



<https://tbj.ui.ac.ir/?lang=en>

Taxonomy and Biosystematics

E-ISSN: 2322-2190

Document Type: Research Paper

Vol. 14, Issue 2, No.51, (2022), P:7-8

Received: 29/08/2021 Accepted: 20/11/2021

Investigating the Relationships between Habitat Parameters and Species Diversity of Carabidae (Coleoptera: Carabidae): A Case Study of Alborz Province, Iran

Arash Eshkoob

MSc Student, Department of Environment and Forest, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
eshkoob@gmail.com

Jamash Nozari

Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
nozari@ut.ac.ir

Soheil Eagderi*

Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
soheil.eagderi@ut.ac.ir

Abstract

This study aimed to investigate the effects of physical factors on the diversity of Carabidae species (Coleoptera: Carabidae) in three regions of Karaj, Eshtehard, and Taleghan in Alborz Province, Iran. During 2015-2016, sampling was conducted using pitfall traps along with the measurement of physical factors. These factors included elevation, slope, direction, precipitation, temperature, soil texture, soil grain size, and vegetation percentage at each study station. In total, 329 specimens comprising 38 species were identified across the three study areas. The relationships between species diversity index (Shannon's Diversity Index) and the studied factors were examined using Pearson and Spearman tests. Furthermore, the impact of habitat physical parameters on the diversity of Carabidae species was analyzed using Canonical Correspondence Analysis (CCA). The study findings indicated no significant relationship between the Shannon-Wiener Index and the studied parameters ($p < 0.05$). Species diversity was influenced by temperature, and the three parameters of altitude, soil texture, and soil grain size in Karaj; the four parameters of direction, slope, precipitation, and vegetation percentage in Eshtehard; and Taleghan, respectively.

Key words: Species Diversity, Environmental Factors, Canonical Correspondence Analysis (CCA), Shannon-Wiener Index, Carabidae.

*Corresponding author

Eshkoob, A., Nozari, J., Eagderi, S. (2021). Investigating the Relationships between Habitat Parameters and Species Diversity of Carabidae (Coleoptera: Carabidae): A Case Study of Alborz Province. *Taxonomy and Biosystematics*, 14(2), 37-50.

2322-2190 / © 2022

This is an open access article under the BY-NC-ND/4.0/ License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



<http://dx.doi.org/10.22108/TBJ.2021.130291.1174>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20088906.1401.14.51.3.4>



تاکسونومی و بیوسستماتیک، سال چهاردهم، شماره پنجاه و یکم، تابستان ۱۴۰۱، ص ۳۷-۵۰
نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۸/۲۹

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۰۷

ارتباط بین پارامترهای زیستگاهی و تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده (Coleoptera: Carabidae)، مطالعه موردی استان البرز

آرش اشکوب، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه محیط زیست و جنگل، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

eshkoob@gmail.com

جاماسب نوذری، دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

nozari@ut.ac.ir

سهیل ایگدری*، دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

soheil.eagderi@ut.ac.ir

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر فاکتورهای فیزیکی روی تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در سه منطقه کرج، اشتهارد و طالقان در استان البرز اجرا شد. به این منظور طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ نمونه‌برداری با استفاده از تله‌های گودالی صورت گرفت و فاکتورهای فیزیکی از جمله ارتفاع، شیب، جهت، بارش، دما، بافت خاک، دانه‌بندی و درصد پوشش گیاهی در هر ایستگاه ثبت شد. براساس نتایج در مجموع، ۳۲۹ قطعه شامل ۳۸ گونه در سه منطقه مطالعه شده شناسایی شد. برای بررسی ارتباط و همبستگی بین شاخص تنوع گونه‌ای (شانون - وینر) و فاکتورهای بررسی شده از آزمون‌های پیرسون و اسپیرمن استفاده شد؛ همچنین اثر فاکتورهای محیطی زیستگاه بر تنوع گونه‌ای سوسک‌های کارابیده در مناطق بررسی شده با استفاده از آنالیز آزمون تحلیل همبستگی متعارفی بررسی شد. نتایج نشان داد رابطه معناداری میان شاخص تنوع گونه‌ای شانون - وینر و پارامترهای بررسی شده وجود ندارد ($P > 0.05$) و تنوع گونه‌ای در منطقه کرج وابسته به دما، در منطقه اشتهارد تأثیر گرفته از پارامترهای ارتفاع، بافت خاک و دانه‌بندی و در منطقه طالقان متأثر از فاکتورهای محیطی جهت، شیب، بارش و درصد پوشش گیاهی بود. **واژه‌های کلیدی:** تنوع گونه‌ای، فاکتورهای محیطی، تحلیل همبستگی متعارفی (CCA)، شاخص شانون - وینر، کارابیده.

* مسئول مکاتبات

اشکوب، آرش، نوذری، جاماسب، ایگدری، سهیل. (۱۴۰۱). ارتباط بین پارامترهای زیستگاهی و تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده (Coleoptera: Carabidae). مطالعه موردی استان البرز. تاکسونومی و بیوسستماتیک. ۱۴ (۵۱)، ۳۷-۵۰.



2322-2190 / © 2022

This is an open access article under the BY-NC-ND/4.0/ License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



<https://doi.org/10.22108/tbj.2021.130291.1174>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20088906.1401.14.51.3.4>

مقدمه

سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده شامل سوسک‌های زمینی و ببری متعلق به زیرراسته Adephaga و راسته Coleoptera، بالغ بر ۴۰ هزار گونه هستند (Lorenz., 2005)؛ همچنین نوذری و آزادبخش چک لیست گونه‌های این خانواده، شامل ۹۵۵ گونه و زیرگونه متعلق به ۱۵۵ جنس و ۲۶ زیرخانواده، را با تعیین پراکنش در ایران منتشر کردند (Azadbakhsh & Nozari, 2015). طبقه‌بندی خانواده کارابیده روزبه‌روز در حال تغییر است؛ با این وجود برخی جنس‌ها هنوز به‌خوبی شناسایی نشده است.

اعضای خانواده کارابیده اغلب روی زمین، زیر سنگ یا زیر لاشبرگ‌ها و گونه‌های مناطق گرمسیری روی درختان زیست دارند و دارای اندازه کوچک تا متوسط و رنگ تیره تا رنگ‌های متالیک و درخشان هستند (Atamehr, 2013). توزیع و پراکنش سوسک‌های زمینی کارابیده اغلب در ارتباط با فاکتورهای محیطی و در برخی مواقع به یک زیستگاه محدود یا نسبت به آن اختصاصی شده است. از جمله فاکتورهای مؤثر در پراکنش و توزیع گونه‌ای اعضای این خانواده، تغییرات ارتفاع است (Maveetya et al., 2013)؛ همچنین الگوی غنا و تنوع گونه‌ای سوسک‌ها و همین‌طور ساختارهای زیستگاهی نظیر پوشش گیاهی، پناهگاه، دما و رطوبت نیز بر پراکنش آنها تأثیر می‌گذارد و در نهایت، این تغییرات زیستگاهی منجر به تغییر ترکیب گونه‌ای و فصلی بندپایان می‌شود. به‌طور کلی، فاکتورهای ارتفاع، بافت و شیمی خاک، میزان تخلخل، رطوبت خاک، وضعیت مواد مغذی، میزان و نوع پوشش گیاهی، دما و میزان سایه در زیستگاه از عوامل مؤثر بر تنوع، تراکم و ترکیب گونه‌ای

سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده بیان شده است (Jung

et al., 2012).

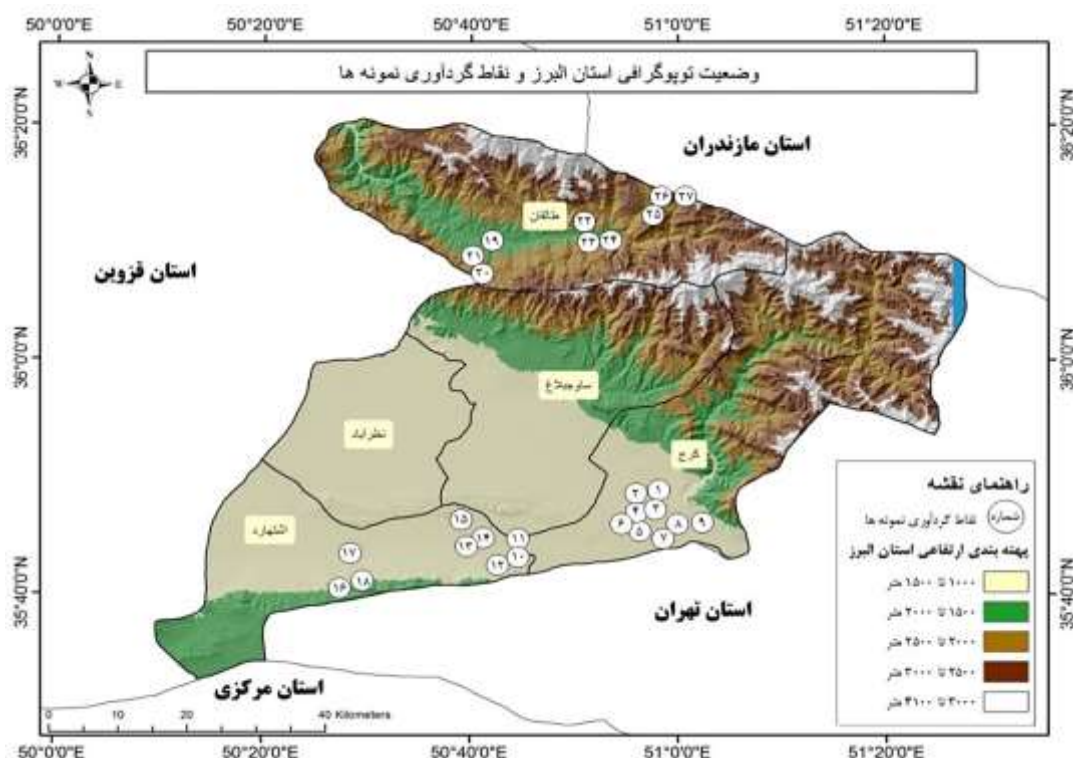
روش رگرسیون چندمتغیره به‌منظور بررسی و بیان ارتباط بین متغیری وابسته و مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل استفاده می‌شود؛ بنابراین روش‌های تحلیل همبستگی از جمله تحلیل همبستگی متعارفی (CCA) که قادر به بیان ارتباط میان مجموعه‌ای از متغیرها است، در تحلیل میزان همبستگی متغیرهای چندبعدی در علوم مختلف استفاده می‌شود (Keskin & Yasar., 2014; Abdolabadi et al., 2007)؛ بنابراین این مطالعه به‌منظور بررسی تنوع و ترکیب گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در سه منطقه کرج، اشتهارد و طالقان (استان البرز) در ارتباط با فاکتورهای محیطی (پارامترهای زیستگاهی) شامل ارتفاع، شیب، جهت، بافت خاک، دما، بارش و میزان پوشش گیاهی انجام شد که ممکن است به درک الگوهای پراکنش اعضای این گونه در ارتباط با متغیرهای تأثیرگذار محیطی کمک کند.

مواد و روش‌ها

طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به‌منظور بررسی تأثیر فاکتورهای محیطی روی تنوع گونه‌ای سوسک‌های زمینی، تعداد ۲۷ ایستگاه (هر منطقه شامل نه ایستگاه) به‌صورت سیستماتیک - تصادفی انتخاب شد. در هر یک از مناطق مطالعه‌شده (کرج، اشتهارد و طالقان) سه ایستگاه اصلی تعیین شد که هر یک متشکل از سه ایستگاه فرعی با سه تکرار بود (شکل ۱). برای به‌دام انداختن سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده از تله گودالی استفاده شد. تله‌ها ظرف‌هایی به عمق و دهانه به ترتیب ۲۰ و ۱۸ سانتی‌متر بود. درون ظرف‌ها تا عمق میانگین

به (Turin et al., 2003; Sfenthourakis, 2011) آزمایشگاه منتقل شد. تله‌ها برای به دام انداختن دوباره سوسک‌های یادشده آماده‌سازی یا تعویض شد. مایع آب نمک آنها نیز تعویض و آب نمک تازه درون تله‌ها ریخته شد. در فاصله دو نمونه‌برداری برای اضافه کردن آب نمک در ماههای خشک و سرکشی در سایر ماهها از تله‌ها بازدید شد.

۱۵ سانتی‌متری با آب نمک ۳۰ درصد پر شد؛ سپس ظرف‌ها درون زمین به گونه‌ای قرار داده شد که لبه آنها هم‌سطح یا کمی پایین‌تر از سطح خاک باشد. تله‌های استفاده‌شده به‌طور میانگین هر دو هفته یکبار بازدید شد. نمونه‌های به‌دام‌افتاده درون آنها جمع‌آوری و برای مطالعات بیشتر و شناسایی با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر (Trautner & Geigenmuller, 1987;



شکل ۱- موقعیت ایستگاههای نمونه‌برداری در سه منطقه مطالعه‌شده کرج، اشتهارد و طالقان.

Figure 1 - Location of sampling stations in the three studied areas of Karaj, Eshtehard, and Taleghan.

اداره هواشناسی کرج تهیه شد. دانه‌بندی با استفاده از طبقه‌بندی خاک به روش یونیفاید محاسبه شد (جدول‌های ۱ و ۲). برای تعیین بافت خاک، درصد مانده روی الک ۲۰۰ (R_{۲۰۰}) به‌صورت زیر تعیین شد (استاندارد ASTM، ۲۰۰۰):

فاکتورهای محیطی شامل ارتفاع، شیب، جهت، بارش، دما، بافت خاک، دانه‌بندی و درصد پوشش گیاهی در هر ایستگاه ثبت شد. ارتفاع با استفاده از دستگاه GPS در محل ثبت شد. شیب و جهت با استفاده از داده‌های ارتفاع در نرم‌افزار GIS استخراج شد. میزان بارش و دما از داده‌های اندازه‌گیری‌شده در

که در آن $F_{\%}$ درصد عبوری از الک ۴ و $R_{\%}$ مقدار شن موجود در خاک (GF) بود و درصد ماسه موجود در خاک نیز که SF نامیده می‌شود از فرمول زیر به دست آمد:

$$GF_{\%} - R = SF$$

$$R = 100 - F_{\%}$$

که در آن $F_{\%}$ درصد عبوری از الک ۲۰۰ بود؛ همچنین درصد مانده روی الک ۴ به روش زیر محاسبه شد:

$$F_{\%} = 100 - R$$

جدول ۱- طبقه‌بندی خاک‌های شنی ($R_{\%} > 0.5R_{200}$) به روش یونیفاید

Table 1 - Classification of gravel soils ($200R_{5/0} < 4R$) using the Unified method.

نام گروه	معیار برای نام گروه SF	علامت گروه
شن	< ۱۵	G
شن دارای ماسه	≥ ۱۵	
شن سیلت‌دار	< ۱۵	GM
شن سیلت‌دار همراه با ماسه	≥ ۱۵	
شن رس‌دار	< ۱۵	GC
شن رس‌دار همراه با ماسه	≥ ۱۵	
شن رسی سیلت‌دار	< ۱۵	GC-GM
شن رسی سیلت‌دار همراه با ماسه	≥ ۱۵	

جدول ۲- طبقه‌بندی خاک‌های ماسه‌ای ($R_{\%} \leq 0.5R_{200}$) به روش یونیفاید

Table 2 - Classification of sandy soils ($200R_{5/0} \geq 4R$) Using the Unified method.

نام گروه	معیار برای نام گروه SF	علامت گروه
ماسه	< ۱۵	S
ماسه دارای شن	≥ ۱۵	
ماسه سیلت‌دار	< ۱۵	SM
ماسه سیلت‌دار همراه با شن	≥ ۱۵	
ماسه رس‌دار	< ۱۵	SC
ماسه رس‌دار همراه با شن	≥ ۱۵	
ماسه رسی سیلت‌دار	< ۱۵	SM-SC
ماسه رسی سیلت‌دار همراه با شن	≥ ۱۵	

مجموع صفحات در هر پلات به مساحت پلات، درصد پوشش گیاهی در هر پلات را نشان داد (Mroz & Sobieraj, 2004).

برای برآورد مقدار شاخص شانون - وینر از رابطه زیر استفاده شد:

$$H' = -\sum P_i * \ln(P_i)$$

برای محاسبه درصد پوشش گیاهی، در اطراف هر یک از نقاط نمونه برداری پلات ۳×۳ در نظر گرفته شد؛ سپس صفحاتی با مساحت مشخص درون پلات روی نقاط دارای پوشش گیاهی قرار گرفت و مجموع مساحت صفحات محاسبه شد. در پایان، نسبت مساحت

واقع در کرج زیر نظر نویسنده اول و در دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه تهران، کرج زیر نظر نویسنده دوم نگهداری می‌شود.

نتایج

گونه‌های شناسایی شده به تفکیک هر ایستگاه در جدول‌های ۳ تا ۵ ارائه شده است. نتایج همبستگی میان شاخص تنوع گونه‌ای شانون - وینر و پارامترهای ارتفاع، شیب، بارش و درصد پوشش گیاهی با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون در جدول ۶ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، رابطه معنی‌داری میان شاخص تنوع گونه‌ای شانون - وینر و پارامترهای بررسی شده وجود نداشت ($P > 0.05$)؛ به عبارت دیگر پارامترهای یادشده در سه منطقه کرج، اشتهارد و طالقان تأثیری بر شاخص تنوع گونه‌ای شانون - وینر نداشت.

در این معادله، H' شاخص شانون - وینر، P_i نسبت گونه خاص در منطقه و \ln لگاریتم طبیعی است؛ همچنین نسبت گونه‌ای خاص براساس معادله زیر محاسبه شد:

$$P_i = S / N$$

در این فرمول، S تعداد کل گونه‌ها و N تعداد کل افراد همه گونه‌ها است؛ همچنین به منظور بررسی مقایسه تنوع گونه‌ای (شانون - وینر) سوسک‌های کارابیده در مناطق کرج، اشتهارد و طالقان از آزمون Diversity t test و برای بررسی اثر فاکتورهای محیطی زیستگاه بر تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در مناطق مطالعه شده از آزمون Canonical Correspondence Analysis (CCA) استفاده شد. تمام آنالیزها در محیط نرم‌افزارهای PAST v 2.17b (Hammer et al., 2001) و SPSS انجام شد. نمونه‌های شناسایی شده در آزمایشگاه یکتاسنجش البرز

جدول ۳- گونه‌های سوسک‌های زمینی کارابیده در کرج طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 3 - Species of ground beetles (Carabidae) in Karaj during the years 2016 and 2017.

زیرخانواده	گونه
Pterostichinae	<i>Calathus (Neocalathus) cinctus</i> Motschulsky, 1850
	<i>Amara (Amara) similata</i> (Gyllenhal, 1810)
	<i>Amara</i> sp. 1
	<i>Amara (Amara) aenea</i> (DeGeer, 1774)
	<i>Zabrus (Zabrus) morio morio</i> Ménétriés, 1832
Harpalinae	<i>Harpalus (Pseudoophonus) rufipes</i> (Degeer, 1774)
	<i>Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)
	<i>Harpalus</i> sp.
	<i>Calathus (Neocalathus) ambiguus</i> (Paykull, 1790)
	<i>Acinopus (Acinopus) picipes</i> (Olivier, 1795)
	<i>Harpalus (Pseudoophonus) calceatus</i> (Duftschmid, 1812)
Carabinae	<i>Harpalus (Pseudoophonus) griseus</i> (Panzer, 1796)
	<i>Harpalus (Harpalus) rubripes</i> (Duftschmid, 1812)
	<i>Calathus</i> sp.
Platyninae	<i>Calosoma (Caminara) imbricatum deserticola</i> Semenov, 1897
Lebiinae	<i>Calathus (Calathus) syriacus</i> Chaudoir, 1863
Broscinae	<i>Lebia (Lamprias) cyanocephala cyanocephala</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Broscus cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)

جدول ۴- گونه‌های سوسک‌های زمینی کارابیده در اشتهارد طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 4 - Species of ground beetles (Carabidae) in Eshtehard during the years 2016 and 2017.

زیر خانواده	گونه
Scaritinae	<i>Distichus (Distichus) planus</i> (Bonelli, 1813)
Cicindelinae	<i>Grammognatha euphratica</i> (Dejean, 1822)
	<i>Cephalota (Taenidia) deserticola</i> (Faldermann, 1836)
Harpalinae	<i>Microlestes</i> sp.
	<i>Harpalus (Pseudoophonus) rufipes</i> (Degeer, 1774)
	<i>Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)
	<i>Penthus tenebrioides</i> (Waltl, 1838)
	<i>Dixus obscurus</i> (Dejean 1825)
	<i>Ditomus calydonius oriens</i> (Dvořák, 1993)
Pterostichinae	<i>Amara</i> sp. (Damaged)
Pterostichinae	<i>Zabrus (Zabrus) morio morio Ménériés</i> , 1832
Pterostichinae	<i>Calathus (Neocalathus) cinctus</i> Motschulsky, 1850
Siagoninae	<i>Siagona europaea europaea</i> Dejean, 1826
Licininae	<i>Chlaenius (Chlaenius) festivus</i> Panzer, 1796
Platyninae	<i>Calathus (Calathus) syriacus</i> Chaudoir, 1863
Lebiinae	<i>Cymindis</i> sp.

جدول ۵- گونه‌های سوسک‌های زمینی کارابیده در طالقان طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 5 - Species of ground beetles (Carabidae) in Taleghan during the years 2016 and 2017.

زیر خانواده	گونه
	<i>Calathus (Neocalathus) cinctus</i> Motschulsky, 1850
Pterostichinae	<i>Zabrus</i> sp.1
	<i>Zabrus (Zabrus) morio morio Ménériés</i> , 1832
	<i>Zabrus</i> sp.
Platyninae	<i>Calathus (Calathus) syriacus</i> Chaudoir, 1863
Harpalinae	<i>Ophonus</i> sp.
	<i>Acinopus (Acinopus) laevigatus</i> Ménériés, 1832
	<i>Ditomus calydonius oriens</i> (Dvořák, 1993)
	<i>Harpalus (Harpalus) saxicola</i> Dejean, 1829
	<i>Harpalus (Harpalus) distinguendus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)
	<i>Tschitscherinellus oxygenus</i> (Chaudoir, 1850)
	<i>Harpalus (Harpalus) oblitus oblitus</i> Dejean, 1829
<i>Harpalus (Harpalus) rubripes</i> (Dufschmid, 1812)	
	<i>Ophonus</i> sp.1
Lebiinae	<i>Cymindis</i> sp.
	<i>Cymindis (Menas) miliaris</i> (Fabricius, 1801)

جدول ۶- همبستگی میان شاخص تنوع گونه‌ای شانون - وینر و پارامترهای ارتفاع، شیب، بارش و درصد پوشش گیاهی

Table 6 - Correlation between Shannon-Wiener species diversity index and the parameters of elevation, slope, precipitation, and percentage of vegetation cover.

پارامتر فیزیکی	تعداد	ضریب همبستگی پیرسون	سطح معنی‌داری
تنوع گونه‌ای / ارتفاع	۹	۰/۲۲۰	۰/۵۷۰ ^{NS}
تنوع گونه‌ای / شیب	۹	۰/۱۴۵	۰/۷۱۱ ^{NS}
تنوع گونه‌ای / بارش	۹	-۰/۰۳۶	۰/۹۲۷ ^{NS}
تنوع گونه‌ای / درصد پوشش گیاهی	۹	۰/۵۱۲	۰/۱۵۸ ^{NS}

^{NS}(no significant): اختلاف معنادار وجود ندارد ($P > 0.05$).

NS (no significant): There is no statistically significant difference ($P > 0.05$).

همبستگی میان شاخص تنوع گونه‌ای شانون - وینر و پارامترهای جهت و بافت خاک با استفاده از آزمون همبستگی اسپیرمن بررسی شد و نتایج حاصل (جدول ۷) نشان داد رابطه معنی‌داری میان شاخص تنوع گونه‌ای شانون - وینر و پارامترهای یادشده وجود ندارد ($P > 0.05$).

جدول ۷- همبستگی میان شاخص تنوع گونه‌ای شانون - وینر و پارامترهای جهت و بافت خاک

Table 7 - Correlation between Shannon-Wiener species diversity index and the parameters of direction and soil texture.

پارامتر فیزیکی	تعداد	ضریب همبستگی اسپیرمن	سطح معناداری
تنوع گونه‌ای / جهت	۹	۰/۴۵۰	۰/۲۲۴ ^{NS}
تنوع گونه‌ای / بافت خاک	۹	-۰/۲۶۸	۰/۴۸۶ ^{NS}

^{NS}(no significant): اختلاف معنادار وجود ندارد ($P > 0.05$).

NS (no significant): There is no significant difference ($P > 0.05$).

در کرج به‌طور عمده در جهت جنوب شرق تا جنوب غرب، در اشتهارد در جهت شمال شرق تا شمال غرب و در طالقان در جهت غرب تا شمال غرب بود. محدوده بارش در کرج از ۰/۳۱ تا ۰/۳۴ میلی‌متر، در اشتهارد از ۰/۶۱ تا ۰/۶۵ میلی‌متر و در طالقان از ۰/۸۹ تا ۱/۱ میلی‌متر بود. دما در ایستگاههای نمونه‌برداری در منطقه کرج از ۲۲/۱ تا ۲۳/۱ درجه سانتی‌گراد، در منطقه اشتهارد از ۲۲ تا ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد و در منطقه طالقان از ۱۲/۱ تا ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد بود. با توجه به

ارتباط بین فاکتورهای محیطی و تنوع

گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده

نتایج فاکتورهای محیطی (به‌جز دانه‌بندی) در هر ایستگاه نمونه‌برداری در جدول ۸ ارائه شده است. محدوده ارتفاع ایستگاهها در منطقه کرج از ۱۲۵۳ تا ۱۳۱۰ متر، در منطقه اشتهارد از ۱۱۳۸ تا ۱۴۶۱ متر و در منطقه طالقان از ۱۷۳۸ تا ۲۴۷۷ متر ثبت شد. میزان شیب، ۰/۸ تا ۳/۴ درجه در کرج، ۰ تا ۴۲ درجه در اشتهارد و ۸/۶ تا ۴۲/۹ درجه در طالقان بود. ایستگاهها

درصد غالب ذرات خاک از نوع ماسه و در محدوده ۰/۰۶۳ تا ۴ میلی متر بود. در اشتهارد نیز به جز ایستگاه ۱۷ که اغلب ذرات خاک (۵۲/۲ درصد)، شن و ذرات بزرگ تر را شامل می شد و در محدوده بیش از ۴ میلی متر بود، اندازه ذرات خاک در سایر ایستگاهها در محدوده ۰/۰۶۳ تا ۴ میلی متر قرار داشت. در منطقه طالقان، در ایستگاه ۲۵ به طور تقریبی نیمی از ذرات خاک (۴۹/۶ درصد) ماسه و نیمی دیگر (۵۰/۱ درصد) را شن و ذرات بزرگ تر تشکیل می داد. در دیگر ایستگاهها، اندازه اغلب ذرات خاک در محدوده ۰/۰۶۳ تا ۴ میلی متر و از نوع ماسه ای بود.

نتایج، بافت خاک در منطقه کرج اغلب ماسه دارای شن و ماسه دارای رس بود؛ به جز ایستگاه ۱ که ماسه دارای سیلت بود. در اشتهارد و طالقان کلیه ایستگاهها، بافت ماسه دارای شن داشت؛ به استثنای ایستگاههای ۱۷ در اشتهارد و ۲۵ در طالقان که بافت خاک در آنها شنی گزارش شد. درصد پوشش گیاهی در ایستگاههای مختلف کرج از ۰ تا ۳۰ درصد، در اشتهارد از ۰ تا ۴۰ درصد و در طالقان از ۱۰ تا ۶۰ درصد متغیر بود.

نتایج دانه بندی ذرات خاک در ایستگاههای مختلف در جدول ۹ ارائه شده است. براساس نتایج، درصد حضور ذرات در هریک از گروههای سه گانه دانه بندی نشان داده شده است. در تمام ایستگاههای منطقه کرج،

جدول ۸- پارامترهای فیزیکی زیستگاه در ایستگاههای مختلف نمونه برداری.

Table 8 - Physical parameters of the habitat at different sampling stations.

پوشش گیاهی (درصد)	بافت خاک	دما (°C)	بارش (m)	جهت	شیب (درجه)	ارتفاع (m)	ایستگاه	منطقه
۲۰	SM	۲۲/۲	۰/۳۳	غرب	۱/۲	۱۳۱۰	۱	کرج
۲۰	S	۲۲/۷	۰/۳۲	جنوب	۲/۳	۱۲۹۴	۲	
۱۰	SC	۲۳/۱	۰/۳۱	جنوب غرب	۳/۳	۱۲۹۴	۳	
۱۰	SC	۲۳	۰/۳۰	شرق	۳/۴	۱۲۵۹	۴	
۳۰	S	۲۲/۵	۰/۳۳	جنوب شرق	۲/۴	۱۲۵۵	۵	
۲۰	S	۲۲/۱	۰/۳۲	شمال شرق	۰/۸	۱۲۵۳	۶	
۱۵	SC	۲۲/۴	۰/۳۳	جنوب شرق	۲/۶	۱۲۶۱	۷	
۱۵	SC	۲۲/۳	۰/۳۴	جنوب	۱/۲	۱۲۷۹	۸	
۰	SC	۲۲/۶	۰/۳۴	جنوب شرق	۳/۳	۱۲۹۳	۹	
۴۰	SC	۲۲/۱	۰/۶۳	جنوب	۲/۳	۱۱۳۸	۱۰	اشتهارد
۲۰	S	۲۲/۰	۰/۶۲	جنوب	۲/۳	۱۱۳۸	۱۱	
۲۰	S	۲۲/۵	۰/۶۲	شمال	۳/۶	۱۲۰۰	۱۲	
۳۵	SC	۲۲/۱	۰/۶۳	شمال شرق	۳/۳	۱۱۴۴	۱۳	
۰	S	۲۲/۳	۰/۶۳	دشت	۰	۱۱۳۶	۱۴	
۱۲	S	۲۲/۲	۰/۶۱	غرب	۳/۶	۱۱۴۴	۱۵	
۱۰	S	۲۲/۳	۰/۶۵	شمال	۶/۲	۱۳۶۰	۱۶	
۱۷	G	۲۲/۴	۰/۶۱	شمال غرب	۴	۱۱۸۳	۱۷	

۱۰	SC	۲۲/۲	۰/۶۳	شمال شرق	۴۲	۱۴۶۱	۱۸
۱۷	S	۱۲/۴	۰/۹۰	غرب	۱۹/۶	۱۷۳۸	۱۹
۳۵	S	۱۲/۱	۰/۸۹	غرب	۲۵/۳	۲۱۹۰	۲۰
۲۵	SC	۱۲/۴	۰/۹۱	غرب	۴۲/۹	۲۱۸۶	۲۱
۱۰	S	۱۲/۵	۰/۹۲	شرق	۸/۶	۲۰۵۱	۲۲
۱۰	S	۱۲/۳	۰/۹۳	شرق	۳۳	۱۹۴۱	۲۳
۱۱	S	۱۲/۲	۰/۹۱	غرب	۲۲/۷	۲۰۲۳	۲۴
۲۵	G	۱۲/۲	۰/۸۹	شمال غرب	۲۴/۵	۲۲۶۹	۲۵
۶۰	S	۱۲/۳	۱/۱	شمال شرق	۳۴/۱	۲۴۷۷	۲۶
۳۰	S	۱۲/۴	۰/۹۷	شمال شرق	۲۴	۲۴۵۰	۲۷

S: ماسه دارای شن، SM: ماسه دارای سیلت، SC: ماسه دارای رس و G: شن دارای ماسه.

S: Sand-dominant mass, SM: Silt-dominant mass, SC: Clay-dominant mass, and G: Gravel with sand.

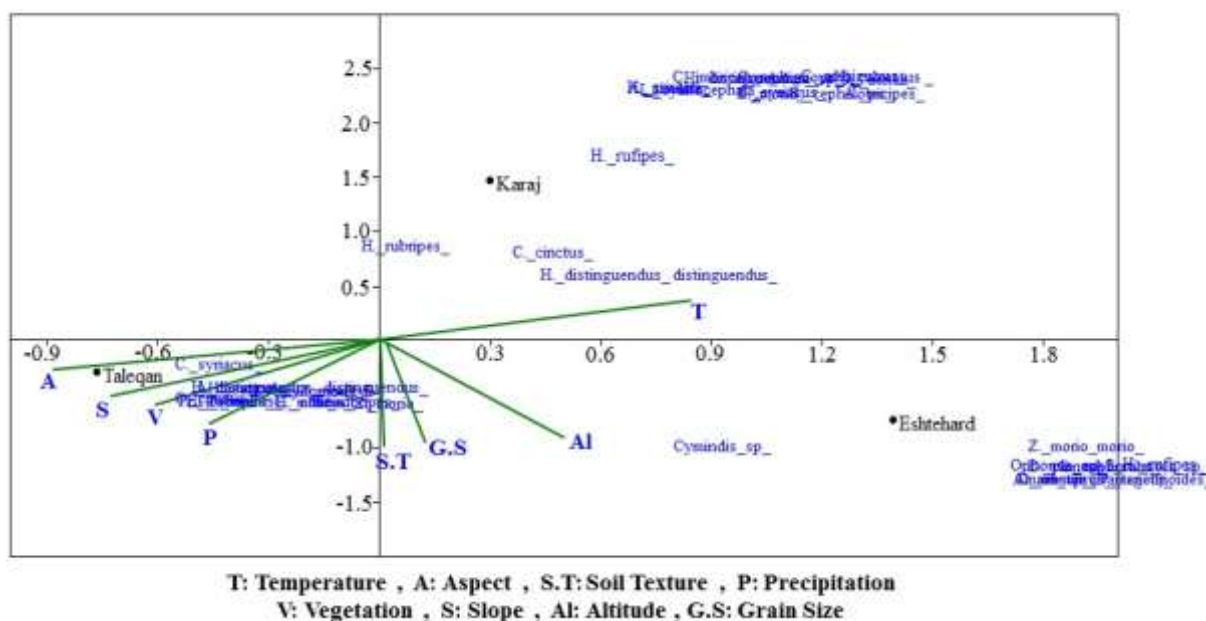
جدول ۹- درصد حضور ذرات خاک در گروه‌های دانه‌بندی شده در مناطق مطالعه شده.

Table 9 - Percentage of soil particles in size-graded groups in the studied areas.

(mm) > ۴	(mm) ۰/۰۶۳ - ۴	(mm) < ۰/۰۶۳	ایستگاه	منطقه
شن و ذرات بزرگ‌تر	ماسه	رس، سیلت و لای		
۲/۴	۹۲/۳	۳/۵	۱	کرج
۲۲/۴	۷۳/۴	۴/۲	۲	
۵	۹۰	۵	۳	
۰	۹۴/۵	۵/۵	۴	
۲۸/۳	۶۸	۳/۷	۵	
۲۲/۸	۷۵/۸	۱/۴	۶	
۲/۶	۹۰/۷	۶/۷	۷	
۳۰/۳	۵۵	۱۴/۷	۸	
۱۹/۲	۷۳/۲	۷/۶	۹	
۰	۹۳/۳	۶/۷	۱۰	اشتهارد
۰/۲	۸۷	۱۲/۸	۱۱	
۳۹	۵۸/۵	۲/۵	۱۲	
۰/۶	۹۲/۲	۷/۲	۱۳	
۱/۲	۹۸/۶	۰/۲	۱۴	
۴	۹۱/۲	۴/۸	۱۵	
۰/۶	۹۷/۲	۲/۲	۱۶	
۵۲/۲	۴۰/۸	۷	۱۷	
۲۷/۷	۶۵/۵	۶/۸	۱۸	
۳۰	۶۲/۲	۳/۸	۱۹	طالقان
۲۱/۷	۷۶/۱	۲/۲	۲۰	
۱۱/۸	۸۵/۰	۳/۲	۲۱	
۰/۸	۹۶/۴	۲/۸	۲۲	
۱۰/۸	۸۶/۱	۳/۱	۲۳	
۱۶/۳	۸۰/۵	۳/۲	۲۴	
۵۰/۱	۴۹/۶	۰/۳	۲۵	
۷/۲	۹۱/۴	۱/۴	۲۶	
۰/۸	۹۲/۴	۶/۶	۲۷	

می‌گیرد؛ در حالی که در منطقه اشتهارد پارامترهای ارتفاع، بافت خاک و دانه‌بندی عوامل مؤثر بر تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده بود؛ همچنین تنوع گونه‌ای سوسک‌های کارابیده در منطقه طالقان متأثر از پارامترهای جهت، شیب، بارش و درصد پوشش گیاهی بود.

اثر فاکتورهای محیطی بررسی شده از جمله ارتفاع، شیب، جهت، بارش، دما، بافت خاک، دانه‌بندی و درصد پوشش گیاهی بر تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در مناطق کرج، اشتهارد و طالقان با استفاده از آزمون CCA بررسی شد (شکل ۲). براساس نتایج، تنوع گونه‌ای در منطقه کرج بیشتر از دما تأثیر



شکل ۲- همبستگی میان فاکتورهای محیطی و تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در مناطق مطالعه‌شده.

Figure 2 - Correlation between environmental factors and species diversity of hardshell turtles (family Trionychidae) in studied regions.

بود. جانگ و همکاران در مطالعه‌ای با هدف تعیین الگوی تنوع، ساختار جامعه و تغییرات فصلی اجتماعات کارابیده در طول یک شیب ارتفاعی در کوه سوباکسان بیان کردند که الگوی تنوع سوسک‌های خانواده کارابیده با توجه به ارتفاع دارای کاهش نبود؛ در حالی که الگوی تنوع زیرخانواده‌ها و شکل بال با توجه به ارتفاع متفاوت بود که ممکن است به تغییر ارتفاع یا سایر فاکتورهای زیست محیطی مربوط باشد (Jung et al., 2012). لی و همکاران وجود سوسک‌های مردار

بحث

نتایج نشان داد تنوع گونه‌ای از هیچ کدام از فاکتورهای بررسی شده تأثیر مستقیم نمی‌گیرد؛ بلکه پراکنش گونه‌ای در مناطق بررسی شده به‌طور مستقیم متأثر از فاکتورهای مختلف بود؛ به طوری که در منطقه کرج فاکتور دما، در منطقه اشتهارد پارامترهای ارتفاع، بافت خاک و دانه‌بندی خاک و در منطقه طالقان جهت، شیب، بارش و درصد پوشش گیاهی عوامل اصلی تأثیرگذار بر حضور گونه‌ای سوسک‌های زمینی

پوشش گیاهی بیان شده است (Maveetya et al., 2013). در این مطالعه نیز بیشترین تعداد افراد در ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متری مشاهده شد؛ همچنین ارتفاع از جمله عوامل تأثیرگذار بر تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده در منطقه اشتهاارد بود که از نظر توپوگرافی منطقه‌ای دشتی و واقع شده در بین دو رشته کوه است. ائو و همکاران نیز تأثیر فاکتور دما به تنهایی در تنوع گونه‌ای منطقه کرج را مطالعه کردند و نتایج پژوهش آنها نشان داد دما عمده‌ترین فاکتور مؤثر در توزیع و پراکنش سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده است (Eo et al., 2016). توزیع غنای سوسک‌های کارابیده به نظر می‌رسد به‌طور عمده از دما و بارش تأثیر می‌گیرد (Liu et al., 2015) و در این پژوهش نیز بارش در منطقه طالقان که نسبت به کرج و اشتهاارد بارندگی بیشتری دارد و همچنین دما در منطقه کرج که گرم‌ترین منطقه مطالعه شده با اختلاف کمی از منطقه اشتهاارد است (این اختلاف کم نیز به‌طور احتمالی به دلیل وجود جزایر گرمایی ایجاد شده در مناطقی است که فعالیت‌های انسانی در آنها زیاد است) از عوامل تأثیرگذار بر تنوع گونه‌ای بود.

برای نتیجه‌گیری کلی بیان می‌شود که شرایط زیستگاهی، عامل مؤثر در پراکنش و توزیع (حضورداشتن یا نداشتن) سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده است؛ بنابراین با توجه به اینکه درباره سوسک‌های زمینی و ارتباط آن با فاکتورهای محیطی تاکنون در ایران مطالعه جامعی صورت نگرفته است، به‌منظور تأیید نتایج فوق و اینکه آیا در نقاط مختلف، پراکنش اعضای این خانواده از شرایط زیستگاهی تأثیر می‌گیرد، مطالعه در نقاط دیگر نیز پیشنهاد می‌شود.

سیلفیده را در ارتفاعات مختلف پارک ملی دگیوسان در کره مطالعه کردند (Lee et al., 2012). آنها گزارش کردند که جز گونه *Silpha perforata* که تنها در بوته‌زارهای با ارتفاع بالای ۱۳۰۰ متر مشاهده شد، جوامع مجزای حشرات در امتداد یک گرادیان ارتفاعی یافت می‌شود؛ چون با توجه به اکتوترم (به‌منظور حفظ و تنظیم دمای بدن نیازمند دمای محیط هستند)، حشرات به تغییرات دمایی حساس هستند (Deutsch et al., 2008).

روابه و همکاران در زمین‌های حاشیه‌ای تحت مدیریت، اثر پوشش گیاهی را بر غنای گونه‌ای، فعالیت و توزیع سوسک‌های کارابیده در فرانسه بررسی کردند (Rouabah et al., 2015) و نتایج آنها نشان داد تنوع بیشتر پوشش گیاهی مهم‌ترین عامل افزایش غنای گونه‌ای است و تراکم فعالیت کارابیده‌ها با پوشش گیاهی رابطه عکس دارد و در زمین‌های بایر دسترسی به مواد غذایی، پناهگاه، شرایط میکرواقلیم و توانایی سوسک‌های زمینی برای حرکت در سطح خاک مربوط به میزان پوشش گیاهی است (Melnychuka et al., 2003). در بررسی سوسک‌های کارابیده در مناطق کوهستانی و نیمه کوهستانی ژاپن نیز فاکتورهای درصد پوشش گیاهی، مقدار آب خاک و دمای سطح زمین از عوامل محیطی مهم مؤثر بر ترکیب و فراوانی کارابیده‌ها بیان شده است (Hiramatsu & Usio., 2018) که نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر همخوانی دارد؛ چون فاکتور پوشش گیاهی در منطقه طالقان که نسبت به دو منطقه دیگر متراکم‌تر بود، از جمله عوامل تأثیرگذار بر تنوع گونه‌ای سخت‌بال‌پوشان خانواده کارابیده بود. علت اصلی تنوع تحت تأثیر ارتفاع در مطالعات، کاهش استرس ناشی از فشار شکار، تغییر جوامع درختی و تغییر

References

- Adolabadi, H., Ardestani, M., & Hasanlou, H. (2014). Evaluation of water quality parameters using multivariate statistical analysis (case study: Atrak River). *Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab*, 25(3), 110-117. https://www.wwjournals.ir/article_4581.html?lang=en [in Persian].
- Atamehr, A. (2013). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of Azarbaijan, Iran. *Turkish Journal of Zoology*, 37(2), 188-194. <https://doi.org/10.3906/zoo-1206-32>
- Azadbakhsh, S., & Nozari, J. (2015). Checklist of the Iranian Ground Beetles (Coleoptera; Carabidae). *Zootaxa*, 4024(1), 1-108. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4024.1.1>
- Borror, D. J., & DeLong, D. M. (2005). *An Introduction to the Study of Insects*, 7th Edition. Norman F. Johnson.
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Huey, R. B., Sheldon, K. S., Ghalambor, C. K., Haak, D. C., Martin, P. R. (2008). Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *PNAS*, 105(18), 6668-6672. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709472105>
- Eo, J., Kim, M. H., Bang, H. S., Choi, S. K., Na, Y. E., Cho, K. J., Oh, Y. J., Yang, D., & Park, S. (2016). Effect of climate and landscape heterogeneity on the distribution of ground beetles (Coleoptera: Carabidea) in agricultural fields. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 19(4), 1009-1014. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2016.08.012>
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9. https://doc.rero.ch/record/15326/files/PAL_E2660.pdf
- Hiramatsu, S., & Usio, N. (2018). Assemblage characteristics and habitat specificity of carabid beetles in a Japanese alpine-subalpine zone. *Psyche*, 2018, 1-15. <https://doi.org/10.1155/2018/9754376>
- Jung, J. K., Kim, S. T., Lee, S. Y., Park, C. G., Park, J. K., & Lee, J. H. (2012). Community structure of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) along an altitudinal gradient on Mt. Sobaeksan, Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15(3), 487-494. [10.1016/j.aspen.2012.05.007](https://doi.org/10.1016/j.aspen.2012.05.007)
- Keskin, S., & Yasar, F. (2007). Use of canonical correlation analysis for determination of relationships among several traits in eggplant (*solanum melongena* L.) under salt stress. *Pakistan Journal of Botany*, 39(5), 1547-1552. [https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/39\(5\)/PJB39\(5\)1547.pdf](https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/39(5)/PJB39(5)1547.pdf)
- Lee, E. D., Min, H. K., Oh, K. S., Jeong, J. C., & Cho, Y. B. (2012). Appearance of carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) by altitudes in Deogyusan National Park, Jeollabuk-do, Korea. *Journal of Korean Nature*, 5(1), 11-15. <https://doi.org/10.7229/jkn.2012.5.1.011>
- Liu, X., Wang, H., He, D., Wang, X., & Bai, M. (2021). The Modeling and Forecasting of Carabid Beetle Distribution in Northwestern China. *Insects*, 12(2), 168. <https://doi.org/10.3390/insects12020168>
- Liu, Y., Duan, M., Zhang, X., Zhang, X., Yui, Z., & 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. *Journal of Insect Conservation and Diversity*, 8(2), 163-176. <https://doi.org/10.1111/icad.12096>
- Lorenz, W. (2005). *Systematic list of extant ground beetles of the world*. W. Lorenz.
- Maveetya, S. A., Brownea, R., & Erwin, T. L. (2013). Carabid beetle diversity and community composition as related to altitude and seasonality in Andean forests. *Journal of Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 48(3), 165-174. <https://doi.org/10.1080/01650521.2013.873266>
- Melnychuka, N.A., Olferta, O., Youngsa, B., & Gillottb, C. (2003). Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Journal of Agriculture, Ecosystems, and Environment*, 95(1), 69-72. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00119-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00119-6)
- Mroz, M., & Sobieraj, A. (2004). Comparison of several vegetation indices calculated on the basis of seasonal spot xs time series, and their suitability for land cover and agricultural crop identification. *Journal of Technical Sciences*, 7, 39-66. <https://www.researchgate.net>
- Rouabah, A., Villerd, J., Amiaud, B., Plantureux, S., & Lasserre-Joulin, S. (2015). Response of carabidea beetles diversity and size distribution to the vegetation structure within differently

- managed field margins. *Journal of Agriculture, Ecosystems, and Environment*, 200(1), 21–32.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.011>
- Sfenthourakis, S. (2011). *Ground Beetles (Carabidae) of Greece*. Pensoft publishers.
<https://gnosis.library.ucy.ac.cy/handle/7/65769>
- Trautner, J., & Geigenmüller, K. (1987). *Tiger beetles, ground beetles. Illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe*. TRIOPS Verlag.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19870543435>
- Turin, H., Penev, L., Casale, A., Arndt, E., Assmann, T., Makarov, K.V., Mossakowski, D., Szél, G., & Weber, F. (2003). Species accounts. In: Turin, H., Penev, L. and Casale, A. (Eds.) (2003). *The Genus Carabus in Europe- A Synthesis*. PenSoft. Sofia, Moscow and Leiden, 151–283.

