نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

ارزیابی کود کمپوست کامل(پلت) جهت تعیین هدایت هیدرولیکی آن

فرهاد همایون‌فر [۱*]، فرزین عباسی[۲]، محمد حسین کیانمهر[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی

۳- استاد گروه فنی مهندسی بیوسیستم پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

ایمیل مکاتبه کننده: Homayoonfar@ut.ac.ir

چکیده

فرآوری مواد زاید آلی به طرق مختلف هم چون سوزاندن، دفن در اماکن خاص و بازیافت امکان پذیر است. با توجه به توسعه تولیدات زراعی و باغی و افزایش دامداری‌ها ، هر ساله انبوهی از ضایعات و زایدات در بخش کشاورزی تولید می‌شود که در صورت عدم مدیریت صحیح خود می‌تواند مشکلات اساسی ایجاد نماید. کمپوست کردن می‌تواند راهی عملی برای استفاده بهینه از این مواد باشد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف فرآوری پودر کمپوست انجام شده است. طبق استانداردهای موجود آزمایش‌های اندازه‌گیری نفوذپذیری کود کمپوست، تراکم ذرات و اندازه ذرات انجام شد. آزمایش هدایت هیدرولیکی برای کود کمپوست با اندازه‌ی ذرات ۱ و ۲ میلی‌متر و در تراکم‌های ۰/۵ و ۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب انجام شد نتایج نشان داد که متغیرهای اندازه ذرات و تراکم بر نفوذپذیری کود کمپوست در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند.

واژه‌های کلیدی: کودکمپوست، فرآوری، هدایت هیدرولیکی

مقدمه

کمپوست عبارت است از تجزیه کنترل شده مواد آلی در حرارت و رطوبت مناسب به وسیله باکتری‌ها، قارچ‌ها، کپک‌ها و سایر میکروارگانیسم‌های هوازی و یا غیر هوازی. کمپوست دارای درصد زیادی هوموس است. هوموس اصلاح کننده خاک بوده و باعث بهبود شرایط زندگی و عملکرد موجودات خاک می‌شود(Basu, P., 2010).

برای سالیان دراز، فضولات حیوانات مخصوصا کود آنها برای افزایش حاصلخیزی زمینهای کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است (Morse, D.,1995). این امر باعث ایجاد نگرانی هایی از جمله تولید بوی بد، انتشار گاز متان (Sequi et al.,1996

Kashmanian and Rynk.,1995 ; Sequi et (Thomas & Rainey., 2009 ;)،آلـودگی آبهـای زیرزمینـی بـا نیتـروژن و پتاسـیم al.,1996) و آلودگی میکروبی آبهای سطحی (Lopez-Real & Baptista.,1996)گردیده است.

کمپوست کردن یکی از روشهای سازگار با محیط زیست برای فرآوری فضولات است (Magdi et al.,2004). به دلیل وجود مواد مغذی در کمپوست و سهولت استفاده از آن‌ها در مواقع ضروری سبب می‌شود که به موازات نیاز به عناصر خاص، کمپوست، آن عناصر را در اختیار گیاه قرار دهد، به علاوه کمپوست به صورت لایه محافظ عمل کرده و از تخریب خاک به وسیله باد و باران جلوگیری می‌کند. ماده آلی تولیدی به دلیل داشتن بافت سبک املاح و ترکیبات ضروری مورد نیاز گیاهان مختلف، ضمن اینکه فیزیک خاک را اصلاح کرده و مناسب رشد و گسترش ریشه گیاه می‌کند، باعث جذب رطوبت و ایجاد شرایط بهتر اطراف ریشه می‌شود. جوانه زنی را بهتر و شرایط رشد را مهیا می‌کند. با استفاده از کمپوست، خاصیت فیزیکی ترد و منافذ عبوری هوای بسیار در خاک ایجاد می‌شود و سبب می‌گردد که اکسیژن به راحتی توسط ریشه گیاه جذب شده و نفوذپذیری خاک افزایش می‌یابد. کمپوست دارای قابلیت نگهداری آب زیاد بوده و با ممانعت کردن از شرایط خشک، نیاز آبی گیاه را کاهش داده و خاک اطراف ریشه گیاه را همواره مرطوب نگاه می‌دارد. استفاده از کمپوست میزان مواد آلی خاک را افزایش داده و تبادلات اکسیژن، آب و مواد مغذی مورد استفاده ریشه گیاه را ارتقاء می‌بخشد. همچنین تبادلات کاتیون های خاک را افزایش داده و میزان ظرفیت تبادل کانیونی خاک را بهبود می‌بخشد که در نهایت در اختیار ریشه گیاهان قرار می‌دهد و افزایش عناصر "ماکرو" و "میکرو" درون خاک را باعث می‌گردد.

در ایران طی دهه های اخیر کاربرد سموم و کودهای شیمیایی به طور قابل ملاحظه ای افزایش یافته است. اما در خصوص سلامت و ایمنی کافی محصولات تولید شده در کشور تردیدهای زیادی وجود دارد. عملیات کشاورزی رایج محیط زیست را در مقیاس جهانی تخریب کرده و باعث کاهش تنوع زیستی و اختلال در تعادل نظام طبیعی شده و منابع طبیعی را به مخاطره انداخته است. مصرف سموم و کودهای شیمیایی، گذشته از هزینه اضافی، اثرات جبران ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارند در نتیجه برای رهایی از مشکلات به وجود آمده، استفاده از نظام های زراعی جایگزین برای تولید محصولات زراعی امری ضروری است.

در بین کودهای آلی کمپوست اقتصادی ترین منبع تولید نیتروژن می باشد. کاربرد فراوان نهاده های شیمیایی در مزارع و گلخانه های تولید سبزی و صیفی و عرضه سریع این محصولات به بازار (بدون در نظر گرفتن مدت زمان لازم برای تجزیه یا کاهش غلظت مواد شیمیایی) ضرورت گسترش تولید ارگانیک این محصولات را بیش از پیش آشکار می سازد.کاربرد ضایعات آلی از جمله کودهای دامی، لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و مانند آن در خاک یک روش مناسب برای نگهداری ماده آلی خاک، بهسازی خاک های فرسوده و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان است.

در آزمایشی مصرف کمپوست بقایا بعد از دو سال نشان داد که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هایی که کمپوست اضافه شده بود بالاتر از خاک هایی است که در آنها کود شیمیایی مصرف شده بود(Evanyol.,1997). در آزمایشی اثرات کمپوست کاه برنج، کود مرغی و بقایای کلزا روی باقلا بررسی شد و مشخص گردید که افزودن کمپوست خصوصیات

شیمیایی،فیزیکی و بیولوژیکی خاک را بهبود می بخشد. همچنین کاربرد کمپوست رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد و پروتئن پوسته در باقلا را افزایش داد(Magdi et al.,2004).

باقری و همکاران (۱۳۸۹)، به منظور ارزیابی آزادسازی تدریجی کود نیتروژن از پلت کود دامی و اوره بر خصوصیات فیزیکی و مورفولوژیکی دانه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ف آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران به صورت طرح فاکتوریل با بلوک‌های کاملا تصادفی با سه تکرار انجام داد. عوامل مورد مطالعه شامل نحوه مصرف کود نیتروژنه به صورت پخش در سطح زمین و مصرف کود به صورت پلت و عامل دوم، تلفیق چهار سطح نیتروژن و دامی به ترتیب ٤٦+٦۰۰، ۹۲+٦۰۰، ۱۳۸+٦۰۰ و ۱۸٤+٦۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. تیمار ۱۸٤+٦۰۰ بیشترین وزن هزار دانه، بیشترین بازده محصول و بیشترین درصد پروتئین در هر واحد دانه را داشت. در نهایت به این نتیجه رسیدند که کود اوره با پوشش کود دامی عملکرد بهتری داشته و کود را مدت زمان طولانی‌تری در اختیار گیاه قرار می‌دهد(باقری،۱۳۸۹).

شیرعلی و همکاران ۱۳۹۰، پلت‌هایی با ترکیبات متفاوت کود دامی و کود اوره تولید کردند. رطوبت اولیه ۲۸ تا ۳۵٪ در سه نسبت اوره به دامی (۱:۱، ۱:۲ و ۱:٤) و دو تراکم انجام شد. تاثیر این پارامترها بر خواص فیزیکی (چگالی حقیقی، ظاهری و تخلخل پلت‌ها) و خواص مکانیکی (دوام و استحکام پلت‌ها) مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین از یک میکروسکوپ الکترونی برای بررسی ریز ساختار پلت‌ها و تشخیص مکانیسم چسبندگی ذرات به یکدیگر استفاده گردید. فاکتورهای نسبت اوره به دامی و تراکم در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای چگالی حقیقی و ظاهری، مقدار دوام و استحکام پلت‌ها داشت. عکس‌های الکترونی نیز وجود پل‌های جامد بین ذرات و مکانیسم در هم قفل‌شدگی مکانیکی را تایید کردند. پل‌های جامد به واسطه‌ی چسباننده‌های طبیعی در طول فرآیند فشرده‌سازی ایجاد می‌شوند(شیرعلی،۱۳۹۰).

مواد و روش‌ها

تهیه کود کمپوست

در این تحقیق، از کمپوست تولید شده در گروه فنی کشاورزی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران استفاده شد. مواد اولیه‌ی این کمپوست شامل کود گاوی، شاخ و برگ درختان، چمن و سایر بقایای گیاهی بود.

نحوه‌ی اندازه‌گیری رطوبت و وزن کود

برای تعیین محتوای رطوبت اولیه کود سه نمونه ۱۰۰ گرمی از کود طبق استاندارد ASAE S358.2 در داخل آون با دمای **C** °۳±۱۰۳به مدت ٤۸ ساعت قرار داده شد. محتوای رطوبت طبق رابطه‌ی ۱ بر پایه‌ی تر و رابطه‌ی ۲ بر پایه خشک سنجیده شد (Anonymous.,1998).

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

$$M_{d.b.} = \frac{W_w}{W_d} \times 100\% \quad (۲)$$

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)؛

$M_{d.b.}$ -رطوبت کود بر مبنای خشک (٪).

تعیین ابعاد و اندازه ذرات کود کمپوست

اندازه ذرات، پراکنش و شکل ذرات کمپوست نقش مهمی در پدیده پلت شدن دارند. اندازه و شکل ذرات ورمی‌کمپوست طبق استاندارد ASTM E-11-70 Part 41 تعیین گردید. شکل ۳ دو تا از الک‌های استفاده شده را نشان می‌دهد. لذا نتایج اندازه گیری شده به وسیله سه غربال با مش‌های ۱۰، ۱٦ و ۱۸ (اندازه استاندارد آمریکایی) بدین صورت تعیین گردید (جدول۱).

شکل ۳-الک‌های استفاده شده برای اندازه‌بندی کود کمپوست

جدول ۱– جدول ابعاد منافذ الک‌های مورد استفاده بر اساس استاندارد(ASTM E-11-70 Part 41)

اندازه الک	۱۸	۱٦	۱۰	بقیه مواد
قطر منافذ (میلی‌متر)	۱	۱/۱۸	۲	–
درصد اندازه ذرات موجود در کمپوست	۲۲	۱٤	۱۹	٤٥

بعد از تعیین رطوبت اولیه مواد با توجه به مقادیر بهینه رطوبت، رطوبت مورد نظر طبق رابطه ۳–۳ توسط آبپاش به کود اضافه می شود. سپس کود در ظرف پلاستیکی به مدت ٤٨ ساعت در یخچال با دمای پنج درجه سانتی‌گراد نگهداری می شود تا رطوبت در تمامی نقاط کود یکسان گردد.

$$m_w = \frac{m_i (M_{wf} - M_{wi})}{1 - M_{wf}} \qquad (۳)$$

که در این رابطه:

m_w – جرم آب اضافه شده(gr)؛

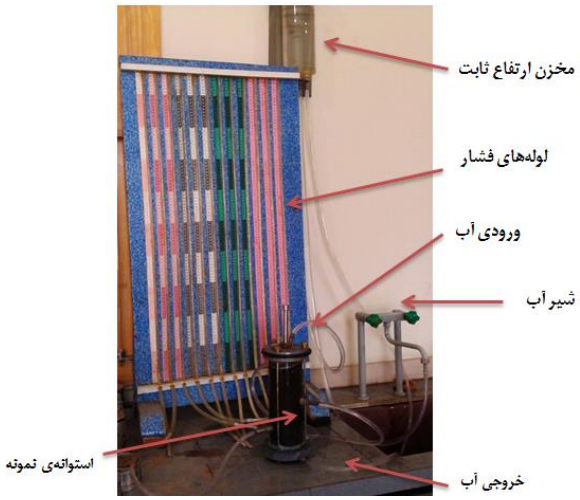
m_i –جرم اولیه کود تر(gr)؛

M_{wi} – رطوبت اولیه کود بر مبنای تر(٪)؛

M_{wf} – رطوبت نهایی بر مبنای تر(٪).

تعیین هدایت هیدرولیکی ماده اولیه پلت (کود کمپوست)

اولین عامل در بررسی عملکرد کود فشرده در محیط مرطوب، چگونگی نفوذ رطوبت می‌باشد. برای اندازه‌گیری نفوذ آب در پلت‌های کمپوست از دستگاه هدایت هیدرولیکی با بار ثابت واقع در گروه مهندسی آبیاری و زهکشی پردیس ابوریحان استفاده شد. این دستگاه شامل یک استوانه به قطر ۸۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۲۰ میلی‌متر می‌باشد. در ارتفاع ۱ متری از این استوانه مخزن دستگاه قرار گرفته است که توسط لوله‌ای به شیر آب متصل می‌باشد. مخزن در ارتفاع مشخصی دارای یک لوله تخلیه می‌باشد. در نتیجه با باز شدن شیر آب و پر شدن مخزن، ارتفاع آب همواره در مخزن مقدار ثابتی را دارا می‌باشد(شکل٤).



شکل ٤: دستگاه اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی

سرعت نفوذ آب در ماده مورد نظر از رابطه۱(رابطه دارسی) بدست می‌آید (Thomas & Rainey., 2009).

$$\frac{Q}{A} = \frac{K'(\Delta P)}{\Delta L} \qquad (٤)$$

که در این رابطه:

Q – دبی حجمی در مواد متخلخل با سطح مقطع A (مترمکعب در ثانیه)؛

ΔP – فشار اصطکاکی در طول **(ΔL)** از سطح متخلخل (پاسکال)؛

K – ثابت نفوذ که بستگی به ویسکوزیته دارد.

مقدار K در این رابطه علاوه بر ویسکوزیته به پارامترهای هندسی نیز وابسته است. برای از بین بردن این وابستگی از رابطه ۵ استفاده می‌کنیم:

$$K' = \frac{k}{\mu} \qquad (٥)$$

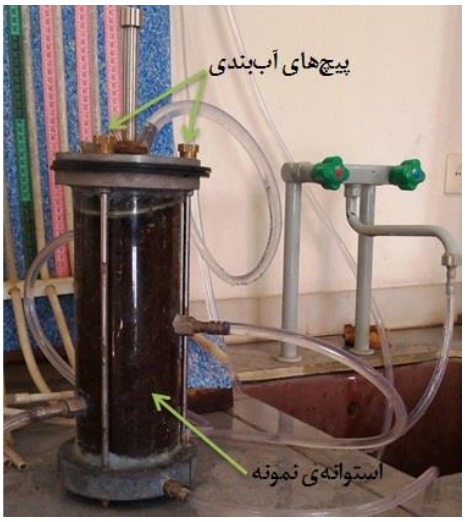
که در این رابطه μ ویسکوزیته بوده و K ثابت هدایت هیدرولیکی است که مستقل از ویسکوزیته می‌باشد. این ترکیب از رابطه دارسی به عنوان قانون دارسی شناخته می‌شود:

$$\frac{Q}{A} = \frac{k(\Delta P)}{\mu(\Delta P)} \qquad (٦)$$

با مرتب کردن معادله برای k خواهیم داشت:

$$k = \frac{Q\mu(\Delta L)}{A(\Delta P)} \qquad (٧)$$

برای انجام آزمایش ابتدا مقدار مشخصی از کمپوست با مش‌های ۱۰ و ۱٦ در داخل استوانه ریخته شد (شکل۵). پس از بستن اتصالات دستگاه، با باز کردن شیر آب، کمپوست داخل استوانه شروع به خیس شدن می‌کند. بعد از اشباع کامل کمپوست و ثابت شدن آب خروجی با قرار دادن یک ظرف مدرج در مدت زمان مشخصی دبی آب اندازه‌گیری شد. برای L مقدار طول نمونه جایگذاری شد که برای دستگاه مورد استفاده ۲۲ سانتی‌متر بود.



شکل ۵: استوانه پر شده با نمونه پودر کمپوست

نتایج و بحث

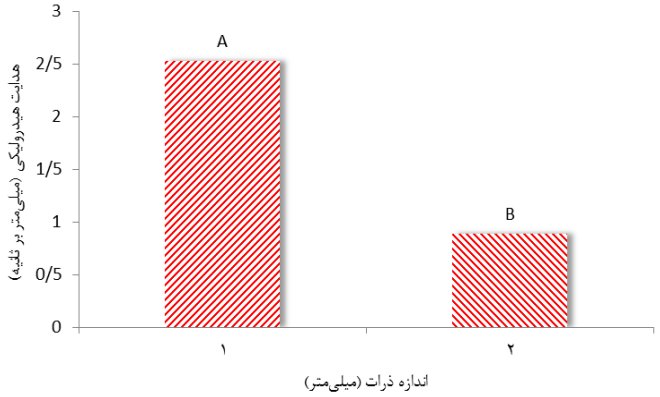
آزمایش هدایت هیدرولیکی برای کود کمپوست با اندازه‌ی ذرات ۱ و ۲ میلی‌متر و در تراکم‌های ۰/۵ و ۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب انجام شد. نتایج تجزیه واریانس این آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. همان‌گونه که در جدول مشخص است اثرات اصلی اندازه ذرات و تراکم و نیز اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۲: جدول تجزیه واریانس تاثیر اندازه ذرات و تراکم بر هدایت هیدرولیکی کود کمپوست

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
اندازه ذرات	۱	۰/۰۸۵**[1]
تراکم	۱	۳/۲۵**
اوره × اندازه ذرات	۱	۰/۵٤**
خطا	۸	۰/۰۱۹
ضریب تغییرات	–	۷/۹۵

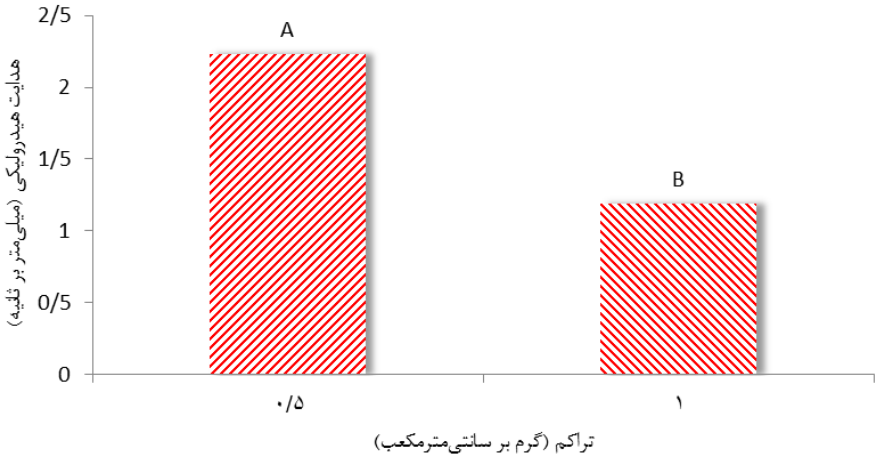
۱. معنی دار در سطح احتمال ۱درصد

اثر اندازه‌ی ذرات بر هدایت هیدرولیکی کود کمپوست در اندازه‌ی ذرات ۱ و ۲ میلی‌متر در شکل ٦ نشان داده شده است. سرعت نفوذ آب در نمونه‌ای که اندازه ذرات آن درشت‌تر است بیشتر از سرعت نفوذ آب در نمونه با اندازه ذرات ریزتر می‌باشد که این حالت برای خاک با اندازه ذرات مختلف نیز صادق است. خاک‌های شنی از هدایت هیدرولیکی بالاتری نسبت به خاک‌های رسی برخوردار هستند.



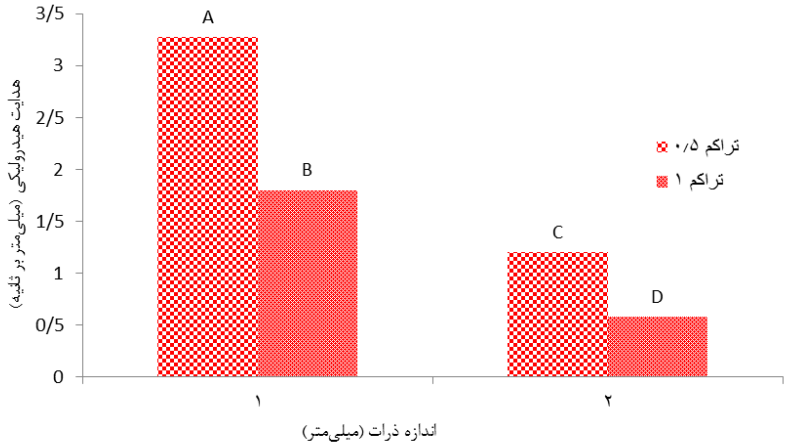
شکل ٦- اثر اندازه‌ی ذرات بر هدایت هیدرولیکی کود کمپوست در اندازه‌ی ذرات ۱ و ۲ میلی‌متر

شکل ۷ تاثیر تراکم را بر هدایت هیدرولیکی کود کمپوست نشان می‌دهد. زمانی که تراکم پودر کمپوست از ۰/۵ به ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب افزایش می‌یابد مقدار هدایت هیدرولیکی، کاهش را نشان می‌**دهد**.



شکل ۷: تاثیر تراکم را بر هدایت هیدرولیکی

اثر متقابل اندازه ذرات و تراکم بر هدایت هیدرولیکی کمپوست در شکل ۸ آورده شده است. در هر دو تراکم کود کمپوست، با افزایش اندازه‌ی ذرات کاهش معنی‌داری در مقدار هدایت هیدرولیکی خاک مشاهده می‌شود.



شکل ۸: اثر متقابل اندازه ذرات و تراکم بر هدایت هیدرولیکی کمپوست

نتیجه‌گیری

با تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل، مشاهده شد که کاهش اندازه‌ی ذرات و افزایش تراکم باعث افزایش نفوذپذیری آب در کود کمپوست می‌شود. اثر کل این متغیرها بر جذب رطوبت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

منابع و مآخذ

۱. باقری، ر. م. ح. کیانمهر. ۱۳۸۹. تاثیر آزادسازی تدریجی نیتروژن از کود پلت شده دامی و اوره بـر برخـی خصوصـیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک ذرت دانه‌ای (رقم S.c.704). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

۲. شیرعلی، ر. م. ح. کیانمهر. ۱۳۹۰. خواص فیزیکی و مکانیکی پلت مخلوط کود گاوی و کود اوره تولید شـده از طریـق اکسترودر. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

3. ASAE Standards. 1998. S269.4 Cubes, Pellets and Crumbles-Definitions and Methods for Determining Density, Durability and Moisture Content ASAE DEC96. Standard S358.2 Moisture Measurement-forages. ASAE, St. Joseph, MI.
4. Basu, P. 2010. Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory. Published by Elsevier Inc. ISBN 978-0-12-374988-8. Pp 364.
5. Evanyol, G. 1997 Effects of Organic and Chemical Inputs on Soil Quality. Crop and Soil Environmental News, Extension Specialist, Waste and Nutrient Management (htm files) .
6. Kashmanian, R. M. & Rynk, R. 1995. Agricultural composting in the United States Compost Science and Utilization, 3, 3 84-88.
7. Kruger, I., Taylor, G. & Ferrier, M. 1995. Effluent at Work. Australian Pig Housing Series, NSW Agriculture.
8. Lopez-Real, J. & Baptista, M. 1996. A preliminary comparative study of three manure composting systems and their influence on process parameters and methane emissions Compost Science and Utilization, 4, 3 71-82.

9. Magdi, T. Abdelhamid, H., Takatsugu and O., shinya. 2004. Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects on faba been. Bio resource Technology 93(2004) 183-189 .
10. Morse, D. 1995. Environmental considerations of livestock producers J. Anon. Sci., 73, 2733-2740.
11. Sequi, P. 1996. The role of composting in sustainable agriculture. In The Science of composting, Part 1, eds M. de Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes and T. Papi, pp. 23-29. Blackie, Glasgow.
12. Sims, J. T. 1994. Animal waste management In Encyclopedia of Agricultural Science, Vol 1, ds C. J. Arntzen and E. M. Ritter, pp. 185-201. Academic Press, New York.
13. Tamminga, S. 1992. Nutritional management of dairy cows as a contribution to pollution control. Journal of Dairy Science, 75, 345-357.
14. Thomas J. Rainey, 2009. A study into the permeability and compressibility properties of Australian bagasse pulp.

Evaluate perfect compost (pellets) to determine the hydraulic conductivity

Abstract
Processing of organic waste in different ways, such as incineration, land filling and recycling can be done in certain places if it is possible, one of the best methods of production, compost production technology, this process can be a practical way to make optimal use of this material. Each year lots of waste is producing in agriculture industry considering development of gardening and cropping. These wastes can cause major problems if managed not properly. Therefore, this study was carried out to dry powder processing. According to the standard tests to measure the permeability of compost, particle size and density were measured. Hydraulic conductivity tests for compost with a particle size of 1 and 2 mm and in densities of 5.0 and 1 results showed that the particle size and density, permeability compost at a significant rate.

Keywords: compost, organic waste, Hydraulic conductivity.