

خوارزمی

تاریخ
ریاضیات



زنده یاد پرویز شهریاری

ابوجعفر محمد، فرزند موسی خوارزمی، یکی از نخستین و بزرگ‌ترین ریاضی دانان و اخترشناسانی است که در بغداد کار می‌کرد. از زندگی و خانواده او چیزی نمی‌دانیم، جز اینکه همچنان که از نامش پیداست، در خوارزم و در نیمه دوم سده دوم هجری قمری (نیمه دوم سده هشتم میلادی) به دنیا آمد و در حدود ۲۳۲ ه.ق درگذشت. از عنوان «المجوسی» که برخی از تاریخ‌نویسان به دنبال نام او آورده‌اند، معلوم می‌شود که در خانواده‌ای با فرهنگ از زرتشتیان خوارزم زاده شده و به همین مناسبت، به احتمالی، به نوشته‌های علمی ایرانی پیش از حمله عرب دسترسی داشته است.

کلید واژه
خوارزمی، الگوریتم، جبر و مقابله، مجسطی، بطلمیوس

اخترشناسی و جغرافی

نخستین اثری که خوارزمی در بغداد به وجود آورد، تنظیم جدول سینوس‌ها بود. خوارزمی این اثر خود را، با توجه به کارهای بطلمیوس و جدول‌های دانشمندان هندی (در کتاب مشهور به «سیدھانتا») تنظیم کرد. ولی خود، آن‌ها را مورد تحقیق قرار داد و مقابله کرد و در نتیجه، جدول‌های او به مراتب دقیق‌تر از جدول‌های یونانی و هندی است.

در واقع، سه اثر خوارزمی (کتاب الزیج الاول - کتاب الزیج الثانی - السند هند الصغیر) به رصدهایی که در زمان مأمون صورت گرفت و به «سیدھانتا»^۱ مربوط می‌شود. زیرا «سید هند»^۲ همان «سیدھانتا»ی هندی است.

«سیدھانتا» یک دسته کتاب‌های اخترشناسی و ریاضی است که در هند تنظیم شده‌اند و قدیمی‌ترین آن‌ها را مربوط به نیمه نخست سده پنجم میلادی می‌دانند. یکی از این کتاب‌ها،

می‌نامیدند. در ترجمه فزاری برای مفهوم سینوس واژه «جیب» به کار رفته است که دو دیدگاه در این باره وجود دارد:

دیدگاه اول می‌گوید: فزاری در ترجمه خود، واژه «جیا» را به واژه «جیب» تبدیل کرد. این کار او دو دلیل داشت: یکی اینکه جیا به معنی وتر بود و به کار بردن آن برای سینوس (نیم‌وتر) جایز نبود. دوم اینکه فزاری می‌خواست واژه‌های عربی به کار برد و در عین حال، پاس نام‌گذاری هندی‌ها را نگه داشته باشد.

دیدگاه دوم می‌گوید فزاری از واژه «جیب» فارسی (به معنی تیرک و شاخص) برای مفهوم سینوس استفاده کرده است که در طول زمان، و به وسیله کاتبان (که حرف پ فارسی برایشان نامأنوس بود) به «جیب» تبدیل شد. در هر حال، جیب که از لحاظ معنای خود در زبان عربی، هیچ ربطی به مفهوم سینوس (یا نیم‌وتر) نداشت، بعدها

در زمان منصور، خلیفه دوم عباسی، به بغداد آورده شد. ابراهیم، فرزند حبیب فزاری، به یاری مانکا (یا به روایتی لانکا)، سفیر هند در بغداد، آن را به عربی ترجمه کرد. اخترشناسان و ریاضی‌دانان حوزه خلافت بغداد، به وسیله این کتاب برای نخستین بار با دانش ریاضی و اخترشناسی هند آشنا شدند. برخی از آنان، کارها و محاسبه‌های اخترشناسی خود را بر مبنای روش‌های هندی قرار دادند. ترجمه فزاری تا روزگار خوارزمی مبنای کار اخترشناسان بود، ولی بعد از آنکه خوارزمی دوزیج خود را ارائه کرد، مرجع مطمئن‌تری برای اخترشناسان پدید آمد. خوارزمی در تنظیم این دوزیج به احتمال قوی، روش تلفیقی خود را با استناد به دانش‌های یونانی، هندی و ایرانی به کار برده است.

هندی‌ها در ابتدا تمام وتر و بعدها نیم‌وتر (که طول آن برابر است با سینوس کمان تمام وتر) را «جیا»

جغرافیای بطلمیوس را پیش روی خود داشته است.

حساب و جبر

کارهای ریاضی خوارزمی (در زمینه حساب و جبر)، در تاریخ ریاضیات و از دیدگاه مسیر تکاملی ریاضیات، اهمیت بسیار زیادی دارد. تألیف خوارزمی درباره حساب (کتاب «حساب‌الهند») تنها از طریق ترجمه لاتین آن به ما رسیده است. نسخه منحصر به فرد این ترجمه، به زبان لاتین و با عنوان «Algorithmi de numero Indorum» در کتابخانه دانشگاه کمبریج نگهداری می‌شود.

این کتاب، در پیشرفت بعدی ریاضیات در اروپای غربی، نقش بسیار داشته است، زیرا اروپایی‌ها به وسیله آن با «روش هندی عددنویسی»، یعنی نمادهای ده‌گانه هندی، با به کار بردن صفر و استفاده از نظام موضعی بودن رقم‌ها، آشنا شدند. از آنجا که ساکنان اروپای غربی، این شکل عددنویسی را از کتابی یاد گرفتند که به زبان عربی نوشته شده بود و نویسنده آن هم در کشورهای عربی زبان زندگی می‌کرد، رقم‌های هندی دستگاه عددنویسی دهمی را به اشتباه «رقم‌های عربی» نامیدند. (امروز هم این اصطلاح نادرست را در برخی از کتاب‌ها و فرهنگ‌ها به کار می‌برند).

خوارزمی، مسئله‌هایی را که به معادله‌های درجه اول منجر شود، از راه حساب و با روش‌های «یک فرضی» و «دوفرضی» حل می‌کند. روش یک‌فرضی همان روشی است که هنوز هم به نام «راه حل

به‌خاطر بستگی‌هایی که با پاسداران فرهنگ ایرانی داشت، کم‌وبیش از دانش نیاکان خود باخبر بود. رساله‌های زیج اول و زیج‌الثانی خوارزمی، به احتمال زیاد براساس دو رصدی که اولی در بغداد (۲۱۴ هـ. ق.) و دومی در دمشق (۲۱۷ هـ. ق.) انجام گرفت، نوشته شده‌اند. نوشته‌های خوارزمی در زمینه اخترشناسی و جغرافیای ریاضی، اثر زیادی در کارهای دانشمندان بعدی (چه در شرق و چه در غرب) داشت. در واقع، مسلمة مجریطی (در حدود سال ۳۵۸ هـ. ق.)، صورت تازه‌ای از جدول‌های فلکی را براساس کارهای خوارزمی تنظیم کرد. همین جدول‌های مجریطی است که اساس کار اخترشناسان اروپای غربی قرار گرفت.

کتاب «صورت‌الارض» خوارزمی را باید نخستین اثر علمی در دوران تازه شکوفایی دانش در زمینه جغرافیا دانست. خوارزمی واژه «صورت‌الارض» را به همان معنایی به کار برده است که ما امروز واژه «جغرافی» را می‌فهمیم. گرچه این کتاب براساس جغرافیای بطلمیوس تنظیم شده است، ولی به هیچ وجه نمی‌توان آن را ترجمه‌ای از جغرافیای او دانست. خوارزمی در این کتاب تقسیم‌بندی مطالب را به صورتی غیر از جغرافیای بطلمیوس انجام داده است و تحت تأثیر فرهنگ ایرانی، به تقسیم‌بندی اقلیم‌های هفت‌گانه گرایش دارد (در حالی که بطلمیوس، از بیست و یک ناحیه نام می‌برد). با وجود همه این‌ها باید گفت که خوارزمی برای نوشتن کتاب «صورت‌الارض» خود، کتاب



از طریق ترجمه کتاب‌های عربی در اروپای غربی، سینوس نامیده شد. که همان معنای واژه عربی جیب را در زبان فرانسوی دارد (جیب در زبان عربی به معنای «گریبان» است، در سده چهاردهم میلادی، جرارد کرموسیس، مترجم معروف ایتالیایی، واژه لاتین سینوس را برای نخستین بار به جای جیب به کار برد).

خوارزمی از راه ترجمه «سیدهانتا» با مکتب ریاضی و اخترشناسی هند و از راه ترجمه «مجسطی» بطلمیوس (اول بار به وسیله سهل طبری و بعد به وسیله حجاج فرزند یوسف) و ترجمه‌هایی که از نوشته‌های ارسطو و اقلیدس (نخستین ترجمه ادب «مقدمات» اقلیدس به زبان عربی، نیمه دوم سده هشتم میلادی و به وسیله حجاج فرزند یوسف استحکام گرفت) و دیگران شده بود، با مکتب یونانی آشنا شد. علاوه بر آن، او

فرضی» مورد استفاده قرار می‌گیرد و خوارزمی آن را از هندی‌ها گرفته است.

روش دوم، یعنی روش دوفرضی، به این ترتیب بود که با فرض دو عدد دلخواه برای مجهول، هربار میزان اشتباه نتیجه را به‌دست می‌آورد و به کمک آن‌ها، مقدار واقعی مجهول را پیدا می‌کند.

اگر به زبان نمادهای امروزی جبر صحبت کنیم، روش دوفرضی را می‌توان به این ترتیب توضیح داد: فرض کنید $f(x)=p$ که در آن، $f(x)$ تابعی خطی نسبت به x ، و p مقداری ثابت باشد. ابتدا x را مساوی a و بعد x را مساوی b در نظر می‌گیریم و به‌دست می‌آوریم:

$$f(a)=A, f(b)=B$$

$p-A$ را $p-B$ و k می‌نامیم. در این صورت خواهیم داشت:

$$\frac{p-A}{p-B} = \frac{a-b}{b}$$

البته به گمان خوارزمی، رابطه‌ای که در اینجا به‌دست می‌آید و به کمک آن می‌توان مقدار مجهول را پیدا کرد، تصادفی است.

کتاب جبر خوارزمی (کتاب المختصر فی حساب الجبر و المقابله) نقشی بسیار اساسی در تاریخ ریاضیات داشته و نمونه مشخصی است از پژوهش‌های ریاضی‌دانان ایرانی، در دوره مهم تکامل ریاضیات که سمت‌گیری کاربردی داشته است. این کتاب بعدها به زبان لاتین ترجمه شد و برای مدتی طولانی تنها کتاب درسی ریاضی در اروپای غربی بود. برخی از مطالب این کتاب، کارهای دیوفانت و دانشمندان هندی را به‌خاطر می‌آورد. به‌همین مناسبت بعضی‌ها گمان می‌پرند که خوارزمی

از این سرچشمه‌ها استفاده کرده است. درست است، بعضی از روش‌هایی که خوارزمی برای حل معادله‌ها به‌کار می‌برد، ما را به یاد دیوفانت می‌اندازد، ولی خوارزمی به‌هیچ‌وجه از کوتاه‌نویسی که خاص جبر دیوفانت است، استفاده نمی‌کند و اصطلاح‌های او را به‌کار نمی‌برد. علاوه بر این، بررسی‌های تاریخی نشان داده‌اند که آشنایی دانشمندان دربار خلیفه عربی با کارهای دیوفانت، بعد از تنظیم کتاب خوارزمی بوده است. به‌همین ترتیب، به‌علت اختلاف‌هایی که بین روش‌های خوارزمی با روش‌های دانشمندان هندی در حل معادله‌ها وجود دارد، می‌توان نتیجه گرفت که او در کتاب «جبر و مقابله» خود، از روش‌های هندی هم استفاده نکرده است.

خوارزمی در مقدمه کتاب «جبر و مقابله» خود می‌گوید: «... من بر سر شوق آمدم، برای روشن ساختن مسئله‌های مبهم و آسان کردن دشواری‌های علمی به‌پا خاستم و کتابی در تعریف حساب جبر و مقابله تألیف کردم...» در آغاز کتاب هم می‌نویسد: «چون به دشواری‌ها و نیازمندی‌های مردم و علم حساب نگریستم، دریافتم...» این واژه «دریافتم» که بسیاری از جاهای کتاب تکرار می‌شود و این را می‌رساند که بیشتر مطالب کتاب «جبر و مقابله» از خود خوارزمی است.

جبر خوارزمی، حتی از دیدگاهی که دنبال می‌کند، ارتباطی با جبر یونانی ندارد. یونانی‌ها در بخش عمده‌ای از کارهای خود هیچ ضرورتی نمی‌دیدند که به کاربرد مفهوم‌های عملی توجه کنند (یونانی‌ها در بحث‌های ریاضی خود سمت‌گیری

نظری داشتند). در حالی که خوارزمی درست برعکس عمل می‌کرد و تلاش او در این جهت بود که علم را به خدمت زندگی بگمارد و هدف‌های عملی آن را بشناسد و بشناساند. جبر خوارزمی بخش‌های ویژه‌ای درباره تجارت و تقسیم ارث دارد. برخلاف یونانی‌ها که همه چیز را به هندسه منجر می‌کردند، خوارزمی برخی از مسئله‌های هندسی را به کمک معادله حل می‌کند (مانند محاسبه ارتفاع مثلث بر حسب ضلع‌های آن).

ارزش عملی کار خوارزمی در این است که کتاب او تنها رساله‌ای درباره حل مسئله نیست (آن‌گونه که در نوشته‌های ریاضی‌دانان هندی دیده می‌شود)، بلکه خوارزمی الگوریتم حل معادله‌ها را مطرح می‌کند، کاربرد آن را شرح می‌دهد و هر جا لازم می‌بیند، از روش‌های هندسی هم استفاده می‌کند.

کتاب خوارزمی در اساس به روش حل معادله‌ها مربوط است و به این ترتیب، مسیر اصلی شاخه تازه‌ای از ریاضیات (یعنی جبر) را مشخص می‌کند. می‌دانیم که مضمون اصلی جبر، دست‌کم تا سده نوزدهم میلادی، عبارت از حل همین معادله‌هاست: «تعمیم و تکمیل این علم [یعنی علم حساب] با این همه شرف و تمیز، موقوف است به معرفت علم جبر و مقابله و استخراج مجهولات از روی حل معادله‌ها، به طریقی که مورد مقرر است» (اصول علم جبر و مقابله، آقای خان مهندس، چاپ ۱۳۰۵ ه.ق.).

خود واژه «الجبر»، که خوارزمی برای نامیدن این شاخه از دانش ریاضی انتخاب کرد، معرف درستی است که او در کتاب خود به‌کار برده

کتاب
«صورت الارض»
خوارزمی را
باید نخستین
اثر علمی در
دوران تازه
شکوفایی
دانش در زمینه
جغرافیا دانست

**نامی که خوارزمی
بر کتاب خود
گذاشت، امروز
در همهٔ زبان‌های
زندهٔ دنیا
باقی مانده است:
در زبان فرانسوی
«Algebre»
در زبان انگلیسی
«algebra»
در زبان روسی
«آلگبر»
و غیره**

است. خوارزمی «جبر» را به معنای «جبران کردن» می‌گرفت (که جبر خاطر مسکین بلا بگرداند - سعدی) که به زبان امروزی، به معنای انتقال یک عدد منفی، از یک طرف به طرف دیگر معادله است، که این عدد منفی را به عددی مثبت تبدیل می‌کند.

در کنار واژهٔ جبر به واژهٔ «مقابل» برمی‌خوریم که معرف عمل دیگری در حل معادله است: مقابل قراردادن دو عبارت برابر در «دو طرف معادله». بهاء‌الدین آملی، معروف به شیخ بهایی، ریاضی‌دان آغاز سدهٔ یازدهم هـ.ق (سدهٔ شانزدهم میلادی)، خیلی خوب دو واژهٔ جبر و مقابل را تعریف کرده است. شیخ بهایی می‌گوید: «قسمتی از معادله را که شامل مقداری منفی است، نمی‌توان حذف کرد و باید به طرف دیگر معادله اضافه کرد. این عمل جبر نامیده می‌شود. جمله‌های متشابه را می‌توان از دو طرف معادله حذف کرد. این عمل را هم مقابل گویند.»

اگر علامت‌ها و نمادهای امروزی را در نظر بگیریم، این دو عمل را می‌توان روی نمونهٔ زیر روشن کرد. این معادله را در نظر می‌گیریم.

$$5x - 12 = 4x - 9$$

اگر به دو طرف برابری، ۱۲ و ۹ را اضافه کنیم، عمل جبر را انجام داده‌ایم، زیرا عددهای منفی را به صورت عددهای مثبت درآورده‌ایم:

$$5x + 9 = 4x + 12$$

و اگر از دو طرف برابری ۴x و ۹ را حذف کنیم، عمل مقابل را انجام داده‌ایم، که در نتیجه، به دست می‌آید:

$$x = 3$$

به این ترتیب، عمل‌های جبر و مقابل به زبان امروزی عبارت‌اند از: انتقال جمله‌ای از یک طرف به طرف

دیگر معادله، و جمع جبری جمله‌های متشابه.

در کتاب جبر خوارزمی راه‌حل معادله‌های درجهٔ اول و درجهٔ دوم شرح داده شده است.

درست است که خوارزمی برای حل معادله‌های درجهٔ دوم به ظاهر راه‌حل کلی ارائه نمی‌دهد و با تقسیم معادله‌های درجهٔ دوم به پنج نوع متفاوت، برای هر نوع راه‌حلی جداگانه ارائه می‌کند، ولی ضمن نمونه‌های عددی غالباً همان دستوری را دنبال می‌کند که امروز برای حل معادلهٔ درجهٔ دوم می‌شناسیم.

به عنوان نمونه، مسئلهٔ ۲۸ از باب هفتم (باب مسئله‌های گوناگون) و راه‌حل خوارزمی را از ترجمهٔ زنده‌یاد حسین خدیوچ می‌آوریم و آن را با دستور امروزی حل معادلهٔ درجهٔ دوم مقایسه می‌کنیم.

ابتدا یادآوری می‌کنیم که خوارزمی جملهٔ درجه دوم را «مال» می‌نامد و همه‌جا ضریب آن را واحد می‌گیرد. بنابراین معادلهٔ کلی درجهٔ دوم از دیدگاه خوارزمی چنین می‌شود:

$$x^2 + bx = c \quad (۱)$$

که دستور محاسبهٔ ریشه‌های آن با نمادهای امروزی به این صورت است:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4c}}{2}$$

این دستور را می‌توان این‌طور نوشت:

$$x = -\frac{b}{2} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4} + c}$$

در ضمن، خوارزمی به ریشهٔ منفی معادله توجهی ندارد و برای محاسبهٔ ریشهٔ مثبت از این دستور استفاده می‌کند.

$$(۲) \quad x = -\frac{b}{2} + \sqrt{\frac{b^2}{4} + c}$$

اکنون مسئلهٔ موردنظر و راه‌حل خوارزمی را (ضمن مقایسه با دستور (۲)) می‌آوریم.

مسئلهٔ ۲۸ از باب هفتم کتاب جبر و مقابلهٔ خوارزمی:

اگر کسی بگوید یک درهم را بر چند مرد تقسیم کردم. به هر یک چیزی رسید. سپس یک مرد به گروه آنان افزودم و بار دیگر یک درهم را میان آنان تقسیم کردم. سهم هریک در مرتبهٔ دوم به اندازهٔ یک ششم درهم از مقدار قسمت اول کمتر شد. (خوارزمی می‌خواهد تعداد مردان را در نوبت اول پیدا کند).

در راه‌حل خوارزمی که در ادامه می‌آوریم، «شیء» به معنای مجهول (یعنی x و در این مسئله تعداد مردان در نوبت اول)، «جذر» به معنای توان اول مجهول (x) و «مال» به معنای توان دوم مجهول (x²) است. ضمن راه‌حل خوارزمی، جابه‌جا و در داخل کروشه، توضیح لازم را با زبان نمادهای امروزی جبر آورده‌ایم.

راه‌حل خوارزمی: تعداد مردان نوبت اول را، که عبارت است از شیء [x]، در نقصانی که میان آنان ایجاد شده ضرب می‌کنی. آن‌گاه حاصل ضرب را در تعداد مردان نوبت دوم [x+۱] ضرب می‌کنی ض (۱+و) و ضربی. دارایی تقسیم شده ایک درهم [به دست می‌آید.

$$۱۰ = (۱+و) و$$

پس از آن، تعداد مردان نوبت اول را، که عبارت است از شیء [x]، در یک ششم، که میان آنان اختلاف



منجر می‌کند؛ یعنی معادله‌ای به صورت معادله (۱). سپس، برای پیدا کردن ریشه مثبت آن، گام به گام از دستور (۲) استفاده می‌کند. خوارزمی شش نوع معادله درجه دوم را مورد بررسی قرار می‌دهد و برای هر کدام راه حل خاصی ارائه می‌کند. این شش نوع معادله را به زبان نمادهای امروزی می‌توان این طور نوشت:

$$۱) x^2 = x$$

$$۲) x^2 = b$$

$$۳) ax = b$$

$$۴) x^2 + ax = b$$

$$۵) x^2 + b = ax$$

$$۶) ax + b = x^2$$

درجه اول در طرف دیگر باشد (حالت ۵) و یا سرانجام جمله درجه اول و مقدار ثابت در یک طرف و جمله درجه دوم در طرف دیگر باشد (حالت ۶).

همان گونه که ضمن راه حل مسئله نمونه دیدیم، خوارزمی برای حل معادله نه از فرمول و نماد، بلکه از بیان توصیفی استفاده می‌کند. در ضمن، در حالت‌هایی که دو ریشه معادله مثبت باشند، هر دو ریشه را به دست می‌آورد و از این بابت بر جبر دیوفانتی برتری دارد.

خوارزمی برای حل معادله‌ها از روش‌های هندسی هم استفاده می‌کند. برای نمونه در باب دوم کتاب خود (باب جذر و مال عدد)، زیر عنوان «استدلال درباره یک مال و ده جذر برابر با سی و نه درهم می‌شود»، یعنی برای حل معادله

$$x^2 + 10x = 39$$

(و اگر در جایی ضریب درجه دوم، برابر واحد نباشد، ابتدا آن را به معادله‌ای تبدیل می‌کند که در آن ضریب درجه دوم واحد باشد).

در واقع، در حالت سوم با معادله‌ای درجه اول سروکار داریم، ولی خوارزمی در تقسیم کلی خود، به این روش عمل می‌کند: در معادله درجه دوم، سه جمله وجود دارد (جمله درجه دوم، جمله درجه اول و مقدار ثابت). در ترکیب معادله، ممکن است یکی از سه جمله وجود نداشته باشد و تنها با دو جمله سروکار داشته باشیم (حالت‌های ۱، ۲ و ۳) و یا هر سه جمله (حالت‌های ۴، ۵ و ۶) وجود داشته باشند. در ضمن، وقتی هر سه جمله وجود دارند، ممکن است جمله‌های درجه اول و درجه دوم در یک طرف و مقدار ثابت در طرف دیگر باشد (حالت ۴). یا جمله درجه دوم و مقدار ثابت در یک طرف و جمله

بود، ضرب می‌کنی. می‌شود یک ششم جذر، $\sqrt{\frac{1}{6}}$. سپس آن را در تعداد مردان نوبت دوم، یعنی شیء به اضافه یک $[x+1]$ ضرب می‌کنی. در نتیجه چنین می‌شود: یک ششم مال به اضافه یک ششم جذر:

$$\text{ض و } \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{1}{6}(x+1)$$

که برابر است با یک درهم:

$$\text{ض و } \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = 1$$

دارایی را که در اختیار داری، تکمیل می‌کنی، یعنی آن را در شش ضرب می‌کنی. می‌شود مال به اضافه جذر $[x^2+x]$. پس یک درهم را در شش ضرب می‌کنی، می‌شود شش درهم و حاصل آن یک مال و یک جذر است که برابر با شش درهم است $[x^2+x=6]$. آن گاه، تعداد جذر [یعنی ضریب x را پس از نصف کردن، در

مانند خودش ضرب کن. می‌شود یک

چهارم $(\frac{1}{4})^2$ یا $\frac{1}{4}$. آن را بر شش

بیفزای $\frac{1}{4} + 6$ و جذر حاصل جمع

را بگیر $\sqrt{6 + \frac{1}{4}}$ و نصف تعداد

جذری را که در مانند خودش ضرب

کرده بودی و عبارت بود از نصف $\frac{1}{2}$ ،

از آن کم کن:

$$\text{ض و } \sqrt{6 + \frac{1}{4}} + \frac{1}{4}$$

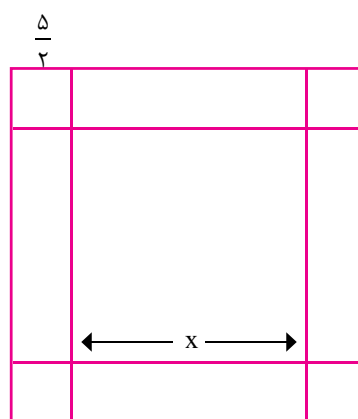
باقی مانده عبارت است از تعداد مردان نوبت اول که در این مسئله دو مرد است.

می‌بینیم که خوارزمی مسئله را به حل معادله درجه دوم

$$x^2 + x = 6$$

ابتدا راه‌حل جبری و سپس، دو راه‌حل هندسی می‌آورد که در اینجا، یکی از راه‌حل‌های هندسی او را می‌آوریم:

مربعی به ضلع x می‌سازیم. سپس روی ضلع‌های آن، مستطیل‌هایی به ضلع‌های x و $\frac{5}{2}$ اضافه می‌کنیم. بعد تمام شکل را به‌صورت یک مربع کامل درمی‌آوریم.



روی شکل دیده می‌شود که، مساحت مربع بزرگ برابر است با مساحت مربع به ضلع x به اضافه مساحت چهار مستطیل به ضلع‌های x و $\frac{5}{2}$ و سرانجام، مساحت چهار مربع به ضلع برابر $\frac{5}{2}$. بنابراین، مساحت مربع بزرگ برابر است با:

$$x^2 + 10x + 25$$

و چون $x^2 + 10x + 25 = 39$ بود، بنابراین مساحت مربع بزرگ برابر $39 + 25 = 64$ می‌شود. به این ترتیب ضلع این مربع برابر ۸ و در نتیجه ضلع مربع کوچک‌تر، یعنی مقدار مجهول x ، برابر ۵-۸ یعنی ۳ می‌شود.

پایان بحث

«دانشمندان روزگاران گذشته و خردمندان ملت‌های پیشین، پیوسته سرگرم نگارش و تصنیف بوده‌اند. آنان

به اندازه توانایی و بینش خود برای مردم پس از خود، در انواع دانش و گزیده‌های حکمت و فلسفه، کتاب‌ها تألیف و تصنیف کرده‌اند، بدان امید که در دیگر سرائی پاداشی یابند و در این جهان از آنان نام نیک بر جای بماند؛ نام نیکی که همه ثروت‌ها و پیرایه‌های مادی - که با رنج بسیار به‌دست می‌آیند - در برابرش ناچیز است و به شوق رسیدن به آن، رنج کشف رازهای دانش و زحمت حل دشواری‌های علمی آسان می‌نماید.

[دانشور به سه‌گونه است.]

یا مردی است که برای نخستین‌بار، دانشی ناشناخته را می‌شناسد و می‌شناساند و آیندگان را میراث‌خوار علمی خود می‌سازد.

یا مردی است که آثار بر جای مانده پیشینیان را شرح و تفسیر می‌کند و مطالب مبهم و پیچیده کتاب‌ها را روشن می‌سازد، برای بیان مطلب راه ساده‌تری نشان می‌دهد و نتیجه‌گیری را آسان می‌کند.

یا مردی است که در برخی از کتاب‌ها به نادرستی و آشفتگی برمی‌خورد، و نادرستی را اصلاح می‌کند و آشفتگی‌ها را سامان می‌بخشد. با خوش‌بینی به‌کار مؤلف می‌نگرد، بر او خرده نمی‌گیرد و از اینکه متوجه خطا و اشتباه دیگران شده، بر خود نمی‌بالد...

از مقدمه خوارزمی بر کتاب جبر و مقابلة

نام خوارزمی، ابتدا با ترجمه کتاب «حساب‌الهند» او به اروپا رفت و به‌صورت لاتینی شده خوارزمی، «الگوریتموس» درآمد. به تدریج در تمامی اروپای غربی با نام «الگوریتموس» و بعدها «الگوریتم» از طریق عددنویسی هندی (یعنی

عددنویسی به‌همین صورت امروزی) آشنا شدند. ولی به تدریج این اصطلاح (یعنی الگوریتم) به هر دستگاه یا دنباله‌ای از محاسبه داده شد (مانند الگوریتم ضرب که روش ضرب عددهای چندرقمی در یکدیگر را به‌صورت سستونی توضیح می‌دهد؛ الگوریتم اقلیدس برای پیدا کردن بزرگ‌ترین مقسوم‌علیه مشترک دو یا چند عدد؛ الگوریتم حل معادله درجه دوم؛ و غیره).

(به این مطلب توجه کنیم که واژه لغاریتم هیچ ربطی به واژه الگوریتم و در نتیجه با نام خوارزمی ندارد.)

به‌جز این، نامی که خوارزمی بر کتاب خود گذاشت، امروز در همه زبان‌های زنده دنیا باقی‌مانده است: در زبان فرانسوی «Algebre» در زبان انگلیسی «algebra» در زبان روسی «آلگبر» و غیره. می‌بینیم که حتی حرف تعریف «آل» هم از ابتدای آن حذف نشده است: «الجبر» (تا نیم سده پیش در ایران کتاب‌های درسی و غیردرسی جبر را زیرعنوان «جبر و مقابلة» می‌نوشتند).

در واقع، یکی از کارهای پرارزش خوارزمی پیدا کردن واژه‌ها و اصطلاح‌های مناسب بود. برای نمونه، برای «مجهول» از واژه «شیء» استفاده می‌کرد و آن را درست به‌همان مفهومی که امروز از x استفاده می‌کنیم، به‌کار می‌برد. انتقال این واژه به اروپا و نوشتن آن به‌صورت x ، ابتدا نماد x و سپس سایر نمادها را برای بیان مقادیرهای مجهول به‌وجود آورد.

از کتاب‌های خوارزمی تنها کتاب جبر و مقابلة او به‌همت زنده‌یاد حسین خدیوچم به فارسی ترجمه شده است.

پی‌نوشت‌ها.....

1. Sidhanta
2. Sidhend

۳. این معادله از این طریق هم به‌دست می‌آید: اگر تعداد مردان نوبت اول برابر x و در نتیجه، تعداد مردان نوبت دوم $x+1$ باشد، سهم هر مرد در نوبت اول برابر $\frac{1}{x}$ و در نوبت دوم برابر $\frac{1}{x+1}$ خواهد شد و بنابر صورت مسئله باید داشته باشیم: $\frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} = \frac{1}{6}$ که به سادگی به همان معادله متن منجر می‌شود: $1 = (x+1) - \frac{1}{6}$.