نامهٔ انجمن حشره‌شناسی ایران
جلد شانزدهم و هفدهم - اسفند ماه ۱۳۷۶

مطالعه ترجیح گونه و مرحله طعمه توسط لاروهای *Chrysoperla carnea**

Host species and host stage preference by predator larvae *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae)

عباس میرابزاده[۱]، احد صحراگرد[۲]، محمدسعید مصدق[۳]، مینا آزما[۱]

چکیده

ترجیح لارو سن سه بالتوری، نسبت به طعمه‌های شتهٔ کلم (*Brevicoryne brassicae* L.)، شتهٔ خالدار هلو (*Pterochloroides persicae* Chol.)، شتهٔ گل قاصد (*Uroleucon cichorii* Koch) و شتهٔ خرزهره (*Aphis nerii* B.D.F) بررسی شد و مشخص گردید که لارو سن سه بالتوری *C. carnea*، شته‌های خرزهره و کلم را به ترتیب به عنوان طعمه مرجّح و بقیهٔ شته‌های فوق‌الذکر را با ترجیح کمتری برمی‌گزیند.

ترجیح مرحلهٔ نشو و نمائی میزبان توسط شکارگر، با استفاده از لارو سن آخر بالتوری *C.carnea* روی پورهٔ شتهٔ سن ۲ و شته بالغ بدون بال اقاقیا (*Aphis craccivora* Koch) بررسی شد، و نتایج بدست آمده نوعی ترجیح مثبت شکارگر را به پورهٔ شتهٔ سن ۲ نشان داد.

ترجیح لارو سن ۱ بالتوری نسبت به تخم پروانه بید آرد (*Ephestia kuehniella* Zell.) و تخم پروانه بید غلات (*Sitotroga cerealella* Oliv.) بررسی و در نتیجه مشاهده شد که لاروهای شکارگر

۱- پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران
۲- گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۳- گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز
*- این مقاله قسمتی از پایان‌نامه دکتری نگارندهٔ اول در دانشگاه تربیت مدرس است.

یک نوع ترجیح مثبت به تخم پروانه بید غلات در مقایسه با پروانهٔ دیگر از خود نشان دادند.

در مجموع علیرغم وجود یک نوع ترجیح مثبت توسط لاروهای شکارگر نسبت به مراحل نشو و نمائی شتهٔ اقاقیا و تخم بید غلات، هیچگونه تغییر رفتار (Switching) بارزی در میزان شکارگری لاروهای بالتوری مشاهده نشد.

مقدمه

هنگامی که میزبان‌های متعدد در دسترس پارازیتوئیدهای پلی‌فاژ و اکثر شکارگرها باشند، ممکن است هر دشمن طبیعی، از بین آنها یک گونهٔ بخصوص یا چندین گونه را با هم ترجیح دهد (Hassell, 1978; Varley, et al. 1973; Cook, 1978). ترجیح یک میزبان یا شکار بخصوص معمولاً بعلت بیشتر در دسترس بودن آن میزبان یا شکار در مقایسه با میزبانهای دیگر است (Hassell, 1978)، و بر همین اساس Murdoch در سال ۱۹۶۹ تئوری Switching خود را بیان داشت.

بر اساس نظریه Switching هر چه میزان در دسترس بودن یک میزبان خاص افزایش یابد به همان نسبت میزان شکار آن از حالت کمتر از میزان انتظار به میزان بیشتر از مورد انتظار تغییر می‌یابد.

ترجیح گونه و یا مرحلهٔ نشو و نمائی میزبان بوسیله دشمنان طبیعی ممکن است با فراوانی نسبی ۲ تیپ شکار تغییر کند که اگر شکارگر یا پارازیتوئید روی میزبان فراوانتر، تغذیه یا تخمریزی کند گفته می‌شود که رفتار Switching را نشان می‌دهد (Murdoch, 1969)، یا انتخاب Apostatic دارد (Clark, 1962)، و این اصطلاح بوسیله متخصصان علم ژنتیک مورد استفاده قرار گرفته است. زمانی که از نظر نسبت، تعداد بیشتری از تیپ کمیاب مورد پذیرش واقع شود گفته می‌شود Switching منفی روی داده است (Chesson, 1984).

رفتار Switching مثبت بدلیل اینکه با تیپ ۳ واکنش تابعی مرتبط است توجه محققانی را که به مطالعهٔ دینامیسم جمعیت علاقمندند جلب کرده است (Lawton, et al. 1974).

Switching در پارازیتوئید *Nasonia vitripennis* توسط Cornell و Pimentel در سال ۱۹۷۸ و در پارازیتوئید *Asobara tabida* توسط Vet و Van Alphen در سال ۱۹۸۵ و در پارازیتوئید *Dicondylus indianus* توسط صحراگرد در سال ۱۹۸۹ و در پارازیتوئیدهای *Aphidius ervi* و *Praon pequodorum* توسط Mackauer در سال ۱۹۹۰ مطالعه شده است. در حشرات شکارگر

Notonecta glauca و *Ischnura* sp. رفتار Switching توسط Lawton و همکاران در سال ۱۹۷۴ بررسی گردیده است. موارد دیگر توسط Sherratt و Harvey در سال ۱۹۹۳ ذکر شده‌اند.

روش بررسی

در این رابطه چند آزمایش به روش‌های زیر انجام شد:

۱- آزمایش ترجیح گونه‌های طعمهٔ شتهٔ کلم (*Brevicoryne brassicae*)، شتهٔ خالدار هلو (*Pterochloroides persicae*)، شتهٔ گل قاصد (*Uroleucon cichorii*)، و شتهٔ خرزهره (*Aphis nerii*) در دمای ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۰ درصد در انکوباتور و با استفاده از پتری‌دیش بقطر ۱۲۰ و عمق ۲۰ میلی‌متر انجام شد. برگهای تازهٔ کلم، خرزهره، گل قاصد، همچنین شاخه‌های تازهٔ هلو با هم درون پتری‌دیش و بر روی کاغذ صافی مرطوب قرار داده شد، سپس در هر پتری‌دیش ۱۵ شتهٔ بالغ بدون بال و یک لارو سن آخر بالتوری رها گردید. زمان انجام آزمایش ۲۴ ساعت بود و در ۱۰ تکرار انجام شد.

۲- بررسی ترجیح لارو سن آخر بالتوری نسبت به پورهٔ سن ۲ شتهٔ اقاقیا و شتهٔ بالغ بدون بال اقاقیا (*Aphis craccivora*) با تراکم‌های (۲۰ پورهٔ شته، ۲۰ شتهٔ بالغ)، (۳۰ شتهٔ بالغ، ۱۰ پورهٔ شته)، (۱۰ شتهٔ بالغ، ۳۰ پورهٔ شته)، در ۵ تکرار، در دمای ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۰ درصد در انکوباتور انجام شد. طول زمان آزمایش ۲۴ ساعت بود. در هر پتری‌دیش یک لارو سن سوم *C.carnea* رها گردید و برگهای تازهٔ اقاقیا روی پنبه مرطوب در پتری‌دیش قرار داده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل Murdoch (1969) مربوط به نظریهٔ Switching استفاده بعمل آمد.

۳- بررسی ترجیح لارو سن ۱ بالتوری نسبت به تخم پروانه بید آرد (*Ephestia kuehniella*) و تخم پروانهٔ بید غلات (*Sitotroga cerealella*) با تراکم‌های (۲۴۰ تخم بید آرد، ۲۴۰ تخم بید غلات)، (۱۲۰ تخم بید آرد، ۳۶۰ تخم بید غلات) و (۳۶۰ تخم بید آرد و ۱۲۰ تخم بید غلات) در ۵ تکرار در داخل پتری‌دیش‌های بقطر ۹۰ و عمق ۱۲ میلی‌متر انجام شد و در هر پتری‌دیش یک لارو سن ۱ بالتوری رها گردید. آزمایش در انکوباتور با دمای ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۰ درصد و به مدت ۲۴ ساعت انجام شد و مانند آزمایش قبل از مدل مرداک $y=\frac{۱۰۰CX}{۱۰۰X+CX}$ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید. در این مدل Murdoch (1969):

X= درصد میزبان نوع اول در محیط

y= درصد میزبان نوع اول که مورد حمله قرار گرفته است

C= مقدار ثابت تناسب که ترجیح میزبانی نوع اول را نسبت به نوع دوم در تراکم مساوی نشان می‌دهد

مقدار ثابت تناسب به یکی از دو روش می‌تواند برآورد شود:

۱) با استفاده از تساوی $C=\frac{N(1)par}{N(2)par}$ متعلق به Murdoch (1969) که در آن:

N(1)par = تعداد میزبان نوع اول پارازیته شده یا شکار شده

N(2)par = تعداد میزبان نوع دوم پارازیته شده یا شکار شده

۲) بوسیله رگرسیون N(1) par/N(2) par بر Nt(1)/Nt(2) که خط از مبدأ می‌گذرد.

Nt(1) و Nt(2) تعداد اولیه میزبانهای موجود هستند (Lawton, 1974; Murdoch, 1969)

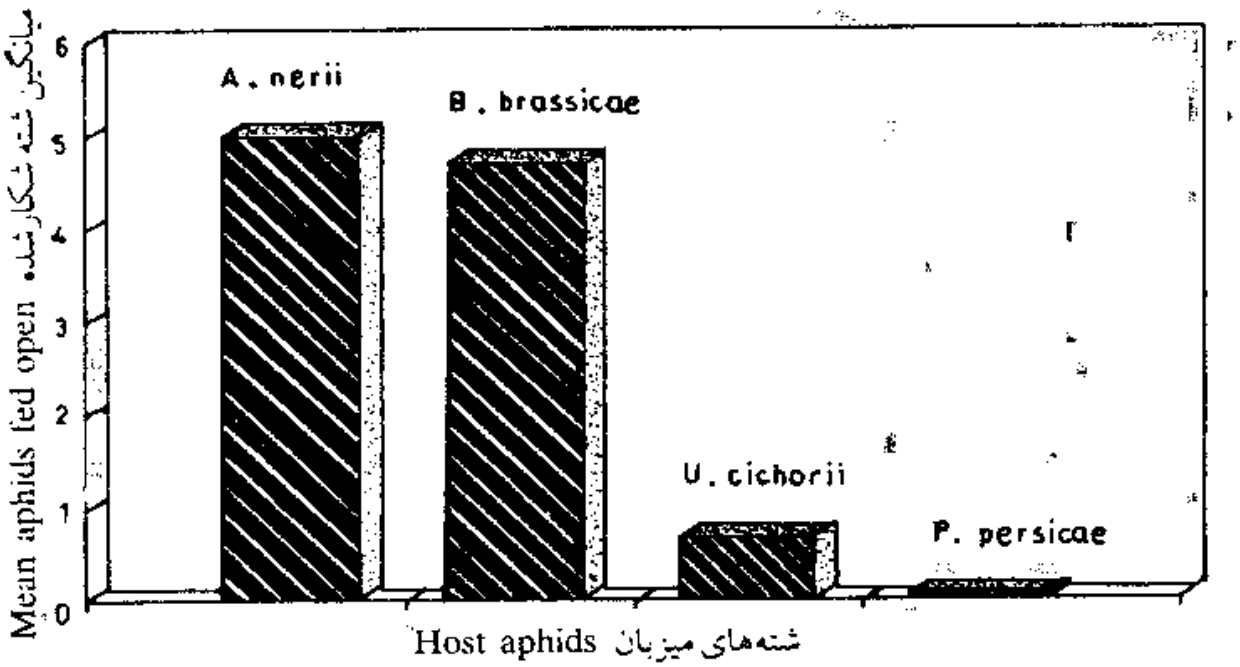
نتایج و بحث:

I – نتایج آزمایش ترجیح میزبان چهار نوع شته مختلف در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- آزمایش ترجیح میزبان لارو سن سوم شکارگر *C.carnea* علیه ۴ نوع شته

Table 1- Host preference of third larval instar of *Chrysoperla carnea* to four species of aphids.

میزبان	تعداد تکرار	میانگین
شته خرزهره *A.nerii*	10	4.9999a
شته کلم *B.brassicae*	10	4.7039a
شته گل قاصد *U. cichorii*	10	0.6859b
شته هلو *P.persicae*	10	0.0759b



شکل ۱–ترجیح میزبان لارو سن سوم شکارگر *C.carnea* نسبت به ۴ نوع شته

Fig. 1- Host preference of third larval instar of the predator *C.carnea* to four species of aphids.

همانطور که در جدول ۱ و شکل ۱ مشخص است، بین شتهٔ خرزهره و شتهٔ کلم، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد در حالیکه بین این دو گونه و شتهٔ گل قاصد و شتهٔ هلو اختلاف معنی‌دار دیده می‌شود ($F=9$ ؛ $P<0/05$). به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت میزبان‌های مرجح در بین شته‌های مورد بررسی به ترتیب شتهٔ خرزهره و شتهٔ کلم می‌باشند.

II – در جداول ۲ و ۳ به ترتیب تعداد تغذیه شده و نسبت تغذیه شده از پوره شته (N_1) و شته بالغ (N_2) افاقیا بوسیله لارو سن سوم *C.carnea* ملاحظه می‌شود:

جدول ۲-تعداد پورهٔ شتهٔ اقاقیا (*A. craccivora*) در محیط = N۱، و شتهٔ بالغ اقاقیا در محیط = N۲.
N۱Fed = تعداد تغذیه شده از پورهٔ شته، N۲Fed = تعداد تغذیه شده از شتهٔ بالغ.

Table 2- Number of second nymphal instar and adult insects of *C.carnea* available (N_1/N_2), N_1fed/N_2fed = Number of 2nd nymphal instar and adult stage of the aphid fed upon by 3rd instar larvae of *C.carnea*.

S.E.	میانگین Average	تعداد شته مورد تغذیه N_1Fed/N_2Fed					N_1/N_2
0.59 / 1.04	3.8 / 3.2	3 / 1	2 / 6	4 / 6	6 / 1	4 / 2	10 / 30
0.77 / 0.92	4.8 / 2.6	4 / 1	5 / 1	8 / 1	3 / 4	4 / 6	20 / 20
1.97 / 0.18	8.4 / 1.2	3 / 2	16 / 1	6 / 1	10 / 1	7 / 1	30 / 10

جدول ۳- نسبت تعداد پورهٔ شتهٔ اقاقیا (N_1) به شتهٔ بالغ اقاقیا (N_2) در دسترس. N_1Fed = تعداد پورهٔ شتهٔ مورد تغذیه، N_2Fed = تعداد شتهٔ بالغ مورد تغذیه

Table 3- N_1/N_2 = Ratio of 2nd nymphal instar of *C.carnea* to adult stage in the environment, N_1fed/N_2fed = ratio of two kinds of preys eaten by the 3rd larval instar of *C.carnea*.

نسبت N_1Fed/N_2Fed	میانگین تعداد شته مورد تغذیه N_1Fed/N_2Fed	نسبت N_1/N_2	N_1/N_2
1.18	3.8 / 3.2	0.33	10 / 30
C= 1.85	4.8 / 2.6	1	20 / 20
7	8.4 / 1.2	3	30 / 10

در جدول شماره ۴، درصد تغذیه از پورهٔ شته (N_1)، نسبت به شتهٔ بالغ اقاقیا (N_2) بوسیله لارو سن سوم شکارگر *C.carnea* نشان داده شده است:

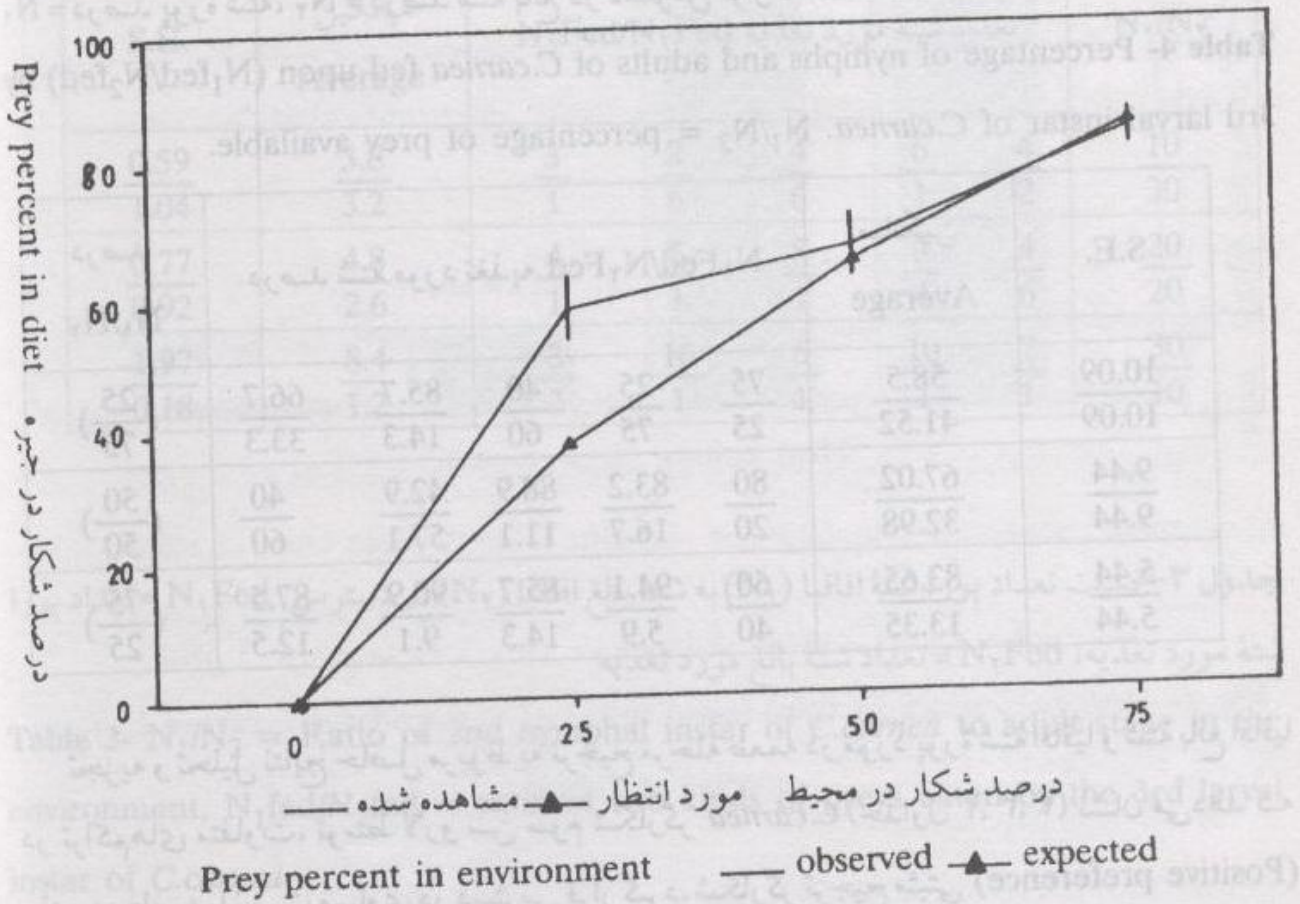
جدول ۴- درصد تغذیه از پورهٔ شتهٔ اقاقیا (N_1fed) و شتهٔ بالغ اقاقیا (N_2fed)، بوسیله لارو سن سوم *C.carnea*.

N_1 = درصد پورهٔ شته، N_2 = درصد شتهٔ بالغ در دسترس قرار داده شده.

Table 4- Percentage of nymphs and adults of *C.carnea* fed upon (N_1fed/N_2fed) by 3rd larval instar of *C.carnea*. N_1/N_2 = percentage of prey available.

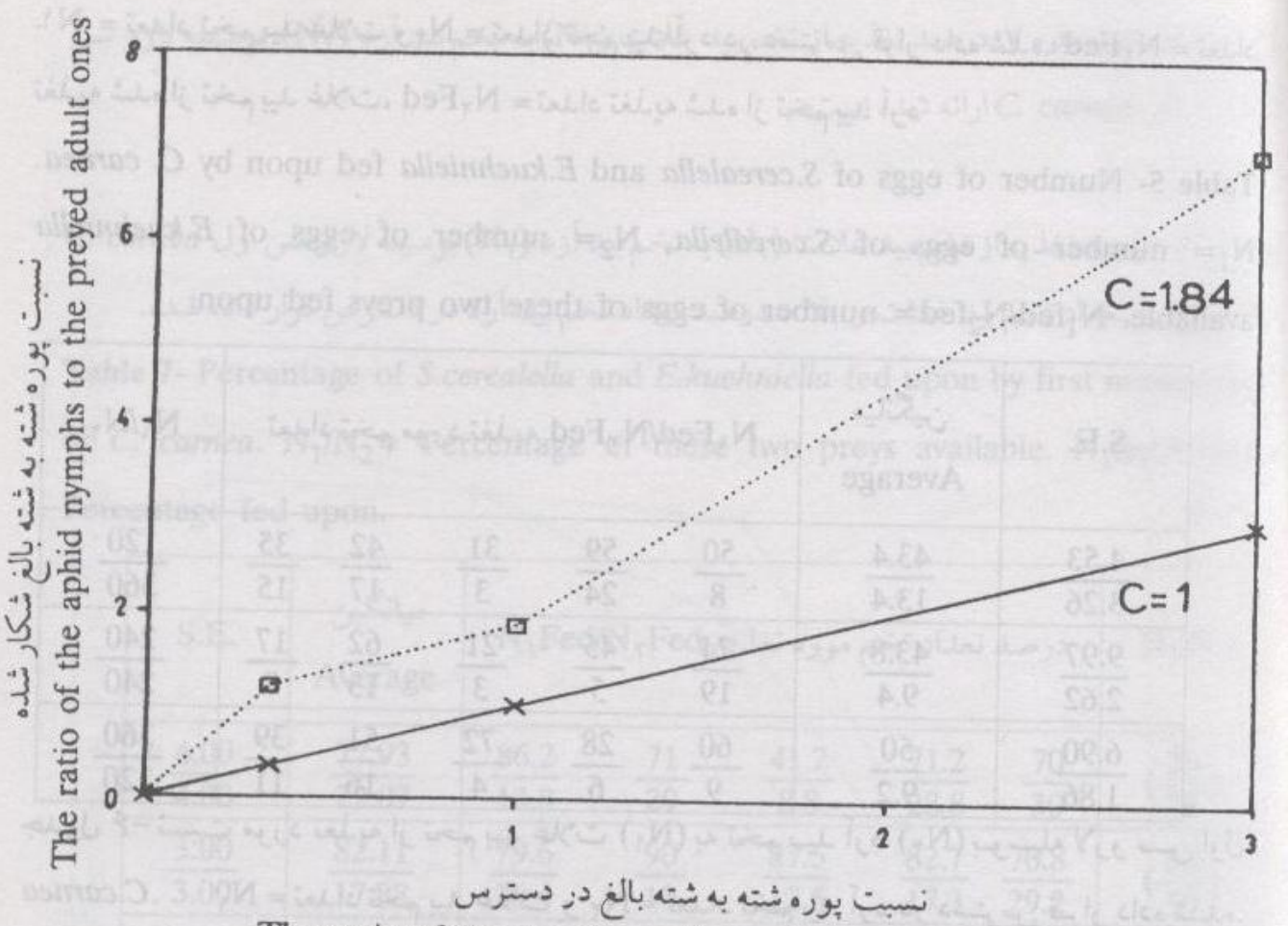
S.E.	میانگین Average	درصد شتهٔ مورد تغذیه N_1Fed/N_2Fed					درصد N_1/N_2
10.09 10.09	58.5 41.52	75 25	25 75	40 60	85.7 14.3	66.7 33.3	(25/75)
9.44 9.44	67.02 32.98	80 20	83.2 16.7	88.9 11.1	42.9 57.1	40 60	(50/50)
5.44 5.44	83.65 13.35	60 40	94.1 5.9	85.7 14.3	90.9 9.1	87.5 12.5	(75/25)

تجزیه و تحلیل نتایج حاصل مربوط به ترجیح مرحلهٔ طعمه در مورد پورهٔ شتهٔ اقاقیا و شتهٔ بالغ اقاقیا در تراکم‌های متفاوت، توسط لارو سن سوم شکارگر *C.carnea* (جداول ۲، ۳، ۴) نشان می‌دهد که وقتی دو طعمه با نسبت مساوی در دسترس قرار گیرد، شکارگر ترجیح مثبتی (Positive preference) نسبت به مرحله پورهٔ شته نشان می‌دهد (C = ۱/۸۴). شکل ۲ نسبت‌های مورد انتظار و مشاهده شده را برای تغذیه از شته‌های طعمه در حالت Switch نشان می‌دهد و اطلاعات مشاهده شده را بخوبی توصیف می‌کند. در شکل ۳ میزان ترجیح مرحله طعمه برای دو مرحله شته مورد استفاده، نشان داده شده است. میزان ترجیح برای مرحله رشدی شته با اندازه کوچک (C = ۱/۸۴) بیشتر از ترجیح برای مرحله رشدی شته با اندازه بزرگ (C_1 = ۰/۵۴) می‌باشد. لذا لاروهای سن سوم شکارگر *C.carnea* نوعی ترجیح مثبت برای مرحله پورهٔ شته از خود نشان می‌دهند.



شکل ۲: درصد مورد تغذیه از پورهٔ شته اقاقیا زمانی که ترکیبهای مختلف از تراکم شته در دسترس شکارگر قرار داده شد. رسم منحنی No Switch با استفاده از معادلهٔ مرداک (Murdoch 1969) انجام شده است. در شکل مقادیر مشاهده شده و مورد انتظار مشاهده می‌شود.

Fig. 2- Percentage of 2nd larval instar of *C.carnea* fed upon larvae of *A. craccivora*. The expected "no switch" curve was fitted using Murdoch's (1969) equation. The observed values are shown.



شکل ۳: میزان تغذیهٔ لارو سن سوم بالتوری *C.carnea* زمانی که پوره و بالغ شتهٔ اقاقیا در تراکم‌های مختلف در دسترس قرار داده شد.

Fig. 3- Predatism of 3rd larval instar of *C.carnea* when nymphs and adults of *A.craccivora* were offered in combination in different proportions.

III – در جداول ۵ و ۶، به ترتیب تعداد و نسبت تغذیه از تخم *S.cerealella* (N_1) و تخم *E.kuehniella* (N_2) بوسیله لارو سن اول *C.carnea* ملاحظه می‌شود:

جدول ۵- تعداد مورد تغذیه از تخم بید غلات و تخم بید آرد بوسیله لارو سن اول *C.carnea*.

N۱ = تعداد تخم بید غلات و N_2 = تعداد تخم بید آرد در دسترس قرار داده شده. N_1Fed = تعداد تغذیه شده از تخم بید غلات، N_2Fed = تعداد تغذیه شده از تخم بید آرد

Table 5- Number of eggs of *S.cerealella* and *E.kuehniella* fed upon by *C. carnea*. N_1= number of eggs of *S.cerealella*, N_2= number of eggs of *E.kuehniella* available. N_1fed/N_2fed= number of eggs of these two preys fed upon.

S.E.	میانگین Average	تعداد تخم مورد تغذیه N_1Fed/N_2Fed					N_1/N_2
4.53 / 3.26	43.4 / 13.4	50 / 8	59 / 24	31 / 3	42 / 17	35 / 15	120 / 360
9.97 / 2.62	43.8 / 9.4	74 / 19	45 / 5	21 / 3	62 / 13	17 / 7	240 / 240
6.90 / 1.86	50 / 9.2	60 / 9	28 / 6	72 / 4	51 / 16	39 / 11	360 / 120

جدول ۶- نسبت مورد تغذیه از تخم بید غلات (N_1) به تخم بید آرد (N_2) بوسیله لارو سن اول *C.carnea*. N_1 = تعداد تخم بید غلات و N_2 = تعداد تخم بید آرد در دسترس قرار داده شده. N_1Fed = تعداد تغذیه شده از تخم بید غلات، N_2Fed = تعداد تخم بید آرد مورد تغذیه

Table 6- Ratio of *S. cerealella* eggs to *E. kuehniella* fed upon by *C. carnea*. N_1= number of eggs of these two preys available. N_1fed/N_2fed= number of eggs fed upon.

نسبت N_1Fed/N_2Fed	میانگین تعداد تخم مورد تغذیه N_1Fed/N_2Fed	نسبت N_1/N_2	N_1/N_2
3.23	43.4 / 13.4	0.33	120 / 360
C= 4.66	43.8 / 9.4	1	240 / 240
5.43	50 / 9.2	3	360 / 120

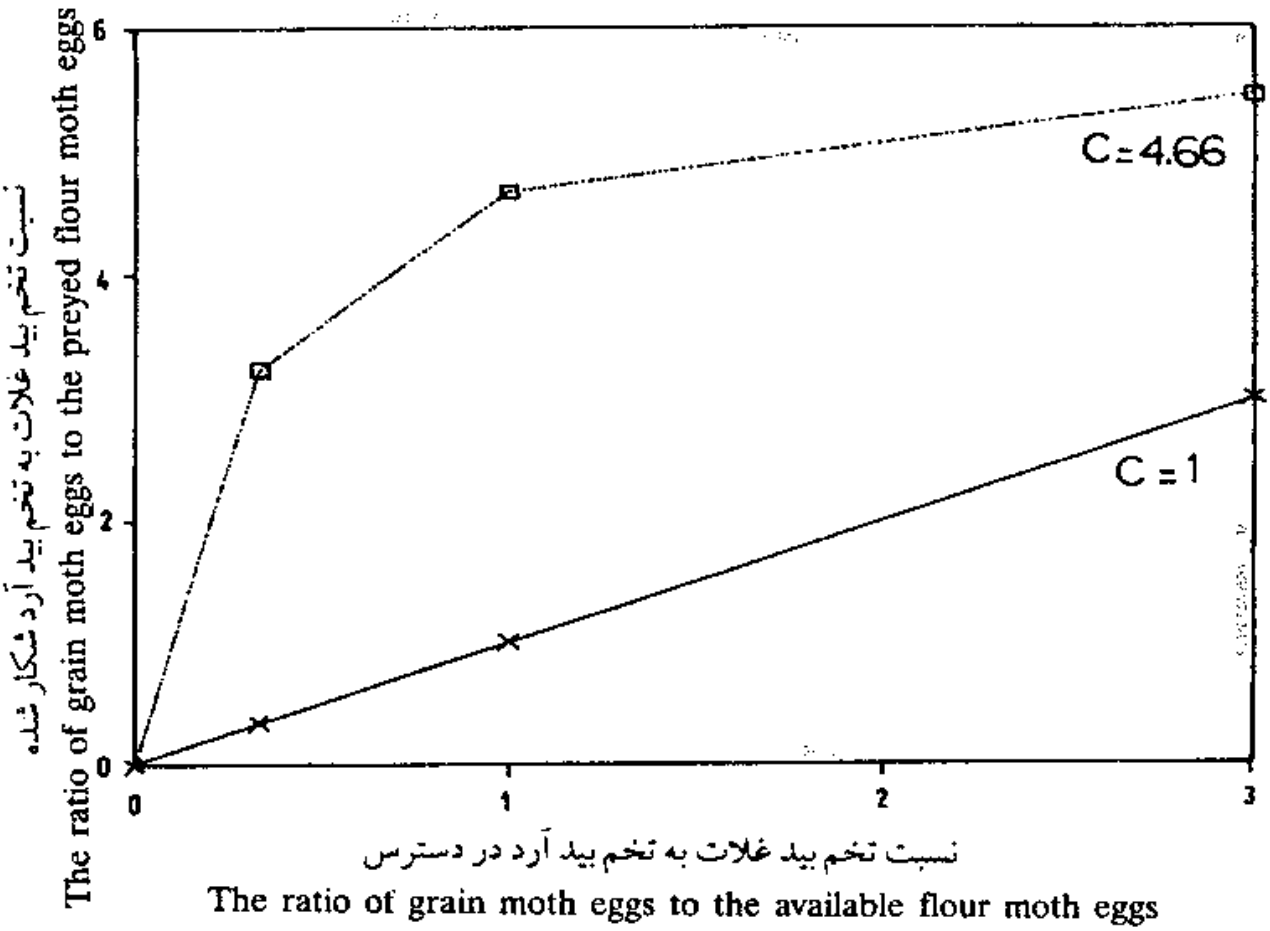
IV- در جدول شماره ۷، درصد تغذیه از تخم بید غلات (N_1) به تخم بید آرد (N_2)، بوسیله لارو سن اول شکارگر *C. carnea* ارائه شده است:

جدول ۷- درصد تغذیه از تخم بید غلات (N_1) به تخم بید آرد (N_2) بوسیله لارو سن اول *C. carnea*
N_1 = درصد تعداد تخم بید غلات و N_2 = درصد تعداد تخم بید آرد در دسترس قرار داده شده.

Table 7- Percentage of *S.cerealella* and *E.kuehniella* fed upon by first instar larvae of *C. carnea*. N_1/N_2= Percentage of these two preys available. N_1fed/N_2fed= Percentage fed upon.

S.E.	میانگین Average	درصد تعداد تخم مورد تغذیه N_1Fed/N_2Fed					N_1/N_2
4.00 / 4.00	77.93 / 22.07	86.2 / 13.8	71 / 29	41.2 / 8.8	71.2 / 28.8	70 / 30	(25/75)
3.00 / 3.00	82.11 / 17.88	79.6 / 20.4	90 / 10	87.5 / 12.5	82.7 / 17.3	70.8 / 29.2	(50/50)
2.99 / 2.99	83.63 / 16.37	87 / 13	82.4 / 17.6	94.7 / 5.3	76 / 24	78 / 22	(75/25)

تجزیه و تحلیل نتایج حاصل مربوط به ترجیح گونهٔ طعمه در مورد تخم بید غلات (*S. cerealella*) و تخم بید آرد (*E. kuehniella*) در تراکم‌های متفاوت توسط لاروّ سن ۱ شکارگر *C. carnea* (جداول ۵ تا ۷) نشان می‌دهد که وقتی از دو طعمه با نسبت مساوی استفاده می‌شود، شکارگر ترجیح مثبتی نسبت به تخم بید غلات از خود نشان می‌دهد (C = ۴/۶۶). شکل ۴، منحنی نسبت‌های مورد انتظار و مشاهده شده برای تغذیهٔ از تخم پروانه‌ها را در حالت no Switch نشان می‌دهد، با وجود ترجیح تخم بید غلات به تخم بید آرد توسط شکارگر، در تراکم‌های بالاتر نوعی گرایش به تخم بید آرد دیده می‌شود و منحنی مربوط به مشاهدات، از منحنی no Switch می‌گذرد. همانطور که در شکل ۵ دیده می‌شود میزان ترجیح برای تخم پروانه بید غلات (C = ۴/۶۶) بیشتر از ترجیح برای تخم پروانه بید آرد (۰/۲۲ = C) است. به عبارت دیگر لاروهای سن ۱ شکارگر *C. carnea* نوعی ترجیح مثبت برای تخم پروانه بید غلات از خود نشان می‌دهند.



شکل ۵: میزان تغذیهٔ لارو سن اول بالتوری *C. carnea*، هنگامی که تخم بید غلات و تخم بید آرد در تراکم‌های مختلف به کار رفت.

Fig 5- Predatism of first larval instar of *C. carnea* when eggs of *S. cerealella* and *E. kuehniella* were offered in combination in different proportions.

تشکر و سپاسگزاری

بدینوسیله از کمکهای ذیقیمت آقای دکتر جلیل حاجی‌زاده و آقای مهندس بهرام ایمانی در تهیه این مقاله صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

Jour. Ent. Soc. Iran

Vol. 16 & 17, March 1998

Host species and host stage preference by predator larvae *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae)

A. MIRABZADEH[1], A. SAHRAGARD[2], M.S. MOSSADDEGH[3], M. AZEMA[1]

Keywords: Host species, Host stage, Preference, Predator, Larval stage, *Chrysoperla carnea*

SUMMARY

Preference of third larval stage of Green Lacewing, *Chrysoptera carnea* to four species of aphids such as *Brevicoryne brassicae*, *Pterochloroides persicae*, *Uroleucon cichorii* and *Aphis nerii* were evaluated. Results showed that predator larvae highly prefered *Aphis nerii* and *Brevicoryne brassicae*, respectively, and two other aphids are less important in predator feeding habits.

In relation to host stage preference, third larval stage of *C.carnea* was used on second and last larval stage of *Aphis craccivora*, and results indicated that predator larvae has positive switching to second stage of aphid.

Preference of first instar larvae of *C.carnea* to eggs of *Ephestia kuehniella* and *Sitotroga cerealella* were also evaluated. Experiments showed that predator larvae

1- Iranian Research Organizatoin for Science and Technology Tehran/Iran.

2- Guilan University, Rasht, Iran.

3- Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

has positive preference to eggs of *Sitotroga cerealella*.

Generally in spite of positive preference of predator larvae to prey stages (*Aphis craccivora*) and eggs of *Sitotroga cerealella*, there was no dominant switching behaviour to the amount of prey consumption by the predator.

REFERENCES

CHESSON, P.L. 1984: Variable predators and switching behaviour. *Theoretical Population Biology*, 26: 1-26.

CLARKE, B.C. 1962: Balanced polymorphism and the diversity of sympatric species. in "Taxonomy and geography (ed. D. Nichols). Systematics association publication no. 4, Systematics Association. Oxford: 47-76."

COOK, R.M. & B.J. COCKERELL, 1978: Predator ingestion rate and its bearing on feeding time and the theory of optimal diets. *Journal of Animal Ecology*. 47: 529-78.

CORNELL, H. & D., PIMENTEL, 1978: Switching in the parasitoid *Nasonia vitripennis* and its effect on host competition. *Ecology*. 59: 297-308.

HASSELL, M.P., 1978: The dynamics of arthropod predator-prey systems. *Monographs in Population Biology*. 13, Princeton University press, Princeton.

LAWTON, J.H., J.R. BEDDINGTON, & R. BONSER, 1974: Switching in invertebrate predators. in "Ecological Stability (eds. M.B. Usher & M.H. Wiliamson), Chapman & Hall. London, 141-158."

MACKAUER, M. 1990: Host discrimination and larval competition in solitary endoparasitoids. in "Critical Issues in biological control (eds. M. Mackauer, L.E. Ehler & J. Roland). Intercept, Andover, 14-62."

MURDOCH, W.W. 1969: Switching in general predators: experiments on

predator specificity and stability of prey populations. *Ecological Monographs*. 39: 335-354.

MURDOCH, W.W. 1990: The relevance of pest-enemy models to biological control. in "Critical Issues in Biological Control (eds. M. Mackauer, L.E, Ehler and J. Roland). Intercept, Andover, 1-24."

SAHRAGARD, A. 1989: Biological studies on *Dicondylus indianus* with special reference to its foraging behaviour. Ph. D. Thesis. Wales University, U.K. 297pp.

SHERRATT, T.N. & I.F. HARVEY, 1993: Frequency-dependent food selection by arthropods: A review. *Bio. Jour. Linn. Soc.*, 48: 167-186.

VARLEY, G.C. & G.R. GRADWELL, 1970: Recent advances in insect population dynamics. *Ann. Rev. Ent.*, 15: 1-24.

VARLEY, G.C., G.R. GRADWELL, & M.P. HASSELL, 1973: Insect population ecology: An analytical approach. Blackwell, Oxford.

VET, L.E.M. & J.J.M. VAN ALPHEN, 1985: A comparative functional approach to the host detection behaviour of parasitic wasps. I.A. qualitative study on Eucoilidae and Alysiinae. *Oikos*, 44: 478-486.