تاریخ علم، دورهٔ ۱۴، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵، ص۱۶۱ ـ ۱۷۴

جغرافیای ریاضی در نخستین آثار نجومی دورهٔ اسلامی

فرشاد کرم‌زاده*
دانشجوی دکتری تاریخ علم دورهٔ اسلامی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
karamzade.farshad@yahoo.com
حنیف قلندری
استادیار، پژوهشکدهٔ تاریخ علم، دانشگاه تهران
hanif.ghalandari@ut.ac.ir
غلامحسین رحیمی
استاد گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت مدرس
rahimi_gh@modares.ac.ir
(دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴، پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۷)

چکیده

منظور از جغرافیای ریاضی بخشی از آثار نجومی است که موضوع آن تحدید و توصیف بخش آباد زمین، روش تقسیم آن براساس عرض جغرافیایی و چگونگی پدیداری آسمان در عرض‌های جغرافیایی مختلف آن است. این بخش در مجسطی در فصل پایانی مقالهٔ اول و در مقالهٔ دوم آمده است و مطالب آن در قالب محاسبات ریاضی و بر پایهٔ هندسهٔ کره، تدوین شده‌اند. در آثار نجومی دورهٔ اسلامی، حسب تقسیم آنها به زیج‌ها و کتاب‌های هیئت، این بخش را ذیل عنوان کلی «هیئة الأرض» می‌توان جستجو کرد. تفاوت عمده میان این دو دسته در آن است که در زیج‌ها این مطالب مشابه مجسطی مدون شده‌اند اما در کتاب‌های هیئتْ این مطالب صورت توصیفی به خود گرفته است و از آوردن برهان‌های هندسی و حل مسائلِ نمونه عاری است. در این مقاله با تکیه بر نخستین آثار نجومی نوشته شده توسط دانشمندان اسلامی ـ منظور آثار نوشته شده در سده‌های سوم تا پنجم هجری است ـ تکوین موضوع جغرافیای ریاضی در این آثار بررسی شده است.

کلیدواژه‌ها: جغرافیا، جغرافیای ریاضی، زیج‌ها، نجوم، هندسهٔ کره، هیئت.

مقدمه

در کنار مشهورترین آثار جغرافیایی دوران اسلامی چون المسالک و الممالک ابن خردادبه، الأعلاق النفیسة ابن‌رسته، صورة الأرض ابن‌حوقل و حدودالعالم و...، دستهٔ دیگری از آثار هستند که آنها نیز به موضوع جغرافی پرداخته‌اند. این نوشته‌های جغرافیایی در واقع بخشی از آثار نجومی هستند که در آنها عملیات ریاضیِ مربوط به محاسبهٔ چگونگیِ پدیداری آسمان در عرض‌های جغرافیایی مختلف زمین عرضه می‌شود. محققان معاصر این بخش را «جغرافیای ریاضی»[1] نامیده‌اند. کندی[2] جغرافیای ریاضی را علمی می‌داند که در آن به مسائلی چون زمین‌سنجی[3] (تعیین طول و عرض جغرافیایی محل)، نقشه‌نگاری،[4] صحبت کردن در بارهٔ مبادی مختلف طول جغرافیایی، فهرست‌های جغرافیایی اقلیم‌ها و شهرهای مختلف و محاسبهٔ طول یک درجه در امتداد نصف‌النهار پرداخته می‌شود (ص۱۸۵-۲۰۱). روشن است که چنین تعریفی از جغرافیای ریاضی را در هیچ کدام از آثار دانشمندان اسلامی اعم از جغرافی‌نویسان و نویسندگان آثار هیئت نمی‌توان دید. به طور کلی نمی‌توان تعریف دقیقی از این حوزه در آثار گذشتگان به دست داد جز آن که در آثار هیئت این بخش با عنوان کلی «هیئة الأرض» می‌آمده است. در این تحقیق روند شکل‌گیری چنین بخشی را در نخستین آثار نجومی دانشمندان اسلامی پی می‌گیریم، این که چه موادی از سنت یونانی به دست ایشان رسید و ایشان در آثار خود به چه ترتیبی به آنها اشاره کرده‌اند. البته با فرض آغاز نگارش آثار کلاسیک هیئت از سدهٔ ششم هجری، مطالعهٔ بخش‌های مربوط به جغرافیای ریاضی در این آثار موضوع این تحقیق نیست اما آثار نوشته شده در قرون متقدم را می‌توان منبع نویسندگان آثار هیئت در سده‌های بعد به شمار آورد.

تعریف علم جغرافیا و جغرافیای ریاضی

یافتن تعریف مجزا از علم جغرافیا و مخصوصاً جغرافیای ریاضی در آثار یونانی و آثار متقدم دورهٔ اسلامی، به منزلهٔ علمی که دارای تعریفی روشن، چارچوب و محتوایی مشخص و مستقل باشد، دشوار است؛ زیرا اساساً متون جغرافیایی، مخصوصاً جغرافیای ریاضی، در محتوای آثار دیگر پراکنده است. در بسیاری از کتاب‌های طبقه‌بندی علوم

1. Mathematical Geography
2. E.S. Kennedy
3. Geodesy
4. Cartography

-چون مفاتیح العلوم، ارشاد القاصد و مقدمهٔ ابن خلدون- نیز نمی‌توان نشانی از تعریف جغرافیا یافت. در آثاری نیز که این تعریف آمده است، عمدتاً تعریف به جغرافیای توصیفی نزدیک‌تر است تا شقوق دیگر جغرافیا و از جمله جغرافیای ریاضی. برای مثال مسعودی در عبارتی جغرافیا را «قطع الأرض» به معنی «پیمودن زمین یا زمین پیمائی» تعریف کرده است: «...فی کتاب جغرافیا لمارینوس و تفسیر جغرافیا قطع الأرض...» (مسعودی، ص۳۳). آثاری نیز هستند که دانش جغرافیا را شاخه‌ای از اقسام علوم ریاضی برشمرده‌اند اما در یاد کردن از مطالب آن از مطالب جغرافیای توصیفی یاد کرده‌اند. اخوان‌الصفاء (ج۱، ص۱۵۸-۱۵۹)، «جغرافیا» را زیر مجموعهٔ «القسم الریاضی» آورده‌اند و آن را «صورة الأَرض و الأقالیم» نامیده‌اند. این عنوان نام مشهورترین آثار جغرافیایی نوشته شده در سده‌ها و قرون متقدم اسلامی را به خاطر می‌آورد. مطالعهٔ مطالب این کتاب‌ها نیز نشان می‌دهد که بیشتر مشتمل بر جغرافیای عمومی است تا جغرافیای ریاضی. شمس‌الدین آملی در نفائس الفنون جغرافیا را در فروع علم ریاضی و به عنوان علم «مسالک و ممالک» نام می‌برد (ص۴۷۵) و آن را این طور تعریف می‌کند: «و آن عبارتست از معرفت احوال بلدان و بقاع بحسب طول و عرض و غیر آن» (همان‌جا). آنچه در شناخت مساکن زمین به حسب طول و عرض آنها آمده است شبیه مطالبی است که در جغرافیای ریاضی نیز از آن یاد می‌شده است. طاشکپری‌زاده در کتاب مفتاح السعادة (ج۱، ص۳۸۴) جغرافیا را در فروع علم هئیت تعریف کرده است و می‌نویسد:

> و معنای آن صورة الأرض است و آن علمی است که به آن احوال اقلیم‌های هفت‌گانه را در ربع مسکون زمین بازشناسند و عرض‌های آنها و طول‌هایشان و تعداد شهرها و کوه‌ها و خشکی‌ها و دریاها و رودهایشان را نیز شناسند و جز آن هر چه از احوال بخش آبادان [زمین] است و بطلمیوس در این باره نوشته‌های سودمندی دارد.

قرار دادن جغرافیا در شاخهٔ هیئت و مطالبی که طاشکپری‌زاده به آن منتسب می‌کند نمونهٔ خوبی از تکوین مفهوم جغرافیای ریاضی است. اگر ترتیب تاریخی این آثار را در نظر بگیریم می‌توان گفت که با هر چه مفصل‌تر شدن فصل مربوط به اوضاع زمین در آثار هیئت تعریف این شاخه از جغرافیا، یعنی جغرافیای ریاضی نیز روشن‌تر شده است

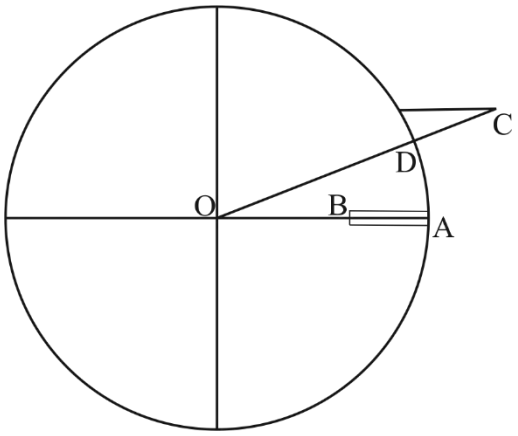
(نیز نکـ : حاجی خلیفه، ص۵۹۰-۵۹۱ که در ذکر نام این علم جَغرافیا را به جای جُغرافیا برگزیده است و همین تعریف را تکرار کرده است).

پیشینهٔ جغرافیای ریاضی در یونان باستان

اگر دو مسألهٔ یافتن شعاع زمین و تقسیم‌بندی آن به مواضع مختلف حسب عرض جغرافیایی را دو موضوع اصلی جغرافیای ریاضی بدانیم، مطالب مربوط به آنها در آثار دورهٔ یونانی نیز یک جا گرد نیامده‌اند و آثار مختلفی را برای پیگیری پیشینهٔ جغرافیای ریاضی می‌باید مطالعه کنیم. بطلمیوس در بارهٔ مسألهٔ نخست در کتاب جغرافیا و در بارهٔ تقسیم‌بندی زمین در مجسطی مطالبی آورده است که می‌توان کتاب او را حاوی جمیع منابع و گزارش‌هایی دانست که پیش از او در این باره موجود بوده‌اند. بطلمیوس در ابتدای کتاب جغرافیا از کسانی نام می‌برد که گزارشی در باب محاسبهٔ محیط زمین از آنها وجود دارد. مشهورترین گزارش باستانی در این باره روش اراتستن (درگذشت حدود ۱۹۵ق.م.) است. روش وی را می‌توان یکی از قدیمی‌ترین و دقیق‌ترین تجربه‌های تاریخ علم دانست. هرچند کسان دیگری نیز دست به این اندازه‌گیری زده‌اند اما اندازه‌گیری وی به خاطر روش علمی و نزدیکی نتایج آن به نتایج امروزی، مشهورتر از محاسبه‌های دیگر است و چه بسا نخستین اندازه‌گیری علمی از محدودهٔ زمین باشد (بطلمیوس، جغرافیا، ص۹ مقدمه).

در این اندازه‌گیری دو شهر که در امتداد یک نصف‌النهار هستند انتخاب می‌شوند، به شرط آنکه خورشید به سمت‌الرأس یکی از آنها در یک روز خاص برسد. اراتستن برای این منظور دو شهر اسوان[1] (سین، سوئنه) و اسکندریه را برگزیده است و در روز انقلاب تابستانی کار خود را انجام داده است. او چاه عمیقی را در اسوان (نقطهٔ A در شکل۱) که در روز انقلاب تابستانی خورشید به بالای آن می‌رسید در نظر گرفت، در واقع ته چاه در این روز با نور خورشید روشن می‌شود. شاخص CD نیز در اسکندریه گذاشته شده است. به این ترتیب با داشتن طول شاخص و فاصلهٔ دو شهر می‌توان شعاع زمین (AO) را به‌دست آورد (نالینو، ص۲۶۹؛ نیز نکـ : معصومی همدانی، ص۱۷).

1. Syene



شکل ۱

پس در این اندازه‌گیری دو مقدمه مهم هستند:

- دو نقطه در امتداد یک نصف‌النهار انتخاب شوند؛
- فاصلهٔ دو نقطه به‌دقت تعیین شود؛

اندازه‌گیری اراتستن به‌رغم دقت خوب متناسب با زمان اشکالاتی نیز دارد که از آن جمله‌اند که اسوان و اسکندریه دقیقاً روی یک نصف‌النهار نیستند و گزارش‌های اندازه‌گیری فاصلهٔ دو شهر نیز مختلف است (نالینو، همان‌جا).

مهم‌ترین آثار یونانی که می‌توان آنها را از مقدمات اصلی جغرافیای ریاضی به حساب آورد نوشته‌های تئودوسیوس (قرن دوم پیش از میلاد) هستند. تئودوسیوس سه کتاب مهم در هندسهٔ کره دارد که در دو عنوان از آنها به مسائلی از جغرافیای ریاضی پرداخته است. مهم‌ترین کتاب او در هندسهٔ کره کتاب الکر[1] است که می‌توان آن را نخستین نمونه از یک کتاب هندسی در بارهٔ کره‌ها دانست. در دو کتاب دیگر او که با عنوان‌های المساکن[2] و فی الأیام و اللیالی[3] شناخته می‌شوند قضایایی آمده است که به‌طور مستقیم می‌توان آنها را جغرافیای ریاضی دانست. المساکن مشتمل بر ۱۲ قضیه است. هر قضیه

1. *Sphaerics*
2. *On Habitations*
3. *On Days and Nights*

با عبارت «آنها که محل سکونتشان...»[۱] آغاز می‌شود و سپس حکم آن است که در آن محل آسمان چطور دیده می‌شود. برای مثال قضیهٔ نخست چنین است:

> آنها که محل سکونتشان زیر قطب شمال است نیمی از کرهٔ کل همواره بر آنها پیدا است و نیمهٔ دیگر همواره پنهان است. هیچ جزیی از آنچه بر آنها پنهان است طلوع نمی‌کند و بالعکس (تئودوسیوس، المساکن، ص۲)

در اثبات این گزاره‌ها او از تعاریف یا قضایایی که در کتاب ۱کر آورده بود استفاده کرده است. برای مثال در اثبات همین قضیهٔ نخست او می‌نویسد که همهٔ دوایر مرسوم که قطب آنها، قطب شمال باشد با یکدیگر موازیند و از جمله با دایرهٔ افق ساکنان قطب موازیند پس طلوع و غروبی برای ستارگان رخ نمی‌دهد. این را می‌توان نتیجه‌ای از قضیهٔ دوم از مقالهٔ دوم کتاب ۱کر (ص۱۳) او دانست که بر اساس آن دایره‌هایی روی کره که قطب مشترک دارند با یکدیگر موازیند. مواردی از این دست را در کتاب دیگر، فی الأیام و اللیالی (در دو مقاله و ۳۳ قضیه)، نیز می‌توان دید. با این حساب می‌توان مدعی شد که ریاضی‌دانان یونانی حداقل از حدود قرن دوم پیش از میلاد ارتباط این مسائل را با هندسهٔ کره می‌دانستند

بدون شک مهم‌ترین اثری که می‌توان آن را تبلور نجوم یونانی در پرداختن به جغرافیای ریاضی دانست مقالهٔ دوم مجسطی است. رشد جغرافیا و جغرافیای ریاضی عصر باستان در آثار بطلمیوس بیش از دیگر محققان تاریخ علم مشهود و مشخص است. به خاطر همین تأثیرگذاری، برخی از محققان تاریخ علم (کندی، ۱۹۹۶، ص۱۸۸) وی را پدر جغرافیای ریاضی نیز نامیده‌اند.مقالهٔ دوم مجسطی (ص۷۵-۱۳۰) شامل بخش‌بندی‌ای است که می‌توان آن را در آثار بعدی منجمان، به‌ویژه منجمان دورهٔ اسلامی دید، هرچند تفاوت‌هایی میان عبارت‌ها و چگونگی طرح مسأله وجود دارد اما فضل تقدم در طرح موضوعات این بخش از آنِ بطلمیوس است. بطلمیوس در ابتدای این فصل ثابت می‌کند که بخش آباد زمین می‌باید در ربعی از نیمهٔ شمالی آن باشد. دلایل او از این قرار است:

---

۱. الذین مسکنهم...

۱. این که سایهٔ ظهرگاهی شاخص‌ها در اعتدالین همواره به‌سمت شمال است و هیچ‌گاه به سمت جنوب نمی‌ایستد و این یعنی خورشید از جنوب به این مواضع می‌تابد؛
۲. در بارهٔ اینکه فاصلهٔ طولی این دو نقطه بیش از نود درجه نباید باشد او می‌نویسد که در رصد یک ماه‌گرفتگی مشخص، فاصلهٔ میان رصدگران شرقی و غربی هیچ‌گاه بیش از ۱۲ ساعت گزارش نشده است.

شاید مهم‌ترین بخش از مقالهٔ دوم مجسطی، فصل ششم آن باشد (ص۸۲-۹۰) که در آنجا به توصیف مناطق مختلف روی زمین پرداخته است. بطلمیوس عرض صفر (یعنی استوا) تا قطب را به ۳۹ بخش تقسیم کرده است و ملاک جدایی بخش‌ها بلندترین روز سال در هر یک از آنهاست. از بخش اول تا ۲۵، یعنی جایی که طول بلندترین روز سال ۱۸ ساعت است، تفاوت ساعات بلندترین روز ۱۵ دقیقه است. از آنجا تا جایی که طول بلندترین روز به ۲۰ ساعت می‌رسد تفاوت نیم‌ساعته است و سپس یک ساعت و بعد یک ماه تا شش ماه (نک: جدول۱).

جدول ۱

منطقه	ساعات بلندترین روز سال	منطقه	ساعات بلندترین روز سال	منطقه	ساعات بلندترین روز سال
۱ (استوا)	برابری روز و شب	۱۴	۱۵;۱۵	۲۷	۱۹
۲	۱۲;۱۵	۱۵	۱۵;۳۰	۲۸	۱۹;۳۰
۳	۱۲;۳۰	۱۶	۱۵;۴۵	۲۹	۲۰
۴	۱۲;۴۵	۱۷	۱۶	۳۰	۲۱
۵	۱۳	۱۸	۱۶;۱۵	۳۱	۲۲
۶	۱۳;۱۵	۱۹	۱۶;۳۰	۳۲	۲۳
۷	۱۳;۳۰	۲۰	۱۶;۴۵	۳۳	۲۴
۸	۱۳;۴۵	۲۱	۱۷	۳۴	۱ ماه
۹	۱۴	۲۲	۱۷;۱۵	۳۵	۲ ماه
۱۰	۱۴;۱۵	۲۳	۱۷;۳۰	۳۶	۳ ماه
۱۱	۱۴;۳۰	۲۴	۱۷;۴۵	۳۷	۴ ماه
۱۲	۱۴;۴۵	۲۵	۱۸	۳۸	۵ ماه
۱۳	۱۵	۲۶	۱۸;۳۰	۳۹	۶ ماه

بدین ترتیب تدوین مقدمات هندسهٔ کره، تلاش برای اندازه‌گیری محیط زمین و تقسیم زمین به نواحی مختلف را می‌توان دستاورد جغرافیای ریاضی نزد یونانیان دانست.

دورهٔ اسلامی

آثار جغرافی توصیفی در دورهٔ اسلامی متعدد هستند و آنها را هم متأثر از سنت یونانی، به‌ویژه کتاب جغرافیا بطلمیوس، دانسته‌اند هم متأثر از منابع هندی و ایرانی. جغرافیای ریاضی اما احتمالاً به تبعیت از سنت یونانی در آثار نجومی آمده است. هر چند پژوهشگران سنت زیج‌نویسی در سده‌های متقدم را بیشتر متأثر از سنت هندی دانسته‌اند اما می‌توان گفت که سنت هندی نیز در این موضوع احتمالاً متأثر از سنت یونانی و علم یونانی مآب بوده است. در اینجا ادعا می‌کنیم که کتاب تحدید نهایات الأماکن بیرونی نخستین کتاب مستقل در جغرافیای ریاضی است اما می‌توان شکل گرفتن شیوهٔ تدوین چنین اثری را و ترتیب مطالب آن را در آثار نجومی سده‌های نخستین اسلامی دنبال کنیم.

احتمالاً مهم‌ترین رخدادی که وقوع آن را در سدهٔ سوم هجری می‌توان به موضوع جغرافیای ریاضی مرتبط دانستْ انجام رصدهایی به منظور آزمودن و تدقیق مقدارهای گزارش شدهٔ بطلمیوس است. رصدهایی که به رصد ممتَحَن مشهورند و یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های اندازه‌گیری شده در آن قطر زمین بود. بیرونی در تحدید نهایات الأماکن (ص۲۱۳-۲۱۴) گزارش کاملی از این رخداد آورده است. در واقع این روش بسیار مشابه روش اراتستن است با این تفاوت که در اینجا به جای خورشید یک ستاره (ستاره قطبی) در نظر گرفته شده است و به جای دو نقطهٔ معلوم از زمین‌پیمایی استفاده شده است. گروهی از منجمان مشهور آن عصر در دشت سنجار از یک نقطه که ارتفاع ستارهٔ قطبی را در آن اندازه گرفته بودند شروع به حرکت کردند تا به جایی برسند که ارتفاع ستاره یک درجه بیشتر شود. به این ترتیب با توجه به اینکه ارتفاع قطب معدل‌النهار (تقریباً همان ستارهٔ قطبی) معادل عرض جغرافیایی محل رصد است، این افزایش ارتفاع نشانهٔ رسیدن به یک درجهٔ بالاتر عرض جغرافیایی است. حالا مسافتی که پیموده شده بود، اندازه گرفته می‌شود و در نتیجه «حصه درجه واحده» به‌دست می‌آید. اگر این مقدار را در ۳۶۰ ضرب کنیم محیط زمین به‌دست می‌آید و از تقسیم آن بر عدد پی قطر زمین به‌دست خواهد آمد. مقدار به‌دست آمده از این اندازه‌گیری تقریباً در تمام آثار نجومی دورهٔ اسلامی تکرار شده است.

مسألهٔ دیگر، یعنی تقسیم‌بندی زمین به اقلیم‌های مختلف و یاد کردن از اوضاع آسمان در آنها را می‌باید در آثار نجومی آن زمان دنبال کنیم، هم آثار متقدم هیئت هم زیج‌ها. در آثار متقدم هیئت، جوامع علم النجوم فرغانی و باب «فی الهیئة» از زیج جامع کوشیار هر دو ابواب مربوط به جغرافیای ریاضی دارند. در جوامع علم النجوم، فصل‌های هفتم تا دهم به این موضوع اختصاص دارند. فرغانی در فصل‌های هشتم و نهم در بارهٔ اندازه‌گیری محیط زمین و تقسیم‌بندی آن به هفت اقلیم سخن گفته است و در فصل‌های هفتم و دهم در بارهٔ مطالع آفاق زمین. منظور از مطالع محاسبهٔ قوس‌هایی از معدل‌النهار است که با قوس‌هایی مشخص از دایرةالبروج طلوع می‌کنند (از افق بالا می‌آیند). بر این اساس محاسبهٔ مطالع در افق استوا را که عمود بر معدل‌النهار است «مطالع مستقیم» و باقی افق‌ها را «مطالع مایل» می‌نامند. اختلاف مهم این کتاب و دیگر آثار دورهٔ اسلامی با بطلمیوس در استفاده از نظام تقسیم هفت اقلیمی به جای تقسیم ۳۹ بخشی بطلمیوس است (نیز نک : قلندری، «مقالهٔ سوم از زیج جامع کوشیار...، ص۴۸-۵۰). در نظام هفت اقلیمی که شاید متأثر از نظام تقسیم هفت کشوری در ایران باشد ملاک تقسیم اقلیم‌ها همان طول بلندترین روز است. بلندترین روز ابتدای یک اقلیم نیم ساعت از بلندترین روز اقلیم بالایی خود کوتاه‌تر است. برای مثال اقلیم اول از جایی آغاز می‌شود که بلندترین روز سال ۱۲ ساعت و ۴۵ دقیقه طول می‌کشد و اقلیم دوم از جایی شروع می‌شود که بلندترین روز سال ۱۳ ساعت و ۱۵ دقیقه طول می‌کشد. بر این اساس می‌توان کتاب فرغانی را از جملهٔ نخستین آثاری دانست که در آن به جغرافیای ریاضی توجه شده است.

در مقالهٔ سوم از زیج جامع کوشیار این توجه جلوهٔ بیشتری دارد. او در فصل‌های چهارم تا دوازدهم باب «فی الهیئة» به جغرافیای ریاضی پرداخته است و روشی را برگزیده که در آثار بعدی هیئت معمول شده است. در این روش علاوه بر یاد کردن از آفاق مستقیم و مایل به‌طور کلی، وضع آسمان و چگونگی طلوع برج‌ها در عرض‌های جغرافیایی مختلف نیز توصیف شده است. در این توصیف عرض‌های جغرافیایی به چهار دسته تقسیم می‌شوند: مواضع استوا، مواضعی که عرض جغرافیایی آنها کمتر از میل کلی است، مواضعی که عرض جغرافیایی آنها میان میل کلی و متمم آن است و مواضعی که عرض جغرافیایی آنها از متمم میل کلی بیشتر است تا قطب. کوشیار این دسته‌بندی را در فصل‌های چهارم تا هشتم آورده است و سپس در فصل‌های یازدهم و دوازدهم قواعد کلی محاسبهٔ مطالع را آورده است (نک : قلندری، همان، ص۵۵).

کوشیار همچنین در فصل دهم به روش به دست آوردن مساحت زمین اشاره کرده است. او در این قسمت از روش محاسبهٔ قطر و مساحت دایره که در دوران اسلامی به ارشمیدس منتسب بوده است یاد می‌کند و سپس از رصد ممتحن یاد می‌کند و مقدار قطر زمین را بر اساس آن رصد گزارش می‌کند. بر این اساس می‌توان گفت بسیاری از مؤلفه‌های جغرافیای ریاضی در باب «فی الهیئة» زیج جامع کوشیار دیده می‌شود.

در زیج‌ها اشاره به مطالب جغرافیای ریاضی صورتی نزدیک‌تر به مجسطی دارد، یعنی در آنها محاسبهٔ مطالع و ثبت جدول آمده است. برای نمونه بتانی در زیج صابی در فصل ششم با عنوان«فی خواصّ الخطوط المتوازیة الموازیة لمعدّل النهار و مواضع العامرة المعلومة فی الطول و العرض و ما یتبع ذلک» به مسائل و مؤلفه‌های مربوط به جغرافیای ریاضی پرداخته است و در بارهٔ ملاک انتخاب حدود اقلیم‌ها صحبت کرده است. او جنوبی‌ترین عرض نواحی آباد زمین را از خط استوا و مبدأ طول جغرافیایی را از جزیرهٔ خالدات محاسبه می‌کند که از این نظر مشابه مجسطی است. جدول‌های مختصات طول و عرض شهرها که در زیج‌ها می‌آمده است و محاسبهٔ مطالع برای برخی عرض‌های جغرافیایی از مهم‌ترین نشانه‌های جغرافیای ریاضی در زیج‌هاست. از دیگر نمونه‌های مشهور زیج‌هایی که تاپایان سدهٔ چهارم نوشته شده‌اند و حاوی مطالبی از این دست هستند می‌توان به زیج کبیر حاکمی نوشتهٔ ابن یونس و زیج حبش حاسب اشاره کرد.

تحدید نهایات الأماکن بیرونی

نام کامل کتاب تحدید نهایات الأماکن لتصحیح مسافات المساکن است و احتمالاً بیرونی آن را در سال ۴۱۶ق/۱۰۲۵م تألیف کرده است (کرامتی، ص۳۹۰). هرچند در انتهای مقدمهٔ مفصل این کتاب بیرونی هدف از نوشتن آن را عموماً توضیح روش به‌دست آوردن فاصلهٔ طولی و عرضی شهرهای مختلف و خصوصاً محاسبهٔ این مقدارها برای شهر غزنه آورده است (ص۶۲) اما تقریباً تمام مؤلفه‌هایی که در تعریف جغرافیای ریاضی می‌آورند در مطالب تحدید دیده می‌شود و می‌توان آن را مشتمل بر قواعد اصلی جغرافیای ریاضی دانست. هر چند تحدید به‌طور مستقل در بارهٔ مطالع سخنی نگفته است اما در بارهٔ روش به‌دست آوردن عرض یا طول جغرافیایی با به‌کار گرفتن مختصات نجومی سخن گفته است و این را می‌توان نتیجه‌ای از موضوع مطالع دانست. در تحدید علاوه بر این از روش‌های گوناگون استخراج عرض و طول جغرافیایی، روش به‌دست

آوردن زاویهٔ میل اعظم (میل کلی)، چگونگی تعیین اندازهٔ قوس یک درجه، تعیین ارتفاع نصف‌النهار و محاسبهٔ محیط و شعاع زمین یاد شده است.

آنچه در این اثر بیش از موضوعات دیگر بدان توجه شده است اشاره به روش‌ها و ضابطه‌های کلی است که برای استخراج طول و عرض جغرافیایی بین دو مکان و یا دو شهر مختلف از آنها استفاده می‌شود. در تحدید هجده عنوان به محاسبهٔ تفاوت عرض یا طول جغرافیایی دو شهر اختصاص دارد. هر چند بیشتر این شهرها چون جرجانیه و غزنه شهرهایی هستند که بیرونی در آنها زندگی می‌کرده است.

از ویژگی‌های دیگر تحدید اشاره‌های بیرونی به رصدهای پیش از خود در موضوعات مختلف است. او از میان یونانیان به رصدهای هیپارخوس (ص۲۹۷) و بطلمیوس (ص۲۹۸) اشاره کرده است و در میان مسلمانان تقریباً به مشهورترین رصدهای پیش از خود اشاره کرده است (مانند رصد شماسیه، ص۲۹۸؛ رصد بتانی در رقّه، ص۳۰۰؛ رصد ابوالحسین صوفی در شیراز، ص۳۰۱؛ رصد ابوالوفا بوزجانی در بغداد، همان‌جا).

بیرونی در فصلی با عنوان «سخن در یافتن عرض یک موضع و میل کلی وجزیی، هر یک از دیگری»[1] در جایی در بارهٔ تقسیم‌بندی بخش آباد زمین به اقالیم سبعه نیز سخن گفته است. در اینجا نیز هرچند ملاک تقسیم‌بندی اقالیم و جدولی که در آن طول ساعات بلندترین روز سال در ابتدا، وسط و انتهای اقالیم نوشته شده است (ص۱۴۱) مانند کتاب‌های دیگر است اما بیرونی به جای عرضهٔ توصیف مطالع در افق‌های مختلف مسائل مربوط به هر یک از اقالیم را با اشاره به راه‌حل‌های مختلف هر یک طرح کرده و راه‌حل‌ها را توضیح می‌دهد. مثلاً این که در یک عرض جغرافیایی با داشتن مقدار عرض چطور می‌توان مؤلفه‌های دیگر را محاسبه کرد.

در مجموع می‌توان گفت ساخت کتاب بیرونی بیش از کتاب‌های دیگر آن عصر با مطالب جغرافیای ریاضی هم‌خوانی دارد. به عبارت دیگر تقریباً در نقطهٔ پایان نخستین نگارش‌های نجومی مسلمانان و پیش از نوشته شدن آثار کلاسیک هیئت یا زیج‌های

---

۱. القول فی معرفة عرض البلد والمیل الکلّی والجزیی أحدهما من الآخَر

عصر سلجوقی کتاب مستقلی نوشته شده است که محتوای آن ساختار «هیئة الأرض» (جغرافیای ریاضی) را روشن می‌کند.

نتیجه

توجه به جغرافیای ریاضی از زمانی آغاز شد که هندسهٔ کره شناخته شد و آثاری در آن باب نوشته شد. در میان یونانیان آغاز مطالب جغرافیای ریاضی را باید به کارهای اراتستن و تئودوسیوس و بعدها رسالهٔ کرهٔ متحرکه نوشتهٔ اطولوقس و مجسطی بطلمیوس نسبت داد. در دورهٔ اسلامی به پیروی از سنت یونانی، جغرافیای ریاضی در دل آثار نجومی باقی ماند به جز آنکه بنا بر مدعای این مقاله تحدید نهایات الأماکن بیرونی، نوشته شده در آغاز سدهٔ ۵ق، نشانه‌ای از نوشته شدن یک اثر مستقل در جغرافیای ریاضی است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

آملی، شمس‌الدین. (۱۳۷۷ق). نفائس الفنون. تهران: کتابفروشی اسلامیه.
ابن‌رسته. (۱۸۹۲م). الأعلاق النفیسه. لایدن: بریل.
ابن یونس. الزیج الحاکمی. تصحیح کوسن دوپرسوال. در مجموعهٔ الریاضیات الإسلامیه و الفلک الإسلامی، ج۲۴. به کوشش فؤاد سزگین. فرانکفورت. ۱۴۱۸ق/۱۹۹۷م.
اخوان الصفا. (۱۹۵۷م). رسائل اخوان الصّفا. بیروت: دارصادر.
بتانی، محمد. (۱۸۹۹م). الزیج الصابی، به کوشش نالینو، روم. (تجدید چاپ در الریاضیات الإسلامیة و الفلک الإسلامی. به کوشش فؤاد سزگین،۳ج. فرانکفورت، ۱۴۱۸ق/۱۹۹۷م).
بیرونی، ابوریحان. (۱۹۶۲م). تحدید نهایات الأماکن لتصحیح مسافات المساکن. به کوشش بولگاکوف، قاهره (تجدید چاپ در الجغرافیا الإسلامیة، به کوشش فؤاد سزگین. ج۲۵، فرانکفورت، ۱۴۱۳ق/۱۹۹۳م).
تئودوسیوس. (۱۳۵۸ق). کتاب المساکن، تحریر خواجه نصیرالدین طوسی. حیدرآباد دکن.
ـــــــــ . (۱۳۵۸ق). کتاب الأیام و اللیالی، تحریر خواجه نصیرالدین طوسی. حیدرآباد دکن.
حاجی خلیفه. (۱۸۵۰م). کشف الظنون. به کوشش گوستاو فلوگل. لندن.
فرغانی، احمد بن محمد. (۱۶۶۹م). جوامع علم النجوم و اصول الحرکات السماویه. چاپ به همراه ترجمه و شرح لاتینی از یاکوب گولیوس، آمستردام. (تجدید چاپ در سری الریاضیات الإسلامیه و الفلک الإسلامی، ج۹. به کوشش فؤاد سزگین، فرانکفورت ۱۴۱۸ق/۱۹۹۷م).
قلندری، حنیف. (۱۳۹۶ش). «مقالهٔ سوم از زیج جامع کوشیار و جوامع علم النجوم فرغانی: مقایسه میان دو متن متقدم هیئت و جایگاه آنها در میان رساله‌های هیئت». تاریخ علم، (۱)۱۲. ص۳۹-۷۲.
ـــــــــ . (۱۳۹۱ش). بررسی سنت نگارش هیئت در دوران اسلامی به همراه تصحیح، ترجمه، شرح و پژوهش تطبیقی رسالهٔ منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک، نوشتهٔ بهاءالدین خرقی. پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ دکتری در رشتهٔ تاریخ علم دورهٔ اسلامی. پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
طاشکپری‌زاده. (۱۹۶۸م). مفتاح السّعادة و مصباح السیادة. تحقیق کامل بکری و عبدالوهاب ابوالنور. دارالکتب الحدیث.
کرامتی، یونس. (۱۳۸۳ش). «بیرونی». دائرةالمعارف بزرگ اسلامی. ج۱۳. تهران: مرکز دائرةالمعارف بزرگ اسلامی.
کوشیار گیلانی. زیج جامع. نسخهٔ خطی شمارهٔ ۷۸۴/۳ کتابخانهٔ ینی جامع استانبول.
معصومی همدانی، حسین. (۱۳۸۷ش). «نجوم قدیم چیست؟». نجوم.
Kennedy, Edward, S. (1996). "Mathematical geography". *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, vol I, London, pp. 185-201.

Nallino, C.A. (1903-1907). Al-batānī *sive Albatenii Opus Astronomicum*, Rome. (rep. in *Islamic Mathematics and Astronomy*, Edited by F. Sezgin, vol.11-12, Frankfurt, 199).

Ptolemy, (1893). *The Geography*, Dublin.

———— . (1998). *Almagest*, Translated and Annotated by G.J. Toomer, London.

Sezgin, F. (1974-1978). *Geschinchete Des Arabischen Schrifttums*, vol.5 (Mathematik), vol.6 (Astronomie), Leiden: Brill.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی