



طراحی و ساخت سامانه شبیه‌ساز خوردگی سمپاش‌های کشاورزی

مجتبی خالدی نیا^{۱*}، بهرام قمری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه ایلام، m.khaledinia@ilam.ac.ir

۲- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه ایلام

چکیده

مبارزه شیمیایی و استفاده از سموم کشاورزی هنوز تنها روش مؤثر در کنترل اکثر حشرات، علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زای گیاهی می‌باشد. سموم کشاورزی می‌بایستی توسط یک دستگاه ماشین سمپاش مناسب و مطمئن مصرف گردند. لذا ضروری است تک تک اجزاء و قطعات دستگاه سمپاش در شرایط ایده‌آل و مطلوب کار کنند تا کارایی و راندمان دستگاه افزایش یابد. یکی از عوامل محدود کننده عمر قطعات سمپاش‌های کشاورزی، خوردگی است. خوردگی در اثر واکنش با سموم کشاورزی در تمامی دسته‌های اصلی مواد شامل فلزات، سرامیک‌ها، پلیمرها و کامپوزیت‌ها اتفاق می‌افتد اما وقوع آن در فلزات به مراتب بیش‌تر است. هدف از این تحقیق طراحی و ساخت سامانه‌ای است که بتواند میزان خوردگی اجزای سمپاش را در شرایط واقعی اندازه‌گیری نماید. بدین منظور شرایط واقعی سمپاشی در محیط آزمایشگاه کاملاً شبیه‌سازی شده و میزان خوردگی قطعات سمپاش با دقت بسیار بالا اندازه‌گیری می‌گردد. در ابتدا قسمت‌های مورد نیاز برای ساخت سامانه با استفاده از نرم افزار SolidWorks طراحی و مونتاژ شدند و پس از ساخت سامانه، به منظور اندازه‌گیری خوردگی قطعات فلزی سمپاش‌ها توسط این سامانه از روش کوپن‌گذاری (روش کاهش وزن) استفاده شد. در پایان نیز پارامترهای بهینه جهت ساخت این سامانه مشخص گردید که عبارتند از: ابعاد کوپن‌ها، قطر لوله‌ها و اتصالات سامانه و مدت زمان قرار گرفتن کوپن‌ها در معرض سم.

واژه‌های کلیدی: خوردگی، سمپاش‌های کشاورزی، شبیه‌سازی.

مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت، نیاز به تولیدات کشاورزی و مواد غذایی در جهان روز به روز بیش‌تر می‌شود و این در حالی است که هر ساله حدود ۲۵-۳۵ درصد کل محصولات کشاورزی دنیا بوسیله حشرات، علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زای گیاهی از بین می‌رود. این رقم در صورت عدم مبارزه تا ۸۰ درصد افزایش می‌یابد (متصوری راد، ۱۳۸۷). با توجه به مطالب فوق لزوم مبارزه با آفات امری ضروری است. مبارزه شیمیایی هنوز تنها روش مؤثر در کنترل اکثر آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد (ایمان-مهر، ۱۳۸۱). اثر استفاده از سموم برای مبارزه با آفات و امراض گیاهی سریعتر از سایر روش‌ها می‌باشد، بنابراین مبارزه شیمیایی

بیش‌تر از سایر روش‌ها برای مبارزه با آفات گیاهی به کار می‌رود. سموم کشاورزی باید به وسیله‌ی یک ماشین سمپاشی مناسب و مطمئن مصرف گردند. لذا نیاز است که تک تک قطعات دستگاه سمپاش در شرایط ایده‌آل و مطلوب کار کنند تا کارایی دستگاه افزایش یابد (شیروانی‌فیل‌آبادی، ۱۳۷۸). از آنجایی‌که انواع مختلفی از سمپاش‌ها وجود دارند، انتخاب یک نوع سمپاش به پارامترهای گوناگونی از قبیل دوام دستگاه، تکرار سمپاشی، سطح مورد سمپاشی و غیره بستگی دارد (جعفری، ۱۳۷۵). یکی از عوامل محدود کننده عمر قطعات سمپاش‌های کشاورزی خوردگی در اثر واکنش شیمیایی با سموم کشاورزی است. پدیده خوردگی در تمامی دسته‌های اصلی مواد شامل فلزات، سرامیک‌ها، پلیمرها و کامپوزیت‌ها اتفاق می‌افتد اما وقوع آن در فلزات به مراتب بیش‌تر است. به عنوان مثال خوردگی ناشی از واکنش شیمیایی با سموم کشاورزی می‌تواند شکل ظاهری قطعات سمپاش را تغییر دهد، این تغییرات می‌توانند گسترده گردیده و موجبات تغییر در اندازه‌ها و یا ایجاد ترک در قطعات را فراهم آورده و باعث از کار افتادن سمپاش، هدر رفتن سم و از بین رفتن قطعات گردند. تا کنون تحقیقات مختلفی در زمینه‌ی خوردگی و پیامدهای آن در بخش کشاورزی صورت گرفته است. بررسی میزان خوردگی چهار نوع فولاد مختلف در محیط ضایعات حیوانی به منظور تعیین میزان مقاومت به خوردگی آن‌ها توسط سافلی و همکاران (Safley et al., 1992) صورت گرفت. نمونه‌ها شامل فولاد سرد نورد بدون رنگ، فولاد سرد نورد با پوشش رنگ اپوکسی، فولاد گالوانیزه و فولاد ضد زنگ بودند. نتایج بدست آمده نشان داد که در میان نمونه‌های فولادی تنها دو نوع فولاد سرد نورد بدون رنگ و فولاد سرد نورد با پوشش رنگ اپوکسی بیش‌تر از نمونه‌های دیگر دچار خوردگی شدند. به منظور ارزیابی تأثیر روش‌های بازدارنده‌ی خوردگی اعمال شده بر روی تجهیزات کشاورزی در کشور نیجریه پژوهشی توسط جکاینفا و همکاران (Jekayinfa et al., 2003) صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از روغن‌ها، واکس‌ها و روان‌کارها بر روی قطعات فلزی میزان خوردگی آن‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. ایگر و یوکسل (Eker and Yuksel, 2005) در مطالعه‌ای به بررسی روش‌هایی به منظور کنترل خوردگی ناشی از ترکیبات شیمیایی در کشاورزی پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که برای جلوگیری از خوردگی باید تمام تجهیزات کشاورزی به پوشش‌های مقاوم به خوردگی و سایش مجهز شوند. همچنین با تمیز و خشک نگه داشتن تجهیزات کشاورزی بعد از هر بار استفاده و به کار گرفتن مواد مقاوم به خوردگی می‌توان عمر تجهیزات کشاورزی را افزایش داد. موسوی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به بررسی اثر خوردگی بر روی رفتار سایشی تیغه‌های خاک‌ورز به منظور اصلاح شرایط نگه داری ابزار خاک‌ورز پرداختند. برای این منظور نمونه‌هایی از فولاد کربنی ساده به نام Ck45 را تهیه و به منظور ایجاد خوردگی در آن‌ها از روش غوطه‌وری و خشک کردن متوالی استفاده کردند. نتایج بدست آمده نشان داد نمونه‌هایی که مدت زمان بیشتری را در محیط خورنده گذرانده‌اند مقاومت سایش کمتری از خود نشان می‌دهند.

با توجه به مطالعات انجام شده مشخص گردید که تا کنون پژوهشی جدی در زمینه اندازه‌گیری میزان خوردگی قطعات و اجزای سمپاش‌های کشاورزی صورت نگرفته است لذا هدف از این تحقیق طراحی و ساخت سامانه‌ای است که به کمک آن بتوان با شبیه‌سازی یک محیط خورنده متشکل از سموم کشاورزی، میزان خوردگی قطعات فلزی سمپاش‌ها را اندازه‌گیری نمود.

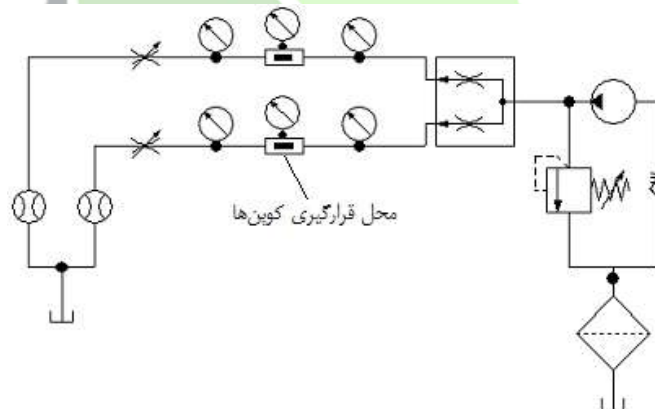


مواد و روش‌ها

طراحی سامانه شبیه‌ساز خوردگی قطعات فلزی سمپاش‌های کشاورزی طی یک سری آزمایش‌های اولیه در آزمایشگاه ابزار و اندازه‌گیری دقیق گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ایلام انجام گرفت. این دستگاه از اجزای زیر تشکیل شده است:

- ۱- پمپ
- ۲- فشار سنج
- ۳- لوله‌ها و اتصالات پلی اتیلن
- ۴- سوپاپ یک‌طرفه فنر دار
- ۵- شیر کنترل جریان
- ۶- شیر تقسیم‌کننده جریان
- ۷- مخزن شیشه‌ای

شکل ۱ مدار هیدرولیکی نحوه کار سامانه شبیه‌ساز خوردگی را نشان می‌دهد. پمپ محلول سم را از مخزن مکش می‌کند و به دو انشعاب خروجی منتقل می‌کند.



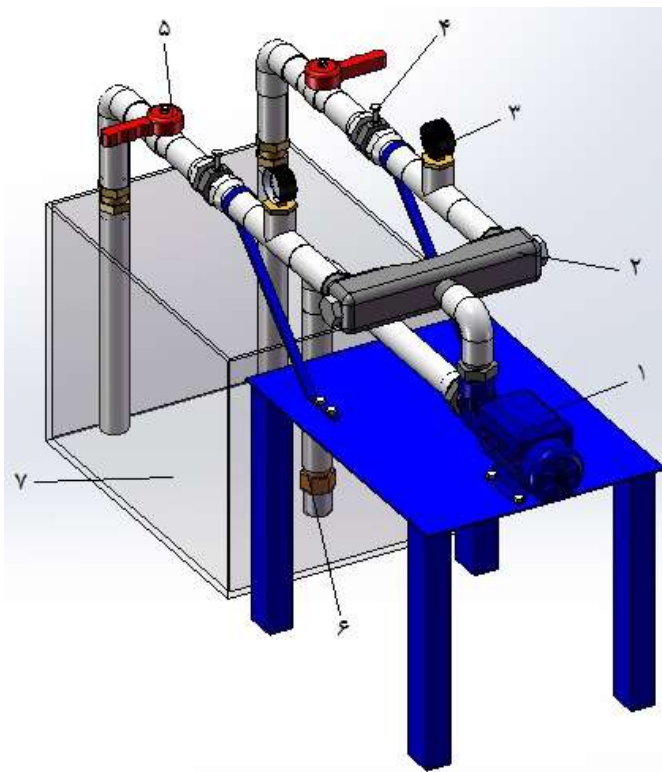
شکل ۱. مدار هیدرولیکی سامانه شبیه‌ساز خوردگی.

در هر کدام از انشعاب‌های جریان سم یک کوپن کار گذاشته می‌شود. این کوپن‌ها توسط یک مکانیزم نگه‌دارنده^۱ در مسیر جریان قرار داده می‌شوند. روی هر انشعاب یک فشارسنج قبل و یک شیر کنترل جریان بعد از محل قرارگیری نمونه‌ها تعبیه شده است. با تغییر وضعیت شیرهای جریان می‌توان فشار و جریان محلول سم درون انشعاب‌ها را تغییر داد. محلول سم در ادامه مجدداً به مخزن ریخته می‌شود که این امر از یک طرف باعث همزدن محلول سم درون مخزن شده و از سوی دیگر با برگشت سم به مخزن، سبب

1- Coupon Holder



می‌شود که سیستم به صورت یک سیکل تکراری عمل کند. برای جلوگیری از ارتعاش پمپ در حین کار، دو انشعاب اصلی جریان توسط پایه‌هایی ثابت نگاه‌داشته می‌شوند. شکل ۲ طراحی سه بعدی دستگاه و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن که توسط نرم افزار SolidWorks 2012 صورت گرفته است را نشان می‌دهد.



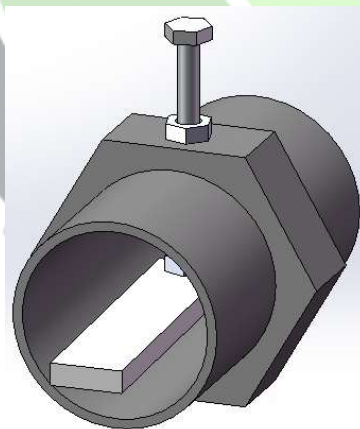
شکل ۲. نمای کلی از دستگاه شبیه‌ساز خوردگی، ۱- پمپ، ۲- شیر تقسیم کننده جریان، ۳- فشارسنج، ۴- مکانیزم نگه-دارنده کوپن، ۵- شیر کنترل جریان، ۶- سوپاپ یک‌طرفه، ۷- مخزن.

پمپ استفاده شده در ساخت این دستگاه یک پمپ آب مدل Wizz-WKP60-1 می‌باشد. به منظور تقسیم جریان سم بین دو انشعاب، از یک شیر تقسیم کننده جریان استفاده شده است. برای حمل و انتقال محلول سم از لوله‌ها و اتصالات پلی اتیلن فشار قوی استفاده شده است. فشار محلول سم درون لوله‌ها نیز توسط فشارسنج‌های تعبیه شده بر روی لوله‌ها اندازه‌گیری می‌گردد. در این دستگاه فرایند مکش محلول سم توسط پمپ از مخزن به کمک یک سوپاپ یک‌طرفه فنردار صورت می‌گیرد. برای اندازه‌گیری خوردگی قطعات فلزی سمپاش کوپن‌هایی به شکل مستطیل با ابعاد اندازه‌گیری شده و وزن مشخص (حداقل دقت اندازه‌گیری وزن ۰/۱ میلی‌گرم) و همجنس با آلیاژ فلزی قطعه سمپاش تهیه می‌شوند (شکل ۳). مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها طبق استاندارد ASTM G1 صورت می‌گیرد.



شکل ۳. کوپن خوردگی.

کوپن‌ها توسط یک مکانیزم نگه‌دارنده موازی با جهت جریان سم درون لوله‌ها قرار داده می‌شوند (شکل ۴). این مکانیزم نگه‌دارنده در فاصله‌ی بین فشار سنج و شیر کنترل جریان سم مستقر می‌شود.



شکل ۴. مکانیزم نگه‌دارنده نمونه‌ها.

بعد از آماده سازی سطحی کوپن‌ها، ابعاد و وزن آن‌ها با دقت اندازه‌گیری می‌شود و کوپن‌ها برای مدت زمان مشخصی در معرض محلول سم قرار داده می‌شوند. بعد از پایان زمان مشخص شده به منظور اندازه‌گیری سرعت خوردگی نمونه‌ها از دستگاه جدا شده و سطح آن‌ها برای اندازه‌گیری دقیق کاهش وزن به کمک روش‌های مکانیکی یا شیمیایی پاکسازی و اکسید زدایی می‌شوند. سرعت خوردگی نمونه‌ها با استفاده از رابطه‌ی ۱ بر حسب میلی‌متر در سال اندازه‌گیری می‌گردد (Haynes, 1985):



$$CR = 87.6 \frac{\Delta W}{A \rho t}$$

که در این رابطه :

$$CR = \text{سرعت خوردگی (mm/year)}$$

$$\Delta W = \text{میزان کاهش وزن نمونه (mg)}$$

$$A = \text{سطح نمونه (cm}^2\text{)}$$

$$\rho = \text{چگالی نمونه (gr/cm}^3\text{)}$$

$$t = \text{مدت زمانی که نمونه در معرض سم بوده است (h).}$$

برای اندازه‌گیری دقیق تغییرات سرعت خوردگی با زمان و همچنین خطای اندازه‌گیری احتمالی این مراحل حداقل دو بار

بایستی تکرار شوند.

نتایج و بحث

با توجه به محاسبات انجام شده و اطلاعات بدست آمده طرح سامانه شبیه‌ساز خوردگی در سمپاش‌های کشاورزی توسط نرم-افزارهای تخصصی مربوطه طراحی گردید. سپس با در نظر گرفتن ضرایب ایمنی و شرایط موجود، اجزای مختلف سیستم مورد نظر ساخته شد. پس از انجام آزمایش‌های مختلف، مشخصات فنی سامانه شبیه‌ساز خوردگی مشخص گردید.

۱- فشار سامانه در محدوده ۴ - ۱ بار تعیین گردید.

۲- بیش‌ترین جریانی حجمی که توسط این سامانه به منظور شبیه‌سازی فرآیند خوردگی در سمپاش‌های کشاورزی می‌تواند ایجاد شود، برابر با ۴۰ لیتر در دقیقه است.

۳- به منظور سهولت در کار گذاشتن نمونه‌ها حداقل قطر لوله‌ها و اتصالات پلی اتیلن در ساخت سامانه شبیه‌ساز خوردگی بایستی برابر با ۲۰ میلی‌متر باشد.

۴- طول، عرض و ضخامت بهینه کوبین‌ها به منظور اندازه‌گیری خوردگی به ترتیب برابر ۴۰، ۱۲ و ۳ میلی‌متر تعیین گردید.

۵- طول مدت زمان قرار گرفتن نمونه‌ها در معرض جریان سم با توجه به جنس و ویژگی آن‌ها، نوع سم، فشار و دبی محلول سم متفاوت است. حداقل زمان توصیه شده جهت قرار گرفتن نمونه‌ها در معرض جریان سم ۷ بازه زمانی ۴۸ ساعته می‌باشد.

از آنجایی که دیگر روش‌های اندازه‌گیری و شبیه‌سازی خوردگی از جمله روش‌های الکتروشیمیایی نیازمند به تجهیزات و دستگاه‌های گران قیمتی هستند، استفاده از این سامانه (شکل ۵) امکان شبیه‌سازی و اندازه‌گیری خوردگی اجزای سمپاش را با روشی ساده و کم‌هزینه فراهم می‌سازد. از طرف دیگر در اندازه‌گیری خوردگی به روش‌های دیگر امکان تغییر دادن فشار و جریان محلول سم امری دشوار است که به کمک این سامانه این مشکل بر طرف شده است.



شکل ۵. دستگاه ساخته شده.

منابع

- ۱- فرزام، م.، ۱۳۹۰. مهندسی خوردگی و حفاظت از فلزات. موسسه انتشارات یادواره کتاب، تهران.
- ۲- فونتانا، م. ج.، ۱۳۹۰. مهندسی خوردگی. ترجمه: احمد ساعتچی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- ۳- منصوری راد، د.، ۱۳۸۷. تراکتور و ماشین‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان.
- ۴- موسوی، س. ر.، فرزاد، ع.، بیاتی، م. ر.، ۱۳۹۱. بررسی اثر خوردگی بر روی میزان سایش تیغه های خاک ورز. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، شیراز.
- ۵- ایمان مهر، ع.، ۱۳۸۱. بهینه سازی، آزمایش و ارزیابی سمپاش موتور سیکلتی بومدار. دانشکده کشاورزی، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۶- جعفری، ع.، ۱۳۷۵. طراحی سمپاش موتورسیکلتی. دانشکده کشاورزی، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۷- شیروانی فیل آبادی، م. ت.، ۱۳۷۸. آزمایش و ارزیابی شش نوع نازل سمپاش پشت تراکتوری ساخت ایران. دانشکده کشاورزی، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران، اهواز.
- 8- Aktar, M.W., D. Sengupta, and A. Chowdhury. 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdiscip Toxicology*, 2: 1-12.
- 9- Eker, B., E. Yuksel. 2005. Solutions to corrosion caused by agricultural chemicals. *Trakia Journal of Sciences*, 3: 1-6.



- 10- Ivanova, D., K. Kamburova, P. Kirilov, and L. Fachikov. 2010. Mild steel corrosion Resistance in liquid fertilizer solutions. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 45: 53-58.
- 11- Jekayinfa, S.O., J.O. Ojediran, and P.O. Okekunle. 2003. An evaluation of corrosion prevention practices in agricultural equipment manufactured and used in Nigeria. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 50: 364 - 370.
- 12- Safley, L.M., P.W. Westerman, M.M. Kim, and D.S. Carr. 1992. Corrosion of galvanized steel in animal waste environments. *Bioresource Technology*, 40: 53-61.





Design and Manufacturing of Corrosion Simulator System in Agricultural Sprayer

M. Khaledinia^{1*}, B.Ghamari²

1- M.Sc. Student, Department of Agricultural Machinery, University of Ilam
m.khaledinia@ilam.ac.ir

2- Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery, University of Ilam

Abstract

Chemical struggle and use of Agricultural pesticides just is the effective method for control the insect growth, weeds and herbal disease agents. Agricultural pesticides are used by appropriate sprayer machine, thus, every single components have to work properly to increase efficiency. Corrosion is one of the factors that limiting the agricultural sprayers components lifetime. Corrosion is occurred in reacts with agricultural pesticides in all of main sets consists of metals, ceramics , polymers and composites, but there it is most in metals .The goal of this research is designing and manufacturing the system that can measured the amount of corrosion in real conditions. For this purpose the real condition for spraying is designed in laboratory environment and the sprayer components corrosion amount is measured with high precision. At first the components of system designed and assembled with SolidWorks softwar and after making the system, in order to measuring corrosion of sprayers metal components by this system, we use weight loss method .We finally determined optimize parameter for manufacturing this system that consists of: corrosion coupons dimensions, system links and pipes diagonal and the corrosion coupons exposure time in agricultural pesticide.

Keywords: Agricultural sprayers, Corrosion, Simulation.