

تاثیر تغذیه از غلظت‌های مختلف قندهای گلوکز، فروکتوز و ساکارز در نبود لاروهای میزبان بر طول عمر حشرات کامل زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* (Hym.; Braconidae) در شرایط آزمایشگاهی

محسن یزدانیان^{۱*}، حدیث خیاب‌صابر^۲

۱- استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

حشرات کامل بسیاری از گونه‌های پارازیتوئیدها به کربوهیدرات‌ها به‌عنوان منبع انرژی نیاز دارند. تغذیه از کربوهیدرات به‌طور موثری می‌تواند باعث افزایش طول عمر، باروری و یا نرخ پارازیتسم شود. در این تحقیق، اثر غلظت‌های ۰، ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد سه قند گلوکز، فروکتوز و ساکارز در نبود لاروهای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد روی طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور پارازیتوئید (*Habrobracon hebetor* Say (Hym., Braconidae) در شرایط آزمایشگاهی (دمای $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و L14:D10) بررسی گردید. بر اساس نتایج، تغذیه از تیمارهای قندی در مقایسه با آب مقطر (شاهد) به‌طور معنی‌داری باعث افزایش طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور پارازیتوئید گردید. در مورد گلوکز، میانگین طول عمر حشرات کامل هر دو جنس در مقایسه با دو قند دیگر به‌طور قابل توجهی کم‌تر و ترتیب مناسب بودن سه قند استفاده شده برای این زنبور عبارت بود از: فروکتوز < ساکارز < گلوکز. غلظت مناسب هر سه قند برای نرها ۵۰ درصد برآورد گردید ولی در مورد ماده‌ها غلظت ۳۰ درصد فروکتوز، ۵۰ درصد ساکارز و ۷۰ درصد گلوکز برآورد شدند. همچنین، واکنش طول عمر حشرات کامل به غلظت‌های مختلف قندی، در مورد فروکتوز نسبت به دو قند دیگر از روند یکنواخت‌تری برخوردار بود. مقایسه گروهی طول عمر حشرات کامل نر در برابر طول عمر ماده‌ها نشان داد که اختلاف بین میانگین کلی طول عمر نرها و ماده‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و نرها و ماده‌ها طول عمر یکسانی داشتند. با توجه به تجزیه واریانس داده‌ها، طول عمر نرها در مقایسه با ماده‌ها به میزان بیش‌تری تحت تاثیر تغذیه از غلظت‌های مختلف قندی قرار داشت. تفاوت در نتایج فوق به وجود اختلاف در نیازهای غذایی و رفتارهای حشرات کامل نر و ماده نسبت داده شد. نتایج فوق اهمیت تغذیه حشرات کامل *H. hebetor* را از منابع قندی نشان می‌دهند.

*نویسنده رابط، پست الکترونیکی: mohsenyazdanian@gau.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله (۹۰/۱۰/۱۰) - تاریخ پذیرش مقاله (۹۱/۶/۱۱)



واژه‌های کلیدی: *Habrobracon hebetor*، گلکز، فروکتوز، ساکارز، طول عمر حشرات کامل

مقدمه

زنبورها یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین گروه‌های دشمنان طبیعی هستند و در این رابطه دو خانواده Braconidae و Ichneumonidae از مهمترین خانواده‌های این راسته از حشرات می‌باشند (Caron, 2004). زنبور براکون به خانواده Braconidae، زیرخانواده Braconinae و جنس *Habrobracon* (= *Bracon*) تعلق دارد. این جنس به همراه دو جنس *Opius* و *Apanteles* بزرگ‌ترین جنس‌های این خانواده از نظر تعداد گونه می‌باشند (Matthews, 1974; Rafiee, 2007). خانواده Braconidae دارای بیش از ۱۵۰۰۰ گونه باارزش از نظر کنترل طبیعی و کنترل بیولوژیک است (Wharton, 1993). اعضای این خانواده در داخل، رو و یا نزدیک میزبان‌هایشان تخم‌ریزی می‌کنند و می‌توانند به مراحل مختلف نشو و نمایی آن‌ها شامل، تخم، لارو، شفیره و حشره کامل حمله نمایند. این حشرات هم به صورت انگل داخلی و هم به صورت انگل خارجی عمل می‌کنند و میزبان‌هایشان را از بین می‌برند (Yu et al., 1999; Rafiee Dastjerdi, 2007). گونه‌های مختلفی از آفات انباری و مزرعه‌ای میزبان زنبور براکون هستند، ولی اهمیت این زنبور در حال حاضر در برنامه‌های مبارزه بیولوژیک در مزارع پنبه و گوجه‌فرنگی است که به صورت تلفیقی همراه با زنبورهای تریکوگراما جهت مبارزه با کرم غوزه پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Khabbaz Saber, 2011).

حشرات کامل بسیاری از گونه‌های پارازیتوئیدها برای تامین انرژی خود از کربوهیدرات‌ها به‌عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند. تغذیه از کربوهیدرات‌ها به‌طور موثری می‌تواند باعث افزایش طول عمر، باروری، نرخ پارازیتسم (Eliopoulos & Stathas, 2008) و نیز تحرک بسیاری از حشرات شود و این ترکیبات به‌عنوان منابع اصلی انرژی، نقش بسیار مهمی را در این زمینه بر عهده دارند (Winkler et al., 2005). تاکنون اثر دما، رطوبت نسبی، تغذیه حشرات کامل، گونه‌های میزبان، اندازه میزبان و هم‌چنین تراکم میزبان روی زیست‌شناسی و بوم‌شناسی زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* Say بررسی شده است (Eliopoulos & Stathas, 2008). حشرات پارازیتوئید در مرحله لاروی از میزبان‌های خود تغذیه می‌نمایند و حشرات کامل آن‌ها می‌توانند از منابع قندی مانند شهد و یا از میزبان‌های خود تغذیه کنند (Strand & Casas, 2007). البته این موضوع در مورد شکارگرها نیز وجود دارد (Vattala et al., 2006). دسترسی شکارگرها و پارازیتوئیدها به منابع قندی در مزرعه در موفقیت تولید مثلی آن‌ها نقش بسیار مهمی دارد (Siekman et al., 2001). حشرات پارازیتوئیدی که تغذیه کاملی دارند، به‌طور معمول فعال‌تر هستند و در مزرعه بیش‌تر می‌توانند به جستجوی میزبان‌های خود بپردازند. در سامانه‌های میزبان- پارازیتوئید، دسترسی به منابع قندی یکی از مهم‌ترین عوامل پویایی جمعیت‌ها در این سامانه‌هاست (Wackers, 2003) و نبود منابع قندی مناسب برای زنبورهای پارازیتوئید یکی از دلایل مهم عدم موفقیت برنامه‌های کنترل بیولوژیک می‌باشد (Hausmann et al., 2005). پارازیتوئیدها معمولاً در مناطق کشاورزی که منابع قندی عمده مانند شهد گل‌ها و عسلک جوربالان وجود دارند، بیش‌تر یافت می‌شوند (Wyckhuys et al., 2007) تا حشرات کامل بتوانند به‌طور مستقیم از این منابع که حاوی مونوساکاریدها و دی‌ساکاریدهاست، تغذیه کنند (Lou et al., 2009). استفاده از این منابع کربوهیدراتی، از طریق بالا بردن طول عمر حشرات کامل، می‌تواند سبب تاثیرگذاری بیش‌تر پارازیتوئیدها در کنترل بیولوژیک آفات شود (Jacob, & Evans, 2000). بررسی‌های آزمایشگاهی و صحرایی نیز نشان داده‌اند که در پارازیتوئیدهای *Pimpla turionellae* L. (Mercimek et al., 2010)، *Ooencyrtus nezarae* (Aung et al., 2010)، *Microplitis mediator* (Lou et al., 2009) و *Eretmocerus eremicus* (Hirose et al., 2010).

Heping et al.,) *Meteorus pulchricornis*، (Pratissoli et al., 2009) *T. acacioi* و *Trichogramma pretiosum*، (2009 Costamagna) *Meteorus communis* و *Glyptapanteles militaris*، (Hogervorst et al., 2006) *Aphidius ervi*، (2008 Landis, 2004) *Aphidius ervi*، (Mitsunaga et al., 2004) *Cotesia plutellae*، (& Azzouz et al., 2004) *Macrocentrus grandii* (Fadamiro & Heimpel, 2001) و زنبورهای انگل (Siekman et al., 2001)، دسترسی حشرات کامل به منابع قندی علاوه بر افزایش طول عمر و باروری می‌تواند نسبت جنسی حشرات ماده (Lee & Heimpel, 2003) را نیز در مقایسه با حشرات تغذیه نکرده افزایش دهد. همچنین، استفاده از رژیم‌های غذایی مصنوعی مانند ترکیبات قندی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک می‌تواند هزینه‌های پرورش دشمنان طبیعی را کاهش دهد (Vandekerkhove et al., 2006).

بررسی نتایج تحقیقات انجام شده در زمینه تغذیه حشرات کامل، به‌ویژه حشرات پارازیتوئید که به‌عنوان دشمنان طبیعی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرند، نشان می‌دهد که در بیش‌تر این تحقیقات، تغذیه قندی توانسته است سبب افزایش طول عمر و میزان باروری حشرات کامل شود. از این رو، با در نظر گرفتن این موضوع و نبود تحقیقات پیرامون تغذیه قندی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در دنیا و کاربرد روزافزون این دشمن طبیعی در مبارزه با آفات، مناسب دیده شد که پیرامون اثرات تغذیه حشرات کامل این پارازیتوئید از رژیم‌های غذایی قندی، برای اولین بار تحقیقی صورت گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مورد نظر در آزمایشگاه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شدند. برای پرورش کلنی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) به‌عنوان میزبان جایگزین آزمایشگاهی و نیز کلنی زنبور براکون، دو قفس چوبی به ابعاد ۱۰۰ × ۲۵ × ۱۰ سانتی‌متر تهیه و دیواره‌های آن‌ها با پارچه توری پوشانده شدند تا از خروج حشرات و هم‌پن‌طور ورود سایر حشرات جلوگیری شود. پرورش کلنی‌ها در دما و رطوبت معمولی موجود در محیط آزمایشگاه (دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۵۰ درصد) انجام شد.

پرورش زنبور پارازیتوئید

برای پرورش شب‌پره مدیترانه‌ای آرد از روش توصیه شده در منابع استفاده گردید (Yazdanian et al., 2005). برای انجام این طرح از زنبور پارازیتوئید گونه *H. hebetor* استفاده شد و هر دو گونه از اینسکتاریوم اداره حفظ نباتات شهرستان گرگان تهیه گردیدند. برای ایجاد کلنی مناسب، ابتدا ظرف‌های حاوی زنبورها به مدت حدود دو دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا زنبورها کمی بی‌حس شوند. پس از آن، زنبورها در داخل ظروف حاوی لاروهای سن آخر میزبان رهاسازی شدند. برای ایجاد جمعیت مناسب، پرورش زنبور تا دو نسل انجام گرفت و پس از آن آزمایش‌ها شروع شدند. برای شروع آزمایش‌ها به زنبورهای حداکثر دو روزه نیاز بود. به همین دلیل، پس از پارازیت شدن لاروهای میزبان، این لاروها به کمک پنس جمع‌آوری و به ظروف دیگری منتقل شدند تا زمان ظهور و سن زنبورها مشخص شود و به‌توان برای آزمایش‌های اصلی از زنبورهای هم‌سن استفاده کرد. لاروهای آلوده میزبان در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲۵±۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰±۵ درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی به ۱۰ ساعت تاریکی) قرار داده شدند.

آماده‌سازی تیمارها

برای تهیه محلول‌های قندی از آب مقطر استفاده شد. غلظت‌های مختلف قندی به صورت زیر تهیه شدند: (۱) غلظت صفر درصد به عنوان شاهد، (۲) غلظت ۱۰ درصد: ۱ گرم قند به اضافه ۹ سی سی آب مقطر، (۳) غلظت ۳۰ درصد: ۳ گرم قند به اضافه ۷ سی سی آب مقطر، (۴) غلظت ۵۰ درصد: ۵ گرم قند به اضافه ۵ سی سی آب مقطر، و (۵) غلظت ۷۰ درصد: ۷ گرم قند به اضافه ۳ سی سی آب مقطر. قندهای مورد استفاده شامل سه قند گلوکز، فروکتوز و ساکارز از هر غلظت بودند.

نحوه انجام آزمایش‌ها

برای انجام آزمایش‌ها از ظروف پتری پلاستیکی به قطر ۹ سانتی متر استفاده گردید. درب این ظروف پتری به منظور تهویه مناسب و تغذیه زنبورها به قطر ۳ سانتی متر سوراخ و با پارچه توری پوشانده شد. در کف ظروف پتری نیز دیسک‌های مقوایی شکل زرد رنگی به قطر ۱/۵ سانتی متر چسبانده شد تا آب و قطره قندی به میزان ۵ میکرولیتر توسط سمپلر ۵ تا ۵۰ میکرولیتری روی این کاغذ دیسکی شکل قرار داده شود (Heping et al., 2008). برای جذب نشدن قطره قندی توسط دیسک‌های مقوایی، سطح زرد رنگ آن‌ها با چسب نواری شفاف پوشانده شد. پس از گذاشتن یک زنبور در داخل هر ظرف پتری، ظرف‌ها در داخل ژرمیناتور با دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۴:۱۰ (L:D) قرار داده شدند.

طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور پارازیتوید

برای تعیین طول عمر حشرات کامل نر و ماده تحت تاثیر غلظت‌های مختلف ترکیب قندی، زنبورها ابتدا به کمک اسپیراتور برداشته و به مدت دو دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار داده می‌شدند تا بی‌حس شوند. سپس در داخل هر ظرف پتری یک عدد زنبور نر یا ماده حداکثر دو روزه قرار داده شد. هر روز و به مدت ۴ ساعت، یک قطره ۵ میکرولیتری از چهار غلظت قندی و محلول شاهد (آب مقطر) برای تیمارهای مورد نظر روی کاغذ دیسکی شکل جهت تغذیه در اختیار زنبورها قرار می‌گرفت و پس از این مدت، کاغذها تعویض می‌شدند. کار مشاهده و حذف زنبورهای مرده به صورت روزانه و تا زمان مرگ آخرین زنبور ادامه پیدا کرد. این آزمایش هم برای نرها و هم برای ماده‌ها در ۳۰ تکرار انجام شد (Heping et al., 2008; Azzouz et al., 2004).

تجزیه و تحلیل‌های آماری

بررسی اثر دو فاکتور غلظت قند و جنسیت

برای تجزیه واریانس داده‌های مربوط به هر قند، یک طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل غلظت قند (در پنج سطح: ۰، ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد) و جنسیت حشرات کامل (در دو سطح: نر و ماده) با ۳۰ تکرار در نظر گرفته شد. در مورد هر سه قند، طول عمر حشرات کامل به عنوان متغیر پاسخ و غلظت قند و جنسیت به عنوان اثرات اصلی مورد مطالعه قرار گرفتند. هم‌چنین، به دلیل نرمال نبودن داده‌های مربوط به هر سه قند، داده‌ها با استفاده از تبدیل جذری نرمال شدند.

بررسی اثر دو فاکتور نوع قند و غلظت قند برای حشرات کامل نر و ماده

برای این منظور، یک طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل نوع قند (در سه سطح: گلوکز، فروکتوز و ساکارز) و غلظت قند (در پنج سطح: ۰، ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد) با ۳۰ تکرار به‌طور جداگانه برای حشرات کامل نر و ماده در نظر گرفته شد. در هر دو مورد، طول عمر حشرات کامل به‌عنوان متغیر پاسخ و نوع قند و غلظت قند به‌عنوان اثرات اصلی مورد مطالعه قرار گرفتند. به‌دلیل نرمال نبودن داده‌های مربوط به حشرات کامل نر و ماده، داده‌ها با استفاده از تبدیل جذری نرمال شدند.

بررسی اثر کلی تیمارها و مقایسه‌های گروهی

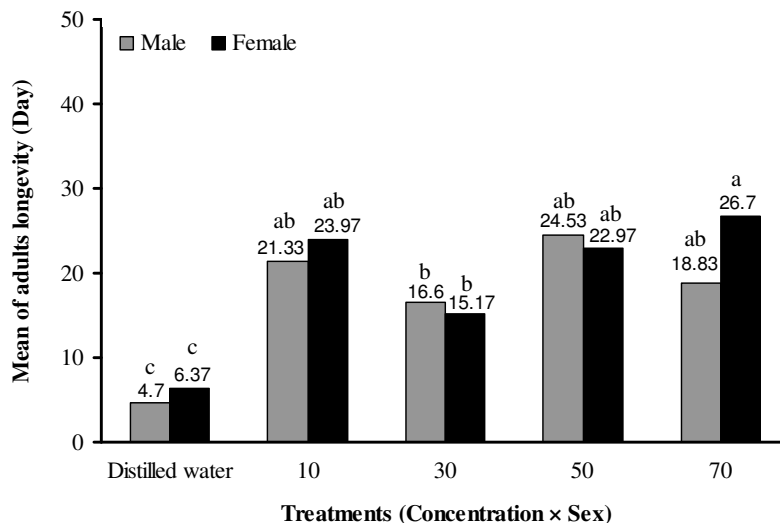
به‌منظور مقایسه کلیه تیمارهای تهیه شده، یک طرح کاملاً تصادفی با ۲۶ تیمار و ۳۰ تکرار در نظر گرفته شد. هم‌چنین، برای انجام برخی مقایسه‌های مهم، هشت مقایسه گروهی (اُرتوگونال) انجام گردید تا نتایج کلی مربوطه ارزیابی شوند. در این مورد نیز به‌دلیل نرمال نبودن داده‌ها از تبدیل داده جذری استفاده شد. برای تجزیه واریانس داده‌های این تحقیق از نرم‌افزار آماری MSTAT-C Ver. 2.1 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2003 استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج

تاثیر غلظت قند بر طول عمر حشرات کامل

قند گلوکز

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادند که اثر غلظت قند گلوکز بر طول عمر حشرات کامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ($F=20.497$; $P=0.000$; $df=4$). این در حالی است که اثر فاکتور جنسیت ($F=2.026$; $P=0.1557$; $df=1$) و نیز اثر متقابل این دو فاکتور ($F=1.105$; $P=0.3541$; $df=4$) معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱)، بیش‌ترین طول عمر حشرات کامل ماده، در اثر تغذیه از غلظت‌های ۷۰، ۱۰ و ۵۰ درصد (به ترتیب ۲۶/۷، ۲۳/۹۷ و ۲۲/۹۷ روز) دیده شد که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. میانگین طول عمر ماده‌ها در غلظت ۳۰ درصد (۱۵/۱۷ روز) با غلظت‌های ۱۰ و ۵۰ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار ولی با میانگین مربوط به غلظت ۷۰ درصد در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود. در حشرات کامل نر، به‌ترتیب تغذیه از غلظت‌های ۵۰، ۱۰، ۷۰ و ۳۰ درصد گلوکز (به ترتیب ۲۴/۵۳، ۲۱/۳۳، ۱۸/۸۳ و ۱۶/۶ روز) بالاترین طول عمر را ایجاد کرد که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. کم‌ترین میانگین طول عمر هم در حشرات کامل نر و هم در ماده‌ها در تیمار شاهد (به‌ترتیب برابر با ۴/۷ و ۶/۳۷ روز) به‌دست آمد که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود. طول عمر حشرات نر و ماده در مقایسه با تغذیه آن‌ها از آب مقطر (شاهد)، در تمامی غلظت‌های مورد استفاده افزایش نشان داد.



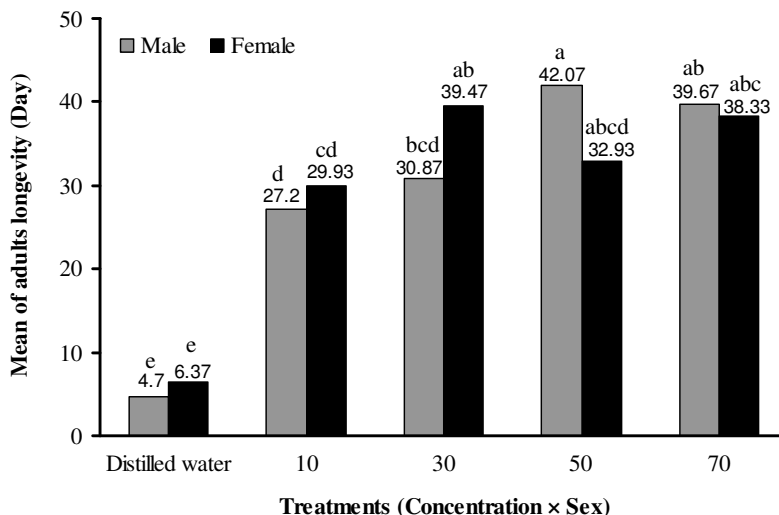
*Means followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.01$, LSD)

شکل ۱- مقایسه میانگین طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور پارازیتوید *H. hebetor* در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف گلوکز

Fig. 1- Comparison of means of male and female adults' longevity in the parasitoid wasp, *H. hebetor*, after feeding from different concentrations of glucose

قند فروکتوز

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادند که اثر فاکتور غلظت قند فروکتوز ($F=107.178$; $P=0.000$; $df=1$) بر طول عمر حشرات کامل و نیز اثر متقابل دو فاکتور ($F=3.449$; $P=0.009$; $df=4$) در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر فاکتور جنسیت نیز معنی دار نبود ($F=0.551$; $df=4$). همان گونه که در شکل ۲ دیده می‌شود، بالاترین میانگین طول عمر حشرات ماده در اثر تغذیه از غلظت ۳۰ درصد فروکتوز (۳۹/۴۷ روز) به دست آمد که با میانگین‌های تیمارهای ۷۰ و ۵۰ درصد (به ترتیب ۳۸/۳۳ و ۳۲/۹۳ روز) اختلاف معنی داری نداشت. میانگین مربوط به تیمار غلظت ۱۰ درصد (۲۹/۹۳) با میانگین غلظت‌های ۵۰ و ۷۰ درصد فاقد اختلاف معنی داری با میانگین غلظت ۳۰ درصد دارای اختلاف معنی دار بود. در بین حشرات نر نیز بالاترین طول عمر در اثر تغذیه از غلظت ۵۰ درصد (۴۲/۰۷ روز) دیده شد که با میانگین تیمار ۷۰ درصد (۳۹/۶۷ روز) فاقد اختلاف معنی دار بود. در بین حشرات نر، میانگین‌های تیمارهای ۱۰ و ۳۰ درصد (به ترتیب برابر با ۲۷/۲ و ۳۰/۸۷ روز) با هم فاقد اختلاف ولی با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی دار بودند. در مورد فروکتوز نیز کمترین میانگین طول عمر حشرات نر و ماده در تیمار شاهد دیده شد که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی دار بود. طول عمر حشرات نر و ماده در مقایسه با تغذیه آن‌ها از آب مقطر (شاهد)، در تمامی غلظت‌های مورد استفاده افزایش نشان داد.

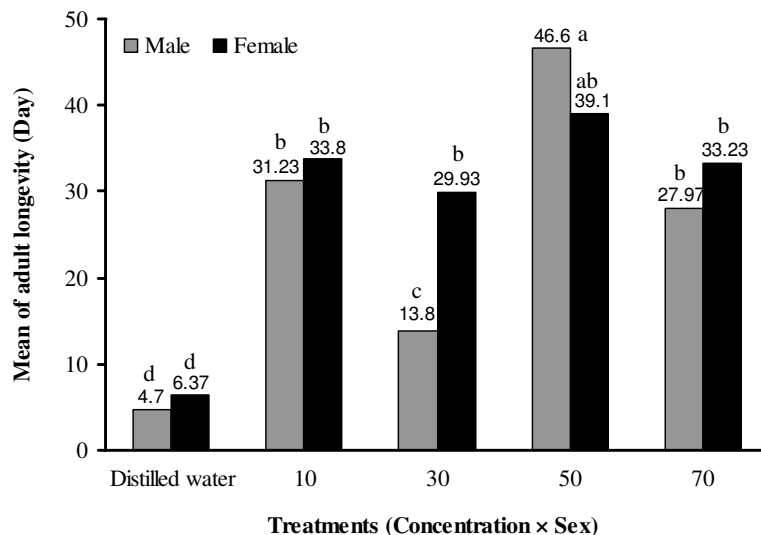


*Means followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.01$, LSD)

شکل ۲- مقایسه میانگین طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف فروکتوز
 Fig. 2- Comparison of means of male and female adults' longevity in the parasitoid wasp, *H. hebetor*, after feeding from different concentrations of fructose

قند ساکارز

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادند که اثر غلظت قند ساکارز بر طول عمر حشرات کامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ($F=62.158$; $P=0.000$; $df=4$). این در حالی است که اثر فاکتور جنسیت معنی‌دار نبود ($F=3.921$; $P=0.1126$; $df=1$) ولی اثر متقابل این دو فاکتور نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ($P=0.0041$; $df=4$). مقایسه میانگین‌های مربوط به تیمارهای مختلف (شکل ۳) نشان داد که حشرات نر و ماده‌ی تغذیه کرده از ساکارز با غلظت ۵۰ درصد، بالاترین (به ترتیب ۴۶/۶ و ۳۹/۱ روز)، و حشرات نر و ماده تغذیه کرده از آب مقطر (شاهد) (به ترتیب ۴/۷ و ۶/۳۷ روز) و نیز نرهای تغذیه نموده از غلظت ۳۰ درصد (۱۳/۸)، کم‌ترین میانگین طول عمر را داشتند. میانگین طول عمر ماده‌ها در غلظت ۵۰ درصد با میانگین طول عمر نرها در همین غلظت فاقد اختلاف ولی با میانگین‌های سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود. بین میانگین‌های تیمارهای ۱۰ درصد- نر و ماده، ۷۰ درصد- نر و ماده، ۵۰ درصد ماده و ۳۰ درصد- ماده، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به‌طور کلی، بر اساس نتایج این آزمایش مشخص گردید که میانگین طول عمر حشرات کامل نر و ماده در تمامی غلظت‌ها به‌طور معنی‌داری از تیمارهای شاهد (تغذیه از آب مقطر) بالاتر بود و بالاترین میانگین طول عمر حشرات ماده در غلظت ۵۰ و در حشرات نر نیز به ترتیب در غلظت‌های ۵۰، ۱۰، ۷۰ و ۳۰ درصد ترکیب قندی (بدون اختلاف معنی‌دار) به‌دست آمد.



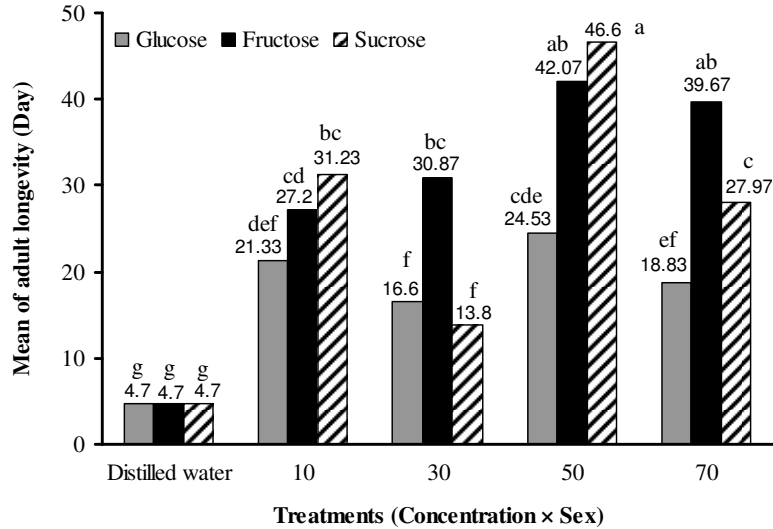
*Means followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.01$, LSD)

شکل ۳- مقایسه میانگین طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور پارازیتوید *H. hebetor* در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف ساکارز
 Fig. 3- Comparison of means of male and female adults' longevity in the parasitoid wasp, *H. hebetor*, after feeding from different concentrations of sucrose

تاثیر نوع و غلظت قند بر طول عمر حشرات کامل نر و ماده

تاثیر نوع و غلظت قند بر طول عمر حشرات کامل نر

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر هر دو فاکتور نوع قند ($F=37.714$; $P=0.000$; $df=2$) و غلظت قند ($F=105.592$; $P=0.000$; $df=4$)، نیز اثر متقابل آنها ($F=6.97$; $P=0.000$; $df=8$) روی طول عمر حشرات کامل نر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴)، بیش‌ترین میانگین طول عمر نرها در غلظت ۵۰ درصد ساکارز و فروکتوز (به‌ترتیب ۴۶/۶ و ۴۲/۰۷ روز) دیده شده که با هم و نیز با میانگین مربوط به غلظت ۷۰ درصد فروکتوز (۳۹/۶۷ روز) اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی با میانگین‌های سایر تیمارها در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار بودند. در تیمارهای قندی، کم‌ترین میانگین طول عمر به‌ترتیب در غلظت ۳۰ درصد ساکارز و گلوکز (۱۳/۸ و ۱۶/۶ روز) و غلظت ۷۰ درصد گلوکز (۱۸/۸۳ روز) مشاهده گردید که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی با میانگین‌های مربوط به فروکتوز و سایر میانگین‌های مربوط به ساکارز اختلاف معنی‌دار داشتند. میانگین‌های مربوط به شاهد (آب مقطر) نیز با تمامی میانگین‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بودند. به‌عنوان یک نتیجه کلی، غلظت ۵۰ درصد هر سه قند بهترین اثر را در افزایش طول عمر حشرات کامل نر داشته و اثر فروکتوز و ساکارز از گلوکز بهتر بوده است.



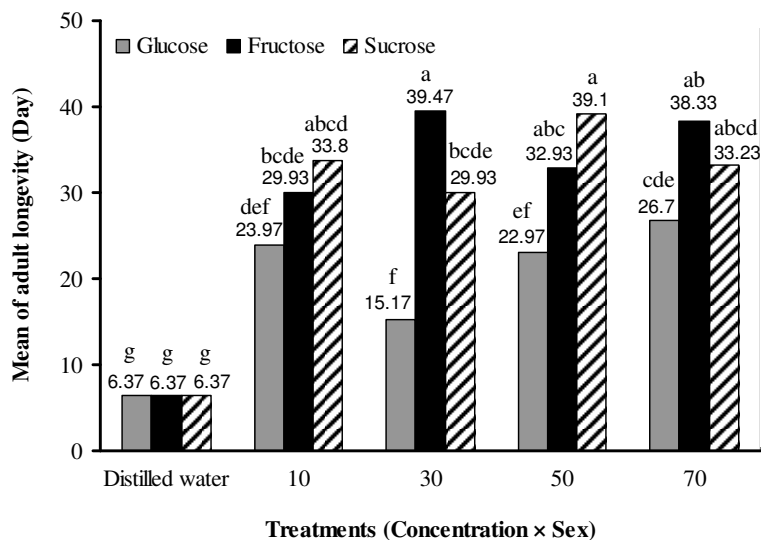
*Means followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.01$, LSD)

شکل ۴- مقایسه میانگین طول عمر حشرات کامل نر زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف سه نوع قند

Fig. 4- Comparison of means of male adults' longevity in the parasitoid wasp, *H. hebetor*, after feeding from different concentrations of three sugars

تاثیر نوع و غلظت قند بر طول عمر حشرات کامل ماده

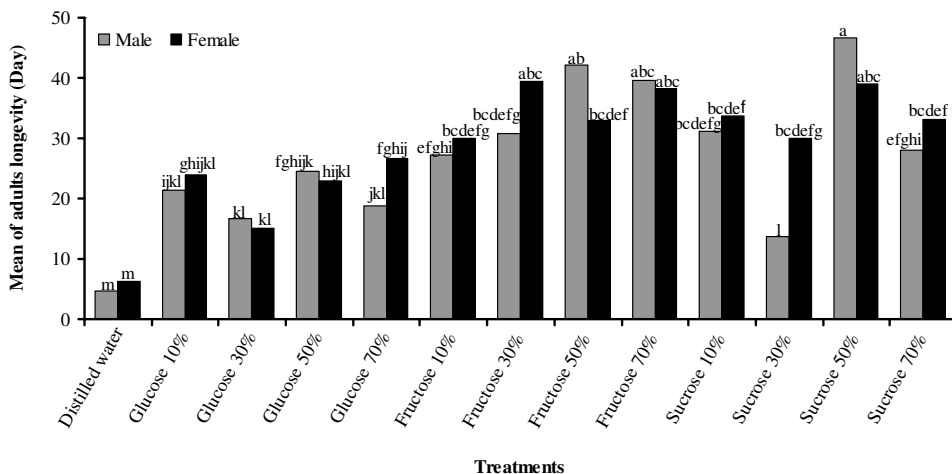
طبق نتایج حاصله و همانند نرها، اثر هر دو فاکتور نوع قند ($F=24.567$; $P=0.000$; $df=2$) و غلظت قند ($F=60.782$; $P=0.000$; $df=4$) و نیز اثر متقابل آن‌ها ($F=3.408$; $P=0.0008$; $df=8$) روی طول عمر حشرات کامل نر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین طول عمر ماده‌ها بر خلاف نرها که در مورد هر سه قند در غلظت ۵۰ درصد مشاهده گردید، به ترتیب در اثر تغذیه از غلظت ۳۰ درصد فروکتوز (۳۹/۴۷ روز)، غلظت ۵۰ درصد ساکارز (۳۹/۱ روز) و غلظت ۷۰ درصد فروکتوز (۳۸/۳۳ روز) دیده شد که با هم فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (شکل ۵). در تیمارهای قندی، کم‌ترین میانگین طول عمر به ترتیب در غلظت‌های ۳۰ (۱۵/۱۷ روز)، ۵۰ (۲۲/۹۷ روز) و ۱۰ درصد گلوکز (۲۳/۹۷ روز) مشاهده گردید که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی با میانگین‌های مربوط به بیش‌ترین طول عمر دارای اختلاف معنی‌دار بودند. میانگین‌های مربوط به شاهد (آب مقطر) نیز با تمامی میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار داشتند. در این مورد، به‌عنوان یک نتیجه کلی می‌توان گفت که به ترتیب غلظت‌های ۳۰ درصد فروکتوز، ۵۰ درصد ساکارز و ۷۰ درصد فروکتوز بهترین اثر را در افزایش طول عمر حشرات کامل ماده داشته‌اند. همانند نرها، اثر فروکتوز و ساکارز روی ماده‌ها از گلوکز بهتر بوده است.



شکل ۵- مقایسه میانگین طول عمر حشرات کامل ماده زنبور پارازیتوید *H. hebetor* در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف سه نوع قند
 Fig. 5- Comparison of means of female adults' longevity in the parasitoid wasp, *H. hebetor*, after feeding from different concentrations of three sugars

مقایسه کلی تیمارها و مقایسه‌های گروهی

برای مقایسه کلی میانگین‌های تمامی تیمارهای بررسی شده، تمامی داده‌ها با هم به صورت یک طرح کاملاً تصادفی با ۲۶ تیمار و ۳۰ تکرار تجزیه واریانس شدند. هم‌چنین، برای برآورد چند اثر کلی، هشت مقایسه گروهی (ارتوگونال) نیز انجام شدند (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها به صورت طرح کاملاً تصادفی نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها بود ($F=17.353$; $P=0.000$; $df=25$). به طور کلی، بیش‌ترین میانگین طول عمر حشرات کامل به ترتیب به تیمارهای نر- ساکارز ۵۰ درصد (۴۶/۶ روز)، نر- فروکتوز ۵۰ درصد (۴۲/۰۷ روز)، نر- فروکتوز ۷۰ درصد (۳۹/۶۷ روز)، ماده- فروکتوز ۳۰ درصد (۳۹/۴۷ روز)، ماده- ساکارز ۵۰ درصد (۳۹/۱ روز) و ماده- فروکتوز ۷۰ درصد (۳۸/۳۳ روز) مربوط بودند که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. هم‌چنین کم‌ترین میانگین طول عمر به ترتیب به تیمارهای نر- ساکارز ۳۰ درصد (۱۳/۸ روز)، ماده- گلوکز ۳۰ درصد (۱۵/۱۷ روز)، نر- گلوکز ۳۰ درصد (۱۶/۱ روز)، نر- گلوکز ۷۰ درصد (۱۸/۸۳ روز)، نر- گلوکز ۱۰ درصد (۲۱/۳۳ روز) و ماده- گلوکز ۵۰ درصد (۲۱/۹۷ روز) مربوط و با هم فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (شکل ۶). در این مورد نیز با توجه به افزایش و کاهش طول عمر می‌توان گفت که اثر فروکتوز و ساکارز از گلوکز بهتر بوده است.



شکل ۶- مقایسه میانگین کلی طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور پارازیتوید *H. hebetor* در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف سه قند گلوکز، فروکتوز و ساکارز

Fig. 6- Overall comparison of means of male and female adults' longevity in the parasitoid wasp, *H. hebetor*, after feeding from different concentrations of glucose, fructose, and sucrose

جدول ۱- مقایسه میانگین گروهی طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور پارازیتوید *H. hebetor* در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف گلوکز، فروکتوز و ساکارز

Table 1- Orthogonal comparisons between means of male and female adults' longevity in the parasitoid wasp, *H. hebetor*, after feeding from different concentrations of glucose, fructose, and sucrose

Kind of comparison	MS	Mean (Day)	
		Left group	Right group
Sugar vs Distilled water	1159.778 ^{ns}	29.42 a	5.27 b
Glucose vs Fructose	286.532 ^{ns}	21.26 b	35.06 a
Glucose vs Sucrose	145.155 ^{ns}	21.26 b	31.96 a
Fructose vs Sucrose	23.807 ^{ns}	35.06 a	31.96 b
Male vs Female	6.12 ^{ns}	28.39 a	30.46 a
Glucose vs Distilled water	183.696 ^{ns}	21.26 a	5.27 b
Fructose vs Distilled water	588.507 ^{ns}	35.06 a	5.27 b
Sucrose vs Distilled water	448.308 ^{ns}	31.96 a	5.27 b

^{ns} and ^{**} indicate nonsignificant and significant differences at 1% level, respectively

بحث

طبق نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس، اثر غلظت قند در مورد هر سه قند گلوکز، فروکتوز و ساکارز در سطح احتمال یک درصد معنی دار به دست آمد. این امر به معنی اثر متفاوت غلظت‌های مختلف روی طول عمر این زنبور پارازیتوید می‌باشد. در هر سه مورد، اثر فاکتور جنسیت معنی دار نبود. در مورد فروکتوز و ساکارز، اثر متقابل غلظت قند × جنسیت معنی دار به دست آمد. این معنی دار بودن نشان می‌دهد که واکنش متغیر پاسخ (طول عمر حشرات کامل) به غلظت‌های مختلف فروکتوز و ساکارز می‌تواند تحت تاثیر جنسیت حشرات کامل قرار داشته باشد.

در تجزیه واریانس اثر دو فاکتور نوع قند × غلظت قند، اثر هر دو فاکتور و نیز اثر متقابل آن‌ها هم در مورد نرها و هم در مورد ماده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند. این امر به این معنی است که طول عمر حشرات کامل نر و ماده این زنبور پارازیتوید هم تحت تاثیر نوع قند مورد تغذیه و هم تحت تاثیر غلظت آن قرار دارد و اثر غلظت قند بسته به نوع آن متفاوت خواهد بود.

نتایج مربوط به هشت مقایسه گروهی در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که با توجه به میانگین‌های مربوط به تغذیه حشرات کامل نر و ماده از تیمار شاهد (آب مقطر) و نیز مقایسه‌های گروهی قندها در برابر آب مقطر، اثر تغذیه از قند (چه به صورت کلی و چه به صورت مجزا برای هر قند) در افزایش طول عمر حشرات کامل زنبور پارازیتوید *H. hebetor* کاملاً معنی‌دار بوده است. لذا، تغذیه از مواد قند برای زنده‌مانی و افزایش طول عمر حشرات کامل *H. hebetor* کاملاً ضروری می‌باشد. این نتیجه با اظهار نظر ارایه شده مبنی بر این که تغذیه حشرات کامل زنبورهای پارازیتوید از منابع قندی می‌تواند باعث افزایش طول عمر آن‌ها شود (Siekman *et al.*, 2001)، در انطباق است. از این جهت، نتایج ما با نتایج محققان دیگر (مانند Aung *et al.*, 2010; Pratissoli *et al.*, 2009; Hirose *et al.*, 2009; Heping *et al.*, 2008; Saljoqi & Khatkhat, 2007; Wyckhuys *et al.*, 2007; Onagbola *et al.*, 2006; Hogervorst *et al.*, 2006; Irvin *et al.*, 2006; Azzouz *et al.*, 2004; Costamagna & Landis, 2004; Mitsunaga *et al.*, 2004; Uckan & Ergin, 2003; Jacob, & Evans, 2000, 2004; Dyer & Landis, 1996; McDougall & Mills, 1996; Morales-Ramos *et al.*, 1996; Davies, 1975; Hocking, 1966; Karimi Malati & Hatami, 2005; Khabbaz Saber, 2011) مطابقت دارند.

طول عمر حشرات کامل نر و ماده در اثر تغذیه از غلظت‌های مختلف گلوکز کم‌ترین مقدار (کم‌تر از ۳۰ روز با میانگین کلی ۲۱/۲۶ روز) را داشت که در مقایسه، این مقادیر برای فروکتوز و گلوکز بیش‌تر (به ترتیب با میانگین‌های کلی ۳۵/۰۶ و ۳۱/۹۶ روز) بودند (جدول ۱). هم‌چنین، با توجه به نتایج این جدول می‌توان ترتیب مناسب بودن قندها را به صورت فروکتوز (۳۵/۰۶ روز) < ساکارز (۳۱/۹۶ روز) < گلوکز (۲۱/۲۶ روز) نشان داد. مقایسه شکل‌های ۱ تا ۳ نیز نشان می‌دهد که نحوه واکنش متغیر پاسخ (طول عمر) به افزایش غلظت‌های فروکتوز، از سایر قندها منظم‌تر و یکنواخت‌تر بوده است. نتایج فوق با نتایج یک بررسی در مورد زنبور پارازیتوید *Bathyplectes curculionis* (Thomson) (Ichneumonidae) که به ترتیب گلوکز، فروکتوز و ساکارز بیش‌ترین طول عمر زنبورهای ماده را ایجاد کردند (Jacob, & Evans, 2004)، و نیز نتایج بررسی در مورد طول عمر حشرات کامل ماده و زنبور پارازیتوید *Encarsia Formosa* Gahan و *Eretmocerus eremicus* Rose & Zolnerowich (هر دو از خانواده Aphelinidae) (Hirose *et al.*, 2009) و نیز در مورد زنده‌مانی زنبور پارازیتوید *Aphidius ervi* Haliday (Hym., Braconidae) (Hogervorst *et al.*, 2006) مبنی بر یکسان بودن اثر هر سه قند، مطابقت ندارند اما با نتایج تحقیق انجام شده روی حشرات کامل پروانه *Agraulis vanillae* (L.) (Lep., Nymphalidae) (May, 1993) مبنی بر گوارش بیش‌تر فروکتوز و ساکارز در مقایسه با گلوکز در روزهای نخست تغذیه مطابقت دارند. این تفاوت‌ها، وجود اختلاف‌های بین‌گونه‌ای را در زمینه اثر قندها روی حشرات نشان می‌دهند.

مقایسه گروهی طول عمر حشرات کامل نر و ماده (جدول ۱) نیز نشان داد که اختلاف بین میانگین کلی طول عمر نرها (۲۸/۳۹ روز) و ماده‌ها (۳۰/۴۶ روز) معنی‌دار نبوده و طول عمر نرها و ماده‌ها به‌طور کلی یکسان بود. این نتیجه با نتیجه برخی بررسی‌ها مبنی بر بیش‌تر بودن طول عمر ماده‌ها از نرها مطابقت ندارد (Rafiee Dastjerdi, 2007; Ahmed *et al.*, 1984). دلیل این امر را می‌توان به نبود لاروهای میزبان و تغذیه حشرات کامل از محلول‌های قندی در بررسی حاضر نسبت داد.

طبق نتایج به‌دست آمده، غلظت ۵۰ درصد بهترین غلظت برای افزایش طول عمر حشرات کامل نر در اثر تغذیه از هر سه قند بود. در مورد ماده‌ها چنین یکنواختی مشاهده نشد و بهترین غلظت‌ها به ترتیب ۳۰ درصد فروکتوز، ۵۰ درصد ساکارز و ۷۰ درصد گلوکز به‌دست آمدند که میانگین‌های آن‌ها (به ترتیب ۳۹/۴۷، ۳۹/۱ و ۳۸/۳۳ روز) با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. این اختلاف‌ها می‌توانند نشان‌دهنده وجود تفاوت در نیازهای غذایی حشرات کامل نر و ماده باشند که

احتمالا با توجه به رفتارهای آن‌ها قابل توجه می‌باشند. در تحقیقی، بهترین غلظت ترکیبی از گلوکز، فروکتوز و ساکارز (به نسبت ۱:۱:۱) برای ماده‌های این زنبور پارازیتوئید، برابر با ۳۰ درصد گزارش شده است (Khabbaz Saber, 2011). با توجه به غلظت‌های مورد اشاره در فوق و کامل تر بودن محلول قندی حاوی هر سه قند در مقایسه با هر تک‌قند، این اختلاف را می‌توان توجیه نمود.

در نهایت، تجزیه واریانس کلی داده‌ها نشان داد که طول عمر نرها بیش تر از ماده‌ها تحت تاثیر تغذیه از غلظت‌های مختلف قندی قرار داشت (شکل ۶). در این مورد نیز شاید به‌توان وجود اختلاف در نیازهای غذایی و رفتاری حشرات کامل نر و ماده را عامل بروز این گونه تفاوت‌ها دانست. بدیهی است که در صورت استفاده از این زنبور به‌عنوان یک عامل بیوکنترل، تامین غذای قندی برای زنبورها چه به صورت حفاظت و حمایت از گیاهان گل‌دار وحشی حاشیه‌های مزارع و چه به‌صورت محلول‌پاشی مواد قندی در صورت نبود آن‌ها ضرورت می‌یابد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌گردد.

References

- Ahmed, M. S. H., Al-Maliky, S. K., Al-Taweel, A. A., Jabo, N. F. and Al-Hakkak, Z. S. 1984.** Effects of three temperature regimes on rearing and biological activities of *Bracon hebetor* (Say) (Hym., Braconidae). Journal of Stored Products Research, 21(2): 65-68.
- Aung, A. S. D., Takagi, M. and Ueno, T. 2010.** Influence of food on the longevity and egg maturation of the egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* (Hym., Encyrtidae). Journal of Faculty of Agriculture., Kyushu University, 55(1): 79-81.
- Azzouz, H., Giordanengob, P., Wackers, F. L. and Laure, K. 2004.** Effects of feeding frequency and sugar concentration on behavior and longevity of the adult aphid parasitoid: *Aphidius ervi* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae). Biological Control, 31: 445-452.
- Caron, D. M. 2004.** Parasitoid wasps. Available in: <http://www.ag.udel.edu>.
- Costamagna, A. C. and Landis, D. A. 2004.** Effect of food resources on adult *Glyptapanteles militaris* and *Meteorus communis* (Hym., Braconidae), parasitoids of *Pseudaletia unipuncta* (Lep., Noctuidae). Environmental Entomology, 33(2): 128-137.
- Davies, I. 1975.** A study of the effect of diet on the life-span of *Nasonia vitripennis* (Walk.) (Hym., Pteromalidae). Journal of Gerontology, 30(3): 294-298.
- Dyer, L. E. and Landis, D. A. 1996.** Effects of habitat, temperature, and sugar availability on longevity of *Eriborus terebrans* (Hym., Ichneumonidae). Environmental Entomology, 25(5): 1192-1201.
- Eliopoulos, P. A. and Stathas, J. 2008.** Life tables of *Habrobracon hebetor* (Hym., Braconidae) parasitizing *Anagasta kuehniella* and *Plodia interpunctella* (Lep., Pyralidae): effect of host density. Journal of Economic Entomology, 101(3): 982-988.
- Fadamiro, H. Y. and Heimpel, G. E. 2001.** Effects of partial sugar deprivation on lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandii* (Hym., Braconidae). Annals of the Entomological Society of America, 94(6): 909-916.
- Hausmann, C., Wackers, F. L., and Dorn, S. 2005.** Sugar convertibility in the parasitoid *Cotesia glomerata* (Hymenoptera: Braconidae). Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 60: 223-229.
- Heping, W., Ling, M. and Baoping, L. 2008.** Effects of feeding frequency and sugar concentrations on lifetime reproductive success of *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). Biological Control, 45: 353-359.
- Hirose, Y., Mitsunaga, T., Yano, E. and Goto, C. 2009.** Effects of sugars on the longevity of adult females of *Eretmocerus eremicus* and *Encarsia formosa* (Hym., Aphelinidae), parasitoids of *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* (Hem., Aleyrodidae), as related to their honeydew feeding and host feeding. Applied Entomology and Zoology, 44(1): 175-181.
- Hocking, H. 1966.** The influence of food on longevity and oviposition in *Rhyssa persuasoria* (L.) (Hym., Ichneumonidae). Journal of Australian Entomological Society, 6: 83-88.
- Hogervorst, P. A. M., Wackers, F. L. and Romeis, J. 2006.** Effects of honeydew sugar composition on the longevity of *Aphidius ervi*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 122: 223-232.
- Irvin, N. A., Hoddle, M. S. and Castle, S. J. 2006.** The effect of resource provisioning and sugar composition of foods on longevity of three *Gonatocerus* spp., egg parasitoids of *Homalodisca vitripennis*. Biological Control, 40: 69-79.
- Jacob, H. S. and Evans, E. W. 2000.** Influence of carbohydrate foods and mating on longevity of the parasitoid *Bathyplectes curculionis* (Hym., Ichneumonidae). Environmental Entomology, 29(5): 1088-1095.
- Jacob, H. S. and Evans, E. W. 2004.** Influence of different sugars on the longevity of *Bathyplectes curculionis* (Hym., Ichneumonidae). Journal of Applied Entomology, 128(4): 316-320.
- Karimi Malati, A. and Hatami, B. 2005.** Effect of honey, sugar and protein diets on longevity of *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) with and without host eggs. Journal of Entomological Society of Iran, 25: 1-12.
- Khabbaz Saber, H. 2011.** Effects of sugar concentration and feeding frequency on some biological characteristics of the parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* (Hym., Braconidae) in laboratory condition. M. Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 76 pp.
- Lee, J. C. and Heimpel, G. E. 2003.** Nectar availability and parasitoid sugar feeding. pp. 220-225. In: Proceeding of 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods. January 14-18, 2002, Honolulu, Hawaii, USA.
- Lou, Sh., Li, J., Liu, X., Lu, Z., Pan, W., Zhang, Q. and Zhao, Zh. 2009.** Effects of six sugars on the longevity, fecundity and nutrient reserves of *Microplitis mediator*. Biological Control, 52: 51-57.
- Matthews, R. W. 1974.** Biology of Braconidae. Annual Review of Entomology, 19: 15-32.

- May, P. G. 1993.** Effect of sugar type on food intake and lipid dynamics in adult *Agraulis vanillae* L. (Nymphalidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 47(4): 279-290.
- McDougall, S. J. and Mills, N. J. 1996.** The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 83: 195-203.
- Mercimek, S., Ozalp, P. and Coskun, M. 2010.** The effect of some sugar supplemented diet with various sucrose ratios on the life cycle and egg productivity of the adult females of *Pimpla turionellae* L. (Hym., Ichneumonidae). *Journal of the Entomological Research Society*, 12(1): 1-7.
- Mitsunaga, T., Shimoda, T. and Yano, E. 2004.** Influence of food supply on longevity and parasitization ability of a larval endoparasitoid *Cotesia plutellae* (Hym., Braconidae). *Applied Entomology and Zoology*, 39(4): 691-697.
- Morales-Ramos, J. A., Rojas, M. G. and King, E. G. 1996.** Significance of adult nutrition and oviposition experience on longevity and attainment of full fecundity of *Catolaccus grandis* (Hym., Pteromalidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 89(4): 555-563.
- Onagbola, E. O., Fadamiro, H. Y. and Mbata, G. N. 2006.** Longevity, fecundity, and progeny sex ratio of *Pteromalus cerealellae* in relation to diet, host provision, and mating. *Biological Control*, 40: 222-229.
- Pratissoli, D., de Oliveira, H. N., Polanczyk, R. N., Holtz, A. M., de Freitas Bueno, R. C. O., de Freitas Bueno, A. and Gonçalves, J. R. 2009.** Adult feeding and mating effects on the biological potential and parasitism of *Trichogramma pretiosum* and *T. acacioi* (Hym., Trichogrammatidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(5): 1057-1062.
- Rafiee Dastjerdi, H. 2007.** Studying the lethal effects of the insecticides thiodicarb, prophenofos, spinosad, and hexaflumuron on the cotton bollworm and their lethal and sublethal effects on the ectoparasitoid wasp, *Habrobracon hebetor*. Ph. D. Dissertation, University of Tabriz, Tabriz, 108 pp.
- Saljoqi, A. U. R. and Khattak, A. S. Kh. 2007.** Effect of different artificial diets on the efficiency and development of *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hym., Trichogrammatidae). *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(1): 129-133.
- Siekman, G., Tenhumberg, B. and Keller, M. A. 2001.** Feeding and survival in parasitic wasps: sugar concentration and timing matter. *Oikos*, 95: 425-430.
- Strand, M. R. and Casas, J. 2007.** Parasitoid and host nutritional physiology in behavioral ecology. pp. 113-128. In: Wajnberg, E., Bernstein, C., and Van Alphen, J. (eds.), *Behavioural Ecology of Insect Parasitoids: from Theoretical Approaches to Field Applications*. Blackwell Publishing.
- Uckan, F. and Ergin, E. 2003.** Temperature and food source effects on adult longevity of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae). *Environmental Entomology*, 32(3): 441-446.
- Vandekerkhove, B., Van Baal, E., Bolckmans, K. and De Clercq, P. 2006.** Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Het., Miridae). *Biological Control*, 39: 532-538.
- Vattala, H. D., Wratten, S. D., Phillips, C. B. and Wackers, F. L. 2006.** The influence of flower morphology and nectar quality on the longevity of a parasitoid biological control agent. *Biological Control*, 39: 179-185.
- Wackers, F. L. 2003.** The effect of food supplements on parasitoid-host dynamics. pp. 226-231. In: *Proceeding of 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods*. January 14-18, 2002, Honolulu, Hawaii, USA.
- Wharton, R. A. 1993.** Bionomics of Braconidae. *Annual Review of Entomology*, 38: 121-143.
- Winkler, K., Wackers, F., Bukovinskine-Kiss, G., and Lenteren, J. V. 2005.** Sugar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. *Basic and Applied Ecology*, 7: 133-140.
- Wyckhuys, K. A. G., Strange-George, J. E., Kulhanek, Ch. A., Wacker, F. L. and Heimpel, G. E. 2007.** Sugar feeding by the aphid parasitoid *Binodoxys communis*: How does honeydew compare with other sugar sources?. *Journal of Insect Physiology*, 54: 481-491.
- Yazdani, M., Haddad Irani-Nejad K. and Mashhadi Jafarloo, M. 2005.** Determining the number of larval instars of the Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera, Phycitidae) in laboratory conditions. *Agricultural Science*, 15: 45-54.
- Yu, S. H., Ryoo, M. I. and Na, J. H. 1999.** Life history of *Bracon hebetor* (Hym., Braconidae) on *Plodia interpunctella* (Lep., Pyralidae) on a dried vegetable commodity. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 2(2): 149-152.

Feeding of adults of the parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* (Hym., Braconidae) from different concentrations of glucose, fructose, and sucrose in the absence of host larvae and its effect on their longevity under laboratory conditions

M. Yazdanian^{1*}, H. Khabbaz Saber²

1- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Graduated Student, Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract

Adults of many parasitoid insects need carbohydrates as a source of energy. Carbohydrate feeding increases the longevity, fertility and parasitism rate, significantly. In this study, the effect of different concentrations (0, 10, 30, 50, and 70 percent) of three sugars in the absence of the Mediterranean flour moth larvae was evaluated on the male and female adults of the parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* Say (Hym.; Braconidae), under laboratory conditions (25±2°C; 60±5% R.H., L14:D10). Based on the obtained results and compare to the control (distilled water), sugar feeding treatments were significantly increased the male and female adult longevity of the parasitoid wasp. In the case of glucose, male and female adults mean longevity was significantly lower than those of two other sugars. Thus, the suitability of sugars was ordered as fructose > sucrose > glucose. For males, the optimum concentration of all three sugars was 50 percent, but for females, the optimum concentrations were 30 percent of fructose, 50 percent of sucrose, and 70 percent of glucose, respectively. Furthermore, the response of adult longevity to different concentrations of fructose had a more stable trend comparing the two other sugars. Orthogonal comparison of adult males' longevity versus females showed that no significant difference between the overall means of males and females longevity was observed. It means that both sexes had the same longevity. Based on the overall ANOVA results, sugar concentrations affected the male longevity more than that of females. These differences attributed to differential nutritional requirements and behaviors of males and females. The above-mentioned results indicate the importance of sugar feeding by adult *H. hebetor*.

Keywords: *Habrobracon hebetor*, Glucose, Fructose, Sucrose, Adults' longevity

* Corresponding Author, E-mail: mohsenyazdanian@gau.ac.ir
Received: 30 Dec. 2011- Accepted: 1 Sep. 2012