طراحی سیستم الکترونیکی کنترل اتوماتیک دبی سمپاش در کشاورزی دقیق

ایمان عبداللهی[1]، حمید خفاجه[2*]

1 - دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

2 - دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

Email*: h.khafajeh@modares.ac.ir

چکیده:

با توجه به رشد جمعیت امروزه تامین غذا یکی از دغدغه های بشر است. با توجه به محدود بودن منابع انرژی، خاک و آب باید عملکرد در واحد سطح را افزایش داد که این کار مستلزم اجرای اصول کشا ورزی دقیق می باشد. از جمله عملیات مهم کشاورزی سمپاشی محصولات شامل سموم دفع آفات نباتی و استفاده از کودهای شیمیایی در صورت محلول پاشی می باشد. در کشاورزی دقیق هدف آن است که نهاده‌ها تا حد امکان بر حسب نیاز زراعی توزیع شود . لذا برای کاربرد دقیق محلول (سم و کود به صورت محلول) قبل از اجرای عملیات سمپاشی باید اطلاعات مزرعه ای شامل تراکم محصول، بافت خاک، رطوبت و ... مشخص شود. در طرح حاضر یک سامانه هوشمند که قابلیت تطابق سرعت پیشروی و اطلاعات ثبت شده از شرایط مزرعه‌ای با دبی خروجی محلول را دارد طراحی و ساخته شد . در این سامانه از یک پردازشگر قابل برنامه نویسی که دستورات برای کنترل دبی را به یک شیر الکترونیکی ارسال می کند، استفاده شده است.

کلمات کلیدی: کشاورزی دقیق، سمپاش، سامانه هوشمند، دبی

مقدمه:

مسائل زیست محیطی، محدودیت منابع، و به ویژه مسائل اقتصادی به صورت خاص کشاورزان را به سوی عملی کردن واژه کشاورزی دقیق سوق می‌دهد(1). امروزه چهار فناوری پیشرفته برای کشاورزی دقیق لازم هستند:

1- سنجنده‌های الکترونیکی ماشین های کشاورزی که اغلب به عنوان ماشین های برداشت اطلاعات نامیده می شوند و حاصل کار آنها نقشه‌های الکترونیکی (Electronic maps) می‌باشد.

2- سیستم‌های موقعیت یاب جغرافیایی مثل گیرنده‌های GPS

3- سیستم-های پردازش که داده‌های موقعیت یاب GPS را با اطلاعات جمع آوری شده با سنجنده های الکترونیکی تطابق می‌دهند.

4- ماشین‌های کشاورزی منطبق با کشاورزی دقیق مانند ماشین‌های پخش متغیر (Variable Rate Applications)

در کشاورزی دقیق برای استفاده بهینه از نهاده‌ها و در مجموع افزایش بهره وری کنترل و رسیدگی دقیق محصول می‌باشد و یا در حالت ایده‌آل کشاورزی بوته به بوته خواهد بود و از آنجا که در یک مزرعه شرایط مزرعه ای شامل حاصلخیزی خاک، بافت

خاک، عناصر موجود در خاک، رطوبت، ساختمان خاک، شیب مزرعه و تعداد زیادی دیگر از این نوع فاکتور ها هم از نظر زمانی و هم از نظر مکانی دایم در حال تغییر می باشند، در هر قسمتی از مزرعه نیاز به عملیات ویژه آن قسمت می باشد که هرچه قسمت بندی ها کوچکتر باشد نتیجتا کشاورزی دقیق تری خواهیم داشت و استفاده از نهاده ها به حالت بهینه خود نزدیکتر خواهد شد.

از سوی دیگر پخش غیر اصولی کود های شیمیایی و سموم دفع آفات در سطح مزرعه نگرانی های اجتماعی و زیست محیطی و اقتصادی را افزایش می دهد. برای مثال مقدار کودی که مافوق نیاز گیاه باشد بدون آنکه جذب گیاه شود وارد آبهای سطحی و زیر زمینی می گردد که سبب مسمومیت و آلودگی محیط زیست می شوند(2).

از این رو در کشاورزی دقیق برای استفاده از نهاده ها به مقدار متغیر در هر یک از قسمت های مشخص شده از نظر یکی از شاخص‌های مزرعه از ماشین های پخش متغیر استفاده می شود. برای مثال در روش سراسری پاشش در یک مزرعه خاص و مورد آزمایش برای تولید ماکزیمم عملکرد تنها 13٪ سطح مزرعه مقدار کود مناسب دریافت می کند و بقیه مزرعه کود کمتر یا بیشتر دریافت کرده اند(3). ولی با استفاده از ماشین های پخش متغیر این مقدار می تواند تا 95٪ برسد که 5٪ مابقی به خاطر خطای نقشه‌برداری و خطای ماشین پخش متغیر خواهد بود.

در این تحقیق هدف اصلی طراحی و ساخت یک دستگاه سمپاش نرخ متغیر می باشد که بتواند در هر قسمت از تقسیم بندی اعمال شده در نقشه حاوی اطلاعات مزرعه ای شامل هر کدام از شاخص ها در زمان مشخص و صحیح مقدار مورد نظر سم و یا محلول کود را با کیفیت مناسبی از نظر قطر ذرات مایع و فشار صحیح سنجیده و سمپاشی نماید.

مواد و روش‌ها:

یکی از نکات مهم در سم‌پاش ها توجه به نحوه خروج مایع از نازلها می باشد که با توجه به نوع سم، نوع محصول و شرایط آب و هوایی متغیر است. برای مثال در سمپاشی روی خاک درشت بودن ذرات و در سمپاشی روی محصول تمایل به اتمیزه شدن ذرات بیشتر است. از سویی در هنگام وزیدن باد باید قطرات خروجی از سم پاش درشت تر باشند. بنابراین در هر یک از شرایط ذکر شده نیاز به تنظیم سمپاش در یک فشار مشخص وجود دارد از طرفی برای یک سم پاش پخش متغیر باید مقدار مایع خروجی از سم پاش با تغییر اطلاعات نقشه مکانی زمانی مزرعه تغییر کند که خود باعث تغییر در الگوی پاشش سم خواهد شد لذا در این طرح از یک پمپ با دبی متغیر و فشار ثابت استفاده می‌شود.

این پمپ، یک پمپ پیستونی شامل 4 واحد سیلندر و پیستون که بر روی یک شفت دوار قرار دارد و یک صفحه فشار دهنده که قابلیت تغییر زاویه برای تغییر دبی خروجی را دارد می باشد. زاویه صفحه فشار دهنده پمپ توسط اهرمی که به یک جک هیدرولیکی متصل است تغییر می کند.

در ابتدا باید اطلاعات جمع آوری شده از مزرعه را در برنامه کامپیوتری Arc view GIS برده و داده های نمونه برداری را در قالب یک نقشه از مزرعه که قابلیت استفاده برای تطابق مکانی ماشین را داشته باشد بدست بیاوریم. البته در آزمایش انجام شده در طرح از یک نقشه فرضی با موضوعیت تغییر بافت خاک استفاده کرده ایم و با استفاده از منطق فازی از یک همپوشانی 22٪ استفاده شده است.

برای تعیین موقعیت در هر لحظه نیز از یک دستگاه گیرنده GPS از نوع Map 60CSX استفاده شده است که داده های دستگاه گیرنده GPS به طور لحظه‌ای از طریق نرم افزار Map source به یک کامپیوتر داده می‌شود.

با داشتن نقشه وضعیت مزرعه و مشخص شدن موقعیت توسط دستگاه گیرنده GPS داده‌ها با هم منطبق شده و خروجی وارد یک میکروکنترلر قابل برنامه ریزی (مدل8051) می‌شود. پس از این میکروکنترلر می تواند در هر لحظ بسته به موقعیت مکانی دستوری را به یک شیر الکتریکی که در مسیر روغن برای جک هیدرولیکی که هدایت کننده صفحه فشار دهنده پمپ می باشد می‌فرستد و در نتیجه با تغییر طول بازوی جک زاویه قرارگیری صفحه فشار دهنده تغییر کرده و در نتیجه در هر لحظه مقدار دبی مشخصی ولی با فشار ثابت برای هر تقسیم بندی از نقشه اطلاعات زمین فراهم می‌شود و به نازل‌های سمپاش تحویل داده خواهد شد.

نازل‌ها نیز دارای یک سوپاپ قطع کننده در هنگام کمبود فشار هستند تا از ریزش سم جلوگیری کرده ودر مواقعی که در یک موقعیت خاص بسته به شرایط زمین به سم‌پاشی نیاز نیست سم‌پاشی را به طور کامل قطع کرده و مانع از خروج مایع از داخل لوله‌ها و اتصالات سمپاش می شوند تا بتوان به مجردی که کوچکترین دستوری از کنترلر صادر شد و کوچکترین فشاری ایجاد گردید با باز شدن سوپاپ‌ها سمپاشی آغاز شود.

پس از تعویض پمپ یک سمپاش پشت تراکتوری با پمپ شار ثابت و نصب تجهیزات لازم از جمله جک و شیر الکتریکی و تعویض نازل‌های معمولی آن با نازل-های سوپاپ دار نوبت به کالیبره کردن زاویه قرار گیری صفحه فشار دهنده پمپ با طول جابجایی جک هیدرولیکی می رسد. با اندازه‌گیری چند زاویه مشخص و جابجایی لازم برای ایجاد آنها می توان از روابط 1 و 2 میزان روغن مورد نیاز برای ایجاد این جابجایی را حساب کرد:

$$l \quad (1)$$

$$V \quad (2)$$

r: فاصله مرکز صفحه مورب تا محل نصب بازوی جک

d: قطر داخلی جک

l: طول حرکت جک

α: زاویه قرارگیری صفحه فشار دهنده

در هر لحظه یک دبی خاص مورد نیاز است به این معنی که صفحه فشار دهنده در یک زاویه خاص (α_1) قرار دارد و برای رسیدن به حالتی جدید یعنی رسیدن به حالت (α_2) مقدار روغنی که باید جابجا شود از روابط 3 و 4 به دست می‌آید:

$$\Delta \quad (3)$$

$$\Delta \quad (4)$$

حجمی است که باید به شیر الکتریکی دستور داده شود که بر اساس میزان زاویه چرخش شیر و زمان لازم برای آن بدست می‌آید.

نتایج:

پس از نصب تجهیزات روی سم پاش و کالیبره کردن شیرالکتریکی با جک و صفحه فشار دهنده و با استفاده از یک نقشه با اطلاعات فرضی از بافت خاک که تقسیمات آن از نظر طولی 1متر و از نظر عرضی برابر عرض دستگاه هستند آزمایشی بر روی یک زمین به مساحت یک هکتار و در 12 تکرار انجام شد که مقدار سم مصرفی با فرضیات تغییر بافت و در حالت پخش متغیر نسبت به حالتی که سم پاش برای بیشترین مقدار سم مورد نیاز و در حالت گسترده پاشی قرار داشت به مقدار 57٪ کاهش نشان داد.

پیشنهادات:

هر چقدر بتوان تقسیمات در نقشه مزرعه را کاهش داد دقت سم پاشی افزایش می یابد و لذا پیشنهاد می شود حالتی طراحی شود که مسیر حرکت پیش بینی شود تا بتوان قبل از رسیدن به موضعی خاص تغییرات را اعمال کرد و حتی المقدور در عملیات پخش متغیر به یک پیوستگی اجرایی رسید.

1- Blackmore,S. 2000.Developing the principales of precision farming.Proceeding of the ICETS2000.p.11-13.
2- Fleming, K.L and K.G. westfall. 2000. Evaluating farmer defined management zone maps for variable rate fertilizer application. Precision Agriculture, 2, 201.215.
3- Welsh, J.P.; G.A. wood; R.J. Godwin, J.C. Taylor, R. Earl; S/Black and S.M. Knight. 2002. Developing strategies for spatially variable nitrogen application in Wirter barley and Wheat. Biosystem Engineering. 84(4), 481-494