

بررسی کارایی دو سمپاش الکترواستاتیک و صفحه چرخان در مقایسه با سمپاش‌های متداول با دو غلظت مختلف از کنه‌کش هگزای تیاژوکس (EC 10%) علیه کنه تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch. لوبیا

سید سعید مدرس نجف‌آبادی*^۱ و احمد حیدری^۲

۱. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، بندرعباس، ایران. ۲. بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۴

چکیده

کنه تارتن دولکه‌ای (*Tetranychus urticae* Koch.) از مهم‌ترین آفات لوبیا در ایران است. در این تحقیق کارایی دو نوع سمپاش بر پایه الکترواستاتیک و صفحه چرخان شامل اتومایزر الکترواستاتیک، اتومایزر میکرونر و میکرونر بوم‌دار پستی در مقایسه با سمپاش‌های رایج شامل فرقونی لانس‌دار، اتومایزر پستی و کتابی پستی تلمبه از بغل با دو غلظت (۰/۳ و ۰/۵ لیتر در هکتار) از کنه‌کش هگزای تیاژوکس (نیسورون® EC10%) روی کنه تارتن دولکه‌ای لوبیا بررسی شد. این مطالعه در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار انجام شد. نمونه‌برداری از جمعیت کنه در فواصل یک روز قبل از سم‌پاشی و به ترتیب ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی انجام و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین درصد مرگ و میر کنه نشان داد که بیشترین و کمترین درصد مرگ و میر با مقادیر ۸۳/۷۴ و ۲۳/۴۶ درصد، به ترتیب مربوط به سم‌پاش الکترواستاتیک و میکرونر بوم‌دار پستی بود، درحالی‌که سم‌پاش‌های فرقونی صد لیتری لانس‌دار، اتومایزر پستی با هد میکرونر، اتومایزر پستی با هد معمولی و سمپاش پستی تلمبه از بغل به ترتیب با ۵۷/۴۱، ۷۶/۵۰ و ۴۳/۲۲ و ۳۶/۸۱ درصد، در رده‌های بعدی قرار داشتند. میزان محلول مصرفی در سمپاش‌های اتومایزر الکترواستاتیک، اتومایزر میکرونر و میکرونر بوم‌دار پستی به ترتیب معادل ۴۲/۶۹، ۱۳۴/۴ و ۵۶/۲۵ لیتر در هکتار بود که بیانگر کاهش حجم محلول مصرفی در این نوع سمپاش‌ها در مقایسه با سمپاش‌های رایج است. بر این اساس سم‌پاش الکترواستاتیک به‌عنوان موثرترین سم‌پاش، با حداقل مصرف کنه‌کش، جهت کاربرد کنه‌کش‌ها در مزارع لوبیا توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تکنیک‌های مختلف سم‌پاشی، سم‌پاش الکترواستاتیک، کنه تارتن دولکه‌ای، لوبیا، مبارزه شیمیایی.

* **مسئول مکاتبات:** سید سعید مدرس نجف‌آبادی، s_modarres_705@yahoo.com

مقدمه

عملکرد سم و سم‌پاش و کنترل آفت، در مقایسه با روش دیگر نتیجه بهتری دارد (Herzog *et al.*, 1983). نتایج حاصل از مقایسه تأثیر سم‌پاش‌هایی با سیستم هیدرولیک و سیستم الکتروستاتیک، به منظور کنترل آفات حبوبات، نشان داد که ضمن افزایش تماس حشره‌کش‌ها با گیاه در کاربرد سم‌پاش‌های الکتروستاتیک، مقدار دز مصرفی آفت‌کش نیز کاهش می‌یابد (Griffiths *et al.*, 1984). کاربرد دو روش سم‌پاشی رایج (پشت تراکتوری) و الکتروستاتیک، در مبارزه با عسلک برگ پنبه، نشان داد که روش سم‌پاشی الکتروستاتیک با میانگین تأثیر ۹۲/۶ درصد در مقایسه با روش معمولی توانسته است آفت را در حد قابل قبول کنترل نماید. بررسی کارت‌های حساس به آب نیز نشان داد که تعداد قطرات سم قرار گرفته روی کارت‌ها در روش سم‌پاشی الکتروستاتیک تا ۴ برابر تعداد قطرات نسبت به روش سم‌پاشی معمولی، افزایش داشته است (Afshari *et al.*, 1998a). همچنین تأثیر هفت روش مختلف سم‌پاشی (سم‌پاشی هوایی، سم‌پاش‌های پشت تراکتوری بوم‌دار، بوم‌دار دستی، صد لیتری، موتوری پشتی اتومایزر، تلمبه‌ای دستی و الکتروستاتیک)، علیه سن‌گندم نشان داد که سم‌پاش الکتروستاتیک با میانگین درصد تلفات ۹۷/۸-۱۰۰ درصد، تأثیر بیشتر داشته است (Afshari *et al.*, 1998b).

کاربرد قطرات کنترل شده^۱ با استفاده از نازل‌های بر پایه صفحات چرخان برای کاهش میزان محلول مصرفی در کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز توصیه شده است (Cauquil, 1987). نازل‌های بر پایه صفحات چرخان بر خلاف نازل‌های هیدرولیک تولید قطرات سم مشابه و یکنواخت نموده و میتوان با تغییر دور صفحه و میزان محلول ورودی به صفحه نازل که از طریق تغییر در لوله‌های ورودی محلول امکان‌پذیر است براحتی قطر ذرات را به حد مورد نیاز رساند. در این سمپاش‌ها با استفاده از

حبوبات به ویژه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، از جمله گیاهان زراعی مهمی می‌باشند که سرشار از پروتئین بوده و با داشتن ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین، نقش مهمی در تامین مواد پروتئینی مورد نیاز بشر دارند. پایین بودن اسید آمینه لایسین در غلات، می‌تواند با مصرف توام حبوبات جبران شود (Majnoon Hosseini, 2004). کنه تارتن - دولکه‌ای (*T. urticae* Koch) مهم‌ترین آفت لوبیا می‌باشد که در صورت ظهور و طغیان، می‌تواند خسارت‌های جبران ناپذیری به کشت لوبیا وارد سازد. ایجاد خسارت اقتصادی به محصول، نیاز به استفاده از سموم شیمیایی را افزایش می‌دهد (Khanjani, 2004)، که با توجه به عوارض جانبی و خطرناک ناشی از استفاده از سموم شیمیایی علیه این آفت، چاره‌سازی در خصوص تعدیل این عوارض از طریق استفاده از سم‌پاش‌های مناسب و سم‌پاشی‌های به موقع انکارناپذیر می‌باشد. در ایران متداول‌ترین روش کنترل شیمیایی علیه کنه تارتن لوبیا، محلول‌پاشی با حجم زیاد (۴۰۰-۶۰۰ لیتر در هکتار) و با استفاده از نازل‌های هیدرولیکی روی انواع سم‌پاش‌های فرقونی و پشت تراکتوری است. البته در پاره‌ای از مواقع از سم‌پاش‌های پشتی موتوری اتومایزر نیز استفاده می‌شود که با توجه به افزایش سطح سم‌پاشی در مزارع، اصلاح تکنیک‌های سمپاشی و یا معرفی سمپاش‌ها با راندمان بالاتر ضروری است (Fallah Jedi, 2000).

امروزه تکنیک‌های جدیدی برای سمپاشی مزارع معرفی شده‌اند که می‌توانند ضمن کاهش حجم محلول مصرفی، قطرات کنترل شده برای افزایش کارایی سمپاشی تولید کنند. سمپاش‌های الکتروستاتیک با باردار کردن قطرات خارج شده، امکان هدایت قطرات سم به سوی هدف را فراهم نموده و مانع از ریزش آنها روی سطح زمین و بادبردگی می‌شود (Matthews, 1999). در ارزیابی کارایی سیستم سم‌پاش الکتروستاتیک و سیستم هیدرولیک بوم‌دار رایج، مشخص شد که سیستم الکتروستاتیک از نظر میزان

¹ . Controlled Droplet Application

شرکت تولیدی صنعتی شاخص بود که مورد استفاده قرار گرفت. بر این اساس در تحقیق حاضر، تاثیر دو سمپاش الکترواستاتیک و صفحه چرخان در مقایسه با سمپاش‌های رایج با دو غلظت مختلف (دز توصیه شده و دز زیر غلظت توصیه شده) از کنه‌کش هگزتری‌تيازوکس (که یک کنه-کش رایج و پر مصرف در منطقه است) علیه کنه‌تارتن دولکه‌ای (*T. urticae*) لوبیا مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

طرح تحقیقاتی روی قطعه زمینی به مساحت ۲۱۰۰ مترمربع (۳۰ × ۷۰ متر)، در محل ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا خمین (استان مرکزی)، اجرا گردید. پس از شخم و تسطیح زمین بر اساس نقشه کاشت، آزمایش بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل نوع سمپاش (شش نوع مختلف) و غلظت سم (دو غلظت از سم کنه‌کش نیسورون) به اجرا درآمد. هر بلوک شامل یک کرت با شش ردیف لوبیا (رقم اختر) بطول پنج متر بود که بصورت دستی کشت گردیدند. فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف، پنج سانتی‌متر انتخاب گردید. فاصله بین تیمارها نیز برای کاهش اثرات تیمارهای مجاور، بصورت چهار خط نکاشت (دو متر) در نظر گرفته شد.

تیمارهای سمپاش شامل سمپاش فرقونی صد لیتری لانس‌دار، سمپاش کتابی پشتی تلمبه از بغل، سمپاش اتومايزر پشتی با هد معمولی، سمپاش اتومايزر پشتی با هد الکترواستاتیک، سمپاش اتومايزر پشتی با هد میکرونر و سمپاش میکرونر بوم‌دار پشتی به همراه یک تیمار شاهد (بدون هیچگونه عملیات سمپاشی)، هر کدام در دو غلظت (۰/۳ و ۰/۵ لیتر در هکتار)، از کنه‌کش هگزتری‌تيازوکس (نیسورون® EC10%)، در مجموع ۱۴ تیمار در سه تکرار، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در این تحقیق ارزیابی کارایی سمپاش‌ها و عملکرد فیزیکی مورد ارزیابی قرار گرفت در ارزیابی فیزیکی میزان پوشش

یکنواختی قطر ذرات و ریز بودن آنها می‌توان میزان محلول مصرفی در هکتار را تا ده‌ها برابر کاهش داد و در عین حال از وجود آمدن ذرات خیلی ریز یا خیلی درشت ناخواسته که موجب اتلاف شدید محلول سمی می‌گردد جلوگیری نمود (Matthews, 1999). بررسی کارایی سمپاش‌های میکرونر در مقایسه با سمپاش لانس‌دار معمولی برای کنترل سن گندم نشان داد که در سمپاش میکرونر علاوه بر کاهش میزان مصرف محلول سمی در هکتار، میزان بادبردگی و ریزش قطرات سم روی سطح خاک نیز بسیار کمتر از سمپاش لانس‌دار رایج می‌باشد (Sheikhi Gorjan et al., 2009). همچنین ارزیابی دو سیستم سمپاش الکترواستاتیک و صفحات چرخان در گلخانه گوجه‌فرنگی نشان داد که سمپاش الکترواستاتیک از نظر پاشش قطرات سم کارایی بالاتری نسبت به نوع دیگر سمپاش دارد (Abdelbagi et al., 1987). نتایج حاصل از مقایسه کارایی سمپاش‌های الکترواستاتیک، میکرونر و کوله پشتی معمولی برای کنترل آفات پنبه در کنیا، نشان می‌دهند که استفاده از سمپاش الکترواستاتیک موجب بالاترین افزایش عملکرد پنبه می‌شود (Mambiri, 1987).

سمپاش میکرونر مورد استفاده در این تحقیق، از نوع بوم‌دار پشتی مدل KP4000-N10 ساخت شرکت کشت پوش بود که بر اساس شرایط مزارع ایران به نحوی طراحی شده که ضمن استفاده از تکنیک صفحات چرخان در تولید قطرات، نازل‌ها بر روی یک بوم نصب شده و کاربر در زمان استفاده از این نوع سمپاش می‌تواند براحتی دستگاه را بر دوش خود سوار نموده و با حرکت در داخل مزرعه در قسمت پشت سر خود اقدام به سمپاشی نماید. سمپاش اتومايزر با هد الکترواستاتیک این تحقیق نیز ساخت مرکز تحقیقات مهندسی جهاد کشاورزی تبریز بود که بر پایه سمپاش اتومايزر متداول کار می‌کند ولی با نصب قطعه الکترونیکی در انتهای لانس خروجی امکان تولید قطرات باردار، در آن فراهم می‌شود. سمپاش پشتی موتوری اتومايزر با قابلیت نصب میکرونر، مدل ۴۲۳ نیز ساخت

محلول پاشی از هر کرت، ۱۲ بوته لوبیا به طور تصادفی (از هر ردیف دو بوته) و از هر بوته سه برگ و از هر برگ یک دیسک برگگی به مساحت تقریبی چهار سانتی متر مربع انتخاب و از سطوح رویی و زیرین آن جهت شمارش مراحل مختلف رشدی کنه بازدید بینوکولری به عمل آمد. در این مرحله کلیه مراحل کنه بالغ و نابالغ شمارش شده و طبق معادله هندرسون-تیلتون (معادله ۲)، کارایی هر یک از سمپاش‌ها محاسبه شد (Henderson and Tilton, 1955).

$$\text{معادله (۲): } 100 \times \left(1 - \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a} \right) = \text{درصد کارایی}$$

که در آن T_a : میانگین تعداد آفت در تیمار بعد از سم پاشی، T_b : میانگین تعداد آفت در تیمار قبل از سم پاشی، C_a : میانگین تعداد آفت در شاهد بعد از سم پاشی و C_b : میانگین تعداد آفت در شاهد قبل از سم پاشی می‌باشد. میانگین درصد تلفات حاصل از هر تیمار با کمک نرم افزار SAS تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

ارزیابی فیزیکی سم پاش‌ها: نتیجه حاصل از کالیبراسیون سم پاش‌ها نشان داد که سم پاش ۱۰۰ لیتری لانس دار با پاشش ۵۴۸ لیتر و سم پاش اتومایزر پستی با هد الکترواستاتیک با پاشش ۴۲/۶۹ لیتر محلول سم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان محلول سم مصرفی در هر هکتار را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است - که سم پاش‌های پستی تلمبه از بغل (۱۹۶/۰۷ لیتر)، اتومایزر پستی با هد معمولی (۱۵۸/۷ لیتر)، اتومایزر پستی با هد میکرونر (۱۳۴/۴ لیتر) و میکرونر بوم دار پستی (۵۶/۲۵ لیتر)

هدف توسط قطرات سم و میزان محلول سم مصرفی در هکتار ارزیابی شد. برای تعیین میزان پوشش و اندازه قطرات سم، از کارت‌های حساس به آب که روی قسمت‌های مختلف بوته نصب شد، استفاده گردید. نصب کارت‌های حساس بصورت یک در میان و به شکل پشت و رو، روی برگ‌های لوبیا منگنه شد (Afshari and Bayat, 1990). این کاغذها آغشته به محلول برموفنل آبی^۱ بوده که به محض برخورد قطرات حاوی آب با سطح کاغذ لکه‌هایی آبی رنگ در نتیجه یونیزه شدن رنگ اصلی بر سطح کاغذ پدیدار می‌گردد (Matthews, 2000). در این تحقیق از کارت‌هایی در ابعاد ۷×۳ سانتی متری و در بسته‌های ۵۰ برگگی ساخت شرکت کشت پوش، استفاده شد که در برخورد با ذرات سم، رنگ زرد آنها به رنگ آبی تبدیل شده و ذرات سم ثبت می‌گردند. با بررسی کارت‌های حساس به آب در آزمایشگاه، میزان پوشش قطرات سم (تعداد قطره در واحد سطح) و اندازه قطرات مشخص گردید. میزان محلول سم مصرفی در هکتار نیز با استفاده از معادله (۱)، طبق روش کالیبراسیون سم پاش‌ها در مزرعه، محاسبه شد.

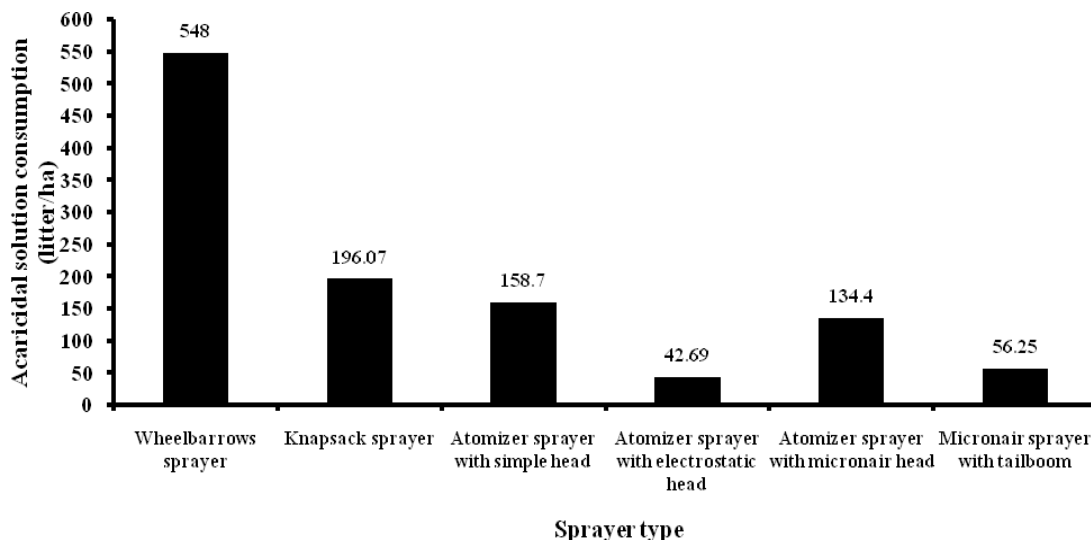
$$\text{معادله (۱): } M_{(\text{litr/m}^2)} = D_{(\text{litr/min})} / W_{(m)} \times V_{(m/min)}$$

که در آن D : میزان دبی نازل، V : میزان سرعت حرکت سم پاش و W : عرض کار سم پاش می‌باشد. معادله فوق اگر در عدد ۱۰۰۰۰ ضرب شود، مقدار محلول سم مصرفی در هکتار به دست می‌آید.

برای ارزیابی کارایی سمپاش‌ها عمل سم پاشی در مرحله ظهور اولین سه برگچه (مرحله V3: در این مرحله اولین علائم حضور کنه روی لوبیا قابل مشاهده است) انجام شد. نمونه برداری از بوته‌های انتخابی در هر تکرار آزمایشی، در فواصل یک روز قبل از سم پاشی و به ترتیب ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از هر سم پاشی انجام شد. پس از

¹ - Bromo phenol blue

به ترتیب جایگاه‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- میزان محلول کنه‌کش مصرفی در هر هکتار در سم‌پاش‌های مختلف در مزرعه لوبیا برای کنه دولکه‌ای

Fig 1. Acaricidal solution consumption by different types of sprayers per hectare in the common bean fields against two spotted spider mite.

می‌باشند. همچنین نتایج نشان داد که در سمپاش میکرونر بومدار پستی مدل KP4000-N10، یکنواختی پاشش سم در سطوح سمپاشی شده بیشتر است، بطوریکه تمام کارت‌های نصب شده بر روی گیاه، قطرات سم که اندازه آنها بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میکرون بود را دریافت کرده‌اند، اما تنها ۳۵-۳۰ درصد کارت‌های نصب شده در داخل پوشش گیاهی قطرات آب را دریافت کرده بودند که از این نظر کاهش را نشان می‌دهد. دامنه اندازه قطرات در سمپاش پستی موتوری اتومایزر با هد میکرونر بین ۵۰ تا ۲۰۰ میکرون بود و بدلیل آن که ۹۰ درصد از کارت‌های حساس سطح گیاه و ۴۵ درصد از کارت‌های حساس سطح زیرین گیاه، قطرات آب را دریافت نمودند، داری یکنواختی قابل قبول در پاشش هستند. اما در سمپاش پستی موتوری اتومایزر معمولی اندازه قطرات بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میکرون بود و یکنواختی در پاشش در حدود ۷۵ درصد روی کارت‌های حساس سطح گیاه

این بررسی‌ها نشان داد که در سمپاش فرقونی لانس دار، ۵۵ درصد از کارت‌های نصب شده روی سطح گیاه لوبیا کاملاً با قطرات آب خیس شده و ۱۵ درصد آنها هیچ نوع قطره‌ای را دریافت نکرده‌اند. از کارت‌های نصب شده در سطح زیرین گیاه فقط ۱۰ درصد آنها قطرات آب را دریافت کرده بودند. بر اساس کارت‌های شاخص اندازه قطر قطرات در این سمپاش دارای دامنه‌ای بین ۵۰ تا ۱۰۰۰ میکرون بود که نشان دهنده عدم یکنواختی در اندازه قطرات و میزان پاشش در نقاط مختلف گیاه می‌باشد. در سمپاش پستی موتوری اتومایزر با هد الکترواستاتیک، تمام کارت‌های سطح گیاه، قطرات سم را با نسبت‌های مختلفی دریافت کرده بودند و حتی ۶۰ درصد از کارت‌های نصب شده در سطح زیرین برگ‌های لوبیا نیز قطرات سم را دریافت نموده بودند، همچنین بیش از ۸۰ درصد کارت‌ها، دارای قطراتی به اندازه ۵۰ تا ۲۰۰ میکرون بودند که از یکنواختی بیشتری برخوردار بوده و اندازه قطرات کوچکتر

در تماس مستقیم پاشش سم قرار داشت و سطح آن بطور کامل شسته شده بود، از بین کارت‌ها حذف و مورد ارزیابی قرار نمی‌گرفت.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از کارایی سمپاش‌ها نشان داد که اثر سمپاش‌های مختلف (F=33.25, df=5,42, P<0.01)، اثر غلظت‌های مختلف از کهنه کش نیسورون (F=32.66, df=5,42, P<0.01) و اثر متقابل بین سمپاش و غلظت‌های مختلف (F=18.53, df=5,42, P<0.01)، روی جمعیت کهنه تارتن دولکه‌ای لوبیا دارای اختلاف معنی‌دار است (جدول ۱).

و ۳۰ درصد روی کارت‌های حساس پشت گیاه محاسبه گردید. در سمپاش کتابی پشتی تلمبه از بغل، دامنه اندازه قطرات از قطرات کوچک ۱۵۰ میکرونی تا قطرات درشت ۱۳۰۰ میکرونی اندازه‌گیری شد که عدم یکنواختی را نشان می‌دهد، ضمن آن که فقط ۵۰ درصد از کارت‌های نصب شده روی سطح گیاه، قطرات آب را دریافت کرده بودند، در حالی که هیچ یک از کارت‌های نصب شده در سطح زیرین گیاه، قطره آبی را دریافت نکرده بودند، که نشان‌دهنده آن است که قدرت نفوذ قطرات سم به داخل پوشش گیاه لوبیا را ندارد. در مواردی که کارت حساس

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی

Table 1. Variance analysis of experimental treatments.

Source of Variation	df	Mean Square (MS)	F
Replication	2	0.423	0.5503
Sprayer (A)	5	25.567	33.2506**
Concentration (B)	1	25.116	32.6648**
AxB	5	1.947	2.5324
Error	22	0.769	
Total	32		
% C.V	13.87		

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪.

** : Significant at 1% probability levels

درصد کارایی در کاهش جمعیت کهنه، سمپاش‌های صد لیتری لانس‌دار، اتومایزر پشتی با هد میکرونر، اتومایزر پشتی لانس‌دار و پشتی تلمبه از بغل به ترتیب با مقادیر ۷۶/۵۰، ۵۷/۴۱، ۴۳/۲۲ و ۳۶/۸۱ درصد، در رده‌های بعدی قرار دارند (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین درصد کارایی سمپاش‌های مختلف روی جمعیت کهنه تارتن دولکه‌ای لوبیا نشان داد که بیشترین و کمترین درصد تاثیر با مقادیر ۸۳/۷۴ و ۲۳/۴۶ درصد، به ترتیب مربوط به سمپاش‌های الکترواستاتیک و میکرونر بوم‌دار پشتی است. این درحالی‌است که از نظر

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد مرگ و میر کنه تارتن دولکه‌ای در تیمارهای سمپاش (فاکتور A) و اثر متقابل آنها با غلظت سم مصرفی (فاکتور A×B) روی کنه لوبیا براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن

Table 2. Mean comparison of mite mortality (%) in factor A (sprayers) and A×B factor (sprayers× acaricidal concentrations) on *T. urticae* according to Multiple Duncan Rang Test method.

Treatments (Factor A)	Mean ± SE	Treatments (A×B)	Mean ± SE
S1	76.50±1.66 b	S4D2	91.48±2.31 a
S2	36.81±1.41 e	S1D2	88.08±2.12 ab
S3	43.22±1.21 d	S4D1	87.50±2.01 ab
S4	83.74±1.34 a	S5D2	75.83±1.94 c
S5	57.41±1.85 c	S1D1	74.96±1.63 c
S6	23.46±1.24 f	S3D2	66.36±1.23 d
		S5D1	65.68±1.85 d
		S2D2	60.64±1.56 de
		S3D1	48.28±1.74 f
		S2D1	44.05±1.65 f
		S6D2	29.70±1.22 g
		S6D1	26.04±1.47 g

S1: Wheelbarrow sprayer (100 litter sprayer), S2: Knapsack sprayer, S3: Atomizer sprayer with simple head, S4: Atomizer sprayer with electrostatic head, S5: Atomizer sprayer with micronair head, S6: Micronair sprayer with tail boom.

D1: Nissorun 0.3 littr/ha, D2: Nissorun 0.5 L/ha.

Means followed by the same letter within column do not differ significantly (Duncan's multiple range test, $P \leq 0.01$).

مشترک می‌باشند. همچنین در نتایج مشاهده شد، که سمپاش پستی اتومایزر با هد الکترواستاتیک، با ایجاد ۸۳/۷ درصد تلفات در جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای لوبیا، بیشترین تاثیر را در کنترل آفت داشته در حالی که، سمپاش میکرونر بوم‌دار پستی، با ایجاد ۲۳/۴ درصد کمترین تاثیر را در کنترل جمعیت کنه دولکه‌ای لوبیا داشته است. همچنین سمپاش‌های صد لیتری لانس‌دار (فرقونی)، اتومایزر پستی با هد میکرونی، اتومایزر پستی با هد معمولی و کتابی پستی تلمبه از بغل به ترتیب با ایجاد ۷۶/۵، ۵۷/۴، ۴۳/۲ و ۳۶/۸ درصد تلفات در جمعیت کنه دولکه‌ای لوبیا، در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند (جدول ۲).

همچنین مقایسه میانگین درصد کارایی اثر متقابل سمپاش‌های مختلف در غلظت‌های متفاوت از کنه‌کش نیسورون، روی جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای لوبیا نشان داد که بیشترین و کمترین درصد تاثیر با مقادیر ۹۱/۴۸ و ۲۶/۰۴ درصد، به ترتیب مربوط به سمپاش الکترواستاتیک در غلظت ۰/۵ لیتر در هکتار و سمپاش میکرونر بوم‌دار پستی در غلظت ۰/۳ لیتر در هکتار می‌باشد. به طور کلی از نظر درصد کارایی در کاهش جمعیت کنه، سه تیمار سمپاش الکترواستاتیک در هر دو غلظت و سمپاش صد لیتری لانس‌دار در غلظت ۰/۵ لیتر در هکتار، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهند و دارای گروه‌های

جدول ۳- تاثیر سم پاش‌های مختلف در کاهش جمعیت کنه لوبیا در غلظت ۰/۵ لیتر در هکتار از سم نیسورون.

Table 3. Efficiency of different sprayers on the control of *T. urticae* population using 0.5 l/ha of Nissoron

Treatments	Sampling times							
	1 day before spraying	1 day after spraying	3 days after spraying	5 days after spraying	7 days after spraying	14 days after spraying	21 days after spraying	28 days after spraying
Check	278	353	415	463	498	568	603	687
Wheelbarrow sprayer	252	102	22	11	3	21	69	122
Knapsack sprayer	269	183	102	62	22	72	164	262
Atomizer sprayer with simple head	268	161	82	30	16	51	143	214
Atomizer sprayer with electrostatic head	248	69	14	7	1	11	38	183
Atomizer sprayer with micronair head	259	121	54	21	9	32	96	293
Micronair sprayer with tail boom	275	203	138	87	31	94	231	173

غلظت یاد شده، در زمان کاربرد سم پاش پستی اتومایزر با هد الکترواستاتیک و سم پاش‌های میکرونر وجود ندارد، که خود دلیلی بر کاهش میزان سم مصرفی در سیستم‌های الکترواستاتیک می‌باشد (جدول‌های ۳ و ۴).

نتایج حاصل از تاثیر سمپاش‌های مختلف در کاهش جمعیت کنه تارتین دولکه‌ای لوبیا در دو غلظت متفاوت از کنه کش نیسورون (۰/۵ و ۰/۳ لیتر در هکتار) نشان داد که، در کاهش جمعیت کنه اختلاف معنی داری بین دو

جدول ۴- تاثیر سم پاش‌های مختلف در کاهش جمعیت کنه لوبیا در غلظت ۰/۳ لیتر در هکتار از سم نیسورون

Table 4. Efficiency of different sprayers on the control of *T. urticae* population using 0.3 l/ha of Nissoron

Treatments	Sampling times							
	1 day before spraying	1 day after spraying	3 days after spraying	5 days after spraying	7 days after spraying	14 days after spraying	21 days after spraying	28 days after spraying
Check	278	353	415	463	498	568	603	687
Wheelbarrow sprayer	184	163	128	96	54	79	112	173
Knapsack sprayer	218	193	171	128	112	148	189	222
Atomizer sprayer with simple head	232	187	159	112	94	134	174	193
Atomizer sprayer with electrostatic head	178	40	8	3	0	13	53	106
Atomizer sprayer with micronair head	211	184	142	101	73	86	131	192
Micronair sprayer with tail boom	195	174	152	120	116	151	196	253

ادامه داشت. اما در نمونه برداری‌های پس از هفت روز، تراکم جمعیت کنه روند افزایشی نشان داد، به طوری که در سمپاش‌های میکرونر بوم‌دار پستی و کتابی پستی تلمبه از بغل بعد از ۷ روز جمعیت کنه به حد زیان اقتصادی

همچنین در تمام تیمارهای آزمایشی (سمپاش‌های مختلف)، از یک روز بعد از عملیات سم پاشی، تراکم جمعیت کنه بطور محسوس رو به کاهش گذاشت، به طوری که این کاهش تا هفت روز پس از سم پاشی نیز

امکان را فراهم می‌سازد تا قطرات سم با فشار هوای دستگاه ضمن نفوذ به داخل پوشش گیاهی، بوسیله بارالکتریکی موجود بتوانند در پشت برگ‌ها و قسمت‌های دیگر گیاه نیز نشست داشته و از این طریق باعث افزایش پوشش گیاه و در نتیجه افزایش کارایی سموم شود (Matthews, 1999).

محققان در بررسی کارایی سم‌پاش مجهز به نازل‌های میکرونر در کنترل سن گندم معتقد هستند که سم‌پاش‌های میکرونر کارایی بهتری نسبت به سم‌پاش‌های لانس‌دار رایج از نظر مقدار سم مصرفی، تاثیر دز سم و تکنیک سم‌پاشی در نحوه پخش محلول سم در قسمت‌های مختلف گیاه دارد (Sheikhi Gorjan *et al.*, 2009). در سم‌پاشی با حجم زیاد، ریزش قطرات سم از سطح گیاه روی زمین و آلودگی زمین‌های اطراف، امری کاملاً عادی است به طوری که در سم‌پاشی‌های رایج مزارع، تنها ۲۰ درصد از محلول سم روی پوشش گیاه قرار می‌گیرد که همین مقدار نیز ناشی از حجم بالا محلول مصرفی و مراحل رشدی گیاه است (Corshee, 1960)، اما در بررسی کارت‌های حساس به آب ثابت شده که تعداد قطرات سم قرار گرفته روی کارت‌ها در روش سم‌پاشی الکتروستاتیک ۴ برابر تعداد قطرات سم نسبت به روش سم‌پاشی معمولی بوده است (Afshari *et al.*, 1998a)، بنابراین استفاده از سم‌پاش‌هایی با نازل‌های جدید و با تکنیک‌های کارا می‌تواند به عنوان راه حل علمی پیشنهاد گردد (Sheikhi Gorjan *et al.*, 2009). همچنین با بهینه کردن میزان مصرف آفت‌کش و کاهش آلودگی‌های ناشی از سم‌پاشی، زمینه برای کاربرد انتخاب اکولوژیکی سموم مهیا می‌گردد (Poehling, 1990). طبق نظر (Hong *et al.*, 2012)، در روش‌های رایج سم‌پاشی (سنتی)، مقدار زیادی از آفت‌کش‌ها به هدر رفته و باعث آلودگی خاک و محیط زیست می‌شوند (۶۰ الی ۷۰ درصد) ولی استفاده از سم‌پاشی به روش الکتروستاتیک، قطرات تولید شده را بطور یکنواخت تولید و پراکنده نموده و از مصرف زیاد آفت‌کش‌ها می‌کاهد.

رسیده و نیاز به سم‌پاشی مجدد داشت. در سم‌پاش‌های اتومایزر پستی با هد میکرونر، فرقونی ۱۰۰ لیتری لانس‌دار و اتومایزر پستی با هد معمولی بعد از ۱۴ روز و در سم‌پاش اتومایزر پستی با هد الکتروستاتیک بعد از ۲۱ روز جمعیت کنه به حد زیان اقتصادی رسیده و نیاز به سم‌پاشی مجدد داشت. همچنین در تایید نتایج حاصل از مرحله قبل، در بین شش نوع سم‌پاش آزمایشی، سم‌پاش اتومایزر پستی با هد الکتروستاتیک و سم‌پاش میکرونر بوم‌دار پستی به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را در کاهش جمعیت کنه لوبیا داشته‌اند (جدول‌های ۳ و ۴). به عبارت بهتر، برای کنترل کنه تارتن دولکه‌ای لوبیا در شرایط منطقه خمین، سم‌پاش اتومایزر پستی با هد الکتروستاتیک بهترین نوع سم‌پاش معرفی می‌شود، زیرا علاوه بر پوشش یکنواخت و رساندن سم به نقطه هدف (مخصوصاً سطح زیرین برگ‌ها که محل مناسبی جهت افزایش جمعیت آفت می‌باشند)، میزان مصرف کنه‌کش را نیز کاهش داده که در نتیجه موجب کاهش اثرات سوء مصرف سموم، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد کشاورزان می‌شود.

بحث

نتایج این تحقیق حاکی از تاثیرگذاری معنی‌دار سم-پاش‌های مختلف در کنترل کنه تارتن دولکه‌ای در مزارع لوبیا می‌باشد. طبق نتایج این پژوهش، سم‌پاش پستی اتومایزر با هد الکتروستاتیک، با ایجاد بالاترین درصد تلفات در جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای لوبیا، با ایجاد پوشش مناسب سطح رویی و زیرین برگ و یکنواختی قطرات سم، بهترین عملکرد را در کنترل آفت داشته است، که این نتایج با یافته‌های محققان دیگر در کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مختلف، مطابقت دارد (Afshari *et al.*, 1998a; Matthews, 1999; Sheikhi Gorjan *et al.*, 2009). سم‌پاش‌های الکتروستاتیک باعث باردار شدن ذرات شده و ضمن هدایت قطرات سم به سوی هدف، مانع ریزش آنها روی سطح زمین و بادبردگی می‌شود. مکانیزم تولید قطرات سم در سم‌پاش الکتروستاتیک این

حشره‌کش‌ها را با سطح اندام‌های گیاه افزایش داده و موجب کاهش دز مصرفی آفت کش‌ها نیز می‌شوند. کارایی سم‌پاش‌های میکرنر و نازل‌های هیدرولیکی رایج با یکدیگر مقایسه شده و گزارش گردید که سیستم‌های میکرنر علاوه بر ایجاد کارایی بالاتر، میزان دُز مصرفی سموم را نیز کاهش داده‌اند (Thompson *et al.*, 1992; Pitt *et al.*, 1992). نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر نیز با نتایج فوق مطابقت دارد و همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود اختلاف معنی داری بین دزهای ۰/۵ در هزار و ۰/۳ در هزار کنه‌کش نیسورن در سم‌پاش‌های الکترواستاتیک وجود ندارد.

کارایی دو روش سم‌پاشی الکترواستاتیک و ULV برای کنترل سرخرطومی قوزه پنبه مقایسه گردیده‌اند. نتایج نشان داد که کاربرد سیستم الکترواستاتیک موجب افزایش کارایی سم‌پاشی و کاهش بادرنگی شده و به علت پاشش یکنواخت، مقدار آب باقی مانده روی برگ‌های پنبه بسیار کمتر می‌باشد، همچنین نمونه‌برداری از جمعیت آفت نشان داد که در سیستم الکترواستاتیک، مرگ و میر آفت در روز کاربرد سم بیشتر شده است (Kirk *et al.*, 2000a,b).

همچنین سم‌پاش‌های الکترواستاتیک و هیدرولیک از نظر تماس محلول سمی با سطح گیاه ارزیابی شده‌اند. نتایج حاصل نشان داد که سم‌پاش‌های الکترواستاتیک نسبت به روش دیگر پوشش بهتری از سم را در سطح زیرین و روی برگ‌های گیاه ایجاد کرده و به همین دلیل کارایی بهتری در کنترل آفات از خود نشان می‌دهند (Sumner *et al.*, 2000). این گزارش‌ها نیز نتایج تحقیق حاضر را در خصوص کارایی بهتر سم‌پاش‌های الکترواستاتیک به دلیل پاشش یکنواخت تایید می‌نماید. با توجه به بررسی‌های انجام شده در سطح کشاورزان منطقه در استان مرکزی، شهرستان خمین (محل اجرای طرح)، علت عدم استفاده از سمپاش الکترواستاتیک در سطح وسیع، ناآگاهی و عدم ترویج آن در سطح کشاورزان است که در صورت ترویج

دو نوع سم‌پاش الکترواستاتیک و صفحات چرخان را با سم‌پاش فرقونی لانس‌دار در کنترل بلاست برنج مورد مقایسه قرار گرفته و نتایج نشان دادند که سم‌پاش الکترواستاتیک ضمن کاهش مقدار محلول مصرفی از سم، از کارایی بالاتری در کنترل بیماری برخوردار است (Heidari *et al.*, 2013). نتایج تحقیقات Afshari *et al.* (1998a)، نشان داد که روش سم‌پاشی الکترواستاتیک با میانگین تأثیر ۹۲/۶ درصد در مقایسه با روش معمولی با میانگین تأثیر ۸۱/۷ درصد توانسته است عسلک پنبه را در حد قابل قبول کنترل نماید. در یک تحقیق دیگر Afshari *et al.* (1998b)، نشان دادند که سم‌پاش‌های اتومایزر و الکترواستاتیک نسبت به سایر سم‌پاش‌های رایج (سم‌پاشی هوایی، سم‌پاش‌های پشت تراکتوری بومدار، بومدار دستی و صد لیتری) کارایی بالاتری برای کنترل سن گندم دارند. این نتیجه در بررسی محققان دیگر برای مقایسه سم‌پاش‌های مختلف با یکدیگر نیز بدست آمد که از آن جمله می‌توان به مقایسه کارایی سیستم سم‌پاش الکترواستاتیک و سیستم هیدرولیک بوم‌دار رایج برای کنترل آفات پنبه (Herzog *et al.*, 1983)، ارزیابی کارایی دو نوع سم‌پاش هیدرولیک و سیستم الکترواستاتیک با هدف کنترل آفات حبوبات (Griffiths *et al.*, 1984)، مقایسه کارایی دو سیستم سم‌پاش الکترواستاتیک و سم‌پاش با دیسک Spinning را در گلخانه برای کنترل آفات روی گوجه‌فرنگی (Abdelbagi *et al.*, 1987)، بررسی کارایی سه نوع سم‌پاش الکترواستاتیک، میکرونر و سم‌پاش کوله پستی معمولی برای کنترل آفات پنبه (Mambiri, 1987) و ارزیابی تأثیر دو نوع سم‌پاش الکترواستاتیک با ولتاژ بالا و نازل‌های ESS جهت کنترل آفات در مزارع لوبیا و گوجه‌فرنگی (Romanchik and Rojas, 1999) اشاره نمود که همگی این پژوهشگران نتیجه گرفتند که سیستم سم‌پاش الکترواستاتیک نسبت به سایر سیستم‌ها علاوه بر کارایی بالاتر و درصد کنترل بیشتر آفات، تماس قطرات

مناسب و تامین دستگاه در سطح منطقه، کشاورزان علاقه به کاربرد آن دارند.

References:

- Abdelbagi, H. A. and Adams, A. J. 1987.** Influence of droplet size, air assistance and electrostatic charge upon the distribution of ultra low volume sprays on tomatoes. *Crop protection*. 6(4): 226-233.
- Afshari, M. R., Parvin, A., Abai, Gh. M., Amin, Gh. and Djavanmohadam, H. 1998a.** Comparison of efficiency of electrostatic and conventional spraying methods for control of cotton whitefly *Bemisia tabaci*. Proceeding of the 13th Iranian plant protection congress. Vol. 1. p. 59. [In Persian with English Summray].
- Afshari, M. R., Fallahjeddi, R. and Kaviani, M. 1998b.** Investigation on effects of different pesticide application methods for control of sunn pest. Proceeding of the 13th Iranian plant protection congress. Vol. 1. p. 3. [In Persian with English Summray].
- Afshari, M. R. and Bayat Assadi, H. 1990.** Water sensitive paper and their use in sprayer calibration in Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*. 57: 71-75. [In Persian].
- Cauquil, J. 1987.** Cotton pest control: a review of the introduction of ultra low volume (ULV) spraying in sub Saharan French speaking Africa. *Crop Protect*. 6 (1): 38-42.
- Corshee, R. J. 1960.** Some aspect of the application of insecticides. *Annual Review of entomology*. 5: 327-352.
- Fallah Jedi, R. 2000.** Structure and application of conventional sprayers of Iran. Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Nashr-e Amozesh keshvarzi, Iran, Tehran. 150pp. [In Persian].
- Griffiths, D. C., Cayley, G. R. and Etheridge, P. 1984.** Application of insecticides, fungicides to cereals with charged rotary atomizers. *British crop protection conference*. 3:1021-1026.
- Heidari, A., Nazerian, I., Parsa, H. and Gerami, K. 2013.** Comparison of efficiency of electrostatic and spinning sprayers with wheelbarrows sprayer against *Pyricularia grisea* Sacc. *Journal of Plant Protection Research*. 44(1):163-171. [In Persian].
- Henderson, C. F. and Tilton, E. W. 1955.** Tests with acaricides against the brow wheat mite. *Journal of Economic Entomology*. 48: 157-161.
- Herzog, G. A., Lambert, W. R. and Law, S. E. 1983.** Evaluation of an electrostatic spray application system for control of insect pests in cotton. *Journal of Economic Entomology*. 76(3): 637- 640.
- Hong, S. Minzan, L. and Zhang, Q. 2012.** Detection system of smart sprayers: Status, challenges, and perspectives. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 5(3): 112-117.
- Khanjani, M. 2004.** Field Crop Pests in Iran (Insects & Mites). Bu-Ali Sina University Press, Hamedan, Iran. 719 pp. [In Persian].
- Kirk, I. W., Harp, S. J. and Wiese, A. M. 2000a.** Aerial sprays of fipronil for control of boll weevil. 2000 proceedings Beltwide cotton conferences. San Antonio. 2: 1281-1283.
- Kirk, I. W., Hoffmann, W. C. and Harp, S. J. 2000b.** Aerial electrostatic malathion EC 5 for boll weevil control. 2000 proceedings Beltwide cotton conferences. San Antonio. 2: 1205-1207.
- Majnoon Hosseini, N. 2004.** Pluses in Iran. *Jehade-Daneshgahi, Mashhad University press*. 285 pp.
- Mambiri, A. M. 1987.** Evaluation of some crop sprayers in the application of insecticides on cotton in Kenya. *Tropical pest management*. 33(3):189-191.
- Matthews, G. A. 1999.** Application of pesticide to crop. *Imperial Colleague press*. Michigan, USA. 325 pp.
- Matthews, G. A. 2000.** Changes in application technique used by the small scale cotton farmer in Africa. *Tropical pest management*. 36: 166-172.
- Pitt, D. G., Fleming, R. A. and Thompson, D. G. 1992.** Glyphosate efficacy on eastern Canadian forest weeds. *National Research council of Canada*. 22(8): 1160-1171.
- Poehling, H. M. 1990.** Use of reduced rates of pesticides for aphid control: economic and ecological aspects. *BCPC Monograph*. 45:77-86.
- Romanchik, E. and Rojas, M. R. 1999.** Adaptation and evaluation of on electronic device for the electrostatics pulverization. *Annual International meeting Canada*. No 993146.
- Sheikhi Gorjan, A., Keihanian, A. A. and Moein, S. 2009.** Efficiency of sprayer equipped by micronair nozzles (CDA) in chemical control of Sunn pest nymphs. *Applied Entomology and Phytopathology*. 77(1):19-32. [In Persian with English Summary].

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

Thompson, D. G., Pitt, D. G. and Fleming, R. A.
1992. Glyphosate efficacy on eastern Canadian forest weeds. National Research council of Canada. 22(8):1151-1159.

Investigation on the Efficiency of Electrostatic Charge and Spinning-disc Sprayers in Comparison with Common Sprayers Using Two Concentrations of hexythiazox (EC 10%) against Two-spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch., on Common Bean

Modarres Najafabadi S. S.^{*1} and Heidari A.²

1. Department of Plant Protection, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research Center, Iran. 2. Department of Pesticides Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran.

Received: Sept. 9, 2014

Accepted: Feb. 23, 2015

Abstract

Two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.) is an important pest on common bean in Iran which causes quantitative and qualitative damages to legumes. Its activity on the backside of host leaves reduces the efficiency of sprayer machines. In this research, efficiency of six sprayer machines using two concentrations of hexythiazox (Nissorun[®], 0.5 and 0.3 L/ha) were studied. The experimental design was a factorial test conducted based on the completely randomized block design with 14 treatments in 3 replications. The sprayers included wheelbarrow sprayer (100 liters), atomizer sprayer with simple head, atomizer sprayer with electrostatic head, atomizer sprayer with micronair head, micronair sprayer with tail boom and knapsack sprayer. Sampling of *T. urticae* population was performed one day before and 1, 3, 5, 7, 14, 21 and 28 days after spraying. The results show that the highest and the lowest efficiency percentages are 83.74 and 23.46% for electrostatic sprayer and micronair sprayer with tail boom, respectively. Also, the efficiency percentages for other sprayers measured are 76.50%, 57.41%, 43.22%, and 36.81 for wheelbarrow sprayer, atomizer sprayer with micronair head, atomizer sprayer with simple head and knapsack sprayer, respectively. The amount of solution used in the electrostatic sprayer, atomizer sprayer with micronair head and micronair sprayer with tail boom were 42.69, 134.4 and 56.25 l/ha, respectively, which indicates decrease in the consumption as compared with the others. Hence, the electrostatic sprayer is recommended as the most effective sprayer for the control of Two-spotted spider mite in the bean fields.

Key words: Different spraying techniques, Electrostatic sprayer, Two-spotted spider mite, Common bean, Chemical control.

* **Corresponding author:** Seyed Said Modarres Najafabadi, Email: s_modarres_705@yahoo.com