک‌های چوب‌خوار خرما یکی از مهمترین آفات درختان خرما در ایران و جهان می‌باشند. در این پژوهش با انتخاب دو نخلستان در منطقه ماهشهر و نصب تله‌های نوری، تغییرات جمعیت حشرات کامل مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری‌ها طی دو سال از بهمن ۱۳۹۹ تا آذر ۱۴۰۱، به صورت هفتگی انجام شد. نتایج نشان داد زیرگونه *Oryctes agamemnon mathiesseni* و گونه *O. elegans* در منطقه فعالیت دارند. هر دو گونه تک نسلی بوده و حشرات کامل آن‌ها فعالیت خود را از اواخر اردیبهشت و یا حداکثر اوایل خردادماه آغاز کرده، در تابستان به اوج می‌رسند و حضور آنها در طبیعت تا پایان مهر و حداکثر اوایل آبان ماه ادامه دارد. در سال اول، *O. agamemnon mathiesseni* گونه غالب بود و تعداد حشرات کامل آن‌ها به طور معنی‌داری بیشتر از *O. elegans* بود. در سال دوم، تعداد حشرات کامل *O. elegans* بیشتر بود. در هر دو سال نمونه‌برداری، فعالیت گونه غالب در آن سال زودتر آغاز شد و دیرتر نیز به پایان رسید. بررسی دو ساله نسبت جنسی در این سوسک‌ها نشان داد که نسبت افراد ماده در زیرگونه *O. agamemnon mathiesseni* به طور چشمگیری (۲/۵ تا چهار برابر به ترتیب در دو سال) بیشتر از افراد نر بود. این نسبت در گونه *O. elegans* از ۱/۵ برابر (سال ۱۴۰۰) تا ۲/۵ برابر (سال ۱۴۰۱) متغیر بود. با توجه به این که موفقیت در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات به طور موثری به پیشگویی ظهور و تغییرات جمعیت آفات وابسته است، نتایج مطالعه حاضر می‌تواند در کنترل چوب‌خوارهای خرما مفید واقع شود.

کلمات کلیدی: تله نوری، چوب‌خوارهای خرما، خانواده نخلیان، نخل خرما، نسبت جنسی

The population fluctuations of adult palm beetles, *Oryctes agamemnon mathiesseni* and *O. elegans* in Mahshar date palm orchards of Khuzestan

Zahra Aghajari¹, Arash Rasekh¹, Sara Zarghami²

¹Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. ²Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Organization (AREEO), Ahvaz, Iran. ^۲a.rasekh@scu.ac.ir

Received: 22 November 2023

Revised: 18 December 2023

Accepted: 7 January 2024

Abstract

Date palm borers are among the most important pests of date trees in Iran. This study aimed to determine the population fluctuations of rhinoceros beetles *Oryctes* sp., infesting the date palm *Phoenix doctylifera*, using light traps in Mahshar date palm orchards. Samplings were weekly conducted from 2021 to 2022 in two randomly selected date palm orchard. Over two years of monitoring coleopteran adults, two species of the genus *Oryctes* namely *O. agamemnon mathiesseni* and *O. elegans* were observed. The beginning seasonal activity of both univoltine species was middle May, reaching the peaks during summer, and the populations declined gradually till October. In each of research years, one of two species was dominant, so that in the first year, the number of adult beetles of *O. agamemnon mathiesseni* was significantly more than *O. elegans*, while in the second year, the number of *O. elegans* was higher. In both sampling years, the activity of dominant species in that year started earlier, and ended later. A two-year study of the sex ratio in these horned beetles revealed that females outnumbered males substantially (2.5 to 4 times in two years) in the subspecies *O. agamemnon mathiesseni*. For *O. elegans*, this ratio ranged from 1.5 times (2021) to 2.5 times (2022). The successful IPM programs are effectively dependent on prediction of the emergence time and population fluctuations of pest insects, and it is hoped that the results of this study will be useful to control of the rhinoceros beetles.

Keywords: Light trap, Date palm borers, Palmaceae, *Phoenix doctylifera*, Sex ratio

How to cite:

Aghajari Z, Rasekh A, Zarghami S, 2024. The population fluctuations of adult palm beetles, *Oryctes agamemnon mathiesseni* and *O. elegans* in Mahshar date palm orchards of Khuzestan. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 13 (2): 179-191.

مقدمه

نخل خرما *Phoenix doctylifera* L. گیاهی چندساله، تک لپه‌ای، دو پایه و متعلق به خانواده Palmaceae می‌باشد (Sudhersan & Abo El-Nil 1999) و محصول آن به‌عنوان یکی از منابع مهم غذایی به شمار می‌رود (Chao & Krueger 2007). این درخت در مناطق گرم و خشک جهان شامل شبه جزیره عربستان، شمال آفریقا و خاورمیانه رشد می‌کند (Chao & Krueger 2007). وجود توانایی‌های منحصر به فرد نظیر مقاومت به تنش‌های خشکی و شوری و شرایط آب و هوایی سخت این درخت را ارزشمندتر کرده است. درخت خرما از تنوع ژنتیکی غنی، با حدود ۳۰۰۰ رقم در دنیا برخوردار بوده و نقش مهمی چه از نظر تأمین منابع غذایی و چه از نظر اقتصادی دارا می‌باشد، از اینرو حفاظت درختان خرما در برابر آفات و بیماری‌های و جلوگیری از نامرغوبی میوه، ضروری می‌باشد (Zaid 2002; Zaid et al. 2002). در ایران بیش از ۲۰۰ رقم خرما وجود دارد که از مهمترین آن‌ها می‌توان به ارقام استعمران، شاهانی، مضافتی، برحی و پیارم اشاره کرد (Ehteshami et al. 2017). طبق آخرین آمار منتشر شده در سال ۱۳۹۸، ایران با سطح زیر کشت حدود ۱۶۰ هزار هکتار بعد از عراق و الجزایر در رتبه سوم کشت و با تولیدی معادل ۱۳۰ هزار تن، سومین کشور پس از مصر و عربستان سعودی در دنیا به شمار می‌رود (Shahbande 2021). براساس آمار ارائه شده، بزرگترین استان‌های خرماخیز کشور عبارتند از سیستان و بلوچستان، خوزستان، هرمزگان، بوشهر، جنوب استان کرمان، فارس، کرمان، یزد و خراسان جنوبی که به ترتیب دارای سطح زیر کشت حدود ۵۷۰۰۰، ۴۱۰۰۰، ۳۶۰۰۰، ۳۴۰۰۰، ۳۱۰۰۰، ۲۹۰۰۰، ۲۸۰۰۰ و ۲۰۰۰ هکتار می‌باشند (Ahmadi et al. 2019).

در مناطق مختلف خرماخیز جهان، آفات زیادی از قسمت‌های مختلف درخت خرما تغذیه می‌کنند (Dowson 2012; Howard 2001; El-Shafie 1982). بر اساس آخرین آمار، ۱۳۲ گونه حشره و کنه به‌عنوان آفات خرما گزارش شده است (El-Shafie et al. 2017). از جمله آفات مهم و اقتصادی نخل خرما، سوسک‌های چوبخوار خرما به خصوص سوسک کرگدنی جنس *Oryctes* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) می‌باشد که در مناطق خرما خیز آسیا فعال هستند (Tabrizian et al. 2009; Payandeh & Dehghan 2010; Khalaf & Alrubeai 2016). گونه‌های مختلف جنس *Oryctes* دارای دامنه‌ی میزبانی وسیعی از درختان خانواده Arecaceae بوده و

عمدتاً به درختان نارگیل، نخل روغنی، نخل ساگو و درختان خرما خسارت جبران ناپذیری وارد می‌سازند (Bedford 2013). این سوسک چوبخوار از خاورمیانه، کشورهای ایران، عراق، اردن، قطر، امارات متحده عربی، لیبی، عربستان سعودی و موریتانی گزارش شده است (Bedford et al. 2015). در ایران نیز این سوسک چوبخوار از استان‌های فارس، سیستان و بلوچستان، هرمزگان، اصفهان، یزد، بوشهر، خوزستان، ایلام، کرمان و کرمانشاه گزارش شده است (Bedford et al. 2015). دو گونه اصلی سوسک‌های کرگدنی شامل *O. elegans* Prell. و *O. agamemnon* Burmeister می‌باشند (El-Shafie 2012). در برخی مناطق خرماخیز مانند بصره عراق (Alyousef et al. 2020) و استان‌های خوزستان و بوشهر ایران این دو گونه *O. agamemnon* و *O. elegans* بصورت هم‌بوم (Sympatric) فعالیت دارند (Fasihi 2011; Ghaedi et al. 2020).

سوسک‌های متعلق به جنس *Oryctes* جزء آفات تک نسلی هستند (Al-Jassany & Al-Saedi 2019). حشرات ماده در هر نوبت تخم‌ریزی، در تاج درخت، قاعده برگ‌ها و خوشه‌ها و لابلای الیاف حدود ۲۵ تخم می‌گذارند. تخم‌ها ۱۵ تا ۲۰ روز بعد تفریخ و لاروها بیرون می‌آیند و از قاعده برگ‌ها و جوانه مرکزی شروع به تغذیه می‌کنند (Alizadeh & Arbab-Tafti 2014). هر دو گونه *O. agamemnon* و *O. elegans* دارای سه سن لاروی هستند و دوره لاروی آن‌ها حدود ۱۹۶ روز به طول می‌انجامد (El Bouhssini & Faleiro 2018). مرحله پیش‌شغیرگی حدود ۱۵ روز و مرحله شغیرگی حدوداً بعد از ۲۰ روز کامل می‌شود. سوسک‌های بالغ شب‌فعال هستند و به شدت به سمت نور جلب می‌شوند (Al-Deeb 2012). در بعضی از مناطق ایران نظیر بوشهر، حشرات کامل این گونه‌ها از اسفندماه ظاهر می‌شوند و اوج فعالیت آن‌ها در خردادماه است (Fasihi 2011). طی مطالعات انجام شده در عمان، زمان ظهور حشرات بالغ *O. agamemnon* اواسط فروردین تا اواسط اردیبهشت ماه و اوج فعالیت حشرات کامل این گونه اوایل تیرماه گزارش شد (Al-Sayed & Al-Tamiemi 1999). در عراق زمان ظهور حشرات بالغ *O. elegans* اواسط فروردین‌ماه و اوج فعالیت این گونه تیرماه بود (Khalaf et al. 2012). نوع خسارت سوسک‌های کرگدنی بر اساس تفاوت در گونه، رقم خرما و شرایط محیطی غالب منطقه متفاوت است (Al-Jassany & Al-Saedy 2019). سوسک‌های کرگدنی می‌توانند صدمات جبران ناپذیری به نخل خرما وارد کنند. حشرات کامل به قاعده خوشه و پایه‌های ساقه برگ حمله می‌کنند. لاروها نیز

مایع ظرفشویی پُر شد. تله به وسیله سیم گالوانیزه در یک متری زیر تاج درخت نصب شد. تله‌ها به‌طور مرتب و هفتگی بازدید می‌شد. در هر بازدید، حشرات گرفتار شده جمع‌آوری، محتوای ظرف تله خالی شده و درون آن مجدداً مقداری آب و چند قطره مایع ظرفشویی ریخته می‌شد. حشرات به آزمایشگاه حشره‌شناسی پژوهشکده خرما در اهواز انتقال داده می‌شد و در زیر بینوکولر حشرات کامل زیر گونه *O. agamemnon* و *mathiesseni* و گونه *O. elegans* از هم تفکیک می‌شدند.

این دو گونه سوسک شاخدار بر اساس مورفولوژی پا از هم قابل تفکیک هستند (Al-Deeb 2012)، به این صورت که روی ساق پای جلو *O. elegans* یک دندان ثابت یا یک خار هست که این دندان روی ساق پای جلو *O. agamemnon* و *mathiesseni* وجود ندارد (شکل ۱ A-B). همچنین پیش قفسه‌سینه در این جنس به شکل مقعر بوده که شکل مقعر آن در گونه *O. elegans* به صورت دو برآمدگی و در زیر گونه *O. agamemnon mathiesseni* به صورت یک برآمدگی است. جنس نر و ماده را می‌توان از روی زائده شاخی آفت در قسمت پشت سر و پیش قفسه‌سینه از هم تشخیص داد. این زائده شاخی در نرها بزرگتر از ماده‌ها بوده و از هم قابل تفکیک هستند (شکل ۱ C).

تجزیه و تحلیل‌های آماری

برای بررسی تغییرات انبوهی جمعیت سوسک‌ها در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری، از آزمون آماری تجزیه واریانس یک طرفه سنجش تکراری یا پی‌درپی (One-way ANOVA Repeated Measures) استفاده شد. برای تعیین تأثیر نوسانات دما و رطوبت نسبی محیط روی تغییرات سالیانه انبوهی سوسک‌های چوبخوار از رگرسیون خطی (Linear regression) و برای مقایسه انبوهی دو گونه سوسک چوبخوار طی هفته‌های مختلف نمونه‌برداری، از آزمون تی مستقل (Independent samples t-test) استفاده شد (SPSS 1998). نمودارهای تغییرات جمعیت در نرم‌افزار Excel (2019) رسم شد.

نتایج

تغییرات جمعیت سوسک‌های *Oryctes agamemnon* و *mathiesseni* در سال اول پژوهش (بهمن ۱۳۹۹ تا آذر ۱۴۰۰)

به پایه‌های ساقه برگ، تنه و ریشه نخل خرما حمله کرده و باعث مرگ و سقوط نخل خرما می‌شوند (EL-shafie 2012). در بعضی از مناطق، خسارت گونه *O. elegans* به پنج تا ۲۰ درصد می‌رسد (Fasihi 2011). کنترل سوسک‌های چوبخوار خرما با توجه فعالیت آفت درون بافت گیاهی و در نتیجه کاهش تاثیر سموم شیمیایی، تا حدودی مشکل می‌باشد (Gharib 1967).

با توجه به مشاهده خسارت بالای سوسک‌های چوبخوار در نخلستان‌های استان خوزستان، و نظر به این که تاکنون پژوهشی در این ارتباط در این منطقه صورت نگرفته بود، پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات جمعیت سوسک‌های چوبخوار فعال در منطقه ماهشهر خوزستان طراحی و انجام شد.

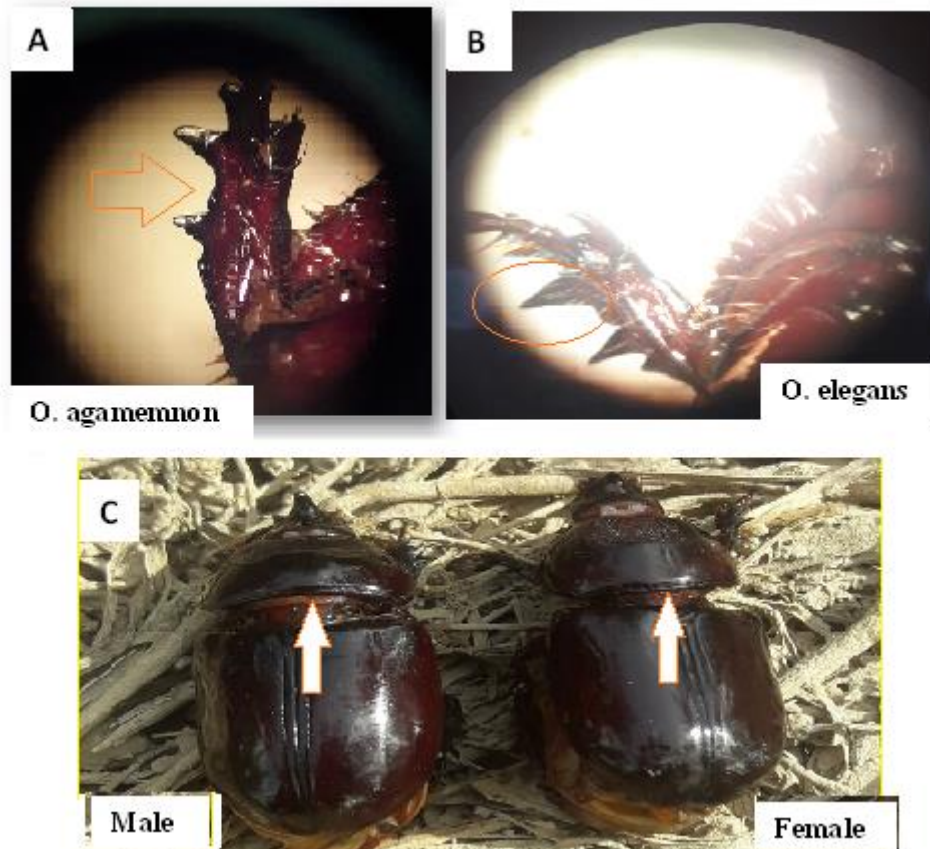
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در روستای مکسر وسطی شهر شهید چمران (جراحی) واقع در شهرستان بندر ماهشهر، در جنوب غرب ایران انجام شد. برای شروع کار دو نخلستان آلوده به سوسک‌های چوبخوار خرما در این منطقه مشخص و سپس اقدام به تله‌گذاری شد. تله شماره یک در نخلستانی با دو هکتار مساحت در این روستا (۳۰ ۴۴ ۰۵،۹ N، ۱۱،۶ E ۱۱ ۴۹) که هر هکتار شامل ۱۵۴ نخل که غالباً ارقام استعمران و و سپس برحی بودند، نصب شد. تله شماره دو نیز در همان روستا و در نخلستانی که در ۳۰۰ متری نخلستان اول (۳۰ ۴۴ ۰۵،۴ N، ۱۱،۷ E ۱۱ ۴۹) قرار داشت، نصب شد. این نخلستان حدود سه هکتار مساحت و بیشتر شامل ارقام استعمران و سپس برحی بود.

بررسی تغییرات جمعیت سوسک‌های چوبخوار خرما

این پژوهش از بهمن ۱۳۹۹ شروع و تا آذر ۱۴۰۱ ادامه داشت. با توجه به فعالیت شبانه سوسک‌های چوبخوار خرما و جذب شدید حشرات کامل آن‌ها به نور مصنوعی (Al-Deeb 2012)، برای ارزیابی تغییرات جمعیت این آفت از تله نوری استفاده شد. تله‌ای که در این تحقیق استفاده شد دست ساز بود. این تله از چهار بخش اصلی تشکیل شده بود که شامل یک صفحه‌ی هرمی شکل بوده که حالت باران‌گیر داشت، یک منبع نور (لامپ ۲۵۰ وات)، یک کیف بزرگ و یک مخزن پلاستیکی استوانه‌ای شکل به ابعاد، طول ۱۱/۵ سانتی‌متر و عرض ۹/۵ سانتی‌متر. دو سوم درون مخزن استوانه‌ای از آب و چند قطره



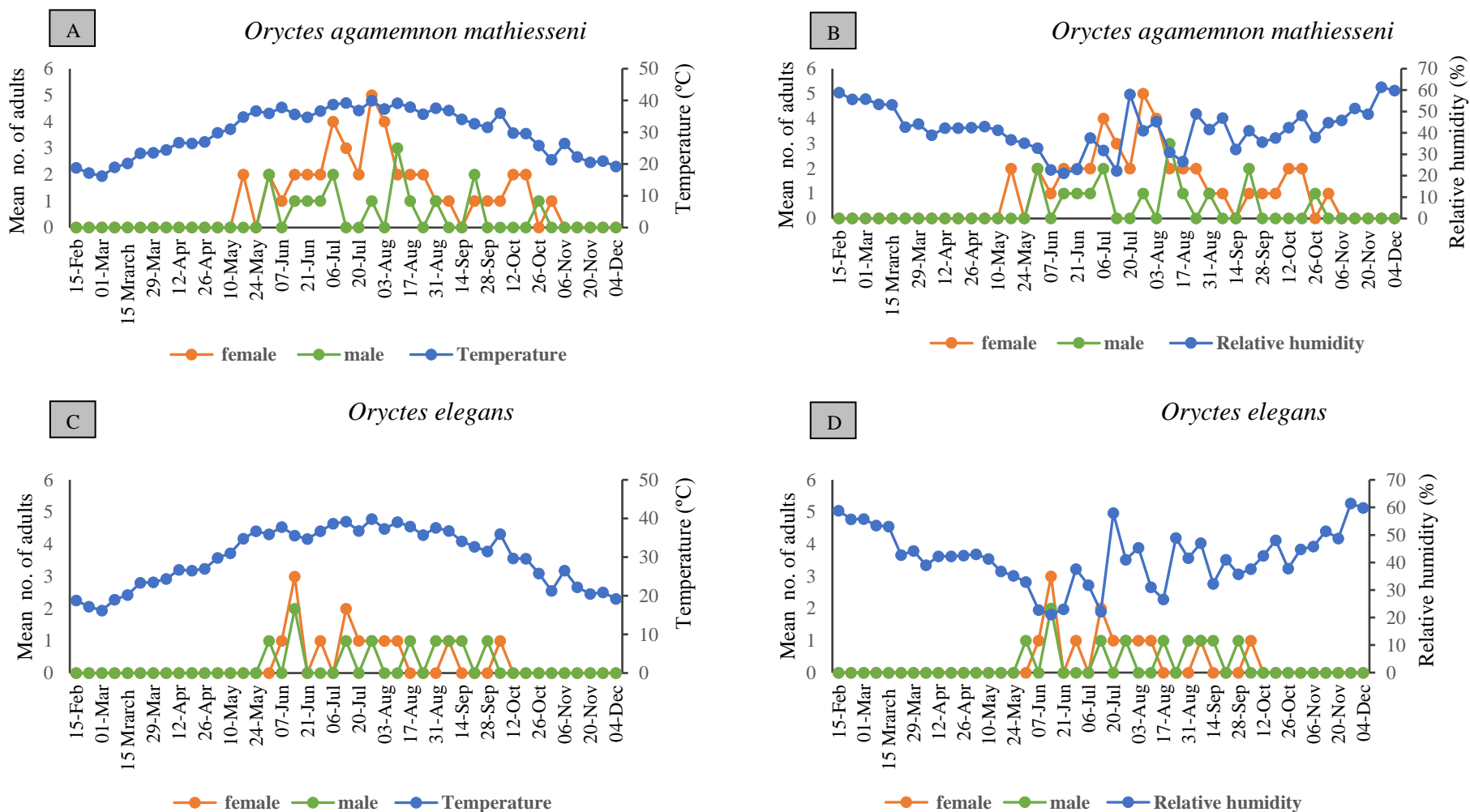
شکل ۱. تفاوت ریخت‌شناسی بین دو گونه سوسک شاخدار. A: ساق پای جلو در زیر گونه *Oryctes agagemnon mathiesseni* فاقد دندانه، B: در گونه *O. elegans* دارای یک دندانه ثابت یا خار می‌باشد، C: تفاوت ظاهری بین افراد نر و ماده؛ زائده شاخی در قسمت پشت سر و پیش قفسه سینه در نرها بزرگتر از ماده‌ها است.

Figure 1. Morphological difference between two *Oryctes* species. A: The foreleg of *Oryctes agagemnon mathiesseni* lacks a spine, B: The presence of a spine on the foreleg of *O. elegans*, C: The sexual dimorphism; horn appendage on the back of head and prothorax is larger in males than in females.

۳۸/۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۱/۷ درصد) و هفته اول مردادماه (میانگین دمای ۳۹/۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۳/۵ درصد) دیده شد. اولین ظهور جنس ماده در هفته آخر اردیبهشت‌ماه و اولین ظهور جنس نر در دهه اول خردادماه مشاهده شد. تراکم جمعیت این زیر گونه از شهریورماه روند نزولی داشته و آخرین حشره کامل شکار شده توسط تله نوری در هفته اول آبان‌ماه (میانگین دمای ۲۱/۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۴/۸ درصد) مشاهده شد. بعد از آن تله‌ها هیچ شکاری نداشتند. با ارزیابی داده‌های حاصل از نمونه‌برداری مشخص شد که فراوانی سوسک‌های جنس ماده *O. agagemnon mathiesseni* ($1/83 \pm 0/25$) تقریباً ۲/۵ برابر جنس نر ($0/18 \pm 0/67$) بود (شکل ۲ A-B).

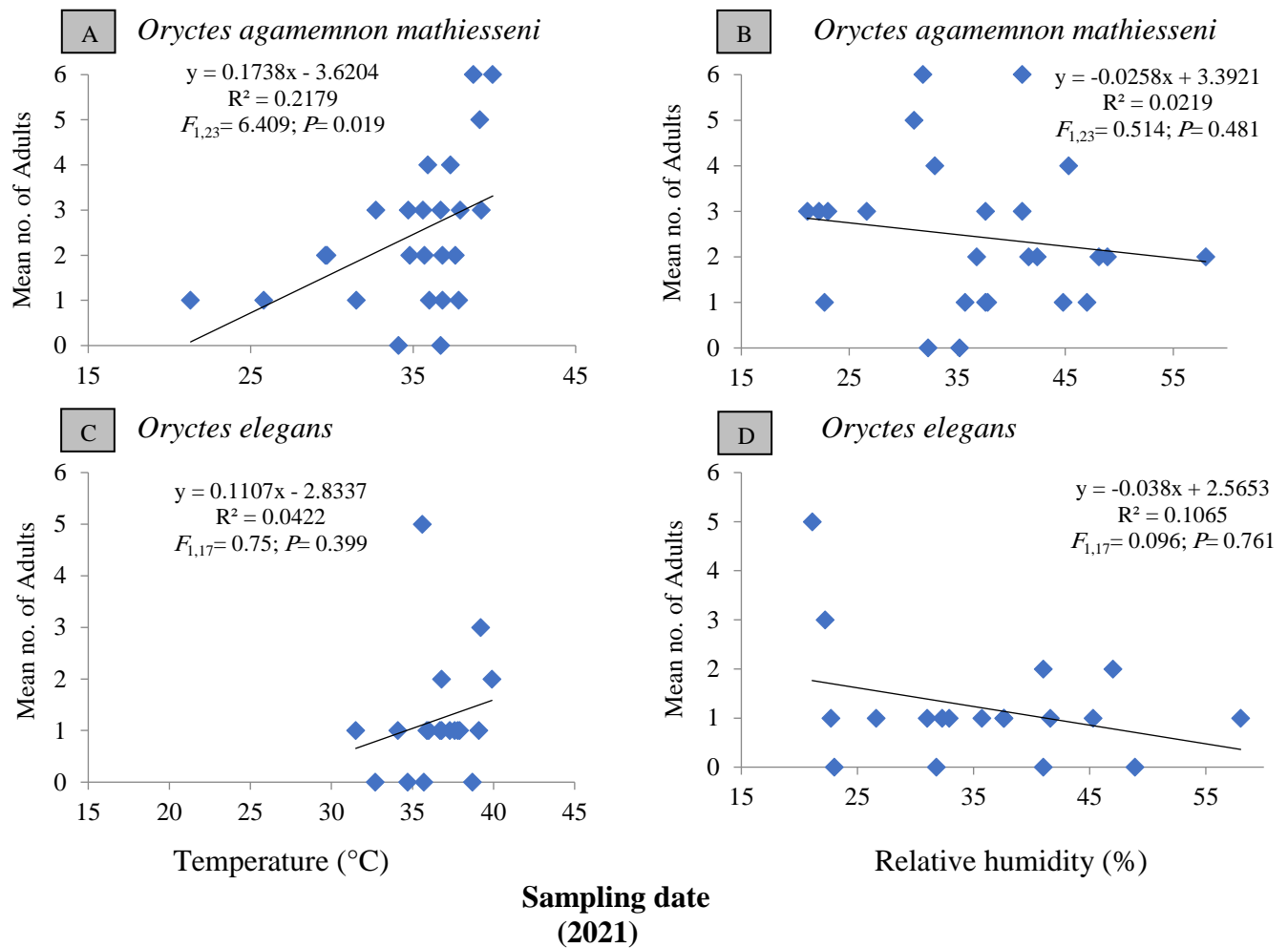
داده‌های ثبت شده بیانگر تغییرات انبوهی در طول دوره نمونه‌برداری بوده و جمعیت هر دو گونه سوسک چوبخوار طی دوره فعالیت (از اردیبهشت تا آذر) به طور معنی‌داری تغییر کرد (*O. agagemnon mathiesseni*: $P < 0/001$; $65/809$; $F_{7,21097}$ ؛ *O. elegans*: $P = 0/001$; $25/129$; $F_{7,2139}$).

طبق نتایج به‌دست آمده، زیرگونه *O. agagemnon mathiesseni* فعالیت خود را از هفته آخر اردیبهشت‌ماه شروع و به تدریج تراکم جمعیت آفت افزایش یافت، به شکلی که میانگین تعداد حشرات کامل شکار شده در تله‌ها از یک عدد در ۲۷ اردیبهشت‌ماه (میانگین دمای ۳۴/۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۶/۸ درصد) که مصادف با مرحله کیمری میوه خرما بود، به ۶ عدد در ۱۵ تیرماه رسید. اوج تراکم جمعیت *O. agagemnon mathiesseni* در اواسط تیرماه (میانگین دمای



شکل ۲. تغییرات جمعیت حشرات کامل زیرگونه سوسک چوپخوار خرما *Oryctes agamemnon mathiesseni*. A: همراه با نوسانات دما، B: همراه با نوسانات رطوبت و گونه *O. elegans*. C: همراه با نوسانات دما، D: همراه با نوسانات رطوبت، طی نمونه‌برداری هفتگی با تله نوری از بهمن ۱۳۹۹ تا آذر ۱۴۰۰ در نخلستان‌های بندر ماهشهر استان خوزستان.

Figure 2. Population fluctuations of adult palm beetles of subspecies *Oryctes agamemnon mathiesseni*. A: Along with temperature changes, B: Along with relative humidity changes and species *O. elegans*, C: Along with temperature changes, D: Along with relative humidity changes, during weekly sampling (from February to December 2021) by light trap in Mahshar date palm orchards of Khuzestan.



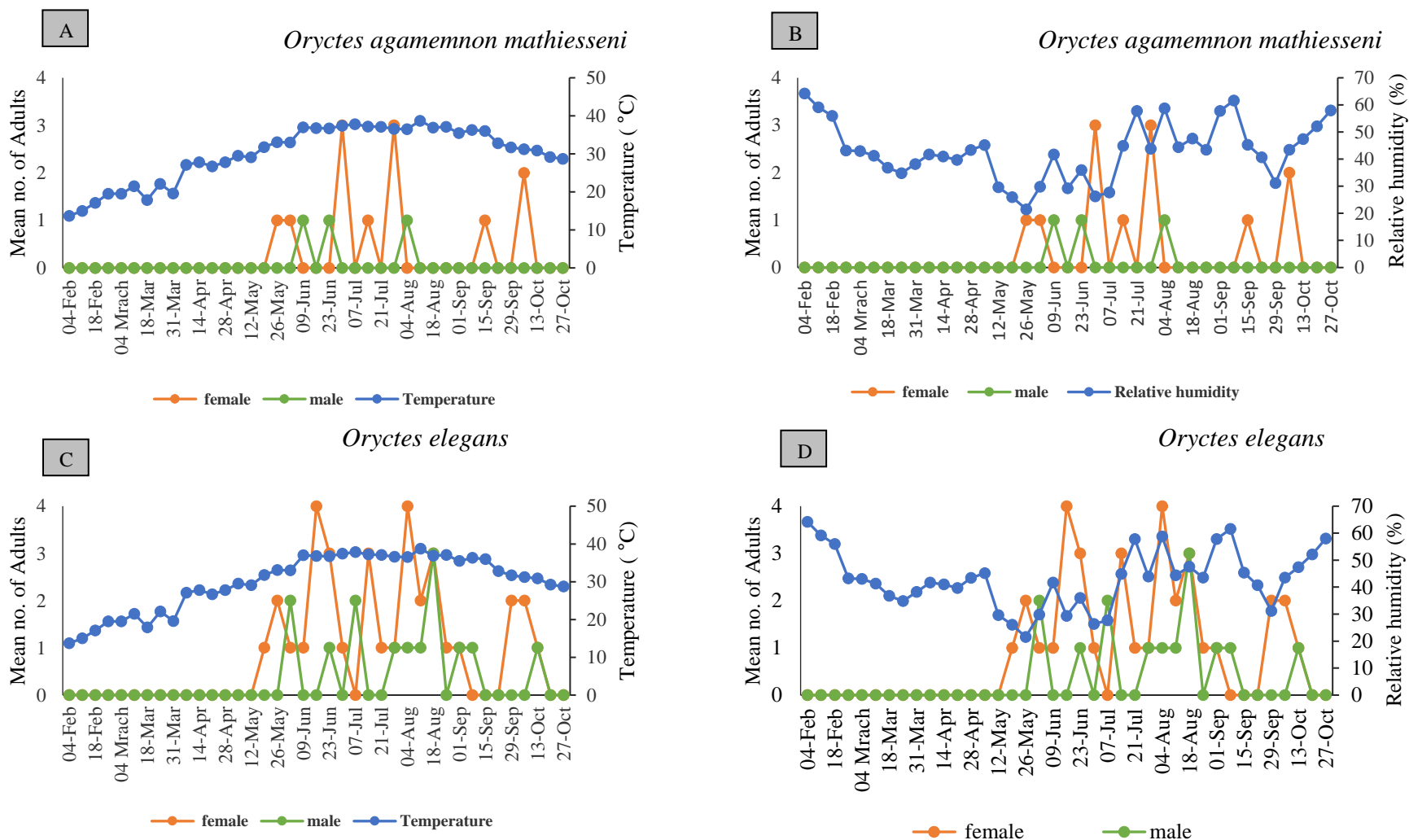
شکل ۳. نتایج رگرسیون خطی بین تغییرات جمعیت حشرات کامل زیرگونه سوسک چوبخوار خرما *Oryctes agagemnnon mathiesseni* و گونه *O. elegans* و نوسانات دما (به ترتیب A و C) و رطوبت نسبی محیط (به ترتیب B و D)، طی نمونه برداری هفتگی با تله نوری از بهمن ۱۳۹۹ تا آذر ۱۴۰۰ در نخلستان‌های بندر ماهشهر استان خوزستان.

Figure 3. Statistics of a linear regression between population fluctuations of adult palm beetles of subspecies *Oryctes agagemnnon mathiesseni* and species *O. elegans* with temperature (A & C, respectively) and relative humidity changes (B & D, respectively), during weekly sampling (from February to December 2021) by light trap in Mahshar date palm orchards of Khuzestan.

عدد در تله در اوج جمعیت خود در ۲۴ خرداد ماه (میانگین دمای ۳۵/۶ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۲۱/۱ درصد) رسید. اولین ظهور حشرات جنس نر و ماده به ترتیب در دهه اول و اواسط خرداد ماه بود. تراکم جمعیت این گونه از شهریورماه روند نزولی داشت و آخرین شکار شده توسط تله نوری در اواسط مهرماه (میانگین دمای ۳۶ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۷/۶ درصد) مشاهده شد. نتایج نشان داد که فراوانی سوسک‌های شکار شده *O. elegans* در جنس ماده ($2/1 \pm 0/24$) تقریباً ۱/۵ برابر افراد نر ($1/45 \pm 0/21$) بود (شکل ۲ C-D).

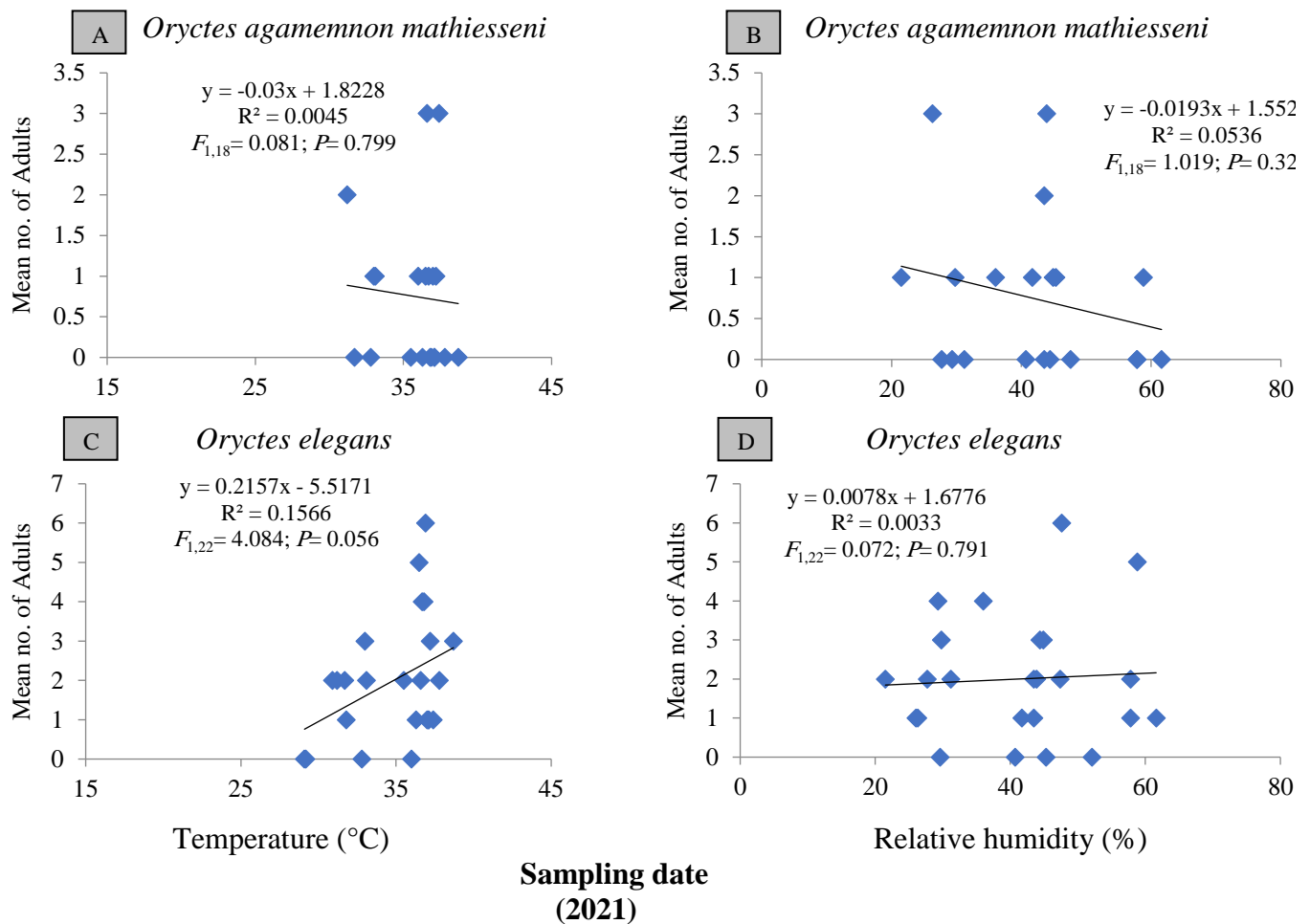
مطابق با نمودارهای رگرسیون خطی (شکل ۳ A-B)، ارتباط اندکی بین نوسانات دما و رطوبت نسبی، با تغییرات فصلی جمعیت زیرگونه *O. agagemnnon mathiesseni* وجود داشت و ضریب تبیین پایینی به دست آمد.

طبق نتایج به دست آمده، گونه *O. elegans* فعالیت خود را از دهه اول خردادماه (میانگین دمای ۳۵/۹ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۲/۹ درصد) شروع کرد. تراکم جمعیت *O. elegans* از یک عدد در تله در ۱۰ خردادماه (میانگین دمای ۳۵/۹ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۲/۹ درصد) به پنج ۵



شکل ۴. تغییرات جمعیت حشرات کامل زیر گونه سوسک چوبخوار خرما *Oryctes agamemnon mathiesseni*: **A**: همراه با نوسانات دما، **B**: همراه با نوسانات رطوبت و گونه *O. elegans*, **C**: همراه با نوسانات دما، **D**: همراه با نوسانات رطوبت، طی نمونه‌برداری هفتگی با تله نوری از بهمن ۱۴۰۰ تا آذر ۱۴۰۱ در نخلستان‌های بندر ماهشهر استان خوزستان.

Figure 4. Population fluctuations of adult palm beetles of subspecies *Oryctes agamemnon mathiesseni*. **A**: Along with temperature changes, **B**: Along with relative humidity changes and species *O. elegans*, **C**: Along with temperature changes, **D**: Along with relative humidity changes, during weekly sampling (from February to December 2022) by light trap in Mahshar date palm orchards of Khuzestan.



شکل ۵. نتایج رگرسیون خطی بین تغییرات جمعیت حشرات کامل زیرگونه سوسک چوبخوار خرما *Oryctes agamemnon mathiesseni* و گونه *O. elegans* و نوسانات دما (به ترتیب A و C) و رطوبت نسبی محیط (به ترتیب B و D)، طی نمونه‌برداری هفتگی با تله نوری از بهمن ۱۴۰۰ تا آذر ۱۴۰۱ در نخلستان‌های بندر ماهشهر استان خوزستان.

Figure 5. Statistics of a linear regression between population fluctuations of adult palm beetles of subspecies *Oryctes agamemnon mathiesseni* and species *O. elegans* with temperature (A & C, respectively) and relative humidity changes (B & D, respectively), during weekly sampling (from February to December 2022) by light trap in Mahshar date palm orchards of Khuzestan.

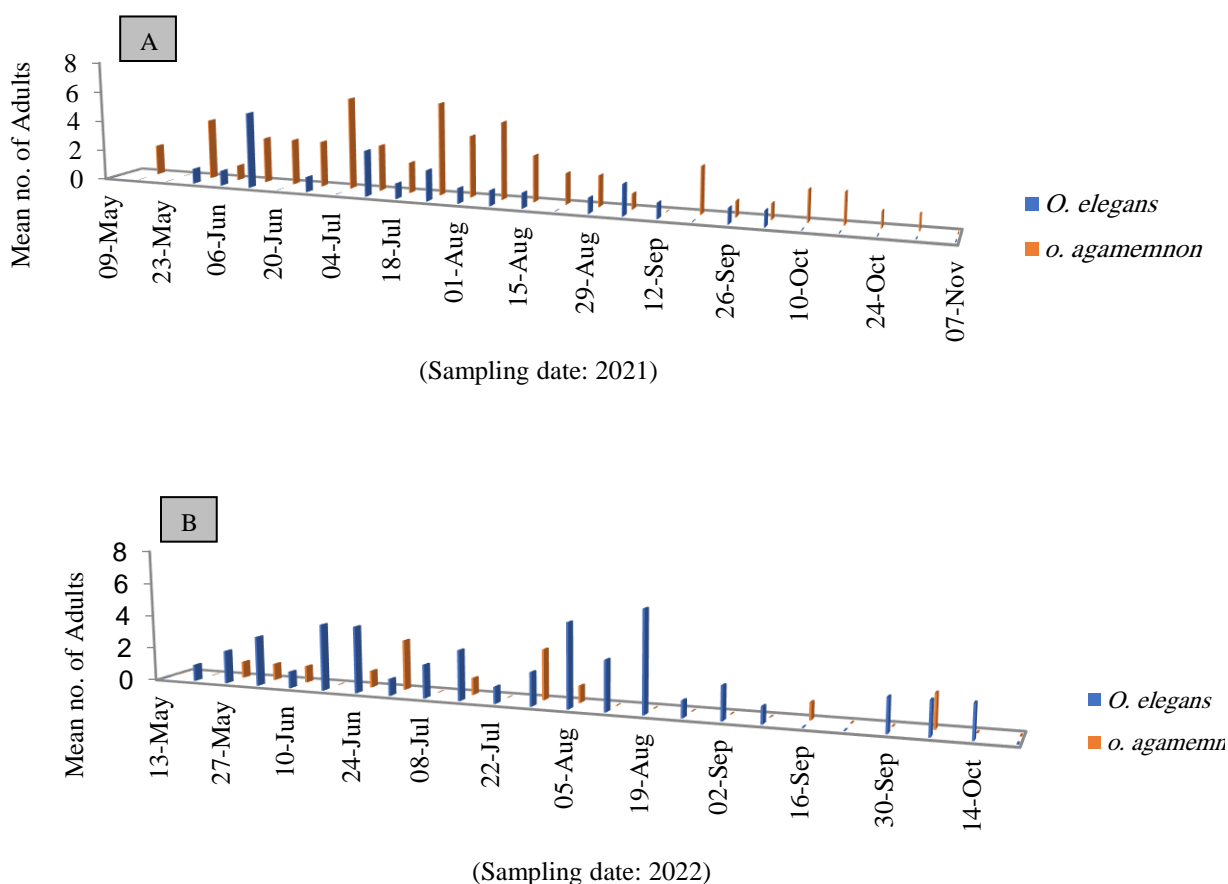
مطابق با نمودارهای رگرسیون خطی و ضریب تبیین پایین، ارتباط مشخصی بین نوسانات دما و رطوبت نسبی با تغییرات فصلی جمعیت گونه *O. elegans* دیده نشد (شکل ۳ C-D). تغییرات جمعیت سوسک‌های *O. agamemnon mathiesseni* و *O. elegans* در سال دوم پژوهش (بهمن ۱۴۰۰ تا آذر ۱۴۰۱) مطابق با نمونه‌برداری‌های انجام شده طی دوره فعالیت سوسک‌های چوبخوار (از اردیبهشت تا آذر)، انبوهی جمعیت هر دو گونه به طور معنی‌داری تغییر کرد (*O. agamemnon mathiesseni*: $F_{1,22} = 25/286$; $P = 0/001$; *O. elegans*: $F_{1,22} = 29/842$; $P = 0/002$). طبق نتایج به دست آمده، زیرگونه *O. agamemnon mathiesseni* در سال ۱۴۰۱، فعالیت خود را از هفته اول خردادماه (دمای ۳۳/۱ درجه سلسیوس و رطوبت ۲۱/۵ درصد) شروع کرد. با توجه به نمونه‌برداری‌های هفتگی، زمان ظهور جنس نر، پنج خرداد ماه و زمان ظهور جنس ماده ۱۹ خردادماه به ثبت رسید. اوج تراکم این زیرگونه در دهه اول تیرماه (دمای ۳۷/۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۲۶/۳ درصد) و هفته اول مردادماه (دمای ۳۶/۶ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۳/۹ درصد) بود. آخرین سوسک‌های شکار شده

مطابق با نمودارهای رگرسیون خطی و ضریب تبیین پایین، ارتباط مشخصی بین نوسانات دما و رطوبت نسبی با تغییرات فصلی جمعیت گونه *O. elegans* دیده نشد (شکل ۳ C-D). تغییرات جمعیت سوسک‌های *O. agamemnon mathiesseni* و *O. elegans* در سال دوم پژوهش (بهمن ۱۴۰۰ تا آذر ۱۴۰۱) مطابق با نمونه‌برداری‌های انجام شده طی دوره فعالیت سوسک‌های چوبخوار (از اردیبهشت تا آذر)، انبوهی جمعیت هر دو گونه به طور معنی‌داری تغییر کرد (*O. agamemnon mathiesseni*: $F_{1,22} = 25/286$; $P = 0/001$; *O. elegans*: $F_{1,22} = 29/842$; $P = 0/002$). طبق نتایج به دست آمده،

و رطوبت ۲۶ درصد) شروع کرد. اولین ظهور حشرات کامل جنس ماده، ۲۹ اردیبهشت‌ماه و اولین ظهور جنس نر، ۱۲ خرداد ماه به ثبت رسید. اوج فعالیت این گونه اواخر مردادماه (دمای ۳۶/۹ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۷/۶ درصد) بود. آخرین حشره کامل *O. elegans* شکار شده در ۲۱ مهرماه (دمای ۳۰/۹ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۷/۴ درصد) بود. فراوانی حشرات کامل جنس ماده ($1/55 \pm 0/26$) *O. elegans* تقریباً ۲/۵ برابر افراد جنس نر ($0/18 \pm 0/64$) بود (شکل ۴ C-D). مطابق با نمودارهای رگرسیون خطی (شکل ۵ C-D)، ارتباط مشخصی بین نوسانات دما و رطوبت نسبی، با تغییرات فصلی جمعیت گونه *O. elegans* دیده نشد.

توسط تله نوری، اواسط مهرماه (دمای ۳۱/۲ درجه سلسیوس و رطوبت ۴۳/۵ درصد) بوده و بعد از آن تاریخ، تله‌ها شکاری نداشتند. با ارزیابی داده‌های حاصل از نمونه‌برداری مشخص شد که فراوانی جنس ماده ($0/22 \pm 0/6$) *O. agamemnon* چهار برابر افراد جنس نر ($0/15 \pm 0/08$) بود (شکل ۴ A-B).

مطابق با نمودارهای رگرسیون خطی (شکل ۵ A-B)، ارتباط اندکی بین نوسانات دما و رطوبت نسبی، با تغییرات انبوهی جمعیت زیرگونه *O. agamemnon mathiesseni* دیده شد و ضریب تبیین پایینی به دست آمد. طبق نتایج به دست آمده، *O. elegans* فعالیت خود را در سال ۱۴۰۱، از اواخر اردیبهشت‌ماه (دمای ۳۱/۸ درجه سلسیوس



شکل ۶. مقایسه فراوانی جمعیت حشره کامل زیرگونه سوسک چوبخوار خرما *Oryctes agamemnon mathiesseni* و گونه *O. elegans* طی نمونه‌برداری هفتگی با تله نوری در سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ (A) و ۱۴۰۰-۱۴۰۱ (B)، در نخلستان‌های بندر ماهشهر استان خوزستان.

Figure 6. Comparing the population frequency of adult palm beetles of subspecies *Oryctes agamemnon mathiesseni* and species *O. elegans*, during weekly sampling in two years (A: 2021; B: 2022) by light trap in Mahshar date palm orchards of Khuzestan.

پژوهش

مقایسه جمعیت دو گونه سوسک چوبخوار طی دو سال متوالی

مطابق با نتایج شمارش حشرات کامل در دو گونه سوسک، در سال اول پژوهش (۱۳۹۹-۱۴۰۰) زیرگونه *O. agagemnnon* *mathiesseni* غالب بود و تعداد حشرات کامل شکار شده این گونه به طور معنی داری بیشتر از افراد *O. elegans* بود (به ترتیب $0/33 \pm 2/44$ و $1/21 \pm 0/21$ ؛ $F_{42,1} = 7/67$ ؛ $P = 0/008$ ؛ همچنین طبق نتایج به دست آمده در این سال، فعالیت *O. agagemnnon* *mathiesseni* در نخلستان از *O. elegans* زودتر شروع و دیرتر نیز به پایان رساند (شکل ۶- A).

طبق نتایج به دست آمده در سال دوم پژوهش (۱۴۰۱-۱۴۰۰) *O. elegans* گونه غالب بود و تعداد حشرات کامل شمارش شده این گونه به طور معنی داری بیشتر از حشرات کامل *O. agagemnnon* *mathiesseni* بود (به ترتیب $0/33 \pm 2/18$ و $0/22 \pm 0/75$ ؛ $F_{40,1} = 12/82$ ؛ $P = 0/001$ ؛ همچنین برخلاف سال قبل، سوسک‌های *O. elegans* نسبت به *O. agagemnnon* *mathiesseni* زودتر در طبیعت ظاهر شدند و فعالیت آنها دیرتر به پایان رسید (شکل ۶- B).

بحث

مطابق با نتایج بدست آمده، هر دو گونه سوسک چوبخوار خرما تک نسلی بوده و حشرات کامل آنها از اواخر اردیبهشت‌ماه تا اوایل خرداد ماه ظاهر شده و فعالیت آنها در طبیعت از اواخر مهر تا اوایل آبان‌ماه ادامه داشت. این نتایج در یک نگاه کلی مطابق با نتایج سایر مطالعات می‌باشد (Al-Sayed & Al-Tamiemi 1999; Al-Deghairi 2007; Mohammadpour & Avand-Faghieh 2008; Al-Deeb et al. 2012; Khalaf et al. 2012; Ehsine et al. 2014; Alyousef et al. 2020).

در مطالعات انجام شده روی نوسانات جمعیت گونه *O. agagemnnon*، زمان ظهور حشرات کامل با استفاده از تله گذاری در کشور عمان (Al-Sayed & Al-Tamiemi 1999)، امارات متحده عربی (Al-Deeb et al. 2012)، بصره عراق (Alyousef et al. 2020) و همچنین در کشور تونس (Ehsine et al. 2014) اردیبهشت‌ماه گزارش شد، که با نتایج زمان ظهور حشرات کامل طی مشاهدات دو ساله در مطالعه حاضر، یعنی اواخر اردیبهشت (سال ۱۴۰۰) و اوایل خرداد (سال ۱۴۰۱) سازگار بود. اوج فعالیت حشرات کامل گونه *O. agagemnnon*، در

کشورهای عمان (Al-Sayed & Al-Tamiemi 1999) و امارات متحده عربی (Al-Deeb et al. 2012) به ترتیب تیرماه و خردادماه و در کشور تونس از اواخر تیر تا اواسط مردادماه (Ehsine et al. 2014) گزارش شد. علی‌رغم تفاوت در زیر گونه سوسک در این مطالعات با پژوهش حاضر، اوج جمعیت‌ها تا حدود زیادی با نتایج بدست آمده که اواسط تیر (سال ۱۴۰۰) و دهه اول تیر (سال ۱۴۰۱) بود، مطابقت داشت. آخرین زمان فعالیت حشرات کامل سوسک چوبخوار *O. agagemnnon* *mathiesseni*، در دو سال متوالی هفته اول آبان (سال ۱۴۰۰) و اواسط مهر (سال ۱۴۰۱) تعیین شد که نتایج سال اول پژوهش با نتایج بدست آمده در کشور تونس یعنی آبان‌ماه مطابقت زیادی دارد (Ehsine et al. 2014).

در بررسی‌های انجام شده روی نوسانات جمعیت گونه *O. elegans*، زمان ظهور حشرات کامل در جنوب بغداد (Khalaf et al. 2012) فروردین‌ماه و در سراوان سیستان و بلوچستان (Mohammadpour & Avand-Faghieh 2008) و بصره عراق (Alyousef et al. 2020)، به ترتیب اواخر فروردین و اردیبهشت‌ماه تعیین شد. در مطالعه حاضر، زمان اولین حشرات شکار شده در سال اول و دوم به ترتیب دهه اول خرداد و اواخر اردیبهشت بود که تفاوت قابل توجهی با نتایج تحقیقات قبلی دارد. اوج جمعیت حشرات کامل این گونه سوسک در مطالعه انجام شده در جنوب بغداد (Khalaf et al. 2012) و سراوان (سیستان و بلوچستان) (Mohammadpour & Avand-Faghieh 2008) به ترتیب تیرماه و اواخر تیرماه گزارش شده که این نتایج با اوج جمعیت حشرات در مطالعه حاضر یعنی اواخر مرداد ماه، اختلاف یک ماهه دارد. اختلاف در منطقه مورد مطالعه، نوع رقم نخل و تفاوت در خصوصیات زیستی و اکوژئیکی جمعیت‌ها گونه *O. elegans*، می‌تواند دلیل تفاوت احتمالی باشد.

مطابق با نتایج شمارش سوسک‌های شکار شده در سال اول پژوهش (۱۳۹۹-۱۴۰۰)، تعداد حشرات بالغ *O. agagemnnon* *mathiesseni* به طور معنی داری بیشتر از *O. elegans* بود، در حالی که در سال دوم (۱۴۰۰-۱۴۰۱)، *O. elegans* گونه غالب بود و تعداد حشرات کامل شمارش شده در این گونه به طور معنی داری بیشتر از حشرات کامل *O. agagemnnon* *mathiesseni* بود. به طور جالبی این موضوع با زمان ظهور گونه‌ها در ارتباط بود به صورتی که در سال اول، فعالیت *O. agagemnnon* *mathiesseni*

ماده ۲/۵ (سال ۱۴۰۰) تا چهار (سال ۱۴۰۱) برابر افراد نر بود. بیشتر بودن نسبت افراد ماده طبق مطالعات Al-Deeb et al. (2012) در امارات متحده عربی روی همین گونه، پیشتر گزارش شده بود. در مطالعه انجام شده در کشور تونس، نسبت جنسی در زیر گونه *O. agamemnon arabicus*، یک نر به دو ماده بود (Soltani 2014). بررسی دو ساله نسبت جنسی در سوسک‌های گونه *O. elegans* نشان داد که فراوانی افراد ماده بیشتر بوده و از ۱/۵ برابر (سال ۱۴۰۰) تا ۲/۵ برابر (سال ۱۴۰۱) متغیر بود. مطالعات انجام شده در بصره عراق و مرکز این کشور (Alyousef et al. 2020)، بیشتر بودن نسبت افراد ماده (به ترتیب ۱/۱۳ و ۱/۴۴ برابر) را نشان داد. با وجود منطقی بودن این نسبت جنسی در سوسک‌های مورد مطالعه، تفاوت در میزان جلب به تله نوری در حشرات کامل دو جنس را نباید نادیده گرفت (Garris & Snyder 2010) و این مورد در مطالعات نوسانات جمعیت بر پایه استفاده از تله‌های نوری، قابل بررسی و تأمل می‌باشد. در این ارتباط، علاوه بر استفاده از تله‌های نوری و تله‌هایی با جلب کنندگی فرمون‌های تجمعی (Hall et al. 2021) که با هدف کاهش تراکم جمعیت حشرات کامل سوسک‌های شاخدار در نخلستان‌ها قابل استفاده هستند، شاید بتوان از تله‌های فرمون جنسی (Morin et al. 1996)، به عنوان یک راهکار (با بر بهم زدن تعادل نسبت جنسی) برای کنترل این سوسک‌ها بهره جست.

ارزیابی تغییرات جمعیت یک آفت به منظور درک بهتر نوسانات جمعیت، زمان ظهور، زمان‌های اوج و کاهش جمعیت و تخمین تراکم جمعیت آفت یکی از بنیادی‌ترین روش‌های ارزیابی آن در طبیعت است. از آنجایی که این اطلاعات پایه‌ای نقش مهمی در تعیین زمان مبارزه علیه آفت و همچنین انتخاب روش مبارزه دارد، مجموعه اطلاعات مقاله حاضر می‌تواند در کنترل سوسک‌شاخدار چوبخوار به‌ویژه در مدیریت تلفیقی آن‌ها قابل استفاده و کاربردی باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز گرنت شماره (SCU.AP.1401.437) قدردانی می‌شود.

در نخلستان زودتر از *O. elegans* شروع شد و دیرتر به پایان رساند، ولی در سال دوم، سوسک‌های *O. elegans* نسبت به *O. agamemnon mathiesseni*، زودتر در طبیعت ظاهر شدند و فعالیت آنها دیرتر به پایان رسید. در یک نتیجه‌گیری کلی در این خصوص به نظر میرسد که هیچ یک از دو گونه غالب نبوده و قسمتی از این تغییرات سالیانه جمعیت می‌تواند ناشی از تأثیر غیریکسان دما و رطوبت محیط روی نیچ اکولوژیکی متفاوت در این دو گونه سوسک شاخدار باشد. شایان ذکر است که نیچ اکولوژیکی دو گونه سوسک با هم متفاوت است به صورتی که عمده فعالیت لارو گونه *O. elegans* روی تاج درخت بوده و با حفر دالان‌هایی به داخل تنه درخت خرما نفوذ کرده و در آنجا نیز فعالیت می‌کند، در حالی که لارو زیرگونه *O. agamemnon mathiesseni* روی ریشه درختان خرما فعالیت داشته و در همان‌جا تبدیل به شفیره می‌شوند. این تفاوت در نیچ اکولوژیکی در حشرات کامل دو گونه نیز مشهود است به صورتی که حشرات کامل *O. elegans* روی تاج درخت ظاهر شده و با تغذیه از ساقه گل‌آذین، خوشه و رگبرگ‌های اصلی موجب خسارت می‌شوند، در حالی که در زیرگونه *O. agamemnon mathiesseni*، حشرات کامل فقط در سطح ریشه فعال هستند (Aghajari 2022). مطابق با مطالعات انجام شده در بصره عراق، فراوانی *O. agamemnon* بیشتر از گونه *O. elegans* بود (Alyousef et al. 2020)، در حالی که در استان‌های مرکزی عراق، گونه *O. elegans* به عنوان گونه غالب گزارش شده است (Al-Jassany & Alsaedy 2019).

در سال اول پژوهش (۱۳۹۹-۱۴۰۰)، تغییرات دما بطور مستقیم و بصورت معنی‌داری با جمعیت حشرات کامل شکار شده در زیرگونه *O. agamemnon mathiesseni* ارتباط داشت، اما این ارتباط معنی‌دار در سال دوم پژوهش (۱۴۰۰-۱۴۰۱) روی این زیرگونه و در هر دو سال پژوهش روی گونه *O. elegans* دیده نشد. علی‌رغم مشاهده یک رابطه معکوس بین تغییرات جمعیت و رطوبت، این ارتباط در هر دو سال پژوهش و روی هر دو گونه سوسک چوبخوار معنی‌دار نبود. البته کاهش رطوبت می‌تواند ناشی از افزایش دمای محیط باشد و ارتباط متقابلی بین رطوبت و تغییرات جمعیت وجود نداشته باشد.

بررسی دو ساله نسبت جنسی در سوسک‌های شاخدار زیر گونه *O. agamemnon mathiesseni* نشان داد که فراوانی افراد

References

- Ahmadi K, Ebadzadeh H, Hatami F, Hoseinpour R, Abdshah H, 2019. Agricultural statistics, third volume, Horticultural products. Ministry of Agriculture Jihad, Vice President of Planning and Economic, Information and Communication Technology Center. 163 pp.
- Al-Deeb MA, 2012. Date Palm Insect and Mite Pests and Their Management. In: Manickavasagan A, Mohamed M, Essa M, Sukumar E (eds). Dates Production, Processing, Food, and Medicinal Values. Springer International Publishing. Pp. 113–128.
- Al-Deeb MA, Mahmoud ST, Sharif EM, 2012. Use of light traps and differing light colour to investigate seasonal abundance of the date palm pest, *Oryctes agamemnon arabicus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology* 105: 2062–2067.
- Al-Deghairi M, 2007. Seasonal fluctuation of the date palm fruit stalk borer, *Oryctes elegans* Prell (Coleoptera : Scarabaeidae), in date palm plantation in Al-Qassim region, Saudi Arabia. *Agricultural & Marine Sciences* 12: 67–70.
- Al-Jassany RF, Al-Saedy HM, 2019. Survey and identification of *Oryctes* beetle species (Coleoptera: Dynastidae) and determination of their relative occurrence in Iraq. *Arab Journal of Plant Protection* 37(1): 22–30.
- Alizadeh P, Arbab-Tafti R, 2014. Implementation Guidelines for the Integrated Management of Wood-eaters in Palm Trees, *Jebusaea hammerschmidtii* Reiche (Coleoptera: Cerambycidae), *Oryctes elegans* and *O. agamemnon* (Coleoptera: Scarabaeidae). Bureau of Early Detection and Control of Damage-causing Factors. Press Organization Jahade Daneshgah 9 pp. (in Persian).
- Al-Sayed AE, Al-Tamiemi SS, 1999. Seasonal activity of the fruit stalk borer, *Oryctes agamemnon* (Burm). (Coleoptera: Scarabaeidae) in Sultanate of Oman. *Egyptian Journal of Agricultural Research* 77: 1597–1605.
- Aghajari Z, 2022. Investigation of spatial distribution, determining the sampling method and population fluctuation of dominant species of rhinoceros beetle *Oryctes* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) in Mahshahr County, Khuzestan. MSc dissertation. College of Agriculture. Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
- Alyousef A, Shaaban AD, Alderawii MM, Alsaadie HM, 2020. Monitoring and management of date palm borers by using light traps. *Basrah Journal of Agricultural Sciences* 33(2): 147–157.
- Bedford GO, 2013. Biology and management of palm dynastid beetles: recent advances. *Annual Review of Entomology* 58: 353–372.
- Bedford GO, Al-Deeb MA, Khalaf MZ, Mohammadpour K, Soltani R, 2015. Dynastid Beetle Pests. In: Wakil W, Romeno Faleiro J, Miller TA (eds). Sustainable Pest Management in Date Palm: Current Status and Emerging Challenges. Springer International Publishing. Pp. 73–108.
- Chao CC, Krueger RR, 2007. The date palm (*Phoenix dactylifera* L.): overview of biology, uses, and cultivation. *HortScience* 45: 1077–82.
- Dowson VHW, 1982. Date production and protection. United Nations FAO Plant Production and Protection. 35 pp.
- Ehteshami S, Zahedi SM, Daneshvar Hakimi Meybodi N, Khazaei M, 2017. An introduction to Iran palms: types, usage and production problems. *Azarian Journal of Agriculture* 4(2): 46–53.
- Ehsine MH, Belkadhi MS, Chaieb M, 2014. Seasonal and nocturnal activities of the rhinoceros borer (Coleoptera: Scarabaeidae) in the north Saharan oases ecosystems. *Journal of Insect Science* 14(1): 256.
- El Bouhssini M, Faleiro JR, 2018. Date Palm Pests and Diseases Integrated Management Guide. Beirut, Lebanon: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- El-Shafie HAF, 2012. Review: List of arthropod pests and their natural enemies identified worldwide on date palm, *Phoenix dactylifera* L. *Agriculture & Biology Journal of North America* 3: 516–524.
- El-Shafie HAF, Abdel-banat BMA, Al-Hajhoi MR, 2017. Arthropod pests of date palm and their management *CAB Reviews* 12(049): 1–18.
- Fasihi MT, 2011. A study on the population dynamism of sympatric species of *Oryctes agamemnon* and *O. elegans* Annual report of project. 11 pp. Bushehr:

- Agricultural and Natural Resources Center (in Persian).
- Garris HW, Snyder JA, 2010. Sex-specific attraction of moth species to ultraviolet light traps. *Southeastern Naturalist* 9(3): 427-434.
- Gharib A, 1967. *Pseudophilus testaceus* Gah = *Jebusaea hammerschmidti* Reiche (Coleoptera, Cerambycidae). *Applied Entomology & Phytopathology* 25: 21-26.
- Ghaedi H, Kocheili F, Latifian M, Farrokhinejad R, 2020. Role of *Oryctes elegans* (Coleoptera: Scarabaeidae) as a vector of *Fusarium proliferatum*, the pathogen of *Fusarium* leaf wilt disease of date palm in Khuzestan province. *Journal of Entomological Society of Iran* 40(1): 47-64.
- Hall DR, Harte SJ, Farman DI, Ero M, Pokana A, 2022. Identification of components of the aggregation pheromone of the Guam strain of coconut rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros*, and determination of stereochemistry. *Journal of Chemical Ecology* 48(3): 289-301.
- Howard FW, 2001. The Animal Class Insecta and the Plant Family Palmae. In: Howard FW, Moore D, Giblin-Davis RM, Abad RG (eds). *Insects on Palms*. CABI Publishing, New York. Pp. 1-32.
- Jafarirad S, Rasekh A, 2022. *Food, Nutrition and Ecology*. Arshadan Publisher, Iran. 146 pp.
- Khalaf MZ, Alrubeai, HF, 2016. Chemical control of date palm tree borers, *Oryctes* species (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *Pakistan Entomologist* 38: 1-5.
- Khalaf MZ, Shabar AK, Naher FH, Jabo NF, Abdulhamza BH, Sami RA, 2012. Activity of insect fauna during the night in palm orchards of central Iraq. *Journal of Food Science & Engineering* 2: 277-282.
- Mohammadpour K, Avand-Faghieh A, 2008. Investigation on the possibility of co-mass trapping of the populations of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* and date palm fruit stalk borer *Oryctes elegans* using pheromone traps. *Applied Entomology & Phytopathology* 75: 39-53.
- Morin JP, Rochat D, Malosse C, Lettere M, de Chenon RD, Wibwo H, Descoins C, 1996. Ethyl 4-methyloctanoate, major component of male pheromone in *Oryctes rhinoceros* (L.) (Coleoptera, Dynastidae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 319(7): 595-602 (in French with English abstract).
- Payandeh A, Dehghan A, 2010. Demography of date palm fruit stalk borer, *Oryctes elegans* (Col: Scarabaeidae) on date palm under laboratory conditions. *Plant Protection Journal* 2(3): 255-263.
- Shahbande M, 2021. <https://www.statista.com/statistics/960426/harvested-area-of-dates-by-leading-country-worldwide>. [Accessed on 21 October 2023].
- Soltani R, 2014. Observations on the biology and the ecology of *Oryctes agamemnon arabicus*, a pest of date palm tree in Southwest Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection* 9: 131-142.
- SPSS, 1998. *SPSS 8.0 for Windows*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.
- Sudhersan C, Abo El-Nil M, 1999. Occurrence of hermaphroditism in the male date palm. *Palms* 43(18-19): 48-50.
- Tabrizian M, Mohammadpour K, Nazari Tabak S, 2009. Synthesis and field evaluation of aggregation pheromone of date palm fruit stalk borer, *Oryctes elegans*. *Applied Entomology & Phytopathology* 77 (Pesticides Special Issue): 51-66.
- Zaid A, 2002. *Date Palm Cultivation* (FAO Plant Production and Protection Paper No. 156, Revision 1). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Zaid A, De Wet PF, Djerbi M, Oihabi A, 2002. Diseases and Pests of Date Palm. In: Zaid A (eds). *Date Palm Cultivation*. FAO Plant Production and Protection Paper no. 156. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Pp. 227-242.

