

اثرات شکارگری مرکب مگس شکارگر (*Episyrphus balteatus* (Dip., Syrphidae) و کفشدوزک (*Hippodamia variegata* (Col., Coccinellidae) روی جمعیت *Aphis gossypii* (Hem., Aphididae)

فائزه طاوسی اجود^{۱*}، حسین مددی^۲، بابک قرالی^۳، مجید کزازی^۲

- ۱- دانش آموخته حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان
- ۲- استادیار حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان
- ۳- استادیار حشره‌شناسی کشاورزی، بخش گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین

چکیده

گرچه در اغلب موارد گیاه‌خواران با انواع مختلفی از شکارگرها مواجه‌اند، اما بسیاری از مطالعات آزمایشگاهی به اثرات شکارگری فردی تاکید کرده‌اند. اثرات انواع مختلف شکارگرها ممکن است به شکل پیچیده‌ای بر جمعیت طعمه تاثیرگذارد. برای درک اثر کاربرد مضاعف شکارگرها بر نرخ مصرف آن‌ها، به ارزیابی برهم کنش شکارگری درون رسته‌ای بین لارو سن سوم مگس شکارگر *Episyrphus balteatus* De Geer و لاروهای سنین دوم و سوم کفشدوزک *Hippodamia variegata* Goeze بر شته *Aphis gossypii* Glover در شرایط زیستگاه کوچک روی گیاهچه‌های فلفل دلمه‌ای پرداخته شد. تمامی مراحل پرورش و آزمایش در اتاقک رشد (دمای 22 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 10 ± 60 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) انجام گرفت. تیمارها شامل استفاده انفرادی از لارو سن سوم *E. balteatus*، لاروهای سنین دوم و سوم کفشدوزک *H. variegata*، کاربرد توأم آن‌ها و تیمار شاهد (بدون حضور شکارگران) بود. تمام تیمارها دارای ۱۰ تکرار بودند. مقادیر مشاهده‌شده و مورد انتظار شته جالیز خورده شده در هر تیمار محاسبه گردید. مقایسه این مقادیر و کمتر بودن نسبت‌های مشاهده شده مشخص می‌نماید که خطر شکار شدن شته جالیز در تیمارهای کاربرد هم‌زمان دو شکارگر کمتر از وضعیت کاربرد انفرادی آن‌هاست. در بیشتر موارد، در شرایط آزمایشی لارو سن سوم سیرفید به‌تنهایی نسبت به دیگر مراحل زندگی کفشدوزک *H. variegata* و وضعیت توأم با لارو کفشدوزک بهتر عمل نمود.

واژه‌های کلیدی: شکارگری درون‌رسته‌ای، اثرات شکارگری مضاعف، *Aphis gossypii*، *Hippodamia variegata*، *Episyrphus balteatus*

*نویسنده رابط، پست الکترونیکی: faezetavoosi@gmail.com

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

مقدمه

در سیستم‌های کشاورزی، شناخت برهم‌کنش‌های شبکه‌های غذایی اغلب به دلیل پیچیدگی ارتباطات سطوح غذایی و تعداد گونه‌های درگیر محدود است. برهم‌کنش‌های متعددی در طبیعت شناخته شده که در این میان به برهم‌کنش‌های بینابین و ترکیبی نظیر پدیده شکارگری درون رسته‌ای¹ (IGP) می‌توان اشاره نمود (Polis *et al.*, 1989). آغاز مباحث در این زمینه به مقالات ارایه شده توسط Polis و همکاران برمی‌گردد (Polis *et al.*, 1989) و از هنگامی که مشخص شده IGP به هیچ عنوان یک پدیده نادر در شبکه‌های غذایی نیست، تئوری‌های بیان شده در این زمینه به صورت قابل توجهی افزایش یافته‌اند (Janssen *et al.*, 2006). از منظر واژه‌شناسی می‌توان چنین بیان نمود که گیلد یا رسته به تمام موجوداتی گفته می‌شود که در کسب منابع غذایی یکسانی سهیم‌اند و به طریق یکسان یا متفاوتی از منبع غذایی مذکور بهره‌برداری می‌کنند. شکارگری درون رسته‌ای در واقع تلفیقی از رقابت و شکارگری است (Polis *et al.*, 1989). شکارگری درون رسته‌ای گونه‌هایی که از منابع یکسان و محدود استفاده می‌کنند یکدیگر را کشته و از هم تغذیه می‌کنند (Noia *et al.*, 1989; Polis *et al.*, 2008). در برهم‌کنش‌های شکارگری درون رسته‌ای حداقل سه گونه شرکت دارند که شامل یک شکارگر درون‌رسته‌ای²، یک شکار درون‌رسته‌ای³ و حشره گیاه‌خوار یا طعمه مشترک بین دو شکارگر⁴ است (Janssen *et al.*, 2007).

پدیده IGP را می‌توان بر اساس تقارن یا عدم تقارن طبقه‌بندی کرد، حالت نامتقارن این پدیده وقتی روی می‌دهد که یک گونه (برای مثال گونه A) همواره از گونه B تغذیه کند. در مقابل IGP متقارن وقتی روی می‌دهد که گونه‌های A و B از همدیگر تغذیه می‌کنند (Polis *et al.*, 1989).

از عوامل موثر در شکارگری درون‌رسته‌ای می‌توان به روابط و پیچیدگی شبکه‌های غذایی، رفتار تعویض طعمه شکارگرها، ناهمگونی فضایی، رفتار ضدشکارگری و ساختار جنسی و مرحله حساس به شکار شدن (Holt & Polis, 1997)، اندازه بدن، تخصص شکار، حرکت و جای‌جایی شکارگر (Lucas *et al.*, 2002) اشاره نمود. البته Janssen و همکاران مقیاس‌های زمانی و فضایی، پیچیدگی زیستگاه و شبکه غذایی را به این عوامل افزوده‌اند (Janssen *et al.*, 2006). در واقع اثرات شکارگری درون رسته‌ای وابسته به ساختار رسته و پویایی‌های آن دارد، که متاثر از عوامل درون رسته‌ای (برهم‌کنش بین اعضاء رسته)، عوامل مربوط به شکار IGP (اندازه، وضعیت محل، سن و سایر ویژگی‌های مربوط به کلنی)، وضعیت گیاه (ارتفاع، فنولوژی، دفاع و...)، ویژگی‌های دشمنان طبیعی در راسته بالاتر، عوامل غیرزیستی (عوامل آشفته‌کننده)، و نیز آستانه اقتصادی آفت و نوع کاربرد عوامل بیولوژیک دارد (Lucas, 2005).

از منظر کاربردی، شکارگری درون رسته‌ای دارای اثرات مهمی در کنترل بیولوژیک آفات است. استفاده از یک دشمن طبیعی در مقایسه با چندین عامل مفید در کنترل بیولوژیک به دلیل احتمال برهم‌کنش‌های آنتاگونیستی بین شکارگرها (مثل IGP و هم‌خواری) می‌تواند منجر به کاهش پتانسیل کنترل اثرات بالا به پایین⁵ روی آفت گردد. همچنین، مدارک گسترده‌ای وجود دارد که کاربرد توام دشمنان طبیعی به دلیل بروز اثرات آنتاگونیستی روی فعالیت جستجوگری یکدیگر، نسبت به مواردی که یک یا تعداد کمی دشمن طبیعی به کار می‌رود، کارایی کمتری دارد. البته، جنبه مثبت قضیه این است که کاربرد چند دشمن طبیعی به صورت توام کنترل بالا به پایین قوی‌تری روی آفات اعمال می‌کند (Mullera & Brodeur, 2005).

1- Intraguild predation
2- IG- predator
3- IG- prey
4- Extraguild prey
5- Top- down

2002). کلید فهم این‌که چه موقع و کجا کاربرد توام دشمنان طبیعی، کنترل جمعیت آفت را کاهش و یا بهبود می‌بخشد، احتمالاً به افراد درگیر و قدرت برهم‌کنش‌های بین افراد بر می‌گردد (Janssen et al., 2007). هرچند در بررسی جامعی که در مورد اثر پدیده شکارگری درون رسته‌ای بر کارایی کنترل بیولوژیک انجام گردیده، مشاهده شده است که IGP به‌طور معمول کنترل بیولوژیک را مختل نمی‌کند (Janssen et al., 2006).

نظیر اغلب مجموعه‌های بی‌مهرگان، جوامع شته‌خوارها بسیار غنی هستند و احتمال می‌رود بسیاری از انواع مختلف برهم‌کنش‌ها بین شکارگرها، پارازیتوئیدها و نیز بیمارگرهای خاص شته‌ها رخ دهد (Muller & Brodeur, 2002). البته، به‌دلیل طبیعت زودگذر و موقت کلنی شته‌ها و تعداد عظیم گونه‌های شته‌خوار، آگاهی از برهم‌کنش‌های مستقیم و غیرمستقیم با پیچیدگی‌هایی همراه است (Lucas, 2005). در سیستم‌های شته‌خواری که شکارگرهای بسیاری برای کسب یک شکار مشخص با هم رقابت می‌کنند، ممکن است برهم‌کنش‌هایی نظیر IGP رخ دهد (Lucas, 2005). چنین برهم‌کنشی می‌تواند کنترل جمعیت آفت را مختل نماید (Gardiner & Landis, 2007). تمام موجوداتی که از شته‌ها تغذیه می‌کنند به یک رسته تعلق دارند و اغلب دشمنان طبیعی در این سیستم، برهم‌کنش‌های نامتقارن دارند. زیرا تفاوت در اندازه بدن، راهبرد تغذیه و نیز اثرات حق تقدم (تناوب و زمان حمله، دوره‌های رشد و نمو لاروی، مدت زمان تسخیر تا کشتن شکار) در گروه‌های متفاوت دشمنان طبیعی شته‌ها وجود دارد. در بین دشمنان طبیعی شته‌ها، شکارگرها به‌عنوان گروه دشمنان طبیعی برتر شناخته شده‌اند (Muller & Brodeur, 2002).

با توجه به اهمیت شته جالیز و نقش مهم مگس سیرفید *E. balteatus* و کفشدوزک *H. variegata* در کنترل بیولوژیک آن، اقدام به بررسی و شناخت پدیده IGP بین دو شکارگر مذکور در شرایط نیمه طبیعی گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری‌ها از اردیبهشت تا شهریورماه سال ۱۳۹۰ از مزارع یونجه واقع در منطقه دستجرد و باغات زردآلوی عباس‌آباد همدان و شهرستان دورود انجام شد و نمونه‌ها در ظروف تهویه‌دار به آزمایشگاه منتقل شدند. برای پرورش کفشدوزک *H. variegata*، ابتدا حشرات بالغ در دسته‌های هفت جفتی در پتری‌های تهویه‌دار به قطر ۸ سانتی‌متر قرار داده شدند، سپس جهت تامین رژیم غذایی شکارگر از شته جالیز استفاده شد و از گرده گل کلزا و پنبه آغشته به آب‌قند ۳۰٪ جهت تغذیه مکمل و تامین رطوبت استفاده شد. برای جمع‌آوری تخم‌ها، کف پتری‌ها با کاغذهای چین‌دار پوشانده شد. در بررسی‌هایی که هر ۱۲ ساعت یک‌بار انجام می‌شد، تخم‌های گذاشته شده به‌صورت انفرادی به پتری‌های جدید منتقل شدند. زمانی که تخم‌ها تفریخ شدند، برای تغذیه لاروهای جوان از همان رژیم غذایی والدین استفاده شد و محتویات هر پتری به‌صورت روزانه تعویض گردید. این عمل به‌مدت سه نسل ادامه یافت.

تخم و لاروهای مگس شکارگر *E. balteatus* نیز همراه با برگ‌های آلوده به شته *Hyalopterus arundini* Fabr. جمع‌آوری و درون ظروف قابل تهویه به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه هر یک از لاروها در یک پتری تهویه‌دار به قطر ۸ سانتی‌متر قرار داده شدند. کف پتری‌ها با پنبه و دستمال کاغذی مرطوب پوشیده شد. روزانه جهت تغذیه لاروها از دیسک برگی لفل آلوده به شته جالیز استفاده گردید. تعداد شته‌هایی که روزانه به لاروها داده شد بستگی به مرحله رشدی آن‌ها داشت. پس از تبدیل شدن لاروها به شفیره، شفیره‌های حاصله به‌داخل قفسی به ابعاد ۶۰×۶۰×۳۰ سانتی‌متر انتقال یافت.

به منظور تغذیه حشرات کامل در کف قفس از آب، پنبه آغشته به محلول آب عسل ۳۰٪، گرده کلزا و گل های بریده شده همیشه بهار استفاده شد. با توجه به شرایط، گرده، آب و آب عسل هر دو تا سه روز یکبار با مواد تازه تعویض گردید. برای تحریک تخم ریزی حشرات ماده از گیاهیچه فلفل که آلوده به شته جالیز بود به مدت حدود ۱۲ ساعت در اختیار ماده های آماده تخم ریزی قرار داده شد. تخم های گذاشته شده طی مدت معین به طور انفرادی در داخل پتری و در شرایط مشابه پرورش نگهداری شد.

آزمایش انجام شده دارای شش تیمار شامل استفاده انفرادی از لارو سن سوم *E. balteatus*، لاروهای سنین دوم و سوم کفشدوزک *H. variegata*، لارو سن سوم کفشدوزک به همراه لارو سن سوم مگس سیرفید و در آخر لارو سن دوم کفشدوزک به همراه لارو سن سوم مگس سیرفید بود. تیمار شاهد نیز بدون شکارگر در نظر گرفته شد. در تمامی تیمارها از ۱۰۰ عدد پوره دو روزه شته جالیز به عنوان طعمه استفاده شد. هر یک از تیمارها دارای ۱۰ تکرار و واحدهای آزمایش گیاهیچه های ۵-۴ برگی فلفل دلمه ای رقم انزادان هلندی بود. واحدهای آزمایشی برای مدت سه روز در داخل اتاقک رشد قرار داده شدند. قبل از انجام هر آزمایش، به جهت استاندارد شدن وضعیت گرسنگی، لاروهای کفشدوزک به مدت شش ساعت و لارو سیرفید سه ساعت بدون حضور شکار نگهداری شدند. تمامی مراحل آزمایش و پرورش حشرات در اتاقک رشد در دمای 22 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت 60 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

بعد از انجام آزمون های برهم کنش شکارگری درون رسته ای و ثبت اطلاعات مربوط به تعداد شته کشته شده و تلفات طبیعی، ابتدا با استفاده از تست شاپیرو- ویلکاکسون^۱ وضعیت نرمال بودن داده های حاصل بررسی شد و پس از اطمینان از نرمال بودن و یکنواختی واریانس آن ها اقدام به انجام تجزیه واریانس گردید. در صورت معنی دار بودن آزمون تجزیه واریانس از آزمون مقایسه میانگین دانکن با استفاده از نرم افزار SAS جهت رتبه بندی تیمارها استفاده شد (نرم افزار SAS Institute Inc. 1999).

دو مدل با در نظر داشتن اثرات ترکیبی دو شکارگر بر جمعیت شکار، برای برآورد نرخ مصرف مورد انتظار در وضعیت کاربرد توام شکارگرها ارایه شده است (اقتباس از Soluk, 1993).

$$C = N(p_a + p_b) \quad \text{معادله (۱)}$$

$$C = N(p_a + p_b - p_a p_b) \quad \text{معادله (۲)}$$

در مدل های ارایه شده C به عنوان نرخ مصرف مورد انتظار در وضعیت کاربرد توام، N تراکم اولیه شکار، p_a و p_b به ترتیب احتمال شکار توسط شکارگر A و B در وضعیت کاربرد انفرادی است. در معادله (۱) احتمال تسخیر شکار توسط هر یک از شکارگرها مستقل فرض می شود. به عبارت دیگر تسخیر شکار توسط شکارگر A هیچ تاثیری بر احتمال شکار توسط شکارگر B ندارد. در حالی که در معادله ۲ محدودیت جمعیت و عدم استقلال در احتمال تسخیر شکار در نظر گرفته شده است (تسخیر شکار توسط یک شکارگر، احتمال تسخیر توسط دیگری را کم می کند)، به همین دلیل این مدل به عنوان مدل جامع تر مورد تاکید قرار گرفته است (Soluk, 1993).

با به‌دست‌آوردن نرخ مصرف مورد انتظار (C یا P_{Both}) و سپس قیاس آن با نرخ مصرف واقعی (O_{Both}) سه حالت فرض شده است، اگر این دو مقدار با هم برابر باشند، در وضعیت کاربرد توام، شکارگرها اثر افزایشی داشته‌اند و خطر شکار شدن افزایشی است، در صورتی‌که O_{Both} بیشتر باشد این اثر تقویت^۱ و اگر P_{Both} بیشتر باشد، تاثیر شکارگرها در وضعیت کاربرد توام کاهش یافته است و خطر کمتری شکار را تهدید می‌کند (Hosseini et al., 2010).

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده نشان داد کاهش جمعیت شته جالیز، ۷۲ ساعت پس از حضور شکارگرها روی گیاه میزبان و در شرایط نیمه‌طبیعی در تیمار حضور لارو سن سوم *E. balteatus* به‌تنهایی بیشتر از سایر تیمارها بود ($P < 0.0001$)، (جدول ۱). تیمار مذکور اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دارای لارو سن سوم *H. variegata* در وضعیت کاربرد به‌تنهایی و توام نداشت اما با تیمارهای حضور لارو سن دوم *H. variegata* در حالت کاربرد توام و انفرادی اختلاف معنی‌داری نشان داد. این نتایج موید اثرات مثبت و منفی استفاده توام از شکارگرها در کاهش جمعیت شکار است.

جدول ۱- میانگین \pm استاندارد تعداد شته جالیز شکار شده در تیمارهای مختلف شکارگران (*H. variegata* و *E. balteatus*)

Table 1- Number of killed aphids at the various treatments (*E. balteatus* & *H. variegata*) (Mean \pm SE)

Treatment	Replication	Mean \pm SE
<i>E. balteatus</i> (L ₃)	10	93.400 \pm 1.47 ^a
<i>H. variegata</i> (L ₃)	10	92.400 \pm 0.88 ^a
<i>E. balteatus</i> (L ₃)+ <i>H. variegata</i> (L ₃)	10	91.500 \pm 1.44 ^a
<i>E. balteatus</i> (L ₃)+ <i>H. variegata</i> (L ₂)	10	81.700 \pm 1.71 ^b
<i>H. variegata</i> (L ₂)	10	78.500 \pm 1.63 ^b

*Different letter in the same column are significantly different at $p < 0.01$

جدول ۲- مقایسه مقادیر مشاهده شده و مورد انتظار شته جالیز شکار شده و تاثیر شکارگرها (*H. variegata* و *E. balteatus*) در وضعیت توام

Table 2- Comparison of the expected and observed proportions of killed aphid and effect of Predator (*H. variegata* & *E. balteatus*) in combined situations

Treatment	Observed proportion	Expected proportion	Effect of treatment
<i>E. balteatus</i> (L ₃)+ <i>H. variegata</i> (L ₃)	91.500 ^a	99.49 ^b	Reduction
<i>E. balteatus</i> (L ₃)+ <i>H. variegata</i> (L ₂)	81.700 ^a	99.58 ^b	Reduction

*Different letter in the same column are significantly different at $p < 0.01$

براساس نتایج به‌دست آمده، لارو سن سوم *E. balteatus* عامل بسیار موفقی در کنترل شته جالیز است. هرچند این تیمار نسبت به تیمار لارو سن سوم *H. variegata* به‌تنهایی و نیز کاربرد توام لارو سن سوم سیرفید و کفشدوزک اختلاف معنی‌داری نداشت ولی نتایج و شواهد گویای کارآمدتر بودن لارو سن سوم *E. balteatus* در کوتاه مدت است. لارو سن دوم *E. balteatus* در شرایط مزرعه و آزمایشگاه طی دوره زمانی ۲۴ ساعت، نسبت به لارو سن دوم کفشدوزک *H. axyridis* به‌صورت معنی‌دار شته *Megoura viciae* Buckt بیشتری مصرف می‌نماید. البته در بلند مدت این رابطه حالت عکس می‌یابد و کفشدوزک‌ها کارآمدتر می‌شوند (Alhmedi et al., 2010). از جمله دلایل احتمالی نرخ بالای مصرف شته توسط لارو سیرفید به نحوه تغذیه آن بازمی‌گردد. در طول دوره پرورش و آزمون‌های شکارگری درون رسته‌ای مشاهده شد لاروهای *E. balteatus* به محض برخورد و تسخیر دو الی سه شکار اول، شکار را به‌طور کامل

مصرف کرده و می‌مکند، به طوری که از شته تنها پوسته‌ای مچاله شده باقی می‌ماند. اما وضعیت تغذیه در برخوردهای بعدی لارو سیرفید و شته متفاوت بود و شکارگر شکار را به صورت ناقص مصرف می‌کرد و سپس رها می‌نمود. این درحالی است که لارو *H. variegata* چندین شکار اول خود را حریصانه و به طور کامل مصرف می‌کرد و زمان بیشتری را صرف تغذیه از هر شکار می‌نمود (مشاهدات شخصی). مشاهدات انجام شده با نتایج (Dixon et al., 1997) که بیان داشته‌اند کفشدوزک‌های شته‌خوار تمایل دارند تمام شکار را مصرف کنند و این نحوه تغذیه باعث می‌شود به دلیل سیری مدت طولانی به استراحت بپردازند مطابقت دارد. بنابراین نوع تغذیه لاروهای *E. balteatus* یک امتیاز برای این شکارگر محسوب می‌شود. به عبارت دیگر طی دوره زمانی یکسان، شکارگری که تعداد شکار بیشتری را از پای درآورد موفق‌تر است.

در رابطه با علت کم‌تر بودن اثر کنترلی لارو سن سوم *E. balteatus* در کاربرد توام آن با لارو سن دوم *H. variegata* نسبت به کاربرد لارو سن سوم *E. balteatus* به تنهایی، به نظر می‌رسد این اثر کاهشی با وجود پدیده شکارگری درون‌رسته‌ای بین لارو سن سوم سیرفید و لارو سن دوم کفشدوزک مرتبط باشد. ممکن است رفتار جستجوگری شکارگرها برای یافتن شته جالیز در حضور رقیب شته‌خوار تغییر یافته و مدت زمانی را صرف جستجو و واکنش نسبت به حضور رقیب نمایند. لارو سن دوم *H. variegata* به دلیل اندازه کوچک (طول بدن لاروسوم *E. balteatus* و لارو سن دوم *H. variegata* به ترتیب ۹/۰۵ (Tinkey & Hance, 1998) و ۲/۲۸ میلی‌متر (Rebolledo et al., 2008) است) به شکارگری درون‌رسته‌ای حساس‌تر است و اغلب مورد حمله لارو سیرفید واقع می‌شود. اندازه شکار نقش مهمی در شکارگری دارد و گونه‌های کوچک‌تر به طور معمول مستعد شکار شدن هستند (Lucas et al., 2002). طبق مشاهدات شخصی لارو سن دوم کفشدوزک برای گریز از محدوده عمل شکارگر IG، محل حضور و فعالیت لارو سیرفید را ترک نمود و به سمت قسمت‌های دیگر گیاه و یا دیواره واحد آزمایشی می‌رود و حتی در برخی موارد مشاهده شد که واکنش دفاعی خود را به صورت تراوش مایع قهوه‌ای رنگ از دهان نشان می‌دهد که طبق نظر Hindayana و همکاران این ماده بزاقی سیاه‌رنگ حاوی آلکالوئیدهایی است که علیه لارو *E. balteatus* به عنوان تاکتیک دفاعی به کار رود (Hindayana et al., 2001). بنابراین در شمای کلی و براساس شواهد موجود، شکارگری درون‌رسته‌ای یک طرفه‌ای بین لارو سن سوم *E. balteatus* و لارو سن دوم *H. variegata* وجود دارد، بر همین اساس لارو سن دوم کفشدوزک طعمه IG لارو سیرفید واقع می‌شود.

در رابطه با نتایج حاصل از تیمارهای انفرادی و توام لاروهای سن سوم سیرفید و کفشدوزک نیز شرایط تا حدودی نظیر آنچه ذکر شد می‌باشد. به عبارت دیگر، تغییر جستجوگری و رخداد واکنش‌های گریز، از عوامل مهم در کاهش اثر کنترل آفت در وضعیت کاربرد توام است. در وضعیت توام مشاهده شد لارو *E. balteatus* جهت اجتناب از برخورد با لارو سن سوم *H. variegata* به قسمت‌های دیگری از گیاه می‌رود تا از برخورد با این مرحله زیستی کفشدوزک که از نظر جثه بزرگ‌تر و از نظر قدرت دفاعی کارآمدتر از لارو سن دوم *H. variegata* است اجتناب نماید و از طرفی لارو سن سوم *H. variegata* نیز به دلیل افزایش ابعاد بدن (۴/۰۷ میلی‌متر (Rebolledo et al., 2008)) و نیز تکامل رفتاری، موقعیت خطرناک لارو سن دوم *H. variegata* در پدیده شکارگری درون‌رسته‌ای را ندارد. بنابراین در رابطه با برهم‌کنش‌های لارو سن سوم *E. balteatus* و *H. variegata* اثرات ملموسی از وقوع پدیده شکارگری درون‌رسته‌ای مشاهده نشد که علت آن احتمال می‌رود نرخ بالای مصرف شکارگرها و اجتناب لارو سن سوم سیرفید از برخورد و رویارویی با لارو سن سوم کفشدوزک است.

در رابطه با اثرات شکارگری در وضعیت کاربرد توام بر بقا و مرگ و میر شکار و براساس نتایج آرایه شده در جدول (۲) در وضعیت کاربرد توام شکارگرها، خطر کمتری کلنی شته را تهدید می‌نماید. براساس ارزیابی Sih و همکاران نیز اثرات تقویت در وضعیت کاربرد توام شکارگرها در مطالعات انجام شده خیلی معمول نیست که شاید با واکنش‌های دفاعی شکار مرتبط باشد. در مقابل، اغلب مطالعات یک اثر و خطر کاهش برای شکار در وضعیت کاربرد توام شکارگرها به دست آورده‌اند. خطر کاهش یافته اغلب با واکنش‌های شکارگر-شکارگر شامل IGP و برهم‌کنش‌های رفتاری (تداخل یا اجتناب از شکارگری) که نرخ‌های شکارگری را کاهش می‌دهند، مرتبط است (Sih et al., 1989).

همان‌گونه که اشاره شد، صرفاً برهم‌کنش‌های دوطرفه شکارگرها در وقوع و شدت پدیده شکارگری درون‌رسته‌ای نقش ندارند، بلکه ویژگی‌های شکار نیز در این پدیده دخالت دارد. بنابراین، یکی دیگر از دلایل احتمالی کاهش اثر کنترلی شکارگرها در وضعیت توام، می‌تواند با واکنش دفاعی شته مرتبط باشد. شته‌ها هنگامی که توسط شکارگرها یا پازیتوئیدها مورد حمله قرار می‌گیرند از کورنیکول خود ماده چسبناکی آزاد می‌کنند که این ماده از طریق چسبناک نمودن پاها، شاخک‌ها و قطعات دهانی باعث ایجاد تداخل در فعالیت شکارگر می‌شود و موجب کاهش فشار شکارگری روی شته می‌گردد (Hagen et al., 1999). علاوه بر این مایع به شکل غیرمستقیم نیز به دلیل دارا بودن فرومون هشدار دهنده^۱ سایر شته‌ها را از وجود خطر آگاه می‌نماید (Nault et al., 1973) و در نتیجه احتمال شکارگری را کاهش می‌دهد (Hosseini, 2009). بنابراین انتظار می‌رود در حضور هم‌زمان دو شکارگر و مواجهه بیشتر شته با شکارگرها، تولید این ماده افزایش یافته و شته‌ها پراکنندگی و تهییج بیشتری یابند. در چنین شرایطی تا حدی از دسترس شکارگر خارج شده و کارایی شکارگری کاهش می‌یابد. نتیجه آن‌که در شرایط ایجاد پراکنندگی در کلنی شته‌ها رقابت شکارگرها بر سر منبع مشترک غذایی افزایش می‌یابد و نتیجه این رقابت افزایش احتمال شکارگری درون‌رسته‌ای و کاهش کارایی توام شکارگرها است.

نتایج این پژوهش نشان داد، وقوع پدیده شکارگری درون‌رسته‌ای عامل مهمی است که کارایی دو شکارگر را برای کنترل شته جالیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. از آنجایی که مهم‌ترین پیامد استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک، کنترل آفت همراه با حفظ کیفیت و کمیت محصول است، نتایج پژوهش حاضر با در نظر گرفتن اثرات متقابل شکارگرها پیشنهاد می‌کند در شرایط گلخانه‌ای بهتر است شرایطی فراهم شود که در زمان نیاز به کنترل آفت، از مرحله سوم لاروی *E. balteatus* و *H. variegata* و به صورت جداگانه برای کنترل جمعیت شته جالیز استفاده شود تا اثر منفی شکارگری درون‌رسته‌ای منتفی شده و هزینه‌های مرتبط با برنامه‌های کنترل بیولوژیک کاهش یابد.

References

- Alhmedi, A., Haubruge, E. and Francis, F. 2010. Intraguild interactions and aphid predators: biological efficiency of *Harmonia axyridis* and *Episyrphus balteatus*. *Journal of Applied Entomology*, 134(1): 33-44.
- Dixon, A. F. G., Hemptinne, J. L. and Kindlmann, P. 1997. Effectiveness of ladybirds as biological control agents: patterns and processes. *Entomophaga*, 42: 71-83.
- Gardiner, M. M. and Landis, D. A. 2007. Impact of intraguild predation by adult *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) biological control in cage studies. *Biological Control*, 40: 386-395.

1- Alarm pheromone

- Hagen, K. S., Mills, N. J., Gordh, G. and McMurtry, J. A. 1999.** Terrestrial arthropodpredators of insect and mite pests, pp: 383-503. In Bellows, T. S. and Fisher, T. W. (eds.), Handbook of biological control. San Diego, CA.
- Hindayana, D., Meyhofer, R., Scholz, D. and Poehling, H. 2001.** Intraguild Predation among the Hoverfly *Episyrphus balteatus* de Geer (Diptera: Syrphidae) and other Aphidophagous Predators. Biological Control, 20: 236–246.
- Holt, R. D. and Polis, G. A. 1997.** A theoretical framework for intraguild predation. American Naturalist, 147: 396–423.
- Hosseini, M. 2009.** The effect of host plant quality and aphid alarm pheromone on interactions among the herbivore and its predators. Ph.D dissertation, University of Tehran, pp: 56-66.
- Hosseini, M., Ashouri A., Enkegaard, A., Weisser, W. W., Goldansaz, S. H., Mahalati, M. N. and Sarraf Moayeri, H. R. 2010.** Plant quality effects on intraguild predation between *Orius laevigatus* and *Aphidoletes aphidomyza*. Entomologia experimentalis et Applicata, 135: 208-0216
- Janssen, A., Montserrat, M., Rislambers, R. H., Deroos, A. M., Pallini, A., and Sabelis, M. W. 2006.** Intraguild predation usually does not disrupt biological control. Trophic and guild interactions in biological control, pp: 21–44.
- Janssen, A., Sabelis, M. W., Magalhaes, S., Montserrat, M. and Hammen, T. V. 2007.** Habitat structure affects intraguild predation. Ecology, 88(11): 2713–2719.
- Lucas, E., Gagne, I. and Coderre, D. 2002.** Impact of the arrival of *Harmunia axyridis* on adults of *Coccinella septempunctata* and *Coleomegilla maculate* (Coleoptera: Coccinellidae). European Journal of Entomology, 99: 457- 463.
- Lucas, E. 2005.** Intraguild predation among aphidophagous predators. European Journal of Entomology, 102: 351- 364.
- Mullera, B. C. and Brodeur, J. 2002.** Intraguild predation in biological control and conservation biology. Biological Control, 25: 216–223.
- Nault, L. R., Edwards L. J. and Styler, W. E. 1973.** Aphid alarm pheromones: secretion and reception. Environmental Entomology, 2: 101-105.
- Noia, M., Borges, I. and Onofre Soares, A. 2008.** Intraguild predation between the aphidophagous ladybird beetles *Harmonia axyridis* and *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): The role of intra and extraguild prey densities. Biological Control, 46: 140–146.
- Polis, G. A., Myers, C. A. and Holt, R. D. 1989.** The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 20: 297-330.
- Rebolledo, R., Sheriff, J., Parra, L. and Aguilera, A. 2008.** Life, seasonal cycles, and population fluctuation of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), in the central plain of La Araucanía Region, Chile. Chilean Journal of Agricultural Research, 6: 292-298.
- SAS Institute. 1999.** SAS/Stat user's guide, version 8.02 for windows, Cary, NC.
- Sih, A., Englund, G. and Wooster, D. 1998.** Emergent impacts of multiple predators on prey. Trends in Ecology and Evolution, 13: 350–355.
- Soluk, D. A. 1993.** Multiple predator effects: predicting combined functional response of stream fish and invertebrate predators. Ecology, 74: 219–225.
- Tinkeu, L. N. and Hance, T. 1998.** Functional morphology of the mandibles of the larvae of *Episyrphus balteatus*. International Journal of Insect Morphology and Embryology, 27: 135- 142.

Multiple predation effects of *Episyrphus balteatus* (Dip., Syrphidae) and *Hippodamia variegata* (Col., Coccinellidae) on *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae) population

F. Tavoosi Ajvad^{1*}, H. Madadi², B. Gharali³, M. Kazzazi²

1- Graduated student of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2- Assistant professor of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3- Assistant professor of Agricultural Entomology, Research Center for Agriculture and Natural Resources, Qazvin, Iran

Abstract

Although herbivores often encounter with many predator types, most experimental predation studies have focused on the effects of single predator on its prey. Recent researches have presented new insight about the effects of multiple predators on their preys. The effects of different types of predators may affect the population of prey in a quite complex way. To perceiving the influence of combined usage of predators on consumption ratio, we investigated the intraguild predation (IGP) between 3rd instar larvae of *Episyrphus balteatus* De Geer (Diptera: Syrphidae) with the 2nd and 3rd instar larvae of *Hippodamia variegata* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae) on the sweet pepper seedlings in the presence of 3-days old nymphs of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae). Predator rearing and IGP experiments were carried out under laboratory conditions (22±2°C, 60±10% RH and 16L: 8D photoperiod). The treatments included 2nd and 3rd instar larvae of *H. variegata* and 3rd instar larvae of *E. balteatus* alone, their combinations and control (without predators). All experiments had 10 replicates. The expected and observed proportions of killed aphid were calculated for each treatment. Comparison of these proportions indicated that the probability of aphid predation is reduced in multiple treatments than single usages. In the most cases, the third instar larvae of *E. balteatus* alone were more efficient than *H. variegata* 2nd and 3rd instar larvae both in combined and single situations.

Key Words: Intraguild predation, multiple predator effects, *Episyrphus balteatus*, *Hippodamia variegata*, *Aphis gossypii*

* Corresponding Author, E-mail: faezetavoosi@gmail.com

Received: 29 Jan. 2011- Accepted: 31 Dec. 2012