نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۹۱ – ۳۲(۱): ۵۹-۷۹

تنوع زیستی سوسک‌های خانواده‌ی Carabidae در بوم‌سامانه‌های باغی شهرستان آزادشهر، استان گلستان

مریم رضایی نوده، علی افشاری*، محسن یزدانیان و غلامعلی آساده
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: afshari@gau.ac.ir

Biodiversity of the ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in orchard ecosystems of Azadshahr region, Golestan province, Iran

M. Rezaei Nodeh, A. Afshari*, M. Yazdanian and Gh. A. Assadeh
Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
*Corresponding author, E-mail: afshari@gau.ac.ir

چکیده

سوسک‌های خانواده‌ی Carabidae یکی از فراوان‌ترین و متنوع‌ترین گروه‌های شکارگر عمومی‌خوار در بوم‌سامانه‌های کشاورزی به‌شمار می‌روند و در نگه داشتن جمعیت آفات زیر آستانه‌ی اقتصادی نقش مهمی را ایفا می‌کنند. در این بررسی که طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در شهرستان آزادشهر واقع در شرق استان گلستان انجام گرفت، با استفاده از تله‌های گودالی، از جوامع سوسک‌های این خانواده در باغ‌های زیتون، هلو و مخلوط هلو- زیتون نمونه‌برداری و با استفاده از شاخص‌های Shannon-Weaver و Margalef، تنوع زیستی آن‌ها برآورد گردید. سوسک‌های این خانواده در باغ‌های منطقه از غنای گونه‌ای بالایی برخوردار بودند و تعداد ۳۱، ۱۹ و ۱۲ گونه به‌ترتیب از باغ‌های مخلوط هلو- زیتون، هلو و زیتون جمع‌آوری و شناسایی شدند. گونه‌های غالب در این بوم‌سامانه‌ها به‌ترتیب عبارت بودند از *Harpalus rufipes* (De Geer)، *H. rufipes* و *Calathus peltatus* Kolenati. مقادیر شاخص تنوع Shannon در این سه بوم‌سامانه به‌ترتیب ۰/۱۸ ± ۱/۵۹، ۰/۲۱ ± ۱/۵۲ و ۰/۲۳ ± ۱/۵۷ و ضریب یکنواختی Brillouin در آن‌ها به‌ترتیب ۰/۰۴ ± ۰/۴۶، ۰/۰۷ ± ۰/۵۱ و ۰/۱۳ ± ۰/۶۵ محاسبه شدند. بین مقادیر شاخص‌های تنوع در باغ‌های مطالعه شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی یکنواختی فراوانی سوسک‌های Carabidae در باغ‌های زیتون از باغ‌های دیگر به‌طور معنی‌داری بزرگ‌تر بود. هم‌چنین، تنوع زیستی این سوسک‌ها در حاشیه‌های باغ‌های مطالعه شده از بخش‌های مرکزی آن‌ها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود. با توجه به تنوع بالای سوسک‌های این خانواده در باغ‌های منطقه، رعایت برخی از اصول بوم‌شناختی مانند عدم برداشت پوشش‌های گیاهی در حاشیه‌ها و یا درون باغ‌ها به حفاظت و افزایش کارایی این گروه از دشمنان طبیعی کمک خواهد نمود.

واژگان کلیدی: Carabidae، تنوع زیستی، بوم‌سامانه‌های باغی، آزادشهر

Abstract

The coleopteran family Carabidae is one of the most abundant and diverse generalist predators in agroecosystems, playing an important role in maintaining pest populations below economic threshold. Using pitfall traps, carabid beetle specimens were collected from olive, peach, and mixed peach-olive orchards in Azadshahr region, east of Golestan province in 2009-2010. Two indices of Shannon-Weaver and Margalef were employed to evaluate the diversity and structure of the beetle communities. The

دریافت: ۱۳۹۰/۵/۱، پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲.

species richness of ground beetles was 31, 19, and 12 species in mixed olive-peach, peach, and olive orchards; and the dominant species were *Harpalus rufipes* (De Geer), *H. rufipes* and *Calathus peltatus* Kolenati, respectively. The values of Brillouin's index of evenness and Shannon's index of diversity were calculated as 0.46 ± 0.04, 0.51 ± 0.07, 0.65 ± 0.13 and 1.59 ± 0.18, 1.52 ± 0.21, 1.57 ± 0.23, respectively. There was no significant difference in overall Shannon's indices, but the evenness of ground beetles in olive orchards was significantly higher than other orchards. The community of ground beetles on orchard margins was found to be more diverse than central parts. The high diversity of ground beetles in orchards of this region underlines their role in protecting the diversity of vegetations around or within the orchards and also efficiently keeping the populations of economic orchard pests in check throughout the season.
Key words: Carabidae, biodiversity, orchard ecosystems, Azadshahr

مقدمه

سوسک‌های خانواده‌ی Carabidae با داشتن بیش از ۴۰۰۰۰ گونه‌ی شناخته شده، در بوم‌سامانه‌های کشاورزی و جنگلی دنیا از تنوع زیستی بالایی برخوردار هستند (Kromp, 1999). تغذیه‌ی این شکارگرهای عمومی‌خوار از آفات مختلفی مانند شته‌های غلات (Scheller, 2009)، مگس پیاز (Grafius & Warner, 1989)، سوسک کلرادوی سیب‌زمینی (Kromp, 1999)، بید کلم (Suenaga & Hamamura, 1998)، راب‌ها و حلزون‌ها (Nash *et al*., 2008) و بذرهای علف‌های هرز (Saska *et al*., 2010) گزارش شده است. به‌علاوه، به‌دلیل همه‌جازی بودن و سهولت نسبی نمونه‌برداری و شناسایی این سوسک‌ها، از آن‌ها به‌عنوان یک شاخص بوم‌شناختی مهم جهت مطالعه‌ی تأثیر اقدامات مختلف مدیریتی یا الگوهای مختلف کشت بر تنوع زیستی بوم‌سامانه‌های کشاورزی (Clark *et al*., 2006) و جنگلی (Work *et al*., 2008) یاد شده است.

تنوع زیستی یک جامعه‌ی بوم‌شناختی تحت تأثیر تعداد (غنای گونه‌ای) و فراوانی نسبی (یکنواختی) گونه‌های ساکن در آن قرار دارد (Waite, 2000). هر چه تعداد گونه‌های یک جامعه بیش‌تر و فراوانی نسبی آن‌ها یکنواخت‌تر باشد، آن جامعه متنوع‌تر خواهد بود. تنوع زیستی جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae در باغ‌های زیتون یونان (Hadjicharalambous *et al*., 2001)، تاکستان‌های کِبک کانادا (Goulet *et al*., 2004)، باغ‌های مرکبات برزیل (Cividanes *et al*., 2010)، باغ‌های سیب اسپانیا (Minarro & Dapena, 2003)، باغ‌های هلوی ژاپن (Sonoda *et al*., 2011)، مزارع گندم و سویا (Ellsbury *et al*., 1998) و مزارع گوجه‌فرنگی (Clark, 1999) محاسبه شده و تأثیر نوع محصول، الگوی کشت و عملیات زراعی بر آن به اثبات رسیده است.

تغییرات انبوهی جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae و نیز گونه‌های غالب آن‌ها در بوم‌سامانه‌های مختلف باغی و زراعی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال،

Harpalus distinguendus Duftschmid گونه‌ی غالب باغ‌های دانه‌دار و هسته‌دار ترکیه (Avgin & Luff, 2009)، *Pterostichus melanarius* Illiger گونه‌ی غالب در دو تاکستان واقع در جنوب ایالت کِبک در کانادا (Goulet *et al*., 2004)، *Abaris basistriata* Chaudoir گونه‌ی غالب در یک باغ مرکبات در ایالت سائوپائولوی برزیل (Cividance *et al*., 2010)، *Poecilus cupreus* (L.) گونه‌ی غالب مزارع گندم لتونی (Bukejs & Balalaikins, 2008)، *Agonum muelleri* Herbst گونه‌ی غالب مزارع سویا در بخش‌های مرکزی ایالت نیویورک (Hajek *et al*., 2007) و *Anisodactylus californicus* Dejean گونه‌ی غالب در مزارع گوجه‌فرنگی در دره‌ی مرکزی ایالت کالیفرنیا (Clark, 1999) معرفی شده‌اند.

اُرگانیک یا سنتی بودن الگوی کشت (Kromp, 1989; Labrie *et al*., 2003; Shah *et al*., 2003)، تک‌کشت و یا مختلط بودن محصول (Altieri, 1995) و انجام عملیات مختلف زراعی مانند خاک‌ورزی (Clark *et al*., 2006; Shearin *et al*., 2007) و نیز سم‌پاشی (Epstein *et al*., 2001; Sonoda *et al*., 2011) ممکن است جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae را تحت تأثیر قرار دهند. سم‌پاشی مزارع اطراف باغ‌ها، فراوانی و ساختار گونه‌ای جامعه‌ی این سوسک‌ها را در دو تاکستان در جنوب ایالت کِبک کانادا تحت تأثیر قرار داد (Goulet *et al*., 2004). هم‌چنین، مدیریت پوشش گیاهی کف یک باغ مرکبات در ایالت سائوپائولوی برزیل (Cividanes *et al*., 2010) و یک باغ سیب در اسپانیا (Minarro & Dapena, 2003) موجب افزایش تنوع زیستی جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae شد.

برخی از پژوهشگران (Anderson & Eltun, 2000) تراکم و تنوع زیستی سوسک‌های Carabidae را در باغ‌های اُرگانیک نسبت به باغ‌های سنتی بیش‌تر گزارش نموده‌اند، درحالی‌که برخی دیگر (Pearsall & Walde, 1995; Riddick & Mills, 1996) بین این دو الگوی مدیریتی تفاوتی را مشاهده نکرده‌اند. مقایسه‌ی تأثیر الگوهای مدیریت اُرگانیک (استفاده از قارچ‌کش‌های گوگردی و حشره‌کش‌های گیاهی) و تلفیقی (استفاده از قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌های سنتزی) بر فراوانی و ویژگی‌های مرفومتریک گونه‌ی *P. melanarius* در تاکستان‌های کِبک کانادا، تفاوت معنی‌داری را بین این دو الگوی مدیریتی نشان نداد (Labrie *et al*., 2003).

در ایران، پژوهشگران بیش‌تر فون سوسک‌های خانواده‌ی Carabidae را در بوم‌سامانه‌های مختلف بررسی کرده‌اند (Morvan 1976, 1977, 1981; Alichi & Minaei, 2002a; Shafiei *et al*., 2004; Mohammadzadeh Fard *et al*., 2004; Sadeghi-Namaghi *et al*., 2010; Deuve, 2011) و تنوع زیستی آن‌ها کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. در فهرست آفات کشاورزی ایران و دشمنان طبیعی آن‌ها، به وجود ۸۹ گونه از این سوسک‌ها در ایران اشاره شده است (Modarres Awal, 2001). بر اساس مطالعه‌ی Alichi & Minaei (2002b)، فراوانی و تنوع سوسک‌های Carabidae تحت تأثیر نوع محصول و عملیات زراعی مانند شخم و مصرف کودها یا آفت‌کش‌ها قرار داشت. در مطالعه‌ی فون سوسک‌های Carabidae در مزارع گندم، یونجه، ذرت و آیش شهرستان مرودشت که با استفاده از تله‌های گودالی انجام گرفت، به‌ترتیب ۱٤، ۱۱، ٦ و ۲ گونه جمع‌آوری شدند که از میان آن‌ها، گونه‌های *Pterostichus leus* Andrewes و *Distichus planus* Bonelli در مزارع گندم از فراوانی بیش‌تری برخوردار بودند (Homayoon *et al*., 2002).

با توجه به اهمیت باغ‌های زیتون در استان گلستان و نیز توسعه‌ی چند سال اخیر باغ‌های هلو و مخلوط هلو- زیتون، به‌ویژه در شرق این استان، مطالعه‌ی تنوع زیستی حشرات مفید می‌تواند به مدیریت پایدارتر آفات در این بوم‌سامانه‌ها کمک زیادی نماید. هدف اصلی این پژوهش، جمع‌آوری و شناسایی سوسک‌های خانواده‌ی Carabidae به‌عنوان یک گروه مهم از شکارگرهای عمومی‌خوار و نیز بررسی تنوع زیستی آن‌ها در مهم‌ترین بوم‌سامانه‌های باغی شهرستان آزادشهر در شرق استان گلستان می‌باشد، تا از این طریق، امکان حفاظت و استفاده‌ی کارآمدتر از این عوامل بیولوژیک در مدیریت آفات باغی منطقه فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی نمونه‌برداری

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در باغ‌های هلو، زیتون و مخلوط هلو- زیتون شهرستان آزادشهر (۳۷ درجه‌ی عرض شمالی و ۵۵ درجه‌ی طول شرقی)، شرق استان گلستان و با مشخصات ارایه شده در جدول ۱ انجام گرفت. تمام باغ‌های در نظر گرفته شده برای نمونه‌برداری، در شرق شهرستان آزادشهر قرار داشتند و بین هر کدام از آن‌ها (به‌عنوان مثال بین

باغ‌های هلو و زیتون) حداقل پنج کیلومتر فاصله در نظر گرفته شد تا تنوع سوسک‌های Carabidae در هر باغ فقط تأثیر شرایط همان بوم‌سامانه را نشان دهد و امکان مهاجرت سوسک‌ها بین باغ‌های مختلف، صفر و یا آن که بسیار اندک باشد.

جدول ۱- مشخصات باغ‌های نمونه‌برداری شده طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در شهرستان آزادشهر، استان گلستان.

Table 1. The characteristics of the sampled orchards of Azadshahr region in Golestan province in 2009-10.

Orchards	Area (ha.)	Total number of sampling times	Sampling period
Peach	1.5-2	14	5 July - 16 November
Olive	1-2	14	5 July - 16 November
Mixed peach-olive	1-2	31	22 May - 9 March

روش نمونه‌برداری

در این مطالعه، به‌منظور جمع‌آوری سوسک‌های Carabidae از تله‌های گودالی استفاده شد که شامل ظروف یک‌بار مصرف پلاستیکی به قطر دهانه‌ی ۱۲ و ارتفاع ۱۱/۵ سانتی‌متر بودند. ابتدا به‌وسیله‌ی بیلچه، گودال‌هایی در کف باغ‌های مورد نظر ایجاد می‌شدند و سپس ظروف پلاستیکی درون آن‌ها قرار می‌گرفتند، به‌طوری‌که دهانه‌های آن‌ها از سطح زمین اندکی پایین‌تر بود. به‌منظور جلوگیری از خورده شدن نمونه‌ها توسط یکدیگر و یا مورچه‌ها، در کف هر کدام از تله‌ها مقداری حشره‌کش کاربارِیل ریخته می‌شد. تعداد تله‌های نصب‌شده بر حسب وسعت باغ از ۱۰ (در باغ‌های یک هکتاری) تا ۳۰ عدد (در باغ‌های ۱/۵ و دو هکتاری) متغیر بود. تله‌ها پس از نصب، به فواصل زمانی پنج روز یک‌بار و در محدوده‌ی زمانی ارایه شده در جدول ۱ مورد بازدید قرار می‌گرفتند و سوسک‌های به‌دام‌افتاده از این خانواده پس از جمع‌آوری و حذف مواد زاید و نمونه‌های غیرهدف، جداسازی می‌شدند. نمونه‌های جداسازی‌شده پس از شمارش، به‌خوبی با آب و مایع ظرف‌شویی شسته و تمیز می‌گردیدند تا شناسایی آن‌ها آسان‌تر شود. سپس با قید تاریخ و محل جمع‌آوری، نمونه‌ها تفکیک و تعدادی از آن‌ها در الکل ۷۵ درصد نگه‌داری و تعدادی دیگر نیز اتاله می‌شدند. نمونه‌ها با استفاده از

منابع معتبر (Lindroth, 1974; Trautner, 1988; Bell, 1990) شناسایی و برای تأیید نزد دکتر Jan Muilwijk در کشور هلند ارسال شدند.

تأثیر فاصله از حاشیه‌ی باغ بر تنوع و فراوانی سوسک‌های Carabidae

به‌منظور مقایسه‌ی فراوانی و تنوع سوسک‌های Carabidae در حاشیه و عمق باغ‌ها، تعدادی از تله‌های گودالی در نزدیکی حاشیه‌ها و تعدادی دیگر در بخش‌های مرکزی باغ‌ها نصب گردید. در باغ‌های زیتون و هلو، تعداد ۱۰ عدد تله در فاصله‌ی یک‌متری از حاشیه و تعداد ۱۰ عدد تله در فاصله‌ی ٤٠ متری از حاشیه نصب شدند. در باغ‌های مخلوط هلو- زیتون، تله‌های نصب شده در فاصله‌ی یک‌متری در اثر انجام عملیات خاک‌ورزی از سوی باغداران از بین رفتند، بنابراین، تله‌های نصب شده در عمق سه متری (۱۰ عدد) به جای آن‌ها به‌عنوان نماینده‌ی حاشیه‌ی باغ در نظر گرفته شدند و همانند دو باغ دیگر، تعداد ۱۰ عدد تله نیز در فاصله‌ی ٤٠ متری از حاشیه نصب گردیدند.

به‌منظور بررسی تأثیر احتمالی نوع پوشش گیاهی روییده در حاشیه‌ی باغ‌ها بر تنوع سوسک‌های Carabidae، گونه‌های این گیاهان تعیین شدند. در حاشیه‌های باغ‌های زیتون به‌طور عمده علف‌های هرز قیاق، *Sorghum halepense* L.، علف اسب، *Conyza canadensis* L.، گندواش، *Artemisia annua* L. و کاسنی، *Cichorium intybus* L. وجود داشتند، درحالی‌که در حاشیه‌های باغ‌های هلو، بیش‌تر علف هرز قیاق و در حاشیه‌ی باغ‌های مخلوط هلو- زیتون به‌طور عمده علف‌های هرز قیاق، گندواش و علف اسب روییده بودند.

شاخص‌های تنوع زیستی و ضرایب یکنواختی

به‌منظور محاسبه‌ی تنوع زیستی جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae از دو شاخص H' شانون- ویور (Shannon-Weaver) و D مارگالف (Margalef) (به‌ترتیب، رابطه‌های ۱ و ۲) و به‌منظور محاسبه‌ی میزان یکنواختی فراوانی گونه‌ها از دو ضریب $E_{Simpson}$ و $E_{Brillouin}$ (به‌ترتیب رابطه‌های ۳ و ۵) استفاده گردید (Price, 1997; Seaby & Henderson, 2006). تمامی محاسبه‌ها (رابطه‌های ۱ تا ۸) و مقایسه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SDR 4 (Seaby & Henderson, 2006) انجام

شدند. به‌منظور مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های تنوع و ضرایب یکنواختی در باغ‌های مختلف از آزمون Δ در نرم‌افزار SDR 4 و به‌منظور مقایسه‌ی میانگین فراوانی سوسک‌ها در حاشیه‌ها و بخش‌های مرکزی یک باغ از آزمون t در نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 2003) استفاده گردید.

رابطه‌ی (۱): $$H' = -\sum_{i=1}^{S}(p_i)(\log_e p_i)$$

رابطه‌ی (۲): $$D_{Margalef} = \frac{S-1}{LnN}$$

رابطه‌ی (۳): $$E_{Simpson} = \frac{1/D}{S}$$

رابطه‌ی (٤): $$D = \frac{N(N-1)}{\sum n_i(n_i-1)}$$

رابطه‌ی (۵): $$E_{Brillouin} = \frac{HB}{HB_{max}}$$

رابطه‌ی (٦): $$HB = \frac{\ln N! - \sum_{i=1}^{s} \ln n_i!}{N}$$

رابطه‌ی (۷): $$HB_{max} = \frac{1}{N} \ln \frac{N!}{\{[N/S]!^{s-r}\{([N/S]+1)!\}^{r}}$$

رابطه‌ی (۸): $$r = N - S[N/S]$$

در رابطه‌های فوق، H' شاخص تنوع شانون- ویور، p_i نسبت افراد گونه‌ی iام به تعداد کل افراد (فراوانی نسبی)، S تعداد کل گونه‌های موجود در جامعه، $D_{Margalef}$ شاخص تنوع مارگالف، N تعداد کل افراد جمع‌آوری شده از تمام گونه‌ها، $E_{Simpson}$ ضریب یکنواختی سیمپسون، D شاخص تنوع سیمپسون، n_i تعداد افراد موجود در گونه‌ی شماره‌ی i، $E_{Brillouin}$ ضریب یکنواختی بریلوئین، HB شاخص تنوع بریلوئین، HB_{max} بیشینه‌ی مقدار شاخص تنوع بریلوئین و r یک مقدار ثابت می‌باشند.

نتایج

در این پژوهش، در کل ۸۱۹۸ فرد متعلق به ۳٦ گونه از سوسک‌های خانواده‌ی Carabidae به شرح زیر از باغ‌های زیتون، هلو و مخلوط هلو- زیتون شهرستان آزادشهر جمع‌آوری شدند.

باغ‌های زیتون

طی ١٤ نوبت نمونه‌برداری از باغ‌های زیتون در فاصله‌ی زمانی ١٤ تیر تا ٢٥ آبان ماه، درمجموع ٢٤٩ سوسک Carabidae شامل ١٢ گونه از ٧ زیرخانواده به دام افتادند (جدول ٢). گونه‌ی *Calathus peltatus* Kolenati با فراوانی ٤٠ درصد، گونه‌ی غالب بود و گونه‌های *Trechus quadristriatus* (Schrank) و *Amara fusgenua* Hieke به‌ترتیب با فراوانی‌های ٣٠ و ٩ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار داشتند. جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae در باغ‌های زیتون دارای ١٠ و ١١ گونه‌ی مشترک به‌ترتیب با باغ‌های هلو و مخلوط هلو- زیتون بود. گونه‌ی *Distichus hespericus* Dejean فقط از باغ‌های زیتون جمع‌آوری شد و دو بوم‌سامانه‌ی دیگر فاقد آن بودند. گونه‌ی *A. fusgenua* نیز فقط از باغ‌های زیتون و مخلوط هلو- زیتون جمع‌آوری شد و هیچ نمونه‌ای از آن در باغ‌های هلو به دام نیفتاد. تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده از باغ‌های زیتون (١٢ گونه) در مقایسه با باغ‌های هلو (١٩ گونه) و مخلوط هلو- زیتون (٣١ گونه) کم‌تر بود، اما به‌دلیل بزرگ‌تربودن معنی‌دار ضریب یکنواختی (به‌ویژه ضریب بریلوئین) گونه‌های آن در مقایسه با دو محصول دیگر، تنوع زیستی این سوسک‌ها در باغ‌های زیتون با دو محصول دیگر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول‌های ٣ و ٤).

جدول ٢- تعداد و فراوانی نسبی گونه‌های جمع‌آوری شده از خانواده‌ی Carabidae در باغ‌های زیتون شهرستان آزادشهر، استان گلستان.

Table 2. Number and relative frequency of carabid species collected in olive orchards of Azadshahr region in Golestan province.

Species	**Subfamily**	**Number**	**Relative frequency**
Calathus peltatus Kolenati	Pterostichinae	101	0.400
Trechus quadristriatus (Schrank)	Trechinae	74	0.300
Amara fusgenua Hieke	Harpalinae	23	0.092
Siagona europea europea Dejean	Siagoninae	22	0.088
Distichus planus Bonelli	Scaritinae	15	0.060
Acinopus laevigatus laevigatus Menetries	Harpalinae	5	0.020
Notiophilus danieli Reitter	Nebriinae	3	0.012
Harpalus rufipes (De Geer)	Harpalinae	2	0.012
Microlestes fissuralis Reitter	Lebiinae	1	0.004
Agonum dorsale (Pontoppidan)	Pterostichinae	1	0.004
Poecilus cupreus cupreus (L.)	Pterostichinae	1	0.004
Distichus hespericus Dejean	Scaritinae	1	0.004

حاشیه‌ها و بخش‌های مرکزی باغ‌های زیتون از نظر میانگین فراوانی سوسک‌های Carabidae با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی تعداد و یکنواختی گونه‌ها و در نتیجه ضریب تنوع در بخش‌های حاشیه‌ای به‌طور معنی‌داری از بخش‌های مرکزی بیش‌تر (بزرگ‌تر) بود (جدول ۵).

جدول ۳- مقادیر شاخص‌های تنوع، ضرایب یکنواختی و تعداد گونه‌های جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae در باغ‌های مختلف شهرستان آزادشهر، استان گلستان.

Table 3. Diversity indices, coefficients of evenness and species number of carabid species community in different orchards of Azadshahr region in Golestan province.

Orchards	Number of species	Diversity indices		Coefficients of evenness	
		Shannon-Weaver	Margalef D	$E_{Simpson}$	$E_{Brillouin}$
Olive	12	1.57 ± 0.234	1.81 ± 0.3	0.33 ± 0.16	0.65 ± 0.13
Peach	19	1.52 ± 0.214	2.68 ± 0.25	0.13 ± 0.03	0.51 ± 0.07
Mixed peach-olive	31	1.60 ± 0.177	3.49 ± 0.40	0.10 ± 0.01	0.46 ± 0.04

جدول ٤- مقادیر دلتا (Δ) در مقایسه‌ی دو به دوی شاخص تنوع شانون (H') و ضریب یکنواختی بریلوئین ($E_{Brillouin}$) در باغ‌های مختلف شهرستان آزادشهر، استان گلستان.

Table 4. The values of Δ in binomial comparison of Shannon's index and Brillouin's E coefficient of evenness in different orchards of Azadshahr region in Golestan province.

Orchards	Orchards					
	Olive		Peach		Mixed peach-olive	
	H'	$E_{Brillouin}$	H'	$E_{Brillouin}$	H'	$E_{Brillouin}$
Olive	-	-	0.0504	0.1396 *	0.0225	0.1926 *
Peach	0.0504	0.1396 *	-	-	0.0729	0.0530

* Significant at probability level of 5%.

باغات هلو

طی ١٤ نوبت نمونه‌برداری از باغ‌های هلو در فاصله‌ی زمانی ١٤ تیر تا ٢٥ آبان ماه، درمجموع ٨١٧ سوسک Carabidae شامل ١٩ گونه از ٩ زیرخانواده به دام افتادند (جدول ٦). گونه‌ی *Harpalus rufipes* (De Geer) با فراوانی ٥٩ درصد، گونه‌ی غالب بود و گونه‌های *D. planus* و *T. quadristriatus* به‌ترتیب با فراوانی‌های ١٧ و ٥/٥ درصد در رتبه‌های دوم و

جدول ۵- میانگین فراوانی، تعداد گونه، مقدار شاخص تنوع شانون و ضرایب یکنواختی جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae در حاشیه و عمق بوم‌سامانه‌های مختلف باغی شهرستان آزادشهر، استان گلستان.

Table 5. Mean abundance, number of species, Shannon-Weaver's index, and coefficients of evenness of carabid beetles community in different orchards of Azadshahr region in Golestan province.

Orchards	Mean abundance				Number of species		Shannon-Weaver's index			Brillouin's coefficient of evenness		
	Margin	Center	t	p	Margin	Center	Margin	Center	Δ	Margin	Center	Δ
Olive	1.01 ± 0.15	0.77 ± 0.13	1.14	0.26	10	8	1.68 ± 0.23	1.31 ± 0.22	0.3689 *	0.73 ± 0.09	0.62 ± 0.13	0.105 *
Peach	2.84 ± 0.35	3.00 ± 0.33	0.33	0.73	16	18	1.68 ± 0.23	1.30 ± 0.21	0.3794 *	0.60 ± 0.08	0.44 ± 0.07	0.158 *
Mixed peach-olive	3.84 ± 0.54	7.80 ± 0.78	4.15	0.000 *	27	25	1.72 ± 0.18	1.50 ± 0.19	0.2222 *	0.52 ± 0.05	0.46 ± 0.04	0.056 *

* Significant at probability level of 0.0.

و سوم قرار داشتند. چهار گونه‌ی *Nebria lacustris* Casey، *Microlestes plagiatus* Duftschmid، *Distichus terricola* Bonelli و *Bembidion dalmatinum* Reitter فقط از باغ‌های هلو جمع‌آوری شدند و در دو بوم‌سامانه‌ی دیگر هیچ نمونه‌ای از آن‌ها در تله‌ها به دام نیفتاد.

جدول ٦- تعداد و فراوانی نسبی گونه‌های جمع‌آوری شده از خانواده‌ی Carabidae در باغ‌های هلوی شهرستان آزادشهر، استان گلستان.

Table 6. Number and relative frequency of carabid species collected in peach orchards of Azadshahr region in Golestan province.

Species	Subfamily	Number	Relative frequency
Harpalus rufipes (De Geer)	Harpalinae	486	0.5900
Distichus planus Bonelli	Scaritinae	143	0.1700
Trechus quadristriatus (Schrank)	Trechinae	45	0.0550
Agonum dorsale (Pontoppidan)	Pterostichinae	25	0.0300
Poecilus cupreus cupreus (L.)	Pterostichinae	19	0.0230
Siagona europea europea Dejean	Siagoninae	19	0.0230
Acinopus laevigatus laevigatus Menetries	Harpalinae	12	0.0140
Ophonus melletii Heer	Harpalinae	10	0.0120
Harpalus distinguendus distinguendus Duftchmid	Harpalinae	10	0.0120
Microlestes fissuralis Reitter	Harpalinae	9	0.0110
Notiophilus danieli Reitter	Nebriinae	9	0.0110
Microlestes plagiatus Duftschmid	Lebiinae	8	0.0090
Pterostichus macer macer (Marsham)	Pterostichinae	7	0.0080
Brachinus brevicollis Motschulsky	Brachiniae	6	0.0070
Cicindela germanica germanica L.	Cicindelinae	4	0.0040
Calathus peltatus Kolenati	Pterostichinae	2	0.0020
Nebria lacustris Casey	Nebriinae	2	0.0020
Distichus terricola terricola Bonelli	Scaritinae	1	0.0012
Bembidion dalmatinum Reitter	Trechinae	1	0.0012

تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده از باغ‌های هلو، از باغ‌های زیتون بیش‌تر و از باغ‌های مخلوط هلو- زیتون کم‌تر بود، اما به‌دلیل اینکه ضریب یکنواختی در باغ‌های زیتون (۰/۰۷ ± ۰/۵۱) در میانه‌ی باغ‌های هلو (۰/۱۳ ± ۰/٦۵) و مخلوط هلو- زیتون (۰/۰٤ ± ۰/٤٦) قرار داشت، لذا ضرایب تنوع شانون در این سه بوم‌سامانه با همدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

فراوانی جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae در حاشیه و مرکز باغ‌های هلو با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). از سوی دیگر، باوجود اینکه تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده

در حاشیه‌ی باغ‌های هلو (١٦ گونه) نسبت به بخش‌های مرکزی (١٨ گونه) اندکی کم‌تر بود، اما به‌دلیل بزرگ‌تر بودن معنی‌دار ضریب یکنواختی گونه‌ها در حاشیه‌ها (٠/٠٨ ± ٠/٦) نسبت به بخش‌های مرکزی (٠/٠٧ ± ٠/٤٤)، در نهایت، ضریب تنوع در حاشیه‌ی این باغ‌ها از بخش‌های مرکزی آن‌ها به شکل معنی‌داری بیش‌تر بود (جدول ٥).

باغات مخلوط هلو- زیتون

طی ٣١ نوبت نمونه‌برداری از باغ‌های مخلوط هلو- زیتون در فاصله‌ی زمانی اول خرداد تا ١٩ اسفند، درمجموع ٧١٣٢ سوسک Carabidae شامل ٣١ گونه از ١١ زیرخانواده به دام افتادند که از میان آن‌ها، ١٥ گونه مختص این بوم‌سامانه بودند و در باغ‌های زیتون و هلو مشاهده نشدند (جدول ٧). گونه‌ی *H. rufipes* با فراوانی ٤٨ درصد گونه‌ی غالب بود و گونه‌های *Broscus karelinii* Zoubkoff و *Amara aenea* (De Geer) به‌ترتیب با فراوانی‌های ٣٦ و ٤ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار داشتند. باغ‌های مخلوط هلو- زیتون از نظر تعداد گونه و نیز میانگین فراوانی، در میان باغ‌های نمونه‌برداری شده در رتبه‌ی اول قرار داشتند، اما ضرایب یکنواختی آن‌ها از دو بوم‌سامانه‌ی دیگر به طور معنی‌داری پایین‌تر بود (جدول ٤) و این امر باعث گردید تا شاخص تنوع شانون در آن‌ها با دو بوم‌سامانه‌ی دیگر تفاوت معنی‌داری را از خود نشان ندهد. در باغ‌های مخلوط هلو- زیتون نیز همانند دو بوم‌سامانه‌ی دیگر تنوع زیستی جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae در حاشیه‌ها نسبت به بخش‌های مرکزی بیش‌تر بود (جدول ٥).

بحث و نتیجه‌گیری

سوسک‌های Carabidae شکارگرهای عمومی‌خواری هستند که به‌دلیل تغذیه از آفات مختلف و بذرهای علف‌های هرز، در مدیریت آفات بوم‌سامانه‌های کشاورزی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (Lövei, 1996). در پژوهش حاضر، روی‌هم‌رفته ٣٦ گونه سوسک Carabidae از باغ‌های زیتون (١٢ گونه)، هلو (١٩ گونه) و مخلوط هلو- زیتون (٣١ گونه) در منطقه‌ی آزادشهر جمع‌آوری شدند که از میان آن‌ها، ١١ گونه به‌صورت مشترک در هر سه

جدول ۷- تعداد و فراوانی نسبی گونه‌های جمع‌آوری شده از خانواده‌ی Carabidae در باغ‌های مخلوط هلو- زیتون شهرستان آزادشهر، استان گلستان.

Table 7. Number and relative frequency of carabid species collected in mixed peach-olive orchards of Azadshahr region in Golestan province.

Species	Subfamily	Number	Relative frequency
Harpalus rufipes (De Geer)	Harpalinae	3080	0.43000
Broscus karelinii Zoubkoff	Broscinae	2543	0.36000
Amara aenea (De Geer)	Pterostichinae	298	0.04000
Poecilus cupreus cupreus (L.)	Pterostichinae	238	0.03000
Pterostichus macer macer (Marsham)	Pterostichinae	233	0.03000
Harpalus distinguendus distinguendus Duftschmid	Harpalinae	129	0.02000
Acinopus laevigatus laevigatus Menetries	Harpalinae	112	0.01500
Agonum dorsale (Pontoppidan)	Pterostichinae	97	0.01300
Distichus planus Bonellis	Scaritinae	62	0.00860
Siagona europea europea Dejean	Siagoninae	48	0.00670
Calathus peltatus Kolenati	Pterostichinae	46	0.00640
Harpalus subtruncatus Chaudoir	Harpalinae	42	0.00580
Amara fusgenua Hieke	Pterostichinae	41	0.00570
Brachinus brevicollis Motschulsky	Brachiniae	37	0.00510
Cicindela germanica germanica L.	Cicindelinae	25	0.00350
Microlestes fissuralis Reitter	Lebiinae	22	0.00300
Brachinus explodens Duftschmid	Brachiniae	20	0.00280
Ophonus melletii Heer	Harpalinae	17	0.00230
psophia Servile *Brachinus*	Brachiniae	11	0.00150
Laemostenus caspius Menetries	Pterostichinae	10	0.00140
Trechus quadristriatus (Schrank)	Trechinae	7	0.00098
Amara similata Gyllenhal	Pterostichinae	4	0.00056
Ditomus calydonius oriens Dvorak	Harpalinae	3	0.00042
Harpalus tenebrosus Dejean	Harpalinae	1	0.00010
Danieli Reitter *Notiophilus*	Nebriinae	1	0.00010
Agonum viridicupreum viridicupreum (Goeze)	Pterostichinae	1	0.00010
Aephnidius ruficornis Chaudoir	Harpalinae	1	0.00010
Calathus ambiguus ambiguus (Paykull)	Pterostichinae	1	0.00010
Chlaenius flavipes Menetries	Callistinae	1	0.00010
Chlaenius vestitus (Paykull)	Callistinae	1	0.00010
Chlaenius festivus festivus (Panzer)	Callistinae	1	0.00010

بوم‌سامانه، ٦ گونه به‌طور مشترک در دو بوم‌سامانه و ۱۹ گونه به‌طور انحصاری در یکی از بوم‌سامانه‌ها فعالیت می‌نمودند. گونه‌ی *H. rufipes* که در باغ‌های هلو و مخلوط هلو- زیتون غالب بود، در باغ‌های میوه‌ی کرواسی نیز از بیش‌ترین فراوانی برخوردار بوده است (Stancic *et al*., 2009). در باغ‌های زیتون و هلوی ترکیه نیز گونه‌ی دیگری از همین جنس (*H. distinguendus*) به‌عنوان گونه‌ی غالب معرفی شده است (Avgin & Luff, 2009). با توجه به

گزارش تغذیه‌ی گونه‌های *H. rufipes* و *Agonum dorsale* (Pontoppidan) از شته‌ها (Loughridge & Luff, 1983; Scheller, 2009)، این گونه‌ها می‌توانند در کنترل شته‌ی سبز هلو که از آفات مهم این محصول در منطقه‌ی آزادشهر به‌شمار می‌رود، نقش قابل توجهی را داشته باشند.

مقدار شاخص تنوع شانون در باغ‌های زیتون آزادشهر (۱/۵۷) در مقایسه با باغ‌های زیتون اُرگانیک و سنتی یونان (به‌ترتیب ۱/۵۳ و ۱/۳۱) (Hadjicharalambous *et al*., 2001) بیش‌تر بود. مقدار شاخص شانون در باغ‌های هلوی آزادشهر ۱/۵۲ محاسبه گردید که در محدوده‌ی مقادیر محاسبه‌شده در باغ‌های هلوی ژاپن (۰/۷۲ تا ۳/۷٦ بر حسب سم‌پاشی یا عدم سم‌پاشی و اُرگانیک یا سنتی‌بودن الگوی کشت) (Sonoda *et al*., 2011) قرار داشت. هم‌چنین، در یک مقایسه‌ی کلی‌تر، مقادیر شاخص شانون در بوم‌سامانه‌های باغی مطالعه شده در پژوهش حاضر در مقایسه با باغ‌های مرکبات برزیل (۰/۹) (Cividanes *et al*., 2010) و باغ‌های سیب اسپانیا (۰/۱۷ تا ۰/۹۱ بر حسب نوع مالچ به‌کار رفته در کف باغ) (Minarro & Dapena, 2003) بزرگ‌تر اما در مقایسه با تاکستان‌های ایالت کِبک کانادا (۲/۲۲ تا ۲/۸٤) (Goulet *et al*., 2004) کوچک‌تر بودند. بزرگ بودن مقادیر شاخص تنوع در باغ‌های منطقه‌ی آزادشهر نشان می‌دهد که در باغ‌های این منطقه جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae از تنوع زیستی بالایی برخوردار هستند و می‌توانند در کاهش جمعیت آفات نقش مهمی را ایفا نمایند.

تنوع زیستی جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae در بوم‌سامانه‌های باغی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند اُرگانیک یا سنتی‌بودن الگوی کشت (Labrie *et al*., 2003)، کاربرد آفت‌کش‌ها (Epstein *et al*., 2001) و مدیریت (برداشت کردن یا باقی گذاشتن) پوشش گیاهی درون یا حاشیه‌ی باغ (Minarro & Dapena, 2003; Cividanes *et al*., 2010)، قرار دارد. پوشش‌های گیاهی حاشیه‌ی مزارع یا باغ‌ها که از آن‌ها به‌عنوان "مخازن سوسکی" (beetle banks) یا "مناطق جبران‌کننده‌ی بوم‌شناختی" (ecological compensation areas) نام می‌برند (Afshari, 2008)، از طریق تأمین پناهگاه، مکان‌های زمستان‌گذرانی و یا غذاهای مکمل (شهد و گرده) موجب افزایش تنوع زیستی بندپایان مفید، ازجمله سوسک‌های Carabidae می‌شوند (Pfiffner *et al*., 2000; Collins *et al*., 2002, 2003). برخی از گیاهان حاشیه‌ای به‌دلیل معماری

ویژه‌ی خود، برای پناه‌گرفتن این سوسک‌ها مکان مناسبی می‌باشند و از این طریق، موجب افزایش تنوع زیستی این گروه از سخت‌بالپوشان می‌شوند (Woodcock *et al*., 2005). نسبت گونه‌های گیاه‌خوار به گونه‌های شکارگر در یک جامعه از سوسک‌های Carabidae نیز ممکن است تحت تأثیر نوع پوشش گیاهی اطراف بوم‌سامانه قرار گیرد (Looney & Zack, 2008).

در این پژوهش، تعداد (به‌جز در باغ‌های هلو) و نیز یکنواختی فراوانی گونه‌های جمع‌آوری شده از خانواده‌ی Carabidae در حاشیه‌های باغ‌ها نسبت به بخش‌های مرکزی بیش‌تر بود و این امر موجب بزرگ‌تر شدن معنی‌دار ضرایب تنوع زیستی در حاشیه‌ها نسبت به بخش‌های مرکزی باغ‌ها گردید. این موضوع در مطالعه‌ی برخی از پژوهش‌گران دیگر نیز گزارش شده است (Saska *et al*., 2007).

در حاشیه‌ی باغ‌های نمونه‌برداری شده در این پژوهش، پوشش‌های گیاهی متنوعی شامل علف‌های هرز قیاق، علف اسب و گندواش وجود داشت که احتمالاً در افزایش تنوع زیستی سوسک‌های Carabidae در حاشیه‌ها نقش مهمی دارند و لذا حفظ (عدم برداشت یا شخم زدن آن‌ها) آن‌ها را می‌توان به باغداران منطقه توصیه نمود. با توجه به مشابه بودن تقریبی نوع پوشش‌های گیاهی حاشیه‌های باغ‌های مطالعه شده در این پژوهش، بیش‌تر بودن تعداد گونه‌ها و میانگین فراوانی سوسک‌های Carabidae را در باغ‌های مخلوط هلو- زیتون می‌توان از دو جنبه تفسیر نمود، اول آن که کشت مختلط درختان هلو و زیتون احتمالاً موجب بهبود ریزاقلیم (به‌عنوان مثال، پایداری شرایط اقلیمی) و به دنبال آن، افزایش تنوع طعمه‌ها و منابع غذایی مکمل (به‌عنوان مثال، گرده‌های علف‌های هرز روییده در کف باغ) در این بوم‌سامانه می‌شود و مجموع این عوامل به تعداد بیش‌تری از سوسک‌های Carabidae اجازه‌ی ساکن شدن و تولیدمثل را می‌دهد. به‌علاوه، باغ‌های مخلوط هلو- زیتون نمونه‌برداری شده در این مطالعه، در مجاورت زیست‌بوم‌های جنگلی قرار داشتند که این امر نیز ممکن است به افزایش فراوانی سوسک‌های Carabidae در آن‌ها کمک نموده باشد. مطالعات انجام گرفته در چین نیز نشان دادند که فراوانی سوسک‌های Carabidae در باغ‌های مختلط هلو- آلو در مقایسه با باغ‌های تک‌کشت هلو بیش‌تر بود (Hu *et al*., 2011).

به‌طورکلی، می‌توان ادعا نمود باوجود اینکه در باغ‌های منطقه‌ی آزادشهر پوشش گیاهی حاشیه‌ها و بین ردیف‌ها در مواردی از طریق شخم زدن از بین برده می‌شوند، اما جامعه‌ی سوسک‌های Carabidae هم‌چنان از تنوع زیستی بالایی برخوردار است و به‌دلیل نقش مهمی که این پوشش‌های گیاهی در حفاظت و افزایش تنوع زیستی این سوسک‌ها دارند، عدم برداشت آن‌ها حداقل در حاشیه‌ها به باغداران منطقه توصیه می‌گردد.

سپاس‌گزاری

از دکتر Jan Muilwijk از کشور هلند (Utrechtseweg 384, 3731 GE De Bilt) به‌خاطر تأیید شناسایی گونه‌های Carabidae و از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌دلیل حمایت مالی از این پژوهش قدردانی و تشکر به عمل می‌آید.

منابع

Afshari, A. (2008) *Ecological engineering for pest management*. 358 pp. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press. [In Persian].

Alichi, M. & Minaei, K. (2002a) New records on the fauna of Carabidae in Fars province. *Proceedings of 15th Iranian Plant Protection Congress*, p. 175.

Alichi, M., & Minaei, K. (2002b) Study on distribution of the beetles belonging to the family Carabidae in Shiraz region. *Proceeding of 15th Iranian Plant Protection Congress*, p. 175.

Altieri, M. A. (1995) Biodiversity and biocontrol: lessons from insect pest management. *Advances in Plant Pathology* 11, 191-209.

Andersen, A. & Eltun, R. (2000) Long-term developments in the carabid and staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conversion from conventional to biological farming. *Journal of Applied Entomology* 124, 51-56.

Avgin, S. S. & Luff, M. L. (2009) Biodiversity of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) from crops in Turkey. *Proceeding of Entomological Society of Washington* 111(2), 326-334.

Bell, R. T. (1990) Insecta: Coleoptera, Carabidae (adults and larvae). pp. 1053-1093 in Dindal, D. L. (Ed.) *Soil biology guide*. 1349 pp. John Wiley and Sons Inc.

Bukejs, A. & Balalaikins, M. (2008) Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of wheat agrocenosis in Latvia. *Acta Zoologica Lituanica* 18(2), 134-138.

Cividanes, F. J., Araujo, E. S., Ide, S. & Galli, J. C. (2010) Distribution and habitat preference of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in an orange orchards and a forest fragment. *Florida Entomologist* 93(3), 339-345.

Clark, M. S. (1999) Ground beetles abundance and community composition in conventional and organic tomato systems of California's central valley. *Applied Soil Ecology* 11(2-3), 199-206.

Clark, S., Szlavecz, K., Cavigelli, M. A. & Purrington, F. (2006) Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in organic, no-till, and chisel-till cropping systems in Maryland. *Environmental Entomology* 35(5), 1304-1312.

Collins, K. L., Boatman, N. D., Wilcox, A. & Holland, J. M. (2003) Effects of different grass treatments used to create overwintering habitat for predatory arthropods on arable farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 96, 59-67.

Collins, K. L., Boatman, N. D., Wilcox, A., Holland, J. M. & Chaney, K. (2002) Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93(1-3), 337-350.

Deuve, T. (2011) Esquisse pour l'étude des *Cicindela* proches de *campestris*, *desertorum*, *herbacea* et *javeti* au Proche-Orient (Coleoptera: Caraboidea). *L'Entomologiste* 67, 125-138.

Ellsbury, M. M., Powell, J. E., Forcella, F., Woodson, W. D., Clay, S. A. & Riedell, W. E. (1998) Diversity and dominant species of ground beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in crop rotation and chemical input systems for the northern great plains. *Annals of the Entomological Society of America* 91(5), 619-625.

Epstein, D. L., Zack, R. S., Brunner, J. F., Gut, L. & Brown, J. J. (2001) Ground beetle activity in apple orchards under reduced pesticide management regimes. *Biological Control* 21, 97-104.

Goulet, H., Lesage, L., Bostanian, N. J., Vincent, C. & Lasnier, J. (2004) Diversity and seasonal activity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in two vineyards of southern Quebec, Canada. *Annals of the Entomological Society of America* 97(6), 1263-1272.

Grafius, E. & Warner, F. W. (1989) Predation by *Bembidion quadrimaculatum* (Coleoptera: Carabidae) on *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae). *Environmental Entomology* 18(6), 1056-1059.

Hadjicharalambous, E., Kalburtgi, K. L. & Mamolos, A. P. (2001) The relationship between land cover/use types and the diversity of weed and carabid beetles in organic and conventional agroecosystems. *7th International Conference on Environmental Science and Technology Ermoupolis*, pp. 152-159.

Hajek, A. E., Hannam, J. J., Nielsen, C., Bell, A. J. & Liebherr, K. (2007) Distribution and abundance of Carabidae (Coleoptera) associated with soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) populations in central New York. *Annals of the Entomological Society of America* 100(6), 876-886.

Homayoon, F., Shishehbor, P. & Alichi, M. (2002) Species composition of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in three different crop plants in Marvdasht region. *Proceeding of 15th Iranian Plant Protection Congress*, p. 176.

Hu, Y. H., Liu, X. X., Zhao, Z. W. & Zhang, Q. W. (2011) Effect of plum-peach intercropping on community composition and trophic structure of carabids (Coleoptera: Carabidae) in North China. *Acta Entomologica Sinica* 54(9), 1051 1056.

Kromp, B. (1989) Carabid beetle communities (Coleoptera: Carabidae) in biologically and conventionally farmed agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 27, 241-251.

Kromp, B. (1999) Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 74, 187-228.

Labrie, G., Prince, C. & Bergeron, J. M. (2003) Abundance and developmental stability of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) in organic and integrated pest management orchards of Québec, Canada. *Environmental Entomology* 32(1), 123-132.

Lindroth, C. H. (1974) *Handbook for the identification of British insects* (*Coleoptera*: *Carabidae*). 148 pp. Royal Entomological Society of London.

Looney, C. N. & Zack, R. S. (2008) Plant community influence on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) species richness and abundance. *Natural Area Journal* 28(2), 168-170.

Loughridge, A. H. & Luff, M. L. (1983) Aphid predation by *Harpalus rufipes* (Degeer) (Coleoptera: Carabidae) in the laboratory and field. *Journal of Applied Ecology* 20, 451-462.

Lövei, G. L. (1996) Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology* 41, 231-256.

Minarro, M. & Dapena, E. (2003) Effects of ground cover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard. *Applied Soil Ecology* 23, 111-117.

Modarres Awal, M. (2001) *List of agricultural pests and their natural enemies in Iran*. 3th ed. 442 pp. Ferdowsi University Press.

Mohammadzadeh Fard S., Hodjat, S. H. & Alichi, M. (2004) New records of carabid beetles from Iran. *Proceedings of 16th Iranian Plant Protection Congress, Vol. I, Pests*, p. 125.

Morvan, P. (1976) Nouveaux coleopteres carabiques d'Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* 3(1, 2), 15-40.

Morvan, P. (1977) Contribution a la connaissance des coleopteres carabidae de l´Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* 4(1, 2), 21-60.

Morvan, P. (1981) Contribution a la connaissance des coleopteres carabidae de l´Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* 6(1, 2), 9-46.

Nash, M. A., Thomson, L. J., Horne, P. A. & Hoffmann, A. A. (2008) *Notonomus gravis* (Chaudoir) (Coleoptera: Carabidae) predation of *Deroceras reticulatum* Müller (Gastropoda: Agriolimacidae), an example of fortuitous biological control. *Biological Control* 47(3), 328-334.

Pearsall, I. A. & Walde, S. J. (1995) A comparison of epigaeic coleoptera assemblages in organic, conventional, and abandoned orchards in Nova Scotia, Canada. *Canadian Entomologist* 127, 641-658.

Pfiffner, L., Luka, H., Jeanneret, P. & Schüpbach, B. (2000) Effects of ecological compensation areas on the carabid fauna. *Journal Agrarforschung* 5, 212-217.

Price, P. W. (1997) *Insect ecology*. 3th ed. 888 pp. John Wiley Publication, New York.

Riddick, E. W. & Mills, N. J. (1996) A comparison of the seasonal activity of *Pterostichus* beetles (Coleoptera: Carabidae) in a commercial apple orchard in Sonoma County, California. *Pan-Pacific Entomologist* 72, 82-88.

Sadeghi-Namaghi, H., Avgin, S. S. & Farahi, S. (2010) New data to the knowledge of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) fauna of Iran. *Turkish Journal of Entomology* 34(2), 197-210.

Saska, P., Martinkova, Z. & Honek, A. (2010) Temperature and rate of seed consumption by ground beetles (Carabidae). *Biological Control* 52(2), 91-95.

Saska, P., Vodde, M., Heijerman, T., Westerman, P. & Werf, **W. V.** (2007) The significance of a grassy field boundary for the spatial distribution of carabids within two cereal fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 122(4), 427-434.

SAS Institute (2003) *SAS / STAT user's*, *version 9.1*. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Seaby, R. M. & Henderson, P. A. (2006) *Species diversity and richness*, *version 4*. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.

Scheller, H. V. (2009) The role of ground beetles (Carabidae) as predators on early populations of cereal aphids in spring barley. *Journal of Applied Ecology* 97(1-5), 451-463.

Shafiei, R., Soleiman Nejadian, E., Shishehbor, P. & Muilwijk, J. (2004) A faunistic survey of Carabidae in Ahwaz region. *Proceedings of 16th Iranian Plant Protection Congress*, *Vol. I*, *Pests*, p.139.

Shah, P. A., Brooks, D. R., Ashby, J. E., **Perry, J. N. & Woiwod, I. P.** (2003) Diversity and abundance of the coleopteran fauna from organic and conventional management systems in southern England. *Agricultural and Forest Entomology* 5(1), 51-60.

Shearin, A. F., Reberg-Horton, S. C. & Gallandt, E. R. (2007) Direct effects of tillage on the activity and density of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) weed seed predators. *Community and Ecosystem Ecology* 36(5), 1140-1146.

Sonoda, S., Izumi, Y., Yoko Kohara, Y., Koshiyama, Y. & Yoshida, H. (2011) Effects of pesticide practices on insect biodiversity in peach orchards. *Applied Entomology and Zoology* 46, 335-342.

Stancic, Z., Bricic, A. & Karlo, S. V. (2009) The carabid beetle fauna (Coleoptera, Carabidae) of a traditional garden in the Hrvatsko Zagorje region. *Periodicum Biologorum* 112(2), 193-199.

Suenaga, H. & Hamamura, T. (1998) Laboratory evaluation of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) as predators of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) larvae biological control. *Environmental Entomology* 27(3), 767-772.

Trautner, J. (1988) *Tiger beetles, ground beetles*: *illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe*. 488 pp. Unipub Publishing.

Waite, S. (2000) *Statistical ecology in practice.* 1st ed. 414 pp. Prentice Hall Publishing.

Woodcock, B. A., Westbury, D. B., Potts, S. G., Harris, S. J. & Brown, V. K. (2005) Establishing field margins to promote beetle conservation in arable farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107, 255-266.

Work, T. T., Koivula, M., Klimaszewski, J., Langor, D., Spence, J., Sweeney, J. & Hébert, C. (2008) Evaluation of carabid beetles as indicators of forest change in Canada. *Canadian Entomologist* 140, 393-414.