



دوفصلنامه تاریخ علوم و فناوری دوره اسلامی
سال دهم، شماره‌های اول و دوم، سال ۱۴۰۰
شماره پیاپی: ۱۹ و ۲۰

صاحب امتیاز: مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب
مدیر مسئول: اکبر ایرانی
سر دبیر: محمد باقری
مدیر داخلی: زینب کریمیان
ویراستار: پویان رضوانی
اجرای جلد: محمود خانی

مدیر فنی و امور چاپ: حسین شاملوفرد

همکاران علمی

حسن امینی * حمید بهلول * پویان رضوانی * فاطمه سوادی * حنیف قلندری * یونس کرامتی * امیرمحمد گمینی
شمامه محمدی فر * راضیه‌سادات موسوی * یونس مهدوی * سجاد نیکفهم خوب‌روان

مشاوران علمی

پرویز اذکائی * یوسف ثبوتی * توفیق حیدرزاده
محمدابراهیم ذاکر * حسن طارمی * مهدی محقق
حسین معصومی همدانی * محمدجواد ناطق * سیدحسین نصر
علی بابایف (جمهوری آذربایجان) * جان لنارت برگرن (کانادا) * گلن وان بروملن (کانادا) * احمد جبار (فرانسه)
سرگی دمیدوف (روسیه) * رشدی راشد (فرانسه) * جمیل رجب (کانادا) * سری رامولا سارما (آلمان)
ژاک سزبانو (سوئیس) * جورج صلیبیا (امریکا) * حکیم سید ظل‌الرحمان (هند) * زادا چاران گوپتا (هند)
مصطفی موالدی (سوریه) * یان پیتر هوشندایک (هلند) * میچیو یانو (ژاپن)

تصویر پشت جلد: زنده‌یاد حمیدرضا گیاهی یزدی در کنار شاخص ظهر مسجد میرزا داود همدان، ۱۳۸۲

نشانی مجله: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، بین خیابان دانشگاه و ابوریحان، ساختمان فروردین، شماره ۱۱۸۲، طبقه چهارم، شماره ۱۶
کد پستی: ۹۳۵۱۹-۱۳۱۵۶ تلفن: ۶۶۴۹۰۶۱۲ دورنگار: ۶۶۴۰۶۲۵۸

www.mirasmaktoob.ir
miraselmi@mirasmaktoob.ir / miraselmi90@gmail.com

بها: ۶۰۰۰۰۰ تومان



فهرست

۱ | سر سخن

مقاله

- شوق پژوهش: به یاد دکتر حمیدرضا گیاهی یزدی
تاریخ‌نگار علوم دوره اسلامی
۳ | سارا فرض‌پور ماچیانی
- حساب، به شیوایی و دلفریبی لیلوتی
۱۶ | مریم زمانی
از الموت تا پکن:
- ذات‌الحلق جمال‌الدین و رساله دستورالمنجمین در جاده‌های ابریشم مغول
۳۲ | یویچی ایسایاها، ترجمه محمد علیزاده وقاصلو
- تقویم‌های ایرانی و عربی به روایت آثناپای شیراکی
۴۵ | گریگور بروتیان، ترجمه محمد باقری
- ارزیابی نظریه «انقلاب کشاورزی دوره اسلامی»
۵۲ | مایکل دکر، ترجمه صادق حجتی
- از میخانه تا مدرسه: سیمای خیام دانشمند
۶۸ | محمد باقری، ترجمه مانده حسین‌زاده
- مکتب مراغه و تأثیر آن بر علم پس از مغول در جهان اسلام
۷۴ | توفیق حیدرزاده، ترجمه مهدی نوروزی‌بخش
- مجموعه مسائل کتاب جبر خوارزمی
۸۹ | جفری ا. اوکس، ترجمه نرگس عصارزادگان
- از بطریق تا خنین
۱۰۷ | الکساندر تریگر، ترجمه شهلا باقری
- هایزیش زوتر: تاریخ‌نگار ریاضیات دوره اسلامی
۱۲۲ | انوشه هادزاد
- ابوریحان بیرونی و استاد و همکارش ابونصر منصور عراق
۱۳۳ | سونیا برنتیس، ترجمه مانده حسین‌زاده و زینب کریمیان

یادداشت‌های تاریخی

- ۱۴۶ | پیش‌بینی نخستین رؤیت‌پذیری هلال ماه
ونسسلو سگورا، ترجمه زینب کریمیان
- ۱۵۰ | بیرونی، دوازده خواری و دوازده ماه تقویم بولیانی
فرانسوا دو بلوا، ترجمه نسترن حکمی
- ۱۵۵ | گزارش اندازه‌گیری ارتفاع قلعه دماوند در عهد قاجار
کورس ضیائی
- ۱۶۱ | مفاهیم بیت، شعاع و تسبیر در احکام نجوم دوره اسلامی
ژوسپ کسولراس و یان پ. هوخندایک، ترجمه محمد باقری

یادنامه‌ها

- ۱۶۶ | یاد از جواد همدانی‌زاده
محمد باقری
- ۱۷۱ | درگذشت گریگور بروتیان تاریخ‌نگار ارمنی نجوم و تقویم
اولگا ورتازاریان، کریستینه کوستیکیان، ایوت تاجاریان

معرفی کتاب

- ۱۷۵ | منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک
امیرمحمد گمینی

رسائل

- ۱۷۸ | ترجمه و شرح رساله الوفیق التام عزالدین زنجانی
ناصر حائری



حساب، به شیوایی و دلفریبی لیلآوتی

مریم زمانی^۱

لیلاوتی کتابی آموزشی در مورد حساب و هندسه است که بهاسکارای دوم مشهور به بهاسکارای معلم (بهاسکاراچاریا) آن را در قالب شعر به زبان سانسکریت نوشت. او از ریاضی‌دانان مشهور هند است که در قرن دوازدهم میلادی می‌زیست و آثاری در زمینه‌های حساب، جبر و نجوم به نام‌های لیلآوتی، بیجاگانیتا، سیدهانثا شیرومنی (تاج العلوم) و گزنا کتوهلا دارد. برای آموزش این آثار در قرن سیزدهم میلادی مدرسه‌ای در مهاراشترا (هند) ساخته شد (پلوفکر، ۲۰۰۸، ص ۱۸۲). بهاسکارای دوم احتمالاً نخستین ریاضی‌دانی است که بنای یادبودی در یک معبد برایش ساخته شده است. غالباً گفته می‌شود که سیدهانثا شیرومنی که کتابی در مورد مثلثات کروی و ریاضیات کاربردی در نجوم است اثری چندپاره متشکل از لیلآوتی، بیجاگانیتا و سیدهانثا شیرومنی^۲ است و کتاب‌های لیلآوتی و بیجاگانیتا به منظور آموزش ریاضیات مقدماتی مورد نیاز آن نوشته شده‌اند.

در زبان سانسکریت گاهی کتاب‌های علوم نیز به صورت کلمات قصار یا شعر نوشته می‌شد و فراگیران، این ابیات را از بر می‌کردند، سپس استاد، معانی آن ابیات را برایشان توضیح می‌داد. اما مشکلی که پیش می‌آید این است که با آن‌که متن‌های شعرگونه آسان‌تر به خاطر سپرده می‌شوند، به دلیل بیان مطالب در وزن‌های شعری، به کارگیری صنایع ادبی و ذات زبان سانسکریت که واژه‌ها با توجه به زمینه متن، معانی متفاوتی را می‌رسانند، خواندن این کتاب‌ها موجب کج فهمی می‌شدند. بدین ترتیب بسیار محتمل است که برداشت شارحان یا مترجمان این کتاب‌ها متفاوت با قصد نویسنده باشد. بنابراین شرح‌نویسی، مورد نیاز و مرسوم بوده حتی بهاسکارای دوم، خودش برای کتاب‌هایش شرح نوشته است (همان‌جا). شایان توجه است که در ادبیات هندی، دست‌کم دو اثر دیگر به همین نام وجود دارد که یکی نوشته ریاضی‌دان هندی، راجادیتیا^۳ است (تری‌پاتی^۴، ص

۱. کارشناس ارشد تاریخ علم، maryam_zamani77@yahoo.com

۲. بخشی از آن در مورد استخراج سینوس یک درجه است. مقاله «روایت هندی محاسبه سینوس یک درجه به روش تکرار» را در شماره ۱۴ میراث علمی (ص ۷۸-۸۷) ببینید.

3. Rājādīya

4. Tripathi

۲۶۴) و دیگری لیلوتی ویتی اثری از راماپانی وادا^۱ است و برای شفاف سازی معمولاً نام کتاب‌ها را به همراه نام نویسنده بیان می‌کنند.

حکایت لیلوتی

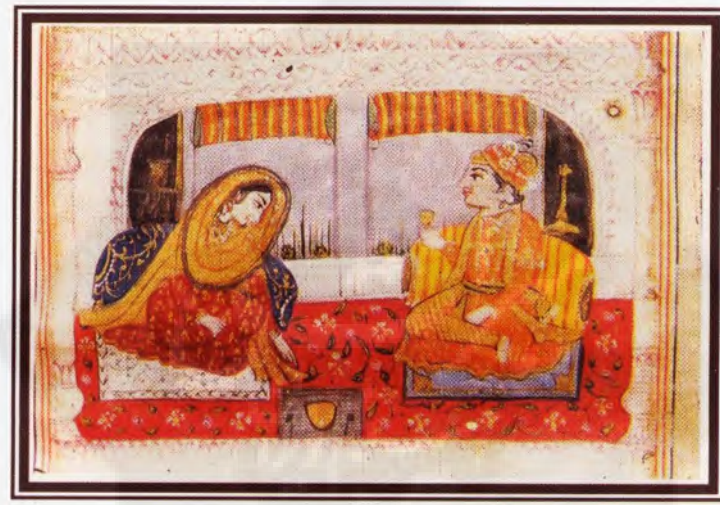
لیلوتی مشهورترین اثر بهاسکارای دوم است که نسخه‌های فراوانی از آن به جا مانده و چندین شرح بر آن نوشته شده است. این اثر در سال ۹۹۵ هجری / ۱۵۸۷ میلادی به دستور اکبر کبیر، سومین شاه سلسله گورکانی هندوستان به دست ملک الشعراى دربار، ابوالفضل فیضی به فارسی که زبان رسمی و درباری این حکومت بود، ترجمه شد. اکبر که علاقمند به دانستن دانش هندوان بود دستور داد تا دیوانی برای ترجمه آثار برگزیده ایشان بنا کنند، به این ترتیب این آثار به سرپرستی یک فرد به همراهی گروهی از مترجمان از سانسکریت به فارسی و گاهی عربی ترجمه شدند.^۲ ترجمه فارسی فیضی از لیلوتی بعدها در سال ۱۸۲۷ میلادی در کلکته به چاپ رسید. داستانی در مقدمه فارسی در مورد علت نگاشتن کتاب آمده که می‌گوید بهاسکارا کتاب لیلوتی را برای دخترش نوشت. این داستان بسیار مشهور شد و به شهرت کتاب افزود. فیضی در مقدمه ترجمه‌اش نوشته است:

چنین گفته‌اند که سبب نوشتن این کتاب آن بوده است که بهاسکارا دختری به نام لیلوتی داشت اما در طالعش آمده بود که فرزندی نخواهد داشت و شوهرش را از دست خواهد داد. پدرش پس از تأمل و تفکر ساعت خوش‌یمنی برای ازدواجش یافت که عاقبت به خیر شود و اجاق دخترش کور نباشد. در زمان مناسب عروس و داماد را خیر کردند و طالع‌بین را گفتند که به ساعت آبی^۳ بنگرد تا آن وقت متبرک فرا رسید صیغه عقد را بخوانند. اما تقدیر موافق تدبیر نبود. چون دخترک کنجکاو محو تماشای طرز کار ساعت آبی بود، مرواریدی از لباسش کنده شد و در طاس آب غلطیده، مانع جریان آب شد. بدین ترتیب مدتی سپری شد در حالی که همگان منتظر بودند که چرا ساعت موعود فرا نمی‌رسد. پدر متحیر مانده بود که چه اتفاقی افتاده است که طاس پر نشده است؟ چون جست و جو کردند دیدند که راه آب گرفته شده است و آن ساعت خوش‌یمن گذشته است.

1. *Lilavati Vithi of Ramapanivada*

۲. مقاله «ترجمه‌هایی از عربی و فارسی به سانسکریت» در شماره ۱۲ میراث علمی (ص ۴۹-۵۹) را نیز ببینید.
۳. پنگان یا ساعت آبی، کاسه‌ای مسی بود که ته آن سوراخ داشت و دهقانان در گذشته از آن برای تعیین مدت زمان استفاده از آب چشمه یا قنات استفاده می‌کردند. برای این منظور کاسه را روی ظرفی از آب قرار می‌دادند، مدت زمان پر شدن این کاسه، واحدی برای اندازه‌گیری زمان استفاده هر دهقان از آب چشمه یا قنات بود.

پدر دست حسرت به دندان گرفت سر دست گلبرگ خندان گرفت
 گهر ریخت از روزن طاس چشم که نتوان به سیاره بخت خشم
 منجم چه داند که در پرده چیست نگارنده نقش این پرده کیست
 مهندس که عمرش در این کار رفت در این نقش حیرت ز پرکار رفت
 سر آخر پدر که به آروزش نرسیده بود به دخترش گفت به نامت کتابی می نویسم
 که روزگاری دراز بماند چون که نام نیکو زندگی دوم و سرمایه جاودانی است. به
 درستی این کتاب نادر و پربهاست که در تعریف نمی گنجد.^۱



تصویر ۱: برگرفته از نسخه‌ای از ترجمه فارسی لیلای لیلیاوتی در موزه سالار جنگ هند

البته چنین سرگذشتی نه در نخستین ابیات اصل سانسکریت لیلایوتی و نه در هیچ‌یک از آثار بهاسکارا ذکر نشده و گویا فیضی مایل بوده است توجیهی برای عنوان کتاب که ظاهراً عنوانی زنانه است بیابد و ظاهراً آن چه نقل کرده با کمی تغییر برگرفته از یک داستان حکمی سانسکریت به نام «جینا»^۲ در مورد تقدیر است. در این حکایت، برهمنی به نام ویدیاناندا^۳ در طالع دخترش دید که مدت کوتاهی پس از ازدواج بیوه خواهد شد، مگر آن که ازدواج در ساعتی سعد انجام شود. پس ترتیب ازدواج دخترش را با بزرگزاده توانگری در آن ساعت موعود داد و برای اطمینان از، از دست ندادن آن ساعت سعد، چشم به یک ساعت آبی دوخت. اما غافل از این که دانه گندمی در روزنه

۱. ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۲-۵.

۲. Jaina.
۳. Vidyānanda.

ساعت گیر کرده بود و آن‌ها آن ساعت مناسب برای ازدواج را از دست دادند. شش ماه بعد داماد بر اثر مارگزیدگی از دنیا رفت و دختر به سرنوشت مقدرش دچار شد.

فیضی با کمی دستکاری در این داستان آن را به بهاسکارا و دخترش منتسب کرد؛ به جای دانه گندم، مروارید راه آب را بست و سرنوشت دختر را نیز از بیوگی به دوشیزگی تا پایان عمر تغییر داد. شایان توجه است که در سنت هندوان، برهمن مؤمن برای آن‌که گرفتار نفرین ابدی نشود نباید هرگز به بهانه نافرجام بودن مانع ازدواج دخترش شود و از طرفی در آیین هندی بیوه‌ها بدیمن به شمار می‌آیند. پس حتی اگر بهاسکارا دختری می‌داشت چنین قصه‌ای رخ دادنی نبود (سارما، ۲۰۱۹، ص ۲۸).

لیلوتی: «بانوی مهربان حساب»^۱

بهاسکارا نخستین ابیات لیلوتی را در وصف کتابش سروده است: «کتابی موجز و بی نقص درباره حساب خواهم نوشت تا آگاهان را با شیوایی و رسایی کلامش خشنود سازد و [معانی اش را] آراسته و دلنشین ارزانی دارد.» با آن‌که کتاب بهاسکارا درباره ریاضیات است، او موضوعات حساب را ماهرانه در قالب انواع وزن‌های شعری عرضه کرده تا خسته‌کننده نباشد و باعث انبساط خاطر شود. او در این میان حتی مثال‌های وام گرفته از پیشینیانش هم چون بهاسکارای اول را در قالب جملاتی زیباتر به فراگیرندگان آموزش می‌دهد (راماسوبرامانیان^۲ و دیگران، ص ۶۳-۶۵). بهاسکارا هر مطلب آموزشی را با یک یا چند پرسش به پایان می‌برد و در این پرسش‌ها معمولاً چون آموزگاری شکیا و مهربان، فراگیرنده را با کلمات و جملاتی ستایش آمیز می‌نوازد و تشویق می‌کند. مثال‌های او همگی برگرفته از زندگی روزمره و آشنا برای مخاطب هستند. البته ترجمه فارسی فیضی از این کلمات ستایش آمیز نشانی در خود ندارد. نگاهی به برخی از این جملات که برگرفته از متن انگلیسی کولبروک^۳ هستند، می‌اندازیم:

بیت ۱۳) ای لیلوتی باهوش! اگر در جمع و تفریق مهارت کسب کرده‌ای به من بگو ... ؟

بیت ۱۶) ای لیلوتی زیبا و گرانقدر! که چشمانی هم‌چو آهو داری! چیست حاصل اعداد ... ؟

به من بگو ای دختر بخت‌یار! چیست حاصل ... ؟

بیت ۱۰۷) ... ای دختر بخت‌یار! اگر می‌دانی بگو.

بیت‌های ۶۰، ۷۲، ۸۳، ۸۶ و ... دوست من! بگو.

بیت‌های ۹۱، ۹۳، ۱۱۴، ... ای ریاضی‌دان! بگو.

هر چند در هندوستان آن زمان بیشتر دانش آموزان را پسران تشکیل می‌دادند اما از دختران هم

۱. برگرفته از مقاله فرانسویس زیرمن در مورد کتاب لیلوتی، ترجمه حسین معصومی همدانی.

2. Ramasubramanian
3. Colebrooke

انتظار می‌رفت از ریاضیات مقدماتی سر در آورند تا از پس رتق و فتق امور خانوار بر آیند (پلوفکر، ۲۰۰۷، ص ۴۷۸). حال اگر دو بیت نخست را این‌گونه بخوانیم: ای بازیگوش باهوش^۱ و یا ای بازیگوش زیبا، مخاطب می‌تواند هر طفل بازیگوشی، چه دختر چه پسر، باشد. شایان توجه است که در برخی ابیات واژه‌هایی به کار رفته است که مسلماً مناسب خطاب کردن دختری که سرنوشت ناخوشایندی داشته یا خواهد داشت نیست، زیرا بهاسکارا در بعضی جملات از عبارات‌هایی چون «ای دختر بخت‌یار!» استفاده کرده است. افزون بر این‌ها او بارها از کلماتی مذکر برای خطاب کردن شاگردان استفاده کرده است، هم‌چون حالت مذکر دوست من و ریاضی‌دان. این طرز سخن گفتن بیش‌تر به آن می‌ماند که آموزگاری در طول درس دادن هر بار از یکی از شاگردانش پاسخ سؤال را بپرسد. این تلقی با آخرین بیت کتاب نیز هم‌خوانی دارد، زیرا بهاسکارای دوم در این بیت از کتاب لیلاوتی، او را به بانویی برانزده تشبیه می‌کند که سعادت ابدی را ارزانی کسانی می‌کند که لیلاوتی را سخت در آغوش بگیرند؛ کنایه از این که اگر [کتاب] لیلاوتی را از بر کنند سعادت‌مند خواهند شد و مسلماً او چنین جملات عاشقانه‌ای را برای فرزندش نگفته است (پلوفکر، ۲۰۰۸، ص ۱۸۲-۱۸۳؛ سارما، ۲۰۱۹، ص ۲۶-۲۸). ضمناً گاهی این کلمات محبت آمیز در ترجمه‌های انگلیسی با هم تفاوت دارند و دلیل آن احتمالاً به غیر از سلیقه مترجمان به نسخه اساس آن‌ها برمی‌گردد. مثلاً بیت بیست و دوم در ترجمه کولبروک، شاگرد بانوی گرانقدر! خطاب شده، اما در ترجمه پت واردان^۲ و دیگران، دوست من! (ص ۲۴) آمده است.

میراث لیلاوتی

لیلاوتی بارها به انگلیسی ترجمه شده است، دو ترجمه قدیمی آن که به دست تیلر (۱۸۱۶) و کولبروک (۱۸۱۷) انجام شده بود در بمبئی و لندن چاپ شد. ترجمه فارسی لیلاوتی نیز در سال ۱۸۲۷ در کلکته به چاپ رسید. چنان‌که گفته شد کتاب لیلاوتی به شعر نوشته شده است و دریافتن مطالب آن برای فراگیران بدون استفاده از کتاب‌های کمک آموزشی و مشروح و یاری استاد ممکن نیست. به غیر از بهاسکارا که خود بر بیش‌تر آثارش شرح نوشت، شرح‌های بسیاری به زبان سانسکریت بر این کتاب نوشته‌اند. همچنین بر اساس ترجمه فارسی لیلاوتی کتاب‌هایی تألیف شده است (رضالله انصاری، ص ۳۸۱-۳۸۴):

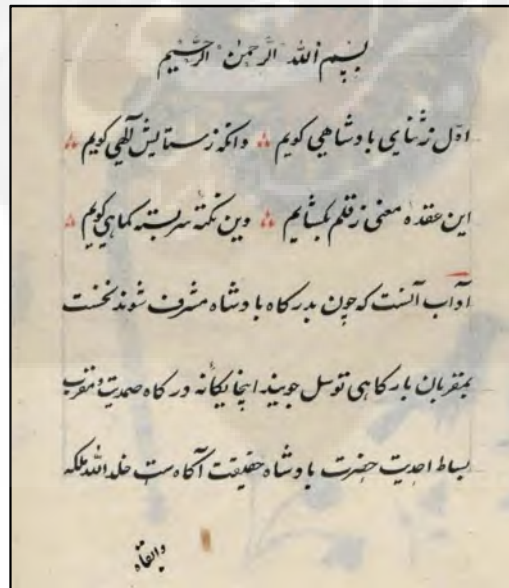
- شخصی به نام میدنیمال فرزند دهرم نراین^۳ بر اساس ترجمه فارسی لیلاوتی کتابی به اسم بدایع الفنون نوشت که نسخه‌هایی از آن در هند و پاکستان موجود است. نسخه ناقصی از آن

۱. یکی از معانی لیلاوتی «بازیگوش» است.

2. Patwardhan
3. Mednīmal bin Dharam Narāyan

به شماره ۲۲۵۹ در کتابخانه دیوان هند وجود دارد، که در چهار باب نوشته شده است: (۱) در حساب‌های آسان، (۲) در باب دانستن طریق دستور که در زمانه [به] کار می‌آیند، (۳) که آسان حساب‌های مشکل می‌نماید [کذا]، (۴) در علم سیاق (اته،^۱ ج ۱).

- فردی به نام آناند کاهن بن هرماج کایث^۲ رساله‌ای به نام حساب‌نامه یا مختصری در حساب نوشته است که طبق اظهار فهرست‌نویس مختصری از لیلوتی است.
 - شخصی به نام ابن یلب^۳ رساله‌ای به اسم مرآت الحساب با نگاهی به ترجمه فیضی نوشته است که به شماره ۱-۶۲۳۱ در آکادمی علوم ازبکستان موجود است (مظفروا، ص ۱۳۵-۱۳۷).
- محبوبیت کتاب لیلوتی بدان اندازه بوده که هنری ودزورث لانگ‌فلو^۴ شاعر مشهور در کتابش به نام کونق^۵ از آن الهام گرفته است. در این کتاب که داستانی عاشقانه دارد معلمی می‌خواهد ریاضیات را با سبکی نو به دانش آموزانش بیاموزد و بسیار به لیلوتی بهاسکارا و روش عرضه مثال‌هایش علاقه‌مند است. او علاوه بر آن که از افسانه لیلوتی گفته (ص ۱۸-۲۰)، برخی مثال‌های کتاب را نیز بازگو کرده است (ص ۲۱-۲۴).



تصویر ۱: برگ نخست از ترجمه فارسی لیلوتی، نسخه برلین 222 Or. quart.

1. Ethé
2. Anand Kāhin bin Hemrāj Kāyesth
3. Ibn Yalb
4. Henry Wadsworth Longfellow
5. Kavangh

محتوای کتاب

طبق فصل بندی کولبروک، لیلوتی در هجده فصل متشکل از دویست و هفتاد و دو بیت نگاشته شده است که شامل اعمال مقدماتی در حساب مانند جمع، تفریق، ضرب و تقسیم، نسبت و تناسب، کسرها، هندسه مقدماتی، ترکیبیات، تصاعد، معادلات دیوفانتی و جایگشت‌هاست. از آن جا که لیلوتی کتابی در مورد حساب مقدماتی است، پر از مسائلی مربوط به امور روزمره است و مثال‌هایی در مورد سود حاصل از خرید و فروش، یا سرمایه‌گذاری و مانند آن دارد. ترجمه فارسی فیضی به نوشته خودش در یک مقدمه، چند ضابطه و خاتمه انجام شده است. این ترجمه به دلایل نامعلومی ناقص است و تا انتهای مطالب مربوط به یافتن طول سایه‌هاست و چیزی از معادلات دیوفانتی و فصل آخر که در جایگشت است، ندارد. هم‌چنین از بیان موضوع‌های مربوط به اشکال هندسی نامنتظم در بخش هندسه صرف نظر شده است. این ترجمه بدون فصل بندی یا شماره‌گذاری برای جداسازی مطالب از یکدیگر است. تفاوت عمده بین متن لیلوتی و ترجمه فارسی فیضی آن است که برخلاف متن اصلی که نیازمند خواندن شرح یا یاری گرفتن از معلم برای یافتن پاسخ مسئله‌هاست، فیضی در ترجمه‌اش همواره راه‌حل‌ها را بیان کرده است. فیضی در ترجمه تغییرات دیگری هم داده است؛ از جمله حذف نیایش به درگاه گانشا، خدای دانایی و حذف واژه‌های محبت‌آمیز، اما مثلاً هیچ تغییری در نام خدایان نداده است. سوای این تفاوت‌های متنی، او به جای نام سانسکریت مرتبه‌ها معادل‌های عربی به کار برده است: آحاد (اکا)، عشرات (دسا)، مات (ستا)، آلف (سهسترا) و ... یا مطالبی به کتاب افزوده است مانند افزودن واحدهای زمان در انتهای فصل نخست که برگرفته از سایر منابع سانسکریت هستند، اما تعریفشان در ترجمه فیضی کمی متفاوت با منابع سانسکریت است. در ترجمه فیضی کوتاه‌ترین زمان، پَران^۱، زمان ده بار تکرار یک نفسِ واژه‌های کا، تا است، ولی در منابع سانسکریت، کوتاه‌ترین واحد زمان، به اندازه تلفظ یک سیلاب طولانی است و به آن گرو- آکسارا^۲ می‌گویند و یک پَران به اندازه یک دم و بازدم است (۴ ثانیه) که ده برابر گرو- آکساراست. بقیه واحدهای زمان به ترتیب، یک پَل^۳ برابر با شش پَران (۲۴ ثانیه)، شصت پَل برابر با یک گهری یا گتی^۴ (۲۴ دقیقه) و شصت گهری مدت زمان یک شبانه‌روز است که همانند اصل سانسکریت خود هستند (۲۴ ساعت) (سارما و زمانی، ص ۲۷۵).

گزیده‌هایی از مطالب کتاب لیلوتی

- تقسیم بر صفر: بهاسکارای دوم هم‌چون براهماگوپتا، دیگر ریاضی‌دان هندی، تقسیم بر صفر

1. prāṇa
2. guru-akṣaras
3. Pala
4. ghaṭī

را مجاز می‌دانست (پلوفکر، ۲۰۰۸، ص ۱۸۴)، اما در کتاب دیگرش بیجاگانیتا این کار را نکرده است (همان‌جا، ص ۱۹۲-۱۹۳).

در بیان احکام صفر: هر عددی را که به صفر جمع کنند همان عدد شود و اگر صفر را مجذور کنند یا مکعب، حاصل همان صفر شود و اگر صفر را ضرب کنند در عددی یا قسمت کنند بر عددی حاصل آن نیز صفر باشد و اگر عددی را در صفر ضرب کنند، نیز همان صفر شود و اگر عددی را قسمت کنند بر صفر، خارج قسمت همان عدد بود و اگر قسمت و ضرب هر دو در کار بود اول آن عدد را قسمت کنند بعد از آن ضرب کنند و اگر یک صفر مضروب فیه باشد و صفر دیگر مقسوم علیه، نه ضرب کنند و نه قسمت، همان عدد که بود باقی ماند و اگر یک صفر را جمع کنند و دیگری را نقصان، نیز همان عدد ماند نه زیاده شود و نه کم. مثلاً اگر صفر را با پنج جمع کنیم حاصل ۵ باشد و مجذور و مکعب صفر و جذر و کعب همان خودش بود و اگر ۵ را در صفر ضرب کنیم حاصل ضرب همان صفر بود و هم‌چنین عکس. و اگر صفر را قسمت کنیم بر ده خارج قسمت همان صفر بود و اگر ده را بر صفر قسمت کنیم خارج قسمت همان ده باشد» (ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۳۹-۴۰).

- ریشه‌های منفی: او همانند مهاویرا^۱ وجود ریشه‌های منفی را ندیده می‌گرفت (پلوفکر، ص ۲۰۰۸، ص ۱۹۲).
- «ای بانوی گرانقدر! به من بگو جذر چهار، نه و آن‌ها که مربعشان را پیش از این دانستی چیست؟ اگر یاد گرفته‌ای چگونه جذر را حساب کنی!» (بیت ۲۲، ترجمه کولبروک)
- «مثلاً خواستیم که جذر چهار و جذر عددی که مجذور آنها گفته آمده بدانیم، نوشتیم این اعداد را ۴ و ۹ و ۸۱ و ... و عمل کردیم به طریق مذکور، جذر چهار ۲ و جذر نه ۳ و جذر هشتاد و یک ۹ و ...». (ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۱۹)
- تفریحات ریاضی: مثال‌هایی هم برای سرگرمی‌های ریاضی داده شده است.
 - «در معرفت عددی که در ضمیر پنهان کرده باشند. هرگاه شخصی عددی را مضمّر کرده عمل‌های مختلف از ضرب و تقسیم و جمع و تفریق و امثال آن در آن عدد کرده باشد و حاصل را بعد از این عمل‌ها بیان کرده، طریق دریافتن آن عدد چنان است که عددی دیگر فرض کنند و جمع عمل‌هایی که آن شخص در عدد مضمّر کرده باشد درین عدد

1. Mahavira

نیز جاری گردانند و بعد از اجرای این اعمال هر چه از عدد مفروض حاصل آید در جایی ثبت نمایند. بعد از آن، حاصل عدد مضمر را درین مفروض ضرب کنند و حاصل را بر حاصل عدد مفروض که در جایی ثبت نموده شده است قسمت کنند، خارج قسمت همان عدد مضمر باشد». (ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۴۵)

- مثالی از کاهش مقدار داده شده: «از میان دسته‌ای از نیلوفرهای آبی، یک سوم به خدای شیوا (مهادیو)، یک پنجم به خدای ویشنو، یک ششم به آفتاب و یک چهارم به بهاوانی (پاربتی) داده شده و شش نیلوفر باقی مانده نیز به مرشدی ارجمند بخشیده شده است، سریع بگو چند تا گل بوده‌اند؟» (بیت ۵۲، ترجمه کولبروک)
- مثال دیگر به اعتبار باقی: «شخصی از گل‌های نیلوفر که با خود داشت ثلث برای زیارت مهادیو^۱ داد و خمس آن به کرشن^۲ داد و سدس آن به آفتاب داد و ربع آن به پاربتی^۳ داد و شش را که باقی ماند در قدم استاد نهاد. پس مجموع آن بر مقتضای عملی که گفته شد صد و بیست گل باشد». (ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۴۵)

راه حل^۴:

سهمی از گل‌هایی که باقی مانده است:

$$1 - \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} \right) = 1 - \frac{20 + 12 + 10 + 15}{60} = 1 - \frac{57}{60} = \frac{3}{20}$$

پس تعداد کل نیلوفرهای آبی $120 = 6 \times 20$ است.

- تناسب ساده: هندی‌ها تناسب ساده را برای راشیک^۵ می‌نامیدند که به معنای سه تا جا و محل بود، چون در یک تناسب ساده تعداد معلومات مسئله سه تاست (بیرونی، ص ۵۱). گویا نخستین بار این اصل/قانون سه‌تایی در یکی از آثار آریابھاتا آمده است و بعدها براهماگوپتا از وارون آن نیز بهره برد. برای هر یک از این سه خانه نیز اصطلاحی مخصوص وجود داشته است. پهل^۶، پرمان^۷ و اچهیا^۸ (سارما، ۲۰۰۰، ص ۱۳۴-۱۳۷)، این مطلب در کتاب لیلاوتی چنین توضیح داده شده است (مثال آن در انتهای مطلب تناسب تألیفی خواهد آمد):

۱. نام دیگری برای شیوا، خدای هندی.

۲. کرشن یا کریشنا یکی از تجسم‌های ویشنو خدای هندی است.

۳. نام دیگر بهاوانی، الهه قدرت است.

۴. راه‌حل‌های عددی از نگارنده مقاله حاضر است.

5. Trairāśika
6. Phala
7. Pramāna
8. Icchā

- «بدان که حساب بر انواع می‌باشد: حسابی که در آن سه چیز باشد: مثلاً یک شیء مقوم که مطلوب است و او را پهل گویند، دوم قیمت و او را پرمان گویند، سوم مقدار ثمنی که به وی چیزی از آن شیء به دست آرند و او را اچھیا گویند و حسابی است که در آن چهار چیز باشد و پنج باشد چنانچه معلوم خواهد شد.
- اکنون بیان قسم اول که در آن سه چیز باشد می‌کنیم و ضابطهٔ درین حساب آن است که پرمان و اچھیا را بعد گردانیدنش از یک جنس، چنانکه هر دو درهم یا هر دو دنانیر شوند در دو طرف بنویسند و در میان پهل را به جنس خود بنویسند بعد از آن پهل را در اچھیا ضرب کرده حاصل ضرب را بر پرمان قسمت کنند، خارج قسمت حصه‌ای از آن شیء باشد که مقوم است مقابل ثمن». (ترجمهٔ فارسی چاپ کلکته، ص ۵۷)

- در کتاب لیلوتی برای بیان مسائلی که نیازمند به استفاده از تألیف در تناسب بودند اصطلاح حساب پنج راش، حساب هفت راش و ... به کار رفته است. نمونه‌ای از مسئله‌هایی که به این طریق بیان می‌شده‌اند:

- «مثال اصل/ قانون هفت‌تایی: اگر شال ابریشمی رنگارنگ خامه دوزی شدهٔ هشت تکه [ساری هشت تکه] به عرض سه دست و طول هشت دست به قیمت صد نِشکا^۱ باشد، ای بازرگان! اگر راه و رسم تجارت را آموخته‌ای بگو قیمت شالی به درازای سه و نیم دست و پهنای نیم دست [باشد] چه قدر است؟» (بیت ۹۲، ترجمهٔ کولبروک)
- «مثال هفت راش که در آن جا هفت چیز باشد بگوییم: مثلاً چادری است ابریشمی اعلا که طول او هشت دست و عرض او سه دست است، هشت گز از او به صد نِشکا می‌ارزد و چادری دیگر است از همان جنس که طول او سه [و] نیم دست، عرض او نیم دست این چنین چادر به چند توان یافت؟» (ترجمهٔ فارسی چاپ کلکته، ص ۶۵)

نوشتیم پرمان و اچھیا را بدین صورت و به همان طریق که گفته شد، رقم تحتانی هر یک از پرمان و اچھیا را در تحت دیگر آوردیم و ارقام هر یک را در ارقام خودش ضرب کردیم و عدد زاید را بر عدد ناقص قسمت کردیم، خارج قسمت برآمد نِشکا^۲: صفر، درم^۳: چارده، پن^۴: نه، کاکینی^۵: یک، براتکا^۶: شش و ثلث (دو).

۱. واحد پول

2. Niska
3. Dramma
4. Pana
5. Kākini
6. Varātka

$$\frac{7}{2} \times \frac{8}{1} \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{1} \times \frac{1}{2} \times \frac{8}{100} = *$$

راه حل:

$$X = \frac{100}{1} \times \frac{7}{2} \times \frac{8}{2} \times \frac{1}{3 \times 8 \times 8} = \frac{175}{192} = 0.91145833$$

از آن جا که هر نشکا معادل ۱۶ درهم، هر درهم معادل شانزده پن، هر پن معادل ۴ کاکنی و هر کاکنی معادل بیست براتکا است، قیمت شال:

$$0.91145833 \times 16 = 14.583 \text{ درهم } 14$$

$$0.583 \times 16 = 9.33 \text{ پن } 9$$

$$0.33 \times 4 = 1.33 \text{ یک کاکنی}$$

$$0.33 \times 20 = 6.6 \text{ شش و دو سوم براتکا } \frac{2}{3}$$

- سود و زیان

- «در بیان بعضی حساب‌های بیع و شری^۱: چون خواهند که مقداری معین مثل نصف یا ثلث یا دو ثلث از اجناس مختلفه بخرند قیمت هر یک از اجناس را در مقدار حصه معین ضرب کرده بر هر اوزان اجناس قسمت کنند و هر یک از این خارج قسمت‌ها را یک بار جدا جدا بنهند و یک بار جمع کرده و در جایی ثبت نمایند و هر خارج قسمت را در مجموع مبلغ که دارد ضرب کرده حاصل را بر مجموع خارج قسمت‌ها قسمت کنند؛ هر خارج قسمت قیمت هر حصه باشد. بعد از آن هر یک از مقادیر را که می‌خرند در مجموع مبلغ ضرب کرده بر مجموع خارج قسمت‌ها قسمت کنند؛ هر خارج قسمت وزن هر حصه باشد». (ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۷۶)
- «اگر بشود سه و نیم من برنج را به یک درهم خرید و هشت من ماش را هم به همان مقدار، ای بازرگان این ۱۳ کاکنی را بگیر و زود دو برابر ماش به من برنج بده، چون ما برای رفتن عجله داریم و همراهانمان پیشاپیش رهسپار شده‌اند.» (بیت ۹۷، ترجمه کولبروک)

۱. خرید و فروش



○ «مثلاً در بازار به یک درم، سه و نیم سیر برنج می یابند و به یک درم، هشت سیر ماش. شخصی ۱۳ کاکنی به بقال داد و گفت دو حصه از برنج و یک حصه از ماش زود حساب کرده به من ده که همزمان من می روند».

طریق حساب آن است که بنویسند بدین صورت:

$$\begin{array}{r} ۱ \quad ۱ \\ ۸ \quad ۷ \\ ۱ \quad ۲ \\ ۱ \quad ۲ \end{array}$$

یکی، در اول سطر اول نوشته شده است^۱ قیمت برنج است و نصف هفت که در پایان یکی نوشته آمد وزن برنج است و ۲ که در پایان همه است^۲ مطلوب اوست. و یکی که در اول سطر دوم نوشته آمد قیمت ماش است و هشت که در پایان اوست وزن ماش و رقم آخر مطلوب او. قیمت هر یک را که یک است در حصه ها که در سطر اول، دو است و در ثانی یکی ضرب کردیم و حاصل هر یک از این دو ضرب را بر هر یک قسمت کردیم خارج قسمت در اول سبع چهار و در ثانی ثمن یکی آمد. این هر دو خارج قسمت را جدا جدا نهادیم بدین صورت $\frac{۱}{۸} \frac{۴}{۷}$ و باز اینها را بر قاعده جمع کسور که در ماسبق مذکور شد جمع کردیم پنجاه و ششم حصه شد از سی و نه بدین صورت $\frac{۳}{۵} \frac{۹}{۶}$ و هر یک از آن دو خارج قسمت را در مجموع مبلغ که سیزده کاکنی است ضرب کرده بر مجموع خارج قسمت ها، قسمت کردیم خارج قسمت در برنج سدس یک شد و دویم حصه از هفت بدین صورت $\frac{۷}{۱۹۲} \frac{۱}{۶}$. این قیمت برنج و ماش را یافتیم و مقدار برنج بیست و چهارم حصه از چهارده، و قدر ماش بیست و چهارم حصه از هفت، یعنی ده کاکنی و سیزده کودی و ثلث کودی بهای برنج و دو کاکنی و شش کودی و ثلث دو کودی بهای ماش» (ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۷۶-۷۸).

راه حل:

هر درم ۶۴ کاکنی است، با توجه به نسبت برنج (۲x) به ماش (x) و اگر از صورت کسری

$$\text{سه و نیم استفاده کنیم } \frac{۷}{۳} = \frac{۳}{۵} \text{ پس:}$$

۱. رقم یک، ستون راست.

۲. آخرین رقم ستون سمت راست، حاکی از نسبت دو برابر برنج به ماش است.

$$\frac{13}{64} = \left(\frac{4x}{7} + \frac{x}{8} \right) \rightarrow x = 10.66$$

و اگر این را به اجزای پول تبدیل کنیم بهای برنج ۱۰ کاکنی، ۱۳ کودی^۱ و یک سوم کودی خواهد شد.

$$10.66 - 10 = 0.66$$

$$0.66 \times 20 = 13.33 = 13 \frac{1}{3}$$

- قضیه فیثاغورس

- «در بیان انواع مساحت مثلث: بدان که ضلع اقصر را از اضلاع مثلث بهج^۲ گویند و طول را کرن^۳ و اوسط را کوت^۴. و ضابطه در مساحت مثلث آن است که هر یک از اضلاع ثلاثه را پیموده، در جایی ثبت کنند. اگر خواهند تحقیق کنند که پیمایش این اضلاع صحیح است یا نه طریق معرفت آن چنانست
- که اگر بهج و کوت معلوم باشد و خواهند که مقدار کرن معلوم کنند مجذور هر یکی از بهج و کوت را گرفته جمع کنند. بعد از آن، جذر این مجموع بگیرند همان مقدار کرن خواهند بود.
- و اگر مقدار بهج و کرن معلوم باشد و خواهند که مقدار کوت معلوم کنند، مجذور هر یکی از بهج و کرن بگیرند بعد از آن، تفاوت یکی را از دیگری گرفته، جذر او را به دست آرند که همان مقدار کوت خواهد بود.
- و همچنین اگر کوت و کرن معلوم باشد و خواهند که مقدار بهج معلوم کنند مجذور هر یکی از کوت و کرن بگیرند، بعد از آن تفاوت یکی را از دیگری گرفته جذر او را بگیرند همان مقدار بهج خواهند بود.» (ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۹۹)

مسئله بعدی که برای کاربرد قضیه فیثاغورس است به مثال نی شکسته هم معروف است و آن را بهاسکارای دوم از بهاسکارای اول قرض گرفته است (راماسوبرامانیان و دیگران، ص ۶۴).

- «اگر بامبو به درازای ۳۲ دست، که بر روی سطح زمین است بر اثر وزش باد از جایی بشکند و نوکش از سطح زمین ۱۶ دست باشد، بگو ای ریاضی‌دان! بامبو از کجا خم شده است؟» (بیت ۱۴۸، ترجمه کولبروک)

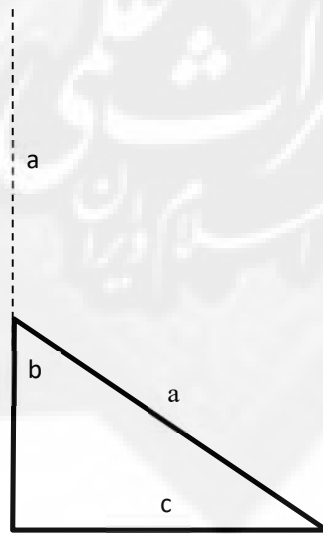
۱. «کودی» معادل همان «براتکا» است که قبلاً آمده است.

2. Bhujā
3. Karmā
4. Kotī

○ «مثلاً نی است به درازی سی و دو گز، از میان بشکست به طوری که از هم جدا نشد و سر او بر زمین رسید و از پای او تا جایی که سر او رسیده است شانزده گز زمین است. این شانزده گز مقدار بهج است و آن سی و دو گز جمع کرن و کوت است و آنچه افتاده است. اگر خواهیم که بدانیم که آن نی از کجا شکسته و آنچه ایستاده چند گز است و آنچه افتاده چند است، بنویسیم بدین صورت:

مجذور شانزده را که دویست و پنجاه و شش است به دست آوردیم و بر سی و دو، قسمت کردیم خارج قسمت هشت آمد. یک بار هشت را با سی و دو جمع کردیم چهل شد، تنصیفش کردیم ۲۰ ماند، این کرن شد. و بار دیگر آن هشت را از سی و دو نقصان کردیم ۲۴ ماند، تنصیفش کردیم ۱۲ شد، این کوت باشد. پس معلوم شد که بر سر دوازده گز شکسته است که ایستاده است و بیست گز افتاده». (ترجمه فارسی چاپ کلکته، ص ۱۰۸)

راه حل:



بدین ترتیب با استفاده از قضیه فیثاغورس $a^2 = b^2 + c^2$ که طول هر یک از اضلاع مثلث قائم‌الزاویه به ترتیب وتر کرن و اضلاع قائمه، کوت و بهج نامیده شده است.

$$a + b = 32 \rightarrow b = 32 - a, c = 16$$

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$\begin{aligned}
a^2 &= (32 - a)^2 + 256 \\
a^2 - (32 - a)^2 &= 256 \\
(a - (32 - a))(a + (32 - a)) &= 256 \\
(2a - 32)(32) &= 256 \\
(2a - 32) &= \frac{256}{32} = 8 \\
2a - 32 = 8 \rightarrow 2a = 40 \rightarrow a = 20, b = 12
\end{aligned}$$

منابع

- بھاسکارا، لیلواتی. (ترجمہ فیضی)، نسخہ خطی شماره 222، Ms. or. quart. کتابخانہ ایالتی برلین.
- (۱۸۲۷)، کلکتہ: چاپ مدارس فورت ولیم.
- بیرونی. (۱۳۸۹). راشیکات الہند (ترجمہ محمد مہدی کاوہ یزدی)، تہران: مرکز پژوهشی میراث مکتوب.
- Bhāskarācārya. (1817). *Algebra, with Arithmetic and mensuration*, (tr. H T Colebrooke), London: John Murray, Albemarle Street.
- (2001). *Līlāvātī of Bhāskarācārya: a treatise of mathematics of Vedic tradition: with rationale in terms of modern mathematics largely based on N.H. Phadke's Marāthī translation of Līlāvātī*, (tr. K. SH. Patwardhan, S. A. Naimpally & Sh. L. Singh). Delhi: Motilal Banarsidass Publishers.
- Ethé, H.(1903). *Catalogue of Persian manuscripts in the Library of the India Office*, v. 1, Oxford: Horace , Hart , Printer to the University.
- Longfellow, Henry Wadsworth. (1849). *Kavanagh: a tale*, Boston: Ticknor, Reed, and Fields.
- Muzafarova, Hanifa R. (1985). “On the Treatise of Ibn Yalb: Mirāt al-Ḥisāb”, *Studies in History of Medicine & Science*. Vol. IX, No. 3-4, pp. 135-152.
- Plofker, Kim. (2008). *Mathematics in India*, Princeton: Princeton University Press.
- (2007). “Mathematics in India” in *The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India, and Islam* (ed. Victor J. Katz). Princeton University Press, pp 385- 614.
- Ramasubramanian, K., K. Mahesh, Aditya Kolachana. (2019). “The līlā of the Līlāvātī” in *Bhāskara-prabhā*, (eds. K. Ramasubramanian, Takao Hayashi & Clemency Montelle), pp. 59-101.
- Razaullah Ansari, S. M. (2019). “Persian translations of Bhāskara’s Sanskrit texts and their impact in the following centuries” in *Bhāskara-prabhā*, (eds. K. Ramasubramanian, Takao Hayashi & Clemency Montelle), pp. 377- 391.
- Sarma, S. R. (2002). “Rule of Three and its Variations” in *From China to Paris: 2000 Years Transmission of Mathematical Ideas*, (eds. Yvonne Dold-Samplonius, Joseph W. Dauben, Menso Folkerts, and Benno van Dalen), Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- (2019). The legend of Līlāvātī” in *Bhāskara-prabhā*, (eds. K. Ramasubramanian, Takao Hayashi & Clemency Montelle), pp 23–39.
- Sarma, S. R. & Maryam Zamani (2019). “On the Persian Translation of Bhāskara’s Līlāvātī by Abu’l Faiz Faizī at the Court of Akbar”, *Indian Journal of history of science*, v. 54, No.3, pp 269- 285.

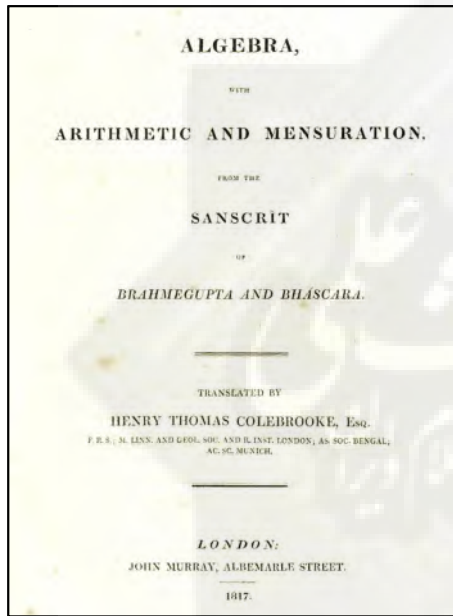




Tripathi, V. N. (2008). "Astrology in India" in *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures* (ed. Helaine Selin), Springer-Verlag.

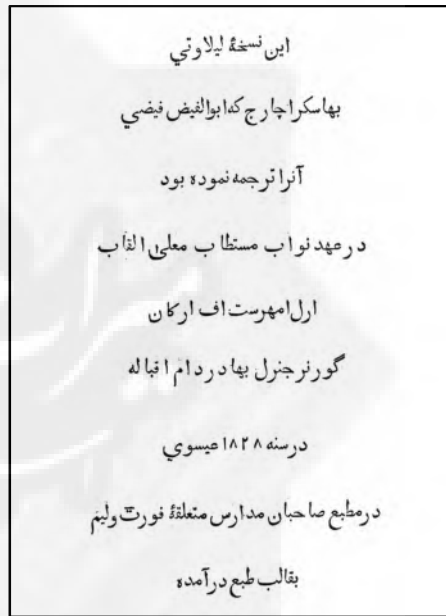
Zimmermann, F. (1989). "Lilavati, gracious lady of arithmetic", *Unesco courier*, November- November, pp. 18-21.

(ترجمه فارسی: «لیلواتی بانوی مهربان حساب»، ترجمه حسین معصومی همدانی، نشریه پیام یونسکو، آذر ۱۳۶۸، شماره ۲۳۴، ص ۱۸-۲۱).



ترجمه انگلیسی کولبروک از متن لیلاتی،

۱۸۱۷



متن فارسی لیلاتی، ترجمه فیضی، چاپ کلکته

در ۱۸۲۸