پروفسور ادوارد استوارت کندی

پژوهشی در
زیجهای دورهٔ اسلامی

حرکة الاوجات
فی السنین والشهور

ترجمه محمد باقری

کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی یکی از اساسی‌ترین منابع در نجوم دورهٔ اسلامی است. گذشته از اطلاعاتی که این کتاب به خواننده می‌دهد، روش آن در بررسی منظم مباحث عمده و خطوط اصلی موضوع پژوهش بسیار آموزنده است. برای کسی که با مقدمات ریاضیات و نجوم آشنا باشد و بخواهد میراث غنی نجوم دورهٔ اسلامی را بشناسد، پژوهش کِندی در زیجهای دورهٔ اسلامی کلید حل پیچیدگیهای کار است.

شرکت انتشارات علمی و فرهنگی

قیمت: ۵۵۰۰ ریال

پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی

بسم الله الرحمن الرحيم

مجموعهٔ علوم ریاضی

ادوارد استوارت کندی

پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی

ترجمهٔ محمد باقری

کتابخانه تخصصی تاریخ اسلام و ایران
تاسیس ۱۳۷۴

تهران ۱۳۷۴

This is a Persian translation of
A SURVEY OF ISLAMIC ASTRONOMICAL TABLES
Written by E. S. Kennedy
Published by American Philosophical Society Philadelphia , 1989

Tehran 1995

پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی
نویسنده : ادوارد استوارت کندی
مترجم : محمد باقری
چاپ اول : ۱۳۷۴؛ تیراژ ۳۰۰۰ نسخه
آماده‌سازی و چاپ : شرکت انتشارات علمی و فرهنگی
حق چاپ محفوظ است.

شرکت انتشارات علمی و فرهنگی

○ دفتر و فروشگاه مرکزی : خیابان افریقا، چهارراه حقانی (جهان کودک)، کوچهٔ کمان، شمارهٔ ۴، کد پستی ۱۵۱۷۸؛
صندوق پستی ۳۶۶ ـ ۱۵۱۷۵؛ تلفن: ۷۰ ـ ۸۷۷۴۵۶۹؛ فاکس: ۸۷۷۴۵۷۲ ○ تلفن مدیریت فروش: ۸۷۹۷۶۰۶

توضیح ناشر

علوم ریاضی که دریچه‌ای برای ورود به دنیای امروز و نگریستن به آن است، در واقع، با سه هدف مطرح می‌شود. اول به‌عنوان یکی از مبانی تمدن بشر، دیگر به‌عنوان یکی از آلاتِ تربیت فکر، و بالاخره اهمیت ریاضی در کاربرد آن. از این روست که امروز در جوامع بشری دانش ریاضی به‌عنوان یکی از ابزارهای اساسی توسعه مطرح است و عمومی کردن آن در کنار فعالیتهای پژوهشی پیشرفته جایگاهی ویژه یافته است.

«مجموعه علوم ریاضی» به‌دنبال دست یافتن به اهدافی چون غنی‌تر کردن فرهنگ علوم ریاضی، معرفی شاخه‌های جدید، و تامین کتابهای جنب درسی در زمینه‌های گوناگون علوم ریاضی است.

هدفهای فوق با نشر کتابهای توصیفی ریاضی، متون کلاسیک، و کتابهای جنب درسی تحقق می‌یابد؛ کتابهایی که برای دانشجویان کارشناسی و بالاتر (در رشته‌های ریاضی، فیزیک، مهندسی)، دبیران، استادان، و دیگر علاقه‌مندان به ریاضیات مفید خواهد بود.

در اینجا لازم است از آقای دکتر یحیی تابش که دبیری مجموعه را تقبل کرده‌اند و نیز استادان گرامی آقای دکتر سیاوش شهشهانی و سرکار خانم رؤیا درودی که با کمیتهٔ برنامه‌ریزی مجموعه قبول همکاری فرموده‌اند، و همچنین از کلیه همکاران شرکت در بخشهای فرهنگی و تولید که در انتشار این مجموعه نهایت همکاری را مبذول کرده‌اند صمیمانه سپاسگزاری کنیم؛ از خدا جوییم توفیق عمل.

فهرست مطالب

توضیح ناشر	**پنج**
سخن مترجم	**هفت**
۱. پیشگفتار	۱
۲. ریشهٔ واژهٔ زیج	۳
۳. فهرست کلی	۷
۴. دسته‌بندی مطالب علمی موجود در زیجها	۶۹
۵. چکیدهٔ نسخهٔ خطی موسوم به زیج ممتحن (۵۱)، تألیف یحیی بن منصور، حدود ۲۰۰ هـ.ق.	۹۳
۶. چکیدهٔ زیج خوارزمی (۲۱)، حدود ۲۳۰ هـ.ق.	۱۰۳
۷. چکیدهٔ زیج حبش حاسب (۱۵)، نسخهٔ برلین، حدود ۲۴۰ هـ.ق.	۱۱۷
۸. چکیدهٔ زیج حبش حاسب (۱۶)، نسخهٔ استانبول، حدود ۲۴۰ هـ.ق.	۱۲۵
۹. چکیدهٔ زیج صابی، تألیف بتّانی (۵۵)، حدود ۲۹۰ هـ.ق.	۱۳۱
۱۰. چکیدهٔ زیج جامع کوشیار (۹)، حدود ۳۹۰ هـ.ق.	۱۳۹
۱۱. چکیدهٔ بخشی از قانون مسعودی (۵۹)، تألیف بیرونی، حدود ۴۲۰ هـ.ق.	۱۴۷
۱۲. چکیدهٔ زیج سنجری (۲۷)، تألیف خازنی، حدود ۵۱۰ هـ.ق.	۱۵۳

۱۳. چکیدهٔ زیج ایلخانی (۶)، تألیف خواجه نصیرالدین طوسی، حدود ۶۴۰ هـ.ق. ۱۶۱
۱۴. چکیدهٔ زیج جدید ابن‌شاطر (۱۱)، حدود ۷۵۰ هـ.ق. ۱۶۹
۱۵. چکیدهٔ زیج خاقانی (۲۰)، تألیف جمشید کاشانی، حدود ۸۲۰ هـ.ق. ۱۷۷
۱۶. چکیدهٔ زیج سلطانی الغ بیگ (۱۲)، حدود ۸۴۰ هـ.ق. ۱۸۷
۱۷. خلاصهٔ اطلاعات ۱۹۳
۱۸. نتیجه گیری ۲۰۹
کتابشناسی ۲۱۱
نام‌یاب ۲۲۳
واژه‌نامه ۲۲۹

محصول براستی فراوان است
دریغا که دروگران اندکند

ا.اس.کندی

سخن مترجم

کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی یکی از اساسی‌ترین منابع در نجوم دورهٔ اسلامی است. گذشته از اهمیت اطلاعاتی که این کتاب به خواننده می‌دهد، روش آن در بررسی منظم مباحث عمده و خطوط اصلی موضوع پژوهش نیز بسیار آموزنده است. این کیفیت، ویژگی کار استثنایی پروفسور کندی است. برای کسی که با مقدمات ریاضیات و نجوم آشنا باشد و بخواهد میراث غنی نجوم دورهٔ اسلامی را بشناسد، پژوهش کندی در زیجهای دورهٔ اسلامی کلید حل پیچیدگیهای کار است. این اثر نخستین بار در سال ۱۹۵۶ در نشریهٔ انجمن فلسفهٔ امریکا منتشر شد و از آن پس همواره جزء منابع اصلی پژوهشگران این شاخه از تاریخ علم بوده و در سال ۱۹۸۹ عیناً به طور مستقل تجدید چاپ شده است.[۱]

پروفسور ادوارد س. کندی در سال ۱۹۱۲ در مکزیک به دنیا آمد.

---

۱) در سال ۱۹۹۲ میلادی کتابی به نام جدولهای نجومی باستانی و سده‌های میانه: ساختار ریاضی و مقادیر پارامترها
Ancient and Medieval Astronomical Tables: Mathematical Structure

در سال ۱۹۳۲، لیسانس مهندسی برق گرفت، ولی سرنوشت راهی بجز مهندسی برق برایش رقم زده بود. بین سالهای ۱۹۳۲ تا ۱۹۳۷، در کالج البرز (تهران) تدریس می‌کرد. سپس، برای تکمیل تحصیلات به امریکا برگشت و در سال ۱۹۳۹ دکترای ریاضی گرفت. پس از دو سال تدریس در دانشگاه آلاباما، با شروع جنگ جهانی دوم، در سال ۱۹۴۱، از سوی ارتش امریکا به ایران فرستاده شد و بیشتر سالهای جنگ را در ایران به سر برد. در بازگشت به امریکا برای فراگرفتن زبان عربی به دانشگاه هاروارد رفت. از سال ۱۹۴۶، به کار در مدرسهٔ امریکایی بیروت پرداخت. در سال ۱۹۵۱، با خانم مری ـ هلن اسکانلن ازدواج کرد. تا سال ۱۹۸۴، عمدتاً در بیروت و چند سالی نیز در تهران، قاهره، و حلب زندگی کرد. با ناآرام شدن منطقه، که بخصوص اوضاع را برای امریکایی‌ها ناامن می‌کرد، کندی به همراه خانواده‌اش به شهر فرانکفورت آلمان رفت و یک چند در مؤسسهٔ تاریخ علوم عربی و اسلامی کار کرد. وی هم اکنون در شهر پرینستن، از ایالت نیوجرسی، امریکا زندگی می‌کند.

پروفسور کندی، که بیش از هشتاد سال از عمرش می‌گذرد، طی دوران فعالیت پربار علمی خود آثار زیادی تألیف کرده است که از این میان تاکنون حدود ۱۳۰ اثر به چاپ رسیده، ۲۰ اثر زیر چاپ است، و ۳ اثر نیز در دست تهیه است. کندی در حال حاضر همچنان با شور و شوق و پشتکاری که به فروتنی و خوشرویی عالمانه آمیخته است به کار پژوهش و نگارش در تاریخ ریاضیات و نجوم اسلامی سرگرم است و در کنفرانسهایی که اینجا و آنجا در زمینهٔ پژوهشهای وی تشکیل می‌شود حضور فعال دارد. در همهٔ این سفرها همسرش

---

and Parameter Values نوشتهٔ آقای دکتر بنو وان دالن Dr. Benno van Dalen در هلند چاپ شد که در آن روشها و پارامترهای به کار رفته در زیج شامل (۲۹)، زیج جامع (۹)، زیج بغدادی (۳)، و ارتباط آنها با زیجهای دیگر بررسی شده است. مؤلف در این اثر که رسالهٔ دکتری او بوده جدولهای موجود در این زیجها را به کمک کامپیوتر بررسی و تحلیل کرده است.

مری همراه، مراقب، و مددکار اوست. در ژوئن ۱۹۹۴ (خرداد ۱۳۷۳)، ضمن برگزاری سمپوزیوم علم و تکنولوژی در جهان ترک و اسلام، که در استانبول برگزار می‌شد، به پاس خدمات ارزندهٔ پروفسور کندی به تاریخ ریاضیات و نجوم دورهٔ اسلامی، عضویت افتخاری انجمن تاریخ علم ترکیه به وی اعطا شد.

پروفسور کندی که سالهای زیادی در ایران به سر برده است فارسی را خیلی خوب می‌فهمد و نسبتاً خوب فارسی حرف می‌زند. در شهریور ۱۳۷۲، در خلال نوزدهمین کنگرهٔ بین‌المللی تاریخ علم که در شهر ساراگوسا (اسپانیا) برگزار شد، مصاحبه‌ای با او انجام شد که نشاندهندهٔ نظریات او و چکیدهٔ تجربیات ارزنده و دیرینهٔ اوست. مطالعهٔ این مصاحبه، که در شمارهٔ ۲۶ (آبان ۱۳۷۲) مجلهٔ نجوم با عنوان «پیر مورخ ریاضیات و نجوم» چاپ شده است، به خوانندگان توصیه می‌شود.

مترجم کتاب حاضر، که خود طی سالها در موارد مختلف از کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی بهره جسته است، بر آن شد تا برای استفادهٔ علاقه‌مندان به موضوع این اثر را به فارسی برگرداند. ترجمهٔ کتاب که از تابستان ۱۳۷۰ آغاز شده بود تا پاییز ۱۳۷۲ طول کشید و از آن پس نیز پیوسته اصلاحات و اضافاتی در ترجمه وارد شده است. مترجم از بخت خود سپاسگزار است که از هنگام آغاز ترجمهٔ این اثر دوبار توفیق دیدار و گفت‌وگو با پروفسور کندی را یافته و هر بار توانسته است در رفع پاره‌ای از ابهامات و مشکلات ترجمه از خود مؤلف یاری بجوید. در دیدار اخیر قرار شد پروفسور کندی یادداشت کوتاهی برای ترجمهٔ فارسی کتاب بنویسد که نوشتهٔ وی را همراه با ترجمهٔ فارسی آن در صفحهٔ سیزده می‌بینید. با همهٔ تلاش و دقتی که مترجم به کار برده است، از یک سو به خاطر کاستیهای علمی وی و از سوی دیگر به خاطر گستردگی و پیچیدگی مباحث نجوم دورهٔ اسلامی، دور نیست که اشکالات و اشتباهاتی در ترجمه به جا مانده باشد. از این رو، مترجم مشتاق است

هرگونه نظریات، پیشنهادات، و انتقادات احتمالی خوانندگان را از طریق ناشر یا مستقیماً از طریق صندوق پستی ۱۷۸۵ـ۱۳۱۴۵، تهران، دریافت دارد.

در کتابشناسی از روش استاد گرامی آقای ابوالقاسم قربانی پیروی شده است و ضمناً همهٔ سالهای میلادی به هجری قمری تبدیل شده است. جز در موارد مشخص شده با علامت ⋆ (ستاره) که از مؤلف است بقیه پانویسها از مترجم است.

مترجم از آقای دکتر یحیی تابش که امکان انتشار این اثر را فراهم آوردند و از مسئولان و کارکنان شرکت انتشارات علمی و فرهنگی (انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی) به خاطر همکاریها و تلاشهایشان در انتشار این اثر سپاسگزار است. بخصوص از خانم پونه سادات قمبری که در حروفچینی متن با شکیبایی و حوصله، تغییرات و اصلاحات را وارد کردند سپاسگزاری می‌شود.

امید آنکه این اثر به سهم خود شرارهٔ عشق به میراث علمی و فرهنگی‌مان را در دل جوانان بنشاند تا خود پای به میدان نهند و سخن نوی خود را از آشیانهٔ کهن به گوش جهانیان برسانند.

هر که متاع وجود ریخت به بازار عشق
عمر به قیمت فروخت، عشق به ارزان خرید

محمد باقری

تهران، مرداد ۱۳۷۳

سخن مترجم سیزده

37 Wiggins Street
Princeton, NJ 08540, U.S.A.
July 23, 1994

Dear Mr. Bagheri,

It is a great honor for me that the *Survey* is to be published in Persian. I hope that it may be of some assistance to Iranians who are trying to make known to their fellow-citizens and to the rest of the world the important contributions which their medieval ancestors made to astronomy. The vast bulk of their work has not been studied in modern times, much less published.

ترجمهٔ فارسی یادداشت پروفسور کندی برای ترجمهٔ فارسی کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی

برای من جای بسی افتخار است که پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی به فارسی منتشر می‌شود. آرزو می‌کنم این اثر برای ایرانیانی که می‌کوشند نقش مهم پیشینیان خود را در دورهٔ اسلامی در زمینهٔ نجوم به هم میهنان خویش و به بقیهٔ جهانیان بشناسانند مفید واقع شود. بخش اعظم آثار آنان در عصر نوین بررسی نشده و تنها بخش اندکی از آنها انتشار یافته است.

ا.س. کندی
۲۳ ژوئیه ۱۹۹۴، پرینستن

پروفسور کندی و همسرش مری ـ هلن

پروفسور کندی و مترجم کتاب حاضر

مقدمهٔ پروفسور کندی بر چاپ دوم کتاب
پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی

طی سی وسه سالی که از انتشار پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی می‌گذرد کارهای زیادی در این زمینه انجام شده است. بخصوص پروفسور دیوید کینگ و نگارنده موادی برای مطالعهٔ بیشتر روی این آثار فراهم کرده‌اند. تعداد زیجهایی که اکنون نامشان را می‌دانیم به حدود ۲۲۰ می‌رسد، یعنی دو برابر آنچه درکتاب حاضر فهرست شده است. از این میان، ۱۲۲ زیج یعنی بیش از نصف زیجهایی که شناخته شده است برجا مانده‌اند. میکروفیلم بیست ونه زیج، یعنی یک چهارم زیجهای موجود، در دسترس ماست. نُه زیج تاکنون به وسیلهٔ مؤلفان مختلف به چاپ رسیده است که نسبت به دو زیجی که هنگام تألیف چاپ نخست کتاب حاضر چاپ شده بودند [زیج خوارزمی و زیج صابی] افزایش قابل ملاحظه‌ای است.

در حال حاضر برآنیم که این مطالب را در سه بخش منتشر کنیم:

۱ـ فهرستی که در آن برای هر زیج شناخته شده، در حد امکان، نام مؤلف، مبداء زمان، عناوین محتویات، میزان اهمیت، ارتباط با سایر زیجها، وکتابشناسی به خواننده عرضه شود.

۲ـ فهرستی از مجموعهٔ پارامترها که در حدامکان مقادیر حرکتهای میانگین، مواضع اولیه، حداکثر تعدیلهای سیارات، طولهای اولیهٔ اوج و حضیض، همراه با نمایشهای شصتگانی آنها را شامل باشد.

۳ـ توصیف مشروح یکایک زیجهای منتشر نشده که می‌توان آنها را به حسب مورد دسته‌بندی کرد.

در هر صورت، با وجود آنکه اطلاعات جدید فراوانی گردآمده است، متن اولیهٔ پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی همچنان کاربرد قابل توجهی دارد. در این اثر، ساختار عمومی و محتوای کلی زیجها تشریح شده است.

تابعها و اعمال مربوط به هیئت که بسیاری از آنها خاص نجوم و احکام نجوم باستانی و دورهٔ اسلامی است و در زیجها در قالب جداولی آورده شده است در این کتاب تعریف شده‌اند؛ این مطالب اعتبار خود را همچنان حفظ کرده‌اند و برای خوانندگانی که در پی مطالعهٔ علوم دقیقهٔ دورهٔ اسلامی هستند نقطهٔ شروع خوبی به شمار می‌آیند.

در پایان کتاب حاضر، چکیده و تحلیلی از کل مطالب آورده شده است. در اغلب موارد نتیجه‌گیریها همچنان معتبر است. فهرست کلی هم گرچه غیر کامل ولی درست است. از این رو، تجدید چاپ کتاب در این مقطع مناسب دانسته شد.

ا.اس.کندی

۱

پیشگفتار

چشمگیرترین جنبهٔ منابع موجود برای مطالعهٔ اخترشناسی مشرق زمین در سده‌های میانه، حجم فوق‌العاده زیاد آن است. هزاران دستنوشتهٔ بیزانسی، یونانی، سانسکریت، عبری، عربی، فارسی، و ترکی دربارهٔ اخترشناسی و اخترگویی (علم احکام نجوم) برجای مانده است که بسیاری از آنها به مجموعه‌های فهرست نشده تعلق دارد و اغلب آنها در دوران اخیر وارسی علمی نشده است. در مورد منابع عربی کارهای قابل توجهی به دست پژوهشگران اروپایی انجام شده و خطوط اصلی این پهنهٔ گسترده بخوبی ترسیم شده است، اما کسی که بخواهد تصویر دقیق و مشروحی از اخترشناسی اسلامی به دست آورد بناگزیر باید مواد اولیهٔ کار خود را بین مجموعهٔ گوناگونی از نسخه‌های خطی قابل دسترس اختیار کند.

در این انبوهٔ دستنوشته‌ها، گروه مشخصی از آثار به نام زیجها را می‌توان جدا کرد که به نظر نگارنده مهمترین و از لحاظ تاریخی با ارزشترین بخش این مجموعه را تشکیل می‌دهد. هر زیج اساساً شامل جدولهایی عددی همراه با توضیحات لازم مربوط به آنهاست؛ چنانکه اخترشناس یا اخترگو بتواند مسائل مربوط به پیشهٔ خود از قبیل محاسبهٔ موضع سیارات و

ستارگان، ظهور اجرام آسمانی، و گرفتهای ماه و خورشید را محاسبه کند. این کتابچه‌ها گاهی، ولی نه همیشه، حاوی توضیحات و اثباتهایی در مورد نظریهٔ اخترشناسی و گزارشهایی در مورد رصدهایی هستند که اساس محاسبهٔ جدولها بوده است. اما در همهٔ موارد از خود این جدولها، به عنوان نتیجهٔ نهایی نظریه و رصدها، می‌توان به مدلهای هندسی به کار رفته و همچنین ابزارهای ریاضی مورد استفاده برای نمایش عددی این مدلها پی برد.

در نوشتهٔ حاضر، زیجهای عربی و فارسی مربوط به فاصلهٔ زمانی قرن دوم تا نهم هجری (هشتم تا پانزدهم میلادی) از لحاظ تعداد، نحوهٔ توزیع، محتوا، و ارتباط بین این زیجها بررسی می‌شود. در فصل ۲، که در پی می‌آید، ریشهٔ واژهٔ زیج و ورود آن به زبانهای مختلف بیان شده است. فصل ۳ فهرستی است از همهٔ زیجهای موجود یا زیجهایی که وجود آنها گزارش شده است. در فصل ۴ دسته‌بندی کلی مطالبی که معمولاً در این کتابچه‌ها آورده می‌شود همراه با تعریفها و نشانه‌هایی که در بخشهای بعدی مفید خواهد بود ذکر شده است. هریک از دوازده فصل بعدی چکیدهٔ دقیقی از یک زیج خاص است که به لحاظ اهمیت یا قابلیت دسترسی انتخاب شده است. در فصلهای پایانی ۱۷ و ۱۸ روند تکاملی این متنها و مسیر پژوهشهای آتی مورد بررسی قرار گرفته است. در انتها، فهرست نام مؤلفان و زیجها به دنبال کتابشناسی آورده شده است تا برای مراجعهٔ سریع به کار آید. [در ترجمهٔ فارسی، واژه‌نامهٔ فارسی به انگلیسی نیز افزوده شده است.]

۲

ریشهٔ واژهٔ زیج

این نکته بخوبی مسلم شده است که واژهٔ زیج (جمع عربی آن ازیاج، زیجات، و زیاجه) همچون شماری دیگر از اصطلاحات فنی از فارسی وارد زبان عربی شده است. توضیحات موجود در منابع متعدد* حاکی از آن است که ریشهٔ این کلمه در فارسی [زه] به معنی تار یا رشته، بخصوص زه کمان است و از همین جا به معنی وتر در هندسه نیز به کار رفته است. در عربی امروز به ریسمان بنّایی زیج گفته می‌شود. بعدها این معنی تعمیم یافته و برای مجموعهٔ رشته‌های موازی که تارهای یک پارچه را تشکیل می‌دهند به کار رفته است. سپس، به لحاظ شباهت بین خط‌های عمودی نزدیک به هم در یک جدول عددی و مجموعهٔ تارهایی که در بافندگی کشیده می‌شود این مفهوم گسترش یافته و شامل آن جدولها نیز شده است. سرانجام، در یک تعمیم نهایی این واژه برای کل مجموعه‌های جداول نجومی به کار رفته که همان معنی مورد استفادهٔ ماست. این تحول معانی در دورهٔ

*) مثلاً نگاه کنید به نالینو *Bالینو* ، جلد ۱، ص xxxi؛ خوارزمی، ص ۳۲؛ «فرهنگ اصطلاحات علمی به کار رفته در علوم مسلمانان » (A dictionary of Technical terms used in the sciences of the Musulmans)، بخش ۲، کلکته، ۱۸۶۲، ص ۶۱۰؛ تاج‌العروس نوشتهٔ مرتضی‌الحسینی الحنفی الزبیدی، بخش ۲، قاهره، ۱۳۰۶ (هجری قمری)، ص ۵۵.

ساسانیان صورت گرفته بود، زیرا در نامه‌های منوچهر که یک متن پهلوی (پارسی میانه) است نامی از زیکِ شَتْرواَیار (= زیج شهریار، نگاه کنید به شمارهٔ ۳۰ در فصل ۳) برده شده است.[۱] البته در دورهٔ اسلامی این کلمه را گاهی صرفاً به معنی جدولهای منفرد نیز به کار برده‌اند؛ مثلاً در منابع شمارهٔ ت ۲۰۰ و ت ۲۰۱ در فصل ۳.

در فرهنگهای فارسی و عربی دو واژهٔ فارسی به عنوان ریشهٔ زیج ذکر شده است. برخی زیگ آورده‌اند که تبدیل آن به زیج امری طبیعی است. در موارد دیگر، چنانکه بیرونی نیز در قانون مسعودی (مقالهٔ ۳، باب ۱) گفته است، ریشهٔ زیج واژهٔ زه دانسته شده که در فارسی امروز به معنی رشتهٔ کمان به کار می‌رود. شاید درست‌تر آن باشد که بگوییم واژهٔ زیگ در پارسی میانه به زه در زبان فارسی امروز تبدیل شده است.[۲]

در نوشتهٔ حاضر ملاک ما برای به کار بردن نام زیج آن است که متن مورد نظر شامل مجموعهٔ نسبتاً کاملی از مباحث مذکور در فصل ۴ باشد؛ بدون توجه به اینکه آیا نظریهٔ نجومی مورد استناد بیان شده است یا نه. در پاره‌ای موارد از این روال تخطی کرده‌ایم. مثلاً مجسطی ابونصر عراق (فصل ۳، ۷۷) را با این فرض که احتمالاً شامل جدولهای مستقلی بوده در فهرست آورده‌ایم، ولی تحریر مجسطی خواجه‌نصیرالدین طوسی را با توجه به اینکه اثر دیگر او به نام زیج ایلخانی (فصل ۳، ۶) موجود است ذکر نکرده‌ایم.

واژهٔ یونانی κανών هم، که معنی آن به زیج خیلی نزدیک است، به صورت معرّب قانون درآمده و این دو کلمه گاهی به جای یکدیگر به کار می‌روند. مثلاً جدولهای تئون (ثاون) گاهی زیج ثاون (فصل ۳، ت ۲۰۵) و

---

۱) باید توجه داشت که نامه‌های منوچهر که سه تا هستند و در دومین آنها از سه زیج هندی و بطلمیوسی و شهریار نام برده شده در قرن سوم هجری نوشته شده‌اند.

۲) امروزه در بلوچستان به سوزندوزیهای ابریشمی که با نقشهای هندسی و متشکل از نخهای موازی تهیه می‌شود «زیه» می‌گویند که می‌تواند از لحاظ تحول واژه، صورتی بین زیگ و زه باشد.

گاهی صرفاً قانون خوانده شده است. به همین ترتیب، بیرونی زیج خود را قانون مسعودی (فصل۳، ۵۹) نامیده است.

واژهٔ زیج از زبان فارسی یا عربی به یونانی بیزانس به صورت ζηζι* و به لاتین سده‌های میانه بـه صـورت zich یا ezich** ، که از الزّیج گرفته شده، راه یافته است.

*) بروکسل، جلد ۱، ص ۳؛ جلد ۵، ص ۱۴۵؛ نالینو *B*، جلد ۱، ص xxxi.

**) خوارزمی ص ۱ و ۳۲؛ وستنفلد، ص ۲۱.

۳

فهرست کلی

چون برای بسیاری از آثاری که در زیر می‌آید نمی‌توان تاریخ مشخصی تعیین کرد، به ترتیب دلخواه در فهرست آورده شده‌اند. شمارهٔ زیجها که با حروف سیاه چاپ شده در سراسر این نوشته برای ارجاع استفاده می‌شود. هر جا که مقدور بوده، تاریخ تقریبی ذکر شده است و در مورد آثار موجود، محل نگهداری یک یا چند نسخهٔ خطی بیان شده است. تلاشی برای برشمردن همهٔ نسخه‌های موجود نداشته‌ایم، بویژه در مورد زیجهای متأخر و رایج‌تر که نسخه‌های زیادی از آنها موجود است.

فرض بر آن است که زبان اصلی عربی است، مگر آنکه زبان دیگری ذکر شود.

گرچه این پژوهش تصویر دقیقی از اخترشناسی اسلامی عرضه می‌کند، بروز اشتباهاتی در جزئیات اجتناب ناپذیر است. در مورد بسیاری از زیجها تشخیص مؤلف و زمان تألیف کار بسیار پیچیده‌ای است. گاهی یک زیج به نامهای مختلفی خوانده شده است یا متنهایی که مستقل از هم دانسته شده عملاً متن واحدی هستند. در منابع مربوطه نیز اغلب اطلاعات متناقضی دیده می‌شود. در مواردی که هنوز بتوان نسخه‌های آثار مورد نظر را یافت،

بسیاری از این ناهمخوانیها سرانجام با بررسی خود نسخه‌ها برطرف خواهد شد؛ در خیلی از موارد دیگر، این تناقضها همچنان باقی خواهد ماند. اینک فهرست زیجها در پی‌می‌آید:

۱ـ زیج مشتمل از احمد بن محمد نهاوندی، حدود ۱۷۰ ه.ق، که در جندیشاپور رصد می‌کرد. این شهر در جنوب غربی ایران از زمان ساسانیان یک مرکز علمی به شمار می‌آمد. زیج مشتمل اکنون باقی نمانده است. ابن یونس (۱۴) می‌گوید تا جایی که او می‌داند از زمان بطلمیوس تا زیج ممتحن (۵۱) هیچ رصدی از حرکت میانگین خورشید انجام نشده مگر آنچه نهاوندی کرده است.

(سوتر *M*، ص ۱۰؛ کاوسین، ص ۱۵۴ تا ۱۵۷.)

۲ـ زیج علی سنی العرب (زیج محاسبه شده بر اساس سالهای هجری) اثر ابراهیم بن حبیب [ابن سلیمان]، ابو اسحاق فزاری، حدود ۱۳۰ ه.ق.، اهل بغداد. این زیج برجا نمانده و بر اساس زیج سند هند (۲۸) تألیف شده است.

بیرونی در آثار خود چندین بار به این زیج اشاره کرده است. در دو مورد (رسائل، ۱، ص ۱۳۳ و ۱۵۶) از آن به عنوان زیج سند هند فزاری و یک بار به نام سند هند کبیر یاد می‌کند. در ماللهند (ص ۳۵۱) از زیج فزاری و یعقوب بن طارق (۷۱) چنان نام می‌برد که گویی یک اثر واحد است. شاید این زیج را بتوان با زیجهای ۲۸ و ۷۱ این فصل یکی دانست.

همچنین نگاه کنید به شمارهٔ ۴۵ این فصل.

در شمارهٔ ۱۷ جدولی شامل پارامترهای سیارات از فزاری نقل شده است.

(نالینو، ص ۴۸ و ۲۱۳ تا ۲۱۵؛ سوتر *M*، ص ۱؛ الفهرست، ص ۴۹۱.)

۳ـ زیج وقبیه (؟) عنوانی ساختگی است برای زیج جمال‌الدین ابوالقاسم بن محفوظ، منجم بغدادی، حدود ۳۱۰ ه.ق (؟)، موجود در پاریس به شمارهٔ ۲۴۸۶. طبق آنچه حاجی خلیفه آورده، مؤلف مطالبی از زیجهای مختلف را که به نظرش مفید بوده در اثر خود نقل کرده است.
(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۶؛ سوتر *M*، ص ۱۹۷.)

۴ـ زیج اشرفی (به فارسی)؛ تقی‌زاده (ص ۱۶۲، ۳۰۰ و ۳۶۶) سه بار به آن اشاره کرده و نوشته است که این اثر حدود سال ۷۰۰ ه. ق به دست محمدبن‌ابی‌عبدالله سنجرکمالی، سیف منجم یزدی (؟) نوشته شده است.[۱] بلوشه در فهرستی که به سال ۱۹۰۰ میلادی از نسخه‌های خطی شرقی در کتابخانهٔ ملی پاریس تهیه کرده است نسخه‌ای را که تقی‌زاده با شمارهٔ Supplement Persan 1488 ذکر کرده به نام تاریخ اشرفی خوانده است. محتویات آن دربارهٔ نجوم ذکر شده، در هر صورت بدون تردید این اثر یک زیج است.

۵ـ زیج اَمَد علی‌الابد، یکی از سه زیج ابوالعباس احمد بن یوسف، ابن کمّاد[۲]، حدود ۵۲۰ ه.ق.، اهل اسپانیا. مواد آن از رصدهای تولدو (ارصادطلیطله) اثر زرقالی گرفته شده است. متن اصلی این زیج برجا نمانده است، ولی نگاه کنید به ۲۴، ۴۸، ۶۶ و ۷۲ در این فصل.
(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۴ و ۹۷۱؛ سوتر *M*، ص ۱۹۶؛ سوتر *N*، ص ۱۸۵؛

---

۱) همین مؤلف شرحی فارسی بر مجمل‌الاصول کوشیار نوشته است که نسخهٔ خطی آن در کتابخانهٔ فرهنگستان علوم ازبکستان (تاشکند) نگهداری می‌شود.
۲) این نام را منابع عربی بنادرست ابن‌حماد نوشته‌اند. نگاه کنید به پانویس ص ۱۹۶ در سوتر *M*.

بروکلمان S_1، ص ۸۶۴.)

۶ـ زیج ایلخانی (به فارسی، که چکیدهٔ آن در فصل ۱۳ آمده است) اثر دانشمند معروف، خواجه‌نصیرالدین طوسی، حدود سال ۶۷۰ ه.ق.، با همکاری گروهی از دانشمندان که با پشتیبانی ایلخان هلاکو، پسر ارشد چنگیز خان، در رصدخانهٔ مراغه گرد آمده بودند. زیجهای دیگری که در این اثر از آنها نام برده شده، ۱۴، ۵۱، ۵۵، و ۷۰ است. از این اثر نسخه‌های متعدد، چندین شرح، و یک ترجمهٔ عربی موجود است. نسخه‌ای که برای تهیهٔ چکیده به کار رفته با شمارهٔ ۱۵۱۳ جزو دستنوشته‌های فارسی کتابخانهٔ بادلیان (فارسی) است. بخشی از این زیج بر اساس شرحی که محمود شاه خُلجی بر آن نوشته است به زبان لاتین ترجمه شد که در سال ۱۶۵۲ میلادی در لندن انتشار یافت.[۳] [نسخه‌های خطی این اثر همچنین در کتابخانه‌های دانشگاه تهران، مدرسهٔ عالی شهید مطهری (سپهسالار) و آستان قدس رضوی موجود است.]

در زیمان شرحی دربارهٔ ابزارهایی که در مراغه به کار می‌رفت، آورده شده است.

(بروکلمان G_1 ، ص ۵۱۱، S_1 ص ۹۳۱؛ سوتر M، ص ۱۴۹.)

۷ـ زیج بالغ اثر کوشیار بن‌لبان جیلی (گیلانی)، حدود سال ۴۰۰ ه.ق. تقی‌زاده (ص ۲۲۶) می‌نویسد که این زیج مستقل از زیج ۹ این فصل است. که مراجعه به آن توصیه می‌شود. در ۳۵ این فصل نیز شمس منجم همین مطلب را ابراز کرده است.[۴]

---

۳) آقای دکتر جواد همدانی‌زاده ترجمه‌ای از این زیج به انگلیسی فراهم کرده که انتشار نیافته است.

۴) در اغلب منابع از جمله مقدمهٔ کتاب مجمل‌الاصول خود کوشیار، زیج جامع و زیج بالغ دو

(کراوزه، ص ۵۱۹.)

۸ـ زیج بدیع یکی از پنج زیج (نگاه کنید به ۶۷، ۷۸، ۷۹ و ۹۰ این فصل) از بین رفتهٔ بنی اماجور (یا ماجور)، حوالی سال ۳۰۰ هـ.ق. آنان در بغداد و شیراز کار می‌کردند و عبارت بودند از ابوالحسن علی با پدرش ابوالقاسم[۵] و غلام آزاد شده‌اش به نام مُفلح. گزارش رصدهای آنها را ابن یونس در ۱۴ این فصل آورده است (نگاه کنید به کاوسین، ص ۱۵۲ و صفحات متعدد دیگر). آنها حاصل رصدهایشان را با نتایج حاصل از محاسبه طبق یکی از زیجهای (زیج موسوم به عربی) حبش حاسب (۱۵) مقایسه می‌کردند. علی را ابن آدمی (۱۸) شخصاً می‌شناخته و برایش ارزش زیادی قائل بوده است. علی شرح می‌دهد که رصدهای متعددی برای تعیین حداکثر عرض ماه انجام داده و مقدار آن را کلاً بیش از مقدار معروف بطلمیوسی که پنج درجه باشد یافته است، ولی در رصدهای مختلف مقادیر متفاوتی برای این حداکثر به دست آورده است. همین بخوبی گواه دقت شیوهٔ رصد کردن اوست.

(سوتر M، ص ۴۹؛ بروکلمان S_1 ، ص ۳۹۷؛ الفهرست، ص ۵۰۱؛ دلامبر، ص ۱۳۹.)

۹ـ زیج جامع (که چکیدهٔ آن در فصل ۱۰ آمده است) اثر کوشیار بن لبان جیلی (گیلانی)، حدود سال ۴۰۰ هـ.ق.، که نسخه‌های آن در برلین و لیدن موجود است[۶]. نسخه‌ای که برای تهیهٔ چکیده به کار رفته به شمارهٔ

اثر جداگانه ذکر شده‌اند، اما بروکلمان بنادرست این دو را یک اثر به نام زیج جامع و بالغ دانسته است (بروکلمان S_1 ، ص ۳۹۷).

۵) در الفهرست همهٔ این زیجها تألیف ابوالقاسم عبدالله بن اماجور دانسته شده است.

۶) نسخه‌های دیگری از آن در استانبول، مسکو، قاهره، و اسکندریه نیز وجود دارد. نسخهٔ خطی

۱۰۵۴ (Cod. 523 (1) Warn.) در لیدن نگهداری می‌شود. جدولی از محتویات نسخهٔ برلین به شمارهٔ ۵۷۵۱ در فهرست برلین آورده شده و مقایسهٔ آن با نسخهٔ لیدن روشن می‌کند که چرا منابع گوناگون در مورد اینکه کوشیار یک زیج نوشته است یا دو زیج اختلاف نظر دارند[۷].

هر دو نسخه در چهار مقاله تنظیم شده‌اند که عبارتند از ۱) حساب ابواب ۲) جداول ۳) شرح هیئت ۴) برهان درستی حساب ابواب. دو مقاله اخیر در نسخهٔ برلین وجود ندارد. در بخشهایی که در هر دو نسخه وجود دارد، تعداد فصلها تقریباً برابر و عنوان آنها یکسان است، اما ترتیب عرضهٔ مطالب در این دو نسخه بسیار متفاوت است. عنوان جدولها نیز کم و بیش یکسان است، ولی مثلاً جدول سینوسها در نسخهٔ لیدن خیلی مفصل‌تر از جدول نظیرش در نسخهٔ برلین است.

شاید وجود دو نام مختلف، مربوط به تنظیمهای مجدد یک متن اصلی باشد که مواردی از آن در بالا ذکر شد. بیرونی (مثلاً در رسائل، ۲، ص ۴۲، ۵۲ و ۶۲) چندین بار از زیج جامع کوشیار نام برده است. چون در مورد آثار دیگر وی بدون اشاره به نام زیج فقط نام مؤلف آن را ذکر می‌کند، شاید بتوان گفت که به این ترتیب منظور وی زیج خاصی از کوشیار و نه زیج دیگر او بوده است.

همان‌طور که در ۴۴ این فصل گفته شده، مواد این متن از زیج بتّانی (۵۵) گرفته شده است و گمان نمی‌رود که در آن از نتایج رصدهای جدید استفاده شده باشد.

در پایان نسخهٔ برلین تعدادی جدولهای منفرد منسوب به افراد مختلف

ترجمهٔ فارسی مقالهٔ اول آن که به دست محمد بن عمر بن ابی‌طالب، منجم تبریزی، فراهم آمده در لیدن موجود است.

۷) تفاوت بین دو نسخهٔ لیدن و برلین ناشی از ناقص بودن و آشفتگی نسخهٔ برلین است. در مورد انتساب دو زیج به کوشیار اکنون تردیدی در کار نیست (پانویس شمارهٔ ۴ را ببینید).

وجود دارد؛ از جمله حبش حاسب (۱۵)، بتّانی (۵۵)، ابن‌اعلم (۷۰)، یحیی بن ابی‌منصور (۵۱)، و ابومعشر بلخی (۶۳).

(سوتر M، ص ۸۳؛ حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۷۱؛ بروکلمان G_1 ، ص ۲۲۲، S_1، ص ۳۹۷؛ کراوزه، ص ۵۱۹.)

۱۰ـ **زیج جامع سعیدی**، که به زبان فارسی است، نوشتهٔ اخترشناسی که با جمشید کاشانی (۲۰) و الغ‌بیگ (۱۲) معاصر بود. طباطبایی (طی مقاله‌ای در نشریهٔ آموزش و پرورش، ۱۳۱۹ هجری خورشیدی، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۴) بخشی از مقدمهٔ این زیج را نقل کرده که نشان می‌دهد اغلب اخترشناسان از زیج ایلخانی (۶) ناراضی بوده‌اند، زیرا در ثبت اطلاعات حاصل از رصد خطاهایی در آن راه یافته است.

۱۱ـ **زیج جدید** (که چکیدهٔ آن در فصل ۱۴ آمده است) از علاءالدین‌ابن‌شاطر، حدود ۷۵۰ هـ.ق. وی زمانی مُوَقِّت[8] مسجد امویان در دمشق بود. ظاهراً این اثر معروف بود، چرا که چندین خلاصه از آن فراهم شد و نسخه‌های متعددی از آن به جا مانده است. نسخه‌ای که برای تهیهٔ چکیده به کار رفته در فهرست نسخه‌های خطی بادلیان (جلد ۲، بخش ۲) به شمارهٔ ۲۷۸ ذکر شده است. در این نسخه، دست کم جدولها بر اساس رصدهایی که در دمشق انجام گرفته محاسبه شده است نه بر اساس رصدهای قاهره که در برخی منابع گزارش شده است.

(بروکلمان G_2، ص ۱۲۶، S_2، ص ۱۵۷؛ حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۵؛ سوتر M، ص ۱۶۸.)

---

۸) مسئول نگهداری حساب وقت و زمان برای امور شرعی.

۱۲ـ زیج جدید سلطانی = زیج الغ‌بیگ = زیج گورکانی = زیج میرزا الغ بیگ = زیج سعید جدید گورکانی (به فارسی، که چکیدهٔ آن در فصل ۱۶ آمده است) اثر امیر سمرقند، الغ بیگ، حدود ۸۴۰ ه.ق.، نوهٔ تیمور لنگ. این زیج مثل چند زیج دیگر (از جمله ۶، ۸، ۵۱) حاصل تلاش جمعی گروهی از اخترشناسان است. بجرئت می‌توان آن را رایج‌تر از همهٔ زیجها دانست و هنوز صدها نسخه از آن موجود است. در تهیهٔ چکیدهٔ آن از نسخهٔ به شمارهٔ lxx مذکور در بخش ۱ جلد ۱ فهرست نسخه‌های خطی بادلیان استفاده کرده‌ایم. این زیج به عربی و ترکی ترجمه شد و جدولهای آن اساس بسیاری از آثار بعدی قرار گرفت. بخش اول این زیج را سدیو به فرانسه ترجمه و در سال ۱۸۷۴ در پاریس منتشر کرد (سدیو درکتابشناسی). جدول ستارگان آن را هم کنوبل در سال ۱۹۱۷ در واشینگتن منتشر کرد. بخشهایی از این زیج که دربارهٔ جدول ستارگان و دربارهٔ تاریخهای مهم است به لاتینی ترجمه شد و بترتیب در سالهای ۱۶۶۵ میلادی (در آکسفرد) و ۱۶۵۰ میلادی (در لندن) به چاپ رسید که اکنون هر دو نایاب است.*

کتاب بسیار جالبی که در این زمینه منتشر شده اثر کاری نیازوف است که حاوی گزارشی است دربارهٔ حفاریهایی که در محل رصدخانهٔ الغ‌بیگ با همکاری فرهنگستان علوم جمهوری ازبکستان انجام شده است.

(بروکلمان G_2، ص ۲۱۲، S_2، ص ۲۹۸.)

۱۳ـ زیج جدید رضوانی، که به وسیلهٔ قطب‌الدین محمود بن مصلح شیرازی، حدود سال ۶۹۰ ه.ق، بازنویسی شد. متن بازنویسی شده در برلین

*) Thomas Hyde, *Tabulae longitudinis et latitudinis stellarum fixarum ex observatione Ulugh Beghi...*; John Greaves, *Epochae Celebriores,... ex traditione Ulug Beigi.*

(به شمارهٔ Fol. 3902) موجود است گرچه در فهرست کتابخانه ذکر نشده است.

(بروکلمان S_2، ص ۲۹۷.)

۱۴ـ زیج کبیر حاکمی، تألیف علی‌ابن‌احمد ابن یونس، اهل قاهره، حدود ۳۸۰ ه.ق، اثر معروفی است که تنها بخشهایی از آن باقی مانده است. نسخهٔ موجود در لیدن به شمارهٔ ۱۰۵۷ شامل فهرستی از محتویات کل این اثر است که هشتاد و یک فصل در آن ذکر شده است. از این میان، بیست فصل اول در نسخهٔ لیدن وجود دارد. اما نسخهٔ به شمارهٔ ۲۹۸ در بادلیان (جلد ۲ بخش ۲) از جایی آغاز می‌شود که نسخهٔ لیدن قطع شده است، یعنی از فصل ۲۱ شروع می‌شود و تا فصل ۴۴ پیش می‌رود. گذشته از تفاوتهای جزئی، عنوان فصلها همان است که در فهرست محتویات نسخهٔ لیدن آمده است. ترتیب فصلها بکلی مغشوش است و احتمالاً علتش جابه‌جا شدن بعضی صفحات در هنگام صحافی است. این دو بخش موجود به خطهای مختلفی نوشته شده‌اند بنابراین نمی‌توانند جزو یک نسخه باشند. به این ترتیب، بیش از نصف کل فصلها باقی مانده است. از آنجا که این بخشهای موجود جمعاً بیش از ۲۴۰ برگ هستند معلوم می‌شود که این زیج را بدرستی کبیر یعنی بزرگ نامیده‌اند.

فصلهای منفرد دیگری از این اثر را در نسخهٔ شمارهٔ ۲۴۹۶ پاریس و شمارهٔ ۵ـ۹۱۹ اسکوریال (جلد ۱) می‌توان یافت.

قسمتهایی از این اثر منتشر و ترجمه شده است. مقدمهٔ آن همراه با فهرست محتویات و فصلهای ۴ و ۵ و ۶ در کاوسین وجود دارد. بخشهایی از این زیج را، که به نظریهٔ ساعتهای آفتابی مربوط می‌شود، کارل شوی بررسی کرده و نتایج کار خود را درکتابی به نام ساعتهای آفتابی اعراب در

سال ۱۹۲۳ در برلین به چاپ رسانده است*. همین شخص فصل ۱۰ را که مربوط به محاسبهٔ جدول سینوسهاست ترجمه و شرح کرده است (در شوی T). شوی بخشی از فصل ۱۱ را نیز در شوی G ترجمه کرده است. وی همچنین ترجمهٔ فصلهای دیگری از این زیج را در سالهای ۱۹۲۰، ۱۹۲۱ و ۱۹۲۲ در سالنامهٔ آب‌نگاری و هواشناسی دریایی [به آلمانی] چاپ کرده است.**

سدیو در اوایل قرن نوزدهم تمامی فصلهای موجود در نسخهٔ لیدن و هجده فصل دیگر را [به فرانسه] ترجمه کرد. این ترجمه هیچ‌گاه انتشار نیافت و سرانجام ناپدید شد. با این حال کوشش وی یکسره برباد نرفت، زیرا در صفحات ۷۶ تا ۱۵۶ دلامبر تحلیل ژرفی از کار ابن‌یونس با استفاده از دستنوشتهٔ سدیو عرضه شده است. طبق داوری دلامبر، ابن‌یونس از لحاظ رصدکردن به پای بتّانی نمی‌رسید، ولی در روشهای محاسبه از او ماهرتر بود.

در این زیج مطالب عادی آورده شده است و نحوهٔ عرضهٔ مطالب نیز تفاوت اساسی با سایر زیجها ندارد. در این میان آنچه بخصوص قابل توجه است آگاهی وسیع مؤلف از کارهای پیشینیان خود، ذهن موشکاف وی، و توجه او به خطاهای رصدها، و نیز میزان دقت محاسبات است که حال و هوای پژوهشهای جدید را دارد و مثلاً در اخترشناسی یونانیان به هیچ روی یافت نمی‌شود. مقدمهٔ این زیج که مؤلف در آن انگیزهٔ تألیف این اثر را بیان کرده از لحاظ تاریخ علم بسیار ارزشمند است. او شواهدی عرضه می‌کند که نشان می‌دهد هنگام تألیف این اثر، زیجهای شمارهٔ ۱، ۸، ۱۵، ۱۸، ۲۸، ۴۶، ۵۱، ۶۳، ۷۰، ۹۱ و ۹۲ را در اختیار داشته است. وی از بسیاری از این

*) Karl Schoy, "Gnomonik der Araber", *Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, Band I, Lieferung F.* **) Annalen der *Hydrographie und maritimen Meteorologie.*

آثار مطالبی نقل می‌کند، تعداد زیادی از حرکتهای میانگین سیارات و سایر پارامترهای آنها را ذکر می‌کند، و گزارش نتایج رصدهای متعددی را عرضه می‌دارد.

(سوتر M، ص ۷۷؛ دلامبر، ص ۷۶ تا ۱۵۶؛ بروکلمان G_1، ص ۲۲۴، S_1، ص ۴۰۱.)

۱۵ـ زیج حبش نسخهٔ برلین (که چکیدهٔ آن در فصل ۷ آمده است) اثر دانشمند بسیار مهمی است به نام احمدبن عبدالله، حبش حاسب (محاسبه کننده) مروزی (اهل مرو)، حدود ۲۴۰ ه.ق.، که شخصیت و شایستگیهایش در هاله‌ای از ابهام تاریخ پوشیده مانده است. بررسی نسخهٔ خطی این زیج به شمارهٔ ۵۷۵۰ در برلین و زیج دیگری که از وی به جا مانده است (شمارهٔ ۱۶ این فصل) چندان کمکی به رفع این ابهام نمی‌کند.

او یکی از اخترشناسان همدورهٔ مأمون، خلیفهٔ عباسی، بود ولی ظاهراً جزو گروه چهار یا پنج نفره‌ای که در انجام رصدهای زیج ممتحن (شمارهٔ ۵۱ این فصل) همکاری داشتند نبود. ابن یونس (۱۴) رصدهای وی را که در سالهای ۲۱۴ و ۲۵۰ ه.ق. در بغداد انجام داده گزارش کرده است. ابن یونس که ظاهراً منقدی سختگیر، اما منصف بوده در جای دیگری می‌گوید که آنچه حبش دربارهٔ عرض زهره و مشتری بیان کرده مانند سخنان کسی است که معنی گفتهٔ خود را نمی‌فهمد. ابن قفطی سه زیج را به حبش نسبت داده است:

۱ـ بازنویسی زیج سند هند (شمارهٔ ۲۸ این فصل) با افزودن «اقبال و ادبار» ستارگان ثابت.

۲ـ زیج ممتحن (۵۱) که بهترین اثری است که از وی سراغ داریم و بر اساس رصدهای خود اوست.

۳ـ زیج صغیر (۳۹) یا زیج شاه (؟۳۰).[۹]

اما در الفهرست تنها دو زیج به نام وی ثبت شده است؛ زیج دمشقی و زیج مأمونی، در حالی که ابن‌یونس در چندین مورد به اندازه گیریهایی اشاره می‌کند که بر اساس زیج عربی حبش انجام شده است. همان‌گونه که در کاوسین و درکتاب گاهشماری تقی‌زاده آمده، این بدان معنی نیست که حبش آثاری هم به زبانهای دیگری غیر از عربی نگاشته است، بلکه با استفاده از این عنوان قاعدتاً این زیج (یعنی زیج «عربی») از زیجهای دیگری که بر اساس روشهای هندی یا ایرانی بوده‌اند متمایز می‌شود. یا بهتر بگوییم، این نام می‌تواند نشان‌دهندهٔ آن باشد که جدولهای زیج بر اساس تقویم عربی (یعنی هجری) و نه یزدگردی یا سلوکی بوده است؛ در واقع هم در زیجهای ۱۵ و ۱۶ حرکت میانگین سیارات بر پایهٔ تقویم هجری بیان شده است.

ابن یونس در جای دیگری، ضمن بحث دربارهٔ اندازه‌گیریهای مختلف میل دایرةالبروج، از زیج ممتحن حبش نام می‌برد و می‌گوید که آن را قانون نیز می‌نامند.

نام حبش بارها در نوشته‌های بیرونی (۵۹) ذکر شده، ولی هیچ جا اشاره‌ای به اینکه وی بیش از یک زیج نوشته باشد نشده است. مثلاً وی در رسائل (رسالهٔ ۲، ص ۸۱) مثال و اثباتی برای روش حبش در محاسبهٔ تعدیل سیارات می‌آورد. همچنین، در آثارالباقیه (ص ۲۷۹) جدولهای حبش در مورد رؤیت ماه را معرفی می‌کند.

نسخهٔ برلین با این عبارات آغاز می‌شود: «چنین گوید احمدبن عبدالله، ملقب به حبش حاسب، مؤلف این زیج.» اما در بقیهٔ مقدمه تنها مطالب کلی و تشریفاتی آورده شده و کاملاً برخلاف مقدمهٔ ۱۶، در اینجا هیچ اطلاعی

۹) ابن‌قفطی در تاریخ الحکما (ص ۲۳۳ و ۲۳۴) علاوه بر سه زیج «بر مذهب سند هند» و «ممتحن» و «شاه» از دو زیج دیگر او به نامهای «دمشقی» و «مامونی» نام برده است. حاجی خلیفه نیز هر پنج زیج را ذکر کرده است.

دربارهٔ حبش و معاصرانش داده نشده است. سپس، در متن زیج نامی از نیریزی (۴۶ و ۷۵) آورده شده است که پس از زمان حبش می‌زیست. ضمناً، زمان مربوط به تعیین حرکت میانگین سیارات ۵۱۱ هجری قمری است در حالی که حبش مسلماً پیش از سال ۳۰۰ هجری درگذشته است. بنابراین، نسخهٔ برلین نهایتاً بازنویسی شدهٔ اثر حبش است که بعدها فراهم شده است.

با وجود این ملاحظات در مورد مؤلف اثر، این نسخه اهمیت زیادی دارد زیرا حاوی جدولهای منفرد زیادی است که در آثار مشابه یافت نمی‌شود.

(سوتر*M*، ص ۱۲؛ نالینو، ص ۲۷۵؛ تقی‌زاده، ص ۲۱۲؛ الفهرست، ص ۴۹۴؛ کاوسین، ص ۵۸، ۷۰، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۷۲ و غیره.)

۱۶ـ زیج حبش نسخهٔ استانبول (که چکیدهٔ آن در فصل ۸ آمده است) به شمارهٔ ۷۸۴٫۲ در کتابخانهٔ ینی‌جامع استانبول نگهداری می‌شود. برای دیدن منابع و اطلاعات راجع به مؤلف به شماره ۱۵ نگاه کنید.

مقدمهٔ این اثر را بی‌گمان خود حبش نوشته است. پس از عبارت رسمی دینی، طبق معمول این گونه زیجها در آغاز ابراز می‌دارد که به اصرار دوستانش این اثر را نوشته است. وی یادآوری می‌کند که مأمون بر پژوهشهای نجومی نظارت داشته و دستور بررسی متنهای نجومی را داده است، که مؤلف در این مورد از زیج سند هند (۲۸)، زیج ارکند (۲۱۴)، و زیج شاه (۳۰) نام می‌برد. وی همچنین گوشزد می‌کند که مجسطی از همهٔ اینها والاتر است. حبش می‌گوید که پس از مرگ یحیی بن ابی‌منصور (۵۱)، به جای او خالدبن‌عبدالملک مروزی (یا، مرورودی ۹۷) سرپرست هیئت منجمان خلیفه شد. خالد در دمشق، رصدهای آغاز شده در بغداد را ادامه داد.

حبش هیچ اشاره‌ای به اینکه خودش زیج دیگری نوشته باشد نمی‌کند. مطالب زیج او عمدتاً متکی به کارهای بطلمیوس است. در عین حال در بعضی بخشها شیوهٔ او کاملاً غیربطلمیوسی است. کل این نسخه ارزش مطالعهٔ وسیع دارد، بخصوص بخشی از آن که به نظریهٔ گرفتهای ماه و خورشید مربوط است.

(کراوزه، ص ۴۴۶.)

۱۷ـ مختصر زیج (متفاوت با ۸۵ و ۱۰۵) خلاصه‌ای از زیجهای مختلف به روش سند هند (۲۸)، اثر احمد بن عبدالله ... ابوالقاسم ابن صفّار، حدود ۴۹۰ ه.ق.، اهل کورذووا (قرطبه). احتمالاً نسخه‌ای از آن به زبان عربی و خط عبری در کتابخانهٔ ملی پاریس به شمارهٔ ۱۱۰۲ جزو نسخه‌های خطی شرقی موجود است.

(سوترM، ص ۸۶؛ سوترN، ص ۱۶۹؛ اشتاین شنایدر، شرق شناسی، دورهٔ ۴۷، ص ۳۶۳؛ بروکلمانS_1، ص ۴۰۱.)

۱۸ـ زیج کبیر=نظم العقد مجموعهٔ جدولهایی به روش سند هند (۲۸) است که به وسیلهٔ محمّدبن حسین‌بن حمید ابن آدمی اهل بغداد آغاز و پس از مرگ وی، در حوالی سال ۳۱۰ ه.ق.، به دست شاگردش قاسم‌بن محمّد مدائنی کامل شده است. از این زیج نسخه‌ای به جا نمانده است، ولی می‌دانیم که ابن‌یونس (۱۴) آن را در اختیار داشته است.

در مورد نام مؤلف آن اختلاف نظر وجود دارد و گاهی وی را ابوعلی حسین بن محمّد آدمی خوانده‌اند.

(سوترM، ص ۴۴؛ نالینو، ص ۲۰۳ و ۲۱۰، کاوسین، ص ۱۲۸.)

۱۹ـ زیج احمدبن داود، ابوحنیفهٔ دینوری، که نسخه‌ای از آن باقی نمانده است. حاجی خلیفه درکشف‌الظنون اشاره‌ای دارد به اینکه رصدهای ابوحنیفه در سال ۲۳۵ ه.ق. در اصفهان انجام شده است. این اشاره با تاریخ درگذشت وی که در اغلب منابع ۲۸۲ ه.ق. است وفق می‌دهد، ولی با مطلب دیگری از خود حاجی خلیفه مغایرت دارد که پشتیبان ابوحنیفه را رکن‌الدوله، از سلاطین آل بویه، حدود سال ۳۴۰ ه.ق. دانسته است.

(حاجی خلیفه، جلد ۱، ص ۹۰۷ و جلد ۲، ص ۹۶۵؛ بروکلمان G_1، ص ۱۲۳، S_1، ص ۱۸۷، سوتر M، ص ۳۱.)

۲۰ـ زیج خاقانی در تکمیل زیج ایلخانی (به فارسی، که چکیدهٔ آن در فصل ۱۵ آمده است) اثر غیاث‌الدین جمشید کاشی (یا کاشانی)، حدود ۸۲۰ ه.ق.، نخستین سرپرست رصدخانهٔ الغ‌بیگ در سمرقند. این زیج به الغ‌بیگ تقدیم شده است[۱۰]. جمشید کاشانی در سال ۸۳۲ ه.ق. پیش از تکمیل زیج (۱۲) درگذشت. وی در مقدمهٔ زیج خود از خواجه‌نصیرالدین‌طوسی مؤلف زیج‌ایلخانی با احترام یاد می‌کند، ولی در عین حال نارضایی خود را از بخش عمدهٔ آن اعلام می‌دارد. وی در این اثر در درجهٔ اول به تصحیح اشتباهات زیج ایلخانی پرداخته است. از این زیج دو نسخه موجود است؛ یکی به شمارهٔ ۴۳۰ در نسخه‌های فارسی کتابخانهٔ دیوان هند لندن و دیگری به شمارهٔ ۲۶۹۲ درکتابخانهٔ ایاصوفیه (استانبول)[۱۱]. نسخهٔ موجود درکتابخانهٔ آستان قدس رضوی مشهد (جلد ۳، ص ۳۳، در نسخه‌های ریاضی به شمارهٔ ۱۰۲، شمارهٔ عمومی ۵۳۲۹) تنها بخشی از متن و شامل پانزده برگ

---

۱۰) به روایتی دیگر، این زیج به شاهرخ تیموری پدر الغ‌بیگ که ملقب به خاقان بود تقدیم شده است.

۱۱) مرحوم پروفسور آیدین صایلی به وجود نسخه‌ای از این زیج در مجموعهٔ شخصی آقای نخجوانی در تبریز اشاره کرده است.

است. در فهرست کتابخانهٔ دیوان هند (ص ۱۲۲۰) گفته شده که این زیج صورت اولیهٔ زیج الغ بیگ (۱۲) است؛ که البته چنین نیست. نگارندهٔ کتاب حاضر، ترجمهٔ انگلیسی این متن را تهیه کرده و بر آن است که متن تصحیح و مقابله شده‌ای از آن را به چاپ برساند[۱۲].

هریک از شش مقالهٔ زیج خاقانی شامل سه فصل است: ۱) توضیح معانی اصطلاحات متعدد فنی که در مقاله به کار رفته است؛ ۲) شرح اعمال؛ و ۳) دلایل صحت این اعمال. فهرست اصطلاحهای فنی این اثر به تنهایی ارزش زیادی به آن می‌دهد.

(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۸؛ سوتر M، ص ۱۷۳؛ بروکلمان G_2، ص ۲۱۱، S_2، ص ۲۹۵؛ کراوزه، ص ۵۱۰؛ کنوبل، ص ۹۲.)

۲۱ ـ زیج محمّدبن‌موسی خوارزمی، حدود ۲۳۰ ه.ق. (که در فصل ۶ چکیدهٔ آن آمده است) یکی از دو زیجی است که تاکنون به چاپ رسیده است. متن اصلی آن که به عربی است به جا نمانده است، ولی ترجمهٔ لاتینی آن به وسیلهٔ آدلاردباثی، که از روی متن بازنویسی شده به توسط مسلمةبن‌احمد مجریطی (رونقش حوالی ۳۹۰ ه.ق.) صورت گرفته است، به همت بیورنبو و سوتر انتشار یافته است (خوارزمی در کتابشناسی). آنچه در این اثر بسیار قابل توجه است این است که بسیاری از مطالب آن غیر بطلمیوسی است. در بخش ۱۷، بحثی در مورد منشاء روشهای خوارزمی خواهید یافت.

بیرونی (در رسائل، ۱، ص ۱۲۸ و ۱۶۸) به کتابی از فرغانی، از معاصران

۱۲) پروفسور کندی در نامه‌ای به تاریخ بهمن ۱۳۷۲ به مترجم نوشته است که: «این کار کند پیش می‌رود و احتمالاً هیچ‌گاه به پایان نخواهد رسید. بنابراین به جای نشر متن کامل، مقاله‌هایی منتشر می‌کنم که در واقع شرح بخشهایی از متن است که آنها را بخوبی دریافته‌ام.»

جوان‌تر خوارزمی، اشاره می‌کند که زیج خوارزمی در آن نقد شده است و خود بیرونی نیز (در رسائل، ۱، ص ۱۳۱) وجود خطایی در نظریهٔ تعدیل سیارات خوارزمی را نشان می‌دهد. شگفت آنکه این زیج سه قرن بعد در اسپانیا به کار می‌رفت و در همانجا به لاتینی ترجمه شد، در حالی که در همان زمان زیجهایی بر پایهٔ نظریه‌های پیشرفته‌تر وجود داشت.

بیرونی همچنین گفته است که ابوالفضل بن ماشاء اللّه اثری تدوین کرده که در آن زیجهای خوارزمی و حبش حاسب (۱۵) را ترکیب و خلاصه کرده است.

همچنین، رجوع شود به ۱۰۶.

(ابن قفطی، ص ۳۹۰؛ سوتر M، ص ۱۰؛ بروکلمان G_1، ص ۲۱۵، S_1، ص ۳۸۱.)

۲۲ـ زیج ملکشاهی اثر عمر خیام، حدود ۴۸۰ ه.ق.، اهل نیشابور. از این زیج که ظاهراً به سلطان ملکشاه سلجوقی تقدیم شده بود نسخه‌ای در دست نیست.

(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۷۲؛ تقی‌زاده، ص ۱۷۴.)

۲۳ ـ زیج زاهر=زیج زامر (؟) اثر فریدالدین ابوالحسن علی‌بن عبدالکریم شیروانی (یا شروانی) مشهور به فهّاد، حدود ۵۵۰ ه.ق.، یکی از شش زیج (۵۳، ۵۸، ۶۲، ۶۴، و ۸۴) منسوب به این شخص است که هیچ کدام از آنها باقی نمانده است. بعید است که یک منجم به تنهایی این تعداد زیج جداگانه تدوین کرده باشد. فهرست نام این زیجها در سه منبع آمده است که عبارتند از حاجی خلیفه (جلد ۲، ص ۹۷۰)، فارسی (۵۴، لی، ص ۲۵۵) و شمس منجم (۳۵، کراوزه، ص ۵۱۹). البته نام زیجها در هیچ یک از این منابع با دو منبع دیگر یکسان نیست، ولی می‌توان پذیرفت

که این امر ناشی از املای متفاوت (یا غلط) کلمات عربی است؛ چنانکه این وضع در مورد زیج مذکور در این بند نیز صادق است.

شمس منجم نام مؤلف این زیج را علی‌بن‌عبد[الکریم؟]باکویی ذکر کرده است. اما این تفاوت را هم می‌توان با توجه به این نکته توجیه کرد که شیروان و باکو هر دو در آذربایجان شوروی [سابق]واقعند. البته به این ترتیب می‌توان خاستگاه وی را معلوم کرد، ولی از اینجا به هیچ رو نمی‌توان دانست که او در کجا و برای چه کسی کار می‌کرده و در منابع موجود هم اطلاعی در این باره داده نشده است.

بخش عمدهٔ اطلاعات موجود دربارهٔ فهّاد از طریق فارسی به ما رسیده است و در این مورد می‌توان به بند مربوط به زیج وی (۵۴) مراجعه کرد.

فهّاد یافته‌های پیشینیان خود را بشّدت نقد می‌کرد. رصدهای خود او که طی یک دورهٔ سی‌ساله انجام شد با موقعیت سیارات که به روش ابن‌اعلم (۷۰) محاسبه شوند تطبیق می‌کند. تنها موارد استثنا برای زهره است که وی اوج (فلک حامل) آن را با کمیت نظیرش برای خورشید متفاوت یافت و برای عطارد که وی رصدها و نظریهٔ بطلمیوس را بهتر از سایرین دانسته است.

رصدهای وی مؤید نتایج یافته شده توسط یحیی‌بن‌ابی‌منصور (۵۱)، مرورودی (۹۷)، جوهری (۹۹)، و حبش حاسب (۱۵) در مورد حرکتهای میانگین خورشید و ماه است.

(سوتر *M*، ص ۳۱۸؛ تقی‌زاده، ص ۳۶۶.)

۲۴ـ زیج تهیه شده به وسیلهٔ ابراهیم ابن‌یحیی نقاش، ابن‌زرقالی قرطبی، که نامش در منابع غربی به صورت Azarchiel آمده است، اهل تولدو، حدود ۴۹۰ ه.ق. متن عربی این زیج موجود نیست، ولی

دستنوشته‌های متعددی به زبان لاتین به عنوان ترجمهٔ جدولهای نجومی زرقالی وجود دارد که در اشتاین‌شنایدر، زرقالی بررسی شده است. این ترجمه‌های لاتینی نامهای یکسانی ندارند. همچنین، حاجی خلیفه (جلد ۲، ص ۹۷۱) به رصدهای تولدو (ارصاد طلیطلیه) اشاره کرده که زرقالی نتایج آن را به کار برده است. ظاهراً گروهی از دانشمندان عرب و یهودی به سرپرستی شخصی به نام قاضی سعید (سوتر M، ص ۱۰۶) در حوالی سال ۴۵۰ هـ.ق. در تولدو رصدهای نجومی انجام داده‌اند. احتمال دارد که این گروه منجمان تولدو زیجی تهیه کرده باشند که زرقالی آن را بررسی و تکمیل کرده است.

درکتاب دلامبر (ص ۱۷۵ تا ۱۷۹) چکیده‌ای از ترجمهٔ لاتینی این زیج عرضه شده است که نشان می‌دهد در این اثر آمیزهٔ ناهمگونی از روشهای هندی و بطلمیوسی به کار رفته است. از یک سو، جدولهایی با منشاء هندی برای محاسبهٔ مطالع مایل برحسب مطالع واقع در فلک مستقیم دارد (نگاه کنید به بند **پ** فصل ۶). این مجموعه ضمناً شامل جدول سینوسهایی است که بر اساس دایرهٔ مبنایی به شعاع ۱۵۰ محاسبه شده است. از سوی دیگر، در آن جدولهایی برای مطالع مایل به شیوهٔ مجسطی وجود دارد. مجموعهٔ حداکثر تعدیل سیارات که دلامبر نقل کرده همان است که بتّانی (۵۵) نیز به کار برده است. کنوبل (S، ص ۱۰) با استفاده از مفهوم تقدیم اعتدالین به این نتیجه رسیده است که جدول ستارگان موجود در ترجمهٔ لاتینی مربوط به زمانی است که زرقالی می‌زیست.

پژوهشهای اخیر در این باره را می‌توان در فصل دوم تک نگاری بسیار ارزشمندی که با عنوان میلاس والیکروزا ۲ درکتابشناسی آمده است یافت. نویسنده چندین جا به ارتباط نزدیک بین زیج خوارزمی (۲۱) و جدولهای تولدو اشاره کرده است. جدول سینوسهای منبع اخیر که در صفحهٔ ۴۴

بازنویسی شده است مشابه جدول موجود در صفحهٔ ۱۴۲ از ترجمهٔ کندکاتک برهماگوپتا به وسیلهٔ سنگوپتا است (شمارهٔ ت ۲۱۸ را ببینید). مجموعهٔ جدولهای تولدو شامل جداولی برای محاسبهٔ «اقبال و ادبار اعتدالین» نیز هست.

شمارهٔ ت ۲۱۳ را هم که در پی می‌آید ببینید.

(سوتر M، ص ۱۰۶، ۱۰۹؛ بروکلمان G_1، ص ۴۷۳، S_1، ص ۸۶۲.)

۲۵ـ زیج سلطانی (به فارسی) ظاهراً متفاوت با ۱۲، منسوب به قطب‌الدین محمودبن مسعود بن مصلح شیرازی (مؤلف ۱۳ که ذکرش رفت) یا محمدعلی‌بن مبارکشاه شمس‌الدین میرک بخاری، حدود ۷۰۰ ه.ق.؛ نسخه‌اش در کتابخانه مجلس (جلد ۲، ۱۸۴) تهران موجود است. شاید این اثر با شمارهٔ ۳۲ یکی باشد.

(بروکلمان S_2، ص ۲۹۷.)

۲۶ـ زیج ابوالقاسم اصبغ بن محمد ابن سمح، اهل گراناذا (غرناطه)، حدود ۴۰۰ ه.ق.، نسخه‌ای از آن در دست نیست؛ گفته‌اند که متکی به روشهای سند هند (۲۸) بوده است.[۱۳]

(سوتر M، ص ۸۵؛ سوتر N، ص ۱۶۸.)

۲۷ـ زیج سنجری= زیج معتبر سنجری سلطانی= جامع التواریخ سنجری (که چکیدهٔ آن در فصل ۱۲ آمده است) تألیف ابومنصور ابوالفتح عبدالرحمان خازنی، حدود ۵۱۰ ه.ق.؛ بندهٔ آزاد شدهٔ یونانی یک قاضی از اهالی مرو در ترکستان. نسخه‌ای که چکیده‌اش در اینجا آورده شده در

۱۳) شمارهٔ ۱۰۹ را ببینید.

کتابخانهٔ واتیکان به شمارهٔ Arab. 761 موجود است. نسخهٔ دیگری از آن در فهرست موزهٔ بریتانیا به شمارهٔ Or. 6669 آمده است. گزیده‌هایی از این اثر عظیم در کتابخانهٔ مسجد سپهسالار تهران [اکنون کتابخانهٔ مدرسهٔ عالی شهید مطهری] در نسخهٔ خطی به شمارهٔ ۶۸۲ موجود است. خلاصه‌ای از آن در کتابخانهٔ حمیدیهٔ استانبول به صورت نسخهٔ خطی به شمارهٔ ۵۸۹ وجود دارد. این اثر به سلطان سلجوق ابن‌ملکشاه تقدیم شده است.

(بروکلمان S_1، ص ۲ ۹۰؛ نالینو، ص ۲۲۷؛ نالینو B، جلد ۱، ص lxvii؛ واتیکان V، ص ۷۲؛ کراوزه، ص ۴۸۷.)

۲۸ـ زیج سند هند ترجمهٔ عربی یکی از زیجهای سانسکریتی سدهانتا، احتمالاً همان برهماسدهانتای برهماگوپتا؛ حدود ۱۵۰ ه.ق. (بیرونی، رسائل، ۳، ص ۲۷) که ترجمهٔ آن در دربار خلیفه منصور در بغداد انجام شده است. این زیج حتی پس از شناخته شدن مجسطی و معلوم شدن برتریهای آن، بر نجوم اسلامی بخصوص در اسپانیا اثر عمیقی گذاشته است. گواه این مدعا زیجهای ۲، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲۶، ۳۱، ۳۹، ۴۵، ۴۶، ۷۱، و ۹۰ هستند که با روشهای سند هند محاسبه شده‌اند یا شدیداً از آن تأثیر گرفته‌اند. از این زیجها تنها شمارهٔ ۲۱ به جا مانده است و بازیابی هر یک از آنها نقش زیادی در روشن کردن مسئلهٔ انتقال و تأثیر متقابل نجوم بابلی، یونانی، هندی، و ساسانی خواهد داشت که در عین بغرنج بودن مسئلهٔ جذابی نیز هست.

بیرونی در رسائل (مثلاً در رسالهٔ ۲، ص ۲۴ و ۲۸) چند بار به سند هند اشاره کرده است و یک جا می‌گوید که مسلم است مطالب آن حاصل رصدهای عملی نیست.

(نالینو، ص ۴۸، ۲۰۳ و ۲۲۵؛ سوتر M، ص ۴؛ اشتاین‌شنایدر، شرق‌شناسی، دورهٔ ۲۴، ص ۳۵۳.)

۲۹ـ زیج شامل که مؤلف آن معلوم نیست، در سه نسخه وجود دارد (پاریس نسخهٔ Arabe2528، موزهٔ بریتانیا، جلد ۲، بخش ۲، نسخهٔ ۳۹۵/۳ و فلورانس، نسخهٔ [95]Pal.289). در مورد مؤلف این زیج حدسهای گوناگونی زده‌اند. مؤلف در مقدمهٔ زیج می‌گوید که وی حرکتهای میانگین را از کار ابوالوفای بوزجانی (۷۳) و همکارانش اقتباس کرده است و همچنین می‌گوید این حرکتهای میانگین را مؤلف زیج علائی (۴۲ یا ۸۴) بغلط به عنوان نتایج رصدهای خود عرضه کرده است. اما مؤلف زیج شامل همان حرکتهای میانگین را در اثری از ابوالوفا یافته و پس از امتحان کردن آنها از طریق رصد مقارنه‌ها، در کار خود استفاده کرده است. نگاه کنید به شمارهٔ ۵۶ که در پی می‌آید.

در فصل اول این زیج بحثی راجع به تقویم ملکی هست که نشان می‌دهد این اثر بعد از سال ۴۹۰ ه.ق. تألیف شده است. در مورد پایه‌گذاری این مبداء تاریخ، مؤلف تنها اشارهٔ مبهمی دارد به اینکه بانی آن یکی از سلاطین شرقی بوده است. البته خیلی عجیب است که منجمی در ایران یا هر بخش دیگر از خاور میانه چیزی دربارهٔ گاهشماری بنویسد، ولی نداند که پایه‌گذار این تقویم ملکشاه سلجوقی بوده است. شاید این زیج در اسپانیا یا آفریقای شمالی نوشته شده باشد.

تابعهای مذکور در جدولها همانهایی هستند که در اغلب زیجها به طور معمول وجود دارد و بررسی مختصر این زیج حاکی از هیچ‌گونه نوآوری از لحاظ نظریات نجومی یا نحوهٔ نمایش اطلاعات نیست.

میکروفیلمی از یک نسخهٔ خطی موجود در کتابخانهٔ اوترخت [هلند] به شمارهٔ Or.Rheno-traject 23 به دست نگارندهٔ کتاب حاضر رسیده است. این اثر، رونویسی بخشهایی از یک زیج است و برگهای آن دستخوش جابه‌جاییهای زیادی شده است؛ اول و آخر این کتاب مفقود شده است.

گرچه این اثر با زیج شامل یکی نیست، اما پارامترهای اساسی به کار رفته برای حرکتهای میانگین سیارات در هر دو اثر یکسان است. با دانستن اینکه زیجهای ۴۲، ۵۶، ۸۱، و ۸۴ همگی پارامترهای حرکات میانگین را از ابوالوفا اقتباس کرده‌اند، زیج ناقص اُوترخت می‌تواند برگرفته از هرکدام اینها باشد. چون در این زیج هم از تقویم ملکی نام برده شده است بنابراین نمی‌تواند بخشی از نوشتهٔ خود ابوالوفا باشد.

شمارهٔ ۵۶ را که در پی می‌آید ببینید.

(سوتر M، ص ۲۲۷؛ سوتر N، ص ۱۶۶ و ۱۶۷؛ بروکلمان S_1، ص ۴۰۰.)

۳۰ـ زیج شاه = زیج شهریار = زیج شهریاران شاه که نسخه‌ای از آن موجود نیست، مجموعه‌ای از جدولهاست که (احتمالاً به دست ابوالحسن علی‌بن زیاد تمیمی) در حوالی سال ۱۷۰ ه.ق. از یک متن اصلی پهلوی به نام زیک شَتروایَار zīk – i shatro – ayār به عربی ترجمه شده است. در مورد تاریخ تألیف این اثر نظرات مختلف است: نالینو آن را حدود سال ۲۰ ه.ق. دانسته است، ولی تقی‌زاده به جمله‌ای از (۵۹) استناد می‌کند که طبق آن، یک قرن زودتر، خسرو انوشیروان پادشاه ساسانی گروهی از منجمان را برای تصحیح زیج شهریار (که لابد در آن هنگام موجود بود) فراخوانده است. تقی‌زاده تلاش نالینو را برای اثبات اینکه محتوای این زیج منشاء هندی دارد رد کرده است.

تأثیر شدید این زیج پهلوی پیش از مطرح شدن مجسطی در جهان اسلام تا حد زیادی مانند زیج سند هند (۲۸) بوده است و سالها پس از آن نیز ادامه یافته؛ از جمله در عهد زرقالی در اسپانیا مورد توجه بوده است.

نوشته‌های بیرونی حاوی نکات روشنگر متعددی دربارهٔ این اثر است. مثلاً وی (در بیرونی، رسائل، ۲، ص ۲۲۲) پاراگرافی از یک زیج را نقل

می‌کند که مؤلفش بر وی شناخته شده نبوده و در آن محاسباتی برای تعیین فاصلهٔ زمینی بین بابل، که زیج شاه برای آنجا تنظیم شده، و قُبّه (گنبد، یعنی اُجین در هند) که محل مبنای زیج سند هند (۲۸) بود آورده شده است. خود محاسبه اهمیت چندانی ندارد، زیرا در آن بابل واقع در اقلیم چهارم قلمداد شده است و این کار، همچنان که از نظر بیرونی نیز پنهان نمانده است مثل گرفتن بغداد در جای نیشابور است. با این حال، مبنا بودن بابل بکلی منتفی نیست، زیرا تیسفون پایتخت ساسانیان به بابل نزدیک بوده است.

بیرونی در همان اثر (رسائل، ۲، ص ۱۴۸) روشی را که در زیج شاه برای تعیین اوقات روز به وسیلهٔ طول سایه‌ها ذکر شده آورده است. به دنبال آن، روشی را که در همان زیج برای محاسبهٔ اوقات طلوع به کار رفته بیان کرده است.

بیرونی (در آثارالباقیه، ص ۳) می‌گوید که این زیج مبنای زمان را برخلاف شیوهٔ رایج که ظهر است نیمه شب اختیار کرده است.

مهمتر از همه اینکه وی (در رسائل، ۳، ص ۲۴ تا ۳۰) توجه می‌کند که پارامترها و روشهای به کار رفته در زیج شاه، دست کم در مورد تعدیلهای سیارات، تفاوتی با نظایر خود در سند هند (۲۸) ندارند، زیرا از نجوم هندی به نجوم ایرانی راه یافته‌اند. ضمناً ابومعشر، خوارزمی، و یعقوب بن‌طارق نیز همان روش را به کار برده‌اند.

پارامترهای مختلف سیارات که در این زیج آمده در فصل ۱۷ کتاب حاضر بیان شده است.

(نالینو، ص ۵۰، ۲۲۶؛ تقی‌زاده، ص ۷۹، ۲۶۸ و ۳۲۰.)

۳۱ـ زیج مختاری تألیف حسن‌بن صباح حدود ۲۶۰ ه.ق.(؟) (شاید همان حسن‌بن مصباح باشد، ولی رهبر معروف فرقهٔ اسماعیلیه نیست).

بیرونی (در رسائل، ۲، ص ۳۹) هنگام بحث دربارهٔ طولهای شاخصهایی که به وسیلهٔ رصدکنندگان مختلف به کار رفته از این زیج نام می‌برد. گفته‌اند که حسن حرکتهای میانگین را بر اساس روشهای سند هند (۲۸) تعیین کرده است، در حالی که تعدیلهای سیارات در زیج او بر پایهٔ الگوی بطلمیوسی محاسبه شده‌اند.

(سوتر M، ص ۱۹؛ نالینو، ص ۲۲۴.)

۳۲ـ زیج شاهی (به فارسی؟) (متفاوت با ۳۰) تألیف حسام (یا حسام‌الدین) سالار که شمس منجم (۳۵) از آن ذکری کرده است؛ بنابراین، زیج فوق پیش از ۷۲۰ ه.ق. نوشته شده است. مؤلف آن می‌تواند هر یک از دو شخص ذکر شده به توسط سوتر (ص ۱۹۵) باشد و ممکن است خود اثر با شمارهٔ ۲۵ یکی باشد.

آلوارت[14] (برلین، جلد ۱۰، ص ۲۱۹) زیجی به این نام را به خواجه‌نصیرالدین طوسی (۶) نسبت داده است، ولی معلوم نیست منشاء این نظر چیست. شاید اشارهٔ او به نسخه‌ای (پاریس، Fonds pers. 173) اثر علی‌شاه ابن‌محمدبن قاسم بخاری، علاء منجم، حدود ۷۰۰ ه.ق. باشد.

شمارهٔ ۴۰ را ببینید که خلاصهٔ زیجی به همین نام است.

(کراوزه، ص ۵۱۹؛ بروکلمان S_1، ص ۸۴۴؛ سدیو، ص xcix؛ سوتر M، ص ۱۶۱ و ۲۲۷.)

۳۳ـ زیج شَسَتکه= زیج شستگاه اثر حسین‌بن موسی هرمزی (یا هرمزدی)، حدود ۵۸۰ ه.ق. از ناحیهٔ خلیج فارس(؟)، نسخهٔ آن موجود ولی احتمالاً ناقص است، که درکتابخانهٔ آستان قدس رضوی مشهد (جلد سوم

14) Ahlwardt

فهرست، شماره‌های ۳۳۳ و ۱۰۸) نگهداری می‌شود و تنها شامل هشت برگ است.

(بروکلمان S_1، ص ۸۶۶؛ سدیو، ص xcix.)

۳۴ـ زیج شمس‌الدین محمّدبن‌محمّد حلبی، موقّت مسجد ایاصوفیه در استانبول که طبعاً زمان حیاتش باید پس از تسخیر این شهر به دست ترکها در سال ۸۵۷ ه.ق. باشد. از آنجا که نام این زیج در کشف الظنون حاجی خلیفه آمده است زمان تألیفش نباید بعد از سال ۱۰۶۰ ه.ق. باشد، ولی در هر صورت شاید متأخرتر از آن باشد که بتواند در این فهرست گنجانده شود. جدولهای آن مبتنی بر رصدهای ابن‌شاطر (۱۱) هستند؛ نسخه‌ای از این زیج باقی نیست.

(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۹ و ۹۷۰.)

۳۵ـ زیج محقّق‌السلطانی بر پایهٔ رصد ایلخانی= زیج شمس منجم[۱۵] (به فارسی) اثر محمدبن علی خواجه شمس منجم وابکنوی، که به ایلخان ابوسعید بهادر خان تقدیم شده، حدود ۷۲۰ ه.ق.، و نسخهٔ آن در کتابخانهٔ ایاصوفیهٔ استانبول به شمارهٔ ۲۶۹۴ موجود است. چنان که از عنوانش برمی‌آید، مبادی زیج ۶ که قبلاً ذکر شد در آن به کار گرفته شده است. مؤلف می‌گوید که زیجهای ۶، ۷، ۹، ۲۳، ۳۲، ۴۲(؟)، ۴۹، ۵۳، ۵۸، ۶۲، ۶۴، ۶۵، ۸۴ (؟)، و ۱۰۸ در تدوین زیجی که خود تألیف کرده الهام بخش وی بوده‌اند. بروکلمان (در S_2، ص ۲۹۷) این زیج را ظاهراً بر اثر اشتباه به محمدعلی‌بن مبارکشاه شمس‌الدین میرک بخاری ($Samspuchari$= شمس‌بخاری) نسبت داده است. نگاه کنید به شمارهٔ ۳۲ فوق‌الذکر.

۱۵) حاجی خلیفه نام این اثر را هم زیج شمس‌الدین نوشته است.

بروکلمان همچنین می‌نویسد که ترجمهٔ یونانی این جدولها در فلورانس به صورت نسخهٔ خطی (با مشخصات Laurentianus, plut. 28,Cod 17) وجود دارد. در فهرست بروکسل (جلد ۱، ص ۸۵ تا ۸۹) گزیده‌هایی از این نسخهٔ خطی آورده شده است. سوتر (در ص ۲۱۹، شمارهٔ ۸۰) این نوشتهٔ یونانی را نه صرفاً ترجمهٔ اثر اصلی، بلکه بازنویسی آن می‌داند. در این گزیده‌ها، علاوه بر برخی زیجهای مذکور در پاراگراف قبل، از زیجهای ۶، ۲۷، ۳۲، ۴۴، ۵۵، ۵۶، ۸۴ و ۱۰۸ نیز ذکری به میان آمده است. همین زیجها در گزیده‌ای از یک نسخهٔ خطی موجود در واتیکان که در فهرست بروکسل (جلد ۵، بخش ۳، ص ۱۴۶) آورده شده است نیز ذکر شده‌اند.
(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۹؛ کراوزه، ص ۵۱۹.)

۳۶ـ زیج شمس و قمر اثر شهاب‌الدین ابوالعباس احمدبن رجب‌بن طیبوغا[۱۶] مجدی، حدود ۸۲۰ هـ.ق.، اهل قاهره، که نسخهٔ خطی آن در قاهره (ص ۲۹۵ فهرست) موجود است.
(بروکلمان G_2، ص ۱۲۸؛ سوتر M، ص ۱۷۵.)

۳۷ـ کتاب الزیج فی علم الفلک، تألیف شیخ محمدبن‌ابوالفتح صوفی مصری، حدود ۸۹۰ هـ.ق.، که صورت ساده شده‌ای از زیج الغ بیگ (۱۲) است و برای طول جغرافیایی قاهره تنظیم شده است. نسخه‌هایی از آن از جمله در قاهره (ص ۲۳۳ فهرست) و گوتا به شمارهٔ ۱۳۷۹/۱ موجود است.
(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۶؛ سوتر M، ص ۱۸۵؛ بروکلمان S_2، ص ۱۵۹؛ گوتا، جلد ۳، ص ۳۹.)

---

۱۶) این نام در هدیةالعارفین (پیوست کشف الظنون، ص ۱۲۸) به صورت «طنبغا» آمده است.

۳۸ـ زیج (مفقود) محمّدبن‌احمدبن‌یوسف سمرقندی که در حوالی سال ۲۶۰ ه‍.ق. در سمرقند به رصد پرداخت. در ۱۴ اشاره‌ای به آن شده و نتیجهٔ تعدادی از رصدهای این منجم ثبت شده است.

(سوتر M، ص ۲۸؛ کاوسین، ص ۱۵۰، ۱۵۲، ۱۶۶ و غیره.)

۳۹ـ زیج صغیر سومین زیج از سه زیج منسوب به حبش حاسب، حدود ۲۴۰ ه‍.ق. نگاه کنید به ۱۵ و ۱۶. از این زیج نسخه‌ای در دست نیست.

۴۰ـ زیج‌الملخّص علی‌الرصد العلائی (= ۵۶) تألیف اثیرالدین مفضّل‌بن‌عمر ابهری، حدود ۶۴۰ ه‍.ق.، که خلاصه‌ای است از زیج شاهی (احتمالاً ۳۲، نه ۳۰). نسخهٔ خطی آن در بوهار به شمارهٔ ۳۴۷ موجود است. نیز مقایسه شود با ۴۲ و ۸۴. این اثر با ۲۹ یکی نیست؛ هر چند عبارات آغازشان همانند است.

(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۹ و ۹۷۱؛ بروکلمان G_1، ص ۶۰۸، S_1، ص ۸۴۴؛ سوتر M، ص ۱۴۵؛ بوهار، ص ۳۸۱.)

۴۱ـ تاج‌الازیاج و غُنیة‌المحتاج اثری از عبداللّه‌محمّد (یا یحیی‌بن محمّد) ابن‌ابوشُکر مغربی، حدود ۶۵۰ ه‍.ق. نسخهٔ آن درکتابخانهٔ اسکوریال (جلد ۲) به شمارهٔ 932 (Cas.927) موجود است. نالینو (B، جلد ۲، ص xiv) با بررسی جدولهای جغرافیایی این اثر نشان داده است که آن را نمی‌توان با ۱۰۸ یکی دانست، اما بعید نیست که یکی از پسران یحیی مؤلف ۱۰۸ بوده باشد.

(سوتر M، ص ۱۵۶؛ بروکلمان G_1، ص ۴۷۴، S_2، ص ۸۶۹؛ رنو Renaud، مجلهٔ

ایسیس *Isis*، دورهٔ ۱۸، ص ۱۷۲.)

۴۲ـ زیج علائی. گزارشهای مربوط به اثری با این نام به حدی متعدد و متناقضند که ظاهراً می‌توان زیج ۸۴ را که شرحش بعداً خواهد آمد اثر جداگانه‌ای دانست و امکان دارد بیش از دو دسته جدولهای نجومی با این نام مربوط بوده باشند؛ هر چند که هیچ یک از آنها باقی نمانده است.

حاجی خلیفه (جلد ۲، ص ۹۷۰) می‌گوید که این زیج به فارسی است و مؤلف آن نظام اعرج[۱۷] (حسن بن‌محمّد... نیشابوری قمی، درگذشته در حدود سال ۷۳۰ ه.ق.) است که آن را به خواست علاء الدوله (امیر آل بویه، درگذشته در حدود سال ۴۴۰ ه.ق.) نوشته است.

حاجی خلیفه در جای دیگری (جلد ۲، ص ۹۷۰) زیجی به همین نام را به مؤیدالدین عُرضی (دمشقی، حوالی سال ۶۴۰ ه.ق.) یا به علاءالدین‌نیشابوری یا به بیرونی (۵۹) نسبت می‌دهد.

از آنچه در (۲۹) آمده تنها به این نکتهٔ تازه می‌توان پی‌برد که تألیف این زیج علائی بعد از ابوالوفا (۷۳) که در حوالی سال ۳۹۰ ه.ق. درگذشت صورت گرفته است.

در نوشتهٔ یونانی بیزانسی که در (۳۵) ذکرش رفت نیز نامی از زیج علائی آورده شده است.

سوتر (*N*، ص ۱۶۷) حدسهایی در مورد هویت مؤلف این زیج زده است.

نسخهٔ خطی موجود در واتیکان *V* با مشخصات Borgiani arabi 91/1 شاید حاوی گزیده‌هایی از این اثر باشد.

---

۱۷) نام کامل این شخص نظام‌الدین حسن‌بن‌محمدبن‌حسین قمی نیشابوری و معروف به نظام اعرج بوده است.

(سوترM، ص ۱۶۱؛ بروکلمان S_1، ص ۸۶۹.)

۴۳ـ زیج عمدةالدین که تنها حاجی خلیفه (جلد ۲، ص ۹۷۰) آن را ذکر کرده است.

۴۴ـ زیج فاخر که فارسی (۵۴) آن را نوشتهٔ علی نسوی دانسته که بی‌گمان همان ابوالحسن علی‌بن‌احمدنسوی است که در حدود سال ۴۲۰ ه.ق. می‌زیست و با حمایت امیران آل‌بویه در ناحیهٔ مرکزی ایران[۱۸] کار می‌کرد. خود اثر باقی نمانده است، ولی به دنبال پسگفتار نسخهٔ خطی ۹، که چکیده‌اش در فصل ۱۰ آمده است، چندین جدول از زیج فاخر رونویسی شده است. این جدولها مؤید گفتهٔ فارسی هستند مبنی بر اینکه حرکتهای میانگین این زیج، همچون زیجهای ۹، ۶۵، و ۴۹، از کار بتّانی (۵۵) اقتباس شده‌اند.

(لی، ص ۲۵۹؛ سوترM، ص ۹۶؛ بروکلمان S_1، ص ۳۹۰.)

۴۵ـ زیج گزارش شده به توسط بیرونی (در ماللهند، ص ۳۵۲) به عنوان اثری از محمدبن‌اسحاق‌بن استاد بُنداذ سرخسی که در آن یک اشتباه فزاری (۲) و یعقوب بن‌طارق (۷۱) تصحیح شده است. بیرونی در جای دیگری (آثارالباقیه، ص ۳۷) می‌گوید که همین شخص دورهای سیارات را به شیوهٔ هندوان، ولی بر اساس اطلاعات درست‌تر حاصل از رصد محاسبه کرده است. بیرونی چندین مورد در رسائل از پارامترهای سیارات که سرخسی به کار برده بحث کرده است. در یکی از این موارد (رسالهٔ ۳، ص ۲۳) از

۱۸) قاعدتاً باید دیالمهٔ ری مورد نظر باشد که نسوی کتاب المقنع فی‌الحساب خود را به نام مجدالدوله که از این سلسله بود تألیف کرد.

او به عنوان یکی از اصحاب سند هند یعنی پیروان روش آن نام می‌برد.

۴۶ـ زیج کبیر یکی از دو زیج فراهم آمده به دست ابوالعباس فضل‌بن‌حاتم نیریزی، حدود ۲۹۰ هـ.ق.، است که هیچ یک از این دو اثر باقی نمانده است. زیج دیگر همان است که تحت شمارهٔ ۷۵ خواهید دید. دست کم در بارهٔ زیج کبیر می‌توان گفت که مبتنی بر سند هند (۲۸) بوده است. ابن‌یونس (۱۴) تکه‌ای از یکی ازاین زیجها را نقل کرده است. شمارهٔ ۶۳ را که در پی می‌آید ببینید.

(سوتر*M*، ص ۴۵؛ کاوسین، ص ۱۱۸؛ الفهرست، ص ۵۰۰.)

۴۷ـ زیج مصطلح محمّدبن‌محمّد فارقی محاسب را حاجی خلیفه (جلد ۲، ص۹۷۱) ذکر کرده، ولی اشاره‌ای به زمان و مکان تألیف آن نکرده است. کاوسین (ص ۲۳) گفته است که نسخهٔ خطی عربی به شمارهٔ ۱۱۴۴ درکتابخانهٔ ملی پاریس در فهرست به عنوان نسخه‌ای از جدولهای ابن‌یونس ذکر شده است، ولی درواقع تنها چند تا ازاین جدولها درآن آمده و نسخهٔ مزبور بخشی از زیج مصطلح است که به گفتهٔ وی ظاهراً در قرن چهاردهم میلادی (هشتم هجری) تألیف شده است. در فهرست پاریس (۱۸۸۳ـ۱۸۹۵) نشانی از اثری نجومی با شمارهٔ قدیمی ۱۱۴۴ وجود ندارد.

حاجی خلیفه در جای دیگر (جلد ۱، ص ۹۰۷) گفته است که رصدهای حاکمی (نگاه کنید به ۱۴) در سال ۲۵۰ هـ.ق. در مصر انجام شده و نتایج آن در زیج مصطلح به کار رفته است.

۴۸ـ زیج کامل اول=**کامل فی‌التعلیم**. در اینجا هم موردی داریم که بیش از یک زیج با نام واحدی خوانده شده‌اند. دست کم سه اثر مستقل با

این نام وجود دارد که دوتای دیگر در شماره‌های ۴۹ و ۸۲ ذکر شده‌اند.

زیج ۴۸ ترکیبی است از زیجهای ۵، ۶۶، و ۷۲ اثر ابوالحسن (یاابومحمّد) عبدالحق غافقی، ابن‌هائم اشبیلی (اهل شهر سویل یا اشبیلیهٔ اسپانیا)، حدود ۶۸۰(؟) ه.ق. که مدعی اصلاح اشتباهات ابن‌کمّاد است. از این اثر نسخه‌ای به شمارهٔ ۲۸۵ (Marsh 618) در کتابخانهٔ بادلیان (جلد ۲، بخش ۲) موجود است. از جدول محتویات فهرست کتابخانهٔ بادلیان چنین برمی‌آید که در این اثر نظریهٔ اقبال و ادبار اعتدالین پذیرفته شده است.

(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۷۰؛ سوتر N، ص ۱۸۵؛ بروکلمان S_1، ص ۸۶۴.)

۴۹- زیج کامل دوم. به گفتهٔ شمس منجم (۳۵) این اثر به دست ابورشید دانشی تألیف شده است. فارسی (۵۴) نیز به آن اشاره کرده و آن را مبتنی بر حرکتهای میانگین رصد شده به توسط بتّانی (۵۵) دانسته است. فارسی در نوشته ٔ خود نام مؤلف را بدون گذاشتن نقطه‌های آن ضبط کرده است، ولی آن را می‌توان دانشی خواند.

(کراوزه، ص ۵۱۹؛ لی، ص ۲۵۹.)

۵۰ـ زیج مأمون که حاجی خلیفه (جلد ۲، ص ۹۷۰) آن را ذکر کرده بدون هیچ اطلاعات دیگری جز عبارات آغازین آن که از این لحاظ با زیج شمارهٔ ۵۱ که در زیر می‌آید متفاوت است.

۵۱ـ زیج مأمونی للممتحن=زیج شماسیه= زیج مجرّب مأمونی اثر یحیی بن‌ابی‌منصور، حدود ۱۹۰ ه.ق. مجموعهٔ معروفی از جدولهای نجومی حاصل از رصدهای گروهی از منجمان به سرپرستی یحیی که خلیفه مأمون آنها را به این کار گماشته بود. ظاهراً نسخهٔ خطی کتابخانهٔ اسکوریال

(جلد دوم، نسخهٔ به شمارهٔ Codex Arabe 927)، که چکیدهٔ آن در فصل ۵ آورده خواهد شد، نسخه‌ای از این اثر و تنها نسخهٔ موجود از آن است. اما چنان که در چکیده خواهیم دید تنها چند برگ نخست آن بخشی از متن اصلی زیج ممتحن است. بقیهٔ مطالب این نسخه بسیار جالب است، ولی از منابع قدیمی‌تر یا متأخرتر گرفته شده است.

نام شماسیه که به این زیج داده شده است مربوط به محله‌ای از بغداد است که رصدخانهٔ ممتحن در آن قرار داشت. نام این زیج را در لاتین Tabula Probata(=جدولهای ممتحن یا آزمایش شده) خوانده‌اند (بسنجید با میلاس والیکروزا، ص ۷۶۲.).

ابن‌یونس (۱۴) گفته است که رصدهای ممتحن صرفاً متوجه حرکتهای خورشید و ماه بوده و به حرکتهای سیارات نپرداخته است.

(سوتر *M*، ص ۸؛ الفهرست، ص ۴۹۴؛ ابن‌قفطی، ص ۴۸۷ـ۴۹۰؛ کاوسین، ص ۵۸، ۱۷۲.)

۵۲ـ زیج محمودی تألیف هبةاللّه بن حسین‌بن احمد ابوالقاسم، بدیع الزمان اسطرلابی، حدود ۵۱۰ هـ.ق. اهل بغداد، که نسخه‌ای از آن به جانمانده است.

(سوتر *M*، ص ۱۱۷.)

۵۳ـ زیج محکم دومین اثر فِّهاد است، حدود ۵۴۰ هـ.ق.، که قبلاً در شمارهٔ ۲۳ ذکرش رفت. نسخه‌ای از آن موجود نیست.

۵۴ـ زیج مظفری=ممتحن خزائنی=زیج ممتحن عربی تألیف محمّدبن‌ابوبکر فارِسی، حدود ۶۶۰ هـ.ق. نسخهٔ آن به شمارهٔ ۵۰۸ در

کتابخانهٔ کمبریج موجود است که در عین حال شامل خلاصه‌ای از همین زیج نیز هست. این زیج به وسیلهٔ لی تشریح شده و از جنبه‌های گوناگون قابل توجه است.

این اثر به حامی مؤلف، ملک مظفر یوسف‌بن‌عمر، امیر یمن تقدیم شده و اولین نام زیج هم از نام این امیر گرفته شده است. نام دوم زیج هم ناشی از آن است که برای خزانهٔ دربار نوشته شده بود. جدولهای آن برای طول و عرض جغرافیایی یمن محاسبه شده‌اند و مبتنی بر رصدهای فهّاد هستند (از جمله نگاه کنید به ۲۳).

در مقدمهٔ این اثر، به پیروی از شیوهٔ ابن‌یونس (۱۴) بیش از بیست و هشت زیج با دید انتقادی ذکر شده است که عبارتند از زیجهای به شمارهٔ ۱، ۸، ۹، ۱۴، ۱۵، ۲۳، ۳۸، ۴۴، ۴۶، ۴۹، ۵۱، ۵۳، ۵۵، ۵۸، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۷۰، ۸۴، ۹۱، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، و ۹۹. این داوری با تکیه بر رصدهای فهّاد صورت گرفته است. از بین این آثار زیجهای به شمارهٔ ۹۳ تا ۹۹ در هیچ نوشتهٔ دیگری ذکر نشده‌اند و در مورد تعدادی از زیجهایی که در جاهای دیگر ذکر شده‌اند اطلاعاتی که فارسی می‌دهد نکاتی در مورد هویت مؤلف زیجها یا ارتباط بین آنها را تأیید یا آشکار می‌کند. این نکات در جاهای مختلف زیج ممتحن مظفری برحسب موضوع بحث ذکر شده‌اند.

فارِسی مقادیر حرکتهای میانگین آخرین زیج از شش زیج تألیف شده به وسیلهٔ فهّاد (۸۴) را عیناً نقل کرده است.

وی در زیج حاضر فصلی و جدولی دارد در مورد آنچه لی (ص ۲۶۳) آن را یک دنباله‌دار (کَید) دانسته است: «یکی از ستارگان که دنباله‌ای دارد و در فلک ستارگان واقع نیست: بلکه جایش در فضای اثیری، زیر فلک قمر است.» برای منابع بیشتر در این مورد نگاه کنید به فصل ۴، بند س و فصل ۱۲، بند س که در پی می‌آیند.

(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۷۰؛ سوتر M، ص ۱۳۹، ۲۱۸؛ سوتر N، ص ۱۷۵، تقی‌زاده، ص ۳۶۶، کمبریج، ص ۹۳.)

۵۵ـ زیج صابی (که چکیدهٔ آن در فصل ۹ آمده است) اثر ابوعبداللّه محمّدبن سنان بن‌جابر حرّانی بتّانی (که نام وی را در متنهای لاتینی سده‌های میانه در اروپا به صورت Albategnius نوشته‌اند)، حدود ۲۹۰ هـ.ق.، اهل رقّه واقع در کرانهٔ علیای فرات. این دومین زیجی است که متن آن انتشار یافته است. ویرایش به یاد ماندنی این اثر به دست ک.آ. نالینو با عنوان "Al – Battānī sive Albatenii Opus Astronomicum" که تحت نام نالینو B در کتابشناسی آمده، و در فاصلهٔ سالهای ۱۸۹۹ تا ۱۹۰۷ میلادی در سه جلد در میلان چاپ شده، اساس پژوهشهای اخیر دربارهٔ نجوم اسلامی بوده است. متأسفانه ترجمهٔ این متن و یادداشتها و توضیحهای بسیار ارزشمند آن به زبان لاتینی است.

خود این زیج عمدتاً مبتنی بر هیئت بطلمیوسی است و اندک تأثیری از نجوم هندی پذیرفته بی‌آنکه مبانی نظری آن تغییری کرده باشد. بتّانی بی‌گمان رصدکنندهٔ ماهری بود و جدولهای وی حاکی از دقت قابل توجهی در تعیین پارامترهاست. دو ترجمهٔ لاتینی از این زیج فراهم آمده که یکی از آنها در سال ۱۵۳۷ میلادی چاپ شده است. بدین ترتیب، کتاب بتّانی بر پیشرفت نجوم در اروپا اثر گذاشته است.

بیرونی (رسائل، ۳، ص ۶۳)، در بحث محاسبهٔ نطاقهای سیارات، به خلاصه‌ای از این زیج اشاره می‌کند که به وسیلهٔ ابوالعباس حوالفعسی (؟) تهیه شده است.

مبانی محاسبات زیجهای ۹، ۴۴، ۴۹ و ۶۵ از کتاب بتّانی اقتباس شده است.

(سوتر M، ص ۴۵؛ دلامبر، ص ۱۰ تا ۶۲.)

۵۶ـ زیج اثیری (=۴۰) که شاید تألیف اثیرالدین مفضل‌بن‌عمر ابهری، حدود ۶۴۰ ه.ق. از اهالی موصل باشد که می‌دانیم مؤلف زیجی بوده است. مبنای این گمان صرفاً تشابه نامهاست. نسخهٔ خطی خلاصه‌ای از این زیج درکتابخانهٔ واتیکان به شمارهٔ V.Borgiani arabi 91/1 موجود است. مؤلف زیج ۸۱ در مقدمهٔ اثر خود به این زیج اشاره کرده و گفته است که در تدوین زیج ۸۱ از این زیج استفاده کرده است. وی همچنین می‌افزاید که مؤلف ۵۶ نیز از مبانی محاسبات ابوالوفا (۷۳) بهره جسته است. چنانکه در شرح زیج ۲۹ گفته شد، مؤلف ناشناختهٔ ۲۹ نیز مبانی محاسبات ابوالوفا را به کار برده است. بر این اساس، مؤلف زیجی که به صورت نسخهٔ خطی در موزهٔ بریتانیا (جلد ۲، بخش ۲، ص ۱۸۸) موجود است نتیجه گرفته که احتمالاً ۵۶ و ۲۹ یک اثر واحد هستند. این حدس را فعلاً نمی‌توان منتفی دانست، اما به طور قطع هم نمی‌توان پذیرفت.

(سوتر M، ص ۱۴۵؛ بروکلمان S_1، ص ۸۴۴.)

۵۷ـ زیج مختار، تألیف شخصی به نام ابوالعقول، اهل قاهره، که نسخهٔ خطی آن به شمارهٔ Suppl.768 در موزهٔ بریتانیا موجود است. این اثر ظاهراً گلچینی از زیجهای دیگر است. بروکلمان (S_1، ص ۸۶۴) تاریخ تدوین آن را حدود ۶۰۰ ه.ق. ذکر کرده که مبنای این حکم روشن نیست. مؤلف این زیج از زیج ابن‌یونس (۱۴) استفاده کرده است.

۵۸ـ زیج مستوفی = **زیج مستوی**، سومین زیج از شش زیج منسوب به فهّاد، حدود ۵۴۰ ه.ق.، که قبلاً در شمارهٔ ۲۳ راجع به آنها بحث

شده است. از این زیج نسخه‌ای موجود نیست.

۵۹ـ قانون مسعودی (The Masudic Canon)، که چکیدهٔ آن در فصل ۱۱ خواهد آمد، اثری است از دانشمند و حکیم بزرگ ابوریحان بیرونی، حدود ۴۳۰ هـ.ق. از این اثر نسخه‌های متعددی باقی مانده است از جمله در برلین به شمارهٔ ۵۶۶۷، موزهٔ بریتانیا به شمارهٔ Suppl. 756 (Or. 1990)، و کتابخانهٔ جارالله استانبول به شمارهٔ ۱۴۹۸.

کل این اثر شامل یازده مقاله است که مقالهٔ سوم آن را شوی ترجمه و شرح کرده است (عنوان شوی M در کتابشناسی) ترجمه‌ها یا چاپهای مقاله‌های منفرد دیگر آن نیز موجود است که در فصل ۱۱ ذکر خواهد شد. چنان که بارها نیز گفته شده است، انتشار تمامی این اثر فوق‌العاده مهم گام بسیار ارزنده‌ای در راه مطالعهٔ علوم اسلامی خواهد بود. ماکس کراوزه در تدارک انجام این کار بود که در جریان جنگ دوم جهانی کشته شد. مؤسسهٔ انتشارات دایرةالمعارف عثمانی در لالاگودا، حیدر آباد دکن (هند)، اقدام به انتشار متن عربی این اثر نموده است که امیدواریم بزودی شاهد آن باشیم.*[۱۹]

از اشارات بیرونی در نوشته‌هایش می‌توان پی‌برد که وی به زیجهای ۲، ۱۵، ۱۹، ۲۱، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۴۵، ۴۶، ۵۵، ۶۳، ۷۰، ۷۱، ۷۳، ۸۲، و ۱۰۰ دسترسی داشته است که بسیاری از آنها اکنون باقی نمانده‌اند.

(کراوزه، ص ۴۷۹ و ۴۸۰؛ سوتر M، ص ۹۸ تا ۱۰۰؛ بروکلمان G_1، ص ۴۷۵،

---

*) پس از نوشتن عبارت فوق، اولین بخش این اثر عملاً انتشار یافته است که شامل چهار مقالهٔ اول این زیج است با عنوان زیر: القانون المسعودی، جلد اول، مؤسسهٔ انتشارات دایرةالمعارف عثمانی، حیدر آباد دکن، هند، ۱۹۵۴.

۱۹) مقاله‌های پنجم تا هشتم این اثر در سال ۱۹۵۵ و مقاله‌های نهم تا یازدهم آن در سال ۱۹۵۶ در همان مؤسسه منتشر شده است.

S_1، ص ۸۷۰ تا ۸۷۵.)

۶۰ـ نسخهٔ ناقصی از یک زیج درکتابخانهٔ مجلس (تهران، به شمارهٔ ۱۸۱) احتمالاً مبتنی بر رصدهای حامدبن خضر، ابومحمود خجندی، حدود ۳۸۰ هـ.ق.، که در ری تحت حمایت فخرالدوله امیر آل‌بویه فعالیت می‌کرد. این زیج به فارسی نوشته شده و تاریخ جدولهای حرکات میانگین آن سال ۶۰۰ یزدگردی یعنی حدود دو قرن پس از مرگ خجندی است.
(سوتر M، ص ۷۴.)

۶۱ـ زیجی که گفته‌اند به دست یک عالم احکام نجوم به نام حارث[۲۰]، حدود ۲۴۰ هـ.ق.، نوشته شده و نسخه‌ای از آن باقی نیست.
(سوتر M، ص ۱۹؛ الفهرست، ص ۴۹۹.)

۶۲ـ زیج معتدل=زیج معدّل (؟) چهارمین زیج از شش زیج منسوب به فهّاد، حدود ۵۴۰ هـ.ق.، که در ۲۳ راجع به آنها بحث شده است. نسخه‌ای از آن در دست نیست.

۶۳ـ زیج هزارات و زیج قرانات و احتراقات، تألیف ابوجعفر محمّدبن‌عمر ابومعشر (با صورت لاتینی Albumasar) بلخی، حدود ۲۴۰ هـ.ق. اخترشناسی که آوازه و آثارش به سراسر اروپای سده‌های میانه راه یافت. این مجموعه جدولها اکنون موجود نیست، ولی در نوشته‌های مختلف اشارات زیادی به آنها شده است. بیرونی (آثارالباقیه، ص ۳۵ تا ۳۷) می‌گوید که جدولهای مزبور بر اساس این باور تنظیم شده‌اند که در

۲۰) الفهرست نام وی را به صورت حارث‌بن‌منجم نوشته است.

هنگام آفرینش عالم هر هفت سیاره در حال قران بوده‌اند و اینکه با گذشت ۳۶۰۰۰۰ سال این قران اکبر تجدید می‌شود که در آن هنگام دور جدید آفرینش آغاز می‌گردد. بیرونی با این اندیشه که از نجوم دورهٔ ساسانی گرفته شده مخالفت زیادی ابراز می‌کند و می‌گوید که هر اخترشناس دیگری اگر بخواهد می‌تواند مقدار مناسبی برای مدت این دور بر اساس رصدهای زمان خود به دست آورد. چنان که به گفتهٔ وی، ابوالوفا (۷۳)، سرخسی (۴۵)، و خود او این کار را کرده‌اند.

بیرونی در ماللهند (ص ۲۵۹) می‌گوید که ابومعشر طول جغرافیایی گنگ دژ را، که قلعه‌ای افسانه‌ای در منتهی‌الیه شرقی عالم بوده است، به عنوان مبداء تعیین مکانهای جغرافیایی اختیار کرده است.

بیرونی در اثر دیگری (رسائل، ۲، ص ۳۹) می‌گوید «یکی از عجیب‌ترین چیزها» این است که ابومعشر در جدولهای خود طول شاخص را شش و دو سوم قدم می‌گیرد حال آنکه در هنگام محاسبه عملاً به جای آن شش و نیم قدم می‌گذارد. بعلاوه، این اشتباه به زیجهای نیریزی (۴۶) و هاشمی (۸۲) نیز راه یافته است.

دربارهٔ ابومعشر، بیرونی با لحن تمسخرآمیز شدیدی می‌گوید که وی جزو کسانی است «که با جازدن خود در ردیف منجمان و ریاضیدانان آنان را زیر سؤال می‌برند.»

در این جدولها، مبداء توفان (نوح) به کار رفته که در واقع همان مبداء تاریخ کالیوگای هندی (سال ۳۱۰۲ پیش از میلاد) است و بیرونی (آثارالباقیه، ص ۲۱۲) دستور بیان تاریخها را بر حسب آن آورده است.

وی همچنین در یک اثر دیگر (رسائل، ۳، ص ۲۱) دربارهٔ روش ابومعشر برای محاسبهٔ تعدیلهای سیارات بحث کرده است.

مقایسه شود با شمارهٔ ۱۰۶ که بعداً می‌آید.

(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۶۵؛ الفهرست، ص ۴۹۷؛ سوتر *M* ص ۲۸؛ هاشمی)

۶۴ـ زیج مغنی، پنجمین زیج از شش زیج منسوب به فهّاد، حدود ۵۴۰ هـ.ق.، که قبلاً در شمارهٔ ۲۳ ذکرشان رفته است. نسخه‌ای از آن موجود نیست.

۶۵ـ زیج مفرد (به فارسی) اثر ابوجعفر محمّدبن ایوب‌بن حاسب طبری، حدود ۶۳۰ هـ.ق.، که نسخهٔ خطی آن به شمارهٔ O.1. در مجموعهٔ براون موجود است. فارسی می‌گوید که این اثر همچون ۹، ۴۴، و ۴۹ با استفاده از حرکتهای میانگین داده شده به وسیلهٔ بتّانی (۵۵) تدوین شده است.

(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۷۱؛ بروکلمان، S_1، ص ۸۵۹، Strothmann, *Der Islam*، دورهٔ ۲۱، ص ۲۹۸.)

۶۶ـ زیج مقتبس تألیف ابن‌کتّاد، حدود ۵۲۰ هـ.ق.، که در واقع از ترکیب دو زیج دیگر او، زیج ۵ و زیج ۷۲ پدید آمده است. ابن‌هائم نیز مجدداً با استفاده از همین مواد زیج ۴۸ را تدوین کرده است. گفتهٔ حاجی خلیفه در این باره (جلد ۳، ص ۵۶۸ و ۵۶۹) پیچیده و گنگ است و می‌تواند چنین تعبیر شود که زیج دیگری به نام مقتبس بر اساس ۴۸ تدوین شده است.

(سوتر *M*، ص ۱۸۵؛ بروکلمان، S_1، ص ۸۶۴.)

۶۷ـ زیج ممرّات یکی دیگر از آثار بنی‌اماجور، حدود ۳۰۰ هـ.ق. نسخه‌ای از آن موجود نیست. بسنجید با ۸.

۶۸ـ تألیف زیجی به دست محمّدبن‌عبدالله بن عمر ابن‌بازیار، حدود ۲۴۰ ه.ق. شاگرد حبش حاسب (۱۵) گزارش شده است.
(الفهرست، ص ۴۹۵؛ سوتر *M*، ص ۱۶؛ ابن‌قفطی، ص ۳۹۰.)

۶۹ـ **زیج حسن‌بن احمدبن یعقوب ابومحمّد همدانی**، ابن‌حائک، حدود ۳۲۰ ه.ق.، که در یمن به دنیا آمد و در همان جا درگذشت. از این زیج که استفاده از آن در یمن بسیار رایج بود نسخه‌ای باقی نمانده است.
(حاجی خلیفه، جلد ۲، ص ۹۷۲؛ سوتر *M*، ص ۵۳؛ ابن‌قفطی، ص ۲۲۴.)

۷۰ـ **زیج عضدی**، تألیف علی‌بن‌حسین ابوالقاسم علوی، ابن‌اعلم شریف حسینی، حدود ۳۵۰ ه.ق. این زیج که نسخه‌ای از آن در دست نیست مورد استقبال زیاد بود و تا قرن هفتم هجری نیز همچنان به کار می‌رفت. در زیج ابن‌یونس (۱۴) که به رصدهای مؤلف فوق اشاره کرده از این زیج یاد شده است. بیرونی هم ذکری از آن به میان آورده و به تفاوت بین تعدیلهای سیارات در مجسطی و در نوشتهٔ ابن‌اعلم توجه کرده است. ابن‌اعلم از حمایت عضدالدوله امیر آل‌بویه برخوردار بود و زیج خود را به نام او خوانده است.
(سوتر *M*، ص ۶۲؛ کاوسین، ص ۱۵۴ و ۱۷۰؛ بیرونی، رسائل، ۲، ص ۲۳؛ رسائل ۳، ص ۳۰؛ حاجی خلیفه، جلد ۱، ص ۹۰۷.)

۷۱ـ **زیج‌المحلول من‌السند هند لدرجةدرجه**، تألیف یعقوب بن‌طارق، حدود ۱۵۰ ه.ق. چنان که از نامش برمی‌آید بر اساس ۲۸ تنظیم شده و مقادیر جدولهای آن به ازای افزایشهای یک درجه به یک درجهٔ متغیر مستقل حساب شده است. گفته‌اند که هنگام ورود منجمی هندی به نام کنکه، فراهم

آورندهٔ مطالب زیج سند هند به دربار خلیفه منصور، یعقوب بن‌طارق نیز حضور داشت. همچنین، ۲ را ببینید. زاخائو (در ترجمهٔ انگلیسی ماللهند بیرونی، جلد ۲، ص ۳۱۱ تا ۳۱۳) بر این عقیده است که کتاب فی‌ترکیب الفلک یعقوب بن‌طارق (با نام لاتینی *Compositio Sphaerarum*) با این زیج یکی است.

(سوتر *M*، ص ۴؛ نالینو، صفحات ۲۱۵ و ۲۲۱؛ اشتاین شنایدر، شرق شناسی، جلد ۲۴، ص ۳۳۲؛ هاشمی؛ بیرونی، ماللهند، ترجمهٔ انگلیسی، جلد ۲، ص ۶۷ـ۶۸؛ ابن‌قفطی، ص ۵۱۰.)

۷۲ـ زیج الکور علی‌الدور، سومین زیج از سه زیج منسوب به ابن‌کمّاد، حدود ۵۲۰ ه.ق. است. از این زیج نسخه‌ای باقی نیست و گفته‌اند که در تدوین ۴۸ به کار رفته است. همچنین، ۵ و ۶۶ را ببینید.

۷۳ـ زیج واضح (=مجسطی ابوالوفا) حاصل رصدهای محمّد بن‌یحیی بن‌اسماعیل، ابوالوفای بوزجانی، حدود ۳۶۰ ه.ق. و همکاران اوست که در بغداد به پشتیبانی آل‌بویه فعالیت می‌کردند. پارامترهایی که آنان به دست آوردند بعدها مورد استفادهٔ مؤلفان زیجهای ۲۹، ۴۲، ۵۶، و ۸۱ قرار گرفت.

گاهی زیج ابوالوفا و مجسطی او را یک اثر واحد دانسته‌اند و گاهی نیز اولی را مجموعهٔ جدولهای ضمیمهٔ دومی به شمار آورده‌اند. اما بیرونی (در رسائل) از این دو اثر به عنوان دو نوشتهٔ مستقل یاد می‌کند. در هر صورت، قضاوت در این باره آسان نیست زیرا زیج مذکور باقی نمانده و از مجسطی وی هم تنها بخشهایی به جا مانده است. نسخهٔ خطی عربی این اثر به شمارهٔ ۲۴۹۷ در پاریس نگهداری می‌شود و متشکل از ۱۰۷ برگ است

که تنها هفت مقالهٔ نخست اثر را در برمی‌گیرد. در این نسخه جدولی یافت نمی‌شود، اما شامل مطالب جالبی در زمینهٔ تاریخچهٔ مثلثات است.
(سوتر *M*، ص ۷۱؛ الفهرست، ص ۵۰۶؛ کارادوو، مجسطی ابوالوفای بوزجانی (مقاله به زبان فرانسه)، مجلهٔ آزیاتیک.)*

۷۴ـ زیج مُغَنّی[۲۱] بدون اشاره به زمان تألیف و نام مؤلف آن به وسیلهٔ حاجی خلیفه (جلد ۲، ص ۹۷۱) ذکر شده است.

۷۵ـ زیج صغیر، اثر نیریزی دومین زیج از دو زیج منسوب به نیریزی، حدود ۲۹۰ هـ.ق. است. از این اثر نسخه‌ای در دست نیست. برای دیدن منابعی در این مورد به ۴۶ رجوع کنید. به گفتهٔ ابن‌یونس (کاوسین، ص ۷۴) نیریزی حرکت میانگین خورشید را طبق آنچه یحیی (۵۱) در بغداد تعیین کرده بود اختیار کرد.

۷۶ـ تنها در یک منبع به زیجی نوشتهٔ یوسف‌بن عمر جُهَنی، حدود ۴۱۰ هـ.ق.، اهل تولدو، اشاره شده است. این جدولها شاید همان باشند که به دست گراردوی کرمونایی (با عنوان Tabulae Jahen) به لاتین ترجمه شده‌اند (و ظاهراً نسخه‌ای از این ترجمه باقی نیست).
(سوتر *M*، ص ۹۶ و ۲۱۴؛ وستنفلد، ص ۶۶.)

۷۷ـ مجسطی شاهی (تقدیم شده به شاه ابوالعباس علی‌بن مأمون

*) Carra deVaux, L'almageste d'Abūlwe'fa Albūzdjāni, Jour.Asiatique, 19 (1822), pp. 408-471.

۲۱) آنچه حاجی خلیفه آورده زیج «مغنی» است که احتمالاً با مغنّن اشتباه گرفته شده است.

اهل خوارزم) اثر عمدهٔ ابونصرمنصور بن‌علی بن‌عراق، حدود ۳۹۰ هـ.ق.، اهل خوارزم است. مؤلف این اثر آموزگار و دوست بیرونی (۵۹) بود و با وی مکاتبهٔ علمی داشت. متن اصلی این اثر موجود نیست ولی چکیدهٔ کوتاهی از آن به شمارهٔ ۷۳۴/۲ در کتابخانهٔ دیوان هند موجود است.
(Krause,M., Die Sphärik von Menelaos aus Alexandrien in der Verbesserung von Abū Naṣr Mansūr b.'Ali b. 'Iraq..., Abhand. der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Philol.-Hist. Klasse, Dritte Folge, Nr.17,1936.)

۷۸ـ **زیج خالص** یکی دیگر از پنج زیج تألیف شده به دست بنی اماجور است. نگاه کنید به ۸ و ۶۷.

۷۹ـ **زیج مُزَنّر** نیز یکی از آثار بنی‌اماجور است. نگاه کنید به ۸، ۶۷، و ۷۸.

۸۰ـ شخصی به نام خاقانی (که همان ۲۰ نیست) در حوالی سال ۴۰۰ هـ.ق. طبق نوشتهٔ ابن‌قفطی (ص ۲۵۰) مجموعه‌ای از جدولهای نجومی تألیف کرده است. دربارهٔ او و کتابش هیچ اطلاع دیگری موجود نیست.
(سوتر *M*، ص ۹۵؛ اشتاین شنایدر، شرق‌شناسی، دورهٔ ۲۴، ص ۳۵۰.)

۸۱ـ **زیج جدید مسمّی دُرّالمنتخب** تألیف شخصی است که خود را قِسّ قیریاقوس (کشیش سیریاکوس) نامیده و از مسیحیت به اسلام گرویده است. این اثر به صورت نسخهٔ خطی در بادلیان (جلد ۲، بخش ۲) به شمارهٔ ۲۷۴ موجود است. زمان تألیف آن را می‌توان حدود ۸۸۵

ه.ق. دانست، زیرا گذشته از اینکه سال ۸۵۰ یزدگردی که معادل آن است به عنوان مبداء جدولهای گاهشناسی اختیار شده، مؤلف مثالی از تبدیل تاریخ بین تقویمهای مختلف برای این سال عرضه کرده است.

مقدمهٔ این زیج خیلی شبیه مقدمهٔ ۲۹ است و در واقع عبارت کوتاهی در هر دو یکسان یافت می‌شود. اما این اثر نسخه‌ای از همان ۲۹ نیست. در عین حال، قیریاقوس نیز همانند مؤلف ناشناختهٔ ۲۹ می‌گوید که از کتاب ابوالوفا (۷۳) استفاده کرده است، ولی این کار با واسطهٔ زیج اثیری (۵۶) صورت گرفته و همچنین از طریق رصدهای جداگانه امتحان شده است. نگاه کنید به شمارهٔ ۵۶.

همهٔ مباحث و جدولهای گوناگون رایج در زیجها در این اثر یافت می‌شود و چون بسیاری از جدولها برای عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه محاسبه شده‌اند، این زیج قاعدتاً باید در جایی نزدیک به تبریز یا سمرقند تنظیم شده باشد.

۸۲ـ زیج کامل (هاشمی) تألیف محمّدبن عبدالعزیز هاشمی، حدود ۳۴۰ ه.ق. به وسیلهٔ بیرونی (آثارالباقیه، ص ۵۰۸) هنگام برشمردن جشنهای صابئین ذکر شده است. این زیج را نباید با ۴۸ یا ۴۹ یکی دانست. نگاه کنید به شمارهٔ ۶۳.

(سوتر M، ص ۷۹؛ بروکلمان S_1، ص ۳۸۶.)

۸۳ـ زیج اختیاری کتابی است که نسخهٔ خطی آن در رامپور (جلد ۱ فهرست) به شمارهٔ ۴۲۸/۴۱ موجود است. بروکلمان (S_1، ص ۸۴۴) این اثر را به اثیرالدین (۵۶) نسبت داده است، که احیاناً به معنی یکی دانستن این زیج با ۵۶ است. چون به این زیج و به فهرست رامپور دسترسی نداشتم

نمی‌توانم در مورد این انتساب داوری کنم.

۸۴ـ زیج علائی رصدی ششمین زیج منسوب به فَهّاد، حدود ۵۴۰ ه.ق.، که نسخه‌ای از آن موجود نیست. بخصوص نگاه کنید به ۲۳، و همچنین به ۵۳، ۵۸، ۶۲، و ۶۴. داده‌های این زیج را فارسی (۵۴) به کار برده است. این زیج آخرین اثر از سلسله آثار مؤلف و متکی بر رصدهایی است که فهاد شخصاً انجام داده است.

۸۵ـ عمر بن محمّدبن خالدبن عبدالملک (مرورودی)، حدود ۲۷۰ ه.ق.(؟) که خود رصد کننده بود و پدر و پدربزرگش منجم بودند، طبق آنچه گزارش شده زیج مختصری بر اساس روشهای رصدکنندگان زیج ممتحن تألیف کرده است. پدربزرگ مؤلف عضو هیئت نجومی مأمون بود و زیج ۹۷ منسوب به اوست.

(سوتر *M*، ص ۳۸؛ الفهرست، ص ۴۹۶؛ ابن قفطی، ص ۳۳۵.)

۸۶ـ زیج زاهی چکیده‌ای است از زیج شاه (۳۰)، تألیف یحیی‌بن محمّدبن عبدان‌بن عبدالواحد، ابوزکریا، ابن‌لبودی، حدود ۶۵۰ ه.ق.، اهل سوریه و مصر. نسخه‌ای از آن موجود نیست. شمارهٔ ۸۷ را ببینید.

(سوتر *M*، ص ۱۴۶.)

۸۷ـ زیج مقرّب دومین زیج تألیف شده به وسیلهٔ ابن‌لبودی (شمارهٔ ۸۶ را ببینید). این زیج بر پایهٔ رصدهای انجام شده برای زیج ممتحن (۵۱) تألیف شده است.

۸۸ـ **زیج تسهیلات** تألیف جمشید کاشانی (۲۰) حدود ۸۲۰ هـ.ق. این زیج که نسخه‌ای از آن در دست نیست جزو آثاری است که کاشانی در مقدمهٔ مفتاح‌الحساب در فهرست تألیفات خود آورده است[۲۲]. چنان که در چکیدهٔ زیج دیگر کاشانی خواهیم دید، برگهای شمارهٔ ۱۴۲ر تا ۱۵۶ر نسخهٔ دیوان هند شامل جدولهایی برای ساده کردن تعیین موضع حقیقی سیارات است. توضیحات قابل توجهی نیز با این جدولها همراه است. می‌توان حدس زد که کاشانی با یافتن روشهایی که در این جدولها به کار رفته است پیش از نوشتن ۲۰ آنها را به صورت اثر مستقلی تألیف کرده باشد.

۸۹ـ زیجی به دست محمدعلی‌بن شعیب، فخرالدین ابو شجاع، **ابن‌دهّان**، حدود ۵۷۰ هـ.ق. تألیف شده است. این شخص در دمشق در خدمت صلاح‌الدین ایوبی معروف به سر می‌برد. از زیج او نسخه‌ای موجود نیست.

(سوتر *M*، ص ۱۲۶.)

۹۰ـ صورتی از زیج سند هند (۲۸) به وسیلهٔ **بنی اماجور** حدود ۳۰۰ هـ.ق. تألیف شد که نسخه‌ای از آن باقی نمانده است. برای دیدن منابع به شماره ۸ مراجعه شود.

۹۱ـ زیجی تألیف **بنوموسی**، حدود ۲۴۰ هـ.ق. سه پسر موسی‌بن‌شاکر، به وسیله ابن‌یونس (۱۴) گزارش شده است. ابن‌یونس پارامترها و رصدهای متعددی را از این اثر نقل کرده است. فارسی (۵۴) نیز زیجی را به این

---

۲۲) مفتاح الحساب، تحقیق و شرح احمد سعید دمرداش و محمد حمدی الحفنی‌الشیخ، قاهره، ۱۹۶۷، ص ۳۸.

برادران نسبت داده است. شمارهٔ ۹۲ را نیز ببینید.
(سوتر M، ص ۸؛ کاوسین، ص ۱۴۸ـ۱۵۱؛ لی، ص ۲۵۲.)

۹۲ـ زیج جداگانه‌ای تألیف احمدبن موسی‌بن شاکر، ابوالقاسم، یکی از سه برادر مذکور در ۹۱ نیز به وسیلهٔ ابن‌یونس گزارش شده است. ابن‌یونس (۱۴) پارامترهایی را که احمد شخصاً یافته نقل کرده است. نسخه‌ای از این زیج در دست نیست. برای دیدن منابع به شمارهٔ ۹۱ رجوع شود.

۹۳ـ زیج نایافته‌ای از دانشمند معروف ثابت‌بن‌قره، حدود ۲۶۰ ه.ق. را فارسی (۵۴) ذکر کرده است. ثابت‌بن‌قره طرفدار نظریهٔ اقبال و ادبار اعتدالین بود. شمارهٔ ۹۴ را که در پی می‌آید ببینید. جدول حدود رؤیت او را خازنی بازنویسی کرده است (۲۷، مقایسه شود با بند ر فصل ۱۲). جدول بُعدهای او در ۱۵ (بند پ از فصل ۷) آورده شده است. ابن یونس (۱۴) ضمن نقل نامه‌ای از او می‌گوید که پارامترهای اصلی محاسبات او معروف‌تر از آن بود که لازم باشد وی آنها را بنویسد. اندکی بعدتر، وی پنج رصد نقطهٔ اعتدال را که ثابت‌بن‌قره در بغداد انجام داده است ذکر می‌کند. تحریر ثابت‌بن‌قره از «فرضیهٔ سیارات» بطلمیوس به زبان آلمانی ترجمه و منتشر شده است. (در جلد دوم مجموعهٔ آثار بطلمیوس Ptolemaeu Opera، لایپزیگ، ۱۹۰۷، ص ۷۱ تا ۱۴۵. متن یونانی مقالهٔ اول در صفحات ۷۰ تا ۱۰۶ آمده است.)

(لی، ص ۲۵۲؛ سوتر، ص ۳۴؛ کاوسین، ص ۱۱۴ و ۱۴۶؛ بروکلمان G_1، ص ۲۱۷، S_1، ص ۳۸۴.)

۹۴ـ زیجی به **اسحاق‌بن‌حنین** (با حنین‌بن‌اسحاق که پدرش بود اشتباه

نشود)، حدود ۲۷۰ ه.ق. به وسیلهٔ فارسی (۵۴) نسبت داده شده که نسخه‌ای از آن موجود نیست. اسحاق که بیشتر به عنوان پزشک و مترجم مشهور است ترجمه‌ای از مجسطی تهیه کرد که به دست ثابت‌بن‌قره (۹۳) بازنویسی شد. شاید منظور فارسی از انتساب زیجی به اسحاق‌بن‌حنین همین اثر بوده است. شاید هم هر دوی اینها جدولهای مجسطی را بر اساس رصدهای خود یا رصدهای دیگری که پس از بطلمیوس انجام شده مجدداً محاسبه کرده باشند.

(لی، ص ۲۵۲؛ سوتر *M*، ص ۳۹.)

۹۵ـ زیج منسوب به حمیدبن علی واسطی، حدود ۲۶۰ ه.ق.، که در ساختن ابزارهای نجومی مهارت داشت. این زیج را فارسی (۵۴) به وی نسبت داده و نسخه‌ای از آن در دست نیست.

(لی، ص ۲۵۲؛ سوتر *M*، ص ۴۰؛ بروکلمان، *S*۱، ص ۳۹۸.)

۹۶ـ سَنَدبن‌علی، حدود ۲۲۰ ه.ق.، که از یهودیت به اسلام گروید و در رصدخانهٔ مأمون نقش مهمی داشت. وی زیجی تألیف کرد که اکنون باقی نمانده و تا قرن هفتم هجری همچنان به کار می‌رفت.

(ابن‌قفطی، ص ۲۸۷؛ سوتر *M*، ص ۱۳؛ حاجی خلیفه، جلد ۱، ص ۹۰۵؛ کاوسین، ص ۵۶، ۶۶، ۶۷، ۹۴.)

۹۷ـ زیجی تألیف خالدبن‌عبدالملک مرورودی (یا مروزی، اهل مرو)، حدود ۲۲۰ ه.ق. که فارسی (۵۴) و حاجی خلیفه از آن یاد کرده‌اند. فارسی همچنین افزوده است که مقادیری که مرورودی به عنوان حرکتهای میانگین ماه و خورشید به کار برده همانهایی است که در ۱۵، ۵۱، و ۹۹

به کار رفته است و این کاملاً پذیرفتنی است، زیرا مؤلفان این زیجها در رصدهای مأمونی همکاری داشتند.
(لی، ص ۲۵۲؛ سوتر *M*، ص ۱۱؛ حاجی خلیفه، جلد ۱، ص ۹۰۵.)

۹۸ـ زیجی که به محمّدبن‌عیسی، ابوعبدالله **ماهانی**، حدود ۲۵۰ ه.ق. به وسیلهٔ فارسی (۵۴) نسبت داده شده است. ابن‌یونس (۱۴) چندین رصد ماهانی در بغداد را گزارش کرده است.
(لی، ص ۲۵۲؛ سوتر *M*، ص ۲۶؛ کاوسین، ص ۱۰۲ تا ۱۱۳.)

۹۹ـ عباس‌بن‌سعید **جوهری**، حدود ۲۰۰ ه.ق.، در رصدهای مأمونی در دمشق و بغداد شرکت داشت. به نوشتهٔ ابن‌قفطی، حاجی خلیفه، و فارسی (۵۴) وی مدعی نوشتن زیجی بود که نسخه‌ای از آن اکنون موجود نیست. فارسی همچنین می‌گوید که حرکتهای میانگین خورشید و ماه که توسط وی تعیین شد بعدها با رصدهای فهّاد تأیید گردید (۲۳ را ببینید).
(لی، ص ۲۵۲؛ سوتر *M*، ص ۱۲؛ حاجی خلیفه، جلد ۱، ص ۹۰۵.)

۱۰۰ـ خلاصهٔ کوتاهی از زیج ابوعاصم‌عِصام، حدود ۱۴۰ ه.ق. بردهٔ آزاد شدهٔ خالدبن‌برمک را بیرونی (در رسائل، ۲، ص ۹۳) آورده است. قسمت نقل شده مربوط است به شیوهٔ تعیین طول سایهٔ نصف‌النهاری خورشید بر حسب طول آن در هنگام اعتدال و بیرونی نشان می‌دهد که روش وی پیوند نزدیکی با روشهای به کار رفته در زیجهای هندی دارد.

۱۰۱ـ زیج هارونی را بیرونی (در رسائل، ۲، ص ۱۵۹) ذکر کرده و عملی را به نقل از آن بیان کرده که ضمن آن تابعهای سینوسی نوع هندی

به کار رفته است.

۱۰۲ـ تألیف زیجی به وسیلهٔ **هارون‌بن‌علی‌بن‌یحیی** بن‌ابومنصور (یعنی نوهٔ مؤلف ۵۱)، حدود ۲۵۰ هـ.ق. گزارش شده است. شاید این مجموعهٔ جدولها همان زیج ۱۰۱ مذکور در بالا باشد.
(سوتر *M*، ص ۳۴.)

۱۰۳ـ **زیج کافی** نوشتهٔ عطاردبن‌محمّد که بیرونی (در رسائل، ۳، ص ۸۵) هنگام بحثی دربارهٔ نظریهٔ حرکت سیارات آن را به وی نسبت داده است.
(سوتر *M*، ص ۶۷؛ الفهرست، ص ۴۹۸.)

۱۰۴ـ بیرونی در چند جا (رسائل، ۲، ص ۸۷، ۱۰۸؛ رسائل، ۳، ص ۸۹) از زیج **محمدبن‌عمر بن‌فرخان**، حدود ۱۶۰ هـ.ق.، که خانواده‌اش اهل نواحی ساحلی دریای خزر بودند نام می‌برد. در یک جا بیرونی می‌گوید که این اثر ابن‌عمر حلقهٔ رابط بین کار ابومعشر و ایرانی‌هاست.
(سوتر *M*، ص ۱۷.)

۱۰۵ـ دربارهٔ **زیج مختصر** (که غیر از ۱۷ و ۸۵ است) تألیف ابومحمّدسنفی(؟)، ابوریحان بیرونی (رسائل، ۳، ص ۲۳) گفته است که ادعای مؤلف دربارهٔ اینکه وی برخی پارامترهای حرکت سیارات را از راه رصد کردن تعیین کرده نادرست است.

۱۰۶ـ **زیج جعفر** را وستنفلد (ص ۲۱ـ۲۲) ذکر کرده است که از آن

دست‌کم تکه‌ای از یک ترجمهٔ لاتینی به جا مانده است. این ترجمه در فهرست عمومی نسخه‌های خطی کتابخانه‌های عمومی فرانسه، پاریس، کتابخانهٔ مازارین، ۱۸۹۰، جلد ۳، ص ۱۵۱ـ۱۵۲، نسخهٔ خطی شمارهٔ (۱۲۵۸) ۳۶۴۲، برگهای ۸۲ـ۹۰ ذکر شده است؛ با این عنوان: "Liber Ezich Iafaris el Kauresmy, per Adelardum Bathoniensem ex arabico in latinum sumptus". چنین تصور شده است که وجود نام Kauresmy که لاتینی شدهٔ خوارزمی است نشان می‌دهد که منظور همان مؤلف ۲۱ است، ولی وستنفلد به این نکته اشاره می‌کند که نام جعفر در بین نامهای محمدبن‌موسی نیامده است[۲۳]. جعفر نام ابومعشر، مؤلف ۶۳ است و وستنفلد این احتمال را مطرح می‌کند که مترجم لاتینی، خوارزم را به اشتباه به جای خراسان که خاستگاه ابومعشر است آورده باشد. چنین امری محتمل است، ولی جعفر یک نام بسیار رایج است و تا وقتی که بررسی نسخهٔ خطی مذکور موضوع را روشن کند این اثر را به عنوان متن مستقلی در این فهرست آورده‌ایم.

(سوتر *M*، ص ۱۱.)

۱۰۷ـ از زیج عبدالرحمان بن‌عمرابوالحسین صوفی، حدود ۳۴۰ ه.ق. ابن‌یونس (۱۴) پارامترهای اصلی حرکت میانگین خورشید را نقل کرده است. در هیچ یک از منابع موجود دیگر نامی از این زیج آورده نشده است؛ هرچند که مؤلف آن به خاطر کتاب صورالکواکبش بسیار مشهور است.

(سوتر *M*، ص ۶۲؛ کاوسین، ص ۱۵۴ـ۱۵۵)

۲۳) کنیهٔ خوارزمی ابوعبدالله است، ولی در ترجمهٔ آلمانی «صورةالارض» او نام ابوجعفر دیده می‌شود (نگاه کنید به بند ز فصل ۶ کتاب حاضر).

۱۰۸ـ زیج محی‌المله و الدین یحیی‌بن‌محمّد بن‌ابوشکر مغربی اندلسی، حدود ۶۸۰ ه.ق. در کتابخانهٔ آستان قدس رضوی (مشهد) به صورت نسخهٔ خطی به شماره (۱۰۳)۳۳۲ موجود است. مؤلف این زیج با خواجه‌نصیرالدین طوسی در تهیهٔ ۶ همکاری کرده است. شمارهٔ ۴۱ را نیز ببینید.

(سوتر M، ص ۱۵۵؛ بروکلمان G_1، ص ۴۷۴، S_2، ص ۸۶۹.)

۱۰۹ـ زیج تألیف شده به دست شخصی به نام ابن‌مسیح ابوالقاسم احمد غرناطی (اهل غرناطه=گراناذا)، حدود ۴۵۰ ه.ق. به وسیلهٔ دربلو (d'Herbelot) به عنوان «کتابی پرحجم» گزارش شده است. در هیچ نوشتهٔ دیگری به نام مؤلف این زیج برنمی‌خوریم.[۲۴]

فهرست تکمیلی

برای تکمیل فهرست زیجها و به منظور حفظ تمایز در دسته‌بندی زیجها، در فهرستی که به دنبال می‌آید پیش از شمارهٔ هر اثر حرف ت افزوده شده است. آثاری که در این فهرست تکمیلی ذکر شده‌اند یا صرفاً مجموعه‌ای از جدولها هستند که نام زیج بر آنها نهاده شده، ولی به معنی دقیق کلمه زیج نیستند یا زیجهای واقعی هستند، ولی تاریخ تألیف آنها قبل از قرن دوم هجری یا پس از قرن نهم هجری است.

ت ۲۰۰ـ زیج صفائح، جدولهایی برای طراحی صفحه‌های اسطرلاب،

۲۴) شاید منظور همان زیج ابن‌سمح (۲۶) باشد که نام و زادگاه و عصر حیاتش با مؤلف این زیج یکسان یا بسیار نزدیک است و امکان اینکه پژوهشگری ابن‌سمح را ابن مسیح بخواند دور نیست.

نوشتهٔ ابوجعفر خازن، حدود ۳۴۰ هـ.ق.
(بروکلمان S_1، ص ۳۸۷.)

ت ۲۰۱ـ نام زیج طیلسان به جدولهایی برای تعیین طول روز داده شده است. این نام را بیرونی (آثارالباقیه، ص ۲۰۷) نیز هنگام اشاره به یک جدول گاهشماری به کار برده است. طیلسان واژه‌ای فارسی است به معنای شنل کلاه‌دار و احتمالاً منظور از آن جدولهایی بوده که اعداد را در آرایشی به شکل مثلث قائم‌الزاویه در خود جای می‌داده (در نتیجه شبیه کلاههای مثلثی بوده) چنانکه در امتداد قطر با یکدیگر مرتبط باشند. جدول ابوریحان بیرونی چنین شکلی دارد.
(سوتر N، ص ۱۶۵.)

ت ۲۰۲ـ الزیج‌لعرض مکّه که حدود ۱۰۹۰ هـ.ق. تنظیم شده است.
(بروکلمان S_2، ص ۴۸۷.)

ت ۲۰۳ـ زیج محمدشاه هندی=زیج جدید محمد شاهی= زیج راجه جی سینگ سوائی (به فارسی) که تألیف آن حدود ۱۱۴۰ هـ.ق. به پایان رسید[۲۵]
(بانکیپور، جلد ۱۱، ص ۶۹.)

ت ۲۰۴ـ زیج شاه جهانی که حدود ۱۰۲۰ هـ.ق. تنظیم گردید.
(کنوبل، ص ۹۲.)

---

۲۵) آقای پروفسور شیخ محمدرضاالله انصاری از دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه اسلامی علیگره (هند) روی این زیج کار می‌کند و قرار است آن را منتشر کند.

ت ۲۰۵ـ زیج تأون=قانون=قانون مسیر نامهای رایجی برای جدولهای دستی تئون است.
(هاشمی؛ الفهرست، ص ۴۸۳؛ حاجی خلیفه، جلد ۱، ص ۹۰۷.)

ت ۲۰۶ـ زیج هَرقَن را بیرونی (ماللهند، ص ۳۸۷) ذکر کرده است. از اشارهٔ مختصر بیرونی، نالینو (ص ۲۲۶) به این نتیجه رسیده که تاریخ تألیف آن ۱۲۴ هـ.ق. بوده و حدس می‌زند که هَرقَن صورت معرب واژهٔ سانسکریت اَهَرگَن به معنی تعداد روزها بین یک مبداء تاریخ معین و یک زمان مفروض باشد (نگاه کنید به مقالهٔ دربارهٔ محاسبهٔ اهرگن*). این گفته با نظر زاخائو (بیرونی، ماللهند، ترجمه، جلد ۱، ص xxxv؛ جلد ۲، ص ۳۷۸) جور در می‌آید که این زیج را احتمالاً کتابچه‌ای برای تبدیل تاریخهای هندی، عربی، و ایرانی به یکدیگر می‌داند.

بیرونی در یکی دیگر از آثارش (رسائل، ۳، ص ۲۶) سه شعر عربی از هرقن را برای به خاطر سپردن روش آریابهاتا در تعیین تعدیلهای خورشید و ماه نقل می‌کند.

ت ۲۰۷ـ زیج بطلمیوس احتمالاً همان جدولهای دستی بطلمیوس است که با مجسطی وی یکی نیست.

ت ۲۰۸ـ زیج قصینی= جدولهای کاسینی، به احتمال نزدیک به یقین، همان کتاب «جدولهای نجومی ...» ژاک کاسینی است که در سال ۱۷۴۰ میلادی در پاریس به چاپ رسید.[۲۶]

*) Schmidt,o., "On the Computation of the Ahargana" *Centaurus*, 1952, p. 140.

۲۶) اسماعیل پاشا بغدادی در ایضاح المکنون نوشته است که اسماعیل خلیفه‌زاده این زیج را ←

ت ۲۰۹ـ الزیج المفید علی‌اصول الرصد الجدید تألیف رضوان رزّاز، حدود ۱۱۲۰ هـ.ق.
(پرینستن، گارت ۱۰۰۴، ص ۳۱۶.)

ت ۲۱۰ـ زیج اعشاری شاهنشاهیه، اثر متأخری به زبان ترکی است.
(بروکلمان S_2، ص ۱۲۹۰.)

ت ۲۱۱ـ زیج هندسی اثر ابوالفضل حیّانی[۲۷] (؟) حدود ۳۴۰ هـ.ق.، که نسخه‌ای از آن در دست نیست و احتمالاً کتابچهٔ نجومی نبوده است.
(سوتر M، ص ۶۷؛ الفهرست، ص ۵۰۲.)

ت ۲۱۲ـ زیج مثنّی‌الشرجی که حدود ۱۰۷۰ هـ.ق. نوشته شد.
(بروکلمان S_2، ص ۵۶۷.)

ت ۲۱۳ـ قانون اومانیوس نام اثری است که متن عربی ناقص آن (مونیخ، دستنوشتهٔ ۸۵۳) که به دست زرقالی (۲۴) بازنویسی شده موجود است.

اشتاین شنایدر (زرقالی، ص ۲) می‌گوید که چندین نسخه از یک ترجمهٔ لاتینی این قانون موجود است؛ از جمله نسخهٔ خطی به شمارهٔ Cod. Laud. 644/19 در کتابخانهٔ بادلیان. طبق آنچه در ترجمهٔ لاتینی آمده است این جدولها در اصل برای دختر بطلمیوس به ازای نصف‌النهار انطاکیه و برپایهٔ تقویم مصری تهیه شده است.

به ترکی ترجمه کرده و آن را تحفهٔ بهیجی رصینی فی ترجمهٔ‌زیج قصینی نامیده است.

۲۷) نام وی در الفهرست به صورت «جنابی» آمده است.

در فهرست مونیخ نام مؤلف به خط عربی به صورت اوماتیوس آورده شده است که احتمالاً صورت اصلی آن Eumathius بوده است. اما این نام را در هیچ یک از متنهای نجومی شناخته شده نمی‌یابیم و ضمناً حذف یک نقطه از حرف ت آن را به ن تبدیل می‌کند و با این تبدیل کلمهٔ فوق به اومانیوس تبدیل می‌شود که می‌تواند صورت معرب آمونیوس (Ammonius) باشد. بعلاوه، می‌دانیم که در قرن پنجم میلادی آمونیوس اسکندرانی یک قانون (زیج) محاسبه کرد (بروکسل، ج۲، ص ۱۸۲) و ذکر نام یک دختر شاید اشارهٔ تحریف شده‌ای به هیپاتیا دختر تئون باشد.

فصلهای سوم و چهارم میلاس والیکروزا ۲ شامل متن ویراستهٔ نسخهٔ مونیخ همراه با ترجمهٔ اسپانیولی آن است. جدولهای موجود در آن نیز از روی نسخهٔ خطی مونیخ و یک ترجمهٔ اسپانیولی قدیمی (نسخهٔ ۸٫۲۲۲ آرسنال) با عنوان Cánones de Humeniz بازنویسی شده‌اند.

این اثر در واقع زیج نیست، بلکه یک تقویم نجومی است؛ با این حال وجود جدولهای متعدد فقدان توضیحات را جبران کرده است. این متن مانند زیج زرقالی (۲۴) هم شامل جدولهای متداول طولها و هم (ص ۲۲۵) دارای جدولی برای «تفاوت بعدها ...» است (بسنجید با بند پ از فصل ۶ که در پی می‌آید).

(نالینو *B*، جلد ۱، ص xxxv، یادداشت ۵)

ت ۲۱۴ـ زیج اَرکَند متنی است به سانسکریت که خیلی زود، در زمان یعقوب بن‌طارق (۷۱) یا پیش از وی، به عربی ترجمه شد و کاربرد گسترده‌ای یافت. بیرونی (ماللهند، ص ۳۴۶؛ رسائل، ۲، ص ۱۳۳، و غیره) می‌گوید که منبع آن زیج کَندکاتِک (خَندَخادیَکَه، مقایسه شود با ت ۲۱۸)

نوشتهٔ برهمکوبت (برهماگوپتا) است[۲۸]. بیرونی همچنین در رسائل (۲، ص ۱۵۰) روشی برای محاسبهٔ طول مدت روز به عنوان تابعی از فصل و طول اعتدالی سایهٔ شاخصی عرضه می‌کند که از زیج ارکند گرفته شده است.

زاخائو در ترجمهٔ انگلیسی ماللهند (جلد ۲، ص ۳۳۹) می‌گوید زیج ارکند غیر از زیج کندکاتک است، ولی می‌تواند همان آریه‌خَنْدَ باشد.

ت ۲۱۵ـ زیج نصرانی (=زیج کَسوطوه) ترجمه‌ای است از جدولهای آبراهام بن شموئیل زکوت، حدود ۹۰۰ هـ.ق.، که اصل آن به عبری بوده است.

(واتیکان V، نسخهٔ Vaticani arabi 963.)

ت ۲۱۶ـ زیج نیرین را بیرونی (رسائل، ۱، ص ۱۲۶، ۱۶۵) تألیف ابوداود، سلیمان بن عصمت دانسته است. بیرونی مثالی عددی برای روشی که در این اثر برای محاسبهٔ تعدیل خورشید به کار رفته آورده است. چون ظاهراً در این زیج تنها به ماه و خورشید پرداخته شده، نامش را در فهرست اصلی نیاورده‌ایم.

ت ۲۱۷ـ زیج کَرَنَتِلَک[۲۹] متنی است به سانسکریت که بیرونی

---

۲۸) بیرونی در این دوجا از زیج کندکاتک، تألیف برهماگوپتا، نام می‌برد و می‌گوید «نزد ما موسوم به زیج ارکند است».

۲۹) بیرونی (در رسائل، ۲، ص ۱۵۲) این زیج را «غرة الزیجات» (سرآمد زیجها) خوانده و در ماللهند (ص ۱۲۱) معنی آن را غرة التوابع (سرآمد تابعها) دانسته است. این زیج را بیرونی به عربی ترجمه کرده است. متن اصلی آن در دست نیست ولی نسخه‌ای از ترجمهٔ آن در کتابخانه درگاه پیر محمدشاه در احمدآباد (هند) موجود است. بخشهایی از این زیج را سیدصمدحسین رضوی با ترجمه و شرح در سالهای ۱۹۶۳ و ۱۹۶۵ در مجلهٔ فرهنگ اسلامی، (Islamic Culture) منتشر کرده است. متن عربی این زیج با ترجمهٔ انگلیسی آن در سال ۱۹۷۸ به وسیلهٔ م. ف. ←

(ماللهند، ص ۵۱۱، ۵۱۳، و غیره) ذکر کرده است. در ترجمهٔ انگلیسی ماللهند (جلد ۱، ص ۱۵۶) نام مؤلف زیج به صورت Vijayanandin دیده می‌شود.[۳۰] نام این مؤلف در رسائل بیرونی (۲، ص ۱۳۶) به صورت بجیانند ثبت شده است.

ت ۲۱۸ـ زیج کَندکاتِک عربی (ترجمهٔ عربی خَنْدَخادیَکَه) متنی است که بیرونی (ماللهند، ص ۵۱۲) آن را برای یکی از اهالی کشمیر به نام سیاوَپَل (؟) ترجمه کرده است. بیرونی از کیفیت نامطلوب ترجمهٔ قبلی ت ۲۱۴ شکایت می‌کند. ترجمهٔ انگلیسی متن اصلی سانسکریت همراه با توضیحات به وسیلهٔ سنگوپتا (دانشگاه کلکته، ۱۹۳۴) منتشر شده است.

ت ۲۱۹ـ زیج کَرَنَسار[۳۱] متن سانسکریت دیگری است که بیرونی (مثلاً در ماللهند، ص ۳۴۶) از آن یاد می‌کند. وی نام مؤلف آن را (ماللهند، ص ۱۲۱) به صورت وِتِشوَر [بتیشفر] فرزند بهدت (یا مهدت؟) ذکر کرده است. این نام در متن عربی (رسائل، ۲، ص ۱۳۶) به صورت وتسفر ثبت شده است.

ت ۲۲۰ـ زیج جامع=زیج انتخابی (غیر از ۹) ظاهراً خلاصه‌ای است که در حوالی سال ۸۶۰ ه.ق. از کتاب محمود شاه خلجی که شرحی بر ۶ نوشته تهیه شده است. نسخهٔ خطی آن به شمارهٔ ۱۵۲۲ (Greaves)

— قریشی در دانشگاه پنجاب لاهور منتشر شد.

۳۰) بیرونی در ماللهند چند جا (ص ۲۸۹، ۳۸۴، ۴۲۰) از بجیانند به عنوان مؤلف زیج کرن تلک نام برده است.

۳۱) بیرونی (در رسائل، ۲ ، ص ۱۵۳) این زیج را کاسرالزیجات (شکنندهٔ زیجها) و در ماللهند (ص ۱۲۱) معنی نام آن را مستخرج من‌التوابع (برگرفته از تابعها) دانسته است.

جزو دستنوشته‌های فارسی کتابخانهٔ بادلیان موجود است[۳۲].

در اینجا بی‌مناسبت نیست به یک دسته دیگر از آثار اشاره کنیم که خودشان زیج نیستند، بلکه دربارهٔ زیجها نوشته شده‌اند. پنج نمونه از این آثار در زیر آورده شده است:

۱. **غُرّةالزیجات** (پاره‌های برگزیده از زیجها) احتمالاً تألیف ابومحمّد نایب آملی که بیرونی (ماللهند، ص ۴۱۹؛ آثارالباقیه، ص ۱۷) از آن استفاده کرده است.

۲. **الفکرالوهیج فی حل مشکلات الزیج** (اندیشهٔ قوی در حل مشکلات زیج) تألیف محمدابوبکر فارسی، مؤلف ۵۴. (نگاه کنید به لی، ص ۲۵۴؛ سوتر *M*، ص ۱۳۹.)

۳. **علل‌الزیجات** (مشکلات زیجها) تألیف علی‌بن‌سلیمان هاشمی. نسخه‌ای از آن در فهرست بادلیان (جلد ۲، بخش ۱) به شمارهٔ ۸۷۹٫۴ (Seld.A.11) ذکر شده است.

۴. *El libro de los fundamentos de las Tablas astro-nomicas*، تألیف آبراهام‌بن‌عزرا که در کتابشناسی زیر نام میلاس والیکروزا

۳۲) در پایان این فهرست تکمیلی جا دارد نامی هم از زیج بهادرخانی برده شود که طی دهه‌های اخیر مرجع اصلی محاسبات تقویم نویسان ایرانی بوده است. این زیج در سال ۱۸۵۸ میلادی (۱۲۳۷ شمسی) در هند به صورت چاپ سنگی منتشر شده است. زیج بهادرخانی را غلامحسین جونپوری در سال ۱۸۲۵ میلادی (۱۲۰۴ شمسی) در هند به فارسی نوشته است.

آورده شده است.

۵. شرحی بر زیج خوارزمی (۲۱) نوشتهٔ احمدبن‌مثنی‌بن‌عبدالکریم (نگاه کنید به میلاس والیکروزا، ص ۵۱ـ ۵۲؛ اشتاین‌شنایدر، شرق شناسی، دورهٔ ۲۴، ص ۳۵۳.)

البته مؤلف نوشتهٔ حاضر از این میان تنها نوشته‌های شمارهٔ ۳ و ۴ را شخصاً ملاحظه و بررسی کرده است. نوشتهٔ شمارهٔ ۳ از شخصی است که معلومات کافی نداشته و ضعفش در ریاضیات متناوباً مشاهده می‌شود و بیانش گنگ و آشفته است. با وجود این، پارامترهای گوناگونی از آن استخراج شده که برای تأیید همان مقادیر که در منابع دیگر پیدا شده به کار رفته است و توضیحات موجود در آن به ترسیم تصویری از نجوم پیش از اسلام و دورهٔ آغازین اسلام کمک می‌کند. بخصوص از جنبهٔ اخیر شاید بتوان نوشتهٔ شمارهٔ ۳ را در نوع خود بی‌نظیر دانست.

۴

دسته‌بندی مطالب علمی موجود در زیجها

در فصل قبل فهرستی از همهٔ زیجهای شناخته شده را آوردیم[1] و اکنون می‌خواهیم دوازده نمونه از این متنهای پیچیده را که حجمشان گاه از دویست برگ تجاوز می‌کند به طور کاملاً مشروح بررسی کنیم. پیش از این کار بهتر است توضیح خلاصهٔ متعارفی از مباحث مشترک در اکثر زیجها عرضه شود. برای سهولت مقایسهٔ مطالب نظیر در زیجهای مختلف، همه جا ترتیب این مباحث را رعایت خواهیم کرد (به استثنای فصل ۱۱) حال آنکه در واقع ترتیب این مباحث در این زیجها فقط تا حدی یکدست است و گاه اصلاً ترتیب خاصی در آنها رعایت نشده است. در این توضیحهای فشرده، تابعهایی که در اغلب زیجها مطرح می‌شوند تعریف شده و نمادگذاری یکسانی اختیار شده است.

در تهیهٔ چکیدهٔ زیجها تأکید اصلی بر بررسی جدولهای عددی بوده و این کار عمدتاً به خاطر محدودیت وقت صورت گرفته است. گرچه بخشهای نظری و توضیحی هم کم و بیش مورد توجه قرار گرفته‌اند،

---

۱) باید توجه داشت که فهرست زیجها مربوط به سال ۱۹۵۶ میلادی است و خود کندی در مقدمهٔ چاپ دوم به دو برابر این تعداد اشاره می‌کند.

قاعدتاً با بررسی دقیق‌تر این بخشها باید مطالب تازهٔ بسیار زیادی به دست آید.

در زیجهای دورهٔ اسلامی نیز مانند آثار نجومی بابلی و یونانی بخش عظیمی از مطالب عددی در پایهٔ شصتگانی بیان شده که یک دستگاه شمار موضعی و دارای نمادی برای صفر است. در بازنویسی اعداد که با حروف ابجد ثبت شده‌اند، مثلاً برای نمایش عدد $۳۲ \times ۶۰^{۱} + ۱۵ \times ۶۰^{۰} + ۳ \times ۶۰^{-۱} + ۰ \times ۶۰^{-۲} + ۵۷ \times ۶۰^{-۳}$، از نمادگذاری زیر استفاده می‌کنیم:

$$۳۲, ۱۵; ۳, ۰, ۵۷$$

خوانندهٔ علاقه‌مند برای آگاهی از الگوریتمهای قوی و درخشان شصتگانی که ریاضیدانان دورهٔ اسلامی پدید آورده‌اند می‌تواند به کتاب پل لوکی در این باره مراجعه کند به:

Luckey,P.,*Der Lehrbrief über den Kreisumfang..., Berlin, 1953.*

همچنین، از روش آمیخته‌ای که در خیلی از زیجها به کار رفته است استفاده می‌کنیم؛ یعنی بخش صحیح هر عدد را به صورت دهدهی و بخش کسری آن را به صورت شصتگانی نشان می‌دهیم. نمایش شصتگانی بخش صحیح اعداد بزرگ‌تر از شصت در موارد نادری دیده شده است.

اندیس بالایی s برای نشان دادن برجهای منطقةالبروج، اندیس پایینی s به معنی خورشید (*sun*)، m به معنی ماه (*moon*)، و n به معنی گره صعودی (*ascending node*) به کار رفته است. اندیسهای بالایی h و d بترتیب نشانهٔ ساعت و روز هستند. در بیان میزان دقت محاسبات، منظور از اصطلاح رقم در همه‌جا رقم شصتگانی است. در توصیف هر جدول

عددی فرض بر آن است که ستون تفاضل مقدارها وجود ندارد، مگر آنکه خلافش ذکر شود.

مطالب علمی زیجها عملاً در شانزده بند دسته‌بندی شده‌اند که آنها را با حروف متوالی الفبا (**الف** تا **ش**) علامت‌گذاری کرده‌ایم. اکنون برویم به سراغ توضیحهای فشرده:

الف. گاهشماری

در آغاز همهٔ زیجها یک یا چند فصل و جدولهایی برای تعریف مبداءهای تاریخ و تقویمهای رایج در زمان و مکان نوشتن زیج، شیوه‌های تبدیل تاریخ از یک تقویم به تقویم دیگر، و موضوع تعیین مدخل سالها یا ماههای هر تقویم یعنی اینکه با چه روزی از هفته آغاز می‌شوند وجود دارد.

سه نوع تقویم متداول که در اغلب زیجها مورد بحث قرار می‌گیرند عبارتند از: تقویم اسلامی (هجری)، تقویم سلوکی، و تقویم یزدگردی (ایرانی). تقویم یزدگردی که در آن از سال ۳۶۵ روزی مصری بدون ایام کبیسه استفاده می‌شود از سادگی خاصی برخوردار است. نام مبداءها و تقویمهایی که رواج کمتری داشته‌اند چنین است: یهودی، قبطی (مبداء دیوکلسی)، ملکی (سلجوقی)، سُغدی، هندی، و در نواحی زیر نفوذ مغولها تقویم چینی ـ اویغوری.*

فهرستی از روزهای مقدس در ادیان مختلف و همچنین اعیاد رسمی سلسله‌های پادشاهی موجود و منقرض عموماً در زیجها آورده می‌شود.

هندوان و اعراب پیش از اسلام از بیست و هشت گروه اختران یا ستاره‌های درخشان نزدیک به دایرةالبروج برای نگاه داشتن حساب ماه قمری استفاده

---

*) برای اطلاعات بیشتر در این باره نگاه کنید به گیتزل، جلد ۱.

می‌کردند. این منازل قمر در برخی زیجها ذکر شده است.*

ب. تابعهای مثلثاتی

در همهٔ زیجها توابعی صرفاً ریاضی یافت می‌شود که هیچ جنبهٔ خاص نجومی ندارند. رایج‌ترین آنها به قرار زیرند:

سینوس (جیب) که هنگام تألیف نخستین زیجهای اسلامی جانشین تابع وتر بطلمیوس شد. تابع موجود در جداول زیجها (که آن را با Sin نشان می‌دهیم تا از sin معمولی متمایز باشد) با تابع سینوس امروزی این تفاوت را دارد که شعاع دایرهٔ اصلی به کار رفته در تعریف آن شصت (۶۰) است نه یک. پس این دو تابع با یکدیگر رابطهٔ زیر را دارند:

به ازای همهٔ مقادیر θ $\quad \mathrm{Sin}\theta \equiv ۱,۰\,\mathrm{Sin}\theta$

اگر مقدار $\sin\theta$ در پایهٔ شصتگانی نوشته شده باشد، برای یافتن $\mathrm{Sin}\theta$ نظیر آن کافی است ممیز شصتگانی (;) را یک رقم به راست انتقال دهیم. پس با داشتن:

$$\sin ۱^\circ = ۰;۱,۲,۴۹,۴۳,۱۱,۱۴,۴۴,۱۶,۱۹,۱۶,\ldots,$$

براحتی می‌توان نوشت:

$$\mathrm{Sin}\,۱^\circ = ۱;۲,۴۹,۴۳,۱۱,۱۴,۴۴,۱۶,۱۹,۱۶,\ldots$$

که تا ده رقم درست است. برای اطلاع از شرح الگوریتم نبوغ آمیز و قدرتمندی که این مقدار فوق‌العاده دقیق با آن یافته شده نگاه کنید به مقالهٔ آبو تحت عنوان «روش تکراری کاشانی برای تعیین سینوس ۱ درجه».**

*) برای اطلاعات بیشتر در این باره نگاه کنید به نالینو، ص ۱۷۵ـ ۱۹۴.

**) Aaboe, A., "Al-Kashi's Iteration Method for the Determination of $\mathrm{Sin}\,۱^\circ$," *scripta mathematica*, vol.20(1954)pp.24-29.

تانژانت (ظلّ به معنی سایه، یا ظلّ اول، یا ظلّ معکوس، ظل منکوس) نیز به صورت فوق تعریف می‌شود

$$\mathrm{Tg}\theta \equiv ۱,۰\,\mathrm{tg}\theta$$

همان نامها برای تابع $\mathrm{ktg}\theta$ نیز به کار رفته که در جدولهای مختلف مقدار kبرابر با $۶\frac{۱}{۲}$، ۷ یا ۱۲ اختیار شده است.

تعریفها و جدولهای همانندی برای کتانژانت (ظلّ ثانی یعنی سایهٔ دوم، ظلّ مبسوط یعنی سایهٔ پهن شده، و غیره) به کار می‌رفت. از این نامگذاریها بروشنی می‌توان دریافت که منشأ این تابعهای مثلثاتی، طول سایه‌های شاخصی به طول k روی صفحهٔ افقی یا عمودی است.

در بعضی زیجها، جدول سهم (به معنی تیر) که به صورت زیر تعریف می‌شود وجود دارد:

$$\mathrm{Vers}\theta \equiv ۱,۰ - \mathrm{Cos}\theta \equiv ۱,۰ - \mathrm{Sin}(۹۰^\circ - \theta)$$

جدول تابع سکانت (قطر ظل، یعنی وتر سایه) نیز بندرت در زیجها یافت می‌شود.

پ. تابعهای مربوط به هیئت

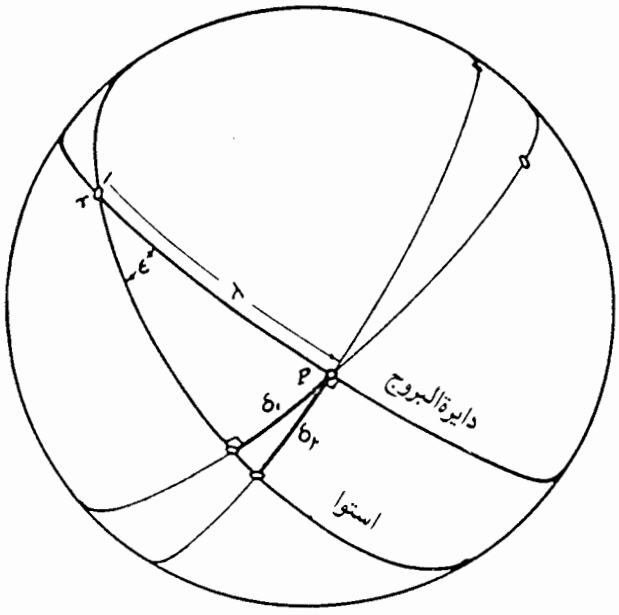
برای حل مسئله‌های هیئت، تبدیل مختصات، اندازه‌گیری زمان، و غیره علاوه بر جدولهای مثلثاتی جدولهایی لازم است که در آنها توابع نجومی یعنی تابعهای شامل پارامترهای نجومی آورده شده باشد. تابعهای نجومی که معمولاً در زیجها وجود دارند به صورت زیر تعریف می‌شوند:

۱. میل اول ($\delta_۱$) یا صرفاً میل (δ) نقطهٔ دلخواه P روی دایرةالبروج و به طول (آسمانی) λ عبارت است از فاصلهٔ P تا استوای آسمانی (شکل ۱). بدیهی است که δ، هم به λ و هم به مقدار اختیار شده برای ϵ (غایت

میل، میل اعظم، در فارسی: میل کلی) بستگی دارد.

۲. میل ثانی (δ_2) نقطهٔ P عبارت است از کمانی از دایرهٔ عظیمه که چنان که در شکل ۱ دیده می‌شود از نقطهٔ P شروع می‌شود، ولی این بار بر دایرةالبروج عمود است.

۳. مطالع بروج را به کمک شکل ۲ می‌توان تعریف کرد. برای ناظری که در عرض (جغرافیایی) ϕ ایستاده و به ازای نقطهٔ P از دایرةالبروج که دارای طول (آسمانی) λ است لحظه‌ای را در نظر بگیرید که P در افق شرقی محل قرار دارد؛ یعنی لحظه‌ای که P طلوع می‌کند. در این صورت مطلع برج به ازای P (که به صورت $A_\phi(\lambda)$ نشان داده می‌شود) عبارت است از فاصلهٔ

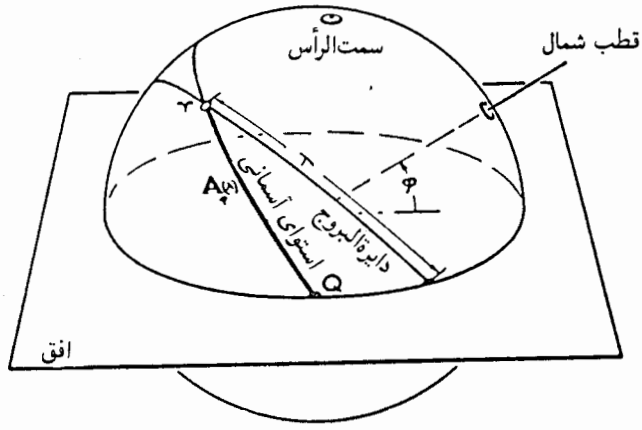


شکل ۱

نقطهٔ اعتدال بهاری (Υ) تا نقطهٔ Q واقع بر استوای آسمانی که همزمان با P طلوع می‌کند.

در حالت خاص $\phi = 0^\circ$، یعنی وقتی ناظر روی استوای زمین است، این مطالع را واقع در فلک مستقیم می‌نامند. این مفهوم مهم در نجوم امروز هم به کار می‌رود و از آن به عنوان بُعد (در مختصات آسمانی) نام برده می‌شود که علامت اختصاری‌اش α یا RA (مخفف *Right Ascension*) است. برای اطلاع بیشتر دربارهٔ کیفیات مطالع و کاربردهای گوناگون آنها نگاه کنید به مقالهٔ نویگه‌باوئر با نام دربارهٔ برخی پاپیروسهای نجومی...* مفهوم مطالع بروج از عهد بابلیان به این سو در تاریخ نجوم نقشی بنیادی داشته است.

در شکل ۲، نقطهٔ p طالع خوانده می‌شود که در احکام نجوم (اختر



شکل ۲

*) O. Neugebauer, "On Some Astronomical Papyri ...," *Trans. Amer. Philos. Soc.*, N.S., vol. 32 (1942), pp. 251-263.

گویی) اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد.

تابعهای مربوط به مطالع پیوند نزدیکی با مقادیر طول مدت روز (D)، حداکثر طول مدّت روز (max D)، و طول مدت ساعتهای نابرابر یا ساعتهای زمانیه ($\tilde{h}$) دارند. بدیهی است که D هم به ϕ و هم به فصل سال بستگی دارد و maxD از ۱۲ ساعت در استوا ($\phi = 0^\circ$) شروع می‌شود و در مدار شمالگان ($\phi = 90^\circ - \epsilon$) به ۲۴ ساعت می‌رسد که حالت تبهگون مسئله است. تعدیل مدت روز یا تعدیل نهار ($\Delta D = D - 12$) در تعدادی از زیجها به صورتهای مختلف جدول‌بندی شده است.

روش معمول چنین بود که مدت از طلوع تا غروب (یا از غروب تا طلوع) خورشید را به ۱۲ بخش مساوی تقسیم کنند و آنها را ساعتهای نابرابر یا ساعات زمانیه ($\tilde{h} \equiv \frac{D}{12}$)بنامند در مقابل ساعتهای برابر که ساعات مستویه یا ساعات معتدله خوانده می‌شدند. در بسیاری از زیجها جدولهای $\tilde{h}$ به صورت تابعی از فصل برای ϕ ثابت مناسبی وجود دارد.

یک اصطلاح فنی که بر پایهٔ حداکثر طول مدت روز تعریف می‌شود اقلیم است. در نجوم اسلامی، اقلیم اول بخشی از نیمکرهٔ شمالی است که در آن $13\frac{1}{4} \leq \text{maxD} \leq 12\frac{3}{4}$. برای اقلیم دوم این شرط چنین است $13\frac{3}{4} \leq \text{maxD} \leq 13\frac{1}{4}$ و این تعریف برای نوار هر اقلیم بر اساس افزایشهای نیم ساعتی طول مدت روز دنبال می‌شود.*

ت. تعدیل زمان

مقادیر بعد خورشید حقیقی نمی‌تواند معیار دقیقی برای زمان سپری شده ـ مثلاً

*) *برای اطلاعات مشروح‌تر نگاه کنید به مقالهٔ اخیرالذکر نویگه‌باوئر و همچنین منبع زیر:*
Honigmann, E., "Die sieben Klimata...," Heidelberg, 1929.

از اعتدال بهاری ـ باشد، زیرا دو نوع بی‌نظمی در این میان ظاهر می‌شود. از یک سو، خورشید حقیقی روی استوای آسمانی که بعد را بر آن می‌سنجد حرکت نمی‌کند، بلکه مسیر حرکتش روی دایرةالبروج است و نقطه‌ای که با سرعت ثابت روی دایرةالبروج حرکت کند سرعت حرکت تصویرش بر استوای آسمانی ثابت نیست. از طرف دیگر، خورشید حقیقی روی همان دایرةالبروج هم با سرعت ثابت حرکت نمی‌کند، بلکه سرعتش چنان است که در حضیض به حداکثر و در اوج به حداقل مقدار خود می‌رسد. بنابراین، تفاوت بین زمان میانگین و زمان خورشیدی ظاهری که تعدیل زمان (تعدیل ایام بلیالیها، $\mathrm{E}(\lambda_s)$) خوانده می‌شود برآیند دو مؤلفهٔ سینوسی است؛ یکی ناشی از اریب بودن دایرةالبروج و با زمان تناوب نیم سال و دیگری به خاطر خروج از مرکز و با زمان تناوب یک سال. قاعدتاً در هر زیج جدولی برای E آورده می‌شود.

ث. حرکتهای میانگین (متوسط)

نقطهٔ ثابت o (در شکل ۳) نشانهٔ مرکز زمین است و نقطهٔ D حول آن در صفحهٔ دایرةالبروج و با سرعت ثابت می‌چرخد. حول D که مرکز فلک تدویر است، سیارهٔ P نیز با سرعت ثابتی که عموماً غیر از سرعت D است دوران می‌کند. شکل حاصل، نشان دهندهٔ دو حرکت میانگین اساسی مربوط به هر سیاره است. زاویهٔ $\overline{\lambda}$ بین شعاع چرخان OD و هر خط ثابت دیگری که از O بگذرد و مبداء اختیار شود طول میانگین (وسط) سیاره است. این طول تابعی خطی از زمان است یعنی

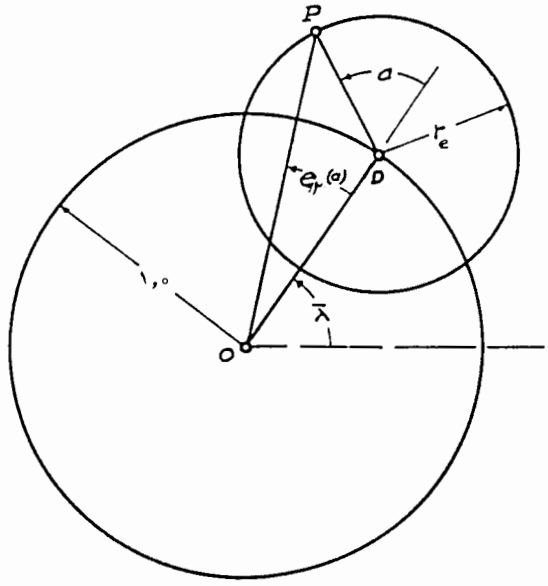
$$\overline{\lambda}(t) = \overline{\lambda}_\circ + \overline{\lambda}' t$$

که در آن مقدار ثابت $\overline{\lambda}'$ میزان تغییر $\overline{\lambda}$ نسبت به زمان یا سرعت زاویه‌ای میانگین سیاره است. به همین ترتیب، a یعنی آنومالی میانگین سیاره

(خاصةالوسطی) تابعی خطی از زمان است.

ثابتهای $\bar{\lambda}_\circ$، $\bar{\lambda}'$، $a_\circ$، a' چهار پارامتر اساسی برای هر سیاره هستند و در همهٔ زیجها در قالب جدولهایی آورده شده‌اند.

در هیئت بطلمیوسی، مرکز دایرهٔ بزرگ شکل ۳ که فلک حامل خوانده می‌شود بر مرکز زمین منطبق نیست و نقطه‌ای روی فلک حامل که بیشترین فاصله تا O را داراست، اوج* فلک حامل خوانده می‌شود، که در این نوشته آن را با زیرنویس ap نشان خواهیم داد. طول نقطهٔ اوج نیز تابعی از زمان است که در هیئت اسلامی گاهی آن را با حرکت تقدیمی برابر گرفته‌اند. حرکت تقدیمی جابه‌جایی بسیار کند اعتدالین به سوی غرب



شکل ۳

*) این اصطلاح به متنهای نجومی لاتینی سده‌های میانه به صورت aux راه یافته است.

روی دایرةالبروج است. معمولاً در زیجها جدولهایی برای این حرکتها نیز وجود دارد.

در هیئت بطلمیوسی، برای محاسبهٔ طول حقیقی ماه مقدار انحراف مضاعف $۲(\lambda_m - \lambda_s)$ (که در نجوم اسلامی آن را بعد مضاعف می‌نامیدند) برای ماه مورد نیاز است و برخی زیجها حاوی جدولهایی برای آن هستند. طول گره صعودی یا عقدهٔ صاعد (رأس جوزهر، Ω) نیز برای تعیین عرض ماه لازم است که معمولاً به همراه سایر حرکتهای میانگین در جدولها آورده می‌شد.

محل گرههای (عقدتین) سیارات نسبت به اوج آنها ثابت است، بنابراین نیازی به تهیهٔ جدول حرکت آنها نیست.

در اغلب زیجها جدولهای مربوط به حرکتهای میانگین تا دو یا سه رقم کسری محاسبه شده‌اند، اما پارامترهای اساسی که برای یافتن این مقادیر به کار رفته‌اند اعدادی با ارقام کسری شصتگانی خیلی بیشتر بوده‌اند. تعداد این ارقام از یک سو نشانهٔ دقت شگفت‌انگیز اندازه‌گیریهای فیزیکی است و از سوی دیگر بررسی آنها در دو متن مختلف معیار تردید ناپذیری برای تأثیری است که یکی از آنها بر دیگری داشته است. بنابراین، هرجا که در زیجی پارامترهای اساسی ذکر شده‌اند و قبلاً انتشار نیافته‌اند مقادیرشان را در چکیدهٔ آن زیج آورده‌ایم. این پارامترها را از جدولهای معمولی هم می‌توان استخراج کرد، ولی این کار مستلزم محاسبات زیاد است.*

ج. تعدیل سیارات

به استثنای زیج شمارهٔ ۲۱ (که چکیدهٔ آن در فصل ۶ آمده است) کلیهٔ دوازده زیج مورد نظر مبتنی بر الگوی بطلمیوسی سیارات و روشهای

*) توجه به این موضوع و تبیین روش آن مرهون نویگه‌باوئر است.

محاسبات عددی آن برای تعدیلهایی که باید در مواضع میانگین اعمال شود هستند. بنابراین، کافی است در اینجا موضوع را یک بار برای همهٔ آنها بیان کنیم و تفاوتهای موردی مشاهده شده در هر زیج خاص را در چکیدهٔ آن بیاوریم.

بر اساس نظریهٔ بطلمیوسی، چون خورشید فلک تدویر ندارد، تنها یک ناهمسانی در حرکتش دیده می‌شود که به خاطر خروج از مرکز مدار آن است و مستقیماً محاسبه و در جدول ذکر می‌شود. اما در حرکت میانگین ماه و پنج سیاره، دو تعدیل مستقل وارد می‌شود. یکی تعدیل اول (e_1) به سبب خارج از مرکز بودن مرکز فلک تدویر بر فلک حامل و دیگری تعدیل ثانی (e_2) ناشی از موضع خود سیاره روی فلک تدویر. بطلمیوس به جای آنکه تعدیل مرکب را مستقیماً بر اساس نظریهٔ خود و برای تغییر دو متغیر مستقل $\overline{\lambda}$ و a حساب کند این محاسبه را به صورتی که در زیر می‌آید ساده کرد؛ بی‌آنکه کاهش محسوسی در دقت آن پدید آید.

وی جدولی تنظیم کرد که $e_1(\lambda)$ را به صورت مجموع اجزای متناظر در دو ستون مجاور و بدون در نظر گرفتن فلک تدویر مشخص می‌کرد. همچنین، جدولی برای e_2 به ازای مقادیر مختلف a تنظیم کرد که در آن مرکز فلک تدویر در فاصلهٔ میانگین نسبت به مرکز فلک حامل در نظر گرفته شده بود. با این جدول ستونهایی برای تصحیح همراه است که وقتی با این e_2 جمع جبری شود مقادیر e_2 را برای مقادیر مختلف a، وقتی مرکز فلک تدویر در بیشترین فاصله (اوج) یا کمترین فاصله (حضیض) است، می‌دهد. بالاخره، وی طرحی برای درونیابی غیرخطی به منظور اصلاح تقریبی e_2 در مواضع مختلف روی فلک حامل تنظیم کرد. طول حقیقی سیاره به این ترتیب برابر است با:

$$\lambda(\overline{\lambda}, a) = \overline{\lambda} + e_1(\overline{\lambda}) + e_2(a, \overline{\lambda})$$

کتابخانه تخصصی تاریخ اسلام و ایران
۱۳۷۴

چ. عرض سیارات

جالب‌ترین پدیده در حرکت سیارات، مسیرهای ظاهری حلقوی شکل آنها بین ستارگان ثابت است. سیارات دارای حرکتهای رجوعی (واپسگردی) متناوب هستند، ولی حلقه‌ها هیچ‌گاه عیناً تکرار نمی‌شوند. هر نظریهٔ مربوط به سیاره‌ها باید توضیحی برای این پدیده داشته باشد، پس مدل مزبور باید بتواند سیاره را بالا و پایین دایرةالبروج بکشاند یعنی عرض سیاره عموماً باید غیر صفر باشد. بعلاوه، برای همخوانی با مشاهده، حداکثر عرض باید وقتی حاصل شود که سیاره در نزدیک‌ترین موضع به زمین یعنی در حضیض فلک تدویر یا نزدیک به آن واقع باشد. بطلمیوس توانست چنین نظریه‌ای پدید آورد؛ گرچه قبل از وی نیز تلاشهایی در این زمینه شده بود.

در این مورد هم مثل تعدیلهای سیارات، همهٔ زیجهای بررسی شده به استثنای ۲۱ (فصل۶) و ۵۱ (فصل ۵) نظریهٔ بطلمیوس را دربارهٔ عرضها دربست پذیرفته‌اند و تنها تفاوتهای جزئی در مورد نحوهٔ عرضهٔ مطالب و مقدار پارامترها وجود دارد (توضیح مختصری در این موضوع را در کندی ۲ خواهید یافت.). بطلمیوس برای سیارات علوی دو مؤلفهٔ عرض β_1 و β_2 تعریف کرد و برای سیارات سفلی مؤلفهٔ سوم عرض β_3 را نیز افزود. همهٔ این مؤلفه‌ها با در نظر گرفتن زاویهٔ صفحات فلک حامل و فلک تدویر با صفحهٔ دایرةالبروج پدید می‌آیند و عرض سیاره مجموع این مؤلفه‌هاست.

بسیاری از پارامترهای عرضی بطلمیوسی در فصل ۱۷ ذکر شده‌اند. در هیئت بطلمیوسی و در عموم زیجها عرض ماه از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\beta_m = \max\beta_m \sin(\lambda_m - \lambda_n)$$

که در آن λ_n طول گرهٔ صعودی است.

بطلمیوس این مقدار ماکزیمم را ۵° گرفته است که در اغلب زیجها هم به کار رفته است. سایر مقادیر برای این ماکزیمم در چکیدهٔ هر زیج ذکر شده است.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

در حین ایجاد مسیرهای حلقوی فوق لحظه‌ای می‌رسد که پیشروی سیاره (به سوی شرق) متوقف می‌شود یعنی $\lambda' = 0$. در این حالت می‌گویند سیاره در مقام اول (ایستگاه اول) یا در رجعت است. سپس، راجع می‌شود و پس از مدتی دوباره در مقام ثانی (ایستگاه دوم) یا استقامت می‌ایستد و پس از آن به حرکت مستقیم خود ادامه می‌دهد و مقیم خوانده می‌شود.

بطلمیوس برای محاسبهٔ موضع تقریبی ایستگاهها وقتی که فلک تدویر در فاصلهٔ حداکثر، میانگین، و حداقل از مرکز عالم باشد قضیه‌ای از کتاب مقاطع مخروطی آپولونیوس را به کار می‌گیرد (مجسطی، مقالهٔ ۱۲، فصل ۱). سپس، با استفاده از نوعی درونیابی شبیه آنچه در تعدیل سیارات به کار برده جدولی برای مواضع ایستگاهها برحسب آنومالی a برای مجموعه‌ای از مواضع فلک تدویر میان اوج و حضیض فلک حامل به دست می‌آورد. این جدول در اغلب زیجها نقل شده و مقادیر مذکور در آن همان مقادیر بطلمیوسی یا بسیار نزدیک بدان است.

خ. نطاقهای سیارات

در سه مورد از زیجهایی که چکیده‌شان در این کتاب آورده شده است (فصلهای ۱۳، ۱۵، ۱۶) به جدولهای نطاقات برمی‌خوریم. نطاقها به وسیلهٔ چهار نقطه روی فلک حامل یا فلک تدویر مشخص می‌شوند. اولین آنها همان اوج است، دومی نقطه‌ای بین اوج و حضیض و در سمت شرق اوج است.

سومین نقطه همان حضیض و چهارمی در سمت شرق سومی است. محل دقیق نقاط دوم و چهارم بستگی دارد به اینکه نطاق از لحاظ فاصله در نظر گرفته شود یا از لحاظ سرعت. کلاً چنین می‌توان گفت که نقطه‌های دوم و چهارم، وقتی فاصله ملاک کار باشد، نقاطی هستند که در آنها شئ متحرک یعنی سیاره یا مرکز فلک تدویر در فاصلهٔ میانگین تا مرکز عالم است. در مورد نطاق سرعتی، نقاط دوم و چهارم نقاطی هستند که در آنها جسم مورد نظر به سرعت زاویه‌ای میانگین خود نسبت به مرکز عالم می‌رسد.

در همهٔ موارد، نطاق اول ناحیهٔ بین نقطهٔ اول و نقطهٔ دوم است، نطاق دوم بین نقطهٔ دوم و نقطهٔ سوم، و الی آخر. پس چهار نوع نطاق وجود دارد بسته به اینکه مربوط به فلک تدویر باشد یا فلک حامل و اینکه فاصله‌ای باشد یا سرعتی.

در این مبحث موارد متعددی از حالات خاص و برخی تناقضها در محاسبات وجود دارد از جمله در مورد فلک حامل بیضی شکل عطارد. نویسندهٔ این سطور امیدوار است موفق به انتشار دستنوشتهٔ فارسی شمارهٔ ۷۵ (Garret) موجود در پرینستن شود که اکنون در دست بررسی دارد و به همین مقوله مربوط است.[۲]

مفهوم نطاق پیش از دورهٔ اسلامی مطرح نشده بود و تنها در زیجهای متأخر جدولی برای آن وجود دارد. ابن هبنتاکه در آغاز این دوره می‌زیست در رسالهٔ احکام نجوم خود بخش قابل توجهی را به نطاقات اختصاص داده و بیرونی (التفهیم، ص ۱۴۰) در آغاز بحث دربارهٔ احکام نجوم به

۲) پروفسورکندی این نوشتهٔ فارسی راکه « نزهة الحدائق» غیاث‌الدین جمشید کاشانی است و دو ابزار نجومی ابداع وی به نامهای طبق‌المناطق و لوح‌اتصالات در آن تشریح شده است همراه با ترجمه و شرح انگلیسی در سال ۱۹۶۰، از طریق مؤسسهٔ انتشارات دانشگاه پرینستن، منتشر کرده است.
(The Planetary Equatorium of Jamshīd Ghiyāth al-Din al-Kāshī)
کاشانی در این اثر خود مدار عطارد و ماه را بیضی دانسته و از این لحاظ بر کپلر تقدم داشته است.

تعریف و جدول‌بندی آنها پرداخته است. بر این اساس، شاید بتوان گفت که منشاء مطرح شدن نطاقات مباحث احکام نجوم بوده است، زیرا این مفهوم هیچ کاربرد مستقیمی در نجوم عملی ندارد.

د. اختلاف منظر

وقتی جسمی آسمانی از سطح زمین رصد می‌شود، موضع ظاهری‌اش در کرهٔ آسمان با آنچه از راه محاسبه در دستگاه زمین‌ـمرکزی (با فرض کردن ناظر در مرکز زمین) به دست می‌آید اندکی تفاوت دارد. این تفاوت را اختلاف منظر نامیده‌اند و مقدارش با عکس فاصلهٔ جسم متناسب است. اختلاف منظر همیشه در سمت‌الرأس صفر است و روی افق محلی به حداکثر خود می‌رسد. از آنجا که ماه به قدر کافی به زمین نزدیک است، تعیین اختلاف منظر آن در محاسبات مربوط به خورشید گرفتگی اهمیت دارد.

کتاب مجسطی (مقالهٔ ۵، فصل ۱۸) شامل جدولهای اختلاف منظر خورشید و ماه در دایره‌های ارتفاع (مُقَنطَرات) است. این جدولها در برخی زیجها نقل شده‌اند. تفاضل بین اختلاف منظر ماه و خورشید در یک مقارنهٔ مفروض را اختلاف منظر مُعَدِّل قمر می‌نامند. کتاب جدولهای دستی تئون اسکندرانی شامل جدولهایی برای کمیت اخیر است که در آنجا به دو مؤلفهٔ عرضی و طولی p_λ, p_β تجزیه شده است. برای هر اقلیم جدولی داده شده و در هر جدول دو متغیر وجود دارد: (۱) تعداد ساعتهای صحیح قبل یا بعد از ظهر محلی، هنگام وقوع مقارنه، و (۲) نقاط ابتدایی برجهای منطقةالبروج که محل وقوع مقارنه‌ها را روی دایرةالبروج مشخص می‌کنند.

جدولهای تئون در اغلب زیجها عیناً تکرار شده‌اند، ولی در برخی زیجهای مؤخرتر جدولهایی از همان نوع منتها برای عرضهای جغرافیایی دیگر تهیه شده است.

در این کتاب همه‌جا h را به نشانهٔ ارتفاع به کار می‌بریم که در این صورت فاصلهٔ سمت‌الرأسی $90^\circ - h$ می‌شود.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

محتوای فصلهای مربوط به این مبحث در زیجهای مختلف به هیچ وجه یکسان نیست، با این حال می‌توان نوع جدولهایی را که معمولاً در آنها آورده می‌شود ذکر کرد. این جدولها عبارتند از:

جدولهای $\lambda'_s(\overline{\lambda}_s)$ و $\lambda'_m(a_m)$ که سرعت خورشید و ماه را (در مقابله و مقارنه) به صورت توابعی از فاصلهٔ میانگین خورشید از اوج و آنومالی ماه می‌دهند.

جدولهای r_s، r_m و r_w که بترتیب شعاعهای ظاهری خورشید، ماه، و سایه را به صورت تابعهایی از $\overline{\lambda}_s$ و a_m یا از λ'_s می‌دهند.

شدت گرفتگی برحسب اصابع (که مفرد آن اصبع به معنی انگشت است) بیان می‌شود که تعریفش چنین است: خط المرکزین قرصهای روشنایی و گرفتگی را در نظر بگیرید. اگر پاره‌ای از این خط را که در هر دو قرص مشترک است برحسب واحدی که یک دوازدهم قطر قرص روشنایی است اندازه بگیریم، شدت گرفتگی به دست می‌آید. بدین ترتیب، شدت یک گرفتگی کامل ۱۲ است. معیار دیگری به نام اصابع جرم نیز وجود دارد که به طور مشابهی تعریف می‌شود، ولی در آن سطح گرفتگی برحسب یک دوازدهم سطح کل قرص نورانی (ماه یا خورشید) اندازه‌گیری می‌شود[۳]. در بسیاری از زیجها، جدول بطلمیوس برای تبدیل بین اصابع قطری و سطحی آورده شده است.

---

۳) در اینجا جرم به معنایی که امروزه در فیزیک به کار می‌رود مورد نظر نیست بلکه به معنی مساحت به کار رفته است.

جدولهای مربوط به مقارنه‌ها و مقابله‌های میانگین عموماً بر اساس تقویم هجری قمری بیان می‌شود. تابعهای موجود در این جدولها عبارتند از t، هنگامی از روز که مقارنه یا مقابلهٔ میانگین در آن رخ می‌دهد؛ همراه با مقدار a_m، λ_{aps} و λ در همان زمان (زیرنویس ap به نشانهٔ اوج به کار رفته است).

معمولاً یک یا دو نوع جدول خسوف و کسوف در زیجها یافت می‌شود. در یک نوع، جدولی با فرض بودن ماه در اوج فلک تدویر و جدول دیگری با فرض بودن ماه در حضیض فلک تدویر وجود دارد و برای مقادیر میانی آنومالی از روش درونیابی استفاده می‌شود. شدت گرفتگی و زمان پوشیدگی هم در جدولی برحسب تغییرات β_m داده می‌شود.

نوع دیگر، استفاده از جدولی با دو کمیت متغیر است که در آن شدت و مدت گرفتگی به عنوان توابعی از β_m و λ'_m می‌آیند.

میل (یا به اصطلاح قدیمی انحراف) هر گرفتگی عبارت است از زاویهٔ بین دایرةالبروج و خط المرکزین قرصهای سایه و ماه (یا خورشید) در نخستین لحظهٔ تماس. اگر گرفتگی کلی باشد، همین زاویه را برای تماس داخلی دو قرص نیز می‌توان حساب کرد.

ر. جدولهای رؤیت

موضوع پیش‌بینی زمان نخستین رؤیت هلال ماه و نیز ظهور و غیاب سیارات نقش عمده‌ای در شکوفایی نجوم بابلیان داشته است. با این حال، در مجسطی به این موضوع توجه چندانی نشده است. آخرین جدولهای این کتاب بطلمیوس مجموعه‌هایی از انحرافها[۴] حدی سیارات

۴) معنی انحراف در متنهای امروزی نجومی تفاوت طول آسمانی خورشید و یک جسم آسمانی دیگر است. در متنهای قدیمی برای این مفهوم واژهٔ بُعد به کار می‌رفت.

را می‌دهند که در انحرافهـای بیشتـر از آنها رؤیـت سیـارهٔ مورد نظر قطعـاً ممکن است. این مقادیر، نتایـج فرعی نظریـهٔ عمومـی حرکت سیـارات هستنـد.

جدول موجود در مجسطی تنها به عرض جغرافیایی بابل مربوط است. ستونی در این جدول طلوع صبحگاهی و غروب شامگاهی سیارات علوی را بیان می‌کند. ستونهای دیگری برای طلوع شامگاهی و غروب صبحگاهی سیارات سفلی وجود دارد که همهٔ این جدولها برای یکایک برجهای دایرةالبروج و با دقت دو رقم تنظیم شده‌اند. در مجسطی هیچ مطلبی دربارهٔ نخستین رؤیت هلال ماه وجود ندارد.

با ظهور اسلام، مسائل مربوط به رؤیت ماه دوباره مورد توجه قرارگرفت. این امر تا حدی ناشی از آن بود که تقویم هجری بر مبنای سال قمری است و ماه روزه یعنی رمضان در هر محل عملاً بر اساس رؤیت هلال ماه نو به توسط مقامی معتبر آغاز می‌شود.*

چنانکه بعداً در چکیده‌ها خواهیم دید، در بسیاری از زیجها جدولهای رؤیت مفصلی وجود دارد و هیچ یک از آنها مورد پژوهش جدی معاصران قرار نگرفته است. تا آنجا که نویسندهٔ این سطور اطلاع دارد تنها اثر منتشر شده دربارهٔ مسئلهٔ رؤیت در نجوم دورهٔ اسلامی نوشته‌ای است از نویگه باوئر با عنوان «نجوم عهد مأمون و منابع آن» (به انگلیسی) با مشخصات زیر: Neugebauer, o., "The Astronomy of Maimonides and its Sources," Hebrew Union College Annual, vol. ′xxll, pp.322-363. و نیز مطالبی در نالینو *B*، جلد ۱، ص ۲۶۶ـ ۲۷۲، جلد ۲، ص ۲۵۵ـ۲۶۹.

---

*) بیرونی، آثار الباقیه، ص ۴۷.

ز. جدولهای جغرافیایی

اغلب زیجها شامل فهرستهای مفصلی از شهرها و سایر مواضع جغرافیایی همراه با طول و عرض جغرافیایی آنها هستند.

ژ. جدولهای ستارگان

تقریباً همهٔ زیجها شامل جدولهایی برای محل ستارگان ثابت هستند که معمولاً برحسب مختصات دایرةالبروجی و گاهی علاوه بر آن با مختصات استوایی بیان می‌شوند. قدر ستارگان نیز در بسیاری موارد ذکر می‌شود.

معمولاً به هر ستاره یک مزاج نسبت داده می‌شد که حاکی از شباهت آن به یکی از سیارات بود. بدین منظور، اغلب در جدولهای ستارگان حرف آخر سیارهٔ مورد نظر را می‌آوردند (نگاه کنید به بوشه‌لکلرک، ص ۱۳۲؛ چهار مقاله، جلد ۱، فصل ۸.).

س. جدولهای احکام نجوم

بی‌مناسبت نیست که در اینجا تعدادی از مفهومها را که اساساً ماهیت نجومی دارند و در احکام نجوم مطرح می‌شدند و به کار می‌رفتند بیان کنیم. خوانندهٔ علاقه‌مند به اطلاعات مفصل‌تر می‌تواند به چهار مقاله (بطلمیوس) یا التفهیم (بیرونی) مراجعه کند.

در هر لحظهٔ مفروض چهار وَتَد (جمع آن اوتاد) روی دایرةالبروج عبارتند از: طالع (که در بند پ این فصل تعریف شده است)، رابع (با توجه به اینکه نقطهٔ شروع چهارمین بیت است که ذکر خواهد شد)، غارب یا سابع که روبه‌روی طالع است، و عاشر یا وسط‌السماء (نگاه کنید به کندی ۱، فصل ۳). دایرةالبروج به وسیلهٔ این نقاط به چهارکمان نابرابر تقسیم می‌شود و هریک *از این کمانها* به نوبهٔ خود به سه کمان تقسیم می‌شوند که هریک *از* دوازده

کمان حاصل یک بیت (به معنی خانه، جمع آن بیوت) نامیده می‌شوند و بترتیب از طالع در جهت عکس چرخش روزانه‌شان شماره‌گذاری می‌شوند.

کمانهای تعیین کنندهٔ بیتها معمولاً از تقسیم هریک از چهارکمان اصلی به سه کمان برابر به دست می‌آیند. روشهای دیگری نیز برای این تقسیم‌بندی وجود دارد و در هر حالت جدولی تحت عنوان تسویهٔ بیوت در زیجها آورده می‌شود.

عقیدهٔ رایج چنین بود که هر سیارهٔ مفروض بر سیارات دیگری که در نیمهٔ دایرةالبروج واقع در پشت این سیاره قرار دارد با فرستادن پرتوهایی از خویش به عقب، تأثیر می‌گذارد. قاعدتاً تعیین محلهای دقیق این تأثیر که مطارح شعاعات خوانده می‌شود نباید چندان پیچیده بوده باشد. اما همان‌طور که در تسویهٔ بیوت گفته شد، اینجا نیز روشهای مختلفی برای این عمل تبدیل دایرةالبروج بر روی خودش وجود داشت که در آنها از افق محلی، استوای آسمانی، و غیره استفاده می‌شد.

لحظهٔ عبور خورشید از نقطهٔ اعتدال بهاری تحویل سال (تحویل سنه) خوانده می‌شود که در احکام نجوم اهمیت زیادی داشت. حتی اکنون نیز در ایران این عقیده وجود دارد که وضعیت هرکس در لحظهٔ تحویل سال بر سرنوشت او در سال جدید اثر می‌گذارد. به همین ترتیب تحویل سالهای موالید (تحویل سنی‌الموالید) لحظاتی از سالهای متوالی هستند که در آنها خورشید به نقطه‌ای از منطقةالبروج می‌رسد که در لحظهٔ تولد شخص در آن بود. بی‌شک این دو مفهوم در پهنهٔ فعالیت کسانی که به احکام نجوم می‌پرداختند اهمیت اساسی داشته است، زیرا در الفهرست ابن‌ندیم دست‌کم نام چهارده کتاب تألیف شده در اوایل دورهٔ خلفای عباسی آورده شده که عنوانشان یکی از این دو اصطلاح است.

مفهوم دیگری که با مفاهیم فوق ارتباط نزدیک دارد فضل دور (به لاتینی

revolutio anni)، است که می‌توان آن را میزان فزونی سال خورشیدی بر سال ایرانی (یا همان سال مصری) ۳۶۵ روزی دانست که برحسب درجهٔ گردش شبانه‌روزی (۳۶۰° = ۲۴ ساعت) بیان شود. در زیجهای متعددی برای این کمیت جدولی آورده شده است که در برخی موارد سال اعتدالی و در مواردی سال نجومی به کار رفته است. با دانستن مقدار این فزونی برای یک سال، ضرب کردن آن در ۱۰ ,۰ ;۰ ° = $\frac{۱}{۶,۰}$ و افزودن آن به $۵^{۶}$,۵ طول سال خورشیدی برحسب روز حاصل می‌شود.

پیشگوییهای احکام نجوم دربارهٔ طول عمر و سرنوشت هر فرد مبتنی بود بر انتساب نقطهٔ متحرکی روی دایرةالبروج به عمر آن شخص. در این انتساب، هر درجه از حرکت آن نقطه متناظر است با یک سال از زندگی شخص مورد نظر. نقطهٔ شروع، سرعت اولیه، و توقف نهایی (تسییرات) آن نقطه تابع ملاحظات پیچیده‌ای مرتبط با زایچهٔ شخص است. شاخصهای دیگر که سرعتشان متفاوت است، ولی همه به هنگام تولد شخص مربوط می‌شوند عبارتند از انتهائات و فردارات.

از آنجا که پیدایش جهان به عمر یک فرد تشبیه می‌شد، شاخصهای مشابهی منتها با سرعت بسیار کمتر (و در نتیجه، زمان تناوب بیشتر) مؤثر برحوادث کل عالم تصور می‌شد (نگاه کنید به چهار مقاله، مقالهٔ ۳، ص ۱۰؛ بیرونی، التفهیم، ص ۳۶۶، ۳۹۴، ۵۱۷ـ۵۲۶؛ نالینو *B*، جلد ۱، ص ۳۲۵، جلد ۲، ص ۳۳۹، ۳۵۴؛ دایرةالمعارف اسلام، جلد ۴، ص ۶۹۴).

در برخی زیجها (مثلاً ۱۴، ۲۷ و ۵۴) جدولهایی برای حرکت یک جسم آسمانی به نام کَید وجود دارد که به عنوان یکی از ستاره‌های دم‌دار تشریح شده و بی‌شک باید نوعی دنباله‌دار باشد. در یک نسخهٔ خطی موجود

---

۵) توجه شود که این اعداد، چنانکه در آغاز فصل حاضر گفته شد، در پایهٔ شصتگانی نوشته شده‌اند.

در بروکسل که در فهرست مزبور، در صفحهٔ ۱۴۷ جلد ۳ به شمارهٔ ۱۶ ذکر شده، چنین جدولهایی برای حرکت «کَید، ستاره‌ای که هندوان آن را نحس می‌دانند» وجود دارد. در پانویس همان صفحه چنین آمده است: «کَید ... ظاهراً چیزی جز گره نزولی ماه نیست» (به نقل از گیلدمایستر Gildemeister). بی‌شک، در اینجا کَید همان کتو (Kētu) فرض شده که در سانسکریت نامی برای گره نزولی است. اما داشتن دورهٔ تناوبی برابر با ۱۴۴ سال این امکان را رد می‌کند. خازنی (۲۷، برگ ۱۲۹) قاعده‌ای برای تعیین موضع آن در دایرةالبروج داده است. فرمول مذکور عملاً به صورت زیر است:

$$\lambda = \frac{۳۶۰}{۱۴۴} \times (\text{باقیماندهٔ تقسیم } (y + ۵۴) \text{ بر} ۱۴۴)$$

که در آن y شمارهٔ سال یزدگردی است که موضع به ازای آن تعیین می‌شود و λ موضع برحسب درجه است. پس موضع مذکور دورهٔ تناوب ۱۴۴ ساله دارد و هر برج را در ۱۲ سال می‌پیماید و زمان مبداء حرکتش پنجاه و چهار سال پیش از مبداء تاریخ یزدگردی است. ابن هبنتا (برگ ۷۵) به دنبال بحثی کلی دربارهٔ دنباله‌دارها بندی را به کید اختصاص داده است.

ش. گوناگون

در این بند جدولها و مطالبی که در هیچ یک از بندهای فوق نمی‌گنجد آورده شده است.

۵

چکیدهٔ نسخهٔ خطی موسوم به زیج ممتحن (۵۱)، تألیف یحیی بن ابی‌منصور، حدود ۲۰۰ ه.ق

در اینجا دوباره باید یادآور شویم که محتویات این دستنوشته را نباید بخشی از زیج اصلی یحیی بن منصور دانست؛ مگر آنکه شواهد تازه‌ای در این باره پیدا شود. احتمالاً مقدمهٔ اثر و عنوان موجود در برگ ۳ «فصل اول، دربارهٔ تقسیم‌بندی ماههای عربی» جزو متن اصلی زیج بوده است. از اینجا به بعد دیگر هیچ فصلی به این صورت عنوان ندارد؛ چند رسالهٔ مستقل در دستنوشته آورده شده است و چند جدول منسوب به یحیی بن منصور نیز وجود دارد.

الف. گاهشماری

در این زیج مطالبی نه‌چندان کامل دربارهٔ تقویمهای هجری، یزدگردی، قبطی، و یهودی وجود دارد.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهایی برای توابع زیر با دقت سه رقم آورده شده است:

جدول $\mathrm{Sin}\theta$ به ازای $\theta = ۰;۰^\circ, ۰;۱^\circ, ۰^\circ;۲^\circ, \ldots\ldots, ۵;۰^\circ$
(این جدول از زیج ابوالوفا (۷۳) گرفته شده است)
جدول $\mathrm{Sin}\theta$ به ازای $\theta = ۰^\circ, ۱^\circ, ۲^\circ, \ldots\ldots, ۹۰^\circ$
با ستون تفاضلها (این جدول از زیج کوشیار (۷) نقل شده است.)
جدول $\mathrm{Tg}\theta$ به ازای $\theta = ۰^\circ, ۱^\circ, ۲^\circ, \ldots., ۸۹^\circ$
جدول $۱۲\mathrm{cotg}\theta$ به ازای $\theta = ۱^\circ, ۲^\circ, ۳^\circ, \ldots., ۹۰^\circ$

پ. تابعهای مربوط به هیئت

در این بخش جدولهایی برای $\delta(\theta)$ با دقت ثانیهٔ کمان به ازای θ های صحیح برحسب درجه و با فرض $\epsilon = ۲۳;۳۳^\circ$ وجود دارد.

جدول $\mathrm{A}\phi(\lambda)$، به ازای مقادیر صحیح λ برحسب درجه، برای:
$\phi = ۰^\circ$ با ستون تفاضلها،
$\phi = ۰^\circ$ بدون ستون تفاضلها،
$\phi = ۳۶;۰^\circ$ (عرض جغرافیایی رقّه که رصدهای بتّانی (۵۵) در آنجا صورت گرفته است)
ϕ مربوط به بغداد
ϕ مربوط به موصل

جدولهایی برای تابع زیر که با دقت دقیقهٔ کمان به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل برحسب درجه محاسبه شده‌اند:
$\mathrm{D}(\lambda_S)$ به ازای $\phi = ۳۶;۰^\circ$
و جدول $\tilde{\mathrm{h}}(\lambda_S)$ به ازای $\phi = ۳۶;۰^\circ$ و برای عرض جغرافیایی موصل.

جدولی که با دقت دقیقهٔ کمان و به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل برحسب درجه محاسبه شده است برای:
$\mathrm{maxh}_S(\lambda_S)$ به ازای $\phi = ۳۶^\circ$

دو جدول منسوب به ابوالوفا (۷۳) که مقادیر $n\mathrm{Sin}\epsilon$ و $n\mathrm{Cos}\epsilon$ را به ازای $n = ۱, ۲, ۳, ..., ۶۰$ می‌دهند.

تابعی که در نجوم اسلامی کاربرد زیادی دارد ولی بندرت جدول‌بندی شده $\bar{h}_e$ است که عرض اقلیم رؤیت نام دارد (نگاه کنید به کندی ۱، فصل ۳). به ازای یک زمان مفروض و یک محل مفروض در زمین، عرض اقلیم رؤیت عبارت است از متمم زاویه‌ای که دایرةالبروج با افق محلی می‌سازد. این زیج جدولی برای $\bar{h}_e(\lambda_{II})$دارد که با دقت ثانیهٔ کمان، به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل بر حسب درجه، برای $\phi = ۳۳;۲۱^\circ$ (عرض جغرافیایی بغداد) تنظیم شده است.

ت. تعدیل زمان

در این زیج جدولی برای $E(\lambda_s)$ وجود دارد که با دقت ثانیه به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل تنظیم شده است.

ث. حرکتهای میانگین

این جدولها با دقت سه رقم کسری تنظیم شده‌اند و همهٔ حرکتهای میانگین ذکر شده را در آغاز سالهای ۰، ۲۰، ۴۰، ....، ۶۰۰ یزدگردی مشخص می‌کنند. هر یک از حرکتهای میانگین به ازای ۱، ۲، ۳، ....، ۲۰ سال «ایرانی» (یعنی سال ۳۶۵ روزی)، به ازای ۱، ۲، ۳ ...، ۱۲ ماه ایرانی (یعنی ماه ۳۰ روزی)، به ازای ۱، ۲، ۳، ....، ۲۹ روز، و به ازای ساعات و دقیقه‌ها داده شده است. پارامترهای اساسی که مبنای محاسبهٔ زیج ممتحن بوده‌اند از زیج ابن‌یونس گرفته شده‌اند (۱۴، کاوسین، ص ۲۳۰ـ ۲۳۷). دست کم حرکت خورشید در این نسخه همان است که در زیج ممتحن آورده شده است.

حرکت تقدیمی با سه رقم کسری برای سالهای ۱، ۲، ۳، ...، ۳۰، ۳۱،

۶۱، ۹۱، ....، ۶۳۱ هجری جدول‌بندی شده‌است. پارامتر به کار رفته در این مورد ۰;۰,۵۴,۴۴,۲۰° در هر سال هجری است و با این میزان تقریب، با پارامتر به کار رفته در ۱۶ یکسان است.

ج. تعدیل سیارات

این جدولها به صورت متعارف هستند و به ازای مقادیر صحیح هر متغیر مستقل بر حسب درجه تنظیم شده‌اند. مقدار e_s با دقت ثانیهٔ کمان و تعدیلهای ماه و سیارات با دقت دقیقه آورده شده‌اند. در عنوان جدول مربوط به تعدیلهای مریخ عبارت «... رصد ... ابن‌الاعلم» وجود دارد. بالای این نوشته به خطی دیگر کلمات «و یحیی‌بن‌ابی‌منصور» اضافه شده است.

چ. عرض سیارات

در این زیج جدولها و توضیحهایی برای نظریه‌ای بسیار ابتدایی در مورد عرض سیارات وجود دارد. در همهٔ موارد عرض به وسیلهٔ رابطه‌ای به صورت زیر داده می‌شود:

$$\beta(\tilde{\lambda}) = \max\beta.\sin(\tilde{\lambda})$$

که در آن $\tilde{\lambda}$ طول سیاره است که نسبت به گره صعودی سنجیده می‌شود، اما برای سیارات علوی بسته به اینکه عرض شمالی باشد یا جنوبی مقدار $\max\beta$ متفاوت اختیار می‌شود. با اندک اختلافی، همین مقادیر ماکزیمم را ابن هبنتا همراه با مجموعه‌های دیگری از پارامترها ذکر کرده که آنها را به زیج شاه (۳۰) یا سند هند (۲۸) منسوب می‌کند. در هر صورت این مقادیر مشخصاً به هیچ یک از آنها نسبت داده نشده است. این پارامترها در فصل ۱۷ آورده شده‌اند و همانجا بحثی دربارهٔ منشاءهای احتمالی این نظریه وجود دارد.

در این زیج $\max\beta_m$ برابر با ۴;۳۰° اختیار شده که با مقدار به کار رفته در ۲۱ (فصل ۶، بند چ) برابر است.

جدولی هم برای طول گرههای سیارات وجود دارد که مقادیرش عموماً با آنچه در زیج خوارزمی (۲۱) و زیج زرقالی (۲۴) آمده همخوان است.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

جدولی برای ایستگاهها وجود دارد که با دقت دقیقهٔ کمان به ازای هر درجه از فاصلهٔ مرکز فلک تدویر تا اوج فلک حامل محاسبه شده است.

خ. نطاقهای سیارات

ندارد.

د. اختلاف منظر

در این زیج همان جدول P_β موجود در زیج خوارزمی (۲۱، فصل ۶، بند د) آورده شده است، ولی هیچ توضیحی با آن همراه نیست و عنوانش چنین است: «جدول اختلاف منظر عرض قمر».

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولی برای کسوف با دو متغیر مستقل وجود دارد:

شدت کسوف ۱۵;۰°، ۳۰;۰°، ۴۵;۰°، ۲۰;۱°، ۴۰;۱°، ....، ۲۰;۱۲ اصابع و βی نظیر آنها با دقت ثانیه و مقادیر λ'_m برابر با ۲۷,۳۰°;۰°، ۲۸,۳۰°;۰°، ۲۹,۳۰°;۰°، ....، ۳۳,۳۰°;۰° در ساعت.

خانه‌های جدول فوق مدت زمان گرفتگی را با دقت دقیقه نشان می‌دهند.

همچنین یک «جدول سمت برای دانستن کسوف» وجود دارد که با

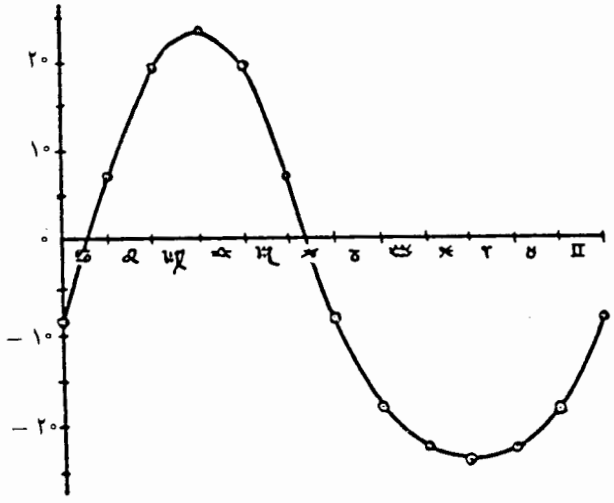
دقت دقیقهٔ کمان به ازای هردرجه از دایرةالبروج محاسبه شده است. نمودار آن مطابق شکل ۴ است و ظاهرش مثل منحنی سینوسی است که نیمی از آن در جهت افقی فشرده و نیمهٔ دیگرش در جهت افقی پهن شده باشد. کاربرد این جدول بر من معلوم نشد.

ر. جدولهای رؤیت

تنها مطلب مربوط به رؤیت، احتمالاً به جز جدول مذکور در بند د فوق، جدولی برای کامل شدن ماه است که به جدول خوارزمی (فصل ۶، بند ر) شباهت دارد، ولی با آن یکسان نیست. مقادیر این جدول با دقت دو رقم برای هر برج داده شده‌اند.

ز. جدولهای جغرافیایی

ندارد.



شکل ۴

ژ. جدولهای ستارگان

مواضع بیست‌وچهار ستاره هم در مختصات دایرةالبروجی (λ, β) و هم در مختصات استوایی (α, δ) با دقت دقیقه داده شده‌اند. گفته شده است که این اطلاعات حاصل رصدهای انجام شده در سال ۲۱۴ ه.ق. (۸۳۰٫۸۲۹ میلادی) در دمشق و در رصدخانهٔ شماسیهٔ بغداد هستند. این مختصات با آنچه در ۱۶ آورده شده یکسان است و بی‌شک به متن اصلی زیج ممتحن تعلق دارد. گزیده‌ای از این جدول در فصل ۱۷ آورده شده است.

جدول دیگری نیز تنها برای هجده ستاره به ازای سال ۳۸۰ یزدگردی (تقریباً ۱۰۱۲ میلادی) وجود دارد. به احتمال زیاد این جدول بر اساس جدول قبلی محاسبه شده است، زیرا عرضها همان مقدار است و مقادیر تصحیح به خاطر حرکت تقدیمی به λ ها افزوده شده است. به ازای هر ستاره مختصات استوایی و همچنین کمان نیمروز، سینوس کمان روزانه، ارتفاع نصف‌النهاری، سینوس کمیت اخیر، محل نقطه‌ای از دایرة البروج، و مطلع آن که همزمان با ستارهٔ مورد نظر طلوع می‌کنند برحسب درجه داده شده است.

س. جدولهای احکام نجوم

در این زیج جدولی برای دورهٔ تناوب و فلکهای سیارات، جدول دیگری برای دلیلهای منطقةالبروج، و جدولی هم برای مثلثه‌ها، حدود، وجوه، و شرفهای هر برج وجود دارد.

جدولی برای فضل دور که با دقت ثانیه حساب شده است برای ۱، ۲، ۳، ....، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ....، ۹۰ سال در این زیج هست. مقدار مذکور برای یک سال $۱,۲۶;۴۳,۳۹^{\circ}$ است که بر طبق آن، مدت سال اعتدالی $۶,۵;۱۴,۲۷,۱۶,۳۰$ روز می‌شود. هردوی این مقادیر به گواهی ۱۵ (فصل ۷، بند **س**) حاصل رصدهای ممتحن در رصدخانهٔ شماسیهٔ بغداد هستند.

پس این یک مقدار مطمئن (گرد شده) برای مقدار سال اعتدالی در زیج ممتحن یا دست کم حاصل نتایج یک رصد است.

در برگ ۹ دستنوشتهٔ این زیج، مجموعه‌ای از مقادیر فضل دورکه منجمان مختلف به‌کار برده‌اند وجود دارد. این مقادیر در زیر به زبان علایم کنونی نقل شده‌اند و طول سال (نجومی یا اعتدالی) وابسته به هر یک نیز ذکر شده است.

	نام زیج یامؤلف آن	شماره در کتاب سوتر	شمارهٔ زیج	فضل دور	طول سال
۱ـ	ماشاءالله	۸		۹۳; ۱۵, ۰°	۶, ۵; ۱۵, ۳۲, ۳۰
۲ـ	طبری		۶۵	۹۳; ۹, ۴۰	۶, ۵; ۱۵, ۳۳, ۳۶, ۴۰
۳ـ	زیج شاه		۳۰	۹۳; ۱۵, ۰	۶, ۵; ۱۵, ۳۲, ۳۰
۴ـ	بطلمیوس			۸۸; ۴۰, ۰	۶, ۵; ۱۴, ۴۶, ۴۰
۵ـ	سندهند		۲۸	۹۳; ۰, ۱۵	۶, ۵; ۱۵, ۳۰, ۲, ۳۰
۶ـ	حسن‌بن سهل	۲۷		۹۳; ۱۵, ۰	۶, ۵; ۱۵, ۳۲, ۳۰
۷ـ	خوارزمی		۲۱	۹۳; ۲, ۰	۶, ۵; ۱۵, ۳۰, ۲۰
۸ـ	زیج هزارات		۶۳	۹۳; ۱۴, ۰	۶, ۵; ۱۵, ۳۲, ۲۰
۹ـ	ممتحن		۵۱	۸۶; ۳۵, ۵۵	۶, ۵; ۱۴, ۲۵, ۵۹, ۱۰
۱۰ـ	حبش		۱۵	۸۶; ۴۲, ۱۷	۶, ۵; ۱۴, ۲۷, ۲, ۲۵
۱۱ـ	نیریزی		۴۶	۸۶; ۳۶, ۰	۶, ۵; ۱۴, ۲۶
۱۲ـ	بتّانی		۵۵	۸۶; ۳۶, ۰	۶, ۵; ۱۴, ۲۶

در این جدول زیجهای ردیف ۱، ۳، و ۶ دارای مقادیر یکسانی هستند. این پارامتر درکتاب هاشمی (علل‌الزیجات) ذکر شده است که وی می‌گوید ایرانی‌ها و ماشاءالله آن را به کار برده‌اند. بیرونی هم (آثارالباقیه، ص ۱۶۲) می‌گوید ایرانی‌ها آن را به کار می‌برده‌اند. از آنجا که می‌دانیم ابن‌سهل ایرانی بود و ماشاءالله با وجود یهودی بودن شدیداً تحت تأثیر فرهنگ ایرانی بود، همهٔ این اطلاعات با هم سازگارند و این پارامتر را می‌توان دارای منشاء ایرانی دانست.

مقدار ردیف ۲ را هاشمی بدون انتساب به فرد خاصی ذکرکرده است.

آنچه در ردیف ۴ آمده نادرست است. سال اعتدالی بطلمیوس در واقع ۱۴, ۴۸ ;۶, ۵ روز است که با فضل دوری برابر با ۴۸° ;۸۸ متناظر است.

مقدار مذکور در ردیف ۵ با مقدار تأیید شده‌ای برای سال هندی جور درنمی‌آید. اگر فضل دور را برابر با ۱۵° ,[۲] ;۹۳ بگیریم طول سال مربوط به آن ۲, ۳۰[۲] ,۱۵, ۳۰ ;۶, ۵ در می‌آید که مقدار بیان شده توسط برهما سدهانتا، سدهانتا شرومنی[۱] (نالینو B، جلد ۱، ص ۲۰۶) و سند هند عربی (۲۸) به استناد سوتر (خوارزمی، ص ۱۰۳) و هاشمی است.

سوتر در خوارزمی سه طول برای مدت سال آورده است: ۱۵, ۳۲, ۳۰ ;۶, ۵ (ص ۴۲)، ۱۵, ۳۲, ۳۵ ;۶, ۵ (ص ۶۵)، و ۱۵, ۳۰, ۲۲, ۳۰ ;۶, ۵ (ص ۲۳۰). هیچ یک از مقادیر با آنچه در زیج ممتحن آمده و در ردیف ۷ بالا نقل شده یکسان نیست.

نگارنده در هیچ جای دیگری به مقادیر مذکور در ردیفهای ۸، ۹، و ۱۰ برنخورده است. بعلاوه، در مورد ردیف ۹ این مقدار با مقداری که در همین نسخهٔ خطی مورد بحث آورده شده ناسازگار است.

مقدار مشترک مذکور در ردیفهای ۱۱ و ۱۲ در واقع همان سال اعتدالی اختیار شده به وسیلهٔ بتّانی است (نالینوB، جلد ۱، ص ۴۲). به نوشتهٔ میلاس والیکروزا (ص ۷۶)، این مقدار را سایر منجمان عرب از جمله ثابت بن قره (۹۳) عموماً به کار می‌بردند. ابن یونس (کاوسین، ص ۷۴) می‌گوید که نیریزی مقدار ۱۲° ,۳۵ ;۸۶ را به کار می‌برد، در حالی که مقدار مذکور را بر اساس طول سالی که خود او (نیریزی) اختیار می‌کرده برابر با ۱۸° ,۱۳ ,۴۳ ;۸۶ حساب کرده است. هیچ یک از اینها با مقدار مذکور در ردیف ۱۱ فوق برابر نیست.

---

۱) سدهانتا شرومنی به معنی «دیهیم یک دستگاه نجومی» در سال ۱۱۵۰ میلادی به دست بهاسکره که در اُجین (هند) می‌زیست نوشته شده است.

ش. گوناگون

در دو جای نسخهٔ خطی (برگهای ۱۰ و ۷۰) جدولی با عنوانی غریب عرض شمس با صورت تقریبی $48,32\sin\theta$; ۰ یافت می‌شود. یک کاربرد این جدول در کندی ۱، فصل ۹، تشریح شده است.

جدولی برای تابع $۲۴\frac{\mathrm{d}}{\lambda'}$ نیز به ازای مقادیر زیر وجود دارد که با دقت چهار رقم محاسبه شده است:

$$\mathrm{d} = ۱', ۲', ۳', \ldots\ldots, ۶۰'$$

$$\text{در روز } \lambda' = ۵۷', ۵۸', ۵۹', \ldots\ldots, ۶۲'$$

برای اطلاع از کاربرد چنین جدولی، فصل ۱۳، بند **ش** را ببینید.

۶

چکیدهٔ زیج خوارزمی (۲۱)، حدود ۲۳۰ ه.ق.

(شمارهٔ صفحات در ارجاعها مربوط به
ترجمهٔ آلمانی زیج خوارزمی است.)

الف. گاهشماری

این زیج حاوی مطالبی دربارهٔ تقویمهای هجری، سلوکی، و یزدگردی است (ص ۱۰۹ ـ ۱۱۴).

ب. تابعهای مثلثاتی

در این زیج (ص ۱۶۹ ـ ۱۷۰، ۱۷۴) جدولهایی برای $\mathrm{Sin}\theta$ با دقت سه رقم برای $\theta = 0^\circ, 1^\circ, 2^\circ, \ldots, 360^\circ$، و $12\mathrm{cotg}\theta$ با دقت یک رقم کسری برای $\theta = 0^\circ, 1^\circ, 2^\circ, \ldots, 90^\circ$ وجود دارد.

پ. تابعهای مربوط به هیئت

جدولهایی برای $\delta(\theta)$ با دقت ثانیهٔ کمان به ازای مقادیر صحیح θ برحسب درجه، برای $\epsilon = 23;51^\circ$ (ص ۱۳۲ ـ ۱۳۷) وجود دارد.

جدول $A_{\cdot}(\lambda) + ۹۰^{\circ}$ با دقت ثانیهٔ کمان برای هر مقدار صحیح λ برحسب درجه یعنی فقط جدول فلک مستقیم (ص ۱۷۱ ـ ۱۷۳) داده شده است. بیرونی (در رسائل، ۲، ص ۱۲۹) می‌گوید که این زیج شامل جدولی به نام «تفاضلهای مطالع برای زمین» است که به کمک آن با اصلاح مطالع مستقیم، مطالع مایل به دست می‌آید. این جدول در متن چاپ شدهٔ زیج خوارزمی یافت نمی‌شود، اما جدولی از همین نوع در یک نسخهٔ خطی لاتینی متعلق به قرن پانزدهم میلادی وجود دارد. این جدول را نویگه باوئر و اشمیت طی مقاله‌ای به نام «نجوم هندی در نیومینستر به سال ۱۴۲۸» منتشر کرده‌اند.*

ت. تعدیل زمان

جدولی برای $E(\lambda_s)$ وجود دارد (ص ۱۸۱ ـ ۱۸۲) که با دقت دو رقم و به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل برحسب درجه محاسبه شده است.

ث. حرکتهای میانگین

این جدولها (ص ۱۱۵ ـ ۱۳۱) همه با دقت ثانیهٔ کمان محاسبه شده‌اند. مواضع λ_n, a_m، $\overline{\lambda}_m$، $\overline{\lambda}_s$ به ازای سالهای ۰، ۳۰، ۶۰، ...، ۷۲۰ هجری داده شده است (زیرا دوره‌های ۳۰ ساله‌ای در نظر گرفته شده است). حرکتهای میانگین برای ۱، ۲، ۳، ...، ۳۰ سال قمری و ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲ ماه قمری و ۱، ۲، ۳، ...، ۲۹ روز و ۱، ۲، ۳، .... ۲۴ ساعت و ۲، ۴، ۶، ...، ۶۰ دقیقه داده شده است. برای سه سیارهٔ علوی، $\overline{\lambda}$ و $\overline{\lambda}'$ در جداولی آورده شده‌اند و متغیرهای مستقل همانند فوق هستند تنها با این تفاوت که دامنهٔ سالها تا

*) Neugebauer & Schmidt, "Hindu Astronomy at Newminster in 1428," *Annals of Science*, vol. 8,1952, pp.221- 228.

۵۷۰ هجری کشیده شده است. برای سیارات سفلی a و a′، به ازای همان مقادیر مذکور در سیارات علوی بیان شده‌اند با این تفاوت که دامنهٔ روزها ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۶۰ و دامنهٔ ساعتها ۱، ۳، ۶، ۱۲ است و ستونی برای دقیقه وجود ندارد.

به نوشتهٔ ابن قفطی (ص ۴۴۵) مجریطی جدولهای حرکت میانگین را به تاریخ هجری برگردانده است، ولی در صورت اصلی زیج تاریخ یزدگردی به کار رفته بود.

ج. تعدیل سیارات

ساختار این جدولها (ص ۱۳۲ ـ ۱۶۷) و در نتیجه نظریهٔ نجومی به کار رفته در آنها با آنچه در مجسطی می‌یابیم چنان تفاوت آشکاری دارد که مناسب می‌بینیم در این باره قدری مشروح‌تر توضیح دهیم.

برای خورشید طبق معمول تنها یک تعدیل وجود دارد. اما با آنکه در همهٔ زیجهای دیگری که چکیده‌شان در این کتاب آمده است جدول تعدیل خورشید مستقیماً بر اساس مدار مستدیر خارج از مرکز محاسبه شده، جدول تعدیل خورشید خوارزمی که با دقت ثانیه برای هر درجه از متغیر مستقل تنظیم شده (ص ۱۳۲ ـ ۱۳۷) حول محوری عرضی که از ۹۰° می‌گذرد متقارن است و بسیار نزدیک به مقادیر حاصل از عبارت $۲;۱۴^\circ\sin\theta$ است. پس طول حقیقی خورشید (با تقریب خوبی) از رابطهٔ زیر پیدا می‌شود:

$$\lambda_{\mathrm{s}}(\overline{\lambda}_{\mathrm{s}}) \doteq ۲;۱۴^\circ\sin(\overline{\lambda}_{\mathrm{s}} - \lambda_{\mathrm{apS}})$$

این نمونه‌ای است از نوعی درونیابی مثلثاتی که هندیان در سده‌های میانه به کار می‌بردند و در عین حال در مجسطی (مقالهٔ ۸، فصل ۴) در نظریهٔ بطلمیوس برای عرض سیارات دیده می‌شود.

در مورد ماه موضوع بمراتب جالب‌تر است، زیرا چنان که می‌دانیم در نظریه‌ای که پیش از اقلیدس برای حرکت ماه وجود داشت تنها یک تعدیل به کار می‌رفت و خوارزمی نیز همین کار را کرده است. برای تعدیل ماه تنها یک جدول در این زیج هست که الگویش دقیقاً همانند جدول تعدیل خورشید، ولی مقدار ماکزیممش با آن متفاوت است. مقادیر این جدول تقریباً با عبارت $۴;۵۶^{\circ}\sin\theta$ همخوان هستند.

جدولهای تعدیل سیارات (ص ۱۳۸ ـ ۱۶۷) به ازای هر درجه از متغیر مستقل و با دقت دقیقهٔ کمان محاسبه شده‌اند. تعدیل مرکز $(e_۱)$ در همهٔ موارد همان صورت آشنای سینوسی $\max e_۱\sin\theta$ را دارد که ستون چهارم جدول را تشکیل می‌دهد. (این پارامترها همراه با مقادیر نظیرشان در نظریهٔ بطلمیوسی، در فصل ۱۷ آورده شده‌اند). تعدیل آنومالی $e_۲(a)$، بر اساس آنومالی فلک تدویر بدون خروج از مرکز برای فلک حامل چنان که در شکل ۳ دیده می‌شود محاسبه شده است. این سومین ستون جدول است. بی‌شک ابداع کنندهٔ این نظریه پی‌برده بود که دو تعدیل مذکور مستقل از یکدیگر نیستند بنابراین برای ایجاد ارتباط بین آنها، اوج (فلک حامل) سیاره را دارای حرکتی نوسانی با زمان تناوب همان آنومالی و دامنه‌ای نصف تعدیل مربوط به آنومالی در نظرگرفت. بدین ترتیب، ستون دوم جدول حاوی مقادیر زیر است:

$$\lambda_{ap} - \frac{e_{۲(a)}}{۲}$$

این اوج متغیر مسلماً در متغیر مستقل تعدیل اول وارد می‌شود. پس تعدیل حقیقی سیاره از رابطهٔ زیر حاصل می‌شود:

$$\lambda(\overline{\lambda}, a) = \overline{\lambda} + e_۱(\overline{\lambda}, a) + e_۲(a_۱) =$$
$$\overline{\lambda} + \max e_۱ \ \mathrm{Sin}(\overline{\lambda} - \lambda_{ap} + \frac{e_{۲(a)}}{۲}) + e_۲(a_۱)$$

که در آن $a_۱ = a - e_۱(\overline{\lambda}, a)$.

از اشارات نقادانهٔ بیرونی (در رسائل، ۱، ص ۱۳۱، ۱۷۴) معلوم می‌شود که روش درونیابی مثلثاتی روشی است که خوارزمی در متن اصلی زیج خود به کار برده است.

چ. عرض سیارات

گرچه در مورد مدل فیزیکی به کار رفته در تنظیم جدولهای عرض سیارات در این زیج (ص ۱۳۲ ـ ۱۶۷) تنها حدسهایی می‌توان زد؛ روشن است که این مدل با مدل بطلمیوسی اساساً متفاوت است.

برای هر سیاره دو تابع به صورت جدول تنظیم شده‌اند؛ اولی با دقت دقیقه و دومی با دقت ثانیهٔ کمان و هردو به ازای مقادیر صحیح متغیرهای مستقل برحسب درجه. اولی، $L_1(\theta)$، حول محور عرضی $\theta = 180^\circ$ متقارن است. ماکزیمم آن در 0° است و بتدریج کاهش می‌یابد تا در 180° به مینیمم خود می‌رسد و در هر دوی این نقاط مماسهای افقی دارد.

دومی عبارت است از

$$L_2(\theta) = \max L_2 \sin\theta$$

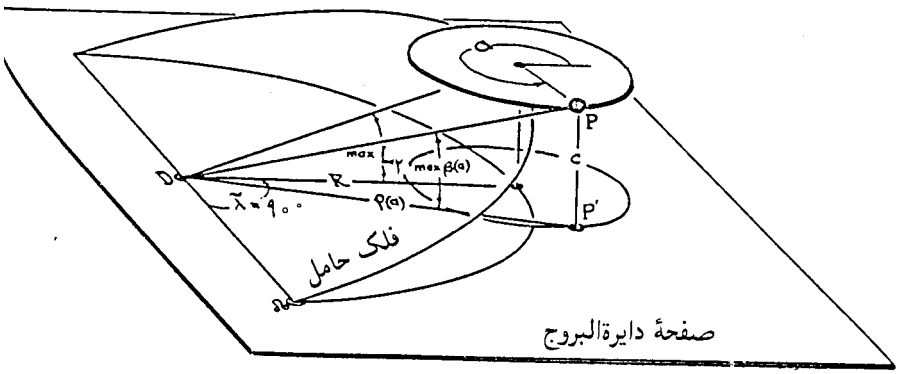
پارامترهای اساسی L_1 و L_2 برای همهٔ سیارات در فصل ۱۷ بیان شده‌اند.

در هر لحظهٔ مفروض عرض سیاره به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\beta(\tilde{\lambda}, a) = \frac{L_2(\tilde{\lambda})}{L_1(a)}$$

که در آن $\tilde{\lambda}$، متغیر مستقل عرض، طول میانگین است که نسبت به گره صعودی اندازه‌گیری می‌شود.

شکل ۵ صورت حدسی این مدل را نشان می‌دهد. فلک حامل خارج از مرکز به شعاع R، چنان که در شکـل دیده می‌شود، با صفحهٔ دایرةالبروج



شکل ۵

زاویهٔ ثابت $\max L_2$ را می‌سازد. مرکز فلک تدویر روی فلک حامل حرکت می‌کند، ولی صفحهٔ فلک تدویر همواره با صفحهٔ دایرةالبروج موازی می‌ماند. سیاره در P است و در حالت کلی عرض آن، زاویهٔ PDP' است. در مورد سیارات بیرونی و با انتخاب مقادیر مناسب برای پارامترها این مدل عملاً یک تقریب اول برای وضعیت واقعی موجود در فضاست، زیرا فلک تدویر که همواره در صفحه‌ای موازی با دایرةالبروج می‌ماند متناظر با مدار زمین به دور خورشید است. فلک حامل کج شده هم متناظر با مدار سیاره است که از مدار زمین بزرگ‌تر است.

اما این مدل برای سیاره‌های درونی بکلی نادرست است، زیرا در این حالت فلک حامل متناظر است با مدار زمین و باید در صفحهٔ دایرة البروج قرار بگیرد در حالی که فلک تدویر که اکنون مدار سیاره است باید ضمن

جابه‌جا شدن روی فلک حامل اندک زاویه‌ای با آن بسازد. مؤلفه‌های عرضی نظریهٔ بطلمیوس درواقع یک تقریب اول برای نتیجهٔ حاصل از این مدل است.

ولی در مورد مدل خوارزمی وضعیت خاصی را در نظر می‌گیریم که فلک تدویر در بیشترین فاصله‌اش از دایرةالبروج باشد ($\tilde{\lambda} = ۹۰^\circ$) و برای این وضعیت تابع $\max\beta(a)$ را چنان که در شکل دیده می‌شود تعریف می‌کنیم که تنها کمیت متغیر آنومالی a باشد. حال، از آنجا که

$$\mathrm{tg}(\max\beta(a)) = \frac{c}{\rho(a)} \text{ و } \mathrm{tg}(\max L_۲) = \frac{C}{R}$$

می‌توان نوشت

$$R\,\mathrm{tg}(\max L_۲) = \rho(a)\,\mathrm{tg}(\max\beta(a))$$

و در نتیجه

$$\max\beta(a) \approx \max L_۲\left(\frac{R}{\rho(a)}\right)$$

اکنون با استفاده از درونیابی مثلثاتی تابع عرض را برای مقادیر کلی $\tilde{\lambda}$ به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$\beta(\tilde{\lambda}, a) \equiv \max L_۲\left(\frac{R}{\rho(a)}\right)\sin\tilde{\lambda}$$

بعلاوه با اختیار کردن

$$\frac{\rho(a)}{R} = L_۱(a) \text{ و } \max L_۲\sin\tilde{\lambda} = L_۱(\tilde{\lambda})$$

تابعهای L با آنچه در جدولهای زیج آمده همخوان خواهند بود.

برای آنکه معلوم شود این مدل حدسی تا چه حد با جدولها مطابقت دارد می‌توانیم از یک آزمون عددی استفاده کنیم. اگر شعاع فلک تدویر سیاره‌ای (شکل ۳) r_e باشد به کمک رابطهٔ $r_e = \mathrm{Sin}(\max e_۲)$ می‌توان

شعاعهای فلک تدویر را از جدولهای $e_۲$ محاسبه کرد. حال اگر این مدل درست باشد برای همهٔ سیارات باید داشته باشیم

$$\frac{۱,۰+r_e}{۱,۰-r_e}=\frac{maxL_۱}{minL_۱}$$

جدول زیر نتایج چنین محاسبه‌ای را برای زیج خوارزمی نشان می‌دهد:

	r_e	$\frac{۱,۰+r_e}{۱,۰-r_e}$	$\frac{maxL_۱}{minL_۱}$
♄ زحل	۶;۰	۱;۱۳	۱;۲۰
♃ مشتری	۱۱;۲۰	۱;۲۷	۱;۴۱
♂ مریخ	۳۹;۰	۴;۴۵	۵;۰
♀ زهره	۴۴;۰	۶;۳۱	۶;۳۶
☿ عطارد	۲۲;۰	۲;۹	۲;۱۱

دیده می‌شود که برای سیارات سفلی نتایج به هم کاملاً نزدیکند، ولی در مورد بقیهٔ سیارات تفاوت بیشتر است. از اینجا می‌توان نتیجه گرفت که مدل حدسی فوق تنها تا حدی جوابگوست.

در این زیج، همانند ۵۱ (فصل ۵، بند چ) داریم: $\max\beta_m = ۴;۳۰^\circ$.

خ. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

مثل آنچه در فصل ۵ بند چ آمده است (ص ۱۳۸ـ۱۶۷).

خ. نطاقهای سیارات

ندارد.

د. اختلاف منظر

مؤلفه‌های اختلاف منظر در جدولهایی آورده شده‌اند (ص ۱۹۱ـ۱۹۲) که با دقت دو رقم کسری به ازای هر درجه از متغیر مستقل محاسبه شده است. این جدولها مربوط به تابعهای زیرند

$$P_\beta = ۰;۴۸,۴۵^\circ \sin \overline{h}_e \text{ و } p_\lambda = ۱;۳۶^\circ \sin\theta(t)$$

این تابعها برحسب ساعت بیان می‌شوند و θ در رابطهٔ $\theta(t) = t + ۲۴\sin\theta(t)$ صدق می‌کند. تعریف $\overline{h}_e$ در بند **پ** از فصل ۵ آمده است. متغیر مستقل t طول تصویر قطعه‌ای از دایرةالبروج روی استواست و دو سر این قطعه عبارتند از (۱) پای عمود وارد از سمت‌الرأس به دایرةالبروج و (۲) موضع مقارنه روی دایرةالبروج.

جدول P_β حاوی مقادیر بسیار دقیقی است و نظریه و پارامترهای به کار رفته در آن همان است که در کتاب نجوم هندی سوریا سدهانتا بیان شده است.

نتایج مندرج در جدول P_λ دقت خیلی کمتری دارند. گرچه این مقادیر احتمالاً منشاء هندی دارند، قابل انطباق بر هیچ یک از نظریه‌های شناخته شده نیستند.

نگاه کنید به بند **د** از فصل ۸، بند **د** از فصل ۱۴، و کندی ۱.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولی وجود دارد (ص ۱۷۵ـ۱۸۰) برای $\lambda'_s(\overline{\lambda}_s)$ و $\lambda'_m(a_m)$ برحسب دقیقهٔ کمان در ساعت، و $r_s(\overline{\lambda}_s)$ و $r_m(a_m)$ برحسب درجه.

همهٔ این جدولها با دقت دو رقم و برای هر درجه از متغیر مستقل محاسبه

شده‌اند. بیرونی (در ماللهند، ص ۴۱۰) می‌گوید خوارزمی در این زیج برای تعیین r_s و r_m روش کرن‌سار (ت ۲۱۹) و کندکاتک (ت ۲۱۴) را به کار برده است.

جدولهایی در این زیج هست (ص ۱۸۳ـ۱۸۶) برای مقارنه‌ها و مقابله‌های میانگین که به ازای سالهای ۱، ۳۱، ۶۱، ...، ۵۱۱ هجری و تغییرات مربوط به ۱، ۲، ۳، .....، ۳۰ سال هجری و هرماه قمری مقادیر زیر را برای یکایک مقارنه‌ها و مقابله‌های مورد نظر می‌دهد:

$$(\overline{\lambda}_m - \lambda_n) \text{ و } a_m \text{ و } \lambda \text{ و } t$$

دو جدول خسوف نیز وجود دارد (ص ۱۸۷ـ۱۹۰) یکی برای بیشترین فاصلهٔ ماه و دیگری برای کمترین فاصلهٔ ماه. متغیر مستقل نیم درجه، نیم‌درجه در دامنهٔ زیر برای بیشترین فاصلهٔ ماه تغییر می‌کند

$$180^\circ - 10^\circ;50^\circ \leq |\lambda_m - \lambda_n| \leq 180^\circ + 10^\circ;50^\circ$$

و در دامنهٔ زیر برای کمترین فاصلهٔ ماه

$$180^\circ - 13^\circ;17^\circ \leq |\lambda_m - \lambda_n| \leq 180^\circ + 13^\circ;17^\circ$$

برای این مقادیر متغیر مستقل، کمیتهای زیر در جدول آورده شده است:

(۱) شدت گرفتگی برحسب اصابع، محاسبه شده با دقت دقیقه

(۲) زمان پوشیدگی با دقت ثانیه

(۳) مدت گرفتگی کلی، چنانچه رخ دهد، با دقت ثانیه.

برای مقادیر بینابینی فاصلهٔ ماه نیز یک روش درونیابی عرضه شده است.

دو جدول کسوف نیز همانند آنچه در مورد خسوف ذکر شد وجود دارد (ص ۱۹۳) تنها با این تفاوت که ستونی برای مدت گرفتگی کلی ندارند و

حدود متغیر مستقل بترتیب چنین است $|\lambda_m - \lambda_n| \leq ۶;۳۷^\circ$ و $|\lambda_m - \lambda_n| \leq ۷;۱۱^\circ$.

جدول مجسطی برای تبدیل اصابع قطری و اصابع سطحی به یکدیگر در این زیج آورده شده است.

جدولهای رؤیت

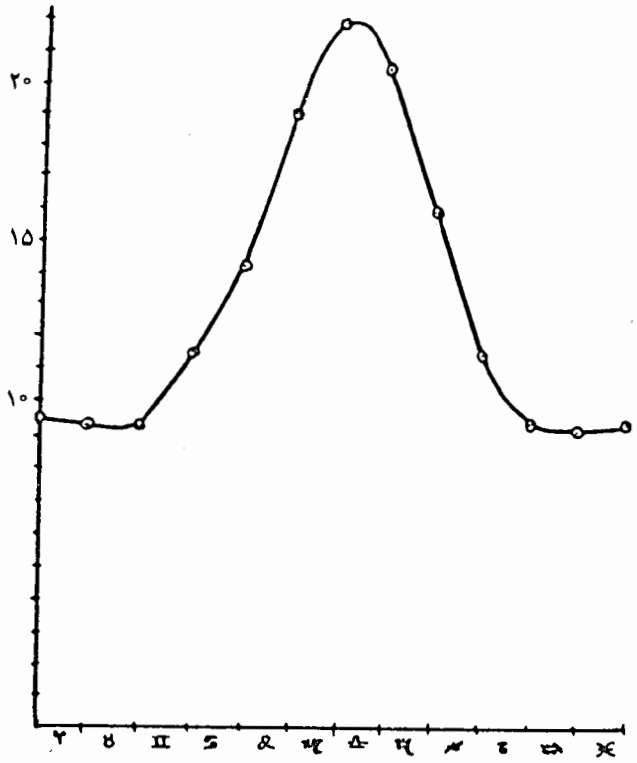
تنها مطلب مربوط به رؤیت در این زیج یک جدول کامل شدن ماه (ص ۱۶۸) است بیانگر تابعی به صورت $f(\lambda_m)$، که به ازای تغییرات ده درجه‌ای روی دایرةالبروج با دقت دو رقم محاسبه شده است. نمودار این تابع در شکل ۶ دیده می‌شود. شیوهٔ محاسبهٔ این تابع بر مؤلف زیج نامعلوم بود و بر مؤلف کتاب حاضر نیز نامعلوم است. کاربرد تابع مذکور چنین است. غروب نخستین رؤیت هلال هر ماه نخستین غروبی است که در آن رابطهٔ زیر صادق باشد:

$$\lambda_m - \lambda_s + \beta_m > f(\lambda_m)$$

ز. جدولهای جغرافیایی

این زیج دارای مطالب جغرافیایی نیست؛ احتمالاً به دلیل این که خوارزمی رسالهٔ جداگانه‌ای در این باب دارد که به کوشش ه. مژیک چاپ شده است و عنوان آن «کتاب صورةالارض ابوجعفر محمّدبن موسی الخوارزمی»* است (لایپزیگ، ۱۹۲۶).

*) Mžik, H. "Das Kitāb Ṣūrat al-Arḍ des abū Ğa'far Muh. ibn Mūsā al-Ḫuwarizmı," Leipzig, 1926



شکل ۶

ژ. جدولهای ستارگان

جدول ستارگان در این زیج وجود ندارد.

س. جدولهای احکام نجوم

جدولی (ص ۱۹۴ـ ۲۰۵) برای تسویهٔ بیوت وجود دارد که برای زایچه‌ای در هر درجه روی دایرةالبروج، نقاط ابتدای هریک از دوازده بیت مورد نظر

در احکام نجوم را مشخص می‌کند.

همچنین، جدول بسیار مفصلی برای مطارح شعاعات وجود دارد (ص ۲۰۶ـ ۲۲۹) که علاوه برتعیین سه ناظر اصلی (تسدیس، تربیع، و تثلیث) به دنبال هر فاصلهٔ پنج درجه‌ای روی دایرةالبروج، مطارح همهٔ مجموعه‌های فواصل ۳۰ درجه‌ای نسبت به هریک از فواصل پنج درجه‌ای را مشخص می‌کند. این جدول مفصل‌ترین و پر حجم‌ترین جدول زیج خوارزمی است. البته این جدول حاصل کار خود خوارزمی نیست، بلکه پدید آورندهٔ آن مجریطی است که ترجمهٔ لاتینی زیج خوارزمی بر اساس بازنویسی وی انجام شده است. دلیل اول اینکه مقدار ϕ که جدول برای آن محاسبه شده است در زیج به عنوان عرض جغرافیایی قرطبه (کوردووا)، و نه بغداد که زیستگاه خوارزمی بود، ذکر شده است. ثانیاً، ابن‌هبنتا جدولی برای مطارح شعاعات آورده که آن را مشخصاً به خوارزمی نسبت می‌دهد. این جدول برای هفت اقلیم محاسبه شده است، ولی هیچ یک از مقادیرش با مقدار نظیر آن در زیج خوارزمی یکسان نیست و مقادیر متغیر مستقل ۳۰ درجه به ۳۰ درجه تغییر می‌کند نه ۵ درجه به ۵ درجه.

جدولی برای فضل دور وجود دارد (ص ۲۳۰) که در تحویل موالید برای ۱، ۲، ۳، ....، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ...، ۱۰۰ سال به کار می‌رود و تابع مورد نظر، هم برحسب روز و ساعت (با دقت دقیقه) و هم برحسب درجه (با دقت ثانیه) بیان شده است.

مقدار فضل برای یک سال ۰° ۱۵, ۲; ۹۳ است. به نوشتهٔ هاشمی، این مقداری است که در سند هند (۲۸) به کار رفته است. مدت سال نجومی مربوط به آن ۲۲,۳۰ ,۱۵,۳۰; ۶,۵ روز است که پارامتر شناخته شده‌ای از نجوم هندی است (مقایسه شود با بند **س** فصل ۵.).

آخرین جدول این زیج (ص ۲۳۱)، بیوت، شرفها، وجوه، و غیره مربوط

به هر برج را معین می‌کند.

جدول کوچکی در صفحهٔ ۱۱۵ نیز موضع خورشید میانگین را روی دایرةالبروج در لحظه‌ای که خورشید حقیقی وارد هریک از برجها می‌شود با دقت ثانیهٔ کمان به دست می‌دهد.

۷

چکیدهٔ زیج حبش حاسب (۱۵)، نسخهٔ برلین، حدود ۲۴۰ ه.ق.

در اینجا هم مثل آنچه دربارهٔ ۵۱ گفته شد (فصل ۵)، این نسخه را نمی‌توان صورت اصلی زیج منسوب به حبش حاسب به شمار آورد.

الف. گاهشماری

در این زیج مطالب و جدولهایی دربارهٔ تاریخ هجری، یزدگردی، سلوکی، فیلیپی، قبطی، و رومی (تاریخ آوگوستوسی) وجود دارد.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهای سه‌رقمی که در آنها تابعهای زیر به ازای هر درجه از θ داده شده است:

$$\mathrm{Sin}\theta, \mathrm{Tg}\theta, \mathrm{Cotg}\theta, \mathrm{Vers}\theta, \mathrm{Cosec}\theta$$

پ. تابعهای مربوط به هیئت

در این زیج جدولهایی برای $\delta(\theta)$، $\mathrm{Sin}\delta(\theta)$ و $\mathrm{Cos}\delta(\theta)$ وجود دارد که

همه به ازای هردرجه از θ و با دقت سه رقم محاسبه شده‌اند و در آنها $\epsilon = ۲۳;۳۵^\circ$ اختیار شده است.

جدول $\mathrm{A}_\phi(\lambda)$ با دقت ثانیهٔ کمان به ازای هر درجه از λ برای $\phi = ۰^\circ$ (این جدول منسوب است به ثابت بن‌قره (۹۳) و در آن $\epsilon = ۲۳;۳۳^\circ$ اختیار شده است) و برای $\phi = ۳۳;۲۵^\circ$ که عرض جغرافیایی بغداد است نیز وجود دارد.

جدول $\widetilde{\mathrm{h}}(\lambda_\mathrm{S})$ نیز با دقت ثانیهٔ کمان و به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل برحسب درجه برای $\phi = ۳۶;۰^\circ$ محاسبه شده است.

یک جدول تقویم نیز به شیوه‌ای که در بند پ از فصل ۸ خواهید خواند ،ولی با جابه‌جایی ستونها ،در این زیج وجود دارد. بعلاوه، در همین بخش دو دسته جدول مشروح‌تر هرکدام شامل ده جدول و با خصوصیات عمومی مشابه آورده شده است. این جدولها با دقت دو یا سه رقم کسری تنظیم شده‌اند و دامنهٔ تغییرات متغیر مستقل در آنها عبارت است از ۱°، ۲°، ۳°، ....، ۹۰°. ده‌تایی از این جدولها که همان تابعهای مثلثاتی متعارف هستند در بند قبل ذکر شده‌اند.

ت. تعدیل زمان

جدولی برای $\mathrm{E}(\lambda_\mathrm{s})$ داده نشده است.

ث. حرکتهای میانگین

جدولهای حرکات میانگین همانند نسخهٔ استانبول (فصل ۸) تنظیم شده‌اند با این تفاوت که سال مبنا ۵۱۱ هجری است و تا سال ۸۴۱ یا ۶۹۱ دنبال می‌شود و مقادیر گاهی تا شش یا هشت رقم کسری محاسبه شده‌اند. طول سال اعتدالی برابر با ۱۴,۲۷,۱۶,۳۶,۲۸,۱۸; ۶,۵ روز اختیار شده است.

از دو جدول زیر برای اوجها، اولی (برگ ۱۷) مشخصاً منسوب است به زیج ممتحن (۵۱) ولی مربوط است به سال ۸۷۶ هجری.

خورشید	☉	۹۲; ۲۴, ۳, ۳, ۵, ۱, ۴, ۲°
زحل	♄	۲۵۲; ۳۴, ۲۳, ۸, ۶, ۱۱, ۴۰, ۱, ۴, ۰, ۱°
مشتری	♃	۱۸۲; ۱۸, ۲۳, ۸, ۳۰, ۱۸, ۱, ۰, ۵, ۸, ۶
مریخ	♂	۱۳۴; ۱۴, ۲۳, ۵, ۳, ۹, ۳, ۸, ۷, ۲۰, ۷
زهره	♀	۹۲; ۲۴, ۳, ۱, ۰, ۲۰, ۸, ۶, ۹, ۴۰, ۱
عطارد	☿	۲۱۳; ۴۴, ۳, ۱۲, ۳, ۵۰, ۰, ۴, ۱۲, ۵۰, ۳

جدول دوم (برگ ۲۸) فاقد هرگونه اشاره‌ای در مورد سالی که برای آن تنظیم شده یا منبعی که جدول از آن گرفته شده می‌باشد.

خورشید	☉	۷۹; ۳۰, ۲۳, ۲, ۴۳, ۵۳°
زحل	♄	۲۳۹; ۴۱, ۲۳, ۲, ۴۳, ۵۳
مشتری	♃	۱۶۹; ۲۳, ۲۳, ۲, ۴۳, ۵۳
مریخ	♂	۱۲۱; ۲۴, ۲۳, ۲, ۴۳, ۵۳
زهره	♀	مثل خورشید
عطارد	☿	۱۹۷; ۵۱, ۲۳, ۲, ۴۳, ۵۳

به نظر می‌رسد که ارقام کسری یکسان در پایان این مقادیر مربوط است به افزودن مقدار ثابتی برای تقدیم اعتدالین به مجموعهٔ دیگری از مقادیر اوج. مثلاً اگر کسرهای مربوط به ثانیه و پس از آن را نادیده بگیریم، تفاضل مقدارهای متناظر در دو جدول فوق ۱۲; ۵۳° می‌شود. این مقدار میزان حرکت تقدیمی برای ۸۷۶ سال قمری است. پس می‌توان حدس زد که

مبداء جدول دوم، سال اول هجری باشد.

جدولی برای حرکت اوجی (حرکت مشترک همهٔ اوجها) به ازای هر سال قمری، هرماه و هر روز با دقت دو یا سه رقم کسری وجود دارد که مبتنی بر آهنگ تقریبی ۰;۰,۰,۸,۵۸ درجه در روز است.

ج. تعدیل سیارات

این جدولها نیز همانند جدولهای نظیرشان در نسخهٔ استانبول هستند؛ فقط در اینجا تعدیل خورشید با دقت ثالثهٔ کمان بیان شده است.

چ. عرض سیارات

جدول عرض سیارات همان جدول نوع بطلمیوسی است با این تفاوت که β_m در اینجا مثل بند چ از فصل ۸ برابر با ۴;۴۶ درجه است. به نوشتهٔ خازنی (در ۲۷) این مقدار از طریق رصدهای ممتحن (۵۱) تعیین شده است.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

جدولی برای ایستگاهها وجود دارد که با دقت دقیقه برای تغییرات ۶ درجه به ۶ درجهٔ متغیر مستقل تنظیم شده است.

خ. نطاقهای سیارات

ندارد.

د. اختلاف منظر

در این زیج جدولهای مجسطی برای اختلاف منظر مربوط به ماه و خورشید

در دایره‌های ارتفاع (مقنطرات) عیناً نقل شده است.

جدولی نیز وجود دارد (برگ ۱۵۳) به نام «اختلاف منظر ماه برای رؤیت هلال» شامل سه تابع که چندان دقیق محاسبه نشده‌اند و ظاهراً حاصل درونیابی خطی در فاصله‌های نامتساوی هستند. این تابعها عبارتند از:

(الف) نوعی درونیابی برای تغییرات مربوط به آنومالی ماه.

(ب) جدول $6\sin\theta$؛ °.

(پ) جدول $35\sin\theta$؛ ۲۳ (که در واقع نوعی جدول تقریبی برای میل است).

نحوهٔ به کارگیری این تابعها بر من روشن نیست و بعید نیست که به بند ر که در پی می‌آید مربوط باشند.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولهای خسوف و کسوف همانند بند ذ از فصل ۸ است.

ر. جدولهای رؤیت

برای عرض بغداد و به ازای هر یک از اقلیمهای هفتگانهٔ جدولهای رؤیت سیارات آورده شده است که همانند جدولهای مجسطی هستند، ولی مقادیر مذکور در آنها با مقادیر جدولهای مجسطی و جدولهای ذکر شده در بند ر فصل ۱۲ فرق دارد (نگاه کنید به نالینو B، جلد ۲، ص ۲۵۵ـ ۲۶۹.).

ز. جدولهای جغرافیایی

ندارد.

ژ. جدولهای ستارگان

جدولی برای سی ستاره وجود دارد که به ازای هر ستاره مقادیر (λ, β) و (α, δ) مربوط به سال ۳۰۴ (قاعدتاً هجری) را داده است. عرضها همانند مقادیری است که متناظراً در بند ژ فصل۵ برای ستارگان داده شده و از همین جا می‌توان استنباط کرد که این مختصات بر اساس نتایج رصدهای ممتحن تهیه شده است. همچنین، برای هر ستاره ارتفاع نصف‌النهاری، محل نقطه‌ای از دایرةالبروج (برحسب درجه)، که همزمان با ستاره طلوع می‌کند، همراه با مطلع آن، کمان نیمروز ستاره، و نصف قطر آن داده شده است. (منظور از نصف قطر، شعاع دایره‌ای است که ستاره طی چرخش شبانه‌روزی خود می‌پیماید و برابر است با $\mathrm{Cos}\delta$. این کمیت در نجوم هندی به نام «شعاع روزانه» وجود دارد.).

س. جدولهای احکام نجوم

جدولی (در برگ ۱۵۷) برای محاسبهٔ سریع تحویل موالید بر اساس سال هجری برای ۱، ۲، ۳، ....، ۳۰، ۶۰، ۹۰ سال و هریک از ماهها وجود دارد. همهٔ مقادیر با دقت سه رقم کسری بیان شده‌اند. مقدار فضل دور در تنظیم این جدول $^{\circ}۳۷, ۳۹, ۴۳; ۸۶$ در نظر گرفته شده است که سال اعتدالی مربوط به آن $۱۰, ۳۶, ۱۶, ۲۷, ۱۴; ۵, ۶$ روز می‌شود. در حاشیهٔ همان برگ سه مقدار دیگر نیز برای فضل دور ذکر شده که همراه با سال اعتدالی متناظرشان به قرار زیرند:

روز $۳۰, ۲۱, ۱۲, ۵۴, ۲۶, ۱۴; ۵, ۶$	$^{\circ}۹, ۱۴, ۲۵, ۴۱; ۸۶$
$۵۰, ۷, ۳۶, ۱۶, ۲۷, ۱۴; ۵, ۶$	$۴۷, ۳۶, ۳۹, ۴۳; ۸۶$
$۴۰, ۱۷, ۵۲, ۲۵, ۱۴; ۵, ۶$	$۴۶, ۱۳, ۳۵; ۸۶$

اولی نتیجهٔ رصد دمشق، دومی حاصل از رصدهای شماسیه در بغداد

محسوب می‌شود، و سومی را یحیی‌بن‌ابی‌منصور به کار برده است. بی‌شک همهٔ اینها را باید به عنوان رصدهای ممتحن به شمار آورد. روشن است که پارامتر به کار رفته در جدول فوق و همچنین پارامتر مورد استفاده در جدول بند **س** فصل ۵ مقدار گرد شدهٔ نتیجهٔ حاصل از پارامتر شماسیه است. صورت گرد شدهٔ پارامتری که یحیی‌بن‌ابی‌منصور به کار برده مقدار بسیار رایج ۶,۵;۱۴,۲۶ روز است.[۱] این مقدار همچنین بسیار نزدیک است به آنچه بیرونی تلویحاً (در آثارالباقیه، ص ۲۱۹) آورده است یعنی ۶,۵;۱۴,۲۵,۵۲,۲۰ روز[۲] و به مقدار ۶,۵;۱۴,۲۵,۵۲ روز که ابن‌یونس به نیریزی نسبت داده است (کاوسین، ص ۴۷).

ش. گوناگون

جدولی (در برگ ۱۵۰) برای قطر ظاهری هفت سیاره هست که با دقت دو رقم برای هر شش درجه از آنومالی و ظاهراً با استفاده از منابع هندی تنظیم شده است. (نگاه کنید به سوریاسدهانتا، ص ۱۹۶).

یک جدول درونیابی هم برای فاصله‌های ماه و خورشید از زمین هست که با دقت دو رقم به ازای هر درجه از آنومالی حساب شده است.

---

۱) توجه کنید که ۶,۵ در پایهٔ شصتگانی برابر با ۳۶۵ است.

۲) این مقدار مربوط است به فضل دوری برابر با ۵ ساعت و ۴۶ دقیقه و ۲۰ ثانیه و ۵۶ ثالثه که بیرونی صریحاً ذکر کرده است و در ترجمهٔ فارسی آثارالباقیه (اکبر دانا سرشت، سال ۱۳۲۱، ص ۱۷۸ و سال ۱۳۶۳، ص ۲۱۹) عدد ثانیه بنادرست ۴۰ نوشته شده است.

۸

چکیدهٔ زیج حبش حاسب (۱۶)، نسخهٔ استانبول، حدود ۲۴۰ ه.ق.

برخلاف ۱۵ (فصل ۷)، برداشت کلی از بررسی این نسخه یکدست‌تر بودن آن در مقایسه با سایر زیجهای اولیهٔ موجود است. در آنچه به دنبال می‌آید موارد استثنا نیز ذکر شده است.

الف. گاهشماری

مطالب و جدولهایی در مورد تقویمهای هجری، یزدگردی، سلوکی، و قبطی وجود دارد. مبدأ تاریخ نبونصر (نبوناسار)[1] هم ذکر شده است. جدولی هم برای منازل قمر و نموداری برای توالی سلسلهٔ خلفا تا المطیع‌للّه فضل‌بن مقتدر (حدود ۳۴۰ ه.ق.) هست.

ب. جدولهای مثلثاتی

مقادیر تابعهای زیر به صورت جدول آورده شده است:

---

۱) تقی‌زاده احتمال داده است که صورت فارسی این نام «نبونزیر» باشد و به گفتهٔ وی تاریخنگاران دورهٔ اسلامی بنادرست او را با بختنّصر معروف که ۱۴۳ سال بعدتر به پادشاهی رسید یکی گرفته‌اند. نگاه کنید به تقی‌زاده، ص ۹۰، ۱۸۰ و ۲۳۸.

$\mathrm{Sin}\theta$	با دقت چهار رقم،	به ازای	$\theta = ۰; ۰^{\circ}, ۰; ۱۵^{\circ}, ۰; ۳۰^{\circ}, ..., ۹۰; ۰^{\circ}$
$\mathrm{Tg}\theta$	با دقت دو رقم کسری،	به ازای	$\theta = ۰; ۰^{\circ}, ۰; ۳۰^{\circ}, ۱; ۰^{\circ}, ..., ۸۹; ۰^{\circ}$
$\mathrm{Tg}\theta$	با دقت دو رقم کسری،	به ازای	$\theta = ۰^{\circ}, ۱^{\circ}, ۲^{\circ}, ..., ۹۰^{\circ}$
$۲۴\mathrm{tg}\theta$	با دقت دو رقم کسری،	به ازای	$\theta = ۰^{\circ}, ۱^{\circ}, ۲^{\circ}, ..., ۹۰^{\circ}$

پ. تابعهای مربوط به هیئت

در این زیج جدولی برای $\delta(\theta)$ با دقت ثانیهٔ کمان به ازای هر درجهٔ صحیح از θ و با احتساب $\epsilon = ۲۳; ۲۵^{\circ}$ وجود دارد.

جدول دیگری مقادیر $\mathrm{A}\phi(\lambda)$ را به ازای مقادیر صحیح λ برحسب درجه، برای $\phi = ۰^{\circ}$ و $\phi \approx ۳۴^{\circ}$ (بدون ذکر مقدار دقیق این عرض و محل مربوط به آن) و همچنین برای هریک از اقلیمهای هفتگانه با دقت دقیقهٔ کمان عرضه می‌کند.

همچنین، جدولهایی هست که مقدار $\tilde{\mathrm{h}}(\lambda_{\mathrm{S}})$ را به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل برحسب درجه، با دقت ثانیهٔ کمان برای $\phi \approx ۳۴^{\circ}$ و با دقت دقیقهٔ کمان برای هر یک از اقلیمهای هفتگانه می‌دهد.

دو دسته جدول به نام جدول تقویم هم هست که هریک شامل چهار تابع مورد استفاده در محاسبات هیئت هستند و با دقت دو رقم کسری برای مقادیر ۱°، ۲°، ۳°، ....، ۹۰° از متغیر مستقل داده شده‌اند. این دو مجموعه اساساً شامل تابعهای یکسانی هستند، ولی مقادیر مذکور در آنها اندکی متفاوت است. احتمالاً این دو سری عدد را دو محاسب یافته‌اند که پارامترهای اساسی اندکی متفاوت با یکدیگر را به کار می‌بردند.

رسالهٔ کوتاهی از ابونصر منصور (۷۷) (بانکیپور، جلد ۱۲، ص ۶۶، نسخهٔ خطی به شمارهٔ ۲۴۶۸/۸) این عنوان را برخود دارد: «در اثبات اعمال جدول تقویم زیج حبش حاسب.» از اینجا می‌توان نتیجه گرفت که جدول مذکور بخشی از صورت اصلی زیج حبش حاسب بوده است. نسخهٔ خطی فوق جزو

رسائل ابی نصر منصور، ... به چاپ رسیده است (حیدرآباد دکن، ۱۹۴۸).

ت. تعدیل زمان

جدولی برای تعدیل زمان $\mathrm{E}(\lambda_s)$ وجود ندارد.

ث. حرکتهای میانگین

این جدولها عموماً با دقت دو رقم اعشاری وگاهی سه رقم اعشاری محاسبه شده‌اند. مواضع $\overline{\lambda}_s$، $\overline{\lambda}_m$، a_m، λ_n و $\overline{\lambda}$ی سیارات علوی و aی سیارات سفلی برای سالهای۱، ۳۱، ۶۱، ....، ۶۹۱ هجری به خط اصلی نوشته شده است (در مواردی، خوانندهٔ بعدی این مقادیر را تا سال ۹۹۱ هجری ادامه داده است). تغییرات همین مقادیر میانگین طی ۱، ۲، ۳، ....، ۳۰ سال قمری؛ ۱، ۲، ۳، ....، ۲۹ روز؛۱، ۲، ۳، ....، ۲۴ ساعت؛ و ۱۰، ۲۰، ۳۰، ....، ۶۰ دقیقه نیز داده شده است.

مقدار حرکت تقدیمی به ازای هرسال هجری داده شده و آهنگ (تقریبی) آن $۰;۰,۵۴,۴۴,۲۰^{۰}$ در هر سال هجری اختیار شده است.

ج. تعدیل سیارات

این جدولها همانند جدولهای متعارف عموم زیجها هستند. همهٔ آنها به ازای هر درجه از متغیر مستقل و برای e_s با دقت ثانیهٔ کمان و برای سایر موارد با دقت دقیقه محاسبه شده‌اند.

چ. عرض سیارات

جدولهای عرض سیارات به ازای هر ۶ درجه از متغیر مستقل و با دقت دقیقهٔ کمان تدوین شده‌اند. ضمناً، با فرض

$$\beta_{\mathrm{m}} = ۴;۴۶^{\circ}\sin(\lambda_{\mathrm{m}} - \lambda_{\mathrm{n}})$$

جدولی برای عرض ماه به ازای هردرجه از متغیر مستقل و با دقت ثانیهٔ کمان عرضه شده است.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

همانند آنچه در بند ح از فصل ۷ آمده است.

خ. نطاقهای سیارات

ندارد.

د. اختلاف منظر

در جدولی با عنوان «اختلاف منظر» مقادیر $۲۴\sin\theta$ با دقت دو رقم داده شده است. این مقادیر، بدون در نظر گرفتن ممیز شصتگانی تقریباً نصف مقادیر متناظر در جدول P_{β}ی خوارزمی (فصل ۶، بند د) هستند. توضیحات همراه جدول بیانگر روشی برای محاسبهٔ مؤلفه‌های اختلاف منظر و شامل الگوریتم برگشتی بسیار جالبی برای محاسبهٔ مقادیر P_{λ} به روایت خوارزمی است. شباهت این روش به روشهای سوریاسدهانتا، فرض هندی بودن منشاء آن را پیش می‌کشد.

این زیج همچنین شامل جدول مجسطی برای اختلاف منظر ماه و اختلاف منظر خورشید در دایرهٔ ارتفاع است.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولی برای $\lambda'_{\mathrm{m}}(\mathrm{a}_{\mathrm{m}})$ و $\lambda'_{\mathrm{s}}(\overline{\lambda}_{\mathrm{s}})$ برحسب درجه در ساعت به ازای هر درجه از متغیر مستقل و همچنین برحسب درجه در ۱ ;° روز به ازای هر

چهار درجه از متغیر مستقل وجود دارد که همهٔ مقادیر آن با دقت ثالثهٔ کمان داده شده است.

جدولهایی هم برای مقارنه‌ها و مقابله‌های میانگین وجود دارد. متغیر مستقل به ازای سالهای ۱، ۳۱، ۶۱، ....، ۸۷۱ هجری در نظر گرفته شده و تغییرات توابع به ازای ۱، ۲، ۳، ....، ۳۰ سال هجری و برای هر ماه قمری داده شده است. تابعهای زیر نیز مقادیرشان طی جدولهایی آورده شده است:

λ ی مقارنه یا مقابلهٔ میانگین با دقت سه رقم کسری از درجه

t با دقت سه رقم کسری از روز

a با دقت دقیقهٔ کمان، و

λ_n با دقت دقیقهٔ کمان.

جدولی برای خسوف هست که به نوشتهٔ زیج، در روش بطلمیوس به کار می‌رود. این جدول برای گرفتهای به شدت ۰، ۱، ۲، ....، ۲۱ اصبع و به ازای قرار گرفتن ماه در بیشترین و کمترین فاصله، مقادیر β_m و زمانهای پوشیدگی و گرفتگی کلی (در صورت وقوع) را با دقت دو رقم می‌دهد. برای فاصله‌های شش درجه‌ای a_m نیز یک روش درونیابی به کار رفته است.

جدولی مشابه فوق برای کسوف نیز وجود دارد که مقدار متغیر مستقل آن تنها تا ۱۲ اصبع پیش می‌رود و ستونی برای مدت گرفتگی کلی ندارد.

جدولی برای انحراف، مدت پوشیدگی، و مدت گرفتگی کلی در خسوف و کسوف به ازای هر اصبع تا ۲۱ اصبع وجود دارد.

گذشته از این جدولها و توضیحات مربوط به آنها، توضیح مفصلی دربارهٔ روش دیگری برای محاسبهٔ گرفتگی با استفاده از روشهای ترسیمی و عددی و عمدتاً بدون رجوع به جدول آورده شده است. این بخشها احتمالاً منشاء هندی دارند و جا دارد مورد مطالعهٔ وسیع‌تر قرار بگیرند.

ر. جدولهای رؤیت

جدول رؤیت سیارات مجسطی در این زیج نقل شده است.

بعلاوه، اندازهٔ کمان رؤیت که با دقت دقیقهٔ کمان محاسبه شده طی چندین جدول برای هر اقلیم، هر سیاره، و هر برج داده شده است.

ز. جدولهای جغرافیایی

ندارد.

ژ. جدولهای ستارگان

برای بیست و چهار ستاره مختصات (λ, β) و (α, δ) با دقت دقیقهٔ کمان داده شده که مربوط است به رصدهای زیج ممتحن (۵۱) که در سال ۲۱۴ هجری صورت گرفته است.

س. جدولهای احکام نجوم

در این زیج دو جدول هست که با یکدیگر و با جدول نظیرشان در زیج خوارزمی (فصل ۶، بند **س**) متفاوتند و موضع خورشید میانگین را وقتی خورشید حقیقی وارد هر برج و هر وجه می‌شود معلوم می‌کنند.

چکیدهٔ زیج صابی، تألیف بتّانی (۵۵)، حدود ۲۹۰ ه.ق.

(شمارهٔ صفحات در ارجاعها مربوط است به نالینو B، جلد ۲)

الف. گاهشماری

مطالب مفصلی (ص ۷ـ۱۷) تنها برای دو تقویم هجری و سلوکی آورده شده است. از سال قبطی (یعنی مصری) نیز تنها در محاسبات مربوط به سیاره‌ها استفاده شده است. بین جدولهای اضافه شده در پایان زیج چند جدول هست (ص ۳۰۰ـ۳۰۱) که گفته شده از زیج مسلمه، که باید همان مسلمةبن احمد مجریطی باشد که زیج ۲۱ را بازنویسی کرده، گرفته شده است. این جدولها از نوع متعارف هستند که معلوم می‌کنند اولین روز سالها و ماههای تقویم هجری و یزدگردی چه روزی از هفته‌اند. چون در زیج ۲۱ (ص ۱۱۰) جدولهایی بسیار شبیه به این جدولها وجود دارد، این نکته دلیل کافی برای انتساب زیج مستقلی به مجریطی به شمار نمی‌آید.

نمودار گسترده‌ای از توالی پادشاهان در این زیج هست (ص ۱ـ۶) که از

نبونصر شروع می‌شود و تا سلسله‌های حکومتی هخامنشی، بطالسه، رومی، و بیزانسی می‌رسد. در این نمودار مدت حکومت هر پادشاه برحسب سال بیان شده است. به دنبال آن، نمودار دیگری برای خلفا برحسب سال و روز وجود دارد که تا خلیفه المکتفی باللّه (۲۹۴ هـ.ق) می‌رسد.
نمودار (موجود در نسخهٔ مورد استفاده نالینو) به وسیلهٔ کسی غیر از بتّانی تا خلیفه المطیع‌للّه (حدود ۳۴۰ هـ.ق.) ادامه یافته است.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهای زیر در این زیج وجود دارد:
$\mathrm{Sin}\theta$ با دقت سه رقم، برای $\theta = ۰;۰^\circ, ۰^\circ, ۰;۳۰^\circ, ۱;۰^\circ, \ldots.۱۸۰;۰^\circ$ (ص ۵۵ـ۵۶) و $۱۲\mathrm{cotg}\theta$ با دقت یک رقم کسری برای $\theta = ۱^\circ, ۲^\circ, \ldots., ۹۰^\circ$ (ص ۶۰).

پ. تابعهای مربوط به هیئت

جدولی (ص ۵۷ـ۵۸) برای $\delta(\theta)$ با دقت ثانیهٔ کمان به ازای هر درجهٔ صحیح از θ با فرض $\epsilon = ۲۳;۳۵^\circ$ وجود دارد. جدولهای زیر نیز برای مطالع (ص ۶۱ـ۷۱) در زیج آورده شده است که همه با دقت یک رقم کسری محاسبه شده‌اند:

$\mathrm{A}_{۰}(\lambda) + ۹۰^\circ$ برای مقادیر صحیح λ برحسب درجه

$\mathrm{A}_{۳۶;۰}(\lambda)$ برای مقادیر صحیح λ برحسب درجه که مربوط می‌شود به عرض جغرافیایی رقّه که محل رصدخانهٔ بتّانی بود.

جدول $A\phi(\lambda)$ برای $\lambda = ۰^\circ, ۱۰^\circ, ۲۰^\circ, \ldots, ۳۶۰^\circ$ و مقادیری از ϕ که در مناطق مربوط به آنها حداکثر طول مدت روز
۱۳;۰، ۱۳;۳۰، ۱۳;۱۵،۱۳;۰ ، ..... ، ۱۶;۰ ساعت باشد و نیز برای عرضهای

جغرافیایی $\phi = 21;40^\circ$ (مکّه)، $9^\circ;33$ (بغداد) و $40^\circ;36$ (حرّان).

برای عرضهای مکه، بغداد، حرّان و رقّه، همراه با جدولهای مربوط به مطالع، مقادیر $\tilde{h}(\lambda_s)$ برای همان دامنهٔ متغیر مستقل و با همان دقت موجود در مطالع داده شده است.

جدولی هم هست (ص ۵۹) که مقادیر $(\text{maxD} - ۱۲)$ را به صورت تابعی از عرض می‌دهد و با دقت دقیقه برای عرضهای جغرافیایی $0^\circ;30^\circ$، $1^\circ;0^\circ$، $1^\circ;30^\circ$ ، ...، $60^\circ;0^\circ$ محاسبه شده است.

ت. تعدیل زمان

جدولی با دقت دقیقه برای $E(\lambda_s)$ به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل برحسب درجه وجود دارد.

ث. حرکتهای میانگین

حرکتهای میانگین خورشید و ماه با دقت دو رقم کسری و در مورد سیارات با دقت یک رقم کسری محاسبه شده است. مواضع $\overline{\lambda}_s$، λ_m، a_m و λ_n برای سالهای ۹۳۱، ۹۵۱، ۹۷۱، ... ۱۶۳۱ سلوکی بیان شده است (برای سیارات مقادیر تا سال ۱۵۹۱ داده شده است). همچنین، برآیندهای این مقادیر میانگین در۱، ۲، ۳، ...، ۲۰ سال (سلوکی)؛ ۱، ۲، ۳، ... ، ۱۲ ماه؛ ۱، ۲، ۳، ...، ۳۱ روز؛ و ۱، ۲، ۳، ... ، ۲۴ ساعت داده شده است (ص ۷۷ـ۷۳ و ۱۰۲ـ۱۰۷).

تمامی جدولهای حرکت میانگین بر اساس تقویم هجری نیز برای دوره‌های ۳۰ سالهٔ قمری آورده شده‌است (ص۱۹ـ۲۸) که دامنهٔ تغییرات بقیهٔ متغیرهای مستقل مثل آن است که بر اساس تقویم سلوکی داده شده است.

نگاه کنید به فصل ۱۰، بند ث.

ج. تعدیل سیارات

دو تعدیل مربوط به خورشید و زهره با آنچه در مجسطی آمده متفاوت است؛ در سایر موارد جدولهای موجود (ص ۷۸ـ۸۳ و ۱۰۹ـ۱۳۷) مثلاً همانند جدولهای بند ج از فصل ۸ هستند.

چ. عرض سیارات

این مقادیر کاملاً برگرفته از کار بطلمیوس هستند (ص۱۴۰ـ۱۴۱) و در اینجا هم مثل مجسطی $\beta_{\mathrm{m}} = 5^\circ$ اختیار شده است.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

همانند آنچه در بند ح از فصل ۸ آمده است (ص ۱۳۸ـ۱۳۹).

خ. نطاقهای سیارات

وجود ندارد.

د. اختلاف منظر

بتّانی جدول مجسطی را برای اختلاف منظر مربوط به خورشید و ماه در دایرهٔ ارتفاع آورده (ص ۹۳ـ۹۴) و ضمناً تصحیحاتی در برخی مقادیر اعمال کرده است.

وی همچنین جدولهای تئون در مورد مؤلفه‌های اختلاف منظر به ازای هر هفت اقلیم را آورده است (ص۹۵ـ۱۰۱).

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولی برای $\lambda'_{\mathrm{s}}(\overline{\lambda}_{\mathrm{s}})$ و $\overline{\lambda}'_{\mathrm{m}}(\mathrm{a}_{\mathrm{m}})$ با دقت دو رقم به ازای تغییرات ۶ درجه‌ای

متغیر مستقل داده شده است (ص۸۸).

دو جدول برای مقارنه‌ها و مقابله‌های میانگین وجود دارد (ص۲۹ـ۳۲ و ۸۴ـ۸۷)؛ یکی برای دوره‌های ۲۵ سالهٔ مصری (قبطی) از سال ۹۱۵ تا ۱۶۹۰ و برای حرکتهای سالانه و ماهانهٔ درون این دوره‌ها و جدول دیگری برای دوره‌های ۲۴ سالهٔ سلوکی از سال ۳۷۶ تا ۱۶۲۳. در همهٔ اینها تابعهای بیان شده در جدولها عبارتند از t، λ، a_m و λ_n مربوط به مقارنه یا مقابله که همه با دقت ثانیهٔ کمان یا زمان داده شده‌اند.

جدول تبدیل اصابع بطلمیوس آورده شده است (ص۸۹). جدولی هم هست که میل (انحراف) گرفتگی را به صورت تابعی از شدت آن بیان می‌کند.

جدولهایی برای خسوف وجود دارد (ص۹۰) یکی برای دورترین و دیگری برای نزدیک‌ترین موقعیت ماه نسبت به زمین. متغیر مستقل در این جدولها مقادیر صحیح شدت گرفتگی برحسب اصابع تا ۳۱,۳۰ ;۲۱ اصبع در جدول اول و تا ۲۱ ;۳۶ اصبع در جدول دوم است. تابعهای بیان شده در جدول عبارتند از β_m، مدت پوشیدگی، و مدت گرفتگی کامل که همه با دقت دو رقم داده شده‌اند. روشی برای درونیابی به ازای فاصله‌های میانی ماه نیز عرضه شده است.

دو جدول مشابه هم برای کسوف وجود دارد (ص۹۱) که چارچوب آنها مثل جدولهای فوق است، ولی حداکثر شدت در آنها بترتیب ۲۳,۳۰ ;۱۱ و ۱۲ ;۳۳ است و ستونی برای مدت گرفتگی کامل ندارند.

ر. جدولهای رؤیت

جدولی برای رؤیت سیارات وجود دارد (ص ۱۴۲ـ ۱۴۳) که ساختارش همانند جدول مجسطی است، ولی مقادیرش با آن فرق دارد. توضیحاتی تنها در مورد نخستین رؤیت هلال ماه داده شده است (جلد ۱، ص۲۶۶ـ۲۷۲).

اما در زیج سنجری (۲۷، نگاه کنید به بند ر از فصل ۱۲) جدولی برای رؤیت هلال که بر اساس شرایط بتّانی محاسبه شده وجود دارد.

ز. جدولهای جغرافیایی

در این زیج جدولی هست (ص۳۳ـ۳۴) که طول و عرض جغرافیایی ۲۷۳ مکان را با دقت دقیقهٔ کمان بیان می‌کند.

ژ. جدولهای ستارگان

در یک جدول طول و عرض و قدر ۵۳۳ ستاره برای سال ۱۱۹۹ اسکندرانی (یا سلوکی که معادل سال ۸۸۸ میلادی است) داده شده است. عموماً عرضها همان مقادیر مجسطی هستند و طولها با توجه به تقدیم اعتدالین تصحیح شده‌اند.

در جدول دیگری (ص۱۷۸ـ۱۸۶) برای هفتادوپنج ستاره که بترتیب قدرشان ردیف شده‌اند و به ازای سال ۱۲۱۱ اسکندرانی (۹۰۰ میلادی) مقادیر میل، ارتفاع نصف‌النهاری، کمان نیمروز، عبور نصف‌النهاری، و طلوع و غروب همگی برحسب درجه و با دقت دقیقهٔ کمان برای $\phi = ۳۶^\circ$ (عرض جغرافیایی رقّه) آورده شده است.

س. جدولهای احکام نجوم

بین جدولهای افزوده شده در پایان این زیج یک نمودار دایره شکل وجود دارد (ص ۲۹۹) که صاحب هر بیت، مثلثه‌ها، شرفها، و غیره را نشان می‌دهد.

جدول فضل دور (ص ۱۸۸) نیز برای ۱، ۲، ۳، ... ، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ... ، ۲۰۰ سال آورده شده است. پارامتر به کار رفته $۸۶;۳۶^\circ$ در سال، متناظر با

سال اعتدالی ۶,۵; ۱۴, ۲۶ روزی است (نگاه کنید به بند **س** از فصل ۵).

ش. گوناگون

جدولی در این زیج هست (ص۱۸۸) که ارتفاع و سمت خورشید را در هر یک از دوازده ساعت نابرابر برای عرض جغرافیایی رقّه و با فرض بودن خورشید در اول جدی و سپس در اول سرطان بیان می‌کند.

۱۰

چکیدهٔ، زیج جامع کوشیار (۹)، حدود ۳۹۰ ه.ق.

الف. گاهشماری

در این اثر مطالب و جدولهایی برای تقویمهای هجری، یزدگردی، و سلوکی وجود دارد. جدولی هم برای منازل قمر آورده شده که در آنها کمانهای عرض و طول با دقت یک دقیقه بیان شده است.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهای زیر آورده شده است:

$\mathrm{Sin}\theta$ ، با دقت سه رقم ،برای

$\theta = ۰;۰^{\circ},۰;۱^{\circ},۰;۲^{\circ},....;۹۰;۰^{\circ}$

$\mathrm{Tg}\theta$ ، با دقت سه رقم ، برای

$\theta = ۰^{\circ},۱^{\circ},۲^{\circ},....,۶۰^{\circ}$ همراه با ستون تفاضلها

$\mathrm{Tg}\theta$ ، با دقت سه رقم ، برای

$\theta = ۰^{\circ},۱^{\circ},۲^{\circ},....,۴۵^{\circ}$ همراه با ستون تفاضلها

$$\begin{cases} ۷\mathrm{cotg}\theta \\ ۱۲\mathrm{tg}\theta \\ ۱۲\mathrm{cotg}\theta \\ \mathrm{Vers}\theta \end{cases}$$

با دقت سه رقم، برای مقادیر صحیح θ برحسب درجه همراه با ستون تفاضلها.

پ. تابعهای مربوط به هیئت

جدولهای زیر در این زیج وجود دارد:

$\delta_۱(\theta)$ و $\delta_۲(\theta)$ با دقت دو رقم کسری، برای مقادیر صحیح θ برحسب درجه، همراه با ستون تفاضلها، با احتساب $\epsilon = ۲۳;۳۵^\circ$ و $\mathrm{Tg}\delta_۱(\theta)$ با دقت دو رقم کسری به ازای مقادیر صحیح θ برحسب درجه.

جدولهای مطالع که همه با دقت ثانیهٔ کمان و برای مقادیر صحیح λ برحسب درجه محاسبه شده‌اند:

$\mathrm{A}_\phi(\lambda)$ به ازای $\phi = ۰^\circ$ و $\phi = ۳۵;۳۰^\circ$

و پس از خاتمهٔ زیج جدولهای زیر آورده شده است که طبعاً جزو متن اصلی نیست:

$\mathrm{A}_۰(\lambda) + ۹۰^\circ$

و $\mathrm{A}_\phi(\lambda)$ به ازای $\phi = ۳۰;۵^\circ$ (بردسیر)[۱] و $\phi = ۲۹;۳۰^\circ$.

جدولی هم وجود دارد که با دقت دقیقهٔ کمان محاسبه شده است، برای $\Delta\mathrm{D}(\lambda_\mathrm{s})$ به ازای مقادیر صحیح λ برحسب درجه.

---

۱) شهر کنونی کرمان قبلاً بردسیر خوانده می‌شد. عرض جغرافیایی شهر کرمان $۳۰;۱۷^\circ$ است که با مقدار فوق جور در می‌آید. نام بردسیر اکنون به آبادی مشیز در جنوب غربی شهر کرمان اطلاق می‌شود که عرض جغرافیایی آن $۲۹;۵۷^\circ$ است.

پس از خاتمهٔ زیج جدولهایی هم برای $\Delta D(\lambda_s)$ و $\tilde{h}(\lambda_s)$ به ازای مقادیر صحیح λ برحسب درجه و برای $\phi = ۳۶;۱۵^\circ$ وجود دارد.

جدول دیگری نیز هست که با دقت دقیقهٔ کمان برای مقادیر صحیح λ_S برحسب درجه تابع زیر را بیان می‌کند:

$\max h_S(\lambda_S)$ به ازای $\phi = ۲۹;۳۰^\circ$

ت. تعدیل زمان

جدولی برای $E(\lambda_S)$ با دقت ثانیهٔ زمان به ازای مقادیر صحیح λ_S برحسب درجه وجود دارد.

پس از خاتمهٔ زیج، دو جدول دیگر برای تعدیل زمان آورده شده است؛ یکی به ازای مقادیر $\overline{\lambda}_s$ با افزایشهای شش درجه‌ای و دیگری به ازای مقادیر $\overline{\lambda}_m$ با افزایشهای شش درجه‌ای.

ث. حرکتهای میانگین

جدولی شامل مواضع همهٔ میانگینها به مبدأ تقویم یزدگردی، حرکتهای میانگین در بیست سال ایرانی (که همان سال مصری است) و در یک روز وجود دارد که همهٔ مقادیر آن با دقت شش رقم ذکر شده است. گفته‌اند که این مقادیر از کار بتّانی گرفته شده است و در واقع هم همین مقادیر (تلویحاً) در ۵۵ آورده شده است.

این پارامترهای اساسی برای محاسبهٔ جدولهای معمولی حرکت میانگین به کار رفته‌اند، ولی به جای تقویم هجری یا سلوکی تقویم یزدگردی در آن به کار رفته است. مواضع میانگین برای سالهای ۱، ۲۱، ۴۱، ...، ۴۸۱ یزدگردی و حرکت این میانگینها در ۱، ۲، ۳، ...، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ...، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ...، ۶۰۰ سال؛ ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲ ماه؛ ۱، ۲، ۳، ...، ۲۴ روز

داده شده است. جدولی هم برای تصحیح مواضع میانگین با توجه به طول جغرافیایی شخص ناظر وجود دارد.

اوجهای سیارات همان است که بتّانی (۵۵) ذکرکرده است، ولی موضعها نسبت به آغاز دورهٔ یزدگردی بیان شده است.

پس از خاتمهٔ زیج، در چند برگ افزوده جدولهایی وجود دارد که در میان آنها فهرستی از همهٔ حرکتهای میانگین برحسب درجه در روز با دقت شش رقم کسری یافت می‌شود. این جدولها منسوب به زیج فاخر (۴۴) هستند و با جدولهای فوق یکسانند. این نکته مؤید گفته فارسی (۵۴، لی) است که مواد هر دو زیج از کار بتّانی (۵۵) گرفته شده است. چون این پارامترها در نالینو B صریحاً ذکر نشده، مقادیر آنها را در زیر می‌آوریم:

☉	خورشید	در روز ۱۴° ۵۶, ۴۶, ۲۰, ۸, ۵۹; ۰ ۱۰, ۱۷, ۷, ۲, ۳۵, ۱۰; ۱۳ (میانگین) ۵۹, ۵۱, ۱۷, ۵۶, ۵۳, ۳; ۱۳ (آنومالی)
☾	ماه	(مقدار فوق همان است که در مجسطی بطلمیوس آمده است)
		۲۶, ۴۰, ۱۸, ۳۷, ۱۰, ۳; ۰ (گرهها)
♄	زحل	۳, ۴۸, ۵۱, ۳۵, ۰, ۲; ۰
♃	مشتری	۵۷, ۵۴, ۵۵, ۱۶, ۵۹, ۴; ۰
♂	مریخ	۱۳, ۱۱, ۱۵, ۴۰, ۲۶, ۳۱; ۰
♀	زهره	۴۵, ۴۲, ۲۸, ۲۹, ۵۹, ۳۶; ۰ (آنومالی)
☿	عطارد	۳۳, ۵۳, ۴۵, ۷, ۴, [۲]۶, ۳ (آنومالی)

جدولی برای حرکت اوجی وجود دارد با دقت ثانیهٔ کمان و برای همان مقادیر متغیر مستقل که در جدولهای حرکت میانگین آمده است.

جدول دیگری برای اوجها و حرکت اوجی بعد از خاتمهٔ زیج آمده که احتمالاً از زیج فاخر (۴۴) گرفته شده است. گفته می‌شود که هر دو مجموعهٔ جدولها از کار بتّانی گرفته شده‌اند و در واقع نیز چنین است.

ج. تعدیل سیارات

این جدولها همانند جدولهای مذکور در بند ج از فصل۹ هستند با این تفاوت که در جدولهای تعدیل خورشید و ماه ستون تفاضلها نیز وجود دارد.

چ. عرض سیارات

همانند آنچه در بند چ از فصل ۹ آمده است.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

همانند آنچه در بند ح از فصل ۷ آمده است.

خ. نطاقهای سیارات

وجود ندارد.

د. اختلاف منظر

جدولی برای اختلاف منظر خورشید در دایرهٔ ارتفاع وجود دارد که با دقت دو رقم و برای فاصله‌های ۳ درجه‌ای متغیر مستقل محاسبه شده است. حداکثر مقدار اختلاف منظر ۳,۰° ;۰ است.

ضمناً، یکی از جداول مؤلفه‌های اختلاف منظر تئون، که مربوط به اقلیم سوم است، آورده شده است.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

در این زیج جدولی برای مقادیر $\lambda'(\overline{\lambda}_s)$ و $\lambda'_m(a_m)$ برحسب درجه در ساعت، $r_s(\overline{\lambda}_S)$، $r_m(a_m)$، و $r_w(a_m)$ برای مضارب ۱۲ درجهٔ متغیر مستقل، همگی با دقت ثانیهٔ کمان، در مقابله و مقارنه داده شده است.

جدولی برای فاصلهٔ زمین تا ماه، با دقت دقیقه برای تغییرات شش درجه‌ای a_m و انحرافهای مضاعف $۰^\circ, ۵^\circ, ۱۰^\circ, ..., ۳۵^\circ$ داده شده که طول شعاع فلک حامل ماه در آن ۶۰ اختیار شده است.

جدول بطلمیوس برای تبدیل اصابع به یکدیگر نیز نقل شده است.

مطالب زیر هم بعد از خاتمهٔ زیج آورده شده که احتمالاً از خود کوشیار نیست:

جدولی برای خسوف، منسوب به بیرونی (۵۹) که دو متغیر مستقل دارد:

(۱) فواصل بین طولهای مقارنه و گره برابر با $۰^\circ ;۰^\circ$، $۳۰^\circ ;۰^\circ$، $۰^\circ ;۱^\circ$، ...، ۳۰°، ۱۱، و

(۲) دامنه‌های حرکت روزانهٔ ماه از $۰^\circ ;۱۲$ تا $۲۰^\circ ;۱۲$، از $۲۱^\circ ;۱۲$ تا $۴۸^\circ ;۱۲$، از $۴۹^\circ ;۱۲$ تا $۱۱^\circ ;۱۳$، از $۱۲^\circ ;۱۳$ تا $۴۵^\circ ;۱۳$، از $۴۶^\circ ;۱۳$ تا $۱۶^\circ ;۱۴$ و از $۱۷^\circ ;۱۴$ تا $۴۸^\circ ;۱۴$.

تابعهای موجود در این جدول عبارتند از زمان پوشیدگی و خسوف کلی؛ با دقت دقیقه.

جدول کسوف بیرونی برای مقادیر

$$\beta_m = ۰', ۱', ۲', ..., ۳۴'$$

و در روز $۴۸^\circ ;۱۲$ $\lambda'_m = ۱۲;۰^\circ, ۱۲;۲۴^\circ, ۱۲;۴۸^\circ$

که زمان پوشیدگی و شدت گرفتگی را با دقت دقیقه بیان می‌کند.

ر. جدولهای رؤیت

بعد از خاتمهٔ کتاب، جدولی وجود دارد که ظاهراً شامل ضریبهایی برای تصحیح نوعی شرایط مربوط به رؤیت هلال ماه است. این جدول برای مضارب شش درجه‌ای a_m و دو یا سه مقدار از انحراف مضاعف تنظیم شده که مورد اخیر فاقد نظم مشخصی است. مقادیر در جدول برحسب دقیقه داده شده‌اند.

جدول رؤیت دیگری در این زیج یافت نمی‌شود.

ز. جدولهای جغرافیایی

در زیج جامع جدولی برای این منظور رسم شده که جای اعداد در آن خالی است.[۲] این جدول برای چهل‌وپنج مکان در نظر گرفته شده که طول جغرافیایی آنها نسبت به جزایر خالدات بیان شود و مختصات با دقت دقیقهٔ کمان آورده شود.

پس از خاتمهٔ زیج، جدولی برای عرض و طول نود ویک مکان با دقت پنج دقیقه وجود دارد که در آن طولهای جغرافیایی به مبدأ جزایر خالدات بیان شده‌اند.

ژ. جدولهای ستارگان

در این نسخه جدولی برای ستارگان رسم شده، ولی نام و مختصات ستارگان در آن وارد نشده است.[۳] در این جدول برای سی‌ستاره، طول و عرض آنها در سال ۳۰۱ یزدگردی، مزاج آنها از لحاظ احکام نجوم، و قدر آنها جا در

---

۲) این گفته تنها در مورد نسخهٔ لیدن که برای تهیهٔ این چکیده به کار رفته صادق است. این جدول و جدولهای مذکور در بندهای ژ و س دست کم در دو نسخهٔ دیگر که آنها را دیده‌ام (نسخهٔ برلین و نسخهٔ ینی جامع استانبول) پر شده است.

۳) نگاه کنید به پانویس مربوط به بند ز.

نظر گرفته شده است.

پس از خاتمهٔ زیج، جدولی وجود دارد که مقدار طول و عرض (λ, β) (در سال ۱۲۹۳ اسکندرانی) و بعد و میل (α, δ) را برای سی ستاره به دست می‌دهد و اغلب مختصات در آن به مضاربی از پنج دقیقه ختم می‌شوند. مزاج هر ستاره از لحاظ احکام نجوم نیز ذکر شده است. مقادیر عرض در اینجا با مقادیر مذکور در مجسطی یکسانند، از این رو بجرأت می‌توان گفت که همهٔ مختصات دیگر نیز از مقادیر بطلمیوسی و با در نظر گرفتن حرکت تقدیمی به دست آمده‌اند.

س. جدولهای احکام نجوم

جدولی با عنوان تسییرات رسم شده، ولی خانه‌های آن در این نسخه خالی مانده است.[۴]

در دنبالهٔ زیج جدولهای زیر افزوده شده است:

جدولی برای تسویهٔ بیوت با دقت سه رقم برای هر درجهٔ طالع.

دو جدول بهرهٔ ولادت برای هر سیاره و مربوط به تولد در روز و شب، برج مربوط به آن، حدود مصری (با دقت پنج رقم)، و ارباب مثلثات و وجوه.

---

۴) *نگاه کنید به پانویس مربوط به بند ز.*

۱۱

چکیدهٔ بخشی از قانون مسعودی (۵۹)، تألیف بیرونی، حدود ۴۲۰ ه.ق.

هم در فهرست موزهٔ بریتانیا، پیوست، و هم در فهرست برلین جدول کامل محتویات این اثر (به عربی) آورده شده است. به خاطر اهمیت فوق‌العادهٔ این زیج، تنها در این فصل، چارچوب کلی بیان شده در فصل ۴ را رها می‌کنیم و ترتیب مطالب را همان‌گونه که در خود زیج آمده است پی می‌گیریم. هنگام نوشتن کتاب حاضر، از بین نسخه‌های متعدد قانون مسعودی تنها میکروفیلم نسخهٔ بادلیان، جلد ۲، بخش ۲ شمارهٔ ۳۷۰ (Bodl. 516)در اختیارم بود. این نسخه اگر چه قدیمی و با ارزش است، ولی تنها شامل ۶ مقالهٔ اول از یازده مقالهٔ کل اثر است. در نتیجه، آنچه دربارهٔ جدولهای پنج مقالهٔ آخر آورده‌ام ناقص است.[۱]

مقاله‌های اول و دوم شامل بحثی دربارهٔ مفاهیم بنیادی نجوم و مطالبی از گاهشماری است که در زیج آورده شده است. جدولهای کاملی از تقویمهای هجری، سلوکی، یزدگردی، یهودی، قبطی، یولیانی، و مجوسی

۱) نسخه‌ای نفیس و زیبا و خوش خط از قانون مسعودی در کتابخانهٔ آستان قدس رضوی به شمارهٔ ۱۲۲۹۲ موجود است که تنها شامل مقاله‌های هفتم تا یازدهم است و کاتب آن را مجلد دوم قرار داده است.

(یعنی زرتشتی) همراه با جدولهای روزهای مقدس ادیان مختلف و فهرست نام شاهان است. این مطالب بخش عمده‌ای از کتاب دیگر بیرونی، یعنی آثارالباقیه عن‌القرون الخالیه، را تشکیل می‌دهد.

مقالهٔ سوم، بخش مثلثات قانون مسعودی است. این مقاله به نحو شایسته‌ای به دست‌شوی (شوی M) به آلمانی ترجمه (یا بهتر بگوییم، تشریح) شده است. دو جدول هست که یکی از آنها $\mathrm{Sin}\theta$ را با دقت چهار رقم برای هر ′۱۵ می‌دهد. این جدول دو ستون برای تفاضلها دارد که به ازای هر مقدار متغیر مستقل، میزان افزایش تابع برای افزایش یک دقیقه‌ای و ربع درجه‌ای متغیر مستقل را نشان می‌دهند. جدول دوم مربوط به $\mathrm{Tg}\theta$ است که با دقت پنج رقم محاسبه شده و ستونهایی برای تفاضلهای اول و دوم دارد.

مقالهٔ چهارم به مباحث مربوط به هیئت می‌پردازد. در همهٔ جدولهای این مقاله، متغیر مستقل یک درجه یک درجه زیاد می‌شود و مقادیر با دقت چهار رقم محاسبه شده‌اند.

در باب اول، پارامتر ثابت ϵ تعریف شده که بیرونی مقدار آن را $^{\circ}۲۳;۳۵$ گرفته است. کتابی به کوشش م. فاروق در دانشگاه اسلامی علیگره هند چاپ شده است [*] که شامل متن اصلی عربی، ترجمهٔ انگلیسی، و شرح بخش کوچکی از قانون مسعودی است. احتمال دارد این همان باب اول مقالهٔ چهارم باشد. باب دوم (که ترجمهٔ آن در شوی M آمده) به میل نقاط روی دایرةالبروج می‌پردازد و به دنبال آن جدولهای δ_1 و δ_2 آمده است. باب سوم اختصاص یافته است به مطالع مستقیم (بُعدها) و به دنبال آن جدولی برای $\mathrm{A}_{\circ}(\lambda)$ آمده است.

*) Farooq, M., "Al- Kanun- ul- Masudi", The Muslim University Press, Aligarh, India, 1929.

در بابهای ۴، ۵، و ۶ روشهایی برای تبدیل مختصات استوایی به دایرةالبروجی و به عکس بیان شده است.

در بابهای ۷ تا ۱۷ به مبحث شاخصهای آفتابی پرداخته شده است. از این میان بابهای ۸، ۱۱، ۱۴ و ۱۷ به وسیلهٔ شوی به آلمانی ترجمه شده که ترجمهٔ سه باب اخیر در شوی M و ترجمهٔ باب ۸ در سالنامهٔ آب‌نگاری و هواشناسی دریایی* چاپ شده است. به دنبال باب ۱۰، جدولی وجود دارد که به ازای عرض غزنه ($\phi = ۳۳;۳۵^{\circ}$)، طول مدت روشنایی روز برحسب ساعتهای برابر و ارتفاع نصف‌النهاری خورشید را بیان می‌کند. باب ۱۱ جدولی برای Tgmaxhs۱۲Tgmaxhs و Tgmaxhs دارد.

در باب ۱۸ جدولی برای $A\phi(\lambda)$ مربوط به غزنه وجود دارد.

در بیست‌وشش باب دیگر این مقاله، روشهای نجومی تعیین زمان، تثبیت اوتاد در احکام نجوم، تبدیلهای اوقات و مطالع برای مواضع جغرافیایی مختلف و تعیین طالع در قُبّةالارض (اُجین) آورده شده است.

مقالهٔ پنجم تماماً به مسائل مساحی اختصاص یافته است. باب اول شیوهٔ تعیین طول جغرافیایی یک محل به وسیلهٔ رصد همزمان گرفتها را بیان می‌کند. باب دوم که شوی آن را ترجمه کرده است (شوی G) همان مسئله را با استفاده از فاصله تا نقطه‌ای با مختصات معلوم حل می‌کند. باب ۳ نحوهٔ تعیین فاصلهٔ زمینی بین دو نقطه با مختصات معلوم را شرح می‌دهد. باب ۴ روشی برای تعیین مختصات یک محل برحسب فواصلش از دو نقطهٔ ثابت بیان می‌کند. هفت باب باقیمانده در نسخهٔ بادلیان وجود ندارد. در بابهای ۵ و ۶ که دومین آنها را شوی ترجمه کرده است (شوی M) طرز تعیین سمت یک محل نسبت به محل دیگر آورده شده است. وقتی یکی

*) Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie, vol. 53 (1925), pp 41-47.

از دو محل مکّه باشد، این سمت همان جهت قبله است که مسلمانان در آن سو نماز می‌گزارند. خلاصه‌ها و ترجمه‌هایی از باب ۷ (همراه با عباراتی از باب دوم مقالهٔ اول) راجع به طول محیط زمین در مقالهٔ «پژوهشهای مسلمانان در مساحی» (به انگلیسی) که در یادنامهٔ بیرونی آمده* یافت می‌شود. ترجمهٔ کامل این باب قبلاً در شوی G درج شده بود. بابهای ۸ و۹ به مدارهای ارتفاع (مقنطرات) و محل اقلیمها مربوط می‌شود. سپس جدولی در یک برگ آورده شده است. باب ۱۰ عمدتاً از یک جدول مواضع جغرافیایی در شش برگ تشکیل شده است.

مقالهٔ ششم اساساً به مسئلهٔ حرکت خورشید اختصاص دارد. با این حال، در باب اول راجع به تعیین اختلاف زمان بین دو محل با طولهای جغرافیایی مختلف بحث شده است. باب دوم که ترجمهٔ آن در شوی G آمده، محاسبهٔ تفاضل طول بین اسکندریه و غزنه است (این باب دوباره به وسیلهٔ کرامرز** ترجمه شده و در صفحات ۱۷۷ تا ۱۹۳ یادنامهٔ بیرونی که ذکرش رفت درج شده است). سپس، دربارهٔ حرکت میانگین خورشید بحث شده است. در باب ششم جدولی وجود دارد که بیست و سه رصد اعتدالین در آن ثبت شده و با رصد هیپارخوس و بطلمیوس آغاز می‌شود و با دو رصد خود بیرونی به پایان می‌رسد. انتشار این جدول همراه با متن مربوط به آن امکان محاسبهٔ حرکت میانگین خورشید را چنان که بسیاری از راصدان آغاز دورهٔ اسلامی تعیین کرده بودند فراهم می‌آورد. بسیاری از این پارامترها در منابع دیگری بیان شده‌اند و مقادیرشان معلوم است و از آنها می‌توان برای کنترل محاسبهٔ پارامترهای نامعلوم استفاده کرد. بابهای ۷ و ۸ مربوط به حرکت

*) Barani, S.H, "Muslim Researches in Geodesy", *Al- Biruni Commemoration Volume*, Iran Society, Calcutta, 1951.

**) J.H. Kramers

نقطهٔ اوج خورشید است. بیرونی مقدار آن را ۱° ۲۵, ۳۱, ۳۴, ۸, ۰, ۰, ۰; ۰ در روز گرفته است. حرکت میانگین خورشید را هم ۳۳° ۵۶, ۷, ۱۲, ۸, ۵۹; ۰ در روز اختیار کرده است. باب ۹ جدولی برای حرکت میانگین خورشید و حرکت اوجی آن دارد که با دقت شش رقم کسری برای ۱، ۲، ۳، ...، ۳۰ سال ایرانی (یعنی، مصری) و برای ماهها و روزهای تقویم ایرانی محاسبه شده است. مواضع خورشید میانگین و نقطهٔ اوج برای سالهای ۴۰۰، ۴۳۰، ۴۶۰، ...، ۸۲۰ یزدگردی داده شده است. باب ۱۱ شامل جدولی است برای تعدیل خورشید (با حداکثر ۳۰° ۴۰, ۳۱, ۵۹; ۱) با دقت چهار رقم برای هر درجه از متغیر مستقل و با ستون تفاضلها. این مقاله با بابی مربوط به تعدیل زمان به پایان می‌رسد.

مقالهٔ هفتم دربارهٔ حرکت ماه است و جدولهای معمول را برای حرکت میانگین، تعدیلها، و عرض ماه دارد. با این حال، بابهای پایانی ۱۰ و ۱۱ شامل توضیحاتی بدون جدول دربارهٔ تعیین مؤلفه‌های عرضی و طولی اختلاف منظر ماه و خورشید است. باب آخر شامل بخشی دربارهٔ قطر ظاهری ماه و قطر سایه زمین و فاصلهٔ خورشید از زمین است.

در مقالهٔهشتم، نظریهٔ رؤیت ماه و گرفتها طی هفده باب تشریح شده است. بابهای این مقاله مربوطند به: سرعت زاویه‌ای ماه و خورشید و مقادیر انحراف (با جدولی در یک برگ)، مقارنه‌ها و مقابله‌های میانگین، سایهٔ ماه (با جدولی در یک برگ، مقایسه شود با بند ذ از فصل ۱۰)، حدود گرفتها، رنگ گرفتهای ماه و خورشید، مدت گرفتها، شدت گرفتها و گرفتهایی که نزدیک طلوع یا غروب آفتاب رخ می‌دهند. در بابهای ۱۲ تا ۱۷ این عناوین وجود دارد: درخشندگی (قرص ماه)، تعریف بین‌الطلوعین و سپیده دم، رؤیت هلال، منازل قمر، و روزهای قمری. مفهوم اخیر همان «تی‌تی» در

نجوم هندی است (نویگه‌باوئر، ص ۱۲۳)[۲].

مقالهٔ نهم دربارهٔ ستارگان ثابت است. این عناوین در نه باب آن آورده شده است: تفاوتهای بین سیارات و ستارگان ثابت، آرایش ثوابت از دید ساکنان نواحی مختلف زمین، حرکت ثوابت، جدول ستارگان در نوزده برگ، طلوع و غروب ستارگان، و ستارگان مربوط به منازل قمر به روایت اعراب و هندوان.

مقالهٔ دهم مربوط است به حرکت پنج سیاره و شامل سیزده باب است. به‌جز مطلب مربوط به رؤیت، سایر مطالب رنگ و بوی بطلمیوسی دارند و عناوین و جدولها صورت متعارف دارند.

مقالهٔ یازدهم صرفاً دربارهٔ احکام نجوم است و دوازده باب آن حاوی دو روش برای تسویهٔ بیوت (روش رایج و روش خود بیرونی)، ناظرها، مطارح شعاعات (باز، هم به روش متداول و به روش إبداعی خود بیرونی)، تسییرات و انتهائات (با دو جدول که بترتیب در ۲ و ۶ برگ آورده شده‌اند)، تحویل سالها و تحویل موالید و نطاقهای فلک حامل و فلک تدویر است.

---

۲) تی‌تی (tithi)، در نجوم هندی یک سی‌ام فاصلهٔ زمانی بین دو مقارنهٔ ماه و خورشید است. دربارهٔ تی‌تی مقاله‌ای به قلم آقای همایون صنعتی‌زاده در مجلهٔ آینده، سال ۱۹، ص ۸۰۷ـ ۸۱۰ درج شده است.

۱۲

چکیدهٔ زیج سنجری (۲۷)، تألیف خازنی حدود ۵۱۰ ه.ق.

الف. گاهشماری

بخش گاهشماری این زیج خیلی مفصل است. این بخش شامل مطالبی دربارهٔ تقویمهای هجری، یزدگردی، سلوکی، یهودی، سغدی، و هندی است. جدولهایی برای ایام روزه و جشنهای مسلمانان، زرتشتیان، مسیحیان، و یهودیان و همچنین فهرست حاکمان سلسله‌های بابلی، هخامنشی، قبطی (امپراتورهای رومی)، ساسانی، اموی، عباسی، بیزانسی، فرمانروایان شمال آفریقا، آل بویه، و سلجوقیان آورده شده است. همچنین یک جدول زمانی برای پیامبران و جدولی برای منازل قمر وجود دارد.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهای توابع زیر که در آنها θ یک درجه به یک درجه زیاد می‌شود وجود دارد:

$$\left.\begin{array}{l}\mathrm{Sin}\theta \text{ با تفاضلهای اول و دوم}\\ \mathrm{Vers}\theta \text{ تا } ۱۸۰^\circ \text{ با تفاضلهای اول}\\ \mathrm{Cotg}\theta \text{ با تفاضلهای اول}\end{array}\right\} \text{ با دقت سه رقم}$$

$$\text{با دقت دو رقم} \begin{cases} ۶\frac{۱}{۲}\mathrm{cotg}\theta & \text{و} \\ ۷\mathrm{cotg}\theta \\ ۱۲\mathrm{cotg}\theta \end{cases}$$

پ. تابعهای مربوط به هیئت

جدولهای توابع زیر در این زیج وجود دارد:
$\delta_۲(\theta), \delta_۱(\theta)$ با دقت ثانیهٔ کمان برای هر درجه از θ و با فرض $\epsilon = ۲۳;۳۵^\circ$.

جدولهای زیر برای مطالع که همه با دقت دقیقهٔ کمان برای مقادیر صحیح λ برحسب درجه، محاسبه شده‌اند:
$A_\phi(\lambda) + ۹۰^\circ$ با ستون تفاضلها، برای $\phi = ۰$ و $\phi = ۳۷;۴۰^\circ$ (عرض جغرافیایی مرو، محل رصدخانهٔ خازنی)، و $A_\phi(\lambda)$ برای یکایک هفت اقلیم و برای $\phi = ۳۳;۲۵^\circ$ (بغداد)، $\phi = ۹۰^\circ - \epsilon = ۶۶;۲۵^\circ$، $\phi = ۷۶;۴^\circ$، $\phi = ۳۷;۴۰^\circ$ که مورد اخیر ستون تفاضلها هم دارد.

جدولهایی با دقت دقیقه نیز برای $\widetilde{\mathrm{h}}(\lambda_\mathrm{s})$ و $\Delta\mathrm{D}(\lambda_\mathrm{s})$ به ازای هر درجه از λ_s، $\phi = ۳۷;۴۰^\circ$ (مربوط به مرو)، و$(\mathrm{maxD} - ۱۲)$ و $\sin(\mathrm{maxD} - ۱۲)$ برای $\phi = ۱^\circ, ۲^\circ, ۳^\circ, ..., ۶۰^\circ$ وجود دارد.

ت. تعدیل زمان

یک جدول $\mathrm{E}(\lambda_\mathrm{S})$، با دقت ثانیهٔ زمان، برای مقادیر صحیح λ_S برحسب درجه وجود دارد.

ث. حرکتهای میانگین

بخش مربوط به حرکتهای میانگین مانند سایر بخشهای این اثر ارزنده،

فوق العاده کامل، و دقیق است. همهٔ حرکتهای میانگین اساسی یعنی مقادیر طول میانگین و آنومالی همهٔ سیارات، حرکت گرههای ماه، و مقدار انحراف مضاعف ماه با دقت هفت رقم کسری یا بیشتر، برحسب درجه در روز و دور در روز داده شده‌اند. مقادیر حرکتهای میانگین در زیر نقل شده‌اند:

خورشید	☉	۰; ۵۹, ۸, ۲۰, ۳۳, ۵۳, ۴, ۲۹, ۴۰°
ماه	☾	۱۳; ۱۰, ۳۵, ۲, ۰, ۴۱, ۲۸, ۳۸, ۵۰°
زحل	♄	۰; ۲, ۰, ۳۶, ۴, ۴۳, ۲, ۸
مشتری	♃	۰; ۴, ۵۹, ۱۶, ۱۹, ۵۳, ۴۷, ۱۱, ۲۰
مریخ	♂	۰; ۳۱, ۲۶, ۳۹, ۳۶, ۳۴, ۵, ۱۶, ۵۰
گرهها	☊	۰; ۳, ۱۰, ۳۷, ۳۸, ۱۷, ۲, ۵۷, ۳۰
ماه (آنومالی)		۱۳; ۳, ۵۳, ۵۶, ۱۲, ۳۳, ۵۱, ۲۶, ۳۰
زهره (آنومالی)		۰; ۳۶, ۵۹, ۲۸, ۴۳, ۱, ۳۷, ۳۸, ۲۰
عطارد (آنومالی)		۳; ۶, ۲۴, ۷, ۹, ۳۹, ۳۵, ۴۵, ۵۰

جدولهایی وجود دارد که مقدار همهٔ این حرکتها را برای ۱، ۲، ۳، ...، ۶۰ روز و با دقت هشت رقم کسری می‌دهد.

خازنی مقدار حرکت تقدیمی و حرکت اوجی را یکسان و برابر با ۰; ۰, ۰, ۸, ۵۷, ۳۸, ۴۵, ۴۲, ۳۰° در روز می‌گیرد که (تقریباً) برابر است با ۰; ۰, ۵۲, ۵۶° در سال قمری.

نقطهٔ شروع همهٔ حرکتهای میانگین با دقت ثانیهٔ کمان برای طول جغرافیایی ۹۰° نسبت به «ساحل دریای مغرب» (احتمالاً نسبت به جزایر خالدات) برای تاریخهای هجری، یزدگردی، و سلوکی داده شده است.

طبق گفتهٔ مؤلف، برای آسانی محاسبه همهٔ مواضع میانگین با دقت ثانیهٔ (وگاهی ثالثهٔ) کمان برای سالهای ۱، ۳۱، ۶۱، ...، ۱۳۲۱ هجری بیان

شده‌اند. سرعتهای میانگین نیز با همان دقت برای۱، ۲، ۳، ...، ۳۰ سال قمری؛ ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲ ماه قمری؛ ۱، ۲، ۳، ...، ۲۹ روز و همچنین برای ۱، ۲، ۳، ...، ۶۰ روز و برای ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲ ماه ایرانی (یعنی ۳۰ روزی) داده شده است.

این زیج مطالب زیادی دارد دربارهٔ مفهومی به نام «ایام عالم» (نگاه کنید به ۶۳) طول این دورهٔ بسیار عظیم $۶۰^۸ \times ۳۶$ روز معمولی اختیار شده است. مؤلف با تقسیم این عدد بر دورهٔ گردش هر سیاره جدولی به دست می‌آورد که نشان می‌دهد هریک از دوره‌های کوچک چندبار در این دور بزرگ می‌گنجند. این نمونه‌ای از مطالب مورد نظر بیرونی (آثارالباقیه، ص ۳۵) در نقد وی بر زیج ابومعشر است.

ج و چ. تعدیل و عرض سیارات

طبق معمول.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

همانند بند ح از فصل ۵.

خ. نطاقهای سیارات

ندارد.

د. اختلاف منظر

این زیج مثل **۵۵**، شامل جدول مجسطی برای اختلاف منظر ماه و خورشید در دایرهٔ ارتفاع است.

همچنین، شامل جدول مؤلفه‌های تئون، برای همهٔ اقلیمها، به اضافهٔ

جدول مشابهی برای $\phi = ۳۸^{\circ}$ مربوط به عرض جغرافیایی مرو است.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

این بخش شامل جدولهای $\lambda'_{\mathrm{s}}(\overline{\lambda}_{\mathrm{s}})$ و $\lambda_{\mathrm{m}}(\mathrm{a_m})$ برحسب درجه در ساعت و در روز، $\mathrm{r_s}(\overline{\lambda}_{\mathrm{s}})$، $\mathrm{r_m}(\mathrm{a_m})$، و $\mathrm{r_w}(\mathrm{a_m})$ است که همگی با دقت ثانیهٔ کمان و برای مقادیر صحیح متغیر مستقل برحسب درجه محاسبه شده‌اند.

جدول دیگری وجود دارد برای فواصل زمین تا ماه در هنگام وقوع مقارنه و مقابله که با دقت دقیقه برحسب واحدی که یک شصتم شعاع فلک حامل قمر است و به ازای هر ۶° از $\mathrm{a_m}$ حساب شده است.

جدول تبدیل اصابع بطلمیوس هم نقل شده است.

جدولی برای مقارنه‌ها و مقابله‌های میانگین به ازای سالهای هجری۱، ۳۱، ۶۱، ....، ۱۲۹۱ و مقدار حرکت در ۱، ۲، ۳، ...، ۳۰ سال قمری و یکایک ماهها آورده شده است. تابعهای داده شده به قرار زیرند:

t، λ، $\mathrm{a_m}$، $\overline{\lambda}_{\mathrm{m}} - \lambda_{\mathrm{n}}$، $\lambda_{\mathrm{ap}}\mathrm{s}$ ، همه با دقت ثانیه.

جدولی برای گرفتگیهای ماه وجود دارد که به ازای $\beta_{\mathrm{m}} = ۰^{\circ}; ۰^{\circ}, ۱^{\circ}, ۰^{\circ}; ۱^{\circ}, ۰^{\circ}; ۲^{\circ}, ..., ۱; ۵^{\circ}$ مقادیر شدت، زمانهای پوشیدگی و گرفتگی کامل را همراه با تعدیلهایشان (یعنی تغییرات آنها بین بیشترین و کمترین فاصلهٔ ماه) همه را با دقت دقیقهٔ واحد به کار رفته بیان می‌کند. یک جدول درونیابی هم به ازای هر شش درجه از $\mathrm{a_m}$ وجود دارد.

جدول مشابهی هم برای گرفتگیهای خورشید وجود دارد، ولی در آن $\beta_{\mathrm{m}} = ۱', ۲', ۳', ..., ۳۴'$ و زمان گرفتگی کامل هم داده نشده است.

جدولی برای میل (انحراف) گرفتگی وجود دارد که با دقت دقیقهٔ کمان برای هر اصبع محاسبه شده است.

ر. جدولهای رؤیت

بخشهای مربوط به شرایط رؤیت در این زیج مفصل‌تر از همهٔ زیجهای دیگری است که نگارنده دیده است و بررسی کلی این مبحث بهتر است با بخشهای مربوطه از این اثر شروع شود.

جدولی برای حدود رؤیت و منسوب به ثابت بن قره ((۹۳)) آورده شده است. در این جدول به ازای هر شش درجه از a_m سه کمیت داده شده است: (۱) قوس نورکلی، (۲) تعدیل، و (۳) غایت بُعد که برابرست با (۲) + (۱)؛ و همهٔ اینها با دقت دقیقهٔ کمان بیان شده‌اند.

سپس، جدول خود مؤلف (خازنی) برای حدود رؤیت آورده شده است. این جدول حدود مربوط به رؤیت خوب، بد، و متوسط را با دقت دقیقهٔ کمان برای مجموعه‌ای از مقادیر λ'_m بین ۱۲;۶° تا ۱۴;۲۷° در روز مشخص می‌کند.

جدولی برای اختلاف مطالع در اقلیمها به دو صورت وجود دارد؛ یکی «طبق رأی بتّانی» (۵۵) و دیگری «طبق رأی اولیه» (احتمالاً به معنی عقیدهٔ باستانی). متغیر مستقل در دامنهٔ ۴۰° ;۱۳ ,...,۲۰° ;۰° ,۱۰° ;۰° ,۲۰° ;۰° تغییر می‌کند و مقادیر با دقت دقیقه بیان شده‌اند و طرحی برای درونیابی به ازای هر شش درجه از a_m آورده شده است.

جدولهای مربوط به کمانهای رؤیت سیارات با دقت دقیقهٔ کمان به صورت تابعی از سیاره، اقلیم، و برج محاسبه شده‌اند. هیچ یک از مقادیر با آنچه در مجسطی آمده یکسان نیست. بخشهایی از این جدولها در زیجهای ۶، ۱۲، و ۲۰ نقل شده و احتمالاً حاصل محاسبات خود خازنی‌اند.

همراه با این جدولها، طرحهای درونیابی برای کمانهای رؤیت سیارات علوی به ازای هر ده درجه از آنومالی داده شده است.

ز. جدولهای جغرافیایی
ندارد.

ژ. جدولهای ستارگان
جدولی شامل عرض، طول (در سال ۵۰۰ هجری)، مزاج، و قدر چهل و شش ستاره آورده شده است. مقادیر مختصات به مضاربی از ده دقیقه ختم می‌شوند و همان مقادیر مجسطی هستند که مقدار ثابتی برای تقدیم اعتدالین به طولها اضافه شده است.

س. جدولهای احکام نجوم
در این زیج جدولی هست که گفته می‌شود مربوط به روش مطارح شعاعات بیرونی است و عرضها در آن منظور شده‌اند. به ازای هر یک از مقادیر متغیر مستقل، یعنی $\beta = ۰^\circ;۰, ۱۰^\circ;۰, \ldots, ۳۰^\circ;۰, ۱^\circ;۰, ۱;۳۰^\circ$ دو مقدار در جدول داده شده است. اولی برای «شعاع» و در حدود شصت و دومی برای «عرض» است و از صفر تا $۴;۵۸,۵۱$ تغییر می‌کند.

جدولی هم برای تعدیل تحویل میانگین وجود دارد. این تابع عبارت است از:

$$۲;۱۲,۲۳\sin\theta = \max_{\text{e}}\sin\theta$$

که به ازای مقادیر صحیح θ (متغیر مستقل آنومالی خورشید) برحسب درجه و با دقت ثانیهٔ کمان همراه با ستون تفاضلها جدول‌بندی شده است.

جدول دیگری هم هست برای تعدیل فضل دور که همان تابع زیر است:

$$۰;۱۳,۴۰\cos\theta$$

که مثل تابع قبلی و به ازای همان مقادیر θ ولی بدون ستون تفاضلها

جدول‌بندی شده است.

جدولهایی نیز برای حرکت انواع مختلف تسییرات وجود دارد که با دقت دقیقهٔ کمان برای ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲ ماه (ایرانی، یعنی ۳۰ روزی) محاسبه شده است. در اینجا با دو نوع مقوله روبه‌رو می‌شویم: (۱) مربوط به «بروج منتهیٰ»، در سه نوع، برای آنهایی که در طول یک سال به اندازهٔ یک برج، سیزده برج، و ۱۶۹ برج پیش می‌روند؛ (۲) مربوط به دلیلهای ماه و سال، در سه نوع، برای آنها که در طول یک سال، یک دور، سیزده برج، و دوازده دور پیش می‌روند.

جدولی برای مدخل سالهای عالم (یعنی اعتدال بهاری) با دقت ثانیه، برای ۱، ۲، ۳، ...، ۲۰ سال و مضارب ۲۰ سال از ۱۳۸۶ تا ۱۹۰۶ اسکندرانی و از ۴۴۴ تا ۹۶۴ یزدگردی وجود دارد.

جدولی برای موضع کید (=دنباله‌دار؟، نگاه کنید به بند س از فصل ۴) با دقت دو رقم کسری وجود دارد که طی بیست و چهارسال یک برج را می‌پیماید. مقادیر متغیر مستقل در این جدول ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ...، ۱۴۴ سال است.

۱۳

چکیدهٔ زیج ایلخانی (۶)، تألیف خواجه نصیرالدین طوسی، حدود ۶۴۰ ه.ق.

الف. گاهشماری

این زیج حاوی مطالبی دربارهٔ تقویمهای هجری، یزدگردی، سلوکی، یهودی، ملکی و چینی ـ اویغوری است.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهای زیر آورده شده است:

$\mathrm{Sin}\theta$ ، با دقت سه رقم برای $\theta = ۰; ۰^{\circ}, ۰; ۱^{\circ}, ۰; ۲^{\circ}, \ldots, ۹۰; ۰^{\circ}$

$\mathrm{Vers}\theta$ با دقت سه رقم برای $\theta = ۰; ۰^{\circ}, ۰; ۱^{\circ}, ۰; ۲^{\circ}, \ldots, ۱۸۰; ۰^{\circ}$

$\mathrm{Tg}\theta$

با دقت سه رقم برای $\theta = ۰; ۰^{\circ}, ۰; ۱^{\circ}, ۰; ۲^{\circ}, \ldots, ۴۵; ۰^{\circ}$

با دقت چهار رقم برای $\theta = ۴۵; ۱۰^{\circ}, ۴۵; ۲۰^{\circ}, ۴۵; ۳۰^{\circ}, \ldots, ۸۹; ۰^{\circ}$

با دقت پنج رقم برای $\theta = ۸۹; ۱۰^{\circ}, ۸۹; ۲۰^{\circ}, ۸۹; ۳۰^{\circ}, \ldots, ۸۹; ۵۰^{\circ}$

برای $\theta = ۱^{\circ}, ۲^{\circ}, ۳^{\circ}, \ldots, ۹۰^{\circ}$

$\mathrm{cotg}\,\theta$ با دقت سه رقم ۱۲

$\mathrm{cotg}\theta$ با دقت دو رقم ۷

پ. تابعهای مربوط به هیئت

جدولهای $\delta_1(\theta)$ و $\delta_2(\theta)$ با دقت ثانیهٔ کمان، برای $\theta = 0^\circ; 0^\circ, 0^\circ; 6^\circ, 0^\circ; 12^\circ, \ldots 360^\circ; 0^\circ$ به ازای $\epsilon = 23^\circ; 30^\circ$ آورده شده‌اند.

جدولهای مطالع با دقت دو رقم کسری و برای مقادیر صحیح λ بر حسب درجه، تابعهای

$$A\phi(\lambda) \text{ و } A_0(\lambda) + 90^\circ$$

را برای $\phi = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, \ldots, 53^\circ$ و نیز برای $\phi = 37^\circ; 20^\circ$ مربوط به مراغه، محل رصدخانهٔ خواجه‌نصیرالدین طوسی، به دست می‌دهند.

جدولهایی هم هست که برای $\varphi = 37^\circ; 20^\circ$ (عرض جغرافیایی مراغه) و به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل برحسب درجه، مقادیر $D(\lambda_S)$ را با دقت ثانیهٔ زمان و $\mathrm{maxhs}(\lambda_S)$ را با دقت دقیقهٔ کمان نشان می‌دهند.

جدول دیگری که نمونه‌اش در زیجهای دیگر یافت نمی‌شود زمان گذشته از طلوع خورشید (یا مانده تا غروب خورشید) را با دقت ثانیه و زاویهٔ استوایی معادل آن را با دقت ثانیهٔ کمان به صورت تابعی از hs و maxhs برای روز مورد نظر و به ازای $\phi = 37^\circ; 20^\circ$ و مقادیر صحیح هر دو متغیر مستقل بر حسب درجه معلوم می‌کند.

ت. تعدیل زمان

جدولی برای $E(\lambda_s)$ وجود دارد که با دقت دو رقم برای مقادیر صحیح λ بر حسب درجه، محاسبه شده است.

جدول دیگری هم هست که با همان دقت جدول فوق و برای همان مقادیر متغیر مستقل، تغییرات طول میانگین ماه را که با توجه به تعدیل زمان می‌توان در نظر گرفت مشخص می‌کند.

ث. حرکتهای میانگین

همهٔ مواضع میانگین شامل اوجها، برای سالهای ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ...، ۷۰۱ یزدگردی داده شده‌اند. در نسخهٔ مورد مراجعه جدول دیگری با همان خصوصیات برای سالهای ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ...، ۸۹۰ نیز وجود داشت که ظاهراً به دست استفاده کننده‌ای که بعد از خواجه نصیرالدین طوسی می‌زیست افزوده شده است. مقدار حرکت میانگینها نیز برای ۱، ۲، ۳، ...، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ...، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ...، ۱۲۰۰ سال یزدگردی (مصری)؛ ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲ ماه؛ ۱، ۲، ۳، ...، ۳۰ روز؛ ۱، ۲، ۳، ...، ۲۴ ساعت؛ و برای تغییرات طول جغرافیایی داده شده است. همهٔ جدولهای فوق با دقت ثانیهٔ کمان محاسبه شده‌اند.

حرکت تقدیمی تا چهار رقم با معنی برای سالهای کامل ایرانی (یعنی مصری) داده شده که تقریبی از مقدار پایهٔ آن یعنی $0;0,51,25,43^\circ$ در سال مصری است.

ج. تعدیل سیارات

طبق معمول؛ با این تفاوت که تعدیل سوم ماه هم در جدول آمده که عبارت است از تأثیر جزئی اعمال شده بر λ به خاطر این که مدار مایل ماه در صفحهٔ دایرةالبروج واقع نیست، بلکه به میزان پنج درجه نسبت به آن میل دارد.

چ. عرض سیارات

طبق معمول؛ با این تفاوت که β_m برای مضارب دوازده درجه‌ای متغیر مستقل محاسبه شده است.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

همانند آنچه در بند ح از فصل ۵ آمده است.

خ. نطاقهای سیارات

جدولهایی برای نطاقهای فلک حامل و فلک تدویر وجود دارد که دقت آنها فقط تا حد درجه است.

د. اختلاف منظر

جدولهای تئون برای مؤلفه‌های اختلاف منظر مربوط به اقلیمهای سوم، چهارم، و پنجم همراه با جدول مشابهی برای $\phi = ۳۸^\circ$ آورده شده است. مقادیر جدول اخیر با آنچه خازنی بیان کرده (۲۷، بند د از فصل ۱۲) یکسان است و شاید از زیج او گرفته شده باشد، زیرا خواجه‌نصیرالدین طوسی عرض جغرافیایی رصدخانهٔ خود در مراغه را $۳۷;۲۰^\circ$ گرفته است[۱].

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولی برای خسوف وجود دارد که مقادیر متغیر مستقل در آن عبارتند از:

$$\beta_{\mathrm{m}} = ۱', ۲', ۳', \ldots, ۶۷'$$

و درروز $۰^\circ;۱۵, \ldots, ۰^\circ;۱۲, ۴۸^\circ, ۱۱;۳۶^\circ, ۱۱ = \lambda'_{\mathrm{m}}$

تابعهای داده شده در جدول عبارتند از شدت گرفتگی، زمان پوشیدگی، و زمان گرفتگی کامل که همه با دقت دو رقم بیان شده‌اند.

جدولی هم برای کسوف با همان مقادیر مستقل هست؛ فقط مقدار β_{m} در آن از $۳۵'$ بالاتر نمی‌رود. این جدول شدت گرفتگی بر حسب اصابع

۱) عرض جغرافیایی مراغه به نوشتهٔ فرهنگ آبادیهای ایران (سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۳۹، تجدید چاپ ۱۳۵۵) $۳۷;۲۴^\circ$ است.

قطری و سطحی و مدت پوشیدگی را با دقت دو رقم معلوم می‌کند.

ر. جدولهای رؤیت

جدولی برای کمان رؤیت همانند آنچه در بند ر از فصل ۱۲ ذکر شد آورده شده، ولی تنها مربوط به اقلیم چهارم است.

ز. جدولهای جغرافیایی

در این زیج جدولی هست که مقادیر عرض و طول حدود ۲۴۵ محل را می‌دهد و مقادیر مختصات در آن به مضارب پنج دقیقه ختم می‌شوند. برای سی و پنج محل، مدت درازترین روز داده شده است.

ژ. جدولهای ستارگان

جدولی برای عرض، طول، مزاج، و قدر شصت ستاره داده شده است. مقادیر مختصات به مضارب پنج دقیقه ختم می‌شوند.

جدول دیگری تنها برای هجده ستاره هست که مقادیر مختصات (λ, β) بر اساس رصدهای بطلمیوس، ابن‌اعلم (۷۰)، ابن‌یونس (۱۴) و نیز رصد خود خواجه‌نصیرالدین در آن ثبت شده است. در این مورد فصل ۱۷ را نیز ببینید. از مقایسهٔ مقادیر عرض که در این جدول هست معلوم می‌شود که دست‌کم برای این هجده ستاره رصدهای مستقلی برای تعیین موضع ستارگان در مراغه انجام شده است.

س. جدولهای احکام نجوم

جدولی برای تسویهٔ بیوت، به ازای هر درجه از دایرةالبروج، با دقت دقیقهٔ کمان وجود دارد.

جدولی برای فضل دور، به ازای ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲ سال با دقت دقیقهٔ کمان وجود دارد.

در مورد دورهای موالید و عالم اساساً همان جدولهای زیج خاقانی (۲۰، بند **س** از فصل ۱۵) آورده شده است؛ با این تفاوت که جدول مواضع برای دورهای عالم در سالهای ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ...، ۳۰۰ ملکی داده شده است.

ش. گوناگون

این زیج همانند ۲۰ (در فصل ۱۵، بند **ش**) و ۱۲ (در فصل ۱۶، بند **ش**) سه جدول برای تابع

$$\frac{۲۴\mathrm{d}}{\lambda'}$$

دارد که با دقت ثانیهٔ کمان محاسبه شده‌اند.

دامنهٔ متغیرهای مستقل در اولین جدول عبارت است از

$$\mathrm{d} = ۱', ۲', ۳', \ldots, ۶۰'$$

و

$$\lambda'_{\mathrm{s}} = ۵۷', ۵۸', ۵۹', \ldots, ۶۲' \quad \text{در روز}$$

پس این جدول تعداد ساعتهای لازم را برای آن که خورشید کمانهای طولی d دقیقه‌ای را با سرعت λ' بپیماید می‌دهد.

جدول دوم همان تابع را برای ماه می‌دهد، با دامنهٔ زیر برای متغیرهای مستقل:

$$\mathrm{d} = ۱^\circ, ۲^\circ, ۳^\circ, \ldots, ۱۰^\circ, ۲۰^\circ, ۳۰^\circ, ۴۰^\circ, ۵۰^\circ$$

و

$$\lambda'_{\mathrm{m}} = ۹;۳۰^\circ, ۹;۳۱^\circ, ۹;۳۲^\circ, \ldots, ۱۶,۱۰^\circ \quad \text{در روز}$$

جدول سوم برای پیش‌بینی زمان مقارنهٔ دو سیاره است که تفاضل طولشان d باشد و با سرعت λ' به هم نزدیک شوند. دامنهٔ d همانند آن است که در بالا برای ماه ذکر شد و

در روز $\lambda' = ۹;۳۶^\circ, ۹;۳۹^\circ, ۹;۴۲^\circ, \ldots, ۱۷;۹^\circ$.

۱۴

چکیدهٔ زیج جدید ابن‌شاطر (۱۱)، حدود ۷۵۰ ه.ق.

الف. گاهشماری

این زیج مطالبی دربارهٔ تقویمهای هجری، یزدگردی، سلوکی، و قبطی و نیز جدولی برای منازل قمر دارد.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهای زیر آورده شده است:

با دقت چهار رقم	برای	$\theta = ۰^\circ, ۱^\circ, ۲^\circ, \ldots, ۹۰^\circ$	همراه با ستون تفاضلها
با دقت سه رقم	برای	$\theta = ۰;۰^\circ, ۰;۳۰^\circ, ۱;۰^\circ, \ldots, ۸۹;۳۰^\circ$	همراه با ستون تفاضلها
با دقت سه رقم	برای	$\theta = ۱^\circ, ۲^\circ, ۳^\circ, \ldots, ۹۰^\circ$	۱۲ ۷cc
با دقت سه رقم	برای مقادیر	$d = ۰;۰,۰;۱۵,۰;۳۰, \ldots, ۶۰;۰$	بر حسب اصابع arccc

پ. تابعهای مربوط به هیئت

جدولهای زیر در این زیج هست:

$\delta(\theta)$ با دقت ثانیهٔ کمان، به ازای مقادیر صحیح θ بر حسب درجه،

همراه با ستون تفاضلها و با احتساب $\epsilon = ۲۳;۳۱^\circ$.

جدولهای مطالع مشتملند بر:

$A_\circ(\lambda)$، $A_\circ(\lambda) + ۹۰^\circ$، $A_{۳۳;۳۰^\circ}(\lambda)$، که با دقت ثانیهٔ کمان محاسبه شده‌اند، به ازای مقادیر صحیح λ بر حسب درجه، همراه با ستون تفاضلها؛ و همچنین

$A_\phi(\lambda)$ با دقت دقیقهٔ کمان، به ازای $\lambda = ۰^\circ, ۶^\circ, ۱۲^\circ, ..., ۳۶۰^\circ$، و $\phi = ۱^\circ, ۲^\circ, ۳^\circ, ..., ۵۱^\circ$.

در جدولهای مطالع مقدار ϵ برابر با $۲۳;۳۰^\circ$ محسوب شده است.

جدولهایی مربوط به $\phi = ۳۳;۳۰^\circ$ (دمشق) و به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل بر حسب درجه وجود دارد، برای

$D(\lambda_S)$ با دقت ثانیهٔ زمان

و $\frac{D(\lambda_S)}{۲}$ با دقت دقیقه

در جدول اخیر ستونی برای تفاضلها وجود دارد که در نسخهٔ مورد استفاده خانه‌های آن پر نشده است.

جدولهایی به ازای مقادیر صحیح متغیر مستقل بر حسب درجه وجود دارد، برای

$\bar{h}_e(\lambda_S)$ ، $Tgh_e(\lambda_S)$ و $Cosh_e(\lambda_S)$ ،

همگی مربوط به $\phi = ۳۳;۳۰^\circ$ (دمشق) (بسنجید با بند پ از فصل ۵).

ابن شاطر جدولی از ۱۸۴ اتحاد مربوط به مثلثات و هیئت تنظیم کرده است که هر اتحاد به صورت چهار جملهٔ یک تناسب بیان شده است. مثلاً اولین آنها معادل تساوی زیر است:

$$\frac{۱,^\circ}{Tg\phi} = \frac{Tg\delta(\lambda_S)}{Sin\frac{\Delta D}{۲}}$$

ت. تعدیل زمان

جدولی برای $E(\lambda_S)$ با دقت ثانیه به ازای مقادیر صحیح λ_S بر حسب درجه وجود دارد.

ث. حرکتهای میانگین

مواضع میانگین شامل $\overline{\lambda}_S$، $\overline{\lambda}_m$، a_m، λ_n، $\overline{\lambda}_S$ منهای حرکت اوجی، مقدار حرکت اوجی به طور جداگانه، $\overline{\lambda}$ برای سیارات علوی، و a برای سیارات سفلی در مبدأ تاریخ هجری و در سالهای ۳۰، ۶۰، ۹۰، ...، ۹۰۰ هجری در متن اصلی زیج هست و مقادیر مربوط به سالهای بعدی تا ۱۰۵۰ ه.ق. بعداً به خط دیگری افزوده شده است. مقدار حرکت این مواضع در ۱، ۲، ۳، ...، ۳۰ سال هجری و در هر چند ماه، سال، ساعت، و دقیقه عموماً با دقت ثالثهٔ کمان داده شده است.

حرکت تقدیمی برای زمانهای مختلف تا حد ماه و روز با دقت چهار رقم کسری بیان شده است. مقدار تقریبی پارامتر اساسی به کار رفته $14^\circ 27,8,0,0;0^\circ$ در روز است.

ج. تعدیل سیارات

طبق معمول، ولی با تعدیل سوم قمر (بسنجید با بند ج از فصل ۱۳).

چ. عرض سیارات

طبق معمول.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

جدولی برای ایستگاهها وجود دارد که به ازای هر درجه از متغیر مستقل و

با دقت ثانیهٔ کمان محاسبه شده است.

خ. نطاقهای سیارات

ندارد.

د. اختلاف منظر

ابن‌شاطر جدول مجسطی را برای اختلاف منظر مربوط به خورشید و ماه در دایره‌های ارتفاع نقل کرده است.

همچنین روشی با استفاده از جدول برای درونیابی مقادیر فوق در مورد ماه و به ازای تغییرات آنومالی عرضه کرده است.

جدول مؤلفه‌های تئون نیز برای همهٔ اقلیمها آورده شده است. جدول کمکی دیگری هم همراه آن است که آن نیز از جدولهای دستی نقل شده و در هیچ یک از زیجهای مورد مطالعه یافت نمی‌شود. این جدول برای تصحیح مقادیر با توجه به آنومالی ماه است.

ابن‌شاطر جدولی را که برای P_β و P_λ به ازای محل خود یعنی دمشق محاسبه کرده آورده است. متغیرهای مستقل این جدول که ساختاری متفاوت با جدول تئون دارد به این قرارند: (۱) هر دقیقهٔ کمان بعد از طلوع و (۲) مقارنه‌های واقع در آغاز هر برج. دقت این مقادیر تنها تا یک رقم است.

روشی برای درونیابی به صورت مجموعه‌ای از ضرایب، که به شکل تابعی از سرعت روزانهٔ ماه بیان شده‌اند، برای تصحیح مقادیر جدول اخیر داده شده است.

در مرحلهٔ بعدی درونیابی امکان تصحیح مقادیر جدول P_λ و P_β که مخصوص دمشق هستند برای استفاده در جاهای دیگری با عرضهای جغرافیایی متفاوت فراهم شده است.

به عنوان راه حل کاملاً مستقل دیگری برای این مسئله جدولهای P_β و P_λای موجود در زیج خوارزمی (بند د از فصل ۶) در اینجا هم وجود دارد، ولی دستورهای استفاده از آن مفصل‌تر و دقیق‌تر است.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولهایی برای $2r_S$ و $(r_m + r_w)$ با دقت دو رقم و بترتیب برای هر درجه از λ_S و a_m وجود دارد.

تابعهای همانندی به عنوان مقادیر سرعت ماه و خورشید با دقت دو رقم جدول‌بندی شده‌اند و دامنهٔ آنها به قرار زیر است:

$$\lambda'_s = ۵۷;\ ۱۵', ۵۷;\ ۲۵', ۵۷;\ ۳۵', \ldots, ۶۱;\ ۳۵' \quad \text{در روز}$$

و

$$\lambda'_m = ۱۱;\ ۳۰^\circ, ۱۱;\ ۴۰^\circ, ۱۱;\ ۵۰^\circ, \ldots, ۱۵;\ ۰^\circ \quad \text{در روز}$$

جدولی برای شدت گرفتگی به صورت تابعی از $\frac{۱۲b}{2r_m}$ وجود دارد که متغیرهایش

$$b \equiv r_m + r_w - \beta_m = ۱', ۲', ۳', \ldots, ۳۶'$$

و

$$2r = ۲۸', ۲۹', ۳۰', \ldots, ۳۷'$$

در دامنهٔ مقادیر ذکر شده تغییر می‌کنند.

جدول تبدیل اصابع مجسطی در این زیج آورده شده است.

متغیرهای مستقل جدول خسوفها عبارتند از

$$\lambda'_m = ۱۲^\circ, ۱۳^\circ, ۱۴^\circ, ۱۵^\circ \quad \text{در روز}$$

و

$$\beta_m = ۱', ۲', ۳', \ldots, ۶۳'$$

که مدت زمان پوشیدگی و گرفتگی کامل به ازای آنها و با دقت دو رقم در جدول آمده است.

جدول کسوف هم ساختاری همانند جدول فوق دارد با این تفاوت که β_m ظاهری تنها تا ′۳۶ می‌رسد و تنها مدت زمان پوشیدگی در جدول آمده است.

ر. جدولهای رؤیت

این زیج دو جدول مربوط به کامل شدن ماه دارد. اولی شامل تابع $(g^2+\beta_m^2)$ است که با دقت دو رقم محاسبه شده و در آن g یعنی انحراف برابر است با ۰°;۵، ۰°;۳۰، ۰°;۵، ۰°;۶، ...، ۳۰°;۲۱ و نیز داریم

$\beta_m = 0^\circ;0^\circ,0^\circ;30^\circ,1;0^\circ,...,5;0^\circ$. در اینجا فرض شده که مقدار درخشندگی ظاهری ماه متناسب است با فاصلهٔ خورشید تا ماه روی کرهٔ آسمانی.

جدول دوم هم از همان نوع است با این تفاوت که نتایج بر حسب اصابع بیان شده‌اند چنان که درخشندگی ماه کامل ۱۲ اصبع است. در اینجا دامنهٔ تغییرات متغیر مستقل چنین است:

$$g = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, ..., 17^\circ$$

$$\beta_m = 0^\circ;10^\circ,0^\circ;20^\circ,0^\circ;30^\circ,...,5;0^\circ$$

برای رؤیت سیارات، جدول موجود همان است که در مجسطی آمده و فقط کاتبان تصرفاتی در آن کرده‌اند.

جدولی برای تغییرات کمان رؤیت (V) وجود دارد

$$V = 14 - 6L$$

که در آن $L = 0;35,0;36,0;37,...,1;22$ مقدار روشنی است.

جدولی برای تفاضل غروب به ازای عرض جغرافیایی دمشق هست که با دقت دقیقهٔ کمان و برای مضارب ۵ درجه روی دایرةالبروج و مقادیر $\beta = ۰^\circ, ۱۰^\circ, ۲۰^\circ, ..., ۷۰^\circ$ حساب شده است.

جدولی برای قوس مکث وجود دارد که با دقت ثانیهٔ کمان برای هر درجه از متغیر مستقل و به ازای عرضهای دمشق و قاهره تنظیم شده است.

جدولی برای تفاضل طلوع و غروب به ازای هر هفت اقلیم و مضارب سه درجهٔ متغیر مستقل هست که با دقت دقیقهٔ کمان حساب شده است.

ز. جدولهای جغرافیایی

برای حدود ۲۹۰ شهر، عرض و طول جغرافیایی و جهت قبله (سمت قبله) همگی با دقت دو رقم داده شده است.

ژ. جدولهای ستارگان

مختصات استوایی (α, δ) برای حدود هشتاد ستاره با دقت دقیقه داده شده است. کنوبل (در s، ص ۱۶) می‌گوید که این جدول از جدول ستارگان ابن‌یونس (۱۴) گرفته شده است. ضمناً می‌افزاید که مقادیر بعد نسبت به نقطهٔ اول جَدی بیان شده‌اند و زمان مبدأ در جدول سال ۸۸۴ هـ.ق. (؟) بوده است.

س. جدولهای احکام نجوم

تنها جدول این زیج که مستقیماً به احکام نجوم مربوط می‌شود جدولی است برای سهمیات، سعد، سلطنت، غیبت، پیروزی، طلا، و غیره که در تحویل سال مطرح شده است. این جدول نشان می‌دهد که سهم را باید از روی طالع یا بر اساس یکی از سیارات تعیین کرد.

۱۵

چکیدهٔ زیج خاقانی (۲۰)، تألیف جمشید کاشانی، حدود ۸۲۰ ه.ق.

(شمارهٔ برگها مربوط است به نسخهٔ کتابخانهٔ دیوان هند)

در مقدمهٔ این زیج شرح کاملی دربارهٔ تعیین حرکت میانگین و حرکت آنومالی ماه آورده شده است. این مطالب مبتنی است بر سه گرفتگی مشاهده شده به وسیلهٔ جمشید کاشانی در شهر کاشان و سه گرفتگی دیگر که به وسیلهٔ بطلمیوس مشاهده شده و در مجسطی گزارش شده است. نتایج به دست آمده چنین است:

در روز $\lambda'_{\mathrm{m}} = ۱۳; ۱۰, ۳۵, ۱, ۵۲, ۴۷, ۵۰, ۵۰^{\circ}$

در روز $\mathrm{a}'_{\mathrm{m}} = ۱۳; ۳, ۵۳, ۵۶, ۳۰, ۳۷, ۲۰^{\circ}$

الف. گاهشماری

توضیح کامل و جدولهای مربوط به آن برای تقویمهای هجری، یزدگردی، سلوکی، چینی-اویغوری، و ایلخانی عرضه شده است (برگهای ۶ پ - ۲۳ ر[۱])

۱) «پ» نشانهٔ پشت و «ر» نشانهٔ رو در برگ به شمارهٔ مذکور از نسخهٔ خطی است.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهای زیر (در برگهای ۳۵ر–۴۲ر) آورده شده است:
$\mathrm{Sin}\theta$، و
$\mathrm{Tg}\theta$ با دقت چهار رقم، برای هر دقیقه از کمان.

پ. تابعهای مربوط به هیئت

جدولهایی هم (در برگهای ۴۲ پ ـ ۴۴ر) وجود دارد برای
$\delta_1(\theta)$ به ازای $\theta = 0^\circ;0^\circ,0^\circ;6^\circ,0^\circ;12^\circ,\ldots,360^\circ;0^\circ$، و
$\delta_2(\theta)$ به ازای $\theta = 0^\circ;0^\circ,0^\circ;12^\circ,0^\circ;24^\circ,\ldots,360^\circ;0^\circ$

که هر دو با دقت ثانیهٔ کمان و با در نظرگرفتن $\epsilon = 23^\circ;30^\circ$ محاسبه شده‌اند.

جدولهای مطالع (برگهای ۴۴ پ ـ ۷۲ر، ۱۵۸ر) که با دقت ثانیهٔ کمان برای هر درجه از λ محاسبه شده‌اند مربوطند به
$\mathrm{A}_0(\lambda) + 90^\circ$
و
$\mathrm{A}\phi(\lambda)$، به ازای $\phi = 0^\circ,1^\circ,2^\circ,\ldots,61^\circ,66^\circ;30^\circ,75^\circ$

جدولی (در برگ۱۲۶ پ) با دقت دو رقم برای $\mathrm{E}(\lambda_s)$ به ازای هر درجه از متغیر مستقل و مربوط به سال ۷۱۲ یزدگردی وجود دارد. مقدار حرکت در ۱۰۰ سال و ۱۰۰۰ سال نیز داده شده است.

جدولهایی هم (در برگهای ۱۳۲ر، ۱۳۳ پ) با دقت دو رقم برای هر درجه از طول میانگین خورشید وجود دارد که تغییرات طول میانگین خورشید و ماه را که برای جبران تعدیل زمان لازم است نشان می‌دهد.

ت. حرکتهای میانگین (برگهای ۱۲۷ پ ـ ۱۳۰ پ)
مواضع $\overline{\lambda}_{\mathrm{S}}$، λ_{m}، $\overline{\lambda}_{\mathrm{apS}}$ با دقت ثالثهٔ کمان و تغییرات $\mathrm{a_m}$، λ_{n}، λ برای سیارات علوی، a برای سیارات سفلی و λ_{ap} برای همهٔ سیارات با دقت ثانیه و به ازای سالهای ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ...، ۷۹۱ یزدگردی داده شده است. ضمناً مقدار حرکت همهٔ اینها، با همان دقت برای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ...، ۱۰۰ سال یزدگردی و تعداد مناسبی ماه، روز، و ساعت داده شده است.

جدولی برای حرکت تقدیمی (در برگ ۱۶۶ پ) تا حد ماه، با دقت سه رقم کسری وجود دارد. مقدار پارامتر از زیج ایلخانی (۶) گرفته شده است.

ج و چ. تعدیل و عرض سیارات
یک سری کامل جدول (در برگهای ۱۳۱ر ـ ۱۴۰پ) از نوع رایج، مشابه آنچه در بندهای ج و چ از فصل ۱۳ ذکر شده، وجود دارد. علاوه بر این، جدولهای مفصلی (در برگهای ۱۴۲ر ـ ۱۵۵ر) برای ساده کردن محاسبهٔ عرضها و طولها آورده شده است (نگاه کنید به ۸۸). با توجه به آنچه از بقیهٔ کارهای کاشانی می‌دانیم به نظر نمی‌رسد که در این کار خود از نظریهٔ بطلمیوسی چندان فاصله‌ای گرفته باشد؛ با این حال ممکن است جدولهای او از جنبهٔ محاسباتی قابل توجه باشد.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات
همانند آنچه در بند ح از فصل ۵ آمده است.

این زیج جدولی دارد که حداکثر و حداقل مدت حرکت مستقیم و رجوعهای هر سیاره را هم بر حسب روز (با دقت ساعت) و هم بر حسب درجه (با دقت ثانیه) نشان می‌دهد.

خ. نطاقهای سیارات

جدولی (در برگ ۱۴۱ر) هست که برای نطاقهای فلک تدویر و فلک حامل، هم بر حسب سرعت و هم بر حسب فاصله، با دقت دقیقهٔ کمان حساب شده است.

د. اختلاف منظر

کاشانی جدولی (در برگ ۱۶۳ر) دارد برای اختلاف منظر معدّل ماه (به هنگام مقارنه و مقابله) در دایرهٔ ارتفاع که با دقت دو رقم برای هر درجه از فاصلهٔ سمت الرأسی محاسبه شده است. همچنین، یک روش درونیابی برای تصحیح مقادیر جدول به ازای تغییرات آنومالی ماه دارد.

همچنین، جدولهایی (در برگهای ۱۶۴پ ـ ۱۶۵ر) برای P_λ و P_β وجود دارد که نه برای هفت اقلیم، بلکه برای عرضهای جغرافیایی ۲۰°، ۳۰°، ۴۰° و ۵۰° ترسیم شده‌اند. ولی در هر دو نسخهٔ موجود از این زیج تنها جدول مربوط به $\phi = ۳۰^\circ$ پر شده است. مقادیر موجود در جدول صرفاً تقریبهای نادقیقی مثلاً از زیج الغ بیگ هستند (مقایسه شود با بند د از فصل ۱۶) و نحوهٔ محاسبهٔ آنها بر من روشن نیست.

سومین نوع جدول (برگ ۱۸۵ر) ظاهراً مقادیر اختلاف منظر افقی زهره، خورشید، و ماه را به صورت تابعی از فاصله معلوم می‌کند.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولهایی (در برگ ۱۶۳ر) برای $\lambda'_{\mathrm{S}}(\overline{\lambda}_{\mathrm{S}})$ و $\lambda'_{\mathrm{m}}(a_{\mathrm{m}})$ هم در مسیر دایرةالبروج و هم در صفحهٔ مدار برای هر پنج درجه از متغیر مستقل و با دقت دو رقم وجود دارد.

همچنین، جدولهایی (در برگ ۱۶۳ر) برای $r_{\mathrm{S}}(\overline{\lambda}_{\mathrm{S}})$، $r_{\mathrm{m}}(a_{\mathrm{m}})$،

$r_w(a_S, \overline{\lambda}_m)$ به ازای هر ۳۰ درجه از $\overline{\lambda}_S$ و هر پنج درجه از a_m وجود دارد که همگی با دقت دو رقم حساب شده‌اند.

جدولی (در برگ ۱۶۲ پ) برای مقارنه‌ها و مقابله‌های میانگین هست که مواضع مربوط به سالهای ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ...، ۸۱۱ هجری و حرکتهای مربوط به ۱۰، ۲۰، ۳۰، ...، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ...، ۱۰۰۰ سال هجری و ماههای میانگین قمری را می‌دهد. مقادیر مذکور در خانه‌های آن عبارتند از t، λ و λ_{aps} با دقت چهار رقم زمان یا کمان و a_m و λ_n با دقت ثانیهٔ کمان برای مقارنه یا مقابلهٔ مورد نظر.

جدول خسوف (برگ ۱۶۳ پ) به ازای مقادیر زیر از متغیرهای مستقل تنظیم شده است

$$\beta_m = ۲', ۴', ۶', ..., ۷۰'$$

و

$$\lambda'_m = ۱۱;۵۰^\circ, ۱۲;۱۰^\circ, ۱۲;۳۰^\circ, ..., ۱۴;۵۰^\circ$$ در روز

تابعهای بیان شده به صورت جدول عبارتند از شدت گرفتگی، اصابع قطری و سطحی، زمان پوشیدگی، و زمان گرفتگی کامل که همگی دو رقم دقت دارند.

جدول کسوفها (برگ ۱۶۵ پ) نیز به صورت فوق تنظیم شده است، ولی β_m در آن تنها $۳۴'$ پیش می‌رود و مدت گرفتگی کامل در جدول آورده نشده است.

ر. جدولهای رؤیت (برگ ۱۶۶ پ)

جدولی برای تعدیل غروب ماه وجود دارد که با دقت دقیقهٔ کمان برای هر یک از برجها، مقادیر صحیح β_m و اقلیمهای دوم، سوم، چهارم، و پنجم محاسبه شده‌اند.

برای سیارات جدولهای کمان رؤیت همانند آنچه در زیج سنجری (بند ر از فصل ۱۲) هست و با همان دقت، ولی تنها برای اقلیمهای سوم و چهارم آورده شده است.

ز. جدولهای جغرافیایی

عرض و طول (نسبت به جزایر خالدات) برای ۵۱۶ محل داده شده است (برگهای ۷۲پ ـ ۷۴پ) که مقادیر عرض به مضربهای پنج دقیقه ختم می‌شوند. تعداد محلهای مربوط به هر اقلیم به شرح زیر است:

از استوا تا اقلیم اول	۲۵
در اقلیم اول	۳۶
در اقلیم دوم	۴۸
در اقلیم سوم	۱۱۸
در اقلیم چهارم	۱۵۸
در اقلیم پنجم	۷۸
در اقلیم ششم	۳۰
در اقلیم هفتم	۱۴
شمال اقلیم هفتم	۹

همچنین، جدولی (در برگ ۷۴ پ) هست که مقادیر ϕ مربوط به مرزهای هر اقلیم و وسط هر اقلیم را معین می‌کند.

ژ. جدولهای ستارگان

عرض، طول، قدر، و مزاج هشتاد و چهار ستاره (در برگ ۱۵۷ر) داده شده است. مؤلف می‌گوید که مقادیر مختصات از مجسطی یا از زیج ایلخانی (۶) گرفته شده و تصحیح مربوط به حرکت تقدیمی در آن اعمال شده است.

س. جدولهای احکام نجوم

جدولهای زیر برای دوره‌های زمانی مربوط به موالید وجود دارد (برگهای ۲۰۵پ ـ ۲۰۹ ر) که همگی به ازای مقادیر ۱، ۲، ۳، ...، ۳۶۵ روز و ۱، ۲، ۳، ...، ۲۴ ساعت برای متغیر مستقل تنظیم شده‌اند:

تسییر دلیلهای اصلی[۲]، که هر سال یک درجه پیش می‌روند، با دقت ثانیهٔ کمان (عکس این تابع نیز به صورت جدول بیان شده است که در آن روزها و ساعتهای مربوط به ۱، ۲، ۳، ...، ۶۰ دقیقه و ثانیه [تسییر] داده شده‌اند).

تسییر تحویل که هر سال دوازده برج پیش می‌رود با دقت دقیقهٔ کمان جدول بندی شده است.

تسییر اوتاد تحویل که هر سال یک دور به اضافهٔ ۱۵°۸۷; پیش می‌رود با دقت دقیقه کمان جدول‌بندی شده است.

انتهای سالانه (سنوی) که هر سال یک برج را می‌پیماید، با دقت ثانیهٔ کمان جدول‌بندی شده است.

انتهای ماهانه که هر سال سیزده برج را می‌پیماید، با دقت دقیقهٔ کمان جدول بندی شده است.

جدولی برای فردار و سیاره‌های مربوط به آن برای یک دورهٔ ۷۵ ساله، به ازای موالید روزانه و شبانه وجود دارد.

جدول ترسیم شده برای دورها در جدول خالی مانده است.

سپس، مجموعهٔ مشابهی از جدولها (برگهای ۲۰۹ پ ـ ۲۱۲ پ) در مورد دوره‌های عالم آورده شده است:

برای متغیر مستقلی شامل سالهای ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ...، ۴۰۲ ملکی

---

۲) پروفسور کندی این اصطلاح را تسییر دلیلهای ولادت (The Aphesis of Birth Indicators) ترجمه کرده است.

و برای ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ...، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ...، ۱۰۰۰۰، ۲۰۰۰۰، ۳۰۰۰۰، ...، ۱۰۰۰۰۰ سال، مواضع منطقه البروجی مربوط به چهار تسییر (اعظم، اکبر، متوسط، و اصغر) که بترتیب در هر ۱۰۰۰، ۱۰۰، ۱۰ و ۱ سال یک درجه حرکت می‌کنند و فردار اعظم که زمان تناوب آن ۱۲ × ۷ × ۳۶۰ سال است بیان شده است.

جدولی برای تعیین مکان فردار اعظم در هشتاد و چهار سال از تقویم ملکی همراه با برجها و سیارات مربوط به آن عرضه شده است.

جدولی برای حرکت فردار اعظم با دقت دقیقه برای ۱، ۲، ۳، ...، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ...، ۳۶۰ سال داده شده است.

حرکت فردار اکبر نیز در جدولی برای ۱، ۲، ۳، ...، ۷۸ سال وجود دارد.

جدولی هم برای دور فردار متوسط و اصغر با برجها و سیارات مربوط به آنها داده شده است.

ش. متفرقه

این زیج (در برگ ۱۵۷ر) جدولی برای فاصلهٔ همهٔ سیارات از مرکز زمین دارد. این فاصله‌ها بر حسب یک شصتم شعاع فلک حامل و با دقت دو یا سه رقم بیان شده‌اند و در آنها مرکز فلک تدویر در اوج فلک حامل در نظر گرفته شده و مقدار آنومالی مضربهایی از پنج درجه است. ستون دیگری به ازای هر خانه از جدول مقدار تعدیل را می‌دهد که باید از عدد موجود در خانه کاسته شود تا مقدار فاصله وقتی فلک تدویر در حضیض است معلوم شود. بالاخره، یک طرح درونیابی برای اصلاح این تعدیل در سایر مواضع روی فلک حامل وجود دارد که به ازای هر پنج درجه فاصله نسبت به اوج تنظیم شده است.

دو جدول نیز (در برگهای ۱۵۸ پ ـ ۱۶۲ر) برای تابع $\frac{m}{\lambda'}$ هست که با

دقت سه رقم حساب شده است. دامنهٔ این متغیرها چنین است:

$\mathrm{m} = ۱', ۲', ۳', ..., ۱۰', ۲۰', ۳۰', ۴۰', ۵۰'$

در ساعت $\lambda' = ۲; ۲۳', ۲; ۲۴', ۲; ۲۵', ..., ۲; ۳۴'$

و همچنین

در ساعت $\lambda' = ۲۳; ۴۵', ۲۳; ۵۰', ۲۳; ۵۵', ..., ۴۲; ۲۵'$

برای کاربرد این جدول نگاه کنید به بند **ش** از فصل ۱۳.

۱۶

چکیدهٔ، زیج سلطانی الغ بیگ (۱۲)، حدود ۸۴۰ ه.ق.

الف. گاهشماری

توضیحات و جدولهایی برای تقویمهای هجری، یزدگردی، سلوکی، ملکی، و چینی ـ اویغوری داده شدهٔ است.

ب. تابعهای مثلثاتی

جدولهای مربوط به تابعهای زیر وجود دارد:

$\mathrm{Sin}\theta$ با دقت پنج رقم، برای $\theta = ۰;۰^{\circ},۰;۱^{\circ},۰;۲^{\circ},...,۹۰;۰^{\circ}$ همراه با ستون تفاضلها.

$\mathrm{Tg}\theta$ با دقت پنج رقم، برای

$\theta = ۰;۰^{\circ},۰;۱^{\circ},۰;۲^{\circ},...,۴۵;۰^{\circ},۴۵;۱۰^{\circ},۴۵;۲۰^{\circ},...,۷۹;۵۰^{\circ}$ با ستون تفاضلها.

$\begin{cases} ۱۲\mathrm{cotg}\theta \\ ۷\mathrm{cotg}\theta \end{cases}$ با دقت چهار رقم، برای $\theta = ۱^\circ, ۲^\circ, ۳^\circ, ..., ۹۰^\circ$.

بخشی از جدولهای مربوط به $\mathrm{Sin}\theta$ و $\mathrm{Tg}\theta$ به وسیلهٔ شوی M) منتشر شده است.

پ. جدولهای مربوط به هیئت

جدولهای زیر هم با دقت سه رقم کسری در زیج هست:

$\delta_۱(\theta)$ برای $\theta = ۰; ۰^\circ, ۰; ۳^\circ, ۰; ۶^\circ, ..., ۳۶۰; ۰^\circ$
و $\delta_۲(\theta)$ برای $\theta = ۰; ۰^\circ, ۰; ۶^\circ, ۰; ۱۲^\circ, ..., ۳۶۰; ۰^\circ$

جدولهای مطالع، با دقت سه رقم کسری (مگر در مواردی که دقت دیگری ذکر شده) به ازای هر درجه از λ، عبارتند از

جدول $\mathrm{A}.(\lambda) + ۹۰^\circ$ با ستون تفاضلها

جدول $\mathrm{A}_\phi(\lambda)$ به ازای $\phi = ۳۹; ۳۷, ۲۳^\circ$ (مربوط به سمرقند، محل رصدخانهٔ الغبیگ) با دقت دو رقم کسری، با ستون تفاضلها

جدول $\mathrm{A}_\phi(\lambda)$ به ازای $\phi = ۰^\circ$ با ستون تفاضلها

جدول $\mathrm{A}_\phi(\lambda)$ به ازای $\phi = ۱^\circ, ۲^\circ, ۳^\circ, ..., ۵۰^\circ$.

ت. تعدیل زمان

جدولی با دقت سه رقم اعشاری و به ازای هر درجه از متغیر مستقل برای $\mathrm{E}(\lambda_\mathrm{s})$ آورده شده است.

ث. حرکتهای میانگین

همهٔ مواضع میانگین، از جمله طول نقطهٔ اوج خورشید، برای سالهای ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ...، ۸۷۱ هجری داده شده‌اند.

میزان حرکت این مواضع در ۳۰، ۶۰، ۹۰، ...، ۳۰۰، ۶۰۰، ۹۰۰، ...، ۱۲۰۰ سال هجری و تعداد مناسبی ماه، روز، ساعت، و دقیقه نیز داده شده است. جدولی هم هست برای معلوم کردن اثر تغییر طول جغرافیایی بر مواضع میانگین. همهٔ این مقادیر تا ثانیهٔ کمان دقت دارند بجز پارامترهای خورشید و ماه که با دقت ثالثه بیان شده‌اند.

ج و چ. تعدیل و عرض سیارات

طبق معمول ولی با دقت ثالثهٔ کمان برای e_s و جدولی برای تعدیل سوم ماه.

ح. ایستگاهها و رجوعهای سیارات

مانند آنچه در بند ح از فصل ۵ آمده است.

خ. نطاقهای سیارات

جدولی برای نطاقها، از هر چهار نوع، با دقت ثانیهٔ کمان داده شده است.

د. اختلاف منظر

جدولی برای اختلاف منظر خورشید در دایرهٔ ارتفاع هست که به ازای هر درجه از فاصلهٔ سمت‌الرأسی و با سه رقم معنی‌دار محاسبه شده است.

جدول دیگری هست که اختلاف منظر معدّل ماه (به هنگام مقارنه و مقابله) در دایرهٔ ارتفاع را می‌دهد که آن نیز با سه رقم معنی‌دار و به ازای همان مقادیر متغیر مستقل محاسبه شده است. به کمک روش درونیابی

عرضه شده می‌توان مقادیر جدول را برای تغییرات آنومالی ماه تصحیح کرد.

تعدادی جدول مؤلفه‌ها شبیه جدولهای تئون وجود دارد، ولی به ازای $\phi = ۲۵^\circ, ۳۰^\circ, ۳۵^\circ, ..., ۵۰^\circ$ با دقت ثانیهٔ کمان و برای همان مقادیر از متغیر مستقل که در جدولهای تئون آمده است.

ذ. جدولهای خسوف و کسوف

جدولی برای r_s به ازای هر درجه از فاصلهٔ میانگین تا اوج و برای r_m و r_w به ازای هر پنج درجه از a_m هست که همگی با دقت دو رقم محاسبه شده‌اند.

جدولی برای خسوف هست با این مقادیر از متغیر مستقل:

ظاهری $\beta_m = ۰', ۲', ۴', ..., ۶۴'$

و در روز $\lambda_m = ۱۱;۵۰^\circ, ۱۲;۱۰^\circ, ۱۲;۳۰^\circ, ..., ۱۴;۵۰^\circ$

تابعهای بیان شده در قالب جدول عبارتند از: شدت گرفتگی بر حسب اصابع قطری و سطحی، و مدت پوشیدگی و گرفتگی کامل، همگی با دقت دو رقم.

همین چارچوب برای کسوف نیز وجود دارد؛ فقط β_m از ′۳۴ فراتر نمی‌رود.

ر. جدولهای رؤیت

جدولی برای تعدیل غروب ماه وجود دارد با دقت دقیقه و به ازای

$$\beta_m = ۱^\circ, ۲^\circ, ۳^\circ, ۴^\circ, ۵^\circ$$
$$\phi = ۲۵^\circ, ۳۰^\circ, ۳۵^\circ, ۴۰^\circ$$

و مربوط به هر یک از برجهای منطقةالبروج.

جدولهای کمان رؤیت سیارات که در زیج سنجری (بند ر از فصل ۱۲) یافت می‌شود در اینجا هم آورده شده است ولی تنها برای اقلیمهای سوم و چهارم.

ز. جدولهای جغرافیایی

عرض و طول جغرافیایی (نسبت به جزایر خالدات) برای ۲۴۰ آبادی با دقت دقیقهٔ کمان جدول‌بندی شده است. ترتیب جدول بر اساس نواحی و نه اقلیمهاست.

ژ. جدولهای ستارگان

چنان که قبلاً گفته شد، جدول ستارگان این زیج منتشر شده که آخرین انتشار آن به وسیلهٔ کنوبل انجام گرفته است. در این جدول مختصات دایرةالبروجی (λ, β) با دقت دقیقه برای ۱۰۱۸ ستاره بیان شده است. اغلب این مقادیر حاصل رصد مستقل هستند با این حال مواردی هم از مجسطی و با اعمال حرکت تقدیمی گرفته شده‌اند.

س. جدولهای احکام نجوم

اساساً همان جدولهای زیج خاقانی (۲۰، بند **س** از فصل ۱۵) برای دورهای موالید و عالم در این زیج وجود دارد.

ش. گوناگون

جدولی برای بیشترین فاصله‌های ماه وجود دارد همراه با تعدیل مربوط به آن برای کمترین فاصله‌ها و یک طرح درونیابی با دقت سه رقم برای هر درجه از هر دو متغیر مستقل.

همچنین، جدولی برای فاصلهٔ خورشید وجود دارد با دقت سه رقم کسری (با احتساب شعاع فلک حامل برابر با ۶۰ واحد) به ازای هر درجه فاصله نسبت به اوج.

جدولی هم هست به نام «اجزای متناسب زاویهٔ ساعتی دو وتد» که عبارتند از

$$n \times ۰; ۶, ۶, ۱۵$$

و

$$n \times ۶; ۶, ۱۵, ۲۵$$

به ازای $n = ۱, ۲, ۳, ..., ۶۰$. اگر طول سال نجومی ۶,۵;۱۵,۲۵ روز در نظرگرفته شود، مدت آن بر حسب روز نجومی یکی بیشتر یعنی ۶,۶;۱۵,۲۵ خواهد بود. با این جدول می‌توان براحتی تعداد روزهای نجومی موجود در k سال نجومی را معلوم کرد.

همان جدولهای مربوط به $\frac{۲۴d}{\lambda'}$ که در ۶ (بند ش از فصل ۱۳) وجود دارد در این زیج نیز یافت می‌شود. دامنهٔ متغیرهای مستقل در اینجا قدری فرق دارد؛ بخصوص در جدول سوم که در آن،

$$d = ۱, ۲, ۳, ..., ۶۰$$

و

$$\lambda' = ۰; ۱, ۰; ۲, ۰; ۳, ..., ۲; ۳۰.$$

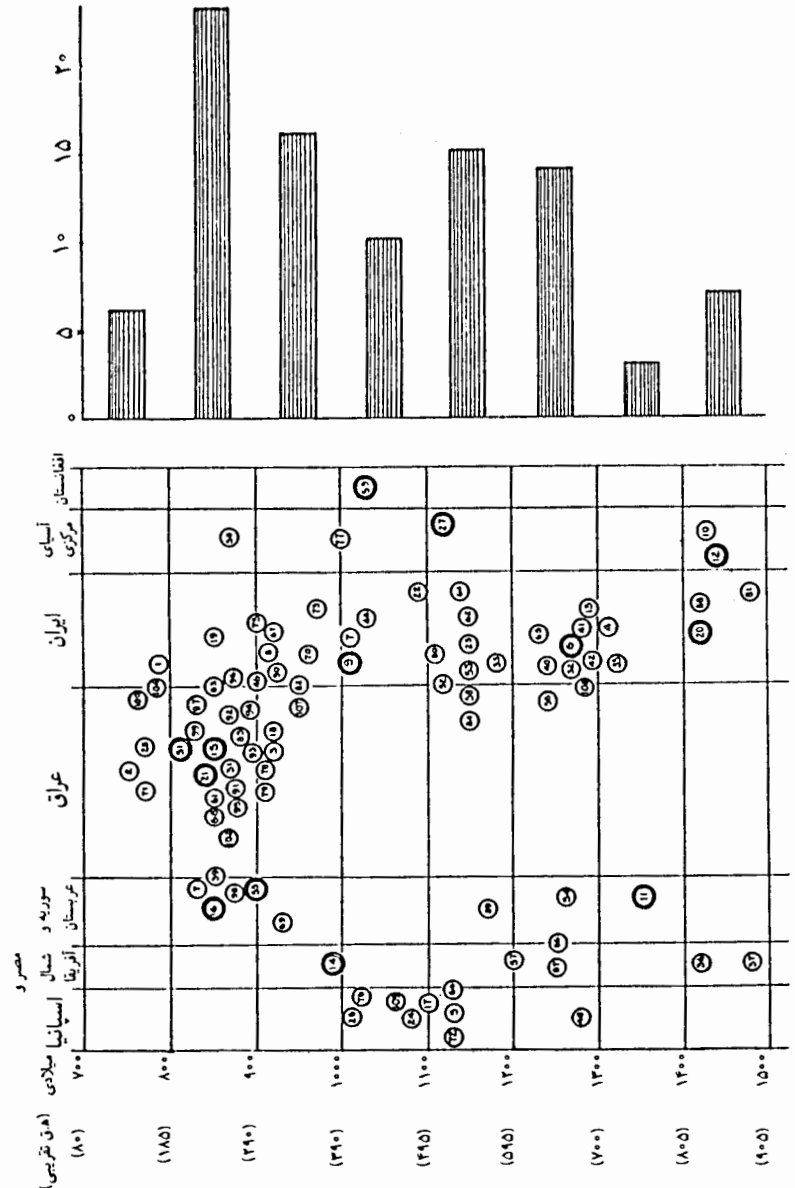
۱۷

خلاصهٔ اطلاعات

با گرد آمدن حجم قابل توجهی از مطالب که عرضه شد اکنون می‌توانیم به تفسیر این اطلاعات بپردازیم. آسان‌ترین کار، قضاوت بر مبنای کمیت است. نمودار شکل ۷، مکان و زمان آن تعداد از ۱۰۹ زیج فهرست شده را که کم و بیش اطلاعی در مورد آنها داریم نشان می‌دهد. در سمت راست نمودار اصلی، نمودار دیگری توزیع فراوانی مربوط به هر قرن را معین می‌کند.

این نمودار را به هیچ عنوان نمی‌توان صورت نهایی دانست. در اثنای تألیف کتاب حاضر دو سه بار کشف منبع تازه‌ای حاوی نام چند زیج که قبلاً فهرست نشده بود، توزیع نمودار را دستخوش تغییرات اساسی کرد. هیچ معلوم نیست که دوباره چنین وضعی پیش نیاید. هنوز می‌توان انتظار داشت که نام کتاب یا مؤلف تازه‌ای افزوده شود. با این حال، چشم‌اندازی که تا اینجا ترسیم شده به نوبهٔ خود قابل بررسی است.

تدوین زیجهای نجومی در قرن سوم هجری (نهم میلادی) با رونق گرفتن حکومت خلفای عباسی در بغداد سریعاً به حداکثر میزان خود می‌رسد. پس از آن، فعالیت در این زمینه روندی عادی می‌یابد با این حال در تمامی دورهٔ مورد بررسی چشمگیر است زیرا مثلاً در قرن نهم هجری (پانزدهم



شکل ۷ـ توزیع زیجها برحسب موقعیت جغرافیایی و قرن

میلادی)، که آخرین قرن این دوره است، از تدوین هفت زیج اطلاع داریم. از لحاظ جغرافیایی بیشترین تراکم این فعالیت در بغداد دیده می‌شود و پراکندگی تلاش علمی که پس از آن رخ می‌دهد بازتابی از پراکندگی قدرت سیاسی است. با گذشت زمان، مرکز ثقل فعالیتها در زمینهٔ تدوین زیج به سوی ایران کشیده می‌شود؛ گرچه کوششهای پراکنده‌ای هم در اسپانیا و شمال آفریقا ادامه می‌یابد.

در این نمودار، زیجهایی که چکیده‌شان در کتاب حاضر آمده با دو دایرهٔ تو در تو نشان داده شده‌اند. چنان که دیده می‌شود از هر قرن این دوره چکیدهٔ یک یا چند زیج را آورده‌ایم. اما از لحاظ جغرافیایی متاسفانه چکیدهٔ هیچ زیجی که در اسپانیا نوشته شده باشد در این کتاب نیست.

وقتی به این صورت روی کمیت و توزیع زیجها تکیه می‌کنیم در گام بعدی دو نکته مطرح می‌شود که به یکدیگر مربوطند: تا چه حد می‌توان گروههای زیجهای وابسته به یکدیگر را تشخیص داد و اینکه این زیجها تا چه حد نتیجهٔ رصدهای مستقل هستند.

هر نوع نموداری که بخواهد پیوند بین زیجهای مختلف را نشان دهد منوط به گردآوری و بررسی صدها پارامتر عددی دیگر از قبیل حرکتهای میانگین است. اما بر اساس آنچه فعلاً در دست داریم چند گروه را می‌توان مشخص کرد:

زیجهای گروه سند هند که در شمارهٔ ۲۸ ذکر شده‌اند.

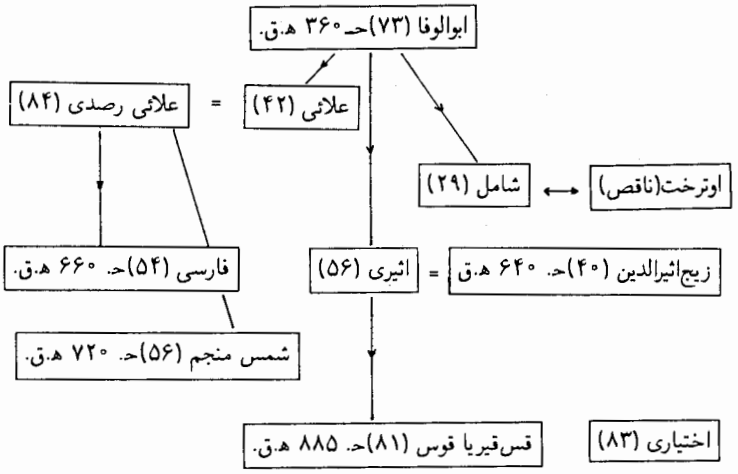
زیج بتّانی (۵۵) و زیجهای ۷، ۹، ۴۴، ۴۹، و ۶۵ که بر پایهٔ آن تدوین شده‌اند.

گروه زیجهای عربی اسپانیا شامل ۵، ۲۴، ۴۸، ۶۶ و ۷۲.

زیجهای فهّاد به شمارهٔ ۲۳، ۵۳، ۵۸، ۶۲، ۶۴ و ۸۴ و زیج فارسی به شمارهٔ ۵۴ که در یک گروه قرار می‌گیرند.

ارتباطهای پیچیده بین زیجهای گروه ابوالوفا در شکل ۸ بروشنی دیده می‌شود. تعدادی از حرکتهای میانگین اساسی بر حسب درجه در روز و منسوب به ابوالوفا در نسخه‌ای از زیج حبش حاسب (۱۵) که در برلین هست یافته شده است. این مقادیر در اینجا ذکر می‌شود تا بعدها برای دسته بندی زیجهای دیگر به کار رود:

خورشید	☉	(طول)	۰;۵۹,۸,۲۰,۴۳,۱۷,۳۸,۴۱,۴۲,۲۵	در برگ ۲۹
ماه	☾	(طول)	۱۳;۱۰,۳۵,۱,۵۵,۳۷,۳۹,۶,۱۶,۴۵,۴۳	در برگ ۳۳
ماه	☾	(آنومالی)	۱۳;۳,۵۳,۵۶,۱۷,۵۰,۱۵,۵۰,۵۹,۱۷,۳۱	در برگ ۳۴
مشتری	♃	(طول)	۰;۴,۵۹,۱۶,۵۸,۵۰,۴۴,۳۰,۴۹,۵۳,۱۷	در برگ ۴۵
زهره	♀	(آنومالی)	۰;۳۶,۵۹,۲۹,۷,۴۹,۱,۳۶,۹,۲۱,۵۹	در برگ ۵۴
عطارد	☿	(آنومالی)	۳;۶,۲۴,۶,۵۵,۴۵,۲۲,۰,۳۷,۲۶,۲۴	در برگ ۵۷



شکل ۸

در بحث راجع به فعالیتهای رصدی دورهٔ اسلامی نخست باید چند نکتهٔ کلی را ذکر کرد. گرچه این رصدهای نجومی دقیق‌تر و بسیار پرشمارتر از همهٔ دوره‌های قبلی بودند، هیچ زیجی مبتنی بر مقادیر مجدداً رصد شده برای همهٔ پارامترها نبود و اغلب رصدکنندگان به رصد چند پدیده که آسان‌تر بود مثل اوج و تعدیل خورشید بسنده می‌کردند. این وضع تا حدی ناشی از آن بود که هیچ رصدی نمی‌تواند کاملاً مستقل از جنبه‌های نظری باشد و دستگاه بطلمیوسی رویهمرفته برای ابزارهای نجومی آن زمان کفایت می‌کرد. نبوغ بطلمیوس بیش از هر چیز در نظریه‌ای که برای عرض سیارات مطرح کرده جلوه‌گر می‌شود و این امر بکلی از توجه منجمان مسلمان به دور ماند. کافی بود که این نظریهٔ بنیادی نوسازی شود که در این صورت رصدهای جدید کاربرد فراوانی می‌یافت.

با در نظر داشتن آنچه گفته شد می‌توان ادعا کرد که افراد یا گروههای زیر رصدهای مستقلی انجام داده‌اند:

۱ـ نهاوندی (۱) در جندیشاپور.

۲ـ «اصحاب ممتحن» شامل یحیی بن‌ابی‌منصور (۵۱) جوهری (۹۹) سندبن علی (۹۶) مرورودی (۹۷) و حبش حاسب (۱۵) در بغداد و دمشق.

۳ـ دینوری (۱۹) در اصفهان.

۴ـ بنوموسی (۹۱، ۹۲).

۵ـ ماهانی (۹۸) در بغداد.

۶ـ ثابت‌بن قره (۹۳) در بغداد.

۷ـ سمرقندی (۳۸) در سمرقند.

۸ـ بتّانی (۵۵) در رقّه.

۹ـ بنی اماجور (۸ و غیره) در بغداد و شیراز.

۱۰ـ صوفی (۱۰۷) در بغداد.

۱۱ـ ابن‌اعلم (۷۰) در بغداد.
۱۲ـ ابوالوفا (۷۳) در بغداد.
۱۳ـ ابن یونس (۱۴) در قاهره.
۱۴ـ خجندی (۶۰) در ری.
۱۵ـ بیرونی (۵۹) در غزنه و خوارزم.
۱۶ـ رصدهای تولدو (۲۴).
۱۷ـ خازنی (۲۷) در مرو.
۱۸ـ فهّاد (۲۳، و غیره).
۱۹ـ رصدهای ایلخانی (۶) در مراغه.
۲۰ـ ابن شاطر (۱۱) در دمشق.
۲۱ـ کاشانی (۲۰) در کاشان.
۲۲ـ الغ‌بیگ (۱۲) در سمرقند.

در زمینهٔ نجوم رصدی، جدول ۱ مختصات دایرةالبروجی یازده ستارهٔ درخشان را به روایت چهار منجم مسلمان نشان می‌دهد. مختصات یافته شده به وسیلهٔ ابن اعلم، ابن یونس، و خواجه نصیرالدین طوسی همگی از ۶ گرفته شده‌اند. مقادیر مربوط به زیج ممتحن از دو زیج ۱۶ و ۵۱ اخذ شده‌اند. مقادیر مذکور در مجسطی برای مختصات این ستارگان نیز در جدول آمده است. در اینجا هم منظور ارائهٔ مبنایی برای بررسیهای بعدی در مورد جدولهای ستارگان زیجهای دیگر است. هرجا که عرضها کلاً با هر پنج مقدار ذکر شده متفاوت باشد، معلوم می‌شود که رصد مستقلی انجام شده است. در مواردی که عرضها یکسان است باید بین طولهای متناظر تفاوتی به خاطر تأثیر حرکت تقدیمی وجود داشته باشد که از روی آن می‌توان به زمان تنظیم جدول پی‌برد.

جدول ۱. چکیدهٔ محتویات پنج جدول ستارگان

خواجه نصیر		ابن یونس		ابن اعلم		ممتحن		بطلیموس		
λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ (طول)	β (عرض)	
۲۴;۱۵° حمل	−۵۱;۴۵°	۱۶;۲۰° حمل	−۵۳;۲۸	۱۶;۴۲° حمل	−۵۳;۳۰°	۱۰;۱۰° حمل	−۵۳;۳۰°	۰;۱۰° حمل	−۵۳;۳۰°	آخر النهر
۲۹;۲۲ ثور	−۵;۱۳	۲۹;۷ ثور	−۵;۱۵	۲۸;۴۰ ثور	−۵;۱۵	—	−۵;۴۵	۱۲;۴۰ ثور	−۵;۱۰	عین ثور
۱۱;۱۰ جوزا	+۲۲;۴۰	۱۱;۳۲ جوزا	+۲۲;۳	۱۰;۵۰ جوزا	+۲۲;۵۰	۵;۵ جوزا	+۲۲;۵۰	۲۵;۰ثور	+۲۲;۳۰	عیوق
۳;۵۰ سرطان	−۳۹;۱۰	۴;۲ سرطان	−۳۹;۳۰	۳;۴۰ سرطان	−۳۹;۴	۲۷;۵۰ جوزا	−۳۹;۲۰	۱۷;۴۰جوزا	−۳۹;۱۰	شعرای یمانی
۱۵;۴۵ سرطان	−۱۶;۵	۱۵;۲ سرطان	−۱۶;۲	۱۵;۴۵ سرطان	−۱۶;۰	۹;۰ سرطان	−۱۶;۰	۲۹;۱۰جوزا	−۱۶;۱۰	شعرای شامی
۱۹;۴ اسد	+۰;۱۷	۱۹;۱۰ اسد	+۰;۱۰	۱۸;۴۵ اسد	+۰;۱۵	۱۳;۰ اسد	+۰;۱۵	۲;۳۰اسد	+۰;۱۰	قلب الاسد
۱۳;۲۵ میزان	−۱;۵۲	۱۲;۵۸ میزان	−۲;۱۰	۱۲;۳۳ میزان	−۲;۶	۶;۴۸ میزان	−۲;۶	۲۶;۴۰سنبله	−۲;۰	سماک اعزل
۱۳;۰ میزان	+۳۱;۳۵	۱۳;۴۹ میزان	+۳۱;۳۳	۱۲;۵۵ میزان	+۳۱;۱۲	۷;۱۰ میزان	+۳۱;۱۲	۲۷;۰ سنبله	+۳۱;۳۰	سماک رامح
۲۹;− عقرب	−۴;۱۰	۲۹;۷ عقرب	−۲;۲۵	۲۸;۴۷ عقرب	−۴;۲۴	۲۲;۵۵ عقرب	−۴;۲۴	۱۲;۴۰عقرب	−۴;۰	قلب العقرب
۴;۴۰ جدی	+۶۱;۵۰	۵;۸ جدی	+۶۱;۵۵	۴;۴۵ جدی	+۶۱;۴۵	۲۹;۰ قوس	+۶۱;۴۴	۱۷;۲۰قوس	+۶۲;۰	نسر واقع
۲۰;۴۰ جدی	+۲۹;۱۵	۲۰;۳۴ جدی	+۲۹;۱۰	۲۰;۵۸ جدی	+۲۹;۱۴	۱۴;۱۸ جدی	+۲۹;۱۲	۳;۵۰جدی	+۲۹;۱۰	نسرطائر

آوردن مجموعه‌ای از مختصات استوایی را در اینجا ضروری ندیدیم، زیرا این مقادیر بر اثر حرکت تقدیمی تغییر می‌کنند. با این وجود جا دارد یادآوری کنیم که منجمان مسلمان از همان قرن سوم هجری (نهم میلادی) بُعد و میل را به کار می‌بردند (نگاه کنید به بند ژ از فصل ۸).

قبلاً قدیمی‌ترین مورد استفاده از مختصات استوایی را مربوط به قرن سیزدهم می‌دانستند.* پیش از آن که به تشریح گرایشها و دستاوردهای هر مبحث بپردازیم، بد نیست به نقش نجوم اسلامی در زمینهٔ کل دانش باستانی اشاره‌ای بکنیم.

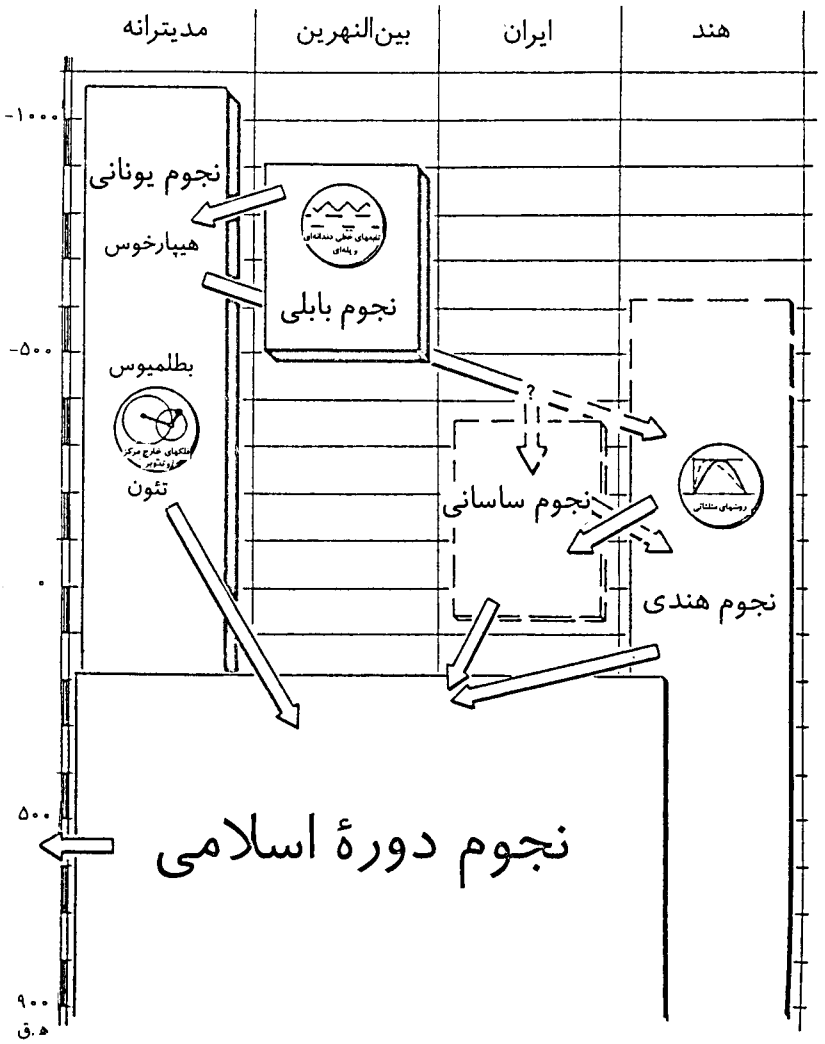
شکل ۹ قلمرو سه مکتب نجومی پیش از اسلام و مکتب دورهٔ اسلامی را به صورت مستطیلهایی که محدوده‌های زمانی و جغرافیایی معینی را پوشانده‌اند نشان می‌دهد. در این نمودار تقریبی، پهنای مستطیلها بیانگر اهمیت هر مکتب، نقشهای درون دایره معرف روشهای بنیادی آن مکتب، و پیکانها نشانهٔ جهت تأثیر گذاری بین حوزه‌هاست. در مورد نجوم دورهٔ ساسانی ایران چندان چیزی بیش از این نمی‌توان گفت که وجود داشته و در شکل ۹ آن را به صورت مستطیل خط‌چینی در موضع خود نشان داده‌ایم.

در این کتاب صرفاً به بررسی نجوم اسلامی پرداخته‌ایم حال آن که این موضوع مستلزم آشنایی نسبی با نجوم یونانی، بابلی، و هندی است. در واقع هر سهٔ اینها بخصوص نجوم یونانی تأثیر زیادی بر نجوم اسلامی داشته است. ضمناً می‌دانیم که در دورهٔ اسلامی پیشرفت علم به هیچ وجه قابل مقایسه با ابداع دستگاههای بطلمیوسی و نیوتونی نبوده است. اما علاوه بر

---

*) نگاه کنید به منابع زیر:

Houzea, J. C, "Vademecum de l'astronomie," *Annales de l'observatoire royal de Bruxelles*, 1882, p. 156; Sédillot, J.J., "Traité des instruments astr. ...," Paris, 1834, Vol. I, pp191, 276.


مدیترانه
بین‌النهرین
ایران
هند
-۱۰۰۰
-۵۰۰
۰
۵۰۰
۹۰۰
ه.ق
نجوم یونانی
هیپارخوس
نجوم بابلی
بطلمیوس
تئون
نجوم ساسانی
نجوم هندی
نجوم دورهٔ اسلامی

شکل ۹

جذابیت خود موضوع دلیل محکم دیگری برای مطالعهٔ نجوم دورهٔ اسلامی وجود دارد؛ بدین معنی که انبوه منابع اطلاعات مربوط به آن می‌تواند در روشن کردن تاریخچهٔ دوره‌های پیشتری به کار رود که منابع مستقیم دربارهٔ آنها اندک است یا بکلی از بین رفته است. مثلاً می‌دانیم که در یونان عهد هیپارخوس نظریه‌هایی دربارهٔ حرکت ماه و سیارات وجود داشته است. ظهور مجسطی موجب شد که این آموزشهای ابتدایی‌تر از پهنهٔ دانش یونانی کنار برود. اما بخشهایی از آن به هند راه یافت و بتازگی رد آن یافته شده است (نگاه کنید به نویگه‌باوئر، ص ۱۶۸ و ۱۷۸). این امید هم که زمانی در انبوههٔ متون دورهٔ اسلامی مطالب دیگری از نجوم یونانی پیش از بطلمیوس یافته شود البته بیهوده نیست.

در دورهٔ اسلامی روندهای تکاملی در بسیاری از مواد مذکور در فصل ۴ مشاهده می‌شود. مثلاً، در نمایش تابعها به صورت جدول (موارد ب و ت) افزایش تدریجی در میزان دقت مشاهده می‌شود. از جمله اینکه خوارزمی و بتّانی در آغاز این دوره، تابع سینوس را با سه رقم معنی‌دار به ازای هر درجه عرضه کرده‌اند؛ حال آن که الغ‌بیگ در پایان این دوره جدول سینوسی دارای ستون تفاضلها و با پنج رقم (شصتگانی) معنی‌دار به ازای هر دقیقهٔ کمان تنظیم کرده است.در میانهٔ این دوره، گرایشی وجود داشت به اینکه همهٔ تابعهای نویافته مثل کتانژانت و سهم را در قالب جدول نمایش دهند، اما در زیجهای متأخرتر بازگشتی به این شیوه پدیدار شد که تنها سینوس و تانژانت با جدول بیان شوند.

محاسبهٔ جدولهای مطالع به شیوهٔ ثابتی تداوم داشت. زیجهای اولیه تنها برای هفت اقلیم جدولهای مطالع مایل داشتند همراه با جدولی برای عرض جغرافیایی مربوط به همان زیج. اما روندی با ابن‌یونس به وجود آمد و تثبیت شد که جدول را به ازای یکایک مقادیر ϕبرابر با °۰، °۱، °۲، ...، تا

عرض بالای مناسبی محاسبه کنند.

اکنون نظری کلی به تعدیل سیارات (مورد ج) می‌اندازیم. اگر محدودهٔ بررسی را به جهان اسلام منحصر کنیم تنها مسئلهٔ موجود عبارت خواهد بود از یافتن منشاء نظریه و پارامترهای زیج خوارزمی (۲۱، بند ج از فصل۶). در جدول ۲ سه گروه تعدیلهای حدی مربوط به نجوم بطلمیوسی، ایرانی، و هندی در کنار یکدیگر آورده شده‌اند. در بخش اعظم زیجها تفاوت ناچیزی بین پارامترهای مشترک با زیجهای بتّانی و زرقالی (از دلامبر، ص ۱۷۷) و پارامترهای مجسطی مشاهده می‌شود که این زیجها بی‌گمان بطلمیوسی هستند. اما بین اینها و مقادیر مربوط به دوگروه دیگر تفاوت چشمگیری وجود دارد. در این حال، پارامترهای زیج شاه (۳۰) چنان که به وسیلهٔ ابن‌هبنتا (عالم احکام نجوم مسیحی در آغاز دورهٔ عباسیان) گزارش شده با پارامترهای زیج خوارزمی و همچنین با مقادیر «ایرانی» که بیرونی ذکر کرده (رسائل، ۳، ص ۳۰ و ۵۴؛ وی زیج شاه، زیج ابومعشر (۶۳)، و زیج یعقوب‌بن‌طارق (۷۱) را در این ردیف می‌آورد) تفاوتهای ناچیزی دارد. مجموعه‌های ناقصی از پارامترهای «زیجهای هندی» در رسائل بیرونی (۳، ص ۳۱) یافت می‌شود.

جدول ۲. حداکثر تعدیل سیارات

	بطلیموسی		ایرانی			هندی		
	مجسطی	بتانی و زرقالی	خوارزمی	شاه	بیرونی			پولس یونانی
⊙ خورشید	۲; ۲۳°	۱; ۵۹, ۱۰°	۲; ۱۴°	۲; ۱۴°	۲; ۱۴°			
☾ ماه	۵; ۱ ۲; ۳۹ ۱۲; ۶	۵; ۱ ۲; ۴۰ ۱۲; ۹	۴; ۵۶					
b زحل	۶; ۳۱ ۶; ۱۳	۶; ۳۱ ۶; ۱۳	۸; ۳۶ ۵; ۴۴	۸; ۳۶, ۴ ۵; ۴۳, ۱۲	۸; ۳۷° ۵; ۴۴	۹; ۲۸°		۶; ۲۲°
2l مشتری	۵; ۱۵ ۱۱; ۳	۵; ۱۵ ۱۱; ۳	۵; ۶ ۱۰; ۵۲	۵; ۵, ۴۹ ۱۰; ۱۱, ۰	۵; ۶ ۱۰; ۵۲	۴; ۴۴	۵; ۵°	۱۱; ۳۲
♂ مریخ	۱۱; ۲۵ ۴۱; ۹	۱۱; ۲۵ ۴۱; ۹	۱۱; ۱۳ ۴۰; ۳۱	۱۱; ۱۱, ۵۹ ۴۱; ۹, ۲	۱۱; ۱۲ ۴۱; ۳۰	۱۱; ۱۶	۱۱; ۲۵	۴۰; ۳۲
♀ زهره	۲; ۲۴ ۴۵; ۵۷	۱; ۵۹ ۴۵; ۵۹	۲; ۱۴ ۴۷; ۱۱	۲; ۱۲, ۴۶ ۴۷; ۱۱, ۵	۲; ۱۳ ۴۷; ۱۱	۲; ۱۴	۱; ۱۶, ۴۰	۴۵; ۱۵
☿ عطارد	۳; ۲ ۲۱; ۲	۳; ۲ ۲۲; ۲	۴; ۲ ۲۱; ۳۰	۴; ۵, ۵ ۲۲; ۲, ۵	۴; ۰ ۲۱; ۳۰	۴; ۲۸	۴; ۳۰	۲۱; ۳۶

اولین نتیجه‌ای که بی‌تردید می‌توان اعلام کرد این است که خوارزمی تعدیلهای ایرانی پیش از اسلام را به کار می‌برده است. اما در اینجا سؤال جدی‌تری مطرح می‌شود: آیا ایرانیان این نظریه را ابداع کردند یا آن را از دیگران گرفتند و احیاناً در این میان اصلاحاتی در آن وارد کردند. احتمالاً شق اخیر درست است، زیرا با آنکه پارامترهای هندی و ایرانی با هم تفاوتهایی دارند، مفهوم تپش اوجها در زیج خوارزمی منشاء هندی دارد و بیرونی (رسائل، ۳، ص ۵۴) نیز تصریح کرده است که مبانی نظری نجوم ایرانی عمدتاً از هند گرفته شده است.[۱] در مورد منشاء آنچه منسوب به هندوان است سه بخش را می‌توان تشخیص داد: مدلهای هندسی، یونانی پیش از اقلیدس‌اند؛ روشهای حساب، بابلی‌اند و بقیه هم بومی‌اند (نگاه کنید به نویگه‌باوئر، فصل ۶؛ و مقالهٔ نویگه باوئر به نام نظریهٔ بابلیان دربارهٔ سیارات*).

وضع در موردعرضهای سیارات بمراتب پیچیده‌تر است. جدول ۳ مقادیر حدی مربوط به عرض یا مؤلفه‌های عرض را نشان می‌دهد. اولین ستون مربوط به مجسطی است، دومی مجموعهٔ مقادیری است که به استثنای یک مورد مشترکاً در نسخهٔ موسوم به ممتحن (۵۱، بند چ از فصل ۵) و مجموعه‌ای که ابن‌هبنتا بدون ذکر مرجع آورده یافت می‌شود. ستون سوم مربوط است به خوارزمی (۲۱، بند ج از فصل ۶)، و دو مقدار ثبت شده در ردیف بالایی هر خانه بترتیب بیشترین و کمترین مقدار L_1 برای هر سیاره است. عدد ثبت شده زیر این دو عدد بیشترین مقدار L_2 برای هر سیاره است. آخرین ستون مربوط به سوریا سدهانتا[۲] است.

---

۱) بیرونی در اینجا اندازهٔ شعاع فلک تدویر سیارات را از قول بطلمیوس و تئون آورده و مقادیر مذکور در زیج ابن‌اعلم و زیج شاه و زیج ابومعشر را با آنچه بطلمیوس و تئون گفته‌اند مقایسه کرده و افزوده است که فزاری و خوارزمی در این مورد مثل زیج شاه از هندیان پیروی کرده‌اند.

*) Neugebauer, O., "Babylonian Planetary Theory," *Proc. Amer. Philos. Soc.*, vol. 98 (1954), pp. 60- 89.

۲) بیرونی در ماللهند از وجود پنج سدهاند (سند هند یا سدهانتا) نام می‌برد که سومین آنها پولس ←

در اینجا هم ستون اول با مقادیر مذکور در بخش عمدهٔ زیجها مطابقت دارد. مقادیر این ستون منشاء بطلمیوسی دارند. مقادیر موجود در سه ستون دیگر با هم تفاوت اساسی دارند. جز در مورد ماه و عطارد، مقادیر ستون سوم هر یک دو و نیم برابر مقادیر ستون چهارمند. این نکته، درکنار مشابهت کلی بین جدولهای خوارزمی و توضیحهای موجود در سوریاسدهانتا (فصلهای ۶۸ تا ۷۰)، ما را علی‌الحساب به این نتیجه می‌رساند که نظریهٔ خوارزمی برای عرض سیارات از طریق نجوم دورهٔ ساسانی یا مستقیماً از نجوم هند گرفته شده است.

جدول ۳. حداکثر عرض سیارات

	مجسطی	ممتحن و ابن هبنتا	خوارزمی	سوریا سدهانتا
ماه	۵;۰°	۴;۳۰°	۴;۳۰°	۴;۳۰°
زحل	۳;۲۰ ۳;۴۰°	۳;۱۰ ۳;۶۰°	۱;۳۳° ۱;۱۰° ۵;۰	۲
مشتری	۲;۴ ۲;۸	۲;۳ ۲;۹	۱;۳۶ ۰;۵۷ ۲;۳۰	۱
مریخ	۴;۲۱ ۷;۷	۴;۲۳° ۷;۶	۲;۱۴ ۰;۲۷ ۳;۴۵	۱;۳۰
زهره	۰;۱۰ ۶;۲۲ ۲;۳۰	۸;۵۶	۲;۲۴ ۰;۲۲ ۵;۰	۲
عطارد	۰;۴۵ ۴;۵ ۲;۴۵	۴;۱۸	۱;۴۴ ۰;۴۸ ۶;۱۵	۲

* ابن هبنتا ۲۳° ;۵ آورده است.

در ستون ۲، به استثنای مورد عطارد، ارتباط نزدیکی بین مقادیر ذکر شده برای سیارات علوی و آنچه در مجسطی آمده وجود دارد. در مورد زهره مجموع مؤلفه‌های بطلمیوسی تقریباً با مقدار موجود در ستون ۲ برابر

سدهانتا پرداختهٔ «پولس یونانی» است که بیرونی او را احتمالاً اهل اسکندریه می‌داند (ماللهند، ترجمهٔ منوچهر صدوقی سها، ۱۳۶۲، ص ۱۱۷ و ۱۱۸). آخرین ستون جدول ۲ چنانکه در بالای آن ذکر شده باید مربوط به پولس سدهانتا باشد.

است. پارامترهای عرضی نظریهٔ بطلمیوس برخلاف بقیهٔ ثابتهایی که وی برای سیارات به کار برده است حاصل رصدهای خاصی که خودش تشریح کرده باشد نیستند. ظاهراً اینها مقادیری هستند که در زمان او مورد قبول همگان بود. این امر، همراه با تناظری که بین مقادیر دو ستون هست، این گمان را مطرح می‌کند که نظریهٔ مربوط به عرض سیارات که در نسخهٔ اسکوریال (۵۱) حفظ شده بازماندهٔ یک نظریهٔ ماقبل بطلمیوسی دربارهٔ عرض سیارات است.

در حال حاضر امکان خلاصه کردن مباحث مهمی چون نظریهٔ گرفتها (خسوف و کسوف) و نظریهٔ رؤیت نیست؛ صرفاً به خاطر آنکه از گونه‌های مختلف آنها در نجوم اسلامی بی‌اطلاعیم. بنابراین، بهتر آن است که در پایان این فصل برنامه‌ای برای پژوهشهای آتی در مورد این دو مبحث و مباحث دیگر پیشنهاد کنیم.

به نظر می‌رسد که اولین کار ضروری انتشار متنهای موجود باشد. زیج خوارزمی (۲۱) و زیج بتّانی (۵۵) که تاکنون منتشر شده‌اند به اوایل دورهٔ مورد نظر تعلق دارند. اگر موضوع انتشار متن زیج خاقانی (۲۰) به تحقق درآید[۳]، این اثر همراه با بخشی از زیج سلطانی (۱۲) که به وسیلهٔ سدیو منتشر شده نمونه‌ای از جدولهای پایان این دوره به دست خواهد داد. برای انتشار نمونه‌ای از میانهٔ این دوره بی‌گمان منطقی‌ترین انتخاب از هر لحاظ قانون مسعودی بیرونی (۵۹) است. متن عربی این اثر یک‌بار به چاپ رسیده است و بخشهای گوناگون آن که به وسیلهٔ شوی بررسی نشده می‌تواند در صورت لزوم به توسط افراد مختلف و در شرایط مناسب مورد مطالعه و تشریح قرار بگیرد. زیج دیگری از میانهٔ این دوره که ارزش انتشار دارد زیج سنجری (۲۷) است.

---

۳) نگاه کنید به پانویس بند ۱۳ از فصل ۳.

هرجا که سخن از متنهای نجومی مهم در میان باشد باید از رسائل بیرونی هم یاد کرد. این اثر هم مثل همهٔ آثار بیرونی شامل توضیحهایی در مورد انواع پرشماری از روشها و نظریه‌هاست که به منابع اسلامی محدود نمی‌شود و مطالبی با منشأ هندی، ماقبل اسلامی، ایرانی، و بابلی را نیز در برمی‌گیرد. مثلاً در دومین رساله از رسائل بیرونی (ص ۱۳۸) توضیح و مثالی عددی برای یک روش محاسبهٔ مطالع مایل با استفاده از آنچه روش الف بابلی (نگاه کنید به نویگه‌باوئر، ص ۱۳۵) خوانده می‌شود وجود دارد. این مثال که در متن مذکور هم بابلی نامیده شده نخستین مورد از این گونه است که در نجوم اسلامی ظاهر می‌شود. مؤسسه انتشارات دایرةالمعارف عثمانی در حیدر آباد دکن با نشر متن اصلی عربی آن خدمت بزرگی به تاریخ علوم باستانی کرده است. این کار ارزشمند اکنون باید با ترجمهٔ آن به یک زبان اروپایی تکمیل شود.[۴]

اگر مورد غیر منتظره‌ای پیش نیاید، امید چندانی نیست که هیچ یک از زیجهای اولیه به همان صورت کم و بیش اصلی خود یافته شود. نسخهٔ زیج ممتحن (۵۱) درکتابخانهٔ اسکوریال با مجموعهٔ آمیخته از جدولهای ناهمگون قدیمی و متأخر آن نمونه‌ای از این موارد است. چاپ متن ویراستهٔ چنین دستنوشته‌هایی صرفاً موجب اتلاف وقت پژوهشگران خواهد بود. به جای این کار بهتر است وقت پژوهشگران و سایر امکانات برای تهیهٔ تک نگاریهایی در مورد مباحث بنیادی که بررسی نشده‌اند صرف شود. هنوز هیچ یک از مباحثی که در فصل ۴ مطرح شده به طور کامل مطالعه نشده است و از این میان نظریهٔ گرفتها و رؤیت تقریباً دست نخورده مانده‌اند. در مورد

۴) پروفسور کندی ترجمه و شرح انگلیسی رسالهٔ دوم (افراد المقال فی‌امر الظلال یعنی تک گفتار دربارهٔ سایه‌ها) را در سال ۱۹۷۶ میلادی از طریق مؤسسهٔ تاریخ علوم عربی دانشگاه حلب (سوریه) در دو جلد با عنوان (The Exhaustive Treatise on Shadows) منتشر کرده است.

گاهشماری کارهای قابل توجهی انجام شده است، اما تقویم چینی-اویغوری که دربارهٔ آن مطالب زیادی از زیجهای متأخر ایرانی می‌توان گردآورد قلمرو بکر و پرکششی است. مثلاً در محاسبات مربوط به این نوع تقویم استفاده از نوعی روش درونیابی سهموی برای تعدیلهای خورشید و ماه رایج است که در هیچ زمینهٔ دیگری به آن برنمی‌خوریم.

مطمئن‌ترین راه معلوم کردن ارتباط بین آثار نجومی مقایسهٔ پارامترهای عددی آنهاست. نویسندهٔ این سطور طی پنج سالهٔ اخیر فهرستی از حدود هزار پارامتر شصتگانی فراهم آورده است. از این میان، سرعتهای میانگین برحسب واحدهای مختلفی از جمله سال هجری، سال مصری، روز، و غیره بیان شده‌اند که همین موجب پنهان ماندن ارتباط میان بسیاری از آنها می‌شود. بررسی این مقادیر، تبدیل آنها به واحدهای یکسان و انتشار مجموعهٔ نتایج به دست آمده می‌تواند مبنای قابل اعتمادی برای دسته‌بندی زیجها فراهم آورد.

آنچه گفته شد موارد معدودی بود از طرحهای ممکن در زمینه‌ای که سرشار از مسائل حل نشده است. ضمناً هنوز هیچ سخنی از آن بخش از مطالب نجوم اسلامی که از دستنوشته‌های نجومی لاتینی، عبری، و یونانی بیزانسی قابل بازیابی است به میان نیاورده‌ایم.

محصول براستی فراوان است
دریغا که دروگران اندکند

۱۸

نتیجه‌گیری

۱. در قرنهای بلافاصله پیش از اسلام، دست کم یک زیج و شاید هم بیش از یکی در ایران دورهٔ ساسانی تنظیم شده بود و به کار می‌رفت. شواهدی از برخی فعالیتهای رصدی در آن روزگار در دست است (۱۴، فصل ۸، ص ۱۲۴، نسخهٔ لیدن). شواهد موجود حاکی از آن است که نجوم ساسانی شدیداً از نجوم هندی تأثیر پذیرفته بود.[۱]

۲. در هشت قرنی که از سال ۱۰۰ ه.ق. آغاز می‌شود، بیش از صد زیج مختلف تدوین شد. از این میان بیش از بیست زیج متکی بر رصدهایی بود که دست کم بخشی از آنها به وسیلهٔ خود مؤلفان صورت گرفته بود. تفاوت سایر زیجها با این نمونه‌های اصیل در حد محاسبهٔ مجدد جدولهای حرکات میانگین برای دوره‌ای دیگر و تقویمی دیگر بود.

۳. اکثریت عظیمی از این جدولها بر مبنای نظریهٔ بطلمیوس تنظیم شده بود و نهایتاً اصلاحاتی در بعضی پارامترها صورت گرفته بود. نقش عمدهٔ منجمان مسلمان در این زمینه به روشهای مثلثاتی، محاسباتی، و

---

۱) برای اطلاع بیشتر دربارهٔ نجوم ایران دورهٔ ساسانی نگاه کنید به تقی‌زاده، ص ۳۲۰ و صفحات پس از آن.

رصدی مربوط می‌شود.

۴. تعداد کمی از زیجها براساس نظریه‌های هندی یا ایرانی ماقبل اسلام تدوین شده بود. تنها زیج برجا مانده از این گروه زیج خوارزمی است که در آن:

الف) تعدیلهای سیارات از زیج شاه دورهٔ ساسانی (۳۰) گرفته شده‌اند.

ب) عرضهای سیارات که فعلاً چگونگی آنها بر ما روشن نیست، غیربطلمیوسی است و احیاناً منشأ هندی دارد.

پ) ایستگاههای سیارات از مجسطی گرفته شده است و بنابراین با موارد الف و ب فوق همخوانی ندارند.

ت) دو مقدار برای طول سال نجومی آورده شده که یکی مقدار رایج در نجوم هند است و در برهماسدهانتا، سدهانتاـ شرومنی[۲]، و سند هند عربی (۲۸) به کار رفته و دیگری منشأ ایرانی دارد. □

۲) نگاه کنید به پانویس بند ش فصل ۵.

کتابشناسی

آستان قدس (فهرست نسخه‌های خطی)، اکتایی، فهرست کتابخانهٔ مبارکهٔ آستان قدس رضوی، ۳ جلد، ۱۳۴۵.

ابن‌قفطی، تاریخ‌الحکما، ترجمهٔ فارسی از قرن ۱۱ هجری، به کوشش بهین دارایی، دانشگاه تهران، ۱۳۴۷.

ابن هبنتا، المغنی فی‌النجوم، مونیخ، نسخهٔ به شمارهٔ Cod. arab. 852.

اسکوریال، جلد ۱ (فهرست نسخه‌های خطی)
Bibl.Arabico-Hispana *Escurialensis* opera M.Casiri, 2 v., Matriti, 1760-1770.

اسکوریال، جلد ۲ (فهرست نسخه‌های خطی)
Derenbourg, Les mss. arabes de *l'Escurial*, Tome II, fasisc. 2, Paris, 1941.

اشتاین شنایدر، زرقالی
Steinschneider, Etudes sur Zarqāli ..., (Continuazione), Bull. di Bibl. e di Storia delle Scienze Math. e Fisiche, pubbl. da B. Boncompagni, Tomo XX, Roma, 1887, pp. 1-36.

الفهرست، ابن ندیم، ترجمهٔ محمدرضا تجدد، تهران ۱۳۶۶.

بادلیان، جلد ۲، بخش ۱ (فهرست نسخه‌های خطی)
Uri, Bibliothecae *Bodleianae* codicum manuscriptorum orientalium, ... catalogus, ... *Pars Prima*, Oxonii, 1787.

بادلیان، جلد ۲، بخش ۲ (فهرست نسخه‌های خطی)
Uri, Bibliothecae *Bodleianae* codicum manuscriptorum orientalium, orientalium catalogi *partis secundae volumen secundum* arabicos complectens, Oxonii, 1835.

بادلیان، فارسی (فهرست نسخه‌های خطی فارسی)
(Sachau and) Ethé, Catalogue of the *Persian* ... Mss. in the *Bodleian* Library, Part I, The Persian Mss., Oxford, 1889.

بانکیپور (فهرست نسخه‌های خطی)
Catalogue of the Arabic and Persian Mss. in the Oriental Public Library at *Bankipore*, vols. XI and XXII, Calcutta, 1927 and 1937.

براون

A descriptive Catalogue of the Oriental Mss. belonging to the late *E. G. Browne*, by Edward G. Browne. Completed and edited with a Memoir of the Author and a Bibliography of his writings by Reynold A. Nicholson, Cambridge, Univ. Press, 1932.

برلین (فهرست نسخه‌های خطی)

Ahlwardt, W., Verzeichniss der arab. Hss. der königlichen Bibl. zu *Berlin*, vol. 5, Berlin, 1893.

بروکسل (فهرست نسخه‌های خطی)

CCAG. Catalogus Codicum Astrologorum Graecorum, 12 v., *Brussells*, 1899-1953.

بروکلمان (فهرست نسخه‌های خطی شامل ۲ جلد و ۳ پیوست که آنها را بترتیب G_1، G_2، S_1، S_2و S_3 خوانده‌ایم)

Brockelmann, C., Gesch. der arabischen Litteratur, 2 v. (2d ed.) and 3 suppl. v., Leiden, 1943.

بوشه لکرک

Bouché-Leclercq, L'Astrologie Grecque, Paris, 1899.

بوهار (فهرست نسخه‌های خطی)
Catalogue raisonné of the *Būhār* Library, Calcutta, 1923.

بیرونی، آثار الباقیه، ترجمهٔ اکبر دانا سرشت، تهران، ۱۳۶۳.
بیرونی، التفهیم (متن فارسی)، به کوشش جلال الدین همایی، تهران، ۱۳۶۲.

بیرونی، رسائل (۱ـ استخراج الاوتار فی‌الدائره ۲ـ افراد المقال فی امر الظلال ۳ـ تمهید المستقر فی معنی الممر ۴ـ راشیکات الهند) مؤسسهٔ انتشارات دایرةالمعارف عثمانی، حیدر آباد دکن (هند)، ۱۳۶۷ هـ.ق. (۱۹۴۸ م.).

بیرونی، ماللهند، مؤسسهٔ انتشارات دایرةالمعارف عثمانی، حیدر آباد دکن (هند)، ۱۳۷۷ هـ.ق. (۱۹۵۸ م.).

بیرونی، ماللهند (ترجمهٔ انگلیسی)
Alberuni's India, edited and translated by E. C. Sachau, 3 v., London, 1887 and 1910.

پاریس (فهرست نسخه‌های خطی)
Catalogue des Mss. arabes par M. le Baron de Slane, *Paris*, 1883-1895.

پرینستن (فهرست نسخه‌های خطی)
Descriptive Catalog of the Garrett Collection of Persian, Turkish, and Indic Manuscripts in the Princeton Univer-

sity Library, *Princeton*, 1939.

تقی‌زاده، سید حسین، گاهشماری در ایران قدیم، تهران، ۱۳۱۶.

جدولهای دستی (تئون اسکندرانی)
Handy Tables, or *Tables faciles*. Halma, commentaire de Théon d'Alexandrie sur le livre III de l'Almageste de Ptolemée, 3 parts, Paris, 1822-1825.

چهار مقاله (کتاب احکام نجوم بطلمیوس)
Ptolemy, *Tetrabiblos*, ed. ... by F. E. Robbins, London and Cambridge (Mass.), 1940.

حاجی خلیفه، کشف الظنون، بیروت، ۱۴۰۲ هـ.ق. (در ۲ جلد، همراه با ۴ جلد پیوست افزودهٔ اسماعیل پاشابغدادی که ۲ جلد اول آن به نام ایضاح المکنون و ۲ جلد دوم به نام هدیةالعارفین منتشر شده است).

خوارزمی (ترجمهٔ آلمانی زیج خوارزمی)
Björnbo and Suter, Die astronomischen Tafeln des ... *al- Khwārizmi* ..., Copenhagen, 1914.

دربلو
d'Herbelot, Bibliotheque Orientale ..., Maestricht, 1776.

دلامبر
Delambre, Hist. de l'astron. du moyen age, Paris, 1819.

دیوان هند (فهرست نسخه‌های خطی عربی)
Loth, O., Cat. of the Arabic Mss. in the Libr. of the *India Office*, London, 1877.

دیوان هند، فارسی (فهرست نسخه‌های خطی فارسی)
Ethé, H., Cat. of *Pers.* Mss. in the Library of the *India Office*, Vol. I, Oxford, 1903.

رامپور (فهرست کتاب)
Fihrist Kitāb 'Arabī, Catalogue of Arabic Books in the *Rāmpūr* State Library, 1902.

زیمان
Seemann, H. J., Die Instrumente der Sternwarte zu Marāgha ..., Sitzungsberichte der phys.-med. Sozietät zu Erlangen, Bd. 60 (1928), pp. 15-126.

سدیو
Sédillot, L. A., Prolégomènes des tables astronomiques d'Oloug-Beg ..., Paris, 1847.

سوتر M

Suter, H., Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke, Abhand. zur Gesch. der Math. Wiss. 1, X Heft, Leipzig, 1900.

سوتر N

Suter, H., Nachträge und Berichtigungen zu "Die Math. und Astr....," Abhand. zur Gesch. der Math. Wiss., XIV Heft, Leipzig, 1902.

سوریا سدهانتا

Burgess, E., Translation of the *Sūrya-Siddhānta*, a text-book of Hindu astronomy ..., reprinted from the edition of 1860, Univ. of Calcutta, 1935.

شرق شناسی (نشریهٔ انجمن شرق شناسی آلمان)

Zeitschrift der Deutschen *Morgenländischen Gesellschaft.*

شوی G

Schoy, C., Aus der astronomischen Geographie der Araber, Isis, vol. V, (1923), pp. 51-74.

شوی M

Schoy, c., Die trigonometrischen Lehren des persischen

Astronomen Abū'l-Raihān Muh. ibn Ahmad al-Bīrūnī, dargestellt nach al-Qānūn al-Mas'ūdi, Hannover, 1927.

شوی T

Schoy, c., Beiträge zur arabischen Trigonometrie, Isis, vol. V, (1923), pp. 364-399.

قاهره (بخش پنجم فهرست نسخه‌های خطی کتابخانهٔ خدیویه)
الجزء الخامس من فهرست الکتب العربیه المحفوظه بالکتبخانه الخدیویه المصریه، قاهره، ۱۳۰۸ هـ.ق.

کاری نیازوف

Kary-Niyazov. T. N., Astronomicheskaya Shkola Ulugbeka, Moscow and Leningrad, 1950.

کاوسین (چکیدهٔ زیج کبیر حاکمی با توضیحات)

Caussin de Perceval, Le Livre de la grande Table Hakémite, .. par Ebn Iounis ... , Notices et extraits des mss. de la bibl. nationale ..., tome septième, Parise, an XII de la république.

کراوزه

Karuse, M., Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker, Quellen und Studien zur Gesch. der Math. ...,

Abt. B, Bd. 3, Berlin, 1936, pp. 437-532.

کمبریج (فهرست نسخه‌های خطی)

Browne, E. G., A hand-list of the Muḥ. Mss. ... in the Library of the Univ. of *Cambridge*, Cambridge, 1900.

کندی ۱

Kennedy, E. S., Parallax Theory in Islamic Astronomy, Isis, Vol. XLVII (1956), pp. 33-53.

کندی ۲

Kennedy, E. S., An Islamic Computer for Planetary Latitudes, Jour. Amer. Or. Soc., vol. 71(1951), pp. 13-21.

کنوبل *S*

Knobel, The Chronology of *Star* Catalogues, Memoirs of the Royal Astr. Soc., vol. XLIII (1875-1877), pp. 1-23.

کنوبل *U*

Knobel, Ulugh Beg's Catalogue of Stars, Washington, 1917.

کورتزه

Curtze, Urkunden zur Gesch. der Trig...., Bibl. Math., 1 (1900), pp. 321-416.

گینزل
Ginzel, Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie..., Leipzig, 1906.

لی
Lee, Samuel, Notice of the Astronomical Tables of Mohammed Abibekr al Farsi, ..., Trans. of the Cambridge Philosophical Society, vol. I, 1822, pp. 249-265.

لیدن (فهرست نسخه‌های خطی)
Leiden, Dozy, de Jong, de Goeje et Houtsma, Catalogus codicus orientalium bibliothecae academiae Lugduno Batavae, VI v., Lugd. Bat. 1851-1877.

مجسطی (کتاب نجوم بطلمیوس)
Almagest, Syntaxis mathematica, ed. J. L. Heiberg, 2 v., Leipzig, 1898-1903. German translation by K. Manitius, 2 v., Leipzig, 1912-1913.

مجلس، یوسف اعتصامی، فهرست نسخه‌های خطی فارسی و عربی کتابخانهٔ مجلس، ۲ جلد، تهران ۱۳۱۲.

موزهٔ بریتانیا، پیوست (فهرست نسخه‌های خطی)
Rieu, C., *Supplement* to the Catal. of the Arabic Mss.

in the *Bitish Museum*, London, 1894.

موزهٔ بریتانیا، جلد ۲، بخش ۲ (فهرست نسخه‌های خطی)
Catalogus Codicum Orientalium *Musei Britannici*, *Pars Secunda*, Codices Arabicos Amplectens, Londini, MDCCCLII.

مونیخ (فهرست نسخه‌های خطی)
Aumer, J., Die arab. Hss. der k. Hof- und Staatsbibliotek in *Muenchen*, München, 1866.

میلاس والیکروزا ۱
Millás Vallicrosa, J., El libro de los fundamentos de las Tablas astronomicas de R. Abraham ibn 'Ezra, edición crítica, con introducción y notas, Madrid-Barcelona, 1947.

میلاس والیکروزا ۲
Millás Vallicrosa, J., Estudios sobre Azarquiel, Madrid-Granada, 1943-1950.

نالینو
Nallino, C. A., Raccolta di Scritti editi e inediti, vol. V, Astrologia, Astronomia, Geografia, Rome, 1944.

نالینو *B* (در سه جلد که جلد سوم آن متن عربی زیج صابی بتّانی است)

Nallino, C.A. Al-Battānī sive Albatenii Opus Astronomicum, 3 v., Milan, 1899-1907.

نویگه باوئر

Neugebauer, O., The exact sciences in antiquity, Copenhagen, 1951.

واتیکان (فهرست نسخه‌های خطی)

Bibliothecae Apostolicae *Vaticanae* codd. ms. catalogus, Romae, 1766.

واتیکان *V* (فهرست نسخه‌های خطی عربی)

Levi della Vida, Elenco dei Manoscritti *arabi* islamici della Biblioteca *Vaticana* ..., Cittá del Vaticano, 1935 (Studi e testi 67).

وستنفلد

Wüstenfeld, F., Die Übersetzungen arabischer Werke in das Lateinische ..., Göttingen, 1877.

هاشمی، علی‌بن سلیمان، کتاب علل الزیجات، بادلیان، جلد ۲، بخش ۱، نسخه به شمارهٔ Ms. 879, 4 (Seld. A. 11).

نام یاب

شماره‌های جلوی هر نام، شمارهٔ ترتیب زیجهاست که در فصل ۳ فهرست شده‌اند. شماره‌های با حروف سیاه مربوط به نام مؤلف یا نام خود آن زیج است. نامها در اینجا با حذف ال، ابو، و ابن آورده شده‌اند.

آبراهام بن‌شموئیل‌زکوت ت ۲۱۵
آدمی ۸، ۱۸
آمونیوس ت ۲۱۳
آریه خَندَ ت ۲۱۴
ابراهیم ۲
ابهری ۴۰، ۵۶
اثیر ۴۰، ۵۶، ۸۳
اثیری ۵۶، ۸۱
احمدبن موسی ۹۲
اختیاری ۸۳
ارکند ۱۶، ت ۲۱۴
اسحاق بن‌حنین ۹۴
اسطرلابی ۵۲
اشرفی ۴
اعشاری ت ۲۱۰
اعلم ۹، ۲۳، ۷۰
الغ‌بیگ ۱۰، ۱۲، ۲۰
اماجور ۸، ۶۷، ۷۸، ۷۹، ۹۰
اَمَد ۵
انتخابی ت ۲۲۰
اوماتیوس ت ۲۱۳

اومانیوس ت ۲۱۳
اهرگن ت ۲۰۶
ایلخانی ۶،۱۰، ۲۰، ۳۵
بازیار ۶۸
باکوئی ۲۳
بالغ ۷، ۹
بتّانی ۹، ۲۴، ۴۴، ۴۹، ۵۵، ۶۵
بِتیشفَر ت۲۱۹
بِجیانَند ت ۲۱۷
بخاری ۲۵، ۳۲، ۳۵
بدیع ۸
برهماگوپتا ت ۲۱۴، ت ۲۱۸
بطلمیوس ت ۲۰۷
بغدادی ۳
بلخی ۶۳
بوزجانی ۲۹، ۷۳
بیرونی ۲، ۹، ۱۵، ۲۱، ۳۱، ۴۵، ۵۹، ۶۳، ۷۳، ۷۷، ۸۲، ۱۰۰، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ت ۲۱۴
تاج الازیاج ۴۱
تسهیلات ۸۸
تئون ت ۲۰۵، ت ۲۱۳
ثابت بن‌قره ۹۳، ۹۴
ثاون ت ۲۰۵
جامع ۹، ۱۰، ت ۲۲۰
جدولهای تولدو ۲۴
جدولهای دستی ت ۲۰۵، ت ۲۰۷
جدید ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۸۱
جعفر ۱۰۶
جمال‌الدین ۳
جمشید ۱۰، ۲۰، ۸۸
جُهَنی ۷۶
جوهری ۲۳، ۹۹
جی سینگ ت ۲۰۳
حارث ۶۱
حاکمی ۱۴
حبش ۸، ۹، ۱۵، ۱۶، ۲۳، ۳۹، ۶۸
حسام سالار ۳۲
حلبی ۳۴
حمّاد ← کمّاد
حوالفعسی (؟) ۵۵
حیّانی ت ۲۱۱
خازن ت ۲۰۰
خازنی ۲۷
خاقانی ۲۰، ۸۰
خالص ۷۸
خجندی ۶۰
خَندَخادیَکَة ت ۲۱۴، ت ۲۱۸

خوارزمی ۲۱
خیام ۲۲
دانشی ۴۹
درّالمنتخب ۸۱
دمشقی ۱۵
دهّان ۸۹
دینوری ۱۹
رصدی ۸۴
رضوانی ۱۳
ریحان ۵۹
زامر ۲۳
زاهر ۲۳
زاهی ۸۶
زرقالی ۵، ۲۴، ۳۰، ت ۲۱۳
زکوت ت ۲۱۵
سرخسی ۴۵، ۶۳
سعید ۱۲
سعیدی ۱۰
سلطانی ۱۲، ۲۵
سلیمان ت ۲۱۶
سمح ۲۶
سمرقندی ۳۸
سنجر کمالی ۴
سنجری ۲۷
سندبن‌علی ۹۶
سند هند ۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۶، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۴۵، ۴۶، ۷۱، ۹۰
سنفی (؟) ۱۰۵
سنی العرب ۲
سوائی ت ۲۰۳
سیریاکوس ۸۱
سیف منجم ۴
شاطر ۱۱
شاکر ۹۱
شامل ۲۹
شاه ۱۵، ۱۶، ۳۰، ۸۶
شاه جهانی ت ۲۰۴
شاهنشاهیه ت ۲۱۰
شاهی ۳۲، ۴۰، ۷۷
شترواپار ۳۰
شروانی ۲۳
شستگه ۳۳
شکر مغربی ۴۱
شماسیه ۵۱
شمس ۳۶
شمس منجم ۷، ۲۳، ۳۲، ۳۵، ۴۹
شهریار ۳۰
شیرازی ۱۳، ۲۵

شیروانی ۲۳
صابی ۵۵
صبّاح ۳۱
صغیر ۳۹، ۷۵
صفّار ۱۷
صفائح ت ۲۰۰
صوفی ۱۰۷
صوفی مصری ۳۷
طارق ← یعقوب بن‌طارق
طبری ۶۵
طلیطلیه ۲۴
طیبوغا ۳۶
طیلسان ت ۲۰۱
عاصم ۱۰۰
عبدالرحمان ۱۰۷
عبدالکریم ۲۳
عربی ۱۵
عُرضی ۴۲
عصام ۱۰۰
عضدی ۷۰
عطارد ۱۰۳
عقول ۵۷
علائی ۲۹، ۴۰، ۴۲، ۸۴
علائی رصدی ۸۴
علم الفلک ۳۷
عمدةالدین ۴۳
عمربن محمدبن خالد ۸۵
غافقی ۴۸
غرناطی ۱۰۹
فاخر ۴۴
فارسی ۲۳، ۴۴، ۵۴، ۶۵، ۸۴، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۷، ۹۸، ۹۹
فارقی ۴۷
فرخان ۱۰۴
فزاری ۲، ۴۵
فهّاد ۲۳، ۵۳، ۵۴، ۵۸، ۶۲، ۶۴، ۸۴، ۹۹
قانون ۱۵، ۵۹، ت ۲۰۵، ت ۲۱۳
قانون مسعودی ۵۹
قرانات ۶۳
قصینی ت ۲۰۸
قطب الدین ۱۳، ۲۵
قیریاقوس ۸۱
کاسینی ت ۲۰۸
کاشانی ۱۰، ۲۰، ۸۸
کافی ۱۰۳
کامل ۴۸، ۴۹، ۸۲
کبیر ۱۴، ۱۸، ۴۶

کرن‌تلک ت ۲۱۷
کرن‌سار ت ۲۱۹
کسّوطوه ت ۲۱۵
کمّاد ۵، ۶۶، ۷۲
کندکاتک ت ۲۱۴، ت ۲۱۸
کنکه ۷۱
کور ۷۲
کوشیار ۷، ۹، ۴۴
گورکانی ۱۲
لبودی ۸۶، ۸۷
ماجور ۸
مأمون ۵۰
مأمونی ۱۵، ۵۱
ماهانی ۹۸
مثنّی ت ۲۱۲
مجدی ۳۶
مجرّب ۵۱
مجریطی ۲۱
مجسطی ۷۳، ۷۷، ت ۲۰۷
محفوظ ۳
محقق ۳۵
محکم ۵۳
محلول ۷۱
محمدشاه هندی ت ۲۰۳
محمد شاهی ت ۲۰۳
محمودی ۵۲
محی‌الدین ۱۰۸
مختار ۵۷
مختاری ۳۱
مختصر ۱۷، ۸۵، ۱۰۵
مدائنی ۱۸
مروورودی ۱۶، ۲۳، ۸۵، ۹۷
مزَنّر ۷۹
مستوفی ۵۸
مستوفی ۵۸
مسعودی ۵۹
مسلمه ۲۱
مسیح ۱۰۹
مشتمل ۱
مصباح ۳۱
مصطلح ۴۷
معتبر ۲۷
معتدل ۶۲
معدَّل ۶۲
معشر ۹، ۶۳، ۱۰۶
مغربی ۴۱، ۱۰۸
مغنی ۶۴
مفرد ۶۵

مفّنن ۷۴
مفید ت ۲۰۹
مقتبس ۶۶
مقرّب ۸۷
مکه ت ۲۰۲
ملخّص ۴۰
ملکشاهی ۲۲
ممتحن ۱۵، ۵۱، ۵۴، ۸۵، ۸۷
ممتحن خزائنی ۵۴
ممتحن عربی ۵۴
ممتحن مظفری ۵۴
ممّرات ۶۷
موسی بن شاکر ۹۱
نسوی ۴۴
نصرانی ت ۲۱۵
نصر منصور ۷۷
نصیرالدین طوسی ۶، ۲۰، ۳۲، ۳۵، ۱۰۸
نظام اعرج ۴۲
نظم العقد ۱۸
نهاوندی ۱
نیرین ت ۲۱۶
نیریزی ۴۶، ۶۳، ۷۵
وابکنوی ۳۵
واسطی ۹۵
واضح ۷۳
وِتسفَر ت ۲۱۹
وِتشوَر ت ۲۱۹
وفا ۲۹، ۴۲، ۵۶، ۶۳، ۷۳، ۸۱
وقبیه ۳
هارون بن علی بن یحیی ۱۰۲
هارونی ۱۰۱
هاشمی ۶۳، ۸۲
هائم ۴۸، ۶۶
هرقن ت ۲۰۶
هرمزی ۳۳
هزارات ۶۳
همدانی ۶۹
هندسی ت ۲۱۱
یحیی بن ابی منصور ۹، ۲۳، ۵۱
یعقوب بن طارق ۲، ۴۵، ۷۱، ت ۲۱۴
یونس ۸، ۱۴، ۱۵، ۴۶، ۴۷، ۵۱، ۵۷، ۷۰، ۷۵، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۱۰۷

واژه‌نامه
فارسی به انگلیسی

آسمانی	celestial
آنومالی	anomaly
اتصال (مقارنه یا مقابله)	syzygy
اثیری	etherial
احکام نجوم (علم)	astrology
اخترشناسی	astronomer
اخترشناسی	astronomy
اخترگو	astrologer
اخترگویی	astrology
اختلاف منظر	parallax
ارباب (احکام نجوم)	lords
ارتفاع	altitude
استقامت (حرکت رجوعی)	direct station
استوا	equator
اصابع جرم (اصطلاح قدیمی)	areal digits
اصابع سطحی	areal digits
اصابع قطری	diametral digits
اصبع	digit
اعتدالین	equinoxes
افق	horizon
اقبال و ادبار (تواتر)	trepidation
اقلیم	climate
الگوریتم برگشتی	recursion algorism

انتها (احکام نجوم) progression
انحراف (اصطلاح جدید) elongation
انحراف (اصطلاح قدیمی، درگرفتها) inclination
اوج apogee
ایام عالم world days
ایام کبیسه intercalary days

*

برج sign
بُعد (اصطلاح جدید، مختصات استوایی) right ascension
بُعد (اصطلاح قدیمی) elongation
بهرهٔ ولادت (احکام نجوم) nativity lot
بیت (احکام نجوم) house
بیضی شکل oval
بین الطلوعین twilight

*

پوشیدگی immersion

*

تپش pulsation
تثلیث trine
تحویل سال year transfer
تحویل سالهای موالید nativity transfers
تحویل میانگین anniversary mean
تربیع quartile
تسدیس sextile
تسویه equalization
تسیر (احکام نجوم) aphesis
تعدیل equation
تفاضل difference
تقدیم precession
تقویم calendar
توفان (نوح) Deluge

*

جدول نجومی astronomical table
جدولهای دستی handy tables
جرم آسمانی celetial body
جزایر خالدات Fortunate Isles

*	*
term	حد (احکام نجوم)
motion	حرکت
apsidal motion	حرکت اوجی
precession	حرکت تقدیمی
retrogradation	حرکت رجوعی
mean motion	حرکت میانگین
perigee	حضیض
*	*
eccentricity	خروج از مرکز
lunar eclipse	خسوف
eclipse	خسوف یا کسوف
solar eclipse	خورشید گرفتگی
*	*
altitude circle	دایرهٔ ارتفاع
ecliptic	دایرةالبروج
illumination	درخشندگی
interpolation	درونیابی
manuscript	دستنوشته
indicator	دلیل (احکام نجوم)
comet	دنباله‌دار
cycle	دور
epoch	دوره
*	*
lower culmination	رابع
retrograde	راجع
ascending node	رأس جوزهر
retrograde station	رجعت
retrogradation	رجوع
observation	رصد
observatory	رصدخانه
visibility	رؤیت
*	*
hour angle	زاویهٔ ساعتی
period	زمان تناوب
geocentric	زمین مرکزی
zıj, astronomical table	زیج
*	*
descendant	سابع
equal hours	ساعتهای برابر(مستوی)
unequal hours	ساعتهای نابرابر (زمانی-مُعَوّجه)

کتابخانه تخصصی تاریخ اسلام و ایران
تأسیس ۱۳۷۴

سال اعتدالی	tropical year
سال نجومی	sidereal year
سپیده دم	dawn
ستاره	star
ستارهٔ ثابت	fixed star
سعد (احکام نجوم)	fortune
سلطنت (احکام نجوم)	kingship
سمت	azimuth
سمت الرأس	zenith
سهم	versed sine
سهمیات	lots
سیارات سفلی	inferior planets
سیارات علوی	superior planets
سیاره	planet
*	
شاخص	gnomon
شدت (گرفتگی)	magnitude
شرف (احکام نجوم)	exaltation
شصتگانی	sexagesimal
*	
صاعد	ascending
صعودی	ascending
صفحه (اسطرلاب)	plate
*	
طالع	ascendant
طلوع	rising
طول	longitude
*	
ظهور	appearance, apparition
*	
عاشر	upper culmination
عالِم احکام نجوم	astrologer
عبور نصف النهاری	culmination
عرض	latitude
عقده	node
*	
غارب	descendant
غایت بعد	extreme distance
غروب	setting
غیاب	disappearance
غیبت (احکام نجوم)	absence

chronology	گاهشماری
chronology	گاهشناسی
eclipse	گرفتگی
node	گره

*

lunar eclipse	ماه گرفتگی
era	مبداء تاریخ
argument	متغیر مستقل
triplicity	مثلثه (احکام نجوم)
orbit	مدار
initial day	مدخل
temperament	مزاج (ستاره)
projection of the rays	مطارع شعاعات
ascension	مطلع
right ascension	مطلع واقع در فلک مستقیم
adjusted	معدّل
opposition	مقابله
syzygy	مقابله یا مقارنه
conjuction	مقارنه
altitude circle	مقنطره
lunar mansions	منازل قمر

*

firdaria	فردار
excess of revolution	فضل دور
heaven	فلک
epicycle	فلک تدویر
deferent	فلک حامل

*

cupola	قُبّه
magnitude	قدر (ستاره)
conjunction	قران
disk	قرص
apparent diameter	قطر ظاهری
lunar	قمری
arc of tarrying	قوس مکث
arc of total light	قوس نورکلی

*

ripeness	کامل شدن (ماه)
solar eclipse	کسوف
total	کلی (گرفتگی)

*

منجّم	astronomer	نصف‌النهار	meridian
منطقةالبروج	zodiac	نطاق	sector
موضع	position		
میل (مختصات استوایی)		*	
	declination	وتد	center
میل (اصطلاح جدید، درگرفتها)		وتر	chord
	inclination	وجه (احکام نجوم)	decan
میل	obliquity	وسط السماء	upper culmination
		*	
ناظر (احکام نجوم)	aspect	*	
نجوم	astronomy	هلال	crescent
نزولی	descending	هیئت	spherical astronomy
نسخهٔ خطی	manuscript		