Iranian Journal of Forensic Medicine - ISSN 2383-0034

The Patterns of Succession and Evolution on Carrion Insects during the Decomposition of an Animal Corpse in Kazerun City (Fars Province) during Summer and Fall - 2015

Seyedeh Zahra Parkhideh[1], Mohammad Reza Abai[2], Kamran Akbarzadeh[3], Yavar Rassi[4]*, Sayena Rafizadeh[5]

1. *MSc Student of Medical Entomology and Vector Control, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
2. *Lecturer, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
3. *Assistant Professor, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
4. *Professor, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
5. *PhD in Molecular Medicine, Ministry of Health and Medical Education, National Institute for Medical Research Development (NIMAD), Tehran, Iran*

Article Info

Received: 15 Jan 2017
Accepted: 21 May 2017
Published Online 03 Dec 2017

DOI: 10.30699/epub.sjfm.23.3.160

Original Article

Abstract

Background: Forensic entomology involves the interaction of arthropods (mainly insects) with legal activity. Insects lay eggs on or in human remains, as well as utilize the corpse for food or habitat. Insect development and successional patterns can be an indication of the postmortem interval (PMI) when time of death is unknown. This is the first study on identification of the major taxa of important forensic insects during two seasons (summer and fall) in southern Iran (city of Kazerun) in 2015.

Materials and Methods: One calf carcasses were used in each study. The carcass was placed in the site and stages of decomposition were monitored. Five stages of decomposition were diagnosed: Fresh stage, bloated stage, Primary decomposition, Secondary decomposition and Dry stage. Sampling of adult and immature insects were carried out on five stages of decay of carcasses based on the protocol of each season.

Findings: Carnivorous, parasite and predator species were collected during the five stages of the decomposition of corpse. Altogether 33 species were identified in the summer and Chrysomiya albiceps was the dominant species. We have observed 38 species of insects with high frequency of Chrysomya megacephala in the fall. Our study showed, the sequence of arthropod colonization on cadavers remains fairly constant at the family level.

Conclusion: This study indicated that successional patterns of insect species in different seasonal periods and even at different sites have different sequences and these tips are important in determining PMI. Also successional patterns at the genus and species level are only predictable within the parameters of the location where a cadaver is found.

Keywords: Forensic Entomology, Succession Patterns, Kazerun, Iran

Corresponding Information

Dr. Yavar Rassi, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Email: rassiy@tums.ac.ir Tel: 02188951394

Copyright © 2017, Ir J Forensic Med. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

How to Cite This Article:

Parkhideh Z, Abai M R, Akbarzadeh K, Rassi Y, Rafizadeh S. The Patterns of Succession and Evolution on Carrion Insects during the Decomposition of an Animal Corpse in Kazerun City (Fars Province) during Summer and Fall - 2015. Ir J Forensic Med. 2018; 23 (3) :160-173

مجلهٔ پزشکی قانونی ایران - شاپا الکترونیک: ۲۳۸۳-۰۰۳۴
مقاله پژوهشی

الگوهای توالی و تکامل حشرات پزشکی قانونی در فرآیند تجزیهٔ لاشهٔ حیوانی طی تابستان و پاییز شهرستان کازرون، استان فارس - ۱۳۹۴

سیده زهرا پرخیده[۱]، محمدرضا عبایی[۲]، کامران اکبرزاده[۳]، یاور راثی[۴*]، ساینا رفیع‌زاده[۵]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲. مربی، گروه حشره‌شناسی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه حشره‌شناسی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴. استاد، گروه حشره‌شناسی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۵. متخصص پزشکی مولکولی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، مؤسسهٔ ملی توسعهٔ تحقیقات علوم پزشکی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ وصول: ۹۵/۱۰/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۳۱
انتشار آنلاین: ۹۶/۰۹/۱۲

نویسندهٔ‌مسئول:
دکتر یاور راثی
گروه حشره‌شناسی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تلفن:
۰۲۱۸۸۹۵۱۳۹۴

پست الکترونیک:
rassiy@tums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: حشره‌شناسی پزشکی قانونی شامل تعامل بندپایان (عمدتاً حشرات) با فعالیت‌های قانونی است. حشرات بر روی بقایای انسانی تخم‌گذاری می‌کنند و به‌عنوان مادهٔ غذایی و یا زیستگاه از آن استفاده می‌کنند. تکامل و توالی حشرات بر روی جسد می‌تواند در برآورد فاصلهٔ زمانی گذشته از مرگ، کمک شایانی در مباحث پزشکی قانونی کند. این مطالعه برای نخستین بار بر روی الگوهای توالی حشرات مهم قانونی بر روی لاشهٔ حیوانی (جنین گوساله)، در مراحل مختلف تجزیه، طی فصول تابستان و پاییز سال ۱۳۹۴، در جنوب ایران (شهرستان کازرون)، برای به دست آوردن اطلاعات پایه‌ای انجام شد.

روش بررسی: در هر مطالعه یک لاشهٔ جنین گوساله استفاده شد. ابتدا لاشه در محل انجام پژوهش ارزیابی شده و مراحل فساد تحت نظر گرفته شد. پنج مرحله از پوسیدگی متمایز گردید: مرحلهٔ تازه، بادکرده، پوسیدگی اولیه، پوسیدگی ثانویه و مرحلهٔ خشک‌شدگی. نمونه‌برداری از حشرات بالغ و نابالغ به‌صورت روزانه و بر اساس پروتکل هر فصل انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش، گونه‌های گوشت‌خوار، انگل و شکارچی که در پنج مرحلهٔ تجزیهٔ لاشه در جنوب ایران (شهرستان کازرون) نقش داشتند را گزارش می‌دهد. تعداد گونه‌های شناسایی‌شده در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری، ۳۳ عدد بود که گونهٔ Chrysomya albiceps از دوبالان خانوادهٔ کالیفریده، گونهٔ غالب بوده است. تعداد گونه‌های شناسایی‌شده در مرحلهٔ دوم، ۳۸ عدد بود، که گونهٔ Chrysomya megacephala از دوبالان خانوادهٔ کالیفریده گونهٔ غالب بوده است. توالی (ترتیب) کلنی در اجساد و در مناطق مختلف، در سطح خانواده، نسبتاً ثابت است، اما جنس، گونه و کلنی بندپایان بسیار سازگار با محیط‌زیست و خاص هر منطقهٔ جغرافیایی است.

بحث و نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که الگوهای توالی از گونه‌های حشرات در دوره‌های مختلف فصلی و حتی در سایت‌های مختلف، توالی‌های متفاوتی دارند. این نکات در تعیین PMI بسیار با اهمیت هستند و همچنین الگوهای توالی در سطح جنس و گونه، همراه با شاخص‌های محل که در آن جسد پیدا شده است، قابل پیش‌بینی هستند.

کلیدواژه‌ها: حشره‌شناسی قانونی، الگوهای توالی، کازرون، ایران

مقدمه

حشرات بر روی بقایای انسانی تخم می‌گذارند و از آن به‌عنوان مادهٔ غذایی و یا زیستگاه استفاده می‌کنند. تکامل و توالی حشرات بر روی جسد می‌تواند نشانه‌هایی از فاصلهٔ زمانی طی شده بعد از مرگ باشد و در مواقعی که مرگ ناشناخته است، کمک شایانی به پزشکی قانونی کند. استفاده از بندپایان در تحقیقات جنایی علم جدیدی نیست؛ یکی از نخستین مواردی که در آن از حشرات برای حل جرم و جنایت استفاده شده، در سدهٔ سیزدهم در چین روی داده است. در یک روستای کوچک در میان کشاورزان قتلی اتفاق افتاد، فرد گناه‌کار به سبب تجمع مگس‌ها در اطراف داسش شناخته شد. بااینکه سلاح پاک شده و تمیز بود، اما ماندن مقداری خون بر روی تیغهٔ سمت چپ، باعث جذب ده‌ها مگس شده بود و درنتیجه موجب شناسایی مظنون شد (۲۴).

Megnin اولین محققی بود که تفاوت بین حشراتی که به سراغ جسد می‌آیند و بر روی آن تخم‌گذاری می‌کنند را مشاهده کرد. وی نشان داد که گونه‌های خاص در زمان‌های مشخصی از پوسیدگی رویت می‌شوند (۲۵).

فون حشرات یک جسد بسیار اختصاصی است و در طول فرایند فساد تغییر می‌کند؛ بنابراین، با شناسایی گونه‌های موجود بر روی یک جسد در زمان‌های مختلف، می‌توان برآورد دقیقی از زمانی که مرگ، به دست آورد.

از سال ۱۸۹۴، بندپایان نقش مهمی در بررسی و تکمیل صدها پرونده پزشکی قانونی ایفا کرده‌اند (۱۴). اطلاعات جمع‌آوری‌شده توسط حشره‌شناس پزشکی قانونی بر روی جمعیت بندپایان مرتبط با یک فرد متوفی را می‌توان در تعداد زیادی از موارد استفاده کرد؛ برای نمونه، در تعیین مکانی که مرگ در آن رخ داده است و یا اینکه یک جسد پس از مرگ منتقل شده است و یا فرد درگذشته پیش از مرگ از سموم یا مواد مخدر مصرف کرده است و همین‌طور برای شناسایی محل‌های زخم. بااین‌حال، با ارزش‌ترین استفاده از اطلاعات حشره‌شناسی، برآورد فاصلهٔ زمان وقوع مرگ (PMI) است (۲۱).

پزشکی قانونی می‌تواند زمان مرگ را بر اساس چندین پارامتر بیولوژیکی تخمین بزند؛ کبودی نعشی، جمود نعشی، خنک شدن بدن پس از مرگ، تغییرات در مواد شیمیایی ترکیبات بدن، اتولیز شدن بافت‌ها و تجزیه به دلیل فعالیت‌های باکتریایی در بدن. بااین‌حال، این پارامترها، از حدود ۷۲ ساعت پس از مرگ دیگر قابل‌اعتماد نیستند (۳۵). تعیین PMI با روش‌های حشره‌شناسی، به‌ویژه در مراحل پس از فروپاشی بافت‌ها، در مقایسه با دیگر روش‌های پاتولوژیک، ازنظر آماری قابل‌اعتمادتر و برتر، تأیید شده است (۲۲). شواهد حشره‌شناسی با دو الگوی اصلی برای برآورد PMI بقایای انسانی استفاده می‌شود. در الگوی اول، رشد قدیمی‌ترین لارو که از جسد تغذیه می‌کند، تقریباً نزدیک‌ترین زمان به مرگ را نشان می‌دهد؛ زیرا اغلب حشرات (مگس‌ها) در ساعات اولیهٔ پس از مرگ تخم‌گذاری خود را آغاز می‌کنند (۶). در روش دوم، توالی حضور حشرات در مراحل مختلف پوسیدگی جسد، نشان‌دهندهٔ PMI است؛ زیرا حشرات تا رسیدن به مرحلهٔ تجزیه، در جسد باقی می‌مانند و توالی حضور پی‌درپی آن‌ها در جسد قابل پیش‌بینی است (۲۹-۲۷). هر دو روش نیازمند اطلاعات اولیه هستند که اغلب از طریق مطالعات تجربی روی تکامل حشرات بر روی مدل‌های لاشهٔ حیوانات در مناطق بیوجغرافیایی مشخص حاصل می‌شوند.

استفاده از شواهد رشد حشرات روی جسد برای تعیین PMI می‌تواند مؤیدی بر کارهای دیگر تشخیص PMI در پزشکی قانونی باشد. البته گاهی اوقات شواهد کسب‌شده از حشرات، برخلاف دیگر روش‌های معمول، تعیین PMI است (۲۳).

شواهد به‌دست‌آمده از حشرات می‌توانند به تخمین فصل مرگ، آب‌وهوایی که مرگ در آن اتفاق افتاده و شهری یا روستایی بودن منطقهٔ مرگ کمک کنند. همچنین این شواهد می‌توانند تعیین کنند که آیا جسد موردنظر قبلاً دفن شده و پس از بیرون آوردن، دوباره دفن شده است (۳۵).

در اجساد دفن‌شده، کلنی حشرات را حتی تا بیش از ۱۰ سال پس از مرگ می‌توان یافت (۳۵). همچنین کلنی حشرات را می‌توان در جسدهایی که در داخل پوشش‌های پلاستیکی، فرش و داخل ماشین قرار داده شده‌اند، پیدا کرد (۴). بررسی‌ها نشان داده است که کلنی حشرات را می‌توان روی جسدهای به‌جامانده در داخل اماکن و روی بدن‌های دفن شده نیز یافت (۴). بنابراین شواهد مربوط به حضور حشرات در شرایط مختلف قابل جستجو است.

توالی فون حشرات مهم ازنظر پزشکی قانونی معمولاً در مطالعات کنترل‌شده با استفاده از مدل‌های حیوانی شرح داده می‌شود. در حال حاضر، هیچ اطلاعات منتشرشده‌ای مبنی بر توالی فون حشرات مهم ازنظر پزشکی قانونی در جنوب ایران و همین‌طور کل ایران وجود ندارد؛ بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی وضعیت حضور حشرات مهم ازنظر پزشکی قانونی در فرایند تجزیهٔ جسد حیوانی در جنوب ایران (شهرستان کازرون) در دو فصل تابستان و پاییز، متفاوت بود تا بتوان بر مبنای آن، اطلاعات اولیه و پایه‌ای برای مطالعات پیش رو فراهم کرد.

مواد و روش‌ها

جامعه مورد مطالعه

این مطالعه تجربی در دو فصل تابستان و پاییز سال ۱۳۹۴ در شهرستان کازرون (۲۹/۶۲۷۱ درجه شمالی و ۵۱/۶۵۱۸ درجه شرقی) انجام شد. کازرون در بخش باختری استان فارس و در ارتفاع ۸۶۰ متری از سطح دریا و تحت تأثیر آب‌وهوای استپی محلی قرار گرفته است.

از لاشهٔ جنین گوساله (سقط‌شده) که از کشتارگاه اصلی شهرستان کازرون تهیه شده بود، در هر دو فصل مطالعه استفاده شد. لاشهٔ استفاده‌شده در فصل پاییز کمی بزرگ‌تر از لاشهٔ استفاده‌شده در فصل تابستان بود؛ نخستین لاشه، ۱۸ کیلوگرم و لاشهٔ دوم، ۱۵ کیلوگرم گزارش گردید. لاشه‌ها بلافاصله پس از تحویل از کشتارگاه، طی شرایط استاندارد، به محل انجام پژوهش منتقل گردیدند. لاشه مورد بررسی، در داخل قفس فولادی با ابعاد (۹۲×۹۲×۱۵۳ سانتی‌متر) و چارچوب فلزی ۲/۵ سانتیمتری ساخته‌شده از فولاد که توسط توری فلزی با مش‌های ۱/۲۷ سانتی‌متر محصورشده بود، قرار داده شد و برای جلوگیری از حملهٔ جانوران لاشخور، قفس محکم در خاک قرار گرفت. سطح زیرین قفس باز بود؛ به‌طوری‌که لاشه در تماس مستقیم با خاک قرار می‌گرفت. قسمت جلوئی قفس دارای در لولایی، برای آسانی دسترسی به جسد و نمونه‌برداری از آن بود. برای جمع‌آوری حشرات خزنده، دو سطل پلاستیکی ۲/۵ لیتری محتوی آب و چند قطره از مایع صابون (برای کاهش کشش سطحی)، در نزدیکی شکم و پوزهٔ جسد، هم‌تراز با سطح زمین جاسازی شد.

پروتکل نمونه گیری

قفس تا پیش از ظهر، در تماس مستقیم با نور خورشید و بعدازظهر در سایه بود. پیش از قرار دادن لاشه در قفس، از عدم تخم‌ریزی مگس‌ها و از عاری بودن پوست لاشه از تخم اطمینان حاصل می‌شد. ازآنجاکه سرعت تجزیهٔ لاشه در طول دو فصل تابستان و پاییز متفاوت است، پروتکل نمونه‌برداری برای هر فصل تنظیم شد؛ در تابستان دو بار در روز برای ۳ روز اول و یک‌بار در روز برای روز چهارم تا دهم. در پائیز، نمونه‌برداری دو بار در روز برای ۱۰ روز اولِ تجزیهٔ جسد در نظر گرفته شد. طی ده روز ابتدایی، هرروز خصوصیات ظاهری لاشه، اعم از تیرگی‌ها، کبودی‌ها، بادکردگی‌ها، میزان پوسیده شدن و تجزیه شدن ثبت گردید و عکس‌برداری و فیلم‌برداری به‌صورت روزانه انجام گرفت.

نمونه‌گیری بالغین

نمونه‌گیری از بالغین با روش تور زنی (بالا و اطراف جسد) در دو فصل تابستان و پاییز بر اساس پروتکل ذکرشده صورت گرفت. حشرات بالغ، با استفاده از شیشهٔ نمونه‌برداری محتویِ اتیل استات بی‌هوش شدند و با استفاده از سوزن‌های مخصوص مونتاژ طبق اصول مونته حشرات بالغ در داخل جعبه‌های کلکسیون تا زمان تشخیص قرار داده شدند.

نمونه‌گیری از لارو

نمونه‌گیری از لاروها با استفاده از پنس و قلم‌مو، روزی دو بار و هر بار به مدت نیم ساعت انجام شد. لاروها پس از خارج کردن آن‌ها از لاشه در آب جوش قرار داده شدند تا ضمن کشته شدن، آبگیری از آن‌ها صورت بگیرد، تا بتوان نسبت به تشخیص آن‌ها بهتر اقدام کرد. آنگاه لاروها به درون شیشه‌های درب‌دار محتوی الکل ۷۰ درجه و گلیسیرین و کروزول (محلول KAA) منتقل شدند و به آزمایشگاه انتقال یافتند. تعدادی از لاروهای سن ۳ در هر نوبت به‌صورت زنده برای پرورش در محیط مصنوعی و بالغ‌گیری، به آزمایشگاه منتقل شدند (۳۲).

تعیین هویت نمونه‌های صیدشده

شناسایی و توصیف نمونه‌های دو بالان با استفاده از کلیدهای تشخیصی استاندارد و به کمک کتابهای مرجع و همچنین مقایسه با نمونه‌های موجود، در موزهٔ حشره‌شناسی دانشکدهٔ بهداشت انجام شد. (۲،۳۱،۳۵)

همچنین تمام نمونه‌های تشخیص داده‌شده به تأیید متخصصان طبقه‌بندی رسید. شناسایی نمونه‌های سوسک‌های مهم پزشکی قانونی و همین‌طور مورچه‌ها توسط متخصصین هر خانواده در مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور صورت گرفت.

یافته‌ها

در جدول شمارهٔ ۱ گونه‌های حشرات جمع‌آوری و شناسایی‌شده از لاشهٔ جنین گوساله در دو فصل تابستان و پاییز آمده است. در فصل تابستان دو جنسِ *Chrysomya* و *Lucilia* و سه گونهٔ Chrysomya، *Chrysomya albiceps* و *megacephala* و *Lucilia sericata* از خانوادهٔ کالیفریده در مراحل تازه، بادکرده و اوایل پوسیدگی فعال، دیده شدند و هر سه گونه در مرحلهٔ تازه بر روی لاشه تخم‌گذاری کرده بودند. همچنین دو جنس *Sarcophaga* و *Wohlfahrtia* و پنج گونهٔ *Sarcophaga aegyptica*، *Sarcophaga hirtipes*، *Sarcophaga* sp، *ruficornis*، *Saropha*ga و *Wohlfahrtia nuba* از خانوادهٔ سارکوفاژیده نیز در مراحل تازه، بادکرده و اوایل پوسیدگی فعال جمع‌آوری شدند، اما فقط گونهٔ *Sarcophaga aegyptica* بر روی لاشه لارو گذاری کرده بود؛ زیرا پس از پرورش لاروها، بالغین آن‌ها در ظروف پرورش دیده و شناسایی شدند. همچنین دو جنس Musca و Muscina و دو گونهٔ Musca domestica و *Muscina stabulans* از خانوادهٔ موسیده در سه مرحلهٔ تجزیهٔ جسد فعال شناسایی شدند. بعلاوه دو خانوادهٔ Dolichoderinae و Myrmicinae شامل گونه‌های Tapinoma sp. و Pheidole sp از مورچه‌ها در مراحل تازه و خشکِ تجزیه جمع‌آوری شدند. در این مطالعه گونهٔ *Necrobia rufipes* از سوسک‌های کلریده و گونهٔ Dermestes sp از سوسک‌های درمستیده در مرحلهٔ پوسیدگی جمع‌آوری و شناسایی شدند.

درفصل پاییز، سه جنس Chrysomya، Calliphora و Lucili شامل پنج گونهٔ Lucilia، Lucilia cuprina ، *Calliphora vicini* *Chrysomia megacephala*، sericata و *Chrysomya albiceps* از خانوادهٔ کالیفریده، در مراحل تازه، بادکرده و اوایل پوسیدگی فعال جمع‌آوری شدند و هر پنج گونه بر روی لاشه تخم‌گذاری کرده بودند. همچنین از جنس Sarcophaga، هفت گونهٔ *Sarcophaga argyrostoma*، *Sarcophaga ruficornis*، *Sarcophaga melanura*، *Sarcophaga variegate*، *Sarcophaga africa aegyptica* و Sarcophaga sp. از خانوادهٔ سارکوفاژیده، در سه مرحلهٔ ذکرشده شناسایی شدند که البته لاروگذاری هم انجام گرفته بود. از جنس‌های Musca و Muscina، دو گونهٔ *Musca domestica* و *Muscina stabulans* از خانوادهٔ موسیده، در مراحل بادکرده و پوسیدگی فعال شناسایی شدند. در مراحل تازه و خشک، پوسیدگی لاشه از سه زیرخانوادهٔ Dolichoderinae، Formicinae و Myrmicinae، سه گونهٔ Tapinoma sp.، Messor sp و Cataglyphis sp از مورچه‌ها تشخیص داده شدند. در ادامهٔ این مطالعه، گونه‌های *Necrobia rufipes* از سوسک‌های کلریده و Dermestes sp از سوسک‌های درمستیده و Onthophagus sp از سوسک‌های اسکارابییده و خانواده‌های Staphylinae، Aleodarinae و Aleocarinae و گونهٔ *Creophillus maxillosus* از سوسک‌های استافیلینیده در مرحلهٔ پوسیدگی جمع‌آوری و شناسایی شدند.

در جدول شمارهٔ ۱ گونه‌های عمدهٔ necrophagous و مؤثر در تجزیهٔ لاشهٔ جنین گوساله طی دو فصل تابستان و پاییز آمده است. در فصل پاییز مگس‌های خانوادهٔ موسیده در مقایسه با تابستان در تعداد کمتر و با تأخیر بر روی لاشه و در اواخر بادکردگی حاضر شدند. دو گونهٔ *Calliphora vicini* و *Lucilia cuprina* در فصل تابستان بر روی لاشه حاضر نشدند. . گونهٔ *Calliphora vicini* در فصل پاییز در اولین ساعات بر روی

لاشه حاضر شد و گونهٔ *Lucilia cuprina* در مرحلهٔ تازه بر روی لاشه تخم‌گذاری‌کرده بود. در فصل تابستان گونهٔ *Chrysomya albiceps* در تعداد بسیار زیادی در مقایسه با فصل پاییز مشاهده شد. گونهٔ *Wohlfahrtia nuba* در این مطالعه فقط در فصل تابستان و در مرحلهٔ تازهٔ لاشه (Fresh) جمع‌آوری شد.

مگس‌های *Chrysomya albiceps* و *Chrysomya megacephala* دو گونهٔ غالب جمع‌آوری‌شده از دوبالان خانوادهٔ کالیفریده در فصل تابستان و پاییز بودند (نمودارهای شمارهٔ ۱، ۲ و ۳).

مراحل پوسیدگی لاشه و توالی حضور بندپایان در طی دو فصل تابستان و پاییز

مرحلهٔ تازه (Fresh)

این مرحله در تابستان که میانگین دما و رطوبت به ترتیب ۲۸ °C و ۱۰٪ بود، دو روز طول کشید؛ درصورتی‌که در پاییز که میانگین دما و رطوبت به ترتیب ۲۳/۳ °C و ۳۰٪ بود، چهار روز طول کشید (شکل‌های شمارهٔ ۱ و ۲). خون‌مردگی و کبودی در ناحیهٔ گردن و اطراف چشم‌ها دیده می‌شد. در تابستان مورچه‌های خانوادهٔ Dolichoderinae و Myrmicinae نخستین موجوداتی بودند که در ساعات اولیه بر روی لاشه حاضر شدند و پس از آن‌ها مگس‌های Calliphoridae و Sarcophagidae دیده شدند و در روز دوم تعداد مگس‌ها بیشتر شد و همین‌طور مگس‌های خانوادهٔ Muscidae هم اضافه شدند. در فصل پاییز مورچه‌های خانوادهٔ Dolichoderinae هم جزء اولین حشرات بازدیدکننده از لاشه بودند. همچنین مگس‌های خانوادهٔ Calliphoridae و Sarcophagidae از ساعات اولیهٔ گذاشتن لاشه در سایت دیده شدند و پس از آن مگس‌های خانوادهٔ Muscidae حاضر شدند. مگس‌ها در اطراف سوراخ‌های طبیعی بدن لاشه (بینی، گوش‌ها، چشم‌ها و مقعد) وجود داشتند. تخم‌های شیری‌رنگ مگس‌ها در اطراف دهان و داخل گوش لاشه و همین‌طور سطح بر پشتی لاشه که با خاک در تماس بود، دیده می‌شدند.

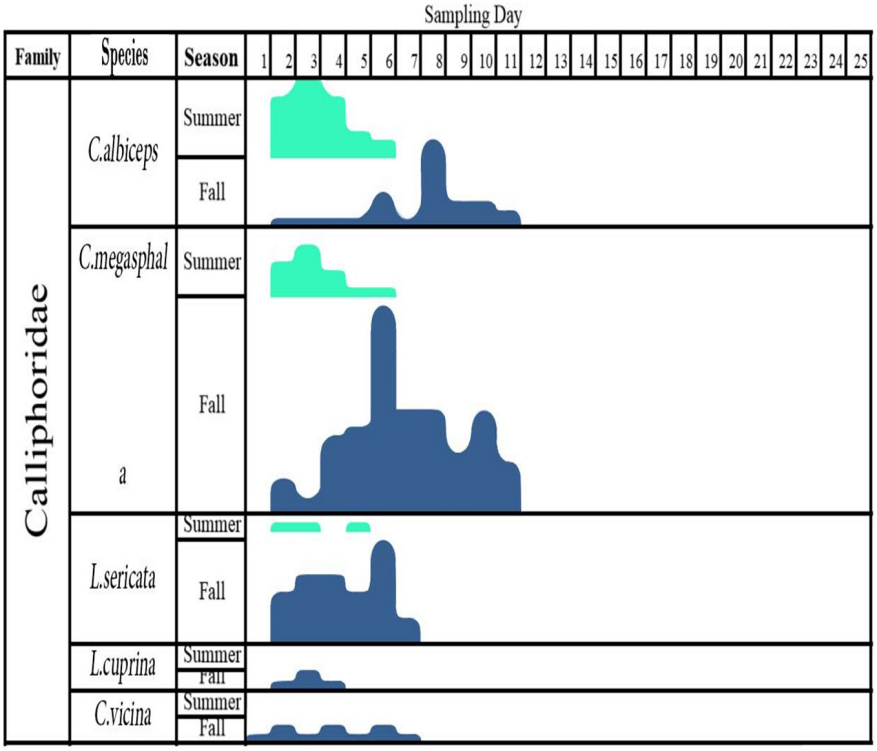
مرحلهٔ بادکردگی (Bloated)

این مرحله در تابستان یک روز طول کشید که میانگین دما و رطوبت به ترتیب ۳/۳۱ °C و ۴۲٪ بود؛ درصورتی‌که در پاییز که میانگین رطوبت و دما به ترتیب ۱۰٪ و ۲۵/۳ °C بود، چهار روز طول کشید. در فصل تابستان خیلی زود لاشه به مرحلهٔ پوسیدگی رفت. در زیر لاشه، تخم‌ها و لاروهای سن ۱ دیده می‌شد. تعداد مگس‌های خانوادهٔ Calliphoridae

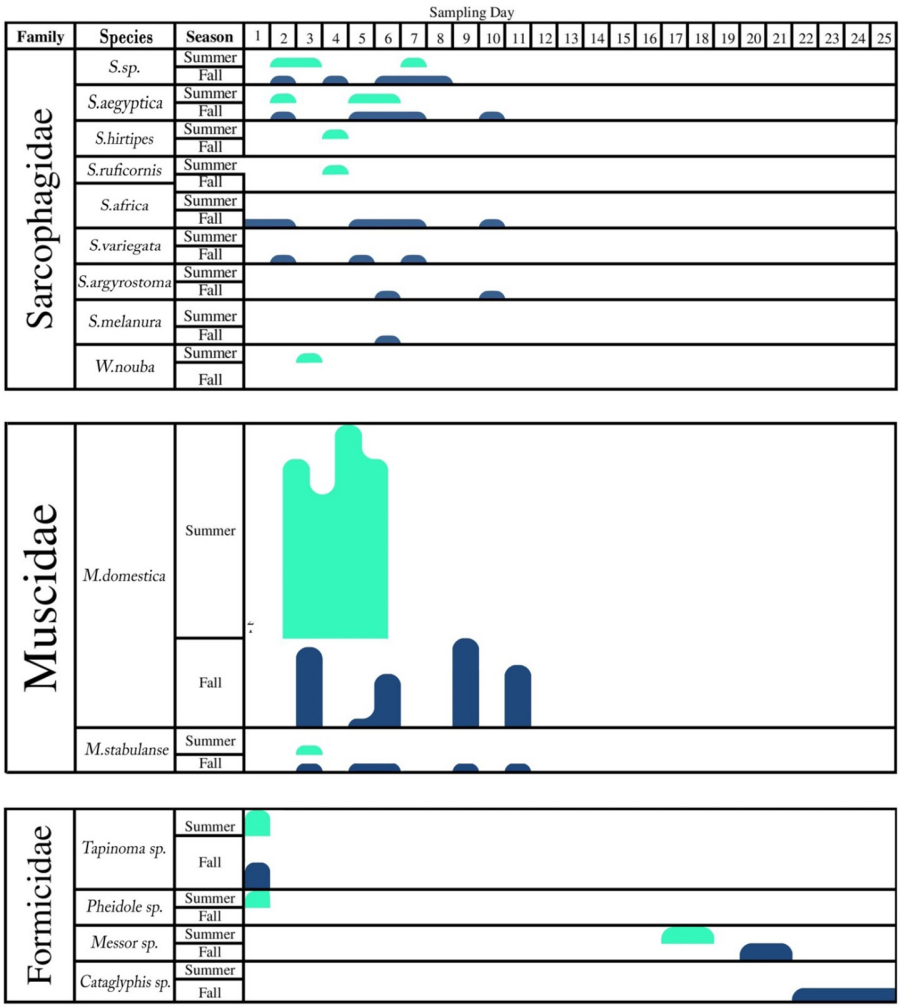
جدول شمارهٔ ۱. حشرات جمع‌آوری و شناسایی‌شده از لاشهٔ جنین گوساله در جنوب غربی ایران (کازرون) در تابستان و پاییز سال ۱۳۹۴

خانواده	جنس و گونه	زمان مطالعه	
		تابستان	پاییز
Sarcophagidae		✓	
Sarcophagidae	Sarcophaga. Africa		✓
Sarcophagidae	S. argyrostoma		✓
Sarcophagidae		✓	✓
Sarcophagidae	S. melanura		✓
Sarcophagidae		✓	
Sarcophagidae	S. variegata		✓
Sarcophagidae		✓	✓
Calliphoridae		✓	✓
Calliphoridae		✓	✓
Calliphoridae		✓	✓
Calliphoridae	L. cuprina		✓
Calliphoridae	C. vicina		✓
Muscidae		✓	✓
Muscidae		✓	✓
Formicidae		✓	✓
Formicidae		✓	
Formicidae	Messor sp.		✓
Formicidae	Cataglyphis sp.		✓
Dermestidae		✓	✓
Staphylinidae	Aleocharinae		✓
Staphylinidae	Staphylinae		✓
Staphylinidae	Creophilus maxillosus		✓
Cleridae		✓	✓
Scarabaeidae	Onthophagus sp.		✓

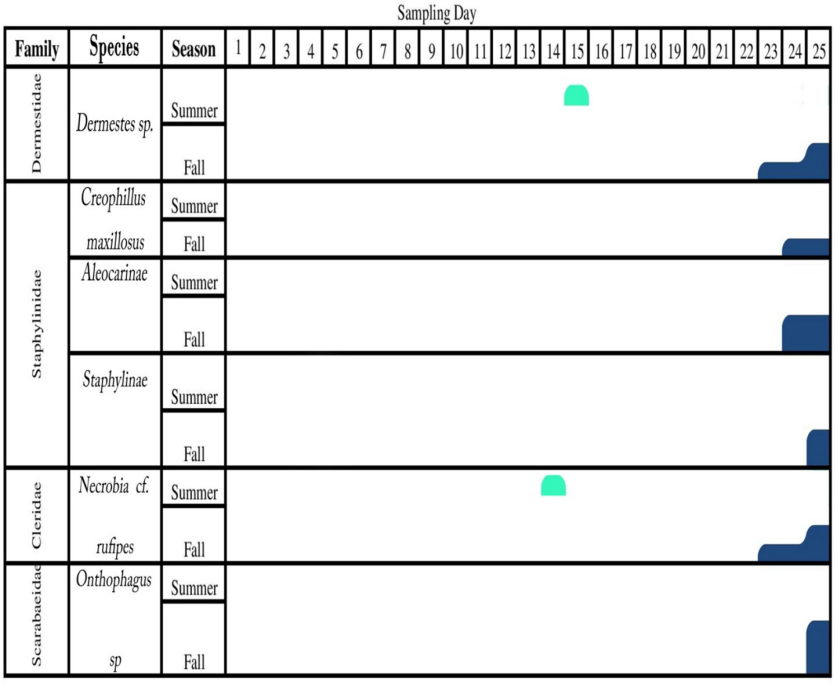
و Muscidae افزایش پیدا کرده بود، همچنین در فصل پاییز هم تعداد مگس‌های Calliphoridae بسیار زیاد شده بودند و در این مرحله زمان اوج حضور مگس‌ها بود. تقریباً بوی لاشه در محیط پخش شده بود و مگس‌های زیادی اطراف لاشه حضور



نمودار شمارهٔ ۱. توالی حضور مگس‌های کالیفریده بر روی لاشهٔ جنین گوساله، کازرون، تابستان و پاییز ۱۳۹۴



نمودار شمارهٔ ۲. توالی حضور گونه‌های مگس‌های سارکوفاژیده، موسیده و مورچه‌ها بر روی لاشهٔ جنین گوساله، کازرون، تابستان و پاییز ۱۳۹۴



نمودار شمارهٔ ۳. توالی حضور گونه‌های سوسک‌های مهم قانونی بر روی لاشهٔ جنین گوساله، کازرون، تابستان و پاییز ۱۳۹۴

داشتند. توده‌های تخم و لاروهای سن ۱ در داخل دهان، گوش و سطح پشتی لاشه بسیار زیاد شده بودند. نسبت به تابستان، مگس‌های Muscidae بسیار کمتر و تنوع مگس‌های Sarcophagidae و تعداد مگس‌های Calliphoridae بسیار زیاد بود (شکل‌های ۳، ۴ و ۵).

مرحلهٔ پوسیدگی (Decay)

این مرحله در تابستان که میانگین رطوبت و دما به ترتیب ۴۰٪ و ۲,۳۲°C بود، سه روز طول کشید؛ درصورتی‌که در پاییز که میانگین رطوبت و دما به ترتیب ۲۲٪ و °C ۲۵/۳ بود، یک هفته طول کشید. (شکل‌های شمارهٔ ۶ و ۷). در فصل تابستان تعداد مگس‌های خانوادهٔ Calliphoridae و Sarcophagidae نسبتاً کم شده بودند و فقط مگس‌های خانوادهٔ Muscidae دیده می‌شدند. بو خیلی کمتر شده بود. در ظرف‌های پرورش، لاروهای سن ۳ و پوپ دیده می‌شد. در روزهای اول این مرحله در فصل پاییز، بوی لاشه خیلی زیاد شده بود و از سطح زیرین (در تماس با خاک) لاشه شروع به تجزیه شدن کرده بود. به‌مرور لاشه حالت لزج و مایع به خود گرفت، باد شکم خالی شد و حالت ترکیدگی پیدا کرد و در بعضی قسمت‌ها، گوشت‌هایی خارج شد. در اواخر این مرحله، لاشه کاملاً ترکید و شروع به خشک شدن کرد. مگس‌های بالغ شروع به ترک لاشه کردند و به‌مرور تعدادشان کم شد، اما لاروها همچنان حضور داشتند. تعداد لاروهای سن ۳ درون سر و صورت، دست‌ها و پاها بسیار زیاد شده بود. سوسک‌های Dermestidae و Cleridae نیز دیده می‌شدند.

شکل شمارهٔ ۱. لاشهٔ جنین گوساله، مرحلهٔ تازه و پوسیدگی، کازرون پاییز ۱۳۹۴

شکل شمارهٔ ۲. لاشهٔ جنین گوساله، مرحلهٔ تازهٔ پوسیدگی، کازرون تابستان ۱۳۹۴

مرحلهٔ خشک‌شدگی (Dry)

این مرحله در تابستان که میانگین دما و رطوبت به ترتیب °C ۲۶/۴ و ۵۴٪ بود، تا سیاه‌شدگی کامل و از بین رفتن لاشه یک هفته طول کشید (شکل‌های شماره ۸ و ۹). در این مرحله لاشه کاملاً از بین رفته و فقط پوست خشک‌شده و استخوان باقی مانده بود و رنگ لاشه کاملاً سیاه شده بود. هیچ مگسی اطراف لاشه دیده نمی‌شد و تعداد لاروها بسیار کم شده بودند، اما سوسک‌های خانواده Dermestidae, Cleridae و مورچه‌های بزرگ خانواده Myrmicinae و هزارپاها، اطراف و روی لاشه دیده می‌شدند. درصورتی‌که در فصل پاییز که میانگین دما و رطوبت به ترتیب °C ۲۵ و ۱۶٪ بود و تقریبا یک ماه از گذاشتن لاشه در محل مورد مطالعه گذشته بود،

شکل شمارهٔ ۳. لاشهٔ جنین گوساله، مرحلهٔ بادکردگی، کازرون تابستان ۱۳۹۴

شکل شمارهٔ ۴. لاشهٔ جنین گوساله، مرحلهٔ بادکردگی، کازرون پاییز ۱۳۹۴

بوی لاشه کاملاً از بین رفته و فقط استخوان و پوست خشک‌شده باقی مانده بود. سوسک‌های Staphylinidae، Cleridae، Dermestidae و Scarabaeidae، سن‌های پوسیده‌خوار و مورچه‌هایی از خانوادهٔ Myrmicinae و Formicinae در لاشه دیده شدند.

بحث

پژوهش پیش رو اولین مطالعهٔ جامع در زمینهٔ حشره‌شناسی قانونی در حوضهٔ تعیین توالی حشرات در مراحل مختلف (تازه، بادکرده و پوسیدهٔ) لاشهٔ حیوانی در جنوب ایران و حتی کل کشور است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، روند ۵ مرحله پوسیدگی در مطالعهٔ ما دقیقاً مشابه مطالعات پیشین بود؛ به‌طوری‌که در این مطالعه، اولین بازدیدکنندگان لاشه در فصل تابستان، خانوادهٔ سارکوفاژیده و موسیده (مگس‌های خانگی) بودند

شکل شمارهٔ ۶. لاشهٔ جنین گوساله، اوایل مرحلهٔ پوسیدگی فعال، کازرون تابستان ۱۳۹۴

شکل شمارهٔ ۵. لاشهٔ جنین گوساله، مرحلهٔ بادکردگی، تخم‌گذاری مگس‌ها بر روی لاشه، کازرون، پاییز ۱۳۹۴

که در کمتر از ۱۰ دقیقه به سمت لاشه آمدند (۲۱). در مطالعهٔ Early و همکاران در سال ۱۹۸۶ نشان داده شد که توالی (ترتیب) کلنی در اجساد و در مناطق مختلف در سطح خانواده نسبتاً ثابت است که در مطالعهٔ ما نیز این موضوع صدق می‌کرد (۸).

همچنین در مطالعهٔ Early و همکاران و Payne در سال ۱۹۶۵، دیده شده بود که جنس و گونهٔ کلنی بندپایان بسیار سازگار با محیط‌زیست و خاص هر منطقهٔ جغرافیایی است. در مطالعهٔ ما نیز این موضوع دیده شد که کلنی خاص

شکل شمارهٔ ۷. لاشهٔ جنین گوساله، مرحلهٔ پوسیدگی فعال، کازرون پاییز ۱۳۹۴

هر منطقه در فصول مختلف، مگر در گونه‌های غالب، تفاوت زیادی نداشتند. بنابراین، الگوهای توالی در سطح جنس و گونه، همراه با شاخص‌های محل که در آن جسد پیدا شده است، قابل پیش‌بینی هستند (۴) که با مطالعهٔ ما همخوانی دارد.

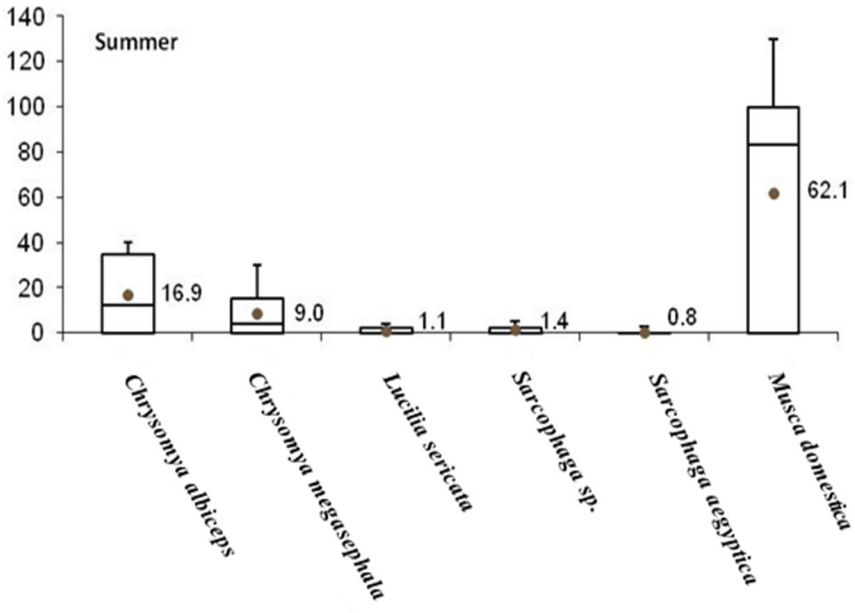
همچنین Reed در مطالعه‌ای در سال ۱۹۵۸ نشان داد که مگس‌های خانوادهٔ Calliphoridae و Sarcophgidae، تخم خود را در مرحلهٔ تازه بر روی لاشه می‌گذارند. نتیجهٔ این پژوهش هم دقیقاً با نتایج مطالعهٔ ما مطابقت داشت. در این بررسی، گونهٔ *Chrysomya albiceps* گونهٔ غالب فصل تابستان بود که با نتایج پژوهش James در سال ۱۹۴۵ مطابقت داشت.

در مطالعات انجام‌شده توسط Greenberg در سال ۱۹۷۳، Sychesraia در سال ۱۹۶۵ و James در سال ۱۹۴۵، گونهٔ *Calliphora vicini* در فصول خنک و مناطق شهری گزارش شده است که دقیقاً با نتیجهٔ پژوهش ما نیز مطابقت داشت؛ زیرا این گونه در فصل پاییز بر روی لاشه مشاهده و جمع‌آوری شد و در فصل تابستان بر روی لاشه دیده نشد (۲۰-۳۲).

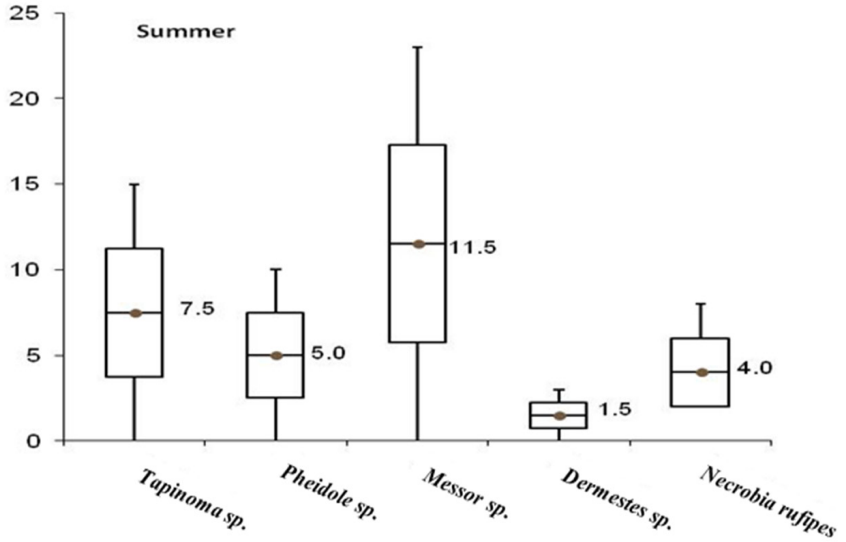
هشت گونهٔ ذکرشده از مگس‌های خانوادهٔ سارکوفاژیده در این تحقیق، شایع‌ترین گونه‌های جمع‌آوری‌شده بر روی لاشه بودند که مشابه است با نتایج این تحقیقات Zakharova:

شکل شمارهٔ ۸. لاشهٔ جنین گوساله، مرحلهٔ خشک‌شدگی، کازرون تابستان

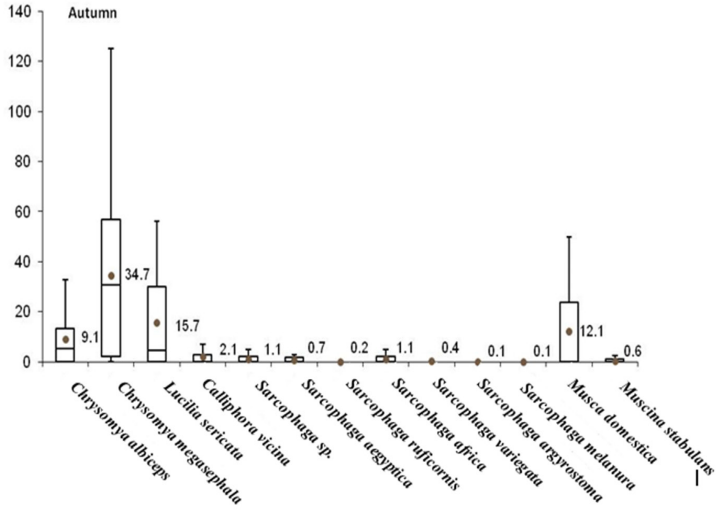
شکل شمارهٔ ۹. لاشهٔ جنین گوساله، مرحلهٔ خشک‌شدگی، کازرون پاییز



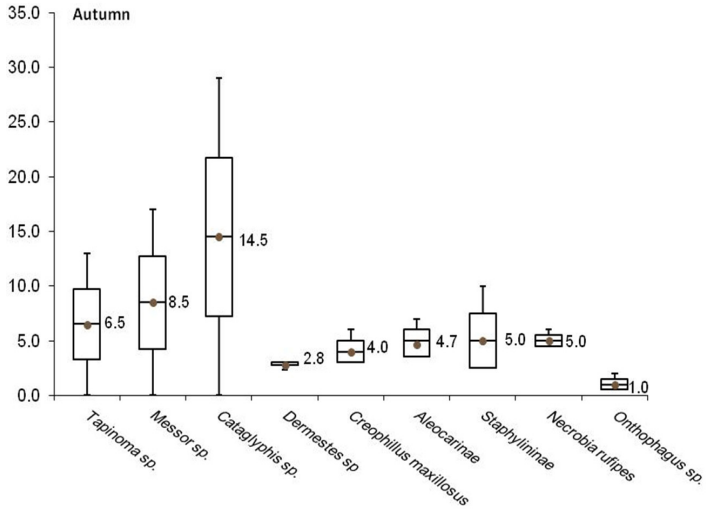
نمودار شمارهٔ ۴. نمودار جعبه‌ای، نشان‌دهندهٔ تراکم شش گونه از مگس‌های مهم قانونی بر روی لاشهٔ جنین گوساله، تابستان ۱۳۹۴، جنوب ایران، شهرستان کازرون



نمودار شمارهٔ ۵. نمودار جعبه‌ای، نشان‌دهندهٔ تراکم پنج گونهٔ مهم از سخت بالپوش‌ها و مورچه‌های مهم قانونی بر روی لاشهٔ جنین گوساله، تابستان ۱۳۹۴، جنوب ایران، شهرستان کازرون



نمودار شمارهٔ ۶. نمودار جعبه‌ای، نشان‌دهندهٔ تراکم ۱۳ گونهٔ مهم از مگس‌های مهم قانونی بر روی لاشهٔ جنین گوساله، پاییز ۱۳۹۴، جنوب ایران، شهرستان کازرون



نمودار شمارهٔ ۷. نمودار جعبه‌ای، نشان‌دهندهٔ تراکم ۹ گونه از سخت بالپوش‌ها و مورچه‌های مهم قانونی بر روی لاشهٔ جنین گوساله، تابستان ۱۳۹۴، جنوب ایران، شهرستان کازرون

در سال ۱۹۶۵، Mihalyi در سال ۱۹۷۹، Povolny و Hula در سال ۲۰۰۴، Pape در سال ۱۹۸۷، Mulieri و همکاران در سال ۲۰۰۸ و Mahat و همکاران در سال ۲۰۱۶ (۲۷،۳۰،۳۶). همچنین مطابق با مطالعهٔ Rodriquez و Bass در سال ۱۹۸۳، سوسک‌های مهم قانونی از خانواده‌های Scarabaeidae، Cleridae، Dermestidae و Staphylinidae در مطالعهٔ ما نیز در زمان پوسیدگی مشاهده و جمع‌آوری شدند. در واقع از زمان آغاز پوسیدگی (پایان نفخ) تا آخرین روزهای پوسیدگی، سوسک‌ها حاضر بودند (۳۲).

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه نخستین گام به سوی دانش پایه از الگوهای توالی حضور بندپایان در ایران است و نشان می‌دهد که بررسی و تعیین توالی حشرات مهم پزشکی قانونی در مراحل مختلف تجزیهٔ لاشه در شناسایی زمان و مکان قتل کمک بسیار شایانی به افراد دست‌اندرکار خصوصاً در پزشکی قانونی خواهد کرد.

همچنین این مطالعه نشانگر آن است که الگوهای توالی از گونه‌های حشرات در دوره‌های مختلف فصلی و حتی در سایت‌های مختلف توالی‌ها متفاوت هستند و در تعیین PMI بسیار مهم و حائز اهمیت هستند. به‌طوری‌که نوع، ترکیب و توالی بندپایان بر روی جسد، نشان‌دهندهٔ مراحل مختلف تجزیه است. شرایط محیطی و همین‌طور مدت‌زمان قرارگیری در محیط بسیار مهم است. همچنین ترکیب فون و روند الگوهای توالی در دو فصل یکسان بود و فقط تفاوت‌هایی در مدت‌زمان پوسیدگی و همین‌طور گونه‌های خاص هر فصل مشاهده شد. همچنین تنوع حشرات در فصل پاییز نیز بیشتر از فصل تابستان بود که نشان‌دهندهٔ الگوهای فصلی متفاوت است. لازم به ذکر است که می‌توان از مورچه‌ها که معمولاً در مطالعات قانونی نادیده گرفته می‌شوند، به‌عنوان ابزار دقیق قانونی استفاده کرد؛ زیرا در این مطالعه در هر دو فصل، به‌موقع (هم در ساعات اولیهٔ قرار دادن لاشه در سایت و هم در روزهای پایانی پوسیدگی) بر روی لاشه حاضر شدند؛ که البته باید به جنس و گونه‌های این حشره دقت شود؛ زیرا هر گونه در زمان خاص خود بر روی لاشه حاضر می‌شود.

سوسک‌های مهم ازنظر قانونی هم دقیقاً در زمان پوسیدگی ثانویه و خشک‌شدگی بر روی لاشه حاضر شدند که می‌توان در برآورد زمان مرگ از خانواده‌های مختلف این راسته از حشرات نیز کمک گرفت، البته به شرطی که توالی سوسک‌ها، فون هر منطقه و همین‌طور فصل در نظر گرفته شود.

و در آخر می‌توان نتیجه گرفت که اطلاعات در مورد تنوع و پراکندگی گونه‌ها، تعداد افراد از هرگونه و مراحل زندگی گونه‌های حاضر می‌تواند در مطالعات تعیین جانشینی مهم باشد و این اطلاعات می‌تواند برای تخمین PMI استفاده شود، به‌خصوص زمانی که از زمان مرگ فرد چندین هفته گذشته باشد. در واقع داده‌ها نشان می‌دهد که الگوهای هرساله مشابه یکدیگرند؛ درنتیجه برای تخمین و ارائهٔ PMI مناسب است، به شرطی که داده‌های محلی در زمان‌های مشخص را داشته باشیم.

سپاسگزاری

این پژوهش، منتج از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد نویسندهٔ اول است. بدین‌وسیله از راهنمایی‌های ارزشمند و همکاری استاد راهنما و اساتید مشاور این پژوهش صمیمانه سپاسگزاریم. همچنین سپاس ویژه داریم از متخصصین حشره‌شناسی در مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، خانم‌ها دکتر هلن عالی‌پناه، دکتر سایه سری و دکتر هیوا ناصرزاده که قبول زحمت کردند و تشخیص تعدادی از نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از راستهٔ بال غشائیان (مورچه‌ها) و قاب‌بالان را به عهده گرفتند. هزینهٔ این مطالعه توسط دانشگاه علوم پزشکی تهران در قالب طرح پژوهشی شمارهٔ ۲۹۸۹۲ پرداخت شده است.

References

1. Admendt J, Goff ML, Campobasso CP, Grassberger M. Current Concepts in Forensic Entomology. Spiringer Dordreht Heidelberg London New York; 2010. p. 377. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9684-6.
2. Akbarzadeh K, Wallman JF, Sulakova H, Szpila K. Species identification of Middle Eastern blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance. Parasitol Res. 2015 Apr;114(4):1463–72.https://doi.org/10.1007/s00436-015-4329-y PMID:25682434
3. Anderson GS, VanLaerhoven SL. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. J Forensic Sci. 1996;41(4):617–25 https://doi.org/10.1520/JFS13964J.
4. Anderson GS. Forensic entomology in British Columbia: A brief history. J Entomol Soc BC. 2001;98:127–35.
5. Byrd JH, Castner JL. Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. CRC press; 2009. https://doi.org/10.1201/NOE0849392153.
6. Catts EP, Goff ML. Forensic entomology in criminal investigations. Annu Rev Entomol. 1992;37(1):253–72.https://doi.org/10.1146/annurev.en.37.010192.001345 PMID:1539937
7. De Jong GD, Chadwick JW. Decomposition and arthropod succession on exposed rabbit carrion during summer at high altitudes in Colorado, USA. J Med Entomol. 1999 Nov;36(6):833–45.https://doi.org/10.1093/jmedent/36.6.833 PMID:10593088
8. Early M, Goff ML. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA. J Med Entomol. 1986 Sep;23(5):520–31.https://doi.org/10.1093/jmedent/23.5.520 PMID:3772956
9. Gomes L, Zuben CJ. Postfeeding radial dispersal in larvae of Chrysomya albiceps (Diptera: Calliphoridae): implications for forensic entomology. Forensic Sci Int. 2005 Dec;155(1):61–4.https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.11.019 PMID:16216712
10. Goff ML, Omori AI, Goodbrod JR. Effect of cocaine in tissues on the development rate of Boettcherisca peregrina (Diptera: sarcophagidae). J Med Entomol. 1989 Mar;26(2):91–3. https://doi.org/10.1093/jmedent/26.2.91. PMID:2709390
11. Goff ML, Brown WA, Hewadikaram KA, Omori AI. Effect of heroin in decomposing tissues on the development rate of Boettcherisca peregrina (Diptera, Sarcophagidae) and implications of this effect on estimation of postmortem intervals using arthropod development patterns. J Forensic Sci. 1991 Mar;36(2):537–42. https://doi.org/10.1520/JFS13055J PMID:2066728
12. Goff ML, Flynn MM. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands. J Forensic Sci. 1991 Mar;36(2):607–14. https://doi.org/10.1520/JFS13067J PMID:2066736
13. Goff ML, Brown WA, Omori AI. Preliminary observations of the effect of methamphetamine in decomposing tissues on the development rate of Parasarcophaga ruficornis (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on the estimations of postmortem intervals. J Forensic Sci. 1992 May;37(3):867–72. PMID:1629680
14. Goff ML. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. Forensic Sci Rev. 1993 Dec;5(2):81–94. PMID:26270076
15. Goff ML, Brown WA, Omori AI, LaPointe DA. Preliminary observations of the effects of amitriptyline in decomposing tissues on the development of Parasarcophaga ruficornis (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect to estimation of postmortem interval. J Forensic Sci. 1993 Mar;38(2):316–22. https://doi.org/10.1520/JFS13410J PMID:8454991
16. Goff ML, Brown WA, Omori AI, LaPointe DA. Preliminary observations of the effects of phencyclidine in decomposing tissues on the development of Parasarcophaga ruficornis (Diptera: sarcophagidae). J Forensic Sci. 1994 Jan;39(1):123–8. PMID:8113694
17. Goff ML, Lord WD. Entomotoxicology. A new area for forensic investigation. Am J Forensic Med Pathol. 1994 Mar;15(1):51–7. https://doi.org/10.1097/00000433-199403000-00012 PMID:8166117
18. Grassberger M, Reiter C. Effect of temperature on Lucilia sericata (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram. Forensic Sci Int. 2001 Aug;120(1-2):32–6. https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00413-3 PMID:11457606
19. Gunn A, Bird J. The ability of the blowflies Calliphora vomitoria (Linnaeus), Calliphora vicina (Rob-Desvoidy) and Lucilia sericata (Meigen) (Diptera: Calliphoridae) and the muscid flies Muscina stabulans (Fallén) and Muscina prolapsa (Harris) (Diptera: Muscidae) to colonise buried remains. Forensic Sci Int. 2011 Apr;207(1-3):198–204. https://doi.org/10.1016/j.

forsciint.2010.10.008 PMID:21071161

20. Greenberg B, Singh D. Species identification of calliphorid (Diptera) eggs. J Med Entomol. 1995 Jan;32(1):21–6.https://doi.org/10.1093/jmedent/32.1.21 PMID:7869338

21. Hall RD. (2001) Perceptions and status of forensic entomology In: Byrd JH, Castner JL (eds) Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. CRC, Boca Raton, Fla., pp

22. Kashyap VK, Pillay VV. Efficacy of entomological method in estimation of postmortem interval: a comparative analysis. Forensic Sci Int. 1989 Mar;40(3):245–50. https://doi.org/10.1016/0379-0738(89)90182-5 PMID:2731843

23. Matuszewski S, Bajerlein D, Konwerski S, Szpila K. An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. Forensic Sci Int. 2008 Sep;180(2-3):61–9. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.06.015 PMID:18715728

24. McKnight BE. The Washing Away of Wrongs: Forensic Medicine in Thirteenth Century China. Ann Arbor (Michigan): University of Michigan, Center for Chinese Studies; 1981.

25. 25) Mégnin P. La Faune des Cadavres.Gauthier-Villars et Fils, Paris; 1894. 214 pp, 28 figs

26. Mahat NA, Zainol-Abidin NL, Nordin NH, Abdul-Wahab R, Jayaprakash PT. Patterns of oviposition and development of Chrysomya megacephala (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) and Chrysomya rufifacies (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) on burned rabbit carcasses. Forensic Sci Int. 2016 Mar;260:9–13. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.12.047 PMID:26779962

27. Mihályi F. New and little known Sarcophagidae in the Carpathian Basin (Diptera). Acta Zool Acad Sci Hung. 1979.

28. Payne JA. A summer carrion study of the baby pig Sus scrofa Linnaeus. Ecology. 1965;46(5):592–602. https://doi.org/10.2307/1934999.

29. Rosilawati R, Baharudin O, Syamsa RA, Lee HL, Nazni WA. Effects of preservatives and killing methods on morphological features of a forensic fly, Chrysomya megacephala (Fabricius, 1794) larva. Trop Biomed. 2014 Dec;31(4):785–91. PMID:25776605

30. Povolný D, Hula V. Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun. 2004, 52, 91-102. Acta Univ Agric Silvic Mendel Brun. 2004;52:91–102.

31. Reed HB. A study of dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects. Am Midl Nat. 1958;59(1):213–45. https://doi.org/10.2307/2422385.

32. Rodriguez W, Bass W. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. J Forensic Sci. 1983;28(2):423–32. https://doi.org/10.1520/JFS11524J.

33. Shiao SF, Yeh TC. Larval competition of Chrysomya megacephala and Chrysomya rufifacies (Diptera: Calliphoridae): behavior and ecological studies of two blow fly species of forensic significance. J Med Entomol. 2008 Jul;45(4):785–99.https://doi.org/10.1093/jmedent/45.4.785 PMID:18714884

34. Szpila K. Key for the identification of third instars of European blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance. Current concepts in forensic entomology. Springer; 2009. pp. 43–56. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9684-6_3.

35. Tabor KL, Brewster CC, Fell RD. Analysis of the successional patterns of insects on carrion in southwest Virginia. J Med Entomol. 2004 Jul;41(4):785–95. https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.4.785 PMID:15311476

36. Tullis K, Goff ML. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawai'i. J Med Entomol. 1987 May;24(3):332–9.https://doi.org/10.1093/jmedent/24.3.332 PMID:3585928

37. Watson EJ, Carlton CE. Insect succession and decomposition of wildlife carcasses during fall and winter in Louisiana. J Med Entomol. 2005 Mar;42(2):193–203.https://doi.org/10.1093/jmedent/42.2.193 PMID:15799530

38. Zumpt F. Myiasis in Man and Animals in the Old World. A Textbook for Physicians, Veterinarians and Zoologists. Myiasis in Man and Animals in the Old World. A Textbook for Physicians, Veterinarians and Zoologists; 1965.

39. Zakharova NF. [On the ecology of flies of the family Sarcophagidae (Diptera)]. Med Parazitol (Mosk). 1965 Sep-Oct;34(5):533–50. PMID:5877775