

طراحی و ساخت دستگاه اتوماتیک خوراک‌دهنده ساعتی برای گوسفند

احمد افضل زاده *، رضا افضل زاده ** و محمد قراچمن لو ***

چکیده

در آزمایش‌های تغذیه‌ای و برای ایجاد حالت پایدار در دستگاه گوارش گوسفند، نگهداری و تغذیه آن در قفس‌های هضمی ضروری است. برقراری حالت پایدار در شکمبه دام فقط با منظم کردن تعداد دفعات و مقدار غذا امکان‌پذیر است. لذا باید توسط دستگاه تغذیه اتوماتیک به صورت ساعتی به دام به مقدار معین خوراک داده شود. برای تحقق این هدف، دستگاهی طراحی و ساخته شد که هر یک و یا دو ساعت یک نوبت، مقداری معین علوفه به آخور گوسفند می‌ریزد. این دستگاه ۲۲۰ ولت بوده و مصرف آن حدود چهار وات می‌باشد. با توجه به وزن گوسفند، می‌توان مقدار و نوع علوفه مورد نیاز را با تغییر حجم پیمانانه استوانه‌ای تأمین نمود. این دستگاه نسبت به انواع مشابه آن کوچکتر، دقیق‌تر و اقتصادی‌تر است و کمتر به نظارت و دخالت مستقیم نیروی انسانی نیاز دارد. در محفظه اصلی این دستگاه می‌توان غذای مورد نیاز برای سه روز یک گوسفند را قرار داد. برای اندازه‌گیری میزان تغییرات وزن کاه و یونجه خرد شده با پیمانانه‌های مختلف آزمایش‌هایی انجام شد. نتایج نشان داد که میانگین وزن یونجه پیمانانه شده در هر نوبت یا شبانه‌روز بیشتر از کاه ولی انحراف معیار آن کمتر از کاه بود.

واژه‌های کلیدی: خوراک‌دهنده اتوماتیک، کاه، گوسفند، یونجه

* - استادیار گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

** - استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران - ایران

*** - کارشناس ارشد رشته مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران - ایران

مقدمه

در آزمایش‌های تغذیه‌ای، باید نرخ عبور مواد از شکمبه و حجم آن ثابت باشد (حالت پایدار) و این امر با تنظیم تعداد دفعات تغذیه ممکن است. تأثیر تعداد دفعات و یا میزان خوراک مصرفی بر میزان و نرخ هضم (۲، ۴ و ۸) و نرخ عبور مواد هضمی از شکمبه و میانگین زمان توقف مواد در آن مطالعه شده است (۲، ۳ و ۵). برای برقراری حالت پایدار در دستگاه گوارش و شکمبه، باید غذای روزانه دام به ۲۴ و یا ۱۲ قسمت مساوی تقسیم و در فواصل زمانی معین به‌طور جداگانه در اختیار حیوان قرار داده شود (۶). برای صرفه‌جویی در نیروی انسانی و افزایش دقت انجام آن نیاز به دستگاهی می‌باشد که بتوان غذای یک یا چند شبانه‌روز دام را در آن قرار داده و آن را با دقت موردنیاز در وعده‌های منظم در اختیار دام موردآزمایش قرار داد.

لذا در این تحقیق اقدام به طراحی و ساخت دستگاه خوراک‌دهنده ساعتی برای گوسفند شد. به‌طور کلی براساس ماهیت فیزیکی - شیمیایی مواد علوفه‌ای، گوسفند می‌تواند تا یک و یا دو درصد از وزن خود به‌ترتیب گاه و یونجه در شبانه‌روز مصرف نماید (۷). درضمن، علوفه باید به‌طول یک تا سه سانتی‌متر و به‌طور یکنواخت خرد شده باشد تا در پیمانانه کردن علوفه توسط دستگاه خوراک‌دهنده اتوماتیک مشکل ایجاد نشود. برای این منظور و پس از بررسی انواع روشهای ممکن (مانند تسمه نقاله، تسمه نقاله پیمانانه‌ای، دریچه مغناطیسی، پیمانانه‌ای وزنی و پیمانانه‌ای پره‌گردان) نوع پره‌گردان انتخاب شد

(شکل ۱). لذا براساس اهداف موردنظر ویژگی‌های

دستگاه به شرح زیر تعیین شد:

- ۱ - قابلیت تنظیم دفعات غذا دادن در فواصل زمانی یک یا دو ساعت
- ۲ - سهولت کار با دستگاه و قابلیت پیمانانه کردن باتوجه به وزن گوسفند و نوع علوفه
- ۳ - قابل اطمینان، بادوام، بدون صدا و مقرون به صرفه
- ۴ - امکان ذخیره کردن خوراک برای مدت حداقل سه روز
- ۵ - کوچک بودن ابعاد، قابل حمل و نقل و قابل نصب بودن دستگاه برروی قفس گوسفند
- ۶ - قابل استفاده نیروی محرکه دستگاه از برق شهری و باتری
- ۷ - قابل توسعه و بهینه‌سازی صنعتی
- ۸ - حداقل نمودن نقش نیروی انسانی در تغذیه ساعتی دام

مواد و روشها

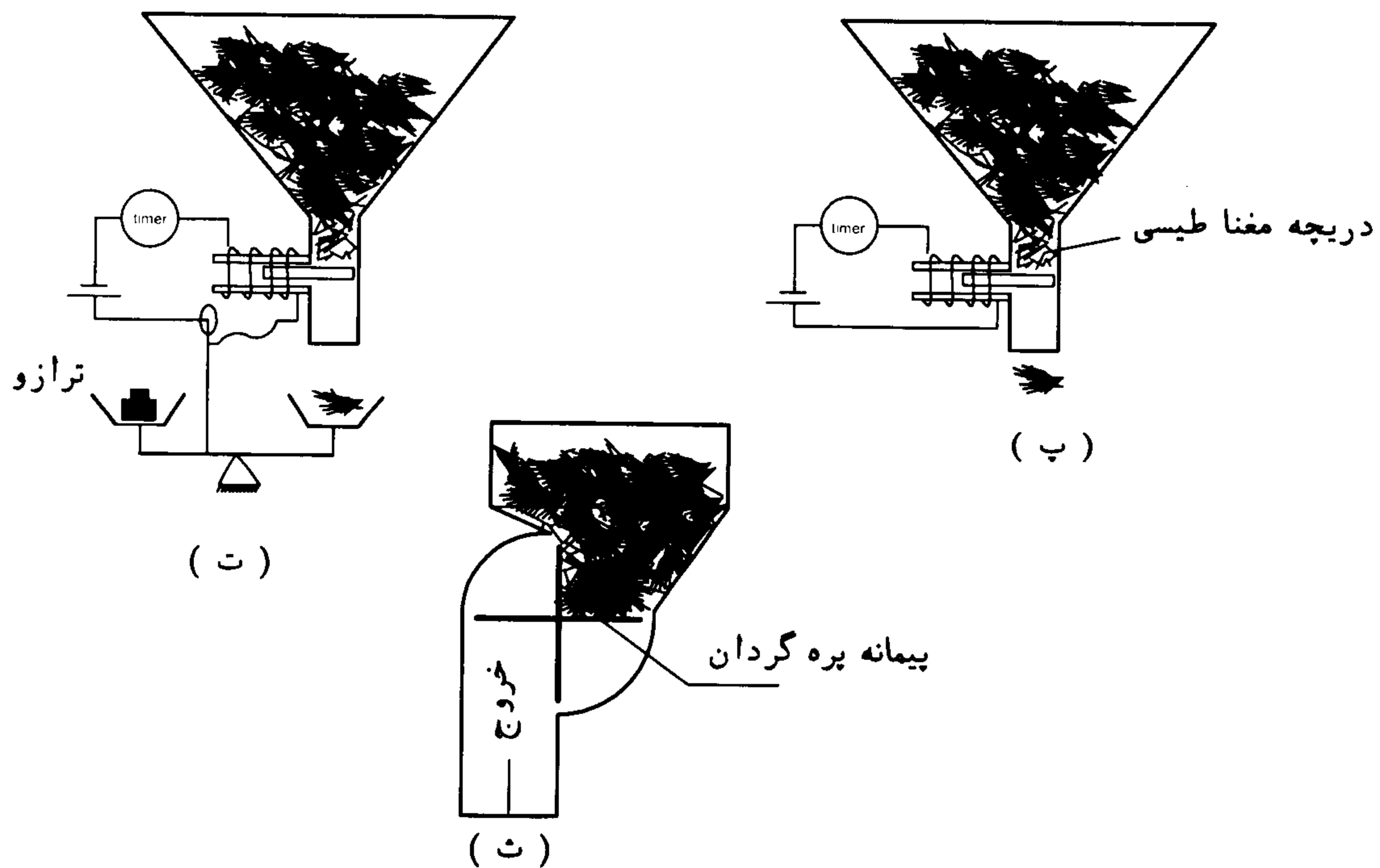
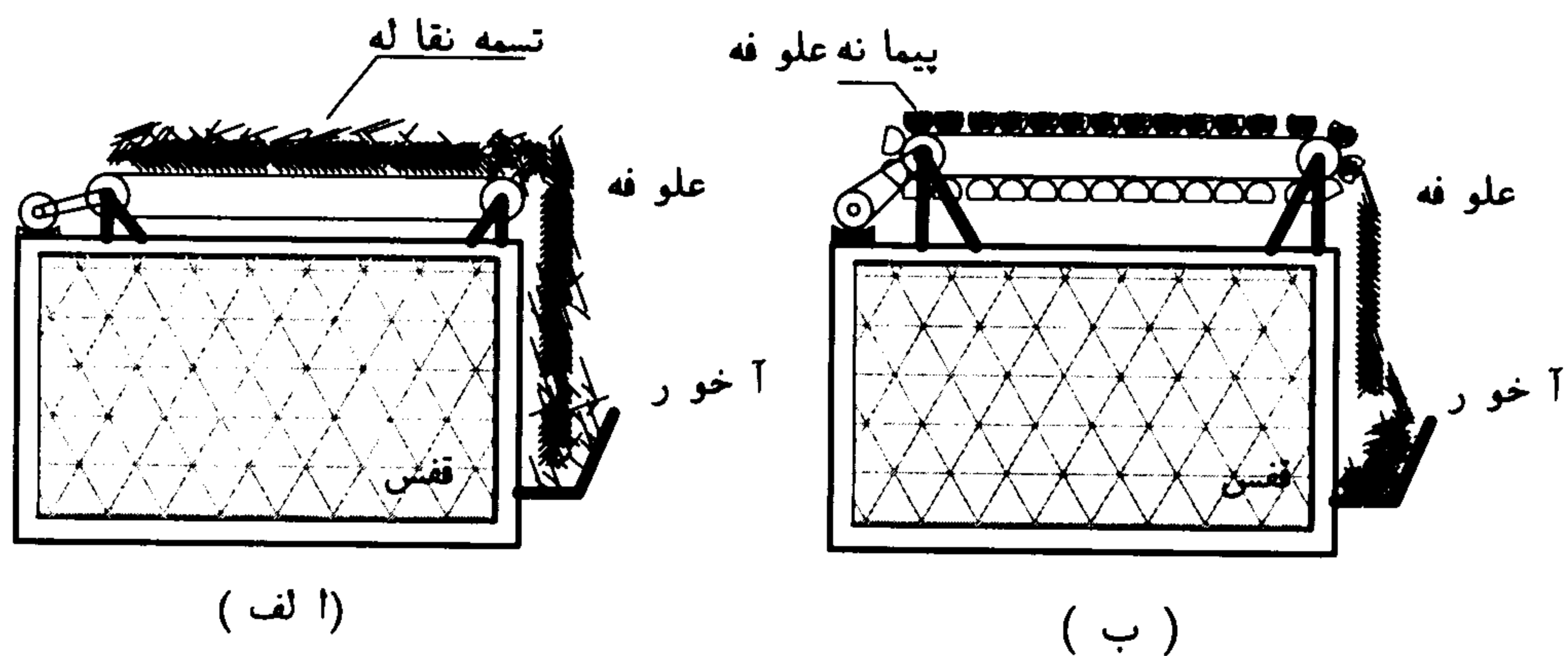
طراحی و ساخت دستگاه

قسمت‌های مختلف دستگاه پیمانانه‌ای پره‌گردان عبارتند از:

محفظه علوفه، محفظه استوانه‌ای، پره‌های گردان، علوفه کوب (ضربه‌زن)، سیستم انتقال نیرو به محور پره‌های گردان، تایمر الکترونیکی، دستگاه الکترومکانیکی، شاسی و پوشش دستگاه

الف - طراحی قسمت‌های مکانیکی

محفظه علوفه از جنس ورق گالوانیزه به ضخامت ۰/۷۵ میلی‌متر با دهانه ۳۵ × ۳۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر ساخته شد. این محفظه در قسمت



شکل ۱ - چند طرح از دستگاه‌های خوراک‌دهنده اتوماتیک ساعتی

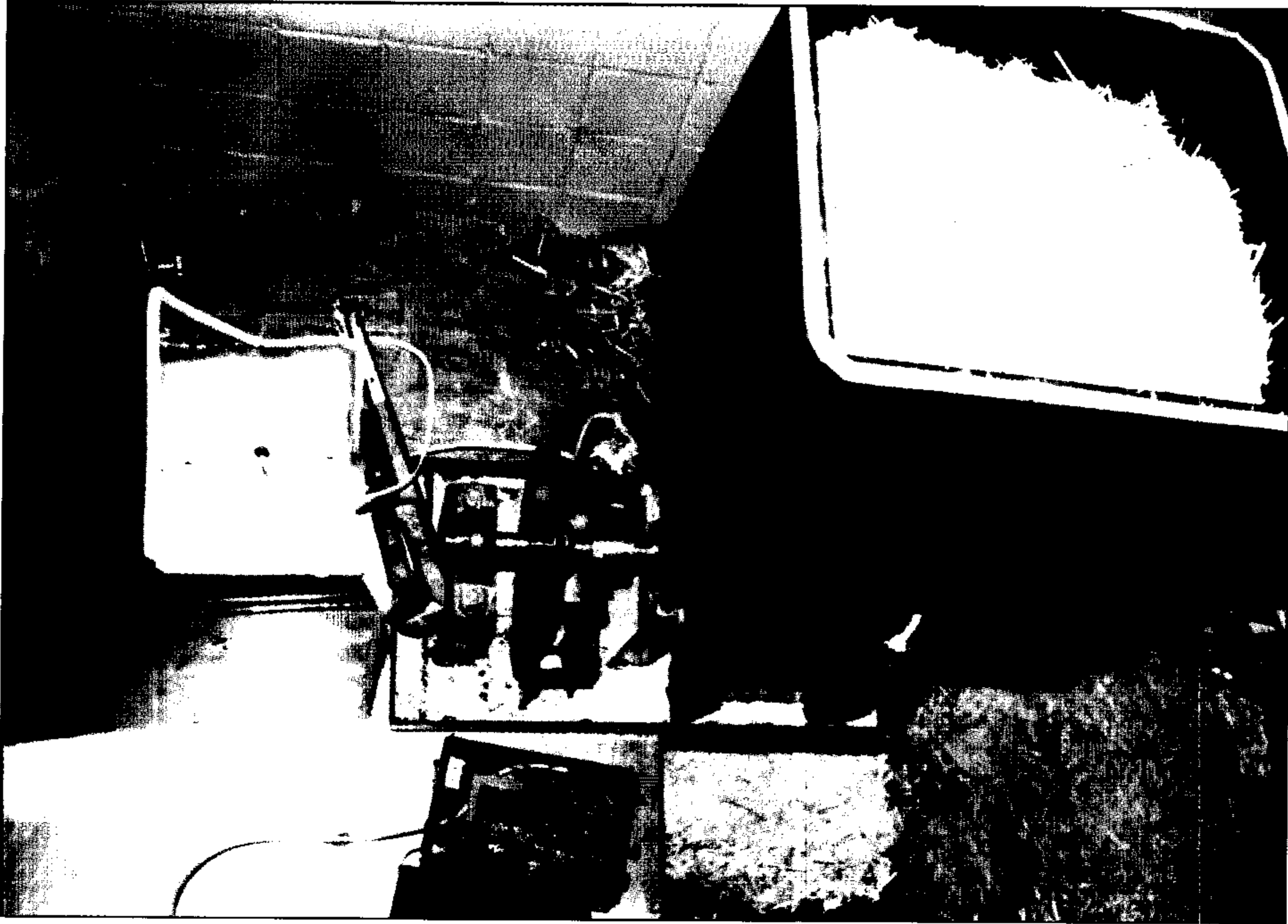
الف - تسمه نقاله‌ای ب - تسمه نقاله پیمانه‌ای پ - دریچه مغناطیسی ت - پیمانه‌ای وزنی ث - پیمانه‌ای پره گردان

پایین به صورت هرمی کوچک می‌شود. در پایین انتهای این محفظه به اندازه طول استوانه فلزی که عمل پیمان‌کردن در آن انجام می‌شود و به اندازه شعاع آن به محفظه پره‌گردان هرم متصل می‌شود. در محور استوانه فلزی که شعاع آن ۱۰ و طول آن ۱۶ سانتی‌متر است یک شفت به قطر دو و طول ۴۰ سانتی‌متر توسط دو یاتاقان ثابت (U.C.P) ثابت می‌شود. برای انتقال قدرت توسط زنجیر از الکتروموتور انتهای شفت، به چرخ دنده‌ای که دارای ۱۵ دنده است متصل می‌شود. چهار پره فلزی مشابه، هر یک به ابعاد ۱۵ در راستای محور و ۸/۵ سانتی‌متر در راستای شعاع استوانه و به ضخامت دو میلی‌متر با اختلاف ۹۰ درجه نسبت به یکدیگر به محور شفت جوش داده شدند. برای کاهش ریزش علوفه لبه دیگر پره‌ها با نوار لاستیکی مخصوص پوشانده شد. در قسمتی از شفت که پره‌ها جوش داده شده‌اند، یاتاقان‌ها در پشت و خارج از محفظه استوانه‌ای عمل نگهداری شفت را انجام می‌دهند، که به علت کوچکی پره‌ها و استوانه و نیروی اندک موردنیاز، در طرف دیگر استوانه، نیازی به یاتاقان نیست (شکل ۲).

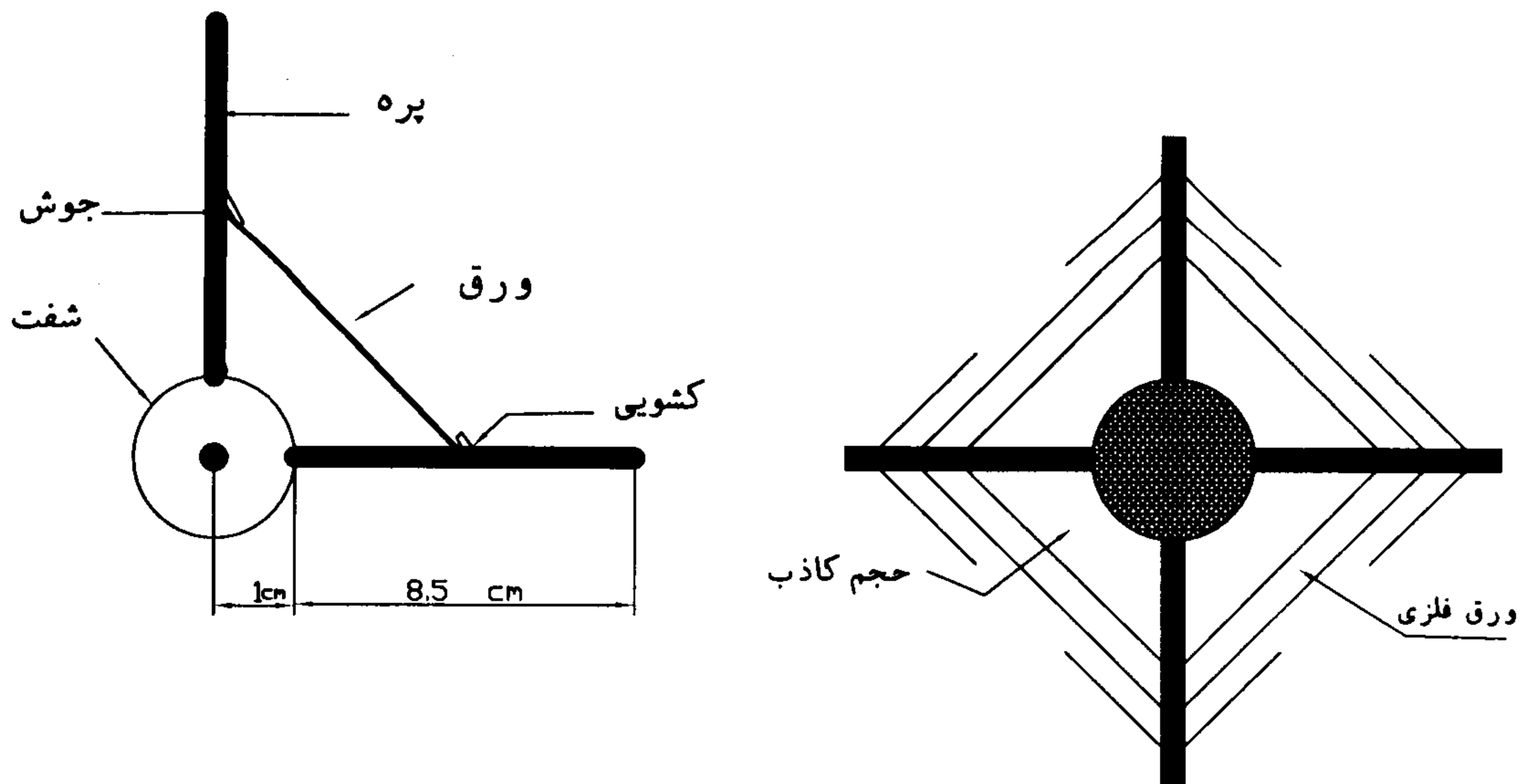
برای تغذیه گوسفندهایی با وزن ۲۰ تا ۶۰ کیلوگرم باید تغییر حجم محفظه پیمان‌گردان برحسب وزن و نیاز گوسفند به راحتی امکان‌پذیر باشد. به این منظور در فاصله‌ای از محور بر روی پره‌ها جای نصب یک ورق کشویی بین هر دو پره ایجاد شد تا بتوان فضای پیمان‌گردان را با نصب اجسام کاذب درحد مورد نیاز کاهش داد (شکل‌های ۳ و ۴). اجسام کاذب از جنس ورق

فلزی گالوانیزه با ابعاد مختلف ساخته شده که به راحتی در کشویی پره‌ها قرار داده می‌شود. برای تسهیل در تعویض اجسام کاذب در قسمت جلوی استوانه در پوشی وجود دارد که با سه پیچ خروسکی نصب می‌شود و تعویض اجسام کاذب مربوط به آن بدون نیاز به استفاده از ابزار و در حداقل زمان امکان‌پذیر است. ورقه‌های کشویی دارای حجم کاذبی بوده که به ترتیب از کشویی شماره یک تا سه، این حجم کاذب افزایش یافته و حجم علوفه پیمان‌شده به نسبت کاهش می‌یابد.

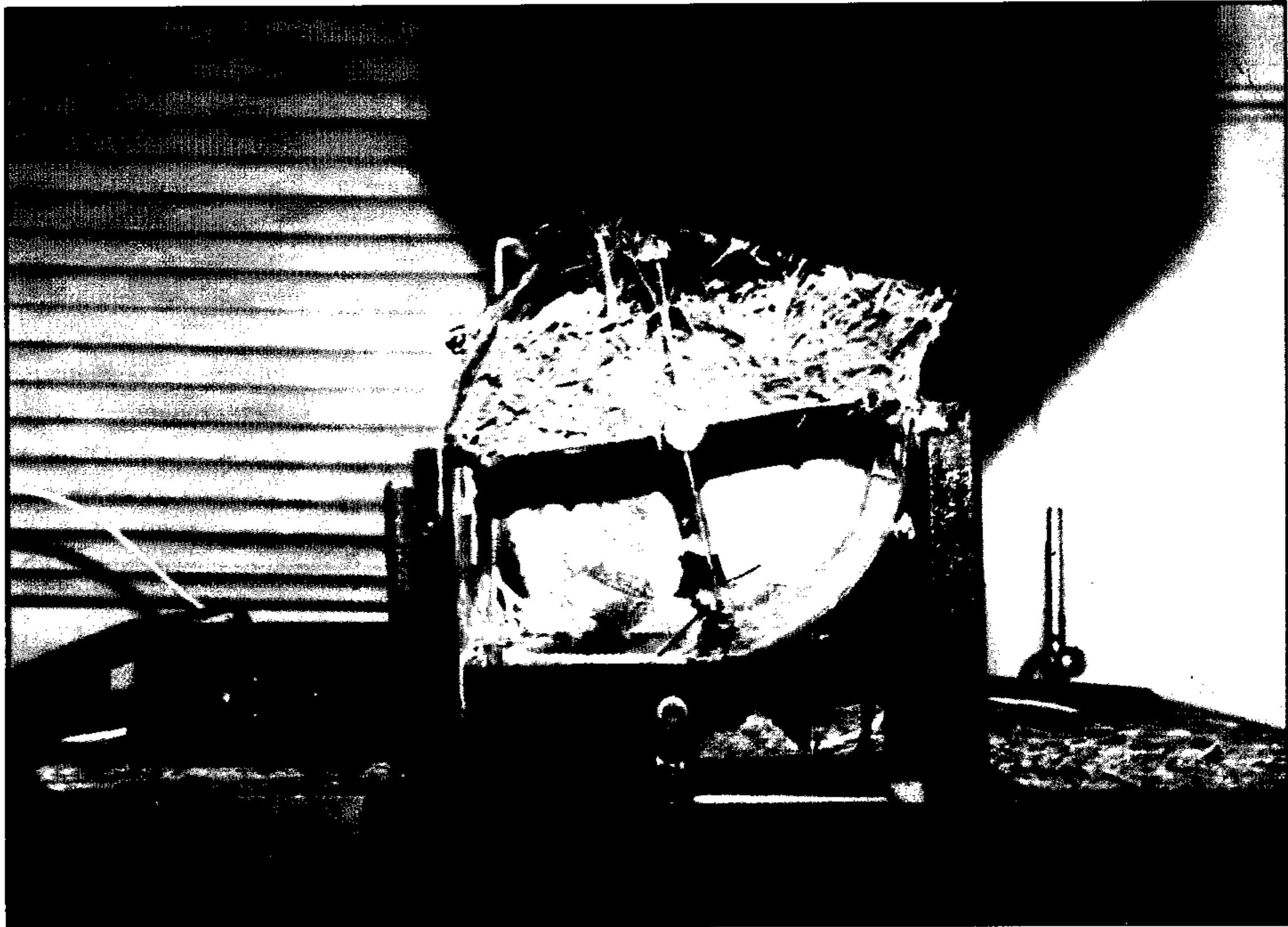
آزمایش‌های ابتدایی نشان داد که علوفه بر روی دیواره شیب‌دار مخزن و همچنین بر روی یکدیگر فشرده شده و به صورت یکنواخت به درون محفظه استوانه‌ای ریزش نمی‌کند. این امر ناشی از اصطکاک زیاد بین الیاف علوفه، کانال مخروطی مخزن علوفه و همچنین فشرده شدن مواد علوفه‌ای بر دیواره‌های مخزن می‌باشد. این امر سبب بروز تفاوت در میزان علوفه هر پیمان‌ها با پیمان‌ه بعدی می‌شود. لذا این نقص با نصب یک علوفه‌کوب (ضربه‌زن) برطرف شد (شکل ۵). اهرم مزبور در اثر چرخش، پره‌های بازوی علوفه‌کوب را به سمت بالا حرکت داده و پس از رها شدن با نیروی فنر به سطح علوفه‌های مخزن ضربه وارد کرده و علوفه‌ها را به درون محفظه استوانه‌ای (پیمان‌ه) می‌ریزد. پس از آزمایش‌های مختلف، فنر مناسب انتخاب و شکل هندسی ضربه‌زن بهینه شد. با اجرای این روش برای ریزش علوفه به درون محفظه استوانه‌ای (پیمان‌ه) نیاز به یک موتور جداگانه نبود (شکل ۵).



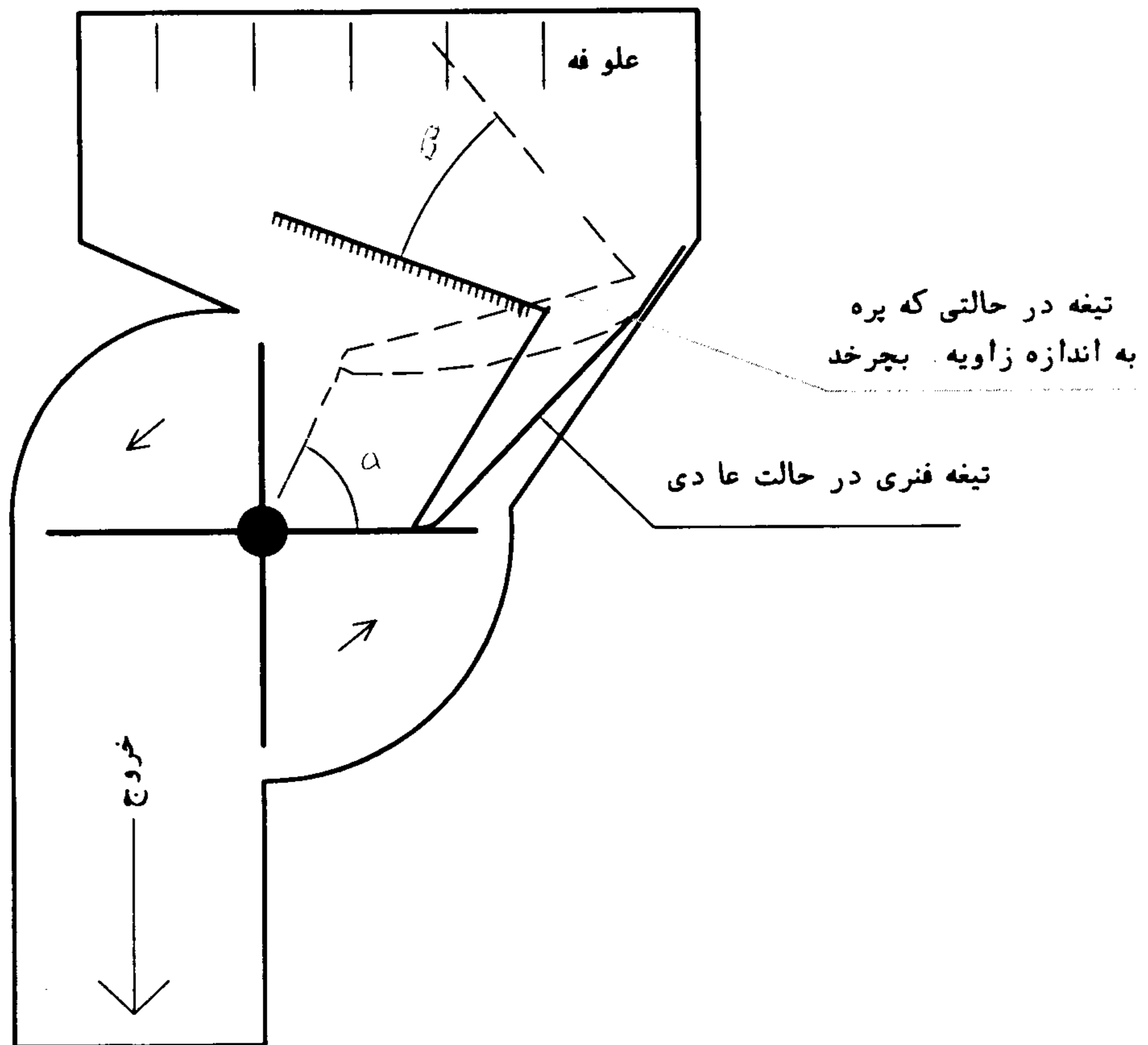
شکل ۲ - عکس دستگاه از بالا شامل موتور، محور انتقال نیرو، یاتاقان‌ها، زنجیر و چرخ زنجیر



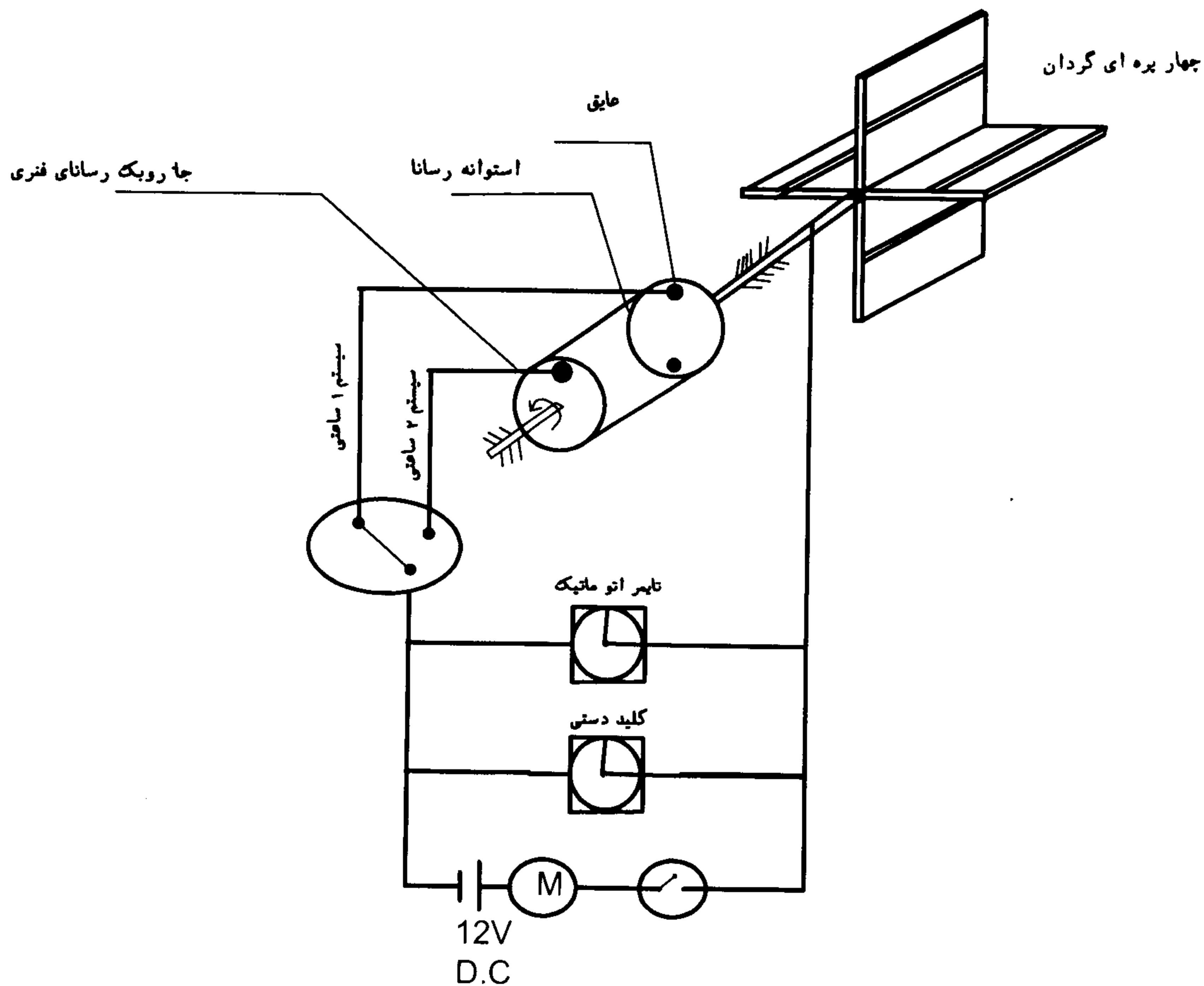
شکل ۳ - نمایی از یک چهارم پره‌گردان، کشویی و حجم کاذب در محفظه پیمان‌های



شکل ۴ - عکس نمای روبرو، چهار پره گردان و کشویی های ایجاد کننده حجم کاذب



شکل ۵ - محفظه پره گردان و علوفه کوب (ضربه زن)



شکل ۶ - تصویری از مدار کنترلی دستگاه خوراک‌دهنده اتوماتیک

محاسبات طراحی مکانیکی

تعیین نیروی لازم برای چرخاندن پره‌های پیمانه استوانه‌ای به دلیل نامشخص بودن خصوصیات علوفه‌های مورد استفاده فقط به صورت عملی امکان‌پذیر بود. لذا مقداری گاه و یونجه خرد شده، در محفظه دستگاه ریخته شد و گشتاور لازم جهت چرخاندن محور اندازه‌گیری شد. مقدار حداکثر گشتاور معادل $\tau_{max} = Nm$ است. سرعت زاویه‌ای مناسب برای چهار پره‌گردان (ω) معادل یک هشتم دور بر ثانیه در نظر گرفته شد. بنابراین:

$$\omega = \frac{1}{8} \times 2\pi \text{ rad/s} = 0.785 \text{ رادیان بر ثانیه}$$

$$P_{max} = \tau \times \omega = 3 \times 0.785 = 2.36 \text{ وات}$$

بدین ترتیب حداکثر توان مورد نیاز معادل ۲/۳۶ وات تعیین شد. برای اطمینان بیشتر ضرایب کار معادل $K_s = 1/8$ در نظر گرفته شد (۱) پس:

$$P = 1/8 \times 2/36 = 4/25 \text{ وات}$$

از یک الکتروموتور ۱۲ ولت قابل استفاده با برق مستقیم و توان خروجی معادل ۱۵ وات ($P = 15$) استفاده شد تا در صورت قطع برق امکان استفاده از باتری نیز وجود داشته باشد. برای انتقال نیرو از الکتروموتور به شفت از زنجیر شماره 06B-1 که یک راهه ($K_1 = 1$) است استفاده شد (۱). این زنجیر در سرعت کم

حجمی کاه و یونجه انجام شد. حداکثر حجم محفظه علوفه مورد نیاز برای تغذیه سه روز یک گوسفند ۶۰ کیلویی برای کاه ۳۰۰۰۰ سانتی متر مکعب برآورد شد (۷). لذا ابعاد مخزن 30×35 و ارتفاع آن ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. البته قسمت هرمی پایین نیز به این حجم اضافه می شود. ابعاد استوانه پیمانهای باتوجه به وجود چهار پره گردان و متناسب با دهانه کانال ورودی علوفه معادل ۱۰ سانتی متر ($R = 10$) و طول استوانه در راستای محور آن معادل ۱۶ سانتی متر ($h = 16$) انتخاب شد.

ب - دستگاه کنترل الکترومکانیکی

موتور الکتریکی دستگاه مذکور براساس دو حالت مورد انتخاب هر یک یا دو ساعت به صورت خودکار روشن می شود و محور پره های گردان برای ریختن هر پیمان ۹۰ درجه می چرخد و سپس متوقف می شود. برای این منظور یک تایمر الکترونیکی مخصوص برای این دستگاه طراحی و ساخته شد. با انتخاب حالت کلید تایمر در فواصل زمانی یک یا دو ساعت در زمان مشخص برای چند ثانیه جریان الکتریکی به الکتروموتور وصل می شود (شکل ۶). جریان برق توسط کلید مکانیکی که به محور پره ها وصل است تا کامل شدن چرخش ۹۰ درجه ای پره به الکتروموتور تغذیه و سپس قطع می شود. این کلید متشکل از یک استوانه کوچک فلزی است که روی شفت نصب شده است و دو تیغه فلزی (جاروبک) بر روی دو شیار موجود بر روی استوانه، اتصال الکتریکی ایجاد می کنند. تیغه های فلزی پس از چرخش ۹۰ درجه ای به نقاط عایق

می تواند توان معادل ۱۴۰ وات ($P_0 = 140$) را انتقال دهد. چون تعداد دندانه های چرخ دنده $N_1 = 15$ انتخاب شد پس $K_1 = 0.85$ و چون زنجیر یک راهه است مقدار $K_2 = 1$ می باشد. لذا این زنجیر می تواند توان واقعی (P) را انتقال دهد که برابر است با:

$$P = K_1 K_2 P_0 = 0.85 \times 1 \times 140 \approx 119 \text{ وات}$$

بدین ترتیب زنجیر با گام $P = 9.52$ میلی متر با ضریب اطمینان مناسب می تواند هدف را تأمین کند. فاصله مرکزهای دو چرخ زنجیر با حرکت موتور روی قسمت کشویی شاسی در محدوده $11/5$ تا $14/5$ سانتی متر قابل تنظیم است. فاصله دو مرکز $12/8$ سانتی متر در نظر گرفته شده که حد وسط محدوده فوق است. لذا:

$$\frac{L}{P} = \frac{2C}{P} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2(C/P)}$$

$$\frac{L}{P} = \frac{2 \times 128}{9.52} + \frac{15 + 56}{2} + \frac{(56 - 15)^2 (9.52)}{4\pi^2 128}$$

$$\frac{L}{P} = 65.56 \approx 66$$

در این فرمول L عبارت از طول بازوی تولیدکننده گشتاور ($L = 12 \text{ cm}$) و C فاصله دو مرکز چرخ دنده ها و N_1 تعداد دنده های چرخ دنده کوچک ($N_1 = 15$) و N_2 تعداد دنده های چرخ دنده بزرگ ($N_2 = 56$) است که در نتیجه تعداد گام برابر با ۶۶ می باشد.

محاسبات دیگری نیز از نظر تعیین حجم مورد نیاز محفظه علوفه پس از اندازه گیری وزن

$$\rho = \frac{M}{V}$$

در این فرمول ρ چگالی علوفه (گرم بر سانتی‌متر مکعب) و M جرم علوفه (گرم) پیمان شده و V حجم علوفه (سانتی‌متر مکعب) است.

روش اندازه‌گیری مقدار علوفه خروجی

میزان علوفه خروجی برای هر نوبت پیمان کردن در طول مدت یک شبانه‌روز با دو نوع علوفه، (کاه و یونجه خرد شده) توزین شد. اندازه‌گیری‌ها برای حالت تغذیه یک و دو ساعت یک‌بار برای سه روز متوالی انجام شد. در حالت مربوط به فواصل یک ساعت، هر نوبت یک پیمان در ساعت و در حالت دو ساعت، هر نوبت دو پیمان علوفه در آخور ریخته می‌شد. سپس آزمایش‌هایی با حجم‌های کمتر تکرار گردید. برای کاهش حجم محفظه استوانه‌ای (پیمان) از اجسام کاذب استفاده شد. آزمایش‌های فوق با استفاده از کشویی‌های شماره ۱، ۲ و ۳ برای هر حالت ۷۲ و ۳۶ نوبت، تکرار و مقادیر علوفه خروجی اندازه‌گیری و میانگین و انحراف معیار آن محاسبه شد.

نتایج و بحث

وزن مخصوص یونجه خرد شده در حالت غیرفشرده و فشرده به ترتیب ۰/۰۲۲ و ۰/۰۴ و برای کاه خرد شده ۰/۰۱۸ و ۰/۰۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. نتایج اندازه‌گیری علوفه‌های خروجی با نصب اجسام کاذب شماره ۱، ۲ و ۳ نشان داد که میزان علوفه خروجی به ترتیب حدود ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد کاهش یافت (جدول ۱).

شده استوانه رسیده و جریان برق الکتروموتور قطع می‌شود و تا چرخش بعدی جریان موتور قطع است. تایمر، کلید را برای شروع حرکت الکتروموتور به مدت دو ثانیه وصل می‌کند. ولی قطع جریان تا زمانی که جاروبک به عایق روی استوانه برسد ادامه می‌یابد. در مدار مزبور یک کلید فشاری نیز نصب شده تا در موارد اضطراری و یا هنگام آزمایش‌های اندازه‌گیری مقدار علوفه خروجی، با فشار دادن آن، محور پره‌ها ۹۰ درجه چرخش کند. تایمر با برق ۱۲ ولت مستقیم کار می‌کند و تغییرات ولتاژ برق (حتی تا هفت ولت) بر دقت تایمر تأثیر ندارد. مدار الکتریکی دستگاه شامل مدار ترانس مبدل برق ۲۲۰ ولت به ۱۲ ولت و یکسو ساز، به علاوه مدار تایمر و کلیدها بوده که در یک جعبه مناسب جاسازی شده است (شکل ۶).

روش اندازه‌گیری وزن حجمی مواد علوفه‌ای

برای طراحی مخزن و پیمان‌ها به علت متخلخل بودن و خاصیت الاستیسیته مواد علوفه‌ای لازم بود چگالی آن در حالات مختلف فشردگی اندازه‌گیری شود. در هنگام پرس شدن پیمان‌ها توسط مواد علوفه‌ای مقدار فشار بر روی کاه و یونجه خرد شده دارای اندازه یک تا سه سانتی‌متر، بسیار کمتر از فشار داخل مخزن بود. بدین منظور ابتدا مواد مذکور در داخل بشر مدرج که با دست فشرده شده بود و در حالت دوم همان کاه و یونجه خرد شده مشابه حالتی که در مخزن دستگاه وجود داشت، در یک بشر مدرج یک لیتری ریخته و وزن بر واحد حجم آنها از طریق فرمول ذیل محاسبه شد:

میانگین وزن یونجه خروجی پیمانۀ شده در تمام حالات اندازه‌گیری در یک روز بیشتر از کاه ولی واریانس آن کمتر از کاه بود. این امر ناشی از وزن مخصوص بیشتر یونجه نسبت به کاه است. انحراف معیار مقدار کاه خروجی بیشتر از یونجه بود، که می‌تواند به دلیل ماهیت فیزیکی، خاصیت ارتجاعی، تخلخل و الاستیسیته بیشتر کاه نسبت به یونجه باشد (۷). لذا برای کاهش واریانس مقدار علوفه خروجی در هر نوبت پیمانۀ کردن و یا در یک شبانه‌روز باید تا حد امکان علوفه به‌طور یکنواخت خرد شده و طول الیاف آن کوتاه باشد. وجود الیاف بلند و خشن سبب گیرکردن و ریزش غیریکنواخت علوفه به‌درون محفظه پیمانۀ‌ای گردان شده و در نتیجه واریانس مقدار علوفه ریخته شده افزایش می‌یابد.

اندازه‌گیری‌ها برای حالت یک (بدون حجم

کاذب) در فواصل یک و دو ساعته برای هر دو نوع علوفه انجام شد. مقایسه نتایج نشان داد که واریانس مقدار علوفه اندازه‌گیری شده در فواصل دو ساعت بیشتر از یک ساعت است و با افزایش تعداد اندازه‌گیری (۲۴ نوبت برای فواصل یک ساعت و ۱۲ نوبت برای فواصل دو ساعت) میزان واریانس کاهش یافت. میزان کاه و یونجه خرد شده خروجی در ۲۴ ساعت با جسم کاذب شماره یک در حدود ۴۵۰ و ۸۵۰ گرم بود که به‌ترتیب معادل یک و دو درصد وزن گوسفند ۴۵ کیلوگرمی می‌باشد (۷). میانگین و انحراف معیار وزن کاه و یونجه برای هر پیمانۀ در فواصل یک ساعت به‌ترتیب در حدود $19(\pm 3)$ و $35(\pm 2)$ گرم بود که باتوجه به هدف ساخت دستگاه تغذیه یکنواخت دام برای حفظ حالت پایدار شکمبه در طول روز هماهنگی داشت.

جدول ۱ - میانگین و انحراف معیار وزن علوفه ریخته شده در ۲۴ ساعت، در فواصل یک و دو ساعت، با کسویی‌های مختلف

کاه (گرم)		یونجه (گرم)		نوع علوفه
فواصل زمانی		فواصل زمانی		
دو ساعت	یک ساعت	دو ساعت	یک ساعت	پیمانۀ
1209 ± 101	1191 ± 82	1682 ± 108	1569 ± 95	بدون حجم کاذب
395 ± 53	445 ± 41	823 ± 69	856 ± 51	با حجم کاذب شماره ۱
357 ± 48	343 ± 62	753 ± 45	780 ± 32	با حجم کاذب شماره ۲
327 ± 41	337 ± 38	526 ± 45	492 ± 35	با حجم کاذب شماره ۳

این مواد در شکمبه تجزیه و منجر به تولید مقدار زیادی اسیدهای چرب فرار و اسیدی شدن محیط شکمبه شود که سبب از بین رفتن میکروب‌های شکمبه و بروز عارضه اسیدوز می‌شود. لذا توصیه می‌شود برای گاوهای شیری پرتولید که نیاز به مقدار زیادی کنستانتره در هر روز دارند، دستگاه مشابهی طراحی شود تا کنستانتره موردنظر را در نوبت‌های بیشتری در طول روز در اختیار گاوها قرار دهد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از آقای محمد حسین کیانمهر مدیر محترم گروه ماشین‌های کشاورزی، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، که در تدوین و اصلاح متن و آقای محمد قراچمن‌لو که در ساخت دستگاه همکاری نمودند تشکر می‌شود. همچنین از معاونت پژوهشی دانشگاه تهران که بودجه این تحقیق را تأمین کردند، قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- 1 - ژوزف ادوارد شیگلی، ۱۳۶۹. ترجمه مهندس محمود سالک و مهندس رضا حرم‌پناه. طراحی در مهندسی مکانیک. انتشارات دانشگاه امام حسین. چاپ اول.
- 2 . Froetschel M and Amos H (1991) " Effect of dietary fiber and feeding frequency on fermentation, digesta, water-holding capacity and fractional turnover of contents " J. Anim. Sci. 69: 1312.

باتوجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری مواد علوفه‌ای، کوچک بودن ابعاد، وزن کم (۲۵ کیلوگرم)، مصرف برق (۱۵ وات در روز)، قابلیت نصب بر روی قفس گوسفند، امکان پیمانانه کردن انواع علوفه و مواد غذایی، امکان تغییر پیمانانه برای گوسفندانی با وزن ۲۰ تا ۶۰ کیلوگرم، تغذیه در فواصل یک و دو ساعت، عدم نیاز به توزین یا پیمانانه کردن خوراک توسط نیروی انسانی و قابلیت کار با باتری در صورت نیاز، از برتری‌های این دستگاه خوراک‌دهنده نسبت به سایر دستگاه‌های گزارش شده است.

پیشنهادها

معمولاً در آزمایش‌های هضمی از حداقل چهار عدد قفس و گوسفند استفاده می‌شود. برای صرفه‌جویی توصیه می‌شود در طراحی‌های بعدی در مقابل هر یک از چهار پیمانانه پره‌گردان یک خروجی تعبیه شود، تا در هر گردش کامل پره‌گردان، به‌طور همزمان مقدار مساوی علوفه و یا خوراک در آخور چهار قفس هضمی ریخته شود تا برای هر قفس نیاز به یک دستگاه جداگانه نباشد. همچنین تغذیه مقدار زیادی مواد دانه‌ای و یا کنستانتره‌ای در یک نوبت توسط نشخوارکنندگان سبب می‌شود تا مقدار زیادی از

- 3 . Girard V (1990) " Effect of intake on ruminal rate of passage of small forage particles " Can. J. Anim. Sci. - 70: 243.
- 4 . Grey FV, Weller RA, Pilgrim AF and Jones GB (1967) " Rate of production of

- violatile fatty acides in the rumen. Austr. J. Res. 18: 625.
- 5 . Minson DJ (1966) " The apparent retention of food in the reticulorumen at two levels of feeding by means of an hourly feeding technique " Brit. J. Nutr-20: 764.
- 6 . Minson DJ and Cowper JL (1977) " Equipment for automatical feeding forage to cattle at hourly intervals and removing uneating feed " J. Anim. Sci: 44(5): 814.
- 7 . N.R.C. (1985) Nutrient Requirements of Sheep. Sixth revised edition. National Research Council, W. D. C.
- 8 . Ulyatt M, Waghorn C, John A and Reid W. (1984) " Effect of intake and feeding frequently on feeding behaviour and quantitative aspects of digestion in sheep fed chaffed lucern hay ". Agri. Sci, camd. 102: 6.