

بررسی تاثیر الگوی پراکنش و تراکم جمعیت زنبور پارازیتوئید *Anagrus atomus* L. (Hym., Mymaridae) و تاثیر آن بر کارایی جستجوگری زنبور روی تخم زنجرك مو *Arboridia kermanshah* Delabola (Hem., Cicadellidae)

مسعود لطیفیان^{۱*}، ابراهیم سلیمان - نژادیان^۲

۱- موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، اهواز

۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

زنجرك مو (*Arboridia kermanshah* Delabola (Hem., Cicadellidae)) گونه غالب در تاکستان‌های استان اصفهان بوده و فراوان‌ترین دشمن طبیعی آن نیز زنبور *Anagrus atomus* L. می‌باشد. در این پژوهش تاثیر پراکنش زنبور پارازیتوئید روی میزبان درختچه مو و چگونگی تاثیر آن بر رفتار جستجوگری و کارایی زنبور پارازیتوئید در دو تاکستان با تراکم‌های مختلف پارازیتوئید و میزبان مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش به منظور بررسی اثرات تراکم و الگوی پراکنش میزبان و پارازیتوئید در ثبات رابطه پارازیتوئید و میزبان انجام شد. نتایج مقایسه الگوی پراکنش میزبان و پارازیتوئید اختلاف معنی‌داری را بین تراکم تخم و تخم پارازیت‌شده در برگ‌های مختلف بازوی درختچه مو نشان داد. بیشترین تراکم میزبان و پارازیتوئید در بخش میانی بازو بین محل برگ‌های شماره ۷-۱۲ بازو وجود داشت. بنابراین الگوی پراکنش تخم زنجرك مو با تخم پارازیت‌شده همبستگی معنی‌داری نشان داد. نتایج بررسی اثرات تراکم میزبان و پارازیتوئید نشان داد که در نسل اول به دلیل پایین بودن تراکم جمعیت پارازیتوئید کارایی جستجوگری بالا بود. با افزایش تراکم میزبان و متعاقب آن افزایش تجمع زنبور پارازیتوئید پدیده تداخل افزایش یافته و کارایی جستجوگری زنبورهای پارازیتوئید کاهش یافت. در نسل سوم که به تدریج زنبورهای پارازیتوئید به سمت میزبان‌های زمستانه مهاجرت کردند، پدیده تداخل نیز کاهش یافته و کارایی جستجوگری افزایش یافت. ضریب تداخل (m) در شرایط کم بودن نسبت جمعیت پارازیتوئید به میزبان پایین بود و به همین دلیل کارایی جستجوگری زنبور پارازیتوئید در چنین حالتی و در طی فصل همواره پایین بود. از طرف دیگر، در شرایط زیاد بودن نسبت جمعیت پارازیتوئید به میزبان مقدار m (ضریب تداخل) به Q (ضریب ثابت جستجو) نزدیک‌تر شد.

واژه‌های کلیدی: زنجرك مو، *Anagrus atomus* الگوی پراکنش، کارایی جستجوگری

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: masoudlatifian@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله (۸۸/۳/۱۶) - تاریخ پذیرش مقاله (۸۸/۹/۱۰)



مقدمه

گونه غالب زنجرك‌مو در تاركستان‌هاى استان اصفهان *Arboridia kermanshah Delabola* بود (Latifian et al., 2004) و فراوان‌ترين دشمن طبيعى آن در اين منطقه زنبور *Anagrus atomus* L. مى‌باشد (Hesami et al., 2004). زنجرك‌ها الگوى پراكش خاصى در ارتفاعات مختلف گياه ميزبان دارند (Andrewartha & Birch, 1954). پراكش فضايى در تعيين روش مناسب نمونه‌بردارى، بررسى ديناميسم جمعيت و روابط متقابل ميزبان-پارازيتوئيد و در نتيجه كنترل بيولوژيك حايز اهميت است. به‌عنوان مثال مى‌توان با عدم سم‌پاشى محل‌هاى كه پارازيتوئيد فعاليت بيشترى دارد، جمعيت آن‌را حمايت و حفظ نمود (Andrewartha & Birch, 1954; Chich & Wen, 2000). مراحل مختلف رشد زنجرك‌مو بيشتر در قسمت‌هاى وسطى اندام درختچه مو فعال بوده و قسمت‌هاى پايينى و بالاى به‌ترتيب در اولويت‌هاى بعدى قرار دارند (Latifian et al., 2005). زنبور پارازيتوئيد *Anagrus epos* L. پارازيتوئيد تخم دو نوع زنجرك‌مو به‌نام‌هاى *Erythroneura elegantul* Osborn و *E. variables* Osborn مى‌باشد. نوع زيست‌خوان¹ بر تراكم هر يك از اين دو گونه زنجرك و كارايى زنبور پارازيتوئيد مؤثر است (Settele & Wilson 1999). دو گونه زنجرك به‌نام‌هاى *Idioscopus nireosparus* L. و *I. ealis* L. روى انبه فعال بوده كه نسبت پراكش گونه اول به گونه دوم در ارتفاعات متفاوت مختلف بوده و الگوى پراكش هر گونه زنجرك بر نحوه پراكش دشمنان طبيعى آن نيز مؤثر مى‌باشد (Chich & Wen, 2000).

طى مطالعه‌اى كه روى زنجرك *Erythroneura elegans* Osborn انجام شد، مشخص گرديد كه الگوى پراكش زنبور پارازيتوئيد تخم اين حشره بنام *A. epos* و عنكبوت‌هاى شكارگر پوره به‌ترتيب با نحوه پراكش تخم و پوره‌هاى زنجرك در قسمت‌هاى مختلف اندام درختچه مو همبستگى دارد (Vidano & Arzone, 1987). الگوهاى متفاوتى پيرامون نحوه پراكش تخم‌هاى زنجرك‌مو *Empoasca vitis* L. در طول بازو (Vidano & Arzone, 1987) و زنجرك *E. fabae* L. (Simonet & Pienkowski, 1977) روى يونجه ارايه گرديده است.

زنجرك *Prokelisia marginata* L. توسط زنبور پارازيتوئيد *A. delicatus* L. پارازيته مى‌گردد. مطالعات نشان داده است كه يك رابطه وابسته به تراكم بين تعداد تخم ميزبان و درصد پارازيتيسم در برگ‌هاى مو در مناطق مختلف جغرافيايى وجود دارد. عوامل مختلفى در كارايى جستجوگرى و واكنش وابسته به تراكم اين پارازيتوئيد مؤثر بوده است كه در ميان آن‌ها به فعاليت دوره‌اى رشد گياه ميزبان اشاره شده است (Cornin & Strong, 1999). زنبور پارازيتوئيد *A. columbi* L. نيز مانند *A. epos* با الگوهاى مشابهى زنجرك *P. marginata* را مورد حمله قرار مى‌دهد (Cornin, 2002).

كارايى جستجوگرى زنبور پارازيتوئيد ثابت نبوده بلكه تحت تاثير تغييرات تراكم انگل و ميزبان تغيير مى‌كند. همچنين مشخص شد كه بين تراكم پارازيتوئيد و كارايى جستجوگرى آن يك رابطه خطى وجود دارد. بدين ترتيب كه با افزايش تراكم پارازيتوئيد كارايى آن كاهش مى‌يابد (Andrewartha & Birch, 1954).

با توجه به اهميت پراكش ميزبان و پارازيتوئيد و نقش آن در كاهش جمعيت ميزبان چگونگى تاثير اين رابطه بر كارايى جستجوگرى زنبور پارازيتوئيد روى زنجرك مو *A. Kermanshah* بررسى گرديد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۷۶ در تاکستان‌های دانشگاه صنعتی اصفهان (واقع در شمال شهر) و ذوب آهن اصفهان (واقع در غرب شهر) با سیستم کاشت پاجراگی انجام گرفت. برای نمونه‌برداری در هر تاکستان به پنج درختچه مو و از هر درختچه یک بازوی^۱ بلند به صورت تصادفی انتخاب و از هر بازو ۲۰ برگ از پایین به بالا در ارتفاعات مختلف برداشته شد و با شماره‌های ۱ تا ۲۰ مشخص گردید (Vidano *et al.*, 1987; Vidano & Arzone, 1987; Simonet & Pienkowski, 1977). سپس تخم‌های موجود در هر یک از این برگ‌ها شمارش شد. این بررسی‌ها به صورت هفتگی از اواخر خرداد تا اوایل مرداد به مدت شش هفته و در طول نسل دوم که مصادف با اوج فعالیت زنجرک‌مو در طول سال (Latifian *et al.*, 2004) می‌باشد، انجام گردید. برای این منظور و برای جلوگیری از اثرات هرس برگ بر نحوه پراکنش، هر هفته از شاخه جدیدی از همان درختچه به صورت تصادفی نمونه‌برداری گردید. علاوه بر این برای مطالعه تغییرات فصلی میزان تراکم تخم زنجرک مو، به عنوان جمعیت میزبان، در یک هکتار از هر کدام از تاکستان‌های واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان و منطقه ذوب آهن به طور هفتگی از فروردین تا آبان‌ماه ۱۰ درختچه مو به صورت تصادفی انتخاب و از هر درختچه سه برگ به عنوان یک واحد نمونه‌برداری از نواحی پایین، وسط و بالا در طول فصل زراعی نمونه‌برداری شد. تخم‌های زنجرک‌مو به صورت برجستگی لوبیایی شکل در سطح برگ قابل رویت می‌باشند (Latifian *et al.*, 2004) و به همین روش تراکم آن‌ها به کمک استریومیکروسکوپ شمارش و ثبت گردید. تخم‌های پارازیت‌شده پس از مدتی سیاه شده و به سادگی از تخم‌های سالم قابل تفکیک هستند. حشرات کامل زنبور پارازیتوید هنگام خروج سوراخ گردی در یک طرف تخم ایجاد می‌کنند. این تخم‌های سوراخ‌شده و سیاه‌رنگ تا مدتی روی برگ‌های مو باقی مانده و به عنوان نمادی از خروج حشرات کامل زنبور پارازیتوید در مشخص کردن تغییرات فصلی تراکم جمعیت زنبور پارازیتوید مورد استفاده قرار گرفتند. جهت مطالعه تغییرات فصلی تراکم پوره زنجرک‌مو از نمونه‌برداری مشابه تخم استفاده شد. قبل از چیدن سه برگ پوره‌های موجود در سطح آن‌ها به کمک لوپ دستی و بر اساس میزان گسترش بال روی شکم (Latifian *et al.*, 2004) به تفکیک برای سنین مختلف ثبت گردیدند. تفاوت بین پراکنش جمعیت در ارتفاعات مختلف بوته مو به روش تجزیه واریانس یک‌طرفه^۲ مورد بررسی قرار گرفته و میانگین‌ها مورد مقایسه قرار گرفت. روابط میان پراکنش مراحل رشدی میزبان و پارازیتوید به طریق آنالیز همبستگی^۳ و از روش کندال^۴ مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به این که هر چه توزیع فضایی جمعیت موجودی تجمع‌ی‌تر شود، ضریب تغییرات میانگین بیشتر می‌شود، در این مطالعه از رگرسیون خطی ساده میان میانگین ازدحام^۵ x^* با میانگین تراکم نسبی جمعیت نمونه‌برداری \bar{x} استفاده گردید. مقدار x^* به کمک رابطه (۱) محاسبه شد:

$$x^* = \bar{x} + \left(\frac{s^2}{\bar{x}}\right) - 1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

۱- در شکل شناسی درختچه مو به هریک از شاخه‌های اصلی که از تنه منشعب می‌شود یک دستک یا بازو می‌گویند.

2- ANOVA

3- Correlation analysis

4- Kendall

5- Mean of crowding

برای برآورد چگونگی پراکنش میزبان و پارازیتوئید مطابق روش آیوآو (Iwao, 1968) از رابطه رگرسیون خطی ساده به شرح زیر استفاده گردید.

$$x^* = \alpha + \beta \bar{x} \quad \text{رابطه (۲)}$$

نحوه پراکنش میزبان و پارازیتوئید با استفاده از β بصورت زیر برآورد گردید (Iwao 1968):

$$\beta > 1 \Rightarrow \text{پراکنش تجمعی}$$

$$\beta < 1 \Rightarrow \text{پراکنش یکنواخت}$$

$$\beta = 1 \Rightarrow \text{پراکنش تصادفی}$$

کارایی جستجوگری به عنوان شاخصی جهت ارزیابی میزان جستجوگری پارازیتوئید به کار برده می شود. مقدار این عامل با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Cornin & Strong, 1999).

$$a = \frac{1}{P} \log \frac{N}{S} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه N تعداد تخم میزبان S تعداد تخم های سالم که برابر تعداد پوره سن ۱ بوده و P تعداد پارازیتوئید که معادل تعداد تخم پارازیته سوراخ شده می باشد.

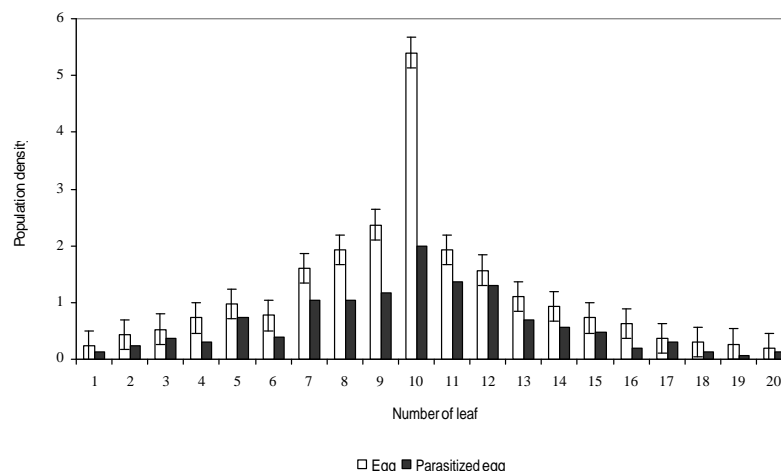
بین تغییرات تراکم زنبور پارازیتوئید (P) و کارایی جستجوگری آن (a) یک رابطه خطی به شرح زیر برقرار می باشد (Andrewartha & Birch, 1954):

$$\text{Log} a = \text{Log} Q - (m \text{Log} P) \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این معادله a کارایی جستجوگری، P تراکم جمعیت زنبور پارازیتوئید، Q ضریب ثابت جستجو و m ضریب تداخل می باشد. در این روابط کارایی جستجوگری نسبتی از جمعیت میزبان می باشد که توسط پارازیتوئید در واحد زمان پارازیته می شود. ضریب ثابت جستجوگری نیز عبارت است از نسبتی از کل مساحت قابل دسترس که توسط یک فرد پارازیتوئید در تمام طول دوره زندگی مورد جستجو قرار می گیرد. ضریب تداخل یا ضریب ثابت مزاحمت نیز یک عامل وابسته به تراکم متاثر از رفتار پارازیتوئید است که متناسب با افزایش تراکم افزایش می یابد (Andrewartha & Birch, 1954).

نتایج و بحث

برای پی بردن به وجود اختلاف بین میانگین تراکم تخم میزبان و تخم پارازیته شده در برگ های مختلف در طول بازو آزمون تجزیه واریانس انجام شد. مقایسه میانگین ها اختلاف معنی داری را بین تراکم تخم ($P < 0.01$)، $df = 19$ و ($F = 81/87$) و تخم پارازیته شده ($P < 0.01$)، $df = 19$ و ($F = 7/69$) در برگ های مختلف بازو نشان داد ولی تفاوت معنی داری در زمان های مختلف نمونه برداری وجود نداشت.



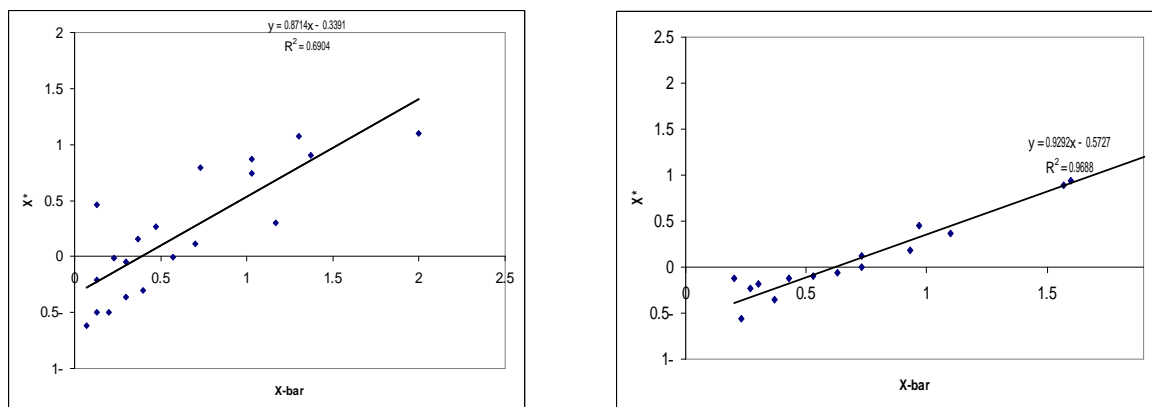
شکل ۱- الگوی پراکنش تخم میزبان و تخم‌های پارازیت شده در طول بازوی درختچه مو (۱۳۷۶، ایستگاه دانشگاه صنعتی اصفهان) (برگ‌های هر بازو از پایین به بالا شماره‌گذاری شده است).

Fig1- Distribution pattern of host egg and parasitized eggs in length of grape arms (1997 IUT station)
(Leaves numbered from bottom to top)

بر اساس میانگین تعداد تخم میزبان و تخم پارازیت‌شده در هر برگ در مدت شش هفته نمونه‌برداری (شکل ۱) با افزایش طول بازو به تدریج بر تراکم تخم میزبان و تخم پارازیت‌شده در برگ‌ها افزوده شده و این روند تا حوالی بخش میانی بازو یعنی برگ شماره ۱۰ ادامه داشته و از آن مرحله به بعد با افزایش طول بازو از تراکم میزبان و پارازیتوئید در برگ‌ها کاسته شد. بیشترین تراکم میزبان و پارازیتوئید در بخش میانی بازو بین برگ‌های شماره ۷-۱۲ وجود داشت. در بین برگ‌های ۲۰ گانه در ارتفاعات مختلف، برگ شماره ۱۰ در قسمت‌های میانی بازو دارای تراکم بیشتری از سایر برگ‌ها می‌باشد، حدود ۲۴ درصد جمعیت میزبان و تخم پارازیت‌شده در طول بازو در برگ شماره ۱۰ فعال بودند. الگوی پراکنش تخم پارازیت‌شده با تعداد کل تخم همبستگی زیادی ($r=0.96$) نشان داد. به‌طوری‌که با افزایش تراکم تخم‌های میزبان در هر ناحیه میزان پارازیتسم افزایش یافت و میزان فعالیت پارازیتوئیدها روی تخم‌ها بیشتر شد.

تعیین پراکنش تخم‌های میزبان و پارازیتوئید بر اساس مدل آیوانو

نتایج مدل رگرسیون خطی بین میانگین ازدحام (به‌عنوان عامل وابسته) با میانگین تراکم جمعیت در هر تاریخ نمونه‌برداری در شکل ۲-الف و ب ارایه گردیده است. همان‌طورکه ملاحظه می‌گردد، مقدار پارامتر β در رابطه با میزبان و پارازیتوئید کوچک‌تر از یک بوده، بنابراین پراکنش آن‌ها به‌صورت یکنواخت می‌باشد. بنابراین نحوه پراکنش تخم میزبان و پارازیتوئید دارای ضریب یکسانی بوده و از لحاظ تجمع روی ارتفاعات مختلف درختچه مو هم‌سان می‌باشند.



شکل ۲- معادلات رگرسیون خطی بین ضریب ازدحام و میانگین جمعیت الف) میزبان ب) پارازیتوئید

Fig. 2- Linear regression between mean crowding and mean of population
A) Host, B) parasitoid

بررسی اثرات تغییرات تراکم میزبان و پارازیتوئید بر جستجوگری پارازیتوئید

شکل ۳- الف و ب کارایی جستجوگری زنبور پارازیتوئید در دو تاکستان مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تغییرات انبوهی پارازیتوئید وابسته به تغییرات انبوهی جمعیت میزبان می‌باشد. به این ترتیب که در طول فصل و در دو منطقه مورد مطالعه به تدریج و با گذشت زمان که بافت سنی افراد جمعیت میزبان تغییر می‌کند، دامنه نوسانات جمعیت میزبان و متعاقب آن پارازیتوئید افزایش می‌یابد. در این وضعیت مشاهده می‌شود که در نسل‌های بعد انبوهی میزبان به مقدار بیشتری تقلیل یافته است. در نهایت پس از مدتی انبوهی میزبان و پارازیتوئید به یک حالت تقریباً ثابت رسیده و جمعیت آن‌ها در حول و حوش این انبوهی نوساناتی با دامنه کوتاه‌تر انجام می‌دهند.

یکی از عواملی که در تغییرات جمعیت میزبان و پارازیتوئید اثر می‌گذارد، پدیده تداخل است (Cornin & Strong, 1999). همان‌گونه که در شکل ۳ دیده می‌شود در نسل اول که مربوط به زنبورهای پارازیتوئید تازه استقرار یافته می‌باشد به دلیل پایین بودن تراکم جمعیت پارازیتوئید کارایی جستجوگری بالا می‌باشد. با افزایش تراکم پارازیتوئید، پدیده تداخل به دلیل رقابت افزایش یافته و کارایی جستجوگری زنبورهای پارازیتوئید کم می‌شود. زنبورها در چنین شرایطی وقت بیشتری را صرف فعالیت‌های رفتاری نظیر آزمودن تخم‌ها و نزاع می‌کنند. در نسل سوم با وجود این که جمعیت زنبورهای پارازیتوئید زیاد شده ولی به جهت عدم تمایل به تخم‌گذاری و حرکت به محل‌های زمستان‌گذرانی تغییری در کارایی جستجوگری به وجود نیامده است.

برای ارزیابی کمی اثرات تداخل براساس مدل نیکلسون و بیلی رابطه رگرسیون خطی بین تغییرات تراکم زنبور پارازیتوئید (P) و کارایی جستجوگری آن (a) مطابق شکل ۴ برازش گردید که معادلات آن به شرح زیر می‌باشد.
برای تاکستان دانشگاه صنعتی اصفهان:

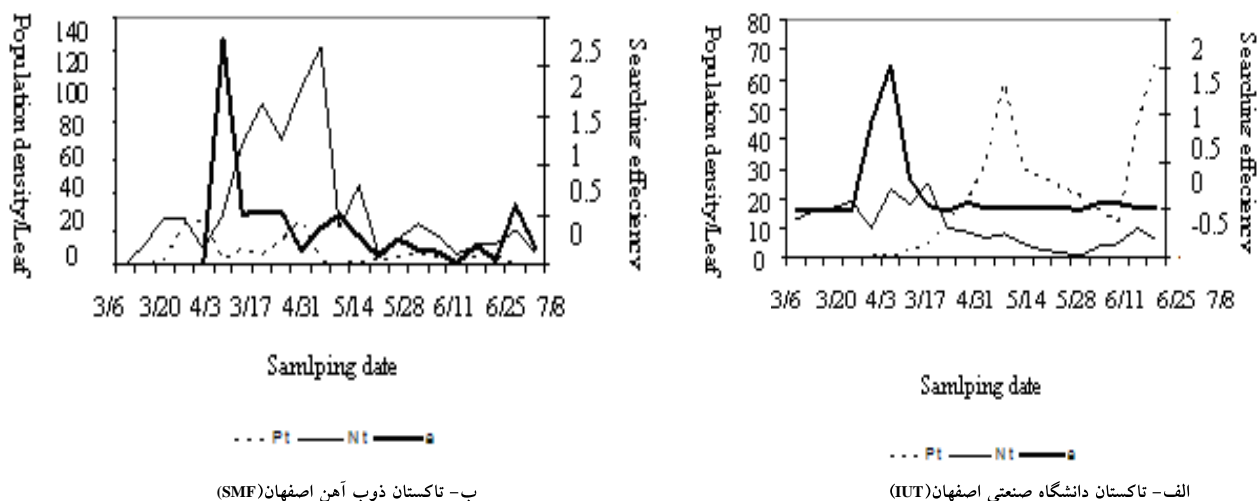
$$\text{Loga} = \text{Log}1.12 - (0.92\text{LogP})$$

برای تاکستان ذوب آهن اصفهان:

$$\text{Loga} = \text{Log}2.26 - (1.28\text{LogP})$$

با توجه به معادلات بالا ضریب تداخل در تاکستان ذوب آهن اصفهان بالاتر از تاکستان دانشگاه صنعتی اصفهان می‌باشد (به ترتیب ۱/۲۸ و ۰/۹۲) و به همین دلیل کارایی جستجوگری زنبور پارازیتوئید در این تاکستان و در طی فصل همواره از

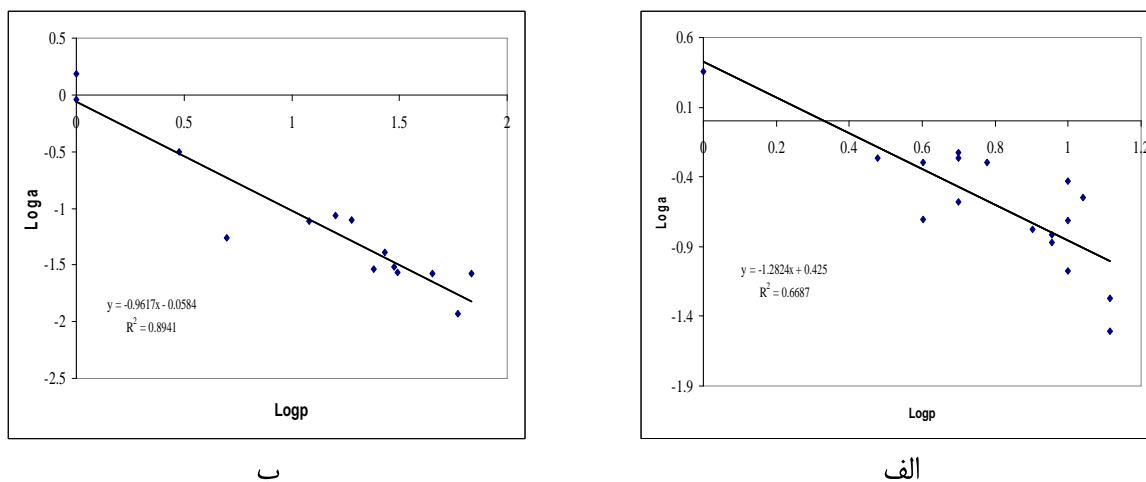
تاکستان دانشگاه صنعتی اصفهان پایین‌تر است. هر اندازه مقدار m افزایش یابد به همان اندازه پارازیتوئید و میزبان به حالت تعادل و پایداری نزدیک‌تر می‌شود.



شکل ۳- تغییرات فصلی میزان کارایی جستجوگری هم‌زمان با تغییرات جمعیت میزبان و پارازیتوئید
Fig. 3- Seasonal fluctuation of searching efficiency in relation to host and parasitoid's populations.

هر اندازه مقدار m به Q نزدیک‌تر شود به همان اندازه نیز روابط جمعیتی پارازیتوئید و میزبان ناپایدارتر می‌شود، زیرا m و Q به‌صورت عوامل وابسته به انبوهی عمل نموده و متناسب با افزایش تراکم جمعیت اثرات آن‌ها به‌صورت افزایش درصد افراد تلف‌شده توسط پارازیتوئید ظاهر شده و این موضوع منجر به افزایش ثبات می‌شود (Andrewartha & Birch, 1954; Cornin & Strong, 1999). بنابراین از آنجایی که در تاکستان دانشگاه صنعتی اصفهان مقدار m به Q نزدیک‌تر از تاکستان ذوب آهن است روابط جمعیتی بین آن‌ها نیز ناپایدارتر است. این مسئله ممکن است به‌علت اثر وجود همکاری گروهی در بین افراد یک گونه^۱ و همکاری زنبورهای پارازیتوئید در افزایش سرعت تجمع جمعیت روی میزبان در اثر افزایش تراکم باشد. در هر دو باغ با توجه به شیب منفی ضریب تداخل می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تداخل اثر منفی روی کارایی پارازیتوئید داشته است. امروزه از این الگوهای پراکنش میزبان و پارازیتوئید به‌عنوان یک شاخص برای تعیین درجه ثبات رابطه میزبان و پارازیتوئید، تعیین روش نمونه‌برداری، روش رهاسازی پارازیتوئید و روش‌های حمایت از جمعیت استفاده می‌شود (Cornin & Strong, 1999; Cornin, 2002). موضوعات اخیر در تدوین اصول عملی کنترل بیولوژیک کاربردی ضروری بوده و امکان تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در خصوص مراحل مختلف کنترل بیولوژیک را برای زنجیرک- مو فراهم می‌سازد.

1- Allee



شکل ۴- رابطه رگرسیون خطی بین لگاریتم کارایی جستجوگری با لگاریتم تغییرات جمعیت پارازیتوید در الف) تاکستان دانشگاه صنعتی اصفهان و ب) تاکستان ذوب آهن اصفهان

Fig. 4- Linear regression between logarithm of searching efficiency and parasitoid population A) IUT B) Steal melt factory vineyards

References

- Andrewartha, H. G. and Birch, L. C. 1954. The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago press, Chicago, 782pp.
- Chan, K., Lands, R. and Linely, I. R. 1991. Distribution of immature *Dasyhelea chani* (Dip: Cera-topogonidae) on leaves of *Pistacia stratiotes*. Annal Entomological Society of America, 89(1): 61-68.
- Chich, H. W. and Wen, H. C. 2000. Field distribution and chemical control of two species of leafhopper on mango in Taiwan. Journal Agricultural Research of China, 49(2): 61-67.
- Cornin, J. T. and Strong, D. R. 1999. Dispersal-dependent oviposition and aggregation of parasitism. The American Naturalist, 154: 23-36.
- Cornin, J. T. 2002. Patch structure, oviposition behavior, and the distribution of parasitism risk. Ecological monographs, 73(2): 283-300.
- Hessami, S., Seyedoleslami, H., Ebadi, R., 2001. Morphological study of *Anagrus atomus* (Hymenoptera: Mymaridae), egg parasitoid of grape leafhopper, *Arboridia Kermanshah* (Homoptera: cicadellidae) in Isfahan. Journal of Entomological society of Iran, 21(1): 51-67. [In Persian with English summary]
- Iwao, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal population. Research Population Ecology, 10: 1-20.
- Latifian, M., Seyedoleslami, M. and Khajeali, J. 2004. Morphology of immature stages, biology and seasonal population fluctuation of grape leafhopper *Arboridia kermanshah* in Isfahan province. Journal of Science and Technology of Agriculture & Natural Resources, 9(3): 229-240. [In Persian with English summary]
- Latifian, M., Seyedoleslami, M. and Khajeali, J. 2004. Within plant distribution, Daily activity and geographical distribution of grape leafhopper *Arboridia kermanshah* in Isfahan province. Journal Science & Technology Agriculture & nature Resource, 10(1): 205-217. [In Persian with English summary]
- Pivnik, K. A. 1993. Daily patterns of females of the orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) (Dip., Cecidomyiidae). Canadian Entomology, 125: 725-736.
- Simonet, D. E. and Pienkowski, R. L. 1977. Sampling and distribution of potato leafhopper eggs in alfalfa stem. Annal Entomological Society of America, 70(6): 933-936.
- Settele, W. H. and Wilson, L. T. 1999. Behavioral factors affecting differential parasitism by *Anagrus epos*, of two species of *Erythroneura* leafhoppers. Journal Animal Ecology, 59(3): 877-891.

- Stiling, P. D. and Strong, D. R. 1982.** Egg density and the intensity of parasitism in *Prokelisia marginata*. Ecology, 63(6): 1630-1635.
- Vidano, C. and Arzone, A. 1987.** Biotaxonomy and epidemiology of Typhlocybae on vine. Proceedings, 6th Auchen. Meeting, 7-11 September, Turin, Italy, 75-85.
- Vidano, C., Arno, C. and Alma, A. 1987.** On the *Empoasca vitis* threshold on vine (Rhynchota, Auchenorrhyncha). Proceedings, 6th Auchen. Meeting, 7-11 September, Turin, Italy. 525-537.

Study on the effects of spatial distribution and density of the parasitoid *Anagrus atomus* L. (Hym., Mymaridae) on its searching efficiency on grape leafhopper eggs *Arboridia kermanshah* Delabola (Hem., Cicadellidae)

M. Latifian^{1*} and E. Soleyman-Nejadian²

1- Date Palm and Tropical Fruits Research Institute, Ahwaz, Iran

2- Plant Protection Department, Agricultural faculty, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran

Abstracts

Arboridia Kermanshah Delabola (Hem., Cicadellidae) is a dominant species of leafhoppers in vineyards of Isfahan, central region of Iran. The most abundant parasitoid of the leafhopper is *Anagrus atomus* in the region. This research was conducted to study the effects of the spatial distribution and density of the parasitoid and host on searching efficiency of parasitoid and parasitoid-host stability. Results showed a significant difference between host and parasitoid distribution on arms of vine trees. The highest density of parasitized and non-parasitized eggs of the leafhopper eggs were observed on leaves 7-12 in the middle of each vine arm. There was a significant density dependent relationship between host and parasitoid. Studying on the host and parasitoid density relationship showed that a high searching efficiency was observed in the first generation of host when the parasitoid density is low. The parasitoid searching efficiency was decreased by increasing the parasitoid density. When the parasitoid was leaving vineyard for wintering, the searching efficiency increased with decreasing in number of parasitoid. Interference coefficient (m) was higher when the parasitoid-host ratio was high and the searching efficiency decreased in this condition. The value of m was close to Q (searching constant) when the parasitoid-host ratio was high and host- parasitoid relationship was more unstable.

Key words: Grape leafhopper, *Anagrus atomus*, Distribution pattern, Searching efficiency

* Corresponding Author, E-mail: masoudlatifian@yahoo.com

Received 6 Jun 2009 - Accepted: 30 Nov 2009