

دستور ساخت ماشین فلوت زن از آپولونیوس

نوشته کمال شهاده، دونالد هیل و ریچارد لورچ

ترجمه و تلخیص از بهزاد طالبی

دانشجوی کارشناسی ارشد فلسفه علم دانشگاه صنعتی شریف

مقدمه مترجم

کاربرد علم در زندگی روزمره سابقه طولانی دارد. من باب مثال دانشمندان یونان باستان با اختراع وسایل مکانیکی، بعضی از مشکلات زندگی را حل می‌کردند. برخی از این اختراعات در کتابهای هرون اسکندرانی نیز آمده است.

قسمتی از این رساله‌ها در عصر تمدن اسلامی به زبان عربی ترجمه گردیده، که از آن جمله دستور ساخت ماشین فلوت زن می‌باشد که در یک متن عربی، به آپولونیوس نسبت داده شده است. از عنوان «نجار» که برای آپولونیوس ذکر شده نتیجه می‌شود که این شخص همان هندسه‌دان معروف یونانی است. چرا که قدما «نجار» را به معنی «هندسه‌دان» بکار می‌برده‌اند.

از این متن عربی که از زبان یونانی ترجمه گردیده است تاکنون چهار نسخه خطی در کتابخانه‌های لندن پاریس، نیویورک و دمشق موجود است. البته لازم به ذکر است که گرچه این دستگاه بنام دستگاه فلوت زن نامیده شده است، ولی در عمل تنها یک نت را می‌تواند بنوازد و در مورد اینکه چگونه این فلوت می‌تواند نت‌های مختلف را اجرا کند در رساله مذکور توضیحی داده نشده است.

ساخت ماشین فلوت زن بوسیله آپولونیوس نجار

متن عربی که برای ساخت ماشین فلوت زن در این مقاله آمده در چهار دستنوشته موجود است که سه تا از آنها کامل هستند و در نسخه‌های قدیمی همراه با رساله‌ای دیگر درباره ساخت ساعت‌های آبی منسوب به ارشمیدس قرار دارند. این نسخه‌ها عبارتند از:

1. British Library, London, Add. 23, 391, folios 21r-2sr
2. Bibliothe 'que Nationale, Paris, Catalogue by G. de slane, No. 2468, P. 437, folios 39v-42v.
3. Public Library, New York, Indo Persian, Spencer Collection, MS2, Risala-I HakTm Muhammad, folios 18r-20V.

اینها، سه دستنوشته‌ای هستند که برای تهیه متن عربی منقح و انتقادی در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین دستنوشته دیگری وجود دارد که به هنگام تهیه این مقاله مورد بررسی قرار گرفت و آن نوشته‌ای است مربوط به قرن پانزدهم که در دانشگاه بیروت موجود می‌باشد. اصل دستنوشته بنظر می‌رسد که ناپدید شده است و ما تنها به چند عکس با کیفیت پایین از آنها دسترسی داشتیم. تا آنجا که از عکسها، سه صفحه از متن و دو تا از تصاویر داخل متن مشخص بود، این نسخه، رونویس دقیقی از دستنوشته لندن بوده است. و لذا بنظر می‌رسید که هرگونه تلاشی برای بازیابی این متن نمیتواند چیزی اضافه بر دستنوشته‌های مورد مطالعه برای ما داشته باشد.

در تهیه متن حاضر ما به اصول زیر وفادار بوده‌ایم:

۱. هنگامیکه دستنوشته‌ها در موردی با هم توافق داشته‌اند، ما همان صورت را پذیرفته‌ایم.
۲. در مواقعی که دستنوشته‌ها تفاوت داشته است، ما صورتی را انتخاب کرده‌ایم

که بهتر از همه با معانی متن همخوانی داشته و یا صورتی که در دو تا از سه دستنوشته آمده است.

۳. مواردی که داخل گروه قرار گرفته است در هیچیک از دستنوشته‌ها نیست. هیچ کوششی برای بازیابی متن اصیل از طریق تصحیح انجام نشده است تا محققین بعدی با متن اصلی برخورد داشته باشند. همچنین در مقاله حاضر قطعه‌ای از نسخه موجود در کتابخانه دمشق به شماره MS, 4871 آمده است که مجموعه‌ای است از آثار علمی و فلسفی که تنها نیمی از یک صفحه در این نسخه به ماشین آپولونیوس اختصاص یافته است و شرحی مختصر و در بعضی موارد مخدوش از دستگاه است.

از کارهای مهم دیگری که درباره این رساله صورت گرفته است، یکی ترجمه آلمانی ویدمن^۱ و دیگری خلاصه انگلیسی^۲ است از فارمر. درباره ترجمه آلمانی ویدمن باید قدری با احتیاط سخن گفت. زیرا مشخصاً قسمتی در متن وجود دارد که بنظر می‌رسد عمداً بوسیله ویدمن مورد توجه قرار نگرفته است تا عملکرد دستگاه قابل قبولتر شود و همچنین یک تصویر مهم نیز حذف شده است.

در این مقاله پس از ارائه متن منقح عربی، ترجمه‌ای از این متن را بدست داده و سپس به تحلیل آن خواهیم پرداخت.

1. E. Wiedemann, *Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. III* reprinted in E. Wiedemann, *Aufsätze zur arabischen Wissenschafts-geschichte*, Hildesheim-New York 1970, vol. I, pp. 59-104. Originally Published in 1905.

E. Wiedemann, "Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. XXXV. Über Musikautomaten", *Aufsätze* vol. II, pp. 47-56. Originally Published in 1914.

2. H. G. Farmer, *The Organ of the Ancients from Eastern Sources*, London 1931.

متن منقح و انتقادى رساله

الرموز: مخطوط باريس: س

مخطوط نيويورك: ك

مخطوط لندن: ن

صنعة آلة الزمر^٣ لأبلنيوس النجار الهندسي

نتخذ صندوق مهندم مزفت أو مرصص من داخله كله، طوله^٤ أربعة أذرع في عرض أربعة أشبار في ارتفاع شبرين و نصف^٥ و يحجب من وسطه بحجاب جاف^٦ من جميع نواحيه، فيصير حينئذ خزانتين و يتخذ في كل خزانة ثقب^٧ مفتوح أربعة أصابع مضمومة مهندمة^٨ في مثلها و يتخذ لكل ثقب منها باب مهندم^٩ يقع في حومات تنهدم^{١٠} حتى لا يخرج من الهواء مقدار حبة^{١١}، ويكون كل باب بنمادجة^{١٢} من داخل معلقة على كل باب مع^{١٣} أرض الخزانة، و نتخذ في ثلثي ارتفاع كل خزانة سهم على محورين شبيه بعمود الميزان، ويكون أحد رأسيه موازياً لطبق الباب الذي وصفناه. ويكون في هذا الرأس الموازي لطبق الباب الذى وصفناه. ويكون في هذا الرأس الموازي لطبق الباب ثلاث سلاسل معلق بها طرجهارة و كأنها كفة ميزان معلقة، و يكون في أسفل الطرجهارة رزة و فيها عمود و في طرف العمود رزة أخرى ثابتة في وسط الطبق و يكون في الطرف الآخر من السهم رمانة^{١٤} رصاص [و يكون

٣. صنعة آلة الزامر: صفة الزامر. ٤. طوله: غير واردة في ن.

٥. في ارتفاع شبرين و نصف: في ارتفاع شبر و نصف ك.

٦. و يحجب من وسطه بحجاب جاف: و يحجب في وسطه حجاباً جافاً س.

٧. ثقب: بيت ن.

٨. مهندمة: غير واردة في ن.

٩. و يتخذ لكل ثقب منها باب مهندم: و يتخذ لكل ثقب باب من هذه الأبواب من داخل مهندمة ن.

١٠. تنهدم: فنهدم ن.

١١. مقدار حبة: مقياس حبة ن.

١٢. بنمادجة: نرمادجة س.

١٣. مع في س.

١٤. رمانة: زمانة، وردت في ن مراراً أي بنطقة على الرء.

وزنها أيضاً بمثل^{١٥} حتى إذا مالت ارتفع الرأس الآخر من السهم، فترتفع الطرجهارة و يرتفع العمود، و يرتفع الطبق، فيكون الباب حينئذٍ قد الفتح و ارتفع قدر ثلاث أصابع مضمومة^{١٦} و أكثر قليلاً. هذا قدره و قدر العمود، ثم يعمل^{١٧} في الخزانة الأخرى كذلك سواء. و تكون الطرجهارة^{١٨} إذا امتلت ماء تميل و تنجذب إلى أسفل فينطبق الباب، و تتكي الطرجهارة على العمود و يتكى العمود على الطبق الذي هو الباب^{١٩} فيشتد انطباقه لكي لا يخرج من الهواء شيء، و ترتفع الرمانة الرصاص من الجانب الآخر، هذا إذا كانت الطرجهارة مملوءة ماء، فإذا لم يكن فيها شيء مالت الرمانة الرصاص فارتفعت الطرجهارة و الفتح الباب. و يكون في كل طرجهارة ثقب دقيق في أسفلها قريب من موضع الرزة. فاحكم هذا غاية الإحكام و زفت الخزانتين لئلا يخرج منه شيء من الهواء ثم أطبق الخزانتين من فوق إطباقاً محكماً كهيئة ما عملت بباقيها فيكون حينئذٍ صندوق مصمت ليس يُعلم ما فيه من داخل، و تكون له قوائم قدر شبر و نصف فكأنه صندوق لا يشك فيه، ثم اتَّخذ فوق هذا الصندوق حوله كله بقدر أربع أصابع داخله منه حجرة و اتخذ في سقفي الخزانتين اللذين هما^{٢٠} طبق الصندوق، بابين نافذين بإزاء الطرجهارتين سواء حتى إذا دخل في البابين شيء، وقع في جوف الطرجهارتين سواء و تكون هذه الأبواب كأن بداخلها بيوت صغار في أواسطها^{٢١} أثقاب، أعني ثقب في سطح كل باب و يركب على كل ثقب أنبوب عدل ليدخل إلى الطرجهارة و لا يسرق شيئاً من الهواء. فليكن الصندوق اب و البابين اللذين ينطبقان بهندام و فيهما^{٢٢} الرزتين كك و العمودين اللذين في الرزتين ل ل، و الطرجهارتين ه ه، و المحورين و و، و الرمانتين ر ر و بيتي العدل ط ط و أنبوتي العدل ح ح، [و هذه صورة ذلك]^{٢٣}.

١٥. الجملة بين الحاصرتين غير واردة في س. ١٦. مضمومة: مفتوحة س.
 ١٧. يعمل: و يعمل ن. ١٨. و تكون الطرجهارة: و يكون وزن الطرجهارة ن.
 ١٩. الجملة: و يجمل عليه العمود و الطرجهارة فيشتد... وردت في س.
 ٢٠. اللذين هما: الذي هو ن. ٢١. أواسطها: أواسطها س.
 ٢٢. و فيهما: اللذين فيهما ن. ٢٣. الجملة بين الحاصرتين [] غير واردة في س.

ثم اتَّخذ من فوق عند طبق الخزانة أبواب تنطبق و يرتفع على كل ثقب مما وصفناه الذي هو العدل باب نرمادجة^{٢٤} قضيب طويل محدود، فإذا كان الباب مطبق كان أصل القضيب المتصل بالباب مرتفع عن وجه طبق الخزانة [و الطرف الآخر البراني من القضيب ساقط على وجه الخزانة]^{٢٥} الذي هو طبق الصندوق فافهم ما وصفنا. فإذا فعلت هذا بالبايين و أحكمت ذلك إحكاماً جيداً فقد تم عملك لأن كل ما بعد هذا تبع له^{٢٦}. وليكن البيتان اب و البايان د د و القضيبان ه ه و الأنبوبان ح ح، ثم اتَّخذ في الخزانتين أنبوبين قائمين في أطرافها نافذين و عليها أنبوب آخر معارض. و في طرفي الأنبوب المعترض للأنبوبين، بايين في داخل (يعملان) على عمل أبواب النضاحات^{٢٧} التي يقال لها باب المدفع، و يكون في وسط الأنبوب المعترض للأنبوبين أنبوب طوله كطول الناي و هو الذي يخرج منه الصوت، و يثقب كما يثقب الناي و تتركب على رأسه الحبة^{٢٨} فإذا فرغت من هذا كله و أحكمته، فاتخذ على الحجرة دولا ب برحاب الرحا الرومي أو الرحا المولد القائم في سفود و هو الأبرار^{٢٩} و في هذا الأبرار الذي في الرحا^{٣٠} دوارة مثل رحا الماء سواء، يديرها^{٣١} الماء. و الدوارة تكون ذات أسنان قليلة لتبطئ حركتها، لكي يبطئ دخول الماء. وليكن السفود عدده مثل عدد أسنان الدوارة سواء. و يكون موضع نصب السفود فيما بين البابين سواء. ثم اتَّخذ فوق هذه الحجرة، التي فيها الدولا ب [و يكون الدولا ب مرتفع من وجه الخزانة قدر ذراع فاتخذ حينئذ فوق الدولا ب]^{٣٢} خزانة للماء تسع ما شئت و يكون لها ثقب إذا فُتح بثيونه انصب الماء على الرحاب. [وليكن الدولا ب دوليكن الماء مرتفع عن وجه الخزانة قدر ذراع فإذا انصب الماء على الرحاب دار الدولا ب و

٢٥. الجملة بين الحاصرتين [] غير واردة في س.

٢٧. أبواب النضاحات: أبواب الرصاصات س.

٣٠. الرحا: البرجات ن.

٣٢. الجملة بين الحاصرتين [] غير واردة في س.

٢٤. نرمادجة: بنامادجه ن.

٢٦. له: غير واردة في س.

٢٨. الحبة: هي القسم الذي يوضع في الفم من الناي.

٢٩. الأبرار: الأبراز ن.

٣١. يديرها: التي يديرها ن.

لا يكون دوره سريعاً جداً بل يكون^{٣٣} بقدر ذلك حتى يكون معتدل الدوران. ثم اتَّخذ في أسفل السفود عند أسفله نصف دائرة صفيحة يكون وسطها عند ثخن البابين^{٣٤} اللذين فيهما الصفيير و تكون هذه النصف دائرة إذا دارت دخل أولها الذي عند قطرها^{٣٥} تحت القضيب الذي هو الباب. فإذا مرت النصف دائرة قليلاً، رفعت القضيب، فإذا ارتفع القضيب ارتفع الباب و دخل الماء من تحت الباب من موضع ارتفاعه و صار إلى البيت الصغير الذي فيه أنبوب العدل و ارتفع فدخل في أنبوب العدل فانصب في الطرجهارة و الماء ينصب^{٣٦} بسرعة و الدولاب يتحرك بإبطاء و مالت الطرجهارة و انطبق الباب الأسفل و اتكأ عليه العمود و اتكت الطرجهارة على العمود و اختنق الهواء و طلب الخروج^{٣٧} فلم يجد مخرجاً إلا من الأنبوب، فدخل في الأنبوب حتى صار إلى عطفه ففتح باب المدفع المعلق عليه من داخل، و مرّ مستويّاً فوافى الباب الآخر فدفعه فأغلقه فرجع إلى المنتصف من الأنبوب فخرج من الأنبوب المعترض الذي فيه الزمارة فرمّ.

فافهم ما وصفنا، فلا يزال يزمر والنصف دائرة تدور بإبطاء تحت القضيب رافعة له و الباب مرفوع لارتفاع القضيب، و لا يزال كذلك و الماء يجتمع في الخزانة حتى إذا تمّ دور النصف دائرة و خرجت جميعها من تحت القضيب، سقط القضيب على وجه أرض الخزانة كما كان أولاً. فانطبق الباب و انقطع الماء، و بدأ طرف الدائرة يدخل تحت القضيب الآخر فارفع و ارتفع الباب و دخل (الماء) إلى أنبوب العدل الآخر في البيت الصغير المصنوع مثل الأول و صار الماء إلى الطرجهارة. فإذا امتلأ فعل مثل فعل الأول سواء و حدث الزمر مثل حدوث الأول متصلاً به لا ينقطع، فلا يزال هكذا ما دام الماء يدخل و يخرج ليكون على الدائرة و على نايب موضع

٣٣. الجملة بيت الحاصرتين [غير واردة في ن.

٣٤. عند ثخن البابين: عند نصف ثخن البابين ن، ك.

٣٥. دخل أولها الذي عند قطرها: الذي دخل أولها عند قطرها س.

٣٦. ينصب: و هكذا ينصب س. ٣٧. الخروج: المخرج ن.

لمخرج الريح م ه و على بابي المدفع د د و على مدخل الهواء من الصندوقين اب و هذه صورة الدولاب و نصف الدائرة و المدفع^{۳۸}.

ثم إن البيت الأول إذا انصب فيه شيء من الماء بدأ الماء يخرج من الثقب الذي فيه. فإذا خرج الماء خفت الطرجهارة و جذبتها الرصاصة^{۳۹} التي في الطرف الآخر من السهم فارتفعت الطرجهارة و ارتفع العمود و انفتح الباب فخرج الماء من الخزانة كله و تفرغت و لا تزال الخزانة الأخرى تعمل حتى يبلغ وقتها و تبدأ الأولى التي كانت تفرغت تعمل ثم تفرغ هذه، و لا تزال هذه الآلة تعمل ما كان لها ماء^{۴۰}.

ترجمه دستنوشته

ساخت ماشین فلوتزن بوسیله آپولونیوس

جعبه‌ای در اندازه مناسب که دارای طول ۴ ذراع، پهنای ۴ وجب و عمق ۲/۵ وجب باشد و بوسیله قیراندود شده باشد را تهیه می‌کنیم. در وسط این جعبه یک جداکننده قرار می‌دهیم که تمام گوشه‌های آن مسدود باشد و به این وسیله جعبه را به دو محفظه تقسیم می‌کنیم. در هر محفظه یک سوراخ بطول دقیقاً ۴ انگشت بسته ایجاد می‌کنیم و برای هر سوراخ یک شیر به اندازه مناسب تعبیه می‌کنیم که دقیقاً در داخل سوراخ قرار گیرد به نحوی که ذره‌ای هوا از آن عبور نکند. هر شیر لولایی به درون دارد که شیر را به کف محفظه متصل می‌کند. در دو سوم ارتفاع هر محفظه میله‌ای را روی دو محور شبیه به میله ترازو قرار می‌دهیم. یکی از دو انتهای میله در راستای پوشش شیری است که آنرا وصف نمودیم. در این انتها، که در راستای پوشش شیر است. سه حلقه وجود دارد که یک کاسه از آنها معلق است و مانند کفه معلق ترازو می‌باشد. زیر کاسه یک بست فلزی وجود دارد که متصل به یک میله عمودی است و انتهای دیگر میله عمودی هم بوسیله یک بست به مرکز در شیر

۳۸. و المدفع: غير واردة في ن.

۳۹. الرصاصة: هي الرمانة الرصاصية.

۴۰. في ن و ك فقط كان الختام جملة تنضمن الحمد لله و الصلاة على النبي محمد و آله.

متصل است.

در انتهای دیگر میله یک «وزنه تعادل» قرار گرفته است، بگونه‌ای که وقتی این وزنه به طرف پایین حرکت می‌کند، طرف دیگر میله به طرف بالا می‌آید و بنابراین کاسه هم بالا می‌آید و میله عمودی هم بالا می‌آید و نتیجتاً در شیر برداشته می‌شود. بنابراین در نتیجه این عمل شیر به اندازه ۳ انگشت بسته، باز می‌شود. سپس ما دقیقاً همین کارها را برای محفظه دیگر هم انجام می‌دهیم. زمانی که کاسه با آب پر می‌شود، به سمت پایین حرکت می‌کند و در نتیجه شیر بسته می‌شود. کاسه روی میله عمودی قرار می‌گیرد و میله مهار هم روی پوشش قرار می‌گیرد که همان شیر است. بنابراین شیر محکم بسته می‌شود و هیچ هوایی از محفظه خارج نمی‌شود. «وزنه تعادل» به طرف بالا حرکت می‌کند - و این زمانی است که کاسه پر از آب است - لیکن وقتی که در کاسه چیزی نیست، «وزنه تعادل» به طرف پایین حرکت می‌کند و کاسه بطرف می‌آید و در نتیجه شیر باز می‌شود. در هر کاسه یک سوراخ کوچک در زیر کاسه نزدیک به بست فلزی وجود دارد.

این اعمال را باید با دقت انجام دهید. محفظه‌ها باید بوسیله قیر اندود شود تا هیچ هوایی از آنها خارج نگردد. سپس بالای هر دو محفظه باید مثل سایر قسمت‌های آن پوشانده شود. در اینصورت مثل جعبه‌ای خواهد شد که هیچکس نمی‌داند داخل آن چیست و $1/5$ و جب طول خواهد داشت، گوئی که بدون شک یک جعبه است.

سپس در بالای این جعبه و دور محیط کامل آن، یک حفره باندازه چهار انگشت در داخل جعبه تعبیه کنید. روی سقف محفظه‌ها، دو شیر نصب کنید، بگونه‌ای که این شیرها دقیقاً در مقابل کاسه‌ها قرار گیرند و در نتیجه هر چیزی که داخل شیرها شود دقیقاً بدرون کاسه می‌ریزد. داخل این شیرها حجره‌های کوچکی قرار دارند که در مرکز شیر واقع شده‌اند و بالای هر یک، یک سیفون هم مرکز وجود دارد که هنگام ورود چیزی بداخل کاسه‌ها از ورود هوا جلوگیری می‌کند. جعبه را ب، دو شیری که

محکم بسته می‌شوند و بست فلزی دارند کک، دو میله عمودی روی بستها رال، دو کاسه راه، دو محور را و و، دو وزنه تعادل را رر، دو حفرة مربوط به سیفون متمرکز کننده را ط و دو سیفون متمرکز کننده را ح نام می‌دهیم (تصویر داخل دستنوشته). در بالا، روی پوشش محفظه دو شیر تعبیه کنید - همراه لولا - که روی دو حفرة ای که اشاره کردیم باز و بسته می‌شوند و مدخل سیفون متمرکز کننده هستند. هر یک از درهای شیرها یک میله بلند و ممتد دارد و هنگامیکه شیر بسته است، انتهایی از میله که به شیر متصل است از سطح محفظه بلند شده است و سر دیگر آن روی سطح محفظه که همان سطح جعبه است قرار دارد. بنابراین بدان که ما چه چیزی را شرح دادیم. زمانیکه این کار را با دو شیر انجام دهید و طرز کار شما دقیق باشد، شما کار را به اتمام رسانده‌اید زیرا بقیه کار بر همین اساس پیش می‌رود. دو حجره را اب، دو شیر را دد، و میله راه و دو لوله سیفون را ح بنامید.

سپس در دو محفظه دو لوله عمودی قرار دهید که انتهای آنها بداخل محفظه فرو رود و بالای آنها لوله بازگشتی دیگری باشد. در دو انتهای لوله ای که بین دو لوله عمودی قرار دارد شیرهایی از داخل وجود دارند که نمونه شیرهای آب پاش هستند و باب المدفع نامیده می‌شوند. در وسط این لوله، لوله دیگری است که طول آن به اندازه یک فلوت است. صدا از همین لوله برمی‌خیزد. این لوله درست مثل فلوت سوراخ شده است و دهانه آن در انتها قرار گرفته است.

هنگامیکه شما تمام این کارها را بدقت انجام دادید، آنگاه یک چرخ آبی مانند آسیاب رومی یا چرخ عمودی تازه اختراع شده روی حجره نصب کنید. این «ابرا» است و در این ابرار که در آسیاب قرار دارد، چرخنده ای موجود است که دقیقاً مانند آسیاب آبی با آب می‌چرخد. این چرخنده تعدادی دندان دارد تا به وسیله آنها حرکتش کند شود و در نتیجه آن ورود آب کند شود. تعداد دندانه های چرخ دنده افقی و چرخنده را یکسان تعبیه کنید. محلی که چرخ دنده افقی قرار می‌گیرد دقیقاً بین دو نیمه است. سپس بالای حجره ای که این چرخ در آن قرار دارد یک مخزن آب

با حجم دلخواه تعبیه می‌گردد که زیر آن یک سوراخ قرار دارد و از این سوراخ آب بروی پدالها تخلیه می‌شود. چرخ را د بنامید و آب را تا ارتفاع ۱ ذراع از سطح بالایی محفظه چرخ آبی بالا ببرید. وقتیکه آب روی پدالها می‌ریزد چرخ می‌چرخد، چرخش آن خیلی سریع نیست بلکه مقدار آب به اندازه‌ای است که چرخش را معتدل کند.

سپس در زیر چرخ دنده افقی و در پایین آن یک نیمدایره قرار دهید که این نیمدایره بصورت صفحه‌ای است که ضخامت مرکز آن با ضخامت شیرهای حاوی سوت برابر است. وقتیکه این نیمدایره می‌چرخد، گوشه آن زیر میله شیر می‌رود. زمانی که نیمدایره قدری حرکت می‌کند، میله را بلند می‌کند و وقتیکه میله بلند شود، آب وارد شیر می‌گردد و به فضایی که سیفون متمرکز کننده در آن قرار دارد میرسد و سپس از طریق این سیفون متمرکز کننده بدرون کاسه می‌ریزد. آب بسرعت جاری می‌شود و چرخ به آرامی حرکت می‌کند. کاسه بطرف پایین می‌رود و شیر پایینی بسته می‌شود و میله عمودی روی آن قرار می‌گیرد و کاسه روی میله عمودی قرار می‌گیرد. هوا فشرده می‌شود و بدنبال راه خروج می‌گردد ولی هیچ راهی جز به درون لوله پیدا نمی‌کند. هوا وارد لوله می‌شود و به خم لوله می‌رسد، سپس شیر باب‌المدفع را که از داخل روی آن معلق است باز می‌کند و عبور می‌کند تا به شیر دیگر می‌رسد، آن را فشار می‌دهد و می‌بندد. بنابراین هوا به وسط لوله باز می‌گردد و از لوله بازگشتی به طرف جایی که فلوت قرار داده شده است خارج می‌شود. نتیجتاً ایجاد صدا می‌کند.

بدان آنچه را که وصف نمودیم. تا هنگامیکه نیمدایره به زیر میله می‌رود و شیر بواسطه بلند شدن میله، بلند می‌شود، دستگاه ایجاد صدا می‌کند. این ماجرا ادامه میابد و آب در محفظه جمع می‌شود، تا زمانی که نیمدایره، نیم چرخش خود را کامل می‌کند و همه آن از زیر میله بیرون می‌آید. میله روی سطح کف محفظه می‌افتد و بنابراین به وضع اول باز می‌گردد و شیر بسته می‌شود. آب قطع می‌شود و نیمدایره

شروع به وارد شدن زیر میله دیگر می‌کند. میله بلند می‌شود و به تبع آن شیر بلند می‌شود و آب داخل سیفون متمرکز کننده دیگر می‌شود و به کاسه می‌رسد و هنگامیکه کاسه پر می‌شود، دقیقاً مانند کاسه اول عمل می‌کند. فلوت مانند قبل به صورت ممتد و لاینقطع کار می‌کند. ماشین به همین صورت مادام که آب وارد و تخلیه می‌شود کار می‌کند. نیمدایره و جایی که هوا از آن بیرون می‌رود به ترتیب م، ه، شیرهای آب پاش گونه را د، و ورودی هوا به جعبه‌ها را اب بنامید.

سپس هنگامیکه آب بدرون کاسه اول می‌ریزد، شروع به خارج شدن از سوراخ زیر آن می‌کند. وقتیکه آب بیرون می‌آید، کاسه سبکتر می‌شود و «وزنه تعادلی» که در طرف دیگر میله قرار دارد آنرا پایین می‌کشد و کاسه بالا می‌آید و میله اتصال نیز بالا می‌آید و شیر باز می‌شود. تمام آب از محفظه خالی می‌شود. سپس محفظه دیگر همین کار را ادامه می‌دهد تا زمانی که این ماشین آب دارد کار می‌کند.

توضیح عملکرد دستگاه

در این قسمت از مقاله می‌کوشیم تا با استفاده از شکل‌های A_1 ، A_2 شرح روشنتری از دستگاه فلوت زن آپولونیوس ارائه نمائیم.

همانگونه که در شکل مشاهده میشود، دستگاه از یک جعبه تشکیل شده است که ابعاد این جعبه در حدود $۰/۶ \times ۰/۹ \times ۲/۴۰$ متر میباشد و بوسیله یک صفحه جداکننده به دو محفظه تقسیم شده است. در هر محفظه یک میله عمودی قرار دارد که روی آن یک میله افقی مثل میله ترازو قرار گرفته است. در یک طرف این میله مطابق شکل «وزنه تعادل» و در طرف دیگر آن یک ظرف (T_2, T_1) معلق میباشد. کف هر محفظه یک شیر قرار دارد (V_1, V_2) که به وسیله یک میله به ظرف متصل میشود بگونه‌ای که با بالا رفتن ظرف (کاسه) شیر باز میشود و با پایین آمدن آن محکم بسته میشود. در وجه بالایی هر یک از این محفظه‌ها نیز یک حفره وجود دارد (V_3, V_4) که در داخل هر حفره یک سیفون قرار گرفته است. آب از طریق این

سیفون‌ها بدون محفظه‌ها راه میابد. بالای این جعبه، محفظه دیگری قرار دارد که درون آن مطابق شکل یک چرخ آبی عمودی، یک چرخ دنده افقی و یک چرخ دنده برای تبدیل حرکت چرخ آبی به حرکت افقی چرخ دنده افقی قرار گرفته‌اند. بالای این محفظه نیز مخزن آب قرار دارد.

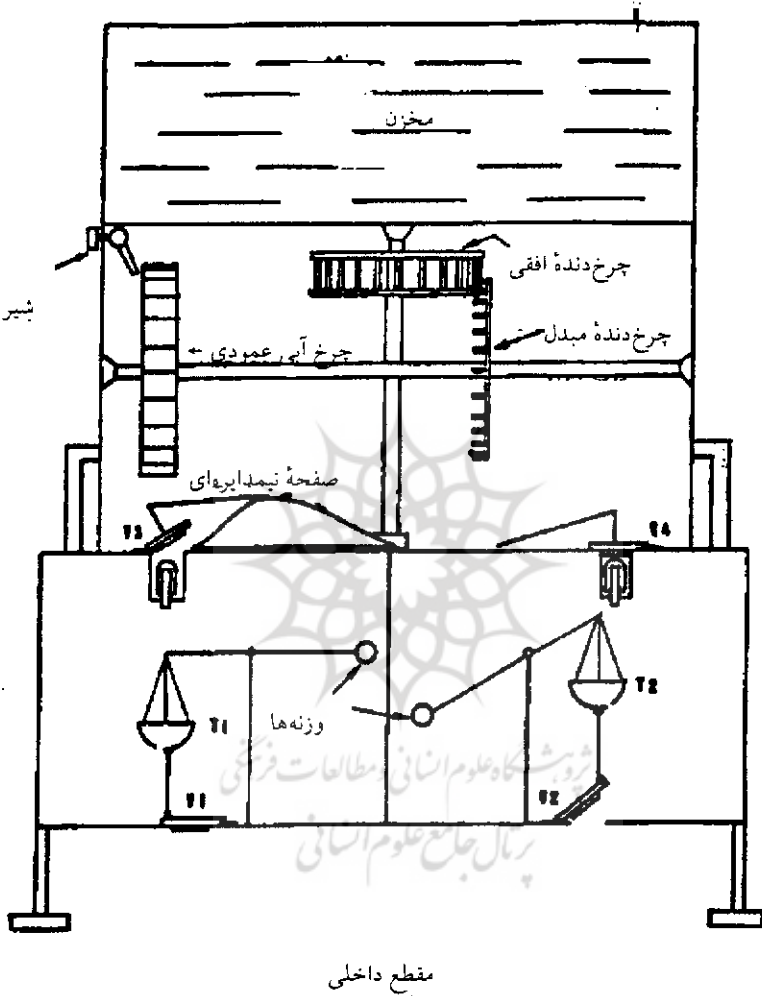
شیوه کار دستگاه به این صورت است که ابتدا آب از داخل مخزن بروی چرخ آبی میریزد و آن را به حرکت درمی‌آورد، با چرخش محور این چرخ، مطابق شکل چرخ دنده مبدل به حرکت درمی‌آید و از آنجا که دندانه‌های این چرخ دنده با دندانه‌های چرخ دنده افقی درگیر است، چرخش آن چرخ دنده افقی را می‌چرخاند. چرخ دنده افقی نیز متصل به محوری است که پای این محور یک صفحه نیم‌دایره‌ای نصب شده است. ضخامت این صفحه هر قدر که به مرکز نزدیک می‌شود افزایش میابد. با چرخش محور، نیم‌دایره نیز می‌چرخد و زیر میله‌ای قرار می‌گیرد که متصل به در شیرهای V_3 یا V_4 می‌باشد. در نتیجه میله به تدریج بالا می‌رود و شیر باز می‌شود. بنابراین آب از طریق سیفون بداخل محفظه وارد می‌شود و درون کاسه میریزد. کاسه‌ای که سنگین شده است پایین می‌رود و در پایینی محفظه (V_1, V_2) در شکل) را میندند. در نتیجه این عمل، هوا داخل محفظه متراکم می‌شود.

در وجه دیگر این محفظه‌ها دو لوله قرار دارد که مطابق شکل A_2 به وسیله لوله سومی به یکدیگر متصل شده‌اند. در محل اتصال این لوله سوم دو شیر قرار دارند (V_5, V_6) که تنها از یک طرف باز می‌شود. در وسط لوله‌ایی که دو لوله اول را بهم متصل کرده است، فلوت قرار گرفته است.

هوای فشرده شده در محفظه وارد لوله‌ها می‌شود و از آنجا به فلوت میرسد و ایجاد صدا مینماید.

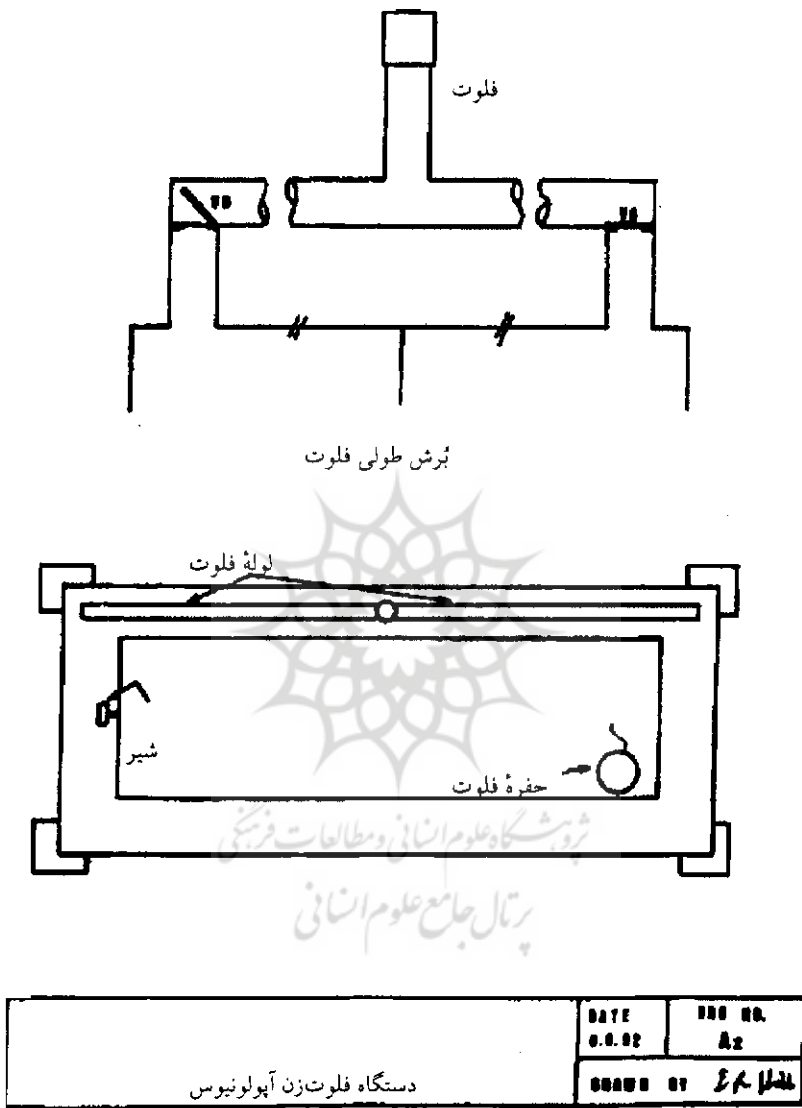
در زیر هر یک از کاسه‌ها یک سوراخ وجود دارد که باعث می‌شود آب درون کاسه‌ها به تدریج تخلیه شود. لذا پس از مدتی که آب درون کاسه تخلیه شد وزنه تعادل به طرف پایین حرکت میکند و کاسه را به سمت بالا می‌کشد و در نتیجه شیر کف محفظه باز می‌شود و آب به طور کامل از درون محفظه خارج می‌شود. در همین هنگام نیم‌دایره به زیر میله متصل به در شیر محفظه دیگر می‌رود و اعمال توضیح

داده شده به ترتیب در مورد محفظه دیگر نیز انجام میشود.



دستگاه فلوت زن آپولونیوس	DATE	NO. NO.
	0.0.02	A1
		DRAWN BY: D.A. Sina

شکل ۱



شکل ۲

