بررسی تأثیر نوع سمپاش، زمان و تعداد دفعات سمپاشی بر کنترل سرخرطومی برگ یونجه *Hyperapostica* (*Gyllenhal*)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۱۱/۰۷ . تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۲/۲٤

● **منصوره مظفری گنبری**
استادیارپژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران(پست الکترونیک نویسنده مسئول: *4mozaffari@gmail.com*)
● **رضا عادلزاده**
مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران،
● **علیرضا پورحاجی**
استادیارپژوهشی بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

چکیده

استان آذربایجان شرقی دارای رتبه اول از نظر سطح زیرکشت و تولید یونجه در کشور است. یکی از آفات مهم این محصول، سرخرطومی برگ یونجه است که عدم مبارزه با آن، سبب از بین رفتن درصد قابل توجهی از محصول چین اول می شود. بدین سبب، کشاورزان در اوایل بهار مزارع خود را با سم های رایج و با غلظت بالا سمپاشی می کنند که این امر، اثرات مخربی روی محیط زیست دارد. در این بین، عدم آشنایی کافی کشاورزان با ادوات مناسب و زمان صحیح سمپاشی، موجب تشدید این مشکل و افزایش تعداد دفعات سمپاشی می‌شود؛ بنابراین، در این پژوهش، تأثیر کاربرد سمپاش‌های مختلف، زمان و دفعات سمپاشی بر کنترل سرخرطومی برگ یونجه مورد بررسی قرار گرفت. طرح آماری مورد استفاده، آزمون فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور و سه تکرار بود. پارامترهای مورد بررسی شامل تعیین درصد تأثیر تیمارهای مختلف در کنترل آفت، تعیین عملکرد محصول و میزان خسارت آفت در واحد سطح بود. نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار نوع سمپاش، زمان و دفعات سمپاشی بر کنترل سرخرطومی برگ یونجه و تأثیر معنی دار زمان و دفعات سمپاشی و اثر متقابل آن دو بر عملکرد محصول بود. سمپاش الکترواستاتیک به دلیل کیفیت پاشش بالاتر، میزان مصرف محلول سمی کمتر و باردار بودن ذرات سمپاشی شده، دارای عملکرد مناسب تری در مقایسه با سایر سمپاش ها بود. زمانی که ارتفاع یونجه شش تا نه سانتی متر و میانگین تعداد لارو در هر ساقه، یک عدد -باشد، اجرای عملیات سمپاشی درصد تأثیر بیشتری بر کنترل این آفت دارد. همچنین مشخص شد که عدم مبارزه با سرخرطومی برگ یونجه، عملکرد را به میزان ۳۱ تا ۵۰ درصد در چین اول کاهش داد.

واژه های کلیدی: اتومایزر، الکترواستاتیک، لانس دار، میکرونر، سرخرطومی برگ یونجه.

مقدمه

استان آذربایجان شرقی با داشتن ۱۴/۸ درصد از سطح زیرکشت و ۱۰/۹ درصد از تولید یونجه کشور، مقام اول را در این زمینه به خود اختصاص داده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). سرخرطومی برگ یونجه یکی از آفات مهم این محصول است که در صورت عدم مبارزه با آن، چین اول محصول از بین می‌رود. از این رو، کشاورزان در اوایل بهار مزارع خود را با سم های رایج و با غلظت بالا سمپاشی می کنند که این امر اثرات مخربی روی محیط‌زیست و به‌خصوص حشرات مفید فعال در مزارع یونجه دارد. در مبارزه شیمیایی با سرخرطومی برگ یونجه، چندین عامل از جمله دستگاه های مورد استفاده برای سمپاشی، نوع سم، زمان و تعداد دفعات سمپاشی دخالت دارند که باید مورد توجه و مدیریت قرار گیرند. این آفت نسبت به زمان مبارزه بسیار حساس است و چنانچه سمپاشی در مناسب ترین زمان ممکن انجام شود، از افزایش جمعیت آن و تکرار عملیات سمپاشی جلوگیری خواهد شد.

از طرف دیگر می توان گفت که دستیابی به مناسب ترین نتیجه در کنترل این آفت نیاز به معرفی ادوات مناسب با کیفیت بالا و آموزش روش صحیح به کارگیری آن ها به کشاورزان دارد، زیرا سمپاش های مختلف به‌دلیل داشتن اصول کاری مختلف، با نحوه پاشش، توزیع اندازه قطرات و مصرف متفاوت محلول سمی در واحد سطح می توانند تأثیرات گوناگونی بر کنترل آفت داشته باشند (رشاق الحیدری، ۲۰۱۷). در کشور ما، برای سمپاشی مزارع یونجه اغلب از سمپاش های لانس دار استفاده می شود. این سمپاش ها، مصرف محلول سمی بالایی دارند و با فشار ۲۰ تا ۳۰ بار که فشار بسیار بالایی است کار می کنند. سمپاشی با این دستگاه به صورت زیگزاگ و غیریکنواخت، انجام می شود. نتایج تحقیقات نشان می دهد که با استفاده از سمپاش متناسب با نوع محصول و آفت می توان تا حدود ۲۰ تا ۷۰ درصد در مصرف آفت کش ها صرفه جویی کرد (نامور و حیدری، ۱۳۹۳).

در این راستا، تلاش‌هایی برای بهبود فناوری سمپاش‌ها و استفاده از قطرات کنترل شده انجام شده است که از بین آنها می توان به فناوری سمپاش‌های الکترواستاتیک، میکرونر و سمپاش های با حامل هوا اشاره کرد. در سمپاش‌های با حامل هوا، برخورد هوا با ذرات سم موجب خردشدن و کاهش اندازه قطرات و افزایش قدرت ته‌نشینی قطرات سم بر روی محصول می‌گردد.

سمپاش های الکترواستاتیک با باردارکردن قطرات، امکان هدایت آنها به سوی هدف را فراهم نموده و مانع از ریزش محلول سم روی سطح زمین و بادبردگی می شوند که درنتیجه، نشست سم روی گیاهان به میزان دو برابر افزایش می یابد (امیرشقاقی و صفری، ۱۳۹۵).

سمپاش های میکرونر که جزو سمپاش های ابرپاش هستند از فن آوری صفحات چرخان برای سمپاشی استفاده می کنند. دراین سمپاش ها برخلاف روش محلول تحت فشار، قطر ذرات سم مشابه و یکنواخت بوده و با تغییر دور صفحه به راحتی می توان قطر ذرات را به حد مورد نیاز رساند. دراین سمپاش ها میزان محلول مصرفی تا ده ها برابر کاهش یافته و از به وجود آمدن ذرات ریز و درشت که موجب اتلاف سموم در مزرعه می‌شود جلوگیری به عمل می آید (فلاح جدی،۱۳۷۹).

چیت‌ساز و همکاران (۱۳۸۳) یک نوع سمپاش الکترواستاتیک در مرکز تحقیقات مهندسی جهاد تبریز طراحی ونمونه سازی کردند که روی برخی از محصولات مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج رضایت بخشی داشت. پروین و افشاری (۱۳۷۴) در مبارزه با عسلک پنبه، کارایی دو نوع سمپاش الکترواستاتیک و اتومایزر پشتی را در دو منطقه داراب و گنبد مورد مقایسه قرار دادند و دریافتند که کارایی سمپاش الکترواستاتیک در کاهش جمعیت آفت به‌مراتب بهتر و بیشتر از روش متداول یعنی اتومایزر بوده است.

مهران زاده (۱۳۸۲) مطالعه ای را برای بررسی و تعیین مناسبترین روش های سمپاشی به‌منظور کاهش و بهینه سازی مصرف سم در محصول چغندرقند انجام داد. تیمارهای آزمایشی وی شامل سمپاش ابرپاش کشت‌پوش ۶۰۰۰ با عرض شش متر و چهار میکرونر، سمپاش موتوری پشتی اتومایزر و سمپاش پشت تراکتوری بوم دار و تیمار بدون سمپاشی بود.

نتایج نشان داد که سمپاش مجهز به میکرونر با بالاترین عملکرد غده در رتبه اول و بقیه تیمارها در یک گروه مشترک قرار گرفتند.

صفری و کفاشان (۱۳۸۴) در پژوهش خود نوعی سمپاش تراکتوری بومردار مجهز به صفحات چرخان را نمونه‌سازی و کارایی آن را در مبارزه با علف‌های هرز چغندرقند با سمپاش تراکتوری بوم دار مقایسه کردند. نتایج نشان داد که برای کنترل علف‌های هرز (۲۰ و ۲۵ روز بعد از سمپاشی) از نظر مؤثر بودن، بین روشهای مختلف سمپاشی و تیمار شاهد در سطح یک درصد اختلاف معنی داری وجود داشت؛ ولی بین استفاده از سمپاش های میکرونر و بوم دار تراکتوری رایج، اختلاف معنی دار نبود. از نظر میزان محلول سم مصرفی در هکتار نیز بین تیمار سمپاش ساخته شده و بوم دار تراکتوری در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت؛ ولی با تیمار شاهد این اختلاف معنی دار نبود.

نوروزیه و فائز (۱۳۹۲) از سمپاش های کم‌مصرف برای مبارزه با آفات مکنده پنبه استفاده کردند و کارایی آنها را مورد مقایسه قرار دادند و با قرار دادن کارت های حساس به آب در نقاط مختلف بوته، قابلیت انواع مختلف سمپاش را از این لحاظ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سمپاش اتومایزر مجهز به ابرپاش قابلیت بیشتری نسبت به سمپاش های دیگر در پاشش بر روی سطح زیرین برگ ها و برگ های پایینی بوته های پنبه داشت.

حیدری و همکاران (۱۳۹۲) کارایی سمپاش های الکترواستاتیک و میکرونر را در کنترل بلاست برنج مورد مقایسه قرار دادند و دریافتند که سمپاش الکترواستاتیک از کارایی بیشتری برخوردار بوده است.

مدرس نجف آبادی و حیدری (۱۳۹۳) در پژوهشی کارایی سمپاش های الکترواستاتیک و صفحه چرخان و سمپاش‌های متداول را در مبارزه علیه کنه تارتن دولکه ای لوبیا مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین درصد مرگ‌ومیر کنه ها مربوط به تیمار سمپاش الکترواستاتیک و کمترین آن مربوط به تیمار سمپاش میکرونر بوم دار پشتی بود. مقایسه میزان مصرف محلول سمی نیز حاکی از کاهش حجم مصرفی سم در سمپاش الکترواستاتیک و میکرونر بود.

امیرشقاقی و صفری (۱۳۹۵) کارایی سمپاش لانس‌دار پشت تراکتوری، سمپاش الکترواستاتیک و میکرونر را در کنترل آفت کرم درختان سیب مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که یکنواختی قطرات در روی برگ‌ها در سمپاش‌های الکترواستاتیک و میکرونر با ۳۰ قطره در سانتی‌متر مربع بهتر از نوع سمپاش لانس‌دار و در پشت برگ‌ها، سمپاش الکترواستاتیک با تعداد ۱۶ قطره در سانتی‌متر مربع دارای پوشش مناسب‌تری بود. در نوع لانس‌دار، قطرات درشت و غیر یکسان با توزیع غیریکنواخت در پشت و روی برگ‌ها مشاهده شد. از نظر درصد کنترل آفت، بررسی تعداد نمونه‌های سیب سالم و آفت زده نشان داد که سمپاش لانس‌دار در مقایسه با دو روش دیگر دارای کمترین اثر بخشی در کنترل آفت کرم سیب بود. از نظر اقتصادی، سمپاش میکرونر مناسب تشخیص داده شد.

مظفری و همکاران (۱۳۹۸) سمپاش‌های لانس‌دار، اتومایزر، الکترواستاتیک و میکرونر را از نظر فنی و کارایی در کنترل آفت تریپس پیاز مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بین سمپاش های مورد بررسی از نظر خصوصیات ذرات سمپاشی شده و درصد تأثیر بر کنترل آفت اختلاف معنی دار آماری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. سمپاش میکرونر بیشترین درصد تأثیر برکنترل تریپس، کمترین مقدار اندازه قطره ای و بیشترین تراکم و کیفیت پاشش را داشت.

اسحاق بیگی و همکاران (۲۰۱۰) کاربرد سمپاش‌های الکترواستاتیک و میکرونر را در کنترل علف های هرز گندم مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که محلول پاشی با نازل الکترواستاتیک باعث افزایش قدرت نفوذ سم به نقاط داخلی علف‌های هرز متراکم شده و نتایج بهتری حاصل می کند. علیرغم اینکه در این بررسی سمپاش میکرونر با کاهش محلول مصرفی در هکتار از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر بود ولی در مبارزه با علف‌های هرز متراکم نتایج ایده‌آلی حاصل نکرد.

پژوهش های سامنر و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد که نسبت سطح پوشش قطرات محلول سم در سمپاش الکترواستاتیک، ۴/۳ برابر سمپاش های معمولی است. هانگ و همکاران (۲۰۱۲) اعلام نمودند که با روش های رایج (سنتی) ۷۰-۶۰ درصد آفت کش ها به هدر می روند و باعث آلودگی خاک و محیط زیست می شوند؛ درصورتی که استفاده از سمپاش الکترواستاتیک موجب تولید قطرات یکنواخت گردیده و از مصرف آفت کش ها به مقدار زیادی می کاهد.

پاسچوزی و سیروتو (۲۰۱۵) امکان کاربرد سمپاش الکترواستاتیک در باغ انگور را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که استفاده از سمپاش الکترواستاتیک باعث افزایش قدرت ته‌نشینی قطرات سم بر روی شاخ و برگ درخت می‌شود؛ اما این ته نشینی در نقاط نزدیک به سم‌پاش بیشتر بود.

در مجموع می توان نتیجه گرفت که مدیریت مناسب در کاربرد آفت کش ها، برای جلوگیری از تلفات محصول، هدر رفت سم، کاهش هزینه ها، آلودگی محیط زیست و مسمومیت انسان و موجودات دیگر ضروری است و باید در میزان مصرف سم، انتخاب سمپاش مناسب و نحوه و زمان کاربرد آن بیشتر دقت شود. در این زمینه علاوه بر میزان مهارت کاربر، تنظیمات و شرایط کاری سمپاش و زمان سمپاشی نقش اصلی را در رسیدن به نتایج موردنظر ایفا می نماید. از این رو، در این پژوهش، به منظور دستیابی به این اهداف، از چهار نوع سمپاش موتوری پشتی، در دو زمان مختلف و در نوبت های مختلف سمپاشی برای کنترل سرخرطومی برگ یونجه استفاده شد و نتایج حاصل مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

مواد و روشها

طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش از نوع آزمون فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه فاکتور و سه تکرار بود. فاکتور *A* نوع سمپاش در چهار سطح (سمپاش موتوری پشتی اتومایزر، سمپاش موتوری پشتی لانس دار مجهز به افشانک مخروطی، سمپاش موتوری پشتی مجهز به کلاهک الکترواستاتیک و سمپاش موتوری پشتی مجهز به کلاهک میکرونر)؛ فاکتور *B* زمان سمپاشی در دو سطح (۱- زمانی که ارتفاع گیاه حدود شش تا نه سانتی متر و میانگین تعداد لاروها روی هر ساقه یک عدد باشد و ۲- زمانی که ارتفاع گیاه حدود ۱۲ تا ۱۵ سانتی متر و حداقل تعداد لاروها روی هر ساقه ۲-۱/۵ عدد باشد) و فاکتور *C* دفعات سمپاشی در دو سطح (یک و دو مرتبه، مرتبه دوم به فاصله ۱۵ روز بعد از سمپاشی نوبت اول) بود.

سمپاش لانس دار مورد استفاده در این پژوهش، مارک *ECHO* مدل *SHR- 200E* مجهز به یک افشانک مخروطی با بده قابل تنظیم و فشار تقریبی یک مگاپاسگال بود (شکل ۱).

این سمپاش دارای یک شیر تنظیم جریان برای تنظیم بده خروجی بود که در این بررسی، شیر تنظیم در حالت کاملاً باز قرار داده شد. سمپاش موتوری پشتی بادی مورد استفاده، مارک *SOLO PORT 423* بود که در طول آزمایش ها به سه کلاهک اتومایزر، الکترواستاتیک و میکرونر مجهز شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. کلاهک اتومایز استفاده شده نیز ساخت همان شرکت و مجهز به چهار درجه بندی برای تنظیم میزان محلول سمی خروجی بود. در این پژوهش، میزان خروجی محلول سمی بر روی درجه دو تنظیم شد (شکل ۲).

کلاهک الکترواستاتیک مورد استفاده ساخت شرکت احسان تحقیق تبریز بود که بر پایه سمپاش اتومایزر متداول کار می کند. این کلاهک مجهز به قطعه الکترونیکی در انتهای لانس خروجی است که با اتصال به سرشمع موتور، جریان الکتریکی در آن برقرار و امکان تولید قطرات باردار در آن فراهم می شود. این کلاهک مجهز به چهار درجه بندی برای تنظیم میزان محلول سمی خروجی بود که در این مورد نیز، میزان خروجی محلول سمی بر روی درجه دو تنظیم شد (شکل ۳).

کلاهک میکرونر مورد استفاده مدل *N11* ساخت شرکت کشت پوش بود (شکل ۴) که بر روی سمپاش موتوری پشتی بادی سوار شد و از فناوری صفحات چرخان در تولید قطرات استفاده می کرد. این کلاهک مجهز به چهار افشانک به رنگ های زرد، قرمز، سبز و مشکی بود که می توانستند خروجی های مختلفی از محلول سمی را ارائه دهند. در این پژوهش از افشانک قرمز استفاده شد.

زمان سمپاشی بر اساس بررسی منابع موجود در خصوص مناسب ترین زمان مبارزه (متناسب با تعداد لارو موجود در هر ساقه و سن لارو) و نیز آزمایش های اولیه و بررسی های میدانی در مزارع یونجه منطقه انتخاب شد. هنگامی که ارتفاع گیاه حدود شش تا نه سانتی متر قرار داشت، میانگین تعداد لارو در روی هر ساقه تقریباً یک عدد بود و مطابق نظر کارشناس مدیریت آفات، بیشتر لاروهای روی محصول سن اول را سپری نموده و به‌طور عمده از لاروهای سن دو و برخی نیز دارای سن سه بودند. هنگامی که ارتفاع گیاه به حدود ۱۲ تا ۱۵ سانتی متر رسید،حداقل تعداد لاروها روی هر ساقه ۱/۵ تا دو عدد بود و لاروها، عمدتاً در سنین سه و برخی نیز در سن چهار بودند؛ بنابراین این دو محدوده به عنوان سطوح فاکتور مورد بررسی در این پژوهش انتخاب شدند.

شکل ۱ - سمپاش لانس دار
ECHO SHR- 200E

شکل ۲ - سمپاش موتوری پشتی بادی
SOLO PORT 423

شکل ۳- کلاهک الکترواستاتیک

شکل ۴ -کلاهک میکرونر *N11*

ابعاد کرت های آزمایشی،۱۰× ۵ مترمربع بود که برای جلوگیری از تداخل و همپوشانی تیمارهای مختلف، به فواصل پنج متر از همدیگر کرت بندی انجام شد. رقم مورد استفاده برای کاشت، قره یونجه بود. همچنین یک کرت شاهد (بدون سمپاشی) به صورت تصادفی در داخل هرکدام از تکرارهای آزمایشی برای مقایسه تیمارهای مختلف از نظر عملکرد با شاهد و محاسبه درصد تأثیر تیمار بر کنترل آفت، در نظر گرفته شد.

آزمایشها در سال دوم و چین اول یونجه انجام شد و از سم های زولن، امولسیون ۳۵ درصد به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار و سومین، پودر وتابل ۸۵ درصد به میزان سه کیلوگرم در هکتار (توصیه شده توسط کارشناس مدیریت آفات) استفاده شد. در هر دور سمپاشی، میزان سم استفاده شده در مخزن هر سمپاش، با توجه به غلظت سم موردنیاز در هکتار برای مبارزه با سرخرطومی برگ یونجه، حجم مخزن، عرض کار مؤثر و بده هر سمپاش در دقیقه و بر این اساس که میزان سم پاشیده شده در هر کرت با هم مساوی باشند، محاسبه شد. پارامترهای مورد اندازه گیری در این بررسی شامل تعیین درصد تأثیر تیمارهای مختلف در کنترل آفت، تعیین جمعیت لاروهای سرخرطومی برگ یونجه، پیش و پس از سمپاشی و تعیین عملکرد محصول در واحد سطح بود.

روشهای اندازه گیری و محاسبه فاکتورهای مورد بررسی

درصد تأثیر بر کنترل سرخرطومی یونجه به منظور تعیین کارایی تیمارهای مورد آزمایش در کاهش جمعیت آفت با اقتباس از حاتمی (۱۳۷۰)، یک روز پیش از سمپاشی و پنج روز پس از سمپاشی با ۱۰ بار تور زدن در دو قطر هر کرت از تراکم لاروهای آفت نمونه‌برداری شد و بدین ترتیب جمعیت لاروهای موجود پیش و پس از سمپاشی در هر کرت تعیین شد و از فرمول هندرسون تیلتون برای محاسبه درصد تأثیر سمپاش‌های مورد مقایسه بر کنترل آفت استفاده شد (اکبری نوشاد، ۱۳۷۴).

$$E = \left[1 - \frac{T_a}{C_a} * \frac{C_b}{T_b}\right] * 100$$

که در این رابطه، درصد تأثیر تیمار بر کنترل آفت، Ta تعداد لارو در نمونه تیمار بعد از سمپاشی، Tb تعداد لارو در نمونه تیمار قبل از سمپاشی، Ca تعداد لارو در نمونه شاهد بعد از سمپاشی و Cb تعداد لارو در نمونه شاهد قبل از سمپاشی هستند.

عملکرد محصول در واحد سطح و میزان خسارت آفت

این پارامتر در چین اول یونجه اندازه گیری شد.

به این ترتیب که کادری به ابعاد یک مترمربع، سه مرتبه در هر کدام از کرت های آزمایشی به طور تصادفی پرتاب و محصول داخل کادر برداشت شد و با ترازوی پرتابل *AND EJ*-۴۱۰۰ با دقت ۰/۱ گرم، توزین شد. میزان عملکرد برای هر کرت با واحد گرم در مترمربع یادداشت شد.

به منظور مقایسه میزان خسارت ناشی از این آفت، نمونه گیریها و اندازه گیری های مورد نیاز در یک کرت شاهد (بدون سمپاشی) که در کنار هر کدام از تکرارهای آزمایشی به صورت تصادفی اعمال شد، انجام گرفت و نتایج حاصل از کرت شاهد و ۱۶ تیمار موجود در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۷ تیمار و سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفت.

جدول ۱ - نتایج مقایسه میانگین داده های حاصل از درصد تأثیر فاکتورهای مختلف بر کنترل سرخرطومی برگ یونجه بر اساس آزمون دانکن

علائم اختصاری تیمارها		درصد تأثیر بر کنترل سرخرطومی برگ یونجه
فاکتور A (نوع سمپاش)	سمپاش اتومایزر (A۱)	۳۷/۸۴۲a
	سمپاش لانس دار (A۲)	۳۵/۳۸۲ab
	سمپاش الکترواستاتیک (A۳)	۳۹/۱۸۶a
	سمپاش میکرونر (A۴)	۳۳/۳۸۴b
فاکتور B (زمان سمپاشی)	زمان ۹-۶ سانتی‌متری یونجه (B۱)	۳۸/۲۴۶a
	زمان ۱۵-۱۲ سانتی‌متری یونجه (B۲)	۳۴/۶۵۰b
فاکتور C (تعداد دفعات سمپاشی)	یک نوبت (C۱)	۴۳/۸۹۸b
	دو نوبت (C۲)	(۲۸/۹۹۹+۴۳/۸۹۸)a

- میانگین‌هایی که با حروف لاتین مشترک مشخص شده‌اند، در یک گروه قرار داشته و اختلاف معنی‌دار ندارد
- ترتیب حروف نشان‌دهنده مناسب‌ترین تیمار از نظر پارامتر مورد بررسی است

نتایج

درصد تأثیر تیمار بر کنترل سرخرطومی برگ یونجه

نتایج تحلیل های آماری نشان داد که هر سه فاکتور سمپاش، زمان و دفعات سمپاشی تأثیر معنی داری بر روی پارامتر درصد تأثیر بر کنترل سرخرطومی برگ یونجه در سطح احتمال یک درصد داشتند.

مطابق جدول یک که نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده فاکتورهای مورد بررسی بر درصد تأثیر بر کنترل آفت را نشان می‌دهد، سمپاش الکترواستاتیک با میانگین ۳۹/۱۸۶ بالاترین درصد تأثیر را در کنترل آفت داشت و پس از آن سمپاش اتومایزر در رتبه بعدی قرار گرفت. مطابق این جدول سمپاش میکرونر کمترین تأثیر را در کنترل آفت نسبت به سه سمپاش دیگر داشت. نتایج جدول یک در مورد زمان و نوبت سمپاشی، نشان داد که سمپاشی در زمان ۹-۶ سانتی‌متری یونجه که میانگین تعداد لارو در روی هر ساقه تقریباً یک عدد بود و دو نوبت سمپاشی تأثیر بیشتری در کنترل سرخرطومی برگ یونجه داشتند.

عملکرد محصول

بر اساس نتایج به دست آمده، اثر زمان سمپاشی بر روی این پارامتر در سطح احتمال پنج درصد و اثر دفعات سمپاشی و اثر متقابل زمان و دفعات سمپاشی بر عملکرد محصول در سطح احتمال یک درصد معنی-دار بود که نتایج مقایسه میانگین داده هایی که معنی دار شناخته شده اند، در سطوح احتمال یاد شده در جدول (۲) نشان داده شده است.

مطابق نتایج حاصل، اثر نوع سمپاش بر روی عملکرد از نظر آماری معنی‌دار نبود. بررسی اثر متقابل زمان و دفعات سمپاشی بر روی عملکرد (جدول ۲) نشان داد که بالاترین عملکرد مربوط به تیمار B_2C_2 (سمپاشی در زمان ۱۵-۱۲ سانتی متری یونجه و تکرار سمپاشی ۱۵ روز بعد از سمپاشی اول) بود؛ که با تیمار B_1C_2 (سمپاشی در زمان ۹-۶ سانتی متری یونجه و تکرار سمپاشی ۱۵ روز بعد از سمپاشی اول) دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبود.

مقایسه اثر تیمارهای مختلف سمپاشی با شاهد و تعیین میزان خسارت آفت

مقادیر میانگین داده های حاصل از عملکرد محصول در کرت های مختلف آزمایشی و تیمار شاهد در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر فاکتورهای مورد بررسی بر عملکرد یونجه (گرم در مترمربع) با آزمون دانکن

علائم اختصاری تیمارها		عملکرد یونجه
فاکتور B	زمان ۹-۶ سانتی‌متری یونجه (B_1)	۱۵۳۹/۳۵۹a
	زمان ۱۵-۱۲ سانتی‌متری یونجه (B_2)	۱۴۸۲/۴۳۶b
فاکتور C	یک نوبت (C_1)	۱۴۰۳/۸۴۶b
	دو نوبت (C_2)	۱۶۱۷/۶۶۰a
BC	B_1C_1	۱۴۸۳/۵۹۰b
	B_1C_2	۱۵۹۵/۱۲۸a
	B_2C_1	۱۳۲۴/۶۷۹c
	B_2C_2	۱۶۴۰/۱۹۲a

- میانگین‌هایی که با حروف لاتین مشترک مشخص‌شده‌اند، در یک گروه قرار داشته و اختلاف معنی‌دار ندارد
- ترتیب حروف نشان‌دهنده مناسب‌ترین تیمار ازنظر پارامتر موردبررسی است

جدول ۳- مقادیر میانگین عملکرد ۱۶ تیمار مورد بررسی و تیمار شاهد

علائم اختصاری تیمارها	میانگین عملکرد (گرم در مترمربع)		
$A_1B_1C_1$	bcde	±۸۴۹/۴۵	۱۵۴/۱۴۵۶
$A_1B_1C_2$	abcd	±۸۷۷/۱۶	۶۴۱/۱۵۸۵
$A_1B_2C_1$	e	±۴۹۵/۱۶	۳۸۵/۱۲۷۵
$A_1B_2C_2$	ab	±۵۲۶/۴۳	۴۱۰/۱۶۹۶
$A_2B_1C_1$	bcde	±۳۵۷/۴۸	۷۴۴/۱۴۳۹
$A_2B_1C_2$	abc	±۴۳۸/۲۳	۶۴۱/۱۶۱۵
$A_2B_2C_1$	e	±۵۶۳/۲۳	۵۹۰/۱۳۰۳
$A_2B_2C_2$	abc	±۰۳۴/۱۲	۱۲۸/۱۶۲۵
$A_3B_1C_1$	abcd	±۹۷۹/۳۲	۶۶۷/۱۵۶۶
$A_3B_1C_2$	abcd	±۳۸۰/۱۷	۰۵۱/۱۵۸۲
$A_3B_2C_1$	cde	±۷۴۰/۱۶	۴۸۷/۱۳۷۹
$A_3B_2C_2$	a	±۲۷۰/۲۳	۷۶۹/۱۷۴۰
$A_4B_1C_1$	bcde	±۲۵۳/۳۹	۷۹۵/۱۴۷۱
$A_4B_1C_2$	abcd	±۴۱۹/۲۱	۱۷۹/۱۵۹۷
$A_4B_2C_1$	e	±۴۹۵/۱۶	۲۵۶/۱۲۹۰
$A_4B_2C_2$	abcde	±۴۹۵/۱۶	۴۶۲/۱۴۹۸
شاهد	f	±۶۶۴/۳۷	۴۸۷/۸۷۹

- میانگین‌هایی که با حروف لاتین مشترک مشخص‌شده‌اند، در یک گروه قرار داشته و اختلاف معنی‌دار ندارد
- ترتیب حروف نشان‌دهنده مناسب‌ترین تیمار ازنظر پارامتر موردبررسی است

در بین ۱۷ تیمار موجود یعنی ۱۶ تیمار سمپاشی مورد بررسی در این پژوهش و تیمار شاهد (بدون سمپاشی) اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد از نقطه نظر عملکرد محصول، وجود داشت. مطابق جدول ۳، بالاترین اختلاف بین عملکرد تیمارهای سمپاشی مورد بررسی با تیمار شاهد، مربوط به تیمار *A3B2C2* و کمترین اختلاف مربوط به تیمار *A1B2C1* بود که به‌ترتیب دارای اختلاف ۸۶۱/۲۸۲ و ۳۹۵/۸۹۸ گرم در مترمربع از نظر عملکرد با تیمار شاهد بودند.

بحث و نتیجه گیری

بررسی اثر نوع سمپاش بر درصد تأثیر تیمار در کنترل سرخرطومی برگ یونجه نشان داد که سمپاش الکترواستاتیک دارای عملکرد مناسب تری در مقایسه با سایر سمپاش ها بود. مکانیزم تولید قطرات در این سمپاش، موجب می شود که قطرات سم باردار تولید شده همراه با فشار هوای دستگاه سمپاش، ضمن اینکه بتواند به داخل پوشش گیاهی نفوذ کنند، در عین حال به وسیله بار الکتریکی موجود بتوانند در پشت برگ ها و قسمت های دیگر گیاه نیز نشست کند و از این طریق باعث افزایش پوشش گیاه به وسیله محلول سمی و در نتیجه افزایش درصد تأثیر و کارایی سم در کنترل آفت شود؛ بنابراین توانایی سمپاش الکترواستاتیک در کسب بالاترین درصد تأثیر در کنترل سرخرطومی برگ یونجه می تواند مربوط به باردار بودن ذرات سمپاشی شده و در نهایت امکان تماس بیشتر قطرات سم با آفت باشد.

هر چند، سمپاش الکترواستاتیک از نظر درصد تأثیر بر کنترل سرخرطومی برگ یونجه تفاوت معنی دار آماری با سمپاش اتومایزر نداشت، اما به دلیل کیفیت پاشش بالاتر، میزان مصرف محلول سمی کمتر و باردار بودن ذرات سمپاشی شده، استفاده از آن دارای برتری است. پژوهش های دیگر در زمینه مقایسه سمپاش های الکترواستاتیک با دیگر سمپاش ها مانند حیدری و همکاران (۱۳۹۲)، مدرس نجف آبادی و حیدری (۱۳۹۳)، سامنر و همکاران (۲۰۰۰)، اسحاق بیگی و همکاران (۲۰۱۰) و هانگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داد که در بسیاری از موارد این نوع سمپاشی کارایی بیشتری نسبت به سایر روش ها دارد.

نتایج در خصوص زمان سمپاشی نشان داد هنگامی‌که ارتفاع محصول شش تا نه سانتی متر و میانگین تعداد لارو در هر ساقه، یک عدد باشد، اجرای عملیات سمپاشی درصد تأثیر بیشتری بر کنترل آفت دارد. قبل از این زمان، آفت به‌صورت تخم و یا لارو سن اول است و خسارت چندانی به محصول وارد نمی کند و مبارزه با آن علاوه بر صرف وقت، هزینه و آلودگی محیط زیست تأثیر چندانی بر کنترل آفت ندارد، زیرا تخم های آفت در مقابل سمپاشی مقاوم هستند؛ بعد از این مرحله نیز آفت در سنین بالاتر بوده و در مقابل سمپاشی مقاوم تر است. بنابراین انتخاب زمان سمپاشی از اهمیت خاصی برخوردار است و سمپاشی زودهنگام دلیلی برای موفقیت سمپاشی نیست. نتایج بررسی اثر تعداد دفعات سمپاشی نیز نشان داد که هر چند دو بار سمپاشی تأثیر بیشتری در کنترل آفت داشت، اما اثر سمپاشی بر کنترل آفت در نوبت اول سمپاشی دارای درصد تأثیر بیشتری از نوبت دوم بود و در نوبت دوم درصد تأثیر سمپاشی بر کنترل آفت به مقدار زیادی کاهش پیدا کرد.

بررسی اثر زمان سمپاشی بر عملکرد محصول حاکی از آن است سمپاشی در زمانی که ارتفاع محصول شش تا نه سانتی متر و میانگین تعداد لارو در هر ساقه، یک عدد بود، نتیجه بهتری نسبت به زمان دوم داشت. نتایج پژوهش های بربرت و همکاران (۱۹۸۰) نیز این موضوع را تائید می کند. همچنین نتایج بررسی اثر دفعات سمپاشی نشان داد که نوبت دوم سمپاشی موجب بهبود عملکرد می شود. لازم به یادآوری است که در سال آزمون، جمعیت آفت در سطح منطقه بسیار زیاد بود. بررسی اثر متقابل زمان و دفعات سمپاشی بر روی عملکرد محصول در چین اول نشان داد در حالتی که سمپاشی در دو نوبت انجام شد، اختلاف معنی دار آماری بین سمپاشی در زمان های مورد بررسی وجود نداشت؛ اما در حالتی که فقط یک نوبت سمپاشی انجام شد، سمپاشی در زمان شش تا نه سانتی متری یونجه (با میانگین یک لارو در هر ساقه) توانست عملکرد بالاتری را نسبت به سمپاشی در زمان ۱۲ تا ۱۵ سانتی-متری یونجه (با حداقل ۲-۱/۵ لارو در هر ساقه) حاصل کند؛ به طوری که ترکیب تیماری «زمان اول و دو نوبت سمپاشی» و «زمان دوم و دو نوبت سمپاشی» در گروه آماری اول، تیمار سمپاشی در «زمان اول و یک نوبت سمپاشی» در گروه دوم و تیمار سمپاشی در «زمان دوم و یک نوبت سمپاشی» در گروه سوم قرار داشتند. همچنین، یافته ها نشان داد که اختلاف بین عملکرد تیمار شاهد (بدون سمپاشی) و تیمار با بالاترین عملکرد (تیمار *A3B2C2*) و در حدود ۵۰ درصد؛ و اختلاف بین عملکرد تیماری که کمترین مقدار محصول را در بین تیمارهای سمپاشی داشت (تیمار *A1B2C1*) با تیمار شاهد در حدود ۳۱ درصد بود که این امر نشان دهنده ضرورت سمپاشی روی سرخرطومی برگ یونجه است.

توصیه ترویجی

با توجه به اینکه سمپاش الکترواستاتیک، بالاترین درصد تأثیر در کنترل آفت را دارد، به عنوان مؤثرترین سمپاش در کنترل سرخرطومی برگ یونجه معرفی و استفاده از آن در مزارع یونجه منطقه توصیه می شود.

-برای به دست آوردن نتیجه مطلوب در کنترل سرخرطومی، بهتر است سمپاشی در زمانی که ارتفاع یونجه شش تا نه سانتی متر و میانگین تعداد لارو در هر ساقه یک عدد است، انجام شود.

-زمانی که ارتفاع یونجه ۱۲ تا ۱۵ سانتی متر و حداقل تعداد لارو در روی هر ساقه به طور میانگین ۱/۵ تا دو عدد است؛ باید سمپاشی برای بار دوم با فاصله ۱۵ روز بعد از سمپاشی اول تکرار شود.

فهرست منابع:

-با توجه به اینکه سمپاحمدی، ک؛ عباد زاده، ح.ر؛ حاتمی، ف؛ عبدشاه، ه و کاظمیان، ا. (۱۳۹۷). آمارنامه کشاورزی ۹۷-۱۳۹۶ جلد اول- محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

اکبری نوشاد، ش. (۱۳۷۴). مقایسه اثر چند سم حشره کش بر روی تریپس پیاز در استان آذربایجان شرقی. بخش تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی. مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی.

امیر شقاقی،ف و صفری، م. ۱۳۹۵. مقایسه و ارزیابی فنی سمپاشهای الکترواستاتیکی، میکرونر و پشت تراکتوری لانس دار در کنترل آفت کرم سیب. نشریه ماشینهای کشاورزی، ۶(۲): ۳۷۶-۳۸۳.

پروین، ا و افشاری، م.ر. (۱۳۷۴). بررسی کارایی دو روش سمپاشی بر اساس تراکم بوته در مبارزه با عسلک برگ پنبه. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی.

چیت ساز، م؛ باغچه وان، م.ر؛ حسن پور، د و نرمانی، س. (۱۳۸۳). طراحی و ساخت سمپاش الکترواستاتیک پشتی موتوری. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. کرمان، ایران.

حاتمی، ب. (۱۳۷۰). راهنمای آزمایشات صحرایی در گیاه‌پزشکی. انتشارات ارکان.

حیدری، ا؛ ناظریان، ع؛ پارسا، ح و گرامی، ک. (۱۳۹۲). بررسی کارایی دو نوع سمپاش بر پایه الکترواستاتیک و صفحات چرخان در مقایسه با سمپاش فرقونی لانس دار در مبارزه با بیماری بلاست برنج. مجله دانش گیاه پزشکی ایران، ۴۴(۱): ۱۶۳-۱۷۱.

صفری، م و کفاشان، ج. (۱۳۸۴). ساخت و ارزیابی سمپاش تراکتوری بوم دار مجهز به صفحات چرخان و مقایسه آن با سمپاش تراکتوری بوم دار به منظور مبارزه با علف های هرز چغندرقند. گزارش نهایی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی.

فلاح جدی، ر. (۱۳۷۹). ساختمان و کاربرد سمپاش های رایج در ایران. دفتر خدمات و تکنولوژی آموزشی وزارت کشاورزی.

مدرس نجف‌آبادی، س.س و حیدری، ا. (۱۳۹۳). بررسی کارایی دو سمپاش الکترواستاتیک و صفحه چرخان در مقایسه با سمپاش های متداول با دو غلظت مختلف از کنه کش هگزی تیازوکس(*EC* ۱۰٪) علیه کنه تارتن دو لکه ای لوبیا(*Tetranychusurtica Koch*). آفت کش ها در علوم گیاه پزشکی، ۲(۲): ۶۰-۷۲.

مظفری، م.، یوسف زاده طاهری، م.ر و سلیمانی، ج. ۱۳۹۸. بررسی عملکرد فنی و کارایی سمپاش های پشتی با مکانیزم های مختلف درکنترل تریپس پیاز. نشریه مکانیزاسیون کشاورزی، ۴(۲):۱۲۱-۱۳۲.

مهران زاده، م. (۱۳۸۲). بررسی و تعیین روش های سمپاشی به منظور کاهش و بهینه سازی مصرف سم در محصول چغندرقند در دزفول. پایان نامه کارشناسی ارشد. واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی دزفول.

نامور، پ و حیدری، ا. (۱۳۹۳). مطالعه کارایی روش های مختلف سم پاشی در کنترل کنه زرد و پهن سیب زمینی (*Polyphagotarsonemuslatus Banks*). آفت کش ها در علوم گیاه پزشکی، ۱(۱(۲)): ۱۳۷-۱۴۷.

نوروزیه، ش و فائز، ر.ا. (۱۳۹۲). بررسی و تعیین سمپاش مناسب جهت افزایش کارایی سموم در مبارزه با آفات مکنده پنبه. مجله پژوهش های پنبه ایران، ۱(۱): ۱۳-۲۷.

-Berbert, R.C., Senst, K.M., Nuss, K.E., & Gibson, W.P. (1980). Alfalfa weevil in Oklohama: The first ten years Bulletin of Agricultural Euperiment station of Oklohama state university. 25 pp.

-Esehaghbeygi, A., Tadayyon, A., & Besharati, S. (2010). Comparison of electrostatic and spinning discs spray nozzles on wheat weeds control. Journal of American Science, 6(12): 529-533.

-Hong, S., Minzan, L., & Zhang, Q. (2012). Detection system of smart sprayers: Status, challenges, and perspectives. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 5(3): 1-15.

-Pascuzzi, S.,& Cerruto, E. 2015. An innovative pneumatic electrostatic sprayer useful for tendone vineyards. Journal of Agricultural Engineering, 46(3):123-127.

-Reshaq Alheidary, M.H. 2017. Performance of knapsack sprayer: effect of technological parameters on nanoparticles spray distribution. International journal of engineering trends and technology, 46(4): 199-207.

-Sumner, H.R., Herzog, G.A., & Sumner, P.E. (2000). Chemical application equipment for improved deposition in cotton. Journal of Cotton Science, 4(1): 19-27.