



Original Research Paper

Investigation of the species diversity of Coleoptera in Alborz Province (Coleoptera: Carabidae)

Arash Eshkoob¹, Jamasb Nozari^{2*}, Soheil Eagderi³

¹ Department of Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

³ Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Key Words

Fauna
Carabidae
Alborz
Dominant species
Species diversity

Abstract

Introduction: The aim of this study was to investigate species diversity of the ground beetles, Carabidae Latreille, 1802 family in Alborz Province in three regions, including Karaj, Eshtehard and Taleghan.

Materials & Methods: For this purpose, during 2016 and 2017, a total of 27 stations were sampled using pitfall traps. The Shannon-Wiener index was calculated as an index of species diversity.

Results: According to the results, a total of 329 ground beetles, including 36 species belonging to 20 genera and 9 subfamilies were identified in the studied areas, which included 15 new records for Alborz Province. The most dominant species in Karaj were *Harpalus (Pseudoophonus) griseus* (Panzer, 1796), *Harpalus (Pseudoophonus) rufipes* (Degeer, 1774), *Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus* (Duftschmid, 1812) and *Calathus (Neocalathus) cinctus* (Motschulsky, 1850). *Zabrus (Zabrus) morio morio* (Ménétriés, 1832) and *Grammognatha euphratica* (Dejean, 1822) in Eshtehard and *Ditomus calydonius oriens* (Dvořák, 1993), *Calathus (Calathus) syriacus* (Chaudoir, 1863) and *Harpalus (Harpalus) oblitus oblitus* (Dejean, 1829) in Taleghan were dominant.

Conclusion: The results of the nonparametric biodiversity indices (Shannon-Wiener) showed that Karaj had the highest species diversity.

* Corresponding Author's email: nozari@ut.ac.ir

Received: 25 March 2021; Reviewed: 1 May 2021; Revised: 5 July 2021; Accepted: 9 August 2021

(DOI): 10.22034/AEJ.2021.293566.2576

مقاله پژوهشی

بررسی تنوع گونه‌های سخت بال‌پوشان خانواده کارابیده در استان البرز (Coleoptera: Carabidae)

آرش اشکوب^۱، جاماسب نوزری^{۲*}، سهیل ایگدری^۳

^۱ گروه محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۳ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: مطالعه حاضر با هدف بررسی تنوع گونه‌های سوسک‌های زمینی خانواده کارابیده در استان البرز در سه منطقه کرج، اشتهارد و طالقان اجرا شد.

مواد و روش‌ها: بدین منظور در طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مجموع از ۲۷ ایستگاه از سه منطقه فوق با استفاده از تله گودالی نمونه‌برداری صورت گرفت. شاخص شانون-وینر نیز به‌عنوان شاخص تنوع گونه‌ای محاسبه شد.

نتایج: براساس نتایج در مجموع ۳۲۹ سخت‌بال‌پوش از خانواده کارابیده شامل ۳۸ گونه متعلق به ۱۹ جنس و ۹ زیرخانواده در سه

منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند که شامل ۱۵ ثبت (گزارش) جدید برای استان البرز بود. غالب‌ترین گونه‌های کرج *Harpalus*

Harpalus، *Harpalus (Pseudoophonus) rufipes* (Degeer, 1774)، *(Pseudoophonus) griseus* (Panzer, 1796)

Calathus (Neocalathus) cinctus Motschulsky، و *(Harpalus) distinguendus distinguendus* (Duftschmid, 1812)

بودند. در اشتهارد ۲ گونه *Zabrus (Zabrus) morio morio* (Ménétriés, 1832) و *Grammognatha euphratica*

(Dejean, 1822) غالب بودند و در طالقان غالبیت با گونه‌های *Ditomus calydonius oriens* (Dvořák, 1993)

و *Calathus (Calathus) syriacus* (Chaudoir, 1863) و *Harpalus (Harpalus) oblitus oblitus* (Dejean, 1829) به‌دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از محاسبه شاخص تنوع گونه‌ای (شانون-وینر) نشان داد که کرج دارای بیش‌ترین تنوع گونه‌ای

می‌باشد.

مقدمه

ایستگاه‌های نمونه‌برداری تعیین گردید. نمونه‌برداری طی ۱۴ ماه از فروردین تا پایان مهرماه ۱۳۹۵ و از فروردین تا پایان مهرماه ۱۳۹۶ از ایستگاه‌های نمونه‌برداری شامل سه ایستگاه اصلی (کرج، اشتهارد و طالقان) و در هر منطقه نیز ۳ ایستگاه فرعی و هر ایستگاه فرعی با ۳ تکرار، انجام شد (جدول‌های ۱، ۲ و ۳). الگوی نمونه‌برداری در هر تکرار ایستگاه فرعی به صورت سیستماتیک-تصادفی بود (۱۳، ۱۴). لازم به ذکر است که در طی فصل‌های پاییز و زمستان سوسک‌ها در خواب بوده و امکان نمونه‌برداری وجود نداشت. به منظور به دام انداختن سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده از تله‌گودالی (۱۵) استفاده شد (۱۶). در این روش از ظرف‌هایی به عمق ۲۰ سانتی‌متر و دهانه ۱۸ سانتی‌متر که درون آن‌ها تا عمق میانگین ۱۵ سانتی‌متری با آب نمک ۳۰ درصد پر شده بود، استفاده شد، سپس ظرف‌ها درون زمین به گونه‌ای قرار داده شدند که لبه آن‌ها هم سطح و یا کمی پایین‌تر از سطح خاک بود. جمع‌آوری نمونه‌ها ۳ بار در ماه از تله‌های گودالی انجام شد و نمونه‌ها پس از شناسایی بر اساس کلید شناسایی در سطح گونه مشخص شدند (۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱).

جدول ۱: مختصات جغرافیایی و ارتفاع ایستگاه‌های منطقه کرج

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی (X)	عرض جغرافیایی (Y)
۱	۴۹۶۱۹۶	۳۹۶۲۴۲۹
۲	۴۹۴۹۲۵	۳۹۶۲۲۷۴
۳	۴۹۵۹۹۷	۳۹۶۱۱۹۶
۴	۴۹۳۶۸۹	۳۹۵۹۳۳۱
۵	۴۹۴۴۲۹	۳۹۵۸۳۱۱
۶	۴۹۳۱۹۳	۳۹۵۸۶۷۶
۷	۴۹۸۴۴۵	۳۹۵۶۶۷۷
۸	۴۹۹۵۳۰	۳۹۵۷۳۴۳
۹	۵۰۲۰۳۶	۳۹۵۸۱۷۱

جدول ۲: مختصات جغرافیایی و ارتفاع ایستگاه‌های منطقه اشتهارد

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی (X)	عرض جغرافیایی (Y)
۱۰	۴۷۶۳۱۶	۳۹۵۲۹۱۲
۱۱	۴۷۶۳۵۱	۳۹۵۴۸۳۴
۱۲	۴۷۳۸۰۶	۳۹۵۱۷۲۴
۱۳	۴۷۰۳۴۰	۳۹۵۵۵۹۰
۱۴	۴۷۱۲۶۴	۳۹۵۵۹۷۰
۱۵	۴۶۹۴۰۰	۳۹۵۷۹۰۷
۱۶	۴۵۰۷۹۷	۳۹۴۹۰۱۶
۱۷	۴۵۲۲۹۸	۳۹۵۲۴۲۹
۱۸	۴۵۳۱۵۷	۳۹۴۹۲۰۷

جدول ۳: مختصات جغرافیایی و ارتفاع ایستگاه‌های منطقه طالقان

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی (X)	عرض جغرافیایی (Y)
۱۹	۴۶۸۹۹۲	۳۹۹۱۰۷۱
۲۰	۴۷۰۲۴۱	۳۹۹۴۴۷۴
۲۱	۴۷۱۹۶۶	۳۹۹۳۲۹۹
۲۲	۴۸۶۹۰۲	۴۰۰۵۰۲۷
۲۳	۴۸۷۴۵۶	۴۰۰۳۱۰۴
۲۴	۴۸۸۷۹۰	۴۰۰۲۸۷۷
۲۵	۴۹۶۴۹۶	۴۰۰۸۰۹۰
۲۶	۵۰۰۲۵۲	۴۰۰۹۷۱۶
۲۷	۴۹۷۸۱۰	۴۰۰۹۰۹۸

شناخت و حفاظت تنوع زیستی از جمله اهداف اصلی مدیریت محیط زیست می‌باشد (۱). تنوع گونه‌ای و پراکنش بالای جهانی سوسک‌های زمینی خانواده کارابیده (Coleoptera: Adepaga: Carabidae) بیانگر اهمیت اکولوژیکی آن‌هاست (۲). اعضای این خانواده بیش از ۴۰ هزار گونه شناخته شده در دنیا دارند که در بسیاری از نقاط زمین از زیر سنگ و لاشبرگ تا بالای درختان زیست می‌کنند و از لحاظ اندازه نیز کوچک تا متوسط بوده و دارای رنگ تیره از متالیک تا درخشان هستند (۳). اعضای این خانواده از نظر تغذیه‌ای فرصت‌طلب بوده و دامنه وسیعی از مواد غذایی را مورد استفاده قرار می‌دهند. اغلب آن‌ها شکارگرهای بی‌مهرگان و حشرات هستند. همچنین جستجوی آن‌ها تصادفی بوده و یا این‌که در گونه‌های روزگرد به جستجوی غذا می‌پردازند (۴)، به علاوه برخی از آن‌ها از جمله زیرخانواده‌های Harpalinae و Zabrinae دارای رژیم گیاه‌خواری هستند (۵). گونه‌های خانواده کارابیده در اکوسیستم‌های کشاورزی به واسطه شکار آفات از جمله قارچ‌ها، شته و بید، کنه و حلزون و لاروهای آن‌ها و همچنین تغذیه از علف‌های هرز (۶، ۷) و بازیافت مواد غذایی خاک (۸) از اهمیت بوم‌شناختی بالایی برخوردارند. تاکنون پژوهش‌هایی در رابطه با تنوع گونه‌های سوسک‌های کارابیده در استان‌های مختلف ایران انجام گرفته است که برخی از آن‌ها از جمله سوسک‌های زمینی (Coleoptera: Carabidae) آذربایجان، ایران (۳)؛ سوسک‌های زمینی استان گیلان، ایران (Coleoptera, Carabidae) (۹) و مطالعه سوسک‌های زمینی (Coleoptera: Carabidae) در بخش‌هایی از نقاط شمال غربی ایران (۱۰) می‌باشد. با توجه به توسعه انسانی و تخریب زیستگاه سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده به‌ویژه در گونه‌های شکارگر بزرگ که پراکنش بالایی نیز دارند (۱۱، ۱۲)، و با توجه به تأثیر مثبتی که این خانواده در کنترل آفات کشاورزی، مرتعی و جنگلی دارند و همچنین به‌کارگیری آن‌ها در برنامه‌های کنترل بیولوژیک رو به افزایش است، بر این اساس بررسی تنوع گونه‌های آن‌ها به‌ویژه در مناطق در حال توسعه انسانی از اولویت‌های تحقیقاتی می‌باشد. از این‌رو مطالعه حاضر به منظور بررسی تنوع گونه‌های سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در سه منطقه کرج، اشتهارد و طالقان استان البرز به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای نمونه‌برداری از سه منطقه مورد نظر براساس ویژگی‌های محیطی از جمله پهنه‌بندی ارتفاع و پارامترهای مربوط به خاک جهت انتخاب ایستگاه، بررسی صورت گرفت. سپس با بررسی‌های مقدماتی محیطی

محاسبه شد. به علاوه مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی بین ۳ منطقه مورد مطالعه با استفاده از آزمون ANOVA پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov انجام شد. در ضمن سطح معنی‌داری نیز ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج

در این تحقیق در طی دوره نمونه‌برداری ۳۲۹ سخت‌بال‌پوش خانواده کارابیده شامل ۳۸ گونه متعلق به ۱۹ جنس و ۹ زیرخانواده شناسایی شد (جدول ۴، ۵ و ۶). نتایج واریانس داده‌های ۳ منطقه مورد مطالعه کرج، اشتهارد و طالقان برابری واریانس نمونه‌ها را نشان داده است ($P < 0.05$). همچنین نتایج مقایسه فراوانی سوسک‌های کارابیده در جدول ۷ آورده شده است که بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری بین ۳ منطقه مورد مطالعه بود. شاخص تنوع شانون به همراه نتایج مقایسه آن‌ها بین مناطق مورد مطالعه در جدول ۸ ارائه شده است. براساس نتایج تنوع شانون-وینر، منطقه کرج اختلاف معنی‌داری با مناطق اشتهارد و طالقان نشان داد ($P < 0.05$)، ولی بین دو منطقه اشتهارد و طالقان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). به عبارت دیگر تنوع گونه‌ای منطقه کرج به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از دو منطقه دیگر بود.

شاخص‌های تنوع زیستی: برای ارزیابی داده‌ها با استفاده از شاخص‌های عددی مبتنی بر تئوری اطلاعات، شاخص عددی شانون وینر (۲۲) انتخاب شد. در این شاخص فرض بر این است که افراد از یک جامعه بی‌نهایت بزرگ و به‌صورت تصادفی نمونه‌گیری شده‌اند. شاخص شانون-وینر طبق معادله زیر تعریف می‌شود: $H' = -\sum P_i \ln(P_i)$ در معادله فوق H' شاخص شانون-وینر، P_i نسبت گونه خاص در منطقه و \ln لگاریتم طبیعی می‌باشد.

همچنین نسبت گونه‌ای خاص بر اساس معادله زیر محاسبه شد:

$$P_i = S / N$$

در فرمول فوق S تعداد کل گونه‌ها و N تعداد کل افراد همه گونه‌ها می‌باشد.

مقدار شاخص شانون-وینر از یک محیط تحت استرس شدید با آلودگی زیاد، از مقدار عددی صفر شروع می‌شود و تا حدود ۵ الی ۶ که بیانگر یک محیط سالم است می‌رسد (۲۳، ۲۴). شاخص تنوع زیستی شانون-وینر با استفاده از نرم‌افزار PAST v2.17b محاسبه شد. کلیه آزمون‌های آماری هم در نرم‌افزارهای SPSS (نسخه ۲۳) و PAST انجام شدند.

تحلیل آماری: داده‌های تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در هر ایستگاه به‌صورت ماهانه براساس روش طبقه‌بندی Heydeman (۲۵) محاسبه و در نرم‌افزار Excel وارد گردید. سپس توصیف‌های آماری شامل میانگین، درصد، فراوانی و انحراف معیار

جدول ۴: ساختار ترکیب گونه‌ای سوسک‌های زمینی کارابیده در کرج طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶

درجه غالبیت	% فراوانی	تعداد	زیرخانواده	گونه
Dominant	۱۰/۲۶	۸	Pterostichinae	<i>Calathus (Neocalathus) cinctus</i> Motschulsky, 1850
Dominant	۱۶/۶۷	۱۳	Harpalinae	<i>Harpalus (Pseudoophonus) rufipes</i> (Degeer, 1774)
Dominant	۱۱/۵۴	۹	Harpalinae	<i>Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)
Rare	۳/۸۵	۳	Pterostichinae	<i>Amara (Amara) similata</i> (Gyllenhal, 1810)
Subdominant	۸/۹۷	۷	Platyninae	<i>Calathus (Calathus) syriacus</i> Chaudoir, 1863
Rare	۱/۲۸	۱	Carabinae	<i>Calosoma (Caminara) imbricatum deserticola</i> Semenov, 1897
Subdominant	۷/۶۹	۶	Harpalinae	<i>Harpalus</i> sp.
Rare	۱/۲۸	۱	Harpalinae	<i>Calathus (Neocalathus) ambiguus</i> (Paykull, 1790)
Rare	۲/۵۶	۲	Pterostichinae	<i>Amara</i> sp. 1
Rare	۲/۵۶	۲	Harpalinae	<i>Calathus</i> sp.
Rare	۱/۲۸	۱	Pterostichinae	<i>Amara (Amara) aenea</i> (DeGeer, 1774)
Rare	۱/۲۸	۱	Lebiinae	<i>Lebia (Lamprias) cyanocephala cyanocephala</i> (Linnaeus, 1758)
Dominant	۲۱/۷۹	۱۷	Harpalinae	<i>Harpalus (Pseudoophonus) griseus</i> (Panzer, 1796)
Rare	۱/۲۸	۱	Harpalinae	<i>Harpalus (Harpalus) rubripes</i> (Dufschmid, 1812)
Rare	۱/۲۸	۱	Pterostichinae	<i>Zabrus (Zabrus) morio morio</i> Ménétré, 1832
Rare	۳/۸۵	۳	Broschinae	<i>Brosicus cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)
Rare	۱/۲۸	۱	Harpalinae	<i>Acinopus (Acinopus) picipes</i> (Olivier, 1795)
Rare	۱/۲۸	۱	Harpalinae	<i>Harpalus (Pseudoophonus) calceatus</i> (Duftschmid, 1812)

جدول ۵: ساختار ترکیب گونه‌های سوسک‌های زمینی کارابیده در اشتهارد طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶

درجه غالبیت	٪ فراوانی	تعداد	زیرخانواده	گونه
Rare	۳/۸۵	۳	Scaritinae	<i>Distichus (Distichus) planus</i> (Bonelli, 1813)
Dominant	۲۶/۹۲	۲۱	Cicindelinae	<i>Grammognatha euphratica</i> (Dejean, 1822)
Rare	۱/۲۸	۱	Harpalinae	<i>Microlestes</i> sp.
Rare	۲/۵۶	۲	Harpalinae	<i>Harpalus (Pseudoophonus) rufipes</i> (Degeer, 1774)
Subdominant	۶/۴۱	۵	Harpalinae	<i>Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)
Rare	۱/۲۸	۱	Pterostichinae	<i>Amara</i> sp. (Damaged)
Eudominant	۳۹/۷۴	۳۱	Pterostichinae	<i>Zabrus (Zabrus) morio morio Ménériés</i> , 1832
Subdominant	۵/۱۳	۴	Harpalinae	<i>Penthus tenebrioides</i> (Waltl, 1838)
Rare	۱/۲۸	۱	Harpalinae	<i>Dixus obscurus</i> (Dejean 1825)
Rare	۲/۵۶	۲	Harpalinae	<i>Ditonus calydonius oriens</i> (Dvořák, 1993)
Rare	۱/۲۸	۱	Pterostichinae	<i>Calathus (Neocalathus) cinctus</i> Motschulsky, 1850
Rare	۱/۲۸	۱	Siagoninae	<i>Siagona europaea europaea</i> Dejean, 1826
Rare	۱/۲۸	۱	Licininae	<i>Chlaenius (Chlaenius) festivus</i> Panzer, 1796
Rare	۱/۲۸	۱	Platyninae	<i>Calathus (Calathus) syriacus</i> Chaudoir, 1863
Rare	۱/۲۸	۱	Cicindelinae	<i>Cephalota (Taenidia) deserticola</i> (Faldermann, 1836)
Rare	۲/۵۶	۲	Lebiinae	<i>Cymindis</i> sp.

جدول ۶: ساختار ترکیب گونه‌های سوسک‌های زمینی کارابیده در طالقان طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶

درجه غالبیت	٪ فراوانی	تعداد	زیرخانواده	گونه
Rare	۱/۷۳	۳	Pterostichinae	<i>Calathus (Neocalathus) cinctus</i> Motschulsky, 1850
Eudominant	۳۲/۳۷	۵۶	Platyninae	<i>Calathus (Calathus) syriacus</i> Chaudoir, 1863
Subrare	۰/۵۸	۱	Pterostichinae	<i>Zabrus (Zabrus) morio morio Ménériés</i> , 1832
Subrare	۰/۵۸	۱	Harpalinae	<i>Ophonus</i> sp.
Rare	۲/۸۹	۵	Harpalinae	<i>Acinopus (Acinopus) laevigatus Ménériés</i> , 1832
Subrare	۰/۵۸	۱	Pterostichinae	<i>Zabrus</i> sp.1
Eudominant	۳۳/۵۳	۵۸	Harpalinae	<i>Ditonus calydonius oriens</i> (Dvořák, 1993)
Subrare	۰/۵۸	۱	Harpalinae	<i>Harpalus (Harpalus) saxicola</i> Dejean, 1829
Rare	۱/۷۳	۳	Harpalinae	<i>Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)
Rare	۱/۷۳	۳	Harpalinae	<i>Tschitscherinellus oxygonus</i> (Chaudoir, 1850)
Dominant	۱۸/۵۰	۳۲	Harpalinae	<i>Harpalus (Harpalus) oblitus oblitus</i> Dejean, 1829
Subrare	۰/۵۸	۱	Harpalinae	<i>Harpalus (Harpalus) rubripes</i> (Dufschmid, 1812)
Rare	۱/۱۶	۲	Harpalinae	<i>Ophonus</i> sp.1
Subrare	۰/۵۸	۱	Pterostichinae	<i>Zabrus</i> sp.
Subrare	۰/۵۸	۱	Lebiinae	<i>Cymindis</i> sp.
Rare	۲/۳۱	۴	Lebiinae	<i>Cymindis (Menas) miliaris</i> (Fabricius, 1801)

جدول ۷: مقایسه فراوانی سخت‌بالپوشان خانواده کارابیده در مناطق مورد مطالعه

منطقه	انحراف معیار \pm میانگین	df	F	P. value
کرج	۴/۳۳ \pm ۴/۰۱			
اشتهارد	۴/۸۸ \pm ۴/۳۶	۲ و ۴۷	۱/۳۸۲	۰/۲۶۱ ^{ns}
طالقان	۱۰/۸۱ \pm ۱۰/۵۲			

^{ns}(no significant): اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (p>۰/۰۵).

جدول ۸: مقایسه شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر (H') در مناطق مورد مطالعه

منطقه	تعداد گونه	شاخص شانون (H')	آماره t	df	p-value
کرج	۱۸	۲/۳۰	۲/۷۸۷	۱۴۳/۷۹	۰/۰۰۶ *
اشتهارد	۱۶	۱/۸۰			
کرج	۱۸	۲/۳۰	۴/۶۶۷۲	۱۸۲/۳۳	۰/۰۰۰ *
طالقان	۱۶	۱/۶۶			
اشتهارد	۱۶	۱/۸۰	۰/۱۸۶۵۴۹	۱۳۸/۵	۰/۳۸۸ ns
طالقان	۱۶	۱/۶۶			

ns (no significant): اختلاف معنی دار وجود ندارد ($P > 0/05$). *: اختلاف معنی دار وجود دارد ($P < 0/05$).

بحث

امروزه نرخ بالای انقراض گونه‌ها و پیمان‌نامه‌های تنوع زیستی به واسطه توسعه فعالیت‌های انسانی، برای مطالعات تنوع زیستی افق جدیدی گشوده است (۲۶). مطالعات متعددی در سطح کشور در رابطه با سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده خصوصاً در زمینه فونستیک انجام گرفته است، ولی تحقیقات به نسبت کم‌تری در مورد تنوع گونه‌ای (تنوع زیستی) سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در منطقه مورد مطالعه این تحقیق (استان البرز) انجام شده است. در مطالعه Mohammadi و همکاران، در استان البرز، ۲۶ گونه متعلق به ۱۷ جنس گزارش شده است (۲۷). هم‌چنین در مطالعه Maleki و Seyedi، بر روی قبیله Bembidiini (Col: Carabidae) در طالقان ۱۰ گونه متعلق به جنس *Bembidion* گزارش شده است که دو گونه به‌عنوان گزارش جدید از ایران معرفی شدند (۲۸). به‌علاوه تنوع زیستی سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در سایر نقاط ایران مطالعات متعددی به انجام رسیده است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعه Sadeghi Namaghi و همکاران، در مزارع و باغات استان‌های کرمان، خراسان رضوی و خراسان شمالی در طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۰ اشاره نمود که ۲۳ گونه متعلق به ۱۷ جنس و ۱۰ زیرخانواده را گزارش نمودند که در این مطالعه ۳ ثبت جدید برای اولین بار از ایران گزارش گردید (۴). در تحقیقی که توسط Maleki، در البرز مرکزی بر روی جنس *Bembidion* (Coleoptera: Carabidae) صورت گرفت، تعداد ۸ گونه و ۵ زیرجنس را گزارش کرد که یک گونه ثبت جدید برای البرز مرکزی بود (۲۹). هم‌چنین Atamehr، فون سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده را در آذربایجان مورد مطالعه قرار داد که در این بین نمونه‌هایی از ۱۲ زیرخانواده شناسایی شد (۳). در این میان ۳ گونه *Harpalus*، *Brosicus cephalotes* و *Pseudoophonus calceatus* (Amara) (*Xenocelia*) *ingenua* برای اولین بار از ایران گزارش شدند. هم‌چنین Nozari و Azadbakhsh، چک لیست گونه‌های این خانواده را که شامل ۹۵۵ گونه و زیرگونه متعلق به ۱۵۵ جنس و ۲۶ زیرخانواده است را با تعیین پراکنش در

ایران منتشر نمودند (۳۰). در مطالعه فونستیک Keikhosravi و همکاران، بر روی سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در شمال شرقی ایران، از جمله استان‌های خراسان رضوی، خراسان شمالی و گلستان که طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۶ انجام شده است در مجموع ۳۵ گونه متعلق به ۲۲ جنس و ۷ زیرخانواده از سوسک‌های زمینی جمع‌آوری شده در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد و در این میان زیرخانواده Harpalinae بیش‌ترین تعداد را داشت. در کل ۱۸ گونه از جمله شش گونه از استان خراسان رضوی، هفت گونه از استان خراسان شمالی و پنج گونه از استان گلستان برای اولین بار از این مناطق گزارش شد (۳۱). Muilwijk، در مناطق کوهستانی مرتفع در امتداد مرز ایران و ترکیه در استان آذربایجان غربی، دو گونه از جنس‌های *Nebria* و *Deltomerus* را شناسایی کرد. این دو گونه *Nebria* و *Deltomerus* با گونه‌های شناخته شده ایرانی به‌وضوح متفاوت بودند، اما مربوط به گونه‌های ترکیه بودند. در نهایت Chaudoir (*Pterostichus cryobioides*) (1868) و *Nebria (N.) mandibularis* (Bates, 1872) برای اولین بار از ایران گزارش شدند (۳۲). در مطالعه Ghobadi و همکاران، در مجموع ۴۸۵ نمونه متعلق به ۲۳ گونه، ۱۷ جنس، ۱۲ قبیله و ۹ زیرخانواده شناسایی شد که ۱۴ گونه برای استان تهران گزارش جدید بود و بیش‌ترین فراوانی نیز مربوط به گونه *Distichus (Distichus) planus* (Bonelli, 1813) بود (۳۳). Darvish-Motevalli و Shayanmehr، در پژوهشی که در مزرعه برنج واقع در شهرستان قائم‌شهر (استان مازندران) انجام گرفت ۱۶ گونه متعلق به ۱۳ جنس، ۹ قبیله و ۶ زیرخانواده را شناسایی کردند که ۶ گونه برای اولین بار از استان مازندران گزارش شد. در بین گونه‌های شناسایی شده بیش‌ترین فراوانی مربوط به گونه *Harpalus rufipes* (DeGeer 1774) بود (۳۴). در پژوهش Alikhani و همکاران، سه روش استخراج DNA شامل Salting out، CTAB و STE بر مبنای تکثیر قطعه‌ای ۷۱۰ جفت بازی از ژن سیتوکروم اکسیداز I که در شناسایی مولکولی حشرات کاربرد دارد با یکدیگر مقایسه شدند. پس از بررسی قطعه تکثیر شده بر

نگرفته است و در نمونه برداری هایی که از مزارع پنبه و علفزارهای اطراف آن‌ها در ایران صورت گرفت در مجموع ۱۵ گونه و زیرگونه متعلق به ۱۶ زیرخانواده از ۱۸ منطقه مختلف جمع‌آوری کردند که ۸ گونه آن رکورد تازه محسوب می‌شود (۴۰). Salari و همکاران، نیز در بررسی فون سوسک‌های زمینی استان گیلان تعداد ۱۶ گونه از خانواده Carabidae را گزارش کردند (۹). هم‌چنین در مطالعه مشابه Samin ۲۸ گونه متعلق به ۲۳ جنس و ۹ زیرخانواده (Bembidiinae, Brachininae, Callistinae, Carabinae, Cicindelinae, Harpalinae, Lebiinae, Nebriinae, Pterostichinae) و خانواده Carabidae ثبت شد (۱۰). فون سخت‌بال پوشان خانواده Carabidae به شکل مناسبی در ایران مورد مطالعه قرار گرفته است، ولی از آن‌جا که ایران کشوری بزرگ با مناطق جغرافیایی متنوع و آب و هوای مختلف است، انتشار گاه و بیگاه رکوردهای تازه تنوع بالای سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده را در ایران نشان می‌دهد. مطالعات فونستیک به مشخص شدن توزیع سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده در مکان‌های مختلف و هم‌چنین اکوسیستم‌ها و سیستم‌های زراعی مختلف ایران کمک می‌کند. از آن‌جا که این حشرات شکارچیان مفیدی هستند که آفات کشاورزی را مورد حمله قرار می‌دهند، حفاظت از آن‌ها همان چیزی است که می‌تواند به کشاورزان آموزش داده شود (۱۰). Wrase و Azadbakhsh در غرب ایران، استان فارس و منطقه سپیدان در ارتفاع ۲۰۶۰ متری یک گونه جدید از جنس *Acinopus* Dejean, 1821 به نام *Acinopus* قبيله که به ۷ زیرخانواده (*Chlaeniinae*, *Carabinae*, *Bembidiinae*, *Harpalinae*, *Cicindelinae* و *Pterostichinae*) و *Scaritinae*) تعلق داشتند، جمع‌آوری شد (۳۷). هم‌چنین فون سوسک‌های زمینی (Coleoptera: Carabidae) در استان مازندران در مطالعه Samin و Sakenin، بررسی و در مجموع ۱۵ گونه از ۱۳ جنس و ۹ زیرخانواده جمع‌آوری شد که در نهایت دو گونه *Chlaenius steveni* Quensel و *Carabus cribratus porrectangulus* Gehin به‌عنوان رکورد جدیدی برای ایران به ثبت رسید (۳۸). گرچه آفت‌کش‌ها تأثیر مخربی بر بقای سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده می‌گذارند، اما این حشرات مفید می‌توانند به تدریج تراکم جمعیت خود را بازیابی کرده و نقش کارآمدی در کنترل بیولوژیکی آفات کشاورزی و جنگلی داشته باشند. بنابراین آموزش کشاورزان به منظور استفاده از استراتژی‌های ایمن یا حداقل کم خطر تحت IPM (مدیریت تلفیقی آفات) برای حفاظت از سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده ضروری به نظر می‌رسد. Ghahari و همکاران، در مطالعه خود تعداد ۴۳ گونه/زیرگونه در هفده ایستگاه از ده استان گزارش کردند که تعداد ۷ گونه از گونه‌های شناسایی شده به‌عنوان گزارش جدید برای فون ایران ارائه شد (۳۹). Ghahari و همکاران بیان کردند فون سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده در ایران بسیار متنوع است، اما تاکنون به شکل جامع تحت بررسی قرار

روی ژل آگارز، روش STE به‌عنوان روشی ایمن، ارزان و سریع برای استخراج DNA ژنومی از سوسک‌های کارابیده پیشنهاد گردید (۳۵). از آن‌جا که تعداد زیاد گونه‌ها در برخی از جنس‌های خانواده سوسک‌های کارابیده سبب دشواری جدایی نمونه‌ها در سطح گونه شده است، با توجه به محدودیت‌های روش شناسایی مورفولوژیکی، امروزه روش‌هایی بر مبنای شناسایی مولکولی توسعه یافته‌اند که سبب شناسایی سریع‌تر گونه‌ها می‌گردند. در مطالعه Alikhani و همکاران، از ۱۶ گونه شناسایی شده در شهرستان ساری به لحاظ ریخت‌شناسی، توالی ژن COI مربوط به ۹ گونه در بانک ژن موجود بود که منجر به شناسایی ۸ گونه با سطح اطمینان بالا شد. هم‌چنین میانگین فواصل نوکلئوتیدی میان گونه‌های مورد بررسی بیش از ۱۵ درصد برآورد گشت که خود نشانگر توانایی بالای این تکنیک در جداسازی نمونه‌ها در سطح گونه است (۳۶). در مطالعه Azadbakhsh و Nozari، که در مناطق مختلف استان مازندران، به‌ویژه در جنگل خیرود صورت گرفت طی یک دوره در بهار ۲۰۱۱ تا پاییز ۲۰۱۲، ۳۹ گونه متعلق به ۲۳ جنس از سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده جمع‌آوری و شناسایی شد که یک گونه آن برای ایران ثبت جدید بود. Samin و همکاران، فون سخت‌بال پوشان خانواده Carabidae را به‌عنوان یکی از عوامل کنترل بیولوژیکی کارآمد در اغلب اکوسیستم‌ها در برخی مناطق ایران مورد مطالعه قرار دادند که در مجموع ۲۲ گونه از ۱۷ جنس و ۱۲ قبيله که به ۷ زیرخانواده (*Chlaeniinae*, *Carabinae*, *Bembidiinae*, *Harpalinae*, *Cicindelinae* و *Pterostichinae*) تعلق داشتند، جمع‌آوری شد (۳۷). هم‌چنین فون سوسک‌های زمینی (Coleoptera: Carabidae) در استان مازندران در مطالعه Samin و Sakenin، بررسی و در مجموع ۱۵ گونه از ۱۳ جنس و ۹ زیرخانواده جمع‌آوری شد که در نهایت دو گونه *Chlaenius steveni* Quensel و *Carabus cribratus porrectangulus* Gehin به‌عنوان رکورد جدیدی برای ایران به ثبت رسید (۳۸). گرچه آفت‌کش‌ها تأثیر مخربی بر بقای سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده می‌گذارند، اما این حشرات مفید می‌توانند به تدریج تراکم جمعیت خود را بازیابی کرده و نقش کارآمدی در کنترل بیولوژیکی آفات کشاورزی و جنگلی داشته باشند. بنابراین آموزش کشاورزان به منظور استفاده از استراتژی‌های ایمن یا حداقل کم خطر تحت IPM (مدیریت تلفیقی آفات) برای حفاظت از سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده ضروری به نظر می‌رسد. Ghahari و همکاران، در مطالعه خود تعداد ۴۳ گونه/زیرگونه در هفده ایستگاه از ده استان گزارش کردند که تعداد ۷ گونه از گونه‌های شناسایی شده به‌عنوان گزارش جدید برای فون ایران ارائه شد (۳۹). Ghahari و همکاران بیان کردند فون سخت‌بال پوشان خانواده کارابیده در ایران بسیار متنوع است، اما تاکنون به شکل جامع تحت بررسی قرار

Amara (Amara) similata jaevigatus (Ménétriés, 1832)
Broscus cephalotes (Linnaeus, 1758), (Gyllenhal, 1810)
Calosoma (Caminara) imbricatum deserticola (Semenov, 1897),
Cephalota (Taenidia) deserticola (Faldermann, 1836)
Cymindis Chlaenius (Chlaenius) festivus (Panzer, 1796)
Ditomus calydonius (Menas) miliaris (Fabricius, 1801)
Harpalus (Harpalus) rubripes oriens (Dvořák, 1993)
Harpalus (Harpalus) saxicola (Dejean, (Dufischmid, 1812)
Harpalus (Pseudoophonus) calceatus (Duftschmid, 1829)
Harpalus (Pseudoophonus) griseus (Panzer, 1796)
Lebia (Lamprias) cyanocephala cyanocephala (Linnaeus, 1758),
Megacephala (Grammognatha) euphratica (Dejean, 1822)
Penthus tenebrioides (Waltl, 1838), *Microlestes sp.*
Tschitscherinellus Siagona europaea europaea (Dejean, 1826)
Zabrus (Zabrus) morio morio و *oxygonus* (Chaudoir, 1850)
(Ménétriés, 1832) هستند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش سطح نمونه‌برداری و مطالعات جدید امکان ثبت گونه‌های جدید نیز برای مناطق مختلف ایران وجود دارد و این بیانگر ناکافی بودن مطالعات قبلی در استان البرز می‌باشد که تحقیق حاضر در مجموع ۱۹ ثبت جدید را به چک لیست سخت‌بالپوشان استان البرز اضافه نمود. براساس نتایج در منطقه کرج ۱۸ گونه متعلق به ۸ جنس و ۶ زیرخانواده شناسایی شد. بیشترین فراوانی نسبی مربوط به زیرخانواده Harpalinae (۶۵/۳۷ درصد) و جنس *Harpalus* (۶۰/۲۵ درصد) بود، به طوری که ۳ گونه غالب در این منطقه متعلق به همین جنس عبارتند از *Harpalus (Pseudoophonus) griseus* (Panzer, 1796) (۲۱/۷۹ درصد)، *Harpalus (Pseudoophonus) rufipes* (Degeer, 1774) (۱۶/۶۷ درصد) و *Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus* (Duftschmid, 1812) (۱۱/۵۴ درصد). هم‌چنین رتبه بعدی غالب‌ترین گونه‌ها در منطقه کرج به گونه *Calathus (Calathus) syriacus* (Motschulsky, 1850) از زیرخانواده Pterostichinae با ۱۰/۲۶ درصد فراوانی نسبی تعلق داشت. به جز گونه‌های *Calathus (Calathus) syriacus* (Chaudoir, 1863) و *Harpalus sp.* که به ترتیب با ۸/۹۷ و ۷/۶۹ درصد فراوانی نسبی حالت تحت غالب (Subdominant) دارند سایر گونه‌های جمع‌آوری شده در منطقه کرج به صورت نادر (Rare) هستند. در منطقه اشتهارد ۱۶ گونه متعلق به ۱۴ جنس و ۷ زیرخانواده شناسایی گردید. بیشترین فراوانی نسبی مربوط به زیرخانواده Pterostichinae (۴۲/۳۰ درصد) و جنس *Zabrus* بود، به طوری که غالب‌ترین گونه در این منطقه *Zabrus (Zabrus) morio morio* (Ménétriés, 1832) (۳۹/۷۴ درصد)

بر این اساس به نظر می‌رسد گونه مزبور مناطق با پوشش گیاهی مناسب تا انبوه را ترجیح داده و با مناطقی که دستکاری‌های انسانی صورت گرفته سازگاری بالایی دارد. در مطالعه Samin و همکاران، دو زیرخانواده Pterostichinae و Harpalinae بیشترین تعداد گونه (به ترتیب ۶ و ۵) را داشتند. در پژوهش حاضر نیز از چهار گونه غالب در منطقه کرج سه گونه با بالاترین فراوانی از جنس *Harpalus* بودند و در منطقه اشتهارد نیز زیرخانواده Pterostichinae دارای بالاترین فراوانی بود. در مطالعه Keikhosravi و همکاران، زیرخانواده Harpalinae بیشترین تعداد افراد را داشت (۳۱). هم‌چنین در مطالعه حاضر نیز دو منطقه کرج و طالقان که پوشش گیاهی طبیعی بیش‌تر در منطقه طالقان و دستکاری‌های انسانی بیش‌تری در منطقه کرج داشت و در مجموع منجر به افزایش غذا و پناه در این دو منطقه شده بود زیرخانواده Harpalinae دارای بیشترین فراوانی بود. در مطالعات Alikhani و همکاران (۳۵) و Alikhani و همکاران (۳۶)، که بر مبنای کاربرد ژن سیتوکروم اکسیداز I انجام گرفت به لزوم کاربردهای ژنتیکی در فونستیک و تنوع زیستی سخت‌بالپوشان خانواده کارابیده اشاره شده است. این روش‌ها مشکلات شناسایی این طیف گسترده از سخت‌بالپوشان را کم‌تر کرده که از آن جمله می‌توان به کمبود نیروهای متخصص در شناسایی و در برخی موارد کلیدهای شناسایی اشاره کرد. ضمن این‌که که مشکلات شناسایی مورفولوژیک سخت‌بالپوشان خانواده کارابیده از جمله آسیب‌دیدگی در حین جمع‌آوری که می‌تواند شناسایی در سطح گونه را با مشکلاتی مواجه کند با استفاده از روش‌های ژنتیکی در سال‌های آتی و با تکمیل شدن بانک ژنی این خانواده راحت‌تر، سریع‌تر و با اتکای بالاتری انجام خواهد شد. در مطالعه Maleki و Seyedi، که طی سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ در طالقان بر روی قبیله Bembidiini انجام شد (۲۸) و در تحقیق حاضر که یکی از مناطق نمونه‌برداری آن نیز منطقه طالقان بود هیچ گونه مشترکی وجود ندارد. در مطالعه Mohammadi و همکاران، که در سال ۱۳۹۵ در مراغه استان البرز صورت گرفت (۲۷) و در تحقیق حاضر شش گونه *Harpalus (Harpalus) (Pseudoophonus) rufipes* (Degeer, 1774) *Harpalus (Harpalus) distinguendus* (Duftschmid, 1812) *Amara (Amara) aenea oblitus oblitus* (Dejean, 1829) *Calathus (Calathus) syriacus* (Chaudoir, (DeGeer, 1774) 1863)، *Distichus (Distichus) planus* (Bonelli, 1813) گونه‌های مشترک هستند. براساس نتایج این تحقیق در ۳ منطقه مورد مطالعه کرج، اشتهارد و طالقان ۳۸ گونه متعلق به ۱۹ جنس و ۹ زیرخانواده شناسایی شد. از این تعداد ۱۹ گونه برای استان البرز ثبت (رکورد) جدید می‌باشد که شامل گونه‌های *Acinopus (Acinopus)*

منابع

1. **Apigian, K.O., Dahlsten, D.L. and Stephens, S.L., 2006.** Biodiversity of *Coleoptera* and the importance of habitat structural features in a Sierra Nevada Mixed-conifer Forest. *Community and Ecosystem Ecology*. 35(4): 964-975.
2. **Hong, E., Kim, Y., Jeong, J.C., Kang, S.H., Jung, J.K. and Suk, S.W., 2017.** Community structure and distribution of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in Sobaeksan National Park, Korea. *Journal of Ecology and Environment*. 41: 1-7.
3. **Atamehr, A., 2013.** Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of Azarbaijan, Iran. *Turkish Journal of Zoology*. 37: 188-194.
4. **Sadeghi Namaghi, H.S., Hasani Sardi, R. and Feix, R., 2011.** Ground and tiger beetles (Coleoptera: Carabidae) from Kerman and Khorasan provinces of Iran. *Munis Entomology & Zoology*. 6(1): 186-193.
5. **Reshetniak, D.Y., Pakhomov, O.Y. and Brygadyrenko, V.V., 2017.** Possibility of identifying plant components of the diet of *Harpalus rufipes* (Coleoptera, Carabidae) by visual evaluation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 8(3): 377-383.
6. **Qodri, A., Raffiudin, R. and Noerdjito, W.A., 2016.** Diversity and abundance of Carabidea and Staphylinidea (Insecta: Coleoptera) in four montane habitat types on Mt. Bawakaraeng, South Sulawesi. *HAYATI Journal of Biosciences*. 22: 23-28.
7. **Kulkarni, S.S., Dosdall, L.M., Spence, J.R. and Willenborg, C.J., 2017.** Field density and distribution of weeds are associated with spatial dynamics of omnivorous ground beetles (Coleoptera: Carabidea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 236: 134-141.
8. **Ngoishiye, S. and Mlimakifi, G., 2014.** Ground beetles (Carabidae) species diversity and abundance as indicators of habitat quality in rehabilitated sites of Wazo Hill Quarry. 1-19.
9. **Salari, G.M., Hosseini, R. and Hajizadeh, J., 2014.** The Ground beetles of the Gilan province, Iran (Coleoptera, Carabidae). *Entomofauna*. 35(21): 449-460.
10. **Samin, N., 2015.** A study on the ground beetles (Coleoptera: Carabidae) from some regions of Northwestern Iran. *Arquivos Entomoloxicos*. 13: 365-372.
11. **Liu, Y., Duan, M., Zhang, X., Zhang, X., Yui, Z. and Axmmacher, J.C., 2015.** Effects of plant diversity, habitat and agricultural landscape structure on the functional diversity of carabid assemblages in the North China Plain. *Insect Conservation and Diversity*. 8: 163-176.

با درجه غالبیت بود. گونه *Grammognatha euphratica* (Dejean, 1822) از زیرخانواده Cicindelinae با ۲۶/۹۲ درصد فراوانی نسبی و درجه غالبیت (Dominant) در رتبه دوم قرار دارد. هم‌چنین به‌جز گونه‌های *Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus* (Duftschmid, 1812) و *Penthus tenebrioides* (Waltl, 1838) به ترتیب با درصد فراوانی نسبی ۶/۴۱ و ۵/۱۴ که حالت تحت غالب دارند، سایر گونه‌های جمع‌آوری شده در منطقه اشتهارد به‌صورت نادر هستند. در منطقه طالقان نیز ۱۶ گونه متعلق به ۸ جنس و ۴ زیرخانواده شناسایی گردید. بیش‌ترین فراوانی نسبی مربوط به زیرخانواده‌های Harpalinae (۶۱/۲۸ درصد) و Platyninae (۳۲/۳۷ درصد) بود. گونه‌های *Ditomus calydonius oriens* (Dvořák, 1993) و *Calathus (Calathus) syriacus* (Chaudoir, 1863) به‌ترتیب با ۳۲/۳۷ و ۳۳/۵۳ درصد فراوانی نسبی حالت فرا غالب (Eudominant) داشته و گونه *Harpalus (Harpalus) oblitus oblitus* (Dejean, 1829) با فراوانی نسبی ۱۸/۵۰ درصد حالت غالب داشت. سایر گونه‌های جمع‌آوری شده در منطقه طالقان به‌صورت نادر و تحت نادر بودند. در منطقه طالقان گونه *Harpalus (Harpalus) oblitus oblitus* (Dejean, 1829) تنها در یک ایستگاه در طالقان شناسایی شد و با توجه به فراوانی بالای آن در این ایستگاه که منجر به غالبیت این گونه در منطقه طالقان شده است به‌نظر می‌رسد علاوه بر پارامترهای فیزیکی زیستگاه که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت پارامترهای دیگری نیز می‌تواند بر تنوع و توزیع سوسک‌های کارابیده اثرگذار باشد. Fontaneto و Gobbi، بیان می‌دارند که پارامترهایی نظیر رژیم غذایی، اندازه بدن و زمان تولیدمثل می‌توانند از جمله پارامترهای بیولوژیکی مفیدی باشند که تنوع و توزیع گونه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴۳). مطالعه تنوع زیستی سه منطقه مورد مطالعه بیانگر تنوع گونه‌ای بالای منطقه کرج نسبت دو منطقه دیگر بود که بیش‌تر آن نیز مربوط به جنس *Harpalus* و *Calathus* بود. اعضا جنس *Harpalus* از لحاظ فراوانی و اندازه دارای رژیم همه‌چیزخواری و عمدتاً گیاه‌خواری و گوشت‌خواری هستند و دامنه پراکنش وسیعی در زیستگاه‌های متنوع دارند (۴۴). هم‌چنین جنس *Calathus* نیز یک گونه مقاوم با قدرت سازگاری در انواع زیستگاه‌های مختلف است (۴۵). از این‌رو به‌نظر می‌رسد که منطقه کرج دامنه وسیعی از زیستگاه‌های مختلف برای حمایت گونه‌های متعدد از دو جنس فوق را فراهم آورده است و بدین ترتیب سبب افزایش شاخص تنوع گونه‌ای در این منطقه شده است.

- Azadbakhsh, S. and Ghobari, H., 2020.** Faunistic study of the ground beetles (Coleoptera; Carabidae) in the rangelands of Alborz province, Iran. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*. 17(2): 251-256. (In Persian)
- 28. Maleki, A. and Seyedi, M., 2015.** A phonological study of the tribe Bembidiini (Col: Carabidae) in Taleghan city (Alborz province) along with the introduction of two new reports for Iran, the 19th National Congress and the 7th International Congress of Biology of Iran, Tabriz. (In Persian)
- 29. Maleki, A., 2016.** Investigation of the beetle fauna of the tribe (Bembidiini (Col: Carabidae) in Taleghan city, Alborz province. MS thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran. Karaj, Iran. (In Persian)
- 30. Azadbakhsh, S. and Nozari, J., 2015.** Checklist of the Iranian Ground Beetles (Coleoptera; Carabidae). *Zootaxa*. 4024(1): 001-108.
- 31. Keikhosravi, M., Kataev, B.M., Fekrat, L. and Serri, S., 2020.** A contribution to the knowledge of ground beetles (Col.: Carabidae) fauna of northeastern Iran along with a new record. *Iranian Journal of Animal Biosystematics (IJAB)*. 16(1): 51-68.
- 32. Muilwijk, J., 2015.** A new *Nebria* species (Carabidae: Nebriini) and a new *Deltomerus* species (Carabidae: Patrobini) from high mountain areas of Azarbayjan-e Gharbi Province, Iran. *Iranian Journal of Animal Biosystematics (IJAB)*. 11(1): 57-63.
- 33. Ghobadi, H., Ghajarie, H., Nozari, J. and Azadbakhsh, S., 2018.** The faunistic investigation of Ground Beetles (Coleoptera; Carabidae) from south east of Tehran province, Iran. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*. 16(2): 244-249. (In Persian)
- 34. Darvish-Motevalli, M. and Shayanmehr, M., 2017.** Biodiversity Evaluation of Carabidae Beetles of a Rice Field (Ahangarkola: Qaemshahr) in Mazandaran Province, Northern Iran. *Journal of Plant Protection*. 32(4): 521-525. (In Persian)
- 35. Alikhani, A., Mohammadi Sharif, M. and Hadizadeh, A., 2018.** Evaluating the effectiveness of three DNA extraction methods from Coleoptera: (Carabidae) based on the amplification of a fragment of the cytochrome oxidase gene. The 5th International Conference on Applied Research in Agricultural Sciences, Tehran. (In Persian)
- 36. Alikhani, A., Mohammadi Sharif, M. and Hadizadeh, A., 2016.** Molecular identification of Coleoptera species in different ecosystems of Sari using cytochrome oxidase gene. 1st National Conference on New Researches in Agricultural Engineering, Environment and Natural Resources, Karaj. (In Persian)
- 12. Russell, M., Lambrinos, J., Records, E. and Ellen, G., 2017.** Seasonal shift in ground beetles (Coleoptera: Carabidae) species and functional composition maintain prey consumption in Western Oregon agricultural landscapes. *Biological Control*. 106: 54-63.
- 13. Omid, A., 2009.** Sampling theory and its applications. Academic Publishing Center. 1: 226 p. (In Persian)
- 14. Morrison, M., Malekian, M. and Fakharian, S., 2012.** Research method and statistics in wildlife studies, Mashhad Academic Jihad Publications. 412 p. (In Persian)
- 15. Triplehorn, C.A. and Johnson, N.F., 2005.** Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects 7th Edition Brooks. Cole, Cengage Learning. 745-778.
- 16. Gabor, L., Lovei, S.T. and Jorgen, A., 2003.** Composition and diversity of spring-active carabid beetle assemblages in relation to soil management in organic wheat fields in Denmark. *European Carabidology*. 114: 173-182.
- 17. Lindroth, C.H., 1974.** Handbooks for the identification of British insects, Coleoptera, Carabidae. 15(2). Royal Entomological Society.
- 18. Trautner, J. and Geigenmuller, K., 1987.** Tiger beetles ground beetles, illustrated key to the cicindelidae and carabidae of Europe. Josef Margraf Publisher, Germany. 488 p.
- 19. Turin, H., Penev, L. and Casale, A., 2003.** The Genus *Carabus* in Europe A. Synthesis. PenSoft.
- 20. Lobl, I.A. and Smetana, B., 2010.** Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 1: Archostemata- Myxophaga- Adephaga. Apollo Books. 819 p.
- 21. Arndt, E., 2011.** Ground Beetles (Carabidae) of Greece. PenSoft.
- 22. Shannon, C.E. and Wiener, W., 1964.** The mathematical Theory of Communication. Urbana, USA, University of Illinois Press
- 23. Ardakani, M., 2001.** Ecology. University of Tehran Printing and Publishing Institute, first edition. 340 p. (In Persian)
- 24. Ejtehadi, H., Sepehri, A. and Akafi, H., 2012.** Biodiversity measurement methods, Ferdowsi University of Mashhad, first edition, 230 p. (In Persian)
- 25. Weigmann, G., 1973.** Zur Okologie der Collembolen und Oribatiden im Grenzbereich Land- Meer (Collembola, Insecta Oribatei, Acari). *Zeitschrift fur wissenschaftliche Zoologie*. 3-4: 295-391.
- 26. Smith, F.D.M., May, R.M., Pellet, R., Johnson, T.H. and Walter, K.S., 1993.** Scientific Correspondence. *Nature*. 364: 494-496.
- 27. Mohammadi, S., Adelimanesh, H., Nozari, J.,**

37. **Samin, N., Sakenin, H., Kesdek, M. and Imani, S., 2011.** Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) from some regions of Iran. *Linzer biologische Beiträge*. 43(1): 873-880.
38. **Samin, N. and Sakenin, H., 2014.** A study on the ground beetles in Mazandaran province, northern Iran (Coleoptera, Carabidae). *Entomofauna*. 36: 505-512.
39. **Ghahari, H., Avgin, S.S. and Ostovan, H., 2010.** Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) collected from different ecosystems in Iran with new records. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 34(2): 179-195.
40. **Ghahari, H., Kesdek, M., Samin, N., Ostovan, H., Havaskary, M. and Imani, S., 2009.** Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of Iranian cotton fields and surrounding grasslands. *Munis Entomology & Zoology*. 4(2): 436-450.
41. **Azadbakhsh, S. and Wrase, D.W., 2016.** A new species of the genus *Acinopus* Dejean, 1821 from west of Iran (Coleoptera: Carabidae: Harpalini) with a key to species of Iran. *Zootaxa*, 4147(5): 583-588.
42. **Azadbakhsh, S. and Kirschenhofer, E., 2018.** Two new species of the genus *Brachinus* Weber, 1801 (Coleoptera: Carabidae: Brachinini) from southern Iran. *Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen*. 70: 57-64.
43. **Gobbi, M. and Fontaneto, D., 2008.** Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in different habitats of the Italian Po lowland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 127: 273-276.
44. **Chapman, A., 2014.** The influence of landscape heterogeneity-ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in Fthiotida, Central Greece. *Biodiversity Data Journal*. 2: e1082.
45. **Brigic, A., Vujcic-Karlo, S., Silvar, S., Alegro, A., Matonickin Kepcija, R., Peros, R. and Kerovec, M., 2016.** Distribution and life-history traits of *Calathus cinctus* Motschulsky, 1850 (Coleoptera: Carabidae) in Croatia, with distribution of closely related species. *Italian Journal of Zoology*. 83(4): 549-562.