بررسی اثر ورز دادن بر شاخص‌های کیفیت پلت کمپوست

فرزین عباسی[۱*]، فرشید آقاجانی[۱]، محمد حسین کیان مهر[۲]، بهزاد آزادگان[۳]، احسان گوگونانی[۱]

۱- دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد گروه فنی کشاورزی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان farzin.abbasi@ut.ac.ir

۲- استاد گروه فنی کشاورزی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان

۳- دانشیار گروه آبیاری زهکشی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان

چکیده

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش روز افزون مصرف کودهای شیمیایی و مضراتی که این کودها بر سلامتی انسان و همچنین آلودگی محیط زیست اعمال کرده‌اند، رویکرد به استفاده از کودهای جایگزین ارگانیک بیش از پیش احساس می شود. با این وجود مصرف این کودها با مشکلاتی همراه است. رطوبت و حجم زیاد و نیز یکسان نبودن مواد متشکله کود از عوامل محدود کننده استفاده از کود های دامی و گیاهی در دنیا است. به همین دلیل در سال‌های اخیر روش‌هایی برای حل این مشکلات توسعه یافته اند که یکی از موثرترین روش‌ها، متراکم‌سازی این مواد و پلت کردن آنهاست. استحکام پلت‌های تولیدی از فاکتورهای مهم در حمل و نقل و حفظ شکل آنها و همچنین کارایی مورد انتظار در مزرعه است. در این تحقیق، تاثیرات عمل ورز دادن بر روی استحکام پلت های تولید شده از کود کمپوست بررسی گشته و داده های بدست آمده با مقادیر عددی استحکام پلت‌های تولید شده بدون پیش‌فرآوری مقایسه گردید. پلت‌هایی با درصد رطوبت مواد اولیه با مقادیر ۴۰، ۴۵ و ۵۰٪ تولید و از هر نمونه پنج عدد مورد آزمایش استحکام قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها نشانگر تاثیرات معنی‌دار عمل ورز دادن بر مقادیر نیرو و انرژی شکست بخصوص در مقادیر رطوبت‌های ۴۰ و ۴۵٪ می‌باشد. به طوری که در این رطوبت‌ها، استحکام پلت‌های آزمایش شده که عمل پیش‌فرآوری ورز دادن روی آنها انجام شده بود ۳۰٪ بیشتر از پلت‌های بدون پیش‌فرآوری بدست آمد.

کلمات کلیدی: استحکام پلت، عمل ورز دادن، کمپوست

۱. مقدمه

کودهای آلی از جمله کود دامی(کود گاو و کود مرغ)، کمپوست حاصل از زباله شهری و ورمی‌کمپوست دارای ارزش تغذیه‌ای فراوانی برای محصولات زراعی بوده و مصرف آنها گامی موثر در روند توسعه کشاورزی پایدار و حفظ محیطزیست خصوصاً تأمین نیتروژن برای زمین می باشد (بای بوردی و ملکوتی، ۱۳۸۶). در حالت طبیعی به علت پایین بودن جرم مخصوص، حمل و نقل این کود ها مشکل و پرهزینه است، از جمله راههایی که سبب سهولت حمل و نقل و کاهش هزینه‌ها می‌شود، کاهش حجم این کود ها از طریق متراکم سازی و پلت کردن است. (Adapa et al., 2003). دو نمونه ماشین برای تبدیل کود به پلت وجود دارد. یک نوع پلت ساز دیسکی (روش قالب‌گیری خشک) و نوع دیگر اکسترودر (روش قالب‌گیری تر) است. برای هر نوع ماشین تولید پلت، محتوای رطوبت کمپوست مهم‌ترین عامل فیزیکی است. این عامل بیشترین اثر را روی مقاومت و سرعت عمل پلت‌سازی می‌گذارد. (کشوری، ۱۳۸۹). این رطوبت باید به صورت یکنواخت در کود توزیع شود. برای این منظور از ورز دهنده ها استفاده می شود. اصطلاح ورز دادن جهت اختلاط پودر با مایع با ویسکوزیته بالا، یا پوشش سطح پودر با مایع استفاده شده است. یکی از اصلی ترین مراحل فرآوری مواد پودری شکل جهت بدست آوردن خمیری یکدست جهت اکسترود کردن، اختلاط کامل این مواد با رطوبت است بدین صورت که جهت ایجاد مخلوطی کاملا یکنواخت، پس از اضافه کردن رطوبت به کود، ذرات آب در اثر عمل ورز دادن به داخل بافت کود نفوذ می کنند و منجر به تشکیل خمیری یکدست می شوند. در واقع ورز دادن موجب رسیدن مواد به حالت ویسکوپلاستیک می شود. (Takahashi, 2007).

ورز دادن توسط مکانیسم های حرارتی، برشی و انتشار، چه اختلاط به صورت خشک باشد یا آبکی حاصل می گردد. با این حال، مکانیزم های انتقال گرما و برش در فرآیند ورز دادن نسبتا مهم ترند با این دلیل که سیستم های اختلاط دارای گرانروی بسیار بالا مورد نظر هستند. بنابراین، مکانیزم ورز دادن با قابلیت تولید نیروی برشی بالا باید جهت پوشش ذرات با مایع مورد استفاده قرار گیرد. همچنین ماشین آلات ورز دهنده با سرعت برشی بالا برای کوتاه کردن زمان ورز دادن مورد نیاز خواهد بود. (Hashimoto, 1990). امیری (۱۳۹۰) برای ورز دادن پودر مواد زیست توده، ورز دهنده پدالی با نوع خاصی از پدال ها با الهام از پنجه های دست

انسان درهنگام ورز دادن ساختند. به طوری که طول و زاویه هر کدام از پدال ها قابل تنظیم بود. جهت تغذیه یکنواخت مواد ورودی نیز از یک هلیس تغذیه در ابتدا و یک هلیس به منظور تخلیه سریعتر مواد در انتهای دستگاه استفاده شده بود.

برای بهبود کیفیت پلت‌های تولیدی و بهبود استحکام پلت‌های تولیدی، اختلاط کامل در سطح مولکولی برای پودر مواد اولیه ضروری به نظر می رسد. هدف از این تحقیق، بررسی عمل ورز دادن بر روی شاخص‌های کیفیت پلت‌های تولید شده با پودر کود کمپوست می‌باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. ورز دهنده

در این تحقیق از ورز دهنده نوع پدالی ساخته شده در پردیس ابوریحان دانشگاه تهران استفاده گردید شکل (۱). این ورز دهنده همزمان عمل مخلوط کردن و ورز دادن را انجام می دهد (شکل۲).

شکل ۱ نمای کلی دستگاه ورز دهنده پدالی

شکل ۲ پدال‌های ورز دهنده و هلیس‌های خروجی

۲-۲. آزمایش‌ها

کود کمپوست با رطوبت‌های ۴۰، ۴۵ و ۵۰٪ برای تولید پلت‌ها آماده گردید. برای اندازه‌گیری رطوبت کود طبق استاندارد ASAE S358.2، سه نمونه ۱۰۰ گرمی از این کود به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۴ درجه در درون آون ساخت شرکت آبی‌آسا قرار گرفتند. از رابطه زیر رطوبت مورد نظر بدست آمد.

$$M_{w.b.}\% = \frac{W_w}{W_t} \times 100\% = \frac{W_w}{W_w + W_d} \times 100\%$$ رابطه (۱)

که در این روابط:

$M_{w.b.}$= رطوبت کود بر مبنای تر(٪)؛

w_w = وزن آب موجود در کود(gr)؛

w_t = وزن کل کود(gr)؛

w_d = وزن ماده خشک موجود در کود(gr)؛

برای بدست آوردن پودر مورد نیاز کمپوست برای پلت‌سازی از الک استاندارد با مش ۳۰ استفاده گردید.

برای بررسی میزان تاثیر عمل ورز دادن روی مواد، بعد از آماده کردن پودر کمپوست با رطوبت و مش بندی مشخص، این پودر ابتدا توسط دستگاه ورز دهنده، ورز داده شد (شکل۳). سپس خمیر بدست آمده توسط اکسترودر تک پیچ ساخته شده در پردیس ابوریحان دانشگاه تهران به صورت پلت، شکل داده شد. همچنین پلت هایی نیز بدون ورز داده شدن تولید شدند. برای انجام آزمایش‌ها باید پلت‌ها حالت کاملا خشک داشته باشند بنابراین این پلت ها به مدت یک هفته در مقابل نور خورشد قرار داده شدند تا به رطوبت ۱۱٪ برسند.

شکل ۳ خروج مواد از ورز دهنده

۳-۲. اندازه گیری استحکام پلت ها

شاخص‌هایی برای ارزیابی کیفیت پلت‌ها وجود دارند که از جمله این شاخص‌ها می توان به استحکام، یکنواختی مواد در داخل پلت‌ها، توزیع همگون اندازه و چگالی پلت‌ها اشاره کرد. برای بررسی اثر ورز دادن، یکی از شاخص های مذکور که عمل ورز دادن ارتباط بیشتری با آن داشت انتخاب گردید.

یکی از پارامترهای مهم پلت، سختی آن می‌باشد، بنابراین برای اندازه‌گیری سختی پلت کود کمپوست از دستگاه آزمایش مواد بیولوژیکی[1] (B.M.T) که در گروه فنی کشاورزی توسط غایبی (۱۳۸۷)، طراحی و ساخته شده است، استفاده شد. این دستگاه

1. Biological Material Test

قابلیت بارگذاری فشاری و کششی بر روی محصولات کشاورزی را دارد و با استفاده از آن می‌توان منحنی نیرو–جابجائی محصولات کشاورزی را تحت بارگذاری شبه استاتیک مشخص کرد.

آزمایش‌ها برای دو نوع پلت در سه محتوای رطوبتی ۴۰، ۴۵ و ۵۰٪ انجام گرفت. نوع اول پلت‌هایی بودند که مواد مستقیما در داخل دستگاه اکسترودر ریخته شده و به صورت پلت در آمده بودند. نوع دوم پلت‌هایی بودند که قبل از اکسترود شدن، با دستگاه ورز دهنده، ورز داده شده بودند.

از هر یک از نمونه ها ۵ عدد پلت که دارای استحکام بیشتری بودند انتخاب شدند. نیروسنج با سرعت ۱۰ میلی متر بر ثانیه پایین آمده و پلت هایی را که توسط گیره نگه داشته شده اند می فشارد. حداکثر نیروی لازم جهت شکستن پلت ها به عنوان مبنای استحکام پلت در نظر گرفته می شود (واحدیان، ۱۳۸۲). مساحت زیر نمودار نیرو جابجایی با استفاده از مقادیر نیروی لازم جهت شکستن پلت‌ها بدست می آید که به عنوان استحکام پلت‌ها اطلاق می شود. سپس با استفاده از روابط (۲) و (۳) مقدار انرژی لازم جهت شکستن و چغرمگی پلت‌ها بدست می آید:

رابطه (۲)
$$E = \sum_{i=0}^{i=n} \frac{1}{2}(f_i + f_{i+1})\Delta x$$

رابطه (۳)
$$To = \frac{E}{V}$$

که در این روابط:

E= انرژی لازم جهت شکستن پلت‌ها (بر حسبMJ)؛

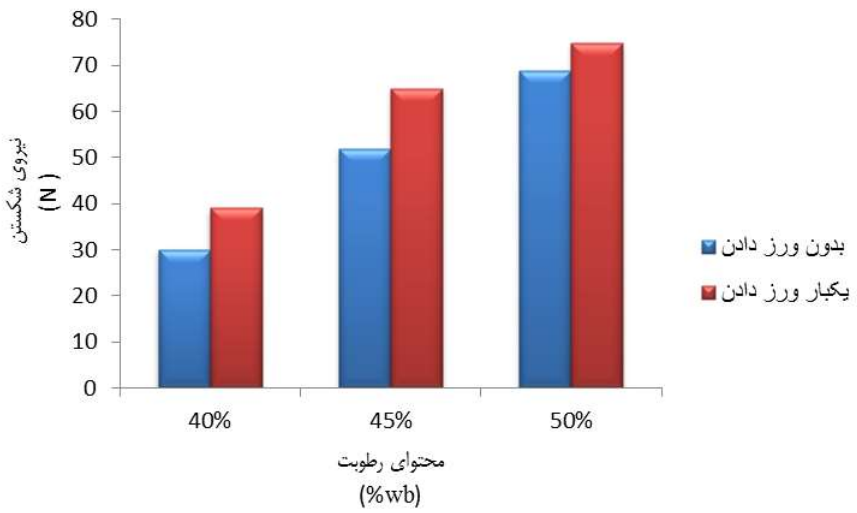
F_i= نیروی معادل جابجاییX_i (بر حسب N)؛

To= میزان چغرمگی پلت‌ها (بر حسب MJ/m^3)؛

V= حجم نمونه‌ها می‌باشد (بر حسب میلی‌متر مکعب).

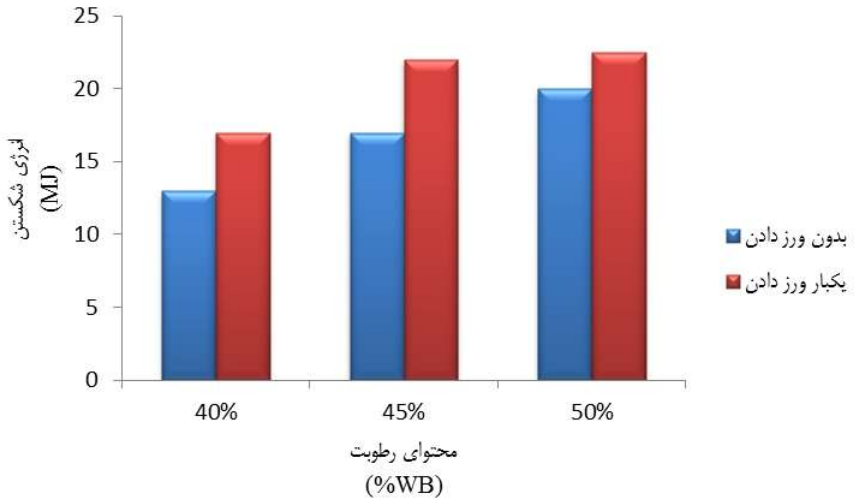
۳. نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقادیر بدست آمده نشان داد که ورز دادن مواد اولیه باعث افزایش چشمگیری در نیروی شکست پلت‌ها شده است ولی این مقدار برای رطوبت ۵۰٪ ناچیز می باشد که این مورد می تواند ناشی از ورز داده شدن کافی در خود دستگاه اکسترودر بدلیل تشکیل سریع خمیر همگن از مواد و آب باشد. با افزایش رطوبت نیروی شکست در هر دو نوع پلت افزایش پیدا کرد (شکل ۴).



شکل ۴ اثر ورز دادن بر نیروی شکستن پلت

همچنین نتایج نشان داد که در رطوبت ۴۰٪ اختلاف چشمگیری بین انرژی شکست در حالت بدون ورز دادن با پیش فرآوری توسط یک بار ورز دادن وجود دارد. مشابه نتایج نیروی شکست، اثر ورز دادن برای رطوبت ۵۰٪ ناچیز بود (شکل۵).



شکل ۵ اثر ورز دادن روی انرژی شکستن

بدلیل یکسان بودن حجم پلت‌ها در دو حالت، برای مقادیر انرژی شکست و چغرمگی نتایج مشابهی بدست می‌آید.

۴. نتیجه‌گیری

با توجه به داده‌های بدست آمده می توان نتیجه گرفت برای بدست آوردن استحکام کافی که پلت تولید شده هم بتواند ضربات بوجود آمده در طول مراحل حمل و نقل را بدون گسیخته شدن تحمل کند و همچنین به مدت طولانی‌تری در خاک باقی بماند، نیاز به یک پیش فرآوری برای مواد اولیه ضروری به نظر می رسد. پیش‌فرآوری که توسط دستگاه ورز دهنده طراحی و ساخته شده در این مقاله انجام پذیرفت افزایش ۳۰٪ در استحکام پلت‌های تولید شده را موجب شد. همچنین برای بهینه شدن عملیات ورز دادن، مواد اولیه می بایست محتوای رطوبتی کمتر از ۵۰٪ را داشته باشند.

۵. منابع

۱- امیری، ه. ۱۳۹۰. طراحی و ساخت دستگاه فرآوری و ویسکومتر پره ای جهت تعیین تنش تسلیم مواد زیست توده. پایان-نامه کارشناسی ارشد. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

۲- بای بوردی، ا. و م. ج. ملکوتی، ۱۳۸۶. بررسی تاثیر منابع مختلف کود آلی (کود دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست) بر کمیت و کیفیت پیاز قرمز آذرشهر در دو منطقه بناب و خسروشهر. علوم خاک و آب، ۲۱(۱):۳۳-۴۳

۳- غایبی، س. م. ۱۳۸۷. تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی میوه، هسته و مغز زردآلوی ایرانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

۴- واحدیان، ا. ۱۳۸۲. مقاومت مصالح، ویرایش دوم. ترجمه. نشر علوم دانشگاهی. ص ۳۹۸ تا ۴۰۰.

5- Adapa, P.K., L.G. Tabil, G.J. Schoenau, B. Crerar, and S. Sokhansanj. (2002). Compression characteristics of fractionated alfalfa grinds. *Powder Handling & Processing* 14(4): 252-259.

6- Hashimoto, T. (1990). A taxonomic review of the Japanese *Lecanorchis* (Orchidaceae). Ann. Tsukuba Bot. Gard. 9:1-40.

7- Takahashi, T., M. Serizawa, T. Okino, and T. Kaneko. (1989). A round-robin test of the softening temperature of plastics by thermomechnical analysis *Thermochimica Acta*147, 387-399 .

Kneading effects on quality of compost pellets

Farzin Abbasi[1*] Farshid Aghajani[1] Mohammad Hossein Kian Mehr[2] Behzad Azadeghan[3] Ehsan Ghoghonani[1]

1- MSc Student, College of Aboureyhan, University of Tehran, Farzin.abbasi@ut.ac.ir
2- Professor, College of Aboureyhan, University of Tehran
3- Associate Professor, College of Aboureyhan, University of Tehran

Abstract

High volume and moisture content also inhomogeneous structure of fertilizer are some of animals and plants manure usage limitations in the world. For this reason some methods are developed to solve these problems in recent years. One effective method is compressing and pelletizing the fertilizer. Produced pellets strength is one of important factors in transporting, maintaining the shape and expected performance in the field. In this study kneading effects on strength of compost pellets is investigated and results compared with strengths of pellets without kneading. Then it is made to compare produced pellets with preprocessed pellets which are kneaded on time by the kneading machine. Pellets with initial materials moisture content of 40, 45 and 50% are produced. Five samples strength was tested. Results showed that kneading preprocessing have significant effect on failure force and energy especially in 40 and 45% moisture content. In these moisture contents strength of preprocessed pellets is 30% more than pellets that produced without any preprocessing action.

Keywords: kneading machine, compost, pellet strength