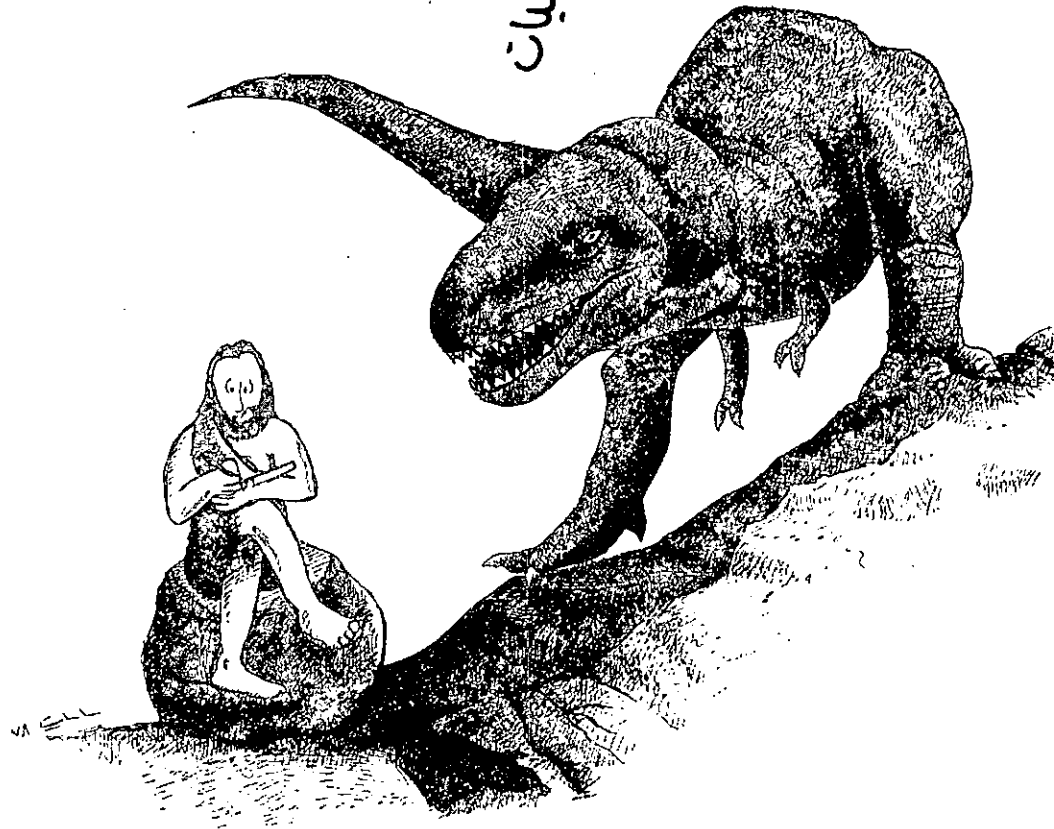


از تاریخ پیاموزیم (ه)

• پرویز شهریاری



ریاضیات در سرزمین بابل (از بوریس بولگارسکی)

سرزمین بابل قدیم که به «میان دورود» (یا بین النهرین) شهرت دارد، در منطقه‌ای بین بستر دو رودخانه دجله و فرات واقع است. بابل، شهر بزرگ دولتهای حاکم بر میان دورود، در ساحل فرات قرار داشت. دولت بابل در ۱۹ سده پیش از میلاد و با نظام پرده‌داری دولتی - آیینی تشکیل شد. کشاورزی بیشتر بر اساس آبیاری مصنوعی انجام می‌گرفت، که به مجموعه‌ای از راه آبها و کانالهای پیچیده نیاز داشت. دهقانان اغلب به صورت جمعی روی زمینها کار می‌کردند؛ ولی

شاه حق داشت بخشی از زمینهای کشاورزی را به نزدیکان خود ببخشد و به همین مناسبت بتدریج قشری از زمینداران پدید آمدند.

شکوفایی دولت بابل از نیمه دوم سده هجدهم پیش از میلاد آغاز می‌شود. در این دوران، دولت به عنوان بزرگترین زمیندار از تمامی تلاش خود برای اصلاح دستگاه آبیاری، استفاده کرد. آبراهها را پاک کردند و برای آبرسانی به سطح گسترده‌تری از زمینهای کشاورزی، اقدامهایی جدی صورت گرفت. از تولید کشاورزی (غله، میوه و بنبه) برای بازرگانی با کشورهای همسایه استفاده می‌شد. بازرگانی رونق گرفت

و درضمن، موجب پدید آمدن رباخواری و رباخواران شد. و البته، در هر حال، چه در زمینهای دولتی و چه در زمینهای شخصی، همه کارها بر دوش پرده‌ها بود.

پیشرفت بازرگانی، پیش از هرچیز، موجب فراوانی فراورده‌های کشاورزی شد. از زمینهای بارور، گندم و جو فراوانی به دست می‌آمد، درختان فراوان خرما، شراب، سرکه، آرد و پارچه را فراهم می‌آوردند. بجز این، بازرگانی به گسترش کشتیرانی هم کمک کرد. از بابل، به عنوان مرکز بازرگانی کشتیها از راه رودخانه، خود را به دریا می‌رساندند و کالاهای بازرگانی را به پاریس و مصر می‌بردند.

راست. در ضمن، نماد ۲ برای یکان، نماد < برای دهگان و نماد > برای صدگان به کار می‌رفت. به باری همین سه نماد و با استفاده از روش عددنویسی موضعی، عددهای چندرقمی را می‌نوشتند. برای نمونه، نماد $\overline{111}$ به معنای ۵، نماد $\overline{1111}$ به معنای ۲۳ بود و غیره.

همین نمادها را برای نوشتن عدد در دستگاه به مبنای ۶۰ هم - بویژه وقتی که با اندازه‌ها سروکار داشتند - به کار می‌بردند. در این حالت هم، اصل موضعی بودن رقمها را رعایت می‌کردند. در ضمن، رقم با مرتبه بالاتر را در سمت چپ رقم با مرتبه پایین‌تر می‌نوشتند؛ یعنی همان ردیفی را رعایت می‌کردند که برای عددنویسی در مبنای ۱۰ به کار می‌رفت. برای نمونه، عدد

$$\overline{111} \overline{111} \overline{111} \quad (۱)$$

به معنای عدد $25 + 34 \times 60 = 2065$ یعنی ۲۰۶۵ است؛ ولی از آن جا که بابلیها، بخش کسری را از بخش درست عدد با نشانه‌ای جدا نمی‌کردند (آن‌طور که ما امروز در عددنویسی دهدهی، بخش کسری را با ممیز جدا می‌کنیم)، همین عدد (۱) می‌توانست

به معنای $\frac{25}{60} + \frac{34}{60}$ یا $\frac{25}{60} + \frac{34}{60}$ هم باشد. بنابراین، برای این که عدد را، آن‌گونه که منظور نویسنده بوده است، بخوانیم، باید به ماهیت مسأله و اندازه‌هایی که استفاده کرده است، با دقت توجه کنیم. به این ترتیب، بابلیها دستگاه عددنویسی بسیار پیشرفته‌ای داشتند [چیزی که یونانیها، سده‌ها بعد از بابلیها نتوانستند به آن دست یابند].

نیاز به گسترش بازرگانی، اقتصاد، کشاورزی و صنعت کارگاهی، تا اندازه زیادی به بابلیها کمک کرد تا ضمن تجربه،

زمان یا محاسبه اندازه زاویه دید که امروز هم به همان صورت پیشنهادی بابلی به کار می‌رود؛ یک ساعت برابر ۶۰ دقیقه و یک دقیقه برابر ۶۰ ثانیه؛ یک درجه زاویه‌ای برابر ۶۰ دقیقه زاویه‌ای و غیره. برای اندازه‌گیری وزن، اندکی از این قاعده منحرف شده بودند:

۱ تالانت = ۶۰ مین؛ ۱ مین = ۶۰ سیکل؛ ۱ سیکل = ۱۸۰ گندم

که این آخری با مقیاس امروزی، به تقریب برابر ۱۰ گرم می‌شد. از مقیاسهایی که بابلیها برای طول داشته‌اند، کمتر باقی مانده است. بابلیها برای عددشماری و عددنویسی از هر دو مبنای ۱۰ و ۶۰ استفاده می‌کردند؛ به‌ویژه انتخاب مبنای ۶۰ بسیار هوشمندانه است. عدد ۶۰ بخش‌بهای زیادی دارد: ۶۰، ۳۰، ۲۰، ۱۵، ۱۲، ۱۰، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲ و همین وضع، کار هرگونه محاسبه‌ای را ساده‌تر می‌کند؛ بویژه که برای نوشتن عددهای بزرگ (که در اخترشناسی کاربرد دارد) رقمهای کمتری لازم است. برخی از پژوهشگران هم، انتخاب مبنای ۶۰ را تفسیر هندسی آن می‌دانند که درباره آن صحبت خواهیم کرد.

عددنویسی بابلی، در دورانی بسیار کهن پدید آمد. گمان می‌رود، بابلیها عددنویسی را از ملتهایی گرفته باشند که پیش از شکل گرفتن دولت بابلی، در آن جا می‌زیستند. آنها عددها را شبیه سایر نوشته‌های خود، روی صفحه‌های گلی و با خط میخی می‌نوشتند؛ در ضمن برای نوشتن از میله‌ای با سه وجه جانبی استفاده می‌کردند. با این وسیله، می‌شد شکل‌های میخ‌مانند را، سه‌گونه نوشت: عمودی با نوک تیز به طرف پایین، افقی با نوک تیز به سمت چپ و افقی با نوک تیز به سمت

بابل در سال ۶۸۹ پیش از میلاد، به وسیله «سناضرب» (۷۰۵-۶۸۰ پیش از میلاد) شاه آشور (که بر خلاف پدرش سارگن، جنگ طلب بود) تسخیر و ویران شد؛ ولی جانشین او، «آسارخادون» در سال ۶۸۰ پیش از میلاد، آن را بازسازی کرد. شکفتگی دوباره شهر را باید مربوط به سالهای ۶۰۴ تا ۵۶۲ پیش از میلاد، دوران حکومت «نبوکد نصر» دانست. بابل در سال ۳۳۱ پیش از میلاد، به وسیله اسکندر مقدونی اشغال شد و جانشین او بخش عمده ساکنان شهر را از آن جا بیرون راند. از این زمان، بابل اهمیت خود را ازدست داد و در سده دوم پیش از میلاد، از صحنه تاریخ حذف شد.

در بابل، در دوران شکفتگی خود، کارهای کارگاهی و هم بازرگانی سرعت پیش می‌رفت. بجز محصولات طبیعی، قالی، پارچه‌های ابریشمی و پشمی، پوست، گردن‌بند، دست‌بند، شمشیر، نیزه، عطر و وسیله‌های خانگی هم از آن جا صادر می‌شد. پیشرفت بازرگانی، موجب پیشرفت دستگاه پولی شد. نخستین واحدهای پولی برای مبادله، با غله یا نقره محاسبه می‌شد. مالیاتهای دولتی، به وسیله غله یا نقره محاسبه می‌شد. بتدریج پولهای نقره‌ای، جای دیگران را گرفت و داد و ستدهای پایاپای (کالا در برابر کالا) را کنار زد و در نتیجه، دستگاه محاسبه پولی تکمیل شد. بازرگانی گسترده ایجاب می‌کرد همه دستگاه‌های اندازه‌گیری، تکمیل و دقیق شود و در بابل دستگاه اندازه‌گیریها شبیه آن‌چه امروز داریم، ساخته شد. تنها بابلیها به جای مبنای ۱۰ - که در دستگاه متری به کار می‌رود - از مبنای ۶۰ استفاده می‌کردند. نمونه دستگاه اندازه‌گیری بابلیها را می‌توان در محاسبه

آگاهیه‌های زیادی در زمینه ریاضیات به دست آورند. در رابطه با گسترش گردش کالا و پیچیده‌تر شدن کارهای کارگاهی، سازمانهایی پدید آمد که خیلی شبیه بانکهای امروزی بود. کار این مؤسسه‌ها پرداخت حواله‌ها، ثبت میزان روزهای کار و بسیاری چیزهای دیگر بود و روشن است چنین وظیفه‌هایی، نیاز به محاسبه داشت و بنابراین به پیشرفت ریاضیات محاسبه‌ای کمک می‌کرد. از جمله می‌دانیم که بابلیها، عمل ضرب را تقریباً به همان صورتی که امروز عمل می‌کنیم، انجام می‌دادند؛ برای تقسیم بر یک عدد، از ضرب در عکس آن عدد، که برای عددهای درمبنای ۶۰ ساده بود، استفاده می‌کردند. این سادگی، ناشی از این ویژگی است که عدد ۶۰ بخشبایهای زیادی دارد. کشت و برداشت محصول کشاورزی و همچنین دامداری، نیاز به شناخت فصلهای سال داشت؛ بجز این، کشتیرانی و حرکت کاروانها، بابلیها را واداشت تا به بررسی آسمان و شناسایی ستارگان بپردازند؛ زیرا در آن زمان، ماه و خورشید و برخی ستارگان، تنها معیاری بودند که به یاری آنها می‌شد سمت حرکت را تشخیص داد. به همین مناسبت، بابلیها با بررسی دقیق، ستارگانی را که با چشم دیده می‌شد و حرکت ظاهری آنها، آغاز کرده و توانستند نقشه‌های جالب و کم و بیش دقیقی از آسمان تهیه کنند. آنها متوجه شدند که برخی از ستارگان، از حرکت معمول دیگران - یعنی حرکت ظاهری به دور زمین - پیروی نمی‌کنند و مسیرهای حرکت دیگری را برای خود انتخاب کرده‌اند، و به این ترتیب بود که سیاره‌ها را شناختند. طبیعی است که در آغاز، از بین سیاره‌ها، که در بین ستارگان، مسیر مستقلی برای حرکت خود داشتند، به

آنها پی ببرند که بزرگتر و به زمین نزدیکترند. نخست به خورشید، ماه و ناهید (زهره = ونوس) توجه کردند. بازهم طبیعی است وقتی بابلیها، اهمیت خورشید را برای انسان و زندگی روی زمین احساس می‌کردند، به آن، با دید احترام بنگرند و برای آن و دیگر جرمهای آسمانی که کشف کرده بودند، یعنی خورشید، ماه و ناهید، ویژگیهای خدایی قایل شوند. و وقتی سیاره‌های تازه‌ای را کشف کردند، مانند برجیس (مشتري = زوپیتر)، بهرام (مریخ = مارس)، تیر (عطارد = مرکوری) و کیوان (زحل = ساتورن) آن وقت تعداد خدایان آنها به هفت رسید. بابلیها، حرکت ماه را با دقت بررسی کردند و طول ماه قمری را ۳۰ روز تعیین کردند. همین محاسبه، اساس گاه‌شماری آنها قرار گرفت. دوازده ماه قمری، یک سال را تشکیل می‌داد. ولی از آن‌جا که ماه قمری اندکی کمتر از ماه خورشیدی بود و در نتیجه، سال بابلی کوتاهتر از سال خورشیدی می‌شد، بابلیها این اشتباه را با اضافه کردن یک ماه به برخی سالها، جبران می‌کردند. آنها به جز واحدهای ساعت و دقیقه که برای اندازه‌گیری زمان داشتند، از واحد هفته هم استفاده می‌کردند و هر روز آن را به نام یکی از هفت ستاره و سیاره‌ای می‌شناختند، نامگذاری کرده بودند. بسیاری از ملتها، تا امروز، همین نامها را برای روزهای هفته با اندک تفاوت‌هایی نگه داشته‌اند. برای نمونه فرانسویها، برخی روزهای هفته را این طور می‌نامند: vendredi روز ونوس، Jeudi روز زوپیتر، mercredi روز مرکوری، mardi روز مارس، lundi روز ماه. آلمانیها، نامهای sonntag (روز خورشید) و montag (روز ماه) و انگلیسیها نام

saturday (روز ساتورن) را دارند و غیره. با مشاهده صورتهای ماه، بابلیها جدولهایی تنظیم کرده بودند که تغییرهای صورتهای ماه را با دقت کامل در آنها روشن کرده‌اند. یکی از این جدولها را، با عددنویسی امروزی، ولی درمبنای ۶۰ (آن طور که در اصل وجود دارد) می‌آوریم:

$$5:10:20:40:1/20:1/20:1/36:1/52;$$

$$2/8:2/24:2/40:2/56:3/12:3/28:3/44$$

عددهای این جدول را باید این طور تفسیر کرد:

$$1/20 = 60 + 20 = 80; 2/8 = 2 \times 60 + 8 = 128;$$

$$3/12 = 3 \times 60 + 12 = 192; \dots$$

این جدول، صورتهای ماه را، با این فرض که قرص کامل ماه را برابر ۳/۴۴، یعنی ۲۲۴ واحد بگیریم، داده شده است. عددها نشان می‌دهند که تغییر صورت ماه از قرص کامل، اگر از جهت عکس (از آخر به اول) در نظر بگیریم، چگونه است. تصور بابلیها از حرکت ظاهری خورشید به دور زمین، این بود که خورشید در هر شبانه‌روز، ۳۶۰ گام برمی‌دارد (آنها طول نیم‌دایره مسیر حرکت ظاهری خورشید را که در روز دیده می‌شود، ۱۸۰ برابر قطر خورشید می‌دانستند) و به همین جهت، برای محیط دایره ۳۶۰ بخش در نظر گرفتند؛ به احتمالی به حساب آوردن ۳۶۰ روز برای سال هم از همین جا سرچشمه گرفته باشد. برخی از پژوهشگران هم عقیده دارند، تقسیم محیط دایره به ۳۶۰ بخش برابر، به دلیل وجود عددنویسی شصت‌شصتی آنها بوده است. هواداران این دیدگاه، بر این مطلب تکیه می‌کنند که بابلیها با تقسیم محیط دایره به ۶ بخش برابر آشنا بودند؛ برای نمونه، آرا به‌سازان همیشه چرخ را به ۶ بخش برابر تقسیم و آن را با ۶ پره محکم می‌کردند. اگر آنها می‌توانستند محیط دایره را به ۶ بخش

برابر تقسیم کنند، آن وقت طبیعی بود که، با توجه به دستگاه عددنویسی شصت شصتی، هر بخش را به ۶۰ بخش برابر تقسیم کنند. بررسی روشهای محاسبه‌ای بابلیها، ما را به مفهومیهای دقیق و پیچیده‌ای می‌رساند. آنها می‌توانستند ریشه دوم عددها را با تقریب لازم محاسبه کنند؛ ولی روش جذر گرفتن آنها، بسیار بغرنج بود و به همین دلیل، ترجیح می‌دادند برای این منظور، از جدولهایی که آماده کرده بودند، استفاده کنند. به همین ترتیب، جدولهایی برای ریشه سوم عددها و توانهای دوم و سوم عددها در اختیار داشتند. بابلیها، در برخی جاها، از مفهومیهای جبر هم استفاده می‌کردند. برخی گونه‌های معادله‌های درجه اول و درجه دوم، و حتی درجه سوم را با موفقیت حل می‌کردند. در ضمن برای معادله‌های درجه دوم، از دستگاه شامل دو معادله دومجهولی استفاده می‌کردند؛ تعیین دو عدد، با معلوم بودن مقدار حاصلضرب و مقدار مجموع (یا تفاضل) آنها. با مطالعه جدولهایی که برای تغییر صورتهای ماه تنظیم شده است، می‌توان متوجه شد که بابلیها با مفهوم تصاعدها آشنا بودند؛ در سطر اول، یک تصاعد هندسی قرار دارد و در سطر دوم، تصاعدی حسابی با قدر نسبت ۱۶. آگاهی بابلیها در زمینه هندسه، بسیار گسترده بود. گرچه در نوشته‌های بابلی، صحبتی از اصل، قضیه یا استدلال نشده است؛ ولی به اندازه کافی می‌توان به مسأله‌هایی برخورد که برای حل آنها تسلط بر بسیاری از ساختمانهای هندسی لازم است. اگر با خطهای راست موازی سروکار داشتند، از پاره‌خطهای راست متناسب استفاده می‌کردند، از رابطه بین ضلعها در مثلث قائم‌الزاویه آگاه بودند، مساحت مثلث

و دوزنقه را محاسبه می‌کردند، رابطه مربوط به محاسبه حجم منشور و استوانه را می‌دانستند و غیره. ولی بابلیها محیط و مساحت دایره را با دقت لازم به دست نمی‌آوردند؛ آنها محیط دایره را سه برابر قطر آن به حساب می‌آوردند. به این ترتیب، نسبت محیط دایره به قطر آن را برابر ۳ می‌گرفتند. ریاضیدانان بابلی، حجم مخروط ناقص و هرم ناقص را هم محاسبه می‌کردند؛ ولی اغلب این محاسبه نادرست است؛ زیرا ارتفاع را در نصف مجموع سطحهای دو قاعده ضرب می‌کردند. به این نکته هم باید توجه کرد که، مشاهده‌های اخترشناسی، بابلیها را به مفهومیهای راهنمایی کرد که بعدها پایه‌ای برای پدید آمدن مثلثات شد. در ضمن، آنها با مشاهده حرکت‌های ستارگان، نتیجه آگاهیهای خود را روی یک نیمکره رسم می‌کردند، نه روی صفحه. به همین دلیل پیش از مثلثات مسطحه به مفهومیهای مثلثات کروی پی برده بودند. سخن کوتاه، در سرزمین باستانی بابل، در دورانی دور از ما، آگاهیهای با ارزشی به وسیله دانایان زمان ثبت شده است که بسیاری از آنها به ریاضیات مربوط می‌شود؛ ولی هنوز نمی‌توانیم بگوییم دارای دانش ریاضی پیشرفته‌ای بوده‌اند. جمع‌آوری آگاهی‌های پراکنده را نمی‌توان دانش نظری دانست؛ بلکه تنها نتیجه‌ای از مشاهده و تجربه به حساب می‌آیند. تعمیم مسأله‌ها، نتیجه‌گیریهای کلی و استدلال منطقی در نوشته‌های بابلی دیده نمی‌شود. در عوض، در بابل قدیم، شبه‌دانشهایی رشد کرد که می‌توانست برای تکامل دانش زیانمند باشد. از این گونه شبه‌دانشها می‌توان از اخترشماری و اعتقاد خرافاتی

به نیروی عدد نام برد.

اخترشماری، شبه‌دانشی است که تأکید می‌کند، زندگی هر انسان به طور جداگانه و زندگی یک جامعه در مجموع، به رابطه ستاره‌ها و ستارگان نسبت به یکدیگر بستگی دارد. از آن جا که بویژه خورشید برای زندگی انسان و برای تعیین کشت و برداشت اهمیت جدی داشت، بابلیها دچار این تصور شدند که سرنوشت انسان در اختیار ستارگان است و بنابراین، به نیایش آنها می‌پرداختند. آنها تا آن جا پیش رفتند که معتقد بودند موقعیت ستاره‌ها در لحظه تولد شخص، می‌تواند سرنوشت آینده او را مشخص کند. نتیجه‌گیریهای مشابهی هم در باره حکومت و تمامی مردم می‌کردند. این اعتقادهای بابلیها، تنها در سرزمین بابل باقی نماند، به سایر جاها هم نفوذ کرد و سرچشمه‌ای برای رواج اندیشه‌های خرافی شد که در مجموع، مانعی برای پیشرفت دانش است. در زمینه عددها هم، بابلیها معتقد بودند، هر عدد «رازی» ویژه خود دارد. از آن زمان که بابلیها، خورشید و ماه و زهره را می‌شناختند و آنها را به عنوان سه خدای خود پذیرفتند، عدد ۳ برایشان «مقدس» شد و عدد «خوشبختی» به شمار می‌رفت. و وقتی هفت ستاره را شناختند، عدد ۷، جای عدد ۳ را گرفت و عدد «خوشبختی» شد. عجیب است که با پیشرفت ریاضیات و اخترشناسی، گمانهای دروغین و خرافی درباره ستارگان و عددها از بین نرفت؛ به نحوی، در بین برخی ملت‌ها و در دورانی خاص، به عنوان سدی در برابر دانش واقعی قرار گرفته است.

