



## نتیجه‌الدوله یا سه رساله در اختراعات صنعتی

محمد جواد ناطق<sup>۱</sup>

### مقدمه

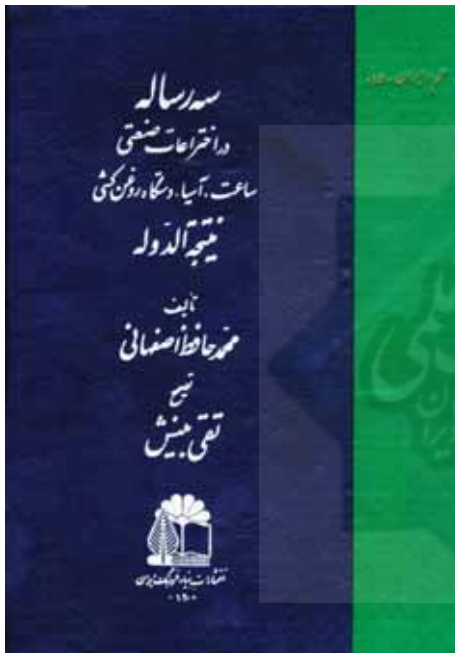
کتاب نتیجه‌الدوله از معدود کتاب‌هایی است که در زمینه علم الحیل یا صناعة الحیل، آن‌هم به زبان فارسی نوشته شده و از آخرین آثار مکتوب در این زمینه است که از واپسین روزهای باشکوه دوران تمدن اسلامی و در واقع از دوره احتضار آن به ما رسیده است. در این کتاب طراحی و ساخت ساعت مکانیکی، ماشین روغن‌کشی، و آسیای آبی به تفصیل تشریح شده است. به اجمال باید گفت که علم حیل را دانشمندی چون فارابی، احمد بن یوسف کاتب خوارزمی، ابن ندیم، قطب‌الدین شیرازی، حاجی خلیفه و دیگران از شاخه‌های علوم دوره اسلامی برشمرده‌اند. علت نام‌گذاری آن به این اسم، ساخت و به‌کارگیری دستگاه‌هایی بود که هر یک کار ویژه‌ای را به‌صورت خودکار انجام می‌داد و از دید مردم آن روزگار محیر العقول بود؛ از این رو از حيله‌ها و نیرنگ‌ها محسوب می‌شد و به آن «نیرنجات» هم می‌گفتند. این علم قابل تطبیق با مهندسی مکانیک امروزی است.

### معرفی کتاب

کتاب نتیجه‌الدوله را محمد حافظ اصفهانی در نیمه اول سده دهم هجری، در دوره تیموریان و به احتمال قوی در خراسان تألیف کرد. مرحوم تقی بینش این کتاب را عیناً از روی نسخه ظاهراً یکتای آستان قدس

<sup>۱</sup> عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده مهندسی مکانیک؛ nategh@modares.ac.ir

رضوی، در سال ۱۳۵۰ش توسط انتشارات بنیاد فرهنگ ایران به چاپ رساند. وی تصحیحات املائی و انشایی مد نظر خود را در پانویس‌ها آورد و در تعلیقات نسبتاً مفصلاً که جدا از متن اصلی به انتهای کتاب افزود به توضیح لغات مشکل همت گماشت. همچنین در مقدمه‌ای که بر این کتاب نوشت اطلاعات مفید و تصویر گویایی در مورد نویسنده و کتاب او عرضه کرد. کتاب در ۲۰۸ صفحه، که ۱۶۰ صفحه آن مربوط به متن و بقیه شامل تعلیقات و فهرست‌هاست همراه با مقدمه‌ای یازده صفحه‌ای از مصحح در قطع رقعی به چاپ رسید. نویسنده این سطور نیز بر اساس همین چاپ به معرفی کتاب پرداخته است. افزوده‌شدن نمایه به انتهای کتاب می‌توانست برای پژوهشگران بسیار مفید باشد و جای خالی آن حس می‌شود.



نتیجه‌الدوله نامی است که خود نویسنده در دیباجه (ص ۶) بر کتاب می‌نهد و می‌گوید کتاب در شرح اعمال چهارده‌گانه است و در همان جا (ص ۶-۸) آنها را به‌عنوان چهارده اختراع برمی‌شمرد و هر کدام را به اجمال معرفی می‌کند؛ ولی به‌دلیلی نامشخص تنها به تشریح سه دستگاه در کتاب می‌پردازد. مصحح، نام «سه رساله در اختراعات صنعتی» را نیز به عنوان کتاب افزوده است.

کتاب دارای سه مقاله است که در آنها به‌ترتیب چگونگی طراحی و ساخت ساعت مکانیکی، دستگاه روغن‌کشی، و آسیای آبی تشریح شده، و برای توضیح هر دستگاه، شکل‌های زیادی رسم شده است. هر مقاله یک مقدمه و سه فصل دارد. نویسنده هر فصل را در مقاله اول، «اصل»، در مقاله دوم، «مصباح»، و در

مقاله سوم، «مآده» می‌نامد؛ دیباجه‌ای نیز در ابتدای مقاله اول آورده است که در آن به صورتی ادیبانه داستان پرداختن به کارهای مهندسی، یا به تعبیر خودش اختراعات، و همچنین ارتباط کارهای خودش را با امرای دربار شرح می‌دهد. همچنین در جاهای مختلف کتاب از شواهد تاریخی بهره‌جسته و چنان که مصحح در مقدمه خود گفته، چون تعدادی از این شواهد تاریخی متکی به مشاهدات مستقیم خود نویسنده است، ارزش تاریخی دارد.

### نویسنده کتاب

از زندگانی نویسنده جز همان اندکی که خود در کتاب آورده، اطلاع دیگری در دست نیست. وی در دیباجه (ص ۵) و نیز در مقدمه مقاله دوم (ص ۸۰) خود را به‌نام محمد الحافظ المخترع، و در جای دیگر

در دیباجه (ص ۸) محمد الاصفهانی معرفی می‌کند. بیش (ص پانزده) احتمال می‌دهد که وی در ایام جوانی در اصفهان می‌زیست و سپس برای کسب علم به خراسان، مرکز علم و ادب ایران آن روز رفت؛ از حمایت و تشویق دربار تیموریان برخوردار بود و به طراحی و ساخت دستگاه‌های مختلف اشتغال داشت. باز بنا بر استنباط بینش (ص پانزده)، با توجه به لقب حافظ، خودش یا پدرش قرآن را از بر می‌خواندند؛ از نوشته‌اش پیداست که شیعی مذهب و از ارادتمندان اهل بیت<sup>(ع)</sup> بود، به طوری که در جایی می‌گوید (ص ۵) تعداد اختراعاتی که انجام داده «چهارده است به عدد حضرات عالیات چهارده معصوم علی نبینا وعلیهم الصلوٰة والسلام»؛ طبع شعر داشت و چون به سیاق گذشته از علوم مختلف نیز بهره‌مند بود، به وفور اشعار شعرای دیگر و سروده‌های خودش و همچنین آیات قرآن و احادیث را به تناسب در دیباجه و مقدمه شاهد آورده است.

### سایر ویژگی‌ها

گفتار ادیبانه هرچند زینت‌بخش نوشته محمد حافظ مخترع اصفهانی بوده و از این حیث آن را در میان کتاب‌های فنی ممتاز ساخته ولی او در وصف مسایل فنی گاهی توصیف‌های زاید و مبالغه‌آمیز آورده است. به گفته تقی بینش، وی در مدح امرای حامی خود برخلاف روال بسیاری از پیشینیان چندان گرفتار اظهارتملق و مبالغه نشده ولی همین حد از مبالغه وقتی به مسائل فنی راه می‌یابد باعث ایراد خدشه می‌شود. مثلاً در جایی از دیباجه (ص ۵) ضمن اشاره به اختراعات چهارده‌گانه خود، در مورد ماشین روغن کشی یا «جواز عصارى» که نیروی محرکه آن آب است می‌گوید «از آن جمله یکی جواز عصارى است که بر آب دایر گشته که از بنای عالم و خلق ذریت حضرت آدم احدی به این تشرف و به این معنی شریف مشرف نگشته ذلک فضل الله یؤتیه من یشاء والله ذو الفضل العظیم». این که از حضرت آدم تا آن زمان کسی توفیق ساخت جواز عصارى آبی را نداشته سخنی است که تنها می‌توان گفت مبالغه‌آمیز بوده و از همان سبک و سیاق ستایش امرا و پادشاهان تأثیر پذیرفته است که احتمالاً خود نویسنده نیز انتظار نداشت خواننده آن را جدی بگیرد. در کتاب، نام امرا و وزرا و شعرا و نیز حکما و فقهایی مثل ابوعلی غیاث الدین منصور (ص ۶)، تفتازانی (ص ۱۹) و شیخ ابوالحسن خرقانی (ص ۱۴۲) آمده است ولی هیچ یادی از عالمان حیل و کارهایشان که لازمه چنین رساله‌ایست به میان نمی‌آید. مثال بارزی از رعایت این امر را در کتاب میزان الحکمه نوشته عبدالرحمان خازنی (سده ششم هجری) می‌توان ملاحظه کرد که بخش مهمی از کتاب را به شرح ترازوهای ساخت دیگران اختصاص داده و سپس به شرح ترازوی خود به نام «میزان الحکمة» می‌پردازد.

گفتار مبالغه‌آمیز و مداحی‌ها در کتاب نتیجه‌الدوله عمدتاً منحصر به دیباجه و مقدمه‌های سه‌گانه است که در آنها شرحی عمومی و غیر فنی از دستگاه‌های سه‌گانه از جمله چگونگی اشتغال یافتن نویسنده به ساخت این دستگاه‌ها آمده است، همچنان که سایر مسائل غیرفنی نظیر شواهد تاریخی نیز در آنجا گنجانده شده است. فصل‌های اصلی کتاب که به شرح دستگاه‌ها می‌پردازد صرفاً فنی است چنان که اگر

کسی مقدمه‌ها را نخواند فکر می‌کند با نویسنده‌ای روبروست که تنها برایش مسایل فنی و مهندسی ساخت مطرح است. در مورد مهارت‌های فنی نویسنده و اصالت و ویژگی‌های اصلی کتاب بر اساس این فصل‌ها می‌توان قضاوت کرد. وی با دقتی تحسین‌انگیز، به جزئیات ساخت اجزای دستگاه‌ها نظیر مواد به کار رفته، ابعاد، نحوه شکل‌دهی و ساخت، روش‌های پرداخت‌کاری، چگونگی سوار کردن قطعات، روش روغن‌کاری و حتی دستورالعمل تعمیر و نگهداری دستگاه و سایر نکات فنی می‌پردازد.

اصطلاح «اختراع» در نوشته محمد حافظ مخترع اصفهانی، به معنی دقیق امروزی آن نیست. چنان که وی در مقدمه مقاله اول (ص ۱۱-۱۹) به تفصیل به شرح آوردن ساعت از فرنگ و ساختن نمونه‌ای از روی آن با اضافاتی که به آن افزوده می‌پردازد و در عین حال آن را یکی از «اختراع»‌های چهارده‌گانه خود می‌شمرد. ساختن از روی نمونه موجود که امروزه آن را مهندسی معکوس می‌نامیم هر چند متضمن بهبودها و اضافاتی باشد اختراع محسوب نمی‌شود. شاهد دیگر بر این که نباید انتظار اختراع به معنی امروزی را از کارهای حافظ اصفهانی داشت این است که وی از اختراع اول خود به عنوان «تدوین حل متشابه ممزوج در بیان متشابهات قرآن» نام می‌برد (ص ۷) در صورتی که چنین کاری را بنا به درک امروز ما می‌توان پژوهشی مبتکرانه در آیات قرآن یا با هر تعبیر مشابه دیگری دانست جز اختراع. پس از مدتی که سرانجام حافظ اصفهانی ساخت ساعت را از روی نمونه فرنگی می‌پذیرد می‌گوید که آلات و ادواتی چند از انواع سوهان و غیر آن اختراع نمود (ص ۱۶) و مشخص است که در این جا منظورش از اختراع، طراحی و ساخت این ابزارها بوده است. دستگاه‌های سه‌گانه‌ای را نیز که در کتاب تشریح شده نمی‌توان اختراع محسوب کرد، ولی این که آیا اجزا و سازوکارهایی ابداعی در این دستگاه‌ها تازگی داشته که بتوان آنها را اختراع نویسنده دانست نیاز به بررسی دارد. در این مورد نویسنده در فصل‌های اصلی دقیق‌تر صحبت می‌کند و کار ابتکاری خودش را مشخص می‌سازد. مثلاً در مورد ساخت مرغی که با منقارش گذشت ساعات را نمایان می‌سازد تصریح می‌کند که ابداع این مرغ اختراع مؤلف است (ص ۴۵). اینجا نویسنده دقیقاً جزء ابداعی خودش را مشخص می‌کند ولی این که چنین ابتکاری اختراع محسوب می‌شود یا نه، موضوعی دیگر است؛ مثلاً در همین مورد باید گفت که استفاده از انواع آدمک‌ها و مجسمه‌ها به عنوان شاخص گذشت ساعت‌ها سابقه زیادی در کار دیگران دارد. بدیع‌الزمان جزری (سده ششم) در ساعت‌های آبی و شمعی خود از آنها فراوان استفاده کرده است، ولی قطعاً سازوکار آن در ساعت‌های آبی یا شمعی با ساعت‌های مکانیکی متفاوت است.

نویسنده در مورد سابقه مهارت‌های فنی خود ضمن بیان علت استنکاف اولیه از ساخت ساعت در مقدمه مقاله اول (ص ۱۴) می‌گوید:

این بنده چون در مقام تحصیل علم بود و مطلقاً وقوف و شعور به مصالح و آلات حدیدی و سوهان و غیر آن نداشت عذری چند گفت ...

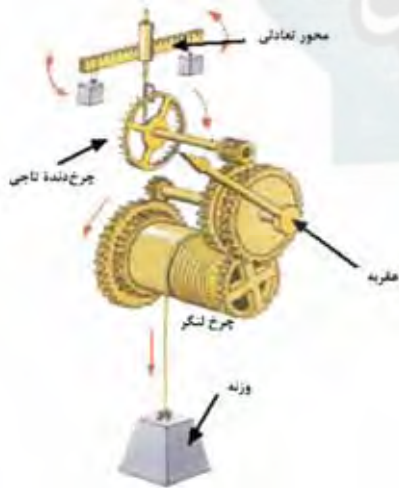
وی همچنین در انتهای همان مقدمه (ص ۱۹) در این باره می‌گوید:

مخفی نخواهد بود که درویشی که هرگز دست او به آهن و فولاد و سوهان نرسیده باشد و دایم به قلم و کاغذ و جزوه و کتاب مشغول بوده باشد بی سابقه ممارست و بی رابطه مجالست تعلیم از استاد و استفادتی همچین امر دقیق عمیقی شروع نمودن و به صورت استحسان و تربیتی بر وجه احسن در آوردن از عطیات توفیق آلهی است که به این خاکی نهاد... .

ولی در فصل های فنی کتاب با وضعیت کاملاً متفاوتی رو به رو می شویم. نویسنده در این فصل ها با تسلطی که از استادکاری ماهر انتظار می رود به تشریح چگونگی کار با ابزارهای گوناگون می پردازد، حتی بعضی از ابزارهای لازم را خودش طراحی می کند و می سازد و از اصطلاحات فنی فراوان رایج در آن زمان به درستی استفاده می کند. به علاوه، اصطلاحاتی در این کتاب به کار رفته که در کار دیگران به چشم نمی خورد و شایسته بررسی است. مثلاً در مورد ابعاد و اندازه ها علاوه بر به کار بردن واحدهای اندازه گیری رایج نظیر اصبع، ذرع، گره و غیره، واحدهایی به نام «پشت کارد» و «پشت کارد معتدل» را مطرح می کند (ص ۲۱، ۲۹، ۳۱، ۴۲ و جاهای دیگر).

حافظ اصفهانی (ص ۱۷) به گونه ای بس ادیبانه از مهندسان خطه خراسان و اعیان و مفضلان زمان می گوید که:

چون اربعینی گذشت و نموداری تمام عیار از حجله عروس فکر بکر به ارباب اهل اعتبار رخ نمود زبان به مدح و تعریف آن گشادند.



نمونه ای از ساعت مکانیکی با سازوکار دنگ تعادلی؛ برگرفته از

<http://www.fi.edu/time/journey/time/Escapements/clktogether.html>

یعنی به هر حال چون پس از چهل روز، ساخت ساعت به جایی رسید که می شد به ارزیابی آن پرداخت مهندسان و اندیشمندان به تحسین آن پرداختند.

غرض از آوردن این عبارت از کتاب اشاره به این نکته است که در این جا از لفظ مهندس می توان همان مفهوم امروزی را استنباط کرد، در حالی که مهندس به تعبیر قدیم بیشتر به معنی هندسه دان بود. به مهندسان به مفهوم امروزی اصحاب الحیل نیز می گفتند. حافظ اصفهانی نظیر چنین تعبیراتی را در مورد ساخت دستگاه روغن کشی نیز اظهار می دارد و در آن جا (ص ۹۳) هم از لفظ مهندس به همین مفهوم استفاده می کند.

نکته جالب توجه دیگر روندی است که در گرده برداری از ساعت ساخت اروپا یا به اصطلاح امروزی، مهندسی

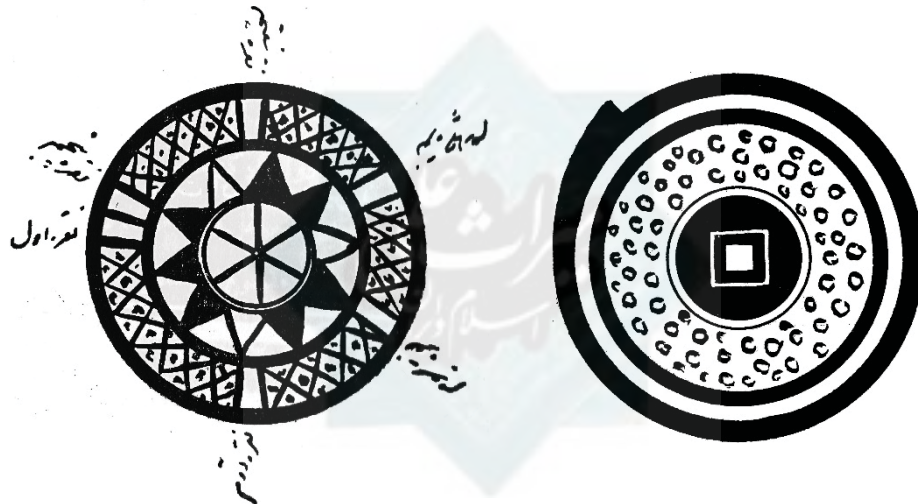
معکوس ساعت طی می شود که همچنان برای مهندسان امروزی آموزنده است؛ هنگامی که طراحی و ساخت ساعت به پایان می رسد فناوری آن کاملاً بومی شده است به این معنی که روش ساخت و مواد به



کاررفته و همه نکات فنی دقیقاً مشخص شده، مدارک و مستندات طراحی و ساخت تولید شده، و دستورالعمل به کارگیری و تعمیر و نگهداری عرضه شده است و هیچ وابستگی به سازنده اصلی وجود ندارد. هریک از اجزا و قطعات با اسامی معنی‌داری مثل «قطب‌الاقطاب»، «دایره‌ام» و «دایره‌مدیر» نامیده شده است.

### معرفی اجمالی دستگاه‌ها

**ساعت:** این ساعت مکانیکی، دارای صفحه‌ای است که عقربه آن بیست و چهار ساعت شبانه‌روز را نشان می‌دهد. نیروی محرکه آن وزنه یا به اصطلاح حافظ اصفهانی، لنگر است که به آرامی پایین می‌آید؛ حرکت این وزنه از طریق چرخش استوانه حامل وزنه یا به اصطلاح کتاب، چرخ لنگر یا مدیر اصل ساعت، و زنجیره‌ای از چرخ‌دنده‌های ظریف به عقربه نشان‌گر ساعت و همچنین به دایره دقیقه که نقش بخشی از



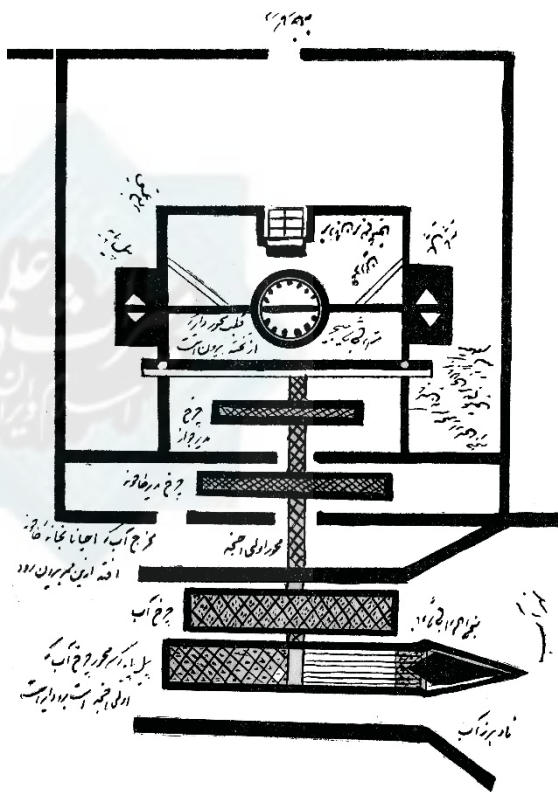
دو تا از قطعات ساعت ساخت حافظ اصفهانی، ص ۲۷ و ۵۶.

دنگ را ایفا می‌کند منتقل می‌شود. سازوکار تنظیم ضرباهنگ حرکت یا همان مجموعه دنگ که از مهم ترین بخش‌های ساعت مکانیکی است، از نوع تعادلی است و اجزای آن عبارتند از چرخ‌دنده تاجی یا همان دایره دقیقه، محور تعادلی که البته به صورت دایره‌ای به نام دایره تعدیل ساخته شده، و محور حامل دو زبانه که ذو‌عایقین نامیده شده است. اجزای ساعت از آهن ساخته شده است. در ساخت دستگاه‌ها ذوق هنری نویسنده نیز بروز می‌کند و در چگونگی ساخت قطعات به زیباسازی آنها نیز توجه دارد.

این‌که تنها چهل روز پس از شروع کار، حافظ اصفهانی توانسته باشد کار طراحی و ساخت این ساعت را به حدی برساند که کارایی آن نمودار گردد نشان از استعداد سرشار وی در حل مسایل فنی دارد. به‌ویژه چنان‌که در کتاب آمده است مهندسان و صنعتگران دربار عثمانی در ساخت این ساعت در مانده بودند و در طول مسیری که فرستاده دربار عثمانی طی کرد تا به دربار تیموریان در هرات برسد موضوع ساخت

این ساعت بر بسیاری عرضه شد و همگی از انجام آن بازماندند. قاعدتاً حافظ اصفهانی باید در طول مدتی که از پذیرش پیشنهاد ساخت ساعت سر باز زده بود طرح این ساعت را در ذهن پرورده و حتی آن را روی کاغذ آورده باشد. احتمالاً او در جریان ساخت ناموفق دو تن از صنعتگرانی که در همان خطه خراسان به این کار پرداختند بوده و شاید نمونه ناموفق آنها را نیز دیده و به علل عدم توفیق آنان پی برده بود.

تقی‌الدین راصد از آخرین مهندسان مشهور دوره اسلامی و از معاصران حافظ اصفهانی، در همان اوان تألیف کتاب به دنیا آمده بود (۹۲۷ یا ۹۳۲ ق) و یکبار در سال ۹۵۳ و سپس در سال‌های پس از ۹۷۵ در استانبول بود و قاعدتاً از ماجرای ساخت این ساعت بی‌خبر بود. تقی‌الدین در کتابی به نام الکواکب الدریه فی وضع البنکامات الدوریة طرز ساخت حدود ده ساعت مکانیکی را که از نوع وزنه‌ای و فتری بودند شرح می‌دهد.



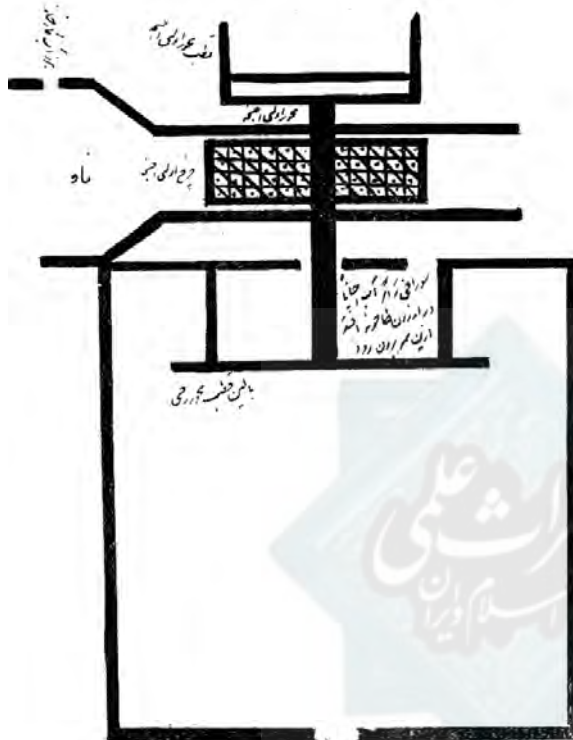
دستگاه روغن‌کشی ساخت حافظ اصفهانی، ص ۱۳۰.

**دستگاه روغن‌کشی: دستگاه روغن‌کشی را به قول حافظ اصفهانی در عراق به نام «جوغن» و در خراسان و ماوراءالنهر به نام «جواز عساری» می‌شناختند (ص ۷۹). وی این دستگاه را بنا به درخواست دربار برای تأمین روغن کنجد که در تهیه غذای مخصوص سلطان استفاده می‌شد ساخت، زیرا سلطان مدتی بود با وضعیت رقت‌باری که کارگاه عساری موجود از نظر بهداشتی داشت اجازه تهیه روغن کارخانه‌ای را نمی‌داد. آسیای کارخانه عساری موجود با نیروی گاو می‌چرخید. از این رو از حافظ اصفهانی خواسته شد که کارگاهی بنا کند تا محرکه**

آن نیروی آب باشد. (ص ۹۰-۹۱)

آسیای روغنی که حافظ اصفهانی ساخت دارای چرخابی بود که در مسیر آب جاری قرار داشت و با چرخش خود، آسیا را می‌چرخاند. انواع دانه‌های روغنی را می‌توانستند با این دستگاه روغن‌گیری کنند و بنا به گفته نویسنده «هرچه باشد از کنجد و کتان و کاجیره و مغز پنبه، شش من به وزن تبریز در جواز ریزند و آب در چرخ بندند». (ص ۱۲۹)

حافظ اصفهانی در مقدمه مقاله مربوط به همین دستگاه (ص ۹۱، ۹۳) می‌گوید پس از پیشنهاد دربار مدتی در ساخت این دستگاه بررسی کرد و چون نتوانست کاری از پیش برد از ساخت آن دست کشید، تا این‌که پس از چند سالی دوباره به ساخت آن همت گماشت و این بار در چهل روزی به اتمام رسید. وی علت اهتمام مجدد خود را به خوابی که دیده بود منتسب می‌کند.



آسیای آبی ساخت حافظ اصفهانی، ص ۱۵۹.

آسیای آبی: حافظ اصفهانی آسیای آبی خود را که برای آرد کردن غلات ساخته بود «طاحونه محمدی» منسوب به حضرت رسول (ص) می‌نامد (ص ۱۲۵). در این جا نیز نیروی محرکه، جریان آب است که از طریق چرخاب، آسیا را می‌چرخاند. مجموعه چرخاب به کاررفته در این آسیا همانی است که برای دستگاه روغن‌کشی استفاده شده بود و چگونگی ساخت آن به تفصیل در همان جا آمده است. مقاله مربوط به این دستگاه مختصرتر از دو مقاله قبلی است.

## منابع

اصفهانی، محمد حافظ، سه رساله در اختراعات صنعتی، نتیجه‌الدوله، تصحیح تقی بینش، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، تهران، ۱۳۵۰.

- جزری، بدیع الزمان، مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی، الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل، ترجمه و تحشیه محمد جواد ناطق، حمید رضا نفیسی، سعید رفعت‌جاه، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۸۰.
- خازنی، عبدالرحمن، میزان الحکمة، حیدرآباد، ۱۳۵۹ق.
- روح‌اللهی، حسین، «تقی‌الدین راصد»، دایرة‌المعارف بزرگ اسلامی، ج ۱۶، تهران، ۱۳۸۷.
- محبی، پرویز، فنون و منابع در ایران، ترجمه آرام قریب، نشر اختران، تهران، ۱۳۸۳.
- ناطق، محمدجواد، «حیل، علم»، دانشنامه جهان اسلام، جلد ۱۴، تهران، ۱۳۸۹.