

رابطه اندازه دسته تخم پروانه مینوز (*Cemiosoma aceris* (Fuchs) با برگ گیاه میزبان

علی اصغر سراج¹

چکیده

میزان و تعداد دسته‌های تخم پروانه مینوز (*Cemiosoma aceris* (Fuchs) (Lyonetiidae: Lepidoptera) روی دو میزبان پده *Populus euphratica* Olivier و بید سنجدی *Salix elaeagnus* Scop در جلگه‌ای اطراف شهرستان شوشتر (خوزستان) مورد مطالعه قرار گرفت. اندازه گیری سطح برگ‌گی که یک لارو تا زمان شفیره شدن مصرف می‌کند در شرایط آزمایشگاهی برای هر میزبان گیاهی انجام شد. بر اساس نتایج حاصله پروانه‌های ماده دسته‌های تخم خود را در تعداد متغیر روی دو میزبان می‌گذارند. اندازه دسته‌های تخم بستگی به اندازه سطح برگ میزبان آن‌ها دارد، یعنی ماده‌ها تعداد تخم خود را در هر دسته، متناسب با میزبانی که در منطقه است، تغییر می‌دهند. وابستگی مثبت اما ضعیفی بین تعداد تخم هر دسته و سطح برگ در هر میزبان وجود داشت. اندازه دسته تخم مورد انتظار، ناشی از میزان سطح برگ مصرف شده به وسیله لارو تا مرحله شفیرگی بود. پروانه‌های ماده به‌طور معنی‌داری، دسته‌های تخم کوچک‌تری با توجه به این‌که هر برگ چه تعداد لارو را می‌تواند از نظر غذایی تامین کند، روی برگ‌های هر دو میزبان گذاشتند. متوسط دسته‌های تخم روی پده ($4/74 \pm 0/07$) دو برابر میانگین آن‌ها روی بید سنجدی ($2/22 \pm 0/03$) بود. در این مقاله چگونگی تنظیم دسته‌های تخم توسط پروانه‌های ماده مینوز، متناسب با منبع تغذیه‌ای خود، بحث شده است.

واژه‌های کلیدی: پروانه مینوز *Cemiosoma aceris*، دسته‌های تخم، رفتار تخم‌ریزی، منابع غذایی در دسترس.

مقدمه

تغذیه برخی از حشرات گیاه‌خوار به‌طور گروهی صورت می‌گیرد. این نوع تغذیه دارای فواید زیستی است:

1- حفظ درجه حرارت مطلوب در کلنی (جوس و همکاران، 1988)،

2- افزایش تاثیر گیاه‌خواری آن‌ها (تسوباکی، 2007) و

3- فرار از خطرات شکارگرها، پارازیت‌ها و پارازیتوئیدها (ویز و همکاران، 1983، سیمنز و جانسون 1992).

این پدیده ممکن است باعث کمبود غذا گردد که در نتیجه لاروهای حاصله گرسنگی کشیده و یا میزان شکارگری ناشی از جستجوی لاروها برای یافتن محل تغذیه دیگر را افزایش دهد (ماتسوموتو 1990؛ تسوباکی، 1995). میزان تغذیه گروهی لاروها بستگی زیادی به اندازه گروه و تعداد تخم گذاشته شده در خلال یک دوره تخم‌ریزی حشره ماده دارد. لذا باید حشرات ماده، اندازه دسته‌های تخم خود را بر اساس وفور منابع غذایی تنظیم کنند تا نتاج حاصله، نه تنها از تغذیه گروهی خود بهره‌مند شوند، بلکه از زیان ناشی از افزایش بهره‌وری منابع غذایی نیز در امان بمانند.

سیر تکاملی تخم‌ریزی گروهی یکی از بحث‌های جدل‌انگیز در اکولوژی بوده و مطالعات تئوریک و علمی زیادی را ایجاد کرده است (گادفری، 1987؛ گادفری و همکاران، 2006). انواع دسته‌های تخم در حشرات بر این اساس است که دسته‌های بزرگ‌تر تخم در یک بافت گیاهی با کیفیت بالا یا تراکم مواد غذایی بیشتر گذاشته می‌شود (پارکر و کرتنی، 2008). مطالعات عملی این فرضیه در سوسک‌های بذر خوار (فاکس و مسو، 2007)، زنبورهای پارازیت (چارنوف و اسکینر 1984؛ هاردی و همکاران، 1992؛ وت و همکاران، 2003) و پروانه‌ها (پیلسون و روشر 1988؛ واسکونسلو و مونتوریو، 1993) اثبات شده است. این مطالعات نشان داد که حشرات ماده می‌توانند اندازه دسته‌های تخم خود را بر اساس فراوانی غذا برای لاروهای شان تنظیم کنند.

تنظیم اندازه دسته‌های تخم توسط حشرات ماده هنگامی مورد نیاز است که منابع غذایی محدود باشد و یا باعث رقابت درون گونه‌ای بین لاروها گردد. معمولاً برای مینوزها دسترسی به غذا به یک برگ محدود است و

لاروها نمی‌توانند حتی اگر برگ‌گی که در آن هستند کاملاً خورده و مصرف شده، به برگ دیگری بروند. در نتیجه اولاً انتخاب میزبان منحصراً توسط حشرات مادر انجام می‌شود که فاکتورهای انتخاب گیاه توسط حشرات ماده عمدتاً ناشی از نوع ترکیبات شیمیایی گیاه می‌باشد، و ثانیاً رقابت در بهره‌برداری از یک برگ، به علت تخم‌ریزی مفرط و زیاد حشره ماده اتفاق می‌افتد. علاوه بر این وقتی لاروی با سایر لاروها در یک برگ روبرو می‌شود، بین آن‌ها رقابت غذایی در می‌گیرد، یعنی لاروها به هم اجازه تغذیه نداده تا بالاخره بعضی از آن‌ها به علت گرسنگی تلف می‌شوند (رقابت درون گونه‌ای کوششی یا قطعی¹) (اورباخ و سیمبرلوف، 1989؛ اورباخ و همکاران، 1995). پدیده رقابت در مینوزهای متفاوتی گزارش شده است (مورایی، 1974؛ استیلینگ و همکاران، 1984؛ اورباخ و آلبرت، 2006). در این گروه از مینوزها، بزرگی دسته‌های تخم مادر بستگی به اندازه برگ میزبانی دارد که قرار است لاروها از آن تغذیه کنند، به‌طوری که بین آن‌ها رقابت تغذیه‌ای ایجاد نشود. بهر حال درباره چگونگی و تعداد تخم در دسته‌های تخم حشرات مینوز اطلاعات کمی در دسترس می‌باشد.

میزان فضای سطح برگ - به تنهایی - ممکن است نشانه مناسبی جهت انتخاب آن توسط حشرات ماده به‌منظور محل جفت‌گیری یا تخم‌ریزی باشد. انتخاب فضا برای نر و ماده نه تنها به موقعیت برگ در گیاه بستگی دارد، بلکه هم‌چنین به شکل گیاه وابسته است. مثلاً گیاهانی که برگ‌های باریکی دارند در مقایسه با گیاهان پهن برگ شانس کمتری برای انتخاب توسط حشره جهت محل جفت‌گیری دارند (سراج، 1992). برگ‌های بعضی از گیاهان بر اساس میزان دریافت تخم، رشد لاروها و طول زندگی آن‌ها سازگاری بیشتری نسبت به برگ‌های سایر گیاهان دارند (سراج، 1995).

برای بعضی حشرات انتخاب گیاه جهت تخم‌ریزی هم بر اساس وضعیت فیزیکی سطح گیاه (مثلاً برگ‌ها) و هم فاکتورها و محرک‌های شیمیایی که منحصراً پس از تماس حشره با گیاه تشخیص داده می‌شوند صورت می‌گیرد. ولی در بعضی از حشرات تنها

توسط میزبان مربوطه را تامین کند می‌باشد، بلکه این حشرات ترجیح می‌دهند که دسته‌های تخم بزرگ‌تری ایجاد کنند تا مرگ و میر لاروهای هر دسته ناشی از رقابت درون گونه‌ای را نیز جبران نمایند.

رگ‌بندی برگ نیز روی رفتار لاروهای مینوز اثر می‌گذارد. بعضی مینوزهای برگ نمی‌توانند از رگ‌برگ میانی عبور کنند (استیلینگ و همکاران، 1984؛ هسپنهاید، 1991)، علاوه بر این کیفیت غذایی لاروها در جاهای مختلف یک برگ نیز متفاوت است (شون هون و همکاران، 1998).

مینوز برگ پده *Cemiostoma aceris* (Fuchs) روی درختان بید سنجدی و پده در سال‌های اخیر در شمال خوزستان خسارت می‌زند که گاهی تا 35% سطح برگ‌ها را از بین می‌برد (مشاهدات شخصی). این گیاهان به‌عنوان تامین کننده گرده برای دشمنان طبیعی حشرات نقش نسبتاً مهمی در منطقه دارند.

هدف از نگارش این مقاله ارزیابی تعداد تخم گذاشته شده در هر دسته تخم توسط پروانه مینوز برگ *Cemiostoma aceris* در دو میزبان بید سنجدی و پده -با توجه به اینکه اندازه سطح برگ این دو گیاه متفاوت است می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تخم‌ریزی دسته‌ای مینوز برگ با نام علمی *Cemiostoma aceris* (Fuchs) روی درختان بید سنجدی *Salix elaeagnus* Scop و پده *Populus euphratica* Olivier در جلگه پر آبی در مسیر رودخانه ای در شمال شوشتر مورد مطالعه قرار گرفت. در منطقه مورد مطالعه کانال‌هایی تعبیه شده بود که اطراف آن‌ها درختان زیادی از پده و بید سنجدی غرس شده بود. پده برگ‌های گرد و بید سنجدی برگ‌های باریک و دراز دارد. برای شمارش تعداد تخم در هر دسته، هر 15 روز 100 برگ از 20 درخت (از هر درخت 5 برگ) از هر یک از میزبان‌ها به‌طور تصادفی جمع‌آوری شده و جهت شمارش تعداد تخم در هر دسته به آزمایشگاه منتقل می‌شدند.

برای اندازه‌گیری سطح برگی که یک لارو تا زمان شفیره شدن نیاز دارد، یک آزمایش پرورش لارو انجام

وضعیت فیزیکی برگ‌ها (میزان مومی بودن، کلفتی و نازکی و ...) اهمیت بسیاری در این انتخاب بازی می‌کند (سراج، 1994؛ سراج، 1387). زمان رشد حشره نیز به-طور معنی‌داری بر اساس نوع گیاه متفاوت است مثلاً در آزمایشی برگ‌های شلغم به علت سازگاری بیولوژیکی مناسب‌تری که با حشره مینوز *Scaptomyza flava* داشت باعث کاهش زمان رشد حشره شدند (سراج، 1996).

بارها مشاهده شد که حشرات ماده، قبل از تخم‌ریزی، به دقت اطراف برگ‌های هر میزبان گیاهی رفت و آمد می‌کردند. این رفتار باعث می‌شود که حشره گیاه‌خوار معمولاً اندازه برگ را متناسب با اندازه دسته-های تخم خود ارزیابی کند. گادفرای (1986) پیشنهاد می‌کند که ممکن است مگس‌های مینوز ترکیبات شیمیایی هر برگ را در رابطه با اندازه همان برگ نیز اندازه‌گیری و تخمین بزنند. او نشان داد که اندازه دسته-های تخم در مگس مینوز *Pegomya nigritarsis* Zetterstedt ناشی از وجود دشمنان طبیعی نیز می‌باشد و مگس مذکور اندازه دسته تخم خود را طوری انتخاب می‌کند که لاروهای حاصله بتوانند از دسترسی زنبور پارازیت -از لحاظ زمانی و مکانی- فرار کنند. این پدیده به‌طور متوالی برای مگس‌های تک میزبان در مزرعه مشاهده شده است. مطالعات گادفرای (1986) اثبات کرد که اندازه دسته‌های تخم به‌طور زیادی ناشی از فشار و اثر دشمنان طبیعی است تا منابع در دسترس برای نتاج مینوز.

وجود دشمنان طبیعی، اختلاف در اندازه دسته-های تخم بین گیاهان مختلف را به‌خوبی شرح و توضیح نمی‌دهد. اثر شکارگری و پارازیت‌یسم روی اندازه و چگونگی دسته‌های تخم در حشرات گیاه‌خوار گزارش شده است (سوبین پراسرت و سونسون، 1988؛ سیمنز و جانسون، 1992).

پارکر و کرتنی (2008) در مدلشان به‌صورت مستند گزارش داده اند که حشرات ماده حداکثر تلاش خود را برای گذاشتن دسته‌های تخم متناسب انجام می-دهند. این تناسب دسته‌های تخم، نه به‌وسیله تعداد تخم در هر دسته به‌طوری که بتواند تغذیه نتاج (لاروها)

نتایج

پروانه مینوز ماده یک توده تخم در قسمت بالایی برگ می‌گذارد. تخم‌ها هم‌زمان تفریخ شده و لاروها به‌طور گروهی از پارانشیم برگ تغذیه می‌کردند و یک کانال مشترک غذایی تشکیل می‌دادند. طول دوره لاروی حدود 17 روز بود و شفیره‌ها در بیرون برگ در پيله‌ای تشکیل می‌شدند.

طول و سطح برگ‌ها (به ترتیب X و Y) اندازه گیری و از معادله رگرسیون زیر استفاده شد:
 بید سنجدی ($Y = 0/336x + 0/11x^2, r^2 = 0/988$)
 پده ($Y = -0/427x + 0/732x^2, r^2 = 0/977$)
 معادله رگرسیون خطی که برای هر برگ، براساس سطح برگ استفاده شده به‌وسیله لاروها، منظور شد عبارت بود از $Y = -0/60 + 0/40 X$ برای پده و $Y = -0/70 + 0/46 X$ برای بید سنجدی.

اختلاف معنی‌داری در چگونگی توزیع دسته‌های تخم پروانه‌های مینوز *C. aceris* بین دو میزبان بید سنجدی و پده وجود داشت (شکل 1) $P < 0/0001$. Kolmogorov-Smirnov test: $X^2 = 678/6$

دسته‌های تخم از 1 تا 15 عدد روی پده و 1 تا 6 عدد روی بید سنجدی متغیر بود. متوسط دسته‌های تخم روی پده ($4/74 \pm 0/07$) دو برابر میانگین آن‌ها روی بید سنجدی ($2/22 \pm 0/03$) بود. (جدول 1):

(Mann-Whitney U test: $U = 108458, P < 0.0001$)

برگ‌های پده به‌طور معنی‌داری از برگ‌های بید سنجدی بزرگ‌تر هستند و تعداد تخم روی آن‌ها نیز دو برابر تعداد تخم گذاشته شده روی بید سنجدی بود: (Mann-Whitney U test: $U = 66287, P < 0.0001$)

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سطح برگ و دسته‌های تخم برای درختان پده و بید سنجدی پیدا شد. گرچه میزان تغییرات در دسته‌های تخم به‌علت میزان سطح برگ‌ها در هر دو گیاه کم بود (شکل 2). ولی اختلاف معنی‌داری در سطح برگ‌های خورده شده به‌وسیله لاروهای آفت بین دو گونه گیاهی دیده نشد: (ANCOVA: $MS = 3/77, F = 1/83, df = 1, P > 0/05$)

گرفت. برگ‌هایی با دسته‌های تخم گذاشته شده در آن‌ها را از درختان پده و بید سنجدی در اواسط بهار چیده و جمع آوری شده و تعداد تخم آن‌ها شمارش گردید (10 تکرار برای هر درخت و هر تکرار شامل 50 برگ). برای پرورش لارو در شرایط آزمایشگاهی (متوسط دما 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد و دوره نوری 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی)، هر برگ را به‌طور جداگانه در یک جعبه پلاستیکی ($3 \times 2 \times 7$ سانتی-متر) با روکش ململ گذاشته و کاغذ مرطوبی در ته جعبه برای نگهداری رطوبت قرار داده شد. پس از آن که همه افراد در یک دسته تخم تغذیه خود را کامل کردند، میزان تغذیه از برگ با برنامه زیر اندازه گیری شد:

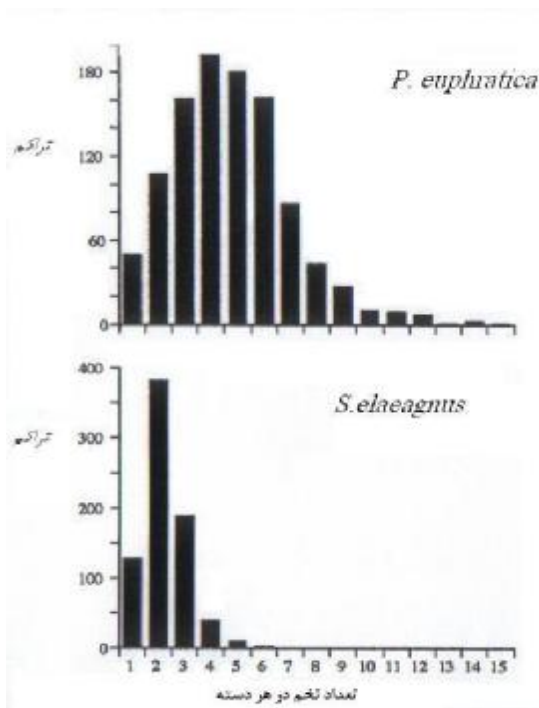
NIH Image (<http://www.tsb.info.nih.gov/nih-image>)

برای تعیین تفاوت بین دسته تخم مورد انتظار - متناسب با سطح برگ - و دسته تخم گذاشته شده توسط حشره ماده از آزمون t استفاده شد.

برای بررسی چگونگی توزیع دسته‌های تخم پروانه مینوز از مدل آماری Mann-Whitney U test یا آزمون Mann-Whitney-Wilcoxon (MWW) استفاده شد. این روش، آزمونی غیر پارامتری است (بالعکس آزمون t که پارامتری است) و اصولاً برای مقایسه میانگین دو جمعیت که از یک جمعیت ناشی شوند کاربرد دارد و زمانی از آن استفاده می‌شود که دارای دو نمونه مستقل با پراکنش شبیه به هم باشیم و هم‌چنین توزیع داده‌ها نرمال نباشند، یا تعداد تکرار کم باشد و یا مقایسه میانگین دو گروه داده‌ها عمدتاً کیفی باشند که به‌طور مجازی باید به کمیت تبدیل شوند. این آزمون معادل آزمون Chi-Square است و برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار SPSS و از فرمول زیر استفاده شد:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - \sum_{i=r_1+1}^{n_2} R_i$$

Mann-Whitney U test = U ; N_1 = اندازه نمونه اول؛
 N_2 = اندازه نمونه دوم؛ R_1 = رتبه اندازه نمونه



شکل 1: چگونگی پراکندگی دسته‌های تخم پروانه مینوز *C. aceris* در پده *Populus euphratica* (بالا) و بید *Salix elaeagnus* (پائین)

جدول 1: دسته‌های تخم *C. aceris* و اندازه سطح برگ پده *Populus euphratica* و بید سنجدی *S. elaeagnus*

گونه گیاهی		
<i>P. euphratica</i>	<i>S. elaeagnus</i>	
۱۰۸۳	۷۴۲	اندازه نمونه
4/74 (±0/07)	2/22 (±0/03)	میانگین اندازه دسته‌های تخم (±SE)
1-15	1-6	دامنه تغییرات
19/3 (±0/24)	9/1 (±0/10)	میانگین (±SE) سطح برگ (cm ²)
4/1-55/8	3/2-20/2	دامنه تغییرات

برای بید سنجدی: $Y = 1/51 + 2/16 x$

برای پده: $Y = 1/47 + 2/50 x$

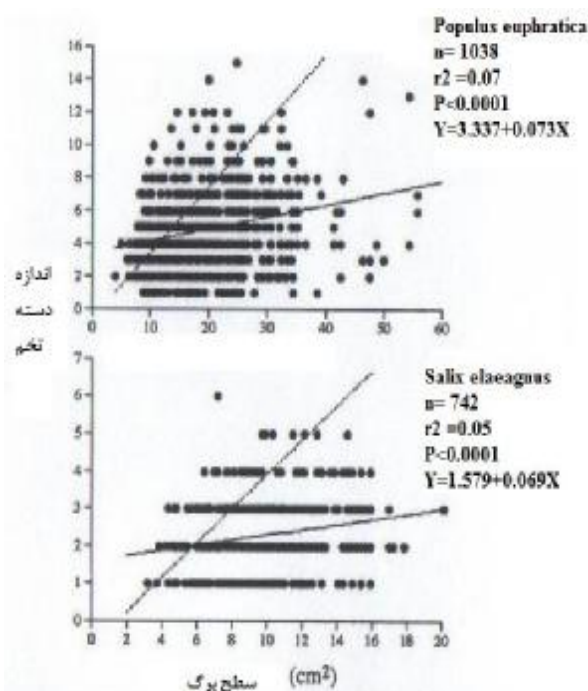
رگرسیون خطی دسته‌های تخم مشاهده شده به-
وسیله خطوط پر و دسته‌های تخم مورد انتظار به-وسیله
خطوط نقطه چین نشان داده شده است.

برای بید سنجدی: $Y = 0/70 + 0/46 x$

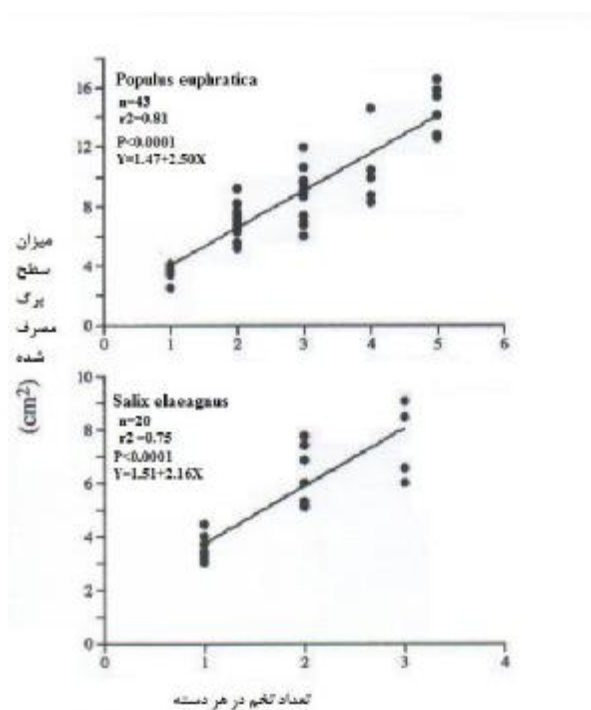
برای پده: $Y = 0/60 + 0/40 x$

میزان دسته‌های تخم مشاهده شده به-طور معنی-
داری با فرضیات اولیه روی هر دو گیاه متفاوت بود
(جدول 2). بنابراین حشرات ماده دسته-های تخم
کوچک‌تری - از حداکثر تعداد لاروهای که هر برگ به
تنهایی می‌توانست تحمل کند - گذاشتند.

برگ‌های پده به‌طور معنی‌داری از برگ‌های بید
سنجدی بزرگ‌تر هستند و تعداد تخم روی آن‌ها نیز دو
برابر تعداد تخم گذاشته شده روی بید سنجدی بود:
(Mann-Whitney U test: $U = 66287$, $P < 0.0001$)
همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سطح برگ و
دسته‌های تخم برای درختان پده و بید سنجدی پیدا
شد، گرچه میزان تغییرات در دسته‌های تخم به‌علت
میزان سطح برگ‌ها در هر دو گیاه کم بود (شکل 2).
ولی اختلاف معنی‌داری در سطح برگ‌های خورده شده
به‌وسیله لاروهای آفت بین دو گونه گیاهی دیده نشد:
(ANCOVA: $MS = 3/77$, $F = 1/83$, $df = 1$, $P > 0/05$)
بر اساس رگرسیون خطی (شکل 3):



شکل 2: رابطه بین اندازه دسته‌های تخم و سطح برگ در گیاه پده *Populus euphratica* (بالا) و بید *Salix elaeagnus* (پائین). دسته‌های تخم مشاهده شده با خط پر و دسته‌های تخم مورد انتظار با خط نقطه چین نشان داده شده‌اند:



شکل 3: میزان تغذیه از برگ توسط لاروها در مقایسه با اندازه و دسته‌های تخم در گیاه پده *Populus euphratica* و بید سنجدی *Salix elaeagnus*

جدول 2: مقایسه اندازه دسته‌های تخم مشاهده شده و مورد انتظار

گیاه میزبان	df	Mean difference	T value	P
پده	1037	2/38	22/88	<0/0001
بید سنجدی	741	1/36	28/21	<0/0001

بحث

تعدادی از حشرات گیاه‌خوار دارای تخم‌ریزی دسته‌ای متفاوتی هستند. این تفاوت بستگی به نوع میزبان و نیز در یک میزبان معین، بستگی به اندازه برگ‌های آن دارد.

نتیجه مطالعات اخیر به‌خوبی نشان داد که اندازه دسته‌های تخم پروانه مینوز *C. aceris* روی دو میزبان بید سنجدی *S. elaeagnus* و پده *P. euphratica* متناسب با اندازه برگ دو درخت مذکور متفاوت بود.

چون سطح برگ مورد نیاز برای شفیره شدن هر لارو پروانه مینوز *C. aceris* در هر دو میزبان پده و بید سنجدی یکسان بود، پده با برگ‌های پهن‌تر می‌توانست غذای تعداد لارو بیشتری را روی هر برگ نسبت به بید تامین کند، بنابراین ماده‌ها تعداد تخم بیشتری روی پده گذاشتند. هم‌چنین نتایج نشان داد که اندازه دسته‌های تخم بستگی به اندازه برگ در هر میزبان دارد.

این نتایج یک مدل تصمیم‌گیری تخم‌ریزی دسته‌ای را تعریف می‌کند که گیاهانی که منابع سرشار غذایی برای نتاج (زادگان) حشرات ماده تامین می‌کنند، دسته‌های تخم بزرگ‌تری نسبت به گیاهانی که منابع غذایی فقیرتری دارند، دریافت می‌نمایند (پارکر و کرتنی، 2008). این فرضیه توسط یک رشته مطالعات روی سایر حشرات گیاه‌خوار، به‌ویژه حشرات مینوز نیز تایید شده است (ماتسوموتو و تسوباکی، 1994؛ فریز و زوافر 1996؛ اکبوم، 1998). البته در مطالعه اخیر، اندازه برگ‌ها به تنهایی تغییرات زیادی که در اندازه دسته‌های تخم می‌باشد را شرح نمی‌دهد و علل زیادی همچنان نامشخص مانده است.

درک اندازه برگ، به‌وسیله حشرات ماده‌ای که گونه‌های گیاهی زیادی را در یک مکان مورد استفاده قرار می‌دهند مهم است. لاروهای *C. aceris* منحصراً روی برگ‌های پده و بید تغذیه می‌کنند، بنابراین باید پروانه مینوز مزبور توانایی ارزیابی اندازه برگ منابع در دسترس (بین دو گونه گیاهی پده و بید) را داشته باشد، تا بر اساس آن اندازه دسته تخم خود را تنظیم کند.

بر اساس مشاهدات شخصی هر دو جنس - به ویژه ماده‌ها - عمدتاً روی برگ‌های پهن و بزرگ مستقر

شدند. شاید انتخاب برگ‌های پهن به این علت باشد که آن‌ها مکانی مناسب‌تر برای جفت‌گیری فراهم می‌کنند و دسته تخم بزرگ‌تری را از نظر تغذیه تامین می‌نمایند. مینوزهای ماده به‌طور ثابت دسته‌های تخم بزرگ‌تری روی برگ‌های پیرتر نسبت به برگ‌های جوان‌تر تولید کردند (سراج، 1994). این مسئله توسط محققین زیادی (فریز و زوافر، 1996؛ اکبوم 1998؛ اورباخ و آلبرت، 2006؛ پارکر و کرتنی، 2008) نیز تایید می‌شود.

تخم‌ریزی به‌وسیله حشرات مینوز تصادفی نیست بلکه کاملاً هدفدار است (Targeted oviposition) زیرا حشرات ماده بعضی برگ‌ها را ترجیح و یا از آن‌ها احتراز می‌کنند و یا حتی نوع چینش تخم‌ها داخل برگ نیز متفاوت است (سراج، 1996؛ سراج، 1387).

وابستگی ضعیف یا قوی بین میزان تخم‌ریزی و تفریح تخم‌ها روی گیاهان مختلف میزبان در حشرات دیده می‌شود. معمولاً حشرات میزبان‌هایی را جهت تخم‌ریزی انتخاب می‌کنند که بیشترین رشد لارو و تشکیل شفیره را تامین کنند. هم‌چنین رشد مراحل مختلف نتاج آن‌ها از نظر زمانی در غیاب دشمنان طبیعی تخم، لارو و شفیره باشد. در غیاب گیاه مرجع، حشرات گیاهان با ترجیح کمتر را برای تغذیه و تخم‌ریزی بر می‌گزینند. بر اساس مطالعات دامن (1991)، پروانه پیرالید *Omphalocera munroei* Martin مهاجرت لاروهایش را از یک دسته تخم به دیگر کلنی‌های تخم و لارو پیش‌بینی کرده و اندازه دسته تخم خود را بر این اساس تنظیم می‌کند. حتی تعداد لاروی که ممکن است در حین مهاجرت از یک کلنی به سایر کلنی‌ها شکار شوند نیز توسط مادر محاسبه و پیش‌بینی شده و بر این اساس اندازه دسته تخم خود را تنظیم می‌کند.

یک فرضیه برای توضیح دسته‌های تخم کوچک این است که لاروهای مینوز از نظر رفتاری از محل دسته‌های تخم دور نشده و لذا از تمام سطح برگ استفاده نکنند. اگر لارو تنها قسمت کوچکی از برگ را مورد استفاده قرار دهد، دسته تخم واقعی باید کوچک‌تر از اندازه قابل پیش‌بینی باشد.

تخم‌ریزی هم‌زمان ممکن است به علت این باشد که ماده‌ها دسته‌های تخم کوچک‌تری، نسبت به تعداد تخم مورد انتظار که یک برگ بتواند غذای لاروهای حاصله را تأمین کند، بگذارند.

همان‌طور که انتظار می‌رفت اندازه دسته تخم مینوزها عمدتاً به‌وسیله اندازه برگ‌های میزبان کنترل شد. تعدیل اندازه دسته‌های تخم به‌وسیله ماده‌های بالغ، در پاسخ به اندازه برگ، رقابت لاروی به علت محدودیت مواد غذایی در یک برگ را کاهش می‌دهد. به هر حال اندازه برگ به تنهایی نمی‌تواند تغییرات عمده در اندازه دسته‌های تخم را توضیح دهد، زیرا معمولاً دسته‌های تخم کوچک‌تر در رابطه با حداکثر توان یک برگ که بتواند چه تعداد لارو را از نظر غذایی تأمین کند، مقایسه می‌شود. مطالعات آینده لازم است تا عواملی را که در اندازه دسته‌های تخم مینوزها موثرند شرح و تفسیر نماید.

از نظر میزان صدمه‌ایی که به گیاه وارد می‌شود مدت زمانی که گیاه در معرض حشرات ماده قرار می‌گیرد، بسیار مهم‌تر از تعداد حشراتی است که از گیاه تغذیه می‌کنند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی اندازه دسته‌های تخم مینوز *C. aceris* بر اساس اندازه سطح برگ دو میزبان پده و بید سنجدی و هم‌چنین میزان سطح برگ مصرف شده به‌وسیله لارو مینوز تا مرحله شفیرگی متغیر بود.

پیشنهادها

پژوهش در مورد اینکه آیا: (1) طیف رنگ سبز برگ‌ها (از زرد تا آبی) در جلب و میزان تغذیه مینوزها موثر است؟ (2) وضعیت فیزیکی سطح برگ‌ها (از نظر کرک و ضخامت پارانشیم) در استقرار و میزان تغذیه تخم‌ریزی مینوزها موثر است؟ و (3) ترکیب شیمیایی برگ‌ها در میزان مقاومت آنها نسبت به تغذیه مینوزها تاثیر دارد؟

چندین فرضیه وجود دارد که چرا گاهی هماهنگی کامل بین انتخاب میزبان توسط حشرات کامل و شرایط بهینه برای نتاج آنها وجود ندارد. هم‌چنین عدم رابطه بین ترجیح میزبانی و تناسب میزبان برای لاروها ممکن است حداقل چهار دلیل داشته باشد:

1- گیاه مرجع در اکوسیستم محدود باشد. 2- در حشرات پلی‌فاژ گیاهی که انتخاب شده برای رشد لارو نامناسب باشد. 3- گیاهان میزبان ممکن است برای رشد لاروها تحت بعضی شرایط مناسب باشند ولی همین شرایط، یک بوم نامناسب برای پرواز حشرات ماده تخم‌ریزی کند. 4- حشرات ماده روی گیاه مرجعی تخم‌ریزی کنند که گیاه برای رشد لاروها نیز مناسب باشد ولی پس از آن که لاروها تفریخ شده و شروع به رشد کردند، مواد ثانوی گیاه به عنوان دفاع -تجزیه شده و رشد لاروها را متوقف کند (سراج، 1387).

در خیلی از مینوزها، لاروها تنها قسمت خاصی از برگ را جهت تغذیه ترجیح می‌دهند (نیلسن، 1978؛ ساتو، 2001). لارو *C. aceris* می‌تواند از رگبرگ میانی عبور کند، گرچه مشخص نشده است که آیا همه قسمت‌های برگ به‌طور یکسان مورد علاقه لارو است یا خیر؟

فرضیه دیگر این است که دسته‌های مناسب تخم، هنگامی که برای هر دسته تخم چند بار تخم‌ریزی معمول باشد، باید کوچک باشد زیرا تخم‌ریزی به‌وسیله ماده‌هایی که چند بار تخم‌ریزی می‌کنند، کمبود غذا را در دوره لاروی افزایش می‌دهد (ایو، 1989؛ پارکر و کرتنی، 2008).

به‌طور معمول لاروهای مینوز علاقه دارند که به‌طور دسته جمعی در میان برگ‌ها فعالیت کنند که این مسئله ناشی از تخم‌ریزی متوالی به‌وسیله ماده‌های متعدد است (استیلینگ و همکاران، 1987؛ اورباخ و سیمبرلوف، 1989) که به‌عنوان یک نتیجه منطقی، رقابت لاروهای درون یک برگ افزایش می‌یابد (بالتمن و فس، 1986).

در پروانه مینوز *C. aceris* حدوداً نصف دسته های تخم بر روی برگ، با سایر دسته‌های تخم هم‌زمان گذاشته شده بود (آمار منتشر نشده)، بنابراین چند بار

منابع

- سراج، علی اصغر. 1387. اصول کنترل آفات گیاهی (مدیریت مبارزه با آفات). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز: 540 صفحه.
- Auerbach, M. and Alberts, J. D. 2006. Occurrence and performance of the aspen blotch miner, *Phyllonorycter salicifoliella*, on three host-tree species. *Oecologia* 93: 1-9.
- Auerbach, M. and Simberloff, D. 1989. Oviposition site preference and larval mortality in a leaf-mining moth. *Ecol. Entomol.* 14: 131-140.
- Auerbach, M. J., Connor, E. F. and Mopper, S. 1995. Minor miners and major miners: population dynamics of leaf mining insects, pp. 83-110. In N. Cappuccino and P. W. Price [eds.], *Population dynamics*. Academic, San Diego, CA.
- Bultman, T. L. and Faeth, S. H. 1986. Leaf size selection by leaf mining insects on *Quercus emoryi* (Fagaceae). *Oikos* 46: 311-316.
- Charnov, E. L. and Skinner, S. W. 1984 Evolution of host selection and clutch size in parasitoid wasps. *Fla. Entomol.* 67: 5-21.
- Damman, H. 1991. Oviposition behaviour and clutch size in a group-feeding pyralid moth, *Omphalocera munroei*. *J. Anim. Ecol.* 60: 193-204.
- Ekbom, B. 1998. Clutch size and larval performance of pollen beetles on different host plants. *Oikos* 83: 56-64.
- Fox, C. W. and Mousseau, T. A. 2007. Determinants of clutch size and seed preference in a seed beetle, *Stator beali* (Coleoptera: Bruchidae). *Environ. Entomol.* 26: 1557-1561.
- Freese, G. and Zwölfer, H. 1996. The problem of optimal clutch size in a tritrophic system: the oviposition strategy of the thistle gallfly *Urophora cardui* (Diptera, Tephritidae). *Oecologia* 108: 293-302.
- Godfray, H.C.J. 1986. Clutch size in a leaf-mining fly (*Pegomya nigritarsis*: Anthomyiidae). *Ecol. Entomol.* 11: 75- 81.
- Godfray, H.C.J. 1987. The evolution of clutch size in invertebrates, pp. 117-154. In P. H. Hervey and L. Partridge [eds.], *Oxford surveys in evolutionary biology*. Oxford University Press, Oxford.
- Godfray, H.C.J., Partridge, L. and Harvey, P. H. 2006. Clutch size. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 27: 409-429.
- Hardy, I. C. W., Griffiths, N. T. and Godfray, H. C. J. 1992. Clutch size in a parasitoid wasp: a manipulation experiment. *J. Anim. Ecol.* 61: 121-129.
- Hespenheide, H. A. 1991. Bionomics of leaf-mining insects. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 535-560.
- Ives, A. R. 1989. The optimal clutch size of insects when many females oviposit per patch. *Am. Nat.* 133: 671-687.
- Joos, B., Casey, T. M., Fitzgerald, T. D. and Buttemer, W. A. 1988. Roles of the tent in behavioral thermoregulation of eastern tent caterpillars. *Ecology* 69: 2004-2011.
- Matsumoto, K. 1990. Population dynamics of *Luehdorfia japonica* leech (Lepidoptera: Papilionidae). II. Patterns of mortality in immatures in relation to egg cluster size. *Res. Popul. Ecol.* 32: 173-188.
- Matsumoto, K., Ito, F. and Tsubaki, Y. 1994. Egg cluster size variation in relation to the larval food abundance in *luehdorfia puziloi* (Lepidoptera: Papilionidae). *Res. Popul. Ecol.* 35: 325-333. 216
- Murai, M. 1974. Studies on the interference among larvae of the citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae). *Res. Popul. Ecol.* 16: 80-111.
- Nielsen, B. O. 1978. Food resource partition in the beech leaf-feeding guild. *Ecol. Entomol.* 3: 193-201.
- Parker, G. A. and Courtney, S. P. 2008. Models of clutch size in insect oviposition. *Theor. Popul. Biol.* 30: 27-48.
- Pilson, D. and Rausher, M. D. 1988. Clutch size adjustment by a swallowtail butterfly. *Nature (Lond.)* 333: 361-363.

- Sato, H. 2001. Differential resource utilization and co-occurrence of leaf miners on oak (*Quercus dentata*). *Ecol. Entomol.* 16: 105-113.
- Schoonhoven, L. M., Jermy, T. and van Loon, J. J. A. 1998. *Insect-plant biology*. Chapman and Hall, London.
- Seraj, Ali A. 1992. Effect of *Scaptomyza flava* on the yield of turnip and Chinese cabbage. Proceeding of the XIX International Congress of Entomology, China.
- Seraj, Ali A. 1994. Biology and host plant relationships of *Scaptomyza flava* leaf miner. PhD Thesis, Massey University, New Zealand.
- Seraj, Ali A. 1995. The relationships of *Scaptomyza flava* leaf miner and its hosts. Proceeding of the 12th Iranian Plant Protection Congress.
- Seraj, Ali A. 1996. Effect of larval food plant on adult egg laying preference of *Scaptomyza flava* (F.) (Diptera: Drosophilidae) leaf miner. Proceeding of the XX International Congress of Entomology, Italy.
- Siemens, D. H. and Johnson, C. D. 1992. Density-dependent egg parasitism as a determinant of clutch size in bruchid beetles (Coleoptera: Bruchidae). *Environ. Entomol.* 21: 610-619.
- Stiling, P. D., Brodbeck, B. V. and Strong, D. R. 1984. Intraspecific competition in *Hydrellia valida* (Diptera: Ephydriidae) a leaf miner of *Spartina alterniflora*. *Ecology* 65: 660-662.
- Stiling, P. D., Simberloff, D. and Anderson, L. C. 1987. Nonrandom distribution patterns of leaf miners on oak trees. *Oecologia* 74: 102-105.
- Subinprasert, S. and Svensson, B. W. 1988. Effects of predation on clutch size and egg dispersion in the codling moth *Laspeyresia pomonella*. *Ecol. Entomol.* 13: 87-94.
- Tsubaki, Y. 1995. Some beneficial effects of aggregation in young larvae of *Pryeria sinica* Moore (Lepidoptera: Zygaenidae). *Res. Popul. Ecol.* 23: 156-167.
- Tsubaki, Y. 2007. Clutch size adjustment by *Luehdorfia japonica*, pp. 63-70. In M. Scriber, Y. Tsubaki, and R. C. Lederhouse [eds.], *Swallowtail butterflies*. Scientific Publishers, Gainesville, FL.
- Vasconcellos-Neto, J. and Monteiro, R. F. 1993. Inspection and evaluation of host plant by butterfly *Mechanitis lysimnia* (Nymph., Ithomiinae) before laying eggs: a mechanism to reduce intraspecific competition. *Oecologia* 95: 431-438.
- Vet, L. E. M., Datema, A., Welzen, K. van and Snellen, H. 2003. Clutch size in a larval-pupal endoparasitoid 1. Variation across and within host species. *Oecologia* 95: 410- 415.
- Weis, A. E., Price, P. W. and Lynch, M. 1983. Selective pressures on clutch size in the gall maker *Asteromyia carbonifera*. *Ecology* 64: 688-695.

Clutch Size Regulation of *Cemiostoma aceris* (Fuchs) (Lyonetiidae: Lepidoptera) in Reaction to Different Host PlantsSeraj¹, A. A.**Abstract**

Clutch size variation of a leaf mining moth *Cemiostoma aceris* (Fuchs) was investigated on two host plants, *Populus euphratica* Olivier and *Salix elaeagnus* Scop. Female moth's oviposited egg clutches with different size on the two host plants and that clutch size was correlated with leaf area between host species. Therefore, females are adjusting clutch size in response to variation in resource availability for offspring. Positive correlation was also found between clutch size and leaf area within host species, however, the relationship was weak. Expected clutch size was determined from estimates of leaf area consumed by a larva until pupation. Females laid significantly smaller clutches than the expected size that could be supported by a single leaf on both host plants. It was discussed how the females determined clutch size in response to resource availability.

Keywords: *Cemiostoma aceris*, Clutch size, Oviposition behavior, Resource availability

1. Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz