

ارزیابی صفات مورفولوژیک در تشخیص سربازها و کارگرهای موریانه *Psammotermes hybostoma* Desneux (Isoptera: Rhinotermitidae)

• مرتضی امیدبخش

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران، اهواز

• بهزاد حبیب پور

عضو هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

• محمدحسن عصاره

عضو هیات علمی و موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

• ابراهیم سلیمان نژادبان

عضو هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: شهریورماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۶

Email: behhab@yahoo.com

چکیده

تپه‌های شنی استان خوزستان با مساحتی حدود ۳۵۰۰۰۰ هکتار ۵/۳ درصد کل استان را شامل می‌شوند. راه‌های ارتباطی، مزارع کشاورزی، خانه‌های روستایی، خطوط لوله نفت و سایر تاسیساتی که در مناطق شنی یا حوالی آن‌ها احداث شده‌اند در معرض هجوم شن‌های روان قرار دارند. موریانها به عنوان مخرب‌ترین آفت، عامل اصلی خشکاندن گیاهانی هستند که در عملیات تثبیت بیولوژیکی اراضی شنی بکار رفته‌اند. بدیهی است با عنایت به آثار سوء زیست محیطی ناشی از حذف گونه‌های گیاهی گز شاهی، کهور و استبرق و بدنبال آن تهدیدات ناشی از جابجایی شن و از طرفی هزینه‌های کشت گیاهان در اراضی صعب‌العبور شنی، ضروری‌ترین اقدام شناسایی و تعیین هویت این آفت است. گزارش‌های منتشر شده قبلی حاکی از وجود ۶ گونه موریانه در استان خوزستان بود ولی طی این تحقیق موریانه شن یا *Psammotermes hybostoma* Desneux نیز بعنوان رکورد جدید این استان جمع‌آوری شد. برای شناسایی این گونه تعداد کافی از طبقات سرباز و کارگر جمع‌آوری شده از مناطق مختلف همراه با اطلاعات میزبان، طول و عرض جغرافیایی منطقه جمع‌آوری، تاریخ نمونه‌برداری و بافت خاک منطقه جهت تأیید تشخیص نهایی به موزه تاریخ طبیعی لندن ارسال شد. در این تحقیق *P. hybostoma* به عنوان موریانه غالب از کلیه نقاط شن زار استان، جمع‌آوری شد. بر اساس گزارش‌های منتشر شده در جهان نیز زیست‌گاه موریانه شن به نواحی بیابانی و صحرای شنی محدود شده است. اندازه‌گیری دامنه تغییرات، انحراف معیار و میانگین قطعات مختلف سر و بدن کاست‌های کارگر و سرباز به صورت جداگانه تعیین و با یکدیگر مقایسه گردید. بررسی‌های مورفولوژیک نشان داد از نظر اندازه ظاهری، کارگرهای آن در دو شکل بزرگ و کوچک بوده و سربازهایی با ۵ اندازه متفاوت دارد. همچنین ارزیابی صفات مختلف مورفولوژیکی جهت دسته‌بندی کارگرها و سربازهای موریانه شن نشان داد در کارگرها صفت طول سر تا قاعده آرواره بالا با ضریب $R^2 = ۸۸/۷$ و در سربازها صفت طول کپسول سر و آرواره با ضریب $R^2 = ۹۷/۸$ مناسب‌ترین خصوصیات جهت دسته‌بندی افراد این دو کاست هستند.

کلمات کلیدی: اراضی شنی، *Psammotermes hybostoma*، صفات مورفولوژیک، تشخیص طبقات، پراکنش جغرافیایی، خوزستان

Pajouhesh & Sazandegi No:80 pp: 36-43

Evaluation of morphological characters in identification of soldiers and workers of *Psammotermes hybostoma* Desneux (Isoptera: Rhinotermitidae)

By: M. Omidbakhsh, Former M.Sc Student of Entomology and Director of Plant Protection Organization of Khuzestan, B. Habibpour, Scientific Board Member of Shahid Chamran University of Ahwaz, M. H. Asareh, Manager and Scientific Board Member of Iran Research Institute of Forests and Rangelands, Ebrahim Soleiman Nezhadian, Scientific Board Member of Shahid Chamran University of Ahwaz

Sand dunes of Khuzestan province with 350/000 hectares cover 5.3% of the province total lands. Roads, farms, rural houses, pipelines and the other installations are always exposed to danger of sand dunes. Termites are one of the most important factors of destroying the trees which cause to fix them. Regarding to environmental adverse effects of omitting plant species, danger of sand dunes movement, and plantation costs in arduous paths through sandy lands, identification of these pests is the most necessary measurements. Upon the last report indicated to existence of six species of sand termites in Khuzestan province, however the species *Psammotermes hybostoma* Desneux also was collected and identified by this research as a new record for the province and confirmed by London Natural History Museum. In view of distribution, *P. hybostoma* as a predominant termite collected upon reports the sand termite living places are limited to deserts and sandy regions. Morphological investigations revealed that the workers by external form are in two shapes of big and small, and five different sizes for the soldiers. Changes domain relative variance, variance and average of different pieces of head and body of workers and soldiers were evaluated and compared separately. Also evaluation of different morphological specification for workers and soldiers showed that the size of head to base of mandible had significant coefficients ($R^2 = 0/88.7, 97.8$) for workers and soldiers respectively. This characters are the most appropriate specification for classification of these two castes.

Key words: Sand dunes, *Psammotermes hybostoma* Desneux, Morphological characters, Castes determination, Geographical distribution, Khuzestan

مقدمه

به طور کلی دامنه انتشار موربانه‌ها بین عرض‌های جغرافیایی ۴۵ تا ۴۸ درجه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۵ درجه جنوبی نسبت به خط استوا محدود شده است (۱۴). اکثر گونه‌های راسته موربانه‌ها در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری یافت می‌شوند ولی آثاری از فعالیت تعدادی از گونه‌ها در مناطق معتدله و حتی در مناطق سرد امریکا با دمای حداقل سالانه ۳۰- درجه سانتی‌گراد و نیز کانادا مشاهده شده است (۱۴). بر اساس آخرین گزارش ارائه شده، در جهان تعداد ۲۷۶۱ گونه موربانه متعلق به ۲۸۶ جنس وجود دارد (۱۵). از ایران ۲۴ گونه متعلق به ۴ خانواده و ۶ جنس گزارش شده است (۸). در خوزستان حبیب پور (۱۳۷۳) تعداد ۵ گونه موربانه متعلق به ۲ خانواده Termitidae و Hodotermitidae و ۳ جنس شامل، *Microcerotermes diversus* (Silvestri)، *Microcerotermes gabrielis* (Weidner)، *Microcerotermes buettikeri* (Chhotani & Bose)، *Amitermes villis* (Hagen) و *Anacanthotermes vagans* (Hagen) و گیورفر (۱۳۷۹) نیز گونه *Microcerotermes* sp. از خانواده Termitidae را به فهرست موربانه‌های استان اضافه نموده است.

مهمترین موربانه‌های اراضی شنی متعلق به خانواده Rhinotermitidae یا موربانه‌های زیرزمینی است (۱۹). در این

خانواده ابتدایی‌ترین زیر خانواده Psammotermitinae بوده و شامل دو جنس *Psammotermes* و *Glossotermes* می‌باشد (۱۹). جنس *Psammotermes* از جنس‌های معروف است و به آن موربانه شن یا Sand termite می‌گویند (۱۷). این جنس در دنیا ۷ گونه دارد (۱۵). زیستگاه گونه *P. hybostoma* به نواحی بیابانی و صحراهای شنی محدود شده و هر کجا خاک شنی همراه با پوشش گیاهی باشد، یافت می‌شود (۱۷). تاکنون کشورهای شمال آفریقا شامل الجزایر، لیبی، اریتره، مصر، سودان، چاد، موریتانی، سنگال (۱۹) و کشورهای شبه جزیره عربستان شامل کویت (۱۱)، عمان (۱۷)، یمن و عربستان سعودی (۱۳) انتشار آن را از نواحی بیابانی و صحراهای شنی گزارش کرده‌اند. در ایران فاطمی (۱۳۷۳) آن را از روی تنه اکالیپتوس خشک شده در استان سیستان و بلوچستان و گیورفر (۱۳۷۹) بدون ذکر میزبان از استان هرمزگان گزارش کرده است. از نظر خصوصیات ظاهری سرباز این موربانه در عربستان شامل دو نوع کوچک و بزرگ است که نوع بزرگ در سه اندازه متفاوت گزارش شده است (۱۳). از کشور موریتانی سرباز این موربانه در سه طول متفاوت طبقه‌بندی شده است (۱۹) در این دو گزارش و سایر گزارش‌ها بجز شکل ظاهری به اندازه قسمت‌های مختلف بدن، بویژه ضمام سر موربانه شن اشاره‌ای نشده است. با توجه به ابهاماتی که در تفکیک گونه‌ها و جمعیت‌های موجود در این جنس (*Psammotermes*) وجود داشت، بررسی‌های دقیق تر تاکسونومیک

محاسبه R یا دامنه تغییرات از رابطه زیر استفاده گردید.

$$\frac{X_{max}-X_{min}}{\text{تعداد کلاس‌ها}}$$

تعداد کلاس‌ها

در این رابطه X_{max} بیشترین عدد و X_{min} کمترین اندازه صفت مشاهده شده است (۵). برای اندازه‌گیری ابعاد اندام‌ها از لام میکرومتر چشمی استفاده شد. سپس اعداد بدست آمده از اندازه‌گیری‌ها در میزان بزرگنمایی عدسی میکروسکوپی و ضریب ۱۵/۶ (ضریب تعیین شده برای میکروسکوپ آزمایشگاه) ضرب شد. در نهایت اعداد بدست آمده از میکرون به میلی‌متر تبدیل گردید.

اندازه‌های مختلف بدست آمده با کمک روش آمار توصیفی بررسی شده و نتایج آن به صورت میانگین، انحراف معیار و دامنه تغییرات با یکدیگر مقایسه گردید. بدین منظور از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

ب) تعیین مناسب‌ترین صفات در تشخیص افراد مختلف طبقه‌های کارگر

و سرباز موریانه *P. hybostoma*

برای این منظور از روش Tzanakakis و Sowopoulou (۲۰۰۷) و لطیفیان و همکاران (۱۰) استفاده گردید. علاوه بر این از Insect morphometry برای بررسی چگونگی تغییرات کاست‌ها در قالب علم Sociometry استفاده شده است (۲۱). در این روش از رگرسیون ساده خطی به منظور برآورد چگونگی همبستگی ۶ صفت شامل طول آرواره بالای سمت چپ، طول پس چانه، طول پیش گرده، عرض پیش گرده، حداکثر عرض سر و طول کپسول سر با آرواره برای سربازهای موریانه و ۸ صفت شامل طول آرواره بالای سمت چپ و فواصل دندان‌های ۱-۲ و ۲-۳ آن، طول آرواره بالای سمت راست و فواصل دندان‌های ۱-۲ و ۲-۳ آن، طول سر تا قاعده آرواره بالا و حداکثر عرض سر برای کارگرهای کوچک و بزرگ موریانه شن استفاده شد. در این روش هر صفتی که دارای ضریب تعیین (R^2) بالاتر و ضریب خطای (Mse) کمتری باشد مناسب‌تر تشخیص داده می‌شود.

ج) تعیین پراکنش جغرافیایی

با بررسی نقشه‌های توپوگرافی یک پنجاه هزارم و یک دویست و پنجاه هزارم سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و نقشه یک پنجاه هزارم شرکت ملی نفت ایران، محدوده لکه‌های شنی استان مشخص شد. برای بررسی پراکنش جغرافیایی موریانه‌ها هم جهت با نوار تپه‌های شنی خوزستان نمونه‌برداریها از شمال شهرستان بستان در مجاورت مرز ایران با کشور عراق آغاز و سپس به سمت جنوب شرق استان ادامه یافت. بر اساس گزارش‌های منتشر شده درخت گزهای *Tamarix aphylla* تنها میزبان اصلی موریانه است که با گسترش زیاد در تمام اراضی شنی دست کاشت وجود دارد (۱). بر همین اساس برای اثبات وجود موریانه در یک نقطه، حداقل ۱۰۰ پایه درخت گز شاهی انتخاب و مورد بازدید قرار گرفتند.

مشاهدات و نتایج

در نمونه‌برداری‌های انجام شده از اراضی شنی خوزستان مجموعاً سه گونه موریانه با اسامی *A. villis*، *A. vagans* و *P. hybostoma* جمع‌آوری شد. این نمونه‌برداری‌ها در سرتاسر اراضی شنی از حد فاصل شمال شهر بستان در نوار مرزی شمال غرب خوزستان شروع و در آخرین لکه شن استان در جاده امیدیه-آغاچاری خاتمه یافت. نظر به اینکه

نمونه‌های جمع‌آوری شده ضروری به نظر رسید (۱۹). طبقات و اشکال مختلف موریانه‌ها دارای تفاوت‌هایی از نظر جنبه‌های مورفولوژیک، آناتومیکی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی با یکدیگر می‌باشند (۱۶). بنابراین با تعیین سیستم کاست (طبقه) برای موریانه هدف می‌توان در مطالعات بعدی، کارایی سموم موریانه‌کش را تعیین نمود. یکی از این خصوصیات مهم اندازه طبقات و تفاوت در نسبت سطح به حجم بدن موریانه هدف می‌باشد که باعث ایجاد تغییرات در پاسخ طبقات و اشکال مختلف به سموم موریانه‌کش می‌شود و در تعیین LD_{50} بخصوص از راه تماسی بسیار موثر است. نظر به اینکه پاسخ طبقات و اشکال مختلف سرباز و کارگر این موریانه نسبت به سموم متفاوت است (۱۸). این تحقیق می‌تواند اطلاعات مفیدی برای مطالعات بعدی اثرات سموم در کنترل این موریانه در اختیار قرار دهد.

مواد و روش‌ها

الف) بررسی‌های فونستیک

به منظور شناسایی و تعیین هویت موریانه‌هایی که در شن‌زارهای استان خوزستان باعث ایجاد خسارت به پوشش گیاهی این مناطق می‌شوند از تمام گونه‌های گیاهی آلوده به موریانه به ویژه گز شاهی *Tamarix aphylla* Krasten L و استبرق یا غلبلب *Calotropis procera* DC (Swartz) که از میزبان‌های اصلی موریانه در اراضی شنی می‌باشند، نمونه‌برداری انجام شد. در این رابطه، هم جهت با نوار شن‌زار استان از شمال غرب به جنوب شرق عملیات نمونه‌برداری از گیاهان مزبور از شمال شهرستان بستان آغاز شد و در انتهایی‌ترین لکه شن استان واقع در جاده امیدیه-آغاچاری، خاتمه یافت. موریانه‌های جمع‌آوری شده از روی گیاهان آلوده، شامل کاست‌های کارگر و سرباز درون الکل ۷۵٪ نگهداری و برای تشخیص مقدماتی به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه خصوصیات کلیدی مهم مانند شکل آرواره‌های چپ و راست و تعداد دندان‌های آن‌ها، طول و عرض کپسول سر، طول و عرض پیش گرده، طول آرواره‌ها، تعداد بندهای شاخک بررسی و با کمک کلیدهای موجود شناسایی مقدماتی صورت گرفت. تعداد کافی از طبقات سرباز و کارگر جمع‌آوری شده از مناطق مختلف همراه با اطلاعات میزبان، طول و عرض جغرافیایی منطقه جمع‌آوری، تاریخ نمونه‌برداری و بافت خاک منطقه جهت تأیید تشخیص نهایی به موزه تاریخ طبیعی لندن ارسال شد. همچنین در آزمایشگاه پس از انجام مراحل شفاف کردن، آبیگری و ثابت کردن، از اندام‌های اصلی نامبرده شده اسلاید میکروسکوپی تهیه و اندازه‌گیری‌ها انجام شد. تصاویر بعضی اندام‌ها نیز با استفاده از لوله ترسیم، رسم گردید. برای تعیین فاصله کلاس‌ها و تقسیم‌بندی انواع سربازها و کارگرها به دسته‌های مختلف از روابط زیر استفاده گردید:

(دامنه تغییرات) R

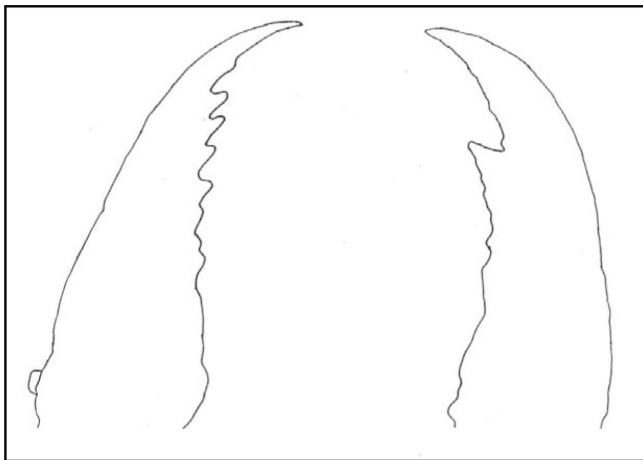
فاصله کلاس‌ها =

(تعداد کلاس‌ها) K

بر این اساس برای بدست آوردن مقدار عددی K از مدل تعداد داده‌ها استفاده شد (کمتر از ۵۰ داده ۵-۷ گروه، ۵۰-۱۰۰ داده ۱۰-۶ گروه، ۱۰۰-۲۵۰ داده ۱۲-۷ گروه، بیشتر از ۲۵۰ داده ۲۰-۱۰ گروه). برای

آرواره‌های بالا با رنگ قهوه‌ای سوخته نسبت به سایر ضامم سر مشخص‌تر هستند. شاخک‌ها در سربازهای بزرگ ۱۷ بندی و بندرت ۱۶ بندی است. در سرباز کوچک شاخک اکثراً ۱۶ بندی و بندرت ۱۷ مفصلی نیز مشاهده می‌شود. بدن به رنگ کرم است و محتویات شکم تا حدودی قابل مشاهده است. مشخصات مرفومتريک سربازها که هر کدام میانگین اندازه‌گیری از ۱۵ نمونه می‌باشد در جدول ۲ نشان داده شده است. ضمناً به این دلیل که طبقه سرباز دارای خصوصیات چند شکلی بوده و در ۵ اندازه مختلف مشاهده و نمونه‌برداری شده است، این گروه‌ها به ترتیب به اسامی کوچکترین سرباز، حد واسط کوچکترین و متوسط، سرباز متوسط، حد واسط متوسط و بزرگترین و بزرگترین سرباز نام‌گذاری شده است.

شکل ۲- آرواره‌های بالا در سرباز *P. hybostoma* (شکل از نگارنده)



شکل ۳- مشاهده منفذ غده روی پیشانی (فونتائل) و شیار روی پیشانی در سرباز *P. hybostoma* (شکل از نگارنده)



توصیف گونه‌های *A. vagans* و *A. villis* در منابع مختلف شرح داده شده است از ذکر مجدد خصوصیات ظاهری این دو گونه خودداری می‌شود ولی گونه *P. hybostoma* که اطلاعات کمتری در مورد آن منتشر شده به طور کامل شرح داده خواهد شد.

الف) بررسی‌های مورفومتريک

۱- طبقه کارگر *P. hybostoma*

کارگر در دو شکل کوچک و بزرگ وجود دارد. آرواره بالای سمت چپ دارای یک دندان راسی و سه دندان حاشیه‌ای است. دندان راسی و دو دندان حاشیه‌ای نزدیک به یکدیگر قرار دارند. دندان حاشیه اولی کوتاه‌تر از بقیه است (شکل شماره ۱). طول آرواره بالای سمت چپ در کارگر کوچک ۰/۴۳۷-۰/۳۹۰ میلی‌متر و در کارگر بزرگ ۰/۵۱۵-۰/۴۵۲ میلی‌متر است (جدول شماره ۱). آرواره بالای سمت راست دارای یک دندان راسی و دو دندان حاشیه‌ای و یک دندان اضافی کوچک در پایه لبه جلویی اولین دندان حاشیه‌ای است (شکل شماره ۱). طول آرواره بالای سمت راست در کارگر کوچک ۰/۴۲۱-۰/۳۷۴ میلی‌متر و در کارگر بزرگ ۰/۴۸۴-۰/۴۳۷ میلی‌متر است (جدول شماره ۱). سرکارگر به رنگ زرد یا قهوه‌ای روشن و بقیه بدن کرم و محتویات شکم قابل مشاهده است. شاخک در کارگر کوچک و بزرگ ۱۶ تا ۱۷ مفصلی است.

شکل ۱- آرواره‌های بالای کارگر *P. hybostoma* (شکل از نمونه اصلی)



۲- طبقه سرباز *P. hybostoma*

طبقه سرباز حداقل در ۵ اندازه مختلف مشاهده شد. در تمام اندازه‌ها منفذ غده پیشانی (فونتائل) بوضوح قابل رویت بود. در قسمت جلوی این منفذ شیار قهوه‌ای رنگی به طرف جلوی سر مشاهده می‌شود. آرواره‌های بالای چپ و راست بزرگ و ستبر، دارای انحنا، هم اندازه و از نظر شکل دندانها در تمام اندازه‌ها مشابه است. در آرواره بالای سمت چپ ۷ دندان حاشیه‌ای و در آرواره سمت راست ۵ دندان حاشیه‌ای وجود دارد (شکل شماره ۲). طول آرواره بالای سمت چپ در کوچکترین سرباز ۱/۱۹-۱/۳ میلی‌متر و در بزرگترین سرباز ۲-۱/۹۲ میلی‌متر است. عرض پیش‌گرده از طول پیش‌گرده بیشتر است. در کوچکترین سرباز طول پیش‌گرده ۰/۵۷۶-۰/۴۹۹ میلی‌متر و عرض آن ۰/۸۴۵-۰/۷۳۰ میلی‌متر است. در بزرگترین سرباز طول پیش‌گرده ۱/۰۷۵-۰/۹۲۲ میلی‌متر و عرض آن ۱/۴۲-۱/۳۰ میلی‌متر است (جدول ۲) کپسول سر مستطیلی شکل و طول آن از حداکثر عرض سر بیشتر است. سر و ضامم آن به رنگ قهوه‌ای ولی

جدول ۱- اندازه قسمت‌های مختلف سر کارگر کوچک و بزرگ *P. hybostoma*

کارگر بزرگ			کارگر کوچک			مشخصات
انحراف معیار	میانگین (میلیمتر)	دامنه تغییرات (میلیمتر)	انحراف معیار	میانگین (میلیمتر)	دامنه تغییرات (میلیمتر)	
۰/۰۰۶	۰/۰۵۵ a	۰/۰۴۷-۰/۰۷۰	۰/۰۰۷	۰/۰۵۲ a	۰/۰۴۶۸-۰/۰۶۲۴	فاصله دندان ۲-۱ آرواره بالای سمت چپ
۰/۰۰۶	۰/۰۵۵ a	۰/۰۴۶-۰/۰۶۲	۰/۰۰۷	۰/۰۵۵ a	۰/۰۴۶۸-۰/۰۶۲۴	فاصله دندان ۳-۲ آرواره بالای سمت چپ
۰/۰۲۶	۰/۴۷۳ a	۰/۴۵۲-۰/۵۱۴	۰/۰۲۱	۰/۴۱۶ b	۰/۳۹-۰/۰۴۳۶	طول آرواره بالای سمت چپ
۰/۰۰۶	۰/۰۷۷ a	۰/۰۷۰-۰/۰۸۶	۰/۰۰۶	۰/۰۶۳ b	۰/۰۵۴۶-۰/۰۷۰۲	فاصله دندان ۲-۱ آرواره بالای سمت راست
۰/۰۰۴	۰/۰۵۹ a	۰/۰۵۴-۰/۰۶۲	۰/۰۰۷	۰/۰۵۰ b	۰/۰۴۶۸-۰/۰۶۲۴	فاصله دندان ۳-۲ آرواره بالای سمت راست
۰/۰۱۶	۰/۴۵۹ a	۰/۴۳۶-۰/۴۸۳	۰/۰۱۶	۰/۴۰۰ b	۰/۳۷۴-۰/۴۲۱	طول آرواره بالای سمت راست
۰/۰۳۲	۰/۹۳۹ a	۰/۹۲۰-۰/۹۶۷	۰/۰۰۹	۰/۸۵۸ b	۰/۸۴۲-۰/۸۵۸	طول سر تا قاعده آرواره بالا
۰/۰۱۳	۱/۱۰۰ a	۱/۰۹۲-۱/۱۲۳	۰/۰۳۲	۱/۰۲۷ b	۰/۹۹۸-۱/۰۶۰	حداکثر عرض سر

جدول ۲- اندازه قسمت‌های مختلف بدن ۵ سائز سرباز جمع آوری شده *P. hybostoma*

طول آرواره بالای سمت چپ			حداکثر عرض سر			طول کپسول سر با آرواره			
انحراف معیار	میانگین	دامنه تغییرات (میلیمتر)	انحراف معیار	میانگین	دامنه تغییرات (میلیمتر)	انحراف معیار	میانگین	دامنه تغییرات (میلیمتر)	
۰/۰۱۵	۰/۸۶۷ e	۰/۸۰۶-۰/۹۶۰	۰/۰۰۹	۱/۱۵۴ e	۱/۱۱۳-۱/۱۹۰	۰/۰۱۱	۱/۳۱۴ e	۱/۲۶۷-۱/۳۸۲	کوچکترین سرباز
۰/۰۲۱	۱/۲۵۴ d	۱/۱۹۰-۱/۳۰۵	۰/۰۱۰	۱/۳۱۸ d	۱/۱۹۱-۱/۳۴۴	۰/۰۲۲	۱/۵۳۶ d	۱/۴۵۹-۱/۶۵۱	حدواسط کوچکترین و متوسط
۰/۰۲۴	۱/۴۳۴ c	۱/۳۴۴-۱/۴۹۷	۰/۰۱۲	۱/۴۳۳ c	۱/۳۴۵-۱/۴۵۹	۰/۰۱۷	۱/۷۲۸ c	۱/۶۸۹-۱/۸۰۵	سرباز متوسط
۰/۰۱۴	۱/۶۳۰ b	۱/۵۷۴-۱/۶۸۹	۰/۰۱۵	۱/۷۰۱ b	۱/۶۵۱-۱/۷۶۶	۰/۰۱۴	۱/۹۷۱ b	۱/۹۲۰-۲/۰۳۵	حدواسط متوسط و بزرگترین
۰/۰۱۴	۱/۹۵۸ a	۱/۹۲۰-۱/۹۹۷	۰/۰۱۳	۱/۹۵۲ a	۱/۹۲۰-۱/۹۹۷	۰/۰۰۷	۲/۲۸۷ a	۲/۲۶۵-۲/۳۰۴	بزرگترین سرباز

ادامه جدول ۲-

عرض پیش گرده			طول پیش گرده			طول پس چانه			
انحراف معیار	میانگین	دامنه تغییرات (میلیمتر)	انحراف معیار	میانگین	دامنه تغییرات (میلیمتر)	انحراف معیار	میانگین	دامنه تغییرات (میلیمتر)	
۰/۰۱۰	۰/۷۸۳ e	۰/۷۲۹-۰/۸۴۴	۰/۰۵۱	۰/۵۴۲ e	۰/۴۹۹-۰/۵۷۶	۰/۰۱۱	۰/۹۲۸ e	۰/۸۸۳-۰/۹۶۰	کوچکترین سرباز
۰/۰۲۰	۰/۹۰۵ d	۰/۸۴۴-۰/۹۶۰	۰/۰۱۹	۰/۶۹۱ d	۰/۶۱۴-۰/۷۶۸	۰/۰۱۱	۱/۰۳۶ d	۰/۹۹۸-۱/۱۰۰	حدواسط کوچکترین و متوسط
۰/۰۱۵	۱/۰۵۹ c	۰/۹۹۸-۱/۱۱۳	۰/۰۱۳	۰/۸۲۵ c	۰/۷۶۹-۰/۸۸۳	۰/۰۱۰	۱/۱۴۸ c	۱/۱۱۳-۱/۱۹۰	سرباز متوسط
۰/۰۱۷	۱/۲۶۷ b	۱/۱۹۰-۱/۳۴۴	۰/۰۸۷	۰/۹۷۲ b	۰/۹۶۰-۰/۹۹۸	۰/۰۳۲	۱/۵۳۶ b	۱/۴۵۹-۱/۶۵۱	حدواسط متوسط و بزرگترین
۰/۰۳۲	۱/۳۹۳ a	۱/۳۰۵-۱/۴۲۰	۱×۱۰-۴	۱/۰۰۹ a	۰/۹۲۱-۱/۰۷۵	۰/۰۱۶	۱/۷۳۹ a	۱/۶۸۹-۱/۷۶۶	بزرگترین سرباز

۲- به منظور ارزیابی مناسب‌ترین صفت در دسته‌بندی سربازهای با اندازه‌های مختلف ابتدا به ضریب R^2 توجه می‌شود. با توجه به جدول ۴، صفت طول کپسول سر و آرواره با ضریب $R^2=97/8$ مناسب‌ترین صفت جهت تشخیص و دسته‌بندی گروه‌های مختلف سرباز بوده و صفات طول آرواره بالای سمت چپ با ضریب $96/8$ و حداکثر عرض سر با ضریب $96/6$ نیز مناسب بوده ولی در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

جدول ۴- ارزیابی صفات مختلف مرفولوژیکی در تشخیص سربازهای *P. hybostoma* با اندازه‌های متفاوت

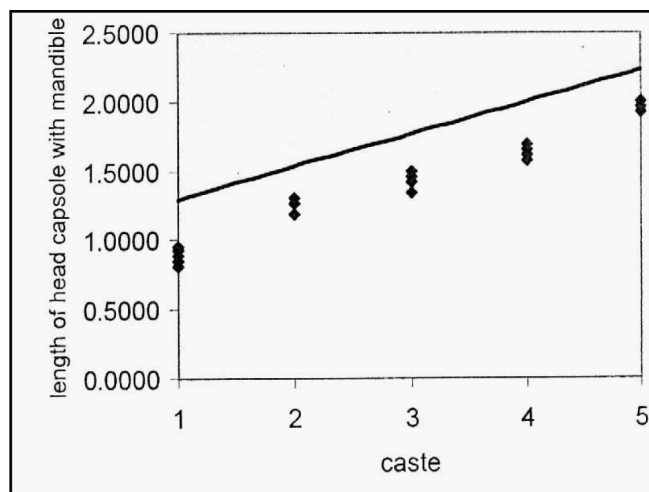
S	R^2	ضریب b	صفت
۰/۰۶۸	۹۶/۸	۰/۲۵۵	طول آرواره بالای سمت چپ
۰/۰۹	۹۱/۵	۰/۲۱۳	طول پس چانه
۰/۲۳۹	۵۳/۴	۰/۰۱۸	طول پیش‌گرد
۰/۰۵۶	۹۴/۲	۰/۱۵۷	عرض پیش‌گرد
۰/۰۵۳	۹۶/۶	۰/۱۹۳	حداکثر عرض سر
۰/۰۵۳	۹۷/۸	۰/۲۲۵	طول کپسول سر با آرواره

با توجه به نتایج جدول ۴ رابطه زیر جهت تعیین نوع کاست با طول کپسول سر با آرواره برقرار است.

$$\text{caste} = 0.235 + 1.06 \times \text{طول کپسول سر با آرواره}$$

رابطه رگرسیونی مزبور در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد کاملاً معنی‌دار می‌باشد که منحنی رگرسیون آن به صورت شکل ۷ می‌باشد. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌گردد می‌توان از این صفت در تمایز اندازه‌های متفاوت کاست سرباز استفاده نمود. قدرت تشخیص انواع سربازها با این صفت به تدریج کاهش می‌یابد البته روند تندی مشاهده نمی‌شود لذا می‌توان از صفت طول کپسول سر با آرواره در تعیین سربازهای با اندازه‌های متفاوت استفاده نمود.

شکل ۵- منحنی رگرسیونی برازش مدل دایار برای تفکیک سربازهای در اندازه‌های متفاوت با استفاده از خصوصیت طول کپسول سر با آرواره



ب) نتایج تعیین مناسب‌ترین صفات در تشخیص افراد مختلف طبقه‌های کارگر و سرباز موربانه شن

۱- برای ارزیابی مناسب‌ترین صفت جهت تشخیص و دسته‌بندی موربانه‌ها به گروه‌های کارگر کوچک و بزرگ ضریب R^2 مورد توجه قرار گرفت. با توجه به جدول ۳ صفت طول سر تا قاعده آرواره بالا با ضریب $R^2=88/7$ مناسب‌ترین صفت برای تقسیم بندی کارگرها تعیین شد. البته صفات طول آرواره بالای سمت راست با $R^2=77/7$ و حداکثر عرض سر با $R^2=72/9$ نیز مناسب بوده و به ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم قرار می‌گیرند.

جدول ۳- ارزیابی صفات مختلف مرفولوژیکی در تشخیص گروه‌های کارگر موربانه *P. hybostoma*

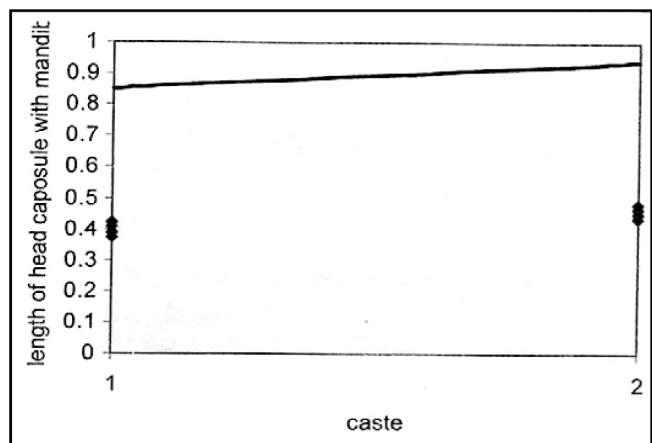
صفت	ضریب b	R^2	Mse
فاصله دندان ۱-۲ آرواره بالای سمت چپ	۰/۰۰۲	۴/۴	۰/۰۰۶
فاصله دندان ۲-۳ آرواره بالای سمت چپ	۰/۰۰۰	۰	۰/۰۰۶
طول آرواره بالای سمت چپ	۰/۰۵۷	۶۱/۶	۰/۰۲۳
فاصله دندان ۱-۲ آرواره بالای سمت راست	۰/۰۱۲	۵۰/۱	۰/۰۰۶
فاصله دندان ۲-۳ آرواره بالای سمت راست	۰/۰۰۸	۳۴	۰/۰۰۵
طول آرواره بالای سمت راست	۰/۰۵۸	۷۷/۷	۰/۰۱۵
طول سر تا قاعده آرواره بالا	۰/۰۸۸	۸۸/۷	۰/۰۱۷
حداکثر عرض سر	۰/۰۷۲	۷۲/۹	۰/۰۲۴

از نتایج استخراج شده چنین استنباط می‌گردد که جهت تعیین نوع کارگر کوچک یا بزرگ با استفاده از خصوصیت طول سر تا قاعده آرواره بالا رابطه زیر برقرار است.

$$\text{caste} = 0.884 + 0.762 \times \text{طول سر تا قاعده آرواره بالا}$$

رابطه رگرسیونی بدست آمده در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد کاملاً معنی‌دار می‌باشد و منحنی رگرسیون آن به صورت شکل ۶ است. همان‌طور که در این شکل ملاحظه می‌گردد بین کاست کارگر کوچک و بزرگ از نظر استفاده از صفت طول سر تا قاعده آرواره بالا تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و می‌توان از این صفت در مطالعه تعیین کارگر (کوچک یا بزرگ) استفاده نمود.

شکل ۴- منحنی رگرسیونی برازش مدل دایار برای تفکیک کارگر کوچک و بزرگ با استفاده از صفت طول سر تا قاعده آرواره بالا



ج) تعیین پراکنش جغرافیایی *P. hybostoma*

نمونه برداری‌های مربوط به وضعیت پراکنش موریانه در اراضی شنی استان از شمال غرب خوزستان در مجاورت مرکز کشور عراق شروع و در آخرین لکه‌های شن جنوب شرق استان (جاده امیدیه آغاچاری) خاتمه یافت. این گونه که به موریانه شن معروف است برای نخستین بار از استان خوزستان و همچنین اولین بار از شن‌زارهای کشور گزارش می‌شود. نمونه‌های جمع‌آوری شده از این موریانه شامل کاست کارگر (کوچک و بزرگ) و کاست سرباز (در ۵ اندازه مختلف) که از میزبان گیاهی گزشاهی در ۷ نقطه انتخابی از نوار اراضی شنی جمع‌آوری شده بود پس از شناسایی مقدماتی به موزه تاریخ طبیعی لندن ارسال و توسط گروه موریانه شناسی موزه مذکور تأیید تشخیص گردید. این نقاط عبارتند از شمال شهرستان بستان، کرخه (حوالی روستاهای خسرج- جنادله)، گمبوعه (کیلومتر ۱۲ جاده اهواز- حمیدیه)، الباجی - البروایه (کیلومتر ۱۵ تا ۲۵ غرب جاده اهواز- اندیمشک)، غیزانیه (کیلومتر ۴۰ جاده اهواز- ماهشهر)، روستای یریسیه (کیلومتر ۵ جاده امیدیه - اهواز) و روستای چاه سالم (کیلومتر ۵ جاده امیدیه- آغاچاری).

این گونه موریانه، در تمام عرصه‌های شنی استان که دارای پوشش گیاهی هستند شیوع دارد. تاکنون محققین بعضی از کشورهای شبه جزیره عربستان شامل کویت، عربستان سعودی، عمان و همچنین کشورهای شمال آفریقا شامل مصر، سودان و موریتانی که دارای مناطق بیابانی و صحراهای شنی می‌باشند گزارش‌هایی مبنی بر وجود آن در کشورهای ذکر شده منتشر کرده‌اند. ولی از کشور عراق که هم مرز با لکه‌های شنی شمال غرب استان خوزستان می‌باشد تاکنون گزارشی مبنی بر وجود این آفت منتشر نشده است. در ایران این گونه از استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان گزارش شده ولی هیچگونه تأکیدی مبنی بر وجود این موریانه در اراضی شنی انجام نشده است.

بحث و پیشنهادات

گزارش‌های قبلی در مورد فون موریانه‌های استان خوزستان حاکی از وجود ۶ گونه موریانه است تعداد ۵ گونه توسط حبیب پور در سال ۱۳۷۳ و یک گونه دیگر که برای فون کشور جدید می‌باشد توسط غیورفر در سال ۱۳۷۹ گزارش شده است. در بررسی اخیر مشخص گردید علاوه بر گونه‌های معرفی شده از خوزستان، موریانه *P. hybostoma* به طور اختصاصی در اراضی شنی این استان گسترش دارد. این موریانه که توسط موزه تاریخ طبیعی لندن تأیید تشخیص شده در کشورهای شمال آفریقا و شبه جزیره عربستان به موریانه شن معروف است. تاکنون از شمال قاره آفریقا کشورهای الجزایر، لیبی، اریتره، مصر، سودان، چاد، موریتانی، سنگال (۱۹) و از آسیا در مجاور این مناطق کشورهای شبه جزیره عربستان شامل یمن، عربستان سعودی (۱۸)، کویت (۹) و عمان (۱۲)، انتشار آن را از نواحی بیابانی و صحراهای شنی گزارش کرده‌اند. در ایران فاطمی (۱۳۷۳) از استان سیستان و بلوچستان برای اولین بار و غیورفر (۱۳۷۹) نیز به عنوان اولین بار این موریانه را از استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان گزارش کرده است. در این دو گزارش به اختصاصی بودن این گونه در اراضی شنی تأکیدی نشده است. طبق نتایج حاصل از این تحقیق کلنی *P. hybostoma* در شن‌زارهای

استان خوزستان دارای کاست کارگر کوچک و بزرگ و سربازهایی با پنج اندازه مختلف می‌باشد. در عربستان سرباز این موریانه در نوع کوچک و بزرگ مشاهده شده که البته نوع بزرگ به سه اندازه متفاوت تقسیم و مجموعاً در ۴ اندازه گزارش شده است (۱۳). این گزارش با تحقیق حاضر دارای نتایج مشابهی می‌باشد. هر چند از موریتانی گزارش شده که سرباز این موریانه دارای سه اندازه متفاوت می‌باشد (۱۸). در دو مورد گزارش منتشره از ایران اشاره‌ای به چند شکلی بودن سرباز این موریانه نشده است. در این موریانه که کاست‌های سرباز و کارگر دارای اشکال مختلف (اندازه‌های متفاوت) هستند تعیین کارایی سموم علیه این موریانه، نیاز به دقت بیشتری دارد (۱۸).

اندازه گیری‌های انجام شده در رابطه با شکل شناسی کاست‌های مختلف گونه‌های مورد مطالعه در قالب Sociometry نحوه تغییرات این کاست‌ها را نشان می‌دهد از این اطلاعات می‌توان در سه سطح مختلف استفاده نمود. سطح اول توزیع فراوانی افراد در جمعیت را مشخص می‌کند، در سطح دوم ارتباط بین کاست‌ها و نحوه تغییرات آن‌ها با یکدیگر مشخص می‌شود و در سطح سوم تغییرات درون هر کاست مشخص می‌گردد. مطالعات مشابهی بر روی کلنی‌های حشرات اجتماعی از جمله زنبور عسل با اندازه‌گیری قطعات مختلف کپسول سر لاروها انجام شده و نحوه تغییرات برای سه نوع کاست کارگر، ملکه و نر مورد استفاده قرار گرفته است (۲۱).

تپه‌های شنی به صورت نواری در جهت شمال غربی - جنوب شرقی استان خوزستان گسترش داشته و مجموعاً از ۶۸ تپه تشکیل شده‌اند (۳). در این تحقیق درختان گزشاهی به عنوان میزبان اصلی موریانه *P. hybostoma* هم جهت با نوار شن‌زار استان، از شمال شهرستان بستان تا شن‌زارهای امیدیه و آغاچاری بررسی شد. در تمام نقاط *P. hybostoma* به عنوان موریانه غالب این اراضی مشاهده گردید. در بررسی دلایل پراکنش *P. hybostoma* در تمام لکه‌های شنی احتمالاً بادهای غالب استان بی تأثیر نبوده‌اند. چون بر اساس گلباد استخراجی در دوره آماری ۱۴ ساله (۶۴-۱۳۵۱) در تمام جهت‌های جغرافیایی استان باد با سرعت‌های متفاوت جریان دارد ولی قریب به ۴۷٪ بادهای از نوع آرام و بیشترین فراوانی آن‌ها در جهت جنوب شرق به شمال غرب است. به عبارتی جهت بادهای غالب استان با الگوی پراکنش لکه‌های شن‌زار و نیز پراکنندگی این موریانه تطابق دارد. به نظر می‌رسد در شرق کشور استان سیستان و بلوچستان آخرین استانی است که احتمالاً دامنه گسترش آفت قطع شده است. زیرا بر اساس گزارش‌های منتشره، گونه موجود در کشور پاکستان و هندوستان *Psammotemes rajasthanicus* می‌باشد (۷، ۸) و تاکنون از کشورهای همسایه مرز شرقی ایران هیچگونه گزارشی مبنی بر وجود موریانه شن منتشر نشده است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر شاهرخ نویدپور عضو هیات علمی موسسه رازی اهواز بدلیل همفکری و در اختیار گذاشتن وسایل اندازه‌گیری میکروسکوپی خصوصیات موریانه و نیز از آقای دکتر مسعود لطیفیان عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور بدلیل راهنمایی‌های ارزشمند در انجام محاسبات آماری مقاله صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

- 11- Al-Houty, W. A. & F. T. Abushama (1992) Durability of imported wood to desert subterranean termites in Kuwait and their control by Chlordane and Dursban. *Journal of the University of Kuwait (Science)*. Vol.19, pp.265-274.
- 12- Araujo, R.L. (1970) Termites of the neotropical region, pp. 527-271. In K. Krishna and F. Weesner (eds). *Biology of termites*, Vol. 2. Academic press, NewYork.
- 13- Chhotani, O.B. & G. Bose (1979) Insects of Saudi Arabia-Isoptera. *Fauna of Saudi Arabia*. Part 1: 75-83.
- 14- Coolins, N.M. (1983) Termite populations and their role in litter removal in Malaysian rain forests. In: Sutton, S.L. Whitmore, T.C. and Chadwick, A.C.(eds). *Tropical rainforest ecology and management*, pp. 311-25.
- 15- Ewart, D. (2001) List of valid termite species updated to *Zoological Record*, Vol. 132, 1995/1996. Dr. Dons termite pages in: www.drdon.net.
- 16- Gatti, S.S. & G. Henderson (1996) Differential Response of Formosan Subterranean Termite Castes (Isoptera : Rhinotermitidae) to Selected Termiticides. *Sociobiology*. 28(1):23-32
- 17- Johnson, R.A. & T.G. Wood (1980) Termites of the arid zones of Africa and the Arabian Peninsula. *Sociobiology*. 5(3):279-293.
- 18- Mostafa, S.A.S. & A. Badawi (1982) Levels of esterase enzymes in different castes of the termite *Pasmotermes hybostoma* Desneux and their inhibition by some pesticides. *Sociobiology*. 7(1):129-134.
- 19- Nel, A., C. Caussanal & B.A. Ly (1996) *Psamotermes hybostoma* Desneux, 1902 in Islamic Republic of Mauritania, Economical and ecological implications for the destruction of the desert euphorbias (Isoptera: Rhinotermitidae). *Annales de la Societe Entomologique de France*. 32(4): 467-473.
- 20- Savopoulou, S.M. and M.E. Tzanakakis (1990) Head capsule of lobesia botrana (Lep.: Tortricidae). Larvae reared on three different diets. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 23 (3) : 553-555.
- 21- Tschinkel, W.R. (1990) Insect Socimetry, a field in search of data. *Insectes Sociaux*. 38(1):77-82.

منابع مورد استفاده

- ۱- امیدبخش، مرتضی، بهزاد، حبیب پور (۱۳۷۹) موربانه‌های تپه‌های شنی و شنزارهای غرب رودخانه کرخه و میزبان‌های گیاهی آن‌ها. در خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، جلد اول: آفات. اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۹۲ صفحه.
- ۲- امیدبخش، مرتضی (۱۳۸۱) پراکنش و خسارت موربانه شن *Psamotermes hybostoma* Desneux روی درختان دست کاشت اراضی شنی خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته حشره‌شناسی کشاورزی. اهواز، دانشگاه شهید چمران، دانشکده کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی. ۱۲۱ صفحه.
- ۳- پاشائی، عباس. ۲۵۳۵. بررسی دینامیک تپه‌های شنی همراه با تثبیت بیولوژیکی آن‌ها در خوزستان اهواز: دانشگاه جندی شاپور. ۳۶ صفحه.
- ۴- حبیب‌پور، بهزاد (۱۳۷۳) بررسی فون، زیست‌شناسی و اهمیت اقتصادی موربانه‌های (Isoptera) استان خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته حشره‌شناسی کشاورزی. اهواز: دانشگاه شهید چمران، دانشکده کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی. ۱۴۳ صفحه.
- ۵- رضایی، عبدالمجید (۱۳۷۴) اصول و مبانی آمار در کشاورزی، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۲۷ صفحه.
- ۶- روحی پور، حسن (۱۳۷۳) تعیین ارتفاع بحرانی تپه‌های شنی خوزستان بر اساس نوسانات رطوبت در فصول مختلف سال. تهران: موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۱۰۸ صفحه.
- ۷- غیورفر، رحیم، اسماعیلی، مرتضی و باقری زنوز، ابراهیم (۱۳۷۴) معرفی گونه موربانه‌های ایران: *Psamotermes rajasthanicus* از منطقه چابهار، گونه‌ای جدید برای فون موربانه‌های ایران: انجمن حشره‌شناسی ایران ۵۵:۱۵.
- ۸- غیورفر، رحیم (۱۳۷۹) مطالعه بیوسیستماتیک موربانه‌های ایران. پایان نامه دکتری تخصصی در رشته حشره‌شناسی کشاورزی. تهران: دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی. ۳۳۳ صفحه.
- ۹- فاطمی، صدیقه، فریبرز زرائی (۱۳۷۳) شناسایی، پراکندگی و نحوه خسارت موربانه‌های جمع‌آوری شده در صنعت نفت (شامل ۳ جنس و ۷ گونه گزارش نشده از ایران). در مجموعه مقالات یازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. رشت: دانشگاه گیلان. ۲۶۴ صفحه.
- ۱۰- لطیفیان، م. ح. سیدالاسلامی، ج. خواجه علی (۱۳۸۳) شکل‌شناسی مراحل نارس، زیست‌شناسی و تغییرات فصلی جمعیت زنجبرک مو (*Arboridia kermanshah* Dlabola (Hom.: Cicadellidae) در استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هشتم/ شماره سوم/ پاییز ۱۳۸۳. ۲۲۹-۲۴۰

