

تغییرات فصلی و توزیع فضایی شته کاهو *Nasonovia ribisnigri* Mosely (Hem.: Aphididae)، در اهواز

افروز فارسی^{*}، فرحان کچیلی^۱، محمد سعید مصدق^۲، آرش راسخ^۳ و مهرزاد طاوسی^۴

۱، ۲، ۳ و ۴- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ۵- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان

خوزستان- اهواز

(تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۱۲)

چکیده

شته *Nasonovia ribisnigri* Mosely، کلیدیترین آفت کاهو محسوب می‌شود که از جنوب استان خوزستان برای اولین بار در سال ۱۳۸۷ گزارش شد. افزایش جمعیت و تغذیه پنهان این آفت از کاهو، باعث خسارت شدید، در بسیاری از مزارع شده است. به منظور بررسی تغییرات فصلی و توزیع فضایی شته کاهو در طول سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۹ به طور تصادفی، هفته‌ای دو بار از مزرعه کاهو نمونه‌برداری صورت گرفت. فعالیت این آفت در سال اول نمونه‌برداری اواخر آذر و در سال دوم اوایل دی آغاز شد. جمعیت شته‌ها در سال ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰ به ترتیب در ۱۸ اسفند ۱۱۶ عدد و ۲۱ اسفند ۶۲ عدد شته در هر بوته به اوج رسید و در نهایت در اواخر فروردین ناپدید شد. افزایش جمعیت شته در سال دوم نسبت به سال قبل روند کندتری داشت و از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود. بر اساس تخمین تراکم جمعیت شته‌ها روی برگ‌های داخلی، وسطی و خارجی، ۵۰ درصد از شته‌ها روی برگ‌های داخلی مستقر بود و پوره‌ها فراوان‌ترین مرحله رشدی به‌شمار آمدند. نتایج پراکنش فضایی با استفاده از دو مدل آیوانو و تیلور نشان داد که مدل تیلور به نحو مطلوب‌تری داده‌ها را برازش کرد و الگوی توزیع جمعیت سنین مختلف *N. ribisnigri* به صورت تجمعی بود. بر اساس یافته‌های این مطالعه، علیرغم اختلاف در روند تغییرات جمعیت شته‌های کاهو در طول دو سال نمونه‌برداری، شمارش پوره‌ها با الگوی پراکنش تجمعی روی برگ‌های داخلی می‌تواند شاخص خوبی جهت تخمین جمعیت و مدیریت این آفت باشند.

واژه‌های کلیدی: شته کاهو، تغییرات جمعیت، توزیع فضایی، اهواز، مدیریت آفت

مقدمه

Nasonovia ribisnigri Mosely، کلیدی‌ترین آفت کاهو محسوب می‌شود که در دهه‌های اخیر تبدیل به یک مشکل اساسی برای رشد کاهو در غرب آمریکا، اروپا و کانادا شده و خسارتی به ارزش یک میلیون دلار (حدود بیش از ۴۰ درصد از میزان محصول مورد انتظار) وارد ساخته است (Mackenzie, 1986; Palumbo, 1999). این آفت از دره سالیناس^۱ کالیفرنیا (۱۹۹۸)، از نیوزلند (۲۰۰۲) و از دره تاسمانیا^۲ استرالیا (۲۰۰۴) برای اولین بار تشخیص داده شد (Liu, 2004; Poole et al., 2004; Stuffens and Teulon, 2003). برای اولین بار از ایران در سال ۱۳۷۳، روی گیاه *Crepis* sp. (Asteraceae) (البرز مرکزی، روستای نسن) گزارش شد (Rezvani, 2001). باقری و همکاران (Bagheri et al., 2008) نیز برای اولین بار این گونه را به عنوان مهم‌ترین شته کاهو از جنوب استان خوزستان گزارش نمودند. ماده‌های بالغ فرم بی‌بال این گونه را می‌توان به واسطه داشتن نوارهای عرضی تیره روی بخش بیرونی هر یک از بندهای شکمی از دیگر شته‌های موجود در کاهو به راحتی تشخیص داد. افراد بالدار نیز سبز رنگ هستند که آن‌ها نیز دارای لکه‌های پراکنده‌ای در اطراف بدن بوده و دارای سیفونکولی^۳ تیره می‌باشند. پوره‌های این شته‌ها به رنگ زرد متمایل به سبز و یا نارنجی هستند. در بهار شته‌های مؤسس از تخم‌های زمستانه خارج شده و روی میزبان اولیه به نام *Ribes* sp. (Grossulariaceae) (انگور فرنگی^۴، کشمش قرمز و سفید بی‌دانه^۵) فعالیت خود را آغاز می‌نماید. بعد از تشکیل کلنی، شته‌های بالدار بکرزا به سمت میزبان‌های ثانویه که شامل کاهو، کاسنی، گیاه *Crepis* sp. و دیگر گیاهان شیرابه‌دار خانواده Asteraceae، مهاجرت نموده و خسارت اصلی را وارد می‌سازند. در پاییز افراد جنسی نر و ماده دوباره ظاهر می‌شوند که به سمت میزبان‌های اولیه مهاجرت می‌نمایند. زمستانگذرانی این آفت روی این میزبان‌ها به صورت

تخم سپری می‌شود. این در حالی است که در نواحی گرمسیر، زمستانگذرانی شته کاهو فقط روی میزبان‌های ثانویه و به فرم بکرزا صورت می‌گیرد (Stufkens and Teulon, 2003). شته کاهو، به دلیل فعالیت در درون بخش میانی گیاه، از دسترس سموم تماسی خارج بوده و با تغذیه مخفیانه خود باعث رنگ‌پریدگی و تغییر شکل برگ‌ها شده و در نهایت وجود شته‌ها در جمعیت بالا باعث می‌شود که از بازارپسندی کاهوها به شدت کاسته شود (Liu, 2004; Poole et al., 2004; Smith and Chaney, 2007).

اگرچه در ارتباط با دینامیسم، توزیع فضایی و رشد جمعیت شته *N. ribisnigri* مطالعاتی صورت گرفته است (Palumbo, 1999; Liu, 2004; Nebreda et al., 2005)، در ایران اطلاعات کمی در مورد اکولوژی این آفت روی این گیاه موجود است. تنها مطالعه‌ای که تا کنون روی *N. ribisnigri* در ایران انجام پذیرفته، توسط باقری و همکاران (Bagheri et al., 2008) انجام شده است که تأثیر تاریخ کشت و ارقام کاهو را روی جمعیت این شته در استان خوزستان مورد بررسی قرار داده‌اند.

مکنزی (Mackenzie, 1986) آستانه سم‌پاشی شته کاهو را در مزرعه، ۰/۵ شته در هر گیاه در مرحله ضخیم-شدگی برگ‌ها برآورد نمود. از آن جایی که در اهواز نیز میزان آلودگی و خسارت این آفت در سطح مزارع کاهو افزایش یافته (Bagheri et al., 2008)، به منظور جلوگیری از سم‌پاشی‌های بی‌رویه و مداوم کشاورزان، نیاز است در زمینه زیست‌شناسی و دینامیسم جمعیت آفت در مزرعه اطلاعاتی به دست آید. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات فصلی، توزیع فضایی و پراکنش درون گیاهی *N. ribisnigri* روی کاهو است تا به این وسیله مقدمات لازم برای برنامه مدیریت تلفیقی این آفت فراهم شود.

1. Salinas
2. Tasmania
3. Siphunculi
4. Gooseberry
5. Red and White Currant

مواد و روش‌ها

کلیه آزمایش‌ها در مزرعه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان اهواز انجام گرفت. کاهو رقم روماین^۶ (اهوازی) در دو مرحله کشت شد. در مرحله نخست در ۲۰ مهر، بذرها در خزانه کشت و در نهایت در ۸ آبان، در مرحله چهار تا پنج برگی به مزرعه منتقل شدند. برای این منظور مزرعه‌ای به ابعاد ۲۵×۲۰ متر احداث شد که دارای سه بلوک، هر بلوک نیز شامل سه کرت و هر کرت دارای ۱۱ ردیف کشت با فاصله ۳۰ سانتی‌متری از یکدیگر بود. فاصله دو بوته در هر ردیف نیز ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و در طول نمونه‌برداری‌ها از هیچ نوع آفت‌کشی استفاده نشد.

بررسی تغییرات جمعیت شته *N. ribisnigri*

تغییرات جمعیت شته‌ها با دو بار نمونه‌برداری در هفته و به مدت دو سال، از اواخر آذر ماه تا اردیبهشت ماه سال‌های ۱۳۸۹-۹۰ و ۱۳۹۰-۹۱، مورد بررسی قرار گرفت. در مزرعه از جهت دو قطر هر کرت، به صورت تصادفی بوته‌ها انتخاب و از هر بوته، سه برگ از قسمت خارجی^۷ (مسن-ترین برگ‌ها)، وسطی^۸ (برگ‌های به هم پیچیده) و داخلی^۹ (قلب) کاهو به طور کاملاً تصادفی انتخاب شد (Palumbo, 1999). در آزمایشگاه، تعداد شته‌های کاهو به تفکیک پوره، حشره کامل بی‌بال و بال‌دار تفکیک و شمارش شدند (Mackenzie and Vernon, 1988; Palumbo, 1999).

تعیین تعداد نمونه

در اوایل فصل زراعی که الگوی پراکنش شته‌ها مشخص نیست، ابتدا یک نمونه‌برداری تصادفی مقدماتی (۵۰ بوته) صورت گرفت و تعداد نمونه‌ها با استفاده معادلات (۱) و (۲) محاسبه شد (Ruesink, 1980).

N تعداد نمونه، $Z_{\alpha/2}$ از طریق جدول استاندارد ۱/۹۶ و \bar{x} میانگین نمونه است. البته لازم است که قبلاً (h)، (a) و (b) محاسبه شده باشند. بنابراین (h) از معادله (۲) حاصل شد. در این رابطه S انحراف معیار و n برابر با ۵۰ بوته است. جهت تعیین (a) و (b) از قانون تیلور و معادله رگرسیون خطی معادله (۷) استفاده شد (Southwood, 1978). در طول فصل زراعی و در مراحل بعدی رشد گیاه، در صورتی که مشخص شد، پراکنش شته‌ها از نوع تجمعی است، تعداد نمونه‌ها با استفاده از معادله (۳) محاسبه شد (Ruesink, 1980; Southwood, 1978).

$$N = \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{h} \right)^2 \times \left(\frac{\bar{x}^2 + K\bar{x}}{K} \right) \quad \text{معادله (۳)}$$

$$K = \frac{\bar{x}^2}{S^2 - \bar{x}} \quad \text{معادله (۴)}$$

N تعداد نمونه، $Z_{\alpha/2}$ برابر با ۱/۹۶، \bar{x} میانگین نمونه و K شاخص تجمعی است و از طریق معادله (۴) به دست می‌آید. h نیز دوباره از معادله (۲)، محاسبه شد (Ruesink, 1980).

تعیین درصد آلودگی بوته

ملاک آلودگی بوته‌ها مشاهده حداقل یک شته روی یکی از برگ‌های خارجی، وسطی و یا داخلی کاهو بود. برای تعیین دقیق تعداد نمونه، ابتدا ۵۰ بوته به طور کاملاً تصادفی انتخاب شد و درصد آلودگی اولیه از معادله (۵) به دست آمد. سپس با استفاده از معادله (۶) تعداد بوته‌های لازم در نمونه‌برداری مشخص و درصد آلودگی بوته بار دیگر محاسبه شد (Ruesink, 1980).

$$p = \left(\frac{r}{50} \right) \times 100 \quad \text{معادله (۵)}$$

$$N = \frac{t^2 \times p \times q}{D^2} \quad \text{معادله (۶)}$$

r تعداد بوته‌های آلوده، p درصد بوته‌های آلوده، q درصد بوته‌های سالم، N تعداد نمونه، t برابر ۱/۹۶ و D سطح دقت آزمایش که اندازه آن برای کارهای صحرائی

- 6.Romaine
- 7.Frame leaf
- 8 Wrapper leaf
- 9.Head leaf

می‌باشد. چنانچه $\beta > 1$ و یا $\beta = 1$ باشد، به ترتیب نشان‌دهنده توزیع تجمعی و تصادفی است (Southwood, 1978). برای آزمون معنی‌دار بودن اختلاف شیب خط b با β عدد یک، مقدار t با استفاده از معادله (۱۰) محاسبه شده و با t جدول مقایسه شد.

$$t = \left(\frac{Slope-1}{SE_{Slope}} \right) \quad \text{معادله (۱۰)}$$

$Slope$ و SE_{Slope} به ترتیب معادل با ضرایب تیلور یا آیواتو و خطای معیار آن‌ها در معادلات رگرسیونی می‌باشند. چنانچه t محاسبه شده بزرگتر از t جدول باشد، بیانگر این است که شیب خط با عدد یک اختلاف معنی‌دار داشته، حال اگر $Slope > 1$ باشد، توزیع فضایی تجمعی، و اگر $Slope < 1$ باشد، توزیع یکنواخت است (Southwood, 1978).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

رسم نمودارها در نرم افزار Excel 2007 انجام گرفت. اطلاعات مربوط به دما و رطوبت از وب سایت اداره هوا-شناسی^{۱۲} به دست آمد. پارامترهای خط رگرسیون و مقایسه میانگین‌ها داده‌ها با آزمون t و با استفاده از نرم افزار SPSS 17.0 انجام شد.

نتایج و بحث

در این بررسی در هر دو سال نمونه‌برداری چهار گونه شته *M. euphorbiae*، *A. solani*، *N. ribisnigri* و *M. persicae* روی گیاه کاهو مشاهده شد که *N. ribisnigri* فراوانی بیشتری نسبت به گونه‌های دیگر داشت.

تغییرات جمعیت شته *N. ribisnigri*

در سال ۹۰-۱۳۸۹، نمونه‌برداری‌ها به‌محض مشاهده پوره-ها در مزرعه در اواخر آذر ماه آغاز شد که این زمان حدوداً مصادف با مرحله پنج تا شش برگی کاهو بود. منحنی تغییرات میانگین جمعیت شته نشان داد که تراکم آفت پس از ورود به مزرعه به کندی افزایش یافت (شکل ۱) ولی بعد از یک دوره رطوبت نسبی بالا و درجه حرارت پایین میانگین جمعیت شته از یک عدد در هر بوته در ۲۸ آذر به ۵۹/۱۸ عدد در ۲۷ بهمن

معمولاً ۰/۲۵ می‌باشد. به‌منظور تعیین بهترین برازش بین ارتباط میانگین جمعیت شته کاهو و درصد آلودگی بوته از چهار مدل رگرسیون خطی، توانی، نمایی و لگاریتمی استفاده شد. جهت مقایسه مدل‌ها معیار $AICc$ ^{۱۰} محاسبه شد. مدلی با کمترین $AICc$ بهترین برازش را بین متغیرها نشان می‌دهد و ضریب تبیین (R^2) زمانی ملاک قرار گرفت که دو مدل دارای $AICc$ مشابهی باشند (Burnham and Anderson, 2002).

تعیین مناسب‌ترین ناحیه (فضای) نمونه‌برداری

برای این منظور بین میانگین تعداد کل شته‌های کاهو در هر بوته به عنوان متغیر وابسته (Y) و نسبت میانگین جمعیت شته‌ها روی برگ‌های داخلی، وسطی و خارجی به عنوان متغیر مستقل (X) رگرسیون برقرار شد. سطحی که دارای رابطه معنی‌دار بوده و دارای ضریب همبستگی بالاتر و ضریب تغییرات (CV) کمتری نسبت به سایر سطوح باشد، به عنوان مناسب‌ترین فضای نمونه‌برداری، جهت گرفتن نمونه انتخاب شد (Ruesink, 1980).

تعیین توزیع فضایی شته‌های کاهو

شاخص‌های تیلور و آیواتو

به منظور تعیین توزیع فضایی شته‌های کاهو در مزرعه با محاسبه میانگین و واریانس داده‌ها برای هر تاریخ نمونه‌برداری از دو شاخص رگرسیونی مهم قانون تیلور و آیواتو استفاده شد که به ترتیب از معادلات (۷) و (۸) محاسبه شدند (Southwood, 1978).

$$\log(S^2) = \log(a) + b \log(\bar{x}) \quad \text{معادله (۷)}$$

$$m^* = \alpha + \beta m \quad \text{معادله (۸)}$$

S^2 واریانس نمونه‌ها، a و α عرض از مبدأ، b و β شیب خط رگرسیون، \bar{x} و m میانگین نمونه‌ها، m^* شاخص میانگین ازدحام لوید^{۱۱} است که از معادله (۹) محاسبه شد.

$$m^* = m + \left(\frac{S^2}{m} \right) - 1 \quad \text{معادله (۹)}$$

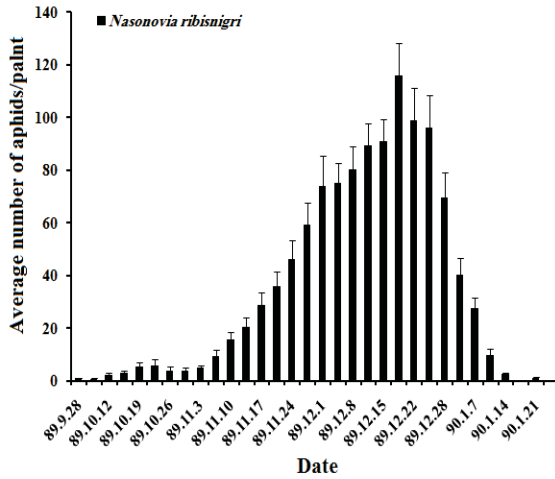
در صورتی که b بزرگتر، مساوی یا کوچکتر از یک باشد، پراکنش شته‌ها به ترتیب تجمعی، تصادفی و یکنواخت

10. corrected Akaike information criterion

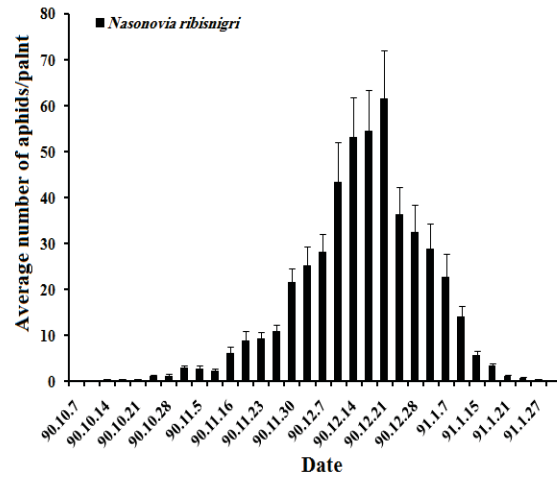
11. Lloyd's Mean Crowding Index

اوایل فروردین جمعیت آفت روند نزولی را طی نمود و در نهایت در اواسط فروردین جمعیت شته به ۲/۶۶ عدد در هر بوته رسید.

رسید (شکل ۱). جمعیت این آفت در ۱۸ اسفند (میانگین دمای روزانه ۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد، میانگین درصد رطوبت نسبی ۳۳ درصد) که مصادف با مرحله رشد سر کاهو بود، با تعداد ۱۱۵/۸۲ عدد در هر بوته به اوج خود رسید. درصد آلودگی بوته‌ها در این زمان، ۱۰۰ درصد تخمین زده شد. از



(A) الف



(B) ب

شکل ۱- تغییرات فصلی جمعیت شته *Nasonovia ribisnigri* روی کاهو در طول سال‌های ۱۳۸۹-۹۰ (الف) و ۱۳۹۰-۹۱ (ب)، اهواز

Figure 1. Population dynamics of *Nasonovia ribisnigri* on lettuce during A) 2010-11 and B) 2011-12, Ahvaz

جمعیت کمتری در مزرعه موجود بود. بررسی آمارهای مربوط به دما نشان داد که اختلافی بین دما ($P=0/164$, $df=31$) و رطوبت ($t=1/425$ و $P=0/757$, $df=31$) در سال ۱۳۸۹-۹۰ و ۱۳۹۰-۹۱ وجود نداشت. همچنین ارتباط معنی‌داری بین دما و میانگین کل جمعیت شته‌ها در هر بوته در سال ۱۳۸۹-۹۰ ($F=0/001$, $P=0/971$, $df=31$) و $R^2=0/033$ و سال ۱۳۹۰-۹۱ ($F=0/163$, $P=0/689$, $df=31$) و $R^2=0/028$ و بین رطوبت نسبی و میانگین کل جمعیت شته‌ها در هر بوته در سال ۱۳۸۹-۹۰ ($df=31$) و $R^2=0/032$ و $F=0/997$, $P=0/326$ و سال ۱۳۹۰-۹۱ ($df=31$) و $R^2=0/028$ و $F=1/909$, $P=0/177$) مشاهده نشد. این در حالی است که بین جمعیت کل دشمنان طبیعی و میانگین کل جمعیت شته‌ها در هر بوته در سال ۱۳۸۹-۹۰

چنانچه در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در سال دوم نمونه برداری شته‌ها یک هفته دیرتر، در اوایل دی ماه ظاهر شدند. افزایش جمعیت شته در این سال نسبت به سال قبل روند کندتری را نشان داد. میانگین جمعیت شته کاهو از ۰/۱۶ عدد شته در هر بوته در ۷ دی به ۲۱/۴۸ عدد شته در ۳۰ بهمن ماه رسید. حداکثر جمعیت شته کاهو در ۲۱ اسفند ماه، به میزان ۶۱/۶۵ عدد شته در هر بوته مشاهده شد و در اواخر فروردین ماه که میانگین دمای روزانه، میانگین درصد رطوبت نسبی و درصد آلودگی بوته به ترتیب ۲۵/۱۶ درجه سانتی‌گراد، ۴۶ درصد و ۱۷ درصد بود، جمعیت به شدت کاهش یافت. مقایسه نتایج بررسی تغییرات جمعیت نشان داد که بین جمعیت شته‌ها در هر دو سال نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود داشت ($df=31$ ، $P < 0/01$ و $t=5/146$). در سال دوم

بررسی نبریدا و همکاران (Nebreda *et al.*, 2005) نیز ارتباط مثبتی بین میانگین کل جمعیت شته کاهو در هر بوته و درصد گیاهان آلوده به یک یا میزان بیشتری از شته مشاهده شد. بر اساس نتایج آن‌ها مدل رگرسیون لگاریتمی با ضریب تبیین ۰/۹۱۱ بهترین ارتباط را بین متغیرها نشان داد. نتایج این بررسی با نتایج نبریدا و همکاران (Nebreda *et al.*, 2005) تا حدودی مغایرت داشت.

تعیین مناسب‌ترین ناحیه (فضای) نمونه برداری

در ابتدای ظهور شته‌ها در هر دو سال زراعی، آلودگی روی برگ‌های جوان کاهو مشاهده شد. در ادامه نمونه برداری‌ها و با رشد برگ‌های داخلی کاهو تا هفته اول اسفند، ترجیح غذایی شته‌ها از برگ‌های داخلی سر کاهو، بیشتر از برگ‌های وسطی و خارجی بود (شکل ۲). اما با افزایش جمعیت شته و رشد بیشتر کاهو، اکثر شته‌ها به سمت برگ‌های وسطی تغییر مکان داده شد. به‌طوریکه در زمان اوج جمعیت شته تا آخر اسفند این روند ادامه داشت. در نهایت با گرم شدن هوا و زمان برداشت کاهو، شته‌ها روی برگ‌های خارجی مستقر شدند، هرچند که این قسمت جمعیت کمتری از شته‌ها را دارا بود. بر اساس جدول ۲، در هر دو سال در حدود ۵۰ درصد از شته‌ها روی برگ‌های داخلی کاهو مستقر بودند. در این بررسی ارتباط معنی‌دار مثبتی بین میانگین کل جمعیت شته‌ها در بوته و تعداد جمعیت شته‌ها روی برگ‌های داخلی، وسطی و خارجی در سطح ۰/۰۵ مشاهده شد (جدول ۳). طبق این نتایج اگرچه تراکم شته‌ها روی برگ‌های وسطی دارای بیشترین ضریب تبیین (R^2) می‌باشند ولی بین ضریب تبیین جمعیت‌ها روی برگ‌های داخلی و وسطی اختلاف بسیار جزئی است. بنابراین برگ‌های داخلی با داشتن ضریب تغییرات (CV) کمتر مناسب‌ترین فضای نمونه برداری، برای گرفتن نمونه انتخاب شد. اگرچه نسبت تراکم شته‌ها در برگ‌های داخلی در طول زمان رشد گیاه رو به کاهش است ولی حضور جمعیت بالای شته‌ها در این قسمت در طول فصل زراعی نشان می‌دهد که قسمت اعظم سیکل زندگی آن‌ها روی برگ‌های داخلی سر کاهو سپری و تکمیل می‌شود. طبق نتایج لیو (Liu, 2004)، برگ‌های سر کاهو جمعیتی بالایی

($df=31$, $P<0.01$, $F=9/598$, $R^2=0.526$ و $x+19/5$ ، $F=22/988$, $P<0.01$, $df=31$) و سال ۱۳۹۰-۹۱ ($R^2=0.739$ و $y=64/1$) ارتباط معنی‌داری مشاهده شد. بنابراین به نظر می‌رسد دشمنان طبیعی در کاهش جمعیت شته‌ها نقش به‌سزایی داشتند (Unpublished data).

نتایج پالومبو (Palumbo, 2000) نشان داده است که شته کاهو گونه غالب مزارع آریزونا آمریکا بوده و در مدت دو هفته افزایش ۱۵ برابری رشد جمعیت را نسبت به رشد سه برابری جمعیت دیگر شته‌ها نشان می‌دهد. به‌طوری که میانگین آلودگی شته‌ها در هر گیاه از ۶/۱ درصد در زمان آلودگی اولیه به بیش از ۹۰ درصد در طول فصل زراعی می‌رسد. در مشاهدات وی، جمعیت شته‌ها در دمای میانگین روزانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و در زمانی که طول روز بالا بوده، در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد، کاهش چشمگیری از شته‌ها مشاهده شده است. در این زمان‌ها تراکم بالایی از دشمنان طبیعی نیز روی شته‌ها در مزرعه فعالیت داشته‌اند. بنابراین به عقیده وی، ترکیبی از دو عامل ذکر شده می‌تواند در کاهش جمعیت شته کاهو نقش به‌سزایی داشته باشد (Palumbo, 2000). طبق نتایج نبریدا و همکاران (Nebreda *et al.*, 2005) در اسپانیا، اوج جمعیت شته کاهو در محصولات بهار ۸۰ عدد شته در هر بوته در ۲۹ اردیبهشت و برای محصولات پاییزه ۵۰ عدد در هر بوته در ۲۵ مهر بوده است. نتایج باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2008) نشان می‌دهد که تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ مهر می‌تواند به‌طور معنی‌داری روی انبوهی شته به ترتیب با ۳/۷ و ۱۵/۸ شته به ازای هر برگ تأثیرگذار باشد. بنابراین طبق نتایج آن‌ها، برای تاریخ زود کاشت کاهو در ۱۵ مهر سمپاشی ضرورت ندارد.

درصد آلودگی بوته

در این بررسی، ارتباط مثبتی بین درصد بوته‌های آلوده و میانگین کل جمعیت شته‌ها در هر بوته در سال ۱۳۸۹-۹۰ ($df=30$, $P<0.01$, $F=166/934$ و $R^2=0.847$) و سال ۱۳۹۰-۹۱ ($df=30$, $P<0.01$, $F=223/227$ و $R^2=0.881$) مشاهده شد. در مقایسه مدل‌ها، رگرسیون نمایی و توانی با داشتن کمترین AICc به ترتیب در سال اول و دوم نمونه-برداری به عنوان بهترین مدل شناخته شدند (جدول ۱). در

را به عمل می‌آورد. در بررسی‌های صورت گرفته از مزارع کاهوی اسپانیا نیز، پوره‌ها با فراوانی نسبی ۷۴ درصد و ۷۴/۸ درصد از کل جمعیت فراوان‌ترین مرحله رشدی را به ترتیب در محصولات بهاره و پاییزه به خود اختصاص دادند (Nebreda *et al.*, 2005). نتایج این بررسی با نتایج به-دست آمده از آزمایش‌های لیو (Liu, 2004) و نبریدا و همکاران (Nebreda *et al.*, 2005) مطابقت دارد.

توزیع فضایی شته‌های کاهو

بر اساس جدول‌های ۴ و ۵، رگرسیون خطی برای هر دو مدل قانون تیلور و آیوانو و برای همه مراحل زیستی شته *N. ribisnigri* در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. در مدل تیلور مقادیر شیب خط (b) در هر دو سال بزرگتر از عدد یک

از شته‌ها را در برداشتند که ممکن است دلیل آن مربوط به کیفیت بالاتر مواد غذایی در این قسمت باشد. همچنین میکروکلیمای برگ‌های داخلی دارای رطوبت بالاتر و ثابت‌تری بود، در حالی که میکروکلیمای برگ‌های خارجی و به هم پیچیده، خشک‌تر است. تغییر مکان شته‌ها به سمت برگ‌های خارجی، تحت تأثیر افزایش تراکم جمعیت در سرهای کاهو مشاهده شد که دلیل آن افزایش تولیدمثل و همچنین کاهش فضا با رسیدگی و فشرده شدن سر کاهو می‌باشد. در نمونه‌برداری‌ها، پوره‌ها فراوان‌ترین مرحله رشدی به شمار آمدند و تعداد شته‌های بال‌دار و بی-بال از جمعیت بسیار پایینی برخوردار بودند (جدول ۲). بنابراین جهت تخمین جمعیت شته‌ها در مزرعه، نمونه-برداری از مرحله پورگی از برگ‌های داخلی بهترین برآورد

جدول ۱- پارامترهای R^2 و AICc در مدل‌های مختلف رگرسیونی بین میانگین تعداد شته‌های *Nasonovia ribisnigri* در هر

گیاه و درصد آلودگی بوته در طول سال‌های ۱۳۸۹-۹۰ و ۱۳۹۰-۹۱

Table 1. R^2 and AICc parameters for different regression model between the average number of *Nasonovia ribisnigri* per plant and the percentage of infested plant during 2010-11 and 2011-12

Year	Parameter	Linear	Power	Exponential	Logarithmic
2010-11	R^2	0.68	0.736	0.847	0.425
	AICc	191.48	191.484	183.284	209.679
2011-12	R^2	0.68	0.881	0.947	0.421
	AICc	147.67	147.668	155.556	166.323

جدول ۲- میانگین و درصد جمعیت مراحل مختلف رشدی شته *Nasonovia ribisnigri* در هر بوته و روی برگ‌های داخلی،

وسطی و خارجی در طول سال‌های ۱۳۸۹-۹۰ و ۱۳۹۰-۹۱

Table 2. Mean (\pm SE) and percentage of different stages of *Nasonovia ribisnigri* population in plant and on the head, wrapper and frame leaves during 2010-11 and 2011-12

Year	Nymph	Apterae	Alatae	Head leave	Wrapper leave	Frame leave	Total
2010-11	31.21 \pm 5.98 (89%)	1.67 \pm 0.23 (5%)	2.04 \pm 0.43 (6%)	17.62 \pm 3.01 (51%)	14.8 \pm 3.299 (42%)	2.5 \pm 0.55 (7%)	34.92 \pm 6.59
2011-12	13.16 \pm 2.93 (88%)	0.84 \pm 0.14 (6%)	0.92 \pm 0.21 (6%)	8.26 \pm 1.58 (55%)	5.19 \pm 1.44 (35%)	1.47 \pm 0.38 (10%)	14.92 \pm 3.25

(R^2) بالاتر (۰/۹۰۸ تا ۰/۹۴۷) و (۰/۹۴۵ تا ۰/۹۶۰) به نحو مطلوب تری می تواند داده های حاصل از پراکنش شته های کاهو را نسبت به مدل آیوانو با ضرایب تبیین (۰/۴۵۱ تا ۰/۹۳۹) و (۰/۸۴۶ تا ۰/۹۶۸) به ترتیب در سال اول و دوم نمونه برداری برآزش نماید. در بررسی های پالومبو و همکاران (Palumbo *et al.*, 2000) نیز مدل تیلور با ضریب تبیین بالاتر نسبت به مدل آیوانو، برآزش دقیق تری از پراکنش را نشان داد و پراکنش فرم بال دار و بی بال شته کاهو از نوع تجمعی بود. نتایج این بررسی با نتایج پالومبو و همکاران (Palumbo *et al.*, 2000) نیز همخوانی دارد.

بود. بر اساس مقادیر t ، در هر دو سال شیب خط رگرسیون با عدد یک اختلاف معنی دار داشت و بزرگتر از یک بود. در نتیجه پراکنش تمام مراحل پوره، بالغ بی بال و بالغ بال دار شته کاهو در مزرعه به صورت تجمعی است (جدول ۴). این در حالی است که در مدل آیوانو، در سال ۹۰-۱۳۸۹ شیب خط رگرسیون (β) در دو مرحله بالغ بی بال و بالغ بال دار شته اختلاف معنی داری با عدد ۱ نداشت و شته ها در این مراحل پراکنش تصادفی داشتند. اما پراکنش بقیه سنین در هر دو سال تجمعی بوده است (جدول ۵). نتایج همچنین نشان داد که مدل رگرسیونی تیلور با مقادیر ضرایب تبیین

جدول ۳- پارامترهای خط رگرسیون بین میانگین تعداد کل شته های *Nasonovia ribisnigri* در هر گیاه و نسبت جمعیت ها در برگ های داخلی، وسطی و خارجی در طول سال های ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰

Table 3. Regression parameters between average total number of *Nasonovia ribisnigri* per plant and the proportions of the population on the head, wrapper and frame leaves during 2010-11 and 2011-12

Year	Sample unit	a \pm SE	b \pm SE	R ²	CV	F
2010-11	Head leave	-2.097 \pm 2.683	2.1 \pm 0.110	0.921	96.86	363.272*
	Wrapper leave	6.041 \pm 1.868	1.95 \pm 0.079	0.951	126.11	606.884*
	Frame leave	9.257 \pm 4.412	10.28 \pm 1.11	0.730	124.98	84.969*
2011-12	Head leave	-1.308 \pm 1.348	1.96 \pm 0.112	0.90	108.14	309.796*
	Wrapper leave	3.571 \pm 0.918	2.18 \pm 0.096	0.944	157.40	521.415*
	Frame leave	3.944 \pm 1.911	7.44 \pm 0.735	0.766	147.22	102.609*

*Significant correlation ($P < 0.05$)

جدول ۴- پارامترهای خط رگرسیون مدل تیلور برای مراحل مختلف رشدی *Nasonovia ribisnigri* در سال های ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰

Table 4. Taylor's power law regression parameters for different stages of *Nasonovia ribisnigri* during 2010-11 and 2011-12

Year	Stages	Log a \pm SE	b \pm SE	R ²	F	t
2010-11	Nymph	0.717 \pm 0.098	1.575 \pm 0.078	0.938	410.759*	7.371**
	Apterae	0.402 \pm 0.045	1.238 \pm 0.076	0.908	268.165*	3.131**
	Alatae	0.476 \pm 0.051	1.373 \pm 0.062	0.947	487.947*	6.016**
	Total	0.701 \pm 0.101	1.580 \pm 0.077	0.939	418.049*	7.532**
2011-12	Nymph	0.836 \pm 0.057	1.502 \pm 0.058	0.960	676.013*	8.655**
	Apterae	0.332 \pm 0.037	1.240 \pm 0.054	0.950	537.444*	4.444**
	Alatae	0.296 \pm 0.047	1.307 \pm 0.060	0.945	482.044*	5.116**
	Total	0.813 \pm 0.061	1.507 \pm 0.059	0.958	642.695*	8.593**

*Significant correlation ($P < 0.05$)

**Significant difference with value of 1 ($P < 0.05$)

جدول ۵- پارامترهای خط رگرسیون مدل آیوانو برای مراحل مختلف رشدی *Nasonovia ribisnigri* در سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰

Table 5. Iwao's regression parameters for different stages of *Nasonovia ribisnigri* during 2010-11 and 2011-12

Year	Stages	$\alpha \pm SE$	$\beta \pm SE$	R ²	F	t
2010-11	Nymph	13.48±3.66	1.55±0.078	0.935	390.805*	7.06**
	Apterae	1.306±0.502	1.419±0.246	0.544	33.208*	1.70
	Alatae	1.49±1.132	1.71±0.355	0.451	23.137*	1.99
	Total	14.32±3.84	1.51±0.074	0.939	413.036*	6.92**
2011-12	Nymph	4.03 ± 2.01	2.40 ± 0.096	0.957	623.494*	14.65**
	Apterae	0.15 ± 0.159	2.13 ± 0.13	0.895	240.106*	8.24**
	Alatae	-0.42 ± 0.32	2.79 ± 0.22	0.846	154.676*	8.01**
	Total	3.47 ± 1.86	2.34 ± 0.08	0.968	854.327*	16.74**

*Significant correlation ($P < 0.05$)

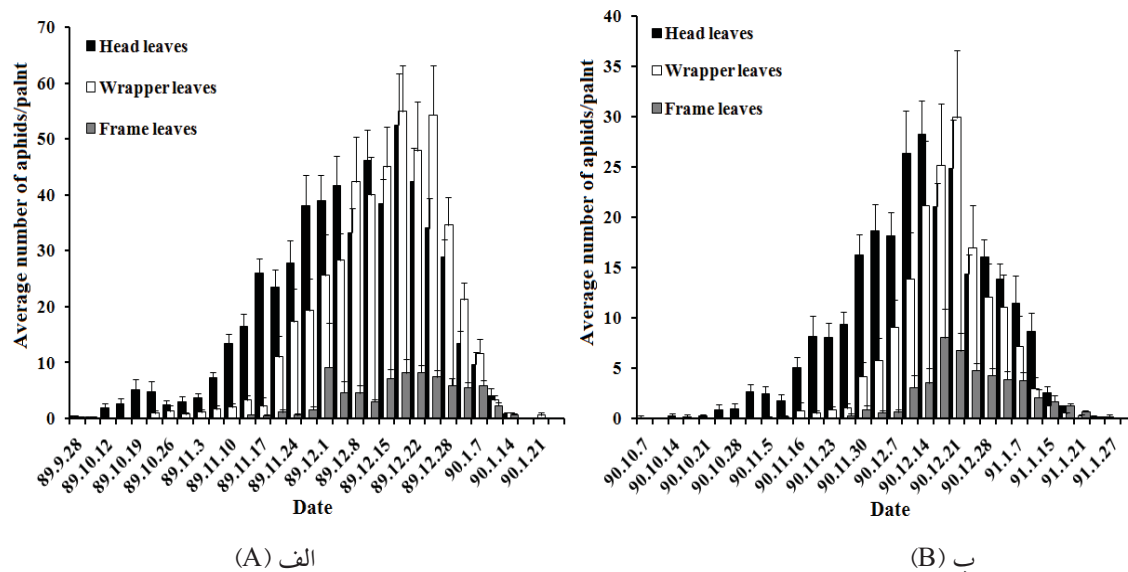
**Significant difference with value of 1 ($P < 0.05$)

در برگ‌های داخلی کاهو می‌تواند شاخص خوبی برای تخمین جمعیت شته کاهو فراهم آورد. این اطلاعات می‌تواند برای طراحی یک برنامه IPM موفق سودمند باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت و شورای محترم پژوهشی و فناوری دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تامین بخشی از هزینه‌های طرح سپاسگزاری می‌شود. از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان به جهت تأمین امکانات، کمال تشکر و قدردانی را دارد.

امروزه این موضوع اثبات شده است که برای اجرای یک برنامه کنترل موفق، نیاز به درک درستی از بیواکولوژی آفت مورد نظر، آگاهی از برهم‌کنش دشمنان طبیعی و شرایط محیطی بر آن و تعیین سطح آستانه اقتصادی آفت می‌باشد. لذا قبل از هر نوع اقدام کنترلی، نیاز است نمونه برداری صحیح و دقیق از جمعیت آفت صورت پذیرد. یکی از عواملی که در موقع نمونه برداری باید مدنظر قرار گیرد، نوع توزیع جمعیت آفت روی گیاه میزبان می‌باشد (Seraj, 2009). نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به تجمعی بودن توزیع فضایی شته کاهو، نمونه برداری از مرحله پورگی



شکل ۲- انتشار شته *Navonosia ribisnigri* روی برگ‌های داخلی، وسطی و خارجی کاهو در طول سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ (الف) و ۹۱-۱۳۹۰ (ب)، اهواز

Figure 2. Distribution of *Navonosia ribisnigri* on head, wrapper and frame leaves of lettuce during A) 2010-11 and B) 2011-12, Ahvaz

References

- Bagheri, S., Tavosi, M. and Dehghani, A.** 2008. Introduction of *Nasonovia ribisnigri* (Mosely) (Hom.: Aphididae) as the most important lettuce aphid in south of Khuzestan province and study on the effect of cultivation date and lettuce cultivars on its population. Proceedings of 18th Iranian Plant Protection congress. 24-27 August, Hamedan, Iran. pp. 80. (In Farsi)
- Burnham, K. P. and Anderson, D. R.** 2002. Model selection and multimodal inference: a practical information-theoretic approach (2nd ed.). Springer, New York. 490 pp.
- Liu, Y. B.** 2004. Distribution and population development of *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) in iceberg lettuce. **Journal of Economic Entomology** 97(3): 883-890.
- MacKenzie, J. R.** 1986. Improved insect pest management of crisp head lettuce grown in S. W. British Columbia. Thesis (M.Sc.). Simon Fraser University. 150 pp.
- MacKenzie, J. R and Vernon, R. S.** 1988. Sampling for distribution of the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae), in fields and within heads. **Journal of the Entomological Society of British Columbia** 85: 10-14.
- Nebreda, M., Michelena, J. M. and Fereres, A.** 2005. Seasonal abundance of aphid species on lettuce crops in central Spain and identification of their main parasitoids. **Journal of Plant Diseases and Protection** 112(4): 405-415.
- Palumbo, J. C.** 1999. Preliminary examination of the population dynamics and control of the lettuce aphid on romaine. from: <http://arizona.openrepository.com/arizona/handle/10150/219965>.
- Palumbo, J. C.** 2000. Seasonal abundance and control of the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* on head lettuce in Arizona. from: <http://arizona.openrepository.com/arizona/handle/10150/220018>.
- Palumbo, J., Mullis, C., Reyes, F. Amaya, A., Ledesma, L. and Cary, L.** 2000. Population dynamics and distribution of aphid species on head lettuce in the Yuma valley. from: <http://arizona.openrepository.com/arizona/bitstream/10150/220015/1/az1177-1j-2000.pdf>.

- Poole, M. C., Botha, J. H., Berlandier, F. A., Tuten, S. J. and Stuart, M. J.** 2004. Final state analysis-lettuce aphid (*Nasonovia ribisnigri*) into Western Australia via host fruit, vegetables nursery stock, cut flowers and foliage. Department of Agriculture Government of Western Australia. 52 pp.
- Rezvani, A.** 2001. Identification key of aphids in Iran. Agricultural Research, Education & Extension Organization. pp. 304 (In Farsi).
- Ruesink, W. G.** 1980. Introduction to sampling theory. In: Kogan. M., Herzog, D. C. (Eds). Sampling methods in soybean entomology. Springer-Verlag, New York, USA. pp. 61-78.
- Seraj, A. A.** 2009. Principal of pest control. Shahid Chamran University of Ahvaz. 540 pp. (In Farsi)
- Smith, H. A. and Chaney, W. E.** 2007. A survey of syrphid predators of of *Nasonovia ribisnigri* inorganic lettuce on the central coast of California. **Journal of Economic Entomology** 100(1): 39-48.
- Southwood, T. R. E.** 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman & Hall pub, London. 524 pp.
- Stufkens, M. A. W. and Teulon, D. A. J.** 2003. Distribution, host range and flight pattern of the lettuce aphid in New Zealand. **New Zealand Plant Protection** 56: 27-32.

Plant Pests Research
2015- 4(4): 1-12

Seasonal dynamics and spatial distribution of the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* Mosely (Hem.: Aphididae) in Ahvaz

A. Farsi^{1*}, F. Kocheili², M. S. Mossadegh³, A. Rasekh⁴ and M. Tavoosi⁵

1, 2, 3 & 4. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, 5. Agriculture and Natural Resources Research Center of Khuzestan-Ahvaz

(Received: December 4, 2013- Accepted: June 2, 2014)

Abstract

Nasonovia ribisnigri Mosely, is considered as a key pest of lettuce and was reported for the first time from southern part of Khuzestan province in 2008. Increasing population and covertly feeding habit of the pest in the central part of lettuce heads causes severe damage in most parts of the fields. To approach the purpose of seasonal dynamics and spatial distribution of lettuce aphid, numerous samples were randomly taken from lettuce field twice a week during 2010-2012. The activity of this pest began in mid and end of December in the first and second year of sampling, respectively. In 2010-11 and 2011-12, population reached a peak on 9 March (116) and 12 March (62) aphids per plant, respectively and then aphid number declined in the mid April. The population increased slowly in the second year compared with the previous year and there was a significance different between the years ($p < 0.05$). Based on estimation of aphids' population on head, wrapper and frame leaves, 50% of the aphids colonized on head leaves and nymphs were the most abundant stage. The data of spatial distribution with both Iwao's Patchiness regression and Taylor's Power Law methods indicated that Taylor's Power Low showed a better fit than Iwao's model and distribution of different stages of aphid population were aggregated. Based on results of this study, despite of difference in population dynamics of lettuce aphids during two years of sampling, counting of nymphs with aggregated distribution pattern on the head leaves can provide a good index to estimate the population and management of this pest.

Keywords: *Nasonovia ribisnigri*, Population dynamic, Spatial distribution, Ahvaz, Pest management

*Corresponding author: Afrooz.farsi@yahoo.com