نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۸۶ – ۲۷(۲): ۱۰۹–۱۲۶

مقایسه‌ی نشو و نما و تولید مثل سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae) در شرایط آزمایشگاهی

جعفر محقق نیشابوری
موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، پست الکترونیکی: jmohaghegh@gmail.com

Comparison of development time and reproduction of typical and melanic *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae) under laboratory conditions

J. Mohaghegh
Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, E-mail: jmohaghegh@gmail.com

چکیده

سن‌های سیاه‌رنگ، یک گروه مشخص در جمعیت‌های سن معمولی گندم، *Eurygaster integriceps* Puton، هستند. بررسی امکان وجود تفاوت‌های زیستی بین آنها و سن‌های با رنگ معمولی هدف اصلی این پژوهش را تشکیل می‌دهد. بدین منظور، سن‌های زمستان‌گذران از ارتفاعات قره‌آقاج ورامین جمع‌آوری و آزمایش‌ها در شرایط دمایی ۱ ± ۲٤ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۰–٦۰ درصد و دوره‌ی روشنایی: تاریکی ۱٦ :۸ ساعت انجام شد. درصد فراوانی سن‌های سیاه‌رنگ در جمعیت‌های زمستان‌گذران منطقه‌ی ورامین ۰/۳ درصد برآورد شد. میانگین طول دوران نشو و نمای جنینی و مراحل پنج‌گانه‌ی پورگی به ترتیب در افراد سیاه‌رنگ ۰/۰۱ ± ۷/۲٤، ۰/۰۲ ± ٤/۱٤، ۰/۰٤ ± ۷/۹۷، ۰/۰٤ ± ٦/٦۳، ۰/۰٤ ± ۷/۲۱ و ۰/۰۷ ± ۱۱/۳۲ روز و در افراد با رنگ معمولی ۰/۰۱ ± ۷/۱۹، ۰/۰۱ ± ٤/۱٤، ۰/۰۳ ± ۷/۸۳، ۰/۰۲ ± ٦/۱۹، ۰/۰۳ ± ٦/۸۸ و ۰/۰٤ ± ۱۰/٦۳ روز به دست آمد. دوره‌ی نشو و نمای کلی افراد سیاه‌رنگ با میانگین ۰/۱۵ ± ٤٤/۱۳ روز در مقابل افراد با رنگ معمولی با میانگین ۰/۱۰ ± ٤۲/۳۳ روز به طور معنی‌داری طولانی‌تر بود. این تفاوت به طور عمده مربوط به سنین تغذیه‌کننده‌ی سن گندم می‌شد. دوره‌ی قبل و بعد از تخم‌ریزی و دوره‌ی تخم‌ریزی در دو گروه اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (به ترتیب در افراد سیاه‌رنگ ۰/۸ ± ۱۰/۳، ۱/۹ ± ۵/۹ و ٦/٤ ± ۳٤/۱ روز و در افراد با رنگ معمولی ۰/۸ ± ۱۰/۲، ۱/٤ ± ٤/۰ و ٦/٤ ± ۳٤/۹ روز بود). به طور کلی مقدار پارامترهای جدول تولید مثل سنی در سن‌های سیاه‌رنگ نسبت به گروه با رنگ معمولی کمتر بود. وزن بدن افراد ماده‌ی زمستان‌گذران ارتباط معنی‌داری با میزان تولید تخم نداشت. مقایسه‌ی پارامترهای جمعیت پایدار (خطای معیار ± میانگین) شامل مدت زمان دو برابر شدن (*Dt*) (روز)، میانگین طول دوره‌ی یک نسل (*T*) (روز)، نرخ خالص تولید مثل (R_o) (تخم ماده/ماده)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) (۱/زمان) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) (در روز) به ترتیب ۰/٦۸ ± ۱۳/۷٦، ۱/۷۱ ± ٦۰/٦۹، ٤/۰۹ ± ۲۰/٦۷، ۰/۰۰۲۵ ± ۰/۰۵۰۲ و ۰ ± ۰/۰۰۲٦ ۱/۰۵۱۵ در گروه سیاه‌رنگ و ۰/۵۰ ± ۱۲/۷۹، ۲/۱۳ ± ٦۲/٦۰، ۵/۲٦ ± ۲۹/۱۱، ۰/۰۰۲۱ ± ۰/۰۵٤۱ و ۰ ± ۰/۰۰۲۲ ۱/۰۵۵٦ در گروه با رنگ معمولی، تفاوت معنی‌داری را باهم نشان نداد. وجود برخی ویژگی‌های زیستی به نسبت پایین‌تر در افراد سیاه‌رنگ، بررسی‌های بیشتری را در نسل‌های بعدی می‌طلبد تا توان تولید مثلی این گروه را روشن‌تر سازد.

واژگان کلیدی: زیست‌شناسی، تحلیل کمی جمعیت، سیاه‌رنگی، سن گندم، Heteroptera، *Eurygaster integriceps*

دریافت: ۱۳۸۵/۱۰/۱۲، پذیرش: ۱۳۸۶/۱/۲۷.

Abstract

Among the sunn pest populations, melanic phenotype of *Eurygaster integriceps* Puton is a distinct colour morph. A set of experiments were performed to examine possible differences between typical and melanic phenotypes of *E. integriceps* using overwintered adults collected from Gharah-Aghaj mountains (southeast of Tehran). Melanics consisted only 0.3% of the total population. The laboratory conditions were: T = 24 ± 1 ºC, RH = 60-70% and L: D = 16: 8 h. Incubation period and five nymphal instars were 7.24 ± 0.01, 4.14 ± 0.02, 7.97 ± 0.04, 6.63 ± 0.04, 7.21 ± 0.04 and 11.32 ± 0.07 days in melanics, and 7.19 ± 0.01, 4.14 ± 0.01, 7.83 ± 0.03, 6.19 ± 0.02, 6.88 ± 0.03 and 10.63 ± 0.04 days in typicals, respectively. Melanics with 44.13 ± 0.15 days had a longer developmental time than typicals with 42.33 ± 0.10 days. This difference was mainly related to the feeding instars. Durations of pre-oviposition period, oviposition period and post-oviposition period in both groups were not significantly different: 10.3 ± 0.8 days, 34.1 ± 6.4 days and 5.9 ± 1.9 days for melanics, and 10.2 ± 0.8 days, 34.9 ± 6.4 days and 4.0 ± 1.4 days for typicals, respectively. In general, reproductive table parameters showed an inferior performance of melanics compared to the typicals. There was no clear relationship between female body weight and total number of eggs in both groups. Stable population parameters (mean ± SE) of doubling time, *Dt* (days), mean generation time, *T* (days), net reproductive rate, R_o (female eggs/female), intrinsic rate of increase, r_m (1/time) and finite rate of increase, λ (per day), were 13.68 ± 0.68, 60.69 ± 1.71, 20.67 ± 4.09, 0.0502 ± 0.0025 and 1.0515 ± 0.0026 in melanics, respectively. The respective values for typicals were 12.79 ± 0.50, 62.60 ± 2.13, 29.11 ± 5.26, 0.0541 ± 0.0021 and 1.0556 ± 0.0022. None of these parameters were significantly different between two groups. Relatively inferior characteristics of melanics observed in this study need further experiments on their successive generations to elucidate reproductive performances of the group.

Key words: biology, demography, melanism, sunn pest, Heteroptera, *Eurygaster integriceps*

مقدمه

پدیده‌ی سیاه‌رنگی (melanism) در دنیای حشرات مطالعات مختلفی را از زاویه‌های متفاوت به همراه داشته است. از دیدگاه کاربردی، این بررسی‌ها به‌طور عمده مربوط به علل پدیده و آثار و نتایج آن می‌شود (بررسی شده در Wilson *et al.*, 2001; True, 2003). به طور مثال، برخی از پژوهندگان، حرارت پایین را از عوامل اصلی فراوانی افراد سیاه‌رنگ در کفشدوزک *Adalia bipunctata* (L.) می‌دانند (thermal melanism) (Muggleton *et al.*, 1975)؛ بعضی دیگر، آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی را علت اصلی آن دانسته‌اند (industrial melanism) (Mikkola & Allbercht, 1988)؛ برعکس، گروهی هم معتقدند که بین فراوانی افراد سیاه‌رنگ در جمعیت‌های این کفشدوزک با آلودگی‌های صنعتی همبستگی وجود ندارد (Honek, 1975). Scali & Masetti (1983) عوامل ارثی را بیشتر از عوامل آب وهوایی در پیدایش رنگ سیاه در این کفشدوزک مؤثر می‌دانند. Aldrich (1986) در مورد سن شکارگر *Podisus maculiventris* (Say) بیان می‌کند که سن‌های جمع‌آوری شده در بهار و پاییز تیره‌تر از آنهایی هستند که در اواسط تابستان جمع‌آوری شده‌اند و به طور کلی ماده‌ها تیره‌تر از نرها هستند. وی می‌نویسد که کاربرد هورمون جوانی و قرار گرفتن در حرارت بالا مانع از بروز

پدیده‌ی سیاه‌رنگی در حشره‌ی مذکور شده اما طول دوره‌ی نوری تأثیری در این پدیده نـدارد. در برزیل، ظهور پدیده‌ی سیاه‌رنگی در سن *Dysdercus maurus* Distant بـا عـرض جغرافیـایی همبستگی مثبت نشان داده است (Almeida *et al.*, 1984).

یکی از جنبه‌های جالب توجه پدیده‌ی سیاه‌رنگی در برنامه‌های کاربردی، بررسـی امکـان ارتباط بین آن و ویژگی‌های زیستی کاهنده یا افزاینده‌ی جمعیت‌هـای حشـرات مـورد مطالعـه است. Gershenzon (1994) می‌نویسد که در نوعی کرم ابریشم به نام *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville)، افراد سیاه‌رنگ با افراد معمولی تفاوتی در میزان تولید ابریشم ندارند اما لاروهـای سـیاه‌رنـگ مقاومـت بیشـتری نسـبت بـه بیمـاری‌هـای ویروسـی از خـود نشـان مـی‌دهنـد. Lorimer (1979) بیان می‌کند که در پروانه‌ی *Malacosoma disstria* Hübner که فـرم سـیاه‌رنـگ مخصوص افراد نر است، دوره‌ی نشو و نما، درصد بقا و وزن شفیره بین گـروه‌هـای مختلـف جمعیت آن اختلاف معنی‌داری ندارند، اما ماده‌هایی که نتاج سیاه‌رنگ به وجود می‌آورند دارای باروری بیشتری هستند. از طرفی Poitout (1973) می‌نویسد کـه ظهـور موتـان‌هـای سـیاه‌رنـگ پروانه‌ی *Spodoptera exigua* (Hübner) با دوره‌ی طولانی‌تر نشو و نمای لاروی، وزن کم شفیره و درصد پایین تفریخ تخـم همـراه اسـت. همچنـین، طبـق مشـاهدات Zvereva *et al.* (2002)، هنگامی که سوسک برگ‌خوار *Chrysomela lapponica* L. با غذای کیفیت پایین تغذیه شـود در افراد سیاه‌رنگ نسبت به افراد دارای رنگ روشن‌تر مرگ و میر بیشتری رخ می‌دهد.

بیشترین مطالعات مربوط به دینامیک جمعیت روی اندازه‌ی جمعیت متمرکز شده اسـت، حال اینکه شناخت ترکیب جمعیتی یک حشره از نظر کیفیت فنوتیپ‌های تشکیل دهنـده‌ی آن جمعیـت، بـرای درک بهتـر علـل نوسـانات گـروه‌هـای مختلـف آن ضـروری اسـت (Zvereva *et al.*, 2002). سن‌های سیاه‌رنگ یک گروه مشخص در جمعیـت‌هـای سـن معمـولی *Eurygaster integriceps* Puton هستند، به‌طوری که به عنوان واریته‌ی *E. integriceps* var. *nigra* Reuter و یا واریته‌ی نزدیک به آن *E. integriceps* var. *distigma* Horwath نام برده شده‌انـد (در ورامین به این گروه "سن نادری" گفته می‌شود)؛ همچنین یک فرم تیپیک با رنگ معمولی را که دارای بیشترین فراوانی در بین جمعیت‌های سن گندم است با نام *E. integriceps* var. *testacea* Reuter ذکر کرده‌اند (Vodjdani, 1954). طبـق تحقیقـات Mohaghegh (1991) و Saeedi (1997)،

وقتی که والدین سن گندم هر دو سیاه‌رنگ باشند، نتاج سیاه‌رنگ بیشتری نسبت به وقتی که تنها یکی از آن‌ها سیاه‌رنگ باشد، به‌وجود می‌آید. این نتیجه بیانگر وجود یک رابطه‌ی ژنتیکی برای رنگ سیاه در سن معمولی گندم است. اکنون این سوال مطرح است که آیا به لحاظ ویژگی‌های مختلف زیستی بین افراد سیاه‌رنگ و افراد دارای رنگ روشن‌تر (معمولی) در جمعیت‌های سن گندم تفاوتی وجود دارد؟ موضوعی که تحقیق حاضر از منظر نشو و نما، تولید مثل و تحلیل کمی جمعیت (Demography) در افراد دو گروه یاد شده به آن می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

طی سال‌های ۱۳۸٤-۱۳۸۲، سن *E. integriceps* در اواخر زمستان و اوایل بهار قبل از ریزش آنها به مزارع، از ارتفاعات قره‌آقاج ورامین جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از تمییز نمودن و جدا کردن سن‌های سیاه‌رنگ، بقیه در دسته‌های متعدد وزن شدند (ترازوی Sartorius PT 210 بادقت ۰/۰۱ گرم). صد عدد سن (۵۰ نر و ۵۰ ماده) جداگانه توزین و با برقراری تناسب، تعداد سن‌های معمولی تخمین و درصد افراد سیاه‌رنگ محاسبه شد.

برای بررسی امکان وجود تفاوت در ویژگی‌های زیستی بین دو گروه رنگی، سن‌های سیاه‌رنگ جمع‌آوری شده در اسفند ۱۳۸۲، پس از تمییز شدن، به صورت انفرادی به کمک ترازو (Sartorius MC1 Resaerch RC 210 D با دقت ۰/۰۱ میلی‌گرم) وزن شده و معادل وزن هر یک از آنها، از افراد دارای رنگ معمولی همان جمعیت جهت انجام آزمایش‌ها انتخاب شد. این کار برای عدم دخالت احتمالی وزن افراد در ویژگی‌های تولید مثلی آنها صورت گرفت. به این ترتیب، تعداد نه جفت از هر یک از دو گروه مبنای شروع آزمایش‌ها واقع شد. در هر تکرار از هر تیمار، یک جفت حشره‌ی نر و ماده در یک ظرف پلاستیک شفاف ٤۰۰ میلی‌لیتری (٤/۱ × ۷/۲ × ۱۳/۵ سانتی‌متر) با درپوش توری قرار داده و کف آن با دستمال کاغذی پوشانده شد. یک لوله‌ی آزمایش کوچک دارای آب که دهانه‌ی آن با پنبه مسدود شده بود، برای تأمین آب و دانه‌ی گندم خشک رقم مهدوی جهت تغذیه‌ی سن‌ها در ظرف گذاشته شد. از هر یک از سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی ۹ تکرار ایجاد گردید. آمار روزانه از میزان تخم‌ریزی و مرگ و میر حشرات کامل یادداشت شد. هر روز در هر دو تیمار، همه‌ی دستجات تخم به طور مجزا

در پتری‌های پلاستیکی شفاف با قطر ۱۰ سانتی‌متر که کف آن‌ها با دستمال کاغذی پوشیده شده بود قرار می‌گرفت. در ضمن، یک تشتک کوچک پلاستیکی به قطر ۲ و ارتفاع ۰/۷ سانتی‌متر که حاوی پنبه‌ی مرطوب بود در هرظرف پتری قرار داده شد. از سن دوم پورگی تا ظهور حشرات کامل، روزانه دانه‌ی گندم و آب به آنها داده می‌شد. در سنین اولیه (پوره‌های سن ۲ و ۳) جهت سهولت تغذیه‌ی پوره‌ها، دانه‌های گندم یک روز قبل خیس می‌شد. در صورت نیاز، نوزادها از سن چهارم پورگی به همان ظرف‌های ٤٠٠ میلی‌لیتری منتقل می‌شد. هر روز آمار ظهور و تلفات مراحل مختلف نشو و نما یادداشت و هنگام ظهور حشرات کامل، جنس آن‌ها نیز مشخص می‌شد. کلیه‌ی آزمایش‌ها در شرایط یکسان دمای ۱ ± ٢٤ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ٧٠–٦٠ درصد و نور (روشنایی: تاریکی) ١٦ :٨ ساعت انجام گردید.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به نشو و نمای مراحل پورگی و طول عمر حشرات کامل، تجزیه‌ی واریانس دوطرفه انجام شد که در صورت لزوم با آزمون Tukey-HSD گروه‌بندی می‌شد. برای مقایسه‌ی ویژگی‌های زیستی بین دو گروه از آزمون t و در صورت نرمال نبودن توزیع داده‌ها از آزمون غیر پارامتری Mann-Whitney (نرم افزار SPSS) استفاده شد. منحنی بقای دو گروه با آزمون مربع کای (χ-square) مقایسه شد. تخمین پارامترهای جدول سنی تولید مثل با نرم افزار Excel و به روش Carey (1993) انجام شد. محاسبه و مقایسه‌ی پارامترهای جمعیت پایدار شامل مدت زمان دو برابر شدن (Dt)، میانگین طول دوره‌ی یک نسل (T)، نرخ خالص تولید مثل (R_o)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) از روش Jackknife طبق برنامه‌ی تهیه شده توسط Maia *et al.* (2000) و نرم افزار SAS استفاده شد. در محاسبه‌ی این پارامترها طول دوران و در صد بقا مراحل نابالغ هم لحاظ گردید.

نتایج

فراوانی سن‌های سیاه‌رنگ

درصد سن‌های سیاه رنگ *E. integriceps* در نمونه‌برداری از اماکن زمستان‌گذران در جدول ۱ ملاحظه می‌شود. نسبت فراوانی سن‌های سیاه‌رنگ به سن‌های معمولی در تاریخ‌های

مختلف نمونه‌برداری یکسان نبوده و در میان ۳۸۰۰۰ عدد سن از ۰/۰۰۱۳ تا ۰/۰۰٦۸ با میانگین ۰/۰۰۲۹ متغیر بود.

جدول ۱. فراوانی سن‌های سیاه‌رنگ در کوه‌های قره‌آقاج ورامین در تاریخ‌های مختلف.

Table 1. Frequency of melanic phenotype of *E. integriceps* collected from Gharah-Aghaj mountains (Varamin) in different dates.

Date	Total number	Number of melanics			Melanics/total
		Female	Male	Sex ratio (F/FM)	
9 Mar. 2004	3700	2	3	0.4	0.0014
14 Mar. 2004	4300	6	5	0.55	0.0026
19-20 Aug. 2004	1720	0	3	0	0.0017
26-27 Aug. 2004	1417	1	3	0.25	0.0028
10 Oct. 2004	4000	5	7	0.42	0.0030
27 Dec. 2004	3900	4	2	0.67	0.0015
29 Dec. 2004	1417	0	2	0	0.0014
1 Jan. 2005	2000	2	2	0.5	0.0020
10 Jan. 2005	700	2	0	1.00	0.0029
17 Jan. 2005	1300	2	3	0.40	0.0038
3 Feb. 2005	1500	1	1	0.50	0.0013
2 Mar. 2005	2000	3	2	0.60	0.0025
3-4 Mar. 2005	2500	4	8	0.33	0.0048
22 Mar. 2005	2600	6	8	0.43	0.0054
23 Mar. 2005	2500	2	4	0.33	0.0024
28 Mar. 2005	2200	11	4	0.73	0.0068
Total	37754	51	57	0.47	0.0029

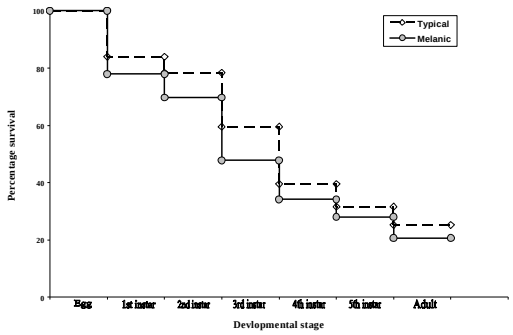
نشو و نما

میانگین دوران نشو و نما و درصد مرگ و میر مراحل مختلف نابالغ در جدول ۲ آمده است. کمترین و بیشترین دوره‌های نشو و نمای پورگی به ترتیب در پوره‌ی سن ۱ و پوره‌ی سن ۵ برای هر دو گروه سن‌های با رنگ معمولی (٤/۱٤ و ۱۰/٦۳ روز) و سن‌های سیاه‌رنگ (٤/۱٤ و ۱۱/۳۲ روز) بود. دوره‌های نشو نمای جنینی و سن اول پورگی در دو گروه اختلاف معنی‌داری نداشت (به ترتیب: P = ۰/۱٤۸، Z = −۱/٤٤٦ Mann-Whitney و P = ۰/۹۱۸، t = ۰/۱۰۳، df = ۲۸۲۰)، اما بقیه‌ی سنین پورگی در دو گروه یاد شده اختلاف معنی‌داری را با هم نشان دادند (به ترتیب برای سنین دو تا پنج پورگی: P = ۰/۰۰۳، t = −۲/۹۲۷، df = ۲۰۵۷؛

$P<۰/۰۰۱$، $t = -۱۰/۶۸۸$؛ $df = ۱۴۰۵$، $P<۰/۰۰۱$، $Z = -۷/۳۴۴$ Mann-Whitney و $P<۰/۰۰۱$، $df = ۸۷۷$، $t = -۸/۹۹۶$).

نتایج تجزیه‌ی واریانس دو طرفه مشخص کرد که عوامل رنگ بدن حشره و جنس آن به ترتیب تأثیر بیشتر و کمتری بر طول دوران کلی نشو و نمای سن گندم داشتند (جدول ۲). در تفکیک میانگین‌ها، حشرات سیاه‌رنگ با ۰/۱۵ ± ۴۴/۱۳ (خطای معیار ± میانگین) روز از افراد با رنگ معمولی با ۰/۱۰ ± ۴۲/۳۳ روز دارای رشد و نمو طولانی‌تری بودند. جدول ۳ طول دوره‌ی نشو نمای کلی سن‌های یاد شده را به تفکیک جنس آنها نشان می‌دهد. به هر حال در آزمون توکی تفاوت معنی‌داری بین دوره‌ی نشو نمای حشرات ماده و نر این دو گروه به دست نیامد.

شکل ۱ منحنی بقای مراحل مختلف نابالغ را در هر دو گروه نشان می‌دهد. در هر دو گروه، بخش عمده‌ای از مرگ و میرها در مراحل جنینی و پوره‌های سنین دو و سه اتفاق افتاد (در مجموع ۵۵٪ و ۵۸٪ مرگ و میر به ترتیب برای جمعیت‌های سن معمولی و سیاه‌رنگ). پوره‌های سنین یک، چهار و پنج با مجموع ۲۰٪ و ۲۱٪ مرگ و میر جمعیت‌های یاد شده، کمترین میزان تلفات را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). با وجود تفاوت‌های موجود بین بقای بعضی از مراحل، روند کلی بقا در دو گروه اختلافی را نشان نداد ($P = ۰/۹۹۹$، $df = ۵$، $\chi^2 = ۰/۰۳۱$).



شکل ۱. منحنی بقای مراحل مختلف نابالغ در سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی *E. integriceps* در شرایط آزمایشگاه.

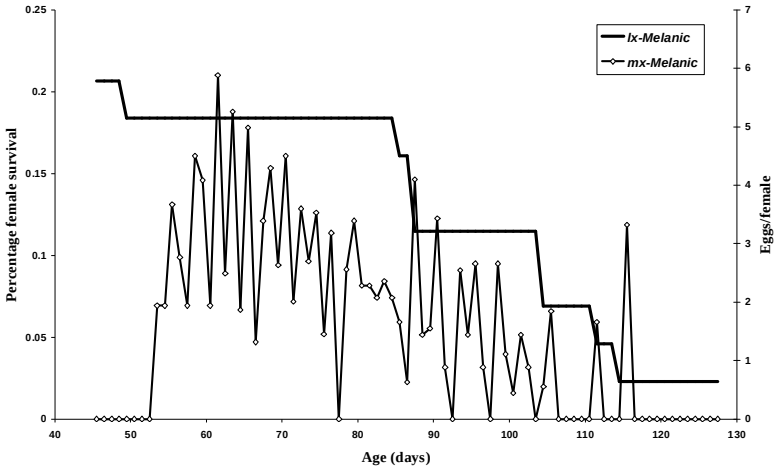
Fig. 1. Percentage survival of different immature stages of *E. integriceps* under laboratory conditions.

جدول ۲. دوره‌ی نشو و نما (به روز) و درصد مرگ و میر مراحل مختلف نابالغ سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی *E. integriceps* در شرایط آزمایشگاه.

Table 2. Developmental times (days) and percent mortality of different immature stages of *E. integriceps*, typical and melanic phenotypes, under laboratory conditions.

	Typical		Melanic	
Stage	**Developmental time**	**Mortality**	**Developmental time**	**Mortality**
Egg	7.19 ± 0.01a* (*n* = 1810)	0.16	7.24 ± 0.01a (*n* = 1266)	0.22
First instar	4.14 ± 0.01a (*n* = 1689)	0.06	4.14 ± 0.02a (*n* = 1133)	0.08
Second instar	7.83 ± 0.03a (*n* = 1282)	0.19	7.97 ± 0.04b (*n* = 777)	0.22
Third instar	6.19 ± 0.02a (*n* = 851)	0.20	6.63 ± 0.04b (*n* = 556)	0.14
Forth instar	6.88 ± 0.03a (*n* = 681)	0.08	7.21 ± 0.04b (*n* = 456)	0.06
Fifth instar	10.63 ± 0.04a (*n* = 542)	0.06	11.32 ± 0.07b (*n* = 337)	0.07

*Means ± SE; means within a row followed by different letters are significantly different (*t*-test or Mann-Whitney, $P < 0.05$).



شکل ۲. نرخ بقا (l_x) و باروری ویژه‌ی سنی (m_x) در افراد سیاه‌رنگ *E. integriceps*.

Fig. 2. Age-specific survival rate (l_x) and fecundity (m_x) of melanic *E. integriceps*.

تولید مثل

در تجزیه‌ی واریانس دوطرفه، دو عامل جنس و نوع رنگ و اثر متقابل آنها برای طول عمر حشرات کامل معنی‌دار نشد (جدول ۳). حشرات کامل ماده و نر به طور متوسط در سن‌های سیاه‌رنگ به ترتیب ۵۰/۲۵ و ٤۲/٦۳ روز و در سن‌های با رنگ معمولی ٤۹/۱۱ و

۳۸/۱۱ روز زنده ماندند (جدول ٤). در حشرات ماده از این مدت ۰/۸ ± ۱۰/۳، ٦/٤ ± ۳٤/۱ و ۱/۹ ± ۵/۹ روز به ترتیب به دوره‌های قبل از تخمریزی، تخمریزی و پس از تخمریزی در سن‌های سیاه‌رنگ تعلق داشت؛ همین دوران برای سن‌های با رنگ معمولی به ترتیب ۰/۸ ± ۱۰/۲، ٦/٤ ± ۳٤/۹ و ۱/٤ ± ٤ روز به طول انجامید که این دوران سه‌گانه نیز تفاوتی را در دو گروه رنگی نشان نداد (به ترتیب: $P = ۰/۹۸۱$، $t = -۰/۰۲٤$، $df = ۱۵$؛ $P = ۰/۹۳٤$، $t = ۰/۰۸٤$، $df = ۱۵$؛ $P = ۰/٤۳۲$، $t = -۰/۸۰۷$، $df = ۱۵$).

پارامترهای مختلف تولید مثلی دو گروه در جدول ۵ خلاصه شده است. به طور کلی صرف نظر از وجود شباهت‌ها، سن‌های با رنگ معمولی نسبت به سن‌های سیاه‌رنگ از نظر نرخ‌های مختلف تولید مثل روزانه یا در طول عمر، بهتر ظاهر شدند. به طور مثال از ۳٦۵/۷ عدد تخم مورد انتظار در سن‌های معمولی ۲۹۲/۲ تخم به ازاء هر ماده به دست آمد، حال این که همین مقادیر برای سن‌های سیاه‌رنگ به ترتیب ۲۳۱/۷ و ۱٦۲/٦ عدد بود. بنابراین، نرخ خالص تولید مثل در سن‌های سیاه‌رنگ ۵٦٪ سن‌های معمولی بوده است. در نتیجه، برای هر ماده‌ی معمولی و سیاه‌رنگ در هر روز به ترتیب ٤/٤ و ۲/۸ عدد تخم بارور حاصل‌شد. میانگین‌های سنی تولید مثل در دو گروه تفاوت چندانی نداشت. شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب احتمال بقاء (l_x) و میزان تولید تخم ماده (m_x) را به طور متوسط در هر ماده در روز نشان می‌دهد. روند تخم‌ریزی بین دو گروه تفاوت چندانی نداشت؛ با وجود این، سن‌های سیاه‌رنگ ۷۵٪ تخم خود را تا روز سی و پنجم از ظهور حشرات کامل، اما سن‌های معمولی همین میزان تخم را تا روز چهلم قرار دادند. در این هنگام ۸۹٪ سن‌های سیاه‌رنگ و ٦۷٪ سن‌های معمولی زنده بودند.

هیچ ارتباط معنی‌داری بین وزن بدن ماده و تعداد کل تخم گذاشته شده توسط آنها وجود نداشت. این موضوع از برازش داده‌ها با منحنی‌های متعددی به دست آمد. در اینجا به اختصار نتایج ارتباط مستقیم وزن بدن حشرات ماده با تعداد کل تخم گذاشته شده در دو گروه سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی ارایه می‌شود (تجزیه‌ی واریانس برای سن‌های سیاه‌رنگ: $P = ۰/۲٦٦$، $F = ۱/۵۰۲$، $df = ٦$ و ۱، سن‌های معمولی: $P = ۰/٦۰۵$، $F = ۰/۲۹۳$، $df = ۷$ و ۱، و هر دو گروه با هم: $P = ۰/۳۳۲$، $F = ۱/۰۰۳$، $df = ۱۵$ و ۱) (شکل ٤).

پارامترهای رشد جمعیت

پارامترهای جمعیت پایدار در دو گروه رنگی در جدول ٦ نشان داده شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت در دو گروه سیاه‌رنگ و معمولی به ترتیب ۰/۰۵۰۲ و ۰/۰۵٤۱ بود. با وجود این که پارامترهای جمعیت پایدار در سن‌های معمولی به نسبت بهتر از سن‌های سیاه‌رنگ بود، ولی آزمون آماری، تفاوتی را بین این دو گروه برای هیچ‌یک از پارامترهای یادشده به اثبات نرساند.

جدول ۳. نتایج تجزیه‌ی واریانس دو طرفه، مشخص کننده‌ی تأثیر تیپ رنگی و جنس سن گندم، *E. integriceps*، بر دوران کلی نشو و نما و طول عمر حشرات کامل.

Table 3. Results of two-way ANOVA indicating the effects of colour morph and sex on total developmental time and adult longevity of *E. integriceps*.

Source of variations	Sum of Squares	df	Mean Square	*F*	*P*
Total developmental time*					
Colour	0.07	1	0.07	101.357	<0.001
Sex	0.003	1	0.003	4.585	0.033
Colour × Sex	0.0006	1	0.0006	0.980	0.322
Error	0.552	866	0.0006		
Total	2320.024	870			
Corrected Total	0.623	869			
Adult longevity					
Colour	67.667	1	67.667	0.232	0.633
Sex	734.592	1	734.592	2.522	0.123
Colour × Sex	24.121	1	24.121	0.083	0.776
Error	8739.153	30	291.305		
Total	78254.000	34			
Corrected Total	9583.882	33			

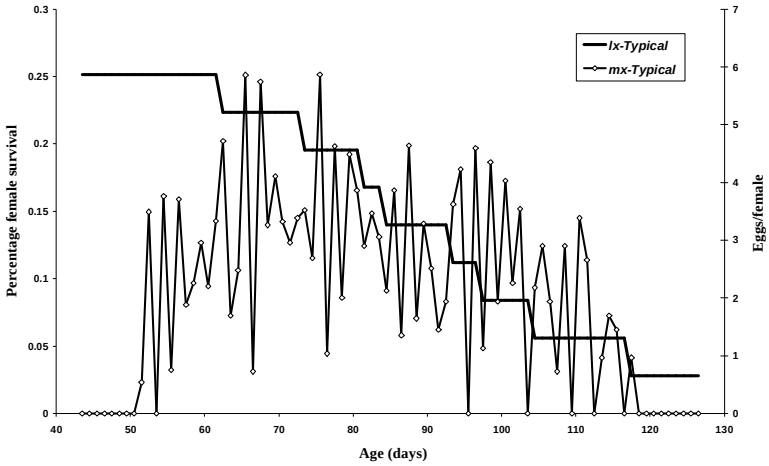
* Based on log-transformed data.

جدول ٤. دوره‌ی نشو و نمای کلی مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی *E. integriceps*.

Table 4. Total developmental time and adult longevity in typical and melanic phenotypes of *E. integriceps*.

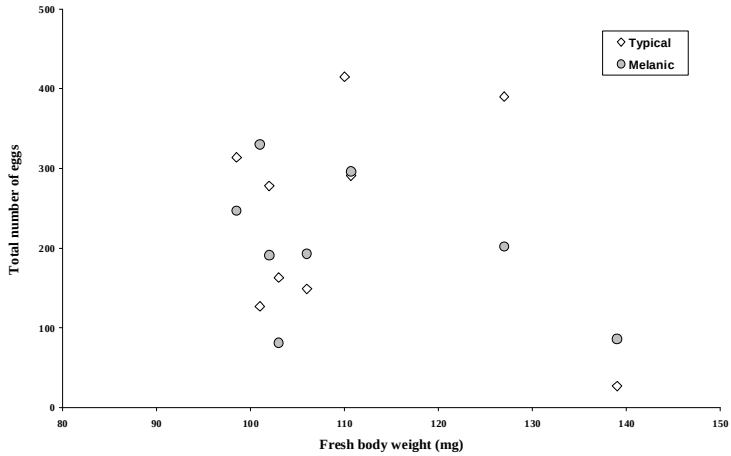
	Typical		Melanic	
	Female (*n*)	Male (*n*)	Female (*n*)	Male (*n*)
Total developmental time	42.60 ± 0.14 (261)a*	42.08 ± 0.15 (278)a	44.22 ± 0.19 (184)b	44.02 ± 0.23 (147)b
Longevity	49.11 ± 6.93a (9)	38.11 ± 2.16a (9)	50.25 ± 6.34a (8)	42.63 ± 6.94a (8)

*Mean ± SE; means within a row followed by different letters are significantly different (Tukey-HSD, $P < 0.05$).



شکل ۳. نرخ بقا (l_x) و باروری ویژه‌ی سنی (m_x) در افراد معمولی *E. integriceps*.

Fig. 3. Age-specific survival rate (l_x) and fecundity (m_x) of typical *E. integriceps*.



شکل ٤. رابطه‌ی بین تعداد کل تخم و وزن بدن ماده زمستان‌گذران در سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی *E. integriceps*.

Fig. 4. Relationship between total number of eggs and female body weight in *E. integriceps* typical and melanic phenotypes.

بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده حدود ۰/۳٪ افراد نمونه برداری شده سیاه‌رنگ بودند. Mohaghegh (1991) و Saeedi (1997) بیان کردند که اگر والدین سن هر دو سیاه‌رنگ باشند، نتاج سیاه‌رنگ بیشتری به وجود می‌آورند نسبت به وقتی که یکی از آنها سیاه باشد. از این رو می‌توان استنباط نمود که یکی از دلایل کم بودن افراد سیاه‌رنگ در جمعیت‌های سن گندم احتمال پایین وقوع جفت‌گیری افراد سیاه‌رنگ با یکدیگر باشد. یا شاید بتوان گفت که مزیتی برای جفت‌گیری بین افراد سیاه‌رنگ وجود ندارد. در هر صورت قضاوت در این خصوص نیاز به انجام بررسی‌های متناسب رفتاری دارد. دلیل دیگر فراوانی پایین آنها می‌تواند مربوط به ویژگی‌های تولید مثلی پایین‌تر سن‌های سیاه‌رنگ نسبت به سن‌های معمولی باشد. Soares *et al.* (2001) معتقدند فنوتیپ سیاه‌رنگ کفشدوزک *Harmonia axyridis* Pallas با توان زیستی (fitness) کمتر، دلیل اصلی جمعیت نادر این فنوتیپ است.

دوره‌ی نشو نمای افراد سیاه‌رنگ در مقابل افراد با رنگ معمولی به طور معنی‌دار طولانی‌تر بود (جدول ٤). این ویژگی از جمله خصوصیات منفی محسوب می‌شود. چنانکه Poitout (1973) در پرورش آزمایشگاهی کرم برگ‌خوار *S. exigua*، دوره‌ی نشو و نمای لاروی طولانی‌تری را در موتان‌های سیاه‌رنگ پروانه نسبت به افراد معمولی آن به دست آورد. از آن جا که در سن گندم این تفاوت به دو سوم آخر دوران کلی نشو و نما یعنی پوره‌های سنین دو تا پنج مربوط می‌شود (جدول ۱)، بنابراین مراحل تغذیه‌کننده‌ی پوره‌های سن را شامل می‌شود. دوره‌ی نشو و نمای سن‌های با رنگ معمولی در این بررسی (٤۲ روز) با یافته‌های Mohaghegh (1991) و Amir-Maafi & Parker (2001) که در مورد همین گروه از سن‌ها صورت گرفته است، شباهت دارد. این پژوهندگان نیز نشو و نمای کلی را در شرایط به نسبت مشابه به ترتیب٤۰ و ٤۱ روز گزارش کردند.

میزان مرگ و میر کلی مراحل نابالغ سن گندم در این بررسی با نتایج قبلی نویسنده به میزان ۵۵/۲٪ (Mohaghegh, 1991) به طور کلی توافق داشت، اگرچه روند آن در مراحل مختلف تفاوت نشان داد. Amir-Maafi & Parker (2001) نیز با اعلام میزان تلفات کمتر (٤۰٪) روند مشابهی را به لحاظ مرگ و میر مراحل بیان نموده‌اند. چنین به نظر می‌رسد که علت تلفات

کمتر در کار نامبردگان مربوط به استفاده از تخم‌های هم‌سن در اوایل فعالیت حشرات کامل باشد، ولی در بررسی حاضر از تمامی تخم‌های تولید شده در طول زندگی سن‌های بالغ استفاده شد. Iranipour *et al.* (2003) نیز بیشترین و کمترین میزان مرگ و میر را به‌ترتیب مربوط به پوره‌های سن دوم و اول می‌دانند. بهر حال در همه‌ی این تحقیقات، سن دوم پورگی یکی از مراحل با تلفات بالا بوده است. میزان مرگ و میر در مطالعه‌ی حاضر برای دو گروه در شرایط وفور غذای با کیفیت انجام شده است که ممکن است با نتایج آن در شرایط نامطلوب فرق کند. چنانچه در سوسک برگ‌خوار *C. lapponica* گروه‌های سیاه‌رنگ و معمولی که در شرایط استفاده از غذای با کیفیت بالا بقاء مشابه داشتند، در حالت تغذیه از غذای با کیفیت پایین، افراد سیاه‌رنگ هنگام زمستان‌گذرانی مرگ و میر شدیدتری (به میزان دو برابر افراد معمولی) از خود نشان دادند (Zvereva *et al.*, 2002).

میزان تولید تخم در این بررسی نسبت به آنچه در تحقیقات Javahery (1967)، Abdollahi (1988) و Amir-Maafi & Parker (2001) دیده می‌شود، به طور نسبی وضعیت مطلوب‌تری دارد. به طور مثال، نرخ ناخالص و خالص باروری در مطالعه‌ی Amir-Maafi & Parker (2001) به ترتیب ۲۸۹/۱ و ۱۲۷/۱ عدد تخم در مقابل ۳٦۵/۷ و ۲۹۲/۲ عدد تخم در مطالعه‌ی فعلی است. کاهش میزان تولید مثل در دو گروه سیاه‌رنگ و معمولی مشابه و به ترتیب ٤۳٪ و ٤۵٪ بود که کمتر از نتایج محققین نامبرده (به میزان ٦۳٪) بود. در سن‌های معمولی میزان کاهش تولید مثل بیشتر مربوط به مرگ و میر سن‌های بالغ (۳۵٪) بود تا عدم تفریخ تخم (۱۰٪)، اما در سن‌های سیاه‌رنگ هر دو مورد سهم تقریباً یکسانی داشتند (به ترتیب ۲۲٪ و ۲۱٪). Amir-Maafi & Parker (2001) نیز مرگ و میر سن‌های بالغ را (به میزان ٥٦٪) علت اصلی کاهش تولید مثل به دست آوردند. با وجود یکسانی جمعیت مورد مطالعه و رقم گندم مورد تغذیه، به نظر می‌رسد شرایط انجام آزمایش از علل این اختلاف باشد. نرخ‌های تولید مثل روزانه نیز به تبع نرخ‌های تولید مثل طول عمر همان تفاوت‌ها را بین دو گروه رنگی نشان داد. در میانگین‌های سنی تولید مثل، مشابهت بین دو گروه بیشتر بود (جدول ۵). مقایسه‌ی بین پارامترهای جمعیت پایدار به دست آمده در این بررسی و آنچه در تحقیقات Amir-Maafi & Parker (2001) آمده است مفید نخواهد بود، به دلیل اینکه نامبردگان در

محاسبه‌ی این پارامترها سن و مرگ و میر دوران نابالغ را لحاظ ننموده‌اند و بدیهی است که هر دو این موارد در تخمین پارامترهای یاد شده بسیار مؤثر است.

جدول ۵. ویژگی‌های مختلف تولید مثلی سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی *E. integriceps*.

Table 5. Reproductive parameters of *E. integriceps*, typical and melanic.

Parameters	Melanic	Typical
Life-time reproductive rates		
Gross fecundity rate (eggs/female)	231.7	365.7
Gross fertility rate (fertile eggs/female)	162.6	292.2
Gross hatch rate	0.70	0.80
Net hatch rate	0.73	0.84
Net fecundity rate (eggs/female)	180.7	239.3
Net fertility rate (fertile eggs/female)	131.9	200.8
Mean ages of reproduction		
Mean age gross fecundity (days)	75.4	81.0
Mean age gross fertility (days)	74.1	78.8
Mean age net fecundity (days)	72.1	74.3
Mean age net fertility (days)	72.1	73.2
Mean age hatch (days)	78.0	79.4
Daily reproductive rates		
Mean egg per day	2.8	4.4
Eggs/female/day	3.6	4.9
Mean fertile eggs per day	2.0	3.5
Fertile eggs/female/day	2.7	4.1

جدول ٦. مقایسه‌ی پارامترهای جمعیت پایدار در سن‌های سیاه‌رنگ و معمولی *E. integriceps*.

Table 6. Comparison between stable population parameters of typical and melanic phenotypes of *E. integriceps*.

Parameter	Typical	Melanic	P_L	P_U	P_T
Doubling time (*Dt*)	12.79 ± 0.50*	13.76 ± 0.69	0.86	0.14	0.27
Generation time (*T*)	62.60 ± 2.13	60.69 ± 1.72	0.25	0.89	0.49
Net reproductive rate (R_o)	29.11 ± 5.27	20.67 ± 4.09	0.11	0.89	0.22
Intrinsic rate of increase (r_m)	0.0541 ± 0.0021	0.0502 ± 0.0025	0.13	0.87	0.26
Finite rate of increase (λ)	1.0556 ± 0.0023	1.0515 ± 0.0027	0.13	0.86	0.26

*Means ± SE; no difference was detected for any parameter (Jackknife method, *t*-tests, indicating lower- (P_L), upper- (P_U) and two-tail (P_T) *P*-values).

عدم وجود رابطه‌ی مستقیم بین وزن سن گندم و میزان تخم‌ریزی آن می‌تواند این برداشت را تقویت کند که میزان تخم‌ریزی به طور عمده به کمیت و کیفیت غذا مربوط

می‌شود تا به وزن سن مادر. البته این برداشت تا هنگامی معتبر است که تمامی گروه‌های وزنی سن را شامل شده و صرفاً محدود به دهک‌های پایین و بالای وزنی نباشد. Radjabi (2000) نیز برای سن‌های با وزن کمتر از ۱۱۰ میلی‌گرم و بیش از ۱۳۰ میلی‌گرم که با گندم سبز تغذیه می‌شدند به ترتیب ٦٤ و ۷۲ عدد تخم به ازاء هر ماده به دست آورد که تفاوت آشکاری را بین آنان نشان نمی‌دهد. همین پژوهشگر نشان داد که میزان تخم‌ریزی سن هنگامی که از گندم سبز می‌مکد در مقایسه با زمانی که از گیاه سبز مرتعی *Bromus inermis* Leyss. تغذیه می‌کند، دو برابر می‌شود (به ترتیب ٥٠/٦ و ۲۷/٤ عدد تخم). به عبارت دیگر میزان باروری سن مادر بیشتر تحت تأثیر کیفیت غذا است تا وزن سن. امیرمعافی نیز در آزمایش‌های خود ارتباطی را بین وزن سن مادر و میزان تخم‌ریزی نیافت (مذاکرات شخصی). همچنین Mohaghegh (1991) در دو گونه‌ی *E. integriceps* و *Eurygaster maura* (L.) بین وزن سن تازه ریزش کرده در سه گروه وزنی ۱۱۰، ۱۳۵ و ۱۵۵ میلی‌گرم و میزان کل تخم تولید شده، رابطه‌ی معنی‌داری پیدا نکرد.

پدیده‌ی سیاه‌رنگی می‌تواند با ویژگی‌های منفی یا مثبت زیستی یک حشره همراه باشد. در کفشدوزک *Coccinella septempunctata* L. طول زمان جفت‌گیری، دوره‌ی تخم‌ریزی و میزان تخم‌ریزی در افراد سیاه‌رنگ بیشتر از افراد معمولی بود به طوری که این افراد به عنوان یک فرم برتر نسبت به افراد معمولی محسوب شدند (Srivastava & Omkar, 2005). برعکس، در کفشدوزک *H. axyridis* افراد سیاه رنگ (*nigra*) با جمعیت اندک دارای میزان تغذیه‌ی کمتر، وزن کمتر، طول عمر کوتاه‌تر، میزان تولید تخم کمتر و حرارت مطلوب پایین‌تری نسبت به افراد تیپیک (*aulica*) بودند (Soares *et al.*, 2001, 2003). شایان ذکر است که فرم سیاه‌رنگ این کفشدوزک در پرورش آزمایشگاهی حاصل شده بود.

اگرچه بین افراد سیاه‌رنگ و معمولی سن گندم که از طبیعت جمع‌آوری شده بودند، در همه‌ی پارامترهای جمعیت پایدار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ٦)، اما از طرفی دوران نشو و نمای مراحل نابالغ در سن‌های سیاه‌رنگ طولانی‌تر از سن‌های با رنگ معمولی بود، و از سوی دیگر بعضی از ویژگی‌های تولیدمثلی در افراد سیاه‌رنگ به نسبت پایین‌تر از سن‌های با رنگ معمولی بود. به دلیل عدم اطمینان از خلوص ژنتیکی سن‌های سیاه‌رنگ در

طبیعت، ممکن است این دسته از سن‌ها نتوانند بیانگر ویژگی‌های واقعی گروه خود باشند. از این رو قضاوت در خصوص توان تولید مثلی سن‌های سیاه‌رنگ نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد. بنابراین برای درک بهتر ویژگی‌های تولید مثلی سن‌های سیاه‌رنگ، آزمودن سن‌هایی که اطمینان از سیاه‌رنگ بودن والدین آنها وجود داشته‌باشد، ضرورت دارد. یکی از راه‌های انجام آن، پرورش آزمایشگاهی این سن‌هاست. اما سن گندم که دارای دیاپوز اجباری است، دشواری‌های پرورش یک حشره‌ی تک نسلی را دارا بوده و تاکنون تجربه‌ی موفقیت‌آمیزی از پرورش متوالی آن گزارش نشده است. با وجود این، ادامه‌ی بررسی‌های زیستی و تولید مثلی سن‌های سیاه رنگ در نسل‌های بعدی – که به نسبت دارای خلوص بیشتری هستند – توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

یاد استاد فقید دانشگاه تهران مرحوم دکتر مرتضی اسماعیلی گرامی باد. نخستین بار ایشان بودند که اندیشه‌ی پژوهش درباره‌ی سن‌های سیاه‌رنگ را مطرح کردند. بدین وسیله از آقایان علی محمدی‌پور و محسن انشایی کارشناس و تکنسین بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور جهت همکاری در انجام آزمایش‌ها تشکر و سپاسگزاری می‌نماید. از آقایان علی‌اکبر حسنی، محمود صفری و محمدحسن قاسمی تکنسین‌های بخش تحقیقات سن گندم که در جمع‌آوری سن از ارتفاعات قره‌آقاج ورامین همکاری داشتند تشکر می‌شود.

منابع

Abdollahi, Gh. (1988) An investigation on the effects of 10 improved wheat grain varieties on egg production of *Eurygaster integriceps* Put. (Hem.: Scutelleridae) and some consideration of its diapause. M.Sc. Thesis, University of Tarbiat Modarres, 149 pp. [In Persian with English summary].

Aldrich, J. R. (1986) Seasonal variation of black pigmentation under the wings in a true bug (Hemiptera: Pentatomidae): a laboratory and field study. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 88 (3), 409-421.

Almeida, J. R. de, Almeida, S. B. de, Xerez, R. de & Caldas, A. (1984) Geographical melanic variation in *Dysdercus maurus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae) in eastern and northern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 28, 269-273.

Amir-Maafi, M. & Parker, B. L. (2001) Demography of sunn pest (*Eurygaster integriceps* Puton) in Iran (Hemiptera: Scutelleridae). *Arab Journal of Plant Protection* 19, 135-138.

Carey, J.R. (1993) *Applied demography for biologists, with special emphasis on insects*. 206 pp.Oxford University Press.

Gershenzon, S. M. (1994) A melanic form of the Chinese oak silkworm *Antheraea pernyi* (Lepidoptera: Altacidae). *Vestnik Zoologii* 6, 46-51.

Honek, A. (1975) Colour polymorphism in *Adalia bipunctata* in Bohemia (Coleoptera: Coccinellidae). *Entomologica Germanica* 1, 293-299.

Iranipour, S., Kharazi-Pakdel, A., Radjabi, Gh., Rasoulian, Gh. & Karim Modjeni, H. (2003) Age-specific mortality and temperature-dependent development of immature stages of Sunn Pest (*Eurygaster integriceps* Put.) (Heteroptera: Scutelleridae) in four constant temperatures. *Applied Entomology and Phytopathology* 70, 1-17. [In Persian with English summary].

Javahery, M. (1967) The biology of some Pentatomoidea and their egg parasites. Ph.D. Thesis, University of London, 475 pp.

Lorimer, N. (1979) The genetics of melanism in *Malacosoma disstria* Hübner (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Genetics* 92, 555- 561.

Maia, A. de H. N., Luiz, A. J. B. & Campanhola, C. (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93, 511-518.

Mikkola, K. & Albercht, A. (1988) The melanism of *Adalia bipunctata* around the Gulf of Finland as an industrial phenomenon (Coleoptera: Coccinellidae). *Annals Zoologici Fennici* 25, 177-185.

Mohaghegh, J. (1991) Systematical and biological revision of the genus *Eurygaster* Laporte in Iran. M.Sc. Thesis, University of Tehran, 140 pp. [In Persian with English summary].

Muggleton, J., Lonsdale, D. & Benham, B. R. (1975) Melanism in *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) and its relationship to atmospheric pollution. *Journal of Applied Ecology* 12, 451-464.

Poitout, S. (1973) Etude du melanisme appauru chez les adultes d'un elevage de *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) conduit en consanguinite 'frere-soeur'. *Annale de la Socieie Entomolgique de France* 9, 331-344.

Radjabi, Gh. (2000) *Ecology of cereals' sunn pest in Iran*. 343 pp. Agricultural Research, Education and Extention Organization. [In Persian].

Saeedi, Z. (1997) Detection of DNA polymorphisms between populations of *Eurygaster integriceps* Put. in Iran using RAPD-PCR. M.Sc. Thesis, University of Tehran, 92 pp. [In Persian with English summary].

Scali, V. & Masetti, M. (1983) Polymorphism of the wing pattern and phosphoglucomutase in *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) from central Italy. *Atti XII Congresso Nazionale Ltaliano di Entomologia* Vol. II, 245-246.

Soares, A. O., Coderre, D. & Schanderl, H. (2001) Fitness of two phenotypes of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 98, 287-293.

Soares, A. O., Coderre, D. & Schanderl, H. (2003) Effect of temperature and intraspecific allometry on predation by two phenotypes of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 32, 939-944.

Srivastava, S. & Omkar (2005) Mate choice and reproductive success of two morphs of the seven spotted ladybird, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 102, 189-194.

True, J. R. (2003) Insect melanism: the molecules matter. *Trends in Ecology and Evolution* 18, 640-647.

Vodjdani, S. (1954) Contribution à l'étude des punaises des cérèales et en particulier d'*Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Pentatomidae, Scutelleridae). *Annales des Épiphyties* 2, 105-160.

Wilson, K., Cotter, S. C., Reeson, A. F. & Pell, J. K. (2001) Melanism and disease resistance in insects. *Ecology Letters* 4, 637-649.

Zvereva, E. L., Kozlov, M. V. & Kruglova, O. Yu. (2002) Color polymorphism in relation to population dynamics of the leaf beetle, *Chrysomela lapponica*. *Evolutionary Ecology* 16, 523-539.