نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

ساخت و ارزیابی یک گودال‌کن هیدرولیکی جهت کوددهی درختان در فضای سبز شهری و باغات

اورنگ تاکی[1*]، محسن حیدری سلطان آبادی[1]، اردشیر اسدی[1]
۱- اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
ایمیل مکاتبه کننده: **orangtaki@yahoo.com**

چکیده

رایج ترین گودال‌کن هایی که در جهان برای حفر چال کود مورد استفاده قرار می گیرد، انواع مجهز به مته مارپیچ است که شامل انواع دستی و پشت تراکتوری می باشد که هر کدام به دلایلی در شرایط ایران قابل استفاده نیست. در این پژوهش به ساخت یک گودال کن هیدرولیکی پرداخته شده است که بتواند گودال‌هایی با قطر ۱۵-۲۰ سانتی متر و تا عمق ۵۰ سانتیمتر را با حداقل بهم خوردگی ایجاد نموده و قابلیت حمل به فضاهای محدود را داشته باشد. دراین ماشین بر خلاف نوع تراکتوری ، مته با سرعت کم به داخل خاک پیچ شده و با بالا کشیدن آهسته مته ، خاکی که در بین پره های مارپیچ متراکم شده است به بالا کشیده می شود. برای این کار توان یک موتور دیزل به توان هیدرولیکی تبدیل و از آن برای چرخش مته و بالا و پایین بردن آن استفاده می شود. برای انتخاب مناسبترین نوع مته برای این ماشین دو نوع مارپیچ متداول شامل مارپیچ با نوک مخروطی (با دو گام مختلف مارپیچ) و مارپیچ با لبه برش صفحه ای و یک نوع مته استوانه ای مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشترین انرژی مصرفی به ترتیب مربوط به مته مارپیچ با لبه برش صفحه ای و مته استوانه ای است. مته های مارپیچ مخروطی با انرژی معادل ۴۰٪ انرژی لازم برای مته استوانه ای قابلیت حفر گودال را در کمتر از یک دقیقه دارا هستند و بر حسب نوع خاک می توان گام مارپیچ را از ۵ تا ۷/۵ سانتی متر انتخاب نمود.

واژه‌های کلیدی: کود دهی درختان ، چال کود، مته گودزن

مقدمه

در حال حاضر بهترین روش جهت کوددهی درختان حفر گودال‌هایی در اطراف تنه درختان می‌باشد. گودال‌هایی که در حال حاضر حفر می گردند به علت نیاز ابزارهای دستی به فضای کافی برای کندن خاک، لزوماً قطر زیادی دارند. این امر در مورد روش ماشینی که با بیل مکانیکی انجام می گیرد نیز صادق می باشد. در این روش تعداد گودال های حفر شده محدود (معمولا ۱ یا ۲) وکود اعمال شده بصورت مجتمع در نقاطی قرار می‌گیرد. تخریب فضای سبز، هزینه کارگری بالا، کندی پیشرفت کار در روش دستی، عدم امکان استفاده از بیل مکانیکی به دلیل محدودیت فضا در باغات

متراکم و عدم یکنواختی توزیع کود در روش گودال های عریض لزوم استفاده از تکنولوژی های جدید جهت حفر گودال های کوچک و عمیق را توجیه پذیر می سازد.

رایج ترین شکل گودال‌کن‌ها که برای این منظور استفاده می گردد انواع مجهز به مته مارپیچ است که شامل انواع تک‌نفره، دونفره وپشت تراکتوری می باشد و در آن نیروتوسط سیستم انتقال مکانیکی یا هیدرولیکی به مته مارپیچ انتقال می یابد. ا نواع دستی که معمولا در باغات متراکم و عرصه های محدود فضای سبز بکار می روند دارای یک مته عمودی است که معمولا بطور مستقیم به سیستم انتقال نیروی مکانیکی و یک موتور که در بالای آن قرار گرفته، متصل می شود. با تعویض مته ها با طولهای مختلف می توان گودال‌هایی با قطر ۲۰-۱۰ سانتی متر و عمق ۱۰۰-۳۰ سانتی متر با این دستگاه حفر نمود. مهمترین مشکل در استفاده از این نوع دستگاهها خطرات احتمالی ناشی از گیرکردن مته در حفره و اعمال نیروی عکس العمل موتور به اپراتور می باشد که بعضاً باعث خسارات جانی می گردد (Miller et al, 2004). از دیگر معایب این گودال کن‌ها می توان به عدم کارایی در زمین های خشک و با بافت سنگین و عدم تأمین نیاز های ارگونومیکی برای کاربران (در شرایط سخت کار) و پخش شدن خاک کنده شده به اطراف اشاره کرد. در انواع تراکتوری ماشین به اتصال سه نقطه تراکتور نصب شده و توسط محور انتقال نیرو و یا پمپ هیدرولیک تراکتور حرکت می کند. اتصال سه نقطه به منظور بالا و پایین بردن گودال کن و یا در برخی طراحی ها جهت تنظیم ارتفاع اتصال ثابت استفاده، و سیستم جداگانه ای جهت بالا و پایین بردن گودال کن تعبیه شده است. رایج ترین طرح این گودال‌کنها شامل یک دکل نصب شده بر روی اتصال سه نقطه است که مته بر انتهای آن با اتصال لولایی سوار شده است. مته حرکت خود را از طریق شفت متصل به محور انتقال نیروی تراکتور می‌گیرد. از بزرگترین معایب این ماشین آن است که به علت یک طرفه بودن جک های هیدرولیک تراکتور اعمال نیروی فشارنده بر روی مته امکان پذیر نبوده و برای نفوذ بهتر مته نیاز به سنگین کردن آن می باشد. همچنین مانور پذیری آن در فضا های محدود بسیارپایین است و در بسیاری موارد نزدیک شدن آن ها به تنه درختان امکان پذیر نمی باشد.

در سالهای اخیر با توجه به مشکلات موجود در انواع دستی و تراکتوری، گودال کن های قابل نصب بر روی مینی لودرها بطور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است. در این گودال کن ها مته بر روی بازو های هیدرولیک ماشین نصب می گردد. این ماشینها نه تنها مانور پذیری بسیار بالایی دارند، به علت دو طرفه بودن جک های بازوهای حامل مته، قابلیت اعمال نیروی فشارنده بر روی آن را نیز دارند. در این نوع ماشینها مته با سرعت چرخش نسبتاً پایین و تحت اعمال نیروی عمودی تا عمق مطلوب به داخل خاک پیچ شده و پس از توقف حرکت چرخشی مته، بازوها مته را از خاک بالا می کشند. در این حالت خاک فشرده شده در لابلای پره ها توسط مته بالا آمده و گودالی با دیواره تمیز و با قطری معادل قطر مته ایجاد خواهد شد.

به غیر از انواع مته های مارپیچی نوع دیگری از مته ها نیز وجود دارد که به نوع استوانه ای معروفند و معمولاً به صورت دستی جهت نمونه برداری از خاک دست نخورده در بسیاری از تحقیقات مربوط به جنگل ها و مزارع مورد استفاده قرار می گیرد. به حداقل رساندن اختلال در نمونه های خاک وقتی که خاک حاوی رگه های سنگی و بزرگ است مشکل می باشد. معمولاً ریشه های درختان در خاک عمق بیشتری نسبت به اکثر محصولات زراعی دارند و در

نتیجه نمونه گیری عمیق تری مورد نیاز است. نمونه برداری بصورت ستونی از خاک دست نخورده بر روی زمین های سنگلاخی و شیب دار، دستگاه های نمونه برداری تخصصی را نیاز دارد. فلیکس پاندر و همکاران در نمونه برداری از چنین خاک هایی از یک نمونه بردار استوانه ای که بر روی گودال کنهای موتوری سوار می گردید استفاده کردند و موفق به نمونه برداری تا عمق مطلوب شدند(Felix Ponder et al., 1997) .این دستگاه های نمونه بردار نیز شامل نمونه های دستی، موتوری و تراکتور سوار می باشند (Jurgensen et al., 1997).

مواد و روشها

در مرحله اول نسبت به ساخت دستگاهی که بتواند ضمن تامین حرکت چرخشی عمل پایین و بالا بردن مته را نیز انجام دهد اقدام گردید. طرح کلی این ماشین از ماشینهای چهار چرخ خودگردانی که در کشور استرالیا بطور وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد الگو برداری گردید. در این دستگاه ها معمولا توان یک موتور بنزینی یا دیزل به توان هیدرولیکی تبدیل گردیده و از نیروی هیدرولیک برای به حرکت در آوردن مته استفاده می شود. اساس کار این ماشینها بر خلاف نوع تراکتوری که از سرعت چرخشی زیاد مته برای بالا آمدن و پرتاب شدن خاک به اطراف استفاده می گردد، مته با سرعت کم به داخل خاک پیچ شده و با بالا کشیدن آهسته آن ، خاکی که در بین پره های مارپیچ متراکم شده است به بالا کشیده می شود. این روش معمولا در مته های نمونه برداری دستی که بالا کشیدن ستون کوچکی از خاک توسط کارگر ممکن است استفاده می شود ولی با بزرگ شدن ستون خاک، اعمال نیروی عمودی برای پایین بردن مته و بالا کشیدن آن از دامنه قدرت انسان خارج می باشد. بدین ترتیب در قدم اول یک واحد تولید توان هیدرولیکی ساخته شد که از توان آن بتوان هم در تامین نیروی چرخشی و هم در حرکت خطی استفاده نمود.

واحد تامین نیروی هیدرولیک، وظیفه انتقال قدرت موتور به نیروی هیدرولیک را بر عهده دارد. اجزاء تشکیل دهنده واحد هیدرولیک عبارتند از ۱. مخزن روغن ۲. پمپ هیدرولیک ۳. صافی روغن ۴. شیر فشار شکن ۵. مانومتر ۶. دماسنج ۷. شیلنگ‌های فشار قوی مدار روغن، که همگی در داخل مخزن قرار گرفته و در داخل روغن غوطه ور می باشند. پولی محرک محور پمپ هیدرولیک بیرون از مخزن قرار گرفته و حرکت خود را توسط تسمه از یک موتور دیزل ۹ اسب بخار که در بالای مخزن نصب شده است، می گیرد.

پس از ساخت واحد هیدرولیک مجموعه موتور و واحد هیدرولیک بر روی یک شاسی نصب گردید. این شاسی دارای دو دیرک عمودی می باشد که دو بازوی منحنی شکل در طرفین آن لولا گردیده است(شکل۱). قسمت انتهایی بازو ها توسط یک دیرک افقی به یکدیگر متصل گردیده است که به مجموعه مته و یاتاقان بندی محورآن متصل شده است. محور مته از طریق یک کوپلینگ به یک هیدرو موتور که حرکت خود را از واحد هیدرولیک می گیرد متصل می باشد. این بازو ها توسط دو جک هیدرولیک دو طرفه بالا و پایین می رود و وظیفه فرو بردن مته به خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری و بالا آوردن آن تا حداقل ۲۰ سانتی متر بالاتر از سطح خاک را به عهده دارد. دو طرفه بودن جک ها امکان اعمال نیرو بر روی مته در هنگام پایین رفتن را نیز فراهم می سازد. این ماشین بر روی ۴ چرخ سوار گردیده و محلی نیز در انتهای ماشین برای ایستادن کاربر بر روی آن تعبیه شده است. ایستادن کاربر بر روی ماشین در راستای افزایش

نیروی وزن مورد نیاز برای متعادل کردن نیرو های اعمال شده به مته می باشد. با توجه به هدف از بکار گیری ماشین در حفر چال کود، مته هایی با مشخصات مختلف با قطر ۱۶ سانتی متر مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. این مته ها شامل دو نوع مته مارپیچ متداول و یک نوع مته استوانه ای است که مشخصات و اساس انتخاب آنها درذیل آورده شده است.

شکل ۱: مکانیسم محرک مته مارپیچ متشکل از موتور و واحد هیدرولیک و بازو های هادی مته

مته استوانه‌ای : این مته از یک استوانه به قطر ۱۶ سانتی متر و به ارتفاع ۳۰ سانتی متر تشکیل شده است که دارای سه تیغه برنده در لبه تحتانی میباشد. در اثر چرخش استوانه لبه برنده ستونی از خاک را بریده و خاک بریده شده به داخل استوانه وارد می شود. سطح جانبی استوانه مطابق شکل ۲ الف برش خورده است تا اصطکاک بین خاک و جداره داخلی کاهش یابد. خاک وارد شده به داخل آن می تواند توسط یک پیستون که در داخل آن تعبیه می گردد، خارج شود. در بالای استوانه یک فلانچ برای اتصال آن به محور هیدروموتور در نظرگرفته شده است. انتخاب این مته با فرض کارآمد بودن آن در تخلیه کامل خاک کنده شده (در رطوبت مناسب) انجام گرفت.

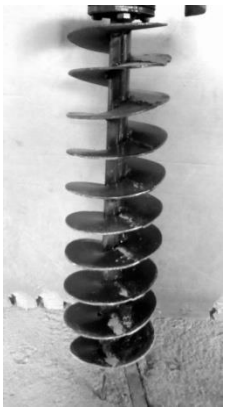
مته مارپیچ با نوک مخروطی: این مته مطابق شکل ۲ب از یک مارپیچ که به اطراف یک محور به قطر ۳۰ میلیمترجوش داده شده است تشکیل شده است. عرض نوار مارپیچ ۶۵ میلی متر بوده و در گام آخر (نزدیک به نوک مته) به تدریج کاهش می یابد و در انتهای محور به یک سانتی متر تقلیل می یابد. در انتهای محور یک تیغه مثلثی نوک تیز جوش داده شده که استقرار اولیه مته در محل سوراخ را تضمین می نماید. طول مته بدون احتساب تیغه نوک تیز ۵۰ سانتی متر می باشد. این نوع مته با دو گام ۷۵ میلیمتر(شکل ۲ج) و ۵۰ میلیمتر (شکل ۲ب) جهت ارزیابی ساخته شد. این نوع مته رایج ترین نوع مته در جهان بوده وگام های انتخاب شده بر مبنای اندازه متداول آن (۷۵ میلی متر) و ۳۰ درصد کوچکتر از نوع متداول بوده است. این انتخاب با در نظر گرفتن این پیش فرض است که کوچک شدن گام در کاهش گشتاور لازم برای پایین رفتن مته و تخلیه بهتر گودال از خاک موثرخواهد بود.

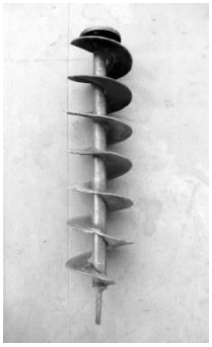
مته مارپیچ با لبه برش صفحه ای: این مته از یک مارپیچ با گام ۱۴۵ میلیمتر ساخته شده که گام آخر آن به یک صفحه مدور افقی منتهی می شود. یک چهارم سطح این صفحه مدور بریده شده و در یک لبه آن یک تیغه برنده با

زاویه ۴۵ درجه نصب شده است. در انتهای محورنیز یک تیغه زوبین شکل جوش داده شده که استقرار اولیه مته در محل سوراخ را تضمین می نماید(شکل ۲د). طول مته بدون احتساب زوبین نوک آن ۴۰سانتی متر می باشد. این مته بر روی گودال کن های وارداتی دستی موتوری ساخت شرکت اشتیل نصب می شود و انتخاب آن با پیش فرض کارآمد بودن آن در بالا کشیدن خاک بالای صفحه برش بوده است.

در ارزیابی مته های مختلف، تعیین گشتاور مورد نیاز برای چرخش مته و انرژی مورد نیاز به ازای واحد حجم خاک حفر شده، میزان تخلیه خاک کنده شده موجود در گودال و زمان مورد نیاز برای حفر گودال به عنوان شاخص های اصلی در نظر گرفته شد. در ارزیابی مته های مختلف، تعیین گشتاور مورد نیاز برای چرخش مته و انرژی مورد نیاز به ازای واحد حجم خاک حفر شده، میزان تخلیه خاک کنده شده موجود در گودال و زمان

(الف)


(ب)


(ج)

(د)

شکل ۲- چهار نوع مته مورد آزمایش بادستگاه گودال کن الف: استوانه ای، ب: مارپیچ مخروطی باگام کوچک، ج: مارپیچ مخروطی با گام بزرگ، د: مارپیچ با لبه برش صفحه ای

مورد نیاز برای حفر گودال به عنوان شاخص های اصلی در نظر گرفته شد. برای محاسبه گشتاور در این تحقیق از روش اندازه گیری فشار روغن قبل(ورودی) و بعد(خروجی) از هیدروموتور استفاده گردید. در این روش اختلاف فشار روغن توسط دو مبدل فشار که در قسمت ورودی و خروجی هیدروموتور نصب شده، اندازه گیری شدند. با توجه به مقادیر فوق گشتاور چرخشی مورد نیاز برای به حرکت درآوردن مته در داخل خاک از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$T = \frac{\Delta P \times Vg}{2\pi} \qquad (۱)$$

در این رابطه T گشتاور هیدروموتور (N.m) ، ΔP اختلاف فشار ورودی وخروجی(bar) و Vg حجم جابجایی هیدروموتور (m^3) میباشد. در صورت استفاده از واحد سانتی متر مکعب برای حجم جابجایی هیدروموتور معادله ۱ به شکل ساده زیر تبدیل خواهد شد:

$$T(N.m) = 0.016 \times \Delta P\ (bar) \times Vg(cm3)$$

با اندازه گیری گشتاور مورد نیاز برای ورود هر یک از مته ها به داخل خاک توان مورد نیاز با داشتن دور هیدروموتور از رابطه (۲) بدست می آید.

$$N = 2\pi \times T \times n_m \qquad (۲)$$

که در آن N توان (وات) مورد نیاز ، n_m دور هیدروموتور بر حسب دور در ثانیه و T گشتاور (نیوتن متر) می باشد.
پس از اندازه گیری توان مورد نیاز جهت حفر گودال ها و زمان حفر گودال با محاسبه مساحت سطح زیر نمودار توان-زمان توسط نرم افزار محاسباتی مت لب، انرژی مصرفی هیدروموتور برای هر یک از مته های مورد آزمایش بدست می آید. با تقسیم انرژی مصرفی بر حجم خاک کنده شده از هر گودال (بر حسب سانتیمتر مکعب) انرژی مصرفی در هر سانتی‌متر مکعب از خاک محاسبه گردید.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری میزان اختلاف فشار ورودی و خروجی و با داشتن حجم جابجایی هیدروموتور، گشتاور حداکثر مورد نیاز جهت ورود مته‌ها به داخل خاک از طریق معادله (۱) محاسبه شدند. بر مبنای این مقادیر گشتاور، توان مورد نیاز برای به حرکت در آوردن آن ها از طریق معادله (۲) محاسبه و در جدول ۱ مقادیر متوسط آن ها برای دو نوع بافت خاک آورده شده است. مقادیر این جدول نشان می دهند که بیشترین گشتاور و توان مورد نیاز جهت ورود مته به داخل خاک با بافت رسی لومی، مربوط به مته استوانه ای است که اختلاف معنی داری با مته مارپیچ مخروطی با گام کوچک ندارد. مقدارتوان مورد نیاز مربوط به مته مارپیچ مخروطی با گام بزرگ بطور معنی داری کمتر از همین مته با گام کوچک است که به نظر می رسد به دلیل اصطکاک بیشتر خاک با پره های نزدیک به هم در گام کوچک می باشد. مته مارپیچ با لبه برش صفحه ای نیز به علت عدم نفوذ در خاک مقاومت زیادی را در برابر چرخش ایجاد نکرده و گشتاور مورد نیاز کوچکی برای گردش آن اندازه گیری شده است. این مقادیر برای خاک شنی نیز رفتاری تقریبا مشابه به خاک رسی دارد با این تفاوت که گشتاور مورد نیاز آنها در این نوع خاک بیشتر از خاک رسی می باشد. این نشان می‌دهد که عبور خاکهای شنی اصطکاکی، از لابه لای پره های مته‌های مارپیچ و همچنین در داخل استوانه دشوارتر می‌باشد. تنها در مورد مته مارپیچ با لبه صفحه‌ای، گشتاور لازم به دلیل عدم نفوذ مته در خاک و درگیری کمتر آن کاهش یافته است.

جدول ۱- مقایسه میانگین مقادیر گشتاور و توان مورد نیاز برای به حرکت در آوردن مته ها به داخل خاک

نوع مته	مارپیچ با لبه برش صفحه ای		مارپیچ مخروطی با گام بزرگ		مارپیچ مخروطی با گام کوچک		استوانه ای	
نوع خاک	رسی	شنی	رسی	شنی	رسی	شنی	رسی	شنی
گشتاور مورد نیاز(N/m)	۲۰۵c	۱۸۹c	۲۶۱b	۲۹۹b	۲۸۲a	۳۴۳a	۲۸۷a	۳۰۲b
توان مورد نیاز(W)	۱۶۰۸c	۱۴۸۷ c	۲۰۵۰b	۲۳۵۱b	۲۲۱۱a	۲۶۹۳a	۲۲۵۱a	۲۳۷۱b

***. میانگین های دارای حروف مشترک لاتین در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند**

جدول ۲- انرژی مصرفی به ازای واحد حجم خاک کنده شده در دو نوع بافت خاک

نوع مته	مارپیچ با لبه برش صفحه ای		مارپیچ مخروطی با گام بزرگ		مارپیچ مخروطی با گام کوچک		استوانه ای	
بافت خاک	رسی	شنی	رسی	شنی	رسی	شنی	رسی	شنی
انرژی مصرفی (کیلو ژول)	۵۲/۶۸	۵۳/۲۰	۴۲/۷۱	۴۳/۸۴	۴۴/۳۲	۴۶/۳۴	۵۵/۰۲	۵۳/۹۰
حجم خاک کنده شده(دسی‌متر مکعب)	۳/۲۲	۳/۰۲	۱۰/۰۵	۱۰/۰۵	۱۰/۰۵	۱۰/۰۵	۴/۴۲	۴/۸۲
انرژی مصرفی به ازای واحد حجم خاک کنده شده $\left(\frac{\text{کیلوژول}}{\text{دسیمتر مکعب}}\right)$	۱۶/۳۶	۱۷/۶۲	۴/۲۵	۴/۳۶	۴/۲۳	۴/۶۱	۱۲/۴۵	۱۱/۱۸

پس از اندازه گیری پیوسته گشتاور مورد نیاز برای چرخش مته ها، توان مورد نیاز نیز در طول زمان حفر گودال به طور متناسب محاسبه شد. بدین ترتیب نمودار توان – زمان در طول حفر گودال برای هر مته رسم شده و با محاسبه مساحت سطح زیر این نمودار ها توسط نرم افزار محاسباتی متلب، انرژی مصرفی برای حفر هر گودال محاسبه گردید. سپس با تقسیم انرژی مصرفی به حجم خاک کنده شده از هر گودال، انرژی مصرفی هیدروموتور به ازای واحد حجم خاک کنده شده بدست آمد.

جدول ۲ مقادیر انرژی مصرفی برای واحد حجم خاک برداشت شده توسط مته های مختلف را در دو نوع بافت خاک (شنی و رسی) نشان می دهد. از این مقادیر می توان نتیجه گرفت که بیشترین انرژی مصرفی مربوط به مته مارپیچ با لبه برش صفحه ای است و پس از آن مته استوانه ای در مقام دوم قرار دارد. به نظر می رسد زمان زیادی که این مته ها برای ایجاد گودالی با عمق نسبتا کم صرف کرده اند عامل بالا بودن انرژی مصرفی بوده است. مته های مارپیچ مخروطی قابلیت حفر گودال با انرژی معادل۴۰٪ انرژی لازم برای مته استوانه ای را دارا هستند و گام آن نیز تاثیر قابل ملاحظه ای بر انرژی مصرفی آن ندارد.

مقایسه عملکرد مته ها در دو نوع خاک همچنین بیانگر آن است که بطور کلی مته های مارپیچ در خاک شنی انرژی بیشتری برای نفوذ نیاز دارند ولی در مورد مته استوانه ای خاک شنی انرژی کمتری نیاز داشته است. این مطلب نشانگر آن است که تاثیر چسبندگی خاک در انرژی مصرفی مته استوانه ای از تاثیر مقاومت خاک بیشتر است.

بطور کلی از مشاهدات مزرعه ای در ارزیابی ماشین گودال کن با مته های مارپیچ مختلف می توان نتیجه گرفت که در روش استفاده از مته های کم سرعت، بالا آمدن خاک متناسب با پایین رفتن مته نبوده و خاک کنده شده امکان بالا

آمدن از روی مارپیچ در اثر نیروی گریز از مرکز را ندارد. دراین روش مته در اثر نیروی فشاری وارده برروی آن و حرکت چرخشی مارپیچ به آرامی به داخل خاک وارد می شود. خاک فشرده شده در بین پره های مارپیچ سپس با بالا کشیدن مته از خاک، بالا آورده می شود و پس از خروج مته از بین پره ها ی مته ریزش می کند. در این روش استفاده از نوک مخروطی برای سهولت پیچ شدن مته در خاک و خرد کردن کمتر خاک نسبت به لبه برش صفحه ای ارجحیت دارد. مته مارپیچ با لبه برش صفحه ای خاک را به صورت لایه لایه بریده و ساختمان خاک را کاملا از هم باز می کند.

در نتیجه انرژی زیادی صرف خرد شدن ذرات خاک شده و همچنین تمایل کم آن به نفوذ، زمان زیادی را برای حفر گودال نیاز دارد. گام پیچ (مته) نیز بایستی متناسب با سفتی و نرمی خاک و میزان چسبندگی خاک انتخاب گردد. در خاک های شنی برای تضمین عملکرد مطلوب مارپیچ در تخلیه گودال، گام پیچ بایستی از ۵سانتی متر بیشتر نباشد تا حدود ۸۸٪ حجم خاک گودال تخلیه گردد. لیکن در خاکهای رسی اندازه گام تا ۳۰٪ این مقدار بایستی افزایش یابد تا قطعات چسبنده خاک رسی در بین پره های مارپیچ فشرده نگردد. استفاده از مته استوانه ای به عنوان جایگزینی برای مته های مارپیچ را می توان تنها برای شرایط خاصی پیشنهاد نمود. این نوع مته تنها در شرایطی که در خاک بدون ساختمان مانند ماسه زارهای خشک نیاز به حفر گودال باشد، نسبت به مته های مارپیچی ارجحیت دارد. در این نوع خاکها پره های مارپیچ قابلیت نگهداری ذرات ماسه را نداشته و ریزش آنها باعث پر شدن گودال می گردد.

منابع

1. Felix Ponder, Jr. and Darrell E. Alley. 1997. Soil Sampler for Rocky Soils. North Central Forest Experiment Station Forest Service - U.S. Department of Agriculture 1992 Folwell Avenue St. Paul, Minnesota 55108.
2. Jurgensen, M.F.; Larsen, M.J.; Harvey, A.E.1997 .A soil sampler for steep, rocky sites.Res. Note INT-217. Ogden, UT: U.S. Depart-ment of Agriculture, forset service. Inter-mountain Forest and Range Experiment Station. 4 p..
3. Miller J, Fragar L, Franklin R. 2004. Farm Machinery Safety – Injuries associated with posthole diggers. Australian Centre for Agricultural Health and Safety, Moree and Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra.

Development and evaluation of a hydraulic hole digger for spot treatment of landscapes and orchards

Abstract

The most common type of post hole diggers are one or two-man engine augers as well as tractor types which neither are applicable in current situation of orchards and urban land-scape of Iran. In this study a hydraulic driven post hole digger which has the ability of digging 15-20 cm wide holes to a depth of 50 cm yet portable to restricted spaces was developed. In contrast to tractor and manual ones, in the developed machine the auger screws down at a relatively slow rotational speed to a given depth where lifting up the auger brings the compacted soil between the flights of augers out of the hole. For this purpose the power of a diesel engine is transmitted to a hydraulic system which provides the required power for rotation of the auger as well as for raising and pushing the auger in and out of the hole. In order to choose the appropriate auger for this machine three types of spiral augers with conical tip (two size of flights pitch) and flange tip and a cylindrical type were evaluated. The results showed that energy consumption for the spiral type auger with flange tip and the cylindrical type are the highest respectively. The spiral augers with conical tips using 40% of the total energy requirement for cylindrical auger, are able to dig a hole in less than one minute and depending on the soil type they could be designed with different magnitude of pitches from 5 to 7.5 cm.

Keywords: post hole digger, fertilizing trees, drill hole