

ابوالفتح عبدالرحمن خازنی

مخترع آلات علمی

اشرف السادات شکر باغانی

استادیار پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش

ابوالفتح عبدالرحمن خازنی منجم، فیزیک دان، مخترع آلات علمی و ریاضی دان مشهور ایرانی در سده پنجم و ششم بود. (او) که نقش مهمی در تدوین گاهشماری جلالی و اصلاح تقویم در ایران دارد. ساخت اولین ترازوی دقیق برای اندازه گیری جرم حجمی و خلوص اشیا، از جمله دیگر اختراعات او به شمار می آید. او در کتاب میزان الحکمه که در قرون وسطی راجع به مکانیک سیالات هیدرولیک و فیزیک نوشته است، به بحث های نیروی گرانش، نیروی بالارانش، مقاومت سیالات، وزن مخصوص مواد مختلف، آلیاژها و... پرداخته است.

ابوالفتح عبدالرحمن خازنی که گاهی او را «ابومنصور عبدالرحمن» و «عبدالرحمن منصور» نامیده اند در اوایل قرن ششم هجری در مرو می زیست. مرو در آن عصر مرکز درخشان فعالیت های ادبی و علمی بود و به داشتن کتابخانه های بزرگ شهرت داشت.

او غلام بچه ای بود که به وسیله علی خازنی مروزی خریده و به نام ارباب خود، خازنی معروف شد از تاریخ تولد و فوتش اطلاع دقیقی موجود نیست و اربابش ابوالحسین علی بن محمد خازن مروزی، خزانهدار دربار مرو، که گویا زمانی منصب صدارت داشته است، به تربیت او همت گماشت.

محمد خازن مروزی بهترین وسایل آموزشی را در رشته های ریاضیات و فلسفه برای وی فراهم کرد. خازنی در علوم هندسی استاد شد و با آنکه نزد سلطان سنجر و بزرگان دربار وی احترام داشت، ساده زیست بود. از دیگر ابداعات مهم وی ساخت ترازوی آبی برای اندازه گیری جرم حجمی و خلوص اشیا بوده است که بدلیل نشان دادن تقلبات گسترده، توسط مقامات حکومتی نابود شد و وی نیز از غصه آن دق کرد.

از خازنی 9 کتاب و رساله در نجوم، مکانیک و فیزیک موجود است که مهم ترین آنها میزان الحکمه است [2]. آثار خازنی که مورد توجه دانشمندان اروپایی قرار گرفته اند، شامل نوشته هایی با عناوین زیر می باشند:

1- زیچ معتبر سنجر که در سال 525 تالیف یافته است. ارائه

2- رساله فی آلات العجیبه.

3- ترکیب الافلاک.

4- کتاب میزان الحکمه در صنعت.

کتاب میزان الحکمه

جرج سارتن» در کتاب تاریخ علوم خود درباره این دانشمند مسلمان می گوید: « کتاب میزان الحکمه خازنی در شمار جالب ترین کتاب‌هایی است که در قرون وسطی راجع به مکانیک سیالات هیدرولیک و فیزیک نوشته شده است. در این کتاب جداولی از وزن مخصوص بسیاری از اجسام جامد و مایعات یافت می‌شود و علاوه بر این مطلب، در این کتاب از مطالب زیر نیز بحث شده است: قانون جاذبه عمومی، خاصیت کشش سطحی لوله موئین، میزان حرارت مایعات، چگالی سنج برای اندازه گیری وزن مخصوص اجسام، قانون اهرم ها و استفاده از ترازوی مخصوص برای عیارسنجی آلیاژهای دو عنصری و استفاده از ترازو برای اندازه گیری زمان [2]

ترازوی حکمت

ترازوی خازنی که ترازوی حکمت نام داشت از جمله پیشرفته ترین ترازو‌هایی است که در دوران پس از اسلام طراحی و ساخته شده است. از جمله عوامل برتری این ترازو نسبت به سایر ترازو‌های هم عصر خود دقت، عملکرد ترکیبی و سه گانه و تعداد بیشتر کفه‌های آن است که در عیار سنجی آلیاژهای دو عنصری مورد استفاده قرار می گرفت .

میزان الحکمه بازویی افقی به طول حدود دو متر با مقطعی مستطیل شکل به ابعاد حدود پنج در ده سانتیمتر داشت که از آهن یا برنج ساخته می‌شد. وسط بازو برای استحکام بیشتر ضخیمتر بود. تیرچه ای از همان جنس بازو به طول تقریبی هفتادوپنج سانتیمتر عمود بر طول بازو و به صورت افقی بر آن نصب می شد. زبانه ترازو نیز از جنس بازو و به طول حدود پنجاه سانتیمتر بود که به صورت قائم به وسط بازو متصل بود. حول زبانه، قابی از همان جنس زبانه قرار داشت که از سه طرف زبانه را احاطه می کرد .

قسمت پایین آن از طرفین به صورت افقی به موازات تیرچه و بر بالای آن قرار می گرفت و قاب با چند قلاب به جایی آویزان می شد. در قسمت پایین قاب و مقابل آن نیز بر روی تیرچه سوراخ‌های ریزی وجود داشت که نخ‌هایی ابریشمی از آنها می‌گذشت و در دو طرف گره می‌خورد و بازو به همراه تیرچه و زبانه و کفه‌ها به وسیله همین نخ‌ها از قاب آویزان بود. ترازو پنج کفه داشت که به بازو آویزان می‌شد و هر کدام نامی داشت، بدین قرار: کفه هوایی اول، کفه هوایی دوم، کفه آبی یا کفه حاکم که به زیر کفه هوایی دوم متصل می‌شد. دو کفه آخر متحرک بودند و روی بازو جابجا می‌شدند. ظرف آبی نیز زیر پله آبی قرار می‌گرفت .

آویزه ای به نام رُمّانه برای افزودن وزنه به نیمه سبک بازو و ایجاد تعادل به بازو آویزان می‌شد که بر روی آن حرکت می کرد. سطح بالایی بازو مدرّج بود و پس از آنکه ترازو به حالت تعادل درمی آمد، اندازه گیری‌ها مستقیماً از روی این درجه‌بندی‌ها خوانده می‌شد. مجموعه بازو و زبانه در موقع ساخت متعادل می‌شد. هر یک از کفه ها را به حسب نیاز به بازو می آویختند و قبل از شروع به وزن کردن اجسام، ترازو را با آویختن رُمّانه در طرف سبک‌تر آن یا با افزودن وزنه‌هایی در کفه طرف سبک‌تر، متعادل می کردند، که این کار «تعدیل ترازو» نام داشت [2و4].

روش‌های متنوع اندازه‌گیری اجسام با ترازوی حکمت

فصل پنجم کتاب میزان الحکمه خازنی درباره ترازو، نشان می‌دهد که علمای فیزیک مسلمان در آن زمان می‌توانسته‌اند وزن مخصوص و چگالی نسبی اجسامی را اندازه بگیرند که از یک یا دو ماده ساخته شده‌اند [4]. خازنی در ادامه به توضیح پنج روش مختلف برای وزن کردن اشیا با ترازوی حکمت، پس از تعدیل ترازو پرداخته است .

روش‌های متنوع اندازه‌گیری اجسام با ترازوی حکمت

در روش اول، که روش همه ترازوهاست، برای سنجش وزن جسم از کفه های هوایی سمت راست و چپ استفاده می‌شد. در روش دوم، بعد از تعیین وزن جسم در هوا، وزن آن در آب با استفاده از کفه هوایی سمت راست و کفه آبی سمت چپ به دست می آمد .

در روش سوم، با استفاده از مُنقلة واقع در سمت راست و کفه آبی، وزن هوایی جسم در حالی که در آب فرو رفته بود، به دست می آمد. روش چهارم برای تشخیص دو فلز تشکیل دهنده یک آلیاژ و با استفاده از دو کفه متحرک و یک کفه آبی و پس از به دست آوردن وزن هوایی جسم، به کار می رفت.

روش‌های متنوع اندازه‌گیری اجسام با ترازوی حکمت

روش پنجم نیز روش ترازوی صرف نام داشت که در صرافی به کار می رفت و وزن کردن با آن به دو صورت انجام می شد :

1) با استفاده از کفه هوایی سمت راست و کفه منقله آویزان از سمت چپ بازو که به آن «ترکیب صرف» گفته می شد .

2) با استفاده از کفه هوایی سمت راست در حالی که هر دو کفه متحرک به سمت چپ بازو آویزان بود، که به آن «ترکیب قفایی» گفته می شد. در این دو صورت از کفه هوایی سمت چپ و رمانه برای متعادل ساختن ترازو استفاده می کردند.

به نوشته خازنی، ترازوی حکمت علاوه بر وزن کردن معمولی اجسام ، برای تشخیص در صد خلوص فلزات و گوهرها و تشخیص عیوبی نظیر وجود حفره های هوا در آنها، تعیین آلیاژ فلزها، تعیین نوع فلزها و گوهرهای ناشناخته، و تعیین وزن مخصوص اجسام پس از اندازه گیری وزن‌های هوایی و آبی و وزن آب هم حجم جسم به کار می رفت. خازنی همچنین هفت مورد از کاربردهای ترازوی حکمت و تفاوت آن را با ترازوهای دیگر بر شمرده از جمله اینکه ضمن وزن کردن فلزها و گوهرها با ترازوی حکمت، جنس این مواد نیز تعیین می شده، در حالی که این کار با ترازوهای دیگر عملی نبوده است[5].

ترازوی حکمت، «جامع» (المیزان الجامع) نیز نامیده می‌شد و این نامگذاری به سبب جامعیت آن در انجام دادن کارهایی بود که به گونه ای به وزن کردن اجسام مربوط می‌شد. پس از آنکه خازنی اینگونه ترازوها را ساخت، در عالم اسلام ترازوی دیگری که از لحاظ دقت علمی و جامعیت کاربرد با آنها مقایسه شدنی باشد، ساخته نشد [6].

ترازوی حکمت اولین بار پیش از سال 515 هجری قمری در مرو ساخته شده و پس از نابودی آن تا به اکنون هیچ آثاری از نمونه بازسازی شده آن در ایران رؤیت نشده است. در سال 1387 اولین نمونه ترازوی حکمت در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران در قالب پروژه‌های تحقیقاتی با عنوان «طراحی و ساخت فناوریهای دانشمندان قدیم ایران» در پژوهشکده مکانیک بر اساس مستندات موجود از کتاب میزان الحکمه طراحی و بازسازی شده است تا چگونگی عملکرد، امکان بهینه سازی و توسعه کاربرد آن بررسی شود[7]. بدین ترتیب امکان به کارگیری ترازوی حکمت در تشخیص انواع عناصر خالص و حتی عیار سنجی آلیاژها به شرط شناخت حداقل یکی از دو عنصر موجود در آلیاژ فراهم شد .

ترازوی حکمت از دقت بسیار زیاد و به تعبیری «خارق العاده» برخوردار بود و این دقت به عوامل متعددی بستگی داشت. به نوشته خازنی اگر سازنده ترازو چیره دست و ماهر باشد، ترازو با دقت محاسبه یک حبه قند(168مقال) در مجموع هزار متقال عمل خواهد کرد. بر این اساس، ترازوی حکمت از دقتی برابر با 75 سانتی گرم در 4/5 کیلوگرم

برخوردار بوده است، یا به عبارت دیگر، در مورد وزنی برابر با $2/3$ کیلوگرم زمان ما، می‌توانسته است به دقتی برابر با $0/06$ گرم برسد. [4]. مقایسه بین نمونه‌هایی از وزن مخصوص چند ماده که خازنی به آنها دست یافت، با مقادیری که بعد از وی و به ویژه بر اثر پژوهش دانشمندان اروپایی به دست آمد، دقت ترازوی حکمت و وسواس علمی کاربران آن را نشان می‌دهد [8].

خازنی به تأثیر ترکیب‌های مختلف محلول در آب و نیز تأثیر درجه حرارت بر وزن مخصوص آب و در نتیجه به تأثیر آن در به دست آوردن وزن مخصوص اجسام توجه داشته است. به همین علت بارها تأکید کرده است که برای وزن کردن اجسام باید از آب یک منبع خاص استفاده کرد و شرایط هوایی معتدل به دور از سرما و گرمای شدید را هنگام وزن کردن اجسام در نظر داشت.

نکاتی که باید هنگام کار با ترازوی آبی خازنی در نظر گرفت

نکته دیگری که خازنی برای درستی وزن کردن اجسام با ترازوی حکمت بر آن تأکید کرده، دقت در این است که در جسم، حفره ای که آب به آن برسد، وجود نداشته باشد، وگرنه وزن آبی آن درست محاسبه نخواهد شد. وزن کننده باید دقت کند که وقتی جسمی را در آب فرو می‌برد، آب به همه اجزای آن برسد. برای حصول اطمینان از یکنواخت بودن مواد مورد آزمایش، فلزات چکش کاری می‌شدند و سنگهای قیمتی را در آتش می‌نهادند تا حفره های داخلی آنها نمایان شوند آنگاه با ایجاد سوراخ راهی به حفره ایجاد می‌شد تا هوا و خاک از آن خارج شود و موقع وزن کردن، آب حفره ها را نیز پُر کند. فلزات را قبل از وزن کردن، تخلیص و از کیفیت آنها اطمینان حاصل می‌نمودند. تخلیص بعضی از مواد مانند آهن با روشهای پیچیده ریخته گری میسر بود [9].

کتاب زیج السنجری

از مهمترین کتاب های خازنی کتاب زیج السنجری نام داشت که در موضوع ستاره‌شناسی بود که از آن نسخه‌هایی در دست است [6]. زیج خازنی بعد از زیج‌های بیرونی و عمرخیام قرار دارد و پس از آنان کسانی هستند که کار رصدخانه مراغه (نصیرالدین طوسی و قطب‌الدین شیرازی) و رصدخانه سمرقند (کاشانی) و سلطان الغیبیک را انجام داده‌اند. حاصل رصدهای خازنی، زیج سنجری است که گاهی آن را به اختصار زیج سلطانی یا جامع‌التواریخ نیز نامیده‌اند. از این زیج نسخه‌هایی در واتیکان و موزه بریتانیا و بخشهایی از آن در کتابخانه مدرسه سپهسالار تهران به شماره (682) موجود است [10].

نتیجه گیری

ابوالفتح عبدالرحمان منصور خازنی، دانشمند علم مکانیک و اخترشناس بزرگ سده پنجم و ششم هجری، خدمتکار و خادم خزانهدار دربار سلجوقی مرو در خراسان بود. وی شاید تحت تأثیر شغل ارباب خود، به اختراع يك ترازوی آبی برای اندازه‌گیری جرم حجمی مواد و میزان خلوص آلیاژها می‌پردازد. او شخصاً نمونه‌ای از آنرا برای دربار مرو می‌سازد. ترازوی آبی او جای تردید باقی نمی‌گذارد که او در زمره بزرگترین سازندگان ابزارهای علمی در همه اعصار شمرده می‌شود. در علم مکانیک کتاب دیگری شناخته نشده است که روش کتاب میزان‌الحکمه خازنی را ادامه داده باشد [11].

خازني بارها پيشنهادهاي دربار براي پست و مقامهاي حكومتي را رد مي‌كند و ترجيح مي‌دهد در مقام يك دانشمند مستقل باقي بماند. اما سرنوشت او بس غمانگيز است: كاركنان دربار كه وجود چنين ترازوي شگفتي را برملاكننده تقبلهاي خود مي‌دانستند، آنرا به آتش مي‌كشند و خازني از غصه ترازو، دق مي‌كند و مي‌ميرد. به همين سادگي!

شكل ترازوي حكمت

