



## طراحی دستگاه هوادهی چمن (مدل حفره زنی)

اکبر ثنائی مقدم<sup>۱</sup>، حسن عاقل<sup>۲</sup>، علی نعیمی<sup>۱</sup>، مصطفی جعفریان<sup>۳</sup>

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد مکانیزاسیون، استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد

مکانیک ماشین‌های کشاورزی گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

zak\_sa489@stu-um.ac.ir

### چکیده

گذشت زمان، رفت و آمدها و انجام عملیات مختلف بر روی چمن باعث ایجاد یک لایه فشرده در سطوح بالایی خاک چمن می‌گردد که این امر باعث ایجاد اثرات سوء از جمله سختی نفوذ آب، هوا و دیگر عناصر ضروری و غذایی به محیط ریشه می‌گردد که این خود از میزان رشد و عمر چمن می‌کاهد، که با بکارگیری عمل هوادهی این تقیصه کاملاً برطرف می‌شود. هوادهی به عملیاتی اطلاق می‌شود که طی آن حفرات و یا شکاف‌هایی بر روی خاک چمن به منظور ۲ هدف اصلی رفع فشردگی خاک و نفوذ بهتر آب و مواد موردنیاز به محیط ریشه ایجاد می‌گردد. با توجه به مطالب بالا و وسعت فراوان سطح کشت چمن در کشور و کاربرد فراوان آن و اینکه تاکنون چنین امری به ندرت و یا اصلاً در مورد چمن در کشور صورت نگرفته است ضرورت پرداختن به این موضوع امری واضح است. دستگاه‌های هوادهی دارای انواع متفاوتی از جمله حفره‌زن‌ها<sup>۱</sup>، شکاف‌زن‌ها<sup>۲</sup>، میخ‌زن‌ها<sup>۳</sup> می‌باشند. که هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. در این پروژه سعی بر آن شد تا مدل حفره‌زنی که رایجترین و پرکاربردترین نوع در بین این دستگاه‌ها می‌باشد طراحی گردد. این دستگاه در محیط نرم‌افزار قدرتمند *CATIA* مدل‌سازی گردید که دارای مشخصات فنی ذیل می‌باشد:

دارای ۳۰ عدد انگشتی توخالی برای خارج کردن مغزی‌ها که در پنج ردیف و بر روی سینی های دواری نصب گردیده اند؛ یک غلتک سنگین که نفوذ مطمئن و بهتر انگشتی‌ها را فراهم می‌کند. یک موتور ۴ اسب بخار بنزینی نیز گشتاور موردنیاز را بعد از گذر از جعبه دنده کاهشی از طریق مکانیزم تسمه پولی و مکانیزم دنده زنجیر به شافت حامل انگشتی‌ها و غلتک فراهم می‌آورد.

کلید واژه : هوادهی، حفره زن، فشردگی، چمن، کتیا

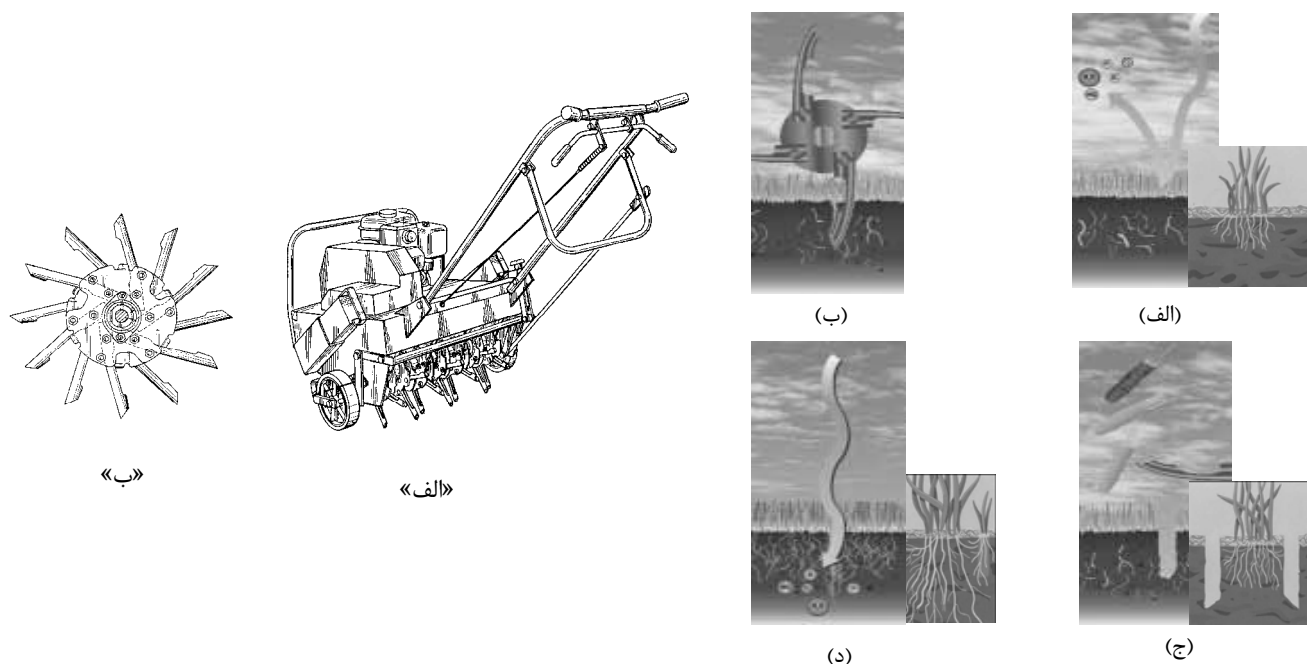
1- *Core aerator*

2- *Slicer*

3- *Spiker*

## مقدمه

چمن یکی از اجزای اصلی و ضروری اغلب پارک‌ها و باغ‌ها به شمار می‌رود و در طراحی و ایجاد فضای سبز کاربرد فراوان دارد. بنابر اهمیت استفاده از چمن در تمامی طول سال، توجه به نگهداری چمن در سطح تخصصی افزایش یافته و پرداختن به موضوع چمن ظرافت‌های خاص خود را پیدا کرده است (تورانی ناظر، ۱۳۸۰). در خاکی که دارای رطوبت بالایی است یا بیش از حد تحت فشار قرار گرفته باشد ممکن است لایه ای غیر قابل نفوذ در سطح آن ایجاد شود که مانع جذب و گذر آب، عناصر غذایی و تبادل گازی بین خاک و اتمسفر می‌گردد (شکل ۱-الف). در چنین شرایطی چمن‌ها لاغر و باریک شده و علف‌های هرز مقاوم جایگزین خواهند شد. یک چنین فشردگی معمولاً در لایه سطحی و در عمق ۷/۵-۵ سانتی‌متری ایجاد می‌شود (تورانی ناظر، ۱۳۸۰). هوادهی چمن یکی از عملیات مهم و ضروری مربوط به نگهداری چمن است و به فرآیندی اطلاق می‌شود که طی آن سوراخ‌ها یا شکاف‌هایی در خاک چمن به منظور دو هدف عمده: رفع فشردگی از خاک و راحتی جذب آب و مواد غذایی در محیط ریشه گیاه، انجام می‌گیرد. این عمل با افزایش نفوذپذیری خاک نسبت به آب و عناصر غذایی، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک را در بر خواهد داشت که متعاقباً خود باعث افزایش عناصر قابل دسترس چمن می‌گردد. در نهایت ریزوم، ریشه و استولن‌ها به تولید انشعاب بیشتر و افزایش تراکم چمن تحریک خواهند شد (شکل ۱-د). همچنین تهویه خاک و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک باعث افزایش تجزیه توده‌های پیزور<sup>۱</sup> می‌گردد (تورانی ناظر، ۱۳۸۰).



شکل ۲، نمای کلی دستگاه حفزه زنی الف) مجموعه دستگاه (ب) سینی و انگشتی‌ها

شکل ۱، مراحل و تاثیرات هوادهی بر چمن، الف) وضعیت چمن قبل از هوادهی، ب و ج) هوادهی به روش حفزه‌زنی (د) تأثیر هوادهی در نفوذ آب و مواد غذایی و رشد بهتر ریشه و گیاه

<sup>۱</sup> - کاه، برگ‌ها و مواد غیرزنده‌ای هستند که در سطح خاک چمن به ضخامت ۲ تا ۴ سانتی متر انباشته شده و مانع از رسیدن نور، هوا و مواد غذایی کافی به خاک می‌شوند (Thatch)

انواع مختلفی از دستگاه‌های هواده موجود می‌باشد. بعضی از آنها بهترین عملکرد را برای کاهش فشردگی خاک دارا هستند و برخی دیگر صرفاً در کاهش پیروز تأثیر گذارند و دسته ای هم هر دو وظیفه را انجام می‌دهند (سی. استیر، ۲۰۰۰). به طور کلی دستگاه‌های هواده‌ی شامل سه نوع می‌باشند:

- حفره زن ها
- شکافنده ها
- سوراخ‌کن ها

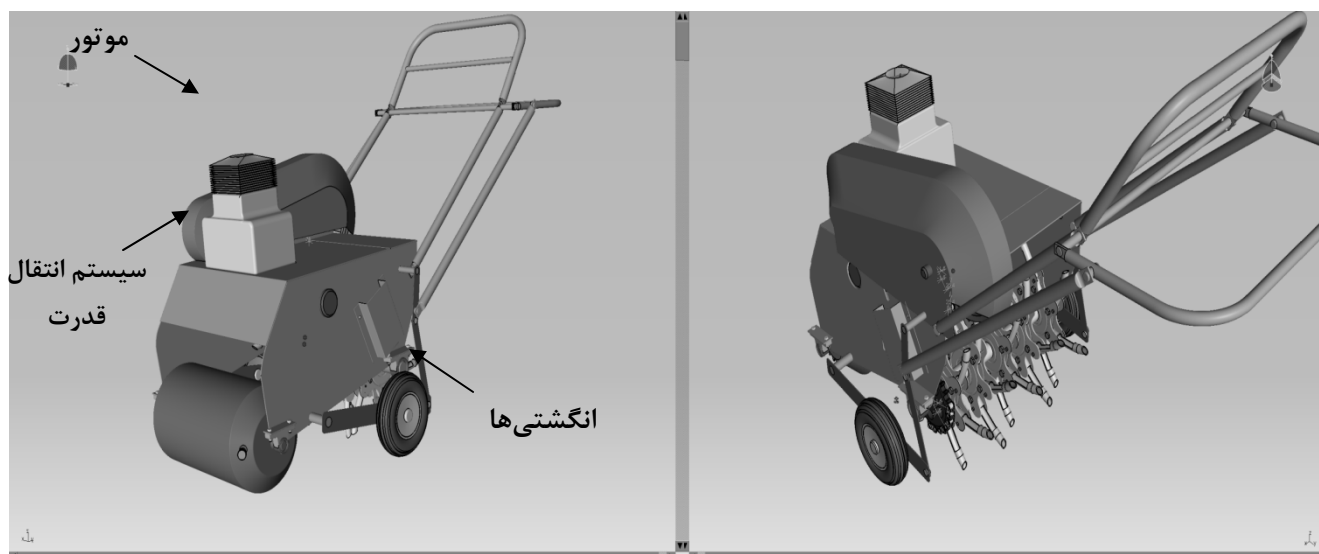
دستگاه‌های هواده‌ی که مغزی یا فیلتری را از خاک جدا می‌کند، هواده با لوله‌های تو خالی یا حفره‌زن نامیده می‌شوند (شکل ۱-ب و ۱-ج). این نوع بیشترین تأثیر را در مدیریت پیروز دارد و برای کاهش فشردگی خاک نیز اثرات مناسبی دارد (بی. بید، ۱۹۷۳). شکاف‌زنی عملیاتی است که در آن خاک چمن تا عمق ۷/۵ تا ۱۱ سانتی متری توسط یک سری چاقوهای V شکلی که بر روی تعدادی دیسک سوار هستند، تحت نفوذ قرار می‌گیرد. بر خلاف حفره‌زنی هیچ‌گونه مغزی از خاک جدا نمی‌شود، لذا حداقل به هم خوردگی سطح چمن را موجب می‌شود.

میخ‌زنی نیز عملیات مشابه شکاف‌زنی می‌باشد؛ به جز اینکه عمق نفوذ آن محدود به ۲/۵ سانتی‌متر می‌شود و طول شکافی که در روی سطح چمن ایجاد می‌شود کمتر است (بی. بید، ۱۹۷۳). شکاف‌زنی و میخ‌زنی آسانترین و کم‌هزینه‌ترین نوع هواده‌ی است. شکاف‌زنی و میخ‌زنی را در هر موقع از سال می‌شود انجام داد، ولی اثر انگشتی‌ها و چاقوها کوتاه مدت می‌باشد. بدین دلیل که خاک را به اطراف محیط سوراخ فشار می‌دهند و از این طریق موجبات فشردگی بیشتر خاک را فراهم می‌آورند (تام‌گین، ۱۹۸۵).

### مواد و روش‌ها

بعد از بررسی در مورد طرح‌های موجود در رابطه با هواده‌ی چمن، مدل حفره‌زنی انتخاب و طراحی گردید. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، قسمت‌های اصلی این دستگاه شامل مجموعه انگشتی‌ها، غلتک، موتور، سیستم انتقال قدرت و مکانیزم درگیر کننده انگشتیها با خاک می‌باشد. چرخش شافت حامل انگشتی‌ها، و درگیر شدن انگشتی‌ها با خاک، باعث نفوذ آنها در زمین شده و در هنگام بیرون آمدن از آن مغزی (استوانه کوچکی از خاک) را از خاک جدا کرده و بر روی زمین رها می‌کند.

از غلتک به سه منظور ۱- عامل پیشروی دستگاه، ۲- نفوذ بهتر و مطمئن انگشتی در خاک به علت سنگین کردن وزن کل دستگاه، ۳- حفظ تعادل و کنترل بهتر در حالت کار استفاده می‌شود. برای تعیین وزن و ابعاد مورد نیاز برای غلتک ابتدا باید حداکثر نیرویی را که ناشی از مقاومت نفوذی خاک در مقابل نفوذ انگشتی‌ها است، محاسبه گردید. برای شروع طراحی نیاز به یک سری داده‌های اولیه داریم که از مهمترین آنها می‌توان به مقاومت نفوذی و مقاومت برشی خاک چمن در شرایط پیش بینی شده جهت انجام حفره‌زنی اشاره کرد:



مکانیزم در

شکل ۳، دو نمای کلی متفاوت از دستگاه هوادهی چمن (ما)

مقاومت نفوذی خاک:

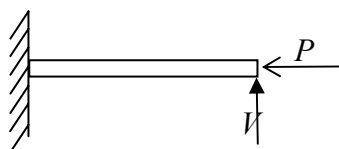
برای تعیین میزان مقاومت نفوذی خاک چمن از دستگاه «پترومتری مخروطی خاک» استفاده گردید. محل آزمایش در پارک ملت شهرستان مشهد واقع در میدان آزادی انتخاب گردید. این آزمایش شامل ۴ پلات و هر پلات شامل ۴ نمونه بود که به صورت کاملاً تصادفی محل آن‌ها انتخاب گردید. شرایط رطوبتی خاک به گونه‌ای بود که دو روز از آبیاری چمن گذشته بود. این زمان بهترین زمان کاری برای عملیات هوادهی است (بی. بید، ۱۹۷۳).

مقاومت برشی خاک:

بافت خاک‌های مورد استفاده برای بستر چمن دارای تنوع زیادی می‌باشند، لذا برای اطمینان از این‌که دستگاه قابلیت کار در تمام خاک‌ها را داشته باشد، مقاومت برشی خاک کاملاً رسی که بیشترین مقاومت برشی به مقدار  $520\text{KN/m}^2$  (ام.اس.داس، ۱۳۷۷) را داراست، به عنوان مبنای محاسبات در نظر گرفته شد.

برای طراحی و انتخاب اجزا مختلف دستگاه مانند بلبرینگها، اجزای سیستم انتقال قدرت، شافت و انگشتی‌ها از روابط و جداول استاندارد قطعات استفاده گردید.

عمده نیروهایی که بر انگشتی وارد می‌شوند شامل دو نیروی فشاری ( $P$ ) و نیروی خمشی ( $V$ ) به ترتیب ناشی از مقاومت نفوذی و مقاومت برشی خاک می‌باشد. برای محاسبه نیروی ناشی از مقاومت برشی خاک، انگشتی را یک استوانه با مقطع جدار نازک به طول ۲۰ و به قطر متوسط ۲ سانتی‌متر فرض می‌کنیم. برای تحلیل تنش‌های وارده بر انگشتی، آن را به صورت یک تیر یک سر درگیر و نیروها را به صورت استاتیکی در نظر می‌گیریم (شکل ۴).



شکل ۴، نمودار جسم آزاد انگشتی

### توان مورد نیاز (قدرت موتور)

توان مورد نیاز باید مجموع توان‌های زیر را تامین نماید:

۱. توانی که صرف غلبه بر مقاومت غلتشی غلتک روی زمین می باشد
۲. توانی که صرف عملیات کندن مغزی خاک می شود.
۳. توان اتلافی ناشی از اصطکاک.

$$KW = \frac{T \cdot n}{9550} \quad (1)$$

$$T = F \cdot r \quad (2)$$

### مکانیزم درگیر کننده دستگاه با خاک

در این دستگاه مکانیزم درگیر کننده دستگاه با خاک دارای ۶ عضو، ۷ زوج چرخشی (سینماتیکی پایین تر) است و هیچ زوج بالاتری در این مکانیزم وجود ندارد. با استفاده از رابطه (۳) کوتس باخ<sup>۱</sup> تعداد درجه آزادی مکانیزم را بدست

می آوریم (فرزاد، ۱۳۸۲).

$$F = 3(n - 1) - 2f_1 - f_2 \quad (3)$$

که در آن:

$F$  تعداد درجه آزادی

$n$  تعداد اعضا

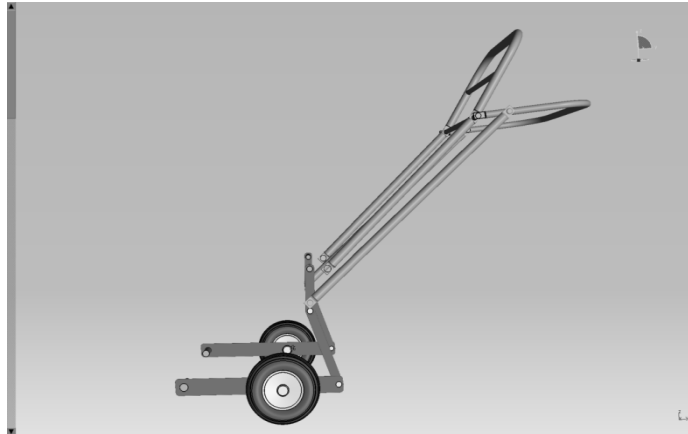
$f_1$  تعداد زوج‌های سینماتیکی پایین تر

$f_2$  تعداد زوج‌های سینماتیکی بالاتر

در اصل این مکانیزم بدون احتساب عضوهای مربوط به کنترل کننده دستگاه یک مکانیزم ۴ رابطی است.

لذا طبق رابطه بالا داریم:

$$F = 3(6 - 1) - 2 \times 7 = 3$$



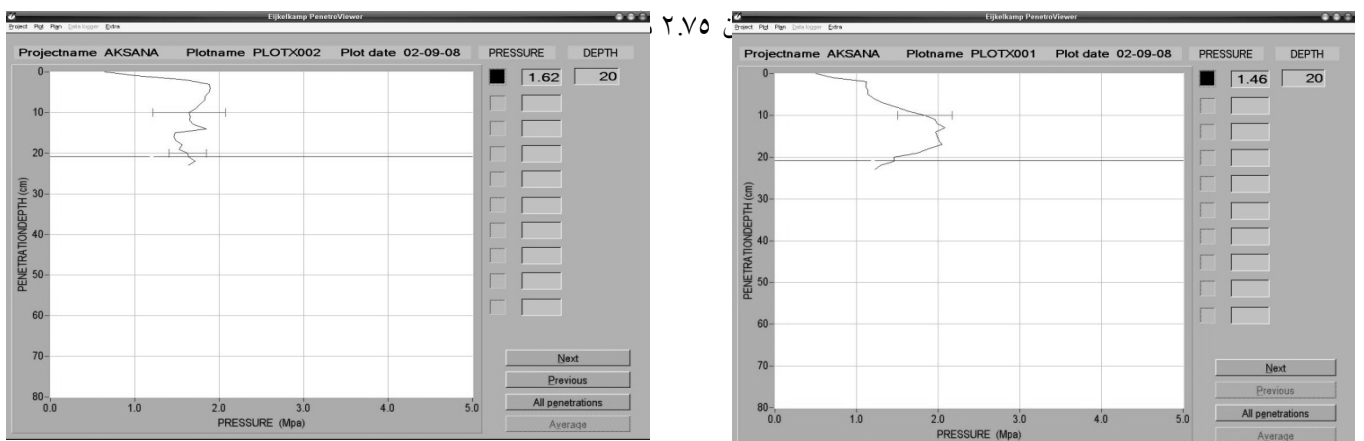
شکل ۵، نمای مکانیزم هدایت کننده دستگاه و درگیرکننده

تمامی قطعات این دستگاه در نسخه پنجم نرم افزار قدرتمند کتیا<sup>۱</sup> مدلسازی و آنالیز ابعادی گردید.

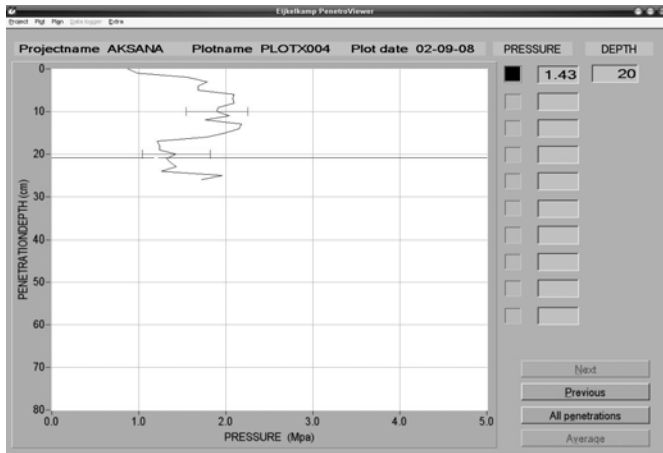
## نتایج و بحث

### مقاومت نفوذی خاک

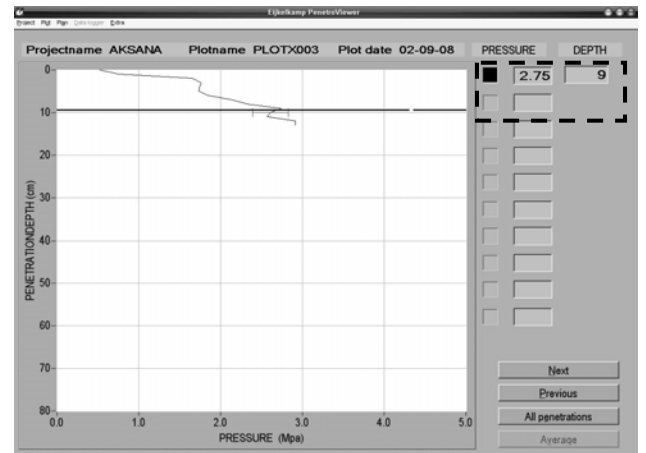
با انتقال داده‌های ذخیره شده حاصل از آزمایش نفوذسنجی به نرم افزار مخصوص دستگاه پترومتری خاک (Eijkelamp PenetroViewer)، نتایج این آزمایش به صورت نمودار عمق (cm) - فشار (Mpa) مشاهده گردید. نمودار متوسط نمونه‌های هر پلات مطابق نمودارهای شکل 6 بدست آمد. بیشترین مقاومت نفوذی خاک



الف



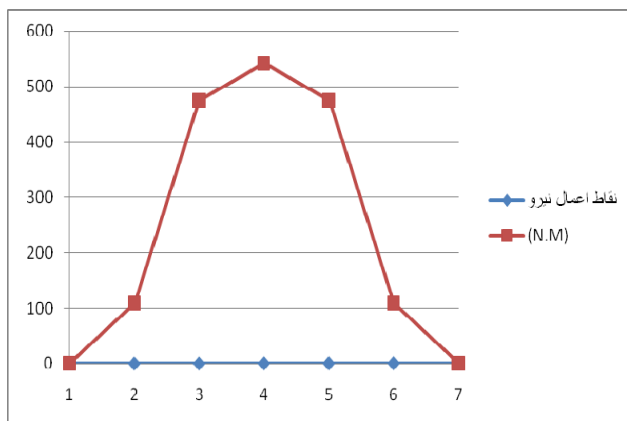
ب



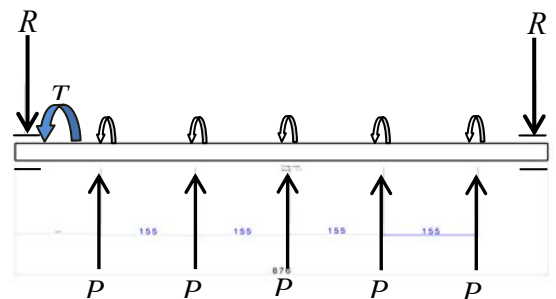
ج

د

شکل ۶. نمودارهای بدست آمده در نرم افزار Eijkelamp PenetroViewer (الف) پلات اول، (ب) پلات دوم، (ج) پلات سوم، (د) پلات چهارم



شکل ۸. نمودار گشتاور خمشی شافت



شکل ۷. نمودار آزاد نیروهای وارد بر شافت

نیروها و گشتاورهای وارده بر شافت

برای محاسبه نیروهای ناشی از مقاومت خاک در مقابل نفوذ ( $P$ ) فرض بر این است که نیروها به صورت شعاعی (در راستای انگشتی) بر شافت وارد می شود (شکل ۷). با توجه به نتیجه آزمایش پترومتری خاک داریم:

$$P = P_a A \quad \left\{ \begin{array}{l} P \rightarrow N \\ P_a \rightarrow Pa \\ A \rightarrow m^2 \end{array} \right. \quad (4)$$

$$P = 2.75 \times 10^6 \times \pi \times (0.01)^2 \cong 870 N$$

گشتاور خمشی:

با توجه به نمودارهای شکل ۷ و ۸، بیشترین گشتاور خمشی وارد بر شافت در نقطه ۴ (وسط شافت) اعمال می-شود:

$$M = 550 (N.m)$$

#### دور شافت

برای به دست آوردن دور شافت ابتدا باید برای مجموعه شافت و انگشتی‌ها یک شعاع مؤثر تعریف کنیم. شعاع  $r = 20$  سانتیمتر را شعاع مطلوب می‌باشد (C. Stier, 2000). پارامتر مورد نیاز دیگر، سرعت خطی دستگاه است که آنرا تقریباً برابر با سرعت پیشروی یک انسان در حالت کار ( $1.3 m/s$ ) در نظر می‌گیریم. با توجه به رابطه ۵:

$$V = \frac{2 \pi r n}{60} \quad \left\{ \begin{array}{l} V \rightarrow m/s \\ r \rightarrow m \\ n \rightarrow rpm \end{array} \right. \quad (5)$$

داریم:

$$n = \frac{60 \times V}{2 \pi r} \Rightarrow n = \frac{60 \times 1.3}{2 \times \pi \times 0.20} = 62.5 rpm$$

#### ابعاد مقطع عرضی و جنس مطلوب شافت

بعد از مشخص کردن ابعاد مقطع ( $3cm \times 3cm$ ) و جنس پیشنهادی، حداکثر تنش برشی وارد بر شافت را با استفاده از رابطه ۶ (آیین نامه ASME برای طراحی شافت‌ها) به دست می‌آوریم. نتیجه را با حداکثر تنش برشی مجاز (رابطه ۶) مقایسه می‌کنیم و این عمل را تا آنجا ادامه می‌دهیم که تنش برشی اعمال شده کمتر از حداکثر تنش برشی مجاز باشد.

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{C_m \sigma}{2}\right)^2 + (C_t \tau)^2} \quad (6)$$



$\tau_{max}$ : حداکثر تنش برشی اعمال شده (MPa)

$\sigma$ : تنش خمشی (MPa)

$C_m$  و  $C_t$ : ضریب عددی ضربه‌ای و خستگی که به نحوه بارگذاری بستگی دارد (اسپاتز، ۱۳۸۲؛ شیگلی، ۱۳۷۸).

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (6)$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{0.03 \times (0.03)^3}{12} = 0.81 \times 10^{-6} m^4 \quad (8)$$

$$c = \frac{h}{2} = 0.015m$$

$M$ : گشتاور خمشی (N.m)

$b$  و  $h$ : به ترتیب عرض و ارتفاع سطح مقطع (m)

$I$ : ممان اینرسی (m<sup>4</sup>)

$$\Rightarrow \sigma = \frac{550 \times 0.015}{0.81 \times 10^{-6}} = 10MPa$$

$$\tau_1 = \frac{T}{\alpha_1 bc^2} \quad \tau_2 = \frac{T}{\alpha_2 bc^2} \quad (9)$$

$\tau_1$  و  $\tau_2$  به ترتیب تنش‌های وارده بر مقطع عرضی یک شافت با مقطع مستطیلی است که بر وسط اضلاع آن (به ترتیب ضلع کوچک و ضلع بزرگ) وارد می‌شود (ام.اف.اسپاتز، ۱۳۸۰).

$\alpha_1$  و  $\alpha_2$  ثابت‌های مربوط به پیچش میله‌های مستطیلی (ام.اف.اسپاتز، ۱۳۸۰).

از آنجا که مقطع عرضی شافت مربع می‌باشد، لذا  $\tau_1$  و  $\tau_2$  با هم مساوی خواهند بود و با توجه به رابطه 9 داریم:

$$\tau = \frac{560}{0.208 \times 0.03^3} = 99.7MPa$$

با توجه به رابطه 6 داریم:

$$\Rightarrow \tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{2 \times 10}{2}\right)^2 + (1/25 \times 99/7)^2} = 125/02 MPa$$

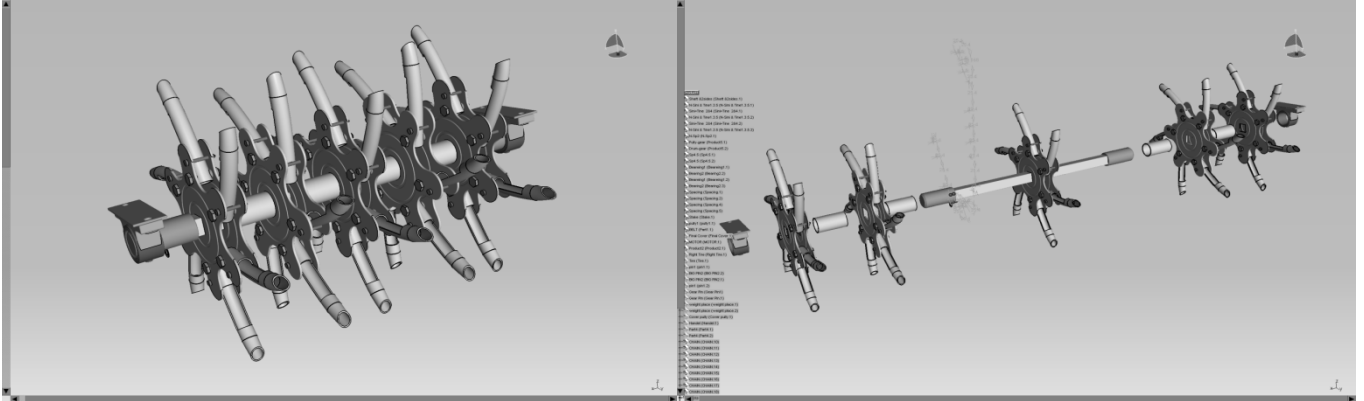
با در نظر گرفتن ضریب اطمینان 1/25 برای این شرایط کاری داریم (ام.اف.اسپاتز، ۱۳۸۰):

$$\tau = 125 \times 1/25 = 156/3 MPa \quad (10)$$

$$\tau_{max} = 0/5 \sigma_{yp}$$

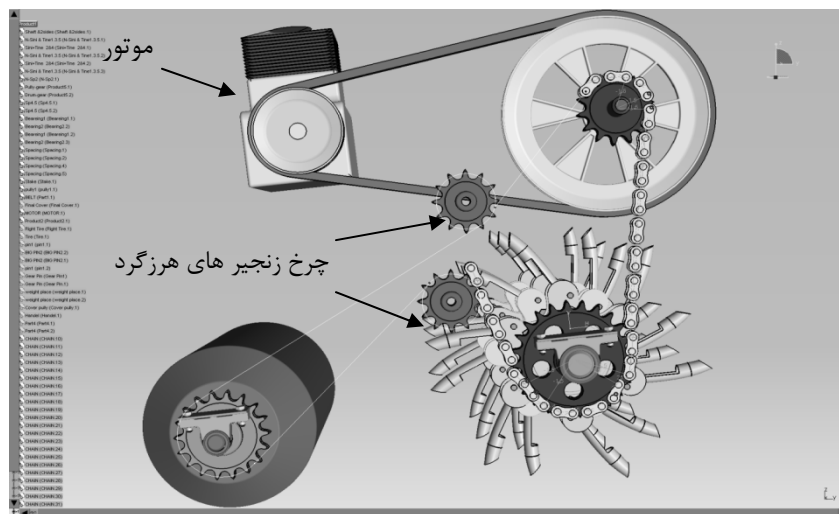
$$\Rightarrow \sigma_{yp} = 156/3 \times 2 = 312 < 360 \text{ MPa}$$

لذا با توجه جدول استاندارد فولادها، فولاد E360 را انتخاب می‌نماییم (ام.اف.اسپاتز، ۱۳۸۰). انگشتی‌ها در پنج ردیف ۶ تایی قرار دارند. جنس آنها از ورق فولادی st 37.4 با حد تسلیم 235 MPa انتخاب



شکل ۹، مجموعه انگشتی‌ها

گردید. در شکل ۹ تصویر مجموعه انگشتی‌ها را که در نرم افزار کتیا مدل شده است مشاهده می‌شود. سیستم انتقال قدرت دستگاه به ترتیب شامل: ۱- چرخ تسمه با نسبت کاهش ۲/۸: او با قطر کوچک ۱۲/۵ سانتیمتر، ۲- چرخ زنجیر با نسبت کاهش ۱/۷: ابرای تامین نیرو به محور انگشتی‌ها و با تعداد دندانه های ۱۴ برای چرخ زنجیر کوچک، ۳- چرخ زنجیر با نسبت کاهش ۱:۲۸۵ برای تامین نیرو غلتک و با تعداد دندانه های ۱۴ برای چرخ زنجیر کوچک. در شکل ۱۰ سیستم انتقال قدرت دستگاه نشان داده شده است.



شکل ۱۰، سیستم انتقال قدرت دستگاه (مدل شده در کتیا)

با توجه به نتایج بدست آمده در آزمایش پترومتری خاک (حداکثر فشار مورد نیاز برای نفوذ، ۲.۷ مگاپاسکال) و از طرفی چون انگشتی همانند یک استوانه جدار نازک فرض شده است، این نیرو به ترتیب زیر تعیین می‌شود.

سطح مقطع یک استوانه جدار نازک با ضخامت  $t$  برابر است با:

$$A_t = \pi dt \quad (m^2) \quad (11)$$

با در نظر گرفتن ضخامت ۲ میلیمتری برای انگشتی، داریم:

$$A_t = \pi \times 0.02 \times 0.002 = 12.5 \times 10^{-5} \quad m^2$$

و با توجه به رابطه زیر برای مقدار  $F$  داریم:

$$F = P.A$$

$$F = 2.7 \times 10^6 \times 12.5 \times 10^{-5} = 340 \quad N$$

حداکثر نیروی وارد بر شافت حامل انگشتی‌ها را در شرایطی در نظر می‌گیریم که ۳ انگشتی به طور همزمان وارد خاک شوند، داریم:

$$F_{max} = 3 \times 340 = 1000 \quad N$$

$$1000 \quad N \approx 103 \quad Kg$$

لذا وزن مورد نیاز برای غلتک باید کمتر از ۱۰۳ کیلوگرم نباشد.

برای اینکه به وزن مورد نظر و یا بیشتر از آن دست یابیم، می‌توان غلتک را از آب‌نمک یا ماسه پر کرد. لذا بروی غلتک سوراخی برای این منظور تعبیه شده است (شکل ۳).

توان مورد نیاز (تعیین قدرت موتور)

توان مقاومت غلتشی

با توجه به اینکه نیروی وزن وارده بر غلتک حدود ۱۰۵ کیلوگرم، قطر غلتک ۳۰/۳ سانتیمتر و سرعت دورانی آن حدود ۸۲/۱۳ دور در دقیقه محاسبه شد. با در نظر گرفتن ۰/۴ (سایت اینترنتی، ۲۱) برای ضریب مقاومت غلتشی، داریم:

$$F = \sum \eta_i W_i \quad (12)$$

$F$  ، ضریب مقاومت غلتشی چرخ

$W$  ، نیروی وزن وارد بر چرخ

$$F = 0.4 \times 105 \times 9.81 = 412 \quad N$$

با توجه به رابطه داریم:

$$P_1 = \frac{412 \times 0.15 \times 82}{9950} = 0.5 \quad kw$$

توان لازم برای برش خاک

نیروی مقاومت برشی‌ای که به یک انگشتی وارد می‌شود، ۱۶۵ نیوتن می‌باشد. با فرض اینکه تمام انگشتی‌های در یک ردیف به طور همزمان خاک را برش می‌دهند و با در نظر گرفتن شعاع ۲۰ سانتی متر برای هر ردیف داریم:

$$T = 5 \times 165 \times 0.2 = 165 \quad N$$

$$P_2 = \frac{165 \times 65}{9950} = 1.1 \quad kw$$

توان اتلافی

۸ درصد از توان کل را نیز برای توان اتلافی  $P_2$  در نظر گرفته شد.

$$P_3 = 0.08 \times (P_1 + P_2) = 0.08 \times (1.1 + 0.5) = 0.13 \text{ kw}$$

و در نهایت با در نظر گرفتن ضریب کاری ۱.۲۵ (ام.اف.اسپاتز، ۱۳۸۲)، برای توان کل داریم:

$$P_t = 1.25 \times (P_1 + P_2 + P_3) = 1.25 \times 1.73 = 2.1625 \text{ kw} = 3 \text{ hp}$$

لذا موتور احتراقی مورد استفاده برای کارکرد مطمئن دستگاه، حداقل باید توان ۳ اسب بخار را داشته باشد.

### نتیجه گیری و پیشنهادات

با توجه به نوع عملی که دستگاه حفره‌زنی بر روی خاک چمن انجام می‌دهد، می‌توان انتظار داشت که اثرات قابل توجهی از جمله افزایش در راندمان مصرف مواد غذایی، رشد، تراکم، مقاومت و در نتیجه افزایش عمر چمن داشته باشد. افزایش عمر چمن نیاز به تعویض زود هنگام آنرا کاهش داده و با توجه کاربرد فراوان و سطح کشت بسیار زیاد چمن در کشور، می‌تواند صرفه جویی اقتصادی قابل توجهی را در بر داشته باشد. لذا ساخت و ارزیابی و کاربرد این دستگاه امری لازم و ضروری پیشنهاد می‌گردد.

### منابع

- (۱) ام.اس.داس، ۱۳۷۷. اصول مهندسی ژئوتکنیک، جلد اول مکانیک خاک، ترجمه شاپور طاحونی، انتشارات یاس.
- (۲) ام.اف.اسپاتز، ۱۳۸۲. طراحی اجزاء ماشین، جلد ۱ و ۲، ترجمه مهندس هدایت موتابی، انتشارات آشینا.
- (۳) تورانی ناطور، مسعود، ۱۳۸۰. چمن و کاربرد آن در فضای سبز ورزشی و عمومی، انتشارات سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی کشور.
- (۴) شیگلی، ۱۳۷۸. طراحی اجزاء ماشین، ترجمه دکتر ایرج شادروان، انتشارات آذرنگ.
- (۵) کارل. هینز دکر، ۱۳۸۵، طراحی اجزاء ماشین جلد ۱ و ۲، ترجمه مهندس محمد رضا فرامرزی، ویرایش ۱۵، انتشارات نشر طراح.
- (۶) کارل. هینز دکر، ۱۳۸۵. جداول و دیاگرامهای طراحی اجزاء ماشین جلد ۱ و ۲، ترجمه مهندس محمد رضا فرامرزی، ویرایش ۱۵، انتشارات نشر طراح، پاییز.
- (۷) کافی، محسن و نادری، داوود، ۱۳۸۴. چمنها کاشت و نگهداری برای داشتن فرشی سبز و زیبا، باور مایکل، انتشارات ندای اهورا.
- (۸) فلاحیان، افشین، ۱۳۸۰. چمن، فناوری احداث و نگهداری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۹) فرزاد، عبدالعلی، ۱۳۸۶. جزوه درسی طراحی مکانیزمها، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی.

۱۰) A.J. TumGean, **Turfgrass Management**, Reston Publishing Company, Virginia, 1985.

۱۱) Dave Moor, **Advances in Turf Maintenance Technology**, Turfgrass Bulltin, October 2004.

۱۲) James B. Bead, **Turfgrass: Science and Culture**, Prentice-Hall, Inc ,Englewood cliffs N.J, 1973.

۱۳) John C. Stier, **Lawn Aeration and Topdressing**, University of Wiscansion, 2000.

۱۴) Matthew J. Fagerness, **Turfgrass Specialist**, Pub: Kansas State University, 2001.

۱۵) [WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:Us2004/0245001](http://WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:Us2004/0245001)

۱۶) [WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:5.765645](http://WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:5.765645)

1۷) [WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.Date.Jun.16.1998](http://WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.Date.Jun.16.1998)

1۸) [WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:5.623,996](http://WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:5.623,996)

1۹) [WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:5,680,903](http://WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:5,680,903)

۲۰) [WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:6,102,129](http://WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:6,102,129)

2۱) [WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:6,945,332132,2005](http://WWW.FREEONLINEPATENTS.COM/Pub.NO:6,945,332132,2005)

## Design of lawn aerator (core aerator type)

### Abstract

Lapse, traffics and different operations on the grass cause a compacted layer in the upper levels of lawn soil, which can be cause adversely effects such as the decrease of water infiltration, decrease air and food and other essential nutrients availability to the root environments. Therefore, grass growing and lifetime is reduced. Aeration can eliminate the effects. Lawn aeration is the process where a lawn aerator moves over the surface of the lawn and removes a series of core samples from the soil. The operation is following two main purposes : removing soil compaction and improving the water and nutrient infiltration to root environment. Considering the high content level and extent of abundant grass cultivation in the Iran, Research and Development for the matter is really essential. Aeration systems have different types, including *Core aerator*, *Slicer and Spiker*. Each has its own advantages and disadvantages are. This project will try to design and model the *Core aerator* , which most commonly used type of device . This machine was modeling in CATIA software and it are the following technical specifications: A hollow finger for number 30 out , brain that five rows on the trays have been installed rotary; a heavy roller, which ensure better penetration of finger. A 4 hp gasoline engine torque as needed after passing through the reduction gear mechanism, pully and chain gear mechanism shaft and roller carrier finger.

**Keywords:** Aerator, Coring, Compaction, Lawn, Catia