Archive of SID

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 3, No. 2, Fall - Winter 2013, p. 85-91

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۲، ص ۹۱-۸۵

مقایسه دو نوع پخش کننده کودپاش‌های سانتریفوژ به منظور بهینه سازی الگوی پخش کود

پرویز احمدی مقدم[۱*]- یدالله احمدی[۲]- فاروق صالحی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۸
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۹

چکیده

افزایش تقاضای مواد غذایی در سال‌های اخیر، موجب بالا رفتن مصرف کودهای شیمیایی جامد در بخش کشاورزی شده است. مصرف بی رویه کود، باعث کاهش کیفی و کمی محصول شده است که علاوه بر افزایش هزینه‌ها باعث آلودگی خاک، آب‌های سطحی و زیر سطحی می‌شود. توزیع و پخش یکنواخت کود در سطح مزرعه یکی از اصول اساسی کشاورزی مرسوم به شمار می‌آید. در این پژوهش به منظور دستیابی به الگوی بهینه پخش کود، اثرات تعداد پره و وضعیت قرارگیری آن در یک کودپاش دوار تک دیسکی، روی دو نوع مختلف کود بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی صورت گرفت. متغیرها شامل تعداد پره در سه سطح (۴، ۶ و ۸)، زاویه قرارگیری پره‌ها در دو سطح (شعاعی و غیرشعاعی) و نیز نوع کود در دو سطح (سوپر فسفات تریپل و اوره) می‌باشد. نتایج نشان داد که تعداد پره و نوع کود، اثر معنی‌داری بر یکنواختی پخش کود ندارد. اما وضعیت قرارگیری پره‌ها بر روی صفحه پران، تأثیر معنی‌داری بر یکنواختی الگوی پخش کود دارد. بهترین الگوی پخش توسط صفحه پران ۸ پره‌ای با وضعیت قرارگیری غیرشعاعی پره‌ها و برای کود سوپر فسفات تریپل به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: الگوی پخش، زاویه قرارگیری، صفحه پران، کودپاش سانتریفوژ

مقدمه

تقاضای روزافزون مواد غذایی باعث مصرف بی رویه و رو به رشد کودهای گرانوله، بویژه در کشورهای در حال توسعه شده است. با توجه به برنامه ریزی‌های سازمان خوار و بار جهانی[۴]، برای رسیدن به سطح مطلوب مواد غذایی در سال ۲۰۳۰ لازم است مصرف کودهای شیمیایی از سطح کنونی (۱۳۸ میلیون تن در سال) به ۱۶۷ تا ۱۹۹ میلیون تن در سال افزایش یابد. برای جلوگیری از تجمع کود در خاک، کاهش هزینه‌ها و آلودگی آب و خاک، به کارگیری ادوات مناسب برای پخش یکنواخت این مقدار کود ضروری می‌باشد (Paul, 2007). کاربرد بیش از حد و یا خیلی کم کود، باعث افت کمی و کیفی محصولات کشاورزی می‌شود و بیش از ۱۰٪ سود کشاورز را کاهش می‌دهد (Sogaard and Kierkegaard, 1994). افزایش مصرف کودهای شیمیایی نه تنها باعث افزایش هزینه‌ها می‌شود، بلکه موجب آلودگی خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی نیز می گردد (Parris and Reille, 1999). یکی از روش‌های پخش کودهای جامد در مزرعه، استفاده از کودپاش‌های دوار می‌باشد. قسمت اعظمی از کودهای شیمیایی جامد که در اروپا و کشورهای در حال توسعه استفاده می‌شود، با کودپاش‌های دوار پخش می‌گردد (Persson and Skovsgaard, 1998). بنابراین توزیع یکنواخت کود در سطح مزرعه، از عوامل مهم در رشد و عملکرد محصول می‌باشد. عملکرد کودپاش‌های دوار، با ارزیابی الگوی پخش کود در سطح مزرعه، بررسی می‌شود. برای اجرای دقیق عملیات کودپاشی، کنترل خودکار کودپاش‌ها، بسیار بااهمیت است. این نوع کودپاش‌ها به دلیل پخش یکنواخت کود، محبوبیت بیشتری بین کشاورزان دارد (Dintwa *et al.*, 2004).

تحقیقات در زمینه پخش کود نشان داده است که تغییرات کم، در ارتفاع صفحه پخش کننده‌ی کود، در یکنواختی الگوی پخش تأثیری ندارد و برای ایجاد الگوی پخش دقیق، استفاده از سرعت دورانی مناسب برای صفحه پران و سرعت پیشروی مناسب برای تراکتور، لازم می‌باشد (Parish, 1996). همچنین گزارش‌ها نشان داده است که سرعت چرخش صفحه پران، بر یکنواختی پخش کود اثر معنی‌داری دارد (Raji and Favier, 2004). از عواملی که ممکن است بر الگوی پخش کود تأثیرگذار باشد، اندازه ذرات و نوع پوشش سطح کاری می‌باشد. به طوری که، پوشش سطحی که کود با آن برخورد می‌کند؛ بر یکنواختی پخش کود اثر معنی‌داری دارد (Parish,

۱- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ارومیه
۲و۳- به ترتیب کارشناس ارشد و کارشناس مکانیک ماشین‌های کشاورزی
(*- نویسنده مسئول: (Email: P.ahmadi@urmia.ac.ir

4- FAO

www.SID.ir

Archive of SID

(1996). روش‌های زیادی برای اندازه‌گیری الگوی پخش کود توسعه یافته است. مهم‌ترین آن، روش استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE) می‌باشد که با قرار دادن جعبه در سطح مزرعه و عمود بر امتداد حرکت کودپاش، مقدار کود جمع شده در هر نقطه تعیین می‌شود. همچنین روش‌های کامپیوتری شبیه سازی حرکت کود، روی صفحه پران، توسعه یافته است.

هدف از این تحقیق، بررسی اثرات وضعیت قرارگیری و تعداد پره‌های صفحه چرخان، بر یکنواختی الگوی پخش کودپاش‌های دوار می‌باشد. به طوری که بهترین ساختار برای پخش یکنواخت کود، با هدف کاهش اثرات مخرب زیست محیطی و افزایش سود، تعیین شود.

مواد و روش‌ها

با توجه به اهمیت و کاربرد فراوان کودپاش‌ها در ایران، در این تحقیق از یک کودپاش تک دیسک پشت تراکتوری استفاده شد. این نوع کودپاش‌ها به دلیل استفاده آسان، تعمیر و نگه‌داری راحت، بیشتر مورد استفاده کشاورزان می‌باشد. کودپاش از نوع اتصال سوار با مخزنی به شکل مخروط ناقص با قاعده مستطیل و ظرفیت ۳۵×۱۰^{-۲} مترمکعب می‌باشد. توان چرخشی صفحه پران از محور تواندهی تراکتور تأمین می‌شود.

در این تحقیق، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی استفاده شد. متغیرهای آزمایش شامل نوع کود در دو سطح (کود سوپر فسفات تریپل و کود اوره)، تعداد پره در سه سطح (۴، ۶ و ۸) و زاویه قرارگیری پره‌ها در دو سطح (شعاعی و غیر شعاعی) می‌باشد. قطر تمام دیسک‌ها ۴۸ سانتی‌متر بود و با توجه به استاندارد ASAE نیمی از پره‌ها با طول بلند و نیمی دیگر با طول کوتاه ساخته شد. در دیسک پران غیر شعاعی، زاویه پره ها با شعاع دایره، ۳۰ درجه و به سمت عقب صفحه می‌باشد (شکل۱).

برای تشخیص اندازه و یکنواختی ذرات کود و تعیین درصد ذرات تشکیل دهنده‌ی کود، از الک‌های مش‌بندی استفاده شد. بررسی نتایج نشان داد، اندازه‌ی بیش از ۸۲ درصد ذرات کود اوره، کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر است و بیش از ۸۸ درصد ذرات کود سوپر فسفات تریپل بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر می‌باشند (جدول۱).

آزمایش در شرایط واقعی مزرعه و بر اساس استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا صورت گرفت. بدین منظور، ۴۰ جعبه‌ی چوبی جمع کننده‌ی کود، به ابعاد۱۰×۲۰×۴۰ سانتی‌متر مکعب ساخته شد. طبق استاندارد ASAE، هر جعبه به چهار قسمت مساوی تقسیم شد. برای اندازه‌گیری دبی کودپاش، ابتدا ۲ کیلوگرم از هر نمونه کود آماده و دریچه خروجی بسته شد. در ادامه با روشن شدن تراکتور، سرعت محور تواندهی روی ۵۴۰ دور در دقیقه تنظیم گردید، تا سرعت دورانی صفحه پران؛ به مقداری ثابت برسد.

شکل ۱- صفحات دوار ساخته شده۴، ۶ و ۸ پره: پره شعاعی (راست) و پره غیر شعاعی (چپ)

Fig.1. Radial (right) and non-radial (left) disc constructed (4, 6 and 8 plate)

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی کود اوره و کود سوپر فسفات تریپل

Table1- Physical properties of Urea and Triple Supper Phosphate (TSP) fertilizers

شماره الک mesh number	اندزه مش mesh size (mm)	مقدار مانده در سینی Residue on disk (%)	
		(Urea)	(TSP)
7	2.80	0.00	46.00
8	2.36	0.47	22.20
10	2.oo	17.82	19.45
14	1.4o	73.52	11.15
16	1.18	3.37	0.80
18	1.oo	2.71	0.40
20	0.85	0.16	0.00
60	0.25	1.96	0.00

نسبت دور محور توان دهی به دور صفحه پران، یک به یک می‌باشد. در این لحظه کود داخل مخزن ریخته شد و مدت زمانی که طول کشید تا کود کاملاً تخلیه شود؛ اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از رابطه (۱)، مقدار دبی کودپاش محاسبه گردید. برای افزایش دقت اندازه‌گیری دبی، آزمایش سه بار تکرار شد. به منظور حذف اثرات محیط، کلیه آزمایش‌ها در سرعت باد کمتر از ۸ کیلومتر بر ساعت انجام شد (ASAE Standard).

$$Q = 3.6\frac{M}{t} \qquad (۱)$$

در معادله (۱)، Q= دبی کودپاش (تن بر ساعت)، M= جرم کود تخلیه شده (کیلوگرم) و T= زمان تخلیه کود (ثانیه) می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲- شرایط آزمایش و ترتیب قرارگیری جعبه‌ها

Fig.2. Condition of experiment and boxes arrangement

در شروع آزمایش، جعبه‌ها شماره‌گذاری شد و در یک ردیف، با فاصله ۲۲ سانتی‌متر از یکدیگر و عمود بر جهت حرکت تراکتور چیده شدند. برای عبور راحت تراکتور از بین ردیف جعبه‌ها، آنهایی که در مسیر عبور چرخ‌های تراکتور قرار داشت، جابه‌جا شد و در مجاورت جعبه‌های کناری قرار گرفتند (شکل ۲). مخزن کودپاش تا نیمه از کود پر شد و پیش از حرکت تراکتور، محور توانده‌ی فعال گردید. برای داشتن ثبات در کود پاشی، پاشش کود از فاصله ۱۰ متری، قبل از جعبه‌ها شروع شد و تا ۱۰ متر پس از عبور تراکتور از جعبه‌ها ادامه یافت (ASAE Standard).

پس از هر بار آزمایش، کودهای جمع آوری شده در جعبه‌ها، با ترازویی با دقت ۰/۱ گرم توزین شد. طبق روش ارزیابی متقاطع، جعبه‌های جمع کننده کود شماره‌گذاری شد و بر اساس شماره هر یک از جعبه‌ها و فاصله آنها از خط مرکزی، نمودار مربوط به جعبه‌ها و مقدار کود جمع شده در آنها ترسیم شد.

ارزیابی عملکرد کودپاش

برای مقایسه یکنواختی پاشش کود از معیارهایی استفاده شد که بتواند تقارن یا عدم تقارن پخش کود را مشخص سازد. در این تحقیق از دو شاخص ضریب تغییرات (ضریب واریانس) و چولگی استفاده شد (معادلات ۵- ۲). ضریب تغییرات، مقدار درصد پراکندگی کود را محاسبه می‌کند و مقدار چولگی، درجه نامتقارن بودن منحنی فراوانی را نشان می‌دهد.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^{N} X}{N} \quad (۲)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{N} (X - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (۳)$$

$$CV = \frac{100SD}{\bar{X}} \quad (۴)$$

$$b = \frac{3(\bar{X} - Md)}{SD} \quad (۵)$$

که در این معادلات، CV= ضریب تغییرات (درصد)، SD= انحراف معیار مقادیر جمع آوری شده از جعبه‌ها، b= مقدار چولگی، $\bar{X}$= مقدار متوسط مواد جمع آوری شده در جعبه‌ها، Md= مقدار میانه، X= مقدار مواد جمع شده در هر جعبه و N= تعداد جعبه‌ها می‌باشد.

داده‌های به‌دست آمده از آزمایشات با استفاده از نرم افزار تحلیلی SAS نسخه ۱۶ و آزمون مقایسه توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد. در ادامه جداول و نمودارهای مربوط به تأثیر تمامی متغیرها بر الگوی پاشش مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج این تحقیق در سه بخش جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

الف- اثر تعداد پره‌های صفحه پران بر الگوی پخش کود

نتایج تحلیل آماری داده‌های مربوط به اثر تعداد پره نشان داد که در بیشتر موارد، با افزایش تعداد پره‌ها؛ شاخص ضریب تغییرات، روند ثابتی از خود نشان نداده است و در اغلب موارد، روند این تغییرات در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارد (جدول۲). نتایج نشان داد که در حالت غیرشعاعی بودن پره‌ها، تعداد پره هیچ تأثیری بر مقدار ضریب تغییرات ندارد. اما از نتایج قابل بحث در این مرحله، اثر تعداد پره، در حالت شعاعی برای کود سوپر فسفات تریپل می‌باشد. نتایج نشان داد که در کود اوره (مواد ریز) با زیاد شدن تعداد پره، پراکندگی (ضریب تغییرات) زیاد می‌شود؛ اگر چه معنی دار نیست. اما در کود سوپر فسفات تریپل (دانه‌های درشت)، پراکندگی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش تعداد پره، یکنواختی الگوی پاشش به مقدار جزئی بهتر می‌شود (به‌ویژه در ذرات دانه درشت). اما این نکته دلیل مناسبی برای انتخاب صفحات چرخان با تعداد زیاد پره، نمی‌باشد. از دیگر دلایل مهم برای بی تأثیر بودن تعداد پره، سرعت زیاد صفحه پران می‌باشد. سرعت بالای صفحه پخش کننده، مجالی برای باقی ماندن دانه کود بر روی صفحه نمی‌دهد و ذرات را به فاصله زمانی بسیار کوتاه و پشت سر هم پرتاب

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند. به نظر می‌رسد که در سرعت‌های پایین، تعداد پره می‌تواند اثر معنی‌داری بر الگوی پخش کود داشته باشد. تحقیقات نشان داده است که در الگوی پخش یکنواخت کود، ضریب تغییرات باید کمتر از ۲۰٪ باشد (Parish, 2002). نتایج به دست آمده در این مرحله، نشان داد که در حالت شعاعی، ضریب تغییرات بالا بوده است و یکنواخت نبودن پخش کود در همه حالات را نشان می‌دهد. یکی از دلایل نداشتن اثر معنی‌دار تعداد پره بر یکنواختی پخش، سرعت بالای صفحات پران می‌باشد.

شکل ۳، نشان می‌دهد که تعداد پره، اثری بر یکنواختی پخش کود اوره نداشته است و چولگی در تمامی صفحات مشابه یکدیگر می‌باشد و نمودار به سمت چپ انحراف دارد. همان طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، مقدار مواد در سمت چپ حرکت تراکتور بیش‌تر از مواد جمع شده در نیمه راست می‌باشد. همچنین شکل ۳، نشان می‌دهد که با افزایش تعداد پره، مقدار کود پخش شده بیش‌تر می‌شود.

ب- اثر وضعیت قرارگیری پره‌ها بر الگوی پخش کود

بر اساس نتایج به دست آمده با وجود این که ضریب تغییرات با افزایش تعداد پره، تغییرات معنی داری ندارد، اما تغییر وضعیت قرارگیری پره با تعداد پره‌ی ثابت، باعث تغییرات زیادی در مقدار ضریب تغییرات شده است.

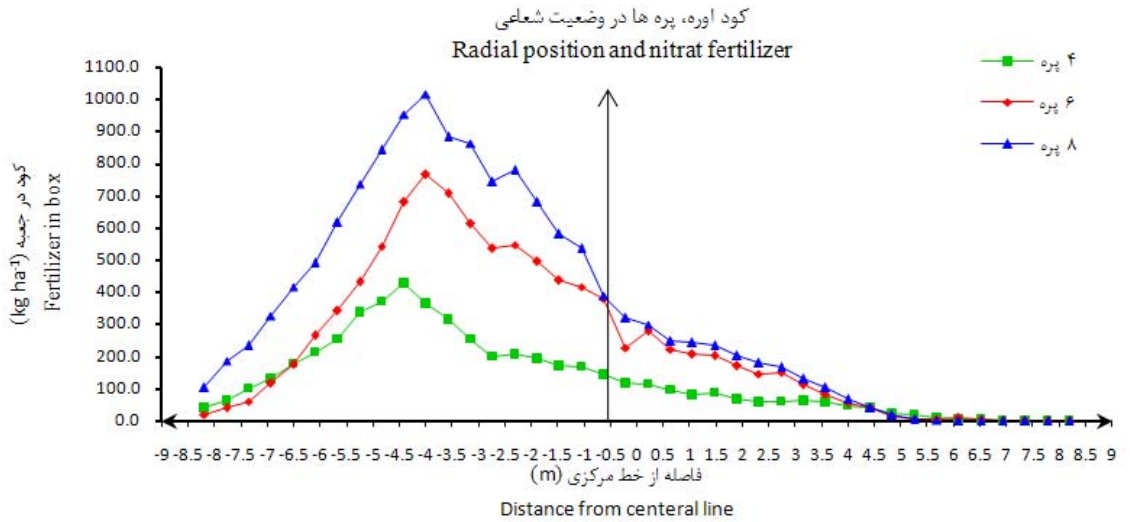
جدول۲- مقایسه میانگین‌های ضریب تغییرات در تیمارهای مختلف

Table2- Comparison of coefficient variation averages in different treatments

وضعیت پره Plates Position	تعداد پره Number of plates	نوع کود Fertilizers type	عرض مؤثر پاشش Effective width	چولگی (Left% / Right %)	ضریب تغییرات Coefficient variation
شعاعی Radial	4	Urea	6.3	67/33	42.3[a]
	6	Urea	6.3	71/29	52.4[a]
	8	Urea	6.3	74/26	59.1[a]
	4	TSP	6.3	72/28	50.4[a]
	6	TSP	6.3	65/35	36.4[bc]
	8	TSP	6.3	62/38	31.5[c]
غیر شعاعی Non radial	4	Urea	6.3	48/52	16.6[de]
	6	Urea	6.3	52/48	18.5[de]
	8	Urea	6.3	55/45	17.8[de]
	4	TSP	6.3	50/49	13.1[e]
	6	TSP	6.3	51/49	13.3[e]
	8	TSP	6.3	50/50	12.7[e]

حروف لاتین مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

The same letters in columns show no significant difference at probability of 5 %



شکل ۳- اثرات تعداد پره (۴، ۶ و ۸ پره) در وضعیت شعاعی بر پخش کود اوره (مسیر مرکزی حرکت کودپاش عدد صفر محور افقی است)

Fig.3. Effect of number of plate (4, 6 and 8) in radial position on nitrate spreader pattern (zero of horizontal axis is direction of travel fertilizer)

www.SID.ir

Archive of SID

این ضریب تغییرات، برای وضعیت شعاعی در هر سه دیسک (۴ پره،۶ پره، ۸ پره) بین۴۲/۳ تا ۵۹ برای کود اوره و ۳۱/۵ تا ۵۰/۴ برای کود سوپر فسفات تریپل می‌باشد. برای وضعیت غیرشعاعی، ضریب تغییرات بین ۱۶/۶ تا ۱۷/۷۶ برای کود اوره و ۱۲/۷ تا ۱۳/۳ برای کود سوپر فسفات تریپل به دست آمده است (جدول ۲).

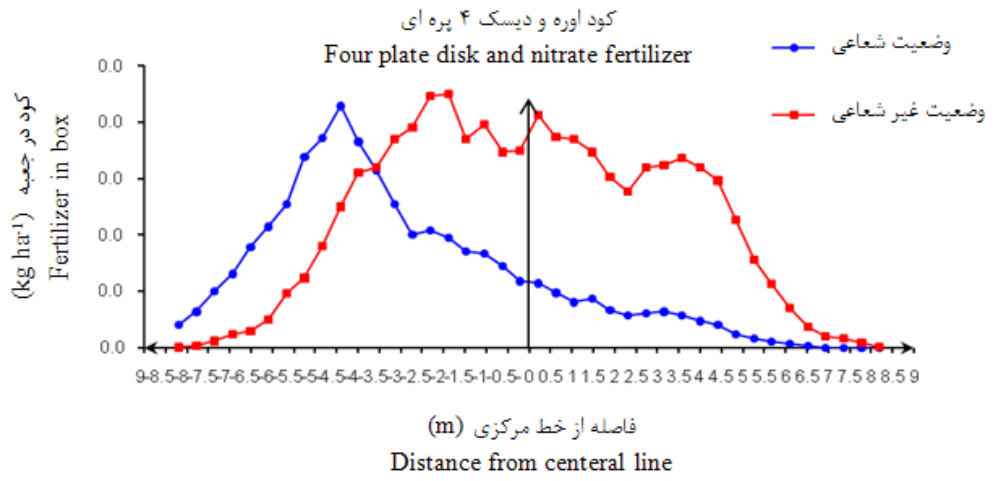
با توجه به نتایج حاصل از تحلیل آماری، یکنواختی پخش، تابعی از وضعیت قرارگیری پره‌ها روی دیسک چرخان می‌باشد. با تغییر وضعیت پره‌ها، از وضعیت شعاعی به وضعیت غیرشعاعی، ضریب تغییرات به اندازه قابل توجهی کاهش یافته است و این کاهش در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. در حالت غیرشعاعی بودن پره‌ها، مقادیر ضریب تغییرات نسبت به حالت شعاعی بسیار کمتر می‌باشد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که با تغییر وضعیت پره، اختلاف بین چولگی سمت راست و چولگی سمت چپ در عرض مؤثر کار، کاهش چشم‌گیری داشته است و این امر باعث یکنواختی الگوی پخش کود شده است (شکل ۴). نتایج به دست آمده از سایر پژوهش‌ها، به اثر گذاری زاویه پره‌ها بر الگوی پخش کود اشاره دارد (Yildirim, 2006).

در حالت غیرشعاعی در تمامی تیمارها، ضریب تغییرات کمتر از ۲۰٪ است و این یکنواخت بودن الگوی پاشش را نشان می‌دهد. کمترین مقدار ضریب تغییرات، برای صفحه پران ۸ پره با وضعیت غیرشعاعی و کود سوپر فسفات تریپل است. همچنین بیشترین تغییرات، مربوط به صفحه پران ۸ پره با وضعیت شعاعی و کود اوره می‌باشد. همان طور که توضیح داده شد، الگوی پخش مناسب کود، باید شبیه به نمودار توزیع نرمال باشد. بنابراین هر چه اختلاف بین چولگی سمت چپ و راست در الگوی پخش کمتر باشد، توزیع آن نرمال‌تر خواهد بود. نتایج تحقیق نشان داد که در وضعیت قرارگیری غیرشعاعی پره‌ها، الگوی پخش به توزیع نرمال نزدیک است.

با توجه به شکل ۳ که نشان داد افزایش تعداد پره، مقدار کود پخش شده را افزایش می‌دهد و همچنین شکل ۴ که نامتقارن بودن پخش کود را در پره‌های شعاعی نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که کاهش تعداد پره در حالت شعاعی مناسب می‌باشد. زیرا باعث تجمع مقدار کم‌تری کود در نقاط خاصی از مزرعه می‌گردد.

ج- بررسی اثر نوع کود (اندازه ذرات) بر الگوی پخش

تحلیل تأثیر نوع کود (اندازه ذرات) با تعداد پره‌های ثابت، همراه با وضعیت شعاعی و غیرشعاعی در جدول ۲ مشاهده می‌شود. با بررسی ضریب تغییرات به دست آمده از نمونه‌های پخش، ملاحظه می‌شود که نوع کود (اندازه ذرات)، باعث تغییر در مقدار ضریب تغییرات شده است. با درشت‌تر شدن دانه‌های کود سوپر فسفات تریپل (جدول ۱)، ضریب تغییرات کاهش یافته است. باید توجه داشت که این تغییرات هنگامی بوده است که پره‌ها در وضعیت شعاعی قرار داشته‌اند. ولی در حالت غیرشعاعی، نوع کود تأثیر معنی داری بر مقدار ضریب تغییرات نداشته است. در بخش قبل نیز مشاهده شد که وضعیت شعاعی پره باعث پخش مواد به یک سمت می‌شود و مقدار شاخص ضریب تغییرات را افزایش می‌دهد. البته لازم به ذکر است که اختلاف در اندازه ذرات دو نوع کود به کار رفته در این تحقیق، خیلی زیاد نبوده است و ممکن است با اختلاف بیشتر در اندازه ذرات، چنین نتیجه‌ای حاصل نشود. شکل ۵ یکنواختی پخش کود را برای دو نوع کود مختلف در حالت شعاعی و دیسک۴ پره نشان می‌دهد.

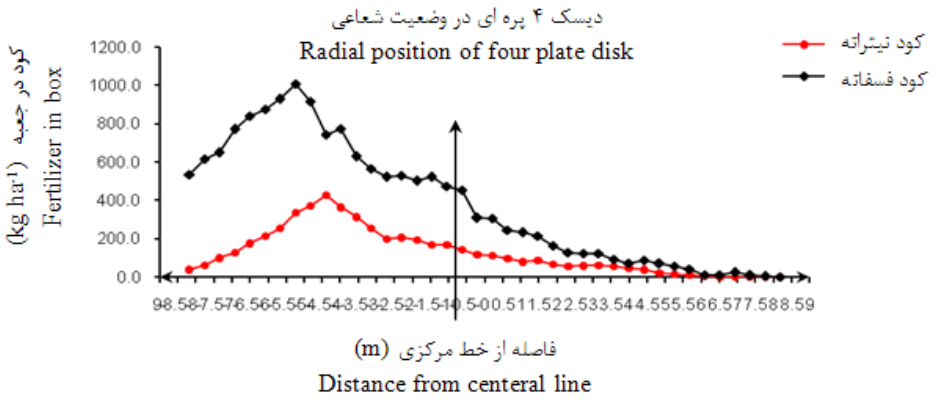


شکل ٤- اثر وضعیت قرارگیری پره بر یکنواختی الگوی پخش کود اوره

Fig.4. Effect of plate position on spreader pattern in Urea

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵– اثر اندازه ذرات بر الگوی پخش کود

Fig.5. Effect of fertilizer sizes on spreader pattern

نتایج نشان داد، همه‌ی دیسک‌های پرانی که با وضعیت قرارگیری غیرشعاعی پره‌ها ساخته شده‌اند، می‌توانند یک الگوی پخش مناسب را ارائه دهند، زیرا ضریب تغییرات حاصل شده برای دیسک‌ها کمتر از ۲۰٪ بوده است. اگر مزرعه نیاز به کود اوره (دانه ریز) داشته باشد، توصیه می‌شود که از دیسک ۴ پره با پره‌های غیرشعاعی استفاده شود.

نتیجه گیری کلی

نتایج مربوط به این تحقیق نشان داد که تعداد پره‌های دیسک چرخان در کودپاش‌های دوار تأثیر معنی‌داری بر یکنواختی پخش کود ندارند. البته، تأثیر ناچیز تعداد پره بر یکنواختی پخش در جهت مثبت است. به این معنی که اگر محصول نسبت به یکنواختی پخش کود حساس باشد، افزایش تعداد پره می‌تواند تأثیر مثبتی داشته باشد. همچنین توصیه می‌شود، در صورتی که زاویه قرارگیری پره‌ها شعاعی است؛ از تعداد پره‌ی کمتری استفاده شود، تا تجمع کود به صورت نامتقارن در مزرعه کاهش یابد. نتایج نشان داد، مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر یکنواختی پخش، وضعیت قرارگیری پره‌ها روی دیسک چرخان است. دیسک‌های چرخان با پره‌های شعاعی در کودپاش‌ها باعث پخش کود در یک سمت می‌شوند. در نتیجه در مزارع بزرگ، که به کودپاشی با مقدار لازم و همپوشانی دقیق نیاز دارند؛ نباید مورد استفاده قرار گیرند. اما در مزارع یا باغ‌هایی که امکان ورود ادوات کودپاش میسر نمی‌باشد و یا مکان‌هایی که نیاز به پاشش یک طرفه است، می‌توان از این نوع دیسک‌ها استفاده کرد. اندازه دو نوع کود سوپر فسفات تریپل و اوره به کار رفته در این تحقیق، تأثیری بر الگوی پخش نداشته است. شاید اختلاف اندازه‌ی ذرات کود، به میزانی نبوده است که عاملی مؤثر در یکنواختی پخش باشد. بهترین و یکنواخت‌ترین نمونه پخش، با دیسک ۴ پره در وضعیت قرارگیری غیرشعاعی پره‌ها، برای کود اوره و دیسک ۸ پره غیرشعاعی، برای کود سوپر فسفات تریپل به دست آمد. بدترین پخش، در ترکیب دیسک ۸ پره‌ای با وضعیت شعاعی و کود اوره حاصل شد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از گروه مهندسی مکانیک کشاورزی دانشگاه ارومیه، برای حمایت‌های مالی و فراهم نمودن تجهیزات این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. ASAE Standards. 2006. Procedure for measuring distribution uniformity and calibrating granular broadcast spreader. St. Joseph, Mich. ASAE. S341.3
2. Dintwa, E., P. V. Liedekerke, R. Olieslangers, E. Tijskens, and H. Ramon. 2004. Model for simulation of particle flow on a centrifugal fertilizer spreader. Biosystem Engineering 87(4): 407-415.
3. Parris, K., and L. Reille. 1999. Measuring the environmental impacts of agriculture: use and management of nutrients. The international fertilizer society congress, Proceedings No. 442
4. Parish, R. L. 1996. Particle size effects on collection efficiency across spreader pattern tests. Applied Engineeringin Agriculture 12(5): 527-529

www.SID.ir

Archive of SID

5. Parish, R. L. 2002. Broadcast spreader pattern sensitivity to impeller spout height and PTO speed. Applied Engineeringin Agriculture 18(3): 297-299.
6. Paul, V. L. 2007. Study of granular fertilizer and the centrifugal spreader using discrete element method (DEM) simulation. Faculty of Agriculture. Nebraska University, Ph. D Thesis.
7. Persson, K., and H. Skovsgaard. 1998. Fertilizer characteristics and spreading patterns from centrifugal spreaders. Proceedings of the international conference on agricultural engineering, Oslo, Paper No. 98-A-058.
8. Raji, O., and J. F. Favier. 2004. Model for the deformation in agricultural and food particulate materials under bulk compressive loading using discrete element method. Food Engineering 64(3): 373-380.
9. Sogaard, H. T., and P. Kierkegaard. 1994. Yield reduction resulting from uneven fertilizer distribution. Transactions of the ASAE 37(6): 1749-1752.
10. Yildirim, Y. 2006. Effect of cone angle and revolution speed of disc on fertilizer distribution uniformity in single-disc rotary fertilizer spreaders. Applied Sciences 6(14): 2875-2881.

www.SID.ir