University of Tehran Press

Iranian Journal of Plant Protection Science

Online ISNN: 2008-4781

Homepage: http://ijpps.ut.ac.ir/

The importance of sunflower seeds in rearing of some Pentatomid bugs

Morteza Allahyari✉

Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran. Email: m.elahyari@areo.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 2 May 2023

Revised: 2 June 2023

Accepted: 3 June 2023

Published online: 18 September 2023

Keywords:

Acrosternum arabicum,

artificial diet,

Sunflower seeds,

Sunn pest.

ABSTRACT

Acrosternum arabicum Wagner (Hem: Pentatomidae) is an important pest, due to its qualitative and quantitative damage in pistachio orchards. Different diets have been used to breed this insect, but it has not been possible to rear this pest permanently. In this research, using an artificial diet, the nutritional importance of the main substances in a conventional natural diet, sunflower seeds and peanuts were investigated. At first, three diets D1-D3 were tested in which the amount of sunflower seed and peanut butter was modified. After comparison of fecundity parameters in a completely random design it was found that with increasing the amount of sunflower butter in the artificial diet, the intrinsic rate of population increase (r_m) changed significantly, so that this index had a significant difference between D3 and D2, which had only sunflower seed and peanut butter respectively. In the second experiment with increasing sunflower butter in D4 and feeding on the conventional diet without peanut seeds, (r_m) and the net reproductive rate (Ro), reached their highest value (0.111±0.006) and (114±17.253) in the case of the sunflower seed-green bean diet respectively which showed significant difference with all diets. In addition to *Acrosternum arabicum*, several other bugs can also be grown with the sunflower seed-green bean diet. The highest value of r_m was related to *Peribalus sp.* The nymphs of the Sunnpest grew well and turned into full-fledged insects by feeding on this diet. It was discussed that sunflower seeds may have special properties for this group of insects.

Cite this article: Allahyari, M. (2023). The importance of sunflower seeds in rearing of some Pentatomid bugs. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 54 (1), 151-164. DOI: http//doi.org/10.22059/IJPPS.2023.358041.1007027

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJPPS.2023.358041.1007027

Extended Abstract

Introduction

Acrosternum arabicum Wagner (Hem: Pentatomidae) is one of the pests that is of great importance due to its qualitative and quantitative damage in pistachio orchards. Different diets have been used to breed this insect, but it has not been possible to keep this pest permanently in the laboratory. Previous studies showed that raw pistachio seeds also were a poor diet for this insect. In this research, using an artificial diet, the nutritional importance of the main substances in a conventional natural diet, sunflower seeds (*Helianthus annuus*) and peanut (*Arachis hypogaea*) was investigated.

Material and Methods

The primary colony was collected from the pistachio orchards of the central and suburbs of Rafsanjan city, and transferred as eggs to the laboratory. Green beans, peanuts, and sunflower seed kernels were used for its rearing. The eggs obtained from this colony were used in artificial diet experiments. The food ingredients used in the preparation of the artificial diet were wheat germ, wheat bran, Broad bean, peanut butter, and sunflower seed butter. In two-stage experiments, by changing the amounts of peanut butter and sunflower butter, life table parameters including intrinsic population growth rate, net population growth rate, nymph development time, and population doubling time were compared in a completely random design one-way analysis of variance (ANOVA) by the general linear model (GLM) procedure (SAS vol 9.5). After determining the role of sunflower

seeds in *A. arabicum* nutrition, four other Pentatomidae bugs were reared on a sunflower seed-green bean diet and life table parameters were measured.

Result and Discussion

After the comparison of the life table and fecundity parameters it was found that by increasing the amount of sunflower butter in an artificial diet, the intrinsic rate of population increase (r_m) changed significantly so that this index had a significant difference between D3 and D2 ($p<0.0120$), which had only sunflower seed and peanut butter respectively. In the second experiment with increasing sunflower butter in D4 and feeding on the conventional diet without peanut seeds, (r_m) and the net reproductive rate (Ro), reached their highest value (0.111±0.006) and (114±17.253) in the case of the sunflower seeds-green bean diet respectively which showed significant difference with all diets ($p<0.0001$). It was found that among the available components, sunflower seeds are the most important nutritional substance, and other ingredients in the diet had no nutritional value for this insect. In addition, several other bugs can also be grown with the sunflower seed-green bean diet. The highest intrinsic rate of population increase (r_r) and the highest survival rate of nymphs until maturity (IMS) were related to *Peribalus sp.*, 0.123±0.011 and 0.886±0.042 respectively. The nymphs of the Sunnpest grew well and turned into adult insects by feeding on the sunflower seed-green bean diet so the immature survival rate (IMS) was 0.774±0.141 whereas previous results showed that immatures of this pest had a low survival rate when fed wheat grains (0.08-0.35). The physiology of nutrition in seed-feeding bugs may have some features that could affect the efficiency of digestion and absorption. These insects must first turn the contents of the dry seed into a thin suspension with the help of saliva and mechanical movements of the stylet so that it can be passed through the alimentary canal (which has a small diameter). The swallowed suspension is stored and re-condensed in the first part of the stomach. On the other hand, the adhesion of the primary suspension should be such that it does not prevent the operation of the pharyngeal pump. Because in natural conditions, Sunnpest nymphs feed on milky and pasty grains, dry wheat grains are probably not suitable food. The presence of gluten in dry grain and its dissolution in water creates networks consisting of protein fibers, which increases the viscosity of the initial suspension.

Conclusion

Results showed that the efficiency of non-artificial food for these bugs is much higher than artificial food. Therefore, in mass production programs, the use of artificial food is unjustified. By changing the containers or possibly mechanizing the breeding process, it is possible to increase the colony size, especially in the case of egg parasitoid mass rearing. This study also showed that sunflower seeds play an essential role in the rearing of these insects. The use of sunflower seeds in the rearing of the Sunnpest may facilitate the maintenance of this pest in the laboratory, which will lead to the development of research in this regard.

نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، دوره ۵۴، شماره ۱

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۷۸۶۸-۲۴۲۳

Homepage: http://ijpps.ut.ac.ir/

اهمیت مغز تخم آفتابگردان در پرورش چند سن از خانوادهPentatomidae

مرتضی الهیاری ✉

بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز، فارس، ایران. رایانامه: m.elahyari@areo.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷

کلیدواژه‌ها:

Acrosternum arabicum، *Dolycoris penicillatus* ، *غذای مصنوعی، تخم آفتابگردان و سن گندم.*

چکیده

سن سبز پسته *Acrosternum arabicum* Wagner (Hem: Pentatomidae) به دلیل ایجاد خسارت کمی و کیفی در باغ‌های پسته از اهمیت بالایی برخوردار است. برای پرورش این حشره از جیره‌های غذایی مختلفی استفاده شده است ولی نگهداری دایمی این آفت امکان پذیر نبوده است. در این تحقیق با استفاده از یک غذای مصنوعی، اهمیت تغذیه‌ای مواد مختلف بکار رفته، تخم آفتابگردان و بادام زمینی، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. در ابتدا سه غذای مصنوعی D1-D3 مورد آزمایش قرار گرفت که در آن مقادیر کره بادام زمینی و کره آفتابگردان متغیر بود. مقایسه پارامترهای تولید مثلی در قالب یک طرح کاملا تصادفی نشان داد که با افزایش مقدار کره آفتابگردان در غذا، نرخ ذاتی افزایش جمعیت به طور معنی‌داری تغییر کرد به‌طوریکه این شاخص بین غذاهای D3 و D1 ، که به ترتیب فقط حاوی کره آفتابگردان و کره بادام زمینی بود، اختلاف معنی‌دار داشت. سپس با افزایش مقدار کره آفتابگردان در غذای D4 و غذای رایج بدون بادام زمینی، r_m و Ro به ترتیب به بالاترین مقادیر، (۰/۰۰۶ ± ۰/۱۱۱) و (۱۷/۲۵۳ ± ۱۱۴) مربوط به غذای مغز آفتابگردان_لوبیا سبز رسید. علاوه بر سن سبز پسته چندین سن دیگر را نیز می‌توان با جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز پرورش داد. بیشترین مقدار r_m مربوط به *Peribalus sp.* بود. پوره‌های سن‌گندم با تغذیه از جیره مغز آفتابگردان–لوبیا سبز بخوبی رشد کرده و به حشره کامل تبدیل شدند. اینکه ممکن است تخم آفتابگردان ویژه‌گی خاصی برای این گروه از حشرات داشته باشد مورد بحث قرار گرفت.

استناد: الهیاری، مرتضی (۱۴۰۲). اهمیت مغز تخم آفتابگردان در پرورش چند سن از خانواده Pentatomidae. *نشریه دانش گیاهپزشکی ایران*، ۵۴ (۱)، ۱۶۴-۱۵۱. DOI: http//doi.org/10.22059/IJPPS.2023.358041.1007027

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJPPS.2023.358041.1007027

مقدمه

پرورش حشرات توسط بشر سابقه‌ای طولانی دارد و با اهداف و مقاصد مختلفی صورت گرفته است. تولید عوامل کنترل بیولوژیک، بکارگیری در برنامه‌های نر عقیمی، تغذیه سایر حیواناتی که از حشرات تغذیه می‌کنند و از همه مهم‌تر بکارگیری حشرات تولید شده در پروژه‌های تحقیقاتی مختلف، همگی مدیون دانش و تکنولوژی پرورش حشرات بخصوص با استفاده از غذای مصنوعی بوده است (Cohen, 2015).

سن‌سبز پسته *Acrosternum arabicum* Wagner (Hem: Pentatomidae) یکی از سن‌هایی است که به دلیل ایجاد خسارت کمی و کیفی در باغ‌های پسته از اهمیت بالایی برخوردار است و خسارت شدید میوه‌های پسته توسط این حشره سبب عدم مطلوبیت و مرغوبیت پسته می‌شود (Mehrnejad, 2001; Hashemi Rad,and Radjabi, 2009). در پرورش این آفت و دیگر سن‌های خسارت‌زای پسته که به منظور مطالعه زنبورهای پارازیتوئید تخم صورت گرفته اغلب از علف زاروق (*Salsola kali* L.) و یا علف اسفند (*Peganum harmala* L.) استفاده شده است. پرورش دائمی و نگهداری این سن‌ها در نسل‌های متوالی و متعدد با این روش‌ها نیازمند جمع‌آوری و معرفی حشرات جدید از باغ است و در غیر اینصورت کلنی ضعیف شده و ممکن است از دست برود. حشراتی که مدت‌های طولانی در آزمایشگاه نگهداری شوند (بیش از ۲۰ نسل و بدون معرفی افراد جدید از طبیعت) و در معرض سموم شیمیایی قرار نگیرند، در مطالعات مقاومت در برابر سموم (به عنوان سوش حساس) کاربرد دارند. لذا در این مطالعه هدف، تهیه یک غذای مصنوعی به منظور شناسایی اجزای مهم و مغذی بود تا بتوان کلنی سن‌سبز پسته را به طور مداوم در آزمایشگاه نگهداری نمود و به این ترتیب به عنوان یک سوش حساس از آن استفاده نمود. علاوه بر این چند سن دیگر از جمله *Carpocoris sp*، *Dolycoris penicillatus* ، *Eurygaster integriceps* و *Peribalus sp.* هم از مغز آفتابگردان به خوبی تغذیه کرده و رشد می‌کنند، لذا پارامترهای جدول زندگی در مورد این حشرات نیز اندازه‌گیری شد.

پیشینه پژوهش

پرورش حشرات مکنده که از طریق خرطوم تغذیه می‌کنند با چالش‌هایی همراه بوده است. هضم پیش‌دهانی با استفاده از آنزیم‌های غدد بزاقی، در فیزیولوژی تغذیه برخی از این حشرات حائز اهمیت است. برخی از حشرات راسته جوربالان بخصوص شته‌ها با استفاده از غذای مایع، قرار داده شده در غشاء پارافیلم پرورش داده می‌شوند. اغلب حشرات متعلق به گروه سن‌های واقعی (true bugs)، از موادی تغذیه می‌کنند که در اصل جامد هستند ولی در اثر فعالیت آنزیم‌های بزاقی و حرکت استایلت‌ها قبل از بلعیده شدن تبدیل به یک سوسپانسیون غلیظ می‌شوند (Cohen,1995; Cohen & Smith, 1998). کوشش‌های اولیه برای پرورش سن *Lygus hesperus* Knight که در آن از غذای مایع در پوشش پارافیلم استفاده می‌شد ناموفق ماند ولی مشخص شد که غذای مایع خیلی رقیق و تهی از چربی بود. پس از این با تهیه یک سوسپانسیون غلیظ غنی از پروتئین و چربی این حشره به‌طور انبوه و در نسل‌های متوالی پرورش داده شد (Debolt, 1982; Cohen, 2000).

تاکنون کوشش‌های فراوانی برای پرورش انبوه سن‌سبز پنبه *Nezara viridula* انجام شده است. ابتدا یک غذای خشک مورد بررسی قرار گرفت که با تغذیه از آن ۷۰ درصد پوره‌ها تبدیل به حشره بالدار شدند (Panizzi *et al.*, 2000). سپس پژوهشگران دیگری یک غذای مصنوعی متشکل از اجزای خالص تهیه کردند که درصد زنده‌مانی پوره‌ها تقریبا ۸۷ درصد بود. مشخص شد که کازئین اهمیت ویژه‌ای در زنده‌مانی پوره‌ها داشت (Noda & Kamano, 2002). در یک تحقیق دیگر از یک غذای مصنوعی خشک برای پرورش سن سبز پنبه استفاده شد که از پروتئین سویا و نشاسته سیب‌زمینی به عنوان منبع پروتئین و کربوهیدرات استفاده گردید. میزان تولید این حشره برای تکثیر و تولید پارازیتوئیدهای تخم مناسب بود. استفاده از غذای خشک این مزیت را دارد که غذا آلوده به قارچ و باکتری نشده و نیازی به استفاده از مواد نگهدارنده ندارد (Fortes *et al.*, 2006). در نهایت پژوهشگران دیگری بر اساس غذای مصنوعی ساخته شده برای

Lygus Hesperus Knight یک غذای مصنوعی که حالت سوسپانسیون غلیظ داشت تهیه نمودند که یک جزء اصلی آن زرده تخم‌مرغ بود. میزان زنده‌مانی پوره‌ها تا حشره بالدار با تغذیه از این غذا ۹۷/۳ درصد و تا سن چهارم ۱۰۰ درصد بود (Portilla *et al.*, 2015).

یکی از روش‌های کنترل خسارت *Acrosternum arabicum* استفاده از زنبورهای پارازیتوئید تخم است و پرورش سن سبز پسته در آزمایشگاه و انسکتاریوم در مطالعه خصوصیات این زنبورهای پارازیتوئید و همچنین تکثیر انبوه این‌ها حائز اهمیت است. در اغلب مطالعات انجام شده در این زمینه، پرورش سن‌های خسارت‌زای پسته با استفاده از علف هرز زاروق (Gholamalizade, *et al.*, 2019; Mohammadpour, *et al.*, 2014) و یا پسته تازه (Bagheri, *et al.*, 2010) انجام شده است. در فصل زمستان دسترسی به علف زاروق و پسته تازه امکان پذیر نیست لذا در یک مطالعه فاکتورهای زیستی سن *Brachynema germari* Kolenati پرورش داده شده روی یک غذایی مرکب از لوبیا سبز(*Phaseolus vulgaris*)، تخم آفتابگردان و کپسول اسفند (*Peganum harmala* L.) با سن‌های پرورش داده شده روی علف زاروق مورد مقایسه قرار گرفت (Pourkhatoon *et al.*, 2016) که نتایج نشان داد نرخ ذاتی رشد r_m و نرخ خالص تولید مثل R_o با تغذیه از غذای مرکب کمتر از مقادیر مربوط به غذای طبیعی یعنی علف هرز زاروق بود. در مطالعه‌ای دیگر برای اولین بار سن سبز پسته (*Acrosternum arabicum*) با استفاده از جیره غذایی، مرکب از تخم آفتابگردان، بادام زمینی و لوبیا سبز پرورش داده شد تا اثر ذخیره‌سازی تخم میزبان را روی واکنش تابعی زنبورهای پارازیتوئید تخم مورد بررسی قرار گیرد (Jalali, *et al.*, 2020) ولی در این مطالعه فاکتورهای زیستی سن سبز پسته اندازه‌گیری نشد.

روش‌شناسی پژوهش

شرایط آزمایش

کلیه آزمایش‌ها در مرکز تحقیقات کشاورزی فارس، انسکتاریوم بخش گیاه‌پزشکی انجام شد. آزمایش در شرایط دمایی $26\pm1C^o$ و دوره نوری ۱۶:۸ (شب:روز) و رطوبت نسبی ٪ ۵±۴۵ انجام شد.

پرورش پوره و حشرات بالغ

کلنی اولیه از باغات پسته بخش مرکزی و حومه شهرستان رفسنجان جمع‌آوری و به صورت تخم به انسکتاریوم بخش گیاهپزشکی زرقان منتقل گردید. این تخم‌ها در ظروف پلاستیکی در دار به ابعاد ۳۰×۲۰×۱۲ که کف آن با دستمال کاغذی حوله‌ای پوشانده شده بود قرار داده شدند. برای پرورش کلنی اولیه از لوبیا سبز، بادام زمینی و مغز تخم آفتابگردان (Jalali, *et al.*, 2020) استفاده گردید و عملیات پرورش مطابق روش (Poorkhatoon, *et al.*, 2016) انجام شد. تخم‌های بدست آمده از این کلنی در آزمایش‌های غذای مصنوعی بکار گرفته شد.

غذای مصنوعی

مواد بکار رفته در تهیه غذای مصنوعی بر اساس تحقیقات قبلی و بکارگیری مواد مغذی شناخته شده، انتخاب شد که در جدول (۱) نشان داده شده است (Cohen, 2015). جوانه گندم تازه و سبوس گندم از کارخانه آرد سپیدان تهیه شد. جوانه گندم (یک کیلو) ابتدا مدت ۴ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و سپس ۴۸ ساعت در دمای ۴۵ درجه سلسیوس قرار گرفت تا رطوبت آن خشک گردد. باقلا سبز خشک شده از بازار محلی تهیه و با استفاده از یک آسیاب برقی به صورت پودر درآورده شد. کره بادام زمینی و کره تخم آفتابگردان (از مغز بادام زمینی و تخم آفتابگردان خام واریته آجیلی) با استفاده از یک هاون چینی در آزمایشگاه تهیه شد. تتراسایکلین ٪۲۰ (Zagros pharmed®) و ویتامین C، ٪۵۰ (ساخت شرکت رویان دارو)

از داروخانه دامپزشکی تهیه شد. مواد مورد نیاز در یک غذاساز (Mulinex Mini pro®) مخلوط و خمیر بدست آمده با استفاده از قیف شیرینی‌پزی روی یک قطعه مقوای روغنی قرار داده شد و این قطعه مقوا مدت یک ساعت در دمای ۴۵ درجه سلسیوس نگهداری شد تا غذا خشک گردد شکل (۱).

پرورش پوره و حشرات بالغ

برای پرورش پوره‌ها و اندازه‌گیری پارامترهای زیستی از ظروف یکبار مصرف شفاف یک لیتری استفاده شد. به منظور تهویه و تنظیم رطوبت نسبی، یک دریچه به ابعاد ۴×۳ cm در وسط در ظرف تعبیه و با توری ریز پوشانده شد. کف ظرف یک قطعه دستمال کاغذی و جهت تامین آب دو عدد لوله آزمایش پلاستیکی (۱۰ ml) که سر آن با پنبه مسدود شده بود قرارداده شد. در این شرایط رطوبت نسبی درون این ظرف حدود ۵±۴۵ درصد بود. در هر ظرف یک دسته تخم (۲۲-۱۶ عدد تخم) تازه (کمتر از ۲۴ ساعت عمر) قرار داده شد.

جدول ۱. مواد غذایی و ترکیبات بکار رفته در غذاهای مصنوعی. D1-D4 ، مقادیر به گرم و میلی لیتر.

مواد غذایی و ترکیبات	D1	D2	D3	D4	غذای جایگزین	لوبیا سبز	مغز آفتابگردان
پودر جوانه گندم (گرم)	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۵/۵	–	–	–
پودر سبوس (گرم)	۲	۲	۲	۲	–	–	–
پودر باقلا سبز (گرم)	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۵/۵	–	–	–
کره بادام زمینی (گرم)	۲	۴	۰	۰	–	–	–
کره آفتابگردان (گرم)	۲	۰	۴	۶	–	–	–
سوکروز (گرم)	۱	۱	۱	۱	–	–	–
ویتامین C (گرم)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	–	–	–
تتراسایکلین (گرم)	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	–	–	–
آب مقطر (میلی لیتر)	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	–	–	–
روغن آفتابگردان (میلی لیتر)	۱	۱	۱	۱	–	–	–
مغز بادام زمینی (گرم)	-	–	–	–	۳	–	–
مغز آفتابگردان (گرم)	-	–	–	–	۳	–	۶
غلاف لوبیا سبز تازه (عدد)	-	–	–	–	۲	۴	۲

در ظروف تیمارهای غذای مصنوعی سه نوار غذای مصنوعی قرار داده و هر هفته یکبار این نوارها با نوار جدید جایگزین شد (شکل ۱). در تیمار مغز آفتابگردان مقدار ۶ گرم مغز آفتابگردان (واریته آجیلی) در هر ظرف قرار داده شد و هر هفته با مغز آفتابگردان جدید جایگزین شد و در هر ظرف یک یا دو عدد غلاف لوبیا سبز (تهیه شده از بازار محلی) قرار داده شد که دو بار در هفته لوبیای تازه جایگزین غلاف‌های کهنه گردید. حشرات بالغ بدست آمده از هر تکرار (ظرف یک لیتری) در یک ظرف یکبار مصرف ۲ لیتری قرار داده شد که کف و دیواره‌های آن با دستمال کاغذی حوله‌ای پوشیده شد و سر آن یک دریچه تهویه به ابعاد ۴×۶ cm تعبیه، که با توری ریز پوشانده شد. سه لوله حاوی آب (به‌طوریکه گفته شد) جهت تامین آب حشرات و تنظیم رطوبت نسبی در این ظرف قرار داده شد. مقدار غذای مصنوعی و مغز آفتابگردان مانند ظروف یک لیتری بود.

اندازه‌گیری پارامترهای زیستی و تولید مثلی

برای محاسبه پارامترهای جدول زندگی، هر روز تعداد افراد زنده (از مرحله تخم تا تخم) در هر ظرف (هر ظرف یک تکرار) شمارش و برای محاسبه پارامترهای تولید مثلی تعداد افراد ماده و تعداد تخم گذاشته شده ثبت گردید. محاسبات پارامترهای زیستی و تولید مثلی مطابق با روش آزمایشگاهی انجام شد (Carey 1993, Krebs 2001). پوره‌ها در ظرف یک لیتری رشد و نمو کرده و در پایان دوره پورگی هر روز حشرات کامل به ظرف ۲ لیتری متناظر منتقل می‌شدند. حشرات بالغ در ظرف ۲ لیتری جفت‌گیری و در همان ظرف تخمریزی می‌کردند و هر روز تخم‌های گذاشته شده شمارش و از ظرف خارج می‌گردید.

شکل ۱. غذای مصنوعی و ظروف پرورش. ظروف یکبار مصرف یک و دو لیتری برای پرورش و اندازه‌گیری پارامترهای تولید مثلی (C). غذای مصنوعی قرار داده شده روی مقوا (B). ظرف ۴/۵ لیتری با در شیشه‌ای و محل تهویه برای تخم‌گیری در پرورش انبوه سن‌ها و همچنین تخم‌گیری از سن‌های مادری جمع‌آوری شده از مزرعه (A).

آزمایش‌ها طی سه مرحله انجام شد به این صورت که در مرحله اول، غذای استفاده شده توسط یک گروه از محققان (Jalali *et al.*, 2020) موسوم به "غذای جایگزین" یا "غذای کامپوزیت" با غذای D1 ، D2 و D3 مورد مقایسه قرار گرفت. ابتدا پرورش سه نسل متوالی انجام گرفت سپس در نسل چهارم پارامترهای زیستی و تولید مثلی در ۵ تکرار اندازه‌گیری گردید. در مرحله دوم، با مشاهده تاثیر میزان کره آفتابگردان روی میزان تخمریزی حشرات بالغ، غذای D4 و غذای مغز تخم آفتابگردان باضافه لوبیا سبز و لوبیا سبز به تنهایی مورد مقایسه قرار گرفت. ابتدا سه نسل پرورش متوالی و سپس پارامترهای جدول زندگی اندازه‌گیری شد. برای هر غذا حداقل ۵ تکرار (هر تکرار یک دسته تخم) در نظر گرفته شد. در مرحله سوم، چهار گونه دیگر سن *Carpocoris sp* ، *Dolycoris penicillatus* ، *Eurygaster integriceps* و *Peribalus sp.* با استفاده از مغز آفتابگردان و لوبیا سبز پرورش و مشخصات زیستی آنها اندازه‌گیری شد. سن‌های مادری سن‌گندم *Eurygaster integriceps* ، *Dolycoris penicillatus* ، *Carpocoris sp.* و *Peribalus sp.* در اوایل فروردین ماه از مزارع گندم ایستگاه زرقان جمع آوری و به انسکتاریوم منتقل گردیدند. برای پرورش و تخم‌گیری از سن‌های مادری از ظروف پلاستیکی به حجم ۴/۵ لیتر با قطر ۲۵ سانتیمتر که یک قطعه شیشه (۳۰×۳۰ سانتیمتر) روی آن قرار داده شد بود، استفاده گردید و برای تامین آب و رطوبت نسبی این ظرف، تعداد ۶ لوله آزمایش پلاستیکی در ظرف تخم‌گیری قرار داده شد. تعداد ۶ خوشه گندم در این ظروف گذاشته شد که هر هفته با خوشه‌های تازه جایگزین می‌گردید. در مورد سن‌گندم به دلیل وجود دیاپوز اجباری امکان محاسبه پارامترهای تولید مثلی وجود نداشت و فقط پارامترهای رشد و نمو پوره‌ها مورد بررسی قرار گرفت. سن *Carpocoris sp.* فقط یک نسل قابلیت پرورش داشت و در نسل دوم حشرات بالدار با وجود وزن و جثه مناسب جفت‌گیری و تخم‌ریزی نکردند و با وجود آب و غذا، بعد از حدود دو ماه تلف شدند. در مورد سن‌های *Dolycoris penicillatus* و

Peribalus sp. بعد از سه نسل پرورش روی جیره مغز آفتابگردان–لوبیا سبز در نسل چهارم پارامترهای جدول زندگی مطابق روش مذکور اندازه‌گیری شد.

پارامترهای محاسبه شده برای هر جیره غذایی عبارت بودند از نرخ ذاتی فزایش جمعیت (r_m)، نرخ خام تولید مثل (Mx)، نرخ خالص تولید مثل (Ro)، نسبت زنده‌مانی پوره‌ها تا زمان بلوغ (IMS)، زمان دوبرابر شدن جمعیت (DT) و زمان رشد و نمو پوره‌ها (IDT). هر جیره غذایی یک تیمار و برای هر تیمار ۵ تکرار در نظر گرفته شد. جیره‌های غذایی مختلف در قالب یک طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 و با آزمون توکی مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌های پژوهش

در مرحله اول مقایسه غذاهای D1 ، D2 و D3 نشان داد که با افزایش میزان کره آفتابگردان در غذای D3 میزان تخمریزی افزایش یافت بطوری‌که نرخ خالص تولید مثل (Ro) در غذای D3 دو برابر شد. هر چند در جدول شماره ۲ که پارامترهای تولید مثلی جدول زندگی را نشان می‌دهد، ملاحظه می‌شود تنها نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) در غذای D3 تفاوت معنی دار با غذاهای D1 و D2 داشت ولی نرخ ذاتی رشد چون برآیندی از پارامترهای مرگ و میر و تولید مثل است می‌تواند اساس مقایسه قرار گیرد. در غذای D3 مقدار کره آفتابگردان دو برابر غذای D1 بود و غذای D2 فقط حاوی کره بادام زمینی بود (جدول ۲).

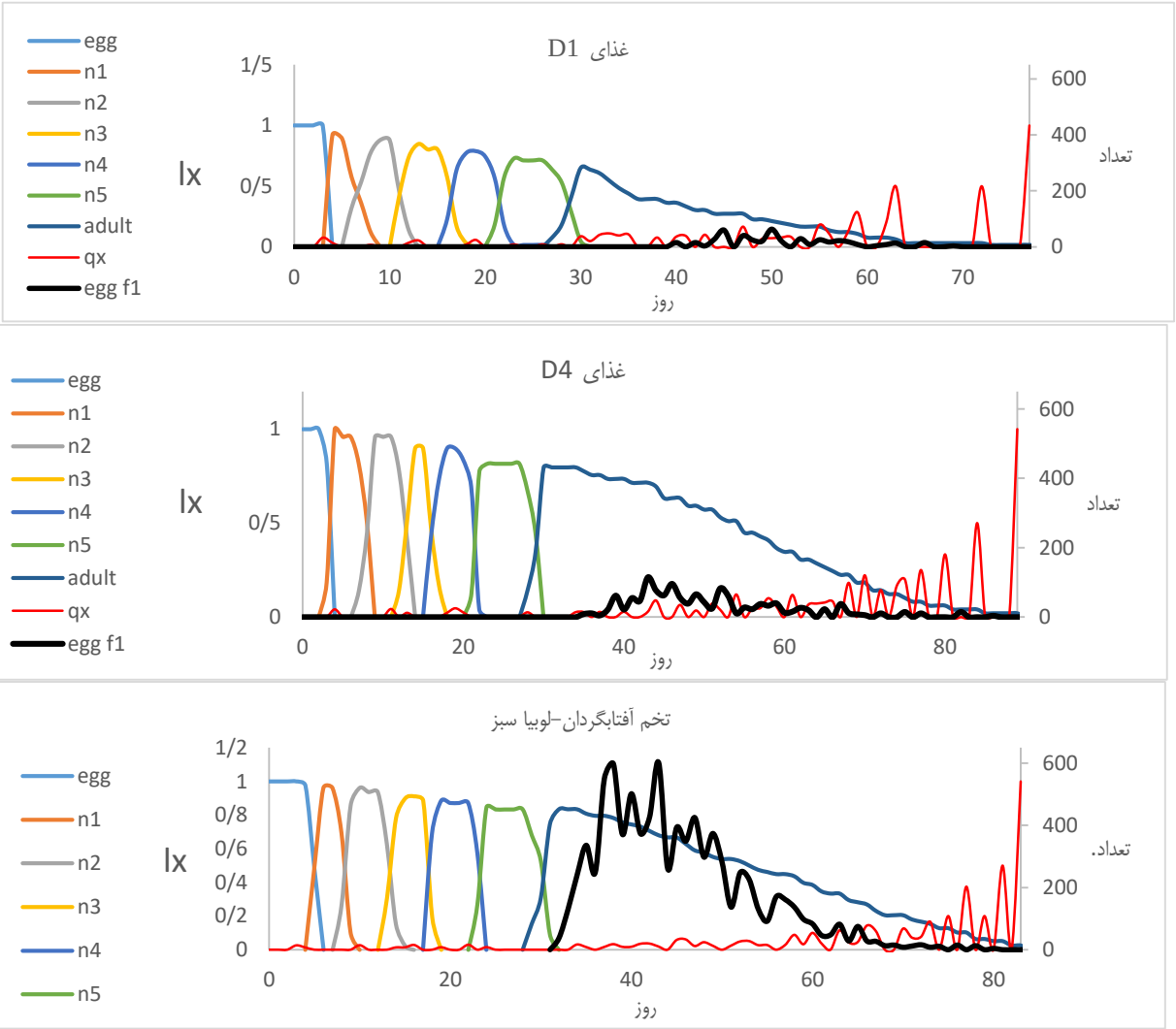
در مرحله دوم بر همین اساس در غذای D4 مقدار کره آفتابگردان افزایش و به ۶ گرم در جیره غذایی رسانده شد و همزمان با جیره غذایی مغز آفتابگردان–لوبیا سبز، لوبیا سبز به تنهایی نیز مورد بررسی و پارامترهای جدول زندگی اندازه‌گیری گردید.

جدول شماره ۲. پارامترهای تولید مثلی محاسبه شده برای *Acrosternum arabicum* پرورش داده شده روی جیره‌های غذایی مختلف.

پارامترهای آزمایش	D1	D2	D3	D4	S+Gb	composite
M_x	۵۶/۸۱۳ ± ۱۱/۹۹۹^{a}	۴۷/۰۲۹ ± ۹/۹۳۴^{a}	۴۵/۲۱۹ ± ۶/۶۷۳^{a}	۱۰۳/۵۷۲ ± ۱۵/۵۴۵^{a}	۳۷۲/۹۴ ± ۱۱۰/۷۸^{b}	۹۱/۹۲ ± ۱۷/۲۷^{a}
R_0	۶/۹۸۴ ± ۱/۸۸۷^{a}	۵/۸۴۱ ± ۰/۴۴۵^{a}	۱۲/۹۷۶ ± ۱/۴۹۹^{a}	۲۷/۵۶۷ ± ۲/۹۲۹^{b}	۱۱۴/۰ ± ۱۷/۲۵۳^{c}	۲۱/۸۶ ± ۲/۷۹^{ab}
MGT	۵۰/۳۵۷ ± ۲/۲۹۸^{a}	۴۹/۴۴۸ ± ۱/۵۸۲^{a}	۵۰/۳۶۲ ± ۳/۱۶۷^{a}	۵۱/۳۰۸ ± ۴/۸۱۹^{a}	۴۵/۵۱۱ ± ۱/۷۵۱^{a}	۳۶/۲۱ ± ۲/۴۶^{b}
DT	۱۸/۱۶۴ ± ۲/۳۴۴^{a}	۱۹/۰۸۵ ± ۱/۱۶۲^{a}	۱۳/۲۰۷ ± ۱/۵۰۴^{b}	۱۰/۳۲۶ ± ۱/۱۵۲^{bc}	۶/۲۸۷ ± ۰/۳۵۳^{d}	۸/۱۲ ± ۰/۵۵^{cd}
r_m	۰/۰۳۹ ± ۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۳۶ ± ۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۵۳ ± ۰/۰۰۶^{b}	۰/۰۶۸ ± ۰/۰۰۸^{c}	۰/۱۱۱ ± ۰/۰۰۶^{d}	۰/۰۸۴ ± ۰/۰۲۶^{e}
IMS	۰/۶۶۵ ± ۰/۰۴۲^{a}	۰/۶۴۱ ± ۰/۱۱۴^{a}	۰/۷۸۱ ± ۰/۰۸۲^{a}	۰/۷۰۳ ± ۰/۰۷۹^{a}	۰/۸۴ ± ۰/۰۵^{b}	۰/۵۷۵ ± ۰/۰۶۸^{a}
IDT	۲۹/۲۸۸ ± ۱/۷۲۰^{a}	۲۸/۸۸۱ ± ۱/۳۴۲^{a}	۲۷/۵۸۹ ± ۰/۳۵۸^{a}	۲۷/۴۶۷ ± ۰/۳۰۳^{a}	۲۷/۴۶۴ ± ۰/۶۳۷^{a}	۲۴/۶۷ ± ۰/۳۷^{b}

نرخ خام تولید مثل (Mx)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نسبت زنده‌مانی پوره‌ها تا زمان بلوغ (IMS)، نرخ خالص تولید مثل (Ro)، زمان دوبرابر شدن جمعیت (DT)، غذای مغز آفتابگردان و غلاف لوبیا سبز (S+Gb)، غذای مغز آفتابگردان، بادام زمینی و غلاف لوبیا سبز (composite) و زمان رشد و نمو پوره‌ها (IDT). مقادیر نشان‌دار شده با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

همانطور که در جدول شماره ۲ نشان داده شد، پارامترهای بیشتری اختلاف معنی‌دار غذاهای D1 و D2 را نشان می‌دهند. نرخ خالص تولید مثل (Ro) و نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) در غذای D4 با D1، D2 و D3 اختلاف معنی‌دار (در سطح ۹۵٪) نشان داد ولی زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) در D4 با غذای D3 اختلاف معنی‌دار نداشت. پارامترهای بقا و تولید مثل در جیره غذایی مغز آفتابگردان–لوبیا سبز بطور معنی‌داری تغییر کرد به‌طوری‌که نرخ خام تولید مثل (Mx) و نرخ خالص تولید مثل (Ro) در این جیره نسبت به غذای D4، به ترتیب ۳/۶ و ۴/۱ برابر شد. زمان دوبرابر شدن جمعیت (DT) در این غذا نسبت به غذای D1 تقریبا ۲/۸ برابر کوتاه تر شد و نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) تقریبا به همین نسبت افزایش یافت. همچنین



شکل ۲. منحنی بقای Chi&Liu (1985) مربوط به سن سبز پسته که از غذاهای D1 ، D4 و جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز تغذیه کردند. n1-n5، نسبت زنده مانی (lx) پوره‌های سن یک تا پنج، egg f1 ، تخم ریزی حشرات بالغ و adult ، نسبت زنده مانی بالغ و qx (Age specific mortality)، نسبت مرگ و میر در روز.

میزان زنده‌مانی پوره‌ها (IMS) در جیره غذایی مغز آفتابگردان–لوبیا سبز با غذاهای قبلی اختلاف معنی‌دار داشت و به حدود ۸۴ درصد رسید. در جیره غذایی لوبیا سبز به تنهایی، هیچ گونه جفت‌گیری و تخم‌ریزی مشاهده نشد و تمامی حشرات کامل تلف شدند. پوره‌ها به حشره بالدار تبدیل شدند ولی جثه این بالدارها نسبت به حشراتی که از جیره غذاهای دیگر تغذیه کرده بودند،کوچک‌تر بود. تفاوت دیگر در پارامترهای جدول زندگی بین غذاهای مختلف مربوط به تابع qx (Age specific mortality) بود. این پارامتر از آنجا که میزان مرگ و میر هر مرحله از زندگی را مستقل از مراحل پیشین و پسین نشان می‌دهد، مناسب‌ترین تابع برای مقایسه تیمارهای مختلف می‌باشد (Iranipour, *et al.*, 2003).

میزان مرگ و میر در سنین اولیه پوره‌گی در همه جیره‌های غذایی قابل توجه نبود و اغلب پوره‌ها به سنین انتهایی پوره‌گی رسیدند ولی در غذای D1 و D2 میزان مرگ و میر در حشرات بالغ قبل از تخم‌ریزی افزایش یافت. همانطور که در شکل (۲) قابل مشاهده است میزان مرگ و میر پس از ظهور حشرات کامل در غذای D1 نسبت به غذایD4 و مغز آفتابگردان–لوبیا سبز بیشتر بود، بطوری‌که درصد قابل توجهی از حشرات کامل قبل از جفت‌گیری تلف شدند ولی روند تغییرات qx در غذای

مغز آفتابگردان–لوبیا سبز متفاوت بود، به‌نحوی‌که حشرات کامل پس از ظهور مرگ و میر قابل توجهی نداشتند و فقط در پایان تخمریزی مقدار این تابع روند صعودی نشان داد.

در مرحله سوم پرورش چند سن دیگر از خانواده Pentatomidae با استفاده از جیره غذایی مغز آفتابگردان–لوبیا سبز نتایج قابل توجهی به همراه داشت، (جدول شماره ۳). پارامترهای جدول زندگی سن‌های *Dolycoris penicillatus* و *Peribalus sp.* نشان داد که این جیره غذایی برای پرورش انبوه این دو سن مناسب است. بیشترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) و بیشترین میزان زنده‌مانی پوره‌ها تا زمان بلوغ (IMS) مربوط به *Peribalus sp.* بود. پوره‌های سن *Carpocoris sp.* نیز بخوبی روی این جیره غذایی رشد کرده به‌طوریکه حدود ۸۰ درصد آنها به حشره کامل تبدیل شدند، ولی نرخ ذاتی افزایش جمعیت در این سن نسبت به سایر سن‌ها کمترین بود. سن *Carpocoris sp.* یک نسل قابل پرورش بود و پوره‌های نسل دوم با اینکه خوب رشد کردند ولی حشرات کامل حاصل از آنها جفت‌گیری نکردند و مدت ۲ ماه در دمای انسکتاریوم بدون بروز رفتارهای تولید مثلی زنده بودند و پس از آن به تدریج مردند.

جدول شماره ۳. پارامترهای جدول زندگی چهار سن جمع‌آوری شده از مزرعه گندم که از جیره تخم‌آفتابگردان–لوبیا سبز تغذیه کردند.

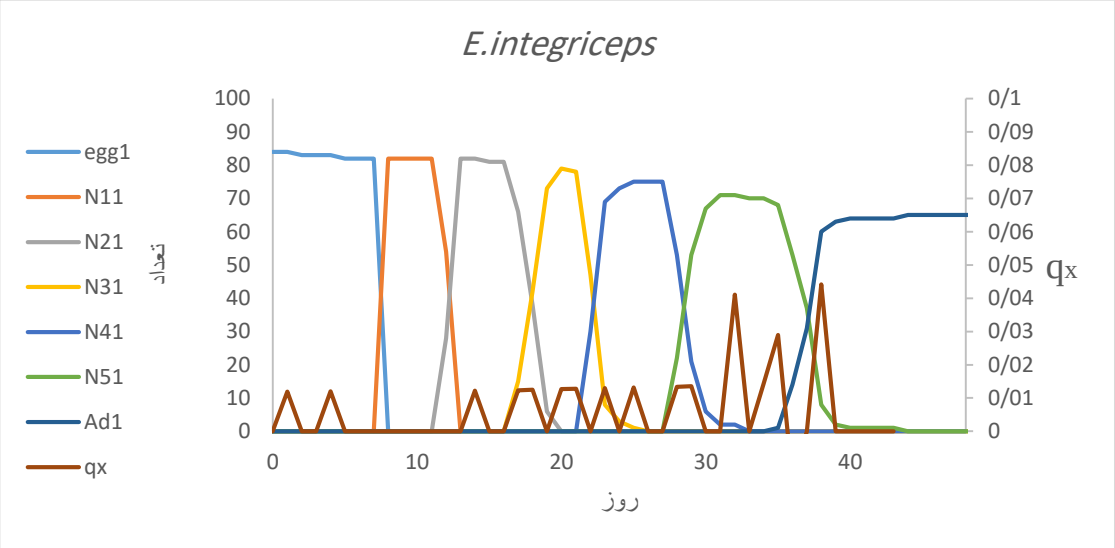
پارامترهای آزمایش	*Dolycoris penicilatus*	*Carpocoris Sp.*	*Peribalus sp*	*Eurygaster integriceps*
Mx	۳۶۵/۲۴۷ ± ۱۱۳/۳۲۱	۷۵/۵۷۴ ± ۱۶/۹۷۷	۳۳۵/۸۸۹ ± ۲۷/۱۸۳	-
Ro	۱۰۷/۳۲۸ ± ۲۳/۷۶۹	۲۴/۵۰۰ ± ۴/۲۶۶	۱۱۹/۹۰ ± ۱۴/۱۴۳	-
GT(day)	۵۸/۰۲۲ ± ۱/۵۹۳	۶۰/۶۲۸ ± ۱/۵۴۹	۴۳/۳۶۱ ± ۳/۹۸۴	-
DT(day)	۸/۱۵۷ ± ۰/۵۹۱	۱۲/۷۹۴ ± ۰/۶۰۱	۵/۶۵۷ ± ۰/۴۸۹	-
r_m	۰/۰۸۵ ± ۰/۰۰۶	۰/۰۵۴ ± ۰/۰۰۲	۰/۱۲۳ ± ۰/۰۱۱	-
IMS	۰/۷۷۰ ± ۰/۰۴۸	۰/۸۱۹ ± ۰/۰۷۲	۰/۸۸۶ ± ۰/۰۴۲	۰/۷۷۴ ± ۰/۱۴۱
IDT (day)	۲۷/۲۵۵ ± ۱/۳۲۵	۳۳/۲۰۷ ± ۰/۵۹۶	۲۴/۲۳۴ ± ۰/۲۱۳	۳۷/۴۶۲ ± ۴/۴۲۱

نرخ خام تولید مثل (Mx)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، زنده‌مانی پوره‌ها تا زمان بلوغ (IMS)، نرخ خالص تولید مثل (Ro)، زمان دوبرابر شدن جمعیت (DT) و زمان رشد و نمو پوره‌ها (IDT).

پوره‌های سن‌گندم نیز روی جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز بخوبی رشد کردند بطوریکه ۷۷/۳۸ درصد از پوره‌ها (n=۸۴) به حشره بالدار تبدیل شدند و نسبت جنسی ماده‌ها برابر ۰/۴۱۵ بود. بالدارهای بدست آمده تا حدود ۲ هفته از مغز آفتابگردان تغذیه کرده و سپس رفتار نورگرایی منفی و تجمع نشان داده و حرکت و تغذیه آنها متوقف گردید. در این زمان میانگین وزن نرها و ماده‌ها به ترتیب برابر ۱۴/۴۹۵±۱۱۹/۷۱۱ و ۱۳/۷۸۸±۱۳۹/۰۳۷ میلی‌گرم بود. منحنی بقای Chi&Liu(1985) پوره‌های سن گندم که از جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز تغذیه کردند در شکل (۳) نمایش داده شده است.

بحث

در این مطالعه به منظور بررسی اهمیت اجزای بکار رفته در جیره غذایی سن سبز پسته (*Acrosternum arabicum*) غذای "composit" که همان جیره غذایی مورد استفاده (Jalali, *et al.*, 2020) بود با غذاهای مصنوعی مورد مقایسه قرار گرفت. مقادیر بدست آمده برای پارامترهای rm و Ro با وجودیکه در غذای کامپوزیت هم تخم آفتابگردان وجود داشت به ترتیب برابر ۰/۰۰۶ ± ۰/۰۸۶ و ۲/۹۹ ± ۲۲/۳۶ بود، که به مراتب کمتر از پارامترهای مشابه در جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز بود (جدول ۲). ممکن است وجود بادام زمینی در این غذا اثرات منفی داشته باشد به این صورت که پوره‌ها بخشی از انرژی خود را صرف تغذیه از بادام زمینی می‌کنند.



شکل ۳. منحنی بقای Chi&Liu(1985) پوره‌های سن گندم که از جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز تغذیه کردند

این احتمال وجود دارد که پوره‌ها غذای مطلوب را تشخیص نداده و اصولا هر دانه‌ای که محرک‌های اولیه را داشته باشد مورد تغذیه قرار می‌دهند. در این مطالعه چندین مغز دیگر از جمله گردو، فندق، بادام و تخم کدو نیز در اختیار پوره‌های سن سبز پسته قرار داده شد ولی نتیجه مطلوبی در بر نداشت با این حال، پوره‌ها چندین ساعت در روز وقت خود را صرف تغذیه از این مغزها کردند. لازم به ذکر است که پوره‌های این حشره از لپه سویا تغذیه کرده و تبدیل به حشره کامل شده و تخمریزی کردند (پارامترهای جدول زندگی در مورد لپه سویا اندازه‌گیری نشد). مشاهدات همچنین نشان داد که جثه سن‌های بالغ بدست آمده از پرورش روی جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز نسبت به غذاهای D1-D4 بزرگتر بود، بطوریکه عرض پرونوتوم در حشرات ماده بیشتر ۶ میلیمتر اندازه‌گیری شد، در حالیکه عرض پرونوتوم حشرات بالغ پرورش یافته روی غذاهای D1- D4 کمتر از ۶ میلیمتر بود. نتایج بدست آمده از این آزمایش‌ها نشان داد که مغز تخم آفتابگردان ماده غذایی مهم و موثری در رشد و نمو و تولید مثل سن سبز پسته است. با استفاده از جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز می‌توان این حشره را نسل‌های متوالی و بدون اضافه کردن افراد جدید به کلنی پرورش داد به‌نحوی که این حشره مدت ۵ سال توسط نگارنده نگهداری شده است. در این شرایط تولید انبوه این سن نیز امکان‌پذیر بوده و هر فرد برای رشد و نمو و تولید مثل حدود ۰/۸ گرم مغز آفتابگردان نیاز دارد.

پرورش زنبورهای پارازیتوئید نیز با استفاده از تخم‌های سن سبز پسته مقرون به صرفه است. زنبور پارازیتوئید تخم سن‌گندم *Trisolcus semistriatus* با استفاده از تخم‌های سن سبز پسته (و همچنین سایر سن‌های پرورش داده شده در این پژوهش) قابل تکثیر است. بطور کلی در مورد این سن‌ها غذای مصنوعی برای پرورش انبوه مناسب نیست زیرا هزینه بیشتر بوده و آماده‌سازی آن هم به کار بیشتر نیاز دارد ولی چنانچه هدف، خوراندن و تحویل ماده آزمایشی از طریق دستگاه گوارش باشد می‌توان از غذای مصنوعی استفاده نمود. با توجه به اینکه سایر اجزای موجود در غذای مصنوعی ارزش تغذیه‌ای قابل توجهی نداشتند در این خصوص می‌توان از یک غذای مصنوعی ساده متشکل از کره آفتابگردان، سبوس گندم (به عنوان حجم دهنده) و ویتامین C استفاده نمود. Bagheri, *et al.*, (2010) با استفاده از جیره پسته تازه دریافتند که پسته غذای مناسبی برای رشد و نمو این حشره نبود و میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) و نرخ خالص تولید مثل (Ro) را به ترتیب ۰/۰۰۴± ۰/۰۳۳ و ۷/۱±۸۷/۷۵ برآورد نمودند که نزدیک به پارامترهای غذای D2 است. همچنین همانند غذای D2 و D1، میزان مرگ و میر قابل توجهی را پس از ظهور حشرات کامل مشاهده کردند. جلالی و همکاران (Jalali, *et al.*, 2020) نیز به منظور مطالعه

زنبورهای پارازیتوئید تخم، سن سبز پسته را روی جیره غذای مغز آفتابگردان و بادام زمینی و لوبیا سبز پرورش دادند ولی مشخصات رشد و نموی حشره میزبان مد نظر آنان نبوده است.

علاوه بر سن سبز پسته چندین سن دیگر را نیز می‌توان با جیره تخم آفتابگردان–لوبیا سبز پرورش داد و این نشان می‌دهد که تخم آفتابگردان ممکن است ویژه‌گی خاصی برای این گروه از حشرات داشته باشد. این سن‌ها با وجود این‌که پلی‌فاژ هستند ولی به طورکلی به عنوان حشرات مرتبط با غلات شناخته شده‌اند. قابل ذکر است که در این تحقیق وقتی مغز آفتابگردان در اختیار سن گرافوزوما قرار داده شد، پوره‌ها و افراد بالغ از مغز آفتابگردان تغذیه نکردند. فیزیولوژی تغذیه در سن‌های دانه‌خوار ویژه‌گی‌هایی دارد که ممکن است در راندمان هضم و جذب تاثیرگذار باشد. سن‌های دانه‌خوار ابتدا باید با کمک بزاق و حرکات مکانیکی استایلت محتویات دانه خشک را به یک سوسپانسیون رقیق تبدیل کنند بطوریکه از کانال غذایی (که قطر اندکی دارد) قابل عبور باشد (Cohen, 2015). سوسپانسیون بلعیده شده در بخش اول معده ذخیره شده و دوباره تغلیظ می‌گردد (محتویات معده اول حاوی ذراتی است که قطر بسیار بزرگتری از قطر مجرای کانال غذایی دارند). از طرفی چسبندگی سوسپانسیون اولیه باید تا حدی باشد که مانع کارکرد پمپ حلقی نشود. این روند در تغذیه سن‌های خونخوار بخوبی مورد مطالعه قرار گرفته است (Araujo *et al.*, 2009). پوره‌های سن‌گندم با تغذیه از تخم آفتابگردان به‌خوبی رشد کردند. در یک مطالعه پوره‌های سن‌گندم با استفاده از دانه گندم (رقم مهدوی) در چهار دمای مختلف پرورش داده شد که میزان مرگ و میر پوره‌ها بین ۶۵ تا ۹۲ درصد بود (Iranipour, *et al.*, 2003) در حالیکه در این مطالعه پوره‌های سن‌گندم با تغذیه از تخم آفتابگردان به خوبی رشد کرده و حدود ۷۵ درصد آنها به حشره کامل تبدیل شدند. با توجه به اینکه در شرایط طبیعی پوره‌های سن‌گندم از دانه‌های شیری و خمیری تغذیه می‌کنند احتمالا دانه‌های خشک گندم، غذای مناسبی برای پوره‌های این حشره نیست با این حال پوره‌ها خرطوم خود را در دانه خشک فرو کرده و محتویات حل شده در بزاق را می‌بلعند. وجود گلوتن در دانه خشک و حل شدن آن در آب شبکه‌هایی متشکل از فیبرهای پروتئین ایجاد می‌کند (Southan & Mac Ritchie, 1999) به‌طوریکه موجب افزایش چسبندگی سوسپانسیون اولیه می‌گردد. یک آنزیم تخریب کننده گلوتن از دانه‌های سن‌زده جدا شده است (Konarev, *et al.*, 2011) که نشان می‌دهد سن‌گندم در حین تغذیه گلوتن را تخریب می‌کند و ممکن است این عمل برای کاهش چسبندگی سوسپانسیون اولیه و سهولت بلع آن باشد. در مرحله شیری و خمیری در دانه‌های گندم گلوتن تشکیل نشده و فقط اجسام پروتئینی (protein bodies) در سلول‌های اندوسپرم وجود دارد (van Herpen, *et al.*, 2008). ممکن است پوره‌های سن‌گندم فاقد آنزیم تخریب کننده گلوتن باشند و وجود گلوتن در دانه رسیده راندمان تغذیه در پوره‌ها را کاهش دهد ولی تاکنون فعالیت این آنزیم بین پوره‌ها و حشرات بالغ مورد آزمایش و مقایسه قرار نگرفته است. در عین حال ممکن است ساختار پروتئین ذخیره‌ای در مغز آفتابگردان با آنزیمهای گوارشی این سن‌ها سازگار باشد به‌طوریکه اسیدآمینه‌های مورد نیاز را در مقادیر بیشتری تامین نماید. پوره‌ها و حشرات کامل سن *Carpocoris sp.* هم به‌خوبی از تخم آفتابگردان تغذیه کردند. با اینکه تخم‌های این سن حجیم است و ممکن است برای زنبورهای پارازیتوئید مناسب باشد، ولی فقط یک نسل در آزمایشگاه قابل پرورش است و حشرات کامل نسل دوم، احتمالا وارد یک دیاپوز اجباری می‌شوند. این دیاپوز ممکن است جنبه‌هایی مشترک با دیاپوز سن‌گندم داشته باشد که از نظر مطالعه دیاپوز اجباری در این حشرات اهمیت دارد.

نتیجه گیری

پرورش سن‌های مورد آزمایش در این مطالعه نشان داد که بر خلاف برخی حشرات دیگر (مانند شب پره‌ها و حشراتی که از بافت تازه و آبدار گیاه تغذیه می‌کنند) راندمان تولید در مورد غذای غیرمصنوعی به مراتب بیشتر از غذای مصنوعی است. این سن‌ها به‌طور طبیعی از دانه‌های گیاهان و نیز از دانه خشک به خوبی تغذیه می‌کنند. لذا در برنامه‌های تولید انبوه، استفاده از غذای مصنوعی توجیه ناپذیر است. با تغییر ظروف و یا احتمالا مکانیزه کردن روند پرورش، امکان افزایش تولید، بخصوص در مورد تکثیر زنبورهای پارازیتوئید تخم وجود دارد ولی باید توجه داشت که روش تکثیر این زنبورها و ظروف مورد استفاده برای پرورش زنبور ممکن است روی کارآیی این دشمنان طبیعی اثرات نامطلوب داشته باشد (چنانچه تحقیقات اخیر در خصوص شرطی شدن پارازیتوئیدها این احتمال را نشان داده است). این مطالعه همچنین نشان داد که تخم آفتابگردان در پرورش این

سن‌ها نقشی اساسی دارد و حتی ممکن است برای پرورش برخی سن‌های دیگر نیز کارآیی داشته باشد. استفاده از تخم آفتابگردان در پرورش پوره‌های سن گندم ممکن است نگهداری این آفت را در آزمایشگاه تسهیل نماید که خود منجر به توسعه تحقیق و پژوهش در این خصوص خواهد شد. مطالعه امکان وجود دیاپوز اجباری در سن *Carpocoris sp.*، در حشرات کامل و بررسی جنبه‌های مشترک آن با سن گندم قابل توجه است. همچنین بررسی علل مغذی بودن مغز آفتابگردان برای این حشرات ممکن است روش جدیدی را در کنترل این آفات آشکار سازد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر مهدی بصیرت عضو هیئت علمی پژوهشکده پسته رفسنجان در خصوص راهنمایی روش‌های رایج پرورش سن سبز پسته و همچنین ارسال تخم‌های این آفت به این انسکتاریوم قدردانی و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

ایرانی پور، شهزاد؛ خرازی پاکدل، عزیز؛ رجبی، غلامرضا؛ رسولیان، غلامرضا و کریم مجنی، حسن (۱۳۸۱) . تلفات ویژه سنی و تغییرات سرعت نشو و نمای مراحل نابالغ سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) در چهار دمای ثابت آزمایشگاهی، آفات و بیماری های گیاهی، ۷۰، ۱-۱۷.

محمدپور، مرضیه؛ ضیاءالدینی، مهدی؛ جلالی، محمد. امین؛ هاشمی راد، حمید و لطفعلی زاده، حسینعلی (۱۳۹۴). شناسایی زنبورهای پارازیتوئید تخم سن سبز پسته، *Brachynema signatum* و تعیین اثر رژیم غذایی بر طول عمر دو گونه *Ooencyrtus pityocampae* و *Trissolcus*، فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره شناسی، ۷(۳)، ۲۷۷-۲۸۷.

غلامعلی‌زاده، زهرا؛ ضیاءالدینی، مهدی و جلالی، محمد امین (۱۳۹۸). اثر جفت گیری و سن افراد ماده بر ویژگی های تولید مثلی Psix saccharicola (Hymenoptera: Scelionidae) پارازیتوئید تخم سن های سبز پسته، کنترل بیولوژیک آفات و بیماریهای گیاهی، ۸ (۲)، ۷۵-۸۵ .

باقری، فائزه؛ حسینی نوه، وحید؛ طالبی جهرمی، خلیل و بی‌غم، مهدیه (۱۳۸۹). بررسی ویژگیهای زیستی و پارامترهای جدول زندگی باروری سن سبز پسته (Hemiptera: Pentatomidae) *Acrosternum heegeri* ، مجله دانش گیاهپزشکی ایران، ۴۱ (۱)، ۱۱۹-۱۲۳.

جلالی، محمد امین؛ رنجبر، سیده فاطمه؛ ضیاءالدینی، مهدی و فروزان، فرزانه (۱۳۹۹). واکنش تابعی زنبورهای *Trissolcus agriope* و *Psix saccharicola* روی تخم‌های سرما دیده‌ی سن سبز پسته *Acrosternum arabicum Wagner (Hem: Pentatomidae)*، کنترل بیولوژیک آفات و بیماریهای گیاهی، ۹ (۱)، ۳۶-۴۵.

REFERENCES

Araujo, R.N., Pereira, M.H., Soares, A.C., Pereira, I.D.C.A., Gontijo, D.L.N.F., Lehane, M.J., & Guarneri, A.A. (2009). Effect of intestinal erythrocyte agglutination on the feeding performance of *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera: Reduviidae)., *Journal of Insect Physiology*, 55, 862–868.

Bagheri, F., Hoseini Naveh, V., Talebi Jahromi, KH., & BiGham, M. (2010). A survey of some biological traits and fertility life table parameters of pistachio green stink bug, *Acrosternum heegeri* (Heteroptera: Pentatomidae), *Iran Journal of Plant Protection Science*, 41(1), 119-123. (In Persian)

Carey, F.G. (1993). *Applied Demographic for Biologist with Special Emphasis on Insects*. Oxford: Oxford University Press, 206 p.

Chi, H., & Liu, H. (1985). Two new methods for the study of insect population ecology, *Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica*, 24, 225-240.

Cohen, A.C. (1995). Extra-oral digestion in predatory arthropods, *Annual Review of Entomology*, 40, 85–103.

Cohen, A.C. (2000). New oligidic production diet for *Lygus hesperus* Knight and *L. lineolaris*, *Journal of Entomological Science*, 35, 301–310.

Cohen, A.C. (2015). *Insect Diets: Science and Technology*. Washington: CRC Press.

Cohen, A.C., & Smith, L. (1998). A novel concept in artificial diet for *Crysoperla rufilabris*: the efficacy of solid diet, *Biological Control*, 13, 49–54.

Debolt, J.W. (1982). Meridic diet for rearing successive generations of *Lygus hesperus*, *Annals of the Entomological Society of America*, 75 (2), 119-122.

Fortes, P., Magro, S.R., Panizzi, A.R., & Parra, J.R. (2006). Development of a dry artificial diet for *Nezara viridula* (L.) and *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae), *Neotropical Entomology*, 35 (5), 567-572.

Gholamalizade, Z., Ziaaddini, M., & Jalali, M.A. (2019). Influence of female mating and age on reproduction attributes of *Psix saccharicola* (Hymenoptera: Scelionidae), egg parasitoid of pistachio green-stink bugs, *Biological Control of Pests and Plant Diseases*, 8 (2), 75-85. (In Persian)

Hashemi Rad, H., & Radjabi, G.H. (2011). Determination of favorite host for three species of pistachio pentatomid bug under laboratory conditions, *Acta Horticulturae*, 912, 765-769.

Iranipour, SH., khrrazi 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 temperetures, *Appllied Entomology and Phytopathology*, 70 (2), 1-17 (In Persian).

Jalali, M.A., Ranjbar, F., Ziaaddini, M., & Forouzan, F. (2020). Functional response of egg parasitoids, *Psix saccharicola* and *Trissolcus agriope* (Hymenoptera: Scelionidae) on cold-stored eggs of *Acrosternum arabicum* (Hemiptera: Pentatomidae), *Biological Control of Pests and Plant Diseases*, 9 (1), 36-45 (In Persian).

Konarev, A.V., Beaudoin, F., Marsh, J., Vilkova, N.A., Nefedova, L.I., Sivri, D., K€oksel, H., Shewry, P.R., & Lovegrove, A. (2011). Characterization of a glutenin-specific serine proteinase of Sunn bug *Eurygaster integricepts* Put, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (6), 2462-70.

Krebs, C.J. (2001). *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*, San Francisco: Longman.

Mehrnejad, M. (2001). The current status of pistachio pests in Iran. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 56, 315-322.

Mohammadpour, M., Ziaaddini, M., Jalali, M.A., Hashemirad, H., & Lotfalizadeh, H. (2014). Identification of the egg parasitoids of green pistachio stink bug, and the effect of diet on adult longevity of the two parasitoids, *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) and *Trissolcus agriope* (Kozlov and Lê), *Journal of IAU Entomological Research*, 7 (3), 277-287 (In Persian).

Noda, T., & Kamano, S. (2002). Artificial rearing of *Nezara viridula* (L.) and *N. antennata* Scott (Heteroptera: Pentatomidae) with semi-solid meridic diets, *Applied Entomology and Zoology*, 37, 43-50.

Panizzi, A.R., MCpherson, J.E., James, D.G., Javahery, M., & MCpherson, R.M. (2000). Economic importance of stink bugs (Pentatomidae), *Heteroptera of Economic Importance*, 421-474.

Portilla, M., Snodgrass, G., Street, D., & Luttrell, R. (2016). Demographic parameters of *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) Reared on two diets developed for Lygus spp. *Journal of Insect Science*, 15 (1), 165.

Pourkhatoon S., Ziaaddini M., Alizadeh A., Jalali, M.A., & Ebrahimi, M. (2016). Biological characteristic of *Brachynema germari* (Hemiptera: Pentatomidae): comparative study of composite and natural diet. *Journal of Economic Entomology*, 109 (3), 1273-1282.

Southan, M., & Mac Ritchie, F. (1999). Molecular weight distribution of wheat proteins, *Cereal Chemistry*, 76 (6), 827–836.

van Herpen, T.W.J.M., Cordewener, J.H.G., Klok, H.J., Freeman, J., America, A.H.P., Bosch, D., Smulders, M.J.M., Gilissen, L.J.W.J., Shewry, P.R., & Hamer, R.J. (2008) The origin and early development of wheat glutenin particles, *Journal of Cereal Science*, 48, 870–877.