

مجله تاریخ علم، شماره ۸، ۱۳۸۸، ص ۵۵-۱۰۲

رساله فارسی اسطرلاب منسوب به عبدالرحمان صوفی

سجاد نیک‌فهم خوب‌روان، پویان شهیدی

کارشناس ارشد تاریخ علم (نجوم دوره اسلامی)، دانشجوی کارشناسی ارشد تاریخ علم (نجوم دوره اسلامی)

پژوهشکده تاریخ علم، دانشگاه تهران

snikfahm@ut.ac.ir, pouyan_shahidi@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۱/۲۷)

چکیده

عبدالرحمان صوفی منجم شناخته شده‌ای است که آثاری در زمینه نجوم، ریاضیات و کیمیا دارد. اهمیت کتاب *صورالکواکب* اش سبب شده است که به دیگر آثار او کمتر پرداخته شود. چهار رساله در اسطرلاب به صوفی منسوب است که یکی از آنها به فارسی است. از میان این چهار رساله انتساب سه رساله عربی به او قطعی است. در این مقاله ضمن ویرایش متن رساله فارسی، مطالب آن با معادل‌هایش در رساله‌های عربی مقایسه شده است.

کلیدواژه‌ها: عبدالرحمان صوفی، اسطرلاب

مقدمه

ابوالحسین عبدالرحمان بن عمر بن محمد بن سهل صوفی رازی، منجم برجسته‌ای است که به خاطر اثر *گران‌قدرش*، *صورالکواکب*، مورد تحسین همگان است. مفصل‌ترین شرح حال صوفی در *تاریخ الحکماء* آمده است (قفطی، ص ۲۲۷-۲۲۶). صوفی که اصل او از فسا بود، در محرم سال ۲۹۱ق در ری چشم به جهان گشود (همو، ص ۲۲۶). در مقدمه *صورالکواکب* (ص ۳۱۰) به همراهی با ابن عمید^۱ در حجره ابوحنیفه (د. حدود ۲۸۲ق) در دینور در سال ۳۳۵ق اشاره می‌کند. می‌دانیم که احتمالاً بین سال ۳۳۷ تا ۳۴۹ق در اصفهان به سر می‌برده، چرا که در *صورالکواکب* به

۱. ابوالفضل محمد بن حسین بن محمد، معروف به ابن عمید (د. ۳۶۰ق) وزیر رکن‌الدوله (حکومت: ۳۳۸-۳۶۶ق) و عضدالدوله دیلمی است (ابوسلیمان، ص ۳۲۵).

همنشینی خود با ابن عمید و عضالدوله (حکومت: ۳۳۸-۳۷۲ق) در این دو تاریخ در اصفهان اشاره می‌کند (صوفی، مقدمه صورالکواکب، ص ۳۱۷). علاقه و احترام عضالدوله نسبت به صوفی از منابع مختلف برمی‌آید (نک: قفطی، ص ۲۲۶).

رساله‌های صوفی در باب اسطرلاب

در باره اسطرلاب غیر از دو رساله عربی به جای مانده با عنوان یکسان *رساله فی العمل بالاسطرلاب* و رساله فارسی موضوع این مقاله، صوفی خود از رساله دیگری یاد می‌کند. نسخه‌ای در کتابخانه ملی پاریس به شماره ۵۰۹۸ وجود دارد که به نظر می‌رسد نسخه‌ای از همان رساله سوم باشد. توضیحات تکمیلی در مورد این رساله در ادامه خواهد آمد.

الف) رساله فی العمل بالاسطرلاب^۱

در مقدمه این رساله صوفی خطاب به شخصی نامعلوم می‌گوید: «ای سید نجیب و فاضل، از من خواستی تا در مورد اسطرلاب اظهار نظر کنم، و ذکر کردی که آن‌چه از کتاب‌های گذشتگان یافته‌ای ناقص است، پس برای خشنودی تو به نوشتن این اثر مبادرت کردم». تعیین مخاطب صوفی با استفاده از این جملات ممکن نیست. اما می‌توان گفت که صوفی پیش از این رساله، اثری در باب اسطرلاب نداشته است چراکه به عدم وجود اثری مناسب و کامل در اسطرلاب اشاره می‌کند. بنا بر این می‌توان تألیف این رساله را که شامل حدود ۴۰۰ باب است پیش از سه اثر دیگر او دانست.^۲ به نظر کنده‌ای که این رساله را مورد بررسی اجمالی قرار داده است^۳ این رساله جای بررسی کاملی را دارد، گرچه چنین پژوهشی چیزی بر اعتبار عبدالرحمان صوفی نخواهد افزود. شاید بتوان این نظر را در مورد همه رساله‌های صوفی در مورد اسطرلاب تعمیم داد. کنده‌ای اضافه می‌کند که

۱. این رساله در مقاله حاضر «رساله اول» صوفی نامیده شده است.

۲. با توجه به مطالبی که در ادامه خواهد آمد به نظر می‌رسد می‌توان ترتیب زیر را برای نگارش رساله‌های صوفی در نظر گرفت: رساله اول، رساله سوم (رساله مفصل)، رساله دوم، و رساله فارسی.

۳. کنده‌ای در مقدمه‌ای که در قالب یک مقاله بر چاپ حیدرآباد رساله اول نوشته است، به شرح مختصری از مواد این رساله و ذکر فهرست و تعدادی از نسخه‌های این اثر پرداخته است. خود او ذکر کرده که همه نسخه‌ها را مشاهده نکرده است و به همین دلیل به تفاوت رساله اول و دوم وقوف پیدا نکرده است.

بخش قابل توجهی از متن شامل تکرار مطالبی است که ارزش نظری چندانی ندارد. برای هر کسی که به صورت ساده و روشن با خواص «تسطیح» آشنا باشد، حل مسائل با استفاده از اسطرلاب به راحتی امکان‌پذیر است. رساله‌های عربی صوفی در اسطرلاب بسیار طولانی‌اند (رساله سوم مورد اشاره خود او، ۱۷۶۰ باب دارد) و ایجاز در آنها رعایت نشده است. چون بخش زیادی از مباحث این رساله نشان‌دهنده تأثیر نجوم هندی بر صوفی است شاید صوفی از «اصحاب» سندهند^۱ باشد که در برخی متون به ایشان اشاره شده است (کندی، ص ۴۱۳-۴۱۴).

در چندین باب از رساله اول (به عنوان نمونه در باب‌های ۱۵۱، ۳۵۸، ۳۶۰، و ۳۷۷) صوفی از «کاغذ» برای اندازه‌گیری‌ها استفاده می‌کند. یا در جای دیگر (باب ۱۷۰ چاپ حیدرآباد^۲) به استفاده از «مداد» برای علامت‌گذاری روی عنکبوت اشاره می‌کند^۳. اشاره به استفاده از کاغذ یا مداد برای انجام یک محاسبه یا یک عمل خاص بسیار جالب توجه است و نمونه آن در هیچ اثر دیگر نجومی مشاهده نشده است (کندی، ص ۴۱۳).

برخی از مطالب در رساله اول مطرح شده که در رساله دوم یا رساله فارسی نیامده است. رؤیت هلال، ساعت آفتابی، ساعت آبی، مباحث مربوط به کسوف و خسوف و استقبال در دو رساله دیگر نیست. همچنین مبحث قبله که در رساله فارسی نیز مطرح شده است، در رساله دوم نیست. نمونه‌ای از نسخه‌های این رساله عبارتند از: نسخه شماره ۱۳۲۵ دانشگاه استانبول (شش، ج ۲، ص ۱۷۱)، نسخه شماره ۲۴۹۳ پاریس که در حیدرآباد به چاپ رسیده است، نسخه ۳۵۰۹ مجموعه احمد سوم کتابخانه تویقاپی سرای که به صورت عکسی توسط سزگین چاپ شده (رساله اول از مجلد سزگین)، نسخه (۳) ۲۴ مرکز دایرةالمعارف بزرگ اسلامی (فهرست، ج ۱، ص ۱۷۸)، و نسخه شماره ۷۰۳ کتابخانه سپهسالار (فهرست، ج ۳، ص ۱۲۹)^۴.

۱. سندهند بازنویسی عربی متنی سنسکریت، احتمالاً برهمسپدسدهنته، اثر برهمگوپته (یا مهاسدهنته که آن نیز بر پایه برهمسپدسدهنته نوشته شده) است. چندین زیچ بر اساس این کتاب در دوره اسلامی نوشته شد که مهم‌ترین آنها زیچ خوارزمی است. منظور از اصحاب سندهند کسانی هستند که در آثارشان از سندهند تأثیر پذیرفتند.

۲. چاپ عکسی سزگین و چاپ مراکش در این باب افتادگی دارند.

۳. «مداد» در این جا به معنی مطلق افزار نوشتن است.

۴. برخی از این نسخه‌ها ناقص هستند؛ اما برخی از آنها تنها در شماره‌گذاری باب‌ها تفاوت دارند؛ به عنوان مثال نسخه ۲۴۹۳ پاریس و نسخه ۳۵۰۹ استانبول که اولی در ۳۸۶ باب و دومی در ۴۰۲ باب است تفاوت چندانی با هم ندارند به جز این که در نسخه دوم برخی بخش‌ها باب مستقل به شمار آمده ولی در نسخه اول ذیل یک باب دیگر آمده است.

ب) رساله فی العمل بالاسطرلاب^۱ و رساله سوم صوفی

صوفی این رساله را که شامل یکصد و هفتاد باب است، به شرفالدوله دیلمی تقدیم کرده است. او در مقدمه، اشاره می‌کند که این رساله خلاصه رساله دیگری (رساله سوم) است که در شانزده مقاله، شامل ۱۷۶۰ باب، برای عضالدوله نگارش یافته بود. به احتمال زیاد نسخه شماره ۵۰۹۸ پاریس، نسخه‌ای ناقص از همان متن اولیه مورد اشاره صوفی است که ۸۰۰ باب را در برمی‌گیرد. هر مقاله این نسخه به طور متوسط دارای ۱۱۰ باب است. اگر تعداد مقالات را شانزده در نظر بگیریم، تعداد کل باب‌ها برابر ۱۷۶۰ می‌شود که با آنچه صوفی می‌گوید مطابق است (سزگین، مقدمه چاپ عکسی دو رساله اسطرلاب صوفی؛ کندی، ص ۴۰۸).

ج) رساله‌ای فارسی در اسطرلاب منسوب به عبدالرحمان صوفی^۲

نسخه خطی شماره ۴۸۰/۳ کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران با عنوان کتاب فی معرفه اسطرلاب، رساله‌ای مختصر شامل ۵۸ فصل در اسطرلاب، به فارسی و منسوب به صوفی است. کتابت این اثر مربوط به حدود ۱۰۵۵ ق می‌شود (فهرست دانشگاه، ج ۴، ص ۸۲۹).

انتساب این رساله به صوفی از چند جهت مورد تردید است. هیچ اشاره‌ای به چنین اثری از صوفی، به خصوص در آثار کتاب‌شناسی متقدم که به آثار صوفی پرداخته‌اند، نشده است. علاوه بر این با نظری بر آثار صوفی این نکته جلب توجه می‌کند که غیر از دو رساله فارسی که انتساب آنها به صوفی مورد تردید است (عجایب المخلوقات و رساله اسطرلاب فارسی) بقیه آثار او به زبان عربی هستند. اگرچه زبان مادری اکثر دانشمندان حوزه علمی آل بویه فارسی بوده و توانایی خیلی از آنها در نگارش عربی محدود بوده است^۳، اما تمایل عجیبی به عربی‌نویسی داشته‌اند به طوری که تاکنون هیچ اثر فارسی از آنها به دست نیامده است^۴. ضمناً با بررسی جمله‌بندی و به خصوص افعال به کار

۱. این رساله در مقاله حاضر «رساله دوم» صوفی نامیده شده است.

۲. این رساله در مقاله حاضر «رساله فارسی صوفی» نامیده شده است.

۳. روایتی در تاریخ الحکما (ص ۱۹۵) و عیون الانباء (ج ۱، ص ۳۲۴) آمده است مبنی بر این که کوهی از ابوسعید سنان بن ثابت بن قره خواست تا رسائل او را از نظر عربی تصحیح نماید. اما این روایت، با اطلاعات دیگری که از زندگی این دو در دست است متناقض می‌نماید.

۴. در فهرستواره کتاب‌های فارسی (ج ۴، ص ۲۸۰۵)، از اثری از کوهی در اسطرلاب یاد می‌شود. نشانی این نسخه در نشریه نسخه‌های خطی دانشگاه تهران (ج ۱۰، ص ۲۱۳) آمده ولی در آن جا اشاره‌ای به زبان این اثر نشده است.

رسالة اسطرلاب منسوب به عبدالرحمان صوفی ۵۹/

رفته در متن و عنوان عربی رساله، به نظر می‌رسد که این متن از عربی ترجمه شده است. علاوه بر این در فصل ۴۲ این رساله اظهار نظری وجود دارد که گویی افزوده مترجم یا کاتب است (فصل ۴۲ و توضیحات تعدیل ساعات معوج) بدین ترتیب این فرضیه مطرح شده که این رساله در واقع تلخیص، تحریر یا ترجمه‌ای آزاد از رساله‌های دیگر صوفی در اسطرلاب است (سزگین، ۱۹۷۸، ج ۶، ص ۲۱۵). اما شباهت اندک متن فارسی و رساله‌های عربی^۱ این فرضیه را تأیید نمی‌کند.

روش تصحیح و شرح

در تصحیح این متن عبارتهایی که به مفهوم متن خدشه وارد کرده، به پاورقی منتقل شده و افزوده‌های لازم برای تکمیل معنی درون کروشه آمده است. آنچه به نظر در متن اضافه است در پانویس با علامت + مشخص شده است. شماره صفحاتی نسخه خطی در حاشیه متن نوشته شده و آغاز هر صفحه در متن با علامت // مشخص شده است. در تصحیح این اثر، از رسم الخط امروز استفاده شده که نمونه‌هایی از تغییرات آن در جدول زیر آمده است.

ستاره‌گان ← ستارگان	که ← که
سمت‌الراس ← سمت‌الرأس	آن ← آن
جزو ← جزء	ها ← ها
اجزاء ← اجزای	ین ← این
ب ← به	نه‌باشد ← نباشد
ست ← است	به‌بین ← ببین
به‌پیما ← بپیما	ء ← ی
اصطرلاب ← اسطرلاب	ازو ← از او
را ← را	یک‌دیگر ← یکدیگر

۱. تنها دو یا سه فصل رساله فارسی با رساله‌های عربی به گونه‌ای شباهت دارد که بتوان این احتمال را مطرح کرد که آن ترجمه‌ای از رساله‌های عربی باشد (نک: توضیحات).

برای سهولت خواندن، متن رساله پاراگراف‌بندی و نقطه گذاری شده است و حروف «پ»، «چ» و «گ» که در متن اغلب به صورت «ب»، «ج» و «ک» آمده‌اند به صورت فارسی آنها برگردانده شده‌اند. حرف «ش» هم که به صورت «س» با سه نقطه در زیر آن نوشته شده به صورت رایج آن (ش) بازنویسی شده است.

برای سهولت مراجعه فهرستی از فصل‌های رساله (که در نسخه نبود) در اینجا عرضه شده و عنوان فصل‌هایی که شرح آنها آمده است با علامت ستاره مشخص شده‌اند.

فهرست فصل‌های رساله فارسی صوفی

مقدمه	۱۵	فصل در دانستن ارتفاع گرفتن
۱	۱۶	فصل در شناختن خطوط
۲		فصل در شناختن عضاده
۳	۱۷	فصل در شناختن اجزای ارتفاع
۴	۱۸	فصل در شناختن حجره اسطرلاب
۵	۱۹	فصل در شناختن کرسی و علاقه و
	۲۰	حلقه
۶	۲۱	فصل در شناختن عنکبوت و آنچه
	۲۲	در آن است
۷	۲۳	فصل در شناختن اجزای ظل
۸		فصل در شناختن جیب
۹	۲۴	فصل در شناختن دایره‌های صفایح
۱۰	۲۵	فصل در شناختن مقنطرات
۱۱	۲۶	فصل در شناختن خط‌های ساعات
		معوج
۱۲	۲۷	فصل در شناختن افق مشرق و
	۲۸	مغرب
۱۳	۲۹	فصل در شناختن اجزای نطق بروج
۱۴	۳۰	فصل در اجزای خط‌های سمت
		سیاره
		فصل در دانستن وضع ارتفاع
		فصل در دانستن ساعات معوج
		فصل در دانستن کسر ساعات معوج*
		فصل در دانستن ساعات مستوی
		فصل در دانستن ساعات معوج به شب
		فصل در دانستن ساعات مستوی به شب
		فصل اندر دانستن اجزای ساعات معوج به شب
		و روز*
		فصل اندر دانستن قوس‌النهار
		فصل اندر دانستن قوس‌اللیل
		فصل اندر دانستن ارتفاع نصف‌النهار و غایت
		ارتفاع ستارگان
		فصل اندر دانستن قوس‌النهار ستارگان بیابانی
		فصل اندر دانستن طالع از قبل ساعات
		فصل اندر دانستن طالع وجه دیگر
		فصل اندر دانستن درجه اوتاد

فصل در دانستن وقت عصر هر روز*	۴۵	فصل اندر دانستن درج باقی بروج	۳۱
فصل در دانستن درج هفت سیاره [به] ستاره ثابتة	۴۶	فصل در شناختن فجر و شفق	۳۲
که در شرق باشد یا در غرب		فصل اندر دانستن تحویل سال و آن	۳۳
فصل در دانستن عرض ستارگان به اسطرلاب*	۴۷	مولود*	
فصل در دانستن عرض ستاره ثابتة	۴۸	فصل اندر دانستن مطالع بروج	۳۴
فصل در دانستن میل آفتاب	۴۹	فصل اندر دانستن طریقی در بیرون	۳۵
فصل در دانستن ارتفاع از میل و ارتفاع هر ولایتی	۵۰	آوردن طالع تحویل موالید	
فصل در دانستن برجها و اقلیمها	۵۱	فصل اندر دیگر نوادر	۳۶
فصل در دانستن ستارگان شمالی و جنوبی شهرها	۵۲	فصل دیگر اندر نوادر	۳۷
فصل در دانستن ارتفاع ستارگان	۵۳	فصل در دانستن نوادر دیگر	۳۸
فصل در دانستن جزوی که ستاره با وی برآید	۵۴	فصل اندر دانستن ظل و ارتفاع از	۳۹
فصل در دانستن عرض اقلیمها*	۵۵	یکدیگر	
فصل در دانستن فرسنگ از شهر به شهری*	۵۶	فصل در تعدیل کردن چون تا قسمت	۴۰
فصل در دانستن قبله به اسطرلاب*	۵۷	راست نباشد*	
فصل در وجه دیگر دانستن قبله به اسطرلاب*	۵۸	فصل در تعدیل اجزای طالع*	۴۱
		فصل در تعدیل ساعات معوج*	۴۲
		فصل در دانستن تقویم شمس	۴۳
		فصل در دانستن غایت ارتفاع	۴۴

۹۲

خطوط این خطها کشیده باشد که بری بدون پستلاب است بهی اندر
 پستلاب تبری از آن راست باشد و بری مدور و بری متوسل خط
 رست خود معلوم است خط مدور و این آبر با جبهه پستلاب باشد
 و بر پشت پستلاب تیر و صفا آن طبقا باشد که زیر یک بوت باشد
 این شرح آن کرده آید متوسل آن خطها بود که نمی از آیره باشد و چون
 باهای دیگر که از این معلوم کرد و فصل در ششما ختن نموده مضاد
 آن شده که بر پشت پستلاب بود و دراز باشد و دو پستلاب در دو و چند
 اندان بر پستلاب باشد و از آن پستلاب خوانند و در سر یکی پوراخی بود و از آن
 بدان باید که رفتن که آفتاب در یک پوراخی بگذرد و در دیگر پوراخی بود
 باشد که هر هسیته دو پوراخی بود یکی بزرگ و یکی کوچک و بدان که یک
 ارتفاع آفتاب گیرند و بدان بزرگ ارتفاع باشد که از پستلاب
 فصل در ششما ختن استر ای ارتفاع استر ای ارتفاع آن
 خطها کوچک است که بر امتون آن خطوط متوسل است که بر پشت
 پستلاب در بری بود و هر یک کشیده باشد و پستلاب بود که نیمه بالا از
 آیره میان خطها کشیده است آن عدد پستلاب بود و در بود

درج

تسمیه از حسن الیم

تسمیه پسر این دو تالی را که آنست بنده کانیست در آنده
 و اینما نیست نه دور و بر همین همه پستلاب است حضرت محمد مصطفی
 صلی الله علیه و سلم باد و بر نماندانش و بر ایش اگر ناید کان
 چنین گوید عبد الرحمن بن عمر المصطفی صلی الله علیه و سلم
 علیه چون دیدم که هر کس علم بنظم بسیار است و شافعی پستلاب
 سر کتی استارند و طلب آن میکنند و بسیار کتابها بدین نهادند
 که از آن بهی و از پستلاب و برین باب بهی شرف و ما شرف و حاکم
 تخفیری آلیف کنم که هر یک پس آید آن بنواند و بنشین و از خاندن
 موال که در بر کزیم پستلابی شرف مفسد که از یک پستلاب بسیار باشد
 و چنین از و تالی که در فنی کما و بفضل و در حمت فصل در ششما ختن خطوط

خطها

تصویر دو صفحه نخست نسخه موجود از رساله فارسی صوفی

گ ۹۱ / پ

// بسم الله الرحمن الرحيم

سپاس ایزد تعالی را که آفریننده بندگان است و دارنده زمین و آسمان است؛ و درود بر بهین همه پیغمبران حضرت محمد مصطفی صلی الله علیه و سلم باد و بر خاندانش و بر یارانش از گزیدگان. چنین گوید عبدالرحمان بن عمر المعروف به ابی الحسین الصوفی رحمة الله علیه: چون دیدم که همه کس را رغبت بدین علم بسیار است و شناختن سطرلاب را هر کسی خواستارند و طلب آن می کنند و بسیار کتابها بدین نهاده اند که از آن بهری دراز است در این باب و بهری مختصر و نامشروح، خواستم تا مختصری تألیف کنم که همه کس آسان بتواند دانستن و از خواندن ملول نگردند و برگزیدم سخنهای مختصر مفید که از یک سخن بسیار بشاید دانستن. ایزد تعالی توفیق روزی کناد به فضل و رحمت خود.

گ ۹۲ / ر

[۱] فصل در شناختن خطوط //

خطوط این خطهای کشیده باشد که بهری بیرون سطرلاب است و بهری اندرون سطرلاب و بهری از آن راست باشد و بهری مدور و بهری مقوس. خط راست خود معلوم است؛ و خط مدور و این دایرهها بر صحیفه اسطرلاب باشد و بر پشت اسطرلاب نیز؛ و صفحه آن طبقها باشد که زیر عنکبوت باشد و بعد از این شرح آن کرده آید. مقوس آن خطها بود که نیمی از دایره باشد. و چون بابهای دیگر بخواند این معلوم گردد.

[۲] فصل در شناختن عضاده

عضاده آن باشد که بر پشت اسطرلاب بود و دراز باشد و دو سر تیز دارد و دو چیز از آن بر رسته باشد و آنرا هدف خوانند و در هر یکی سوراخی بود، و ارتفاع بدان بیاید گرفتن که آفتاب در یک سوراخ بگذرد و در دیگر پدید آید؛ و اسطرلاب باشد که هر هدفی را دو سوراخ بود یکی بزرگ و یکی کوچک؛ و بدان کوچک ارتفاع آفتاب گیرند و بدان بزرگ ارتفاع شب گیرند از ستارگان.

[۳] فصل در شناختن اجزای ارتفاع

اجزای ارتفاع آن خطهای کوچک است که پیرامون آن خطوط مقوس است که بر پشت اسطرلاب در ربعی نود^۱ درجه کشیده باشد؛ و اسطرلاب بود که نیمه^۱ بالا از دایره^۱ همه این خط پیرامون

۱. در نسخه: بود.

کشیده است و آن صدوهشتاد درجه بود // نیمی شرقی و نیمی غربی؛ و اگر خود نود درجه بر پشت اسطرلاب بود هم شرقی را کار فرماید^۲ و هم غربی را؛ و آن را از اسطرلاب بشناسد.

[۴] فصل در شناختن حجره اسطرلاب

آن کره ایست^۳ که پیرامن^۴ اسطرلاب است که درجه‌های فلک تمام بر آن کشیده باشد و آن سیصد و شصت درجه است و آن بر صفحه اقلیم‌ها محیط است؛ و برجای آن دایره ایستاده است که در فلک است و آن را معدل النهار خوانند.

[۵] فصل در شناختن کرسی و علاقه و حلقه

کرسی آن باشد که بر دایره حجره پیوسته است و علاقه آن است که حلقه در آن افکنده و میخ بدین کرسی دوخته و کوفته است.

[۶] فصل در شناختن عنکبوت و آن چه در آن است

عنکبوت آن صفحه مشبک باشد که بر روی اسطرلاب نهاده باشد که در آن دایره است که دوازده برج بدان نبشته است و آن را منطقه فلک البروج خوانند و ستارگان بیابانی را جای ساخته است. و آن تیزی‌ها است که از آن رسته و هر تیزی جای یکی ستاره بیابانی است و نام آن ستاره بدان نبشته است.

و آن خط راست که میان عنکبوت است محور خوانند و آن که از روی عنکبوت رسته است و عنکبوت بدان گردانند مدیر خوانند؛ و قطب آن است که در میان // سطرلاب است و از عضاده و از همه صفحه‌ها^۵ گذشته باشد و از عنکبوت بر آمده باشد؛ و فلس آن حلقه کوچک است که بر سر قطب کنند و بر روی عنکبوت؛ و فرس آن است که در قطب کرده باشند^۶ و این بند اسطرلاب است؛ و اما آن تیرها^۷ که در اول شرح گفتیم مری خوانند و از جمله یکی آن است که از سر جدی رسته

۱. در نسخه: دایره.

۲. در نسخه: فرماند.

۳. در نسخه: کروست.

۴. در نسخه: پیرآمن.

۵. در نسخه: صفحه‌ها.

۶. در نسخه: باشد.

۷. شاید تیزی‌ها باشد.

است و آن را مری اجزا خوانند از بهر آن که به اجزای حجره می‌گردد و هر عملی که کنند بدان مری بتوان شناختن هر چه تعلق به اجزای حجره دارد.

[۷] فصل در شناختن اجزای ظل

اجزای ظل آن است که بر پشت اسطرلاب بر نیمهٔ زیرین باشد و بخش کرده؛ و این نیمه بر همه اسطرلاب باشد و بود که به ربعی بخشیده باشد و باشد که به هر دو ربع بود و به دو چیز بخشیده، به اقدام و اصابع. هر گه که یک عضده بر چهل [و] پنج درجه از ارتفاع نهند و سر دیگر از عضده بر شش قدم و نیم نهاده باشد، آن اقدام [بود]. اگر به اصابع بخشیده بود^۱ هر گه که سر عضده بر چهل و پنج درجه از ارتفاع نهند سر دیگر آن عضده بر دوازده نهاده باشد؛ و کژی و راستی اسطرلاب از این پیدا شود.

[۸] فصل در شناختن جیب

جیب آن خطهای دراز است، راست، که در نیمهٔ بالا [ی] آن دایره بر پشت اسطرلاب کشیده باشد؛ و هر // اسطرلابی را این جیب نبود بر پشت. و اگر بود عمل آن چنین است که نیمهٔ عضده به شصت بخشیده باشد و جیب بدان شناسند^۲ و بر جای خویش شرح آن گفته آید.

[۹] فصل در شناختن دایره‌های صفایح^۳

و آن، [آن] دایره‌ها است که بر صفحه کشیده باشد؛ سه دایره: یکی بزرگ، یکی میانه و یکی کوچک؛ [آن را]^۴ مدار سرطان گویند که اول سرطان بدان می‌گردد و مرکز، از آن سوی‌تر نشود؛ و دایرهٔ میانه، آن حمل و میزان است که هر دو برج پیوسته بدان می‌گردد و مرکز از آن سوتر نشود؛ و دایرهٔ بزرگ‌ترین که بر گوشهٔ صفحه بود آن را مدار جدی گویند که جدی بدان دایره می‌گردد و مرکز از آن دایره دورتر نگردد؛ و از صفحه تا صفحه هیچ تفاوت نیست، همه به قدر یکدیگر باشد.

[۱۰] فصل در شناختن مقنطرات

۱. در نسخه: + و.

۲. در نسخه: + و.

۳. در نسخه: شناسد.

۴. در نسخه: صفاع.

۵. در نسخه: + بر.

مقنطرات آن نیم دایره‌ها است که نزدیک یکدیگر است که بر همه صفحه کشیده باشد؛ و در میان آن شمار ارتفاع نبشته باشد چنان که اسطرلاب بود: اگر اسطرلاب سدسی بود، شش‌گان و اگر خمسی بود، پنج‌گان و اگر ثلثی بود، سه‌گان و اگر نصفی بود، دوگان و اگر تمام بود، یگان.

[۱۱] فصل در شناختن خط‌های ساعات معوج

خط‌های ساعات معوج آن خط‌های بریده از سر دایره میانه که^۱ مدار سرطان خوانند، به دایره // بزرگ‌ترین که مدار جدی خوانند کشیده است. و این خط نیمه^۲ زیر از صفحه کشیده است و عدد آن یازده است که دوازده ساعت میان آن نبشته است و ابتدایش^۳ از مغرب است، تا به مشرق. و تمامی آن باشد که دو خط میان این خط‌ها باشد یکی از ناحیت مشرق است و یکی از ناحیت مغرب است؛ و بدان که ناحیت مشرق است فجر توان شناختن و بدان که ناحیت مغرب است مغیب شفق شناسد.

اگ ۹۴/۱

[۱۲] فصل در شناختن افق مشرق و مغرب

افق مشرق و مغرب بزرگ‌ترین خط‌های مقنطرات است؛ و آن چه به ناحیت مشرق است مقنطره^۴ مشرق خوانند؛ و خط مشرق و مغرب آن خط راست است که میان صفحه کشیده است به پهنا و خط نصف‌النهار را به دو نیم کرده است و آن را خط استوا خوانند؛ و اما خط نصف‌النهار آن خط بود که صفحه به دو نیم کرده است به درازا؛ و از نیش^۳ علاقه تا به مرکز، نیمه خط نصف‌النهار خوانند و از مرکز تا به آخر صفحه خط وتدالارض خوانند.

[۱۳] فصل در شناختن اجزای نطق بروج

اجزای نطق بروج آن خط‌های کوچک است که [بروج] بر آن بخشیده و آن برج مستوی است و سیصد و شصت درجه بخشیده است، میان // دوازده بروج، هر برجی سی درج. و اگر اسطرلاب سدس باشد آن شش‌گان بخشیده باشد و اگر خمس باشد پنج‌گان بخشیده باشد و اگر ثلث باشد ده‌گان^۴ و اگر نصف باشد پانزده‌گان و اگر تمام باشد سی‌گان. و به هر قسمتی از این دوازده، نام برجی

اگ ۹۴/۲

۱. در نسخه: دایره میانکی.

۲. در نسخه: ابتداش.

۳. شاید پیش باشد.

۴. در نسخه: دوگان.

نیشته است و از اسطرلاب خود بشاید دانستن و محتاج شرح آن نباشد. اما در این درجه‌ها که به حجره بخشیده است، اگر اسطرلاب نصف باشد عدد حجره دوگان باشد. و آن چنان است که حجره به صد و هشتاد بخشیده باشد، هر بخشی دو درج. و اگر اسطرلاب تمام باشد^۱ به سیصد و شصت بخشیده باشد هر بخشی درجی. و اما آن خطها که با خطوط ساعات زمانی پیوسته است، این خطوط ساعات مستوی است و آن سیزده خط باشد که چهارده ساعت در میان آن نیشته باشد. که این خطها که گفتیم در میان مقنطرات باشد و در بعضی از اسطرلابها چنین کشند و آن عدد درازی روز بود در سال. و آن خطها چون نقطه زده پیوسته یکدیگر باشد تا آن خطهای دیگر آسان بشاید شناختن.

[۱۴] فصل در اجزای خطهای سمت

خطهای سمت آن خطها است که در میان مقنطرات تنها کشیده است؛ از افق مشرق و مغرب به مرکز اسطرلاب // باشد؛ که صد و هشتاد درج، بر هر نیمی از آن نود باشد. که جمله نود بود؛ هر خطی دو نود است که دوگان قسمت کرده است^۲ و هست که پنج‌گان پنج‌گان. و اسطرلاب هست که ابتدای این خطها^۳ از مطلع حمل باشد و میزان، بعد از این مجمل گفته آید به شرح چون جایگاه آن باشد.

[۱۵] فصل در دانستن ارتفاع گرفتن

چون ارتفاع خواهد گرفتن، ذات‌الصفایح یعنی اسطرلاب به دست راست گیرد و برابر قرصه آفتاب بدارد و چنان کند که اسطرلاب برابر کتف چپ خویش داشته باشد و چنان کند که پشت اسطرلاب به طرف چپ باشد. و عضاده می‌گرداند به چپ و راست تا آن‌گاه که شعاع آفتاب به سوراخ هدف عضاده درافتد و در سوراخ هدف زیر افتد. آن‌گاه بنگرد که مری عضاده بر چند درجه نهاده است اجزای ارتفاع^۴ بشمرد که چند است که آن ارتفاع وقت باشد. اگر پیش از نصف‌النهار بود شرقی باشد و اگر پس از نصف‌النهار بود غربی بود.

۱. در نسخه: + عدد حجره پانزده‌گان باشد و.

۲. در نسخه: ظاهراً افتادگی دارد. منظور آن است که اگر ۱۸۰ درجه را به ۹۰ بخش تقسیم کنند هر بخش دو درجه است.

۳. در نسخه: + در.

۴. در نسخه: + و.

[۱۶] فصل در ارتفاع گرفتن ستارگان بیابانی و سیاره

و این چنان است که اسطرلاب به دست راست گیری و برابر کتف چپ بداری و یک چشم فروگیری و عضاده به چشم دیگر نهی تا در آن هر دو سوراخ که در هدف عضاده است، آن ستاره که ارتفاع از او خواهی گرفتن ببینی. // آن‌گاه بنگری که مری عضاده بر کدام جزء باشد از اجزای ارتفاع، و بشمیری که چند است که آن ارتفاع آن ستاره باشد. و همچنین به روز هر گه که ابر باشد از آفتاب همچنین ارتفاع برگیرند و شبی که ابر باشد از ماه همچنین گیرند و همچنین از سر درختان و کوه‌ها و دیوارها ارتفاع همچنین گیرند.

اگ ۹۵/پ

[۱۷] فصل در دانستن وضع ارتفاع

پس چون ارتفاع گرفت و دانست که چند است، ببیند که آفتاب در کدام برج است به چند درجه. و آن درجه از آن برج، بر خط مقنطرات نهد چنان‌که آن ارتفاع است. و بنگرد که کدام برج بر افق مشرق است که طالع وقت آن باشد. و اگر ارتفاع شرقی بود بر ناحیت مشرق نهد و اگر غربی بود بر ناحیت مغرب نهد.

[۱۸] فصل در دانستن ساعات معوج

ارتفاع برگیرد و بنگرد که شرقی است یا غربی، چنان‌که گفتیم، و درجه آفتاب از آن برج به مثل آن ارتفاع نهد. پس از درجه آفتاب صد و هشتاد درجه بشمرد و آن برج هفتم افتد از آن برج که آفتاب در آن است. و ببیند که چند ساعت از ساعات معوج نهاده باشد و از مغرب بدان‌جا شمرده بنگرد که چند است، آن ساعت باشد که از روز شده است به ساعات معوج.

[۱۹] فصل در // دانستن کسر ساعات معوج*

اگر درجه نظیر جزء آفتاب به روز یا درجه جزء آفتاب به شب، در میان خطی از این خط‌های یازده‌گانه افتد، نه بر خط، راست^۱، خط‌های درست بشمرد و آن‌چه بماند چون خواهد که بداند که چند است عملش چنین بود که جزء آفتاب بر ارتفاع نهد و نظیرش بنگرد که بر ساعات افتاده است. و نشان مری بر اجزای حجره بکند و پس عنکبوت را باز پس گرداند [تا به ساعات که از او گذشته باشد] و بنگرد که از نشان تا به پیش مری چند رفته است و نگاه دارد که آن‌را اجزای کسر خوانند.

اگ ۹۶/پ

۱. یعنی دقیقاً روی خط نیافتد.

و دیگر مری را نشانی کند و راست بگرداند از این خط ساعات تا باز خط ساعات دیگر^۱ و بنگرد که چند رفته است و نگاه دارد که آن را اجزای ساعات گویند. پس بنگرد که اجزای کسر از این چند است و بر سر آن ساعت‌های درست گیرد که از روز گذشته باشد.

مثال این چنان است که نظیر جزء آفتاب به روز، در میان ساعات سیوم و چهارم افتد، که از روز شده باشد سه ساعت و کسری. پس می‌خواهیم که بدانیم که این کسر چندان است از ساعتی. بر سر مری نشانی کردیم از اجزای حجره و باز ساعات سیوم گردانیدیم و بنگریدیم که چند برفت مری اجزا و آنچه یافتیم یاد داشتیم که اجزای کسر است. و دیگر بار بر سر مری // نشان کردیم و باز ساعات چهارم گردانیدیم و بنگریدیم که چند است که آن اجزای ساعات است و آنچه اول یافته بودیم بنگریدیم که از این چند است. گفتیم که از این روز سه ساعت گذشته است و چندین. و جمله بر این قیاس باید کرد.

اگ ۹۶ پ/

[۲۰] فصل در دانستن ساعات مستوی

بنگرد که آفتاب در کدام درجه است از کدام برج و بر افق مشرق نهد و بر مری اجزا نشانی کند و بر آن ارتفاع نهد که گرفته است از پشت اسطرلاب، از مقنطرات. و بنگرد که از نشان تا پیش مری چند رفته است. چندان که رفته است یاد دارد که آن را دایر خوانند. و اگر خواهد که بداند که چند ساعت از روز شده است، هر پانزده درج از این دایر ساعتی گیرد^۲ و هرچه پانزده تمام نبود هر درجی چهار دقیقه گیرد و آنچه برآید دقیقه ساعات بود. و نسبت از شصت بنگرد که چند است؛ آن ساعت و آن دقیقه از روز شده است^۳.

مثال این چنان است که آفتاب به شش درجه سنبله باشد. و بر افق مشرق نهادیم^۴ و بر اجزا نشان کردیم و ارتفاع سی و شش درجه بود. و بر مقنطرات نهادیم و آنچه [مری] ارتفاع بود نشانی کردیم و از نشان نخست به نشان دویم شمردیم و چهل و دو // درج بود و آن دایر است^۵ و هر پانزده

اگ ۹۷ ر/

۱. در نسخه: + گرداند.

۲. در نسخه: گیرند.

۳. و نسبت از شصت بنگرد که چند است آن ساعت و آن دقیقه از روز شده است: این عبارت برای بیان زمان گذشته‌ها ز روز، به صورت ساعت و کسر ساعت است. همان طور که در مثال آمده نتیجه نهایی بدین صورت خواهد بود: دو ساعت و نصف و یک پنجم و یک دهم ساعت.

۴. در نسخه: نهیم.

۵. در نسخه: دایره‌ایست.

را ساعتی گرفتیم و از جمله سی درج دو ساعت بود و باقی بماند دوازده درج و این درجه‌ها را [در چهار] ضرب کردیم چهل و هشت برآمد دقیقه. و نسبت آن از شصت، نصف و خمس و عشر باشد.

[۲۱] فصل در دانستن ساعات معوج به شب

اگر خواهد که بداند که از شب چند ساعت معوج گذشته است، ارتفاع ستاره بگیرد،^۱ [از] آن ستارگان^۲ که به عنکبوت اسطرلاب نبشته است، چنان که پیش از این گفتیم. پس درجه آفتاب ببیند که در کدام برج است و بیارد و بر افق مغرب نهد. و بنگرد که ارتفاع ستاره شرقی است یا غربی و مری آن کوکب [بر] ارتفاع نهد از مقنطرات، از آن ناحیه که گرفته است، و درجه آفتاب ببیند که به چند ساعت معوج افتاده است و کسرش چند است. آنچه برآید چندان ساعت و کسر از شب گذشته باشد.

و هم بدان گونه بگیرد که پیش از این گفتیم پس نگاه کند که کدام برج بر افق مشرق بود به چند درجه، که طالع وقت بود.

[۲۲] فصل در دانستن ساعات مستوی به شب

ارتفاع بگیرد از ستاره همچنان که پیش از این^۳ // گفتیم. و درجه آفتاب بیارد و بر افق مغرب نهد و مری اجزا را بر حجره اسطرلاب نشانی کند و بگرداند جزء آفتاب را تا مری کوکب بر آن ارتفاع که گرفته است رسد و بنگرد که از آن نشان تا پیش مری چند است. آنچه برآید دایره^۴ است از شب. و هم بدان قیاس که پیش از این گفتیم بنگرد، که آن ساعت مستوی باشد که از آن شب گذشته است.

گ ۹۷ پ ۱

[۲۳] فصل اندر دانستن اجزای ساعات معوج به شب و روز*

درجه آفتاب بنگرد و بر افق مشرق نهد. و مری اجزا بر حجره نشان کند و بگرداند تا به خط ساعتی از ساعت‌های معوج رسد و بنگرد که از آن نشان چند گذشته است که اجزای ساعات در آن روز

۱. در نسخه: + و.

۲. در نسخه: ستاره‌گان.

۳. در نسخه: + که.

۴. در نسخه: دایره.

چندان است که بیاید^۱. و این که از اجزای ساعات روز است از سی درجه بکاهد، آن چه بماند اجزای ساعات آن شب بود. و همه روزها و شبها بدین قیاس بکند. و اگر خواهد که به شب^۲ عمل کند، درجه آفتاب بر مقنطرات مغرب نهد و مری را بر حجره علامت کند و عنکبوت را بگرداند تا جزء آفتاب بر ساعتی افتد و بنگرد که مری چند رفته است که آن اجزای ساعات شب است. و این اجزا // از سی درجه بکاهد، آن چه بماند اجزای ساعات آن روز بود.

گ ۹۸ /

[۲۴] فصل اندر دانستن قوس النهار

اگر خواهی که بدانی که قوس النهار چند است، درجه آفتاب بیاور و بر افق مشرق نه و آن، آن درجه باشد که آفتاب در آن است. و مری جدی را به حجره نشان کن و عنکبوت به توالی بروج بگردان تا درجه آفتاب به افق مغرب رسد و بنگر که مری چند رفته است، که آن قوس النهار آن روز است. و اگر خواهی که بدانی که روز چند ساعت مستوی است، آن عدد به پانزده قسمت کن که آن ساعت روز است. و هرچه پانزده نباشد^۳ تمام، چنان که پیش از این گفتیم [عمل کن]. و اگر خواهی که به ساعت معوج بدانی که^۴ روز چند است، به اجزای ساعات آن روز قسمت کن. و اگر خواهی که قوس اللیل بدانی این عدد از سیصد و شصت بیفکن آن چه بماند قوس اللیل است.

[۲۵] فصل اندر دانستن قوس اللیل

اگر خواهی که قوس اللیل به عمل بدانی، درجه آفتاب بر افق مغرب نه و مری جدی را به حجره نشان کن و به توالی بروج بگردان تا به افق مشرق رسد. و بنگر که مری چند رفته است که آن قوس اللیل است. و اگر خواهی که باز ساعت مستوی کنی // پانزده گان بگیرد و باقی یکی چهار دقیقه گیرد که آن ساعت لیل است.

گ ۹۸ پ /

و اگر اجزای ساعات خواهی که بدانی، این عدد به دوازده قسمت کن که آن چه بیرون آید اجزای ساعات لیل است. و اگر این از سیصد و شصت بکاهی آن چه بماند قوس النهار آن روز باشد، چنان که پیش از این در قوس اللیل گفتیم.

۱. در نسخه: بیاید.

۲. در نسخه: «که آنشب عمل کند» نیز می تواند باشد.

۳. در نسخه: نه باشد.

۴. در نسخه: + از.

[۲۶] فصل اندر دانستن ارتفاع نصف النهار و غایت ارتفاع ستارگان

اگر خواهی که ارتفاع نصف النهار هر روز بدانی و غایت ارتفاع ستارگان بیابانی به شب، ارتفاع آفتاب می‌گیری^۱ تا بدان غایت رسد که هیچ دیگر نیفزاید. آن گاه بدان که آن ارتفاع نصف النهار آن روز است. و تا بدین غایت، ارتفاع شرقی خوانند و چون باز کاستن گیرد غربی خوانند. و همچنین ارتفاع ستارگان می‌گیری^۲ [تا] هم بدان غایت رسد که هیچ چیز دیگر نیفزاید که آن غایت ارتفاع آن ستاره بود. و چون بدین غایت رسید ارتفاع شرقی خوانند و چون از این درگذرد غربی بود. و اگر خواهی که این مسأله از اسطرلاب بدانی، درجه آفتاب بر خط نصف النهار نه یا مری // آن ستاره، و بنگر که چند درجه افتاده است از مقنطرات که غایت ارتفاع آفتاب یا^۳ غایت ارتفاع آن کوکب چندان است.

اگ ۹۹/ر

[۲۷] فصل اندر دانستن قوس النهار ستارگان بیابانی

و اگر خواهی که قوس النهار ستارگان^۴ بیابانی بدانی، مری آن ستاره بیاور و بر افق مشرق نه و مری اجزا را علامتی کن و بگردان و مری آن ستاره بر خط نصف النهار نه و بنگر که مری چند رفته است و آن را مضاعف کن که آن قوس النهار آن ستاره است و از سیصد و شصت بیفکن که قوس اللیل آن ستاره است.

و اگر خواهی که به ساعات بدانی، هر پانزده ساعتی گیر و آن چه پانزده تمام نباشد همچنان کن که پیش از این گفتیم که آن ساعت روز آن ستاره است به ساعات مستوی. و این ساعت از بیست و چهار بکاه، آن چه بماند ساعات [شب] آن ستاره بود به ساعات مستوی.

[۲۸] فصل اندر دانستن طالع از قبل ساعات

اگر خواهی که طالع به روز بدانی، چون چند ساعت روز شده است مستوی یا معوج، درجه آفتاب بیاور هر گه که به ساعت مستوی می‌نگری و ساعات به مقنطرات است و بر چندان ساعت نه که از روز گذشته است. و بنگر که بر افق از بروج چیست، که آن طالع // وقت است. و اگر خط ساعت مستوی در میان ساعت معوج است نظیر درجه آفتاب بیاور و بدان خط نه، چنان که پیش از این

اگ ۹۹ پ/

۱. در نسخه: میگیرد.

۲. در نسخه: میگیرد.

۳. در نسخه: تا.

۴. در نسخه: که ستاره‌گان قوس النهار.

گفتیم. و بنگر که بر افق مشرق کدام برج است، که آن طالع است. و اگر همچنین ساعت معوج می‌نگری نظیر درجهٔ آفتاب بر آن خط نه و طالع هم از افق مشرق طلب کن تا معلوم گردد. و اگر شب است آن چه به درج آفتاب است نگرد و آن چه به نظیر درج نگرد، به روز است. نظیر درجهٔ آفتاب به روز و به شب درجهٔ آفتاب.

[۲۹] فصل اندر دانستن طالع وجه دیگر

اگر خواهی که طالع بدانی به وجهی دیگر، روز یا شب، ساعات گذشته بر گیر. اگر ساعات مستوی باشد، هر یک ساعت پانزده درجه کن و هر چه پانزده نباشد هریک درجه چهار دقیقه کن و عدد گوش دار^۱. پس جزء آفتاب بر مقنطرة مشرق نه و مری اجزا نشانی کن. و به توالی بروج چندان عدد که داری بگردان و بنگر که چه برج یابی به افق مشرق که آن طالع است. و اگر ساعت معوج است در اجزای ساعت ضرب کند و چندان که برآید، هم بدان گونه که گفتیم کند تا طالع بداند. و اگر شب است این عمل به نظیر جزء آفتاب کند تا طالع بداند.

[۳۰] فصل اندر دانستن درجهٔ اوتاد

درجهٔ طالع [که] به افق مشرق باشد و تد طالع گویند. پس خط و تد الارض بنگر که [به] // کدام برج / گ ۱۰۰ را / یابی به چند درجه، آن و تد رابع است. پس بنگر به خط و تد السماء که کدام برج است به چند درج که آن و تد عاشر است و نظیرش و تد رابع است و بر افق مغرب چه برج است به چند درج و آن و تد سابع^۲ است.

[۳۱] فصل اندر دانستن درج باقی بروج

اگر خواهی که درج هشت خانهٔ دیگر که باقی مانده است بدانی، درجهٔ طالع را بر هشت ساعت نه از ساعت معوج. و بنگر که به خط وسط السماء چه برج است که آن خانهٔ هشتم است به همان درجه که آن جا یابی. و دیگر درجهٔ طالع بر ساعات دهم نه، هم از ساعت معوج و بنگر که خط وسط السماء با کدام برج است به چند درجه که آن خانهٔ نهم است. دیگر درجهٔ سابع بر دو ساعت نه از ساعات معوج و به خط وسط السماء بنگر که چه برج است به چند درج که آن خانهٔ یازدهم است. و دیگر درج سابع بر چهار ساعت معوج نه و به خط وسط السماء بنگر که چه برج است و به چند درجه، که

۱. در جهان دانش شرف‌الدین مسعودی نیز «گوش‌دار» به معنی «به خاطر سپار» آمده است.

۲. سابع همان غارب است.

آن خانه دوازدهم است. آن چهار خانه که گفتیم و چون این چهار شناختی بدان که دویم برابر هشتم است و سیوم برابر نهم و پنجم برابر یازدهم و ششم برابر دوازدهم. و در درج هیچ تفاوت نیست که به همان^۱ درج بود.

[۳۲] فصل در شناختن فجر و شفق

اگر خواهد که ساعت فجر و مغیب شفق بشناسد، نظیر جزء آفتاب بر هر ده درجه از مقنطرات مغربی // نهد و مری نشان کند، به افق مغرب گرداند و بنگرد که چند است که آن دایر است و باز ساعت کند و اگر بر سر آن کسری است همچنان کند که پیش از این گفتیم، که آن ساعت فجر باشد. و اگر ساعت مغیب شفق می‌نگرد عمل مقنطرات شرقی باید کرد.

اگ ۱۰۰ پ/

و اگر خط اسطرلاب باید، جزء آفتاب بیارد و بر خط طلوع فجر نهد و مری نشان کند و جزء آفتاب به افق مشرق نهد و بنگرد که چند رفته است که آن ساعت فجر است. و اگر ساعت مغیب شفق می‌نگرد هم نظر کند.

[۳۳] فصل اندر دانستن تحویل سال و آن مولود*

اگر خواهی که تحویل سال با آن مولود بدانی، تحویل سال و درجه طالع سال پیش بیاورد و بر افق مشرق نهد. و مری را نشان کند و به [خلاف] توالی بروج بگرداند تا مری از جای خویش هشتاد و هفت درجه و سی و سه دقیقه^۲ برود. و آن درجه که به افق یابد بنگرد که آن طالع سال است. و اگر خواهی که بدانی که تحویل سال به شب است یا به روز، اول حمل نگاه کن، اگر بر مقنطرات یابی به روز است و اگر بر ساعت معوج یابی به شب است.

و اگر خواهی که بدانی که چند ساعت گذشته است از روز یا از شب، در آن روز ساعت مستوی و معوج یکی باشد که تحویل سال باشد. اول حمل نگاه کن، اگر بر مقنطرات افتاده است، مری جدی را به حجره // نشان کند. و اول حمل باز به افق مشرق نه و بنگر که چند رفته است که آن را دایر خوانند. و هر پانزده [درجه] ساعتی گیر^۳ و باقی چنان که در ساعت شناختن گفتیم، که چندان ساعت از روز شده باشد. و اگر اول حمل به ساعت معوج افتاده باشد بنگر که چند ساعت

اگ ۱۰۱ ر/

۱. در نسخه: بهم آن.

۲. مقداری که در متن آمده است، هشتاد و شش درجه و سی دقیقه است که خط خورده و مقدار حاضر در حاشیه آمده است.

۳. در نسخه: گیرد.

افتاده است. و کسرش نگاه کن، پیش از این که گفتیم از شب چندان ساعت گذشته باشد. و اگر تحویل مولود خواهی که بدانی، بنگر که چند سال گذشته است. و درجه طالع به افق مشرق نه و به عدد هر سالی چندین که گفتیم بگردان. و آن جزء که به افق مشرق بیند آن طالع تحویل است. و اگر از تحویل سال گذشته، تحویل سال آینده می نگر، درج طالع تحویل بر افق مشرق نهد و عملش همچنان است که پیش از این گفتیم و اگر خواهی که بدانی که شب است یا روز، بنگر که آفتاب اندر اصل به کدام برج بود به چند درج. و بنگر آن برج اگر به مقنطرات افتاده است، روز است و اگر به ساعات معوج افتاده است، شب است. اگر خواهی که بدانی که چند ساعت گذشته است از شب یا از روز، درجه آفتاب اگر به مقنطرات افتاده است مری اجزا به حجره نشان کند. و درجه آفتاب باز افق مشرق آورد و بنگرد که آن چند است، آن دایر است. و هر پانزده // گ ۱۰۱ پ/ ساعتی گیرد، که چندان ساعت گذشته است که از روز به ساعت مستوی. و اگر ساعت معوج خواهد دایر به اجزای ساعت قسمت کند، چندان ساعت معوج از روز گذشته باشد. و اگر خواهی که به ساعت مستوی بدانی مری جدی به حجره نشان کن و درجه آفتاب به افق مغرب گردان که چندان که برود دایر باشد و هر پانزده یک ساعت باشد و از شب چندان ساعت مستوی شده باشد.

[۳۴] فصل اندر دانستن مطالع بروج

اگر خواهی که مطالع بروج بدانی به بلد و به خط استوا، اول آن برج بیار اگر به بلد می نگری و بر افق مشرق نه و مری جدی را به حجره نشان کن. و آن برج بگردان تا آخر برج به افق مشرق رسد. و بنگر که مری چند رفته است که آن مطالع آن برج است به آن شهر که بگزیده‌ای. و اگر به خط استوا می نگری، اول برج به خط مشرق نه و مری را به حجره علامت کن و بگردان تا آخر آن برج به خط مشرق رسد و بنگر که مری چند رفته است که آن طالع آن برج است به خط استوا.

[۳۵] فصل اندر دانستن طریقی در بیرون آوردن طالع تحویل موالید

تقویم آفتاب که در وقت ولادت^۱ بوده، بنهد از برج و درج و دقائق و وقت تحویل موضع آفتاب به مقوم از اصل برود // و آن چه بماند تفاوت باشد میان اصل و تحویل. و پس سیر آفتاب برگردد یک شبانروز یعنی بهت. و قسمت کند بر بیست و چهار، آن چه از قسمت بیرون آید سیر ساعات آفتاب باشد یعنی یک ساعت و تفاوت بدین سیر ساعات قسمت کن. آن چه از قسمت بیرون آید ساعات

۱. در نسخه: ولادة.

بعد باشد. پس ساعت نیمه روز برگردد و اگر ساعت بعد بیش تر از ساعت نیمروز باشد ساعت نیمروز از وی نقصان کند. آن چه باشد ساعت باشد از شب گذشته. و اگر ساعت بعد کمتر باشد بر ساعت نیمروز زیادت کند، که ساعت وقت تحویل باشد. و پس در پانزده ضرب کند^۱ ارتفاع آفتاب چند باشد. درجه آفتاب بنگر^۲ و بر افق مشرق نه و مری اجزا نشان کن آن جا که درج آفتاب برافتد بنگر که چند است از مقنطرات که ارتفاع آفتاب است.

و اگر گوید که چون طالع چندین درجه از فلان برج است ارتفاع آفتاب چند باشد، درجه طالع بر افق مشرق نهد و درجه آفتاب نگاه کند که به چند درجه از مقنطرات افتاده است. و آن درجه را بشمرد که آن ارتفاع آفتاب است.

و اگر گویند دوازده قدم دارم ظل، طالع چیست و ارتفاع آفتاب چند است، ظل بنگرد که اندر اسطرلاب هست. و مری عضاده // به چندان قدم نهد یا اصابع که پرسیده اند. و مری دیگر بنگرد که به چند درجه از ارتفاع افتاده است که آن ارتفاع آفتاب است و درجه شمس به چندان ارتفاع نهد از مقنطرات و به افق مشرق بنگرد که کدام برج و درج یابد که آن طالع است.

گ ۱۰۲ پ /

[۳۶] فصل اندر دیگر نوادر

اگر کسی پرسد که درازی سروی بگوی یا دیواری یا مناره، بی آن که پیمایی، یا بگویی از آن جا که ایستاده دو دیه است برابر ما، بگوی که به کدام نزدیک تر است. اگر سروی نگری یا دیواری یا مناره، مری عضاده بر چهل و پنج درجه نه از اجزای ارتفاع و زیر درخت و مناره بایست^۳ و باز پس آی تا اندر ثقبه عضاده سر آن ببینی. زمین را ما بین آن پیمای و دو گز و نیم^۴ بران گز [که] پیموده ای بر افزای که آن بالای آن سرو است یا آن دیوار است.

و اگر دیه می نگری، ارتفاع از سر دیوار هر دو دیه ارتفاع^۵ بگیر و بنگر که کدام بیش تر است آن که [بیش تر است] آن نزدیک تر است. و از این مایه که گفتم بسیار چیزها بشناسد.

۱. ظاهراً افتادگی در متن رخ داده است.

۲. در نسخه: بنگرد.

۳. در نسخه: + و بین که ارتفاع چند است.

۴. در رساله اول (باب ۳۴۴) و دوم (باب ۱۴۱) به جای دو گزونیم «طول قامت» آمده است.

۵. در نسخه: + پیش تراست.

[۳۷] فصل دیگر اندر نوادر

در دانستن مقدار پهنای آب‌ها که به کنار آن نتوان رسید که بر پای ببايد ايستادن. و کناره آن جوی یا رود یا زمینی چند است^۱ بایستد و // عضاده برابر چشم باید داشت و عضاده می‌باید گردانید تا به هر دو سوراخ آن کناره جوی یا رود و یا زمین ببیند. پس عضاده اسطرلاب همچنان دارد، روی باز پس کند تا آن‌جا که بشاید پیمود تا هم به آن سوراخ موضعی ببیند و به نظر نگهدارد. پس پیمایی کنار آن که می‌خواهی که بدانی که چندان باشد.

[۳۸] فصل در دانستن نوادر دیگر

چون خواهد^۲ که دوری^۳ چاه‌ها و حوض‌ها بدانند^۴ بر کنار چاه و یا بر کنار حوض بایستد. و عضاده یکسر سوی چشم چپ خویش آورد و می‌گرداند تا سر آب در زیر چاه یا آن‌چه خواهد، از آن سوی دیگر، ببیند به هر دو سوراخ عضاده و مقدار ظل از سر دیگر عضاده [ببیند]. پس از آن ظل که هست یک جزء کم کند و^۵ عضاده بر آن ظل نهد. و چیزی زیر پای نهد چندان که بر آن نهاد که عضاده است^۶ هم آن کناره آب به این چاه ببیند. پس میان جای^۷ اول و دویم بر پیماید و بدان که که پیش اند بسته اند ضرب^۸. آن‌چه برآید دوری چاه باشد.

[۳۹] فصل اندر دانستن ظل و ارتفاع از یکدیگر

چون ارتفاع گرفته، بنگر مری عضاده از سر دیگر که بر چند عدد // از ظل افتاده است آن ظل آن ارتفاع باشد و ظل بر اسطرلاب بر دو گونه باشد اصابع و اقدام.

[۴۰] فصل در تعدیل کردن چون با قسمت راست نباشد*

۱. عبارات در متن مغشوش است.

۲. در نسخه: خواهی.

۳. دوری در اینجا یعنی عمق.

۴. در نسخه: بدانی.

۵. در نسخه: یا.

۶. چندان که بر آن نهاد که عضاده است یعنی عضاده در همان وضعیتی که است.

۷. در نسخه: چاه.

۸. عبارت در نسخه نامفهوم است.

هرچند که در معرفت اسطرلاب این تعدیل بالجد^۱ به کار ندارند^۲ و بر طریق تخمین به رأی‌العین میان بخشش‌ها نگه کند لیکن^۳ واجب دیدم تعدیلی چند بر اختصار نمودن.

تعدیل جزء آفتاب

آن مقنطره که نزدیک بود به ارتفاع وقت بجوی [و آن جزء از بروج که آفتاب از گذشته بر آن مقنطره نه و مری نشان کن] و آن جزء از بروج^۴ که آفتاب بدو^۵ نرسیده // بود، هم بر بر آن مقنطره نه و از آن نشان کن. تا به جای [اول] بشمار و اجزاء اصل نام کن. پس میان جزء شمس و آن قسمت که بدو نرسیده بود، اندر اجزای اصل ضرب کن. و به شش قسمت کن، اگر اسطرلاب سدسی بود بر حسب قسمت و بخشش. آن‌چه حاصل آید اجزای تعدیل^۶ جزء شمس بود. [پس آن جزء از بروج که آفتاب بدو نرسیده بر آن مقنطره که نزدیک بود به ارتفاع وقت نه، اجزای تعدیل را باز پس آر، آنجا که آن مقنطره باشد جزء آفتاب بود بر عنکبوت.] مثال چون خواهی که درجه آفتاب به حقیقت به اسطرلاب بدانی ارتفاع چهل و شش و آفتاب در شانزده درجه سنبله باشد و اسطرلاب سدسی است و هر برجی شش خط کشیده و بر میان دو خط درج گفته است. پس چون آفتاب در این درجه‌ها باشد که خطها کشیده است به عمل حاجت نباشد. پس اگر درج آفتاب در میان این دو خط افتد، از نطاق البروج به خط دوازده درجه سنبله رود. و همه وقت درج بروج باز پس باید آمدن الا خط مقنطرات چنان که ظاهر کردم. و پس از درجه ارتفاع بگذرد یعنی چهل و شش، و دوازده سنبله از نطاق البروج بر خط چهل‌وهشت مقنطرات شرقی نهد. و اگر چنان باشد که ارتفاع چهل‌وچهار بود بر خط چهل‌ودو مقنطرات نهد. اگر خط گذشته نزدیک‌تر باشد درج بروج باز پس آورد^۷ و اگر به خط نارسیده نزدیک‌تر باشد بگذرد

اگ ۱۰۴/۱

۱. در نسخه: بالجدی.

۲. در نسخه: دارد.

۳. از این جا به اندازه هشت سطر جا برای شکل خالی مانده و سپس ادامه مطلب آمده است.

۴. در نسخه: آن مقنطره بروج.

۵. در نسخه: برو.

۶. در نسخه: + سوی علامت نخستین از آن چه بر مقنطره افتد.

۷. در نسخه: آور.

بگذرد و بر آن خط نهد.

چنین // که گفتیم دوازده درجه سنبله بر چهل و هشت نهد و مری جدی نشان کند. و پس /
 گ ۱۰۴/ هژده درجه سنبله از نطاق البروج بر چهل و هشت مقنطرات شرقی نهد و ما بین علامت و
 رأس الجدی به بیند که چند است. و آن عدد چند است و آن هشت است و اجزای اصل این است.
 پس از درج آفتاب که شانزده است تا بدان جا که هنوز نرسیده، که هژده است، بدان که چند است
 و آن دو است. پس این دو در آن هشت که اجزای اصل است ضرب کن که شانزده حاصل آید. این
 شانزده بر شش قسمت کن دو درج و ثلثا درجی حاصل آید. پس مری جدی [چون هژده درجه
 سنبله بر مقنطره^۱ چهل و هشت درجه بود] نشان کن و دو درج و ثلثا درجی باز پس آور که آن
 موضع که مابین دوازده و هژده منطقه البروج هست و خط چهل و هشت مقنطرات باشد، آن جا
 شانزده درجه آفتاب به حقیقت نقطی برنهد تا درجه آفتاب ظاهر باشد و نیز اندر تعدیل ارتفاع به
 کار آید^۱.

تعدیل اجزای مقنطرات

جزء شمس که نقط بر زده، بر آن مقنطره [که] از ارتفاع کم تر بود [نه]، مری را نشان کن. پس
 آن جزء شمس بر آن مقنطرات نه که از ارتفاع بیش تر بود و بنگر تا مری چند گذشته، آن اجزای
 اصل بود. و بنگر که میان ارتفاع و آن^۲ مقنطره که بیش^۳ از ارتفاع بود چند است. // در اجزای اصل
 ضرب کن و بر شش قسمت کن آن چه حاصل آید اجزای تعدیل بود. بدان قدر مری باز پس آر
 سوی نشان اول که جزء شمس^۴ بر آن ارتفاع افتد که گرفته باشی.

مثال چون خواهی که درج و دقایق ارتفاع آفتاب بدانی، حقیقت جزء شمس نقط برنهد، بر آن
 مقنطره نه که از ارتفاع کم تر است. یعنی ارتفاعها گرفته و مری عضاده بر چهل و شش بود و چهل
 و شش بر مقنطره معلوم شود که زیادت و نقصان نبود. پس ارتفاع که چهل و دو و در عمل ارتفاع
 باز پس باید آمدن. اگر چهل و هشت نزدیک باشد چنان که در عمل درج آفتاب، باز پس بایست

۱. و نیز اندر تعدیل ارتفاع به کار آید یعنی با استفاده از این جزء خورشید که بر عنکبوت مشخص شد ارتفاع را تعدیل می کنیم.

۲. در نسخه: + آن.

۳. در نسخه: پیش.

۴. در نسخه: جزوالشمس.

آمدن.

پس چون بر چهل و دو نهادی مری جدی نشان کن. پس هم این جزء شمس^۱ که نقط بر نهاده است، بر چهل و هشت مقنطرات نه^۲ و مابین علامت حجره و مری بین که چند است و مری چند گذشته است و آن هفت است و آن را اجزای اصل گویند. و بین^۳ که مابین ارتفاع و مقنطره که بیش از ارتفاع است چند است یعنی ارتفاع چهل و شش است و مقنطره که بیش از ارتفاع است چهل و هشت است و مابین آن دو است. پس این دو در اجزای اصل که هفت است ضرب کن چهارده باشد. پس // این چهارده بر شش قسمت کن دو درجه و ثلث درجی باشد. پس این عدد مری جدی باز پس آور که مابین چهل و دو و چهل و هشت آنجا که جزو آفتاب که نقط بر نهاده است درجه ارتفاع به حقیقت [بود]. و همچنان رها کن عنکبوت تا درجه طالع معلوم شود.

اگ ۱۰۵ پ/

[۴۱] [فصل] در تعدیل اجزای طالع*

چون جزء طالع در میان دو قسمت افتد، [جزء آفتاب بر ارتفاعش نه و] مری را نشان کن. پس آن جزء که طالع [از آن] گذشته^۴ بر افق مشرق نه و مری را نشان کن و بدان که چند [رفته] است. آن^۵ اجزای تعدیل^۶ بود. پس دیگر باره این جزءها که^۷ طالع بدو رسیده نیست بر افق نه و بنگر تا از آن میان [نشان] دوم و جایگاه مری چند است، آن اجزای اصل بود. پس اجزای تعدیل در شش^۸ ضرب کن و بر اجزای اصل قسمت کن و بر آن جزء [که طالع از آن گذشته]^۹ افزای^{۱۰}، آن جزء درجه طالع بود.

۱. در نسخه: جزوالشمس.

۲. در نسخه: نهد.

۳. در نسخه: بین.

۴. در نسخه: گذشت.

۵. در نسخه: از.

۶. در رساله اول اجزای کسر نامیده می شود.

۷. در نسخه: + قسمت که.

۸. در صورتی که اسطرلاب سدسی باشد.

۹. در نسخه: + قسمت مقنطرات.

۱۰. در نسخه: + که آفتاب از او گذشته بود.

مثال چون خواهی که درجه [طالع] به حقیقت بدانی [به] اسطرلاب، چون طالع میان دو قسمت افتد یعنی اول عقرب و ششم عقرب. در آن پیش گفتیم عنکبوت بجنبان^۱ تا درج طالع معلوم گردد.

و چون خواهی که بدانی، [جزء آفتاب بر ارتفاعش نه و] مری جدی نشان کن. و آن اجزا^۲ که طالع از او گذشته بود، یعنی اول // عقرب بر افق نه و مری را نشان کن. و ببین^۳ که میان هر دو علامت چند است و آن یکی^۴ است و آن را اجزای تعدیل گویند. پس آن جزء که بدو رسیده نیست نیست یعنی ششم عقرب بر افق مشرق نه. و بنگر که از میان [نشان] دوم^۵ [یعنی جایگاه مری] اول اول عقرب و جایگاه مری ششم عقرب [چند] است و آن شش است و این اجزای اصل است. پس اجزای تعدیل یعنی آن یکی، در شش ضرب کن و بر اجزای اصل که شش است قسمت کن حاصلش یک درج باشد. این یک درج بر آن جزء^۶ افزای که طالع^۷ از او گذشته بود، یعنی اول عقرب و بگو طالع عقرب است. و درج طالع از ضرب و قسمت اجزای تعدیل و اجزای اصل بیرون آمد چنین که نمودم.

[۴۲] [فصل] در تعدیل ساعات معوج*

بنگر به جزء شمس که بر خطوط ساعات افتاده است، به شب یا نظیرش به روز. چون در میان دو ساعت افتد، مری را نشان کن. پس جزء شمس بر ساعات تام نهد و مری را نشان کن و ببین که چند گذشته است. آن چه گذشته است اجزای تعدیل بود. پس به^۸ ساعات ناقص آور و بنگر که از علامت دوم تا مری چند گذشت، آن اجزای اصل بود. اجزای تعدیل در شصت^۹ ضرب کن و بر

۱. در نسخه: + از بهر آن گفتیم عنکبوت بجنبان.

۲. در نسخه: اجزای.

۳. در نسخه: بین.

۴. در نسخه: + آن.

۵. در نسخه: + و.

۶. در نسخه: + قسمت مقنطرات.

۷. در نسخه: شمس.

۸. در نسخه: یا.

۹. در نسخه: شش.

اجزای اصل قسمت کن آن چه حاصل آید بر آن ساعات تمام افزای که با تو بود.

مثال جزء آفتاب بر خط // مشرق نه و نظیرش نشان کن. پس جزء آفتاب باز جای خود ببر^۱ آن جا که چهل و هشت مقنطرات است. و نظیر جزء آفتاب مابین سه ساعت و چهار ساعات باشد. مری جدی نشان کن، پس نظیر جزء شمس بر خط ساعات تمام نهد یعنی ساعات سیوم. و بین^۲ که مری چند رفته است، آن [را] اجزای تعدیل گویند. بر تخته نگاه دار^۳ و مری جدی نشان کن. پس نظیر جزء شمس باز [بر] ساعات ناقص آور یعنی ساعات چهارم. و بین^۴ که از علامت تا مری چند است آن عدد که باشد اجزای اصل بود. اجزای تعدیل در اجزای اصل ضرب^۵ و بر شصت^۶ قسمت کن که آن چه حاصل آید دقایق ساعات بود، و بر ساعات تمام افزای. ساعات و چهل و پنج دقیقه باشد.

و چنین درست تر است که^۷ در باب پیش گفته است که اجزای^۸ تعدیل در شصت ضرب کن و بر اجزای اصل قسمت کن که به عمل چنین موافق است که نمودم. و اجزای اصل پانزده است و اجزای تعدیل هژده و حاصل ضرب چند است دویست و هفتاد. و حاصل و قسمت چهل و پنج دقایق و چون کسری ثوانی ساعات باشد. و پیش از این، دو کسور ساعات معوج و مستقیم چند فصل گفتیم اما این عمل غریب تر بود.

[۴۳] فصل در دانستن تقویم شمس //

چون خواهی که بروج درج آفتاب بدانی به اسطرلاب، غایت ارتفاع روز به تحقیق بدان و بدان تا کدام فصل است از فصول چهارگانه. آن ربع بگردان تا کدام برج و درج بر خط وسط السماء افتد که غایت ارتفاع آن روز [بر آن است] و آن تقویم شمس در آن روز بود.

۱. در نسخه: بود.

۲. در نسخه: به بیند.

۳. در نسخه: دارد.

۴. در نسخه: به بیند.

۵. در نسخه: + کند.

۶. در نسخه: شش.

۷. در نسخه: + از آن که.

۸. در نسخه: + اصل.

[۴۴] فصل در دانستن غایت ارتفاع

چون خواهی که غایت ارتفاع آن روز به اسطرلاب بدانی و این به خلاف درجه آفتاب است، جزء شمس مقوم بر وسط‌السماء نهی و بنگری تا بر کدام مقنطره افتاده است، آن غایت [ارتفاع] بود. و اگر جزء شمس نامعلوم بود ارتفاع همی گرفتی تا به جایگاهی رسد که روی به نقصان کند و آن وقت نصف‌النهار بود. و چون ناقص خواهد بود، عنکبوت اسطرلاب بگرداند تا درج برجی بر مقنطره آن ارتفاع افتد و این عمل آن است که در آن روز نه غایت ارتفاع داند و نه^۲ جزء آفتاب و بدین عمل که گفتیم معلوم شود.

مثال وقت نصف‌النهار ارتفاع می‌گرفتم چون به چهل‌وهشت ارتفاع رسید^۳ روی به نقصان نهاد^۴ نهاد^۴ و بدانستم که غایت ارتفاع آن روز چهل و هشت است. عنکبوت بگردانیم تا کدام برج و درج بر خط وسط‌السماء افتد که موضع چهل و هشت و آن پنج درجه حوت است. پس بدانستیم که چون درج آفتاب و غایت ارتفاع نامعلوم // بود به اسطرلاب معلوم توان کرد.

گ ۱۰۷ پ/

[۴۵] فصل در دانستن وقت عصر هر روز*

ارتفاع آن روز منصف بکند و جمله، عشر هاگیرد^۵ و بر سر آن [منصف] برد^۶، که چون ارتفاع به آن درج رسد^۷ وقت عصر باشد.

مثال ارتفاع آن روز شصت باشد و منصف بکند سی باشد. و عشر شصت هاگیرد^۸، شش باشد، بر بر سر سی نهد سی و شش باشد. چون ارتفاع به سی و شش [رسد] وقت عصر آن روز، آن وقت باشد.

۱. و چون ناقص خواهد بود: چون هنوز تقویم آفتاب مشخص نشده است.

۲. در نسخه: بر.

۳. در نسخه: رسد.

۴. در نسخه: نهد

۵. یعنی یک دهم بیشترین ارتفاع خورشید در آن روز را بگیرد. «هاگیرد» در برخی گویشهای شمال ایران به معنی «بگیرد» بوده است (نک: مقدسی، ص ۵۴۴).

۶. در نسخه: بود.

۷. در نسخه: + به سی و شش.

۸. در نسخه: هاگیر.

[۴۶] فصل [در] دانستن درج هفت سیاره [به] ستاره ثابت که در شرق باشد یا در

غرب^۱

آن وقت که آن ستاره که خواهی درجش بدانی، چون زحل و مشتری و مریخ و زهره و عطارد و قمر، چون آن ستاره به وسط‌السماء رسد، پیش از آن که روی به نقصان نهد، ارتفاع ستاره ثابت هائگیر. و مری آن ستاره بر مشرق یا مغرب نه اگر ستاره ثابت شرقی باشد یا غربی. و آن ارتفاع که باشد از خط، آن چه باشد برآور و به وسط‌السماء ببین که در چه برج و درج یابی. آن چه یابی درج آن ستاره است و به مثال حاجت نیست.

[۴۷] [فصل در] دانستن عرض ستارگان به اسطرلاب*

و به مثال بشاید دانستن و چون عرض یک ستاره بدانستی جمله چنان است. **مثال** چون مشتری به وسط‌السماء رسد، آن جا که غایت ارتفاعش باشد و غایت ارتفاع وی هفتاد است. // و نیز ستاره ثابت هم در آن وقت هائگیرد و آن ستاره یدالجوزا است و ارتفاعش چهل و دو است. پس مری یدالجوزا بر مقلطه چهل و دو نهد و مشتری در هشت درجه جوزا است. پس بین که آن هشت درجه جوزا بر سر صفحه بر چند درجه است و آن هفتاد و دو است پس هفتاد که ارتفاع مشتری است از این هفتاد و دو بیفکن، دو بماند و این دو عرض مشتری است. پس بیاید دانستن که عرض شمالی بود یا جنوبی. بین که ارتفاع بیش تر است یا آن عدد که بر صفحه است و درج آن ستاره بر سر آن است. اگر ارتفاع از عدد صفحه بیش تر بود عرض شمالی و اگر ارتفاع کم تر از جایگاه درج مشتری بود عرض جنوبی بود. و جمله عرضشان به اسطرلاب چنین است که نمودم و این معنی تمام است.

گ ۱۰۸ / ا

[۴۸] [فصل در] دانستن عرض ستاره ثابت

چون ستاره ثابت عرض خواهی که بدانی، بر اسطرلاب مری آن ستاره ثابت بر وسط‌السماء نه و بنگر که سر مری بر چند غایت ارتفاع است^۲ [و] درج آن برج که هم بر آن خط است که سر مری برش است [کدام است]. ببیند که کدام بیش تر است. [اگر درج بروج بیش تر است] از خط سر مری، عرض آن ستاره جنوبی بود. و اگر درج مری از درج بروج بیش تر است عرض شمالی. و هر ستاره

گ ۱۰۸ / پ

۱. در نسخه: + ارتفاع هائگیرد.

۲. در نسخه: + اگر.

ثابته که در نطق البروج اند شمالی اند و هرچه بیرون از نطق البروج اند // جنوبی اند.
مثال مری نسر طایر بر خط وسط السماء باشد بر شصت و شش. درج بروج که هم بر آن خط است به تخمین و تقریب چهارده درجه برج جدی است. و این چهارده بر خط وسط السماء بر چهل و دو است، پس غایت مری نسر طایر بیشتر است از درج برج، پس عرض شمالی بود. و عرض آن است که مابین هر دو باشد یعنی از چهل و دو تا شصت و شش.

[۴۹] فصل [در] دانستن میل آفتاب

چون در اول حمل باشد و در اول میزان، بر خط استوا باشد و چون یک دقیقه از اول حمل برآید، میل کند^۱ در جهت شمال. و میل او به تدریج همی افزاید تا آفتاب به آخر جوزا رسد، میل به غایت رسیده باشد و غایت میل چندین است **کج له**. پس چون در اول سرطان آید میل نقصان کند تا به آخر سنبله رسد. پس چون در اول میزان آید خط استوا^۲ باشد. چون یک دقیقه برآید^۳ میل کند در جهت جنوب. تا به آخر قوس رسد میل آفتاب به بیست و سه درج و سی و پنج دقیقه رسیده باشد. پس از اول جدی میل نقصان کند تا به آخر حوت. دانستن میل این است.

[۵۰] فصل [در] دانستن ارتفاع از میل و ارتفاع هر ولایتی

چون [خواهی] ارتفاع اول حمل و اول میزان هر ولایتی بدانی، عرض آن ولایت بدان که چیست و از نود به نقصان کن، آن چه بماند ارتفاع اول حمل و اول میزان بود. // و اگر میل آخر برج جوزا بر او افزایشی ارتفاع اول برج سرطان [بود]. و میل چندین است **کج له** و ارتفاع اول حمل و میزان عرض لب چندین است که نمودم **نح**^۴ [و ارتفاع اول سرطان **فا له**]. و پس چون هم این میل از ارتفاع سر حمل و میزان کم کنی ارتفاع سر جدی بیرون آید [لد که].
 و ارتفاع هر روز بیرون آوردن چنان است که ارتفاع سر حمل و^۵ میزان به دو موضع بنهد^۶ و

۱. در نسخه: + و.

۲. در نسخه: استوی.

۳. در نسخه: بر یک.

۴. در نسخه: نز له.

۵. در نسخه: در.

۶. به دو موضع بنهد یعنی در دو جا قرار می دهد.

میل آفتاب هر روز از اول میزان بر می‌دارد و بر اول حمل می‌افزایی. آن چه بر افزایش^۱ غایت ارتفاع برج‌های شمالی بود و آن چه کم کنی غایت ارتفاع برج‌های جنوبی بود.

[۵۱] فصل [در] دانستن برج‌ها و اقلیم‌ها

چون خواهی که بدانی سر برجی از برج‌ها و یا اقلیمی از اقلیم‌ها، بنگر^۲ به مدار و گردش آن چرخ؛ و مدار آن بود که بر صفيحة اسطرلاب کرده بود یعنی مدار رأس سرطان و مدار رأس جدی. پس بگردان سر آن برج تا بر خط وسط السماء نهی. و پس بنگر آن چه بدو رسد از شمار، آن ارتفاع سر آن برج بود اندر آن اقلیم و هو اعلم.

[۵۲] فصل [در] دانستن ستارگان شمالی و جنوبی شهرها

ستارگان شمالی آنند که برآیند پیش از درجاتها و فرو شود پس از درجاتها و آن همه از اندرون نطق البروج باشد. و ستارگان جنوبی آنند که برآیند پس از درجاتها و فرو شود پیش از درجاتها. و این همه بیرون نطق البروج // باشد و عرضشان مقدار میان سرهاشان بود، که تیر^۳ کرده باشد، تا بدان نقطه که در میان دایره بود که ص درش نبسته بود. و برآمدن طالعشان تا درجه بود میان آسمان آیند با درجاتها و فرو شود با درجاتها.

گ/۱۰۹پ/

[۵۳] فصل در دانستن ارتفاع ستارگان^۴

چون خواهی که بدانی^۵ ارتفاع ستارگان، ستاره فرو نه^۶ بر خط وسط السماء. پس بنگر، آن چه بدو رسد از شمار، آن ارتفاع آن ستاره است از آن اقلیم. چون خواهی که بدانی که ارتفاع اندر جنوب است یا اندر شمال، از سمت الرأس بنگر. اگر اندر میان سمت الرأس^۷ و میل وسط اسطرلاب بود، ارتفاع آن ستاره اندر شمال بود از سمت الرأس. و اگر اندر میان سمت الرأس بود تا به رأس الجدی^۸،

۱. در نسخه: افزای.

۲. در نسخه: بنگرد.

۳. «تیز» هم می‌تواند باشد.

۴. ارتفاع ستارگان یعنی ارتفاع کوكب در حال عبور از نصف‌النهار.

۵. در نسخه: + که.

۶. در نسخه: + و.

۷. در نسخه: + و اگر اندر میان سمت‌الرس.

۸. در نسخه: + از.

ارتفاع آن ستاره اندر جنوب بود از^۱ سمت الرأس آن اقلیم.

[۵۴] فصل در [دانشتن جزوی که ستاره با وی برآید

چون خواهی که آن جزء را که آن ستاره با وی برآید بدانی، سر آن ستاره را فرو نه بر خط مشرق. و پس بنگر آن چه بر خط مشرق بود از برجها و درجاتها، آن جزء بود که به آن ستاره برآید. و فرو نه بر خط مغرب و پس بنگر آن چه بر خط مغرب بود از بروجها آن جزء [بود که به آن ستاره فرو شود]. آن ستاره را بر خط // وسط السماء نه. و پس بنگر آن چه بر خط وسط السماء بود از برجها و درجهها، آن برج بود [که با وی بر وسط السماء گذرد].
و بعد از این تسویة البیوت گویند و پیش از این کردهام.

[۵۵] فصل در [دانشتن عرض اقلیمها*

چون خواهی که عرض اقلیمی بدانی از درجات آفتاب، ارتفاع^۲ اول حمل و میزان قیاس کن به اسطرلاب. آن چه یابی از نود نقصان کن. آن چه باقی ماند عرض آن اقلیم باشد.

مثال قیاس کردیم غایت ارتفاع رأس الحمل را اندر اقلیم رابع. آن چه یافتیم از نود نقصان کن، لز بماند. پس گفتیم شهر ما را عرض این است.

اسطرلاب شمالی آن بود که رأس السرطان بر سر صاد بود که بر صفحه اسطرلاب است و رأس الجدی متصل به حجره باشد. اسطرلاب جنوبی آن باشد که رأس الجدی بر سر صاد بود که [بر] صفحه اسطرلاب است و رأس السرطان متصل به حجره باشد.

[۵۶] فصل در [دانشتن فرسنگ از شهر به شهری*

چون خواهی که از شهری به شهری فرسنگ بدانی، از عرض هر دو شهر، کم از بیش نقصان کن آن چه بماند در بیست و دو ضرب کند. آن چه حاصل آید چندان فرسنگ بود. و این بیست و دو فرسنگ، یک درجه آفتاب است.

مثال عرض مکه کا م و طول مکه عز ی، و عرض اصفهان لب ک و طول اصفهان فو مو^۳. هر

دو عرض از یکدیگر نقصان کردیم یازده بماند و در بیست و دو ضرب // کردیم. حاصل او

۱. در نسخه: اندر.

۲. ارتفاع یعنی ارتفاع اول حمل یا میزان در حال عبور از نصف النهار.

۳. در نسخه: قوا.

دویست و چهل و دو فرسنگ است به طریق راست.

[۵۷] فصل در [دانستن قبله به اسطرلاب*]

چون خواهی که قبله به اسطرلاب بشناسی، باید که بر آن اسطرلاب خط سمت کشیده باشد و خطوط مقنطرات یا^۱ خطوط ساعات. و باشد که به پنج [پنج] قسمت کرده بود و باشد که به ده ده. [باشد که شهر در جانب شرق مکه باشد یا غرب] و جانب مشرق بر دو قسم بود و جانب مغرب بر دو قسم. ارتفاع آن خط مدور که مدار حمل و میزان است، آن خط، بدان قسمت که بود بر اسطرلاب اگر به پنج و اگر به ده، و تا به کنار اسطرلاب برود تا بیست و هشت درجه و هم از این تقاطع مدار به آن قسمت که بود بیاید تا به نزدیک قطب و تا به نود قسمت کرده بود. اما اگر آفتاب در برج‌های جنوبی بود، از اول میزان تا آخر حوت، درجه سمت از تقاطع مدار حمل و میزان که آن خط مدور است، تا به کنار صفحه برگردد که آن جنوب است. و اگر درجه شمالی بود، سمت از تقاطع مدار گیرد تا به کنار قطب و آن شمالی است.

پس چون قبله معلوم خواهی کردن اول بدان که آفتاب اندر چه برج است و در چند درجه است. چون معلوم شد، ارتفاع آفتاب به اسطرلاب هاگیر، ببین که چند است درجه ارتفاع. پس آن درجه آفتاب بر آن درجه ارتفاع نهد. و از آن جا برود تا به خط سمت و ببین که درج سمت چند است. // اگر خط سمت بر خطوط مقنطرات است عمل بکند^۲ چنان که گفته شود. و اگر خط سمت بر خطوط ساعات کشیده بود، چون درجه آفتاب بر خط ارتفاع نهاده باشی، نظیر درجه آفتاب ببین که بر کدام درج سمت افتاده^۳ است که درج سمت ارتفاع آن وقت باشد. و چون سمت معلوم شد اسطرلاب بگرداند و مری عضاده بر چندان عدد سمت نهد. و اسطرلاب بر زمین نهد و پس بر روی عضاده در برابر آفتاب، به آفتاب راست بکند. چنان که سایه این بر هیچ جانب میل نکند و سایه این جمله عضاده بر روی [وی] بود. و پس به خط وسط السماء اسطرلاب نگرد که خط نصف النهار است. و انحراف این شهر معلوم باید کردن و این چنان است که بدانند که آن جا که قبله معلوم می‌کنی انحرافش شرقی است یا غربی و این معنی از طول معلوم می‌شود. و غایت طول صد و هشتاد درجه

گ ۱۱۱/ا

۱. در نسخه: + بر.

۲. در نسخه: نکند.

۳. در نسخه: افتیده.

است از جزیره خالدا، یعنی از مغرب تا به کرانه مشرق صد و هشتاد درجه است. اکنون ببیند که طول آن شهر که قبله خواهی دانستن چند است. اگر کم تر از نود درجه است انحراف آن شهر از جانب مغرب^۱ است.

اما طول اصفهان هشتاد و شش درجه // و چهل و شش دقیقه، **فو مو**، انحرافش از جانب مغرب است. پس چنان که گفته بودم که سایه^۲ بر روی عضاده، در مقابل آفتاب راست بکن، چون بر زمین نهاده بود. پس از خط وسط السماء، مری، سی و شش درجه و چهل دقیقه. باز به جانب مغرب بشمارد و مری عضاده بر اسطرلاب بجنباند و بر آن خط سی و شش نهد. و از آن جا خط بر زمین بکشد از سر مری عضاده باز جانب قبله راست کند که قبله آن جا است.

مثال اول چون قبله خواهی دانستن [به] اسطرلاب، باید که خط سمت برش^۳ باشد یا بر خطوط ساعات یا بر خطوط مقنطرات. و بر پشت اسطرلاب از هر دو جانب خطوط کشیده باشد از یکی تا نود. ارتفاعها گرفتم چهل و پنج درجه بود و آفتاب اندر جوزا اند به دوازده درجه. این دوازده درجه بر خط چهل و پنج مقنطرات شرقی نهادم زیرا که آفتاب شرقی بود. و از آن جا که درج آفتاب بود تا بر سر خط سمت بدیدم، ده درجه بود. زیرا که به این اسطرلاب خط سمت به درجه قسمت کرده بود. و از جانب شمال بود زیرا که آفتاب شمالی بود. پس اسطرلاب بگردانیدم و مری عضاده هم بر چندان نهادم // که درجه سمت بود، یعنی ده درجه. پس اسطرلاب بر زمین نهادیم و اسطرلاب می گردانیم تا سایه این بر روی عضاده راست بگردم. و از آن جا که خط وسط السماء است که آخر خط بوده است سی و شش درجه و چهل دقیقه از جانب جنوب بشمرم. و از سر این عدد خطی راست بر زمین از جانب قبله کشیدم، قبله آن جا بود. و اگر چنان باشد که آفتاب غربی بود، درج آفتاب چندان بر خط مقنطرات نهد و درج سمت باز جوید و مری عضاده هم بر چندان درج سمت نهد از جانب غرب. و بر زمین یا بر کف دست سایه این بر عضاده راست کند. و از کنار خط وسط السماء سی و هفت^۴ بشمار از جانب جنوب، از سر آخر سی و هفت، چه آن جا است. و اگر

۱. در نسخه: مشرق. انحراف از جانب مغرب یعنی در نیمه غربی ربع مسکون (طول جغرافیایی از صفر تا نود).

۲. در نسخه: + این.

۳. در نسخه: بر شش.

۴. مقدار گرد شده همان سی و شش درجه و چهل دقیقه است.

چنان باشد که درج آفتاب که بر درج ارتفاع مقنطرات نهاده و خط سمت آن جا بود که تقاطع مدار حمل و میزان بر هم افتاده هم در جنوب است و هم در شمال است.

[۵۸] [فصل در] وجه دیگر دانستن قبله به اسطرلاب

باید که، چون قبله معلوم خواهی کردن، ارتفاع غایت^۱ آن روز هاگیرد. یعنی چنان که آفتاب به غایت خود رسد، پیش از آن که در عقرب افتد، مشبک اسطرلاب بنهد بر زمین در مقابله آفتاب. و عضاده راست کند چنان که سایه این، میل به هیچ // جانب نیفکند الا بر روی عضاده. و چون راست بدیدی، مری عضاده از جانب راست سی و هفت درجه بر افزای آن جا [که] سر مری عضاده است قبله است و این عمل متعمد است.

گ ۱۱۲/پ

مثال چنان که غایت ارتفاع آن روز شصت بود، چون ارتفاع هاگیرد. و شصت بود اسطرلاب بنهد برابر آفتاب. چنان که سایه این بر روی عضاده بود راست، پس مری عضاده سی و هفت درجه از دست راست برود، آن جا که شرقی عضاده بود و قبله بود.

والله اعلم.

تمت الكتاب بعون الملك الوهاب.

۱. در نسخه: غایه.

توضیحات

تعدیل

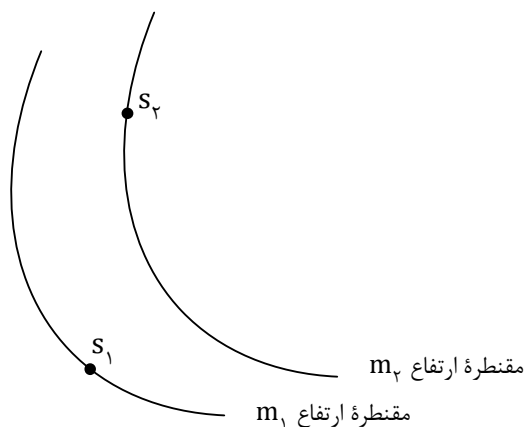
در فصل ۱۹ رساله فارسی بدون ذکر عنوان، از روشی برای تعیین کسر ساعات معوج استفاده می‌شود که تعدیل نامیده می‌شود. این روش در موارد مختلف در فصل‌های ۴۰ تا ۴۲ نیز به کار رفته است که در این قسمت به بررسی آن می‌پردازیم.

در اسطرلاب‌های مختلف دقت‌های متفاوتی برای درجه‌بندی‌ها مورد توجه سازندگان قرار می‌گرفته است. درجه‌بندی‌ها در برخی از اسطرلاب‌ها برای هر یک درجه صورت گرفته که در این صورت این اسطرلاب را «تام» می‌نامیدند. در برخی از اسطرلاب‌ها این درجه‌بندی برای هر دو، سه، پنج، یا شش درجه انجام می‌شده است که در این صورت این اسطرلاب‌ها به ترتیب نصفی، ثلثی، خمسی و سدسی نامیده می‌شدند. به عنوان مثال اگر جزء خورشید روی دایره البروج روی یکی از مقنطرات بیافتد ارتفاع آن برابر عدد همان مقنطره است اما اگر در فاصله میان دو مقنطره بیافتد آنگاه باید برای پیدا کردن تخمینی از ارتفاع خورشید عملیاتی را انجام داد که به آن تعدیل گفته می‌شود. البته تعدیل تنها به ارتفاع و مقنطرات اختصاص ندارد و در مورد اجزای دایره البروج نیز به کار می‌رود. صوفی در باب‌های ۱۷۲-۱۷۶ رساله اول نیز به تعدیل می‌پردازد. حالات مختلف تعدیل که در رساله‌های صوفی مورد بررسی قرار می‌گیرد بدین شرح است:

تعدیل جزء آفتاب و ارتفاع

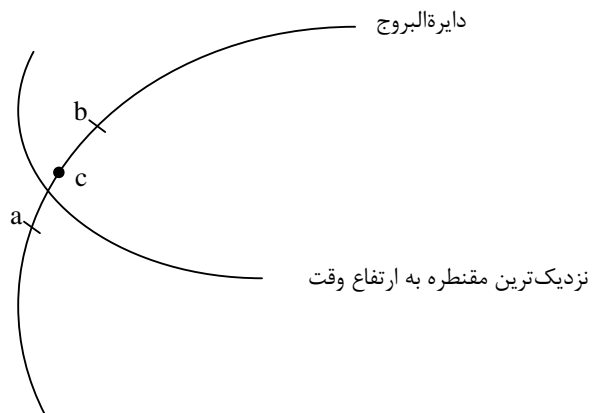
حالت اول (تعیین ارتفاع رصد شده روی اسطرلاب) این است که جزء خورشید بر روی عنکبوت دقیقاً روی یک درجه مشخص عنکبوت باشد و ارتفاع آن، a ، را با رصد به دست آورده باشیم و این ارتفاع بین دو مقنطره واقع شود. برای تعدیل بدین ترتیب عمل می‌شود که ابتدا جزء خورشید روی عنکبوت، S ، را روی مقنطره پایین، m_1 ، قرار می‌دهیم و درجه مری (d_s) را نگاه می‌کنیم. سپس جزء خورشید را روی مقنطره بالا، m_2 ، قرار داده محل مری (d_p) را نشان می‌کنیم. بدین ترتیب مقدار حرکت مری را اندازه می‌گیریم. این مقدار حرکت (E_1) را اجزای اصل می‌نامیدند:

سپس ارتفاع مقنطره پایین را از ارتفاع رصد شده کم می‌کنیم و حاصل را در اجزای اصل ضرب می‌کنیم و بر مقدار دقت اسطرلاب (Δm) تقسیم می‌کنیم. به عنوان مثال اگر اسطرلاب سدسی باشد، حاصل ضرب را بر شش تقسیم می‌کنیم. خارج قسمت اجزای تعدیل (E_p) است:



شکل ۱

جزء خورشید را بر مقنطره پایین قرار می‌دهیم و عنکبوت را به اندازه اجزای تعدیل در جهت خلاف توالی بروج می‌گردانیم. جزء خورشید بر ارتفاع رصد شده قرار می‌گیرد. حالت دوم این است که ارتفاع خورشید روی یک مقنطره بیافتد و جزء خورشید (C) مشخص باشد و بین دو درجه تقسیم‌بندی عنکبوت واقع شود. برای این حالت، درجه‌ای روی عنکبوت که جزء خورشید از آن گذشته است (a) را روی مقنطره مورد نظر قرار می‌دهیم و محل مری را مشخص می‌کنیم (d_a). سپس عنکبوت را می‌گردانیم تا درجه بعدی روی عنکبوت که جزء خورشید به آن می‌رسد (b) روی آن مقنطره قرار گیرد. محل مری را در این حالت (d_b) نیز مشخص می‌کنیم و مقدار حرکت مری را به دست می‌آوریم و آن را اجزای اصل می‌نامیم:



شکل ۲

سپس تفاضل درجه پایین عنكبوت را از درجه جزء خورشید به دست می آوریم. آن را در اجزای اصل ضرب و حاصل را بر دقت اسطرلاب ($\Delta\lambda$) تقسیم می کنیم، نتیجه اجزای تعدیل است:

$$E_p = \frac{(b - c) \times E_1}{(\Delta\lambda)}$$

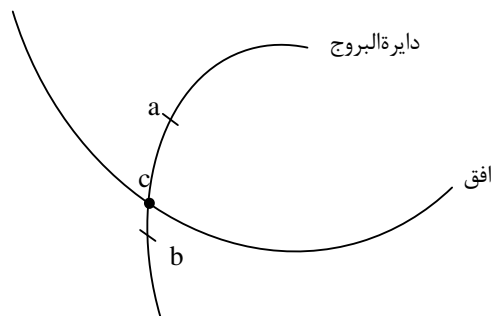
دوباره درجه پایین عنكبوت را بر مقنطره قرار می دهیم و عنكبوت را به اندازه اجزای تعدیل بر خلاف توالی بروج می گردانیم. جزئی از عنكبوت که بر روی مقنطره مورد نظر قرار می گیرد همان جزء خورشید خواهد بود.

حالت سوم این است که نه جزء خورشید روی عنكبوت و نه ارتفاع آن بر روی یک مقنطره مشخص اسطرلاب باشد. برای این کار جزئی که خورشید از آن گذشته است را روی مقنطره ای که ارتفاع خورشید از آن عبور کرده قرار می دهیم (صوفی در رساله فارسی، نزدیک ترین مقنطره به ارتفاع آفتاب را برای این کار در نظر می گیرد). مانند آنچه در حالت دوم گفته شد تعدیل موضع خورشید را با استفاده از این مقنطره به دست می آوریم و بر روی این موضع علامتی می نهیم. حال با استفاده از این موضع تعدیل شده ارتفاع آفتاب را مانند حالت اول تعدیل می کنیم. حالت های اول و دوم حالت خاصی از حالت سوم هستند و در رساله فارسی تنها به حالت سوم پرداخته شده است.

تعدیل طالع

جزء آفتاب را بر ارتفاعش نهاده‌ایم. طالع، c، مطابق شکل، میان دو درجه دایره البروج (a و b) افتاده است. می‌خواهیم معلوم کنیم، طالع چه درجه‌ای است. برای این کار، جزء خورشید بر روی عنکبوت را بر مقلطه ارتفاع آن قرار می‌دهیم و محل مری (d_c) را تعیین می‌کنیم. سپس آن جزء عنکبوت که طالع از آن گذشته است (a) را بر افق مشرق قرار می‌دهیم و مقدار حرکت مری را اندازه می‌گیریم:

$$E_{\gamma} = d_c - d_a$$



شکل ۳

این مقدار در رساله اول اجزای کسر ولی در رساله فارسی اجزای تعدیل نامیده می‌شود درحالی‌که تعدیل نهایی در رساله اول اجزای تعدیل نامیده می‌شود. سپس آن جزء از دایره البروج که طالع بدان نرسیده است (b) را بر افق قرار می‌دهیم و جابه‌جایی مری را نسبت به حالت دوم به دست می‌آوریم و آن را اجزای اصل می‌نامیم:

$$E_{\gamma} = d_b - d_a$$

اجزای کسر (یا اجزای تعدیل) را در دقت اسطرلاب ($\Delta\lambda$) ضرب می‌کنیم و بر اجزای اصل تقسیم می‌کنیم:

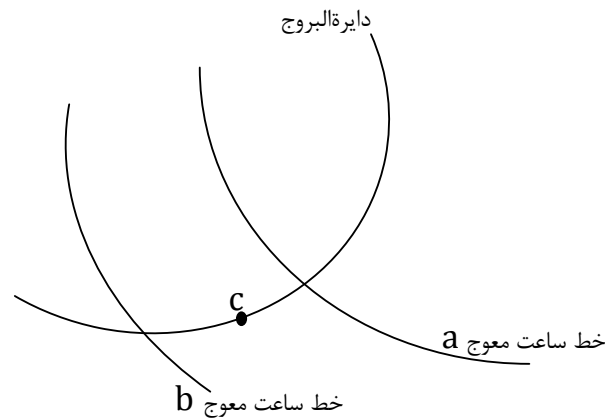
$$\Delta = \frac{E_{\gamma} \times \Delta\lambda}{E_{\gamma}}$$

حاصل را بر جزیی که طالع از آن گذشته است می‌افزاییم، اجزای طالع به دست می‌آید.

در تعدیل ساعات معوج

برای تعیین ساعت معوج هرگاه جزء خورشید (در شب) یا نظیر آن (در روز) بین خطوط ساعات a و b (در شکل زیر) افتاده باشد، در این حالت محل مری را مشخص می‌کنیم (d_c). سپس آن جزء را بر روی ساعتی که از آن گذشته (a) و آن را ساعات تام یا تمام می‌نامیم قرار می‌دهیم و محل مری (d_a) را مشخص می‌کنیم. میزان حرکت مری میان این دو وضعیت را اجزای تعدیل (E_1) می‌نامیم:

$$E_1 = d_c - d_a$$



شکل ۴

سپس جزء خورشید را بر خط ساعت بعدی (ساعت ناقص) قرار می‌دهیم و جابه‌جایی مری از موقعیت دوم را اندازه می‌گیریم و آن را اجزای اصل می‌نامیم:

$$E_2 = d_b - d_a$$

اجزای تعدیل را در دقت اسطرلاب ($\Delta\lambda =$ یک ساعت = شصت دقیقه) ضرب و بر اجزای اصل تقسیم می‌کنیم، حاصل را بر ساعات تام می‌افزاییم، ساعات دقیق به دست می‌آید:

$$\text{ساعات دقیق} = a + \frac{E_1 \times \Delta\lambda}{E_p}$$

اما در مثالی که در فصل ۴۲ برای تعدیل ساعات معوج آمده است اشتباهی رخ داده است. این اشتباه چنین است که به جای آن چه که در بالا آمد، اجزای اصل در اجزای تعدیل ضرب و بر دقت اسطرلاب تقسیم می‌گردد. همچنین در این مثال مقادیر عددی به صورت کامل ارائه نمی‌شود و تنها ارتفاع آفتاب ۴۸، ساعت بین ۳ و ۴ و در نهایت مقدار تعدیل ۴۵ دقیقه بیان می‌شود. اما نکته جالب توضیحی است که در ادامه این مثال آمده است. در این توضیح با اشاره به اشتباه بالا تصریح می‌گردد که روش صحیح همان است که در متن فصل آمده است. اما سپس مقدار اجزای اصل ۱۵، و مقدار اجزای تعدیل ۱۸ بیان می‌شود تا با این روش اشتباه مقدار ۴۵ درجه‌ای که در مثال آمده حاصل شود درحالی که مقدار اجزای تعدیل باید از اجزای اصل کمتر باشد. در انتها اضافه می‌کند: «اما این عمل غریب‌تر بود». آن چه از این توضیحات برمی‌آید این است این توضیحات بخشی از متن اصلی نیست بلکه کسی که این متن را تحریر، ترجمه، ویا استنساخ نموده آن را نوشته است.

در فصل ۱۹ رساله فارسی در مورد به دست آوردن کسر ساعات معوج نیز به تعدیل ساعات معوج پرداخته می‌شود اما در آن از تعدیل نام برده نشده است. در این فصل مانند فصل ۴۲ عمل می‌شود اما در انتها برای به دست آوردن کسر ساعات، توضیحی داده نمی‌شود و تنها گفته می‌شود: «پس بنگرد که اجزای کسر از این (اجزای ساعات) چند است و بر سر آن ساعت‌های درست گیرد که از روز گذشته باشد». بنا بر آن چه گفته شد این عبارت بدین معنی است که نسبت اجزای کسر به اجزای ساعات گرفته شود و در یک ساعت که دقت اسطرلاب است ضرب شود تا کسر ساعات معوج حاصل شود.

مجموع ساعات معوج در روز و شب بر اساس ساعات مستوی

طول یک ساعت معوج در روز برابر است با یک دوازدهم طول روز. طول یک ساعت معوج در شب نیز این چنین است یعنی طول شب را به دوازده قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم حاصل طول یک ساعت معوج است. حال اگر طول یک ساعت معوج در روز را با طول یک ساعت معوج در شب جمع کنیم خواهیم داشت:

$$\frac{\text{طول شبانه روز}}{۱۲} = \frac{\text{طول شب}}{۱۲} + \frac{\text{طول روز}}{۱۲}$$

در یک شبانه‌روز خورشید سیصدوشصت درجه موازی معدل‌النهار می‌پیماید. بنا بر این حاصل تقسیم ۳۶۰ بر ۱۲، برابر مجموع یک ساعت معوج در روز و یک ساعت معوج در شب بر حسب درجه، یعنی ۳۰° خواهد بود.

طول سال

طول سال اعتدالی (فاصله زمانی دو عبور متوالی خورشید از نقطه اعتدال بهاری) برابر ۳۶۵ شبانه‌روز و ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه و ۴۶ ثانیه است (مقدار اضافه بر ۳۶۵ روز طول سال - به عنوان مثال ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه و ۴۶ ثانیه ذکر شده - «فضل دور» نامیده می‌شده است). اما این مقدار مانند تمامی مقادیر رصدی در تاریخ نجوم با تخمین‌های مختلفی همراه بوده است. در زیج ممتحن (گ۸پ) مقادیر فضل دور نزد ۱۲ منجم ذکر شده است (کندی، ۱۴۷). در جهان دانش نیز طول سال به روایت پارسیان (۳۶۵ شبانه‌روز و ۶ ساعت و ۱۲ دقیقه و ۵۷ ثانیه)، بطلمیوس (۳۶۵ شبانه‌روز و ۵ ساعت و ۵۵ دقیقه و ۱۲ ثانیه) و بتانی (۳۶۵ شبانه‌روز و ۵ ساعت و ۴۷ دقیقه و ۲ ثانیه) آمده است. در باب ۶۶ رساله اول صوفی با عنوان «فی معرفة تحویل سنی الموالد»، این مسأله مطرح شده است که اگر طالع سال گذشته در اختیار باشد چگونه طالع سال حاضر را حساب نماییم. پس از تعیین طالع سال گذشته روی اسطرلاب و قرار دادن آن بر افق مشرق ذکر می‌شود که عنکبوت را ۹۳ درجه بر توالی بروج می‌گردانیم. این ۹۳ درجه همان فضل دور است. با تقسیم این مقدار بر ۳۶۰ درجه، کسر از روز به دست می‌آید که با ضرب آن در ۲۴، فضل دور بر حسب ساعت حاصل می‌شود. با در نظر گرفتن مقدار ۹۳ درجه، فضل دور برابر ۶ ساعت و ۱۲ دقیقه حاصل می‌شود.

اما در رساله دوم صوفی، باب ۷۳، با همان موضوع، مقدار این گردش ۸۶ درجه و دو سوم درجه ذکر می‌شود. بدین ترتیب مقدار فضل دور برابر ۵ ساعت و ۴۶ دقیقه و ۴۰ ثانیه می‌شود. در رساله فارسی، فصل ۳۳، نیز این مقدار برابر ۸۷ درجه و ۳۳ دقیقه بیان می‌شود (البته مقداری که در متن آمده است، ۸۶ درجه و سی دقیقه است که خط خورده و مقدار بالا در حاشیه

آمده است)، که معادل ۵ ساعت و ۵۰ دقیقه و ۱۲ ثانیه برای فضل دور است. هیچ‌یک از مقادیر صوفی با مقادیر ذکر شده در زیج ممتحن تطابق ندارد.
در شش فصل حاسب طبری نیز مقدار ۸۸ درجه و ۳۳ دقیقه بیان می‌گردد که معادل ۵ ساعت و ۵۳ دقیقه و ۱۹ ثانیه است.

یافتن وقت عصر

باب ۱۶۸ رساله اول، باب ۳۳ رساله دوم و فصل ۴۵ رساله فارسی به یافتن «وقت عصر» اختصاص دارد. دو معیار برای تعیین زمان نماز عصر (یا «فضیلت نماز عصر» بنا بر نظر شیعه) وجود دارد. معیار اول این است که طول سایه شاخص به اندازه خود شاخص از سایه هنگام ظهر بیشتر شود. بدین ترتیب رابطه زیر را می‌توان برای ارتفاع خورشید در زمان نماز عصر بیان نمود:

$$\tan \beta = \frac{\tan \alpha}{1 + \tan \alpha}$$

که در آن α ارتفاع خورشید هنگام ظهر و β ارتفاع خورشید هنگام عصر است. معیار دوم بدین ترتیب است که طول سایه به اندازه دوهفتم طول شاخص از سایه هنگام ظهر بیشتر شود. در نتیجه رابطه بالا به شکل زیر در می‌آید:

$$\tan \beta = \frac{\tan \alpha}{1 + \frac{2}{7} \tan \alpha}$$

صوفی در رساله اول روش معادل رابطه زیر را برای ارتفاع خورشید در هنگام عصر ارائه می‌کند:

$$\tan \alpha = \tan \beta - \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ 6/5 \end{array} \right.$$

(۱۲ برای حالتی است که تقسیم‌بندی برحسب اصابع و ۶/۵ برای حالتی است که تقسیم‌بندی برحسب اقدام باشد) درحالی‌که در رساله دوم رابطه

$$\tan \alpha = \tan \beta + \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ 6/5 \end{array} \right.$$

را بیان می‌کند که اشتباه است چراکه ارتفاع خورشید در هنگام عصر از ارتفاع آن هنگام ظهر بیشتر می‌شود. اما در رساله فارسی (فصل ۴۵) رابطه $\beta = \frac{3}{5}\alpha$ را آورده است.

عرض دایرة البروجی سیارات

باب ۷۷ رساله اول و فصل ۴۷ رساله فارسی به محاسبه عرض سیارات اختصاص دارد. بدین ترتیب که ابتدا غایت ارتفاع آن سیاره (یعنی حداکثر ارتفاع آن، که هنگام عبور سیاره از نصف النهار اتفاق می‌افتد) را تعیین می‌کنیم. سپس ارتفاع یک ستاره را نیز که بر روی اسطرلاب وجود دارد اندازه می‌گیریم. مری آن ستاره روی عنکبوت را بر ارتفاعی که رصد کرده‌ایم قرار می‌دهیم. آن جزء از دایرة البروج که بر خط وسط‌السماء قرار می‌گیرد را تعیین می‌کنیم و می‌بینیم که بر چه ارتفاعی است. حال تفاضل ارتفاع آن جزء و ارتفاع سیاره برابر عرض سیاره خواهد بود.

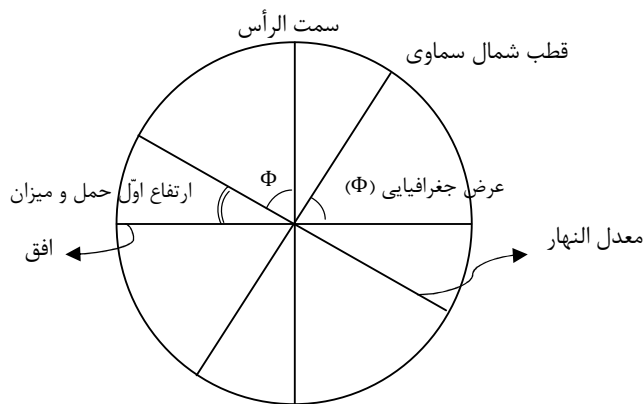
اما در رساله اول اضافه می‌کند که این روش تقریبی است و اگر عرض سیاره را به طور دقیق می‌خواهیم متمام ارتفاع سیاره که رصد کرده‌ایم را به دست می‌آوریم و عرض رؤیت را با استفاده از آن در جدول عرض رؤیت پیدا می‌کنیم. عرض رؤیت را با ارتفاع سیاره جمع می‌کنیم و از ارتفاع جزئی از دایرة البروج که در آن است کم می‌کنیم (یا ارتفاع جزء را از آن کم می‌کنیم). حاصل عرض سیاره خواهد بود.

تنها تصحیحی که می‌توان برای عرض محاسبه شده در روش اول در نظر گرفت اختلاف منظر در عرض است. اما در هیچ منبع دیگری اختلاف منظر با این عنوان مطرح نشده است. «عرض رؤیت» و جدول آن در باب ۱۵۷ رساله اول در مورد کسوف آمده است. در این باب برای تحقیق میزان گرفت خورشید بیان می‌دارد که عرض رؤیت را با عرض ماه جمع می‌کنیم، اگر حاصل از سه دقیقه و ثلث دقیقه بیشتر باشد کسوف کامل نخواهد بود. با این مفروضات به نظر می‌رسد «عرض رؤیت» که در این‌جا مطرح می‌شود همان اختلاف منظر باشد. اما در باب ۳۴۱ رساله اول صوفی از «اختلاف منظر» نام می‌برد.

دانستن عرض اقلیم‌ها

می‌دانیم که زاویه میان افق و خط واصل قطب شمال و جنوب سماوی، برابر عرض جغرافیایی است.

مطابق شکل زیر، چون خط واصل سمت الرأس و سمت القدم و معدل النهار، به ترتیب بر دو خط یاد شده عمودند (و نیز هر دو زاویه حاده هستند)، زاویه میان این دو خط برابر با زاویه راستای قطب شمال با افق است. حال با توجه به شکل و آنچه گفته شد، روشن است که ارتفاع خورشید در اول حمل و میزان، متمم زاویه عرض جغرافیایی است



شکل ۵

فاصله شهرها

باب ۱۴۵ تا ۱۴۹ رساله دوم و فصل ۵۶ رساله فارسی مربوط به محاسبه فاصله شهرها می‌شود. در رساله دوم حالت‌های مختلف مطرح می‌شود. در حالت اول که شهرها بر روی یک نصف‌النهار قرار دارند عرض شهرها را از هم کم می‌کند و تفاضل را در ۵۶ میل ضرب می‌کند، حاصل فاصله دو شهر بر حسب میل است. حالت دوم چنین است که شهرها در یک عرض که کمتر از میل اعظم است ولی بر روی نصف‌النهارهای مختلف قرار داشته باشند. جزئی که از سمت الرأس دو شهر می‌گذرد را بر وسط‌السماء قرار می‌دهیم و عنکبوت را به اندازه اختلاف طول دو شهر می‌گردانیم. ارتفاع آن جزء را از مقنطرات به دست می‌آوریم و متمم آن را در ۵۶ ضرب می‌کنیم، حاصل فاصله دو شهر است. در حالت سوم عرض دو شهر برابر ولی بیش‌تر از میل اعظم است. حالت چهارم چنین است که طول و عرض دو شهر با هم مختلف و یکی از عرض‌ها کم‌تر از میل اعظم باشد. در حالت پنجم طول و عرض برابر و عرض هر دو شهر بیش‌تر از میل اعظم است. اما در رساله فارسی بدون ذکر این حالت‌ها تنها گفته می‌شود که اختلاف عرض دو شهر را

گرفته و در ۲۲ ضرب می‌کنیم، حاصل فاصله دو شهر بر حسب فرسنگ خواهد بود.

جهت قبله

باب ۳۵۹ رساله اول و فصل‌های ۵۷ و ۵۸ رساله فارسی به یافتن جهت قبله اختصاص دارد. مطابق روش امروزی در جغرافیای ریاضی جهت قبله از نصف‌النهار H برای شهری با عرض A و طول B از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\cot H = \frac{\sin C \sin A - \cos C \sin A \cos(D - B)}{\cos C \sin(D - B)}$$

که در آن C عرض مکه، D طول آن است.

در رساله اول روابط زیر برای پیدا کردن سمت قبله آمده است:

$$\sin(B - D) \times \sin(90 - C) = \sin E \quad E = \text{طول معدل}$$

$$\frac{\sin C \times (\sin(90 - E) + \sin(90 - C))}{\sin(90 - E)} = \sin F \quad F = \text{عرض معدل مکه}$$

$$\sin(90 - C) = \text{جیب تمام طول معدل}$$

$$\sin(90 - (F - A)) \times \sin(90 - E) = \sin G$$

$$\frac{\sin(90 - G)}{\sin E} = \sin H \quad H = \text{سمت قبله از نصف‌النهار}$$

اما در رساله فارسی برای پیدا کردن سمت قبله از خود اسطرلاب بهره می‌گیرد بدین شکل که ابتدا درجه خورشید در دایرة البروج و ارتفاع آن را تعیین می‌نماید و سپس آن درجه را بر مقنطره مربوطه قرار می‌دهد. سمت خورشید را از روی اسطرلاب پیدا می‌کند و عضاده را بر آن درجه سمت قرار می‌دهد و اسطرلاب را به صورتی بر زمین می‌نهد که سایه عضاده بر روی خودش بیفتد. پس جهت خط وسط‌السماء، جهت شمال و جنوب است. حال عضاده را بر خط وسط‌السماء قرار داده و آن را به اندازه زاویه انحراف قبله شهر مورد نظر می‌گردانیم. عضاده جهت قبله را نشان می‌دهد. صوفی زاویه انحراف را برای اصفهان ۴۰°، ۳۶° یا به تقریب ۳۷° در نظر می‌گیرد.

اگر بر اساس داده‌هایی که صوفی برای طول و عرض جغرافیایی مکه و اصفهان در فصل ۵۶ رساله فارسی به دست می‌دهد، زاویه انحراف قبله اصفهان را نسبت به سمت جنوب محاسبه کنیم، به مقدار ۱° و ۴۱° می‌رسیم که با مقدار صوفی، ۲۱° و ۴° اختلاف دارد.

منابع

- حاسب طبری، شش فصل، به کوشش محمدامین ریاحی، تهران، ۱۳۷۱ش.
- دانش‌پژوه، محمدتقی و ایرج افشار، نشریه کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران درباره نسخه‌های خطی، ج ۱۰، تهران، ۱۳۵۸ش.
- سزگین، مقدمه چاپ عکسی دو رساله اسطرلاب صوفی (نک: همین مآخذ، صوفی، دو رساله).
- صوفی، عبدالرحمن، صورالکواکب، حیدرآباد دکن، ۱۹۸۱م؛ مقدمه صورالکواکب، به کوشش کوسان دو پرسوال^۱ (نک: مآخذ لاتین).
- _____، دو رساله با عنوان «کتاب فی العمل بالأسطرلاب»، چاپ عکسی با عنوان «کتابان فی العمل بالأسطرلاب»، منشورات معهد تاریخ العلوم العربیة والإسلامیة، سلسله ج عیون التراث، جلد ۲۳، فرانکفورت، ۱۹۸۶م؛ چاپ حروفی به کوشش علی عمراوی، رباط، ۱۹۹۵م.
- قفطی، تاریخ الحکما، به کوشش یولیوس لیپرت، لایپزیگ، ۱۹۰۳م.
- مسعودی، شرف‌الدین، جهان دانش، به کوشش جلیل اخوان زنجانی، میراث مکتوب، تهران، ۱۳۸۲ش.
- مقدسی، محمد بن احمد، احسن التقاسیم فی معرفة الاقالیم، ترجمه علینقی منزوی، تهران، ۱۳۶۱ش.
- منزوی، احمد، فهرستواره کتابهای فارسی، ج ۴، تهران، ۱۳۷۸ش.
- Caussan de Parceval, A.P., "Kitāb as-Suwar as-samā'īya li š-Šaiḥ Abi l-Husain Abdarrahmān Umar ibn Sahl as-Sūfī ar-Rāzī, Les constellations d'Abdoulhossain Abderrahman es-Soufīer-Razi", *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliotheque du Roiet autres bibliotheques*, Paris, 1831.
- Kennedy, E. S., "Introduction to Kitāb al 'Amal bil Asturlāb", *Studies in the Islamic Exact Sciences*, Beirut, 1983, pp. 405-447.
- _____, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Phylosophical Society*, vol. 46, 1956, Part 2, pp. 123-177; repr. 1989.
- Sezgin, F., *Geschichte des arabischen Schrifttums*, vol. 6 (astronomy), Leiden, 1978.

1. Caussan de Parceval