طراحی، ساخت و ارزیابی موزع قابل استفاده در کودکار نرخ متغیر

احمد صادقی[1]، سیدمرتضی صداقت حسینی[2] و سیدمحسن صداقت حسینی[3]

1- موسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی

2- مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، وزارت جهاد کشاورزی

3-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد الکترونیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: a_msadeghi@yahoo.com

چکیده

یکی از راه‌های کاهش اثرات زیست محیطی استفاده بی رویه از مواد شیمیایی، استفاده از کشاورزی دقیق می باشد. از جمله فناوری های مورد استفاده در کش‌اورزی دقیق، فناوری اعمال متغیر نهاده ها از قبیل کودهای شیمیایی است . در این روش مدیریتی با توجه به نیاز هر قسمت از مزرعه عملیات زراعی صورت می پذیرد. کاهش هزینه و افزایش عملکرد از جمله مزایای دیگر روش مدیریتی مذکور می باشند . برای پذیرش و گسترش کشاورزی دقیق ن یاز به توسعه فناوری مورد نیاز از قبیل فناوری اعمال نرخ متغیر می باشد. از آنجایی که اکثر کودکارهای موجود در کشور دارای موزع نوع مینی ماکس می باشند، از این رو در سال 1390 و در مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره) با ایجاد تغییراتی روی موزع نوع مذکور، موزع قابل اس‌تفاده در کودکار نرخ متغیر ساخته شد. با نصب کردن یک عدد الکتروموتور به جای چرخ زمین گرد، کارکرد موزع در کارگاه شبیه سازی شد. در سه سطح سرعت پیشروی، هفت مقدار باز بودن دریچه موزع و سه حجم کود داخل مخزن و با سه بار تکرار، خروجی موزع اندازه گیری شد. با استفاده از نرم افزار SPSS اطلاعات بدست آمده در قالب طرح فاکتوریل مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج اثرات سرعت پیشروی، مقدار باز بودن دریچه و تاثیر متقابل آنها را روی خروجی موزع در سطح یک درصد معنی دار نشان دادند . سپس رابطه رگرسیونی بین عوامل مذکور و خروجی کود تعیین گ ردید. سپس دقت رابطه مذکور مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که دقت موزع برای مقادیر باز بودن دریچه کمتر از 10 درصد کمترین مقدار می باشد.

کلمات کلیدی: موزع مینی ماکس، اعمال نرخ متغیر، مدیریت موضعی

مقدمه

یکی از راه های کاهش اثرات زیست محیطی استفا ده بی رویه از مواد شیمیایی، استفاده از کودهای شیمیایی است. از جمله فناوری های مورد استفاده در کشاورزی دقیق، فناوری اعمال متغیر نهاده ها از قبیل می باشد. در این روش مدیریتی با توجه به نیاز هر قسمت از مزرعه عملیات زراعی صورت می پذیرد. کاهش هزینه و افزایش عملکرد از جمله مزایای دیگر روش مدیریتی مذکور می باشند [لغوی، 1382].

از مزایای سیستم کاربرد مقدارمتغیر، می توان کاهش مصرف نهاده ها، کاهش مصرف انرژی، افزایش عملکرد محصول و افزایش بهره وری را نام برد . Welsh و همکاران (2002) از روش کاربرد نیتروژن به میزان متغیر در مزرعه جو زمستانه و گندم استفاده کرده و مشاهده نمودند که میزان عملکرد به ترتیب 0/36 و 0/46 تن در هکتار نسبت به کاربرد یکنواخت کود بیشتر شد [Welsh, et al. 2002] . قزوینی و همکاران (1386) تغییرات مکانی فاکتورهای حاصلخیزی خاک (K.P.N) و عملکرد دانه گندم را با استفاده از واریوگرام، GPS و GIS بررسی و نقشه

های دیجیتالی را در بلوکهای 5*5 جهت استفاده در ماشینهای مقدارمتغیر تهیه کردند . این نقشه ها نشان می دهند که در روش یکنواخت پاشی اوره، برای تولید ماکزیمم، تنها 13٪ از سطح مزرعه، کود مناسب دریافت می کند و بقیه مز رعه نیتروژن کمتر یا بیشتر از نیاز دریافت می کند . این در حالی است که با استفاده از روش VRT در همان مزرعه، حداقل مقدار 52 کیلوگرم در هکتار در مصرف کود اوره صرفه جویی می شود . همچنین در روش سراسر پاشی فسفر و پتاس به ترتیب فقط 25٪ و 11٪ از سطح مزرعه کود کافی در یافت می کند [قزوینی و همکاران، 1385]. Paz و همکاران (1999) نشان دادند که با استفاده از روش VRT می توان سطح نیتروژن را کاهش داده و در عین حال تولید محصول بیشتری نسبت به کاربرد یکنواخت، بدست آورد . این محققان در ایالت آیوا که از این روش در مزرعه ذرت استفاده کردند، میانگین مقدارکاربرد کود، نسبت به روش کاربرد یکنواخت کود 11 کیلوگرم در هکتار کاهش داشت و عملکرد محصول 97 کیلوگرم در هکتار افزایش داشت و 15/66 دلار در هکتار نیز سود نشان می داد . در این تحقیق با استفاده از مدل رشد ذرت تغییر عملکرد ذرت را توصیف کرده و کلوبرد متغیر نیتروژن برای یک مزرعه در آیوا را ارزیابی کردند . پس از جمع آوری اطلاعات 210 مقدار مختلف در نیتروژن (50 تا 280 کیلوگرم در هکتار) انجام گرفت [Paz, et al. 1999].

برای اجرای مدیریت موضعی محصولات زراعی نیاز به وجود فناوری اعمال نرخ متغیر نهاده ها می باشد. کودهای شیمیایی در مزارع ممکن است به صورت گاز، مایع یا جامد باشند . تحقیقات متعددی در مورد تهیه فناوری و ماشینهای مناسب مورد استفاده برای کاربرد هر کدام از انواع کودهای مذکور انجام شده است . اکثر کودهای مصرفی بصورت جامد و گرانول می باشند . بیشتر تحقیقات صورت گرفته بر روی ماشین های کودپاش می باشد [Loghavi & Forouzanmehr, 2010]. کودکارها به دلیل قرار دادن کود زیر خاک و نزدیک ریشه گیاه باعث افزایش راندمان کودکاری می شوند و می توان اذعان داشت که دقیق تر از ماشین های دیگر می باشند.

از آنجایی که قسمت موزع کو دکار مهمترین قسمت برای کنترل مقدار خروجی کود می باشد، تهیه کردن موزعی که بتوان با استفاده از آن کودکار را به نوع نرخ متغیر تبدیل نمود از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد . لغوی و فروزان مهر در سال 2010 با استفاده از موزع هلیسی کود گرانوله که جعفری در سال 1991 طراحی کرده بود، دستگاه کودکار نرخ متغیر نقشه مبنایی را ساخته و ارزیابی نمودند. محور این موزع توسط یک موتور پله ای گردش می نمود که با تغییر سرعت گردش آن متناسب با سرعت پیشروی و با توجه به مقدار مورد نیاز خروجی کود، تنظیم می شد [Loghavi & Forouzanmehr, 2010].

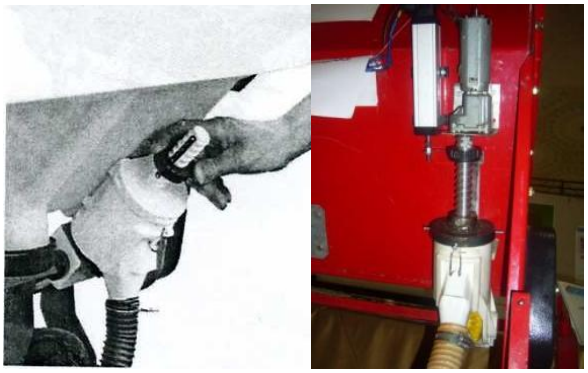
به دلیل اینکه اکثر کودکارهای موجود در کشور دارای موزع نوع مینی ماکس می باشند، تحقیق حاضر بر روی موزع نوع مینی ماکس صورت گرفت تا بتوان با ایجاد تغییراتی روی آن بتوان آن را به نوع قابل استفاده بر روی کودکارهای نرخ متغیر نمود.

مواد و روش‌ها

اجزای موزع

با تغییراتی بر روی موزع نوع مینی ماکس مورد استفاده در کودریزها و کودکارهای ساخت شرکت تراشکده، موزع مذکور ساخته شد. موزع اولیه دارای یک استوانه دوار شیاردار می باشد که درون یک محفظه بوسیله چرخ زمین گرد دستگاه به گردش در می آید . محل نصب موزع زیر مخزن کود می باشد. مقدار کود عبوری مخزن بوسیله مقدار باز بودن دریچه ورودی موزع تغییر می کند (شکل 1). با چرخاندن محوره متصل به دریچه موزع که روی محور ثابت آن قرار دارد، موقعیت دریچه تغییر می نماید . در موزع تغییر شکل داده شده، قسمت دریچه بالایی

موزع برداشته شده و دریچه دیگری که دارای بلبرینگی برای نگهداری محور متحرک می باشد نصب گردید . در نوع تغییر شکل یافته به جای متحرک بودن مهره و ثابت بودن محور، مهره ثابت شده و محور توسط یک عدد الکتروموتور 12 ولت قابل گردش به دو جهت (ساعت گرد و پاد ساعت گرد) می باشد (شکل 1). موزع مذکور دارای قسمت‌های حسگر وضعیت دریچه موزع، عملگر یا کارانداز و واحد کنترل می‌باشد.



شکل 1- سمت چپ: موزع اولیه- سمت راست: موزع ساخته شده قابل کنترل

حسگر وضعیت دریچه موزع

این حسگر از یک دستگاه پتانسیومتر با مشخصات (مدل KTC 100، کورس 100 میلیمتر، دقت 0/07 درصد و مقاومت 3/4 کیلو اهم ساخت شرکت Hidromatt کشور هنک کنگ) تشکیل شده است. این حسگر به زیر مخزن نصب شده و انتهای محور آن به مهره حامل دریچه متصل شد . به وسیله ولتاژ خروجی از این حسگر، موقعیت دریچه توسط سیستم، قابل تشخیص می باشد.

عملگر

این عملگر شامل یک دستگاه الکتروموتور 12 DC ولت با مشخصات (12 ولت DC مدل 705 ساخت شرکت JIDECO) می باشد که توانایی گردش به هر دو جهت (ساعت گرد و پاد ساعت گرد) را داشته و با استفاده از 4 عدد گیربکس و یک عدد محور، به محور موزع های دستگاه کودکار متصل گ ردید (شکل3). با دوران کردن این الکتروموتور به سمت راست و چپ دریچه های هر چهار موزع باز وبسته می شوند.

واحد کنترل

این واحد از یک عدد برد الکترونیکی تشکیل شده است که اطلاعات را از حسگرها گرفته و طبق نقشه توصیه کودی، مقدار مورد نیاز کود را تعیین کرده و بر اساس آن دستور لازم را به عملگر ارسال می نماید .

آزمون های کارگاهی

شبیه سازی کارکرد دستگاه

پس از نصب سیستم کنترل روی دستگاه کودکار، لازم بود تا تاثیر عوامل سرعت پیشروی، حجم کود داخل مخزن و مقدار باز بودن دریچه موزع، روی مقدار کود خروجی بررسی گردد . از آنجایی که اندازه گیری مقدار کود خروجی دستگاه در مزرعه کاری مشکل می باشد، کارکرد دستگاه داخل کارگاه شبیه سازی گردید . برای این منظور یک دستگاه الکتروموتور 2 کیلووات سه فاز همراه با گیربکسی که قابلیت تغییر سرعت خروجی الکتروموتور به صورت

خطی را داشت، جایگزین چرخ زمین گرد شد. از این الکتروموتور برای چرخاندن محور چرخ زمین گرد با سرعتی معادل سرعت زمان حرکت دستگاه در مزرعه با مقادیر 3/5، 5/75 و 8 کیلومتر در ساعت استفاده گردید . قبل از نصب الکتروموتور، مسافت های طی شده به ازای 10 دور گردش چرخ زمین گرد در سه مقدار سرعت پیشروی فوق الذکر با 5 بار تکرار در مزرعه اندازه گیری شد . مقدار متوسط فاصله طی شده به ازای هر دور گردش چرخ زمین گرد محاسبه گردید که مقدار آن 1/74 متر بود. پس از تنظیم کردن مقدار باز بودن دریچه موزع، حجم کود داخل مخزن و سرعت گردش الکتروموتور، مقدار کود خارج شده از لوله سقوط دستگاه پس از گردش 20 دور چرخ محرک (معادل 34/8 متر پیشروی دستگاه در مزرعه) با استفاده از یک دستگاه ترازوی دیجیتالی با دقت 0/2 گرم، اندازه گیری شد. سپس تاثیر فاکتورهای سرعت پیشروی (3/5، 5/75 و 8 کیلومتر در ساعت)، حجم کود داخل مخزن (کاملاً پر، نیمه پر و یک چهارم پر) و مقدار باز بودن دریچه موزع ($\frac{7}{7},\frac{6}{7},\frac{5}{7},\frac{4}{7},\frac{3}{7},\frac{2}{7},\frac{1}{7}$) روی مقدار کود خروجی با سه بار تکرار و در قالب طرح فاکتوریل و با استفاده از نرم افزار SPSS بررسی گردید.

تعیین رابطه مقدار باز بودن دریچه با مقدار کود خروجی

برای این منظور مقدار باز بودن دریچه و پتانسیومتر (بر حسب درصد) و مقدار کود خروجی از دستگاه برای هفت حالت باز بودن دریچه ($\frac{7}{7},\frac{6}{7},\frac{5}{7},\frac{4}{7},\frac{3}{7},\frac{2}{7},\frac{1}{7}$) در سه سرعت پیشروی فوق الذکر و با سه بار تکرار اندازه گیری شد. با استفاده از نرم افزار SPSS رابطه بین مقدار باز بودن دریچه و پتانسیومتر و مقدار کود خروجی (کیلوگرم بر هکتار) رگرسیون گرفته شد.

تعیین دقت کاری موزع

برای پنج سرعت پیشروی تراکتور (0/972، 1/25، 1/59، 1/94 و 2/22 متر بر ثانیه) 11 حالت بازبودن دریچه (7/5، 10، 20، 30، 40، 50، 60، 70، 80، 90 و 100 درصد) و 3 بار تکرار مقدار کود خروجی از م وزع، اندازه گیری شد (مقدار واقعی). سپس برای شرایط مذکور با استفاده از رابطه رگرسیونی بدست آمده در مرحله قبل، مقدار کود خروجی محاسبه گردید (مقدار هدف). با استفاده از رابطه (1) مقدار خطای سیستم برای هر کدام از حالت های فوق الذکر تعیین گردید. با استفاده از نرم افزار SPSS و در قالب طرح فاکتوریل اطلاعات بدست آمده تجزیه و تحلیل شدند.

$$e = \frac{F_t - F_a}{F_t} \times 100$$

که در آن e خطای دستگاه بر حسب درصد، Ft مقدار نرخ هدف بر حسب کیلوگرم بر هکتار و Fa مقدار نرخ واقعی بر حسب کیلوگرم بر هکتار می باشند.

نتایج و بحث

نتایج آزمایشها نشان دادند که اثر سرع ت پیشروی، مقدار بازبودن و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد معنی دار می باشد (جدول 1).

جدول 1- نتایج آزمون

Source	Sum of Sq.	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3163835.426a	62	51029.604	937.864	.000
Intercept	17137886.532	1	17137886.532	314974.206	.000
Speed	110234.183	2	55117.092	1012.987	.000
Volume	92.837	2	46.418	.853	.429
Gate	3046189.097	6	507698.183	9330.896	.000
Speed* Volume	222.662	4	55.665	1.023	.398
Speed* Gate	5219.042	12	434.920	7.993	.000
Volume* Gate	884.790	12	73.732	1.355	.196
Speed*Volume* Gate	992.815	24	41.367	.760	.779
Error	6855.716	126	54.410		
Total	20308577.674	189			
Corrected Total	3170691.142	188			

R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

رابطه رگرسیونی آنها به صورت معادله ذیل بدست آمد.

$$output\left(\frac{Kg}{ha}\right) = 5.139 \times G(\%) - 18.855 \times speed\left(\frac{m}{s}\right) - 0.178 \times G \times speed + 65.098$$

آزمون دقت دستگاه

نتایج آزمون دقت دستگاه نشان داد که کمترین دقت در مقدار باز بودن دریچه 7.5 درصد بود. و بیشترین مقدار دقت در محدوده بین 40 تا درصد باز بودن دریچه بدست آمد (جدول 2).

جدول 2- مقایسه خطای سیستم در مقادیر مختلف باز بودن دریچه

gate	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
20.00	15	-4.8157					
30.00	15		-2.4806				
40.00	15			-.6611			
50.00	15			-.6331			
80.00	15			.0519			
100.00	15			.0652			
90.00	15			.1064			
70.00	15			.1743	.1743		
10.00	15				1.0194	1.0194	
60.00	15					1.2099	
7.50	15						11.1107
Sig.		1.000	1.000	.096	.055	.662	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 1.419.

منابع

لغوی، م. (1382). *راهنمای کشاورزی دقیق برای متخصصین*. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران.

قزوینی، ح.، الماسی، م. و فتحی، م. (1385). تاثیر استفاده از نقشه های دیجیتال در کشاورزی دقیق بر مصرف بهینه کود در منطقه برخوار اصفهان. *چهارمین کنگره ملی ماشین های کشاورزی*. تبریز: دانشگاه تبریز.

Loghavi, M., Forouzanmehr, E. (2010). Design, Development and Field Evaluation of a Map-Based Variable Rate Granular Application Control System. *ASABE Meeting Presentation*

Paz, J. O., Batchelor, W. D., Colvin, T. S., Logsdon, S. D., Kaspar, T. C., & Karlen, D. L. (1999). Model-based technique to determine variable rate nitrogen for corn. *Transactions of ASAE* , 61, 69-75.

Welsh, J. P., Wood, G. A., Godwin, R. J., Taylor, J. C., Earl, R., Black, S., et al. (2002). Developing strategies for spatially variable nitrogen application in winter barley and wheat. *Biosystems engineering* , 84(4), 481-494.